

〔法〕彭加勒 著

李醒民 译

● 现代文化丛书

科学的价值



光明日报出版社

现代文化译丛

科学的价值

[法]昂利·彭加勒 著

李醒民 译

石雷 校

光明日报出版社

702-413
Jules Henri Poincaré
The Foundations of Science
Authorized Translation by G.B. Halsted
The Science Press, New York, 1913

根据纽约科学出版社1913年版译出

科学 的 价 值

〔法〕彭加勒 著

李醒民 译

光明日报出版社出版

新华书店北京发行所发行

国防大学第二印刷厂印刷

开本 850×1168毫米 1/32 印张 17.25 字数 433千字 插页 2

1988年5月北京第一版 1988年5月北京第一次印刷

印数 1—15,000册

ISBN 7—80014—109—8 / B · 0664

定价：4.65元

中 译 者 前 言

朱尔·昂利·彭加勒(Jules Henri Poincaré, 1854—1912)是法国著名的数学家、天文学家、物理学家和科学哲学家,他以其出众的才华、渊博的学识、广泛的研究和杰出的贡献而遐迩闻名,赢得了国际性的声誉。

昂利·彭加勒1854年4月29日生于法国南希(Nancy)。他的父亲是一位第一流的生理学家兼医生、南希医科大学教授。他的母亲是一位善良、机敏、聪明的女性。他的叔父曾升迁为国家道路桥梁部的检查官。他的堂弟雷蒙·彭加勒(Raymond Poincaré)曾几度组阁,出任总理兼外交部长,并于1913年1月至1920年初任法兰西第三共和国第九届总统。

昂利·彭加勒自幼受到良好的家庭教育,很早就对自然历史和经典名著表现出极大的兴趣。十五岁时,他深深地爱上了数学。1872年到1875年,他在巴黎高等工业学校学习。从该校毕业后,年方二十一岁的彭加勒又进入国立高等矿业学校深造,打算作一名工程师,但一有空,他就劲头十足地钻研数学,并在微分方程一般解的问题上初露锋芒。1879年8月1日,他由于这个课题的论文获得数学博士学位。在煤矿见习期间,他虽然具有一个真正的工程师的勇气,但是这个职业与他的志趣不相投。在得到博士学位四个月後,他应聘到卡昂(Caen)大学作数学分析教师。两年后,他升迁到巴黎大学执教。除了在欧洲参加科学会议和1904年应邀到美国圣路易斯(San Luis)博览会讲演外,他一生的其余时间都

是在巴黎大学度过的。

彭加勒是一位杰出的科学开拓者和敏锐的思想家。他在数学、天文学、物理学和科学哲学等领域都有开创性的贡献和重要建树。在短暂的一生里(他仅活了五十八岁),他却写了将近五百篇科学论文和三十部专著,其中还不包括颇受欢迎的科学哲学著作和趣味盎然的科普著作(为此他被认为是法国的散文大师)。这一切,使他成为当时世界上最有智慧、最有影响的科学家之一。他被熟悉他的工作的人誉为“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”。

科学上的巨大成就使彭加勒赢得了法国政府所能给予的一切荣誉,也赢得了英国、俄国、瑞典、匈牙利等国的奖赏。1887年,他被选为巴黎科学院成员,1906年当选为巴黎科学院主席。1908年,他被选为法国科学院院士,这是一个法国科学家所能得到的最高荣誉。

彭加勒是一位堪与高斯(C.F. Gauss)媲美的大数学家。可以说,十九世纪数学的发展一开始就在数学巨人高斯的身影笼罩之下,而后来却在同样一位数学大师彭加勒的支配之中。彭加勒被认为是十九世纪末和本世纪初的数学主宰,是对数学和它的应用具有全面知识的最后一个人。彭加勒在数学的四个主要部门——算术、代数、几何、解析——中的成就都是开创性的,尤其在函数论、代数几何学、数论、代数学、微分方程、代数拓扑学等分支都有卓越贡献。彭加勒说过,数学家具有两种截然相反的倾向。有的人具有不断扩张版图的兴趣,在攻克某个难题后,便抛开这个问题,急着出发进行新的远征。另外的人则专心致志地围绕这个问题,从中引出所有能够引出的结果。彭加勒本人则属于前一种类型。法国数学家、彭加勒的传记作家达布(G. Darboux)谈到

彭加勒这一特点时说：“他一旦达到绝顶，便不走回头路。他乐于迎击困难，而把沿着既定的宽阔大道前进、肯定更容易到达终点的工作留给他人。”

在天文学方面，彭加勒的主要工作有三项：旋转流体的平衡形状(1885年)；太阳系的稳定性，即 n 体问题(1899年)；太阳系的起源(1911年)。彭加勒在这些问题上的解决方法在当时十分先进，以致于在四十多年后，还没有几个人能够掌握他的锐利武器。他的早期研究成果汇集在专题巨著《天体力学的新方法》(三卷本，1892、1893、1899年)中，这部巨著被认为是开辟了天体力学的新纪元，可与拉普拉斯(P. S. M. de Laplace)的《天体力学》并驾齐驱。接着该书的是另外的三卷著作《天体力学教程》。稍后又有讲演集《流体质量平衡的计算》和一本历史批判著作《论宇宙假设》。达布在评价彭加勒的这些工作时说：“在五十年间，我们生活在著名德国数学家的定理上，我们从各个角度应用、研究它们，但是没有添加任何基本的东西。正是彭加勒，第一个粉碎了这个似乎是包容一切的框架，设计出展望外部世界的新窗户。”

彭加勒讲授物理学达二十年以上，结果使他成为理论物理学所有分支的第一流专家。他特别偏好光理论和电磁理论，研究了三维连续统的振幅，弄清了导热问题以及势论方面的电磁振荡问题，论证了狄利克雷原理。值得指出的是，彭加勒对物理学革命作出了直接贡献。由于他的建议，客观上促成贝克勒耳(H. Becquerel)于1896年发现了放射性。是他的推动，使洛伦兹(H. A. Lorentz)于1904年提出了完整的经典电子论。彭加勒是相对论的先驱。早在1900年之前，他就掌握了建造相对论的必要材料：他于1895年第一个提出尝试性的建议，认为象相对性这样的原理应该是必要的；1898年，又是他第一个讨论了假定光速对所有观察者

都是常数的必要性，同时还讨论了用交换光信号确定两地同时性的问题。他在1904年还惊人地预见了新力学的大致图象。尤其使人赞叹的是，在1904年后期到1905年中期，彭加勒给洛伦兹写了三封信，其中在第三封信中完成了洛伦兹变换形成一个群的证明。这三封信的思想后来写在“论电子动力学”(1905年6月5日发表了缩写本，全文于1906年发表。需要说明的是，爱因斯坦的狭义相对论文是1905年9月发表的)一文中，为了在具有确定的正规度 $x^2+y^2+z^2+\tau^2$ ($\tau=ict$)的“四维空间”中运用不变量理论，他首次引入了虚时间坐标。这正是闵可夫斯基(H. Minkowski)1908年把狭义相对论数学化的思想精髓。

1911年的索耳未(Solvay)物理学会议使量子论越出了德语国家的国界，大大激励了彭加勒的敏锐思想，促使他在临终前的半年时间内，以难以置信的毅力和速度从事这项困难的研究，写出了长篇专题论文和一篇评述性文章。这在学术界(特别是在英国学术界)产生了很大影响，在量子论的传播和发展中作出了新贡献。此外，彭加勒在二十世纪开头就洞察到物理学危机，并对它进行了系统的分析和论述。他认为，物理学危机是物理学发展的必经阶段，它预示着一行将到来的变革，是物理学革命的前夜，因此它是好事而不是坏事。他正确地指出，要摆脱危机，就要在新实验事实的基础上重新改造物理学，使力学让位于一个更为广泛的概念。他一再肯定经典理论的固有价值，针锋相对地批判了“科学破产”的错误观点，对科学的前途充满信心。这些看法，对物理学家清醒地认识物理学面临的大变革形势，澄清一些风靡一时的糊涂观念不无裨益。

彭加勒对科学和数学的哲学意义一直怀有浓厚的兴趣。他于1902、1905和1908年先后出版了《科学与假设》、《科学的价值》和

《科学与方法》。在他逝世后的第二年，勒邦(Le Bon)集其遗著，编辑出版了《最后的沉思》(1913年)，这是彭加勒所期望的第四本科学哲学著作。彭加勒的这些著作被译成英、德、俄、西班牙、匈牙利、瑞典、日、中等文字，几乎传遍了整个文明世界。

在科学哲学上，彭加勒继承了马赫(E. Mach)和赫兹(H. Hertz)的传统，汲取了康德(I. Kant)的一些思想，并通过对他的科学研究实践的总结和对当时科学成就的深思，提出了不少富有启发性的新思想。彭加勒是约定主义的创始人，他本人是一位温和的约定主义者。他承认科学的目的是寻求真理，即使科学原理(有别于定律)也要由实验来最终裁决，因为实验是真理的唯一源泉。他充分肯定了科学的固有价值，认为科学发展具有连续性和继承性，在科学理论的更迭中，真关系将通过溶化在更高级的和谐中而得以保留。这完全是科学实在论者所持的观点。彭加勒通过对科学的哲学反思看到，无论是康德的先验论，还是马赫的经验论，都不能说明科学理论体系的特征，为了强调在从事实过渡到定律以及由定律提升为原理时，科学家应充分享有发挥能动性的自由，他提出了约定主义。彭加勒认为，在数学及其相关的学科中，可以看出自由约定的特征。约定是我们精神自由活动的产品。我们在所有可能的约定中进行选择时，要受实验事实的引导；但它仍是自由的，只是为了避免一切矛盾起见，才有所限制。约定主义既要求摆脱狭隘的经验论，又要求摆脱先验论，它反映当时科学界自由创造、大胆假设的要求，在科学和哲学上都有其积极意义。彭加勒的约定主义和马赫的经验主义是逻辑经验主义兴起的哲学基础，因此彭加勒理所当然地被认为是逻辑经验主义的始祖之一。彭加勒也是一位热情的理性主义者和高远的理想主义者。

彭加勒对科学方法论问题也有专门研究。关于假设、科学美、简单性原则、事实的选择、直觉与发明创造，他都有精彩的论述和独到的见解。彭加勒还兴趣十足地探讨了物理学理论的形式和系统的特点，也涉及到发明的心理学方面的问题。在数学哲学上，彭加勒在发现了数学悖论的情况下复活了直觉主义，并且形成了广泛的运动，他的立场使他成为数学直觉主义学派的先驱。他批判了罗素(B. Russell)、皮亚诺(G. Deano)等人为代表的逻辑主义和以希尔伯特(D. Hilbert)等人为代表的形式主义，但也不是完全排斥它们。

毋庸讳言，彭加勒的科学哲学思想并非完美无缺，但是确有许多东西值得借鉴和汲取。我们相信，聪明的读者肯定会以公允的态度正确对待这一历史遗产。在这里值得指出的是，彭加勒是一位学识渊博的科学家，他在论证自己的哲学观点时，不仅大量引证了他所精通的数学、物理学、天文学方面的材料，而且也旁及化学、生物学、地质学、生理学、心理学等领域，他所掌握的材料丰富绝非纯粹哲学家所能企及；同时，他也是一位具有哲学头脑的科学家，他研究、探索的问题，往往超出了一般科学家的视野。由于他具有如此优越的条件，所以在他的有关论述中，不时迸发出令人深省的思想火花，其中有些论点可以当之无愧地列为人类的思想财富。难怪爱因斯坦称他为“敏锐的深刻的思想家”。

1912年7月17日，彭加勒在久病之后，因栓子(堵塞血管使血管发生栓塞的物质)而十分突然地去世了。在茫茫的夜空中，一颗“智多星”陨落了！这颗“智多星”曾发出了他所能发生的熠熠光亮，即使在坠入大地之前，也要把最后一道余光毫无保留地奉献给人间。1912年初，彭加勒还在思考一个新数学定理，这就是把

狭义三体问题周期解的存在归结为平面的连续变换在某些条件下不动点的存在问题。他感到自己没有精力彻底解决这个问题了，便一反通常的习惯，把这篇“未经深究和修改的论文”寄给《数学杂志》请求发表，希望它能把他引入“引到新的、未曾料到的路线上”。同年春，彭加勒再次患病，但他还是顽强地工作着。4月，他在法国物理学会的一次讲演中又谈到他冥思苦想的量子论问题，他要求人们不要为推翻根深蒂固的旧见解而烦恼。在当月发表的评述性文章中，他明确指出：“把不连续引入自然定律”，“这样一个非同寻常的观点能够成立”，“自牛顿以来，自然哲学所经历的最引人注目的革命可能就在其中”。他甚至大胆地猜测，量子跃迁也适合于宇宙万物，宇宙会突然地从一个状态跃迁到另一个状态，但是在间歇期间，它依然是不动的。宇宙保持同一状态的各个瞬时不再能够相互区别开来，这将导致时间的不连续变化，即时间原子(atom of time)。临终前三周，即1912年6月26日，彭加勒抱病在法国道德教育联盟成立大会上发表了最后一次公开讲演。他说：“人生就是持续的斗争”，“如果我们偶尔享受到相对的宁静，那正是我们先辈顽强地进行了斗争。假使我们的精力、我们的警惕松懈片刻，我们就将失去先辈为我们赢得的成果。”他还指出：“强求一律就是死亡，因为它对一切进步都是一扇紧闭着的大门；而且所有的强制都是毫无成果的和令人憎恶的。”彭加勒的一生就是自由思考、持续斗争的一生。

可是，彭加勒本人及其思想曾被不少人误解和曲解。长期以来，在苏联、东欧、日本和我国的许多出版物中，彭加勒竟被描绘成在科学史上“兴风作浪”的反面人物，他就¹³哲学问题所发表的见解也被斥之为“唯心主义的胡说”，“任何一句话都不可相信”。

当我们用事实·拭去他脸上厚厚的油彩和尘埃时，难道不应该作一点历史的沉思吗？

本书是依据《科学与假设》、《科学的价值》和《科学与方法》的英译合集《科学的基础》(1913年)译出，分别根据法国巴黎Ernest Flammarion 出版社1920年、1905、1922年的三个法文版本进行校对。在翻译过程中，译者参考了商务印书馆二、三十年代出版的中译本以及日译本。

值得指出的是，美国数学家霍尔斯特德(G. B. Halsted)的英译合集《科学的基础》(*The Foundations of Science*, 1913)忠实地再现了彭加勒原著的思想精髓和写作风格，它是经彭加勒首肯的权威性译本。这便给中译者的再创造(凡是真正从事过名著翻译的人都有这样的体会：翻译决不是机械式地转录或复制，在某种意义上，它是一种创造性的精神活动)提供了坚实的立足地和良好的出发点。但是，由于彭加勒本人思想博大精深，论述言简意赅，遣词刻意求工，行文灵活幽默，这就给翻译工作带来相当大的困难。“文犹质也，质犹文也。虎豹之鞶犹犬羊之鞶”。由于译者水平有限，加之又是在研究过程中断断续续译出的(原拟作为三本书分别出版)，因此把虎豹之皮弄成犬羊之皮的事恐怕在所难免，企望读者不吝批评指正。

在本书的翻译和出版过程中，译者得到许良英、高崧、吴僑深、黎鸣等同志的支持和鼓励，在此一并致谢。

李醒民

一九八五年深秋于北京友谊宾馆

• 关于这方面的详细材料，请参见李醒民：“昂利·彭加勒——杰出的科学开拓者和敏锐的思想家”，《自然辩证法通讯》，1984年第3期。

作者为英译本所写的

序 言

我十分感谢霍尔斯特德博士以流畅的、忠实的译文，把我的著作如此完美地呈现在美国读者面前。

众所周知，这位学者已经不辞劳苦地翻译了欧洲的许多论著，从而为新大陆了解往昔的思想作出了卓有成效的贡献。

一些人喜欢喋喋不休地议论，盎格鲁撒克逊人 (Anglo-Saxons) 与拉丁人 (Latins) 或德意志人 (Germans) 的思维方式迥异；他们以截然不同的方式理解数学或理解物理学；这种方式似乎使他们优于其他一切人；他们没有感觉到需要改变它，他们甚或不知道其他人的思维方式。

在这方面，他们无疑错了，但是我不认为那是对的，至少那不再是对的。一个时期，英国人和美国人比以往更多地致力于比较深入地了解，人们就欧洲大陆想了些什么、说了些什么。

确实，每一个人都会维护自己的独特才干，假定反其道而行之，而这样的事又是可行的话，那就太可怜了。如果盎格鲁撒克逊人希望成为拉丁人，他们至多永远只不过是拙劣的拉丁人；正如法兰西人力图模仿盎格鲁撒克逊人，结果只能是东施效颦而已。

英国人和美国人已经作出了唯有他们才能够作出的科学征

服；他们还将作出其他人无法作出的科学征服。因此，假若不再有盎格鲁撒克逊人，那就未免太可悲了。

但是，欧洲大陆人也按照他们的职责作出了英吉利人无法作出的事情，从而双方都没有必要希望全世界盎格鲁撒克逊化。

人人都具有自己的独特能力，这些能力是五花八门的，科学协作的确类似于四重奏，每个人都想拉小提琴。

可是，对于小提琴手而言，要是他知道大提琴正在演奏什么，这并不是什么坏事，反过来也是如此。

实际情况是，英国人和美国人正在越来越充分地了解这一点；由此看来，霍尔斯特德博士所从事的翻译工作是适逢其时的。

首先考虑一下，数学科学关心的是什麼。人们每每说，英国人只是出于他们的实用才培育数学，甚至说他们鄙视那些怀有其他目的的人；过分抽象的思索所具有的形而上学气味使他们大为反感。

即使在数学中，英国人也总是从特殊达到一般，以致于他们从未象许多德国人所作的那样，经由集合论的大门获得成为数学组成部分的观念。可以这样说，他们始终坚持认为，人们要立足于感觉世界，永远也不要烧毁使他们与实在保持联系的桥梁。因此，他们没有能力理解，或者至少是没有能力欣赏某些比功利主义理论更为有趣的理论，例如非欧几何学。照此看来，这本书的头两编，即论述数和空间的两编，对他们来说也许是言之无物，只会使他们迷离惶恍。

但是，情况并非如此。首先，他们象人们所说的那样，是毫不妥协的实在论者吗？我没有就形而上学，至少没有就形而上学最重要的东西说他们顽固不化吗？

请回想一下贝克莱(BerKeley)的名字吧，他无疑出生在爱尔兰，但却被英国人立即接受了；在英国哲学的发展中，他标志着一个合乎规律的、必不可少的阶段。

这不是足以证明，他们不用系留气球也能升高吗？

回过头来谈谈美国吧，《一元论者》杂志不是在芝加哥出版了吗？它的评论即使在我们看来也是够大胆的，然而它却赢得了读者。

在数学中情况如何呢？你认为美国几何学家只热衷于实用吗？远非如此。他们专心致志培育的科学分支是变换群理论，该理论具有最为抽象的形式，它距实用何止十万八千里。

此外，霍尔斯特德博士每年都要定期地就所有与非欧几何学可以相比的成果发表评论，在他周围有一批对他的工作深感兴趣的人。他向这些人介绍了希尔伯特的思想，在这位声名卓著的德国学者的原理之基础上，他甚至写出了论“有理几何学”的奠基性的专题论文。

把这个原则引入教学之中，这时无疑会烧毁依赖感性直观的所有桥梁，我阻率地承认，这是一个大胆的举动，在我看来，这也许无异于莽撞。

因此，就探讨空间概念的起源而言，美国公众准备得被料想的更为充分。

而且，分析这个概念并没有为我所不知道的什么幽灵而牺牲实在。几何学的语言毕竟只是一种语言。空间仅仅是我们所相信的事物的名词。这个词的起源何在，其他词的渊源又在何处？它们隐匿着什么东西？询问这个问题是可以容许的；相反地，禁止询问则会受到词的愚弄；这必然会崇拜形而上学偶像，就象原始人跪倒在本头雕象的面前，而不敢看其内部有什么一样。

在研究自然时，盎格鲁撒克逊人的精神和拉丁人的精神之间的差别还要更大一些。

总地说来，拉丁人力求用数学形式表达他们的思想；而英国人则偏爱用实体的陈述描述它。

毫无疑问，为了认识世界，二者都仅仅依赖经验；当他们碰巧超越了这一点时，他们认为他们的预见只不过是暂时的，他们赶紧向自然界索要预言的确凿证据。

但是，经验并非一切，而且学者也不是被动的；他没有等待真理来找他自己，或者期待真理碰到他鼻尖上的机会。他必须去迎接真理，正是他的思考，向他揭示出通向真理的道路。为此就需要工具；好了，差别恰恰在这里出现了——拉丁人通常选择的工具并不是盎格鲁撒克逊人所偏爱的工具。

对于拉丁人来说，真理只能够用方程来表示；它必须服从简单的、合乎逻辑的、对称的定律，而且要使精神对数学美的爱恋得到满足。

盎格鲁撒克逊人为了描述一种现象，首先要全力以赴地构造模型，他用我们粗糙的、无其他仪器帮助的感官向我们提供的普通实体来构造模型。他也作假设，他隐含地假定，自然界在她的最细微的基元中与在复杂的集合——唯有这种集合才处在我们感官所能达到的范围内——中是相同的。他从物体推断原子。

因此，二者都作假设，这的确是必要的，因为没有假设，科学家永远也不能前进一步。事情的实质在于从不无意识地作假设。

再从这种观点来看，对这两类物理学家来说，各自对对方的情况有所了解才是可取的；在研究与他们自己的精神如此不同的精神的工作时，他们将立即辨认出，在这一工作中已经有假设

堆积。

毋庸置疑，这还不足以使他们理解，他们恰恰象许多人一样是按他们的本份作假设的；自己眼中有木梁，却指责人家眼中有小刺；但是，通过对手的批评，他们将告诫他们的对手，可以预料，这些告诫将会给对手提供同样的帮助。

英国人的步骤在我们看来往往是粗糙的，他们所猜想、所发现的类似在我们看来常常是肤浅的；他们有时容许在遣词用语方面缺乏条理、自相矛盾，这使几何学精神感到震惊，数学方法的使用会立即使之原形毕露。但是，另一方面，最为经常的是，他们没有察觉到这些矛盾，这是十分幸运的；要不然，他们肯定会抛弃他们的模型，而不会从中推出辉煌成果的——他们经常是从模型获得这些结果的。

于是，当他们最终察觉到这些真正的矛盾时，它们有利于向他们揭示出他们概念的假设性特征，相反地，数学方法由于其明显的严密和固定的程序，时常在我们身上激起毫无正当理由的自信，它妨碍我们环顾我们自己。

可是，从另一种观点来看，两种概念的形成是很不相同的，归根结底，它们之所以大相径庭，是因为它们有共同的缺陷。

英国人希望用我们看得见的东西构造世界。我的意思是，我们是用肉眼看的，而不是用显微镜看的，更不是用比较精妙的显微镜即受科学归纳法指导的人脑来看的。

拉丁人想要用公式构造世界，但是这些公式依然是我们看得见的东西的完美表示。换句话说，二者都用已知的东西构造未知的东西，他们却辩解说不存在另一种作法。

如果未知的东西是单纯物而已知的东西是复合物，那么这合理吗？

假使我们认为单纯物与复合物一样，我们岂不是要从中得出荒谬的观念，或者倘若我们力求把元素理解为单纯物，而元素本身却是化合物，我们岂不是也要得出错误的观念？

某一天，某人在我们感官表明的复杂的集合物下发现了简单得多的、甚至与该集合物不相似的东西——当牛顿用更简单的、等价的然而却不相同的万有引力定律取代开普勒三定律时情况就是这样——每一项重大的进步岂不是正好在这一时刻完成的吗？

人们有理由询问，我们是否恰恰处在这样一个革命的前夜，甚至是处在一个更为重要的时刻。物质似乎将要丧失它的最牢固的属性即质量，它本身似乎将要分解为电子。届时力学必须让位给一个更为广泛的概念，这种概念能够解释力学，而力学却不能解释这种概念。

这样一来，无论英国人用实体模型建构以太，还是法国人把动力学定律用于以太，他们的企图都是徒劳的。

正是未知的以太解释已知的物质；而物质却不能解释以太。

彭加勒