

狭义相对论两个前提假设的限制条件

上海市科技党校 庄一龙

摘要: 狭义相对论的两个前提假设只能在特定条件下才能成立,在以地表为参照系的情况下,相对性原理由于没有考虑地球引力场背景作用,不能成立。光速不变原理只能对确定的参照系才能成立,不能改变参照系。

关键词: 光速 引力场 参照系 斥力子

1905年,爱因斯坦在德国《物理学纪事》杂志上发表《论动体的电动力学》论文,提出了狭义相对论。狭义相对论是以两个前提假设为基础提出来的。对于这两个前提假设的论述,以后的一些学者根据自己的理解,表述各不相同。我们把爱因斯坦这论文中的原始表述摘录如下:

“以下的讨论将以相对性原理和光速不变原理为依据。这两条原理我们定义如下:

- 1,物理体系的状态基以变化的定律,同这些状态的变化是以两个彼此作相对匀速运动的坐标系中的哪一个为参考,是无关的。
- 2,任一条光线在‘静止的’坐标系中都以确定的速度 V 运动,不管这条光线是由静止的还是由运动着的物体发射出来的。”^①

对于第一个假设,人们把它称为相对性原理,单就原理表述形式看,该原理同伽利略的相对性原理是一致的。对于甲和乙两个物体,乙相对甲以速度 V 匀速运动,那么,把乙作参照系看,甲相对乙的速度也是 V 。这两个物体不管以哪一个作为参照系,并不会改变物体在相互作用中的地位,即物体运动与参照系的选择无关。

其实相对性原理并没有脱离牛顿的时空范围,因为只有在平直空间里,它的任何点的地位都是平等的,我们把坐标系的原点放置任何点都不会影响两个物体间运动规律的表达。这就是说,物体的作用仅仅是作用的物体和它们之间的距离变化,而不必去考虑发生物体作用的背景——空间的影响。这正是牛顿力学的最大特点,同时也是牛顿力学的最大弱点。

在牛顿力学中,物体之间相互作用是与空间无关的,它研究的仅仅是施力物体和受力物体以及它们之间的距离变化。所以,在牛顿力学里,爱因斯坦的相对性原理仍然可以成立。但是,这种平直的、同物质脱离的空间实际上是不存在的,例如我们地球上的任何物体,都要受到地球引力场的作用,地球引力场的存在就是地球上物体作用的背景,是物体相互作用发生的真实环境。所以,地球上物体间的作用不仅仅是两个物体和它们之间的距离,还必须考虑到地球引力场这一背景对物体作用的影响。

如果没有地球引力场的背景作用,那么两个物体之间的作用才是真正相对性的,相对性原理才能成立。你看我在动,我看你在动,说谁动都行。但是如果把物体作用发生的背景一起考虑进去,情况就不同了。例如,有两列火车,甲停着,乙以速度 V 匀速行驶,如果单就两列火车而言,对甲来说,乙相对甲以速度 V 在行驶;对乙来说,甲相对乙以速度 V 在行驶,这都是成立的。但是如果把地球的引力场考虑进去,在引力场的体系里,就只能说是乙在以速度 V 运动。因为乙车辆具有一种企图争脱地球引力场的能量 $mV^2/2$,这些能量是由煤的燃烧转化来的。而甲车辆却没有这种争脱引力场的能量。在这种情况下,相对性原理就不成立。不然就会出现哥白尼体系同托勒梅体系相等的结论。

对于地球引力场控制下的物体作用,以地球引力中心为坐标原点的参照系就是一个绝对

参照系。牛顿曾相信有一个绝对参照系存在，却一直没有找到，其原因就是牛顿只考虑作用的对象，却没有考虑作用发生的空间背景。这个绝对参照系是以地球的引力中心为原点的球坐标表述的弯曲空间。它由一系列围绕引力中心的同心球面的等势面组成的。这个引力场是沿着半径方向从地表向外不断减弱的。

这么一来，在引力场背景下物体间的相互作用就不能看成完全相对的了。相对地表来说，运动的物体都具有一种争脱地球引力场的趋向，如果我们以同样的运动速度 V 上抛，物体上升到一定高度就停止了，这时物体的势能正好等于物体水平运动的动能。物体运动速度越大，所具有的争脱地球引力的能量就越大，离地表就能越远。这就可以用来解释牛顿的著名水桶实验了。因为靠水桶壁的水旋转速度大于水桶中心的水旋转速度，形成了桶中心水平面向地心的凹陷。如果假设空间没有其它星体，只有一个地球，那么，在离地球很远处，引力场趋于零时，引力的背景作用完全消失，运动才与背景无关。则牛顿定律成立，爱因斯坦的相对性原理也能成立。这种情况实际是不存在的。

对于第二个假设，称为光速不变原理。但是从爱因斯坦自己在论文中的表述来看，光速不变是有条件的，这个条件就是“在静止的”坐标系中，光速才是不变的，而且与光源的运动状态无关。什么是静止的坐标系呢？那是相对地表物体来讲的，即 $V_0=0$ ，实际上，这是一个特定的参照系。对于这个参照系，不管从什么运动状态的光源上射出的光，其光速 C 都等于每秒 30 万公里，在这里爱因斯坦没有谈到与光源的方向是否有关。

那么，对于非静止的参照系来说，光速是否会变化呢？这里有两层意思：

其一，参照系速度 $V_0 > 0$ ，光速 C 仍然等于每秒 30 万公里，与光源的运动状态和方向无关，这种情况，光速不变应该称作绝对不变。

其二，参照系速度 $V_0 > 0$ ，光速 C 不等于每秒 30 万公里。但是只要参照系确定，光速也就相应确定不变，而且与光源的运动状态和方向无关，这种情况，光速不变只是相对某个参照系而言的，是相对的光速不变。当观察者所在的参照系速度变化时，看到的光速就是变化的。如果这个确定的参照系是地表，那么就成为爱因斯坦在论文中所说的光速不变的条件：“在静止的”参照系中。所以，爱因斯坦所说的光速不变，仅仅是光速相对不变中的一个特例。它不适用在不同的参照系情况下。

而由斥力子假说理论推出的光速不变就是指的相对不变，其表述如下：“对于确定的参照系，光速不变，与光源的运动状态和方向无关。”^② 所以，从斥力子假说理论推出的光速不变已经包括了相对论所说的光速不变。因此，凡是能够用相对论解释的现象，用斥力子假说理论一定可以解释。反过来，则不然。

那么，斥力子理论是怎么推出光速不变的呢？主要是从引力和斥力两种力的量比来推导的。斥力子假说有两个基本的假设前提：

- (1) 普朗克量子是一种对抗引力的实物粒子——斥力子；
- (2) 物体运动状态的改变是由于吸收或释放斥力子造成的。

根据这两条假设，可以看出“力”是一种物质转移的过程。马上可推出运动物体存在着四种不同意义的物理质量：引力质量、惯性质量、能量质量、总质量，它们分别对应着万有引力定律、牛顿第二定律、质能关系、质速关系四条物理定律。这四种物理质量：应区别开来应用。^③

能量质量是运动物体所吸收斥力子的排斥物质量；引力质量是物体对外显示万有引力的物质量。这两种质量代表着物体内的两种对立的力量，当吸收的能量质量越大，则物体可能显示出来的引力质量就越小。所以一切高速运动的物体都具有微重力的特点。当吸收的能量质量不断增加到等于物体的引力质量时，物体内部的排斥能就等于吸引能，即排斥和吸引达到了平衡。这时，物体速度达到了光速，所以光速也就是极限速度。对于地面上的观察者来说，不管从什么方向或是从不同运动状态光源上传来的光，观察者看到的光粒子都具有排斥和吸引相平衡的粒子状态，所以这些光粒子的速度都是相等的。当然从地表射出的光也具有这个特征，故速度与其它光源的光速度也相等。

那么光粒子的具体速度值等于多少呢？这个数值是由地面的观察者根据地表的标尺去度量的，即用地表光速值去度量的。我们把地表当作参照系，测得光速值为每秒 30 万公里，那么，我们就说：光速为每秒 30 万公里。但是人们却忘记了，这只是在观察者相对地表静止的情况下，如果观察者本身相对地表有一个速度 V ，也就是对于以速度 V 运动的参考系来说，尽管观察者测得的各种光粒子，不管从什么方向或者从不同运动状态的光源上传播来的光，由于排斥和吸引相等的特征都一样，所以光速不变仍然成立，但光速值却不是每秒 30 万公里，而是要比这个数值小。从这点来看，爱因斯坦的光速不变的假设就不全面了。所以，爱因斯坦的光速不变原理也是有问题的，既对又不对，要看是相对同一个参照系还是相对不同的参照系，相对某个确定的参照系，爱因斯坦光速不变的假设是正确的；相对不同的参照系，光速不变原理不能成立。其实，爱因斯坦在 1905 年的《论动体的电动力学》论文中有关光速不变的论述是特别指出“光线在‘静止的’坐标系中”，但不知道什么原因，后来把这个条件丢了，变成无条件的光速不变，这就错了。另外，绝对的“光速不变”不可能引起时空的“相对性”效应，只有光速随参照系可变，才会不同参照系出现“相同的时间光走的距离短了，或光走相同的距离用的时间长了”。

从以上分析，我们可以认为，狭义相对论的两个前提假设的成立都是有条件的，在以地表为参照系的情况下，第一个假设（包括以前的伽利略相对性原理）由于没有考虑地球引力场背景作用，不能成立。第二个假设，只能限制在特定的参照系里才能成立，不能改变参照系。这两个弱点在广义相对论里得到了部分弥补，因为在广义相对论里把引力场的影响和由此引起的空间弯曲考虑进去了。但是等效原理只能在低速运动物体质量近似不变，而且是在近地表均匀引力场的情况下才能成立。加上广义相对论没有考虑排斥力在物体运动过程中所起的作用，所以仍然不可能解决引力论存在的本质问题。广义相对论里所指的匀速运动参照系，其实就是一系列匀速运动参照系（惯性参照系）随着速度的变化形成的，而这一切，“斥力子假说”已把它们包括去了。所以，“斥力子假说”理论推出的相对性效应的全部公式和结论不需要有狭义和广义之分。

参考文献：

- ① 爱因斯坦《：爱因斯坦论著选编》蔡怀新等编译，上海人民出版社，1973 年第 3 页
- ② 庄一龙《谈谈“斥力子”假说》《华东科技》1999 年第 8 期第 25 页
- ③ 庄一龙《论“斥力子”的存在及其意义》《第六届中国科学家论坛论文集》北京 2007.9 第 93-95 页 网站《斥力子论》<http://www.yfzn.com/blog3>