

中华科学文明史

The History Science and Civilization in China

4

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

The Shorter Science and Civilisation in China



4

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

图书在版编目(CIP)数据

中华科学文明史.第4卷/(英)李约瑟原著;(英)罗南(Ronan, C. A.)改编;上海交通大学科学史系译.

—上海:上海人民出版社,2003

书名原文:The Shorter Science_Civilisation in China

ISBN 7-208-04435-X

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(2002)第096391号

责任编辑 胡小静

封面装帧 吴志勇

中华科学文明史

(第四卷)

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 11 插页 5 字数 251,000

2003年7月第1版 2003年7月第1次印刷

印数 1-4,100

ISBN 7-208-04435-X/K·988

定价 24.00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,遂又请柯林·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

第四卷 全部: 梁耀添译

陆敬严校(同济大学机械系)

第五卷 全部: 王 媛译

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。柯林·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

2002年9月18日

于上海交通大学科学史系

前 言

在李约瑟博士的巨著《中华科学文明史》简编本的第四卷中,我们探索了古代和中世纪的中国在机械工程技术方面取得的令人惊讶的进步。该简编本涵盖了李约瑟博士原著中第二部分第四卷中的大部分内容。然而,为了使简编本中的每一卷都有大致等量的内容,因此,并在征得李约瑟博士的同意下,水利机械的内容就被放到下一卷中。在下一卷中,水利机械的内容将与关于水路控制、建造及维护的水利工程部分一起阐述。

正如在该简编本的前几卷中一样,我十分感激李约瑟博士的鼓励与帮助,他的建议非常宝贵。也正如在前几卷,这不是新版本。然而,我们在正文里加上了汉语拼音,这种拼音现在使用很广,因此放在前面;威妥玛注音系统可在后面的方括号内查到,它是按顺序编排以方便读者在需要时参考李约瑟博士的原著。拼音在标题和图例表中单独给出。

我深深感谢剑桥大学出版社的 Simon Mitton 博士和 Fiona Thomson 小姐一如既往的帮助,也感谢 Helen Spillett 小姐对拼音音译的仔细核对,及 Sheila Champney 小姐作为抄写员所做的令人钦佩的工作,我还要感谢 Liz Granger 小姐极佳的索引。

这套简编本是在台湾蒋经国国际学术交流基金会的慷慨资

中华科学文明史

助下才得以完成的,这也是我最感激的。

Hastings, East Sussex

柯林·罗南

1992年9月

目 录

翻译前言	1
前 言	1
第一章 工程师:他们的地位,工具和材料	1
第二章 基本机械原理	41
第三章 机械玩具和中国典籍中阐述的各种机器	106
第四章 陆地运输车辆和高效率马挽具的设计	162
第五章 时钟机构:被埋没的六个世纪	229
第六章 立式和卧式装置,风车和航空技术	276
索 引	310

第一章 工程师:他们的地位, 工具和材料

中国的机械工程技术在西方的工程技术仍处于相对原始的状态时就已经达到了一个非常高的发展阶段。尽管这种技术很先进,它还是被称之为“古老技术”(eotechnic)阶段,这种技术主要是依靠容易获得的、自然存在的材料。在中国,这个阶段表现为木、竹、石头和水的时代,但金属并不是说还未为人所知,它们实际上也是一样地非常重要。青铜在周朝(约公元前1000年至公元前300年)时就用于制作武器;汉代(公元前206年至公元220年)时青铜也以精良的形式应用于齿轮和弩机中,当时生铁犁铧也广泛使用,甚至钢造工具也首次出现,中国人把金属用于他们认为是恰当的地方。中国人在某些方面远远走在欧洲人的前面:如铸铁工艺的掌握,关于锌的知识和它的第二次应用。但是大部分古代大型工程仍然主要是由木石构成的,直到文艺复兴的技术传遍亚洲大陆时这种情况才有所改变。

文艺复兴把技术的变化带到了亚洲,不过从业者们根本就没有去注意这些技术的起源。中世纪时,几乎没有人认识到技术是有历史的,直到16世纪和17世纪中的书面争论,人们才逐渐了解到古罗马人并不在纸上写字,也根本不知道有印刷的书

籍,也没有使用颈圈挽具、眼镜、爆炸武器或磁罗盘。由这个认识所引起的不安,是古代派和现代派之间的争论的一部分直接原因,而这个争论是人文主义博学家和实验哲学家之间的不可避免的冲突的一个重要方面。现代派的积极支持者杰罗姆·卡丹(Jerome Cardan)于1550年提出,磁罗盘、印刷术和火药三大发明是所有古代无法与之相匹敌的发明。差不多是一个世纪后的1620年,弗朗西斯·培根(Francis Bacon)在《新工具》(Novum Organum)中最雄辩地说道:

我们应该注意各种发明的威力、效能和后果。最显著的例子便是印刷术、火药和指南针,这三种发明古人都不知道;它们的发明虽然是在近期,但其起源却不为人所知,湮没无闻。这三种东西曾经改变了世界事物的面貌和状态,第一种在学术上,第二种在战争上,第三种在航海上,由此又产生了无数变化。这种变化是如此之大,以致没有一个帝国,没有一个教派,没有一个赫赫有名的人物,能比这三种机械发明在人类的事业中产生更大的力量和影响。

2

培根错误地认为这些发明是默默无闻的,但那时候很少有作家,以后也很少有历史学家能认识清楚这三大发明并非起源于欧洲,或了解这个事实的全部含义。就机械工程技术部分而言,所有这些问题中的某些部分将在以下的内容中得以体现。

工程师的名称和概念

在此谈谈在西方语言中和在汉语中用于“工程师”的名词起源也许是适当的。按照我们的看法,“Engine(工程师)”这一词已经具有十分生动和明确的意义,以致初看起来难以想到它是源于在一些人身上的聪明或创造性的品质——“Ingenium”,即内在的或内部产生的才华。由于这个字根的派生已经通常被罗马

人用来表达才智、工艺和技能的品质,所以从 12 世纪起能毫无意外地看到,在更限定的范围上,“Ingeniarius”一词在欧洲越来越频繁地见到,它直到 18 世纪才摆脱了最初的军事涵义。事情在中国的发展与这种情况不很相似。

在最早的时代,“工”字指手艺性质的工作,是工艺性而不是农艺性。这个意义在现代名词“工程”中保留下来,其中的“程”字原来的意义是量度、尺寸、数量、规程、检验、计算等等。其他的旧词如“机”(原意是织机,卓越的机器)和“电”(原意是闪电)最终分别被用作机械和电气设备的名称。但是,直到中世纪,这些字也还没有结合起来以表示人的身份。“匠”是代表工匠的真正古老的名词,也许是表示木匠用的矩尺,它的甲骨文实际上表示一个人拿着木匠用的矩尺。“工”字也起源于这工具的图画。可以有把握地说,中国古文化中——主要是古技术,最出色的工程操作是木工。熟练工匠(master-craftsmen)在《周礼》中被叫做“国工”或“工长”(Master Carpenters)。

3

事情还不只是这样。“巧”指的是特别熟练和令人赞美的技能,这个字右边的偏旁是有意思的,因为它与有着“呼叫”的这个意义的某些字有关系。更常见得更多的是在周朝和汉初韵文中,句末常用的呼气感叹词“兮”相关的一些词,如“号”字,意义是“呼叫”,如今还常用。故表示工程才华的名词的语义学意义在汉文中与在拉丁文中的相同,但以相反的方法表示,即汉语中的不着重“内”蕴的才华,而着重表示“呼出”的才华。

有时工程师和工匠只是称为“制造者”或“作者”。例如,早在秦朝时,“制造者或作者”这个术语就用于主管工匠及工场的官吏。与西方所用的名词相比,和工程师和工匠联系的汉语名词,好像总是有更多民用的而更少军用的意义。

封建官僚社会的工匠和工程师

本套简编本第二卷提到部分天文学家是行政官员的一部分。在某种程度上,并在较低层次上,工匠和工程师也带有这种官僚性质,部分地因为几乎在各个朝代都有很完善的皇家工场和兵工场,也部分地因为至少是在某些时期内,都是由官方经营拥有最先进技术的行业,如西汉的盐铁业。下面我们将看到曾有这样的一种趋势,即技术人员集结在这个或那个鼓励他们的优秀的官僚周围,并作为其个人的随从者。

当然,我们在此讨论的是那些进入了各种行业和农业的广大领域的人,而不是哲学家、天文学家或数学家,也不是中国人口中的受教育者。这些人一定应用了科学的原理,但不一定全部系统化。现在出现了一个新的因素。我们不能再不对广大劳动者和他们的劳动条件加以考虑,他们是人类的财富,没有这种财富,任何灌溉工程、桥梁或车辆工场的计划者们以及天文仪器的设计者们都不能做成什么事情;而且往往是靠这些人类物质财富,有创造才能的发明家和有技能的工程师才能在历史上留下了个人的特殊功绩。

通常认为,《周礼》的《考工记》部分是研究古代中国技术的最重要文献。虽然一般说来这本书是在汉代编写的,它记载了很多早期的传统,也许这个文献是起源于战国时期齐国的官书。深入的研究表明,确实里面很多内容的日期不晚于公元前2世纪和涉及到了公元前3世纪早期,也有更早一点的。因此所讨论的时代是秦始皇建造长城时的,在西方与此同时,是欧几里得(Euclid)在亚力山大里亚城新博物馆活动的时期,古代“世界七大奇观”之一的——法洛斯(Pharos)岛上的大灯塔也正在港口边上建造。

《考工记》中开始一些段落很有意思,值得全文介绍。

国有六职，百工与居一焉。或坐而论道，或审面曲势，以飭五材，以辨民器，或通四方之珍异以资之，或飭力以长地财，或治丝麻以成之。坐而论道，谓之王公。作而行之，谓之士大夫。审面曲势，以飭五材，以辨民器，谓之百工。通四方之珍异以资之，谓之商旅。飭力以长地财，谓之农夫。治丝麻以成之，谓之妇功。知者创物，巧者述之守之，世谓之工。百工之事，皆圣人之作也。烁金以为办，凝土以为器，作车以行陆，作舟以行水，此皆圣人之所作也。天有时，地有气，材有美，工有巧；有此四者，然后可以为良。

.....

文章接着举了不同的例子，描述了来自不同地区的优良产品，如郑国的刀、吴国和粤地的双刃剑。然后在谈完季节后，文章继续写道：

凡攻木之工七，攻金之工六，攻皮之工六，设色之工五，刮摩之工五，搏埴之工二。攻木之工，轮舆弓庐匠车梓。攻金之工，筑冶鳧票段桃。攻皮之工，函鲍鞞韦裘。设色之工，画绩钟筐慌。刮摩之工，玉柳彫矢磬。搏埴之工，陶瓶。有虞氏上陶，夏后氏上匠，殷人上梓，周人上舆。

中国人喜爱随意系统化的某些特点在这些段落中得到了表示，而且显然基本上根据事实。此外在最后一段里，对几个朝代最重视的技术的描述是反映中国人相关思维的一个例证——他们用五行学说来阐述由相类似元素组成的事物间的联系。另外，在第四段中提到了工业生产中的四个条件：季节，地理因素，材料的优质和技巧。对植物和动物生态学作了有趣的描述，同时也提供了这样的背景，就是当地有无矿砂或煤或森林、水的特性等等也是中国人在工业选点时考虑的。无可置疑，对这类工匠的描述是很贫乏的，远远不如对其他官方部门的官员表

述以及他们的等级和助理人的分类那么完整。因为有些工部
 6 (冬官)的材料遗失。所有我们知道的情况在表 47 都提到了。
 皇家工场必定制作皇帝和王子的宫廷所需要的礼仪用品、日常
 生活用品、车辆和机械,而且,这种工作与皇家军队的武器和装
 备的制造之间,不可能有明显的不同。当盐铁业收归官方经营
 时,这些工业的全部工匠一定也置于政府直接控制之下。可以
 想象,要制作较大型的或异常复杂的机械(如早期的水磨),就需
 或者在皇家工场里,或者在重要的地方官吏的严密监督下进行。
 一般说来,似乎各个朝代都有皇家工场,在中国所有时代中,有

表 47 《周礼 考工记》所载的行业和工种

A 玉石工	
玉工	玉人
雕刻工	雕人
制磬工	磬氏
B 陶瓷工	
陶工	陶人
砖瓦制模工	瓶人
C 木工	
制箭工	柙人 / 矢人
制弓工	弓人
细木工	梓人
武器柄工	庐人
测工、营造工、木匠	匠人
制农具柄工,见“车匠”	
D 修建渠道和灌溉沟工(以及一般水利技术人员)	
水工	匠人

第一章 工程师:他们的地位,工具和材料

(续表)

E 金属工(攻金之工)	
低合金铸工	筑氏
高合金铸工	冶氏
制钟铸工	皂氏
制量具工	梁氏
制犁工	段氏
刀剑工	桃氏
F 车辆工	
轮匠	轮人
制轮工长	国工
制车身工	舆人
制车轘和车轴工	辀人 / 轴人
车匠	车人
G 制甲(皮革的,不是金属的)	
制胸甲工	函氏
H 鞣革工	
鞣革工	韦人
生革工	鲍人
皮货工	裘人
I 制鼓工	桴人
J 纺织、染色和刺绣工(画绩之事)	
染羽毛工	钟氏
制筐工	筐人
清丝工	幌氏

理由认为最高级技术人员中的很大部分,要么是由中央官僚政府中的一部分的行政机关直接雇用,要么在他们严密管理之下工作。不过,并不是所有技术人员都是这样。大多数工匠和手艺人总是必须同小规模的家庭工场生产和商业联系起来。由普通人们和为其而独立进行的手工艺生产实际上占了最大的一部分。结果,有些地区由于某种技能倾向于集中该处而得名,例如福州的漆匠,景德镇的陶工,或四川自流井的钻井工。我们将不断看到中国邻近民族对中国工匠的重视,在有可能时,他们毫不犹豫地要求得到中国的工匠:例如 1126 年金人围困宋京开封时,要求从城中送出各种手艺人,包括金匠、银匠、铁匠、织工、缝纫工以至道士。1221 年,道士邱长春应成吉思汗的聘请,进行了从山东到撒马尔罕的著名旅行,他在途中处处遇到中国工匠。在外蒙古,这些中国工匠全体带着旗帜和花束来迎接他。在撒马尔罕,邱长春见到了更多的中国工匠。迟至 1675 年,俄罗斯外交代表团正式要求中国派桥梁建造工去俄罗斯。

中国的这些发明家和工程师来自哪里?他们是平民(小民),在古代的哲学家们看来,这些人是“小人”,以与“君子”(高尚的半贵族的博学公职人员)区别开来。既然有姓,他们便是“百姓”(古老的百家),并属于“编民”(登记过的人民)。不过,不管各个时期政府组织的生产范围怎样,国家总是依靠取之不尽的以“徭役”形式出现的义务劳动。在汉代,除非属于某些特殊免役的集团,否则每个 20 岁(或 23 岁)至 56 岁的男性平民,都要每年义务服役一个月。机关的人员从来不是主要由奴隶组成,而随着时间的进展,自然地逐渐形成以付款代替人身劳动的习惯做法,结果是大批工匠永久地从事某项职业工作。元代时(1206—1368 年),虽然都得到工资和配给品,但官方工匠与军队