

“十一五”国家重点图书



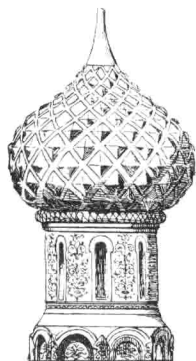
俄罗斯数学
教材选译

数值方法

(第5版)

- Н. С. 巴赫瓦洛夫
Н. П. 热依德科夫 著
- Г. М. 柯别里科夫
- 陈阳舟 译
- 蔡大用 王小群 校

高等教育出版社



俄罗斯数学
教材选译

“十一五”国家重点图书

● 数学天元基金资助项目

数值方法

(第5版)

- ☐ H. C. 巴赫瓦洛夫
H. П. 热依德科夫 著
Г. М. 柯别里科夫
☐ 陈阳舟 译
☐ 蔡大用 王小群 校

SHUZHIFANGFA

高等教育出版社·北京

图字 : 01-2008-2627 号

©2007, БИНОМ Лаборатория знаний

Численные методы, авторы Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков, 5-е издание, первоначально опубликовано на русском языке в 2007 г. Данный перевод публикуется в соответствии с договором с издательством БИНОМ. Лаборатория знаний.

N. S. Bakhvalov, N. P. Zhidkov, G. M. Kobelkov 的《数值分析》(第5版)俄文版于 2007 年出版, 本翻译版的出版由 БИНОМ. Лаборатория знаний 授权许可。

图书在版编目 (CIP) 数据

数值方法 : 第 5 版 / (俄罗斯) 巴赫瓦洛夫,
(俄罗斯) 热依德科夫, (俄罗斯) 柯别里科夫著; 陈阳
舟译. — 北京: 高等教育出版社, 2014.6

ISBN 978-7-04-027249-9

I. ①数… II. ①巴… ②巴… ③柯… ④陈… III. ①计算
方法—高等学校—教材 IV. ① O241

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 060679 号

策划编辑 赵天夫

责任编辑 蒋青

封面设计 赵阳

责任印制 田甜

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京四季青印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 30.5
字 数 510 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 6 月第 1 版
印 次 2014 年 6 月第 1 次印刷
定 价 79.00 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
物 料 号 27249-00

《俄罗斯数学教材选译》序

从上世纪 50 年代初起,在当时全面学习苏联的大背景下,国内的高等学校大量采用了翻译过来的苏联数学教材.这些教材体系严密,论证严谨,有效地帮助了青年学子打好扎实的数学基础,培养了一大批优秀的数学人才.到了 60 年代,国内开始编纂出版的大学数学教材逐步代替了原先采用的苏联教材,但还在很大程度上保留着苏联教材的影响,同时,一些苏联教材仍被广大教师和学生作为主要参考书或课外读物继续发挥着作用.客观地说,从解放初一直到文化大革命前夕,苏联数学教材在培养我国高级专门人才中发挥了重要的作用,起了不可忽略的影响,是功不可没的.

改革开放以来,通过接触并引进在体系及风格上各有特色的欧美数学教材,大家眼界为之一新,并得到了很大的启发和教益.但在很长一段时间中,尽管苏联的数学教学也在进行积极的探索与改革,引进却基本中断,更没有及时地进行跟踪,能看懂俄文数学教材原著的人也越来越少,事实上已造成了很大的隔膜,不能不说是一个很大的缺憾.

事情终于出现了一个转折的契机.今年初,在由中国数学会、中国工业与应用数学学会及国家自然科学基金委员会数学天元基金联合组织的迎春茶话会上,有数学家提出,莫斯科大学为庆祝成立 250 周年计划推出一批优秀教材,建议将其中的一些数学教材组织翻译出版.这一建议在会上得到广泛支持,并得到高等教育出版社的高度重视.会后高等教育出版社和数学天元基金一起邀请熟悉俄罗斯数学教材情况的专家座谈讨论,大家一致认为:在当前着力引进俄罗斯的数学教材,有助于扩大视野,开拓思路,对提高数学教学质量、促进数学教材改革均十分必要.《俄罗斯数学教材选译》系列正是在这样的情况下,经数学天元基金资助,由高等教育出版社组织出版的.

经过认真选题并精心翻译校订,本系列中所列入的教材,以莫斯科大学的教材为主,也包括俄罗斯其他一些著名大学的教材.有大学基础课程的教材,也有适合大学高年级学生及研究生使用的教学用书.有些教材虽曾翻译出版,但经多次修订重版,面目已有较大变化,至今仍广泛采用、深受欢迎,反射出俄罗斯在出版经典教材方面所作的不懈努力,对我们也是一个有益的借鉴.这一教材系列的出版,将中俄数学教学之间中断多年的

链条重新连接起来,对推动我国数学课程设置和教学内容的改革,对提高数学素养、培养更多优秀的数学人才,可望发挥积极的作用,并起着深远的影响,无疑值得庆贺,特为之序.

李大潜

2005 年 10 月

第三版序言

本书第一版问世于大约 30 年前, 那时国家经济正处于上升阶段, 数值方法领域的专家在社会上备受尊敬.

老一代“计算人”对国家科技潜力和国防力量的发展做出了不可估量的贡献, 其中许多人已经过世, 包括尼古拉·彼得洛维奇·日德科夫在内. 他们积极参与了我国核导弹防御系统的建立, 为防止第三次世界大战发挥了作用.

在已经过去的这段时间内, 需要数学家特别是数值方法专家来关注的问题, 对数学水平的要求发生了变化.

原因在于, 一方面, 科学和生产水平有所下降^①, 另一方面, 相当强大的计算机技术不断普及. 在 30 年前需要创造性地应用数值方法理论才能解决的问题, 现在常常仅凭先进的计算机就能解决, 而不必运用复杂的计算方法.

但是, 鉴于以下考虑, 我们仍然保留了本书的一般理论框架.

1. 数值方法理论一旦产生, 也会像数学的其他主要分支那样按照自身固有的规律发展.

2. 为恢复国家经济而采取的初步举措已经表明, 对数值方法理论及应用领域的专家是有需求的.

3. 西方工业发达国家的经验表明, 通信工具的发展、全球计算机化和大众文化的传播都伴随着数学素养水平的灾难性下降. 在这些条件下, 迫切需要开发出能够让数学水平不高的研究者使用的实用软件. 假如没有数值方法专家的参与, 没有数值方法理论的进一步发展, 开发这样的软件是不可能的.

与此同时, 开发这样的软件并不能解决与社会的数学素养下降有关的所有问题. 在把实际问题交给数值方法理论及应用领域的专家之前, 首先应当建立所研究问题的数学模型. 而为了建立数学模型, 为了正确解读并进一步应用计算结果, 需要具有足够高数学素养 (以及最基本计算机知识) 的来自其他数学分支和其他领域的更多专家的参与, 包

^①指苏联解体后当地的情况 —— 译者注.

括经济学家、物理学家、化学家、力学家、生物学家、冶金学家、工艺学家,等等,其人数比前者多出何止百倍. 因此,没有数学文化的广泛传播,经济和科学就不可能取得应有的发展.

引言

在直接阐述数值方法理论之前, 我们首先尝试给出该理论相对于其他知识领域的定位, 并讲述一些在其应用过程中出现的问题.

数学作为一门科学之所以产生, 是因为必须解决测地、航海之类的实际问题. 因此, 数学曾经就是数值数学, 其目的在于获得数值形式的解.

数学家一直对实际问题的数值解饶有兴趣. 过去的大数学家们在自己的工作中会同时分析自然现象, 给出其数学描述, 即有时所说的建立数学模型, 并对它进行研究. 对复杂模型的研究要求建立专门的求解方法, 通常是数值方法或渐近方法. 某些方法的名称, 如牛顿法、欧拉法、罗巴切夫斯基法、高斯法、切比雪夫法、埃尔米特法、克雷洛夫法, 见证着当时的大学者们所从事的研究.

当今时代以数学的应用范围显著扩展为特点, 这主要与计算机技术的发明与发展有关. 由程序控制的电子计算机 (即通常所说的计算机或电脑) 的出现, 使算术运算速度在不到 50 年之内就从手工计算的 0.1 次/秒提高到现代串行计算机上的 10^{12} 次/秒, 即提高到 10^{13} 倍.

计算机技术的出现带来质的进步, 这有时可以与蒸汽机的发明所导致的工业革命相提并论. 恰好可以回想一下, 由于工业革命和随后持续两个世纪的科技发展, 我们的移动速度从 6 千米/小时的步行速度提高到 30000 千米/小时的宇航速度, 即提高到 5000 倍.

有一种广为流传的观点认为, 现代计算机是无所不能的. 这常常造成一种印象, 似乎数学家们已经摆脱了与问题的数值解有关的所有麻烦, 于是研究新的求解方法已经不再那么重要. 事实并非如此, 因为为了发展的需要而摆在科学面前的问题通常位于科学所能与所不能之间. 数学应用范围的扩展使化学、经济学、生物学、地质学、地理学、心理学、生态学、气象学、医学和诸多具体的技术科学分支的数学化成为可能. 数学化的本质在于建立过程和现象的数学模型并探索其研究方法.

例如, 在物理学或力学中, 传统上要建立数学模型来描述各种现象, 要研究这些数学模型来解释旧效应或预测新效应.

但是, 总体而言, 这方面工作的进展往往相对缓慢, 因为通常无法解决所产生的数学问题, 从而不得不局限于研究最简单的模型. 计算机的应用和数学教育的拓展极大提高了建立并研究数学模型的可能性. 计算结果经常能够发现和预测以前从未观察到的现象, 这为谈论数学实验奠定了基础. 在一些研究中, 数值计算结果的可信度很高, 以至于当计算和实验给出不一致的结果时, 首先要在实验结果中寻找误差.

在解决小到原子大到宇宙的问题时所取得的最新进展, 不利用计算机和数值方法是不可能实现的.

对新问题数值解的需求导致大量新方法的出现. 与此同时, 在最近半个世纪中, 对老方法也不断有理论上的重新认识, 并对所有方法进行了系统整理. 这些理论研究对具体问题的解决有巨大帮助, 而在当前计算机和整个数学的应用范围大为扩展的局面下, 这些研究具有本质性的作用.

如上所述, 在现代计算机的帮助下, 一系列重要的科学技术问题得到成功解决. 一般人可能会有一个错误的印象, 似乎只是运算速度的提高才使计算机应用大获成功. 实际情况并非如此, 而是更加复杂.

更准确地说, 计算机应用领域中的成就是系列重要因素综合作用的结果. 假如这些因素没有获得相应的发展, 这些成就便会逊色许多. 这些因素是:

(1) 计算机运算速度的提高, 存储容量的增加, 计算机结构的改进, 算术运算和存储单元成本的持续下降;

(2) 人机交互工具的开发 (包括操作系统、编程语言、标准程序库和软件包的建立), 对数学和编程技能要求的降低 (针对个人计算机);

(3) 对科学、技术、自然和社会中的过程和现象的理解的不断深入, 相应数学模型的建立;

(4) 传统数学问题和应用问题求解方法的完善, 新问题求解方法的建立;

(5) 社会各界对计算机应用范围的理解的不断深入, 计算机知识的普及, 不同领域计算机专家的通力合作.

在 (3) 和 (5) 中列举的成就能够回答哪些任务应当利用计算机求解的问题, 并且能够用来组织求解过程. 在 (2) 和 (4) 中列举的成就能够回答如何求解的问题, 而 (1) 和 (2) 给出求解所用的硬件和软件.

如果查看一遍复杂实际问题的求解方法就会发现, 改进数值方法所带来的效果在量级上通常与提高计算机运算速度所带来的效果相当. 很难提出一种判据来估计新数值方法的使用效果, 更难给出其可靠的定量估计. 尽管如此, 在解决实际的自然科学问题时, 如果说应用新的数值方法能够达到应用新的计算机技术和数值方法所产生的总效果的 40% 的话 (在对数尺度下衡量), 这并不是一个过高的估计.

我们来举例说明这个论点. 求解偏微分方程组可以化为求解线性代数方程组, 其矩阵中的每一行有 5~10 个非零元素. 在计算机出现之前, 人们能够在未知数数目量级为 $10 \sim 10^2$ 的情况下求解这样的方程组; 现在, 求解未知数数目量级达到 $10^5 \sim 10^6$ 的方程

组并不少见。假如使用 30 年前的方法在现代计算机上求解这些问题, 就不得不限定方程组中未知数数目的量级在 $10^3 \sim 10^4$ 以内 (在同样的机时消耗下)。信号传播速度的有限性 (300000 千米/秒) 现在已经是单处理器计算机运算速度能够继续提高的一个本质性限制, 所以进一步发展数值方法理论的意义是很难被过高估计的。特别地, 为多处理器计算机开发数值方法和软件成为越来越紧迫的问题。

数学模型及其研究方法可以立刻应用于在形式上具有类似结构的许多现象, 这是数学向许多知识领域快速渗透的一种解释。描述某种现象的数学模型常常在具体研究该现象之前很久就出现了, 相应数学模型可能原本用于研究其他一些现象或抽象数学结构。特别地, 同“纯数学”一样, 在数值方法理论中研究一般结构也是有益的。但是, 在解决某个问题时, “纯数学”观点和“应用数学”观点是有区别的。用“纯数学”语言来说, “求解问题”的概念意味着证明解的存在性并提出收敛于解的过程。这些结果本身对实际工作者是有益的, 但除此之外, 实际工作者还要求获得近似解的过程不能有太大的代价, 例如不能消耗太多的机时或存储空间。重要的不仅是过程收敛, 而且是其收敛速度有多快。在求数值解时还会产生一些新问题, 它们与计算结果相对于初值的扰动和计算时所用舍入误差的稳定性有关。

由计算机直接催生的一系列其他数学分支也与计算方法理论一起经历了蓬勃发展阶段。在求解自然科学问题时对计算方法和计算机的应用也影响着传统的数学分支。

数学作为自然知识的一部分产生并发展。长期以来, 这种发展在本质上取决于物理学和力学的需求。新的科学分支对数学化的要求不可避免地导致这些科学分支反过来也影响数学的发展, 从而必然在本质上改变数学本身的面貌。

数学的各个分支, 无论是理论分支还是应用分支, 其发展归根结底取决于社会的需求和社会对科学发展 (包括对教育) 的物质投入。在几十年以前, 对科学的投入与国民经济投入之比不足百分之一。现在, 对于工业发达国家, 这个比值已经高到不可能再有显著增加的程度。因此就要重新分配对各个科学方向的投入, 而这决定了数学的应用方向影响其理论分支发展的另一条途径。应用研究具有直接的效益, 这会加强社会对数学的信任, 拓展对数学问题的理解, 从而有助于提高投入来发展数学。

在应用数学领域的实际工作中有各式各样的大量复杂情况, 这些情况甚至经常与数学没有什么关系。

虽然难以期待某些理论说教能够取代个人工作经验, 但鉴于应用数学领域中的某些一般性质的问题对工作非常重要, 我们还是想尝试关注这些问题。下面对这些问题的梳理是相当偶然的和有条件的, 并且大概还可以提出十几种类似的问题, 它们都有足够充分的存在理由。

1. 研究方向的选择具有头等重要的意义。选择的自由度通常不太大, 因为研究方向的基本轮廓通常是由“外部”给定的。

在已有的可能范围内选择研究方向时, 参考下述“三分法则”是有益的, 虽然它看上去好像不够严肃。问题可分为三类: I. 容易问题, II. 困难问题, III. 极困难问题。问题 I

不值得研究, 因为即使没有您的干预, 这类问题也会在其出现过程中得到解决. 问题 III 在当前大概无法成功解决, 所以问题 II 值得关注.

2. 应当善于用数学语言表述具体的物理学、力学、经济学、工程等各种问题, 即应当善于建立所研究现象的数学模型.

在理论科学中, 能够正确表述 (即人们所说的正确提出) 新问题的研究者通常比仅能解决已被提出的问题的研究者更受推崇. 这样的学者在应用科学中起更大的作用.

刚开始一项工作的数学家常常抱怨很难同其他学科的人员进行交流, 因为他们甚至连摆在面前的一些问题都无法表述出来. 正确表述问题是不比解决问题本身简单的一个科学问题. 不应当期待别人会为您完成这项工作. 在提出问题时, 首先要注意明确研究目标. 对一个现象采用一种数学模型, 这并不表明它与该现象的关联是唯一的和一成不变的. 数学模型与研究目标有关. 在写出微分方程、选择求解方法并开始上机操作之前值得考虑的是, 所有计算结果是否都会毫无用处? 同时也要理所当然地认识到, 大部分计算结果一经产生, 立刻就会被扔掉. 其实, 这样的工作常常带有研究的性质, 很难预测将会以何种方式得到何种结果, 需要用何种方法寻求问题的数值解. 研究目标和对问题的描述通常会在具体学科人员或机构领导 (委托者) 与数学家 (研究者或实施者) 的交流过程中变得清晰.

3. 应用科学中的成功需要宽广的数学基础, 因为只有这样的基础才能保证适应所提问题类型的不断变化. 研究那些初步看来“不实用的”数学分支很有必要, 原因之一是为了更有信心更不受限制地掌握“需要的”数学分支.

严格的数学教育使数学家养成了刨根问底和怀疑一切的习惯, 这种习惯在建立和分析数学模型时常常比直觉和合理的想法更加重要. 受过数学教育的人一般善于抓住不同现象的共性, 这经常有助于提炼出现象的最本质特征并忽略次要因素.

4. 不应当认为, 只要掌握数学、数值方法和计算机操作技巧, 就能够立刻解决任何应用数学问题. 在许多情况下需要仔细调整计算方法, 使它们适用于求解具体问题. 典型的情况是, 所用方法没有得到理论上的证明, 或者对数值方法误差的理论估计因为繁琐而没有实际用处. 在选择解题方法和分析结果时不得不依靠以前的解题经验、直觉以及与实验的对比, 同时必须保证结果的可靠性. 所以, 为了成功完成任务, 必须拥有发达的非常规思维能力和类比推理能力, 这种类比是保证结果可靠的基础, 而从逻辑和数学的角度一般无法给出这种保证.

这个问题还有另外一面. 在用数值方法求解其他领域中的具体难题时, 数学家起着自然科学家的作用, 他们大多只能依靠经验和“近乎合理”的推理. 如果对计算方法的理论研究、对方法质量的细致检验 (利用具有已知解的检验题) 或与实验的部分对比能够加强上述经验性工作, 那就再好不过了. 如果某个方向在其长期发展过程中一直得不到这样的加强, 相应研究工作就会丧失前景, 所得结果的正确性也就令人怀疑. 好的理论家能够按所希望的方向解读任何计算结果和实验结果, 这个著名说法大部分是正确的.

5. 计算完成之后就进入计算结果的实际应用阶段. 更准确地说, 在提出和求解问

题的过程中就已经在为计算结果的应用做准备了,并且从本质上讲,问题的全部求解过程都与结果的应用密不可分。在提出和求解问题的过程中,委托者与实施者互相完善问题的提法,从而为计算结果的应用创造环境。因为数学在与计算机相结合后会应用到各种各样的领域,所以常常必须与没有计算机应用经验的委托者打交道。在与这样的“菜鸟”委托者打交道的过程中,消除他们最初的不信任感特别重要,因为数学“侵占”了他们的研究领域。委托者只有在从自己的立场理解了计算结果,证实了确实能够并且需要使用这些结果之后,才会开始使用它们。只要相互沟通的方法正确,在解决问题的过程进入尾声时,“菜鸟”委托者就会理解,计算机和数学虽然不是万能的,但相当有用;“入门级”数学家也会明白,他们能够对委托者有所帮助,但还远远不能满足使问题真正解决的全部需求。

向委托者提交的阶段性和最终研究结果应直观易懂,可以采用表格、图像、在屏幕上输出信息等手段。这样做有重要意义,因为不能假设或要求委托者具备问题本质所需要的大量知识。与其让生物学家估计一种数值积分方法的误差,不如让他们运用自己所掌握的微分运算来建立和研究一个数学模型。

数学家应当关注其方法和程序的使用者的受教育程度和心理状态。例如,供广大非数学家群体在应用计算机研究具体问题时使用的简单数值积分程序,应当预设其用户的数学知识上限仅仅处于把积分直观地理解为面积的水平。为了不让用户为难,在简单程序的说明中甚至完全不提结果的精度。假设用户对结果精度的要求不高,并且程序在大多数情况下能够让结果的相对误差不超过一个精度,例如 1% (称之为图形精度)。

6. 实际工作中的一个重要因素是必须在一定期限内得到结果。研究和计算的委托者经常要求在一定期限内完成任务并在此基础上做出决定。即使研究者没有按期完成研究,委托者仍然也要做出决定,但只能基于更粗略的、凭经验的或“拍脑袋”的方法。委托者对研究者的信任这时就会消失,并且经常无法恢复。

在这样的情况下,按期给出一个尽可能满意的解,就好于追求一个虽然完美,但因为失去时效性而不再有用的解。因此,最好从最简单的模型开始研究新的问题,并且在数值求解过程中采用经过实践检验的方法。

7. 实际工作中的另一个重要因素是,工作通常是集体完成的。原因之一在于,建立数学模型、选择求解方法、操作计算机和分析结果需要各种各样的知识和技能。另一个原因在于,如上所述,任务必须按期完成。在这个要求下,即使是同一种类型的任务也必须分配给大量研究者同时完成,例如由他们各自独立编写一个程序的各个模块。同时可以在模型问题上研究不同的求解方法,在简化模型上进行计算,为编写最终的求解程序做准备。

可以举出大量实例来说明,导致大型计算任务和软件开发工作失败的一个原因是没有足够清晰地表述研究者之间的责任分配,即没有明确地描述每一个研究者的最终工作结果。这样一来,或者大部分时间消耗于持续不断地协调各部分工作,或者关键时间过后才发现各部分工作无法衔接。所以,在解决问题的过程中进行统筹管理的学者,其组织

能力常常并不比数学能力次要。

上述讨论在一定程度上解释了应用数学领域的工作特点，同时也说明，这个领域的专家不仅应当拥有广博的数学知识，而且应当具备反映一个人的智商和性格的另外一些重要特征。

相关图书清单

注：书号前缀为 978-7-04-0xxxxx-x。

书号	书名	著译者
18303-0	微积分学教程 (第一卷)(第 8 版)	[俄] Г. М. 菲赫金哥尔茨
18304-7	微积分学教程 (第二卷)(第 8 版)	[俄] Г. М. 菲赫金哥尔茨
18305-4	微积分学教程 (第三卷)(第 8 版)	[俄] Г. М. 菲赫金哥尔茨
34526-1	数学分析原理 (第一卷)(第 9 版)	[俄] Г. М. 菲赫金哥尔茨
35185-9	数学分析原理 (第二卷)(第 9 版)	[俄] Г. М. 菲赫金哥尔茨
18302-3	数学分析 (第一卷)(第 4 版)	[俄] В. А. 卓里奇
20257-1	数学分析 (第二卷)(第 4 版)	[俄] В. А. 卓里奇
34524-7	自然科学问题的数学分析	[俄] В. А. 卓里奇
18306-1	数学分析讲义 (第 3 版)	[俄] Г. И. 阿黑波夫、В. А. 萨多夫尼齐、 В. Н. 丘巴里阔夫
25439-6	数学分析习题集 (根据 2010 年俄文版翻译)	[俄] Б. П. 吉米多维奇
31004-7	工科数学分析习题集 (根据 2006 年俄文版翻译)	[俄] Б. П. 吉米多维奇
29531-3	吉米多维奇数学分析习题集学习指引 (第一册)	沐定夷、谢惠民 编著， 卫瑞霞、吴茂庆 审校
32356-6	吉米多维奇数学分析习题集学习指引 (第二册)	谢惠民、沐定夷 编著， 卫瑞霞、吴茂庆 审校
32293-4	吉米多维奇数学分析习题集学习指引 (第三册)	谢惠民、沐定夷 编著， 卫瑞霞、吴茂庆 审校
30578-4	复分析导论 (第一卷)(第 4 版)	[俄] Б. В. 沙巴特
22360-6	复分析导论 (第二卷)(第 4 版)	[俄] Б. В. 沙巴特
18407-5	函数论与泛函分析初步 (第 7 版)	[俄] А. Н. 柯尔莫戈洛夫、С. В. 佛明
29221-3	实变函数论 (第 5 版)	[俄] И. П. 那汤松
18398-6	复变函数论方法 (第 6 版)	[俄] М. А. 拉夫连季耶夫、Б. В. 沙巴特
18399-3	常微分方程 (第 6 版)	[俄] Л. С. 庞特里亚金
22521-1	偏微分方程讲义 (第 2 版)	[俄] О. А. 奥列尼克
25766-3	偏微分方程习题集 (第 2 版)	[俄] А. С. 沙玛耶夫
23063-5	奇异摄动方程解的渐近展开	[俄] А. Б. 瓦西里亚娃、В. Ф. 布图索夫
27249-9	数值方法 (第 5 版)	[俄] Н. С. 巴赫瓦洛夫、Н. П. 热依德科夫、 Г. М. 柯别里科夫
37341-7	线性空间引论 (第 2 版)	[俄] Г. Е. 希洛夫
20525-1	代数学引论 (第一卷) 基础代数 (第 2 版)	[俄] А. И. 柯斯特利金
21491-8	代数学引论 (第二卷) 线性代数 (第 3 版)	[俄] А. И. 柯斯特利金
22506-8	代数学引论 (第三卷) 基本结构 (第 2 版)	[俄] А. И. 柯斯特利金

书号	书名	著译者
18946-9	现代几何学：方法与应用（第一卷）曲面几何、变换群与场（第5版）	[俄] Б. А. 杜布洛文、С. П. 诺维可夫、А. Т. 福明柯
21492-5	现代几何学：方法与应用（第二卷）流形上的几何与拓扑（第5版）	[俄] Б. А. 杜布洛文、С. П. 诺维可夫、А. Т. 福明柯
21434-5	现代几何学：方法与应用（第三卷）同调论引论（第2版）	[俄] Б. А. 杜布洛文、С. П. 诺维可夫、А. Т. 福明柯
18405-1	微分几何与拓扑学简明教程	[俄] А. С. 米先柯、А. Т. 福明柯
28888-9	微分几何与拓朴学习题集（第2版）	[俄] А. С. 米先柯、Ю. П. 索洛维约夫、А. Т. 福明柯
22059-9	概率（第一卷）（第3版）	[俄] А. Н. 施利亚耶夫
22555-6	概率（第二卷）（第3版）	[俄] А. Н. 施利亚耶夫
22554-9	概率论习题集	[俄] А. Н. 施利亚耶夫
22359-0	随机过程论	[俄] А. Б. 布林斯基、А. Н. 施利亚耶夫
37098-0	随机金融数学基础（第一卷）事实·模型	[俄] А. Н. 施利亚耶夫
37097-3	随机金融数学基础（第二卷）理论	[俄] А. Н. 施利亚耶夫
18403-7	经典力学的数学方法（第4版）	[俄] В. Н. 阿诺尔德
18530-0	理论力学（第3版）	[俄] А. П. 马尔契夫
34820-0	理论力学学习题集（第50版）	[俄] И. В. 密歇尔斯基
22155-8	连续介质力学（第一卷）（第6版）	[俄] Л. И. 谢多夫
22633-1	连续介质力学（第二卷）（第6版）	[俄] Л. И. 谢多夫
29223-7	非线性动力学定性理论方法（第一卷）	[俄] L. P. Shilnikov 等
29464-4	非线性动力学定性理论方法（第二卷）	[俄] L. P. Shilnikov 等
35533-8	苏联中学生数学奥林匹克试题汇编（1961—1992）	苏淳 编著

网上购书：academic.hep.com.cn, www.china-pub.com, www.joyo.com,

www.dangdang.com, www.landaco.com

其他订购办法：

各使用单位可向高等教育出版社读者服务部汇款订购。书款通过邮局汇款或银行转账均可。

购书免邮费，发票随后寄出。

单位地址：北京西城区德外大街4号

电 话：010-58581118

传 真：010-58581113

通过邮局汇款：

单位名称：高等教育出版社读者服务部

地 址：北京市西城区德外大街4号

邮 编：100120

通过银行转账：

户 名：高等教育出版社有限公司

开 户 行：交通银行北京马甸支行

银行账号：110060437018010037603

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目录

《俄罗斯数学教材选译》序

第三版序言

引言

第一章 问题数值解的误差 1

§1. 误差的来源与分类 1

§2. 数在计算机中的记录格式 4

§3. 绝对误差与相对误差. 数据的记录格式 4

§4. 关于计算误差 6

§5. 函数的误差 8

§6. 反问题 12

第二章 插值法与数值微分 15

§1. 函数逼近问题的提法 15

§2. 拉格朗日插值多项式 18

§3. 拉格朗日插值多项式的余项估计 20

§4. 差商及其性质 21

§5. 带有差商的牛顿插值公式 22

§6. 差商与具有多重节点的插值法 25

§7. 有限差分方程 27

§8. 切比雪夫多项式 33