

物理学家为什么应当学点历史

(中国科学院国家天文台 邹振隆 编译自 Matthew Stanley. *Physics Today*, 2016, (7):38)

正如物理学不是关于世界的事实清单一样，历史也不是人名录和编年表。它是一种强大有力而富有启发性的思维方式。

物理学中有些事不能很好地被物理学教育涵盖。它们凌乱粗糙，众说纷纭。物理学家常常不明白这些争议对科学本身的贡献，但历史可以提供帮助。科学史这一分支学科就是研究这种去粗取精的历程。科学史家的视角可以帮助物理学家理解自己工作的走向，给他们提供许多有用的工具。

物理学是社会性努力

研究由人来完成。人们来自不同的地域，物理学家和别人一样希望保家卫国。第一次世界大战期间，英国科学家拒绝同战壕另一边的德国同事谈话。战争结束后，德国人及其盟友正式被禁止参加国际科学组织。二战期间，对原子弹落入希特勒手中的恐惧，吓得盟国的物理学家们打开了核武器的潘多拉盒子。后来许多涉事科学家后悔自己的行为，但战争和民族主义是背后有力的推手。

物理学家在团组内工作。他们需要交谈。物理学是一种社会化的努力。思想和实验设备都在不断交换。在广义相对论的初期，若不与爱因斯坦或他的核心圈子直接接触，要精通这个理论是非常困难的。因为大战肆虐，罕有物理学家可以获得这种联系。只是在中立国荷兰的德西特与爱因斯坦个人接触，并把他的相对论技巧传递给英国的爱丁顿之后，广义相对论才广为人知。

物理学并非显而易见

教科书陈述的实验结果就像不言自明，理论证明也至多只需几页数学推演。但是，晶莹剔透的展示，隐含着大量的工作和得出结论前的混乱。从日心说到原子论的物理学史可以提醒我们，要证实现在看来如此明显的想法是多不容易。

复杂而不是简单性统治着科学的实践。通常需要极大的努力才能了解观察或理论的意义。教科书中的密立根油滴实验，是一个实验设计明确、理论解释有力的模型。然而，即使是浏览一下密立根的笔记，就可看出要做好这个实验有多困难(图1)。

大自然很少给出直接的答案。因此，科研人员有时需要摸索、试错和另辟蹊径。一旦可靠的结果到手，科学家们就往往淡化获取过程的艰辛。简单似乎比复杂更具说服力。但复杂往往更接近实际。通过艰难曲折而非灵机一动，得来的重大科学进展更加令人惊叹。

物理学的历史表明，解决一个问题通常可以有几种方法。量子电动力学从它的几个前身中脱颖而出，不是因为它有明显的优越性，而是因为戴森证明，费曼、施温格和朝永振一郎的重整化方法是等价的。即使是现在不可或缺的费曼图，第一次出现时也并非明显有益。多亏戴森大力倡导，这个新想法才被大家接受。

物理学需要多种人才

把复杂性变成良好的物理需要创意。热力学第二定律的制定和解释，在很大程度上归功于开尔文勋爵(图2)。但是，开尔文研究热力学时头脑并非白板一块。作为一个维多利亚时代的人，他关心热损耗和热机效率，作为探索宇宙热寂的宗教信徒，他觉得《旧约》圣诗第102篇承认天地将像衣服一样穿坏言之有理。在挑战现在归因于第二定律的令人费解现象时，个人背景给了他所需要的工具。把开尔文的工作与其德国同行比较，就可以看出他独特观点的重要性。这些不同的概念和方法相互作用，带来了我们的现代观点。

奇妙但最终有用的想法，往往

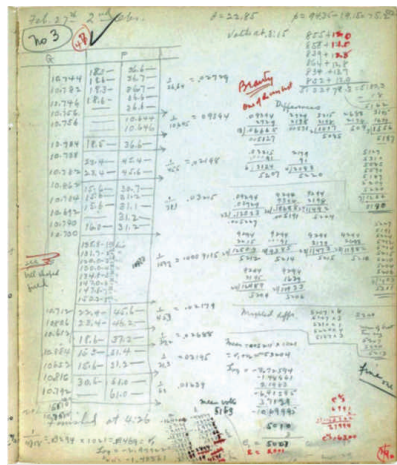


图1 密立根的实验笔记，每页都像这样塞满数据、计算、修正和偶尔的评论(加州理工学院档案)

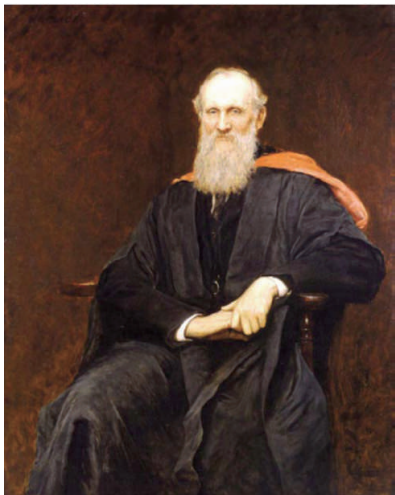


图2 开尔文勋爵(1824—1907)研究热力学的方法反映了他的宗教和工程背景(这幅画像作者是 Hubert von Herkomer)



图3 1975年成立于加州伯克利的基础物理组,宗旨是探索神秘主义和基础量子物理学(这里4个成员的照片由弗雷德·艾伦·沃尔夫提供)

来自与手边问题看似遥远的不同学科。麦克斯韦从历史学家那里学到了统计涨落的概念。粒子物理学家路易斯·阿尔瓦雷斯将他的同位素专业知识引入儿子沃尔特的地质学工作,并帮助解决了恐龙灭绝之谜。科学史表明,不同领域的科学家彼此对话是多么重要。

物理学并非一成不变

接受物理学未来将会改变,就是接受它过去也曾不同。人们通常倾向于假定事物过去和现在一样,但历史清楚地表明事实并不总是如此。

很少有人比爱因斯坦更倡导历史方法。作为一个年轻人,他阅读马赫的科学史著作,赞誉马赫教他如何批判性地思考科学原理:“历史和哲学背景的知识,”爱因斯坦写道:“使他得以摆脱束缚他那一代大多数科学家的成见。”他抱怨物理学家倾向于认为,目前公认的观点是天经地义。相反,他建议应学习这些想法的历史,理解其正确和适用的条件。这样,1905年还是一个专利局职员的他,会有胆量撞进一个新领域,并提出革命性的新理论。

历史教人批判性地思考已被接受的想法。大卫·凯泽的《嬉皮士如何拯救物理学》,是这种批判性思维如何涌现的最新例证。在二十世纪六七十年代,一些物理学家不满圈内的“闷声计算”文化(其中4人见图3)。他们感兴趣的是方程背后更深层的哲学意义。为了找到这种意义,他们致力于研究那个时代的神秘反主流文化和量子物理学的历史,从而鼓舞了对贝尔定理和量子纠缠更广泛的兴趣。由此可见,解放思想可以使人变得多么强大。

物理学研究没有定规

人们第一次接触科学史时往往感到震惊,科学的实践与他们在学校学得的按部就班的科学方法几乎没有相似之处。科学家们根本就没有遵循流程固定的解题系统。他们研究的起点有时是一个假设,有时是一个新颖的观察,有时是原本简单的实验中一个奇怪的反常现象。爱因斯坦本人在晚年反思,科

学家必须是“大胆的机会主义者”,要采用和变换各种办法来应对新的挑战。

科学家并不墨守成规,而是用掌握的证据工作,并对之做出最佳解释。来看看理论由相反的观察否定这一论断。19世纪初,天王星的轨道似乎与牛顿引力理论不符。一种反应是宣布牛顿理论垮台。当然很少有人这样做。问题更容易的解答是,有一颗新的行星(海王星)隐藏在黑暗中。因此似乎很明显,稍后水星轨道的反常也应以同样方式说明。为再次拯救牛顿引力理论,天文学家搜索隐藏在太阳光辉之中的另一颗行星(祝融星),却一直未获成功。最终爱因斯坦提出,水星的轨道异常是放弃牛顿理论、支持自己理论的一个绝佳理由。

有时不符观测是放弃一个理论的好理由,有时为挽救理论却值得发明一个新的实体。不同的情况需要不同的方法。物理学家通常有做出自己选择的理由,但他们需要承认这些选择的难度和复杂性。

结语

学习科学史能让科学家接受新思维方式的洗礼,促使他们重新审视已有的知识。此类智力的灵活性对于任何学科都必不可少,但它对像物理学和其他科学那样有影响力 and 权威性的领域尤为重要。

有人担忧研习这样的故事将分散注意力,减少科学教学或定量研究的时间。一个好办法是将历史融入教学和思考。这样做将使物理专业人员和物理学家成为更好的世界公民,并帮助吸引尖子学生从事科学事业。即使对于非科学专业的人员,科学史也是提高他们科学素养和接受科学理念的绝佳方式。