

中华科学文明史

The Shorter Science and Civilisation in China

2

李约瑟原著

柯林·罗南改编

上海交通大学科学史系译

江晓原策划

上海人民出版社

中华科学文明史

中华史纲卷

第四卷 隋唐五代

主编 王仲闻 副主编 王仲闻

王仲闻主编

中华书局出版

中华科学文明史

The Shorter Science and Civilisation in China

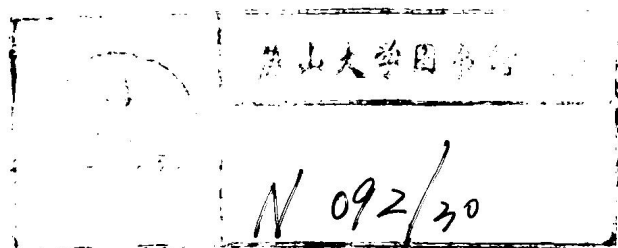
2

李约瑟原著

柯林·罗南改编

上海交通大学科学史系译

江晓原策划



05
10

上海人民出版社



0408608

图书在版编目(CIP)数据

中华科学文明史.第2卷/(英)李约瑟原著;

(英)罗南改编;上海交通大学科学史系译.

—上海:上海人民出版社,2002

书名原文:THE SHORTER SCIENCE CIVILISATION IN CHINA

原出版者:Cambridge University Press, 1986

ISBN 7-208-03965-8

I. 中... II. ①李...②罗...③上... III. 自然科学史—
中国—普及读物 IV. N092

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第077422号

责任编辑 胡小静

封面装帧 吴志勇

中华科学文明史

(第二卷)

李约瑟 原著

柯林·罗南 改编

上海交通大学科学史系 译

江晓原 策划

世纪出版集团

上海人民出版社出版、发行

(200001 上海福建中路193号 www.ewen.cc)

新华书店上海发行所经销

商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

开本 890×1240 1/32 印张 15 插页 5 字数 340,000

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

印数 1-5,100

ISBN 7-208-03965-8/K·920

定价 33.00元

翻译前言

李约瑟的巨著《中国科学技术史》(*Science and Civilization in China*——直译的中文书名应该是《中国的科学与文明》),卷帙浩繁,从1954年起出版,已出数十巨册,至今仍远未出齐,而李氏已归道山。

剑桥大学出版社和李氏生前考虑到公众很难去阅读上述巨著,遂又请科林·罗南(Colin A. Ronan)将李氏巨著改编成一种简编本,以便公众阅读。书名《中华科学文明史》(*The Shorter Science & civilisation in China*),篇幅仅李氏原著十几分之一,从1978年起陆续出版,共得五卷。不幸的是,罗氏也已在数年前归于道山。

此五卷简编本的中文版权,已由上海人民出版社一并购得,由上海交通大学科学史系负责翻译。此刻在读者手中的,就是这一成果。

去岁正值李氏百岁诞辰,这部《中华科学文明史》之翻译及出版,正可作为对李氏数十年辛勤工作和他对中华文明的深厚感情的纪念。

本书中译本是集体合作的成果。参与本书译、校者,主要是上海交通大学科学史系的教师及研究生,也有若干其他单位的人士。前三卷具体分工名单如下(未注明单位者皆为上海交通

大学科学史系):

- 第一卷 1~6章: 段爱爱译
王 媛、江晓原校
7~8章: 李 丽译(华东师范大学古籍研究所)
9~11章: 邢兆良译
12~16章: 李 丽译
- 第二卷 1~3章: 钮卫星译
4~5章: 郑 燕译(浙江科学技术出版社对外
合作编辑室)
6章: 商伟明译(杭州市农业银行国际业务
部)
关增建校
- 第三卷 1章: 付桂梅译(上海交通大学学报编辑部)
关增建校
2~7章: 辛元欧译
- 第一~三卷索引: 王国忠译(浦东华夏社会发展研究院
李约瑟文献中心)
孙毅霖、钮卫星、关增建、江晓原校
- 策划、组织、统稿: 江晓原

江晓原、关增建、纪志刚、辛元欧四人共同审阅了前三卷的校样。

有几个问题需要向读者交代:

■ 英文原版中的错误问题。科林·罗南简编本中有一些错误,这些错误可分为两类:

甲、硬伤,比如将年代、地名之类写错,我们对这类错误的处理办法是正文依据原文,然后在错误之处加上“应作某某——译

者注”字样,放在括号内。

乙、并非简单的硬伤,但是属于明显不妥的论断,我们对这类错误的处理办法是正文依据原文,然后在页末注中加以说明。

■ 对其他中译本的参考。我们在翻译中主要参考了如下两种译本——这里谨向诸译者及出版社深表谢意:

甲、《中国科学技术史》翻译小组:《中国科学技术史》,科学出版社,1975年。此中译本包括“总论”两册、“数学”一册、“天学”两册、“地学”两册,系另分卷册,不与李约瑟《中国的科学与文明》英文原版对应。

乙、由科学出版社和上海古籍出版社联合出版的中译本,完全按照李约瑟《中国的科学与文明》英文原版的卷册,迄今为止仅出版了如下4册:

袁翰青等译:第一卷“导论”,1990年,

何兆武等译:第二卷“科学思想史”,1990年,

刘祖慰译:第五卷第一分册“纸和印刷”,1990年,

鲍国宝等译:第四卷第二分册“机械工程”,1999年。

■ 中译本保留了原书索引中的页码,并在正文外侧给出原书页码。在索引中,我们删除了一些专为西方读者而设、对中国读者来说是起码常识的义项。

最后,我要在这里感谢所有参加本书工作的人。还要特别感谢上海人民出版社胡小静等责任编辑们,他们已经并还将为本书付出极为艰巨的劳动。

江晓原

2001年11月18日

于上海交通大学科学史系

前 言

在李约瑟博士的《中国的科学与文明》(*Science and Civilization in China*)简编本的第二卷中,我们开始来详细考察中国人对
各门学科作出的贡献。该卷从数学开始写起,写的过程中一直
照顾了非数学专业的读者,接着是天学——天文学和气象学(气
象学在古代一直被当作天学研究的对象)。接下来的是地
学——地理学和制图学,还有地质学及其相关问题、地震学和矿
物学。最后是对中国——但不是全部——物理学的一些描述,
包括中国人对波动理论的偏爱和对微粒的反对,中国人在测量
学方面的工作,他们对静力学和流体静力学、运动学、翼面现象
(?)(*surface phenomena*)、热、光和声的研究,并且还提到了螺旋标
尺(?)(*tempered scale*)这项几乎与欧洲人同步的发明。因此,这
一卷包含了《中国的科学与文明》第三卷和第四卷第一部分的一
半内容。

我再一次得到李约瑟博士的鼓励和帮助,他总是非常热心
地提供建议,并且慷慨地用他那宝贵的时间来仔细阅读这些章
节。对于这一切我感激万分。正如前一卷,这不是新的版本,而
是原书的节写本。尽管如此,我们还是在一些地方作了小小改
动,因为随着时间推移,对一些问题已经有了更深的认识。对于
幻方,我们发现没有太大必要修改,尽管斯凯勒·卡门(*Schuyler*

Cammann)提出了批评。但是,希望进一步了解事情经过的读者当然应该去读他的有关文章。吉尼维·贵黛(Genevève Guitel)关于商代数码系统的讨论也没有要求对我们的观点作出大的改动,当然,感兴趣的读者应该很希望参阅她对数码系统的详尽论述。我们也没有改动墨家经典原来的翻译,而专家们肯定会需要去参考安古斯·格莱姆(Angus Graham)的新译本。最后,有必要向读者提到藪内清(Yabuuchi Kiyoshi)在中国历法和天文学方面的工作,以及席文(Nathan Sivin)在中国数理天文学方面的工作。关于所有这些著作的注解见于主要由李约瑟和席文编制的参考书目。

本卷采用的拉丁转写法与第一卷相同,即采用 Wade-Giles 系统,用 h 代替呼吸符号(参阅本节选本卷一表一)。

我还衷心感谢出版社编辑西蒙·弥顿(Simon Mitton)博士的极大耐心,和他们复制编辑的悉心照料。我还要感谢雪莱·芭蕾(Shirley Barry)女士,她如此灵巧地打印了手稿;还有我的太太佩妮(Penny),她仔细阅读了全文,并提出了非常有益的建议。我最后还要感谢阅读校样的斯托姆·顿洛普(Storm Dunlop)先生,和编制索引的穆蕾儿·莫伊尔(Muriel Moyle)小姐。

柯林·罗南

剑桥

1980年2月2日

目 录

| | |
|--------------------|-----|
| 翻译前言 | 1 |
| 前 言 | 1 |
| 第一章 数学 | 1 |
| 第一节 记数法、位值制和零 | 1 |
| 第二节 中国数学文献中的主要成就一览 | 8 |
| 第三节 算术和组合分析 | 19 |
| 第四节 自然数的运算 | 25 |
| 第五节 非自然数 | 37 |
| 第六节 几何学 | 42 |
| 第七节 代数 | 50 |
| 第八节 影响和交流 | 65 |
| 第九节 中国与西方的数学和科学 | 67 |
| 第二章 天学 | 73 |
| 第一节 天文学 | 73 |
| 第二节 古代历书 | 86 |
| 第三节 古代和中古时代的宇宙观念 | 90 |
| 第四节 天文仪器的发展 | 138 |
| 第五节 历法天文学和行星天文学 | 192 |
| 第六节 天象记录 | 207 |

| | | |
|-----|--------------------|-----|
| 第七节 | 基督教传教士入华时期 | 225 |
| 第八节 | 中国天文学融入近代科学 | 232 |
| 第九节 | 结语 | 234 |
| 第三章 | 气象学 | 238 |
| 第一节 | 一般气候 | 238 |
| 第二节 | 温度 | 240 |
| 第三节 | 降水 | 241 |
| 第四节 | 虹和其他现象 | 244 |
| 第五节 | 风和大气 | 246 |
| 第六节 | 雷电 | 248 |
| 第七节 | 北极光 | 249 |
| 第八节 | 潮汐 | 250 |
| 第四章 | 地学 | 255 |
| 第一节 | 地理学和制图学 | 255 |
| 第二节 | 地理学的典籍和著作 | 256 |
| 第三节 | 中国的探险家 | 270 |
| 第四节 | 东方和西方的定量制图学 | 273 |
| 第五节 | 中国的测量方法 | 298 |
| 第六节 | 立体地形图(浮雕地图)和其他专门地图 | 304 |
| 第七节 | 文艺复兴时期的制图学传入中国 | 307 |
| 第八节 | 对比性的回顾 | 308 |
| 第九节 | 矩形网格回到欧洲 | 310 |
| 第五章 | 地质学和相关科学 | 312 |
| 第一节 | 普通地质学 | 312 |
| 第二节 | 古生物学 | 323 |
| 第三节 | 地震学 | 328 |
| 第四节 | 矿物学 | 333 |

| | |
|---------------------|-----|
| 第六章 物理学 | 355 |
| 第一节 波和粒子 | 356 |
| 第二节 质量、测量、静力学和流体静力学 | 360 |
| 第三节 运动学(动力学) | 371 |
| 第四节 物体的表面现象 | 374 |
| 第五节 热学和燃烧 | 375 |
| 第六节 光学 | 380 |
| 第七节 声学 | 396 |
| 索 引 | 421 |

第一章 数 学

1

从这一卷开始我们进入对早期中国科学与文明研究的第二部分。因为数学和各种理论的数学表述已经成为现代科学的中枢,所以在对中国的任何其他科学和技术进行描述之前先来处理这门学科是合适的。西方学者对中国数学的观点经常在两个极端之间摇摆——既有夸张的赞美,也有过分的毁誉,说中国人在数学方面从来没有做什么有价值的事情,他们拥有的这种数学知识是从希腊人那里传入的。然而,正如即将要证明的,第二种观点当然远远背离了真相。

第一节 记数法、位值制和零

表 19 展示了中国人采用的或过去曾经采用的记数法。其中,在汉代(公元前 1 世纪)和汉代以后被逐渐使用的“会计体”,被认为是比较优美的并且较难篡改。第一列中较小的数字是象形字,但是从 4 往后的数字似乎是植物和动物名称的同音假借字。第三、第四列给出的甲骨文上的数字(公元前 14—前 11 世纪),以及钱币和青铜器铭文中的数字(公元前 10—前 3 世纪),在某种程度上与第六、第七列的“算筹”数字有一定的关系,这些算筹数字据信起源于真实的算筹在平板上的排列形状。所有晚

表 19 古代和中古时期的中国数字

| | 一 标准 近代 体 | 二 会计 体 | 三 商代甲骨 文(前 14到前 11 世纪) | 四 青铜铭文 和货币体 (前10到 前3世纪) | 五 周代货币上 发现的别体 (前6到前3 世纪) | 六 筹算体(前2到 后4世纪) | | 七 (后期筹算体) (13世纪) | | 八 商业体 (始于16 世纪) |
|-------|--------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|------------------------|-------|--------------------------|
| | | | | | | 个位 | 十位 | 个位 | 十位 | |
| 1 | 一 | 式或壹 | 一 | 一 | 一 | 一 | 一 | 一 | 一 | 一 |
| 2 | 二 | 式或贰 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 3 | 三 | 叁 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 | 三 |
| 4 | 四 | 肆 | 肆 | 肆 | 肆 | 肆 | 肆 | 肆 | 肆 | 肆 |
| 5 | 五 | 伍 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 | 五 |
| 6 | 六 | 陆 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 | 六 |
| 7 | 七 | 柒 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 | 七 |
| 8 | 八 | 捌 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 | 八 |
| 9 | 九 | 玖 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 | 九 |
| 10 | 十 | 拾 | 十 | 十 | 十 | 十 | 十 | 十 | 十 | 十 |
| 100 | 佰 | 佰 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 |
| 1000 | 仟 | 仟 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 |
| 10000 | 万 | 万 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 |
| 0 | 零 | 零 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 | 见表 20 |

①原著的个位与十位两栏数字排倒了,今予以指出。——译者

出的数字符号都遵循筹算系统。

据说最早出现筹算数字的书是《五曹算经》，写于公元 5 世纪，或许 4 世纪，但是在我们看到的该书的任何一个版本中都没有出现筹算数字，其中的计算只是用通用的文字写出来的。但是这个问题变得不那么重要了，因为既然数学著作的印刷开始于 11 世纪，而且有充分的证据证明筹算数字早在一千多年以前已经使用，所以印不印筹算数字想必由各个编印者自己决定的。此外，汉代数学著作中所用的表达式暗示了筹算的使用。

另外一方面，《左传》公元前 542 年（鲁襄公三十年）条下有一个猜字画谜，常被引用来说明筹算数字的历史可追溯到周代中期。这段文字显然表明了对位值法^①的掌握，但是考虑到《左传》经后人改编，以此为证据把筹算数字的历史推到战国以前的某个时期就不够妥当了，至于到战国时期，那无论如何是有货币可以为证的。如果，也是合理的推测，汉字描述计算的字“筹”如果真是古代算筹的象形字，那么数字（连同算板）的历史可以追溯到公元前 1000 年。一些甲骨文数字（C 列），特别是 5、6、7 和 10，看起来特别像排列好的算筹。

秦汉例如 Π 和 \perp 这两种数字的功能已经固定下来了，前者用于个位、百位，等等；后者用于十位、千位等等。最晚在 3 世纪以前，它们已经专门被称作纵数码和横数码。该时期的《孙子算经》载：

凡算之法，先识其位。一纵十横，百立千僵，千十相望，
万百相当。……六不积五不只。

① 如果不管这个术语而仅仅从经验上来说，位值法对每一位读者来说都是熟悉的。像 1 就是一，10（就是说数字 1 向左边移动了一个位置）表示十，100（1 向左移动了两个位置）就是一百，依次类推。小数，当然是向右边使用位值制：0.1 表示十分之一，0.01 表示百分之一，等等。

这个记数系统确立如下：

| | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|----|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 个位 | | | | | | | | | |
| 百位 | | | | | | ⊥ | ⊥⊥ | ⊥⊥⊥ | ⊥⊥⊥⊥ |
| 万位 | | | | | | | | | |
| 十位 | | | | | | | | | |
| 千位 | — | == | ≡ | ≡ | ≡ | ⊥ | ⊥ | ⊥ | ⊥ |

- 4 这样,数字例如 4716 可表示为 ≡ ⊥ — ⊥。由于相邻各位的数码用纵横不同的字体相互区分,计算者就可以使用不分行的筹算板了。但是值得提到一桩十分惊人的事实,在远至公元前 13 世纪的甲骨文数字中,1 和 10 的符号都是一条直线,前者横,后者纵。这正好与《孙子》所记载的成规相反,但是两者的原则是相同的。

《孙子》引文中的“位”字,主要指算筹在筹算板各行中的位置,换一句话说,就是指位值。“位”另外又叫“等”。在 8 世纪以前,在数字等于零的地方常常留下空位,例如在敦煌石窟的唐代手抄本中,有一卷包含了一些乘法表,结果用筹算数码表示,像 405 表示为 ≡ ||||^①。

零的圆圈符号的印刷体最早见于 1247 年秦九韶的《数书九章》,但很多人相信这个符号至少在前一个世纪就已经开始使用了。一般认为零起源于印度,在印度它最早出现在 870 年瓜略尔(Gwalior)的波阁提婆(Bhojadeva)碑文上。但是这个从印度到中国的传递缺乏确切的证据。这种形式很可能是从 12 世纪的理学家们所钟爱的哲学图像中假借而来的。无论如何,宋代数学家手中已经有了一种运用自如、发展完善的记号法,就如这个

① 按照“纵横相间”的法则,应改正为 |||| ||||。——译者

引自秦九韶著作的例子,减法

$$1,405,536 = 1,470,000 - 64,464$$

被表示为:

$$\begin{array}{cccccccc} | \equiv & \bigcirc & \equiv & |||| & \equiv & \top & | \equiv & \Pi & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc \\ & & & & & & \top & \times & |||| & \perp & \times \end{array}$$

然而,在印度,零的最早碑文证据出现在 9 世纪后期,而在印度支那和东南亚其他地区零的使用比印度要早两百年。这个事实可能有重大意义。在印度关于位值的文献和碑文证据是相互矛盾的。利用一切证据,最早的年代也似乎只能定到 8 世纪。但是印度支那的碑文中位值的应用要早得多——印度东部的占婆在 609 年,柬埔寨在 605 年。此后不久的 683 年,在柬埔寨和苏门答腊同时出现了第一批有零的碑文。在印度数字中,10 和它的倍数有独立的记号,所以与希腊和希伯来的字母记数法相比,不能算是一次革命性的进步。尽管如此,零的书写符号以及它带来的更加可靠的算法,那有可能起源于印度文化圈的东部,那里与中国文化圈的南部接壤。

在这个交接地带会造成什么样的结果呢?那里的文化会不会把中国筹算板上给零留的空位换成一个空圆圈呢?关键在于,中国远在《孙子算经》(3 世纪末)以前就有了一个基本上是十进制的位值体系。因此道家神秘主义“虚”的概念对发明零符号的贡献,可能并不亚于印度哲学的“空”。零符号最早出现在中印文化交界带有确知年代的碑文中,似乎很难说是一种巧合。

就位值制而言,中国人似乎一直在使用它。对此我们所拥有的最早证据是商代的数字系统,它们的符号给出在表 20 中,位值的含义是明显的。它也明显比同时期巴比伦和埃及的字体更为先进。不可否认,三种系统都是从 10 开始一个新的循环,在 10 之上累加,每一种都含有位值的成分,但是只有中国商代能够用不