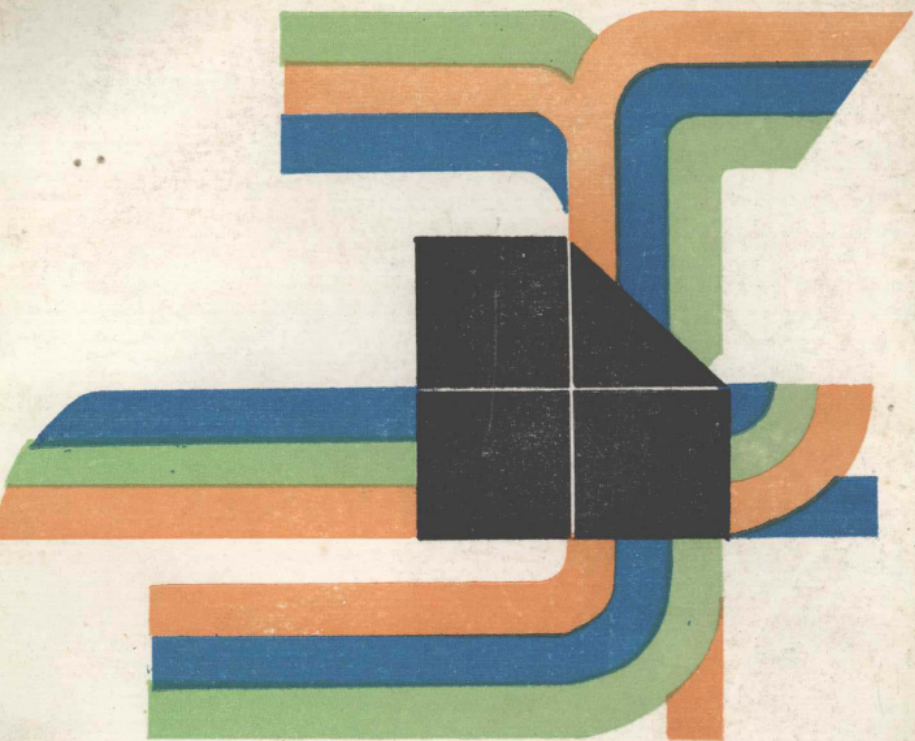




xue tan suo de gui ji

化学探索的 轨迹

黄衡平 编著

湖南教育出版社

你想了解化学发展的历程吗？

你想追寻科学家的成才之路吗？

你想探索化学世界的奥秘吗？

《化学探索的轨迹》是青少年朋友的选择！

ISBN 7—5355—0767—0/G·799

定价：1.80元

化学探索的 轨迹

黄衡平 编著

湖南教育出版社

化学探索的轨迹

黄衡平 编著

责任编辑：阮 林

湖南教育出版社出版发行（长沙展览馆路3号）

湖南省新华印刷二厂印刷

787×1092毫米 32开 印张：6.5 字数：130,000

1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷

印数：1—2,000

ISBN 7-5355-0767-0/G·799

定 价：1.80元

前 言

有人问李政道教授：

“科学创造是怎样搞出来的？”

这位杰出的物理学家说：

“首先，要敢于提出别人没有提出的问题。”

“第二，要敢于想到和做到别人没有想到和没有做到的事情。”

这是新的至理名言。原先曾经是平凡人物而后经过顽强努力，戴上科学王冠的人们，大都是自觉或不自觉地沿着这条路走过来的。

这本小书要介绍一些科学英才，但主要不是介绍他们的生平 and 轶闻，而是介绍他们在创造科学奇迹的探索中，发现和发明的思维活动和实践活动行进的轨迹。就是说，介绍他们怎样发现和提出问题，怎样想到和做到别人没有想到和没有做到的事情。除此之外，也要介绍化学上的发现和发明诞生以后，由它们如何派生出一些更新的发现和发明。

这本书涉及相当数量的化学发现和化学发明，由于这一点，有必要把这两个专门术语作一个简单扼要的解释。

一般来说，化学发现指化学中存在的过去没有注意但后来被注意和发掘出来，从而受到重视和利用的事实、现象和规律。例如氧气、光谱、爆发性燃烧、质量守恒定律、元素周期律，等等。

化学发明则指自然界中本来不存在但人们根据科学发现造

就出来的用于化学领域的技术手段和理论手段。前者称为化学的技术发明，例如温度计、天平、格里纳试剂、X射线衍射仪，等等。后者称为化学的理论发明，例如元素概念、原子论、分子论、氧化燃烧理论、反应速度理论，等等。

应该提到，有不少发现和发明，既可属于这门科学又可属于那门科学。例如光谱、电子、X射线衍射仪、电子显微镜等，它们既属于物理学的发现和发明，又属于化学，甚至还可以属于其他科学。这是基础性很强的一类发现和发明。

这本书是为青少年朋友们写的，但愿它能在青少年朋友们心里，播下一粒热爱科学的种子。

限于笔者水平，书中缺点错误和不当之处在所难免，敬请读者和专家们指正。

作者

1987年11月25日

目 录

爆发性燃烧	(1)
从事故中获得的发现	(1)
“伏火”实验走向反面	(2)
火药的派生发明	(5)
从火药到烈性炸药的转变	(8)
诺贝尔征服硝化甘油	(10)
氯气	(13)
三位先行者	(13)
真理的虚影——燃素学说	(16)
纸糊金王冠落地	(20)
植物色素	(26)
生命力学说破产	(26)
一位少年探索者	(29)
天然染料合成历尽艰难	(31)
色素物质和指示剂	(34)
光谱	(36)
牛顿从历史事件中获得启示	(36)
惠更斯的过失	(39)
揭开光谱颜色之谜	(40)
分光镜的新用途	(43)
追踪稀少的未知元素	(45)
电子及其二象性	(48)
科学史册上留名的玻璃吹制工	(48)
一连串令人迷惑的现象	(49)

汤姆孙坚持己见	(52)
贵族王子的新思想	(57)
温度计	(60)
原始温度计是什么样子	(60)
三种温标的建立	(62)
第一种永动机和热力学第一定律	(65)
第二种永动机和热力学第二定律	(69)
天平	(74)
拉瓦锡的额外收获	(74)
普鲁斯特与贝托勒的论战	(75)
道尔顿的灵感	(78)
从0.0067中挖掘出来的发现	(80)
格里纳试剂	(84)
一类特殊分子的诞生	(84)
有机合成的新路线	(87)
电堆和电池	(91)
名不副实的发现	(91)
墙内开花，墙外结果	(93)
法拉第的座右铭	(94)
科学新法则问世	(97)
X射线衍射分析法	(99)
一位孜孜不倦的探索者	(99)
照片引起的风波	(101)
X光衍射效应的发现	(102)
老布拉格和小布拉格	(105)
新方法的巨大威力	(107)
近代元素概念	(110)
波义耳论战受挫	(110)
被忽视的突破——摧毁“气元素”	(112)

燃素说破产, “火元素” 倒台	(114)
旧枪筒新用, 击破 “水元素”	(115)
电力再试锋芒, “土元素” 土崩瓦解	(118)
近代元素概念的形成	(120)
波义耳与近代化学理论大厦	(121)
现代元素概念	(123)
元素周期律诞生	(123)
元素周期表上的疑问	(130)
原子序数的确定	(131)
同位素的预见及证实	(135)
两种元素可变论	(137)
现代元素概念的形成	(141)
近代原子论	(143)
牛顿力学的一位追随者	(143)
道尔顿的功绩与失误	(146)
最早的原子量不是原子量	(149)
原子价的发现	(151)
现代原子论	(154)
向原子内部挺进	(154)
建立原子内部世界的新秩序	(160)
现代原子论的形成	(165)
近代分子论	(168)
一场是非混淆的论战	(168)
分子学说第一次遭难	(169)
分子学说第二次遭难	(172)
决定性的胜利	(177)
现代分子论	(181)
两个青年人的发现	(181)
化学结构概念的横向发展	(182)

分子学说的深化	(188)
尚未完成的现代分子学说	(191)
化学前沿上的难题	(193)
廉价超纯硅的制备方法	(193)
模拟生物固定氮	(194)
抑制逆反应的新技术	(195)
生物遗传之谜	(197)

爆发性燃烧

从事故中获得的发现

中国西晋时期(265年—316年),炼丹家郑思远的著作《真元妙道要略》中,记载有一次炼药的失火事故:

“有以硫磺、雄黄合硝石并蜜烧之,焰起,烧手面及烬屋舍者。”

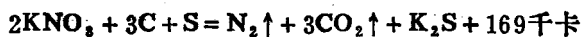


图1 中国古代炼丹图

这是一次严重的失火事故。失火时火势迅猛，炼药的人烧得焦头烂额，而且火焰冲上屋顶，毁掉了整个房屋。但是，这次失火在科学上却具有不寻常的意义。因为从失火事故中，显露出一个价值极大的科学发现——某些药物的“火性”。据此，古代的炼丹家们把治病的药物中具有“火性”的药，叫做火药。

炼丹家们对火药的火性，感到莫名其妙。限于当时的认识水平，他们无法理解火药为什么有火性，也不知道火药要加热到什么程度，火性才发作。

究竟什么是火性呢？它不是别的，就是化学上讲的燃烧的爆发性，或叫爆发性燃烧现象。硫磺（S）、雄黄（As₂S₃）、硝石（这里指KNO₃）和蜂蜜的混和物，加热引起的燃烧现象，可以用一个简化的方程式表示。因为，硫磺、雄黄的可燃烧成分是硫，蜂蜜的可燃烧成分是碳：



202克	36克	32克	22.4升	67.2升
—————			—————	

折合体积约60cm³ 体积89200cm³

反应后体积增长89200/60≈1500倍，由于反应放出大量的热，生成的气体的体积还要膨胀，所以，反应后体积实际增长为3000倍到6000倍。还由于这种燃烧反应，从开始到结束只需要很短的时间，所以表现出激烈的爆发性。

“伏火”实验走向反面

火性是火药的主要化学性质，是科学上一个十分重要的发现。可是古代的炼丹家不了解这一点，反而把它当成药物最严重的缺陷，想方设法把它“降伏”。

许多年过去了。有两位炼丹家发明了“伏火”方法，据说

此方法能将火药的火性“降伏”。

唐代初期（618年—700年）有位叫孙思邈（581—682）的
道人，炼丹和修道的功夫极
深，人称孙真人。去掉迷信
色彩，真人可说是一类水平
很高的药物学家兼医生，他
们对古代的药物学和医学均
有相当造诣，常能药到病除，
使病人转危为安。

孙真人发明的伏火方法
叫“伏硫磺法”，该法“降伏”
火药的火性，操作步骤如下。

将等重量的硫磺、硝石
粉末混和，放进砂罐——伏
火罐，砂罐放进一个小土坑，



图2 孙思邈

罐口与地面平齐且不封口，罐周围用土填紧。然后投进烧红的
木炭，点燃罐内混和物，火焰从罐口喷吐而出。估计罐内混和
物烧去 $\frac{1}{3}$ 时，迅速将火扑灭，趁热取出罐内剩下的混和物。经
过这种处理，火药的火性就算被“降伏”。

另一位发明伏火方法的炼丹家，名叫清虚子，是唐代中期
（700—800年）的一位著名的道人。他发明的方法叫“伏火矾
法”。这种方法与“伏硫磺法”只略有不同，在硫磺与硝石的混和
物中，渗进了一些干燥的植物枝干的碎屑。伏火的操作程序与
“伏硫磺法”基本一样。

两种伏火方法，是不是真如两位炼丹家所说，能把火药的
火性“降伏”呢？用现代的化学知识来衡量，恐怕很成问题。

剩下的硫磺与硝石的混和物，当火被扑灭时来不及反应，

这意味着没有变成别的物质。物质没有变，化学性质当然不会变，火性——燃烧的爆发性，必然也不会消失。所以，“降伏”火药的火性，可以断定没有什么科学根据，只是一种与实际不相符的主观臆想。

两位炼丹家的发明，应该说是假发明，但是，这假发明却有真贡献，而且是很了不起的贡献。为什么这样说呢？因为两种方法的伏火实践，创造了一个非常关键的条件，有了这个条件，火药才在人们的意料之外，完成了从医药到炸药的历史性转变。

伏火实践创造的关键条件是什么呢？密闭条件。在实践两种伏火方法时，有一个细节值得我们注意：

罐内的硝石与硫磺的混和物，与投入的木炭共同燃烧时，突然将火扑灭。扑灭的办法，一种是用某些物质的水溶液倾入罐内，一种是用泥土类固态物质封堵罐口。后一种办法，常常把伏火罐变成一个密封的燃烧体系。该体系中，不断产生的气体施放受阻，罐内压力急增，达到一定限度，就会发生爆炸。以今天的眼光来看，伏火其实是灭火，而这样的灭火实则是把伏火罐变成了土地雷或土炸弹。伏火失败，换一个角度看，它是千真万确的爆炸成功！

这是科学史上最有趣的事件之一。在这里，人们思维活动的轨迹与实践活动的轨迹逆向而行，目的是把火性降伏，结果适得其反，火性反而大大增强。

在炼丹家们看来，伏火罐爆炸是一种失败，一桩丑闻，它既没有用处又不宜于张扬。这个具有重大科学意义的发现，他们没有把它推向广阔的社会实践领域，而是把它掩饰起来，避免让外人知道。结果，火药在他们手中依旧是普普通通的药物，没有演变成伟大的科学技术发明。

9世纪末至10世纪初，一些思想敏锐的军事家，终于获得伏火罐爆炸的有关信息。他们根据实战要求构思，再经过能工巧匠们的精心制作，伏火罐演变成了具有多种作战用途的威力空前强大的新式武器。在运用火药兵器的战争中，军官和士兵们充当了火药威力的宣传者和实践者。经过他们血肉之躯的试验，人们终于明白，火药是世界上最伟大的科学技术发明之一。

火药的派生发明

根据战争的各种具体需要，火药兵器派生出四个类别：燃烧性武器，爆炸性武器，毒性武器和射杀性武器。这些武器中特别是早期发明的火药兵器，相当一部分与伏火罐极其形似和神似。

燃烧性武器

火药弹 发明于唐朝末年，是一种小型燃烧弹，外形与伏火罐酷似，用手臂或木制机械发射。904年，唐将郑璠用这种武器攻击反叛者的武装部队，万弹齐抛，将敌营盘沙龙门一举烧毁。反叛者从未见识过如此猛烈的战阵，战斗意志先被摧垮，未经拼搏便仓惶逃遁。这是火药兵器作战史上，首开记录的著名战例。

火药箭 970年宋朝人冯继升发明。箭头上涂沥青，沥青上粘附火药，大量发射时能形成强大的火攻阵势，使敌方既要防备中箭，又要防备火焰烧人毁物，能从两方面削弱敌人的战斗力。

火球（毬） 1000年北宋人唐福发明。是一种包裹火药的球形物体，抛到敌方阵地上能长时间燃烧。可以说是一种古典式燃烧弹。

火炮 1130年南宋人陈规发明。这种炮不发射炮弹，而是在一段时间内持续喷射火焰，它是古代的火焰喷射器。

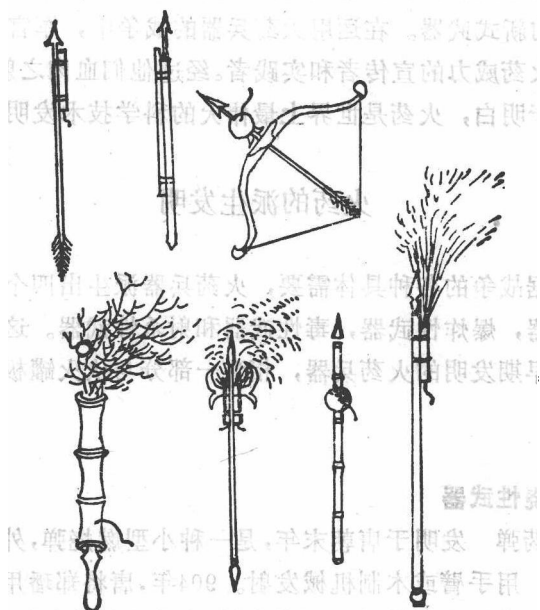


图3 中国古代火药兵器

爆炸性武器。

霹雳炮 北宋时期发明，并不是真炮，而是大型火药包。火药用纸壳、布壳或羊皮包扎，再用绳子捆紧，爆炸时响声如霹雳，杀伤力很强。1126年，宋朝著名爱国老英雄李纲，曾亲自指挥士兵把这种炮成批推下城去，炸垮了金兵对开封府的大举围攻。

震天雷 与霹雳炮酷似，但包火药的是铁皮壳，威力和响声更加惊人。1221年金兵进攻宋军，1227年宋军反击蒙古军，

1232年金兵攻击蒙古军，都使用过这种惊天动地的武器。这种“雷”的威力有多大呢？据记载，有一次战斗，一个震天雷一下子炸死200多人！

毒性武器

在使用火球、火炮等武器时，把砒霜、砒黄和铅粉等有毒物质混和在火药内，这些武器就成了毒性武器。前者爆炸时，毒粉四射，后者点爆后持续喷射毒粉。如果要命名的话，前者可以叫“毒粉火球”，后者可以叫“毒粉喷射器”。

射杀性武器

这类火器利用火药的爆发力，把形状不规则的坚硬物质碎块，射到远处去击杀敌人，属于远射程式武器。它的发展历史，大致可以划分成三个阶段。

第一阶段，以宋代发明的火蒺藜、霹雳火球为代表。前者的火药中混装铁叉刺，后者的火药中混装碎铁块或碎瓷片，爆炸时四散飞出，仿佛射出许多异型规格的子弹。它们的杀伤范围，不是指向一点，而是一大片，可以说是原始的“子母弹”，是现代的各种子母弹武器的前身。

第二阶段，以明代发明的突火炮、火铳和前膛炮为代表。它们都有管状腔，管状腔用铜质或铁质材料做成。管状腔能把火药的爆发推进力集中在一个方向，使混装在火药内的石弹、铅弹或碎铁达到相当远的射程。它们是现代的各种枪和炮的开山鼻祖。

第三阶段，以清朝初年戴梓发明的连珠炮为代表。这种火器不仅有管状腔，还安装有一个机关，使子弹连发，一次能持续射出28粒子弹。这种武器具有更强大的杀伤力，它是现代的