

人类科学技术史 与自然科学发展规律

刘 波

成都地质学院自然辩证法教研室
四川省自然辩证法研究会

一九八二年八月

目 录

第一章 人类科学技术发展史梗概

- 第一节 人类科技史分期分类及其研究意义…………… (1)
- 第二节 古代科学技术(公元16世纪以前)…………… (9)
- 第三节 近代科学技术(16—19世纪)…………… (16)
- 第四节 现代科学技术(20世纪)…………… (19)

第二章 近现代的科学技术革命

- 第一节 近现代自然科学的重大突破…………… (21)
- 第二节 人类文明史上的三次技术大革命…………… (38)
- 第三节 近现代世界科技中心的五次大转移…………… (42)

第三章 现代科学技术体系结构及其基本特征

- 第一节 现代科学技术体系结构模式…………… (56)
- 第二节 现代科学技术体系的基本特征…………… (63)
- 第三节 现代科学技术与自然辩证法…………… (71)

第四章 自然科学发展基本规律探讨

- 第一节 科学纵向发展规律——积累规范与变革规范的对立统一…………… (75)
- 第二节 科学横向波动规律——带头学科与世界科学中心的迭次转移…………… (82)
- 第三节 近现代科学转化为社会生产力的规律…………… (95)

- 主要参考文献资料…………… (101)

第一章 人类科学技术发展史梗概

第一节 人类科技史分期分类及其研究意义

地球年龄虽长达46亿年以上，但在地球上诞生的人类则大约只有300万年的历史，最多不过地球史的一千五百分之一。即使依据古人类学的最新研究成果，确认1980年底在我国云南禄丰县石灰坝发掘的腊玛古猿头骨代表了人类进化系统上最早的化石，那么古人类从猿的进化系统中分化出来也不过800万——1400万年。人类出现是以制造工具开始能动地改造自然为其主要标志的。因此，随着地球上人类社会的诞生和发展，就逐步推进了人类不断认识、改造、征服自然的技术和科学发展历程。

人类社会的进步是同科学技术的发展同步而行的。一部科学技术史，可以说就是人类对客观物质世界规律性的认识史和改造自然史。我们研究科技发展史，切不可与社会发展史相互割裂，同样必须以辩证唯物主义和历史唯物主义为其指导思想。

一、人类科技史分期问题

根据人类对自然规律的认识和利用科学技术来征服自然的状况，并与人类社会发展史的进程相对应，我们认为科学技术发展史先后经历了四大历史时期：

（一）远古科技萌芽时期

在大约300万年的人类史中，有99.8%的时间（约299万5千年上下）属于原始氏族社会。这个时期虽然很长，但严格地说只有靠口传身授而延续下来的技术，没有反映自然规律理性认识的科学。生产技术不仅简单，而且积累经验极为缓慢（时常难免中断或失传）；人们在严酷条件下和自然作斗争，只知其然不知其所以然。因此，这一漫长时期只有技术史而无科学史，科学还没有从生产技术中分离出来。显然，科学史是首先从技术史开始的。我们把原始无阶级社会的科技史称为远古科技萌芽时期，并再分为四个阶段：

1. 从300万年前到约30万年前

技术的发展是生产力发展的红线。没有技术也就没有生产。恩格斯指出：“没有一只猿手曾经制造过一把哪怕是最粗笨的石刀”；“劳动是从制造工具开始的”（马克思、恩格斯选集第3卷509页、513页）。猿猴不会制造最简单的工具，当然不能从事生产劳动；原始人类为了同大自然进行艰苦的斗争，以求得自己的生存，被迫学会了使用木棒和石制工具去从事简笨的生产劳动。这就是原始人和动物猿的本质区别。1961年，美国人用钾氩法测定最早的古猿人距今约250万年左右，相当地质时代的新生代第四纪

更新世或洪积世初期^①。距今40—50万年前的“北京人”，已是很进化的原始人了，但仍大致处于旧石器时代的早期阶段，当时能打制尖状器、刮削器、砍砸器等三类石器，这里已经有了科学的萌芽。采集和狩猎是原始人类取得食物的主要来源。以后的农业、牧业便由此发展而来，并开始了植物学、动物学乃至医学的萌芽。在“北京人”遗址周口店找到了用火的确证，这是旧石器时代原始人最早征服自然力的一项重大成就。恩格斯指出：“就世界性的解放作用而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机，因为摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人同动物分开”（马克思、恩格斯选集第3卷第154页）。摩擦生火使人取得熟食，并开始了发现和最早利用化学过程为人类服务。

2. 从大约30万年前到大约5万年前

以在德国杜塞多夫附近发现的“尼安德人”（Neanderthaler）为代表，不仅在遗址普遍发现了人工取火用火的遗迹，而且石器打制技术进一步标准化和精细化了，属于旧石器时代的晚期阶段。同时，埋葬死人已遵循一定仪式，表明人类开始有了灵魂观念和思维活动的发展，产生了“科学思维的萌芽同宗教、神话之类的幻想的一种联系”（《列宁全集》第38卷，1959年版，275页）。

3. 从大约5万年前到大约1万年前

以法国北部克罗马农（Cro-Magnon）发现的遗骨化石为代表，称为“克罗马农人”。还有1—2万年前北京周口店的“山顶洞人”、四川“资阳人”、“河套人”和“柳江人”，差不多属同一时代，内以“资阳人”更原始，可以说是我国至今发现的最早“新人”类型的化石，生存于更新世晚期，为旧石器时代晚期的人类头骨化石。弓箭的发明是这个时期技术上新突破的标志。大量动物遗骨、骨器、骨针、骨制投枪尖和骨制鱼叉的发现，说明了狩猎活动的发展。比利牛斯山两侧的洞穴文化、墓葬的殉葬品等等，表明了审美观念和宗教观念的发展，即人类思维活动的进一步增强。这说明科学从一开始就是由生产所决定的，也一刻离不开人们的思维活动。

4. 从大约1万年前到大约6千年前

这时人们学会了制造石斧、石铲、石刀、石镰等工具，磨制得非常光滑而锐利，可在石器上打眼，历史上称之为新石器时代。陶器也已发明。随着人们学会驯养动物和栽培植物，出现了畜牧业和原始农业，开始知道运用动物和植物的生殖生长规律。原始社会后期。出现了冶铜业，表明人们已开始发现金属和利用金属工具。当时，男人在生产中逐渐占优势，并有可能出现私有财产，母系氏族开始向父系氏族过渡，为人类进入阶级社会准备了条件。

总之，漫长的原始社会，人类在技术上先后经历了旧石器——新石器时代，萌芽状态的科技发展十分缓慢，科学并未从技术（生产）中分化出来，因而生产力发展水平低下。

注① 更新世或洪积世是地质时代最后一纪（新生代第四纪）的早期，距今约250万年前至1.5万年前。

（二）古代科学技术时期

相当于奴隶社会和封建社会阶段的科技发展时期，时间总长约4500年上下。大约在公元前6000—4000年，古埃及的尼罗河流域，古巴比伦的底格里斯河和幼发拉底河流域（今伊拉克境内），开始出现最早的奴隶国家；约在公元前3000年的印度河流域（大部分在今巴基斯坦境内），公元前2000年的中国黄河流域，也相继出现了奴隶国家；逐渐形成了古代四大文明中心。由于奴隶社会相对于原始社会的进步，使少部分人从生产劳动中分离出来，从事包括科学在内的脑力劳动。脑体劳动的分工，文字的产生，促进了科学的萌芽和发展（特别是天文学、数学），劳动工具也由石器时代进入青铜器时代，甚至出现最初的铁器，加快了农业、手工业和建筑工程（如埃及金字塔）等方面的进步。继古埃及和古巴比伦文明之后，古希腊于公元前10世纪开始从原始社会向奴隶社会转化，随之于公元前7世纪——2世纪末成为古代科学文化的高峰。

早在春秋战国之交（公元前7世纪——2世纪），中国就已成为世界上最早由奴隶制过渡到封建制的国家，并在长达1500年以上的历史时期创造了灿烂的古代文明（以四大发明为集中标志），保持着同期世界科学技术的领先地位，于公元10—14世纪的宋元时期达到了顶峰。这同欧洲“黑暗的中世纪”成了鲜明对照。

奴隶社会和封建社会时期的古代科学技术基本特征是：科学开始从生产技术中分化出来；科学上大多归属于经验科学，停留在感性认识阶段；技术上则由青铜器时代跨入了铁器时代，因而，即使在阶级存在和阶级压迫条件下，农业、手工业等多方面也有很大发展。

（三）近代科学技术时期

相当于资产阶级革命和自由资本主义社会阶段的科技发展时期。近代自然科学是欧洲文艺复兴运动的产物，是封建专制制度解体和资本主义发展的成果。欧洲经历了近千年封建社会的宗教神学专制统治，熬过“黑暗的中世纪”（公元5—14世纪）之后，终于迎来了思想大解放的文艺复兴运动的胜利曙光，从而造就了一大批多才多艺的哲学家和科学家，推动了近代科学技术（16—19世纪）的大发展。世界科学中心先后出现于西欧的意大利、英国、法国和德国。按照这一时期各个世纪科技发展的本质特征，在文化史上，人们曾分别称15世纪为“文艺复兴世纪”，16世纪为“宗教改革世纪”（“文艺复兴”、“宗教改革”为近代科学技术的复兴和发展扫清了道路，准备了条件），17世纪是“搜集材料”的科技发展阶段，18世纪是促进思想革命的“哲学世纪”或“启蒙世纪”（以德国古典哲学和法国唯物论为代表），也是“整理材料”的科技发展阶段，19世纪则是近代科学繁荣的“科学世纪”。

自由资本主义社会时期的近代科学技术基本特征是：伴随着资本主义的开始而出现了理论科学，标志着人类对自然规律的认识已进入理性认识阶段（天文学、力学、数学等少数几门学科首先跨入理性认识）；这些科学成果应用于生产，表明人类已开始实现“从理论上征服自然”，导致了两次工业技术革命。18世纪中期在欧美主要资本主义国家爆发的第一次工业技术革命（即产业革命）使人类在技术上进入了蒸汽机时代，引起了以机器生产代替手工劳动、以机器大工业代替工场手工业的重大变革；19世纪70年代开

始的第二次工业技术革命则使人类进入了电力（电气化）时代，并在19世纪末、20世纪初掀起了电气化的高潮，从此迎来了科学和大工业日益紧密结合的时期，科学明显走在生产前面，科学成果不断在生产中应用推广。

（四）现代科学技术时期

相当于垄断资本主义（帝国主义）和无产阶级革命时代的科技发展时期。这一时期是近代科学技术的直接延续和发展，始于19世纪末、20世纪初的物理学革命（以相对论、量子力学和核物理学诞生为主要标志），至今不过80年上下。20世纪初叶，世界科学中心逐步由德国移向美国。现今科学中心虽未明显转移，但日本、西欧也出现了科学复兴和飞跃局面，未来科学技术发展大有多极化、多中心之趋势。如果说，19世纪是“科学世纪”，那么20世纪则是现代科学技术大飞跃的时代，由于物理学革命发挥了开路先锋作用，使物理科学相当长时间成了带头学科，因此有人把20世纪称为“物理学世纪”。由于分子生物学、量子生物学大有‘后来者居上’而跃居新的带头学科之势，未来的21世纪很可能就是文化史上的“生物学世纪”。

20世纪的现代科学技术基本特征是：各门自然科学全面跨入理论科学（即理性认识）阶段，现代先进技术日益转化为直接生产力；由于20世纪40—50年代开始的第三次技术革命，为人类开辟了原子能、电子技术和空间科学技术等为代表的现代化时代。现代科学技术已形成完整的体系，其本质特征和发展规律留待以后章节再述。

二、人类科技史研究内容与发展概况

（一）科学技术史研究简史

科技史是研究科学技术发生、发展规律的学科。这门学科的历史比较悠久，甚至可以追溯到古希腊和我国的秦汉时代，但它的真正建立却是在18世纪下半叶。

科技史研究工作从单一技术史、学科史发展为综合史、社会史、政策史，现已进入科学史理论研究的新阶段。回顾科技史研究的历程，大致可分为以下发展阶段：

1. 技术史诞生阶段（十八世纪至十九世纪上半叶）——在此以前技术知识尚未成体系。十八世纪下半叶，机械、动力、冶金等技术已较为成熟，初步形成技术体系，产生了从总体上研究技术的技术学。要进行技术总体研究，就必然要研究技术史或工艺史。最早把技术学和工艺史结合起来研究的是德国人贝克曼（1734—1811），他写出了西方最早的《发明史》一书。

2. 研究综合科技史阶段（十九世纪下半叶至二十世纪初）——此阶段开始在很多学科史、专业史基础上研究综合科技史，以英国人惠维尔（1794—1866）写的《归纳科学的历史》为代表。综合科技史反映了专业、学科之间的关系，这是科技史研究工作深化的标志。

3. 科学技术史理论研究阶段（二十世纪三、四十年代）——以苏联人黑森发表《牛顿的自然哲学的数学原理、社会经济基础》和英国人贝尔纳发表《科学的社会功能》为代表，着手探讨科技史理论问题，同时开始形成“科学学”这一新兴学科。科技史研究是科学学的基础之一。

4. 进行科技政策研究阶段（二十世纪五十年代至七十年代）——以贝尔纳1954年

发表名著《历史上的科学》、美国库恩1962年发表名著《科学革命的结构》、苏联人1962年提出“科学技术革命”的理论为代表,使科技史、科学学、未来学和科技政策研究溶为一体。总结过去是科技史,研究现在是科学学,预测未来是未来学,其核心是科技政策的研究。

(二) 科技史研究内容与分类

由于近、现代科学技术的蓬勃发展,科技史已经成为分支繁多、内容广泛的综合性学科,跨越了自然科学、技术科学和社会历史科学的各个领域。科技史的研究内容可以概括为:1.研究科学技术本身,科学与技术的关系及其变化发展的规律;2.研究科学技术与社会经济、政治的相互关系和影响;3.找出过去科学技术发展的规律,影响或反馈现在,预测和追求未来。就是说,要通过对历史上科技发展规律的探索,来作为当前和今后的科学技术工作的借鉴。

根据研究内容和对象,科技史一般分为科学史(社会科学史、自然科学史)和技术史(技术科学史、工艺技术史)两大类。其中,社会科学史研究人类对社会历史规律(包括政治、经济)的认识史。自然学科史研究人类认识客观自然规律并用以改造、征服自然的历史。自然科学史包括基础学科史(如斯洛伊克的“数学史”、劳厄的“物理学史”、柏廷顿的“化学史”、天文学史、地学史、生物学史),以及各门分支学科史、边缘学科史和综合性学科史。技术科学史研究各门技术基础理论的发展史,如机械学史、材料学史、能源学史、探矿学史、采矿学史、冶炼学史、农学史、医药学史等等。工艺技术史研究各门应用技术工艺的发展史,如机械制造史、采矿史、冶金史、建筑史、交通史等等。

根据研究对象的专属性和综合性,科技史又可分为专业史和综合史两类。专业史研究各门专业科学发展史,各门专业技术发明史,各种物质资源发现史和应用史(著名的如“铁的历史”等书)等等。综合史研究科学技术总体的一般发展规律,人类自然观、科学观和方法论的演变史(如哥特·惠维尔的《科学思想史》与《归纳科学史》、演绎科学史、科学方法史)等等。

根据科学技术的内外关系,科技史可以分为“内史”与“外史”两类。内史研究科技史本身科学与技术关系的历史。外史研究科技史和它以外的关系如社会政治经济关系的历史。20世纪50—60年代,著名的科学史家、科学学创始人贝尔纳的代表作“历史上的科学”一书开创了把内史与外史结合起来研究的新阶段。

(三) 国内外科技史研究的新动向

科技史已逐步发展成为独立的学科。在五十年代以前,科技史一般附属于其它学科之中;五十年代以后,科技史这朵“迟到之花”,首先在美国、日本、英国开始成为独立的综合性学科,培养了不少科学史博士和教授。美国早在1924年就成立了科学史学会,会员现已达1300人,从事科学史研究者为数更多,现今美国约有30—40所大学设有科学史系。日本于1947年成立科学史学会,到1957年已有会员780人,从事科学史研究者则有2100人,出版了13种刊物,现有20多所大学设有科学史系。苏联也很早就建立了科技史研究所,拥有研究人员200多人;在大学中虽尚未设系,但开设了有关科技史课程(开课1年,每周3学时)。

科技史研究在国外日益受到重视。本世纪二十年代,已故美国著名科学史家萨顿进行了开创性活动,创办了著名的ISIS科学史杂志,建立了科学史国际性研究组织。1968年,正式成立了国际技术史研究合作机构。现今国际上已有专门的科技史研究所40多所,学术刊物已有120种之多。从1928年至今,国际科学史与科学哲学联合会科学史分会已先后主持召开了十六次国际科学史大会,参加的国家 and 人数越来越多,讨论的问题也愈来愈广泛。目前,不仅发达国家,而且亚洲、拉丁美洲的若干国家,都有研究科技史的专门队伍、专设机构和群众团体,出版专门的科技史杂志,美国ISIS杂志出版已有60多年,乃是一个丰富的资料库。

当前,国际上科技史研究出现了几个新特点:一是中国热,研究中国科技史(特别是中国古代科技)成为一种时髦,在日、英、美、新加坡等国都已出现研究中心。英国著名科学史家、剑桥大学教授李约瑟博士,他从四十年代搜集资料、五十年代着手编写的《中国科学技术史》多卷本巨著,早已闻名中外。日本京都大学名誉教授、76岁的戴内清是日本研究中国古代科技史的首屈一指的专家,他领导了京都人文科学研究所中国科技史研究班,1953年以来出版论著14部,1975年主编《中国科学》一书,他的最新著作《从科学史看中国文明》,则是集他47年研究成果之大成。新加坡大学何丙郁等人和美国著名汉学家、历史学家席文教授,在中国科技史研究方面也颇有建树。在1974年的第十四届国际科学史大会上,宣读了有关中国科技史的论文为29篇;而在1981年8月2日至9月3日于布加勒斯特召开的第十六届国际科学史大会上,共收到论文965篇(宣读800余篇),其中除我国8名代表提供的19篇论文外,外国学者写出的中国科技史论文就有30余篇。二是现代热,即内容注重现代,研究重点转向二十世纪的现代科学技术问题。三是领域广,研究领域不断扩大,出现了一系列新的分支学科。此外,国际科技史研究特别值得注意的新动向是理论热,即科技史研究的理论性加强了,已从史料积累转向探讨科技发展规律问题。1977年8月10—19日在英国爱丁堡市举行的第十五届国际科学史大会,主题是《科学进步对人类的意义,历史前景》,最引人注意的中心议题则是“科学思想的内部和外部的制约性”。1981年在布加勒斯特召开的第十六届国际科学史大会,则显示出科学史与科学哲学、科学社会学、科技政策研究相互结合的发展趋势,为此提出了一系列新问题和新观点:比如,用系统论观点对科学史作多层次研究,对科学发展具体模型的研究,对科学与文化关系的研究,对当前工业革命的研究,对自然科学、技术科学和社会科学三者相互关系的研究,对科学创造性的研究,对科学发现中的必然性与偶然性的研究,等等,对我们都很有启发。这些都说明,科学技术史作为一门独立学科,已从积累材料走向理论领域。

国内对中国科技史的研究,虽可远溯到秦汉,但真正称得上研究,则是从20世纪初开始的。已故的竺可桢、李俨、朱文鑫、刘仙洲、梁思成、吕子方教授等老一辈科学家,是中国科学史学的奠基者。从本世纪初至现今八十年间,国内对中国科学史的研究,大体可分三个阶段:

1. 第一阶段(20世纪初—1949年新中国成立)

本阶段主要是对史料的搜集、考证、积累和系统化,并写出了一定数量的专文和专

史。研究者们注意从地下出土文物中进行搜集，并用现代科学方法对这些文物进行检验和鉴定，开始作模拟实验和复原工作。当时全国研究中国科学史的人总计不到50人，而且分散地从事业余研究，写出了各种论文资料2000多篇，各种专著和史料20—30种，确是难能可贵的。

2. 第二阶段（1949年新中国建立——1976年粉碎“四人帮”以前）。此阶段结束了解放前那种分散、零星、自发的研究状态。1954年，根据前中国科学院竺可桢院长的倡议，成立了“中国自然科学史研究委员会”，1957年成立“中国自然科学史研究室”（现中国科学院自然科学史研究所的前身）。1956年7月召开了中国科学史第一次讨论会，同年9月由竺可桢教授率领中国科学史代表团到意大利参加了第八届国际科学史大会，从此开始了有组织、有计划地开展科学史研究的新时期。除继续从古典文献和出土文物中搜集有关科技资料外，还进行了古代科技书籍的校勘、注释工作，从资料积累转入系统总结，创办了几种科学史刊物，主要工作是编写学科史和专题史。从五十年代后期到1966年以前，大约编写了20部专史著作，写出各种专题论文4000多篇，论著中力图用辩证唯物论和历史唯物论作指导，取得了一定成效。

不幸，在十年浩劫期间，难心论和形而上学泛滥，我国整个科学文化受到摧残，中国科技史研究也被完全窒息。

3. 第三阶段（1976年粉碎“四人帮”至现在）

在这科学的春天，中国科学史研究又有了起色，并把它作为重点项目纳入了国家科研规划。短短几年来，除了史料搜集和整理工作有了长足进展外，还写出了不少论文和专著，如《中国古代科技成就》已出版，《中国科学技术史稿》已完稿，正编写有关丛书，等等。目前，全国从事科学史研究的专职和兼职人员约500人左右，有的大学开设科学史课程已初见成效，中国科学院干部进修学院和各部、委，各省市的许多干部训练班都专讲了科技史课。

1980年10月5日至11日，由中国科学院自然科学史研究所在北京主持召开了第二次全国自然科学史学术会议和中国自然科学史学会成立大会，与会代表273人，收到学术论文226篇，这是我国科学史界的一次空前盛会。1981年11月，在苏州举行了全国第二次工业技术史学术讨论会，与会代表79人，实际上也是一次科学技术史的大交流。

但是，同国外关于科学史的研究相比较，我国在科研队伍、科研刊物，以及科研成果等方面都存在着很大的差距。不仅整个科学史的研究，就是中国科技史的研究，我国在国际上都还处于落后地位，急需我们迎头赶上。要加速发展我国的科学技术，必须大力加强科技史的研究工作。

三、研究人类科技史的重大意义

开展科技史的研究和教育，是当今时代的需要，意义十分重大，势在必行。它对于自然科学家、技术专家、哲学家和社会科学家，对于领导干部——特别是科技和生产管理干部，以至对于青年学生和一般群众，都是极为重要的。

1. 科学技术史是关于人类认识自然、改造自然、提高社会物质文明的历史科学，主要研究科学技术的历史演变。科学技术的进步是社会发展的动力，它直接或间接地改

变着人类生产、生活和精神的面貌。研究科技史可以认清科学技术在改造世界过程中的作用,从而使人们更好地掌握和运用自然规律,对自然获得更多的自由,以实现马克思所说的“从理论上征服自然”的目的。

2. 当前,我国已进入四个现代化建设的伟大历史时期。科技现代化是实现四化的重要关键,它直接关系到社会主义建设和国民经济的发展。研究科技史对党和政府正确制订科学决策,编制长远科技发展规划,提供了一定的依据。对于领导干部特别是科技管理干部正确贯彻执行这些科技路线和政策,端正科技发展方向,拟订科研计划、方案和措施,提供了重要的指路标,它乃是领导干部实现科学化管理的必修课。在这方面,党中央书记处和国务院领导同志为我们作出了榜样。在他们百忙中举办的科技讲座里,开宗明卷第一讲就是听取著名科学家钱三强同志主讲“科学技术发展的简况”,其重视之极由此可见一斑。因为只有研究中外科技史,懂得科技发展规律,了解各国和我国科技发展进程中经验和教训,并自觉借鉴历史经验,取人之长补己之短,才有可能在实现“四化”特别是科技现代化的新长征中高瞻远瞩,视野开阔,少走弯路,真正按科学规律办事,从而开辟一条适合我国国情的中国式的现代化建设道路。

3. 几千年来,科学技术走过了错综复杂的发展过程,熟悉科技史是科学技术研究的基本功。这对于科学家和技术专家剖析历代科学家从事创造发明的思维方法、实验手段和成长道路,掌握科学内部发展规律、灵活运用辩证唯物的科学认识论和方法论,从科技发展的历史来认识现在,展望未来,摸准现代科学技术脉搏,看准今后突破方向,提高自己的科研素质,都是至关重要的。国外一些著名科学家,一向重视科技史,有的后来还兼作以至专作科技史研究工作。如英国的李约瑟博士,原来是一位生物化学家,后来专门从事中国科技史的研究,撰写了《中国科学技术史》这部多卷本的巨型专著,取得了杰出成就。尽管他已82岁高龄,原计划这部巨著写七卷,现却计划要写十一卷,真可谓壮志凌云!通过研究科技史,不但使科技工作者眼界开阔,思想活跃,总结历史的经验教训,而且能从前辈学者的治学态度和治学方法上得到教益。

4. 科学史不仅是具有专史性质的一门历史科学,与经济学、考古学等社会科学学科有密切联系,而且更与哲学史息息相关,哲学发展与科学发展是相互促进的。自然科学是从古代自然哲学分化出来的,通过总结和概括近现代自然科学成果,业已或即将推动哲学的进一步发展。恩格斯早已指出:“甚至随着自然科学领域内每一划时代的发现,唯物主义就不可避免地一定要改变自己的形式”^①。列宁更明确强调:“要继承黑格尔和马克思的事业,就应当辩证地研究人类思想、科学和技术的历史”。因此,所有哲学家和社会科学家要想推动马克思主义哲学与社会科学的发展,不可不重视人类科技史的研究。

5. 对于青年学生,特别是理工科大学生和研究生,学习科学史有利于扩大知识面,开阔眼界,提高专业学习质量,进而增长才干。对一般群众宣传和普及科技史知识,无疑会在提高我国全民族的科学文化水平方面发挥重大作用。

注① 恩格斯:《费尔巴哈与德国古典哲学的终结》第17页。

第二节 古代科学技术（公元16世纪以前）

真正有价值、有记载的古代科学技术，开始出现于奴隶社会初期，特别是形成脑力劳动与体力劳动分工、产生文字之后。到了封建社会中期，古代科学技术达到顶点，此后便逐渐衰落下来。

在长达4500年上下的古代科学技术时期，号称当时“四大文明中心”的古埃及、古巴比伦、古希腊和中国，是主要的发源地。埃及和巴比伦奴隶社会的文明为古代奴隶社会科学的高峰——希腊科学的出现作了直接准备；中国封建社会初期和中期的科学技术则是古代封建社会的科技高峰。这里我们仅对这两个高峰略作扼要介绍。

一、奴隶社会的科学高峰——古希腊科学

古埃及和巴比伦奴隶社会的文明达到了惊人的高度。试以举世闻名的古金字塔为例，它就是一种超艺技术，由巨石叠砌而成的古埃及法老金字塔可以滴水不漏；据说停放木乃衣的地方具有微波谐振控功能，通过微波共振效应可以除湿灭菌。古代奴隶们闪光的智慧由此可见一斑。

公元前约1000年至800年，古希腊开始由原始社会转化为奴隶社会。希腊人继承了来源于埃及、巴比伦的古老生产技术传统，在原始社会后期就使用了铁器，并利用腓尼基人发明的字母来拼写希腊语言文字，建立了从军事民主制演变而来的以工商奴隶主为首的城邦共和国，使古希腊科学文化在较短期达到高峰。

公元前8世纪至4世纪，史称“希腊时代”（Hellenic Period）。公元前4世纪，亚历山大东征。建立了版图辽阔的大帝国。公元前323年亚历山大死后，大帝国被将领们瓜分；托勒密（Ptolemy）在埃及建立托勒密王朝，它的首都亚历山大利亚（Alexandria）成为古代最大的一个科学中心。此时希腊语言和文化在亚历山大帝国领域内广泛传播。史称“希腊化时代”（Hellenistic Period）。

现分三方面概述希腊科学的性质和成就：

1. 古代朴素的自然观——在当时技术条件下，关于自然、宇宙、物质的本质问题，只能作猜测性的解答。早期的爱奥尼亚（Ionia）哲学家都带有朴素的唯物论倾向，甚至包含不少辩证法因素。他们的功绩在于把科学从宗教、神话中解放出来，用物质本身的运动、变化来说明自然，因历史条件的限制，不可能科学地解释自然。但他们的思想乃是人类幼年时代的精华，其中所提不少问题仍然为现代物理科学发展的前沿。可惜这种朴素的自然观受到了以后的唯心论的歪曲。它基本上有三个组成部分：

（1）元素论：由泰勒斯（Thales，盛于公元前579年）提出万物由水组成，赫拉克利图（Heraclitus，盛于公元前505年）和亚里斯多德（Aristotle，公元前384—322年）等人将恩培多克利斯（Empedocles，盛于公元前460年）的四元素说（空气、水、火和土是组成自然的基本元素）加以改造，提出由基本的四种性质（冷、热、干、湿）相结合产生四种元素，组成自然的基本元素。直到中世纪，亚里斯多德学说一直都处于支配地位。

（2）原子论：留基普（Leucippus，盛于公元前420年）认为物质由不同形状的原

子组成,用原子不同形式的运动解释自然界的各种现象。这是古代唯物论的最高成就,受到了从柏拉图(Plato,公元前427—347年)以来的唯心论者的攻击。以后,希腊化时期的伊壁鸠鲁(Epicurus,公元前320—250年)以及罗马时代的留克瑞修斯(Leucritius,公元前95—55年)都曾捍卫过原子论。文艺复兴以来,欧洲的唯物论者大都把原子论作为他们哲学的主要基础。

(3) 宇宙论:公元前6—5世纪,希腊时代的毕达哥拉斯学派内的菲罗劳斯(Philolaus)提出球形是最理想的形体,地球、月亮、太阳、行星都是球形星体,围绕着中心火做圆周运动。他没有把地球放在宇宙中心。比较起来,宇宙论是古希腊朴素自然观中最薄弱的部分。

但在公元前5—4世纪,苏格拉底(Socrates,公元前470—399年)却从根本上反对一切抽象形式的科学。柏拉图则用客观唯心论来歪曲古代的自然观,首先提出神创和先验的观点。亚里多斯德动摇于唯物论和唯心论之间。只在认识论上基本上是唯物的。他们对古代自然观的歪曲和修正,给后世造成了不良影响。

2. 经验科学或描述科学

(1) 生物学:亚里斯多德不只是哲学家,也是一个博物学家。他集雅典学派的大成,主要贡献在于生物学,他的动物分类有些内容接近现代水平,对解剖和胚胎发育也作了大量工作,而植物学方面的著作则多已失传。

(2) 医学:希拉克拉提(Hippocrates,公元前460—357年)等人于公元前450—350年写成的60余卷的全集,反映了古代医学的丰富经验,把医学从古代的巫术迷信中解放出来。罗马时代的名医盖伦(Galen, 130—200年)在治疗经验上有一定成就,但他把四元素说用于解释人体现象,并把猴体解剖知识硬套到人身上来,对后世起了消极影响。

(3) 天文学:尽管古希腊时代便有阿瑞斯塔库斯(Aristarchus,公元前310—250年)提出过地球围绕太阳运动的正确主张,但没有得到发展。由于亚里斯多德地心观的权威,经过希腊化时期的托勒密(Ptolemy, 90—168年),以观察和计算为基础,建立了以地心为中心的托勒密体系,直到文艺复兴时期才得到纠正。

3. 理论科学(着重在数学、力学)

希腊人从爱奥尼亚哲学家开始,尤其是经过毕达哥拉斯学派的大量工作,早在埃及和巴比伦从测量土地面积发展起来的实用技术,就变成了几何学这门科学。它对客观世界的空间关系作了科学抽象,初步达到了理性认识阶段。亚历山大的欧几里德(Euclid, 公元前330—275年)是几何学的鼻祖,他编著的13卷“几何原本”作了系统总结,是古希腊科学的最高成就。它建立在公理和定义基础上,运用演绎法推导出来的严密几何体系和逻辑推理方法对近代科学影响很大。阿波罗尼乌斯(Apollonius, 公元前260—200年)运用几何方法对圆锥曲线(抛物线、椭圆、双曲线)进行了系统研究和概括,这对以后开普勒、牛顿在天文学方面的工作给了很大帮助。

阿基米得(Archimedes, 公元前287—约212年)在计算圆周长、圆柱体及圆锥体积过程中运用的思想和方法,开始具有微积分的萌芽,也是值得一提的希腊数学成就。

阿基米德在力学、静力学和流体力学某些方面的研究也达到了一定的科学形态。当

他发现杠杆原理后，他豪迈地宣称：“我如果在宇宙中有一个可站立的地方，我就可以移动地球”。

罗马帝国时代，奴隶制日趋没落，科学走向明显的衰退。

总的说来，古希腊科学成就的取得都是建筑在奴隶主残酷剥削奴隶们的基础之上的，实际上是广大奴隶和一批自然哲学家、科学家共同建树的丰碑。但是，奴隶社会的科学大部分都没有超出经验科学的阶段。

二、封建社会的科技高峰——中国古代科学技术

中国是世界上最早由奴隶制过渡到封建制的国家。在中国奴隶社会内部，孕育起来的封建生产关系，在春秋（公元前770—475年）战国（公元前475—221年）之交，随着铁器的应用而导致农业进一步发展，已逐步代替了奴隶制。这一制度从孕育、成长到取得胜利，一直伴随着思想文化上的斗争，这就是战国时期“百家争鸣”的生动活泼的学术繁荣的社会背景。这些都非常有利于科学技术的蓬勃开展。因此，虽然中国奴隶社会开始得较晚，也没有发展到自己的高峰，但是在封建社会的初期（战国时期），中国的科学文化就足以和奴隶社会的希腊科学文化高峰相比美，同时并驾齐驱，东西辉映，互有短长。中国封建社会的初期和中期，由于上层建筑与经济基础、生产关系与生产力发展较为适应，曾在生产技术上达到很高的水平，从而在一个相当长时期内（如果从秦汉算起到明初，时间超过了1500年），中国古代科学技术形成了自己独特的体系，很多部门超过西方而占居世界特殊的领先地位，并在宋元时期（公元10—14世纪）达到顶峰。正如李约瑟博士所说：“在公元3世纪到13世纪之间（中国）保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平……中国的这些发明和发现往往超过同时代的欧洲，特别是15世纪之前更是如此”

（见“中国科学技术史”）。戴内清教授也指出：“一般认为，科学起源于欧洲，科学只是欧洲的产物。其实不然，早在欧洲之前，中国就有了伟大的科学技术发明”，这些发明“在独创性方面名冠世界”。“中国文明的成果，几乎全是中国人独创出来的。而且与西方的文明古国早已灭亡相反，中国文明六千年来一直存在着，直到现在还在发展”。

（一）中国封建社会初期和中期科学技术的辉煌成就

中国古代科学技术体系奠基于春秋战国时期（公元前771—前221年），形成于秦汉时期（公元前221年—公元220年），在三国两晋南北朝时期（公元220—581年）得到充实提高之后，便高度发展于隋唐宋元时期（公元6—16世纪）。现将这些时期中国科技的辉煌成就择其要者扼述如下：

1. 朴素唯物论与自发辩证法思潮的兴起和发展

唯物主义思潮的兴起同新兴地主阶级夺取政权的斗争有关，而科学技术的进步又为唯物主义思想提供了佐证。荀子“天行有常”的思想和“制天命而用之”的主张，代表了春秋战国时期人们认识自然和改造自然的要求。齐梁时，范缜著《神灭论》，敢于同梁武帝的“神不灭”论公开对垒。唐代柳宗元和刘禹锡宣传无神论，认为人能“用天之利，立人之纪”。北宋张载、王安石都认为天地万物都有自己的发展规律，能为人们所认识。张载指出“万物皆有理”。王安石说“天地与人，不相关，薄食、震摇皆有常数，不足畏忌”。

……这些有代表性的唯物主义思想促进了中国古代科学技术的发展。

2. 农业体系

根据“吕氏春秋”记载，战国时期对一系列农业生产环节就已有明确理论与技术措施，特别注意到天时、地利与人力的关系，开始进入精耕细作阶段。西汉时期《记胜之书》进一步总结了精耕细作技术。北魏贾思勰《齐民要术》一书，标志着农学体系的完全成熟。元代的《王祯农书》对农业机械描述的完备是全书最大特色。明末宋应星的“天工开物”是世界第一部有关农业和手工业生产的百科全书。

农业生产重要一环的农田水利工程一向都有重大成就，早在春秋战国时期就修建了如四川都江堰、芍陂、漳水十二渠、郑国渠等一批著名的大型水利工程。其中，战国时期秦国太守李冰父子主持修建的四川都江堰，由鱼咀岷江分水工程、飞沙堰分洪排沙工程、宝瓶口引水工程巧妙结合而成，分导了汹涌的岷江，灌溉了川西14县500余万亩农田其规划、设计、施工的科学水平和创见，已蕴含了“系统方法”的萌芽、成为水利工程的奇迹。

3. 医药学体系

战国时期《黄帝内经》一书是医学理论体系形成的标志。东汉末年张仲景著《伤寒杂病论》，确立了理、法、方、药具备的辩证论治的医疗原则。两晋、南北朝出现了奠定针灸术基础的皇甫谧《针灸甲乙经》等医学著作。金元时期医学有四大学派，使中医理论研究盛极一时。

药理学也自成体系，其代表作是汉代出现的《神农本草经》。明代李时珍（1518—1593）的“本草纲目”共收药物1892种。这部总结性和创造性的药理学著作得到国内外高度评价，17、18世纪就被译成多种外文，英国生物学家达尔文曾称它为“中国古代百科全书”。有人认为，我国中医古代中药学宝库，至今并未发掘完毕。

4. 天文学体系

春秋战国时期，与农业关系密切的天文历法已经定量化，汉代的“三统历”为我国优良的历法之一。我国古代论天三家到汉代均已成熟，盖天说这时已趋于没落，浑天说广为人们所接受（由《道德经》确证了老子是浑天说的鼻祖），而宣夜说描述了一幅日月众星在物质的无限空间运动的情景，是别树一帜的宇宙学说。汉代以后各种天象记录趋于齐备与精确化，太阳黑子、新星、超新星爆发的明确记录首见于汉代。另外，对日食、慧星、极光等长期来均有细致、形象的描述，为近现代科学研究提供了宝贵的历史资料。北宋进行过几次大规模的恒星观测，至元代郭守敬记录的星数已达2500颗（而欧洲到14世纪以前，观测星数只有1022颗）。北宋苏颂等人设计创制的水运仪象台是世界公认的最古老的“天文钟”。

吕子方教授用解析几何方法去分析八卦，认为我国古代的八卦是一种标志空间方位的符号（当代有人用八卦曾推算出太阳系冥王星之外有第10颗行星存在）；他还肯定了我我国大批古代占星术家们在早期天文学发展史上的贡献。

5. 数学体系

春秋战国时期，我国古代独特的筹算制度已经形成，被马克思称为人类“最妙的发

明之一”——十进地位制这时已被广泛采用。

汉代出现的数学名著《九章算术》，是我国古代数学体系形成的标志，从体制到内容都成为后世数学著作的楷模，许多内容在当时遥居世界领先地位。吕子方教授在对“三统历”的主要数据进行运算后，证明我国在西汉就已知求连分数，比欧洲早1600多年。三国两晋南北朝时期出现了一大批数学家发展了数学体系，其中成就最大者有：刘徽的《九章算术注》对《九章算术》的全部问题作了理论证明，他发明了割圆术，算出圆周率 $\pi=3.1416$ ；祖冲之则进一步算出 $3.1415926<\pi<3.1415927$ ，被称为“祖率”（欧洲直到16世纪才得到该值），可惜他的数学名著《缀术》已失传。

宋元时期数学研究成果辉煌。北宋博学多能的科学家沈括之名著《梦溪笔谈》，内有许多数学问题。他研究的“隙积术”是我国对高阶等差级数研究的开始。朱世杰的《算术启蒙》是一部很好的数学教科书，另著《四书王鉴》系统叙述了多元高次方程组的解法，比欧洲早约400—800年。

6. 地图、地学与地震学

春秋战国时期绘制地图已达到一定水平。晋代裴秀明总结的“制图六体”，长期内成为测绘地图所遵循的理论。

春秋末的“山海经”中的山经，以山为纲，对黄河和长江流域的自然环境作了综合概括，是这时人们地理知识的总汇。吕子方教授侧重从科技史角度对“山海经”进行了系统研究后认为，中国古代文化的发祥地，不仅在黄河流域，还有巴楚长江流域这个文化系统。战国时期的“禹贡”综述了更大范围的自然地理，“导山”部分已有山系概念。明代地理学家徐霞客对我国西南和中南部岩溶地貌的研究，在世界科学史上占有重要地位。

我国是多地震的国家，从汉代开始记载的地震灾害计有8100多次。汉代张衡创制的候风地动仪，是世界上第一架地震仪。

7. 重大技术发明和创造

(1) 火药、指南针、造纸术和印刷术——这是举世闻名、人类称颂的我国古代四大发明，成为世界科技“金花”，在世界科技史上，领先千余年。指南针最早称为“司南”，大约出现于战国时期，最早记载指南针用于航海事业的是宋代朱彧的《萍洲可谈》，南宋航海用的水罗盘有24向，加缝针成48向，欧洲后来用的罗盘只有32向。造纸术发明于汉武帝时期，公元105年蔡伦采用树皮造纸，并对造纸术作了重大改革。雕版印刷术发明年代尚未弄清，但肯定隋唐之际的七世纪初已经出现；北宋时平民毕升发明的胶泥活字印刷，是印刷技术史上的一项伟大发明；13世纪有人用锡做活字，是世界上最早的金属活字。火药由唐代炼丹家发明，以硫黄、雄黄和硝石作原材料，到了宋代，火器、火炮已发展到铁制阶段。马克思曾经指出：“火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明”，它们大大加速了近代欧洲文明的兴起，乃是“资产阶级发展的必要前提”。戴内清教授说得对：四大发明“对促进欧洲的文艺复兴运动开花结果起了决定性的作用，极而言之，没有中国的这些发明，就没有欧洲的文艺复兴运动，从而也就不会有欧洲的现代化”。这是欧洲人自己也承认的。

(2) 漆器与瓷器——漆器历史悠久，浙江余姚河姆渡遗址（距今约7000年），江苏吴江新石器时代晚期遗址（距今约4500年）已有漆器遗物出土。春秋战国时期，漆器工艺技术水平已相当高，汉代漆器工艺高度成熟。我国是瓷器的故乡（英文“China”就有“中国”、“瓷器”的双关意），原始瓷发明于商周时期，宋代青瓷和白瓷工艺技术水平均相当高，唐代开始出口，但制瓷技术15世纪后才在欧洲推广。

(3) 丝织品与纺织品——我国素有“丝国”之称，至迟在5000年以前就有丝织品问世。麻织品和毛织品出现也很早。较好的棉织品至迟到西汉已出现。纺织技术在我国得到高度发展，古代传统的纺织机械在汉代已经齐备，宋代出现了当时世界上最先进的大型提花机。

(4) 采矿与冶金——采矿技术在我国古代也达到了较高水平，湖北大冶铜绿山春秋战国时期的古矿井即为其见证。同时，找矿经验也得到了总结，如《管子》就明确记载了矿苗和矿物的共生现象，这为找矿提供了理论指导。明代已使用火药爆破采矿技术。冶铁术至迟在春秋战国时期已经发明。2000多年前越王勾践的剑至今不锈，那时远没有电镀，而是在冶炼中镀造的，古代这种以炼代镀的工艺胜过了今天的电镀，以至现代工艺还无法办到。春秋末年出现了生铁冶铸技术和铸件，这在冶铁史上是个大突破并遥遥领先（欧洲到14世纪才有生铁出现），古代主要冶铁制钢方法在汉代均已齐备。明末之前（17世纪中叶）我国在冶铁、炼铜、铸造、锻造和炼锌等冶金技术各方面一直保持着世界先进水平。

(5) 其它——吕子方教授用逻辑分析和化学分析方法研究古代文献有关记录，得出我国早在战国时代就能制造玻璃的结论，有力地驳斥了“玻璃外来说”，这已为近年出土文物所证实。……等等。

8. 工程、建筑与交通技术

(1) 世界著名建筑奇迹——万里长城：开始修建于战国时期，秦统一中国后筑成，汉代继续修造并延伸到新疆，构成了一个庞大的防御系统。我国的万里长城同古埃及的金字塔、巴比伦隧道一起，都是古代人类建造的宏伟建筑物和高超的建筑技术的典范。

(2) 世界科技史上的伟大成就之一——大运河：隋代和元代开凿的京杭大运河，全长1000多公里，是我国南北交通的大动脉。

(3) 造船技术和航海技术的兴起与发展

春秋战国时期船舶制造业就已兴起，各诸侯国纷纷建立了水军，拥有多种大小船舰。汉代船舶技术趋于成熟，体制完整的水军达20万人，一次战役能出动楼船二千余艘。汉武帝时，我国海船已经开辟了从广东徐闻、合浦出发，出南海，穿越马六甲海峡，经缅甸，抵达印度和斯里兰卡的航线。另外，东渡日本，南及印度尼西亚的航线亦已通航。中外陆路交通在汉武帝至隋唐时期，开辟了从长安向西，经由新疆，翻越帕米尔高原，再经中亚、伊朗，直至东罗马帝国的丝绸之路。还有由四川、云南，经由缅甸抵达印度的道路等等。

15世纪初，明朝三宝太监郑和七次下西洋（公元1405—1433年），是我国和世界航海史

上的空前壮举。他的远航比意大利人哥伦布(1492年首创横渡大西洋的记录)和葡萄牙人达加马(1498年经过非洲南端的好望角横渡印度洋)都早半个多世纪,而且在组织规模 and 科技水平等方面都在他们之上。郑和与付使王景弘等出使西洋,组织了一支庞大舰队,总共有27000人、船只一、二百艘,其中大型宝船40—60艘,最大的长约44丈(150米)。这比哥伦布航行大西洋时只有88人,乘坐三只长约19米(63呎)的小船以及达加马也只有4只船、船员148人(或作170人)的规模大得多。郑和先后七次访问了亚非三十多个国家,远达非洲东岸赤道附近,今索马里、肯尼亚一带,在航海史上为我国首创了横渡印度洋的记录(达加马在这之后80年才再次横渡印度洋)。无疑,这只能称道我国明代的造船和航海技术仍居世界冠军。

总之,中国古代科学技术虽未超出经验科学阶段,但确已达到了很高水平。直到西方近代理论科学产生之前,在长达1500年以上的封建社会初期和中期,中国科技都比西方遥遥领先。而且,在公元6世纪末至16世纪的大约一千年内,是世界范围的封建社会阶段和欧洲科技落后时期(史称欧洲“黑暗的中世纪”),却恰为中国封建社会和古代科学技术高度发展的黄金时代。通过中外科技交流,中国古代科技的辉煌成果经由陆路和海路,向东传入朝鲜、日本,向西经伊朗、阿拉伯而辗转输入欧洲,向世界输送了精神文明和物质文明,特别推动了欧洲文艺复兴运动。因此,举世公认中国为“文明古国”和“世界文化的摇篮”,乃是当之无愧的。

(二) 中国封建社会晚期科学技术衰落的原因

及至明代,出现了资本主义萌芽,我国封建社会开始衰落。但在16世纪之前,我国科学技术总的来说仍居世界领先地位。就技术水平而论,明末之前(17世纪中叶)或欧洲工业革命之前,仍是世界先进的。可惜,16世纪之后,我国科学技术就由先进变落后了。具体说,我国的自然科学是从16、17世纪开始落后于西方,技术落后是在18世纪英国已进入工业革命使用机器代替手工操作的时候。

为什么一个堂堂的“文明古国”会在近代——现代科技发展中大大落伍了呢?原因诸多,需深入探讨,这里仅想着重指出:

1. 社会原因、经济结构与政治体制方面

中国封建社会的漫长性、持续性是中国近代科技落后的主要根源。首先,中国封建社会极其漫长(欧洲封建社会仅约1000年左右,中国封建社会则长达2000多年),与欧美相比,它具有“生得早、死得晚”的特点,封建专制的某些社会影响甚至遗留至现代还阴魂未散。欧洲从14—17世纪的三、四百年之间,资本主义从开始萌芽到迅速发展,较快取得了资产阶级革命的胜利。而我国明、清两代从16—19世纪也是三、四百年时间,却始终停留在资本主义萌芽阶段。其次,自给自足的小农经济的封闭体系,中央集权的专制制度,明清统治者长期实行“闭关锁国”政策,对内重农压商,严重束缚了生产力发展,工商业形不成摧毁封建社会的实力,阻碍了资本主义在中国生根。即使明末欧洲传教士来华,用西方近代科学技术的敲门砖也未砸开腐朽封建制度的大门。1840年鸦片战争以来,西方殖民主义者用中国古代发明的火药炸开了封建清王朝的关卡,中国开始沦为半殖民地半封建社会,封建主义与帝国主义内外勾结,进一步堵塞了中国通向资本主义和