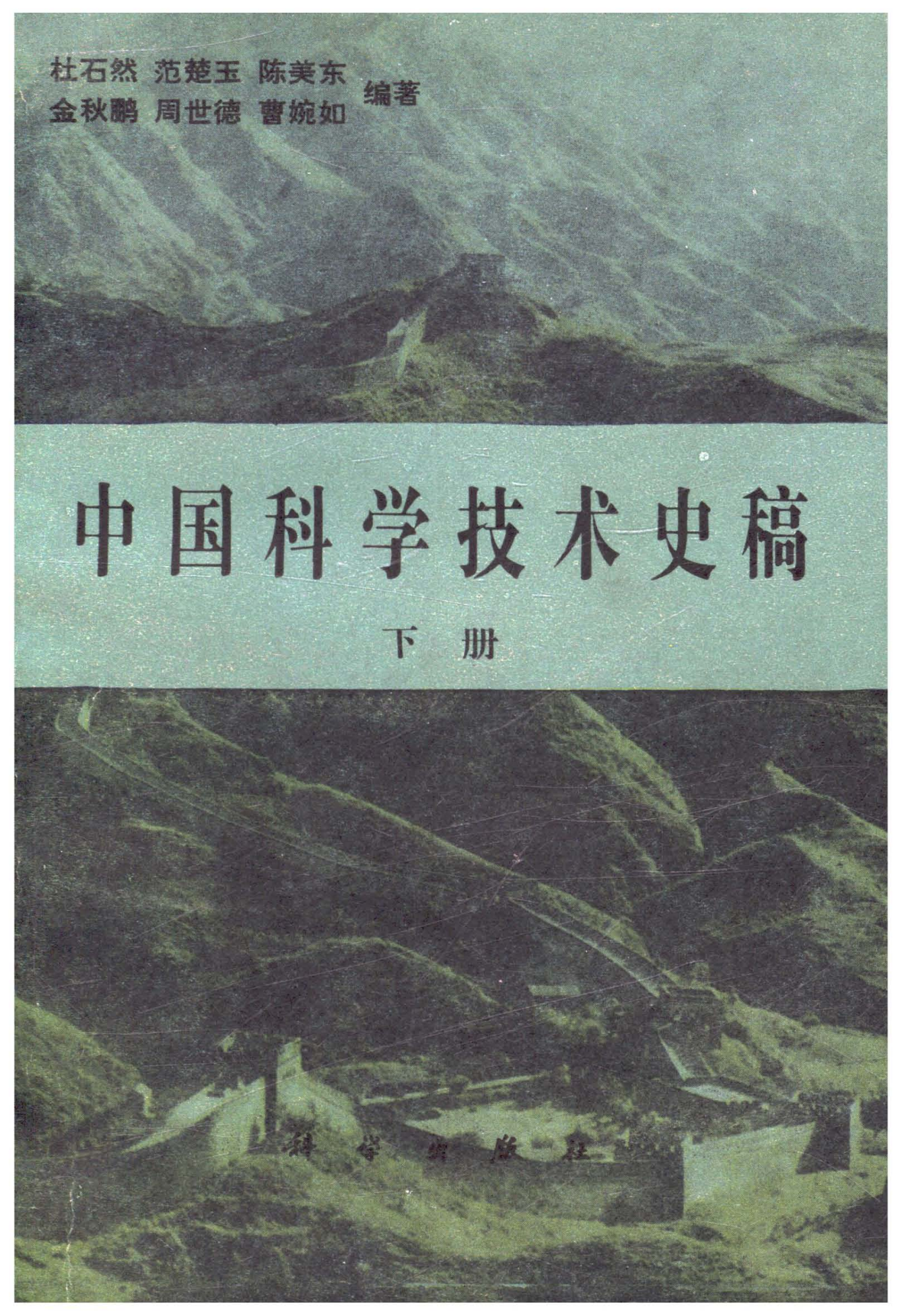




杜石然 范楚玉 陈美东
金秋鹏 周世德 曹婉如 编著

中国科学技术史稿

下 册

科学出版社

中国科学技术史稿

(下册)

杜石然 范楚玉 陈美东 编著
金秋鹏 周世德 曹婉如

科学出版社

1983

内 容 简 介

科学技术的发展,和人类社会的其它事物一样,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。显然,这对广大干部、科技工作者、社会科学工作者以及青年同志们积极学习文化科学知识,为祖国的社会主义四个现代化贡献力量是有所裨益的。

这正是编著、出版这本中国科技通史的目的。

中国科学技术史稿

(下册)

杜石然 范楚玉 陈美东 编著
金秋鹏 周世德 曹婉如

责任编辑 王玉生

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年8月第一版 开本: 850×1168 1/32

1983年12月第二次印刷 印张: 11 7/8

印数: 精7,801—11,750 插页: 精4平2
平8,501—14,500 字数: 312,000

统一书号: 13031·1930

本社书号: 2630·13—18

定价: 布面精装2.85元
平装1.90元

科技新书目: 58—精21平22

内 容 简 介

科学技术的发展,和人类社会的其它事物一样,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。显然,这对广大干部、科技工作者、社会科学工作者以及青年同志们积极学习文化科学知识,为祖国的社会主义四个现代化贡献力量是有所裨益的。

这正是编著、出版这本中国科技通史的目的。

中国科学技术史稿

(下册)

杜石然 范楚玉 陈美东 编著
金秋鹏 周世德 曹婉如

责任编辑 王玉生

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年8月第一版 开本: 850×1168 1/32

1983年12月第二次印刷 印张: 11 7/8

印数: 精 7,801—11,750 插页: 精 4 平 2
平 8,501—14,500 字数: 312,000

统一书号: 13031·1930

本社书号: 2630·13—18

定价: 布面精装2.85元
平装1.90元

科技新书目: 58—精21平22

目 录

第七章 古代科学技术发展的高峰

- (宋辽金元时期 960—1368年) (1)
- 一 科学技术高度发展的社会背景..... (1)
- 二 火药和兵器的进步..... (5)
- 火药和火药武器 (5) 兵器制造技术 (8)
- 三 指南针的发明与航海造船技术..... (10)
- 指南针的发明与应用 (10) 海运的发展 (13)
- 造船技术的鼎盛 (14)
- 四 雕板印刷的盛行与活字印刷术的发明..... (19)
- 雕板印刷的盛行 (19) 活字印刷术的发明和
发展 (20)
- 五 卓越的科学家沈括..... (24)
- 沈括和《梦溪笔谈》 (24) 沈括的主要科学
成就 (27) 沈括的科学思想和治学方法 (31)
- 六 农业生产和农学的高度发展..... (32)
- 农田的开垦和农作物分布的变化 (32) 陈旉《农
书》和南方水田地区的耕作栽培技术 (34) 王桢《农
书》及其它 (35) 动植物谱录大量出现 (37)
- 七 数学的辉煌成就..... (38)
- 秦九韶、李冶、杨辉、朱世杰——宋元数学四大家 (38)
- 高次方程的数值解法 (40) 天元术和四元术 (42)
- 高阶等差级数 (44) 大衍求一术 (44)
- 八 天文学发展的高峰和著名的科学家郭守敬..... (45)
- 大规模的恒星观测 (45) 天文仪器发展的
高峰 (48) 郭守敬及其成就 (53)
- 九 地学与水利建设..... (55)
- 地方志和域外地理著述 (55) 各种地图的
制作 (57) 矿物学著作《云林石谱》 (60) 水
利事业的发展 (61)

十	医药学的全面发展.....	(63)
	《经史证类备急本草》等的修订 (63)	
	金、元四大家和医学流派的形成 (64)	
	法医学著作《洗冤录》和解剖学知识 (66)	
	针灸和外科医术 (70)	
十一	瓷器和冶金的进展.....	(72)
	名闻中外的名窑瓷器 (72)	
	冶金技术 (78)	
十二	建筑与桥梁技术.....	(81)
	城市建设的变化 (81)	
	《营造法式》反映的木构建筑技术 (82)	
	砖塔建筑技术的进展 (83)	
	辽代应县木塔 (84)	
	元代木结构技术的新发展 (85)	
	桥梁建造技术 (86)	
十三	纺织技术.....	(89)
	薛景石与《梓人遗制》 (90)	
	水力大纺车 (92)	
	纺织品及织造技术 (92)	
十四	中外科技交流.....	(96)
	对外贸易的兴盛及其影响 (96)	
	科学技术的中外交流 (98)	
十五	张载和朱熹的自然观.....	(103)
	张载与唯物主义自然观的发展 (103)	
	朱熹的自然观 (105)	
	本章小结	(107)
第八章	传统科学技术的缓慢发展	
	(明清时期 上 1368—十七世纪)	(109)
一	资本主义萌芽及其缓慢发展.....	(109)
二	郑和下西洋和造船航海技术.....	(113)
	郑和远航的历史背景 (113)	
	先进的造船和航海技术 (114)	
	横渡印度洋的宝贵记录 (118)	
三	先进的冶金技术.....	(124)
	空前的生产规模 (124)	
	采矿技术 (125)	
	焦炭、活塞式风箱和机车的使用 (126)	
	炒钢工艺的新成就 (130)	
	灌钢法的新发展 (131)	
	古代钢铁技术体系综述 (131)	
	最早的炼锌技术 (132)	
四	黄河、大运河的治理和盐碱地的改造.....	(134)

	黄河的治理 (134) 大运河的疏浚 (136) 盐碱地的改造 (136)	
五	“一岁数收”技术与新作物的引进 (138)	
	“一岁数收”技术 (139) 新作物的引进 (140)	
	农学的新成就 (141) 蚕桑的发展 (143)	
六	建筑技术的普遍提高 (143)	
	规模宏大的宫殿建筑群 (143) 明代的万里长城 (146)	
	精巧的园林技术 (147) 兄弟民族建筑 (148)	
七	商业数学与珠算 (152)	
	商业数学的发展 (152) 珠算的广泛应用 (154)	
八	声学知识的新发展 (158)	
	十二平均律的发明 (158) 建筑上的声学效应 (160)	
九	传染病学和外科的成就 (162)	
	温病学说的创立 (162) 人痘接种法的发明 (164)	
	外科总结性著作《外科正宗》 (166)	
十	地方志的科学价值 (167)	
	地方志著作大量增加 (167) 珍贵的科学史料 (168)	
十一	明末著名科学家及其著作 (171)	
	李时珍和《本草纲目》 (171) 徐光启的科学活动和《农政全书》 (173)	
	徐霞客和《徐霞客游记》 (178) 宋应星和《天工开物》 (182)	
十二	“理学”、“心学”的泛滥和启蒙思想的影响 (185)	
	“理学”和“心学”的泛滥 (185) 对“理学”、“心学”的批判及早期启蒙思想家的影响 (186)	
	本章小结 (190)	
第九章	西方科学技术的开始传入	
	(明清时期, 下 十七世纪—1840年) (192)	
一	没落中的封建社会 (192)	
二	耶稣会传教士来华及其影响 (196)	
	传教士来华的政治背景 (196) 传入的西方科学技术知识 (197)	

- 三 对待西方科学技术知识传入的政策和态度…………… (203)
对西方科学技术知识传入的政策 (203) 对待传入的
西方科学技术知识的三种不同态度 (205)
- 四 康熙帝和清初全国地图的测绘…………… (207)
康熙帝和自然科学 (207) 清初全国地图的测
绘 (209)
- 五 西方天文、数学知识传入后取得的成就…………… (213)
《崇祯历书》和《数理精蕴》的编纂 (213) 王锡阐
和梅文鼎的成就 (216)
- 六 其它科技成就…………… (219)
明、清瓷器 (219) 赵学敏和《本草纲目拾
遗》 (222) 王清任和《医林改错》 (223) 吴其
濬和《植物名实图考》 (225)
- 七 乾嘉学派对科学技术发展的影响…………… (227)
古典文献的考证 (227) 脱离实际的学风阻碍科学技
术发展 (231)

本章小结 …………… (232)

第十章 近代的科学技术

- (清末民初时期 1840—1919年) …………… (233)
- 一 近代中国的社会…………… (233)
鸦片战争前后的中国社会和闭关自守政策的破产 (233)
十八世纪和十九世纪前半叶西方科学技术的进步 (236)
早期的改良主义思潮及其影响 (240)
- 二 洋务运动和西方科学技术知识的大量传入…………… (242)
洋务运动 (242) 近代工厂矿山的建立 (245) 科
学技术书籍的编译 (248)
- 三 各种自然科学知识的传入…………… (251)
著名数学家李善兰和近代数学知识的传入 (251) 近
代物理学知识的传入 (257) 近代化学知识的传入和
著名化学家徐寿 (259) 近代天文学知识的传
入 (263) 1840年以来的地学 (266) 进化论等生
物学知识的传入 (270)
- 四 各种技术知识的传入…………… (274)

铁路的兴建和杰出的工程师詹天佑 (274)	近代冶金
技术的传入 (281)	传入的其它各种工业技
术 (284)	
五	西方医学知识的传入..... (285)
六	二十世纪初期的中国科学和技术..... (288)
	洋务运动的失败 (288) 从戊戌变法到辛亥革
	命 (293) 学制的改革, 留学生的派遣和学会的创
	立 (296) 五四运动和中国近代科学技术 (301)
本章小结	 (303)
结 语	 (305)
一	科学技术是在历史上起推动作用的革命力量 (305)
二	科学技术发展的社会条件 (311)
三	关于中国古代科学技术体系问题 (319)
四	中国科学技术在近代落后的原因 (327)
人名索引	 (337)
书名索引	 (354)
后 记	 (371)

第七章 古代科学技术发展的高峰

(宋辽金元时期, 960—1368年)

一 科学技术高度发展的社会背景

公元960年, 宋太祖赵匡胤推翻后周, 建立宋朝, 结束了五代十国历时几十年的封建割据局面。这是历史上的所谓北宋。1127年, 汴京(又称东京城, 今河南开封)被金人攻破, 宋王室迁向东南, 并建都临安(今浙江杭州), 建立起了南宋王朝。宋朝统治时期, 契丹、党项、女真等少数民族的统治者, 曾分别在我国北方建立了辽、西夏和金政权。他们相互间, 与宋王朝之间虽然进行了频繁的战争, 但在战争的间歇期间, 不论南方或北方, 也都出现过相对稳定的时期。因此社会生产得以恢复和发展, 科学和技术也都得到了发展。

北宋时期, 社会经济关系中出现了新的变化, 即完成了唐中叶以来就开始发生的土地占有方式和剥削方式的变革。地主阶级主要以购买土地的方式来占有土地, 前代贵族官僚按等级世袭占田制度在长期演变的过程中基本上消失了。同时, 地主对农民的剥削方式主要是通过出租土地榨取实物地租, 前代的劳役地租已成为次要的剥削方式。佃客编入户籍, 不再是地主的“私属”, 承认了“佃户”的法律地位。

宋初的实物地租, 一般实行分成收租, 地租率通常占收获物的一半以上。另有一种定额租制, 由地主规定定额的租米。尽管农民受到的剥削并没有比以前减轻, 但实物地租使他们对生产的支配权更大了些, 生产积极性也高些。宋初, 土地兼并之风尚未太盛, 太祖和太宗时又鼓励农民“能广植桑枣, 垦辟荒田者, 止输旧租”, “……分画旷土, 劝令种蒔, 候岁熟共处其利……所垦田

即为永业”^①。因此，自耕农比例增大。生产最为发展的两浙路、江南东路，没有土地的客户（佃农）只占五分之一左右。其它地区客户大约占十分之五至七。即小土地所有制在这时有了很大的发展。这些生产关系的变革使得宋代前期一百年间，社会生产迅速上升人口增长，广大农民开垦了大量的农田，特别是从公元996至1021年的25年中，农田增加了约2百万顷以上，使我国封建社会经济发展进入了一个新的时期，为宋元时期科学技术的高度发展做了必要的准备。

江南各地区，在人口增加较多，农业劳动力充实，加上先进的农具——“江东犁”和灌溉工具翻车、筒车等的使用逐渐普遍和生产技术提高的前提下，采取了一系列扩大耕地面积的措施。如圩田、柜田、架田、均与江湖争田，涂田则与海洋争地，梯田系与山争地。到南宋时，浙江、江西和湖南的山岭间已到处有梯田了。农田水利的兴修，自北宋以来，江南地区开始超过北方，如江苏、浙江、福建水利工程项目比唐代增加了一倍，南宋增加更多。当时兴修的大型水利工程，往往能灌溉田地二、三十万亩，甚至上百万亩。宋代，农民还培育出许多优良的农作物品种，特别是南方农民培育出很多优良的稻种，如箭子稻等，提高了农田单位面积产量。传统的精耕细作在江南地区得到高度发展。因此，南宋时出现了我国最早专门总结江南水田耕作技术的陈旉《农书》。

宋代的手工业和商业空前繁荣。四大发明之一的指南针，随着对外贸易和造船业的发达已普遍地使用于航海。雕版印刷迅速发展，工匠毕昇还发明了活字印刷术。印刷业又促进了造纸业的发达，《宋史·地理志》所记各地贡品、贡纸的有淮南路的真州，江南路的池州、徽州，两浙路的婺州、衢州，成都路的成都府等8处，而唐代只有婺州、衢州2处^②。火药此时被大量用于制造

① 《宋史·食货志上》。

② 杜佑：《通典·土贡表》。

火器、兵器制造也取得较大成就。此外，纺织、矿冶、制瓷、造船各部门都有显著的进展。其中又以纺织和制瓷业为突出，它们为宋、元时代对外贸易出口商品中的二种主要商品。各手工业的作坊，规模之大，分工之细都超越了前代，如宋代少府监所辖之文思院下面分：打作、梭作、鍛作、渡金作、镗作、钉子作、玉作、玳瑁作、银泥作等32作^①。将作监所辖专管土木工程的有东西8个作司：“曰：泥作、赤白作、桐油作、石作、瓦作、竹作、塼作、井作”^②。官营手工业分工已如此之细，民间手工业分工当也差不了多少。元朝对手工业也较重视，工匠受到比农民优厚的待遇。初期遭破坏的手工业到十三世纪末已逐渐恢复。纺织业和兵器制造业有突出的发展。正是由于手工业的发展和生产技术的提高，这时出现了总结或记载手工业技术的专著，如全面系统地总结建筑技术成就的《营造法式》及木构建筑技术的《木经》，关于兵器制造的《炮经》、《强弩备术》以及《武经总要》中有关章节，还有详述木制机具的木工技术专著《梓人遗制》等。

由于商业的繁荣，城、镇数目增加了。城市商业活动更加广泛，大城市中不再有坊市的区分，并且不禁夜市。南宋首都临安人口124万，超过了北宋的汴京。临安有440行，行业比北宋分得更多更细。宋代市镇的发达标志着城乡贸易的新发展，信用交易和汇兑机构的出现更是商业兴旺的象征。海外贸易非常发达，从明州、杭州可通日本、高丽；由广州、泉州可通东南亚，以至阿拉伯各国。南宋海外贸易更盛，市舶岁收2百万贯，超过北宋两倍多，占政府全年岁收的五分之一。通商地区和国家达到50多个。北宋每年铸钱3百多万贯，并且出现了世界上最早的纸币“交子”。南宋时商业比北宋更发达，纸币日益盛行，交子、会子广泛流通。农业和手工业的发展，增加了商品交换的需要，而商业的发达反过来又促进了农业和手工业的发展。

① 《宋会要辑稿·职官二九之一》。

② 《宋会要辑稿·职官三〇之七》。

契丹、党项、女真等少数民族在生产技术上都有不少突出成就。虽然他们的上层统治集团发动战争，在一些地区造成了巨大的破坏，但经过一段时间各族劳动人民生活在一起，原来的隔阂逐渐消除而相互融合起来，从而促进了各民族间的科学技术交流。如契丹破回鹘得到西瓜，然后契丹人又把西瓜种植法传给汉族，就是我国各民族经济交流史上一个值得记述的事件^①。又如“淳熙九年，沿边州郡，因降式制回回炮，有触类巧思，别置炮远出其上。”^②这说明朝廷把回回炮图样分发沿边州郡仿制，在仿制过程中炮工们又加以改进，经改进后的炮比原来的好得多。

宋元时期，由于海外贸易扩大，国际间科技相互交流也较广泛。从日本、朝鲜和阿拉伯、东南亚各国进口的香料药物、农作物优良品种、矿石及其它物品，丰富了我国农业和医药学的内容。

△ 宋政府对于科学技术的发明创造较重视，常予奖励。冯继昇进火药法，赐衣物束帛；唐福献火器，造船务匠项绾献海战船式，各赐缗钱；石归宋献弩箭，增月俸；焦偃献盘铁槊，迁本军使；郭諮造战车、弓弩除钐辖等等。又如木工高宣设计制造八车船，受到赞赏；水工高超和主持人王亨创新法防洪有功，受赏赐；僧怀丙打捞铁牛成功，赐紫衣。有的发明创造并能及时加以推广，如沈括制木图，诏边州仿制。而各种新式船型创造以后，往往降下船样，命沿江沿海各州仿造。有关国防方面的科技发明创造更是这样，由于号召军民陈述军器利害，于是“吏民献器械法式者甚众。”^③

元朝在灭亡南宋，统一中国之后，加强和发展了各民族之间的交流，并继续施行南宋鼓励海外贸易的政策。很多阿拉伯人和伊朗人来华经商，不少人还留居中国，加上蒙古骑兵占领了欧亚广

① 洪皓：《松漠纪闻》下。

② 《宋史·兵志》。

③ 《宋史·兵志》。

大地区，使中外经济和科学技术文化的交流进入了一个新的发展阶段。

△ 总之，生产的发展，经济的繁荣，前代的积累，奖励政策以及各民族之间和中外科学技术的交流，都是这一时期科学技术发达的条件。除此之外，宋政府改进了科举考试的办法，取消了门第、乡里等限制，扩大了仕途和知识分子队伍。知识分子中一些具有务实思想的人，十分注意科学技术有关问题的考察和研究。

○ 另一些考场失意、仕途无望的知识分子，就把兴趣转向科学技术的研究与总结。他们都对科学技术的发展有一定的作用，留下很多自己的研究心得和别人发明创造的记录。这些著作又因宋以来印刷术的发展，广泛用来刻印书笈而得以在当时流行，其中一部分并保存到今天，成为可贵的科技史文献。

二 火药和兵器的进步

火药和火药武器

宋元时期，火药的配方已经脱离了初始阶段，各种药物成分有了比较合理的定量配比，并且在军事上得到实际应用，火药和火器制造开始成为军事手工业的一个重要部门。

古代火攻，起初多用油脂草艾之类，到两宋火攻器械有了巨大的发展。据《宋史·兵志》记载：公元970年兵部令史冯继昇进火箭法，后来又有神卫水军队长唐福献所制火毬、火蒺藜，还有冀州团练使石普能为火毬、火箭。火药武器的大量使用，推动了火药的研究和配方的改进。除炼丹家外，更有许多军事方面的专门家加入了研究者的行列。曾公亮（998—1078年）、丁度（990—1053年）等在1040—1044年编著的《武经总要》中，记录了三个火药方子：毒药烟毬每个重5斤，用硫黄15两，烟消（硝）30两，木炭5两，草乌头5两，芭豆2.5两，沥青2.5两，以及少量的砒霜等等。蒺藜火毬火药法：用硫黄20两，焰消（硝）40两，炭末5两，沥青2.5两，干漆2.5两，桐油2.5两，蜡2.5两，以及藤茹、

竹茹等。火炮火药法：硫黄14两，焰消（硝）40两，松脂14两，以及定粉、黄丹、清油、麻茹、竹茹、砒黄、黄蜡、桐油等。由这些记录可知，宋代火药配方中硝的含量增加了，增加到两倍甚至接近三倍。唐代火药硫、硝含量相同，是1：1，宋代增加到1：2，甚至近乎1：3。已与后世黑火药中硝占3/4的配方相接近。同时，又加进各种少量辅助性配料，以期达到易燃、易爆、放毒和制造烟幕等效果。它说明了火药在制造和使用过程当中得到了不断改进。

宋元时期的许多史笈都有关于火炮的记载，其形制各不相同。如有纸制、陶制、铁制等等。北宋末年，在抗金战争中发明



图 7-1 宋代突火枪

了“霹雳炮”、“震天雷”等杀伤力较大的火炮。震天雷已是一种铁火炮，其威力很大，据《金史》记载：“火药发作、声如雷震，热力达半亩之上，人与牛皮皆碎迸无迹，甲铁皆透。”1257年李曾伯提到“荆淮铁火炮有十数万只。”^①之多。说明火炮已经发展到铁制的阶段，而且其数量已相当可观。又据《宋史·卷451》载元世祖至元十四年（1277年）“娄某以二百五十人守丹城……拥一火炮燃之，声如雷霆震，城上皆崩……火熄，入视之，灰烬无遗矣。”一炮之威，能使城外元兵震惊而死，而城上守兵二百多人也自行炸成灰烬，与城俱亡。说明了当时火药威力之大以及巨型火炮的出现。

这些火炮，不管是中小型或巨型；不管是纸制、陶制或铁制，看来都还不是用火药放射的火炮，估计多半还是以埋藏、放置的方式，或用抛石机投射并引爆的地雷、

^① 李曾伯：《可斋续稿后集》。

炸药包、炸弹一类火器。

特别值得提出的是管形火器的出现。1132年，陈规守德安时用“长竹竿火枪二十余条”^①，李曾伯也提到火枪：“如火箭则有九十五只，火枪则止有一百五筒”^②。

1259年，寿春府“造突火枪，以巨竹为筒，内安子窠，如烧放，焰绝，然后子窠发出，如炮声，远闻百五十余步。”^③到元代已经出现铜铸火銃，称“铜将军”以表明它的威力。中国历史博物馆珍藏的元至顺三年（1332年）铜火銃是已发现的世界最古老的铜炮。这些都是以火药的爆炸为推动力的新式火器，而且已从发火烧人的火枪进步到内安子窠去杀伤敌人。枪筒已由竹制发展到铜制，更为坚固耐用。

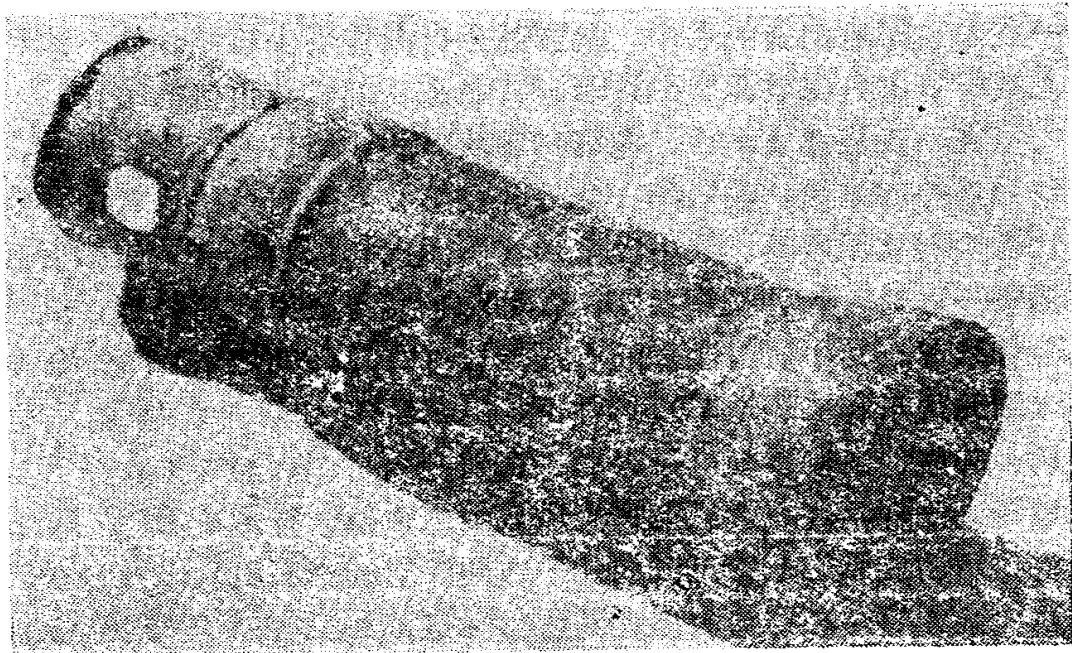


图 7-2 元至顺三年铜火銃

用抛石机发射的火炮，由于木杆摇晃，准确度较差。而管形火器由于枪管对子弹的约束力，造就了一个较为稳定的管内弹道，

① 汤涛：《德安守御录》。

② 李曾伯：《可斋续稿后集》。

③ 《宋史》卷197。

这也就大大增加了管外弹道的稳定性，从而使射击的准确性大为提高。所以管形火器的出现在兵器发展史上是一个重大的突破。它为近代枪炮的不断发展奠定了初步基础。

兵器制造技术

宋代兵书甚多。《宋史·艺文志》列兵书347部，共计1,956卷，约为唐代的6倍。其中流传至今的首推曾公亮《武经总要》40卷，其次如许洞《虎铃兵经》20卷等。关于兵器制造和军事工程方面的专书，《隋书·经籍志》、《唐书·艺文志》均未见记载。《宋史·艺文志》则载有《炮经》1卷，《强弩备术》3卷，《行兵攻具术》和《行兵攻具图》各1卷等。这些专著虽然多已失传，但在一些总论军事武备的书中，兵器部分也占有不少篇幅。如《武经总要》一书，仅就兵器制造而言，也是一部极有价值的著作。

在《武经总要》中，有第10卷攻城法，第11卷水攻，火攻，第12卷守城，第13卷器图。此外，在第2卷中有弓法、弩法。第10卷中有攻城器具。其中以第13卷器图内容最为丰富，包括射远器——弓弩，各种长短兵器，各种防护装备盔甲、盾牌等，以及各种战车。其中值得注意的有：炮楼（四轮高架炮车）、行炮车（四轮炮车和二轮炮车），折叠桥，以及游艇、蒙冲、楼船、走舸、斗舰、海鹞等舰艇；火禽、杏雀、火兽、火船等火攻器具与设备。此外，还有旋风炮、旋风五炮（炮楼、行炮车都是抛石机，所谓旋风炮是指可以向任一方向发射的抛石机），以及行炉、猛火油柜等。在弓弩方面尤其值得称道，如三弓卧子弩射二百步；双弓床弩，用五、七人至十人张弩，一人瞄准，一人槌发，射一百二十步；又有手射弩，二十人张，射二百五十步。

当时大量制造弓弩。《宋史·兵志》称：“工署南北作坊及弓弩院每年造铁甲三万二千，弓一千六百五十万，各州造弓弩六百万。其中床子弩射七百步。”在这以后，到1083—1084年间，军器监又创床子大弓，用人少，射程远，中的深，能射一千步。其中使用范围较广时间又较长的是1068年平民李宏所献神臂弓。