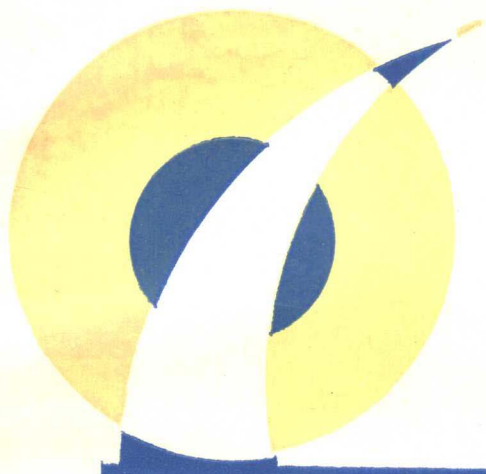




火药的史和诗

曾石虞

火药的史和诗

江苏工业学院图书馆

藏书章

王明

指正

以感激和崇敬的心情

献 给

前上海南洋中学校长

王培孙先生†

一九八六年四月

前 言

火药是我国祖先的发明。何以能完成这样的发明，这是由于我国最早就发现了硝（或称硝石），并了解它的一些性能。硝是由氮、氧和钾构成的化合物。氮气和氧气是空气的主要成分，但只有在雷电交作时闪电中紫外线的光子才能使氮气和氧气的分子受到激发而形成氮氧化物。由于“雷后雨来”（这是古希腊哲学家苏格拉底的名言）^①这个化合物就溶解在雨滴中而随之落到地面，到了地面就和泥土里含钾的物质相作用而形成硝（钾硝）。取这样的硝再和以易于着火的硫及燃烧时能放出大量热的炭粉，这就构成曾被看为有神奇作用的火药。

当火药传到欧洲之后，欧洲人便用以发射炮弹。这种新式的武器很容易在战争中显出优胜劣败的结果。这就促进了欧洲社会的变革和科学技

术的进步。当欧洲人有了科学和技术的进步转向东方寻求开拓时，我国从鸦片战争起一直到新中国成立前就受尽了难于尽述的侵略和压迫。事物这样的演变是值得人们记取和记叙的。因此册内就有一篇叙述性的“就火药谈起”。为了使这种叙述显得更加精简，随之也附了一首“火药歌”。

有了火药才能有火箭。但火箭只能在有了精确的遥控技术以后才能发挥其特有的效力。火药和火箭都是我国的发明，这两种发明为全人类开辟了将热能转换为机械功的途径。在科学工艺史上都是值得歌颂的创举。于是在“火药歌”之后也附了一首“火箭行”。用诗歌于咏物并不是新鲜事。但是关于这样的事还可以作些讨论，因此在册后还附几段近于冗长的“后缀”。由于所作的一切都有缺陷，必须承认这样的缺陷也损害了文艺为科学服务的试图。

作 者

八五年三月

- ① ——据传说：一天，苏格拉底的一个学生探望他时，问他怎样能成为一个哲学家时他回答说，先要娶一个泼辣的妻子。这话被他的素以悍妇闻名的妻子听到，便跑到他们前面大肆咆哮、高声辱罵。他正在躲开走向门外时，他的妻子忽然抛来一盆冷水使他从头到脚淋得湿透，他的学生便惊慌地问道：“老师，这是怎样一回事！”他幽默地回答说：“这是雷后雨来”十六世纪十七世纪间英国的思想家培根曾说过：“苏格拉底把哲学从天上带来了地下”看来这句赞话不是沒有道理的。

(I) 就火药谈起

在一九七八年全国科学大会上，邓小平同志说过“在科学技术方面我国古代曾创造过辉煌的成就，四大发明对世界文明的进步起了伟大的作用”。其中火药，又称黑色药或炮药，传到欧洲后，特别地促进了欧洲科学和技术的发展。现在，专就这一方面作些叙述。

火药在我国产生和我国早期的火器

火药，这一威力强烈而且其作用曾被视为神奇的物质，它的形成不可能是某一个人或某一代人的创造，它是很多劳动者在长时间的实践中累积了多方面的经验所完成的。但是，毫无疑义，它是我们中华民族的祖先所发明的。火药中最重要而最关键性的成份是硝，而硝的发现是我国古人早于其他任何民族的成就。硝出现于干燥的泥土中。明朝末年，宋应星所著“天工开物”中就

说过“长（江）淮（水）以北，节过中秋，即在居室中，隔日扫地，可取少许以供煎炼”。这是合于事实的记述。消石（硝）之名在生活于公元三、四世纪的葛洪所著的“抱朴子”中已经出现。葛洪是晋朝有名的炼丹家，由此可以想到，硝必早已为我国古代从事炼丹的人们所熟悉。硝到炼丹家的手中，很容易和他们更熟悉的硫放在一起。硝是一种极能助燃的物质，后者极易着火，这两者遇合后，可发生的激烈作用就为后来火药的出现提供了基础。从泥土中得来的硝，要经过比较繁杂的过程才可变为纯净。硝曾被阿拉伯人称为“中国雪”，硝能得到这样的美名，这可能就是我国古炼丹家善于提炼和萃取所得来的成就。不过，发现泥中有硝，而硝又有高度助燃、甚至引起爆炸的性能，这一有意义的发现，首先是由炼丹家或是由其他劳动人民所作出，这一问题就不容易确定了。有了硝和硫，为了增加火力的猛烈，炼丹家很容易想到可加入木炭粉。将这三种

成分相混合，就构成了近代的火药；这样的混合物在我国唐代炼丹术很昌盛的时期（公元八、九世纪）即已确定了。

到了公元九、十世纪、火药已转入军事家的手中，火药最初就变为火攻的战具。公元970年冯继升曾向宋太祖献火箭之法，这个方法是以火药缚于箭头而射出。此时，也有用抛石机抛出燃烧体的“火炮”。用于燃烧目的的火药内还可以加入其他多种物质，例如砒霜等以达到毒害敌人的目的。公元1040年北宋出版的“武经总要”中就确定了“火药”的名称。这表明在北宋，火药的制造及其在军事方面的应用已很具规模了。当公元1125—1150年间，金兵围攻宋朝的汴京时，宋人即用火炮及火箭为抵御的手段。这时的火箭距冯继升时的献策已将近有一百年，在技术方面已有些改进；一部分火药可能已经作为推进火箭之用。我国被认为是世界上最先创用火箭是从这时开始的（见大英百科全书“火箭”项）。

到了南宋，火药的爆炸性能已被利用，这时出现了用铁罐盛有火药，使之在敌方爆炸的“铁火炮”或称“震天雷”。由于宋朝的作战总是失败，终究归于灭亡，因之宋人创用的战具的效果没有得到显著的证明，于是这些武器也就没有得到后继的发展。但是火药最重要的功用在于用以发射弹丸使之达到非人力抛射可以达到的敌方。要满足这样的要求，那就要创制管状的武器，令火药能发挥其推进的作用。宋朝时已有人建议用竹管内装火药，借火药的燃烧可以制服前方的敌人。这方法还是火攻方法的延续。不过从这方法出发，将竹筒改为金属管，管内盛火药外还放了铁制的弹丸，于是由开始的火筒即改进为火銃。这样的火銃至今还有元末和明初时代留下来的遗物。明代初年还有一种曲射式的、由铜或铁制成的盏口炮，这炮的特点就是炮口的直径比炮身的较大。当我们读到明朝末年宋应星的“天工开物”书中的佳兵章，他重复地提到西洋炮和红

夷炮，我们就知道西方较大、较精良的火炮已由我国南方渐渐传入。这样的武器就成了那时人们所称道而要模仿的对象。这就表示在应用火药技术方面西方已超过了我们。

火药西传后欧洲的火器

阿拉伯人很早就和我国进行贸易，他们很早就了解我国古代文明的成就，欧洲人关于火药的知识是从阿拉伯人那里获得的。丁绪贤在他著的“化学史通考”中已提到这一事实，后来冯家升在他的“火药的由来及其传入欧洲的经过”文章中所作的叙述是详明可信的。由于近代民族主义的昌兴，于是在英国就有人说火药是他们的罗杰柏根（Roger Bacon 1214—1292年），在德国有人说是他们的出生还更迟的柏多耳特、席宛兹 Berthold Schwarz所发明。这两人都是中世纪能读书的僧侣，在他们的述作中，可能提到火药的

成份及性质，于是他们就被认为是火药的创始人了。在罗杰柏根以前火药已经传到欧洲，因为在他的著作中已提到那时欧洲已有鞭炮式的儿童玩具，（见Davis著“火药和炸药的化学”1953年版35页）。

根据历史学家的研究，发射弹丸的火炮出现于欧洲的时间是十四世纪的二十年代（根据大英百科全书2卷“炮兵”项。在这个世纪出现的火炮的炮筒是由许多黄铜或青铜的棒排成圆形互相焊接而成，留下来的空隔再用熔化的铅加以封闭。为了加固炮筒，在炮筒之外还绕有铁圈。筒底接有一端封闭的金属中空圆柱体以容纳火药。于是，这装置就成为前装的火炮。在很多的情形下，炮筒的底部焊有一个口径较大于炮筒的金属空心圆柱体，备有可以开关的机构用以装入火药。这样的构造就是一种后装的火炮。到了十四世纪末期，就有了由铜或铁铸成的火炮出现，这时所用的弹丸多是石制的。

最初用的火药都是粉状物，因此早就被称为“炮粉”。粉状的火药，其轻重不同的成份容易在运行时有相互分离的现象，粉状物有时结成一堆，不容易着火；在发射时压得太紧或太松都容易产生意外的事故。由于这一切，到了十五世纪初，就有颗粒形炮药出现。颗粒间存有空隙，这就利于火焰的传播，可使发射过程较为稳妥。不久获知以大颗粒的火药装入小口径的炮，因燃烧的不完全，一部分火药可随弹丸逸出炮口；以小颗粒火药装入大口径的炮，可因燃烧太快使炮身炸毁。由于火药的成型有了改进，对火药的运用又有了确定的知识，从这时起，普遍在欧洲开始了使火炮口径加大的努力，这种努力遍及到北方的俄国和东方的土耳其。例如，到十六世纪中叶，俄国有一尊“莫斯科的巨臼”其口径为36英吋，可以发射重一吨的石弹。这样的炮在口径方面比之二十世纪最大的曲射炮还超过了。

火炮的口径加大，随之也增加了火炮的威力

和用途。在十五世纪用于野战军的火炮已装在有轮子的架上而用马拖运。例如：公元1453年土耳其军就是用这样的火炮攻陷了君士坦丁堡，使东罗马帝国归于灭亡，（见大英百科全书“炮兵”项下）。

火药和火炮的制备需要大量的金钱，此时只有那些较为开明而允许资本主义发展的统治者得到商人的资助，才能取得这样的武器。他们用了这些武器去对付那些专靠压榨农奴为生的公侯伯爵，不仅这些封建者所盘踞的高墙固垒被这新式武器发出的射弹所摧毁，由于堡破人亡，于是由这些人所拥护，而又是这些人赖以生存的封建制度就在欧洲渐渐归于消灭。从此可见，火药在欧洲得到普遍和适当的应用就促进了欧洲早日脱离了黑暗的中世纪而进入了较为光明的时代。

当封建制度开始在欧洲崩溃时，最早是在意大利出现了资本主义。这是由于这个半岛的位置宜于海运和商业兴盛的缘故。漫及全欧洲的文艺

复兴就是在这里首先兴起的。文艺复兴运动过去以后近代的自然科学也是在这里茁发其萌芽。在此时此地从事科学活动的伽里略想对炮弹在空中飞行的轨迹作些精确的探索，好为实行瞄准射击的射手提供一些可靠的依据。他想到，要解决这样的问题首先要了解物体在空中坠落的定律。为了这个目的他费了不少的岁月，做了不少的实验。对他来看，精心设计的实验是向自然提问，要自然给出回答以获悉自然秘密的方法。经过多年的实验，他终究找到落体的规律。根据这些规律他推知，如果除去空气的阻力，不加以考虑，炮弹在空中的弹道应是一条抛物线。当发射角为 45° 时射弹就能达到最大的射程。伽里略被认为是近代自然科学的奠基人。从这可以看出我国的火药传入欧洲对近代自然科学的兴起也起了催促的作用。至于实际的弹道是要考虑空气的阻力，这就涉及流体力学的应用。稍后，牛顿就流体的粘度所创立的规律就为流体力学的建立提供了基础。

由于从十五世纪起，火炮制造在工艺方面有了不断的进步，到了十八世纪末，出现了蒸气机，它最需要的是其汽缸应有可以前后推动而不致漏气的活塞。制造这样装置的技术人员及所需的设备都能在各处制造火炮的工厂中找到，因之由蒸气机的引用而形成的产业革命很快地得以在全欧洲实现。这样的效果也是自火药传入欧洲后所间接促成的。

欧洲的工业革命又推动了科学的发展。球形的弹丸在空中飞行所受到空气的阻力太大，从流体力学的观点久已想到要减少空气阻力应该使用具有流线形而硕长的炮弹。但这种炮弹在空中飞行时容易产生头尾倒转而影响射程及命中精度。要补救这一缺点，根据力学的原理，应给予这种炮弹以陀螺式的旋转使之可以保持固定飞行方向。要达到此目的就要在炮膛内刻有多条向炮口蜿蜒旋进的膛线，炮弹在膛内发射时就使之沿这样的膛线而转动前进，于是逸出炮口后即能以不

变的方向而飞行，结果增加了射程并提高了命中精度。这样的炮弹在十九世纪中叶即已出现。这样的炮弹可以看成是兵器史上一个划时代的革新。由于兵器有了这样飞跃式的发展，这样的发展又对发挥炮弹效用的火药提出了新的要求。这些要求已非黑色火药所能满足。经过辛勤的努力人们终于找到一些新的物质，其效果远优于黑色火药，于是浓烟曾笼罩了欧洲战场达 500 年之久的黑色火药即渐渐失去其地位。

黑色火药的衰落

黑色火药最大的缺点就是在用以作发射剂时所产生的烟雾。这样的烟雾既遮蔽了自己的视线又暴露武器的位置。当不产生这样的缺点而效力又超过了它的物质被发现后，黑色药的应用即受到了限制。这些新物质的发明是近代化学兴起后所得来的结果。也可以说，火药传入欧洲所显示的威力和效用也促成了化学这一门科学在欧洲的