



科学家之所知者○

以事实为基○

以试验为据○

以推用为表○

以证验为决○

而无所容心于已成之教○

前人之言○

中国传统文化 与科技



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

——• 乐爱国 著



ZHONGGUO CHUANTONG WENHUA YU KEJI

中国传统文化 与科技

——• 乐爱国 著



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

· 桂林 ·

图书在版编目(CIP)数据

中国传统文化与科技 / 乐爱国著. —桂林: 广西师范大学出版社, 2006.8

ISBN 7-5633-6146-4

I. 中… II. 乐… III. 传统文化—关系—科学技术—研究—中国—古代 IV. N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 037332 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市中华路 22 号 邮政编码: 541001)
(网址: <http://www.bbtpress.com>)

出版人: 肖启明

全国新华书店经销

广西师范大学印刷厂印刷

(广西桂林市临桂县金山路 168 号 邮政编码: 541100)

开本: 880 mm × 1 240 mm 1/32

印张: 8.75 字数: 190 千字

2006 年 8 月第 1 版

2006 年 8 月第 1 次印刷

印数: 0 001 ~ 3 000 册 定价: 18.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

目 录

第一章 中国古代有没有科学

2……问题的提出

5……中国古代科技史的研究

10……中国古代科技的独特体系

14……融合于文化中的古代科学

第二章 先秦诸子与古代科技

20……《周易》的科技思想

27……先秦儒家与科技

34……先秦道家的科学思想

37……墨家的科学思想

第三章 传统文化与古代数学

42……《九章算术》与儒家文化

48……传统文化背景下的“算经十书”

54……宋元时期的数学与理学

62……对数理问题的深入探讨

第四章 传统文化与古代天文历法

- 65……汉代儒家与浑天说的确立
- 71……祖冲之的《大明历》与儒家经典
- 73……郭守敬的《授时历》与理学
- 76……《周易》对古代天文历法的影响

第五章 传统文化与古代农学

- 85……农书中的重农思想
- 91……古代农学的“三才”理论
- 95……《礼记·月令》与月令式农书
- 101……农学知识的文化来源

第六章 道教练丹术与古代化学

- 105……道教练丹术的形成与发展
- 110……道教练丹术的理论基础
- 113……道教练丹术的基本方法
- 118……道教练丹术中的化学知识

2

第七章 传统文化与古代医学

- 123……先秦诸子的养生文化
- 129……《黄帝内经》的文化特征
- 135……儒学对古代医学的影响
- 141……道教的医学养生思想

第八章 沈括的科技思想与传统文化

- 146……科技的高峰与宋学的兴起
- 150……沈括及其《孟子解》
- 156……沈括的科学怀疑精神
- 161……沈括的求理精神

第九章 朱熹的理学与科学

- 168……朱熹的“格物致知”论
- 173……朱熹与浑仪
- 180……朱熹对《梦溪笔谈》的研究
- 183……朱熹的天文学思想

第十章 明清经世之学与科学

- 190……经世致用与科学研究
- 194……“西学中源”与中西会通
- 201……乾嘉时期的文化与科学
- 208……从“格物致知”到“科学”

第十一章 儒家文化与古代科技

- 217……儒家文化并不排斥科技
- 224……科学研究动机与儒家文化
- 229……古代科技的儒学化特征
- 235……与儒家文化共兴衰的古代科技

3

第十二章 近代史上的“科学救国”思潮

- 240……近代“科学救国”思潮的兴起
- 246……张之洞的“科学救国”思想
- 249……康有为、严复的“科学救国”思想
- 254……民国初年的“科学救国”思潮

主要参考文献

后记

第一章 中国古代有没有科学



或许是 1840 年之后中国近代社会的衰落以及科技的落后给今天的人们留下了太多的印象,以至于当我们审视中国传统文化与科技的关系时,最先提出的往往是中国近代科技为什么落后这样的问题,而像英国著名的中国科学史家李约瑟(Joseph Needham, 1900—1995)所提出的古代的中国人为什么能够在科学技术的许多重要方面成功地“走在那些创造出著名的‘希腊奇迹’的传奇式人物的前面,和拥有古代西方世界全部文化财富的阿拉伯人并驾齐驱,并在公元三世纪到十三世纪之间保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平”^①这样的问题,则较难引发兴趣。或许是现代科学对社会经济文化的发展起着举足轻重的作用,以至于我们很容易用现代科学的观点看待一切,包括用于分析中国传统文化及其与科技的关系,甚至怀疑中国古代有科学,或是认为中国古代只有技术而无科学。当然,也有人用近代科技没有在中国产生这一点来怀疑中国古代有科学。回答中国近代科技为什么落后这样的问题固然重要,但是,如

^① (英)李约瑟:《中国科学技术史》第一卷《总论》,北京:科学出版社,1975年,3页。

果中国古代原本就没有科学,那么当然也就无所谓后来的“落后”,甚至也无法讨论中国传统文化与科技的关系,所以从逻辑上讲,无论是讨论中国近代科技为什么落后这样的问题,还是讨论中国传统文化与科技的关系问题,首先必须讨论中国古代有没有科学。

问题的提出

在今天许多人看来,中国古代有科学,这并不是一个问题,至少不是一个难以证明的问题。但事实上,这里并不是没有问题的。有些人把“科学的”与“正确的”或“合理的”相等同;有的人认为“科学”除了自然科学,还包括社会科学、人文科学;还有的人把“技术”与“科学”混为一谈,把“技术”说成是“科技”。但如果问中国古代有没有自然科学(science),那可能就没那么容易作出明确的回答。在学术界,这个问题曾引起过讨论,至今依然存在着争议,甚至存在着截然相反的观点,既有认为中国古代无科学的,也有认为中国古代有科学的。

关于中国古代有没有科学的争论,至少可以追溯到 20 世纪初。1915 年,在由留学美国的中国学生任鸿隽等人所办的《科学》杂志的创刊号上,任鸿隽发表了《说中国无科学之原因》一文,明确指出中国自古以来就没有科学。1922 年,在美国攻读哲学的冯友兰在《国际伦理学杂志》上发表了《为什么中国没有科学——对中国哲学的历史及其后果的一种解释》,从中国哲学的角度阐发了中国古代无科学的观点。

从逻辑上讲,中国古代有没有科学的问题与“科学”一词的界定有一定的关系。“科学”一词在中国出现,大概是近代的事。因此,“科学”一开始就是指近代科学,即以系统的观察实验方法为基础、具有严密的数学和逻辑推演的自然知识体系。这种意义上的科学

最初产生于近代西方,并不产生于中国,近代的中国当然不可能有这样的科学。所以,任鸿隽、冯友兰所谓的中国无科学若是指中国没有近代科学,那应当是正确的。而且,既然中国无科学,那么就必须向西方学习,这与当时新文化运动倡导“民主”与“科学”是相一致的。显然,当时的学者提出中国古代无科学的观点是有其特定意义的,也没有太多的争议。

1937年,三位中国学生鲁桂珍、王应睐和沈诗章到英国剑桥大学生物化学实验室攻读博士学位。后来成为著名的中国科学史家的李约瑟当时也在这个实验室工作,他当时是生物化学家兼胚胎学家、英国皇家学会会员。从中国学生那里,李约瑟认识了中国,了解到了中国的文化与科技,并对此产生了浓厚的兴趣。1942年,李约瑟受英国政府的派遣,作为皇家学会的代表前往中国,后来又担任中英科学合作馆的馆长,为中国科学家、工程师和医生提供援助。在此期间,他还实地考察了大半个中国,结识了中国各界的许多学者,并就中国古代科技史问题进行了广泛的讨论,收集了大量的中国古代文献和典籍,这为他后来从事中国科学技术史的研究作了充分的准备。1944年,李约瑟在浙江大学作了题为“中国之科学与文化”的讲演,批驳了“中国自来无科学”的论点,并且指出:“古代之中国哲学颇合科学之理解,而后世继续发扬之技术上发明与创获,亦予举世文化以深切有力之影响。问题之症结乃为现代实验科学与科学之理论体系,何以发生于西方而不于中国也。”^①在这里,李约瑟对中国古代是否有科学与近代实验科学何以不产生于中国这两个问题作了明确的区分。李约瑟所作的这一区分实际上避免了那种从中国没有产生出近代实验科学到中国古代无科学的推论。

1946年,著名科学家、科学史家竺可桢在《科学》杂志上发表了《为什么中国古代没有产生自然科学》。仅从题目的表述上看,该文章似乎是要论述中国古代无科学的观点。但是,如果对照竺可桢先

① (英)李约瑟:《中国之科学与文化》,《科学》1945年1期。

前发表的《中国实验科学不发达的原因》以及后来发表的《为什么要研究中国古代科学史》则可以看出,他所谓的“中国古代没有产生自然科学”实际上是指没有产生出近代的实验科学,并没有否定中国古代有科学。^①

20世纪90年代以来,关于中国古代有没有科学的问题再次被提了出来,争论的焦点是,在中国科技史的研究中如何界定“科学”这一概念。认为中国古代有科学者把“科学”广义地界定为关于自然界的知识体系、人类对自然现象的研究的产物,它既包括近代的实验科学,也包括古代科学;主张中国古代无科学者则把“科学”狭义地界定为近代的实验科学,进而否定中国古代有科学,或认为中国古代有技术而无科学。前者主要是一批长期从事中国古代科技史研究的学者,他们根据自己的研究,梳理出中国古代科技发展的线索,甚至建构起中国古代科技的体系、框架;后者则更多地依据现代的“科学”定义,对中国古代那些被认为是“科学”的成就和史料作出比照分析,或予以否定,或提出用其他术语来取代。

不可否认,有些人在讲中国古代有科学时,并不是以科学本身的含义为根据,而往往是出于某种需要,或是出于某种情感,把某些不属于科学的东西随意地贴上“科学”的标签。把科学狭义地界定为近代科学,对于澄清科学的真正含义,避免随意地把中国古代的东西,包括技术,统统都贴上科学的标签,是有意义的。比如,中国古代的造纸术、印刷术、火药和指南针这四大发明以及大量的技术发明明显应当属于技术,而不属于科学。但是,在中国科技史的研究中,如果把这样的“科学”界定当作是唯一的、僵硬不变的,那就会遇到许多问题,因为在中国古代科技中,科学与技术往往是紧密地联系在一起的。比如古代医学就既有技术的方面,也有科学的理论,尽管尚不够成熟。尤其是,如果根据这样的“科学”界定,把中国

^① 参见刘钝:《李约瑟的世界和世界的李约瑟》,载刘钝、王扬宗:《中国科学与科学革命:李约瑟难题及其相关问题研究论著选》,沈阳:辽宁教育出版社,2002年,22~23页。

古代科技所包括的数学理论、天文学学说等统统都视为技术，并进而否定中国古代有科学，这又不符合历史事实，实际上也否定了对中国古代科技史的研究。

而且从逻辑上讲，要回答中国古代有没有科学这样的问题，不仅需要概念上进行界定，更需要对中国古代的历史作出具体的、深入细致的研究和分析，也就是要探索中国古代这个巨大的时空区域。在这种情况下，要证明中国古代无科学，就必须对中国古代的所有文献典籍作全面的发掘、整理和研究，在确定没有发现科学的踪迹之后，方可作出断言；与之相反，要证明中国古代有科学，则只要从中获取部分与科学有关的史料，即可以得到论证。这就是所谓的“说有容易，说无难”。

事实上，当今某些主张中国古代无科学者并没有潜心于中国古代典籍的研究，而主要是根据“科学”的定义，对那些用以证明中国古代有科学的史料和论据作出简单的否定。先是那些认为中国古代有科学者从中国古代的时空区域中发掘出其认为是“科学”的论据，然后是那些主张中国古代无科学者根据自己的“科学”定义对其予以否定。当然，如果后者对前者所发掘的论据作逐条分析，这对于促进中国科技史的研究倒是有益处的。遗憾的是，后者并没有这样做，而往往只是作出抽象的整体分析，从定义出发加以否定，这就显得苍白无力了。中国古代科技史是一门刚刚兴起的学科，所涉及的只是中国古代时空区域的一小部分。因此，即便否定了现有用于证明“中国古代有科学”说的全部论据，也还是不能完全证明中国古代无科学。由此可见，在目前情况下说中国古代无科学，明显根据不足，而且随时并永远都会面临新发掘出来的史料的挑战。

中国古代科技史的研究

与主张中国古代无科学者不同，认为中国古代有科学者大都从

历史的角度,深入到浩瀚的中国古代典籍之中。他们不断发掘出大量与科技有关的新的史料,构建了中国古代科技史的框架,并且研究了与中国古代科技发展相关的许多问题,同时也论证了“中国古代有科学”这一论断。在这些研究中国科技史的学者中,作出了杰出贡献的当首推英国的李约瑟。

一、李约瑟的《中国科学技术史》

如前所述,李约瑟很早就认为中国古代有科学,而且较早地进入了中国科技史的研究领域。他最重要的研究成果是他在诸多学者的协助下编纂的《中国科学技术史》(*Science and Civilization in China*)。这是一部专门论述中国古代科学、技术和医学的鸿篇巨制,共分七卷:第一卷《总论》除了介绍《中国科学技术史》的编纂计划之外,主要论述了中国地理概况和中国的历史,并介绍了中西科学技术的交流;第二卷《科学思想史》论述了中国科学思想史和科技发展的思想背景,主要介绍了中国古代哲学各流派(如儒家、道家、法家、墨家以及宋明理学)和科学思想的演变发展;第三卷为《数学、天文学和地学》;第四卷《物理学及相关技术》包括物理学、机械工程、土木工程和航海等分册;第五卷《化学及相关技术》包括造纸术及印刷术、炼丹术的起源、炼丹术的发展、炼丹术的器具和理论以及中外比较、内丹与早期化学、军事技术、火药与火器史、纺织技术、织造与织机技术、有色金属冶炼术、钢铁冶炼、采矿等分册;第六卷《生物学及相关技术》包括植物学、农业、畜牧业和渔业以及林业、园艺和植物技术、动物学、营养学和发酵技术、解剖学、生理学、医学和药理学等分册;第七卷《社会背景》包括经济结构、语言与逻辑、政治制度与思想体系等分册,并对中国为什么没有产生出近代科学作出回答。该著作自1954年出版第一卷起,直至1995年李约瑟去世,尚在出版中。

李约瑟的《中国科学技术史》被看作是中国科技史研究的里程

碑式的著作,李约瑟因此成为中国科技通史研究的开山鼻祖。由于在中国科技史研究领域里的卓越贡献,他于1974—1977年当选为国际科学史与科学哲学联合会的科学史分会主席,1993年被选为中国科学院首批外籍院士,1995年他去世时,联合国教科文组织专门为他出版了一本传记《李约瑟:20世纪的文艺复兴人》。在我国,李约瑟的《中国科学技术史》受到了很大的重视。20世纪70年代,《中国科学技术史》中文版开始出版发行,至今仍在陆续出版中。

关于《中国科学技术史》的写作动机,李约瑟在1954年出版的《中国科学技术史》第一卷中提出了许多问题,其中最具代表性的问题是:中国古代涌现的科学发现和技术发明“往往远远超过同时代的欧洲,特别是在十五世纪之前更是如此(关于这一点可以毫不费力地加以证明)。欧洲在十六世纪以后就诞生出现代科学,这种科学已经被证明是形成近代世界秩序的基本因素之一,而中国文明却没有能够在亚洲产生出与此相似的现代科学,其阻碍因素又是什么”?李约瑟指出:“这些问题是本书想探讨的问题的一部分。”^①后来,他又明确说:“大约在1938年,我开始酝酿写一部系统的、客观的、权威性的专著,以论述中国文化区的科学史、科学思想史、技术史和医学史。当时我注意到的重要问题是:为什么现代科学只在欧洲文明中发展,而未在中国(或印度)文明中成长?……随着时光的流逝,随着我终于开始对中国的科学和社会有所了解,我逐渐认识到至少还有另外一个问题同样是重要的,即,为什么在公元前1世纪到公元15世纪期间,中国文明在获取自然知识并将其应用于人的实际需要方面要比西方文明有成效得多?”^②这就是著名的“李约瑟难题”,而解决这一难题正是李约瑟写作《中国科学技术史》的动机之一。从“李约瑟难题”看,它是以“中国古代有科学”为前提的,

① (英)李约瑟:《中国科学技术史》第一卷《总论》,3~4页。

② (英)李约瑟:《东西方的科学与社会》,载刘钝、王扬宗:《中国科学与科学革命:李约瑟难题及其相关问题研究论著选》,83页。

而且李约瑟的研究工作也证明了中国古代有科学。1965年,李约瑟还在一次演讲中明确反对中国古代没有科学的观点,其中说道:“有人说中国没有科学,这也是无稽之谈,因为他们缺乏历史常识,在公元第一至第十五世纪中,中国的科学技术比欧洲进步得多。”^①

二、中国学者的中国科技史研究

在中国科技史的研究方面,中国学者早在李约瑟之前就已经做了大量的工作。正如曾任李约瑟研究所所长的何丙郁所说:我们不可误认为李约瑟是研究中国科技史的先驱者;20世纪二三十年代,一些中国老前辈在这方面已有相当的贡献。^②其中李俨、钱宝琮、朱文鑫、李乔平、王振铎、钱临照、王庸、李涛、刘仙洲、梁思成等分别研究了古代的数学、天文学、化学知识、物理知识、地理学、医学、机械工程、建筑等,他们搜集中国古代有关科技的典籍,按照现代学科划分标准,摘录史料并作考证,把古代知识翻译成现代的科技语言或进行复原,开展专题研究,撰写学科史。^③

20世纪50年代,中国科技史的研究进入了新阶段。1954年,中国科学院成立了中国自然科学史研究委员会。同年8月27日,时任中国科学院副院长、中国自然科学史研究委员会主任的竺可桢在《人民日报》上发表《为什么要研究我国古代科学史》一文,这被看作是建国以后中国科技史事业发展的重要标志。^④1956年,国家制定“科学技术发展远景规划”,其中的《中国自然科学与技术史研究工作十二年远景规划草案》明确地将科技史工作的主要目标定位在“中国古代科技史”上。60年代初,先后出版了《中国数学史》、《中国化学史》、《中国古代地理学简史》、《中国机械工程发明史》等。80

① (英)李约瑟:《友谊的芬芳——1965年5月15日在英中了解协会成立大会上的演说词》,载李约瑟:《四海之内——东方和西方的对话》,北京:三联书店,1987年,128页。

② 何丙郁:《如何正视李约瑟博士的中国科技史研究》,《西北大学学报》1996年2期。

③ 张柏春:《对中国学者研究科技史的初步思考》,《自然辩证法通讯》2001年3期。

④ 席泽宗:《科学史十论》,上海:复旦大学出版社,2003年,203页。

年代初,其余的学科史专著也相继出版。

80年代最为重要的中国科技史著作是由杜石然等人共同编写、于1982年出版的《中国科学技术史稿》。这是中国的科学史家们自己编撰的一部综合性的中国科学技术史,其内容包括:原始技术和科学知识的萌芽,技术和科学知识的积累,古代科学技术体系的奠基,古代科学技术体系的形成,古代科学技术体系的充实和提高,古代科学技术体系的持续发展,古代科学技术发展的高峰,传统科学技术的缓慢发展,西方科学技术的开始传入,近代科学技术;最后是《结语》,论述了科学技术是在历史上起推动作用的革命力量、科学技术发展的社会条件、关于中国古代科学技术体系的问题和中国科学技术在近代落后的原因。关于《中国科学技术史稿》的编写目的,该书《前言》写道:“科学技术的发展,和人类社会的其他事物一样,是有着一定的历史继承性的。今天的科学技术,正是由过去的科学技术发展而来的。研究和了解中国科学技术发展的历史,探讨它的发展规律,将可以起到借鉴历史、温故知新的作用。”^①这里讲到要研究和了解中国科学技术发展的历史,探讨它的发展规律,明显是肯定中国古代有科学。

1991年,中国科学院将编撰30卷本《中国科学技术史》的计划列为“八五”重点课题。这部鸿篇巨制包括三类,其中通史类5卷:《通史卷》、《科学思想史卷》、《中外科学技术交流史卷》、《人物卷》、《科学技术教育、机构与管理卷》;分科专史类19卷:《数学卷》、《物理学卷》、《化学卷》、《天文学卷》、《地学卷》、《生物学卷》、《农学卷》、《医学卷》、《水利卷》、《机械卷》、《建筑卷》、《桥梁卷》、《矿冶卷》、《纺织卷》、《陶瓷卷》、《造纸与印刷卷》、《交通卷》、《军事技术卷》、《度量衡卷》;工具书类6卷:《科学技术史词典卷》、《科学技术史典籍概要卷》(2卷)、《科学技术史图录卷》、《科学技术年表卷》、《科学技术史论著索引卷》。每卷60至100万字不等。关于编撰这部巨著的目

^① 杜石然等:《中国科学技术史稿·前言》,北京:科学出版社,1982年。

的,总主编卢嘉锡指出:“中国古代科学技术是祖先留给我们的一份丰厚的科学遗产,它已经表明中国人在研究自然并用于造福人类方面,很早而且在相当长的时间内就已雄居于世界先进民族之林。……而近三百年来,中国科学技术落后于世界科学技术发展的潮流,这也是不可否认的事实,自然是值得我们深省的重大问题。”^①显然,这部巨著的编撰也是以“中国古代有科学”为前提的。

中国科技史的研究已经走过了大半个世纪的历程。这些研究是以“中国古代有科学”为前提的,并以大量的研究成果证明了中国古代有科学。面对这样长期、大量的研究以及所取得的大量丰富的研究成果,主张中国古代无科学者能予以否定吗?中国科技史的研究既包括对古代科学的研究,也包括对古代技术的研究,能够把其中的科学都说成是技术吗?更为可笑的是,某些主张中国古代无科学者居然批评李约瑟的《中国科学技术史》混淆了“科学”与“技术”的概念。不能否认,李约瑟的《中国科学技术史》也会有某些失误,一些没有受过专业训练的人有可能混淆“科学”与“技术”的概念,但如果以为搞了一辈子科学史研究的英国皇家学会会员李约瑟混淆了“科学”与“技术”的概念,或者说连什么是科学、什么是技术都搞不懂,那的确难以置信。若真是那样,那么卢嘉锡任总主编的《中国科学技术史》也可能混淆了“科学”与“技术”的概念,甚至所有的中国科学史家及其著作都混淆了“科学”与“技术”的概念,并且混淆了大半个世纪。

中国古代科技的独特体系

中国古代有没有科学,不能靠简单的从定义出发的逻辑推演来回答,而是需要通过全面、深入地研究中国古代历史文献才能予以

^① 卢嘉锡:《中国科学技术史·总序》,北京:科学出版社,2003年。

回答。包括李约瑟在内的一批研究中国科技史的学者大都没有停留在对中国古代有没有科学这一问题的冥思苦想上,而是实事求是地从汗牛充栋的古代历史文献中梳理出中国古代科技发展的线索,并且为我们描述了中国古代科技的发展阶段:第一,古代科技的萌芽,即从远古到夏、商、西周时期;第二,古代科技体系的奠基,即春秋战国时期;第三,古代科技体系的形成,即秦汉时期;第四,古代科技的持续发展,即魏晋南北朝至隋唐时期;第五,古代科技发展的高峰,即宋元时期;第六,古代科技的缓慢发展,即明清时期。这样的描述使我们看到了中国古代科技的发展脉络,从而有可能从中找到古代科技发展的规律。

中国科学史家们不仅描绘了中国古代科技的发展阶段和发展线索,更重要的是,还为我们描述了中国古代科技在从秦汉时期形成体系到宋元时期达到高峰这一过程中所建立的特有的学科知识体系。^①

1. 中国古代数学体系

中国古代数学体系最早以汉代的《九章算术》为代表,以解决社会的各种实际问题为主要目的,以算筹为主要的计算工具,以当时世界上最先进的十进位值制的记数系统进行各种运算,是一个包括算术、代数、几何等各种数学知识的体系。经过汉唐时期的发展,又逐渐形成了“算经十书”。到宋元时期,古代数学体系达到了发展的高峰,在高次方程和高次方程组的数值解法、高阶等差级数求和、内插法、一次同余式等方面都取得了比西方早数百年以上的成就。中国古代数学体系始终以计算见长,以解决实际问题见长,并以此形成自己的特点。

2. 中国古代天文学体系

中国古代天文学在历法、天文仪器、宇宙理论等方面都很有自己的特色,并形成了自己的体系,其中以历法最为突出。中国古代

^① 参见杜石然等:《中国科学技术史稿》下册,320~324页。