

物理学在技术科学发展进程中的作用

贾 堤

(天津城建学院基础学科部)

物理学是研究物质运动的最一般规律及其基本结构的科学,是自然科学中最基本的学科之一。物理学研究范围很广,包括从基本粒子到整个宇宙,力、声、热、电、光等各种现象。作为一门科学,除了通过物化的过程对人类的物质生活产生巨大的影响之外,还应看到,它是人类文化的一个重要组成部分。物理学建立的新的概念和方法以及为物理学研究所发展起来的各种特殊条件和测量手段大大深化了人们对自然界的认识,对科学、技术乃至科学思维的发展起了极其重要的作用。特别是自牛顿时代以来,物理学一直在自然科学中占主导地位,它以其对客观世界的结构及运动规律朴实而顽强的探求,成为自然科学中一个有重要影响的组成部分,并且对技术科学的发展产生了巨大的影响。本文拟从技术科学的发展过程中论述物理学在它们创建及发展过程中的作用机制。

证明了 GWS 模型是可重整的。随后经本杰明·李等人的工作,人们普遍接受了通过希格斯机制来使规范粒子获得质量的规范理论是可重整的观念。至此,由于希格斯机制的建立,人们不再认为规范理论只是个数学珍品,而认识到它是具有深远意义的场论,特别是引起了人们对弱电统一规范理论的重视。另外,1970年格拉肖等将弱电统一规范模型推广到同时包含夸克的体系。至此,弱电统一理论已成为自治的理论。1973年中性流的发现及其他实验都证实了弱电统一模型。1983年,人们又相继发现了弱中间矢量玻色子 W^{\pm} 、 Z^0 ,进一步证实了 GWS 理论的预言。

对称性自发破缺思想在大统一理论和超对称大统一理论中得到了进一步的应用和深化,人们还进一步研究了超对称性真空自发破缺以

技术科学定义为一种知识、工具和技巧的组合物,是从科学和实践经验中派生出来的,并且应用于产品、工艺、系统和服务的开发、设计、生产和使用。这个定义其中有一个要点:技术是从科学理论和经验中派生出来的。这就是说,理论与实践是技术的必要条件。

一种完整的技术科学的形成,通常以一定的科学理论作为自己的基础,选择一定的技术路线并确定具体的实施方案。物理学对技术科学的作用渗透在这项技术科学创造到完善的发展过程之中,其关系如图 1:

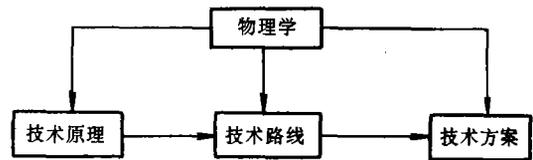


图 1

及高维空间的真空对称性自发破缺的概念等。另外,在现代宇宙学中,为了研究宇宙的早期演化,也广泛采用和深化了真空对称性自发破缺的思想。可见,希格斯机制在现代物理学中占有十分重要的地位。然而值得指出的是,理论上预言的希格斯粒子至今尚未在实验上观察到。目前世界各国许多实验都在寻找希格斯粒子的存在,但希格斯粒子至今仍未露面。另外,希格斯机制的本质尚未被认识清楚。例如,希格斯场是作为基本标量场引入理论的,但从理论上讲,找不出任何理由说明为什么基本标量场应当存在。然而,我们确信,随着现代物理学的发展,人们对希格斯粒子和希格斯机制的本质必定会有进一步的认识,从而更加深刻地明了对称性自发破缺的意义。

(题图 张树梓)

在远古时期,人类的生产活动主要依靠手工技术,而手工技术是建立在经验积累的基础之上的。人们在手工操作的劳动中,慢慢地也会悟出简单的道理。于是,潜人劳动要素和劳动过程中的物理学原理会使人自觉不自觉地沿着该原理的导向去发展技术。例如从打制石器到磨制石器,就是人们出于对工具的精确度的要求,在实践中反复探索,掌握了摩擦学原理的结果。这时虽然人们头脑中并无明确认识,但实际上人们的行为已经利用了力学原理。

在欧洲资本主义萌芽时期,物理学从经验科学过渡到理论科学,随着物理学实验的产生,人类开始突破简单机械技术的局限,根据牛顿力学原理和热力学原理,发明了蒸汽机。随后,瓦特通过大量实验,研究改进了蒸汽机,提高了热效率,从而为蒸汽机的普遍应用奠定了基础。可以说物理学为热机技术的形成提供了科学原理。蒸汽机实际上是人类根据物理学原理而创造的巨大的动力资源。它为人类提供了可直接控制的动力资源,从而取代了其他动力,使工厂中出现了由蒸汽动力机、传动机、工作机组成的机械系统。从此,机械工业代替了手工业,人类开始了社会化大生产过程。

与此同时,物理学还以其丰富的知识直接影响到技术路线的选择和技术实现的方向。蒸汽机发明之后,不断提高蒸汽机的效率成为一个重要的课题。热机效率提高的限度是多少?卡诺对这个问题进行了理论研究(即热力学第二定律),从而找出了提高热效率的方向和限度。由此牛顿力学和热力学理论的建立与发展促进了热机的诞生和性能的改进,使蒸汽机、汽油机、柴油机、喷气发动机等热功能量转换机械相继问世。这次技术革命已经表露出技术科学对物理学科的依赖性。

物理学与技术科学的结合,使物理学与技术科学都同时获得了新的意义。这时的物理学研究不再与“使它发育成长的经验隔离开来”,技术也不再是工匠日常反复的简单操作技术,而是成为一门科学。经实验所证实的物理学原理具有的工具性和可操作性成为推动技术进步

的概念工具。

就在热机推动社会车轮滚滚前进的时候,物理学领域出现了重大突破。在1860年到1865年,麦克斯韦创立了电磁理论,为电力技术的产生提供了重要的理论基础。从而产生了第二次技术革命,导致了电力技术的广泛应用。自此电磁理论的产生创建了现代的电力工程与无线电技术。尤其是电力技术的使用,推动了旧的工业部门的改造,也使许多新兴的工业产生了,如化学工业、石油工业、汽车工业等。电力的应用给人类带来了大机器文明。这正如美国科学家布什(V. Bush)在《科学——没有无止境的前沿》一书中所说:“新产品和新工艺过程并不是生来就完善的,它们依赖于新的原理和新的观念。而这些新原理与新观念本身又是来自基础研究的。基础科学研究是科学的资本。”随着自然科学(尤其是物理学)对资本主义大工业生产重要作用的日益明显,社会上产生了专门从事科学研究的机构,其中在物理学领域有建于1871年的英国卡文迪许实验室和建于1876年的美国爱迪生工业研究所。这次技术革命充分体现了物理学对电力、通信等技术领域发挥出的指导作用。说明物理学已经成为技术科学中一个独立的实体和要素。

进入本世纪以后,自然科学的进步与技术开发日趋结合,在自然科学理论指导下的技术科学发展的深度和广度都空前地超过了以往任何一个世纪。尤其是以物理学领域的最新成果为基础的高新技术,开辟了技术科学的新纪元。

本世纪初,由于一些重要物理实验的发现(如X射线、天然放射性、原子结构、电子的波粒二相等),诞生了相对论和量子力学,形成了第三次技术革命。物理学所揭露的概念和事实,使世界面貌焕然一新。促进了原子能、电子计算机、激光技术的广泛应用。在第二次世界大战中,物理学对战争的结束起到了积极的作用。在一些大的军事研究和科学发展计划中,如曼哈顿计划和近爆引管的设计中,物理学家成了成功的工程师。以前主要专心于物理基础

理论研究的科学家,在奥本海默的领导下,设计并制造了原子弹;费米建造了第一个核反应堆;施温格发展了用于雷达的波导理论.因此二战结束后,公众以为是物理学家赢得了战争.这当然有些巨大的夸张,但实际上是雷达拯救了英国,原子弹很快就结束了盟国同日本的战争.因此一项技术的路线选择,到方案实施,都需要借助于物理学原理才能完成,同时需要有多方面的条件配合才能实现.

20世纪50年代以来,几乎所有技术科学方面的重大突破都是来源于物理学领域的重大突破.半导体技术就是在固体物理学理论的基础上发展起来的.它给各国带来的机会和变化非常不同.第二次世界大战以后,电子技术的发展有两条路线:一是以美国为首,运用固体物理理论在半导体方面下功夫;二是前苏联按传统电磁学理论在电子管方面下功夫.结果,前苏联在电子技术上与美国的差距越来越大.到80年代,前苏联意识到这一问题时为时已晚.虽然其军事力量很强,军事水平也很高,但电子技术及其产品却相当落后,甚至不如中国的水平.比如它自产的彩色电视机,开通电源后要等很长的时间才能出现图像.归根结底,(物理)理论的落后导致了(半导体)技术的落后.

自70年代以来,所有技术科学均以基础研究、开发试验为基础.尤其是在科技发达的美国,其科研经费预算占很大比重.美国的大企业每年都投入大量资金进行基础研究,并以此扶持技术开发,其中以物理学研究领域最为活跃.美国为此所建立的硅谷、硅岛就是最好的证明.

目前,物理学研究前沿的最新成果直接对技术科学产生决定性的影响.它通过为邻近学科提供理论和试验方法及数据,促进邻近学科的发展和边缘学科的形成来对技术科学产生影响.例如原子分子物理学为化学和生物学提供坚实的物理基础和有效的实验手段,从而出现了量子化学、分子反应动力学、分子生物学等边缘学科,它们的发展将促使在原子分子水平上设计和发展新材料,开创了材料制造技术的新

局面;原子钟是现代导航、通讯、全球定位和发射同步系统的核心,高功率激光器应用于新型对抗系统和定向能武器,而发展和使用这些技术都离不开原子分子物理学基础.为了解决能源危机,不论是激光等惯性约束聚变、磁约束聚变、磁流体发电,还是提高燃烧效率的研究,也都离不开原子分子物理学理论和数据.磁共振成像应用于生物技术和医学技术,为保证人们健康作出越来越大的贡献.

综上所述,除了纯经验、纯技巧的技术之外,任何一项能在实际生活中发挥作用的技术都是以物理理论为先导.火箭技术以力学原理为先导,核能技术以核物理、原子物理为先导,半导体技术以固体物理为先导.物理学在其自身发展的过程中始终站在自然科学发展的前列,成为推动技术进步的主导力量.随着社会的发展,物理学成果可以直接导致新技术的产生,并产生巨大的经济效益.比如,高能物理学着眼于发现和了解物质的结构,它基本上是一门实验科学.运用高能物理学原理建造北京正负电子对撞机,使中国好几个工业部门能提供符合西方标准的关键技术部件.这一成就的获得,是我国工业界与中科院高能物理所密切合作的结果,也是物理学原理推动经济进步的最好例证.

不难看出,人类对物理现象的认识和理解的深入,物理学理论的不断完善和发展,有力地促进了技术科学的发展.可以预期,物理学研究所取得的成果将继续对技术科学的发展作出新的贡献.

