

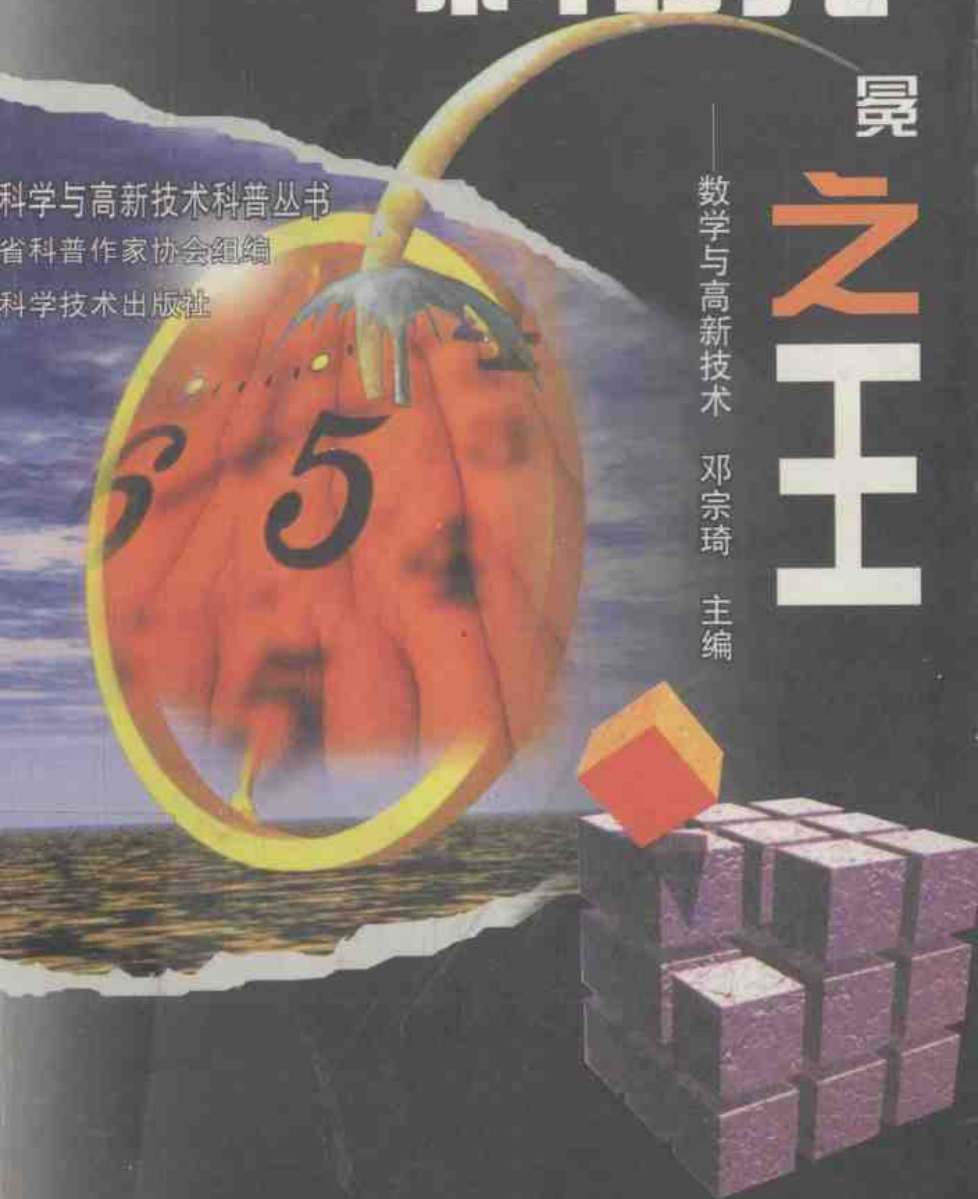
无坛科

冕

之王

数学与高新技术
邓宗琦 主编

科学与高新技术科普丛书
省科普作家协会组编
科学技术出版社



基础科学与高新技术科普丛书

湖北省科普作家协会组编

科坛无冕之王

——数学与高新技术

邓宗琦 主编



湖北科学技术出版社

基础科学与高新技术科普丛书

科坛无冕之王——数学与高新技术

© 邓宗琦 主编

策 划:刘健飞

封面设计:王 梅

责任编辑:梁 琼

责任校对:邓 冰

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:86782508

地 址:武汉市武昌黄鹤路 75 号

邮编: 430077

印 刷:武汉第二印刷厂

邮编: 430100

督 印:苏江洪 刘春尧

787mm×1092mm 32 开 5.5 印张 1 插页 100 千字

2000 年 12 月第 1 版

2000 年 12 月第 1 次印刷

印数:0 001—2 000

ISBN 7-5352-2294-3/G·625

定价:7.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

总 序

王重农

中共中央总书记江泽民同志多次指出,发展社会生产力的决定性因素是人的素质,科学技术的发展更是离不开人的素质的提高。人们尊重科学技术,学习、运用科学技术,科学技术才能有良好的社会环境和基础上迅速发展。从这个意义上讲,一个国家既要有科学家,也要有具有科学素养的公民,只有这样,这个国家才能在未来竞争中获胜。因此,我们必须下大力气提高全民族科技意识,将科技意识铸进国民意识和民族精神之中。这是当前刻不容缓的任务,也是迎接现代科学技术革命的基本对策。

要提高全民族的科技意识,必须坚持不懈地进行科技知识的普及。科普不仅是传播科技知识的一个重要途径,更是使科技知识转化为巨大社会财富的一个重要环节。正如著名科学家茅以升所说,要过河就需要桥和船,科普就是传输科学技术的桥和船。先进的科学技术成果

如果不向人民群众推广普及,就不能为社会所接受,变成改造世界的物质力量,也就不可能跨越科学研究与实际运用之间的那条河。正是为了“架桥”和“造船”,让科技知识走进千百万人民群众的心中,湖北省数十位专家、教授用他们的智慧和心血编写出了“基础科学与高新技术科普丛书”。相信它的出版和发行,必将对推动湖北省科学技术的普及和激发广大群众的创造力产生十分积极的作用。

人们对大量高新技术知识的获得,主要是通过阅读科普读物。这就赋予科学家和科技工作者以十分光荣而艰巨的任务:在进行科普创作和著述中要注意处理好高深和通俗的关系、知识性和可读性的关系,把二者融于一体,真正做到言有浅而可以托深,类有微而可以喻大。撰写这样的读物,其难度不言而喻。令人感到欣慰的是,这套丛书很好地解决了这个问题。我选读了若干章节后,消除了顾虑。它内容新鲜,逻辑严密,通俗易懂,生动活泼,引人入胜。既有系统,又有独立性,前呼后应,有机结合,挥洒自如,言辞晓畅,而且富有文采,将枯燥化形象、深奥化浅显,以打比喻、讲故事、述史实等手法,采用群众语言,把天、地、生、数、理、化的昨天、今天和明天,把新学科、新成果和科技新进展娓娓道来,很具吸引力。比如有的小标题就抓得住人:“你能够移动原子吗”、“原子喷泉与空中飞行的女郎”、“大脑能再生、修复和移植吗”等等,谁见了都会激起阅读的兴趣,想了解个究竟。如果浏览

一下“转基因番茄”、“‘精确农作’与卫星技术”等文章段落,便能扩宽视野,开拓思路,从中受到启迪。

功夫深处独心知。这套科普丛书能达到现在的水平,是作者艰苦劳动的结果。听有关同志讲,为了高质量写好书稿,专家、教授们利用暑假,关在家里,挥汗奋笔,有的一字一句,反复推敲,精益求精,直至满意为止;有的几个人一起探讨、磋商、修改,数易其稿,其精神令人敬佩。

应该说这套丛书是湖北省科普创作上的一个丰收。我们要以此为契机,继续努力,加大科学普及力度。这是时代对我们的要求,也是我们义不容辞的责任。就科普的教育功能来讲,它可以变成管理干部的思想武器,可以变成工人、农民的专业技能,它能启迪青少年的创造思维,丰富其头脑,又能开阔他们的胸怀和陶冶他们的情操,培养爱科学、学科学的兴趣。仅此一点,我们下再大的力气抓这件事都不为过。

愿这套丛书能为我们的干部和青少年朋友们所喜爱,伴随大家在爱科学、学科学、用科学的征程中不断开创新的辉煌。

1997年9月

丁 序

高技术把我们推进到数学工程技术的信息时代,高技术本质上是数学技术。高技术和现代化生产中的高精度、高速度、高自动、高安全、高质量、高效率正是通过数学技术的运用才得以实现的。高技术使得研究的数学模型和方法,提高了很大一个层次。任何一项工程技术的进步或突破都与数学某一方面的成就紧密相关。

面对 21 世纪科学技术高度发展并日益普及的世界,作为定量思维和定量分析基础的数学,已成为一个民族科学文化素质的一个重要标志。

现在数学科学已与自然科学、社会科学等并列为基础科学,联合国教科文组织确定 2000 年为世界数学年。

邓宗琦教授撰写的这本书,从各个不同角度说明了高技术本质上是数学技术,介绍了数学技术已综合运用于科学技术的若干领域。这是一个有益的尝试。我相信,广大读者都会从中得到启示和益处。

中国科学院院士 丁夏畦

2000 年 11 月

基础科学与高新技术科普丛书
编辑委员会

顾问	王重农	梁淑芬	章文才	刘会永
	许厚泽	杨叔子		
主任	季卜枚			
副主任	栗陶生	邓宗琦	向进青	陈尔程
编委	(按姓氏笔画排列)			
	邓宗琦	方衡儒	向进青	刘声远
	刘洪峰	刘健飞	李方清	李合生
	季卜枚	张端明	周有恒	周春莲
	栗陶生	陈尔程	高布锡	景才瑞

目 录

一、高技术本质上是数学技术	1
1. 什么是高技术	2
2. 计算机技术本质上是数学技术	5
3. 以数学为基础的若干高技术	17
二、若干数学技术	56
1. 计算技术	56
2. 运筹学	59
3. 模糊技术	60
4. 编码技术	64
5. 小波技术	66
6. 统计技术	69
7. 均匀设计技术	71
8. 最优技术	72
9. 对策技术	75
10. 网络技术	76
11. 数学模型技术	79

12. 滤波技术	82
13. 控制技术	85
14. 混沌技术	88
15. 概率技术	92
16. 分形技术	97
17. 机械化方法	103
18. 线性规则	106
19. 其他数学技术	111
三、综合运用数学技术的若干领域	113
1. 制造业中的数学技术	113
2. 石油业中的数学技术	118
3. 人工智能中的数学技术	120
4. 战争中的数学技术	122
5. 自动化中的数学技术	124
6. 生命科学中的数学技术	127
7. 系统模拟中的数学技术	130
8. 保险业中的数学技术	133
9. 经济系统中的数学技术	137
10. 医学中的数学技术	143
11. 生物高技术与数学技术	149
12. 天气预报中的数学技术	155
13. 农业中的数学技术	157
14. 汽车制造业中的数学技术	161

一、高技术本质上是数学技术

美国前总统尼克松的科学顾问 E. David 于 1984 年 1 月 25 日在美国数学会 (AMS) 和美国数学协会 (MAA) 联合年会上说：“……对数学研究的低水平的资助只能显出对数学带来的好处的完全不适当的估价。显然，很少的人认识到如今被如此称颂的高技术本质上是数学技术。”

如果说，20 世纪 80 年代并不是太多的人认识到这个惊人的论断，那么，今天是 2000 年的时代，恐怕相当多的人都会从各个领域来证实这点。

我国著名科学家钱学森指出：“数学的发展关系到整个科学技术的发展，而科学技术是第一生产力，所以数学的发展是一件国家大事。”

“一切科学技术都要用数学，数学应该称为‘数学科学’。数学科学是现代科学技术的一个大部门。”“一个科学的大部门里有三个层次，第一个层次就是基础科学或叫基础学科；比方自然科学的物理、化学、生物、天文等。第二层次可以说在 100 年前是没有的，就是技术学科，它

是把基础学科的理论用到具体工程上做准备的；比如自然科学里的电子学、力学，或者叫应用力学，都属于这一类。第三层次就是直接应用的，那就是工程技术。”

我们将按钱先生的思路去论述高技术本质上是数学技术。因而，数学作为科坛无冕之王也就当之无愧了。

1. 什么是高技术

技术是人类在利用科学知识改造自然的实践中积累起来的生产操作方法和技能、工具、手段，它是人的知识和智慧与客观的手段相互作用而产生的控制和改造自然方式、方法的体系，是科学与生产之间的中间环节。技术分为物质生产技术、非物质生产技术。技术，首先有抽象形态的，即在实践经验和科学原理基础上建立起来，以文字图表形式表现的技术资料和技术知识；其次是物化形态的技术，即在技术知识指导下所创造的一切物质手段，如工具、设备、仪器、材料等；第三是功能形态的技术，即人们按照对自然规律的理解，凭借一定的物质手段，对客观对象施加影响作用的方法。作为技术必须具有科学性，它是科学原理的转化，是关于改造对象的方法。技术又必须具有历史性，是推动社会前进的力量。技术还必须具有综合性，受到科学、生产、教育、社会环境等因素制约。技术应具有相关性，即任一技术可引发其他技术的变化。最后，技术往往不是孤立的，而是形成一个主体网

络结构的技术体系。

高技术一词出现于 20 世纪 80 年代,直到目前,尚无统一的定义。法国人认为高技术就是知识密集型产业。日本人则把当代尖端技术和下一代科学技术为基础建立起来的技术称为高技术。他们认为,微电子、计算机、软件工程、光电子、空间技术、生物技术等均属高技术。美国人则认为高技术是对企业及其产品的技术评价。1981 年在美国创办了《高技术》月刊。该刊认为,高技术产业具有两大特点:一是专业技术人员的比例高;二是销售收入中用于研究与开发的投资比例高。这两大特点又反映了一个共同的特点:“知识密集。”这是高技术产品的一个必要成分,也是技术继续革新的必须。最典型地说,一个高技术企业的工作人员中要有 40%~60% 具有学位的工程科研人员和高中毕业后经过两年以上技术训练的高级技工;同时,这些企业用于研究与开发的再投资,一般在销售收入的 5%~15% 之间,这个比例比非高技术企业要高出 2~5 倍。这种定义说明,高技术是指产业来说的。它强调了高技术对人才的依赖性。发展高技术的根本着眼点应是形成高技术产业。一般说来,高技术应具有如下一些特性:

一是高增值性。高技术开发的产品能显著地提高生产率 and 效率,从而可取得巨大的经济效益。例如美国空间技术每投资 1 美元可收回 14 美元。

二是高扩散性。高技术能迅速扩散到许多产业部

门,加速传统工业的技术进步,可带来巨大的经济效益和社会效益。例如,计算机技术就是如此。

三是高竞争性。技术发展的重要动力是竞争,高技术发展更是如此。普遍认为,21世纪确定大国地位主要取决于高技术的发展水平。

四是高智力。高技术产业是当代科学技术发展的结晶,是知识、技术、资源密集型的产业。高技术的竞争表现为市场的竞争、经济实力的竞争、科技水平的竞争,归根到底是人才的竞争。

五是高投资。高技术产业也是资源密集型产业。一般发达国家对高技术的投资占国民生产总值的2%,这种投资常常带有国家化和国际化的色彩。

最后,是高风险性。高技术投入产出比高,但风险性也大。据国际上有资料统计,高技术项目成功率平均不会超过10%。

不同国家、不同学者对高技术理解不尽相同,但大体上都同意包含这样一些内容:电子计算机技术和微电子技术;光通信和传感技术;机器人和人工智能技术;新能源技术;新材料技术;生物技术;航天技术;海洋技术等。随着高技术的不断出现,产生了一批组织密集型的新型行业,如各种决策咨询机构、基因公司、系统开发公司、数据通信网和联机情报检索系统等信息服务业(日本称为信息处理产业;美国称为计算机和信息处理服务业)。高技术对整个国民经济的发展以至社会生活方式的演化都

有重大影响,所以各国(尤其是发达国家)都极为重视发展高技术。西欧 18 国为发展高技术于 1985 年 11 月制定了“尤里卡计划”,美国为夺取战略优势,制定了“星球大战计划”。

我们提到的数学技术应满足以下几个条件:

一是对所要解决的问题有一个描述得非常精细的数学模型。

二是解决该数学模型中的数学问题有很好的数学方法和算法,还有高效的数学软件。

三是相当的普适性,即能用于一大类问题或类似问题。

四是与工程、创造等领域有密切合作,甚至融为一体。

我们将以上述对高技术及数学技术的理解来展开讨论。

2. 计算机技术本质上是数学技术

大约在公元初,在我国汉朝开始出现珠算,但和现在的算盘在构造上不同。珠算的珠子不是穿成串,而是如同棋子,用时往上摆,不用就取下来。公元 620 年(唐初)人们将珠算改造成现在的算盘。它具有很强的生命力,流传至今。但它的主要缺点是做乘除不很方便。17 世纪初,纳波尔(J. Napier, 1550 ~ 1617, 英格兰人,是一位数学家)发明了对数,后人根据对数原理 $\lg(ab) = \lg a + \lg b$

创造了计算尺。这是经济耐用、简单方便的计算工具,流传至今。由于商业和科技发展的刺激,对计算工具提出了更高的要求。首先是机械化。它的最早发明者是帕斯卡(B. Pascal, 1623 ~ 1662, 法国人,是一位对数学贡献很大的数学家)。帕斯卡于1642年发明了计算器。这种计算器采用二进制,能自动进位,可用于加法和减法运算,这为计算机设计提供了最初级的原理。接着,莱布尼兹(G. W. Leibnitz, 1646 ~ 1716, 法国人,是一位伟大的数学家)改进了帕斯卡的计算器,发明了作乘法、除法、自乘、开方的乘法计算器。1673年他在伦敦皇家学会上作了表演,1677年把设计思想在学会上作了公开报告,1710年在柏林科学院发表了书面说明。他是现代计算机的先驱。1822年,巴贝奇(C. Babbage, 1791 ~ 1871, 英国人,是一位了不起的数学家,是运筹学的先驱者。他论证了统一邮资的方法,并实行至今。他将毕生主要精力放在研制计算机上面。他在上大学时就注意到英国1766年编制的航海表中有许多错误,但要重新编制,计算工作量大得惊人。这推动他要研制一台能自动进行计算、制表的计算机。他设计了一台“差分机”。这是一台自动制表机,且能实现固定的计算格子。这台制表机包括3个寄存器,每个寄存器是一根固定在支架上的带有6个字轮的垂直轴,每个字轴代表十进位进位数字的某一位,字轮上有10个不同位置分别代表0,1,2,……,8,9。这3个寄存器可以保存3个10万以内的数字,同时,这些寄存

器又是运算器,可以进行加法运算。特别地,可以按设计要求自动完成整个计算过程。这是程序设计的萌芽。1835年5月,他历尽艰辛,辞去剑桥大学数学教授职位,全力投入研制新一代的“分析机”。这台新机器可以处理100个变量,每个数可以有25位数字。它分4个部分组成:一是保存数字信息的齿轮或寄存器,相当于现代计算机的存储器;二是可以从寄存器中取出数据进行运算的运算器;三是控制操作顺序,选择所需处理数据的装置,相当于现代计算机的控制器;四是输入、输出装置。虽由于多种原因,他并未完成这台新机器的制作,但他的伟大创造精神和丰富的想象力使他不愧为现代计算机的又一先驱。图林(A.M. Turing, 1912 ~ 1954, 英国数学家)第一位提出了计算机理论。1936年他彻底分析了人进行计算的实质,发现“计算”总要把一些符号写在纸上,这相当于储存计算结果,他还发现存在着不可计算数。他解决了数理逻辑理论问题,而且证明数字计算机可以造出来。他于1945年写成了《Ace 计算机总体设计方案的报告》,提出了计算技术的基本概念。1950年制成模型机,1958年生产了30台。

艾肯(Aiken, 1900 ~ 1973, 美国数学家)在IBM公司支持下,1944年与其同事们合作研制成功自动程序控制的数字计算机,称为“MKI”号,另一台计算机是1943年开始,1946年研制成功的电子计算机ENIAC,这是由Mauchly(1907 ~ 1980, 美国数理学家)等合作完成的。它