

以太存在未被否定

王志健

(暨南大学)

一个引人关注的概念

相对论是细致观察、精巧实验和逻辑思维的产物。它的诞生过程是唯物的,又是辩证的,而思维则起着举足轻重的作用。从布拉德雷解释光行差到迈克尔逊-莫雷设计干涉实验,直至爱因斯坦放弃时空绝对性,这中间那怕有一点偏离唯物辩证法,就不能得到新理论。因此,相对论思维方法——或者相对论概念发展——的研究,与相对论本身同样吸引人。

以太是一个吸引了很多人注意的概念。不久前出版的高等学校试用教材《普通物理学》中就有关于以太的文字。“最后的结论是:第一,相对于以太的运动是不存在的,以太也是不存在的,所以绝对参照系并不存在。”^[1]

近三十年来,“以太不存在”的宣传不绝于耳,近几年,它又在全国性的报告、杂志、科普读物、高校教材中反复出现,不明底细的人(特别是学生们)当然也就认为:以太是不存在的^[1-3]。

以太的存在究竟被否定了没有?如果说它被否定了,它是怎样被否定的?谁否定了它?回答这些问题,先要弄清楚:以太是什么?而要弄清这点,就要了解以太概念的来龙去脉。

从灵气到能媒

“以太”一词,起源于古希腊,最初见于一则神话传说:暗神伊利波斯与夜神尼卡丝结合,生出个精气气旺的宙斯神来,这就是以太^[4]。

在那个时候,以太表示精灵之气,弥漫于宇宙。

在希腊哲人的思辩里,以太不是物理概念,而是哲学概念。他们不需观察,不需实验,无经验事实作证明,只不过由思想方面分析物质,究其本源,推出以太。

哲学或迟或早总要影响自然科学,以太概念也是这样。

十六世纪末,吉尔伯特仔细研究了磁石和磁铁,发现了地磁倾现象,断定地球是一块大磁铁。吉尔伯特除了做实验以外,还企图深入一步揭露磁的本质。不过,由于他对微观世界一无所知,只能思辩式地大胆想象。他认为磁铁有灵魂,灵魂包藏在磁铁里,并由磁铁发射出来。他发现“以太”一词能非常恰当地表示这种磁灵魂。磁以太包罗着邻近的铁物体,把它们拉向自身。推而广之,地球也包藏着和发射出重力以太,重力以太包罗着地上的物体,把它们拉向地球。

吉尔伯特的这种设想,显然是受到一种朴素唯物主义哲学思想的影响:一个物体不能在它所不在之处起作用。所以,在磁铁周围或地球周围一定存在物质(叫它灵魂亦未尝不可),至于称之为磁以太还是磁素,重力以太或者重力素,那只不过因人而异罢了。

天文学家开普勒也把同样的思想用到太阳系。他认为太阳系中充满了以太,太阳的能力就是通过以太来推动行星作绕日运动。开普勒信基督教,他将三位一体的神学概念搬过来,把太阳比做圣父,以太比做圣灵,行星比做圣子。

二元论大师笛卡儿与开普勒迥然不同。他把物质世界和精神世界对立起来,认为物质必定不属于人,它是连续的,因而物质宇宙必然是一个致密无间的充实体。在这样一个世界中,

只有物物相接触才能产生运动,不存在物体可以通过的“真空”。笛卡儿认为天体之间有一种本原物质,它看不见但充满空间。这就是以太。天体可以在其中畅行无阻。以太在不停地激烈运动中,卷起一个一个的旋涡,太阳就处在一个大旋涡的中心,周围的旋涡带动着行星,地球与行星又带着它们周围的小旋涡。石头落向地球,行星吸引卫星,都是以太的旋涡效应,这正如河中浮草被卷进旋涡一样。

牛顿提出另一种以太设想。他假设行星际间有以太存在。对于一个天体来说,离开这个天体越远,以太的压力越大。因此,以太压力就把物体压向天体——这就是万有引力的原因。

可是,不管旋涡说还是压力说,都经不起数学推演和实践验证。不久,便没有人再提了^[5,6]。

以太被从希腊哲人那里借来,充当了解释磁力的磁媒和解释引力的引力媒。不过,十七世纪的人还不是那么渴望了解磁本性和引力本性。对于他们,以太是可有可无的。

在光学领域就不是这样了。由于牛顿的微粒假说与胡克-惠更斯的波动假说的争论,人们急切要去探求光的本性。

微粒说的难题是解释光的衍射,牛顿的以太压力假设还勉强可用。但为什么不同颜色的各种光微粒子有相同速度呢?

波动说的困难是解释光的直进。菲涅耳用数学证明了,因为光的波长比障碍物尺寸小得多,所以它会直进,从而解决了这一难题,光的波动说大获成功。那么,光波是怎样传播的?为了把光看作是在类似刚体的媒质中传播的机械运动,就需要有一种媒质——以太。因为那时人们只知道机械波,所以胡克只好在1669年把光波看作为一种机械波。不要忘记,当时正是形而上学自然观统治的黄金时代,科学家的头脑习惯于用力学观点去解释自然现象。但是,既然传光的以太有刚性,它类似有弹性的固体,渗透在一切物体的内部,那么,怎样才能把光媒所必需的这种性质与行星运动没有遇到阻力的事实相协调呢?许多聪明的物理学家为此绞尽脑汁,为以太设想了许多奇妙的性质(如容变

弹性模量为零,切变弹性模量无穷大等等)。由于机械以太概念产生自形而上学的头脑,这些性质当然与客观事实不符。

正当人们为了阐述机械光媒而大费脑筋的时候,法拉第发现了空间具有电和磁的性质,和笛卡儿一样,法拉第决不承认通电导线对小磁针的超距作用,但他也不相信吉尔伯特关于磁石发射灵魂的说法。他假想在磁极或电荷周围的空间里有一些力线或一些质点链,这些链在离开源后,可以在空间自由行进,作用于远方的导线或磁体。

1865年,精于数学的麦克斯韦将法拉第的思想写成电磁场方程。它表明,变化的电磁场以波动的形式在空间传播,电磁波的速度只与介质的电和磁性质有关。

就这样,麦克斯韦用笔尖证明了,无所不在的以太已经在某种意义上和空间本身合为一体。

由于电磁波的传播速度与光速相同,麦克斯韦断定,光是一种电磁现象,有一种以太就可以传播光和电磁波,无需臆造好几种不同的以太^[5,6]。

于是,力学性质的以太概念被电磁性质的以太概念所代替,人们不必再在以太的奇妙的机械性质上大伤脑筋了。

狭义相对论并不排斥以太

但是,另一个问题使科学家更伤脑筋,甚至使一些头脑机械的人陷于绝望。这就是物体相对于以太的运动:运动的物体是不是带动以太?

这个问题与光速的测量有密切联系。麦克斯韦虽然从他的方程式算出了电磁波的速度,至于它是电磁波相对于以太的速度还是相对于观察者的速度?在方程中一点儿也看不出来,似乎是“避而不答”。当时,不少人对此表示不满意。其实,正是在这“避而不答”里含着极其深刻的辩证法,而麦克斯韦本人一点儿也没有领悟。

不过,那时候人们所说到的光速,不言而喻

是指光相对于以太的速度。这是很自然的，因为他们把光类比于声。声速是以空气为参照系测出的，运动物体并不带动空气，人相对于空气静止或运动时，测得的声速不相同。

经典力学需要一个绝对参照系，长久以来，人们就在寻找它的物理实在。弥漫宇宙、无所不在、物体在其中穿行不受阻碍的光以太正是理想的物质。人们就取绝对静止的光以太作为绝对参照系。运动的地球不带动以太，这是1728年布拉德雷发现的光行差的理论推论。1893年洛治的重物旋转实验也说明，运动物体不带动以太。

既然运动物体不带动以太，那么，当人相对于以太静止或运动时，测得的光速应该不同。1881年，迈克尔逊应用干涉仪做了一个观察地球相对于以太运动的实验，1887年，迈克尔逊和莫雷又大大改进了实验技术。实验结果指出：地球与以太没有相对运动。1902年，屈劳顿和诺勃尔应用电容器探测地球相对于以太的运动，结果也没有发现以太漂移。

两组实验的结果完全相反，“真理没有标准”了吗？在形而上学的头脑中，有就是有，无就是无；以太或者有，或者无；如果存在以太的话，那地球或者带动它，或者不带动它。二者必居其一，非此即彼嘛。

1905年，爱因斯坦冲破了这种僵化的思维方法，他抛弃了绝对参照系的成见，指出光以太的引入是多余的，在作出光速不变公设后，整个狭义相对论的公理化体系就建立起来了。

爱因斯坦从来没有说过“迈克尔逊-莫雷实验否定以太存在”，他只是抛弃了牛顿的时空观，抛弃了绝对参照系。在力学中，没有绝对空间和绝对时间，过去人们引入光以太作为绝对空间的物理实在，完全是多余的。至于不作为绝对空间的以太是否存在？宇宙中是否存在没有以太的、一无所有的真空？1905年的爱因斯坦没有论及这个问题。

1970年，物理学家汉柯·图里勃洪完成了一项理论工作，结果表明，如果承认了光速不变原理，那就完全没有理由说迈克尔逊-莫雷实验

否定了以太存在^[7]。

弥漫宇宙、无所不在的物质

看来，迈克尔逊-莫雷实验确实否定了一种“存在”：它否定了绝对参照系的存在。

至于有人断言“迈克尔逊-莫雷实验否定了以太的存在”，他们的根据不是来自物理学，而是来自哲学，来自形而上学：认为找不到地球相对于光以太的运动，就等同于否定了弥漫宇宙、无所不在的物质。于是，就把以太驱赶到宇宙，只允许地球在一无所有的真空中运行。

物理学可从来没有证明这点，相反，它证明了真空也是物质的一种存在状态。

1928年，狄喇克从相对论电子运动方程出发解释真空，认为真空充满具有负能量状态的电子，它们不能被观察到。如果有足够的能量，使真空中的一个电子从负能态跃迁到正能态，就会在真空中出现一个空穴——正电子。

理论是如此神奇，当时没有多少人相信。三年后，安德逊发现了从宇宙射来的正电子，人们才佩服狄喇克“真空不空”的惊人分析。

1947年，物理学家进一步发现，真空不但充满物质，而且还会由于外界电荷的影响，使真空物质的正负电荷偏离——这就是真空极化。兰姆的微波氢原子光谱实验和朝永振一郎的计算，都证实了这点。

可见，只要承认以太的物质性，它就是不能被否定的。否定了以太，又跑出来了与以太等同的真空，这就是辩证法。

爱因斯坦本人从来也没有否定过以太。他指出，“没有以太的虚空是不可以想象的”。他多次强调真空不空。不过，爱因斯坦说，以太不会由可以被观察到的微粒所组成。

最近，李政道指出，真空-以太——有极其复杂的构造。强子内部的夸克为什么跑不出来？这大概与真空的结构有关。

倪光炯则说，当以太处于基态时，不表现出观察效应，也没有质量。只有当它被激发时，才表现出有质量的粒子。很明显，他的论点是从

50年前“狄喇克电子海”中来的。

狄喇克本人现在又是怎样考虑以太的呢？

近年来，狄喇克致力于统一引力和电磁力的理论研究，他选择了以太作为工作方向，他认为，既然在量子力学中能够引入测不准原理，那末在相对论中也许也能引入测不准关系。这样，在宇宙中就会存在一种速度不确定的以太，这种以太有各种不同的速度，以太的每一个确定的速度值都对应着一个确定的几率。在这个基础上，他建立起一个以太速度场，从此出发，他建立了一些新的方程，企图在统一引力和电磁力方面有所前进。狄喇克忠告物理学家：以太概念并没有死掉，但它不过是一个还未发现有什么用途的概念，只要基本的问题仍未得到解决，必须记住，这里还有一种可能性^[6]。

1978年3月，美国科学家缪勒宣布了一个“惊人”的消息：发现了新的以太漂移。其实，缪勒这里所说的只不过是宇宙学中的3°K微波背景辐射。

1965年，美国的无线电天线专家彭齐斯和威尔逊发现，地球外空间有一种微波辐射，它是均匀的，无所不在的。研究了0.5毫米至30厘米波长的辐射强度，结果得出，它是2.7°K的黑体辐射。彭齐斯和威尔逊指出，这种3°K微波背景辐射的一个重要特点是各向同性：从地球向各个方向测量，所得到的辐射强度和温度相同。

辐射是物质的一种形式，地球被包围在背景辐射里，不过还没有发现这种辐射相对于地球的运动。

缪勒指出，彭齐斯和威尔逊的结论是不对的，他们的测量仪器精度太低了。

从1976年7月到1977年底，缪勒将高度精密的仪器装入U-2飞机，以检测背景辐射是否真的具有各向同性。几乎同时，哥里和维尔克逊也把辐射计装入高空气球的吊舱内进行同样的观测。

结果表明，3°K微波背景辐射并不是绝对均匀的各向同性。在地球看来，有一辐射温度的最大值，它在狮子座 α 星(轩辕十四)的东南

方。为了解释这一温度偏差，缪勒认为地球在辐射包围中高速运动。理论计算得出，太阳正在以400公里/秒的速度奔向这一点。但太阳目前已以250公里/秒的速度绕银心运行。因此，用矢量计算，求得银河系在以600公里/秒的速度相对于背景辐射运动。

物理学家皮克贝拉斯创造了“新以太漂移”这个词来描述这一运动^[7]。姑勿论“新以太”这个词用得是否恰当，但观察本身已经说明，弥漫宇宙、无所不在的物质是存在的，这种物质与地球的相对运动也是存在的。

结 语

以太就象孙悟空的脑袋，长了砍，砍了长，怎么也不能斩尽杀绝。每砍一次就长出一个新头，这个新头又有它新的内容。

但是，有一点是重要的，这就是：以太概念是哲学家唤到世上来的，然后被物理学家接过去了；但正是哲学家想把它从世上抹去，而物理学家则依旧留恋着它。原因何在呢？在于物理学家在面对他的研究对象时，他面前的物质强迫他唯物地思维。哲学家就不同了，除了唯物主义者外，总是用唯心论和形而上学的观点思维。所以，对于以太这样的一种物质形态，哲学家往往轻易地否定了它，但物理学家却要把它当成研究对象，其原因，就在于以太的物质性。

正由于此，唯物主义哲学家——海克尔、恩格斯、列宁对以太给予了充分的肯定^[10,11,12]。

参 考 文 献

- [1] 程守洵、江之永主编，普通物理学，人民教育出版社，(1978)。
- [2] 自然辩证法讲义，人民教育出版社，(1979)。
- [3] 劳厄，物理学史，许良英等译，商务印书馆，(1978)。
- [4] 樊炳清编，哲学词典，商务印书馆，(1925)。
- [5] 丹皮尔，科学史，李珣译，商务印书馆，(1979)。
- [6] Edmund Whittaker, A History of the Theories of Aether and Electricity, (1953)。
- [7] Foundation of Physics, Vol. 1, No. 1, (1970)。
- [8] 狄喇克，相对论和量子力学，许良英译，见《现代物理学参考资料》第二集，(1978)。

(下转第378页)