

On the scientific and humanistic attributes of the history of Physics

Wang Fan

Chengdu University of Technology, Chengdu

Abstract: From the study, the meaning, the content, the function, the origin and development and many other aspects of history of physics, the scientific properties and the humanities property are systematically analysed, aiming at revealing the implication of its innovation and its educational value.

Key words: history of physics; scientific property; humanities property; implication of innovation; educational value

Received: 2020-04-28; Accepted: 2020-05-13; Published: 2020-05-15

物理学史的科学属性和人文属性探讨

王 樊

成都理工大学, 成都

邮箱: wangfan_1990@126.com

摘 要: 本文从物理学史的研究对象、涵义、内容、功能及其产生的渊源和发展的动力等诸多方面, 较为系统地剖析了物理学史的科学属性和人文属性, 旨在揭示物理学史的创新意蕴和它的教育价值。

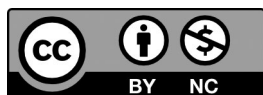
关键词: 物理学史; 科学属性; 人文属性; 创新意蕴; 教育价值

收稿日期: 2020-04-28; 录用日期: 2020-05-13; 发表日期: 2020-05-15

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



长期以来, 我们无论是在对物理学史作深入的研究, 还是在物理学史的教学实践中, 越来越深刻地感悟到: 搞懂弄通并充分发掘物理学史的科学属性与人文属性, 这不仅是涉及到物理学史的一个本质性问题, 而且也是一个牵涉到

最大限度地发挥物理学史多元化的教育功能、及其对科学创新的重大价值问题；与此同时，鉴于物理学是一切自然科学的共同基础，因此物理学史的两重属性，还是关系到整个自然科学史全局的一个根本性的问题。所以，本文特对物理学史的本质属性、创新意蕴及其教育价值，作一浅陋的探讨，以期达到抛砖引玉之目的。

1 物理学史的本质属性

我们知道，物理学是人类在探索自然界奥秘的过程中形成的学科，它所研究的不仅是宇宙间物质存在的基本形式、性质及其运动的规律；而且大自然中物质之间是如何相互作用和互相转化的，以及各种物质形态内部结构应遵从什么样的基本规律等，也都是物理学探讨的对象。物理学既是自然科学的基础、现代科学技术的奠基者，又是人类文化的重要组成部分。

既然物理学史是从物理学发源的，那么毋庸置疑，物理学所具有的科学性与人文双重属性，必然会在物理学史中得到充分的展现。这主要体现在以下几个方面：

一是从涵义上看，物理学史指的是物理学发展的历史。它要从分散的、零碎的史料文献中，把人们对物理学的认识从起源到现在的发展过程的概貌整理出来，即不仅将各个不同时代所确立的各个最重要的基本概念、基本定律和基本理论的酝酿、产生和发展的过程再现出来，而且还要描述出各个历史阶段所运用的主要研究方法。因此，物理学史既是一部由一连串的实验、观测和数学描述的历史，又是一部基本概念的演化史。每当物理学进入一个新的研究领域时，总会出现一个新的科学概念的体系。由此体现出物理学史既是历史的科学，又是科学的历史，是科学性与历史性的统一，在具有科学属性的同时又拥有人文属性。

二是在内容上我们可将物理学史划分为内史和外史两个部分：内史研究和揭示的是物理学自身潜在的逻辑联系和发展规律，它决定和表现了物理学史的科学属性。外史研究的则是物理学的发展与当时的社会历史条件以及同其他学科的发展状况的相互作用，这决定和表现了物理学史的人文属性。只有将两

者有机结合起来研究,才能凸现出物理学史的科学属性和人文属性。N·玻尔(N.Bohr)在对量子力学进行了长期的潜身研究后,于1927年提出了著名的“互补原理”,试图将微观世界在经典意义上彼此排斥的两幅图景——波动性和粒子性协调起来作统一的描述。由于微观世界这种互相对立的属性的确是辐射和微粒同时所固有的、内在的和不可避免的,因此,“互补原理”被人们称为是对量子力学的一个主要正统的诠释,其间充斥着科学性。而N·玻尔为了消除当时社会所普遍存在着的科学文化与人文文化之间的相互对立,后来他又通过“概念构架”的扩充,使他的“互补原理”包容了两种文化的统一。N·玻尔不仅将他的互补思想推广到生物学、心理学和语言学的认识中,而且他还以科学、哲学、艺术等为例,推论道:“在互补观下,科学与艺术两种知识是具有统一性的。”

三是从物理学史的多功能性来看,它的本质属性更是一目了然。其中物理学史的科学功能,如认识论功能和方法论功能等,表明了它们蕴涵着对科学创新的价值和意义,能够间接地推动着物理学新成果的不断发现和发明,从而反映和体现的主要是物理学史的科学属性;而它的人文功能,如教育功能和文化功能等,则能使整个物理学知识体系更具人性化,它能激发人的情感反应,培养人的学习兴趣,增强人的求知欲,提高人的智力探险能力。因此,反映和体现了物理学史的人文属性;而物理学史的整合功能,则使它的科学与人文双重属性得到了充分的发挥和展示。

四是物理学史的产生与创立,乃是由物理学与人文科学(主要是历史学)彼此交融、相互交叉的结果。由于物理学研究对象的特性,决定了物理学理论追求完满的历程是永无止境的。从总的发展趋势来看,物理学跨越了三个不同的漫长的历史时期,即经验物理学的萌芽时期、经典物理学的建立时期和现代物理学时期。这门由来自于科学源头与人文源头的知识汇合而成的综合学科,无疑它的形成和发展被深深地打上了科学与人文的双重烙印。

五是从物理学史的发展途径来看,它是连接科学与人文的纽带与桥梁。例如,发生在19世纪末不太长的10多年时间里,一系列新的实验发现——射线、天然放射性、电子、以太漂移“零结果”、光电效应、原子光谱和黑体辐射等,

把经典物理学推向了严重的“危机”，最终导致了在1920世纪之交，爆发了一场物理学革命，迎来了现代物理学的两大硕果——量子力学和相对论的创立，所遵循的主要是一条科学线索。而由量子力学和相对论所代表的革命性进展，促进了半导体技术、计算机技术、激光技术、通讯技术、新材料和新能源的日新月异。使人类的生产力和生活方式发生了翻天覆地的变化，对现代社会和人类文明产生了非常重要的影响，主要遵循的是一条人文线索。

同样，物理和人文两个方面也会影响物理学史的发展，从而使物理学科及其史学与人文科学三者之间，各自的发展保持了一个互相协调的步伐，特别是近百余年中物理学史的发展深刻地印证了这一点。其一，来自于哲学的批评，促进了物理学的发展，而物理学的发展，又有利于哲学和物理学史的繁荣。其中一个典型的例证是对“薛定谔猫佯谬”所进行的哲学研究，它不仅有助于我们解决长久以来围绕量子力学问题所展开的哲学基本观念之论战，而且有助于我们理解量子力学的本质，为量子力学的发展做出了一系列重要的贡献，从而极大地丰富了现代物理学史的内容。其二，是来自于物理学与美学的相互渗透和彼此交融。一则为传统美学研究开创了新局面，使其美国突破了“形象性”的有限空间，大大拓展了人们的审美空间；二则使求美成为物理学家的一个指导原则，他们在探索自然界奥秘的征途上，总是借助于美的光辉的照耀，达到“由接受美而接受真、由求美而促真、由求美而达真之目的。”从而使物理学史成为一部不断追求和谐统一美的历史长卷。

此外，物理学史一方面要向物理学渗透和拓展，使物理学史研究与物理学研究同步进行。例如，德国卓越的物理学大师劳厄（M.von Laue）就是这样一位伟大的学者，他不仅因发现晶体的射线衍射，而荣膺了1914年度的诺贝尔物理学奖，而且撰写了一部彪炳史册的《物理学史》。法国著名的天文学家兼数学家彭加勒（H.Poincaré）也是如此。他认为：“力学必须让位于一个较为广泛的概念，这种概念将能解释力学，而力学却不能解释这种概念。”另一方面，物理学史的发展可向人文方面转移和拓展，即要强调以人为中心、以人为本，就必须高度关注物理学家所处的时代之政治、文化和教育背景，生平简历，特别是要密切注视物理学家的思想观念和心理状态的变化过程，努力发掘物理学史

的人文价值,高效能发挥物理学史的人文功能。

马克思曾十分明确地指出:“我们仅仅知道一门唯一的科学,即历史科学。历史可以从两方面来考察,可以把它划分为自然史和人类史。但这两方面是密切相联的;只要有人存在,自然史和人类史就彼此相互制约。”如果按照马克思的这一精辟的观点来看待物理学史,那么它就是人类从一个特定的角度和侧面来反映和研究客观世界的自然史和人类史,是人类长期进行科学实践的产物。一方面,物理学史研究的是科学家对自然界各种物理现象的认识、物理学理论体系的创立与完善、物理学基本观念的不断变化与更新等的历史,由此构成了自然史的一个奠基性的组成部分,反映和体现了物理学史的科学属性;另一方面,物理学史又是历代物理学家本质力量显现的历史,它栩栩如生地记载了各个历史阶段的物理学家前赴后继、百折不挠、献身科学、求真臻美趋善和勇于创新的精神风范,充分展示了物理学史既是一部人才学,又是一部创造学,使它还成了人类史的一个核心组成部分,自始至终充满着人性,这又反映和体现了其人文属性。

2 物理学史的创新意蕴

按照上文所述,正是由于物理学史所拥有的科学与人文双重属性,这就导致了人们能够对物理学本身及与其内外相关的因素有一个更全面、更深刻的认识,从而赋予了物理学史中蕴涵着对科学创新的价值和意义。这种创新意蕴主要体现在:

(1) 由历史研究法导致的科学发现。如哥白尼(Mikolaj Kopernik)就远不是一个想要推翻全部传统观念的革命派,他之所以构建了“日心说”,其初衷在于他在考察托勒密(C.Ptolemaeus)的“地心说”时,总觉得该理论体系竟用了近80个本轮和均论来解释天体运行的规律,不仅显得过于复杂,而且混乱不堪,非常不协调。这与哥白尼所一贯信奉的古希腊毕达哥拉斯学派关于“数的谐和原则”是格格不入的。于是,他在总结阿里斯塔克(Aristarchus)的“测算日地之间和月地之间的相对距离的原理”的基础上,用观测到的数据进行了反复验证,结果仅用了34个本轮和均论,就完美地解释了当时发现的全部行星围绕太阳的

运动规律，终于提出了宇宙结构的一种简洁而和谐的新学说。

(2) 受物理学史的认识论与方法论功能的影响而引发的科学发明。史料表明：物理学史的认识论和方法论功能，对促进从事物理学研究的人自身科学素质的提升，有着不可思议的有效性。具体表现在：它可以增强人的认知能力，培育人的创新精神，激发人的创新灵感，从而锻造了人的创新思维，亦即有利于人的逻辑与非逻辑思维能力的提高。

在科学史上，有许多原先并不存在的科学方法、实验手段、概念和理论等，都是物理学家在前人研究的基础上，实现了科学上伟大的突破与创新。如：牛顿(I.Newton)在伽利略(G.Galilei)和开普勒(J.Kepler)等人研究成果的基础上，根据他对地月间引力问题的长期研究后，终于运用数学的形式，总结和表述了万有引力定律和力学三大定律，并以他于1687年出版的那本彪炳史册的巨著《自然哲学的数学原理》，完成了物理学史上第一次大综合，牛顿也因此而成为经典力学的集大成者。与此同时，牛顿对数学方法的青睐，以及对微积分的发明创造，引起了人们高度的关注。特别是在进入20世纪之后，数学在物理学中更加被得到了广泛的应用，即“数学为物理学研究提供了一种优美、精确和可靠的语言，一种揭示隐藏的自然规律的理性思维的工具，一种预见物理事实的途径，一种建立物理体系的方法，一种分析物理数据的手段。”

因此，“如果一个科学家不了解他所从事的科学分支的历史，就没有资格说对该学科有深刻和完备的知识”，也就难以在科学研究中有所突破。如上所述，物理学史指的是物理学发展的历史。而物理学的灵魂在于不断地创新，如果没有无止境的创新，就不可能有我们今天这部按照物理学自身发展的特点来分期的历史长卷。因此，学习和研究物理学史，有助于科研人员素质的提高。首先是出于对神圣的好奇心的满足，驱使着历代物理学家对来自外部世界的各种刺激保持敏感，并创造出卓越的科学成就。如：出于对海水为什么呈现蓝色的好奇，拉曼(C.V.Raman)自1921年夏开始进行实验研究，最终获得了一个重大发现——拉曼效应，并于1930年荣登了诺贝尔物理学奖的领奖坛；同样赫斯(V.F.Hess)因时刻保持着对大自然的好奇心，结果发现了宇宙射线而摘取了1936年度诺贝尔物理学奖的桂冠。如此等等，不一而足。足见，好奇心总是激发着物理学家

积极思考,锲而不舍地进行着科学的创新。物理学如果失去创新精神,就不可能有新的理论和假说诞生,物理学将永远停留在一个水平上,物理学史也就成了“无米之炊”。

其次,与好奇心息息相关的是大胆怀疑、勇于批判的精神。如,19世纪40年代,随着热功当量实验的逐步精确化,以及热力学第一、第二定律的相继发现,“热动说”被确认为科学的理论,而“热质说”不得不最终退出物理学的舞台,从而结束了关于热本质的两种对立假说并存与竞争的历史,也是一个典型的例证,等等。

再次,既然物理学史是一部对新现象的发现与解释、新矛盾的揭示和解决、新规律的提出和应用的历史,那么,物理学探索中科学家的机智运筹,既离不开由好奇心与怀疑精神所决定的、遵循着逻辑规律的独立思考和独立判断的能力;也离不开没有现成的固定的逻辑通道的直觉与灵感思维方式的发挥。如,1972年度诺贝尔物理学奖得主是:巴丁(J.Bardeen)、库珀(L.N.Cooper)和施里费(J.R.Schrieffer),其获奖原因是因为他们提出了解释超导现象的BCS理论。其中的施里费于1956年在研究过程中,利用直觉思维找到了一个简单且便于计算的波函数,最终形成了超导电性的微观理论,为后来BCS理论的创立奠定了基础。无独有偶,范弗莱克(J.H.vanNeck)在研究无序系统的电子结构理论时,也运用了非逻辑思维方法,在此基础上,他与安德逊(P.W.Anderson)、莫特(N.F.Mott)通力合作,最终因对晶态与非晶态固体的电子结构所作的基本理论研究,并提出了“固态”物理理论,而共同获得了1977年度的诺贝尔物理学奖。因此,物理学史也是认识发展史与思维发展史的统一,学习研究它,有利于锻造科研工作者的创新思维。

(3)由改善外部科研环境所取得的重大突破性成果。物理学史表明:通过改善外部的科研环境,即创造一流的科研集体——物理学派,构筑知名的科研机构 and 制定合理的创新体制,可以促进物理学的突飞猛进,并使科研成果迅速地转化为生产力。在各个不同的历史时期,活跃在物理学研究前沿阵地的物理学派很多,诸如哥本哈根学派、哥廷根学派、卢瑟福实验学派、费米学派、拉比学派和布鲁塞尔物理学派等,都为推进物理学的腾飞立下了不朽的功劳。我

们仅以曾为意大利物理学恢复了世界名誉，带来了意大利物理学再度辉煌的著名的费米学派为例，来说明这个问题。自从费米（E.Fermi）缔造了以他的名字命名的学派之后，终于在核物理领域取得了许多举世瞩目的成就。其中最突出的有：在中微子假说的基础上，费米建立了定量的衰变理论，这一理论是核物理领域的里程碑；提出了慢中子的理论，它为人类和平利用核能打开了大门；对“超铀元素”进行了系统的探索和研究，它为日后哈恩（O.Hahn）发现核裂变现象夯实了牢固的基础。除了物理学派之外，在物理学的发展史上，还相继出现过一些名声显赫的科研机构：“发明工厂”——贝尔实验室，诺贝尔奖的摇篮——卡文迪什实验室，以及哥本哈根大学理论物理研究所等。在今天，超导、纳米材料等基础研究的成果，转化为产品走进人们生活的周期则更为短暂。就是这种科学创新促进技术更新的速度飞速增长的趋势，不仅使得科学与技术间的界限变得越来越模糊，而且使得基础研究→应用研究→开发研究三者之间，由原先的那种静态关系过渡到一种互动关系。

因此，学习和研究物理学史，我们从中还可以获得科学决策的系列重要启示：一是必须发挥课题组集群化的研究优势，特别是要注重为培育科学学派的形成和发展营造一个良好的生态环境，其中包括社会环境、人文氛围、学术传统和经济实力等方面；二是推行N·玻尔和卢瑟福所倡导和实施的“有教无类”的教育思想，加强同各国之间进行学术交流和开展前沿领域物理课题的国际性合作研究；三是要在科研管理中高度重视以工业企业为主体的科研机构的构筑，选拔有远见有魄力的科学家任领导，高度重视科学研究，尤其是基础研究，融开发与研究于一体，善于抓住有前途的新课题等；四是物理学史可以为制定合理的创新政策提供必要的背景提示和借鉴意义。此外，物理学史还能够为科学哲学、科学社会学提供了一个知识背景和研究基础。

3 物理学史的教育价值

物理学史所具有的双重属性，不仅决定着它的创新意蕴，而且决定着它在科学教育中的重大价值。钱三强先生说得好：“物理学史里面有大量智慧的结晶，这不但是知识的宝库，而且是智慧的宝库，里面有着很多丰富的养分，很值得

我们去开发和利用。”法国著名的物理学家郎之万(P.Langevin)在谈到科学史的教育价值时说,那种认为只须掌握已获得的确定的定理的想法是绝对错误的,它“会使科学丧失掉它的全部教育价值。”并认为,在科学教育中加入历史的观点是有百利而无一弊的。关于物理学史的教育功能,笔者在早年已撰文作过专门的论述。鉴于篇幅有限,现将其主要的观点连同新近的看法融为一体,特作如下简要的小结:

(1)物理学史可以激发学生强烈的求知欲,吸引学生积极地投身到科学的探究之中,有利于他们对所学的知识做到既能知其然,又能知其所以然。

(2)物理学史能使学生了解历代科学家为探索真理而付出的巨大代价乃至舍生取义,总结他们的研究思路和研究方法,分别从他们的成功中获得启示、失误中吸取教训,可以使物理学教材更具人性化,有利于培养学生的科学创新品质与意识,以及科学道德修养的提高。

(3)借助于探索物理学中的各个基本概念、基本定律、基本理论的产生、形成和逐步精致化的过程,可促进学生对物理知识的进化有所理解和把握。

(4)在学生获悉和理解发生在物理学史上系列重大事件,如天文学革命、经典物理学创立时期的三次科学大综合、发生在19-20世纪之交的物理学革命,以及系统论、混沌动力学的创立等,可使学生认识科学的本质。尤其是对20世纪物理学所产生的十一大科学观念的变革,能有一个非常清晰的认识,即“由绝对时空观到相对论时空观,由确定性到不确定性,由连续性到分立性,由‘构成论’到‘生成论’,由‘归一’到‘统一’,由‘细部’到‘整体’,由简单到复杂,由存在到演化,由静观到参与,由实验物理到理论与计算物理,由臻美到达真。”

(5)物理学史可以使学生了解科学知识的不定性与变易性,即使学生懂得:物理学的发展,既是一个由相对真理向绝对真理无限趋近的动态过程,又是一个不断追求和谐统一的求美征程。

(6)物理学史可使学生了解到,科学家之间会在意识形态方面发生激烈的争论,如举世瞩目的对量子力学诠释的世纪之争等等。进而使他们认识到争论也是物理学发展过程中的一种内在的强大的驱动力。这种内在动力与社会的需求

求促进物理学发展的社会动力不同,它是推进物理学发展的科学家的行为动力的一种表现形式,它有助于学生树立历史感和批判精神。

(7)物理学史能够充分展示出科学方法演变的历程,从而使学生对科学方法的本质有更深刻的认识。

简言之,物理学史的教育价值,在于它有利于学生对科学本质的把握,培养学生优良的思想品德,树立正确的科学观、文化观、价值观、世界观和方法论,从而对提高学生的智力探险能力,将大有裨益。

综上所述,既然物理学史的本质在于科学属性与人文属性的统一,那么,推而广之,凡是自然科学史都具有科学与人文双重属性。因此,它是联结自然科学、科学社会学和人文学科的纽带,沟通科学文化和人文文化的桥梁。它对于培养学生文理兼通的综合素质,优化人才的知识结构,有着其他学科所无法替代的功能。

参考文献

- [1] 程民治,朱爱国.玻尔的“互补原理”和他的科学文化观[J].物理通报, 2009, (3): 51-54.
- [2] (丹麦)N.玻尔.尼尔斯·玻尔哲学文选[M].戈革,译.北京:商务印书馆,1999.
- [3] 程民治.杨振宁与科学美[J].安庆师范学院学报(自然科学版),2001(4): 63-66.
- [4] 劳厄.物理学史[M].范岱年,译.北京:商务印书馆,1978.
- [5] 李醒民.激动人心的年代[M].成都:四川人民出版社,1984.
- [6] 马克思恩格斯选集(卷1)[M].北京:人民出版社,1972.
- [7] 程民治,朱爱国.物理科学泰斗们的数学信仰[J].南通大学学报(社会科学版),2012, (2): 14-20.
- [8] 萨顿.科学的生命[M].刘兵,译.北京:商务印书馆,1987.
- [9] 程民治.试论20世纪崛起的物理科学学派[J].物理通报,2006(7): 50-53.

-
- [10] 程民治. 物理学史教学的作用与改革[J]. 现代物理知识, 1997(6): 26-28.
- [11] 申先甲, 张锡鑫, 祁有龙. 物理学史简编[M]. 济南: 山东教育出版社, 1985.
- [12] 程民治. 试论 20 世纪物理科学思想的进化[J]. 现代物理知识, 2000(2): 34-37.