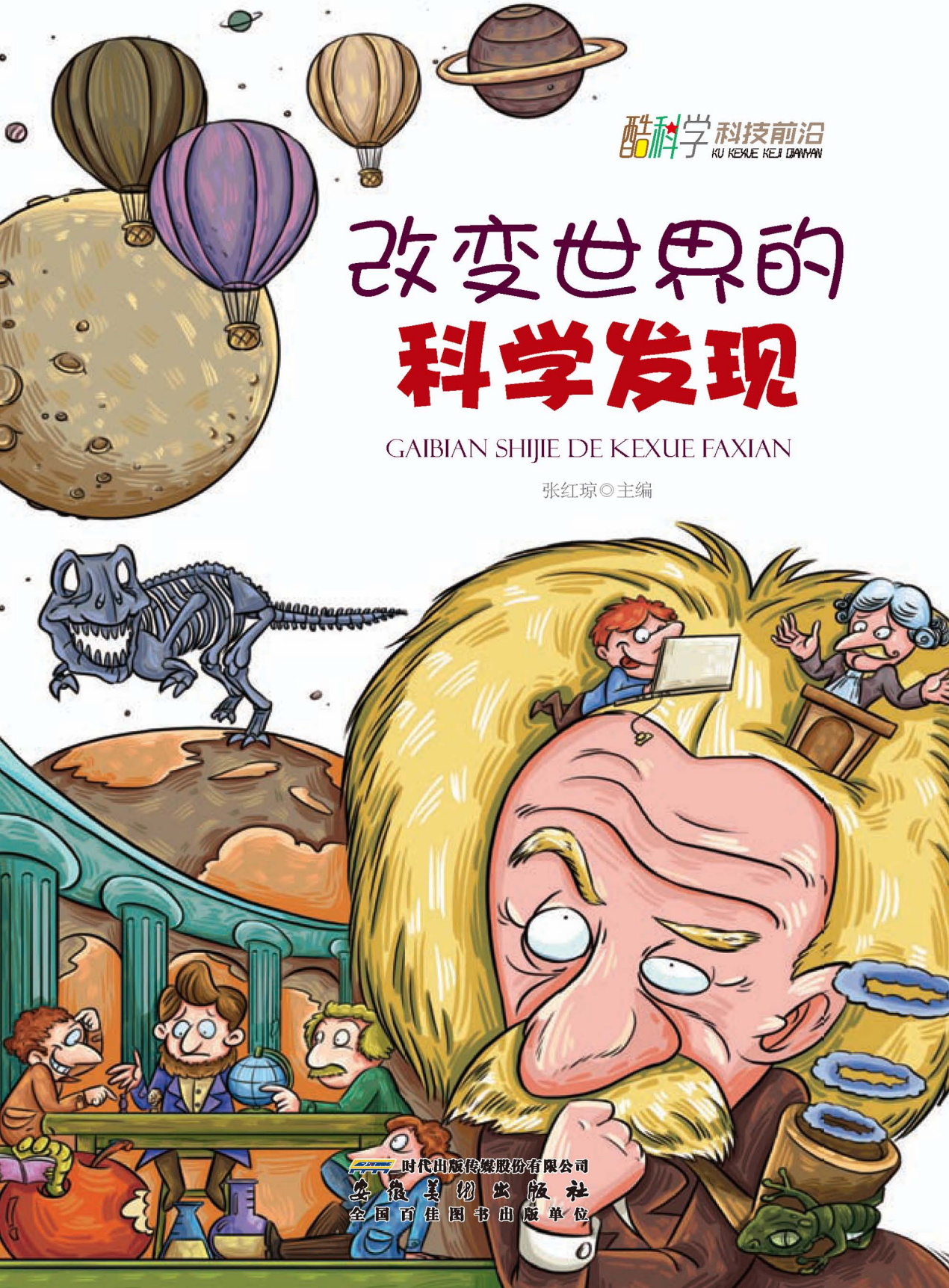


酷科学 科技前沿
KU KE XUE KEI JIAN YAN

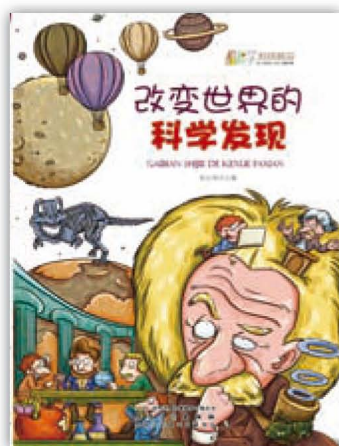
改变世界的 科学发现

GAIBIAN SHIJIE DE KEXUE FAXIAN

张红琼◎主编



时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社
全国百佳图书出版单位



新鲜的百科知识
酷炫的探秘信息
激发前所未有的想象力

图书在版编目 (CIP) 数据

改变世界的科学发现/张红琼主编. —合肥: 安徽美术出版社, 2013. 1
(酷科学·科技前沿)

ISBN 978-7-5398-4239-4

I. ①改… II. ①张… III. ①科学发现—青年读物
②科学发现—少年读物 IV. ①N19-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 044362 号

酷科学·科技前沿

改变世界的科学发现

张红琼 主编

出 版 人: 武忠平

选题策划: 王晓光

责任编辑: 程 兵 史春霖

封面设计: 三棵树设计工作组

版式设计: 李 超

责任印制: 徐海燕

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司

安徽美术出版社 (<http://www.ahmscbs.com>)

地 址: 合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场 14 层

邮 编: 230071

销售热线: 0551-63533604 0551-63533690

印 制: 河北省三河市人民印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印 张: 14

版 次: 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5398-4239-4

定 价: 27.80 元

如发现印装质量问题, 请与销售热线联系调换。

版权所有 侵权必究

本社法律顾问: 安徽承义律师事务所 孙卫东律师

{ 前言 PREFACE }

改变世界的科学发现

人类从诞生的那一刻起，就在不断地探索自然、发现自然，逐步地建立对大自然的认识。科学便是在人类不断的探索发现中诞生的。在这漫长的科学史中，古希腊时代和文艺复兴时期是科学发现最集中的时期。

在物理史上，科学革命是古希腊时代科学哲学和古典物理的分水岭。波兰人哥白尼首先以日心说否定了过去人们一直深信不疑的地心说。其后德国人开普勒也提出其行星运行的模型，指出行星是按其轨迹而围绕着太阳运行。同时意大利人伽利略除不断强调其地动说外，还发展出多项基本的力学理论。随后，英国人牛顿发现三大运动定律和万有引力定律，建立了古典力学的根基。原子弹的发明标志着物理学发展的又一巅峰。20 世纪初的物理学也出现了革命性变化，代表者为爱因斯坦。他发明了相对论，对牛顿力学的概念作出了修正。

而现代化学则是由古代炼金术发展而来的。首先爱尔兰人波义耳发现了气体定律。其后法国人拉瓦锡更有前瞻性理论——对过去人们深信不疑的燃素说作出全面否定；倡导质量守恒定律，指出物质转化时其质量不变。踏入 19 世纪，又有英国人道尔顿确立了“物质是由粒子组成”的理论。1869 年俄罗斯人门捷列夫编制了元素周期表，把物质中数十个元素列举出来。今日的化学教科书，都少不了元素周期表。

1859 年，英国博物学家查尔斯·达尔文在《物种起源》中，首先提出了以自然选择为主的生物演化理论。达尔文提出

各种不同的动物，是经历了长时间的自然进程之后成形，甚至连人类也是如此演化而来的。到了 20 世纪早期，奥地利格雷戈尔·孟德尔在 1866 年所发展的遗传定律被重新发现，之后遗传成为了主要的研究对象。孟德尔定律是遗传学研究的起始。

20 世纪中期，来自美国的乔治·伽莫夫、拉尔夫·阿尔菲、罗伯特·赫尔曼，通过计算推论出宇宙间曾有大爆炸的痕迹。这些证据被视为计算宇宙历史的基础。20 世纪 60 年代美国和前苏联开始进行太空科技竞赛，1961 年前苏联派出世界第一个太空人加加林登上太空；后美国也派出太空人升空，历史性地首次登陆月球。其后各项太空发明相继面世，包括人造卫星、火箭和航天飞机等。

在灿烂的科学史的长河中有许多伟大的科学发现，它们就像天空中的恒星一样璀璨。然而更令人钦佩的是那些勇于探索的科学家，他们用自己的汗水甚至生命换来科学的伟大进步。本书从数学、物理、化学、生物、地理、天文等六大方面，收录了从古到今的重大科学发现，并以故事的形式讲述深奥的科学知识，让读者轻松愉快地了解科学的发展历史，了解那些伟大发现背后的故事，最终使读者从思想上建立一个比较完整的自然科学发展观念，并认识科学史的发展规律。

C CONTENTS

目录

改变世界的科学发现

数 学 篇

十进制制的诞生 2

0 的发现 3

圆周率的诞生 6

康托创立集合论 10

代数学的诞生 13

数学归纳法的诞生 15

数学皇冠上的明珠 18

微积分的创立 22

数理统计学的诞生 25

几何改革出新路 29

模糊数学的出现 32

物 理 篇

阿基米德浮体原理 36

“磁力” 的发现 38

“场” 的提出 44

马德堡半球实验 45

自由落体定律的发现 50

万有引力定律的发现 53

能量转化和守恒定律的发现 ... 60

光的色散的发现 67

光的衍射及波动性的发现 70

α 、 β 、 γ 射线的发现 75

光电效应的发现 80

电子波动性的发现 86

宇宙线的发现 91

J / ψ 粒子的发现 93

量子电动力学 98

爱因斯坦的相对论 99

化 学 篇

燃烧现象的实质 104

元素的确立 106

氧气的发现 112

元素周期律的发现 118

镭的发现 120

分子的发现 123

烯烃复分解反应的发现 124

芳香性的发现 126

生 物 篇

达尔文的进化论 130

显微镜下的第一个重大发现 131

细胞的发现 133

血型的发现 135

病毒的发现 138

青霉素的发现 143

DNA 立体结构的发现 151

遗传密码的发现 152

克隆的发现 153

人类基因图谱的完成 155

地 理 篇

最早的欧亚大陆交通线 160

郑和下西洋开辟亚非航海线 161

迪亚士与达·伽马的航海发现 ... 163

葡萄牙人的航海发现 165

哥伦布发现新大陆 167

麦哲伦海峡 169

英国航海家的探索发现 170

大陆漂移假说 171

海底扩张说 175

板块构造学说 177

天 文 篇

“日心说”的诞生 180

伽利略的发现 182

哈雷彗星的发现 185

天王星的发现 187

行星运动三定律的重大发现 192

微波背景辐射 196

登月探索发现 198

火星探索发现 200

木星探索发现 203

银河系第二亮的恒星 210

低质量恒星的演化物——
白矮星 211

超新星爆炸后的产物——
中子星 213

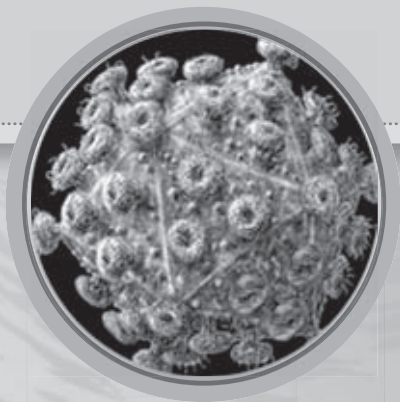
类星体的探索 215

黑洞理论 217

改变世界的科学发现

数 学 篇

数学是研究事物数量关系和空间形式的一门科学，它的发现也是始终围绕着数和形这两个概念展开的。在历史上，限于当时技术条件，依据数学推理和推算所作的预见，往往要多年之后才能被验证。数学在人类文明的发展中起着非常重要的作用，可以说，数学推动了重大的科学技术进步。





十进位制的诞生

十进位制是世界上使用非常广泛的十进制和进位制。所谓“十进制”，是以 10 为基础的数字系统。而所谓“进位制”，指以一个数字位置的移动表示进位的数字系统，不论数值多大，均以进一位表示 10 倍，进二位代表 100 倍，依此类推的数字系统，称为十进位制。十进位制起源于中国，如同印刷术、火药和指南针一样，是中国对世界文明的最重要贡献之一。

基本 小知识



自然数

用以计量事物的件数或表示事物次序的数。即用数码 0, 1, 2, 3, 4……所表示的数。自然数集有加法和乘法运算，两个自然数相加或相乘的结果仍为自然数，也可以作减法或除法，但相减和相除的结果未必都是自然数，所以减法和除法运算在自然数集中并不是总能成立的。自然数是人们认识的所有数中最基本的一类，为了使数的系统有严密的逻辑基础，19 世纪的数学家建立了自然数的序数理论和基数理论，使自然数的概念、运算和有关性质得到严格的论述。

“十进位制”是“十进制”的一种，但“十进制”并不一定都是“十进位制”。不论数值多大，“十进位制”必须只用不多于 10 个字符来表达任何数值，并且只以在一组数尾加 n 个代表零值的字符，来表达此数和 $10n$ 的乘积，例如 $123 \times 1000 = 123000$ 。

古埃及的 10、20，另有与 1 至 9 不同的符号表示，是十进制，但“进”的不是“位”，而是进号，进到另一个符号。所以古埃及的数字系统，虽是十进制，但不是十进位制。

古希腊用 α 表示 1， β 表示 2， ε 表示 5， θ 表示 9；古希腊的 10，不是 α 的进位，而另用 ι 表示，20 为 κ ，100 为 ρ ，125 不是“ $\alpha\beta\varepsilon$ ”，而是“ $\rho\kappa\varepsilon$ ”，也不是十进位制。

中国的〇、一、二、三、十、百、千、万的书写数字系统是十进制，但用的符号多于10个。8000不是符号“八”的三级位置移动“八〇〇〇”，而是“八”之外再加另一个符号“千”，即“八千”，和古埃及、古希腊的十进制相似，同样是进号的十进制，不是真正的十进位制。

大约在公元前1400年的中国商代就已经出现十进位制，且比同时代的巴比伦和埃及的数字系统更为先进。

有学者认为，中国古代的筹算，通过丝绸之路南传柬埔寨、印度，又分两路西传东阿拉伯、西阿拉伯，促成印度—阿拉伯数字体系。

欧洲最早有十进位制的文献，是一部976年的西班牙语手稿，比中国应用十进位制晚了2300年。

真正的十进位制只有中国古代筹算、算盘和印度—阿拉伯数字系统1、2、3、4、5、6、7、8、9、0。



拓展思考

古埃及的文明

古埃及是四大文明古国之一，受宗教影响极大，举世闻名的金字塔就是古埃及人对永恒观念的一种崇拜产物，也是法老王的陵墓。目前埃及共有八十余座金字塔，其中最大的一座是胡夫金字塔。除了金字塔以外，狮身人面像、木乃伊也是埃及的象征。



0 的发现

0是什么？0是一个重要的数。

它是“有”“无”之间的一个关节点。0之前意味着没有，从0起才意味着有。例如，一天的时间从0时开始，一个人的一生从0岁起算。0关联着有和无，因而是一个极重要的数，许多人都以为0与其他数字是同时被认识的，其实它的发现比其他数字要晚得多。



早期的 0

0 的产生与位值制计数法有不可分割的关系。早期人们用位值制计数法的时候，遇到了空位，需要一个合适的记号，就用不同的方式来表示 0。因而，最初的 0 是由位值制计数法产生的。

世界上较早采用位值制计数法的有巴比伦、玛雅、印度和中国等。这些国家和地区的民族对 0 的产生和发展都作出过自己的贡献。

巴比伦的泥版书中记载了在公元前 200—公元 300 年时产生的最早的 0。它只用来表示空位，其计数法是 60 进制的。

玛雅人是中美洲印第安人的一支，在公元前后创造了灿烂的古代文化。他们创造了一种 20 进位值制的计数法，其中有非常明确的 0，它形如贝壳或一只半睁的眼睛。0 可用于两数之间，也可以用于末位。它可以表示空位，也有指示各个数字位置（数位）的功能，但不能单独使用，也没有作为数进入计算。古希腊人采用字母计数法。所谓字母计数法就是按字母表的顺序，每一个字母表示一个数字。一个十分奇特的现象是，其整数是 10 进，1 以下的分数为 60 进。更为奇特的是，它的整数是非位值制的，而 1 以下的分数却是 60 进位值制，这显然是受到巴比伦的影响。

古希腊的天文学家托勒密以他的“地心说”知名于世，在他的著作《天文学大成》中使用了 60 进分数。把圆周分为 360° ， $1^\circ = 60'$ ， $1' = 60''$ 。他的计法很奇特，如“ $41^\circ 0' 18''$ ”记为 $\overline{\mu\alpha\alpha\theta}\overline{\tau\eta}$ 。他所使用的字母计数法中 $\mu = 40$ ， $\alpha = 1$ ， $\tau = 10$ ， $\eta = 8$ ，字母上画横线表示它们是数，以与文字相区别。于是 $\mu\alpha = 41$ ， $\tau\eta = 18$ ，前者放在度的位置上表示 41° ，后者放在秒的位置上表示 18 秒，表现出位值制的思路。这可以说是世界上第一次用小圈表示 0 的意思。但是托勒密的小圈只用于 60 进分数，在书写整数时，因为不是位值制，所以不用 0，也提不出 0 的问题。

托勒密的小圈也用于表示“空位”和指示数位，没有作为数参加运算，也没有单独使用的情况。

◎ 印度—阿拉伯数字

最先把 0 作为一个数参加运算的是印度人。他们很早就采用了十进位值制计数法。空位最先是用空格表示的，后来为了避免看不清空格，就在空格上加一小点，如用“3·7”表示“307”。后来由小点发展为用小圈表示 0。这一发现是在印度瓜廖尔地方的一块石碑上。上面的数字和现代的数字很相似。其纪年为公元 876 年。

印度人承认 0 是一个数并用它参加运算可以说是对 0 的发现的更为重要的贡献。在印度天文学家瓦哈哈米希拉的《五大历数全书汇编》中可以看到对 0 施行加、减运算；后来的数学家婆罗摩笈多对 0 的运算有更完整的表述，同时他还提出了 0 作除数的问题。

后来，印度人的 0 作为数参与运算的观念和 0 的记号经历漫长的岁月，特别是经阿拉伯人和斐波那契的工作传入欧洲，逐渐演化成现代的 0 的概念和印度—阿拉伯数字中的 0。

中国数字中使用的 0 是一个圆圈，与印度—阿拉伯数字中长圆的 0 不同。虽然世界上最早使用 10 进位值制计数法的是中国人（公元前 5 世纪，筹算数字），但 0 的使用却较晚。在中国数字表述中，最初用空一格表示零。后来，由于我国古书缺字都用“□”表示，数字间的空位为明确起见，自然也就用这个

“□”来表示。但在用毛笔书写时，字体常用行书，方块也就顺笔画成圆圈了，即以“○”表示零。这最早见于金《大明历》。以后这种表示方法就延续下来了，在汉字表示 0 时用“○”，而在使用阿拉伯数字的地方，当然还要



广角镜

甲骨文

甲骨文是中国已发现的古代文字中时代最早、体系较为完整的文字。甲骨文主要指殷墟甲骨文，又称为“殷墟文字”“殷契”，是殷商时代刻在龟甲兽骨上的文字，19 世纪末年在殷代都城遗址（今河南安阳小屯）被发现。甲骨文继承了陶文的造字方法，是中国商代后期（前 14—前 11 世纪）王室用于占卜记事而刻（或写）在龟甲和兽骨上的文字。殷商灭亡周朝兴起之后，甲骨文还继续使用了一段时期。



使用长圆的 0 了。

0 的数学意义

在数学中，0 不仅仅起着沟通有无的作用，它还有着更多的意义。

首先，0 是一个数学概念，在数学中它表示“一无所有”的意思。如 $5 - 5 = 0$ 。在逻辑代数中，只有两个数字 1 和 0。用 1 表示有，0 表示无；用 1 表示肯定，0 表示否定；用 1 表示线路的打开，0 表示关闭。电子计算机所使用的二进制运算，0 是一个非常重要的角色。这里 0 表示“无”，和前面说的“从 0 起意味着有”是否矛盾呢？其实并不矛盾，意味着有并不是实在的有。

其次，0 在位值制计数法中表示“空位”，同时也起到指示数字所在的“数位”的作用。如在现在通用的阿拉伯计数法中，302 表示十位上没有数，3 是百位上的数字，表示 300，即 $302 = 3 \times 100 + 0 \times 10 + 2$ 。

再次，0 本身是一个数，可以与其他数一同参加运算，因此要遵循若干运算规则，其中最独特的是 0 不能做除数。

最后，0 是标度或分界。如温度以 0°C 为界分为零上和零下，海拔高度以 0 米为界分为高于和低于海平面。在以数轴表示实数时，这个意义的发挥更加突出：0 是一个特殊的点，从这一点起，在一条直线上以某一方向为正，而相反的方向为负。这个 0 点一经确定，就成为运算的中心，常常决定了其他各点所在的方向。



圆周率的诞生

在三国两晋南北朝时期，我国历史上杰出的数学家刘徽和祖冲之出现了。

先说刘徽，他是三国时代魏国人。刘徽自幼熟读《九章算术》，在魏陈留王景元四年（公元 263）前后，为我国古代数学经典著作《九章算术》作注，做了许多创造性的数学理论工作，对我国古代数学体系的形成和发展影响很大。

《九章算术》体现了中国古代自先秦到东汉以来的数学成就。但当时没有发明印书的方法。这样好的书也只能靠笔来抄写。

在辗转传抄的过程中，难免会出现很多的错误，加上原书中是以问题集的

形式编成，文字过于简单，对解法的理论也没有科学的说明。这种状况明显地妨碍了数学科学的进一步发展。

刘徽为《九章算术》作注，在很大程度上弥补了这个重大的缺陷。在《九章算术注》中，他精辟地阐明了各种解题方法的道理，提出了简要的证明方法，指出个别解法的错误。

尤其可贵的是，他还做了许多创造性的工作，提出了不少远远超过原著的新理论。可以说，刘徽的数学理论工作为建立具有独特风格的我国古代数学科学的理论体系，打下了坚实的基础。



刘 徽

刘徽在《九章算术注》中，最主要的贡献是创立了“割圆术”，为计算圆周率建立了严密的理论和完善的算法，开创了圆周率研究的新阶段。

圆周率即圆的周长和直径的比率，它是数学上的一个重要的数据，因此，推算出它的准确数值，在理论上和实践上都有重要的意义。

在世界数学史上，许多国家的数学家都曾经把圆周率作为重要研究课题，为求出它的精确数值做了很大努力。从某种意义上说，一个国家历史上圆周率精确数值的准确程度，可以衡量这个国家数学的发展情况。

《九章算术》原著中，沿用自古以来的数据，即所谓“径一周三”取 $\pi=3$ ，这是很不精确的。到了后来，三国时期的王蕃（230—266 年）采用了 3.1566。这虽然比“径一周三”有了进步，但仍不够精密，而且也没有理论根据。

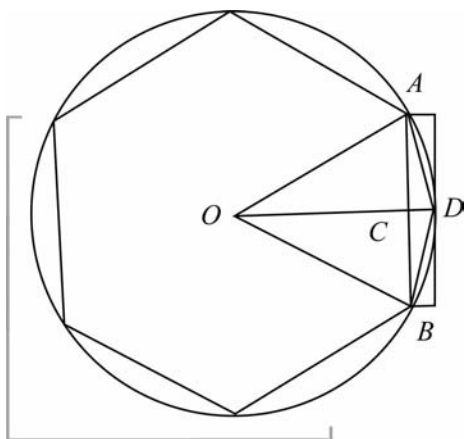
怎样才能算出比较精密的圆周率呢？刘徽苦苦地思索着。

一天，刘徽信步走出门。

一阵叮叮当当的响声引起了刘徽的注意，他朝着响声走去，原来这是座石料加工场。这里的石匠师傅们正把方形的石头打凿成圆柱形的柱子。

刘徽颇感有趣，蹲在石匠师傅的身边认真地观看着。只见，一块方石经石匠师傅砍去四角，就变成一块八角形的石头，再去掉八角又变成十六角形，这样一凿一斧地干下去，一方形石料加工成光滑的圆柱了。

刘徽恍然大悟，马上跑回家去，认真地在地上比画着，原来方和圆是可



圆的启发

以互相转化的。

他把一个圆周分成相等的 6 段，连接这些分点组成圆内正六边形，再将每一弧二等分，又可得到圆内接正十二边形，如此无穷尽地分割下去，就可得到一个与圆几乎完全相合的正多边形。

刘徽由此指出：圆内接正多边形的面积小于圆面积，但“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”。

这段话包含有初步的极限思想，思路非常明晰，为我国古代的圆周率

计算确立了理论基础。

综合上面的论述，刘徽通过计算，得到 π 的近似值是 3.14 和 3.1416。这两个数据的准确程度比较高，在当时世界上是很先进的数据。

刘徽还明确地概括了正、负数的加、减法则，提出了多元一次方程组的计算程序，论证了求最大公约数的原理，对最小公倍数的算法也有一定的研究。

这些都是富有创造性的成果，因此可以说，刘徽通过注解《九章算术》，丰富和完善了中国古代的数学科学体系，为后世的数学发展奠定了基础。

刘徽撰写的《重差》，原是《九章算术注》的第十卷，后来单独刊行，被称为《海岛算经》。这是一部说明各种高度或距离的测量及计算方法的著作，即关于几何测量方面的著作。

基本 小知识

圆周率

圆周率是精确计算圆周长、圆面积、球体积等几何形状的关键值。它是一个无理数，即一个无限不循环小数。在日常生活中，通常都用 3.14 来代表圆周率去进行近似计算。

近年来,刘徽的《九章算术注》和《海岛算经》被翻译成许多国家的文字,向世界显示了中华民族灿烂的古代文明。



拓展思考

我国古代数学家祖冲之

祖冲之(429—500年)是我国杰出的数学家、科学家。南北朝时期人,汉族人,字文远。祖籍范阳郡道县(今河北涞水县)。为避战乱,祖冲之的祖父祖昌由河北迁至江南。祖昌曾任刘宋的“大匠卿”,掌管土木工程;祖冲之的父亲也在朝中做官。祖冲之从小接受家传的科学知识,青年时进入华林学省,从事学术活动。其主要贡献在数学、天文历法和机械三方面。

刘徽之后约200年,我国南北朝时期又出现了一位大科学家祖冲之。

祖冲之的不满足于前人的成就,决定攀登新的高峰。他通过长期刻苦钻研,在儿子祖暅的协助下,反复测算,终于求得了精确度更高的圆周率。

祖冲之对圆周率贡献有三点:

(1) 计算出圆周率在3.1415926到3.1415927之间,即 $3.1415926 < \pi < 3.1415927$,在世界数学史上第一次把圆周率推算准确到小数点后7位。直到1000年后,15世纪阿拉伯数学家阿尔·卡西计算圆周率到小数后16

位,才打破祖冲之的纪录。

(2) 祖冲之明确地指出了圆周率的上限和下限,用两个高准确度的固定数作界限,精确地说明了圆周率的大小范围,实际上已确定了误差范围,这是前所未有的。

(3) 祖冲之提出约率 $20/7$ 和密率 $355/113$ 。这一密率值是世界上第一次被提出,所以有人主张叫它“祖率”。在欧洲,德国人奥托和荷兰人安托尼兹得到这一结果,已是16世纪了。

祖冲之和他的儿子祖暅还用巧妙的方法解决了球体积的计算问题。在他们之前,《九章算术》中已经正确地解决了圆面积和圆柱体体积的计算问题。

但是在这本书中,关于球体积的计算公式却是错误的。刘徽虽然在《九章算术注》中指出了这个错误,但是也未能求出球体积的计算公式。200年



祖冲之

后，祖冲之父子继续刘徽的工作，在我国数学史上第一次导出了正确的球体积公式。值得注意的是，祖暅在推算求证的过程中，得出了“等高处的横截面积相等，那么二个立体的体积必然相等”的结论。

这个问题在 1000 年后才由意大利数学家卡瓦列利提出，被人称为“卡瓦列利定理”，其实我们完全有权利称它为“祖暅定理”。

祖冲之父子的研究成果汇集在一部名叫《缀术》的著作中，被定为“十部算经”之一。可惜的是，到了宋朝以后，这部伟大的著作就失传了。



康托创立集合论

早在 1638 年，意大利天文学家伽利略发现了这样一个问题：全体自然数与全体平方数，谁多谁少？不仅伽利略对此困惑不解，许多数学家也回答不了这个问题。谁又会想到，这一问题却为现代数学基础——集合论的诞生播下了种子。

知识小链接

数论

数论的本质是对素数性质的研究。2000 年前，欧几里得证明了有无穷个素数。数论是和平面几何学同样历史悠久的学科。高斯誉之为“数学中的皇冠”。从研究方法的难易程度来看，数论大致上可以分为初等数论和高等数论。

集合论是 19 世纪末德国数学家乔治·康托创立的。由于深入到数学的每