

七彩  
学生  
文库

陈仁政 主编



科学天梯丛书

KEXUE CHUANGXIN GUSHI

# 科学创新故事

## “禾下乘凉梦”这样开始

生命有长短，命运有沉升……

所幸我的生命，能化成匍匐  
在华夏大地上的一根铁轨，  
也算是我坎坷人生中的  
莫大幸事了。

——詹天佑



凤凰出版传媒集团  
江苏科学技术出版社



KEXUE CHUANGXIN GUSHI

# 科学创新故事

## “禾下乘凉梦”这样开始

陈仁政 主编

## 图书在版编目(CIP)数据

科学创新故事/陈仁政主编. —南京:江苏科学技术出版社,2008.4

(科学天梯丛书)

ISBN 978-7-5345-5925-9

I. 科... II. 陈... III. 科学家—生平事迹—世界  
IV. K816.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017422 号

科学天梯丛书

### 科学创新故事

---

主 编 陈仁政

责任编辑 沈 志

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

---

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号,邮编:210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京水晶山制版有限公司

印 刷 江苏苏中印刷有限公司

---

开 本 880 mm×1 240 mm 1/32

印 张 9.75

字 数 235 000

版 次 2008 年 4 月第 1 版

印 次 2008 年 4 月第 1 次印刷

---

标准书号 ISBN 978-7-5345-5925-9

定 价 23.00 元

---

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

## 前言

康德说过：“世界上有两样东西最使人敬畏，那就是头上的星空和心中的道德。”头上的星空，可以理解为大自然。自从有人类以来，人们就一刻也没有停止对大自然的探索，也没有停止对自身的认识 and 提升。

大约在 500 年前，现代科学技术在欧洲开始萌芽并得到突飞猛进的发展。新技术的大量使用，思想观念上的进一步解放，科学体系逐步建立，科学的方法逐步完善，科学的领域逐步扩展。更重要的是实事求是，追求真理的科学精神得到发扬。

科学发展的过程是十分曲折艰难的，科学家的研究和工作也不都是会得到掌声和鲜花，在探讨大自然的真理的时候，他们常常需要付出超出常人的努力，也常常要和固有的陈规陋习发生冲突，有时甚至需要付出鲜血和生命的代价。这些过去的故事在今天看来依然是那样感人至深。

当今的年轻人学习负担很重，在学习大量教科书的同时，也应该从课堂里走出来，放松一下，看看课外图书，学习一些科普知识，提升科学素质，开阔视野。让科学为我们的人生增添一些亮色。这些是我们编写这套书的初衷。

这是一套大型的科普丛书，我们力图在弘扬科学精神，提倡科学方法，普及科学知识上下功夫。使这套书成为一部全方位启迪人生智慧的生动教材，化为一曲有关科学的绚丽多彩而又妙趣无穷的华彩乐章。

在编写过程中，我们尽量全方位地展示科学发展的方方面面以及科学家的完整形象，尽量避免像教科书那样平铺直叙地展现

这套丛书,我们尽量不用平淡的实录和乏味的说教,而是用或波谲云诡、动人心魄,或悬念迭起、引人入胜,或山重水复、云遮雾障,或柳暗花明、烟消日出的故事,让读者在轻松阅读的同时,领略到科学的神奇魅力。

这套丛书,不仅是科学史的“录音机”和“录像机”,还是现实的“摄像机”,我们尽量把握时代的脉搏,把最新的科技进展收入到书中。

让我们一道聆听那动人的科学乐章,登上科学的天梯,步入科学的殿堂吧!

2008 年 3 月

## 目 录

- 1 “3.14”从几何走向迭代——从阿基米德到“沙-波” ..... 1
- 2 地球“小”、月球“近”——“难事”并非难事 ..... 7
- 3 “为国争光”得奖赏——韦达妙解 45 次方程 ..... 11
- 4 自杀者为何修改遗嘱——“费马难题”遗韵几百年 ..... 14
- 5 欧拉巧用“类比”——伯努利级数面前的创新 ..... 20
- 6 删繁就简“通向自由”——欧拉的“七桥”和莱特的飞机 ..... 24
- 7 从“9+9”到“1+2”——在通往“1+1”的道路上 ..... 30
- 8 从伽利略到爱因斯坦——“两面神”引出新理论 ..... 36
- 9 制服“雷公”保平安——从尖铁棒到等离子带 ..... 41
- 10 测量高温的“尺子”——从热电偶到光学高温计 ..... 45
- 11 借得“古董”解“难题”——一路走来的制冷技术 ..... 50
- 12 数学教师“变魔术”——巴耳末巧得波长公式 ..... 55
- 13 “山重水复”时的“槟榔”——狭义相对论面前的创新 ..... 59
- 14 从韦伯到索末菲——原子结构模型的创立 ..... 64
- 15 慢高尔夫球更容易进球洞——费米破解“慢中子之谜” ..... 71
- 16 杀了“回马枪”之后——梅曼的激光比太阳还亮 ..... 74
- 17 摩擦力为什么会“消失”——神奇的多氧素 ..... 82
- 18 从门捷列夫到查德威克——元素周期律风雨兼程 ..... 86
- 19 从路布兰到侯德榜——纯碱生产 200 年 ..... 93
- 20 “假饲喂”引出真学说——巴甫洛夫探秘“望梅止渴” ..... 98
- 21 窥视人体内的奥秘——从 X 光到 MRI ..... 103

|    |                                        |     |
|----|----------------------------------------|-----|
| 22 | “血液学掀起新革命”——王振义和他的学生陈竺·····            | 110 |
| 23 | 创新为了小麦高产——金善宝和李振声各辟蹊径·····             | 114 |
| 24 | “水稻没有杂交优势”吗——“禾下乘凉梦”这样开始·····          | 120 |
| 25 | 只有地上的“光学”也不行——从“液体”到“哈勃”·····          | 127 |
| 26 | 从“21 勇士”到“坦普尔”——“深度撞击”演“太空焰<br>火”····· | 132 |
| 27 | 高楼反而不易倒塌——房屋抗震“八仙过海”·····              | 137 |
| 28 | 从“打水漂”到“冒黑金”——“中国贫油”面前的创新·····         | 142 |
| 29 | “射水打桩”驯服“无底”河——茅以升钱塘巧造桥·····           | 146 |
| 30 | 借得“细丝”看“诸侯”——神奇的光导纤维·····              | 152 |
| 31 | 强盗为何空手而归——全息照相以假乱真·····                | 158 |
| 32 | “桌子前”移到了“脖子前”——从留声机到 MP3 ·····         | 161 |
| 33 | 从“无线电的心脏”到 IC——电子放大器件的更新 ·····         | 167 |
| 34 | 从 SOS 到 GPS——无线电定位 100 年 ·····         | 174 |
| 35 | 从尼普科夫到贝尔德——借得圆盘传图像·····                | 181 |
| 36 | 从贝尔德到兹沃里金——电视如何走进千家万户·····             | 186 |
| 37 | 从“巨人”到“光脑”——“巴贝奇的梦圆了”·····             | 191 |
| 38 | “苹果”和 IBM 争霸——“PC”如何走进千家万户 ·····       | 198 |
| 39 | 自我“推销”之后——磁盘这样诞生·····                  | 205 |
| 40 | 借得磁芯造电脑——王安这样成“巨人”·····                | 209 |
| 41 | 多媒体面前辟蹊径——沈望博“嫁接”声霸卡·····              | 213 |
| 42 | 从“古毕昇”到“今毕昇”——“激光照排”的发明·····           | 218 |
| 43 | 用点阵扫描中文——从“五笔”到“百花齐放”·····             | 222 |
| 44 | 信息交流从“冷战”开始——互联网的创立·····               | 227 |
| 45 | 21 世纪的狂奔——跨世纪工程“信息高速公路” ·····          | 234 |
| 46 | 金属也有“大脑”——神奇的记忆合金·····                 | 239 |
| 47 | 从巴基球到碳纳米管——方兴未艾的纳米技术·····              | 243 |
| 48 | 测速雷达和其他——“多普勒效应”奏华章·····               | 250 |
| 49 | 掘地千米见盐卤——世界之最：“卓筒”和“燊海” ·····          | 257 |

|         |                               |     |
|---------|-------------------------------|-----|
| 50      | 牧羊老人“走到今天”——从马格尼特到磁悬浮列车……     | 262 |
| 51      | 此处“被动”胜“主动”——夜视设备的新发展……       | 268 |
| 52      | 春种“油树”秋收石油——生产石油新思路……         | 272 |
| 53      | 牛顿生年和十月革命之谜——历法改革从“旧”到“新” …   | 277 |
| 54      | 从羊皮带到光量子——密码一路走来……            | 284 |
| 55      | 火箭能飞出地球吗——“自带”“大气”遨游宇宙……      | 290 |
| 56      | 易碎“china”与炭的革命——两院士的“坚强如钢” …… | 294 |
| 57      | 欲说还休探太空——从“航天”到“空天”……         | 298 |
| 主要参考书…… |                               | 302 |

## “3.14”从几何走向迭代

——从阿基米德到“沙-波”



“3.14”——圆周率  $\pi$  小数点后两位的近似值，是我们从小学起就交上的老朋友。

那么，3.14 是怎么来的呢？

可能有人会说，这还不简单：用尺子量出圆的周长和直径，把它们一除，不就得到了嘛！

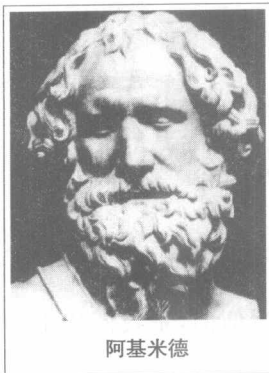
这个方法在理论上不容质疑—— $\pi$  的确是圆的周长和直径的比值。

但是，实际做起来就不是那么一回事了。

不妨假定有一个直径为 100 毫米的圆，它的周长应约 314 毫米。如果你用一条有刻度的细线来量的话，可能就不一定得到这个值：量出 1 毫米的误差是很普通的，那时算出的  $\pi$  值将不会优于 3.13~3.15；加上直径也可能发生 1 毫米的误差，这时得到的  $\pi$  值将不会优于  $313/101=3.09$  和  $315/99=3.18$ 。显然，用这种方法求得的  $\pi$  值将不一定是 3.14，可能是 3.09~3.18 之间的某一个数值——碰巧也会得到 3.14，但这个数值在计算者的眼里丝毫不比 3.09~3.18 之间的其他任何数值更“美丽动人”。

使用类似的实验方法，无论如何也得不到比较实用、准确的  $\pi$  值 3.14。这时，加大圆和用更准确的尺子也无济于事，因为也必将发生各种误差。

由此我们更加清楚，为什么古人长期对  $\pi$  准确的值是多少，始终是一头雾水。清代江宁人谈泰（生活在约 18 世纪）的测量，就是



阿基米德

对这个观点的力证。

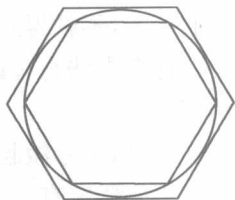
在当年,谈泰做了一个直径为一丈的圆木板,再用箴尺量它的周长,正好是三丈一尺六寸多一点,于是就认为  $\pi = \sqrt{10}$ 。

事实上,古人用这种方法只得到“3”这个更粗略的  $\pi$  值——木工师傅“周三径一,方五斜七”的口诀,就是明证。

那么,有什么“锦囊妙计”,来得到 3.14 甚至更精确的  $\pi$  值呢?

首先实现创新的是古希腊数学家阿基米德。他的方法是著名的“割圆术”。

所谓割圆术,就是先做出直径是 2 的圆的正内接和边数相同的正外切多边形(不一定是 6 边形,例如也可以是 4 边形),并利用圆的半径和多边形边长的关系,求出这两个多边形的周长。显然,圆的周长一定界于这两个多边形的周长之间(这称为“两面夹”)。然后,再做出边数增加一倍



“两面夹”



刘徽

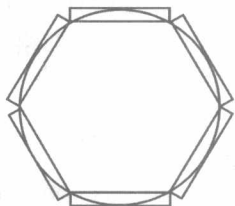
的两个正多边形,也同样求出这两个多边形的周长。如此继续下去。显然,当两个正多边形的边数无限增加的时候,它们将变成一个多边形,而且这个多边形的周长就等于圆的周长,也就等于  $\pi$  了。

当然,实际上不可能做出边数无限多的正多边形,所以阿基米德只做到正 96 边形,从而求得  $223/71 < \pi < 22/7$ 。他取了近似值  $\pi = 3.14$  或  $22/7$ 。

割圆术也称为“几何法”或“古典方法”或“阿基米德法”。

中国三国时代的魏晋数学家刘徽,利用“类齿轮盘”,采用“一面夹”算面积的方法——“刘徽法”或“徽术”,也求得  $\pi = 3.14$  或  $3.1416$ 。

1621年,物理学家、数学家斯涅耳(1580或1591~1626),对古典方法做出了一种三角上的改进。1630年,意大利罗马数学家格林贝格利用这种改进,得出精确到小数点后39位的  $\pi$  值。



“类齿轮盘”

此外,在1979年,中国学者俞文麒、陈开明,将圆内接和外切正多边形的边,用二次抛物线逼近,从正6边形割到384边形的时候,得到  $3.1415926$ 。而从正方形割到256边形,得到  $3.14159261 < \pi < 3.14159266$ 。

但是,数学家们很快就发现,如果不改进方法,要想得到更准确的  $\pi$  值,是“难于上青天”的。

法国数学家韦达(1540~1603)在这方面做了开创性的工作。他提出了  $\pi$  的“解析表达式”——“无穷乘积式”或“韦达式”

$$2/\pi = \sqrt{1/2} \cdot \sqrt{1/2 + (1/2) \sqrt{1/2}} \cdot \sqrt{1/2 + (1/2) \sqrt{1/2 + (1/2) \sqrt{1/2}}} \cdots$$

开创了用“解析方法”求  $\pi$  的阶段。这个求  $\pi$  公式的奇妙之处在于,从它的“外表”上看不到“圆”的任何影子。

但是,韦达式是通过考察单位圆的一系列正内接多边形之后得到的,所以我们依然把他的方法归入几何法中。

1650年,英国数学家沃利斯(1616~1703)利用类比、归纳和极限的方法,从计算圆面积入手,得出  $\pi/2 = (2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6 \cdots) / (1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 5 \cdots)$ 。英国皇家学会第一任会长布龙克尔(1620~1684)爵士由沃利斯的公式导出了  $\pi$  的连分数表达式

$$\pi/4 = \frac{1^2}{1} + \frac{1^2}{2} + \frac{3^2}{2} + \frac{5^2}{2} + \frac{7^2}{2} + \dots$$

不过,这两个好朋友各自发现的上述式子,都没有实际用于大规模推算  $\pi$ 。

这是推算  $\pi$  的“分析法”正式诞生前的“山雨欲来风满楼”。

1671 年,苏格兰数学家詹姆斯·格雷戈里(1638~1675)公开了他发现的公式

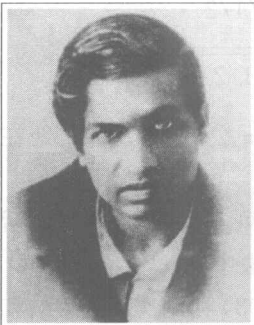
$$\arctan x = x - x^3/3 + x^5/5 - x^7/7 \dots (-1 < x \leq 1).$$

1673 年,莱布尼兹在独立发现格雷戈里公式之后,设其中  $x=1$ ,就得到“莱布尼兹公式”

$$\arctan 1 = \pi/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + \dots$$

由于要许多项才能得到比较精确的  $\pi$  值,工作量很大,所以实际上并没有用来大规模推算  $\pi$ 。但是,这个式子完全“摆脱”了“几何”,所以成了分析法推算  $\pi$  的真正开端。

莱布尼兹公式是“反正切式”中的一种。其他著名的反正切式,有英国伦敦格雷斯汉姆大学天文学教授马青(1680 或 1685~1751 或 1752)在 1706 年发现的



拉马努扬

$$\pi = 16\arctan 1/5 - 4\arctan 1/239,$$

和德国数学家高斯(1777~1855)在 1853 年发现的

$$\pi = 48\arctan 1/18 + 32\arctan 1/57 - 20\arctan 1/239,$$

等等。

分析法除了用反正切式以外,还有其他式子。

“椭圆积分法”建立在椭圆积分变换的理论上。它的创始人是印度数学家拉马努扬(1887~1920),他在 1914 年给出了“拉马努

扬公式”：

$$1/\pi = (2\sqrt{2}/9801) \sum_{n=0}^{\infty} [(4n)!/(n!)^4] \cdot [(1103+26390n)/396^{4n}]。$$

用这个公式只取前两项就有

$$1/\pi = \{[2\sqrt{2}/9801] \cdot [0!/(0!)^4] \cdot [(1103+0)/396^0]\} \\ + \{[2\sqrt{2}/9801] \cdot [4!/(1!)^4] \cdot [(1103+26390)/396^4]\}。$$

由此可算得 6 位准确  $\pi$  值 3.14159。

椭圆积分法还有一些“变种”。例如，在 1989 年，美国哥伦比亚大学的达维德·丘德诺夫斯基(1933~)，和格雷戈里·丘德诺夫斯基(1938~)兄弟，就把拉马努扬公式改良为“丘德诺夫斯基公式”：

$$1/\pi = 12 \sum_{n=0}^{\infty} [(-1)^n (6n)! (13591409 + 545140134n)] / \\ [(3n)! (n!)^3 (640320^{3n+3/2})]。$$

1976 年，欧仁·沙拉明和理查德·波伦特各自独立发明了“沙-波法”，即“相关二次算法”——一种迭代法：

设  $a_0 = 1, b_0 = 1/\sqrt{2}, s_0 = 0.5$ ，对于  $k = 1, 2, 3, \dots$ ，计算

$$a_k = (a_{k-1} + b_{k-1})/2$$

$$b_k = \sqrt{a_{k-1}b_{k-1}}$$

$$c_k = (a_k)^2 - (b_k)^2$$

$$s_k = s_{k-1} - 2^k c_k$$

$$\pi_k = 2(a_k)^2/s_k；$$

这就是说，这个算法的每次迭代都会使  $\pi$  的正确位数急剧增加：各次迭代依次产生  $\pi$  的 1, 4, 9, 20, 42, 85, 173, 347 和 697 个正确数字。

沙-波法也有许多“变种”。



一对“圆周率痴迷者”：达维德(左)和他的弟弟格雷戈里

椭圆积分法和沙-波法的算  $\pi$  公式,完全脱离了传统的几何、三角,看不到任何有关“圆”的影子,但是却可以高速算出  $\pi$  值,所以被许多数学家采用。例如,在 2002 年 12 月 6 日,日本科学家金田康正(1949~)等人,用超级电子计算机算出了精确到小数点后面 12 411 亿位的  $\pi$  值,据说就是改善沙-波法为“分解有理数化法”(DRM 法)计算的。

数学家们除了完成从古典法→分析法→椭圆积分法和沙-波法的创新以外,还在计算工具上做了改进——从人工心算、笔算,到用机械计算,再到电子计算机计算。

那么, $\pi$  的研究结束没有呢?

在 1971 年,一本著名的书《 $\pi$  的历史》出版了,它的最后一章使人联想起这样一种结论: $\pi$  的本质上有意义的每件事都被发现了,特别是不存在关于  $\pi$  的新公式。可是,书的墨香刚刚散去,椭圆积分法和沙-波法的算  $\pi$  公式就横空出世了!

于是,我们不得不用爱因斯坦的名言来做结语:“科学决不是也永远不会是一本写完了的书,每一项重大发现都会带来新的问题。”

那么,就让我们继续“追圆寻  $\pi$ ”吧——“探索圆周率就像探索宇宙。”痴迷于计算圆周率的达维德·丘德诺夫斯基这么说。

## 地球“小”、月球“近”



——“难事”并非难事

尼罗河水闪金光，  
家乡美丽的土地上，劳动的人们在歌唱。  
忘掉你的忧愁和悲伤，  
唱起美好的希望，  
用劳动的汗水和歌声，  
迎接丰收的好时光，  
啊——

这是《尼罗河畔的歌声》——一首优美欢快的埃及民歌。

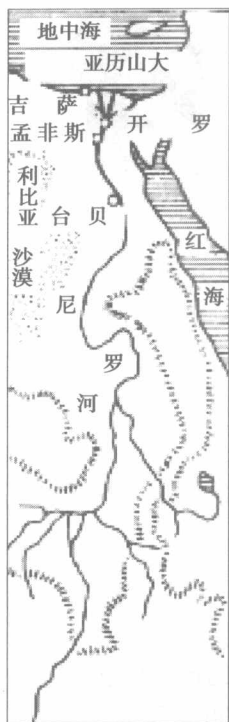
我们就沿着这荡气回肠的歌声，回走到 2 000 多年前吧。

公元前 200 多年，一个人徒步沿着风景如画的尼罗河向上游走去。用了 20 多天时间，经过八九百千米的艰难跋涉，他终于到达辛尼小镇……

这个人是谁？他为什么要冲破云山阻隔，历尽千难万险到异地他乡的小镇去呢？

公元前 332 年，古希腊北部的马其顿王国的亚历山大（公元前 356～前 323）征服了埃及。为了庆祝这个胜利，他在当时叫“圣河”的尼罗河口处，建立了以他的名字命名的亚历山大城。这座城很快成为世界文化中心。这里有世界第一流的大学、博物馆、图书馆……

古希腊数学家埃拉托色尼（约公元前 274～前 194）就是亚历



尼罗河弯弯,向北流

几乎在同一条子午线上的亚历山大城却没有这种现象,这表明亚历山大城夏至中午的太阳光线与垂直线有偏差。那么,这个偏差有多大呢?”带着这个问题,埃拉托色尼又回到亚历山大城。

第二年夏至中午,埃拉托色尼对亚历山大城内的柱影进行了测量,发现柱影为柱子长度的 12.6%。由此,可以算得太阳光线偏离竖直方向 7.2°。这时,一个计算地球圆周的方法在他心中产生了。

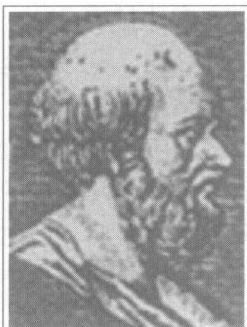
山大图书馆的管理员(后来担任馆长)。大约在公元前 240 年的一天,他在亚历山大图书馆查找资料。虽然想找的资料没有找到,但他却在一份文献上看到这样一个记载,亚历山大城南面有个叫辛尼的小镇,每年“夏至”这天中午,阳光能直射到很深的井底。这个偶然得知的奇特现象,引起了极大的兴趣。

阳光为什么能直射到很深的井底呢?为了揭示其中的奥秘,埃拉托色尼决定亲自去看一看。

到达辛尼的第三天正是夏至。那天中午,艳阳高悬天顶,深井里映出它的影子,地上的长竿直立炎阳之下而不见阴影,房屋也没有影子……

这些现象说明什么问题呢?埃拉托色尼思索着、思索着。“这些现象说明这一天射来的阳光垂直于地平面”——他终于得出了正确答案。

“既然可视为平行光线的阳光垂直于地面,那就说明光线的方向是射向地心的。而



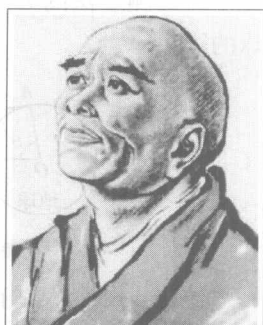
埃拉托色尼

亚历山大城竖直方向与太阳光线之间的夹角为  $7.2^\circ$ ，这个角度显然与两城竖直方向的夹角相等，即圆心角也是  $7.2^\circ$ 。显然，此时如果知道两城之间的“直线”（实际是沿大圆的弧）长度，那么地球的周长就算出来了。

埃拉托色尼从商队经过两地所花的时间，算出两城之间距离约 5 000 斯台地亚（古埃及的一种长度单位）。这样，地球的圆周就是大约  $5\,000 \cdot (360/7.2)$ ，即大约折合 39 816 千米。由此可算得地球半径约 6 340 千米。

现在，我们知道地球的最大圆周赤道圈的长度大约是 40 075.704 千米，最小圆周子午圈长 40 008.548 千米。显然，这些数据与 2 000 多年前埃拉托色尼得到的地球周长相差无几，这不能不说明埃拉托色尼创新方法的巧妙。

世界上第一次子午线长度的实测，是在中国著名天文学家兼佛学家张遂（又名僧一行或一行，683~727）的主持下，于唐朝开元十二年即 724 年起完成的。得出的子午线 1 度长为 129.2 千米，和近代值 111.2 千米的误差仅约 13.9%。这次实测，被英国科学史家李约瑟（1901~1995）誉为“科学史上划时代的创举”。



一行

埃拉托色尼作为世界上第一个以科学而简单的妙法测量地球的人，被载入科学史册。他测算的准确度，直到 1617 年才被荷兰科学家斯涅耳（1580 或 1591~1626）超过。

不过，埃拉托色尼能得到那么准确的数值，也含有一定的巧合成分。这是因为他使用的两城之间的距离 5 000 斯台地亚，并不是实测的准确结果，而是根据商队行走的时间、速度来估算的。

在埃拉托色尼之后，另一位古希腊学者波番多尼也采用过类似的方法。他利用老人星在罗德岛与亚历山大的高度差，及两地的大致距