

# 在物理学及其史学研究中 叱咤风云的科学大师

程民治 朱爱国

(安徽巢湖学院物理与电子科学系 238000)

20 世纪的物理学界，可谓是英雄辈出，群星璀璨。科学精英们均在各自所选择的学科领域中，不畏艰难、默默奉献，各显神通、功成名遂。在给人类创造了高度的物质文明的同时，也给人类留下了丰富的精神遗产，甚至其中还包括一些教益匪浅的人生启示。本文将拟就这个问题，作一论述。

## 1. 三位物理学大师别树一帜的研究硕果

众所周知，在物理学家当中，绝大多数的人往往都是将自己的主要精力，专注于理论物理或实验物理的某个领域，进行潜心研究、刻苦攻关。最终因其在理论创新，或科学发现，或技术发明方面，获得突破性的进展、业绩卓著而一举成名，甚至有的人还摘取了诺贝尔奖的桂冠。而对于物理学的发展脉络所涉及的人和事，却很少顾及，或关注了却不作深入地探讨。因此，他们只称得上是纯粹的物理学大师。但是，在我们的研究中还惊喜地发现，另有为数不多的人，集物理学家与物理学史家于一身。他们在为物理学的发展作贡献的同时，也为物理学史的发展而呕心沥血、奋斗不止；在进行物理学研究的同时也进行物理学史的

研究，在撰写物理学论文、专著的同时也撰写出物理学史的论文与专著。其中庞加莱 (Jules Henri Poincaré, 1854 ~ 1912)、劳厄 (Max von Laue, 1879 ~ 1960) 和派斯 (Abraham Pais, 1918 ~ 2000)，就是这少数人中的杰出代表，现分述如下：

### 1.1 理性科学的活跃智囊——庞加莱

庞加莱是法国著名的数学家、天文学家、物理学家和科学哲学家。他虽然仅活了 58 岁，但凡在他所涉猎的诸多领域中，都是硕果累累有着重要的建树，他一生共发表了将近五百篇论文和三十多本专著。这一切使他成为世界上最有智慧、最具影响的科学家之一，也使他赢得了法国政府所给予的一切荣誉，以及其他国家的奖赏。20 世纪凡是熟悉他工作的人，都称赞他为“理性科学的活跃智囊”、“起统帅作用的天才”、“本世纪初唯一留下的全才”。

在天文学方面，庞加莱以三体问题、旋转流体质量的平衡形状、宇宙演化假设等问题的研究而遐迹闻名。在物理学方面，其中最突出的贡献是他于 1906 年发表的《论电子的动力学》一文，已经为新力

学的创立作出了极有远见的论断。在这篇杰作中，庞加莱用一个关于引起电子形变的外压力的假设，补充了运动电子的纵向收缩假说。但在问题的数学分析部分，他走得非常远，在某些方面比爱因斯坦的工作做得还要深入透彻。他引用了洛伦兹变换，把它同伽利略变换进行了对比，并提出了物理方程相对于洛伦兹变换的协变性问题。庞加莱指出，洛伦兹变换形成四维流形中的一个群。他把时间乘上一个虚数单位，于是得到一个四维的时空连续系统，在这个连续系统中，时间坐标和空间坐标起着同样的作用，它们以一种对称的方式进入四维的几何关系中。庞加莱将洛伦兹变换看成四维时空中的转动，他写出了这种变换下的不变量——四维时空间隔。由此可见，庞加莱已经在多么高的水平上建造了相对论的脚手架。诚如后来爱因斯坦在一封信中所说：“毫无疑问，要是我们从回顾中去看狭义相对论的发展的话，那么它在 1905 年已到了发现的成熟阶段。洛伦兹已经注意到，为了分析麦克斯韦方程，那些后来以他的名字而闻名的变换是重要的；庞加莱在有关方面甚至更深入钻研了一步。”令人遗憾的是，由于深受

绝对时空观念的束缚，庞加莱未能将已经出现的新思想更提高一步，作出根本性的理论突破。

庞加莱之所以能为狭义相对论的创立搭建如此高水平的脚手架，乃是由于他不仅深谙物理学的历史和现状，而且对它的未来也具有惊人的预见能力。他在于1905年出版发行的《科学价值》一书中，以“数学物理学的历史”和“数学物理学的将来”两个章节的篇幅，回顾了数学物理学所走过的历程。列举和分析了19~20世纪之交诸多新的实验事实与经典物理学之间的尖锐矛盾；并将物理学的发展划分为三个阶段，即中心力物理学阶段和原理物理学阶段，以及原理物理学所面临的严重危机即将进入的新力学阶段。庞加莱形象地比喻说，物理学的这种进化“正如甲虫脱壳一样，撑破了它狭小的外壳，换上了新的表皮，在新的表皮之下，人们能够认出甲虫保留下来的机体的本质特性。”于此同时，庞加莱还归纳出了关于物理学危机的五个基本观点。旗帜鲜明地批判了“绝对的怀疑论”、“科学破产”之类的错误观点；预示了新力学的大致图景；对科学的前途深表乐观。不久，庞加莱又在为他的著作的英译本所撰写的“序言”中，更进一步指出：物理学危机标志着物理学处于“革命的前夜”，处于“一个更为重要的时刻”。他还认为：“力学必须让位于一个较为广泛的概念，这个概念将能解释力学，而力学却不能解释这种概念。”

## 1.2 一代伟大的科学宗师——劳厄

德国著名的物理学家劳厄不

仅因发现X射线在晶体中的衍射而成了1914年度的诺贝尔奖得主，而且这项举世瞩目的伟大成果，对后来物理学的发展产生了极其深远的影响，劳厄因此被人们尊称为一代伟大的宗师。这项成果所产生的“链式反应”主要体现在：一是它证实了X射线本质上就是一种波长很短的电磁波，即“X光”；二是它再次论证了晶体中空间点阵的存在，确定了原子在晶体空间点阵中的位置，并获得了许多宝贵的有关资料；三是从狭义上讲，因它而诞生出了两门崭新的科学——X射线晶体学（这和布拉格父子的贡献也息息相关）和X射线波谱学（这是与亨利·布拉格、德布罗意等人以来一脉相承的工作）；四是从广义上说，它足足影响了整个有关固体的一切学科领域，如固体物理学、矿物学、冶金学、分子生物学，等等。甚至还波及了1953年DNA双螺旋结构模型的诞生。

与此同时，劳厄一生还发表了200多篇学术论文，先后出版了《伦琴射线的干涉现象》（与他人合作）、《伦琴射线干涉》、《关于X射线干涉的发现》等几本科学著作。

劳厄于1947年出版的不朽之作《物理学史》，同样也如实地再现了他通过对物理学数个重要分支研究活动的亲身实践所逐步拥有的渊博的理论与实验知识；同时也充分反映了劳厄的唯物主义世界观，因为在该书中，他总是一再用物理学史的事实，来论证物理学知识的客观真理性。

在这本书中，劳厄以20世纪初到40年代这段历史为期限，着重“写那些对今天的物理学来说是

比较重要的一些观念和知识的起源与变化。”即“用现代的观点来编写物理学史”。全书共分14章，按其编排序列包括：时间的量度，力学，引力和超距作用，光学，电和磁，物理学的参照系，热学的基础，能量守恒定律，热力学，原子论，原子核物理学，晶体物理学，热辐射，量子物理学。另外，该书还涉及了物理学分别与生产技术、与哲学、与社会政治、与其他学科的关系，物理学中理论与实验的关系和物理学中各个分支之间的关系等问题。

特别值得一提的是，该书不仅以客观真实、新颖丰富的素材和生动通俗的语言，而且还以所描写的人物为中心并以这些人物的伟大发现为主线，公平、公正地展示了当时整个物理学的发展脉络。这样的典型案例书中比比皆是，在此不再赘述。

劳厄的物理学史一经出版，立即在整个科学界引起了巨大的反响，很快就被翻译成多国文字，成了全球范围内的一本畅销书。我们姑且不论普通相关的专业人员读了它，都为之深入浅出、朴实无华的论述，以及所蕴涵的哲学意味而深感获益匪浅。就连那些大师级的科学精英，也为之震撼和拍案叫绝。例如爱因斯坦在读了劳厄寄给他的这本书后，立即回信告诉劳厄说：“我怀着极其喜悦的心情阅读你的《物理学史》，它巧妙地大量次要的东西中突出了最重要的东西。书中的某些历史细节对我来说是新鲜的”，“从历史上对思想的发展进行的研究，依我看，具有永恒的价值”，“应该祝贺，有一位如此

透彻地考察发展史的人，他从文学家和文学商人的笔下拯救了人类思维史的写实，并把人类思维史作为一部除垢删繁的伟大戏剧揭示了出来”。

### 1.3 理论物理学家兼史学家——派斯

美籍荷兰人派斯是一位杰出的理论物理学家和科学史家。首先，是因为他在基本粒子物理学领域作出了不少第一流的研究工作。如果将其作一简要的归纳，可分为：其一，他所确立的新粒子“协同产生”的经验规则，后来导致了一个新的量子数——奇异数的产生；其二，他所参与提出的两种中性K介子的混合和再生，实质上是从一个全新的角度，体现了量子力学中的态叠加原理，在派斯等人卓有成效地处理了中性K介子系统之后，仅过了数年，就相继出现了分别用卡比玻(Nicola Cabibbo)角和温伯格(Steven Weinberg)角所描写的粒子混合。乃至不久科学家还找到了“中性K介子混合在原子物理学中的翻版——量子拍，这是粒子物理学对原子物理学反哺的一个非常典型的例证。”其三，G宇称的提出和关于SU(6)对称性破缺的研究，等等。

其次，是自20世纪70年代开始，派斯又将其探索的目标转向物理学史的研究。他的主要著作有：两部《爱因斯坦传记》、一部《玻尔传记》和一部科学史巨著《基本粒子的物理学史》。

在史学研究中，派斯以一个理论物理学家所富有的高深造诣、敏锐而深邃的洞察力，对其间所发生的许多历史事件，发表了他独特的见解，并用他那直白、朴实、简

明和生动的语言加以描述。在派斯的著作中，并没有将物理学的日趋完善描写成一个一帆风顺的过程，而是实事求是地反映了其间所存在的迷惘和过失、所受到的挫折与所走过的弯路。即使是对爱因斯坦和玻尔这样他所敬仰和爱戴的物理学家，派斯也会毫不留情地指出他们的不足和失误之处。例如，在玻尔的传记里，他既客观如实地写出了玻尔的几次颇为影响的重大过失（其中两次是试图否定能量守恒定律），又列举出了哥本哈根阵营中的一些权威人物对玻尔的不满之词。其中有：狄拉克否认在创立自己的自由粒子方程中受到过玻尔的直接影响；泡利对玻尔在 $\beta$ 衰变中能量不守恒假设提出过尖锐的批评，等等。甚至派斯还评论说，费米幸好“没有在玻尔的轨道上运行”，否则他不可能作出划时代的伟大贡献，即用量子场论成功地处理了 $\beta$ 衰变理论。

派斯于1986年出版的那本《基本粒子物理学史》，更是一本最有价值的脍炙人口的绝妙之作。正如杨振宁所指出的：“它无愧于被称为关于20世纪微观物理学的一本‘不朽的著作’。”全书共分两个部分：第一部分介绍的是粒子物理学诞生史，论述了19世纪末X射线和放射性现象的发现；第二部分讲述了人们对物质微观结构的认识不断深入、充实和完善的历史行程，具体介绍了从第二次世界大战之后到20世纪80年代中期弱玻色子W和Z的发现。派斯独具慧眼、别开生面，在这部书中强调的某些观点之新颖、精湛，是在其他史学出版物中难以寻觅的。例如，《基本粒子物理学史》对于放射性衰变

指数定律发现史的描述，派斯另觅途径，一改传统的做法，即不是就事论事地单独叙述这一定律的创立过程，而是将它与其他历史事件并放在一起，通过比较分析，突出了该定律的发现是对于当时传统观念的强有力冲击。从而使卢瑟福的这一伟大创举的历史意义，得到了应有的足够完整的评价。此外，在全书的字里行间，还不时地渗透出丰富而耐人寻味的哲学意蕴。例如，派斯在该书“简单性的陷阱”一章中提到，物理学理论的简单性既是必不可少的灾难，又是不必要的祸害的见解，这一深奥的洞见的确发人深省，让人回味无穷。

### 2. 三位大师辉煌的科学人生留下的启示

毋庸置疑，上述三位科学大师坚持将物理学及其史学研究两手抓的卓越人生，必然使后继者以及物理教育工作者深刻地领悟到：只有这种融物理学和科学史于一炉的研究风范，才能在促进物理学史向物理学中渗透和拓展的同时，又确保了物理学史与物理学研究做到同步进行、同步发展。此举不仅改变了物理学史研究滞后于、不适应于物理学发展的落后状况，而且开拓了物理学史研究的新局面。同理，既然物理学的进化和物理学史的发展之间，存在着双向互动性，那么这就必然会启发人们在物理学教育的实践活动中，也应力求做到使其“教学内容”与“相关史料”得到有机、巧妙、完美的结合，因为选择这样的授课方式，一定会取得事半功倍的教学效果。

与此同时，三位大师如上所述的科研风范，还给了我们这样两点极为宝贵的启示：一则鉴于“物

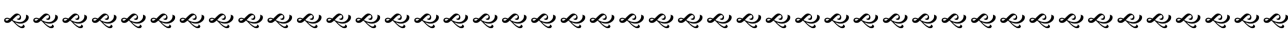


理学史所固有的科学属性与人文属性”，这就决定了在他们3人各自出版的关于科学史方面的杰作中，无一不充分展示出其作者所拥有的渊博的物理学知识，以及厚实而高超的人文素养；二则物理学史所具备的科学与人文双层属性，又表明了它潜藏着科学创新的意蕴及其在科学教育中有着重大的价值。难怪法国著名的科学家兼科学史家皮埃尔·迪昂（P. Duhem）指出：“科学史不仅在物理学理论的建构和完善……中发挥其功能，而且物

理学方法本身也离不开科学史的指导。……它有助于评价真理，避免重蹈谬误的覆辙，在新时期重用旧方法或复兴旧理论。”钱三强先生也说得对：“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。”

如此可见，以上三位先师的治学风范，对于培养和造就既具有人文素质、又具有科学素质的创新型人才，有着极其深远的意义。这就

为从事高等院校物理学教育专业乃至其他科学教育专业的广大同仁，树立了一个光辉的典范，提供了一个值得借鉴的、最佳的科研活动与教学实践的模式。让我们发扬只争朝夕的精神，在当今举国上下大学校园内所掀起的这场波澜壮阔的教育改革浪潮中，效法先师、更新理念；努力奋斗、拼搏进取。为促进我国由“高等教育大国向高等教育强国”的转变，贡献出自己毕生的精力。



## 科苑快讯

### 自动测定星系形态新方法

星系的形态结构与其形成历史密切相关。概括地说，漩涡星系的盘结构是经吸积气体形成恒星由内而外增长形成；漩涡星系的并合会瓦解盘，导致形态不规则，并最终形成椭圆星系。星系并合在星系质量增长、形态重塑、星暴激发、中心黑洞吸积等方面扮演非常重要的角色，是驱动星系形成和演化的关键物理机制之一。普查宇宙不同阶段星系的形态特征和并合事件发生频率，及如何随时间演化，是理解星系结构起源的关键，也是当前河外天文学的核心研究目标之一。随着天文大数据时代的来临，大规模多色深度图像巡天使得全面细致研究近邻和遥远宇宙中各类星系的形态结构成为可能。

中国科学院紫金山天文台的星系研究团队发展出一套能够自

动测定星系形态的新方法，尤其适于证认具有潮汐不对称结构的并合星系。这一方法的核心是把一个星系分成等亮度的内部和外围两部分，对星系外围部分测定其不对称度  $A_0$  和其“质心”相对内部区域“质心”的偏离度  $D_0$  两个形态参数；星系形态越不规则，其  $D_0$  和  $A_0$  两参数越大，因而可以将具有不同形态的星系区分开。与已有的 CAS 和 Gini-M20 方法相比，此方法避开星系中心高面亮度区域的影响，对探测低面亮度的纤细子结构更为敏感。基于 GEMS 巡天的哈勃空间望远镜高分辨图像数据对 764 个红移  $0.35 < z < 0.9$  的星系组成的完备样本测定形态参数，证实样本星系在  $D_0$ - $A_0$  参数空间分布成单一序列：统计而言，椭圆星系和盘星系等形态规则星系与并合星系等形态不规则星系分布在此序列不同位置上。与国际上的同类方法比较，这一方法在证认并合星系，特别是有潮汐尾等特殊不对称结构的

星系方面最为有效。这一研究成果发表在美国 ApJ 期刊上。

“国际上的欧几里得（EUCLID）计划和大型综合巡天望远镜计划（LSST），和国内已列入规划的南极昆仑站暗宇宙巡天望远镜计划（KDUST）等耗资巨大的巡天项目将会提供 PB 量级的天文科学数据。如何有效地利用大数据开展科学研究将是天文领域面临的一个难题。”研究工作负责人郑宪忠研究员说，“我们发展的新方法是面向这些巡天计划的大数据，可以开展超大样本的星系形态测量，探索星系结构的起源。这也是为我国自己的南极 KDUST 巡天计划的科学产出提前做些准备。当然，还需要更多的努力来发展相关的自动计算分析方法，迎接大数据时代的挑战。”

（摘编自中国科学院网站：[http://www.cas.cn/ky/kyjz/201405/t20140513\\_4119711.shtml](http://www.cas.cn/ky/kyjz/201405/t20140513_4119711.shtml)，2014年5月14日）