

胡作玄◎著

数学与社会



07

(珍藏版)

数学科学文化理念传播丛书(第二辑)

Mathematics and Society



大连理工大学出版社
Dalian University of Technology Press

胡作玄◎著

数学与社会



07

(珍藏版)

数学科学文化理念传播丛书 (第二辑)

Mathematics and Society



大连理工大学出版社
Dalian University of Technology Press

图书在版编目(CIP)数据

数学与社会：珍藏版 / 胡作玄著. — 2版. — 大连：
大连理工大学出版社，2016.1

(数学科学文化理念传播丛书)

ISBN 978-7-5685-0147-7

I. ①数… II. ①胡… III. ①数学—科学学 IV.
①O1-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 233308 号

大连理工大学出版社出版

地址：大连市软件园路 80 号 邮政编码：116023

发行：0411-84708842 传真：0411-84701466 邮购：0411-84708943

E-mail: dutp@dutp. cn URL: http://www. dutp. cn

大连住友彩色印刷有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸：188mm×260mm

印张：11

字数：154 千字

2008 年 7 月第 1 版

2016 年 1 月第 2 版

2016 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑：刘新彦 王 伟

责任校对：田中原

封面设计：冀贵收

ISBN 978-7-5685-0147-7

定价：39.00 元



数学科学文化理念传播丛书·第二辑

编写委员会

丛书主编 丁石孙

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 前 史树中 刘新彦

齐民友 张祖贵 张景中

张楚廷 汪 浩 孟实华

胡作玄 徐利治

写在前面*

—

20世纪80年代,钱学森同志曾在一封信中提出了一个观点,他认为数学应与与自然科学和社会科学并列,他建议称之为数学科学.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,数学不应该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.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、物理学以及天文学等.化学虽然在历史上用数学不多,不过它离不开数学是大家都看到的.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

* “一”为丁石孙先生于1989年4月为《数学·我们·数学》丛书出版所写,此处略有改动;“二”为丁先生为本丛书此次出版而写.

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.

二

大连理工大学出版社的同志看了《数学·我们·数学》这套丛书,认为本套丛书的立意与该社目前正在策划的《数学科学文化理念传播丛书》的主旨非常吻合,因此出版社在征得每位作者的同意之后,表示打算重新出版这套书.作者经过慎重考虑,决定除去原版中个别的部分在出版前要做文字上的修饰,并对诸如文中提到的相关人物的生卒年月等信息做必要的更新之外,其他基本保持不动.

在我们正准备重新出版的时候,我们悲痛地发现我们的合作者之一史树中同志因病于上月离开了我们.为了纪念史树中同志,我们建议在丛书中仍然保留他所做的工作.

最后,请允许我代表丛书的全体作者向大连理工大学出版社表示由衷的感谢!

丁石孙

2008年6月

20 年的变迁——修订版序引

《数学与社会》第一版的出版时间是 1991 年 2 月,而准备及写作时间是 1988 年到 1990 年,也就是 20 年前.这 20 年虽然只是人类历史长河中短暂的一瞬,但其巨大的变化以及对后世的影响则是绝大多数人始料未及的.用霍布斯鲍姆(Eric Hobsbaum,1917—2012)的话来讲,1991 年底标志着短 20 世纪的终结.

20 年后再来回顾数学与社会的变化,确可以用令人震惊来形容.当然,一般人对数学了解甚少,可是计算机的冲击却无比强大,以致电脑盲在新世纪几乎很难适应.不过,还是社会的变化更为明显,尽管还不能对此做出解释,更不能完全与数学挂钩,但我们还是把社会变化归纳为下面四个方面:

1. 世界格局发生巨变

东欧剧变与苏联解体标志着后冷战时代的来临.中国的崛起在全球化进程中起着重要的作用.全球的矛盾与冲突与苏美两极争霸时代已大不相同.

2. 信息时代的到来

尽管政治、经济、社会在这 20 年发生了巨大变化,但是最根本、最基础的变化还是信息时代的到来.与信息有关的发明、技术、科学和工程已经有或长或短的历史,例如,电话的发明迄今已有 130 多年,然而由于种种原因 20 年前并没有普及,然而,现今手机几乎人手一部,而且性能不断改进.

信息化社会正是建立在个人计算机、各种软件、互联网、手机、检索工具等之上的,这些技术进步完全改变了社会的运行体系,其覆盖面与效率大大超过 20 世纪 80 年代之前,它们对社会的冲击是怎么评估也不过分的.举例来讲,首先是激发了电子商务和网络经济的兴

起,其次是网络金融系统给大量的资金流动和支付提供了前所未有的方便,全球化已成为不可避免的趋势。

信息时代并没有因此而进入 20 世纪末流行一时的知识经济时代,从网上可以获取大量的数据和信息,但是,这些还不能自动加工成为系统的知识与智慧.学习和研究的条件的确有极大改善,但创新和取得突破还是要靠人,硬件的“平等”并不意味着一个国家马上就能完成数学大国和数学强国的建设任务。

3. 金融经济的发展

货币与金融是古老的经济现象,并在以实体经济为上的经济体系中起着一定作用.然而从 20 世纪 70 年代起,一系列的变化使得金融(相对于实体经济也可称为虚拟经济)在经济生活中占主导地位.其中主要是:布雷顿森林体系瓦解,各国货币汇率自由浮动;两次石油危机造成全球经济动荡;金融衍生产品的推出和创造.这三个事件不约而同都在 1973 年出现.然而,大麻烦都从 20 世纪 80 年代后期相继产生.一是国际性的金融危机频发,典型的是,1997 年起的东南亚金融危机和 2008 年美国次贷危机;二是衍生产品的杠杆效应引发过度投机,如巴林银行的倒闭.计算机与网络使交易大大方便,股市交易量成倍增加,股市市值也超出 GDP 许多.这造成许多潜在的风险.

4. 突发灾祸日益频繁

1990 年之前,两极对立的世界并没有发生核大战,尽管有一些局部的战争及冲突,对全球的稳定还没有构成威胁.1990 年以后,核战争的危險尽管没有完全过去,但还是大大减少了,相伴而来倒是充满了不确定性的未来.以前人们不太关心的危險浮出了水面:一是与环境有关的风险逐步加大,特别是全球变暖,对于发展中国家,发展与环境的矛盾也日益突出.实际上,我们已经越来越难于找到干净的水和空气了.现在还不清楚异常天气与全球变暖的关系,不过突发的恶劣天气确实越来越多了.二是由于人祸造成的灾难.这在 20 世纪 90 年代特别是 21 世纪初越来越明显.也许我们不能简单地归结为“文明冲突”,但是,如何规避或防止呢?总之,近 20 年,对于突发事件还缺少预防和准备,正好说明,风险与不确定性正在增加.

在近 20 年的这四大巨变中,数学究竟起着什么作用,或者进一步说,对数学有什么影响呢?

显然,这四方面与数学关系是不太一样的:数学对于政治、社会及环境影响不太大,然而,数学与信息技术的发展以及与金融的互动则是十分重要的。

众所周知,以计算机、网络、信息、通信为基础的现代社会是完全建立在广义的信息科学和信息技术的基础之上的。计算机的设计和使用可以说是建立在数学与电子技术这两条腿之上的。电子技术60年来已有长足的进步,经过了几代的变化,但设计思想还主要是数学家冯·诺伊曼所设想的。冯·诺伊曼也是第一位使用大型计算机的人,他参与了首批“数值天气预报”的工作。没有数学家,天气预报还难以成为现实。

60年前(1948—1949年),申农(C. E. Shannon, 1916—2001年)不仅建立了通信的数学理论,从而给信息论奠定基础,而且考虑密码问题,在当前网络安全至上的时代,许多纯数学的理论开始进入这个重要领域。许多军事、安全和经济机构都不约而同地考虑这个大问题。

数学家的最大用武之地还在于“算”。由于计算机的发展,设计出适应计算机的好算法成为数学家研究的主要方向之一。近20年,计算数学与各学科形成数以百计的交叉学科,推动了两方面共同进步。

数学与金融的关系更为密切。20世纪90年代,金融数学和金融工程应运而生。1991年,国际金融工程师学会正式成立。金融工程不仅仅进行金融工具及金融产品的设计和开发,而且还发展各种风险管理技术,而风险管理在金融、保险等行业有用,还推而广之应用于应对各种突发的、不确定性的事件,在复杂的社会环境中是不可少的。

经历了这20年,数学对社会将有更大的冲击;反之,适合的环境将会有助于培养出更多、更优秀的数学家。

我们很难在这样一本书中概括数学的方方面面,有兴趣的读者请参阅下面几本著作:

胡作玄,近代数学史,山东教育出版社,2006;

胡作玄,数学是什么,北京大学出版社,2008。

本书的写作得到国家自然科学基金会的支持(批准号:10671053)。

胡作玄

2008年7月于北京

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贝尔纳(Bernal,1901—1971年)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、科学为人类服务和科学与社会的各种关系及相互作用.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的学科.

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的一系列问题,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.谁也不会否认人们天天生活要靠物理、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,很少有人认为自己总跟数学打交道.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做法,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.数学既是有用的又是无用的,关键在于怎么理解数学.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,最后是规律、方法与理论思维的层次.在研究具体问题和生物学及社会科学的问题上需要在不同的层次上做文章,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来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,不可避免地与有关的著作在部分内容上重复,在这方面要进行更深入的探讨,还需要参考有关各书,本书只不过是一个引导.

胡作玄

1990年于北京

目 录

- 一 理解数学 /1
 - 1.1 数学来源于社会 /1
 - 1.2 数学万能论与数学无用论 /4
 - 1.3 数学为什么用不上 /8
 - 1.4 数学是什么 /11
 - 1.5 数学家的思想方向 /16
- 二 社会需要数学 /25
 - 2.1 社会生活中的数学 /26
 - 2.2 社会生产中的数学 /31
 - 2.3 数学与战争 /35
- 三 数学推动科学发展 /40
 - 3.1 数学与物理科学 /41
 - 3.2 数学与生物科学 /43
 - 3.3 数学与社会科学 /47
 - 3.4 数学与人文学——数学与艺术 /60
 - 3.5 数学与哲学 /63
- 四 数学家的社会化 /71
 - 4.1 数学家的社会状况 /71
 - 4.2 数学家的职业化 /78
 - 4.3 数学家成长的社会条件 /82
 - 4.4 数学家的职业方向 /88
 - 4.5 数学家的社会、政治活动 /90

| | | |
|-----|----------------|------|
| 五 | 数学家集体 | /93 |
| 5.1 | 数学家集体的形成及其社会功能 | /93 |
| 5.2 | 对数学家的评价 | /97 |
| 5.3 | 数学界的荣誉和奖励 | /106 |
| 5.4 | 数学家的交流、合作和竞争 | /109 |
| 5.5 | 国际交流与国际组织 | /115 |
| 六 | 一些国家数学的发展道路 | /118 |
| 6.1 | 法国、德国和英国的不同道路 | /118 |
| 6.2 | 美国的数学 | /123 |
| 6.3 | 苏联的数学 | /126 |
| 6.4 | 波兰的数学 | /132 |
| 6.5 | 日本的数学 | /134 |
| 6.6 | 印度的数学 | /139 |
| 6.7 | 中国的数学 | /141 |
| | 结束语 | /150 |
| | 人名中外文对照表 | /156 |

一 理解数学



1.1 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—2005)在他的著作《数学:形式与功能》(1986)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,我们还是可以从其中看出其社会背景.

| 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 |
| 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 | 部分 | 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. 19 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.克莱茵(F. Klein, 1849—1925)研究陀螺仪,切贝雪夫(П. Л. Чебыщев, 1821—1894)研究的传动机构则更实际.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20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到了小得看不到以致不管也可以的地步.

20世纪起物理科学及生物科学乃至心理科学、社会科学、人文学都发生了巨大的变革.其中提出了许多新的数学问题,对科学和数学

^① M. Kline,《古今数学思想》(1972),中译本,第2册,第112页.原译文有错,已改动.

都产生了深远的影响. 20 世纪数学科学内部结构研究的兴起形成了一系列新科学: 抽象代数学(群论、环论、域论等)、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)以及第二次世界大战之后产生的同调代数学(包括 K 理论、L 理论)、范畴函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, 产生了一系列与古典数学大异其趣的新领域, 它们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, 包括其他一些近亲, 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(也译为博弈论、竞赛论)、搜索论等和各种多样模型及算法, 广义的运筹学可以说是决策科学.

(3) 数理科学: 许多科学部门像力学、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

的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,这反映出大部分数学与人类社会活动和实践有着天生的血缘关系,它必定在社会上大有用武之地。

1.2 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.那么数学是不是还像以前那样是一件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字及加、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,有些数学分支就是针对解决某些问题而建立的,它们可能马上派上用场,但许多数学分支的确用处不大.现在一年中数学家证明的十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致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,而是需要对应用数学采取更积极的态度.

(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