

• 探索系列丛书 •

从金丹术 到工业化学

From Alchemy to
Industrial Chemistry

张文朴



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

• 探索系列丛书 •

从金丹术 到工业化学



From Alchemy to
Industrial Chemistry

张文朴



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

从金丹术到工业化学 / 张文朴. — 北京: 北京师范大学出版社, 2010.4

ISBN 978-7-303-10797-1

I. ①从… II. ①张… III. ①工业化学—普及读物
IV. ①TQ-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 020615 号

营销中心电话 010-58802181 58808006
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子信箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 唐山市润丰印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 170 mm × 230 mm
印 张: 17.75
字 数: 230 千字
版 次: 2010 年 4 月第 1 版
印 次: 2010 年 4 月第 1 次印刷
定 价: 29.00 元

策划编辑: 范 林 责任编辑: 范 林
美术编辑: 褚苑苑 装帧设计: 天之赋设计室
责任校对: 李 茵 责任印制: 李 丽

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

内 容 简 介

工业化学是一门研究工业生产中化学问题的学科,是化学理论应用于生产实践的桥梁和纽带。本书以谈古论今的漫谈方式,向青少年较系统地介绍了工业化学的基础知识,重点是有关资源及其综合利用;我国古今科学家的重要发明与现代国内外的新技术、新成果,有助于加深对化学与生产技术的理解,拓宽视野,增长才干,激励青少年朋友勤奋学习,创新科学技术。

本书适合作为中学化学课程的学生读物和教师及其他有关人员的参考资料。

开头絮语

现代社会生活,生产建设,科学研究,国防建设都离不开各种物质或材料。与人们生活关系最密切的是衣、食、住、行、用等方面的制品,它们都来自大自然的赋予,其中多是不可再生的矿物资源,以及农林牧渔业生产的可再生的生物质资源。其全部的生产过程,一般是先从这些资源提取或加工成的原料,再用这些原料制成所需要的材料,最后才能把所得材料制成产品。可见,任何产品都来之不易,不仅饱含众多工人、技术人员的辛勤劳作,而且更是科学家、发明家们的历经几代人甚至千万年凝结的科技结晶。其中,特别是数学、物理学、化学、生物学等基础学科知识,都是这些结晶的命脉,是最为珍贵的智慧和技能的历史累积。

化学是研究由原有物质怎样转变为新物质的科学。要想用某种原料创造出所需要的新材料、新产品,就要请化学来帮忙。运用化学知识,能创造出大自然从来没有的新物质、新材料,以满足人们在生产、生活中不断增长的需要。因此,自古以来人们非常重视化学,常把化学看做能“点石成金”的神奇技术。它吸引着人们不断努力学习化学、研究化学,致力运用化学进行发明创造。

现代化学的内容丰富多彩,过去化学家们给我们建造的化学大厦宏伟壮观,现在仍在持续发展,变得比过去更加壮丽和引人入胜。现代化学已分成许多不同的分支学科,例如物理化学、无机化学、有机化学、应用化学等。每个分支学科又进一步细分为不同的专门学科。

工业化学是应用化学中的一个专门学科,主要是运用有关上述各化学分支学科以及物理、机械等方面的知识,研究制定将原料转变为产品的生产方法。例如:利用空气中的氮制造能生产多种化肥等产品的氨;把天然的河水、湖水净化,生产能满足人们各方面所需要的水;从浩瀚的海水中提取多种宝贵的产品;从不同矿石中分别把铁、铝、铜、金、银等金属提炼出来以及制成合金材料;以煤、石油等作原料制造塑料、合成纤

维、炸药、化学纤维等各种产品；将动植物产品加工为酒精、食糖等多种工业与食品等。由于现代工业的飞速发展，石油、煤炭和各种取自大自然的不可再生资源越用越少，如何把用过的废弃物品作为再生资源，再加工为产品，使宝贵的自然资源得到充分循环利用，这需要大量艰辛的研发工作，是当今工业化学面临的新挑战！

青少年朋友们，现代工业化学像是一座桥梁和纽带，将化学理论与实际生产紧密联系起来，它的“点石成金”功能比以往任何时期都更加强大。本书将以谈古论今的方式，向大家展示祖先们的创造才能，现代人的辉煌成就和未来的光明前景，帮助大家运用好所学的化学、物理、数学等基础科学知识，驾御创造之舟，为加速伟大祖国实现全面小康社会和中华民族的伟大复兴，作出比前人更加辉煌灿烂的贡献。

目 录

一、空气资源与神圣的火 /1

1. 大自然赠给人类的最宝贵礼物 /3
2. 圣火从远古走来 /3
3. 用火技术与科技发展 /6
4. 探索空气的奥秘 /10
5. 不断创新的空气分离技术 /14
6. 空气资源的广泛应用 /19

二、珍贵的水与受宠的饮料 /27

1. 饮水思源 /29
2. 天然水的成分和水质指标 /32
3. 各种不同的水 /34
4. 水的净化处理技术 /38
5. 受宠的饮料 /46
6. 大家都来珍惜水 /54

三、富饶的海水盐湖资源 /55

1. 浩瀚的海洋，富饶的资源 /57
2. 食盐与人体健康 /59
3. 何谓化学工业之母和怎样从海水制盐 /60
4. 打开化工产品的宝库 /62
5. 盐湖与天然碱矿的开发 /69
6. 基本化工原料——纯碱、烧碱和盐酸 /73

四、化学矿物的非凡贡献 /79

1. 利用矿物的历史源远流长 /81
2. 矿物与矿石 /85
3. 我国的矿物资源 /87
4. 新中国化学矿业的兴起与发展 /89
5. 钙、镁矿资源及其利用 /90
6. 硫矿资源与硫酸 /94
7. 磷矿资源与磷酸和磷肥 /99
8. 硼矿资源与硼化学品 /102

五、古老而又年青的无机非金属材料——陶瓷、玻璃、水泥 /105

1. 中国古代的伟大发明——陶瓷 /107
2. 晶莹剔透的玻璃 /116
3. 建筑工业的“粮食”——水泥 /124

六、多彩的金属世界 /131

1. 冶金技术与人类社会的发展 /133
2. 金属元素知多少 /135
3. 钢铁是怎样炼成的 /136
4. 有色金属大家族 /144

七、不甘心只被焚烧的煤 /159

1. 煤是什么 /161
2. 我国是世界上最先发现和利用煤的国家 /165
3. 如何“点煤为金” /167
4. 煤的化学加工途径 /170

八、万能的石油 /181

1. 石油和它的成因 /183
2. 源远流长的石油开发史 /184

3. 石油炼制和石油产品 /189
4. 石油化工产品 /200

九、用途广泛的有机高分子材料——塑料、橡胶、纤维 /203

1. 什么是有机高分子材料 /205
2. 最古老的高分子材料——中国大漆与漆器 /207
3. 装点生活的塑料 /210
4. 个性鲜明的橡胶 /215
5. 衣着所必需的纤维 /221

十、可持续发展的生物质化学工业 /225

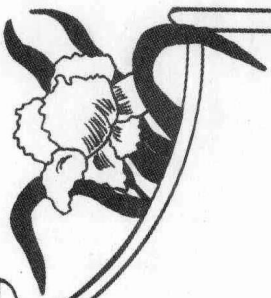
1. 迎接生物质化学工业新时代 /227
2. 糖、淀粉类原料制品 /229
3. 植物纤维类原料制品 /237
4. 油脂类原料制品 /242
5. 蛋白质类原料制品 /246

十一、建设生态工业，发展循环经济 /251

1. 树立生态文明观念，保持人与自然和谐 /253
2. 循环经济与生态工业 /255
3. 绿色化工与原子经济 /257
4. 国家生态工业示范区 /258
5. 资源再生与综合利用技术 /260

参考文献 /269

后 记 /273



一、空气资源与神圣的火

人类从认识到空气是一种实实在在的物质，到对空气的进一步深入了解，以至将空气充分利用到众多方面，为人类社会生产、生活服务，经历了几百年艰难的科学探索。



1. 大自然赠给人类的最宝贵礼物

婴儿从呱呱坠地，就在空气中开始了五彩斑斓的一生。

空气，特别是其中的氧，为维持人体新陈代谢所必需，须臾不可离开。人可以5天不吃，不喝水，但是5分钟不呼吸，生命就会终止。一个成年人每天大约进行两万次呼吸，总共要吸入 $10\sim 15$ 米³的空气，按质量算是每天所需食物的10倍左右。

然而，人们也许没有留意到，如此关乎生命存亡的空气资源，跟阳光一样，都是大自然的无偿赠给，自古以来任何人都不需要付出代价即可自由享用。

大自然胸怀博大，空气蕴藏丰富，对全球所有需氧生物，全都如此慷慨。不同的是，人类在享用大自然无偿赠给的同时，还不断开拓应用空气的新领域，现代工业化学和其他科学技术合作，能把空气资源跟其他自然资源一起，奇迹般地转化为琳琅满目的种种产品或能源。在诸多利用空气的技术中，首先应该提到的就是用火的方法。



知识在线

空气与大气层

地球表面上的空气又称大气，是含有氮、氧等的混合气。接近地面的干燥空气，在标准状态下每升1.293克。空气离地面越高越稀薄，密度越小。

对大气有不同的分层方法，通常从地面垂直向上，分为对流层、平流层、中间层、热成层和外大气层。影响人们社会生活的天气现象和作为资源所利用的空气，主要是对流层空气。

2. 圣火从远古走来

捧起颗磨过的石头，挥别猿类兄弟；
擎起熊熊圣火，照亮人类发展的征程。

广袤的原野，电闪雷鸣，酷暑干旱，都会使森林起火。兽类见火迅速逃避；人类的先祖起初也会感到恐怖，躲避。然而，在漫长的岁月中，萌发的智慧会使他们发现：过火的肉味道更好，烤过的种子也不一般；寒冷时火焰周围比较温暖。通过长期的体验，朦胧的探索，他们学会了一些用火方法，并用来烘烤食物、驱寒取暖、驱逐毒蛇猛兽，因而逐渐对火发生好感，亲近以至萌生崇敬火的心理。

原始人类学会磨制简单的粗糙石器，掌握最基本的用火方法，现在看来这些都十分简单而平常，但在远古却是人类告别动物界，走上人类社会持续发展的起点。

火是可燃物在空气中的激烈燃烧，是一种发光发热的剧烈氧化反应。用火的基本技术应该是选择燃料、引燃、用火和保持火种，人类学会这些经历了漫长的岁月。

在初期，选择干枯的木头和柴草作燃料或许比较容易，难的是保持火种持久不灭，需要时能再烧起来。续柴保持火种不灭的方法，在那时是用火技术的一项突破。续柴保持火种的技术，可能经历了一个漫长的时期，直到钻木取火法出现。

在山西西侯度曾发现在距今约 180 万年前烧后呈黑、灰和灰绿色的骨头。在距今约 170 万年前的云南元谋人遗址，发现过芝麻、黄豆大小的炭屑和在灰烬中存在的烧过的兽骨。在距今约 80 万~100 万年前的蓝田人遗址，也有用火遗迹。距今约 20 万~70 万年前，北京猿人在周口店山洞居住了约 50 万年，洞中遗留的灰烬层厚达 6 米。其中含有炭块，烧过的骨头已变为蓝、绿、灰、褐、黑各种颜色，还有烧过的石灰石变成的石灰。考古发现的“火化石”再次证实，北京猿人已经会用火。看来，人类自诞生到北京猿人时期，已经会用续柴法保持火与控制火，即做到将火种在洞内较长时间保持，需要时加柴草使火旺烧使用。原始社会发展到距今 1.8 万年前，在周口店生活的山顶洞人已掌握了人工摩擦取火技术。

随着人类社会从蒙昧时代和野蛮时代，进入畜牧业与农业的文明时代，在我国古代用火技术进步明显加快，相继发明钻木取火、打击

燧石取火、阳燧取火，直到出现原始火柴，这在用火技术的发展史上都是具有里程碑意义的成就。



历史回眸

钻木取火与阳燧取火

古籍《韩非子·五蠹》中说：“钻木取火，以化腥臊。”《庄子·外物》讲“木与木相摩则燃”。不过，木与木摩擦发热燃烧较难，也许用磨成有尖端的石棒钻磨硬质干木较易发火。《淮南子·本经训》有“钻燧取火”的记载。燧是古代的取火器。摩擦取火技术在流传中改进为打击摩擦燧石取火。直到20世纪40年代，我国农村仍有用钢火镰打击用手捏覆上火绒（蒲绒或艾绒）的火石边角发出火花，引燃火绒的取火法。

火石是燧石的俗称，由隐晶质石英组成，贝壳状断口，浅灰至黑褐色。目前大量使用的打火机，仍然沿用摩擦取火的原理，而其中的“火石”是由钨、铈和铁组成的引火合金。这种合金受到打击更易产生火花，引燃打火机内的液体燃料。然而“遗憾”的是，它给现代人吸烟提供了方便。

据北宋沈括著《梦溪笔谈》记载，西周时发明阳燧（又名夫遂）取火法。有人认为阳燧是凹面铜镜，面对太阳可使阳光在镜前聚焦，引燃火绒取火。也有人认为，这是金属尖底杯，放在日光下，使光线聚焦于杯尖底所放易燃的艾绒发火。在三门峡水库建设时，从西周虢国太子墓考古发掘出一件青铜阳燧，至今已有3000年，是当今世界已知最早的聚阳光引火器。2006年在虢国墓博物馆建了一座大型阳燧供参观者鉴赏。

我国南北朝时出现的火柴是世界上最早的。这种火柴是一长条易燃薄片或麻秆，一端蘸上硫黄，称为“发烛”或“取灯”。用法如下：由上述的火镰打击火石引燃火绒，使“发烛”的硫黄头跟引燃的火绒接触起燃。这种火柴离我们远去并非很久，笔者少年，在抗日战争时期，和家人制过并用过这种火柴，至今记忆犹新。

欧洲直到16世纪才有类似这种的硫黄火柴。现代火柴由英国人首创，后来经瑞典人改进成了安全火柴。丹麦童话大家安徒生（1805—

1875)笔下《卖火柴的小女孩》所卖的火柴可能已不是早期的瑞典火柴，这无须考证，但故事的逼真感人，赋予人们的启迪和遐想却是永恒的。

3. 用火技术与科技发展

陶、瓷器的发明

在历史上用火技术的进步，主要是在燃料选择、火的温度提高、火焰气氛的氧化还原性质的控制与应用、炉窑结构等方面。

中华先人约在至今1万年前开创烧制陶器的方法，在距今5 000～7 000年前已能大量烧制多种古朴典雅的陶器，到商朝(约从公元前11世纪～公元前16世纪)早期创制了原始瓷器，到东汉时期掌握了烧制瓷器的技术。

由制陶发展到制瓷，除黏土原料的选择和加工外，要能使火焰温度从烧陶的900℃左右提高到烧制瓷器所需的1 200～1 300℃，为此要选择适用的燃料和建造通风顺畅的瓷窑，使用火技术达到一个新的高度。

铜、铁的冶炼

采用烧陶达到900℃左右温度的技术，能从还原温度只需800℃的孔雀石铜矿炼出铜，并熔铸出各种精美的青铜器。铜冶炼技术的发达催生了青铜时代。

在1 000℃左右，燃料燃烧产生的一氧化碳可以从赤铁矿等氧化铁矿还原出固态铁，要炼出液态的铁水就需要1 600℃以上高温。因此，炼铁比炼铜难得多。但是，在长期烧制陶器获得高温和运用炼铜技术经验的基础上，在商末已掌握使熔炼炉达到1 200℃高温的燃烧技术，能够从赤铁矿粉炼出固态块炼铁，使人类社会继青铜时代之后，

迎来铁器的早期时代。

金属冶炼技术的发明，说明我国古人不仅能使燃烧释放出大量的热来获得和利用高温，而且能造成含一氧化碳较多的还原焰，并利用还原焰还原金属氧化物矿，炼出金属产品。

金丹术与火药的发明

火药是我国古代金丹家在炼制长生不老药中发明的。

金丹术是在我国古代自行发展起来的，有炼丹术、炼金术、点金术几个常见名称，萌芽于秦朝，经汉、魏、晋几朝的较大发展，在唐、宋达到高峰。金丹家们虽然不可能炼出使人长生不老的丹药，但是由于用火法炼丹，在用硝石、硫黄跟富含碳元素的动、植物有机物质混合加热炼丹时，容易发生猛烈燃烧，甚至爆炸。

有一本炼丹典籍《真元妙道要略》中说，有人用蜂蜜和硫黄、硝石、雄黄相混合烧炼，引起了迅猛燃烧，烧伤了人，烧毁了丹房。

为了避免这类事故的发生，金丹家除制订某些药物不能混合加热的禁忌外，还提出不少使炼丹不发生燃爆事故的“伏火法”。这说明，这时的金丹家们已经认识到：将硝石、硫黄、木炭等混合加热会发生剧烈燃爆。然而，他们在初期并没意识到含这三种物料的配方，具有潜在的重大意义——原始的火药配方。

人类在探索自然奥秘和利用自然的进程中，往往从发现一种自然现象到有意识地利用这种自然现象，需要经过反复实践和逐步加深认识的过程，并善于抓住机遇。

从唐末到宋初，长年战乱不止，启发金丹家对所熟悉的有爆炸力的火药配方产生新的创意，他们把这个配方献出，用于军事目的。

火攻，例如在三国时期火烧兵营、火烧战船等，已是兵家常用的克敌制胜的战法。当兵家有了火药，火攻就更能显示火在战场的威力。当时，按金丹家献出的配方制成火药，并包在箭头上制成叫做纵火箭的新武器，将它点燃后射向敌方，产生了前所未有的战斗力，而这纵火箭则是我国古人发明的世界上最早的火药武器。

此后，相继创制了多种火药武器，并用于实战。例如，在唐天祐元年(904年)，郑璠攻打豫章(今南昌)曾使用抛石机抛射火药弹火烧龙沙门。图1-1生动描绘了明代使用爆炸性火器的战场。

大约在12世纪30年代，我国已经有了喷火器和火炮或震天雷。喷火器是燃烧武器，而火炮已是爆炸武器了。在1259年开始用竹筒，装入火药和弹丸，制成火枪。这是现代枪炮等的雏形。这些发明创造表明，这时火药配制技术已有很大进步，能使火药不仅有燃烧和爆炸功能，而且有了发射功能。



图1-1 明代使用爆炸性火器的战场情景

在宋代，火药也用于娱乐。爆仗、流星、烟火可能是在火药用于军事取得经验后创造出来的。据记载，在南宋宫中百戏表演就有爆仗霹雳作响、烟火大起的壮观场面。有一次，宋理宗陪恭圣太后观看烟火，一个点燃了“地老鼠”在地上连续喷火乱窜，竟然窜进了太后座椅下，把太后吓得惊慌逃走。

在宋代，烟火技术已相当发达，当时的著名文人赵梦頰曾写诗盛赞燃放烟火的灿烂美丽景象：

人间巧艺夺天工，炼药燃灯清昼同。

柳絮飞残铺地白，桃花落尽满街红。

纷纷灿烂如星陨，赫赫喧阗似火攻。

后夜再翻花上锦，不愁零落向东风。

由燃烧到爆炸再到发射，为近代有关燃烧爆炸的科学技术发展奠定了基础。尤其在南宋时期出现的各种烟火、地老鼠、起火、流星等，