

最后的沉思

[法] 彭加勒 著

商 务 印 书 馆

最后的沉思

〔法〕彭加勒 著

李醒民 译 范岱年 校

商务印书馆

1995年·北京

Henri Poincaré
Mathematics and Science: Last Essays
(Dernières Pensées)
Translated from the French by
John W. Bolduc
Dover Publications, Inc., New York, 1963.

ZUIHÒU DE CHÉNSI

最后的沉思

〔法〕彭加勒 著

李醒民 译 范岱年 校

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码100710)

新华书店总店北京发行所发行

河北三河市艺苑印刷厂印刷

ISBN 7-100-01587-1/B·203

1992年8月第1版

开本 850×1168 1/32

1995年8月北京第1次印刷

字数 111千

印数 7 000 册

印张 43/4

定价: 6.30 元

中文版译者前言

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。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。他的叔父曾当过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,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。15岁时,他深深地爱上了数学。1872至1875年,他在巴黎高等工业学校学习。从该校毕业后,年方21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,他因这个课题的论文而获得数学博士学位。在煤矿见习期间,他虽然具有一个真正的工程师的素养,但是这个职业与他的志趣不相符合。在得到博士学位四个月,他应聘到卡昂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。在短暂的一生里(仅活了58岁),就写了将近五百篇科学论文和30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,19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,而后来又在同样是数学大师的彭加勒的支配之中。彭加勒被认为是19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,尤其对函数论、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,即几体问题(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,以致在40多年后,还没有几个人能够掌握他的这一锐利武器。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。接着该书的是另一部三卷本著作《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50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20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论文是1905年9月发表的)一文中,为了符合在具有确定的正规度 $x^2+y^2+z^2+\tau^2$ ($\tau=ict$)的“四维空间”中的不变量理论,他首次使用了虚时间坐标。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,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20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。这些论述,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(G. 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即唯物论的态度。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，它反映了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，也涉及发现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. Peano)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,不时迸发出发人深省的思想火花,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”曾发出了他所能发出的熠熠光亮,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)。彭加勒在临终前三周,即1912年6月26日,又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,在前苏联、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,他就哲学问题所发表的见解也被斥为“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?

《最后的沉思》法文原版于1913年出版。1963年,在美国纽约出版了该书的英译本——《数学和科学:最后的论文》。中译本按英译本译出。彭加勒的这部遗著收录了彭加勒在最后的科学生涯中就数学和科学以及它们的哲学所发表的九篇文章和讲演,其中包含着他的一些值得注意的见解。

《规律的演变》一文就自然规律问题进行了哲学思考;《空间和时间》讨论了相对性问题;《空间为什么有三维?》对这个问题作了新颖的解释;《无限的逻辑》讨论了罗素的类型理论;《数学和逻辑》

* 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。

辑》分析了实用主义和康托尔主义对数学在逻辑中的作用的见解，提出了作者自己的看法；《量子论》是作者临终前不久写的一篇评述性文章，论述了量子论及其应用，阐述了作者独到的观点；《物质和以太之间的关系》讨论了世纪之交物理学家普遍关心的问题；最后两篇《伦理和科学》及《道德联盟》论述了伦理和科学的关系，说明了科学在道德教育中的重大作用。这些文章和讲演文笔流畅，言简意赅，发人深省，值得对科学与哲学有兴趣的读者一读，对从事科学史、科学思想史、科学哲学研究的同志，尤其有参考价值。

本书的翻译和出版得到许良英、高崧及商务印书馆哲学编辑室有关同志的大力支持，范岱年同志在百忙中抽时间校对译文，在此一并致谢。由于译者水平所限，译本中的错误在所难免，欢迎读者批评指正。

李醒民

目 录

英文版译者说明.....	1
法文版前言.....	2
第一章 规律的演变.....	3
第二章 空间和时间.....	19
第三章 空间为什么有三维?	30
第四章 无限的逻辑.....	52
第五章 数学和逻辑.....	75
第六章 量子论.....	87
第七章 物质和以太之间的关系	102
第八章 伦理和科学	116
第九章 道德联盟	131
索引	135

英文版译者说明

正如诗人为了以充分的气势表达他的思想，使完成的作品获得必要的节奏和韵律而必须寻找合适的字眼一样，译者为了用一种语言准确地、以同样的气势传达作者用他原来的语言所阐述的思想，也必须如此，只有这样才能达到恰如其分的描述。在这个过程中，语言——按译者的看法——往往丧失它们的一致性，并且一种语言往往具有其他语言所没有的特殊风格。

因此，我特别感谢华莱士·L. 戈尔茨坦博士，他帮我指出由于两种语言的结合而产生的语法结构方面的缺憾。在校对原稿和编制索引方面，他的帮助同样是重要的。但是，最后结果中的任何错误都是我本人的。

约翰·W. 布尔达克

法文版前言

在《最后的沉思》的书名下收集了各种不同的文章和讲演，昂利·彭加勒先生本人期望它们能构成他的科学哲学著作的第四卷。以前的所有论文和文章都已经包括在前三卷中。

指出前三卷惊人的成功也许是多余的。在这些书中，作为最杰出的现代数学家的彭加勒被证明是一位著名的哲学家和作家，他的著作深深地影响了人类的思想。

十分可能，假使昂利·彭加勒自己出版这本书，他也许会修改某些细节，消除一些重复。但是，在我们看来，考虑到对这位伟大人物的敬意，不应该对他的原文作任何删改。

用对昂利·彭加勒著作的评论来作这本书的前言，似乎同样是多余的。许多学者已经对这些著作作过评价，任何评述恐怕都不会增加这位伟大天才的荣耀。

G. 勒邦

第一章 规律的演变

1

布特鲁(Boutroux)先生在他的论自然规律偶然性的著作中问道:自然规律是否不轻易变化呢?如果世界连续不断地演化,那么支配世界这种演化的规律本身是否唯一地被排除在所有的变化之外呢?这样一种概念从来也没有被科学家接受,在他可能理解这种概念的意义上,除非否认了科学的合理性和真正的可能性,科学家是不会接受它的。但是,哲学家却保留着询问这一问题的权利,以便考虑它所限定的各种答案,审查这些答案的后果,并力图使它们与科学家的合理要求协调一致。我乐于考虑该问题能够呈现出的几个方面。因此,我将不得出所谓的结论,而是得出各种各样的想法,这些想法也许不会使人兴味索然。在这个过程中,如果我随意详细地考虑某些有关的问题,我希望读者宽恕我。

I

首先,让我们设想数学家的观点。让我们暂且承认,物理规律在很长的世代代的过程中已经经历了变化,让我们扪心自问,我们是否会具有觉察到这些变化的手段。让我们首先不要忘记,在人们生活和思考过的若干世纪之前,有一个无法比拟的更漫长的时期,当时人类还不存在呢;毫无疑问,今后接着的将是人种灭绝的时代。确实,如果我们要相信规律的演变,那么这种演变只能是很缓慢的,以致在人类能够论证的若干年内,自然规律只会经历不显著的改变。如果规律在过去的确演变了,我们必须通过地质学

上的过去来了解。以前的[地质]时代的规律是今天的规律吗？明天的规律还将是相同的吗？当我们询问这样一个问题时，我们必须把什么样的意义赋予“以前”、“今天”和“明天”这些词语呢？所谓“今天”，我们意指有历史记载的时期；所谓“以前”，我们意指有历史记载之前的亿兆年，在这个时期，鱼龙安宁地生活着，没有什么哲学思考；“明天”意谓随后的亿兆年，在这个时期，地球将变冷，人类将既没有眼睛去观察，也没有大脑去思考。

由此看来，规律是什么呢？它是前因和后果之间、世界的目前状态和直接后继状态之间的恒定联系。知道宇宙每一部分目前的状态，通晓所有自然规律的理想的科学家就会掌握固定的法则，运用这些法则推导这些相同的部分在明天所处的状态。可以设想，这个过程能够无限地进行下去。知道世界在星期一的状态，我们便能够预言它在星期二的状态；知道星期二的状态，我们便能够用同样的过程推断它在星期三的状态；如此等等。但是这并非一切；如果在世界的星期一的状态和星期二的状态之间存在着恒定的联系，那么就有可能从第一种状态推论出第二种状态。可是，这个过程也可以反过来进行；也就是说，如果已知世界在星期二所处的状态，就有可能推断出星期一的状态；从星期一的状态我们将能推断出星期天的状态；如此等等。因此，有可能向后以及向前追踪时间的进程。知道了现在，掌握了规律，我们就能够预言未来，但我们同样也能够了解过去。这个过程基本上是可逆的。

由于我们在这个结合点上采取数学家的观点，因此我们必须给这个概念以它所要求的全部精确性，即使它变得必需利用数学语言。那么我们应该说，规律的主体等价于把宇宙的不同元素的变化速度与这些元素的现在值联系起来的微分方程组。

正如我们知道的，这样一个微分方程组包含着无限个数的解。但是，如果我们取所有元素的初始值，即取它们在 $t=0$ 时刻（这在

日常语言中相当于“现在”)的值,那么解就完全被确定,以致我们能够计算所有元素在无论任何时候的值,不管我们假定相应于“未来”的 $t > 0$,还是假定相应于“过去”的 $t < 0$ 。重要的是要记住,从现在在推导过去的方式与从现在推导将来的方式没有区别。³

因此,我们认识地质上的过去意味着什么呢;也就是说,我们认识规律可能已经变化了的以前时代的历史意味着什么呢?这种过去不能被直接观察到,我们只是通过它留在现在的痕迹认识它。我们只有通过现在认识过去,我们只能通过我们刚刚描述的〔推断〕过程推断过去,这个过程将容许我们以同样的方式推断未来。但是,这个推断过程能够揭示规律的变化吗?显然不能,因为我们只能在假定规律没有改变的情况下精确地应用这个原则;例如我们仅仅直接知道世界在星期一的状态和把星期天的状态与星期一的状态联系起来的法则。因此,应用这些法则将使我们知道星期天的状态;可是如果我们希望进一步探索,希望推断世界在星期六的状态,那么我们绝对有必要承认,容许我们推断从星期一到星期天的同一法则在星期天和星期六之间还是有效的。没有这一点,容许我们推断出的唯一结论就是,不可能知道在星期六发生了什么。因而,如果规律的不变性在我们所有推断过程的前提中起作用,那么它必然在我们的结论中出现。

知道行星现在的轨道,勒维烈(Leverrier)能够根据牛顿定律计算这些轨道在一万年后将是什么样子。无论他在计算中运用什么方法,他决不能认为牛顿定律在几千年中会变得不正确。他只要在他的公式中改变时间因子的符号,便能够计算出这些轨道在一万年前是什么样子。但是他预先肯定没有发现牛顿定律并非总是正确的。

总之,我们无法认识过去,除非我们承认规律不改变;如果我们承认这一点,那么规律演变的问题就毫无意义;如果我们不承认