

青年自学丛书

气象知识

《气象知识》编写组

上海人民出版社

毛主席语录

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

《青年自学丛书》编辑说明

毛主席教导我们：“知识青年到农村去，接受贫下中农的再教育，很有必要。”几年来，成千上万的知识青年，响应毛主席的伟大号召，满怀革命豪情，奔赴祖国的农村和边疆。他们认真读马、列的书，读毛主席的书，积极投入批林整风，朝气蓬勃地战斗在三大革命运动的第一线，坚定地走同工农相结合的道路，对建设社会主义新农村作出了贡献，阶级斗争和路线斗争的觉悟有了很大提高。无产阶级英雄人物不断涌现，一代革命青年正在茁壮成长。这是毛主席革命路线的伟大胜利。

按照毛主席关于“要关怀青年一代的成长”的教导，为了适应广大下乡上山知识青年自学的需要，特编辑、出版这套《青年自学丛书》。丛书以马列主义、毛泽东思想为指导，内容包括哲学、社会科学、自然科学的一些基本知识和鲁迅作品选。我们希望，这套丛书的出版，能对下乡上山知识青年的学习起积极作用，有助于他们进一步提高路线斗争觉悟、政治理论水平和文化科学水平，在又红又专的道路上阔步前进，更好地适应建设社会主义新农村和各项事业发展的需要。

我们对大力支持这套丛书的出版工作的有关单位和作者，表示衷心的感谢，并欢迎广大读者对这套丛书提出意见和批评，以便改进。

上海人民出版社

《气象知识》编写组由上海市气象局、南京气象学院和上海人民出版社派员组成。

目 录

第一章 气象与经济建设 气象与军事活动·····	1
第二章 气象史话·····	9
第一节 我国古代两种天气观的斗争·····	9
第二节 劳动人民创造了气象科学·····	15
第三节 社会实践把气象科学推向前进·····	22
第四节 解放后我国气象科学发展迅速·····	29
第三章 大气漫谈·····	33
第一节 大气和我们息息相关·····	33
第二节 天气变化的舞台·····	37
第三节 大气性状·····	39
第四节 冷暖气团·····	43
第四章 大气运动的奥秘·····	47
第一节 大气运动永不停息·····	47
第二节 风怎样吹起·····	49
第三节 茫茫大气 为何沉浮·····	74
第四节 乱流不乱·····	88
第五节 大气怎样运转·····	91
第五章 云雾雨雪 气象万千·····	118
第一节 水汽的来龙去脉·····	118
第二节 云雾的千姿万态·····	131
第三节 降水的形形色色·····	162
第六章 空中奇景 变幻可测·····	176
第一节 蔚蓝天空·····	176
第二节 万道霞光·····	178

第三节	海市蜃楼	178
第四节	彩色虹霓	181
第五节	日月晕环	184
第六节	绚丽华盖	187
第七节	奇景和天气	187
第七章	与天奋斗 其乐无穷	189
第一节	抗旱涝	190
第二节	战台风	199
第三节	防寒潮	217
第四节	测雷雨	223
第五节	识龙卷	230
第六节	消冰雹	237
第七节	避火风	246
第八章	用毛主席的哲学思想管天	250
第一节	气象台战斗的日日夜夜	250
第二节	气象站预报中的辩证法	278
第三节	做一个优秀的气象哨兵	297
第九章	祖国气候 富饶多样	340
第一节	多种多样的气候	340
第二节	高山气候	343
第三节	高原气候	348
第四节	盆地气候	355
第五节	森林气候	360
第六节	沙漠气候	364
第七节	草原气候	368
第八节	东南部的季风气候	371
第九节	西北地区的大陆性气候	379
第十章	人工影响天气 前程似锦	385
第十一章	人类在战胜异常气候中前进	399

第一章 气象与经济建设

气象与军事活动

春风吹绿了原野,大自然充满着生气。黎明,晨风送来了中央人民广播电台清脆的呼号,随着《东方红》激动人心的旋律响彻云霄,东方天际映出一片彤红的霞光。一队队人流,奔向田间,一支支歌声,在长空回荡。“农业学大寨”五个大字在田间高高举起,闪烁着霞光……

在驰往南方的一列客车上,两位旅客正凭窗眺望江南春光……。

“多美的朝霞哟!”坐在靠窗口的老杨望着道道霞光入了神,自语着。

“要是带着一架照相机就好啦!将这片朝霞和这几朵白云拍摄下来,可以充实《云与天气》一书哩!”旁边的老朱接了上来。

“同志!”

老杨和老朱应声转过头来,打量着就坐在他们对面的两位青年。

“你们是搞气象的吧!”靠窗口的小胖子带了肯定的口气说道。

“你怎么知道?”老杨和老朱不由得有点惊讶。

“刚才这位同志提到《云与天气》这本书,我们正想买一本。所以……”

“这么说,你们也是搞气象的!”

“你看象吗?”坐在小胖子边上的戴眼镜的小伙子说话很风趣,嗓门也大:“我们是在祖国南方插队落户的知识青年。去年,公社领导要我们办一个气象哨。这次我们去湖南省的一个气象哨学习春播期间的天气预报经验。现在春耕大忙季节来了,回去就要正式战斗了。”

于是,他们很快交上了朋友。原来,坐在窗口的小胖子叫小夏,戴眼镜的小伙子叫小张。

阳光透过窗户,照在小夏、小张那红润的脸上。老杨望着这两位气象战线的新兵,心里很高兴,说道:“你们气象哨工作一定搞得不差吧!”

“说实话,开始我俩不愿意搞。”小夏直率地亮出过去的思想。“后来,老贫农金大爷给我们忆苦思甜,公社领导给我们谈气象与农业的关系,这才在思想上扎下了根。”

“是呀!气象和农业的关系很密切。眼下是春耕大忙季节。俗话说:春天孩儿脸,一日变三变。昨日还是斜风细雨,今日却是艳阳晴天。你看,贫下中农根据天气预报,正在抓紧春耕哩!”老朱望着窗外,谈起了自己的体会。

“我们那儿有首民谣:山坡搭起管天台,风雨消息传下来,抢收抢种巧安排,丰产丰收喜胸怀。1972年,正是秋收大忙的时候,县气象站预报一次强台风袭来,将出现暴雨和大风。县委领导根据预报,发动全县人民抢在暴风雨来临之前,收完了剩下的十万亩水稻。气象工作真是农业生产的好参谋啊!”小夏尽管搞气象哨的工作还不到一年,但对气象与农业关系的体会很深。

“气象为农业服务是多方面的。”老朱一面说着一面从旅行包中取出一份《气象与农业》油印稿,交给小夏:“除了日常

的天气预报外，耕作制度的改革，作物的合理布局，新品种的引进都得考虑当地的气候条件，‘八字宪法’中的每一项措施都间接或直接地与气象有关。”

“我们气象哨的一个重要任务就是要努力为农业生产服务。这方面广西宜山县有一个知识青年小韩做得很出色。寒露风对晚稻的影响很大。1972年春，小韩根据各种资料认为今年寒露风来得晚；队里考虑了小韩的预报，决定多种迟熟品种的水稻，结果获得了增产。1973年，小韩又正确地预报当年秋季寒露风来得早，队里根据他的预报，多种早熟品种的水稻，结果在寒露风到来之前晚稻已全部齐穗，没有受到影响，又获得了丰收。”小夏说完，翻开《气象与农业》的油印稿仔细地看起来。

“解放后我国农业生产成绩很大，比如双季稻向北方扩展、爬上高山，在世界屋脊西藏高原冬小麦种植成功。气象工作者提供了可靠的气候依据，作出了很大的贡献。”老朱兴高采烈地谈起解放后农业气象的成就，并说：“这是社会主义制度的优越，毛主席革命路线的胜利。要是在解放前……”

“解放以前，十年九灾，天灾人祸，穷人受难。”小夏未等老朱说完，就激动地谈起自家的遭遇：“1945年，春季大旱，初夏又下了一场冰雹，庄稼一点也没有收成。狠心的地主穷凶极恶地逼债，我爷爷被绑去做苦工抵债，以后再没回还。”

旁边的小张低头不语，小夏的一席话使小张把往事回想：“去年初夏的一个傍晚，金大爷严肃地走过来：‘小张呵！你怎么可以对管天的事不安心呢？你爷爷是怎么死的，你不能忘记！旧社会的渔民一脚踏黄泉，一脚踏船板。1922年秋台风向你家乡袭来，狠毒的渔霸唯利是图，逼着大家张帆出海。第二天，渔船遇上台风，沉的沉，散的散；你爷爷被卷向呼啸的大

海；尸体、烂船板堆满了沙滩……’。我听着听着，禁不住热泪流了下来，从此下定了搞好气象哨的决心。”

老杨谈起今天资本主义制度下千千万万渔民的遭遇：“1970年，一次台风侵袭孟加拉湾，据不完全统计，大小船只损失近十万条，30万人葬身鱼腹。在不同的社会制度下，气象预报服务的对象也不一样。我们社会主义的气象事业是为了保护人民，首先保护劳动人民的……”

“老杨说得对。拿保障渔民的生命安全来说，气象部门就专门组织了许多流动气象台跟随渔民远航出海。1971年春汛高潮时，渔民集中在长江口外捕鱼，一个低气压移向渔场。会不会有八级以上的大风呢？我们流动气象台的同志与有经验的老渔民一起进行分析，最后果断地作出没有八级大风的预报。结果预报正确，既保证了渔民安全，又促进了渔业高产。渔民们说：有这样的气象员为我们服务，我们在海上作业就放心了。”老朱接过老杨的话，滔滔不绝地讲起1971年出海为渔民服务的事情。

“帝国主义往往把气象工作用于军事侵略，为垄断资本家服务。”老杨又接下去说：“第二次世界大战期间，日本军国主义出其不意偷袭珍珠港，利用了气象条件。”

“这说明气象科学本身没有阶级性，但是如果它被帝国主义所利用，就变成侵略和扩张的工具了。”小夏继续说：“珍珠港事件是值得引起注意的，我们现在同样要警惕帝国主义，特别是社会帝国主义对我国的突然袭击。社会主义的气象事业必须为国防建设服务，为反侵略战争服务。”

“气象与军事活动究竟有哪些关系？”小张眼盯着老杨，希望更多的了解这方面的知识。

“关系很密切。再举两个例子来说。苏联红军在卫国战

争中，多次有效地利用对自己有利的天气条件，打击德国法西斯。1944年6月，白俄罗斯战线上苏联红军决定向德寇发动进攻，根据6月22日的天气预报知道23日有雷雨低云和浓雾，并知道浓雾在上午9时消散。他们认为这样的天气对发动进攻是很有利的，因此决定在上午9时进攻，结果在几百公里的战线上取得了很大的胜利。又比如中国人民解放军海军某部在一次战役中充分发扬了我军勇敢战斗的精神，并利用当时能见度差的天气条件，用鱼雷快艇迅速接近离敌舰只有300米左右的距离，一举击沉了蒋匪护卫舰一艘。”

小夏和小张都很有兴味地听老杨继续说下去。

“军事活动总是在一定气象条件下进行的，这种影响虽对战争全局的胜负不起决定的作用，但在每个具体战役、战斗行动中，它是一个不可忽视的重要因素。历来的军事家都重视研究和运用气象条件，古代《孙子兵法》中就把掌握和运用‘天时’作为取胜的五要素之一。气象条件对高炮射击准确性的影响是十分明显的。空气密度的变化、气温的高低以及风向和风力的大小会使高炮的弹道发生偏离，因此高炮射击时必须考虑因气象条件而引起的误差。海军活动受气象条件影响更大，例如浓雾使舰艇难以准确判断位置，从而造成迷航、触礁事故，大风掀起巨浪会危及舰艇安全。但有些气象条件有利于遂行任务，如恶劣的能见度有利于舰艇荫蔽突然地实施战斗行动。气象条件对空军的影响最为明显。气温和大气密度的变化使飞机空气动力性能改变，使仪表指示发生误差；大风对空降、空投、轰炸、射击有很大影响；雷暴、强烈的颠簸和积冰，可能危及飞行安全；云雾、烟幕对地标领航有严重影响；天电会影响陆空通讯，等等。”

小张和小夏目不转睛地望着老杨，全神贯注地倾听着老

杨的介绍，老杨的介绍使他们对气象工作的意义有了新的更深刻的理解。

“国民经济建设许多部门，例如海港、水电部门，都需要气象为它们服务。”老朱喝了口水，说道：“我给你们讲一个故事。1969年8月，一艘外国轮船来上海装运大米。上海港务局的广大工人决心缩短装货时间，长中国人民的志气。因为当时正下着雨，就要求气象台配合作战。气象战士决定去港区现场服务。根据仔细分析，气象战士作出了‘早晨六时雨止，作好准备，开始战斗’的预报。不到六时，雨果然停了，头顶露出了蓝天，装运工作马上顺利进行。到十点钟，北方又推来了乌云，气象战士经过反复观测，判断又要下雨，于是向指挥部报告，半小时后下阵雨。工人们化了十多分钟，关好了船舱，避免了损失。时间过了十二点，雨还在下，工人们焦急万分。正在这时，气象战士又根据分析，满有把握地告诉大家：‘雨马上停止，准备战斗’。没等工人们把船舱全部打开，天空就露出了太阳，终于保证了装货计划提前完成。这艘轮船上，有一个非常反动的家伙。他怀着对中国人民的恶意，在装货过程中，多次妄想计划能够因天雨而完不成。结果，他只能悄悄地夹着尾巴似的躲进了船舱。海港工人满怀喜悦地对气象战士说：今天的预报是一次不平常的预报，它帮助我们大煞了帝国主义分子的威风。你们气象台真是为我们工人阶级服务的气象台。”

老朱才讲完，小张突然想起了一件事，他从旅行包中取出了一份材料，递给老朱：“你看看，这个材料也很好。”

老朱打开一看，原来是气象工作者主动上门为某水力发电站服务的事迹：1969年夏，某水库地区出现了百年未遇的大雨，雨势猛，雨量集中，几场暴雨一下，水库的水位急剧上

升。水电站的领导和工人都在担心，要是再来几场暴雨，山洪暴发，水坝有被冲毁的危险，需要事先放掉一些蓄水；可是，如果水放了，大雨不来，水位降低，又会影响发电。正在为难的时候，一支气象服务小分队来到了电站。他们根据当时的天气形势预报，结合本地气象要素的变化，同气象台、县气象站、周围的几个气象哨共同商量，预报未来还有两次暴雨过程，并估计了雨量，提出了放水量。结果真的下了两次暴雨。但由于水电站事先采取了措施，水库未受一点损失，又保证了充分利用水力，提前完成了发电任务。

老朱看完后，对小张说：“我们也知道这个预报十分成功的事例。在这个气象服务小分队里，不但有专业的气象工作者，更重要的是还有有经验的贫下中农和几位气象哨的知识青年。他们对本地天气了解得最多，最细致。那次预报，假若没有他们，把握就没有那么大。”

“气象对各行各业的作用真大！”小夏说完后望着小张，小张也望着小夏，他们在互相勉励：把天管好！

忽然，老杨想起自己的任务，打开旅行包，从中取出了一些材料，交给小夏：“这是青年自学丛书《气象知识》分册前面几章的初稿，请你们看看，有哪些写得不清楚、不够或错误的地方，请提出意见，写信告诉我们。”

小夏拿着这些材料，非常高兴：“我们正需要这方面的知识。”

“有‘用毛主席的哲学思想管天’一章吗？”小张关切地问。

“有！它是这本书的重点。这次我们准备去几个知识青年办的气象哨那儿学习，将他们的管天事迹和管天方法写进去。”

“好！祝你们成功。”小张紧握着老朱的手。老杨和小夏

交换了通信地址。

列车在继续奔驰。老朱、老杨的心情也在欢乐地奔放：知识青年正在三大革命中茁壮成长，他们正在向科学迅速进军。有广大知识青年和我们一起战斗，气象战线正如春风吹绿的原野，真是万紫千红，气象万千。

第二章 气象史话

第一节 我国古代两种天气观的斗争

任何一门自然科学，都是在人类生产实践的基础上产生的，在它的发展道路上充满着唯物论与唯心论、辩证法与形而上学的斗争。人们对天气变化、春夏秋冬四时流转的认识，一开始就经历了这种过程。

由于原始农牧业的需要，古代人类很早就对天气变化、四时流转进行了观察，并取得了一定的成果。但在社会发展的早期阶段，人们认识自然的能力是十分有限的，对于各种天气现象，弄不清是怎么回事。因此产生了超自然力的信仰，按自己的想象创造了神，并把天气变化、四时流转看作是神的旨意。也有把天气现象作为“图腾”来膜拜的，传说我国古代伏羲和女娲都是“风”姓，以“风”为图腾，黄帝有“云”瑞，以“云”为图腾。

到了奴隶社会，随着阶级斗争日益尖锐，奴隶主为了维护自己的统治，除使用暴力外，还需要与之相应的思想上的统治，于是产生了殷代统治阶级的哲学思想，古代人对天气变化、四时流转的一些神话，也被奴隶制统治阶级歪曲利用。

殷代奴隶主创造了一种人格神的观念，称之为“帝”或“上帝”，把一切现象，包括天气变化、四时流转都说成是受上

帝意志的支配，天气现象是天意的征兆。怎么知道上帝主宰天气变化的呢？通过“卜筮”的办法。殷代甲骨上的卜辞就有：“帝令雨足年？帝令雨弗其足年？”就是说，一年之中下多少雨，是由上帝决定的，问问上帝便可知道。当时卜雨问晴的记载很多，有人取十六种甲骨文集录，把记明月份的甲骨 317 片进行统计，有 107 片是与气象有关的。这 107 片中卜雨的有 93 片，卜晴的有 4 片，卜雾的有 3 片，卜暴风雨的有 5 片，卜雪、雹的各 1 片。谁去“卜筮”呢？是由奴隶制的文化官卜、史、巫、祝这类人作的。他们把自己打扮成人间与上帝的沟通者，他们可以与上帝交往，向上帝祭祷，向上帝请示。这些卜雨问晴的事，在今天看起来是可笑的迷信，但在那时却是奴隶主欺骗劳动人民的手段，维护反动统治的一种舆论工具。

殷周时代的劳动人民，在生产实践中积累了许多自然科学知识，出现了科学思想的萌芽。那时在民间广泛流传着朴素唯物主义的“五行”、“八卦”说。“五行”说把世界看作是由水、金、木、火、土五种物质组成；“八卦”说把事物变化的原因用正反两面的对立来说明。在“五行”、“八卦”说的影响下，天气变化、四时流转被看作是自然界中物质的矛盾运动。加上劳动人民对天气现象不断进行观察，总结了许多符合天气变化规律的谚语，如“上天同云，雨雪雰雰”（冬季如有满天一色的阴云，预兆下雪），“朝济于西，崇朝其雨”（早上出现虹，天即下雨），“如彼雨雪，先集维霰”（下雪之前，先下雪珠），“有渰萋萋，兴雨祁祁”（夏季云块一旦发展又高又大，就会下雨），“习习谷风，以阴以雨”（东风常带来阴雨）等。这些谚语是劳动人民与天奋斗的产物，劳动人民把天气变化看作是可知的，他们把预知天时放在科学地观察自然的基础上，而不是求神问卜。这是对殷周时代奴隶主统治阶级“尊天命”思想的有力批判。

到了春秋战国时期,以孔孟为首的儒家学派,为维护奴隶制,顽固地坚持殷周统治阶级的天命思想,拼命鼓吹唯心主义的天气观。

孔老二说:“巍巍乎,唯天为大”,又说:“天何言哉!四时行焉,百物生焉,天何言哉!”即说天——上帝,虽没说话,但一切都以它的意志行事,四时流转,百物生灭,都是上天的安排,天何必说话呢!在孔老二晚年删修的《春秋》中所记的800多起事件中,记载风、霜、雹、旱、地震、日蚀等自然现象的就有102条。他记载这些自然现象,是为他的“克己复礼”反动纲领服务的。他记录这些自然灾异就是宣扬反动的“天命论”,为维护和巩固奴隶制服务。

孔老二的孙子子思发挥了孔老二的天命思想,把某些灾害性天气现象同帝王生死、国家兴衰等社会现象联系起来,说什么“国家将兴,必有祯祥,国家将亡,必有妖孽”,提出了“天人合一”的思想。

孔孟这伙顽固维护奴隶制的思想家,虚构了一个有人格和有意志的宇宙和社会的主宰者:天,即上帝。他们认为天虽不能“谆谆然命之”,直接对人发号施令,但天却可通过天气变化、四时流转等,“以行与事示之”。

孔孟利用当时人们对自然进行斗争包括克服灾害性天气的能力比较有限,鼓吹“死生有命,富贵在天”的宿命论。他们反对“人定胜天”的斗争思想,用“非人之所能为也”、“不以人助天”来瓦解人们与天斗争的士气,用“获罪于天,无所祷也”的话威胁人们,要人们“畏天命”,乖乖地作自然的奴隶,按天——上帝的旨意行事。

战国末期,新兴地主阶级代替奴隶主而登上历史舞台,代表新兴地主阶级的思想家在一段时间内能提出进步的唯物主

义的哲学，向代表奴隶主阶级的孔孟儒家学说进行激烈的挑战。荀子就是这一时期内新兴地主阶级的思想代表。

荀子的世界观是反天神迷信的，他对“天人合一”论严加批判。他汲取了当时与农业生产有关的天文、气象知识，说明四时流转和风雨普降是自然现象。他说：“列星随旋，日月递炤，四时代御，阴阳大化，风雨博施，万物各得其和以生，各得其养以成”，“天行有常，不为尧存，不为桀亡”，“夫日月之有蚀，风雨之不时，……是无世而不常有之”，即说天气变化、四时流转是自然界的规律，任何时代都有，不足为怪。荀子提出“明于天人之分”以反对“天人合一”论，这在当时两个阶级两条路线的斗争中，是一个战斗的唯物主义哲学口号。

同时，荀子在否定“天人合一”的基础上，提出了“制天命而用之”的征服自然的口号。他强调人们不要做自然的奴隶，要同一切自然现象作斗争，坚持人定胜天。这个口号，在新兴地主阶级向奴隶主统治冲击的时候，是唯物主义的有号召力的革命口号。同时在阐述唯物主义天气观上，荀子作出了杰出的贡献。

在封建社会初期，新兴的地主阶级在对奴隶主的思想斗争中，曾利用唯物主义思想反对奴隶主阶级唯心主义思想。但以后，地主阶级与农民阶级的矛盾上升为主要矛盾，地主阶级的残酷压迫和剥削，遭到农民阶级的激烈反对。为了巩固自己的统治，地主阶级于是抛弃了唯物主义的思想，反转来拾起为自己反对过的儒家学说，并从右面发展了它。两汉时期，以董仲舒为代表的儒家学派，就是适应这种需要而出现的。

董仲舒不但继承殷周的天命思想及孔孟的“天人合一”论，而且把神权与君权一元化，提出了“君权神授”的荒谬论点。他把封建统治秩序神秘化，把它说成是天上统治在地上

的再现,地上帝王是受上帝之命来进行统治的。

为给“君权神授”找根据,董仲舒提出“阴阳灾异”说,即把某些自然现象说成是上帝对帝王的启示与应和,或是帝王感动上帝的结果。在“阴阳灾异”说中有许多是气象方面的。

他认为“上帝”有意志,有爱乐严哀各种表情。他说:“是故春气暖者,天之所以爱而生之;秋气清者,天之所以严而成之;夏气温者,天之所以乐而养之;冬气寒者,天之所以哀而藏之”,把春暖、夏温、秋爽、冬寒四时流转说成是“上帝”的“爱乐严哀”所致。帝王是上帝的儿子,自然地体现了“上帝”的“爱乐严哀”,刑赏就是帝王“爱乐严哀”的表现。

东汉时期,曾下了一场“谷雨”(谷子和雨一齐从天降落),统治阶级就大肆宣扬:“这是上天降瑞于大汉”,是帝王圣明,感动了上天,赐恩惠于百姓。

儒家学派还把某些天气现象进行种种荒唐解释,作为“天人合一”、“君权神授”的条条注脚。他们说雷电是“上天”命令“雷公”击动天鼓,教育帝王维护统治秩序;雷电杀人是“上天”惩罚人的手段,人被雷击后身上的痕迹,就是“上天”对人的犯罪的判决书。他们把云雨说是“上天”大喜的结果,“上天降雨”滋养五谷,协助帝王抚养下界众生。

由于“阴阳灾异”说的影响,我国古代历史书上对天气灾害虽常列有专章,如《五行志》、《祥瑞》、《灾异》等,但内容大多充满“天人合一”的迷信色彩。

不管儒家学派如何为反动的“阴阳灾异”说陈证列据,然而在越来越尖锐的阶级斗争中,通过一次又一次的农民起义,广大劳动人民越来越清楚地认识到它的虚伪性、欺骗性和反动性,发出了强烈的指责和批判。在这中间,王充就是一个抨击“天人合一”、“君权神授”,反对“阴阳灾异”,坚持唯物主义

天气观的代表人物。

王充是东汉时代一位伟大的唯物主义哲学家。他否定天是有意志的主宰，认为世界上万事万物都是自然存在，并非是天意的创造。他还利用当时的自然科学成果，批驳了儒家的“阴阳灾异”之说。

王充说：“夫人不能以行感天，天亦不随行而应人”，“然则天地之有水旱，犹人之有疾病也，疾病不可以自责除，水旱不可以祷谢去”。他认为把天气灾害说成是“上天”对帝王的启示和应和，完全是无稽之谈。

王充用科学事实解释天气变化、四时流转，指出“春温、夏暑、秋凉、冬寒”是“自然现象”，“非政所为”，与社会政治毫不相干，也不是什么上帝的“爱乐严哀”。

王充唯物地解释了雷电现象，说：“雷者，太阳之激气也。何以明之？正月阳动，故正月始雷；五月阳盛，故五月雷迅；秋冬阳衰，故秋冬雷潜”，“雷者，火也”。他还指出天是无知无识的自然，不发生斥责与否的问题，空中无悬“天鼓”之处，也无“雷公”立足之地。他质问道，如果“上天”能用雷电申斥暴君坏人，那么古今的暴君坏人很多，为何不被雷电所击杀？“上天”究竟在何方？王充根据雷电和云雨往往是同时发生的现象，指出了阴阳灾异说的破绽：一面说雷电是“上天”在大怒，一面又说云雨是“上天”在大喜，“上天”在同时刻又怒又喜，这是自相矛盾、不攻自破的谎话！

王充观察了云雨的产生，指出雨水事实上是地上升上去然后集中了落下来的，所以上天“大喜”云云不值一驳。为什么说雨水是地上升上去的呢？他指出：“天将雨，山先出云，云积为雨，雨流为水”、“夫云雨出于丘山，降散则为雨矣。人见其从上而坠，则谓之天雨水也。夏日则雨水，冬日天寒，则雨

凝而为雪”。王充对云雨成因的解释是有一定科学道理的，是唯物主义的。王充还说明了谷雨的成因，指出：“夫谷之雨，犹覆云布之，亦从地起，因与疾风俱飘，参于天，集于地。人见其从天落也，则谓之天雨谷”，科学地解释了谷雨中的谷是暴风从外地席卷而来的，揭穿了“天谷雨”是帝王圣明，上帝赐予百姓的谎言。

王充用许多科学的论证，沉重地打击了“阴阳灾异”说，把这条为“君权神授”服务的黑线拦腰斩断，为我国古代批判唯心主义天气观作出了重要的贡献。

上面我们只谈了古代两种天气观斗争的几个片断。可以看出，我国古代气象学的产生，同其他自然科学的产生、发展一样，充满着法家和儒家两条路线的斗争；孔孟之道不仅是政治上维护反动阶级腐朽统治的思想武器，而且是阻碍自然科学向前发展的精神枷锁；法家革新、进步的政治路线和唯物论的自然观，有利于自然科学的发展。

第二节 劳动人民创造了气象科学

“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”广大劳动人民在长期的生产实践中，积累了丰富的经验，是认识世界和改造世界的主力军。气象科学的产生离不开劳动人民的实践和智慧。

在原始社会时期，人类就已学会了在各种气候下生活，甚至对于气象与战争的关系，也有了一点了解。例如我国古代传说黄帝和蚩尤作战时，曾因大风雨而受到挫折，天晴后才打败了蚩尤。

到了奴隶社会，人类对天气变化的认识发展了。例如殷

代甲骨文中就记有雨、雪、风(风)、云、虹、霾、蒙(与雨连用表示毛毛雨,与风速连用表示浮尘)、易(阴)、启(雨后云散)、晕等(参见图 2-1)。又如殷代对于风的观测已很注意,因为风的转变往往是天气变化的征兆。人们把“东、南、西、北”风分别称为“荔(即协)、光(即凯)、彝、毳(即隩)”风。到了周代,对大气光象又有较仔细的观察,共分十类,称为“十辉”,其实就是对现代气象上的晕、虹、彩色云等现象作了详细观察记载。到了春秋战国时代,廿四节气开始产生。它是我国劳动人民长期观察黄河流域天气季节变化的总结。

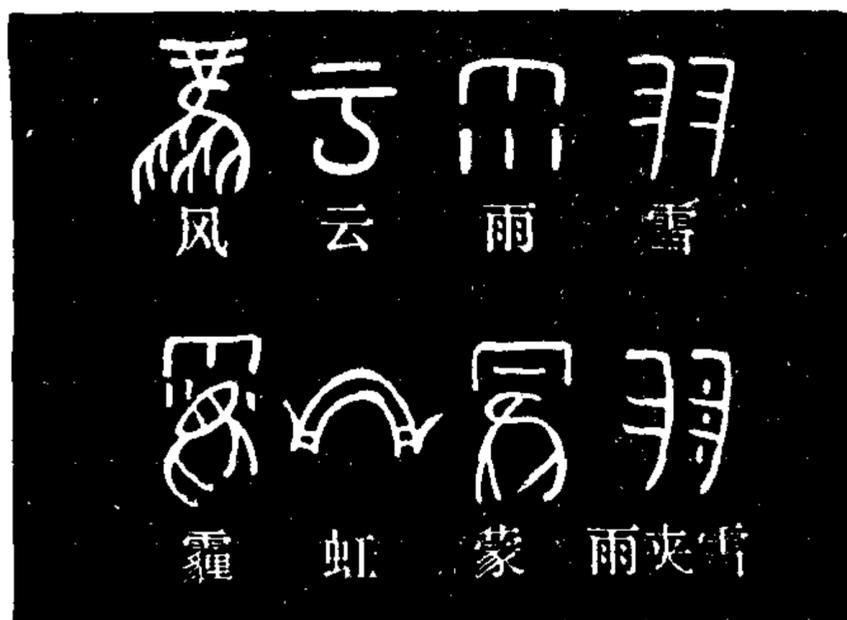


图 2-1 甲骨文中的气象名词

随着生产力的发展,封建社会代替了奴隶社会。新的生产力要求生产者在生产中能表现出某种主动性。在过去农业生产中经常受到各种恶劣天气的突然袭击,生产很被动。为了取得生产的主动性,人们就必须对天气变化加以观测了解。这就推动了气象科学的发展,首先是气象仪器的相继发明。封建社会初期,对风的观测比过去更详细了,由风的四个方位发展到八个方位,因此有八风之名,即“不周风(西北)、广莫风(北)、条风(东北)、明庶风(东)、清明风(东南)、景风(南)、

凉风(西南)、阊阖风(西)”。而且总结了这八向风随季节而变的大体规律。到唐朝,风向又扩展到 24 个方位。早在公元前二世纪的西汉时代,劳动人民就发明了简便的测风仪——候风旒。到了东汉时,又发明了“相风铜乌”测风向仪。到了晋代,这仪器更为普遍。由于封建社会商业、运输已很发达,沿长江航行的船上几乎都装有测风的简单仪器。到了唐代,造船业已很发达,制造的航海船可以航行到印度洋和波斯湾。船在海上航行经常遇到大风大浪,因此,迫切需要掌握风的情况,也就大大推动了气象科学的发展。这时期已将风力分为八个等级:动叶、鸣条、摇枝、堕叶、折小枝、折大枝、折木飞砂石、拔大树及根。这比英国蒲福风力等级(一直沿用至今)的规定要早一千一百多年。

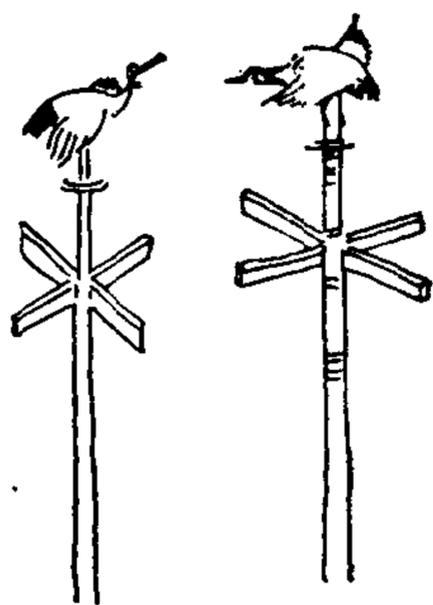


图 2-2 北宋时汴梁的相风乌

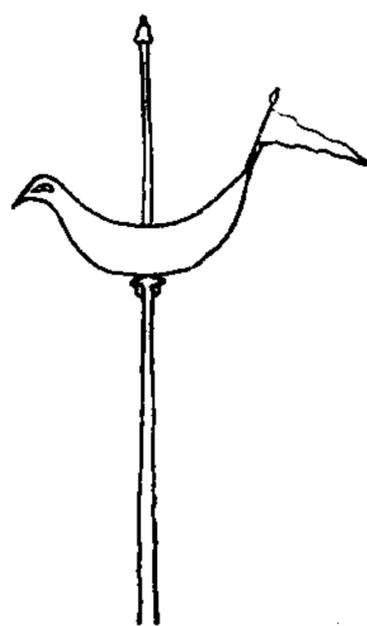


图 2-3 清代河工用的相风乌

对于云的观测也是日趋详尽。在《史记·天官书》中已将云分为象高耸的墙的阵云(直展云)、象张开的布匹的抒云(层状云)、薄而两头尖的云(荚状云),等等,并记有利用关键日观测风云阴晴来预报一年的农业年景的问题。以后对云的观测发展到用图画形象表示出来。例如明代的古云图集内有一幅云



图 2-4 唐代的风力等级

图 (图 2-5), 图中写着: “日入时, 有黄白云如炮石在日上下, 主: 来日辰巳时, 天降冰雹伤物。” 这比欧洲最早的手描云图, 还要早一百多年。

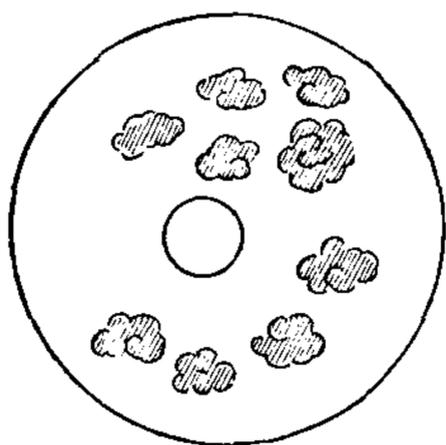


图 2-5 中国古代云图之一 水胜故夏至湿, 火胜故冬至燥。燥故炭轻, 湿故炭重。” 这种用土、炭测湿的办法, 到了宋代已改用来预测天气了。例如在北宋就有这样的记载: “秤土炭两物, 使轻重等, 悬室中。天时雨, 则炭重; 天时晴, 则炭轻。” 到明末清初, 在过去基础上改用了二尺长、厚一分的鹿肠线, 上端紧夹在一

个架子的顶部,在鹿筋下方连一指针,指针作鱼龙形状。在架子底的上部有一水平的圆盘,当空气干燥时,鹿筋弦就收缩,于是指针就在盘上左转;当空气潮湿时,鹿筋弦就伸长,于是指针就在盘上右转。它与现今毛发湿度计的构造和原理相同。

雨量器也是我国最早使用的。在南宋数学家秦九韶写的《数书九章》中,就有一道算术题是计算雨量的。在序言中他说:农事要靠雨雪,需要测量落到容器内的雨雪深浅,可是雨雪深浅是与容器的形状有关的,为了求得准确的雨雪下降厚度,把按不同形状的容器来计算雨雪的问题写在书中,就有必要。可见,当时农业生产上已十分注意测量准确的雨雪量。

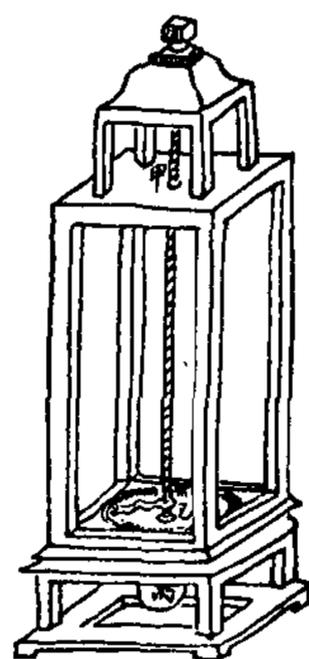


图 2-6 清代的鹿肠线湿度计

到了十五、十六世纪,我国也出现了资本主义生产关系的萌芽。社会的这种进步,必然又推动了科学的前进。在气象方面,雨量、温度、湿度等观测仪器有了推广和发明。例如,在1425年我国已将统一制造的高一尺五寸,直径七寸的雨量器分发全国。到清朝康熙、乾隆年间,我国又统一颁发一定规格的铜制雨量器。

十七世纪,我国有一个青年发明了“验冷热器”和“验燥湿器”,实际上就是温度表和湿度表。此外还有一些气象仪器发明创造出来。

在对天气现象的科学解释方面也有许多成就,除了王充等唯物主义者正确解释雷电现象、云雨产生和谷雨外,还有许多人解释了天气现象产生的原因。例如对虹的产生,东汉时有人指出,它只在阴云天见于太阳的相对方向;如没有云,不会出现;全阴天没有太阳也不会出现。到了宋朝,沈括在雨后



图 2-7 清乾隆年代的雨量器

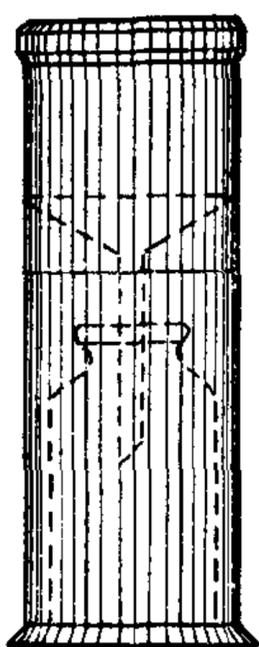


图 2-8 近代用的雨量器



图 2-9 近代用的温度表

山涧看到了虹，他叫人过涧，隔虹对立，相隔几丈，中间好象隔了一层薄绢，当时是晚虹，所以发现在涧的西边向东看，可以看见虹，从涧的东边向西看，就看不见虹。这个实验对理解虹的形成很有价值。

又如明代，有人提出“月华”现象，说：月亮有华，常见于中秋夜间，样子象“锦云捧珠”，五彩鲜艳，清晰地包围月轮，好象刺绣而成的；“华”明显时，月亮就象金色的盆子那样，枯赤而光彩不明；不久“华”就散失。并说“华”是常见的现象，并不奇怪。使过去人们分不清晕和华的现象，有所改正。

我国在长期封建社会里，劳动人民在生产斗争中积累了不少气象与农业、物候与农业关系的经验以及许许多多天气歌谚，至今对生产和天气预报还有很重要的参考价值。例如，远在两千多年前，我国就已形成了反映季节和农事活动关系的二十四节气，此后，在群众的实践中又得到进一步发展，到秦

汉时期更臻完善。直到现在,二十四节气仍应用于农事活动。在春秋、战国时代或以后,在今华北一带群众中又产生和流传了一种“九九歌”,如“一九二九不出手,三九四九冰上走,五九六九沿河看柳,七九河开,八九雁来,九九加一九,耕牛遍地走。”这里所谓不出手,冰上走,沿河看柳,河开,雁来,统是物候。就是从人的冷暖感觉,江河的冰冻,柳树的发青,鸿雁的北飞,来定季节的交替、寒暑的循环,而其最后目的是为了掌握农时,所以最后一句便是“耕牛遍地走。”在北魏贾思勰的《齐民要术》中就记有“天雨初晴,北风寒切,是夜必霜”等天气谚语。而且还系统地把物候与农业生产结合起来。如卷一中谈谷子时说道:“二月上旬,杨树出叶生花的时候下种,是最好的时令;三月上旬到清明节,桃花刚开,是中等时令;四月上旬赶上枣树出叶,桑树落花,是最迟时令了。”并指出:“顺随天时,估量地利,可以少用些人力,多得到些成果。要是只凭主观,违反自然法则,便会白费劳力,没有收获。”贾思勰在书中强调了要抓住适时气候,不误农时,适时播种。

又如唐朝的《相雨书》就是我国最早的收集了许多流传于劳动人民之中的天气歌谚的一本专集。其中分候气、观云、云风、雨止天晴等共 169 条。元代编了一本《田家五行》天气谚语集,书中是按月并顺次按日及节气排列农谚,并按论日、论月、论风、论雨、论云、论霞、论虹、论雷、论雹、论电、论冰、论霜、论雪等分述,内容丰富多采,在我国气象史上影响颇大。自此以后,天气谚语专书种类更多,甚至各地府志、县志或村镇志中往往将当地天气或气候谚语及经验等列出。例如在《福建志书》中,以《台湾府四时风信》为题,把台湾省各月的风暴日名称,仔细地列出,并对寒潮大风和台风的特点、预兆等都科学地叙述得十分清楚,以便于台湾海峡内航行。清王士禛《香

祖笔记》(有1705年之序)中《台湾风信》一节,内容与此相同而稍简。

我国古代气象科学是很发达的,它是劳动人民在长期农业生产劳动、与天斗争的实践中创造的,而根本不是象林彪和孔老二所说的历史仅是由少数“上智”或“天才”凭“灵感”想出来的。气象学的产生,是以劳动人民的实践经验为基础的,是与科学地继承和发展气象学上长期积累的成果分不开的。

第三节 社会实践把气象科学推向前进

从远古一直到十六世纪,气象科学取得了一定进展,但由于生产规模小,限制了人们的眼界,人们没有能力去获得很多的气象资料并进行分析。此时,气象作为一种学科还处在萌芽状态。

十六世纪末,地理上的新发现,刺激着欧洲早期手工场的发展,新兴的城市资产阶级出现了。资产阶级为了不断扩大产品销路,取得越来越多的利润,必须奔走世界各地,必须到处落户,到处建立联系,使一切国家的生产和消费都成为世界性,从事政治上和经济上的侵略和渗透。资本主义需要努力发展远航事业。在茫茫的大海中长期航行,经常会遇上浓密的海雾、猛烈的风暴等有害的天气现象,并为了安全和缩短航行时间,必须注意风向的季节转换。另外,资本主义农牧业的发展,也需要了解天气变化的规律。这些因素促进了气象科学的飞速发展。

由于早期手工工场的发展,使各种仪器的发明有了条件。1592年前后,有人发明了水银温度表,1643年发明了水银气压表。五年以后,有人在山麓和山顶分别进行了气压观测,证

明气压是随高度而降低的。以后风速表等其他气象仪器又相继发明。于是地面气象观测站纷纷建立起来,从近地层大气中获取资料,并根据这些资料进行分析,使人们对天气变化规律的认识能力有了很大的提高。例如,人们先后提出了气压、气温随高度递减的规律和雨的形成学说等。1688年有人利用海上风的资料,绘出了北纬30度到南纬30度之间的贸易风和季风图,并利用地球自转的影响来说明北半球的贸易风为什么是东北风。接着1817年又有人根据气温观测的资料,绘制了第一张世界气温分布图,等等。今天看来,这些图虽然都很粗略,但对当时的航海还是起了相当大的作用。比如,人们利用了贸易风、季风和洋流,使英澳之间的海上航行时间由250天缩短为150天。

1820年,气象学者将1783年3月6日欧洲一些气象台站观测到的气压、风向记录填在地图上,绘制成了第一张天气图。接着,1783年全年的天气图诞生了。从分析研究中发现,范围很大的高(低)压由一个地区移到另一个地区,空气斜穿等压线流向低压区,而且低压总是位于气流的左方,这就是风压定律。

但是,由于当时气象记录稀少,有线电报尚未发明,气象情报不能及时传递集中,人们无法绘制当天的天气图,加以应用。直到十九世纪中叶,在克里米亚战争事件中,英法一支运输船队因受黑海风暴的突然袭击而遭受损失。巴黎天文台受命对这一次风暴进行调查,发现这个风暴前一天曾出现在地中海上,而且是自西北向东南运行的。因此,认为只要建立一定数量的气象台站,迅速地传递气象情报,然后绘制天气图,用以追踪风暴的行动,风暴是可以预测出来的。当时有线电报已普遍使用,给迅速传递气象情报创造了有利的条件。于

是一些国家很快增设了观测台站,用有线电报传递情报,绘制每日天气图,发布风暴警报和天气预报。天气图预报方法就此诞生。从此,气象学理论有了很快的发展。例如,北欧挪威的渔业很发达,但经常遇到风暴,为了解决这个矛盾,第一次世界大战以后,一批气象学者分析了大量资料,提出了有名的锋面分析和气旋波动学说*,找到了天气预报的新方法,在气象学发展史上具有重大意义。

但这个理论只着眼于地面气象资料,没有考虑高空大气的作用,因此在预报气旋发生、移动、发展时,还感到困难。

与挪威学派同时闻名的是中欧学派。中欧学派认为,对流层天气变化主要决定于对流层上部平流层的情况,而不是决定于地面锋面波动。为了克服困难,解决矛盾,气象学家希望从高空大气中获得更多的气象资料。第一次世界大战后,航空事业迅速发展,也越来越需要了解高空大气的情况。于是人们冲破了地面的“界限”,把视界推向了愈来愈高的空间范围。

从十八世纪中叶起,人们就用风筝把气象仪器带到空中进行观测,直到十九世纪末,这种风筝探空还很流行。但是,它的高度只能达到二、三公里,而且风小时风筝升不起来;风大时又容易发生危险。继风筝之后,人们采用了载人气球探空。1783年,地球上第一个载着人和温度表、气压表的氢气球升上了天空,获得了大气中温度和压力的资料。到了二十世纪二十年代,飞机也用于探测高空情况。但这些方法既不及时又不经济,上升高度也有限,因此,未被普遍用于空中探

* 在大气中存在着冷暖两种性质不同、范围广大的气团,气团之间,往往有一个分界面,称为锋面;锋面上出现了波动,就可能形成气旋;各地的天气变化是由气团、锋、气旋等的移动、变化决定的,后面几章还要详细讲到。

测。直到 1930 年利用当时蓬勃发展的电子技术成就,发明了无线电探空仪,才比较圆满地解决了空中探测问题。此后,高空大气的气象资料迅速积累,高空天气图也被应用于日常的天气预报中。

随着大气探测技术一步一步地由低级向高级发展,人们对于大气运动、天气变化规律的认识也一步一步地由浅入深,由片面到更多的方面。例如,最初人们认为从地面到大气上界气温一直是下降的,直到获得大量的高空资料后,才发现 10 公里以上的气温不再下降,而变成等温,称为“等温层”。十年之后,新的探测结果又表

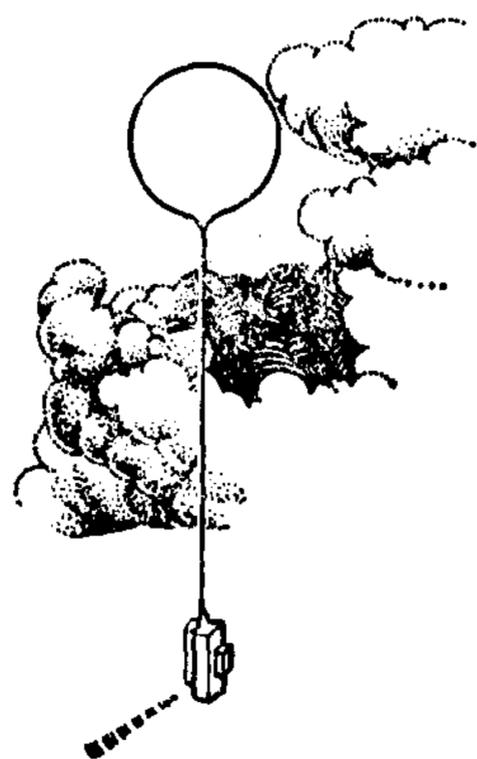


图 2-10 无线电探空仪

明,“等温层”也并不等温,而是随高度增加。又例如,到 1939 年有人提出了大气长波理论*。这个理论和锋面分析、气旋波动理论一样,在气象史上具有重大意义。有了长波理论,不但可以更大范围地掌握气流场的变化,而且通过掌握锋面和气旋移动的规律,还可以更正确地预报某地的天气,使 3~5 天的中期预报有了可能,天气预报也跃上了新水平。

同时,高空大气探测技术日益改进,特别是第二次世界大战中发展起来的雷达技术也很快应用到气象学中来。现在已有多种雷达:测雨雷达、多普勒雷达、激光雷达、声雷达,广泛地应用于探测之中。由此而产生的无线电气象学很快地发展起来。

社会生产的发展需要越来越精确的气象资料,天气预报

* 在高空大气运动中,气流场中闭合系统大大减少,以波状运动系统为主,尺度比较大。参见第四章。

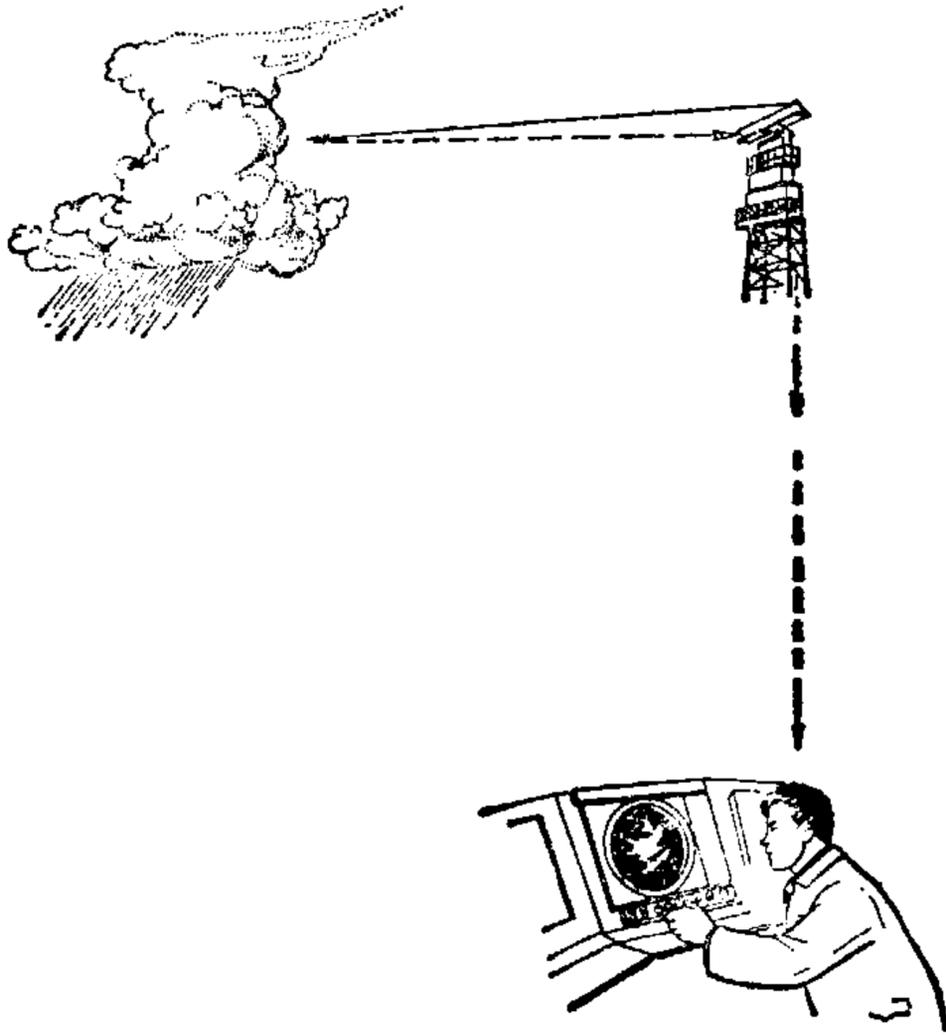


图 2-11 测雨雷达

势必走向客观化和定量化。大气和水一样是流体，因而流体力学上的一些规律在很大程度上可以用来描述大气运动的规



图 2-12 激光测云雷达

律。人们可以从大气实际情况和流体力学基本定律，建立一整套描写大气运动的方程组，借助于大型快速电子计算机的计算，对未来天气作定量预报。这种预报方法叫数值预报法，已经在五十年代实现。

二十世纪六十年代，人们的生产和军事活动对大气探测又提出了新的更

高的要求。导弹、人造卫星的发射,喷气式飞机的高空航行,放射性尘埃的沉降轨迹以及空气污染的预报等无不需要全球性的、更高的、准确的气象资料,特别是风随高度分布的精确资料。现代化战争中微波、红外光和激光在大气中的传输和使用,为大气的考察提出了新任务。近代农业生产的发展,也需要正确的长期天气预报,等等。气象学同国民经济和国防建设的关系更加密切,更加多方面。利用无线电探空探测大气高层的气象资料远远不能满足要求了。

恩格斯说:“社会一旦有技术上的需要,则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”社会实践的需要给大气探测提出了新的要求,同时生产力的发展,宇宙空间技术的使用,为大气探测的革新准备了条件。于是,大气探测的最新工具——气象卫星出现了。

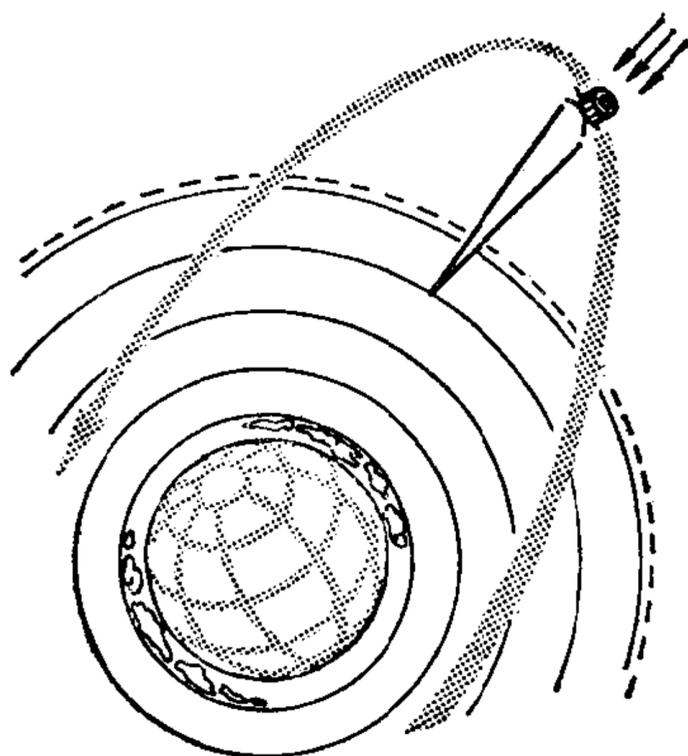


图 2-13 气象卫星探测

气象卫星在很高的高空鸟瞰地球大气,可以在很大的空间范围和很长的时间范围内对天气变化进行观测。它做到了点面结合,上下结合,而且能观测到地球的每一地区,使过去

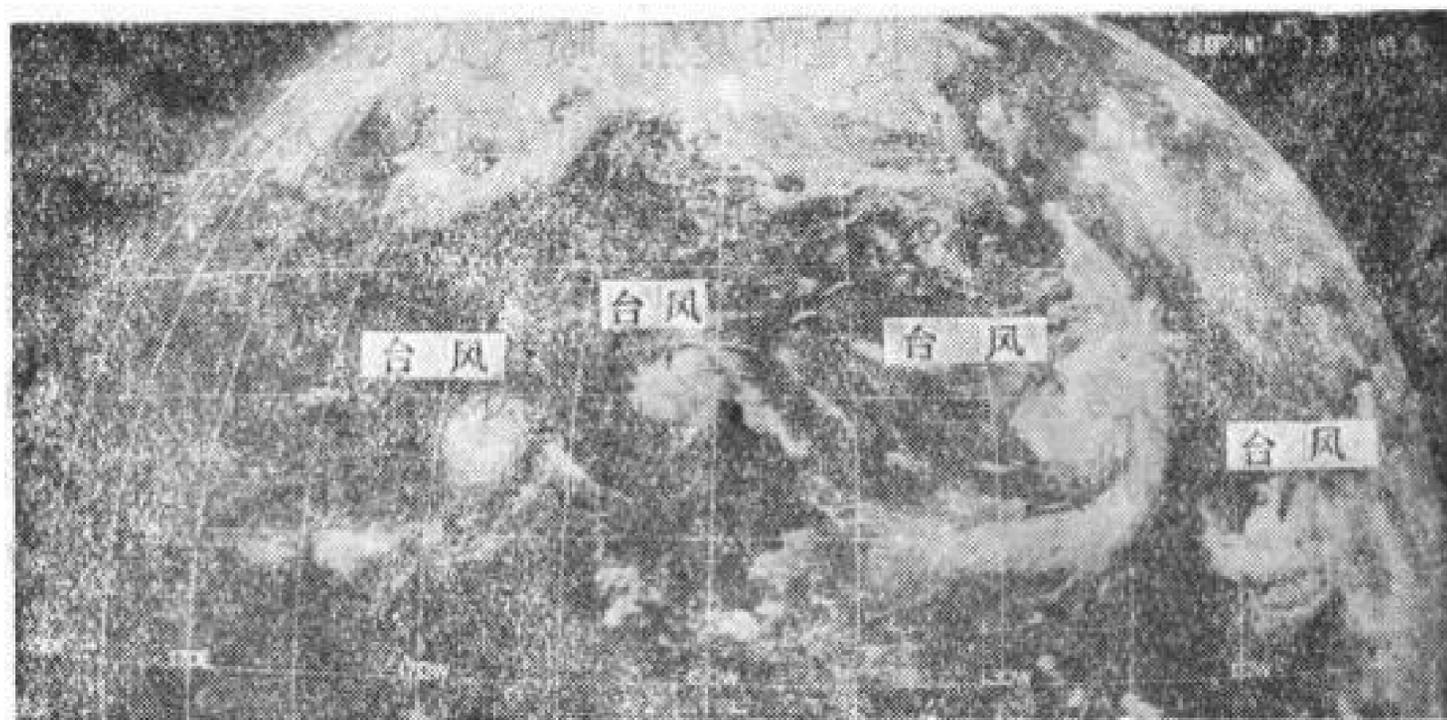


图 2-14 卫星探测到的四个台风

资料一向很缺乏的海洋、沙漠、山区、森林等地区都能从卫星上得到资料。它开僻了从宇宙观测天气的新时期。

气象卫星探测获得了大量资料,丰富了气象学的理论,促进了气象学中原来进展较慢的平流层物理学、高原气象学、热带气象学等学科迅速发展,原有的某些理论也受到了实践的检验。例如从气象卫星观测到热带地区许多重要事实,纠正了关于台风源地以及生成理论中的某些错误的概念。

不仅如此,人们还进行了人工影响天气、改造气候的试验研究。在人工降水、人工消雾、人工消雹以及人工影响台风等试验中取得了可喜的成绩。

回顾古代和近代气象学发展的历史,我们可以看出,人类对气象科学的认识充满着唯物和唯心、辩证法和形而上学两种宇宙观的斗争,这种斗争实际上是各社会阶级斗争的表现。人类对天气变化规律的认识决不是如林彪所鼓吹的那样,是由几个有“天才”的气象学家一次完成的。气象学的发展是由人类的生产活动决定的,是由于社会的需要,是在社会实践的推动下发展的。人类对天气变化规律的认识是在“实践、认

识、再实践、再认识”的无限循环中无限地发展的。

第四节 解放后我国气象科学发展迅速

毛主席指出：“中国自从脱离奴隶制度进到封建制度以后，其经济、政治、文化的发展，就长期地陷在发展迟缓的状态中。”气象科学的发展也不例外。解放前气象科学长期陷在发展迟缓的状态中，就是因为中国封建社会两千多年黑暗统治的结果！就是作为封建统治思想支柱的孔孟之道扼杀的结果！再加上由于长期军阀混战，蒋介石反动派的残酷统治和帝国主义的侵略，气象科学进展就非常迟缓。全国只有寥寥无几的气象台站。在这寥寥无几的台站中，有许多还是帝国主义为了满足它们的侵略野心和镇压人民的需要而建立的，窃取了我国大量气象情报资料，为它们的军舰和商船服务。

1949年，中华人民共和国一成立，在毛主席革命路线指引下，根据国民经济建设发展和国防现代化的迫切需要，气象科学事业获得蓬勃发展。例如到1957年气象台站网比解放前增加了几十倍，比解放初期也增加了近22倍；高空观测解放前几乎是空白的，到1957年，高空观测网已基本完成；并开始建立了农业气象、日射、热量平衡、无线电阴天测风等新的项目。

1958年以后，在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线光辉照耀下，出现了大跃进的新局面，气象事业也跃进到一个崭新的历史阶段。例如，1958年年底的气象台站比1957年又增长了67.3%。特别是全国大多数气象站开展了单站天气预报和结合当地农业生产开展了服务，为农业生产当好参谋。还在人民公社和生产大队中建立了气

象哨和看天小组。预报服务的开展，使气象站打破了过去冷冷清清的局局，出现一派生气勃勃的群众办气象的新面貌。

另外，1958年夏季，吉林省还结合农业抗旱开始了人工降水试验，取得了成功。在气象科学理论方面也有许多成就。例如，我国气象科学工作者研究了西藏高原对大气环流的影响；提出了暖云降雨的起伏理论等，在世界气象科学领域里有一定的影响。

无产阶级文化大革命以来，我国气象事业又获得了较大的发展。现在，监视天气变化的全国气象网进一步巩固、扩大，观测天气的能力和预报天气的水平都有提高。我国的气象网，是由设在北京的中央气象台，同遍及各省、市、自治区和地区的气象台，县气象站，农村气象哨，看天小组组成的。到1973年，国家的气象台、站比无产阶级文化大革命前又有所增长；农村气象哨、看天小组发展更快。仅气象哨就有一万多个。一些气象台、站添置了现代化的探测和情报接收设备等先进技术装备。全国测风、测雨雷达比1966年成倍增加，初步形成了一个气象雷达网，在东南沿海从广东到山东，形成了一条台风警戒线，为监视台风、暴雨、雷暴等天气和更多地了解天气变化规律创造了有利条件。近几年来，气象台、站还应用了气象科学不少新成果。北京、上海、湖南、湖北、新疆、黑龙江等省、市、自治区气象台，用国产的电子计算机从事数值预报工作，研究天气形势变化的规律。许多气象台、站把统计预报的方法也应用到日常的天气分析和预报中。

经过无产阶级文化大革命和深入开展批林批孔运动，气象战线的广大工作人员进一步提高了路线斗争觉悟，焕发了社会主义建设的积极性。他们来到革命实践的广大工农兵当中去，把新的科学技术和群众经验进一步结合起来。他

们用毛主席的哲学思想努力探索和掌握天气演变的规律，及时预报天气，提供各类气象情报、资料，发挥了“管天哨兵”的作用。特别是那些驻守在风雪草原、戈壁沙漠、高山、海岛等地的气象人员，沐风浴雪、坚守岗位，胜利地完成了一次又一次的观测、传递气象情报，开展预报服务等项任务。新疆维吾尔自治区阿拉山口气象站，处于我国西北边的风口——阿拉山口，这里一年之中有半年时间刮着八级以上大风。但是，这个站的气象人员不畏艰难困苦，日日夜夜监视着天山风云的变化，从不间断。一次，这里刮起十一级猛烈的大风，出现了有记录以来的最大雪暴，大雪堆积成几道齐房高的雪墙，挡住了从值班室通往观测场的去路。气象战士们就在滚滚寒流中铲雪挖洞，打开一条通道，按时完成了观测任务。位于海拔三千米的四川峨嵋山气象站，在一次倾盆大雨、电闪雷鸣中，值班发报的报务组长，因电流通过耳机，双耳被震得疼痛异常，接着调整线路，双手又触电而弹跳起来。这时发报，生命随时有被雷击的危险。但他想到每份气象情报都关系着社会主义革命和建设，便毅然地忍耐双耳的疼痛继续打动电键，胜利地完成了发报任务。

我国气象科学事业在为国民经济和国防建设服务，保护人民，首先是保护劳动人民的正确思想指导下，健康地发展着。各地气象台、站、哨、组积极开展气象服务工作，不仅为国防建设提供了气象资料，同时，在保护经济建设和人民生活方面也起了重要作用。近两年来，在我国灾害性天气比较频繁的情况下，各级气象台、站加强调查研究，进一步掌握灾害性天气演变的规律，提高了台风、寒潮、大风、冰雹、霜冻、旱涝等各类天气的预报质量。许多气象台、站把为农业服务摆到了重要地位，在一些生产关键时期和主要农作物生长季节，发出大

量气象预报、情报、资料和天气气候分析报告等,使各级领导及时地了解天气和气候特点,掌握了领导生产的主动权,夺得了农业丰收。1973年太平洋上第三号台风临近上海时,上海市郊嘉定县气象站根据市气象台的预报,结合本县的具体情况,分析台风只掠过本县,预报当地最大风力为7~8级。当时早稻正是八成熟,广大社员根据预报没有提前抢收。结果风力只有7级,雨量中等。这一准确的预报,使这个县的早稻减少了损失,全年粮食平均亩产创造了历史最高记录。

近几年来,我国气象科研工作也取得了新成果。全国十多个省、市、自治区成立了气象科研机构。对台风和高原天气、热带天气以及旱涝、暴雨、冰雹等研究工作都有了一定的进展。另外,结合群众性的抗旱防雹斗争,在内蒙古、吉林、青海、四川、甘肃、广东、湖南、湖北、浙江等二十多个省、市、自治区中开展的人工降水和消雹等影响局部天气的试验研究活动,也收到了明显的效果。此外,已开展了在实验室中模拟大气环流,西藏高原对大气环流的影响以及模拟台风的实验研究工作,取得了一定的成绩。

总之,我国气象科学事业在党的领导下,在毛主席革命路线指引下,正在蓬勃发展,呈现一片欣欣向荣的景象。

第三章 大气漫谈

第一节 大气和我们息息相关

地球表面笼罩着一层厚厚的大气层，人们生活在它的底层。人们和它的关系犹如鱼儿离不开水一样息息相关。

我们知道，大气是混合气体（见表 3-1）。大气的重要成分首先是氧和氮。氧是我们人类呼吸，维持生命的极重要的气体，也是生物呼吸不可缺少的气体。氧的作用早已是众所周知。氮是大气中含量最多的成分，是合成氨的基本原料。大量的氮也通过豆科植物的根瘤菌，固定到土壤中，成为植物需要的氮化合物。有人作过统计，一亩大豆通过根瘤菌的作用可以从空中获取 20 斤左右的氮素，相当于硫酸铵 100 斤左

表 3-1 大气的成分(25 公里高度以下)

气 体	体积百分率	质量百分率
氧	20.95	23.14
氮	78.09	75.53
氩	0.93	1.28
二氧化碳	0.03	0.05
臭 氧	10×10^{-6}	—
水 汽	微量(不固定)	

右，数量是相当可观的。空中闪电能把大气中的氧和氮结合成一氧化氮，然后被雨水吸收并在土壤中成为硝酸盐。氮肥是植物需要的肥料三要素之一。

二氧化碳气体在大气中比较少，只占大气体积的万分之三，在土壤空气中含量却较多，可占土壤空气体积的百分之十。它能溶于水中。大气中二氧化碳虽少，但它的用途很广；我们周围的绿色植物在其生命过程中，需要吸收大量的二氧化碳，合成醣类和其他物质。近年来由于大气中二氧化碳的增加，对气候变迁又产生了一定的影响。

大气中还含有一种极少的、含量变化很大的臭氧。它主要是氧分子在太阳紫外辐射和闪电作用下，部分分解为氧原子，然后氧原子又与氧分子结合而产生的。在一般情况下，近地面气层中臭氧含量极少，而且也很不稳定。在号称为臭氧层的地方（离地 20~30 公里），臭氧的含量也不到空气体积的十万分之一。臭氧含量虽然很少，但它能大量吸收太阳短波辐射，使离地 40~50 公里气层中的温度大为增高；同时它又能够使地球上的生物免受过多紫外线的伤害。

水汽，在大气中的含量也很少，而且主要集中在 2~3 公里以下的大气层中。水汽量虽然少，却是天气变化的主要角色。云和雾，没有水汽就不能形成；雨和雪没有水汽也不能形成；霜和露等凝结现象，没有水汽同样不会出现。可见，水汽在天气变化的舞台上的作用是何等重要。水汽还有一个特点，即由于蒸发和凝结，要吸收和放出潜热。它又能够强烈地吸收和放出长波辐射，对地面和空气的温度也有一定影响。

大气，不仅它的成分与我们息息相关，而且许多部门也需要研究它。

无线电学要研究它，因为大气中有传播无线电波的得力

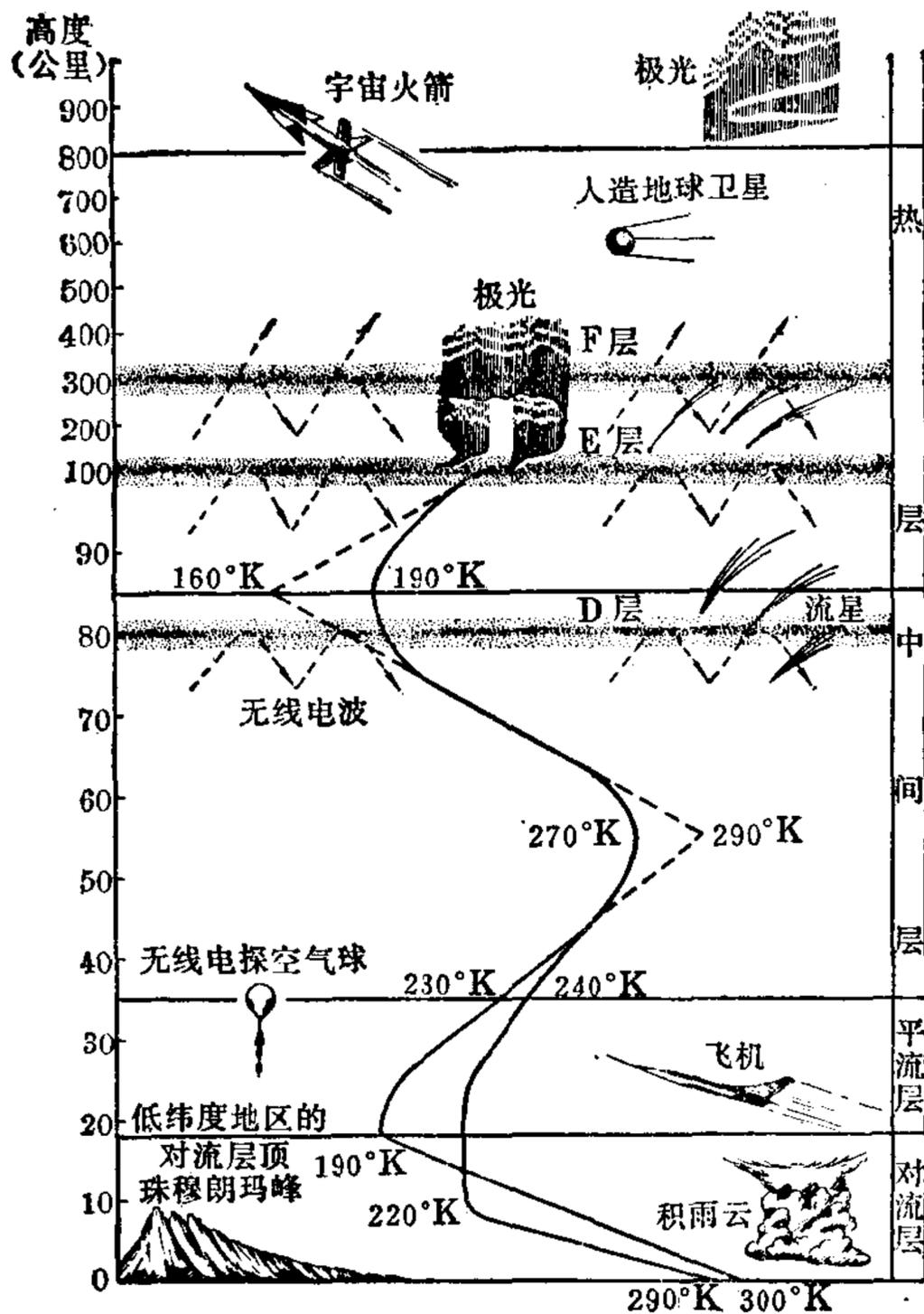


图 3-1 大气垂直结构

助手——电离层。根据大气的电离现象，可以把大气划分为非电离层和电离层（见图 3-1）。非电离层指在 60 公里以下的一层，大气各成分多处于中性，即非电离状态；在 60 公里以上的称电离层，由于太阳辐射的影响，大气物质开始电离。根据电离层电子的浓度及对电磁波反射的不同效果，又可划分为 *D* 层（大约在 60~90 公里高度）、*E* 层（约 110 公里处）、*F*₁ 层（约 160 公里处）和 *F*₂ 层（300 公里处），以及更高处的 *G* 层等。根据气象火箭和人造卫星的观测来看，大约在离地 300

公里附近，电离层中电子浓度出现一个主要的最大值。再往上，电子浓度随高度而缓慢地减少。这一层对无线电通讯有着极其重要的作用，人们把它形容成“一面反射射电波的镜子”，电波借助于在地面和电离层之间许多次反射而传播（见图 3-2）。大家都有这个体会：有些广播电台的广播在较远的地方白天收不到，而到晚上就收到。这是为什么？就是因为 *D* 层往往在白天形成，夜间消散，它在白天起到衰减无线电波传播的作用。*E*、*F*、*G* 层，分别能折射或衰减来自地面的较短的无线电波。因此，无线电通讯充分利用了这一层的特点。这些电离区一直伸展到一万公里以上。

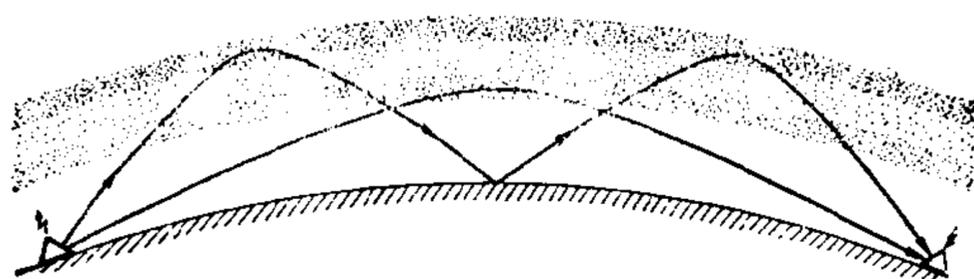


图 3-2 电波通过许多条路径到达接收台

航空设计和飞行要研究它，因为大气中存在着雷暴、积冰和各种各样使飞机产生颠簸的气流等。例如，几公里、几十公里以上的大气中经常出现肉眼无法看到的晴空乱流，它可以造成飞机失事和坠毁。

宇宙航行和军事要研究它，因为宇宙飞船、火箭、导弹的运行是在大气中进行的，大气的密度等直接影响它们轨道的准确性。

农业上要研究它，因为“雨露滋润禾苗壮”。雨露就是从大气中降落下来或凝结在作物上的。

工业上要研究它，因为大气中储存有巨大的能量。从大气中降落下来大量雨水，可以供水电站发大量的电，支援工农业建设。

所以，各行各业都需要了解它。我们气象工作者更是以大气为研究对象的。

第二节 天气变化的舞台

对大气的研究，最细致的要算是气象工作者了，因为各种天气现象如风、云、雾、雨、雪、雷雨、龙卷、冰雹、台风等都发生在大气中。

气象学是研究大气中的各种天气现象和物理过程的科学，所以首先必须对大气——天气变化的舞台——的结构做一番分析(图 3-1)。

大气的最低一层是对流层。它的厚度平均从地面到 11 公里的高空。在对流层中集中了约为整个大气的四分之三的质量和几乎全部的水汽量。主要的天气现象如雨、雪、云、雾、寒潮、台风、雷雨、冰雹等均发生在这一层。

对流层有哪些主要特征呢？

① 对流层大气的温度随高度增加而降低。也许有这样的疑问：高度越高，离太阳越近，为什么对流层气温反而随着高度而降低呢？原来对流层中空气热量的直接来源主要是地面而不是太阳。太阳以辐射的形式向地球射来的热量，大部分透过大气被地面吸收，而对流层内的空气主要是由被太阳晒热的地面烘热的。靠近地面的空气受热多，远离地面的空气受热少，所以越到高空，气温也就越低。

大气中为什么有时会看到云峰高耸的现象？这是因为这一层空气具有强烈的对流特性。由于空气的对流运动，高层与低层的空气得以进行交换，近地面的热量、水汽、固体杂质等容易向上输送。这对于兴云致雨有其重要作用。

我们知道，北方比南方冷，海上空气比陆地上空气潮湿。这说明了大气的温度、湿度在水平方向分布很不均匀的特性，尤其是在对流层表现最为显著。

把对流层，再仔细剖析一下，又可分为下、中、上三个层次。下层，又称摩擦层，它的范围大约自地面到约 1.5 公里处。这层空气受地表面高低不平的地形摩擦作用影响很大，空气的对流和乱流运动也就比较强。因此，气温的日变化很大，尤其在紧贴地面的薄薄气层中，昼夜气温差甚至可达 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。摩擦层以上，基本上不受地表面摩擦影响的整个大气称自由大气。从摩擦层到 6 公里高空，叫做中层，大气中的云和降水现象大都产生在这层内。这一层上部的气压通常只有地面气压的一半，飞行员飞行时往往要带氧气。再往上到对流层顶是上层。这里气温都在 0°C 以下，水汽含量很少，各种云都是由冰晶或过冷水滴组成。

对流层顶以上到 50 公里的高空便是平流层。臭氧集中在这一层的下部。由于臭氧层能大量吸收太阳辐射热而使空气温度大大升高，所以这一层最大特点就是温度随高度而增加。到平流层顶温度增大到最大值（再往上温度又开始随高度降低，大约一直降到 $80\sim 90$ 公里高度，这一层称为中间层）。平流层虽然水汽极少，天气现象比较少见。但随着气象火箭和卫星的发射，发现这一层的气流等的变化与对流层中天气变化有着密切联系，相互影响。平流层气象研究正日见重要，例如平流层的温度、密度、气压的变化对导弹、宇宙飞船和卫星再入大气层时计算表面加热是重要的资料；现代超音速飞机已进入平流层飞行，也必须考虑平流层的气象条件。

我们了解了这个天气变化舞台的构造后，再来进一步了解大气的性状。

第三节 大气性状

大气无色、无味、透明。那末,如何来称量它? 它的冷热、干湿如何变化? 它的基本性质状况又怎样呢?

大气是有重量的。据计算,它的总重量相当惊人,大约有5,130 万亿吨! 地面上每平方米大约要承受十吨重的大气柱的压力! 气象科学上的气压,就是单位面积上所受大气柱的重量(大气压强),也就是大气柱在单位面积上所施加的压力。

气压的单位有毫米和毫巴两种: 以水银柱高度来表示气压高低的单位,用毫米(mm)。例如气压为760 毫米,就是表示当时的大气压强与760 毫米高度水银柱所产生的压强相等。另一种是天气预报广播中经常听见的毫巴(mb)。它是用单位面积上所受大气柱压力大小来表示气压高低的单位。 $1 \text{ 毫巴} = 1000 \text{ 达因/平方厘米}$ ($1 \text{ 巴} = 1000 \text{ 毫巴}$)。因此,1 毫巴就表示在1 平方厘米面积上受到1000 达因的力。气压为760 毫米时相当于1013.25 毫巴,这个气压值称为一个标准大气压。

气压是随大气高度而变化的。海拔愈高,大气压力愈小;两地的海拔相差愈悬殊,其气压差也愈大。

大气柱的重量还受到密度变化的影响,空气的密度愈大,也就是单位体积内空气的质量愈多,其所产生的大气压力也愈大。

由于大气的质量愈近地面愈密集,愈向高空愈稀薄,所以气压随高度的变化值也是愈靠近地面愈大。例如在低层,每上升100 米,气压便降低约10 毫巴;在5~6 公里的高空,每上升100 米,气压降低约7 毫巴;而到9~10 公里的高空,每上

升 100 米, 气压便只降低约 5 毫巴了。

气压无时无刻不在变化。在通常情况下, 每天早晨气压上升, 到下午气压下降; 每年冬季气压最高, 夏季气压最低。但有时候, 如在一次寒潮影响时, 气压会很快升高, 冷空气一过, 气压又慢慢降低。所以气压的变是绝对的, 不变则是相对的、暂时的。

大气也有冷和热。物体的冷热程度用一个数量来表示, 就是温度。大气的温度就称气温。气象上日常指的气温是用约 1.5 米高度上百叶箱里的空气温度来表示, 单位用摄氏 ($^{\circ}\text{C}$), 也可用华氏 ($^{\circ}\text{F}$) 或用绝对温度 ($^{\circ}\text{K}$) 表示。

气温也是无时无刻不在变化的。我们在日常生活中都有这样的感觉: 一天最低温度一般在早晨, 以后逐渐上升, 到下午 2 点钟左右, 是一日中温度最高的时候, 然后气温又下降, 到夜里继续下降, 在次日早晨前后温度又出现最低。

为什么气温这样有规律的变化呢? 显然, 这和太阳有密切关系。

太阳是一个炽热的球体, 它不断地向四周辐射能量。其辐射面的温度约有 6000°K 左右。太阳辐射是一种短波辐射, 它的能量十分巨大, 投射到地球上来的能量仅占太阳辐射全部能量的二十亿分之一。据计算, 在大气上界与阳光成垂直的平面上, 每平方厘米的面积上每分钟所得到的太阳辐射的热量为 1.90 卡 (不考虑大气层对太阳辐射的吸收、反射、散射等影响)。而来自月亮等天体的辐射能量是极少的。从地球内部传向地表的热量, 每平方厘米地面上, 全年总共才 54 卡。所以, 大气中发生的各种物理过程和天气现象, 都是直接和间接地依靠来自太阳辐射能量而进行的 (参见图 3-3)。

太阳辐射是产生各种复杂的天气现象的根本原因。也是

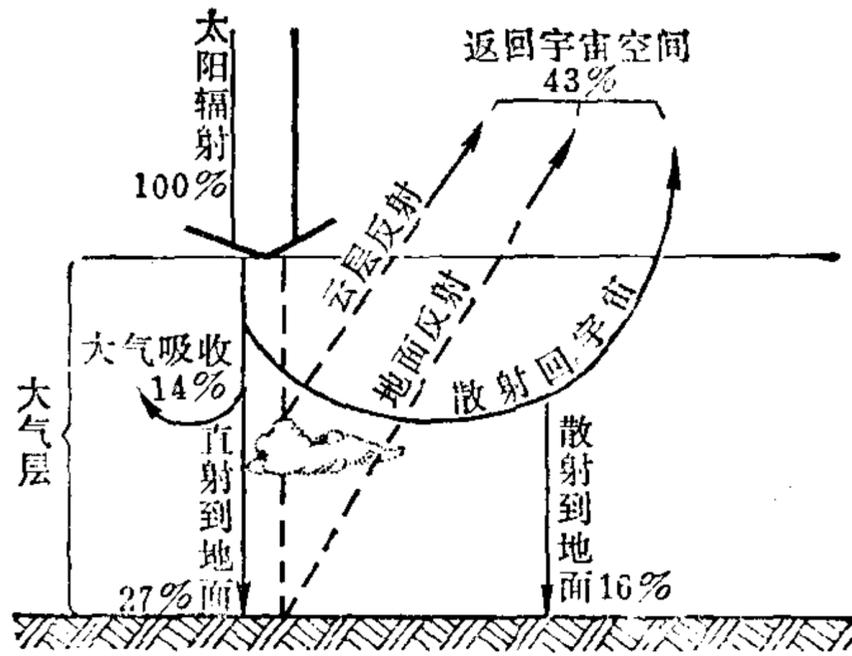


图 3-3 太阳辐射通过大气层的消耗情况

气温变化的根本原因。太阳辐射中午直射地面，地面一方面吸收太阳的短波辐射而得热，一方面又放出长波辐射而失热。得失相抵，午后净得热量最多，温度升得最高；次日清晨损失热量最多，温度降得最低。在一年中，冬天气温低，夏天气温高，当然也是太阳辐射变化而造成的。

然而，一个地方气温的变化有时也很不规则，受海陆、云量、季节、纬度、地表性质、海拔高度等影响很大。而且造成一地气温变化的原因除太阳辐射外，还有各种各样的原因。如冷空气侵袭时，气温要降低，空气作升降运动时，气温也要降低或升高，等等。这些问题在下面有关章节中还要详细谈到。

前面提到大气中含有水汽。湿度就是表示大气中水汽含量的多少或大气潮湿的程度。表示湿度的大小有许多方法，例如用水汽压、绝对湿度、相对湿度、露点来表示。

水汽混合在大气之中，因此通常所称的大气压力，实际上是纯净的干空气压力和水汽压力之和。水汽压是气压的一部分。大气中水汽含量愈多，水汽压也就愈大。空气所容纳的水汽，在一定温度下是有限度的。如果达到这个限度，多余的

水汽就会发生凝结而变为液体，或凝华变为固体。这个限度就称为该温度时的最大水汽含量。此时的水汽压称为该温度时的饱和水汽压，这时的空气称为饱和空气。

绝对湿度就是大气中水汽的密度，即每一立方米大气中所含水汽的质量(克数)。

相对湿度就是大气中实有水汽压与当时温度下饱和水汽压的百分比，也是表示湿度大小的一个量。当相对湿度达100%时，称饱和状态。

露点：气温愈低，饱和水汽压就愈小。所以对于含有一定量水汽的空气在气压不变的情况下降低温度，使饱和水汽压降至与当时实际的水汽压相等时的温度，称为露点温度，简称露点。露点是一种假想的温度，单位与温度相同，可是它的作用却是用来表示空气的湿度。由气温与露点的比较中，可以了解相对湿度的大小，两者相差愈大，相对湿度愈小，相差愈小，则相对湿度愈大；若温度与露点相等，就是空气已达饱和，相对湿度为100%。露点还可以反映绝对湿度或水汽压的大小。因为露点温度的大小与当时气温无关，而与当时空气中实际水汽含量有关，绝对湿度或水汽压愈大，露点也就愈高。所以露点在气象上的用途很广。

那末，大气的压力、温度、体积、密度等之间又有什么关系呢？

我们在瓶子里装了半瓶水，假如有人问你：瓶子里能装半瓶空气吗？你一定会肯定回答：不能。这是人所共知的常识。这是因为空气和水虽然都是流体，但空气和水比较起来，分子间空隙小，相互间的吸引力小，空气分子运动很自由，它能迅速地充满整个容器的空间。所以和水不一样，不可能出现半瓶空气。也就是说，空气具有比水更易于流动，更易于膨胀(或

压缩)的特性。

对于定量空气来说,它的体积、压力、温度三者之间有着密切的关系。其中一个量变了,其他一个或两个量也随之而变。它们之间的关系就是上述空气特性的反映。规律就是关系。概括这些量的关系,就可得到空气状态变化的基本规律。

假如容器里盛有定量的气体,如果在保持温度不变的情况下对它压缩,分子运动的平均速度和撞击器壁的速度虽然都没有改变,但压缩后,由于分子总数未变而所占的体积小了,分子更加密集,单位时间内撞击器壁分子数目就增多,因而施于器壁的压力也就增大;反之,则减小。

如果保持定量气体的体积不变而升高其温度,容器内的分子总数没有变化,但由于温度的升高,分子撞击器壁的速度增大了,单位时间内撞击器壁的次数也增多了,因而施于器壁的压力也就增大了。反之,则减小。

同样,如果保持气压不变,那末,空气温度的升高,则空气的体积也要增大。

然而,在实际大气中,气体的压力、体积、温度每时每刻同时在发生变化的。

总之,大气的性状始终遵循着一定的物理过程在变化着,我们只要了解大气物理变化的过程,就能摸透大气的脾气。

第四节 冷暖气团

人们在长期的实践中早有体会:当在一个秋高气爽的季节,乘上一条帆船沿长江顺风而下,虽然经过几天几夜才能到达长江口,但一路上就会感到:白天都是天高云淡、风和日丽、气爽宜人;夜里也总是满天星斗,风也静悄悄的。千里迢迢,

天气竟非常相似，这是什么道理？哦，原来这一带都处在气温、湿度、天气等相类似的同一块空气中。人们给这种物理性质比较均匀的大块空气取了个名称，叫做气团。

气团可分为冷气团和暖气团。冷气团是相对于暖气团而存在的，没有暖气团，冷气团也就不存在了。

气团本身是每时每刻在变的。当气团形成以后开始移动，当它移动到一个新的地区时，就要受那个地区的地面性质和垂直运动等影响而发生物理性质的改变。比如，北方有一个冷气团向南方移动，当它移到暖而潮湿的地面，气团的温度要逐渐升高，气团中的水汽也增多了，空气很容易从稳定转变为不稳定。因此，当一个气团从源地移到新的地方，温度、湿度以及稳定度等物理特性就发生了变化。不同的气团就必定有不同的天气。

由于我国西连大陆，东接海洋。所以，冬季主要受北方的冷气团（西伯利亚气团）影响；夏季，主要受南方的暖气团（热带太平洋气团）的影响。而在春、秋过渡季节这两种气团往往在我国江淮流域或以南相遇而造成多阴雨的天气。

既然气团是一大块许多物理性质比较均匀的气块，那末气团和气团之间自然是矛盾最激烈的地方。不同性质气团交锋的界面我们称为锋面，锋面与地面的交线称锋线，习惯上把锋面和锋线统称为锋（图 3-4）。

锋面是冷暖气团交界的狭窄的过渡区。这个区域在近地面约有几十公里宽，在高空可以宽达 200~400 公里。这个宽度看来不算小了，可是和锋的长度相比，就显得渺小得多。锋究竟有多长？观测告诉我们：短的锋也有几百公里，长的竟达数千公里。在冬季，有时我们可以看到从阿留申群岛有一条冷锋穿过太平洋，一直延伸到我国的南海，象一座由空气中云

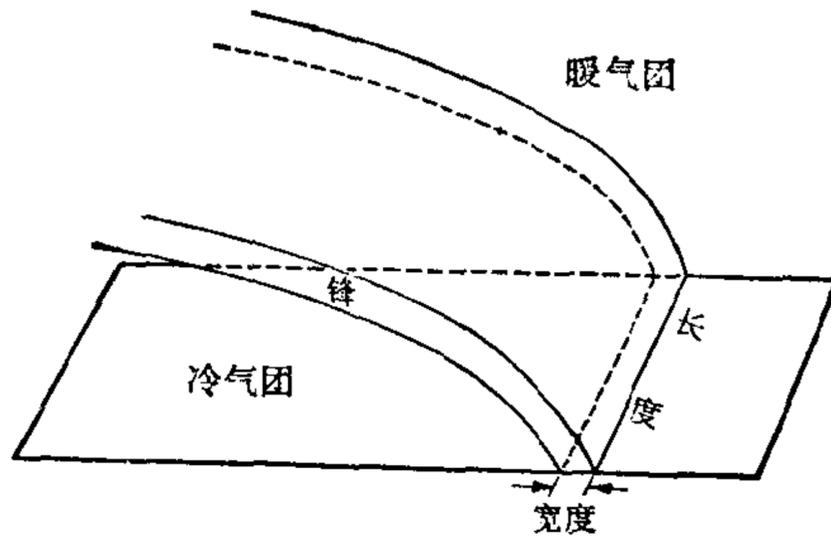


图 3-4 锋在空间的状态

海筑成的万里长城。锋又有多高？据观测，矮的锋只有 1~2 公里，高的最多也只伸到十几公里左右的对流层顶。锋面是向冷气团一侧倾斜的，暖空气爬在上面，冷空气插入暖空气的下部。锋面的坡度*是很小的。如果我们把锋面的长度、高度、坡度联系起来一分析，就会发现：锋面可掩盖地面的范围是相当广阔的。假如有一条锋面的坡度为 1:100，锋线长为 1000 公里，高度为 10 公里，那末，这个锋面就掩盖了 100 万平方公里的广大面积。所以，锋对我们生产和日常生活影响是很大的。

锋的特征突出表现在温度、气压和风的突变上。比如说，在锋的附近，也就是在两种不同气团交界面的前后 100 公里的距离内，气温有时可以相差 10°C 左右，也就是说，差不多为气团中同样距离内气温差异的十倍（气团内部 100 公里内气温往往只相差 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ），如果用等温线表示，则锋的附近等温线特别密集。同样，锋前锋后的气压也有很大差别。因为在暖气团内部的空气密度比较均匀，气压变化不很大。相反，通过锋线进入冷气团内部时，我们再去测气压，就会发现锋下的冷空气柱越来越厚，因为冷空气的密度大，所以气压也就越来

* 锋面与地平面的倾斜角。

越高了。随着气压的变化,风也起变化。比如,在地面锋线的前面一般吹西南风,锋线的后面吹西北风等等。由此看来,既然锋面是温度、气压和风向突变的地方,那么它势必是一个天气多变的地带,因而锋面的一动一静是天气预报员极为注目的东西。

锋有多种,有冷锋、暖锋和准静止锋等。

冷锋,它是指向暖气团一侧移动的锋。

暖锋,它是指向冷气团一侧移动的锋。

准静止锋(简称静止锋),它是指很少移动的锋。

在我国最常见的是冷锋、静止锋和暖锋。秋、冬季冷锋经常影响我国广大地区;春季和夏秋过渡季节静止锋常在我国江淮流域以南的地区生成;单独的暖锋在我国比较少见,只是在锋面低压中心的东侧,伴有暖锋。暖锋多半在春季出现。

关于锋面上的天气,在第五章中还要详细介绍。

由此可见,大气的垂直和水平分布是极不均匀的。由于大气垂直方向密度、温度、气压、湿度等分布不同,而分成若干层次;由于水平方向分布有异也就产生各种气团和锋。

第四章 大气运动的奥秘

第一节 大气运动永不停息

风·升降运动·乱流

伟大导师恩格斯指出：“无论何时何地，都没有也不可能有没有运动的物质。”大气也和一切物质一样，永远处于无休止的运动之中。

风是人们最熟悉的一种大气运动形式。虽然谁也看不见风，但当深山林涛怒吼，海上波浪汹涌，田间麦浪翻滚，旌旗迎风飘扬的时候，人们听其声音，察其迹象，不仅可知其存在，而且还可辨其方向，判其大小(表 4-1)。

风只是反映了空气的水平运动。而空气除了水平运动，还有垂直运动——上升运动和下降运动。有时候，虽然风平浪静，天空里却冒起朵朵白云，白云越长越高，似塔又似山。这说明那里的空气是在蒸腾直上的，是空气的上升运动把水汽带到高空凝结成云；而在云消雨散的时候，那里又往往存在着下降运动。

我们说大气运动是有水平方向和垂直方向的，这是对大块空气来说的。实际上，对于小块空气来说，它们的运动从来就不遵循什么水平的方向或垂直的方向。它们的运动极不规则，杂乱无章，因此人们便称它们为乱流运动。田野里雾汽弥漫，烟囱口炊烟缭绕，墙角旁落叶回旋，公路上尘沙飞扬，从这

表 4-1 风力等级表

风力等级	海面浪高 (米)		海面和渔船征象	陆上地面物征象	相当风速 (米/秒)	
	一般	最高			范围	中数*
0	—	—	平静	静烟直上	0.0~0.2	0
1	0.1	0.1	有微波	烟能表示风向, 树叶略有摇动	0.3~1.5	1
2	0.2	0.3	有小波纹, 渔船摇动	人面感觉有风, 树叶有微响, 旗子开始飘动, 高的草和庄稼开始摇动	1.6~3.3	2
3	0.6	1.0	有小浪, 渔船渐觉簸动	树叶及小枝摇动不息, 旗子展开, 高的草和庄稼摇动不息	3.4~5.4	4
4	1.0	1.5	浪顶有些白色泡沫, 渔船满帆时, 可使船身倾于一侧	能吹起地面灰尘和纸张, 树枝摇动, 高的草和庄稼波浪起伏	5.5~7.9	7
5	2.0	2.5	浪顶白色泡沫较多, 渔船收去帆之一部	有叶的小树摇摆, 内陆的水面有小波, 高的草和庄稼波浪起伏明显	8.0~10.7	9
6	3.0	4.0	白色泡沫开始被风吹离浪顶, 渔船缩帆大部分	大树枝摇动, 电线呼呼有声, 撑伞困难, 高的草和庄稼不时倾伏于地	10.8~13.8	12
7	4.0	5.5	白色泡沫离开浪顶, 被吹成条纹状	全树摇动, 大树枝弯下来, 迎风步行感觉不便	13.9~17.1	16
8	5.5	7.5	白色泡沫被吹成明显的条纹状	折毁小树枝, 人迎风前行感觉阻力甚大	17.2~20.7	19
9	7.0	10.0	被风吹起的浪花使水平能见度减小, 机帆船航行困难	草房遭受破坏, 房瓦被掀起, 大树枝可折断	20.8~24.4	23
10	9.0	12.5	被风吹起的浪花使水平能见度明显减小, 机帆船航行颇危险	树木可被吹倒, 一般建筑物遭破坏	24.5~28.4	26
11	11.5	16.0	被风吹起的浪花使水平能见度显著减小, 机帆船遇之极危险	大树可被吹倒, 一般建筑物遭严重破坏	28.5~32.6	31
12	14.0	—	海浪滔天	陆上少见, 其摧毁力极大	>32.6	>31

* 中数系范围内平均所接近的整数。

些物质的运动中都可以洞察乱流运动的形象。

大气有水平运动、垂直运动、乱流运动。一句话，大气永远处在无休无止的运动之中。

大气运动和人类活动

大气运动对人类社会生产活动有着极为密切的关系。各有关部门从不同的需要和角度都在研究着大气运动的规律：城市设计部门研究着当地风向风速的分布和变化规律，以决定城市的规划和布局；建筑和电力设计部门研究风压大小，以决定建筑物和架线的设计该达到什么样的坚固程度；海洋工作者则研究着大气运动和海洋之间的一系列关系，例如大气环流与洋流的关系；而气象部门研究大气运动当然更加细致了：大气为什么运动？又怎样运动？运动中又怎样变化？研究这些规律，其意义不仅在于大气运动本身。一切天气变化，诸如大气中热量和水汽的输送，云雾雨雪的形成，雷电冰雹的产生，旱涝寒暖的分布，都离不开大气的运动。只有认识了大气运动的规律，才能掌握天气变化的规律，并进一步去利用自然，克服自然和改造自然。

第二节 风怎样吹起

风怎样吹起

大气为什么会运动？是什么力量驱使它运动的呢？

原因是错综复杂的。水平的风，垂直的升降气流，不规则的乱流运动，都各有其复杂的成因。这里先就风的成因谈起吧。

自从十七世纪出现了气压表，指出空气有重量因而有压力这个事实以后，为人们寻找风的奥秘提供了一把开窍的钥匙。十九世纪初，有人根据各地气压与风的观测资料，画出了第一张气压与风的分布图。这种图不仅显示了风从气压高的

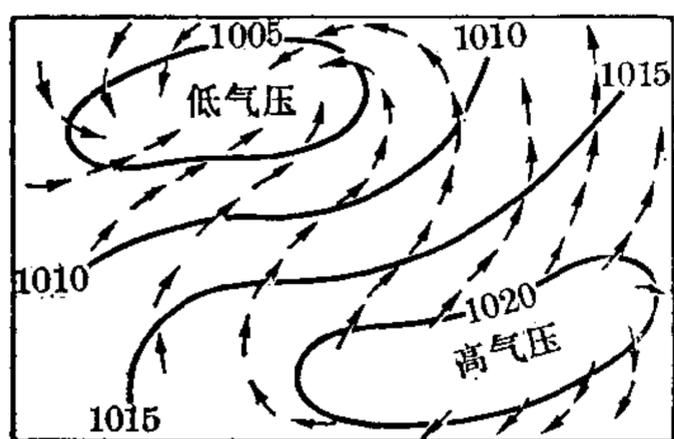


图 4-1 风从高压区吹向低压区有一个向右偏斜的角度(示意图)

区域吹向气压低的区域，而且还指明了风的行进路线并不直接从高压区吹向低压区，而是有一个向右偏斜的角度(图 4-1)。

一百多年来，人们就抓住气压与风的关系这一条从实践中得来的线索，进一步

深入探究，已经总结出一套比较完整的关于风的理论。风朝什么地方吹？为什么风有时候刮起来特别迅猛有劲，而有时候却又懒散无力，消声匿迹？这完全是由气压高低、气温冷暖等大气内部矛盾运动的客观规律在支配着的。人们不仅用这种规律来解释风的起因，而且还用这些规律来预测风的行踪。科学的实践和理论不但把关于风的有神论判处了死刑，同时也给了那些宣扬“天有不测风云”的不可知论者和天命论者以当头一棒。

气压怎样作用于风

风为什么从高压区吹向低压区？为什么在吹向低压区的同时会向右偏斜？又为什么风力有时迅猛且强劲，而有时却非常微弱？

要弄清这些问题，得先了解一些关于气压分布的知识。

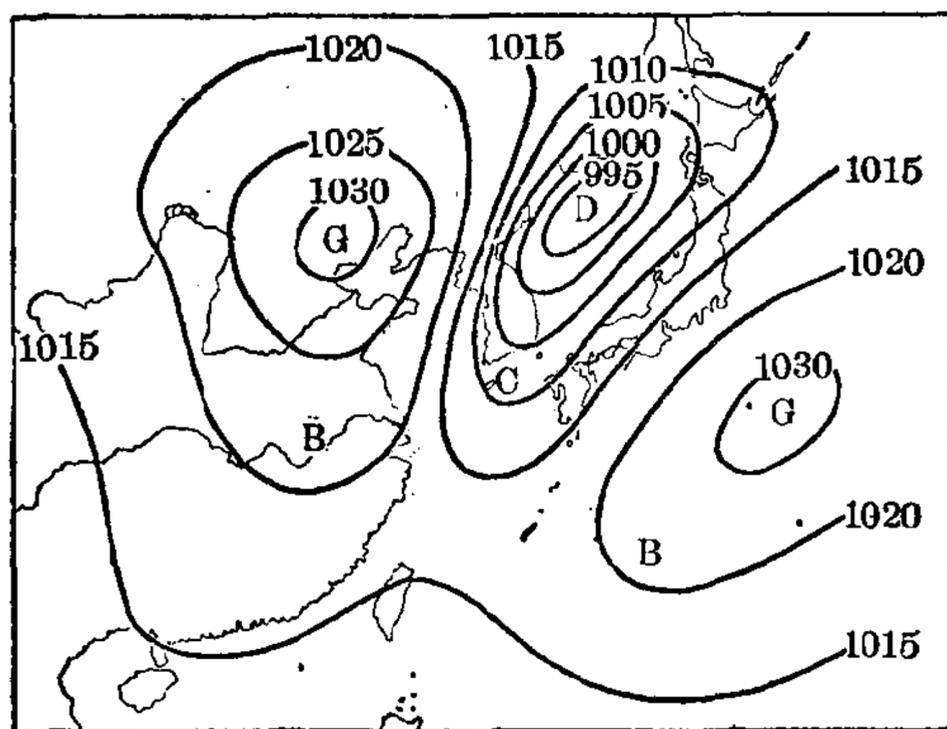


图 4-2 海平面气压分布图(气压单位: 毫巴)

图 4-2 是一张某一时刻的海平面气压分布图*。图中画着一条条曲曲弯弯的等压线, 顾名思义就可知道凡是同一条等压线经过之处, 那里的海平面气压都是相等的。在等压线闭合起来的地区, 如果气压高于周围, 就称为高气压(图 4-2 中 G 处), 若气压低于周围, 则称为低气压(图 4-2 中 D 处)。而从高气压伸展出来的部分称为高压脊(图 4-2 中 B 处), 从低气压伸展出来的部分称为低压槽(图 4-2 中 C 处)。这种气压分布图和表示地势起伏的地形分布图十分相象: 高气压和低气压好比山峰和谷底, 高压脊和低压槽犹如山脊和山坳, 而等压线就象表示海拔高度的地形等高线。

等压线的分布有疏有密, 这种等压线的疏密程度表示了单位距离内气压差的大小, 称为气压梯度, 等压线愈密集, 表示气压梯度愈大。这和地形分布图上地形等高线的疏密分布

* 由于气压随高度而变化, 若各地海拔高度不同, 就无法比较。因此通常根据气压与高度关系的公式, 把测站观测的气压, 一律计算到相当于海平面的高度, 以便比较各地气压高低, 称为海平面气压。气象台分析地面天气图上的气压分布均系海平面气压。

表示坡度的平陡也有相似之处。地形等高线愈是稀疏，表示那里地势比较平坦，而在地形等高线非常密集的地方，那里一定是一个陡坡。如果在斜坡上造起每级高度相等的石阶梯，每一石级相当于一地形等高线，那么石阶梯的坡度愈大，石级的间隔距离便愈短——地形等高线愈密集，而平坦的石阶梯坡度则相应的地形等高线必愈疏。既然气压分布图上的等压线可以比喻为地形分布图上的等高线，那么气压梯度也就好比石阶梯的坡度了（图4-3）。大概梯度这个名称就是这样比喻出来的吧。

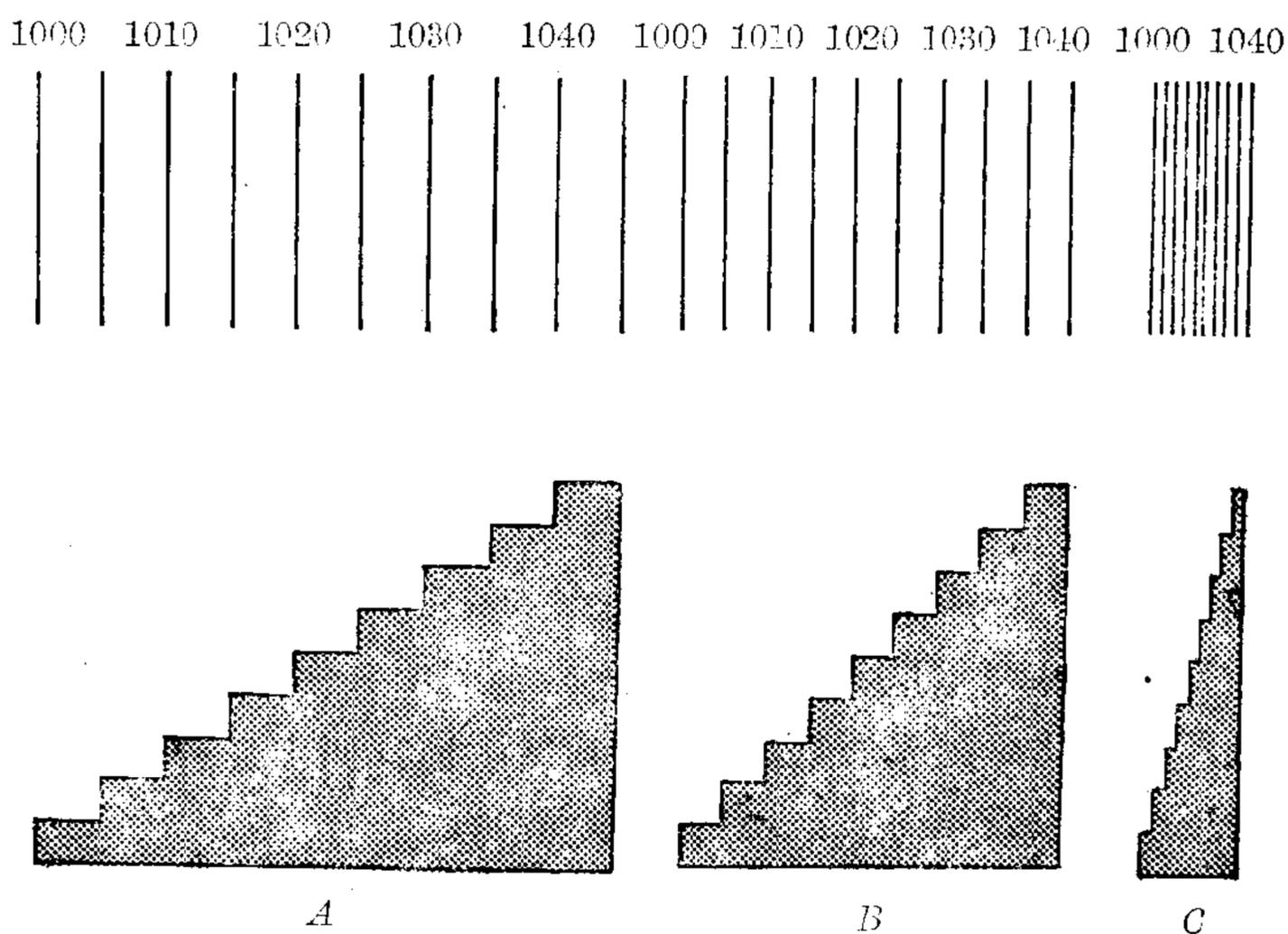


图4-3 气压梯度和石阶梯的坡度

各地的气压如果发生了高低的差异，也就是说两地之间存在气压梯度的话，气压梯度就会把两地间的空气从气压高的一边推向气压低的一边，于是空气流动起来，风就在这种气压高低的矛盾斗争中产生了。

气压梯度怎么会产生能推动空气运动的力量呢？

这可以拿江河中水流来作比方。

水从高处流向低处，这是因为高处的水和低处的水存在着水位差(图 4-4)，从而使上下游同一水平面上的两点 A 和 B 之间发生了重力差异，上游 A 处所受水柱重力显然要大于下游 B 处。于是便产生从上游压向下流的旁压力，水就在这种旁压力的作用下顺着倾斜河床从上游流向下流，从高处流向低处。两地间水位差愈大，A、B 间的重力差异也愈大，水就流得愈快。

在空气的“海洋”里也有“水位差”——气压差，也就是两地间存在着气压梯度。量取真正的水位差单位用米，而量取气压差则用毫巴为单位。两把尺子不一样，但水和空气都是流体，又都有重量，水平方向上两地的水或空气如果存在重力的差异，就都会产生由重力大的地方指向重力小的地方的旁压力(图 4-4)。从这个意义上看，情况又都相象：水受到旁压力的作用从高处流向低处，水位差愈大，流速愈快；而空气也在旁压力的推动下，从气压高处流向气压低处，两地间气压差愈

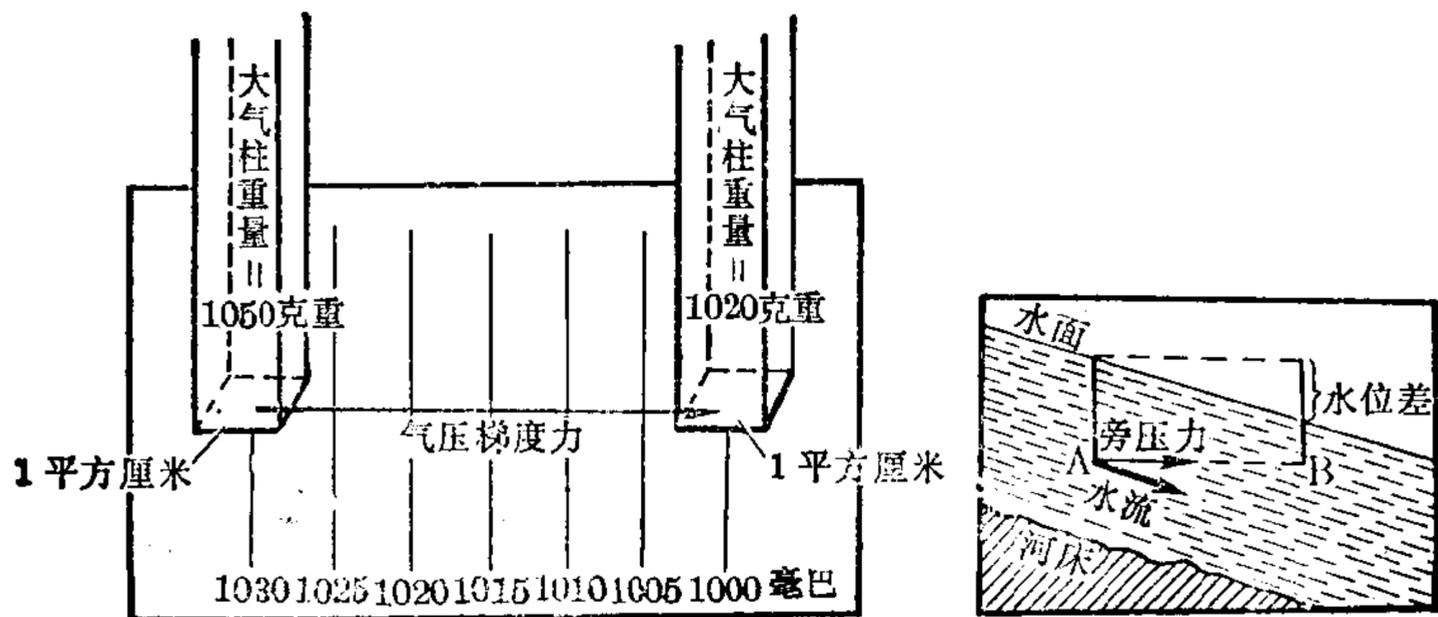


图 4-4 气压梯度力的产生

大,也即气压梯度愈大,空气流得也愈快,风刮得愈起劲。

人们把在空气的“海洋”里,由于存在气压梯度而产生这种旁压力称为气压梯度力。显然,它的大小和气压梯度成正比。

现在不难明白风怎样吹起的道理,空气的流动原来是由气压梯度力推动起来的,风刮的猛烈还是微弱也是由气压梯度力的大小来决定的。

地球自转和风的偏向

风在气压梯度力的作用下吹起来了。可是出人意料,风一旦起步行走,却并不朝着气压梯度力所指的方向从高压一边直接迈向低压一边,而是不断地偏转它的方向,在北半球向右偏转,在南半球则向左偏转。这是无数次观测早已证明了的客观事实。

可见,一定还有一种什么力量从风的一侧拉着它转向。

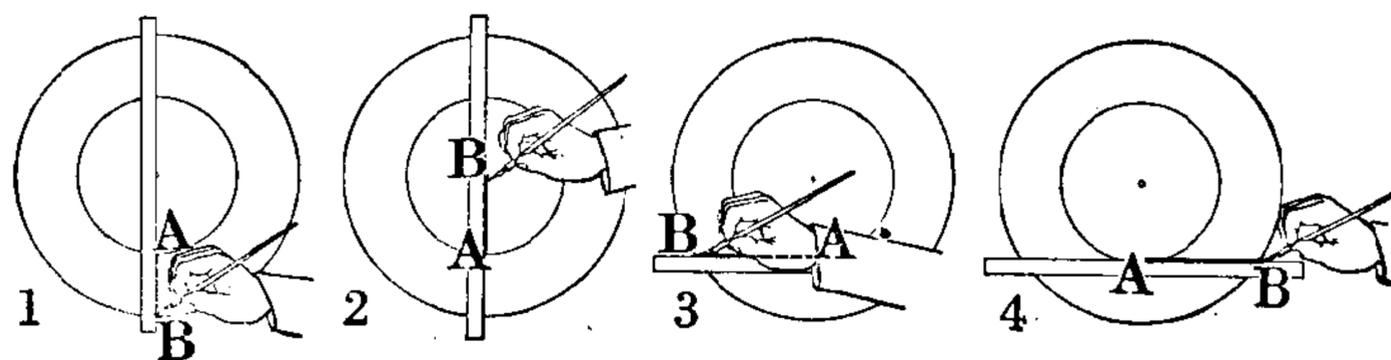
经过人们深入实践和研究,这种力终于找到了。这就是地转偏向力。这个名称的本身就已告诉我们:促使风向发生偏转的力量原来是因为地球自转而引起的。

在日夜不停地旋转着的地球上,受到地转偏向力作用的不仅是风,一切相对于地面运动着的物体都会受到它的作用,不过因为地转偏向力和物体受到的其他力比较起来极为渺小,不为人们觉察罢了。尽管如此,在经历了漫长的岁月以后,地转偏向力还是在地球上某些地方留下了它的痕迹。人们发现,沿着水流的方向,在北半球,河流的右岸往往比左岸陡峭;在南半球,河流的左岸比右岸陡峭。这是地转偏向力存在的一个见证。这种水流对左右岸冲刷作用的差异是微不足道的,但河里的水日夜奔流,一千年,一万年,一亿年,终于显现出来了。

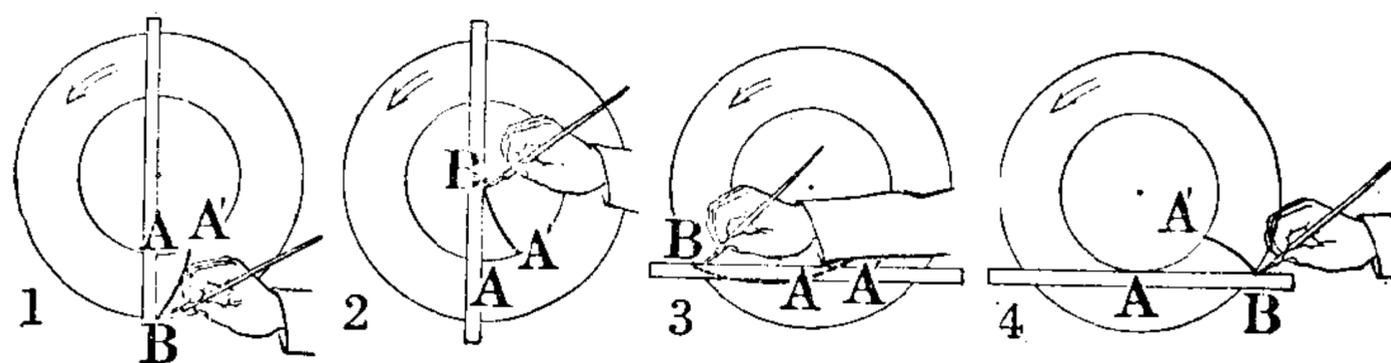
那末地球自转怎么会产生偏向力的呢？

要解答这个问题，先来做一个实验。用纸板做一个圆盘，把圆盘的中心固定起来，使它能够转动，再准备一支铅笔、一把直尺就行了。

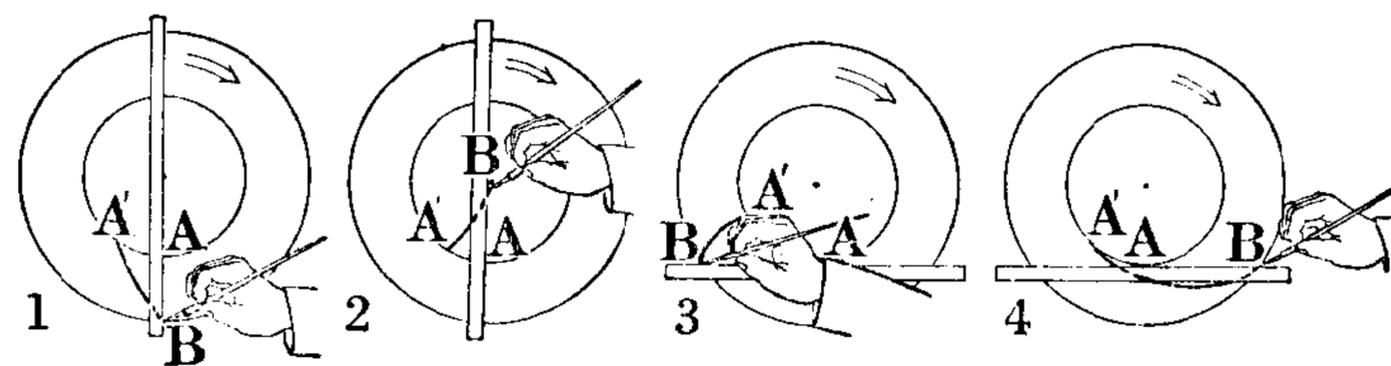
实验开始了。你把直尺放在圆盘上，随便取什么方向都



A: 圆盘不转动



B: 圆盘逆时针转动



C: 圆盘顺时针转动

图 4-5 偏向力的实验

行。然后让铅笔紧靠直尺的边沿在圆盘上前进。这时候笔尖在圆盘上留下的痕迹 AB 当然是一条直线(图 4-5A 中 1~4)。这说明在不转动的圆盘上, 运动着的笔尖完全遵循你手用力的方向前进, 并没有什么偏向力来干扰。

但如把圆盘转动起来而使直尺仍保持原来的位置固定不动, 偏向力就马上显示出它的作用来。你请你的助手以逆时针的方向来转动圆盘, 然后你仍和刚才一样, 让铅笔尖紧挨着直尺边沿前进, 前进的方向, 按上下左右各个方向都可试一试(图 4-5B 中 1~4)。当笔尖从直尺边沿的起跑点 A 跑至 B 处时, 圆盘已转动了一个角度, 圆盘上笔尖留下的起跑点 A 转到了 A' 的位置, 结果笔尖在圆盘上留下的痕迹 $A'B$ 便不是直线, 而是一条不断向右偏转着的曲线。如果你的助手按照顺时针方向来转动圆盘, 那么笔尖在圆盘上留下的足迹是一条不断向左偏转的曲线(图 4-5C 中 1~4)。

这时候对直尺来说, 笔尖的运动始终呈直线状态, 因为它始终没有离开直尺的边沿呀! 但是对转动着的圆盘来说, 笔尖的运动明明是曲线运动。该怎样认识这个问题呢?

恩格斯指出: “单个物体的运动是不存在的, ——只是在相对的意义下才谈得上”。我们说某个物体以什么样的方向和速度在运动, 这首先应该认定它是相对于什么来说的。笔尖对直尺来讲是作直线运动, 而对转动着的圆盘来讲则是作向左或向右偏转的曲线运动。

地球一刻不停地自转着, 人们脚下踩着的大地就好像是一只转动着的大圆盘。你从北极上空往下望, 这只大圆盘以逆时针方向在运转; 你再从南极上空往下望, 大圆盘运转的方向则是顺时针的。走在这只大圆盘上的空气——风, 之所以发生偏向, 就是由于风与转动着的地面发生了相对运动。长

年累月的水流,能在两岸显现出偏向力的作用,也正是因为它们与转动着的地面之间产生相对运动的结果*。

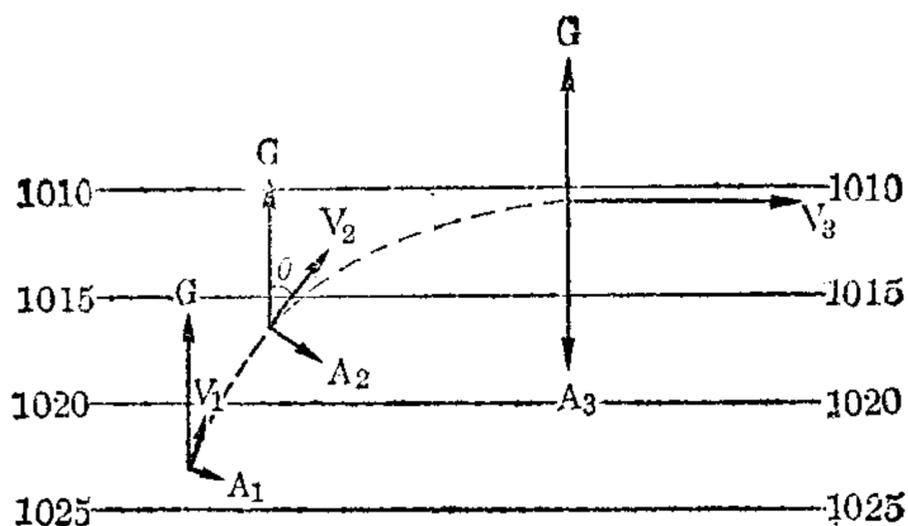
这样看来,风偏离气压梯度力的方向,并不是真有一个什么力量在起作用。地转偏向力不过是人们为了便于对这种偏向现象进行研究而假想的一种力。这种假想的力与风向是垂直的,在北半球指向风向的右侧,而在南半球指向风向的左侧。由于它只说明了空气和转动着的地面之间存在相对运动,而并不是作用于空气的实有的力,因此只能使风向偏转,而不能使风起动,也不能使已经起动的风改变速率。风的起动和快慢,都取决于气压梯度力。如果气压梯度力等于零,风无从产生,也就谈不上与地面之间的相对运动,地转偏向力也不复存在。而有了气压梯度力,也必然会相应地产生风,从而也产生地转偏向力,而且风愈大,产生的地转偏向力也愈大。这两种力既同时存在,又作为矛盾的双方,互相斗争,风就在这种斗争过程中不断地发展和变化(图 4-6)。

风在气压梯度力作用下被推向低气压一侧,但当风一旦起步向前,地转偏向力立刻产生,并把风向拉向右边**。

风在气压梯度力的持续推动下加快速度,越吹越大,地转偏向力也跟着加大,使劲地拉着风向右偏转(图 4-6 中 V_1 和 V_2)。由于地转偏向力的方向与风向时刻保持垂直,于是在拉

* 把整个半球看成一只大圆盘是非常不精确的,这样比喻只是为了定性地说明确偏向力的产生。实际上,地球表面是一个曲面,各地地平面和地轴之间构成的角度随纬度而不同,各纬度上地平面因地球自转而得到的绕垂直轴的转动量也随纬度的减小而减少。在赤道上的地平面没有因地球自转而产生绕其垂直轴的转动,因此风与地面间没有因地球自转而产生的相对运动,故地转偏向力为零,随着地平面转动量随纬度增高而增大,地转偏向力也随纬度增高而增大,在两极达到最大。

** 指北半球,以下凡未说明那一半球的均指北半球情况。



G: 气压梯度力 A: 地转偏向力 V: 风速

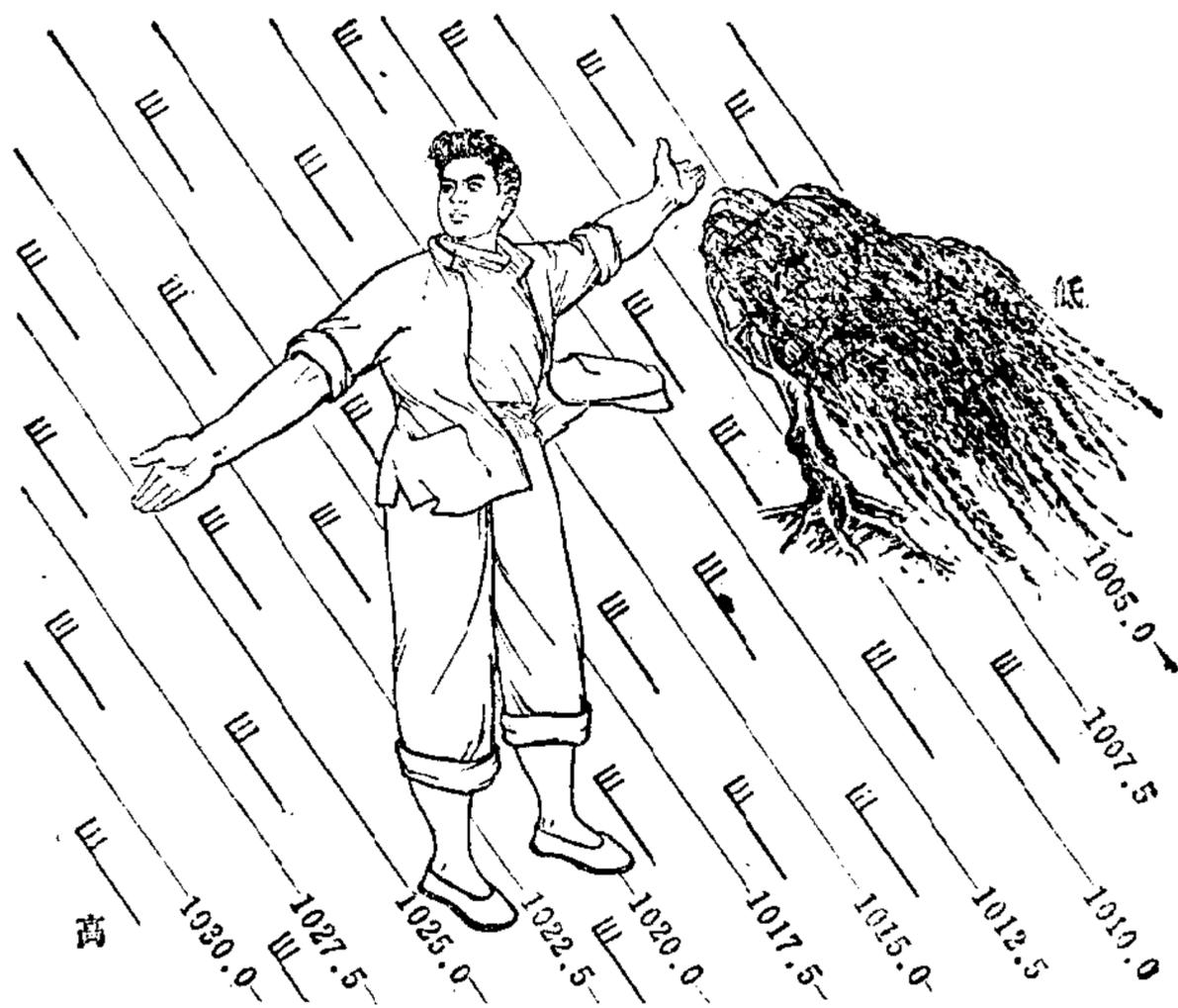
图 4-6 风在气压梯度力和地转偏向力矛盾斗争中的变化

转风向的同时,地转偏向力本身也不断向右偏转,也就是越来越转到气压梯度力的反方向去。

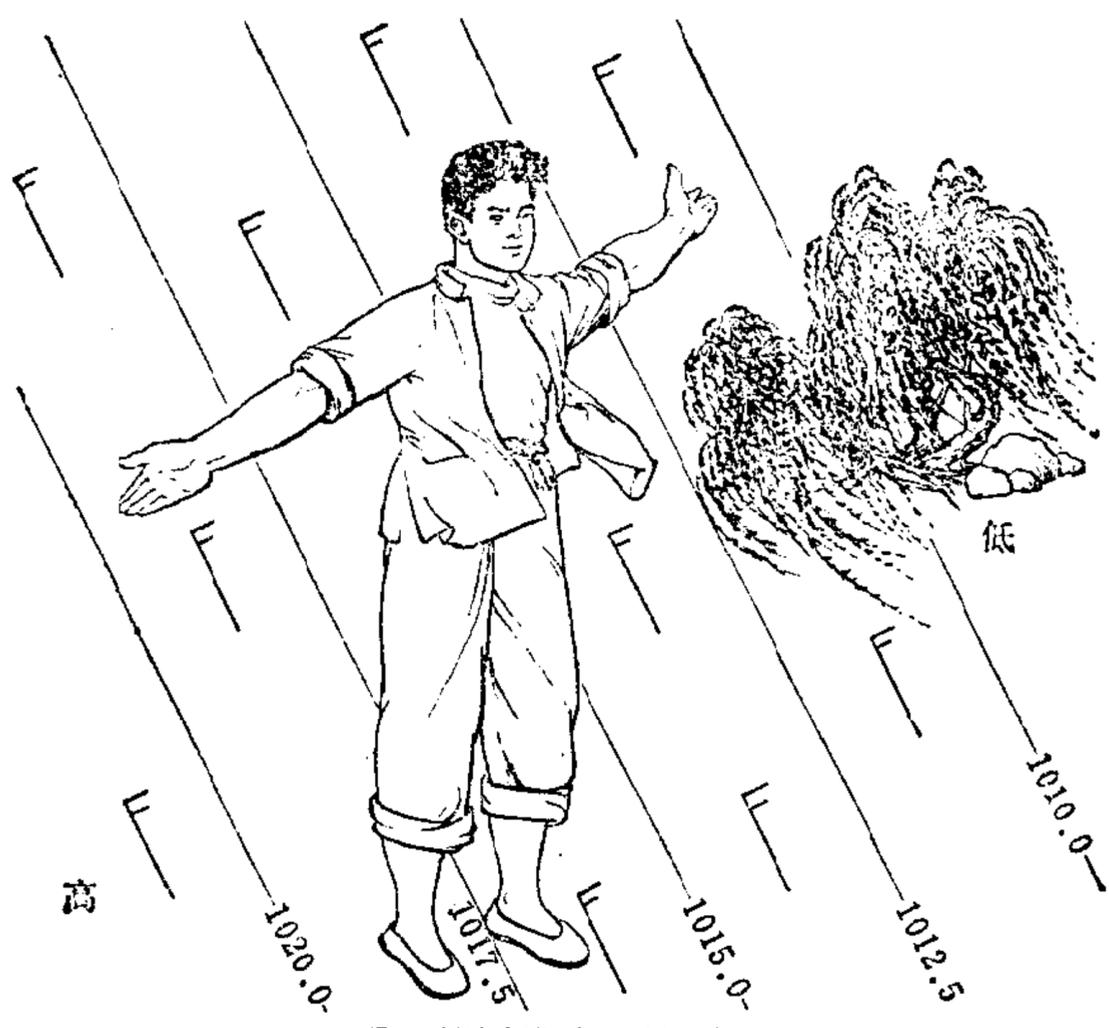
当风向被拉转到和气压梯度力的方向成 90 度的角度时,虽然气压梯度力依旧存在,且和先前一样大小,但在风的方向上有效分力已等于零,因而风不再受力的作用加速,而靠着惯性等速前进。这时候地转偏向力也正好转到了气压梯度力的背后,矛盾着的双方大小相等,方向相反。从先前的不平衡状态进入平衡状态,于是风向也不再偏转。由图 4-6 显然看出,在平衡状态下,风向与等压线保持平行。

自从发现了这种平衡规律,给气象工作者带来许多方便。气压和风的关系变得这样密切:知道了气压的分布就可以推知风的分布;同样,知道了风的分布也可反过来推知气压的分布。人们为了便于记忆,还把气压与风的关系概括成这样的定律:风速与气压梯度成正比;风向与等压线平行,在北半球,背风而立,高压在右,低压在左;南半球则相反(图 4-7)。

举例来说,在图 4-8A 气压分布图中,北京附近等压线呈西南到东北走向,高压在东南侧,低压在西北侧,按前面总结的规律,就可以推测北京吹的是西南风;而上海附近等

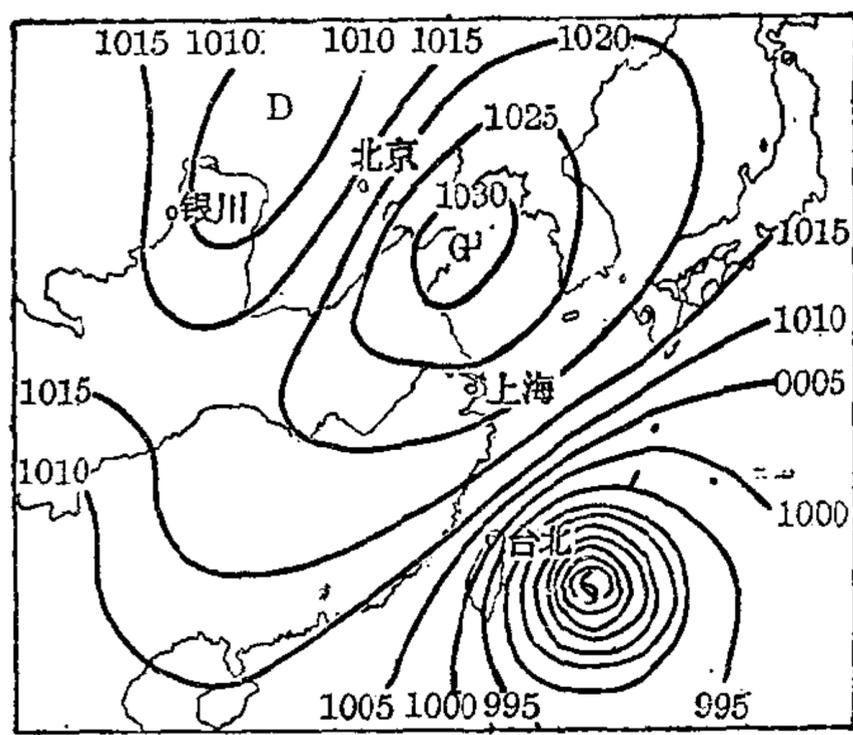


A: 等压线密, 风速大

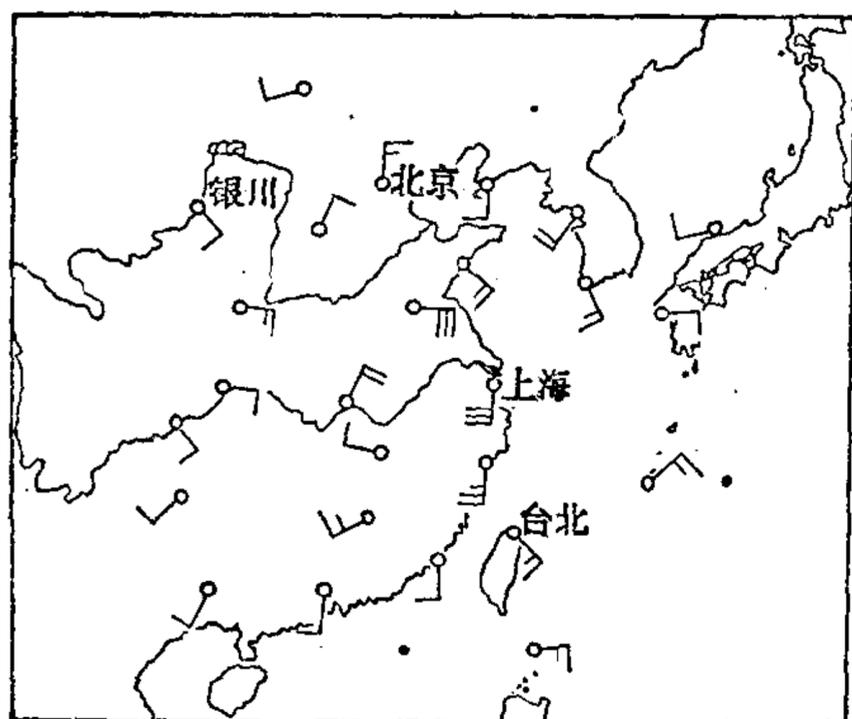


B: 等压线疏, 风速小

图 4-7 在北半球, 背风而立, 高压在右, 低压在左



A: 气压分布图



B: 风向风力分布图

图 4-8 气压与风的分布可以互相推测

压线呈东西走向，高气压在北侧，低气压在南侧，按规律应该吹东风。再看，上海附近的等压线比北京附近稀疏，因此上海的风应比北京为小。如果你有兴趣的话，不妨再推测一下图 4-8A 中台北、银川或者其他任何地方该吹什么样的风，并比较其风力大小。

又如在图 4-8B 中，北京吹北风而上海吹南风，按规律，两地附近的等压线分布，都应该是南北向的，但在北京附近的气压西侧高于东侧，而上海则相反。又由于上海的风力比北京为大，因此上海附近的气压梯度比北京大，等压线也比北京附近密集。你还有兴趣的话，不妨再分析一下台北、银川或者别的地方附近的等压线该是怎样分布的。

气压梯度力和地转偏向力一推一拉，终于势均力敌，达到平衡状态而使风沿着等压线方向等速前进。但是，无论什么矛盾，矛盾的诸方面，其发展是不平衡的。有时候似乎势均力敌，然而这只是暂时的和相对的情形，基本的形态则是不平衡。气压梯度力和地转偏向力的平衡也只是暂时的和相对的现象，双方的矛盾斗争远未结束。

譬如说吧，在实际的大气中，各地气压差异的情况很难处处相同。也就是说，气压梯度的分布各地都不一样，等压线曲曲弯弯，走向和密集程度各处都不同。这样，当风在行进中，譬如说，从气压梯度大的地方吹到气压梯度小的地方(图 4-9A)，气压梯度力变小了，但是风因惯性作用，一下子小不下来，不能和变小了的气压梯度力相适应。风小不下，地转偏向力也就小不下来，于是它的拉力就大于气压梯度力的推力，风就不得不偏离等压线方向再往右偏向高压一侧。平衡就

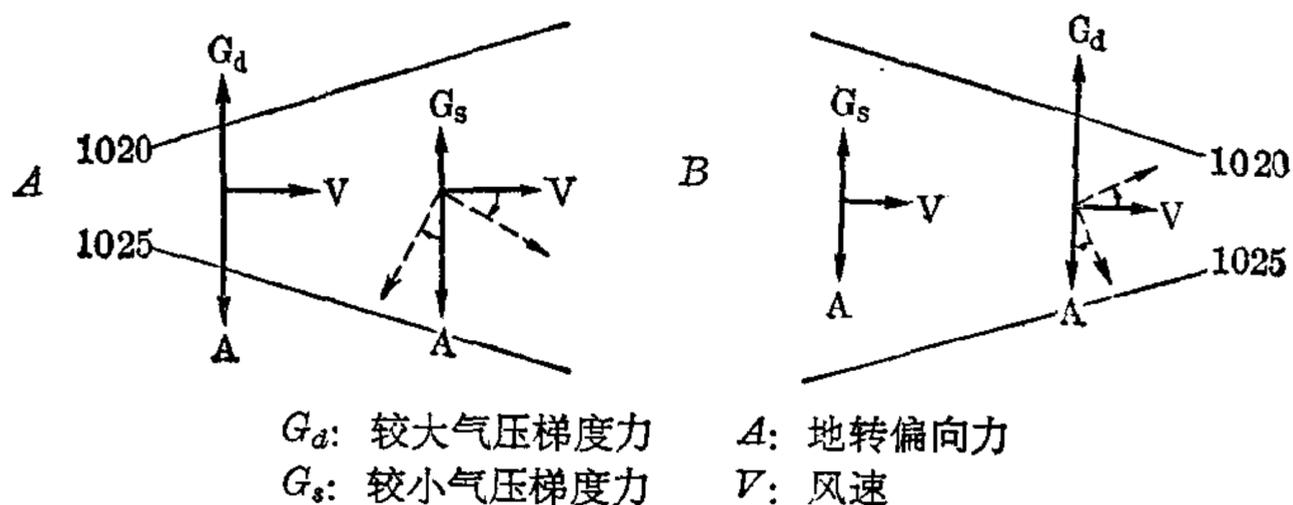


图 4-9 气压梯度沿气流方向的变化破坏了风的平衡

这样被破坏了，矛盾斗争又进入新的不平衡的阶段。图 4-9B 的情况与此类似，但一切过程相反。

这种不平衡状态是否会无限止地发展下去呢？这却又不会。矛盾着的双方，依据一定的条件，各向着其相反的方面转化。不平衡发展到一定程度，就会向平衡的方面转化。当风向偏离等压线偏向高压一侧时，气压梯度力在风的反方向便立刻产生了有效分力而迫使风速减小。风一旦小下来，地转偏向力也跟着减小，于是它与气压梯度力之间的力量对比又逐渐趋向平衡，风也就不会无限止地偏向高压一侧，而是偏转到一定程度便不再偏转。这样看来，风偏离等压线，但又不远离等压线，气压梯度力和地转偏向力的平衡破坏了，但立刻又建立新的平衡。然而随着风的行进方向上气压梯度时大时小的改变，这种新平衡一旦建立，又会遭受破坏。世界上一切事物就是在这样反复的矛盾运动中发展和前进着。风也就在气压梯度力和地转偏向力从不平衡到平衡，又从平衡到不平衡反复的矛盾运动中，沿着曲曲弯弯、时而开阔、时而狭窄、时而向南、时而向北的等压线“河道”，一会儿偏向高压一侧，一会儿又偏向低压一侧，不断地变化着前进。

了解这种矛盾运动的过程，可以帮助我们进一步认识和掌握风的规律。我们应用“风向与等压线平行，风速与气压梯度成正比”的规律，只是在气压梯度力和地转偏向力平衡的条件下得出的。而实际大气中，这种平衡往往是暂时的，经常的情况则是不平衡，因此用气压分布从理论上推算的风往往与实际的风之间有一定的偏差。但是这种偏差又会在平衡转化的条件下愈来愈小。大气就象一个自动调节器一样，气压梯度力和地转偏向力间的平衡与不平衡可以自动调整。虽然很难达到绝对的平衡，实际风也很难和等压线保持绝对的平行，

但风向始终在等压线两侧偏离得不太远。因而理论上的风与实际上的风仍然非常近似，气压与风的关系一直被广大气象台站作为大气运动的规律而被利用着。

摩擦力对风的影响

风在天空里吹着，有时候轻盈地掠过，有时候急促地奔走，高兴的时候拨弄电线弹奏着虽然单调却有节奏的乐曲，发怒的时候则拔树倒屋，倾覆舰船。看样子风在天空里是自由自在的，它爱怎么活动就怎么活动。

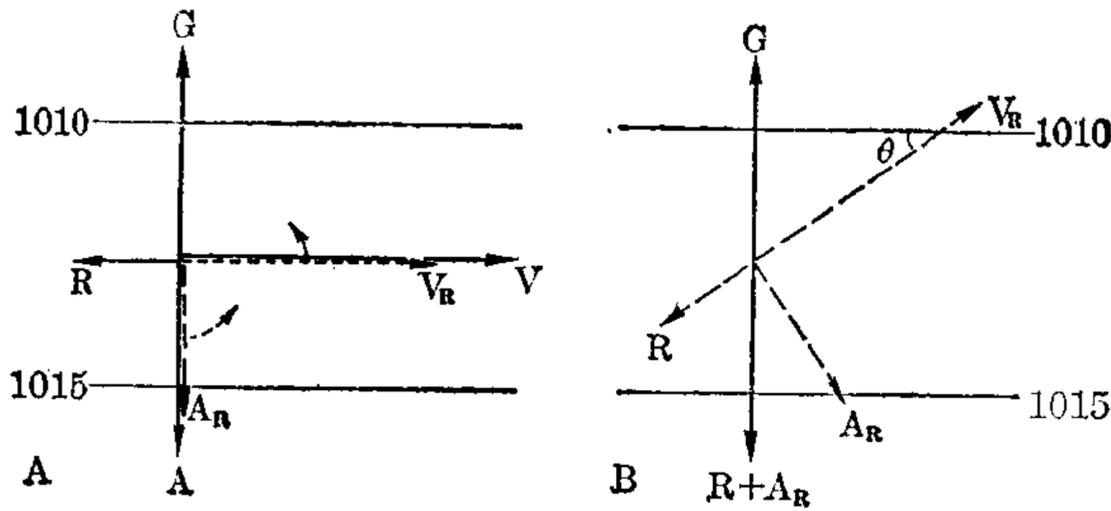
其实风才是最不自由的。它的一举一动都要受到气压的控制，轻步或者狂奔也都是由气压梯度力在操纵的。甚至它朝什么方向走，走什么路线，都得循规蹈矩，按照气压梯度力和地转偏向力共同规定的准则行事。在离地约 1.5 公里以上的高空，那里的大气虽被人们称为自由大气，却没有运动的自由。那里的风怎么个吹法，就得看这一层高度上气压分布的形势来决定。风只能近似地顺着等压线的“河道”曲曲弯弯地流动，“河身”狭窄的地方不许轻步慢走，“河身”开阔的地方又不准狂奔呼啸。

至于在离地 1.5 公里以下的近地面层大气里，风不仅受到气压梯度力和地转偏向力的制约，而且还受到地面摩擦力的干扰。地面摩擦力的影响可以达到 1.5 公里的高度，因此 1.5 公里以下的气层就被称为摩擦层。

在摩擦层里，风走在粗糙不平的地表面，受到摩擦力的作用，气压梯度力给它“规定”好的风速不得不减小下来。由于地表粗糙程度不一，摩擦力的大小不同，风速减小的程度也就不同。一般来说，陆面摩擦力比海面大；而在陆面上的摩擦力，山地又比平原大，森林又比草原大。

摩擦力不仅会削弱风速,同时也干扰了风向,破坏气压梯度力与地转偏向力之间的平衡。

看图 4-10A。在气压梯度力 G 和地转偏向力 A 平衡的条件下,风本来沿着等压线方向等速前进(V),但摩擦力从它背后拉一把,风速减小为 V_R ,地转偏向力由于风速减小也跟着减小为 A_R ,于是气压梯度力便超过被削弱了的地转偏向力而把风拉向低气压一侧。这时候地转偏向力为了与风向保持垂直,摩擦力为了与风向保持反向,它们都跟着风向一起向左偏转。虽然摩擦力和地转偏向力不在一个方向上,它们之间始终保持一个直角,但它们仍然联合起来,共同和气压梯度力相抗衡(图 4-10B),当它们的合力 ($R+A_R$) 偏转到和气压梯度力大小相等方向相反时,矛盾着的双方力量对比又恢复到平衡状态。不过不是简单地重复原先的平衡,而是在出现了新的条件——摩擦力的参与下达到新的平衡了。这时候风便以稳定的速度和一定的交角 (θ) 斜穿等压线从高压一侧向低压一侧吹去(图 4-10B 中 V_R)。



G : 气压梯度力 A : 地转偏向力
 V : 风速 R : 摩擦力
 A_R : 有摩擦力时的地转偏向力 V_R : 有摩擦力时的风速

图 4-10 摩擦力怎样影响风向风速

这种有摩擦力参与,气压梯度力与地转偏向力、摩擦力保持平衡条件下所产生的风称为摩擦风。摩擦力愈大,摩擦风的风速就愈小,向左偏转和等压线之间的交角也愈大。根据调查和统计,这种交角在海洋上为 $15\sim 20$ 度,在陆上一般达到 $30\sim 45$ 度,而在崎岖不平的山地区域,甚至比这个角度更大。这样,先前总结的气压与风的关系也得作某些修改了:背摩擦风而立,在北半球,高压在右后方,低压在左前方(图4-11);在南半球,高压在左后方,低压在右前方。如果说,在高空自由大气里,风近似地顺着某高度上等压线“河道”流去,那么在地面上,风虽也顺着等压线的“河道”流,但同时又向低压一侧泛滥开去。

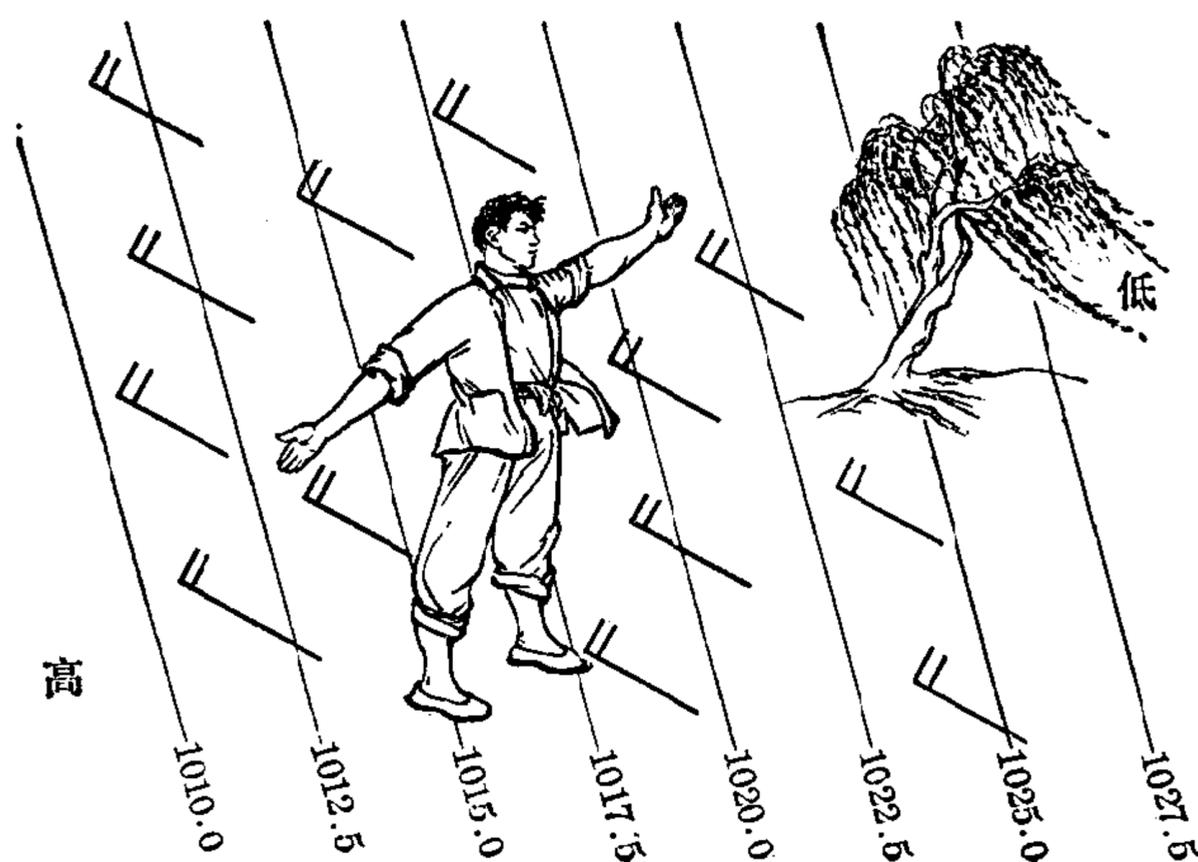


图4-11 在北半球,背摩擦风而立,高压在右后方,低压在左前方

在高低气压的区域,等压线的“河道”是以高低气压中心为中心,呈环形闭合的。如果是在高空自由大气里,按照气压与风的关系,风近似地沿着闭合等压线的“河道”环行流转,在

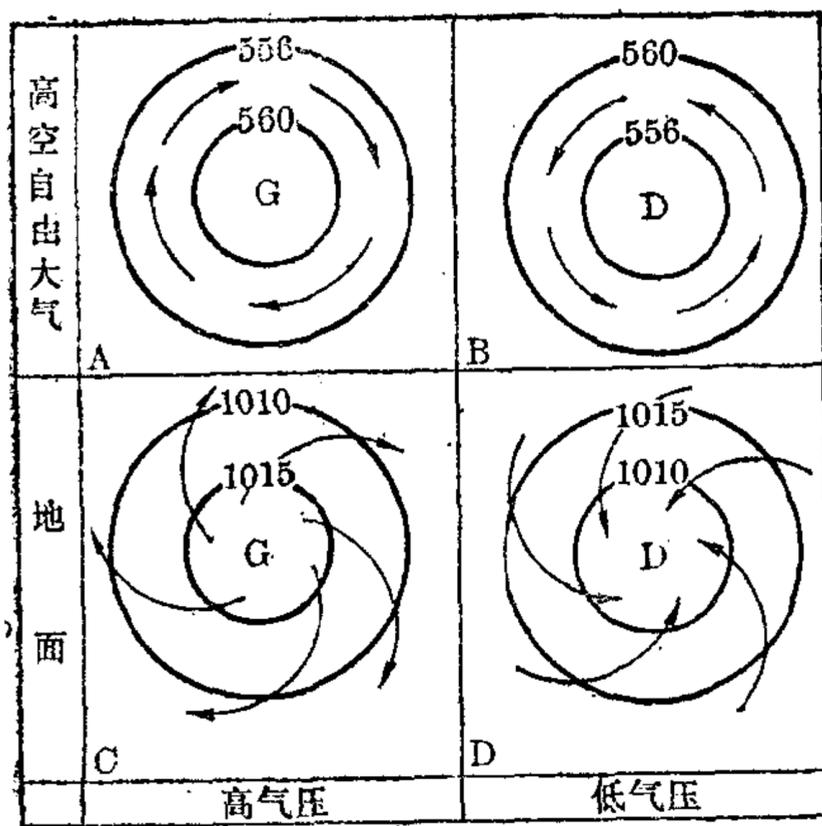


图 4-12 高低气压区域的气流

高压区以顺时针方向流转，在低压区以逆时针方向流转（图 4-12A, 4-12B）。如果是在地面，则按照气压与摩擦风的关系，在高压区，风一面以顺时针方向流转，一面向周围气压低的地方辐散开来，形成顺时针外流的螺旋式气流；而在低压区，风一面以逆时针方向流转，一面向低压中心区域汇流辐合进去（图 4-12C, 4-12D），形成逆时针内流的螺旋式气流。

热极生风

至此，风为什么吹起？又为什么从高压斜穿等压线吹向低压的原因基本上已经揭开了。

风是由气压分布的差异所引起的，但引起各地气压差异的原因又是什么呢？这里先从劳动人民的实践经验“热极生风”说起吧。

就字面上看，“热极生风”的意思是说：一个地方热得太厉害，不久便会产生大风。夏天雷雨大风之前，空气往往热得出

奇；而在冬天天气回暖，热得反常的时候，不久也会有冷空气大风来临。

热与冷是比较而存在的，你这个地区热得反常了，别的地区和你区一比较，就会比出冷来了。如果那里原来受冷空气控制，那和你区之间冷热的差异就更大了。

在一定条件下各种矛盾运动都可以互相转化。冷热的矛盾也可以转化为气压高低的矛盾：热空气发生膨胀，就引起该区空气密度的减小，结果是单位面积上承受的空气柱重量也减小了，这就是说，那里的气压降低了*（图 4-13 右侧）。按同样的道理，相反的情况，一个地区冷下来的结果会引起气压的升高*（图 4-13 左侧）。可见，两地间如果发生了冷热的差异，就会相应地引起气压的差异，冷热差异越大，气压差异也越大。

两地间气压差加大了，气压梯度力就会增加，风也越刮越有劲了。迅猛异常的雷雨大风和冷空气大风，就是因为雷雨地区、冷空气地区和你区之间发生了很大的温度差，从而引起很大的气压差和很大的气压梯度力而产生的。这样，冷和热的矛盾运动，通过气压高低的矛盾，最后又转化为风的矛盾运动、热运动转化成为风的机械运动。

然而，这种矛盾运动的转化过程还没有完结：风刮起来以后，川流不息地到处奔走，它从南方刮到北方，又从北方刮到南方，从暖的地区刮到冷的地区（气象上称为暖平流，常用高

* 温度降低使气压升高，温度升高使气压降低，这只是在大气低层的情况。在大气高层，情况正好相反，当温度降低时，气压也降低，温度升高时，气压也升高。这是因为：空气柱冷却收缩时，不仅从四周向内收缩，同时也由上向下收缩，结果空气质量都向下转移，即伴随而出现下沉运动，上层的空气柱质量相对减少，因此高层气压降低。而相反的情况，高层温度升高则引起气压升高。

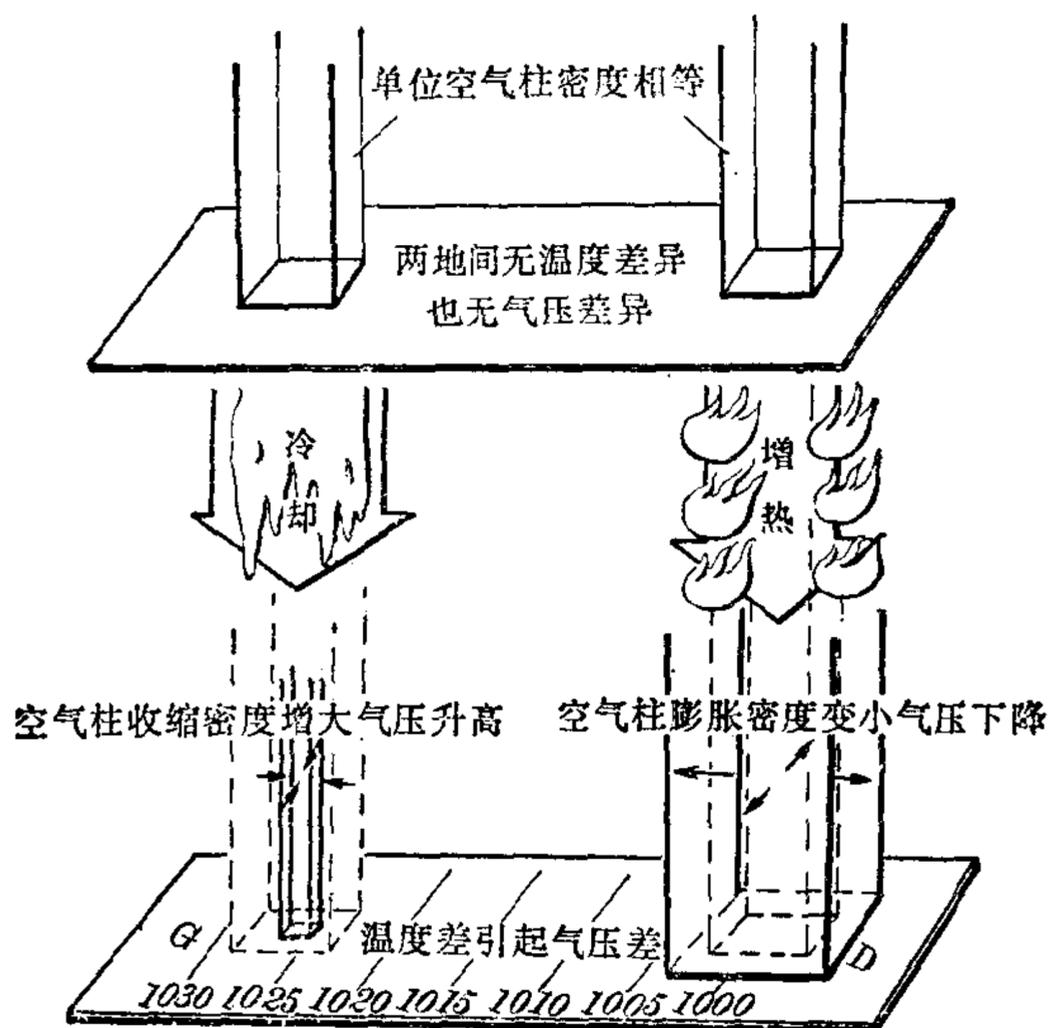


图 4-13 冷暖矛盾转化为气压高低的矛盾

空等压面图上等高线*与等温线迭加在一起来分析,如图 4-14 所示),又从冷的地区刮到暖的地区(气象上称为冷平流,如图 4-14 所示),使冷暖空气来来往往。这样风就很自然地成为传送热量的角色。它每走一步就会引起经过之处温度的改变,从而使各地之间的温度差异发生变化**。于是风的机械运动终于又转化为冷与热的矛盾运动。然后,冷与热的矛盾运动又可通过气压高低的矛盾转化为风的机械运动……这种转化过程,一次次地循环,没完没了。恩格斯说:“机械运动通过这个过程转化为热。为了完成这个过程,

* 高空等压面是空间气压相等的曲面,形如地形起伏。等压面上海拔高度相等的连线称等高线,等高线的分布形势与水平面上等压线的分布是一致的。参见第八章第一节。风与等压线关系的准则也同样适用于等压面上的等高线,故从等高线的分布就可以推知气流的分布。

** 当然,各地间温度差异的改变有许多因素,风的热量输送仅是原因之一。

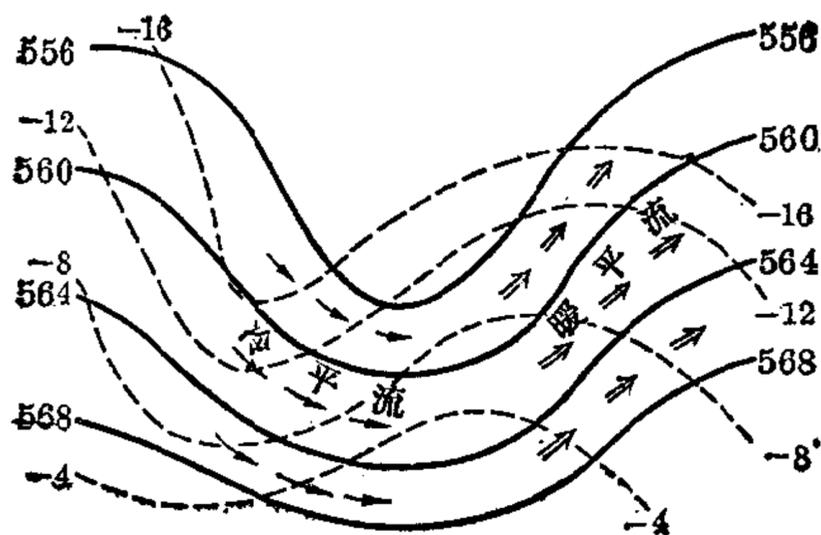


图 4-14 冷平流与暖平流(实线为等高线,虚线为等温线)

它必须再反过来,必须把热转化为机械运动。只是在这个时候,过程的辩证法才充分地实现,过程才完成一个循环”。大气中温度与风的互相循环转化的过程正是恩格斯早已指出的这种辩证的过程。

风的队伍

温度的变化引起了气压的变化,但气压的变化并非全都是温度变化所引起的。风也能使气压发生变化。在探究这个问题之前,应该先熟悉风的行动方式。

风在地球上来来往往,川流不息,常常不是小块空气的单独行动,而是由许许多多小块空气所组成的浩浩荡荡的气流队伍。队伍的排列形式尽管多种多样,但都按照整齐的步伐有条不紊地前进。

为了一目了然地了解风的队伍在地理上的分布,最好分析流线图。流线图是根据同一时刻的各地风的资料来分析的。图上用一条条与各地风向始终保持平行的矢量来表示,就称为流线。流线的型式,真是形形色色,五花八门,各具个性。但仔细分析,在个性中存在着共性。根据这种共性可以把流线的组合型式大体上分成下面五大类,有的大类中还分

若干小类。

第一类是平直气流(图 4-15A)。这种最简单的气流型式是由许多互相平行的流线组成的, 它们都朝着同一个方向并肩前进。

第二类是散合气流。这是辐合气流和辐散气流的总称。散合气流的组合型式又有许许多多多种(图 4-15B~K)。它们各有各的特点, 也有共同的特点。共同点是它们都由一条条平直的流线所组合起来的, 风沿着这种流线行进时, 彼此之间的距离时刻在发生变化。在辐合气流内, 各条流线或者互相靠拢(图 4-15B), 或者朝着一个称为辐合点的地方从四面八方汇集拢来(图 4-15C), 或者朝着一条称为辐合线的界线相对而行(图 4-15D), 等等; 在辐散气流里, 情况正好相反, 流线或者互相分开(图 4-15G), 或者从一个称为辐散点的地方向四面八方分散开去(图 4-15H), 或者一对对流线背朝背地向相反方向射出去(图 4-15I), 等等。

第三类是曲线气流。这类气流在行进中的路线呈弯曲的形状, 但流线之间的间隔距离保持不变, 风沿着这种流线前进的速率也都一样, 只是方向时刻都在改变。如果弯曲的行进路线呈逆时针方向, 就称为气旋性弯曲(图 4-15L), 呈顺时针方向则称为反气旋性弯曲(图 4-15M)。

第四类是具有切变形式的气流。这类气流虽由平直且彼此平行的流线所组成, 但风沿着两侧的流线向前时速度却不一样, 这种状态称为气流的切变。如果沿着气流方向的右侧风速大于左侧, 就称为气旋性切变(图 4-15N), 若右侧风速小于左侧则称为反气旋性切变(图 4-15O)。如果有两股呈气旋性切变的气流, 互相平行而方向相反, 则它们之间的分界线就称为切变线(图 4-15P)。

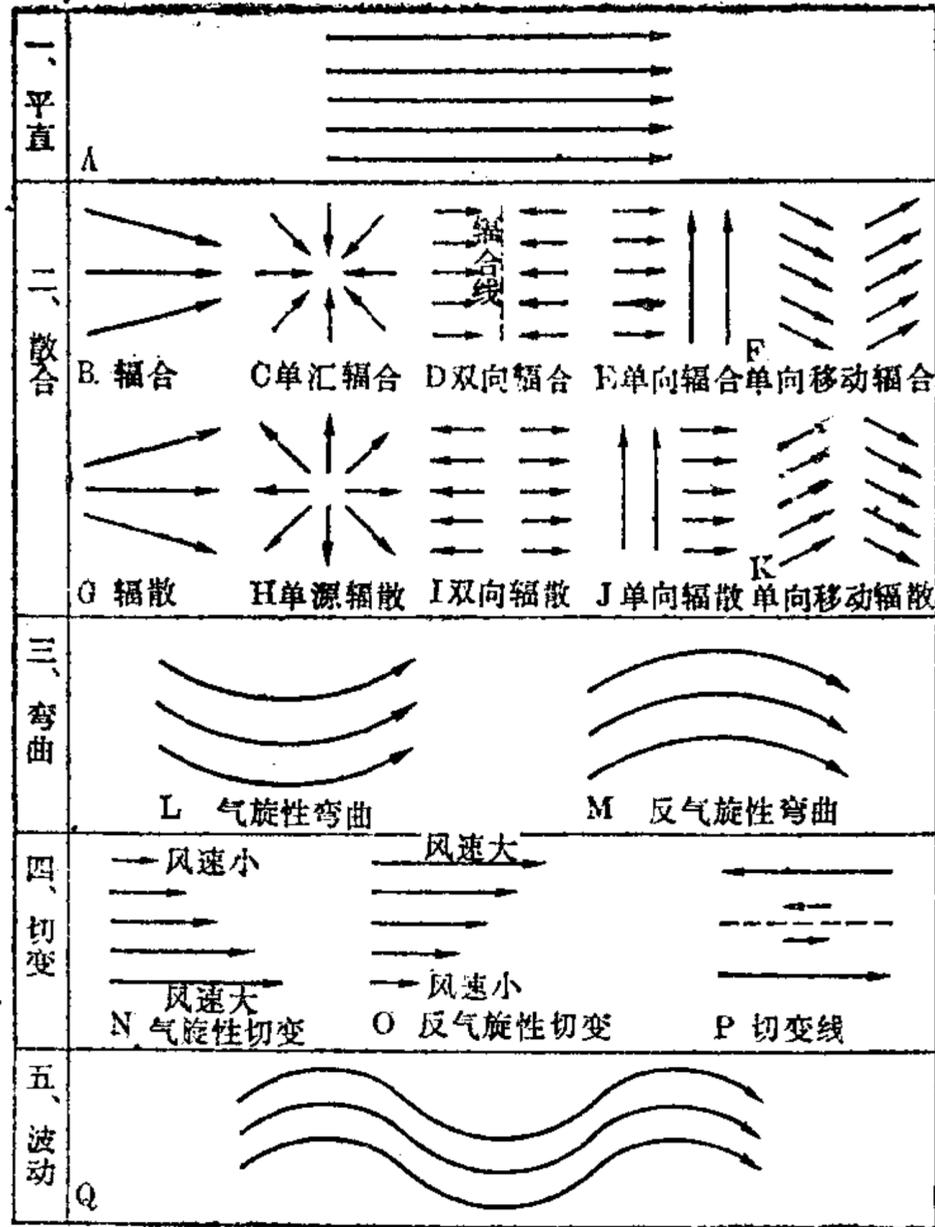


图 4-15 形形色色的风的队伍(图中矢线均为气流线)

第五类是波状气流(图 4-15Q)。这种气流形如波浪,它实际上是由呈气旋性弯曲和呈反气旋性弯曲的两种基本气流前后相间地组合而成的。

以上五类是气流的基本型式。而在实际大气中,风的队伍往往兼有各种类型的特点。譬如既有气旋性弯曲,又同时有辐合的特点(图 4-16A),或又同时有辐散的特点(图 4-16B);又如既有反气旋

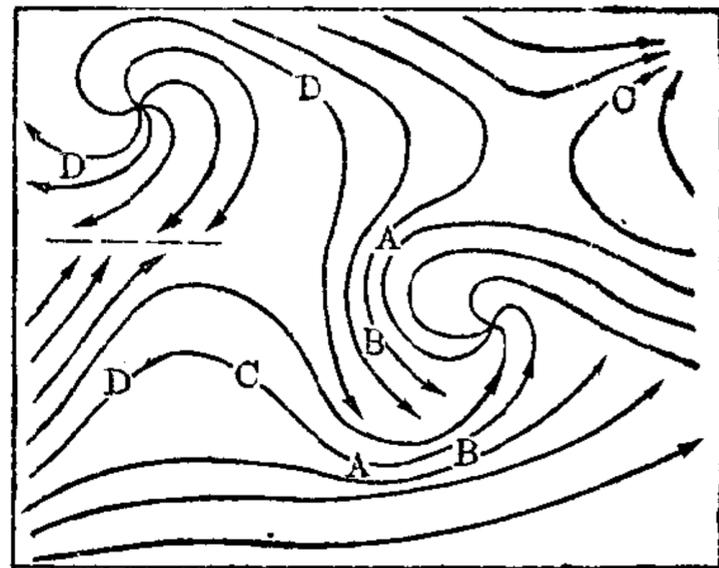


图 4-16 流线图示意

弯曲,又同时有辐合和反气旋切变的特点(图 4-16C),或同时又有辐散和反气旋切变的特点(图 4-16D)。

风的队伍形形色式,这样复杂多变,人们化不少精力研究它干什么呢?

用处是很多的。例如从风的队形里可以寻找引起气压变化的奥秘,这也是我们下面正要关心的问题。另外,风的各种队形还和大气中的升降运动有着极为密切的关系,人们如要研究与云雨生消紧密相联的大气升降运动,那也得把风的分布状况作一番研究。

风对气压的反制约

风,本来是受气压制约的。但在一定条件下,风也可以对气压进行反制约。在散合气流占据的地区,那里的风就具备了对气压进行反制约的条件。辐合的风可使气压升高,辐散的风则使气压下降。

这种道理不难明白:在有风辐合的地区,那里的空气一边流动,一边互相靠拢,甚至从四面八方汇聚到一起。这样就势必引起辐合地区空气密度的增加,于是单位面积上所受空气柱的重量加大了,气压升高起来;同样道理,相反情况,在有辐散的地区,那里的空气越吹越散开,空气密度不断减小,于是单位面积上所受空气柱的重量减轻了,气压降低下来。

按照这种道理,在空气外流、风向辐散的高气压地区,气压应该不断下降;而在低气压区,空气内流,风向辐合,则气压应该不断上升。由此而得出的结论是:高气压区气压降低,低气压区气压升高,它们的强度永远处于减弱之中。

这个结论当然是荒谬的。如果高气压和低气压的强度永远没有增强的时候,那它们一开始是从哪里来的呢?有增强,

才有减弱,这是事物发展的客观规律。客观事实证明:不论是高压还是低压,它们的强度不断在变化着,既有增强,也有减弱。

那么问题在哪里呢?

原来风的辐合和辐散在地面和高空并不是完全一样的。地面是辐散,高空就可能是辐合。地面是辐合,则高空可能是辐散,甚至有时候辐合辐散的层次相互间隔有好几层*。而一地气压的高低是由整个大气柱的重量来决定的,因此整层大气柱中同时存在的辐合和辐散,对地面气压的升降便有相互抵消的作用。最后,地面气压是升是降就要看各层辐合辐散的总效果了。若总效果是辐合,则地面气压上升,高压加强,低压减弱;若总效果是辐散,则地面气压下降,高压减弱,低压加强。可见,风要实现它对气压的反制约,还是一个比较复杂的问题,必须综观整层上下,进行全面分析,才能得出正确结论。

通过以上各方面的分析,可以知道,风是大气中各种错综复杂的矛盾运动的产物,是受许多因素影响的。但归结到底,造成风的直接原因是气压分布的差异。

至于气压与风的关系则又是一种相互制约相互影响的辩证关系。气压制约风,风又在一定条件下反过来对气压进行反制约。气压的差异产生了风,风的散合又改变着气压,使气压分布进行调整,风又在新的气压梯度力制约下运行,然后又在新的散合条件下再次反过来去制约气压的变化……,这样的过程真是没完没了。它们互为因果,相互推动发展,但又不能把它们等同起来。气压制约风,这是绝对的,决定性的。没有气压的差异,就没有风。而风对气压的反制约则是有条件

* 参见本章第三节。

的,非决定性的。风在一定的气流条件下可以改变气压,但气压的改变并非全靠风。在没有风的辐合辐散条件下,甚至连风本身都不存在,即静风情况下,气压的差异照样可以发生,气压依旧可以受别的因素影响而发生变化。

第三节 茫茫大气 为何沉浮

风的队伍与大气沉浮

风的队伍在地球上来来往往。人们通过千百年来实践、认识、再实践、再认识,终于掌握了风的运行的秘密,不仅从流线上看到了风的运行队伍以及它们各种各样的组合型式,而且还揭露了运行的指挥力量——气压梯度力和地转偏向力,以及运行中的阻力——摩擦力。

但是这些问题还不是风的运行的全部秘密。譬如说,风的辐合队伍从四面八方开进了低气压区域,终止在低气压的中心点,队伍只见进,不见出,到底转移到哪里去了呢?又譬如说,风的辐散队伍从高压的中心点向四面八方开出去,队伍只见出,不见进,它们又到底从何而来呢?

当然,要弄清这些问题也是不难的。就拿低气压地区来说,风的辐合队伍都集中到低气压的中心点,当然容纳不下啊!怎么办呢?入地是无门的,那便只有上天了。于是风的辐合队伍就在低气压区转化为空气的上升运动,升向天空。而在高压地区,风的辐散队伍不断从高压区出发,那里的空气越来越少,从何处得到补充呢?地下当然冒不出来,那便只有取自上空了,天上的空气就被“吸引”下来形成下降运动,到达地面就转化为风的辐散队伍。

在不是高低气压中心附近的地区,那里的风的散合队伍

具有别的组合形式*，虽然风不象高低气压区域那样辐合到一点，或从一点向四周辐散，但只要是具有辐合或辐散型式的风，都会不同程度地产生空气的上升或下降运动，辐合或辐散的风吹得愈猛，上升或下降的运动速度也愈快。恩格斯指出：“一个运动是另一个运动的原因”，在这里，正是风的辐合辐散运动，成为另一个运动——大气的升降运动的原因**。

以上说的都是地面的情况，至于在高空大气中，情况就不象地面那么单纯了。

在高空，风的辐合可以产生空气的上升运动，也可以产生下降运动；同样，风的辐散也存在空气上升或下降的两种可能。一般来说，在辐合层的上部会形成上升运动，而其下部则形成下降运动；在辐散层的情况则相反(图 4-17)。

毛主席教导我们：“每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着。”大气是连续存在的物质，每一个空间里的空气运动都互相联系着、互相影响着。某一空间出现风的散合，必然会影响到四周上下空气质量的调整，从而导致周围空间辐合辐散和上下气层升降运动的变化。实际上，大气中的辐合空间和辐散空间，上升运动区域和下降运动区域往往是交错重迭、相间出现的。图 4-17 就是通常称为“散合补偿原理”的散合空间分布示意图。这一张图清楚地揭示了高层与低层之间，这一空间与相邻的那一空间之间，风的散合运动与大气升降运动之间相互联系、制约的紧密关系：

近地面层的辐合引起上升运动，上升运动导致高层的辐散；而高层辐散也可以引起它下面气层的上升运动，这种上升

* 参见本章图 4-15 B~K。

** 反过来看，大气的升降运动同样也可成为风的辐合辐散运动的原因，详见后面。

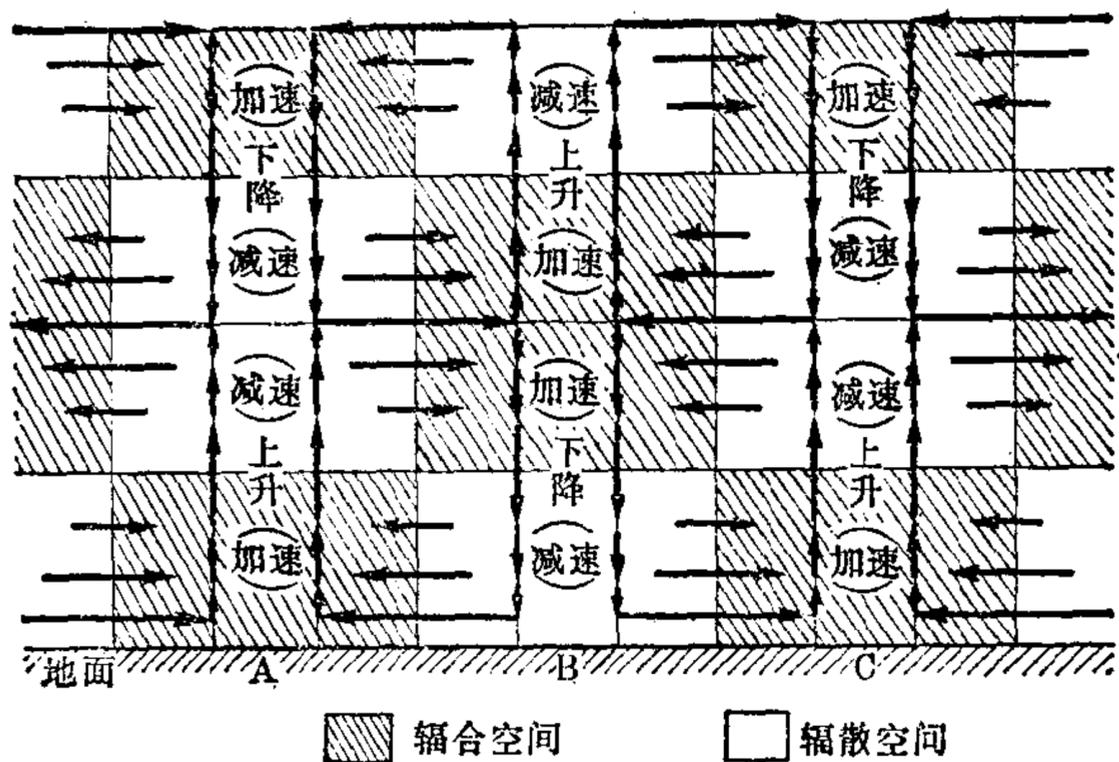


图 4-17 大气中散合运动与升降运动的空间分布

运动又诱使近地面层发生辐合(图 4-17A、C)。

近地面层的辐散引起下降运动,下降运动导致高层的辐合;而高层辐合也可以造成它下面气层的下降运动,这种下降运动又迫使近地面层发生辐散(图 4-17B)。

这一空间的辐散引起了周围空间的辐合,周围空间的辐合也可以引起这一空间的辐散;那一空间的辐合引起了周围空间的辐散,周围空间的辐散也可以引起那一空间的辐合。而所有这些结果又都导致了上下气层升降运动的发生。

你看,它们就是这样既相对立,又相联结,互为因果,互相转化。风的散合运动和空气的升降运动,或者说,大气的水平运动和垂直运动,就永远在这种对立统一的规律中不断地发展变化着。

在风的辐合辐散队伍里,除了那些恰好在辐合点或辐合线的地方以外,水平方向的风并不完全转化为垂直方向的升降运动。因此产生的升降运动总是寄寓于风的水平运动之中,水平运动中包含着垂直运动,结果就成为一种斜升或斜降的

运动,好象人沿着山坡上下一样。而在高低气压区域里,由于那里的风是一种顺时针或逆时针地刮着的旋风,因此当垂直运动和水平运动结合起来,就成为一种螺旋形上升的或螺旋形下降的运动。实际上,这种升降运动的速度是很小的。风速的单位以米/秒来计算,而散合运动引起的升降运动速度的单位却只能用厘米/秒来计算*。尽管如此,由于它的作用时间很长,最后升降的高度仍然很可观。例如一股只有每秒升高5厘米的斜升气流,经过一昼夜就可以使地面的空气爬升到4320米的高空。但是得走很长的路程才能到达这个高度。假如在爬升过程中平均风速为10米/秒,就得跨越864公里的距离。可见,上升速度虽小,影响的范围却很大,而且最后仍然可以升至高空,因而对广大地区云雨的生成具有很重要的作用。

大气中的对流运动

前面提到的大气中的升降运动都是斜升斜降或者旋升旋降的。有没有直上直下的升降运动呢?

有,大气中的对流运动就是笔直上下的。

虽然大气中对流运动范围一般比斜升斜降运动或旋升旋降运动小得多,但它的升降速度却比它们大得多。它的“水平”可以和风速相比较量,不但也用每秒米为单位来计算,在猛烈的对流运动中,升降气流的速度甚至可以超过50米/秒!比十二级台风的风速还要强!

水平运动的风是受气压制约的,那么直上直下的对流运动又是什么力量促使发生的呢?

要回答这问题并不难。对流运动不仅大气中有,人们日

* 一般只有1~10厘米/秒。

常生活里也常常会碰到,因而从日常生活里可以得到启发:水锅里沸腾的开水,中间水向上冒,锅边水往下沉,这种对流的产生是因为锅底在加热(图 4-18B)。当你焚烧纸堆的时候,纸片和灰烬立刻成了一种“示踪物”,显示着空气流动的路线:从火堆上升,在空中流向四周,又从火堆四周下沉,然后又进入火堆。这种对流运动的产生也是因为火在把空气加热(图 4-18C)。可见,热力作用可促使对流运动发生。

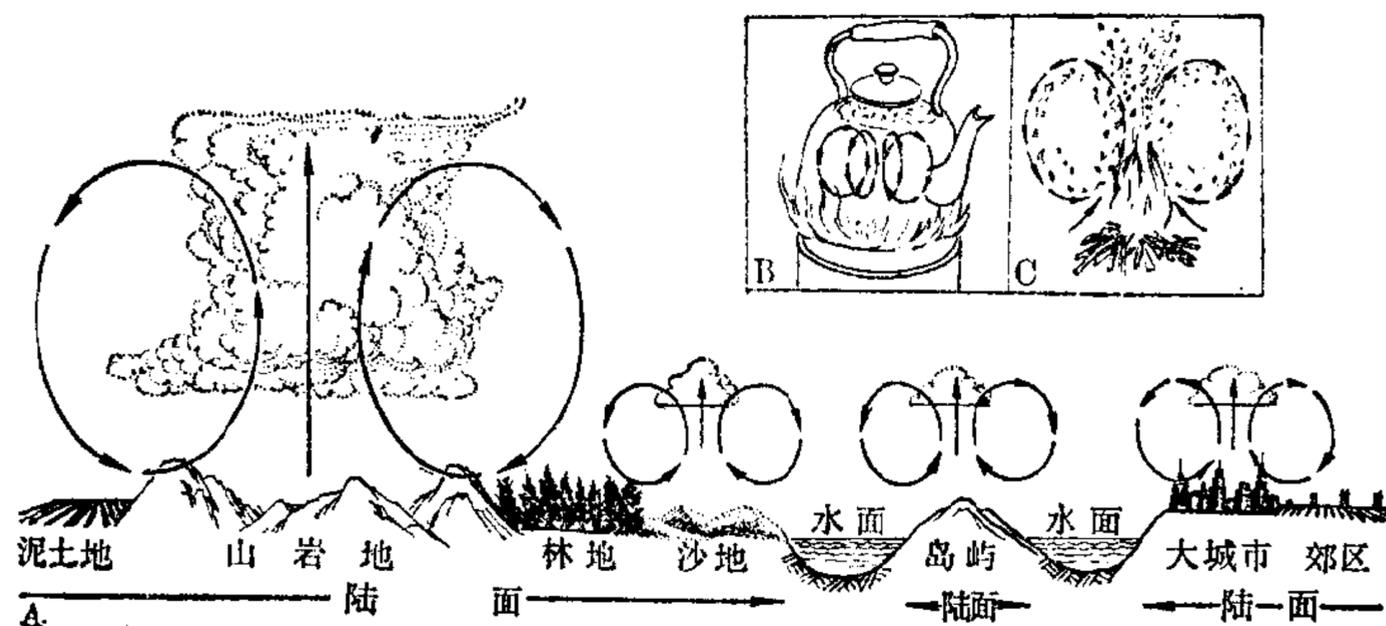
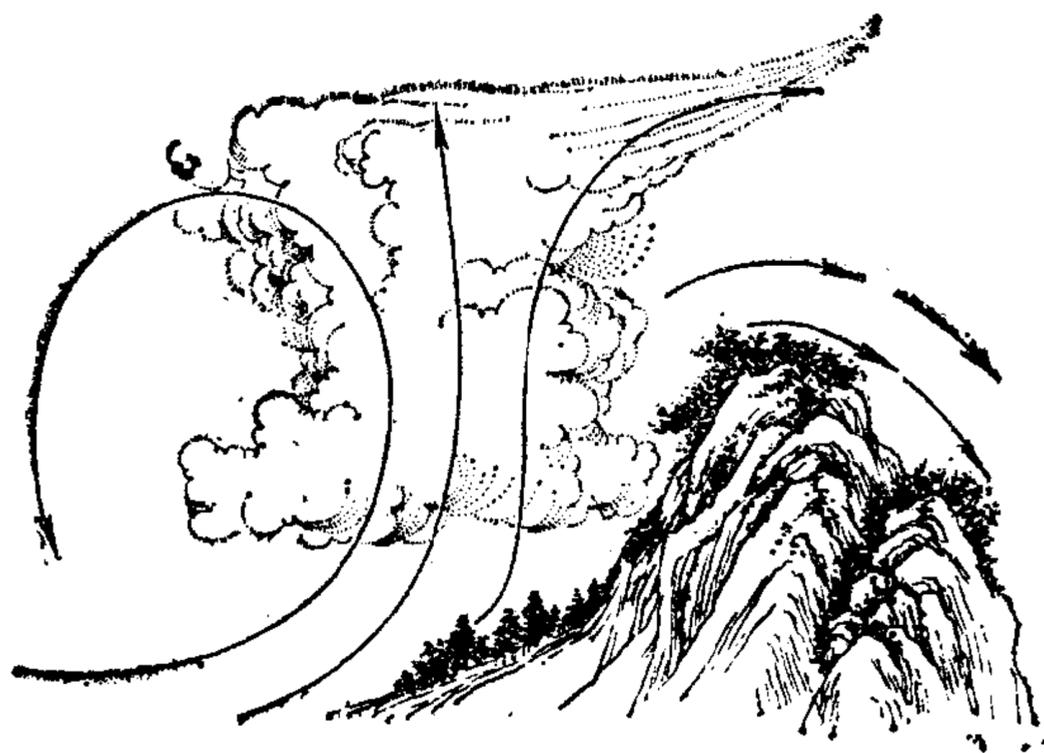


图 4-18 热力对流的形成

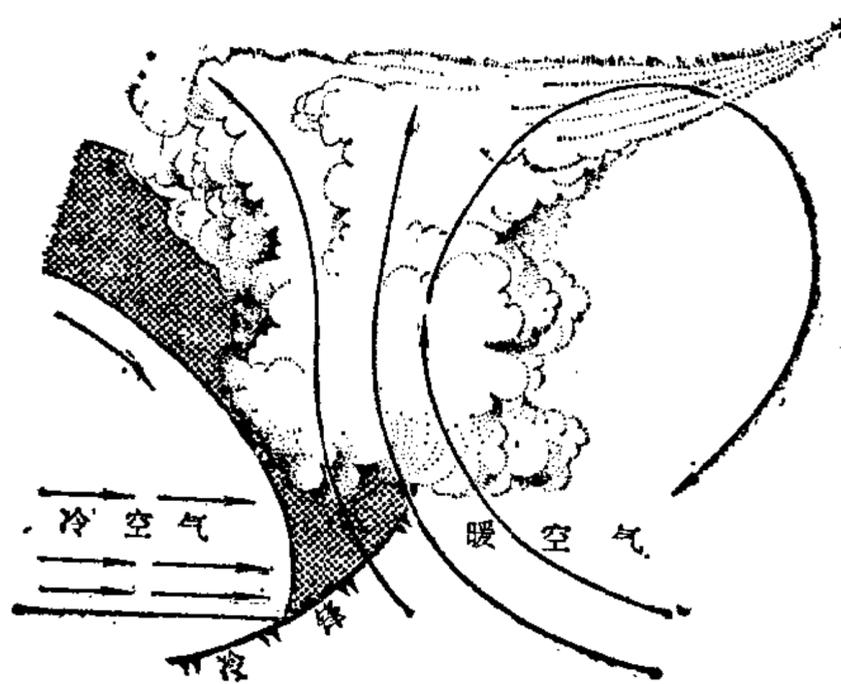
在大气中,有一些对流运动的产生,和沸水、火堆上空气产生对流的道理是一样的。地表好比一只“大炉子”,当然生这种“炉子”不用煤,也不需点火,而是靠着阳光照射时送来的热量。由于地表的性质千差万别,它们吸收和传导热量的本领都不一样,在同样强度的阳光照射下,水面能把大量热量吸收进去并传至深层,而陆面这种能力就较差。即使在陆面上,山岩地、沙土地、城市工厂区的吸热和导热本领也都相对地比泥土地、森林地、郊区农田地为差。结果,在这些地区太阳的热量都被用来升高地表的温度,发挥了“炉子”的作用,把地面的空气烤得热烘烘、轻飘飘的,往上浮升。在这些地区便产生

了空气垂直上升的运动。而在水面、泥土地、森林地、郊区农田地带则空气相对下沉。这就构成了大气中的对流运动。这种由地表受热不均引起的对流就称为热力对流(图 4-18A)。

风在一定条件下也可以促使大气发生对流运动。住在山



A: 地形抬升



B: 锋面抬升

图 4-19 动力对流的形成

区的人们常常看到山脉的迎风坡上很易发展起高耸的雷雨云，这种云的出现是大气中发生强烈对流运动的标志。那儿有强劲的风一股股地冲向山脉的迎风坡。山是石头构成的，风当然不能冲破它，倒是风自身给山脉抬升了起来，转变成一股股强烈的上升气流，迎风坡上一股股对流运动就这样发展起来了(图 4-19A)。还有在冷空气向南进军的前线——冷锋地带，也是最易发生对流运动的地方。那里的冷空气象一把楔子一样猛插到暖空气的下面，暖空气经不起冷空气大风的猛烈冲击和抬举，被迫升向上空成为一股强盛的上升气流，于是在冷锋附近就产生了一股股的对流运动(图 4-19B)。无论是冷空气里的风冲击暖空气造成的对流运动，还是风冲击迎风坡造成它自身转化的对流运动，其触发力量都是风，都是风带来的动力，都称为动力对流。

浮力与重力

说到这里，是什么力量触发对流运动的问题就算解决了么？答复是解决了，又没有完全解决。对于那些范围不大，只在近地面层发展的小规模对流运动来说，只要有热力和风带来的动力，是容易形成的，这就算是解决了。但是对于那些范围很大，发展得很高，甚至达到整个对流层大气的大规模对流运动来说，光有地面受热不均或受风力冲击等条件那还不一定成。一般情况下，晴空白天地面空气多少总有点受热不均的现象，冷锋附近、迎风坡上，也多少总有一些风的动力作用，但却不见得都能发展成大规模的对流，而是有时候能，有时候则不能。这样看，提出的问题就又没有完全解决。当然还有进一步探究的必要。

地面加热作用和风的动力作用，对于深厚达 10~12 公里

的对流层大气来说，只能看成是促成对流运动的外部力量。但是，事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。空气之所以能发生大规模的对流运动，直上直下，其根本原因在于大气内部，在于大气内部的矛盾性。

粗看起来，要找出大气的这种内部矛盾也不难。打个比方，木块在水中上浮，铁块在水中下沉，而鸡蛋放在盐水中则可以做到不沉也不浮。这是水对物体的浮力*和物体自身的重力，它们在矛盾斗争中双方力量对比不同的结果。木块在水中浮力大于重力，因此上升；铁块在水中则重力大于浮力，因而下沉；而鸡蛋放在盐水里，浮力和重力恰好相等，于是既上不去，也下不来。在大气里，某一块空气本身具有向下的重力，周围空气对它也有一种使它上升的浮力，而空气块如果比周围空气暖，则它的密度比周围空气小，重量比周围同体积空气轻，于是浮力大于重力，暖空气块上浮；反之，冷空气块就下沉。因此当近地面空气受热不均时，空气块冷沉暖浮，就产生升降气流而形成对流。这种大气内部浮力与重力的矛盾性，就是造成对流运动的根本原因。这道理不是很简单么！

这道理固然简单，可是大气里的事情却要比水里的事复杂得多。在水里，木块、铁块和水都是不可压缩的。木块和铁块以及它们所排开水的体积和密度在升降过程中都保持不变，这样浮力与重力谁大谁小，谁起主导作用，一比就比出来了。可是大气是可以压缩的，随着高度的变化，气压在变，温度也在变**，密度跟着变。同时空气块在升降过程中，它的气压、温

* 按照物理学原理，浮力大小等于物体所排开的同体积液体或气体的重量。

** 气压随高度下降，但温度随高度变化较复杂，在对流层内总的趋势温度随高度降低，但在个别层次有时也有升高的。参见第三章。

度、密度也都在不断地变。更复杂的是上升空气块的温度和密度变化与周围的大气温度和密度变化又都不一样，空气块在升降过程中浮力与重力的对比也就在不断变化。究竟谁起主导作用，就不象木块、铁块在水里那样容易得出结论了。

稳定度与大气沉浮

影响空气块沉浮的因素是那么多：气压、温度、体积、密度，而且一切都在变化，真是千变万化，千头万绪。毛主席教导我们：“研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。”那么对空气块沉浮起决定作用的主要矛盾是什么呢？

浮力与重力的对比决定于空气块密度与四周大气密度的对比，而密度大小与气压、温度变化有关。但在空气块上升过程中，其气压与四周大气的气压时刻都相等，因此气压变化对浮力与重力的对比实际上是不起作用的。而空气块的温度与四周大气的温度则不仅存在差异，而且在空气块升降过程中的每一个高度上，与四周大气温度的差异都是不相同的。这就导致了空气块与四周大气密度的对比，随升降高度而变化，于是浮力与重力的对比也发生了变化。可见，温度的变化，或者具体一些说：空气块在升降过程中温度变化和大气温度随高度的实际分布，它们之间的对比关系就是主宰大气中任何一块空气块沉浮的主要矛盾。

现在先来分析矛盾的一方，即空气块在升降过程中温度是怎样变化的。为了讨论方便，先得有一个假定：空气块在升降过程中与外界不发生热量的交换。这种过程称为绝热过程。

既然热量与外界隔绝，那么空气块无论怎样升降，它的热

量既不吸进也不放出，其温度应该始终不变了。客观事实却是：在与外界绝热条件下，当空气块上升、气压下降时，气温也下降；而当空气块下降、气压升高时，气温也升高。这种温度变化的过程，前者称为绝热冷却，后者称为绝热增温，统称为温度的绝热变化。根据计算，空气块每升降 100 米，因绝热变化而使温度升降的数值很接近 1°C (图 4-20)。这种升降中的空气块温度随高度的变化率就称为干绝热垂直递减率*，简称干绝热直减率。

既然是绝热，那温度为什么还会变化呢？这是因为空气块在上升过程中因气压降低，体积就发生膨胀，正象氢气球上升因高空气压降低会使气球发生膨胀一样。空气块膨胀时，扩张了它的空间地盘，却得付出消耗能量的代价。空气块与外界是断绝热量往来的，消耗的能量只好取自它自身，于是它的温度便不得不降下来。这就是上升的空气绝热降温的道理。而下降空气绝热增温的道理是一样的，只不过一切过程和作用都相反罢了。

以上讲的都是空气没有饱和**时的情况，空气块在升降过程中不发生水汽的凝结。如果是饱和的空气块，在上升过

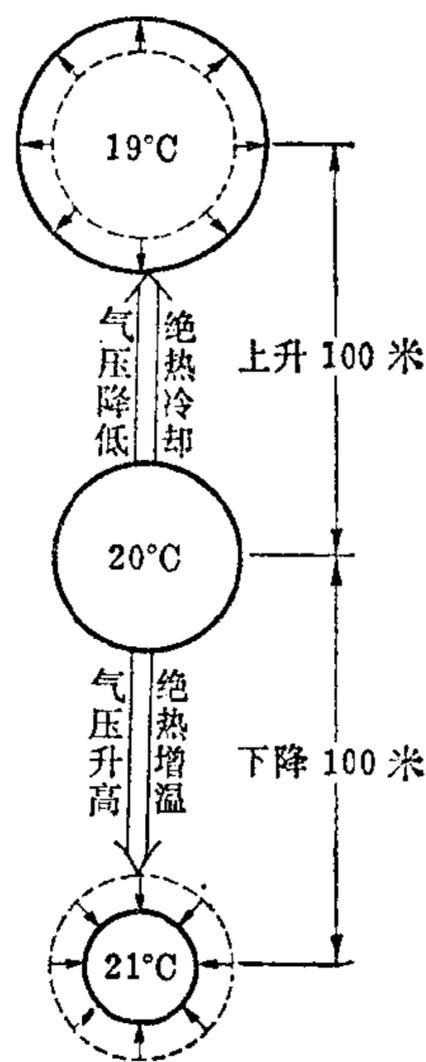


图 4-20 温度的绝热变化 (未饱和) (图中虚线为空气块胀、缩前原体积)

* 干绝热，是指空气未饱和时的绝热过程。若空气已饱和或过饱和，称湿绝热。

** 空气中水汽含量在一定温度下都有一个最大限度，达到这个限度时，就称为“饱和”，超过这个限度时称“过饱和”。空气在过饱和情况下，多余的水汽便会凝结成水滴或冰晶。详见第五章第一节。

程中发生了水汽凝结的现象,那情况就又复杂了。

一旦达到饱和的空气块只要稍稍上升,绝热冷却的作用

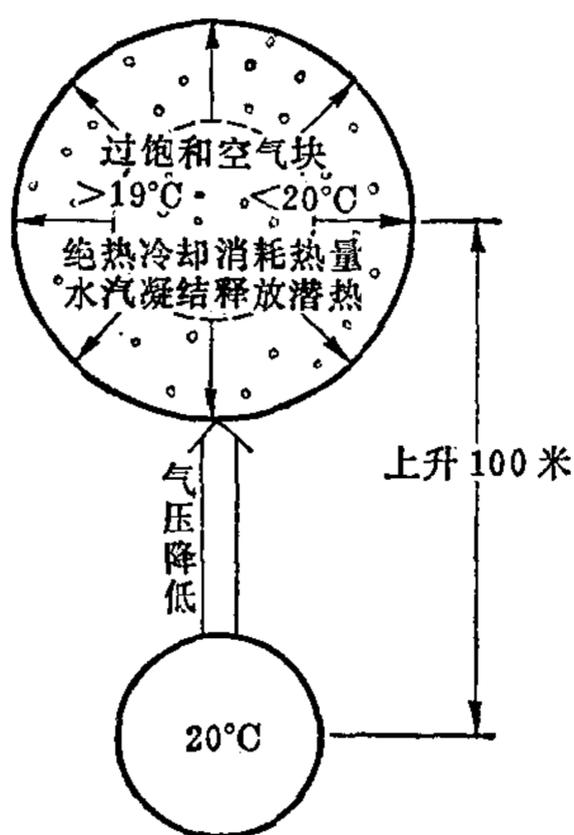


图 4-21 温度的绝热变化
(已饱和)

便马上使它达到过饱和状态,水汽被凝结出来了,同时也放出了潜热。由于潜热的释放,绝热冷却的作用便被抵消了一部分,其结果就使饱和空气块在上升运动中,绝热冷却的速度比未饱和空气块为慢(图 4-21)。饱和空气每上升 100 米,因绝热变化而降温的数值称为湿绝热垂直递减率,简称湿绝热直减率。它的数值小于 1°C ,但大小不固定,要看水汽含量而定,一般温度愈高,愈近地面,水汽含量愈多,凝结量和放出的

潜热也愈多,湿绝热直减率就愈小;在高度很高、温度很低时,水汽很少,这时候湿绝热直减率的大小和干绝热直减率就很接近了。

现在,空气块在升降过程中温度的变化情况已经知道了。那么,矛盾的另外一方,即大气温度随高度的实际分布又是怎样的呢?

在第三章里已经指出,对流层中的温度是随高度的升高而降低的。但是气温随高度的升高而降低的快慢差别是很大的。时间、地点和离地高度不同,降温的快慢程度都不同,少数情况下也有不随高度降温而保持气温不变的“等温层”,甚至有随高度而升温的“逆温层”。衡量气温随高度变化快慢程度的尺子是大气温度垂直递减率,简称大气温度直减率。通

常用每上升 100 米气温降低的度数来表示。根据测定, 它的平均值为 $0.65^{\circ}\text{C}/100$ 米。

空气块在升降过程中的温度变化知道了, 大气中温度随高度的实际分布也知道了, 并且有了衡量它们随高度而降温快慢的标尺, 即大气温度直减率、干绝热直减率和湿绝热直减率, 就可以通过对这几支标尺的比较, 了解到作用于空气块的浮力和重力之间的对比是怎样随高度而变化的, 于是空气块最后到底是沉是浮, 大规模的对流运动能否发展, 这一切问题都可迎刃而解了。

还是以举例来说明问题。

图 4-22 中, 东西两地区地面气温都是 33°C , 但东区大气温度随高度降低的速率比西区快。东区每上升 100 米, 大气降温 1.2°C , 用这支标尺可以“量出”在东区 1000 米高度上, 大气温度为 21°C 。而西区每上升 100 米大气只降温 0.8°C , 用此标尺则可知西区 1000 米高度上气温为 25°C 。由于地面增热不均匀, 东西两地 A、B 两块空气受热比周围多, 温度都比周围高出 2°C , 为 35°C , 密度也都比周围小, 周围空气对它们的浮力就超过它们自身的重力, 于是 A、B 两块空气都向上浮升。在浮升中它们的温度都按那支干绝热直减率的标尺来降低*, 即每升 100 米降低 1°C 。到了 1000 米高度上, 它们的温度都降到 25°C 。但这时候 A、B 两空气块和周围大气的温差却很不同: 空气块 A 和周围大气温度都是 25°C , 差异没有了, 浮力与重力也抵消了, 空气块 A 便不再上升。这也说明, 它从地面一开始上升时就是减速的。而 1000 米高度空气块 B 则比周围高出 4°C , 比在地面时的差异更大, 浮力当然也比重力更大了, 上升速度也就比在地面时大得多。这说明空气块

* 假定空气块未达到饱和。

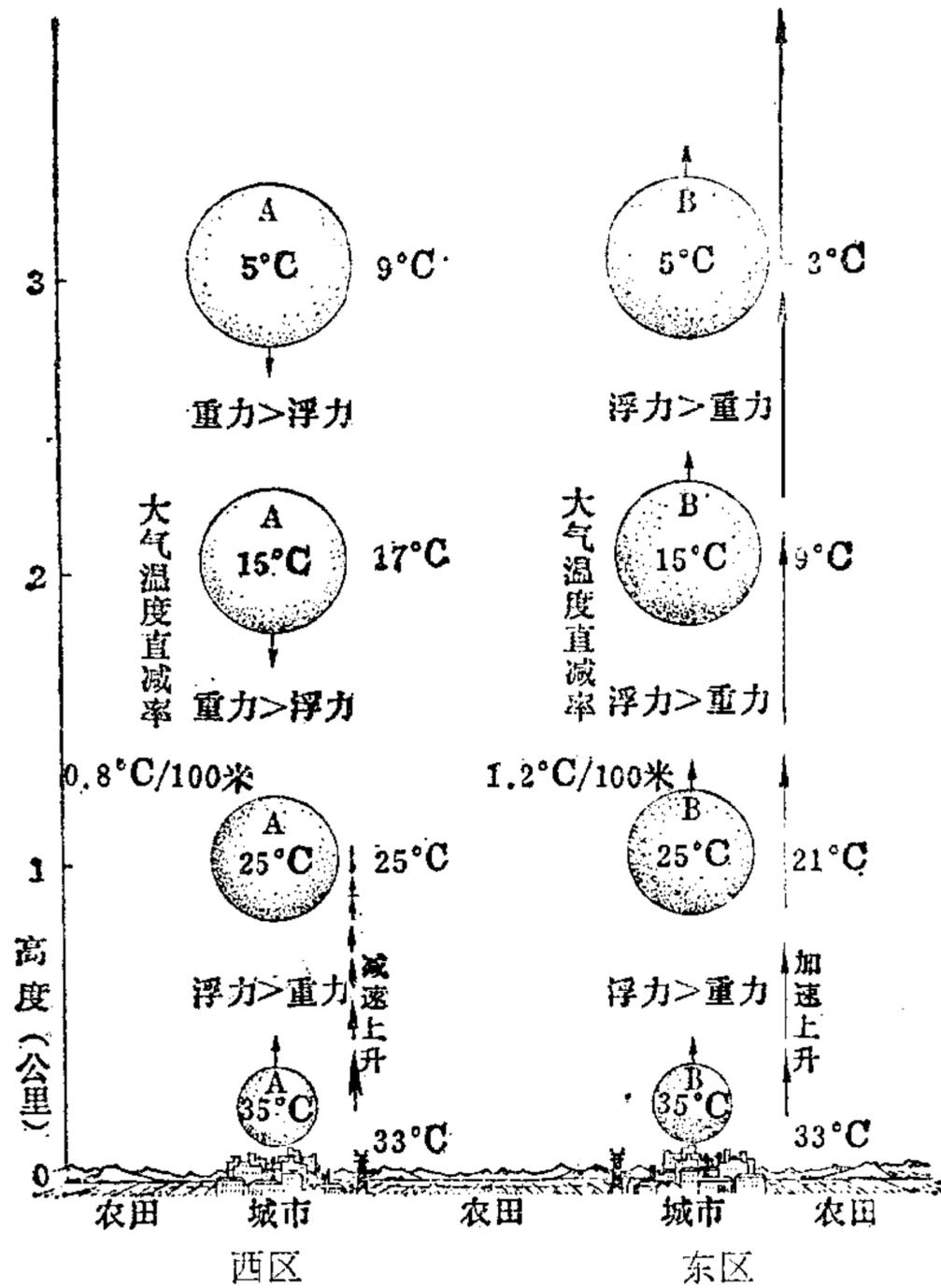


图 4-22 大气温度直减率与大气沉浮的关系

B 从地面一开始上升就是不断加速的。

由此可见,空气块 *A* 的浮升是有限度的,它愈升愈没劲,不能冲破 1000 米的高度。即使设想有什么“外力”助升,把它提升到更高的高度,由于越往高空,它与周围气温的差异越大,即比周围气温为低,浮力也比重力越来越小。那么只要那个“外力”一松“手”,它就立刻往下沉。可见,要使大规模的对流运动在西区发展,那真正是“登天难”的难事啊。

可是在东区空气块 *B* 的情况就不同了。它从地面向上升,愈升愈有劲,愈升速度愈加快,它不但升越了 1000 米,而

且还冲破 2000 米、3000 米、4000 米，以至到达 10 多公里高的对流层顶。即使设想有什么“外力”硬把它按捺下来，也因为空气块的温度比周围气温高，浮力始终比重力大，只要那个“外力”一松“手”，空气块 *B* 就会象一个断线的气球，直奔天空。在这里，空气块要“登天”，要发展成大规模的对流运动，又不是难事了。

从这个例子的分析中得到的结论是：大气实际温度随高度升高而降低的速率比浮升中空气块降温速率为慢，即大气温度直减率大于干绝热直减率，则空气块净得的浮力随高度而增大，于是加速上升，对流发展。处于这种状态的大气称为不稳定的大气。若大气温度直减率小于干绝热直减率，则空气块净得的浮力随高度而减小，于是减速上升，对流受到抑制。处于这种状态的大气称为稳定的大气。

以上讲的是未饱和空气的情况。如果空气达到饱和，发生水汽的凝结，那么只要把干绝热直减率这支标尺换成湿绝热直减率，用同样的方法也可以比较出大气是不稳定的还是稳定的，空气块的上升是加速的还是减速的，最后得出对流是发展的还是受抑制的结论。

在实际大气中，气温直减率往往小于干绝热直减率而大于湿绝热直减率。也就是说，同样的气温垂直分布，对于未饱和的空气来说是稳定的，对于饱和的或过饱和的空气——例如在云雾之中——来说则是不稳定的。这样，空气块在从地面上升过程中，就要根据它是否已达到饱和、产生云雾来决定用哪支标尺——干的还是湿的绝热直减率——来和大气温度直减率作比较了。而且大气温度直减率的大小也不是整层上下都一成不变的，而是有的层次大些，有的层次小些，甚至小过头，成为逆温层。大气中稳定不稳定的程度——称为大气稳

定度——也就随高度不同而变化。这就更增加了复杂性。因此必须根据具体情况来作具体分析,最后才能得出正确结论,判断对流运动是否能够顺利发展,又能够发展到怎样大小的规模。

现在更加清楚了:大气稳定度原来就是反映了空气块在升降过程中温度变化和周围大气温度随高度分布之间的对比关系,是一种决定对流运动是否发展的大气内部因素。人们甚至把大气不稳定的程度看成是一种蕴藏在大气中的能量,正是这种不稳定能量,推动着对流运动的发展,其规模之大,甚至可以把对流层大气来一个上下大翻身。现在回过头来看地面加热作用和风的动力作用,对于深厚达10~12公里的对流层大气来说,更加清楚促成对流运动的初始冲击力是一种外部力量,这种外力只有通过蕴藏在大气内部的不稳定能量的释放,才能对造成大规模对流运动发生作用。

第四节 乱流不乱

乱流,就是杂乱无章的空气不规则运动。它的形象就如本章第一节里描述的那样,确实给人以“乱”的感觉。可是,乱流和一切事物的发生和发展一样,也有它一定的规律。从这个意义上看,它又一点也不“乱”。

乱流是怎样产生,又怎样发展的呢?

乱流的产生和空气的涡旋运动分不开。孩子们手搓竹蜻蜓时,两个手掌用力的方向总是一前一后,平行而相反,竹蜻蜓就受到力矩的作用飞旋起来了。用力愈大,旋转得也愈快。在两支方向相反或方向虽相同但速度不等的平行气流之间也同样存在着这种力矩。两支气流间的空气受到力矩的作用,就

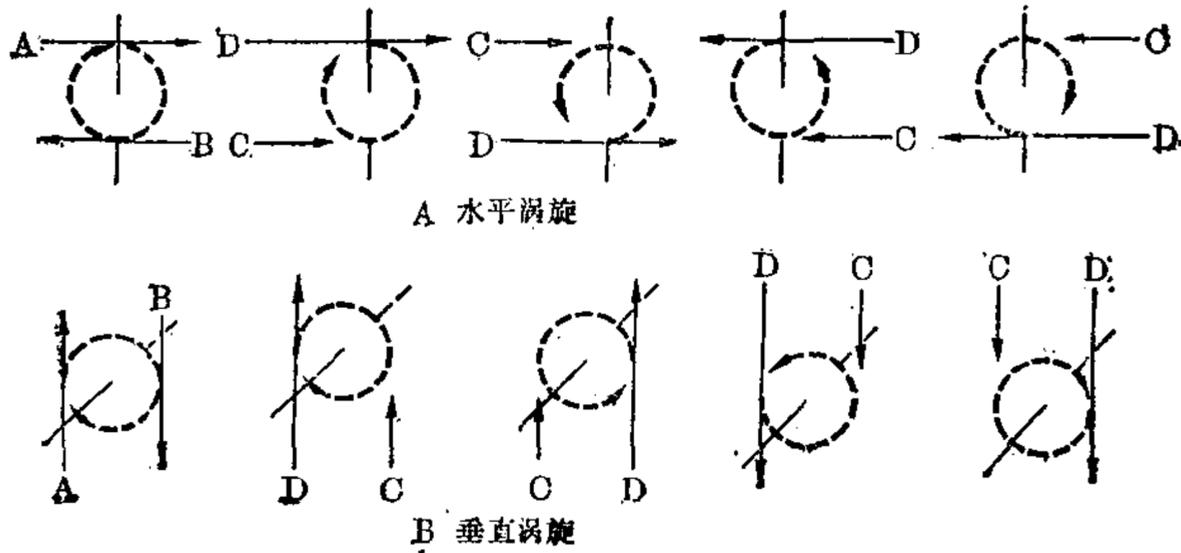


图 4-23 涡旋的形成

绕着某一个轴旋转起来,这种旋转运动就是空气的涡旋运动。水平的气流形成绕着垂直轴旋转的水平涡旋,垂直的气流形成绕着水平轴旋转的垂直涡旋,有的顺着转,有的逆着转(图 4-23)。涡旋产生以后,或者停留原地,或者随风飘移。在它们运动中,涡旋与涡旋之间相邻部分的平行气流又存在着方向和速度的差异,它们彼此干扰,互相影响,有的涡旋变形了,有的涡旋被挤垮了,成为不规则的曲线运动,曲线的曲率*时刻都在变化着。于是有着各种各样运动形式的空气块相互混杂和渗透,乱流运动就这样发生了(图 4-24)。

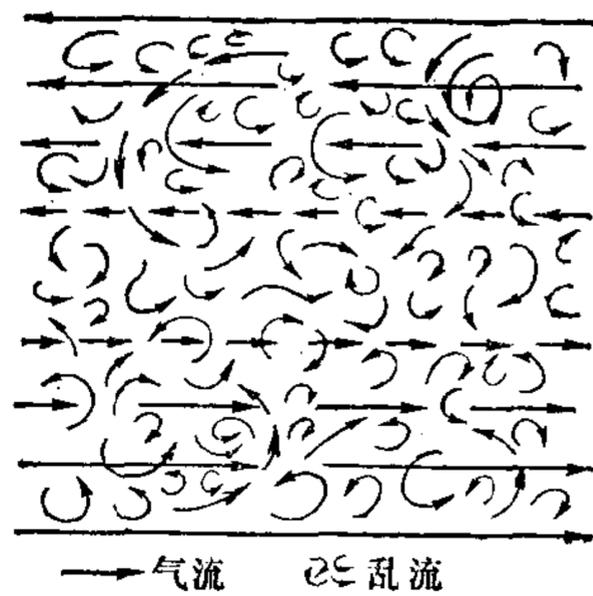


图 4-24 乱流运动示意图

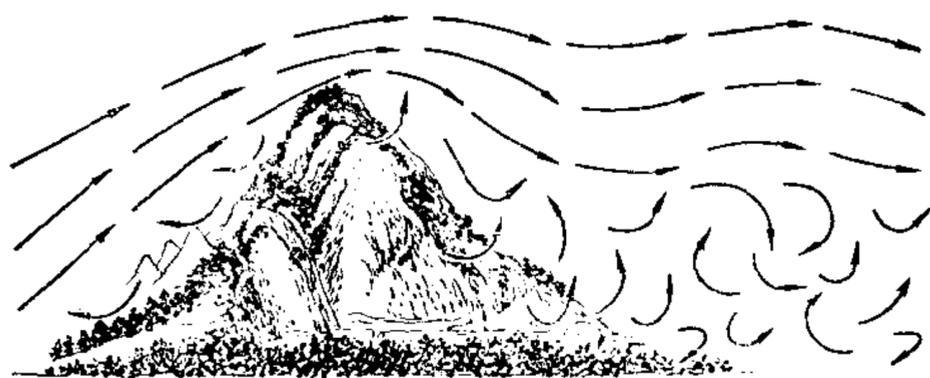
两支相邻的平行气流的速度差异称为气流的切变**。这种切变在垂直方向要比水平方向显著得多,而且愈是靠近地面愈是显著。这是因为愈靠近地面,气流受到摩擦力的牵制也愈大的缘故,因而愈近地面风

* 曲线弯曲的程度称曲率,曲率愈大表示弯曲得愈厉害。

** 参见本章第二节(第 70 页)。

速愈小,垂直方向上的风速切变也愈大,乱流运动也就愈近地面而愈强,结果在近地面空气层内就形成了乱流层。

除了地面摩擦,气流受到地形障碍也可引起风速的垂直切变或水平切变,形成涡旋,进而发展成乱流(图 4-25)。此外,在两个气层之间,只要有上下之间的风速切变,同样可以产生乱流。



A: 垂直方向



B: 水平方向

图 4-25 山地乱流的形成

以上这些因空气在流动中产生气流切变而发展的乱流,总称为动力乱流。

还有一种乱流是热力作用引起的,称为热力乱流。当地表各部受热不均时,所产生的大大小小的升降气流之间就出现了方向、速度的切变,涡旋和乱流也就跟着形成了。

大气中动力乱流和热力乱流是同时存在的。一般说来,乱流发展的程度陆地比海洋强,山地比平原强,夏季比冬季强,白天比夜晚强。而随着高度的增高,乱流运动逐渐减弱。

别看人们对乱流的印象不象风那样深刻，在大气的舞台上却也不能缺少乱流这样的角色。

由于乱流有着互相掺和、互相混合的作用，大气里的水汽、尘埃、动量和热量也就跟着乱流到处乱闯，结果它们在乱流层里的分布变得均匀了。本来来自地面并积聚在底层的水汽和尘埃，向上扩散到整个乱流层里，而通常风速比底层大的乱流层顶部所储积的动量也被均匀地分配到乱流层的每个角落。这样，乱流实际上就担负着水汽、尘埃和动量的上下交换和输送的任务，把水汽和尘埃从底层输向高层，又把动量从高层输往底层。至于热量的输送，就要看气层的稳定度如何了。稳定的气层在乱流作用下热量从上往下输送，而不稳定的气层则热量往上输送。

乱流的这些本领对某些云雾的产生和地面低温霜冻的防止都有它的一份功劳。有些云和雾，其水汽的供应不靠对流往上输，也没有斜升、旋升运动为它送，而就是靠乱流来把水汽运送到空中的。而在气层稳定的晴空夜晚，乱流又驱使上层的热量往下传，不让贴近地面的空气因夜间辐射散热而冷却得过分，如果乱流较强，这种作用足以阻止为害作物的霜冻的形成。

第五节 大气怎样运转

大气是一部运转着的“机器”

大气不但以水平的、垂直的和乱流的方式运动着，而且还似一部以环流方式日夜不停地运转着的“机器”。环流运动就是气流沿着一定的环形路线的循环运动。环流有小有大，小的象龙卷风，稍大一些的象海陆风和山谷风，再大一些的有各

种气旋、反气旋,最大的就是环绕整个地球运转的各种风带了。

这些大大小小的环流日夜运转着,运转得非常和谐,配合得又是非常协调。

那么大气运转有些什么规律呢?这就是本节所要讲的问题。

小型环流

起初,谁也不知道环流运动是什么样子,只是从日常生产



图4-26 尘卷风

活动中碰到一些现象:卷夹着尘沙的尘卷风从地上冒出来(图4-26),充满着浓密黑云象漏斗样的龙卷风从天上挂下来(图7-16),尘沙和黑云飞速地旋转,当它们呼啸而过,人们才觉察它们都是一些范围很小,直径只有几百米,甚至只有几十米的空气旋涡。

尘卷风是在晴天地面受很强的阳光照射,地面受热很不均匀的情况下造成的。近地面小股空气上升,四周空气争先

恐后急速流进来补充,相互激荡,于是大量沙尘,平地而起,一面旋转,一面直冲蓝天。

龙卷风的旋转速度比尘卷风要大得多。关于它的情况将在第七章中细说,这里就不多言了。

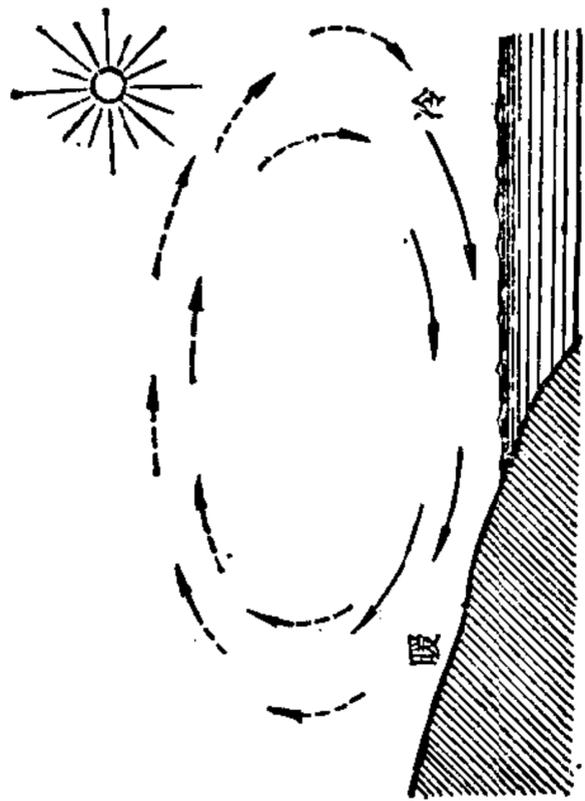
人们认识海陆风和山谷风是很早的事了。住在沿海的人们都知道,在晴朗而昼夜温差较大的日子里,白天吹来海风,

夜晚则陆风吹向海上。而住在山区的人们则很熟悉山谷风的运转规律：白天谷风从谷底向山上吹送，晚上又转变为山风从山上吹到山下。海陆风和山谷风范围比龙卷风、尘卷风当然要大得多，但还只能算是一种小型的环流。它不象尘卷风、龙卷风那样是绕近似垂直轴沿水平方向而旋转，而是绕近似水平轴沿垂直方向而旋转。

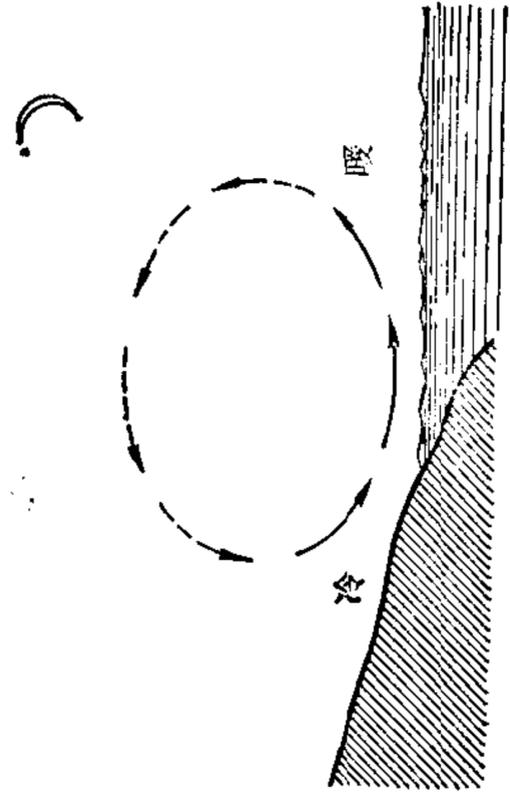
海陆风和山谷风这种小环流是热力性环流，它们的运转和温度的昼夜变化紧密相联系：白天在同样的阳光照射下，陆上升温比海上快，陆上就成了一只小小的“加热炉”，空气上升，同时海陆之间的温度差异产生了从海上指向陆上的气压梯度，于是海风就来到了陆上。而在陆上空气上升后从上层吹向海上，然后下沉到海面。海风环流就这样运转起来了(图 4-27A)。到了夜晚，陆上降温比海上快，“加热炉”变成了“冷却器”，空气下沉，并流向海上，于是环流的运转方向便倒转了过来，海风变成了陆风(图 4-27B)。

通常海风总比陆风强。海风可以调节沿海地区的气候。当它上陆时，常从海上带来水汽，使湿度增大，甚至形成低云和雾，温度也明显降低。夏季沿海地区比内陆凉爽，这和海风的吹送是分不开的。

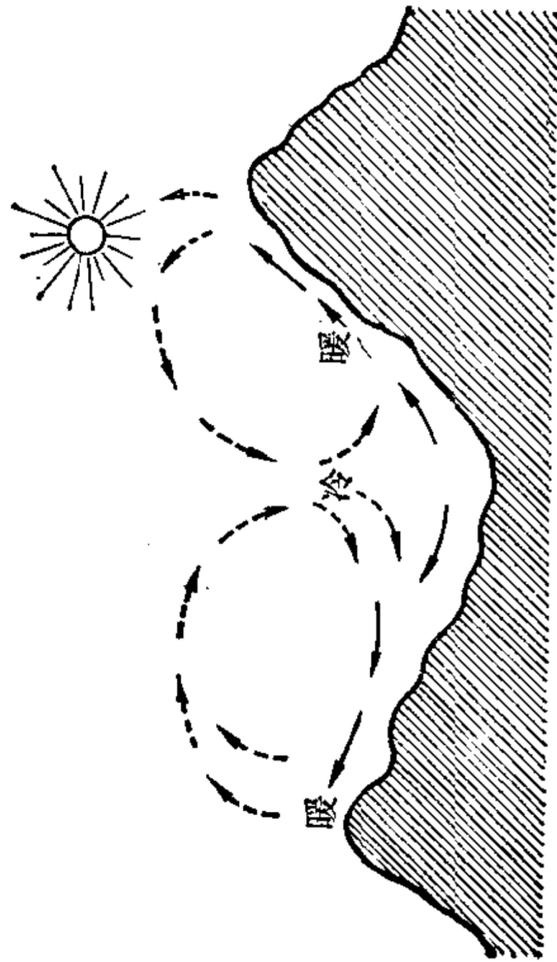
山谷风运转原理与海陆风是类似的。日出以后，山坡成为“加热炉”，空气增温快，但山谷中同高度上的空气，由于离地面较高，增温较慢，这样山坡空气上升，山谷空气下降，上层风从山顶吹向山谷，下层的谷风则从山谷沿山坡吹向山顶，谷风的环流便运转起来了(图 4-27C)。到了夜晚，山坡冷却比山谷中同高度上的空气为快，“加热炉”变成了“冷却器”，于是环流便倒过来运转，山风顺着山坡滑下去，一直吹向谷地(图 4-27D)。



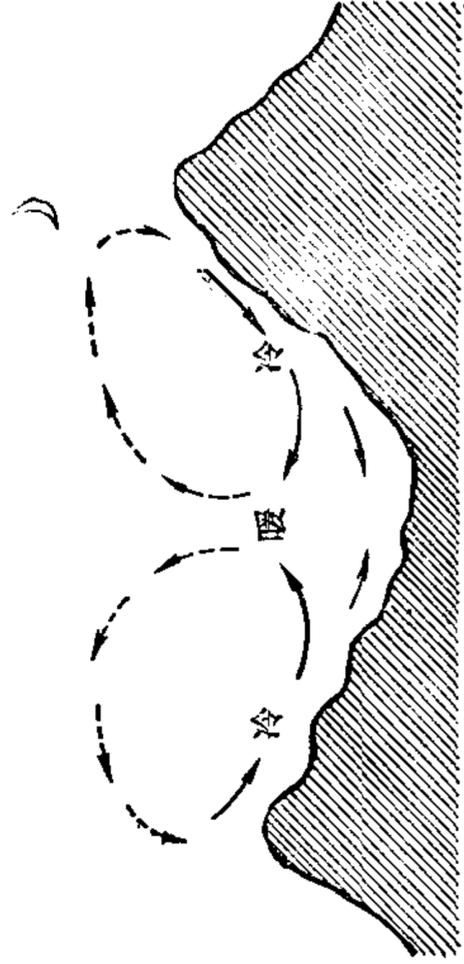
A: 海风



B: 陆风



C: 谷风



D: 山风

图 4-27 海陆风与山谷风

人们经反复实践,终于认识了大气中这些小型的环流。有些地方,在有些季节里,人们还可以准确地掌握海陆风、山谷风的出没规律,就象掌握潮水涨落规律一样准。海风何时登上陆地,谷风什么时候走向山头,有经验的沿海渔民和山区农民都能讲得一清二楚。

气旋和反气旋

自从天气图问世以后,人们大开了眼界。站在天气图前面一看,大气中还有许多大型的旋涡,它们象江河中的旋涡一样,一面旋转一面向前奔腾。

这些大型的旋涡,在气象学上称之为气旋和反气旋。它们是一种大型的旋风。逆时针方向旋转同时空气内流辐合的称气旋;顺时针方向旋转同时空气外流辐散的称反气旋。我们知道风和气压是相互影响相互制约的,这就是说气旋和反气旋是与气压分布相联系着的。回顾一下本章图 4-12C 和 D 所描绘的图形,就会明白:原来气旋就是低气压,反气旋就是高气压,它们一个从气流的形象来称呼,另一个则从气压分布的特征来称呼,尽管名称不同,实质上都是同一件事物。而在日常气象广播中是用低气压、高气压来称呼的,那么下面我们都改用低气压和高气压这个称呼吧。

大气里有着众多的低气压和高气压的环流在运转和移行,并不断地生消变化着。在温带里它们自西向东地移动,热带地区它们自东向西地运行着,还有的被称为副热带高压的高气压在副热带地区东西来回地摆动或者跟着季节的变化冬南夏北地转移着。它们移动的速度也不一样,例如强盛的锋面低压比弱的低压移动要慢一些。大的低气压直径可达 2000~3000 公里,小的只有 200~300 公里或更小;高气压大

的可以占领大半个大陆块,甚至和海洋相比较,小的也不过几百公里。最强的低气压风力可达12级以上,最强的高气压外圈最大风力也可达到9~11级;而弱的低气压和高气压外圈风力都很小。再拿中心气压来说,最强的温带低气压中心气压可以降到935毫巴以下,台风中心甚至有降到880毫巴以下的,而一般则在980~1010毫巴之间;最强的高气压中心气压可超过1080毫巴,而一般是在1020~1030毫巴之间。它们有的非常深厚,甚至碰到对流层顶;有的则很浅薄,不到3000米厚,甚至只有几百米的厚度。论性质,有的是由单一的暖空气或冷空气所组成的,例如热低压和暖高压由单一的暖空气所组成,而高空冷性低压和地面冷高压则都是一团寒冷的空气团;但在温带地区内,更多出现的是那些锋面低气压,在这种低气压区内冷空气盘踞一角,暖空气盘踞另一角,它们之间为锋面所分隔。再就发生的天气来说,一般情况下,地面低气压区盛行上升气流,总是多云雨,而地面高气压区盛行下沉气流,天气晴朗。但在有些时间有些地区,在高气压里也有下雨,低气压里也有天晴的。

乍看起来,运转在大气里的低气压和高气压真是五花八门,千差万别,很难找出有哪两个低气压或哪两个高气压是绝对相同的。每一个低气压或高气压都有它的特殊性。但在这种特殊性中间就包含了普遍性。经过人们反复的实践和认识,终于发现,不管是哪一类型的低气压或高气压,它们的强弱变化,生消转化,移动路径都不是无缘无故,而是有规律的,都按照着一定的规律来变化、转化和移动的。人们对低气压和高气压环流运动的认识愈来愈深化了。人们借助于天气图,进一步认识了大气“机器”的结构,掌握大气“机器”的运转规律,也使得人们对低气压和高气压环流的运转,从局部到

整体,从感性到理性,进入了一个新的认识阶段。

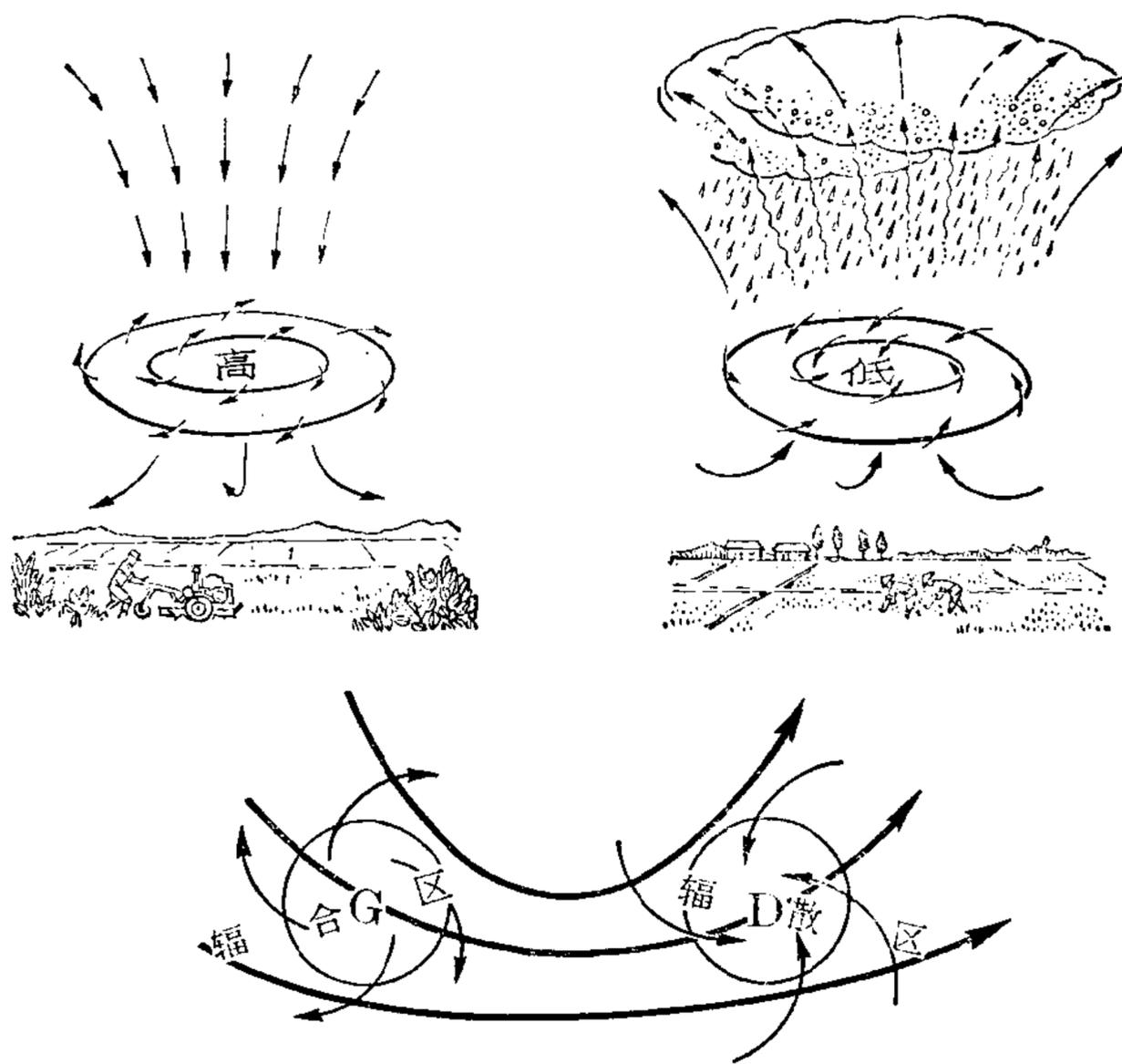
人们首先研究了低气压和高气压生、消、强、弱的变化规律,看它们的环流运动是怎样发生,又怎样加强、减弱、消亡的。一切事物的发生和发展都有一定的原因,从均匀的气压分布到产生气压的高低中心,从一片静风区到产生环流的运动,也都是有前因有后果的。

根据本章第二节里讲的气压与风的关系,要使平静无风的空气产生作环流运动的风,就得先在均匀的气压分布中产生环形闭合的等压线,从而发生相应的气压梯度力推动空气运转。这就是说在闭合等压线的中心地区气压必须比周围升降得都快,而要使气压发生升降,又得靠风对它的“反制约”,即辐散的风使气压下降,辐合的风使气压升高。因此在风的辐散作用最强的地区,气压降的最猛,就产生了低气压;而在风的辐合作用最强的地区,气压升的最快,就产生了高气压,于是气旋形式的低气压环流或反气旋形式的高气压环流便运转起来了。

可是在原来气压还未升降之前,地面上没有气压梯度,连风都还未产生,那来的气流辐散辐合呢?

这就要看高空气流有没有辐合辐散来决定了。高空气流辐散有利于地面低气压的生成,高空气流辐合则有利于地面高气压的生成(图 4-28)。

对于已经生成的高低气压来说,它们有的加强发展,有的则减弱消亡,这同样是取决于高低气压上空风的辐散辐合情况,不过由于地面已存在高低气压,产生了低压区的辐合和高压区的辐散,因此这时候分析气压变化得比较上下层辐散辐合量的大小。如果从地面到高空,辐散占优势,则低气压加强发展,高气压减弱消亡;若辐合占优势,则低气压减弱消失,而



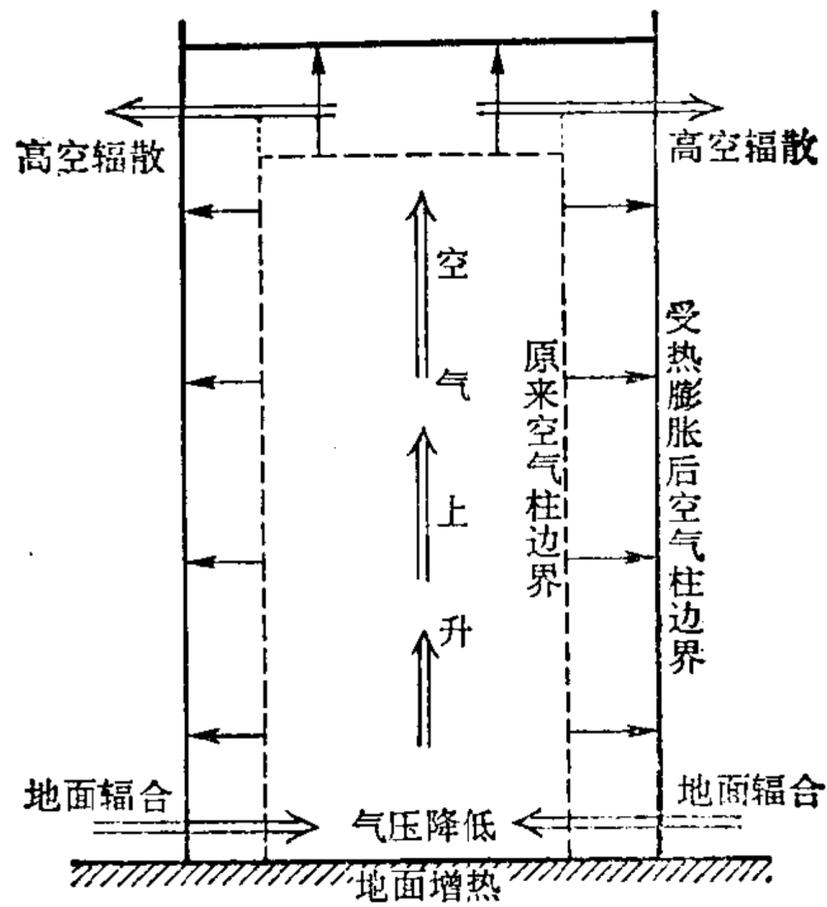
粗矢线为高空气流方向,细矢线为地面气流方向,细
闭合线为地面高低气压发生发展地区

图 4-28 高空辐合辐散与地面高低气压的发生发展

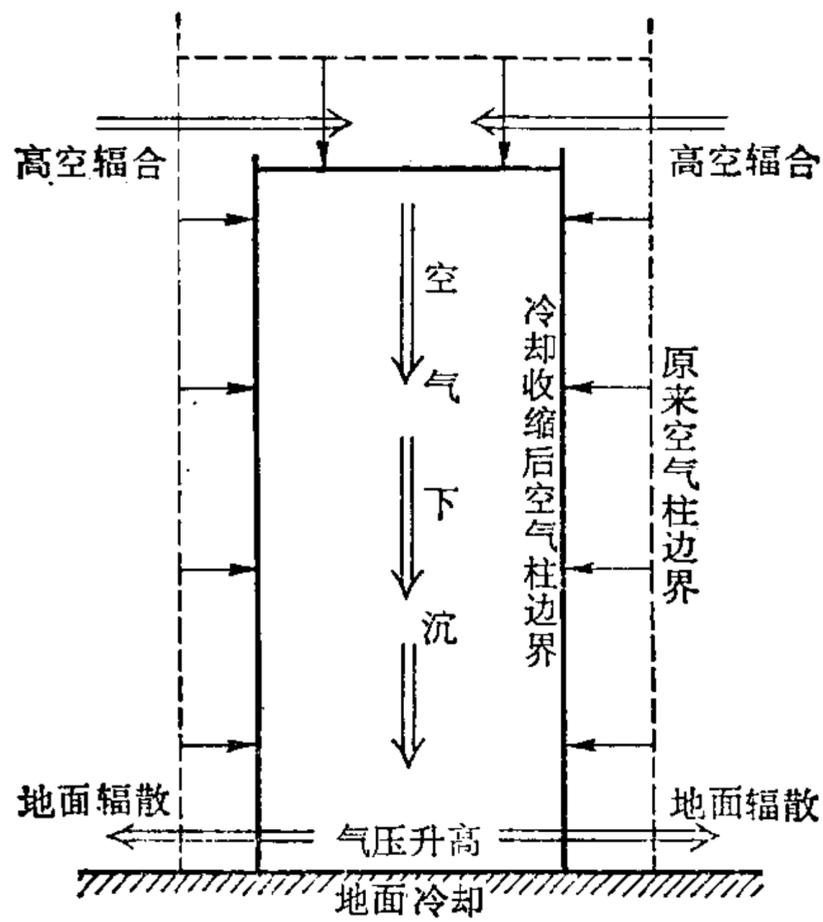
高气压加强发展。

由此可知,不论是低气压也好,是高压也罢,它们从无到有,都决不是无中生有的。恩格斯指出:“运动既不能创造又不能消灭”,又说:“某一个运动后面跟随着另一个运动”。高低气压的环流运动也决不是凭空产生,而是跟随着气流的辐散辐合运动后面转化来的。

但是形成高低气压的原因不是单一的,前面提到的热低压和冷高压的产生就是另外一种原因,它们的产生是因为地面“加热炉”或“冷却器”所起的作用。我国西藏高原和西北内陆地区,夏季就经常盘踞着热低压,那里夏季地面受热增温特



A: 热低压



B: 冷高压

图 4-29 热低压和冷高压形成示意图

别快,空气被“炉子”烤得很热,密度减小,气压下降,于是就在增热作用最强的地方出现了热低压中心,热低压的环流运动于是便运转起来。而象蒙古这块大陆中心地区,冬季地面辐射冷却最快,空气很快冷缩,密度增大,气压上升,于是就在冷却作用最强的地方出现了冷高压中心,冷高压的环流运动于是便运转起来。

乍一看,热低压和冷高压的产生不需辐合辐散的运动来帮忙,在原来气压分布均匀的静风区,只要“加热炉”和“冷却器”发生作用,同样可以造成环流运动。那么,如果不是无中生有的话,这种环流运动又是跟随着哪个运动的后面转化而来的呢?

其实,热低压和冷高压的产生,同样和风的散合运动分不开。拿热低压来说,只要“加热炉”一旦起作用,该地区的空气立刻向四周膨胀开去(图4-29A),这实际上也可看成是一种向四周辐散的运动。另一方面,由于密度减小,使空气上升集中到高层,然后又向四周辐散开去,于是地面气压下降,形成热低压和向内辐合的热低压环流运动。在冷高压里,由于冷却作用产生了上空的辐合运动和地面的向外辐散的高气压环流运动,这种过程正好与热低压相反,见图4-29B就会明白。可见,热低压和冷高压的环流运动仍不是无中生有,也是由空气的辐散或辐合运动转化而来的,只不过这种辐散或辐合运动不是当地原来就存在,而是由“加热炉”或“冷却器”促成的。但是热本身也是物质运动的一种形式。因此,热低压上空的辐散运动和冷高压上空的辐合运动又是从热运动转化而来的。这也充分证明了运动既不能消灭也不能创造这一客观规律永远在发生着作用。不管哪种低气压或高气压的环流运动,都是在不断变化着的大气内部矛盾运动中产生和发展起来的。

那么,低气压和高气压在大气的散合运动中产生以后,是否永远不变地在大气里转来转去呢?或者低气压一股劲地发展下去,高气压一股劲地加强起来?

决不会。新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律。有生必有死,生死必转化,老的死去后,新的又产生。每一个低气压和高气压都有一个从生长、发展、壮大、直到衰老死亡的过程,都有它自己的一部自始至终充满着矛盾运动的生命史。虽然各种类型的低气压和高气压总的生消原因都是因为整个气柱内大气的散合运动所造成的,但不同类型的高低气压又都有它们特殊的矛盾和矛盾运动的过程。

就拿最常见的锋面低气压来说,它的生命史实际上就是一部冷暖气流矛盾运动的斗争史。

在低气压还没有产生以前,冷暖两军就已在一条东西方向的战线——静止锋两侧互相僵峙了(图 4-30A)。静止锋处于气压较南北两侧为低的低压槽内,但还未形成低压中心,冷暖空气斜穿等压线在静止锋两侧辐合拢来。这个阶段可说是低气压产生前的酝酿阶段。

静止锋两侧的辐合作用产生了上升气流,上升到一定高度则转为向两侧辐散,如果这时高空本来也存在着辐散气流,则高空辐散便会超过地面辐合,于是就在辐散最强的地方气压下降得最猛,处在这一地点的静止锋上就出现了低气压中心,低气压于是诞生了,进入了生命的第一阶段——初生阶段。中心一旦形成,周围气流就得绕着它环流起来,这样就势必导致暖气流的主力集中到低压中心的东侧,而冷气流的主力则趋向低压中心的西侧,结果是静止锋被冷暖气流的主力冲弯了,东侧向北凸出,成为向冷空气一侧推进的暖锋,西侧向南凸出,成为向暖空气一侧推进的冷锋(图 4-30B)。

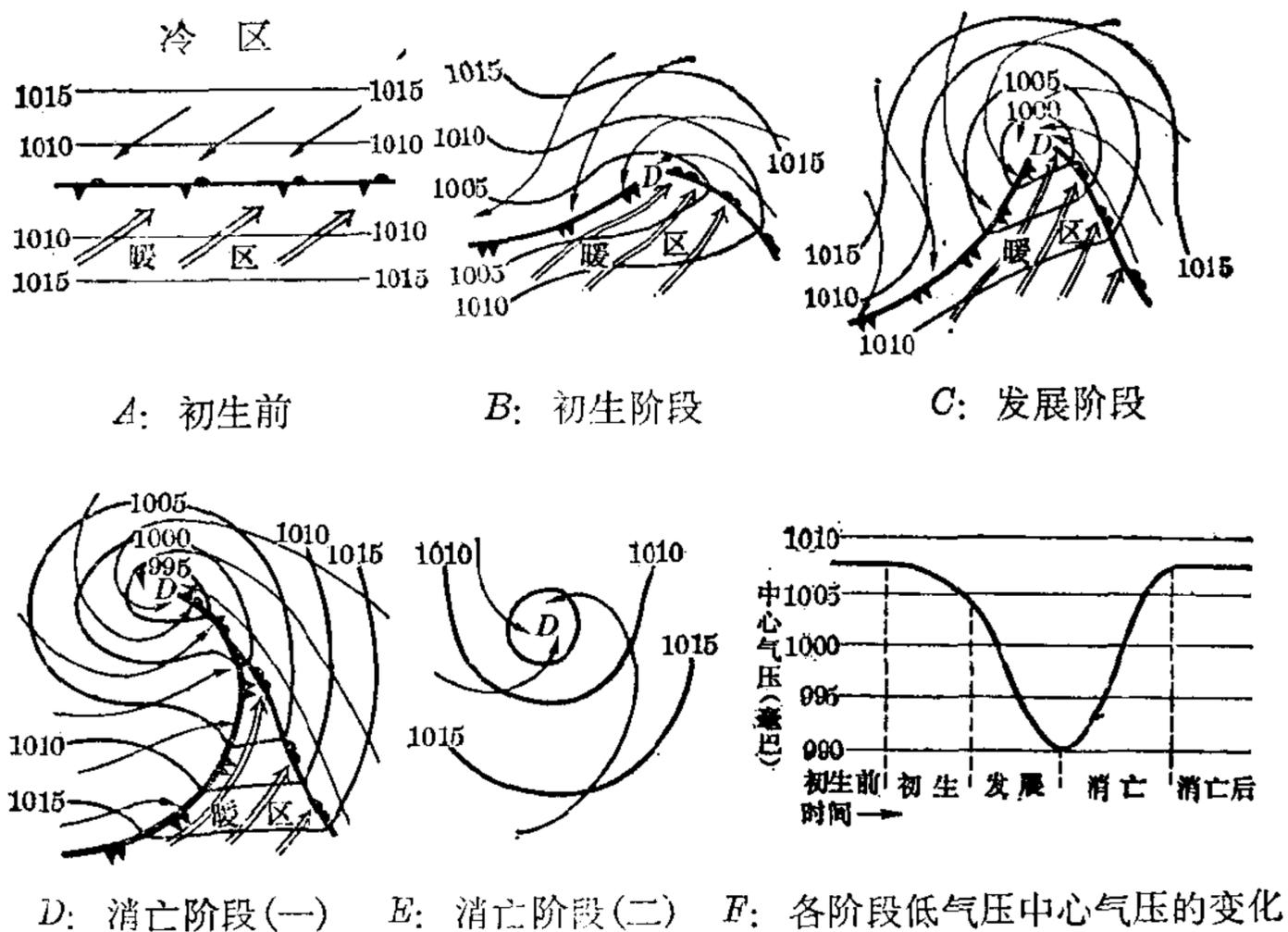


图 4-30 锋面低气压的生命史

冷暖气流, 两军相争, 双方矛盾斗争最激化的场面还是出现在低气压的发展阶段(图 4-30C)。由于中心气压不断下降, 气压梯度越变越大, 冷暖气流也越奔越快了。于是在低气压发展加强的地区, 那里便刮起了猛烈的大风, 气旋的东南侧刮着偏南大风, 西北侧刮着偏北大风。在低气压东侧, 暖气流冲得好猛啊! 冷气流真不是它对手, 它节节败退, 向北撤退。可是暖气流还是追上了它, 从它背上爬升上去。就在这时候, 新的情况又出现了: 暖气流由于爬升而发生了绝热冷却, 结果是它挟带着的大量水汽被凝结出来了。暖气流爬升得愈快愈高, 凝结的云层也愈厚实, 降下的雨量也愈多, 这时候暖锋底下就下着连续不断的雨, 有时候甚至是哗哗作声的大雨到暴雨。至此, 在低气压的东线战役中, 暖气流总算取得了胜利, 但却付出了大量水汽、凝云流雨的代价。

可是，双方斗争并未结束，就在东线暖气流打胜仗的时候，冷气流却从西线包抄过来，象一把楔子一样插进了暖气流的后方，猛地把暖空气抬举起来。携带了大量水汽的暖空气本来就不太稳定，现在给冷气流这么往上一抬，更加显出了头重脚轻，而发生翻转——产生了大规模的对流运动，结果在冷锋的前缘地带就往往出现一排雷电交加，暴雨倾盆，大风怒吼的雷雨云带。在这里，打胜仗的是冷气流，它推动冷锋不断向前冲，把暖气流在东线战役中占领去的“地盘”又夺了回来。

冷锋继续追赶着，暖气流在地面的“地盘”——暖区——越来越窄了，最后在靠近低气压中心的冷锋最先追上了暖锋，冷暖锋就在这里开始合并起来，暖空气开始被挤出地面而被抬到高空。低气压发展到这个阶段算是到了顶盛的时候了。这时候，中心气压降到最低，等压线最为密集，气旋式的环流运动发展得最强，风刮的最猛。但是物极必反，事物发展到一定程度，就会向相反的方向转化。随着地面环流运动的加强，低气压区内地面辐合的作用也愈来愈强，从冷暖锋开始合并的时候起，地面的辐合作用超过了高空的辐散作用*，于是中心气压开始升高起来，环流运动也趋向减弱，低气压的生命就进入了消亡的阶段（图 4-30D、E）。在这个阶段里，冷锋继续追赶、合并着暖锋，暖区越来越窄了，最后终于把暖气流逐出地面，暖空气被迫全部转移到高空。与冷暖气流矛盾斗争逐渐缓和下来的同时，由于中心气压不断升高，等压线越变越稀，地面的环流运动和风力都不断减弱下去，直至低气压完全消亡。从它初生、发展，直至完全消亡，一般得化整整两天时间，长的可达 4~5 天。当然也有因缺少使中心气压

* 实际上随着低气压环流的加强发展，它的伸展高度愈来愈高，因此高空的辐散气流也逐渐在减弱，甚至向辐合气流转化。

顺利下降的条件，没有明显的发展阶段而中途夭亡的。但发展的程度是相对的，生死转化则是绝对的。低气压的生命有长短强弱之分，却从未有过生后一成不变、长生不死的低气压。

低气压的生命不仅由生到死，而且死后又生。当然新生的低气压决不是原来低气压的复制，而是在新的条件下具有新的个性的低气压了。在实际大气中就存在着象图 4-31 所描绘的那种低气压群，在冷暖气流交锋的漫长战线上，出现好几处矛盾斗争激化的中心，每一个中心就是处在不同生命阶段的低气压，它们在向东移动过程中不断地发展、衰老、死亡；西边则又一个接一个地新生出新的低气压来。由此也可见，大气中的环流运动并不是简单的周而复始的重复循环现象，而是具有生消转化的充满着新陈代谢活力的复杂多变的循环运动。

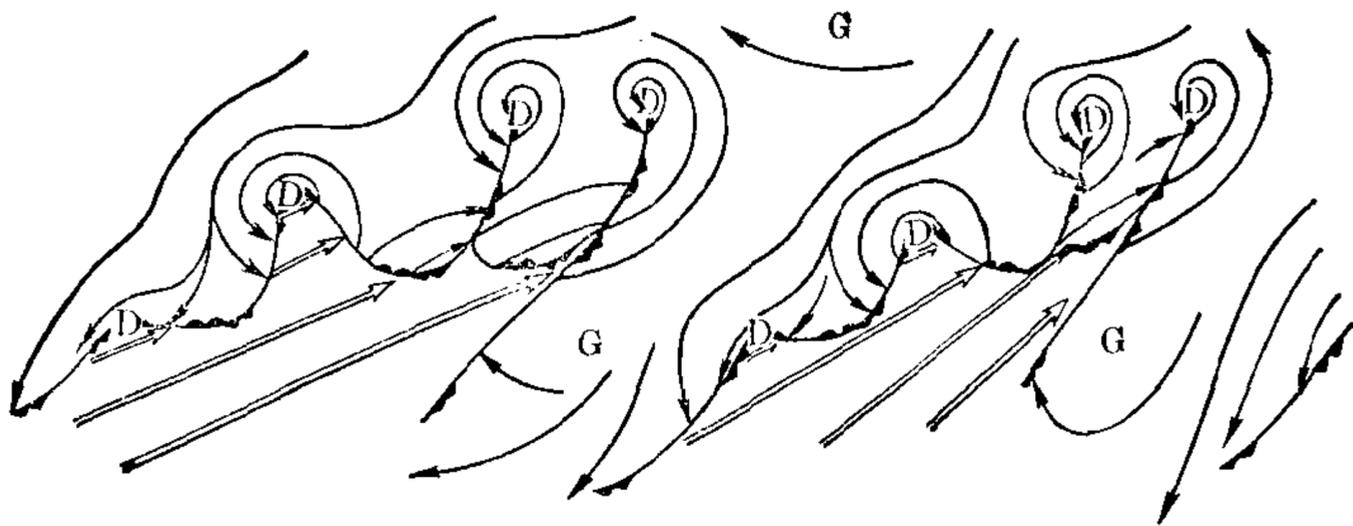


图 4-31 锋面低气压群

以上讲的是锋面低气压的生命史。其实，任何类型的低气压、高气压，都有它从发生、发展、衰老、死亡的生命过程，都不能抗拒宇宙中一切事物生死转化的规律，生死转化强弱消长又都以一定的大气本身运动条件为转移。这种运动条件不仅是气流的散合运动状况，而且也包括了大气的热运动状况。

在低气压与高气压的一生中，除了在一定地理环境中造成的热低压和冷高压以外，地球上大多数的高低气压在生命的历程中是一面运转一面移动着的。温带地区的高低气压自西向东移动，热带的低气压则自东向西移动。根据人们用许多年资料的统计和分析，高低气压常常发生在一定的地理区域内，这说明高低气压的生成，除了决定于大气内部矛盾运动的因素外，纬度、海陆、地形等外部条件也给予一定的影响。以东亚地区的锋面低气压为例(图 4-32)，主要发生在两个地区：一是从我国长江中下游、东海、到日本南部海洋上的南方低压，其中又以江淮地区和东海发生的机会最多，人们常称它们为江淮低压和东海低压。另一类北方低压，生成地区在华北，有些发生在太行山东侧的华北平原，有的则发生在蒙古高原上。从它们的平均路径来看，发生在长江以南和东海的低压，都以东北偏东的方向移行，经过日本以南海洋，逐渐转向东北；发生在长江以北的则向东北偏东经黄海、朝鲜、日本海，最后也逐渐转向东北；而北方低压则向东经我国东北地区入鄂霍次克海。这些低压，不管走什么路径，结果都殊途同归，

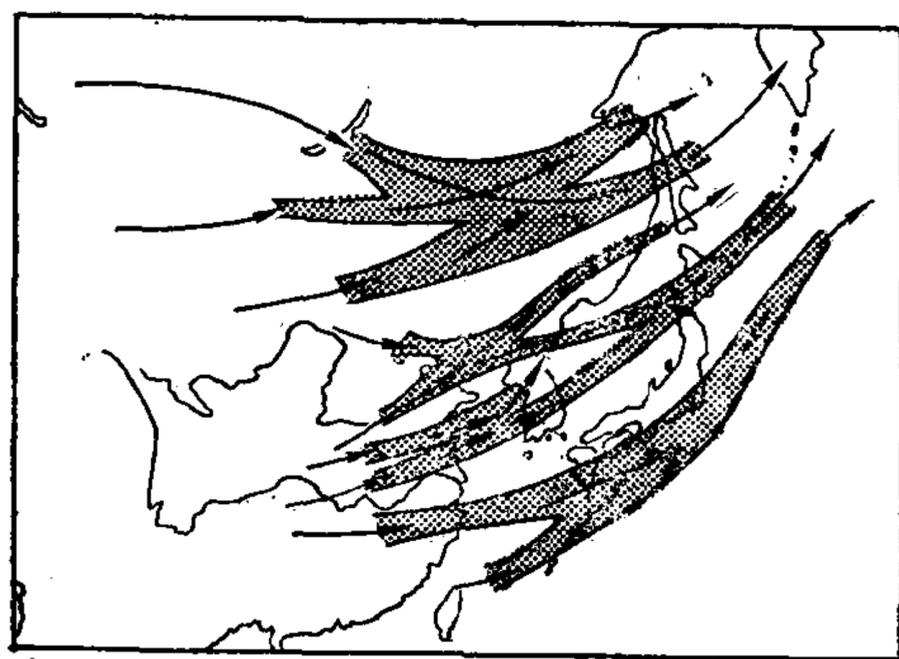


图 4-32 东亚锋面低气压移动路径(平均情况)

统统归入到太平洋北部的阿留申地区。因此那里便成了东亚低压的归宿地, 全年的气压都比别处低。

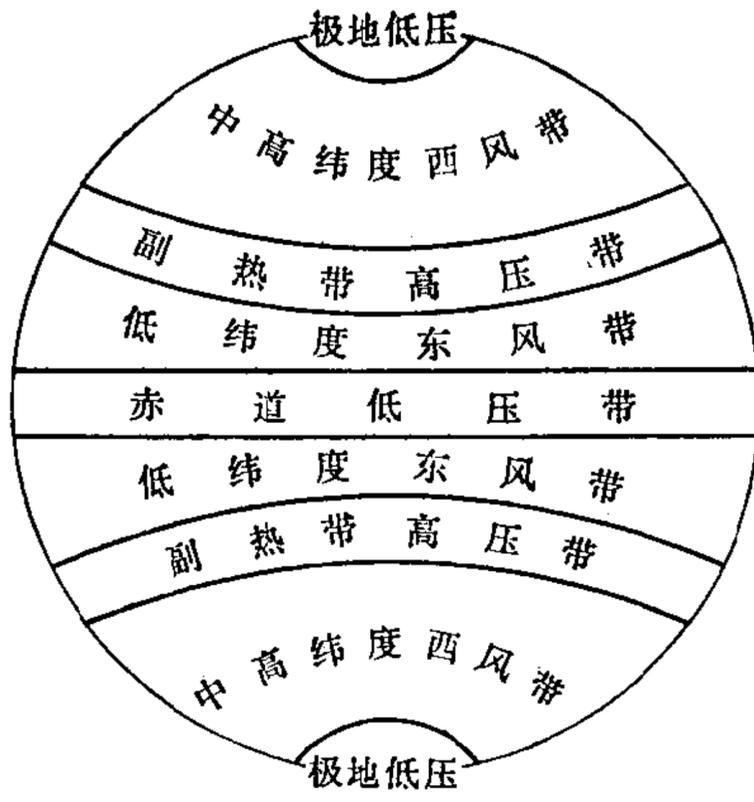
地面高低气压的移动, 是有客观规律在支配着的。人们从实践中发现, 地面上高低气压大体上都沿着对流层中部的气流方向前进。高低气压何处去, 这好象是由高空的这种气流在引导着似的。所以叫做引导气流规律。

西风带和东风带

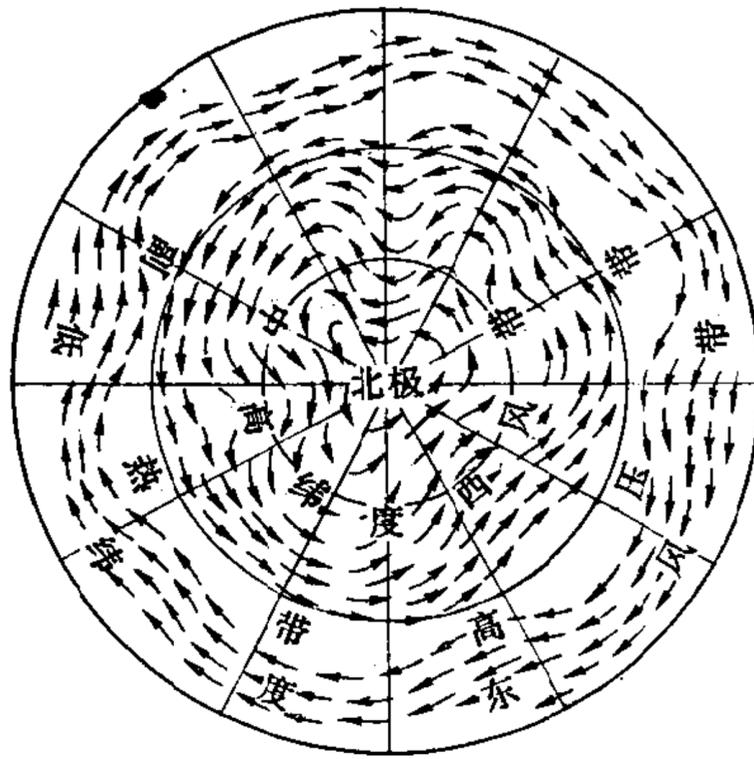
起初, 人们只是从地面天气图上来观察大气“机器”的运转。后来从实践中明白, 高空气流的运行情况 and 地面的环流运动有着非常密切的联系, 高空气流的辐散辐合制约着地面环流的运转, 高空气流的方向速度又引导着地面环流的移行。高空气流好比机器上的皮带, 它和大气“机器”里的许多大小不同的“轮子”——高压环流和低压环流联结在一起, “皮带”一转动, 这些“轮子”便都运转起来。于是高空天气图又成了人们认识大气“机器”的得力工具。

随着高空天气图范围的扩大, 人们看到了这“皮带”是围绕整个地球在运转的, 而且“皮带”还不止一条哩! 最主要的“皮带”就是中高纬度的西风带, 其次是低纬度的东风带。在这两个风带之间则隔着一个气压较高的地带, 称为副热带高压带, 犹如两条流向相反的河流之间隔着一条长长的堤坝一样。这样的风带和气压带在南半球和北半球对称地分布着(图 4-33A)。

一般机器上的皮带都是绷紧的, 但大气“机器”上的“皮带”却是皱迭起来、弯弯曲曲的(图 4-33B), 象是大河里的波浪, 此起彼伏。人们也因此干脆把高空气流比作水流, 把风速最大的地带称为急流, 而把西风带气流里的“波浪”称为西风



A: 全球



B: 北半球

图 4-33 对流层中部 (500 毫巴) 风带和气压带示意图

波,把东风带气流里的“波浪”称为东风波。

波动是大气运动的普遍常见的形式。由于在高空自由大气里,风和水平面上的等压线或等压面上的等高线*近似地保持平行状态**,因此等高线的分布就可以反映出高空气流的分布状况,高空高压脊(简称高空脊)就是西风波中的波峰,高空低压槽(简称高空槽)就是西风波中的波谷。一对高空槽脊组成了一个西风波。既然是波动,那就得按照波动的“规矩”波浪式地前进了。于是高空槽脊便都沿着西风带总的气流方向一个挨一个地自西向东传播。

高空槽脊的这种波状运动对大气中空气质量、热量、动量和水汽的南北交换,以及对地面高低气压的发生发展,云雨生消等天气变化,都有着直接和间接的联系。因此它们同高压、低压、冷锋、暖锋一样也自然地是天气预报员注目的东西。

高空槽的前面一般吹西南风,这种西南风往往挟带着大量的热量和水汽源源北上,这里也正是最易出现地面低气压、空气上升,造成云雨的地方;而槽后一般是干冷的西北风,空气下沉,因此高空槽过境,常会出现云消雨散、雨过天晴的天气。高空槽脊不仅在东移着,更重要的是在移动中不断地变化着,时而加强,时而减弱。而它们的每一变化都会引起高空风“队形”的变换,时而辐合,时而辐散,这当然又会给地面高低气压环流的生消强弱变化发生一定的作用***。而地面高低气压的活动对所经之地的风雨冷暖等天气变化又是多么重要啊!

* 等压面上等高线的分布形势与水平面上等压线分布形势是一致的。因此等压面上等高线的分布,习惯上常理解为高空气压的水平分布。

** 参见本章第二节。

*** 风的辐散辐合怎样引起地面气压的变化,参见本章第二节。

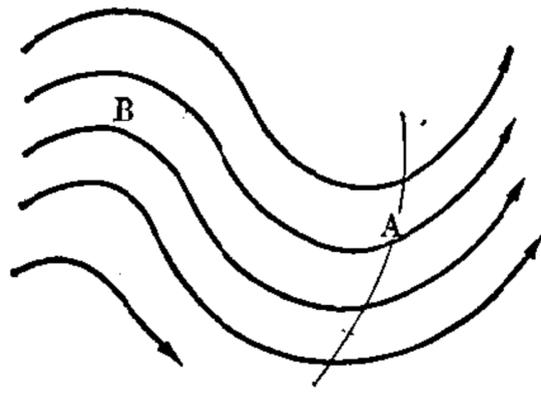
可见，为了彻底揭开大气“机器”的秘密，光是搞清楚“皮带”的来龙去脉还不够，还得深入到“皮带”的皱迭里去看个究竟，把高空槽脊的生消强弱变化等活动规律也查个明白。要研究它变化规律的本质，还得从现象着手，把现象作为入门的向导。于是人们便仔细研究着西风带高空槽脊活动的各种现象。从它们走着各种不同步伐、表现着各种不同姿态的现象中，终于发现了许多能说明它们生消强弱等本质变化的客观规律。

那些波长很长的长波槽和长波脊* (图 4-34A、B) 虽然跨着很大的步伐，但却是蹒跚而行，波长愈长，振幅愈大，走得就愈慢，以至连走都走不动、停步不前，成为“静止波”，甚至还有向西倒退的。而那些短波槽和短波脊 (图 4-34C、D)，虽然它们的步子很小，振幅不大，行走起来却快步似梭，沿着总的西风气流方向，一个接一个地自西向东急速地传播。

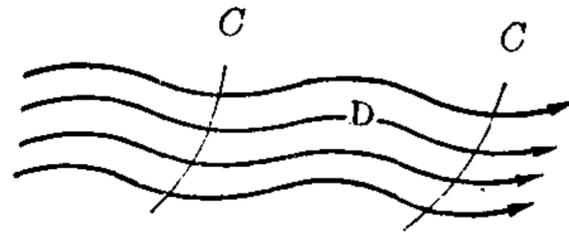
那些槽区和脊区气流都是辐散状态的，称为辐散槽和辐散脊 (图 4-34E、F)。凡是西风带高空槽脊做着这种辐散姿态的，都是在暗示人们：它们的强度都将加强。如果它们换了一种辐合的姿态——槽区和脊区都呈辐合的状态 (称为辐合槽和辐合脊，图 4-34G、H)，那么人们得到的预示，不管是槽还是脊，它们都将趋于减弱。这些结论都是根据流体力学原理推导出来并在人们实践中得到证明了的 (这里不准备细叙了)，也是人们用来预报高空槽脊是加强还是减弱，以判断地面低气压环流和高气压环流生消强弱变化，进而预报天气变化的重要着眼点。

如果高空槽区有冷平流侵入，则由于高空降温会使气压

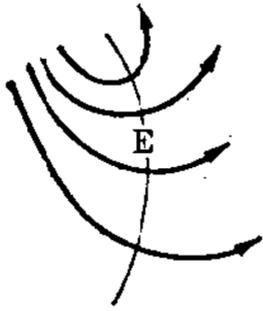
* 一般将西风槽或脊的波长在 50~120 个经度的，称为长波槽或长波脊，波长小于 50 个经度的槽或脊称为短波槽或短波脊。



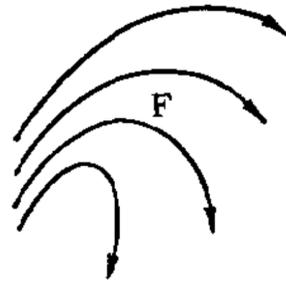
A、B: 长波槽脊



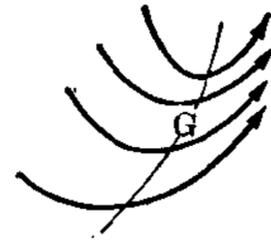
C、D: 短波槽脊



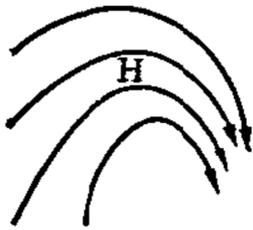
E: 辐散槽



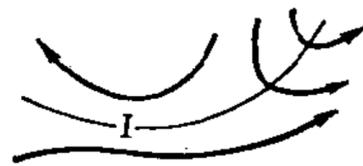
F: 辐散脊



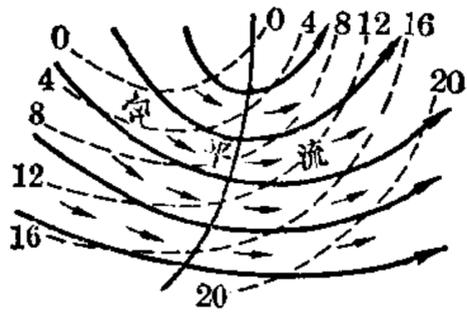
G: 辐合槽



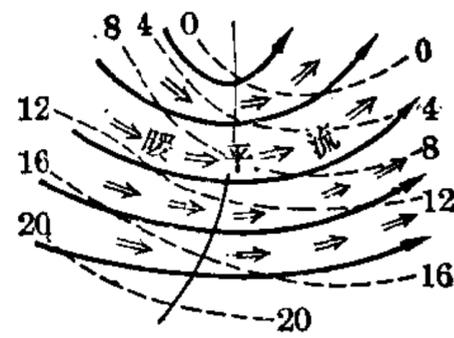
H: 辐合脊



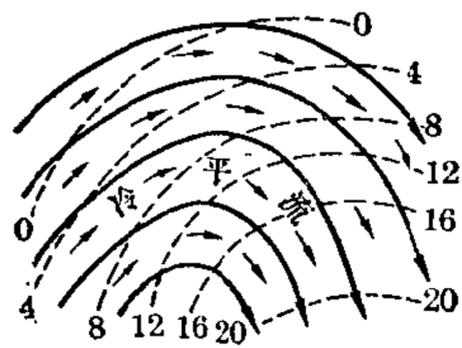
I: 切变线



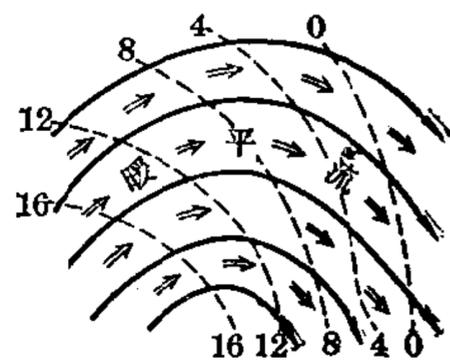
J: 槽区冷平流



K: 槽区暖平流



L: 脊区冷平流



M: 脊区暖平流

图 4-34 西风带高空槽脊千姿万态

降低*而使高空槽加强(图 4-34J); 而槽区有暖平流侵入, 则由于高空升温会使气压升高*而使高空槽减弱(图 4-34K)。如果是高空脊, 则情况正好相反: 脊区冷平流使高空脊减弱, 而脊区暖平流则使高空脊加强*(图 4-34L、M)。

在东风带里的东风波, 从气压分布形势来看, 实际上也是一种高空槽脊系统。但是它们的姿态都是倒立着的, 槽脊的南侧气压比北侧低, 这和西风槽脊气压北侧低于南侧正好相反。而通常说的东风波, 习惯上是指一个个自东向西传播着的“倒槽”(图 4-35)。在东风波里, 由于空气也是辐合上升的, 所以常有大量云雨生成。我国东南沿海每年夏秋之交就常常受到这种东风波的影响。由于它来自海洋, 所挟带水汽很多, 其降雨量常常是很可观的。

在东西两个风带之间, 横着一条气压较高称为副热带高

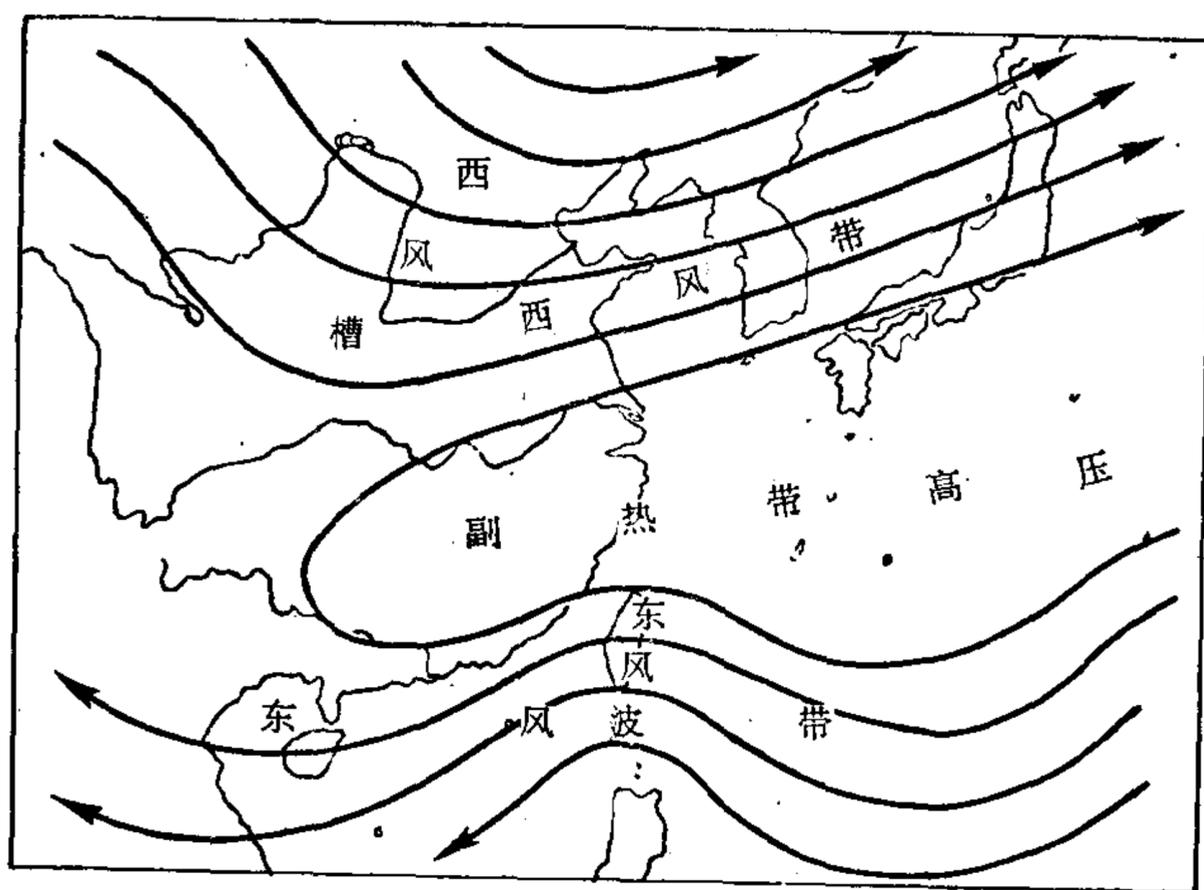


图 4-35 东风波、西风槽和副热带高压

* 参见本章第二节第 67 页注释。

压(图 4-35)的“堤坝”,它分别在南北两半球的副热带地区环绕地球一周,但海陆的影响却使它断裂成几只椭圆形的巨大“轮子”——几个在大陆处断开而占据着广大洋面的副热带高压环流。如此巨大的“轮子”,当它运转的时候,自然会对它北侧的西风“皮带”和它南侧的东风“皮带”发生牵动和制约的作用,因此是大气“机器”里的一种很重要的“部件”,是制作天气预报时不可忽视的因素。特别在夏季,副热带高压在我国大气舞台上是一个非常重要的角色。由于它本身是由一大团暖空气堆积起来的,又因为它是高压的环流,因此空气下沉,云雨不生,在它的控制下便会出现晴空万里,炎热干旱的天气。我国南方夏季的“伏旱”就是在它的长时期控制下造成的。副热带高压的运转对我国各地雨季、旱涝的形成和进退,台风、雷雨的活动都有着极为密切的关系(见第七章),因此人们对它的研究便特别仔细。例如通过实践,人们已经掌握了它有5~7天东西向来回摆动和一年之中南北向季节性跳跃的规律。掌握这种规律,是预报各地雨季、旱涝和台风等灾害性天气的重要依据之一。

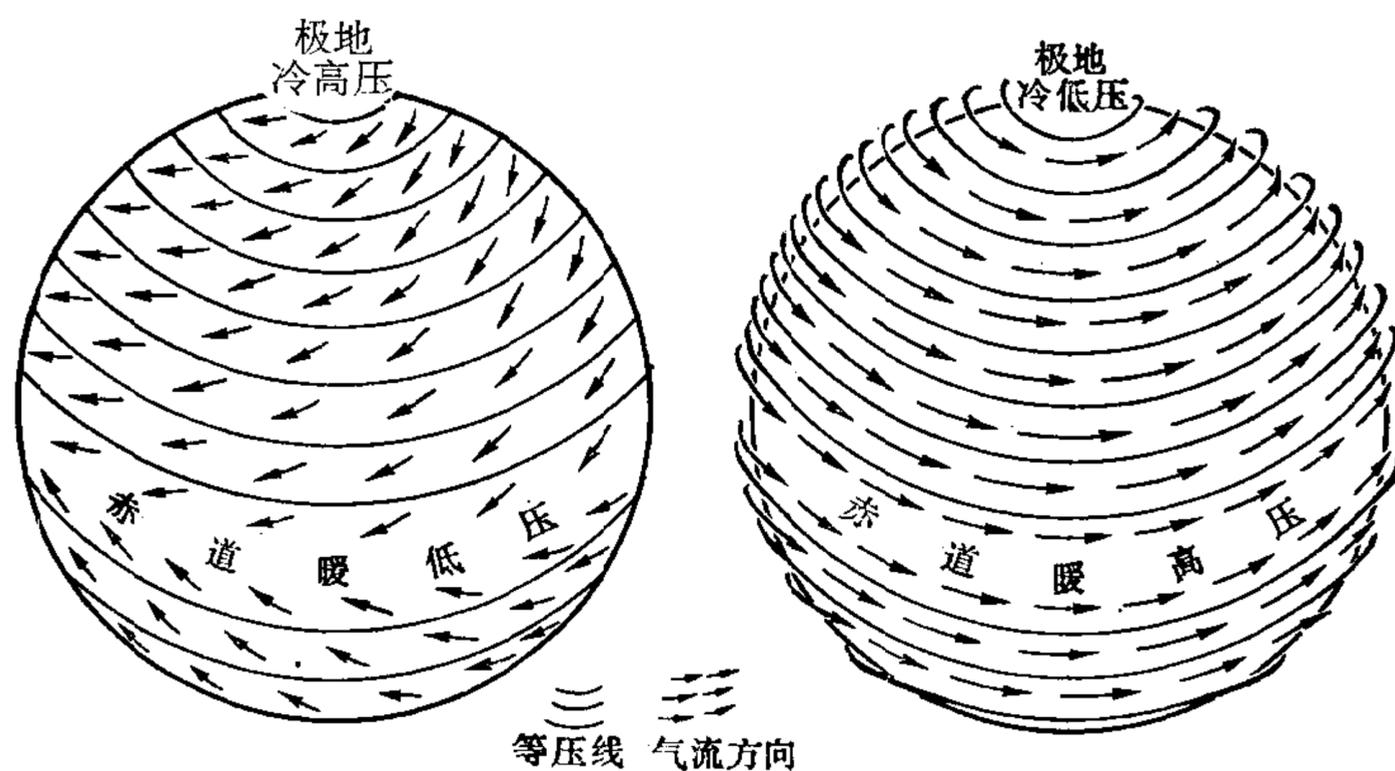
大气“机器”是怎样运转起来的

机器上的皮带带动着大大小小的轮子运转,大气里的风带制导着大大小小的某些高低气压作环流运动。大气里风带运转的能量从何而来呢?

风带运转的能量来自太阳的辐射。如果太阳辐射一旦停止,那么,风带就失去了动力,和它联动在一起的大小环流运动也将因为地面对它的摩擦作用而不断减速,终将停止运转。有人计算过,如太阳辐射一旦停止,只要七天时间,大气的各种环流运动便一概停顿。这当然是从未有过的事,因为太阳

就从未停止过它的工作啊！另一方面，风带从太阳辐射里长年累月地获得能量，却也从未出现过无限止加速运转的现象。可见从太阳辐射里净得的能量和用于各种“轮子”摩擦地面的能量消耗，两者正好相等，收支是相对平衡的。因此，大气的运转尽管多么复杂，却始终是那样和谐而协调。

太阳辐射来到地球，并不是平分于地面的。由于太阳终年直射在南北回归线之间，大部分的辐射能量就集中在赤道附近，于是那里就象一只大炉子，空气被烤得热乎乎、轻飘飘的，直往上冒，那里的空气有着强盛的上升运动。而在两极，由于整个冬季被淹没在“永夜”之中，夏季虽有“永昼”，阳光终日照射，但直射角是那么小，所得太阳辐射能量仍很微小。因此在两极远比赤道寒冷，终年是冰封雪裹，于是两极就象两只“冷却器”，流到那里的空气都得把温度降低下来。由于冷缩，上面的空气就不断往下沉降。而当两极与赤道之间一旦发生冷暖的差异，那么就会通过气压高低的矛盾，转化为水平运动



A: 地面

B: 高空

图 4-36 如果地转偏向力到处都一样，地球上风带应是这个样子

的风。也就是说,两极地面气压会高于赤道,北半球气压北高南低,南半球气压则南高北低。而在地球自转和地面摩擦的影响下,北半球地面就应该吹东偏北的风,南半球地面应该吹东偏南的风(图 4-36A)。

温度高则气压低,温度低则气压高,这只是地面的情况。在高空,却是相反的规律.温度高气压也高,温度低气压也低。因此在赤道上空气压应高于两极。这样,在地球自转的影响下,无论哪一半球高空都应该吹西风了(图 4-36B)。

这种从理论上分析推断的风带和实际大气中的风带是有

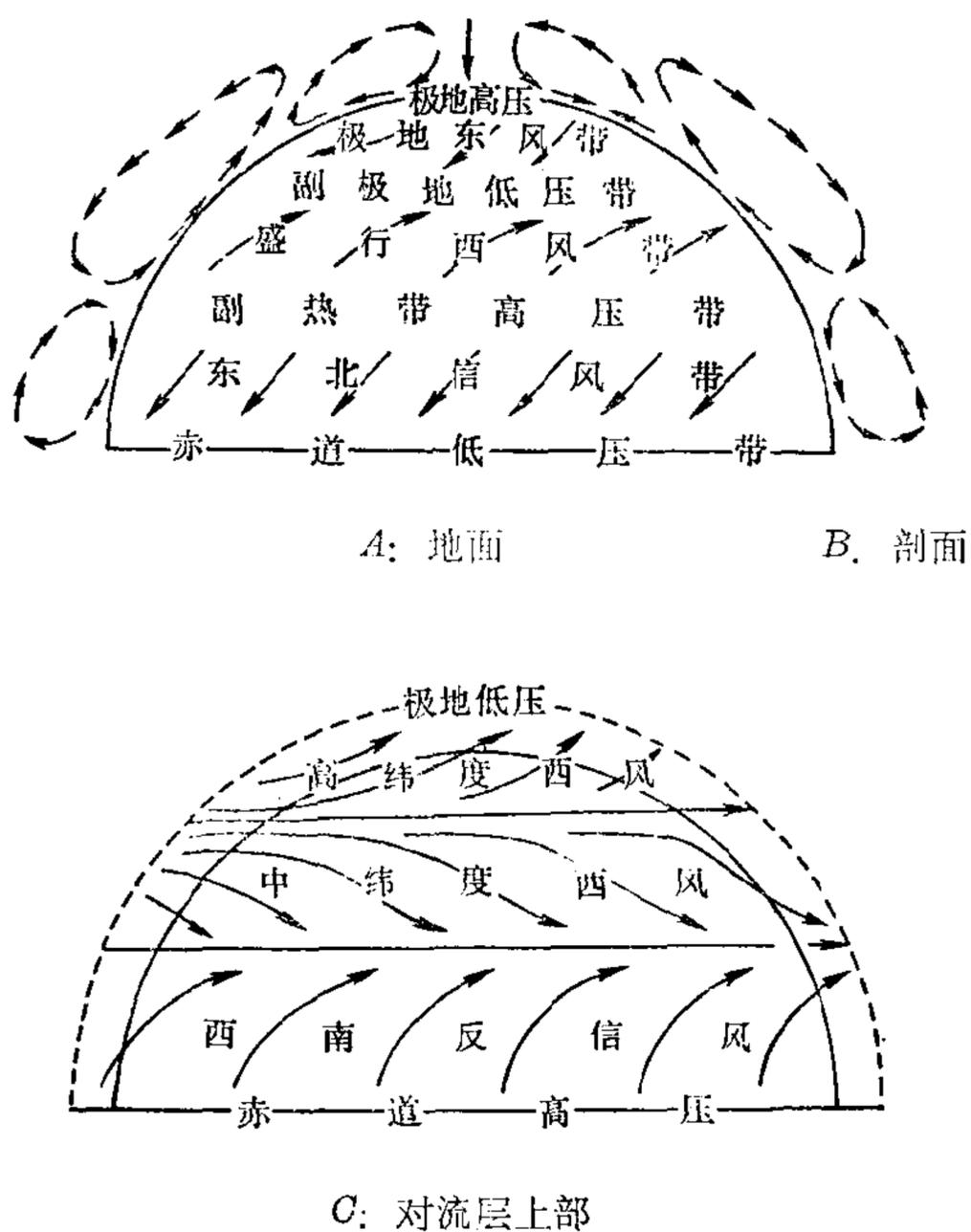


图 4-37 北半球风带和气压带示意图

些接近的。例如在对流层上部,那里热赤道*上空是一个暖高压带,两极是冷低压,从热赤道到两极,基本上都吹着偏西的气流。这证明了理论推断的结果基本上是正确的。但在地面,观测事实表明,在北半球,从南到北有四个气压带(赤道低压带、副热带高压带、副极地低压带和极地高)和三个风带(东北信风带、盛行西风带、极地东风带)相间地排列着(图4-37A),而从理论上推断的却是从赤道到极地吹着一致的东偏北的风。这又说明理论推断的结果和实际情况相比,又是不完全正确的。

那么问题在哪里呢?

原来图4-36中风带的运转是在气压梯度力与地转偏向力保持相对平衡的条件下得出来的,也就是说,高空风向与等压线(或等压面上的等高线)一律平行。实际上,在赤道的地转偏向力等于零**,赤道上空对流层上部气压一旦升高,风就沿着气压梯度力方向向赤道南北两侧移行。而空气一旦离开赤道,地转偏向力便马上产生并发生作用。但因它的数值在低纬地区很小**,难于和气压梯度力相抗衡,风向就不可能偏转到与等压线(或等压面上等高线)相平行的平衡状态,而是穿越等压线(或等压面上等高线)向北移去,而随着纬度增高和地转偏向力的增大,风向与等压线(或等压面上等高线)的交角愈来愈小,到了北纬30度一带已接近西风了。结果形成这一地带高空的气流辐合,空气下沉(图4-37B、C),整个气柱内由于空气质量愈堆积愈多,结果就使对流层中下部的气压升高,形成了副热带高压带(图4-37A)。而下沉空气随着副热

* 太阳直射的纬度,称热赤道。它随季节变化而转移。冬季热赤道在南半球一侧,夏季则在北半球一侧。

** 参见本章第二节第57页注释。

带高压带的出现,又在气压梯度力作用下流向南北两侧,一路上又受到地转偏向力的作用和地面摩擦力的影响,结果就形成了地面上低纬度的东北信风带和中纬度的盛行西风带(西风具有偏南成分)。而在地面副热带与极地高压之间就很自然地、相对地成为一个低压带,这就是副极地低压带(图 4-37A)。其北侧的极地东风(带有偏北成分)和南侧的盛行西风(带有偏南成分)在这里辐合上升。因此副极地低压带是低气压和冷暖空气交锋活动最频繁的地带。

图 4-37 代表了对流层上部和地面的风带、气压带分布情况。在对流层中部又是怎样的“图景”呢?

由于极地高压是较浅薄的冷高压。因此到了对流层中部早已为冷低压所代替。而副热带高压是由对流层上部空气堆积而成的较深厚的气压系统,在对流层中部已经反映出来了。而赤道上对流层中部则还处在辐合上升运动区的低压带控制下。因此代表对流层中部的 500 毫巴高空天气图上,气压带和风带的分布就如图 4-33 所示的那样:有赤道低压、副热带高压和极地低压三个气压带,低纬度为东北信风带所控制,中高纬度则都处在偏西风的咆哮之中。

当然,在大气“机器”里,除了由“皮带”来带动“轮子”外,还有许多大大小小的“辅助加热炉”、“辅助冷却器”和“储热器”,也都在推动着另外一些“轮子”的运转。在大陆和海洋之间,除在沿海地带发生昼夜变换运转方向的海陆风以外,还存在着规模很大的、具有季节性变化的环流运动:夏天大陆是“加热炉”,海洋是“冷却器”,地面的风就从海洋吹到大陆,又从高空回到海洋;冬季,从海洋的“储热器”里放出了大量的热量,大陆却成了“冷却器”,风又倒过来运转。这种随着季节变化而改变运转方向的环流运动,称为季风。我国就是处在

世界上规模最大的季风区域。

毛主席教导我们：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”人们对大气“机器”及其运转规律的认识，也是经过千百年来人们的反复实践和反复认识，才达到今天这样的认识水平的。从耳听风声；眼看龙卷、尘卷，到借助于天气图的工具，人们对大气“机器”及其运转规律的认识也由感性到理性，由局部到整体，由现象到本质，一次比一次地深化了。

但是深化也是没有止境的。今天人们对大气“机器”及其运转规律的认识，也只能说是有了点眉目而已。要认识它的全部规律，并掌握它的规律来为人类所利用，例如制作细致而正确有效的长期天气预报和超长期天气预报、改造气候等，则今天对大气运动的认识深度还是远远不足的。

今天，人们观察、研究大气“机器”及其运转规律已经不限于天气图了。利用卫星获得全球大气的各种资料、数据，为探索大气运动的奥秘开辟了广阔的途径。人们现在又不仅从观测到的实际资料数据中去研究大气运动的规律，并且用模拟的办法，把地球大气“缩小”，放到实验室里来进行实验，以证明从实践中总结出来的理论是否正确，从而又推动了关于大气运动理论的进一步发展。

随着认识的不断深化，人们必将在不久的将来，找出更多的大气运动奥秘，掌握更多的大气运动规律，使它为人类服务。

第五章 云雾雨雪 气象万千

第一节 水汽的来龙去脉

水分的循环

伟大导师恩格斯说：“整个自然界被证明是在永恒的流动和循环中运动着。”地球上水分的运动也完全遵循着这条规律。

在陆地上，所有的江湖水面，以至一切土壤和动植物，都每时每刻地在把水分蒸发到空中，变成看不见的水汽；然后水汽又凝结成看得见的云雾雨雪，降至地面，渗入土壤，流进江湖，或者重新被动植物所吸收。这样周而复始，循环不已。

海洋的面积占整个地表总面积的70%，那里在海空之间循环着的水分当然要比陆地上多得多。据计算，每年从海洋蒸发到空中的水汽达到448000立方公里，而从陆上蒸发到空中的水汽只有63000立方公里。

从空中回落到海洋的总降水量，每年约为412000立方公里，比从海洋蒸发到空中去的水汽少了36000立方公里。在陆地上，陆空之间的水汽循环，收支也是不平衡的：年降水量是99000立方公里，比年蒸发量63000立方公里多了36000立方公里。

显然，除掉陆地的水和海洋的水各自和空中水分发生循环转换以外，还存在着海陆之间的大循环(图5-1)：你瞧，海

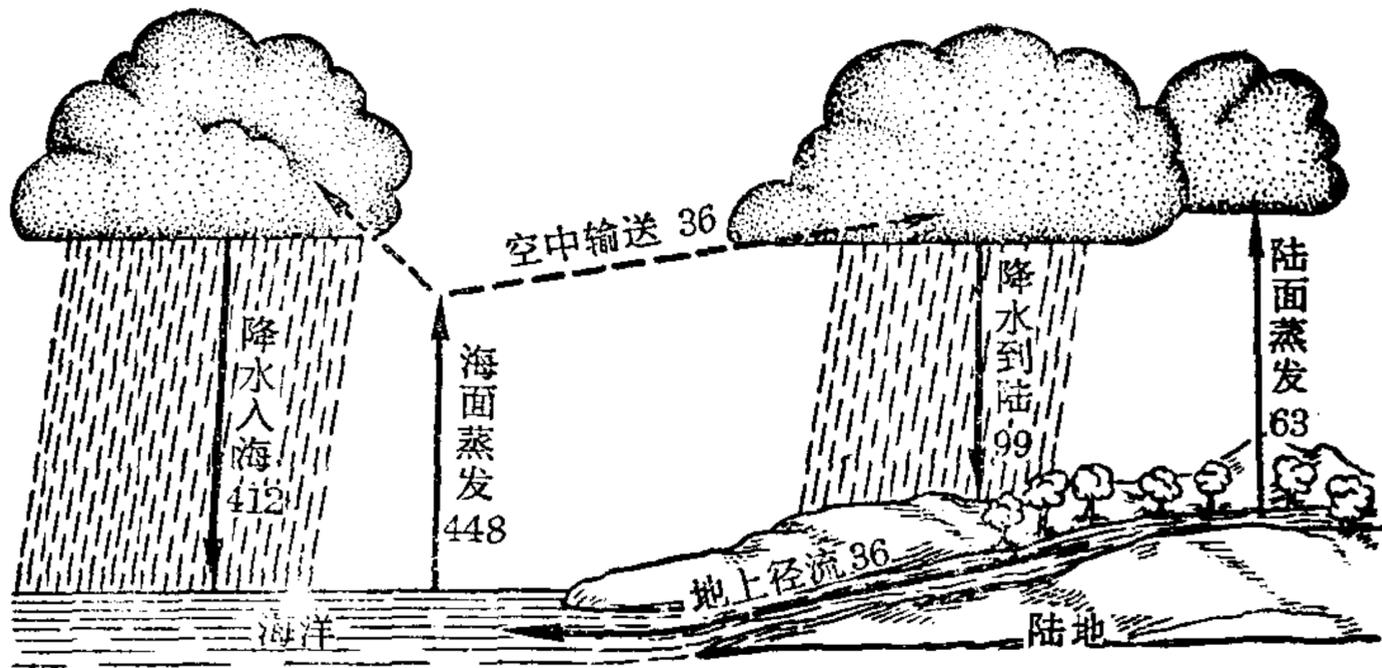


图 5-1 地球上的水分循环(单位:千立方公里)

洋上空 36000 立方公里的水汽不知去向，而陆上来源不明的降水量也正好是 36000 立方公里，那不正是从海洋上空转移过来的么！

从海洋里蒸发到空气中的水汽，除了凝结降落入海洋外，其余的借助于大气的运动输送到陆地上空，然后成云致雨，落到地面，流进河里，最后是千河百川归大海，除去一路上水面蒸发和被土壤、动植物所吸收而外，剩下的 36000 立方公里的水，统统流进了大海。就这样，完成了海洋——空中——陆地——海洋的一次水分大循环。而整个地球表面的水和空中水分之间的循环转化也就达到了相对平衡的状态。据计算，大气中平均含水量，包括水汽、云雾在内，保持在 12300 立方公里左右，全年大气中应进行 42 次水分循环。

随着生产的发展和需要，经过人们反复不断的实践，对地球上水分循环的过程了解得愈来愈细了。在每一个循环的环节上都有着专门的学问。水文工作者详细地观察研究雨雪降到地面后，怎样渗进土壤，又怎样在河里流动；地质工作者对地下水的活动也是很关心的，它们知道那些岩层最易渗水，熟

悉地下河流和喷泉的来龙去脉；而植物工作者则对植物的根系怎样吸收水分，又怎样从叶面蒸发出去很有研究；而当水流进海洋以后，海洋水文工作者又马上密切监视着海水的行踪，研究它怎么个流法，有些什么规律。至于水怎样从地面和水面通过蒸发变成空气中的水汽，水汽又怎样会凝结成云雾，云雾又怎样变成雨雪下降，这就是气象工作者最关心的问题。这些也正是这一章里所要介绍的内容。

水态的转化

在大自然里，水分在循环运动中不断改变着它的状态：液态的水，可以凝固为固态的冰层或冰粒，也可以蒸发为气态的水汽；气态的水汽可以凝结为液态的云雾雨露，也可以凝华为固态的冰晶、霜、雪；而固态的冰、霜、雹、雪可以融解为液态的水或水滴，也可以升华为气态的水汽。蒸发和凝结，升华和凝华，融解和凝固，这种水态转化的过程，在自然界里是永不停息地进行着的。而大气“舞台”上，如果缺少了水分这个经常在变换着状态的“角色”，那么一切天气变化也就无法“表演”了。

水分在循环运动中不仅常常改变着状态，而且在状态的改变中不断地发生热量的转移：凡是蒸发、升华、融解的过程，都得吸收热量；而凡是凝结、凝华、凝固的过程，都得释放热量。人们就是利用这种效应，在夏天用喷雾洒水的办法，使水汽大量蒸发，吸收空气中的热量而达到防暑降温的效果；而在冬天，又让锅炉里的水汽通过管道进入房间里的暖气设备，利用它冷凝时放出的潜热来提高室内的温度。雪后初晴，倍觉寒冷，也是因为积雪融解、蒸发、或直接升华时从空气中吸收热量，从而使气温下降的缘故。在这种水态转化过程中吸收

或释放的热量，称为潜热。各种潜热之间相互的联系可用下式表示：

$$\begin{aligned} \text{升华潜热} &= \text{蒸发潜热} + \text{融解潜热} \cdots \cdots \text{吸收热量} \\ 677 \text{ 卡/克} \quad 597 \text{ 卡/克} \quad 80 \text{ 卡/克} \cdots \cdots &\text{当温度为 } 0^{\circ}\text{C} \text{ 时} \\ \text{凝华潜热} &= \text{凝结潜热} + \text{凝固潜热} \cdots \cdots \text{释放热量} \end{aligned}$$

这种因水态变换所发生的热量变化对天气演变的作用是不能低估的。台风为什么发展得非常强大？雷雨又为什么那样猛烈？它们的能量何以如此之大？这和台风、雷雨中水汽发生凝结时释放出的大量潜热是分不开的。

水怎样闯进大气化为水汽

自然界里凡是暴露在空中的液态水或固态水，都每时每刻地在向大气蒸发着水分，让水的分子冲出水面或冰面，闯进大气。

但在自然界里，蒸发过程有难有易，有快有慢，差别是很大的。为什么蒸发过程有难易快慢之别呢？这与蒸发面的温度、性质和形状、空气中湿度以及风速、气压等因素有关。

温度高，蒸发面水分子的平均动能增大了，因而容易跳出水面闯入大气，于是蒸发也快了；而温度低则相反。湿衣服晒在阳光下比晾在阴处干得快，水洒在火炉上很快汽化，而洒在桌上却可以保留许多时间，这都是因为温度高则蒸发快的缘故。

蒸发面的性质主要是从水的形态和溶液浓度两方面来考虑的。

冰是固体，冰分子的运动可不象水分子那样自由，和同温度的过冷水面*相比，冰分子跳出冰面就要比水分子跳出水面

* 在对云雾的直接观测中发现很多云滴温度降至 0°C 以下仍不冻结，甚至温度降至零下 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 仍为液体的水滴。这种 0°C 以下并未结冰的水称为过冷水滴，其蒸发面为过冷水面。

难些,冰面的蒸发速度当然也比水面慢了。

水是很好的溶剂,不少物质都可溶于水。溶于水中的物质分子对水分子的吸引力比水分子之间的吸引力要大一些,它们妨碍着水分子的运动,使水分子不易跳出水面,同时这些物质分子还占据了部分液面,减少了水分子跳出水面的机会,因此蒸发就比纯净水面慢了。溶液的浓度愈大,蒸发便愈慢。海水的蒸发比淡水慢约5%,主要就是因为海水中含有盐分的缘故。

弯曲程度不同的蒸发面上,水分子受到分子引力的大小是不一样的,你看图5-2中三个圆圈分别表示对于蒸发面上A、B、C三点分子引力起作用的范围。一眼便知,吸引凸面上A分子的水分子最少,因而A分子受到的引力最小,最容易跳出水面;吸引凹面上C分子的水分子最多,因而C分子受到的引力最大,最不易跳出水面;而平面上B分子的情况则居于两者之间。由此可知,蒸发的进行,凸面比平面快,而平面又比凹面快。大气中的各种水滴表面都是凸面,但小水滴比大水滴凸出得更厉害,因此小水滴的蒸发比大水滴快。这对雨雪的形成有一定的作用*。

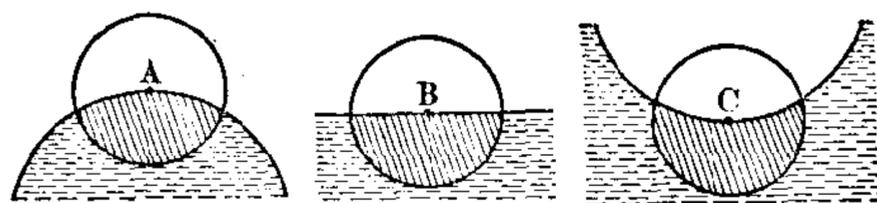


图5-2 不同曲面上水分子受到周围水分子吸引的情况

水汽从蒸发表面跳出来进入大气,但大气接纳闯进来的水汽是有一定限额的。当空气中所含水汽达到最大限度时,蒸发面上既有水分子跳出,也有水汽分子落入,两者保持相对平衡,这种状态称为饱和状态。饱和状态时所能容纳的最

* 参见本节第129页。

大水汽含量，温度高时比温度低时大，水面比冰面大，凸面比凹面大，凸得厉害的小水滴比大水滴大，溶液浓度小的液面比溶液浓度大的液面为大。如果空气中水汽很少，还远远没有到达饱和水汽的限额，那蒸发的速度就很快；如果空中水汽本来已很多，和饱和水汽含量已很相近了，蒸发当然也难而且慢了。饱和水汽含量与实有水汽含量之间的对比，其百分率就是空气的相对湿度。因此，蒸发快慢与相对湿度有关，相对湿度愈小，则蒸发愈快。相对湿度如果达到 100%，也就是实有水汽含量达到了饱和水汽含量时，空气达到饱和状态，这时，跳出水面的水分子数，与从空气中落进水里的水分子数相等，蒸发也就停止了。

由于空气湿度受风和乱流的影响，因此风和乱流的大小也会影响蒸发的速度。当空气静稳时，蒸发面上的水汽单靠分子扩散向外传递，水汽储积在蒸发面上，很容易达到饱和，因而蒸发很慢；有风和乱流时，蒸发面上的水汽随风和乱流散布在广大空间，蒸发面上的水汽含量就不断减少，蒸发迅速。风速和乱流愈大，蒸发愈快。因此任何潮湿的东西，风里吹一吹就容易干。只有当流过的空气本身湿度很大，达到饱和，例如在有雾的气流里，风速和乱流对蒸发的快慢才不起作用。

气压对蒸发也有一定的影响。气压高时，空气分子密度大，水汽分子要扩散开去就会受到一定的阻碍，蒸发作用就要比气压低时进行得慢。

水汽怎样变为云雾

看得见的水经过蒸发作用闯进大气，成为看不见的水汽。如果水汽不仅达到空气所能容纳的限额，而且超过它时，则过剩的水汽便又凝结或凝华成看得见的水滴或冰晶。这种空气

中实有水汽含量超过饱和水汽含量的状态,称为过饱和状态。要产生这种状态,要么是增加空气中的水汽,要么是使空气的饱和水汽量减低下来。当然也可以两者兼而有之。

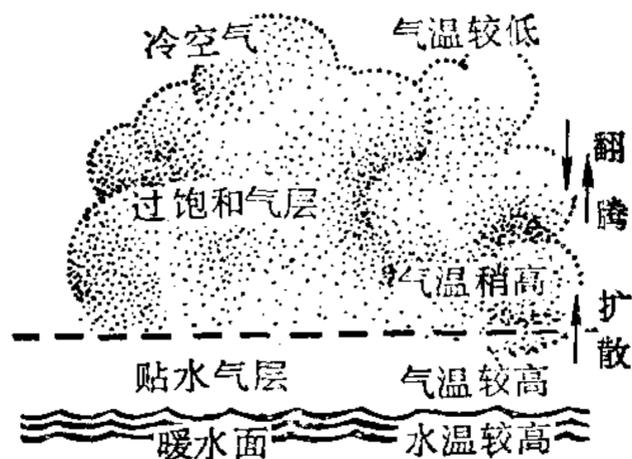


图 5-3 因蒸发而使空气达到过饱和的条件

在通常情况下,蒸发可以增加空气中水汽,却不能使空气达到过饱和。例如广大的江湖水面成天成夜地蒸发着大量水汽,那里却并不见得每天都发生凝结的现象。这是因为空气一旦达到饱和,蒸发就立即停止,空气中水汽不再增加,也

就很难达到过饱和状态而发生凝结。只有当水面温度比气温高出较多时,才能使空气达到过饱和状态。原来在暖水面和它上面较冷空气之间,存在着两个气层(图 5-3)。贴近水面的一个气层叫贴水气层,它很薄,只有几毫米到 1~2 厘米厚,其中空气几乎不流动,它的温度和水面温度大体相同,水汽含量十分丰富,虽然由于不断地向上扩散而始终达不到饱和,但经常接近饱和。自贴水气层向上,存在着一个较贴水气层为厚的气层,此层的下部气温和贴水气层差不多,但它的上部,气温就和更上面的冷空气的温度差不多了,因此在该层中,空气比较不稳定,形成上下翻腾的现象。该层底部,接受到贴水气层中源源不断地扩散出来的水汽分子,变得比较潮湿;这时,上下翻腾作用就使该层下部的水汽分配到该层全部。由于该层上部温度较低,下部又有自贴水气层中源源供应的水汽,所以该层中水汽便会达到过饱和状态而发生凝结。而在贴水气层中,由于水汽源源扩散到过饱和层,因而水汽含量渐渐减少,但在这同时,暖水面又会有水分蒸发,补充它因扩散而

消耗的水汽,所以在任何时间,贴水气层虽不能饱和,却始终保持较丰富的水汽,源源不断地扩散到冷气层内,使冷气层内水汽保持过饱和,凝结过程不断进行。

秋冬季早晨,当冷空气积聚在较暖的水面上,蒸腾似的雾,就是在蒸发面温度远高于气温的情况下凝结而成的。如果暖的雨滴掉进冷的气层中,也常常会发生雨滴蒸发使冷气层内水汽增加并达到过饱和而重新发生凝结的现象。在下雨的时候,云层下面常常有一些较低的、看起来支离破碎的碎雨云,就是在这种情况下形成的。

使未饱和空气达到过饱和的第二个途径就是降低空气容纳水汽的限额,即饱和水汽的含量。在大气中,这主要是通过空气的冷却作用来实现的。温度下降了,饱和水汽含量也随着减小了。而空气冷却的方式不外有下面三种:

最重要的冷却方式要算绝热冷却了。饱和水汽含量的限额温度高时比温度低的要大。所以,当空气上升时,随着空气的绝热冷却,空气的饱和水汽含量也不断降低,当空气上升到一定高度时便会达到过饱和而发生凝结*。大气中大多数的云就是靠这种方式的冷却作用凝结而成的。

空气冷却的第二种方式是辐射冷却。辐射是热量传递的一种方式,任何物体既能通过辐射作用接受热量,也能通过辐射作用散放热量。夜间空气本身要辐射出热量而冷却,靠近地面的气层,还要受到地面辐射冷却的影响,温度不断降低,饱和水汽含量也会跟着下降,如果水汽充沛,就会达到过饱和而发生凝结。

还有一种空气冷却的方式就是平流冷却。当暖空气流过冷地面或冷海面时,它把热量传给地面或海面而降低自己的

* 这个高度通常称为凝结高度。

温度,饱和水汽含量便跟着降低。如果暖空气降温较多,也会达到过饱和而发生凝结。

空气中水汽达到过饱和状态以后,是否就一定会发生凝结呢?还不一定。人们通过实验发现,在纯净的空气中,水汽过饱和达到 300~400% 的相对湿度时,仍不发生凝结。这是因为还缺少促使凝结的另一个条件——凝结核。

原来,空气中若是绝对纯净,没有任何杂质,即使达到过饱和状态,水汽分子也无从依附。而单个水汽分子之间相互合并的能力在一般气温条件下是很小的,它们相碰后往往又分开。即使聚合起来形成细小的水滴,也因为水汽分子很小*,其形成的小水滴也很微小,其表面弯曲凸出的很厉害,饱和水汽含量大,使微小的水滴表面实际上不能达到饱和状态而迅速被蒸发掉。而吸湿性微粒对水汽分子吸附能力比单个水汽分子之间的合并能力为强,而且吸湿性微粒比水汽分子大得多**,吸收水汽分子后所形成的水滴其中有许多又是溶液水滴,其饱和水汽含量均小,使其表面不难保持过饱和状态因而容易存在和壮大。

可见,要使水汽发生凝结,不仅要求空气达到过饱和,而且还要具备凝结核这个条件。由此也可见凝结核对大气的凝结现象具有很重要的意义。在大气中,这种凝结核是并不缺少的。例如盐粒、烟粒、尘埃,到处都存在。

在高空温度低于 0°C 的气层里,那里的水汽常直接凝华成冰晶。这种凝华作用同样需要有一个核心才能进行。这种核心就称为凝华核。在实际大气中,水汽的凝华,主要是发生

* 其半径约为 10^{-8} 厘米。

** 大气中的凝结核,半径约为 $10^{-7}\sim 10^{-3}$ 厘米之间,其中半径在 $2\times 10^{-6}\sim 10^{-4}$ 厘米的,称为大核;半径大于 10^{-4} 厘米的称为巨核。在云雾的形成中,大核起着主要的作用,故又将这种凝结核,称为气象凝结核。

在细小的冰晶或包有冰衣的微粒上。

不管是作为凝结核还是凝华核的微粒，和雨雪的总重量比起来还是极微的。譬如在一吨重的雨水中，微粒的总重量不会超过一两重。但就是这么一点点凝结核和凝华核，对大气中水汽的凝结和凝华却起着十分重要的作用。要不是大气中到处都有它们在飘游的话，那人们就很难看到天空里雄伟奇丽的云雾变幻景色了。

云雾怎样产生降水

在水分的循环中，从一个过程进入另一个过程：水蒸发变为水汽，水汽凝结聚集变为云雾。再循环下去，就是从云雾变为降水的过程了。

一切雨雪冰雹等降水物都来自云雾之中，但有了云雾却不一定都有降水物掉下来。

那么，为什么云雾产生后常悬浮于空中而不下落呢？

在大气中，一般云滴都是很小的，其半径多数在 0.002~0.015 毫米之间，最小的还不到 0.001 毫米。就以半径为 0.01 毫米的云滴来计算，它等速下落时的速度仅为 1.26 厘米/秒，如果云滴从三、四千米的高空以这种速度降落到地面，得化上整整三天的时间。因此每颗云滴虽然都在下降，但下降的速度实在太慢了。如果再稍有一点点上升气流或者乱流的话，随时又可把它们向上飘起。其实，很多云就是在空气的上升运动中形成的，这种上升运动可以把缓慢的云滴下降速度抵消而绰绰有余。即使有一些稍大的云滴能够离开云体下落，在到达地面以前这么长的时间里，也早已被蒸发光了。所以，云滴能悬浮于空中，主要是由于它们太小太轻的缘故。

如果云滴半径增大到 0.05 毫米，它达到等速下落时的速

度便增大为 27 厘米/秒,这时云滴的下落才逐渐明显,成为毛毛雨滴。毛毛雨滴半径一般为 0.05~0.25 毫米,由于下降速度还不快,而且多少还受到上升气流以及乱流的影响,因此在下落时总是那么飘忽纷飞,无声无息。

如果云滴半径增大为 0.3 毫米,它等速下降时的速度为 247 厘米/秒,这时云滴下落已很明显,直线下落成为雨滴了。一般雨滴的半径约在 0.3~2.0 毫米之间,落在屋面上发出轻微沙沙声。阵雨的半径在 1.5~3.5 毫米之间,甚至还有大于 3.5 毫米的雨滴存在。一颗半径为 3 毫米的粗大雨滴等速下降时的速度为 919 厘米/秒,如果从 3000 米高空降落到地面只需 5~6 分钟,因此下落很快,急促而有力,掉在屋面上常哗哗作响。

由此可知,要使悬浮于空中的云滴转化为具有一定下降速度的降水物,必须使小水滴变为大水滴,才能具有较大的下

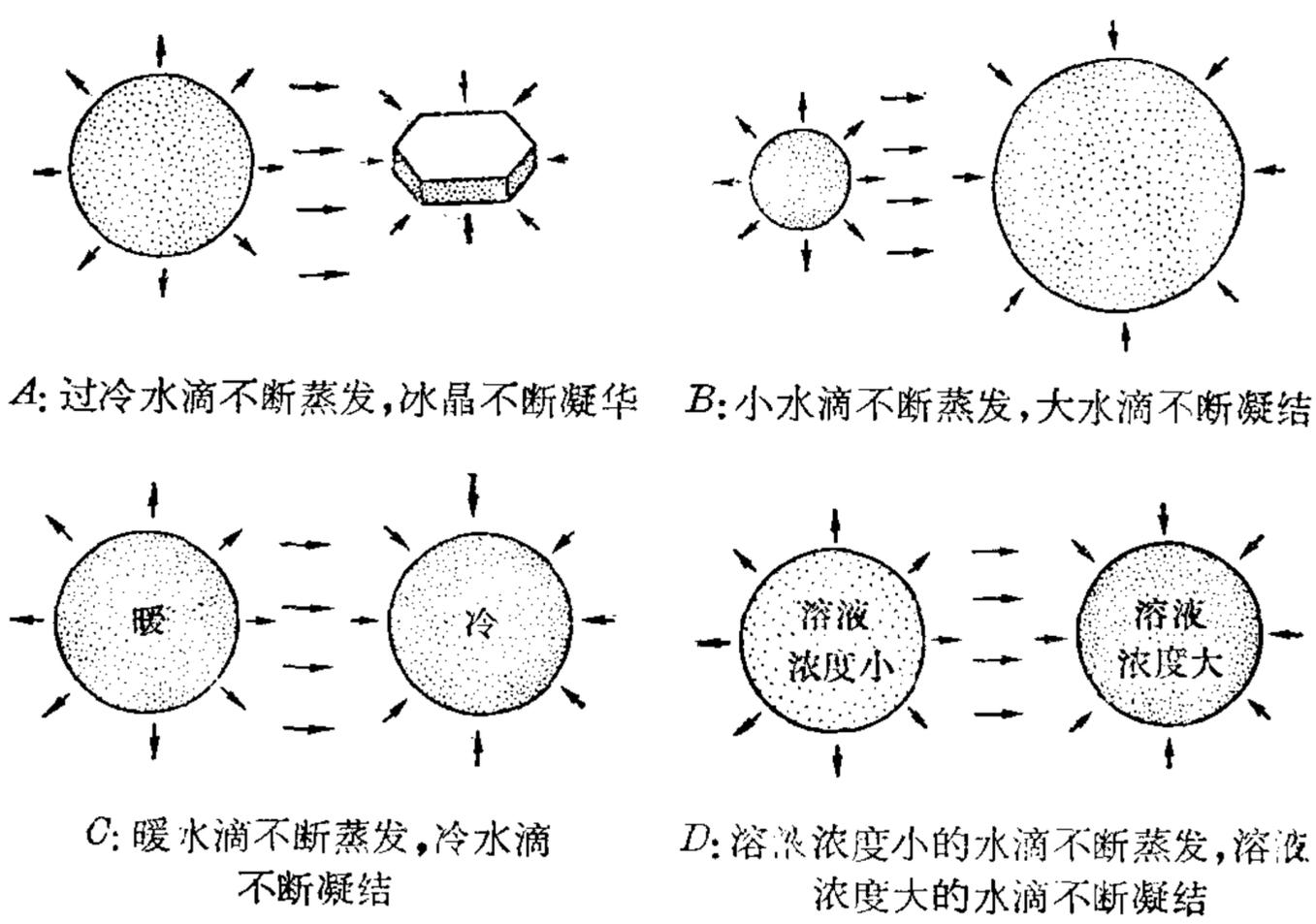


图 5-4 云滴因凝结凝华而增大

降速度而成为降水物下落到地面*。

那么云滴是怎样不断地增大成为雨滴的呢?有两种情形:

一种是水汽在云滴上继续不断地凝结或凝华使它增大(图 5-4)。但如空气中水汽得不到源源不断的补充,则随着凝结或凝华作用的进行,水汽相对减少,原来过饱和状态又转化为未饱和,凝结或凝华便又都停止。因此要使云滴不断壮大,就必须使云滴表面经常处于过饱和的状态下。而这又需要源源不断地获得水汽的补给。但是在同一个云块内,总的含水量总是有限的。要使云块中每一个云滴都能壮大为雨滴看来难于办到。为了得到一些雨滴,必须丧失一些云滴。在这种得失的矛盾运动中,云滴转化为雨滴,云雾发展成降水。这种云雨转化的矛盾运动大致有下面几种过程:

上面谈到,饱和水汽含量的限额,水面比冰面大。所以当云中有过冷水滴和冰晶同时存在的时候,达到饱和状态时冰面所能容纳的水汽比水面为少。因此云块中水汽对过冷水滴来说尚未饱和时,对冰晶来说则已过饱和,于是过冷水滴不断蒸发缩小以至完结,冰晶则不断凝华壮大成为雨滴而下落。水分就不断地从过冷水滴转移到冰晶上(图 5-4A)。

与此类似的过程还有:大小水滴共存、冷暖水滴共存、溶液浓度大小不同的水滴共存于同一块云中。由于达到饱和时所能容纳的水汽,大水滴表面比小水滴表面少,冷水滴表面比暖水滴表面少,溶液浓度大的水滴表面比溶液浓度小的水滴表面少,因此云中水汽对小水滴、暖水滴、溶液浓度小的水滴表面还未饱和时,对大水滴、冷水滴、溶液浓度大的水滴表面来说则已过饱和。于是前者不断蒸发、缩小以至完结,后者则

* 有时候因云下气层较干,降水物离开云体,蒸发很快,不到地面就完全蒸发了,远望云底只看到有悬挂在空中的雨旛或雪旛。

不断凝结壮大,成为雨滴(图 5-4 B、C、D)。

云滴依靠凝结、凝华的作用而增长的速度是随着云滴的增长而减小。这是因为云滴愈大,其表面积也愈大,需要的水汽凝结量也就大了。如果同一时间内水汽凝结量一定,那大云滴增长的速度相应地就显得慢了。例如气温在 0°C , 相对湿度为 101% 的过饱和空气内,半径为 0.001 毫米的云滴,因凝结作用而开始增大,若增大为 2 倍,需时约 2.1 秒,若增大为 10 倍,需 75 秒,而如果要增大到 200 倍,就得化上 8 个小时。可见,云滴愈大,依靠凝结、凝华作用来增大,便愈困难。因此在实际大气中,凝结、凝华是在云滴增长的初期起着主要的作用,随着云滴的增大,逐步为另一种云滴相互合并增长的作用所取代。当云滴半径增大到 0.05~0.07 毫米以上时,云滴的合并作用就起着主要的作用了。

云滴是怎样合并增大起来的呢?

云滴相互合并主要的原因是由于大小不同的云滴具有不同的下降速度,因而在下落过程中发生碰撞。

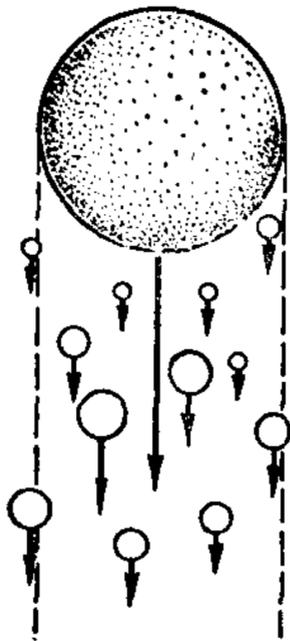


图 5-5 云滴因碰撞合并而增大

大云滴下降速度比小云滴快得多。例如半径为 0.1 毫米的水滴等速降落时的速度为 72 厘米/秒,而半径为 1 毫米的水滴则为 649 厘米/秒,两者相差近十倍。因此在云滴下落过程中,大云滴会赶上小云滴而发生碰撞,大云滴并掉小云滴,成为更大的大云滴,并继续下落,继续并吞小云滴,于是就象滚雪球一样越滚越大(图 5-5)。有时候上升气流很强,也可以把大大小小的云滴往上冲,但就在这种冲击下,因为大云滴惯性大,上升慢,小云滴惯性小,上升快,这样小云滴又会追上大云滴而发生碰撞,自动地送上去让大

滴合并增大。

云滴来把它并吞掉。最后当大云滴达到上升气流也托不住了,才掉下来成为粗大的雨滴。

在云中,气流起伏越显著,云滴的浓度愈大,云滴大小分布愈不均匀,云滴合并增大作用就愈迅速。而云滴的合并作用主要产生于水滴与水滴、或水滴与冰晶之间。至于冰晶与冰晶之间因为都是固体,大家硬碰硬,碰不到一块,因此那些单由冰晶组成的云,例如卷云是难以产生降水的。

第二节 云雾的千姿万态

云为空中之雾,雾为地面之云

水汽,谁也看不见,但是一旦具备了凝结的条件,它就立刻转化为看得见的云滴或雾滴。

云滴雾滴虽然是可见的,但半径只有 0.001~0.05 毫米,肉眼很难看得清。人们为了研究它,就不得不借助于显微镜。可是积少成多,亿万颗云滴雾滴集合在一起,就成为千姿万态、变幻无穷、看得清的云雾了。

云在天上,雾在地面,它们有天壤之别吗?不!云和雾都是由悬浮于空中的微细水滴或冰晶组成的,它们原没有本质上的差别。云为空中之雾,雾为地面之云,这是早已为人们的生活实践所证明了的。

清晨茫茫的大雾,日出后不久,常常抬升成为灰白色的层云;而当一条暖锋移来的时候,云幕又往往越降越低,最后在暖锋过境前,云幕终于下降碰到地面,成为夹带着毛毛细雨的锋面雾*。

有时候,云层较低,高山之顶明明被云底所掩没,可是山

* 锋面雾,参见下一小节(第 135 页)。

顶上的人却说：这里弥漫着浓密的大雾。而当山腰里确实确实为大雾所笼罩的时候，平地上的人却偏说：这是一条白色的云带缭绕在山腰之中。

但人们生活在地面上，因此通常总是从站在地面的位置来区分是云还是雾：笼罩在地面的是雾；离开地面的，不管它有多高，都是云。雾和云对人们的生产活动都有极为密切的关系，现在就先从茫茫大雾谈起吧。

茫茫大雾

人们常常用“伸手不见五指”、“咫尺不辨”来形容浓密的大雾。这固然有些夸张，可是浓雾确实给航空、航海带来极大的危害。例如，1972年国外就有两艘海轮在海上因遇浓密海雾而相撞(图 5-6)。

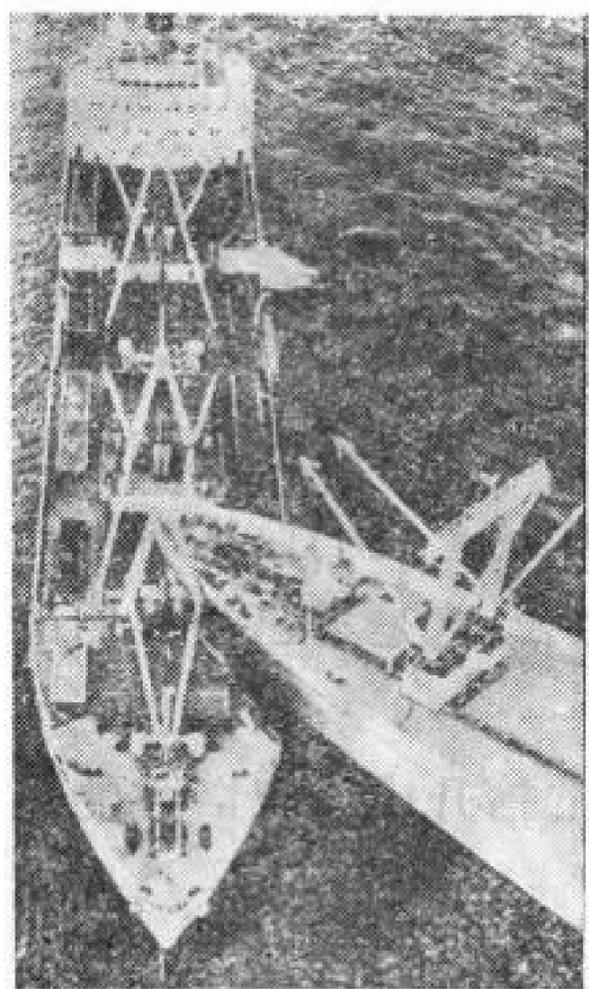


图 5-6

掌握雾的出没规律，并用这些规律来预测雾的发生和消散，人们便可以在它没有出现以前发出浓雾的预报，作出妥善的安排和采取一切安全的措施。

形成雾的条件是要求空气达到过饱和，并有凝结核。而凝结核的条件在大气中是经常具备的，所以关键就在于空气怎样达到过饱和了。根据空气达到过饱和的具体条件不同，人们通常把雾分为以下几种：

陆地上最常见的要算辐射雾了。这种雾是空气因辐射冷却达到过饱和而形成的。它多出现于晴朗、微风、近地面水

汽又比较充沛的夜间或早晨，早晨以后常逐渐消散。在晴朗的夜间或早晨，天空里无云阻挡，地面的热量迅速向外辐射出去，地面散热冷却，近地面层的空气温度就很快降低下来，如果空气中水汽较多，很快便达到过饱和而凝结成雾。

风速对辐射雾的形成也有一定影响。没有风，就没有乱流的混合作用，上下气层的热量不能发生交换*，辐射冷却效应便只发生在贴近地表的气层中，只能生成露、霜，或不超过两米厚的浅雾。但如风太大了，上层热量大量地凭借乱流的作用而向下传递*，大大妨碍了下层空气的冷却，使气温不易降低很多，难于达到过饱和状态。只有在1~3米/秒的微风时，有适当强度的乱流，它既能使冷却作用扩展至一定高度，又不影响下层空气的充分冷却，因而最有利于辐射雾的形成。

辐射雾既然出现在晴朗无云的夜间或早晨，那就不会持续得很久。太阳一经升高，地面温度立刻随着上升，空气又回复到未饱和状态，雾滴也立即蒸发消散。因此早晨辐射雾常预示着当天天气晴好。“早晨地罩雾，尽管晒稻谷”、“十雾九晴”就都是指的这种辐射雾。

在我国，辐射雾最多的地区要算四川盆地了。一年中差不多有三个月的日子有辐射雾发生。例如重庆就是一个以多浓雾著称的城市，全年有雾日数超过100天，在10月到次年2月期间，很浓的辐射雾常可延至中午，甚至终日不消。在一些盆地里，风小，水汽储积不散，冬季辐射冷却较强，因而最有利于辐射雾的形成。

第二种雾称为平流雾。我国春夏季节在沿海一带经常出现的海雾就属于这种平流雾。

平流雾是怎样生成的呢？看它的名字就可以知道它的生

* 乱流可引起上下气层之间热量的交换，参见第四章第四节。

成和空气的水平流动是分不开的。当暖而潮湿的空气流经冷的海面或陆面时，空气的低层因接触冷却达到过饱和而凝结成雾。只要有适宜的风向风速，雾一旦形成，常持续很久。如

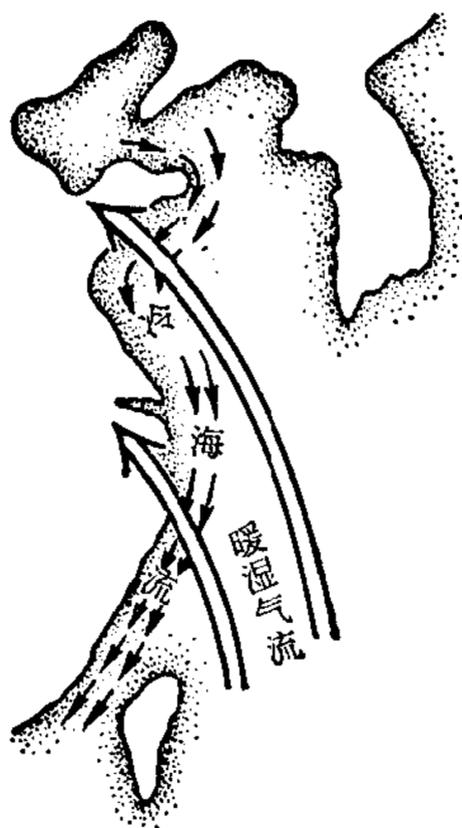


图 5-7 我国沿海平流雾的形成

果没有风，或者风向转变，暖湿空气来源中断，雾也会立刻消散。

我国春、夏季节，沿海常为一支冷海流所控制。这时候，只要有暖而潮湿的空气从南方吹来，空气和海水的温度差异很大，低层暖空气很快冷却而达到过饱和，就很容易形成海雾。这种海雾就是一种平流雾(图 5-7)。由于暖湿空气活动的纬度愈临近夏季愈偏北，海雾出现最多的地区也就随季节而北移：2~3 月主要出现在广东、福建沿海，3~5 月主要出现在东海沿岸海面，到了 5~7 月则主要出现在黄海、

渤海沿岸海面，而到 8 月以后，则出现海雾的机会就很少了。

第三种雾称为蒸汽雾。如果水面是暖的，而空气是冷的，当它们温差较大的时候，水汽便源源不断地从水面蒸发出来，闯进冷空气，然后又从冷空气里凝结出来成为蒸汽雾*。

在什么情况下能够使较冷的空气覆盖在较暖的水面呢？

在极地区域，那里的空气是经常比较冷的，如果有一支暖洋流浩浩荡荡地来到极地区域，就会造成冷空气覆盖在暖水面的局面。在北大西洋上就有一支强大的称为墨西哥湾流的暖洋流，经常突入北极的海洋上，造成北极的海洋上规模较大的蒸汽雾。有时候，北极的冷空气停留在冰上，当冰面开裂时，

* 蒸汽雾的形成原理，参见本章第一节。

冰下比较暖的水就露了出来,于是就在冰面开裂的地区,蒸腾着局部的蒸汽雾。由于这种忽浓忽淡、轻飘似烟的蒸汽雾大都出现在高纬度的北极地区,人们就常常称它为“北极烟雾”。

除了极地区域,冷空气覆盖暖水面的情形还常出现在内陆的某些地区。白天,河谷里的水面温度升得很高,到了夜晚,山风夹带冷空气沿着山坡滑到暖的河谷水面上;而在湖滨地区,夜间湖水比陆面暖,当夜间陆风吹到暖的湖面上,这些情况下都会形成比较浅薄的蒸汽雾。而每当秋冬季节一次较强的冷空气南下以后,天晴风小的早晨,还来不及冷却的暖水面上也往往蒸腾着这种蒸汽雾。

第四种雾称为上坡雾。这是由于潮湿的空气沿着山坡上升,绝热冷却,使空气达到过饱和而产生的雾。这种潮湿空气必须处于稳定的状态,山坡的坡度又必须较小。要不然,就会形成对流,雾就难以形成了。

在冷暖空气交界的锋面附近也常有雾产生,称为锋面雾,这是第五种。一般以暖锋附近居多,锋前锋后都可能发生(图5-8)。锋前雾是由于锋面上暖空气内云层中的较暖雨滴落入地面冷空气内,发生蒸发,使空气达到过饱和而凝结成的;

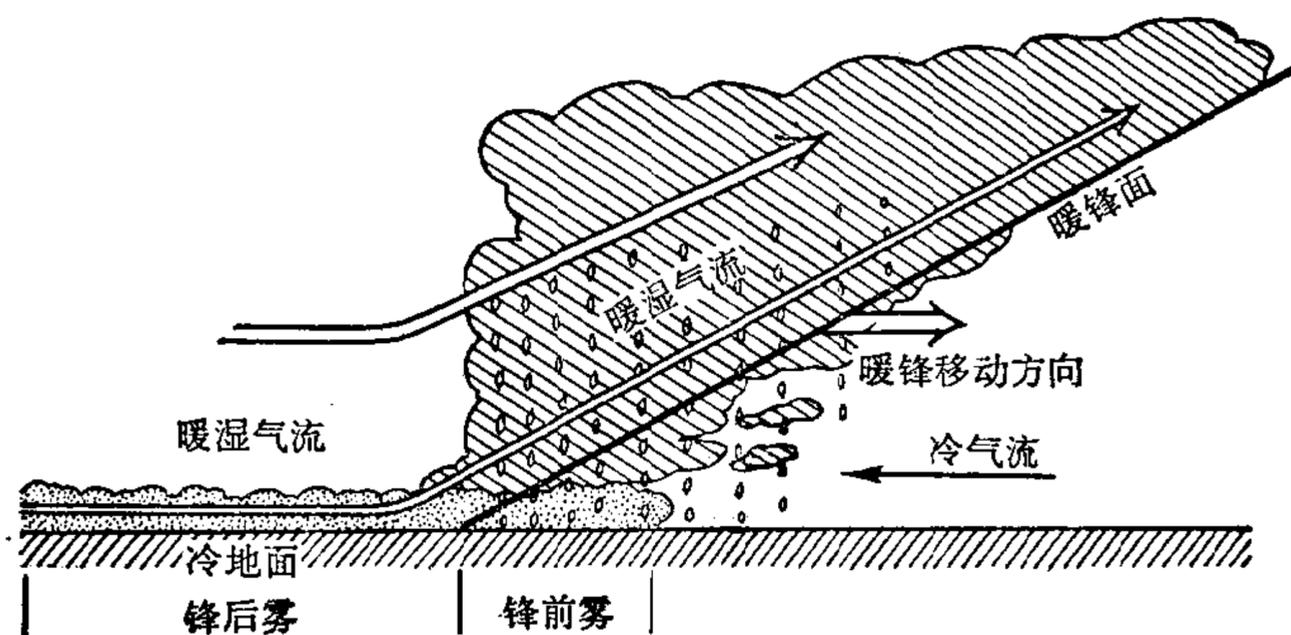


图 5-8 暖锋前后雾的形成

而锋后雾则是暖湿空气移至原来被暖锋前冷空气占据过的地区冷却达到过饱和而形成的。因为锋面附近的雾常跟随着锋面一道移动，军事上就常常利用这种锋面雾来掩护部队向敌人进行突然袭击。

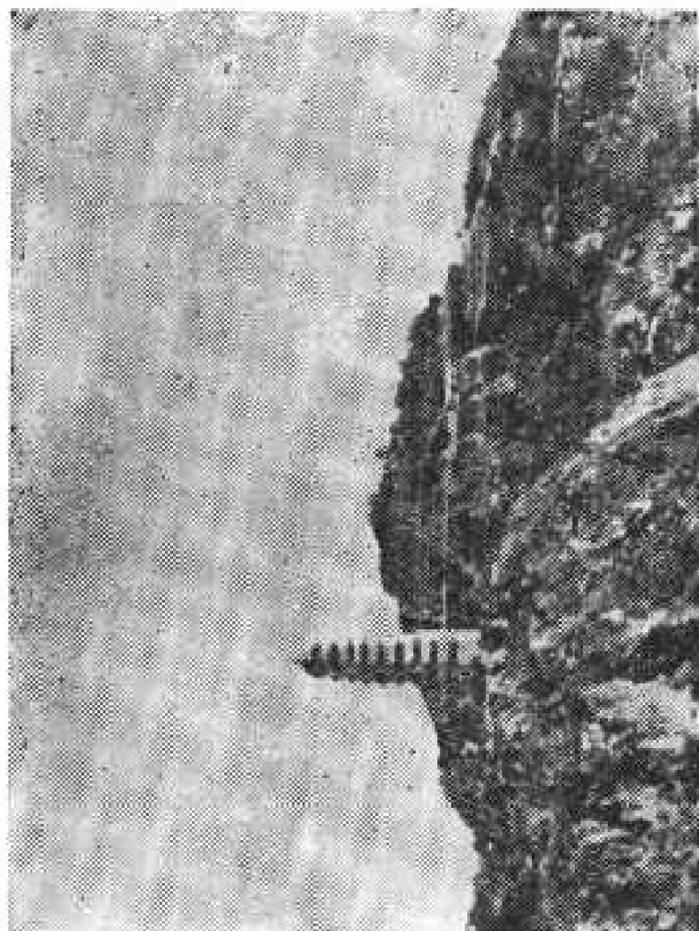
云彩这般多姿

天空是一幅活动的图画。在这变幻无穷的画面里，展现着丰富多彩、气象万千的云彩。

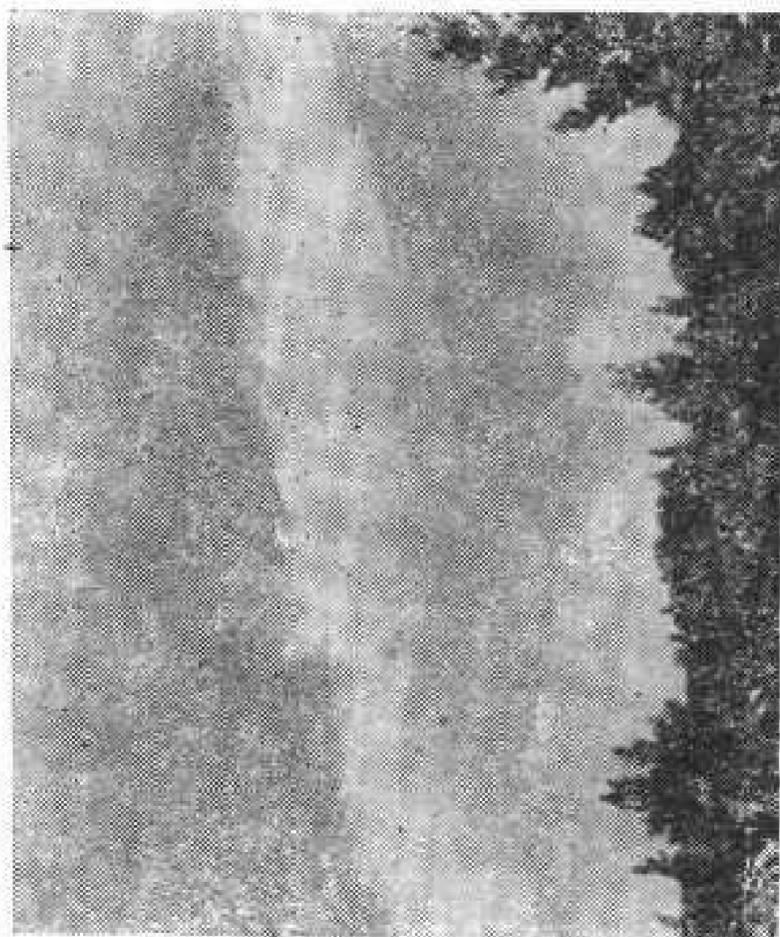
看！这是一簇簇纤白的羽毛(图 5-9-1)，瞧！那是一缕缕轻盈而带钩的细丝(图 5-9-3)。在蔚蓝的天幕上，有时候镶嵌着银色的鳞片(图 5-9-7)，有时候却又点缀着一团团白色的棉花(图 5-9-15)。在下雨的日子里，云色灰暗厚实，象一条大棉被铺盖在天空(图 5-9-23)，下面拖挂着一块块灰黑褴褛的破絮(图 5-9-24)，而当太阳从东方升起的时候，云块在阳光照射下，又闪耀着夺目的霞光(图 5-9-10)！有时候天空象是蓝色的海洋，那里翻滚着万顷浪涛，此起彼伏(图 5-9-16)；有时候却又似进入了群山的怀抱，但见那山峦重迭，奇峰突起(图 5-9-27)。尽管云彩姿态千种万样，各有其特殊性，但特殊性中总能找出其普遍性，根据它们共同的普遍的特征归纳成为若干种类，然后再找出各种类型云的生消演变的特殊规律。

现在国际上通用的云的分类方法是先按云的高度分为四族，然后再按外貌特征分为十属和若干种类。每一种云的名称以及它们的外貌姿态有何特征，在表 5-1 里已有详细的叙述。如果你看了以后印象还不深刻的话，那不妨把图 5-9 中每一种云的照片对照起来，仔细认辨，是不难对它们熟悉起来的。

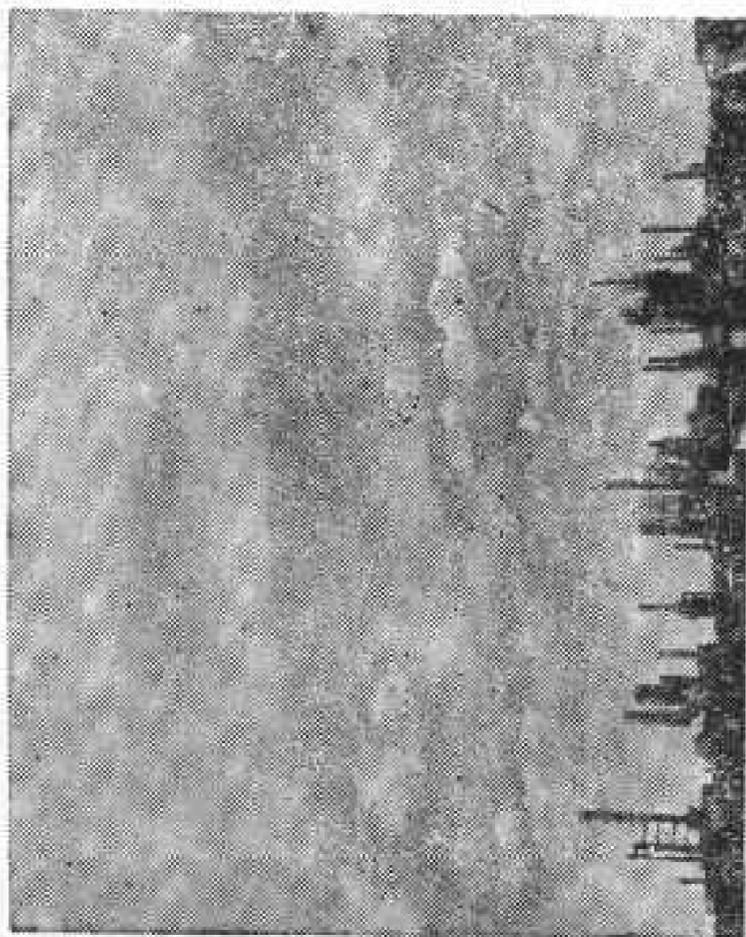
(2) 密卷云



(4) 伪卷云



(1) 毛卷云



(3) 钩卷云

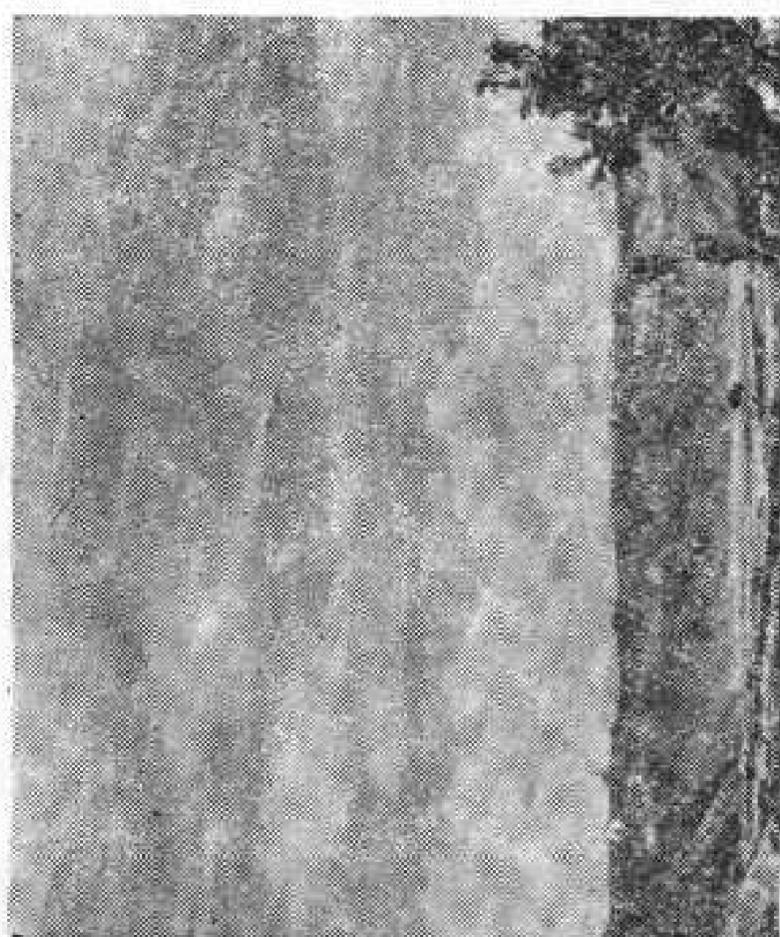
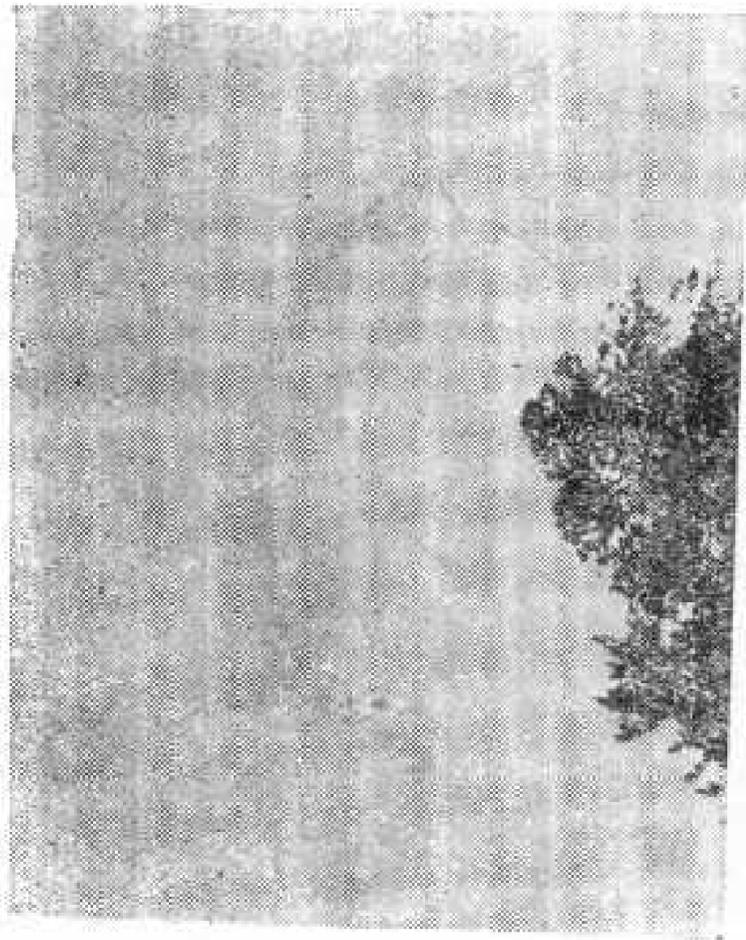
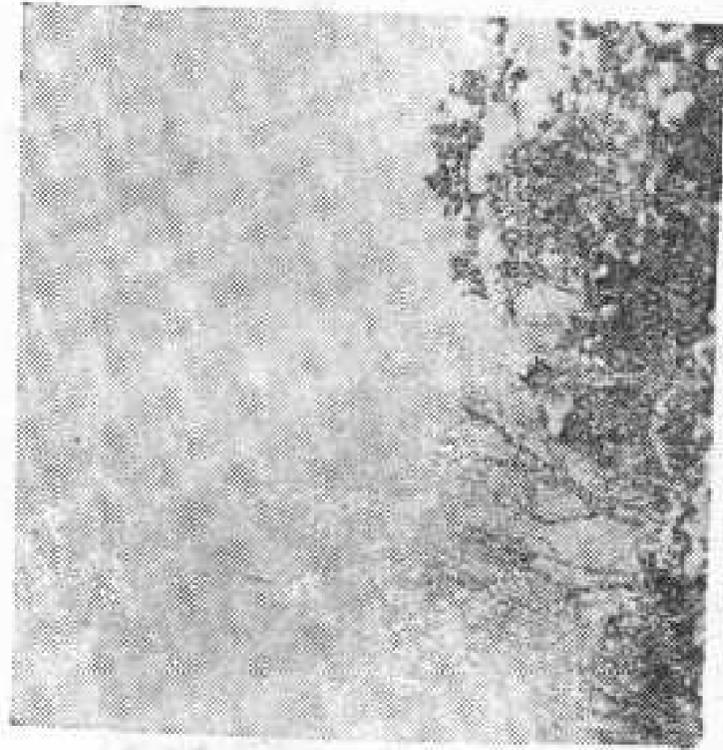


图 5-9 云的分类照片(一)

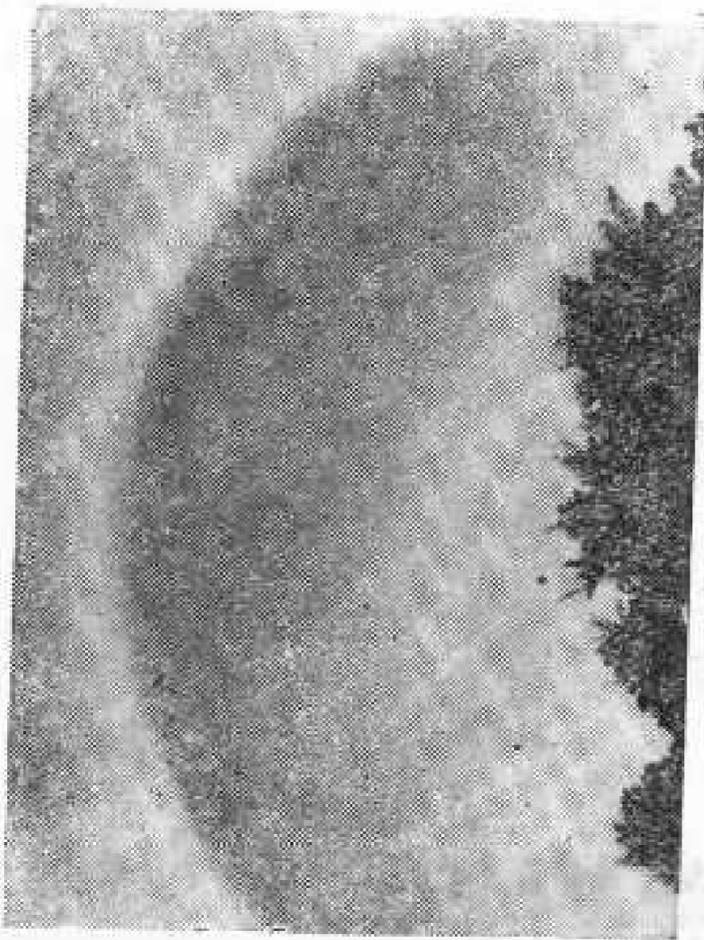
(6) 毛卷层云



(8) 透光高层云



(5) 薄幕卷层云



(7) 卷积云

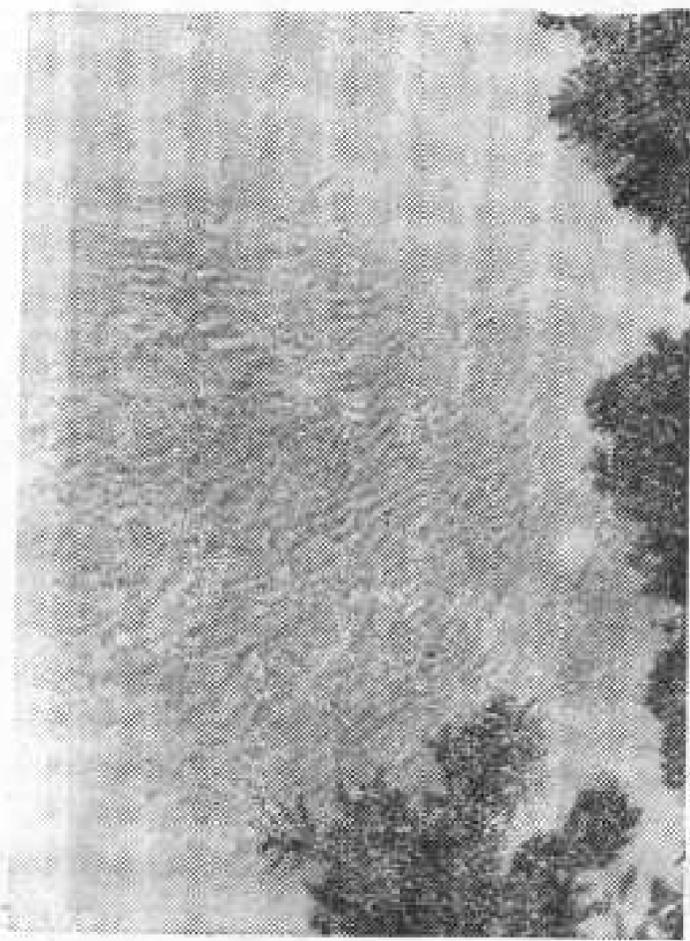
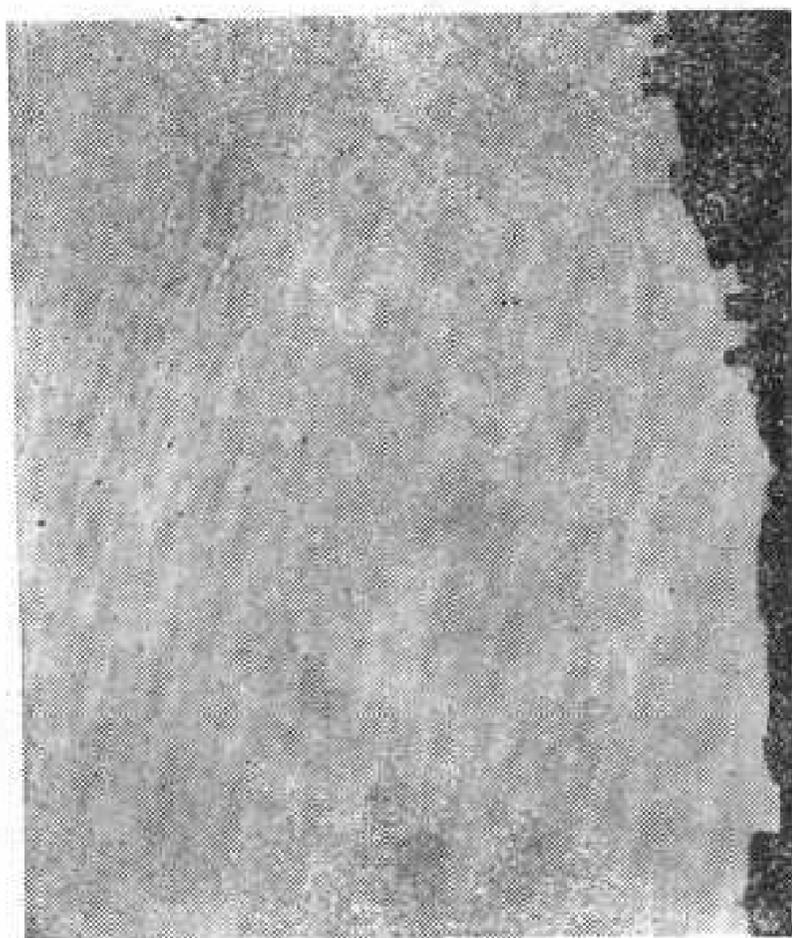
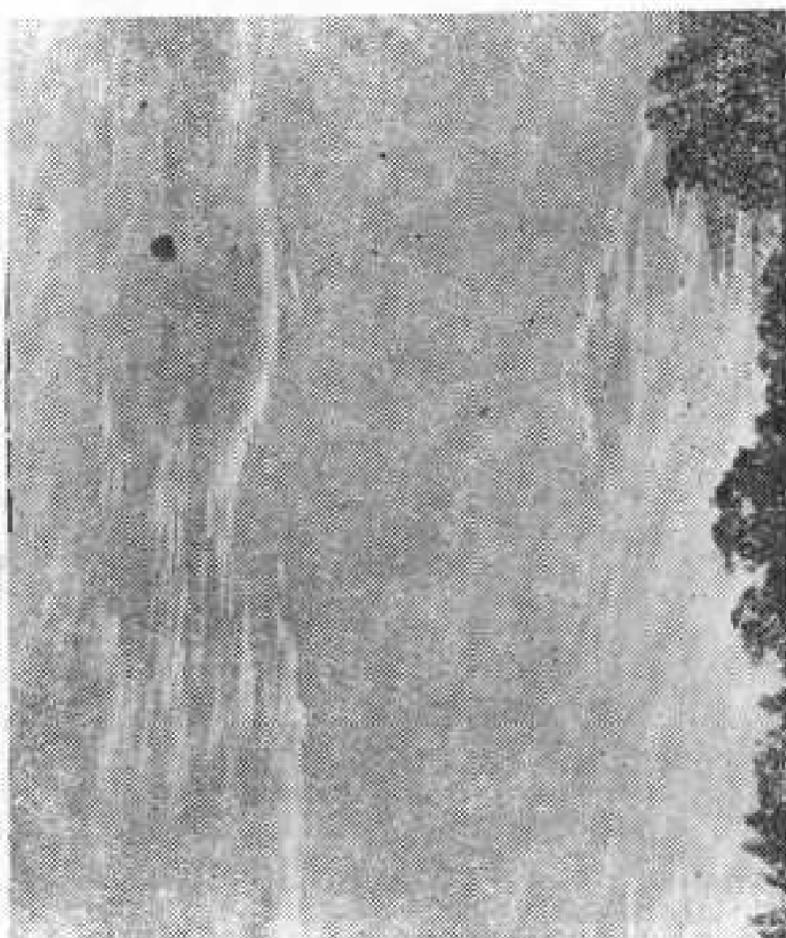


图 5-9 云的分类照片(二)

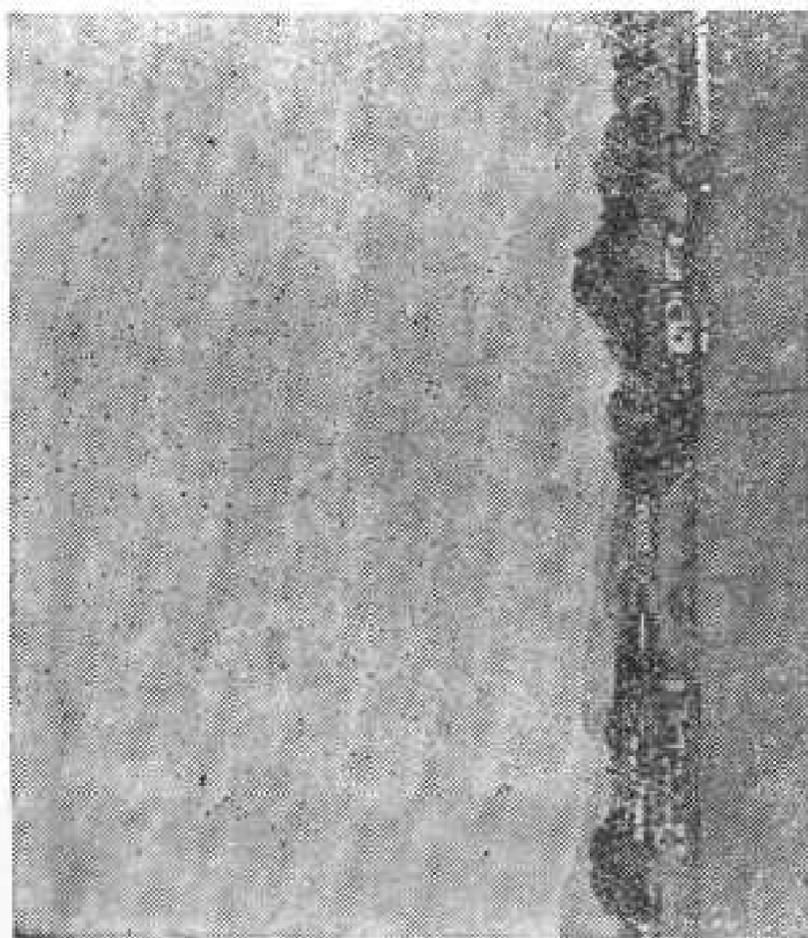
(10) 透光高积云



(12) 荚状高积云



(9) 蔽光高层云

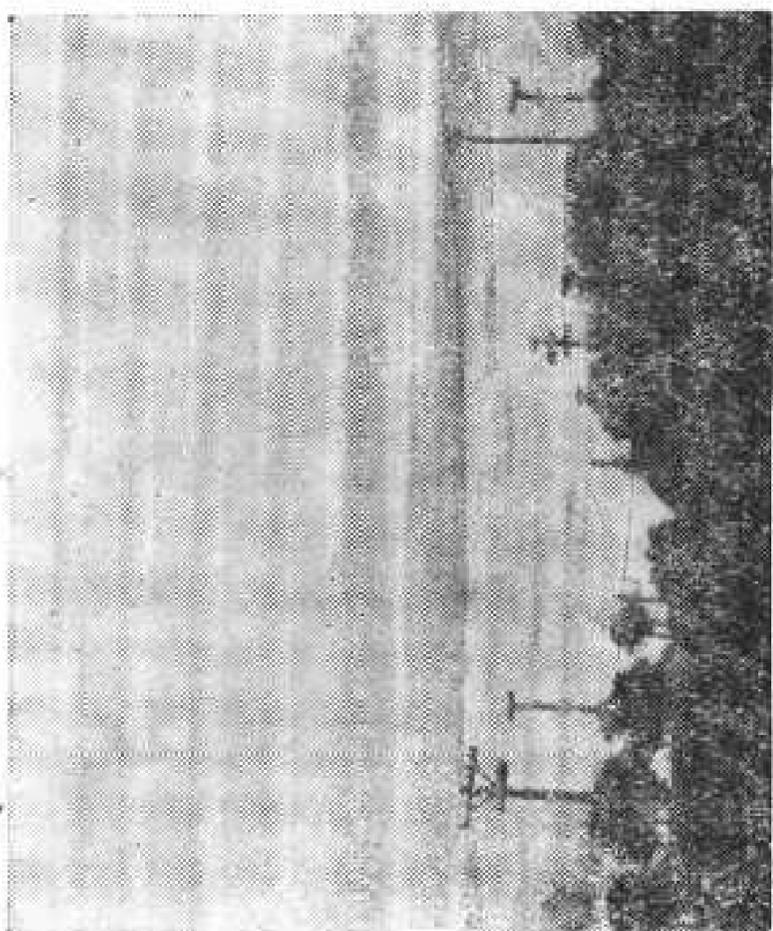


(11) 蔽光高积云



图 5-9 云的分类(三)

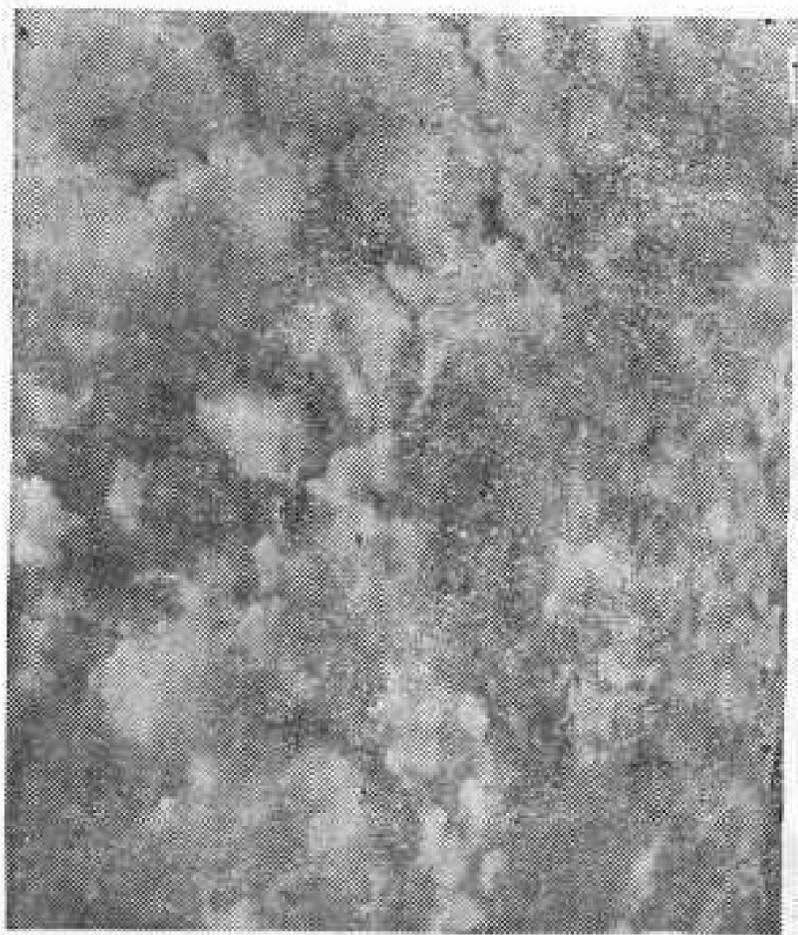
(14) 堡状高积云



(16) 透光层积云



(13) 积云性高积云



(15) 絮状高积云

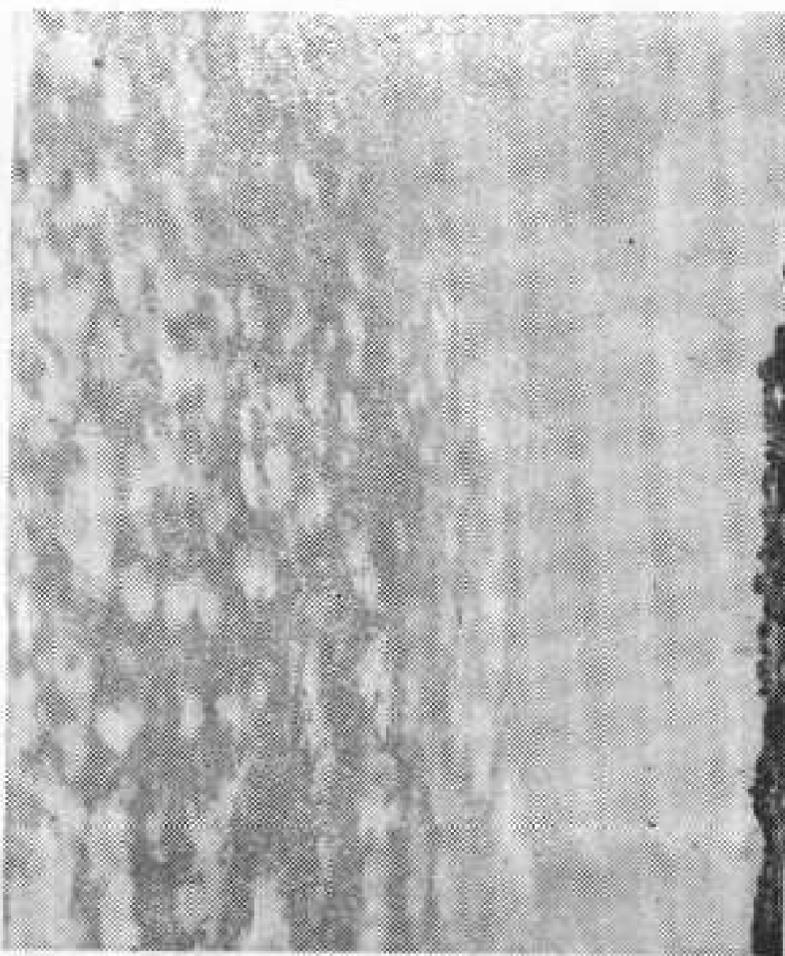
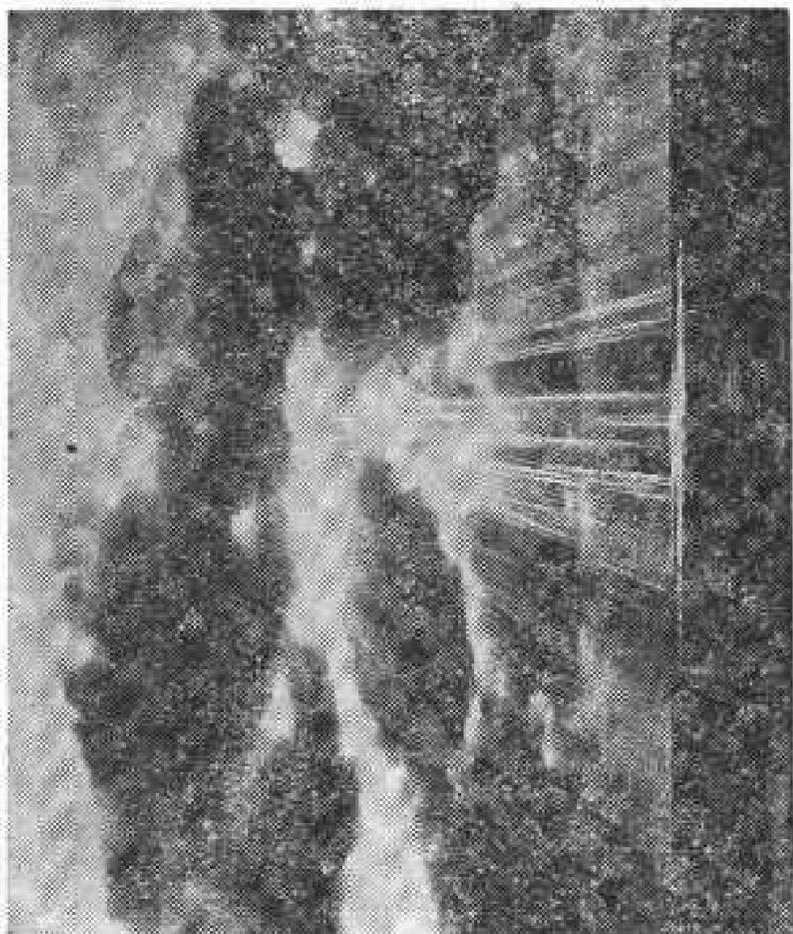


图 5-9 云的分类照片(四)

(18) 积云性层积云



(20) 堡状层积云



(17) 蔽光层积云

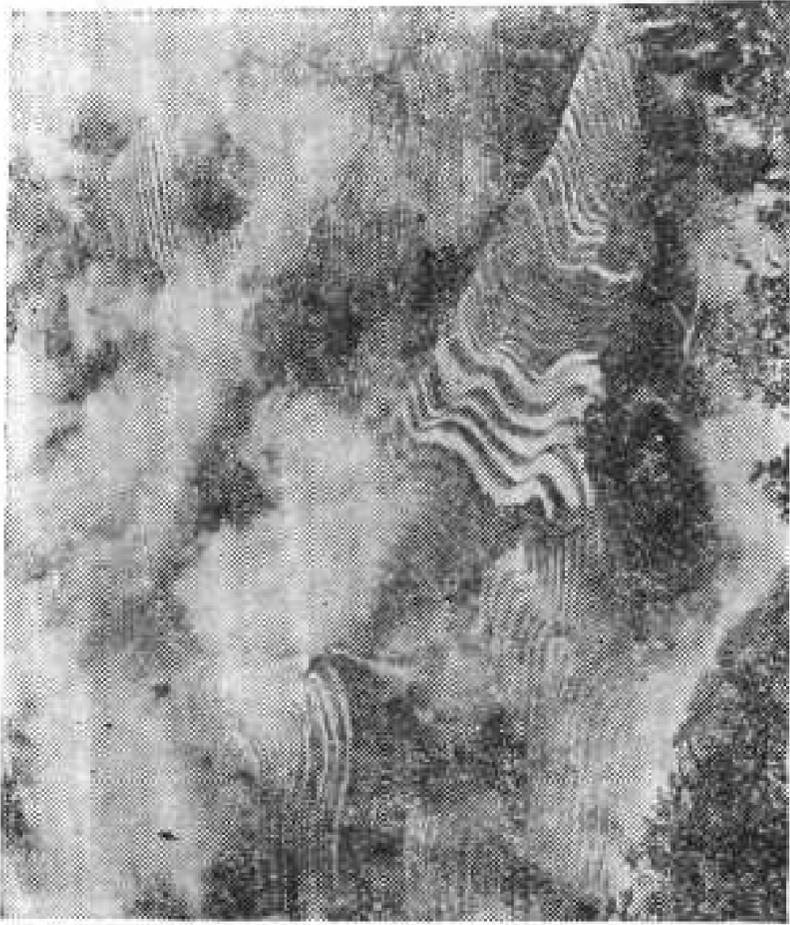


(19) 向晚性层积云

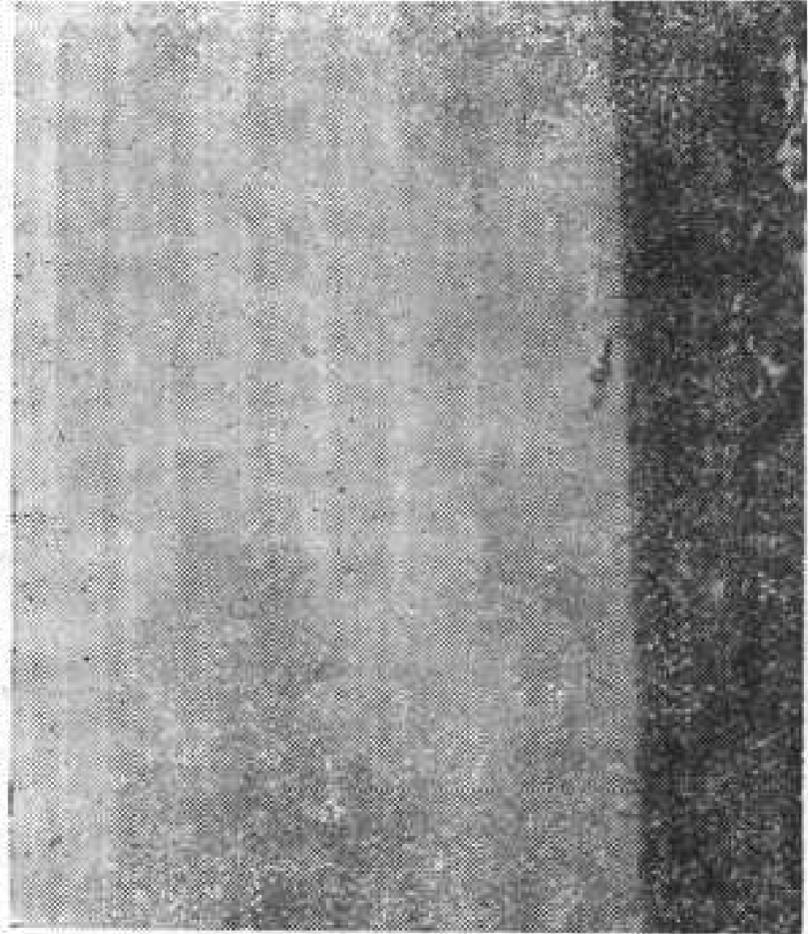


图 5-9 云的分类照片(五)

(22) 碎层云



(24) 碎雨云



(21) 层云



(23) 雨层云

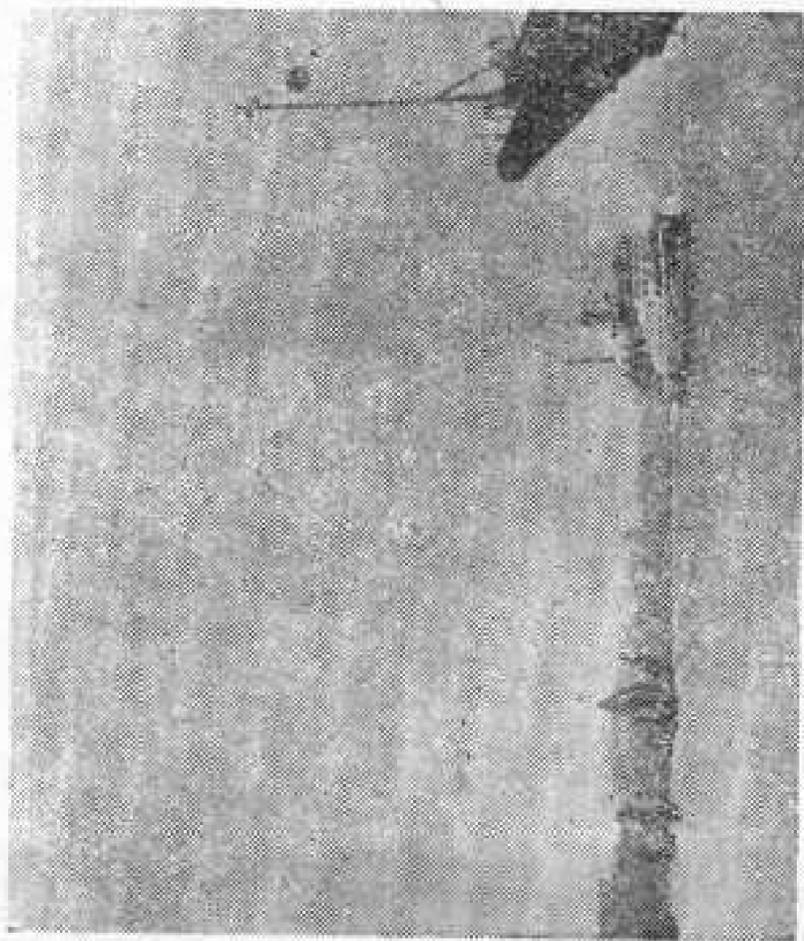
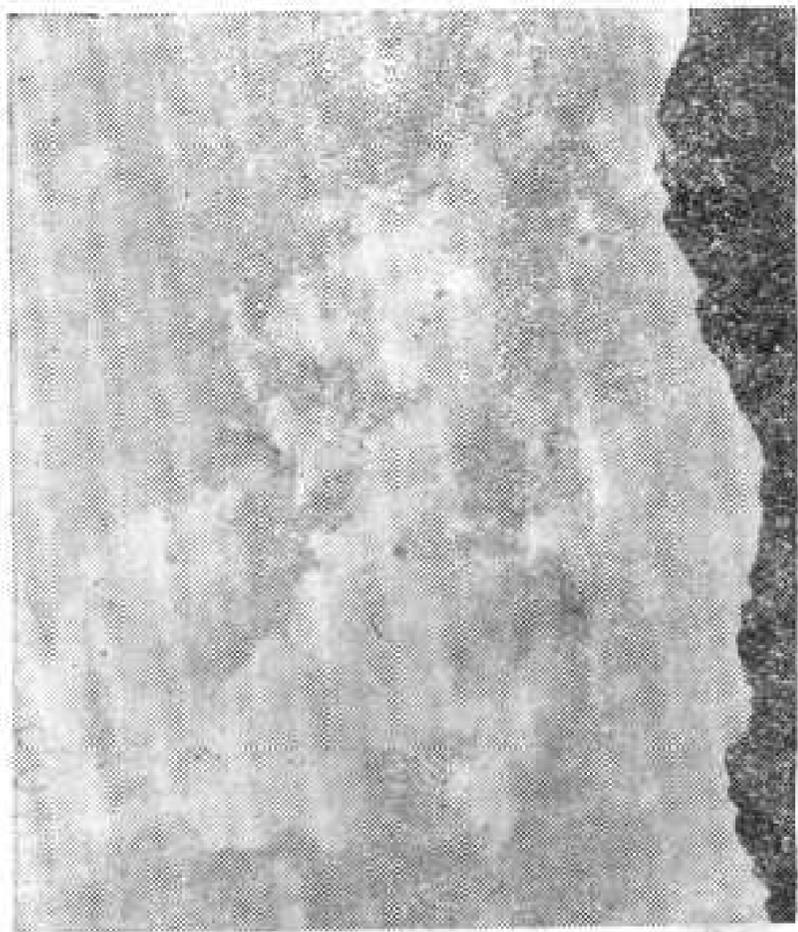


图 5-9 云的分类照片(六)

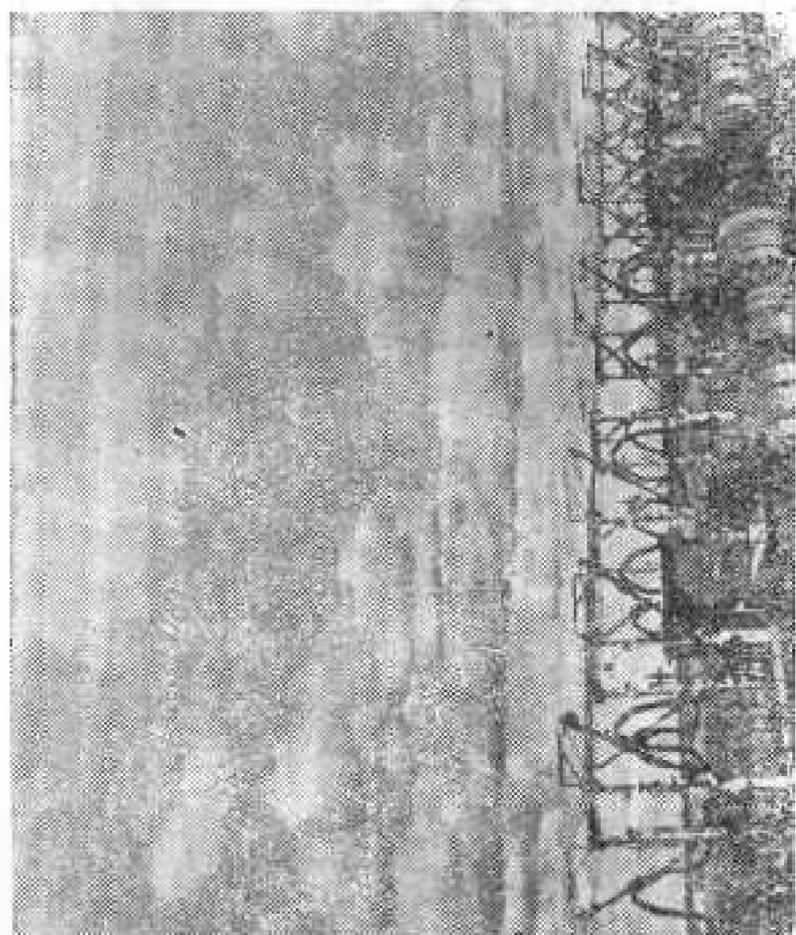
(26) 碎积云



(28) 秃积雨云及云块



(25) 淡积云



(27) 浓积云

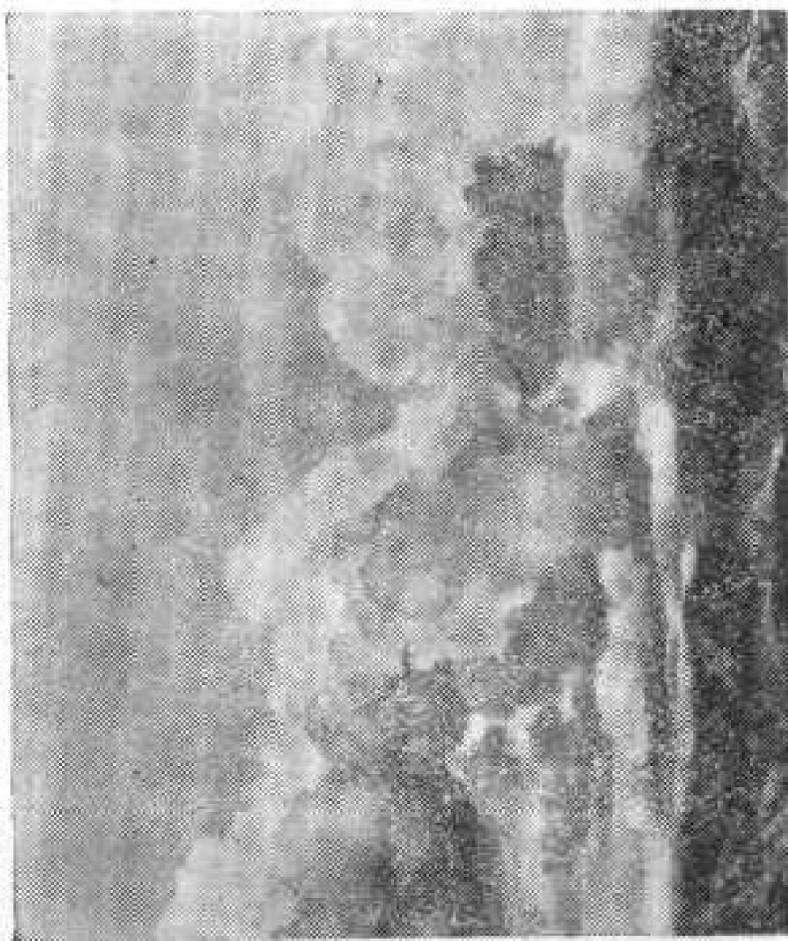
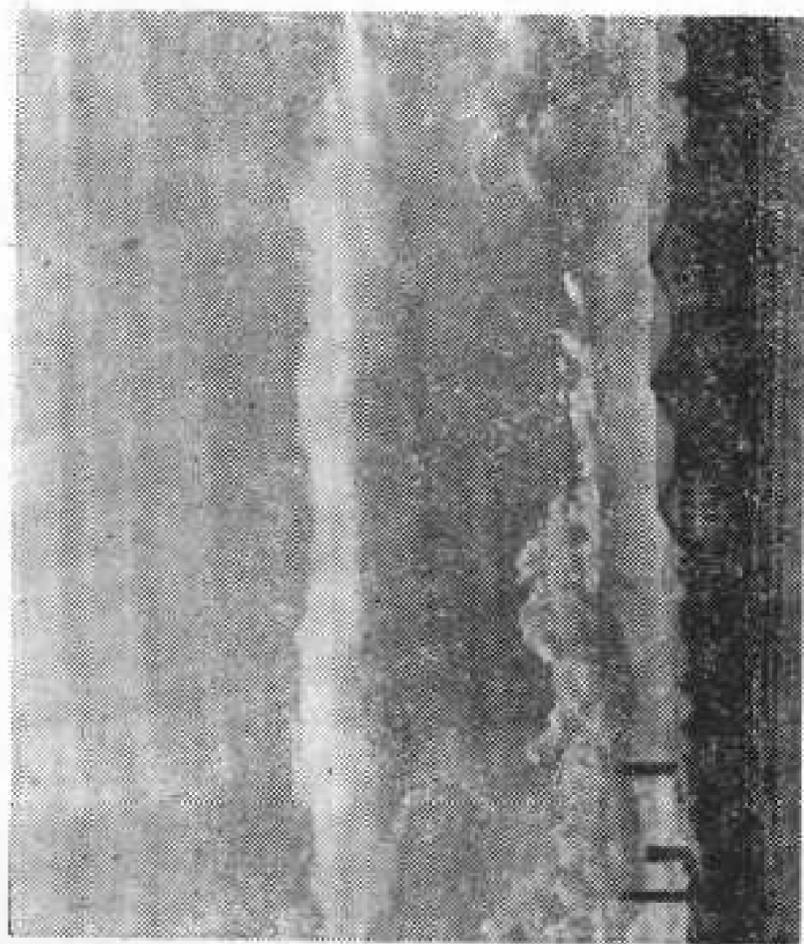
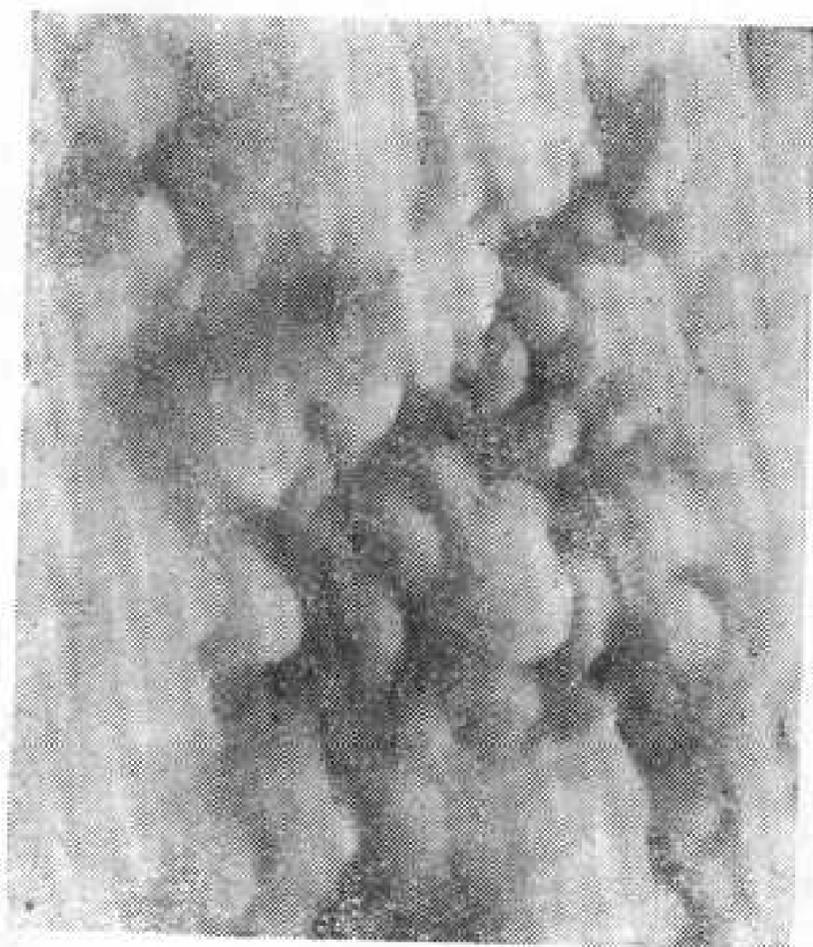


图 5-9 云的分类照片(七)

(29) 层积雨云



(30) 积雨云的悬球状云底



(31) 辐辏状卷云



图 5-9 云的分类照片(八)

表 5-1 云 的 分 类

云 族	云 属		主 要 云 状 的 类 别	
	中文学名 (国际简写)	主 要 特 征	中文学名 (国际简写)	主 要 特 征
高云(云底高度高于六千米)	卷 云 (Ci)	云体具有纤维状结构,常呈白色,无暗影,有毛丝般的光泽。日出前、日落时后常带有黄色或红色,云层较厚时呈灰白色	毛 卷 云 (Ci fil)	云丝分散,纤维结构很清晰。形如乱丝、羽毛、马尾
			密 卷 云 (Ci dens)	云丝密集,聚合成片
			钩 卷 云 (Ci unc)	云丝平行排列且上端有小钩或小团、类似逗点符号
			伪 卷 云 (Ci not)	已脱离母体的积雨云顶的冰晶部分,云体大而厚密,常呈铁砧状
	卷层云 (Cs)	云体均匀成层,透明或乳白色,透过云层日月轮廓清楚,地物有影,常有晕的现象	薄幕卷层云 (Cs nebu)	云幕薄而均匀,看不出明显的结构
			毛卷层云 (Cs fil)	云幕的厚度不均匀,毛丝般纤维结构明显
	卷积云 (Cc)	云块很小,呈白色细鳞片状,常成行、成群排列整齐,很象微风拂水面而成的小波纹		
中云	高层云 (As)	透光高层云 (As tra)	云体较薄,厚度均匀,呈灰白色,隔着云层日月轮廓模糊,好象隔了一层毛玻璃	
		蔽光高层云 (As op)	云体较厚,呈灰色,底部可见明暗相间的条纹结构,隔着云层看不见日月轮廓	

(续表)

云族	云 属		主要云状的类别	
	中文学名 (国际简写)	主要特征	中文学名 (国际简写)	主要特征
中云(云底高度在二千五百到六千米间)	高积云 (Ac)	云块较小,轮廓分明,在厚薄、形状上有很大差异。薄云块呈白色,能见日月轮廓;厚云块呈灰暗色,日月轮廓不辨。常呈扁圆形、瓦块状、鱼鳞片或水波状的密集云条。常成群、成行、成波状沿一个或两个方向整齐地排列	透光高积云 (Ac tra)	云块较薄,个体分离,排列整齐,缝隙处蓝天可见,或虽无缝隙,但日月位置仍可辨
			蔽光高积云 (Ac op)	云块较厚,排列密集,云块间无缝隙,日月位置不辨
			荚状高积云 (Ac lent)	云块呈白色,中间厚边缘薄,轮廓分明,孤立分散,形如豆荚,或呈椭圆形
			积云性高积云 (Ac cug)	云块大小不一,呈灰白色,外形略有积云特征,由衰退的浓积云或积雨云扩展而成
			堡状高积云 (Ac cast)	云块底部平坦,顶部突起成若干小云塔,类似远处城堡
			絮状高积云 (Ac flo)	云块边缘破碎,象破碎的棉絮团
低云(云底高度低于二千五百米)	层积云 (Sc)	云块一般较大,在厚薄、形状上有很大差异,常呈灰白色或灰色,结构比较松散,薄的云块可辨日月位置,厚的云块比较阴暗。有时零星散布,多数则成群、成行、成波状沿一个或两个方向整齐地排列	透光层积云 (Sc tra)	云块较薄,呈灰白色,排列整齐,缝隙处蓝天可见,或虽无缝隙,但云块边缘明亮
			蔽光层积云 (Sc op)	云块较厚,呈暗灰色,云块间无缝隙,常密集成层,布满全天。底部有明显波状起伏
			积云性层积云 (Sc cug)	云块大小不一,呈灰白或暗灰色条状,顶部有积云特征,由衰退的积云或积雨云扩展、平行而成
			向晚性层积云 (Sc vesp)	云体扁平,常由傍晚地面四散的受热空气上升而直接形成
			堡状层积云 (Sc cast)	云块顶部突起,云底连在一条水平线上。类似远处城堡

(续表)

云族	云属		主要云状的类别	
	中文学名 (国际简写)	主要特征	中文学名 (国际简写)	主要特征
低云	层云 (St)	云体均匀成层,呈灰色,很象雾,云底很低,但不接触地面	碎层云 (Fs)	由层云分裂或浓雾抬升而形成的支离破碎的层云碎片
	雨层云 (Ns)	云体均匀成层,布满全天,完全遮蔽日月,呈暗灰色,云底常伴有碎雨云,常降连续性雨雪	碎雨云 (Fn)	云体低而破碎,形状多变,呈灰色或暗灰色,常出现在雨层云、积雨云和蔽光高层云下面。是由降水物蒸发,空气湿度增大凝结而成
直展云	积云 (Cu)	个体明显,底部较平,顶部凸起,云块之间多不相连。云体受光部分洁白光亮,云底较暗	淡积云 (Cu hum)	个体不大,轮廓清晰,底部平坦,顶部呈圆弧形凸起,状如馒头,其厚度小于水平宽度
			碎积云 (Fc)	个体小,轮廓不完整,形状多变,多为白色碎块,往往是破碎了的或初生的积云
			浓积云 (Cu cong)	个体高大,轮廓清晰,底部平而较暗,顶部呈圆弧形重迭,象花椰菜,厚度超过水平宽度
云	积雨云 (Cb)	云浓而厚,云体庞大如耸立高山,顶部开始冻结,轮廓模糊,有的有毛丝般纤维结构。底部十分阴暗,常有雨旛、碎雨云	秃积雨云 (Cb calv)	云顶开始冻结,圆弧形重迭轮廓模糊,但尚未向外扩展
			鬃积雨云 (Cb cap)	云顶有白色毛丝般的纤维结构,并扩展成为马鬃状或铁砧状。云底阴暗混乱

每一种云都有它的特殊性,但决不是一成不变的,在一定的条件下,这一种云可以转化为那一种云,那一种云又可以转化为另一种云。淡积云不断发展变为浓积云、积雨云,而积雨云分崩离析又可以支解为伪卷云、积云性高积云;卷层云降低变为高层云,而高层云降低又变为雨层云。

不同种类的云的产生和消散,不同种类的云相互之间的演变和转化,都不是无缘无故的,而是在一定的水汽条件和大气运动的条件下进行的。人们看不见水汽,也看不见大气运动,但从云的生消演变中可以洞察水汽和大气运动的一举一动,而水汽和大气运动对形成大气中的一切雨雪冰雹等天气现象又是具有多么重要的作用啊。人们从云的变化中掌握了水汽和大气运动过去和现在的活动情况,就可以推知未来它们将怎样变化,这种变化又将产生什么样的天气,难怪有人说:“云是天气的招牌”。看云可以识天气,这在千百年来劳动人民的生产实践中早已总结了许多丰富的经验了。

这些千姿万态、形状各异的云是怎样在不同的水汽条件和上升运动条件下生消演变的呢?

积状云直冲蓝天

大气中有各种不同形式的上升运动。不同形式的上升运动形成不同的云状。

大气中因对流运动而形成的云有淡积云、碎积云、浓积云、积雨云等。人们常常把它们统称为积状云。

所有这些积状云的云体大小非常悬殊。一朵小的淡积云不过几十米到几百米的范围,而一块大的积雨云常常发展到方圆一、二十公里那么大。它们都是一块一块孤立的向上发展的云块,因为积状云是对流运动中的上升气流因绝热冷却

达到过饱和而凝结成的云，形成的云体当然就随上升气流而向上发展，在下降气流控制的地方，空气绝热增温，相对湿度减小，云无从产生，于是云块之间总是有蓝天间隔着。

当大气发生对流运动，空气块从地面上升，绝热冷却到达水汽凝结的高度时，一朵朵顶部凸出，底部平坦象馒头一样的淡积云便产生了（图 5-10 B 和图 5-9-25）。如果对流运动不强，它的高度达不到凝结高度，那就只是一种干对流，没有云产生（图 5-10 A）。

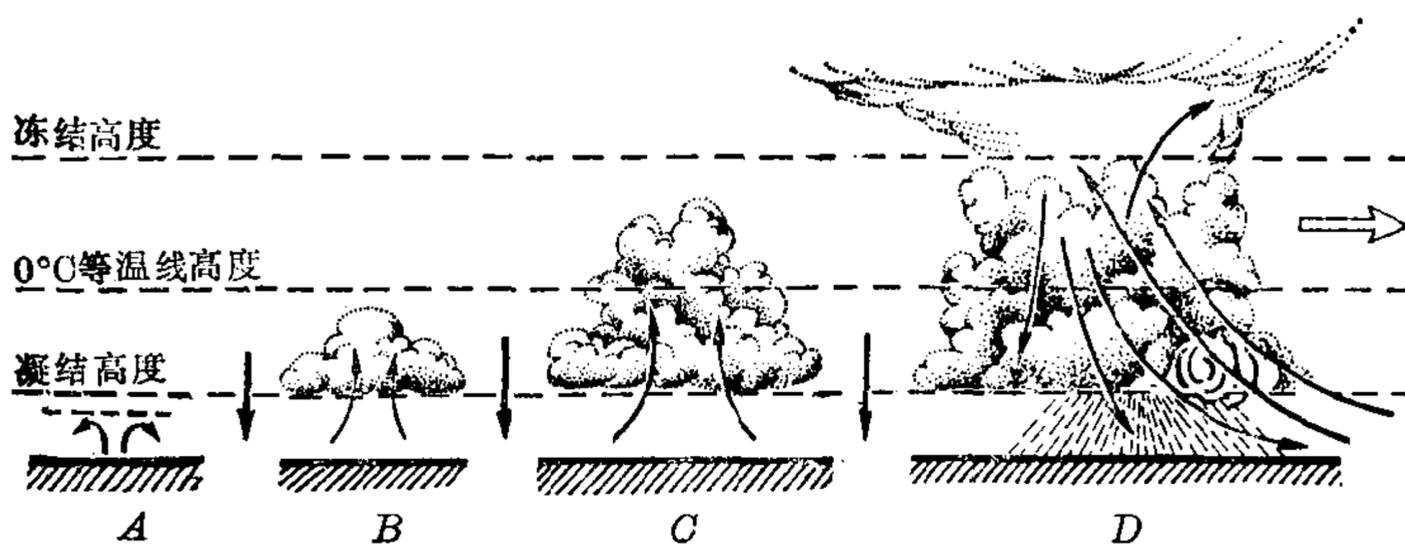


图 5-10 积状云的形成

淡积云的底部平坦是因为在某一个地区内，同一时间内湿度的水平分布大体上是均匀的，因此凝结高度也大致相同。这样不仅某一块淡积云底是平坦的，而且这一地区内所有的淡积云底大体上都处在同一个高度上。而淡积云的顶部之所以呈圆弧形凸起，是因为上升气流在云的中部比周围强，向上发展得最快的缘故。

有时候，上升空气块到了凝结高度以上，虽然产生了凝结，形成淡积云，但因为周围原来空气的湿度太小了，若有强风或适当的乱流混合作用的话，那已经形成淡积云的边缘便又蒸发消散，显得支离破碎，这就形成了碎积云（图 5-9-26）了。

淡积云的云块不大,云底高度通常在 500~1200 米,厚度约几百米到两千米,云顶温度一般都在 0°C 以上,因此云体都由水滴所组成。

如果对流运动继续发展,云块发展得高大而臃肿,就形成了象山峦或宝塔那样的浓积云(图 5-10C 和图 5-9-27)。浓积云的顶部又很象花椰菜,有许许多多圆弧形凸起,每一处凸起的地方就表示那里有一股上升气流在活动。如果你仔细盯住它看的话,就可以发现每一个圆弧形凸起的云体都在不断地往上冒。有时候,庞大的浓积云发展得很快,原来在它上面的稳定空气也不得不向上抬起而发生轻微的凝结,使浓积云的顶上蒙上了一层半透明的薄纱似的云条,称为幞状云*。

成熟的浓积云,它的厚度可达 4000~5000 米,上部温度常降到 0°C 以下,但是都还没有冻结现象,因此云体的顶部常由过冷水滴所组成。

如果对流运动很猛烈,浓积云继续向上发展,达到发生冻结的高度时,云顶便产生了冰晶,这时候,从外貌上看,云顶原来清晰的圆弧形轮廓变得模糊起来。浓积云已经蜕变为更加庞大犹如巍巍高山的秃积雨云了(图 5-9-28)。

“山云起,大雨临”。当秃积雨云继续发展,从云顶模糊的边缘上滋长出毛丝般结构的并向四周扩展开来成为铁砧状的伪卷云时,雷电交加,暴雨倾盆的鬃积雨云便由此生成了(图 5-10 D 和图 5-9-29)。所以有“天上铁砧砧,地上雨成潭”的说法。如果有一块鬃积雨云向你移来的时候,你首先看到的是那个大铁砧状的伪卷云从头顶伸过来,隔不多久,云的下端一排乌黑的象一根滚轴样的云条翻滚而来(图 5-10 D 右下角)。

* 这种幞状云也称云幞,除发生于浓积云顶上外,秃积雨云顶上有时也可出现,见图 5-9-28。

这种滚轴状的云是在云的前部猛烈的上升气流和云中猛烈的下降气流之间产生的,因此有绕着水平轴强烈地旋转的运动。它的出现说明云中猛烈的下降气流即将从地面扩散开来,刮来大风了。等到乌黑的滚轴状云一过,灰白色茫茫一片的大雨就接踵而来,这时候,积雨云的母体就移到你头顶的天空了。

随着能量的消耗,对流运动逐渐减弱了,积雨云最后趋于崩溃解体。顶部的砧状云脱离开来,随着高空气流飘移成为伪卷云。中下部的云体,有的立即蒸发消散了,有的先平衍开来成为积云性高积云或积云性层积云,然后再慢慢消散。

积雨云的云体比起浓积云来要厚大得多了。中纬度地区厚达 5000~10000 米,而在低纬地区,厚度常超过 10000 米。积雨云顶部的砧状云是由冰晶所组成的,云的底部充满着水滴,而在云的中部则是由过冷水滴和冰晶共同组成的混合云体。

如果对流运动是在晴朗的日子里发生的热力性对流,往往具有明显的日变化。通常上午多为淡积云,以后随着对流的增强,渐渐发展为浓积云;下午对流最强时发展为积雨云;到了夜晚,对流减弱,积雨云便趋于消散。

如果对流运动是由于锋面或地形的抬升而引起的,则一天之内任何时间都有可能产生积雨云。但通常冷锋或地形抬升的对流运动由于有热力对流结合在一起,往往仍具有与热力对流同样明显的日变化。而如果因暖湿气团很不稳定,在沿着暖锋面滑升的过程中产生对流而形成积雨云,那么这种积雨云发生于夜间的机会就要比白天多。这是因为夜间云顶辐射散热很剧烈,暖气团上层冷却,使气层更加不稳定,有利于对流的发展。同时由于这种积雨云的对流运动产生在沿锋面滑升的过饱和气层里,因此积雨云的周围常被雨层云所包

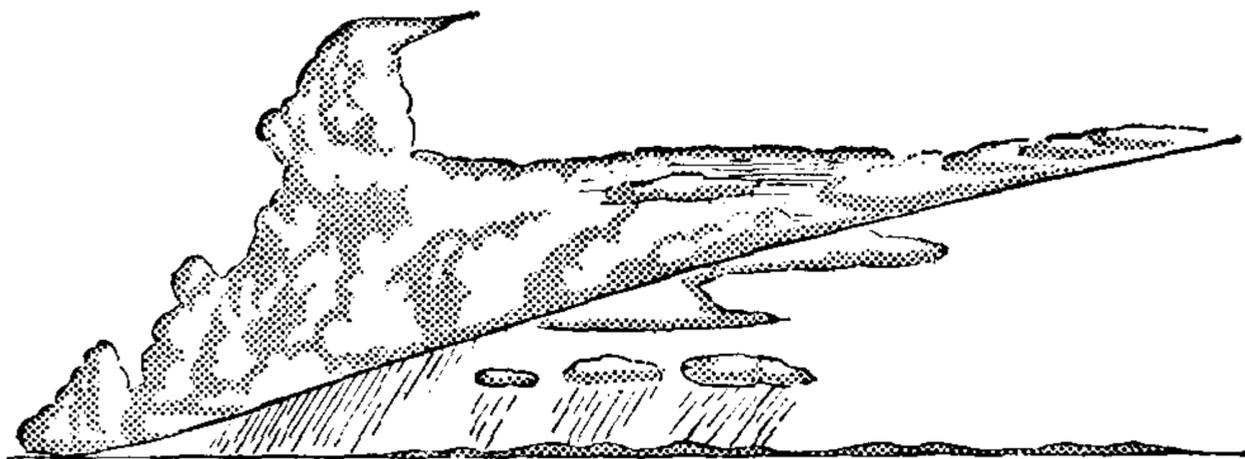


图 5-11 暖锋云系中的积雨云

围(图 5-11), 站在地面的人们就不能看到积雨云外貌, 而只能根据雷声、闪电和雨的阵性特征来推断它的存在。

层状云铺天盖地

大气中的上升运动如果是沿着一定的坡度大规模地斜升的, 那么形成的是一种均匀的象幕布一样铺满天空的云层, 称为层状云。其中包括卷层云、高层云和雨层云。这种云的水平范围一般都比较宽广, 常常覆盖着好几百公里甚至上千公里的地区。

锋面活动常造成空气大规模的斜升运动。当暖而潮湿的空气从冷空气的背面滑升上去的时候, 绝热冷却使它很快达到过饱和, 而发生凝结。由于是整层空气都在上升, 因此形成的云体非常厚实, 其底部与倾斜的锋面大体吻合, 而顶部近于水平, 因此在离地面锋面远近不同的部位, 云的厚度便有很大差异(图 5-12)。如果这是一条向着你的方向移来的暖锋, 那你就会最先看到卷云有系统地侵入天空, 并不断增多, 变为卷层云, 卷层云厚度较薄, 一般为几百米到 2000 米, 云体在冻结高度以上, 均由冰晶组成。以后卷层云不断降低, 而云的厚度则不断变厚, 终于演变为高层云, 它的厚度一般为 1000~3000 米, 其顶部为冰晶组成, 主体部分为过冷水滴和冰晶共同组

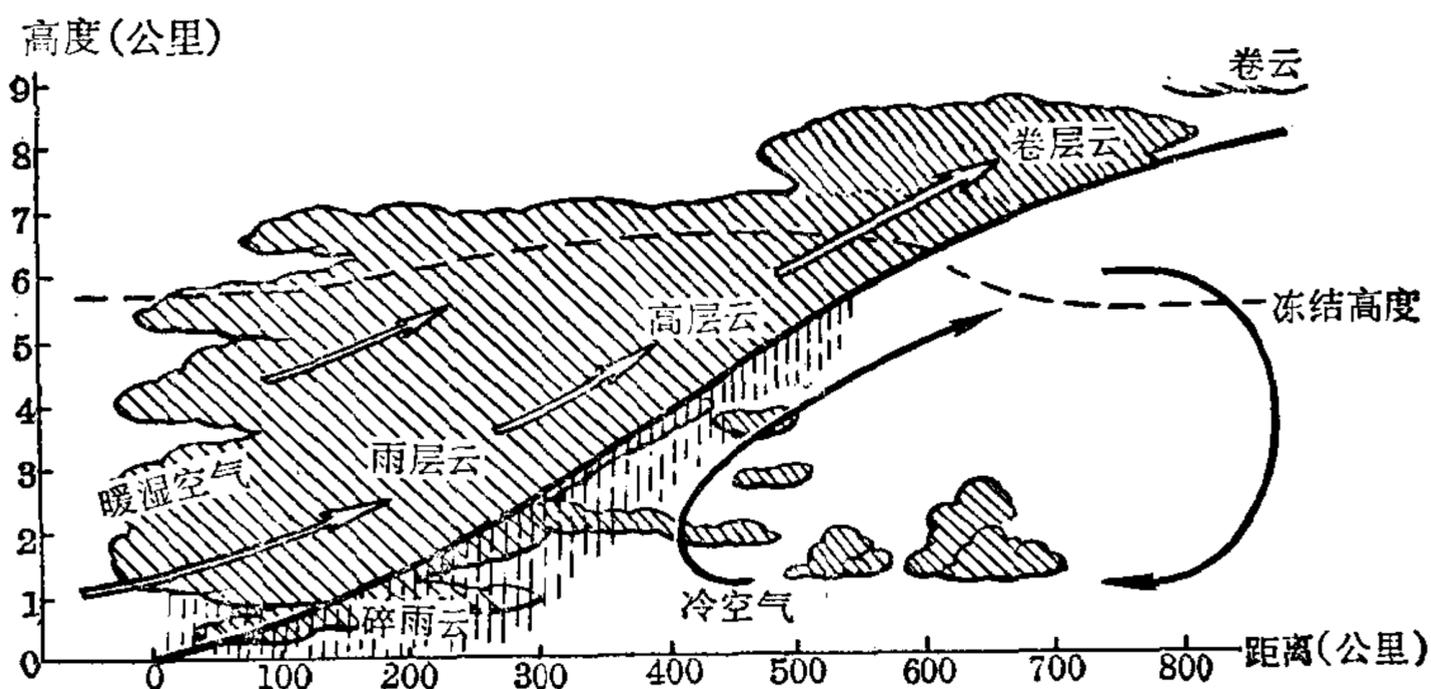


图 5-12 层状云的形成

成。而随着暖锋越来越近，云底继续降低，就成为有连续降水的雨层云。它的厚度一般有 3000~6000 米，顶部是冰晶，下部为水滴，而中部则是过冷水滴和冰晶共存的混合云体。这时候，雨滴从暖湿的空气掉进暖锋下面的冷空气中，由于暖雨滴和冷空气温度相差较大，使雨滴蒸发，冷空气中水汽很快增多，并达到过饱和，于是就在暖锋底下冷气层内形成碎雨云（图 5-12 和图 5-9-24）。如果雨滴是均匀下落的，且风不大，则碎雨云可以成层成片，成为雨层云底下的延续部分。如果冷空气内风速较大，则乱流可使下面较干燥的空气带入碎雨云，使它的一部分又蒸发消散，结果弄得云体支离破碎，随风乱飞，出现“满天乱飞云，落雨象只钉，落煞落勿停”的景象。

因锋面滑升造成的层状云系主要发生在暖锋上，但有时候如果冷锋的坡度不大，移速较慢，甚至停滞下来变为静止锋，那末同样也可造成大范围的层状云系。

此外，虽然没有锋面，但只要存在有利于暖湿空气作大规模斜升运动的条件，也都可产生层状云。例如当暖湿而稳定的空气越过较大范围的山脉时，在山脉迎风坡一侧，由于整层

暖湿空气都被抬升,也往往会有层状云生成(图 5-13)。



图 5-13 地形抬升形成的层状云

波状云此起彼伏

卷积云、高积云、层积云和层云都属于波状云。

为什么叫波状云呢?就是因为它们都象水面上的波浪,此起彼伏。图 5-14 的照片是从黄山之巅往下拍摄的层积云云顶,好似波涛翻滚的大海。



图 5-14 层积云云顶

波状云主要是因大气的波状运动所造成的。在第四章第二节里我们曾经讲到过大气在水平方向上的波状运动,而这里所要讨论的是在垂直方向上的大气波状运动。

大气和水都是流体。大气中的波浪和水波的形成有类似的原理。“无风不起浪”,这是说,在平静的水面上,也就是当

空气相对于水面没有运动时,水面不会起波浪,水波只是在有风的情况下才产生的。按照流体力学的原理,凡是在密度和速度不同的两个流体交界面上必然会产生波状的运动。在大气中有各种各样的逆温层、等温层以及温度垂直递减率很小的气层,在这些气层上下的空气密度和风速往往有较大的差异,因而往往会有波状的运动产生。这时候,如果空气的相对湿度较大,在波峰处因空气有上升绝热冷却达到过饱和而凝结成云块;在波谷处则因空气下沉绝热增温,相对湿度减小,而云无从产生(图 5-15), 于是便形成了一排排排列整齐,中间隔着

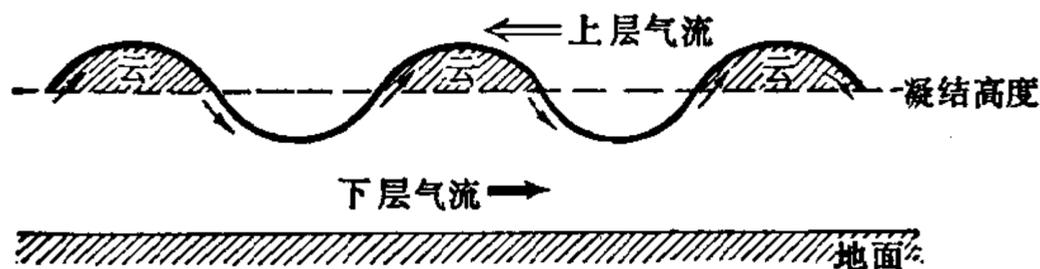


图 5-15 波状云的形成

蓝天的云条。如果上下层的风各自在逆温层里激起传播方向不同的波浪,结果就在两种波浪方向上都处在波峰的地方才凝结成云块,而形成象棋盘那样排列整齐的波状云(图 5-16)。波动气层低的为层积云,高的为高积云,最高的则为卷积云。

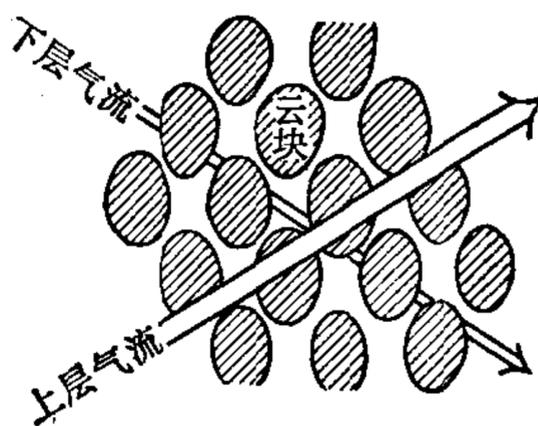


图 5-16 排列整齐、犹如棋盘的波状云

如果逆温层下面水汽很丰富,形成的云层比较厚,这种波状云就是蔽光的,但由于波峰处云层相对较厚,波谷处云层相对较薄,所以仍能显出波条状或块状的特征来。

可见,大气中逆温层的存在对波状云的形成有很重要的作用。在逆温层附近,不仅容易产生波状运动,而且逆温层还

有抑止水汽向上输送的作用,使水汽都储积在逆温层底下,为波状云的形成准备了水汽条件。

大气中除了逆温层附近最易产生波状运动外,在山脉的背风侧也常常出现因背风波*引起的波状云。但是这种波动的位置是固定不变的,形成的云条位置也就不会移动,而在逆温层附近的波状运动随风传播,所形成的云条或云块也是在不断移动的。

波状云的厚度不大,一般为几十米到几百米,个别的可达2000米以上。中低空,波状云的出现常常表明气层比较稳定,天气少变化。人们常说“瓦块云,晒死人”、“天上鲤鱼斑,明天晒谷不用翻”,就是指当有透光高积云或透光层积云出现时,天气一般是晴好少变的。但卷积云的出现则常表明高层大气的不稳定和有气旋即将入侵,预示风雨即将来临。因此有“鱼鳞天,不雨也风颠”的说法。

卷云千丝万缕

我们通常所见的云中,卷云算是最高的云了。在离地7000~18000米的对流层大气内,都可以找到它们的踪迹。毛卷云、密卷云、钩卷云和伪卷云是卷云的四种主要云状(图5-9-1~4)。

卷云为什么那样洁白光亮?又为什么总是那样千丝万缕?地面的水汽又是怎样被输送到卷云那样高的高度呢?

卷云之所以呈白色,是因为它是由无数细小的冰晶所组成的,当阳光照耀的时候,冰晶便闪耀着洁白明亮的光泽;而在日出和日落前后,金色的阳光则又把它染得红艳似火。

在那样高的高空里,水汽的含量非常少,凝华出来的冰

* 当风垂直于山脉吹时,在山脉背风侧常形成大气的波状运动,称为背风波。

晶,其密度每立方厘米内往往不到一个。这样稀薄的卷云,再加上冰晶的分布又不均匀,而且常常随着高空较强的风飘移,于是就在蔚蓝色的天幕上显现出千丝万缕的结构来,即使象较厚的密卷云和伪卷云,其边缘毛丝般的结构仍然是非常清楚的。

至于水汽之所以能够升到卷云的高度,主要经由对流、斜升和旋升三条通途。

强盛的对流运动造成庞大的积雨云。当对流减弱、积雨云解体的时候,它顶部砧状的伪卷云却留存在很高的高空,随风飘移,而当它的砧状特征消失后,就逐渐演变为密卷云,飘荡于空中。

在大气中,大规模的斜升运动常常发生在锋面上。沿着锋面向上滑升的暖湿空气把水汽带到高空来了。绝大部分水汽都在中低空凝结成高层云和雨层云,少数爬升到冻结高度以上凝华为冰晶,组成能透过阳光的卷层云,最后剩下更少的水汽沿着卷层云的边缘继续伸展到卷云的高度。在那里水汽凝华为冰晶,组成并行排列、朝着一个方向前进的毛卷云。当你发现毛卷云从无到有,从少到多,自西向东,并行排列,侵入天空时,就可以预见到毛卷云将不断增多增厚成层,变为卷层云,然后再增厚成为高层云、雨层云。也就是说毛卷云有系统地发展入侵,表示锋面移近本地(图 5-12),可以预示阴雨天气即将来临。除了锋面外,低压槽前部,由于气流有辐合,也常有斜升运动,同样可以把水汽输送到卷云的高度,凝华为卷云。

有时候,并行排列的卷云的前端都带着象镰刀样的小钩,称为钩卷云。钩卷云通常出现在低压的前部或暖区内。“天上钩钩云,地上雨淋淋”,钩卷云的出现,说明低压前部的暖锋

或后部的冷锋即将影响本地,因而是下雨的征兆。

水汽进入卷云高度的第三条通途是旋升运动。这是一种一面旋转一面上升的大气运动。最典型的区域要算台风区了。台风周围强烈的大气旋升运动可以把水汽驱赶到很高的高空,在那里凝华为冰晶而成为卷云,这种卷云从台风中心附近向四面八方散射开来,远望好像是从地平线上某一个地点放射出来似的。这种卷云就称为辐辏状卷云(图5-9-31)。辐辏点的方向就是台风中心所在的方向。住在沿海的人们就常常根据这种卷云来预测台风的影响。

由此可见,卷云中水汽含量虽少,它本身又不会有雨雪掉至地面,但由于这种水汽是借助于雷雨中的对流上升运动、锋面和低压槽区的斜升运动和台风区的旋升运动,才来到高空的,因此天空中卷云云量的增加和云层的增厚就指示着这些天气系统即将影响本地,因而可以作为天气转变的征兆。而当这些天气系统离去以后,残留在高空的卷云就常常处于消散之中,成为孤立、分散、排列不齐的毛卷云,云量渐减或少变。这时候的毛卷云又预示着晴好的天气。人们常说:“游丝天外飞,久晴便可期”。这里的“游丝”就是指分散孤立的那种毛卷云。

特殊的云预示特殊的天气

在天空的活动图画里,有时候可以看到一些形状特殊的云。尽管它们不经常出现,或者不是到处都能出现,但是它们一旦出现的话,却常常能预示着未来天气的变化。特殊的云是在特殊的条件下形成的,而特殊的条件又同时发展着特殊的天气。

请你翻开图5-9-20的照片,这里横亘着一排底脚平坦、

顶部凸起的城堡。这是堡状层积云。你再瞧图 5-9-14 的照片,那里也有一排城堡横贯在天边,只是远且高了一些。远远望去,城堡的顶部变成了许多高低不平的锯齿状凸起,那是堡状高积云。

堡状云是怎样形成的?又预示着发生什么天气呢?

堡状云常常是在波状云的基础上发展起来的。当波状云在逆温层下形成以后,如果逆温层不太厚,其下空气又很不稳定的话,就可以在波状云中某些释放凝结潜热特多的地方,空气受热强烈上升,并穿越逆温层而向上发展成一个个突起的小云塔,于是就形成了堡状云(图 5-17)。

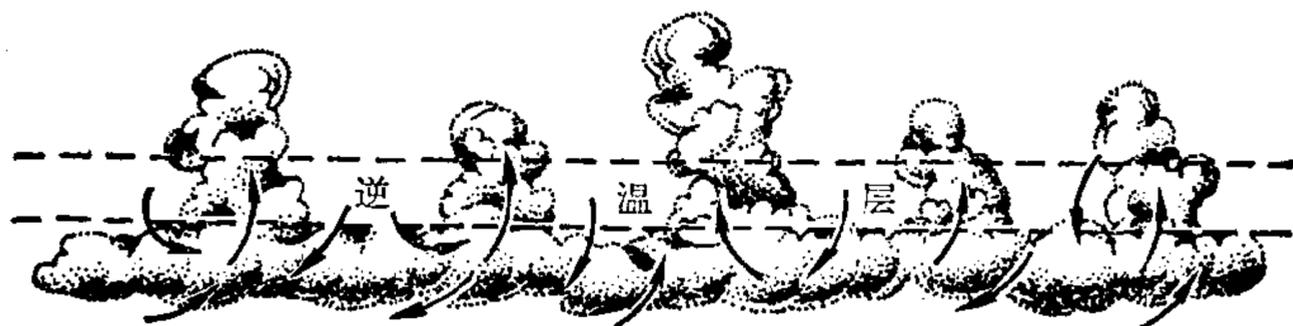


图 5-17 堡状云的形成

“清早宝塔云,下午雨倾盆”。在暖季的早晨,如果出现了堡状云,表示这个高度上的潮湿气层已经很不稳定,到了白天,低层对流一旦发展,上下不稳定的层次结合起来,就会产生强烈的对流运动,形成积雨云而发生雷雨。所以早晨堡状云的出现,常是午后雷雨的征兆。

还有一种象破棉絮团的絮状云(图 5-9-15)。“棉花云,雨快临”,它的出现同样也说明了中空气层的不稳定,也常常是雷雨的先兆。这种云其实和地面上发展普遍对流而形成的一块块淡积云是类似的,只是它的高度较高,所以看起来云块比淡积云小得多,而且由于云块边缘部分常因与周围未饱和空气混和而蒸发,使云体破碎,象破棉絮一样。

有时候在积雨云的底部悬挂着无数球状的云体，称为悬球状云(图 5-9-30)。这种云偶尔也出现在蔽光高层云、蔽光高积云和雨层云的底部。目前对悬球状云的形成原因说法还不一致。有一种说法认为当云中水滴下降到云底附近时，被上升气流托住了，就会形成好象悬挂在云底的云球，也就是悬球状云。一旦上升气流减弱，原先被托住的水滴便立刻降落下来。因此悬球状云的出现，通常预兆马上要下雨了。

在晴朗少云的蓝天里，还常出现一种边缘薄、中间厚、表面光滑、轮廓分明、形如豆荚的云状，称为荚状云(图 5-9-12)。人们还常把这种云比成是梭子，或者是一个个焕发着如贝壳上虹彩的凸透镜。常见的荚状云主要有荚状高积云和荚状层积云。

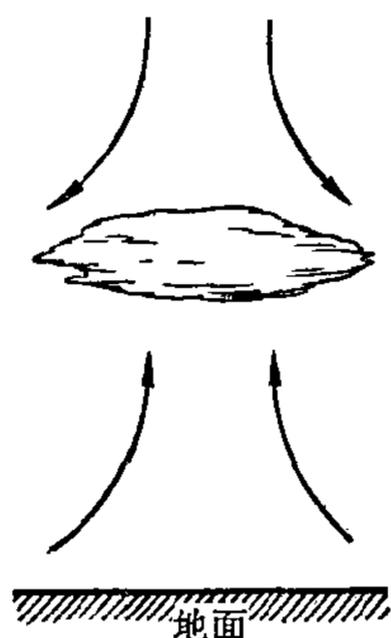


图 5-18 荚状云的形成

荚状云又是怎样形成的呢?

荚状云主要是由局部的上升气流和下降气流汇合而形成的。当气流上升使空气绝热冷却而形成云时，如果遇到上空下降气流的抑制，云体不仅不能继续向上伸展，而且其边缘部分还要蒸发变薄，于是云体就成了豆荚的形状(图 5-18)。

荚状云最容易出现在山地的背风波区内*。常平行排列，位置少变，云量也无增减，但云体内部却是通过蒸发凝结不断新陈代谢的。而当平稳的气流流过较小的山峰时，假如湿度又不太大，迎风坡上没有大片的云形成，只是在山顶上空形成孤立的云块，看起来好象一顶云的帽子戴在山顶上，也是荚状云的一种(图 5-19)。

* 背风波，参见本章第二节 156 页注释。



图 5-19 云 帽

一般情况下,荚状云如果云量少变,孤立出现,说明中空存在着下降运动或是平稳的气流,预示天气晴好;但如荚状云生消变化很快,而总的高积云云量增加发展,则常是冷锋逼近的先兆,将有冷锋天气出现。

在山区,还常常看到一种地形影响下的特殊的云:当气流绕过孤立的山峰,在山的背风面形成强大的涡旋时,如果水汽充沛,则在涡旋上部靠近山峰处常有云形成(图 5-20)。这种云紧贴在山的背风面上,从远处看去好象山在冒烟一样,同时它往往随风向山后伸展,如果伸展较远,又象是山顶有一面旗

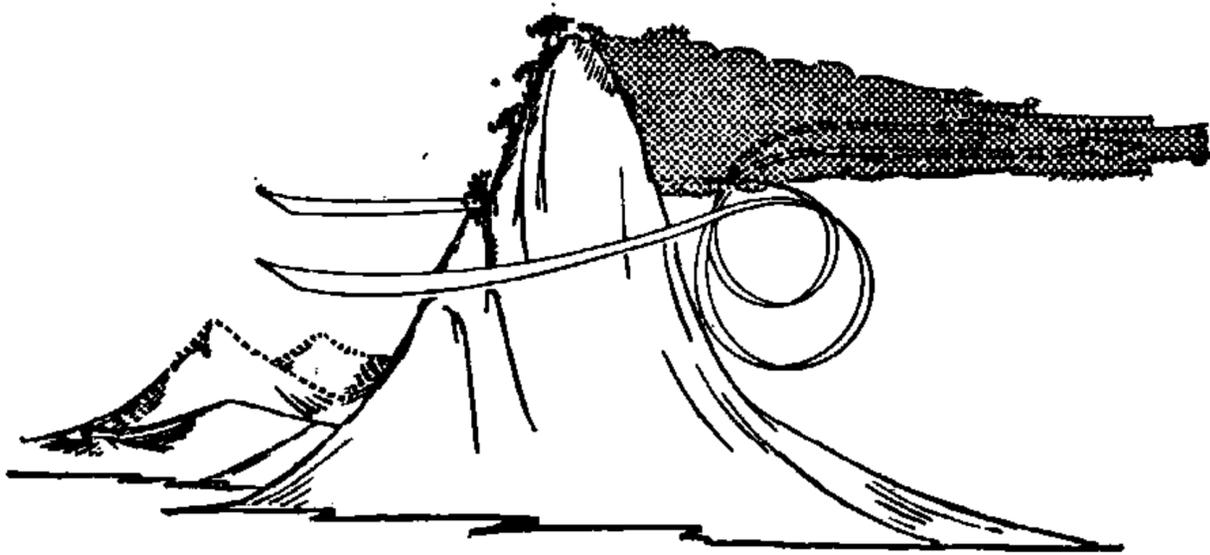


图 5-20 旗状云的形成

子在那里迎风飘扬,所以有人把它称为旗状云。它的出现,表明空气中水汽充分,常常是雨天来临的先兆。

第三节 降水的形形色色

降水的形态

天上的云彩千姿万态,落下来的降水形形色色。

雨是大家最熟悉的降水现象了。那细密如牛毛,飘忽纷飞,下降很缓慢,落水不起波,落地无湿斑的是毛毛雨;那来去很突然,势猛如倾盆,常伴有雷电和大风的是雷阵雨;那时降时停、时大时小,但变化比较缓慢的是间断雨;而那些强度少变,持续很久,连绵不断,下个不停的是连续雨。所有这些降水,都是液体形态。

至于固体降水,则更是形态万千了。洁白的雪花的形状就有上万种。一种白色或乳白色,不透明,直径在2~5毫米之间,松软易压缩,落地会弹跳,形如圆锥体的则是霰;霰常见于下雪之前,或与阵雪、阵雨同时降落,人们常常称呼为雪珠或雪米。而那些中心为霰粒、周围由透明和不透明的冰层相间组成,小如黄豆,大如拳头,降自积雨云中的冰块则是冰雹;那坚硬透明,落地反跳,大小在5毫米以下的球形固体降水称为冰粒;还有一种针状和片状的、透明而细小的冰晶,在降落时受阳光照射常闪烁发光,偶而还出现晕的现象的,那是冰针。

为什么降水物具有如此多种多样的形态呢?

这是因为每一种降水物来源于不同性质的云块,而在从云滴增长降落到达地面之前,又都有着不同的经历和遭遇。下面就先从洁白精致的雪花谈起吧。

各种各样的雪花

雪花生长在一种既有冰晶又有过冷水滴被称为混合云的云体里。上节谈及的雨层云、高层云和积雨云都属于这种混合云。在这种云体里,过冷水滴不断地蒸发着水汽,水汽便都源源不断地涌向冰晶的表面,在那里凝华落脚,使冰晶不断地壮大,形成雪花。雪花形成以后,在飘落过程中又互相粘合在一起,形成雪团。

雪花不仅和人们的生产和生活有着密切的关系,而且雪花本身还是一件大自然的艺术品呢!

雪花的形状极为精致美丽。每一朵雪花都是由它独特而精美的图案所构成的。现在人们发现雪花的形状已经有上万种了。但是,尽管雪花的形状千种万样,奇妙且各异,却都离不开它的基本形状——六角形。这是什么道理呢?

这是因为雪花是在冰晶的基础上由水汽凝华而长大的。而冰的最原始最细小的结晶体——称为冰胚——具有六角形的结构*,所以形成的雪的结晶也都是六角形的。它们的结构细致而复杂,却又都严格地按照六角形的准则,有条不紊地排列出各种奇妙而动人的姿态:有的薄得象一块六角形的薄板,称为板状雪晶,也叫片状雪晶(图 5-21 A);有的细得比缝衣服的针还细,称为针状雪晶,有单根针的,也有数根针并合在一起的(图 5-21 B);有的象六角形的一段铅笔,它的两头或是平的,或是尖的,称为柱状雪晶(图 5-21 C),也有几个柱状雪晶聚合在一起的;有的象向六个方向张开的六把小扇子,称为扇状雪晶(图 5-21 D);有的象一颗光芒闪耀的星星,称为星

* 冰的分子是由多个水分子聚合而成的,多具有六角形的结构,偶尔也可呈三角形、四角形。

状雪晶(图 5-21 E); 有的则象枝杈繁生的树枝, 称为枝状雪晶(图 5-21 F); 还有一种结构更为复杂像哑铃般的雪晶, 称为哑铃状雪晶, 其中有的还会在哑铃的两端六角形的角上再生出枝杈来(图 5-21 G)。

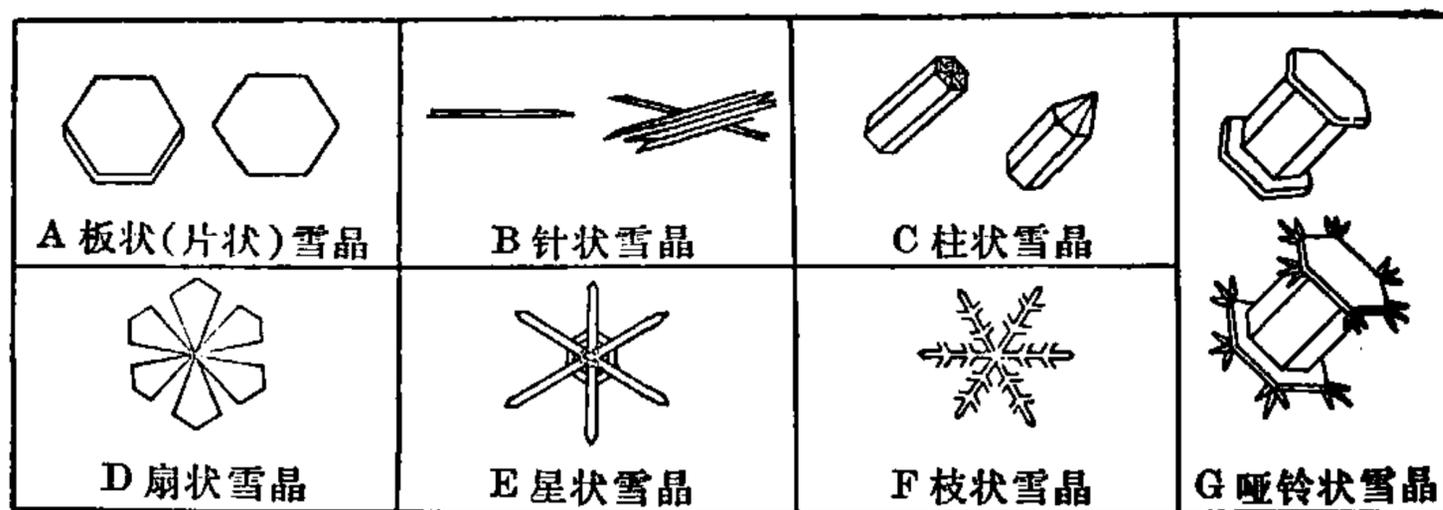


图 5-21 雪花结晶的基本形状

这些都只不过是雪花结晶的基本形状, 而它的具体形状是千差万别的, 并且每一朵雪花又往往是由很多种基本形状不同的雪晶聚合而成。如果你用放大镜仔细观察落在黑布上的白色雪花, 就会发现雪花花式之繁多, 真是数不胜数(图 5-22)。

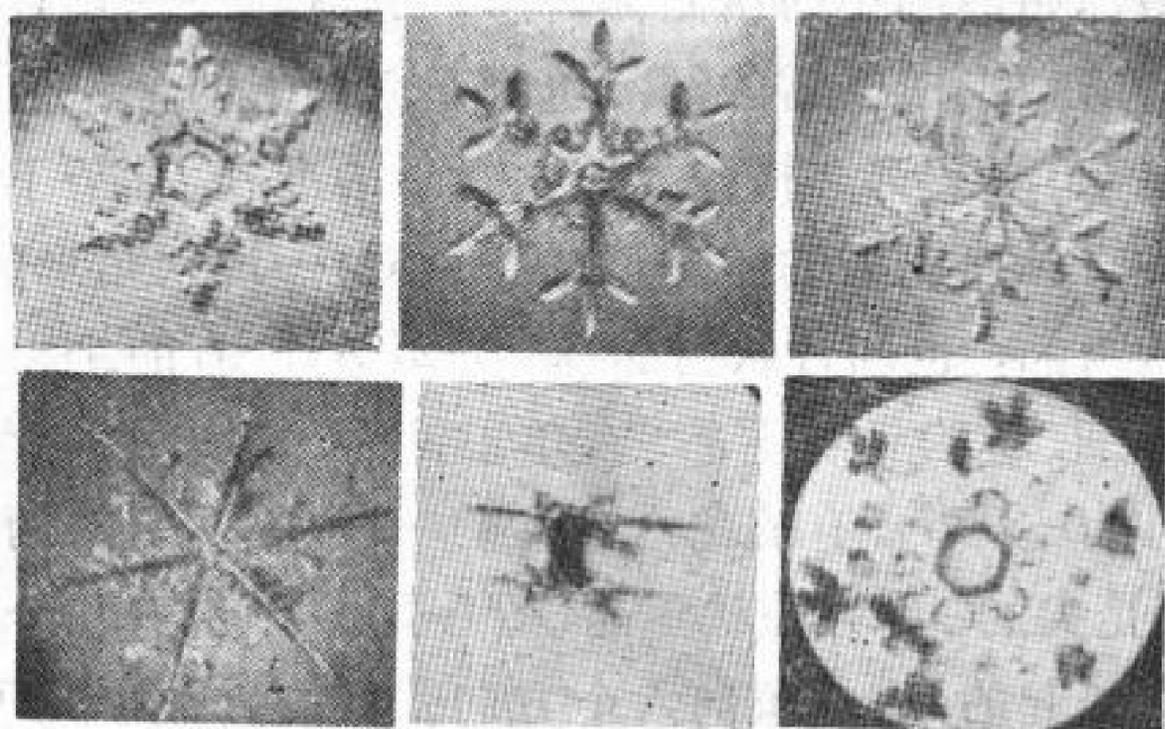


图 5-22 雪花的形状千种万样

同样是六角形的雪花, 又为什么那样变化无穷、姿态万千呢?

这与它形成时的水汽条件有着极为密切的关系。在六角形片状冰胚的面上水汽最易达到饱和,边上次之,角上又次之。这是因为片状冰胚表面弯曲的程度以面上最小,边上次之,角上最大的缘故。当云中水汽不太丰富时,只能在冰胚的面上达到过饱和而凝华增长成为柱状或针状的雪晶;如果水汽稍多,使边上也达到过饱和,则因边上所处位置比面上更有利于优先获得周围供应的水汽,凝华增长得较面上为快,因此形成的是片状雪晶;当云中水汽非常丰富,使冰胚的面上、边上、角上都达到过饱和,则因尖角所处位置突出,最有利于获取水汽,凝华增长得最快,因此形成的雪晶大都呈星状或枝状。

在云中的冰晶和雪晶都在不停地运动着。自从最原始的冰胚在冻结高度以上的气层里诞生以后,它经历的路程是十分曲折复杂。它们一方面随着凝华增长重量加大而下落,一方面又得跟随云中水平气流和升降气流以及乱流运动上下左右地乱闯。在它们曲折多变的漫长路程中,周围的水汽条件时刻在改变着,这就使得冰晶表面的凝华作用一会儿集中在面上,一会儿集中在边上,一会儿又集中到尖角上,于是冰晶的成长发展也就一会儿沿着这个方向,一会儿又沿着另一个方向,结果就形成了千万种精致美丽形状各异的雪花。而由于雪花的枝杈之间空隙较多,形体大而密度小,受空气阻力大,因此降落时常轻飘飞舞;碰上其他雪花时,还常粘附在一起,成为直径达几厘米的象棉花又象鹅毛的雪团。

雪花从高空飘落下来,一路上有着不同的遭遇:有的雪花在飘落途中,气层的温度始终在 0°C 以下,这就使它们能够以雪花的姿态降临到地面;但如一旦落入温度高于 0°C 的气层,雪花就不得不变换它的形态,融为雨滴而降落;有的时候雪花落入 0°C 以上的气层时已很靠近地面了,当它还来不及全部

融完的时候就下落到地面，于是就成了半融状态的湿雪或雨夹雪。

雨层云、高层云、积雨云都是制造大量雪花的“工厂”。但地面上的雪花一般都只降自雨层云和蔽光高层云，从积雨云里落下的都是雨滴，云中雪花则很少能保持雪花的本来面貌降落到地面。这是因为积雨云一般都发生在暖季，地面气温都远远在 0°C 以上的缘故。当然如果一旦出现了地面气温低于 0°C 的条件，积雨云不仅也可以降雪，而且由于积雨云内水汽凝结量极为丰富，使降雪量常常达到惊人的地步。1970年3月12日长江中下游地区就曾出现过一次历史上少有的积雨云降雪，既打雷，又下雪，有的地方积雪半尺。人们常常称这种雷雪交加的天气为“雷打雪”。

雨滴的经历

雨滴，看起来都一个样：从半径小至0.05毫米的毛毛雨滴到半径超过3毫米的大暴雨滴，一概都是液态的水滴，只是大小差别而已。可是它们在天空中的经历却是多么不同啊！

经历最短的要算是毛毛雨滴了。空中水汽只是随乱流运动稍稍升高到几百米的近地面大气层中就凝结为层云，然后云滴稍稍增大便成为毛毛雨滴下落到地面。有时候甚至只在几百米以下的连接地面的浓密大雾之中，就有毛毛雨滴飘落下来。

如果乱流运动较强，水汽被输送到稍高的高度，譬如在500~2500米间的逆温层底下，那么水汽凝结形成的层积云往往较薄，且缺乏云滴增长的条件，所以一般层积云就很少产生降水。只有一部分有堡状凸起的层积云区域内，因为那里有局部的对流运动，使部分云滴增大降落为雨滴。这种雨往

往带有阵性或间断性。但因云的发展高度毕竟有限,雨量一般不是很大,甚至有时只是稀稀拉拉地掉落几滴。

经历长一些的雨滴往往要通过规模较大的对流运动或者斜升运动的途径,水汽先被带到很高的高空,然后再经过一系列复杂的变化,成为雨滴来到地面。

对流运动最初在低空使水汽变为淡积云。这时候,淡积云中因缺乏云滴增长条件*,一般不会形成下落的雨滴。随着对流运动的发展,水汽被输送到几千米的中空,形成山峦似的浓积云,云的顶部温度常达 0°C 以下,可是还没有到达冻结的高度,因而那里已有过冷水滴,而还无冰晶存在,因此缺乏因冰水共存、水汽凝华使云滴增长为雨滴的条件**。可是由于云中含水量已较大,且旺盛的对流运动使云中气流的起伏变化很快,因此在浓积云里大的云滴不断增多,大小云滴碰撞合并的机会也增加了,已有可能变为雨滴降落到地面。特别在我国南方的浓积云,降雨的机会并不少。有些时候,降水量甚至是可观的。由于浓积云块在不断移动,云中云滴增长的情况又很不均匀,因此对某一固定地点来讲,雨滴降落其起止都很突然,带有明显的阵性。

如果对流运动继续发展,上升气流把水汽一直带到冻结高度以上的高空,形成积雨云,那么雨滴的历程就要复杂得多了:有一些水汽冲得最高,凝华成冰晶,成为积雨云的砧状云顶,而其中部分冰晶又沉落到冻结高度以下;也有的水汽在云的下部凝结为云滴,并上升到 0°C 线与冻结高度之间成为过冷水滴,在那里遭遇到冰晶,于是过冷水滴就蒸发为水汽,并

* 由于淡积云内没有冰晶,云滴直径又都较小,因此使云滴增大为雨滴的凝华过程和碰并过程都缺乏,故一般都不降水。

** 云滴的凝华增长作用,参见本章第一节(第129页)。

立即凝华到冰晶上。这时候，本来光秃秃的冰晶给打扮得漂亮起来。不，它已不再是冰晶，而是成为姿态万千的雪花了。雪花在云中飞舞飘落，其中有一些雪花落进了温度在 0°C 以上的气层，于是雪花又融化成为雨滴。雨滴在云中掉落的途中，又吞并着下落速度比它小的小雨滴，并把那刚由水汽凝成的云滴也一古脑儿地并了进来，最后才离开云体落到地面。

你瞧，从积雨云里掉下来的雨滴，它的经历真不简单啊！

可是还有比这更复杂的。譬如积雨云里的雪花并不全都落进了温度在 0°C 以上的气层化为雨滴。它们随着云中乱流和升降气流在冰晶、雪花、过冷水滴都同时存在的云体里上下左右地到处飞舞，这就难免要和同样也在到处乱闯的冰晶、

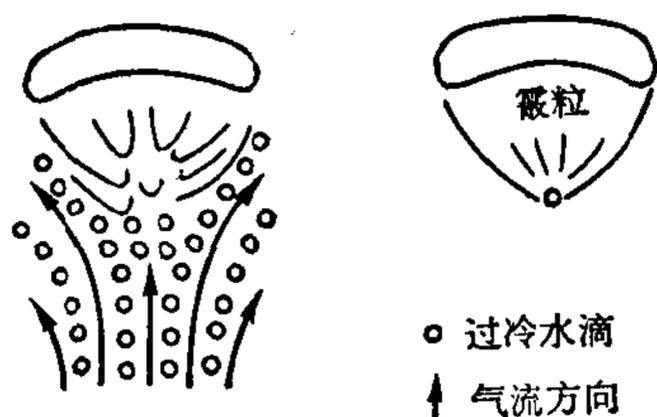


图 5-23 霰粒圆锥状的形成

过冷水滴发生碰撞。只要那么一碰撞，过冷水滴的本性就立刻发作，它把冰晶、雪花一起冻结起来成为霰粒。由于雪花中夹杂着空气，因此霰粒看起来呈乳白色，不透明，疏松而有隙。而在下落时，气流在其前

分开，使过冷却水滴只在霰粒的下部边沿部分与之碰撞合并，这就使得霰粒成为圆锥的形状(图 5-23)。但不管它形状如何，只要它不是处在云中猛烈上升气流的部位，最后还是要落进温度高于 0°C 的气层融为雨滴降临地面。这是雨滴在积雨云中经历的又一条通途*。

来自积雨云中的雨滴，不管是经由雪花的道路，还是经由

* 积雨云中霰粒实际上就是形成冰雹的雹心，在积雨云前部上升气流的部位最易形成冰雹，其形成过程，详见第七章。

霰粒的道路，或是直接由水滴合并增大而成，一般都比较粗大。这是因为积雨云中有很丰富的含水量和旺盛的上升气流的缘故。而粗大雨滴一旦形成，它自身又成为制造更多大水滴的有利因素：当雨滴半径增大到 2~3 毫米时，水分子间的引力难以维持这样大的水滴，在降落途中，它就很容易受气流的冲击而分裂。大水滴分裂后，较大的部分继续下降为雨；较小的部分（但比云滴仍然大得多）则可能随气流上升，重新开始它的旅行。一路上又并吞着比它们小的云滴，而重新壮大起来，然后再降落，其中一部分大水滴又可能分裂，重复上面的过程。这样，每一颗大水滴一旦分裂，连锁反应的结果，都能促使更多大水滴的形成。你看，雨滴在通过这段路程时又是多么反复曲折啊！

但是不管路程多么曲折，也不管是那种经历，积雨云里的一切雨滴都殊途同归，离开云体，落到地面。由于积雨云中含水量很丰富，雨滴既粗又密，落下来如瓢泼，又如倾盆，常常造成局部地区的暴雨。

雨滴另一种较长的经历是通过斜升运动的途径，这主要发生在锋面上。有一些水汽跟随气流的斜升运动沿着锋面滑升得最高，它们在冻结高度以上凝华为冰晶，在锋面的最前哨组成卷云和卷层云。但卷云和卷层云里只有冰晶才有存在的余地，水汽想通过那儿变成雨滴而下落，就象走进了死胡同，此路不通。因此单是卷云和卷层云是不会下雨的。只有在卷层云后面的高层云和雨层云里，才是从水汽变为雨滴的有利环境。这是因为高层云和雨层云都是冰、水混合云。它们的顶部都有冰晶，下部有水滴，中部则为过冷水滴和冰晶的混合层。水汽最初在锋面上滑升凝成细小的云滴，然后随斜升气流升高到 0°C 线以上，在那里便成为过冷水滴，而顶部的冰晶

则因重力作用而缓缓沉降下来，于是就形成了冰晶与过冷水滴共存的混合云体。在这里，具备了云滴凝华增长的条件：过冷水滴不断蒸发，冰晶不断凝华壮大并成为雪花，下落再融为雨滴而到达地面。比较起来，高层云由于高而薄，掉下来的雨滴一般不太大，雨滴密度也较小，甚至有时候雨还来不及到达地面就蒸发完了。在雨层云里，由于云层很厚，含水量丰富，形成的雨滴就大得多了。虽比不上积雨云里的雨滴，但雨滴的密度大，特别是持续性长，厚实的雨层云铺盖在广大地区上，可以连续几小时、几天下个不停，常常达到大雨或暴雨的程度。

特殊的雨有特殊的原因

大气中的雨滴，有各种常见的经历，也有不少特殊的经历。

你见过这样的雨吗？它在下落的时候，明明是雨，是液体状态的雨，可是一掉到地上，它马上变成冰了。你还听到过这样的事吗？当天上掉下雨滴、飘下雪花的时候，竟是晴空万里、蓝天无云的日子；而在天顶无云、阳光照耀的地方，阵阵冰雹竟自天而降。至于形形色色的“奇雨”，什么红雨、黄雨、金属雨、银币雨、鱼雨、虾雨、蛙雨、谷雨……等等，这些你即使听说过，大概也不会信以为真的吧！

但是世界上确确实实有这样的奇雨。这些奇奇怪怪的雨都有着它们特殊的经历。

那种滴雨能成冰的雨称为冻雨，而滴雨所成的冰称为雨淞。冻雨只要一碰上树枝、电线或其他物体，便马上变成一层外表光滑、晶莹透明的冰层，而当它在电线和树枝上结冰的时候，还常常边滴滴，边结冰，结果挂下来一条条象钟乳石一样

的冰柱(图 5-24)。冰柱越挂越长,越长越粗,重量越来越重了,树枝不得不弯下身来,电线绷得紧紧的。终于它们都不胜重负,吃不消了,树枝一根根被弯折下来,电线也绷断了。在雨淞危害最严重的时候,甚至粗大的树杆也被压折了;那些电杆,不管是用来架设输电线的,还是电报电话线的,都倒折了。电线一断,电讯交通跟着中断,输电线路不通,城市的照明,工厂的动力,农村的用电都受到了严重的影响。你看雨淞的危害多大呀!造成雨淞的冻雨,不但是一种特殊的雨,原来还是一种灾害性的雨哪!

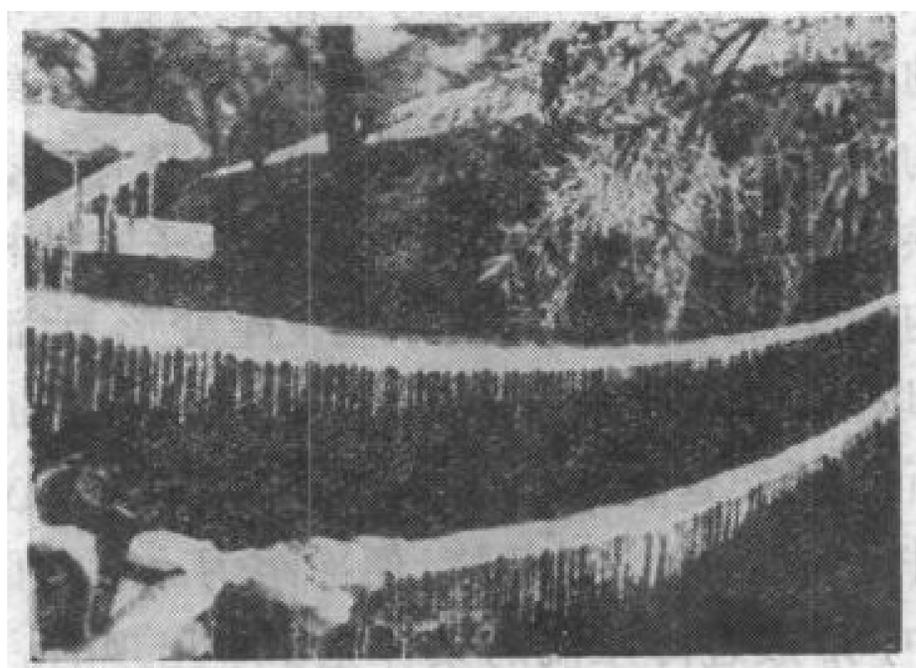


图 5-24 雨 淞

人们在与冻雨和雨淞作斗争的实践中总结了很多有效的经验,雨淞的危害是完全可以战胜的。人们在架设电线线路之前,先得调查研究什么地区、什么地形、什么季节最易出现雨淞,出现的强度又怎样,如果不能避开冻雨和雨淞为害严重的区域和地形,那就得把电线、电杆设计得足以能够承受雨淞重量的坚固程度。而在出现冻雨之前,气象台早已根据发生冻雨的条件和规律作了预测,发出了警报,让人们作好了迎战的准备。一旦冻雨来临,出现雨淞的时候,就发动沿线居

民，打一场人民战争，用特制的工具把电线上的挂冰敲刮干净。

任何特殊的雨，都有它特殊的形成原因和特殊的经历。那么形成冻雨的特殊原因是什么呢？它又为什么能滴雨成冰呢？

原来冻雨就是一种过冷却的雨滴。它虽被称为冻雨，却是名不符实：雨滴本身并不处于冻结状态。可是它的温度在 0°C 以下，只要有什么东西一碰到它，便立刻变成固态的冰而成为雨淞。按照理论上研究的结果，水的温度到了 0°C 以下，或者因为水滴的半径太小，表面弯曲得很厉害；或者因为水中缺乏固态的物质作为冻结核，都不能使水的分子结构成为冰的分子结构，于是就成为过冷水滴。而一旦有什么物体与之碰撞的时候，发生的碰撞振动可以使水分子的结构改变为冰分子的结构；同时碰撞的结果使水滴发生变形，水滴表面弯曲程度减小，以及物体表面也可以起到类似冻结核的作用，使水冻结时有所依附。这种种情形，都可使过冷水滴立即获得了结冰的条件，因此冻雨一经碰撞，便冻结为冰态的雨淞。

在云中，形成过冷水滴的条件是不难出现的。只要云中温度在 0°C 以下，一些细小的云滴，就往往以过冷水滴的形态而存在。特别是象雨层云、高层云、积雨云，以及发展较盛的浓积云，在它们的 0°C 高度与冻结高度之间的过冷水滴常大量地存在。可是这些云体，除了冬季某些地区的雨层云偶尔可降冻雨外，又为什么大都不能掉下冻雨来呢？这是因为，云中过冷水滴往往是一些半径较小的云滴，在冰水共存或大小水滴共存的条件下，这种过冷云滴常被蒸发掉，转移到冰晶或大水滴上去凝华成雪花或凝结成雨滴而下落了，因此过冷云滴本身便不可能成为雨滴而降临地面。如果有飞机在含有过

冷云滴的云中飞行时,过冷云滴受到机体碰撞而立即在机翼、尾翼、螺旋桨、空速管、天线等最突出的部位结冰。严重的结冰,可使飞机失掉平衡,发生事故。但飞机是由人来操纵的,人完全有办法来对付云中结冰的危害。人们只要开动安装在飞机上的除冰设备,就可把刚结成的冰全给驱落下来。当然最好是避开结冰严重的区域飞行,人们根据观测和分析,完全可以知道哪里将是严重的结冰区,飞机从哪里穿云比较安全。

可见,过冷水滴在云中并不缺乏,但是要使它成为下落的过冷雨滴,还必须为它创造一定的条件。经过人们的调查研究,这种条件就是要求降水从高空下落途中,必须穿过一个温度在 0°C 以上的气层,然后又落入温度在 0°C 以下的气层,直到地面。在冬季有些时候某些地区坡度较小的静止锋上的雨层云区域内可以出现那样的条件(图 5-25)。在锋下是气温在 0°C 以下的冷空气,沿着锋面上面有一个温度在 0°C 以上的气层,再往上气温又在 0°C 以下。雪花从雨层云的中上部落入底部温度在 0°C 以上的暖层而融为雨滴,然后又落入暖层,

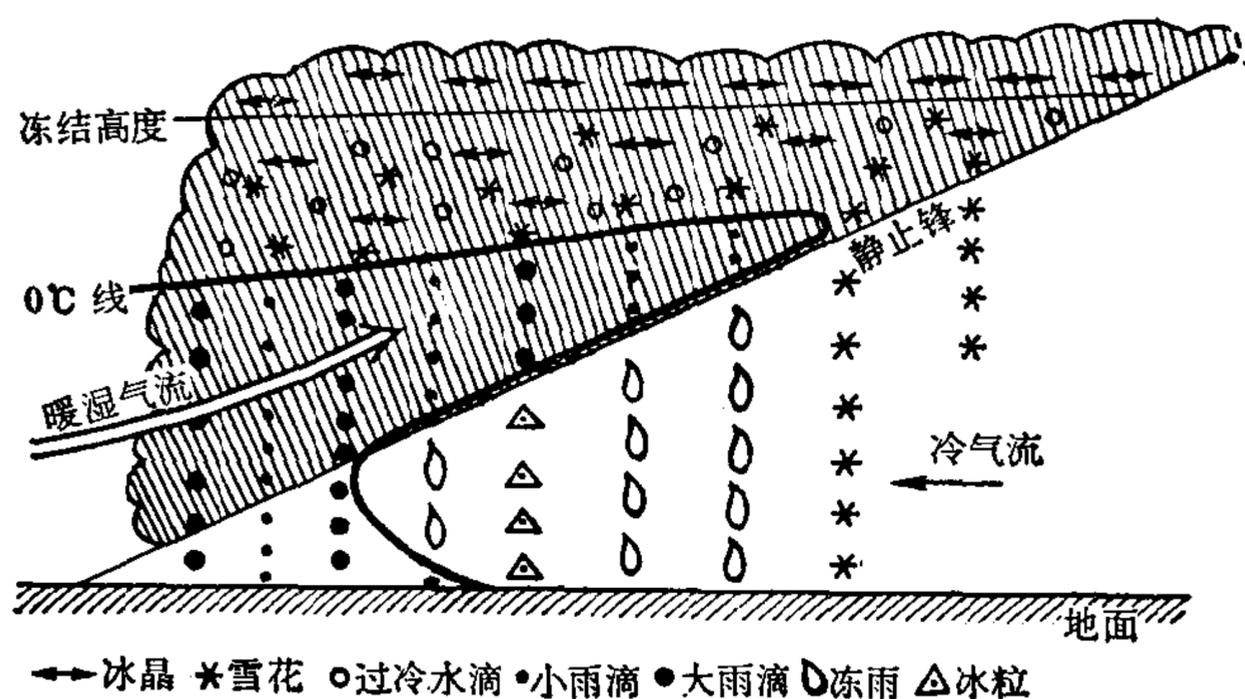


图 5-25 冻雨的形成

掉进锋面下面温度低于 0°C 的冷空气内，雨滴温度又降低到 0°C 以下，其中较大的雨滴易冻结而成为冰粒到达地面；而较小的雨滴，则因冻结时的温度较低，虽在 0°C 以下的冷空气内，却仍保持液体状态的冻雨降至地面，形成地面上的雨淞。

如果说冻雨是一种特殊的雨，那么晴天雨、晴天雪、晴天雹就更加特殊了。

既落雨，又同时照耀着阳光，这在对流云的阵性降水区中并不是希罕的事。这种现象的产生是因为范围不大的浓积云块移动速度很快，当雨雪飘落到地面时，上空却已云过天晴了。而在有雹的积雨云前部，当云体前部猛烈的上升气流把雹块冲托得很高，而高空的水平气流又非常强盛的时候，雹块常从积雨云的前上方冲出云体，摔落到积雨云尚未移到的地方，于是那里便出现晴天降雹的现象。

有时候，云体的移速快得在雨雪尚未到达地面之前，云体已经移出人们的视野了；或者当雨雪降落到地面之前，云体本身已很快消散。这时候，碧蓝的晴空里飘着雨雪的奇景也就出现了。也有的晴空降水是附近正在下雨雪的地区，那里的细雨雨滴和雪花，随着较大的风速被吹到无云的地区来的。当然，如果随风吹来的雨雪是来自地面上被风刮起的积雪，或者来自附近湖海被风卷起的浪沫，虽然看起来也象是晴空降水一样，但实际上不是来自云中的降水，而是一种叫做“吹雨”或“吹雪”的现象。

在每年五、六月份红松花盛开，预示着红松果实丰收的日子里，林海上空飞舞着被风吹散的黄色花粉，成为一种很好的凝结核。当水汽凝结在上面，或者雨滴粘着花粉，闪闪发光的黄雨便把屋顶、路面、田野等大地上一切东西都染成黄色。这就是令人奇怪的黄雨。我国东北兴安岭林区，就曾出现过这

样的“奇雨”。

在日本川崎市曾经下了一场长达四小时之久的金属雨，闪闪发光的由金属粉末组成的金属雨竟然从天而降。那是大气污染日益严重的资本主义国家上空特有的现象。由于资本家只图追逐高额利润，不顾人民死活，不去采取防止大气污染的措施，于是那里的烟囱便日夜喷吐着汞、铅、镉、钒等多达几十种的金属微粒和粉末，它们沉落下来，就成为金属雨。

第六章 空中奇景 变幻可测

清晨，站在高山之巅，极目眺望：一轮红日从东方升起，瞬间霞光万道，色彩缤纷。

白天，雨过天晴，一道彩虹象座彩桥横跨大地，装点山河更好看。

夜晚，一轮明月当空，溶溶月光透过几片白云，银盘似的月亮被套上了一个七彩艳丽的光环。

在一望无际的沙漠，有时会突然发现远方天空中现出一个湖泊，牛马羊群在湖中饮水。

在海滨，有时也会突然发现帆船好象在天空中飞舞。

……

天空就象万花筒一样，每时每刻都在变幻着它的光彩。

那末，为什么天空是蔚蓝色？为什么天空中有霞光？为什么会出现彩虹、光环，甚至湖泊的倒影？

让我们把这个仿佛在炫耀自己“法术”的神奇“魔术师”——大气光象的谜揭开吧！

第一节 蔚 蓝 天 空

在晴朗无云的日子里，若有人问你，天空是什么颜色？你一定会肯定地回答：天空是蔚蓝色的。天空愈是晴朗，天空蓝色愈澄彻。那末，为什么天空是蓝色的呢？有人猜想，天空中

含有一种蓝色的气体，或者大气本身就是蓝色的。事实究竟怎样？为了解答这个问题，有人做过这样的实验：用一根大约三尺长的玻璃管，玻璃管的两口各用玻璃板封闭起来。太阳光柱可由两端通过此管。先把管中的空气完全抽出，然后把空气、盐酸以及丁烷基亚硝酸盐蒸汽的混合物再灌进去。在数分钟内就起化学反应，产生出微细而均一的质点，浮悬在这混合气体之内。当太阳光线通过此管时，起初这些质点还少，我们看到管中先有暗的深青色。然后因为化学作用继续进行，质点的数量增加，光中的颜色也跟着愈变愈鲜明，蓝色光辉愈变愈浓。平时，我们也能见到这类现象，例如，当我们看到有人在窗口抽香烟时，烟被室外阳光照射，呈现蓝色，袅袅上升。

天空呈蔚蓝色也是这个道理。当太阳光波射入大气圈后，遇到大气分子和浮悬在大气中的微粒，就会发生散射。这些大气分子和微粒本身是不会发光的，但是由于它们散射了太阳光，每一大气分子就变成了一个散射光的光源。它们向四面八方发射出光来。在太阳光谱中波长较短的如紫、蓝、青等颜色的光波最容易被大气分子和微粒散射出来。波长较长的如红、橙、黄等颜色的光波透射力最强，它们能透过这些大气分子而保持原来的前进方向。这样一来，光波的分光作用就此发生，而颜色也就出现了。对下层空气分子散射来讲，主要是蓝色光线被散射出来。所以，天空呈蔚蓝色。

那末高空天空的颜色是否也是蓝色的？不一定。愈到高空，天空的颜色愈灰暗，甚至变成黑灰色。

原来，愈到高空，空气愈稀薄，空气分子数减少得很厉害，分子散射出的光辉就逐渐变弱，天空的亮度因此就愈来愈暗，由青色（离地约 8 公里以上）递变为暗青色（离地约 11 公里），

再递变为暗紫色(离地约为 13 公里),只有那最易被散射的紫色光波才被高层稀疏的空气分子散射出来。到二十公里以上的高空,分子更稀少了,散射作用几乎完全看不出来,没有散射光,天空当然变成黑灰色的了。

第二节 万道霞光

早晨和傍晚,在日出和日落前后的天边,时常会出现五彩缤纷的现象,这就是霞。日出前后在东方天空看到的霞称朝霞;日没前后在西方天空看到的霞称晚霞(暮霞)。

霞是怎样形成的呢?实际上它和天空产生蔚蓝色的道理是一样的,都是由于空气分子的散射作用而造成的。只不过当日出和日落前后时,阳光通过厚厚的大气层,被大量的空气分子散射的结果。据计算,太阳在地平线上所透过的大气层厚度为白天太阳当头时所透过的大气层厚度的三十五倍。由于阳光被大量空气分子所散射,紫色和蓝色的光就减弱得最多,到达地平线上空时已所剩无几了。余下的只是波长较长的黄、橙、红色光了。这些光线经地平线上空的空气分子和尘埃、水汽等杂质散射以后,那里的天空看起来也就带上了绮丽的色彩。空中的尘埃、水汽等杂质愈多时,这种色彩愈显著。如果有云,云块也会染上橙红艳丽的颜色。

第三节 海市蜃楼

从前,有一个骆驼队在炎气熏人的沙漠中踽踽前进。酷暑和干燥的天气使得旅行者疲乏不堪,皮袋中的水已经喝完了,嘴唇干得发裂,这时他们多么想能喝到一口清凉的水

啊！突然，在遥远的前方沙漠间，出现了一个湖，湖的两岸高耸着宫殿和寺院，给他们带来了莫大的希望和清凉的预感。于是快速朝前奔去。走过一个沙丘又一个沙丘，但湖泊、宫殿和寺院仍在遥远的前方，忽暗忽亮，忽隐忽现。过了一会儿，突然湖水、宫殿、寺院全部消失得无影无踪了。

自古以来，在人们中间流传着这样的神话：蜃乃蛟龙之属，能吐气为楼。又说：海市是海上神仙的住所，它住在“虚无飘渺间”。宋朝沈括在《梦溪笔谈》中这样写道：“登州海中时有云气，为宫室台观，城堞人物，车马冠盖，历历可睹。”*

1957年7月，我国勘探队在戈壁滩上也看到了这种奇迹。

这奇异的大气现象，称为“海市蜃楼”。

为了说明这种现象，假如有条件，我们不妨先做一个“海市蜃楼”的实验：

在一间不通风的屋里，把一块长1.5米，宽20厘米的平滑铁片，横放在几根用铁管（或用木棍代替）做成的小柱子上，在薄铁片上撒播薄薄一层沙，做成沙漠型的表面。用深色的纸剪成树和骆驼，贴在一块毛玻璃上（乳白色玻璃）上，把玻璃板放在铁片的一端，和铁片垂直，使树和骆驼露在沙层上面。在玻璃板后下方，用一只手电筒向上照射，在铁片的另一端看去，好象树木和骆驼后面衬托着明亮天空一样。

然后，用小的煤球炉三只，放在铁片下面来加热（或用一只长型的炭盆，有条件时用长型的电炉加热最为理想）。加热时，要注意铁片各处加热要均匀，特别是靠近毛玻璃一端三分之二的地方。

* 登州就是今天的山东蓬莱县。它位于渤海南岸。渤海中有庙岛列岛，这些岛屿离蓬莱县的距离约20里，远的约有100里。沈括写的情景，是蓬莱海边所看到的庙岛列岛的幻影。

这样,当加热一定时间以后,用手靠近沙面,感到很热时,开始沿薄铁片往毛玻璃方向观察。你就能发现沙面下方出现树木和骆驼的倒影,好象树木和骆驼旁边有湖水时所形成的倒影一样。这种现象就是“海市蜃楼”。

在炎热的夏天,有时在柏油马路上也能看到房屋、树木的倒影。这实质上也是一种“蜃景”现象。

那末,自然界中的海市蜃楼又是怎样形成的?如图6-1所示,当观察者的眼睛在“O”点,远方有一株树,它生长在比较湿润的沙漠中的绿洲。这时贴近地面的空气由于太阳的猛烈照射,温度升得很高,空气密度变小了,而上层的空气仍然比较冷,空气密度也大。这样,由远方树木上下各点所投射的光线,因为穿过不同密度的空气层,就要向远离法线的方向折射。当光线快射到地表面时,就发生全反射。于是树木上下各点所投射的光线就沿下凹的路径到达观察者眼中,在观察者看来,树木好象在OB的方向上。这就叫“下现蜃景”或“下现蜃楼”。

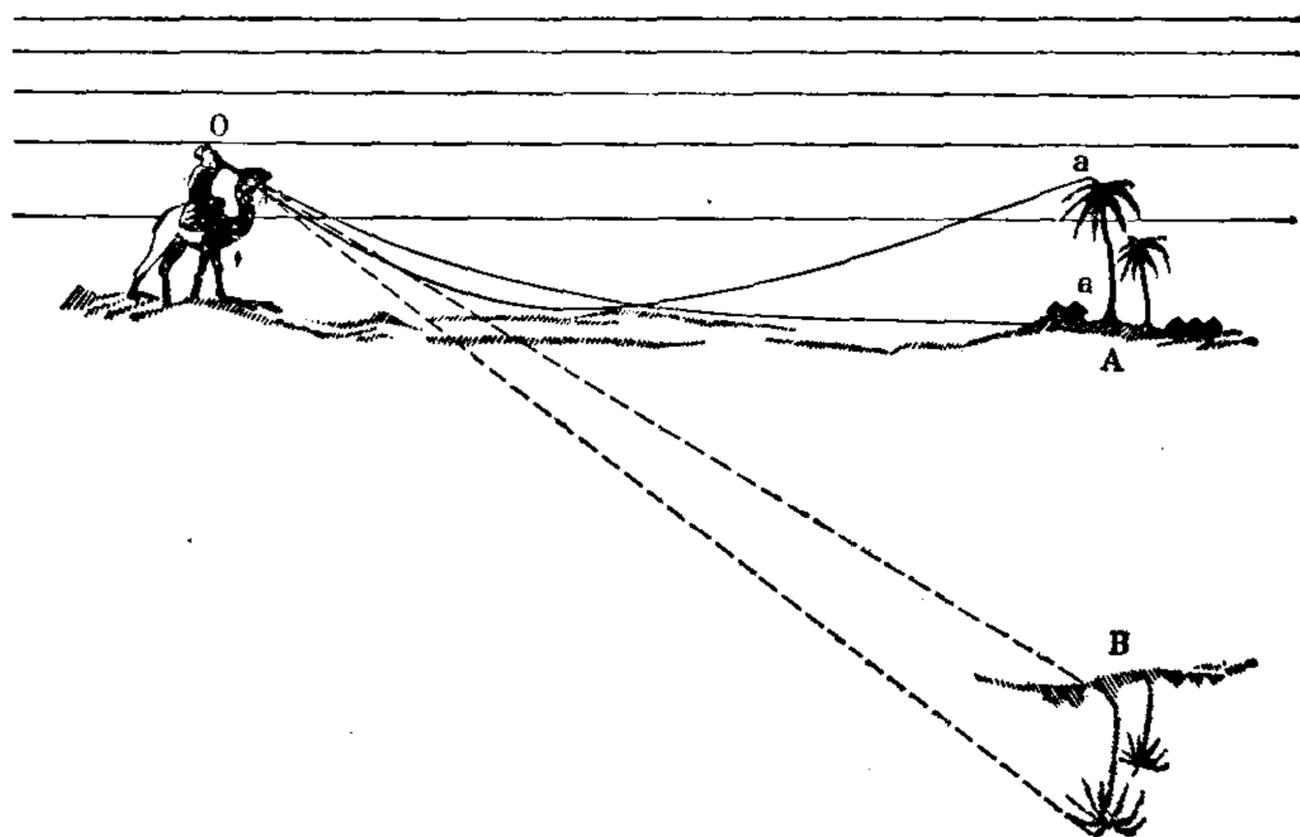


图6-1 下现蜃景

沈括在登州看到的蜃景称“上现蜃楼”。如图 6-2 所示，在地面逆温较强的地区，尤其是在冷海面或极地冰雪覆盖的地区，由于底层空气密度很大，而上层空气密度很小(与下现蜃楼时的空气密度分布正好相反)，这种下密上疏的空气，就能使物体投射的光线经过它而产生折射和全反射的现象，以致显出“上现蜃楼”景象了。

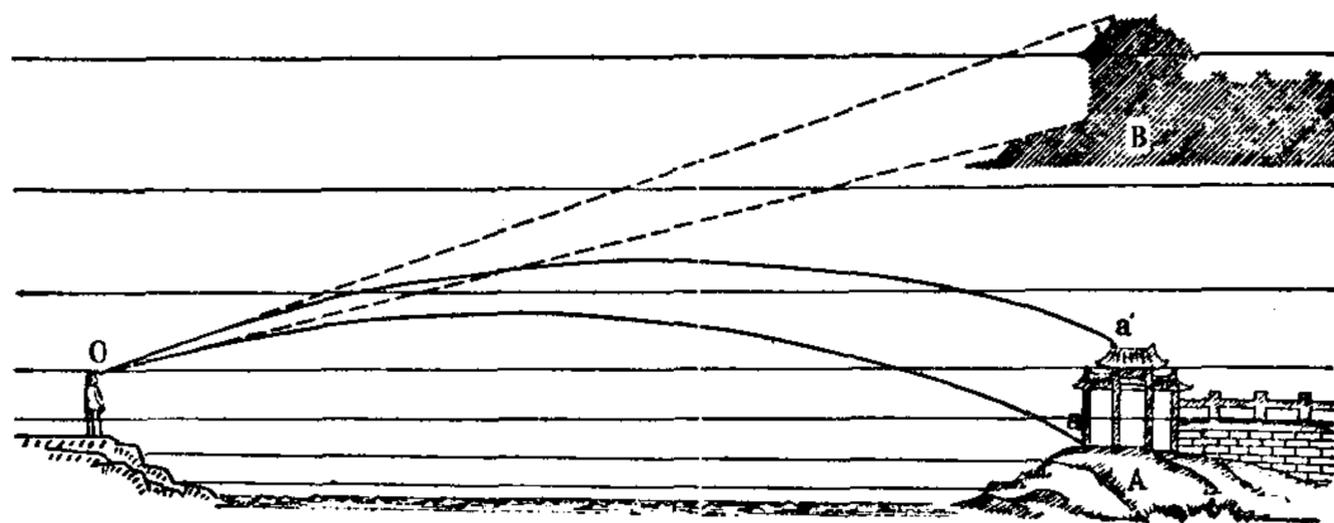


图 6-2 上现蜃景

第四节 彩色虹霓

历史上，曾经有人见过四条彩虹并列的空中奇景，那是 1948 年 9 月 24 日傍晚 6 时左右，在苏联列宁格勒的尼瓦河上空出现的。当时天空中是一片乌云，后来从海面上突然吹来了一阵充满水滴的风，一瞬间乌云下出现了太阳，整个天空中马上横贯一条光彩夺目的虹。同时，在它的不远上方生成了色彩倒排的双虹，这虹是由日光在尼瓦河上反射而形成的。数分钟后，在主虹内侧直接相连处，生成了狭细的三虹，以后又出现了四虹，其宽度只有第一道虹的三分之一。彩色也大大减淡。最后两条虹最鲜艳部分是深红色带。四条虹在天空中的时间约 15~20 分钟之久。

人们常见的是一条虹，偶而能见到两条虹并列悬挂在空中(图 6-3)。

虹是光线以一定角度照在水滴上所发生的折射、分光、内反射、再折射等造成的大气光象。



图 6-3 虹

如图 6-4 所示,当太阳光 S 照射到雨滴表面后,由于空气和水是不同性质的两种物质,光线在 A 点折射入水滴内,其

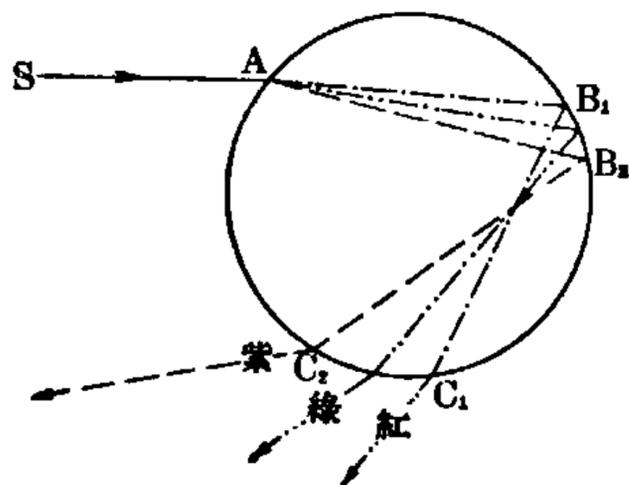


图 6-4 形成虹时光线的折射情况

折射程度比单纯由空气本身密度不均匀所引起的要大得多。而且,阳光中的各色光折射程度不同的情况也表现得很明显。其中紫色光的折射程度最大,红色光最小,其他各色光则介乎两者之间。这样就形成了一条彩色光带。投射在雨滴的后缘 $B_1 \sim B_2$

的弧上。经过反射后再从 $C_1 \sim C_2$ 处折射出雨滴。由于各色光折射的程度不同,从雨滴中折射出来的各色光线,又是不平行的。当我们仰望这个雨滴时,只能看到它从那里折射出来

的某一种颜色的光，而看不到其他颜色的光。正如图 6-5 所说明的那样，观测者只看到了雨滴 A 折射出来的绿色光，而看不到其他颜色的光。这只是对一个雨滴而言。事实上，空中悬浮的雨滴是很多的，凡与雨滴 A 在同一个圆弧上的各个雨滴所折射出来的绿色光，角度都相同，都能射入观测者的眼中。并且位于雨滴 A 以上的雨滴 O 所在的圆弧上的各雨滴射出的红光和位于雨滴 A 下面的雨滴 B 所在的圆弧上的各雨滴射出的紫光，以及介于 O、B 之间的雨滴所折射出的其他颜色的光，也都能射入观测者眼中。因而，我们看到的虹是内紫外红的彩色光带。在观测者看来，它的半径所张的角度——视夹角约 42° 左右。

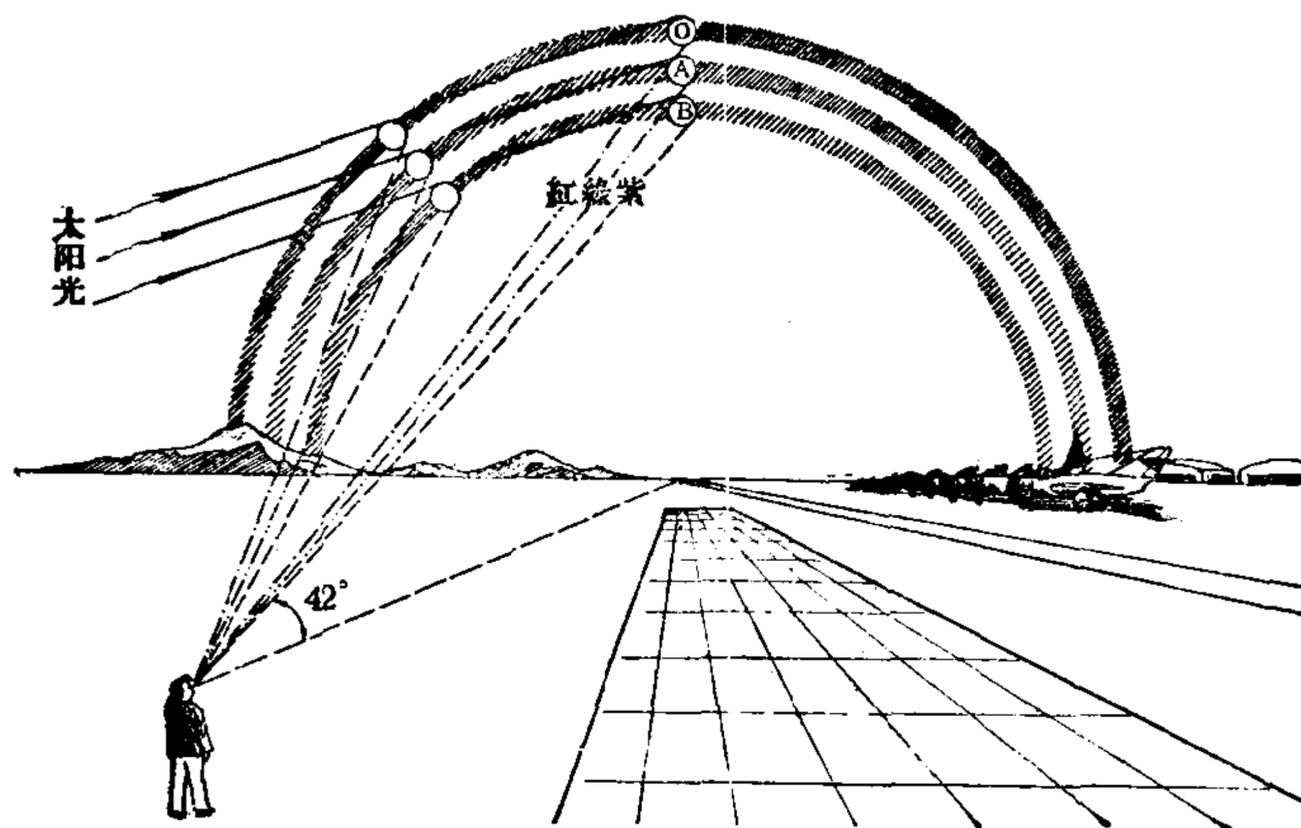


图 6-5 形成虹时的光线路径

虹的色彩和宽度与雨滴大小有关。雨滴愈大，虹带愈狭窄，色彩愈鲜明；反之，雨滴愈小，虹带愈宽，色彩愈暗淡。雨滴过小，则不可能出现虹。另外，当太阳高度角大的时候，例如在中午就不会看到虹。又因为虹是“日照雨”时形成，它总

是出现在太阳的对面,所以朝虹见于西方,暮虹见于东方。

有时在虹的外侧还能看到第二道虹,光彩比第一道虹稍淡,色序是外紫内红。这在我国称为副虹或霓。

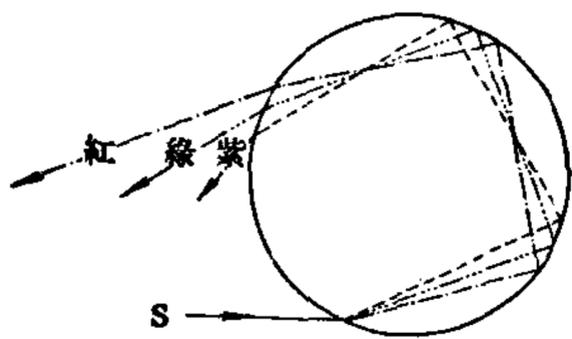


图 6-6 形成霓时光线的折射情况

霓和虹的不同点,仅仅在于光线在雨点内产生二次内反射(如图 6-6 所示)。因此光线通过雨滴后射到我们眼帘时,光弧色带就与虹正好相反。有时,还会

产生第三道、第四道虹。甚至还会由于光线的衍射作用,在虹的内侧产生几条附属弓,这也是一种特殊的虹。

第五节 日月晕环

天空有由冰晶组成的卷层云时,往往在日、月周围会出现一个或两个以上以日、月为中心内红外紫的彩色光圈,有时还会出现很多彩色或白色的光点和光弧。这些光圈、光点和光弧统称为晕。图 6-7 所表示的,就是常见的半径视角为 22° 的晕圈。也就是 22° 晕(有时在 22° 晕的外围还可以看到半径视角为 46° 的晕圈,即 46° 晕)。

晕是日、月光线通过卷层云时,受到冰晶的折射或反射而形成的。如图 6-8 所示,当光线从 A 点射入卷层云中的冰晶后,经过两次折射,分散成不同方向的各种色光。与有虹时相仿,我们只能看到其中的某一色光。如果在视太阳周围天空中悬浮着四个冰晶,它们的位置如图 6-9 所示,那末,外面两个折射出来的紫色光与中间两个折射出来的红色光,正好都能射到我们的眼中。这样,我们就可以看到视太阳周围外紫内

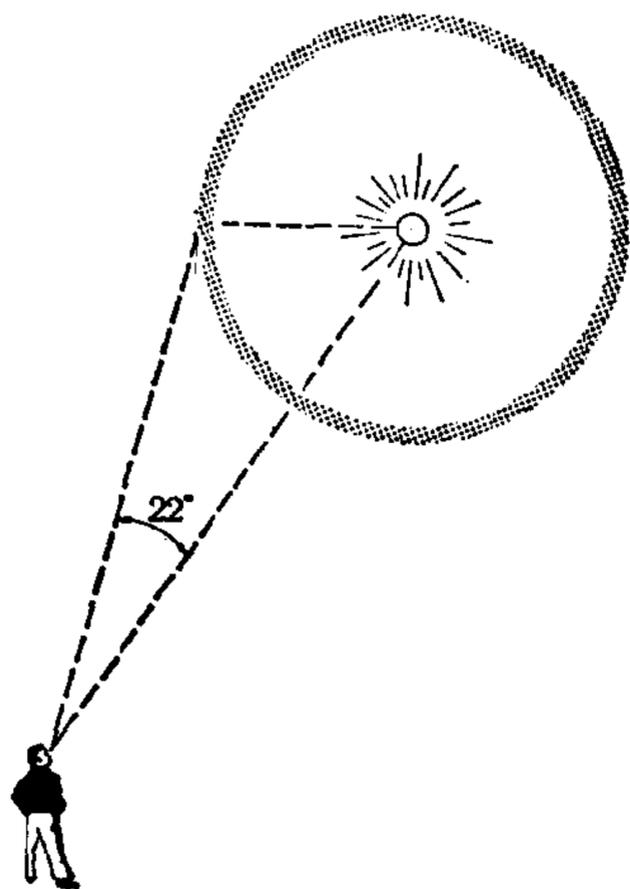


图 6-7 晕

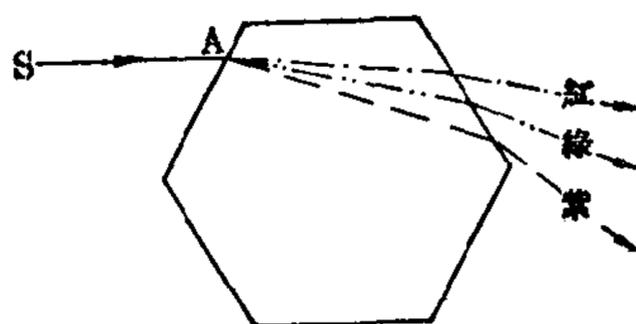


图 6-8 光线通过冰晶时产生折射

红的两个光点。实际上，有卷层云时，天空飘浮着无数的冰晶，在太阳周围的同一圆周上的冰晶，都能将同一种颜色的光折射到我们的眼睛里来，形成内红外紫的晕圈。

你大概没有看见过图 6-10 这种怪晕奇景吧！因为附有两个假日的晕出现机会极少，就连许多气象工作者也只是耳闻其事，而至今尚未亲眼目睹。

三十年代，在我国记录了两次比较著名的晕。一次是在 1933 年 8 月 24 日 9 点零 3 分至 9 点 45 分峨嵋山发现的。可惜的是当时没有拍成彩色照片，只能根据当时目睹情况绘制一张示意图(图 6-10)。图中 S 是太阳光盘。环绕太阳有一个视半径为 22 度的内晕(ABC 环)，光度极强，近太阳一边呈鲜红色，向外渐次转变为橙、黄、绿、紫等色。这些色环皆很清晰，七彩缤纷，极其美观。在 22 度晕的外围，有视半径为 46 度的外晕(KYJ 环)。外晕色带排列与内晕相同，不过亮度

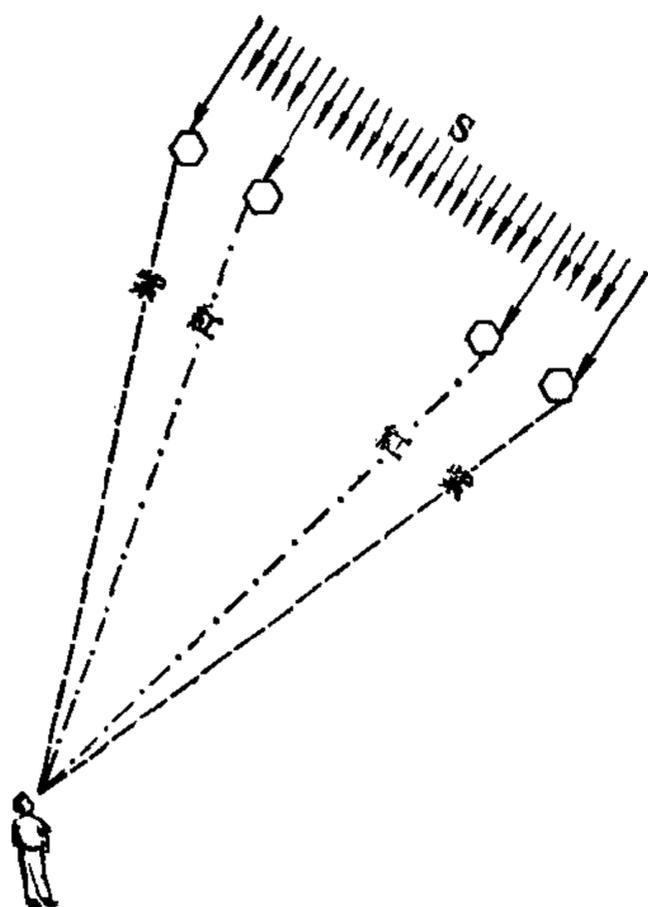


图 6-9 形成 22° 晕的光线路径

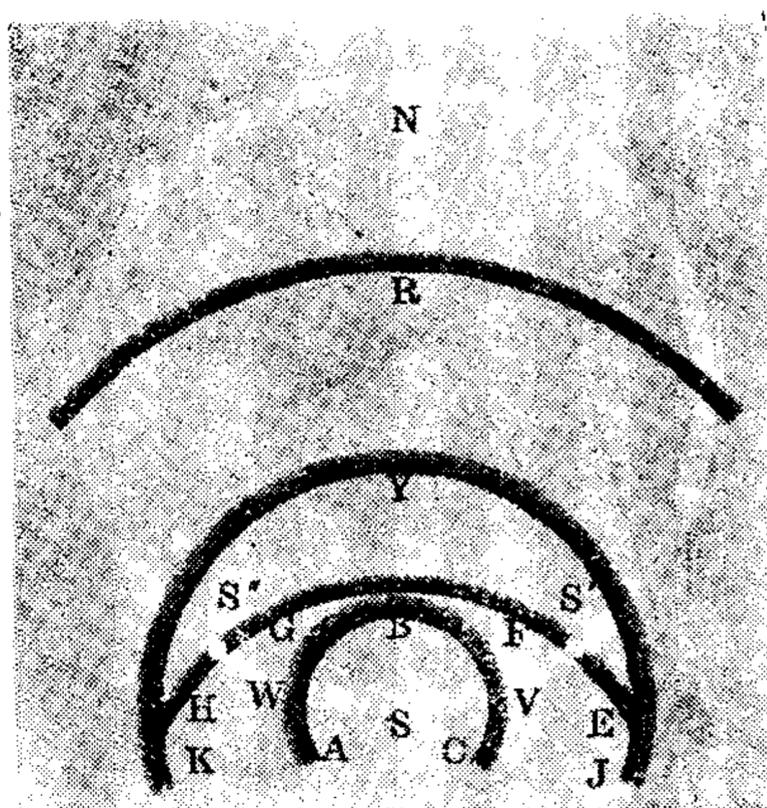


图 6-10 1933 年 8 月 24 日峨嵋山发现的晕的示意图

较内晕稍为黯淡。在 46° 晕以外，还有 90° 晕环的一部分 (R 光弧)，它时隐时现，有时仅有片断显露，色带模糊不清，只能看到白色光辉，且隐没时较其他各环为早。当时天空中最大的是假日环 (WNV 环)，它是通过太阳与地平圈相平行的白色光环。在假日环上有两个假日 (S' 与 S'')，分别位于太阳光盘的两侧。内晕上有一日珥 ($EFGH$ 弧)，光彩也甚显明。

另一次是 1934 年 1 月 22 日及 23 日在西安发现的日晕，比 1933 年峨嵋山日晕更为美妙而复杂。据当时通讯说：本月 22、23 两日太阳周围发现多数日晕，光线灿烂，构形复杂，假日及日珥为数甚多，由上午十一时许起至下午四、五点钟后，始渐消失。一时街谈巷议，议论纷纷，而各报社与民教机关请求解答者纷如也。可见这次日晕之怪及西安人民对这次晕的注意了。

为什么伴有假日等多种光象的晕那么罕见呢？因为出现这种怪晕的条件比较严格，比如假日形成时要求冰晶形状是正六角形的，而且要垂直地浮悬着，太阳正好在地平线上；又比如视半径为90度的晕，它出现时要求冰晶呈金字塔状的。这些条件一般情况下很难满足，罕见的道理也就在这里。

第六节 绚丽华盖

当日、月被薄云所遮时，靠近日、月的周围有时会出现一个或几个色彩排列与晕相反，视夹角比晕小（一般不超过5度）的光环。这种光环叫做日华或月华（华，古称华盖）。在日常生活中，我们在晚上，手里拿一片薄玻璃，用嘴哈一口汽，眼睛通过有汽的玻璃望路灯时，也会发现灯的周围有一圈彩色光环。这现象与华的现象很相似。华通常在有高积云时出现。日华因太阳光过强，不易看清；月华却很容易看到。色彩也较分明。华是当日光、月光通过云中的小水滴或小冰晶时产生衍射现象而形成的。

第七节 奇景和天气

现象是本质的显现。大气中的奇景不是偶然出现的，它们是大气运动状态的反映，因此，天空中奇景的变幻又往往是天气变化的征兆。我国劳动人民利用这些现象判断天气变化的经验非常丰富。例如，群众经验：“早霞不出门，晚霞行千里”，就是利用霞来预测未来天气的。根据霞的生成原理，早晨出现鲜红的朝霞，说明大气中水滴已经很多，而且云层已经从西方侵入本地区，因此预示天气将要转雨。出现火红色或

金黄色的晚霞,表示西方已经没有云层,阳光才能透过来造成晚霞,也就是本地区上游天气已经转晴。这样,在原来笼罩本地区的云层东移以后,本地区天将转晴朗。

又如:“东虹日头,西虹雨”这条群众经验也是根据虹出现的方向来推断未来天气是晴还是雨。由虹的形成原因可知,虹出现的方向,就是水滴存在的方向,虹在东方,表明我们东边大气里有较大的水滴存在;虹在西方,表明我们西边大气里有较大水滴存在。我国大部分地区处于西风带,天气系统一般是自西向东移动的,东方的云雨区以后越来越向东移去,而西边的云雨区很容易影响本地。这条经验就是揭露了这个天气演变的本质。

再例如:“日晕三更雨,月晕午时风”。这条谚语也是根据“晕”这个现象,揭示未来天气变化实质的。我们知道,晕是太阳或月亮光线经过高空中由冰晶组成的卷层云时由于折射、反射而形成的。而卷层云通常是出现在低气压的前部,在它的后面,就是造成降雨的高层云和雨层云。如果低气压的大风区经过本地,则还会有大风出现。当然,这农谚并不一定就是指日晕预示下雨,月晕预示刮风,只是说风雨即将来临了。

总之,大气中的一切景象都是大气运动所造成的结果。所以,通过某些特殊的景象就能较科学地预测天气。

第七章 与天奋斗 其乐无穷

在一切天气现象中，旱涝、台风、寒潮、雷雨、龙卷、冰雹、干热风等无疑地最引人注目，因为它们年年同人们打交道。它们之中有时也会给人们带来一定益处。例如，在长期干旱的夏季，痛痛快快地下一场雷雨，作物多么解渴啊！闪电能为农田“造肥”。伏旱的高温对水稻等作物的生长发育也带来一定好处，正如农谚说的：“人在屋里热得跳，稻在田里哈哈笑”，“三伏要热，五谷才结”。寒潮带来的大雪，象一床棉被遮盖在越冬作物上，使作物安全越冬。台风挟带的雨水，给旱区送来了及时雨……。

然而人们对它们的印象是那么深刻，就因为它们破坏人们的生产，甚至威胁人们的生命安全。所以人们一般都把上述这些天气现象称为灾害性天气。

在旧社会，它们为虎作伥。先前，人们不了解它们，它们的出现总给人们精神上造成恐怖的印象，而反动统治阶级又利用它们，来欺骗人们，说它们的出现是天意，下界众生理该受灾祸的蹂躏。后来，虽然人们渐渐地了解了它们，可是反动派只顾搜刮民脂民膏，管什么预防，一旦灾害到来，依然是千家遭难，万家流浪。

只是在新社会，人民当家作主人，并与它们展开了斗争，它们才不再那么肆虐了。人们不仅了解了它们的老底——纸老虎的本质，树立了人定胜天的思想，而且在同它们的斗争中

增长了才干。与天斗争,其乐无穷,我们在战胜这些异常天气气候中前进。

第一节 抗 旱 涝

我国的旱涝

旱和涝,特别是大旱、大涝对国民经济建设有很大影响,对农业生产的危害更为突出。

1934年,我国出现罕见的大面积伏秋干旱,烈日炎炎,土地龟裂,庄稼枯死。再加上国民党反动派横征暴敛,地主逼租逼债,不知有多少劳动人民死于旱灾!当时流传着这样一首民谣:“记得旱灾甲戌年,饿肚求雨枯稻田,蒋贼那管人民事,死儿卖女万万千。”可见旱灾多么严重!

1931年的夏季大涝,给长江流域两岸人民带来了严重灾难。单是荆江一带,由于国民党反动派只知搜刮民脂民膏,不管人民死活,江堤长年失修,滂沱大雨造成大堤决口,江汉平原一片汪洋,连武汉市区街道都可以行船。据统计,这次涝灾就淹死了十四万人,淹没五千多万亩农田。

“海河水,长又长,提起它来伤心肠;十年九载闹灾害,贫穷人家去逃荒,官府治河张血口,民脂民膏入私囊;穷人血泪河中淌,朝朝夕夕盼解放。”这是解放前海河两岸人民流传的民谣。每当暴雨一来,天灾和人祸逼得劳动人民家破人亡。据记载,从1368年到1948年的580年间,海河流域涝灾就有387次。

气象上是用雨量多寡来划分旱涝*的。我国历史上有关

* 旱、涝不单决定于雨量,与土壤改良、作物品种抗逆性、栽培制度等均有关。这里主要从气象上的因素来分析。

旱、涝的记载还有很多。解放后二十多年来，旱涝也经常出现。只是出现的地区、时间和范围大小不同而已。就全国分析，旱涝范围大，影响最为严重的有1954、1960、1961年等七年；旱涝范围大，局部地区影响较重的也有七年。但对某一个地方来说，并不是每年都有大旱、大涝。二十多年中，以黄河、淮河、海河地区出现旱涝的机会为最多。可是解放后和解放前完全不同了，人们已经大大提高了向自然灾害作斗争的能力。

旱涝的成因

一个地区长期不下雨或雨水过于集中，就容易产生旱和涝。至于多少天不下雨，或雨量达到多大才会发生旱、涝，各地因具体情况不同而有异。以上海郊区为例，在秋冬季一般连续三、四十天不下雨（或很少下雨），夏季则只需半月或二十天不下透雨，旱象就会露头；连续三十天以上无透雨，则旱象就较严重了。相反，24小时50毫米或以上的暴雨频繁出现，甚至连续下几天，就会产生涝。

俗话说：“旱一片，涝一线。”这条经验告诉我们这样一个事实，旱是在大范围出现的。从气团角度来看，旱是在单一气团长期控制下的结果；而涝正好相反，是在两种气团的交界面附近或者在静止锋上的气旋波动中产生的频频暴雨所引起的。因此，影响地区往往是一条狭长的地带。

例如，我国东部每年四月到八月，主要雨带由南向北有规律地跳跃式移动形成三个雨季和单一气团稳定的控制，是造成这一带涝和旱的重要原因。

我国三个主要雨季的特点又是什么呢？

在长江以南的福建、江西和湖南中南部的老农都有这样

的体会：每年约从四月下半月开始，雨水突然增多，一直到五月份或六月初，断断续续一直下个不停。暴雨多次出现，甚至有时连续下大暴雨。这就是江南雨季。

每到春夏过渡的季节，一般在“芒种”节气前后，淮河至长江中下游地区常常转入阴雨连绵的天气。这一段阴雨天气称为“江淮梅雨”。此时正值梅子青黄成熟的时候，故我国自古以来称它为“梅雨”或“黄梅雨”。唐朝诗人柳宗元诗有：“梅实迎时雨，苍茫值晚春；……海雾连南极，江云暗北律。”这时期经常出现大雨、暴雨，低洼地区很容易积水成涝。到了七月上半月，三时*一过，三时已断黄梅雨，万里初来舶舫风，盛夏开始了。

江淮梅雨一结束，华北雨季随即开始。大致从七月下半月开始到八月上旬结束。持续时间没有江淮流域的梅雨长，但它是华北一带主要降雨的季节。有些年份，如1963年8月上旬雨季中还出现特大暴雨。

雨季的形成又和夏季风的进退密切联系着。

我国地处中纬度地区，东南靠海，所以受季风影响比较大（关于季风见第九章第八节）。冬季，我国大陆盛行冬季风，寒流频繁，雨水稀少，北方容易造成秋冬干旱；春末，夏季风开始活跃，从海上带来丰沛的水汽，温度显著升高。因此，在江南形成雨带后，随着夏季风的逐渐向北推进，雨带也向北移动。

这夏季风又是什么系统带来的呢？

经分析，原来是盘踞在太平洋上纵横千里的一团暖空气——强大的副热带高压，到了春末逐渐加强向西、向北移动过程中带来的。

* 或时。夏至以后前三天为一时，中五天为二时，后七天为三时。

每年四月份,随着副热带高压加强北进,挟带着大量水汽的暖空气侵入华南沿海。此时,由于北方冷空气还有相当的势力,它可以一直伸展到长江以南。这两股气流就在福建、南岭一带交锋,而且这两股气流又势均力敌,因而造成一连几十天的多雨天气,形成江南雨季。这时候,淮河以北的广大地区往往处在单一气团控制下,经常吹干燥的西南风(即干热风)*,常常造成严重的干旱现象。

到了六月上旬,暖湿空气越来越强,这时冷空气逐渐衰退,当暖空气的势力达到一定强度时,副热带高压就产生了一次向北的跳跃,冷暖空气的交锋地带就转移并稳定在长江中下游地区,形成了“梅雨”。这时的江南一带,雨季结束,受副热带高压中心控制,日射强,蒸发大,当土壤里的水份蒸发减少到一定程度的时候,旱象就要露头。这就是江南的伏旱季节。而华北一带此时仍然以干旱天气为主。

到了七月下半月,暖空气继续加强,同时北方冷空气势力也被削弱,这时副热带高压又会产生一次向北的跳跃,使冷暖空气的交锋带转移到华北地区,华北干旱结束,雨季开始。这时的江淮流域一带完全被副热带高压所控制,从而进入盛夏炎热干旱的天气,俗称“伏旱”。

正因为旱涝、雨季和副热带高压这个暖气团有着以上这种关系,人们就可以从中找出规律并作出旱涝的预报。

抗旱排涝 人定胜天

“人定胜天”。但是只有用马列主义、毛泽东思想武装起来的人民,成为社会和自然的主人,才能真正发挥“人定胜天”的作用。“**世间一切事物中,人是第一个可宝贵的。在共产党**

* 详见本章第七节。

领导下,只要有了人,什么人间奇迹也可以造出来。”这是已被无数事实证明了的·一条伟大真理。

天大旱 人大干

遇到几十年甚至几百年从未见过的特大干旱怎么办?

“天大旱,人大干。”这是山西大寨大队和昔阳县人民给我们提供的极其宝贵的经验。

1972年到1973年春天,昔阳县整整大旱了十七个月,使县内五条大河断流,水库大部干涸,百分之八十的土地因为含水量少而难以开犁下种。

1973年临近春播的时候,面临着严重的干旱,有些人认为要是再不下雨,是没法种上庄稼了。一些有经验的老农也在发愁:天无雨,地无墒,从来也没见过能在一尺多深的干土层里种出庄稼来。

是靠天等雨,还是靠人大干?是人定胜天,还是听天由命?这不仅是一场人与大自然的较量,也是两种思想、两条路线的斗争。中共昔阳县委决心丢掉任何幻想,投入抗灾斗争。他们号召并带动全县人民继续发扬“天大旱,人大干”的革命精神,用担水点种的办法,保质保量地完成春播任务。

“千里百担一亩苗”。这反映出人民群众战胜严重旱灾的英雄气概。

有人问陈永贵同志:昔阳人民凭着什么创造了今年抗旱播种的奇迹?陈永贵同志指着两个肩膀说:“就是凭这个,凭昔阳人民六年学大寨的好思想和硬功夫。”

陈永贵同志说得多好啊!当地贫下中农情不自禁地回忆起1920年那次大旱:当地五千多人口中,饿死四百五十多人,外逃五百八十多人,卖儿卖女的三百七十多人。在旧社会有过

悲惨遭遇的老贫农含着激动的泪花说：“旧社会遇到灾年，靠天，天不下雨；靠地，地里长不出庄稼；靠亲生的爹娘，养活不了自己。如今，我们靠了社会主义，靠了集体经济，靠得住，靠得牢，灾年也能过上好日子。困难再大，我们也要拚命干。”

抗旱的结果又是怎样呢？当年六月份到过昔阳参观的人们看到：虎头山上青纱帐起，松溪河畔绿满平川。一层层的梯田，一块块的坝地，到处都是郁郁葱葱，一派生机蓬勃的景象！再听听大寨大队老保管员于1973年秋收以后宣布一个又一个出人意料的数字吧：

大旱之年，一亩谷子打八百斤。

大旱之年，新造的土地，一亩高粱收一千二百斤。

大旱之年，大寨的粮食总产量达到七十七万斤，比1972年增加百分之十六，创造了历史最高水平。

灾害和困难，统统被大寨人战胜了！

大寨和昔阳县的抗旱经验告诉我们：要战胜大旱，就要靠党和毛主席的英明领导，靠毛主席革命路线的指引，充分发动群众，发扬大干精神，再严重的干旱也能克服。真是：大旱促进了大干，大干能压倒大旱。

河南省的林县，地处太行山东麓，在历史上是一个“水贵如油，十年九旱”的地方。从1960年开始，在党的领导下，依靠集体力量，大搞水利。经过十年的艰苦奋斗，在太行山的悬崖峭壁上修筑了总长达二千多华里的盘山渠道——红旗渠，把滔滔漳河水从山西省引到林县各地，使全县水浇地扩大到58万亩，从根本上改变了旧林县的干旱面貌。今天的林县，已变成了“渠道绕山头，清水到处流，旱涝都不怕，年年保丰收”的富饶的新山区。粮食产量1971年跨过了“黄河”。

敢教日月换新天

水利是农业的命脉。实现水利化，不仅是抗旱，也是排涝的有力措施。

无论是大寨还是昔阳，每发生一场大灾害，总是变成大促进，带来了大变化、大发展。大寨提出了一个战斗口号：一年大旱，大干；二年大旱，拚命干；三年大旱，实现水利化。昔阳县人民把大寨的战斗口号，变成了自己的行动。1972年大旱了一年，他们大干了一年，完成了五百多项农田水利建设工程，扩大水浇地九千二百亩。1972年冬旱了三个月，他们继续大干了三个月，又完成农田水利建设工程六百多项，增加水浇地一万多亩。1973年春一直干旱无雨，水利建设一直继续进行，又增加了水浇地一万二千多亩。

滔滔黄河，在反动派长期统治下，成了一条有名的害河。历代反动统治阶级不但不设法治理，他们自己还是黄河灾难的主要制造者。如1642年明朝统治者为了扑灭李自成领导的农民革命烈火，竟扒开黄河大堤，让滔滔河水，冲入开封，当时城中37万居民就淹死了34万。1938年6月，日本帝国主义侵占了开封，国民党反动派，为了自己逃命，竟丧心病狂地下令炸开郑州附近花园口的黄河大堤。霎时间，滚滚河水席卷南下，淹没了河南、安徽、江苏三省四十多个县的田野和村庄，一千多万人民遭受了一场空前的灾劫。据不完全统计，黄河在解放前的2500多年中，下游决口泛滥1500多次，吞噬了无数生命财产。

黄河下游南侧，本是一个航运畅通，灌溉便利，两岸沃野千里的好地方。1938年国民党反动派在花园口决堤后，黄河再次南犯淮河，造成了广大的黄泛区，使淮河河道进一步淤

浅,从此以后,淮河流域就出现了“大雨大灾,小雨小灾,无雨旱灾”的悲惨局面。

同样,黄河下游北侧的海河,在反动派的黑暗统治下,也成了一条有名的害河。暴雨猛下,洪水卷来,海河流域千里平原汪洋一片。

解放后,在毛主席和中国共产党的领导下,黄河、淮河、海河流域获得了新生。在毛主席关于“要把黄河的事情办好”的号召下,经过二十多年的降龙伏虎的战斗,黄河换了新貌:在黄河中、上游干流上,已建成了三门峡等五座大型水利枢纽工程,支流上也建成了70多座大、中型水利工程。不仅有效地控制了洪水,大大地减轻了下游地区的洪水威胁,而且发展了灌溉和水电事业。现在黄河两岸灌溉面积已由解放初期的1200万亩发展到4800多万亩;中、下游面貌同样焕然一新。

同样,在毛主席关于“一定要把淮河修好”和“一定要根治海河”的伟大号召下,吹响了征服淮河、海河的战斗号角。在淮河上游兴建了象佛子岭、梅山、南湾等三十多座大型水库,新建了淠史杭等一些大型灌溉工程以及大批机电排灌站,从而使淮河流域1971年的灌溉面积超过了1949年的四倍以上。过去那个“风吹黄沙飞满天”,“十年倒有九年荒”的淮北平原,如今已经成为“岸柳成行稻谷香”的水乡。

海河流域广大人民群众,在毛主席的革命路线指引下,排除了刘少奇、林彪修正主义路线的干扰,以只争朝夕的革命精神,从1964年开始到1973年十年来,先后开挖了和疏浚了漳卫新河、永定新河等骨干河道34条(有些直接入海),总长达3700多公里。修筑了防洪大堤4300多公里,大大增强了防洪能力。几年来海河上游山区人民还修建和扩建了大、中型水库80多座,小型水库1500多座;在上游山区植树造林1000

多万亩。由于这些工程的胜利完工，把海河水系的排洪入海能力提高到二万八千多秒立方，相当于解放初期海河干流最大泄洪能力的 10 倍多。有不少光山秃岭，现在已变成“绿树成荫梯田成阶，青山绿水花果满山”的新山区。海河流域广大人民群众为了做到“遇旱有水，遇涝排水”，整治河道的同时，抓紧时机，打机井，大力开发地下水。几年来，建成了数以千计的扬水站；自 1966 年开展打井运动以来，到 1972 年机井发展到 40 万眼，比文化大革命前增长七倍多，灌溉面积达 3900 万亩，占总灌溉面积的三分之二。使得几百万亩土地变成了旱涝保收的稳产高产田。

异常气候 异常措施

黑龙江省甘南县中兴公社太平大队，解放初期这里还是无水无树，山瘠土薄的穷山沟。在短短的十几年间，在毛主席哲学思想的指导下，在与天斗争实践中，总结出“看天时定作物比例；看雨情定播种顺序；看墒情定播种方法”的“三看三定”的耕作方法，连年获得农业丰收。

太平大队从生产实践中懂得了，凡干旱年多种了大豆，低温涝年多种了高粱苞米就要减产。于是他们总结出：高温旱年多种苞米高梁，低温涝年多种大豆。如遇到大旱大涝年，措施更是异常。例如 1959 年是大旱年，他们种 53.2% 的苞米，只在低洼地种 7.4% 的大豆；1960 年是低温涝年，苞米只种 26.2%，而大豆却种 27.3%。终于在大灾年份夺得了好收成。

那末，又怎么知道这年是大旱、大涝年？他们的经验是：从前一年的秋季看天，一直看到次年春季天气变化的特征来确定这年夏秋季的气候特征，然后确定播种比例。这是“三看三

定”的最重要一条经验——“看天时定作物比例”。即用调整各种庄稼播种面积来解决庄稼和当年天气气候之间的矛盾，是解决全年计划的战略布局。

其次是“看雨情定播种顺序”。这是用播种时间、各种庄稼的播种顺序、不同地形、不同茬口的播种顺序解决种子出苗对水分、温度的需要和土壤供应之间的矛盾，是春耕战役部署。比如，如果墒情好或有透雨，就先播大豆；墒情差无透雨就先播谷子。土温升到 7°C 就播高粱、苞米，等等。

群众说得好：“见苗三分喜，保苗一半收。”春季确定播种面积和适时播种，是农业丰收的重要一环。因此，虽然春季干旱对太平大队是不利因素，但有了“三看三定”经验，大部分农田应用机播解决抗旱播种、全苗壮苗问题，不利因素转化为有利因素。这是因为他们掌握了天气气候的规律：春早年一般夏雨也较少，温度高，可以促使庄稼早熟，免受霜害，籽粒饱满；苞米、谷子、高粱都是喜温抗旱的，干旱年把它们的比例增加到70%以上，可以比涝年多打粮。

无数事实都证明了“人定胜天”是伟大的真理。在毛主席的革命路线指引下，在大寨人的大干精神鼓舞下，不怕天旱，不怕天涝，一定能战胜旱涝灾害。

第二节 战 台 风

台风是什么

每年夏季，我们打开收音机，经常可以听到“中央气象台×月×日×点钟发布台风紧急警报：今年第×号强台风中心位置已经到达北纬×度，东经×度，就是在台湾省东南××公里的洋面上。中心气压×毫巴，近中心最大风力在12级以

上。目前正以每小时×公里的速度,朝西北方向移动。预计明天上午×点钟在我国××省××地方登陆。从今天××时间起××地区范围内将有10~12级的大风和暴雨袭击……。”

有关地区听到这个台风紧急警报后,无论是公社社员、渔民、海运、内河航运、航空等交通运输部门,工厂、部队、机关、学校,在各级党委的领导下,立即行动起来,做好一切防御措施。

台风为什么这样引起广大人民的重视?是历史的教训教育我们的。

先让我们来翻阅一下中外有关台风的历史记载:

1911年8月31日,台风登陆我国台湾省,奋起湖这地方一天内降雨量达1034毫米,相当于给一亩地倒了约14000担水;1934年7月19日,高雄遭台风暴雨袭击,12小时雨量竟达1127毫米!半天或一天的台风暴雨,相当于雨量充沛的上海一年的降水量!相当于我国西北地区五年到十年的降水量!良田尽成湖荡。

国民党反动派统治时期的1922年8月2日,强台风在我

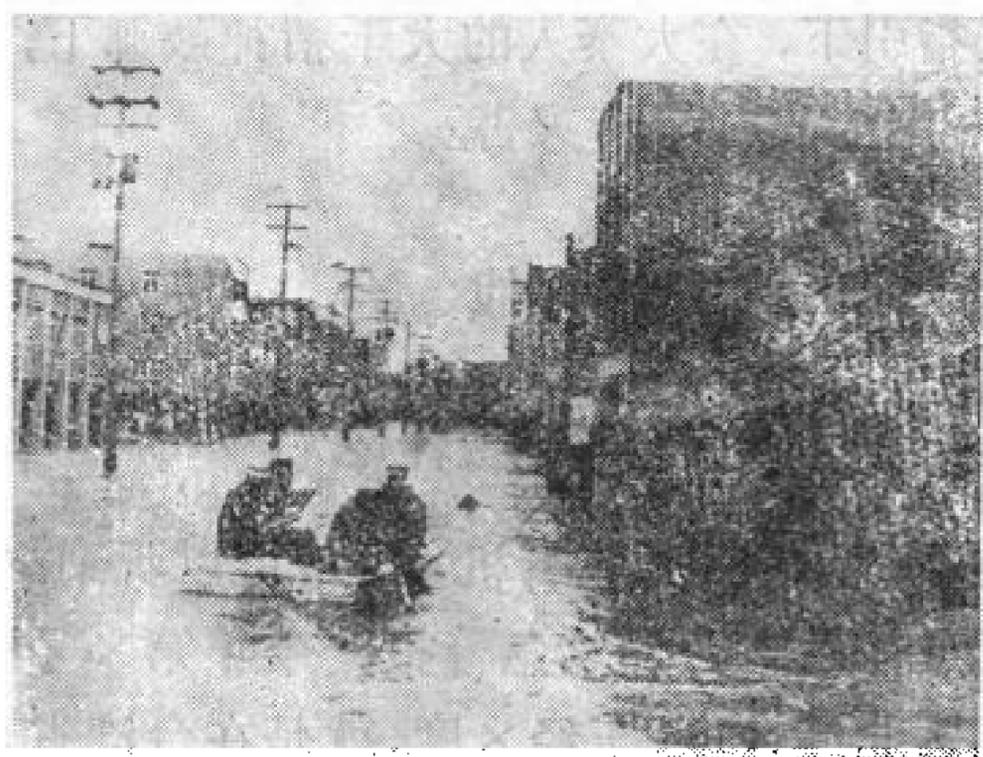


图 7-1 蒋介石反动派统治下台北受台风影响的情况

国广东省汕头市登陆,台风海啸造成海水倒灌,整个汕头市被大水淹没。据不完全统计,死亡61000余人,财产损失达7000万银元!加上台风后瘟疫流行,有些地方简直成了无人区!1970年,在孟加拉湾遭到了一次强台风袭击,狂风、暴雨、海啸卷走了30万人的生命!这是世界上台风危害最严重的一次。

1944年第二次世界大战期间,美国第三舰队在海上突然遇上强台风,损失惨重。整个舰队大约死了800人,毁飞机146架。

事实告诉我们:台风是对农业、渔业、航海等各方面危害极大的灾害性天气。

那末,有人要问:台风究竟是什么?

台风在世界许多地方都有。根据台风发生源地不同,给它取了各种各样的名称:出现在美洲西印度群岛一带的,叫做“飓风”;活跃在南印度洋和澳洲西北部海洋的,叫做“威利威利”;在阿拉伯海、印度及孟加拉湾的叫做“风暴”;在北太平洋西部及南海洋面上生成的热带气旋称为台风。其中关岛、菲律宾以东洋面和南海是影响我国的台风重要发生地。这里的台风最多。

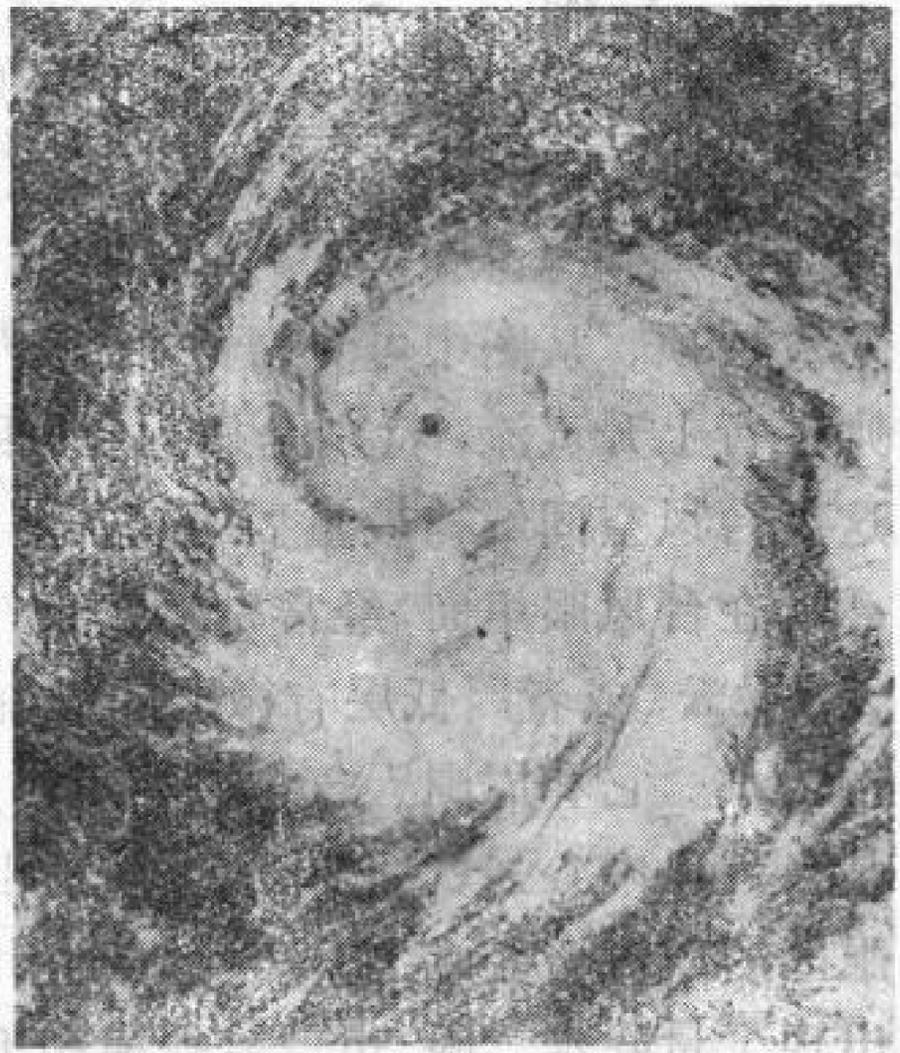


图 7-2 卫星云图上的台风

台风,实际上和水涡一样,是大气中的涡旋。我国为了方便起见,把产生在北太平洋西部,近中心最大风力达到8级以上的热带气旋统称台风(风力6~7级的称弱台风;风力8~11级的称台风;风力12级或以上的称强台风)。

台风造成的狂风暴雨,主要是由于台风本身的特殊结构所决定的。

如果我们坐在飞机上,飞到台风的上空鸟瞰台风,可以看到它是一个近似圆形的东西。四周围的空气绕着它的中心急速旋转;这个直径不大的(一般为5~30公里)中心称“台风眼”。图7-2是从卫星上拍摄的台风照片:白的是云,四周黑的是海洋,旋涡中心有一黑点,这是台风眼。

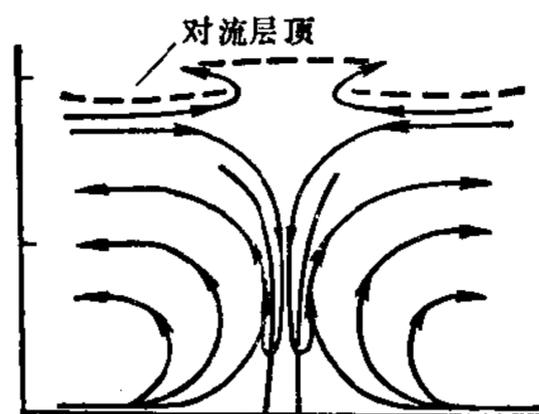


图7-3 台风中气流分布示意图

是海洋,旋涡中心有一黑点,这是台风眼。若把台风垂直“切开”,分析气流情况,就会发现台风内部的气流很特殊,但又有一定的规律。图7-3是台风气流分布示意图。细实线表示气流,粗实线表示台风眼区和台风其他区域的分界;虚线表示

对流层顶。从图中可见,台风眼区内盛行下降气流,其他区域则盛行上升气流,特别是靠近台风眼的地方,上升气流最强。这是台风空间结构最重要的特征。

在台风眼里面,经常是晴朗天气,有时可以看到薄薄的卷云、层云,或者因低层有微弱的对流作用而产生少量积云,风也很小。它和周围天气截然相反,是云淡风轻的好天气。但是当台风中心强度变弱,或登陆后由于地面摩擦等影响,台风眼区的气流会变成上升气流,云量增多,云层也厚,有时还会出现少量降水,“眼”也就变得模糊不清了。

气流分布的特征,决定了台风云系分布。图7-4是发展

阶段云系典型分布情况。

在靠近台风眼的周围,由于强烈的上升气流,常造成数十公里宽,八、九公里高的垂直发展的云块——称“云墙”,在“云墙”下经常出现狂风暴雨,是台风中天气最恶劣的区域。发展成成熟的台风,绕台风眼周围的“云墙”一般比较完整,但有的台风眼周围的“云墙”则不一定成一环状,会有缺损现象。紧靠“云墙”的是积雨云带,它是呈螺旋状分布的。在螺旋状积雨云带之间的地区,普遍地产生浓厚的层状云。

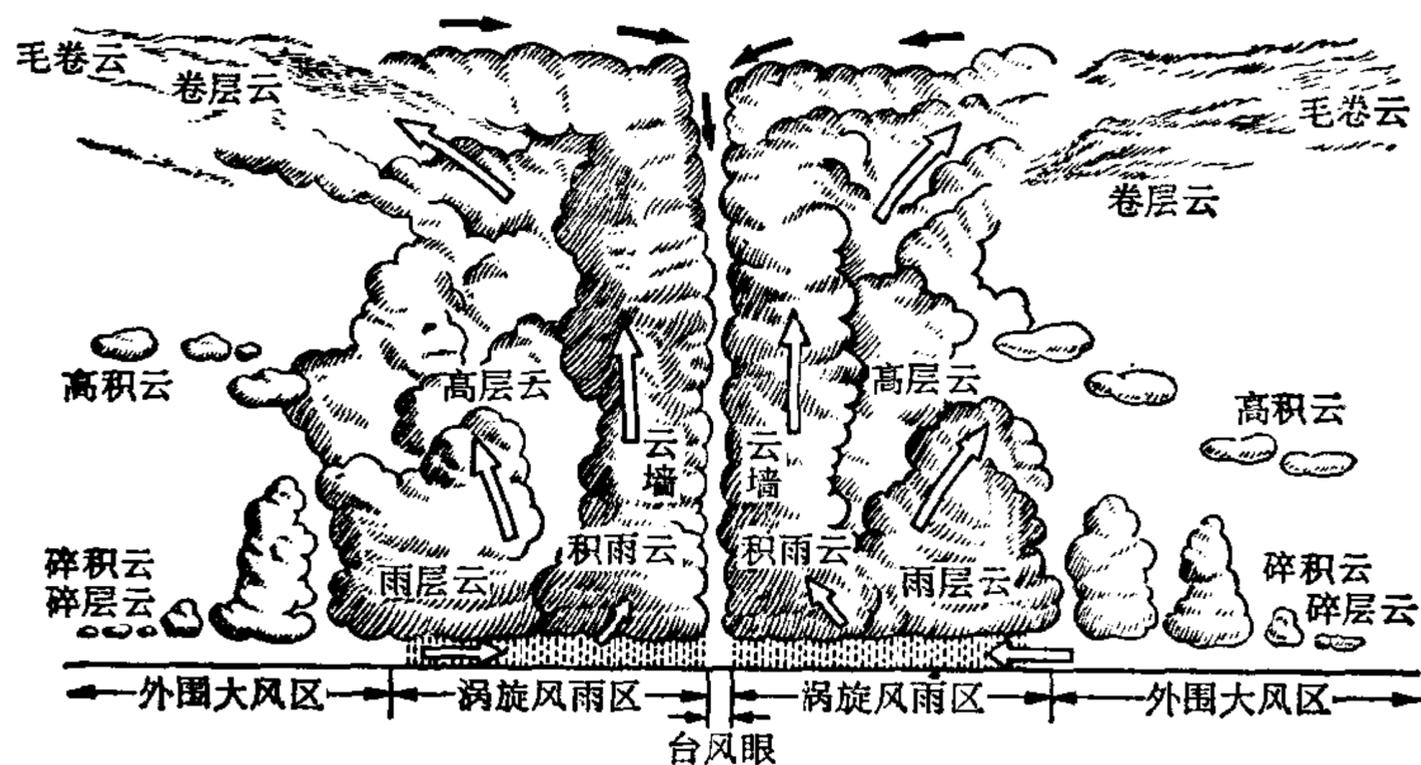


图 7-4 台风云系

螺旋状积雨云带和层状云的外缘,还有塔状的层积云或浓积云,特别是在台风行进的方向上,塔状云更多,而且云体随风飘移,有时被强风吹散,这就是群众所说的“飞云”,俗称“跑马云”或“和尚云”。

台风实质上就是一团暖空气。表面上看来,一种是来自热带的空气,一种是来自赤道的空气。但这两种空气已无明显温度差别,所以当台风影响时,气温无剧烈变化。只是当台风眼经过时,气温有时会突然增高 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ 左右,甚至 10°C 以上。

这是由于台风眼的天空状况和下沉气流等因素决定的。

当台风经过一地，从气压升降的曲线上也可以很明显看到这样一个特征：当台风中心到达本地时，气压急剧下降到极点，当中心一过，气压又迅速回升。气压突降突升，在几十分钟内振幅甚至可达四十毫巴以上，中心气压相当低。

台风中的风向风速也很特殊。在北半球，风是沿反时针方向吹向台风中心。风向、风力在台风开始时比较对称，以后逐渐变得不对称。通常在向西移的台风右面是副热带高压。因此，在台风移动时受到右侧副热带高压的阻挡，它的右半圆气压梯度较大，风力较强，故有“危险半圆”之称。特别是在发展中的台风前进方向的右前方，那里气压梯度最大，风力最大。一般在台风区外围 200~500 公里半圆内，平均风力有 6~8 级，而进入台风中心半径 100~300 公里范围内的风力突然增大。多数发展强盛的台风，在这地区的风力可达 12 级以上，近中心最大风力甚至超过 100 米/秒。当然这种台风就比较少见。

台风为什么有这样大的破坏力？因为它蕴藏着巨大的能量。根据一些资料推算，一个大台风，如果采用人工办法炸毁，大约需要二百颗一百万吨级的氢弹。

那末，拥有巨大能量的台风又是怎样发生、发展的呢？

台风的一生

台风是大气中的涡旋，是物质运动的一种形式。物质可以从一种运动形态转化为另一种运动形态。台风的运动形态也是从热带空气的运动形态在特定条件下转化而来的，又会向另一种形态（例如温带气旋）转化。所以台风的生死转化是大气运动无限循环中的重要一例。

以近二十年来西太平洋的台风为例,台风多发生在7~10月的热带洋面上。这四个月的台风占全年的三分之二强,其中8、9两个月就占了40%。赤道尽管天气炎热,海洋面积又大,可是台风源地竟不出现在这里。可见,台风的发生发展必需要有一定的条件。据研究,台风的发生发展的基本条件之一:范围广阔的热带海洋面,海水温度要超过 26°C 。因为台风的巨大能量主要是由于水汽大量凝结时释放出来的潜热转化而来。而高温高湿的洋面最有利于巨大能量的贮积。

在赤道洋面上水汽和温度条件虽都具备,但还缺少另一个基本条件——地转偏向力。没有地转偏向力的作用,假如赤道上空有一个低压存在,那么风将沿着垂直于等压线的方向,朝低压中心吹送,这个低压也就很快被四周流进来的空气灌入而“填塞”,就是说,低压逐渐消失了,更不可能再发展成台风。所以,在没有地转偏向力的赤道是不会发生台风的。

第三个条件是:台风开始形成的地方,高空风一般要求较小,这样便于暖湿空气上升过程中释放潜热积蓄起来。观测实践证明:台风一般最易在赤道南北纬 $5\sim 20$ 度、空气上下层风速相差不大的洋面上发生发展。

台风有大有小,有强有弱,表现在形态和路径上都有很大差别。

形态上的千差万别:有的台风围绕其中心近似圆形急速旋转,有的却呈椭圆形或不规则的形状旋转着;有的台风生成后发展剧烈,气压直线下降,甚至中心降到877毫巴或以下,而有的弱台风生成以后不久,就减弱消散了;有的强台风近中心风力可达到110米/秒,而最弱的台风风力不超过14米/秒;有的台风范围发展到最强盛时,其直径可扩展到2000公里,而弱小台风直径只不过几百公里以内;有的台风和另一个

台风靠得很近,好象是“双胞胎”(双台风)。

路径上的千变万化:有的台风一会儿朝西,一会儿又朝北,过不久,它又调转方向朝偏西,甚至朝西南方向移动,它的轨迹是弯弯曲曲很不规则;还有的台风在移动到一定时候,经常在一些地方缓慢移动,好象在原地“踏步”,甚至在那里“兜圈子”了,有时兜上几个圈子,经过几天几夜,台风中心几乎又回到原来的位置;有的双台风,它们互相“排斥”:这个台风要往北走,那个台风偏要往西南移;而有的双台风又互相“吸引”,最后合并成一个台风……

台风有生必有死,从生到死一生的演化是复杂的,但还是找到了它的规律。一般把台风的一生分为四个阶段:

发生阶段——这是台风的幼年期。通常把一个热带低压的发生并达到一定强度为止。一般来说,这时雨量相对比较小,影响时风力也不太大。

发展阶段——这是台风的青年期。经常是由一个热带低压发生后继续发展,直到中心气压最低、风力达到最强为止。这时期台风内的水汽产生凝结成云雨最旺盛,“云墙”发展最厉害,也是释放潜热最多、台风的能量储积得最多的时候。当发展阶段的台风影响某地,狂风、暴雨在所难免。特别值得注意的是,登陆某地时有发生海啸的可能。

全盛阶段——这是台风的壮年时期。这时期台风已经成熟,中心气压和风力一般不再继续加强,气压甚至少许有些上升,最大风力也稍有减弱,但这时大风的范围却继续扩展,达到整个台风的生命史中最广的程度。同时,台风中“云墙”一般不再继续发展。但是,在全盛期的台风登陆某地时所造成的危害是大的,有时因它大风范围扩大,影响的范围比发展阶段更广了。

衰弱阶段——这是台风生命史最后一个时期。当它从热带地区生成后,移动到亚热带和温带地区,有冷空气流进台风内,则台风要衰弱,甚至转变为温带气旋;或登陆我国大陆后,由于台风运动所依赖的能源——水汽供应已经切断及受地形摩擦等影响,也会逐渐消亡而结束一生;再或台风在洋面上移动,被强盛的副热带高压所包围,受高气压下沉气流的影响,也会慢慢衰亡;等等。

西太平洋台风的路径也大致可以归纳为这样三条(如图7-5,未包括南海台风):

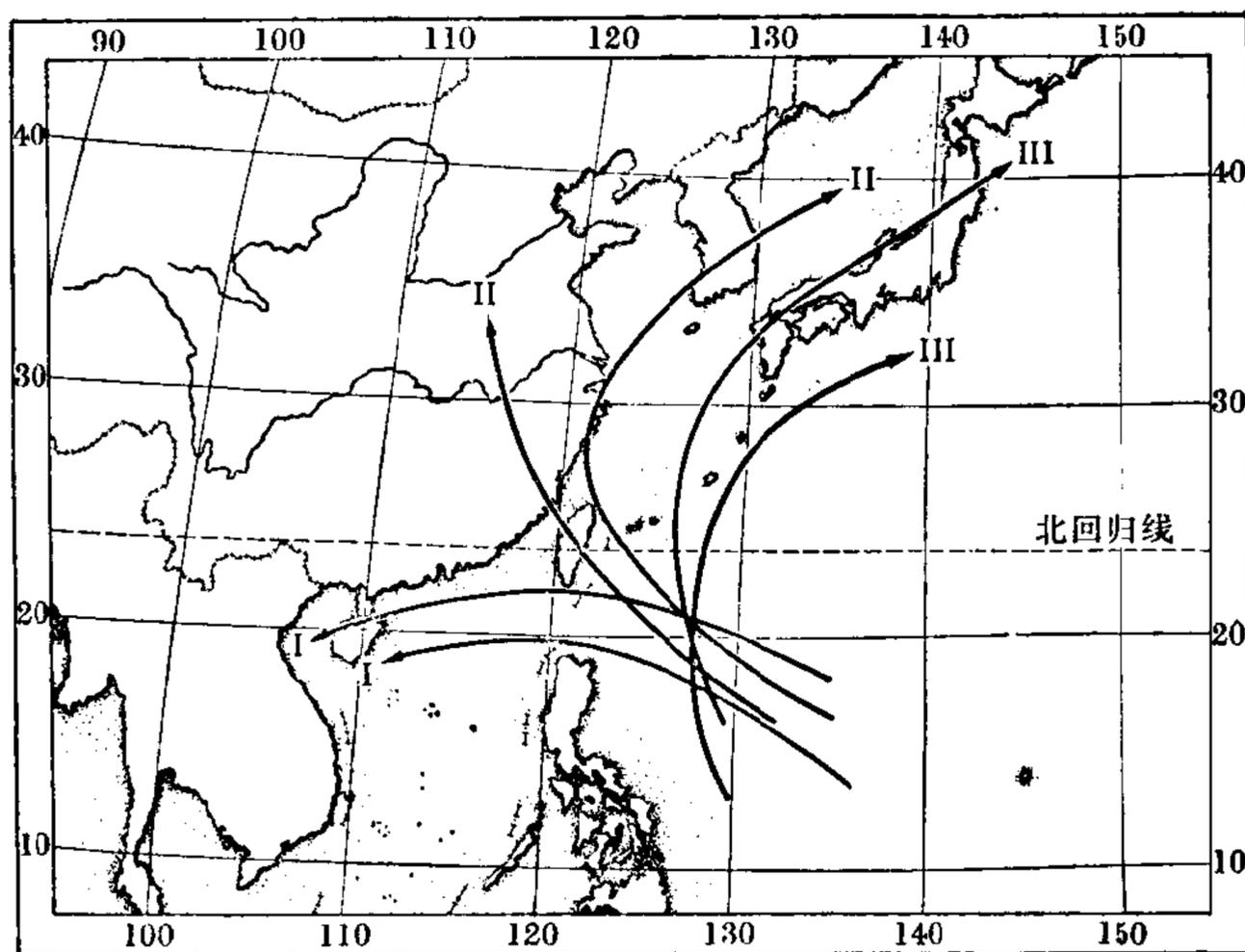


图 7-5 台风移动路径图

第 I 条路径: 台风从菲律宾以东洋面一直向西移动, 经过我国南海, 在广东沿海或越南沿海一带登陆。走这一条路径的台风, 对我国广东地区影响最大。

第 II 条路径: 台风从菲律宾以东洋面向西北偏西方向移

动, 登陆台湾省, 横穿台湾海峡, 在福建、浙江沿海一带再次登陆; 或向西北方向移动, 穿过琉球群岛, 在浙江、江苏沿海一带登陆后再转向东北方向。走这条路径的台风对我国华东地区影响最大。

第 III 条路径: 台风从菲律宾以东洋面向西北方向移动以后, 再转向东北朝日本移去。这条路径呈抛物线形状, 也是最常见的路径。对我国影响较小。

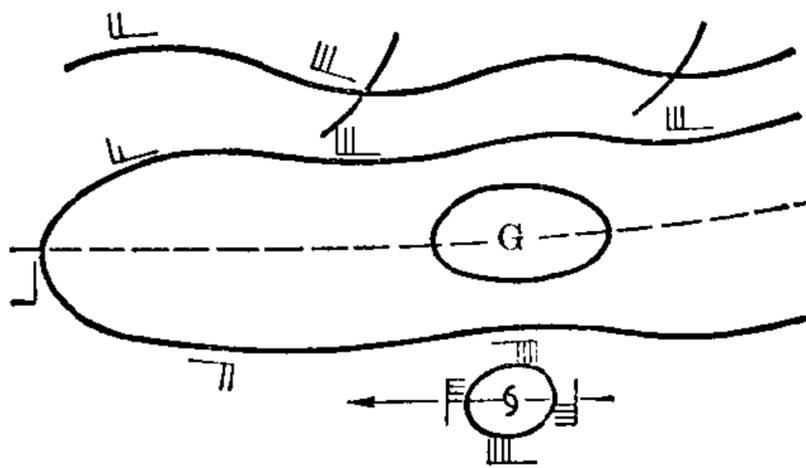


图 7-6 副高脊线走向与台风路径关系示意图

一般, 在六月份前或九月份后, 台风主要取第 I、III 条路径; 而在七、八月份多取第 II 条路径。

为什么台风的路径有一定的规律呢?

影响台风移动的因素很多, 其中主要是受副热带高压(简称副高)和西风槽的操纵, 而副高和西风槽等系统又是相互制约的。假如太平洋上有一个台风, 台风北面有一环副高(如图 7-6)。当副高很强, 它的脊线与纬度差不多平行, 也就是呈东-西走向。那末, 位于这环高压南侧的台风主要是受副高南侧的东风气流操纵

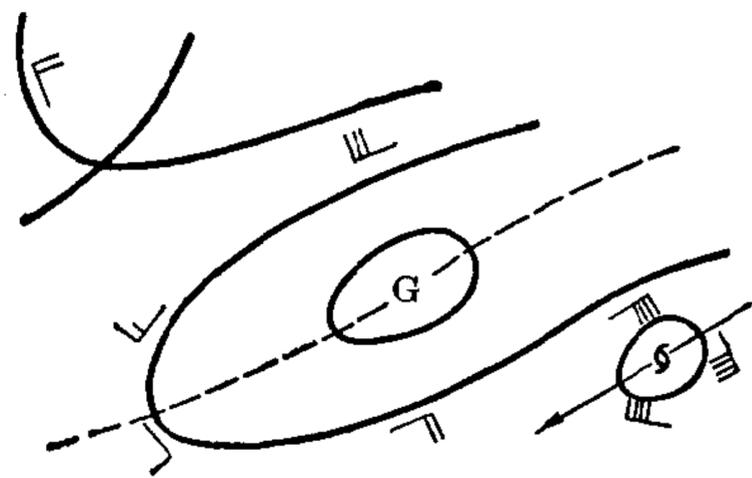


图 7-7 副高脊线走向与台风路径关系示意图

下, 稳定地向西移动; 或副高脊线呈西北-东南走向而且较稳定时, 则台风在副高南侧的东南气流操纵下, 朝西北方向前

进; 同样, 有时台风稳定地朝西南方向移动, 也是由于台风北面副高的脊线呈东北-西南走向(如图 7-7), 在东北气流操纵下的结果。余此类推。所以, 近似一条直线移动的台风, 往往是由于副高的这种特征引起的。

如果副高中心强度有了变化, 它的脊从台风东侧向南伸展, 脊线如图 7-8 所示, 那末, 台风未来的路径就要受东南气流的操纵, 由偏西方向转为朝西北方向移动。

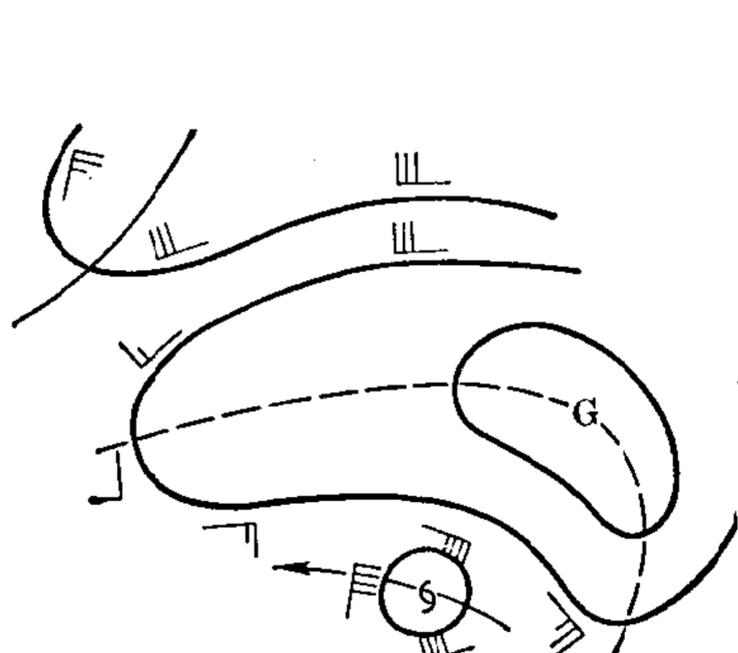


图 7-8 朝西北方向移动的台风形势示意图

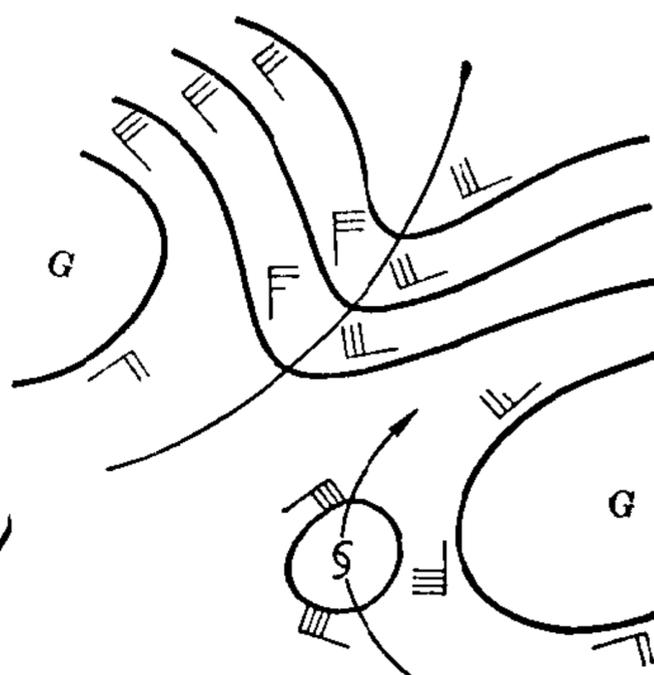


图 7-9 西风槽和台风路径关系示意图

假如, 在西风带里有一个深厚的低压槽移近台风(如图 7-9), 这时副高一般由强转弱, 而且向东撤退。这时的台风在未受到西风槽前的操纵气流影响时, 靠台风本身旋转有向北的作用力缓慢向北移动, 一旦受到西风槽前的西南气流操纵后, 就加快速度转向东北方向移去。而转向点, 多半是在副高脊线附近。最常见的台风第三条路径, 往往是这种形势下转向的, 故多呈抛物线的移动轨迹。

影响我国的台风

台风的足迹遍及我国大陆的东南沿海许多省的广大地

区。有时它在辽东半岛登陆，然后又深入大陆，直达北纬 45 度以北的黑龙江，转变为温带气旋；有的台风，穿过长江，甚至影响到河套地区，最后消失在那里；有的台风在广东、广西登陆后，登上云贵高原，尽管它到了生命后期，风力已不大，但它的残余部分还能对我国内陆一些省份产生影响，带来降水。

最近二十年来，登陆我国的台风大约有 200 多个，平均每年 10 个，最早在 5 月 11 日，最迟到 11 月 27 日。登陆我国的台风，大约 35% 登陆点在汕头以南，50% 在汕头和温州之间，15% 登陆在温州以北。一般五月在汕头以南登陆；六月登陆点扩大到温州以南；七月在温州以北登陆的次数大增；八月台风在我国登陆的范围最广，南至广东、广西沿海，北至

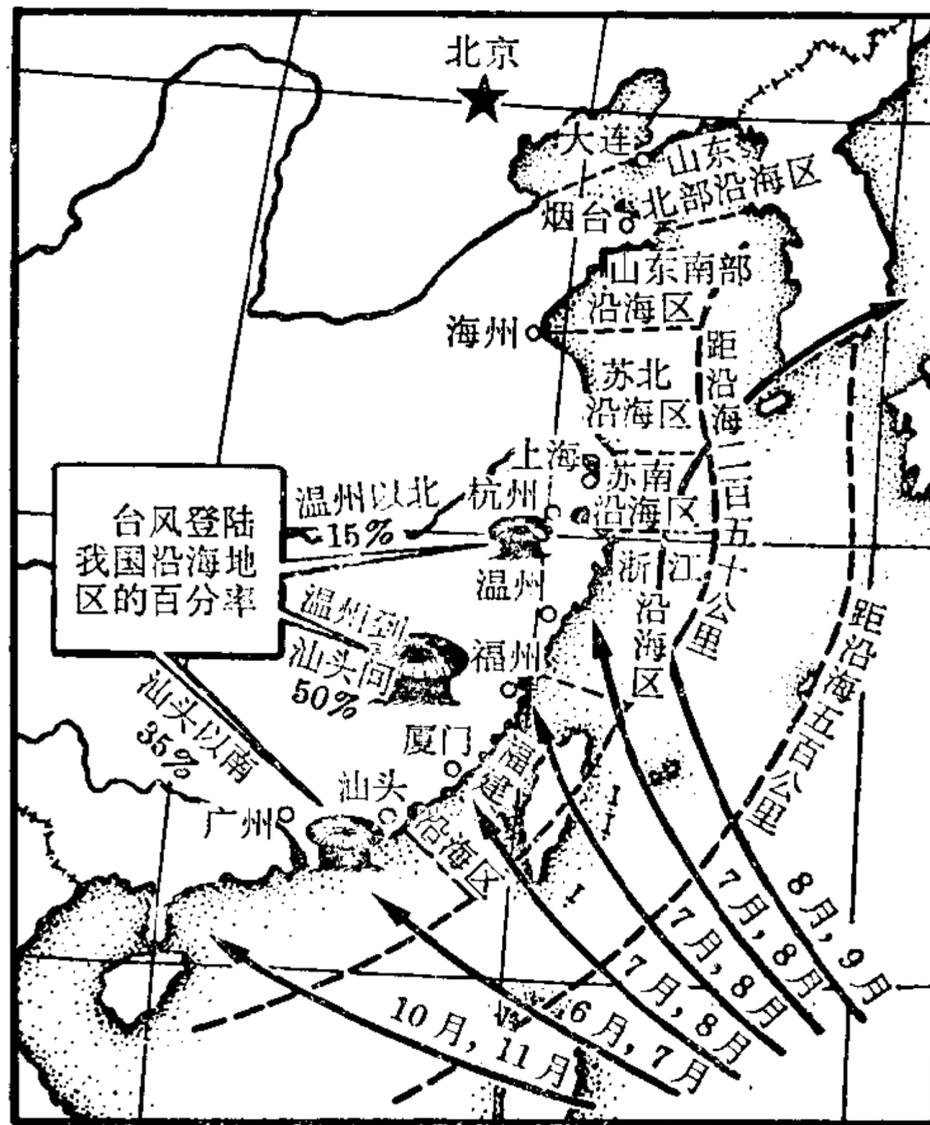


图 7-10 台风登陆我国沿海地区的统计

辽东半岛，都有登陆的可能，但中旬多集中在浙闽两省，下旬登陆点向南移；九月出现的台风因路径偏东偏南，登陆机会不多；十月后，副热带高压更南移东退，很多台风在海上便已转向，登陆我国的次数大大减少，而温州以北登陆的可能更少（参见图 7-10）。

防台抗台 战胜灾害

要和台风作斗争，首先要有及时、准确的台风预报。气象台、站一是要掌握台风发生的季节、源地，对历史上的台风影响要有个基本估计；二要了解台风的移动路径及天气特征。群众预报台风的经验，对台风预报往往是很有用的。学习、运用群众经验和天气图、气象站的各种资料结合起来综合分析，才能更准确的掌握台风活动的规律。

那末，群众又怎样来预测、判断台风呢？

广大劳动人民在与天打交道的过程中，积累了看天象、海象和物象等预报台风的丰富的经验。

天 象

在距离台风中心五、六百公里时，可以看到东方天边散布着象乱丝一样有光的云彩，从地平线象扇子一样四散开来（辐辏状卷云），有六、七千米高，而且早晨或晚上天空出现美丽的彩霞，福建沿海的渔民称它为“台母”^{*}。这种云彩来的方向，通常就是台风移动的方向。当台风中心距离三、四百公里时，原来发光的丝状云彩，逐渐增厚，条纹也看不清楚了。以后随着台风中心越来越近，象破棉絮一样的灰白色的低云，从头顶上飞过。这时人脸朝着天空飞云来的方向立着，右手向右平

^{*} 意思是看到这种云霞，台风要来了。

伸,右手所指的方向,就是当时台风中心所在的方向。如果我们连续观测低云移来的方向,还可大致知道台风是朝着什么方向移动的。例如,当台风在东南方向时,我们所看到的低云往往从东北方向吹来,这时观测,右手指向东南方,即台风中心所在的方向。当低云来的方向逐渐转为正北方,手指的方向也跟着从东南转到正东方,这说明台风正在朝偏北方向移去。

谚语说:“断虹现,天要变”。这是流传在闽、粤一带报台风的经验。断虹或称短虹,是出现于东南方海面上的半截虹,没有常见雨虹的弧状弯曲,色彩也不鲜艳,一般在黄昏出现。这种断虹是台风外围低空中的水滴折射阳光而形成,由于不是本地区空中水滴所造成,因而没有弧状弯曲。

还有根据天空中的辉线(渔民通常称为“风缆”)来预报台风。台风入侵前二、三天常有辉线出现。早晨,当太阳位于地平线附近时,从那里向上辐射出三五条暗蓝色条纹,常常横贯天穹,有时在太阳相对方向汇聚,随着太阳上升而很快模糊消失。由于台风区内有许多高耸的对流云带,当台风接近时,阳光受地平线附近或地平线以下这种成行的积雨云或浓积云单体的遮蔽,即在天空中出现一条条暗蓝色条纹。渔民们在实践中运用很灵验。

“六月北风,水浸鸡笼”,“东风转北,搓绳缚屋”,“一斗东风三斗雨”等等群众看风报台风的经验,在沿海渔民中广泛流传。因为台风多自东南方向而来。当受到前半圈外围气流影响时,就常出现西——北——东这些方位范围的风向。这些风向出现并持续半天到一天以上时,即成为台风的预兆。或者台风来临前一段过渡时期内,有的地方几乎是静风,海面平静如镜,月影清晰地倒映于海中,故有“海底照月主大风”之说。群众就是运用这些天象来预报台风的。

海 象

沿海渔民还能根据海浪和海响来预测台风。

例如,一般距离台风约一千公里的时候,在海边就能看到从台风中心传播出来的一种特殊的海浪,它跟普通的海浪不同。普通的海浪,浪顶是尖的,浪头与浪头之间的距离比较短,浪头的高低也不一样,海浪的声音、节拍很急速。可是台风引起的海浪,浪顶是圆顶的,浪头并不高(一般只有一、二米高),浪头与浪头之间的距离比较长,称为“长浪”,又称“涌浪”。这种长浪看起来浑圆,声音沉重,节拍缓慢,每小时约传播70~80公里。当这种长浪靠近海岸时,就会变成滚滚的碎浪,常使海岸的水位提高,浪潮汹涌。在某地看到长浪随时间越来越猛,这说明台风是向该地移动的。

台风来到前二、三天,沿海还可听到海响(或称海鸣,粤东渔民称海吼),嗡嗡声如远处飞机的声响,犹如海螺号角声或远雷回旋,在静夜尤其清晰响亮。当声响逐渐增强时,表明台风已逐渐逼近;如声响减弱,表明台风逐渐离去;或者随台风中心的移动而改变响声位置。浙江舟山群岛有一面临大海的岩洞,在台风来前几天,会发生海响,渔民凭此预兆采取防台措施,往往很准。

人们利用了这种海响等特点,制作了一些测台风的土办法。例如,渔业工人在与大风大浪斗争中,创造了一种用氢气球测台风的方法:通常把充满氢气的气球(直径为50厘米)搁在耳朵边听一听,就能知道远处有没有台风,它是否会袭击本地。这是为什么呢?因为大风和巨浪的波峰间的磨擦和冲击,会形成一种频率约为每秒8~13赫的低频声波(称次声波)。这种低频声波比大风和巨浪的传播速度快得多。虽然人的耳

朵不能直接听到它，但是充满氢的气球却能同低声波发生共鸣，产生一种振动。这种振动的振幅和强度，会给予靠近氢气球的人们的耳膜一种压力，使耳膜产生一种振动的感觉，台风越近，这种感觉愈清晰。根据所感觉到的清晰程度的变化，就可以判断台风是逼近还是远离。

用“水母耳”台风预报仪预测台风。水母是能听到台风与海浪间产生的次声波的海洋生物之一。频率为8~13赫的次声波，冲击着水母“耳”(细柄上的小球)中的很小的听石；听石刺激“球”壁内的神经感受器，这样水母便隐约听到了即将来临的台风的怒吼声。于是，水母纷纷离开岸边，游向大海，以免被狂风巨浪砸碎。人们模拟水母特点制成的预报仪，由喇叭、接受次声波的共振器、把振动转变为电脉冲的压电变换器以及指示器组成。把这套仪器设备安装在船舰的前甲板上，喇叭作360度旋转，旋转自行停止时，喇叭所指的方向，就是台风将临的方向。指示器则表示台风带来风暴的强度。它可提前15小时左右作出预报。

物 象

除此以外，还可以根据物象来判断台风是否会来。例如，台风入侵前二、三天，往往可发现海水表层发出一点点、一片片的磷光，闪闪烁烁，时浮时沉。渔民称为“海火”、“浮海灯”。这是一些发光浮游生物(如磷细菌、夜光虫、角藻、磷虾等)以及寄生有磷细菌的某些鱼类，在海水表层浮动时呈现的景象。有些鱼类，特别是浅海鱼类在台风前要上浮，如粤东沿海有一种小鱼土名“鲛仔”(属鲷鱼类)，在台风前几天特别多，当地称它为“风飏鲛”。一些较大的鱼，如海豚也往往群集海面，深海鱼也随海流而来到浅海，甚至可看到鲸。有时还可发现--

些上浮的深层鱼类、底栖生物，如海蛇浮上海面缠结成团等。

鱼类及浮游生物上浮和少见海洋生物的出现，首先是由于外海台风的风浪驱使它们趋集近海。其次，低频风暴声波虽是人耳不可闻，但某些海中鱼虾却可以感觉到，因而惊扰骚动，四散流窜。最后是由于台风区内气压下降，海水中含氧量减少，所以要浮上海水表层。还有些海洋生物是在这种气象条件下最适于进行繁殖，因此群浮海面。此外，海水污浊、泥沙翻滚等，也是促使浅海鱼类以及底栖生物浮上海面的原因之一。

有时，还可以发现大群海鸟朝陆地方向急急忙忙飞去，或见飞鸟疲乏不堪，跌落船上或海面，甚至群歇船上，任人驱逐也不肯离去……，这都表明附近海面已有了台风。

所以，沿海渔民积累了极丰富的预测台风的经验。若把这些经验结合天气形势分析，对提高台风预报准确率是有极大帮助的。

万一船舶在海洋上遇到了台风怎么办？船员们可以用土办法先确定船舶在台风的那个方位，然后根据具体情况采取正确避风措施。因为在长期和台风斗争中，使他们懂得了，台风的左半圆风力相对较弱，是“可航半圆”；右半圆风力较大，是“危险半圆”，而且右半圆前半部风力最大是“危险象限”。但在“可航半圆”航行，也不是没有危险；在“危险半圆”也绝不是不能航行。他们科学地利用风向的变化简便地判定船舶处在那个半圆。例如，在北半球某海区遇到了台风圈的大风，风向作顺时针方向变化时，就说明船舶处在台风中的危险半圆；风向作反时针方向变化时，说明船舶处在可航半圆。而且还能利用风向风速来确定台风中心的方向。例如，人站在甲板上背风而立，正前方为零度，则左边45~90度的方向内，就是台风

中心所在的方位。若风力小,台风中心接近45度;风力大,台风中心方向可取90度;通常风力在6级以下时,台风中心方向可取45度;风力在8级时,取67.5度;风力在10级以上时,则取90度。

万一强台风在某地登陆,怎么办?汕头的人民给我们树立了光辉的榜样。

前面提到,1922年8月2日一次强台风正面袭击汕头,使人民损失惨重。事隔四十多年,1969年7月28日汕头又遭到了强度更强的大台风的正面袭击,但情况却完全相反。由于气象台事先提供了及时准确的预报,汕头地区的人民早有准备。汕头市和专区的几百万群众在党的领导下,以一不怕苦、二不怕死的革命英雄气概,战台风,斗暴雨,取得了胜利。

七月底,是汕头地区早稻刚刚收完,就要开始播种晚稻的时候,这个强台风带来狂风暴雨和大海潮,沿海的大片农田被海水淹没……。怎么办?汕头全专区人民个个意气风发,斗志昂扬,投入到抗台斗争第一线,开到沿海数百里长的大海堤上和被海水淹没的田地里,堵江复堤,引淡冲咸,抢插抢种,……。就这样,经过一个多月的日夜奋战,他们终于战胜了灾害,修复了被海潮冲垮的围堤,完成了引淡冲咸的任务,除了完成原订的晚稻插秧计划以外,还扩种了九百多亩稻田。晚稻收割完后,铁的事实告诉我们:1969年全专区的晚稻总产量比丰收的1968年还增长了16%。

两种社会,鲜明对比。当地的贫下中农热泪盈眶地回忆起1922年那次大台风的悲惨情景。而今天,特大的台风暴雨,在人民群众组成的铜墙铁壁面前也无法肆虐。这是在毛主席无产阶级革命路线指引下,在社会主义制度下“大灾年份不成灾,大灾年份夺丰收”的一曲胜利凯歌!

第三节 防 寒 潮

高天滚滚寒流急

寒潮,顾名思义,是北方寒冷的气流象潮水一样滚滚而来的现象。所以群众习惯上把寒潮称为寒流。

寒流,对我们来说还是很熟悉的。每年秋季一到,北风嗖嗖,落叶缤纷,“一场秋风一场寒”,象征着北方寒流开始活跃;翌年“清明”一过,江南基本上已见不到高天滚滚的寒流踪迹了。

秋季开始,冷空气平均每隔几天就来一次,但不是每一次冷空气南下都称为寒潮。

我国气象上一般把24小时内气温猛降摄氏10度以上,而最低气温在摄氏5度以下的冷空气爆发过程称为寒潮。

强大的寒流对不同的地区带来不同的灾害。

1952年12月初,暴冷突然降临长江三角洲,上海1日那天还是 20.6°C 的“小阳春”天气,次日清晨便猛降到零下 4.6°C 的“隆冬”天气,温差 25.2°C ,一日之隔,犹如渡过冬春两季。作物经受不住暴冷,受害严重。

生活在内蒙、东北的人们都知道,冬季一次强大寒流常常带来大风雪和零下三、四十度的低温,对畜牧业影响很大。

江浙一带战斗在海上的渔民,千百年来经验增长了他们识别寒流“暴”(大风)的才干。

居住在黄土高原的人们,春天一听到强大寒流,就立即意识到蒙蒙黄沙将要从高天滚滚而来。这就是寒流大风卷起的黄沙满天飞扬而形成的“沙暴”。有时它铺天盖地地向南移来,淹没田野,甚至把新苗打死。

华南一带，虽然见不到大雪纷飞、黄沙滚滚的寒潮，可是突然剧烈降温，会使喜温的果树、橡胶树被寒流侵袭而遭到巨大损害；蔬菜和作物幼苗被寒潮带来的霜和霜冻袭击而遭受严重冻害。

寒潮经常为人们所关心，就是因为它往往伴随着大风、暴冷、低温、霜冻或冰冻。有时还会带来沙暴、暴风雪等各种恶劣的天气，直接影响着人类的正常活动和工农业生产，所以它是灾害性天气之一。

影响我国的寒潮一年中平均只有四、五次。第一次在霜降前后；第二次在小雪到大雪期间；到了冬至后的隆冬季节，经常又有1~2次强寒潮爆发。临近翌年清明节（有时在三月份），还有1次强大寒潮袭击江南。

寒潮是怎样形成的？从哪里爆发？又经何处而来？

滚滚寒流何处来

要想知道寒潮形成的道理，必须先从太阳的光和热在地表面分布谈起。

地球上的空气是靠太阳辐射的热量被地表面吸收后再放出热量烘热而升温。但是在两极地区每年吸收太阳的热量少得可怜。尤其在冬天，北极几乎整天见不到阳光，漫长的黑夜，使地面的热量大量散失，极地温度越来越低，到处冰天雪地，严寒已极。这时盘踞在极地上空的空气受它的感染，也变得极冷了。

据计算，北极一月份平均气温在零下40°C以下，要比赤道平均气温低60多度，比纬度40度的中纬度地带的平均气温也要低30多度。可见气温差多么悬殊。

另外，在高纬度的西伯利亚等地，冬季也是冰雪覆盖，那

里一月份平均温度也在零下 20°C 左右。

因此,在这些地区的空气就象被关在冰窖里一样,空气越变越冷,越冷越干,堆积得也越来越多,逐渐变成一个深厚、广阔的极冷空气团。一旦条件成熟,这块空气团就会离开源地向南爆发,形成寒潮。

观测研究的结果告诉我们:影响我国的寒潮,多数来自北冰洋地区的新地岛一带。因为这里很靠近北极,冷空气非常容易堆积变冷。另外,在西伯利亚东北角的雅纳河一带也容易堆积冷空气,也是影响我国寒潮源地之一。因为那里东面和南面有高山阻挡,东南面的海洋空气很难闯入。有人曾经在雅纳河谷的维尔霍扬斯克观测到零下 70°C 以下的低温。所以这里也是世界上比较有名的极寒冷的地方。有时,一般的冷空气到了蒙古以后受环流影响停止移动,再加上辐射冷却作用,冷空气越堆越多,也会形成强大的冷气团,一旦爆发倾泻而下,同样形成寒潮。

习惯上把极地、西伯利亚或蒙古一带寒流易堆积和爆发的地方,称为寒潮的源地。

影响我国的寒潮通常有三条路径:

西路,强冷气团自源地出发,从我国新疆侵入,穿过河西走廊,再跨过黄土高原,横扫华北。每年入秋以后爆发的第一次比较强的寒潮,大都沿着这条路径南下。这类寒潮对西北、华北以及淮河以北等地区影响较大,往往造成初霜。有时寒潮再向长江以南挺进,但影响较小。

中路,发源于极地、西伯利亚等地区的强冷气团,经蒙古而侵入我国。这条路径的寒潮往往比较强,通常经河套地区,穿过华北平原,然后又越过江淮流域而直冲江南一带。有时还可以翻越南岭山脉,袭击广东海南岛。寒潮爆发过程中,经

常刮7~8级西北大风,甚至10级以上,对海上交通、渔业生产等影响很大,而且还能使气温剧烈下降。

东路,通常在春季,发源于西伯利亚东北部或鄂霍茨克海的强冷气团,经我国东北地区而侵入我国东南沿海各省。就其冷空气本身的强度来说,一般比上述两条路径寒潮要弱,不易很快驱逐南方的暖气团。但因它经过的是光滑的海面,阻挡较小,所以风力一般比较大,而且经常伴有降雪(雨)。

霜 和 霜 冻

寒潮或较强冷空气影响,是造成霜和霜冻的主要原因。因为冷空气源源南下,气温明显下降,地面热量散发迅速,在碧空风微的夜晚到清晨,就容易形成霜或霜冻。

霜和霜冻不是一回事。

霜是当物体或作物温度降到摄氏零度以下,空气中的水蒸汽直接在地面该物体或作物上凝华成的白色象冰屑一样的结晶物。

霜冻是指作物表面的温度迅速下降到使其遭受为害时的温度。群众把它称为“暗霜”或“黑霜”。

因此,有霜冻时并不一定有白霜。

作物受霜冻以后,为什么被冻坏,或象煮过一样会枯死呢?

因为作物都是由许许多多的细胞组成的。作物内部细胞与细胞之间的水分,当温度降低到摄氏零度以下时,就开始结冰。从物理学中得知,物体结冰时体积要膨胀。因此,当细胞之间的冰粒增大时,细胞就受到压缩,细胞内部的水分被迫朝外渗透出来。细胞失掉过多的水分,它内部原来的胶状物质就逐渐凝固起来,特别是在严重霜冻以后,气温又突然回升,

则作物渗出来的水分很快变成水汽散失掉。细胞失去的水分没法复原,作物就会死去。

另外,温度过低,土壤里的水分冻结,使泥土冻裂,寒气从裂缝中进入泥土,把根冻坏;同时,由于土壤冻结时体积膨胀,往往使上下层土壤脱离开,等到天气回暖解冻,作物的根有时悬空,不能和下面的土壤密接,根吸收不到土壤里的水分和养分,作物也会枯萎死亡。

因此,当寒潮冷空气侵袭时,必须向寒潮斗争,做好防寒保暖和防霜、防霜冻等工作。

抗寒防霜 禾苗齐壮

1972年5月14日至17日,强寒潮侵袭了辽宁省丹东市。市区北部出现了近五十年来罕见的连续三天春季霜冻。

但是,这次罕见的寒潮霜冻在一天以前气象台就正确预测出来,并及时向领导汇报。在市委的正确领导下,立即召开了防霜会议,部署防霜措施,组织广大社员积极投入防霜斗争,掀起了战天斗地、抗灾保苗夺丰收的高潮。广大群众还因地制宜、因时制宜科学地防霜。例如在好天风弱时,采用熏烟法;在坏天风大时,采用浇水法;在风雪交加的夜晚,广大贫下中农甚至把自己的被褥、雨布等都覆盖在苗田上,终于战胜了霜冻灾害。部分受霜害的地方,也及时把苗补齐。群众反映说:要是这场严重的霜冻出现在旧社会,庄稼颗粒无收,死儿卖女千千万。

在这次抗寒防霜斗争中,群众采用了几种有效方法:

1. 深灌(水)法:群众广泛采用了水稻灌水保温防霜措施,收到了良好效果。

2. 熏烟法:霜前各地采取大搞烟海会战防霜,保护幼蚕

和蚕场，取得了良好效果。例如凤城县弟兄山公社等地经验是：在后半夜点着草堆，每一块蚕场要准备3~4堆草，每堆300~400斤柴草，布置在上风方，围着蚕场形成半圆形，边熏烟边割青棵加料，能形成一层烟幕，效果很好。许多公社还集中在半夜二时做饭，并集中一切杂草、垃圾熏烟，防止辐射降温。由于当时天气稳定，形成烟幕浓度很大，使附近菜地免受霜冻为害。社员群众都反映说这个办法简单易行，家家户户、男女老幼都能插上手，既清除了杂草、垃圾，又取得了防霜效果。

3. 覆盖法：广大贫下中农都把家里的塑料布、雨布、被褥等拿出来盖蚕和庄稼。社员还说，不要把塑料布贴上庄稼苗，免得冻坏叶子。

4. 培土法：将茄子、西红柿苗轻轻压弯而后逐棵培土。另一种是小苗不太高时可逐壟培土。前者多用于蔬菜防霜，后者多利用于大田防霜。贫下中农反映说效果很好。

1974年2月下旬一次强寒潮袭击了广西。23日开始气温剧烈下降，27日、28日还出现了历史上罕见的终霜，对已大量播种的早稻带来严重的威胁。但由于各级气象台、站、哨及早准确的预测出来，在全区各级党委领导下，打了一场抗寒防霜的群众战争，战胜了强寒潮的袭击。

武鸣县在县委领导亲自带动下，出动了六万名社员，连续两天战斗在秧田，用灌水、覆盖、熏烟等办法抗御了终霜的袭击。

横县六景公社在二十七日霜冻出现前，全公社一百二十五个生产队普遍成立了护秧小组，由六百四十一人组成护秧专业队，还出动四千多人突击抗寒护秧，终于战胜了寒潮霜冻，使百分之八十以上的秧苗茁壮成长。

贫下中农说得好：“在毛主席革命路线指引下，依靠群众，依靠集体力量，就能人定胜天”，又说：“林彪效法孔老二鼓吹‘天命论’，其罪恶目的就是不准我们革命，不准我们革大自然的命，好让他搞复辟”。这次抗灾斗争所以取得巨大胜利，就是通过批林批孔运动，广大贫下中农越批心越亮，劲越大，决心与天斗，立足于抗灾夺丰收，终于战胜了这次强寒潮袭击。

第四节 测 雷 雨

雷雨是从积雨云(又称雷雨云)中发展起来的一种天气现象。闪电和雷声是雷雨的特殊标志。有闪电和雷声而无下雨的，称干雷暴。

雷雨的特性

雷雨的特性很多，首先表现为地区性。从全国范围来说，雷雨南方多于北方，山地多于平原，内陆多于沿海。据调查，雷雨最多的地区在广东南部，平均每年有八、九十天以上；海南岛有些地方全年雷雨日数最多，竟达100天以上。而在华北、东北、西北等地，雷雨日数就大大减少，平均每年只有20天左右。

另外，雷雨的季节性很明显，很少听说在冬天有打雷的，多出现在夏季的七、八月间。即使在海南岛，冬季也基本上没有雷雨，仍集中在5~8月四个月中，四个月雷雨总数占全年的三分之二以上。而南方内陆有些地方，雷雨出现最高峰不是在夏季，而在春季。但这不是绝对的，例如有一年，长江中下游地区朔风怒吼，下着少见的大雪，鹅毛雪花漫天飞舞，可就在这时，突然又打雷，出现“雷打雪”的特殊现象。

以一天雷雨出现的时间来讲，陆上经常集中在下午到上半夜这段时间，特别是一日最高气温出现以后的一、二小时。而在沿海岛屿，雷雨出现时间要比陆上推迟一些，在傍晚到半夜最易发生。

“迅雷不及掩耳”，确切地说明了雷雨突如其来的特点。这个不速之客往往使生产单位措手不及而造成意外损失。由于雷雨的突然袭击，气温有时会突降 10°C ；当雷雨中心经过时，气压会突然上升。雷雨时，相对湿度也会突增接近100%。雷雨一过，气温、气压等又恢复常态，相对湿度也稍有下降。

雷雨的最大特点是局部性，特别是在夏季。“夏雨隔牛背”、“夏雨隔田生，乌鸦湿半翅”，这是千百年来劳动人民在实践中积累的经验，也是对雷雨局部性的生动描绘。它揭示了雷雨这个很重要的特征。隔一条河或隔一块田，这边下雨那边晴，确实是常见的现象。不仅如此，雨量上的局部性同样很明显。上海1969年8月5日这一天，一阵雷雨，在市里的长宁区某地，几小时竟下了260毫米的大暴雨，雨水仿佛从天上倒下来一样，然而隔不远的地方，雨量很小，甚至有的地方滴雨未下。在山区这种局部性就更大了。

雷雨的寿命很短，通常只有几小时的时间。范围也很小，方围只有几个平方公里或者几十个平方公里。影响某地时往往只有几分钟或几十分钟、一、二小时时间，但雷雨大风、暴雨、雷击、冰雹，甚至龙卷伴随而来，就带来了很大的破坏。雷雨挟带着的大风，来势经常很凶猛，7~8级阵风是常见的，有时可达9~10级，甚至更大。有一年夏天，一次非常猛烈的雷雨从上海市郊的金山县经过松江、上海、奉贤、南汇县然后到川沙县，它横扫了上海市的南部、东部郊区，伴随雷雨而来的

10~12级狂风,一路上吹倒了不少树木和电杆,影响的地区虽很小,但破坏不亚于一般的台风。雷雨来临时,瓢泼大雨,雨势急,雨滴粗,雨量大,几十毫米甚至几百毫米的雨量在几十分钟或几小时内降下来。这种雨降下来时,看上去分不清雨滴,模糊一片,地上顷刻积水。对这突如其来的大暴雨,若事先没有准备,对仓库、农田、电厂、钢铁厂等是莫大的威胁。有时还会产生落地雷,闪电击中了地面的高耸的物体,产生雷击。雷击可以击毁房屋树木,甚至造成火灾,严重威胁供电。有时因为雷击烧毁变压器和高压线而造成停电,工厂丧失了动力而被迫停工。雷击甚至造成人畜伤亡。雷雨有时还带来冰雹和龙卷,影响就更大了。

雷雨的形成

有人计算:一块半径为5公里的雷雨云,下暴雨时,每5分钟从云中倾下的水量约达8万吨(仅以每分钟降水量为1毫米计)!如此巨量的水竟然能够在空中飘移,可以想见雷雨云中上升气流之强了。强烈的空气上升运动要克服重力做功,需要消耗巨大的能量。

那末,拥有巨大能量的积雨云又是怎样生成的?我们从第五章第二节中已经知道了积雨云形成的道理。

那末积雨云又为什么会打雷呢?

打雷必须有电。关于积雨云起电的原因,有许多说法。但是近年来通过比较好的探测和实验,大多数人认为是云中的霰粒(霰是不透明的雪珠,又称雪子)与冰晶摩擦,或霰粒使温度低于 0°C 的云滴在它上面碰撞而冻结,并且在碰冻时表面飞出碎冰屑所引起的。它与冰晶的温差起电有关。

什么叫冰晶的温差起电?当冰晶的两头温度有差异时,

热的一头自由活动的氢离子(带正电, H^+)和氢氧离子(带负电, OH^-)就多了。它们有向冷的一头扩散的趋势。但是氢离子向冷的一头扩散的速度大于氢氧离子,所以在冷的一头的氢离子就多于氢氧离子,而在热的一头氢离子就少于氢氧离子。这就使得热的一头具有负电,而冷的一头具有正电(如图

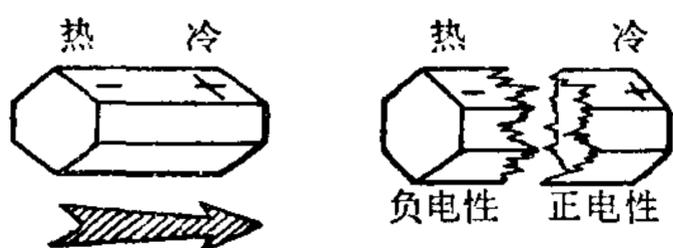


图 7-11 冰晶的温差起电示意图

7-11)。一旦冰晶在垂直于离子扩散方向上断裂,正负电性就会分离开来,这就是冰晶的温差起电。

因此,当有冰晶和霰粒相碰的时候,由于短时的接触摩擦,霰粒表面局部温度上升比冰晶要高些,造成霰粒表面和冰晶之间的温度差异,使霰粒表面带有负电,冰晶带有正电。一旦冰晶在摩擦后脱离霰粒表面,正象温差起电中冰晶断裂的效果一样,就会发生正负电性的分离。

另一方面,当低于 $0^{\circ}C$ 的云滴在霰粒表面碰冻的时候,水滴外部先结成一个冰壳,而内部液体因为热量耗散不容易,温度较高,使冰壳的外表面呈正电性,内表面呈负电性。一旦内部水也冻结起来,就会膨胀,使外壳破裂,出现冰的飞屑。这些飞屑带了正电荷飞散出去,而把多余的电荷留在霰粒表面剩下的冻水滴上,从而也产生了正负电性的分离。冰晶和飞屑比霰粒要小,由于重力作用,较轻的带正电的冰晶和碎屑则大部位于云的上部,而较重的带负电的霰粒大部分位于冰晶和飞屑的下面。于是,云的上部带了正电,而云的下部却带了负电。在这种情况下,云内出现了垂直分布的电场。

如果在这时候有一个位于云内温度高于 $0^{\circ}C$ 区域的大水滴向下降落,由于受到云顶正电和云下部负电的感应,它的上

半部就带负电,下半部带了正电,如图 7-12 所示(图中的大水滴已夸张地画得非常,以便看清它内部感应电荷的分布,云中的气流是按相对于大水滴的运动画出的)。这个馒头形的大水滴,在相对于它的气流作用下,不久就变成窝窝头形,底部中心不断内凹,凹区的顶部愈来愈薄,凹区入口的边缘比较厚实。最后相对气流就冲破水滴,使水滴的顶部形成许多小水珠,而凹区入口的边缘,由于水的表面张力,也形成一些较大的水滴。在这整个过程中,原来大水滴的上部是带负电,下部是带正电的,所以被气流冲破以后,顶部的小水珠就都带负电,而凹口边缘的较大的水滴都带了正电,如图 7-13 所示。在破裂后,由于小水珠比较轻,不久就扩散到云下部的其他区域,而较大的带正电的水滴,却在较强的上升气流区被支持在空中。这样,在积雨云中,就形成了三个带电区:云顶带正电,云的下部带负电,而在云底的上升气流比较强烈的区域又带正电(如图 7-14)。

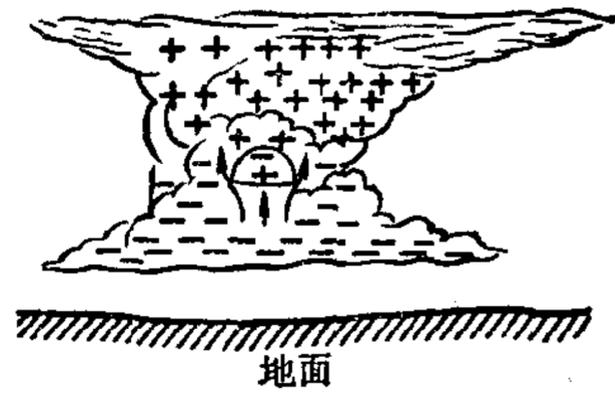


图 7-12 云中水滴在降落时电荷感应示意图



图 7-13 水滴被气流冲破过程中电荷的分布

在云底除了上升气流较强的地方带有正电外,一般都带负电。在这种云底电荷分布的情况下,地面也发生感应电荷,它们的电荷分布、性质与它上面云底的电荷正好相反(如图 7-14)。对于云底的正电荷区,也有人认为这是与地面感应正

电荷由于尖端放电成为空间电荷后，被强烈的上升气流运送到云底。

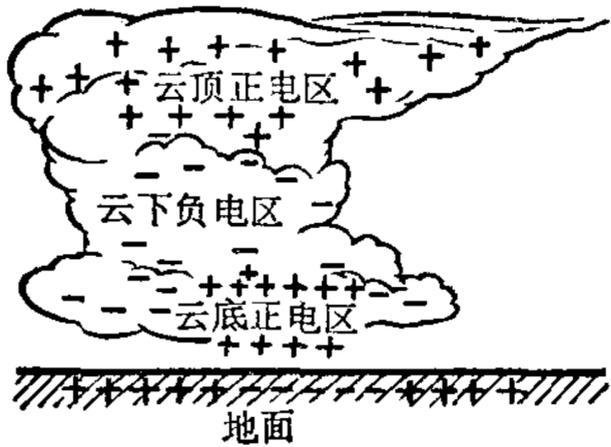


图 7-14 发展强盛的积雨云中电荷的分布

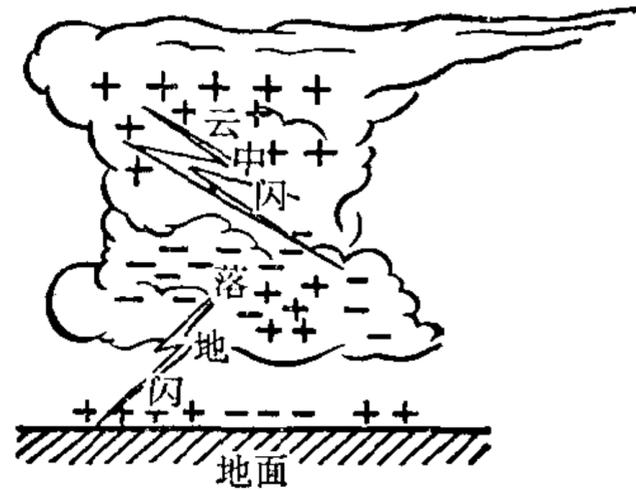


图 7-15 积雨云中闪电示意图

不论由于那一种原因起电，只要这种起电作用在强烈地进行，云中各电荷区之间以及云底与地面之间，电位差就会愈来愈大。当大到一定程度时，各个性质不同的电荷之间，就会发生击穿空气的放电现象，这就是闪电(如图 7-15)。根据探测，积雨云中造成闪电的电位差，须达几厘米几千伏特。雷声是闪电通过处的空气很快膨胀所产生的爆裂声。一般在闪电通过时，温度可高达摄氏一万度，甚至可高达二万度。在这样高的温度下，不仅空气本身很快地膨胀，而且云滴和雨水也会急剧汽化。同时，在闪电的通路上，空气由于突然受热而迅速膨胀，闪电一过又很快地冷却收缩，这样一胀一缩，空气便发生剧烈的振动。空气膨胀的速度是很快的，可达 1000 米/秒以上，所以产生了冲击波，并发生巨大的雷鸣。

从上面分析可以看出，过冷却云滴之间的碰冻，以及它们在霰粒上碰冻等，既是积雨云降雨的条件之一，也是积雨云起电打雷的条件之一。因此，在强烈上升气流的作用下，当这些过程进行得非常剧烈的时候，就会发生雷鸣、闪电和下雨。但有时由于云下空气十分干燥，雨滴落到云下，在尚未到达地面

时就已蒸发了,这时出现的将是干雷暴,光打雷不下雨。

闪电和雷声是同时发生的,但它们在大气中传播的速度相差很大,因此人们总是先看到闪电然后听到雷声。光每秒能走 30 万公里,而声音只能走 340 米。根据这个现象,我们可以从看见闪电起到听到这闪电的雷声止,这一段时间的长短,来计算闪电发生处离开我们的距离。假如闪电在西北方,隔 10 秒听到了雷声,说明这块雷雨离我们约有 3400 米远。

闪电的形状是各种各样的。例如最常见到的闪电呈树枝状;也有的闪电向前伸展很少停顿,称“直窜状”;也有的闪电象一串串珠子形状;还有的闪电照亮云而呈现“页状”;更有的闪电象一个小球状。这种球状闪电很轻巧,直径一般在 1 厘米到 20 厘米,颜色大多发红,也有发白色的等等。它在空中随乱流跳动,其边缘有的很模糊,也有的比较清晰。在闪电打到近地面处时容易出现。当它出现后,经常随着气流或导线移动,移动时有的并不时发出噼噼啪啪的声音,也有的则一声不响。在消失时,往往出现一阵有气味的烟雾。

球状闪电在跳到人身上时,会造成死亡、受伤事件;跳到天花板上会击穿天花板,有时能自门、窗缝隙中钻进来,或从烟囱中窜出去,它跳到水中去时,会使水发生高热。例如,有一次有一个球状闪电进入河北武安县的一个仓库中,人们不知道这是什么玩意,就用冷水去浇在这个球状闪电上,结果这个火球就腾空而起,将屋顶穿了个大窟窿。

对球状闪电的形成到目前为止尚未统一认识。但有人研究,认为球状闪电是由电离体组成的。小“火球”中的能量约为 4×10^6 或 10^7 焦耳。球状闪电内部的电离体大多为分子离子或离子集体。能量就储存在这电离体内(小火球内部)。

预防雷击 战胜雷雨

雷击可恶不可怕，雷雨袭击早预防。这是群众长期和雷雨斗争的体会。

为了避免雷击，人们在实践中总结了不少经验。比如，在打雷时，不要靠近孤立的高楼、宝塔、电杆、烟囱等，更不要站在空旷的高地上或大树下躲雨，因为这些孤立高耸的地方很容易遭雷击；也不要到江河中游泳或划船，因为在水面上人和船也是相对突出的物体之一，容易遭雷击；另外，金属和潮湿的东西容易导电，所以打雷时，不要靠近电线、自来水管、铜器、铁器等易导电的东西，也不要穿潮湿的衣服和靠近潮湿的墙壁。

在高大建筑物上装置避雷针，可以起到避雷的作用。避雷针是一根有尖端的金属棒，直立在高大建筑物上，尖端朝上，下端用铜线和埋在地下的铜板相连。当雷雨云向地面靠近时，地面因感应所产生的异性电，多集中在避雷针的尖端，尖端慢慢地把电放出，这样就避免剧烈的放电所造成的雷击危害。

雷雨对飞行的影响很大，但飞行员在实践中已总结了许多战胜雷雨安全飞行的经验。

第五节 识 龙 卷

奇 雨 不 奇

你听到过从天上降下来“谷雨”、“麦雨”和“钱雨”吗？也许没有。但是自然界里的确存在着这一现象，而且还下过“血雨”、“鱼雨”等各种各样的奇雨。

我国东汉建武三十一年的一天，在今河南省开封一带（古称陈留郡），突然乌云密布，狂风大作，暴雨倾盆。但奇怪的是降下来的雨水中混有大量黑色的谷子。“谷雨”奇闻很快传遍了全国。

1608年，法国的一个小城中降了一次罕见的雨，雨的颜色是血红的，全城到处可发现鲜血般的雨点。

大约在一百多年前，西班牙某地忽然从天上降下了大量的“麦雨”，麦子和雨水一齐从天上倒了下来。

1940年夏天，在苏联高尔基地区一个村庄，闪电雷鸣，急风暴雨，突然从天上降下来许许多多银币。顷刻，雨过天晴，人们从地上拣起了数千枚中世纪的银币。

1949年间，在新西兰沿岸地区，落过一场“鱼雨”：几千条鱼和暴雨同时由天而降，撒满大地。

1960年3月1日，法国南部的土伦地区从天空中竟降落下来无数的青蛙！

此外还有“龙虾雨”、“海蜇雨”，什么杏黄色、金黄色、翠绿色等五颜六色的雨。

奇雨究竟奇还是不奇？

随着科学不断发展，人们对一些稀奇的自然天气现象也在实践中得到了认识。在西班牙下的所谓“麦雨”，原来是由于从乌云中向地面伸出了一个类似“象鼻”、旋转极快的云柱，把摩洛哥某处的一个大粮仓卷走，飞过丛山峻岭来到西班牙时降落下来而成。

1940年苏联的“银币雨”也是暴雨把古代埋在地里的银币冲刷出来后，被一股旋风卷到高尔基地区一个村庄降落下来的。

1960年3月1日在法国下的一场“青蛙雨”也是旋风把

池塘中的水和青蛙一齐卷入天空带到土伦地区降落下来的。

那末这个“象鼻”似的旋风又是什么呢？在气象上把它取了个名字，叫“龙卷”。

来去匆匆的龙卷

龙卷俗称“龙吸水”。也许它的外形象神话中的“龙”从天上伸向地表面把水吸上去而得名吧！

龙卷实际上是从积雨云中伸向地面的一种范围很小、破坏力极大的空气涡旋(如图 7-16)。发生在海上，犹如“龙吸水”的现象，称为“水龙卷”；出现在陆上，卷扬尘土、卷走房屋、树木等的龙卷，称为“陆龙卷”。所以它是严重的灾害性天气之一。

1956 年 9 月 24 日上海出现了一个龙卷，它轻而易举地把一个 22 万斤重的大储油桶“举”到 15 米高的高空，再甩到



图 7-16 龙 卷

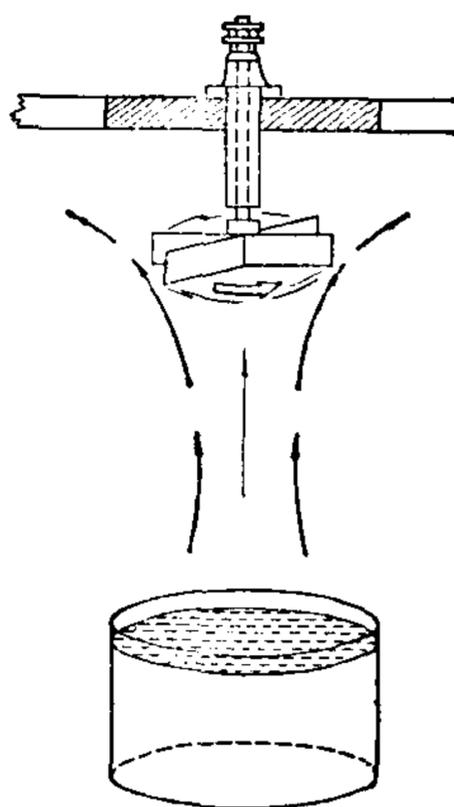


图 7-17 龙卷实验

120 米以外的地方。

范围这样小,破坏力如此巨大的龙卷究竟怎样形成的?

有人曾经做过一个人造“龙卷”的实验:在一个水桶中盛上水,并在距水面约三米的地方安装一个直径为 1 米的轮子(如图 7-17),使其绕垂直轴旋转,当轮子旋转到一定速度时,轮子下面的空气也会跟着旋转,而且中心气压逐渐降低;这个时候,水桶里的水就会因上空气压降低而逐渐往上涌,最后就形成了与轮子相连的水柱。这就是人造“龙吸水”现象。由此可见,龙卷的形成,必须上空先有强烈的空气涡旋存在,然后才能吸起地面的水或尘土。

大气中龙卷的形成也类似。其成因主要有以下两种说法:

一是说产生于具有强烈上升气流的积雨云中。因为当积雨云中水平气流和升降气流都十分强烈时,它们之间就会发生具有水平轴的涡旋。流体力学的基本原理告诉我们:如果在流体中形成了涡旋,它的轴不能在流体内部中断,而只能起止于流体的自由表面或形成一圈圈的涡环。因此,云中的涡旋形成后,它的轴必然会向两端伸展,并发生弯曲向闭合的涡环发展。如果在轴的两端尚未闭合前就已和地面接触,我们就会见到云中下垂的两个龙卷了,一个顺时针旋转,一个反时针旋转。前者一般在云的移动方向之左,故称左龙卷;后者出现在右方,故称右龙卷,如图 7-18 所示。但有时也可能出现一个,这个龙卷通常是右龙卷,单独出现左龙卷的机会较少。

二是说在两条飚线的交点上容易出现龙卷。

所谓飚线,是指在大气中出现的一种十分狭窄的、长度约为 100~200 公里、宽度一般为 0.5~6 公里,并伴有强风和雷雨的天气带。它经常出现在炎热季节强冷锋的前面。如图 7-19,有两条飚线 a_1a_2 , b_1b_2 各以本身的速度向前传播,在传

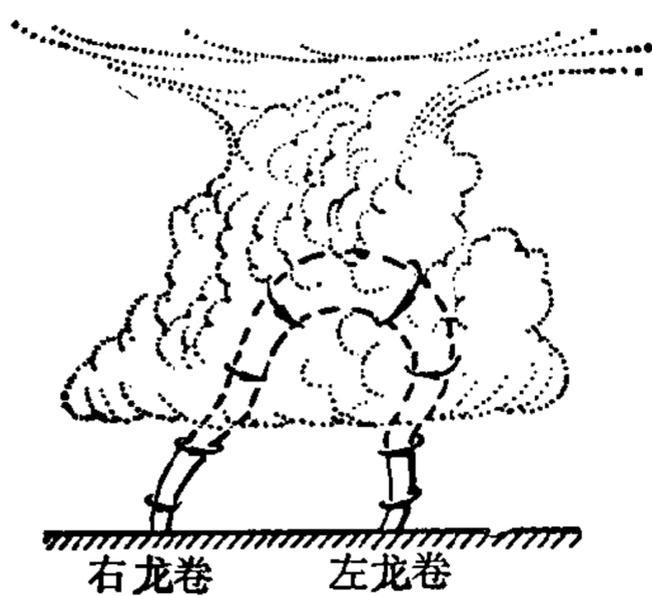


图 7-18 左龙卷和右龙卷

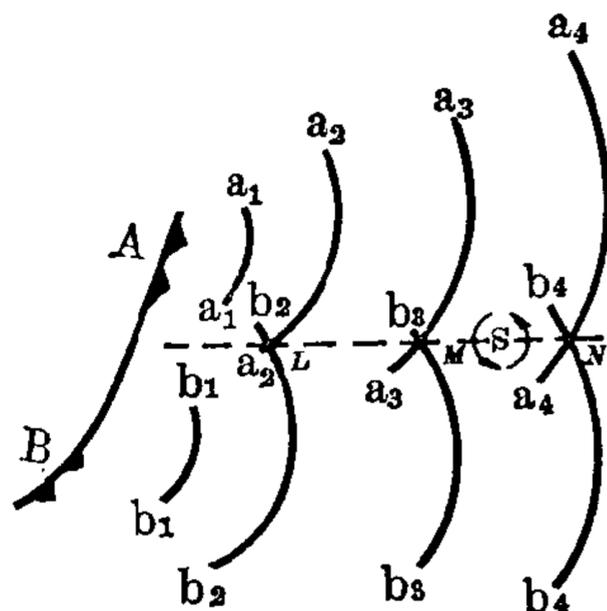


图 7-19 飚线交点上龙卷的形成

播过程中, 它们的交点分别为 L 、 M 、 N , 连接这些交点, 即得飚线交点的轨迹线, 这条轨迹线的两侧, 风向和风速都有很大差异, 出现了绕垂直轴旋转的涡旋。以后涡旋逐渐发展, 越来越深厚, 便形成了我们所见到的龙卷。

但对每一个地区来说, 形成龙卷并不千篇一律。例如上海对最近十年 100 多个龙卷的雷达观测分析来看, 在气团、静止锋、低压冷锋、台风或飚线上都出现过, 比例也差不多。并且注意到这样一个事实: 在观测到的 100 多个龙卷中基本上没有发现有反气旋式的(顺时针)旋转。另外, 在某些特殊条件下, 也可出现龙卷和烟卷。例如 1923 年 9 月 1 日日本东京发生大地震, 引起大火灾。在大火区上空上升的烟和热空气产生了大块对流云, 许多云发展成积雨云而下小雨。这次大地震之后的 24 小时内, 在东京大约有 120 个龙卷和烟卷发生。因此, 对龙卷的形成尚须深入研究。

我国各地几乎都出现过龙卷, 一般在夏季 6 月至 9 月最容易出现。因龙卷常出现在高温、高湿的天气条件下, 大气层结很不稳定, 积云发展很旺盛, 上升气流与下沉气流之间切变很大, 就容易满足上述的形成龙卷的一些条件。

龙卷形成后，范围有多大？能维持多久？怎样移动？最大风力强度如何？

范围小：着地龙卷的直径一般不超过一公里。据观测，水龙卷的直径通常只有 25~100 米；陆龙卷稍大些，也不过 100~1000 米。只有极少数的情况下直径才达到一公里以上。1954 年经过上海一个味精厂的龙卷的直径大约只有 30 米。1972 年 8 月 1 日发生在美国北卡罗里纳州的一个龙卷，危害范围只有 15 平方米，在此范围内，树被连根拔起。

生命短：龙卷来去匆匆。例如有时当发现了龙卷，再去拿照象机准备拍摄时，龙卷已消失了。一般从开始到最终消失，不过几分钟时间，最长也不超过几小时。所经路程最短只有 30 米，长的也只有几百公里。

走直线：平均以每小时 55 公里移动速度和以巨大的风速旋转的龙卷，要叫它转个弯，就象叫一个一百米短跑运动员在中间来个急转弯一样不容易。所以，观测了大量龙卷的移动路径，几乎都是直线前进的。

风力大：这是龙卷最重要的特征。在通常情况下，陆龙卷比水龙卷更为强烈，是自然界里最激烈的涡旋。大约距陆龙卷中心数十米的地方风速最大，每秒 100 米的风速不足为奇，甚至达到每秒 175 米以上。这样猛烈的风比 12 级台风还要大五、六倍呢！1925 年 3 月 18 日美国出现一次最强大的龙卷，死亡 689 人，伤 1980 人。不过，这样强的龙卷是极少见的。

为什么龙卷的风力这样大？有比较才能鉴别。一般在天气图上的气压系统，相距 100 公里气压也只不过相差 1 到 2 毫巴。就拿中心气压为 920 毫巴的强台风来说，假若台风半径为 400 公里，距台风中心 400 公里处的气压为 1000 毫巴，那

末,台风圈内平均100公里距离气压差为20毫巴;而龙卷的中心气压可以低到400毫巴,甚至200毫巴,而半径只有几百米。若以中心为600毫巴,半径为400米的龙卷来看(假若龙卷半径400米外的气压为1000毫巴),则平均每隔一米就相差1毫巴,20米相差20毫巴。我们知道;气压梯度越大,风力越强。所以龙卷产生每秒175米的强风也没有什么奇怪的了。

所以能造成龙卷中心如此低的气压,一方面是因为龙卷内由于空气的飞速旋转,不单有因离心力而引起的散逸,而且还有极强烈的上升运动,其上升速度可大于每秒50米。在这样大的上升速度下,空气向外散逸就特别多,这就是造成龙卷中心气压格外低的原因。

龙卷既然是在一定的天气条件下形成,又经常伴随夏季的暴雨、冰雹等天气同时发生。因此,龙卷也是可以事先预报出来的。但是,距离生产上的防御要求还有很大一段距离。

科学技术的发展,例如雷达出现后,为我们及时发现龙卷提供了很好的工具。但是它只能观测到100~200公里有限范围内的龙卷,最多只能早半小时发出龙卷的警报,这显然太晚了,不能满足需要。

气象卫星,尤其是地球同步气象卫星在气象上的应用,给及早发现和连续监视这种危险天气提供了条件。另外,卫星拍摄到了龙卷的分布特征,例如1971年7月底观测到了七个水龙卷发生在一条飚线上。这些宝贵资料对充实、提高龙卷的形成等理论具有很大的参考价值。

物质运动的规律完全可以认识。随着气象科学的不断发展和人们的反复实践,我们对于龙卷这一严重灾害性天气的认识,一定能得到进一步深化和提高。

第六节 消 冰 雹

冰雹是从积雨云降落下来的小冰球或冰块(有时也呈圆锥形等不规则形状)。有积雨云,不一定都下冰雹;凡下冰雹必须有积雨云。群众把下冰雹的积雨云称为“冰雹云”。

冰雹云和产生雷雨的积雨云相比,无论是云的外表、颜色及雷声,都有许多不同。视外表:冰雹云比较厚,发展很旺盛,云底常较低,一般只有数百米,而云顶却很高,可达十几公里。因此,当冰雹云移来时,通常天空乌黑,象傍晚一样。观其颜:从侧面看冰雹云的底部一般呈暗红色和灰黄色。听其声:冰雹云的雷声很沉闷,有点象推磨声,群众称它为“磨子雷”。

冰雹的直径一般在5~50毫米之间,大约象蚕豆或小鸡蛋那么大小。大的可达几十厘米,观测到的最大冰雹直径是30厘米,比篮球还要大!“十八个冰雹一罗筐”,这样大的冰球或冰块从天上倾倒下来,对国民经济,特别是农业、畜牧业以及人民的生命财产影响巨大。

1935年5月29日,甘肃华亭县降了一次冰雹,雹大如鸡蛋,地面积雹约二尺深,五天之后还没有全化掉,直到第九天才完全化尽。

1932年8月31日,甘肃酒泉下了一次冰雹,沟渠里冰雹积了几尺厚。

因此,冰雹这个严重灾害性天气,引起了人们的极大重视。

冰 雹 的 成 因

如果我们解剖一个冰雹,就可以看到最里面是一颗白色

不透明的雪珠(霰)构成的冰雹的核心,称为冰雹胚胎。胚胎外面紧裹着一层又一层透明和不透明交替出现的冰层(见图7-20)。

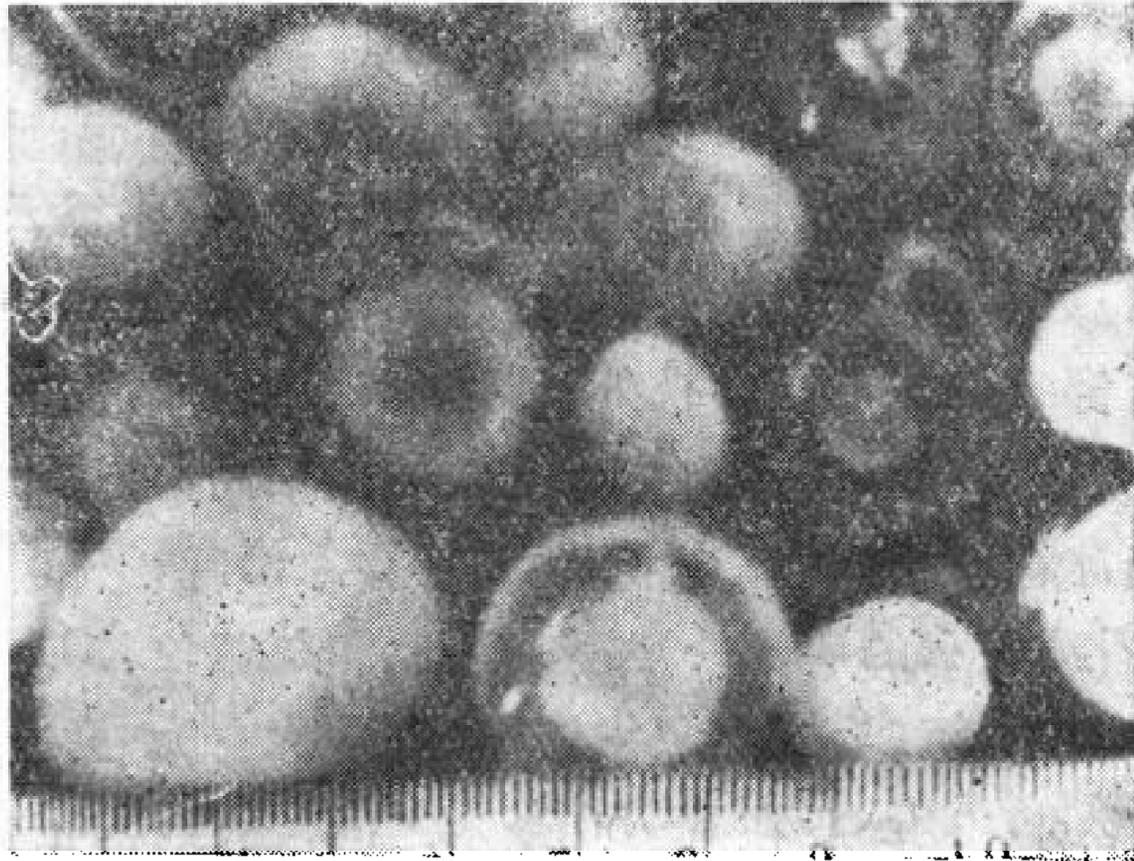


图 7-20 冰雹照片

这个冰球是怎样形成的?

在冰雹云里,起初和下雷雨的积雨云一样,也是由水滴、过冷水滴、雪花、冰晶混合组成。云中的上升气流比较强,它把云底部不断增长的水滴送到云的中上部成为过冷水滴,它们或者跟冰晶、雪花碰在一起,或者自然冻结,形成冰雹胚胎。由于水滴在冻结时会释放一部分潜热,再加上冻结的时间短促,所以冻结的胚胎里面常混有空气,比较疏松,表面湿润,呈不透明颜色。当遇到过冷水滴时,于是过冷水滴便在胚胎上冻结成为一层冰,当它降到 0°C 线以下时,它的表面一部分就溶化成水,同时也有一部分水滴粘上去。这时碰巧遇到增强的上升气流,又被带到 0°C 线以上,这时胚胎表面的水又冻结起来,形成一层比较透明的冰壳,当这胚胎继续上升,不断和过冷水滴相碰撞,产生冻结,以及冰晶、雪花的粘附,使它又包

上一层不透明的冰层。因为积雨云中的上升气流时强时弱，变化无常，所以，胚胎也就这样一次又一次地在空中翻腾着（见图 7-21），好象“滚元宵”似的越滚越大，不断地裹上一层层冰衣，直到上升气流再也托不住它的时候，便一落千丈地掉了下来，这就是我们见到的冰雹。

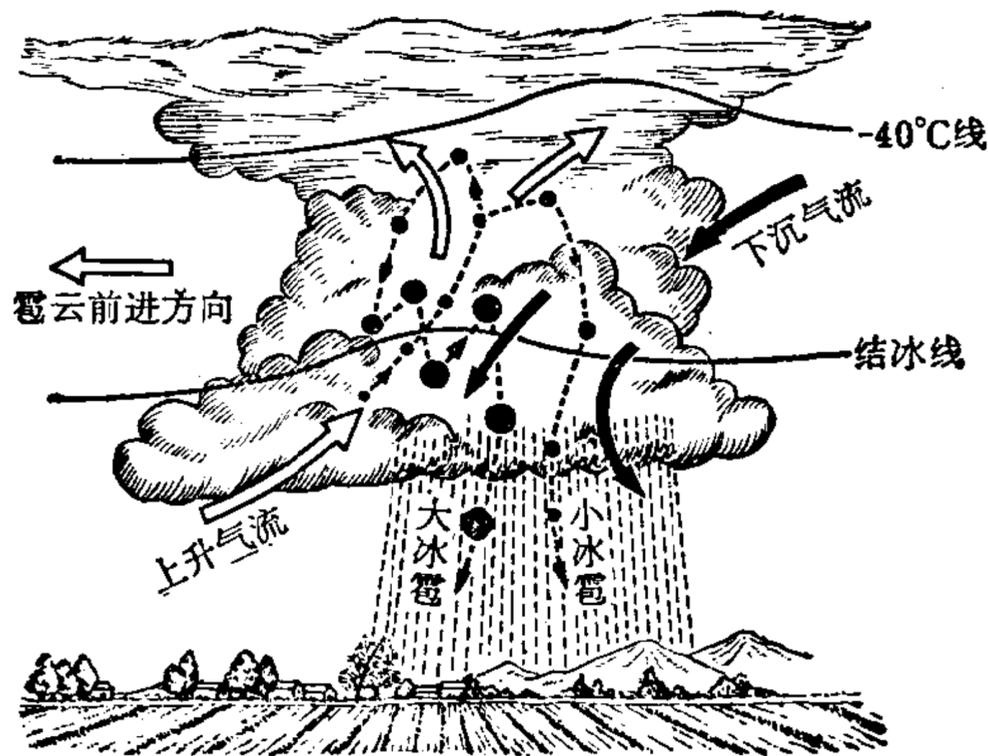


图 7-21 冰雹的形成

可见，积雨云形成冰雹，必须具备以下几个条件：

第一个条件是要求冰雹云发展特别旺盛，其垂直厚度一般应超过 8 公里。因为只有这样的高空温度才比较低，过冷水滴能自然冻结，产生适当数量的冰雹胚胎。

第二个条件是要求冰雹云中有强大的上升气流，它要能托住冰雹，使冰雹长成以前不提前掉下来，这样，云中的上升气流要在 15 米/秒以上。

第三个条件是要求冰雹云有丰富的水量（达到 $10\sim 20$ 克/米³ 以上）。在 0°C 层以上有过冷水滴一集中区，以保证冰雹的迅速增长。

冰雹的特性

从冰雹的形成过程和条件的分析中。可以看出，冰雹是有地区性、季节性、时间性的特征。

地区性：就全国范围分布而言，山地多于平原，中纬度地区多于高纬度地区，内陆多于沿海。这和大规模冷空气活动及地形有关。我国冰雹多发生在西北、西南、华北等内陆山地。江淮沿海的苏北、皖西、浙江等山地也常有出现。广东、福建极少。

季节性：多发生在4~9月份，即冷暖空气产生剧烈交锋的过渡季节。冷暖空气剧烈交锋的季节各地不同。例如西北、华北等地多发生在7~8月份；江淮沿海多产生在5~6月份春末夏初的季节。这时暖空气很活跃，冷空气活动又频繁，冰雹就容易产生。

时间性：从每天出现的时间看，在下午到傍晚为最多。因为这时间的对流作用最强，上升气流容易超过每秒15米的速度。

与雹斗争 其乐无穷

长期与雹斗争的实践经验告诉我们：冰雹是可以战胜的。要战胜冰雹，首先要有正确的路线指引，敢于与天斗争的思想，以及掌握雹云规律的科学知识。人民公社化以来，特别是无产阶级文化大革命以来，我国各地经常受冰雹灾害的地区，广泛开展了群众防雹的斗争，获得了显著的效果。

两种社会 两种结果

山西灵邱县是个“雹窝子”。解放前国民党反动派的残酷

剥削和压榨,再加上经常遭受雹灾,广大贫下中农过着饥寒交迫的生活,雹灾、人祸逼得他们家破人亡。当时流传这样一首歌谣:“过了谷雨接立夏,小暑到来心悬挂;一声雷响一阵雹,打了北山梢川下;人无粮来畜无草,房屋土地作抵押;卖儿卖女走口外,终身给地主当牛马。”

青海化隆县查甫公社药泉大队解放前的1942~1948年连续七年受雹灾,冰雹“把土地也打得翻掉了”。门源县西滩公社的贫下中农说:“旧社会年年发神许愿,劳民伤财,雹子照样打,贫下中农照样穷。”

解放后,在共产党领导的社会主义制度下,情况完全不同。过去是重灾区,现在年年丰收有余粮。山西灵邱县自从开展群众性防雹斗争以来至今连续十三年基本未受雹灾;青海乐都县从1959年开始,广大贫下中农在党的领导下,与雹斗争,连续十三年没有遭到大的雹灾;化隆县、门源县也发生了翻天覆地的变化。饮水思源,正如贫下中农所说:“毛主席领导我们打败蒋匪帮,斗倒地主老财,也领导我们战胜冰雹,制服老天爷。”内蒙察右前旗的贫下中农还说:解放前这里是“蛋(冰雹)打水淹灾害多,年年辛苦收成薄”的地方,而现在是:“人工防雹除雹魔,土炮消雹见效果;战天斗地为革命,年年增产粮食多。”

两条路线 两种结果

是听天由命,靠天吃饭,还是人定胜天,为革命防雹?是走专家路线,还是依靠群众防雹战胜雹灾?这不仅是人与自然的斗争,也是两条路线的斗争。无产阶级文化大革命清除了刘少奇、林彪的修正主义路线的干扰,我国的防雹群众斗争更加卓有成效地广泛开展起来。例如甘肃临潭县新城公社,过

去在修正主义路线影响下,不搞人工防雹,严重的冰雹每年使千亩粮田受灾。但从1969年以后,在毛主席革命路线指引下,批判了修正主义路线,发动了群众抗雹,终于战胜了雹灾,连年夺得了粮食的丰收。又如内蒙呼和浩特市郊太平庄公社,从1968年开展群众防雹以来,已战胜了几十次冰雹天气的袭击,保住了丰收果实,社员生活年年提高。群众赞扬说:“人工防雹年年见效,科学种田越种越甜。”

甘肃岷县二郎公社是个高寒阴湿的山区,是该县的特重雹区,群众说:“二郎地区的冰雹是大敌。”无产阶级文化大革命以来,二郎地区广大贫下中农在毛主席革命路线的指引下,鼓足干劲学大寨,狠抓了人工防雹工作,八年来击退了61次雹云的袭击,夺得了防雹抗灾的胜利,雹灾面积大幅度下降,全公社粮油连年丰收,为国家为人民作出了越来越多的贡献。贫下中农深有体会地说:“二郎地区换天地,全靠毛泽东思想创奇迹。”

怎样防雹、消雹

通过防雹斗争的实践,各地群众积累了许许多多宝贵的经验。

大兴调查研究,掌握主动权,这是很重要的经验。人工防雹还是个新生事物,要掌握雹云的活动规律,摆脱被动状态,做到心中有数,首先要开展调查研究。“你对于那个问题不能解决么?那末,你就去调查那个问题的现状和它的历史吧!”广大群众遵循毛主席这一亲切教导,爬山涉水调查冰雹的源地和路径。例如内蒙呼和浩特市郊区太平庄公社的干部边访问、边研究地形,走遍了四周的山沟和圪梁,依靠当地老农提供的线索,终于查清了雹云一般都是从西北山沟发起,经罗家营到

太平庄；也有从正北和东北山地发起的雹云；还有的从东南蛮汗山过来的很厉害的雹云。他们就根据这三条雹线将几十个炮点按三道防线部署，主力配四门炮，炮点之间相距2~3里；并构筑安全工事，保证防雹安全。又如青海湟中县通过调查，发现雹源有七处，路径十一条，于是就道道设防。青海门源县还查阅了资料，发现每年6~9月集中降雹，7月最多，平均四次左右，方向主要是沿浩门河由西北向东南移动；又根据实际探察，发现全县产生冰雹的大小雹源有十个，危害比较严重的有四处。于是做到心中有数，层层设防，掌握了防雹的主动权。

“一听、二看、三打、四结合、五注意”，这是山西省昔阳、灵邱等县以及我国其他地区总结出来的又一条宝贵经验。

“一听”，就是先听气象站和哨、组的天气预报，提前做好防雹、消雹的措施。

“二看”，就是看雹云的发展和当时的天气变化特征。由于各个地区天气变化的特点不同，看雹云经验也有异。青海省乐都县看雹云的经验是：“头天雨后今天晴，上午太阳晒得痛，夜晚星星亮晶晶；次日早晨晴而冷，中午闷热没有风，早晨川谷雾澄澄，中午闷热乌云涌，远望乌云黑透红，红黄杠杠一层层，云团翻滚发吼声，雷声沉闷起狂风。土炮对准云头打，排炮连发别稍停”。

要防雹必须正确识别雹云。群众对雹云的识别有以下的经验：

看云色：冰雹云起先的颜色是顶白底黑，以后云中出現红色，在剧烈的翻滚中形成白、黑、红的乱绞的云丝。云边也呈土黄色。黑色是日光透不过云体所造成；白色是云体对日光无选择散射或反射的结果；红黄色是云中某些云滴（直径在

千分之一到百分之一毫米之间)对日光进行选择散射的现象。有时下雪、下雨之前也会呈现红色、黄色,所不同的是雪云和雨云的红黄色比较淡而且比较均匀,而雹云的红黄色较浓,而且云体翻乱十分厉害。

辨闪电:一般冰雹云的闪电大多是横闪。横闪是云中或云与云之间的闪电。这种闪电出现说明云中形成冰雹的过程进行得很厉害。因为在形成冰雹的过程中伴有云中正负电中心的分离,正、负电中心电位差在冰雹形成时不断变大,最后大到可以击穿其间的大气,也就发生放电现象,这就是闪电。有时云和地面之间也会放电——竖闪,不过机会比较少而已。

听云声:冰雹云来时有两种声音,一种是雷声,一种是吼声。一般雷雨云的雷声清脆,而冰雹云的雷声却低沉而连续,俗称推磨雷。这是因为雹云中多横闪所形成的。由于横闪比竖闪频数高,范围广,闪电的各部分发出的雷声和回声混杂在一起,人们听起来就有连续不断的感觉,仿佛是一连串雷声。冰雹的吼声是云中千百万个雪珠和冰雹在翻腾时与空气作相对运动所发生的声音,仿佛空中挥动细棒而发出呼呼的声音一样。所以吼声是云中有雪珠和冰雹并在剧烈翻腾的象征。

正确的决心来自于正确的判断。所以,正确识别冰雹云,是防雹斗争很重要的环节。

“三打”,就是打得适时,打得狠,打得准。在雹云刚刚形成时及时打,分秒必争;雹云压顶时狠打;对准云头和云体颜色最深,翻滚最厉害的地方打。

“四结合”,就是领导与技术人员相结合,防(消)雹与生产相结合,中心炮点与一般炮点相结合,气象哨、组与防(消)雹小组相结合。

“五注意”，就是注意安全，注意火药保管，注意节约用药，注意节约人力，注意操作规程。

用什么武器来打雹云？我国应用最广的是土炮、土火箭，并有悠久的历史。例如云南个别地方有一百年防雹斗争的历史，效果也较显著。土炮和土火箭防雹的道理，目前还没有研究清楚。有的认为，土炮和土火箭所产生的爆炸波，破坏或干扰了云下和云中的垂直气流，阻碍了云体的自然发展，爆炸产生的扰动，在某些条件下得到了发展，从而改变了云中的气流。同时，爆炸产生的振动有时可使云中粒子提早下落，没有长成冰雹而以雨滴降至地面。也有人认为，爆炸时产生的冲击波使过冷水滴的冻结和冰雹松软方面也能起到作用。所以，根据群众经验，土炮消雹应该打在雹云的云根、云头和云腰等上升气流较强的关键部位，效果较好。

另外也有用药物催化法防雹，即当雹云开始形成时，设法把碘化银、碘化铅或干冰等撒到云里。据计算，一克碘化银充分燃烧后，足可产生一万亿个冰晶核，它们随着云中气流上下翻滚增长，把云中的过冷却水滴分散凝结使其不能形成大雹子，从而消除其危害性。或在云的底部撒入石灰粉，这种石灰粉随气流进入云体后，即把大量的水滴、水汽吸附在粉末上，也可以大大削弱冰雹的形成。撒碘化银的方法是在防雹区域里，把碘化银溶解在丙酮溶液里，用特制的炉子燃烧，使气化的碘化银微粒随上升的气流扩散到云中，或者用土火箭和土迫击炮把碘化银打到雹云中。在防雹技术上，山西昔阳县的土炮和青海的土火箭都有一定的效果。

随着我国科学技术的发展，不少省市气象局和科研单位在和群众防雹结合的基础上，开始采用我国自制的气象雷达和闪电仪等观测、监视雹云，帮助指挥作业。在作业工具方面

也在试用高度较高的火箭和高炮，对云中冰雹生长区直接作业。这些对我国防雹斗争也是一个推动。

从长远利益着想，预防冰雹的危害还应改变当地的气候环境。例如云南等西南山区有些地方，过去冰雹危害较多，由于几年来大力开展了植树造林，森林能减少对流冲击力产生的强烈上升气流，从而使冰雹大为减少。江苏省响水县改造了盐碱地面貌后，冰雹也大为减少。他们在“坝上”一带大力植树造林，在“坝下”普遍推广了旱改水；许多盐碱裸地种植了水稻，很大程度上改变了盐碱地面貌。据观测，近几年来该县冰雹比未改造地貌以前要少，下的冰雹也较稀。

事物总是一分为二的。一方面人工防雹是完全可能的，但另一方面，如果时机和技术掌握不当，或土炮的火力不猛，不仅不能干扰雹云的上下对流，反而加速其翻滚，冰雹形成就更快；或者碘化银的用量不适当，微粒不足以把雹云中的小水滴分散凝聚，反而促成了冰雹的产生。这都是防雹中必须注意的。

总之，目前人工防(消)雹无论国内外都仍处在试验过程中。毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”只要坚持走理论与实践相结合的道路，消除雹灾的目的一定会实现！

第七节 避 火 风

干热风的危害

每年初夏，正是我国北方小麦抽穗、扬花和灌浆时期，辽阔的黄淮平原上、河西走廊地区的田野里，青葱的麦浪随风起

伏，长势喜人。可是，就在这个时期，常常刮起一股股又干又热的风，而且一刮就是几天。干热风也叫火风、热风、干旱风。麦子给这种风一刮可受不了啦！它体内的水分很快给蒸发出去，叶绿素等色素给破坏了，光合作用不得不停止下来，于是叶子卷曲萎缩，茎叶很快干枯，生气勃勃的青绿色一下子变成了死气沉沉的灰绿色；最糟糕的是麦粒被烘烤得不能灌浆，一颗颗都是干瘪瘪的。干热风真称得上是麦子的大敌！除麦子外，它也为害别的作物。

不仅如此，干热风还常常和干旱一起来为害作物。在长期干旱下，作物根部本来已吸不到什么水，而干热风却又从作物的茎叶中把大量的水分攫取走了。作物由于受到干热风和干旱的上下夹攻而严重失水。

可见，干热风和干旱同时袭来是对麦子极大的威胁。它们既有区别又有联系。干热风是一种持续期较短的灾害性天气*。在它的侵袭下，受害作物的植株很快地由上往下青枯；而干旱则是一种较长时期内的灾害，受害的作物是慢慢地由下往上枯黄的。但是它们又有地理和气候背景上的联系，也就是在干旱地区和在长时期干旱的情况下最易出现干热风天气。

干热风从何而来

它主要出现在黄淮平原、河西走廊地区及南疆盆地，尤以山东的菏泽、德州，江苏的徐州，安徽的宿县、蚌埠，甘肃的民勤、金塔，以及新疆的吐鲁番、鄯善、托克逊较为严重。另

* 在同样的干热风天气条件下，因作物品种、生育期、土壤特性和前期气象条件的差异，作物受害的程度也不同，因此确定干热风的标准也不一致。现在某些地区以“三个三”（温度 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 30\%$ ，风速 ≥ 3 米/秒）作为干热风的标准，仅大致反映了造成作物受害的临界气象状况。

外,在陕西关中地区 and 新疆的玛纳斯河流域也常出现干热风。

干热风是一种范围较大、高温而干燥的气流。每年初夏,正是北半球太阳直射角最大的季节,又是我国北方雨季到来以前天气晴朗的时期。这时候,日照充分,日射强烈,地面增温极快。特别是那些内陆沙漠地区,真象一只大炉子,把空气烤得火热,而空气里的水汽却还是那么一点点。温度愈是高,相对湿度便愈小,这样便形成了又干又热的空气团。

近地面的空气被烤得愈热,密度就愈小,气压就愈低,于是在大陆中心地区就形成了一个强大的热低压。在热低压的周围,气压梯度随着空气团温度的增高而加大了。于是干热的空气团便围着热低压奔走起来,形成了一股股又干又热的气流。气流在奔走中又受到地形等条件的影响,于是各地的干热风便出现了不同的盛行风向:河西走廊地区多吹偏东风,黄淮平原多吹南风和西南风,而在新疆地区则盛吹偏西风或偏北风。

随着大气环流的不断演变,热低压的生消强弱也时刻在起变化,干热风也就时有时无,时强时弱。但是人们掌握了大气环流和热低压的演变规律,干热风的天气是完全可以事先预报出来的。

战胜干热风

人们查清了干热风出现的时期,弄清了它的来龙去脉,掌握了它的出没规律,就有了对付干热风的有效办法,与之展开坚决的斗争。

我国劳动人民在长期实践中总结出了战胜干热风的四项措施:躲、抗、防、改。

躲,就是采用早熟品种,适时早播。这样当干热风袭来的

时候，作物已经成熟或者甚至收割了。河西走廊地区的甘肃省民勤县引种冬小麦，比原来春麦提前半个月左右成熟，不仅躲过了或减轻了干热风的危害，还为扩大复种指数创造了条件。

抗，就是选择抗干热风能力强的作物和品种来种植。例如，高粱就是一种能抵御干热风侵害的作物。干热风再厉害，也奈何它不得。

防，就是在预计有干热风袭来之前采取有效的防御措施。例如在预计干热风来前3~5天，麦芒变黄、植株黄绿的时候，灌透一次“麦黄水”，既抗旱，又有使田间稍些降温的作用，有效地减轻了干热风的危害。山东省莒南县岭泉公社庞疃大队在1968年夏收前遇到了严重的干热风天气，由于他们事先浇了“麦黄水”，小麦仍生机盎然，收获后，籽千粒重比未浇麦黄水的重二克左右。此外，提前施氮肥，灌浆期对氮肥适当控制，基肥里增加磷肥，都有利于小麦灌浆，对防御干热风也有一定效果。

改，就是改造气候。大力营造防护林带可以减小风速，防止风沙，调节气温，减少蒸发，提高土壤和空气湿度，改变农田小气候，这是战胜干热风的战略措施和根本途径。毛主席的好学生焦裕禄同志生前在河南兰考县倡导营造的泡桐林，成林快，效果好，已经起到了保护林间麦田的作用，干热风的危害显著减轻了。又如新疆石河子和吐鲁番等地多年来坚持植树造林，干热风的威势也大大削弱了。人定可以胜天，人们最后终将完完全全地制服干热风的为害。

第八章 用毛主席的哲学思想管天

第一节 气象台战斗的日日夜夜

在一个风和日丽、百花争艳的江南早晨，在气象台的门口，小夏突然出现在老杨的面前。老杨喜出望外地把他请到办公室里。原来，他们公社组织了一个参观学习队，去山西昔阳县大寨大队；另外，为了推广三熟制，在大寨学习完后，他们转车来到这儿调查；今天休息，所以小夏一早就来找老杨了。

“你上次给我看的《气象知识》前面几章，我已看完了，想给你提几点意见。”小夏坦率地说着：“另外，我很想看看你们气象台是怎样做好预报服务的？”

“欢迎你提出宝贵意见，我们一定认真修改。”老杨边请他坐下边倒茶说：“这样吧，等一会我先陪你参观一下，了解一些制作预报的过程，然后去参加预报员的天气会商，听听他们是怎样分析、思考、进行预报服务的。在参观过程中，有什么不懂的地方请提出来。”

“好。”小夏高兴地点点头。

从办公室出来，老杨陪着小夏向电传打字室走去。

“这就是电传打字机。”进了通讯电传打字机房，在“嗒、嗒、嗒”的打字声中，老杨指着一部正在工作的机器对小夏说：“这些有孔的纸带，就是各地气象站观测的气象记录。”



图 8-1 地面观测
(观测百叶箱中气象要素)



图 8-2 高空观测
(施放探空气球)



图 8-3 通讯设备(电传打字机)

“这些记录是怎么来的？”小夏一面拿起一根穿好孔的纸带看着，一面提出了问题。

“世界各地数以千计的气象站规定在同一时间内把在近地面观测到的空气温度、湿度、气压、风向、风速、云和天气等，和

在大气的低空到几十公里的高空观测到的气象资料，很快地用电讯传递到规定的收报台。然后由通讯中心把收集到的各地气象资料，向国内外发报或通过电传机传送。”说到这里，老杨也拿起穿好孔的纸带对小夏说：“这个纸带上的记录就是从气象通讯中心传过来的。”

“这纸带上的孔代表什么？”

“这些孔代表着一定的数字，它通过电传打字机打印在纸上。”讲到这里，老杨停了一会，从报务员那里索取一张电报纸，并请小夏去参观隔壁的工作室。边走边拿着电报纸继续说：“这些数目字代表着气象要素的实况观测记录。把这些数目字用规定的符号填在一张特定的地图上，那么这张图就称为天气图了。”

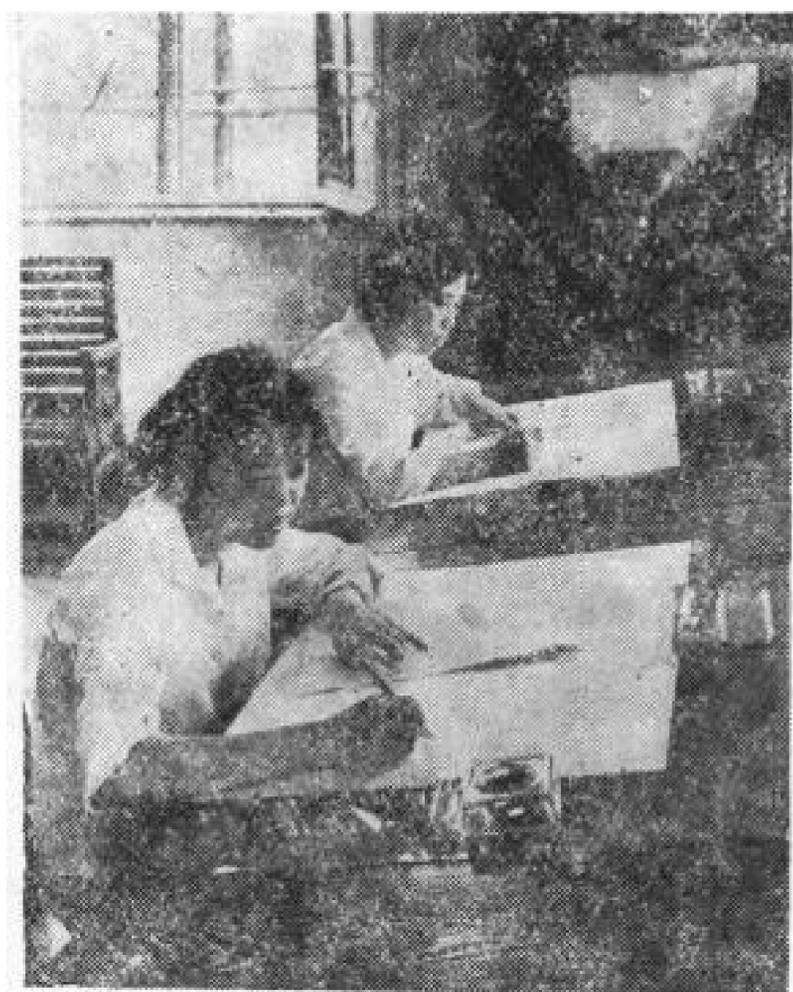


图 8-4 填图和分析

这时，老杨和小夏已经跨进了填图工作室。老杨把这张电报纸交给了填图员。小夏聚精会神地看填图员熟练而准确地在一张印有地形的地图上填写各种符号。

“这就是地面天气图。”老杨对小夏说：“地面天气图上一一般填写世界各地气象台站同一时刻观测到的风向、风速、气压、温

度、露点、云量、云状、云高、能见度、降水量以及天气现象等等。”老杨一面讲一面指给他看各种符号代表的意义。

小夏看到图上密密麻麻填了许许多多记录，很感兴趣，追

问老杨：“图上这么多记录怎么来分析呢？”

“地面图填好以后，国内外大范围的天气情况是清楚了，但要想一目了然地看出整个区域内天气分布的情况，仍感到困难。因而还必须对图上的记录做进一步的分析，并将分析的结果用不同颜色的线条和符号表示出来。”讲到这里，老杨请小夏再到隔壁房间里去，这房间的墙上挂有许多天气图。“这就是预报值班室。”老杨说完后，去找了一本历史地面天气图平放在桌子上，随手翻到1959年5月20日8时地面天气图，继续说下去：“这是一张地面天气图。按规定的数值，将气压相等的各测站用黑色铅笔以实线联起来，就是‘等压线’。有等压线以后，就可以看出高压、低压等气压系统的分布情况……”

“那末这些符号代表什么意思？”小夏插话。

“蓝色‘高’或‘G’字，就代表高压中心所在地方；在低气压中心，则标一个红色‘低’或‘D’字。假若海洋上有台风，则标一个‘台’或这个字”，老杨用食指比划着表示台风的“”符号，接着又说：“除此以外，还要分析锋面。锋面的概念没有忘记吧！”

“冷气团和暖气团的交界面叫锋面。锋面和地面的交界线就叫锋线。”小夏利落地回答。

“锋线有什么特征？”

“例如冷锋的前面为暖气团，气温较高；冷锋的后部为冷气团，气温较低。还有冷锋的前部一般吹偏南风，冷锋的后部吹偏北风；冷锋的后部容易下雨或下雪，冷锋前面天气一般晴朗……”

“对。预报员就是根据锋的这些特征，再参考三小时气压变化等资料，来分析锋线。”老杨指着图上的锋线继续讲下去：“锋线是用各种颜色表示出来。假如是冷锋，就用蓝色铅

笔绘实线表示；暖锋则用红色铅笔以实线绘出；准静止锋就用蓝色和红色铅笔绘两条并排的实线，靠近冷气团一侧绘成蓝色，靠近暖气团一边绘红色。不过，在单色天气图上则用另一种形式表示。”于是老杨拿了一张纸，用黑色铅笔一边画一边讲：“▼▼表示冷锋；▲▲表示暖锋；▼▲表示准静止锋，等等。”

“那末，这些绿色、棕色、红色符号又表示什么呢？”小夏指着天气图上的一小块用各种颜色圈成的区域好奇地问老杨。

“这些是天气区。”于是老杨用铅笔指着一块绿色区域说：“绿色区域表示下雨、下雪的区域，在下雪的地方我们再标上‘*’这个符号；下雷雨的地方用红色，有时也有用绿色标上‘R’；大风则用棕色标出‘F’符号；假如还有雾、冰雹等天气，同样要用规定的符号标出来。这样，地面天气图可以说基本上分析完了。从这张完整的地面天气图上，你就可以一目了然地看到各种气压系统、锋线和天气的分布了。”

“在日本附近有一个 1020 毫巴的暖高压中心。”小夏利用已经学过的气象知识，指着图上的气压系统说着：“在蒙古还有一个 1036 毫巴的冷高压中心；在我国西南地区有一个低压槽，在东北地区还有一个 1004 毫巴的低压中心。”

“这个低压也叫锋面气旋。”老杨插了一句。

“在冷暖空气之间有一条冷锋。”小夏用手比划着冷暖空气的位置，然后低下头去仔细看了一下天气图，再继续说下去：“这条冷锋从低压中心经过哈尔滨、北京、重庆等一线。在南海等一带有一条准静止锋。另外，在冷锋后部有大片下雨区域，在两湖盆地以及台湾省东部琉球群岛一带都有一小片下雨区域；雷州半岛附近在下雷雨；哈尔滨等地正在刮大风。”

“哈尔滨在刮西南大风，并且还有风沙。”老杨补充了一句，接下去又说：“气象台每天气象广播中经常提到的锋线位

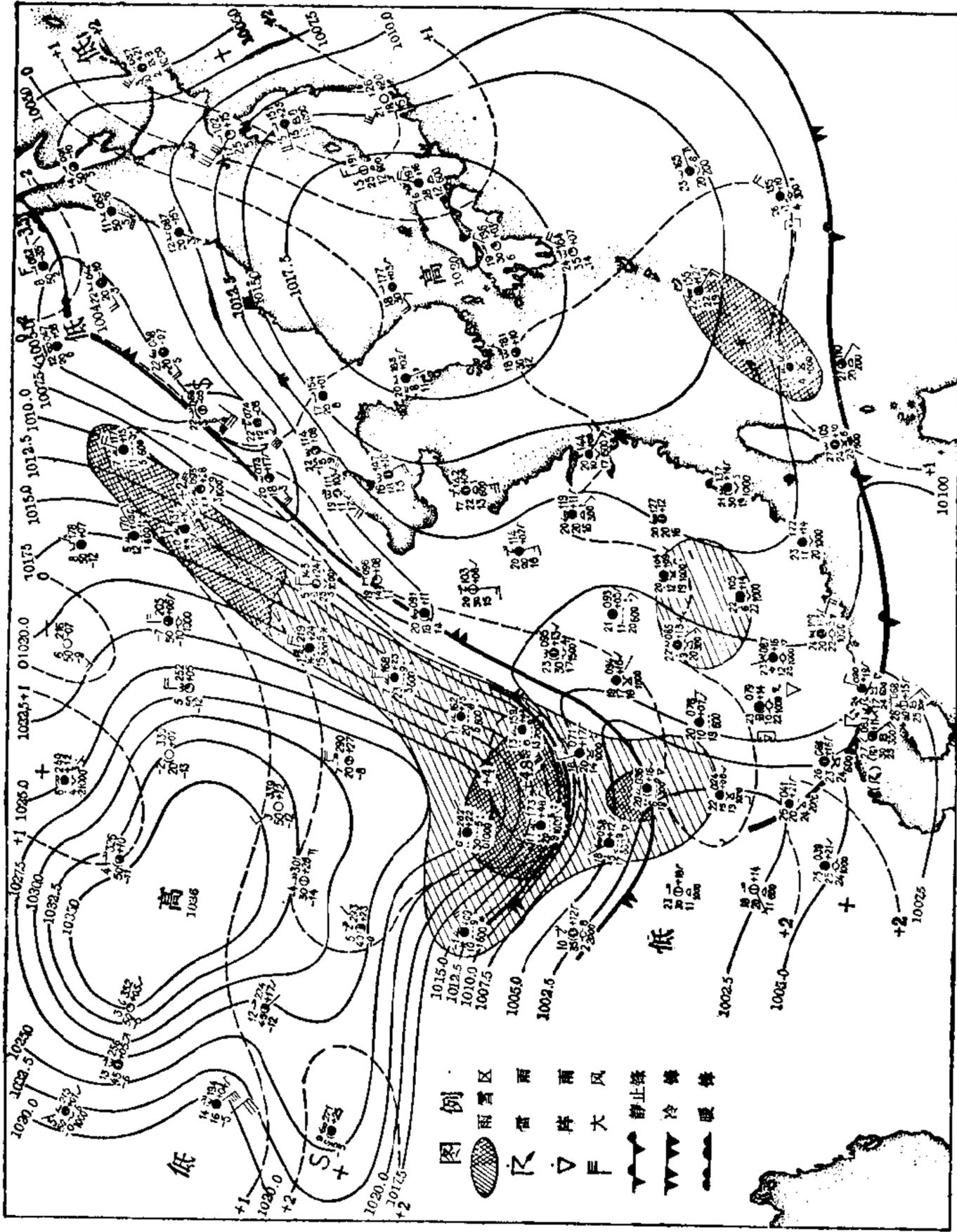


图 8-5 1959年5月20日8时地面天气图

置、雨区位置等,就是根据地面天气图的分析而得出的。”

“在气象广播中有时提到的高空 700 毫巴、500 毫巴,这又是什么意思?”小夏提出了新问题。

“气象台除了分析地面天气图以外,还要分析高空天气图。”老杨一面回答一面又找了一张空白纸,继续讲下去:“在气象广播中经常提到 700 毫巴天气图,也就是 3000 米左右高度上的天气形势图。这种图叫等压面图。它是气象台经常采用的高空天气图的一种。就是在某一等压面上填有气象观测记录的天气图。”

“我们一齐下乡的知识青年中,在听气象广播时,对高空天气形势都不太懂,请你给我详细讲一讲?”小夏恳切地要求说。

“好。”于是老杨请小夏坐下来,边画图边说:“等压面的起伏好比地形一样,气压高的空中,等压面就像一个山丘一样,向上凸起,气压低的地方,等压面就像盆地一样,向下凹进去。因而我们可以采用绘制地形等高线的方法,求出某一等压面在各地上空相对于海平面的高度,然后再绘制出等高线,根据等高线的分布,也就可以了解等压面的起伏形势。”

“你看这张图”,老杨把绘好的图挪到小夏面前,对着图讲:“ P 为等压面,因为是水平方向看过去,等压面 P 看上去就象一条线一样,实际上它代表一个气压相等的面。 H_1 、 H_2 、…… H_5 为厚度间隔相等的若干水平面,它们分别和等压面相截,截线以虚线表示。因为每条截线皆在 P 等压面上,故所有截线上各点的气压到处都相同,均等于 P 。将这些截线投影到水平面上,使得 P 等压面上距海平面高度分别为 H_1 、 H_2 、…… H_5 的许多等高线,其分布情况就是这样。”老杨指着图的下方,停顿了一会,问小夏:

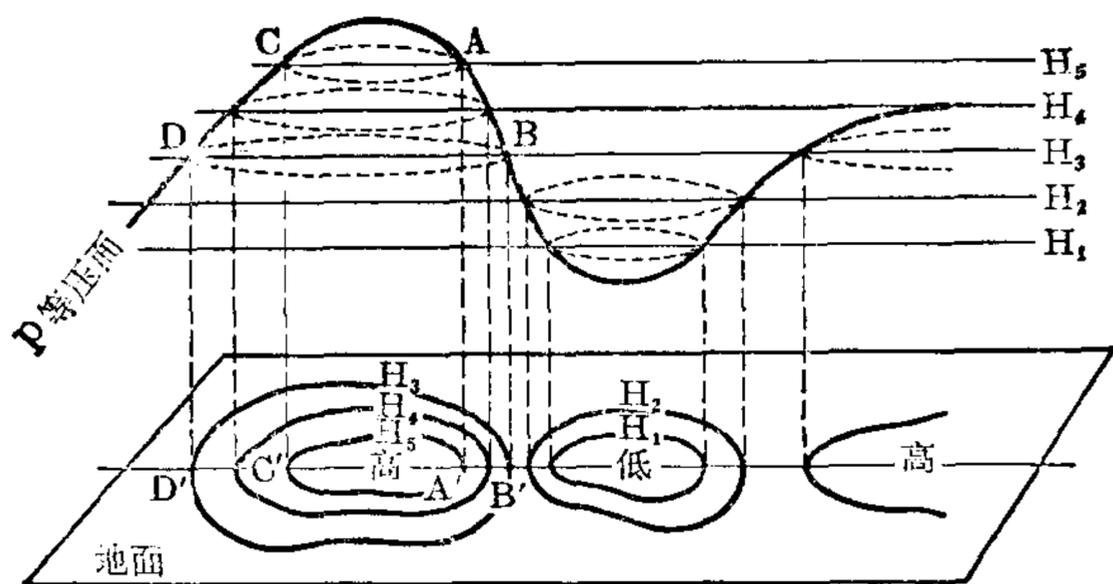


图 8-6 等压面和等高线关系

“懂吗？”

“懂。”

“在图上可以看出”，老杨指着图接下去讲：“和等压面凸起部位相对应的，是由一组闭合等高线构成的高值区域，高度值由中心向外递减；和等压面下凹部位相对应的，是由一组闭合等高线构成的低值区域，高度值由中心向外递增。此外，等高线的疏密程度是由等压面的倾斜程度决定的，等压面倾斜程度愈大，等高线分布愈密集；等压面倾斜程度愈小，等高线分布愈稀疏。例如，等压面 AB 部分倾斜程度较大，则其相应的投影部分 $A'B'$ 间的等高线就密集；相反，等压面 CD 部分倾斜程度较小，则其相应的投影部分 $C'D'$ 间的等高线就稀疏。”讲到那里老杨手指到那里。

“那末，等高线的分布就可以表示等压面的起伏形势，也就是表示了等压面附近空间气压的分布情况了。”小夏把老杨的话抢了过去说。

“是这样的。”老杨于是拿了 1959 年 5 月 20 日 8 时 700 毫巴高空天气图给小夏看，并解释说：“我们最常用的是 700 毫巴和 500 毫巴两张天气图，还有 850 毫巴、300 毫巴等天气

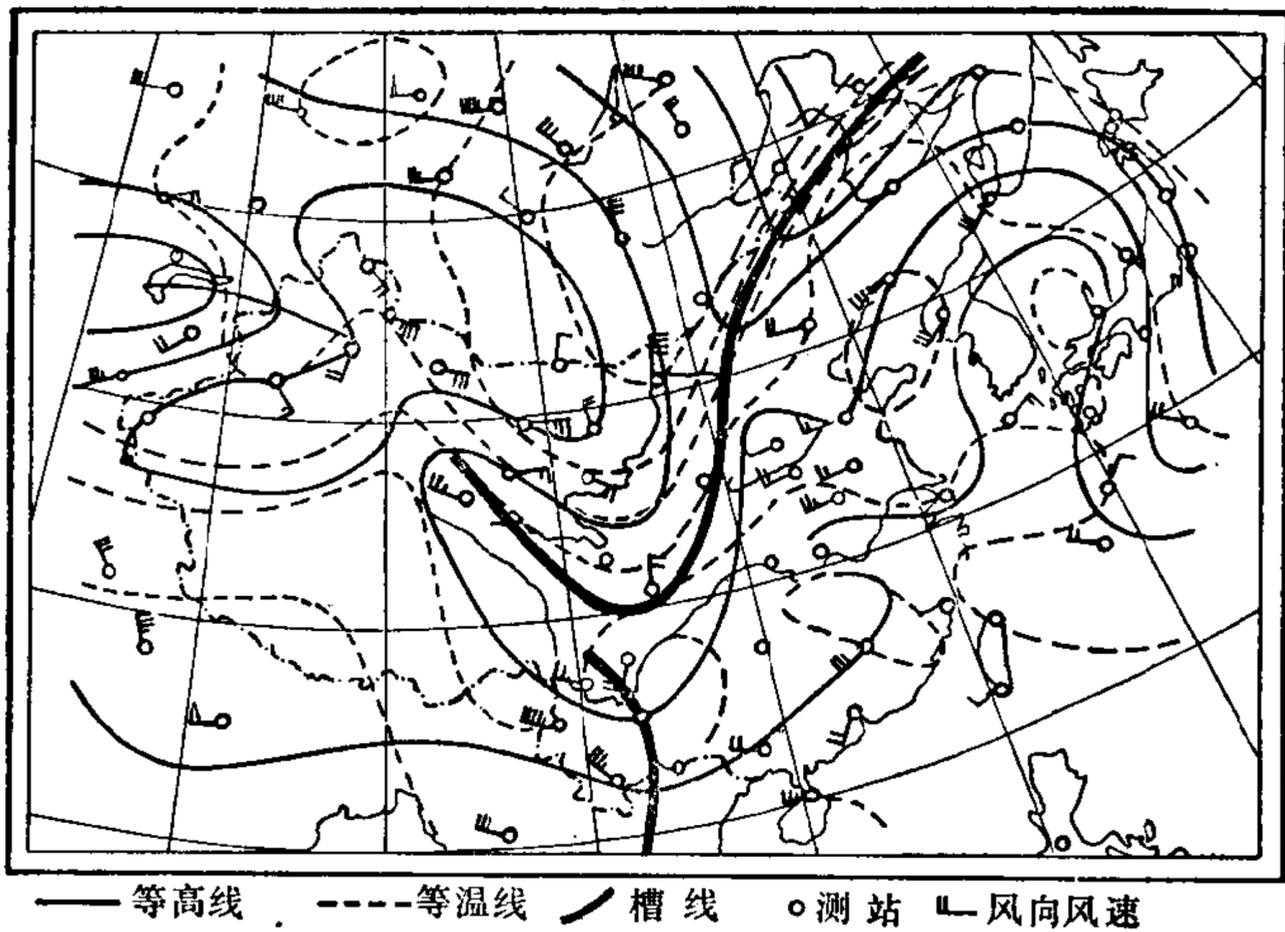


图 8-7 1959 年 5 月 20 日 8 时 700 毫巴天气图

图也是常用的。850 毫巴、700 毫巴、500 毫巴、300 毫巴分别相当于大约 1500 米、3000 米、5500 米、9000 米的高度。在这种图上填写的气象要素比在地面天气图上填的要少得多。一般只填写高度、温度、湿度、风向、风速等记录。填完后，我们可以在图上就象分析地面天气图一样，分析等值线，把在同一等压面上，按规定的数值把海拔高度相等的测站用黑色铅笔绘成实线，称为等高线。”讲到这里，老杨环视了一下，发现有一个预报员正在分析等压面图，于是拉着小夏的手走过去。那位预报员已经将图上的等高线分析好了，正用红色铅笔在分析。老杨接着说：“红色铅笔是分析等温线用的，把温度相同的测站用实线联结起来。等温线分析好后，就用棕色铅笔标出低压槽线或切变线的位置。在气象广播中提到的高空槽线、切变线等就是根据这种图的分析而得出的。”

“这种图上标的这些符号是什么意思？”小夏指着桌上放

着的一张高空图上的 *N*、*L* 等符号问老杨。

“哦，这是汉语拼音字母。”老杨接着说：“高压、低压、暖、冷中心在图上分别用 *G*、*D*、*N*、*L* 表示。”

“那末，地面天气图和等压面图有什么关系？你们是怎么分析的？”小夏进一步问。

“地面天气图和等压面图关系很密切。一张天气图就好像一张照片一样，保留着当时天气情况的‘影象’。把某一时刻的地面天气图和高空等压面图结合在一起”，老杨一面讲一面用手把 1959 年 5 月 20 日 8 时的高空等压面图举到同时刻的地面天气图的上空：“这样，就能看到天气系统的空间结构。比如说，地面冷锋的西北方，在 700 毫巴等压面上有一条槽线，并有一束与冷锋接近平行的密集的等温线，这就是地面冷锋在相当于 3000 米高空的反映。地面气压系统往往又是受高空气流引导的。因此，从高空气流特点就可以估算出地面天气系统的移动方向和速度。”

“在分析天气图时，为什么旁边放那么多的图？”小夏指着那位预报员分析的桌上摊着的好几张图问。

“一切正确的预见，总是建立在对客观事物现时和过去状况有了科学分析的基础之上的。”老杨走过去拿了一张椅子请小夏坐下后继续说：“同样，在气象工作中，为了能够预见未来天气的变化，也必须首先对现时和过去的天气状况作出科学的分析。”老杨转过身去把几张间隔时间相同的天气图移到小夏面前，接下去说：“在分析中，除了了解系统的空间结构及移动还不够，因为它们还不能反映出天气演变的物理过程。因此，要揭露天气演变的本质，反映出它的规律，就必需把各地不同时间、不同高度的记录有机地联系起来，进行由此及彼、由表及里的分析、思考，以弄清这些天气系统的来龙去脉，判

明天气系统与天气的联系，弄清它们发生、发展的原因，从而掌握它们的演变趋势。这是天气分析最基本的任务。”

“那末，分析又从何着手呢？”

“有比较才能鉴别。”老杨仔细看了一眼图上的系统和要素实况，然后接下去说：“对气象记录的相互比较，是最普遍的一种分析方法。比较法，就是比较同一时间不同台站的记录；比较同一台站不同高度的记录；比较同一台站不同要素的记录；比较同一台站不同时间的记录等等。比较就是分析。分析，就是分析事物的矛盾，也就是说分析大气中冷与暖、干与湿、高压与低压等各种矛盾现象。”为了说明这个道理，老杨仍拿起1959年5月20日8时的地面天气图继续说：“你看这张图，乌兰浩特气温是摄氏10度，而哈尔滨气温是摄氏22度。乌兰浩特和哈尔滨相距不远，而气温差12度，这说明乌兰浩特处在冷气团中，哈尔滨在暖气团中，两地间有一冷锋存在；比较不同台站的气压记录，同样可以知道气压系统的分布，等等。这样分析比较的结果，就可以得出这一天气图范围内的广大地区的天气概况，包括它们过去的活动情况和现时的天气状态。”

“地球以及地球上的地质的、地理的、气象的状况等等，这一切都不仅有在空间中互相邻近的历史，而且还有在时间上前后相继的历史。”小夏很熟练地引用了恩格斯著作《自然辩证法》一书中的话，并说：“这对你们进行天气分析一定很有启发。”

老杨以钦佩的心情目视着小夏，兴奋地接下去说：“辩证法告诉我们，世界上一切事物都不会凭空出现或者凭空消失，而是有其来龙去脉的。同样，天气的生消演变也有一定的过程。所以我们分析天气图时，就应该注意天气演变的连贯性。”

当我们在图上某一区域分析出某一种天气系统时，就要查看一下前几张图的情况怎样。看看它是从哪儿移来的，根据它过去的移动速度，判断现在的位置是否合理，如果它是新生的，就要弄清过去一段时间内之所以在这个地区使它形成的条件；相反，如果前一张图上的某一个天气系统在这一张图上突然‘失踪’了，那就得找出它过去一段时间内之所以趋向于消亡的原因。”

讲到这里，老杨看了一眼墙上的电钟，站起来走到预报员那里问了一些情况，然后走了回来，对小夏说：“天气分析除了上面讲的一些情况外，还有许多复杂的工作要做。比如

要分析冷平流和暖平流情况，还要分析一些辅助天气图；为了精确分析锋面的垂直结构，还要参考垂直剖面图；要想知道云层的高度、厚度，就要借助温度对数压力图的分析；要想预测是否会下雷

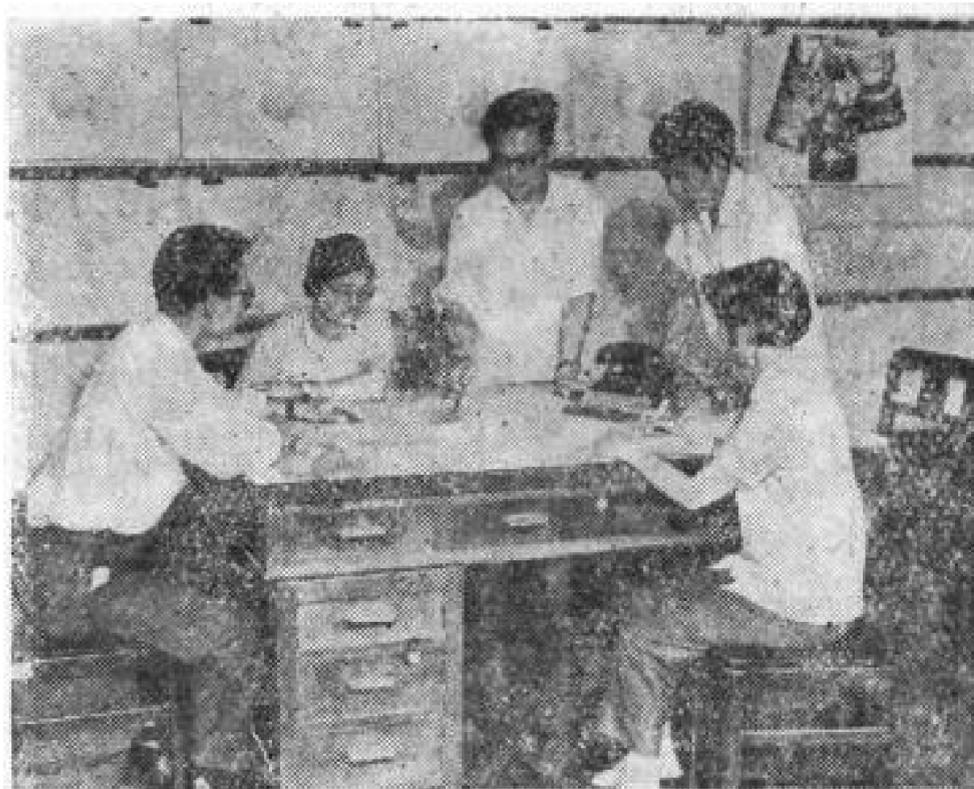


图 8-8 天气会商

雨，也要借助这种图对大气稳定度进行分析，等等。在天气分析的基础上，才能制作天气预报。”说到这里，老杨看了一下墙上挂着的电钟，说：“天气会商就要开始了，我们去听他们的讨论。”

老杨和小夏走到会商天气的地方。那里挂着一块黑板，上面写着：“今天讨论的重点是：在长江中游是否会有低气压

产生?未来发展趋势和移动方向、速度?沿海大风最大几级?是否有暴雨?”

“本地具体天气还要讨论吗?”小夏指着那块黑板问。

“还是要具体讨论的。”老杨解释说:“因为天气形势比较复杂,首先对天气形势要有一个正确认识,而后重点讨论一下在这种形势下可能出现的灾害性天气,然后再分头对广大沿海区域以及本地区的一般天气,如晴雨、风向、风力等作出预报。一般来说,在一定的天气形势下,出现一定的天气。比如说,在高压中心天气通常晴朗;在低压中心多出现阴雨,这是天气表现的普遍性。但若仔细翻阅一下历史天气图,可以看出,同样在低压影响下的天气不一定都下雨,在高压控制下的天气不一定是晴朗,说明每一个具体的天气过程又有其特殊性。预报员的任务就是在工作实践中先分析天气过程的特殊性,再归纳出其普遍性,然后对现时天气形势做比较分析,以得出正确的天气预报。预报的方法,最常用的是外推法、相似法和流体力学方法等。”小夏正想提出问题时,这时预报员都陆续走进来,于是老杨站起来把小夏介绍给预报员老李、老张、老陈和小吴等。

会商开始了。主班预报员老李首先发言:

“我们先看地面天气图,在长江中游地区有一个低压槽,槽内南部有一条静止锋,锋面北方有一片雨区在发展,雨量中心从西部正在往武汉方向移动;数值为-3毫巴的三小时气压变量负中心也正在向武汉南面移动。反映在高空700毫巴天气图上,副高位置偏南;位于地面低压槽的西北方向上空,也就是重庆地区上空有一低涡,即低压;低涡的后部有一高压脊,脊的偏东部分有一个数值为+7的正变高,说明高压脊是东移加强的。根据外推,这个脊明天下午将移到重庆和武汉之间的

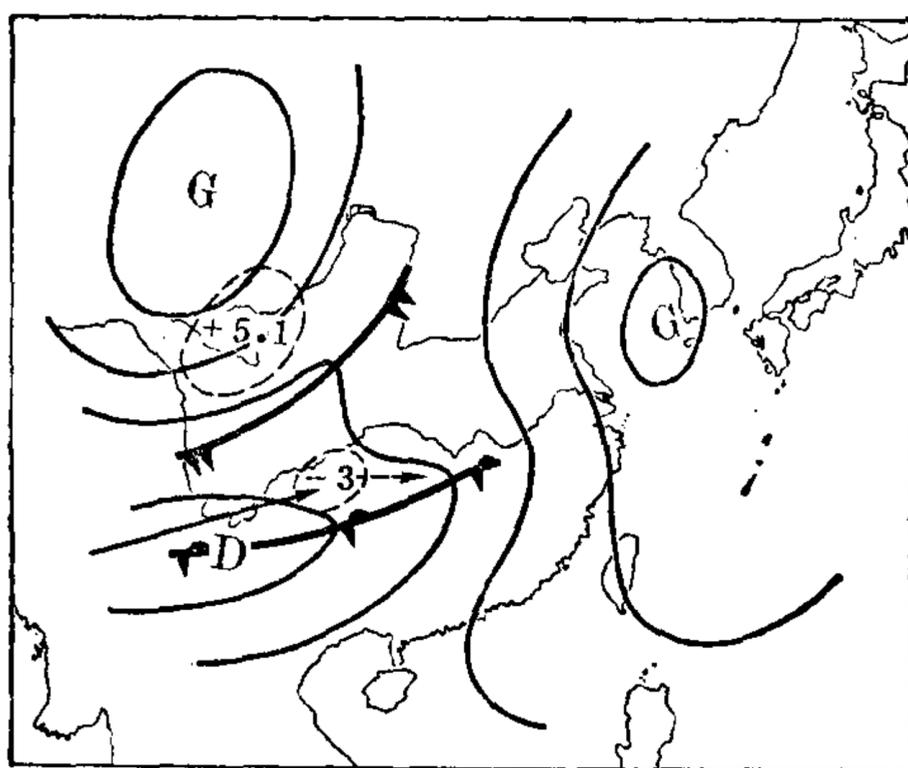


图 8-9 会商时地面天气图(示意图)

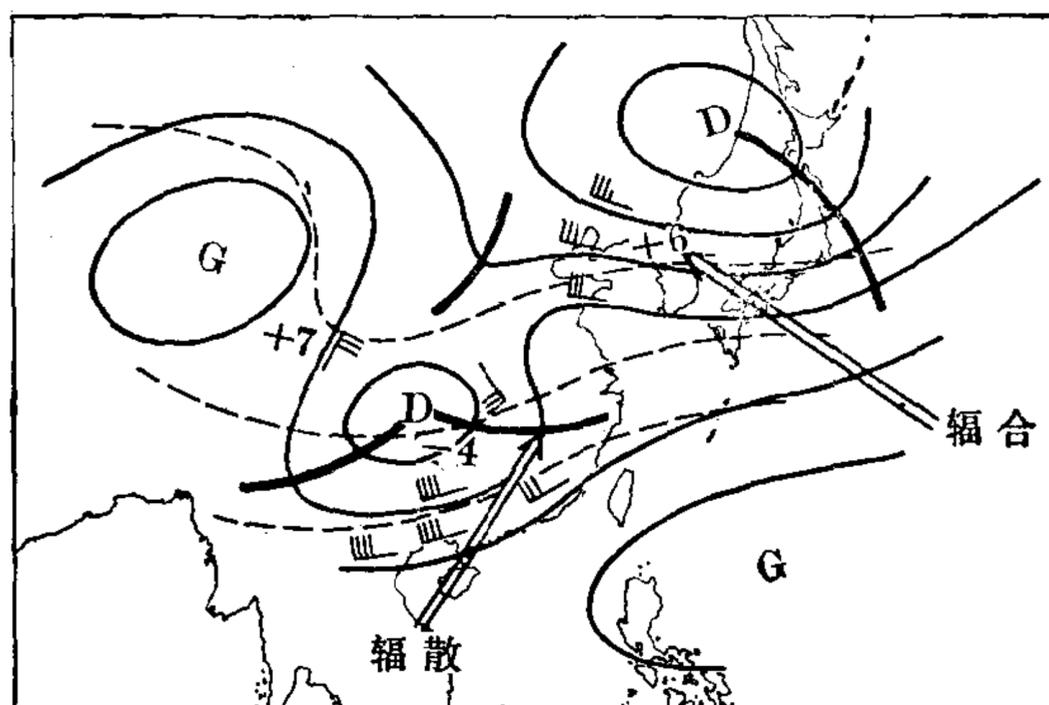


图 8-10 会商时 700 毫巴天气图(示意图)

经度上。这脊在向东移动时,脊的前部有冷平流补充到低涡中,促使低涡发展。因此,地面天气图上,在长江中下游地区低压槽内静止锋上将要产生低压。预计今天中午到下午低压中心将在武汉附近生成,中心强度约为 1000 毫巴,以后将朝东北偏东方向移动。它在东移过程中还要继续发展。预计明天下午低压中心将到达长江口附近,中心气压下降到 995 毫巴……”

“值班预报员同志!”服务组的小王突然从门外走了进来,打断了老李的发言说:“刚才海运局调度室来电话,今天有四艘客轮,一艘开往温州,一艘开往宁波,还有两艘客轮分别开往青岛和大连,抗风能力都是8级。问沿海风力有多大?是否可开船?”

“好。我们再讨论一下,等会商完了以后立即通知他们。小王,你先跟调度室打个招呼。”这是老李的声音。

“值班预报员!北京来长途电话!”没等老李再开口,从隔壁服务组又传来了响亮的声音。

“你们继续讨论。”老李边说边向门外奔去。

预报员老张站起来指着天气图说:“我基本上同意老李的天气形势分析。另外,在黄海的入海高压由于在朝鲜和日本海700毫巴上空是稳定的辐合气流,所以这个高压要加强,移动缓慢;低压东移的过程中,将有利于沿海气压梯度加大。”接着他又把事先准备好的一本天气图翻开,说:“我翻阅了历史天气图,找到了一个相似形势。”老杨、小夏以及预报员不由自主地站起来张望。

“这张地面天气图上我们国内气压、锋面形势和今天的图很相似。”老张一面指着图上的系统一面说:“从这张图到产生低压间隔了8小时。如果纯粹按照相似外推,则今天下午到傍晚才能产生低压。不过有一点不同,就是高空700毫巴的西风槽前的辐散区和负变高强度比这次要弱些。所以低压在中午到下午产生的可能性很大,比上次的要提前几小时。”

“老李、老张的分析很好。”预报员老陈插话说:“另外,还值得注意的是,今天图上黄海高压很强,比历史上相似过程的黄海高压要强5个毫巴,以后趋势又是要加强,因此未来当低压在东移加深过程中,沿海一带即此低压与黄海高压间的气

压梯度将很大。我估算了一下,明天早晨开始,黄海中南部和东海北部的沿海一带气压梯度将达到一个纬距差2个毫巴,到明天中午前后局部地方可增强到2~3毫巴。这次过程将有8~9级大风出现。黄海地区,由偏东大风逆时针方向转为偏北大风;东海北部地区由偏南大风顺时针方向转为西北大风。”

这时预报员老李已经站在那里听老陈最后发表的意见。当大家猛然发现老李时,都不约而同地问:“中央气象台意见怎样?”

“我告诉他们,我们正在会商,把个人的意见谈了一下,他们基本上同意我的分析。”老李停了一会,接着又补充了一句:“我已向党委和支部汇报了大概情况,领导要我们认真会商,搞好服务,主动和渔场流动气象台、上游武汉气象台及有关县气象站讨论,听听兄弟台、县站和老农的意见。我们是否分头去联系,再深入分析一下,等领导来了后再讨论。”

“好。”预报员异口同声地说,奔赴自己的工作岗位。

这时,老杨陪同小夏来到服务栏前,黑板上醒目的大字映入眼帘:“根据前几天对各县的农业生产调查,目前正值郊区早稻和棉花播种大忙时期。怕:大雨、暴雨;棉花播种气温要求在 14°C 以上,最好有连续三、五个晴天……”

“农业生产要不误农时”,小夏很有触动地自言自语道。然后他转过头来对老杨说:“我到农村去了几年,思想收获很大,对农业生产知识也懂得了许多。人误地一时,地误人一年。不失时机适时播种是保证农业丰收重要的一环。我们对当地的天气气候特点和农业生产的关系,通过生产实践逐渐学到了一些,那里农业生产情况和这里有许多不同。”

“你们处在农业生产第一线,对生产情况比我们更加熟悉。虽然我们也经常到农村去调查访问,学习老农看天经验,

接受贫下中农再教育,但终究时间太短,收获没有你们大。”老杨接着他的话说下去,然后转身去问了老李一声,又回来对小夏说:“老李说大约过半个小时再详细讨论一次。”

“刚才我有许多地方没听懂。有几个问题请你给我解释一下好吗?”小夏说着拿出了笔记本。

“好。”于是老杨请小夏到对面一个比较静的地方坐下来。

“什么叫外推?”小夏首先提出这个问题。

“外推是预报天气系统最普遍也是最简便的方法。”老杨一面说一面拿出笔和纸:“天气系统是每时每刻都在运动的。按辩证法观点,事物总是采取两种状态……”

“相对静止和显著地变动两种状态。”小夏抢过话就说:“当着事物的运动在第一种状态的时候,它只有数量的变化,没有性质的变化。”

“对。”老杨用笔在纸上画着说:“天气系统的运动和变化也是如此。它只有数量变化时,它的运动和变化通常是比较连贯的,在一定时间间隔内,它的平均移动速度变化不大,它的强度随时间的变化也往往是比较均匀的。根据这个道理,当天气系统处在量变的一定时间间隔内时,只要求出过去和现在的平均速度和变化趋势,顺时外延,就可以推知它未来的移动和变化,这就是外推法。”老杨本想举这次低压移动的例子,但考虑到低压尚未生成,思索了一会,设想了一个例子,继续讲下去:“例如某月2日早晨8时在武汉附近有一个低压中心,中心强度是995毫巴。也许你要问:3日早晨8时这个低压中心将到什么地方?中心气压是多少?在回答这个问题之前,我们必须调查一下这个低压过去情况。若它是从西南方向移动过来的,而且发现它过去的移动速度和强度变化基本上不随时间而变化的。那末,我们只要参考1日早晨

8时的地面天气图就可以推算出来了。”老杨指着图上点“2”说：“这是现在的低压位置，中心强度是995毫巴。点‘1’是1日8时低压中心位置，在重庆北面，中心气压是1000毫巴。过去24小时移动了 S_1 的距离，气压降低了5个毫巴。那末明天8时低压中心将到达‘3’的位置($S_2=S_1$)，也就是说移到钱塘江口，中心气压也将降低5个毫巴，即达990毫巴。”

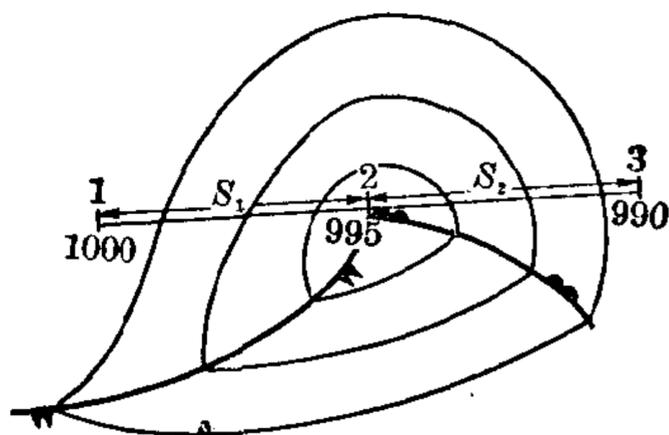


图 8-11 不考虑加速度时低压的外推

“天气系统的移动和强度变化往往是随时间而改变的，那怎么外推呢？”小夏提出了疑问。

“情况若是这样，那末外推就更复杂一些。”老杨另外画了一张考虑加速度时的低压外推示意图说：“起码要用时间间隔相同的三张天气图，才能获得比较准确的结果。这张图上1、

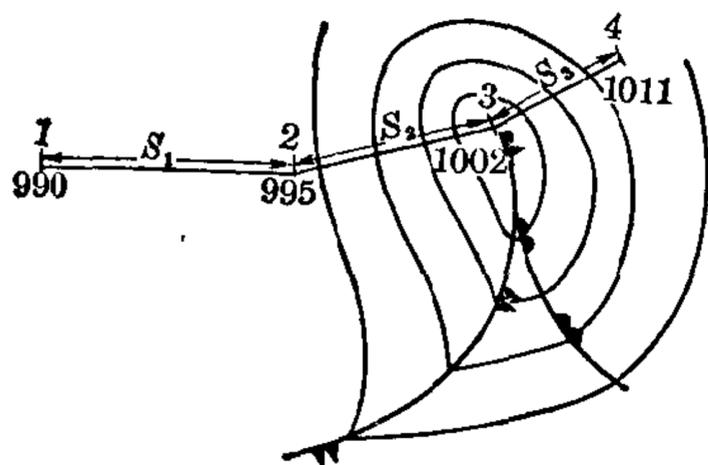


图 8-12 考虑加速度时低压的外推

2、3各点分别代表过去24小时、12小时和当时的低压中心的位置，相应的中心气压数值分别为990、995、1002毫巴。从 S_1 到 S_2 可看出它在作减速运动。假定在未来12小时内继续作这样的减速运动，

那末12小时后的低压中心也可以外推到‘4’的地方。中心气压也是根据外推计算，应该为1011毫巴。”讲到这里，老杨注视着小夏的圆脸，发现小夏正聚精会神地琢磨着图，根本没有

发现老杨的视线。于是老杨问他：“懂吗？”

“是否这样计算。”小夏从老杨手上接过笔，一面说一面在纸上写着：“ $S_3 = S_2 - (S_1 - S_2)$ ；同样道理，12小时后低压中心应为 $1002 + 7 + 2 = 1011$ 毫巴。”小夏放下笔抬起头望着老杨说：“对吗？”

“完全正确。”老杨为小夏这种好学不倦的精神鼓舞着。“刚才讨论天气时提到的700毫巴西部高压脊的移动，也就是这样外推出来的。锋面、西风槽、高气压等其他天气系统也同样可以外推。”

“就是说要在刚才讲到的前提下外推。”小夏接过老杨的话，并提出新问题：“那么，相似法在天气预报中如何运用？”

“刚才在会商时提到的产生锋面低压的地面天气形势和高空天气形势都与历史上某年某月某日某时的天气形势相似。”老杨一面说一面在纸上草草画了一张相似形势示意图，接着说：“举一个最简单的例子来说吧。图A和图B的低压位置、强度、锋面和主要一环高气压很相象，所不同的是图B多了一个小高压中心，少了一条正在消散的弱冷锋。”老杨边讲边标上了两个箭头。

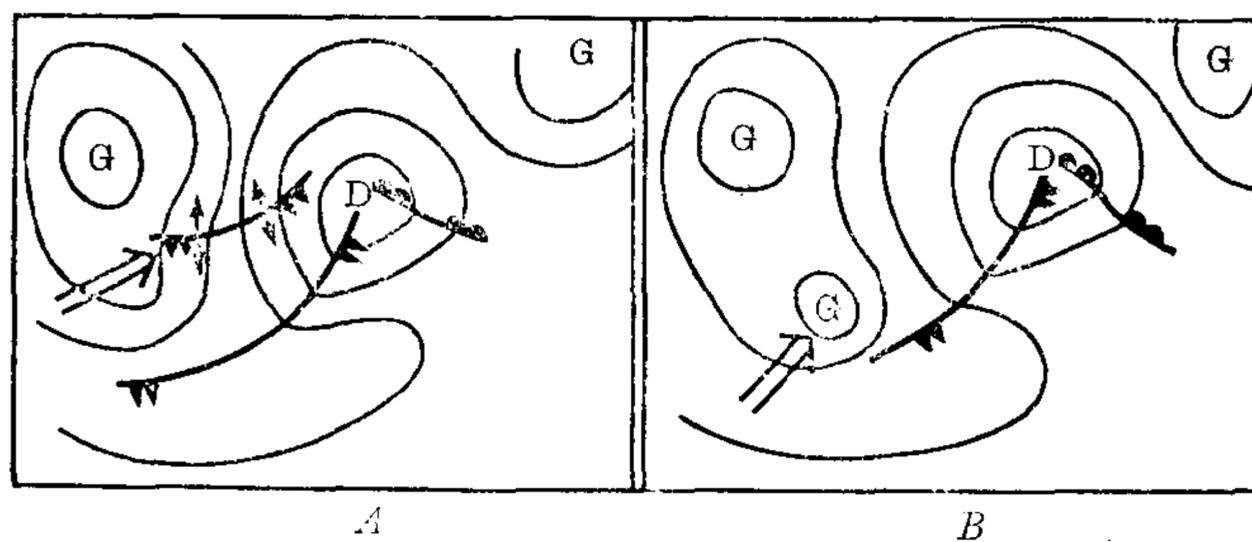


图 8-13 相似形势示意图

“找相似形势也是制作天气预报的常用方法之一。”老杨

放下笔继续说下去：“实际上，如果我们打开过去历史上所有的天气图，要找到天气形势完完全全相同的，就好象在全世界几十亿人口中找到两张完全相同的面孔一样是不可能的。说明天气变化是非常复杂的，这说明各种天气过程都具有其特殊性。但是，我们若仔细分析，抛掉一些微小的差异，那末，在同一季节，某一个范围内，一个或几个气压系统的形状、强度、移动等演变过程总可以找到一些相类似的东西。如果把这些相类似的天气过程归纳起来，就可以总结归纳出各种类型的天气模式，然后把各种天气模式下出现的不同天气配合起来，在日常的工作中参考对照，就能判断出天气形势的未来大致演变趋向。”

“我懂了。”小夏带着回忆的口气继续说：“相似不等于相同。刚才预报员老张的发言曾提到今天高空西风槽前的辐散和负变高强度要比相似形势中的强。这就是共性中的个性。所以这次低压产生要提前一些，也要强一些。”

“是这样的。”老杨点了点头，接着又说：“除此以外，分析天气系统的发生发展还有一个很重要的方法就是用辐散、辐合等流体力学的原理分析。关于这方面的知识，你看过第四章，我想你不难理解……”

“现在开始讨论了。”老李打断了老杨的话，说完后急忙走到会商桌前。

老杨和小夏的谈话也只好暂时告一段落，把凳子挪到会商的地方。

小夏突然发现什么似的轻轻地问老杨：“墙上增加了这么多照片做什么用的？”

“这是最新最近的气象卫星实况观测资料。”老杨顺着他指的方向看了一会又继续讲：“卫星照片上可以清楚看到云系

等情况，它对气压系统，比如台风、冷锋、低压等的发生、发展有一定的参考作用。”



图 8-14 接收卫星云图

“由于时间比较紧张，希望抓紧时间讨论。刚才已经发表过的相同意见就不再重复了。现在先请小吴发言。”老李说完后就坐下来。

“你先介绍一下郊区气象站的预报意见。”领导同志老丁插了一句话。

“我和郊县几个气象站讨论了。”小吴一面说一面走到挂着天气图的墙边：“他们的意见与我们大致相同，从单站气压来看，在连续下降；温度连续上升，湿度也不断升高。根据各站找到的气压、温度、湿度的指标，都反映有一次暴雨过程。”小吴说到这里，打开会商记录本继续说下去：“一些老农还观察到有钩钩云出现。根据‘天上钩钩云，地上雨淋淋’等经验，认为明天上午开始下雨，雨量较大。我们这里也发现了这种系统性的钩卷云。”小吴关上了记录本后又说：“根据卫星云图资料分析，在长江中游一带出现了低压快产生的征兆。另外，高空槽前西南偏西气流比较稳定，低压将在这引导气流作用下

向东北偏东方向移动；但因朝鲜和日本西部上空的辐合很强，高空高压脊移动不会很快，因此对低压移动速度有一定影响。根据计算，低压明天下午将移到长江口附近，市区、郊县普遍将产生暴雨。这次过程结束后将有三天以上的晴天，平均气温将升到 14°C 以上，有利于棉花播种。”这时小吴把自己的初步计算摊在桌上，预报员围着在看。

这时小夏轻轻问老杨：“引导气流与地面低压的移动有什么关系？”

“一般来说，低压移动速度是700毫巴风速的八成到十成；是500毫巴风速的五成到七成。”老杨简短地回答，接着又补充了一句：“但有时系统受到某种阻碍时，会影响速度。”

老张看完后说：“刚才和武汉气象台讨论，他们提供了许多重要实况资料，如武汉周围气象站气压下降较快，有些站最近风向在发生气旋性的转变。基本上同意我们的意见。渔场流动气象台访问了老渔民，都说这次是‘暴’，也就是偏北大风很强。他们已向渔业生产指挥部汇报了情况。估计今天半夜前所有的渔船都能返港避风。”

“数值天气预报情况怎样？”老丁同志关心地问道。

“数值天气预报算的情况是这样”，数值预报组老徐同志拿了两张预告图摊在桌上说：“明天下午低压中心将到达长江口以东的海面上，中心强度约为997毫巴……”。

“现在看来预报意见分歧不大。”老丁同志强调说：“越是在意见一致的情况下，更要注意是否有另一种可能性。另外，具体风力和暴雨情况再仔细讨论一下。”说完，老丁去找几位同志商量问题。

讨论继续进行着。“对这个低压过程的8~9级大风和暴雨根据各方面的分析，大家一致认为要有。具体什么时候开

始发大风警报，暴雨开始的时间，由各小组再详细讨论后发布。”老李带有总结似的发完言后，预报员就分散去讨论具体预报和发布办法了。

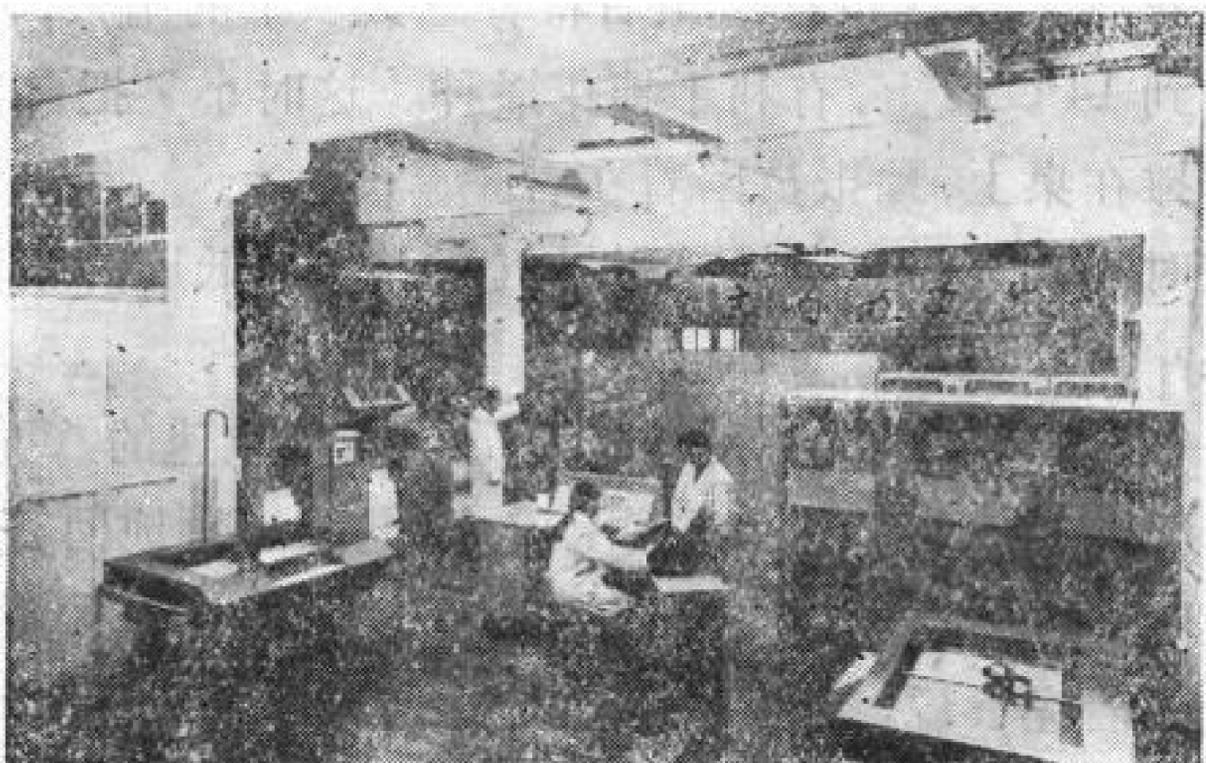


图 8-15 用电子计算机计算

“数值天气预报又是怎样做出来的？”小夏发现桌上一张数值天气预告图后，回过头来问老杨。

老杨环视一下周围，发现数值天气预报组老徐同志有空，就走过去请他给小夏讲讲。

“数值预报也叫做流体力学方法天气预报。是二十世纪五十年代才发展起来的一种较客观的预报方法。”老徐有条不紊地讲着：“它是把物理学中的流体力学和热力学的基本定律应用于大气的变化，这些定律可以用一组数学式子写出来，然后用电子计算机对这组数学式子求解，这样便可以预报在未来的任何时刻，在各地任何一个高度上的气压、温度、风向、风速以及降水量等……”

“为什么一定要用电子计算机运算呢？”小夏不理解地问道。

“因为在对这组数学式子作计算时,需要用到预报时刻各地方的气象观测资料,才能算出未来的天气变化。所需要计算的资料,数量相当庞大,如果没有速度很快的电子计算机,就无法及时做出预报。”老徐思索了一会,继续讲下去:“在1922年,有人曾经根据数值预报的数学式子用手摇计算机做过未来24小时预报。他证明,如果一个人24小时不停地计算,要64000天才能算出24小时预报。换句话说,要有64000人才可以和天气‘赛跑’。而用电子计算机在几十分钟内就可完成计算。所以,在没有电子计算机以前,数值预报只能是一种空想。”

“数值预报方法可以报几天天气?准确性怎样?”

“目前数值预报方法在某些方面已超过了天气图方法的预报。”老徐接着说:“但由于预报所依据的数学式子非常复杂,一般只能求出近似的解答;另外由于目前海洋、沙漠和高原地区,以及南北极地区,气象站很稀少,由于缺少这些地方的可靠资料,在计算中也会引起误差;还有,人们对大气运动的规律性至今还没有完全掌握。由于种种原因,数值预报目前一般只能预报5~7天,而且准确性还不十分高,有待于今后不断改进和提高。”老徐说到这里稍微停了一下,又补充了一句:“等会儿去参观电子计算机工作的情况好吗?”

“好。”小夏很乐意地点点头。老徐因有事走开了。

正在这时,也许是静下来的关系,服务组一只接一只的电话铃声特别引人注目。老杨陪小夏走到服务组,只听得几个服务员交错的回答和询问声:“喂!……是气象台。……港务局吗?……装运什么时候完成?……好!今天傍晚以前不会下雨,你们放心吧!”“长航公司老张吗?……今天有货驳船队开往九江?……好!等预报结论出来后立即告诉你。”“喂!我是气

象台。……是，我是小王，怎么！明天你们想晒粮食？不行！明天要下雨，可能还会有大雨、暴雨呢！……好，再见！”

“你们电话机这么多还忙不过来吗？”小夏不理解地问老杨。

“天气正常情况下还好，但是在天气转变的时候，比如台风来临前后，盛夏雷雨之前，电话特别多，十几只机子还忙不过来。”老杨还想说下去，这时看到服务组小王空了下来，就请小王简单地给小夏介绍一下服务情况。

“我们服务工作做得还不够主动。”小王谦虚地说：“电话主要是为市区服务。由于本市是我国重要进出口大港，海运局、港务局、客运总站、驳船公司、市轮渡、长江航运公司等等都需要了解大风情况，如果一有强烈的大风，船不能按时起航，对生产影响很大；突然下了雨，码头上的装卸任务就要受很大影响，对外贸易出口物资也要受雨淋而影响质量。粮食、棉花等许多仓库，也是怕大雨、大风，特别是台风季节更是需要预报。粮库晒粮食最怕突然来的雷阵雨，因此我们之间建立了非常密切的联系制度。夏季的高温，对高温车间影响很大，及早预报出来，主动向它们服务，就可以事先采取降温措施，保证抓革命促生产的顺利进行。每当大雾出现时，对整个市区的交通运输影响很大，事先预测出来以后，主动告诉交通部门，就可以采取适当的办法来补救。盛夏的雷电对供电部门影响也很大，有时雷击会造成停电，对工业生产危害严重，所以只要有雷击的可能性，我们都事先通知供电局，请他们注意，他们就可以做到心中有数。拿对生活很有关联的夏季冷饮和西瓜供应来说吧！每当天气一热，供应量就大大增加。为保证全市广大人民都能随到随买，天气突然炎热以前，我们事先都和果品、冷饮等有关单位取得密切联系。为了满足市区

居民及时了解天气预报,我们还和电话局合作,开辟了一个自动答复询问天气的电话。”小王稍为停了一会又说下去:“为农业生产服务,那就更重要了。我们采取的方式和市区服务不完全一样。比如说,我们和各个县气象站经常取得联系,对大的天气形势的演变我们每天详详细细地报告给站里。如遇重大的灾害性天气时,还要增加与各个县气象站的联系。除此以外,还及时向有关领导部门汇报,而且经常派预报员下农村去学习、调查,到现场服务……”

“不值班的全体预报员、服务员到服务组开个短会。”老丁的声音打断了小王的话。话音刚落,只见老丁和其他领导同志已经跨进了服务组。

不一会,预报员都来到了服务组。

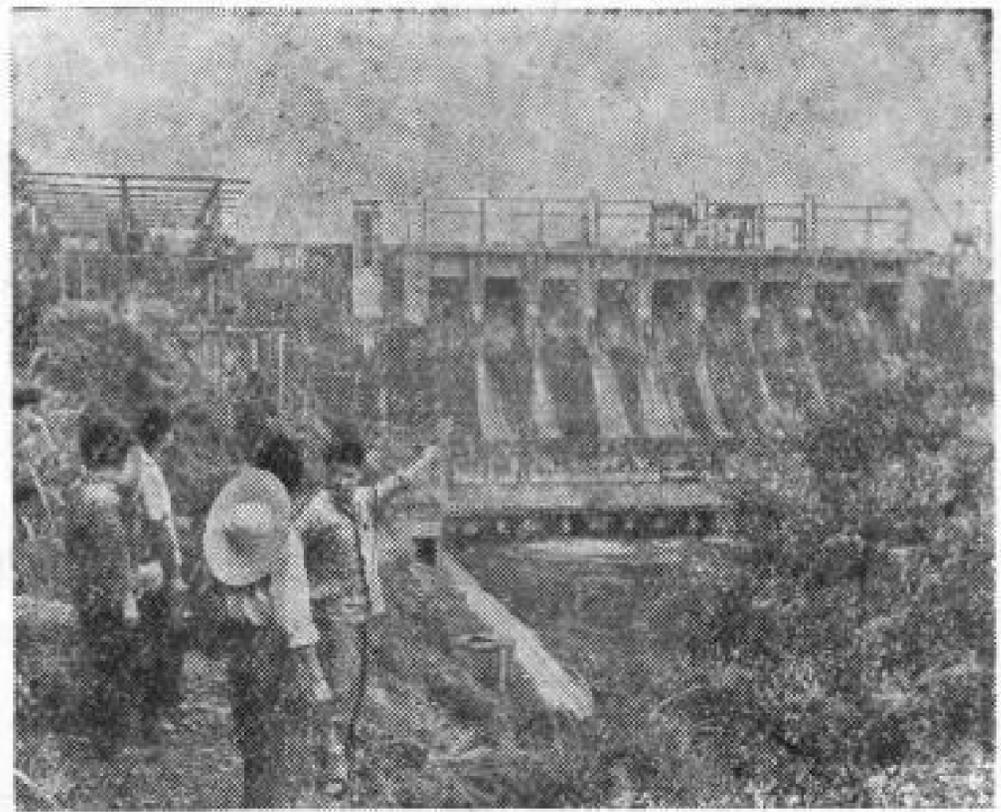


图 8-16 气象为水库服务

“同志们!”老丁大声说道:“现在正值早稻和棉花春播大忙季节。今年收成的好坏,首先看第一仗打得好不好!早稻已大面积播种了,棉花正待晴暖天气下种。气象是农业的参谋。刚才经过认真讨论,大风、暴雨灾害性天气明天就要袭击,怎么办?群众提出许多宝贵意见。经研究决定:立即向有关领导部门汇报天气;留一部分预报员在家坚守岗位,密切监视天气;雷达组同志也留下配合监视;其他同志分头到各县,与当地气象站取得联系,共同商量后及时向县委汇报这次大风、暴

雨过程。同志们这次下去，除了和贫下中农一同劳动、接受再教育外，还要虚心向他们学习抗灾斗争经验，以及看天经验。等棉花播种结束后回来交流经验体会。另外，抽两名预报

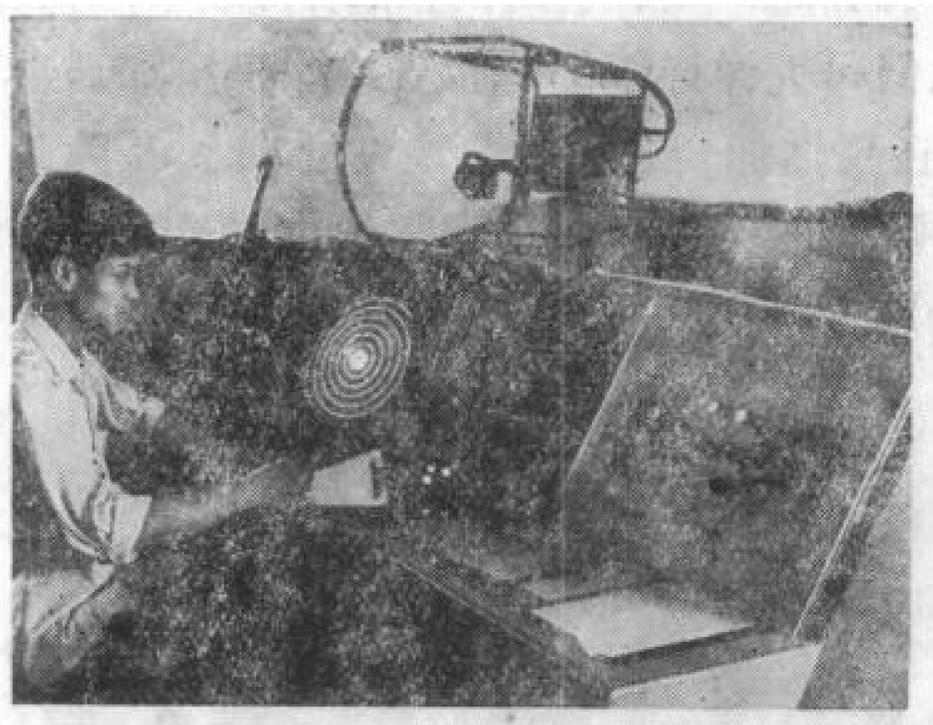


图 8-17 气象雷达监视天气

员和服务组同志到港务局、粮食和棉花仓库等地去搞现场服务。我们领导和大家一齐下去。同志们有意见吗？”老丁说到这里停顿了一会，说：“好，没有意见，立即行动。”

“小夏！”老杨很抱歉地对他说：“我马上到郊县气象站去，卫星接收、雷达、电子计算机等地方以后有机会再陪你去参观，好吗？”

“好！过几天等你回来后给我介绍一下气象站、哨怎样做好预报服务的，好吗？”小夏一面说着一面站了起来。

“好。不过，气象站、哨天气预报方法我的实践经验很少，最近刚学了一点，让我准备一下，回来后我们共同讨论吧！”说完，老杨送小夏出去。

一路上，小夏问老杨：“象这样强的低气压，过去你们预报也是这样有把握吗？”

“关于春季低压大风的预报，过去我们是有深刻的教训的。”老杨说：“有一年，也是春季，低压大风侵袭了我国沿海的一个大渔场。我们事先对大风强度预计还比较正确，并向渔场指挥部作了汇报，绝大部分渔船已回港避风。但由于时效上

报晚了一些,大约还有几百条船和数千名渔民来不及返港,受到了大风的威胁。后来是在海军的帮助下才全部返回渔港。”

“吃一堑,长一智么。”

“毛主席的哲学思想给我们开了心窍,指导我们去思考、分析问题。这一天渔场附近的天气系统的主要矛盾表现为高压与低压之间的矛盾。矛盾的一方是处在辽东半岛的一个高压系统,中心强度达 1021 毫巴;矛盾的另一方是位于杭州以西的一个低压系统,中心强度是 1000 毫巴。一个高压与一个低压碰头,气压差又大,矛盾就十分尖锐。同时,这个低压又正向长江口附近移动。高压同低压不仅靠得很近,而且运动的趋势是越来越近。因此,从现象上去推断,这次大风的未来风势确实将越来越大。观察任何事物都要透过现象看本质。象这样一种情况,应先分析高压所处的形势:在它的前方原来一个大低压在减弱、东移;另外,在高气压的后方,也有一个大低压在发展,因此,没有新的冷空气补充到这个高压中来,它的趋势是减弱、东移。再从长江口那个低压的变化趋向来看:这个低压的上面,高空是空气很密集的辐合区,就象一顶厚厚的帽子扣在个低压头上,使它不能进一步发展;等等。经过这样一番的研究,知道由于高压和低压的气压差在减小,两者的距离在拉开,尽管目前风力在十级以上,但已经处于高峰。这才是抓住了本质。通过这次分析,我们尝到了甜头,于是经常用毛主席的哲学思想来总结预报的成败,大大提高了预报准确率,特别是对寒潮、台风和低压的预报。但是,有时我们对局部、小范围的天气还报不太准。尤其是夏季的局部雷阵雨,到底局部在哪里?心中还没有底。因为这种天气的局部性太大了,这就需要气象站和气象哨根据当地的具体情况进行预报服务,来弥补大台用天气图等方法预报的不足。”

老杨和小夏已经走到门口，小夏转过身来含着微笑紧握着老杨的手说：“再见！祝你们这次预报服务取得完全胜利！过几天若有空再来找你们。”

“好！再见！”老杨站在门口目送着小夏。小夏以雄健的步伐向大路上走去。

第二节 气象站预报中的辩证法

这两天小夏可能又要来了，怎么给他介绍呢？老杨回想几天来到气象站、哨去搞现场服务，又学到了许多知识。打开笔记本，重温了早春到各地气象站、哨学习的好经验，如何介绍心里似乎有了些底。于是决心还是从所搜集到的一些实际例子谈起。不过在谈之前，必须把单站天气预报中常用的几个工具和方法简单地讲一讲。按照这个思路，老杨一口气把要介绍的几种常用工具和方法写了下来，作为介绍的部分提纲。

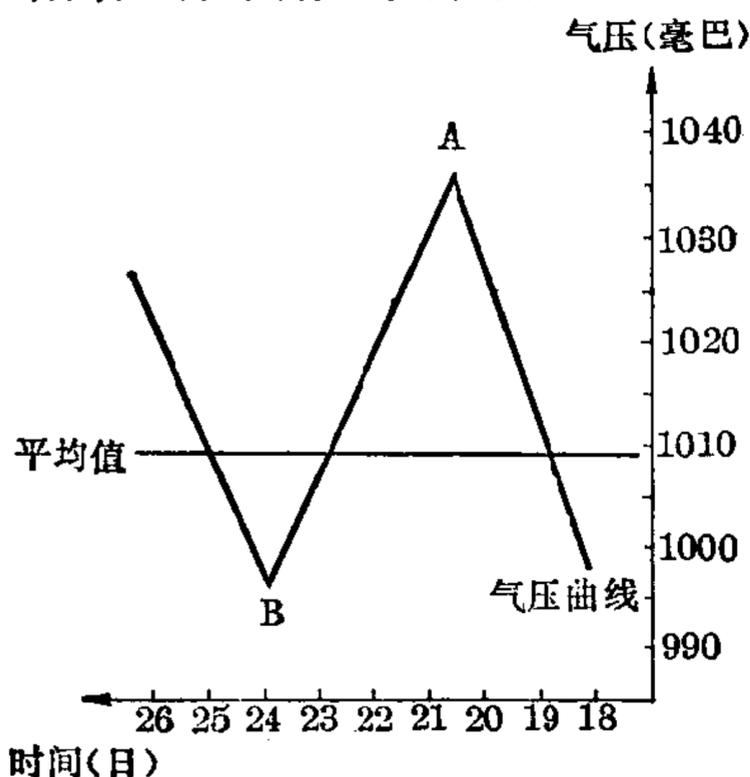


图 8-18 气压曲线图

几种常用工具和方法

单站天气预报的工具很多，最常见的有：气象要素时间曲线图（简称曲线图）、点聚图和单站要素时间剖面图等几种。

曲线图：如左图所示。取横坐标表示时间，纵坐标表示气压、温度、湿度等要素，逐日地根据要素值的坐标在图上点上点子，把同一要素的点子逐点连

成曲线，这种图叫曲线图。根据需要，可将风、一日中有代表性的天气现象和天气系统符号填在图的下边。左上图是气压曲线图。若把纵坐

标改为温度(或湿度),则是温度(或湿度)曲线图。还可以把这三个(或多个)要素点在一张图上。图中横直线是平均值。比如说,常年三月份平均气压是 1010 毫巴,就在图中 1010 毫巴值上画一条平行横坐标的直线。那末,从图中可以一目了然地看到当地气压随时间变化的特征了。A 处就象高高耸立的山峰一样,称气压峰; B 处象山峰之间的峡谷,称气压谷。明显的气压峰一般能反映天气图上的高气压系统影响本站,天气多晴朗;深的低谷通常反映了天气图上的低气压系统影响本站,常有雨、雪等天气现象出现。在单要素或多要素曲线图上,通常根据前期的要素特点,寻找与未来晴雨等天气的相互关系,所找到的相关规律,就是预报指标。这是气象站最常用的预报方法之一。

点聚图:它是反映未来某种天气现象同前期一个或几个有密切关系的气象要素之间的相关图。例如,经验告诉我们:今天气温的高低和湿度大小与未来短期内晴雨有密切关系。于是就取横坐标为气温,纵坐标为湿度,然后将历史资料逐个在坐标图上找出对应的位置。在这个位置上标明未来无雨(用×表示),或有雨(用·表示,也可用不同颜色表示)。这样,从图中可以看出同一符号的点多聚在一起,然后在它们的分界线上画上线条,如右图。根据今天的气温

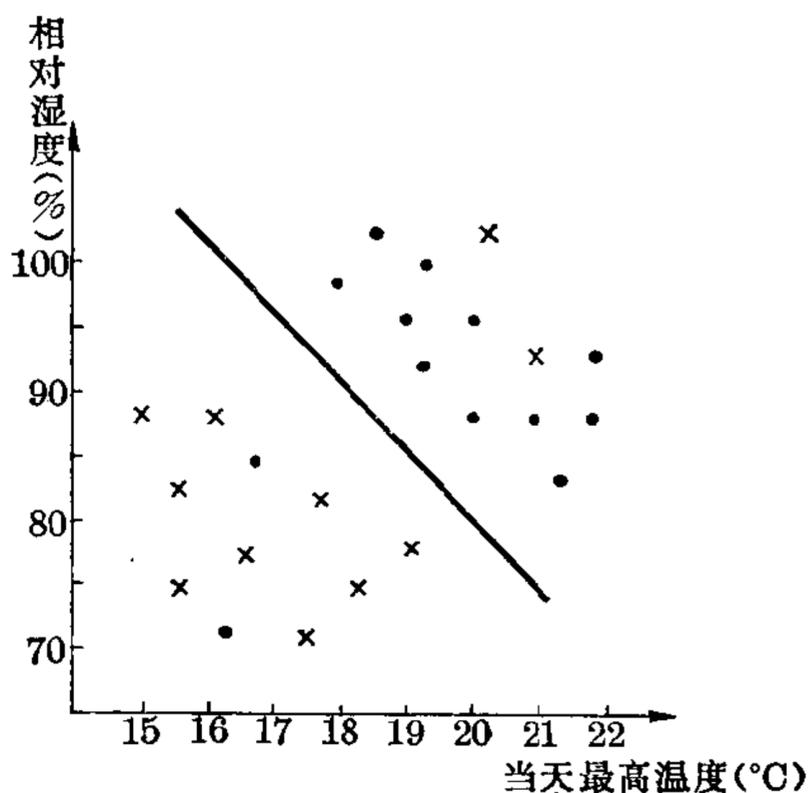


图 8-19 两因子直角坐标点聚图

和湿度具体数值点到图上,看它落在那个范围内,就可预报未来短时期内是否下雨。这也是常用的工具和预报方法。

点聚图也可用三个以上多因子来制作。

单站要素时间剖面图(以下简称剖面图):取纵坐标为一日中各次观测时间,按先后自上而下;取横坐标为日期,按先后自右向左。然后将各次观测记录如气温、气压、露点、云、风、天气等,按实况依日期和时

间填入相应位置，这就是剖面图，如下图。沿剖面图的横坐标方向，是反映气象要素的日际变化；沿剖面图的纵坐标方向，是反映气象要素的

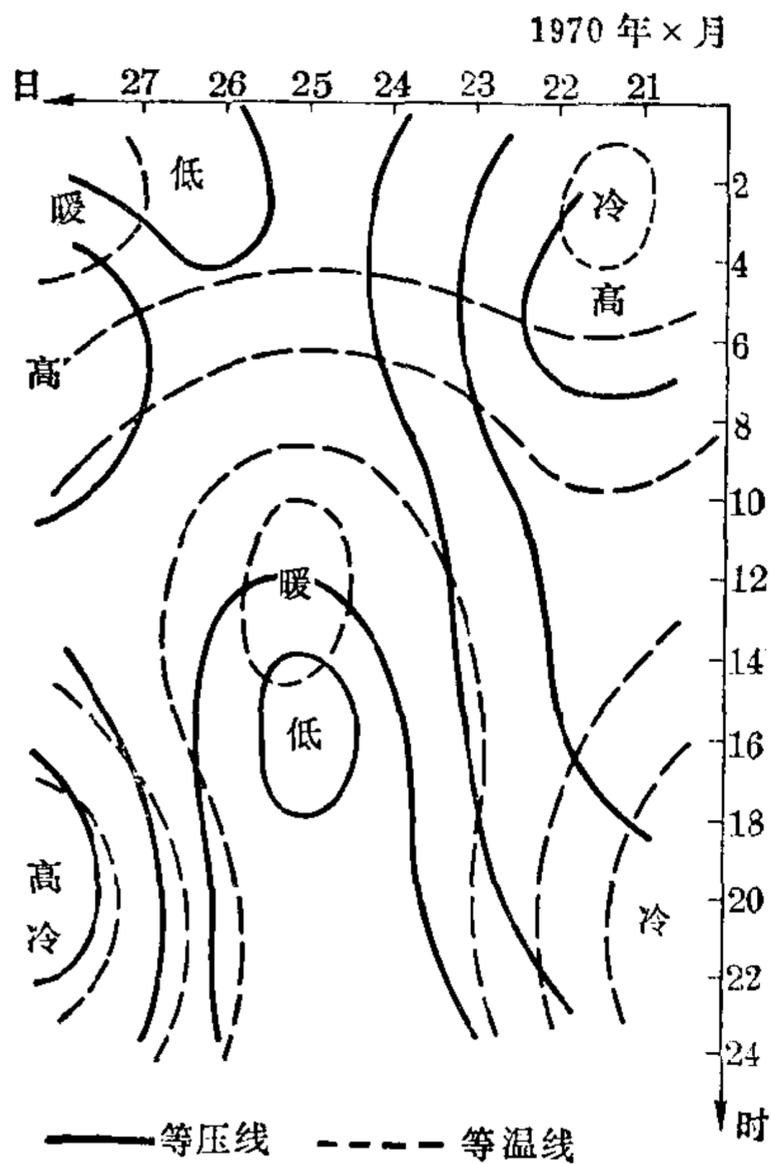
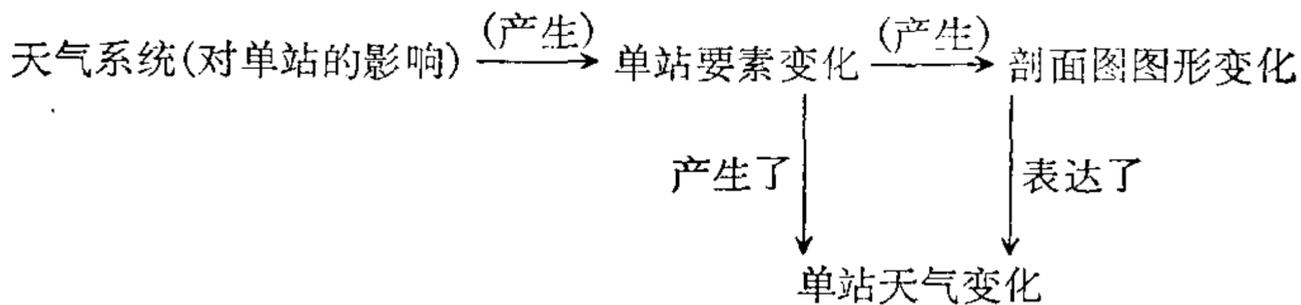


图 8-20 单站要素时间剖面图

日变化。当天气图上有低气压、高气压移动时，反映在单站剖面图上也有明显的相应变化。所以它和天气图一样，是以不同的方法反映大气运动形式的一种工具。所不同的是，一张天气图只能反映出同一时刻的气象要素和天气系统的水平分布；用许多张连续时间的天气图才能反映天气系统的移动和对某地影响情况。而剖面图是用同一地点气象要素随时间的连续变化反映天气系统对本站的影响情况。当然，这两者是有很大区别。例如剖面图上的高压中心，就不等于天气图上的高压中心；同样是高压中心，其实质含义不同。然而，

对单站来说，剖面图有许多优点，凡是天气图上能反映出的影响本站的天气系统，剖面图也都能反映出来；不同天气系统影响本站，将使本站出现不同的天气。

以上这种内在联系，可以简略地作如下表示：



特别是在高原地区和南方的夏季，当天气图上不易分析出明显的

系统时,剖面图却能显示出它的作用。因此,如果说天气图及卫星等具有在某一时刻“站得高,看得远”的优点,从而便于分析外来影响系统的话;那末剖面图就具有看得连贯、单站分析得具体细致,更便于从本站要素变化去找出天气变化的规律性。

除此以外,还必须以群众经验为线索,从气象要素中寻找韵律、相关、周期等各种指标,做为天气预报的指标。

简易天气图形势预报方法:目前各县气象站都有一定范围的地面天气形势和700毫巴天气形势素描图各一张。根据气象台的天气形势广播,图中标有等压(高)线,高压、低压、槽、脊系统的位置和强度,以及锋面和雨区。利用上述资料来判断天气形势变化的基本方法,目前大致有外推法、相似法,应用引导气流作形势预报(与气象台预报方法中基本相同)。另外,还有变高、变压法,统计资料法等。

变压、变高法:用变压、变高对气压系统进行预报的方法。气压系统过去的移动和强度变化所产生的变压或变高的分布特点,对气压系统未来的变化是很有指示意义的。目前,有些气象站只有地面和700毫巴形势图,不能用各地台站的气压变化制作变压图,但也可以比较粗略地分析变压、变高的分布特征,并同本站24小时变压、变高结合起来使用。这对单站天气预报是很有好处的。

变压(变高)图的制作方法是把今天和昨天同一时间地面(700毫巴)天气图上的同等数值等压线(等高线)的位置相比较,分析出降压区和升压区及其变化最大的位置。或者是将通过某一地的等压(高)线数值减去昨天的数值,便得出该地的变压(高)值,然后把相同变压(高)值的点用线条联结起来,便得到一张变压(高)图。有条件的站还可以从广播中抄录一些天气图上的测站记录,这样变压变高就很容易做出来,而且比较正确。

根据经验,变压(高)对气压系统未来变化的影响有下列几种情况:

700毫巴高压(脊)是向正变高中心移动的,低压(槽)是向负变高中心移动的。

700毫巴槽线前后分别有一个负变高和正变高中心时,槽的移动较快。

当700毫巴脊的西北方有负变高，并且此负变高不断加强时，此脊将减弱。

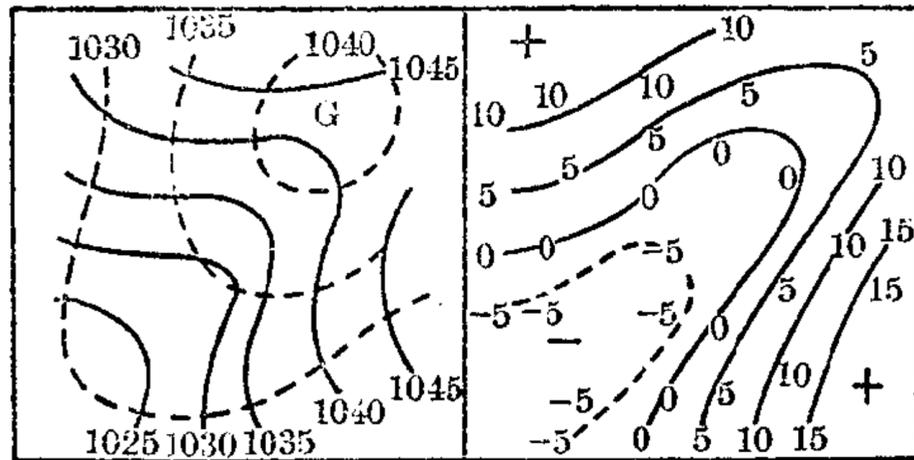


图 8-21 24 小时变压图的制作

左图中：——现在等压线 - - - 前 24 小时等压线

700 毫巴正(负)变高中心在脊(槽)之后，此脊(槽)移速极慢，甚至有所倒退。等等。

实践经验表明，变高(压)的分布特征对单站天气也很有指示作用。例如，华西出现正变高(压)，或东亚沿海出现负变高(压)，长江中下游地区未来天气易转晴；反之易转雨。等等。

统计资料法：应用天气系统的统计资料来作天气形势预报的方法。天气系统的统计资料一般包括低压、高压、槽、脊、锋面的移动路径、平均速度、系统中心强度、极值和出现频率。这些统计资料在实际使用中是有参考价值的。例如，从大量统计中得知，春季冷锋从南京到上海的时间平均为 3~6 小时，而在冬季移动就快，平均只有 2~3 小时，等等。这对我们在不同季节做预报时是很有用的参考数据。

当老杨刚把这些内容写好，考虑下一步该如何向小夏介绍时，突然，老朱引着小夏进来了。老杨热情地跑过去握着小夏的手。

“刚才我正在写些提纲”，老杨一面说一面请小夏坐：“但由于自己学习得不够，不知道怎么写下去了。”于是老杨把写好的一部分递给小夏：“你看看，这样介绍能行吗？”

小夏认真地看老杨写好的部分内容。

老朱把茶水摆在小夏面前。

小夏看着，脸上露出了微笑：“基本上能懂。不过工具是死的，我们必须以辩证法为指导，灵活掌握这些工具和方法。请你们给我介绍一些生动的事例。”

加强调查研究，获得第一手资料

“这次我们出去调查研究，确实看到不少先进事例。”老朱接着说：“广西崇左县气象站就是其中的一个。他们认为，要做好单站预报服务，首先要有一个正确的思想。他们认真学习毛主席的《实践论》等光辉著作，放下架子，拜贫下中农为师，进行调查研究，搜集了几百条群众看天经验，并以此为线索，结合单站气象资料，如曲线图、点聚图和剖面图等进行分析，制作了多种天气预报工具，找到了许多预报指标，大大提高了预报准确率。”

“当然，他们一开始也遇到过困难。有一次，他们不加分析地用‘今日热得很，明日下雨靠得稳’这条群众经验直接做预报，结果相反，越热越早。”老杨接着说。

“错在什么地方呢？”小夏提出了疑问。

“他们对照气象资料进行了分析，发现：热有闷热、干热之分；又闷又热，说明空气湿度大，才有雨下；光热不闷，越热越早。这个分析给他们很大启发：运用老农的经验，一定要结合本站的气象资料，经过由此及彼、由表及里的分析验证，加工提高。而且必须经反复实践，才能真正理解。”

分析影响本地天气的内因和外因

“气象站的同志到革命实践的广大工农兵中去，思想觉悟有了很大提高。同时在与天奋斗的过程中，努力学会使

用辩证法,这方面的事例越来越多。”老杨高兴地站了起来,走到窗前,望着东方一轮红彤彤的太阳。

“广大气象工作者,以辩证法来指导预报实践。崇左县气象站的同志运用毛主席关于‘外因通过内因而起作用’的教导,分析一次台风有无影响,是一个生动的例子。”

“你给小夏详细介绍一下吧。”老杨对老朱说,回到了座位上。

“好。1969年7月,崇左县人民正在紧张抗旱,这时区气象台一连几天预报桂南地区受台风影响,有中到大雨,局部地区有暴雨。崇左正处桂南,要是果真下这么一场大雨,旱情可以大大缓和了。但是,大雨到底来不来?要不要继续抗旱?县革会和全县人民正等待着气象站做出肯定的回答。这个难题摆在他们面前。他们认真细致地进行了调查,分析研究,发现台风影响广西,有时崇左有大风大雨,有时只有大风没有雨……”

“为什么会出现这种复杂情况?”小夏插问。

“为了寻找科学的答案”,老朱解释说:“他们辩证地分析归纳,终于发现了这样一个现象:台风即使影响到了广西桂南地区,但崇左本站只要连续三天的中午绝对湿度没有超过一定数值,则台风雨不大。这个事实使他们认识到,虽然造成大雨、暴雨的外部条件,也就是天气图上台风的大形势有了,而本站的气象条件没有达到,台风暴雨不会出现。于是根据本站绝对湿度小这一内部因素,大胆发布了只有小阵雨的预报。他们向县革会作了汇报,全县抗旱斗争进一步掀起了高潮。”

“单站预报鲜花开,百花齐放春满园。”小夏兴奋地说。

抓住影响天气的主要矛盾

“气象站做预报是个新生事物,研究所的同志,不再关门

搞研究,他们来到基层台站,共同进行研究。”老杨翻开笔记本有记号的一页,对小夏说:“中国科学院大气物理研究所和上海市嘉定县气象站的同志一起,以群众经验为线索,用辩证法进行分析,总结当地春季连阴雨的形成和预报指标,也是一个很好的例子。”

“春季连阴雨是不是天气图上冷暖气团势均力敌时造成的一场持久战的结果?”小夏运用学过的知识打断了老杨的话说。

“对。”老杨接着说:“以单站资料来说,造成春季连阴雨的表现形式与天气图有所不同,但其实质完全一样。”讲到这里老杨停了一会,先问小夏:“你看,在单站资料上表现出来的矛盾有哪些?”

小夏稍加思索后说:“高温与低温;干与湿;北风与南风;高气压与低气压;晴和雨;还有……”

“还有气流与地形,受太阳加热的地表与大气层,冷空气和暖空气。”老杨补充说道。

“按辩证法观点,人们要善于观察和分析事物的各种矛盾运动,并根据分析,找出解决矛盾的方法。”老朱插话。

“这么多的矛盾,他们一定是从抓主要矛盾入手,然后迎刃解决其他问题。”小夏语气十分肯定。

“对!他们通过对诸矛盾的分析”,老朱继续说:“认识到最后三种矛盾是比较本质性的矛盾,是造成单站温度、湿度、气压、风及晴雨等现象千变万化的原因。例如,受太阳加热的地表与大气层的矛盾可以产生空气团内部的热对流,从而造成高温、大风和降水。又如,气流受地形阻挡可以产生某种盛行风向和降水。另外,冷空气来自北方,因而在单站上常有北风、寒冷、干燥、高气压相伴随……”

“而暖空气来自南方，在单站上就表现为南风、温暖、潮湿、低气压，对吗？”小夏胸有成竹地抢过老朱的话说完后反问了一句。

“对。”老杨接着往下讲：“冷暖空气矛盾激化时便形成雨。可见，以上列举的诸矛盾中前面五种矛盾是现象，后三种矛盾是本质。”

“那末，地形是固定的”，小夏放下笔若有所思地说：“只是由于侵入当地的冷暖空气性质不同，地形产生的天气现象才有所不同。”

“完全正确。”小夏善于学习、分析问题的精神把老杨的视线吸引到他那红彤彤的圆脸上。片刻，老杨忽然想到话还未讲完，又继续说下去：“空气团内部对流也因空气性质不同而大有差异。所以，在冷空气团与暖空气团、气流与地形、受太阳加热的地表与大气层这三种矛盾中，起决定作用的是冷、暖空气团这一对矛盾。”

“既然形成连阴雨的主要矛盾是冷暖空气团的矛盾，那末，这一对矛盾一定贯穿于整个连阴雨发生、发展的过程中”。小夏很有把握地插话。“群众经验中有许多谚语形象而生动地描述了这个矛盾，例如，‘南风不过三，过三有几天’。”小夏又补充了一句。

“这是矛盾运动的必然规律。”老朱接着小夏的话说：“但是，在这个过程中各个不同时期矛盾的主要方面发生变化，情形又有所不同。因此还必须注意分析连阴雨发展过程中的阶段性，否则就不可能适当地处理矛盾，也就不可能报准连阴雨。”

“他们在实践中发现”，老杨打开笔记本上描绘的几张曲线图，指着图对小夏说：“从单站资料来看，绝大部分连阴雨形

成前期,约十天以前,有一次强的冷空气活动,反映在气压曲线图上有一个明显的峰值,气温降低。这对于预报连阴雨的出现,特别是对中期预报有着十分重要的指示意义。这是连阴雨即将开始的‘讯号’……”

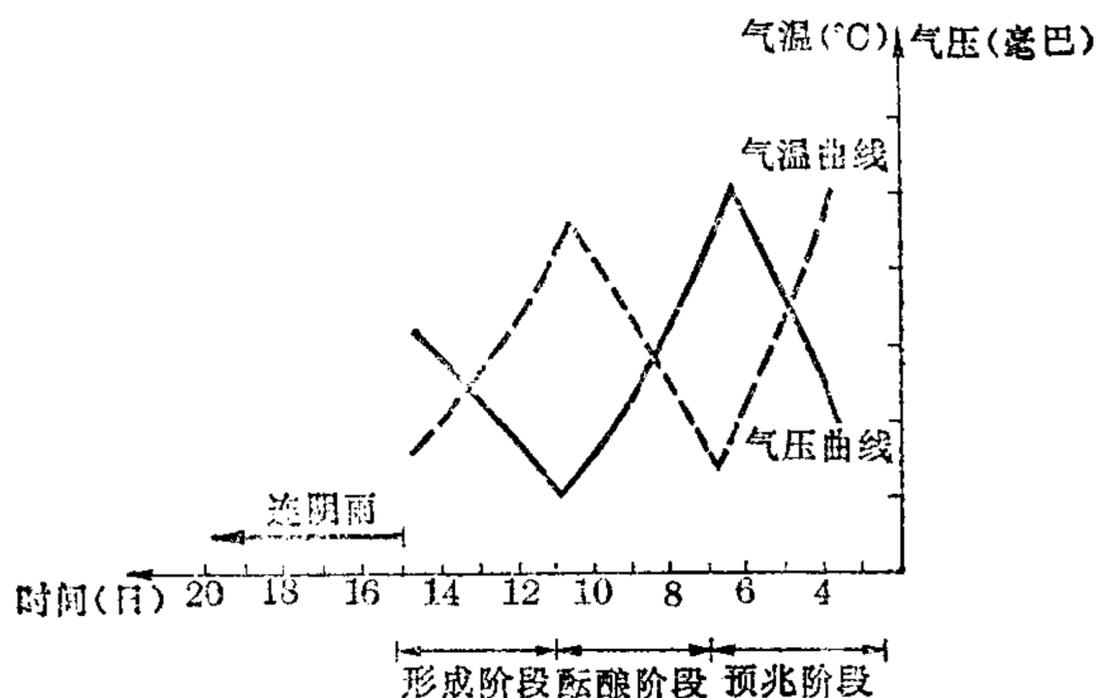


图 8-22 春季连阴雨预报示意图

“我有一个问题不明白:‘讯号’和‘指标’有什么区别?”小夏又打断老杨的话问。

“‘讯号’是指某一现象出现后,它告诉我们:连阴雨就要开始了。但什么时候开始,必须找其他条件,这些条件就是‘指标’。明白吗?”

“明白。”

“如果这次冷空气东移出海之后,又来一次强暖空气,使长江流域在偏南风控制下,暖而湿,气压降低,为连阴雨的形成为连阴雨的形成准备了充分的条件。以后接着再来一次冷空气,连阴雨就形成。”老杨指着图上气压、温度曲线变化情况讲解道:“因此,可以把连阴雨的形成分为三个阶段:预兆阶段,即前期冷空气南下阶段;酝酿阶段,即暖空气北上阶段;形成阶段,即第二

次冷空气南下阶段。由此可见，贯穿连阴雨形成的全过程是冷、暖空气团矛盾斗争的过程，而且在不同阶段矛盾的主要方面发生转化。于是，他们抓住前期南下的冷空气，作中期预报；抓北上的暖空气，作短期预报。在不同阶段抓矛盾不同的主要方面，预报准确率大大提高。”

“运用这些哲学观点，不论南方或北方，同样能指导预报思路，提高准确率。例如北方黑龙江省集贤县气象站也运用了 this 观点，在建立预报模式时，把一次降水天气过程划分三个时期分析，即孕育期、发展期和影响期。孕育期里看征兆，发展期中抓指标。用这种方法建立模式，阶段性清楚，指标明确，容易发现，不易漏报。同时还便于与天气系统结合，与中期预报结合。比如 1973 年 9 月 24 日，在剖面图上低压后部西南风出现了中心，符合高压型连阴雨预报模式的孕育期征兆；25 日到 26 日在曲线图上气压连续上升，反映了过程明显发展；到 27 日剖面图上出现高压中心，早晨转东风，符合模式发展期中的转化指标。他们根据这些科学分析，果断地发布了 28 日开始有一场连阴雨天气的预报。实况是从 28 日开始到 10 月 1 日，连续降水共 57 毫米，为农业生产当好了参谋。”老朱也补充了一个例子。

寻找天气转变的条件

“记得在《人民日报》上介绍过崇左县气象站用毛主席哲学思想管天的先进事迹。除了前面讲的几个例子外，他们又是怎样来寻找天气转变的条件？”小夏问。

“在一九七一年，他们在报上介绍了运用毛主席哲学思想管天的体会。”老朱解释道：“他们还用矛盾转化的观点来分析天气变化。例如，根据‘南风吹得紧，北风来还礼’的群

众经验,又分析了剖面图等气象资料,发现:寒潮,也就是北风到来之前,崇左地区多是连续刮南风。他们想,南风和北风是一对矛盾,矛盾着的对立的双方互相斗争的结果,无不在一定条件下可以互相转化的。他们运用这个观点,紧紧抓住南风和北风,即冷暖气团激烈搏斗而形成‘南风吹得紧’这一特点,去寻找转化的条件。发现:如果白天南风风力大于每秒4米,而且连续刮4天到6天以上,天气就会转变,就会有一次来自北方的寒潮影响崇左地区。”

“寒潮影响崇左,当地天气究竟怎样?”小夏抬起头问道。

“他们通过调查研究”,老杨接着老朱的话说:“了解到寒潮有时只刮一阵北风就过去了,有时连续出现低温阴雨天气,持续天数很长,危害春播。如何才能报准这种天气?他们又从‘北风大,好晴天;南风大,坏雨天’的农谚中得到启发,通过分析研究,认识到北风大,即寒潮强,云雨散得快,阴雨天气维持不会长;而南风大,则相反。冷暖气团这一对矛盾,如同两军相争,强者胜,弱者败。它们斗争的结果,就关系到天气的晴雨。于是查阅了九年历史资料,统计了大量数据,经过一次又一次的分析研究,终于找到了冷暖空气这对矛盾互相转化的一个又一个条件,即预报寒潮天气和寒潮维持时间长短的各种指标数据。”

“是否能讲得具体些?”小夏放下笔望了望老杨。

老杨思索了一会,找了一张纸,用铅笔在纸上画着。小夏干脆站了起来看着老杨画。老杨指着图对小夏讲:“例如,在单站资料曲线图上,气压连续下降4天以上,达到998毫巴以下,也就是下降到‘A’点处,同时气温上升到28°C以上,也就是上升到‘B’点处,配合相应的南风条件,也就是图中23~26日吹南风,寒潮南下影响崇左地区才会造成低温阴雨天气,从

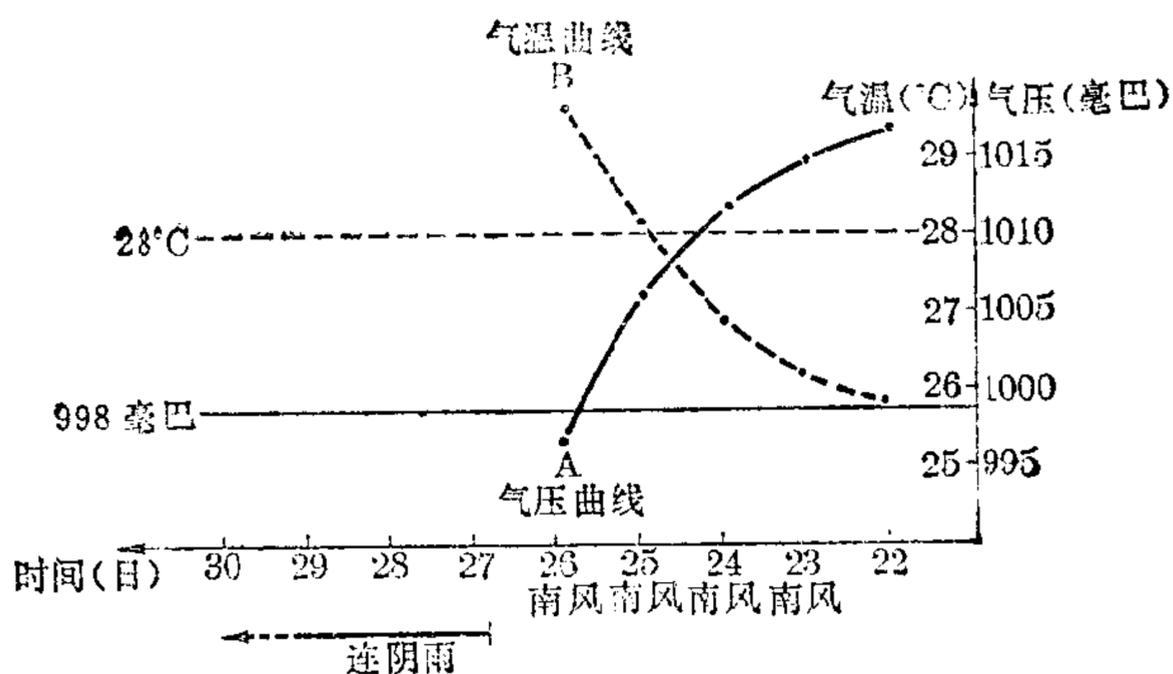


图 8-23 预报寒潮示意图

而大大提高了预报准确率。”

“这样讲懂吗？”停了一会，老杨望着小夏问。

“出现低温阴雨的时间是否从 27 日开始？”小夏指着图上的日期问。

“对。大约 27 日前后开始。”

注意气象要素的量变

“你刚才说气压要连降 4 天，到达 998 毫巴以下，气温要升到 28°C 以上，配合南风，才能造成低温阴雨天气。为什么气象要素一定要升降到某一特定的数量？是不是包含着数量和质量辩证关系？”小夏仔细看着老杨画的预报寒潮示意图，追问了一句。

“对！任何物质都表现出一定的数量，数量变化达到一定程度，就会发生质量的变化。”老朱高兴地代老杨作了回答。“气象员特别注意气象要素的突然变化。例如，1969 年 5 月 14 日，崇左县连续下了三天中雨后，立即出现日暖夜寒、温差很大的现象。他们把‘日暖夜寒，东海也干’这条农谚，结合气象

资料进行分析，发现有一天昼夜温差在 10 度以上，次日就雨止转晴。为什么温差较大时就发生天气变化呢？这里有个数量关系。于是，他们运用了量变可以转化为质变的这个哲学道理，普查了 5~9 月期间的所有资料，终于找到了这个现象的一般规律。当时，根据前几天已连续下了三天雨，但第二天，即 5 月 18 日，白天和晚上的温差突然相差 11°C 多，他们认识到，这个温度数量的变化，反映了天气的突变，阴雨天气一定会结束，于是大胆预报 19 日雨止转晴天。事实证明，预报正确，对本县继续抗旱提供了可靠的天气依据。”

预报特殊天气要注意对特殊性的归纳

“夏季的雷雨又是怎样预报的？”小夏换了个问题问道。

小夏的问题使老杨回想起今年早春到广西武鸣县气象站去学习时的情况：“1973 年 7 月 19 日夜里到 20 日早晨，武鸣县下了一场暴雨。区气象台根据天气图分析，事先没有报出来；地区气象台也未报下雨。但武鸣县气象站却在 19 日很有把握地报了出来，主动服务，避免了已收割好的早稻遭受雨淋。”

“他们是怎么预报的？”小夏迫不及待地问。

老朱针对小夏提出的问题，打开笔记本指着图说：“造成暴雨的天气过程是千差万别的。每一次下雨过程都有它的普遍性，但又都有它们的特殊性。普遍性寓于特殊性之中。一切暴雨过程以及它们出现之前的征兆也都有普遍性可找的。武鸣站运用这个哲学思想，从剖面图和大量历史资料中，将大雨、暴雨许多个例的特殊性进行分析、比较，从而归纳出出现大雨、暴雨前的等压线图形、模式和条件，找到了普遍性，然后再运用这普遍性去预兆特殊天气。例如 19 日那天，他们发现剖面图上前几天出现的‘正盖帽’型，到 19 日转为‘完全

低压’型了……”

“什么叫‘正盖帽’和‘完全低压’？”

“它们是剖面图上的一种气压图形。例如‘正盖帽’即在低压上面有一个完整的高压，仿佛是盖在低压头上的帽子一样，因而得名；‘完全低压’则是图上这几天完全被低压中心所控制。再加上具体数值条件，根据历史资料归纳，凡出现这种模式和条件的，1~2天内有较大的降水。”

“他们就根据这个依据做预报？”小夏进一步问。

“这仅是依据之一。”老杨指着图上的系统接下去说：“19日下午，天气图上还分析不出锋面来，但是他们从剖面图上发现26°C的等温线在上午已维持了4天，而到19日26°C等温线突然在图上不见了，气温升得很高。这种气温的突变，是冷锋逼近本站前的征兆。根据历史资料统计，在一定型式下出现这种征兆，则24~48小时内将有冷锋面影响本站，天气转雨。在夏季，则雨量较大。”

“同时，他们还注意了各种工具配合使用。”老朱补充道：“例如，那天他们还观测到蚂蚁堆窝，卷云从北方发展而来，云量增多，特别是浓积云发展旺盛，成‘对称云堆’，即在当地浓积云从东面和西面同时发展起来，这种特殊现象，预示当天将有大雨到来，等等。在这些充足依据面前，他们大胆发布了今晚到明天有大雨的预报。事实证明，利用单站剖面图等资料，可以弥补天气图的不足，充分体现了单站天气预报有其优越的一面。”

具体情况作具体分析

“我国单站天气预报服务真是朵朵鲜花满园开，万紫千红争相妍。”小夏高兴地说。

“是的。崇左县气象站并不盲目套用指标。对具体情况作具体分析。”老杨说道：“例如 1973 年 9 月 6 日，地区气象台预报桂南地区将受十三号台风影响，台风于 7~8 日在东兴登陆，桂南地区将有 6~7 级、阵风 8 级的大风，并伴有大到暴雨。专区台并接连打了三次长途电话给崇左站，强调指出：这次台风范围虽小，强度强，破坏力大，移动快，千万不能麻痹。崇左站很重视地区台的意见，以高度警惕密切注视这次台风的动向。经认真分析研究，发现这次台风影响崇左造成大风暴雨的有利因素是：台风中心已经在北纬 20.1 度，东经 112.6 度，进入了指标范围。按历史统计规律来看，崇左应该出现大风、暴雨的。是否就照这一般规律来报呢？如果大风、暴雨一齐来，县里就要动员一切力量进行防汛抗洪；如果无大风、暴雨，就不需要兴师动众，可以大大节约人力物力。高度责任感使他们坐下来又进行思考。从分析中发现：历史上的台风凡是进入指标范围时起，本站气压都开始明显连续下降。而这次台风却不然，进入指标范围后，本站气压没有明显下降，而 24 小时气压差随时间越来越小。这种特殊现象说明什么？于是他们对具体情况作了具体分析，认真分析这个矛盾，从而认识到，台风进入指标范围仅仅是现象，崇左气压连续下降是本质，是台风即将影响当地的主要征兆。这次台风崇左气压无明显变化的事实，正说明了台风不是向崇左逼近，是远离崇左而去。再加上这次台风小，更不可能造成本县的大风、暴雨。于是他们准备向县委汇报。当时县委领导正在研究防台防洪工作；上级防汛指挥部正打电话来说，台风要来了，建议注意水库安全，看情况决定水库是否放水。事关紧要，迫在眉睫，县委难以作出决断，于是又要县气象站作出肯定答复。这时，气象站同志为了对全县广大人民的生命财产负责，再次进行气

象要素的观测和综合分析,发现本站气压在上升。这个事实,更增加了他们的预报信心,并向县委作了肯定的答复:本县只受台风边缘影响,雨量中等,风力最大4级。县委最后还是根据气象站预报做了防汛部署。”

“结果怎样?”小夏追问。

“台风转向偏南移动,进入了越南。”老杨回答:“崇左只有3级风,中雨。预报完全正确,既保护了人民生命财产的安全,又大大减少了不必要的浪费,还保证了水库的蓄水,1973年比1972年多蓄水1074万方。”

坚持唯物论的反映论

“另外”,老朱接着说下去:“他们进一步认识到在管天实践中必须按照毛主席的教导,坚持唯物论的反映论,进一步学会应用辩证唯物主义的思想方法和工作方法,去认识天气变化的规律,提高工作质量。近年来,他们又深入农村调查研究,从贫下中农那里又学到许多过去书本上根本学不到的知识。比如,过去他们一直认为只是春季低温阴雨才会造成早稻烂秧。但通过调查,老农和农业技术员却反映,早稻烂秧原因不光是低温阴雨,有许多情况。”

“长期低温会使秧苗‘冷死’;连绵阴雨会使秧苗‘饿死’;突然高温会把秧苗‘烧死’;寒潮春霜能使秧苗‘冻死’。”这是小夏的插话。几年的农村插队锻炼生活,使小夏懂了不少农业知识。

“这个事实,使崇左站同志们认识到,低温阴雨烂秧天气的指标,是在实践中得出来的,而且它也具有普遍意义”。老杨说:“但是,事物是在发展的,情况是在不断变化的,思想认识须适应发展了的情况,要坚持唯物论的反映论。于是,根据老农提供的经验,他们又查阅有关资料进行分析研究,发现了

平均气温低于 12°C 的连阴雨并非是早稻烂秧的唯一条件。有一年平均气温只有 10°C ，但基本无烂秧；还有一年春季突然高温，有些秧苗发生死秧，等等。因此，他们认识到，除了重视低温阴雨预报外，还要抓回暖突然升温以及寒潮春霜冻的预报。近年来，他们全面分析了问题，坚持实践，进而找到了许多指标。这样就取得了更大的管天自由，为农业服务做得更加具体、周到。”

纲举目张，奇迹遍山岗

“县气象站预报天气，而且干得这么出色，这真是奇迹！”小夏挥舞着右手很激动，说话声也很高亢。

“是奇迹！在号称‘科学发达’的超级大国里是根本不可能有的。只有在我们社会主义国家，尤其是无产阶级文化大革命以来，群众性管天的奇迹象雨后春笋一样涌现。山西五台山气象站也是生动的一例。”老杨喝了口水继续说下去：“五台山气象站，位于海拔三千米的华北屋脊五台山中台顶上。远近闻名的‘万年冰’就离站不远。这里一年到头风狂雪猛，气候严寒。严冬，零下四十几度的低温、狂风、吹雪，使人们站不住脚，喘不过气，手指只要从皮手套里往外一伸，就立即冻僵。但是，明知高山多艰险，越是艰险越向前。他们就是要在这种恶劣天气条件下，为革命观测风云变幻，克服一切困难为农业生产服务。”

“在这样艰苦的环境下，他们战胜了冰山雪峰上的寒冷，做好预报，为农业生产服务，真不简单啊！”老朱感叹地说。

“按规定，高山站只担负观测、发报的任务。”老杨补充道：“为了适应国民经济建设和农业发展的需要，他们破除迷信，克服困难，主动开展单站天气预报的研究和服务。他们在山下

办了一个小气象站,获取资料,把山上资料和山下资料对比分析,找出规律来。他们走出气象站,下山到附近公社访问贫下中农,学习和搜集丰富的看天经验。两年来,他们和五台县豆村气象站共同搜集了天气谚语一百五十多条,并对五台县灾害性天气进行了调查,然后以群众经验为线索,结合本地具体情况分析,在短短两年里就制作了各种单站天气预报工具、指标八十余张。24小时降水和一般天气预报准确率已达到80%左右。并针对县里秋季霜冻早,危害重的特点,坚持每年都到县农业学大寨的先进单位蹲点,搞现场服务,取得了良好效果。广大贫下中农赞扬他们说:‘你们真是咱庄稼人的好参谋!’”

“我们应该向他们学习。风狂红旗舞,雪猛青松挺。他们是毛泽东思想哺育下的气象哨兵。”小夏很感动地说。

“例子不胜枚举。”老朱说到这里把话题转了:“气象站做好预报服务的确显示了许多优越性。但单站预报指标只总结了历史的规律性,它并不是永恒不变的真理,在实践中如果不分季节,不分地区,不根据具体情况照搬照套,或死搬硬套,忽视变化发展中的情况,也会导致预报的失败。因此,对于预报的一些方法,既要肯定能够反映一定的天气规律的一面,又要看到由于本站历史资料年代短,不能完全反映客观规律的一面,必须把研究历史同研究现状密切结合起来,才能防止天气预报的片面性。”

“另外”,老杨补充道:“正因为单站天气预报是新生事物,有许多认识有待于实践中不断提高。例如近年来已应用数理统计等方法进一步分析,有助于提高单站预报的准确率。有些图表资料受一定条件限制,只能反映地面的部分天气系统,而不能完全反映高空天气系统影响本地的情况,等等。因此,还

没有从必然王国达到自由王国的地步。然而，无数事实已充分证明了：广大气象站运用毛主席的哲学思想做好单站天气预报服务，已经取得了非常可喜的成绩。”

“展望未来，前程似锦。在毛主席的革命路线指引下，我国的单站预报服务……”，小夏未说完站了起来。

“一定是根深、叶茂、花更红。”三人不约而同齐声说出。

第三节 做一个优秀的气象哨兵

午后，老杨、老朱和小夏继续交谈。

在讲到气象哨预报服务时，小夏从口袋里掏出一本小本本，微笑着说：“这就是我近几个月来访问老农，搜集到的群众看天经验。”他把小本本递给老杨，那双炯炯有神的眼睛转向老朱，诚恳地说：“请你们看看，提提意见。”

老杨和老朱心里乐滋滋地一起翻看他的劳动成果。那工工整整的字迹，一条条群众经验，都已分类整理好。有看云测天、有辨风向测天、有观物象识天等长、中、短期的谚语，记了一页又一页。里面好多农谚还没有听到过呢！老杨和老朱感到自己整天关在高楼里，很少接触农业生产，多年来搜集到的老农看天经验，和小夏几个月的成果相比，差得很远。他俩浏览了一遍群众经验后，老杨偶然把笔记本翻到前面几页。啊！里面还记载了许多预报成败的经验教训，闪耀着唯物辩证法的光辉，还有发自内心的管天决心和气壮山河的豪言壮语！一字一句写得刚劲有力。老杨和老朱对望了一下，微笑着，爱不释手地翻着。

也许是小夏发现了老杨、老朱在看他写的心得体会，突然开了口：“气象哨办起来可不容易啊！”

勤俭办哨

小夏意味深长的话把老杨、老朱的注意力吸引了回来。

“怎么，你一开始就遇到了困难？”老朱抬起头很关心地问道。

“困难很多。”小夏的话匣子打开了：“比如说，是伸手要齐全的气象仪器呢，还是自力更生、土法上马？开始我们思想并不统一。后来，公社党委叫我们学习毛主席关于：‘勤俭办一切其他事业’的教导，又学习了许多先进气象哨的经验，才认识到，必须自力更生、勤俭办哨。我们几个知识青年就自己动手，搞了些土仪器。”

“你们搞了哪些土仪器？”老朱打断了小夏的话问道。

“我们土仪器很简单。”小夏拿出笔和纸，一面画一面讲：

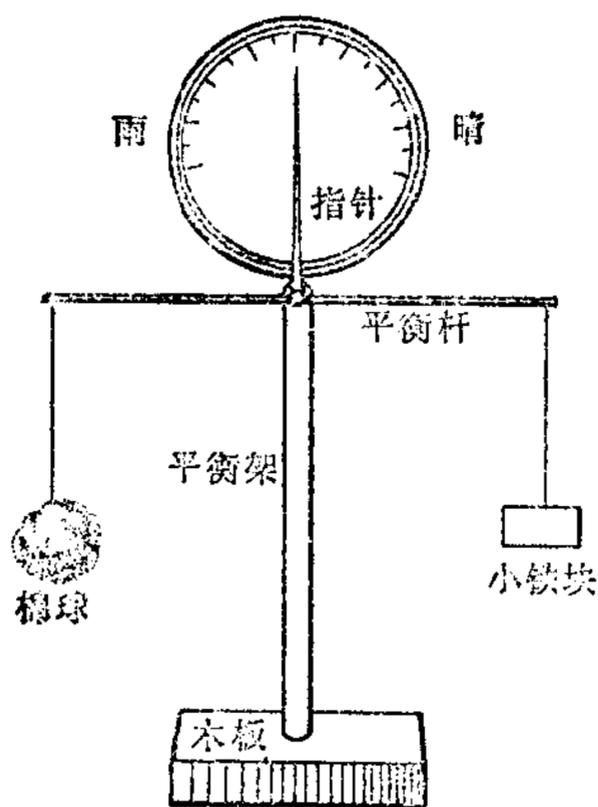


图 8-24 棉球晴雨计

“把一个棉花球放在盐水中泡好后，拿出烘干或晒干，用一个简单的办法使棉花球与另一物体（如小铁块）平衡。选一个阴天，把指针校正到‘0’点。当天气转坏时，棉球重量增加，失去平衡，表明天气将转阴或雨。另外还搞了个‘竹叉子晴雨计’，是用一根长约三尺，周长一寸五分的小的青竹子，一端削成一尺长的叉形。将竹叉子插在装有砂子或碎土的桶里，叉朝上，放在室内通风而不受阳光直接照射的地方。阴天有雨之前，竹叉子吸收空气中的水分，叉片就伸直张开；晴天时，竹叉

上，放在室内通风而不受阳光直接照射的地方。阴天有雨之前，竹叉子吸收空气中的水分，叉片就伸直张开；晴天时，竹叉

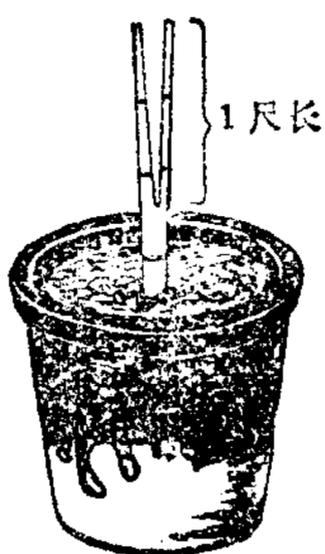


图 8-25 竹
叉子晴雨计

子叉面因干燥向内弯曲，两个叉尖闭合接近。因此，看竹叉子闭合张开的程度，可预知未来天气的变化。”

“听说有人做过‘见字变天气’的土仪器？”老杨问道。

“我也搞了一个。”小夏放下笔用手比划着说：“在一块不太厚的白纸上，用饱和状态的明矾水写上去。明矾字干后，再用饱和盐液涂在字周围的纸上，但要注意盐水不要涂在字上。然后把它晾干，放在通风没有阳光照射的室内。在阴雨来临之前，盐水纸回潮变暗色，而明矾字体不但不回潮变色，反而有点呈白的颜色，很清楚地露出字体来了。如果天气是晴天或转晴时，字体就逐渐消失。”

“你们气压计有吗？”老朱问。

“没有。”

“上海一个中学的气象小组自己动手做了一个土气压计。”

“他们是怎么做的？”

老朱这时用笔在纸上画了一个草图说：“只要准备这几个材料：墨水瓶一只，或用别的瓶代替，长约 200 毫米的细玻璃管一根，学生尺一把，与瓶口相配的软木塞一只，食油一滴，细线两根。在制作时，第一步先将玻璃管的两端分别放在酒精灯上加热至微红时取出，冷却后能使玻璃管的断口处光滑。然后在玻璃管的一端注入不易干的食油一滴。第二步，用穿孔器将软木塞开孔。孔眼要比玻

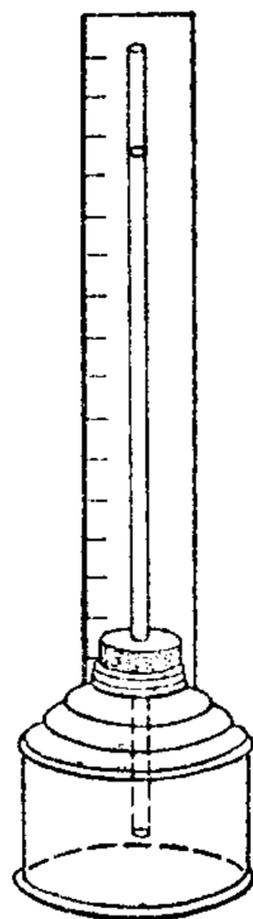


图 8-26 土
气压计

璃管的直径略小，使玻璃管插入软木塞时刚好紧密。再将软木塞紧紧地塞在墨水瓶口。最后，在学生尺的上下部分用小钻子分别钻两个小孔，然后用细线将玻璃管缚在学生尺上。这样就做成了土气压计。当外界的气压升高时，油滴下移；当外界的气压降低时，瓶内的气压大于外界气压，油滴上移。”

“你们搞的土仪器灵吗？”老杨等老朱讲完后问道。

“我们观察的次数不多，一般看来还灵验。”小夏直率地说，接着回到原来话题：“刚办气象哨的时候，有一个地主分子就攻击我们：‘风雨雷电，冷暖凉热，是天上注定了的，管不了！’‘天气，天气，天空的气，只有求天，还能管天！’有一天，我们发现天上出现鱼鳞状的云，于是，根据搜集到的‘鱼鳞天，不雨也风颠’的群众经验，预报第二天要下雨，并向公社汇报，结果，第二天仍然是大太阳。这时候，有一个富农分子就刮起了阴风，说什么：‘天生天养，天管我们，不是我们去管天’，甚至恶毒地说：‘只有天管人，哪有人管天，黄毛丫头也想当神仙？’”

“这么说，你们还有一位管天员是女知识青年啦！”

“她叫小王”，小夏回答：“小王听了后，气得直咬牙。贫下中农与我们一起批判了这些家伙。”

“任何新生事物出现的时候，阶级敌人就要兴风作浪，这是必然的规律。”老杨喝了口水接着说：“万事总是开头难……”

“是这样。”小夏很有感触地打断老杨的话说：“领导上发现了我们思想上的问题后，就派了一位老贫农——金大爷，给我们当顾问。”

“跟老农一起看天，可以学到不少知识。”老朱插话。

拜贫下中农为师

“金大爷一来，首先给我们上阶级教育课。”小夏边说边抬起头，锁着双眉深情地继续说：“金大爷在旧社会熬了大半辈子。他八岁那年，母亲就被万恶的地主逼死了。随后就跟着父亲风里来，雨里去，讨饭流浪。上无片瓦，下无寸土，只好又给地主当长工，饱尝了旧社会的欺凌与压榨……。金大爷又告诉我们这儿解放前是个‘三天无雨田开裂，一场大雨水淹村’的穷地方。1943年大旱，全村仅二百多户人家就有二十五户被迫逃荒，十二户卖儿卖女，九人被饿死……。”

金大爷又给我讲了我祖父被地主绑去做苦工抵债的遭遇。金大爷无比愤慨地对我们说：‘在旧社会，天，是地主富农的天！地，是地主富农的地！劳动人民哪能管天？’

盼星星，盼月亮，盼来了恩人毛主席，救星共产党。从此贫下中农翻身得解放，过上了幸福生活。贫下中农管天的愿望也终于实现了！

金大爷又教育我们，要继续与阶级敌人斗。地主、富农要变天，要破坏贫下中农管天，我们一定要狠狠打击他们。

林彪、孔老二那一套‘天才’‘天命’的胡说，更要彻底批判。贫下中农决不‘听天由命’。我们要革命，要科学种田，要办好气象哨。

金大爷讲完后，又坐下来，深情地看看我们，又给我们讲了不少贫下中农管天的故事，来鼓舞我们建立起信心。一个例子是百济公社屯宁大队老贫农李大伯的管天事迹：1972年夏种期间，屯宁大队遇到了十多年来少见的干旱。李大伯根据‘天发黄，大水满山塘’等经验，及时向大队建议，后期雨水均匀，晚造要想办法种下去，种得越多越好。党支部根据他的建

议，全大队掀起了抗旱抢插的热潮。结果晚造面积比原计划超过了二百亩，增产了八万斤粮食。1973年，正当屯宁大队紧张地夏收的时候，上级气象台、站都预报将受第四号台风影响，即将有大雨到暴雨。正在开会的干部非常着急，大家议论纷纷，一时拿不定主意。这时只见李大伯走进大队部说：你们放心收割吧，今天早晨有两条黑云出现在东方，俗话说‘黑云在东方，台风无影响。’三天后才有一场大雨。大队立即决定，集中一切力量抢时间完成收割和晒谷入仓。三天后真的下了大雨，但是由于提前采取了措施，避免了损失。

还有一个是壮乡瑶寨的‘红管天’的故事：1969年冬，广大贫下中农推选女知识青年阿珠当公社气象哨的气象员。阿珠决心挑起管天员这副担子。她一面虚心向老农学习看天经验，拜贫下中农为师，一面认真学习气象知识。她几次翻山越岭，从贫下中农那里搜集了许多农谚，并通过自己的实践，结合所学到的气象知识，摸到了当地天气变化的一般规律。例如，1970年6月的一天，骄阳似火，阿珠和社员们在山坡上紧张地劳动，大家都感到天气特别闷热，在地下的飞蚁纷纷出窠，一只白鸟从头顶上飞过，她把这些物象记在心里。傍晚以后，又细心观测了许多天象、物象的变化，于是她根据‘白鸟进山来，必有大水灾’等群众经验，预报24小时内有一场大暴雨，并向公社汇报，建议各生产队立即做好抢收工作。公社党委马上动员和带领群众抢收玉米，山山弄弄连夜投入紧张战斗。果然，下半夜雷鸣电闪，狂风呼啸，大雨瓢泼而来，连续两天个不停，四处山洪暴发，全社一千二百多亩低洼地被洪水淹没了。但由于事先做准天气预报，安排突击抢收，夺回了三十多万斤粮食。

经过金大爷这一番教育之后，我和小张、小王以及其他几

位知识青年又认真地跟着金大爷学习管天，我们管好天的信心也越来越坚定了。

金大爷是我们的好老师，他的管天经验非常丰富。气象哨成立不久，正是春播大忙时节，一天傍晚，社员都收工了，金大爷把我和小王留下跟他检查秧田情况。突然，他发现西北‘开天锁’，风向又转微弱南风。回想起中午温度非常高，而到傍晚下降很多，他意识到，这是明天早晨有霜的征兆。他把这个经验讲给我们听之后，就跑到大队，找到党支部书记，说：依我看，明天早晨要有霜，幼苗受不住，马上采取措施。支书和队长根据金大爷的建议，晚饭后动员了全大队社员对正在苗期的 120 亩秧苗进行灌深水保苗，把处在芽期的秧苗，都覆盖好。结果秧苗未受损失。”

实践出真知

小夏思索一会，转了话题：“难道金大爷、李大伯等老农是什么‘天生的聪明人’吗？不！难道他们是‘知天命’的‘圣人’吗？不是！用金大爷的话来说：贫下中农的看天经验主要来自于实践！”

“说得太好了！”老朱赞叹地说。

“后来，公社领导又让我和小张、小王一起去知识青年小韩那儿参观学习。”

“是不是广西宜山县的那个小韩？”

“对！就是他。他的管天事迹值得我学习，他不怕挫折，敢于实践的精神我很难忘却。他是 1969 年开始搞气象哨工作的。今年三月接连出现了连续几天的低温阴雨，小韩所在大队已经播下去的 3000 斤早稻谷种烂了百分之七十。贫下中农非常心疼。有的说：要是我们有个会看天的，那就不会受老

天爷的欺负了！眼前的情景，贫下中农的议论，使小韩心潮起伏。他决心要为革命观测风云，为贫下中农管好天！

小韩努力掌握预报技术的精神真是令人钦佩。有一次他根据‘月亮撑伞’的群众经验，预报次日下午有雨，叫大家下午快点回来。结果第二天下午没有下雨，误了队里半天砍柴工，社员有意见，小韩和管天小组的同志也很难过。他们认真接受了这一次预报失败的教训，通过观测实践，深入钻研这个问题。凡是有月亮的晚上，他们都进行观测，有时一直观测到半夜。小韩一直坚持观测了三百六十多个晚上，终于总结了月亮撑伞和天气变化的关系：月亮撑红伞有大雨，撑黄伞有小雨，撑蓝伞多风云，撑黑伞大晴天。

为了取得管天的自由，提高天气预报的准确性，小韩决心找出这个谚语中的科学根据，还用土办法搞了几十次试验，但都没有成功。一个夏天的傍晚，小韩在江边洗完澡后，用双手反复抖动湿头发，偶然发现抖动头发时掉落下来的许许多多小水珠被太阳光一反射，现出红色光环。从这里他终于得到启发：月亮周围呈现红色光环，这说明空气中含有水汽很多。照此推理，水汽较少，呈现黄色光环；水汽更少，呈现蓝色光环；水汽少到几乎没有，看上去就好象是一道黑圈了。”

搜集群众经验

“打那以后”，小夏兴奋地说：“我们和金大爷一起将搜集到的天气谚语进行归纳总结，坚持实践，不怕挫折。但我们管天的时间还不长，经验很少，你们能不能介绍一些好经验。”

“我们对群众看天经验很不熟悉，要好好向你们学习。”老杨很坦率地说：“这次去了一些地方，学习到许多看天经验，收获很大。你一定要我们讲，我们就共同学习、讨论，好吗？”

“这不是谦虚，的确是心里话。”老朱实事求是地补充说。

弄清含义

“气象哨做预报服务主要是运用群众看天经验。”老杨一面翻阅着笔记本，一面讲：“许多知识青年通过多年看天实践，总结了一些经验。他们首先是弄清谚语的含义。比如说‘鱼鳞天，不雨也风颠’……”

“我们那里也有这条谚语，开始做预报时就用过它。”小夏很感兴趣地插话道：“谚语的意思是指天上云的形状象鱼鳞一样，看到这种云，未来不久不下雨也得刮风。”

“对。但问题不那么简单。”老杨接着说：“鱼身上鳞片是多种多样的。鲫鱼的鳞片比较小，而鲤鱼的鳞片就比较大。所以另一条农谚说：‘天上鲤鱼斑，明日晒谷不用翻。’它是指天上出现的云象鲤鱼的鳞片一样，预计明天天气较好。同样根据鱼鳞状的云，由于云块大小不同，对未来天气的反映完全相反。”

“那末，怎么来区别这两种云呢？”小夏问道。

“根据群众看天经验，可以用一个简便的方法来区别。”老朱解释说：“当你站在室外观察到有鱼鳞状的云时，伸直手臂，若用一个指头即可将云块遮住，那么这种云就是‘鱼鳞天’的云，一般是在低气压、低压槽或暖锋前部生成的卷积云。所以，看到这种云，就能预计某种天气系统将影响本地，要下雨了。假如看到的鱼鳞状的云，伸直手臂需三个指头才能将云遮住，这种云是‘鲤鱼斑’的云，通常是在高气压控制下产生的透光高积云。所以，看到这种云预计未来天气仍晴朗。”

“嗨，原来是这样。”小夏很快地把这个道理记了下来，然后又抬起头说：“有一次我们预报失败，原因就是把云块较大的鲤鱼斑误认为鱼鳞天了。”

去伪存真

“失败是成功之母。一般初搞气象的人是不大容易分清这两种云的。”老杨说道。

“这说明不是谚语不灵，而是我们用错了。”小夏喝了口水转了个话题：“金大爷对我说过，天气谚语几千年流传至今，多数是在实践中总结出来的，很管用。但由于受封建社会的长期影响，可能在天气谚语中渗杂着封建迷信等糟粕。所以还必须对这些经验进行去粗取精、去伪存真的加工制作功夫。金大爷曾经给我出了一个题目，问我：‘甲子日雨丙寅止，丁丑日雨丁卯止’，类似这些谚语应该怎样对待？当时我发楞了，答不上来。后来我翻了好多材料，才找到了依据。”

“你找到了哪些根据？”老杨迫切想听听小夏的分析道理。

“‘甲子’是我国古代记载年、月、日时所采用的一种方法。甲为‘十干’之首。十干是：甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸。子为‘十二支’之首。‘十二支’是：子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥。把‘十干’与‘十二支’相配合，按次排列，到60刚好排完，于是人们就用‘十干’与‘十二支’的第一个字甲、子来称呼这个排列。由于是每60轮回一次，又称‘六十花甲’。甲子的实际意义，就是一种以60为进位的计数方法。所以，它和天气变化的规律是不相关的。”

“对。”老杨说道：“利用‘六十花甲’来做天气预报是错误的，是唯心主义的封建糟粕。若天气都按‘庚不落、辛滴笃’这样无限循环，在日历本上可以每天注上天气，晴雨预报也可以不用做了。这就是把天气看成不变化的一种错误观点。因此，必须用唯物主义的观点来分析天气谚语，去伪存真，去其糟粕，取其精华。”

观察检验

“是这样。”小夏继续说着：“在弄清含义、去伪存真以后，就要对谚语等经验进行观察检验。金大爷有一次参加了南方几个省召开的气象预报讨论会，他把会上听到的广东省普宁县气象哨一个姓陈的知识青年看天经验介绍给我，给了我非常深的印象。小陈这个知识青年，十几年坚持看天实践。比如他曾经用‘低云蔽山天下雨’这条群众经验预报天气，结果有时对有时错。为了弄个水落石出，小陈选择了四个远近不同、高低不一的山作了一千多次观察比较，发现近千米高的山头周围往往成云机会较多，但有云未必下雨。七百多米高的山，在大型天气系统影响时，加上地形的抬升作用，产生低云遮山顶，而且持续不散，正说明了空气中水汽已很充沛，成雨的条件逐渐形成，因此，一般过两三天就会下雨。如果看到三百多米高的山头被云遮住了，雨就会很快到来……”

“不同高度的低云蔽山有着不同的含义。”老朱插话道：“掌握了这些水汽凝结高度变化的道理，运用‘低云蔽山天下雨’的群众经验就比较自如了。”

“实践出真知。”老杨突然想起一个例子，就急忙打断了老朱的话转过头去问小夏：“你听说过湖南省桃江县伍家洲公社气象哨知识青年小刘看石头报天气的故事吗？”

“没有。”

“开始，在1970~1971年间，小刘根据‘岩头出水有雨落’的群众经验，只要看到石头上出汗就预报下雨，结果经常遭到失败。小刘很纳闷，于是他又翻山越岭拜访了八位老农，请教关于岩头出水和天气究竟有什么关系。在老农的指点下，他心中才开了窍。原来是自己不分岩头种类，不管是青石岩、麻石

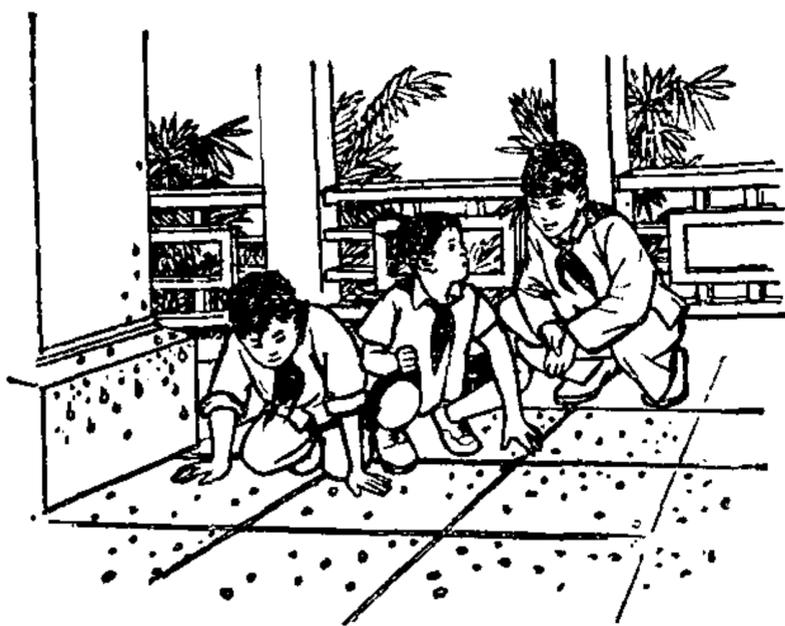


图 8-27

岩、黄粉岩或是河岩，都用同样方法观察，又不分出水时间和特点，这样马马虎虎观察当然得不出什么结果的。从此后，他对十一种石头进行了 111 次观察，最后发现自己家里一块有一百多

年历史的青石岩出水情况和未来天气有十分密切的关系。后来，他干脆把这块石头搬到气象哨，放在室内固定的地方，又继续详细观察。到 1974 年为止，他和气象哨的同志共同观察了五百多次……”

摸索规律

“他们是怎样摸索规律的？”小夏打断了老杨的话追问。

“我和老朱前些时候去访问过他，发现他观察得非常认真、仔细，几年如一日从未间断过。他不仅观察这块青石的正面，还观察其背面。而且每天规定几次定时观察，把青石岩干燥、回潮、潮湿、水珠、出水、流水等六种情况，坚持天天用图绘出来，详细记载正、背两面各种情况，并把当时的天气和要素条件、分析意见和未来天气实况都完整地记载下来。”老杨进一步解释说。

“发现什么规律没有？”小夏很感兴趣地问道。

“他们初步找到了一些规律。比如说，在晴天时，青石岩背面干燥无潮湿现象，明天仍然不会下雨；若当时还在下小雨，青石仍较干燥，则第二天雨不会再下了。若当时阴雨天

气,青石岩背面出现水珠,甚至流水,那末第二天将继续下雨。若青石岩逐渐向干燥转化,则第二天雨将停止向晴天转变,等等。但,这不是绝对的,要结合当时天气形势、空气温度、湿度等要素具体分析。比如,处在冷空气南下之前,吹东南风,空气湿度大,在青石岩背面就容易生成水珠;而冷空气控制下则青石岩背面的反映就没有这样明显。”

“那末,在观察时还要注意一些什么问题?”小夏继续提问。

“根据小刘他们几百次详细、认真的实际观察,要注意对不同季节,对早、晚两次,今天和昨天,正面和背面以及石头出水位置、大小、分布、演变等情况描绘成图,进行对比,找出相应的规律,还要结合其他现象作科学分析。这样,不仅把群众经验提高了,运用时信心也更足了。”

“毛主席教导我们:‘你要有知识,你就得参加变革现实的实践。’实践出真知,实践出才干,实践又是检验真理的唯一标准。”小夏深有感触地说。

“说得好。”老朱向小夏投以赞美的目光后,打开小夏的笔记本找到其中一页说:“你对群众经验进行分类整理,这很好。”

“下一步应该怎样做更好呢?”小夏问老朱。

分清季节

“根据知识青年小韩等人的经验,还要分清季节。”

“我上次听小韩介绍经验时,他特别强调了季节性。”小夏豁然想起什么似的,从老朱手上拿过笔记本,打开折好的一页,继续说:“我们那里有句农谚叫‘东闪日头,西闪雨,南闪火门开,北闪有雨来。’根据在实践中检验,发现在春季到初夏时很管用。”

“因为在这个季节,天气系统一般都是自西向东或自北向南移动。西闪一般是有低压或低压槽从西面移过来,从孟加拉湾来的水汽又充沛,所以雷雨较明显。”老杨补充说道。

小夏等老杨说完后接着说:“‘西北闪电乌云起三丈,雷雨大又强’这条群众经验正是对这种天气现象如实的描述。但是,一到夏季八月份,就不能适用了,甚至含义完全相反。比如,‘东闪、南闪有雨即来’,它是由于夏季台风从东面向西移过来或台风在北部湾登陆,雷雨从南面往北移动。”

“所以,必须注意季节性的差异,否则就会感到有些天气谚语‘不灵’了。”这是老朱的声音。

验证精选

“怎样用气象资料进行验证呢?”小夏关切地问。

“除了观察实践验证外,用气象资料进行对照分析,也是验证的一种方法。”老朱找了一张纸,拿出笔,一面写一面说着:“一般来说,为了找出一条群众经验的可靠性,可以用以下这个公式。”这时老朱在纸上已写好 $P = \frac{A}{A+B} \times 100\%$,用笔指着 P 说:“ P 表示谚语的可靠程度; A 表示某种现象出现后,它预兆的结果属正确的次数; B 表示预兆的结果属错误的次数。 $(A+B)$ 则就是某种现象出现的总次数了。”

“这么说”,小夏打断了老朱的话,聚精会神地看着这个式子说道:“只要把出现结果正确的次数与现象出现的总次数作比较,得出一个比值后再乘上一百,就得到预报准确率的百分比了。”

“对。”老朱思索了一会继续讲:“比如说,对‘鱼鳞天,不雨也风颠’这条经验,观察了一百次鱼鳞天,其中有九十次第二天就下雨了,另外十次无雨,那末……”

“就是说，这条群众经验有90%的可靠性。”

“它反映了这条天气谚语具有普遍性的规律。”老杨接着小夏的话说：“更重要的是对几条经验综合运用、分析。比如，知识青年小韩从1969年以来，通过实践总结了在冬春季综合运用几条群众经验，来预报寒潮是否到来？低温阴雨何日开始？是否会有霜冻？等等，取得了很好的效果。”

综合运用

“他是怎样进行谚语的综合运用分析的？”小夏迫切地问道。

“比如说，预报春季寒潮吧”，老杨打开笔记本，翻到其中绘有一张图表的一页，摊在桌子上，三人围着它，继续讲道：“根据‘南风不过三，过三有几天’和‘一日南风三日曝，三日南风狗钻灶’的群众经验，抓住南风的特征，预报寒潮冷空气是否南下……”

“这时地面暖空气达到最强。”老朱从天气形势背景角度插了一句。

“暖空气达到最强，维持几天以后，则预示寒潮冷空气爆发南下。”老杨指着A处箭头说：“但寒潮冷空气在南下过程中要逐渐变化，或者由于路径偏东，向南势力则减弱；或向南势力特强，则向东移动缓慢等等。所以，还必须根据当时南风大小和云的发展来判断。小韩在实践中总结出了以下的规律，即南风大，出现5级，并有浓积云伴随产生……”

“浓积云表示空气柱不稳定，对流旺盛，大气中垂直运动强烈。”小夏运用初学到的气象知识插话道。

“你分析得对。”老杨继续往下讲：“这个现象是有强寒潮南下的重要征兆。如果南风小，只有2~3级，云也很稀薄，没

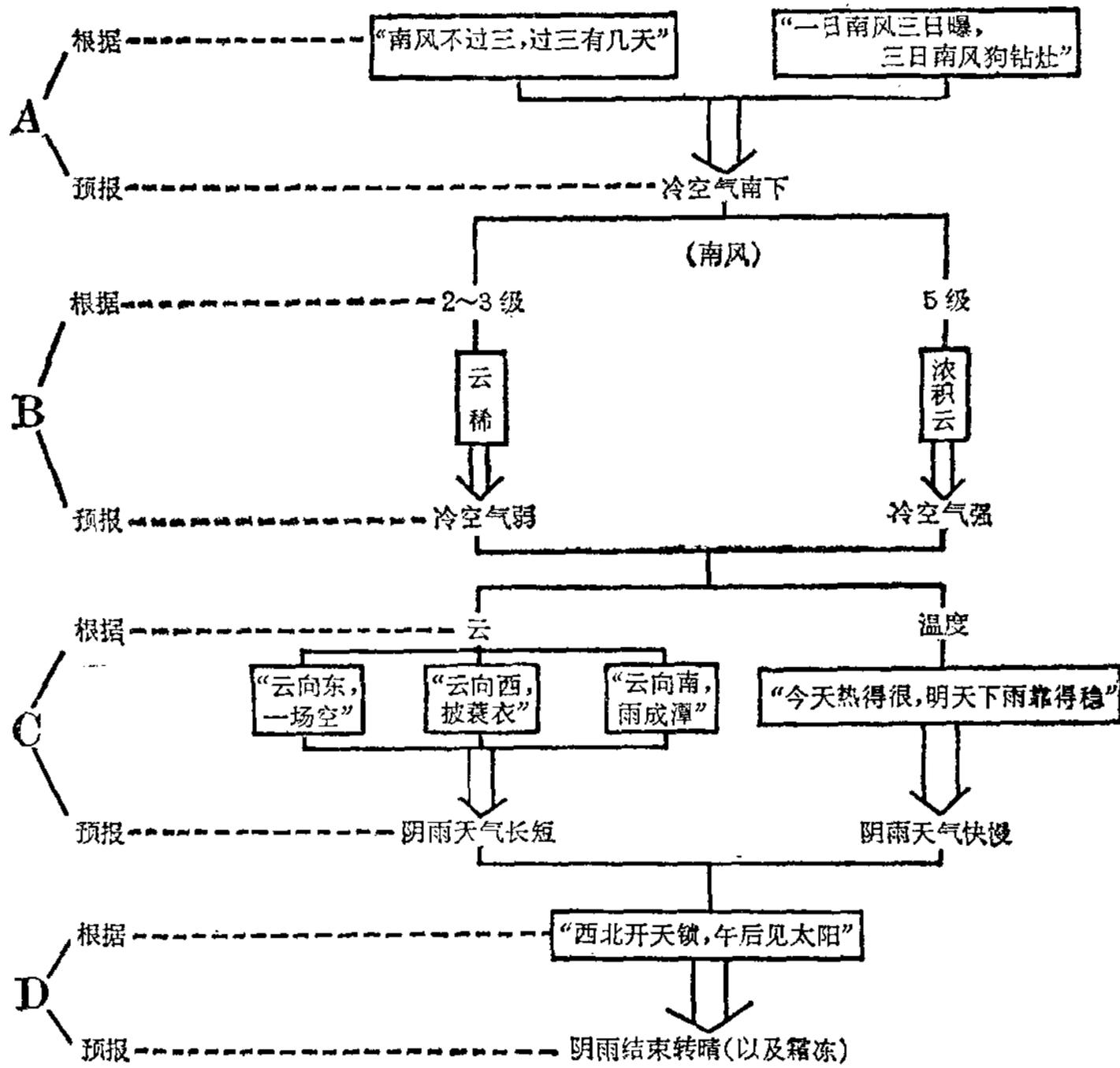


图 8-28 综合运用群众经验预报春季寒潮示意图

有对流云发展,则预报冷空气弱。”

“我们那里有这样的现象:冷空气影响时,有时出现连续几天低温阴雨,有时风雨一扫而过。”

“冷空气已经到了,则从云的走向,如‘云向东,一场空’、‘云向南,雨成潭’和‘云向西,披蓑衣’的经验,来预报短期内阴雨天气的长短。”

“云向东,说明冷空气从西路来;云向南,说明冷空气是从中路来;而云向西则说明冷空气是从东路来。”小夏运用所学过的气象知识又打断老杨的话,插了一句。

“低空中云从东北方向西南方向移动,也说明了低空大气中水平气流的方向。”老朱接着小夏的话作了补充说明。

“同样,用温度情况也能判断阴雨天气来得快慢。”老杨指着图上的C处右面的一条群众经验说:“根据‘今天热得很,明天下雨靠得稳’的谚语,也能确定下雨的大概时间。寒潮阴雨天气开始后,什么时候结束呢?这里面又有很多学问。以短期预报的经验来说吧,小韩特别注意观察西北面天空的状况,当一发现西北方云在消散,露出蓝天了,那末,根据‘西北开天锁,午后见太阳’的农谚,可以预报阴雨天气即将结束……”

“早晨和傍晚出现开天锁有没有区别?”小夏插问了一句。

“有区别的。”老杨回答说:“早晨出现开天锁,则这天下午将要转多云到晴;若傍晚开天锁,那末第二天下午一般是晴天。这时要注意霜冻。根据小韩的经验,在傍晚开天锁以后,明天早晨虽然雨止,但湿度较大,地面潮湿,不一定出现霜冻。霜冻多半在后天出现。若早晨出现开天锁,则还要根据当时具体条件来确定是明天,还是后天有霜冻。”

“西北开天锁是群众的语言,它是否表明高空有低压槽过境?”小夏问道。

“是低压槽移经当地所造成的。所以有许多群众经验能很好地反映出大气的垂直运动和水平运动的状况。”老朱回答。

科学分析

“我们那里还有这样一条农谚:‘早上云城堡,大雨快来到’”,小夏很自信地接着老朱的话说:“早晨出现城堡状的云,说明高空大气很不稳定,对流旺盛,一块块突起向上的云,就代表了一股股上升气流,在这种对流作用下,到了中午或下午

就会更强烈,非常容易生成雷雨云,造成大风大雨。”

“类似的谚语还有很多,例如:‘天上宝塔云,地上雨淋淋’等,这种云叫堡状高积云或堡状层积云。”老朱进一步解释说:“通常出现在夏季,在天边看到长条的白云带,两头较尖,有平而清晰的云底,云顶有许多隆起的锯齿状,又象小宝塔,或形似城墙、碉堡,群众叫‘云城堡’或‘宝塔云’。严格地来说,堡状高积云是中层云,一般在三千到五千米高,说明中空不稳定;而堡状层积云是低层云,通常在三千米以下,说明低空不稳定。根据广西宜山县的经验,若上午出现在东南或东北天边,下午出现在西南或西北天边,云的变化又都很快,城堡状很快消失。但,这个暂时的现象,不是说明对流减弱,恰恰相反,积雨云不久即将产生。所以,出现堡状云,就预示将有雷雨,这是非常科学的。”

“云是天气变化的招牌,或是天气演变的前奏。所以看云能识天气。”老杨进一步解释道:“看云识天是群众经验中很重要的一个组成部分。早在殷代甲骨文中就有根据云来判断未来天气的记载。如‘来云自南、雨?’意思是说:有云从南方来,是否会下雨?到了周代又进一步,已能描写下雨的云的特征,如‘上天同云,雨雪雰雰’。‘同云’是指满天一色的阴云,它符合现代气象科学称的雨层云的下雨景象。唐朝《相雨书》中记有:‘云逆风行者,即雨也。’”

“这句话意思和农谚‘云交云,雨淋淋’一样吧?”

“是一样的。”老杨给小夏解释道:“这是指地面的风和高空中的云的移动方向正好相反,是符合现代的锋面云系或雷雨之前风、云对吹的一种现象。以后,看云的知识越来越丰富。到元、明之际,《田家五行》一书中已将看云的经验列为专题,称为‘论云’。在明代古云图集中,将各种预示天气变化的云,

画了图,并加以说明。”讲到这里,老杨翻阅笔记本,找到描绘的一幅幅古代云图,递给小夏看,并指着图介绍说:“它是我国古代民间广泛流传的云图,共有 132 幅。这云图比西方国家最早的云图还要早几百年。”

总结提高

“我国古代劳动人民在长期与天斗争实践中积累了极丰富的看天经验,是我国气象科学上宝贵的财富。我们的责任就是如何把这些流传在群众中的看天经验尽量搜集起来,再用现代科学知识加以总结提高。”

“小夏说得很有道理。”老朱补充道:“仍以看云识天的经验来说吧。群众运用得很自如,他们不仅看云的形状,如‘天上钩钩云,地上雨淋淋’;云的高低,如‘低云南飞,大雨跟随’;云的颜色,如‘乌头风,白头雨’;云出时间,如‘早怕南云涨,晚怕北云堆’;云的厚薄,如‘云迭坝,不阴就下’。而且还要看云的走向,如‘云向东,一场空,云向北,无水磨麦’;云的速度,如‘春云如跑马,快马赶晴天’;云量多少,如‘早晨云如山,必定下满湾’等等。这些云的形成都是在某种天气系统影响下产生的。所以,根据云的特征就能预示天气系统的演变。学会和运用这样丰富的群众经验,可不容易啊!必须下一翻功夫。”

“同样,看风、看天象能识天,也正是因为它们和天气系统有着密切联系。”老杨接下去说:“例如‘南风吹到底,北风来还礼’,用风来预报冷空气前锋的南下;‘东风急溜溜,难过五更头’,是春季低气压或低压槽影响长江中下游地区前的征兆,东风一大,说明低气压向当地逼近了,就要下雨或刮大风;又如‘早霞不出门,晚霞行千里’、‘日晕三更雨,月晕午时风’等,

是用大气中光象来预测天气的。这里面都有丰富的科学道理存在。”

“我有几个问题还不大清楚。”小夏直率地提出问题：“群众经验中流传着丰富的长期天气预报歌谣，很灵验。比如说，金大爷他们常常用这个节气的天气气候特征来预报下一个节气或更长时间的天气趋势。这里面究竟是什么道理？”

小夏提的问题，可把老杨难住了。一则是他们对长期天气预报的群众经验不熟悉，二则是到目前为止对许多长期天气预报的群众经验还尚未做系统的分析研究，对前后期的某些对应关系的内在原因还不太清楚。不过，从目前多数地区的分析、摸索情况来看，还是找到了一些线索。想到这里，老杨决心还是把自己所学到的一鳞半爪告诉小夏：“这个问题我也不大懂。我们到上海郊区学习过，根据气象站、哨的搜集、整理、验证、总结，发现群众的中长期天气预报经验流传很多，总括起来，主要是反映天气变化的相关、周期和韵律等现象……”

“什么叫相关？”小夏没等老杨讲完就提出疑问。

“所谓相关，是指某一季节、节气的干湿、冷暖等天气气候特征与下一季节、节气或隔一、二个季节、节气的天气气候特征之间的相互关系。例如‘发尽桃花水，必是旱黄梅’，就是反映长江下游地区大约出现在四月份前后的桃花水与通常在六月份出现的黄梅雨之间的相关。具体地说，如果清明节气或四月份桃花开放期间雨水偏多，俗称‘桃花水发尽’，则这个现象对应芒种节气或六月份梅雨将偏少，或梅雨开始偏迟，有利麦收。在气象上这种前后期天气如降水、温度等相关是很多的，常有‘正’和‘负’的相关存在。负相关亦称反相关。例如四月份多雨，六月份少雨，这就叫反相关。这是因为任何一个

地方某一时段的天气表现，总是和大范围的大气环流特点分不开的，而大气环流是一个前后连续的过程，前面的某一种比较显著的特点，常常影响到后面的大气运动。至于每一种相关的具体原因，则是各不一样的。比如说，桃花水偏多，常常标志着春季太平洋上的副高比常年强盛，暖湿空气比较活跃，在桃花开放的清明节前后，就常常在江南和上海地区跟北方南下的冷空气对峙，以致形成桃花水偏多；而到六月份芒种节气时，副高势力又往往重新相对减弱，或北跳较慢，致使梅雨偏少或开始较晚，从而造成这两个时段降水量反相关现象。所以抓住这个雨量相关的现象，实质上也就是抓住了大气运动中天气系统强弱、进退的节奏。”老杨一口气把话讲完。

“小韩他们运用了‘大寒牛恋塘，春分冷死秧’和‘大寒寒，惊蛰冷死秧’等经验，以大寒节气的温度来预报早稻播种期的天气，几年来效果很好，这实际上也是相关。”小夏说。

“小韩运用这个规律，最近五年来正确预报了早稻播种时的长期天气趋势，县委主要根据他的预报安排春播，五年未烂过秧。”老杨补充说。

“那末，什么叫周期呢？”

“所谓周期就是周而复始的意思。”老朱接下去讲：“比如说，气温是在时刻变化的，但是不是一股劲地冷下去？或者是一股劲地热起来呢？决不会，冷和热作为一对矛盾总是不断地向着各自的对立面转化着，冷到了极点，就要向暖的方面转化；暖到了极点，就要向冷的方面转化。任何地方的天气都不可能只冷不热或只热不冷地直线猛进，而总是冷暖交替、波浪起伏地变化着。一次次冷空气的南下，变性，回暖，使一地的气温就发生波浪式的起伏。”讲到这里老朱拿出笔在纸上画了一张图，接着说：“例如在某一时段内日平均气温每隔

7~8天出现一个高峰，这就是周期的变化。群众中流传着：霜降以后有‘五风信’之说……”

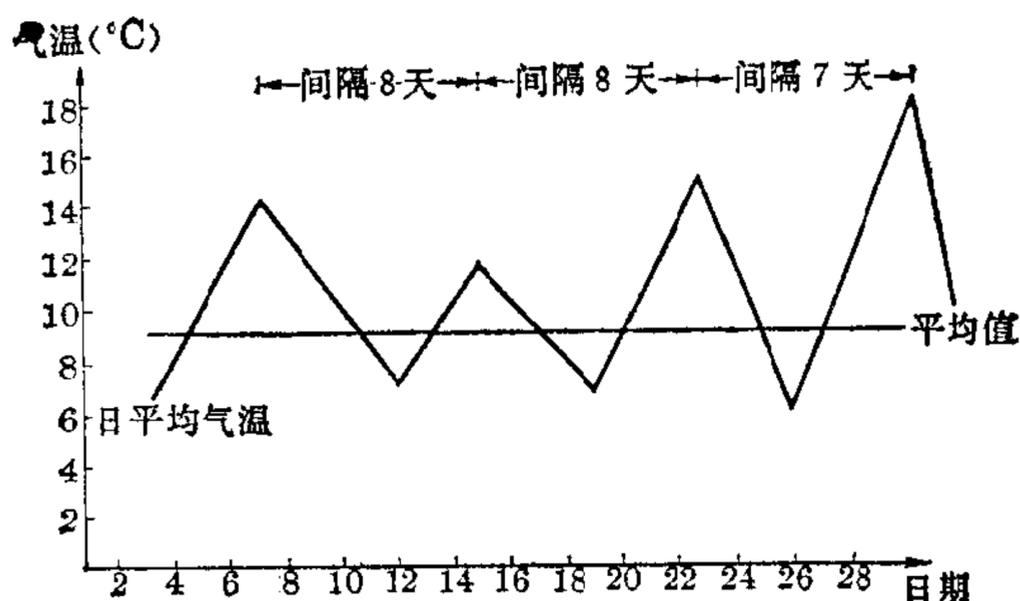


图 8-29 周期示意图

“什么叫五风信?”

“就是大约每隔五天左右有一次南风转北风的过程，实际上就是一次次冷空气南下。冷暖交替出现的周期变化现象，严格地说，同一种周期的波长、振幅应固定不变。但实际上一成不变的天气周期是没有的，随着季节和大气环流形势的变化，冷空气南下的周期就有长有短。一般来说春秋短、冬季长，弱的冷空气周期短，强的冷空气周期长。”

“那末，晴、雨相互转化实际上也是一种周期的变化?”小夏带有疑问的口气说。

“是的。”老杨回答：“例如‘干一挡、湿一挡’、‘久晴必有久雨，久雨必有久晴’以及流传在江苏淮安的‘旱三年，涝三年’等经验，都说明晴雨旱涝也具有周期变化的现象。抓住这种现象，分析目前处于周期的哪个阶段，未来将向哪个阶段发展，这对中长期天气预报有很大的参考价值。但晴雨干湿的周期转换，同样不是一成不变的。天气变化在不断发展，如果

把周期变化只看成是简单的往复循环再现，可以不费力气地把任何一天、一月、一年、数年的天气都按照确定的周期预先排列出来，那就陷入了形而上学。‘六十花甲’就是这一类货色。因此在分析周期现象时，必须弄清造成各种周期的原因，注意各种周期的变化，具体情况具体分析，才能用得活，报得准。”

“周期既然是周而复始的意思，那末，韵律则应该是指某一种天气现象出现后，间隔一定的时间，对应有另一种天气现象出现。比如说‘春雪 120 天有暴’，‘八月十五云遮月，正月十五雪打灯’就属于这种。”

“对。”老杨继续讲：“出现春雪，对应夏秋的大雨、暴雨，这种前后呼应的现象，气象上称为‘韵律’。造成韵律的原因，到目前为止，还不很清楚。但一般都认为在天气变化过程中，确实存在着 30 天、60 天、90 天、120 天、180 天等不同的韵律。”

“必须注意的一点是相关、周期和韵律三者之间是相互联系，不能截然分开。”老朱说：“比如，群众经验‘寒水枯，夏水枯’就是一例。冬天雨少，对应夏天雨少，这是正相关。其中也包含了 150 天韵律的关系。又据分析，冬季一月份和夏季六月份，环流及要素上存在着 5 个月的周期现象。因此，这条群众经验在某种程度上又反映了这个周期现象。所以，相关、周期、韵律有时是不容易截然分开的。另外，群众经验又说：‘寒水枯，春水铺；春水铺，夏水枯。’它却告诉我们：冬天雨少，夏天雨也少，不是绝对的，而要根据春天雨水多少而定。只有在春天雨多时，夏季雨水才少。说明其中需要其他条件。由于利用前期天气气候特点来预报以后较长时间的天气，其内在的物理演变过程比较复杂，这些初步的总结分析，还有待于在今后的实践中充实提高。”

群众经验中的辩证法

“群众经验中充满了辩证法。”小夏深有感触地谈着他几个月来学习群众经验的体会：“例如，‘热极生风，闷极生雨’是说明矛盾的转化、物极必反的哲学道理。另外，如‘日暖夜寒，塘库水干’、‘日暖夜暖，塘库水满’等，就是抓住一日中气温的正常与反常现象来判断天气变化的。还有‘中午太阳现，三天不见面’、‘亮一亮，下一丈’等经验，就是识别现象的真假，揭露了天气变化的本质的。在阴雨的日子里，常常可以看到中午前后雨停云薄、阳光微露，这是假象，其本质仍然是阴雨天气。”

“天气谚语中充满了辩证法，这说明了劳动人民能够学通和运用哲学。”老杨补充小夏的话说：“有许多群众经验看来矛盾，其实是反映了对立统一的规律。比如‘一雷打九台’和‘一雷引九台’，是同一季节里预报台风的两条看天经验。‘打’就是把台风‘打发’走了；而‘引’则是把台风引过来。为什么同样根据打雷这个天气现象会得出两种相反的结果呢？……”

“关键在‘雷’字上。”小夏满有信心地插话道。

“对。”老杨继续说：“就长江下游地区来说，雷如由冷空气引起，从北方或西北方打过来，则‘打’台；雷如发生在暖空气内部，就地生消，或从东南方打过来，则‘引’台。‘打’与‘引’是对立的，随着雷雨条件的不同而互相转化。”

“还有‘东南风，雨祖宗’、‘东南风，燥松松’”，老朱接着老杨的话说：“看来这又是矛盾，实际是统一的两条看风识天气的群众经验。前一条兆雨，后一条兆晴，晴与雨互相对立。东南风究竟兆晴还是兆雨？……”

“这就要看东南风的具体条件了。因为矛盾着的双方无不

在一定条件下互相转化。”小夏说。

“对。”老朱接下去讲：“一是要看刮东南风前期的天气条件，‘旱刮东南不下雨，涝刮东南不晴天’；二是要看东南风风力的大小，‘东南紧一紧，下雨靠得稳’；三要看季节条件，秋冬春三季，东南风是雨兆，夏季东南风则晴空万里。随着刮东南风时天气、风力等条件的变化，晴与雨也互相转化。”

“另外”，老杨又想起一个例子：“有些群众经验还揭露了矛盾的普遍性与特殊性。比如，上海郊区有这么一条谚语：‘年纪活到八十八，未见东南阵头发’。这是雷阵雨移动方向的普遍性规律。由于冷锋雷雨一般自北向南移动，气团内部雷阵雨一般又随高空西风气流自西向东移动，这样就造成了东南方很少起雷阵雨的特殊性。但很少不等于没有，在注意雷雨移动的普遍性规律的同时，还得注意其特殊性规律。‘东南阵发，雨落丈八’，这就是上海地区雷阵雨移动方向的特殊性规律。雷阵雨的雨势往往很急，常下倾盆大雨，但又来去迅速，转眼之间，雨过天晴，这是普遍规律。但来自东南方向的雷阵雨，由于水汽丰富，移动又很缓慢，影响时间长，因此不来则已，一来雨势很猛。用‘丈八’形容虽有点过分，但1969年8月5日一次来自东南方向的雷阵雨，上海市区四小时内降水200多毫米，打破了当地百年日雨量最高记录，却是事实。”

“类似的例子还可举出很多。”小夏一面说一面看了下墙上的电钟，已经四点半了，下午几小时的交谈不知不觉地又过去了。小夏站起来客气地说：“时间不早啦，我要回去了。”

老杨和老朱送小夏下楼。从大楼到大门口要绕过一个池塘和几块草坪，一出大楼，温暖的阳光，绿油油的垂柳，晚春的空气令人心旷神怡。他们三人并非沿着水泥路朝池边缓慢地走着。各种各样的鸟在歌唱，燕子来回穿梭……。老杨忽

然想起群众中有许许多多关于看动物测天气的经验，老农把它们称为‘活气象仪’。于是转过头来问小夏：“关于物象测天，你搜集了哪些谚语？”

物 象 测 天

小夏朝老杨望了望，微笑着说：“我搜集了许多。比如‘早蚯出太阳，晚蚯迎雨场’、‘蚂蚁垒窝天将雨’、‘鱼跳水有雨来’、‘燕子低飞要落雨’、‘青蛙集中有大雨’、‘甲鱼放蛋窝，洪水淹到边’等等好几十条。”

“在实践中使用效果怎样？”老朱问。

“在访问老农时，我问过他们，广大贫下中农都说很灵。因为他们在与天斗争中，除了看天就是看物象，积累了丰富的经验。”小夏引老杨、老朱走近池塘边停了下来，手扶着围栏望着池水继续说：“比如‘鱼跳水’，老农看得很仔细，不仅看大鱼、小鱼，一条还是几条，而且还要看产卵的鱼和不产卵的鱼，跳水的高低、形状。”

“产卵和不产卵的鱼怎样区分呢？”老杨疑虑地问。

“老农很有经验。”小夏继续说：“他们用一张竹叶放到水边适当地方，如果是产卵的鱼跳水，抽出竹叶，上面就有许多鱼卵。我跟他们看了几次，逐渐学会了一些方法。比如，产卵的鱼往往齐跳。我就把这种鱼的跳法编为‘鱼齐跳，天晴好’。一般情况下是‘鱼轻跳，天要坏’。但是，为什么鱼跳水会下雨，我还没有完全搞清楚。”

“这里面原因很多，很复杂。”老朱说道：“单从气象上作分析，因为反映天气变化的物象尽管多种多样，但归纳起来，大都是直接或间接地表征下雨之前的气压降低、湿度增大等特点。就以‘鱼跳水’来说吧，在正常晴好天气下，鱼类等水生动

物有足够的溶解在水中的氧气呼吸、生活。当天气将转阴雨前,气压剧降,溶于水中的氧气大大减少,且原来溶入水中的氧气也渐渐逸出水面,鱼在水中感到氧气不足,就跳出水面或浮到水面上来进行呼吸。所以,‘鱼跳水’表示天气将要下雨。当然,下小雨、中雨,还是大暴雨,还要具体分析。”

“据老农说,往往在夏秋季节比较灵,冬季就不灵了。”小夏补充道。

“不仅如此,有许多群众经验,在这个地区灵,换个地区就不灵,它们还有明显的地区性。”老杨接着说:“春天到秋天,燕子低飞也是下雨的征兆。那末,燕子真的能辨晴雨吗?”



图 8-30

“不能。”小夏说:“我有时看到燕子在下午到傍晚,三、五成群越飞越低,或者贴着地面急速地滑行,或者拍打着翅膀原地徘徊不动,这是什么原因呢?后来在《十万个为什么》一书中找到了答案。原来,各种小昆虫是燕子的最好食物,每当天气快要下雨以前,由于空气里的水汽含量急剧增多,把大多数昆虫软翅沾湿,不能自由展开和迁飞,只能沿着地面爬动;一些伏居在土壤中的昆虫由于气压降低、湿度增大,感到很不舒服,也都纷纷爬出土外,透透空气,这是燕子搜捕食物的大

好良机,所以燕子常低飞去捕获;另外,在天气快要下雨前,气流较混乱,燕子得不到合适的风力抬升它高飞,故在飞行中常忽高忽低,乍沉又起,掠水剪波,翻飞不定。所以说,燕子低飞常是表示天气将要下雨。”

小夏的解释使老杨回忆起了一些站、哨介绍的经验,说:“根据有些气象站、哨的经验,出现燕子低飞后一般在未来6到12小时内要下雨了。”

“特别使我感到有趣的是:‘甲鱼放蛋窝,洪水淹到边’这个经验。”小夏兴致勃勃地说。

“这条经验我们倒没听到过。”老朱很感兴趣地说。

“我们是听了小韩的经验介绍,才懂得了其中的奥秘。”针对老朱的问题,小夏解释道:“这得从1970年春天谈起。有位老农告诉小韩,附近龙江河上有位老渔民,会测每年夏季洪水的情况。他第二天收工后,就到河边找那位老渔民,接连拜访了两次,都没有谈成。在一个大风雨的早晨,小韩第三次到渔船上请教。那位老渔民见他顶风冒雨而来,态度又是那样诚恳,便热情地把小韩请进船舱,向他介绍了自己通过几十年观察甲鱼(鳖)下蛋位置高低、埋蛋的深浅,预测每年洪水大小、迟早的土经验。这年夏天,宜山县遇到了特大洪水,龙江河出现两次洪峰,小韩用老渔民教给他的预测洪水经验,准确地预报了第一次洪峰到来的时间和高度。第一次洪水过后,社员又问他,还有没有洪水来?这时,小韩观测龙江河水位离甲鱼下蛋的地方有八丈多远,就预报还有更大的洪水。过了十多天,连续下暴雨,龙江水位猛涨,涨到正好同甲鱼下蛋的地方成水平线。当时我还不大相信。小韩又讲了他在1972年一天,和武装部的老刘一齐去观测,发现在龙江河边的‘石人头’北岸同一水平线上有甲鱼下蛋。因此预计,再过十几天要有

大洪水。果然不错，十多天后，洪水咆哮而来，水位到了甲鱼下蛋的部位就停止上升了；1973年夏天某日，在龙江河羊马头沙滩高处又发现了甲鱼下蛋，过了十多天洪水又‘准时’来了。”

“这经验真灵！”老杨被这准确的预报吸引住了，忙问：“那末他是怎么去找甲鱼蛋的呢？”

“是老渔民教给他的。”小夏继续讲下去：“因为甲鱼上岸下蛋时，留有脚印。从甲鱼爬上岸的高处，下好了蛋再爬回江里，平均1~2天时间，两天以后脚印被泥沙盖没，就不会被发现了。渔民天天在江里划船打鱼，所以天天可以望见两岸沙滩上情况。一旦发现甲鱼的脚印，顺着脚印上去，就可以找到蛋。根据经验，当发现蛋后，过十八天左右洪水要来。”

“甲鱼下蛋又不是成群去的，根据偶然发现一两个蛋坑，就能作出判断？”老朱不很理解地问道。

“偶然中有必然。”小夏解释：“小韩开始也怀疑，可是老渔民告诉他：蛋下一条线。他通过实际观察，完全证实了甲鱼蛋或是都下在岸上一定高处，或是都下在低处，成一条水平线，很有规律。”

“下到低处，预报没有大洪水？”老杨说。

“对。”

“这是什么道理？”

“究竟是什么道理，现在还很难讲清楚。”小夏回答：“不过，从这些现象来判断，可能是甲鱼的本能作用。因为甲鱼蛋变成小甲鱼需要大约20天时间。假若洪水小，或来得晚，蛋下的位置过高，则小甲鱼出世后往下爬，在半路上就要干死；若蛋下得低，洪水来得早而强，则蛋就会被冲走。甲鱼能够世世代代生存下来，没有被自然界的洪水消灭掉，反映了甲鱼在

本能上可能是和洪水的来临的大小、迟早有一种联系。”

“除本能作用外可能还有其他因素。比如南方沿海的渔民用水母也能报台风。据分析,是因为水母能感觉台风来临前空气和波浪摩擦而产生的次声波。所以,看水母的动态就能预测台风什么时候要来。”

物 候 测 天

他们边走边谈。当老朱讲完时,路旁一束垂柳枝条随风打的老杨头上,老杨把枝条往旁边一甩,突然想起群众中用物候观测来预报农时也有丰富的经验,于是便问小夏:“你们那里老农对物候观测一定很有经验吧!”

一提到物候,小夏很感兴趣地说:“我们那里老农对物候观测也很有经验。他们编了许多歌谣来指导农业生产。金大爷曾经去太平天国起义的金田村参观过。有一次他给我们讲了一个太平天国的‘天历’。这历称为《萌芽月令》。将上一年南京所观测到的物候或草木萌芽附在下一年同月份日历之后,以供农民耕种时作参考。太平天国辛酉十一年新历每月之后就都附有庚申十年同月份的萌芽月令。比如说‘立春日红梅开花,青梅出蕊’,‘雨水日雷鸣下雨,青梅开花’等等。”

“中国历史上太平天国农民革命军把中国的历法作了一个彻底的改革,颁布了真正能照顾到农民所需要的物候。”老杨补充了一句。

“后来,我读了竺可桢同志写的《物候学》,才知道,物候在我国有悠久的历史,早在春秋、战国时代或以后,在现在华北一带就广泛流传了这样的歌谣:‘一九二九不出手,三九四九冰上走,五九六九沿河看柳,七九河开,八九雁来,九九加一九,耕牛遍地走’,讲的统是物候。就是从人的冷暖感觉,江

河的冰冻,柳树的发青,鸿雁的北飞,来定季节的节奏,寒暑的循环,而其最后目的是为了掌握农时,所以最后一句便是‘耕牛遍地走。’这可称为‘有的放矢’了。”

“掌握农时,是农业生产上成功和失败的一个关键性问题。”小夏深有体会地接着说:“我这次到北方及长江中下游等一带学习时,就听到过这样的农谚。比如对冬小麦,北京地区是‘白露早,寒露迟,秋分种麦正当时’,华北南部是‘秋分早,霜降迟,只有寒露正当时’,安徽、江苏是‘寒露蚕豆霜降麦’,到了浙江便是‘立冬种麦正当时’了。”

“据说物候观测还能用来预报虫害。”老朱插话。

“这方面我国有许多地方也取得了良好的效果。”小夏热情、熟悉地解释道:“比如河南省方城县广大贫下中农、革命干部和科学技术人员,大抓群测群治虫害的科学实验活动。十多年来,全县建立虫情测报站一百多处,培养农民测报员五千多人,在测报防治的反复实践中,他们创造了定卵观测,定虫跟踪,物候记载等办法。根据物候观测,群众总结了许多经验。如:迎春花开,杨树吐絮,小地老虎成虫出现;桃花一片红,发蛾到高峰;榆钱落,幼虫多。花椒发芽,棉蚜孵化;芦苇起锥,向棉田迁飞。五月鲜桃尖发红,赶快诱杀棉铃虫。小麦抽穗,吸浆虫出土展翅,等等。他们还编有防治‘地老虎’的歌诀:‘榆钱落,幼虫多;定虫跟踪规律摸;防治时机在黑夜;八九点钟最适宜’。还有江苏盐城县秦南中学物候小组也作出很好的成绩。他们从1967年开始,一直坚持观测,他们的经验是:如垂柳飞絮时,也是木槿上有翅棉蚜进入迁飞高峰期;野菊花开花时,也是菜粉蝶幼虫发生数量最多的时候;迎春花始花,正是粘虫成虫发蛾始期;菜花黄,粘虫成虫进入发蛾高峰期;洋槐始花,粘虫幼虫进入为害期,等等。”

在小夏的启发下，老杨也想起了湖南黔阳县气象员利用物候预报天气的例子。话说了一半，就被小夏很感兴趣地打断了。

“他们是怎样观测和做预报的？”

“黔阳地区把对山梅的观测用在作干旱趋势预报上。”老杨稍加思索后继续说：“山梅是一种野生落叶灌木，它的果实一般在农历三月即可采食，群众又称之为‘三月泡’，并有以‘三月泡’开花朝下多少来预测年降水量、有无夏旱的经验。他们经过多年的观测记载，整理分析，应用在作降水量和夏旱趋势的预报中，规律较好，准确率较高。”

“你是否能讲得具体些。”

这时老杨只好又打开笔记本，找到其中一页讲下去：“首先要对山梅进行观测。山梅的开花较早，一般年份是二月下旬开始开花，‘清明’前后结束，为时30~40天左右。最早的年份，二月上旬就开花了；最迟的年份，三月上旬才开花。因此，立春以后，就要注意观察山梅的开花现象。每年从开始开花到最后一朵花止，每天或者每两天观察记载一次，每次观察的时候，把朝上、朝下的花分别记载、统计，以免漏记、重记。”讲到这里，老杨把笔记本中记的观测表格递给小夏。

表 8-1 山梅每日开花朝性数记载表 1972 年

日月 观测项目	28/2	29/2	1/3	2/3	3/3	.....	8/4	累计
开花向上数	9	11	8	0	5	.....	0	487
开花向下数	9	13	10	0	5	.....	1	949
小 计	18	24	18	0	10	.....	1	1436

$$\text{向上百分率} = \frac{\text{向上数}}{\text{向上} + \text{向下数}} = \frac{487}{1436} = 34\%$$

$$\text{向下百分率} = \frac{\text{向下数}}{\text{向上} + \text{向下数}} = \frac{949}{1436} = 66\%$$

小夏停了下来，细心地看着这张表，接着他又慢慢地一面走，一面问道：“那末，山梅花的朝向在干旱趋势预报中如何应用呢？”

老杨拿过小本子，看着记录说道：“例如山梅花朝下百分率最多的是1968年，为83.4%，这年年降水量达1853.1毫米，夏旱只有15天；最少的1966年朝下花只占41.7%，这年年降水量为1336.6毫米，而夏旱达90天之久。1972年他们以山梅花朝下百分率偏少为依据，预报1972年年降水量偏少，实况比常年少100多毫米，预报1972年有严重的夏旱，结果这年夏旱比常年偏长。”

老朱接着老杨的话说：“宁波地区有一个观测柳树芽来预报当年春播天气的例子。比如说，柳芽膨大早，即在2月20日前膨大，是早稻育秧期间天气最坏的预兆，播种应考虑适当推迟。例如观测中有五年柳芽都在2月20日前膨大的，农业生产上，在上述几年烂秧较重。相反，柳芽膨大迟，即在2月底至3月初，是早稻育秧期间天气好的预兆，播种应考虑适当早点。例如观测中有4年柳芽都在2月底3月初膨大的，生产上这几年烂秧较轻。”讲到这里老朱突然转了话题：“不过，这些指标还需要在实践中不断充实、提高。一则因为观测年份还较短，二则内在的原因还没有完全搞清楚。固然气温、雨量、日照是影响物候的重要原因之一，但还有哪些因素起作用？为什么能够预兆？等等问题，尚待进一步分析研究。”

“是这样的。我们已开始观测物候，而且下定决心坚持下去，我想只要长期实践，一定能总结出适合当地的预报农时和天气趋势规律的指标。”小夏坚信而有力地说。

土 洋 结 合

“说实话,开始我对物候预报等这些方法并不重视,觉得这些方法太土。后来,实践教育了我,土办法里面大有学问。”老朱坦率地亮出了过去的想法。

“当然我们也不应该走到另一个极端,必须将这些土办法同其他方法结合使用。我去湖南省桃江县伍家洲公社气象哨学习时,他们介绍了一个很好的经验,对我很有启发。”老杨接着老朱的话说。

“什么经验?”小夏急着问。

“他们运用‘蚂蚁垒窝、搬家要下雨’这条测天经验时,搞得很仔细。他们用三年时间不断地进行观察,总结了一些规律。有一天,发现蚂蚁‘垒窝’,结果第二天是晴天。第二天蚂蚁还在‘垒窝’,又仔细地进行观察,才发现蚂蚁不是在‘垒窝’,而是在‘打扫卫生’,把风雨打到窝内的杂质一粒粒地向外搬运垒起来。这现象给他们很大启发,观察蚂蚁等活动时,要严格区别、详细记录……”

“开始他们也不明白蚂蚁为什么要垒窝”,老朱也很有兴味地回忆这件事:“他们翻阅了有关生物学的书籍,又深入细致的进行观察,逐步认识到,蚂蚁有多种,有些蚁窝中的蚂蚁对地面湿度的增加或减少很敏感,当地面湿度增加时,它就赶快垒窝筑坝,防止雨水侵入。懂得了这个简单道理后,他们就有意识地去观察那些对天气变化敏感的蚁窝,而不被一些反应不灵敏的蚁窝所迷惑。根据长期观察,归纳成一个简单的指标,即蚂蚁垒窝筑坝,24小时内转阴雨。”

老朱把话又引了回来说:“但是,这仅仅是他们的初步认识。另一方面,还必须结合当时的天象、气象要素、天气形势

具体分析。一次，他们又注意到当天是一个‘农暴日’，按气候规律这天前后最易出现风雨。但前几天天气均晴朗，是否这两天要转变呢？又查阅了当年的天气实况。发现最近几个月来天气周期很明显，大致每晴八、九天后又转一段阴雨天气。假若这种周期不变，那么，一、两天内也应转阴雨了。这仅仅是天气气候背景。要使天气转变的可能性变成必然性，必须有一定的条件，没有一定的条件是不会转化的。从当天的风和温度的条件来分析，发现南风吹得很长，而且天气很闷热，于是根据‘南风吹到底，北风来还礼’和‘风静天热人又闷，有风有雨不用问’的经验，具体分析了条件：当天的最高气温比前一天突升 9°C ，升温必然降压——当时哨里没有气压计，仅根据温度来估计。这给冷高压南下影响当地创造了十分有利的条件。另外，已吹了十几个小时较大的南风，这说明地面有了很多的暖湿空气，如果冷空气南下，本地暖空气一定会被顶起来上升成云致雨，而且还发现云层在加厚、降低。不仅如此，又注意到南风到了中午突然平静了下来，说明了暖湿空气在北上途中遇到了冷空气阻挡，北方冷空气正在南下。据气象台的广播说：冷锋已到达西安，当地正处在低压槽附近，大范围出现了降水的形势，这是外因。根据蚂蚁垒窝等现象综合分析，本地要素变化的内因和外因条件都具备了，天气转变的可能性必然会变成现实性了。于是就大胆发布24小时内转阴雨的预报，并向公社汇报和公开广播。结果预报完全正确，公社领导和贫下中农非常满意。”

“他们分析得真好！我一定把他们将天气谚语与气象要素、天气形势分析结合起来这个重要的经验带回去，使我们气象哨的预报工作做得更好。”

他们三人笑着走着谈着，一会儿就到了大门口。小夏转

过身来紧握着老杨、老朱的手，说了声：“刀要磨削才锋利，铁要熔炼才成钢，知识青年在三大革命运动中茁壮成长，我们一定能够在实践中取得管天的自由。再见！”小夏沿着晒满霞光的大路上走去。

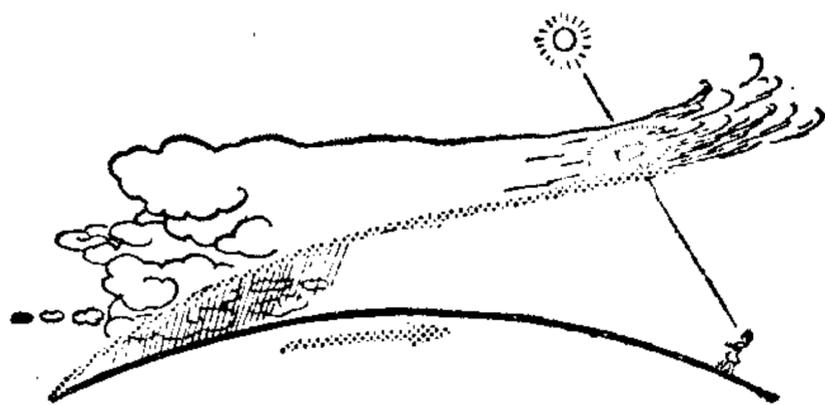
望着远去的小夏，老杨和老朱心潮难平：小韩、小刘、阿珠、小陈这些知识青年的形象浮现在眼前；他们的豪言壮语——“农村需要我，我也爱农村，贫下中农需要我管天，我甘当一辈子管天员”，“为祖国和人民管天，就要用毛主席的哲学思想来管天”……在耳边回响。

望着远去的小夏，老杨和老朱都在想：这次为了写书，接触了许多知识青年，受到了很深的教育。他们正在和我们并肩战斗，向大自然开战，为革命掌握风云变幻。他们又是一支多么朝气蓬勃的生力军啊！祖国的社会主义气象事业真是蒸蒸日上，前程锦绣。

〔附〕 群众看天经验举例

看天象识天

“游丝天外飞，久晴便可期”：游丝天外飞指毛卷云。这种



云孤立地出现，一般说明高空比较稳定；如果云不是系统地增多变厚，一般预示天气继续晴朗。

“天上钩钩云，地上雨淋淋”：钩钩云即

气象上的钩卷云。钩卷云出现后往往有低气压或明显的低压

槽移来,要下雨了。

“鱼鳞天,不雨也风颠”:鱼鳞天指卷积云。这种云也是下雨或刮风的征兆。

“天上鲤鱼斑,明日晒谷不用翻”:鲤鱼斑指透光高积云,往往是高气压控制下的征兆。故一般短期内天气仍晴好。

“炮台云,雨淋淋”:炮台云指堡状高积云或堡状层积云,往往出现在低压槽的前部,表示空气不稳定,要下雨。

“乌云接日头,半夜雨稠稠”:指太阳下山时,西边天空的乌云接住太阳,并且乌云自西向东移动,预示当天夜里要下雨。

“西北开天锁,明朝太阳大”:在下雨或阴天时,西北方向云层裂开有一块蓝天出现,称“开天锁”。它预示很快就要雨止云消。

“朝霞不出门,晚霞行千里”:早晨出现霞,预示天气要下雨;傍晚出现霞,预示天气晴朗。

“云交云,雨淋淋”:云交云指上下两层云或者几层云移动方向不一致,说明这几层风向不一致,它通常发生在冷暖空气交界面附近,故预兆要下雨。

“太阳现一现,三天不见面”:春季或者春夏过渡时期在下雨的日子里,中午云层一度裂开,太阳露一露,但不久云层又聚积变厚。这通常是对流日变化所造成的暂时现象,阴雨天气仍将继续维持。类似的谚语还有“太阳笑,淋破庙”、“太阳现,三天不见面”、“亮一亮,下一丈”等。

“乱云天顶绞,风雨来不少”:“乱云”指天空云多,上下有几层。“绞”指云系又不稳定,扰动性大,上下对流旺盛。这些现象预示风雨要来临了。

“馒头云,晒死人”:天上出现象馒头一样的云(淡积云),预示短期内天晴。

“梭子云,定天晴”:梭子云指荚状高积云,这种云如果云量少,变化不大,预兆短时期内天晴。

“云向东,一场空;云向南,雨成潭;云向西,披蓑衣;云向北,雨没得”:从云的走向来预示晴雨。云向东、向北移动,一般不会下雨;云向南、向西移动,预兆要下雨。

“有雨山戴帽,无雨云拦腰”:云盖住山顶,叫“山戴帽”。云层挡住山腰,可见山顶,叫“云拦腰”。当阴雨天气来临时,云层比较低,云底盖住山顶,故兆雨;拦腰的云,一般都是由于夜间冷却生成的地方性云,云层不厚,故兆晴。

“日落射脚,三天内雨落”:太阳从云层的空隙中射下来,称“日射脚”。傍晚出现日射脚,说明对流作用强烈,预兆未来要下雨。

“天上赶羊,地下雨不强”:“天上赶羊”指碎积云。这种云一般不会下雨,即使下也是很小的雨,一扫而过。

“悬球云,雷雨不停”:夏天,在乌黑的雷雨云的底部有时呈波浪形状,出现象悬球状的云,预示雷雨大而强,常伴有短时间的偏北大风。

“东虹日头,西虹雨”:虹出现在东方,预兆天晴;虹出现在西面,则预兆要下雨。



图 8-32

“日晕三更雨,月晕午时风”:白天太阳旁出现晕环,预兆半

夜前后要下雨；晕环出现在月亮周围，预兆不久要刮风。当然日晕不一定只兆雨，月晕不一定只兆风，只是说明天气将转坏。

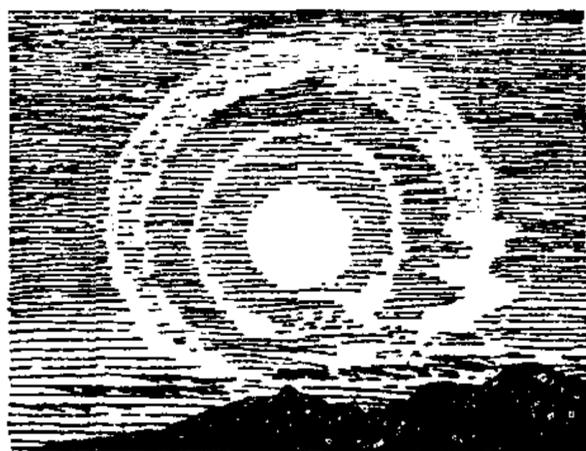


图 8-33

“日出胭脂红，无雨便是风”：早晨太阳初升时，天空中出现胭脂一样红的颜色，说明水汽增多，预兆风雨要来了。

“月亮撑红伞，有大雨；月亮撑黄伞，有小雨；月亮撑蓝伞，多风云；月亮撑黑伞，大晴天”：根据无云或少云的夜晚月亮周围的不同颜色光轮来预兆晴雨。月亮周围红色光轮表示空气中水汽丰沛，黄色次之，蓝色、黑色更少。

“大华晴，小华雨”：月亮周围的华在增大，说明大气逐渐稳定，云中水滴或冰晶变小，兆晴；相反，华越小，则预兆下雨。

“星光含水，雨将临”：晴天的夜晚，有时会看到星星的周围有个亮圈，看上去蒙蒙亮，称“星光含水”。这现象预兆要下雨了。

看风识天

“东风急溜溜，难过五更头”：东风风速比较大或逐渐在加大，那末当天夜里就要下雨了。

“东北风，雨太公”：吹东北风往往是下雨的征兆。

“南风吹到底，北风来还礼”：冬季和春季连吹几天南风以后，往往要有一次比较强的北风出现。

“八月南风二日半，九月南风当日转”：夏季过后，北方冷空气开始活跃，南风吹几天以后，北方冷空气就要南下；而再往后，若再吹南风，冷空气当天就可能南下，转北风了。

“秋后北风紧，夜静有白霜”：深秋西北风大，连续吹几天，表示有强冷空气下来，可能有霜出现。

“南风吹暖北风寒，东风多湿西风干”：吹南风温度要高，吹北风温度较低，吹东风容易下雨，吹西风不易下雨。

“南风送九九，干死荷花气死藕；北风送九九，水盖江边柳”：九九大致在三月中旬。江南一带这时吹南风，天气将晴暖一段时间，而吹北风，容易造成下雨。

“春南夏北，有风必雨；春东夏西，雨随风起”：春天吹南风，夏天吹北风，预兆有雨；春季吹东风，夏季吹西风，风一刮大了也预兆下雨。

“一日南风三日曝，三日南风狗钻灶”：春季当南下的冷空气减弱，暖空气便乘机北上，转吹偏南风，天气有一段回暖时间，故有“一日南风三日曝”。当连续吹了几天南风之后，又常常是冷空气南下的预兆。道理相同的谚语还有“南风不过三，过三就转冷”等。

“寒潮过后天转晴，一转西风有霜成”：我国南部某些地区寒潮冷空气影响时经常刮东北风，伴有阴雨天气。一旦转为西风或西北风，天放晴，预兆次日清晨有霜出现。

看雷、雾、霜、露识天

“三朝迷雾发西风，若无西风雨不空”：秋冬季节一次强冷空气南下，在风微天晴的早晨连续出现三天或几天雾时，则预

兆这次冷空气已变暖变湿了，将有新的冷空气下来而刮西北风或下雨。

“久晴大雾必阴，久雨大雾必晴”：在久晴后出现大雾，预兆以后天气转连阴雨或雨水较多；久雨后出现大雾，则预示未来天气将久晴或晴天较多。

“露水重，天气晴”：露是在天晴、风小稳定天气下产生的，所以露水越重，预示当天多半是晴天。

“霜重见晴天”：在强冷空气过后出现浓霜（俗称霜重），则预示在短期内天气晴朗。

“霜后南风连夜雨”：春季，早晨出现白霜后，如果转东南风，那末天气很快就要转坏了，很可能当天夜里就要下雨。道理相同的谚语还有“春霜不隔夜”等。

“霜夹雾，旱得井也枯”：冬季的清晨有时霜和雾同时出现，它预示天气将继续晴朗。

“雷公先唱歌，有雨也不多”：指先打雷后下雨则雨量小。相反，先雨后雷，则雨量较大。前种现象往往是热雷雨造成的；后种现象是受锋面雷雨影响的结果。但这不是绝对的。

“一日春雷十日雨”：春雷是暖湿空气非常活跃所引起的。所以，听到春雷，多数情况下要下几天雨。

“东闪日头，西闪雨；南闪火门开，北闪有雨来”：夏季东面闪电预兆天晴；西面闪电，雷雨将临；南面闪电，预兆天将炎热；北面闪电，即将下雷雨。

“早起雷当日晴，午起雷落一阵，晚起雷不到明”：早晨打雷，一般是指锋面雷雨，锋面过后，雷雨即停转晴天；中午或下午打雷一般指夏季炎热天气下的热雷雨，速来速去，落一阵就停了；晚上打雷通常也是锋面雷雨，一扫而过，次日白天一般不再下了。

长期天气谚语

“春雪后 120 天有暴”：立春以后下雪，则下雪后约 120 天将有一次明显的风雨天气过程。

“水九旱三春”：冬季雨水多对应次年春季雨水少。

“冬季干冷，春季寒”：冬季冷空气强，雨少，温度低，对应次年春季寒冷。

“立春雨淋淋，阴阴湿湿到清明”：立春节前后下雨，预示往后阴阴湿湿的天气较多，一直持续到清明节。

“二月干一干，三月宽一宽”：阴历二月少雨，则阴历三月雨水要多。

“小满不满，黄梅不管”：小满节气前后雨少，则江淮流域黄梅雨也不明显。

“四九南风六月旱”：“四九”在冬季的一月下半月。冬季吹南风，对应阴历六月份少雨。

“小暑热得透，大暑凉嗖嗖”：小暑节气热得很，大暑节气就不会太热了。

“冷得足，晴得长”：秋冬季节一次强的冷空气南下，温度很低，偏北大风又强，则预示往后要连晴多天。

“冷得早，回暖早”：秋冬季节冷得早，次年春天回暖一般也早。

物象测天

“鱼跳水，有雨来”：春、夏季，在池塘里有时能看到鱼跳出水面或浮到水面上来，说明空气气压低，湿度大，要下雨了。

“麻雀屯食要落雪”：冬季下大雪，对麻雀确实是一场灾难，雪盖大地和树木，麻雀找不到食物会饿死。所以，发现麻

雀在屯食了,则预示将要下大雪。

“蚂蚁垒窝要落雨”:春、夏季节看到蚂蚁垒窝、搬家或者两群蚂蚁打架,预示要下雨。

“燕子低飞要下雨”:燕子低飞或贴近地面飞行,预示要下雨。

“地还潮要下雨”:常在春、夏季节,由于空气中湿度大、温度高而引起地面还潮,预示天要下雨。

“猪衔草,寒潮到”:寒潮来临前,猪常衔草垫窝,天气稍冷便把嘴巴伸出草里,再冷些就钻进草里取暖。母猪反映更为敏感。所以,见到猪衔草现象,预兆寒潮快来了。

“狗泡水,天将雨”:因为狗身上没有汗腺,不能靠毛孔散热,只能靠嘴巴、舌头散热。当夏天天很闷热时,还要跑到水塘或小溪里泡水,以帮助散热,因此发现“狗泡水”,预示天将下雷雨了。

“鸡宿迟,兆阴雨”:傍晚,如果鸡迟迟不愿进笼,一般是阴雨天气的征兆。

“鸡出笼早,当天雨就到”:清晨鸡早出笼,也是阴雨天气的预兆。

“群雁南飞天将冷,群雁北飞天转暖”:鸿雁是一种喜温的候鸟,它的生活地区,随着季节的转变而迁移。所以看到群雁结队飞的方向,可以预知天气将转冷或转暖。

(以上天气谚语仅根据广西宜山县、湖南益阳地区和长江下游等地经验摘录,仅供读者参考。)

第九章 祖国气候 富饶多样

第一节 多种多样的气候

我们伟大的祖国,位于亚洲的东南部,西面毗连世界最大的大陆——欧亚大陆,东面濒临世界最大的大洋——太平洋,疆土辽阔,四域宽广。

我们伟大祖国的地形多种多样。

我们伟大祖国的气候丰富多采。

从半球范围的气候带来说:从南到北,我国的气候包括热带、亚热带、暖温带、温带和寒温带等五种气候类型。

从我国气候的具体特点来看:东南部具有显著的季风气候特点,西北部具有显著的大陆性气候特点。

东南沿海各省,从大范围说,夏季多偏南风,风从海洋吹向陆地;冬季多偏北风,风从陆地吹向海洋,这种以一年为周期,随着冬、夏季节的交替,有规律地向相反方向变换的风,就是季风。在这种季风影响下形成的季风气候:夏季多雨,气候比较湿润凉爽;冬季少雨,气候比较干燥寒冷。

西北各省,深居内陆,远离海洋,冬寒夏热,温度变化比较剧烈;终年少雨,气候比较干燥,是典型的大陆性气候。

此外,由于地理环境、距海远近、地形高低、山脉屏障及走向的巨大差异,又可以划分为高山气候、高原气候、盆地气候、森林气候、草原气候和沙漠气候等多种具体的气候类型。

我国最北方的黑龙江省,冬季不仅寒冷而且漫长,夏季短促略感温凉。黑龙江省的最北部地区,冬季的平均气温常在 -32°C 以下,冬寒期长达八个月以上。

在广阔的东北平原上,隆冬一月,江河湖泽全部冻结,银装素裹千里平原,嫩江、松花江的冰面上可以通行载重几十吨的巨型车辆,千里冰封,万里雪飘,自然界呈现出一派气魄雄伟的北国风光。盛夏季节,日照充足,降水丰沛,水热条件优越,自古以来东北平原就是我国的一个重要粮食产区。

我国中部地区的江淮流域,冬季虽冷但不严寒,夏季虽热也不少雨,气候温暖湿润,一年之中寒来暑往,四季分明,物产丰富,稻麦两收,甚至年可三熟,是我国著名的“鱼米之乡”。

我国南岭以南的广东省雷州半岛、海南岛以及祖国的宝岛——台湾省的南部地区,全年无冬,四时皆夏,气候暖热,湿润多雨,水稻一年三熟,甘薯一年四熟,水份、热量条件都很优越,出产橡胶、可可、胡椒、剑麻等重要热带经济作物。

四季常青的南海诸岛(包括东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛和南沙群岛等,南沙群岛最南端的曾母暗沙,位于北纬 $3^{\circ}59'$ 的地方,是我国南海的最南界),象一把珍珠,撒在南海的水面,珠贝满地,鸟肥如山,南海的阳光在碧波上闪耀,翠绿的海松,湿热的赤道雨林气候,丰富多采的自然景观,把祖国的南海诸岛点缀得格外绮丽壮观。

从青海高原、甘肃省的河西走廊迤迤西去,包括内蒙、甘肃的一部分地区及整个新疆在内的大西北地区,在我国气候中是典型的大陆性气候区,雨量稀少,气候比较干燥,冬寒夏暑,昼热夜凉,气温的年、日较差都比较剧烈。我国大西北地区,这种日光充分,少雨,干旱,气温变化比较极端的大陆性特征,在我国气候中是别有一番特色的。

一望千里的内蒙古草原和沟壑纵横的西北黄土高原，在我国气候中属于半干旱的气候区，雨量偏少一些，气候比较干燥，但是日光充足，全年晴天日数较多，热量条件比较优越，在水份条件较好的渭河谷地以及汾水流域，农业生产水平很高，在全国来说也是有名的谷仓之一。

位于我国西南的横断山脉区、云贵高原以及四川盆地，在气候特征上各有特色。

横断山脉虽然距海不远，但是由于多层高山并列，群峰突起，对于西南季风从印度洋上带来的湿润气流有一定的屏障作用，在气候学中常用“一山有四季，十里不同天”的民谣，来描述这种高山峡谷区山顶山麓、山前山后气候特征上的显著差异。在我国的热带雨林气候中，以“天然植物园”和“天然动物园”闻名于全国的西双版纳，就位于横断山脉区的南部。西双版纳良好的水、热条件，为我国橡胶、金鸡纳、木棉、槟榔等珍贵经济作物的发展，提供了适宜的气候环境。

云贵高原是云南高原和贵州高原的总称，其中的贵州高原部分，有“天无三日晴”的地方谚语，反映了贵州高原潮湿多雨的气候特色。

云南高原的大部分地区，夏无酷暑，冬无严寒，温暖适宜，四季如春。云南高原北部有“四季无寒暑，一雨便成冬”，云南高原南部有“四季无寒暑，一雨便成秋”的谚语，而位于高原中部的昆明，在我国气候中一向享有“春城”的美名。

位于祖国西南的四川盆地，是我国的一个富饶之乡。四面环山的盆地地形，高温多雨的湿热气候，为亚热带植物的繁茂生长，开辟了广阔的发展天地。四川盆地，北面、西北面和东北面都有高山屏障，冬季少受寒潮侵袭，气候比较温暖，即使是隆冬一月，盆地内仍是一片大好春光；夏季，四川盆地潮

湿闷热,是我国大陆上云雾最多的地方,日照则是全国最少的地方。从上面介绍可知,我国气候是多种多样的,气候资源是相当丰富的。

第二节 高山气候

我们伟大的祖国,是一个多高山的国家。

雄峨的峻岭,耸立在祖国的大江南北,大河上下;巍巍的群山,分布于祖国的东西南北,四面八方。

位于我国西南青藏大高原南侧的喜马拉雅山脉,山峦重迭,群峰林立,海拔高度多在7000米以上,其中高达8882米的世界第一高峰——珠穆朗玛峰,就雄踞于群峰之颠。

1960年,我国登山队第一次从北坡登上了珠穆朗玛峰的顶峰;无产阶级文化大革命中,我国科学工作者再一次登山,进行了大规模的多学科的综合性的科学考察,获得了极其珍贵的第一手科学资料。一向被认为科学禁区的“迷人之塔”——珠穆朗玛峰,终于被用马列主义、毛泽东思想武装起来的我国登山队员和科学工作者揭开了。从此,我国便开创了一门具有崭新内容的综合性的高山科学,为丰富世界的科学宝库又做出了新的贡献。

如果有机会在这里登一次山,做一次“高山旅行”的话,真可说是五洲风光,尽收眼底,四海风云,一览无余。

距今一百多年前,达尔文在航海旅行中发现:自然界中的生物界,是按地理纬度分布的。在不同的地理纬度,生活着不同的生物界,低纬度的热带和中纬度的温带不同,中纬度的温带和高纬度的寒带也不同,至于热带和寒带就更加不同了。

这是为什么?

其中，一个重要原因就在于温度、雨量等气候条件不同。在攀登珠穆朗玛峰的过程中，从山下到山上，纬度虽然没有变化，可是温度、雨量等气候条件却随着高度的增加，发生了急剧的变化，这实际上也就等于纬度在发生变化。由于纬度变化转化为高度变化，高度变化代替了纬度变化，于是在珠穆朗玛峰的不同高度上，非常生动而且层次分明的再现了在水平方向长达几千公里的南北气候分带，显示了自然界奇幻无穷，变化万千的壮丽图景。在巍峨挺拔，高度伸达对流层一半以上的喜马拉雅山的丛山峻岭之间，生物界分布的高度界限，一清二楚，一目了然，因而人们一致盛赞它是世界上最好的“自然博物馆”和世界上各种类型气候的“了望塔”。

我们从喜马拉雅山南坡的山脚下出发(这里的海拔高度大约在1600米左右)，沿着比较缓和的山坡向上攀登，一直到2500米左右的海拔高度，沿途可以看到满山遍野，几乎到处都是生长繁茂的亚热带阔叶林，在向阳的坡地和河谷上也可以种植水稻和蔬菜等。在动物资源中，珍贵的动物之一——小熊猫，就生活在这个地方。

这里的气候，终年温暖、湿润，最冷的一月份，平均气温也多在 5°C 以上，年雨量超过1000毫米，正是这种亚热带气候，才使阔叶林常绿。

从海拔2500米的高度再往上攀登，由于温度降低，气候明显变凉，自然景观也从单一的常绿阔叶林带变为针叶、阔叶相互掺杂的混交林带。混交林带的高度界限大致为2500~3100米，在这个高度范围内，只要留心细看，便会发现：由下而上，耐寒的针叶树由少变多，喜温湿的阔叶树由多变少，生动的反映了随着高度增加温度逐渐下降，气候逐渐变冷的自然规律。在这个高度范围内，年平均气温在 $8\sim 16^{\circ}\text{C}$ 之间，年降水量在

800 毫米上下,具有北亚热带和暖温带的气候特点。

在针、阔叶林带的上界(3100 米),再继续向上攀登,便进入了另一个林海世界。这里,再也找不到在山下触目皆是的阔叶树种樟树、槭树了,映入眼帘的已经尽是素以阔壮、高大著称的喜马拉雅铁杉。这里是喜马拉雅铁杉的“世袭王国”,在这里铁杉能够自然成长,蔚成巨材。

在海拔高度 3100~4000 米之间,越向上,由于气候越来越冷,林木变稀变少,到了接近 4000 米的高度,就只能生长一些稀疏的桦树了。从这里再继续向上,稀疏的桦树林即逐渐被低矮茂密的灌木丛所代替,因而 4000 米的海拔高度是我国喜马拉雅山南坡森林生长的最高界限。在 4000 米以下的向阳坡谷,年雨量在 400~500 毫米之间,夏季七月份的平均气温在 10°C 左右,青稞仍能良好生长,具有暖温带和温带的气候特点。

穿过喜马拉雅山南坡的森林上界,继续向上攀登,在海拔高度 4000~4500 米之间,属于灌丛带。这里,灌丛茂密,但是自然景观并不单调,生长着满山遍野的三月竹和小叶杜鹃。因为这里杜鹃之多,杜鹃之美,给人们留下了深刻的印象,所以人们常常把灌丛带称为“杜鹃的世界”。灌丛带具有温带和寒温带的气候特点。

从“杜鹃的世界”再继续向上攀登,就是高山草甸带了。高山草甸带,在海拔高度 4500~5300 米之间,这里的气候已相当寒冷,一年之中的无霜期不过 100 天左右,只能生长一些菊蒿、苔草、紫云英等草类。这里的气候虽然相当寒冷,但是在无霜期内,水草仍很肥美,很多地方是良好的夏秋牧场,雨季来临时,更是百花盛开,千红万紫,自然界充满一片生机。高山草甸带,在气候上具有寒温带的气候特点。

从这里继续向上,气候变得更加寒冷,一年到头已无冬寒夏暑之分。温度的日较差可以达到 40°C 以上,仅能生长一些龙胆和地衣之类的低等植物,在自然分带中,属于高山寒漠带。高山寒漠带的高度范围只有 $300\sim 400$ 米,大约在海拔高度 $5300\sim 5600$ (或 5700)米之间。由于这里气候十分寒冷,就连在喜马拉雅山土生土长的藏羚也难于生存,而不得不往山下气候更加温暖一些的地方“另择新居”,觅寻新的更加适宜它生活的栖息地;在这里只有不畏严寒,惯于爬冰卧雪的“高原之舟”——牦牛才能定居下来。

在海拔高度 $5600\sim 5700$ 米以上的地方,月平均气温终年都在 0°C 以下。这里,全年降水都是以雪和冰降下的,这是高山气候的又一个重要特色,也是纬度变化转化为高度变化的重要体现。

位于亚热带纬度的喜马拉雅山,山峰高处绵亘千里的茫茫雪山,为我们描绘出一幅“亚热带中的寒带景象”,揭示了自然界本来就存在的“南国里的北国风光”。俗话说:“不到园林,怎知春色如许”。是的,不到自然界中去,不攀登珠峰的绝顶,我们怎么能够看到自然界这样生动的体现了辩证法的奇妙图景。

从海拔高度 $5600\sim 5700$ 米往上,直到山峰顶部,便是自然分带中的永久积雪带了。这里冰峰耸立,冰川纵横,冰塔如林,冰山如壁,冰大板上光滑如镜,冰石崖上光可照人。

永久积雪带,实际上也并不是“永久积雪”的,在夏季中午的阳光照射之下,冰川也能局部融化,形成冰面河道或冰下伏流,潺潺流水,淙淙有声;此外,夏季在冰塔脚下,常形成许多小的冰湖,在阳光下塔影倒映湖中,随波荡漾……。高山上的自然美景,真是引人入胜,美不胜收啊!

更加奇妙的是，在这寸草不生，人迹罕至的永久积雪带，竟会有生物存在。在这漫天皆白的冰雪世界，独有的一种花草——雪莲，不畏极地般的严寒，开放出深红色的花朵，迎风冒雪，傲寒而立。

高山永久积雪带的下界，就是通常所说的雪线高度。在长时期内，雪线高度的升降变化，反映了气候的冷暖变化，雪线高度下降意味着气候变冷，雪线高度上升意味着气候变暖。因而，雪线高度的长期变化趋势是反映气候冷暖变化的一个重要标志。

在喜马拉雅山的北坡，因为山脚的海拔高度已在森林的上界之上，因此自然景观的垂直分布，比南坡简单。北坡的上部与南坡一样，自上而下分别是永久积雪带、高山寒漠带和高山草甸带，而下部则是单一的干旱灌木草原带，在气候上具有高山草地气候的特点，年平均温度大约在 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间，夏季也是良好的高山牧场。

大气中温度垂直递减的自然规律，在高山地区形成了自然景观的垂直演变，这是高山气候的普遍性规律，世界上任何高山都遵守这一规律。但是，象我国喜马拉雅山的南坡这样，自然分带和气候分带如此全面多样，在世界上则是比较少见的。我国高山气候的这一雄伟图景，与喜马拉雅山本身特殊的自然环境有密切关系：一是它所处的地理纬度比较低，二是它的体态巨大，高度极高。

由于喜马拉雅山的地理纬度低，在高山脚下本来就具有热带、亚热带的气候特点，所以在低纬度的高山地区，自下而上便很自然地形成了自然景观的异常丰富多采的垂直演变；高纬度地区的高山，即使有自然景观的垂直演变，也不会象低纬度高山这样变化万千，眩人眼目。

由于喜马拉雅山的体态巨大,高度极高,所以使珠峰顶部的冰雪世界可与地球的南、北两极相媲美,因而珠峰又有“世界第三极”的美称,这样就更加完备了喜马拉雅山的高山自然分带和高山气候分带。在北半球,从赤道到北极的自然分带和气候分带,在喜马拉雅山的南坡几乎样样都有,所以喜马拉雅山的高山气候,是纬度变化转化为高度变化的极好例证,因而人们把喜马拉雅山南坡的高山气候特征,比喻为世界各种类型气候的“了望塔”是可以理解的。

第三节 高原气候

我国的高原,主要有青藏高原、青海高原、黄土高原、云贵高原……等,其中青藏高原与青海高原,一般又称为青藏高原。

海拔高,体积大的高原地形,由于地理位置、距海远近的不同,分别具有不同的气候特点,这里我们以西北黄土高原和西南云贵高原为主,介绍一下高原上的气候特色。

西北黄土高原的气候特色

黄土高原大体上西起祁连山,东止太行山,北起长城,南达秦岭,横跨青海、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南等六个省区。

黄土高原的气候,可以简单概括为:雨量较少,雨季短促,干季较长,干湿季节明显;日光充足,日照时数多,无霜期较长,热量条件比较优越;冬、春季节多大风,冬干、春旱现象比较明显。

黄土高原的年雨量,一般在300~600毫米之间,定边、环县、固原一带雨量偏少,都在300毫米上下,气候比较干燥;在

太原、运城、大荔、铜川一带都在 600 毫米上下，气候相对比较湿润一些；位于秦岭北坡渭河谷地的西安一带，年雨量已增至 800~1000 毫米，雨量比较充沛，气候温暖适宜，是我国有名的谷仓之一，自古以来就有“八百里秦川”之称。

黄土高原，雨量多集中在夏季，七、八两月尤为集中，雨季比较短促，冬干、春旱现象比较明显，干燥、少雨的时期也比较长些。黄土高原上的雨量主要集中在夏季，在夏季降水中出现暴雨的机会又相对比较多样，而伴随暴雨又常有冰雹出现，所以夏季多暴雨、多冰雹是黄土高原的一个气候特色。急骤的暴雨往往造成山洪暴发和水土的大量流失；强烈的冰雹往往打坏地面上的庄稼和正在野外放牧、不及躲避的羊群。

每年三、四月份入春以后，黄土高原上的黄河上游地区，由于地理位置偏南，春季升温早、快；而中游地区的地理位置偏北，春季升温迟、慢，当上游地区黄河河冰已经融解，河面的浮冰流至中游的黄河河套地区时，往往因为这里的河冰尚未融化，浮冰受阻，最后终因排泄不及，而常常酿成春季“凌汛”。堆积如山的高大冰体，如不及时炸掉、排除，便会愈积愈厚，对下游地区暴发春季洪水，威胁甚大。

黄土高原上，雨量的年际变化具有差异大、不稳定的特点，多雨年份的雨量比少雨年份的雨量，常高出三、四倍乃至三、四十倍。例如太原少雨之年仅有 50 毫米，多雨之年可以达到 700 毫米；陕县少雨之年仅有 20 毫米，多雨之年亦可达到 700 毫米。这样悬殊的年雨量变化，易形成旱涝灾害。

从气候学角度，说“多雨之年容易形成涝灾，少雨之年容易形成旱灾”是可以的，但是不够全面，因为世界一切事物中，人是第一个可宝贵的，只要有了用马列主义、毛泽东思想武装起来的人，什么样的人间奇迹都能创造出来，在多雨之年不一

定形成涝灾,在少雨之年也不一定形成旱灾,在轻灾之年能夺得大丰收,在大灾之年也能夺得大丰收。

伟大领袖毛主席号召:“农业学大寨”。大寨就位于黄土高原东部的太行山区,大寨大队多次战胜严重自然灾害,连续十多年夺得粮食丰收,就是一个极好的证明。

黄土高原,雨量不算太多,且多集中在夏季;与此相应,黄土高原的云量少,晴天多,日照时间长,日光充足,热量条件比较好。

黄土高原上,各地的年日照时数,一般都在 2000~3000 小时之间,由南向北逐渐增多。

黄土高原,拥有比较充足的光照条件和比较丰富的热量资源,为喜温和喜阳性作物的发展,提供了良好的气候条件和广阔的发展天地。

黄土高原上,由于日光充足,热量条件比较优越,再加上冬、春季节多大风,蒸发普遍比较强烈,冬干、春旱现象也相应表现比较明显。据计算,高原上各地的可能蒸发量都普遍超过实际降水量,而且也表现出由南向北逐渐加剧的特点。在黄土高原的北部,沿长城一线的盐池、定边、靖边、横山一带,由于地势高,日照时数多,降水少,风速大,湿度低等原因,是整个黄土高原蒸发最强烈的地区,也是黄土高原冬干、春旱现象最明显的地区,这一点在安排农业生产时是应该加以注意的。

在比较干燥的黄土高原上,值得特别一提的是渭河谷地、汾水流域以及银川平原。这些地区,水份资源比较丰富,灌溉条件比较优越,夏季又是雨热同季,能够充分满足作物生长期对于热量、水份的需要,因而农业生产相当发达,产量既高,质量也好,是黄土高原上著名的富饶之乡。

位于秦岭北麓,号称“八百里秦川”的渭河谷地,气候条件优越,在黄土高原上真可以说是得天独厚,温暖相宜,湿润适度,盛产小麦、谷子、棉花、油菜、甜菜和甘蔗等多种粮食作物和经济作物,其中以小麦和棉花,在八百里秦川更是独负盛名。

位于贺兰山脉东侧的银川平原,气候条件也相当优越,比较温暖而又湿润,江南的水稻在这里也能生长良好,因而富饶而又壮丽的银川平原,素来有“塞上江南”之称。就是在气候相当干燥的河西走廊一带,由于那里夏秋季节的温度比较高,日照时间长,热量资源比较丰富,适宜种植棉花,只要进一步改善这个地区的水份条件,扩大灌溉面积,植棉事业一定会取得更大的发展并可望成为我国的一个重要粮棉产区。

贵州高原的气候特色

云贵高原包括贵州全省、云南省哀牢山以东地区、广西的北部地区和四川、湖北、湖南等省交界地区。云贵高原的海拔高度也在1000~2000米之间,与西北黄土高原相仿。

云贵高原是贵州高原和云南高原的总称,贵州高原和云南高原在气候特色和自然景观等方面也不完全一样,所以下面分别作介绍。

贵州高原的气候特色,可以简单概括为:雨量较丰,雨势和缓,雨日特多,全年多云雾,少日照,气候湿润,温度年变和缓,有冬暖夏凉之感。

贵州高原全境,年雨量除西部威宁、赫章、毕节地区稍微少些,大约在900~1000毫米左右之外,其他地区一般都在1000~1250毫米左右,逐年之间变化较小,降水是比较充沛而稳定的,气候也是比较湿润的。

贵州高原在我国气候上最突出的倒不是它的年雨量，而是它的年雨日数。贵州高原的年雨日数一般都在 170~180 天左右。贵阳在年雨日数最多的 1929 年，竟高达 259 天。

贵州高原，不论哪一个地区，一年之中也不论哪一个月份，雨日数一般都在 10 天以上，这一事实反映了贵州高原普遍多阴雨天气的一般性气候特征。“天无三日晴”之说也就是由此得名的。但是，这里还要指出另外一个事实：在贵州高原，连续无雨的日数有时也是很长的，例如贵阳在 1925 年 11 月 30 日~12 月 28 日就曾经连续 29 天滴雨未下，实际上连续出现晴朗天气达三天以上的情况，高原各地都能出现，并且每年都有，也不是什么稀奇罕见的事情。因此，“天无三日晴”并不是说在贵州高原上就真的没有三天以上的连晴天气了。

贵州高原，多云雾，多阴天，多雨日，因而日照时数大大偏少。贵州高原的年日照时数，一般在 1200~1400 小时左右，大概只有黄土高原的一半，平均每天只有 4 个小时的日照时间。从全年日照时数来说，贵州高原是全国最少的地区之一，这是它气候上的一个不足之处。

贵州高原的日照时数虽少，热量条件还是比较优越的。以无霜期来说，高原西部稍微短些，大约在 225 天左右，其他地区一般都在 270 天以上，热量条件最好的高原南部地区，则长达 335 天以上，几乎全年都是生长期。高原上的大多数地区，年平均气温在 15~20°C 之间，冬季一月份的平均气温一般在 6°C 以上，南部更高一些在 7~8°C 以上，夏季七月份的平均气温通常在 24~26°C 之间，总的来说，贵州高原的气候冬季比较暖和，夏季比较凉爽。在贵州高原上，情况比较特殊的是西部威宁、毕节地区，这里的海拔高度比较高，冬季相对

比较冷些，夏季比其他地区更加偏凉一些，因而黔西北地区，在贵州高原上有“六月暑天犹着棉”的气候谚语。

贵州高原，雨量较丰，雨势和缓，年内分配比较均匀，逐年变化比较稳定，水份条件是优越的，再加上丰富的热量资源，以致几乎高原全境都可种植水稻，有的地方甚至可以大面积的种植双季稻，并且获得丰产。大面积的种植双季稻，在我国东部平原、沿海地区，本来算不上什么稀奇的事情，但对高山、高原地区来说则是十分难得可贵的。这是贵州省人民在毛主席无产阶级革命路线的指引下，在“农业学大寨”的伟大号召下所取得的辉煌成绩。

贵州高原的自然条件优越，水份、热量资源都相当丰富，不仅农业生产大有可为，甚至许多亚热带植物，如荔枝、香蕉、无花果、木棉以及其他经济作物，如油桐、烟叶等，也能良好生长，物产是相当富饶的。

云南高原的气候特色

在云南省境内，以哀牢山为界，大体上可以分为东西两个部分，哀牢山之西为我国著名的横断山脉区，哀牢山之东即为云南高原。云南高原的地形地势，自北向南和自西向东逐渐降低，高原中央的海拔高度一般在 2000 米左右，整个云贵高原，因为地理位置偏南，地理纬度较低，所以都属于亚热带高原。

云南高原的气候条件优越而又奇特，它的地理纬度偏南，使它具有低纬度亚热带的气候特色，但是它的海拔高度较高，又使它不完全同于亚热带的气候。高原地形和海拔高度的影响，大大地丰富了云南的自然景观和它的气候状况，使云南高原的气候别具一格，另有特色。

从温度特征来说，云南高原的大部分地区，总的可以说是：夏无酷暑，冬无严寒，温暖适宜，四季如春，一年之中分不出明显的四季变化，昆明在我国气候中更一向享有“春城”的美称。

云南高原全境，年平均气温大致在 $15\sim 22^{\circ}\text{C}$ 之间，四月份的平均气温一般都比十月份高，也就是说春温高于秋温，春季多晴朗天气，秋季多阴雨天气，这是云南高原气候上的又一个特色。

云南高原的气候，冬寒不剧，夏暑不酷，温度的年较差都比较小，这是云南高原气候上的另一个重要特色。

从降水特征来说，云南高原的大部分地区，在一年之中也分不出明显的春、夏、秋、冬四季，而只能划为干、湿两个季节，每年从十一月至第二年的四月是干季，从五月到十月是湿季。

在云南高原，干季和湿季的气候是有很大差异的，这种差异主要表现为雨量、雨日和晴天、阴天日数的多少。

一般来说，云南高原五月份的雨量比四月份的雨量要多出 $3\sim 10$ 倍左右，十月份的雨量比十一月份的雨量也要多出 $3\sim 10$ 倍左右；也就是说从五月份起，雨量明显增多，从十一月起雨量又突然减少，因而有四月是“干季尾”，五月是“湿季头”，十月是“湿季尾”，十一月是“干季头”的说法。

大致上，每年从五月起，云南高原开始进入湿季，在五到十月的半年湿季里，云南各地在雨量、雨日和晴天、阴天日数等方面都比干季半年（十一月～四月）显著增多。例如，昆明湿季的雨量是 980.4 毫米，雨日是 98 天，干季的雨量是 109.8 毫米，雨日是 25 天。

在云南高原，干季与湿季里的晴天、阴天日数的对比情况，也象雨量、雨日的对比一样，一清二楚。例如，昆明湿季的

阴天日数是 114 天,晴天日数只有 16 天,干季的晴天日数是 97 天,阴天日数只有 31 天。

在云南高原,基本上可以说是半年湿季,半年干季。干、湿季节,气候上的这种显著差异,显然是我国冬、夏季风进退、变化的结果。

在冬半年(十一月~四月,即干季),在云南高原的上空,盛行广泛的西风,并且有南支西风急流稳定地通过本区域上空。这支西风引导大陆气团,从伊朗高原、印度西北部塔尔沙漠的干燥气候区域一路吹到本地,所以带来了晴朗干燥的天气,使云南高原在冬半年,雨日不多,雨量也少,干季的气候特征表现明显。每年五月底左右,高空西风北撤,印度洋上的西南季风随之爆发,在云南高原的西南部分,有来自孟加拉湾的暖湿气流,在云南高原的东南部分,有来自北部湾和南海的暖湿气流,整个云南高原,特别是高原的偏南部分,雨量和雨日都开始显著增多,并一直持续到十月份,湿季的持续时间长达半年左右。

从上面分析可以看出,云南高原的气候资源也是相当丰富的。

第四节 盆地气候

我国的大型盆地,主要有新疆的塔里木盆地和准噶尔盆地,青海的柴达木盆地以及四川盆地等。

这里主要介绍一下四川盆地和塔里木盆地的气候。

四川盆地的气候特色是:冬暖、夏热、春早、多云雾、少日照、多阴天、少晴天、霜期短、生长期长,具有亚热带的气候特点。

四川盆地的北面、西北面和东北面都有高山屏障,冬季少受寒潮侵袭,气候比较温暖,即使是隆冬一月,盆地内仍是一片大好春光。

冬季最冷的一月份,盆地内的月平均气温仍在 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 左右,比同纬度的长江流域高出 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$;盆地内的极端最低气温很少有低至 -5°C 以下的,因而四川盆地冬季温暖而少见霜雪。

四川盆地,全年霜日极少,无霜期极长,热量条件优越,植物全年都可生长。盆地内的霜日,成都每年在12天左右,乐山只有两天,而重庆曾经在十五年内只出现过一次霜。四川盆地的霜期,大约只有一个月左右,初霜从十二月中、下旬开始,终霜止于第二年的一月中、下旬,无霜期长达十一个月之久,几乎全年都是生长期,热量条件是相当优越的。

四川盆地的夏季,一般来说是比较潮湿闷热的,七月份的平均气温一般都在 $26\sim 28^{\circ}\text{C}$ 左右,夏季至少长达四个月之久。

四川盆地,夏季水汽浓重,潮湿异常,高温所造成的炎热,再加上浓重水汽所造成的潮湿,使得四川盆地夏季的气候显得相当湿热。湿热的气候,对植物的生长却是比较有利的。

四川盆地,春季开始得早。

四川盆地,冬季的气候特别暖和,除盆地内的一些高山地区之外,整个四川盆地常青植物很多,虽在冬季,盆地内仍然遍地葱绿。盆地冬暖,在客观上加速了春季的到来,有利于盆地春早。盆地初春,比江南大约提早一个月左右,位于长江下游的上海、南京一带,一般要到三月中旬春季才能开始,而四川盆地的重庆、成都却早在二月中旬就已经花开四野,遍地春光了。

二月, 在我国的北方, 正是寒风怒吼, 飞雪满天, 还是一片严冬景色; 但在四川盆地已是春回大地。

四川盆地的气候, 冬暖、夏热、春早、霜期短、生长期长, 为亚热带植物的生长提供了良好的热量条件; 与此同时, 四川盆地降水充沛, 季节分配比较均匀, 又为亚热带植物的生长提供了良好的水份条件。

四川盆地的降水是充沛的, 年雨量一般在 1000 毫米左右, 位于盆地西南的峨嵋山(海拔高度为 3092 米)一带, 年雨量更高达 2000 毫米左右, 是我国著名的多雨地区之一。

四川盆地, 不仅雨量充沛, 而且季节分配也比较均匀, 变化稳定, 除春耕时节雨水有时稍感不足略有旱象和秋季雨日偏多, 秋雨绵绵, 对秋收有时稍有影响之外, 在全国来说, 四川盆地是我国旱涝灾害发生较少的一个地区, 这也是四川盆地气候条件优越的一个重要表现方面。

在四川盆地的降水特征方面, 值得特别一提的是雅安。雅安, 位于成都平原的西南, 由于它一年之中的降雨日数极多, 在我国气候中素有“天漏”之称。

雅安的年平均降雨日数为 220 天, 极端最多的 1964 年, 竟高达 254 天之多。以 1964 年这个特例来说, 平均每三天之中有两天以上在下雨, 降雨日数之多, 实在不同一般, 雅安“天漏”也就是由此得名的。

四川盆地的另一个气候特色, 是全年之中云雾多, 日照少, 阴天多, 晴天少。

四川盆地, 全年的阴天日数一般都在 200 天左右, 从季节变化来说, 冬季阴天的日数更多一些。以重庆为例, 冬季 12 月份的阴天日数是 22 天, 占全月日数的 2/3 以上。

四川盆地, 全年的晴天日数和日照时数在全国来说也是

偏少的地区之一。盆地内,全年的晴天日数一般只有一个月。盆地内,全年的日照时数一般只有 1200 小时,这个数字不到黄土高原的一半,比贵州高原还要少 200~300 小时,是全国日照时数最少的地区。

“巴川夜雨”,是四川盆地的又一个重要气候特色。

“巴”是指大巴山脉,“川”是指四川盆地,“巴川夜雨”是泛指我国的西南山地,而并非单指四川盆地。我国除大巴山和四川盆地之外,有些地方也有夜雨现象,只不过次数较少。在我国的四川盆地和大巴山地,夜雨次数占全年总降雨次数的比例,一般都在 60% 以上。贵州高原上的遵义占 58%,贵阳占 67%;四川盆地的重庆占 61%,峨嵋山与贵阳相当,也占 67%。

四川盆地和贵州高原为什么多夜雨呢?主要有以下两个原因:

空气潮湿,天空多云,夜间密云蔽空,云层和地面之间,通过多次的吸收、辐射、再吸收、再辐射的热量辐射过程,把热量输送给地面,因此云层对地面有一种保暖作用,使夜间云层下部的温度,不致降得过低。夜间,在云层上部,由于云体本身的辐射失热作用,又使云层上部的温度迅速降低。这样,在云层的上、下部之间,便形成了明显的温度差异,上冷而下暖。在这种情况下,大气层结趋向不稳定,空气容易上升而凝结致雨,这就是巴川一带所以多夜雨的一个重要原因。这种情况和海洋洋面上多夜雨的原因,大体上是相似的。

另一个原因是因为这里多准静止锋。云贵高原对南下的冷空气有明显的阻碍作用,势力不太强的冷空气是难以越过高原地区的,因而在我国的西南山地常形成有名的昆明准静止锋。在准静止锋停滞期间,锋面降水出现在夜间或清晨的

次数，占有相当大的比重，相应地增大了西南山地的夜雨率，因而锋面活动也是西南山地多夜雨的一个重要原因。

四川盆地的气候别有特色，水热资源异常丰富，自然景观壮丽多采，充满亚热带的南国风光。由于四川盆地的自然环境和气候条件都比较优越，物产极其富饶，亚热带的植物几乎应有尽有，自然植物大都和华南的南岭相似，自古以来就是我国的一个富饶之乡。

位于我国天山北部的准噶尔盆地、天山南部的塔里木盆地以及青海高原的柴达木盆地，在气候上与四川盆地比较，又别有一番新的气象。

在我国大西北比较干燥的气候区域内，除北疆的准噶尔盆地，因为连接伊犁河谷地区，降水较多，气候比较湿润之外，柴达木盆地和塔里木盆地都是气候干燥的地区。

塔里木盆地是一个高山盆地，环境比较闭塞，再加地处内陆，远离海洋，气候自然是相当干燥的。

塔里木盆地是一个气候干燥的盆地，但是塔里木的原意却是“河流汇合之处”。所以，这里仍有较多的水源。

盆地内的水源，除大气降水外，还有高山融化的积雪、地下潜水以及人工引流的地下泉——坎儿井等。每当春夏之交，高山上的积雪融化，原来在冬春季节早已干涸的河床，又重新为雪水充满，上游（近山地区）水势急湍，下游河面开阔，中途还常有潜水、伏流，就是在夏季，盆地内的河流也是时而隐没，时而出现，为沙丘千里的塔里木盆地提供了特殊的灌溉条件。

塔里木盆地，冬寒夏暑，气温变化比较剧烈。塔里木盆地，冬季比较寒冷一些，但是并不过于严寒。盆地内的年平均气温在 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 之间，冬季一月份最冷的时候，月平均气温也只有摄氏零下 8 到 10 度左右，大约和辽东半岛的旅大、丹

东一带相近，比黑龙江省北部我国气候最寒冷的地区至少高出 20°C ，可见塔里木盆地的冬季并不严寒，只不过是比寒冷一些而已！

塔里木盆地的冬季虽不严寒，但是夏季却是很炎热的。每年从五月到九月，大约五个月的时间，月平均气温都在 20°C 以上。

塔里木盆地，云量少，光照强，热量资源丰富。

塔里木盆地的年日照时数，一般都在 $3000\sim 3200$ 小时左右，是我国光照条件最好的地区之一。盆地以东的哈密、七角井、星星峡一带的年日照时数更高达 3400 小时以上，是我国光照条件最好的地区，在全世界也是一个著名的多日照地区。其中，以星星峡的年日照时数最高，是 3575 小时，每天平均有近 10 小时的日照时间，在我国气候中是首屈一指的最高记录，是我国热量资源最丰富的地区，因而星星峡又常常被人们称为“日光之峡”。

塔里木盆地，热量资源丰富，水利灌溉事业发展迅速，新的绿洲不断涌现，农、牧业生产出现了前所未有的兴旺景象，不仅棉花、小麦连年得到丰收，就是江南种植的水稻在这里经过试种之后，也早已获得成功。从自然条件来说，在干燥的塔里木盆地内，只要进一步完善水利设施，扩大灌溉面积，并且进一步有计划的营造防护林带，治沙围土，塔里木盆地的农、牧业生产是大有希望，大有作为，大有前途的。

第五节 森林气候

葱郁茂密的原始森林，古木参天，遮光蔽日；解放后营造的人工森林，也已林带成网，蔚成巨材，林区一片好风光。

我国的幅员辽阔，自然条件优越，森林分布宽广，树木种类繁多。

东北的大、小兴安岭是我国最大的森林区，林区绵亘千里，形成一片树海，素有“森林的海洋”之称。

西南的森林，在规模上仅次于我国的东北，号称“世界屋脊”的青藏大高原的东部和喜马拉雅山的南坡，是我国的另一个大森林区。云南、四川也是我国森林资源比较丰富的地方。

西北地区的森林，主要分布在天山、阿尔泰山、祁连山、洮河、白龙江和秦岭一带，其中以新疆天山和甘肃省南部的白龙江一带最为重要。天山北坡，从奇台到伊犁，林区绵延一千多公里；白龙江南岸，有面积很广，生长极佳的大森林。

长江流域各省，气候温暖，雨量充沛，植物生长条件良好，树木种类很多，其中湖南、福建的人工森林——杉木林和马尾松林，生长茂盛，很是壮观。

广东、广西两省的南部是四季长青的热带林区，海南岛和雷州半岛一带，气候终年湿热，林木生长旺盛。海南岛的五指山、钩罗山和广西的十万大山，都有大片的天然林，真是树海千里，郁郁葱葱。

祖国的宝岛——台湾，是我国的一个多森林的省份，台湾省的森林面积，占全省土地面积的 50% 以上，在我国各省的森林资源中名列第一，向来有“绿岛”之称。

气候条件是影响自然景观的一个重要因素，自然景观是反映气候特征的一个重要标志。

冬季，大、小兴安岭林区，绿色的树海银装素裹，妖娆多姿的林海雪原，显示了气魄雄伟的北国风光；而黄河和长江流域的冬季林相：阔叶树已经枝叶尽落，孤干高耸，唯独针叶树依然挺拔健壮，充满一片深绿；南岭以南，高大的阔叶林，树影婆

婆，常绿不雕；至于更南一些我国南海诸岛，则是终年生长不息的赤道雨林。

我国从北到南，森林景观的显著差异，反映了我国南北之间气候的巨大差别。

森林是一种独特的自然景观，林区也自然有其独特的气候特色。

林区的气候，冬暖夏凉，湿润多雨。

无论是林带成网的人工森林，或是遮光蔽日的原始森林，夏季的平均气温总是比周围无林地区低一些，月平均气温约低 2°C 左右，日平均气温约低 3°C 左右。冬季，林区的平均气温又总是比周围无林地区高一些，月平均气温约高 $1\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ ，日平均气温约高 2°C 。

茂密的森林，在夏季好象一把天然的“阳伞”，遮光蔽日，由于森林内受不到阳光的直接照射，自然是比较凉爽的；在冬季，森林又好象一道道的“万里长城”，挡风避寒，与开阔平坦、四无遮挡的无林草原相比，自然又比较暖和的。森林地区，温度的年、日变化都比较和缓，不象无林草原或沙漠裸地那样趋于极端，因而有冬暖夏凉之感。

森林又是一个“绿色的水库”，林区的气候，一年到头都是比较湿润的。

森林的林冠面积，非常巨大，因而蒸发能力十分旺盛。据计算，一亩山毛榉林，一年的水份蒸腾总量为三十八万三千公斤，比一亩土地一年的蒸发量高出20倍以上。这样，林区的空气湿度就比无林草原或赤裸的沙漠地区要高得多，尤其是在夏季，林区的气温低，湿度高，水汽易于凝结致雨，因而林区的降雨次数和降雨量都比无林地区显著增加。由于森林地区多云雾，多雨雪，所以森林地区的气候，终年都是比较湿润的。

根据林区的气象观测,一般来说,森林地区的年雨量都比无林地区多 20% 左右。这个数字可是十分可观的呀! 由于森林有增加林区降水的作用,因而人们常常把森林比做“绿色的水库”或“内陆的海洋”。这个比喻不仅生动有趣,而且也是有科学依据的。

“森林夜雨”是林区气候的另一个重要特色。

夏季的午夜以后,在葱郁茂密的森林内,由于地面的辐射冷却作用不断增强,湿度很高的空气,便会随着气温的降低而逐渐趋向饱和,最后凝结成为水滴,附着在树木的枝叶上;气温不断下降,凝结的作用也不断加强,水滴越来越大,越聚越多,最后就从树木的枝叶上纷纷落下,形成了滴滴嗒嗒,连续不停的“夜雨”现象。当清晨日出之后,因为温度逐渐回升,凝结作用随之逐渐停止,水滴重新蒸发,“夜雨”现象也就自行结束。

风力减弱,风速变小是林区气候的又一个重要特色。

原始森林区都是水、旱、风灾较少发生的地区,解放后营造的人工林区,也在不同程度上收到了减少风沙,防止水、旱灾害的气候效果,因而人们习惯上都把连绵不断、延续千里的巨大森林,称做“绿色的长城”。

森林是空气流动的天然屏障。流动着的空气,遇到密密丛丛的森林,或者风速变小,风力减弱;或者改变风向,环绕林缘流动;或者从林冠上空爬越而过,一道道林墙,好象重重迭迭的起伏山峦,这样几经波折,风速也就大大变小,风力也就大大减弱了。根据林区的气象观测结果:一般来说,森林的防风作用,在迎风的一面,在距离林高五倍的地方,风速开始变小,风力开始减弱;在背风的一面,大致在树高十倍的距离落地,在树高 25 倍的地方仍可减少原来风速的 30~40% 左

右,在树高 50 倍的地方,才能逐渐恢复到原来的风速。如果根据当地的盛行风向,对林带加以人工配置,使林带成行、成带、成网、成片,再加上采取高大的乔木林与低矮的灌木林交错、相间、混生等措施,强风在树冠上空爬过一道林带之后,尚未来得及恢复到原来的风速,就又开始受到另一条林带的影响了,经过这样多次、反复的影响过程,最终强风就会变成弱风,风力便大大减弱了。

森林迫使风速变小,风力减弱的气候效果是:田间的水份蒸发大大减少(一般可减少 10~20%),空气的相对湿度大大提高(一般可提高 10% 左右),地面径流大大减弱,农田含水量大大增加,土壤的冻结深度大大降低(指北方林区,南方林区无土壤冻结问题),而流沙则几乎可以完全制止,这对农业生产的发展是极为有利的,因而森林又有“绿色的农田卫士”之称。

大力发展林业,不仅为国家提供大量木材,而且也改造了气候,有利于农业等其他事业的发展。

第六节 沙漠气候

在我国北部和西北部地区,分布着一些大大小小的沙漠区。自西向东,主要的沙漠有塔克拉玛干大沙漠、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠以及腾格里沙漠等,其中以新疆塔里木盆地的塔克拉玛干大沙漠的规模最大,面积为 32 万平方公里,不但是我国最大的沙漠,也是世界上著名的大沙漠之一。

沙漠区的气候,可以简单概括为:少雨、干燥、多风沙、日照强、冷暖变化剧烈。

沙漠区气候的第一个特点是降雨稀少,气候干旱。

我国沙漠地区的雨量，一般都在 100 毫米以下，位于天山南麓的库车，年雨量为 63.9 毫米，位于塔克拉玛干大沙漠东南部的若羌、且末就更少了，若羌是 16.9 毫米，且末只有 9.4 毫米，深入到沙漠腹地，有时一年到头，甚至连续几年滴雨不下。

沙漠地区干燥的气候，从根本上说是由于大气降水少而形成的，但是沙漠地区白天日照强烈，气温上升很高，以及风多、风大等原因，又进一步加剧了地面的蒸发能力，使大气显得愈加干燥。根据计算，沙漠地区大气的蒸发能力都普遍超过大气的降水量，有的地方可以超过几十倍，甚至上百倍。到过沙漠地区的人，常常会见到这样一种现象：在没有一丝云迹的万里晴空，有时也偶而掠过一层乌云，只见电光闪闪，雷声隆隆，大有风雨欲来之势，可是转瞬之间，风停云散，依旧是晴空万里，地面上不见一丝雨迹。这是怎么一回事呢？原来这一层乌云所降下的一点雨水，在天空中早就被干渴的大气喝光了。这种现象，称之为“不下雨的雷雨”。

在沙漠地区，一年的雨量常常在一天之内或仅仅一次突然性的暴雨就下掉了。塔克拉玛干大沙漠东北角上的铁干里克地方，在 1951~1953 年间，连续三年滴雨未下，而 1954 年 8 月，一次大雨就下了 20 多毫米。

水利是农业的命脉。在沙漠地区，有水便有绿洲，有水就可以发展农业。绿洲，是沙漠地区水草最丰美，农牧业最兴旺的地方。

但是，在干燥的沙漠地区，水从哪里来呢？

沙漠地区的水，除直接来源于大气降水之外，还有另外两个水源：一个是高山上的冰雪，一个是地下潜水。

高山上有积雪，有冰川，那里储藏大量的水源，是自然

界赋予我们的“天然水库”。每年春末、夏初季节，高山上的冰雪局部融化了，从山上沿着沟谷流下山来，一部分冰川雪水渗入地下，成为潜水，另一部分冰川雪水在沿途经过之处，便形成了水草肥美的绿洲。

科学考察证明：在我国北部和西北部的沙漠地区，存在着丰富的地下潜水，是我国沙漠区的重要水源之一。

例如：在内蒙的乌兰布和沙漠、巴丹吉林沙漠，就蕴藏着丰富的潜水资源，在20~50米以下的地层中，即有淡的自流水；在塔里木盆地南缘的山前地带（指昆仑山北坡的山麓一带），潜水藏量相当丰富，是改造塔克拉玛干大沙漠的重要水源；在准噶尔盆地的边缘地带，也埋藏着极其丰富的地下潜水；盆地南部自流井的涌水量一般可达3~15升/秒，不仅涌水量大，水质也好，成为改造准噶尔沙漠的重要水源。

此外，坎儿井——经过人工引流的一种地下井渠，是我国西北部沙漠地区的广大劳动人民，千百年来与干旱做斗争，在开采利用地下水方面的一个伟大创造。在哈密-吐鲁番地区，纵横分布的坎儿井，可以灌溉40多万亩的土地，约占这个地区耕地面积的70%以上。

多风沙是沙漠区气候的第二个特点。

流沙是沙漠区的一大祸害。刮起风来，流沙遍野，常常淹没道路、村庄、良田。

在沙漠区，风起时，流沙顺着风向滚动，沙堆时而变大，时而变小；风大时，沙尘蔽天；风停时，飞沙落地，形成了一条条、一排排高低起伏、大小不等的沙丘群，最高的沙丘，高度可达400米以上。

沙漠地区的流沙，凶如“猛兽”，狂如“黄龙”。但是在英雄的人民面前，没有战胜不了的困难。解放以后，由于采取封沙

育草、封沙育林、绿化造林、人工开渠灌溉、引水淤沙……等多种措施，使得这些过去干旱的地区，不同程度的增加了水源，各种植物和林木都有所发展，风沙为害有所减轻，干旱的气候也有一定程度的缓解，情况正在迅速地向好的方向转化。

冬季严寒，夏季暑热，温度变化比较剧烈是沙漠区气候的第三个特点。

沙漠区的温度变化比较剧烈，这是尽人皆知的。

冬季在蒙古高压的控制下，天气晴朗、严寒。我国西北部的广大地区，冬季一月份的平均气温常在 -20°C 以下，寒冷期一般长达四、五个月，最长的地方可以达到半年之久，因而在沙漠区有“半年过冬，半年过夏”的说法。

夏季，骄阳似火，在强烈的阳光照射之下，气候显得过于燥热。沙漠区，夏季七月份的平均气温一般都在 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$ 以上。温度的年较差高达 50°C 左右，有的地方甚至还要高些。

沙漠地区的温度年较差，可以说够大了吧！但是沙漠区的温度剧变，最主要的还不是指温度的年变化，而是指温度的日变化。吐鲁番盆地，夏季白天的极端最高温度曾经达到 47.8°C ，而入夜后由于辐射冷却作用强烈，温度又迅速降到 0°C 以下，温度的日较差也可以达到 50°C 以上。过去有人说，沙漠上的太阳可以晒熟鸡蛋，这虽然是一句开玩笑的话，但是它却从另一个侧面，说明沙漠区的地面热能是十分丰富的。沙漠地区，日射强，日照时间长，为我们提供了取之不尽，用之不竭的热量源泉，为太阳能的开发开辟了广阔的天地，也向我们指出了改造、开发、利用沙漠的光辉前景。

解放后，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国沙漠地区的各族劳动人民，在改造沙漠、改造自然的伟大斗争中，已经取得了很大的胜利。可以确信，当地人民千百年来梦寐

以求的“沙漠变良田，戈壁变草原”的伟大理想，在党的领导下，一定能够彻底实现。

第七节 草原气候

我国的草原带，深居内陆，远离海洋，从东北平原的西部起，向西和西南方向，绵延达 3000 余公里。它的南面和东南面，有大兴安岭、燕山和吕梁山脉阻挡，夏季来自海洋上的湿润气流难以长驱直入，海洋的调节作用微弱，因而在辽阔宽广的草原地区，形成了半干旱的大陆性气候。

在我国的草原带中，除地理范围比较大的内蒙古草原外，在青海高原、西藏高原以及新疆地区还分布着一些高原草地、高山草地，这里以内蒙古草原为主，介绍一下草原气候的一般特征。

内蒙古草原的气候，大致上可以概括为：雨量偏少，多集中在夏季，气候比较干燥；冬季寒冷，冬寒期比较长；夏季短促，也不酷热；日照充足，热量条件较好，全年生长期一般都在 4~5 个月左右。

雨量偏少，多集中在夏季，气候比较干燥，是草原气候的第一个特点。

在整个的内蒙古草原，从东北部的呼伦贝尔草原起，中间经过锡林郭勒大草原，到西南部的鄂尔多斯草原止，年雨量大体在 100~400 毫米之间。呼伦贝尔草原多些，在 300~400 毫米左右；锡林郭勒草原在 200~300 毫米左右；鄂尔多斯草原少些，在 100~200 毫米左右，愈往西去，雨量愈少，从鄂尔多斯草原再往西去，就是沙漠地带了。

内蒙古草原的雨量偏少，且多集中在夏季，年内分配不够

均匀,有时发生冬干、春旱现象。

草原上的雨量,有 80% 左右集中在六月到九月四个月份,夏季的雨水还是比较充沛的。这时草原上正是全年气温最高的季节,高温和多雨相配合,热量条件和水份条件同时得到满足,对草原上的农、牧业生产是一个极为有利的条件。

盛夏七、八月份,是草原上的黄金季节,水草肥美,牛羊健壮,庄稼茂盛,自然界充满一片生机勃勃的动人景象。在一碧千里的绿色草场中间,百花盛开,争芳斗艳。大批的牛群、羊群、马群,在茂盛的草丛中随意游荡;辽阔的草原,在微风中时起时伏,宛如大海里的波涛,景象十分壮观。

内蒙古草原,夏季几个月份集中了全年雨量的 80% 左右,因而会发生冬干、春旱现象。而前一年冬季少雪所造成的冬干,往往又进一步加剧了第二年的春旱,对春播和春季牧草的萌发、生长产生一定的影响。

草原上冬季的降雪、积雪情况,是草原气候的一个重要方面,对农、牧业生产的影响也比较大。

内蒙古草原,冬季降水一般都是以雪下降的,数量虽然不算太多,但是价值很大。如何采取措施保存这部分雪量,使之不被大风吹走,散失,并造成大范围的农田积雪,与第二年的春季生产有密切关系。

呼伦贝尔草原,因为地理纬度较高,地理位置偏北,降雪日数稍微多些,一般在 40 天左右。每年从十月初开始降雪,到第二年五月末终雪,降雪期长约七个月左右,其间大约有 4~5 个月的积雪期,平均积雪深度在 20 厘米以上。

锡林郭勒草原,每年降雪日数一般约 20 天,锡林浩特多些,在 30 天左右,降雪期也有七个月,平均积雪深度在 15 厘米上下。

由锡林郭勒草原愈往南去,降雪日数愈少,降雪期愈短,积雪日数愈少,平均积雪深度愈浅,冬干的情况也愈严重。

在内蒙古草原,一般来说冬季降雪愈多,积雪的效果愈好,对第二年春季的农、牧业生产愈有利。

冬季寒冷,冬寒期较长,是草原气候的第二个特点。

辽阔的内蒙古草原,有着较长而寒冷的冬季,一月份的平均气温,一般都在摄氏零下16到32度之间,由东北往西南方向逐渐升高。呼伦贝尔草原,每年从九月末、十月初开始进入冬季起,直到第二年的五月下旬,冬季才能结束,冬季持续达八个月之久。特别是在呼伦贝尔草原的北部,一年之中有三分之二是在冬寒中渡过的,其余的四个月份,分别为春、秋两个季节,这里是没有夏季的。

内蒙古西部草原的地理纬度比东部草原偏南许多,随着地理纬度的降低,冬长逐渐变短,冬季气候的寒冷程度也逐渐有所缓和。例如呼和浩特,每年从十月上旬开始入冬,第二年的四月下旬冬季结束,冬长约六个月,比东部草原短了近二个月。

内蒙古草原,每年冬、春季节多大风,白天风速大到5~6级以上是比较常见的,且常常造成风雪灾害,对牛羊牲畜的安全过冬有较大的影响。这种天气,在草原上一般称之为“白毛风”。对于这种“白毛风”天气应加强预报,以采取措施,保证牲畜安全过冬。

内蒙古草原的冬季,虽然寒冷而漫长,但是全年的无霜期仍有110~150天左右,再加上一年之中的晴天日数和日照时数都比较多,热量条件还是比较好的。在水利条件较好的地区,可以充分满足小麦、玉米、大豆、高粱、粟子和向日葵等粮食作物和油料作物的生长需要。

就光照条件来说，东部草原全年日照时数在 2600~2800 小时左右；西部草原全年日照时数在 3000~3200 小时左右；东部草原的光照条件虽然比西部草原略为短些，但在全国来说仍然是相当好的。

辽阔的内蒙古草原，有充足的光照条件，有不算太短的无霜期，热量条件是足够的，随着草原地区水利灌溉事业的发展，草原上的农、牧业生产是大有可为，大有希望的。

夏季略微短促，但不酷热，是草原气候的第三个特点。

内蒙古草原，除呼伦贝尔草原的北部地区没有夏季之外，其他地区，夏季还是比较明显的，只是略微短促一些。

按照气候学划分季节的标准，草原上的夏季，大致在六月上、中旬到八月中、下旬之间，长约两个月左右，东部草原地理位置偏北稍微短些，西部草原地理位置偏南稍微长些。

草原上的夏季，气候并不过于炎热。由于草原上夏季的雨水比较充沛，空气的相对湿度比较高，因此，每当微风吹来，不但不使人感到过于炎热，还稍有风凉之感。

内蒙古草原，农、牧业生产的发展，在一定程度上取决于水份条件，水利是农业的命脉，在草原上显得更加重要。解放后，草原上的水利灌溉事业发展迅速，农、牧业生产呈现出一派兴旺景象，内蒙古草原正阔步前进在社会主义的大道上。

第八节 东南部的季风气候

很久以前，人们就知道了自然界中的季风现象。早在公元十五世纪初期，我国明代的著名航海家郑和下“西洋”就是利用盛行风向的季节变化，来决定远航船舶的行期和方向。

世界上，许多地方(如北美洲、澳洲、非洲等)都有季风现

象,但是以亚洲南部、东部的季风现象最为显著,例如我国、日本、朝鲜、中南半岛以及印度半岛等地,其中以印度和我国尤为显著。

季风气候与大陆性气候最主要的区别在于:年雨量的多少、雨量在一年之内的季节分配以及气候的湿润、干燥等方面。

我国东南部地区,在冬、夏季风的进退变化影响之下,在降水特征方面显示出四个显著特点。

第一个特点,我国的雨量分布从东南向西北方向逐渐减少。

由年平均雨量分布图上我们可以看出等雨量线的走向与山系走向一致,也是东北-西南向,年降水量从东南沿海,向西北内陆方向依次递减,气候上也相应表现出从湿润逐渐变为干燥的特点。我国的台湾、海南两岛以及东南沿海的广东、福建、广西、浙江等省、区,就成了我国著名的多雨地区。夏初,东南季风到来,我国的宝岛——台湾省首当其冲,年降水量最高,大部分地区的年降水量都在 2000 毫米左右,北端的基隆港,年降水量接近 3000 毫米,年平均雨日数为 214 天,被称为“雨港”。而距离基隆不远,位于基隆南面,地势比基隆约高 400 米的火烧寮地方,平均年降水量是 6489 毫米,高出基隆二倍以上。火烧寮年降水量最高的 1912 年,竟高达 8408 毫米,是我国年雨量最大的地方。

东南沿海的粤、闽、桂、浙等省、区年雨量为 2000 毫米左右,长江流域在 1200~1400 毫米上下,到了淮河、秦岭一线,大体上减至 1000 毫米左右。

位于淮河以北的华北平原以及山东半岛一带,雨量已逐步减至 600~800 毫米,再往北去,在整个的东北地区,降水量

仍能明显的表现出从东南向西北方向逐步减少的趋势。面对海洋上湿润气流来向的长白山地迎风一侧(东南坡)是东北地区的多雨中心,年降水量竟有 1000~1200 毫米,由于地形对降水的显著影响,位于长白山地背风一侧(西北坡)的东北平原腹地,降水量已经大大减少,愈往西去减少得愈见严重。东北平原的大部分地区,年降水量一般都只有 600~700 毫米左右,靠近内蒙的东北西部地区,则已减少为 400 毫米了。

400 毫米的等雨量线与 1000 毫米等雨量线是我国气候上的两条重要分界线。400 毫米的等雨量线,大体上与我国的东北-西南走向的山系相接近,成为我国西部干旱、半干旱区与东部湿润、半湿润区的分界线。400 毫米等雨量线的东面部分,是我国的季风气候区。在这区内,由于距海远近的不同以及高山地形的影响,也存在着降水量由东南向西北逐渐减少的趋势。并且以 1000 毫米的等雨量线为界,分为南北两个部分,北面是半湿润气候区,南面是湿润气候区。

第二个特点,我国的雨量分布山地多于平原,山地的迎风坡多于背风坡。

例如,在台湾,北、东、南三面都是迎风坡,面对来自热带海洋上的暖湿气流,由于高山地形的抬升、滞留作用,迎风一侧的年降水量一般都在 2000 毫米以上,而位于背风一侧的台湾省西部平原和澎湖列岛,年降水量已减至 1200 毫米以下,如台西年雨量不足 1100 毫米,而澎湖列岛的马公(即澎湖)就只有 988 毫米了。

海南岛的东面、东北面是迎风坡,年雨量高达 2200~2400 毫米,而西南背风坡,年雨量已减至 1000 毫米以下。

我国东南丘陵的南岭、武夷山脉、罗霄山脉以及云开大山、十万大山等山地,迎风一侧的东坡、东南坡的降水量,普遍

比背风一侧的北坡、西北坡的降水量为多,前者一般在1800~2000毫米左右,其中云开大山东南坡的雨量的更高达2400毫米以上,而后者一般要比迎风坡少500毫米左右。

我国东北长白山脉的东南坡,面对海洋湿润气流的来向,虽然地理位置已经偏北,年降水量仍然高达1200毫米以上,而背风一侧的辽河平原只有600毫米左右。

第三个特点,我国降水量的年内分配,冬夏不均,夏季雨量一般都占全年雨量的一半以上。我国华北、东北地区的夏季降水量,大致占全年降水量的60~70%。夏季雨量过度集中,易于发生冬干、春旱现象,似乎对农业生产不利,但是雨热同季,高温与多雨相配合,又为农业生产的发展提供了适宜的气候条件。由于东北地区这种优越的气候条件,再加上东北地区平畴千里,土地肥沃,自古以来就是我国的一个重要粮食基地。

我国长江流域夏季降水量的集中程度,一般为40~50%左右。

我国的东南沿海地区,夏季降水量的集中程度一般都比较低些,大致在35~40%之间,而距海比广东、福建稍远一些的江西省更低至25%以下。这些地区,夏季降水量的集中程度比较低,说明年雨量的季节分配比较均匀。这是因为每年入春以后,夏季风首先从东南沿海登陆,致使这些地区春季的雨量大大增加。春季雨量在全年雨量中所占的比例比较大,当然也就大大地减弱了夏季降水量的集中程度,这对一年两熟、三熟的农业生产要求来说,是一个极为有利的气候条件,同时也充分的显示了我国东南沿海地区季风气候的显著性和优越性。

第四个特点,我国雨季的起止时间,各地先后不同:雨季

的开始时间,南方早,北方迟,东部沿海地区早,西部内陆地区迟;雨季的结束时间,北方早,南方迟。

这一特点,显然与我国冬、夏季风的进退变化有密切关系。每年春季,随着夏季东南季风的前进和冬季偏北气流的减弱后退,我国的大雨带,从南向北有两次大的跳跃过程和三次比较长时期的停滞过程,这是我国东南部地区季风气候的一个显著特点,在我国气候上具有重要意义。两次跳跃过程,反映了我国大雨带从南向北的迅速推进;三次停滞过程,分别形成了我国的华南雨季、长江流域中、下游地区的梅雨季节和华北北部、东北南部的雨季。

第一次停滞过程:大致在五月中旬至六月上旬之间,饱含暖湿气流的东南季风与寒冷干燥的偏北风交锋于华南南岭一带,停滞的时间比较长(约20天到一个月),形成华南地区的雨季。在气候学中,一般把热带海洋气团与温带大陆气团之间的气候锋,称为极锋。因此,形成华南雨季的第一次停滞过程,就是指极锋的第一次停滞过程。

第一次跳跃过程:大致在六月十日至二十日的十天左右时间,极锋从南岭疾速移至长江流域,就是说由这两种冷暖、干湿性质完全不同的气团,交锋形成的大雨带,也一跃而至长江流域,并从六月中旬起,至七月上旬止,在长江流域的中、下游地区,停留大约一个月左右的时间,形成长江流域的雨季,这是极锋的第二次停滞过程。这个时期,就是江淮流域的梅雨。

第二次跳跃过程:大致在七月十日至二十日的十天左右时间,极锋又迅速地越过江淮平原和黄河流域,进抵华北北部和东北南部,大雨带也随之第二次向北跃进。大致在七月下旬至八月中旬之间,极锋在华北北部和东北南部一带停留,形

成极锋的第三次停滞时期，这个时期也就是华北北部和东北南部的雨季。

此后，由于蒙古高压逐渐加强，冷空气活动又趋活跃，极锋大致在每年八月下旬至九月上旬之间，一个猛跳便由华北北部疾速地退回到华南南岭一带，大雨带也相应地由华北北部、东北南部移到华南沿海一带。极锋一退，雨季即止，从此之后整个的华北平原和东北南部地区，便开始了夏去秋来的凉秋季节。

上面所述，是指我国东部地区每年冬、夏季风进退变化的一般情况和它在降水方面所表现出来的一般特征，也就是我国东部地区季风气候的一般规律。而每年冬、夏季风的强弱程度和进退变化的具体情况是不会年年彼此一样的，有的年份可能出现与一般规律相差很大的情况，这是必须加以注意的。在这样的年份，往往会造成南北旱涝失调，出现气候反常。

那么，我国东南部地区这种显著的季风气候特征是怎样形成的呢？

海陆方位是形成我国东南部地区季风气候的首要原因。

我国的西面、北面是世界上最广阔的大陆，东面、南面是世界上最辽阔的海洋，这样的海陆方位，自然有利于我国东南部地区形成季风性的气候特征。

海洋、陆地物理性质上的差异是形成我国东南部地区季风气候的直接原因。

我们知道，海洋与陆地具有不同的物理性质，海、陆之间物理性质的差异，使得海洋夏季升温缓慢，冬季降温也缓慢，陆地夏季升温迅速，冬季降温也迅速。

海、陆之间在物理性质上的这些差异，在客观上形成了这样的气候效果：冬季，大陆是个低温区，在气候学中称为“冷

源”；海洋，是个相对的高温区，在气候学中称为“热源”。夏季的情况相反，大陆变成热源，是个高温区；海洋变成冷源，是个低温区。

亚洲东部，海陆之间这种冷、热源的分布情况和季节变化的特点，形成了对我国东南部地区季风气候影响极大的四个大气活动中心：冬季是大陆上的蒙古高压和太平洋北部的阿留申低压；夏季是太平洋上的副热带高压和大陆上的热低压（即印度低压）。这四个大气活动中心的强弱程度和分布变化，在很大程度上决定了我国冬、夏季风的进退和变化，因而也就决定了我国东南部地区的季风气候特点。

冬季：强大的蒙古高压，几乎控制了我国的整个大陆，深厚广阔的阿留申低压，盘踞着北太平洋的极大部分。这种西高东低的气压形势造成了由西向东，也就是由陆地指向海洋的气压梯度。因而，我国东部地区冬季的盛行风向，基本上都是由陆地吹向海洋的，偏北气流占主导地位。

这时，太平洋上的副热带高压，偏居于北纬 20° 以南，对我国冬季的气候基本上没有什么影响。

夏季：深厚广阔的印度低压，伸向东北方向的大低槽，几乎控制了我国的整个大陆，势力很强的副热带高压也更加西挺北进，位置更加靠近我国。这种东高西低的气压形势，造成了由东向西，也就是由海洋指向陆地的气压梯度。因而，我国东南部地区夏季的盛行风向，基本上都是由海洋吹向陆地的，偏南气流占主导地位。

这时，大陆上的蒙古高压已经不见踪迹，阿留申低压也几乎完全看不出它原来的模样了。

冬季，发源于蒙古高压的偏北气流强于偏南气流，说明冬季风盛行时期，陆地的影响超过海洋；夏季，发源于副热带高

压的偏南气流强于偏北气流,说明夏季风盛行时期,海洋的影响超过陆地。这一点,是我国东南部地区季风气候特征表现显著的一个重要原因。

春季和秋季都是过渡季节。

春季是冬季到夏季的过渡季节,在大陆上高压逐渐被低压所替换,在海洋上低压逐渐为高压所控制了。秋季是夏季到冬季的过渡季节,情况与春季恰好相反,在大陆上低压逐渐变为高压,在海洋上高压逐渐变为低压。

在九、十月份的秋季,冬季风爆发南下,迅疾势猛,冬季风代替夏季风的过程,犹如“秋风扫落叶”一样干净彻底,并且常在我国长江流域中、下游地区,形成秋高气爽、桂花飘香的凉秋景色。因此,人们常用“一叶知秋”、“秋阳艳丽”、“秋高气爽”等俗语来形容秋风之急、秋来之快、秋季之短和秋季气候之好,从气候学角度来讲也是很有道理的。

在四、五月份的春季,夏季风代替冬季风的过程,行动迟缓,进退不定。夏季风,由海洋向陆地方向跃跃欲试;冬季风,由沿海向内陆方向迟迟不退。南北两大气团,互相争斗,势均力敌,锋面带时南时北,气旋活动特别频繁,致使春季天气多变,而且历时也比秋季要长一些。因此,在华东、华南地区人们常用“春天孩儿面,一天变三变”的民间谚语,来形容我国春季天气气候的多变情况。

青藏高原的高大地形,对我国东南部地区季风气候的影响:

首先,在青藏大高原的东侧,北起祁连山脉,向南经岷山、邛崃山,直到云贵高原的西侧,大体上是南北向排列的。这种地形走向,在冬季,有利于冷空气南下,并顺利地通过华北大平原达到南方的较低纬度;在夏季,也有利于暖湿空气由南向

北扩展很远，因而这种地形条件大大加强了我国东南部地区冬、夏季风的稳定性和显著性。

其次，高大的青藏高原，在高空迫使由西面移来的槽脊系统，或者改变路径，或者减弱消失，从而使高原东部地区减少了槽脊和气旋、反气旋系统的影响，相对地增加了我国东南部地区季风气候的稳定程度。

此外，青藏大高原本身，夏季是个热源。在夏季，青藏高原配合大陆热低压又加强了夏季风的势力，因而也就大大加强了我国东南部地区的季风气候特征。

综合上面所说，我们可以概括如下：我国东南部地区的季风气候，主要是由于我国的海陆方位分布以及海洋、陆地物理性质上的差异而形成的。在这个基础上，我国的一些高大地形的影响，在客观上进一步加强了我国东南部地区季风气候特征的显著性和稳定性，因而使亚洲东部成为世界著名的季风地区，使我国成为世界著名的季风气候国家。

第九节 西北地区的大陆性气候

我国西北部地区，深居内陆，远离海洋，加之地理纬度和海拔高度都比较高，夏季来自东南海洋上的湿润气流难于到达这个地区，因而这里也就基本上受不到夏季东南季风的影响。我国西北部地区，在地理纬度上，已接近亚欧大陆的腹地，降水稀少，气候干旱，冬寒夏暑，昼热夜凉，气温的年、日较差都比较剧烈，具有显著的大陆性气候特点。

雨量少，气候干燥是大陆性气候的一个主要特点。

我国西部地区的年雨量，一般都在400毫米以下。其中，100毫米等雨量线又把它分为东西两个部分，100毫米等雨量

线以东,大体上是我国的半干旱区;100毫米等雨量线以西是我国的干旱区。

在我国西部的干旱气候区内,弱水流域、柴达木盆地、塔里木盆地以及吐鲁番盆地又是其中最干旱的地区。弱水流域的年雨量是50毫米左右,吐鲁番盆地和柴达木盆地是25毫米左右,而塔里木盆地只有10毫米左右,是我国气候最干旱的地区。

世界上没有绝对地平衡发展的东西。我国西部地区的干旱气候特征也是不平衡的,在干旱区内也有气候不干旱的地方,天山北部的伊犁河谷就是一个最明显的例证。我国西部干旱地区的年降水量,一般都在100毫米以下,但是天山北部的伊犁河谷地区,竟高达400~600毫米,几乎与我国东北的半湿润地区相接近。我国大西北地区,是一个高山纵横,地形巨大的内陆区,西面毗连帕米尔高原,南面背倚青藏高原,东北面斜卧着巨大的阿尔泰山脉,只有西北面的地形比较开阔、平坦,是北冰洋湿润气流进入我国大西北地区的主要通道,由于地形的抬升、阻滞作用,在天山北麓的伊犁河谷地区产生了较多的降水,因而在我国西部干旱的大陆性气候区域内,形成了北疆地区比较独特的比较湿润的气候。天山北麓,比较充沛的降水和相当充足的日照,为北疆地区农、牧业生产的发展,提供了良好的气候条件。盛夏七月,日丽风和,北疆的玛纳斯河流域,千里麦海有如金花怒放,稻谷芬芳胜似桂花飘香,被人们誉为“玛纳斯明珠”的石河子垦区,林带密如蛛网,棉海纵横千里,在高大挺秀、直伸云天的穿天杨林带里,绽开的棉桃与高山上银色的雪峰交相辉映,银光闪烁,景色异常伟丽、壮观。在千年的瓦古荒原上,如今出现了新的垦区,新的粮仓,新的城镇,今日的玛纳斯河流域,完全摆脱了昔日的那种没

有人烟，没有水草，没有牛羊的荒凉落寞景象，呈现出一派团结战斗，繁荣兴旺的大好局面。

冬寒夏暑，昼热夜凉，气温的年、日较差剧烈，是我国西部地区大陆性气候的又一个重要特点。

我国西部地区，高山、盆地纵横四布，海拔高度一般都比较 高；地理位置深入亚欧大陆腹地，四面都距海遥远。在这样的地理位置、地形地势的自然条件之下，再加上几乎完全得不到海洋上湿润气流调节作用的大气环流条件，在气候上具有显著的大陆性特点是毫不奇怪的。

我国的大西北地区，冬季一月份的月平均气温，除天山南面的塔里木盆地(-8°C)稍高于 -10°C 之外，其他地区普遍在 -10°C 以下，天山北面的准噶尔盆地为 -20°C ，新疆北部的富蕴地区在冬季十二月、一月、二月连续三个月均低于 -22°C 。

我国的大西北地区，夏季七月份的月平均气温，一般都在 20°C 以上，准噶尔盆地在 24°C 以上，而吐鲁番盆地竟高达 33°C 以上，是我国夏季气候最炎热的地方。

我国西部地区，冬季严寒，夏季炎热，气温的年较差自然比较大。大西北地区的年较差一般都在 36°C 以上，吐鲁番盆地在 44°C 以上，天山以北的广大地区更高达 46°C 以上。如果从一年之内极端最高气温与极端最低气温的差值来看，更是大得惊人，一般都在 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间，其中以艾比湖——玛纳斯河流域为最大，常在 70°C 以上，大西北地区大陆性气候特点表现之强烈由此可见一斑。

我国西部地区的气温日较差也是比较剧烈的，许多地方最大的气温日较差一般都在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间，如果就吐鲁番盆地气温日较差的极端情况来说，则可达到 50°C 的惊人记录，

一天之内好象经历了一年四季的寒暑变化。气温日较差大，虽然可能缩短植物的生长时期，增加了霜冻对植物生长的威胁；但同时也存在有利的一方面，对植物来说，白天气温高，加强了植物的同化作用，有利于养分积累，夜间气温低，减弱了植物的呼吸作用，可以减少养分的耗损，在具备其他适当条件时（例如在植物生理方面、农业技术方面、气象保障方面等都采取适当措施），水稻、小麦、棉花等都生长极好。此外，著名的哈密瓜和吐鲁番的无核葡萄也都产在这个地方。

日照充足，热量丰富是我国西部地区大陆性气候的另一个显著特点。

我国大西北地区光照条件之优越，不但在全国气候中高居首位，就是在全世界来说也是十分少见的。我国大西北的广大地区，全年日照时数普遍在 3000 小时左右，在南起库鲁克山，北至博格多山，东起哈密，西至吐鲁番盆地的广大地区内，全年日照时数更高达 3400 小时以上，是我国日照时数最多，热量条件最丰富的地方。

从气候学角度来说，日照时数的地区分布与降水量的分布有密切关系，这一特点，在我国的西部地区表现得比较明显。在新疆地区，降水量是从西北向东南方向逐渐递减的，因此愈往东南方向，云量和阴、雨天的日数愈少，晴天日数愈多，日照也更充足，热量也更丰富；而在新疆东部的内蒙、甘肃地区则恰恰相反，降水量是从东南向西北方向递减的，到了这两个地区的过渡地带，如星星峡、哈密、七角井等地，就成了我国晴天日数最多，日照最充足，热量最丰富的地方。

我国西部地区，高山起伏，盆地四布，除天山以北的塔城、阿勒泰以及玛纳斯河流域，地形较为开阔、平坦之外，一般来说大西北地区的地形条件是比较闭塞的，因而年平均风速一

般偏小，只有 2.5 米/秒左右，位于天山以南的库车、和田等地，分别处于天山和昆仑山的背风一侧，多下沉气流，风力更为弱小。从风的季节变化来说，一般以春、夏季节的风力较为强些，秋、冬季节较为弱些。但是，在我国大西北地区风的气候特征中，值得特别一提的是山地缺口地区的大风。以博格多山为例：博格多山的東西两侧有几个著名的大风口，一个是位于乌鲁木齐市东南方向的达坂城，它是博格多山西侧的大风口；一个是七角井，它是博格多山东侧的第一个大风口；另一个是哈密，它是博格多山东侧的第二个大风口。这几个山地缺口，都是著名的大风区，气流从四周闭塞的山区流进山地缺口之后，由于地形的狭管作用，风力猛增，风速变大，大风日数相应增多，在一年之中以春季表现得尤为明显。以达坂城这个大风口来说，全年大风日数在 180 天以上，平均每二天便刮一次大风，有时连续几天都有大风，并且有些时候常常刮十级以上的大风。

我国西部地区，在春、夏、秋三个季节，气温超过 25°C ，相对湿度低于 30% 时，如果刮 5 米/秒以上的风便带有干旱风的性质了。由于气温高，大气和土壤表面都很干燥，在风速较大时，地面浮尘便会随风扬起，干旱风与尘暴同时发生，对农业生产可能造成较大的为害，这是应该加以注意的。天然森林资源十分丰富的新疆地区，近年来人工森林又有很大发展，不少地区已经林带纵横，灌渠千里，既能调节气候，又能灌溉农田，对制止干旱风的为害，正在逐步发挥明显的防御作用。

我国大西北的内陆地区，降水稀少，气候干旱，农业生产在很大程度上依靠人工灌溉。新疆地区，大范围农田的灌溉水源，主要有山上积雪融化后流下来的雪水、地下坎儿井和自流井等。高山冰雪在春末、盛夏季节，在阳光照射下大量融

化,便形成了大范围农田、牧场的天然水源,这对干旱地区农、牧业生产的发展是极为有利和极为重要的,新疆地区大范围的农田、牧场大多数分布在山脉的边缘地带,也就是这个缘故。高大的天山山脉,横亘在新疆的中部,把新疆分为南、北两大部分。从平均气温来说,南疆高于北疆;从一年之中的生长期来说,南疆长于北疆,南疆的生长期一般长约七、八个月之久,而北疆只有半年左右,北疆地区的生长期虽然比南疆地区短1~2个月,但是比黑龙江省的北部地区却要长一个月左右,足见新疆地区的光照、热量条件确实是十分优越的。

新疆地区,虽然气候干旱,但是天然水源异常丰盛,人工灌溉条件十分发达,农业生产水平很高,是我国的一个重要粮食基地,主要的农作物和经济作物有小麦、水稻、玉米、高粱、棉花、蚕丝和其他一些油料作物等。北疆地区的艾比湖——玛纳斯河流域,已是我国地理位置最北的重要棉花基地,吐鲁番盆地除盛产葡萄之外,近年来长绒棉的生产也有很大发展,在质量、数量方面也都位居前列;其他如阿克苏绿洲的水稻,伊犁河谷的小麦,莎车、和田地区的蚕丝,在全国来说也都极负盛名。新疆是我们伟大祖国的一个富饶之乡,新疆是我们伟大祖国的一个高原宝地,我们坚信边疆地区的各族人民,在毛主席无产阶级革命路线的光辉指引之下,一定会以更大的跃进步伐,更加高昂的革命意志,把新疆建设得更加富饶,更加壮丽。

第十章 人工影响天气 前程似锦

盛夏的某天。

我国南方某地仍在副热带高压控制下，干旱已持续快一个月了，水库水位急剧下降，土地干裂了，发电和农田灌溉都受到很大影响。怎么办？广大贫下中农以“天大旱，人大干”的大寨精神为榜样，积极投入抗旱斗争。也正在这时，设在那里的人工影响天气的某基地，为了配合抗旱，正要进行人工降雨试验。

老杨得到这个消息后，立即赶到现场。激动的心情难以平静：人工降雨以前只是听说，倒底是怎么回事？用什么药剂催化效果较好？飞机怎样飞入云中播撒药剂？催化后云的发展变化究竟怎样？又是如何观测分析的？……一个个问题从脑海中跳了出来。

机场上的参观

负责同志为了满足老杨的要求，让地面塔台参谋老王给他介绍。

当老杨一踏进指挥所时，只见各级领导和指挥员、身穿飞行服的机长、领航员、气象员——老张等，都围在一幅地图上，听气象台预报员汇报天气：“……根据天气分析和雷达观测，在机场偏北方向约八十公里的地方发现有浓积云……”。

指挥员根据气象台的天气预报和各地发来的天气实况报

告，在地图上精心画着航线。将近二十年的飞行生活里，指挥员老肖记不清画过多少条航线，按飞行规定，飞机是不允许穿越浓积云和积雨云的。但为了耕云播雨，飞机又一定要穿到浓积云中适当的部位撒入药剂，这是多么不平常的战斗啊！飞行员若没有坚强的意志、纯熟的技术是完不成任务的。

航线经周密分析确定下来后，负责同志关心地问机长——久经战场的老飞行员：“沿着这条复杂的航线飞行，有困难吗？”

“人民解放军战士有一不怕苦、二不怕死的革命精神，天大的困难也能克服！”

“好！准备起飞！”

一声令下，机场上忙开了：只见油车、盐粉车、推氧气车、电瓶车，还有救护车、消防车……来回穿梭，有条不紊地紧张工作着。

接着，负责同志和机长、领航员、气象员乘上一辆越野车飞速驶往机旁。耕云播雨的气象工作人员七人，再加上机组共十儿人，都已集中在机身下整装待发。

天气是那样的酷热，老杨穿了一件短袖衬衫还在出汗，而他们个个身穿皮衣服，额上沁出了豆大的汗珠。老杨站在塔台里心跳动得更厉害了，由衷地感到钦佩，他们不愧为是毛主席的好战士和气象兵。

这时，老王对老杨说：“他们在召开起飞前动员会，估计航线上可能出现的问题。他们是一个战斗队，这次战斗一定会取得胜利，因为他们都是优秀的共产党员和共青团员。比如机长，这次领导上已批准他回家探亲，可是他想到，为贫下中农耕云播雨，共产党员就应急贫下中农所急，于是他主动放弃休假，参加战斗。还有一位气象局的工人，是一位共产党员，

他专门负责播撒盐粉。去年这时进行人工降雨试验时，由于飞机遇到积云中的强大气流，突然下降一百多米，他被颠簸得呕吐了，但仍顽强坚持，不下战场。另外，还有许许多多化工厂的工人为了赶制氯化钠——食盐粉末，提出了响亮的口号：‘人工降雨什么时候需要盐粉，我们就什么时候加工供应；为了多打粮，多发电，天大的困难都能脚下踩！’又说：‘高温疲劳何所惧，愿为抗旱多出力！’还有公社气象哨的气象员老贫农和知识青年主动给我们提供降雨的资料。”

“这真是一支由工农兵和革命气象工作者联合组成的耕云播雨的战斗集体啊！”老杨赞叹着。

话音刚落，只见越野车载着领导同志向塔台驶来。

指挥员老肖一看手表，正好十四点半。于是果断地拿起话筒高喊：“海鸥！海鸥！立即起飞！”

耕 云 播 雨

银鹰在跑道上飞驶。瞬间，银鹰已离开跑道，傲然向天空飞去。

塔台里的标图员紧张地开始工作，细心地点绘飞机的飞行位置。

气象台预报员不时地出出进进，及时向老肖报告航线天气实况和高空气象资料。

老肖密切注意着雷达的录相盘，只见他用手指着雷达探测盘上偏北方向，计算了一下位置，于是拿起话筒，大声呼喊：

“海鸥！海鸥！”

“长鹰！长鹰！”

“据雷达探测，在 350 度方向大约 50 公里的地方发现有浓积云，你们去追捕……飞速多少？每秒 80 米！好，等发现云

后立即回话。”

老杨以紧张的心情站在老肖的身旁倾听他的指挥调度。

老王这时转过身来低声地对老杨说：“人工降雨的飞行和一般飞行不同，那里有合适的云，就往那里飞。而且有时需要飞行员自己分析判断，请示指挥员，当机立断，追捕云层。当找到云层后，又要对云进行一番侦察，看看云有多高、多厚，不能盲目行动。若是遇上了雷雨云，一旦飞机误入云中，强烈的上升气流和下沉气流会把飞机当玩物一样抛上抛下。假若找到了合适的浓积云，还要根据具体情况采取具体措施，比如，根据人工降雨的需要，可以飞往云顶，播撒药粉；也可穿入云中或在上风方向穿入云的边缘播撒药粉，借风把药粉送到云中。当撒完药粉后，又要从各个不同角度观测云的变化，还要再飞入云中取样。因此，航线不能完全固定，这就需要飞行员根据机上气象员的意见果断决定。”

“在飞机上怎样对云中含水量、水滴大小、垂直速度等进行观测呢？”老杨问道。

老王解释说：“在飞机上装有许多仪器。比如测量含水量的有特制仪器，还有测定气压、温度、湿度以及水滴大小、垂直速度强弱等各种仪表。在每一次人工降雨的飞行之前要对这些仪器进行周密的检查，在飞行过程中随时进行观测和对比分析，这是研究人工降雨原理的重要资料。有了这第一手资料，才能科学地了解到播撒药剂后云中发生的各种复杂的物理变化过程。仪器都配有专人负责观测。另外还备有撒播药剂的装置，根据机上气象员命令，适时地、均匀地向云中播撒出去。所以，机上的工作人员一定要相互密切配合。”

忽然，飞机上传来的声音打断了他们的谈话：“在飞机的正前方已发现了一块浓积云，我们立即进行侦察。”

“好！首先要注意飞行安全，穿云航线你们自己判断决定。”

过了几分钟，从飞机上又传来了话音：“……这块云比较饱满，大约有4500米厚，直径大约是3000米，云块的周长有10公里，云从北向南以每秒10米的速度移动着，云中水量丰富，云中垂直速度有些地方比较大，这块云很理想，我们准备从上风向穿入撒播药粉……”。

老杨一面听一面想着，这块云水量该有多少呢？按云的体积来算足足有31.5立方公里。

老王转过身看看老杨，好象发现老杨在思考什么，就敏锐地解释道：“假如这块云中的含水量平均每立方米为1.74克，那末，这块云就有……”。

老杨把老王提供的宝贵数据再乘进去计算，很快得到一个大概的数值：“大约有五万五千吨水量。”

老王点点头微笑着接下去又讲道：“这还不包括上升气流不断向云中输送的水份在内，这么多的水量让它白白随风飘流，实在太可惜了。在旱季，这种积云很常见，但极大多数，约百分之八十以上都不会下雨。人工降雨的目的，就是设法加速云的发展，让水降落下来供应旱地作物的需要。”

老王说完后转过头去密切注视着北方，并拿了架望远镜给老杨：“你看，这块云正向我们这个方向移来。”

老杨迅速拿起望远镜一看，啊！一块乌云就象在跟前一样，只见一只“小鸟”——那就是银鹰啊！——从云的右方向云中穿去。过了几分钟，在云的左方银鹰飞了出来，不一会，只见银鹰又转了一个大弯，绕到云的中部又向云中飞去。

云的上部象开了锅一样，沸腾着向上翻滚，多么雄伟壮丽的自然云塔啊！

正在这时，又见银鹰绕着积云在飞行，它仿佛象一个与云斗争的英雄，在那里遨游天空。

老肖仍注视着录相盘上雷达观测的回波，“嗯，已经出现浓积云加强的回波了”，他轻轻地自言自语。

与此同时，飞机上传来了话声：

“长鹰！长鹰！飞机颠簸强烈……”

“提高警惕，注意安全！”

过了一会，银鹰传来了喜讯：“云中已发现降雨了！”

……………

“叮铃铃”，电话铃声响了。

老王急忙拿起电话筒：“喂！……是一号水库，你们那里开始下阵雨了！”

“叮铃铃”，老杨放下望远镜，迅速拿起话筒：“喂！哪里？……是公社气象哨……噢，你们公社开始下雨啦！”

“喂！喂！海鸥！海鸥！”老肖兴奋地拿起话筒同银鹰传话。

“长鹰！长鹰！我是海鸥！我是海鸥！”

“告诉你们好消息：15时50分作业区下面已开始下雨啦！”

这还是老杨生平第一次亲眼看到的为抗旱进行人工降雨的试验啊！老杨激动万分，兴奋地又拿起望远镜看那块浓积云。只见银鹰从云的边缘中又飞了出来，以后一直朝塔台方向飞来，银鹰越来越大，坦然地在天空中翱翔，渐渐地按照老肖的指挥徐徐降落。

科学分析

几个小时过去了，全体战斗人员仍在继续工作和总结。气象人员集中精力分析各地雨量资料、雷达回波和观测到的

云中垂直气流、含水量、气压、温度、湿度及水滴大小演变等资料。在他们初步总结完以后，领导上特地为老杨组织座谈会。

老王先递给老杨一张这次人工降雨作业区有关气象站、哨的雨量实况和雷达回波图。

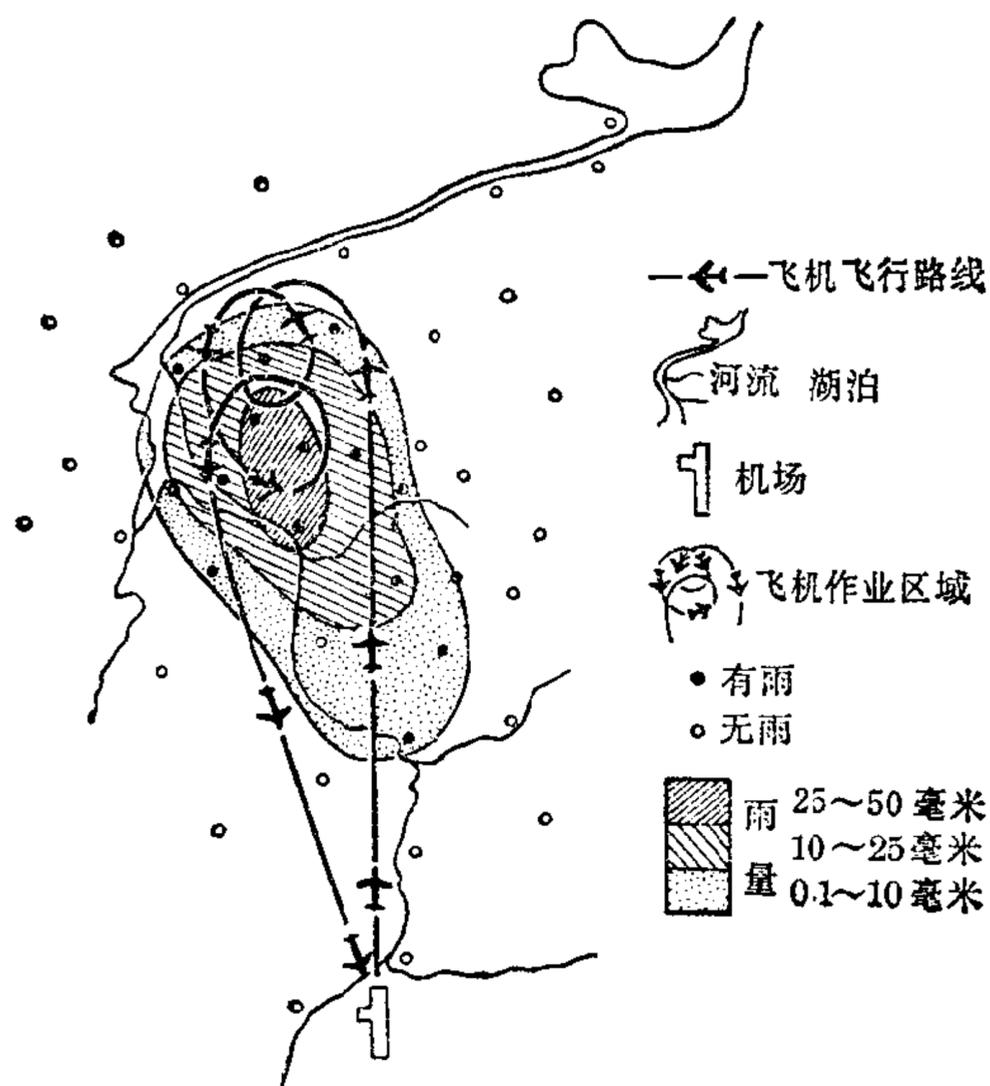


图 10-1 飞行航线与雨量实况

老杨仔细地看着雨量图：在作业区下面降雨非常明显，而在作业区外围雨量就小，甚至仍是大晴天；在作业区范围内雷达很明显地出现了比较强的回波，而另一块没有进行作业的浓积云就没有这种回波。

看完图后，老杨充分利用了这个大好机会，提出了一系列问题。

“浓积云一般是不下大雨的，为什么播撒盐粉以后却可以

下较大的雨呢?”

操作滴谱仪的老胡解释说：“南方夏季的云主要是暖云，云顶在 5000 米以下的浓积云是暖云的一种，温度一般在 0°C 以上。组成浓积云云体的都是些很微小的水滴，半径不到 0.02 毫米，其受重力作用而下落的速度不到每秒 5 厘米。这样缓慢的下降速度比云中上升气流的速度小得多，难以成为雨滴而落入云底。只有当细小的云滴增大到一定程度，才能获得较大的下落速度并超过气流风速而成为雨滴下落。据测定，悬浮在云中的微小水滴，体积增加一百万倍，才能成为一颗普通大小的雨滴。如果云中水滴大小存在着差异，那么，较大的水滴下落得快些，在下落途中必然会碰上成千上万的小水滴，并把它们合并掉，较大水滴愈增愈大，终于成为雨滴。这种过程就称为重力碰并过程*。但下落速度都很缓慢，这种碰并过程就不明显了。一般浓积云中就缺乏这种过程，因此较难下雨。由此可知，只要设法增加浓积云里的大水滴，就可以促使它下雨。”

“播撒盐粉就是根据这种理论来催化云降雨的。”老张接过老胡的话补充道：“因为盐粉是一种吸湿性很强的凝结核，当它一进浓积云，周围过饱和的水汽就很快依附于盐粒上而成为较大的水滴，为水滴的重力碰并过程创造了条件。另外，它还能促使云内温度、扰动、垂直气流等物理过程发生变化，而这些变化反过来加速水滴的重力碰并过程。例如，今天第一次穿云时，滴谱仪测定到大云滴的数量较少，含水量仅每立方米 1.70 克，垂直气流不强，只有每秒几米，扰动也较弱，当时云底无雨；而当播撒盐粉以后，大云滴急剧增多，垂直气流

* 大水滴增大破裂，还常常造成更多大水滴增长的连锁反应。详见第五章第一节。

也增到每秒 10 米左右,含水量增加了,温度也增高了。于是浓积云很快发展。假如没有仪器,在机上从目视的现象中也可以大致推断出来。比如,飞机刚飞入云边缘时,我在天文窗中看到了机翼上有细微的拉水线……”

“什么叫拉水线?”老杨迫不及待地打断了老张的话发问。

“拉水线就是指云中的小水滴在高速飞行的机身上留下的水珠痕迹。云薄、含水量少、水滴小时,拉水线就象阴雨天雨点斜打到开动的汽车玻璃窗上留下的痕迹一样。”

“哦,是这个意思。”老杨想着,接着又提出疑问:“那末,云中水滴很大时,拉水线一定很粗了?”

“不是很粗,而是连成一片。当我们今天第二次穿入云边缘时,机身上水线成片,说明云中大水滴很多了。”老张讲到这里停了一会又回到原来的话题:“当我们播完盐粉后离开浓积云不久,云底就出现了一大片挂达地面的雨幕,阳光斜照在雨幕上,一条七色缤纷的彩虹立刻悬挂在天空。你们看!这就是当时从飞机上望去的云块催化前后的素描图。”老张一面说一面拿出图给老杨看。

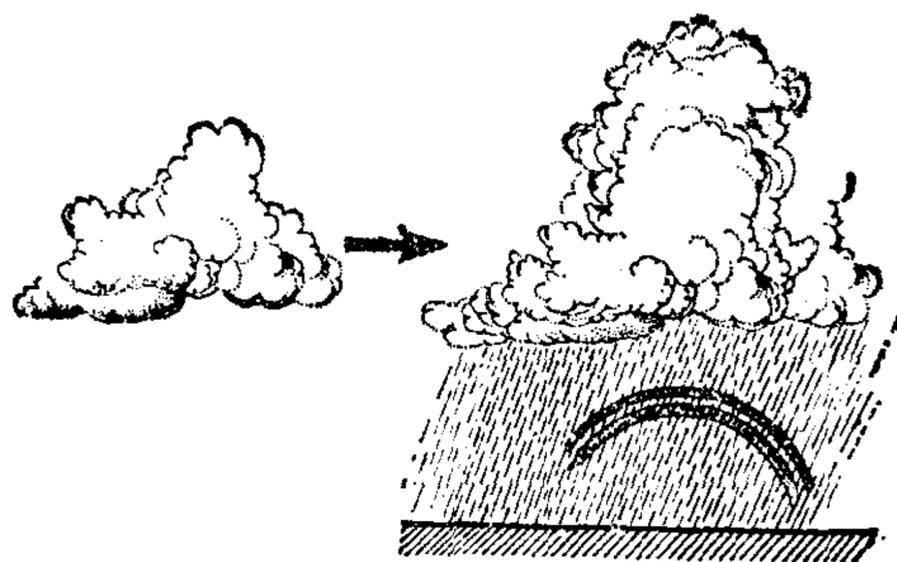


图 10-2 催化前后云的比较(左:催化前,右:催化后)

“在北方,听说人工降雨、雪的催化剂用干冰和碘化银,为什么不用盐粉呢?”老杨看完图后又提出新问题。

“云有冷云、暖云之分。”第一次上飞机的女观测员小黄解释道:“冷云和暖云性质不同,暖云的云体全由液态的水滴组成,温度在 0°C 以上。今天我们催化的云就属于暖云。而在冷云中,除掉有液态的过冷水滴外,还有固态的冰晶或雪晶存在,温度在 0°C 以下。不同质的矛盾必须用不同的方法来解决。在暖云中播撒盐粉等药剂,主要是为了增加云中的大水滴;而在冷云中播撒干冰和碘化银则是为了增加冷云中的冰晶。因为冷云中温度在 -10°C 以上,自然冰晶较少,只有在低于 -20°C 时才出现更多的冰晶。通常情况下云中缺乏这种条件,或云很薄,冰晶较少。干冰就是固体二氧化碳,当温度只要高于 -78.5°C 时,就要升华。利用它的这个脾气,把它撒入云中,产生升华,消耗周围热量,使云中的温度急剧降低,一部分水滴冷却到 -40°C 以下时,便自发冻结成为冰晶。据北方气象工作者通过十几年来的试验研究,发现在过冷却水中,一克干冰可产生约一百亿到一千亿个冰核。至于碘化银,它是一种很好的冻结核和凝华核,只要它温度达到 -4°C 到 -5°C 时,水滴和水汽就能以它为核心冻结和凝华成为冰晶。”

老胡突然打断了小黄的话说:“当云中同时存在冰晶和过冷水滴时,过冷水滴不断蒸发,使冰晶不断凝华增长为雪花而落下,这种过程称为凝华增长过程。另一方面,由于云的降水量一般与云的体积成正比,所以通过大量引晶,使云上部大量过冷却水滴冰晶化而放出潜热,致使云中上升气流发展,增大云的体积和生命期,从而就可能增加降水量。这就是冷云人工降雨、雪所用催化剂与暖云人工降雨不相同的道理。当然,

对于北方来说,空中水汽较少,云层较薄,但经过催化,能下些小雨或小雪,对少雨的北方抗旱也能起一定作用。”

“除了人工降雨以外,人工消雾进展又怎样?”

“我们也进行过试验。例如 1971 年冬天,在某机场试验人工消雾获得了成功。”观测员小何以自己亲身体会井井有条地解释说:“1 月 7 日晨,机场被暖雾笼罩。担负人工消雾的飞机于 7 时 51 分借助于导航灯起飞,当时能见度仅 100 米,雾厚 40 米,飞机于 8 时 38 分、8 时 45 分、8 时 56 分、9 时 01 分作业四次,向跑道上播撒大量的吸湿性的粉末,不久,雾滴很快变成水滴降落,能见度逐渐好转。8 时 38 分第一次撒播后,跑道能见度由 100 米转为 300 米; 9 时 07 分转好为 700 米;直到飞机降落时,能见度已转好到 1200 米以上了。”

“除此以外还用什麼方法?”

“雾分冷雾、暖雾等多种。因此必须根据不同特征采用不同方法。”小周接过小何的话回答道:“比如在消暖雾时,有时也用撒吸湿性很强的盐粉撒入雾中,使小的雾滴很快凝成大水滴而降至地面,达到消雾的目的。消冷雾则不同。比如有一年冬天,在某山区成功地进行了一次试验,是在地面上燃烧碘化银的丙酮溶液,上午 9 时开始燃烧,9 时 24 分发现雾中雪状物逐渐增大,9 时 30 分能见度好转,9 时 43 分以后,逐渐好转到 100 米左右。停止试验后 10 分钟,能见度马上又转坏。10 时 17 分能见度又变坏到只有 40 米。”

良好的效果

“从你们的实践来看,人工影响天气的效果如何?”

老王思考了一会说:“在 1958 年大跃进年代,由于抗旱斗争的需要,人工降雨试验在吉林等省首先开展起来了。十几

年来配合农业抗旱,取得了显著的成绩。比如1971年湖南柘溪水库地区试验作业飞行29架次,库区的雨量平均达到77毫米,比历年同期增加三到五成,比附近未进行人工降雨试验的地区多40~50毫米。当地水电部门反映:人工降雨试验前,水库水位每天下降约半米,在人工降雨期间,水位逐渐拉平,最后提高水位7米,可多发电6300万度。”

“还有”,老张很有感触地补充道:“1970年和1971年,广东新丰江水库进行了几年人工降雨试验,效果很好,使水库水位提高了,据各方面分析判断,估计1970年增加7300万度,1971年增加6000万度发电量。1972年继续用飞机作业28天,进行了29次人工降雨试验,据分析,在水库作业区内雨量比相邻非作业区雨量大约多33%,估计增加水库水量3亿立方米,可增加发电量3000万度,对工农业生产带来了许多益处。”

小何接着说:“1972年到1973年,北方连续十几个大旱,内蒙许多牧区草原旱情严重。广大贫下中牧以大寨为榜样,打井引水抗旱。也就在这时期,空军某部的银鹰载着人工降雨队伍,来到草原播雨。真是耕云播雨入草原,一派生机勃勃景象!经过几十次的作业,人工降水加上自然降水,使内蒙古地区旱情缓和,在贫下中牧的苦干和人工降水的配合下,使得草原四处泛起新绿,牧草肥、牛羊壮,草原上欢声不绝。当他们看到银鹰穿进乌云,听到草原茫茫云海里响起了阵阵雷声,贫下中牧高兴得欢跳起来,放声高呼:‘党中央、毛主席派解放军的飞机来降雨啦!’老贫农吉拉和塞路拉,听到飞机的轰鸣,眼泪也就和雨滴一样止不住。他们所在的地区,连续三年没有下过一场透雨,旱情比1947年严重得多,但牲畜仍然没有遭受大的损失,人民生活和正常年景一样好。他们一家

人用人工降水的生动事实，愤怒批判了林彪一伙攻击社会主义制度的罪行。今天人工降雨的成功，就是在批判林彪的反动‘天才史观’的推动下取得的良好成果。人工降雨无数成功的实践证明，我们这些人并没有什么天才，主要靠多年来的实践。”

女观测员小黄也兴奋地说：“当地贫下中农非常满意，有一位老贫农以无限感激的心情说：毛主席给我们带来了幸福水，丰收水；还有一位七十多岁的少数民族老贫农看到空军飞机时，激动得高呼：‘毛主席万岁！’并说：‘解放前日本鬼子和国民党反动派开飞机来轰炸我们，现在毛主席派飞机来帮助我们降雨！’广大贫下中农一致表示：‘一定要狠抓革命，猛促生产，发扬大寨精神，夺取更大丰收！’贫下中农说得多么好啊！人工降雨所取得的每一个微小的进步，都是在毛主席革命路线指引下取得的。”

“虽然目前我们对人工降雨试验研究取得了一定成绩，对抗旱夺丰收起到了点滴作用，人工消雾也取得了一定成效，群众的表扬对我们是莫大的鼓舞和鞭策。但人工降雨是一项非常复杂、细致的科学研究工作，它是最近三十多年来才发展起来的，其中还存在许多困难。比如自然云的发展非常快，有时看到一块云，若不进行人工降雨作业，它也可能会自然发展成雨或雪，有时两者很难严格区分开来。从技术方法上看，影响只能在一定的已有云层条件下进行，人们还不能预先创造某种有利条件，从无到有地‘造’出雨来。但是，有一点是比较肯定的，就是本来这块云也会发展而下小雨，经人工催化后，加大了它的雨量，起到抗旱的作用。”老王作了总结性的发言。

“那末，又怎样进行人工影响台风试验呢？”老杨突然想起台风的大风暴雨对人民生命财产影响极大，如果人们能够

影响台风的强度,甚至控制台风的行径,对人类来说是有极大益处的,于是提出了这个问题。

“关于这方面工作目前正在进行试验中。”还是老王的声
音:“通常用飞机飞往台风眼壁中风最强、雨最大的云内,播撒大量的碘化银,以减弱台风风力和降雨强度。例如有人在1961年和1963年对两个台风进行试验,发现台风最大风速约减小10%。1969年又对一个台风进行了大规模人工影响试验,在台风眼附近共投下了1040颗碘化银焰弹,使风速减小了三分之一,但后来风速又增加到原来的大小;再度播撒碘化银,风速又再次减小。这个事实证明,人工能够影响台风。我们今后也将开展这项试验研究工作。我们坚信,人工影响天气前程一定似锦。”

于是,老杨愉快地站起来,紧握老王等同志们的手,对今天他们热情的接待参观表示衷心地感谢:“谢谢你们,耽误了你们很多宝贵的时间。再见!”

“再见!”

第十一章 人类在战胜异常 气候中前进

近年来,世界上有些地区气候异常。这件事引起了人们的普遍注意,不同的人物发表了各种观点。国外某些资产阶级报纸公开宣扬:“气候良好的年代已经过去了”,“小冰河期即将到来,世界将进入一个缺粮的时代”,“一九七五年将是世界饥饿年”,“造成世界饥饿的主犯是异常的天气”。在这些人的眼光里,人类已是大难临头,末日即将来临,前景可怕极了。

人类难道真的要回到茹毛饮血的时代?

否。让我们翻开气候变迁的整个历史,看看气候变迁的古往今来,那么我们可以清楚地看到,近年来的气候异常只不过是世界气候波浪式发展变化漫长过程中的一个短期起伏,一个小小的插曲,根本不值得大惊小怪。

在地质时代,从稍早于寒武纪的震旦纪起到第四纪止,在这段大约六亿年多些的漫长“时间旅程”里,就发生过三次大的冰川期(简称冰期)。第一次大冰期,发生于寒武纪稍前些的震旦纪(距今约6~7亿年);第二次大冰期,发生于古生代后期的石炭纪和二迭纪之间(距今约2~3亿年);最近的一次就是第四纪冰期(第四纪约开始于200万年前)。这三次大冰期之间的时间间隔大体上都是3亿年左右,见图11-1。

从发生的几次大冰期的情况来看,冰期与间冰期(两次冰

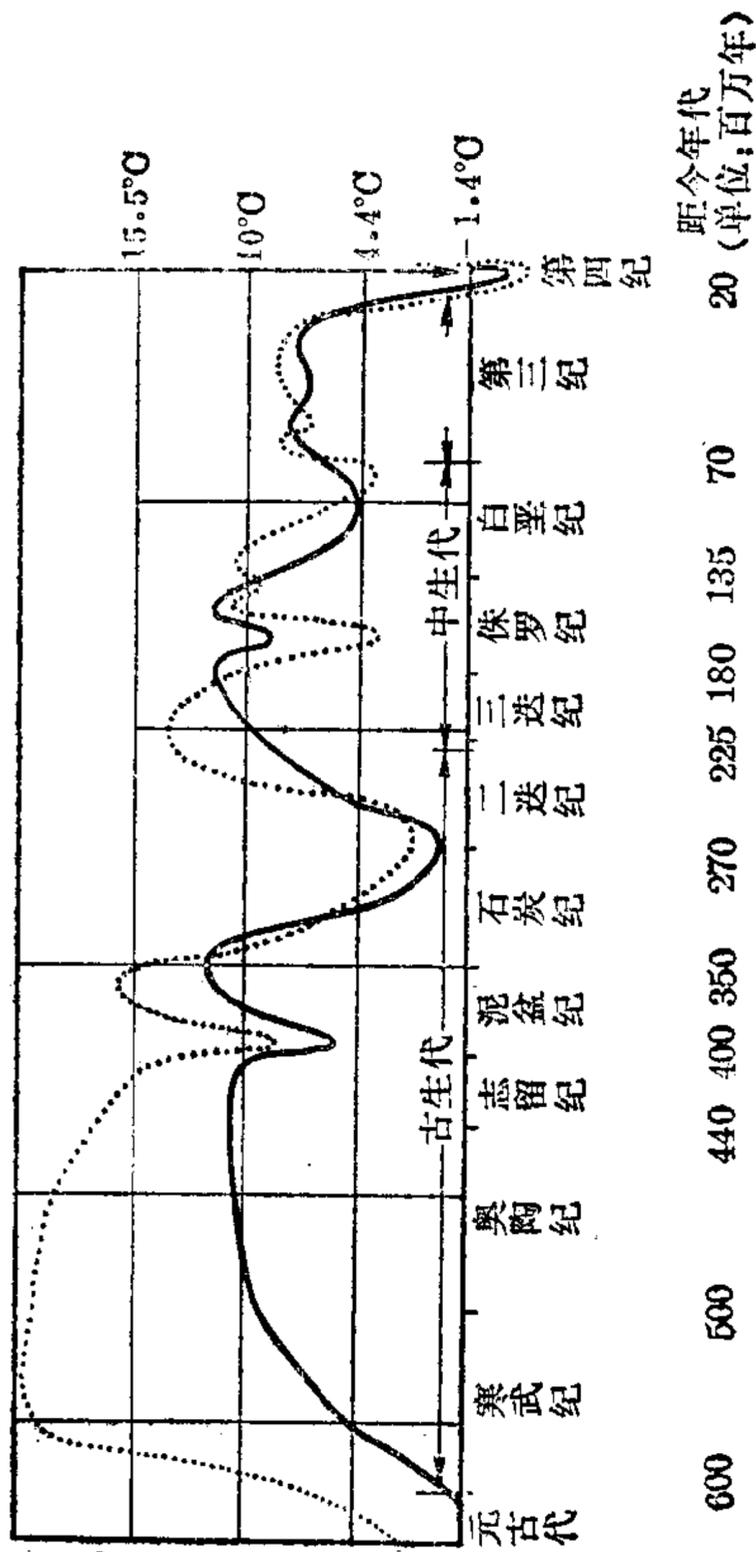


图 11-1 地质时代气候变迁情况
(虚、实线为两种不同方法得出的温度曲线)

期之间的间隔期)是相间发生,交替出现的,所以气候也相应有过多次冷暖变迁。冰期气候寒冷,间冰期气候比较温和。一般来说,间冰期的持续时间比冰期长得多,所以在整个地质时代有一半以上都是气候温和时期。

又从第四纪最后一次冰川结束以后的冰后期的气候来看,仍发生过不同程度的冷暖干湿变化,只是波动的幅度较小些而已。比如欧洲从冰后期以来,至公元初期止,在这段期间,气候也是几经寒暖变化的,其中以公元前 5600~2500 年这段长达 3000 年左右的时间,气候最为温暖湿润,植物带明显向高纬度推移,植物生态(如喜温湿气候的栎树、榆树和赤杨等,在这个时期生长繁茂)也反映了这一变化。这段期间,在古气候中一般称为冰后期的“气候最宜时期”。在这以后的一段长达 2000 年左右的时间(公元前 2500~500 年),气候又明显变冷,世界各地的冰川,在这期间也都有所发展,在古气候学中,把这段时期称为冰后期的“小冰川期”。此后,从公元前 500 年至公元初,气候从寒冷、干燥变为凉爽、湿润。一般来说,这个时期欧洲的降雨量比欧洲现在的雨量还要多。

再拿我国公元以后二千年的气候变迁来看,气候也不是一成不变的。据研究,公元初期的东汉时代,我国气候开始变冷,那时年平均温度比现在大约低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。要知道,一个地区的年平均温度降低 1°C ,就等于把这个地区向高纬度方向推移 300~400 公里。据史书记载,曹丕在公元 225 年到淮河广陵(今江苏淮阴)视察十多万士兵演习,由于严寒,淮河忽然冻结,演习不得不停止,这是现在所知的第一次有记载的淮河结冰。在南北朝(公元 420~589 年)期间,相传南朝都城建邺(今南京),曾在复舟山建立一个冰房,用以保持食物新鲜不腐,供宫廷皇族享用。如果此说属实,可以推测南京那时的冬

天,要比现在大约冷 2°C 。北朝贾思勰所著《齐民要术》中载有杏树开花、枣树生叶、桑花雕谢等日期。把距今大约1400年前黄河流域的这些物候记载同今日黄河流域的气候条件相对照,发现天气回暖比现在迟2~4周,这就说明公元六世纪上半叶,河南、山东一带的气候比现在冷。

我国气候,从公元七世纪中期起开始变暖,公元650、669和678年的冬季,当时的长安(今西安)无雪无冰,公元八、九世纪长安梅树茂盛,并有柑桔生长。要知道,柑桔的抗寒能力并不算强,最低温度低于 -8°C 就有被冻死的危险,梅树也只能耐 -14°C 的低温,以现在西安地区的气候条件,梅树已经不能很好生长,就更不用说柑桔了。公元八世纪时,农作物的生长季节比现在还要长,气候还是比较温暖的。九、十世纪,华北已经无梅,梅树只能在西安、洛阳一带生长,为数也已不多,可见当时的气候与现在大体相似,与前期比较已逐渐变凉、变冷。

十二世纪初期,我国的气候变冷更加明显。公元1111年太湖全湖结冰,以致使自古闻名的太湖洞庭山柑桔全被冻死;公元1131~1260年,杭州平均终雪日期竟迟至四月九日,比十二世纪之前差不多推迟了一个月。根据史书记载,公元1170年10月20日北京西山已遍地皆雪,这种情况现在在北京是极为罕见的,但在当时似乎很平常,足见当时的气候比现在要冷许多。福建省素有“荔枝故乡”之称,在历史记载中,有两次因严寒使荔枝受损,一次是在1110年,一次是在1178年,均在十二世纪,也反映了这个时期气候是很寒冷的。

十三世纪是气候比较温和的时期,当时在公元1200、1213、1216和1220年,杭州地区无冰无雪;元初(公元1268~1292年)西安曾设有“竹监司”的官府衙门,如果当时竹林的

生长区域不广,产量不丰,就不必专设这个机构了,这也是当时气候比较温暖湿润的一个见证。

根据对我国三大湖(鄱阳湖、洞庭湖和太湖)的历史记载考察,十四到十九世纪的五百年间,冬季温暖的时期分别出现在公元1550~1600年和1720~1830年间;冬季特别寒冷的时期分别出现在公元1470~1520、1620~1720(特别是1650~1700年)和1840~1890年间。

在这500年间,我国在十七世纪也是气候最冷时期,尤其是公元1650~1700这50年间。江西省的柑桔园,在1654和1676两年,因为冬季特别寒冷而被冻毁。在这50年气候最冷时期,太湖、汉水和淮河均结冰四次,洞庭湖也结冰三次,甚至连位置偏南、面积最大的鄱阳湖也曾结冰。与此同时,我国的低纬度热带地区,在这50年间,降雪结冰现象也常有发生。此后,从十九世纪后期起(1890年起),我国的气候开始进入一个新的变暖时期。

我们从上面三个例子可以看出气候是一直在变化着的,过去在变,现在也在变,将来还要变,这是毫无疑问的。自然界气候特征的发展变化,雄辩地证明了世界上一成不变的东西是没有的。

世界的气候不会发生长期性的“灾变”,一个劲儿地冷下去,热下去。从地球气候变迁历史来看,冰期和间冰期是相间发生的。两次大冰期之间都有一个很长的温暖时期。即使一次大冰期,也是可以分为若干冰期和间冰期。因此,地球上的气候总是有冷有暖,冷暖交替,波浪起伏地变化发展,而不可能只冷不热或只热不冷。以上海近一百年的降水资料为例,也可以看出这一点。从1873~1972年这一百年,大致有六个异常的降水时期:多雨(1875~1882年),少雨(1892~1898

年),多雨(1912~1921年),少雨(1924~1934年),多雨(1945~1957年),少雨(1964~1972年)。异常的降水时期为正常年份的一倍。可见,异常中孕育着正常,正常寓于异常之中。

杞国无事忧天倾。那些惊呼世界气候将变得越来越冷的人,一方面对正常气候的不能常住不变感到惶恐,流露出“夕阳无限好,只是近黄昏”的伤感情绪;另一方面又用凝固不变的观点去看待今后气候变迁的趋势,缺乏“飞雪迎春到”的乐观精神,他们惶惶不可终日,深深地陷进了形而上学的泥坑之中。

即使小冰河期来了,也不会断送人类的前途。

从全球范围来看,气候异常的区域也只是在局部的地区产生。拿第四纪大冰期来说,地球上的冰封面积也只占陆地面积的百分之三十二,还有三分之二的陆地至少夏季无冰。在海洋上,由于海水在结冰时放出了大量的热量,终年冰封的面积在海洋总面积中所占的比例还要小。因此,即使冰期来到,人类仍大有生活的广阔天地。

有人把西欧历史上自1550~1850年这比较寒冷的三百年称为“现代小冰期”。我国南宋以后的寒冷时期,两晋南北朝的寒冷时期,甚至西周初期的寒冷时期,也许都可以算得上是“小冰期”。如果这些称得上小冰期,那么小冰期来临只不过是年平均气温下降 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,天山的雪线下降几百米而已。对于温带来说,只是现存的高山冰川的十分有限的扩大,山下自有广阔的农田和牧场可以耕种和放牧。因此,何必一听到“小冰期”就不寒而栗呢!

相反地,即使小冰期,甚至大冰期来了,倒会促使和推动世界万物乃至人类的进步。

丰富多采的生物界，就是在同异常气候的斗争中发展起来的。气候的异常，特别是几次大冰期的出现和消失，迫使地球上的动植物跟气候作斗争，不断进行“自我改造”。气候一次又一次的变化，促成了动植物由简单到复杂，由低级到高级；由不完善到完善的进化。例如被子植物就是气候异常的产物。在古时候，地球上植物的种子大多裸露在外，叫做“裸子植物”。后来，由于中生代气候变冷，有些植物被淘汰了。但是有些植物发生了变异，那些种子外面裹上了“被”的，有较强御寒能力的高级植物——被子植物大大发展起来。植物如此，动物又何尝不是这样！从较低级的卵生动物进化到较高级的胎生动物，同样地也是跟风云多变、灾害频袭的自然界斗争的结果。

就是我们人类自己，也是在异常气候的推动下，才从动物中分化出来的。一百多万年前，气温显著下降，大冰川来临，整片整片的森林消灭了。逼得我们的老祖宗森林古猿在树上呆不住了，只得下地来直立行走，为从猿到人的转化迈出了关键性的一步。通过劳动，又从攀援树枝的四肢中分化出了能够制造工具的手。于是，一个会思想、会说话、会制造工具的人类在地球上出现了。人类可以说是跟最近的一次大冰川期同时诞生的。冰川是人类生长发育的摇篮。人类在它出现以来的一百多万年间，很大部分是在大冰川中度过的。利用自然界的野火是人类在跟冰川斗争中学会的；钻木取火，打击燧石取火，也是在与冰川的斗争中学会的。冰川不断到来，人类不断斗争，经过几个回合的较量，人也学会了在任何气候下生活。

人类在同异常气候的斗争中也增长了才干，变得更聪明，更富于智慧。就以农业来说，农业发展史就是人类同异常气

候的斗争史。农业生产需要风调雨顺，但历史上真正风调雨顺的年份是不多的，大多数年份倒是风不调、雨不顺。不利的气候条件，只能吓倒那些懦夫懒汉，而对于广大劳动人民来说，相反地倒是会激励斗志，促进主观能动性的发挥。天旱，雨水不足，才想到去找地下水。天涝，农田受淹，促进了开渠挖沟。正是由于气候异常造成了季节的提前或推后，人们才不断改良和选育新品种，使农作物的生长能与气候相适应，使得生物界更加丰富多采。事实证明，每一次气候的变异，不是造成了农业的退化和衰萎，而是推动了农业的革新和进步。

种地如此，识天也是如此。气象学也是在人同异常气候的斗争中发展起来的。气候异常增加了我们认识气候的复杂性。吃一堑，长一智，人类在长期与造成洪水滔天和赤地千里的异常气候斗争中，一点一点地积累了认识气候的知识，渐渐地掌握了气候变化的规律，由风云莫测发展到风云可测，由测之不准到测之较准。如今人们已经不仅能够预知几天的，而且能够预知几个月以至几年的天气趋势；不仅能预报小范围，而且能预报数千里乃至更大范围的气象变化。在古代那样原始落后的条件下，我们的祖先尚且能够一次次地战胜异常气候，栽培出品种那么繁多的农作物，把大地装点得色彩缤纷，分外妖娆，那末，在科学技术发达的今天，如果竟有人相信气候异常将造成一个“缺粮的时代”，因而恐惧莫名，惊慌失措，那就真可以说是我们祖先的不肖子孙了。

在今天，宣扬“冰川恐怖”和“缺粮时代”论调最卖力的，事实上恰恰大多是号称“超级”、“发达”的国家。在那些国家里，并非没有发达的气象科学技术，也并非没有先进的农业机械和栽培技术。只是由于反动的社会制度和政治路线，才使人们不可能动员和组织起来同自然界进行有效的斗争。天灾并

不一定都能造成灾祸，而人祸却往往会助长天灾。世界市场上粮价的不断上涨，开始就是由于社会帝国主义因国内严重粮荒在全球各地大量搜刮粮食而造成的。在勃列日涅夫之流的修正主义集团统治下，苏联农村的集体经济遭到了严重破坏，农民纷纷脱离土地，大田生产无人经营。正是在这伙败家子的糟塌下，才使苏联由世界的谷仓变成了“缺粮的国家”。这明明是人祸，岂能归罪于天灾。

是人定胜天，还是天定胜人，这反映了两种截然不同的世界观。我国古代的唯物主义思想家荀子早在二千年前的《天论》中，就曾发出了“大天而思之，孰与物畜而制之”的豪言壮语。只有那些愚蠢的唯心主义者，才会在异常气候面前唉声叹气、消极悲观，乃至于求神拜佛，把希望寄托在玉皇和龙王的身上。彻底的唯物主义者是无所畏惧的，马克思主义者不怕天，不怕地，不怕鬼，还能怕冰川？一九六七年，距今只有7年，那一年上海的冬天就曾出现过接近小冰期的气候。但上海郊区的贫下中农在一月革命风暴的推动下，意气风发，战天斗地，你气候异常，我措施也异常，照样获得了农业大丰收。人类同冰川究竟是谁怕谁？在这一桩桩一件件事实面前，难道还不能做出正确的结论来吗？

人类同小冰川已经打过多次交道，每次都不是冰川战胜了人类，而是人类战胜了冰川。今后若再相遇，又有什么可怕！“无可奈何花落去，似曾相识燕归来。”待到冰川“归来”时，人类必将在同冰川的斗争中取得更大的胜利，并且把自己锻炼得更加坚强。

与天奋斗，其乐无穷。人类将在战胜异常气候的斗争中阔步前进！

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 气象知识

作者 = 《气象知识》编写组编著

页数 = 407

SS号 =

DX号 =

出版日期 = 1974 . 12

出版社 = 上海上海人民出版社

书名
前言
目录

第一章 气象与经济建设 气象与军事活动

第二章 气象史话

第一节 我国古代两种天气观的斗争

第二节 劳动人民创造了气象科学

第三节 社会实践把气象科学推向前进

第四节 解放后我国气象科学发展迅速

第三章 大气漫谈

第一节 大气和我们息息相关

第二节 天气变化的舞台

第三节 大气性状

第四节 冷暖气团

第四章 大气运动的奥秘

第一节 大气运动永不停息

第二节 风怎样吹起

第三节 茫茫大气 为何沉浮

第四节 乱流不乱

第五节 大气怎样运转

第五章 云雾雨雪 气象万千

第一节 水汽的来龙去脉

第二节 云雾的千姿万态

第三节 降水的形形色色

第六章 空中奇景 变幻莫测

第一节 蔚蓝天空

第二节 万道霞光

第三节 海市蜃楼

第四节 彩色虹霓

第五节 日月晕环

第六节 绚丽华盖

第七节 奇景和天气

第七章 与天奋斗 其乐无穷

第一节 抗旱涝

第二节 战台风

第三节 防寒潮

第四节 测雷雨

第五节 识龙卷

第六节 消冰雹

第七节 避火风

第八章 用毛主席的哲学思想管天

第一节 气象台战斗的日日夜夜

第二节 气象站预报中的辩证法

第三节 做一个优秀的气象哨兵

第九章 祖国气候 富饶多样

- 第一节 多种多样的气候
- 第二节 高山气候
- 第三节 高原气候
- 第四节 盆地气候
- 第五节 森林气候
- 第六节 沙漠气候
- 第七节 草原气候
- 第八节 东南部的季风气候
- 第九节 西北地区的大陆性气候
- 第十章 人工影响天气 前程似锦
- 第十一章 人类在战胜异常气候中前进