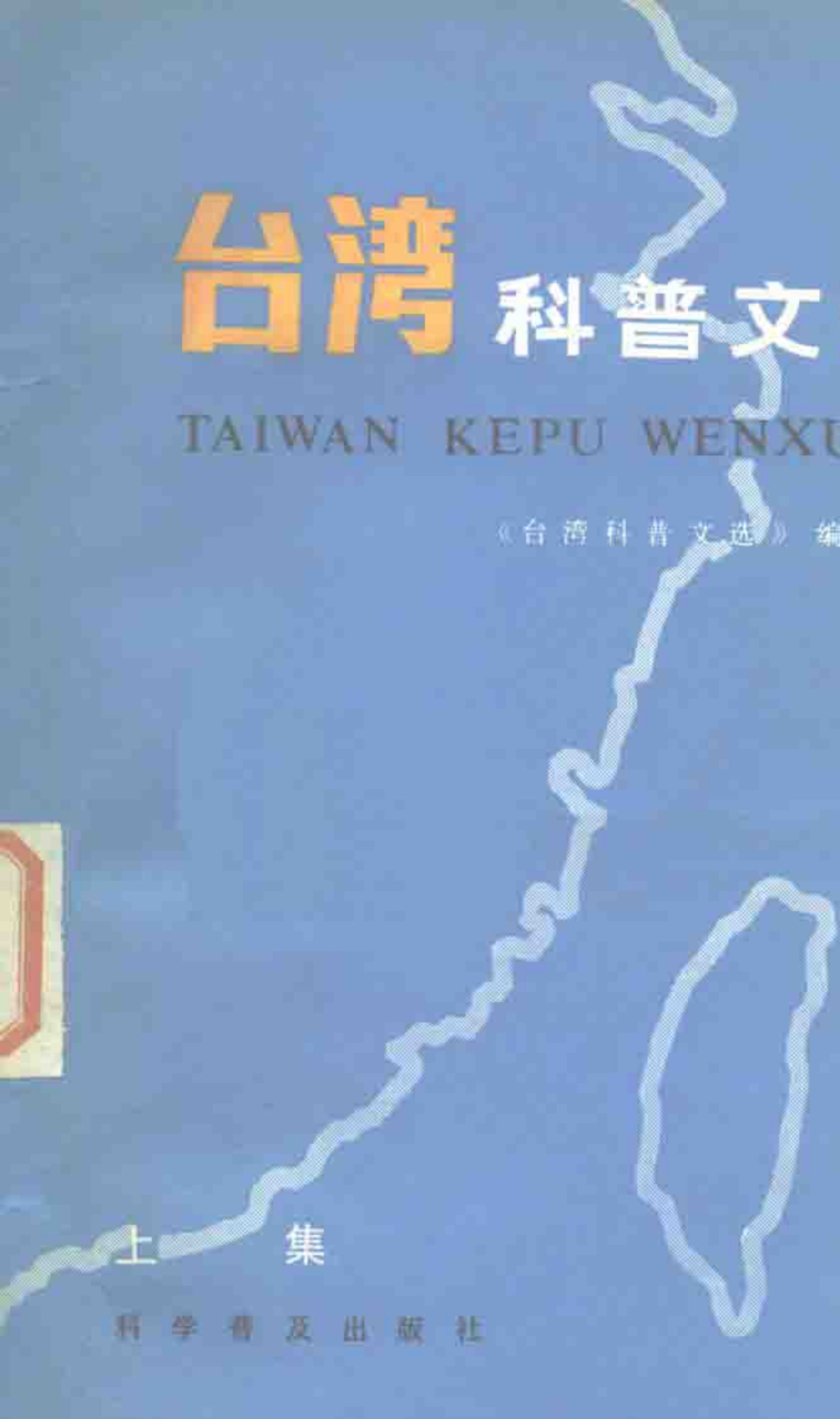
台湾科普文选

TAIWAN KEPU WENXUAN

《台湾科普文选》编辑组



上集

科学普及出版社

台湾科普文选

上　集

《台湾科普文选》编辑组

科学普及出版社

D175152

内 容 提 要

本书分上下两集，上集以基础科学为主，下集以应用科学为主。上集共收台湾科学月刊等文章三十二篇，内容是数学、天文、物理、化学、地学和生物六个领域里的一些科普文章。

本书适合初中以上文化程度的读者阅读。

台湾科普文选

上 集

《台湾科普文选》编辑组

责任编辑：陆长旭

梁成瑞

封面设计：洪 涛

*

科学普及出版社出版（北京白石桥紫竹院公园内）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防科委印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：8 1/8 字数：205千字

1982年5月第1版 1982年5月第1次印刷

印数：1—14,500册 定价：0.83元

统一书号：13051·1267 本社书号：0365

编 者 的 话

中华民族的物质和文化财富是我国各族人民包括台湾同胞一起共同创造的。台湾地区的科学技术也是中华民族科学技术的一个组成部分。然而，由于人所共知的原因，祖国大陆和台湾地区长期被分割在海峡两岸，盈盈一水间，骨肉不团圆，形成互相隔绝的困惑局面。当前全国人民包括台湾同胞正在寻求祖国统一的途径。这个不可逆转的历史潮流正在曲折地向前发展。

我们深知，长期以来台湾同胞在征服自然、改造自然的斗争中，披荆斩棘，奋发永进，有了很多的发明和创造，写了大量的科普读物。

这里我们向全国读者介绍的《台湾科普文选》，分为上、下两集：上集以基础科学为主，包括数学、天文、物理、化学、地学、生物等学科；下集以应用科学为主，包括农业、医学、能源、化工、环境污染、电技术、航空等专业。这一本文选凝聚着台湾科普作家的辛劳，为我国科普百花园增添新艳的花朵。

但由于我们的资料有限，入选的文章也不尽是台湾科普作品的代表作，挂漏在所不免，我们热烈地期望结束这种隔绝的局面、完成祖国统一大业，我们将会出版更多更好的台湾科普文选和科普著作。

我们也殷切地希望，通过这本文选能和台湾科技界建立起兄弟般的联系，增进骨肉同胞之间的相互了解。我们欢迎台湾地区出版或翻印大陆的书刊，更欢迎台湾科普作家向大陆投书、投稿，以便全国读者更多地了解台湾的科普作品，为中华民族文化的繁荣而共同努力。

预祝台湾早日回归祖国的怀抱。

本书承陆长旭同志收集、整理材料。在此，一并致以衷心谢意。

《台湾科普文选》编辑组

一九八一年五月十六日

目　录

地学

生物学

*　*　*　*

附表

数学

世界上已知的最大质数

林克瀛

最近在《趣味数学杂志》上，美国明尼苏达州克雷研究所的史洛温斯基发表了一篇论文，叙述他如何找到目前所知道的最大质数，他的结果是

$$2^{44497}-1$$

历史上已知的最大质数一向都是梅仙尼质数。梅仙尼数可以写成 2^p-1，通常用 M_p 表示，其中 p 是质数。例如 $M_{11}=2^{11}-1=2047$。1644年，梅仙尼神父发现当 p 是2,3,5，7，13，17，及19时，M_p本身也是质数；他并推测当p是31，67，127及257时，M_p也是质数；但在这范围内其他的p值都不能使M_p为质数。

后来，名数学家费玛及欧拉证明 $M_p(p>2)$ 的所有因子必可写成$1+2kp$的形式，同时，也可写成$8n\pm1$的形式，其中n及k都是整数。例如 $2047=23\times89=(2\times1\times11+1)(2\times4\times11+1)=(8\times3-1)(8\times11+1)$。这个发现使得$M_p$可能具有的因子减少很多，也使欧拉得以证明当p是 31时，$M_{31}=2,147,483,647$，果然是（第八个）梅仙尼质数。

1876年洛克司发现了一个方法，可以很快地试出梅仙尼数是否为质数。利用计算机器和他的方法找到p＝61，89，107的梅仙尼质数。但p＝67及 257 却不是——因此梅仙尼神父猜错了二个。

1930年李默改良洛克司的方法，提出“洛克司-李默”的质数测试法，新方法是：

（1）令u（1）＝4

（2）当$i=1\sim p-2$时，由下面的公式计算

$u(i+1)$之值：

$$u(i+1)\equiv u(i)^2-2 \text{ Mod } M_p$$

（3）M_p是质数的充分及必要条件是$u(p-1)=0$ Mod M_p意指以M_p来除，只保留余数。

例如，$p=5$，$M_p=2^5-1=31$则

$$u(2)=4^2-2\equiv 14 \text{ Mod } 31$$
$$u(3)=14^2-2\equiv 8 \text{ Mod } 31$$
$$u(4)=8^2-2\equiv 0 \text{ Mod } 31$$

这个方法非常好，但当p越来越大时，计算次数大约和p的立方成正比。所以测试M_{2r+1}时大约比试M_r多花八倍的时间。

电子计算机出现后进展加速。到1963年止，梅仙尼质数已增到23个，新增的是p=521，607，1279，2203，2281，3217，4253，4423，9689，9941及11213。八年后找到19737〔编者注：应为19937〕。1978年10月诺尔和尼可两人发现第25个梅仙尼质数，即p=21701。当时，美国所有的大新闻通讯社都报道了这个消息，甚至电视上最有名的新闻报道人克朗凯，也在哥伦比亚广播公司的晚间新闻节目中宣布这个消息。

但是p增大时，相邻两梅仙尼质数之差会越来越大。吉利士猜测p在x及2x之间梅仙尼质数出现的个数大约是二。他的猜测和已知结果相符。另一数学家厄伯哈特则猜测第n个梅仙尼质数的p值大约是1.5的n次方，例如$(1.5)^{23}\approx 11223$。由过去的经验来看，找出下一个梅仙尼质数大约要以往所有已知梅仙尼质数所需计算次数之和的四倍，史洛温斯基自1979年2月起，利用研究所里的克雷一号计算机找最大质数。这个计算机速度特快，例如1959年惠勒用伊利亚克一号计算机测试梅仙尼数是否为质数时，试验p=8191要花100小时；若用IBM 7090则要5.2小时；伊利亚克二号要49分钟；IBM 360/91要3.17分；用克雷一号则只要10秒钟。

史氏在2月23日找到第26个梅仙尼质数，p是23209。后来

得知诺尔在两星期前已得到同样的结果。在检查这个数是不是质数时，诺尔用赛伯174计算机花了 8 小时 40 分钟，而用克雷一号计算机只花了不到 7 分钟。

史洛温斯基再接再励继续努力找第27个梅仙尼质数。但根据厄伯哈特猜测 $(1.5)^{27}\sim 57,000$，估计要花克雷一号 2,000 小时才找得到。不过后来史氏改良了他的计算机程式〔程序〕，再运用别人的结果，大大简化了计算，试了约 1,000 个数后，终于在 4 月 8 日星期天找到了当时世界上最大的质数。

后记：有一位哲学家说过："知识象鲜鱼一样容易变坏"。《趣味数学杂志》十一卷二期有一篇短文列出当时已知位数超过 300 的十五个质数，它们是：

质　数	位　数
M(19937)	6002
M(11213)	3376
M(9941)	2993
M(9689)	2917
M(4423)	1332
M(4253)	1281
M(3217)	969
M(2281)	687
M(2203)	664
$5\times 2^{1947}+1$	587
$2\times 10^{401}-1$	402
M(1279)	386
$(10^{317}-1)/9$	317
$13\times 2^{1000}+1$	303
$95\times 2^{993}+1$	301

这篇短文登出不久，就发现了三个更大的质数（指第25，26，27三个梅仙尼质数，其中最大的质数有13395位数）。

代数学的故事

李白飞

原编者按："代数学的故事"一文的重点在于探讨近代代数学的来源，所以，谈古代代数学的发展时，只能限于西方世界。中国古代代数学也有些发展，但与本文主旨无关，故未列入。

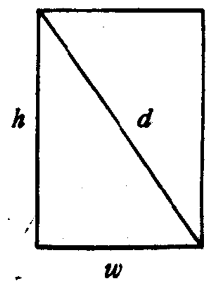
朋友，你学过代数吧！那么，请你说说看，代数学在学些什么？解方程式？对了！不过，也许你要说，那是"中学代数"嘛，人家"大学代数"学的可是什么群啦、环啦、体啦，一些玄而又玄的东西，那里是解方程式呢？不错，群、环、体等抽象的代数系统，的确是近世代数学所研究的对象，不过当初引进这些观念，莫不是为了要有系统地处理方程式的问题。如果我们说，代数史就是解方程式的历史，也不为过。现在让我们来回顾一下代数学发展的历史吧！

二次方程古已解之

早在数千年前，古巴比伦人和埃及人，即已着手于代数学的探索。虽然他们解决代数问题的方法，早已湮没不闻，但是，很明显的，从他们那高度发展的文明所带来的种种成就，可以看出他们对很多的代数技巧相当熟习。譬如说，规划那些规模宏大的建筑，处理浩瀚的天文资料，以及推算各种历法等，在在都必须知道解一次和二次方程的实际知识才行。巴比伦人和埃及人的数学，具有一个共同的特色，那就是"经验主义"，一些计算法则，似乎都是由经验得来。例如埃及人用

$$A=\left(\frac{8d}{9}\right)^2$$

来计算圆面积(其中 d 为圆之直径)，而巴比伦人则用 $d=h+\frac{w^2}{2h}$ 来求一高 h 宽 w 的长方形之对角线长(见图一)。大致说来，他们对于寻求特殊问题之解答的兴趣，远比归纳某类问题的解法技巧来得高。



图一 这的确是个相当不错的近似公式。读者不妨以 $(h, w)=(4, 3)$，$(12, 5)$，$(24, 7)$ 等实例去试试看。可以看出，在 $h>w$ 时，这的确是个相当不错的近似公式。我们知道，依照二项级数的展开，

$$d=\sqrt{h^2+w^2}=h\left(1+\frac{w^2}{h^2}\right)^{\frac{1}{2}}=h\left(1+\frac{1}{2}\cdot\frac{w^2}{h^2}+\cdots\right)\doteq h+\frac{w^2}{2h}$$

(当 $h>w$)

只是不晓得巴比伦人是怎么得来的。

特别值得一提的，是巴比伦人解方程式的能耐。根据出土的资料显示，巴比伦人备有一些倒数、平方根和立方根的数值表以供应用。有一个记载着 u^3+u^2 的数值表，似乎是求 $ax^3+bx^2=c$ 这类三次方程之近似解时所用●。至于二次方程式，巴比伦人显然已能确实地解出。古巴比伦的文献上，曾有这么一个问题：求一个数使之与其倒数之和等于一已知数。用我们现在的语言来说，他们是要解

$$x+\frac{1}{x}=b$$

事实上，这相当于解

● 若令 $u=\frac{ax}{b}$，则原方程式变为 $u^3+u^2=\frac{a^2c}{b^3}$。因为 u^3+u^2 为 u 的渐增函数（当 $u>0$），所以从 u^3+u^2 的数值表，可利用插值法求得原方程式的近似解。

$$x^2-bx+1=0$$

这个二次方程；而他们已经晓得答案是

$$\frac{b}{2}\pm\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2-1}.$$

此外，他们也曾处理类似下面这样的问题：若一矩形之周长和面积皆已知，试求其长及宽。这几乎已经是典型的二次方程式了，只不过巴比伦人仅讨论具体的“应用问题”罢了。

公理化的数学观

谈到古代的数学，我们不能不提到希腊人。是希腊人开始探讨理论性的、一般化的问题，才解脱了人类思想的桎梏，从而使数学有了长足的进步。希腊人对于数学最大的贡献，莫过于公理系统的建立了。创出这个“公理化”的意念，该算是人类思想史上的一个突破。

依照希腊人的观念，几何学是由一组公理出发，经过逻辑的演绎，从而得到种种定理的一种学问。希腊人有一组他们偏爱的公理系统，那就是欧几里德几何的公理。他们认为这组公理有某种形而上的意义，反映出宇宙的“真实”状况。虽然公理化的概念对当时的代数并没有丝毫的影响，然而近世代数学的各支，却莫不以公理化的方法来处理。

由负数到判别式

希腊人的几何观，导致他们在发展代数上的一些缺陷。譬如说，用配方法解二次方程的时候，负根就忽略不计。因为他们认为负数是“不真实”的；换句话说，负数没有几何意义。负数是印度人所创用来表示负债的，据说第一世纪已开始使用，不过真正可考的年代，大概是在公元 628 年左右。比起希腊人的专注于几何学来，印度人更倾心于代数，也因此，代数学在他们的手中成长繁荣起来了。

印度人知道一个正数有两个平方根，一正一负，而负数则“无平方根”。同时，他们也知道一个二次方程有两个根(负根和

无理根都算在内)。因为印度人承认负数的存在，所以他们在解二次方程时，就不必象希腊人一样，为了避免负系数而分

$$ax^2=bx+c,$$
$$ax^2+bx=c,\qquad (a,\ b,\ c\text{皆为正})$$
$$ax^2+c=bx$$

三种情形来讨论。解法当然也是配方法，不过由于他们无法处理负数开平方，自然也就无法解所有的二次方程了。

印度人的代数学，后来经过阿拉伯人的整理和润饰，再传到西方世界去。"代数学"的英文——algebra——便是来自阿拉伯文的al-jabr●。大家在中学时代所学到的二次方程根的公式，就是在回教帝国时代首度出现的，这个公式是说：二次方程式

$$ax^2+bx+c=0$$

的根是

$$x=\frac{-b\pm\sqrt{D}}{2a},$$

其中

$$D=b^2-4ac$$

即是该方程式的判别式(由于"虚数"尚未出现，自然$D\geq 0$便成为有解的充分条件了)。

卡当公式来历曲折

以后的几百年间，数学家一直在寻求一个公式，希望能象解二次方程一样地来解三次方程。除了某些特殊的例子以外，一般的三次方程都使数学家们束手无策。在1494年，甚至有人宣称一般的三次方程是不可能有解的。幸好，有人不以为然，仍努力不懈，终于在1500年左右，意大利波隆纳地方的一位数学教授"飞了"解出了

$$x^3+mx=n$$

● al-jabr一字是"补偿"的意思，这个名称来自代数运算的"移项"。当我们将$x^2-7=9$左边的-7去掉时，右边就得"补上"7而成为$x^2=16$。

形态的三次方程。他并没有马上发表他的方法，因为依照中世纪的风尚，任何发现都秘而不宣，而保留起来准备向对手挑战或等待悬赏以领取奖金。(我们现在来看，他这领奖金的梦想，果真如同煮熟的鸭子——飞了。) 大约在1510年，他还是私下将解法告诉他的朋友Fior以及他的女婿“对他奈何”.1535年，Fior提出三十个方程式向布雷沙市的一位叫“大舌头”●的数学家挑战，其中包含$x^3+mx=n$形态的方程式。“大舌头”全部解出来了，并且宣称他也能解出

$$x^3+mx^2=n$$

形态的三次方程.1539年，一位当时知名的数学家卡当力促“大舌头”透露他的方法，在卡当答应守密的保证之下，“大舌头”勉强告诉他一个晦涩的口诀。1542年卡当及其学生“肥了你”在一次会晤“对他奈何”的场合，认定“飞了”的解法和“大舌头”的如出一辙，于是卡当不顾自己当初的保证(谁又能奈何他呢?)，也没有经过“大舌头”的允许，便将这个解法整理发表在他的书Ars Magna里面，这便

图二 “大舌头”的半身像。

● Tartaglia原名Niccolò Fontana，幼年时脸部曾被法国士兵以军刀划伤，因受惊吓而说话结结巴巴，从此就被称为“大舌头”而不名。他自己写的书也以此署名。

是一般所习称的卡当公式的来历[1]。

三次方程的一般解

所谓"一般的"三次方程式，便是形如

$$x^3+bx^2+cx+d=0$$

的方程式，如果作 $y=x+\frac{b}{3}$ 的变数变换，则原方程式就变成

$$y^3+py+q=0 \qquad (1)$$

因此只要考虑这种形态的三次方程就够了。卡当最初发表时是用 $x^3+6x=20$ 这个例子来说明他的解法，在此，我们不妨考虑较一般的

$$x^3+mx=n \qquad (2)$$

其中m与n为正数。卡当引进两个新变数t和u，而令 $t-u=n$，

$$tu=\left(\frac{m}{3}\right)^3。$$

消去其中一个变数，再解所得之二次方程式，得到

$$t=\sqrt{\frac{n^2}{4}+\frac{m^3}{27}}+\frac{n}{2},$$

$$u=\sqrt{\frac{n^2}{4}+\frac{m^3}{27}}-\frac{n}{2}.$$

卡当用几何的方法证明

$$x=\sqrt[3]{t}-\sqrt[3]{u}$$

为（2）式之一个根，这可能与"大舌头"得的根相同。

仅管当时已经是十六世纪，负数的观念仍然受到欧洲人的排斥。所以，卡当（或许"大舌头"也一样）又解了 $x^3=mx+n$ 和 $x^3+n=mx$

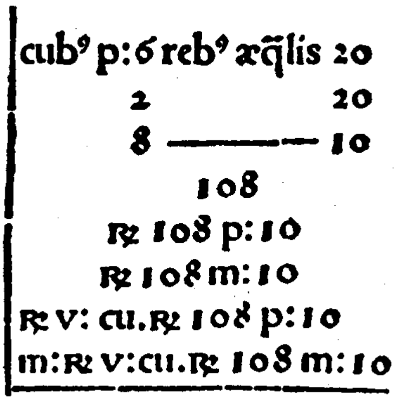
---

[1] 读者也许会对"大舌头"寄予无限的同情，然而"大舌头"与卡当实在是一丘之貉。他曾"翻译"一些阿基米德的论述，事实上是抄自三世纪前别人的作品。另外，他也曾把别人所发现的斜面上运动定律，宣称是自己的创见。——

两种型态的三次方程。虽然卡当也把负数称为“幻数”，在他的书中负根和正根倒是兼容并蓄。不过，卡当对于虚根却忽略不计，他管这种导致虚根的方程式叫“错误”的问题。我们知道一个三次方程有三个根，所以，卡当的讨论并不完备，直到两个世纪后的1732年，才由欧拉弥补完全。欧拉强调一个三次方程式永远有三个根，并且指出如何得到这些根：若ω和ω^2表1的两个立方虚根，也就是

$$x^2+x+1=0$$

的两个根，则t和u的立方根分别为$\sqrt[3]{t}$，$\sqrt[3]{t}\,\omega$，$\sqrt[3]{t}\,\omega^2$和$\sqrt[3]{u}$，$\sqrt[3]{u}\,\omega$，$\sqrt[3]{u}\,\omega^2$，如此，则


cub⁹ p:6 reb⁹ æq̄lis 20
2 20
8 —— 10
108
R 108 p:10
R 108 m:10
R v: cu.R 108 p:10
m:R v:cu.R 108 m:10

图三 卡当在Ars Magma书中，举实例说明他的解法。上方cub'p:6、reb'aeq̄lis 20用近代数学表法就是$x^3+6x=20$。

$$x_1=\sqrt[3]{t}-\sqrt[3]{u},$$

$$x_2=\sqrt[3]{t}\,\omega-\sqrt[3]{u}\,\omega^2,$$

$$x_3=\sqrt[3]{t}\,\omega^2-\sqrt[3]{u}\,\omega,$$

即为（2）式之三个根。同样的道理，（1）式的三个根是

$$y_1=\sqrt[3]{-\frac{q}{2}+\sqrt{D}}+\sqrt[3]{-\frac{q}{2}-\sqrt{D}}$$

$$y_2=\omega\sqrt[3]{-\frac{q}{2}+\sqrt{D}}+\omega^2\sqrt[3]{-\frac{q}{2}-\sqrt{D}}$$

$$y_3=\omega^2\sqrt[3]{-\frac{q}{2}+\sqrt{D}}+\omega\sqrt[3]{-\frac{q}{2}-\sqrt{D}}$$

在这里$D=\frac{q^2}{4}+\frac{q^3}{27}$是三次方程（1）的判别式。看到这样美妙