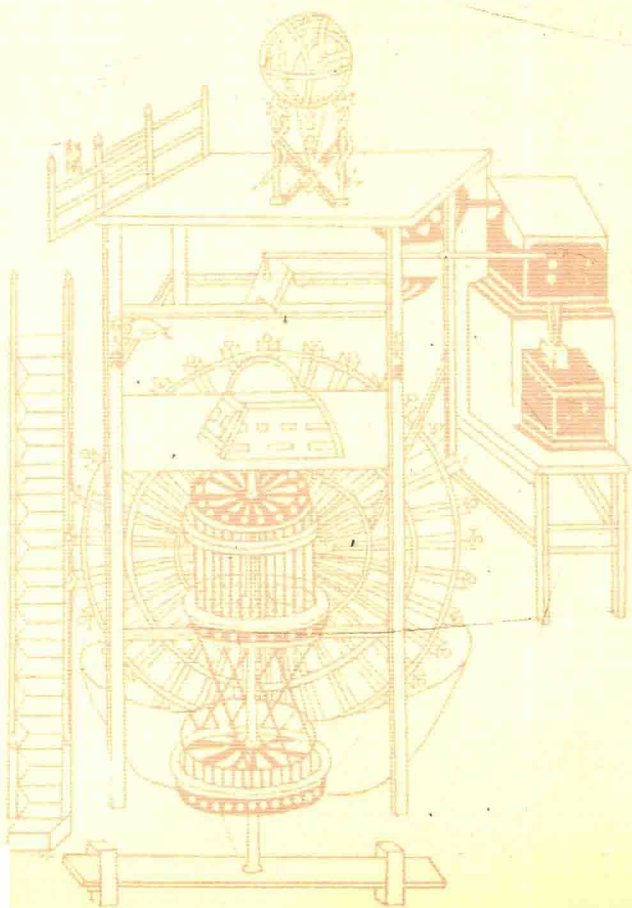


“十三五”国家重点出版物出版规划项目
中国科学院科学传播局“高端科研资源科普化”项目

中国古代重要

科技发明创造

中国科学院自然科学史研究所 编著



“十三五”国家重点出版物出版规划项目
中国科学院科学传播局“高端科研资源科普化”项目



中国古代重要科技 发明创造



中国科学院自然科学史研究所 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国古代重要科技发明创造 / 中国科学院自然科学史研究所编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2016. 6

ISBN 978-7-5046-7090-8

I. ①中… II. ①中… III. ①科学技术—创造发明—中国—古代—普及读物 IV. ①N092-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 106776 号

策划编辑	吕建华 赵 晖
责任编辑	赵 晖 王 菡
装帧设计	中文天地
责任校对	何士如
责任印制	张建农

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62103130
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	197千字
印 张	14
版 次	2016年6月第1版
印 次	2016年6月第1次印刷
印 刷	北京凯鑫彩色印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7090-8 / N·209
定 价	90.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

序 言

新一轮科技革命正孕育兴起，创新驱动发展已势在必行。能否洞察科技发展的未来趋势，能否把握科技创新带来的发展机遇，将直接影响世界各国在未来的兴衰。当前，发展的巨大挑战和重大机遇并存，中国正处在实施创新驱动发展战略、建设创新型国家、全面建成小康社会的关键时期和攻坚阶段。

“以史为鉴，可以知兴替。”创新驱动发展的关键是科技创新，中华民族在世界科技创新的历史上曾经有过辉煌的成就，培根、马克思等思想家都认为正是来自中国的火药、指南针、造纸术等科技发明推动了世界近代历史的进程。不过，“四大发明”还不能充分展现中国古代科技文明的全貌。中国古代到底有哪些科技发明创造？这是我国科技史研究者需要回答的重大问题。不仅仅是科技界，人文社会科学界、决策者与管理者，还有关心科技创新的学生和公众等社会各界都期待早日看到答案。当然这不是一个容易回答的问题，需要做大量的研究和工作。

党的“十八大”以来，习近平总书记多次强调要传承和弘扬中华优秀传统文化，指出：“中华文明源远流长，蕴育了中华民族的宝贵精神品格，培育了中国人民的崇高价值追求。”“优秀传统文化可以说是中华民族永远不能离别的精神家园。”

我非常欣喜地看到中国科学院科学传播局、自然科学史研究所能够敏锐把握到这样一个国家、时代和公众的重大需求，适时推出《中国古代重大科技创造发明》这一阶段性成果，将这一问题的研究向前推进了一大步。研究组在前言提出的遴选标准为突出原创性、反映古代科技发展的先进水平以及对世界文明的重要影响。这也正与我院新时期办院方针中

的“三个面向”相合，即面向世界科技前沿、面向国家重大需求、面向国民经济主战场，牢牢把握住了科技创新的双重使命：既要占据世界科技前沿，又要服务国家社会，推动人类文明的发展。同时，我们读过这份发明创造清单之后，会产生更多的思考，正如研究组在前言中分析的那样，为什么盛唐时期的科技成就不突出，反倒是长期被认为偏安积弱的宋代在科技创新方面却有辉煌的成就？而从元末开始，我国又为什么长期陷入科技缓慢发展阶段？这又给我们提出了新的问题要去探索和研究，我希望自然科学史研究所将这项研究不断推进下去，揭示科学技术的历史、本质和发展规律，认知科学技术与社会、政治、经济、文化等的复杂关系，研究和传播科学思想，为建设科学思想库、发展科技文化事业不断做出新贡献。

另一方面，我们应该清醒地认识到公众科学素质的提升是科技创新的基础。做好科普和科学传播工作对有效提升全民科学素质、增强国家软实力具有重大意义，因而是实施创新驱动发展战略、建设创新型国家的一项基础任务。习近平总书记曾指出科学普及和科技创新如同鸟之双翼、车之双轮，相辅相成、缺一不可。当前，中国科学院正按照习近平总书记提出的“四个率先”要求，全面深入实施“率先行动”计划，全院正处在改革创新发展的关键时期，肩负着实施创新驱动发展战略的时代重任，努力为全面建成小康社会提供坚实的科技支撑。

作为国家战略科技力量，中国科学院不仅是科技创新的火车头，也要做科普工作的国家队。在2013年机构改革中，中国科学院成立了科学传播局，并把科普工作当做实施“率先行动”计划的一项重要举措，从组织机构层面确保科学普及和科学传播工作的扎实推进。中国科学院的科普工作以“服务国家、服务社会”为宗旨，坚守“高端、引领、有特色、成体系”的定位，着力实施“高端科研资源科普化”计划和“‘科学与中国’科学教育”两大计划，同时体现“三个面向”的办院方针，即着力面向国家社会的重大科普需求、面向前沿科技进展的传播、面向品牌科普产业的发展。

最后，我希望中国科学院像《中国古代重大科技创造发明》这样的成

果能够获得社会各界的欢迎和认可，中国科学院的科学传播工作能够继承和发扬优秀的科技文化，为全面建成小康社会筑牢全民科学素质基础，为深入实施创新驱动发展战略、建设创新型国家做出应有贡献。

中国科学院院长

Handwritten signature in black ink, appearing to read '白崇礼' (Bai Chongli).

2016年5月12日

前言

早在文艺复兴时期，意大利数学家卡丹（Jerome Cardan），就高度赞誉了中国人发明的指南针、印刷术和火药。后来，培根（Francis Bacon）、伏尔泰（François-Marie Arouet）和马克思等思想家进一步阐释这三项发明对世界历史进程的影响。到19世纪下半叶，来华传教士艾约瑟（Joseph Edkins）将造纸术与印刷术、指南针、火药并列为中国的卓越发明。此后，“四大发明”成为中华文明一种标志，但它还不足以全面展现中华民族的科技成就，因为我国古代的重要发明创造远不止于此。例如，我们的祖先最先栽培了世界最重要的粮食作物之一——水稻，最重要的豆类作物——大豆，最重要的水果作物之一——柑橘，三大饮料作物之一——茶。这些作物的栽培技术传向世界，对人类生存和发展的贡献并不逊色于“四大发明”。

多年来，特别是在当下这样一个追求创新的时代，学界与公众对了解中国人究竟做出了哪些独创的科技成就，期望尤切。李约瑟（Joseph Needham）、坦普尔（Robert K.G. Temple）、金秋鹏、华觉明等专家先后开列过中国发明创造的清单，引发了诸多讨论。基于科技史界的长期研究，我们现在有条件突破“四大发明”说的局限，在全球史视野下盘点中国古代重要科技发明创造，列出新的清单。2013年8月，中国科学院自然科学史研究所成立“中国古代重要科技发明创造”研究组，邀请所内外专家通力合作，梳理科技史和考古学等学科的研究成果，系统考量我国的古代发明创造。中国科学院传播局将此项工作列为重要课题，给予持续鼓励和支持。

经过持续的集体调研，我们推选出“中国古代重要科技发明创造”88

项，并将它们大致分为科学发现与创造、技术发明、工程成就三类。其中，工程成就展现出古人创造和综合利用先进技术的非凡能力，集中反映了冶铸、土木、水利、建筑、园林、航海等技术门类的发明创造。当然，中国古代发明创造不止 88 项。比如，仅在机械与仪器方面，就还有犁镜、记里鼓车、磨车、舂车、水转大纺车、秤漏、走马灯等，以及技术特色鲜明的奢、赤道浑仪等。一些重大发明还衍生出新技术，比如在大豆的利用方面，中国人发明了豆腐和酱油。

古代科学与技术门类发展并不均衡，参比的因素就更复杂。我们选列发明创造清单时重点考虑三个方面：一是突出原创性；二是反映古代科技发展的先进水平；三是对世界文明有重要影响。评估某项发明的原创性，要有可靠的考古或文献证据，能证明它是迄今所知世界上最早的，或者属于最早之一且独具特色。为慎重起见，我们未推荐那些因史料不足而不易判断其科技内涵或原创性的发明。有些发明创造的科技内涵属于长期难解之谜，典型的例子如三国时期的“木牛流马”。

在证据充分可信的情况下，我们容易准确地为方程式、制图六体、提花机、造纸术、瓷器、水运仪象台、双作用活塞式风箱、火铳、都江堰等作出严谨的分类定名。但是，对有些科学发现与创造、技术发明，需要作适当的概括。例如，中国古代擅长天文测算，积累了大量系统的观测记录，其中的新星和超新星观测记录还为现代科学家研究超新星、射电源、脉冲星、中子星等高能天体作出了重要贡献。因此，我们将“天象记录”列为重要科学发现与创造，以概括地反映中国古代天文观测的成就。

有的发明创造很可能未曾持续地发展，或实用功能有限，却在一定程度上体现出非凡的智慧和技艺，如秦陵铜车马、指南车和水运仪象台等。铜车马不是实用的车辆，但凝聚着精湛的铜器制造工艺，让我们了解到秦代的车制和系驾方法。指南车反映了古人设计特殊功能传动机构的才智。水运仪象台集成了计时、天象演示以及天文观测的功能，创制者发明了巧妙的“擒纵机构”，并以成套的绘图表达机械构造，展现出中国人设计复杂机械系统的高超水平。相比之下，有些发明创造在技术的复杂性方面不

甚突出，却曾对文明进程产生过不小的影响。例如，马镫虽构造简单，却显著提升了骑兵的战斗能力。

中华民族成就了诸多发明创造，为人类文明做出了巨大贡献。应当指出，中国古代科技创造的出现在时间上并不是均匀分布的。水稻栽培、粟作、琢玉等技术出现在史前，对中华文明的形成产生了至关重要的影响。先秦两汉是相当数量重要科技发明的形成期。盛唐时代的科技创造不甚突出，反倒是长期被认为偏安积弱的宋代却拥有辉煌的创造发明。大约从元末开始，我国传统科技陷入缓慢发展阶段，鲜有重大发明创造。这些现象值得我们深思。

近年来，我国科技史界努力突破“成就描述”的研究范式，注重探讨知识的创造和传播以及科技与各种社会因素的互动关系。我们希望以全球史的视野考察中国传统科技，将古代中国与两河流域、古埃及、古希腊罗马、古印度等文明进行比较，从而审慎地判断哪些发明创造是中国人做出的或具有鲜明的中国技术特点。

纵观古代历史，一些科技知识可能是多地起源的，不过，可能更多较复杂的科技知识是通过传播而被不同文明分享的。比如，中国人通过多种途径向世界贡献了水稻、大豆和茶等作物栽培方法，以及丝织、瓷器、造纸、印刷、火药、指南针等方面的技术，也引种了小麦、棉花、玉米、马铃薯和西红柿等作物。当然，还有些发明创造属于传播基础上的再次创新，其创新成就依然堪称杰出。众所周知的“丝绸之路”就不仅是中国与世界贸易交流的通道，同时也是科技知识传播和互动的活跃区域，推动着人类文明的演进。

科技史学科为公众理解科学、技术、经济、社会与文化的发展提供了独特的视角，其成果应当走进公众。自然科学史研究所在2015年设立科学传播研究中心，旨在发挥学科特色，普及科技史及相关领域的新成果，为传播科技知识、弘扬科学精神、建设科学文化与助力科技创新贡献力量。我们期待先贤发明创造的智慧能够成为激励当代国人持续创新的动力，透过悠远的历史传递智慧的回响！

诚然，遴选出数十项乃至上百项“重要发明创造”并非易事，有些问

题也存在争论，见仁见智。我们希望随着科技史研究的深入，学者们会不断有新的发现和心得，进而完善这一清单。我们衷心欢迎广大同行和读者对我们的工作批评指正。

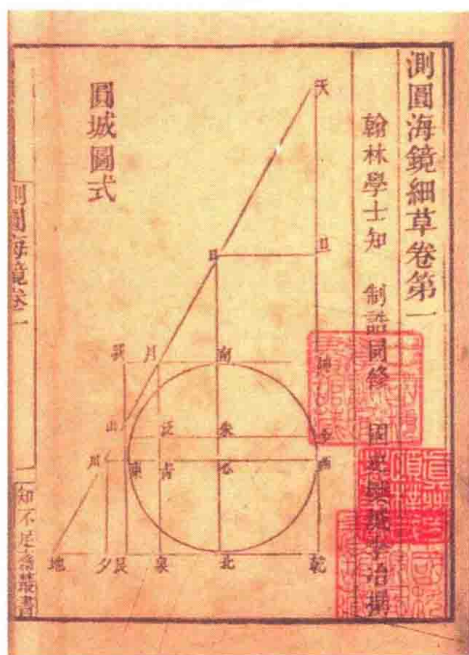
“中国古代重要科技发明创造”研究组

2016年5月4日

上篇 科学发现与创造

1. 干支	/ 002	10. 四诊法	/ 022
2. 阴阳合历	/ 004	11. 马王堆地图	/ 024
3. 圭表	/ 006	12. 勾股容圆	/ 026
4. 十进位值制与算筹记数	/ 008	13. 线性方程组及解法	/ 028
5. 小孔成像	/ 012	14. 本草学	/ 030
6. 杂种优势利用	/ 014	15. 天象记录	/ 032
7. 盈不足术	/ 016	16. 方剂学	/ 034
8. 二十四节气	/ 018	17. 制图六体	/ 038
9. 经脉学说	/ 020	18. 律管管口校正	/ 040

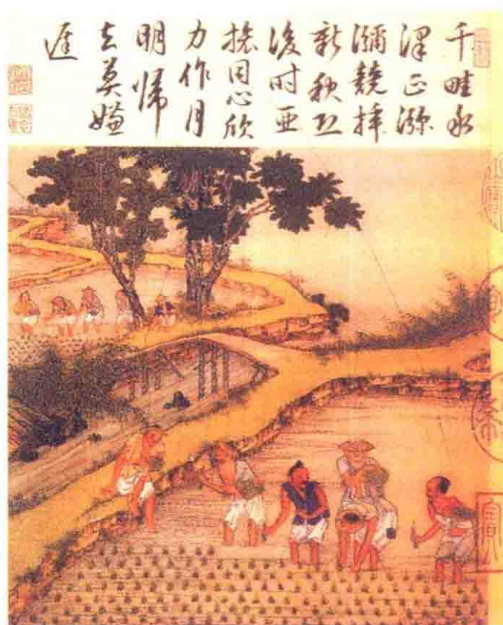




- 19. 敦煌星图 / 044
- 20. 潮汐表 / 046
- 21. 中国珠算 / 050
- 22. 增乘开方法 / 052
- 23. 垛积术 / 054
- 24. 天元术 / 058
- 25. 一次同余方程组解法 / 060
- 26. 法医学体系 / 062
- 27. 四元术 / 064
- 28. 十二等程律 / 066
- 29. 《本草纲目》分类体系 / 069
- 30. 系统的岩溶地貌考察 / 071

中篇 技术发明

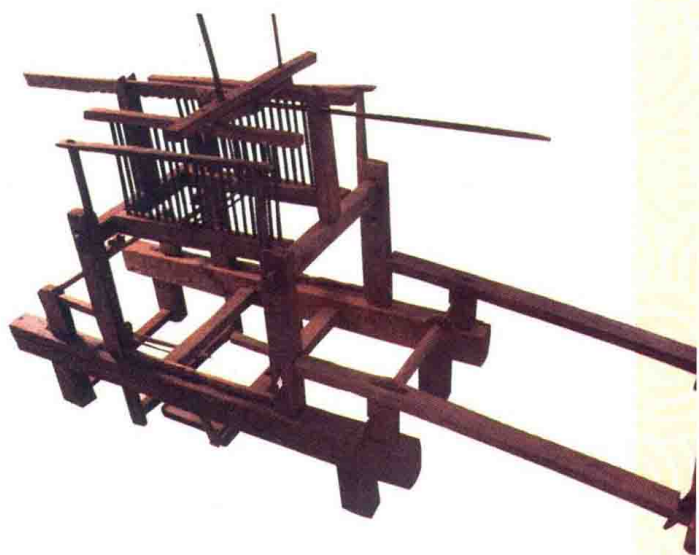
- 31. 水稻栽培 / 074
- 32. 猪的驯化 / 076
- 33. 含酒精饮品的酿造 / 078
- 34. 髹漆 / 080
- 35. 粟的栽培 / 082
- 36. 琢玉 / 084
- 37. 养蚕 / 086
- 38. 缫丝 / 088
- 39. 大豆栽培 / 090
- 40. 块范法 / 092
- 41. 竹子的栽培与综合利用 / 094





- 42. 茶树栽培 / 096
- 43. 柑橘栽培 / 098
- 44. 以生铁为本的钢铁冶炼技术 / 100
- 45. 分行栽培（垄作法） / 102
- 46. 青铜弩机 / 104
- 47. 叠铸法 / 106
- 48. 多熟种植 / 108
- 49. 针灸 / 110
- 50. 造纸术 / 112
- 51. 胸带式系驾法 / 114
- 52. 温室栽培 / 116
- 53. 提花机 / 118
- 54. 指南车 / 120
- 55. 水碓 / 122
- 56. 新莽铜卡尺 / 124
- 57. 扇车 / 126
- 58. 地动仪 / 128
- 59. 翻车（龙骨车） / 130
- 60. 水排 / 132

- 61. 瓷器 / 134
- 62. 马镫 / 136
- 63. 雕版印刷术 / 138
- 64. 转轴舵 / 140
- 65. 水密舱壁 / 142
- 66. 火药 / 144
- 67. 罗盘（指南针） / 146
- 68. 顿钻（井盐深钻及汲制技艺） / 148
- 69. 活字印刷术 / 152
- 70. 水运仪象台 / 154
- 71. 双作用活塞式风箱 / 158
- 72. 大风车 / 160
- 73. 火箭 / 162
- 74. 火铳 / 164
- 75. 人痘接种术 / 166



下篇 工程成就

- 76. 曾侯乙编钟 / 170
- 77. 都江堰 / 172
- 78. 长城 / 174
- 79. 灵渠 / 176
- 80. 秦陵铜车马 / 179
- 81. 安济桥 / 182
- 82. 大运河 / 184
- 83. 布达拉宫 / 187
- 84. 苏州园林 / 190
- 85. 沧州铁狮 / 192
- 86. 应县木塔 / 194
- 87. 紫禁城 / 198
- 88. 郑和航海 / 202

附录 中国古代重要发明创造总表 / 205

后记 / 208





上篇

科学发现与创造



1. 干支

干支是中国古代重要的符号系统，主要用于纪时，也用于表示方位。

干支是甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸十个天干和子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥十二个地支的合称。十天干与十二地支循环组合成为六十干支如下：

甲子	乙丑	丙寅	丁卯	戊辰	己巳	庚午	辛未	壬申	癸酉
甲戌	乙亥	丙子	丁丑	戊寅	己卯	庚辰	辛巳	壬午	癸未
甲申	乙酉	丙戌	丁亥	戊子	己丑	庚寅	辛卯	壬辰	癸巳
甲午	乙未	丙申	丁酉	戊戌	己亥	庚子	辛丑	壬寅	癸卯
甲辰	乙巳	丙午	丁未	戊申	己酉	庚戌	辛亥	壬子	癸丑
甲寅	乙卯	丙辰	丁巳	戊午	己未	庚申	辛酉	壬戌	癸亥

殷墟甲骨文表明，至迟从公元前 13 世纪的商代后期开始，干支已普遍用于纪日，^① 有一块牛胛骨完整地记录了六十干支。^②

干支纪日法从商代后期一直连续使用到今天，历代的历谱都注明干支。由于干支纪日法的连续使用，使我们能够更准确地确定古代历法中的日期具体所指为现行公历中的哪一天。

以十二地支纪月至迟出现在春秋时代，以冬至所在之月为子月，顺序排列，这种配置方式到现在一直未变。天干和地支结合起来纪月出现较晚。

以十二地支纪年应该是由岁星（木星）纪岁发展而来。战国到

秦代使用一套很奇怪的 60 循环的名称纪岁，如阏逢摄提格岁。到汉武帝时代始用干支替换了这套奇怪的年名，之后一直延续下来。^③

十二地支也用于表示一日之中的时辰。把一天的时间划分为 12 个时辰，子夜称为子时，相当于现在 24 小时制的半夜 23 时至凌晨 1 时，依次向后排列，这种方法最迟在汉初已经出现，配上天干则是到了唐代。^④

天干和地支也用于表示方位。中国古代地平方位的划分一般是分为四方、八方、十二方位，在四方系统的划分中常用子、午、卯、酉来表示北南东西，在十二方位的系统中则是使用十二地支来表示方位，以正北方向为子，顺时针依次为丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥。

此外，干支也被配上阴阳五行的属性，在中国古代阴阳五行化的时空构架中扮演重要角色。

(徐凤先)



商·刻“干支表”
牛骨(局部)

参考文献

- ① 常玉芝. 殷商历法研究. 长春: 吉林文史出版社, 1998. 8-95.
- ② 郭沫若主编. 甲骨文合集. 第十二册. 北京: 中华书局, 1983. 编号 37986.
- ③ 徐振颐主编. 中国古代天文学词典. 北京: 中国科学技术出版社, 2008. 64-65.
- ④ 卢央. 中国古代星占学. 北京: 中国科学技术出版社, 2008. 14-17.