



中国古代 科技史

刘洪涛 编著

南开大学出版社

中国古代科技史

刘洪涛 编著

南开大学出版社

中国古代科技史

刘洪涛 编著

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

邮政编码: 300071 电话: 34-9318

新华书店天津发行所发行

天津宝坻县印刷厂印刷

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 22.125

字数: 553千 印数: 1—1500

ISBN7-310-00212-1/K·16 定价: 10.45元

前 言

中国古代科技史虽然是一门年轻学科，但是一些科技史家、科学家前赴后继，在这块园地上已经辛勤耕耘了大半个世纪了，如李俨、钱宝琮、王韬、朱文鑫、竺可桢、茅以升、王振铎、周仁、董作宾、梁思成等。有的自本世纪二十年代以来就陆续发表一些很有分量的论文和专著，为这门学科的诞生莫立了基础。解放后，中国科学院所属各种研究所、学会更做了大量研究，一些大专院校和有关专家由于教学和其他需要也做了很多工作，科技史的某些学科还出版了专门著作。尤其近几年来，出版的这类著作已不下十几种，至今几乎每个重要学科都有专书了。

为什么近几年来有这么多科技史著作问世，粉碎“四人帮”后逐渐出现的安定、和谐的政治局面固然是原因之一，但是，更主要的恐怕还是出于振兴中华的强烈愿望。近代以来许多志士仁人寻找救国道路，他们给自己贫弱的祖国写下的第一份诊断书是，中国受列强凌侮的原因是兵不利、甲不坚、科学技术不如人。因此开列了“教育救国”、“科学救国”的药方。我们曾不止一次嘲笑他们是庸医：在一个腐朽的封建政权下怎能指望发展教育和科学！所以选择了另一条路：经过数十年奋斗，用武装推翻封建政权，建立人民自己的国家。但是，建国以后的历史，特别是十年浩劫的历史把一个更为严峻的问题提到我们面前：在一个科学、文化落后的国度里，如果不以科学技术、现代文明武装我们的民族，单靠行政手段、口头说

教，能不能从两千多年的封建势力形成的社会基础中解脱出来？于是，深沉的反思又把我们带回到原来起步的地方：解决我国贫弱的大问题，最终还是要靠发展教育和科学。志士仁人们的诊断没有全错，他们开出的药方虽不可施之于前，却必须谋之于后。在举国上下都意识到发展科学才是国家出路的时候，另一个问题自然就产生了：我们这个古老文明的国家，曾经处在世界科技的前列，是什么原因使它落伍了？怎样才能避免重蹈复辙？这正是中国古代科技史应该回答的问题，于是它就成了受人重视的学科了。

眼下各种分科的科技史著作大量出现，表明已经走完了学科发展的第一步，下一步是要考虑怎样综合和深化的问题了。目前对中国古代科技进行综合研究的书还不多，就笔者所知，不过三四种。除了研究需要外，近年来大专院校开设《中国古代科技史》课的需要也正与日俱增。笔者素乏研究能力，只是为了给教学用书增加些选择的余地，拟将这本书奉献给读者。

自1980年以来，南开大学历史系开设了《中国古代科技史》选修课，这本书就是据历年讲稿增删而成的。编写过程中，参考了已版的科技分科史著作和有关论文（已分注正文之下），笔者本人偶有一得之见，虽不成熟，也大胆写了进去，目的是希望征得同行的批评和指正。本校刘泽华、冯尔康两位教授曾对书稿提出过宝贵意见，谨此致谢。

1986. 10. 于南开大学。

中国古代科学技术的 回顾（代序）

一 概念和范畴

什么是科学技术，什么是科技史？中国古代科技史研究的范围是什么？是这门学科首先需要回答的问题。

通常说的科学是指人们所获取的关于自然、社会和思维的知识体系；技术则是指那些人们为能更有效地实现其目的而采取的方法和程序。二者都是人在改造客观世界活动中，对客观规律认识的凝聚物。二者又有不同，主要是在理性阶梯上处于不同层次：技术既是“方法和程序”，处在理性的低级阶段上，与实践和经验更为接近，或者可以说是经过“巧妙”选择的实践；科学则处在较高层次上。技术以科学为依据，科学以技术为手段。然而二者没有严格界限。许多场合下，手段和依据是难以区分的，理性化也不是确定界限，究竟理性化到何种程度是科学，否则只能叫做技术、经验或实践？至少截止目前，还没有这种标准。况且科学、技术本身都具有时代性，理性化程度与时代密切相关。如果以二十世纪科学水平衡量古代，那末，不但在中国，世界上任何国家古代都没有科学，有的只是一些粗浅的经验性的东西了。轻视古代科技成就之所以错误，正在于此。

上面说的科学和技术都是广义的，这本书里的科学和技术是指一个狭义概念，即仅仅指自然科学和生产技术，所谓科技史就是关于自然科学和生产技术产生和发展的历史，而中国古

代科技史则是指中国鸦片战争以前自然科学和生产技术产生和发展的历史。它包括古代劳动人民的自然科学知识和生产技术产生、积累、发展与流传的规律和过程，它们与各种历史条件的关系，以及对历史造成的影响。当然也包括对这些科技知识本身特征和轮廓的认识。所有这些，构成了本学科的基本内容。

二 古代科技的主要成就

中国古代科技成就很多，择其大者表现于以下几方面：

第一，三大科学：历算、中医和地理学。历算是中国古代科学的明珠，公元前四世纪就对二十八宿进行了全面测量，从而制定了四分系统的历法，其中采用的十九年七闰法和七十六年法（西方称为默冬章和恰利巴斯法）都比西方早。此后不断修改，到魏晋南北朝时，影响历法精度的各主要参数，如岁差、日月迟疾、交会表里等，在历法推算中都被人们注意并开始计入历法了。算学方面勾股定理的发现比西方略早；至迟汉代时，以《九章》为代表的算学体系已经形成，晋代算书《孙子算经》中的“孙子定理”（西方称为高斯定理），《张丘建算经》中的“百鸡问题”，宋代的杨辉三角和增乘开方法，元代天元术等等，都是世界领先的成就。中医在世界上是独具一格的学问，它的经络学说，辨证论治的医疗思想、切脉诊断，以及中草药、针灸、按摩、气功疗法等，都是世界医学宝库中的珍贵财富。地理学的成就也很突出，我国有最早的记载行政区划、土地物产和山脉河道的地理著作，如《禹贡》、《山海经》。此外有游记、郡县志、图志、河渠志、地方志等各种各样的地理著作。今已发现西汉时的按比例、采用图例绘制的地图——长沙马王堆地图；大约东汉时出现了方格图，晋人裴秀总结出了绘图六体。其他在气象、地质和海洋潮汐等方面也各有论述或专著。历算、中医和地理学是古代科学中的佼佼者。

第二，三大技术：陶瓷、建筑和纺织。我国是瓷器的发源地，自商代就制成了原始青瓷，唐以后逐渐形成各种风格。无论是宋代雍容典雅的单色瓷，或明清艳丽华贵的彩瓷，都一直为世界各国人民所珍视。在建筑方面，以土木结构为特征，融绘画、雕刻为一体的中国古代建筑与中医一样，在世界上独树一帜。此外从已知史料看，我国是驯养桑蚕最早的国家，今已在多处发现原始社会用驯化蚕丝织成的平纹织物，以及只有用多综卧式织机才能织成的殷代锦绮，说明其时手工机械纺织体系已然形成。陶瓷和丝织是我国古代技术的一双连璧。

第三，四大发明：造纸、指南针、火药与印刷术。在公元前二世纪的西汉时，我国已能制造植物纤维纸，公元105年蔡伦制成了缣纍纸，使造纸工艺完善起来。春秋战国时，我国先民已经知道磁石吸引铁的性质，汉人用磁石制成司南，至迟宋代已用于航海了。宋人还掌握了多种指南针装置法，认识了磁偏角。唐代炼丹家在做硝石伏火时发现了黑火药，五代与北宋间开始用于战争，以后发展成各种火药武器。隋朝时，我国人民从刊章、拓印中受到启发，发明了雕板印刷术。起初，用于印制佛经、佛象、历纸等民间常用物，五代时开始雕造五经。北宋仁宗庆历年间（公元1041—1048年），布衣毕升又发明了活字印刷术。以后不断改进，元人王桢用木活字配合竹框、木楔固定法，印制了《旌德县志》，这大约是水墨印刷的最佳方案。此外，又有锡活字、铜活字、铅活字等，但大约直到油墨发明以后，金属活字才最终取代了木活字。

四大发明是我国人民对世界文明做出的巨大贡献，对近代资本主义的产生起了推进作用。

三 我国科技史的分期

科学技术的基础是人们为征服自然进行的生产活动，与人类政治社会没有直接关系，所以科学技术与人类政治社会的变

迁并不同步，仅仅为了便于记忆和理解，在对科技发展进行阶段划分时，才尽量考虑用政治社会的名称作为划界的标帜。我国古代科技的发展大约经历了四个阶段、二个高峰。

第一阶段：春秋战国以前，是古代科技的产生期。到春秋战国出现了我国古代科技发展的第一个高峰。主要成就表现在四方面：（一）是把作为奴隶制文化标帜的青铜文化发展到更高水平；还产生了生铁冶铸技术，从而使金属冶炼工艺基本完善起来。（二）是四分系统历法的确立。（三）是以《墨经》，《管子》等著作所表现的理论科学的萌芽。（四）以《素问》为代表的中医基本理论的形成。

第二阶段：秦汉至南北朝，是古代科技的发展期。三国两晋南北朝是古代科技发展的第二个高峰。它的主要成就首先是炼丹术带来的化学知识的增加。其次是数学方面的巨大成就。唐代官学中的《十部算经》大多成书于这个时期；尤其祖冲之推算的圆周率数值，表明当时数学在全世界处于领先地位。再其次是地理学的发展，晋·裴秀“制图六体”的提出，成了以后累朝奉行的准则，一直持续到西洋地图传入以前。

第三阶段：自隋唐至元末，是古代科技发展的延展期，发展速度明显缓慢下来了。主要表现于二方面：（一）是科学技术的发展逐渐转变为以技术发展为主体，科学成就明显减少。

（二）是科技发展表现为科技成就量的缓慢增加，很少再有质的突破。

第四阶段：明清，是西洋科技传入时期。中国科技以历算学受西学影响最大，除吸收了对数、三角等西洋新法外，还开始注重对义理的研究，使科学结构发生了变化。此外，如地理学、测量、机械等也程度不同地受了影响。

四 古代科技发展迟滞的原因

从以上分期看，古代科技发展速度自隋唐起逐渐缓慢下

来，两次高峰又都在分裂割据的历史时期。为了弄清其中原因，有必要对科学发展过程进行更深入地分析。中国古代科技在发展中曾受过三次大的冲击，形成了二个脱离。

第一次冲击是秦始皇焚书坑儒，禁百家言。有人说“医药、卜筮、种树之书”没烧，坑杀的也不过460人，算不了什么。其实，它的真正影响在于开了一个极坏的先例，表示君权凌驾于一切之上，知识分子地位明显降低了。春秋战国时期，君权不甚强，知识分子地位较高。如孔、孟、墨翟等许多人，一无家资、二无禄位，完全靠自己的知识名满天下，抗礼诸侯。这种社会状态使士人重视自己的人格，珍重自己的知识和学问，这就鼓励他们创立新说。许多人为证实自己的学说孜孜不倦，躬身实践，不耻恶衣恶食。正是由于士人——当时的知识阶层——这种为创新说进行科学研究的极大积极性，促使春秋战国出现了科学技术的高峰。秦以后不同了，最高统治者对士人，能为所用者廩以爵禄，否则生杀惟所欲。士的依附性加强，许多人为了改善自己的政治经济地位，把爵禄看得重于学问，科学研究的积极性受到极大挫伤。

第二次冲击是汉武帝接受董仲舒建议，“罢黜百家，独尊儒术”，从此在思想界确立了儒学的一家统治。起初，儒学是一种研究怎样修身、怎样治学、怎样做官，即所谓“修身齐家治国平天下”的学问，作为一种哲学体系是很不完善的。比如在认识论方面就很薄弱：物质世界是怎样构成的？怎样认识客观世界？认识本身有什么规律性等等，在孔、孟书中都很少论述。当作统治思想界的理论，它是不够格的。为此汉儒董仲舒等对它进行了改造，主要是引入战国时期的阴阳五行论，作为解释客观世界的模式。运用这种理论的诀窍在于比附。凡百事物，理有不通；则与阴阳相比，与五行相比。一旦归入阴阳五行，就能以感应、生克加以解释了。而“归入”的依据主要是

事物的形状、颜色、气味等等外观特征。如阳燧为什么能取火？方诸为什么能取水？答曰：阳燧的形状是圆的，方诸是方的，阳圆阴方，所以阳燧是阳物，方诸是阴物。而火也是阳物，水是阴物。阳与阳相感而生，阴与阴相感而生，所以阳燧能生火，方诸能取水。这样便以为洞尽物理，从此不求深解，社会又禁止别的哲学思想的存在，科学无由进步。“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维”^①。儒学长期独家统治造成的哲学的贫困，理论思维的贫乏，是科学技术最终落后下来的主要原因。

第三次冲击是自隋大业三年（公元607年）创立科举制造成的。封建社会做官的门径虽然很多，但由于最高统治者极力抬高进士地位，很快压倒各科，成了对士人最有吸引力的一种。许多人皓首穷经，老死于场屋而不悔。搞科学技术却无出路，为官不过本色局署令，士人多以此为耻。这样，首先造成了科学技术与知识分子相脱离。世人多教子弟“诵短文，构小策，以求进身之道”，科技队伍不能形成，科学研究后继无人。已有的成就多靠“伎艺人”口碑相传，能不灭绝已是万幸，希望有所创造简直是奢望。其次，造成了科学技术与教育相脱离。孔子以六艺教生徒，数是其中一门，说明他那个时候，科技还是教育的主题之一。自汉代确立儒学的独家统治后，就把科技完全排除在外了。郑玄所谓“仲尼之门，考以四科，德行、言语、政事、文学”，就是证明。进士科以诗赋、策论取人，学校中更不讲授科学技术。唐代以后，虽然数学、医学等都有专门学校，因只培养胥吏和技术官，使科技与士人的界限更加分明，教育与科技的脱离反倒显著了。

综上所述，古代科技发展迟滞的原因可以概括为以下几

^① 恩格斯《反杜林论旧序》。

点：首先，由于专制主义独裁统治的不断加强，知识分子的依附性加强，地位降低，进行科学研究的积极性和可能性都减小了。其次，儒学在思想领域里的独家统治造成了哲学的贫困，理论思维的贫乏，科学技术不能从哲学那里取得方法论的有力武器。再其次，科举制造成科学技术与知识分子相脱离，与教育相脱离，科技队伍不能形成，科学研究后继无人等等。春秋战国时，以上诸因素都没产生，加上学术的空前活跃，导致了科学技术第一个高峰的产生，三国两晋南北朝时长期的战乱，削弱了专制主义独裁统治，加上秦汉以来四五百年知识的积累，导致了科技第二个高峰的出现。隋唐以后，上述诸因素都已产生，而且不断强化，科技就不能不走下坡路了。

五 中国古代科技的特点

有人说中国古代科技是经验的，西方科技是理论的；还有人说中国古代科技不重视实验，不存在自加速机制，西方科技重实验，因而有自加速机制等等。这些都是不恰当的。前边说过科学与技术没有绝对界限，那末科学与经验的界限也不是绝对的。此外，科学技术具有时代性，因而科技发展是一个由低级向高级发展的过程，较低级阶段的科学与经验距离更近一些。不可能西方科技一开始就是理性的，而中国科技则总是经验的。同样，由于主要借助实验进行科学研究只有在科学发展到一定阶段才有可能，西方真正重视实验作用是自公元十三世纪的罗杰尔·培根^①以后，在他之前虽然可以举出亚里士多德等人重视实验的例子，毕竟是个别的，这样的例子在中国古代也可以举出一些来，如汉·张衡的水运浑天仪就是为了证实浑天说制作的大型实验仪器，由于他的模拟实验的成功，盖天说

① 英国哲学家（公元1214—1292年），还从事光学、炼金术等科学研究。曾提出实验科学三特性。

的势力才中衰下来。此外，医学重视实验方，建筑至少自隋朝开始就搞木样等等。当然，这些实验与亚里士多德的实验一样，都不能表示双方的科学已经进入了实验研究的时代。

那末，中国古代科技的特点是什么？首先从形式看，清人王锡阐曾说：“古人立一法必有一理，详于法而不著其理，理具法中”^①。就是只讲怎样做，不讲为什么这样做；这样做的道理隐含于方法之中，可以在做的过程中慢慢去体会。它的实际效果往往是使一项高超技艺、一道数学难题、一项观测方法……，子孙相传，世代仿效，而不知其中道理。于是使科学技术带上一层术数之类的神秘色彩，影响了它的传播和发展。而西方科技则着重对“义理”的阐述，他们把对义理的研究作为科学的重要内容之一。这是中西科技的第一点不同。

其次，从研究方法看，中国古代由于哲学的贫乏，对科学方法缺乏深入探讨，所以研究方法比较单调。例如研究几何学趋向于把复杂形体理解为有限多个体之和；天文学重视观测事实，坚持采用从观测事实提出解释性原理的方法；医学虽然重视经验事实，却大量采用以阴阳五行论为指导的比附或简单类比法；地理学也是以实际观测为基础，进而对地形、地物等地貌的成因提出解释……。总的看，显示了两个特征：其一是各科使用的主导方法，大多历一二千年而不变；其二，无论是几何学、天文学、医学、地理学等等，使用的方法大都以有限多的事实为基础，对事实提出解释，从而构成学科的基本知识，在逻辑学中这种方法称为归纳法。这是古代科学的最主要的研究方法。西方明显不同，自公元前四世纪的亚里士多德，就总结出了科学研究的归纳—演绎程序，认为科学研究的基本方法有两个：归纳和演绎。此后公元前三世纪的阿基米德、欧几里

^① 王锡阐《晓庵遗书·杂著》。

得，13世纪的格罗斯代特、罗杰尔·培根，14世纪的邓·司各脱、奥卡姆，17世纪的伽利略、牛顿、弗兰西斯·培根，19世纪的赫歇尔、惠威尔、穆勒等，对于亚里士多德的“程序”都有所创新，除了亚里士多德系统外，还有毕达哥拉斯系统讲究数学和谐，德谟克利特、留基伯系统讲究原子论等等。科学方法种类之多、更迭之频繁，令人目不暇接。与中国古代的单一性形成了鲜明对照。这是中西科技特征的第二点不同。

本来，任何研究方法都有自己的适用范围和缺陷，归纳法的层次并不低于其他科学方法。不过由于中国古代缺乏对于方法本身的研究，虽然各门学科都长期使用归纳法，对它的适用范围和缺陷并不明确，常常可以看到将不同类事物互相推证的情形，使我国古代科技的发展走了许多弯路。

再其次，从内容看，中国古代科技几乎每一个学科都弥漫着阴阳五行论的阴影，而西方科技却充塞着上帝的意志，这是中西古代科技的第三点不同。阴阳五行论作为一种模式，在一定程度上能够反映客观世界的规律性，又没有神学色彩，这是中国古代科技的长处，也是起初处于领先地位的原因之一。但是正由于此，它容易使人满足，并得到盲目信赖。尤其在对思想钳制一向严格的中国，人们宁可相信它，不再去冒险探求新的模式；而对上帝的信赖是虚妄的，同科学很难相容，迫使人们不断觅求新的解释。所以在中国古代科技发展的过程中看到的是，不断把阴阳五行论用于各个方面，解释一些未知事实，人们由这些似是而非的解释中得到满足，甚至误认模糊为深奥，由于它的“深奥”而陶醉；在西方由于每一个新的成就的出现，都表明“上帝”从那个领域中的退却，科学家们便只把未知世界暂时留给上帝统治着，对科学技术的阻碍反而小一些。

总之，中国古代科学技术在形式、方法和内容方面都有自

己的特征，这些特征有的并不是缺点，甚至是优点、长处，在一定历史时期显示了突出的效果。但是由于专制主义制度的不断强化，由于儒学在思想界的独家统治，慢慢的由于不能更新和发展，转化成了缺点和短处。中国古代科技由先进变为落后的事实也说明了发展缓慢不是科技自身结构的原因，真正原因主要来自于外部的社会条件。

科学技术史与普通历史学一样，其真正价值在于通过对过去的了解，给现在和未来提供借鉴或启示，为了祖国科学技术的腾飞，让我们共同努力加强对这门科学的研究吧。

目 录

前言	1
中国古代科学技术的回顾（代序）	1
第一编 中国古代科技产生时期：	
上古——春秋战国（公元前221年）	1
第一章 原始社会的生产方式和科学技术	1
一 石器制作技术的不断改进	1
二 新石器时代的制陶业	5
1. 陶器是怎样产生的	6
2. 原始陶器的制法	6
3. 几种原始陶器制作技术的主要特点	11
三 原始建筑中土木结构雏形的出现及其科学性	12
四 “南稻北粟”的农业布局、锄耕和个别地区犁耕的出现	17
五 原始人类与水害斗争的传说	20
六 人工取火、动物驯养、车船、弓箭制造、纺织技术及其他	22
七 古代神话与原始自然观	25
第二章 以青铜冶铸为代表的夏、商、西周手工业技术	29
一 灿烂的青铜文化	31
1 青铜冶铸产生的过程和年代	31

2	青铜冶铸术·····	33
8	铜器外镀及其他加工技术·····	42
二	其他手工业技术的发展·····	43
1	商、周发展起来的高台建筑·····	44
2	制陶技术的发展与原始瓷器的出现·····	48
3	手工机械纺织技术的初步完善·····	50
4	酿酒·····	53
第三章	中国科技发展的第一个高峰——春秋	
	战国·····	55
一	冶铁技术的产生·····	57
1	使用铁器的最早年代·····	57
2	春秋战国时期铁的冶炼法·····	59
3	生铁加工工艺·····	63
二	古代农业技术体系的形成·····	65
1	耕作与时令关系的确立·····	65
2	农作物、农具和农产量·····	67
3	水利技术的发展·····	73
4	对土壤的认识以及耕作技术·····	80
三	战国时期的物理学成就·····	91
1	力学·····	91
2	声学·····	95
3	光学·····	97
四	数学·····	106
1	整数字与算筹·····	106
2	《考工记》中的分数、角度记法及度量衡制·····	111
3	战国诸子阐发的数学概念·····	116
五	中医基础的奠立·····	121
1	中医发展概况·····	121
2	最早的医学著作——马王堆出土医书·····	123
3	先秦脉宗扁鹊及中医切脉学·····	127