

盛立人 编著

老百姓的数学

SHUXUEJIA ZOUJIN GUANLIXUE

数学家走进管理学

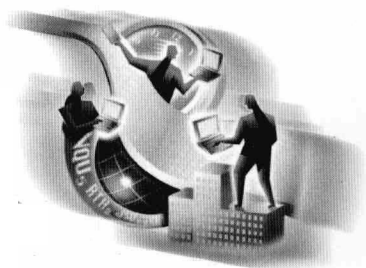


数学家

盛立人 编著

走

进
管
理
学



安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

老百姓的数学. 数学家走进管理学 / 盛立人编著. —合肥:
安徽教育出版社, 2001. 9

ISBN 7-5336-2780-6

I. 老... II. 盛... III. ①数学—普及读物②数学—应用—管理学 IV. 01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 063717 号

责任编辑:严云锦 陈海燕 装帧设计:李 静
出版发行:安徽教育出版社(合肥市跃进路 1 号)
网 址:<http://www.ahep.com.cn>
经 销:新华书店
排 版:安徽飞腾彩色制版有限责任公司
印 刷:合肥义兴印刷厂
开 本:880×1230 1/32
印 张:4.375
字 数:100 000
版 次:2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷
印 数:2 000
定 价:6.50 元

发现印装质量问题,影响阅读,请与我社发行部联系调换
电 话:(0551)2651321 邮 编:230061

序

数(shù)起源于数(shǔ),量(liàng)起源于量(liáng)。在有文字历史之前人类就有了数和图形的概念。几千年来,数学由人类生产和社会实践的需求而产生和发展。她不仅被用于科学和技术各领域,也渗透到经济和管理领域以及老百姓的日常生活之中。她不仅是一种工具和语言,也是人们重要的思考方式。她是一种文化,是人类文明的一个重要组成部分。

人类生产和社会实践的需求是数学产生和发展的根本动力。与此同时,数学还有自身内部逻辑完善和追求数学美的强大内部动力。这种内部动力的意义和作用往往不被人们所正确理解,被视为“抽象的游戏”。此外,数学的术语和符号也不易看懂。从中学几何证明开始,数学论述的书写形式就被训练成以固有的逻辑推理为基础,而这种形式常常是探究和思考的真正数学思维方式的颠倒。这一切使人们对数学望而生畏,把数学看成是少数人的一种专门技艺。

综上所述,我们迫切需要用生动的语

言,把数学的进步和数学的思想方法通俗地介绍给大众,让更多的人认识到数学的作用和意义,在不同的工作领域中自觉地采用数学思维方式,使数学更贴近大众。在这方面,盛立人教授撰写的《老百姓的数学》丛书是一个很好的尝试。作者用轻松活泼的语言把人们带进千姿百态的数学世界,让人们领略数学在老百姓日常生活中所起的作用和影响。我相信这套书对于普及和传播数学知识和思想,让民众更加了解、掌握和运用数学,会起到促进的作用。

从某种意义上说,撰写通俗性数学普及读物比撰写专业数学著作和论文更为困难,它需要作者对数学和相关领域的深刻理解,也需要文采。我们需要更多的有识之士共同努力,做好数学的普及与传播这项艰巨而又神圣的事业。

冯克勤

识于 2000 年 3 月

作者的话

—

这是一套关于数学的通俗书籍。作者想通过本书来向读者证明两件事：第一，数学是无所不在的；第二，数学是童叟皆宜的。因此我们可以说，本书的读者对象就是普通老百姓——每一位完成九年制义务教育的老百姓。

作者长期以来一直在思考这么一个问题：面向 21 世纪，人们应当怎样在文明素质方面做好准备，以迎接世界范围高科技时代的到来？或者说，我们应当在学校和社会之间做些什么铺垫性的工作，才能真正实现科学的社会化和普及化。

一个理想的、倡导学科学和用科学的社会氛围应当具有这样的魅力：

第一，能使十分严谨但略显呆板的课堂内容变为活生生的社会常识。倘使我们能有办法让每个人在面对社会时，能像牛顿所说那样“在在慎思”，真可谓善莫大矣！

第二，能让人们在各自工作领域中，自觉地养成理性思考的习惯，时时改善本职工作，以便人人都能成为高科技时代的参与者，而不是同路人。

但是造就这样一个“理想王国”不管是在建立一座“乌托邦”，因而不是一二个人，或是一朝一夕可以完成的。

二

1996 年给作者带来一个极好的机遇。那一年作者给安徽大

学的几个文科系(社会学、经济和管理等专业)开设了两门新的公选课:《社会选择》和《实用规划》,作为文科数学课的辅助课程。实践说明,这两门课深受文科学生,乃至不少理科学生的欢迎。追踪调查显示,学生们对于这种比传统数学课更灵活、更实用、更轻松的数学,是非常感兴趣的。

正是出于这样的效果,使作者心中燃起了勇气:倘使这些材料能在大学校园外也发挥它应有的作用,也许正是为我们上面提到的那个理想氛围在添砖加瓦。或许那时就产生了写一部书的想法。

但是此事想的容易,做起来极难。作者既要时时克服犹豫、彷徨等心理上的障碍,还要不断索求大量资料。幸而我得到的却都是支持和勉励:在南京大学、中国科学技术大学和安徽大学的师长、朋友和同事们的不断鼓励下,才毅然动起笔来。

我最初确定选材的标准是:有实用价值,有深厚背景,有现代意识;同时,材料应不与现有许多通俗书籍重复;方法应强调实用且易于掌握。经多方考虑,将本套书分成五个分册。

《千姿百态的几何世界》

《数学家走进社会学》

《数学家走进管理学》

《计算机的数学故事》

《统计——数字的科学》

在撰写过程中,取材最多的是圣 Olaf 学院, Lynn A. Steen 教授领衔主编的(参与写作的专家达 15 位之多)

For all practical purposes: Introduction to contemporary mathematics.

除此之外,采集和借鉴的来自报章书刊的材料,为数极多。对于有关作者和译者,在此一并表示我的谢意,不再一一列出。

三

本书从开始撰写到刊行,先后经历5年时间,其间最深切的体会是:比起撰写一部学术专著来,撰写通俗材料其实更为困难。由于受作者能力的限制,选材虽然很用心思,实际仍不能免俗;行文力求流畅生动,写来却时有晦涩;内容纵有考虑,难度仍难以驾驭。这就造成本套书目前这个样子。不足之处,还希望宽容的读者多多包涵才是。

清华大学冯克勤教授对本书表示了自始至终的关注,并愿为之作序,在此表示我衷心的感谢。

最后,在严肃著作的出版和商品经济尚未协调运行的今天,安徽教育出版社毅然支持本书出版,令人感动,特陈数语,以表谢意。

盛立人

安徽大学数学系

2000年10月

目 录

引言	1
第一章 盘根错节的网络——邮递员的故事	6
§ 1 欧拉回路	6
§ 2 欧拉定理的证明	10
§ 3 图的欧拉化	13
§ 4 最优回路	16
§ 5 回归实践	22
思考题	28
第二章 盘根错节的网络——推销员的故事	35
§ 1 环球旅行记	35
§ 2 何处寻觅哈氏路	39
§ 3 何处寻觅最优路	54
思考题	64
第三章 怎样用好你的时间	72
§ 1 临界路线	72
§ 2 最佳时刻表——排序算法	77
§ 3 无序类时间表和储藏室问题	84
思考题	94

第四章 难以想像的好方法——线性规划·····	101
§ 1 从配料问题谈起 ·····	101
§ 2 图解法 ·····	107
§ 3 寻求最优解 ·····	113
思考题 ·····	122
部分思考题答案与提示·····	125

引 言

1969年7月的一个普普通通的夜晚,我们这个地球上有不少人在电视上看到了一个难忘的场面:有一个人慢慢登上月球。

应当说,这是一个具有历史意义的镜头,因为它圆了人类千百年来的一个梦。在人类史上曾有多少人(包括像苏东坡、儒勒·凡尔纳和毛泽东那样伟大的诗人和作家)一直在憧憬着月亮上的一切:广寒清虚,琼楼玉宇,嫦娥起舞,月兔捣霜,良辰美景,才子折桂……

且说那位登月者名叫内尔·阿姆斯特朗,来自美国,是位宇航员。尽管他很坚强(他的名字用英文读音来理解,正好表示“我很强”),可是当他在月球上迈出第一步的时候,全世界每个观看电视的人都在为他捏一把汗——从这位先驱者硕大的太空衣里边,人们似乎都自以为看到了他那双颤抖的腿……他在月球上安全吗?他会碰到什么太空怪兽吗?他的回程会和他的出发一样顺利吗?要是他回不来怎么办?难道他真要在异球他乡,月上悲思,不堪回首……

是的,历史上曾经经历过多少次失败的尝试:危险,失误,死亡……这一切都在增加这次登月活动的悬念。1960年以前,除了法国小说家儒勒·凡尔纳曾经在《月球旅行记》里设想过一个虚拟的登月工程方案外,没有人曾真正设想过可以用发射器把人射进太空。

但是现在,这件事人类已经办到了!这是根据1961年在前美国总统肯尼迪办公室里制定的一项十年计划,并于8年后由另一位总统尼克松加以完成的。不用说,这次行动的成功,意味着人类

在科学技术上有了一个大跨步。事情虽然首先是由美国人做成的,但考虑到美国科学家人员的组成(例如在美国休斯顿空间技术中心有 5000 名亚裔科学家参与此项工作),如果我们把这次登月行动的成功看成全世界科学技术的一次腾飞,恐怕也是合适的。

绝大多数人都从科学技术角度看待登月——他们认为这是物理、化学、工程、生物以及有关科学技术的全面发展和推进并相互渗透的结果。这当然是不错的,但这只是问题的一个方面。或许很少有人会想到,施行登月这样一个大型计划,还需要开辟另一个战场,一个协作的战场:这里必须有人制定计划,必须有人安排各项工作,在经受无数次挫折并克服难以逾越的困难之后,还要有人能把成千上万个不同部门的工作计划有机地协调在一起。而这种从事协调的本领来自一门科学,我们可以把它看成数学的一个分支——管理科学。很少有人知道的是,事实上,在登月计划里美国在管理科学方面的投入量,比在技术方面的投入量只多不少。因此,我们或许可以这么说,登月计划实际上也是管理科学上的一次长足的发展。

事实上,在执行阿波罗登月计划中,美国宇航总局一直面临着层出不穷的新问题的挑战:他们要为登月器选择最好的设计,他们必须为预演提供最逼真的模拟背景;一旦登月启动,他们更需要一支庞大的监控和应变队伍,与宇航员同步工作,以保万无一失。宇航总局的行政与计划主任,1969 年阿波罗 11 号安全登月计划的主要负责人,弗雷泰(Robert Freitag),对于管理科学在这桩历史事件中所发挥的巨大作用,体会尤深。

弗雷泰事后曾这样作过回忆:

……我记得那个时候每一位宇航总局的职员都曾说过这样的话:“天哪,这回可真的非干不可了!”你只要想想,我们所雇用的企业比起那个著名的曼哈顿计划还要多上几十倍,就

可以知道这是个多么美妙的计划了！我也深知，某些环节的失误会使整个计划夭折，但如果我能把工作让头脑清清楚楚的人在清清楚楚的计划里实施起来，一切就有可能成功……

阿波罗计划的一个十分重要的内容是，必须组织一个综合工作系统。我必须在最严格的意义下去分解我们的任务：要弄清每一种装置是否必需和怎样启动，以及这个系统的所有要素怎样地被融合成一个明确的概念：完成任务并返回地球……

我开始时曾产生一个挺合乎逻辑的主意：在地球轨道上设置一个空间站，随后是在轨道上安置登月舱，把它送上月球，再把它带回来。看来这样的计划风险最小，但内容却大为繁杂了。于是我修改了整个计划，把它变成在肯尼迪角安装一架发射器，并把它连同登月舱一起发射出去。为此让它在月球轨道上运行比登月更重要，然后再让它从绕月轨道中降落到月球表面。接下来得让它再进入绕月轨道，然后回家……

诚然，这是个极为富有综合分析要求的活儿，比起建造一架飞机或竖起一座大坝这样的活儿来不知道要复杂多少，因为它包含了太多太多的变化因素。我要做的事是先把它分成许多小任务：发射位置，发射装置，登月舱，月球模型以及世界范围的无线网络。而对每一个这样的小任务，我必须为它提供一个组织机构。这些小任务，例如制造发射器，又得分成发动机或导向装置等更小的任务。一句话，整个任务活像是一棵树，正是这棵树支撑着整个计划……

阿波罗计划为此决定成立三个宇航中心：一个在 Huntsville 城，由布冷（Von Braun）博士和他的小组负责制造发射器；另一个在休斯顿城，由纪尧斯（Gerous）博士和他的小组负责制造并调试登月舱；第三个中心在肯尼迪角，由德布里

斯(Debries)博士和他的小组负责启动登月和准备发射器……

三个中心实际上又被分割给 10 个或 20 个工业承包人,它们分别负责制造例如发射器的部件。而每一个工业承包人又把工程下达给 20,30 甚至 50 个分包人,这些分包工程实际上可能已被分割成 300 000 或 400 000 个部件,由个人负责。一个重要的问题是:这些个人小部件必须在指定的同一时间进行组装,并且得立即能启动和工作。正是管理科学在帮着我们!阿波罗计划实际上是动员了近 300 000 到 400 000 人,朝着同一个目标开展工作。而这同一个目标便是肯尼迪总统说的那句话:“我要求:把一个人送上月球,并把他再送回地球。这一切要在 10 年内完成……”

其实,远在登月计划之前很久,管理科学已经在许多诸如商业、工业乃至战争一类政府决策行为中起着重要作用。大约在二战以后不久,许多专家才意识到有必要将二战中运用过的诸多管理运作手段(例如运用定量技巧去制定计划)的科学认真加以总结。管理科学的创始人大多是实施军事服务的数学家和工业技术家,因此管理科学早期又被称为运筹学(原文是 Operations research,中文翻译十分贴切,含有运筹帷幄之意)。

更近一些的,能够说明管理科学的威力的好例子,恐怕要数 1992 年的海湾战争了。相信我们的读者对那场战争的传闻一定还记得很清楚。但是,管理科学到底是怎么样地在发挥作用,则并不是三言两语可以说清楚的。本书的目的便是为此而设。

在本书里我们将分四个内容来讨论问题。其一是被冠以邮递员问题的欧拉网络。其次是有点儿相仿但远为困难得多的、被冠以推销员问题的哈密顿网络。后两个则分别是时刻表问题和配料问题。这四个方面每一个都是既在理论上被深入讨论过,也在实践上被实用工业家们一直追踪着,同时却又是仍有许多问题至今

仍有待我们研究和发展的课题。它们的共同特点是,基本上都是无处不在的和富于实用的。了解和学会使用它们无疑是件有意义的事。

第一章 盘根错节的网络——邮递员的故事

§1 欧拉回路

管理科学的目的在于为某问题寻找一个最好的解答——在数学上称之为最优解。一旦我们找到了这个最优解,往往能使我们的工作做得又好又快。当然,每个问题都有它自己的特色:有时候是要求花钱少而达到最大限度的利用率,有时候是要求花钱少而完工最快,等等。换句话说,在一项复杂工作的管理中,最优解往往能反映出这项工作的最大效率。

从这个意义上说,管理科学已经不限于千百万资金的运用和调配,例如,还可以用它来支配我们赖以生活的公用设施,使我们人人在日常生活里得其所哉。本章打算先从这个主题谈起,即我们来研究一下城市公用实施(电话亭、公共汽车站等)的布局问题。看一看,管理科学是如何发挥它的意想不到的作用。当然我们还要说一句:我们讨论的公用实施布局问题,或者说是网络布局问题,就我们最后得到的方法来说,本身有着相当普遍意义,这从我们下文的讨论(以及本章安排的思考题)中是很容易看出来的。

先从一个比较简单的城市清洁管理问题讲起。

下页图 1-1 是一个城市的标准街道图,在那里分布着街路、居民区、公用设施和绿化区等。现在,为了创建文明城市,对于一个管理城市清洁的官员来说,每天的巡视是他必不可少的工作。于是他也就有一个寻求最优路线的问题:一方面,他应该每天走遍城市的每个角落;另一方面,他希望尽量把他的行程减低到最少限度。最

后,他的行程路线应该有同一个起点和终点——他的办公室。

完全一样的工作也被我们所熟悉的邮递员们每天在重复着的。因此,我们讨论的问题更经常地被人称为邮递员问题。

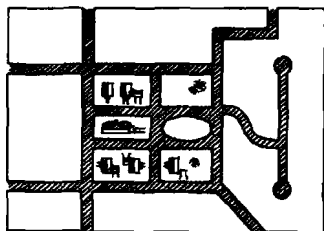


图 1-1

可以把城市街区图——一张网络图——称之为一个图。普遍地说,一张图应当是由有限个点(街道的拐角、道路的交叉点等)以及连接这些点的线(两座红绿灯之间的道路等)组成。这些点和线,我们分别称之为顶和棱。当一个卫生官员从一个街口走到另一个街口时,他实际上已经经过了几个顶和棱,我们就把图中某两个顶之间的一些棱组成的线路称为一条路径。要注意的是:同样两个顶之间可以有几条不同的路径。最后,卫生官员巡行一周——从办公室(起点)出发经过所有街道(棱),再回到办公室(终点,也是起点)——所走过的路径,称为全路径。这位卫生官员的主要问题是去选择一条最短的全路径——即最佳路径。

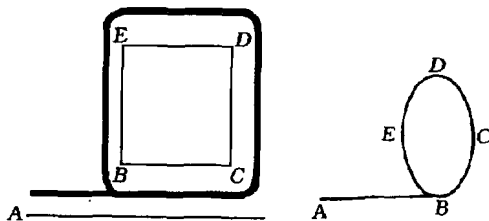


图 1-2

很明显,目前最重要的问题是搞清楚最佳路线的精确含义。图 1-2 是一例。图中 A 点是官员的办公室,粗线画出了他每天的巡行路线。这实在不是一条好路线——他每天必须在路径 AB 上重复行经两次。套用一句运输业的行话,我们这里有一条空载(或跑