

● 国家十一五规划重点图书
● 四大发明及其西传东渐

【学术顾问】潘吉星

【主编】段志洪

火药的发明

——源流·外传·影响

Huoyao de faming

——Yuanliu · waichuan · yingxiang

翟金明 印旭 编著



贵州出版集团

GUIZHOU PUBLISHING GROUP

贵州科技出版社

印旭 编著

火药的发明

——源流·外传·影响

Huoyao de faming

——Yuanliu · waichuan · yingxiang



贵州出版集团

GUIZHOU PUBLISHING GROUP

贵州科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

火药的发明——源流·外传·影响 / 翟金明, 印旭编著.

贵阳: 贵州科技出版社, 2008. 10

(四大发明及其西传东渐/段志洪主编)

ISBN 978-7-80662-444-9

I. 火… II. ①翟… ②印… III. 发射药—技术史—中国—古代
IV. TQ560-092

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第152759号

火药的发明——源流·外传·影响

翟金明 印旭 编著

责任编辑 孟志钢 张 明
平面设计 贵阳凤凰传说文化传媒发展有限公司
出版发行 贵州科技出版社
印 刷 深圳市佑明包装制品有限公司
开 本 760mm×1080mm 16开
印 张 12.5
字 数 157千字
版 次 2008年12月 第1版
印 次 2008年12月 第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-80662-444-9 / TQ·001
定 价 68.00元

序

中国自古以来人文科学和自然科学素称发达，在各个领域内取得众多成就，对人类文明发展做出重大贡献，尤其以造纸、印刷、火药和指南针四大发明为主体的古代科学技术长期处于世界领先地位。研究证明，近代科学虽首先在欧洲兴起，但其所赖以建立的基本发现和发明有一半（至少100项）来自中国。整理这些科学遗产，对宏扬中华民族优秀文化具有重要意义。为此，笔者多年研究，写成近百万字的《中国古代四大发明：源流、外传及其世界影响》，2002年12月由中国科技大学出版社出版。但这类学术著作免不了要征引各种古今中外文献和实物资料，对大量史料作一系列考证、辨别和分析比较。这些工作是繁琐的，但却是必要的。不如此，不足以导出可靠的结论和相应学术观点。

对一般读者而言，最感兴趣和最想知道的并不是考证过程的细节，而是考证结果。人们希望尽快而准确地掌握学术著作中的精华和研究成果，没有足够时间和耐性去通读大部头著作。如果有人对学术著作进行梳理、简化和浓缩，将为读者带来莫大便利。历史学者段志洪博士在多年从事古籍整理和编辑出版工作实践中，切实感到将学术著作加以普及化的必要性。为此，她计划主编一套丛书，约请志同道合的学人将一些学术著作改变成语言生动、广大群众易于接受的简明、通俗的普及本，且以拙著作为试点，再由此扩及其他学术著作。这是非常好的主意，同时也是善举。我对此深表赞赏，乐观其成。这项工作实际上是再创作过程，帮助原著深入到更广大的读者层面中。但又与电影改编本不同，没有“戏说”成分，而仍忠于原著。这次还收集、加绘多幅有关造纸、印刷、火药、火器和指南针的插图，充实原著之不足。相信这项工程定会取得成功。

潘吉星

2006年3月5日于北京

目录 CONTENTS

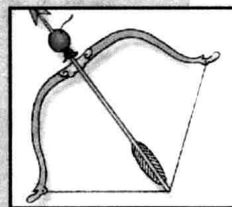
◎第一章 火药的发明和早期历史 001

- * 第一节 何谓火药.....002
- * 第二节 神仙思想与炼丹术.....003
- * 第三节 丹家和炼丹术.....005
- * 第四节 炼丹术和火药的发明.....010
- * 第五节 火药应用于军事.....014



◎第二章 宋金时期的火药和火器 016

- * 第一节 宋代火器的生产规模.....018
- * 第二节 最早的三个军用火药配方.....020
- * 第三节 宋代火药的进步.....022
- * 第四节 宋代火器的种类.....025
- * 第五节 实战中开始使用火器.....035



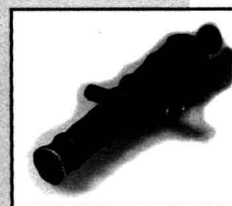
◎第三章 元朝的火器发展 042

- * 第一节 元代火药的进步.....044
- * 第二节 火器制造机构.....045
- * 第三节 炮手万户府和回回炮.....047
- * 第四节 元代火銃.....052
- * 第五节 元代火器在战争中的应用.....057



◎第四章 明代火药和火器的鼎盛时期 059

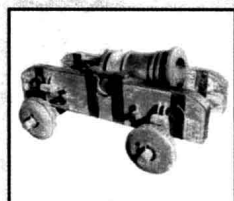
- * 第一节 明代火药和火器种类.....060
- * 第二节 对火药理论的研究.....065
- * 第三节 火器专家赵士桢.....067
- * 第四节 手銃、鸟枪和子母銃.....071
- * 第五节 明代的火炮.....077
- * 第六节 爆炸性火器.....081
- * 第七节 明代火器的改进.....088
- * 第八节 火器制造机构.....090



* 第九节	火器普遍装备军队.....	091
* 第十节	战车与火器的结合.....	095
* 第十一节	其他部队的火器装备和战法.....	098
* 第十二节	明代火器与明代战争.....	101
* 第十三节	火器的西来.....	106

◎ 第五章 清代的火药火器 113

* 第一节	清代火药的制造.....	115
* 第二节	清代的弹丸和火绳.....	117
* 第三节	枪炮的制造和研究.....	119
* 第四节	清代火器的发展及特点.....	120
* 第五节	清代火器品种.....	123
* 第六节	明清西洋火器专家.....	140



◎ 第六章 近代火器的落后与改革 143

* 第一节	清代火器的落后.....	144
* 第二节	近代火器改革思想先倡者.....	147
* 第三节	近代火器的研制.....	151
* 第四节	近代军事的其他进步.....	157
* 第五节	近代军事工业.....	165



◎ 第七章 火药的民用 167

◎ 第八章 火药的传播和发展 172

* 第一节	火药的西传.....	174
* 第二节	火药在东方的传播.....	179



◎ 结束语 189

第一章 火药的发明和早期历史



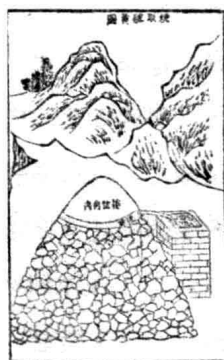
火药是中国四大发明之一。火药，顾名思义就是着火的药。它的起源与炼丹术有着密切的关系，是古代炼丹士在炼丹时无意中配制出来的。至今已有一千多年历史。火药的发明大大推进了历史发展的进程，是人类文明史上的一项杰出的成就。

第一节 何谓火药

火作为一种最早被人类掌握的自然力量，因为其破坏力而被古人所崇拜，并由此走入了人类的战争。但是由于技术原因，古人缺乏有效的投射手段，使火在战争中的应用受到限制，所以在早期战争中，用火来杀伤敌人，只能靠事先的埋伏。

现代人对火药的认识已是属于常识的范畴。古代发明的火药，现在称之为黑火药，因为它呈褐色，又被称为褐色火药。现代化学知识告诉我们，它的成分是硝酸钾、硫磺、木炭三种粉末的混合物。这种混合物不但容易燃烧，而且燃烧起来还相当猛烈。这是因为硝酸钾（硝）是强氧化剂，加热的时候释放出氧气，而炭和硫磺都是常见的还原剂，极容易被氧化。如果把它们混合燃烧，达到一定的温度，氧化还原反应迅猛进行，可以放出高热和大量气体。如果混合物是放在容器中，燃烧时因体积突然膨胀，增加到数千倍，就会发生爆炸。这就是火药燃烧和爆炸的原理。

在现代人眼里，火药的原理如此简单。可是，当你知道火药是人类第一次掌握的化学爆炸产物，是中国古代取得的一项重大成就，对世界的发展进程起到了不可估量的推动作用时，你会产生无数追问：火药为什么叫火药？它是什么时候被发明的？谁发明了它的原理？古代人用它做什么？火药是中国人最早发明的，可是为什么它只可能在中国发明呢？外国人在什么时候才知道它的原理？火药造成什么样的影响？所有的这些问题，我们只能从火药的历史中得到答案。



烧取硫磺

第二节 神仙思想与炼丹术

火药的历史与中国的炼丹术分不开，而炼丹术的起源又与中国古代的神仙思想相联系。中国古代的神仙思想可谓十分久远。古代很早就流传不少关于长生不老（死）的传说和记载。在《山海经》中，就有了“不死民”、“不死之国”的传说。《庄子》中就有入水不濡、入火不灼、冬冻不寒、夏曝不汗的神人、真人、至人的记载。

中国在战国、秦汉时期，曾掀起了神仙思想的狂潮。最先倡导神仙思想的是方士。方士是由早期的“巫”演变而来，长期从事长寿修养活动，不仅熟悉巫术，而且具备书本知识。在春秋战国之际，他们已经跻身于“士”的行列，具备了影响上层统治者的能力。《韩非子》中就有“客有教燕王为不死之道者，王使人学之”。显然，神仙思想已经在上层社会有所蔓延了。到了战国末期，这些方士采纳了邹衍的阴阳五行学说，逐渐形成了一个以长生不老为旗号的、有学说又有方术的集团——神仙方士集团。《史记》记载，齐威王、宣王之时，方士多得数不过来。他们宣称东海上有蓬莱、方丈、瀛洲三座神山，山上有黄金白银之宫殿，有仙人及不死药，于是很多人去东海寻找蓬莱、方丈、瀛洲。但是云海茫茫，仙山何在？

尽管如此，仍然挡不住求仙的热情，毕竟长生、成仙对人们具有太大的诱惑力，特别是那些富贵之极、大权在握的封建统治者更是如此。最为著名的事例莫过于秦始皇。秦始皇在横扫六国统一天下之后，就派徐福率童男童女数千人入东海；其后，又派燕人卢生、韩众等方士入海寻找仙人和不死药；并多次出巡，祭拜山神海神，希望找到东海中三座神山和山上的神药。汉代皇帝求仙更为心切，从汉武帝到汉宣帝、汉成帝、汉哀帝，不是派船只

入海求仙问药，就是广征方士为其求仙问药，十分热衷于神仙之事。

在神仙观念的驱动下，引起人们大规模的求仙活动，而且人们认为世上有神也有仙，而仙是凡人修行而成。《说文解字》：“天神引出万物也，从示，申声。”“仙，人在山上貌。”《释名·释长幼》：“老而不死曰仙。仙，迁也，迁入山也。故其制字，人旁作山也。”神、仙，一个是天生的，一个是后天修炼而成，把二者合一，成为神仙思想的最大特点。与世界上许多宗教学说不同，神仙思想不主张苦行和赎罪，而是提倡通过自身的修炼，从而达到长生不老（死）、变



秦始皇

化飞升的境地。道教以此为基础，进而把它发展为一种长生成仙的信仰，构成了中国宗教文化的一个重要组成部分。

长生不老是神仙之梦的主要目标。长生不老，那一定有不老的办法，或有一种可以使人长生不老之药。先民早期求仙活动的重点，完全放在寻找海上仙山之上。他们认为仙山上长有神芝仙草，食之可令人长生不老。

然而大规模地入海求仙山的活动，并不能如愿以偿，始终是求神不果、仙境难达，特别是秦始皇、汉武帝寻仙求药的失败，使得方士们只好另辟蹊径。那就是以炼丹的方式获得长生不老药。据记载，早在秦始皇时期就已经有了“方士欲练以求奇药”的记载，《史记·封禅书》更明白地记载：“少君言上曰：‘祠灶则致物，致物而丹砂可化为黄金。黄金成，以为饮食器则寿，益寿而海中蓬莱仙者乃可见，见之以封禅不死，黄帝是也。于是天子始亲祠灶，遣方士入海求蓬莱之属，而事化丹砂诸药剂为黄金矣。’从司马迁的记述中，我们可以了解李少君的炼丹方法，用丹砂诸药炼成黄金，然后“以

为饮食器则寿”。这种黄金不是从矿石中提炼，而是由丹砂炼成，“丹”的原意是指朱红色的丹砂矿石。自方士用此炼制仙药后，“丹”有了仙药或精炼之药丸的意义。早期的炼金，从实际内容来说，称之为炼丹更为准确一些。

第三节 炼丹家和炼丹术

我国古代的冶炼技术相当发达。早在殷商时期，就已经能制造出造型复杂、美观大方的大型青铜器皿了。春秋中期，我国已经发明了生铁冶炼技术，到了春秋末年，铁制的农具和兵器也已得到普遍使用。在冶炼金属的过程中，人们不断总结经验，逐渐接触和熟悉了许多矿物的性能，积累了丰富的化学知识。

想成仙的需求使人们不断地去寻找仙药，或者梦想得到仙人的指点。但是，所谓仙药只是一些植物类的“奇芝”、“巨枣”，吃了也没有什么作用。而仙人传说在海外，有些人花过许多钱，派过许多人，到海外去求仙，也没有成功。于是人们就想自己炼制仙药，这就是“炼丹术”。

炼丹术起源很早，从战国时代起，就有人把冶金技术运用到炼制药物方面，梦想能炼出长生不老之药来，《战国策》中已有方士向楚王献不死之药

的记载。也有人想从矿物中炼出金银来。那种炼制所谓长生不老药的炼丹术在古代被称为“方术”，从事炼丹的炼丹家则被称为“方士”，后来被称为“道士”或“丹家”。

传说秦穆公的女婿萧史就在宫中炼丹，他曾经炼成“飞雪丹”给秦穆公的女儿擦在脸上(实际上是炼成的铅粉)。他也许可以算是最早的化学家。

汉武帝时，有一个叫李少君的，他知道武帝成仙，就向武帝建议：第一，虔诚地祭祀灶神；第二，拿丹砂制成黄金，再拿黄金制成饮食之器，用这种饮食之器吃饭，就可以长寿，就可以见到仙人，从而自己也就可以变成仙人了。黄金虽然没有制成，但从此成仙之说却别开生面，那就是：求仙不必一定要去海外，只要能把黄金炼成，那么变成仙人的事业就差不多了。可见这时候炼丹术只拿黄金制为饮食之器，还没有拿黄金作为仙药服用。这是中国炼丹术的开端。

最早热衷于炼丹术的是西汉的淮南王刘安，他在他的宫中召来了方士千余人修炼丹丹和表演特异功能，后来又编写了《淮南子》，还有《淮南万毕术》等著作，但可惜《万毕术》一书现已失传。

淮南王刘安后来因谋反而被杀，刘向抄淮南王的家时得到一部炼黄金的秘书，就自己也去试炼，但一直不成功。汉武帝刘彻是刘安的侄子，也热衷于方士的奇怪表演和炼丹术，他召了不少特异功能的人进宫，表演成功了就封为将军，甚至把公主下嫁，但骗局一旦被揭露，又被立刻拉出去砍头。

汉代是炼丹兴起的时期，虽然真金没有炼出来，却制成了多种貌似黄金和白银的假金，更发



《淮南子》

现了许多种化学反应，最主要是铅、汞、硫、砷等之间的反应，还创造了各种炼丹仪器和提炼药品的方法。

汉魏之交，魏伯阳编著了一部炼丹术的著作《参同契》。他还制了仙丹，把仙丹先给狗吃，狗吃后死了，他自己吃后也死了，小徒弟吃后也死了。可是炼丹家对于吃仙丹而死的事情，十分避讳，他们不说是死了，而说是“尸解”了。

实际上《参同契》是魏伯阳钻研总结了前人大量的炼丹书“火记六百篇”后总结的理论著作，他把物质分为阴阳两大类，提出要产生新物质必须阴阳配合，同类物质在一起是不会化合的。他还指出如果是“药物非种、分剂参差、失其纪纲”时，那就会“飞龟舞蛇，愈见乖张”，这实际是炼丹过程中发生爆炸的情况。

东晋元帝时，葛洪强调外服上药，即服食金丹，他很看重金丹的作用，以为服食金丹，可以达到长生不老的目的。他认为对于修“长生成仙”的上



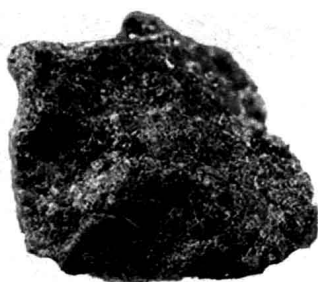
炼丹炉

士，学习炼丹的外养之术是至关重要的，葛洪认为只要做到内修外养，服丹守一，就能够“长生成仙”，与自然相长存，融天道、人道于一体，成为真正的神仙。

唐代有个叫李抱真的，笃信炼丹术，服“仙丹”至两万粒，终于“尸解”了。唐太宗、高宗、玄宗都比较聪明些，不敢轻易服仙丹，但也都找过炼丹家为他们制过“还丹”，炼过黄金。宪宗、穆宗、敬宗、武宗、宣宗则都是因服药而死的。因此有些人责骂炼丹家害人。

古人炼丹多用到丹砂，为什么古人要用这种物质来炼制仙药呢？首先，古代人在观念上认为，天然的红色，与人、动物的血液相似，具有朱红色的

丹砂是天地血气所化，是生命永恒的标志。这在考古活动中得到证明：在山顶洞人的化石上有红色的赤铁矿石。在甘肃出土的石器时代墓葬中，放有大量的红色丹砂。在河南偃师的商代宫殿遗址里，玉器、铜器都有被丹砂包裹的情况。古代的祭祀活动中，用红色的丹砂涂写



朱砂

活动记录，已是常见之举。广西花山崖壁画上的人物，则完全用红色的矿石粉画成。这说明古人具有把红色与不朽、永恒联系在一起的观念。

其次，先民经过长期的生活实践，早已积累了不少关于丹砂作为药物方面的知识。中国最早的药理学著作《神农本草经》中就记载丹砂的药效。晋朝葛洪的《抱朴子内篇》记载了许多古代仙方，对丹砂经浸泡后的神效有所记载：“服之一日，则三虫百病立下。服之三年，仙道乃成。”“取汁服之，令人面目鬚发皆赤，长生也。”“服一合，得百岁，久服长生也。”可见丹砂早已入药，并且有一定的治病疗效，只是神仙家把它的效用过分夸大了而已。

炼丹术与炼金术密不可分，这源于古人对矿物的认识与神仙思想的结合。由于各种金属矿物都是由土中开采出来的，所以在五行生克学说中就有土生金的说法。于是当时就有一种设想，那就是认为矿物在土中会随时间而变化。例如认为雌黄千年后化为雄黄，雄黄千年后化为黄金。朱砂两百年后变成青，再三百年后变成铅，再两百年后成为银，最后再过两百年化成金。能不能加速这种变化呢？这时就产生了夺天地造化之功的思想，企图在鼎中做到“千年之气，一日而足，山泽之宝，七日而成”。于是就在鼎中放入各种药物，封闭后进行加热烧炼，以为可以炼出贵重的金银来，这样炼金术在战国末期就初现萌芽。到了秦皇汉武时期，由于最高统治者的支持，炼金术就大发展



葛洪炼丹图

起来，这时不仅要由低贱的金属如铜、铁等炼制出贵重的金、银来，还要为统治者修炼出吃了能长生不老的仙丹来。所以在中国发起的这场探索活动应该叫做“金丹术”。他们把人与物相类比，认为黄金和玉都是不朽不坏的，

所以最好能由金和玉中提出精华来给人吃，于是就有“服金者寿如金，服玉者寿如玉”的理论。这时炼丹家就希望能炼出一种名叫“金液”的神秘物质，人吃了可以长生不老，与普通物质配合就能变成黄金。

炼丹术的目的在于求长生、成神仙。炼丹家以为人为万物之灵，只要虔诚地把自己的身体之神、气、精加以锻炼，可以达到长生，可以变成仙人，这叫做内丹。炼丹家又以为“黄金入火百炼不消，埋之毕天不朽”，是物质界中最宝贵的东西，它可以拿“上品药”中的丹砂制成，而所制成的黄金既可制作仙丹，又可用以再制作较多的黄金，这叫做“外丹”。

关于炼金银的炼丹术还有许多故事留传。据说隋末唐初有一位炼丹家，在太行山炼成“大还丹”。他的学生成弼因为父亲死了要回家办丧事，老师借他十粒仙丹，并说一粒丹可化十斤赤铜变成黄金。成弼回家办完丧事后，杀了他师傅，将他师傅的仙丹全部偷来，然后制造黄金，后来成了大富翁。唐太宗听说这件事以后，立刻派人把成弼找来，让他炼黄金，据说炼了很多。当然，这些黄金并不是真金，而是一种合金。

第四节 炼丹术和火药的发明

那么为什么是炼丹家发明了火药呢？首先，人们对组成火药的三种成分的性质有了一定认识。早在商周时期，人们在冶金中已经广泛使用木炭。在实践中，已经了解到木炭是比木柴更好的燃料。硫磺有天然存在，人们很早就开采它。同时在冶炼中，逸出的刺鼻的二氧化硫和温泉中四溢的硫磺气直接地刺激着人们的感官。

硫磺在我国古代也被称做石流黄、留黄、流黄等。我们的祖先在公元前后，就已在湖南的郴县发现了大量的硫磺矿。此后在我国北方、南方也多次发现大型硫磺



硫磺

矿。我国古籍中最早提到“流黄”的是《淮南子》一书。说明在当时古人对硫磺已有认识。西汉末年问世的我国第一本药物典籍《神农本草经》上，把石流黄归入“中品药”的第三种，知道它对某些皮肤病有特别的疗效，可见当时硫磺已被广泛用于入药。

人们还逐渐认识到硫的一些其他性能。如《神农本草经》里说：“石硫磺……能化金银铜铁，奇物。”就是说硫能和铜铁等金属化合。我国最早的炼丹著作之一，东汉的《周易参同契》里，记载硫和水银化合生成红色硫化汞的反应。硫的这些性能在从事炼丹的方士眼里很受器重。硫不仅能和铜铁等金属化合，还能把那神奇的水银制服。于是方士们在企图用水银炼制所谓的“金液”、“还丹”中，常常使用硫。人们还发现，硫着火容易飞升，性质活泼，很难控制。怎样才能使它药性缓和变成比较容易控制呢？方士们采用了一种名叫“伏火法”的办法，就是经过和其他某些易燃物质混合加热或

进行某种程度的燃烧，使它变性。火药的发明就和这类硫磺伏火的实验有密切联系。

硝石是黑色火药里的氧化剂。它的化学成分是硝酸钾，受热能产生氧气，有很强的助燃作用。火药爆炸力的大小主要根据含硝量的多少来决定。最迟在公元前后，我们的祖先就已发现了硝，并能掌握利用它。古代人民在实践中逐渐发现硝石有消除积热和淤血等医疗作用，便将它入药。《神农本草经》把硝石列入“上品药”的第六种。古代的炼丹家十分熟悉硝石的性能，常把硝石作为主要的氧化剂和溶剂。

法水六十五		一第 法水六十五	
三十六水法		禁石水	
取礬石一斤，無勝而為高者，納青竹筒中，洋 則筒裏以礬石四兩覆其上，下深固其口，納 草池中，三十日成水，以華池和陰鐵，鐵即如 銅，取白治鐵精內中成水。		又法	
取礬石三斤，置生竹筒中，洋則其表，以絛綿 纏筒口，埋之濕地，四五日成水。		又法	
先以簿暗浸礬石，絕絕乃盛之，用礬石二兩， 燒筒口，埋地中，深三尺，十五日成水。		雄黃水	
取雄黃一斤，納生竹筒中，礬石四兩，漆固口， 如上納草池中，三十日成水。		又法	
用礬石二兩，以瓶瓶瓶盛，苦酒納筒中，塞蓋， 埋中庭入土三尺，二十日成水，其味甘黃色 黃濁也。		雄黃水	
取雄黃一斤，納生竹筒中，加礬石四兩，漆固 口，如上納草池中，三十日成水。		又法	
加礬石礬石各二兩，以瓶瓶瓶盛，埋地中二 十日成水，其味甘黃色。		又法	

西汉炼丹术著作《三十六水法》中用硝石之方

硝的引入是制取火药的关键。硝的化学性质很活泼，撒在赤炭上立即就产生焰火，能和许多物质发生作用，所以在炼丹中，常用硝来改变其他药品的性质，同时又有很多伏火硝石的方法。又因为硝石的颜色和其他一些盐类如朴硝（硫酸钠）等差别不大，在使用中容易搞错，因此人们还掌握了识别硝石的方法。南北朝时期的医药家陶弘景在《本草经集注》中指出：“以火烧之，紫青烟起，云是硝石也。”这和近代用焰色反应来鉴别硝酸钾是相似