

第1辑

自然科学史
自然辩证法
文集

华东师范大学出版社

自然科学史、自然辩证法 文 集

(第一辑)

华 东 师 范 大 学 编
自然辩证法暨自然科学史研究室

华东师范大学出版社

自然科学史、自然辩证法

文 集

(第一辑)

华东师范大学
自然辩证法暨自然科学史研究室 编

华东师范大学出版社出版

新华书店上海发行所发行 华东师大印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：9.5 字数：200千字

1984年2月第一版 1984年2月第一次印刷

印数：1—7,500本

统一书号：13135·014 定价：1.00元

前 言

本书是一本论文集刊，它主要刊登自然科学史、自然辩证法基本原理、自然科学方法论、自然科学的哲学问题等方面的研究成果。

这一辑刊登的文章是从一九七八年到一九八二年间的部分研究成果。其中有的在全国性的有关的学术会议上宣读过的，有的已刊登在我室编辑出版的内部刊物《自然辩证法学习资料》第四期至第十三期上，此次刊出，已作了某些修改。除此以外的论文则是第一次发表。

由于我们的学术水平有限，资料的收集也不够全面，论文中难免有不当之处，甚至可能有错误，敬请读者批评指正。

华 东 师 范 大 学
自然辩证法暨自然科学史研究室

1983年5月

目 录

前言

- 彭加勒的科学成就与思想 陈克艰 (1)
- 量子论和普朗克的徘徊 张瑞琨 (30)
- 威廉·伦琴和 X 射线 张瑞琨 (41)
- 焦耳和热功当量 张瑞琨 (51)
- 波粒二象性概念的发展 吴以义 (58)
- 道尔顿科学方法的历史考察 盛根玉 (74)
- 西方古代天文学发展中的几个问题 徐天芬 (92)
- 清代历算学家梅文鼎 徐天芬 (100)
- 非均匀宇宙概念的发展 张沁源 (114)
- 十七—十九世纪的宇宙模型 张沁源 (124)
- 地质理论上的几次争论及其历史意义 朱新轩 (131)
- 假说在行星运动研究中的作用 徐天芬 (144)
- 试论现代地质学发展的主要趋向和突破口
..... 朱新轩、刘波 (153)
- 试论地球科学发展中的方法论问题
..... 罗祖德、朱新轩 (171)
- 科学发现断想 陈藏震 (185)
- 现代自然科学分类中层次观点的作用 陈铁炜 (190)
- 试论马克思自然观的形成及其基本思想 陈铁炜 (195)

试论自然科学的发展规律	陈铁炜 (208)
论“知识更新”	陈铁炜、罗祖德、张瑞琨 (219)
拉卡托斯的数学哲学思想	王顺义 (228)
试论化学运动的辩证内容	盛根玉 (244)
天体演化学与哲学的关系	徐天芬 (258)
标准宇宙模型的无限观及其相对真理性	张沁源 (266)
辩证唯物主义认识论与我国大地构造理论的新贡献	朱新轩、罗祖德 (276)
切莫绝对化——从“唯海相生油论”到“中国唯陆相生油论” 的经验教训	罗祖德、蔡茂剑 (287)

彭加勒的科学成就与思想

陈克艰

第一次世界大战期间，曾有一位不列颠高级官员问罗素：“当代法兰西最伟大的人物是谁？”罗素不加思索地答道：“昂利·彭加勒”。

彭加勒被公认为十九世纪最末四分之一和本世纪初期的领袖数学家，是对于数学和它的应用具有全面知识的最后一个人。人们喜欢将他与“数学王子”高斯并提，称高斯为十九世纪数学的开创者，彭加勒为十九世纪数学的结束者；这不仅由于两个人的生活年代连缀在一起正好跨越了整个十九世纪，更由于十九世纪数学确实完全笼罩在这两位巨人的影响之下。

一、早熟而晚觉的天才

1854年，即高斯逝世的第二年，彭加勒出生于法国洛林地区的南锡城。他的祖父有两个儿子：莱昂·彭加勒，即昂利的父亲，一位颇受城里人尊敬的物理学家，在医务界供职；安东尼·彭加勒，即昂利的伯父，是政界要人，曾任公路桥梁部监察长一职，其子雷蒙青出于蓝而胜于蓝，第一次世界大战期间成了法兰西共和国的总统，后有一本自述其政治生涯的回忆录行世。父辈两兄弟气质上的差别传至昂利和雷蒙，就更加成了鲜明无比的对照。雷蒙凭直觉运用娴熟的那些行

政原则，昂利却终其一生都不能理解。

彭加勒有一个非常出色的母亲，聪明、能干、慈爱，在她的教育下，彭加勒幼年时期的智力发展异常迅速，他很早就学会了说话。五岁那年，一场严重的疾病（白喉症）使他的性格长期变得柔弱和胆怯。他不喜欢与小朋友们一起做游戏，却在阅读中找到无穷乐趣。据说，这时他就显示出保持一生的非凡记忆力。当他以难以置信的速度读完一本书，这本书也就成了他永久的占有物，他甚至说得出某些有趣事情出现在第几页第几行。

1862年，彭加勒进入南锡中学读书。他最喜欢的课程是自然史，特别热爱各种弱小动物。有一次他玩来复枪，无意打中一只鸟，这使他极受震动，以致终生厌憎任何火器。彭加勒很早就有写作才能，他九岁时的一篇习作被老师称为“小小的杰作”并珍藏起来。他应付功课象呼吸一样容易，在最初的几年里，他把大部分课余时间用来自由地阅读，帮助妈妈做家务，或者与妹妹在一起。

彭加勒对数学的激情大约是在十五岁左右燃起的。他习惯于一边散步，一边解数学难题，记忆跨度大到可以在脑子里把一切都想周全以后才动笔，一旦动起笔来，他就不受任何喧闹的干扰，总是一气呵成。这种习惯在他以后的研究和写作生涯中也始终保持着。

普法战争中断了彭加勒的学业。普鲁士侵略者的铁蹄践踏着家乡的土地。彭加勒追随应召入伍的父亲参加了战地医院的工作。不久，父亲嘱他携母亲与妹妹去投靠外祖父。在他的记忆中，外祖父的家是与广阔的田野、宁静的村舍，以及童年时代那一段梦幻般幸福的日子联系在一起。然而，当

母子三人冒着严寒，踏着坚冰，走过一片片惨遭兵燹的荒凉村落，终于来到目的地的时候，迎接他们的却是一座被侵略军洗劫一空的破屋子。

彭加勒非常关心时局的发展，由于完全看不到法文报纸，他很快学会用德文阅读，努力从敌人的官方新闻中去推测战事。他亲身经历、亲眼目睹、以及从侵略者的官方文字中推知的一切，使他成了一个炽烈的爱国者。但是他从未被狭隘的民族主义情绪所缠绕，更不用说使自己的科学研究受这种情绪的影响。他坚信：科学家是人类的理智和良心，任何政治的和民族的壁垒都不能将科学家和科学真理分割开来。这又是与他那位一提到德国人就咬牙切齿的堂兄截然相反的。

虽然彭加勒的数学才能早就出名，但他在第一次重要的考试上却遭到失败。那是1871年，他17岁，按当时法国教育界惯例，他需要接受学士学位的考试。由于情绪紧张，在证明一个非常简单的收敛的几何级数公式时竟然弄错了。但是已有的名气挽救了他，考官们还是把他的名次排在前面。

同年年底，彭加勒以数学第一名的成绩考进高等工业学校。这个以法国数学家摇篮著称的高等学府，四十年前曾有过很不光彩的一页：以古板的考试两次拒绝数学天才伽罗华入学，致使伽罗华在极度忧愤下走上政治激进的道路，最后在二十一岁上死于一次无聊的决斗。当考官们听说彭加勒是位“数学怪魔”时，也许是因为吸取了伽罗华事件的教训，生怕平庸刻板的试题会埋没天才，他们特地为彭加勒设计了一个“漂亮的问题”；彭加勒的解答非常出色，主试人当场宣布他夺得了最高成绩。但糟糕的是彭加勒的绘画成绩却格外拙

劣，竟得0分。这使考官们大伤脑筋，录取一名有一门成绩为0分的考生，在这个名牌学校的历史上是没有先例的。据说，后来还是靠主考官在0的后面点了一点，添上个1，才使彭加勒被录取。

由于从小体质羸弱，彭加勒的体育及军事操练成绩一向很差。但他的性格还是很合群，与同学们的关系很好。

尽管有卓异的数学才能，彭加勒却并非很早就意识到数学是自己的终身事业。1875年，他离开工业学校，又进矿业学院，希望能成为一名工程师。在那里，他也确实显示了作一名矿业工程师应有的勇气。在一次造成十六人死亡的矿井爆炸事故后，他立即加入营救队下到井里。在愉快胜任工程技术学习的同时，彭加勒主要的业余消遣就是数学研究。由于研究一个微分方程中的广泛问题获得结果，他才算真正明确自己的最终归宿在哪里。彭加勒的第一篇数学论文发表于1878年，他曾企图以此竞争科学院颁发的格兰特奖，虽然未获选，但是一条艰难而又充满诱人前景的道路毕竟在眼前展开了。

1879年8月，彭加勒以微分方程方面的一篇论文获得巴黎大学数学科学的博士学位。同年12月，开始执教于卡昂大学，两年以后，他被召到巴黎大学任教。从此，除了开会、在欧洲各国短暂旅行和于1904年应邀赴美作访问讲座外，他的一生都是在巴黎大学平静的学院气氛中度过的。然而，正是在这平静无波的外观生活里面，彭加勒用他的脑和手中的笔，创造了轰轰烈烈的业绩，使他的英名在世界科学史上永久放射熠熠光彩。

二、打开数学圣殿的大门

1853年，高斯逝世，留下一大堆未发表的手稿，其主要内容有两方面：椭圆函数与非欧几何。巧得很，彭加勒赢得世界性声誉的第一项工作，恰恰就是对椭圆函数的重大推广；其中关键的一步，又正巧是在非欧几何的启发下跨出的。1887年，当32岁的彭加勒被选进科学院时，给他提名的院士称誉他的这项工作完成了“数学中的一场革命，在任何方面都堪与半个世纪前由椭圆函数所宣布的革命相媲美。”^①

半世纪前那场革命的功臣是早夭的挪威数学家阿贝尔。他类比三角函数与反三角函数的关系，直截了当地“倒过来”考虑椭圆积分的反函数，得到性质相当漂亮的“很广一类超越函数。”可惜，记录这一成果的阿贝尔的主要论文在他生前被漫不经心的权威们打入冷宫，死后十多年才得以问世。曾经冷落过阿贝尔的权威数学家勒让德简直大吃一惊：他研究椭圆积分四十年，怎么从来没有想要“倒过来”呢？

虽然彭加勒的老师厄尔米特声称阿贝尔的基本发现所留下的大量后继工作“够数学家忙上五百年”，但人们一般以为大框框业已划定，进一步向范围更广的函数类的推广是不可能了。厄尔米特首先突破禁区，他从椭圆函数导出一种新颖的椭圆模函数，这种函数不仅在阿贝尔加性变换群下，而且在非加性的模群 $\mu \rightarrow \frac{\alpha\mu + \beta}{\gamma\mu + \delta}$ 下不变，其中 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 是自然数，并且 $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$ 。

彭加勒熟悉厄尔米特的工作。但说来也怪，好象有意要

^① E.T.Bell, Men of Mathematics, London, 597(1953),

重复人们对阿贝尔函数下过的错误禁令，彭加勒最初试图证明的竟是厄尔米特的结果再也不能推广了。

整整十五天，彭加勒煞费苦心地追寻着这样一个证明。他每天化一到两个小时坐在书桌边考虑这个问题，但是毫无结果。一天晚上，由于违反常例喝了杯浓浓的黑咖啡，他辗转反侧，不能入眠。各种想法蜂涌而至，在脑际升降沉浮，时而冲突，时而协调，刚刚连锁，旋归瓦解，方始成形，又复分化。渐渐地，一幅清晰稳定的组合图象形成了。第二天清晨，他得到正好相反的结论，确立了更广一类函数的存在性，它们是从高斯的超几何级数导出的。经过这一个不眠之夜，他只需要化几个小时流畅地写下结果就行了。

彭加勒接着为这些函数寻找一种表示。他对厄尔米特的出发点一开始就作出几乎是无限制的推广：代替椭圆积分考虑任意线性微分方程的积分。他首先处理二阶方程，发现方程的两个线性独立解之商的反函数就是他所寻找的东西。考虑两个解之商是福克斯所启发的思路，这大概也是彭加勒把所得到的函数叫做福克斯函数的原因。但福克斯确乎没有想到过他在别的研究中引进的这一方法，竟会有如此别开生面的应用。

然而，彭加勒至此所获得的还只是特例，它仅仅显示厄尔米特的工作并未到顶。其实在他之前，许华兹、肖特基等人都曾以不同的方式显示过这一点。彭加勒并不了解这些人的工作，他与众不同的高明处在于，他能看出沿着这一方向还有许多路可走，因而坚定不移地走向前去，终于创立了一整套规模宏大的新理论。

当然彭加勒也并非一下子就看出这一点的。是经过长时

间的艰苦思索以后，“灵感”的两次突然闪光，照亮了这条道路。第一次是在参加由矿业学院赞助的地质学勘探途中。旅行使他忘却了数学研究。一天，他乘汽车去往某地，就在举步踏上脚踏板的刹那间，一个思想闪电般掠过大脑：用以定义福克斯函数的那些变换，不是与非欧几何中的变换完全一样吗？来得多么突兀啊！好象并没有任何先行的思想预兆它的来临，或铺设让它来临的道路。彭加勒不可能立即证明这个思想，他只能坐在汽车里与同行者聊天。但是他感受到一种确定性，享受着一种安全感。“不会错的！”这个思想本身的简单性和美学特征，足以证明它的正确性和有效性，尽管它还需要一个“数学证明”。对彭加勒来说，这样的数学证明不啻是易如反掌的机械操作。

另一次是在他被一个数论问题苦恼着的时候。他一点也没有想到手中的问题与先前的研究会有什么关系。若干天无结果的苦思使他疲累和噁心。他到海滨去休息几天并思考一些别的事情。一天早晨，当他在临海峭壁上散步时，一个同样具有简洁、突然、确定性的思想来到脑里：不定三元二次型的变换就是非欧几何中的变换。

阿拉廷的神灯扭亮了，魔杖抓住了。这两次经验不仅向彭加勒表明：存在着与他那个不眠之夜里的发现不同的福克斯函数，而且，应该把进攻的重点转移到变换群上。本来，基本目标是追求新的函数，而使函数不变的变换群不过是附带的东西。但是现在明白了，应该倒过来：群是更基本的东西。

本世纪的科学史表明，群的抽象概念给数学家和理论物理学家带来了多少便利，帮助他们发现了多少新大陆。借助群

论语言,人们学会用一句话概括一整个理论:狭义相对论就是关于洛伦兹群的不变式理论,广义相对论就是关于广义变换群的不变式理论等等。但在上一世纪,情况完全不同。尽管群论思想在例如伽罗华向方程根式解问题的进军中获得过辉煌成就,但当十九世纪中叶抽象群概念提出时,其价值并未很快被认识。它混杂在许多比较平庸的概念中,暂时还并不出人头地。哥廷根领袖克莱因也许是把群概念提到与其实际价值相称的崇高地位的第一人;与克莱因一样,彭加勒对“群”也充满热情,他说过:“群论就是那摒弃其内容而化为纯粹形式的整个数学。”^①

问题现在变成怎样确定一个群类,既足够广大,又能显示某种统一性,使从其中的每个群都能导出可接受的函数。彭加勒把这类群称为福克斯群。他很快就发现,为了不致得出多值函数,福克斯群必须是“不连续群”。但执着于群的进一步考虑却又遭遇极大困难。彭加勒于是实行第二次重点转移:从群转到几何图形。几何形象的明晰性常常成为汲取创造性灵感的源泉,这是彭加勒的一大特色。人们惊叹彭加勒工作的博大精深,但当了解到深刻性往往植根于人人熟知的几何事实时,人们就更加惊异了。

在阿贝尔发现的双周期函数中,存在着一个“周期平行四边形”,称为“基本域”。定义域中的任一点,都可从基本域中的点经变换得到,因此对群的考虑可以代之以对“周期平行四边形”的考虑。彭加勒坚信在一般情形下这也行得通,只要把基本域从平行四边形推广为其边允许取圆弧的

^① M. 克莱因, 古今数学思想, 第四册, 上海科学技术出版社, 1981年, 第275页。

“发生多边形” (Polygone générateur) 即可。这样一个基本域在厄尔米特、许华兹、肖特基诸特例中都曾被发现，彭加勒凭敏锐的直觉断定对所有的不连续群，这种多边形必定存在。因为急于走下面的步骤，他把这一断言的证明暂时搁一搁。后面的一连串研究表明，这种多边形确实当得起彭加勒赋予它的形容词：“发生的”，因为它确实产生了整个群、全部变换、以及所有有关性质。

彭加勒后来又从容地回到他匆忙离开的地方，严格证明了直觉到的那个断言。但是断言反过来却不成立，即并非所有的圆边多边形都能“发生”一个有意义的非连续群。自从重点转到几何形象上，问题就化为确定“一类圆边多边形”，它应满足两个条件：

1. 不与经过相应的群变换后所成之图形重叠，
2. 经过相应的群变换后正好盖满整个定义域。

第一个条件容易满足，第二个条件则困难异常，它成了整个理论建立过程中最难攻克的关键。彭加勒解决这一难点，正好在他服兵役期间，这使得整个研究过程更象是一场战役。有一天他在街上走，象上两次一样，洞幽烛微的光亮也是突然闪现的。等到服役期满，他有空暇把答案写下来时，就已经没有任何实质性困难了。

彭加勒继续讨论福克斯函数的性质和应用。他发现两个属于同一群的福克斯函数之间的关系是代数性质的。他又发现，任意两个处于代数关系中的变量，可以表示为第三个变量的福克斯函数。他更发现，以 x 、 y 的代数式为系数的线性微分方程可借福克斯函数求得积分，等等。彭加勒的福克斯函数理论，用霍姆伯特的话来说，“带给我们一把打开代

数世界大门的钥匙”。^① 这把钥匙，也为彭加勒打开了古往今来，只有象牛顿、欧拉、高斯等少数几个人能端坐其上的数学最高圣殿的大门。

克莱因曾经声称，他考虑过福克斯型函数的若干性质，而福克斯本人则从没有考虑过。因此他抱怨彭加勒：难道就因为福克斯没有考虑过这类函数，所以要用福克斯的名字来命名吗？彭加勒后来把变换群扩充到复数系，同样借助几何直观，得到又一种新类型的函数。作为对克莱因抱怨的回答，他把新函数叫做克莱因函数，因为克莱因确实从来没有考虑过它们。

彭加勒开创了这个现在习惯称为自守函数的理论，也几乎结束了这个理论，没有留下多少工作给他的后继者做。

三、反抗旧传统，开辟新潮流

彭加勒不是孤芳自赏的“纯粹数学家”，他乐于并且特别善于联系世俗的物理问题开展数学理论研究。有人对此表示过惋惜，他们相信，如果彭加勒始终遵循早年的爱好，把兴趣放在纯分析方面，无疑他会做出更伟大的成就。这当然是永远也无法验证的“假说”。事实是，保持与物理的联系成为彭加勒多产的数学作品的活的源头，正如他自己所说：“物理不仅仅给我们以解决问题的机会，而且还使我们预料到它的解。”^②

当福克斯函数方面的工作还在出版过程中时，他的注意

① J. Hadamard, The early scientific work of Henri Poincaré, The Rice Institute Pamphlet, Vol. IX, No. 3, p. 132.

② M. 克莱因，古今数学思想，第三册，上海科学技术出版社，1980年，第97页。

力就被天体物理学所吸引。在他一生中占据中心地位的微分方程研究，相当大部分是与天体力学问题纠缠在一起的。他一生最杰出的贡献——微分方程定性理论就直接导源于解决太阳系的稳定性问题。

如果太阳只有一个行星，它当然能够在稳定轨道上围绕太阳持续运转。但只要存在第二颗行星，它就必然受到引力干扰，产生对稳定状态的偏离。会不会到某一天，积累起来的偏离将导致行星坠入太阳，或逃逸到无限远处的太空呢？抑或这种偏离将处于周期变化中，不断产生又不断纠正，因此总的稳定不会打破呢？鉴于太阳系的行星远不止两个，人们习惯把太阳系稳定性问题称作“多体问题”；关心地球和人类未来命运的科学家很自然地关心这个问题。但是这问题并不象乍看上去那么简单，二百多年里，它挫败了无数科学家的才智，没有人获得过满意的解答。

用数学语言来表达多体问题，就是要查明运动方程的解在奇点周围的行为。拉格朗日就三体问题找到一个特殊的周期解。1877年，美国数学家希尔跨出了重要的一步，证明了确定月球运动的二阶微分方程有周期解，从而证明了月球近地点的运动是周期性的、稳定的。希尔所使用的无穷行列式与无穷线性方程组的数学方法有独创性，但是缺乏严格基础，因此他的工作刚发表时受到普遍嘲笑；但彭加勒没有嘲笑希尔。一方面，他略施小技，三招两式就弥补了希尔工作中不严密的漏洞；另一方面，他又从希尔工作中受到鼓舞，努力探索一条研究问题的新途径。

微分方程发展史上有一个根深蒂固的老传统：力求找到用初等函数或用级数表示的方程显式解。这种做法在线性方