

潘吉星◎著
By Pan Jixing

中国古代四大发明
——源流、外传及世界影响



N692
538

University of Science
and
Technology of
China Press



中国古代四大发明

—源流、外传及世界影响

潘吉星◎著
By Pan Jixing

The Four Great Inventions of Ancient China:
Their Origin, Development, Spread and Influence in the World

中国科学技术大学出版社
University of Science and Technology of China Press

有著作权 ©, 潘吉星, 2002

图书在版编目(CIP)数据

中国古代四大发明:源流、外传及世界影响/潘吉星著. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2002, 12

ISBN 7-312-01201-9

(“十五”国家重点图书)

I. 中… II. 潘… III. 技术史-中国-古代 IV. N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 092789 号

责任编辑 郝诗仙

封面设计 吕敬人

出版发行

中国科学技术大学出版社

(安徽省合肥市金寨路 96 号, 230026)

照排

南京理工排版校对有限公司

印刷

合肥远东印务有限责任公司

经销

全国新华书店

开本

880×1230/16

印张

42.5

字数

980 千

版次

2002 年 12 月第 1 版

印次

2002 年 12 月第 1 次印刷

印数

1~3 000 册

定价

98.00 元

自序

中国古代科学技术素称发达,近代世界所赖以建立的各种基本发现和发明有一半以上来自中国,中国对世界科学技术发生影响的重要发现和发明至少有100项,因此在中世纪漫长岁月里中国在科技方面一直居于世界领先地位。^①其中造纸、印刷、火药和指南针就其对社会历史进程和科学、文化发展的影响而言,可以说是近两千年来震撼世界的、具有革命性的超级发明。16世纪英国学者弗朗西斯·培根(Francis Bacon, 1561~1626)认为这些发明已改变了世界的面貌和万事万物的原有状态,其波及范围不限于某一局部地区,而是整个世界;其影响所及不是一时一世,而是持续达数百年之久,这是世界上任何帝国、宗教和伟人都做不到的。^②中国的四大发明内容丰富,每一大项都包括一系列单项发明,如印刷包括木版印刷、铜版印刷、活字印刷和彩色印刷等,火药包括炸药、发射药、引爆药和各种火器,指南针有水罗盘、旱罗盘,还涉及航海技术,研究四大发明史应当说是科学文化史的一项重大课题。

过去中外学者对造纸、印刷、火药和指南针的历史虽有专著出版,但都只限于其中一项或至多两项,将四大发明史放在一起加以深入而系统研究的学术专著,国内外还一直没有出现。人们所能看到的综论四大发明的书,多是篇幅很小的通俗性作品,且其中有些观点现在已显得过时,需要有这方面新的专著问世。有鉴于此,1998年中国科学技术大学出版社约笔者写出这样一部书,由他们出版,这是个有创意的出版选题,遂不揣冒昧欣然承诺。经过近两年的努力,2000年完成初稿,再经修订于2002年5月定稿,名之为《中国古代四大发明——源流、外传及世界影响》(*The Four Great Inventions of Ancient China: Their Origin, Development, Spread and Influence in the World*)。

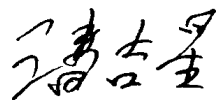
本书分3部分,共13章。第一部分含7章(第一至七章),主要研究造纸、印刷、火药和指南针技术在中国的起源和早期发展,同时追溯其历史源流,分析完成发明的社会 and 科技背景,探讨为什么这些发明完成于中国而非其他国家或地区,揭示其赖以实现的工作原理,对各工艺技术及相关器物作出系列技术复原研究。第二部分含4章(第八至十一章),主要研究四大发明何时及如何从中国

^① Temple R. China—Land of Discovery. Wellingborough, UK: Patrick Stephens, 1986. passim

^② Bacon F. Novum Organum(1620), bk 1, Aphorism 129. In: Ellis, Spedding, eds. Bacon's Philosophical Works. London: Routledge, 1905

传向东西方其他国家或地区的历程,同时论述这些发明在东西方各国的早期发展。用摆事实、讲道理的方式驳斥四大发明起源于其他国家的错误观点,同时发展了有关技术传播的理论和对外技术比较研究的方法。第三部分含两章(第十二、十三章),是第二部分的续篇,研究四大发明如何促进了东西方各国乃至整个世界文明的发展,又如何改变了世界的面貌。全书近百万字,有黑白插图 305 幅。为使外国读者了解本书梗概,在中文目次后载有全书的英文目次,并在附录中载有全书内容的英文提要。书末有中外文参考文献和综合索引。

在研究和写作过程中,我们综合东西方文献考证、出土实物研究、模拟实验、至保留传统技术的作坊调查、用现代科学知识对古代事物作学理分析和中外技术比较等多种研究方法,吸取古今中外各种研究成果,尤其近年来国内外最新研究成果和考古新发现资料,以反映 21 世纪的最新研究水平,对四大发明史向世人作出明确的交待。当然,像这样一项涵盖面广、涉及人文科学和自然科学多学科,又时跨千年、触及东西方各国历史的研究课题,对我们来说是新的尝试,受知识和能力所限,难免有不周及失误之处,恳请海内外读者不吝赐教。



2002 年 7 月 2 日于京华不息斋

目次

第一章 造纸术的发明	1
第一节 有关纸的一般概念	1
一、纸未出现前的古代书写纪事材料	1
二、论纸的定义	7
三、成纸的科学原理	10
第二节 从西汉纸的出土看造纸术的起源	21
一、为什么造纸术起源于中国?	21
二、造纸术起源于西汉	24
三、论蔡伦的历史作用	43
第三节 评造纸起源于外国之说	50
一、造纸起源于欧洲或埃及吗?	50
二、评造纸起源于中美洲或印度说	52
第二章 中国造纸术的发展	55
第一节 魏晋南北朝的造纸技术	55
一、麻纸的改进与普及	55
二、纸的新原料和新用途的开拓	60
三、纸的施胶、涂布和染色技术	66
第二节 隋唐五代的造纸技术	69
一、皮纸的发展和竹纸的兴起	69
二、纸的产地和用途的扩大	75
三、造纸技术和加工技术的进步	80
第三节 宋元、明清时的造纸技术	85
一、宋元时期的造纸技术	85
二、明清时期的造纸技术	92
第三章 雕版印刷术的发明	103
第一节 印刷术发明前的古典复制技术	103
一、纸上钤印对印刷术的影响	103
二、碑石文字拓印技术	107
第二节 木版印刷和铜版印刷的发明	112

一、木版印刷起源于隋	112
二、唐初有关印刷的记载和实物资料	115
第三节 唐至北宋木版印刷的发展	121
一、唐中叶至唐末的印刷	121
二、五代十国及北宋的印刷	126
三、传统木版印刷技术	130
第四节 版画和多色印刷的发展	139
一、版画的起源和发展	139
二、彩色印刷的起源和发展	149
第五节 评木版印刷起源于外国说	154
一、为什么印刷术起源于中国?	154
二、评印刷术起源于印度说	157
三、评木版印刷起源于韩国说	158
第四章 活字印刷技术的发明	162
第一节 非金属活字技术的发明	162
一、木活字印刷的发明	162
二、木活字印刷在元代以后的发展	168
三、泥活字或陶活字印刷的发明	174
第二节 金属活字印刷的发明	182
一、铜活字印刷起源于北宋	182
二、铜活字印刷在宋以后的发展	188
三、锡活字印刷的起源和发展	202
第三节 评韩国发明金属活字说	206
一、评此说所据的物证	206
二、评此说所据的文献证据	209
第五章 火药技术的发明	213
第一节 火药出现前的古代纵火武器	213
一、古代以弓弩发射的纵火箭	213
二、古代的火炬、飞炬、火禽、火兽	215
三、五代和北宋的猛火油机	218
第二节 火药的定义和燃烧理论	223
一、火药的定义	223
二、古代火药燃烧理论	226
三、近代火药燃烧理论	228
第三节 为什么火药发明于中国	231
一、中国最早利用和提纯硝石的史实	231
二、中国最早发现火药混合物的史实	240

第四节 中国火药技术的发明和早期火器	246
一、10 世纪以来出现的北宋早期火器	246
二、10 世纪出现的最早的军用火药方	251
第五节 评外国发明火药说	255
一、评印度发明火药说	255
二、评拜占庭发明火药说	260
三、评欧洲发明火药说	264
第六章 中国火药和火器技术的早期发展	269
第一节 高硝粒状火药的制造	269
一、两宋之际的烟火和爆仗	269
二、南宋出现的銃炮和火枪	273
第二节 南宋出现的突火枪、火箭和硬壳炸弹	277
一、1259 年的突火枪	277
二、火箭和火箭弹	280
三、硬壳手榴弹和炸弹	284
第三节 元明时火药和火器技术的发展	286
一、元代的金属火銃	286
二、明代的金属火銃、火炮和火銃箭	293
三、火箭、集束火箭、二级火箭和火箭飞行	298
四、炸弹、定时炸弹、地雷和水雷	303
第七章 指南针的发明和早期发展	310
第一节 指南针发明前古人定方位之法	310
一、战国以来以圭表测日影的定位方法	310
二、观看北极星确定方位之古法	314
三、中国古代用于天文导航的牵星术	317
第二节 指南针的前身司南仪的发明	321
一、磁石指极性的发现和司南仪的制成	321
二、司南的形制和用法	324
三、晋至唐期间对司南仪的技术改进	330
第三节 指南针的发明和早期发展	335
一、唐末堪輿用水浮式罗盘针的发明	335
二、北宋水罗盘的构造和复原	340
三、南宋时发明的旱罗盘	344
四、明清的水、旱航海罗盘	347
第四节 指南针在航海中的应用	349
一、宋代的航海罗盘和航海图	349
二、元代的航海罗盘和航海图	352

三、明代郑和航海针路图和清代的旱罗盘	355
第八章 中国造纸术的外传	360
第一节 造纸术在朝鲜和日本的传播	360
一、造纸在朝鲜半岛的起源和早期发展	360
二、高丽朝和朝鲜朝的造纸	363
三、造纸在日本的起源和早期发展	367
四、奈良朝以后日本的造纸	371
第二节 中国造纸术在亚非其他国家的传播	375
一、造纸术在越南的传播	375
二、造纸术在南亚和东南亚国家的传播	377
三、造纸术在中亚、西亚和北非的传播	381
第三节 中国造纸术在欧美的传播	385
一、西班牙、意大利和法国造纸之始	385
二、造纸术在欧美其他国家的传播	387
三、18 世纪欧美从中国引进的造纸技术	392
四、中国造纸技术对 19 世纪欧洲的影响	397
第九章 中国印刷术的外传	403
第一节 印刷术在日本和朝鲜半岛的传播	403
一、日本木版印刷之始	403
二、日本活字印刷之始	407
三、朝鲜半岛木版印刷之始	409
四、朝鲜半岛活字印刷之始	411
第二节 印刷术在亚非其他国家的传播	417
一、越南印刷术的早期发展	417
二、菲律宾和泰国印刷术之始	419
三、波斯印刷术之始	423
四、北非埃及印刷术之始	427
第三节 中国印刷术在欧洲的传播	429
一、欧洲木版印刷之始	429
二、欧洲木活字印刷之始	435
三、欧洲金属活字印刷之开端	437
第十章 中国火药技术的外传	446
第一节 中国火药术在阿拉伯地区的传播	446
一、阿拉伯人关于硝石和火药的早期记载	446
二、伊利汗国枪手哈桑兵书中的火药知识	449
三、《焚敌火攻书》和《诸艺大全》中的火药、火器知识	452

第二节 中国火药术在欧洲的传播	457
一、蒙古军西征导致火药和火器的西传	457
二、传播火药知识的欧洲先驱者	459
三、欧洲早期的火器	466
第三节 中国火药术在东亚、东南亚和南亚的传播	472
一、中国火药术在朝鲜半岛的传播	472
二、中国火药术在日本的传播	475
三、中国火药术在东南亚的传播	478
四、中国火药术在南亚印度次大陆的传播	481
 第十一章 中国指南针在国外的传播	487
第一节 中国指南针在阿拉伯世界的传播	487
一、阿拉伯文献有关磁石的最早记载	487
二、指南针是阿拉伯人最先使用的吗?	488
三、阿拉伯早期的水罗盘	490
第二节 中国指南针技术在欧洲的传播	491
一、指南针在欧洲的起源	491
二、中国技术对欧洲航海罗盘的影响	493
三、13 世纪欧洲的旱罗盘和航海图	497
第三节 中国指南针在东亚的传播	499
一、朝鲜国关于指南针的记载	499
二、朝鲜朝后期的指南针和磁学知识	500
三、日本江户时代的指南针	502
 第十二章 纸和印刷术对世界文明发展的影响	506
第一节 纸在推动中外文化发展中的作用	506
一、纸的出现是文字载体发展史中的革命	506
二、纸在推动中国文化发展中的作用	508
三、纸在阿拉伯文化发展中的作用	511
四、纸在中世纪欧洲文化发展中的作用	515
第二节 印刷术对世界文明发展的影响	518
一、印刷术对中国教育和科学发展的影响	518
二、印刷术促进中国儒学和文史的发展	522
三、印刷术在文艺复兴时期欧洲教育和科学发展中的作用	524
四、印刷术促进欧洲人文主义思想和民族文学的发展	528
第三节 印刷术在东、西方产生的政治和经济效应	532
一、印刷术对东、西方考试制度所产生的影响	532
二、印刷术与欧洲宗教改革运动	537
三、印刷术在中外产生的经济效应	540

第十三章 火药和指南针对世界文明发展的影响	546
第一节 火药和火器对世界文明发展的影响	546
一、火药和火器在武器、战争中引起的革命	546
二、火药、火器对社会政治、经济的影响	548
三、火药和火器对近代科学技术发展的影响	555
第二节 指南针对世界文明发展的影响	562
一、指南针引起航海技术革命和地理大发现	562
二、指南针与航海技术引出的政治、经济后果	566
三、指南针对近代科学技术发展的影响	570
简短的结论	575
附录	582
一、本书使用的西文缩略语说明	582
二、主要参考文献	583
（一）1911 年以前的中国、日本、朝鲜、韩国和越南古书	583
（二）1911 年以后的中国、日本、朝鲜、韩国和越南书籍、论文、译著	588
（三）西文书籍和论文	595
三、英文提要(ABSTRACT)	606
四、综合索引	618

Contents

Chapter I The invention of papermaking	1
§ 1 General concepts about paper	1
1 Ancient materials for writing before the appearance of paper	1
2 On the definition of paper	7
3 The scientific principles of forming paper	10
§ 2 On the origin of papermaking in the light of the excavations of paper made in the Western Han (– 2nd century)	21
1 Why was paper invented in China?	21
2 Paper was originated in the Western Han	24
3 On the historical role of Cai Lun	43
§ 3 Comments on theories that paper was invented in foreign countries	50
1 Was paper invented in Europe or Egypt?	50
2 Comments on theories that paper was originated in Central America or India	52
Chapter II The development of papermaking in China	55
§ 1 Papermaking technique during the 3rd to the 6th centuries	55
1 The improvement and popularization of hemp paper	55
2 The development of new raw materials and uses of paper	60
3 Sizing, coating and dyeing techniques of paper	66
§ 2 Papermaking technique during the 6th to 10th centuries	69
1 The development of bark paper and the rise of bamboo paper	69
2 The expansion of production places and uses of paper	75
3 The progress of papermaking and processing techniques of paper	80
§ 3 Papermaking technique during the 10th to 19th centuries	85
1 Papermaking during the Song and Yuan dynasties	85
2 Papermaking during the Ming and Qing dynasties	92
Chapter III The invention of block printing	103
§ 1 Classical replication techniques before the invention of printing	103

1	The influence of impression of seal inscriptions on printing	103
2	The rubbing technique of stone inscriptions	107
§ 2	The invention of block printing and copper plate printing	112
1	Wood block printing was originated in Sui (6th century)	112
2	Literary records and material evidence concerning printing in the early Tang (since the 7th century)	115
§ 3	The development of block printing from Tang to Northern Song (7th-10th centuries)	121
1	Printing during the middle to the later Tang (715~907)	121
2	Printing in the Five Dynasties and Northern Song (10th-12th centuries)	126
3	Traditional block-printing technique	130
§ 4	The development of printed pictures and multicolour printing ...	139
1	The origin and development of printed pictures	139
2	The origin and development of multicolour printing	149
§ 5	Comments on theories that block printing originated in foreign countries	154
1	Why was printing invented in China?	154
2	Comment on the theory that printing was originated in India	157
3	Comment on the theory that block printing was originated in Korea ...	158
Chapter IV	The origin of movable type printing	162
§ 1	The invention of movable non-metal-type printing	162
1	The invention of wooden-type printing	162
2	The development of wooden-type printing after the Yuan or the 13th century	168
3	The invention of earthenware or pottery-type printing	174
§ 2	The invention of movable metal-type printing	182
1	Movable bronze-type printing was originated in the Northern Song (960~1126)	182
2	The development of bronze-type printing after the Song	188
3	The origin and development of tin-type printing	202
§ 3	Comment on the theory that metal-type was invented in Korea	206
1	Comment on the material proof for this theory	206
2	Comment on literary evidence for this theory	209
Chapter V	The invention of gunpowder technique	213
§ 1	Ancient incendiary weapons before the appearance of	

gunpowder	213
1 Ancient incendiary arrow launched by bow and crossbow	213
2 Ancient torch, “fire birds” and “fire animals”	215
3 <i>Menghuoyouji</i> (petroleum flame-thrower) in the Five Dynasties and Northern Song (10th century)	218
§ 2 The definition of gunpowder and the theory of combustion	223
1 The definition of gunpowder	223
2 Ancient theory of combustion	226
3 Modern theory of combustion	228
§ 3 Why was gunpowder invented in China?	231
1 The historical facts of early use and purification of saltpetre in China	231
2 The historical facts of early discovery of gunpowder mixture in China	240
§ 4 The invention of gunpowder and early firearms in China	246
1 Early firearms in the Northern Song since the 10th century	246
2 Earliest military gunpowder prescriptions appeared in the 10th century	251
§ 5 Comments on theories that gunpowder was invented in foreign countries	255
1 Comment on the theory that gunpowder was invented in India ...	255
2 Comment on the theory that gunpowder was invented in Byzantine ...	260
3 Comment on the theory that gunpowder was invented in Europe	264

Chapter VI The Early development of gunpowder and firearm techniques in China

§ 1 The manufacture of powdered gunpowder of high nitrate	269
1 Fireworks and firecrackers in the 10th century China	269
2 Bombard and fire lance appeared in the Southern Song (1127~ 1279).....	273
§ 2 Erupter, rocket and bomb of hard shell in the Southern Song ...	277
1 <i>Tuhuoqiang</i> (flame-spurting lance or erupter) made in 1259	277
2 Rocket and rocket-propelled bomb	280
3 Grenade and bomb of hard shell	284
§ 3 The development of gunpowder and firearms during the Yuan and Ming (13th to 17th centuries)	286
1 <i>Huochong</i> or handgun in the Yuan	286
2 Handgun, cannon and <i>huochongjian</i> (arrow launched from	

handgun) in the Ming (1368~1644)	293
3 Rocket, multiple rockets launcher, two-stage rocket and rocket flight	298
4 Bomb, time bomb, mine and submarine mine	303
Chapter VI The invention and early development of the compass	310
§ 1 Ancient method for determination of directions before the invention of the compass	310
1 The method for measuring the sun's shadow length by using the sundial since the Warring States period (—5th to —3rd centuries) ...	310
2 Ancient method for determining the directions by observation of pole star	314
3 The <i>qianxingshu</i> (guiding star stretching-out art) used for celestial navigation in ancient China	317
§ 2 The invention of the <i>si-nan-yi</i> (south-pointer), the predecessor of the compass	321
1 The discovery of the polarity of lodestone and the manufacture of <i>si-nan-yi</i> (south-pointer)	321
2 The shape and usage of the south-pointer	324
3 The technical improvement of the south-pointer during the Jin to the Tang (3rd to 9th centuries)	330
§ 3 The invention and early development of the compass	335
1 The invention of the geomantic floating-compass in the late Tang (9th century)	335
2 The construction and reconstruction of the floating-compass of the Northern Song (960~1126)	340
3 The dry compass invented in the Southern Song in 12th century	344
4 The wet-and-dry compasses in the Ming and Qing	347
§ 4 The use of the compass in navigation	349
1 The mariner's compass and navigation diagrams in the Song	349
2 The mariner's compass and navigation diagrams in the Yuan	352
3 Zheng He's diagram of navigation course set by the needle in the Ming and the dry compass of the Qing	355
Chapter VII The spread of China's papermaking technique in foreign countries	360
§ 1 The spread of China's papermaking in Korea and Japan	360
1 The origin and early development of papermaking in the Korean	

Peninsula	360
2 Papermaking in the Koryo and Chosan dynasties	363
3 The origin and early development of papermaking in Japan	367
4 Papermaking after the Nara period (8th century) in Japan	371
§ 2 The spread of China's papermaking technique in other Asian and African countries	375
1 The spread of papermaking technique in Viet Nam	375
2 The spread of papermaking technique in South Asia and Southeast Asia	377
3 The spread of papermaking technique in Central Asia, West Asia and North Africa	381
§ 3 The spread of China's papermaking technique in Europe and America	385
1 The beginning of papermaking in Spain, Italy and France	385
2 The spread of papermaking technique in other European and American countries	387
3 The introduction of China's papermaking technique into Europe and America in the 18th century	392
4 The influence of China's papermaking technique on Europe in the 19th century	397
 Chapter X The spread of China's printing technique in foreign countries	 403
§ 1 The spread of China's printing technique in Japan and Korea	403
1 The beginning of wood block printing in Japan	403
2 The beginning of movable type printing in Japan	407
3 The beginning of wood block printing in Korea	409
4 The beginning of movable type printing in Korea	411
§ 2 The spread of China's printing technique in other Asian and African countries	417
1 The early development of printing in Viet Nam	417
2 The beginning of printing in Philippines and Tailand	419
3 The beginning of printing in Persia	423
4 The beginning of printing in North Africa (Egypt)	427
§ 3 The spread of China's printing technique in Europe	429
1 The beginning of wood block printing in Europe	429
2 The beginning of movable wooden-type printing in Europe	435
3 The beginning of movable metal-type printing in Europe	437

Chapter X The spread of China's gunpowder technique in foreign countries	446
§ 1 The spread of China's gunpowder technique in Arabian area	446
1 The early Arabian records on saltpetre and gunpowder	446
2 Gunpowder knowledge in Al-Hassan al-Rammah's military work in the Il-Khanate	449
3 Knowledge of gunpowder and firearms in Arabian manuscripts, the <i>Book on fire for burning enemies</i> and the <i>Collections combining the various branches of the art</i>	452
§ 2 The spread of China's gunpowder technique in Europe	457
1 The western expedition of the Mongol army led to the spread westward of gunpowder and firearms	457
2 The European pioneers of introducing gunpowder knowledge	459
3 Early firearms in Europe	466
§ 3 The spread of China's gunpowder technique in East Asia, Southeast Asia and South Asia	472
1 The spread of China's gunpowder technique in Korean Peninsula	472
2 The spread of China's gunpowder technique in Japan	475
3 The spread of China's gunpowder technique in Southeast Asia	478
4 The spread of China's gunpowder technique in India	481
Chapter XI The spread of the China's compass in foreign countries	487
§ 1 The spread of the China's compass in Arabian world	487
1 The earliest Arabian records on lodestone	487
2 Was the compass first used by the Arabs?	488
3 The earliest Arabian wet compass	490
§ 2 The spread of the China's compass in Europe	491
1 The origin of the compass in Europe	491
2 The influence of the Chinese technique upon the European mariner's compasses	493
3 The dry compass and navigation diagrams in 13th century Europe	497
§ 3 The spread of the China's compass in East Asia	499
1 The records on the compass in Korea	499
2 The compass and magnetic knowledge in the late Chosan Dynasty	500
3 The compass in the Edo Period in Japan	502