社会科学工作者

自然科学手册

社会科学工作者

自然科学手册

山东人民出版社

主　　编　陈义存　周季生

分科主编

数　学　冯元均　杨晓雍

物　理　薛晓舟　李扩伦

化　学　李泽鹭　李梦醒

天　文　冯麟保　孙显元

地　学　朱新轩　李天瑞

生　物　黄德裕　龚燿如

新兴科学技术　　邓树增

　　　　　　　　卢生芹

责任编辑　君　铭

封面设计　苻陈阡

社会科学工作者
自然科学手册
陈义存　周季生　主编
*
山东人民出版社出版
（济南经九路胜利大街）
山东省新华书店发行　　山东新华印刷厂德州厂印刷
*
787×1092毫米32开本　20.375印张　662千字
1988年5月第1版　1988年5月第1次印刷
印数1—5,240
ISBN 7—209—00113—1
N·1　定价：6.75元

前　言

在自然科学和技术科学取得长足进展的今天，哲学社会科学与现代科学技术的结合日益为人们所重视。从自然科学中产生的横断学科和新兴学科，取得了重要的理论成果；自然科学的研究方法和新的技术手段也应用于哲学社会科学的研究，从而改变了或正在改变着人们的世界图景和思维方式。

哲学社会科学应从具体科学的新成果中汲取营养，总结现代自然科学的新进展，发展马克思主义，为实践和现实服务。这已成为广大哲学社会科学工作者的共同心愿，而实际状况是由于专业分工，哲学社会科学工作者对自然科学涉猎较少。大型辞书，只作一般性介绍；专著，浩繁且偏深偏难；自然科学例证选，又显得孤立、单薄。据此，试编写一本备其要、择其精、有一定广度和深度、简明实用的《自然科学手册》

《手册》的编写原则：一、科学性——以学术上稳定的、较为公认的科学结论为准；二、系统性——对某一理论、学说、规律作较为全面的介绍；三、哲理性——寓哲理于自然科学知识之中；四，通俗性——在不违背科学性的前提下，使具有高中以上程度的读者看得懂用得上。

《手册》的编排体例：由六大基础学科和新兴科学技术

共七部分组成。每一部分又分为史、论、传三类条目：史——从纵的方面对某一理论、学说、规律的发现、发展史作简要介绍；论——从横的方面对某一理论、学说、规律作较为系统全面的阐述；传——着重记叙某一科学家的科学成就、治学精神、成才道路、研究方法和哲学思想。

从1985年10月就着手拟定条目，约定撰稿人。在一些科研单位和高等院校的哲学、自然辩证法、自然科学工作者诸多同志的通力合作下，经过两年的努力完成了编写工作。

《手册》主要以哲学社会科学工作者为对象，它也可以做为自然科学工作者了解非本专业的自然科学基础知识之用。《手册》的出版，如能对同行们涉猎起码的自然科学基础知识提供方便，有所裨益，我们将感到欣慰和满足。

在浩瀚的自然科学领域中，条目如何选定？面对哲学社会科学工作者，条目如何撰写？都有待于进一步探索。不足之处，敬祈专家学者和广大读者指教。

编　者

1987年10月

目 录

数 学

物　理

化 学

天 文

地　学

生　物　学

新兴科学技术

数 学

史

〔**中国古代数学的主要成就**〕 中国的数学伴随着中华民族悠久的文明闪烁着灿烂光辉。在新石器时代（四千至一万年前）的半坡遗址出土的彩陶钵上就有一些与数学有关的符号。属于这个时期的其他出土文物中，内有圆形、椭圆形、方形、菱形、弧形、三角形、五边形、六边形等多种几何图形。从一些迹象看，原始社会晚期，可能已经创制了画直线、方形、圆形的简单工具与方法。重要的数学工具规与矩大概就是这个时期出现的。

大约在五千年前，人们已开始有关于数的初步认识。在殷商甲骨文中发现有完整的十进位记数制，有从1到10以及百、千、万十三个记数单字。十进位制是中华民族对世界文化重大贡献之一。美国著名学者李约瑟博士说："如果没有这十进制，就几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界了。"

我国很早就用竹、木、骨等刻制的"算筹"进行计算（称为筹算）。到春秋时代，十进制和筹算已很完善。这从当时的关于手工业的著作《考工记》中涉及了分数、角度和容积计算等可以推知。战国时期的《墨经》中则有丰富的几何知识，甚至还有类似极限概念的思想。这个时期，四则运算已经完备了。

秦汉时期，产生了我国最早的一批数学专著，其中对后世数学影响最大的是《九章算术》。它是历代学者的"接力"创作。它概括了直至西汉中期社会实践的数学知识，从实际出发叙述数学命题。该书共收入246个问题及其解法，涉及土地测量、比例、开方、征税、列方程及解三角形等。诸多问题分为九章。其中的联立一次方程解法比欧洲早了一千五百多年，尤为突出的是出现了负数的概念及正负数的加减运算，这在世界数学

史上也是第一次。这部著作的丰富内容曾传入印度、伊斯兰国家和欧洲，深深地影响了文艺复兴前后时期世界数学的发展。它长期以来也是我国人民学习数学的教科书。

后来陆续出现了魏晋时期刘徽的《海岛算经》、三国时期的《孙子算经》、南北朝的《夏侯阳算经》、《张邱建算经》、祖冲之的《缀术》、《五曹算经》、《五经算术》、唐代王孝通的《缉古算经》。这些著作与《九章算术》和西汉成书的《周髀算经》一起合称为“算经十书”。其中祖冲之的《缀术》到北宋元丰年间已失传，后改由《数术记遗》代替。这些著作丰富和形成了我国古代的数学体系。

刘徽生活于魏晋时代，《海岛算经》与《九章算术注》是他的杰作。在《九章算术注》中，他创立了独特的“割圆术”，巧妙地运用极限概念求出了当时世界上最精确的圆周率，开创了圆周率研究的新时代。他说：“割之弥细，所失弥少，割之又割，以至于不可割，则与圆周合体而无所失矣。”依据这个原理，他从圆的内接正六边形算起，直到192边形，得出圆周率的近似值为3.14（亦作3.1416，究竟他得到何值还是个悬案）。这是刘徽对数学理论和方法上作出的重大贡献。

数学、天文学家祖冲之利用割圆术进一步求出了圆周率的两个近似值：约率$=\frac{22}{7}$，密率$=\frac{355}{113}$。他还求出了精确到小数点第七位的圆周率，即真实的圆周率应介于3.1415926与3.1415927之间。他的这一成就在世界上领先了一千多年。记载这一贡献的著作《缀术》曾流传到日本、朝鲜等国，可惜到宋代失传了。

王孝通在《缉古算经》中讨论了复杂形状堤坝的计算问题，综合工程实际，解决了求三次方程的正根问题。

天文学家、数学家僧一行（俗名张遂）对我国唐代的数学起了重要作用。他把数学与天文学结合起来，在天文学的一些计算问题上做出了贡献。他是世界上第一个实测子午线的人。

唐朝为了满足数学教育的需要，委任太史令李淳风等人注释“算经十书”，并定为国子监内数学馆学生学习数学的主要课本。

宋、元两朝是我国数学发展的极盛时代。这期间出现了号称“宋元数学四大家”的秦九韶、李冶（或作李治）、杨辉、朱世杰。他们都给我们留下了数学专著。秦九韶的《数书九章》，计八十一题，分为九大类，涉

及许多方面的问题。其中的"大衍求一术"（即数论中的一次同余式解）和高次方程的数值解法都是世界水平的成就；其他还涉及到历法、面积、测量、税收、工程等诸多问题。

李冶的《测圆海镜》对一元高次方程的研究做出了重要贡献，重点讨论了列方程的方法（称天元术）。他的另一部著作《益古演段》则是为初学天元术的人编写的入门书，全书三卷，六十四个题。

杨辉著有《详解九章算法》、《日用算法》、《杨辉算法》等书。在这些著作中收录了丰富的算题及解法和一些乘除简捷算法。

朱世杰的著作有《算法启蒙》和《四元玉鉴》。前者是一部系统的数学启蒙教科书；《四元玉鉴》则是专门研究高次联立方程(即"四元术")及高阶等差级数的著作。李约瑟认为"他以前的数学家都未能达到这部精深的著作中所包含的奥妙的道理。"美国科学史家萨顿也认为朱世杰是"贯穿古今的一位最杰出的数学家。"

进入明代以后，我国数学的发展几乎处于静寂状态。不过由于商业经济的需要，元代由筹算发展出来的珠算这时得到了广泛流行。我国的算盘便于携带和使用，加之有简明、实用且便于记忆的珠算口诀，珠算法便很快流传到许多国家.即使在使用电子计算机的今天,珠算仍未失去其作用。

明末以来,西欧文化的传入,打破了我国数学的休眠状态。清康熙皇帝亲自主持编纂了《数理精蕴》、《历象考成》、《律吕正义》等书，致使乾隆、嘉靖年间又开始出现了数学研究的高潮。《数理精蕴》一书内容极为丰富，以介绍自17世纪以来传入我国的西方数学为主。它包括欧几里得的《几何原本》、三角学、代数和算术，还有对数表、三角函数表、三角函数对数表等数学用表，并介绍了西方计算尺；此外也涉及了我国古代数学的一些重要成就。这部著作成了当时的数学百科全书，对我国后来数学的发展产生了重大影响。

仅从以上简要回顾已可窥知，我国古代数学明显地存着自身的特点。

紧密联系实际：我国古代数学家大多数都是一些注重实践的学者。他们虽不是专业数学家，但都是由于天文、历法、工程、测量或其他需要而潜心于数学的。因而几乎所有著作都是以实际问题出发展开讨论，有些甚至干脆以问题集的形式编排；所涉及的方面十分宽广，显示出为社会实践服务的特征。

以计算为中心：我国古代数学明显地反映出"数学从丈量、计算产

生”这一历史特征。这与上面特点是一致的。无论是九九表、筹算、珠算或各种算经都是为解决问题进行计算而创造而设计的。我国历史上长期将这门学问称为“算学”并非没有根据。

缺乏形式语言：我国古代数学著作全部都是用文学语言表述的，很少采用新的符号。这恐怕是我国数学不为世人所知，也没有发展出通用的抽象形式系统的一个不可忽视的原因。

（董驹翔）

〔**几何作图三大难题**〕 几何作图三大问题是古希腊巧辩学派大约于公元前480年提出的。巧辩学派（其中多巧辩智能之士）的研究重点是哲学、文法、辩证法、演讲、数学等。几何作图问题是他们讨论的部分问题，其中最著名的有下面三个。

1. 倍立方问题。即已知一立方体的一边，求作二倍其体积的立方体的边长。

2. 三等分任意角（或圆弧）问题。

3. 化圆为方问题。即作一正方形使与已知圆等面积（常被称为第罗斯问题）。

这些作图题的解决有一严格限制，即只许用直尺（没有刻度的尺）和圆规，不许使用其他仪器或曲线。

这些作图题使当时的大师们都感到深奥莫测，因而引出许多传说。如在厄拉多塞的书中提到：在第罗斯地方，当时流行瘟疫，人们祈救于神，得到的默示是必须重建立方形祭坛，使其体积加倍，始能解脱灾难。但第罗斯的人们不知道怎样做，求教于大师柏拉图。他答：“神灵的用意并不在此，而是以此谴责希腊人不重视几何学。”从这个传说不难推测这个倍立方问题来之于建筑。但从几何内部考虑，这个问题显然是作面积加倍的正方形问题的引伸。三等分任意角也是二等分任意角问题的自然推广。这正是科学创造中联想、想象的必然结果。

作图只限于尺规一事也有若干解释。一是希腊人认为直线和圆是基本图形，用尺规作图最为可靠。另一原因是据说柏拉图反对用其他仪器或借助其他曲线作图，因为那样就过于依赖感觉而轻视思维了。他认为思想是第一性的。他说：“如舍精微而滥用感官直觉，便是置几何学于不顾。”这种限制的确在希腊几何学的发展中起了积极作用。欧几里得在《几何原

本》中就将几何作图严格地限制于直尺与圆规。

上述问题的试解，最早的是爱奥尼亚派的学者阿拿萨哥拉。据说他在牢房里还研究化圆为方问题。最有名望的是埃利斯城的希比亚斯。他是巧辩学派的头面人物。他在研究三等分任意角问题中，创造了一种“割圆曲线”，利用它可以顺利地完成作图。可惜这种曲线不能用尺规作出，因而超出了限制。

还有开奥斯地方的希波克拉茨在研究化圆为方问题时，发现了一个以两圆弧所界的月牙形，其面积可等于一个直角三角形。但他是否证明了这个结果却值得怀疑，因为这必需引用“圆面积之比等于其直径的平方比”的命题，而这又要用到日后由欧多克斯创立的“穷竭法”。即使这样，他也仍然没有得出化圆为方问题的作法。

另外，他还指出：倍立方问题可化为一线段与另两条倍长的线段之间求两个比例中项的问题。用代数符号写出，可表为：

设x，y是这样的两个量，使

$$\frac{a}{x}=\frac{x}{y}=\frac{y}{2a},$$

可得 $x^3=2a^3$

或 $x=\sqrt[3]{2}\,a.$

但这种无理数并不能用尺规作出。

就这样，上述这些看来很“简单”的问题，在几何学兴旺的希腊时代却未能解决。就是在后来许多世纪中，企图解决的人也屡遭失败，于是这几个问题便成了历史上著名的几何作图“三大难题”。

几何学中有许多图形是很容易用尺规作出的，为什么这几个问题却如此困难？是难于找到作图方法还是根本不可能？这些只是特殊问题还是有更多的其他图形也无法用尺规作出？这些问题促使数学家们想到其间必然有某种规律尚鲜为人知。于是小小的几何作图问题便成了推动数学发展的一个动力。

十六、七世纪，代数学家韦达为了使几何作图法系统化、使隐藏在希腊时代几何形式下的代数恒等式建立起来，发展了代数学，并使几何问题开始依赖于代数。笛卡尔更向前迈了一大步，力图用代数方法来解古典的几何作图问题，并由此诱导出在几何中引进“点的坐标”的思想，一举建立了“解析几何”。他使几何曲线与代数方程联系起来，开创了数学发展史

上“形”与“数”相结合的新纪元。

从解析几何看，每个尺规作图问题都可以化归某个代数方程的求根问题。因为尺规作图问题无非是由一些已知线段a，b，c，…求作未知线段x；而x必然满足一个代数方程，方程的系数是由已知线段a，b，c，…所构成的有理式。如任意三等分角与倍立方问题都可以化为一元三次代数方程。但另一方面，直线是二元一次方程；圆是二元二次方程。直尺只能作直线；圆规只能作圆。尺规作图重要的步骤是求一些直线与一些圆的各个交点，这意味着要解一系列联立方程。两个圆的二元二次方程联立消去一个未知量后，得到关于一个未知量的也仍然是二次方程。因此，如果作图问题归结为二次方程，自然可用尺规作出。问题是如果作图问题归结为高于二次的方程是否仍可用尺规作出？笛卡尔指出，对于倍立方问题如果借助一个抛物线和一个圆，则问题不难解决。可是抛物线是不能用尺规作出的，只有在坐标纸上描点或用其他机械方法作出。因而就“三大难题”而言，笛卡尔也未能解决。

直到19世纪，人们对代数方程的性质更加清楚了，几何作图问题才被逐清澄清直至彻底解决。

1801年，高斯对一个特殊的n次方程进行分析之后，得到了可以用尺规作出正多边形的判别法：当且仅当$n=2^m$，或$n=2^{2^t}+1$且为素数，或$n=2^m p_1 p_2 \cdots p_K$，且p_i为$2^{2^t}+1$型的素数时，正n边形才可用尺规作出。他曾亲自作出了正十七边形。这虽然不属“三大难题”，但也是著名作图问题之一。希腊人用尺规作出了正3，4，5，6，10，15边形，其他正多边形未能作出，更不知其他哪些能作，哪些不能。高斯的结果不仅解决了正多边形的作图问题，也给其他尺规作图问题的解决在数学思想与方法上提供了重要启示。

1837年，温策尔才证明了倍立方与三等分任意角问题都是尺规作图不可能问题。

“三大难题”既然取得了进展，人们自然想到怎样从理论上统一解决尺规作图问题。

1846年，刘维发表了14年前法国年轻数学家伽罗瓦的光辉创造——群论。根据伽罗瓦的思想，尺规作图问题立即得到了彻底解决。

伽罗瓦是从研究代数方程的根式解出发而创造群论的。一个代数方程的解如果能从方程的系数通过有限次加、减、乘、除和开方运算而得到，

则此解便称为方程的根式解。他的"群"就是用来判别怎样的代数方程，其根式解是存在的。从前面提到的尺规作图与代数方程的联系可知，这首先就给尺规作图是否可能提供了必要的判别法。其次，我们知道，若已知线段a，b，和一个单位线段，则a+b，a−b，ab，$\frac{b}{a}$，以及$\sqrt{ab}$，$\sqrt{a}$等都可用尺规作出．但$\sqrt[3]{a}$则不能用尺规作出。因此．只要将根式解定义中的"开方"运算限制在"开平方"运算，则尺规作图问题就不难解决了。其结论是，未知线段x若能用已知线段a，b，c，…通过有限次加减、乘、除和开平方运算表出，则x必可用尺规作出，否则不可能。

至于化圆为方问题。1882年林德曼证明了π根本不适合任何代数方程，它不是任何有理数有限次开平方的结果。因此，化圆为方问题也是不可能问题。

科学就是这样，往往一个似乎很简单的问题，却耗费了许多人的精力，但从解决它的过程中又得到了许多有价值的东西，甚至给科学带来革命性的进步。几何作图三大问题的提出和解决也反映了这种特点。它本身的价值比起其引伸出来的产品的价值要小得多，但它在促使人们对几何学以及几何与其他分支横向联系的探入探讨上，在加速数学发展的进程上，却有着不可磨灭的贡献。

（穆青田　周季生）

〔**微积分的产生和发展**〕　微积分是微分学与积分学的总称；是在运动观点下，以极限思想为基础，以导数（微分学的重要概念）与积分为工具对函数作定性定量研究的数学理论。

微积分的出现是数学史上一个璀璨的里程碑。它为人类认识客观世界提供了有力的数学工具，使精确研究变量的关系成为可能，在数学哲学思想上也是一个巨大的飞跃。发明微积分的功劳通常都归于牛顿、莱布尼兹，其实它是一个真正的"集体创作"，是历代思想家、科学家智慧的结晶，是人类思维的伟大创造。

积分与导数分别源自两类完全不同的问题，其思想可以追溯到很远的古代。牛顿、莱布尼兹的重要贡献是发现了这两类问题的互逆关系，使微积分成为实用的数学方法。尔后在许多大师的雕琢完善下才形成了今天的微积分学。