

# 自然



# 科学概论

刘伟胜 著

河北科学技术出版社

自然科学与人文

## 前言

自然界，人类赖以生存和发展的空间，歌德曾用诗的语句这样描述它：“她以不同的形象出现在不同人眼前，又以无数不同的名目和称号隐藏着自己。”然而人类对自然界的探索却远非诗那样浪漫，它是艰苦卓绝的，是无捷径可走的。

自然科学，是人类世代不懈探索自然所累积的经验上升为理性思维的结晶，是人类学意义上的文化。自然科学的基础科学以获取对于自然界规律性、真理性的认识为目标，而应用这种基础性的认识成果在改造自然活动中发生作用的则是自然科学的应用科学和工程技术。掌握科学技术已成为促进现代社会发展进步的决定性力量。江泽民主席深刻指出：“发展的优势蕴藏于知识和科技之中，社会财富日益向拥有知识和科技优势的国家和地区聚集，谁在知识和科技创新上占优势，谁就在发展上占据主导地位。”<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 引自1999年6月15日江泽民主席在第三次全国教育工作会议上的讲话。

1036/25

为实现中华民族的伟大复兴，我们就必须以只争朝夕的精神紧跟科技进步的时代步伐。基于这样的观念，本书在数学、物理学、化学、生物学、地学和天文学六门基础学科的编写上，采取了概述或基础知识简介与前端知识或热门论题的介绍相结合的形式，希望给读者一个现代自然科学的概貌，以及对各门学科发展趋势的了解。因此本书不仅适合大学文科学生作为全面了解自然科学知识的入门阶梯，同时也适用于在职干部和广大自然科学爱好者阅读。

教育的价值，在于启发人们对事物作多层次、多角度、多种可能性的思考，而不仅仅是为了记住某些东西。如果通过阅读本书，能使读者对学习现代自然科学知识的热情有所激发，能对培养读者科学的思维方式有所启迪，那么，这正是写作本书的目的所在。

由于水平所限，书中难免有粗浅疏漏甚至谬误之处，敬请读者指正。

**刘伟胜**

2001年3月于北京

# 目录

---

## 第一篇 数学

---

- 一 数学简史/3
- 二 微分学/24
  - 1 极限/24
    - 1.1 极限的思想方法/25
    - 1.2 函数极限的定义/28
  - 2 导数与微分/30
    - 2.1 导数概念/30
    - 2.2 导数定义/32
    - 2.3 导数的运算法则/33
    - 2.4 导数的应用/34
    - 2.5 微分/36

## 3 导数、微分运算公式/49

## 三 科学计算/51

## 1 铅球投掷技术研究/52

## 2 用图论建模举例/58

## 附一 计算机对人脑模拟的简要回顾/64

## 附二 Internet 概念/70

**第二篇 物理学**

## 一 物理学内容概述/80

## 二 狭义相对论/91

## 1 绝对时间和绝对空间/91

## 2 运动学问题/95

## 2.1 新的速度合成律/95

## 2.2 运动的钟变慢/98

## 2.3 运动的尺缩短/100

## 3 动力学/102

## 3.1 质量与速度的关系/102

## 3.2 质量与能量的关系/104

## 三 广义相对论/105

## 1 从两种质量相等得到的启示/106

## 2 突破口——等效原理/109

## 3 从等效原理到时空弯曲/111

## 4 爱因斯坦的引力场方程/113

## 5 三大验证/115

## 四 相对论与哲学/121

## 第三篇 化学

- 一 化学的分支学科/128
  - 1 无机化学/128
    - 1.1 无机材料化学/131
    - 1.2 生物无机化学/138
  - 2 有机化学/139
    - 2.1 天然有机化学/140
    - 2.2 金属有机化学/143
  - 3 高分子化学/146
    - 3.1 酚醛塑料/147
    - 3.2 功能高分子/149
  - 4 分析化学/153
  - 5 物理化学/156
    - 5.1 化学热力学/156
    - 5.2 化学动力学/158
    - 5.3 结构化学/159
- 二 对某些化学元素的新认识/160
  - 1 富勒烯/160
  - 2 稀有气体/163

## 第四篇 生物学

- 一 概述/168
- 二 分子生物学/171

- 1 遗传理论的发展与分子生物学的诞生/172
  - 2 分子生物学的主要研究物质/175
  - 3 遗传的分子基础/178
  - 4 分子生物学是当前生物学发展的主流/182
- 三 现代生物技术简介/184
- 1 现代生物技术的发展历程/184
  - 2 现代生物技术的主要内容/185
    - 2.1 基因工程/186
    - 2.2 细胞工程/187
    - 2.3 酶工程/187
    - 2.4 发酵工程/189
    - 2.5 蛋白质工程/190
- 四 人类基因组计划 (HGP) /190
- 1 HGP 有关概念/191
  - 2 HGP 的四张图/192
    - 2.1 物理图/192
    - 2.2 遗传图/192
    - 2.3 转录图/193
    - 2.4 序列图/194
  - 3 基因病与 HGP/195
  - 4 我国的 HGP 计划/197
  - 5 已鉴别出的人类部分基因组图/199

## 第五篇 天文学

- 
- 一 概述/206
  - 二 恒星/208

- 1 恒星的基本概念/208
    - 1.1 恒星的星等/208
    - 1.2 恒星的亮度/209
    - 1.3 恒星的距离/210
    - 1.4 恒星的自行/212
    - 1.5 恒星的颜色/214
    - 1.6 恒星的光谱/215
  - 2 恒星的演化/219
    - 2.1 恒星的赫罗图/219
    - 2.2 研究恒星演化的方法/220
    - 2.3 恒星的演化/221
    - 2.4 新星与超新星/223
  - 3 星系/225
    - 3.1 正常星系/225
    - 3.2 活动星系/226
    - 3.3 太阳系起源假说/228
- 三 宇宙/233
- 1 宇宙没有中心/233
  - 2 宇宙的膨胀/234
  - 3 宇宙的年龄/236
  - 4 “大爆炸”宇宙模型/237
    - 4.1 粒子混合/238
    - 4.2 中微子脱耦与轻核合成/238
    - 4.3 光子脱耦与背景辐射/240



## 第六篇 地学

---

- 一 概述/242
- 二 地球简介/244
  - 1 地球的圈层结构/244
    - 1.1 陆圈/244
    - 1.2 气圈/246
    - 1.3 水圈/252
    - 1.4 生物圈/257
  - 2 地球的年龄与地质年代/260
- 三 大地构造理论/261
  - 1 大陆漂移/261
    - 1.1 大陆漂移说/263
    - 1.2 大陆漂移说的科学依据/264
  - 2 海底扩张/271
    - 2.1 海底地形简介/271
    - 2.2 海底扩张说/273
  - 3 板块构造理论/275

# 第 一 篇

# 数 学

数学是研究现实的及一切可能的空间形式和数量关系的科学。数学至大、至广，至深、至微。如果没有数学，全部现代技术都是不可能的。

数学是研究现实的及一切可能的空间形式和数量关系的科学。所以里约热内卢宣言说：“数学是理解世界的一把主要钥匙”。

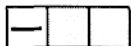
数学已融入我们整个文明之中。数学至大、至广，至深、至微。我们之所以未曾时刻意识到数学的存在，正是因为数学的力量无处不在。当我们看电视节目时，我们或许并不清楚卫星传送电视信号的编码方法以及相关的一系列数学原理，但必须有人了解这些。……如果没有数学，全部现代技术都是不可能的。

人类社会的生产和生活的实际需求促使了数学的产生和发展。而数学的发展过程不仅是数学知识累积、丰富的过程，更是人类思辩能力不断锤炼的过程。数学的思想和方法贯穿于数学的各个发展阶段，它作为一种智力传递具有重要的文化价值。我们都曾不同程度地学习过许多数学知识。随着时间的推移，其中有些知识或许会被遗忘。但是，无论我们从事什么工作，深深铭刻于我们头脑中的数学的思维方法，例如建立模型、抽象化、运用符号、逻辑分析、由数据进行推断等，却会随时随地发挥作用，使我们能识别谬误、找出解决问题的办法等等。正如陈省身教授所说：“其实，大家都可以享用数学思想。比如，数学中有一种重要的思想方法，就是把遇到的困难的事情尽可能地划分成许多小的部分，每一部分便容易解答……人人都可以用这种方法来处理日常问题。”

所以，在学习、了解数学知识时，注重领会、掌握数学的思想方法，将会使我们获得一种不断更新知识、处理

复杂情况的能力。

数学的内容极其深广，无以尽说。在此，想先通过数学史简介以期对数学的发展规律能有所了解，进而简要介绍微分学和科学计算的部分内容。使我们在享用数学思想的同时也来欣赏数学。



## 数学简史

数学是伴随人类生产、生活实践而最早产生的学科之一，数学的发祥地也就是文化起源的所在地。任何学科的进一步发展都不能离开本学科的历史，现在的学科是历史的继续。如果我们想要预见该学科的未来，就必须研究这门学科的历史和现状。也就是说，数学史是研究数学发展规律的科学。下面我们从古代众多文明中心中选择古埃及、古希腊、中国和阿拉伯的数学作简要考察。

### 古埃及数学

古埃及位于尼罗河畔。尼罗河经常泛滥，淹没良田。埃及人为了生存，格外关注尼罗河的泛滥周期。他们注意到当天狼星和太阳同时出没之时，就是尼罗河洪水将至之兆。为了预测洪水到来的日期，他们作了大量的天文计算。大约公元前 1500 年，埃及人已开始使用水钟<sup>①</sup>来计

<sup>①</sup> 水钟，又称漏壶，是容器底部有洞的计时器。把容器灌满水，将水从底部的孔里流完的这段时间作为计算时间的单位。

量时间。由于尼罗河经常泛滥，造成地界被冲刷，而统治者要按个人所持土地面积征粮征税，所以经常要重新丈量土地。难怪德漠克利特<sup>①</sup>说：“我不得不深信，几乎埃及人都会画证明各种直线的图形，每个人都是拉绳定界的先师。”生产和生活的实际需要，促使了古埃及数学的产生和发展。

埃及纸草书记载了古埃及数学的主要内容。其中，根据埃及王国时代（公元前2000年～前1800年）的材料写成的“兰德纸草书”<sup>②</sup>，就记载了当时埃及人在生产、生活中遇到的大量实际问题的数学解。如，面积和体积的计算；不同谷物量的换算；劳动者酬金的分配等。参阅古埃及纸草书等文献资料的记载，古埃及人在算术、代数、几何方面的知识已有了初步的积累。

以算术为例，古埃及人创建了数系，并使用了十进制。他们用象形文字表示数，例如：

古埃及的数字     |    ∩    ⊙    §

现代数字            1    10    100    1000

在进行乘法运算时，古埃及人采取了运算过程比较简便的“减半法”和“倍增法”，其中，“减半法”更为古老。“减半法”是先将乘数扩大10倍，然后计算10倍后

① 德漠克利特 (Democritus)，约公元前460年～前357年，古希腊学者。

② 发现于埃及古都——底比斯 (Thebes) 的废墟中，1858年由兰德 (A. H. Rhind) 购买，故称兰德纸草书。纸草是盛产于尼罗河三角洲的水生植物，其茎逐层剥成薄片，可在上面写字。

的一半，再把它们相加。例如，计算  $16 \times 16$ ，步骤为：乘数 16，10 倍为 160，160 的一半为 80，将 16、160、80 相加，合计为 256。同理，计算  $16 \times 13$ ，步骤为：乘数 13，10 倍为 130，130 的一半为 65，将 13、130、65 相加，合计为 208。当然这种乘法的适用范围是很小的，但当时，它是古埃及人计算技能的基础，希腊时期的学校还曾讲过这种计算方法。

古埃及人对数学的主要贡献，体现在算术方面，主要是，基本完成了特定方式的四则运算，并推广到分数上，能够用算术方法处理一次方程和某些类型的二次方程；体现在几何方面，主要是，获得了一些平面图形和立体图形的求积方法，正确认识了把圆分为若干相等部分的问题等。

虽然尚无资料显示古埃及人把已积累的数学知识系统化，但它确实推动了数学的产生和应用。对数学发展产生很大影响的希腊数学就借鉴了古埃及数学的许多精华。而构建于公元前四五千年的埃及金字塔<sup>①</sup>更无言地向世人述说着古埃及数学的辉煌。

## 古希腊数学

古希腊是发展较为完善的奴隶社会。这种较为完善的奴隶制使农业与工业之间的更大规模的分工成为可能，从

<sup>①</sup> 金字塔正方形底边长度的误差仅 1.6cm，是全长的 1/14000，基底直角的误差仅 12'。

而为古希腊文化的繁荣创造了条件。约公元前 775 年，希腊实行了文字改革，将他们使用的象形文字系统改为腓尼基<sup>①</sup>人的拼音字母系统，这不仅使希腊人更加方便地记载自己的历史和思想，也更有利于他们进行数学运算和推演。而且，古希腊位于小亚细亚<sup>②</sup>，是埃及、巴比伦的邻国。优越的地理位置为希腊人游访埃及、巴比伦，进行学术交流和贸易往来创造了便利条件。汲取周围多个文明中心的成果，加以融会贯通，极大地促进了古希腊数学的发展，也使其在整个数学史上留下了不可磨灭的一页。著名数学史家克莱因在其名著《古今数学思想》中说：“数学作为一门有组织的、独立的和理性的学科来说，在公元前 600 年到前 300 年之间的古典希腊学者登场之前是不存在的。”

古希腊学者多为哲学家，许多数学家同时又是哲学家。他们在数学领域的探索中更注重归纳、提炼、创新和发展，他们对客观事物的认识从感性逐渐上升到理性，形成了众多流派，最终导致了数学体系的形成。

古希腊著名学者泰勒斯<sup>③</sup>，既是一位哲学家，也是著名的数学家和天文学家，他迈出了对数学命题证明的关键

- 
- ① 腓尼基 (Phoenicia)，地中海东岸的古国。约今黎巴嫩和叙利亚的沿海一带。约公元前 13 世纪，腓尼基人依据古埃及文字制定了历史上第一批字母文字，共 22 个，成为希腊、罗马（拉丁）以及后世西方文字的起源。
  - ② 小亚细亚，今欧洲大陆希腊所在地区和意大利南部、西西里、克里特、罗德岛、第罗斯和北非等地区。
  - ③ 泰勒斯 (Thales，约公元前 625 年～前 547 年)，古希腊著名学者，被誉为“古希腊七贤人”之首。

一步。数学中的逻辑证明要求既要确保命题的正确性，使命题令人信服，又要揭示出各定理之间的内在联系。泰勒斯确立和证明了为人们所公认的第一批几何定理。因此，有人称之为数学史上的第一位几何学家。

据史料记载，泰勒斯至少证明了如下命题：

- ①圆被任一直径所平分；
- ②等腰三角形的两底角相等；
- ③两条直线相交，对顶角相等；
- ④两个三角形两角与所夹边对应相等，则两个三角形全等。

泰勒斯曾应用定理④来测定海上两船之间的距离。如图 1-1：

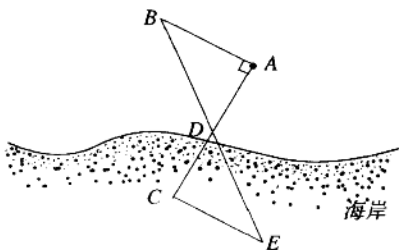


图 1-1 泰勒斯测定两船距离

假设 A、B 是两条船，可望而不可及。在岸上引 AC 垂直于 AB，D 是 AC 的中点，过 C 点向 AB 相反方向，引 CE 垂直于 CA（使 B、D、E 在同一条直线上），这时，CE 和 AB 距离相等，CE 是可直接测量的。

毕达哥拉斯（Pythagoras，约公元前 572 年～前 501



年)，古希腊著名学者，他注重研究数学的抽象概念，把“数”看作是真实物质对象的终极组成部分。由他创建的毕达哥拉斯学派，非常注重研究数，研究数的理论、性质。他们认为，正是数学结构的不同导致了万物彼此呈现出差别。他们在研究中发现，悦耳音乐的“和声”谱音是由长度比为3:4:6的三根弦发出的。他们把这种发现逐步扩大到天体的运动，认为行星的运动也遵循数的一种比例关系。毕达哥拉斯学派发展了用数学探究自然的方法论原则。同时，他们也十分注重数的实际的计算。我们熟悉的“勾股定理”，在西方，最早就是由毕达哥拉斯学派研究发现的，被称为“毕达哥拉斯定理”。

柏拉图（Plato，约公元前427年～前347年），继承并发展了毕达哥拉斯学派的思想。他认为，不懂数学的人不可能接受哲学知识，科学的任务是发现自然界的结构，并把它在演绎系统里表述出来。他首次提出了应该把严格推理法则系统化。受柏拉图数学思想的启示，希腊数学家们开始对已有的数学知识进行系统整理，其中的佼佼者首推欧几里德。

欧几里德（Euclid，约公元前330年～前275年），运用演绎推理的方法写就了《几何原本》，使人类第一次拥有了一个逻辑体系的典范。《几何原本》采用先给出定义、公理、公设，然后把书中所涉及的465个命题按照它们之间内在的逻辑联系，由浅入深地编排，使每一个命题都能从前面已经证明的命题中加以证明。由后往前逆推，这个体系的源头是一小批不证自明的公理、公设。这种推理的