

YUANDAI DE KEXUEJISHU YU SHEHUI

元代的科学技术 与社会

彭少辉 著



YUANDAI DE KEXUE JISHU YU SHEHUI

元代的科学技术与社会

彭少辉 著

河南大学出版社

· 开封 ·

图书在版编目(CIP)数据

元代的科学技术与社会/彭少辉著. —开封:河南大学出版社,
2010.9

ISBN 978-7-5649-0259-9

I. ①元… II. ①彭… III. ①科学技术—技术史—中国—
元代 IV. ①N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 185889 号

责任编辑 纪庆芳

责任校对 辛 媛

装帧设计 马 龙

出 版 河南大学出版社

地址:河南省开封市明伦街 85 号 邮编:475001

电话:0378-2825001(营销部) 网址:www.hupress.com

排 版 郑州市今日文教印制有限公司

印 刷 河南郑印印务有限公司

版 次 2010 年 12 月第 1 版 印 次 2010 年 12 月第 1 次印刷

开 本 890mm×1240mm 1/32 印 张 10.625

字 数 276 千字 定 价 26.00 元

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)

目 录

引论	(1)
第一章 蒙元诸汗、皇帝与科学技术	(10)
第一节 从宋代皇祐浑仪以及铜人在元代命运看蒙元 诸汗、皇帝对科技的态度及元世祖对南宋科技 文明的传承	(11)
第二节 蒙元诸汗、皇帝与元代科技名家	(26)
第三节 元世祖与大都建设以及也黑迭儿工程世家的出 现	(59)
第四节 元顺帝时期的科学技术	(69)
第二章 元代初期(1206~1271 年)北方科技文化中心的 建立	(75)
第一节 对元代文化的总体评价	(75)
第二节 秩序的重建与科技文化中心的北移	(79)
第三节 北方科技文化中心的早期成就(1206~1271 年) 	(92)
第三章 元代的科学技术成就概况	(109)

第一节	元代的数学、天文历法高度发展,科技水平为中国传统科技发展之巅峰·····	(109)
第二节	元代的农学、医学、建筑学等学科群星灿烂·····	(118)
第四章	马可波罗视野中的中国科技·····	(147)
第一节	马可波罗视野中的中国天文学、医学·····	(148)
第二节	关于元代的工艺技术·····	(151)
第五章	元代矿冶业·····	(171)
第一节	“煤炭”一词在元代的出现以及煤炭资源的大量开发·····	(172)
第二节	元代腹里地区的铁矿·····	(179)
第三节	元代铜、银的开采和冶炼·····	(195)
第四节	元代的银矿及其开采·····	(208)
第五节	元代有关采矿、冶铸文献刊行的社会意义·····	(216)
第六章	元代的军事科技·····	(223)
第一节	军器制造概况·····	(223)
第二节	回回炮的制造·····	(232)
第三节	爆炸性火器向管形火器的演变·····	(237)
第四节	军甲制造·····	(244)
第五节	弓、弩、箭等的制造·····	(250)
第六节	其他军器的制造·····	(254)
第七章	元代的酿酒与制糖业·····	(257)
第一节	元代的酿酒业与酒的酿造技术·····	(257)
第二节	元代的制糖业及其生产技术·····	(273)

第八章	元代科技高峰形成原因探析	(285)
第一节	高度发达的封建经济为其奠定坚实的物质基础	(286)
第二节	蒙元诸汗、皇帝高度重视科技发展以及采取开明、务实、灵活的政策	(298)
第三节	人才评价机制产生重大变革	(308)
第四节	最大限度地利用域外科技文明成果,集中西技艺之大成	(315)
主要参考文献		(322)

引 论

科学技术与社会是一门自然科学和社会科学相交融的研究领域。

17 世纪英国哲学家弗朗西斯·培根提出“知识就是力量”的口号，他在《新工具》一书中对于科技与社会的关系有许多论述，如对于中国人发明的印刷、火药和磁石，他说：“这三种发明已经在世界范围内把事物的全部面貌和情况都改变了；第一种是在学术方面，第二种是在战事方面，第三种是在航行方面；并由此又引起难以数计的变化来；竟至任何帝国、任何教派、任何星辰对人类事务的力量和影响都仿佛无过于这些机械性的发现了。”^①说明他看到了科学技术的巨大社会功能和价值，认为人类对科学技术的运用可以深刻地改变社会。

19 世纪中叶起，马克思、恩格斯亲身经历工业革命给人类社会带来的深刻变革，考察了科学技术对于促进社会生产力发展的重要作用，恩格斯在马克思墓前的悼词中指出：“科学是一种在历史上起推动作用的，革命的力量”，把科学技术是社会生产力的重要因素的观点有机地融入马克思主义的基本理论，视其为经济和

^① （英）弗朗西斯·培根：《新工具》第一卷，商务印书馆 1984 年版，第 103 页。

社会发展的一个极其关键的组成部分。

1931年在伦敦召开的第二届国际科学史大会上,苏联物理学家盖森宣读的论文《牛顿力学的社会经济根源》标志着科学史研究的新纪元,被认为是从“内史”转向“外史”的开端。学者们开始从社会的经济、政治、文化环境和条件等诸多因素来探讨科学和技术发展的规律性。

英国物理学家贝尔纳从事关于科学的社会性质、作用和科学的管理、政策、发展战略等问题的研究,出版了《科学的社会功能》(1939年)、《十九世纪的科学与工业》(1953年)、《历史上的科学》(1954年)等书。他的这些著作比较全面地阐述科学技术与社会发展的互相促进作用。

1935年,美国哈佛大学研究生罗伯特·金·默顿在被誉为“科学史之父”的乔治·萨顿的指导下写出题为《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》的博士论文,并于1938年发表在萨顿主编的科学史刊物《OSIRIS》上,他被认为是把科学、技术、社会三词组合在一起的第一位学者,他的这篇论文标志着科学社会学成为一门新的学科。这篇论文既是科学史的研究,又是社会学的研究。正如范岱年先生在译后记所言:“在科学史领域,它突破了传统科学史研究的科学思想史(或内部史)框架,开创了科学社会史(或外部史)的研究,把科学不仅看做是一种知识体系,还把它看做是一种社会体制,并研究了它与其他社会体制(如经济、宗教等等)之间的互动。”^①

三十多年后,默顿在此书于1970年再版时,以重新审视的眼光提出了诸多问题,后来成为科学社会学的若干研究主题,诸如科学的道德规范和精神气质,科学的继承性和科学成果的公有性,科

^① (美)罗伯特·金·默顿:《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》,商务印书馆2000年版,第356页。

学家的优势积累——马太效应,对科学、技术与社会的互动方面的研究等等。^①

正如默顿所言:“这些问题显然具有足够的普遍性,它们适用于具有一定数目的科学工作者的各个社会和历史时期。”^②

元代国祚虽不算长,但如果从1206年成吉思汗建立蒙古汗国算起,也有超过一个半世纪的历史,同时,它是当时世界上最强大、最富庶的国家,疆域“北逾阴山,西极流沙,东尽辽左,南越海表。盖汉东西九千三百二里,南北一万三千三百六十八里,唐东西九千五百一十一里,南北一万六千九百一十八里,元东南所至不下汉、唐,而西北则过之,有难以里数限者矣”^③。

从版图广度上看,元太祖二十年(1225年),“乙酉春,帝至和林行宫,分封诸子:以和林之地与拖雷,以叶密尔河边之地与窝阔台。以锡尔河东之地与察合台,以咸海西货勒自弥之地与术赤”^④。此时蒙古的势力范围已经地跨亚欧两大洲,欧亚大陆的大部分地区都处于蒙古汗国的统辖之下,从前的疆域界限尽被扫除。

纵览14世纪60年代以前的中国历史,元朝可谓引人注目。它是中国历史上由一代天骄成吉思汗及其子孙建立和经营的空前统一的封建王朝。就其极盛之时,无论是其占有的疆域广度上还是军事力量、经济力量、对外交流与开放规模上以及科学技术的建树上,均超前代,是当时无与伦比的世界强国。

元代的科学技术包括手工业技术,曾有过辉煌的历史,科技在

① (美)罗伯特·金·默顿:《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》,商务印书馆2000年版,第356页。

② (美)罗伯特·金·默顿:《十七世纪英格兰的科学、技术与社会》,商务印书馆2000年版,第4页。

③ 《元史》卷58《地理志一》。

④ 《新元史》卷3《太祖下》。

当时推动着元代社会在诸多方面快速发展。诚如杜石然先生所言：“先进的中国科学技术（在当时世界上确实是先进的），推动着生产力，推动着中国社会不断向前发展，从而在世界的东方，早在公元前3世纪就造就了一个封建的大帝国。这个封建的大帝国，虽然在它的内部不断地改朝换代，但它在世界上的领先地位，却在十多个世纪的长时期内，历汉、唐、宋、元各个朝代而不衰，科学技术取得的一系列成就是它国力强盛的重要基础。”^①

李约瑟在为坦普尔《中国的创造精神——中国的100个世界第一》作序时，这样说道：“近代科学只在17世纪兴起于欧洲，因为到那时最好的进行发现的方法本身才被发现；但是当时及以后的发现和发明，在许多情况下都有赖于以前许多个世纪内的中国内在科学、技术与医学方面的进步。”^②

元朝立国时间不算长，但它在科学技术方面取得丰硕成果。学术界目前对于元代科技在中国科技史上的地位基本达成共识，即认为宋元时期是中国古代科技上的高峰期，但具体时间分期，如元代科技发展高峰形成、衰落的时间、原因、标志等比较模糊，对于元代统治者的科技奖励、科技认识水平研究不够，特别是对于蒙古诸汗、以元世祖为中心的元代诸皇帝对于元代科学技术发展所起的促进作用研究，对于元代科技人物，尤其与手工业生产、技术的改进、创造、发明息息相关的元代科技官员及其工匠群体的研究，对于元代科技世家的研究，很少有人问津，故此，本书将重点从以上几个方面展开论述。

学界对于元代数学史的研究最为深入，如白尚恕、李迪《十三世纪中国数学家王恂》，李迪《中国数学史简编》相关部分，杜石然

① 杜石然：《中国科学技术史稿》，第309页。

② （英）Robert Temple：《中国的创造精神——中国的100个世界第一》，人民教育出版社2004年版，第3页。

《朱世杰研究》(1960年)、《试论宋元时期中国和伊斯兰国家间的数学交流》,钱宝琮《中国数学史》元代部分,梅荣照《李冶及其数学著作》,(法)林力娜(K. Chemla)撰、郭世荣译《李冶〈测圆海镜〉的结构及其对数学知识的表述》(1985年),孔国平《李冶传》(1988年,河北教育出版社)、《李冶、朱世杰与金元数学》(2000年,河北科学技术出版社)。上述研究大部分偏重于内史的研究,对于外史虽有涉及,但内容较少。梁宗巨曾认为从元代中期(1314年算起)起中国数学发展呈现中断现象,并着重从社会因素提出中断原因:1. 知识分子政策不好;2. 科举制度阻碍数学的发展;3. 文化专制及其他原因。梅荣照提出不同看法,他认为促进数学的发展有两个原因,一是社会原因,二是数学内部原因,并认为数学某些内容可以超过社会时代而产生。^①

元代的天文学人物研究方面的专著,有潘鼎、向英合著《郭守敬》(1980年),近年有陈美东所著《郭守敬传》(2003年,南京大学出版社),该书在前者研究的基础上,对于郭守敬的科学技术成果进行了深入分析,并对其历史地位和对国内外的影响进行了评价,堪称元代科技人物研究的一大力作。

其他专题研究方面,范金民《元代江南丝绸业论述》则是关于元代丝织业方面的研究成果。该文对江南种桑、养蚕、缫丝技术的发展,民间丝绸业生产的普遍化以及官营织局的整体状况作了介绍,突出了元代江南丝绸业的历史地位。还有乐华云《金线银丝织春色:元代建康的丝织业》。目前的研究重点局限于南方地区,对北方地区的蚕桑丝织业状况重视不够。

矿冶业亦是学者们研究领域的重要问题之一,元代矿冶业研究肇始于20世纪40年代。这一时期侧重于金属冶炼技术及地域

^① 吴文俊主编:《中国数学史论文集》,山东教育出版社1985年版,第10页。

性矿冶的发展等方面,如王荫嘉《元之浸铜术》、宁超《元明时期云南矿冶发展概况》以及日本学者伊藤幸一《元朝成立期蒙古民族的矿工业》均为这一时期的开创性成果。20世纪80年代以来,对于元代矿冶业的研究不断深入,如李翰《元代社会经济史稿》介绍了元代矿冶业的概貌,着重分析了冶炼技术;王颀《元代矿冶业考略》对元代矿产地与矿冶机构作了考证;90年代高树林《元代冶炼户计研究——元代“诸色户计”研究之三》则对元朝淘金户、银户、铁户等冶炼户及内部生产关系作了初步探讨。张子文《论元代冶金技术的几个特点》对元代冶金技术的几个特点,如筑炉技术的改进与规范、铜制模具的出现以及镔铁的生产与管理作了论述。对矿冶业内部生产方式、矿产品分配情况、元代各级国家机构的矿冶业管辖权,以及矿产品与商品经济的联系诸问题也有学人作进一步的研究。但目前的研究对元代银、铁、铜的产量、具体分布缺乏全面了解,虽认为元代银、铁的产量超过宋代,但没有一个量化指标,对铜的开采、冶炼以及铜器铸造更是没有涉及,没有注意到元代首先在开采、冶炼铸造政策上与宋代有了明显变化,特别是铜的开采、冶炼、及铜器铸造,没有充分考虑到元代并不严禁寺院用铜、铁铸钟、像等,故传统观点认为元代铜的产量极低。对于元代铜产量的计算,应该首先对元代的寺院用铜有一个深入的统计。以此为前提,得出元代的铜产量。

研究这一时期的历史资料有四大类:正史,别史,政书、行记、笔记、方志与史料汇编、四库全书中的元人文集,以及域外史料(也称非汉语史料)。

正史方面,《元史》虽然质量较差,错误疏漏之处颇多,向来为治元史者所诟病,但因《元史》所依据的诸多原始资料如《经世大典》、《十三朝实录》均已散佚,其史料价值自非后世各家改修、重修之作所能替代,仍然是今天研究蒙元史的最基本史料。

后人改修、重修的著作有胡粹中《元史续编》、邵远平《元史类

编》、毕沅《续资治通鉴》、魏源《元史新编》、曾廉《元书》、屠寄《蒙兀儿史记》、柯邵忞《新元史》以及钱大昕《廿二史考异》、汪辉祖《元史本证》等。本文兼采柯邵忞《新元史》中的小部分内容,虽然它有很多弊病,但就优点而言,它位列二十五史之中,同时在广泛占有材料、博采众家之长方面,远胜他书。柯邵忞曾做过多年的资料整理,集腋成裘,多方搜求私家藏书与石刻拓本,其中不乏秘籍及手抄本,这是如今学人难以企及的,特别在元人传记方面,据文集碑传、金石文字以及域外资料增补 1100 余人,为研究相关专题提供了便利。

别史方面有《蒙古秘史》、《庚申外史》、《元朝名臣事略》、《国朝群雄事略》等。

政书,主要有《经世大典》,原书已佚,目前有《永乐大典》残本以及《元文类》所载《经世大典序录》。由黄时鉴主编、浙江古籍出版社出版了《元代史料丛刊》,以元代政书为主要收集对象,共有六种,分别是《通制条格》(1986 年)、《元代法律资料辑存》(1988 年)、《史学指南(外三种)》(1988 年)、《庙学典礼(外二种)》(1992 年)、《秘书监志》(1992 年)以及《元代奏议集录》(1998 年)。

元代行记数量众多,是元代史料的一大特色,如耶律楚材的《西游录》和《长春真人西游记》、周达观的《真腊风土记》、汪大源的《岛夷志略》,欧洲人马可波罗的《马可波罗行纪》、鲁布鲁克的《鲁布鲁克东行纪》、鄂多立克的《鄂多立克东游录》、乞刺可思·刚扎克赛的《海屯行纪》,尤以马可波罗的最为出名,被称为“世界一大奇书”,对欧洲人了解中国及东方影响极大,其书受到蒙元史家的高度重视。

元代笔记内容也比较丰富,河北教育出版社 1994 年出版的《历代笔记小说集成》收书近千种,比 1984 年扬州广陵书社所出的《笔记小说大观》145 种多达数倍,其中的宋代笔记小说 188 种,元代笔记小说 29 种,为研究这一时期的政治、经济、文化、科技提供

了丰富的史料。

元代的地方志存世不多,其中,最为重要的官修《大元一统志》1300卷久已失传,仅有残卷;赵万里根据《永乐大典》等资料进行辑佚,仅成10卷,是目前最为通行的本子。其他的地方志尚有《至顺镇江志》、《至大金陵新志》、《延祐四明志》、《至正四明续志》、《大德南海志》、《析津志辑佚》、《类编长安志》等等。

史料汇编主要有《元代农民战争史料汇编》、《元代白莲教资料汇编》、《元代画家史料》、《元代钞法资料辑录》、《元代罗罗斯史料辑考》、《宋末四川战争史料选编》、《元代法律资料辑存》。

对于笔者研究元代科学技术与社会帮助最大的当数有元一代的文献总汇《全元文》,由北师大古籍研究所负责编纂,总卷数为1880卷,收录作者3210人,总数为33728篇,从1998年起,由江苏古籍出版社(后改为凤凰出版社)负责出版,60册已经全部出齐,是一项总结元代文化的浩大工程。

域外史料除前面提到的几种欧洲人写的游记之外,还有波斯文典籍,最重要的两种为志费尼《世界征服者史》与拉施特《史集》,均已译为汉文。但这些只是西方文字的转译,而且种类非常有限,世界上关于蒙元时期的波斯文、阿拉伯文资料众多,由于语言障碍,目前尚不能充分利用。

本书所述元代的分期,是以1206年成吉思汗建立“大蒙古国”,亦称“大朝”开始,1260年其孙忽必烈(1215~1294年)在其兄蒙哥(元宪宗)征蜀身亡后即位于开平,时为中统元年,以开平为上都,后以燕京(后称大都)为中都,将政治中心南移。1271年,接受其智囊团核心人物汉人刘秉忠的建议,附会《易经》中的“大哉乾元”,改“大朝”为国号“大元”,以大都为首都,上都为陪都,并实行两都巡幸制。

1279年,元灭南宋。又传九位皇帝,分别为成宗(孛儿只斤铁穆耳)、武宗(孛儿只斤海山)、仁宗(孛儿只斤爱育黎拔力八达)、英

宗(孛儿只斤硕德八剌)、泰定帝(孛儿只斤也孙铁木儿)、天顺帝(孛儿只斤阿速吉八)、文宗(孛儿只斤图帖睦儿)、明宗(孛儿只斤和世㻋)、宁宗(孛儿只斤懿璘质班)、顺帝(孛儿只斤妥懽帖睦尔)。

1368年,明军攻入大都,末代皇帝妥懽帖睦尔退出中原。其继承者据有漠北,仍用元国号,史称北元。

明初由宋濂任总裁官修《元史》,把自成吉思汗建国至元顺帝退出中原(1206~1368年),总计162年的历史通称元朝(此说为多数中外治元史家所采用),本书也采此法划分元代分期。

传统的科学技术史的研究方法,偏重于对内史的研究,即对科学概念、定律、理论、方法、观察手段、实验仪器、数学工具等的分析,本论著重点是对元代的科学技术与社会的研究,偏重外史。近年来,元代相关研究逐渐成为学界热点,相关专题研究接连面世,如《元代基督教研究》、《元代国子监研究》、《元代手工业研究》、《元代矿冶业研究》,这些研究成果集中于宗教学、教育、手工业管理、矿冶业管理等方面,迄今为止,还没有出现一部在广泛收集元代各种史料的基础上,对元代一个半世纪多的科学技术与社会进行全面探讨和研究的论著,笔者在这方面作了一些初步尝试。中国目前正处在进行民族伟大复兴的过程,探讨元代社会能够在科学技术方面达到中国古代科技的巅峰状态,对于目前的科技创新应当说有现实的启发意义。

第一章 蒙元诸汗、皇帝与科学技术

20 世纪 50 年代以前,学界一直有偏见,认为蒙元诸汗、皇帝不重视科学技术,这种看法越来越受到现代学者的摒弃。本章发现大量史料,可以证明皇祐浑仪在北宋灭亡时被金国掠取,后被蒙古汗国所获,并一直得到元政府的高度重视和精心保护。蒙古汗国时期和元朝政府动用国库黄金对浑仪进行修饰,在中国科技史上也是空前绝后的。同时以北宋铜人在元代亦受重视为例,说明蒙元诸汗在科技领域是有重视科技的传统思想的,并十分重视对汉民族先进的科学技术文明的传承。勾勒出《元史》缺载的一直受到蒙元诸汗、皇帝重视的掌管元代司天监、且许多史实不为后人所知的岳飞后人岳铉,以及继岳铉之后成为英宗时代后直至元顺帝时期(1321~1368 年)主管司天监的最高官员王宏钧,补正《元史》对成吉思汗时期兴起的四代制甲、造盾工匠世家中的若干问题。

第一节 从宋代皇祐浑仪以及铜人在元代命运看蒙元诸汗、皇帝对科技的态度及元世祖对南宋科技文明的传承

一、北宋皇祐浑仪^①

北宋曾先后铸制五台大型天文仪器，皇祐浑仪位列其一。史载：“仁宗皇祐三年庚辰，新作浑仪。”^②由于它是在北宋皇祐年间铸制的，故为此名。

靖康二年（1127年），金人大掠汴京，掳礼器、乐器、祭器、八宝、九鼎、浑天仪、铜人、刻漏、古器、技艺、工匠北归，府库为之一空，文物典籍荡然殆尽，所谓“靖康之变，测验之器尽归金人”^③。北宋天文仪器的辉煌成就可以说是毁于一旦。公元1215年，蒙古汗国攻克金中都，其时中都只有一台金灭北宋时掳获的铜浑仪，宋代其他几台浑仪，是毁于宋金战火，还是毁于其他情况不得而知。笔者近日涉猎元人文集、笔记，结合元史，发现几条证据，足以证明蒙古汗国所获这台浑仪是北宋皇祐铜浑仪，现录如下：

证据一：元人吴师道《九月二十三日城外纪游》诗云：“……故桥旧市不复识，只有积土高坡陀。城南靡靡度阡陌，疏柳掩映连枯荷。清台突兀出天半，金光耀日如新磨。玠衡遗制此其得，众环倚值森交柯。细书深刻皇祐字，观者叹息争摩挲。司天贵重幸不毁，

① 笔者此内容已载于《自然辩证法通讯》2008年第2期，题为《北宋皇祐浑仪在元代命运如何？》

② 《宋史》卷12《仁宗四》。

③ 《宋史》卷23《钦宗本纪》。