

面向21世纪 的中国数学教育

数学家
谈数学教育

严士健 主编
江苏教育出版社

严士健 主编
江苏教育出版社

面向
21
世纪
的中国数学教育

面向 21 世纪的中国数学教育

——数学家谈数学教育

严士健 主编

责任编辑 王建军

出版发行:江苏教育出版社
(南京中央路 165 号,邮政编码:210009)
经 销:江苏省新华书店
照 排:南京理工大学激光照排公司
印 刷:无锡市春远印刷厂
(无锡市南门外江溪桥邮政编码:214027)

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 9.875 插页 4 字数 247,800

1994 年 12 月第 1 版 1996 年 2 月第 2 次印刷

印数 1201—3200

ISBN 7-5343-2223-5

G·1981

定价:9.25 元

江苏教育版图书若有印刷装订错误,可向承印厂调换

缘起

1992年3月,中国数学会教育工作委员会借广东教育学院举办数学教育讲习班之际,举行了一次讨论中小学数学教育改革的会议。会议形成了“关于中小学数学教育改革的若干建议”(《中国数学会通讯》,1992年第3期;《中学数学教学参考》,1992年第9期转载),其中第一条就提出:“广泛听取数学界关于数学教育改革的意见,征求意见的范围,不仅包括数学教育专家,也应该包括懂得现代数学发展,关心数学教育改革的数学家……我国数学教育改革的步伐不大,缺少数学家的真正参与,是一个重要的原因”,“为此,作为中国数学会的教育工作委员会,愿意为我国数学教育改革开展咨询活动,组织数学家提供建议,汇集数学家的意见,供领导部门决策时参考”。几乎同

时,当年4月,江苏教育出版社的数学编辑王建军同志也感到:“数学教育的历史说明,如果没有数学家的参与,数学教育的前进是很难想象的。”他在征求了王梓坤、徐利治、陈昌平和张奠宙等教授的意见以后,于5月初写信邀我主持此事。经在京的教育工作委员会委员讨论决定,由中国数学会教育工作委员会和江苏教育出版社联合发起,约请数学家撰写文章,发表有关中国数学教育改革的见解,结集出版,书名定为《面向21世纪的中国数学教育——数学家谈数学教育》。

在中国数学会教育工作委员会和江苏教育出版社于1993年5月联名发出的征稿信中,表达了如下的意见:20世纪以来,随着社会、经济、科学技术的迅速进步和发展,各国对其公民素质提出了越来越高的要求,国际上教育改革运动风起云涌,面向21世纪的中国数学教育,同样需要改革;数学教育改革要有深度和广度,就需要数学家更多、更直接地参与;中国数学教育要走向世界,希望有第一流的数学家来领导中国数学教育的新潮流。为此,我们呼吁全国数学界,关心中国的数学教育,积极参加改革,用笔触写出您对数学教育改革的意见和建议,把您对数学教育的“爱心”奉献给21世纪的中国数学教育和中国青年。笔谈贯彻“百家争鸣”的方针,各抒己见,畅所欲言;可针对数学教育改革的某一方面,或者再联系其他方面谈;

笔谈内容及标题都由自己决定。

这封信得到了积极的响应，一批很有学术造诣的数学家寄来了文稿，阐述了他们的观点、意见和问题，提出了建议。我想如果能对这些材料进一步认真研究和落实，我国 21 世纪的数学教育事业必将向着世界先进水平加速迈进。

值此文集出版之际，向积极为文集撰稿的数学家致谢，向一切支持本文集编撰和出版的同志致谢。特别是张奠宙教授做了很多工作。我们希望更多的数学家能对 21 世纪的数学教育提出意见、问题和建议，更希望广大读者研究本书中提出的观点和意见，关心 21 世纪的数学教育事业并参加讨论。因为数学教育是关系着每一个家庭同时也是关系着国家民族的大事，如果没有家长、社会和舆论的参与和支持，改革几乎是不可能成功的。最后希望凡是与本书有关的领导、专家和读者对本书工作的一切方面提出批评和指正，以期今后做得更好。

1994 年 5 月于北京师范大学

目 录

10	.....	缘 起	1
07	.....	今日数学及其应用	1
87	.....	数学教育不能从培养数学家的要求出发	37
0	.....	谈谈数学系的教学和科学研究	41
00	.....	有了计算机之后	50
01	.....	数学史,数学方法和数学评价	54

- 冯克勤 中国科学技术大学
我们应当如何教数学 61
- 齐民友 武汉大学数学系
关于中学数学教育改革的一些看法 70
- 张景中 中国科学院成都计算机应用研究所
把数学变得容易一点 78
- 陈重穆 西南师范大学数学系
“大众数学”及其他——谈初中数学教育
改革 90
- 张尧庭 武汉大学数学系
关于数学教育现代化 104
- 王世强 北京师范大学数学系
逻辑训练和数理逻辑课程 110
- 严士健 北京师范大学数学系
让数学成为每一中国人的生活组成部分
..... 115
- 史树中 南开数学研究所
市场经济与信息时代中的数学教育 ... 133
- 叶其孝 北京理工大学应用数学系
数学建模与 21 世纪的数学教育 146
- 梁之舜 中山大学数学系
“头脑编程”与数学教育 159

- 余家荣 武汉大学数学系
法国数学教学改革与中法数学班 181
- 路见可 刘培德 武汉大学数学系
重视数学教育 提高国民素质 188
- 刘应明 熊华鑫 白苏华 四川大学数学系
我国数学高等教育面临的挑战和对策
..... 196
- 胡迪鹤 叶明训 武汉大学数学系
改革课程体系 更新教学内容 207
- 定光桂 南开大学数学系
巩固“基层” 改进“中层” 革新“上层”——
数学教育改革之我见 214
- 林正炎 杭州大学数学系
重视应用和知识更新:谈高等教育中的数学
教学改革 219
- 李克正 中国科技大学研究生院
各科大学生都应修数学课 226
- 朱剑英 南京航空航天大学
进一步深化数学教育改革 229
- 张筑生 北京大学数学系
数学对人类文明发展的贡献与数学教育
..... 239

○ 单增	南京师范大学数学系	○
181	……大纲、教材及其他	249
○ 萧文强	香港大学数学系	○
881	……我看“大众数学”	256
○ 朱梧楨	南京航空航天大学计算机科学与工程系	○
	……数学文化、数学思维与数学教育	266
③	张楚廷 湖南师范大学数学系	
	……让人人喜爱数学	278
708	……	
○ 蒋 声	扬州大学师范学院数学系	○
	……21世纪数学教学内容展望	291
○ 张奠宙	华东师范大学数学系	○
	……中国数学教育的文化传统和未来走向	296
118	……	
○		○
838	……	
○		○
858	……	
○		○
888	……	
○		○
898	……	

今日数学及其应用

中国科学院数学物理学部*

本文的目的是双重和互补的：一是论述数学在国富民强中的重要意义；二是通过近年来数学在我国的许多应用来证实这种意义的真实性，从而希望提高人们对数学的认识。

数学与人类文明同样古老，有文明就必须有数学，缺乏数学不可能有科学的文明，数学与文明同生并存以至千古。然而一些人对数学的认识却并未达到应有的高度，他们的眼光受到局部的、短暂的急功好利的限制；只有从国富民强的广阔视野中来考察和研究数学，才能得到正确的符合实际的认识。在我国，邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的著名论断是十分正确的。在美国，科学院院士 J. G. Glimm 也曾幽默地说过：40 年前，中国有句名言：“枪杆子里面出政权”；而从 90 年代起，在全球应是“科学技术出政权”。的确，近现代世界史证实：“国家的繁荣昌盛，关键在于高新科技的发达和经济管理的高效率”；“高新科技的基础是应用科学，而应用科学的基础是数学”。这一历史性结论充分说明了数学对国家建设的重

王梓坤执笔。

①
要作用。其次,由于计算机的出现,今日数学已不仅是一门科学,还是一种普适性的技术:从航天到家庭,从宇宙到原子,从大型工程到工商管理,无一不受惠于数学技术。因而今日的数学兼有科学与技术的两种品质,这是其他学科所少有的。数学对国家的贡献不仅在于国富,而且还在于民强。数学给予人们的不只是知识,更重要的是能力,这种能力包括直观思维、逻辑推理、精确计算和准确判断。因此,数学科学在提高民族的科学和文化素质中处于极为重要的地位。有关的进一步阐述请见本文第一部分;那里还谈到爱因斯坦的见解、数学与 Nobel 经济奖、数学的特点、发展趋势等等。

1959年5月,华罗庚教授在《人民日报》发表了《大哉数学之为用》,精采地叙述数学在“宇宙之大、粒子之微、火箭之速、化工之巧、地球之变、生物之谜、日用之繁”等各方面的应用,很难讲得更全面了。本文第二部分补充了60年代以后的若干应用,从中可以看到,某些重大问题的解决,数学方法是唯一的,非此“君”莫属。也就是说,除数学外,用任何其他方法、仪器和手段,都会一筹莫展。作为重要的例子可举“沙漠风暴”:1990年伊拉克点燃了科威特数百口油井,浓烟遮天蔽日;美国在“沙漠风暴”前曾考虑点燃所有油井的后果而求教于太平洋-赛拉研究公司;该公司利用 Navier-Stokes 方程等作为计算模型,在进行一系列模拟计算后得出结论:大火的烟雾可能招致重大的污染,但不会失去控制,不会造成全球性气候变化……这样才促使美国下定决心。所以有人说第一次世界大战是化学战(火药),第二次是物理战(原子弹),海湾战争是数学战。本文第二章中还有一些远非八股文章的有趣故事,

可供一读。第三部分是本文的重点,其中叙述了近年来我国在数学应用中所取得的部分成绩,这些材料是由许多研究所、大学和生产部门书面提供的。应用的范围包括:优化、控制与统筹,设计与制造,质量控制,预测与管理,信息处理,大型工程,资源开发与环境保护,农业经济,机器证明,新计算方法,数学物理,最短网络,几何设计,模糊推理,军事与国防,其他,共16项。我们希望,这些材料会使读者产生这样的印象:数学对我国现代化所起的作用是多方面的、深刻的、富有成效的,而且往往是其他方法所不能替代的。

第四部分对如何发展我国的数学科学提出一些建议。三年前在南开大学举行的“21世纪中国数学展望”会上,数学大家陈省身教授及与会专家认为:“数学是我国人民擅长的学科;我国完全有希望在21世纪前期成为数学大国、数学强国;数学应该率先赶超国际先进水平。”近年来我国数学工作者所取得的许多成绩预示这一理想的现实性。尤其是最近三届国际奥林匹克数学竞赛,我国连获团体冠军,个人金牌获得数也名列前茅。每次消息传来,人心振奋,我国数学界现在有能人,后继有强手。如果能得到党、政领导和全国人民更多的支持,上述奋斗目标是可以实现的。

一、数学科学、高新科技与国家富强

1. 对数学的新认识之一 “国家的繁荣富强,关键在于高新的科技和高效率的经济管理。”这是当代有识之士的一个共

同见解,也已为各发达国家的历史所证实。在我国,邓小平同志把科技对生产建设的重要性提到前所未有的高度,他提出的“科学技术是第一生产力”的论断是非常正确的。在美国,科学院院士 J. G. Glimm 也曾幽默地说过:40 年前,中国有句话说“枪杆子里面出政权”。而从 90 年代起,在全球应是“科学技术里面出政权”。他的话反映了国外许多人士对科技重要性的新认识。从最近海湾战争可以看出,高技术是保持国家竞争力的关键因素。“高新技术的基础是应用科学,而应用科学的基础是数学”。这句话把数学对高新技术的作用,从而对国富民强的作用,清楚地表达出来。当代科技的一个突出特点是定量化。人们在许多现代化的设计和控制中,从一个大工程的战略规划、新产品的制作、成本的结算、施工、验收,直到贮存、运输、销售和维修等等都必须十分精确地规定大小、方位、时间、速度、成本等数字指标。精确定量思维是对当代科技人员共同的要求。所谓定量思维是指人们从实际中提炼数学问题,抽象化为数学模型,用数学计算求出此模型的解或近似解,然后回到现实中进行检验,必要时修改模型使之更切合实际,最后编制解题的软件包,以便得到更广泛的方便的应用。

2. 新认识之二 数学科学对经济发展和竞争十分重要。好的经济工作者决不止是定性思维者,他不能只满足于粗线条的大致估计,而必须同时是一位定量思维者。数学科学不仅帮助人们在经营中获利,而且给予人们以能力,包括直观思维、逻辑推理、精确计算以及结论的明确无误。这些都是精明的经济工作者和科技人员所应具备的工作素质;大而言之,也是每个公民的科学文化素质。所以数学科学对提高一个民族

的科学和文化素质起着非常重要的作用。

3. 新认识之三 “高技术本质上是一种数学技术。”这种观点已为越来越多的人所接受。许多西方公司意识到：利用计算技术去解决复杂的方程和最优化问题，已改变了工业过程的组织和新产品的的设计。数学大大地增强了他们在经济竞争中的力量，无怪乎美国科学院院士 J. G. Glimm 不仅称数学为非常重要的科学，而且说它是授予人以能力的技术。他说：“数学对经济竞争力至为重要，数学是一种关键的普遍适用的，并授予人以能力的技术。”时至今日，数学已兼有科学与技术两种品质，这是其他学科所难的，不可不知。

由于对数学重要性的重新认识，在欧洲建立了“欧洲工业数学联合会”，以加强数学与工业的联系，同时培养工业数学家去满足工业对数学的要求。在一篇有关的报告中，列举了欧洲工业中提出的 20 个数学问题，其中包括：齿轮设计、冷轧钢板的焊接、海堤安全高度的计算、密码问题、自动生产线的设计、化工厂中定常态的决定、连续铸造的控制、霜冻起伏的预测、发动机中汽轮机构件的排列、电化学绘图等等。

4. 数学与 Nobel 经济奖 数学对经济学的发展起了很大的作用。今天，一位不懂数学的经济学家决不会成为杰出的经济学家。1969 至 1981 年间颁发的 13 个诺贝尔经济学奖中，有 7 个获奖工作是相当数学化的。其中有 Kantorovich“由于对物资最优调拨理论的贡献”而获 1975 年奖，Klein“设计预测经济变动的计算机模式”（获 1980 年奖），Tobin“投资决策的数学模型”（获 1981 年奖）等等。在经济学中，用到的数学非常广泛，有的还很精深。其中包括线性规划、几何规划、非线性

规划、不动点定理、变分法、控制理论、动态规划、凸集理论、概率论、数理统计、随机过程、有限结构(图论、格论)、矩阵论、微分方程、对策论、多值函数、集值测度,以及 Arrow 的合理意图次序理论等等,它们应用于经济学的许多部门,特别是数理经济学和计量经济学。

5. 爱因斯坦的见解 在数学与其他科学的关系方面,培根曾说数学是“通向科学大门的钥匙”;伽利略说“自然界的伟大的书是用数学语言写成的”。物理定律,以及科学的许多最基本的原理,全是用数学语言表示的。引力的思想早已有之,但只有当牛顿用精确的数学公式表达时,才成为科学中最重要、最著名的万有引力定律。另一位物理大师爱因斯坦认为,“理论物理学家越来越不得不服从于纯数学的形式的支配”;他还认定理论物理的“创造性原则寓于数学之中”。他自己的工作证实了这一思想,正是黎曼几何为广义相对论提供了数学框架。科学大师们的工作和思想,引导到如下的信念:“我们生活在受精确的数学定律制约的宇宙之中”,正是这种约束使得世界成为可认识的。世界可知是唯物认识论中的最重要的原理。

6. 数学是什么 恩格斯说:数学是研究现实中数量关系和空间形式的科学。虽然时间已过去一百多年,这一答案大体上还是恰当的,不过应该把“数量”和“空间”作广义的理解。数量不仅是实数,而且是向量、张量,甚至是有代数结构的抽象集合中的元;而空间也不只是三维空间,还有 n 维、无穷维以及具有某种结构的抽象空间。这样,恩格斯的答案已基本上包含了数学的主要内容,尽管还有一些重要的篇章如数理逻辑

等包不进去。

7. 数学的特点 数学的特点是：**内容的抽象性、应用的广泛性、推理的严谨性和结论的明确性**。数学虽不研究事物的质，但任一事物必有量和形，所以数学是无处不在、无时不用的。两种事物，如果有相同的量或形，便可用相同的数学方法，因而数学必然、也必需是抽象的。同一个拉普拉斯(Laplace)方程，既用来表示热平衡态，溶质动态平衡，弹性膜的平衡位置，也可表示静态电磁场，真空中的引力势等等。数学中严谨的推理和一丝不苟的计算，使得每一数学结论不可动摇。这种思想方法不仅培养了数学家，也有助于提高全人民的科学文化素质，它是人类巨大的精神财富。爱因斯坦关于欧氏几何曾说：“世界第一次目睹了一个逻辑体系的奇迹，这个逻辑体系如此精密地一步一步推进，以致它每一个命题都是绝对不容置疑的——我这里说的是欧几里得几何。推理的这种可赞叹的胜利，使人类的理智获得了为取得以后成就所必需的信心。”

8. 数学的成份 数学大体上可分为三大部分：**基础数学、应用数学和计算数学**。基础数学是数学中的核心，也是最纯粹最抽象的部分。它大致由三个分支组成：**分析、代数和几何**。这三者又相互交叉和渗透，从而产生解析几何、解析数论、代数几何等学科。此外，研究随机现象的概率论，研究形式推理的数理逻辑等，也属于基础数学。

应用数学研究现实中具体的数学问题，它既采用基础数学的成果，同时又反过来从实际中提炼问题、探讨新思想和新方法以丰富基础数学。数学应用的领域虽无边际，但大致也可