



高等教育面向 21 世纪教学内容和
课程体系改革计划系列报告
教育部高等教育司 全国高等学校教学研究中心 编

数学类专业 教学改革研究报告

项目总负责人 姜伯驹
项目主持学校 北京大学



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等教育面向 21 世纪教学内容
改革计划系列报告

教育部高等教育司、全国高等学校教学研究中心 编

数学类专业教学改革 研究报告

项目总负责人 姜伯驹
项目主持学校 北京大学

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学类专业教学改革研究报告/教育部高等教育司,
全国高等学校教学研究中心编. —北京: 高等教育出版社, 2003

ISBN 7-04-011924-2

I. 数... II. 姜... III. 高等学校-数学-专业-
教学改革-研究报告-中国 IV. G642.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004385 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	高等教育出版社印刷厂		
开 本	850 × 1168 1/32	版 次	2003 年 4 月第 1 版
印 张	2.75	印 次	2003 年 4 月第 1 次印刷
字 数	60 000	定 价	5.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系 改革研究系列报告总序言

教育部副部长 周远清

20 世纪 90 年代，大家都在思考把什么样的高等教育带进 21 世纪这样一个重大命题。高等教育的改革，体制改革是关键，教学改革是核心，教育思想观念改革是先导，这已成为大家的共识。在教学改革方面，1994 年原国家教委高等教育司制定了《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》。该“计划”公布后，得到全国各地教育行政部门和高等学校的热烈响应和积极参与，全国近 600 所高校 23 000 多位校（院）长、院士、教授、教师以及教学管理和研究人员申报了 3 000 多个改革研究项目。经组织专家评审、整合之后，在文科、理科、工科、农科、医科、财经、政法 外语等科类，先后批准立项共 221 个大项目，包含 985 个子项目，共 10 000 多人承担了这些项目的改革研究工作。1995 年 3、4 月间，原国家教委在清华大学举办的两场“当代科技发展与教学改革”大型报告会，标志着这个大型改革研究计划的全面启动。此后，各高校对立项的改革项目进行了大量的国内外发展情况的调研，开展了教育思想观念的大讨论，提出了各自的“改革方案”和“面向 21 世

纪课程教材”的编写计划，在各有关高校开展了“改革方案”的试点和“面向 21 世纪课程教材”的编写和试用等工作。1997 年 6 月，原国家教委在北京金海湖召开了“面向 21 世纪教学内容和课程体系改革经验交流会”，该会的召开标志着这个改革研究计划进入了实质性研究阶段，进一步显示了这个改革研究计划的重要意义和作用。在此前后，原国家教委又启动了《高等师范教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》，批准立项 210 个项目；许多地方教育行政部门和高等学校也制定了省级和校级“教学内容和课程体系改革计划”，使这项改革真正成为全国性“有组织、较系统、起点高、立意新、整体性”的大型教学改革计划。1998 年 3 月，教育部在武汉召开的第一次全国普通高等学校教学工作会议上，进一步交流了这项改革研究计划的经验和成果，确定这项改革研究计划要取得两方面的实质性成果：一是 100 份左右代表国家级水平的系列“改革研究报告”；二是 1 000 本左右“面向 21 世纪课程教材”。1998 年底，在教育部机构改革后成立的“全国高等学校教学研究会”成立大会上，进一步交流了这项改革研究计划的丰富成果，标志着这项改革研究计划进入了收获的阶段，提出要加强成果的汇集、总结和宣传、推广、应用。

目前，面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划的两方面实质性成果正在陆续正式出版问世，并正在教学工作和教学改革中发挥着重要作用。这些成果，对于 21 世纪初叶我国高等教育的教学改革和人才培养质量的提高具有重要意义和指导作用。“面向 21 世纪课程教材”

已正式出版近 300 种，今年还将出版 400 ~ 500 种，到 2002 年将超过 1 000 种。系列“改革研究报告”是各项目几年来改革研究和实践的成果总结，是包括国内外发展情况调研、教育思想观念改革、专业或学科的教学改革方案、改革方案的试点效果、今后的改革方向等的全面总结，经过结题验收和专家鉴定论证，从中精选出 100 份左右的优秀成果，作为代表国家级水平的面向 21 世纪高等教育教学改革研究报告，由教育部高教司和全国高等学校教学研究中心编审，交高等教育出版社正式出版，供各高校在教学和教改中选用或参考。希望这批凝聚着高教界广大干部和教师辛勤劳动的优秀成果，能在 21 世纪的高等教育教学改革中发挥重要作用。

2000 年 5 月于北京

目 录

一、“面向 21 世纪数学类专业教学内容与课程体系

改革”项目研究报告	1
引言	1
（一）改革是时代的要求	2
（二）历史的经验值得注意	11
（三）改革的方针	13
（四）改革的任务与探索	14

二、项目组工作回顾与总结

（一）背景	18
（二）方针	20
（三）组织	22
（四）共识	23
（五）成果	29
（六）特色	31
（七）问题	33
（八）建议	34

项目鉴定意见

附件一 项目成员名单

附件二 项目鉴定委员会名单

附件三 姜伯驹在数学与力学教学指导委员会

第二次工作会议上的讲话

附件四 大学生数学修养和数学教育改革(姜伯驹)

附件五 教育部理科数学与力学教学指导委员会

(1999 年 11 月)关于三个专业教学规范的说明

附件六 子项目单位出版教材目录

附件七 子项目单位发表教学研究论文目录

一、“面向 21 世纪数学类专业教学内容与课程体系改革”项目研究报告

引 言

1994 年原国家教委高教司制定了“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”，并要求各高等院校各专业以专题立项的形式参加此项改革工作。1995 年经过批准，由北京大学、复旦大学、吉林大学、中国科技大学、北京师范大学、南开大学、四川大学、西安交通大学、武汉大学、浙江大学、厦门大学、西北大学、河北大学、云南大学等 14 所大学的数学系(或应用数学系、统计系)联合组成了“面向 21 世纪数学类专业教学内容和课程体系改革”项目组。项目组负责人是北京大学姜伯驹院士。

项目组成立后，对我国大学数学类专业的教学状况做了广泛的调查与研讨，开展了教育观念和办学思想的讨论，分析总结了国内外数学教学改革的历史经验和教训，逐步明确了这次改革的方向与思路。五年来，项目组的参加单位根据各自的实际情况与改革的要求，积极而稳妥地推行了各种改革措施，调整了课程设置与教学内容，修订了教学计划，在贯彻执行“加强基础，淡化专业，因材施教，分流培养”的方针和探索数学类专业人才培养模式上进行了多方面的尝试。此外，对若干重要基础课的内容体系做了改革试点，并在试点的基础上编写出版了一批新教材。

经过五年的共同努力，该项目已圆满达到预定目标，并于 2000 年结题。

我国高等学校数学类专业的教育改革是一项复杂而艰巨的长期任务。过去五年所取得的成果仅仅是这项长期任务的一个开

端。为了给今后的改革工作提供一个参考与借鉴，现将我们在这五年中所积累的经验与取得的共识加以总结，写成这份报告。为突出重点，这份报告将着重围绕对数学类专业改革的认识以及改革的方针等问题进行总结与探讨；至于改革的具体作法和经验，请参阅本项目的结题报告及其他附件。

（一）改革是时代的要求

20 世纪下半叶的世界，科学技术以前所未有的速度和方式突飞猛进，极大地改变着人类的生活面貌、生产方式乃至思维观念，从而迫切要求我们转变教育观念，改革教学体系和教学内容。

改革开放 20 多年来，我们的国家取得了令世人瞩目的伟大发展和进步。我国的经济发展和社会变革同样要求我们进行教育的改革。因此，原国家教委于 1994 年提出高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划是非常及时的。这场改革是时代的要求，势在必行。

为了进一步说明数学类专业改革的必要性，下面我们先从数学科学的地位，以及数学人才与高科技发展的关系谈起。

1. 数学科学的地位

数学是一切自然科学的基础。

一百多年以前，恩格斯曾经指出：**数学是研究现实世界中的数量关系和空间形式的科学。**当代数学的发展使其研究对象已经超出了“数”与“形”的范畴。“一般说来，数学的对象可以包括客观现实中的任何形式和关系。”（前苏联《哲学百科全书》，1964 年版）但是无论如何，“数学首要和基本的对象是数量的和空间的关系和形式”。（同上）

自然界的事物都有“数”与“形”这两个侧面。因此，数学就成为物理、力学、天文、化学、生物等自然科学的基础。数学为它们提供了描述大自然的语言与探索大自然奥秘的工具。正如

伟大科学家伽利略所说，自然界这部伟大的书是用数学语言写成的。回顾科学发展的历史，物理学、天文学、力学的许多重大发展无不与数学的进步息息相关。牛顿力学(特别是万有引力定律)依赖于微积分发现，而爱因斯坦的相对论则与黎曼几何及其他数学的发展紧密相关。

今天，我们正处在高科技时代，自然科学的各个研究领域都已进入到更深的层次和更广的范畴，这就更加需要数学。许多一度被认为没有应用价值的抽象的数学概念与理论，出人意料地在其他领域中找到了它们的原型与应用，数学与自然科学的关系从来没有像今天这样密切。恩格斯过去所说“数学在化学中的应用是线性方程组，而在生物学中的应用是零”的状况早已成为历史。数学的许多高深理论与方法正在深入广泛地渗透到自然科学研究的各个领域中去。例如，分子生物学中 DNA 结构的研究与数学中的扭结理论有关，而理论物理中的规范场论与微分几何中的纤维丛理论紧密相关。美国自然科学基金会最近指出：当代自然科学的研究正在日益呈现出数学化的趋势。

数学不仅是自然科学的基础，而且也是重大技术革命的基础。

20 世纪最伟大的技术成就首推电子计算机的发明与应用，它改变了人们的日常生活，并使人类进入了信息时代。在电子计算机的发明史上，里程碑式的人物图林和冯·诺依曼都是数学家。而在当今的计算机的重大应用中也无不包含着数学。因而，无论是电子计算机的发明还是它的广泛使用都是以数学为基础的。1985 年美国国家研究委员会在一份报告中指出：“数学是推动计算机技术发展和促进这种技术在其他领域应用的基础科学”。该委员会还强调指出“数学是一个大有潜力的资源”，有待人们去大力开发。他们把数学与能源、材料等并列为必须优先发展的基础研究领域。

今天，信息技术已被广泛地应用于人类生活的方方面面，使

我们无处不感到它的存在。然而，享用这些成果的人们却往往只看到了技术成果，而看不到这些技术背后的数学。正像前任美国总统科学顾问爱德华·大卫所说的“很少人认识到当今如此被广泛称颂的高技术在本质上是一种数学技术”。尽管这句话可能会引起争论，但是，他并不是要否定各种硬件技术发展的意义，而是在强调只有很少人认识到数学在高技术中的重要性这个事实，是要强调高技术中数学的不可或缺性。从这个意义上讲，他的见解无疑是正确的，并且是富有远见的。

事实上，从医学上的CT技术到中文印刷排版的自动化，从飞行器的模拟设计到指纹的识别，从石油地震勘探的数据处理到信息安全技术等等，在这些形形色色的技术的背后，数学都扮演着十分重要的不可缺少的角色。数学在这些领域内既不是什么增补营养的“钙片”，也不是一种可有可无的参考，而是问题的关键，是真正能解决问题的工具，是一把锋利的剑。

信息技术的发展已经使得数学在科学技术中的地位发生了重大变化。当今数学不再只是通过其他基础学科间接地应用于技术领域，而是广泛地直接地应用于各种技术之中。

不仅如此，现在大规模科学计算与计算机模拟在科学研究和技术开发中扮演着十分重要的角色，发展成为一种研究手段。有时人们把它与理论分析、科学实验相并列并称之为科学探索的三大手段之一。在某些领域里科学计算已经替代或部分替代了一些价值昂贵的实验、大规模科学工程计算正在材料科学、流体力学等研究中以及航天、军事和大型工程设计中发挥着巨大作用。

此外，我们还要指出，数学已经广泛地深入到社会科学的各个领域。例如，用数学模型研究宏观经济与微观经济；用数学手段进行市场调查与预测；用数学理论进行风险分析和指导金融投资，在发达国家已被广泛采用，在我国也开始受到重视。在经济与金融的理论研究上，数学的地位更加特殊，在诺贝尔经济学奖的获得者当中，数学家或有研究数学的经历了的经济学家占了相当

大的比例。

最后，数学在基础教育中一直占有特别重要的地位。数学训练对提高人的素质有重大影响，它在提高人的推理能力、抽象能力、分析能力和创造力上，是其他训练难以替代的。在今天激烈竞争的时代，发展和改革数学教育是培养和造就一大批有创新精神和实践能力人才的至关重要的一环。

总之，数学在当代文化教育，科学技术，经济和国防等领域中的特殊地位是绝对不可忽视的。发展数学科学，改革数学教育，培养符合时代要求的多种数学人才，不仅有重大的现实意义，而且也是保持我国各个重要领域可持续发展的战略需要。

我们之所以在这里花费较长的篇幅来谈论数学在科学及高科技中的地位和意义，不仅是因为社会上对数学科学普遍缺乏了解，而且还因为有一部分数学工作者或数学教育工作者也不同程度地对数学存在着不完整的理解及认识。如果我们只强调数学的理性美而忽视数学的应用价值和科学价值，忽视数学与社会及时代的联系，我们就忘记了关于数学的最重要的东西，就会看不到当今社会对数学人才空前广泛的、多层次的需求，数学教育改革因而也就失去正确的方向。

2. 当代数学发展的趋势

在过去的几十年中，数学的发展迅猛异常，其发展速度大大超过了以往的任何时代。在这几十年中，数学的发展呈现出以下两个显著的特征。

第一，数学内部各个分支学科之间的相互交叉和相互渗透，不仅淡化了原有分支学科之间的界线，而且形成了许多新的综合性的研究领域，它们构成了数学新的生长点。在这些领域中，代数的、分析的、几何的、拓扑的，乃至随机的方法都紧密地结合在一起，出现了“你中有我，我中有你”的新格局。过去曾属于不同领域的数学家们又重新认识到他们正在从事着同一项研究。这是数学内部统一性的反映，也正是数学的生命力之所在。著名

数学家希尔伯特说过，“数学科学是一个统一的整体，它的生命力正在于各部分之间的联系。”当代数学的发展再一次雄辩地证明了这一点。

第二，数学(包括其中的核心数学)与科学技术的广泛结合，形成了许多新的应用数学学科和不少新的边缘学科。应用数学受到了普遍的关注，并得到了空前的发展，出现了形形色色的新的分支，如：非线性科学、生物信息学、金融数学、计算材料学、信息安全学等等。当今数学与其他科学技术的结合正是数学与外部世界相统一的表现。

数学发展的这两种趋势，促使我们认真反思过去的数学类专业教育。它迫切要求我们转变教育观念，改变数学类专业过去在人才培养模式上过分单一以及学生知识面过窄，不懂应用，也不喜欢应用的状况。

3. 高科技时代对数学人才的需求

高科技时代充满着激烈的竞争，但归根到底是人才的竞争。其中一个重要环节是培养一大批有较高数学素养和创新能力的专门人才。

近几十年来，无论是在国外还是在国内，我们都可以看见一种十分有趣的现象：一批原来从事数学研究的人转身投向其他研究领域或某些技术开发领域，特别是信息技术、金融和经济，以及各种工程计算等领域，并在这些领域中取得了重大成就，甚至成为其中的领袖人物。这种现象不仅在发达国家屡见不鲜，在我国也可以举出许多这样的著名例子——我国计算机领域或信息技术领域的许多代表人物原先都是数学专业的毕业生。如果调查一下国内外数学专业毕业生的就业状况，也不难发现其中有很大比例的学生毕业后并不是从事数学研究，而是进入其他领域工作。在一些发达国家中，计算机与信息技术业，金融与保险业，军工乃至安全部门等等是吸纳大批数学博士或硕士的主要行业。如果说 20 世纪 80 年代我国的人才市场对数学人才的重要性还认识不

足的话，那么，到了 20 世纪 90 年代后期这种状况已经发生了根本性的变化。

高科技人才市场出现青睐数学人才的现象既不是偶然的，也不是暂时的，而是社会高科技发展的必然需要。

高科技人才市场对数学人才的强烈需求的原因，不仅是因为数学人才在逻辑推理，抽象思维能力和创新能力上有较大的优势，更重要的是在许多领域的研究或开发中需要越来越多的专门的数学知识，而这些领域的工作者却往往缺乏足够的数学根底与训练。于是，数学人才的参与就成为必然。由于数学学科的特点，尤其是它的概念的抽象性和连贯性，为了掌握专门的数学知识，往往应从年轻时开始，并且需要较长时日。一般说来，这就使得其他领域的人员难于在业余或在较短的时间内掌握他们工作中必备的某些专门的数学知识，也使他们对自己不熟悉的数学符号和理论望而生畏，敬而远之。相对而言，具有专门数学训练的人去学习另外某个领域的基本知识并达到与该领域合作者沟通的程度，一般说来并不十分困难。

在高科技时代，社会需要的数学人才是多方面的和多层次的，既可以是职业的数学家或数学教育工作者，也可以是经济师、软件设计师、统计师、工程计算专家、网络安全专家、国防科技专家，以及其他各行各业的工作者或研究人员。

为了适应时代要求，看来我们培养的数学人才应当具备以下素养与品格：

(1) 在数学上有坚实的基础和严格的训练，有较广泛的知识面；

(2) 有独立工作能力，其中包括独立获取知识和综合运用知识的能力，提出问题和解决问题的能力；

(3) 对数学的意义有较全面的理解，有研究数学问题或研究其他领域问题的兴趣与进取心，有创新精神；

(4) 掌握计算机技术的一般原理，能比较熟练地使用计算

机；

(5) 有较好的口头和书面语言(包括英语)表达能力；

(6) 善于与他人合作。

在这里我们不仅谈论了数学类专业学生们应有的知识，而且还谈论了他们应有的能力与精神，后者对人才的重要性是不言而喻的。可是，这些能力与精神的培养恰好是我国数学类专业教育中不被重视的一面。单就考试成绩而言，我国数学类专业培养的学生并不比其他国家差，但就学生们的进取心、独立工作能力和创新精神而言，与某些发达国家相比，就不同程度地存在着差距。这种局面当然是多方面原因造成的，也不是数学类专业所特有的问题。但无论如何，现在是我国的数学教育工作者正视这个问题的时候了。

4. 我国综合性大学数学专业的过去与现状

数学是中华民族所擅长的科学。我国人民在古代曾对数学的发展做出过辉煌的贡献，只是在近数百年落伍了。大约是在 19 世纪，西方数学理论较系统地传入中国。在洋务运动中，1862 年清政府设立了同文馆，内设有天文算学馆。在 1898 年成立了京师大学堂，同文馆并入京师大学堂，而其中的天文算学馆变成大学堂的“算学门”。京师大学堂算学门于 1913 年正式招生，成为我国的第一个大学数学系。

辛亥革命以后，我国成立了许多新式大学，其中都有数学系。以后逐渐和西方国家有了较多的学术交流，并向欧美和日本派出了留学生。20 世纪 30 年代，我国自己的数学研究群体逐步形成，成立了学术团体，创办了学术杂志。后来，在 40 年代出现了一批杰出的数学家，其中华罗庚、陈省身和许宝禄等以其在数学上的重大贡献而享誉世界。然而，旧中国留给我们的家底毕竟是很薄的。我国仅在数学的若干经典分支学科有自己的研究人员，而许多重要分支学科，特别是应用数学学科，几乎是一片空白。

1949 年，新中国的成立为我国科学技术的发展与繁荣奠定

了基础。从 20 世纪 50 年代初起，我国派出大批留学生去苏联和东欧国家学习。这批学者回国后为我国数学科学的进一步发展发挥了重要作用。

1952 年，在“向苏联学习”的口号下全国范围内进行了高等学校的院系调整。此后，我国的高等学校被分为文理科综合性大学、工科院校、农科院校、医科院校以及师范院校等不同性质的大学与学院，而数学系只设立在综合性大学与师范院校内。与此同时，还全盘照搬了原苏联当时的教学计划和教材，不仅设立了各式各样的专业，而且有了各类专门化的设置。院系调整实际上是一次全国范围的教育改革，它对我国高等学校数学类专业的教育产生了长远的影响。

当时的教育体制是计划经济的产物。从解放初到“十年动乱”前，我国的数学系毕业生几乎都是在这样的教学体制下培养出来的。那时数学系的培养目标单一，就是培养数学研究人员与数学教师。

改革开放后，国家派出了大批的数学工作者以访问学者的身份到欧美进修与交流，后来又开放了学生直接出国留学的渠道，我国数学科学和数学教育从十年浩劫的破坏和停顿中逐渐恢复、并得以进一步的发展繁荣。对外的开放与交流无疑产生了巨大影响，它使我国数学家和数学教育工作者看到了世界数学研究的广阔领域和先进水平，并在与国外数学教育的比较中反思我们教育中的成败得失。实际上这是在教育观念上对我们过去传统经验的一次很大冲击。

改革开放以来，只在综合性大学和师范院校才开设数学系的局面被突破，大量的工科院校成立了数学系或应用数学系。各校的数学类专业也废止了专门化的设置，拓宽了专业培养目标，并调整了教学计划。从此，我国高等学校数学类专业的教育进入了一个改革与发展的新时期。

数学类专业当前的教育改革主要是围绕着培养的学生怎样适

应社会需要这个根本性的问题进行的。过去的培养目标是数学家与数学教育工作者，少数综合性大学数学系是提供全国高等院校数学教师的唯一来源。现在情况不同了，过去那些吸纳数学系毕业生的学校现在一下子变成了提供数学系毕业生的单位，从而曾一度造成我国数学系毕业生供大于求的失衡现象。全国数学系或应用数学系的招生与就业都出现了问题，20世纪80年代末至90年代中期这个问题相当严重，即使是一些名牌大学也未能幸免。在这个与数学系命运攸关的大问题面前，人们终于认识到必须转变教育观念，调整人才培养目标，以适应社会对数学人才的多种需求。在原国家教委提出“加强基础，淡化专业，因材施教，分流培养”的方针并实施“面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”之后，关于数学类专业必须培养适应社会需求的多层次数学人才的思想就更加明确了。各校根据自己的特点努力开设了一些应用型的数学课程，例如精算学、金融数学、信息处理、应用软件等等。此外，各校也在不同程度上加强了与社会的沟通，努力使社会了解数学学科的价值与数学人才的作用。经过几年的努力，加上我国信息产业的迅猛发展，情况现在已经有了很大改善。社会对数学类专业的毕业生有了更多的认可，多数高等学校较好地解决了数学类专业的招生与毕业生的就业问题，很多大学的数学类专业再度成了热门专业。

在改革探索中，除去培养目标的问题之外，课程内容体系的改革也是一个十分重要的问题。我们认为数学类专业传统的教学内容和课程体系存在如下几个问题：

(1) 在课程设置上过于偏重纯数学理论，忽视应用，而且，分析方面课程的比重明显地大于代数和几何方面课程的比重。这种课程设置上的失衡既不利于学生对数学的全面理解，也不符合当代数学的发展趋势。

(2) 许多课程的内容过专、过窄、过深；只强调每一门课程体系的完整性，忽视了它与其他学科的联系，使学生只见树木不