

# 今日数学及其应用

中国科学院数学物理部

王梓坤 院士 执笔

本文的目的是双重和互补的：一是论述数学在富国民强中的重要意义；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》，精彩地叙述数学在“宇宙之大、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-塞拉研究公司；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，上述奋斗目标是完全可以实现的。

## 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；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，这是其他学科所少有的，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. 数学与诺贝尔经济奖** 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 年至 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 奖年），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，全是用数学公式表示的。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”，正是这种制约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中的元；而空间也不是仅指三维空间，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、也必须是抽象的。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，也有助于提高全国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，但大致也可分为三方面：经济建设（工、农、商等）；科学与技术（特别是高科技）；军事与国防，详述见后。运筹学、控制论与数理统计等学科中，大部分内容属于应用数学；而经济数学、生

物数学等，则是比较标准的应用数学学科。

计算数学偏重于计算，早期它致力于求出各种方程（代数方程、（偏）微分方程、微积分方程等）的数值解。近 40 年来，计算数学有了极其迅速的发展，这主要是由于电子计算机的出现。计算机的高速计算使得许多过去无法求解的问题成为可解，从而大大扩展了数学的应用范围。例如，短期天气预报、高速运行器的控制，离开计算数学和计算机是不可能的。近期，由于计算机模拟、计算辅助证明（如四色问题的证实）在人工智能中的应用，以及计算力学、计算物理、计算化学、计算几何、计算概率等新学科的诞生等等，使得计算数学雄风大振。今天，人们已把计算作为与理论、实验鼎足而立的第三种科学方法而引入科学界。基础数学、应用数学与计算数学既有各自的特点又紧密相互联系。一个重大的数学问题，特别是从实际中提出的数学问题，都需要上述三种数学的内容和方法。建立数学模型，寻求解题方法，需要基础数学和应用数学，而使解题方法得以实现，则离不开计算数学。这三种数学互相补充，互相渗透，大大地促进了整个数学科学的发展。

**9. 现代数学的新特点** 数学内部各分支间的相互渗透、数学与其他科学（如控制论）的相互渗透、电子计算机的出现，正是当代数学三个新的特点。由于相互渗透而导致许多新问题和古老难题的解决，其成绩往往出乎意外而使人惊异。例如，对素数的研究以往认为很少有实用价值，却不料它在密码学中受到重用。密码学认为，千位以上的整数的素因子分解，几十年内在计算上不可能实现。但荷兰数学家得到了一个当前最好的因子分解算法，这严重地冲击了上述想法和密码的安全性。又如泛函分析中的无穷维 Von Neumann 代数解决了拓扑学三维空间中打结理论中一些难题。描写孤立波的 KdV 方程用于代数中，解决了 Riemann 提出的一个重要问题。描写随机现象的 Malliavin 演算给出了著名的 Atiyah-Singer 指数定理的新证明，并推广了这一定理。更使人感叹的是物理中的杨振宁——米尔斯规范场与陈省身研究的纤维丛间的紧密联系，二者间的主要术语竟可一一对应。例如，规范形式——主纤维丛、规范势——主纤维丛上的联络、相因子——平行移动、电磁作用—— $U(1)$  丛上的联络等等。无怪乎杨振宁说：“我非常惊奇地发现，规范场说是纤维丛的联络，而数学家们在提出纤维丛上的联络时，并未涉及到物理世界”。

学科间的相互渗透是当今各门科学技术高速发展的必然后果，也是重要原因；只有置身于众多高新科技急剧发展的大背景中，数学内、外部的相互渗透才是可能的，也是容易理解的。

**10. 数学发展的趋势** 今后数学的发展必然比最近数十年更迅速，成绩更巨大。科学技术越积累，人类认识、利用和改造自然的能力越增长，科学技术便越快发展，形成一良性循

环。作为其中的一部分，数学也必然如此。总体上，高速发展是完全可以预言的；但至于哪些分支发展得更快些，更好些，则既依赖于该学科本身的活力又依赖于科技大背景的波动和社会的需要，难以肯定回答。不过从目前的情况看，非线性数学是一重要发展方向。线性方程的特征是叠加原理成立：如  $\phi_1$ 、 $\phi_2$  是方程的两个解，则  $a_1\phi_1 + a_2\phi_2$  也是解，其中  $a_1$ 、 $a_2$  是常数。例如薛定谔方程

$$i\frac{\partial\varphi}{\partial t} = H\varphi,$$

或拉普拉斯方程

$$\sum_{i=1}^d \frac{\partial^2\varphi}{\partial x_i^2} = 0$$

都是线性的。线性数学比较成熟。但还有许多问题是非线性的，如牛顿引力论中的基本定律是平方反比关系，粮食产量对肥料未必成正比等。引人注目的冲击波、孤立子、混沌现象、 $n$  体问题等都是非线性的。非线性问题，不仅涉及面广，而且难度也大，这反而更能引发人们研究的兴趣。

除去非线性数学外，离散数学（涉及数论、抽象代数、数理逻辑、组合论、图论、博弈论、规划论等），概率论与数理统计、计算数学以及数学对生物学、经济学、语言学、管理学、控制论、复杂性等的渗透和应用，都会有更大的发展。其他数学也同样会有迅速的进展；甚至会爆出新的、出人意料的大冷门：“晴空一鹤排云上，更引诗情到碧霄”，这也是非常可能的。

## 二、大哉数学之为用

1959年5月，华罗庚教授在《人民日报》上发表了《大哉数学之为用》，精彩地叙述了数学的各种应用：宇宙之大、粒子之微、火箭之速、化工之巧、地球之变、生物之谜、日用之繁等各个方面，无处不有数学的重要贡献。很难比这篇文章写得更全面了。下面只举些60年代以后数学的若干重大应用，以见一斑。我们会看到，有些重要问题的解决，数学方法是唯一的，也就是说，除数学外，用任何其他方法、仪器、手段都会一筹莫展。

1. “沙漠风暴”与数学战 1990年伊拉克点燃了科威特的数百口油井，浓烟遮天蔽日。美国及其盟军在沙漠风暴以前，曾严肃地考虑点燃所有油井的后果。据美国《超级计算评论》杂志披露，五角大楼要求太平洋-赛拉研究公司研究此问题。该公司利用 Navier-Stokes 方程和有热损失能量方程作为计算模型，在进行一系列模拟计算后得出结论：大火的烟雾可能

招致一场重大的污染事件，它将波及到波斯湾、伊朗南部、巴基斯坦和印度北部，但不会失去控制，不会造成全球性的气候变化，不会对地球的生态和经济系统造成不可挽回的损失。这样才促成美国下定决心。所以人们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。

数学在军事方面的应用不可忽视。再举三个例子，海湾战争中，美国将大批人员和物资调运到位，只用了短短一个月时间。这是由于他们运用了运筹学和优化技术。另一例是：采用可靠性方法，美国研制 MZ 导弹的发射试验从原来的 36 次减少为 25 次，可靠性却从 72% 提高到 93%。再者，我国研制原子弹，试验次数仅为西方的 1 / 10，从原子弹到氢弹只用了 2 年 8 个月，重要原因之一是有许多优秀数学家参加了工作。

**2. 太阳系是稳定的吗？** 地球的前途如何？是一个虽然遥远却非常有趣而重要的问题。将来太阳系是否会保持现状？是否有某行星脱离太阳系？行星间是否会碰撞？数学证明，太阳系在相当长时间内是稳定的，至少 10 亿年内如此。科学家还用计算模拟以研究恒星消亡过程。太阳最后变成一颗白矮星；但一颗质量约为 8-10 倍于太阳的恒星则会发生超新星爆炸：由于热源枯竭而收缩到一个小城市大小，密度达到原来的 100 万亿倍。这些物质产生巨大的刚性反弹而爆炸，恒星外壳被炸掉而剩下的残余成为中子星。天文学是数学的重要用武场所，1846 年勒维耶通过计算在笔尖上发现海王星，在科学史上传为佳话。在多体问题的研究中，由于初始条件不同，多体系统的运动或表现为规则的，或表现为混沌的。行星沿椭圆运动是规则运动的例子，而小行星在 Kirkwood 窗口的运动是混沌运动的例子：与木星的共振相互作用导致偏心率随机的变化，有时朝这一方向，有时朝另一方向；无规则变化的偏心率可能变得很大，这时小行星便可能陨落，例如落到火星上。

**3. 石油勘探** 这是数学取得重大经济效益的应用场所之一。石油深藏地下，人们通过人工地震记下反向回来的地震波，波形随着地层地质的不同而变化。用计算机处理所得的波形数据可以提供地下岩层、岩性以及有关石油、天然气等的知识。1991 年 5 月，美国壳牌石油公司应用计算技术于新奥尔良以南 39 公里的河流之下 930 公里处，探明了一个储量超过 10 亿桶的大油田。我国在这方面也做了许多工作（见后）。在数据处理中，Wiener 滤波起到重要作用。

**4. DNA 与 CT** 如果说二次大战以前，数学主要用于天文、物理，那么，现在数学已深入到化学、生物和经济、管理等社会科学中。例如，DNA 是分子生物学的重要研究对象，是遗传信息的携带者，它具有一种特别的立体结构——双螺旋结构，后者在细胞核中呈扭曲、绞拧、打结和圈套等形状，这正好是数学中的扭结理论研究的对象，北京大学姜伯驹教授对此

深有研究。下面两项有关生物、医学和化学的高技术中，数学起着关键性作用。X 射线计算机层析摄影仪（简称 CT）的问世是本世纪医学中的奇迹，其原理是基于不同的物质有不同的 X 射线衰减系数。如果能够确定人体的衰减系数的分布，就能重建其断层或三维图像。但通过 X 射线透射时，只能测量到人体的直线上的 X 射线衰减系数的平均值（是一积分）。当直线变化时，此平均值（依赖于某参数）也随之变化。能否通过此平均值以求出整个衰减系统的分布呢？人们利用数学中的 Radon 变换解决了此问题，Radon 变换已成为 CT 理论的核心。首创 CT 理论的 A. M. Cormack（美）及第一台 CT 制作者 C. N. Hounsfield（英）因而荣获 1979 年诺贝尔医学和生理学奖。另一项高技术是 H. Hauptman 与 J. Karle 合作，发明了测定分子结构的新方法，利用它可以直接显示被 X 射线透射的分子的立体结构。人们应用此方法，并结合利用计算机，已测出包括维生素、激素等数万种分子结构，推动了有机化学、药物学和生物学等的发展；二发明人分享了 1985 年的诺贝尔化学奖。由此可见在此二项技术中数学的关键作用。

**5. 飞机制造** 制造业中广泛地用到数学，今以飞机为例，设计师必须考虑结构强度与稳定性，这是用有限元来分析的，而机翼的振动情况则需解特征值问题；为了使飞机省油与提高速度必需找到一种最佳机翼和整个机体的形状；如何为飞行员选择最优控制参数，也是必须考虑的问题。飞机设计在极大程度上以计算为基础，人们研究描绘机翼和整个机体附近气流的方程。工程设计和制造工艺主要靠计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）两大工具，而这两者又都以数学为理论基础。计算流体力学可以帮助人们设计新的飞行器。数学模型已代替了许多的实验，如风洞实验，既便宜、省时，又有适用性、安全性。以前利用风洞设计飞机某一部件，若要改变某一部位，必须在机械车间建一模型；而今天设计一数学模型，只要通过键盘打进新的参数即可。自动导航与自动着陆系统是根据卡尔曼滤波的方法设计的，而后者主要又是数学。在涡轮机、压缩机、内燃机、发电机、数据存储磁盘、大规模集成电路、汽车车身、船体等的设计中，也都用到了类似的先进数学设计方法。

**6. Hardy 的故事** G. H. Hardy（1877—1947）是英国著名的数学家，他推崇数学的“纯粹”和“美”，认为数学是一种永久性的艺术品。他从不谈（甚至轻视）数学的应用，他写道：“我从不干任何有用的事情，我的任何一项发现都没有，或者说不可能给这个世界的安逸带来最细微的变化……他们（指某些数学家）的工作，也和我的同样无用”。但他万万没有想到，1908 年他发表的一篇短文却在群体遗传学中得到重要应用。那篇文章可直观地解释如下：人的某种遗传学病（如色盲），在一群体中是否会由于一代一代地遗传而患者越来越多？20 世纪初有些生物学家认为确会如此，如果这样，那么势必后代每个人都会成为患

者。Hardy 利用简单的概率运算，指出这种说法是错误的。他证明了：患者的分布是平稳的，不随时间而改变。差不多同时，德国的一位医师 Weinberg 也得到同样的结论。这一发现被称为 Hardy—Weinberg 定律。

**7. 高超的数学工具——在宏观经济中的应用** 宏观经济学研究经济综合指标的控制，例如研究失业、价格水平以及收支平衡的控制等。而微观经济学则针对买方和卖方，讨论消费与生产中的选择问题。1972 年以来，承担调整美国经济的政府机构联邦储备局，以最优控制方法，特别是线性二次方法为背景，提出了包括失业与通货膨胀平衡的政策建议。1973 年，《商业周刊》登了一篇文章，概述了最优控制在经济学中的潜在作用，文章说：“你如何努力地及时地刹住过于繁荣的经济，而又不至于滑入灾难性衰退的危险之中？……美国的决策者们恰好面临这种情形，而从经济学家那里极少得到明确的建议……对这种两难的情况，可从最优控制理论得到方法上的帮助”。利用控制理论和梯度法，人们求解了南朝鲜经济的最优计划模型（参考 *Econometrica*, Vol. 33, May, 1970, D. Kendrick 等的文章）。美国、加拿大、智利等也有类似的经济模型。

**8. 提高产品质量——数字在微观经济学中之应用** 数理统计学的应用极为广泛，它的优势是从有限次的观察或实验中提取重要的信息。数理统计中的篇章“实验设计”、“质量控制（QC）”、“多元分析”等对提高产品的质量往往能起到重要的作用。一家美国电视机制造公司被日本人买下，这家公司的废品率非常高。通过运用 QC 后，废品率下降到 2%。下面的例子说明美国电话电报公司如何使用 QC 以提高质量。问题是关于自动化装配线，这一装配线由几个机件组成，其生产率出奇的低，而人们又找不出原因。QC 方法首先是收集数据以确定失败模式，很快找出问题的症结是生产线上所用的塑料成分的尺度变化太大；这些塑料部件过分弯曲；金属元件间的焊接点过厚，使机件运行阻塞。经过一年的改进，生产率增加 121%，工作时间减少 61%，产品成功率从 90% 增到 98%。

一般地，某产品的质量依赖于若干个因素（原料、工艺时间等等），每一因素又有若干种可能的选择，如何挑出最优的选择搭配以求获得最佳的产品，是统计实验设计（SED）的主要研究问题。SED 有一段发展史，20 年代，R. A. Fisher 在农业中运用 SED，取得前所未有的成功。20 年代中叶蒂皮特运用 SED 于棉纺工业，随后又用于化学和制药工业。50 年代，美国戴明把 SED 介绍到日本，对日本制造业产生很大影响，日本工程师田口用此法以减小产品性能异性从而提高产品质量。日本工业广泛运用统计质量控制，后又发展成全面质量管理，这项措施大大提高了日本产品的质量，在国际上最有竞争力，引起了巨大的反响。80 年代，许多美国工业公司通过田口把统计方法用到设计和制造中，产品质量不断地得以提高。

### 三、近年来数学在我国的应用

1992年9月，“中国工业与应用数学学会”召开了第二次大会，会上李大潜教授宣读了《努力发展中国的工业与应用数学》的报告，其中叙述了我国应用数学的新进展。本节便以这篇报告为基础，补充若干新材料。后者是由一些研究所和大学所提供的，自然是挂一漏万。如前所述，数学应用可分成在经济建设（1—8段）、在科学技术（9—14，16）、在军事与安全（15）三者中的应用。

**1. 优化、控制与统筹** 人们希望在一定条件下，在多种策略中选取其一以获得最大利益；数学上，这要求目标函数（代表利益）达到极大。目标函数也可代表损失，于是要求它达到极小。这类问题往往化为求目标函数的条件极值，或者化为变分问题。优选法、线性规划、非线性规划、最优控制等，都致力于研究优化问题。如果有好几件工作要做，便发生如何合理安排，以使收效最大（时间最短、劳力或成本最省等），这是统筹（或运筹学）的研究对象。70年代，华罗庚教授登高一呼，并且亲自动手，率领研究小组，深入到工厂、农村、矿山，大力推广优选法与统筹法，足迹遍及23个省市，成果遍及许多行业，解决了许多问题。例如，纺织业中提高织机效率与染色质量，减少细纱断头率；电子行业中试制新的160V电容器，使100万米废钼丝复活；农业中提高加工中的出米率、出油率、出酒率等等。目前张里千、陈希孺教授等正在开展的现场统计，对国家经济建设也起了很好作用。

由于改善数学模型，运用最优控制理论和改进计算方法，生产过程和工艺参数的优化已在钢铁、冶金、电力、石油化工中取得很好效果。武汉钢铁公司、上海石油化工总厂、南京炼油厂、燕山石化公司通过上述优化技术，提高生产率最高可达20%，一套装置每年可增加几百万元的经济效益。攀枝花钢铁公司建立了提钒工艺流程系统优化的数学模型，进行全面调优后使钒的回收率达到国际水平，使我国从钒进口国一跃而为钒出口国。云南大学统计系运用多元回归分析研究钢的成份与性能关系，使昆明钢铁厂甲类镇静钢的合格率由原来的40%~81%提高到95%以上。华东师大数学系与上钢五厂合作，利用自适应技术，使力学蠕变炉温度调节由6~7小时减少为2~3小时，控制精度由 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 提高到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，并使罩式退火的保温时间缩短5%~20%，提高了炉温控制精度，保证了退火质量。上海科技大学数学系用最优化数学，制成“E型电源变压器计算机优化设计系统”，可缩短设计周期，节约生产成本。现代大型工业是多线路的联合作业，成为一完整的系统，因而产生系统的控制问题，在化工联合企业，半导体集成电路、电力传输系统、电话网络、空间站等方面都有此问题。上海石化总厂采用网络优化，建立了用电子计算机编制共四级（总厂、分厂、车间、机台）设备的大型网络计划体系。清华大学关于电力系统过渡过程的研究，相当巧妙地运用微分几何，取

得了很好的经济效益，在国际上领先，曾荣获国家自然科学奖二等奖。

曲阜师范大学自动化研究所应用数学方法，对汽车发动机调温器进行了研究，提高了调温器的质量，从而延长发动机的寿命，并节约耗油量。他们还采用随机线性模型及定积分近似算法，提高了碘镓灯晒版机的质量，产品进入了国际市场；此外，他们制成智能广义预测鲁棒控制器，可用于生产过程中温度、压力的控制；他们还将山东机床附件厂的车间、生产、财务、销售、人事、动力等八个点实行计算机联网，进行优化管理。

运筹学起源于二战中军需供应管理，主要应用于工商经营部门和交通运输以对生产结构、管理关系、人事组合、运输线路等进行优化。应用数学所运用运筹学指导全国原油合理分配和石油产品合理调运，年增效益 2 亿元；另外，他们所发展的下料方法可节省原材料 10%–15%。上海石油化工总厂、镇海石化总厂等运用运筹方法，每年可增加利税数百万乃至千万元。华南理工大学和甘肃外贸局合作，建立新的存贮数学模型和管理决策原则，每年可节省存贮费用近百万元。

**2. 设计与制造** 工程的设计与建造、产品的设计与制造是国民经济的重要支柱，也是数学大可用武之领域。随着电子计算机技术的飞速发展，数学在制造业中的应用进入了新阶段。波音 767 飞机的成功设计，与应用数学家 Garabedian 对跨音速流和激波进行的计算密切相关，由此设计出了防激波的飞机翼型。目前以 CAD 和 CAM 技术为标志的设计革命正波及整个制造业。CAD 是数学设计技术和计算机技术相结合的产物。我国在老一辈数学家苏步青教授的亲自开拓和大力倡导下，许多数学家在几何造型方面做了大量的工作，所取得的成果已成功应用于飞机、汽车、船体、机械、模具、服装、首饰等的设计。南开大学吴大任、严志达教授等在船体放样及齿轮设计上也做了很好的工作。

复旦大学数学系与工程人员合作，对内燃机配气机构建立新的数学模型，发展了新的数学方法，使用此方法可以省油、降低噪声和抑制排污，有很好经济效益，曾获国家科技进步奖一等奖。上海应用数学咨询开发中心等开发研制服装 CAD 系统，为服装行业创汇提供了基础。

**3. 质量控制** 提高产品质量是国民经济中的一个关键问题。二战中由于对军用产品的高质量要求，特别是对复杂武器系统性能的可靠性要求，产生了可靠性、抽样检查、质量控制等新的数学方法，这些方法在美国、日本等国家取得了巨大成功。从 60 年代中期开始，我国应用推广质量控制等统计方法到工业、农业等部门，收到良好的效果，以手表、电视机为代表的机电产品的质量得到明显提高。清华大学、天津大学等研究了裂纹的扩展过程，有助于改善产品。同时，我国还制定了一系列质量控制的国家标准，对产品的质量提出了明确的

要求。

**4. 预测与管理** 自然科学的主要任务是预测、预见各种自然现象。在经济和管理中，预测也非常重要，数学是预测的重要武器，而预测则是管理（资金的投放、商品的产销、人员的组织等）的依据。我国数学工作者在天气、台风、地震、病虫害、鱼群、海浪等方面进行过大量的统计预测。中科院系统所对我国粮食产量的预测，获得很好的结果，连续 11 年的预测产量与实际产量平均误差只有 1%。上海经济信息中心对上海的经济增长进行预测，连续多年预测的误差都不超过 5%。云南大学统计系运用多元分析和稳健统计技术，通过计算机进行了地质数据处理和矿床统计预测。

为了配合机构改革，中科院应用数学所周子康等完成了“中国地方政府编制管理定量分析的研究”，建立了编制与相关因素分析模型等五组数学模型，构成了同级地方政府编制管理辅助决策分析体系，使编制管理科学化、现代化。

**5. 信息处理** 在无线电通讯中运用数学由来已久，编译码、滤波、呼唤排队等是传统的问题。近年来，长途电话网络系统中出现的数学问题更为可观，例如，需要用数目巨大得惊人的线性方程组来描述系统的操作性能；一般的数值法对它们毫无用处，人们不得不用很大力气设计一些新算法。北京大学在信息处理方面，做了很多工作：他们研究的计算机指纹自动识别，效率远高于国际上通行的方法；研究成功新一代图像数据压缩技术，压缩比指标达 150 倍（而传统的 JPEG 国际标准算法只能达 30 倍）；研究计算机视觉，创造了从单幅图像定量恢复三维形态的代数方法；应用模式识别和信息论，在时间序列和信号分析的研究中取得新的进展；应用代数编码，使计算机本身具有误差检测能力，以提高计算机的可靠性。

**6. 大型工程** 工程设计以周密的计算、精确的数据为基础，大型工程尤其如此。中国科学院计算中心早在 60 年代，运用冯康教授等创立的有限元法，设计了一批工程计算专用程序，在国家重点工程建设中发挥了作用，他们先后完成 23 个工程建筑的设计，解决重大工程技术问题 58 项，并对 18 座水坝工程进行过计算，其中包括葛洲坝工程、新丰江大坝、白山电站、长湖水电站等。与此同时还进行了技术转让，造就了一批专门人才，发表了许多有价值的论文。

中国科学院武汉数学物理研究所仔细研究了古老而又青春长驻的都江堰渠道工程。根据历史典籍、数学模型与实例资料，揭示了此项工程的系统科学原理，阐明了它“千年不衰”的原因；并提出了发展开拓这一古老工程的具体建议；在此基础上他们扩大战果，提出了可行的、合理的《都江堰集中调度系统》数学模型与优化决策算法结构，其中包括水情预报模型、需水模型等等。原则上他们的研究成果可适用于一切灌溉水系及“流系统”（如交通

运输流、金融财政流、商品供销流等)的调度与规划。

三峡水利工程是举世关注的超大型工程,其中一个严重的施工问题是大体积混凝土在凝结过程中化学反应产生的热,它使得坝体产生不均匀应力,甚至形成裂缝,危害大坝安全。以往的办法是花大量财力进行事后修补。现在我国已研制成可以动态模拟混凝土施工过程中温度、应力和徐变的计算机软件。人们可用计算方法来分析、比较各种施工方案以挑选最佳者,还可用它来对大坝建成后的运行进行监控和测算,以保障安全。

**7. 资源开发与环境保护** 在石油开发中我国数学界进行了长期的工作,参加的单位很多。70年代中期北京大学闵嗣鹤教授等出版了关于石油勘探数学技术的专著,系统地介绍了有关的数学理论和方法。人们分析大量的人工地震的数据,以推断地质的构造,为寻找石油、天然气的储藏位置提供依据;运用数理统计、Fourier分析、时间序列分析等数学方法,成功地开发了具有先进水平的地震数据处理系统。近年来还用波动方程解的偏移叠加、逆散射等方法处理地震数据。参加这方面工作的先后有中科院计算中心张关泉等课题组,山东大学、清华大学等。南开大学胡国定教授等别开生面地用纯分析方法推导出所谓反摺积预测公式,在南海石油勘探中效果显著。

在石油开发的重要手段——测井资料解释方面,复旦大学等建立了电阻率测井的偏微分方程边值问题的模型,研制了高效能的数值方法,并据此进行优化设计、制造了新的测井仪器。采用此仪器和解释方法可发现容易忽视的薄夹层油层,以减少资源浪费。此仪器已被国内十多个油田采用,节省了几百万美元的进口外汇。应用数学所开展不稳定试验方法评价油藏特征研究,采用解微分方程和优化相结合的办法,成功地估计油气储藏量以及油井到油藏边界的距离,对新疆塔里木盆地雅克拉地区中生界油气的富集取得了明显的地质效果。北京大学数学系用三维有限元方法,对大庆油田地层滑移建立数学模型并模拟,据此以预报和预防,这样可减少损失。

水资源的研究十分重要。清华大学等建立了各种地层结构的数学模型,利用有限元方法计算地下水资源,建立了一套地下水资源评价的理论和方法,用于河南商丘和南京仙鹤门等地取得了实际效益,并在农田灌溉及理论研究上得到许多成果。云南大学统计系利用三维趋势分析,通过电子计算机模拟显示,拟合云南某矿区铅锌矿带分布方向、矿体定向位置,预测出三个成矿地段;同时指出东南方向矿藏变薄,从而及时撤回对该地段的勘探,避免了浪费。他们探矿的两篇论文发表在美国《Mathematical Geology》杂志上,法国、瑞典曾来函购买计算程序。此外,他们还建立了水生细菌生态学的数学模型,找出了EI. Tor弧菌的最佳和最劣生长条件及生长规律,肯定了此种菌能越冬生长。

在环境保护与预防自然灾害方面，李国平教授发表过《数理地震学》专著。其他有关运用数学方法进行预报的书也不少见。

数学工作者对江、湖、河口的污染扩散，土壤洗盐等问题成功地进行了分析和模拟；对北京、天津、成都等城市的交通、管理自然条件和社会的容纳力做了深入的研究、预测和评价。例如，上海市关于地面沉降及地下储能的探讨，山东大学对西安市地下水污染模拟及预测，都是值得称道的工作。

**8. 农业经济** 中国科学院武汉数学物理研究所在分析了我国传统的生态农业思想与人类开发关系等问题之后，提出了一个生态农业经济发展及整治的理论框架与行动措施，以图高产、优质、高效来增加农民收入。他们建立了 18 个数学模型，其中包括：一般水环境整治与扩建、水电能源的投入产出与经济系统的优化、林业开发、土地资源开发等优化模型。

中国科学院系统所王毓云运用数学、生物、化学与经济学交叉的研究成果，建立了黄淮海平原农业资源配置的数学模型。按照模型计算，制定了黄淮海五省二市的资源配置规划。通过十年实施，农业发生了巨变。此项研究获得了国家重大攻关奖及国际运筹学会荣誉奖。

曲阜师范大学运筹学研究所所长长期面向农业，他们先后与山东省 23 个县市的农业部门合作，取得了经济和社会效益。他们运用线性规划、对策论、参数规划等数学工具，为长清县种植业和畜牧业制定最优的结构布局方案；采用模糊聚类分析方法，建立了桓台县水产业最优结构的模型；为郯城县剩余劳力提出了合理转移方案；根据陵县的农业生态环境，建立了“盐、碱、荒地”、“低产田”，“中产田”开发治理的优化模型；为济南市的蔬菜产销结构，畜禽结构提出最优方案，并已为济南市有关部门所采用和执行。

**9. 机器证明** 计算机能进行高速计算，此为人所共知。计算机也能证明几何定理吗？这是关系到人类智能大大扩展和解放的大问题。1976 年吴文俊教授开始进行研究，并在很短的时间内取得重大突破。他的基本思想如下：引进坐标，将几何定理用代数方程组的形式表达；提出一套完整可行的符号解法，将此代数方程组求解。此两步中，一般第二步更为困难。周咸青利用和发展吴文俊方法，编制出计算机软件，证明了 500 多条有相当难度的几何定理，并在美国出版了几何定理机器证明的专著。吴方法不仅可证明已有的几何定理，而且可以自动发现新的定理；可以从 Kerler 定律推导牛顿定律；解决一些非线性规划问题；给出 Puma 型机器人的逆运动方程的解。吴文俊教授还将其方法推广到微分几何定理的机器证明上。

**10. 新计算方法** 近年来国内研制出多种新的算法，具有很高的水平。中科院计算中心冯康研究组提出哈密尔顿系统的辛几何算法，获得了远优于现有其他方法的效果。研究成果在天体力学、等离子体流体力学、控制论等领域有现实应用或潜在应用，此工作获得中科院

自然科学奖一等奖。

有限元分析的最主要的位移模式中通常使用两种元，即协调元与非协调元。后者具有更高的精确度，但收敛性较难保证。石钟慈研究了非协调元收敛性的各种性质，建立了收敛判别法；证明了许多种极有应用价值的非协调元的收敛性等等。

早在 70 年代，华罗庚、王元二教授开展了近代数论方法在近似分析中应用的研究，对多重积分的近似计算卓有成效，被称为华-王方法，其理论基础是数论中的一致分布论。近年来，王元与方开泰合作，发展了此方法并应用于数理统计，推广了“均匀设计法”，与通常“正交设计法”相比可减少试验次数，节省工作量与经费  $2/3$ ，此方法已在航天部有关单位使用。四川大学柯召教授等在不定方程的研究中，以及徐利治教授在近似计算中，也做了很好的工作。

计算中心余德浩在自然边界元方法和自适应边界元方法研究中，得到了系统完整的成果，开辟了边界元研究的新方向，获得中科院自然科学奖一等奖。

北京大学数学系应隆安教授等独立于西方发展了无限元计算方法，20 年来主要用于两方面：应力强度因子的计算和流体计算。用此种算法计算方腔流，在角点处得到了无穷多个向角点收缩的涡旋，这是用其他方法所得不到的。

北京大学张恭庆教授对无穷维 Morse 理论与方程的多重解，中科院计算中心袁亚湘对非线性规划的理论和算法，都取得重要研究成果。

计算是我国古代数学家的特长，例如祖冲之计算圆周率的巧妙算法，达到当时数学的顶峰。中科院系统研究所林群教授创立了“最优剖分”方法，发扬了祖冲之的优良传统。他发现剖分的形状可以决定计算的成败，因而必须选择最优剖分。这一成果得到国际同行高度评价，获中科院自然科学奖一等奖，并在我国及巴基斯坦的核电站中使用。

为了便于概率统计计算，中科院计算中心制成“随机数据统计分析软件包”（简记为 SASD），在科研、教学、生产、管理等方面发挥了重要作用，至今已有 200 多个单位购买和安装了 SASD。此外，中科院软件研究所陶仁骥等人在自动化方面的工作，也取得了重要进展。

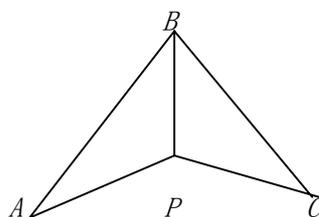
**11. 数学物理** 数学与物理是联系最紧密的两门科学。本文所说的数学物理只是指数学在物理中的应用。这方面人才济济，许多优秀的数学家都做过与物理有关的研究工作。中科院武汉数学物理研究所主编的《数学物理学报》，为推动数学物理的研究起了很大作用。南开数学研究所在这方面的研究中成绩显著。复旦大学谷超豪教授研究规范场的数学理论，发表了《经典规范场理论》等专著，目前他正致力于非线性数学的研究。周毓麟教授关于深水

波的传播方程以及非线性伪抛物型方程、丁夏畦教授关于等熵气流方程的初值问题以及廖山涛教授对动力系统的深刻研究，都来源于物理或与物理紧密相关。陆启铿教授等将旋量分析运用于引力波，在引力波场方程求解方面获得成功的结果。

孤立子是非线性波动方程的一种具有粒子性状的解，它是由数学家首先发现的；它的发现及相应的数学理论的发展是当今数学的一件大事，在基本粒子、流体力学中有广泛应用。复旦大学胡和生教授对孤立子与微分几何中若干问题进行研究，得到系统的成果。中科院计算中心屠规彰等研究了非线性波方程的不变群守恒律、贝克隆变换等，解决了一类重要的非线性演化方程守恒律个数的猜想。中科院计算中心孙继广对广义特征值的扰动理论找到了一条好的研究途径，得到了一系列扰动定理，并解决了 Moler 等人提出的几个问题。上述计算中心三项工作均获得中科院科技成果奖一等奖。

**12. 最短网络** 1990 年，中科院应用数学所研究员堵丁柱与美籍华人黄光明合作，证明了有关网络路线最短的一个猜想 (Pollak-Gilbert 猜想，1968 年提出)，在美国离散数学界引起轰动，被列为 1989—1990 年度美国离散数学界与理论计算机科学界的两项重大成果之一。设  $\triangle ABC$  为等边三角形，连接三顶点的路线（称为网络）。这种网络有许多个，其中最短路线者显然是二边之和（如  $AB \cup AC$ ）。但若允许加新点  $P$ ，连接 4 点的新网络之路径长为  $PA + PB + PC$ 。最短新路径之长  $N$  比原来只连三点的最短路径  $O$  要短。推广到任何  $n$  点（不必成等边），上述猜想为

$$\frac{N}{O} \geq \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 86.6\%$$



此猜想持续 22 年，是贝尔实验室一直关注的难题，它在供电线路设计、计算机电路设计中都有应用，无怪乎解决后引起强烈反响。

**13. 几何设计** 用计算机作为辅助工具制作影片，是一有趣的新课题，其中用到计算几何学与分形 (Fractal) 几何的知识和方法。北方工业大学 CAD 研究中心完成三项成果：

a. 1990 年亚运会期间，首次在我国把电脑三维动画搬上银幕，做成亚运会体育大舞台电影片的片头。继而又完成 14 个节目头；为中央电视台制作新闻联播片头；1991 年春节前，完成国内第一部电脑卡通寓言电视片《咪咪钓鱼》。

b. 1992 年完成国内第一部全电脑制作的科教片《相似》，被评为“它在中国电影技术发展史上有重要影响”的事件。

c. 利用计算机制作三维动画广告多个。

**14. 模糊推理** 人脑能从模糊的观察对象提炼出有用的甚至精确的信息，即使对象蒙上伪装也能识别，这是计算机所望尘不及的。大脑的这种卓越的功能真令人惊叹不已。模糊数学研究的正是模糊的对象。请不要误以为这种数学本身是模糊的、不精确的。北京师范大学汪培庄教授等从事模糊数学的理论和应用的研究。基于他们自创的理论，研究成功国际上第二台模糊推理机。推理速度比日本的第一台（1987年7月推出）提高50%，而样机体积只有它的1/10。随后又研制成功总线级推理机，达到了标准化和通用化。在家用电器方面，开发成功模糊空调器、模糊电冰箱等。在工业应用方面，制成“电气化铁路输电线几何参数图像识别系统”、“心肺功能数据处理系统”以及为首钢制造的“给水系统模糊控制器”等。

我国研究模糊数学而且成绩显著者还有四川大学刘应明、陕西师大王国俊等教授。

**15. 军事与国防** 上面已提到，我国所以能在很短时间内制成原子弹、氢弹和其他先进武器，发射火箭与卫星，是由于许多优秀科技工作者的共同努力，其中也凝聚着数学家的劳动和智慧，他们的贡献暂时默默无闻，然而必将永照史册。

运用数学对重要信息加密或破密，形成一门新的应用数学——密码学，即密码分析与讯息安全设计。北京大学段学复教授等对此进行了长期研究，他们的成果对于一类重要的特殊情况能提高计算时效2000倍；此外，还开设了几届进修班。中科院系统研究所万哲先研究员等人相互独立同时完成对移位寄存器序列的理论，进行了潜心的研究，他们的成果丰富了线性及非线性移位寄存器序列的理论，在保密通信中有重要作用；再者，他们运用典型群方法，进行了认证码的构造，这也是保密通信的一个重要方面。以上段、万两位的工作都得到高度评价和奖励。中国科技大学曾肯定教授等对密码分析及讯息安全保护，也做了重要的工作。

在刑事案件中，常遇到被烧毁的纸灰，如能利用它以鉴别纸张类型，对侦破有时有重要意义。云南大学统计系利用聚类分析、判别分析等统计方法，做了这方面的研究，据此侦破案件多起而获奖。

曲阜师范大学自动化研究所运用系统辨识等方法制成重烧伤输流电脑测算仪，提高了对烧伤病人的医护水平。此仪器已为四所军医大学及其他单位所采用，并获中国人民解放军科技进步奖二等奖。

**16. 其他** 数学应用多种多样。北京大学黄敦教授与杨淳等研究冲击波及滑流的四种数值概型，得到很好的结果。计算物理学家用Monte-Carlo方法计算了子宫颈癌腔内放射治疗剂量的分布，既准确又简便，提高了治疗效果。国外提出了几种艾滋病的数学模型，如HIV/AIDS传播动态模型、危险行为模型等；对肿瘤也有数学模型，如Mendelson模型、Conpertz

模型等。关于卫生保健，云南大学对云南省学生体质进行了调查，形成了“体调数据库”，建立了“指标综合数学模型”等。

#### 四、为数学强国而奋斗

三年前南开大学举行的“21 世纪中国数学展望”会上，陈省身教授及与会的数学家都认为，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；他们还提出：数学应该率先赶超国际水平。的确，我国古代数学有过辉煌的成就；近几百年由于封建社会政治腐败和帝国主义侵略，数学落后了。新中国诞生后，我国数学有了很大的发展。在 1956 年科学发展规划的指导下，建立和发展了微分方程、概率统计、计算数学、泛函分析、多复变函数论、运筹学、控制论等分支学科。到 1956 年，我国数学的基础研究已具有相当规模，并且有自己的特色，在国际上有一定地位。我国的《数学学报》曾被美国全部译成英文出版。“十年动乱”中，数学研究受到严重破坏。改革开放以来，数学界恢复了活力，国内的学术风气非常活跃，陈景润、王元、潘承洞等在数论和杨乐、张广厚等在函数论的优秀成果饮誉国际，从而大大鼓舞了士气。研究队伍和方向也进行了重新组合和调整，一批新的数学研究所（如南开数学研究所）相继建立。国外来访的专家讲学频繁，同时我国也有不少专家到国外讲学或参加国际学术会议。大批的中、青年学者则以访问、进修或攻读学位的方式出国留学。学术上的内外交流沟通了信息，提高了水平。更令人欣喜的事，一批优秀的青年博士学成回国，开始填补若干重要的空白领域如代数几何等；国内自己培养的博士也逐渐展露头脚，研究工作出色者大有人在。原先有较强实力的领域，如数理逻辑、数论、代数、函数论、拓扑学、微分几何、微分方程、泛函分析、概率统计、控制论、运筹学、计算数学等，以及起步较晚的一些学科，如代数数论、代数几何、非线性泛函分析、动力系统、整体微分几何、随机分析、机器证明和模糊数学等，都在近年内做出了达到或接近国际先进水平的成果。最近两届国际奥林匹克数学竞赛，我国连获团体冠军，个人金牌数也名列前茅，消息传来，全国振奋。我国数学，现在有能人，后继有强手，国内外华人无不欢欣鼓舞。

然而另一方面也必须看到，从整体上看，我国数学研究的水平与世界先进国家相比，还有相当差距。另一严重的情况时，到 2000 年，高校数学师资将面临严重短缺。以高校理科而言，现有数学教师约 24 000 人，到 2000 年若有 55%退休，即退休 13 200 人，那么，即使以全部研究生补缺，仍短少约 2 000 人。因此，必须吸引更多年轻人学习数学。

为了使数学更健康地发展，更好地为社会主义建设服务，特提出下列建议：

1. 在指导思想方面，提倡“全面发展，重点扶持，办出特色”。发展科学文化，“百

“百花齐放、百家争鸣”的方针是正确的。数学中子学科繁多，而且不断有新学科出现，每门新学科的发展前途，难以预料。因此，应该给各学科以充分发展的机会，在发展中竞争。所谓重点，是指那些对科学发展或实际应用已逐步展示其重要作用的学科或项目，如非线性数学、计算数学、计算机数学、离散数学的某些方面、数学物理、数学的其他边缘科学、概率统计等。对重点学科，应给以较大扶持。任何一个国家都不可能在数学的各方面都领先。为了赶超国际先进水平，只能重点突破；在某几个学科或项目上率先突破，这就必须有我国自己的特色。特色是什么？这是一个值得深入研究的大问题。

2. 空气哺育万物儿子而自身无赏；同样，数学教育众人而报酬极低；桃李无言，下自成蹊。另一方面，学习数学又难，成为拔尖人物更难。无怪乎现代青年人大都不愿学数学，即使数学天才者也避而远之；奥林匹克竞赛优胜少年，又有几人立志数学？这实在令人感叹而忧伤。要区别对待各类人才。对有成就的数学家，要更好发挥他们的作用，在社会地位、生活待遇上有一定优先，因为他们的今天是青少年的明天，对青少年起着示范和吸引作用；对达到国际第一流水平的学者应重金聘请；对博士，无论国外或国内培养者要同样待遇，今后逐步过渡到以国内培养为主。惜乎现在博士生源枯竭，报考者寥寥无几。要多吸引优秀青年学成后回国工作。国家自然科学基金会每年举办数学讲习班，请留学国外的博士回来短期讲学，效果很好，是一创举，如能提供单程国际机票，则会吸引更多学子回来。对30岁左右学业有成的学者，需提供条件，使其在工作、出访、职称、生活等方面均能得到相应的待遇，以便早日脱颖而出。中小学数学教学，既要有科学性，又要有趣味性，以提高青少年学数学的兴趣。对成绩优秀者，给以奖励，奥林匹克金牌获得者应予重奖，金额应接近体育金牌获得者。

3. 数学研究设备虽比较少，但计算机、图书资料、国内外交流、人才培养等都需要大量经费，“一支笔、一张纸”的研究方式已成历史。应大力开辟财源，除国家拨款外，国家自然科学基金对数学与物理的资助1:3为宜。社会名流、企业和财团的支持应是一重要财源，这方面开发得还很不够，应对他们进行宣传，给予技术帮助，使他们从中获益，从而体会到数学的好处。

4. 学科的强大生命力在于对社会进步的贡献，数学也不例外。数学的贡献在于对整个科学技术（尤其是高新科技）水平的推进和提高，对科技人才的培养和滋润，对经济建设的繁荣，对全体人民的科学思维与文化素质的哺育，这四方面的作用是极为巨大，也是其他学科所不能全面比拟的。数学工作者应主动联系实际，了解与数学有关的各种问题。同时也希望社会各界人士多予关注、支持与帮助，多与数学界合作，主动提出各种咨询，以使数学科

学更深入地扎根于实际，为我国的社会主义建设多作贡献。

#### 参考文献

- [1] 自然科学学科发展战略研究报告之七:数学, 国家自然科学基金委员会. 科技导报, 1992(11):35~38
- [2] 石钟慈, 柱文庄. 计算: 第三种科学方法. 科学, 1991(5):12~15
- [3] 李大潜等. 努力发展中国的工业与应用数学. 1992. ( “中国工业与应用数学学会” 第二次大会会议报告)
- [4] J. G. Glimm . 数学科学 · 技术 · 经济竞争力. 南开大学出版社, 1991
- [5] P. D. Lax . 应用数学在美国的蓬勃发展. 数学译林, 1992(1):56~63