

从惠更斯的遗憾说开去 ——类比法浅议

赵小青

(北方工业大学基础学院 北京 100049)

在长达 200 多年的有关光的本质问题的争论中, 17 世纪末牛顿的微粒说和惠更斯的波动说之争是众所周知。惠更斯利用类比法, 将光波类比为声波, 提出了光也“像声音一样”, 是以“波的形式来传播的”。为此, 他建立了惠更斯原理, 并用波动说的理论解释了光的反射、折射和双折射, 在光的本质这一重大课题上取得了重要的进展。但是惠更斯的光的波动说并未战胜牛顿的微粒说而确立其地位, 除了某些方面的原因外, 一个重要的原因就是惠更斯在应用类比法时, 没有意识到光波与声波之间的一个根本差异: 偏振性。声波是纵波, 无偏振性, 而光波是横波, 具有偏振性。但惠更斯的类比却过了头, 得出光波和声波一样也是纵波的结论。这一错误的类比结论



使惠更斯无法解释光的偏振现象, 并给牛顿的支持者提供了反对的理由。因此, 尽管惠更斯已经找到了打开光的本质的大门的钥匙, 最终却没有能打开它, 这不能不说是他的遗憾, 也使得光的波动理论的建立推迟了 100 多年。由此可见, 任何一种方法, 如果把它推向极端, 就会产生“物极必反”的效果。“成也萧何, 败也萧何”这就是惠更斯的成功与遗憾带给我们的启示。这段历史对于如何正确运用类比法具有典

型意义。

方法论的著作这样描述类比法: “类比方法是根据两类对象之间在某些方面的类似或同一, 推断它们在其他方面也可能类似或同一的逻辑思维方法, 其逻辑又称类比推理”。其基本模式为: “如果 A

的费恩曼图, 他的部分子模型等等重大成就, 真把他做为高不可及的, 可以和牛顿、爱因斯坦并列的神, 是我们学习、研究理论物理的典范。但当我们了解到他用最后日子对“挑战者号”失事原因进行的研究时, 我们已经无法形容我们的感受。他是一个伟大的物理学家, 更是一个热爱人生, 有崇高责任感的科学精神的人。

从费恩曼那儿我们能学到什么呢, 这是值得我们大家思考的问题。

作者简介

肖炳西, 男, 湖南省祁县。

1997 至 2001 年在南开大学物理学院物理专业学习, 以优异成绩毕业。



李学潜, 男, 1944 年 5 月生。1966 年南开大学



物理系本科毕业, 1978 年考入南开大学物理系硕士研究生, 1980 至 1985 年在美国明尼苏达大学攻读博士学位, 并于 1985 年获博士学位。同年回国, 在科学院理论物理所做博士后。1987 年到南开大学任教至今。主要工作

在高能物理唯象学, 粒子物理宇宙学等方面, 已发表学术论文 100 多篇。

任天津物理学会副理事长和中国高能物理学会常务理事。

有 a、b、c、d, 并且 B 有 a、b、c, 则 B 可能有 d'。但是如果类比仅到此为止, 由此得出的类比结论带有很大程度的偶然性。因为这种类比仅仅是强调了两类事物之间的相似性, 而任何相似的两类事物之间总存在差异性, 相似属性和推出属性之间不一定有必然的联系。推出属性如果恰好是两类事物的差异性, 类比结论就会发生错误, 惠更斯正是犯了这个错误。

因采用类比法提出了 π 介子理论而获得诺贝尔物理学奖的日本物理学家汤川秀树在《科学中的创造性思维》一文中写道:“当我在 30 年前试图理解核力时, 我得到了充分利用核力和电磁力类比的想。然而, 我也很了解核力和电磁力之间的不相似性。因此, 我所得出的理论注定和电磁力的量子理论虽有某种相似之处, 而在许多方面又和它不同。”他强调在注意到两类事物的相似性时, 更要注意“有一种本质上新的特色必须加在类比思维上, 那就是要承认和相似性并列的非相似性。”

因此, 利用类比法建立新模型、新假说时, 除了要找到两类事物的共性, 更重要的是要找到类比对象的不同点, 适应新模型或新假说, 从而作出创造性的发展。可以这样说, 利用类比法创立的新模型、新假说, 其可靠性决定于类比对象间的不相似程度, 而不是其相似程度。当然, 类比最后推出的结论还必须由实践来检验、修正。

类比法是物理学家最常用的一种思维方法, 尽管其结论有一定的或然性, 但在逻辑思维中却富有创造性, 非常有利于新假说、新模型的创建。麦克斯韦电磁场理论的创立就是成功地运用类比法的一个典型范例。

麦克斯韦电磁场理论的创立经历了 3 个阶段: (1) 法拉第力线; (2) 电位移和位移电流; (3) 电磁场方程组。在研究初期, 麦克斯韦受到开耳芬的富有成效的类比研究方法的启发, 借助流体力学和电学现象的共同性, 将不可压缩流线与电力线类比。麦克斯韦说:“为了不通过一种物理理论而获得物理思想, 我们就应当熟悉现存的物理相似性。所谓物理相似性, 我认为是在一种科学定律和一些能够相互阐明的定律之间存在着局部相似。这样, 所有的数学的科学就建立在物理定律和数的定律的关系的基础上, 以致精密科学的目的就是要把自然问题化为数运算的量的决定。”通过类比, 麦克斯韦把介质中任意一点的流体压力与通过包围流体源的任意一

点的流体压力与通过包围流体源的任意封闭曲面的总流量的关系式类推到静电场, 得到一个将静电场强度和通量联系在一起的一般性公式, 并同时推广到磁场和稳恒电流场, 总结出矢量场的一个共同规律, 即同一场中的“力”和它的“通量”之间的线性关系。在这个阶段, 由于麦克斯韦只注意了各种矢量场的共性, 而忽视了电磁场的特殊性。因此, 他不可能提出位移电流的概念, 也无法在理论上预言电磁波的存在以及与光波的一同性。但是, 在之后的研究中, 麦克斯韦很快意识到了他在使用类比方法中存在问题。即忽视了矢量场的共性和各矢量场的个性。经过进一步的研究, 他发现了电磁场的特殊性: (1) 流体力学中, 流线越密的地方压力越小流速越快, 而磁力线越密的地方场力越大; (2) 电运动是平移运动, 而磁运动则是介质中分子的旋转运动。这就是说, 流体力学现象与电磁现象之间有差异, 电与磁也各自存在特殊的性质。正是在这个类比结果的基础上, 麦克斯韦充分发挥了其创造性思维和直觉思维, 创造性地提出了“涡旋电场”的概念, 由此得到了磁生电的数学方程, 这是麦克斯韦在电磁领域的一项重大创新。其后, 麦克斯韦又定义了电位移, 并再一次创造性地提出了“位移电流”的概念, 找到了电生磁的数学方程, 这是麦克斯韦在电磁领域的又一重大创新。至此, 电场和磁场真正被统一在一个理论体系中, 麦克斯韦依据这个理论作出了电磁波的存在惊人的预言。

麦克斯韦的电磁场理论是创造性的, 而引导他走向成功的则是类比方法。实际上, 这种因正确运用类比法而使物理学获得重大突破的典型范例在物理学的发展过程中举不胜举, 从库仑定律把静电相互作用与万有引力类比、卢瑟福将原子结构与太阳系类比到薛定谔将物质波与机械波类比等等。正如先哲康德所说:“每当理智缺乏可靠论证的思路时, 类比这个方法往往能指引我们前进”。那么, 在 21 世纪, 在需要高素质人才去探索、创新的今天, 类比法是不是显得更加有意义?