

评爱因斯坦的时空观

李 柯

一 形而上学时空观的危机

从相对时空观到绝对时空观——绝对时空和相对时空——绝对时空观和新的实验事实的矛盾

二 时空观的一次大变革

绝对主义时空观的破产——罗伦兹的尝试——爱因斯坦的历史作用

三 从时空的相对性到相对主义

时间和空间是一定物质关系的表现——时空不是纯粹的关系

四 从相对主义到唯心论的时空观

从时空关系到主观感觉——从时空测量到主观规定——两种哲学时空观的对立

五 从经验论到先验论

时间和空间没有差别吗？——相对论还是绝对论？——时空是“弯曲”的吗？

十九世纪末二十世纪初是自然科学发生巨大变革的时期。一系列新的科学发现迫使资产阶级科学家批判了旧形而上学的思维方法，揭示了自然界的一些新的侧面、新的联系、新的特点。自然科学理论有了新的发展。但是，由于资产阶级科学家不懂得或不愿意承认辩证法，没有从根本上摆脱唯心论和形而上学的束缚，使人类对自然界认识上的进步采取了扭曲的表现形式，并通过相对主义的途径而陷入了主观唯心论的泥坑。自然科学的各个领域普遍地出现了唯心论危机。

爱因斯坦正是在这种历史背景下，向着牛顿的力学体系发起了冲击，把牛顿力学推进到了相对论力学。他的相对论发展了自然科学的物质观、运动观、时空观的某些侧面。从这一点说，他在自然科学领域内称得上一名革新的闯将。同时，他又是一个资产阶级科学家。他不能从哲学上正确地概括他的科学成就。他从相对论出发所建立的理论体系，从

世界观上来看,是反动的唯心论的先验论。他属于列宁所指出的那种“伟大的科学家、渺小的哲学家”的行列。

在自然科学的发展史上,牛顿的力学体系曾经统治了整个十八世纪。但是,十七、八世纪光学的发展,十九世纪热力学、电磁学的发展,使牛顿力学体系面临着—连串无法解释的难题。牛顿认为,一切物质都是由一个一个的原子所构成,但光的干涉、衍射等现象^①却表明,光不是极小的粒子流。十九世纪末一些新的实验事实又进一步说明,电磁运动与机械运动具有根本不同的性质。这样,牛顿力学体系就碰到了严重的困难。为了解决困难,人们从不同角度提出了一些新方案。爱因斯坦从时空观下手,认为问题在于牛顿对时间和空间的看法有错误。他在“狭义相对论”中提出了一整套同牛顿力学体系的时空观完全相对立的时空观。

时间和空间是物质存在的形式,是物质的普遍属性。爱因斯坦批判了牛顿力学体系的时空观,就不能不触及物理学的根本性问题,对当时的科学界震动很大。

一 形而上学时空观的危机

从相对时空观到绝对时空观 人类在最初认识时空的时候,抽象思维的能力很低,不能形成时间和空间的抽象概念。对他们来说,空间就是这里或那里,陆地或海洋,森林或旷野;时间就是这时或那时,春天或秋天,黑夜或白天。这种原始的时空观只承认具体的时空,说明了时空是和物质紧密联系着的,依存于物质的具体形态而存在,是相对的时间和相对的空间。因此,在古代,一般说来,这种相对时空观总是占主要地位。

近代自然科学从一开始就采取了与原始的具体时空观完全不同的方式来描述物质的运动。它把物质的一切运动形式都归结为机械运动,而物体要作机械运动,就要有“空”,正象一个人要在挤满了人的马路上走,就得先挤出点空隙来。这样,物质不可能再是连续不断的混沌一团,一个一个的原子之间有空隙,一件一件的事件之间也有空当。

循着这个思路发展下去,就得出了牛顿的绝对空间和绝对时间的概念:空间象一个大箱子,物体放进去也好,取出来也好,空间还是空间;时间象一条川流不息的河流,发生什么事也好,不发生什么事也好,时间还是时间。用牛顿的话来说:“绝对空间,就其本身性质来说,与外界无关,总是一样的和固定不动的。”^②这个空间的^③最大特点是空:空无一物,空空如也。他又说:“绝对的真正的数学的时间,就它本身性质来说,它均匀流逝,与外界毫无关系。”^④这个时间成了某种独立于物质过程以外的流程,总是连续不断地、均匀地、不变地流逝着。“逝者如斯夫,不舍昼夜”。总之,时间和空间都是物质以外的空架子。

这个时空观承认时间和空间的客观存在,反映了时空独立性、抽象性的一面。如果停留在原始人的具体时空概念上,什么事物都有各自的时空,黑夜和白天不同,陆地和海洋也不同,它们之间没有共同的东西,那就无法进行比较,无法计量时间的长短和空间的大小。从具体时空中抽象出时空的抽象概念来,这是人类认识的一次飞跃,是近代自然科学发展的必要条件。

^① 光的干涉,指两束或多束光线相遇时,在屏上出现的明暗相间的条纹;衍射(也叫绕射),指光可以绕过障碍物继续传播。如果光是一束机械小球,没有外来作用,小球只作匀速直线运动,这样,光只能直线传播,不可能出现明暗相间的图象,也不可能绕过障碍物。

^{②③} 牛顿:《自然哲学的数学原理》,美国1946年版,第6页。

绝对时空和相对时空 列宁说：“运动是时间和空间的本质。”(《哲学笔记》)时空总是通过运动，通过物质在运动中的相互关系而表现出来。因此，时空不仅同物质不可分割，同运动也是不可分割的。牛顿的绝对时空是从他的物质观引出来的，也是从他的运动观引出来的。

牛顿和古希腊那种抽象的思辨哲学不同，他的运动观的出发点是“惯性运动”：“静者恒静，动者恒动”。这就是说，物体或者是绝对静止，或者是作匀速直线运动。这种惯性运动要求绝对的时间和空间。物体既然可以“绝对静止”，就要有一个不动的统一空间作为场所；既然有匀速直线运动，就要求空间象欧几里得几何所描述的那样绝对“平直”（象一维空间中的直线、二维空间中的平面），绝对“均匀”（各部分没有疏密之分），时间也绝对“均匀”，“节奏”永不变化。这是惯性运动的舞台，也是一切运动中时空关系相对变化的背景。

但是，物体的空间位置是相对的。电灯在车厢里的位置要通过它同车厢的地板、四壁的关系来确定，要以车厢作“参考”，以资比较。如果用不同的物体作参考，位置就有不同的表现。在开动的火车里，电灯相对于车厢，位置没有变化，这是以车厢作参考系。如果用地球作参考系，电灯相对于地球的位置就有变化。物体在两个不同的坐标系里有不同的空间关系，用数学方法表示，叫“伽利略变换”。例如，火车从上海开往北京，距离是 x ，从地球坐标系看，以上海为原点，北京位于 x 处。火车以时速 v 作匀速直线运动，走了 t 小时，从火车坐标系(x' , y' , z' , t')看，以火车为原点，北京的位置变了，位于 $x' = x - vt$ 处。这个时空关系的变化是：

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases}$$

这就是说，从上海看，距离北京 1200 公里，如果车速每小时 60 公里，火车跑了 10 小时以后，从火车上看，距离只有 600 公里，空间关系变了。这里空间表现了相对性：在不同参考系即不同的物质关系里，空间关系有不同的表现。

另外，测量空间距离的长短，时间的久暂，总要通过具体物质的时空进行比较，这也是相对的。用公尺量地面上的距离，是用米尺的空间同地球空间进行比较，以确定地面相对于米尺的长度。用小时计量火车行驶的时间，是用地球自转周期同火车运动相比较。这也表现了时间和空间的相对性。

牛顿把这个随着物体的运动而变化的具体时空关系，叫做相对时空。他说，时间和空间分为“绝对的和相对的，真的和假的，数学的和日常的”^①。绝对时空是本质，相对时空是假象；绝对时空是整体，相对时空是部分，是人们“可以感觉到的”、“作测量用的”^② 尺度（一公尺、一公里或者一小时、一天、一年）；绝对时空是不变的，相对时空是可变的。

伽利略变换表现了二者的关系。首先，因为物体在运动，物体的空间关系也不断变化着。但不管怎么变，火车空间同地球空间永远一样地平直、均匀。从地球坐标系看，火

①② 牛顿：《自然哲学的数学原理》。

车到北京的距离是 600 公里，从高速行驶的火车坐标系看这个距离，还是 600 公里。这个变化完全是外表的，是空间外部关系的变化，空间自身的伸张性、空间的内在量度并没有变。这还是绝对空间。其次，时间也根本不变($t = t$)。留在上海的人看钟，火车跑了 10 小时；坐在车上的人看钟，火车也跑了 10 小时。上海是 12 点，火车上也是 12 点。不管从哪个参考系看，不管物体的运动状态如何，一小时永远等于一小时。这还是绝对时间。

在这个变换关系中，时间和空间也互相独立。空间位置的变化是在节奏绝对不变的时间之流里发生的。时间变化，空间可以没有任何变化。时间和空间的联系，是外在的、偶然的，不是内在联系。

牛顿的绝对时空反映了时空的抽象性一面。在人们日常生活中，的确觉察不出火车上的一公尺同地面上的一公尺会有什么不同，觉察不出不同的运动状态对时空的内在量度会有什么影响。为了描述这种低速的机械运动，他必须把这种日常生活经验加以抽象，把时空同物质运动以及时间和空间本身割裂开来。“不使活生生的东西简单化、粗糙化，不加以割碎，不使之僵化，那末我们就不能想象、表达、测量、描述运动。”(《哲学笔记》)这是人类认识发展的一定阶段所必需的，是一定历史阶段的产物。

绝对时空观和新的实验事实的矛盾 十九世纪末出现了一些新的实验事实，向统治了差不多三百年的绝对时空观提出了严重的挑战。

按照伽利略变换，从不同参考系看，物体的运动状态不同，时空关系也变化。声音的传播就是这样。比方火车在作惯性运动，一个人站在密封车厢的正中央说话，对于车里的人来说(火车坐标系)，声波的传播规律同地面上一样，都是大约每秒 330 公尺。但对于地上的人来说(地球坐标系)，因为火车在运动，还必须考虑火车运动对于声速的影响。假定车速是每秒 20 公尺，那么向车头传播的声速是每秒 350 公尺，向车尾传播的速度则为每秒 310 公尺。声速是相对的；对于火车坐标系是一种运动状态(每秒 330 公尺)，对于地面坐标系是另一种运动状态(每秒 330 ± 20 公尺)。这也表现了时空的相对关系。

但是这个变化的时空关系的背后还是不变的绝对时空。无论火车空间或地球空间本身，都没有因为声波的运动而发生任何变化。物体运动状态在变，空间自身不变，仍然都是平直、均匀的。时间也是一样。车里的人看来(假定可以看到的话)，从车厢正中央发出的声波同时到达车头和车尾。地上的人看来，虽然声波向前运动得快(每秒 350 公尺)，向后运动得慢(每秒 310 公尺)，但车头以每秒 20 公尺的速度离声源而去，车尾也以同样速度向声源接近，两两相消，速度还是每秒 330 公尺，声波还是“同时”到达车头和车尾。“同时”是绝对的。

总之，运动状态可变，相对的时空关系可变；但时空本身不变，“同时”就是“同时”，不同时就是不同时。

把声波换成了光波又怎样呢？按照牛顿的机械论，一切物理现象最后都要归结为机械运动。这样，光波也是同声波一样的机械波，也要遵循伽利略变换。就是说，如果火车里的人不是讲话而是开电灯，情况也应当一样。车里的人看来，光同时到达车头和车尾，光速都是大约每秒 30 万公里。地上的人看来，光速变了；光向车头传播的速度应该是每秒 30 万公里 + 20 公尺；向车尾传播的速度应该是每秒 30 万公里 - 20 公尺。和车速抵消后，光波也是同时到达车头和车尾。根据牛顿力学，这都是毫无疑问的。

可是,根据当时的一系列实验,特别是迈克尔逊-莫雷实验^①,事实却根本不是那样!对车里的人来说,光向车头传播和向车尾传播的速度固然都是30万公里;奇怪的是,对地上的人来说也是这样,既不是每秒30万公里+20公尺,也不是每秒30万公里-20公尺。就是说,光的传播速度同光源(电灯)的运动状态无关。你的火车开得快也好,慢也好,我反正保持每秒30万公里的运动速度不变。一句话:光速不变。

这一来,问题就大了。按照伽利略变换,相对于地面,光的速度变了,时空关系变了,这是相对的;但时空的内在量度不变,时空本质上不变,这是绝对的。但是实验事实却刚好翻了一个面。光速不变,光运动中时空的外部关系不变,那么,时空的内在量度是不是可变呢?于是,古典力学面临一个选择:要末不承认光速不变,但这是实验事实;要末修改以绝对时空为背景的伽利略原理,但这又是古典力学的一个基础,没有它,整个古典力学的定律都要成问题。牛顿力学陷入了困境。资产阶级物理学家们悲观失望,哀叹在晴朗的天空中出现了“乌云”^②。荷兰物理学家罗伦兹甚至绝望地说:“真理已经没有标准了,也不知道科学是什么了,我很悔恨我没有在这些矛盾没出现的五年前就死去。”^③

为什么会有这个矛盾?说来也很简单:光和声本来就不是一回事嘛!声波是机械运动,通过空气的机械振动而传播;光波是电磁运动,不是简单的机械振动。运动形态不同,当然有可能表现出不同的时空性质,这正说明了时空的相对性。要解决这个矛盾,就要深入分析电磁运动的特殊本质,分析光子、电子等物质形态的特殊矛盾。机械论的物质观、运动观把电磁运动看作是机械运动,硬套到机械力学定律上去,这就从根本上错了。同时,时间和空间是否就象牛顿所想象的那样,它们本身的量度在任何情况下都不会发生变化?时空本身的内在量度为什么就不能变?这个问题,形而上学的时空观怎么也回答不了。

二 时空观的一次大变革

绝对时空观的困难说明,人类对时空的认识要求从绝对时空观复归到古代的相对时空观。当然不是简单地倒退回去,而是在几千年来哲学和自然科学成就的基础上,在更高的发展阶段上的复归。这是历史的要求。在完成这个历史使命中,爱因斯坦起了主要的作用。

绝对主义时空观的破产 新的实验事实说明,光有牛顿的纯粹外在的、表现数量关系的相对时空还不行,还必须由此更进一步,承认时空在本质上的相对性。不破不立。不破掉牛顿的形而上学时空观,复归到相对时空观的历史使命就完成不了。

^① 1887年美国科学家迈克尔逊和莫雷所作实验。这个实验大体上是用地球代替火车,因为地球的运动速度比较快(对于太阳大约每秒30公里),如果光速变化,效果比较明显。他们设计了一种光学仪器——干涉仪,使光线在干涉仪里分成水平的一束和垂直的一束,然后再使这两束光线互相重叠,形成干涉条纹。如果光速因为地球运动而改变,那么水平方向的光速应该比垂直方向的光速要快,如果改变干涉仪的方向,在干涉仪上就应看到光的干涉条纹的移动。但是实验结果却发现,根本没有这样的移动,就是说,光速并不受地球运动的影响。以后在不同季节、不同时刻、不同方向重复这个实验,结果都一样。另外还有一系列实验证明了光速同发射光线的光源运动没有关系。因此,当时一般都认为,不管光是从什么光源发出的,包括从别的天体上发出的,观察到的光速总是每秒30万公里。

^② 开尔文:《十九世纪笼罩在热和光的动力论上的乌云》,英国《哲学杂志和科学月刊》,1901年第2期,第1页。

^③ 转引自坂田昌一:《理论物理学和自然辩证法》,译载《自然辩证法研究通讯》,1965年第1期,第41页。

哪里有什么绝对时空呢？我们只知道电灯在车厢里，火车在地球上，地球在太阳系中，太阳系在银河系中……谁知道它们在绝对空间的什么位置呢？从人们的实践经验中，无论如何也找不到什么绝对时空。甚至牛顿自己也为此而苦恼。他曾经希望通过绝对运动而发现绝对空间，把相对空间和绝对空间统一起来。他做过一个著名的“水桶实验”^①，企图证明桶里水的旋转是相对于绝对空间的运动。但是正如后来马赫所指出的，桶里的水也可以看成是相对于天空而旋转，这仍然是在相对空间中的相对运动。

独立的绝对时空是没有的，绝对的时空量度也是根本不可能有的。量度就是比较。尺可以因气候条件而伸缩。即使是保存在巴黎国际度量衡局的那根米尺也会变化。现在国际上采取一种光波的波长作尺^②，变化更小，但也不能保证绝对不变。要在这些具体空间以外寻找一种绝对长度，是办不到的。时间也一样。一年是地球绕太阳公转一圈的时间，一天是地球自转一圈的时间。但是，今年和明年、今天和明天是不是绝对一样长呢？不是的。如果同另外一种具体时间进行比较，比方用国际原子钟^③计量，地球自转在变慢，“天”在拉长；地球公转在变快，“年”在缩短。铯原子振动周期是不是绝对均等呢？谁能保证？离开了具体的物质运动的节奏，就无法衡量时间的久暂。因此，牛顿自己也怀疑过：“可能不存在这种可以用来精确测量时间的均匀的运动”，因为“所有的运动都可能加速或减速”^④。

凡绝对的东西都只存在于相对的东西之中。时空表现为物质之间的关系，总是在一定条件下具有一定的特殊形式。因而时空总是具体的、特殊的、相对的。离开了具体时空，就没有抽象的、一般的时空，离开现象就没有本质。相对时空中有绝对性，但没有另外一个超越于相对时空以外的独立自在的绝对时空。正象没有一般的人，一般的房子一样。谁见过“人”？只能见到张三、李四。“房子”的概念谁也看不见，只看到具体的房子，天津的洋楼，北京的四合院。离开了运动，离开了物质关系，离开了现象，离开了人的感性经验，时空就成为不可捉摸的神秘的东西了。牛顿不懂得具体和抽象、特殊和一般、现象和本质、经验和理性、相对和绝对的辩证法，割裂了它们之间的辩证统一关系。在他那里，现象根本没有通向本质的桥梁，从感性经验不可能提高到理性认识。这两套时空是互相隔绝的。

真的存在着什么绝对虚空吗？根本没有。“真空”不空。无论在遥远的宇宙空间或者原子里头的微观世界里，到处都是不同形式的物质。同样地，绝对空洞的时间也是从来不存在的。人们不可能从感性经验中发现这样的绝对时空，只能求助于超自然的上帝。牛顿说，

① 这个实验大体是说，让一个装了水的水桶转动，开始时桶壁旋转而水不动，水面和静止时一样，是个平面。以后，水逐渐被桶壁带动和桶壁一起旋转，水面变成凹形；桶边的水面高些，中间低些。牛顿认为，这种运动就是相对于绝对空间的绝对运动，因此，从水面是平面还是凹形曲面，可以辨别水是相对运动还是绝对运动。马赫批判说，水面是凹形并不足以说明水一定是绝对运动，凹面现象是由于水相对于地球和别的天体的转动所引起。如果认为整个天体绕水旋转，结果也是一样。他还提出，当桶壁厚达几十公里时，谁也不能保证实验结果和原来一样。因此，马赫认为，水桶实验根本不能作为存在绝对运动的根据。

② 1960年10月第11届国际度量衡会议规定，以 Kr^{86} （氪）在真空中由 $2P_{10}$ 至 $5d_5$ 二能级间跃迁时发射的橙色光波波长的 $1,650,763.73$ 倍为1米。

③ 国际度量衡委员会决定，为统一国际计时标准，以铯原子振动 $9,192,631,770$ 次的时间为一秒，称为国际原子钟。自一九七二年元旦起实行。

④ 牛顿：《自然哲学的数学原理》。

绝对空间是“上帝的感官”^①，或者干脆就是上帝自身：“上帝是无时不在和无所不在的，正因为他无时不在和无所不在，他就成了时间和空间。”^②他把时空的绝对性“片面地、夸大地、过分地(狄慈根)发展(膨胀、扩大)为脱离了物质、脱离了自然、神化了的绝对。”(《哲学笔记》)他的那个“理念的、真正的、数学的、消除了偏见之后的”绝对时空，只能是上帝或上帝的感官，只能是同经验世界根本隔绝的先验王国，是柏拉图的神秘的“理念世界”，是天国。火车在行驶，不过是火车在相对空间中的幻景，就象“月移花影动”，其实花并没有动一样。客观世界里的具体运动，都不过是这个理念世界的浮光掠影。这就完全陷入了先验论。

十九世纪末以来，许多人都在试图冲破绝对时空的统治，试图在新的时空观的基础上改革牛顿力学。马赫最早批判了绝对空间，批判了牛顿把绝对和相对割裂开来的观点。他强调：“不存在关于相对和绝对的鉴定”^③。后来，罗伦兹根据光速不变的事实提出了新的时空变化关系(“罗伦兹变换”)，用来代替以绝对时空为背景的伽利略变换。彭加勒更进一步表述了相对性原理，并预言：“从所有这些结果看来，必然出现一种全新的力学，这种力学由不存在超过光速的速度这种规律来表征。”^④牛顿的绝对主义时空观百孔千疮，崩溃的命运是不可避免的。

罗伦兹的尝试 迈克尔逊-莫雷实验以后，罗伦兹首先从这个新的实验事实出发，修改了伽利略变换。他说，在不同情况下相对时空的量度也是可以变的，因而不同参考系的时空关系的变化也可以有不同的形式。他提出了“罗伦兹变换”来代替传统的伽利略变换。这是对牛顿力学体系一个很大的突破。

光速既然在不同参考系中保持不变，那末，参考系变了，时空的相对关系就是另外一种变化了。从火车坐标系看空间距离和时间间隔，这个变化的数学表示式应当是(设光速为c)：

$$\left\{ \begin{array}{l} x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ y' = y \\ z' = z \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} t' = \frac{t - \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \end{array} \right.$$

和伽利略变换不同，根据罗伦兹变换，从地面上看，火车到北京的空间距离是600公里，从火车上看，这个距离小于600公里。从火车上看时间间隔，也不是10小时，而是比10小时长一点。换句话说，参考系一变，1公尺就不是1公尺了，1小时也不是1小时了。于是，罗伦兹变换符合了光速不变的事实。

怎样解释这种新的变换？罗伦兹摆脱不了牛顿绝对时空观的束缚，坚持时空本身的

① 牛顿：《光学》，美国1952年版，第370页。

② 牛顿：《自然哲学的数学原理》，第545页。

③ 马赫：《力学的科学》，英国1942年版，第279页。

④ 转引自惠泰克：《以太和电的理论的历史》，美国1953年版，第31页。

量度还是绝对不能变的，变的只是时空的具体量度，也就是尺子和钟。它们为什么会变呢？按照当时的传统观念，光象水波、声波一样，也是一种机械波。凡波都要有传播的物质介质：水波靠水，声波靠空气，光波靠“以太”。于是，罗仑兹只好在这个“以太”身上打主意。罗仑兹认为，以太这东西不仅又刚硬——因为按照一般波动规律，介质愈刚硬，传播得愈快；又普遍——弥漫于整个宇宙之中，无所不在，无孔不入；又稀薄——什么物体都可以自由地穿过它而不受任何影响。更古怪的是，它却能影响别的物体，当物体在这个以太海洋中穿行时，就成了听凭以太揉搓的面粉团。运动越快，被揉得越短。火车对以太的运动比地球快，火车上的尺子比地球上的尺子缩短了，钟的节奏也减慢了。这样，在火车上量得的光速本来是变的，但因为尺子和钟也跟着变，所以在火车里看不出这个变化来。如果你用绝对空间的尺子和钟去量，光速还是变的。

这其实仍然是牛顿的绝对时空和相对时空。由于以太海洋的作用，不但外表的空间关系变了，时间和空间的尺度也变了。但这仍然是相对时空的变化，只是在火车参考系里尺子和钟所量出来的“貌似”的空间坐标(x')和时间坐标(t')在绝对时空中“真正”的空间坐标(x)和时间坐标(t)背景上的变化。那个绝对时空本身依然屹立不动，丝毫不受影响。这仍然只是表面的假象，骨子里并没有变。这还是牛顿的绝对时空论。

这可实在太牵强附会了。为什么尺子会变短，钟会变慢？罗仑兹说，靠以太。但是，如果真有这样的以太，它必然会带来磁场变化、电子形状变化、不带电粒子变化等等。凭空增加了这么许多臆造的假设，才凑出这个解释，以保住机械论的时空观，牺牲未免太大了。人已经长大了，还穿着小孩子的紧身衣，当然不能不捉襟见肘、窘态毕露。

罗仑兹已经准备了建立一种新的时空观的一切必要的条件。但是形而上学思维方式挡住了，使他走到门口就停住了。

爱因斯坦的历史作用 爱因斯坦从一开始就抓住了时空观的根本问题。他勇敢地甩掉了那身紧身衣，抛弃了牛顿的绝对时空。他把罗仑兹变换现成地拿了过来。但是到了爱因斯坦手里，形式虽然一样，意义完全不同。他取消了以太，把这个变换看成是时空本身的变化。这个变化不再是什么假象了，而是时空内在量度的变化。这样，经验事实得到了更圆满的说明。

爱因斯坦从经验事实出发，回到了相对时空观，促进了牛顿以来时空观上的大改革。这个新的时空观的要点，就是放弃了同物质相脱离的抽象时空，把时空同物质、同运动密切联系起来了，把时间和空间自身也密切联系起来了。因此，时空总是随着物质形式和运动状态的改变而改变，不是永恒不变的。罗仑兹变换表明，不但具体的空间距离和时间间隔是相对的，时空的量度也是相对的。就是说，它们在本质上是相对的，可以改变的。同时，时间量度一变，空间量度也变了。在罗仑兹变换中，从一开始空间坐标 x, y, z 和时间坐标 t 就是作为一个整体而出现的。时间和空间互相扭在一道了。爱因斯坦说：“在用到空间(位置)和时间的时候，它们总是一道出现的。”^①这是合理的。哪里有什么孤立的时间或者孤立的空間呢？只有空间，世界成了凝固不动的塑象；只有时间，世界又成了来去无踪的幻影。这都是不可想象的。

这个新的时空观说明，时空不但是绝对的，也是相对的。独立的绝对时空已没有存在

① 爱因斯坦：《空间-时间》。

的余地了。这在时空观上是一次大变革。这是当时自然科学发展的必然结果，爱因斯坦的作用是从理论上完成了这个变革。这个相对时空观，尽管古希腊就有人提出过，但只是抽象的哲学思辨，现在爱因斯坦在新的经验事实的基础上重新达到了这种时空观，把人类对时空的认识提高到一个新的阶段。

爱因斯坦的相对论和牛顿的机械论的力学体系，反映的是两种不同的自然科学时空观。世界上从没有牛顿力学到有牛顿力学，以后又从牛顿力学到相对论，标志着人类对时空认识的历史性进展。

但是，爱因斯坦又不懂辩证法。下面让我们看一看，他是怎样把认识中的某一些片段直线化，怎样沿着这些直线一步一步地、愈来愈深地陷入了唯心论的先验论。

三 从时空的相对性到相对主义

时间和空间是一定物质关系的表现 爱因斯坦的狭义相对论表明了时空在本质上的相对性，因为时空总是在物质运动中、在具体的物质关系中表现出来。

牛顿绝对时空不能表明具体物质关系。在他看来，物质运动的速度可以无限地提高，以至于达到无限大。这就是“超距作用”，即物质的作用可以以无限大的速度穿越无限大的空间，从一个天体发出某种信号可以不化费任何时间传递到另一个天体。这样的“运动”可以只经历空间，不经历时间，时空是互相割裂的。空间离开了时间而连成一气，脱离了任何具体物质内容，也就同物质相割裂了，当然谈不到物质的具体时空关系。绝对时空必然通过这个绝对速度把它自身的各个相对部分串到一起，吞没相对时空。因此，牛顿认为相对时空只能是假象，是错觉。他从本质上取消了时空的相对性。

爱因斯坦取消了无限大速度。他把光速看成是运动速度的极限。光速尽管很大，但总是有限的，时空相对于这个有限的光速，就表现出了一定的数量关系。当运动速度同光速相差很大，就象同无限大速度相比一样，时空关系只有外表的变化。当运动速度越是接近于这个极限，空间的量度就缩得越小，时间的节奏也变得越慢。物质运动中就表现出时空量度本质的变化。因此，用有限的光速代替无限大的速度，也就用量度上可变的相对时空代替了牛顿的量度上不变的绝对时空。对于这个不变的光速，时空完全成为相对的关系。时间的先后久暂是相对的，空间的上下左右也是相对的。

从不同的物质关系，或者说从不同的参考系来看时空，时空应当具有不同特点。“横看成岭侧成峰，远近高低各不同。”你今天走进这个房间，明天还走进这个房间，是否就是同一地点呢？又是又不是。房间在地球上的位置没有变动，是“同地”；但是在另外一种物质关系中，比如从太阳上看，这一天一夜地球已经走了大约 260 万公里，哪里还会“同地”呢？不同时而同地，“同地”是相对的。在车厢的正中央开电灯，从火车上看，灯光同时到达车头和车尾。从地上看，如果光速不变，车头离开光源而去，车尾接近光源而来，因而灯光先到车尾，后到车头，就不同时了。“同时”也是相对的。

时空总是表现为关系。空间是指具体物质的伸张性，即这个物体扩张为一定的形状，延伸到一定的位置。地球的椭球形空间，通过地球各部分的相互关系以及地球在太阳系空间中的界面来表现。地球的位置通过同太阳的距离来表现，二者组成共同的太阳系空间。因此，空间就表现为物体互相邻近的关系，即上下左右的排列次序。时间是指具体物质和物质运动的持续性，即某一物体保持自己的过程的久暂和两个不同事件之间的前后

序列。地球同太阳联结成为太阳系，地球自转周期同地球绕太阳公转周期之间就组成了共同的时间。因此，时间只能在运动中表现出来，主要表现事物的变化关系。

时空不是纯粹的关系 爱因斯坦从物质的时空关系出发，从时空的相对性出发，走到把时空仅仅归结为关系，那就错了。马克思说：“一物的属性不是从它对另一物的关系生出，而宁可说一物仅仅在这种关系之内表明它具有这种属性”。（《资本论》第1卷）同样，物质先有时空属性，后有时空关系。如果把关系抬到了固有属性以上，用关系淹没了一切，就是典型的相对主义。

马克思又说：“如果我们把距离当作两物间的一种关系来说，我们已经以某种‘固有物’与物体的某种‘性质’为前提了，这种性质，使它们可以互相有距离。字母A和桌子之间有什么距离呢？这个问题是无意义的。”（《剩余价值学说史》第3卷）地球和太阳之间所以有距离，因为它们都有空间属性这个“固有物”，即都有伸张的“性质”。字母A是一个抽象的符号，没有多长多宽的问题，没有伸张性，当然和桌子之间也就没有距离，没有空间关系。同样，两个事件之间有时间关系，首先要这两个事件都有持续性，这才可能通过一只钟表表现出一定的久暂过程和先后次序。

从时空的相对性出发，有两条可能的发展道路：如果一方面批判牛顿的绝对时空，一方面也承认时空的绝对性，并把时空的相对性和绝对性统一起来，就可能走上唯物辩证法；如果简单地抛弃了绝对时空，“反对它的片面的‘机械性’，可是同时把小孩子和水一起从浴盆里泼出去了”，（《唯物主义和经验批判主义》）由此否认时空的绝对性，就可能从牛顿的绝对主义极端走上另一个相对主义极端。马赫和彭加勒走的就是后一条道路。爱因斯坦步他们的后尘，走的也是这一条道路。他只承认时空关系，否认这种相对关系背后的时空属性。他说：“我们必须老实承认，对于‘空间’一词，我们无法构成任何概念。”^①这就是说，离开了具体空间关系，就无所谓空间了。对于时间，他讲得更明白：“为了赋予时间概念以物理意义，需要某种能建立不同地点之间的关系的过**程**。”在他看来，时间就是某种关系，此外没有什么“物理意义”。

辩证法是从物质的运动、物质的相互联系来认识物质属性的，在这个意义上，唯物辩证法承认相对主义的某些合理因素。但是，辩证法从根本上同相对主义是对立的。列宁说：“马克思和恩格斯的唯物辩证法无疑地包含着相对主义，可是它并不归结为相对主义”。（《唯物主义和经验批判主义》）把物质的关系提高到物质的属性之上，这是从相对主义滑向主观唯心论的第一步。资产阶级实证主义者是唯关系论者。他们认为世界不过是一大堆关系，除此之外就什么也没有了。

四 从相对主义到唯心论的时空观

从时空关系到主观感觉 列宁说过：“不懂得唯物辩证法，就必然会从相对主义走到哲学唯心主义。”（《唯物主义和经验批判主义》）爱因斯坦也恰恰是从这里开始，滑到了主观唯心论。

爱因斯坦说明了时空本质上的相对性，这本来是**有**意义的。但是他笔锋一转，不管时空量度的改变也好，“同时”的相对性也好，都认为仅仅是不同观察者“观察效应”的不同。

^① 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，上海科学技术出版社 1964 年版。

假定火车速度达到了光速的90%，从地面上看火车缩短了一半，从火车上看地面也缩短了一半；地面上的观察者认为火车上的运动慢了一倍，火车上的观察者也认为地面上的运动慢了一倍。“缩短”、“变慢”同物质自身的变化没有关系，完全是“观察效应”，完全看你选择什么参考系。这其实也就是观察者的主观感觉。你看到的同我看到的不一樣，你看我短了，我看你也短了。“山中方七日，世上已千年”，是从“世上”参考系看的。从“山中”参考系看呢？也同样是“世上方七日，山中已千年”！究竟为什么会这样呢？爱丁顿作过一个绝妙的回答：“先生们，我要讲的是不可思议的东西，但是不要问是什么。”^①这就够了！

时间快慢、空间长短起初是相对于绝对的光速而言的，但是，通过光速的中介，现在完全成了相对于参考系、相对于观察者、也就是相对于人的主观感觉的东西。人的认识必须从感觉、从感性经验出发，但是不能停留在感觉上。否则，一切以我的感觉为转移，我的感觉就是一切，势必走到古希腊普罗塔哥拉的相对主义感觉论。他有一个著名的命题：“人是万物的尺度。”比方说，糖是甜的还是苦的呢？只能用人的感觉来衡量：健康人感觉是甜的，它就是甜的；病人感觉是苦的，它就是苦的。同样的道理，时间是长还是短？“壮士苦日短，愁人知夜长”，各人有各人不同的时间。本来无所谓时间，有的只是“个人经验排成了序列的事件”，因而“对于个人存在着一种我的时间，或主观时间”^②。这也正是一切主观唯心论者的共同结论：“时间之成立是由于在我心中有连续不断的观念以同一速度流下去”^③；空间“是完全依赖于可感知的观念”^④；后来的马赫则把时空看成是“感觉的要素的相互依存关系”，是整理感觉经验的工具。^⑤相对主义贯彻到底，一定要滚到这种唯心论的泥坑中去。

从时空测量到主观规定 当然，爱因斯坦的主观时空，毕竟还是相对于客观的光速而变化的。这是他同贝克莱、休谟的不同之处。但是问题是，作为他这套相对时空观的支柱的“光速不变原理”，却又是主观主义的，不能全面地反映客观事物。

光速不变吗？我们说，又变又不变。不变是有条件的，相对的；变是无条件的，绝对的。在迈克尔逊-莫雷实验的那种条件下，它是不变的。就是说，地球运动不影响光速。在另外的条件下，光速就很难说是绝对不变。光速是不是物质运动的极限呢？又是又不是。从目前人类的生产水平和科学认识水平来说，光速是极限。从人类历史的长河看，这个极限终究会被突破的。世界是无限的，时间和空间是无限的，速度为什么一定有一个不可逾越的界限呢？爱因斯坦把“光速不变”这个有条件的经验事实，提高到“原理”的地位，就把它绝对化和神秘化了。对此，他自己也只能承认：“相对论常遭指责，说它未加论证就把光的传播放在中心理论的地位，以光的传播定律作为时间概念的基础。”他当然提不出也不可能提出任何论证。相反地，最后他只好干脆承认：这只是“我按照我自己的自由意志所能作出的一种规定”^⑥。就是说，“我”“规定”了光速绝对不变，光速就绝对不变了。

再把这个“自由创造”用到主观的时空感觉上去，时空感觉就完全不反映客观世界，而

① 爱丁顿：《膨胀的宇宙》。

② 爱因斯坦：《相对论的意义》，科学出版社1961年版，第1页。

③ 贝克莱：《人类知识原理》。

④ 休谟：《人类理解研究》。

⑤ 马赫：《力学及其发展的历史批判概论》。

⑥ 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，第19页。

成了随心所欲的“规定”了。两个事件同时不同时呢？爱因斯坦说：这是个“定义问题”。比方说，在北京和上海同时发出灯光，你怎么知道是“同时”？只能说，你站到北京和上海之间的中点上，如果同时收到从这两处发出的光讯号，就算是“同时”。为什么？因为我给“同时”下的“定义”就是这样。客观上究竟是不是同时呢？他斩钉截铁地说，离开定义而讲什么“同时”，是毫无意义的，是“自欺欺人”^①。那末，空间的大小、时间的长短是不是客观的呢？既然光速决定了时空的量度，当然也谈不到这种量度的客观性。只能说，由于人规定了一定的计时标准：“由于使用了一个钟，时间的概念就变成客观的了”^②。同样，由于使用了一根尺子，空间也变成客观的了。这样，时空就是时空的数量表现，就是测量。时间就是对钟，就是计时。空间就是用尺量，就是测地。时空是人规定的，是“人类想象的自由创造，是为了更容易理解我们的感觉经验而设计的手段”^③。时空的“客观性”是由人赐予的，那还叫什么“客观性”呢？

两种哲学时空观的对立 在时空问题上，历来存在着两条根本对立的思想路线。

在辩证唯物论看来，先有事实，后有概念。时空是客观存在的，时空概念是客观存在的反映，是人们通过实践对时空的认识的总结。这是从客观到主观的路线。在唯心论看来，先有概念，后有事实。时空概念是人的主观臆造，是人强加于自然界的。这是从主观到客观的路线。马赫把时空看成是调整感觉的工具。彭加勒更明确地说：“不是自然界把空间和时间的概念给予我们，而是我们把这些概念给予自然界”^④。后来逻辑实证主义者赖欣巴赫说得更加露骨：“空间的一致性是一个定义问题”，“时间的一致性也是定义问题”，“我们不能直接比较前后两个时间间隔；我们只能称它们为相等的。”怎样来“称”它们相等呢？“用任何均匀性的定义都可以。”^⑤用光速可以，用别的什么也可以。说明白些，我说是同时就是同时，我说不是同时就不是同时，完全是一个语言问题。把爱因斯坦的逻辑贯彻到底，就必然达到这样的结局。

五 从经验论到先验论

时间和空间在物质世界之中，不在物质世界之外，更不在物质世界之上。

列宁说：“如果你不承认空间和时间是客观实在，那怎么能反驳神学家及其伙伴们呢？”怎么能“希望它不为‘鬼神之说’服务”（《唯物主义和经验批判主义》）呢？牛顿沿着形而上学的道路，把时空看成是高于物质世界的独立存在，最后成了神学。爱因斯坦沿着唯心论的道路，也使时空超越于物质世界之上，实质上也成了绝对时空，最后也不能不走上为神学张目的道路。

时间和空间没有差别吗？ 时间和空间都是物质存在的形式，是互相统一的，联系的。爱因斯坦把时空归结为“测量”问题，从量的方面把时空统一为“时空连续体”。不错，时空的测量在一定情况下的确可以互相转化。年是时间的量度，光年（光走一年的距离）

① 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，第18页。

② 爱因斯坦、英菲尔德：《物理学的进化》，第115页。

③ 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，第110页。

④ 彭加勒：《科学的价值》，转引自列宁：《唯物主义和经验批判主义》，人民出版社1971年版，第253页。

⑤ 赖欣巴赫：《科学哲学的兴起》，第117页。

就成了空间量度；寸是空间的量度，“寸阴”就成了时间量度。时空在量上的统一性从一个侧面反映了时空的现实联系。在牛顿那里，时空是同物质割裂的，因而时空也是互相割裂的，似乎可以有脱离时间的空间和脱离空间的时间。“时空连续体”从一定的量的侧面揭示了时空不可分割的联系的一面，这是有意义的。但是，时间和空间又是物质存在的两种不同形式。空间是物质的伸张性，时间是物质的持续性，它们既有联系，又有差别，联系是相对的，差别是绝对的，不可混为一谈。爱因斯坦用光速把时空从纯粹抽象的数量方面统到了一起。光速绝对不变，每一单位时间中光走的空间距离都一样。因此，时间的测量就可以代替空间的测量，例如太阳和地球之间的距离可以用光从太阳照射到地球所化的时间来代替。“一切时间的量度，事实上是空间的量度。”^①时间和空间只是量的问题，没有质的差别，可以都用坐标来表示。空间有长、宽、高三个量度，也即三个方向，三“维”；时间只有从过去、经过现在、流向未来的一个量度，也即一个方向，一“维”。加起来就成了四维时空坐标。这就是爱因斯坦的“四维时空连续体”。

问题在于：在这个四维时空中，时间和空间的质的差别不见了。时空在量上的统一性掩盖了它们在物质世界中在质上的差别性。于是，时间也是空间。“时间已失去了它的独立性”^②，空间吃掉了时间。时空问题只是空间量度问题，物理学成了“空间几何学”。反过来同样也可以说，空间也是时间。有人按照无可指摘的相对论逻辑提出：“属于先后型的联系的，叫时间；属于不先不后型的联系的，叫空间”^③。就是说时间是先后次序，空间则是“不先不后”的次序，让时间吃掉空间。这也同样可以得出全部相对论的结果。因此，有人又干脆提出，相对论与其说是空间几何学，毋宁用“‘时间几何学’这名称”^④更恰当。这样，这个四维时空就成了一盆浆糊。用明可夫斯基的话来说，就是“空洞的空间和空洞的时间的混合体”。

相对论还是绝对论？在四维时空中，时空量度单独来看都是相对的，但是时空连续体的量度却是绝对的。牛顿的三维空间中物体的位置坐标是相对的，但物体之间的距离坐标绝对不变。牛顿的尺是绝对不变的“刚尺”。现在，三维的空间距离变成了四维的“时空间隔”($ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$)。从不同的参考系观察，时间的计量 dt 变，空间的距离 $\sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$ 也跟着变。但它们综合成四维时空以后，时空间隔 ds^2 象是牛顿的绝对“刚尺”一样的绝对。爱因斯坦自己也说，他这个四维时空“象牛顿的空间一样的刚硬和绝对”^⑤。时空的相对变化，只不过是这个绝对间隔在不同方面的“投影”，正象牛顿的相对时空只是他的绝对时空的投影一样。爱因斯坦特别欣赏明可夫斯基的一句“名言”：“从今以后，空间本身和时间本身，注定要化为阴影，只有两者的结合才能保持独立的存在。”^⑥

这个“独立的存在”，正是爱因斯坦自己所说的：“好象是这样一种实在，它在某种意义上是超越出物质世界的”^⑦，是“自然界一切现象的舞台”^⑧。一切物质都在这个舞台中活

① 林肯·巴勒特：《爱因斯坦与相对论》，上海科学技术出版社 1956 年版，第 46 页。

② 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，第 46 页。

③ 傅克尔：《时间和空间，重量和惯性》，美国 1965 年版，第 11 页。

④ 福克：《空间、时间和引力的理论》，科学出版社 1965 年版，第 7 页。

⑤ 爱因斯坦：《物理学中的空间、以太和场的问题》。

⑥ 爱因斯坦：《空间-时间》。

⑦ 爱因斯坦：《〈空间概念〉序》。

⑧ 爱因斯坦、英菲尔德：《物理学的进化》，上海科学技术出版社 1962 年版，第 157 页。

动,一切事件都在这个舞台中发生。在牛顿看来,宇宙是一个空架子,物质只是偶而掉到里头的一些可有可无的点缀品。爱因斯坦的宇宙也是同样的一个空架子:“空间和物质,它们在概念上是彼此完全独立的。”^①物质也同样是偶而掉进去的可有可无的点缀品。一切都相对于它而存在,它却不相对于任何东西。它是独立于一切之外、超越一切的绝对,是排斥一切相对的绝对,是绝对的绝对。有人说,相对论其实是“绝对论”,这话确有卓见。

时空是“弯曲”的吗? 爱因斯坦同牛顿有一点不同:他的绝对时空是用光圈成的。利用光速,可以比较甲时空和乙时空的同时性,甲时空和乙时空发生了联系;利用光速,又可以比较乙时空和丙时空的同时性,乙时空和丙时空又发生了联系。这样,通过光速,宇宙间无数的具体时空就串成一个整体,成了一个物质以外的抽象的统一框架。这是一个什么样的框架?英国作家肖伯纳说过一句话:“牛顿的世界是直线的世界,爱因斯坦的世界是曲线的世界。”^②这个时空连续体在广义相对论中是弯曲的,黎曼几何型的。

世界是直线的还是曲线的?即使我们假定一个曲线的世界更便于量度,这个问题也是没有意义的。从世界的本来面目来说,根本不存在全宇宙的统一时空。时空是具体的,有各种各样的空间范围:球形的,椭球形的,马鞍形的以及比较平直的;也有各种各样的时间过程:人可以生活几十年,天体的寿命以几亿、几十亿年计,而有的基本粒子如 π 介子只能“活”几亿分之一秒。具体物质的空间是有限的,各有一定的形状,有直有曲,无数有限的总和构成了无限。时空在形状、长短、数量等方面的差异,反映了事物本身的千差万别,反映了物质的无限多样性。因此,时空不但在量上是无限的,在质上也是无限的,不可能统一于一种形状,一种性质。牛顿的直线世界在质上没有差别,在量上可以无限地延伸。事实上,空间的无限性不是相同东西的简单迭加,时间的无限性也不是同一过程的简单循环。脱离了物质,脱离了具体的有限时空,时空的无限性就落空了。这是“恶”的无限,即形而上学的、孤立的、僵死的无限。

爱因斯坦企图克服这种“恶”的无限。他借助于光速不变,把具体的个别的时空串成一个统一的四维时空连续体。现在,他又使这个四维时空连续体成为弯曲的。但是,弯来弯去,最后总要弯成有限而闭合的圈圈。于是,爱因斯坦就把这个表面上单纯的量的无限也抛弃了,达到了明目张胆的宇宙有限论:“根据相对论的观点”,可以“驳斥空间无限的概念,并支持空间有界或闭合的观念”^③。宇宙无限,上帝没有立足之地。宇宙有限,有限的物质世界以外总要有非物质的、超自然的东西,这只能是上帝。爱因斯坦曾说过一句坦率得惊人的话:“我不相信上帝没有凭借有所依附的光速而创造宇宙。”^④这也就是他一再宣称的“泛神的上帝观念”。这当然只能是超越任何人类经验以外的先验的存在了。

把时空同物质割裂开来,最后只能得出一个空无一物、空空如也的绝对时空。爱因斯坦的“四维空间”,本质上是同牛顿的绝对空间一样的。这样的“空间”只能是超越物质世界以上的先验王国,只能来自上帝预先的安排,只能走到柏拉图式的唯心论的先验论。爱因斯坦兜了一个大圈子,殊途而同归,从认识论上说,最后还是不能不回到牛顿那里去。

① 爱因斯坦:《相对论和以太》。

② 桑木或雄:《爱因斯坦传》,商务印书馆1936年版,第97页。

③ 爱因斯坦:《相对论的意义》,第70页。

④ 转引自卡皮查:《科学的未来》,载《原子科学家公报》1962年第40期。