

中国科技史专题讲座

徐锡祺

北京教育学院

一九九五·十

炼丹与火药的发明

“火药”一词最早见于北宋庆历四年（公元1040年）曾公亮撰写的《武经总要》。火药能治病。李时珍《本草纲目》卷11载：火药“味辛酸，有小毒。主疮癰，杀虫，辟湿气温疫。”但它又是一种遇火就会爆炸的药。

火药的发明归功于中国古代的炼丹家。

——

炼丹在我国有着悠久的历史。早在战国时期，为适应统治者企求长生不老的需要，出现了一批专门宣传、推销能把人导向神仙世界的秘方的术士（即方士）。秦始皇统一中国后曾“遣徐市（福）发童男女数千人入海求仙人”，“使韩终（众）、侯公、石生求仙人不死之药。”汉武帝也是一个热衷于炼丹的皇帝。他听信方士李少君的建议，亲自从事“化丹砂、诸药为黄金”，炼制可使人益寿升天的奇药。正是在汉武帝的支持下，民间炼丹之风大盛。

汉朝掀起炼丹是与当时冶金、制陶技术的进步有关，而人们长期使用矿物药的丰富经验又为炼丹术的发展提供了条件，阴阳五行学说的兴起更促成其发展。于是人们从追求天然的长生不老药转而进行人工炼丹，企图用人工方法使人延年益寿。事实上在汉武帝之前已有炼丹，只是秘而不宣罢了。据对马王堆汉墓女尸的解剖化验，发现她生前已有一定程度的汞和铅中毒，说明当时已有服食铅汞合成的“仙丹”了。

炼丹，即用人工合成方法，制作既可使人生生不老，又能用以“点石成金”的万应灵丹——“仙丹”，又叫“神丹”。故炼丹术又有金丹术、炼金术、点金术、黄白术之称。古代炼丹家从事炼丹大致包括三方面的工作：(1) 使用各种无机物质，包括金属和非金属矿物，经过化学的处理炼制长生药；(2) 为了研制药用的人造黄金或白银而作炼金的研究；(3) 为了寻求植物性的长生药而进行药用植物的研究。

什么样的药才能使人“寿与天地相毕”呢？炼丹家认为黄金、水银可达此目的。为什么呢？

黄金 (Au) 有着很强的抗蚀性。东汉炼丹家魏伯阳在《周易参同契》里指出：“金入于猛火，色不夺精光；自开辟以来，日月不亏明，金不失其重。”正因为“金性不败朽，故为万物宝。术士服食之，寿命得长久。……金沙入土内，雾散若风雨，薰蒸达四肢，颜色悦泽好。发白变黑，齿落出旧所，老翁复丁壮，耆姬成姹女。”尽管认为黄金有神奇，但真的吞食黄金可致人死命。方士认为其原因在于“黄金者得，日之精也。……金生山石中，积太阳之气薰蒸而成，性大热，有大毒。傍蒸数尺，石皆尽黄，化为金色，况锻炼服之者乎？若以此金作粉屑服之，销入骨髓，焦缩而死也”。①于是转而炼制药金（即人造黄金），想把黄金的精气引进神丹、药金、再饵服以修长生。因“化作之金，乃是诸药之精，胜于自然者也。”②在方士看来，人若长生不死就应成为仙人，“无翼而飞，乘云驾龙，上下太清，漏刻之间，周游八极。”③怎样才能使人羽化飞升呢？这就得吃一种见火易飞、去质轻化（即升华）的一种物质。水银成为其最理想的灵丹妙药。古人说它有五金的光泽，但没

有五金“形质顽狠，至性沉滞”的问题，它可以“见火则飞，不见埃尘”，因而“灵而最神”。但直接服水银也是会使人中毒致死，因此方士们根据“汞本脱胎于丹砂”，便把精力集中于修炼丹砂上。

由于黄金和丹砂有此神奇，故葛洪在总结汉晋炼丹之大要时说：“余考览莽眚之书，鸠集久视之方，曾所披涉，篇卷以千计矣，莫不以还丹、金液为大要者焉。然则此二事盖仙道之极也，服此而不仙，则古来无仙矣。”④

三

中国炼丹家用来炼丹的矿物原料有60多种，其中最常用的是所谓“五金八石”。尽管各家对“五金八石”所指的品种说法不一，归纳起来“五金”系指黄金（Au）、白银（Ag）、赤金（即红铜Cu）、青金（即铅Pb）、白腊（即锡Sn）、黑金（即铁Fe）等。“八石”指丹砂（HgS）、空青（ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ ）、曾青（ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ ）、消石（ KNO_3 ）、石胆（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）、雄黄（ As_3S 或 As_2S_3 ）、雌黄（ As_2S_3 ）、石硫黄（S）、慈石（ Fe_3O_4 ）、礬石（ FeAsS ）、硃砂（ NH_4Cl ）、信石（ As_2O_3 ）等。这些矿物既是炼丹原料又是能治病的药物。但在这诸多药物中，炼丹家认为丹砂乃“万灵之主，造化之根，神明之本”，是“大药之祖，金丹之宗。”⑤故在《神农本草经》里被列为上品第一号药。消石“乃天地至神之物，能寒能热，能滑能涩，能辛能苦，能酸能咸，入地千年，其色不变，七十二石化而为水，制服草木，柔润五金，制炼八石，虽大丹也不舍此也。”⑥故《神农本草经》将它列为上品第六号药。硫黄“本

太阳之精”是“能化金银铜铁奇物”，为七十二石之将军。雄黄、雌黄和信石（又叫砒黄）则是点化铜、铅、锡、汞等金属为“药金”、“药银”的重要原料，故雄黄有“黄金石”之美名。东汉末年著名黄白大师狐刚子在其所著《五金诀》中也曾指出：“雄黄功能变铁，雌黄功能变锡，砒黄功能变铜，硫黄功能变银化汞。四黄功亦能反铁为铜，反铜为银，反银为金，如谷作米，是天地之中自然之道。”⑦故在宋代社会上曾流传过这样的谚语：“家有死三黄，不用置田庄；家有真死砒，金银烂如泥。”⑧

四

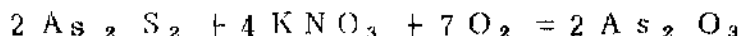
在炼丹中，提取单质砷（As）以为“点石成金”之用是一项重要的工作。据当代化学家研究，我国发明火药首先是与炼制单质砷有关。

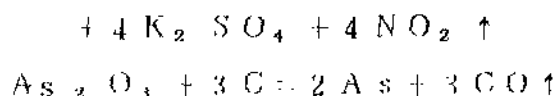
葛洪在《抱朴子内篇·仙药》里曾讲到处理雄黄的六种方法：“又雄黄……铜服之法：或以蒸煮之；或以酒铜；或先以硝石化为水，乃凝之；或以玄胴肠裹蒸之于赤土下；或以松脂和之；或以三物炼之，引一布，白如冰。服之令人长生，除百病，杀三虫。伏火者，可点铜成金，变银成金。”

在这个方子里，值得注意的是第三种和第六种方法。

第三种方法又称“水法”是先将硝石溶化于水，后投入雄黄粉，使雄黄成结晶核，并在结晶核上凝结一层硝石，从而形成一种混拌比较均匀的硝雄混剂，它只要通过火或撞击就会爆炸。

第六种方法，即将雄黄与硝石、松脂、玄胴肠“三物炼之”。硝石是强氧化剂、松脂、玄胴肠都含有碳，是强还原剂，而雄黄中又含有硫，这四者结合与早期火药的配方几乎完全相同。



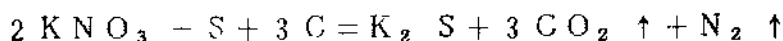


据当代化学家的实验证明，当硝石量比例稍大、温度稍高、上下釜又密封时就会发生爆炸。（此实验见《自然科学史研究》（1984年）第3卷第2期）。也正是多次炼丹“炸鼎”教训了炼丹家们，才有唐中叶一个托名是晋朝叫郑思远的方士写下一本书名《真元妙道要略》中说：“有以硫黄、雄黄、合硝石并蜜，烧之，焰起，烧手面及烬屋舍者。”“唯硝石……生者不可合三黄（指硫黄、雄黄、雌黄）等烧，〔否则〕立见祸事。”

“炸鼎”对方士来说固然是一个灾难，但这种意外事故恰恰导致了火药的发明。也正因“炸鼎”时有发生，所以炼丹家在炼丹时非常注意探讨防范措施，提出对雄黄、硫黄、硝石要进行“伏火”处理。所谓“伏火”，即炼丹家根据阴阳相制的原理，使用加热的手段，让药物发生化学变化，改变固有的易燃性、挥发性及毒性。

硫黄为黄色晶状固体，是一个很活泼的元素，在适宜的条件，能与除惰性气体、碘、分子氮以外的元素直接反应，因而它历来受到炼丹家的重视。但硫黄本身有毒、着火易飞，最难擒住。最早见到“伏火硫黄”的方法是记载在唐宪宗元和三年（公元808年）清虚子所著《铅汞甲辰至宝集成》卷二的“伏火法”：

“硫黄二丙，硝石二两，马兜铃三钱半，右为末，拦匀。掘坑，入药于罐内，与地平。将熟火一块，弹子大，下放里边，烟渐起。以湿纸四、五重盖，用方砖二片捺，以土冢之。候冷取出，其硫黄住。”

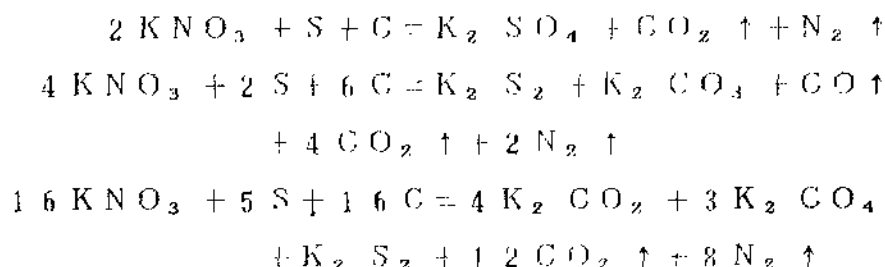


这里的“伏火硫黄”实际是硫化钾。

在宋人孟要甫辑录的《诸家神品丹法》（卷五）所记的“伏火

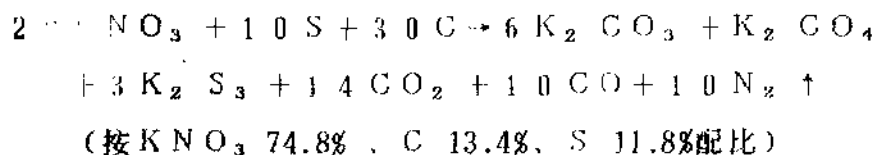
硫黄法”是：

“硫黄、硝石各二两，令研。右用销银锅或砂罐子入上件药在内。掘一地坑，放锅子在坑内，与地平，四面却以土填实。将皂角子不蛀者三个，烧令存性，以铃（钳）逐个入之。候出尽焰，即就口上着生熟炭三斤簇煅之，候炭消三分之一，即去余火不用，冷取之，即伏火矣。”



上述两个方子硫、硝分量相同，差别只在马兜铃与皂角子。两者烧灼后的都能炭化，但以马兜铃炭化较易。马兜铃粉不仅能改善物料内部的通气条件，而且因参加了燃烧反应能进行得更猛烈，故伏火时不得不用湿纸盖，用方砖压，用土埋。

黑火药燃烧反应：



当代实验证明上述配方都已具备火药的条件：迅猛燃烧而不需空气中的氧参加，且能放出大量的热和气体等。虽说这些配方的爆炸力还很小，但它已是硝、硫、炭三元体系火药的雏形。故现在确定：硝、硫、炭三元体系火药最迟到公元808年就形成了。

过去有人说“伏火硫黄法”为唐孙思邈所创，记在《孙真人丹经》一书中。这种说法不确。经研究《孙真人丹经》成于唐肃宗乾元元年至三年间（758-760年），而孙思邈卒于唐高宗永徽三年

(682年)。该书很可能是后人所辑，伪托孙思邈；或是孙思邈所传授，后人改辑，但书中所记的“伏硫黄法”仅是硝、硫混合，没有木炭，还不是原始火药配方。

火药制作技术到宋朝有了一个新的发展。曾公亮撰《武经总要》中有三个火药方，其主要成分为硝、硫、炭，其他属燃烧、爆炸、毒性、烟幕的配料。因其用料之精密，可见其经过相当长时间的研究、改进、使用。

五

“火药”的发明源于炼丹家，但被军事家最早予以使用、完善。很多学者认为最早记载的人造火器应推“飞火”。根据是宋人路振撰《九国志》：“[唐哀帝]天佑初(904年)……[郑番]从攻豫章，番以所部发机飞火烧龙沙门，率壮士突火先登。入城，焦灼被体，以功授检司徒。”

火药的发明及推广、使用，其意义非常深远。马克思在1861--1863年经济学手稿中的《机器、自然力和科学的应用》中曾说过：“火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地，而印刷术则变成新教的工具，总的来说变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。”

①②⑦[唐]金陵子：《龙虎还丹诀》

③转引自赵匡华《中国古代化学》 9.29

④《抱朴子内篇·金丹》

⑤《灵砂大丹诀秘》

⑥上宿真君：《造化指南》

⑧[宋]程了一：《丹房奥论》