

走向科学的明天丛书

ZOUXIANG
KEXUE
DE
MINGTIAN
CONGSHU

平面几何定理的 机器证明

PINGMIAN JIHE
DINGLI
DE
JIQIZHENGMING

孙熙椿 著



广西教育出版社





走向科学的明天.丛书

ZOUXIANG
KEXUE
DE
MINGTIAN
CONGSHU

总策划 黄力平

何醒

责任编辑 廖民锂

封面设计 苏鸣生

图片版式 吴左平

责任校对 罗健 温泉源

ISBN 7-5435-2980-7



9 787543 529809 >

ISBN 7-5435-2980-7/G • 2264 定价:9.50 元



国家“九五”重点图书
出版规划项目

走向科学的明天丛书

平面几何定理的机器证明

孙熙椿 著

广西教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

平面几何定理的机器证明/孙熙椿著. — 南宁:广西教育出版社, 2000. 4

(走向科学的明天丛书)

ISBN 7-5435-2980-7

I. 平... II. 孙... III. 平面几何-定理证明: 机器证明-普及读物 IV. 0123.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 19550 号

走向科学的明天丛书

平面几何定理的机器证明

孙熙椿 著

☆

广西教育出版社出版

南宁市鲤湾路 8 号

邮政编码: 530022 电话: 5850219

本社网址 <http://www.gep.com.cn>

读者电子信箱 master@gep.com.cn

全国新华书店经销 广西民族印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 4.875 印张 插页 4 99 千字

1999 年 12 月第 1 版 2000 年 9 月第 3 次印刷

印数: 9 001—14 000 册

ISBN 7-5435-2980-7/G · 2264 定价: 9.50 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换

《走向科学的明天丛书》编委会

主 任 委 员 郭正谊

副 主 任 委 员 卞毓麟 王谷岩 宋心琦 张奠宙
(按姓氏笔画顺序) 郑 平 赵世英 阎金铎

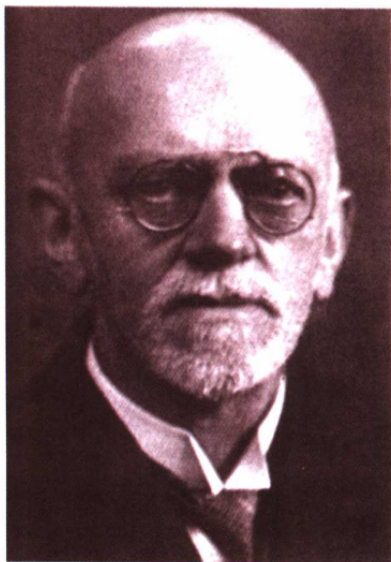
委 员 于沪宁 卞毓麟 王大忠 王世东
(按姓氏笔画顺序) 王谷岩 王家龙 朱 禎 朱文祥
陈桂华 何香涛 李 元 李 冰
李 竞 李申生 李海霞 宋心琦
位梦华 杨晓光 杨超武 应礼文
张三慧 张文定 张启先 张树庸
张奠宙 郑 平 郑景云 赵 峥
赵世英 赵复垣 郭建崑 徐 斌
徐军望 徐家立 龚镇雄 梁英豪
盛泓洁 葛全胜 彭桂堂 童庆禧
魏凤文

彩图1 欧几里得 (Euclid, 活动于约公元前 300 年)。古希腊数学家, 以其所著的《几何原本》闻名于世



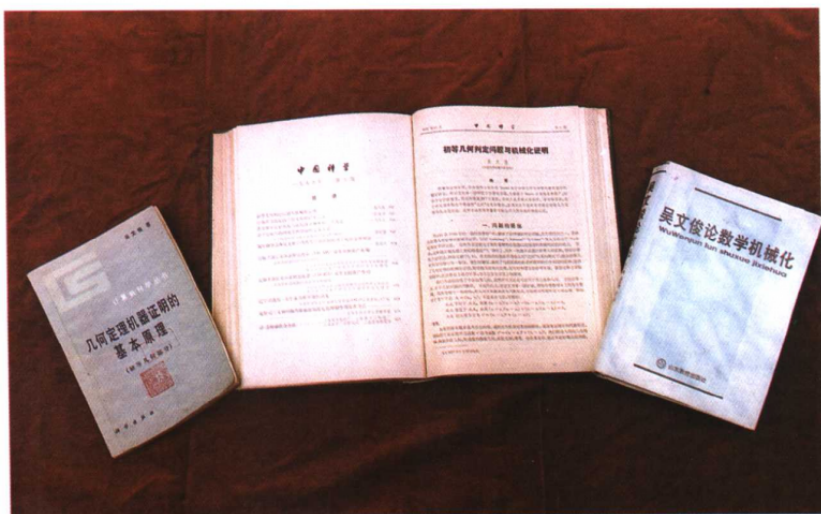
彩图2 笛卡儿 (R. Descartes, 1596—1650)。法国哲学家、数学家、物理学家、解析几何学奠基人之一

彩图3 希尔伯特 (D. Hilbert, 1862—1943)。德国数学家





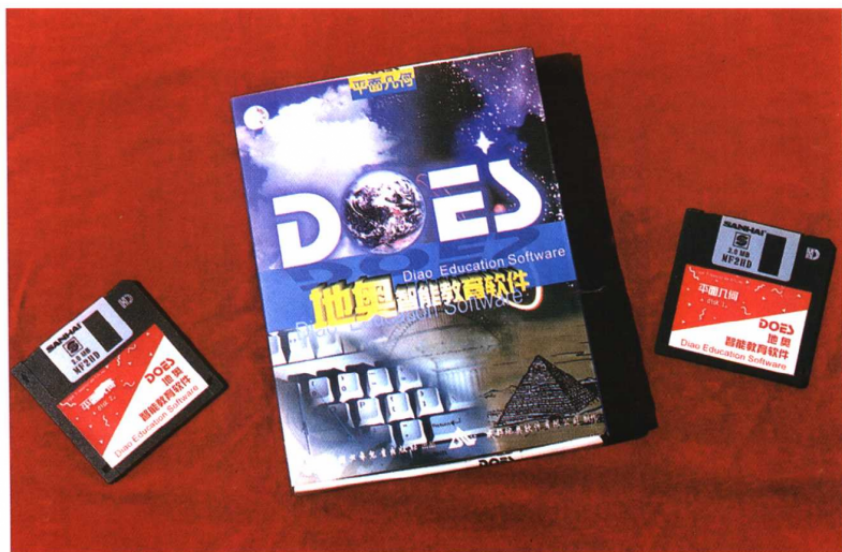
彩图4 吴文俊(1919—)。中国数学家,中国科学院院士。20世纪70年代后期致力于数学机械化与机械化的数学的研究,创立了利用机器证明与发现几何定理的新方法,在国际上被誉为“吴方法”



彩图5 吴文俊院士在《中国科学》上发表的第一篇关于几何定理的机器证明的论文及其部分著作



彩图6 张景中(1936 —)。中国数学家、计算机科学家、中国科学院院士。与合作者创立了计算机生成几何定理和可读性证明的原理与算法，在国际上取得了公认的领先地位。图中为张景中院士在中国台湾省讲数学定理的机器证明



彩图7 张景中院士等研制的平面几何定理的机器证明的软件



彩图8 本书作者在对几何定理的机器证明试验班学生作报告



彩图9 由本书作者和李盛光负责的几何定理的机器证明课题组成员在研究下一步工作

序

在世纪之交,我们这套《走向科学的明天丛书》问世了。这是一套面向青少年朋友的大型科普读物,是为了补充学校教育之不足,从数学、物理学、化学、天文学、地球科学和生命科学六大基础科学的历史发展、当前的成就、未来的璀璨远景,分类展示给读者。

本世纪末,有一股反科学的逆流,认为科学的时代已经过去。例如美国的约翰·霍根,他写了一本书《科学的终结》,他说:“科学(尤其是纯科学)已经终结,伟大而又激动人心的科学发现时代已一去不复返了!”与此同时,法国当代女巫伊丽莎白·泰西埃也写了一本畅销书《占星术——21 世纪的科学》,再加上那些“世纪末”的谣言和形形色色的邪教,把社会搅得似乎有点混乱。

然而,科学永远是照亮世界的火炬,光芒所至,一切邪魔歪道都会原形毕露。这套《走向科学的明天丛书》也正是告诉大家,21 世纪的科学非但不会终结,还将会有更大的发展。

为什么《走向科学的明天丛书》还是从数、理、化、天、地、生这老的六大基础科学讲起?因为我们不能割断人类认识客

观世界的历史,这是人类认识绝对真理的长河中的一个非常重要的环节,近代科学和未来的科学都是在这个基础上发展起来的,边缘科学、前沿科学……我们都在科学的明天中讲到了。有人不顾客观的科学发展的历史事实,主观地想把科学体系打乱,从而建立个人的“新科学体系”,这样只能把科学搞乱,给伪科学以钻空子的机会。

在80年代初期,科普界曾有过一场争论,那就是有人说知识的科普已经过时,科普的任务是普及科学思想和科学方法,而这个任务将由科学文艺(主要是科幻小说)来完成。我们说科学基础知识与科学思想和科学方法是刀与刃的关系,抛弃科学基础知识,科学思想和科学方法就成了无刀之刃,只是幻想与空话。科学基础知识越深厚,科学之剑也就越坚实,砥砺出来的剑刃也就无坚不摧。我们推出这套《走向科学的明天丛书》,也就是想让每一位读者都能得到这柄坚实的剑,而砥砺剑刃则需要读者们自己的努力了。

这套丛书的编写是在一批老科普作家支持下集体完成的,他们多年来在教育和科研第一线工作,如今大多已年近花甲或年过花甲,但为了科普事业的发展,他们仍然在百忙之中创作了这批精彩的科普作品,我们应该向他们表示衷心感谢。

最后,要特别感谢广西教育出版社,正是在编辑们的精心设计和组织下,这套《走向科学的明天丛书》才能与读者早日见面。

郭正谊

1999年8月20日

致青少年朋友

无论哪个国家,数学和本国语文都是学生的主课。这两科构成了人们最基本的文化素养。数学,则是最具国际性的学科。到20世纪中叶,世界各国的数学课程大体上是相同的。算术、几何、代数、三角成为人类基础教育的主题。这一切,古希腊的学者都已完成了,埃及、巴比伦、印度、阿拉伯和古代中国的数学家也都有特定的贡献。因此,现在的中小学数学内容,是人类的共同财富。

17世纪牛顿和莱布尼兹发明微积分,20世纪冯·诺依曼等发明了计算机,使得数学文明发生了巨大的变化。数学,以更新的面貌推动着社会前进。20世纪的数学发展,抵得上过去的几百年。现在的标准数学学科分类,有96门大学科,几百门小学科。现在世界上已经找不到能够通晓整个数学的数学家了。

一方面是中小学数学内容相对不变,另一方面是现代数学内容飞速发展。这二者间如何协调?除了加强中小学数学教育改革之外,对公众进行数学普及是一件大事。在“科教兴国”的今天,没有数学的普及是不可想像的。

2000年,被国际数学家联合会确定为数学家年,目的是让公众了解数学。

广西教育出版社出版《走向科学的明天丛书》,其中包括的数学学科一套共6册。数学学科的内容是如此广泛,一套科普丛书是不可能介绍完全的。我们只选择一些重要的、比较熟悉的部分向读者做一些力所能及的介绍,希望本丛书能帮助读者对当代数学及其前景作一管窥。

数学全套书由以下6册组成:

1.《数学的明天》,这是我个人对现代数学的一些感受,主要由一些新闻和故事组成,期望从整体上看看数学。

2.《集合与面积》,这是一本涉及无限的书,是现代数学的精华部分,我们做了简单的描述。主要作者是李惠玲和余家耀。苏明剑、刘珊、吴作章写了一些初稿。

3.《精益求精的最优化》,反映了人类期望用数学方法求得精确控制经济、管理、军事以及生产过程的愿望。李惠玲是主要作者。参加写作的有施洪亮、刘开峰和刘玲。

4.《大千世界的随机现象》,主要介绍概率和数理统计的简单内容。当“降水概率”在电视屏幕上出现时,高中毕业生却全然没有在课堂上听说过“概率”,这是数学教育的悲哀。对这本书,我花了一些力气,刘萍作了一些整理工作。初稿由张东鸿、李雪峰、何君等完成。

5.《组合数学方兴未艾》,对未来会有重大发展的一门学科做了介绍。计算机是“离散”的,数据是离散的。“组合”爆炸是一个现实问题。书中谈了许多中国古代数学家的贡献。此书由王春萍、张建国写初稿。

6.《平面几何定理的机器证明》,是一本介绍当代中国数学家成就的普及性书籍。由江西师范大学孙熙椿教授撰写,

预想会受到读者的关注。

这套书是1998年动手写的。我拟订了提纲。开始时由华东师范大学数学系一批研究生写初稿,开过几次会。有些同学很用心,写得不错。不过毕竟第一次写作,需要改动之处甚多,有许多则完全是另起炉灶。我在匆忙中找李惠玲教授帮忙。她费了许多工夫。

由于匆忙,参与的人多,错误之处在所难免,对此心中十分忐忑,诚恳地希望读者原谅。

数学不像有些人宣传的那样,存在“数学危机”。数学在一日千里地前进。祝愿中国数学繁荣发展,尽早实现“21世纪数学大国”梦想。

张真宙

1999年12月

写在前面的话

1977年,我国著名数学家吴文俊院士的学术论文“初等几何判定问题与机械化证明”在《中国科学》(1977年第6期)上正式发表,文中提出了几何定理的机器证明的新方法,从而掀开了数学定理的机器证明这一研究领域的新的—页。他首次在计算机上证明了一大批很不简单的初等几何定理,从而开创了从公理化到机械化的一条新路。吴文俊创立的几何定理的机器证明的方法在国际上被誉为吴方法,吴方法的影响是世界性的,在吴方法的影响下,美国等十几个国家的科学家相继发表了数以百计的学术论文。吴方法不仅实现了一大批初等几何定理的机器证明,更重要的是吴文俊院士为其方法提供了严密的数学理论基础,从而为数学定理的机器证明在数学界争得一席之地。现在可以毫不含糊地说:数学可分为公理化数学与机械化数学,如果说20世纪的数学是公理化数学,那么可以预见,在21世纪机械化数学将占主导地位。

1992年,张景中院士应邀赴美国访问,他利用自己所创立的消点算法与周咸青、高小山等合作,在Windows系统下,成功地研制出具有可读性的几何定理自动生成的机器证明软件,使人们期待了近三十年的可读性证明第一次在计算机上实现了,计算机不仅能自动生成并显示出与在纸上用笔算的

步骤相一致的算式,而且能以动态作图形式,将图形在屏幕上画出来。

1986年洪加威在《中国科学》上发表论文指出:对于一类平面几何定理,按照一个简单的规则去举例子,并且对具体的数值例子的计算到一定的精确程度,就完全可以用来精确地判定一个一般的几何问题,这就是例证法。由于洪加威方法的复杂性,至今未能在计算机上实现。

几乎同时,张景中院士和杨路教授提出了数值并行法,首次在计算机上实现了用举例子的方法证明几何定理。用举例来证明数学定理,在数学界一直是很忌讳的事情。用举例来证明几何定理,这不仅在数学上是漂亮的,而且对其哲学基础也引起了很大的震动。

近几年,杨路教授在几何不等式的机器证明方面也取得了突破性的进展。可以说,初等几何定理的机器证明的问题几乎都是由中国数学家解决的。

面对中国数学家所取得的巨大的成就,著名计算机专家、美籍华人王浩教授认为“要使每个中国数学教师都懂得吴方法”,张莫宙教授不久前也指出:数学定理的机器证明方法的书是“中国数学教师当读的”。作者就是在张莫宙教授的邀请和鼓励下撰写这本书的,希望能引起读者的兴趣。

在张景中院士的指导下,我们正与临川二中特级教师李盛光合作,在该校一个班进行让中学生自己动手在计算机上证明平面几何定理的实验。通过实验,我们希望能为我国平面几何的教学改革找到一个突破口,这就是“机械化”,以求对平面几何难学这一世界性难题进行一次探索。只要我们坚持实验和研究,相信中学数学机械化一定会在我国首先实现。我更相信,经过几代人,甚至更长时间的努力,将来学习平面几何

会像玩游戏机那样容易,那样有趣!

在本书编写过程中得到了广西教育出版社的支持和帮助,在此表示感谢。由于本人水平有限,难免会有疏漏,望读者指正。

孙照林

1999年12月于南昌