

《数学·我们·数学》丛书

数学与社会

SHU XUE YU SHE HUI

胡作玄 著

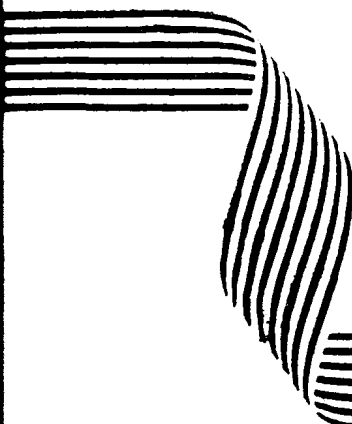
要 目

- 理解数学
- 社会需要数学
- 数学家
- 数学家共同体
- 发展数学的社会条件
- 各国数学发展的不同道路

《数学·我们·数学》丛书

数学与社会

胡作玄 著



湖南教育出版社

数 学 与 社 会

Shuxue yu Shehe

胡作玄 著

责任编辑：孟实华

湖南教育出版社出版发行

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷一厂印刷

850×1168毫米 32开 印张，5.75 字数，140000

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

印数，1——1500

ISBN7—5355—1224—0/G·1219

定价：3.60 元

我們讚賞數學

我們需要數學

一九八六年十月書祝

數學。我們。數學

成功

陳省身



1986.10

写在前面

丁石孙（北京大学）

最近钱学森同志在一封信中提出了一个观点，他认为数学应该与自然科学和社会科学并列，他建议称为数学科学。当然，这里问题并不在于是用“数学”还是用“数学科学”，他认为在人类整个知识系统中，数学不应被看成是自然科学的一个分支，而应提高到与自然科学和社会科学同等重要的地位。

我基本上同意钱学森同志的这个意见。数学不仅在自然科学的各个分支中 useful，同时在社会科学的很多分支中也有用。近期随着科学的飞速发展，不仅数学的应用范围日益广泛，同时数学在有些学科中的作用也愈来愈深刻。事实上，数学的重要性不只在它于科学的各个分支有着广泛而密切的联系，而且数学自身的发展水平也在影响着人们的思维方式，影响着人文科学的进步。总之，数学作为一门科学有其特殊的重要性。为了使更多人能认识到这一点，我们决定编辑出版《数学·我们·数学》这套小丛书。与数学有联系的学科非常多，有些是传统的，即那些长期以来被人们公认与数学分不开的学科，如力学、物理以及天文等。化学虽然在历史上用数学不多，不过它离不开数学大家是看到的。对这些学科，我们的丛书不打算多讲。我们选择的题目较多的是那些与数学的关系虽然密切，但又不大被大家注意的学科，或者是那些直到近些年才与数学发生较为密切关系的学科。我

们这套丛书并不想写成学术性的专著,而是力图让更大范围的读者能够读懂,并且能够从中得到新的启发。换句话说,我们希望每本书的论述是通俗的,但思想又是深刻的。这是我们的目的。

我们清楚地知道,我们追求的目标不容易达到。应该承认,我们很难做到每一本书都写得很好,更难保证书中的每个论点都是正确的。不过,我们在努力。我们恳切希望广大读者在读过我们的书后能给我们提出批评意见,甚至就某些问题展开辩论。我们相信,通过讨论与辩论,问题会变得愈来愈清楚,认识也会愈来愈明确。

1989年4月
于北京大学

前 言

谈到数学与社会,首先就会想到科学与社会。这方面的一部著作是 50 年前出版的贝尔纳(J. D. Bernal, 1901——1971)的《科学的社会功能》。这部 40 余万字的巨著内容包罗万象,科学的历史、科学研究的组织、科学教育、科学的应用、科学与战争、各国科学概况、科学家的培训、发展科学战略、科学为人类服务与科学社会的各种关系与相互作用。这里谈的科学主要是自然科学,数学几乎没有涉及。正是这本书开创了科学社会学及科学学等新领域,也为科技政策研究奠定了基础。现在这些领域已成为社会公认的系统学科。

但是,数学不是自然科学,数学与社会的相应研究一直也没有系统地开展起来。虽说数学没有科学实验所带来一系列问题,本应更简单些,可是它的研究成果不那么实实在在,的确难以捉摸和评价。谁也不会否认他天天生活要靠物理、化学、生物学的研究成果(用电就是最典型的事例),可是除了个别职业之外,很少有人认为他总跟数学打交道。数学与社会的关系要更加间接,更加模糊。作为这种探讨的尝试也不得不仿照贝尔纳当初的作法,从多个侧面来看这个问题。

头一个最自然的问题是数学到底在社会上起多大作用?这个问题的答案构成一个谱,谱的两端一是“数学无用论”,二是“数学万能论”,随着对数学理解的不同,每个人都站在这个闭区间的某一点上。数学是有用的又是无用的,关键在怎么理解数学。数学的用处也分成许多层次,某一层次上有用的东西,在另一层次上也许

没用。不同的问题应用起来也就不同：首先是描述的层次、其次是计量的层次、再就是模型、系统与结构层次、最早辟规律、方法与理论思维的层次。在研究具体问题和研究生物学及社会科学的问题上需要在不同的层次上作文章，不能混为一谈。在谈到数学的应用时，只是举例子来表明方向，而不打算把这本书写成应用数学手册或大全。这是前三章的内容。

本书后面一半的内容可以说成是“数学科学的社会学”或“数学科学学”的内容。由于这两门学科似乎还不存在，自然参考正宗的“科学”的路子来写。数学并非自然科学，数学家也和自然科学家不同，不仅与搞实验的不同，与搞理论物理学的也不同。关键的一点是理论物理学家要考虑实验，而数学家根本不管实验。这是数学家与科学家的根本不同之处。但是数学家与科学家一样，既属于整个社会及其某些分支机构，又属于数学家共同体，他们之间的相互作用和相互关系就构成社会学研究的课题。这个小社会既要向社会输出它的产品——数学知识的技能来满足社会的需要，又要从社会得到维持自己运行的动力，数学就是在这种双重社会背景之下发展起来的。每个社会都有自己的一套运行机制，因此对数学发展也就起着推动或阻碍作用。从不同国家数学发展的不同道路我们可以看到可资借鉴的经验及教训。这是后三章的内容。

应该指出，本书不是论述“数理社会学”或“社会计量学”的专门著作，而是一本从不同角度來看数学与社会相互作用、相互关系的著作，由于这种关系错综复杂，不可避免与有关的著作在部分内容上重复，在这方面要进行更深入探讨，还是参考有关各书，本书只不过是一个引导。



作者简介

胡作玄，男，汉族，1936年生，北京市人。副研究员。1957年毕业于北京大学。1964年调入中国科学院数学研究所，1980年转入中国科学院系统科学研究所至今。

专业为数学及科学史，专长为近现代数学史，发表论文若干篇。著有《菲尔兹奖获得者传》(合编)、《布尔巴基学派的兴衰》、《第三次数学危机》等多本著作。译著有《数学概观》、《数学的未来》等。

目 录

前 言	1
第一章 理解数学	1
第一节 数学来源于社会	1
第二节 数学万能论与数学无用论	4
第三节 数学为什么用不上	9
第四节 数学是什么	13
第五节 数学家的思想方向	18
第二章 社会需要数学	28
第一节 社会生活中的数学	29
第二节 社会生产中的数学	34
第三节 数学与战争	40
第三章 数学推动科学发展	45
第一节 数学与物理科学	46
第二节 数学与生物科学	49
第三节 数学与社会科学	54
一、数学与经济学	56
二、数学与社会学	63
三、数学与政治科学	67
第四节 数学与人文学——数学与艺术	69
第五节 数学与哲学	72
第四章 数学家的社会化	81
第一节 数学家的社会状况	81

第二节	数学家的职业化	89
第三节	数学家成长的社会条件	93
第四节	数学家的职业方向	101
第五节	数学家的社会、政治活动	102
第五章	数学家集体	106
第一节	数学家集体的形成及其社会功能	106
第二节	对数学家的评价	110
第三节	数学界的荣誉和奖励	121
第四节	数学家的交流、合作和竞争	124
第五节	国际交流与国际组织	131
第六章	一些国家数学的发展道路	134
第一节	法国、德国和英国的不同道路	135
第二节	美国的数学	140
第三节	苏联的数学	144
第四节	波兰的数学	150
第五节	日本的数学	152
第六节	印度的数学	158
第七节	中国的数学	160
结束语		170

第一章

理解数学

第一节 数学来源于社会

数学现在已变成极端专门、极端复杂、极端抽象的一门学问，越来越脱离社会实际。但是溯本求源，基本的数学概念及分支都有它的社会背景，它们是人类社会活动的产物，麦克莱恩(S. Maclane, 1909—)在他的著作《数学：形式与功能》一书中列举了15种活动及其产生的数学概念，虽不一定很合适、很全面，我们还是可以从中看出其社会背景。

活 动	观 念	概念表述
收集	集体	(元素的)集合
数数	下一个	后继、次序、序数
比较	计数	一一对应、基数
计算	数的结合	加法、乘法规则、阿贝尔群
重排	置换	双射、置换群
计时	先后	线性顺序

活 动	观 念	概念表述
观察	对称	变换群
建筑赋形	图形、对称	点集
测量	距离、广度	度量空间
移动	变化	刚性运动、变换群、变化率
估计	逼近、附近	连续性、极限、拓扑、空间
挑选	部份	子集、布尔代数
论证	证明	逻辑连词
选择	机会	概率(有利/全部)
相继行动	接续	结合、变换群

从数学的来源看,数学与社会是密切联系在一起的。上世纪之前,数学家也不把自己看成某一领域的专家,也不划分纯粹数学与应用数学,甚至也不区别数学与其他科学。数学是一种解决实际问题的技术。

从数学的内容看,17 世纪乃至 18 世纪的数学范围可以说包罗万象,这可由德沙列(C. -F. M. Deschales, 1621—1678)写的《数学课程或数学世界》中看出,“除了算术、三角和对数之外,还包括实用几何、力学、静力学、地理、磁学、土木工程、(大)木工、石工、军事建筑、流体静力学、液体流动、水力学、船体结构、光学、透视、乐理、火器及火炮设计、星盘、日晷、天文学、日历计算和占星术。最后他还把代数、不可分量理论、圆锥曲线理论和诸如割圆曲线和螺线那样的特殊曲线包括在内。”^①这真可以说是五花八门、无奇不有。现在比较干净的纯粹数学始于 19 世纪的高斯(C. F. Gauss, 1777—1855)及柯西(A. L. Cauchy, 1789—1857)他们也搞其他科学,但应用数学的范围已经小多了。

即使如此,19 世纪许多数学问题也来源于实际问题。从高斯

① 转引自 M. Kline《古今数学思想》(1972)中译本,第二册第 112 页,原译文有错已改动。

到庞加莱(H. Poincaré, 1854—1912)都研究天体力学,不仅计算行星轨道,而且求解三体及多体问题。从拉普拉斯(P. S. Laplace, 1749—1827),高斯到闵可夫斯基(H. Minkowski, 1864—1909)都研究毛细现象。高斯的内蕴微分几何学来源于他的大地测量实践,直到今日,他的测地网仍在使用。今天的位势理论来源于“吸引”理论。克莱因(F. Klein, 1849—1925)研究陀螺仪,切贝雪夫(П. Л. Чебышев, 1821—1894)研究传动机构则更实际。19世纪末开始编辑出版的《数学科学百科全书》(1898—1935)概括了当时的纯粹数学及应用数学。前三卷分别是算术和代数(2卷)、分析(5卷)、几何学(6卷)、后三卷则是力学(4卷)、物理学(3卷)、测地学与地球物理学(1卷)以及天文学(2卷)。这反映出本世纪初数学范围仍然不小。其后这些部门已经不再认为属于数学科学范围,但许多学科实际上同数学特别是应用数学没什么两样,如天体力学、数学物理学等实际上几乎从头到尾搞的都是数学问题,实际问题的背景已经小的看不到以至不管也可以的地步。

20世纪起物理科学及生物科学乃至心理科学、社会科学、人文学都发生革命至少也是巨大变革。其中提出许多新的数学问题,对科学和数学都产生深远的影响。20世纪数学科学不仅内部结构研究兴起形成一系列新科学:抽象代数学(群论、环论、域论等等)、拓扑学(一般拓扑学、代数拓扑学、微分拓扑学)、测度及积分论(各种空间上测度、各种积分、概率论)、泛函分析(各种空间及算子理论、算子代数)、数理逻辑(公理集合论、证明论、递归论、模型论)以及二次大战之后产生的同调代数学(包括K理论、L理论)及范畴论子理论及大范围分析,这些大大扩充了古典纯数学理论。

由于社会实践尤其是第二次世界大战的刺激,产生一系列与古典数学大异其趣的新领域,也是在社会各方面有着极重要应用的部门,如果要给一个概括的名称,最合适的应该是“系统数学”,它有如下一些分支:

1. 统计数学:更广一点,包括其它一些近亲,如种群遗传学、优

生学、生物 计量学、心理计量学、社会计量学、经济计量学等。

2. 运筹数学：包括规划数学（线性规划、非线性规划、整数规划、几何规划、动态规划），排队论、库存论、排序理论、替代理论、可靠性理论、网络流理论以及对策论、搜索论等和各种各样模型及算法，广义的运筹学可 以说是决策科学。

3. 数理科学：许多科学部门象力学、数学、物理学一样，发展成一套接近纯数学的模型，数学物理学内容大大扩展，同时产生数学生物学、数学生态学、数学心理学、数学地质学、数学经济学、数学社会学、数学语言学等。

4. 系统科学：如维纳（N. Wiener, 1894—1964）的控制论、信息论、控制理论。

5. 计算机科学：如程序语言，软件，人工智能理论等。

6. 计算数学：配合计算机产生一系列算法，与各部门科学搭配产生计算力学、计算流体力学、计算物理学、计算化学等分支，以及对计算数学的基础理论，如误差分析、稳定性、收敛速度乃至计算复杂性的研究。

与纯数学不同，上面的所有数学分支均为社会实践需要的产物，它们至今还带着其社会来源的烙印，如搜索论的确来源于搜索潜艇的问题，可靠性理论的确来源于复杂的军事装备，元件寿命与整机寿命关系以及何时检修及置换最优等实际问题。对策论一开始就同完全竞争经济学的问题联系在一起，后来理论又扩展到多门社会科学上，这反映出大部份数学与人类社会活动 and 实践，有着天生的血缘关系，它必定在社会上大有用武之地。

第二节

数学万能论与数学无用论

虽说数学来源于社会实践，但经过几千年特别是近一、二百年

的发展,数学已成为一门远远超乎一般人想象的学科。那么数学是不是还象以前那样是非常有用也非常有效的工具呢?对此,答案有两个极端:一种是数学万能论,一种是数学无用论。前者认为:任何事情离不开数学,离不开数量关系,当然也就离不开研究它的数学。只要能用上数学,一切问题均可迎刃而解。所有科学、技术、社会乃至哲学问题都应数学化,只有数学化才能对问题认识更加深入,使之成为一门真正的科学。后者则认为:数学只不过是一门专门学科,它有自身的问题(如哥德巴赫问题),而这些数学问题的解决对于解决科学技术问题派不上什么用场,更不用说复杂的社会问题了。例如,有些人明确表示,数学对经济学没什么用,数理经济学只不过是数学,与现实经济运行并不相干。至于天天离不开的数码及加、减、乘、除,只不过同语言文字一样是社会生活的基本知识,与近代数学根本是两码事。而一般人则根据他对数学及社会的不同认识站在这两个极端的某一点上。

正确的观点似乎应该是

1. 并非所有数学都是有用的,有些数学就是针对解某些问题而建立的,它们可能马上派上用场,但许多数学分支的确用处不大。一年中数学家证明的 10 几万条定理绝大部分可能派不上用场,甚至在相当长的时期中没什么用。

2. 由于数学研究还不够深入以至还不能解决较复杂的问题,或者由于数学家对社会问题缺乏关心及认识以致数学没能正确得到运用,这些并不说明数学没有用,而是需要对应应用数学采取积极的态度。

3. 当数学家关心社会实际问题并致力于把各种问题数学化同时社会正确认识数学、理解数学、积极运用数学而不是简单地否定数学,数学是大有可为的,数学还是拥有极大潜力来帮助解决社会问题的。

当前各种社会问题很多,最紧迫的是四大危机。即人口、资源、环境及核战危机。近 20 多年来,数学开始应用,对于这些问题的认

识助了一臂之力。这样发展下去,数学还是大有可为的。对此,我们分述如下:

1. 人口危机

世界人口从 1800 年的 9 亿增长到 1900 年的 16 亿,1930 年为 20 亿,1960 年为 30 亿,1975 年为 40 亿,1987 年为 50 亿,2000 年肯定超过 60 亿。这里有两点特别值得注意:一是人口的实际增长远远超过专家学者的估计,例如有人估计到 2000 年人口不到 50 亿甚至不到 40 亿,估计产生如此大的偏差是不是数学的错误?显然不是,这里用到的数学并不复杂,但人类活动却难以捉摸,远非数学或社会科学所能认识到的。不仅如此,估计数字时并没有考虑到人口控制,而这进一步使估计偏差增大。另外一点值得注意的是,虽然两个人口超级大国中国和印度都实行人口计划,少生的数量也颇为可观(20 年少生 2—3 亿),却对整个局面没有显著改善。人口问题已成为阻碍社会和经济发展的的重要因素,而且由此带来粮食、住房、交通、就业、教育等一系列问题越来越难于解决。数学的确会算出什么是最合适的人口数量及人口增长率以及人类最低的经济需求,不过它对人口危机的产生、控制以及后果却无能为力。尽管如此,通过数学的深入应用会使社会找到一个比较好的人口政策的。

2. 资源危机

人类生存所依赖的土地资源、森林资源、水资源、动植物资源、矿产资源以及能源的利用速度已达疯狂的程度。人们早就警告过只有一个地球,不过掠夺资源的欲望难以扼制。数学能够告诉人们这种或那种资源什么时候即将枯竭,热力学也告诉人们大部份资源不能再生,这种资源稀缺到枯竭的趋势是不可逆转的。

资源的第一问题是能源问题迄今所用的石油、煤、天然气都是几亿年前地壳运动把大量生物覆盖在地下逐渐生成,储量有限,越用越少。石油资源到 21 世纪初将告枯竭,煤炭及天然气资源虽可开采更长一些,也维持不了多久。核能是一个对环境影响很大的能