

数学家思想文库之三

[法]布尔巴基 等著

江苏教育出版社

胡作玄等 编译

数学的 建筑

数学家思想文库之三

数学的建筑

布尔巴基等著

胡作玄等 编译

责任编辑 王建军

出 版:江 苏 教 育 出 版 社

(南京马家街 31 号,邮政编码:210009)

发 行:江 苏 省 新 华 书 店

照 排:南京展望照排印刷有限公司

印 刷:盐 城 市 印 刷 厂

(地址:盐城市纯化路 29 号,邮政编码:224001)

开本 850 × 1168 毫米 1/28 印张 8.25 插页 5 字数 179200

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

印数 1 - 2000 册

ISBN 7 - 5343 - 3493 - 4

G·3178

定价:8.00 元

江苏教育版图书若有印刷装订错误,可向承印厂调换

序

本文集《数学的建筑》集中介绍了本世纪最有影响的数学家集体布尔巴基学派。布尔巴基集体产生于本世纪 30 年代,由法国一些年轻的数学家组成。主要奠基人有韦伊(A. Weil, 1906—)、狄奥多涅(J. Dieudonné, 1906—1992)、H. 嘉当(H. Cartan, 1904—)、薛华荔(C. Chevalley, 1909—1984)等人。这些人后来都成为法国科学院院士,属当代最有影响的世界著名数学家之列。

这个学派,以布尔巴基名义发表的著作,主要是多卷本的《数学原理》(现已出版 41 分册);而以布尔巴基名义发表的论文,只有“数学的建筑”和“数学研究者的数学基础”能集中反映该学派对数学的基本观点。这些著作和论文,成为我们研究布尔巴基学派的主要原始文献。

布尔巴基的奠基人的思想虽然彼此之间也有不少分歧,但在一些基本观点上还是大同小异。因此,作为布尔巴基原著的补充,我们选入了韦伊和狄奥多涅对数学历史、现状和未来的精辟见解的论文 4 篇。时至今日,对于布尔巴基的思想与活动仍有一些神秘,局外人的介绍往往难得准确。因此,本文集选了几篇布尔巴基奠基者介绍布尔巴基的论文。其中,“布尔巴基与当代数学”是 H. 嘉当于 1958 年 1 月在德国的演讲(1980 年发表),属于系统介绍布尔巴基学派的第一篇文章;“布尔巴基的事业”和“近三十年来布尔巴基

的工作”是狄奥多涅于1968年10月在罗马尼亚和1982年10月在美国所做的学术讲演(分别发表于1970年和1983年),它们在内容上虽然有些重复,但是由于介绍角度不同,因而有助于我们更好地认识与了解布尔巴基学派的基本观点以及布尔巴基学派在数学史上的地位和作用。

最后,我们附上一篇根据档案文献关于布尔巴基的数学史研究,极有参考价值。

本文集共收入13篇译文,分成四个部分:

1. 布尔巴基原著

[1] 数学的建筑

[2] 数学研究者的数学基础

2. 布尔巴基论数学

[3] 数学的未来(韦伊)

[4] 数学史: Why and How (韦伊)

[5] 数学家与数学发展(狄奥多涅)

[6] 纯粹数学的当前趋势(狄奥多涅)

3. 布尔巴基论布尔巴基

[7] 布尔巴基与当代数学(H.嘉当)

[8] 布尔巴基的事业(狄奥多涅)

[9] 近三十年来布尔巴基的工作(狄奥多涅)

[10] 布尔巴基的数学哲学(狄奥多涅)

[11] 尼古拉·布尔巴基数学家集体——克劳德·薛华荔的一次访问记(D.葛杰)

[12] 孟德尔布洛衣(Mandelbrojt)回忆片断(节录)

4. 对布尔巴基的研究

[13] 巴黎的一家咖啡馆和布尔巴基首要人物的十次聚会(1934—1935)

其中9篇译文原载中国科学院自然辩证法通讯杂志社编辑出版的《科学与哲学》丛刊,其中[5]原载1979年第5辑60—80页,[4]原载1981年第6—7辑142—154、141页,[1][2][7][8][9]原载1984年第3辑3—86页,[10][3]原载1984年第4辑134—146、133页。另有一篇[6]原载《数学史译文集》130—143页,上海科学技术出版社,1981版。其余两篇及一篇节录原载中国科学院数学研究所编辑出版的《数学译林》:[11]原载5卷4期(1986)341—346页,[12]原载11卷2期(1992)143—145页,[13]原载13卷3期(1994)234—245页。我们感谢原刊的支持,对于译文除了统一译名及明显错误之外基本未动。

作为本文集的编者和大部分文章的译者,对于布尔巴基福音的传播者——已故的狄奥多涅教授表示深切的敬意与怀念,同时感谢他寄给编者的资料。

参加本书译校的还有(按出现顺序)沈永欢、关肇直、苏大军、李文林、苏虹、余家荣、江嘉禾、沈信耀等先生,感谢他们的合作。

本书的人名索引是河北师范大学邓明立副教授花费很长时间编出的,他还参与本书校对和统一译名的工作,对于他的辛勤劳动,我们表示深切的感谢。

本书的出版当感谢江苏教育出版社以及责任编辑王建军同志的不懈努力,没有他们,这本书是难以问世的。

胡作玄

1996年12月

目 录

序 引言

布尔巴基原著

- [1] 数学的建筑 21
- [2] 数学研究者的数学基础 38

布尔巴基论数学

- [3] 数学的未来(韦伊) 53
- [4] 数学史: Why and How (韦伊) 71
- [5] 数学家与数学发展(狄奥多涅) 85
- [6] 纯粹数学的当前趋势(狄奥多涅) ... 106

布尔巴基论布尔巴基

- [7] 布尔巴基与当代数学(H.嘉当) 137
- [8] 布尔巴基的事业(狄奥多涅) 153
- [9] 近三十年来布尔巴基的工作(狄奥多涅)
..... 171
- [10] 布尔巴基的数学哲学(狄奥多涅) ... 187
- [11] 尼古拉·布尔巴基数学家集体——克劳
德·薛华荔的一次访问记(D. 葛杰)
..... 200

[12] S. 孟德尔布洛衣回忆片断	212
对布尔巴基的研究	
[13] 巴黎的一家咖啡馆和布尔巴基首要人物 的十次聚会(1934—1935)	219
布尔巴基原始文献	240
外国人名英汉对照	244

引 言

多头的数学家——布尔巴基

从 19 世纪末到 20 世纪初,数学经历了一个激烈变革的时期:一方面是新学科、新领域层出不穷,数学出现丰富多彩的局面;另一方面是对统一性、严密性的追求,现代数学大部分分支都来源于这个时期。

18 世纪末,数学的二级学科主要是几何以及分析和代数(包括算术及数论),整个 19 世纪是几何学的黄金时代,多种多样的几何新学科产生出来,如射影几何、非欧几何、高维几何、微分几何、黎曼几何、位置分析(即后来的组合拓扑学)等等,但它们仍然来源于经典数学学科,同时分析领域也蓬勃发展起来。到 19 世纪末,仍然是几何、代数和分析三大领域,这就是布尔巴基成员的老师们所教授给他们的主要内容,其中的重点是数学分析。这种传统的教学内容可追溯到柯西(Augustin-Louis Cauchy, 1789—1857),而到 19 世纪末 20 世纪初,三部著名的分析教程是 19 世纪分析的标准著作,也是学习数学(不仅是分析,也包含代数和几何内容)的主要参考书。一部是若尔当(Camille Jordan, 1838—1922)的《分析教程》(Cours d'analyse, 1882—1887),一部是毕卡(Emile Picard, 1856—1941)的《分析导

论》(Traite d'analyse 3 卷, 1891—1896), 一部是古尔萨 (Edouard Goursat, 1858—1936) 的《数学分析教程》(Cours d'analyse mathématique 3 卷, 1902—1917), 而正是古尔萨的教程启动了布尔巴基的活动。

在两个世纪之交, 法国数学发展逐步集中于函数论的方向之上。保莱尔 (Emile Borel, 1871—1956)、拜尔 (Rene Baire, 1874—1932)、勒贝格 (Henri Lebesgue, 1875—1941) 的确从 G. 康托尔 (Georg Cantor, 1845—1918) 的点集论出发, 建立了新的测度积分和实函数理论, 它们成为现代数学的基础, 但大部分法国数学家在伟大的全才数学家庞加莱 (Henri Poincaré, 1854—1912) 去世之后, 主要集中于单复变函数论, 这也恰恰是大多数布尔巴基成员在 20 年代受教育时主要的研究方向。而第一次世界大战又夺去许多法国年轻人的生命, 法国的数学出现了一代人的断层。

在两次大战之间, 布尔巴基成员大都有机会到国外去, 这大大打开了他们的眼界, 这也是法国人第一次看到他们的传统的头号数学大国的地位即使没有完全过去, 至少也岌岌可危。也就在这二三十年中, 外界的数学早已换了人间。

一是一批新的数学学科的出现, 先是萌芽于 19 世纪的四大领域: 肇源于高斯 (Carl Friedrich Gauss, 1777—1855) 和狄利克雷 (Peter Dirichlet, 1805—1859) 的代数数论, 主要由德国学派和意大利学派发展的代数几何, 由高斯和黎曼 (Bernhard Riemann, 1826—1866) 开创的微分流形的几何理论, 以及由李 (Sophus Lie, 1842—1899) 一手创立的李群理论, 它们都为数学提供了与过去完全不同的新的人工对象, 而且到现在也是活跃发展的前沿领域。而在这个过程中, 布尔巴基成员都做出了决定性的贡献。

其次是集合论、数学基础与数理逻辑。前者主要是奠基于 G. 康托尔的工作,后者主要来源于英国人、德国人、意大利人的工作,这时集合论逐步成为统一数学的基础,特别是测度和积分理论、实函数论、拓扑空间理论以及泛函分析,它们在 20 世纪最初十多年间已经形成。而拓扑空间理论主要集大成者是德国数学家豪斯道夫(Felix Hausdorff, 1868—1942),他的《集论大纲》(Grundzüge der Mengenlehre, 1914)是一般拓扑学的经典著作;泛函分析特别是拓扑向量空间的基础则来自希尔伯特(David Hilbert, 1862—1943)的积分方程的研究,以及稍后波兰学派的工作。所有这些也是布尔巴基统一数学的基础的主要一部分。另一部分也是在这时产生的,它们包含群论、域论、环与代数理论、格论等,它们构成所谓抽象代数这一领域。

数学本身也在这时期有相应的扩张。首先是多复变函数论,其次是拓扑群上的调和分析。20 年代中随量子力学诞生相伴发展了算子理论及稍后的算子代数理论,尤其重要的是组合拓扑学以及微分流形的拓扑学。在这些多学科的交叉领域,布尔巴基成员也做出了自己的贡献。

二是法国数学早已不再是唯我独尊了,大部分新数学都来自德国以及其他国家,而更可悲的是,法国数学家对这些新领域几乎一无所知。例如:

德国:代数数论、抽象代数、积分方程、算子理论、拓扑学;

意大利:泛函分析、微分几何、代数几何;

俄国:一般拓扑学、实函数论;

波兰:一般拓扑学、泛函分析;

美国:组合拓扑学、代数几何。

面对这种局面,新生的法国一代开始觉醒,而他们的首

要任务是向其他国家首先是德国的数学学习,加以消化,然后进行独创,形成自己的风格和学派。布尔巴基的成员正是在这种认识的基础上走到了一起。正如我国数学家吴文俊教授指出的:布尔巴基是一种民族数学复兴运动。

布尔巴基这个名称是 1935 年夏天正式确定的,它的核心人物是韦伊、狄奥多涅、H. 嘉当和薛华荔,主要的组织者还有德尔萨特(Jean Delsarte, 1903—1968)。原籍波兰的孟德尔布洛伊(Szolem Mandelbrojt, 1899—1983)也是创始成员之一,他于 1939 年离开了。法国大数学家勒瑞(Jean Leray, 1906—)也是创始人,但不久即退出。接替他的是埃瑞斯曼(Charles Ehresmann, 1905—1979)。应该说,他们是布尔巴基的主要成员。

创立布尔巴基的成员大致有相同的经历,他们大都是高等师范学校毕业生,毕业后有去国外游学的经历,以及回国后在外省大学任职。

在高等师范学校读书三年的历届毕业生如下:

1922—1925 韦伊,德尔萨特

1923—1926 H. 嘉当

1924—1927 狄奥多涅,埃瑞斯曼,布雷洛(Marcel Borlot, 1903—1986)

1925—1928

1926—1929 薛华荔

1924 年,美国洛克菲勒基金会支持国际教育计划,使许多法国人有机会到国外游学。韦伊曾到意大利、德国、瑞典、瑞士、英国等地,狄奥多涅去美国,薛华荔去德国,H. 嘉当主要同德国明斯特学派关系密切。

到 30 年代,他们大都在外省任职:韦伊和 H. 嘉当在

斯特拉斯堡任教,德尔萨特和狄奥多涅在南锡大学任教。不过,他们经常来巴黎,因为巴黎毕竟还是法国的中心,也是数学的中心。在巴黎有许多数学权威,但支持他们事业的主要来自阿达玛(Jacques Hadamard, 1865—1963)。实际上,早在1923年,阿达玛就开始建立文献讨论班,它不局限于某一学科,而涉及全部数学,通过每个人的报告来了解世界数学的发展动向,这实际上是后来布尔巴基讨论班的原型。

到了1933/1934年度,布尔巴基的奠基者们组织了自己的讨论班,作为大家定期聚会的所在,并请儒利雅(Gaston Julia, 1893—1978)作为他们的保护人,因此讨论班以儒利雅讨论班命名。这时,每年度讨论班有一个重点,大家开始围绕当时最重要的题目比较深入地研究,从中还得出一些新成果。这个讨论班一直继续到1939年夏第二次世界大战爆发之前。各年度的主题为:

1933/1934 群和代数的代数和算术理论

1934/1935 希尔伯特空间及其应用

1935/1936 拓扑学

1936/1937 E. 嘉当的工作

1937/1938 代数函数论

1938/1939

到了30年代,这些青年数学家大都已经各自得出了出色的结果,但是,他们仍然是一些无名小辈。他们先后在法国的大学里找到了教书的职位,并保持经常的接触及交往,定期到这个城市或那个城市会面,形成了法国数学的“东部集团”。开始他们对于老的教本、当时通用的古尔萨的《分析教程》很不满意。这本书已经出版30多年了,内容非常陈旧,他们在教学过程中发现了一系列问题,比如说应该如何讲授斯托克斯(Stokes)定理。开始,只是德尔萨特同韦伊在

一起研究,后来大家逐渐都产生了一种组织起来改革教学的愿望。

第一次大会在离克勒蒙-费朗不远的贝塞-昂-商德塞召开,时间是1935年7月,这可以看成是布尔巴基集体正式成立的日期。

第二次大会在1936年夏天召开,地点是薛华荔母亲提供的在商德塞的别墅。第三次大会于1937年9月也是在这里开的。在这两次会议上,布尔巴基的工作方法逐步确定下来,一人起草,集体讨论,反反复复,直到一致通过。这个过程在布尔巴基的奠基者论布尔巴基的文章中都有生动的论述。

第四次大会于1938年9月在丢来菲特召开,H.嘉当的父亲,大数学家E.嘉当(Elie Cartan, 1869—1951)也参加了,参加的新人还有皮索(C. Pisot)和沙包迪(C. Chabauty),不过当时正在开臭名昭著的慕尼黑会议,对国际局势的关注和不安使他们无心讨论数学。韦伊说,这是一次完全没有任何实际工作的布尔巴基大会,实际上这也是第二次大战前的最后一次大会。

就这样,经过几年的含辛茹苦,他们只完成了《数学原理》第一部分“分析的基本结构”的第一卷“集合论”中的一个分册——“结果”。这本还不到50页的小册子在1939年问世。

布尔巴基战前完成的书稿在1939年首次出版(《集合论总结》),又于1940年出版《一般拓扑学》的第一、二章(拓扑结构),1942年出版第三、四章及《代数学》的第一章(代数结构)。这四本书已经反映出布尔巴基精神,而且是《数学原理》的基础,它们与其他著作完全不同。不过这时正值大战,这些书并没有引起足够的注意。

1939年9月第二次大战爆发之后,薛华荔在美国无法返法,1941年韦伊也逃到美国。1940年6月,由于希特勒德国的长驱直入,法国的一些大学跟着政府纷纷南迁。这时,布尔巴基许多成员的所在地斯特拉斯堡也落入了德国人的手中。于是,有很多布尔巴基成员先后跑到德国中部的克莱孟·费朗去避难。他们是:狄奥多涅、H.嘉当、韦伊、德尔萨特、埃瑞斯曼、德·波塞尔(De Possel)、孟德尔布洛衣、李希涅诺维奇(A. Lichnerowicz, 1915—)、施瓦尔兹(L. Schwartz, 1915—)等人,简直可以说是一次布尔巴基的大集中。他们在这里仍然继续布尔巴基的事业,并同大西洋彼岸的成员通过一定的渠道有着联系。在十分艰苦的条件下,布尔巴基的成员在这个时期都做了重要的工作。

1945年第二次世界大战结束之后,这些年届不惑的布尔巴基学员又开始重新聚首。1945年夏天韦伊回到巴黎,当即召开临时大会,其后每年就继续常规地召开大会。布尔巴基的著作《数学原理》加速出版,从1947年到1959年又出了21个分册,连同以前出版的4个分册,共25个分册,基本上把“分析的基本结构”这部分出齐了。

布尔巴基的《数学原理》产生了巨大的影响,他们的思想及写作风格成为青年人仿效的对象,很快地“布尔巴基的”便成了一个专门的形容词。战后不到10年,布尔巴基的名字就风靡了欧美数学界。

到50年代中期,布尔巴基的奠基者们相继“退休”,实际上这是布尔巴基的一个规定,而新鲜血液又不断补充进来。

在这期间施瓦尔兹、科肖尔(Jean Louis Koszul, 1921—)、古德曼(Roger Godement, 1921—)、萨姆埃尔(Pierre Samuel, 1921—)、布吕埃(François Bruhat,

1929—)也先后成为布尔巴基成员,他们是第二代,其中塞尔(Jean Pierre Serre, 1926—)是最为出色的,他可能是唯一没有通过考验而直接被接纳为正式成员的。大数学家托姆(Rene Thom, 1923—)和格罗登迪克(Alexandre Grothendieck, 1928—)也曾是布尔巴基的第三代成员。

第二次大战后的 10 年间,是布尔巴基的全盛时期,也是他们开始发挥巨大影响的时期;布尔巴基的奠基者们还没有退出,他们为布尔巴基绘出一个确定的形象。这时以布尔巴基命名的三大项工作全面展开。

一是以布尔巴基名义发表的论文,除了一些小论文之外,最重要的两篇“数学的建筑”和“数学研究者的数学基础”分别在 1948 年和 1949 年发表,它们实际上是布尔巴基学派的纲领和宣言,是布尔巴基学派的原始文献。同时布尔巴基的主要成员也陆续发表他们对数学、数学史和数学发展的看法。

二是布尔巴基的主要著作《数学原理》在其主体部分“分析的基本结构”中,把大部分数学建立在 6 个基础部分之上。实际上从 50 年代到 80 年代,布尔巴基的《数学原理》的各个分册,已经成为数学原始论文的主要引用标准著作,这恰巧反映了布尔巴基为整个数学奠基的成就。

三是布尔巴基讨论班的建立。布尔巴基讨论班可以说是阿达玛数学文献讨论班的继续和发展。讨论班的报告反映当前数学的重大进展,并非只是简单的介绍,而是经过报告者的消化、吸收甚至再创造,对于掌握当前数学动向至关重要。最早的报告包括 H. 嘉当对科肖尔工作的报告和韦伊关于 θ 函数基本定理的报告,它们对后来的数学发展都有重大意义。一开始讨论班的报告打印散发,到 60 年代中期,布尔巴基讨论班从 1948/1949 年度到 1967/1968 年度的

346 个报告 (No. 1—No. 346) 经过编辑修订, 后由美国 W. A. Benjamin, Inc 出版, 共 15 卷。1968/1969 年度到 1980/1981 年度的报告由 Springer 出版社出版, 其后的报告在法国专业数学杂志《星》(Astérisque) 上出版。近半个世纪的布尔巴基讨论班的报告, 实际上是二次大战后数学发展的缩影, 是一份难得的文献。当然, 它反映布尔巴基学派对于数学发展的历史与现状的看法, 比较集中于主流的学科, 侧重于数学的统一性。

在布尔巴基讨论班创设前后, 布尔巴基成员还组织了一些专题讨论班, 它们可以说是儒利雅讨论班的继续。这些讨论班是布尔巴基讨论班的重要补充, 在传播现代主流数学方面起着举足轻重的作用。其中最主要的是 H. 嘉当讨论班: 由 1948/1949 年度 (主题是代数拓扑学) 到 1963/1964 年度 (主题是指标定理), 其中报告的重点是拓扑学及多复变函数论。这些报告完全改变了这两个领域的面貌和它们在数学中的地位, 影响了整整一代数学家, 不仅法国数学, 而且欧洲及北美的数学家都从中受益, 而且也从另一方面推动了布尔巴基精神的散播。

另外一个是以薛华荔为首的李群和代数群的讨论班, 时间只有两年, 由 1956/1957 年度到 1957/1958 年度, 但对群论的未来发展起了很大作用。到了 60 年代施瓦尔兹的分析讨论班时间持续最久, 后来的数论、分析、概率论等讨论班, 均有布尔巴基成员的参与。可以说, 起源于德国的这种讨论班的形式在法国已是遍地生根了。

布尔巴基的衰落

布尔巴基的《数学原理》到 50 年代末已经出了 20 多分

册,其体系的主要部分基本具备,在这个时候,它的名声可以说如日中天。由于以布尔巴基名义发表的论文和《数学原理》,加上布尔巴基的奠基者们和第二代成员个人的贡献以及他们在数学界的影响,他们的确把现代数学提高到了一个新的境界。以代数拓扑学、同调代数、微分拓扑学、微分几何学、多复变函数论、代数几何学、代数数论、李群和代数群理论、泛函分析等领域汇合在一起,汇成现代数学的主流,法国数学家在国际数学界的领袖地位也得到大家的公认。这由他们接连荣获国际数学大奖可见一斑。布尔巴基成员在学术界的地位也由原先的“反对派”变成跻身于权威机构的成员。他们陆续成为科学院院士、大学校长、理学院院长,在科学界、教育界发挥重大影响。当然,也有一些布尔巴基成员如薛华荔等对此表示不满,可是,他们对这种学术界的权威机器也无可奈何。

1970 年左右,布尔巴基大体上走向自己的反面而趋于衰微。这时,布尔巴基的奠基者们和第二代相继退出,年轻一代的影响不能和老一代同日而语。数学本身也发生了巨大变化,布尔巴基比较忽视的分析数学、概率论、应用数学、计算数学,特别是理论物理、动力系统理论等等开始蓬勃发展,而五六十年代的重点代数拓扑学、微分拓扑学、多复变函数论等相对平稳,数学家的兴趣更集中于经典的、具体的问题,而对于大的理论体系建设并不热衷;数学研究更加趋于专业化、技术化。70 年代到 80 年代中的数学显示出多样化的局面,明显的表现是在近年很少有新兴学科的兴起,也无法与布尔巴基成立的时期相提并论。虽然,到了 80 年代中期,一种新的数学大统一的趋势又在形成,不过,这已经是在布尔巴基统一基础上更高级的统一。另一方面,许多持经典的观点的数学家根本就否定这种统一,也有相当多的