

JOSEPH NEEDHAM
SCIENCE AND CIVILISATION IN CHINA

李约瑟

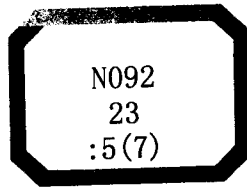
中国科学技术史

第五卷 化学及相关技术

第七分册 军事技术：火药的史诗

科学出版社
上海古籍出版社

1/1092



国家自然科学基金委员会资助出版

李 约 瑟

中国科学技术史

第五卷 化学及相关技术

第七分册 军事技术：火药的史诗

李约瑟 著

何丙郁

鲁桂珍 协助

王 铃

科学出版社
上海古籍出版社
北京

内 容 简 介

著名英籍科学史家李约瑟花费近50年心血撰著的多卷本《中国科学技术史》，通过丰富的史料、深入的分析和大量的东西方比较研究，全面、系统地论述了中国古代科学技术的辉煌成就及其对世界文明的伟大贡献，内容涉及哲学、历史、科学思想、数、理、化、天、地、生、农、医及工程技术等诸多领域。本书是这部巨著的第五卷第七分册，主要论述中国古代军事技术中火药的溯源、成分和性能、使用火药的兵器、火箭、火药的和平利用等方面的成就。

图书在版编目(CIP)数据

李约瑟中国科学技术史·第五卷，化学及相关技术·第七分册，军事技术：火药的史诗/（英）李约瑟著；刘晓燕等译。—北京：科学出版社，2005
ISBN 7-03-014501-1

I. 李… II. ①李… ②刘… III. ①自然科学史-中国②发射药-技术史-中国 IV. N092

中国版本图书馆CIP数据核字（2004）第117875号

责任编辑：孔国平 李俊峰 / 责任校对：钟 洋

责任印制：钱玉芬 / 封面设计：张 放

科 学 出 版 社 出 版
上 海 古 籍 出 版 社

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年7月第一版 开本：787×1092 1/16

2005年7月第一次印刷 印张：42 1/4

印数：1—2 000 字数：950 000

定价：98.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉）

化学家是一类怪异的凡人，由一种不可理喻的冲动激励着，以烟雾和蒸汽、烟火和火焰、毒药和贫因为其乐趣——然而，我在这所有的邪恶之中似乎活得如此美妙，以致要是和波斯王换个位置的话我就会死去！

——约翰·贝歇尔 (Johann Beccher)

《土质物理学》(1703年)

好像是命中注定的，硝石，那种奇妙的盐，竟在哲学上造出了战争中的那般大噪音，让整个世界都充满了它的轰隆声。

——约翰·梅奥 (John Mayow)

《医用物理学五论》(1674年)

现在肯定已是众所周知，最遥远的东方的大君王运用法典已有千百年之久，甚至他们最早的礼仪也远在亚历山大时代之前。只是亚历山大未及深入东方。

——沃尔特·罗利 (Sir Walter Raleigh)

《世界史》(1614年)

安特莫尼的柏尔问康熙帝的鞑靼人炮兵将军：“中国人知道火药的用途有多久了？他依据他们的史籍回答说，有两千年以上，用于烟火；但火药用于战争目的只是一件晚近传入的事。因为这位君子的诚实和坦率是众所周知的，对他关于这一问题说法的真实性没有什么好怀疑。”

——柏尔 (John Bell) 1721年1月1日的记述

《从俄国圣彼得堡到亚洲各地旅行记》
(1763年)

虽然确凿无疑的是，人不过是造物主之臣，只能适当地给病人使用药剂（余下的工作由用了药的身体自己完成）；可是利用他制造这些敷用药的技艺，他就能做到，不仅赋予他力量来管理在其他方面比自己强得多的造物，而且可以使一个人做出令另一个人认为是他无法充分赞美的奇迹。就像可怜的印度人把西班牙人视若神人，因为他们所具有的硝石、硫磺和木炭适当混合后的特性的知识，能在他们愿意的时候令这些混合物发出十分致命的轰响和火光。

——波义耳 (Robert Boyle)

《关于实验哲学的有效性的一些思考——在一位密友对一位朋友的谈话中提出的，权作研究这一问题的邀请》
(1663年)

李約瑟著

中國科學技術史

莫朝鼎



李约瑟《中国科学技术史》翻译出版委员会

主任委员 卢嘉锡

副主任委员 路甬祥 张存浩 汝 信 席泽宗

委 员 (以姓氏汉语拼音为序, 有*号者为常务委员)

杜石然	傅世垣	何绍庚	侯建勤*	胡维佳
胡祥璧	华觉明*	李国章*	李经纬	李廷杰*
刘 钝*	刘更另	刘祖慰*	柳椿生	路甬祥*
罗 琳	马堪温*	潘吉星	钱伯城*	汝 信*
苏世生*	谈德颜*	汪继祥*	吴瑰琦*	吴明瑜
席泽宗*	谢淑莲*	许 平*	杨德晔	姚平录
叶笃正	余志华	袁运开	张存浩*	张青莲
张晓敏	周光召			

已故委员

曹天钦	袁翰青	张书生	林志群	薄树人
孙增蕃	郭永芳	钱临照	卢嘉锡	胡道静
吴伯泽				

第五卷 化学及相关技术

第七分册 军事技术：火药的史诗

翻 译	刘晓燕	龙达瑞	吴显洪	杜懋圻	刘 钢
校 订	潘吉星				
校 订 助 理	张九辰	姚立澄			
志 谢	张 毅	李天生	马笃权	赵澄秋	王社强
	康小青				

谨以本书献给

已故的

傅斯年

杰出的历史学和哲学学者

战时在中国四川李庄的最友好的欢迎者

他曾在那里和我们共用一晚探讨中国火药的历史

俞大维

物理学家

兵工署署长（1942—1946年）

我常常在他的办公室与他共享他的“战地咖啡”

并在1984年我们愉快地重逢

凡 例

1. 本书悉按原著译，一般不加译注。第一卷卷首有本书翻译出版委员会主任卢嘉锡博士所作中译本序言、李约瑟博士为新中译本所作序言和鲁桂珍博士的一篇短文。

2. 本书各页边白处的数字系原著页码，页码以下为该页译文。正文中在援引（或参见）本书其他地方的内容时，使用的都是原著页码。由于中文版的篇幅与原文不一致，中文版中图表的安排不可能与原书一一对应，因此，在少数地方出现图表的边码与正文的边码颠倒的现象，请读者查阅时注意。

3. 为准确反映作者本意，原著中的中国古籍引文，除简短词语外，一律按作者引用原貌译成语体文，另附古籍原文，以备参阅。所附古籍原文，一般选自通行本，如中华书局出版的校点本二十四史、影印本《十三经注疏》等。原著标明的古籍卷次与通行本不同之处，如出于算法不同，本书一般不加改动；如系讹误，则直接予以更正。作者所使用的中文古籍版本情况，依原著附于本书第四卷第三分册。

4. 外国人名，一般依原著取舍按通行译法译出，并在第一次出现时括注原文或拉丁字母对音。日本、朝鲜和越南等国人名，复原为汉字原文；个别取译音者，则在文中注明。有汉名的西方人，一般取其汉名。

5. 外国的地名、民族名称、机构名称，外文书刊名称，名词术语等专名，一般按标准译法或通行译法译出，必要时括注原文。根据内容或行文需要，有些专名采用惯称和音译两种译法，如“Tokharestan”译作“吐火罗”或“托克哈里斯坦”，“Bactria”译作“大夏”或“巴克特里亚”。

6. 原著各卷册所附参考文献分 A（一般为公元 1800 年以前的中文书籍），B（一般为公元 1800 年以后的中文和日文书籍和论文），C（西文书籍和论文）三部分。对于参考文献 A 和 B，本书分别按书名和作者姓名的汉语拼音字母顺序重排，其中收录的文献均附有原著列出的英文译名，以供参考。参考文献 C 则按原著排印。文献作者姓名后面圆括号内的数字，是该作者论著的序号，在参考文献 B 中为斜体阿拉伯数码，在参考文献 C 中为正体阿拉伯数码。

7. 本书索引系据原著索引译出，按汉语拼音字母顺序重排。条目所列数字为原著页码。如该条目见于脚注，则以页码加 * 号表示。

8. 在本书个别部分中（如某些中国人姓名、中文文献的英文译名和缩略语表等），有些汉字的拉丁拼音，属于原著采用的汉语拼音系统。关于其具体拼写方法，请参阅本书第一卷第二章和附于第五卷第一分册的拉丁拼音对照表。

9. p. 或 pp. 之后的数字，表示原著或外文文献页码；如再加有 ff.，则表示所指原著或外文文献中可供参考部分的起始页码。

缩略语表

以下为正文及脚注中使用的缩略语。杂志及类似的出版物中使用的缩略语见本书 pp. 584 ff.。

- BN** Bibliothèque Nationale, Paris. (国立图书馆, 巴黎)
- CC** 贾祖璋和贾祖珊 (1), 《中国植物图鉴》, 1958 年。
- CCL** 《哲匠录》。
1 至 6 卷见朱启钤和梁启雄;
7 卷见朱启钤、梁启雄和刘儒林 (1);
8、9 卷见朱启钤和刘敦桢 (1, 2)。
- CCT** 赵士桢, 《车輶图》, 明, 约 1585 年。
- CHHS** 戚继光, 《纪效新书》, 明, 1560 年, 1562 年刊印, 经常重印。
- CHS** 班固 (和班昭), 《前汉书》, 后汉, 约 100 年。
- CHSK** 丁福保 (辑), 《全汉三国晋南北朝诗》, 北京, 约 1935 年。蔡金重做索引, 哈佛燕京学社, 北平, 1941 年, 1966 年台北重印。
- CHTP** 郑若曾, 《筹海图编》, 明, 1562 年, 于 1572 年、1594 年、1624 年等年重印。
- CKKCSL** 《中国科技史料》, 期刊。
- CSHK** 严可均 (辑), 《全上古三代秦汉三国六朝文》, 1836 年。
- CLPT** 唐慎微等编, 《证类本草》, 宋, 1249 年。
- CTS** 刘珣, 《旧唐书》, 五代, 945 年。
- CYMTYL** 传为郑思远撰, 《真元妙道要略》, 传为晋 (3 世纪), 但很可能是唐 (8~9 世纪)。
- DSB** *Dictionary of Scientific Biography* (16 vols.), ed., C. G. Gillespie et al. (Scribner, New York, 1970)
[《科学家传记辞典》(16 卷), 吉莱斯皮等编, (斯克里布纳, 纽约, 1970 年)]。
- HCC** 许洞, 《虎铃经》, 宋, 962 年始撰, 1004 年完成。
- HCT** 《火器图》, 襄阳版《火龙经》(另见)的页首之标题。
- HHPT** 苏敬等 (编), 《新修本草》, 唐, 659 年。
- HHS** 范曄和司马彪, 《后汉书》, 450 年。
- HKPY** 《火攻备要》, 《火龙经》(另见)卷一的另一书名。
- HKTC** 魏源和林则徐, 《海国图志》, 清, 1844 年, 1847 年增补版, 1852 年进一步增补本, 1855 年节本。
- HLC** 焦玉, 《火龙经》。明, 1412 年, 但可能含以前半世纪的资料或

- 可追溯至 1300 年。分为三卷，第一部分传说为诸葛武侯（诸葛亮，公元三世纪）和刘基（1311—1375 年）所著。作为合编者出现的刘基，实际上可能是合著者。第二部分托名刘基，但毛希秉（1632 年）可能是作者。第三部分为茅元仪撰（活跃于 1628 年），并由诸葛光荣于 1644 年作序。
- HSCH/TCTC** 刘时举，《续宋中兴编年资治通鉴》，南宋，自 1126 年，宋，约 1250 年。
- HTCTC/CP** 李焘，《续资治通鉴长编》，论及 960 至 1126 年的事件，即北宋、宋，1183 年。
- HTS** 欧阳修和宋祁，《新唐书》，宋，1061 年。
- HWHTK** 王圻（编），《续文献通考》，明，1586 年。1603 年刊印。
- LPSC (TC)** 戚继光，《练兵实纪·杂集》，《练兵实纪》的附录，明，1568 年，1571 年刊印。
- MCPT** 沈括，《梦溪笔谈》，宋，1089 年。
- NKKZ** 《日本科学古典全书》，12 卷，1944 年；10 卷，1978 年。
- PL** 何汝宾，《兵录》，明，1606 年。1628 年刊印，后期有 1630 年、1632 年版本。
- PPT/NP** 葛洪，《抱朴子》（内篇），晋，约 320 年。
- PTKM** 李时珍，《本草纲目》，明，1569 年。
- PTKMSI** 赵学敏，《本草纲目拾遗》，清，约 1760 年始撰，1765 年第一次完成，补写绪论于 1780 年，正文中最后日期是 1803 年，1871 年第一次刊印。
- R** 伊博恩等（Read, Bernard E. et al.）编，李时珍《本草纲目》的某些章节的索引、译文及摘要。如果查阅植物类，见 Read (1)；如果查阅哺乳动物类，见 Read (2)；如果查阅鸟类，见 Read (3)；如果查阅爬行动物类，见 Read (4)；如果查阅软体动物类，见 Read (5)；如果查阅鱼类，见 Read (6)；如果查阅昆虫类，见 Read (7)。
- RARDE** Royal Armament Research and Development Establishment, Fort Halstead, Kent (肯特郡霍尔斯特德要塞，皇家武器装备研究与发展院)。
- SCP** 赵士祯，《神器谱》，明，1598 年。
- SF** 陶宗仪（编），《说郛》，元，约 1368 年。
- SKCS** 《四库全书》，清，1782 年；这里指的是印本书丛书选集，七份钦命抄本之一。
- SKCS/TMTY** 纪昀（编），《四库全书总目提要》，1782 年；是奉清朝乾隆皇帝之命，于 1772 年编著的宫内手抄丛书的大型书目。
- STTH** 王圻，《三才图会》，明，1609 年。
- TCKM** 朱熹等（编），《通鉴纲目》，中国通史《资治通鉴》的压缩本，

- 一部中国通史，宋，1189年，有后来的续编。
- TKKW** 宋应星，《天工开物》，明，1637年。
- TPKC** 李昉（编），《太平广记》，宋，978年。
- TPYC** 李筌，《太白阴经》，关于军事和海战的论著，唐，759年。
- TPYL** 李昉（编），《太平御览》，宋，983年。
- TSCC** 陈梦雷等（编），《图书集成》；1726年，索引见 Giles, L. (2)。参考1884年版的卷和页数。参考1934年照相再版的册数和页数。
- TT** Wieger, L. (6), 《道藏目录》(*Taoïsme*, vol. 1, *Bibliographie Générale*)。
- TTSLT** 《太祖实录图》，明，1635年，清代修订，1781年。
- WCTY** 曾公亮（编），《武经总要》，宋，1044年。
- WCTY/cc** 曾公亮（编），《武经总要》（前集），军事百科全书，第一版，宋，1044年。
- WHTK** 马端临，《文献通考》，元，1319年。
- WPC** 茅元仪，《武备志》，明，1628年。
- WPHLC** 传为焦玉撰，《武备火龙经》，明，1628年以后，但是包括了更多《火龙经》的早期的内容。
- YCLH** 张英辑，《渊鉴类函》，清，1710年。
- YH** 王应麟，《玉海》，宋，写于1267年，但是直到元代，1337年或1340年才刊印，或者可能是1351年才印。
- YHSF** 马国翰（辑），《玉函山房辑佚书》，1853年。

作者的话

本分册已经酝酿了43年。1943年6月4日，黄兴宗^①和我从五通桥出发，沿岷江和长江作了颇为冒险的旅行之后在四川李庄落脚^②。这个可爱的小城附近，有中德合办的同济大学，还有战时疏散的中央研究院历史语言研究所。它们当时分别由两位极著名的学者傅斯年和陶孟和领导，我有幸与他们相会。与之相邻的则是由李济领导的疏散到这里的国立考古博物馆，以及梁思成领导的中国营造学社。一天晚上，谈话话题转向了中国火药的历史，于是傅斯年亲手为我们从1044年的《武经总要》中，抄录出了有关火药成分的最早刻本上的一些段落，那时我们还没有《武经总要》一书^③。也正是在李庄，我第一次遇到了王铃（王静宁），他后来成为1948—1957年我在剑桥写作《中国科学技术史》的最初的合作者。当时他是中央研究院历史语言研究所的一位年轻的研究工作者，并使火药史，包括其所有的分支，成为他终生研究的课题。后来，他从事了一项崇高的职业，成为堪培拉澳大利亚国立大学高级研究所的研究教授。

另外两位合作者的名字已列入本分册扉页。何丙郁，现任香港大学的中文教授，为本分册初稿写作做出了极大贡献。他生长于新加坡，并成为了一名优秀的科学史家，之后相继在吉隆坡和布里斯班（Brisbane）担任教授，那时他自己已发表了多部出色的著作。最后是鲁桂珍，最早促使我从1937年开始转向致力于汉学研究的人，那时我们便筹划了现在的这套书；而20年后，她从巴黎的联合国教科文组织（UNESCO）返回剑桥，接替王铃而成为我的主要合作者。她现在仍是如此。为了写作此书，我们一道查对了军事百科全书中所有有关战争的叙述和词条。

随着本卷的完成，弗朗西斯·培根（Francis Bacon）1620年列举的所有三大发明至此均被详加研究一事也将成为过去。我们在本书第一卷^④完整地引用过《新工具》（*Novum Organon*）的论述，但这段论述仍值得在这里以更简短的形式重引一遍^⑤：

最显著的例子便是印刷术、火药和指南针，这三种发明古人都不知道；它们的发明虽然是在近期，但其起源却不为人所知，湮没无闻。这三种东西曾改变了整个世界事物的面貌和状态，第一种在学术上，第二种在战争上，第三种在航海上，由此又产生了无数的变化。这种变化是如此之大，以致没有一个帝国，没有一个教派，没有一个赫赫有名的人物，能比这三种机械发明在人类的事业中产生更大的力量和影响。

因此回顾一下，我们首先在本书第四卷第一分册中研究了磁罗盘，接着，由我们尊敬

① 我在中英科学合作馆最初的同事，近年来，成为我们在植物学及营养科学方面的合作者。

② 更详细的内容，见 Needham & Needham (1), pp. 40ff., 119, 及 Huang Hsing-Tsung (1), p. 45。

③ 见下文 pp. 117—126。

④ 本书第一卷，p. 19。

⑤ Montagu ed. (Latin), vol. 9, pp. 381—382; Ellis & Spedding ed. (English), p. 300。见原著第一册，格言

的合作者钱存训教授负责，在本书第五卷第一分册中研究了造纸术和印刷术，最后，我们此刻将在第五卷第七分册中进入火药的研究。弗朗西斯·培根至死还不知道他所挑选出的这些发明的每一项都属于中国人。虽然我们尚未能确定作为这三项发明 *fons et origo*（源泉和始祖）的任一个人的姓名，但是对最先产生这些发明的民族则是绝对无可怀疑的。

本册是论军事技术三个分册的中间一册。它之所以早于另外两分册问世，仅仅因为它现在已写成。第一个分册（第五卷第六分册），在导言之后将研究（b）关于兵法的中文文献，（c）中国古典军事理论的基本概念，（d）中国军事思想的突出特征，（e）抛射武器，弓和弩，（f）抛石机——火药发明前的“砲”及（g）早期攻防战术——城池的围攻和防守。在这些课题方面我要感激我的合作者王静宁、叶山（Robin Yates）、石施道（Krzysztof Gawlikowski）以及麦克尤恩（Edward McEwen）。

第三个分册（第五卷第八分册）将研究（i）短兵器，（j）车战，（k）骑兵技术，包括马蹬的发明及其传播，（l）铠甲及马衣，（m）营寨及阵形，（n）信号及其他联络形式；而该分册将以某些对比和结论而收尾。在这里我的主要合作者一直是王静宁、叶山、已故罗荣邦及迪安（Albert Dien）。哈佛的叶山教授正在负责这两个分册总的编辑。

把现在这一分册置于三个军事分册的中间是极其自然的，因为9世纪中叶火药混合物的发现无疑是所有中国军事发明中最伟大的发明。正如在本分册我们敢于大胆提出，火药发射的火箭确实可以看成是人类先前从未作出的独一无二的最伟大发明，因为假使太阳冷却或过热，我们不得不向某地迁移时，火箭将是我们达到这一目的的唯一工具，因为它是人类已知的唯一能在外层空间航行的飞行器。当然这已不是中国军事工程师在12世纪中叶所知道的那种火药火箭，而是现在和未来以液体燃料或可能以亚原子核反应为动力的运载火箭。

同样，我们在此叙述的历史要远比仅仅谈论火药的战争应用更加激动人心。除了在开矿、采石及人类交通运输线路建设——所有民用工程项目——中应用爆破外，火药作为人类所知的最早的化学爆炸物，还在各种热机发展中起着必不可少的作用。机械工程师也因此参与其中。并非每个人都了解在蒸汽机处于全盛期之前，惠更斯（Christiaan Huygens）和帕潘（Denis Papin）在17世纪晚期曾试图制出成功的火药发动机；虽然他们从未能使其运转，但这却使他们获得了干脆用水及可冷凝蒸汽的灵感。因此有了纽科门（Thomas Newcomen）1712年的成功。

我们还试图讲述，在其后很久继续着纽科门的成功的内燃机的历史沿革以及路易·德克里斯托福里斯（Luigi de Cristoforis）在1830年如何提出用汽油作内燃机的燃料。最古老的内燃机当然是火炮，但从机械工程的观点来看，火炮的活塞不是被约束的，因而它所做的功不是有用功。借助汽油及类似的燃料，内燃机盛行起来，尤其使今日的航空得以成功。但汽油并非他物，而是古老的希腊火，是7世纪拜占庭的卡利尼库斯（Callinicus）首次从蒸馏石油中得到。这是火药最重要的纵火先驱物；而事实上火药在战争中的首次使用，正是作为中国希腊火喷射器燃烧室内的缓燃引信。我们确定这一事件发生在公元919年。于是历史车轮转了整整一圈，最终又回到原位，而事情的可悲一面是，人类要用几百年时间才看到一个发现的慈善用途，而发现其邪恶用

途并付诸实践却非常迅速。

我们以关于火药知识从东向西传播的余论结束了本册。或许最突出的事实是，在欧洲人知道火药之前，所有发展阶段，从应用火药作纵火剂到以弹丸充分填塞内膛的金属管手铳或臼炮都是在中国经历的。或许有过三次传入。罗杰·培根（Roger Bacon）于1260年左右能够研究爆仗，这无疑是由他的教友带到西方的；而为中国服役的阿拉伯军事工程师肯定在1280年让哈桑·拉马赫（Hasan al-Rammāh）了解了关于炸弹和火箭的知识。接着，在随后20年，很可能经过俄国而直接从陆路传来了火炮。

在本册的编写过程中，我们小组经历了许多变故。首先我必须提到1985年5月彼得·伯比奇（Peter Burbidge）令人悲伤的逝世。他不仅一直是东亚科学史基金会（East Asian History of Science Trust）的执行副主席，而且自1984年起还是我们所有各卷的领衔守护神和仁慈的保护人，作为剑桥大学出版社业务社长，他指导了各卷的出版工作。在我们的每周聚会时，我们都非常思念他。但我们很幸运，儒格霖（Colin Ronan）这位我们《中国科学技术史简编》（*Shorter Science and Civilisation in China*）丛书的合作者，业已担任本项目协调人。

其次，本册是和东亚科学史图书馆（East Asian History of Science Library）这一新修的永久性建筑物的落成相伴出版的。由于香港和新加坡两地慷慨的资金捐助才使此建筑物落成。我们特别感激香港东亚科学史基金会（East Asian History of Science Foundation Ltd in Hong Kong）主席毛文奇博士及其成员和捐助人，以及新加坡华侨银行（Overseas Chinese Banking Corporation）陈振传（Tan Sri Tan chin Tuan）特别慷慨的捐助。

同样，由笛博尔德（John Diebold）先生主持的我们的纽约东亚科学史董事会（East Asian History of Science Board, Inc. of New York）更集中于筹捐《中国科学技术史》项目所需要的资助和研究基金，还要感谢美国国家科学基金会（National Science Foundation）、卢斯基金会（Luce Foundation）和梅隆基金会（Mellon Foundation）自始至终的慷慨资助。日本国也加入到资助行列中，因为东京的日本学术振兴会（National Institute Research Advancement）主要为第七卷提供了一笔可贵的资助。我们深深地感谢下河边淳博士领导的这个机构。对为我们五湖四海的合作者支付必要的薪金和提供研究经费这样的帮助，无论怎样感谢都不为过。

像往常一样，我们还想感谢那些对我们在撰写本册时给予过特殊帮助的人。因而我们要高兴地在朋友中列举出：前任英王陛下伦敦塔军械库（Armouries at H. M. Tower of London）副馆长布莱克莫尔（Howard Blackmore）先生，他始终给予我们有价值的评论；奈杰尔·戴维斯（Nigel Davies）博士，他在肯特郡（Kent）霍尔斯特德要塞（Fort Halstead）的皇家武器装备研究与发展院（Royal Armament Research and Development Establishment）安排了用含不同百分比硝石的火药所作的实验测试；还有霍利斯特-肖特（Graham Hollister-Short）博士，他对我们著作中有关古老的火药测试者或测试仪，火药发动机的先驱，以及开矿、采石中的爆破史等方面给予了很大的帮助。同样，中冈哲郎博士在《蒙古袭来绘词》（本册 p. 177）的日文原文方面给予了我们很多帮助。那是现今仅存的，绘有一枚13世纪的正在爆炸的炸弹的图画。特别要感激布里斯班的德克莱顿·布雷特（De Clayton Bredt），他是一幅10世纪的火枪图的发现者，他还通读了全册并在多处作了修正。

再次，我们还想记录下对东亚科学史图书馆全体人员的感谢。我们尤其想要感谢梁钟连杼女士，她核查了所有交叉引用的文献，并校订了参考文献 A 及 B 的清样。当我们需要语言学帮助时，像往常一样，阿拉伯文，我们求助于邓洛普 (D. M. Dunlop) 教授；日文，求助于已故的查尔斯·谢尔登 (Charles Sheldon) 博士和牛山耀代博士；梵文，则求助于沙克尔顿·贝利 (Shackleton Bailey) 教授。

现在就让我们拉一下发射绳并引爆论“学术共和国” (Republic of Learning) 的这本火药卷 (用一个恰当的类比) 吧，这实在没有任何破坏性的动机，只是希望这本书能够帮助那些还在从火药武器和热机的历史中寻找启发的人们。战争也许是，或者也许不是人类发展和社会进步中的决定性因素。但不容否认的是，蒸汽机及内燃机一直是这种决定性因素，并且它们又都是火炮的产物。而火炮又依次是火枪 (fire-lance) 的一项发展，火枪的另一项发展是一切空间旅行所依靠的火箭。与火箭装置无二的火药发动机和蒸汽机，是从欧洲科学革命中涌现出的思想产物，但所有在这之前长达八个世纪的先期发展都一直是中国人完成的。

目 录

第三十章 军事技术 (续)	(1)
(f) 抛射武器: III. 火药的史诗	(1)
(1) 概述	(1)
(2) 历史文献	(13)
(i) 原始资料	(13)
(ii) 阿拉伯与西方资料	(27)
(iii) 思索与研究成果	(38)
(3) 溯源 (I): 纵火战	(50)
(4) 石脑油、希腊火与石油喷火器	(58)
(5) 溯源 (II): 硝石的认知与提纯	(75)
(6) 火药的成分及其性能	(86)
(7) 原始火药与火药	(88)
(i) 最早的炼丹家尝试与实验	(88)
(ii) 宋代的火药配方	(93)
(8) 鞭炮和烟火	(101)
(9) 作为纵火剂的火药	(118)
(10) 炸弹和手榴弹	(131)
(11) 地雷和水雷	(157)
(12) 奇异的运载系统	(172)
(13) 火枪, 一切管状枪的始祖	(181)
(14) 突火枪, 一切炮的祖先	(219)
(15) 作为推进剂的火药 (I): 最早的金属管臼炮和手铳	(230)
(16) 从爆燃到高爆	(289)
(i) 硝石含量的增加	(289)
(ii) 火药制造与火药理论	(303)
(17) 火炮的后期发展	(308)
(i) 佛郎机 (法兰克后膛装炮)	(312)
(ii) 野战炮、攻城炮和防卫炮	(319)
(iii) 防护牌、“战车”与运动的雉堞	(353)
(18) 手铳的后期发展; 火绳枪和滑膛枪	(358)
(i) 火绳枪、转轮枪和燧发枪	(358)
(ii) 中国和日本的滑膛枪	(367)

(19) 作为推进剂的火药 (II): 火箭的发展	(406)
(i) 用于军事的“地老鼠”	(407)
(ii) 火箭箭	(410)
(iii) 集束发射器和联组战车	(418)
(iv) 有翼火箭	(427)
(v) 多级火箭	(435)
(vi) 军事火箭的兴、衰和复兴	(440)
(20) 火药的和平利用	(456)
(i) 礼仪与气象火箭	(456)
(ii) 采矿及土木工程中的炸石	(461)
(iii) 作为第四种力的火药: 在热机史中的作用	(471)
(21) 不同文化间的传播	(492)
附录	(503)
参考文献	(506)
缩略语表	(507)
A. 1800 年以前的中文和日文书籍	(515)
B. 1800 年以后的中文和日文书籍与论文	(538)
C. 西文书籍和论文	(550)
索引	(586)
译后记	(641)