

物理理论是怎样产生的

方玉田 邢永忠

(天水师范学院物理系 甘肃 741001)

马克思说过认识世界的目的不仅在于解释世界,更重要的是改造世界。认识世界就是通过创立科学理论,只有依靠科学理论我们才能解释世界,从而达到改造世界的目的。正如爱因斯坦所说“为了整理和理解我们的感觉世界,我们试图借助物理理论找出一条道路,以通过观察到事实的迷宫。我们希望观察到的事实能从我们的实在概念逻辑地推论出来。要是不相信我们的理论构造能够掌握实在,要是不相信我们世界的内在和谐,那就不可能有科学。这种信念是,并且永远是一切科学创造的根本动力。”可见科学理论在解释和改造世界的过程中具有不可或缺和举足轻重的作用。然而,科学理论是如何产生的呢?而在自然科学中又以物理科学的最早形成标志着现代意义上科学的出现。因此我们分析物理理论是如何产生的就具有特别重要的意义。

一、科学家的观点

近代物理科学的方法是伽利略倡导的实验与数学相结合、归纳和演绎相结合的方法。这样从观察和实验中获得的经验资料就具有半定量化或定量化的特征。故实验方法的引入扩展了由单纯的观察来进行自然研究的方法。实验方法是在人为控制下进行详细研究自然的方法,具有典型的可重复性,所得的经验资料也可以进行比较。而实验方法的进行必然涉及实验仪器的制造、改进及材料的选择等等,仪器的制造是主体思维结果的客观化和现实化。仪器的制造是主体创造性设想的一种结果。因此仪器的制造及改进是渗透着科学理论的,依靠实验仪器进行实验取得的经验资料也是渗透着科学理论的,然而仅靠这样的半定量化或定量化的经验资料进行归纳仍然是不能产生具有指导实践意义的科学理论的。

牛顿倡导归纳法,否认假说的地位和作用。他认为理论的真理性可以从某些观察陈述的真理性逻辑地推出。观察和实验总是个别的、具体的,其经验资料也是绝对不精确的,科学理论是抽象的、普遍的,由科学理论通过演绎推得的结论是精确的。可以肯定牛顿力学不是用归纳法产生的。现在公认牛

顿力学是标准的假说-演绎体系,牛顿力学的基本原理既是经验资料不可证实的,也是不能反驳的,但其理论和经验资料之间却在确定的领域内具有极高的一致性和符合性。

爱因斯坦如他所承认的那样在极端经验论者和惟理论者之间摇摆,然而他主要是一个惟理论主义者。他认为“要走向理论的建立,当然不存在什么逻辑的道路,只能通过构造性的尝试去摸索,而这种尝试是要受支配于对事实知识的慎密考查的。”他承认没有从经验到科学理论的逻辑通路,而在科学理论发展的初期归纳法具有一定的作用。也承认科学理论仅是一种构造性的尝试,正如他所言“科学力求理解感性知觉材料之间的关系,也就是用概念来建立一种逻辑结构,使这些关系作为逻辑结果而纳入这样的逻辑结构。对构造全部结果的概念和规则的选择是自由的。只有结果才是选择的根据。那就是说,选择应当造成感性经验材料之间的正确关系。”而感性知觉材料之间的关系作为逻辑演绎的结果应纳入物理理论体系的逻辑结构,此处说明物理理论具有构造性和思辨性的特征。构造性和发明性的科学理论成立与否受到经验资料的制约,也就是说应当与经验资料的总和形成适应又有效的联系。物理理论的正确性或有效性的惟一根据就是感性知觉材料之间的关系必须作为结果而纳入它的逻辑结构,即物理理论必须与经验资料相符合。他明显地倡导演绎法作为产生物理理论的主要方法。

既然爱因斯坦认为物理理论产生的方法是演绎法,那么演绎的前提或假说从何而来呢?他认为:“我们可以把物理学中的理论分成不同的种类。其中大多数是构造性的。它们企图从比较简单的形式体系出发,并以此为材料,对比较复杂的现象构造出一幅图像。气体分子运动论就是这样力图把机械的、热的和扩散的过程都归结为分子运动——即用分子运动假说来构造这些过程。当我们说,我们已经成功地了解了一些自然过程,我们的意思必然是指,概括这些过程的构造性的理论已经建立起来。”此正是假说-演绎的方法。还有另外一种获得演绎

前提的方法正如他所言：“同一类最重要的理论一道的，还存在着第二类理论，我把它们叫做‘原理理论’。它们使用的是分析方法，而不是综合方法。形成它们基础和出发点的元素，不是用假说构造出来的，而是从经验中发现到的，它们是自然过程的普遍特征，即原理，这些原理给出了各个过程或者它们的理论表述所必须满足的数学形式的判据。热力学就是这样力图用分析方法，从永动机不可能这一普遍经验得到的事实出发，推导出一些为各个事件都必须满足的必然条件。”正是通过抽象才从特称的经验命题获得了全称的原理性命题，严格地讲原理的正确性并不能从大量的经验资料中得到保证。正如爱因斯坦所指出的：“构造性理论的优点是完备、有适应性和明确；原理理论的优点则是逻辑上完整和基础巩固。”我认为一般的物理理论则是构造性理论和原理理论二者混合的产物。”

牛顿的观点是强调归纳法才是惟一产生物理理论和科学方法，然而他的科学实践所形成的理论体系与他所声称的并不相容。爱因斯坦提出了产生物理理论的假说 - 演绎法和原理 - 演绎法。爱因斯坦认为发明的科学理论是否有效就要看经验资料是否能够作为结果而纳入科学理论的逻辑框架之中，且纳入逻辑框架的道路漫长程度对于不同的物理理论而言是不同的。

二、讨论与结论

1. 经验资料

经验主义者强调了经验资料的重要性、地位和作用，说明物理理论的产生肯定与一定经验资料的积累有关。爱因斯坦认为：“纯粹的逻辑思维不能给我们任何关于经验世界的知识，一切关于实在的知识，都是从经验开始，又终结于经验。”也就是物理理论的产生与经验资料密切相关，而又以把经验资料纳入物理理论的逻辑结构而终结，进而实现物理理论的预测功能。科学理论的构造是严格受着从科学实践获得的经验资料制约的，正是由于这种限制和制约才有可能使科学理论和经验事实相符合。由此可见物理理论的构造是以说明和解释现有的经验资料为目标的。只有这样的科学理论才能预言新的事实，从理论上指导实践寻找新的经验资料，使认识世界不断地得到深入和发展。

主体获得的经验资料是纷繁复杂、杂乱无章的，须采用归纳法把经验资料进行分类、归纳和整理，使经验资料呈现出初步的有序性和系统性，初步呈现

出研究领域的轮廓。经验资料一方面与主体有关，具有主观性；另一方面与对象有关又具有客观性。作为与科学理论有关的经验资料应具有主体间的可比性亦应具有完全客观性的特征。经验资料的获得有观察和实验的方法。“科学只认为客观的观察是有效的，即认为那些可以替换观察者的观察才是有效的。”观察亦即主体的感官与对象直接相互作用形成的感官印象的统一表述，观察是渗透着科学理论的，只有科学理论才能决定我们如何进行观察，观察什么等问题。只有渗透着科学理论的经验资料才与科学理论的产生有关。此处的科学理论可能是已公认的也可能是有待产生的萌芽而已。说明经验资料是渗透着科学理论的，经验资料的独立性只是有限的、相对的。纯粹经验资料对科学理论的产生或形成是没有价值的，也就是说纯粹经验资料是不可能存在的。反过来说，仅有经验资料的积累并不能产生科学，必须在一定经验资料的基础上进行具有想象力的构造和发明才能产生科学理论。最终目的是“科学不是对经验资料的积累，而是对这些材料的‘说明’和‘解释’。”科学的产生实质上是一种由未知求已知的过程。

此处最典型的特征就是所取得的经验资料具有量化的特征，而量化特征的取得应是以可测物理量为基础的。可测物理量又是以许多测量单位的约定为基础的，正是在时间单位、长度单位、质量单位等等约定的基础上才有可能获取量化的经验资料。有了量化的经验资料才使利用归纳法概括出经验定律成为可能。正是在此意义上我们认为科学理论含有约定的成分，这种约定的成分是在科学实践的过程中历史地形成的。我们已经说明科学理论渗透着经验，经验渗透着科学理论。经验资料和科学理论相互独立、相互依赖、相互作用，推动着新的物理理论产生。

2. 数学理论

爱因斯坦认为：“数学是这样一门科学，它只研究按一定规则建立起来的给定对象之间的逻辑关系。”说明数学理论的真理性是不容怀疑的，是与经验或事实世界无关的存在着。正是这种不断发展着的数学语言或理论为自然科学的产生提供了必要的定量化工具。我们知道自然科学理论的目标就是解释和说明某一领域的事实或现象，使现象成为我们的理智可以理解和认识的，而不再仅仅是一种“奇迹”。自然科学理论的另一重要职能就是预言新

的事实或现象。此种预言应有极高的精确性,正是在这种意义上数学理论无疑是自然科学的工具,也是自然科学量化、精确化和严密化的必然需要,是自然科学的灵魂。也就是说没有一定的数学理论的支持物理理论是不可能产生的。自然科学的预测就是采用一定的科学理论和初始条件或边界条件相结合依据演绎数学方法推得特殊结论,正是这些结论才存在与经验资料是否符合的问题。正是在这个意义上物理理论才是一个严格的假说—演绎系统或公理—演绎系统,离开了数学理论的支持,一切物理理论都将成为不可能的。

3. 对已有科学理论的批判

物理理论产生的另一重要原因就是已有物理理论的批判与考察。物理理论本身要求其具有广泛的适应性和普遍性,也就是说追求科学的统一性和最大的思维经济性。然而迄今为止科学的发展既呈现出不断分化又不断综合的趋势。科学史向我们表明任何科学理论只能适应于特定的范围和领域,某一科学理论适应有效的特定范围和领域又是通过其他科学理论的产生才得到确定和界定的。爱因斯坦又在对狭义相对论进行批判的基础上提出了广义相对论。在广义相对论中惯性系的优越地位消失,正是通过狭义和广义相对论使我们对时间和空间又有了全新的理解和认识。正是通过狭义和广义相对论又把我们的认识推进到了宇观和高能的领域。由此可见,通过对已有物理理论的批判表现出新物理理论的产生又具有一定的自主性和内在的规律性。

现代意义上的科学理论与以前理论体系的重要差别就是科学理论不再是一种纯思辨的体系。作为科学理论的产生是主体智力劳动的结果,具有主观性;科学理论作为指导科学实践的工具要求其具有客观性的特征。因此科学理论的产生、发展和完善是一个历史的过程,是一个由主观向客观转化的过程。

据上面的讨论可知科学理论的产生是一个极其复杂而又艰辛的过程。作为产生科学理论的归纳法和演绎法都是片面的,仅仅反映了其产生过程一个侧面的特征。科学理论产生的复杂性致使许多科学哲学家把科学发现的逻辑排除在研究领域之外。从伽利略开始就把科学理论和实验有机地联系起来进行了卓有成效的研究。正是伽利略开创了现代自然科学研究的一般方法。我们已经表明不仅经验资料

渗透着科学理论,科学理论中也渗透着经验资料的信息,二者之间既相互独立、相互依赖又相互作用。正是物理理论与经验资料之间的互动作用促使新的物理理论产生并不断地把经验资料纳入新的物理理论的逻辑体系。我们也应该明白这样一个基本的事实,没有一定构造和创造性的语词即基本语言系统的存在,经验资料的表述也就不可能,也不可能把其从纯粹经验之中分离出来。物理理论的构造即与采用归纳法、演绎法、类比法、理想化和抽象化的方法等有关。也与适当概念的产生、数学理论、较系统的经验资料的取得和对已有物理理论的批判有关。在科学理论的构造过程中想象力具有极为重要的作用。正如爱因斯坦所言:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力概括着世界上的一切,推动着进步,并且是知识进化的源泉。严格说来,想象力是科学研究中的实在因素。”也就是说,若没有极其丰富的想象力,物理理论也就不可能产生。物理理论的产生是一种主体理智的构造和发明活动,此种活动又是以当时获取的经验资料、科学理论水平、科学实践的水平和文化传统为素材并受其制约的。

只有通过不断地科学实践,获取新的经验资料,开发新的研究领域,经验资料就有可能与现有的物理理论发生矛盾,也就预示着需要新的物理理论。正是科学实践的需要推动着新的物理理论产生,反过来新的物理理论又指导科学实践,促使新的物理理论发展和完善。

(上接 32 页)下,该系统就能识别持卡人的身份。即使指纹卡丢失,拾到的人也无法使用,因为世界上没有两个完全相同的指纹。

6. 电度表 IC 卡预收费系统。由 IC 卡发行系统和电度表 IC 卡使用系统两部分组成。用户到 IC 卡发行部门或代理银行预交费(售电),发行部门在 IC 卡内写入允许用电的数量及用户标识码,该标识码与装在用户处的电表是一一对应的。同时,将用户的用电情况记录在本系统微机的数据中,以备日后查询。用户将 IC 卡插入电表中即可用电。

像 IC 卡交通收费系统、汽车加油系统、汽车停车收费系统、市民健康卡等都是 IC 卡的应用。随着我国经济的发展及 IC 卡技术的不断完善,IC 卡应用的范围会越来越广泛。