

● 古代科学史略丛书

中国古代科学史略

周嘉华

曾敬民

王扬宗



古代科学史略丛书

中国古代化学史略

周嘉华 曾敬民 王扬宗

河北科学技术出版社

(冀)新登字004号

古代科学史略丛书

中国古代化学史略

周嘉华 曾敬民 王扬宗

河北科学技术出版社出版 (石家庄市北马路45号)

河北新华印刷三厂印刷 河北省新华书店发行

850×1168毫米 1/32 11.25印张 280,000字 1992年12月第1版

1992年12月第1次印刷 印数: 1—1,400 定价: 8.40元

ISBN 7-5375-0901-8/N · 19

衷心祝賀中國古代科學史略叢書出版

發掘祖國科技史料

弘揚民族智慧結晶

潘耆錫



一九八九年秋月

出版者的话

我们伟大的中华民族，在悠远的历史长河中，对人类赖以生存的大自然，对浩渺无边的宇宙，历来就苦苦执著地追寻着、探索着。从最原始的神话传说，到四大发明的问世，我们的祖先用智慧和生命创造了中华民族古代科学技术的灿烂星河。据考证，先人们在治水、历算、大地测量、农业耕作、制陶、冶金等方面的成熟，均先于西方1000多年。我们的祖先为整个人类文明做出了卓越的贡献。

作为中华民族的子孙，我们有义务也有责任发掘整理这些宝贵遗产。

为弘扬中华国粹，重振中华雄威，以飨各专业研究人员和广大读者，我们特出版了中国古代科学史略丛书。这套书共包括《中国古代数学史略》、《中国古代物理学史略》、《中国古代化学史略》、《中国古代天文学史略》、《中国古代地理学史略》、《中国古代生物学史略》、《中国古代农耕史略》、《中国古代医学史略》等八部。

这套书不仅以大量翔实的史料，向读者介绍了各个学科的起源、发展和取得的辉煌成就，还阐述了中国古代科学技术在世界科学史上的地位和作用，是广大科技工作者必备的重要参考书。

这套书的诸位作者，多年从事自然科学史的研究和教学工作。他们用心用血用生命在中国古代浩瀚的典籍文献中追逐先人的足迹，发掘科学技术的宝藏。整个编写队伍历经五六年时间方完成全部书稿的编写任务，其中有的已耗尽了毕生的精力。在此，我们向

参与全书编写工作的同志致以衷心的感谢。

承蒙著名科学家卢嘉锡先生为本套书题词,特表谢意。

中国古代科学史略这套书,汇集了我们祖先和当代学者孜孜不倦的进取精神,这便是我们的民族精神。我们弘扬国粹,就是弘扬这种进取精神,从而增强全民族的自信心和创造力,振兴当代科技,振兴中华。

谨以此书献给伟大的祖国,献给勤劳智慧的中华民族。

1989年6月

序 言

化学作为一门独立的学科形成于17世纪。从那以后，科学家才明确化学的任务在于揭示各种物质的组成、性质、结构及其变化的规律，并遵循这一方向开展科学实验，探索研究，提出各种观点，在争鸣中形成理论。同时人们又将化学研究的成果用于指导和推动生产实践，改造自然，创造物质和财富。

大家都知道，化学现象普遍存在于大自然，人类的活动没有一天能够离开它。作为客观存在的化学现象在人们头脑中的正确反映就形成了化学知识，首先是实用化学的经验知识。由此可见，化学知识与其它学科的知识一样，很早就萌芽于人类的生产实践活动中，也产生于人们对周围广阔天地——复杂多变的大自然的观察、概括和思辨。化学作为一门学科，可以说与人类历史一样悠久。

早在远古时期，人们已开始利用化学手段来提高劳动生产技能，改善自己的物质生活条件。不仅使人类能立足于自然界之中，而且有所发展，逐

渐成为自然界的主人。就在这种战天斗地的实践中，人们接触、熟悉了一些化学现象，逐渐积累起一些选择物质、利用某些物质的化学性质、实现某些物质的化学转化的经验和手段，例如掌握了人工取火、烧制陶器、冶炼金属、加工皮毛、染色、酿造等方法。这些经验知识的积累就是早期实用化学的知识，这些加工手段的发展和提高就是原始的化学工艺技术。

实用化学知识的积累、原始化学技艺的提高进一步启迪了人们的思想，首先是一些思想家，面对千变万化的自然界，当然也包括许多化学现象，试图用思辩的方法提出一些能自圆其说的假说或观点，例如中国古代的阴阳说、五行说，古希腊的四元素说、原子论。自然哲学家要用上述理论来描述自然界，同时给予自然现象以合理的解释。这些假说或理论，尽管现在看来极不成熟，有时还很可笑，但在当时，它们却对人们的生产实践，包括化学工艺在内产生了一定的影响。

综上所述，化学知识和化学假说古已有之，它大致包括了两大部分：一是实用化学知识和原始的化学工艺技术；二是某些认识、思辩化学现象、化学变化、化学物质的观念或假说。前者主要依靠工匠们在化学生产实践中积累起来，后者则是在自然哲学家的思辩中萌芽和发展。两者在古代的不同时期、不同地域有着不同的内容和形式，所处的地位也不一样。历史的事实表明，当化学的这两部分内容能较好地交融结合，化学和生产都会取得长足的进展。可惜的是，在古代的大多数时期，这两者是分离的。正是这种分离，遂使哲学家的理论日益严重地偏离了唯物主义的轨道，后来终于为封建统治者所利用。同样由于这种分离，作为社会生产的重要组成部分——化学工艺及其相关的行业的发展也是缓慢的，作为积累化学知识的主要来源——实用化学的发展也是缓慢的。

第一次解决这种分离的尝试是炼丹术和炼金术（在中国古代，以炼制丹药为主，所以称炼丹术；在西方，以炼制金银为主，故

称炼金术)。它们的指导思想和基本理论都是建立在古代思想家所提出的关于物质组成和物质变化的假说或理论，例如中国的阴阳五行说，古希腊的四元素说。而他们炼丹或炼金的实际操作，其技巧或经验大多来自工匠们积累的实用化学知识，因而炼丹或炼金的过程是上述两部分内容交融的一种试验，是实现物质化学变化的一种实验形式。

在中国古代，炼丹家们在长达千余年的炼丹活动中，曾发明了黑火药，发现了砷白铜等合金和不少的治病偏方，了解到许多物质的化学性质和某些物质间的化学反应。在阿拉伯和欧洲，炼金术士发现了在实验室中制取盐酸、硫酸、铵盐等方法，制备了多种合金并发现了磷及多种金属元素。所以炼丹或炼金的实践丰富了人们的化学知识。

炼丹的主要目的是炼取出长生不死的“金液”、“还丹”，以满足封建统治者长治久安的欲望。炼金更注意的是如何将贱金属炼制成代表财富的金银。这样的目的显然是荒谬的，在当时是不可能实现的。因而中国的不少皇帝及其大臣因饮用“金液”、“还丹”而提前毙命。伪金、假银的出现曾造成了欧洲金融上的混乱。炼丹（金）术在各国先后走向歧路，逐渐衰败。还得承认，尽管炼丹或炼金的实验很难称得上科学，但它毕竟是化学研究的一种原始形态。

炼丹术、炼金术的某些活动曾给化学带来过不好的名声，但是炼丹术对实用化学的发展却没有造成直接的障碍。相反地，人们从炼丹、炼金的梦幻中苏醒后，更加重视实用化学工艺的发展，人们有意识地将炼丹、炼金的方法、经验运用到冶金和医药等技艺之中。正是冶金化学和医药化学的发展为近代化学诞生奠定了基础。

综上所述，在古代化学尽管没有像现在这样明确、具体的研究对象，没有严格的科学实验手段，也没有系统、完整的理论体系，但是化学作为一门学问的确是存在的。实用化学的知识是其

主要内容，化学工艺技艺是其重要的发展形式。没有古代化学知识的积累和成长，就没有近现代的化学科学。在古代的化学发展中，中国的先人作出了突出的成绩，古代中国的化学工艺曾取得辉煌的成就。因此中国古代的化学史不仅内容丰富，值得学习和研究，而且它对世界文明所作的贡献，也是后人引以为豪的，是中国古代科技史中不可或缺的一个组成部分。

中国古代科技的伟大发明对人类文明所作的伟大贡献是有口皆碑的。18世纪英国著名的哲学家弗朗西斯·培根曾赞誉说：“没有一个帝国，没有一个宗教，没有一个显赫人物，对人类事业曾经比这些发明施展过更大的威力和影响。”马克思则明确指出：“这是预告资产阶级社会到来的三大发明”（马克思这里只提火药、指南针、印刷术。实际上印刷术的发明与造纸术的推广是密切相关的）。这四大发明中就有二项属于化学史研究的内容。此外在中国古代，曾创造了很多项在世界上遥遥领先的冶金技术。中国人民很早就掌握了有意识地利用、培养微生物，用于酿酒、制醋、作酱等，这种生物化学技艺也曾被人称为第五项伟大发明。中国炼丹术的出现在世界是较早的，当它传播到阿拉伯后，对阿拉伯乃至后来欧洲的炼金术产生过很大影响。因此中国古代化学的丰富内容一直为中外科技史专家所关注，一直是他们探讨研究的热门。

致力于研究中国文化遗产而在世界上享有极高声誉的英国科学家李约瑟，在他所主编的、洋洋大观的《中国科学技术史》的7卷17分册中，化学、化学工艺为第5卷，多达6个分册，是分册最多的一卷。由此可见李约瑟对中国科技史的深邃认识和对化学史的厚爱。

迄今已公开出版的化学史专著已不少。关于中国古代化学史的主要著作有：李乔革的《中国化学史》（商务印书馆，1940年）、袁翰青的《中国化学史论文集》（三联书店，1956年）、张子高的《中国化学史稿，古代之部》（科学出版社，1964年）、曹元宇的《中国化学史话》（江苏科技出版社，1979年）。关于世界化学史的

主要著作有：丁绪贤的《化学史通考》（商务印书馆，1936年）、化学发展简史编写组（北京大学化学系和中国科学院自然科学史研究所化学史研究组合作组成）的《化学发展简史》（科学出版社，1980年）、周嘉华等人的《化学思想史》（湖南教育出版社，1986年）、赵匡华的《化学通史》（高等教育出版社，1989年）。此外还有郭保章等的《化学史简明教程》（北京师范大学出版社，1985年）、张家治等的《化学史教程》（山西人民出版社，1987年）、凌永乐的《世界化学史简编》（辽宁教育出版社，1989年）等高校教材。

已经出版了这么多的化学史专著，是否还有必要编写这本《中国古代化学史略》，我们觉得，这本书不仅应该写，而且还应写出点新意。上面所列的几本关于世界化学史的专著，因其编写原则都是厚今薄古，力笔于近代化学的发展。又因其篇幅有限，关于古代化学史的陈述大多是很简单，中国古代化学史则基本上没有展开，而是一带而过，作为中国读者，对此显然会有不满足之感。前面关于中国化学史的四位老前辈的专著，都曾经在中国化学史的研究发展中占据重要地位，曾产生较大影响，都是不朽之作。现在随着中国化学史研究的展开和深入，这几本专著面对读者都有不尽意的地方。李乔苹先生的著作完成于本世纪的30年代，距今已过半个世纪。他能在当时条件十分艰苦的情况下，主要依靠他尽力收集研究的古代文献而完成著述，实属不易。尽管在70年代李先生曾对该书作过修订，但是对于化学史研究的重要途径——依靠对考古文物的大量资料进行化学史的分析研究，比较薄弱是一个缺陷。袁翰青先生的著作是根据50年代他在北京师范大学教授的中国化学史的讲稿整理而成。这本著作深入浅出，通俗易懂，是我们从事化学史研究的启蒙之作。时过30多年，虽然著作中的许多观点、论述对后人仍有启迪，但是30年来后人的众多研究成果是无法反映的。张子高的专著是他运用科学的方法，对大量的文献和考古文物进行研究的成果总结，具有较高的学术水

平。问题也在于，由于近 20 多年，考古发掘的有关资料特别丰富，后人对此进行研究有许多新收获，这一进展，张子高的著作是无法反映的。曹元宇的著作虽然很全面、很通俗，但是由于体例的因素，对中国化学史的叙述是较简单的，新资料、新观点也不多。正是基于上述情况分析，我们才觉得能够，也有必要再写这么一本中国古代化学史的专著。

怎样保证这本中国化学史专著的质量即学术水平呢？这是我们在动笔前必须要考虑的问题。我们认为，首要一点是尽可能地统率和反映近 30 年化学史研究的成果，做到资料新，观点新。第二点是要使这本书应有自己的特色。中国古代化学史包括了古代化学工艺和实用化学知识的内容，古代化学工艺又是广义的，内容较多。前人的许多著作中，往往把较多的注意力放在化学工艺上。随着研究的深入，属于化学工艺的一些内容现在已独立成书，例如造纸史、陶瓷史、冶金史等。我们要突出自己的特色，就必须加强从这些化学工艺的发展中，挖掘出实用化学知识的积累。即加强化学味。另一方面要有意识地在炼丹术这一内容上多下功夫。面对众多的化学史研究成果，作好这两点，实属不易。更何况这仅是一本史略，许多问题也无法深入展开讨论。从提笔拟题纲，到各章节的编写，直到审稿、定稿。我们都觉得有点力不从心。认准了路，就下决心走下去，为此我们鼓着勇气作了一番尝试。书中谬误、不妥之处，必不能免，敬祈各位学长斧正。

目 录

第一章 实用化学的起源与古代物质观····	(1)
第一节 对火的认识和利用····	(1)
第二节 关于物质变化的理论····	(3)
第三节 关于物质构成的思想 ·····	(10)
第二章 陶瓷工艺及其发展 ·····	(14)
第一节 制陶技术的发展和原始青釉瓷 器的出现 ·····	(14)
第二节 铅釉的出现和成熟的青瓷 ·····	(19)
第三节 青瓷和白瓷的发展 ·····	(23)
第四节 争新斗艳的宋代瓷业 ·····	(29)
第五节 陶瓷工艺的鼎盛时期 ·····	(34)
第三章 铜及其合金 ·····	(43)
第一节 青铜时代 ·····	(43)
第二节 青铜冶炼技术与“六齐”规律 ·····	(48)
第三节 水法炼铜 ·····	(52)
第四节 黄铜和白铜 ·····	(56)
第四章 铁及其合金 ·····	(70)

第一节	炼铁技术的起源和发展	(70)
第二节	炼钢技术的发明和发展	(79)
第五章	其它有色金属(铅锡锑锌金银汞)的认识和利用	(91)
第一节	铅、锡和锑	(91)
第二节	锌	(94)
第三节	金和银	(101)
第四节	汞	(113)
第六章	造纸术的发明和发展	(125)
第一节	造纸术的发明	(125)
第二节	蔡伦与造纸技术的发展和推广	(130)
第三节	造纸技术的演进	(133)
第四节	造纸术向东西方的传播	(141)
第七章	酿酒工艺的演变和发展	(144)
第一节	酿酒溯源	(145)
第二节	曲蘖的发明和发展	(149)
第三节	中国传统的酿酒工艺	(155)
第四节	具有民族特色的中国酒	(160)
第八章	染料、颜料、香料及漆	(172)
第一节	颜料和染料	(172)
第二节	香料	(180)
第三节	漆	(186)
第九章	中国炼丹术的起源和发展	(190)
第一节	炼丹术的起源和汉代炼丹术	(190)
第二节	魏晋南北朝时期的炼丹术	(195)
第三节	隋唐时期的炼丹术	(198)
第四节	五代和宋元时期的炼丹术	(205)
第五节	明代的炼丹术	(211)
第六节	清代的炼丹术	(217)

第十章	化学的原始形态——炼丹术·····	(227)
第一节	炼丹术的理论·····	(227)
第二节	炼丹术的设备和方法·····	(235)
第三节	炼丹术的成就·····	(242)
第十一章	火药的发明和火器的发展·····	(258)
第一节	黑火药的发明·····	(259)
第二节	火药和火药武器的发展·····	(264)
第三节	火药、火药武器的传播和交流·····	(276)
第十二章	近代化学的传入·····	(284)
第一节	化学书籍的翻译与化学知识的传播·····	(287)
第二节	化学教育的发展·····	(297)
第十三章	中国古代化学史研究中的重要古籍·····	(309)
第一节	《考工记》·····	(309)
第二节	从《神农本草经》到《证类本草》·····	(312)
第三节	魏伯阳的《周易参同契》·····	(315)
第四节	贾思勰的《齐民要术》·····	(318)
第五节	葛洪的《抱朴子》·····	(321)
第六节	《武经总要》·····	(323)
第七节	朱肱的《北山酒经》·····	(326)
第八节	窦革的《酒谱》·····	(328)
第九节	道藏·····	(331)
第十节	李时珍的《本草纲目》·····	(334)
第十一节	宋应星的《天工开物》·····	(337)
第十二节	茅元仪的《武备志》·····	(341)
第十三节	唐英的《陶冶图说》·····	(344)
第十四节	朱琰的《陶说》·····	(345)

第一章 实用化学的起源与古代物质观

化学是研究物质的科学。虽然科学的化学，即从原子和分子水平上研究物质的组成、结构与性质以及反应变化还不过是近200年的事，但是实用化学工艺的历史几乎同人类本身的历史一样悠久。对火的利用和掌握是人类在化学史上的第一个发现。利用火，人类能够实现许多化学变化，如制陶和金属冶炼即随之发明，因此，使用火是实用化学工艺史的起点。随着工艺的发展，人们对物质的认识经过逐步积累而深化，古代的物质观随之形成并发展。我国古代的物质观，无论是对世界本身的认识，还是对物质变化与物质构成的探索，都是人们在观察自然现象与总结实践经验的基础上的理论概括，其内容十分丰富。

第一节 对火的认识和利用

我们人类已有约300万年的历史，而地球的历史要比人类久远得多。在地球的演化和生命起源的漫长过程中，经历了无数的化学变化。当人类出现的时候，地球上可以直接感知的化学变化仍然是随处可见的。例如动植物的腐败和各种燃烧现象；生命的毁灭和熊熊燃烧的火焰都曾给人类带来巨大的恐惧，如火山喷发、森林大火等，是最为惊心动魄的景象。火不只给人以恐惧之感，它也带来光明和温暖，经火烧熟的食物也更为可口。正是从对火的惧怕之中，人们逐步认识和利用了火。

我国境内发现的早期人类遗址都有火的遗迹。在距今百余万年的元谋人遗址，曾在元谋人化石粘土层出土大量炭屑，并发现

数块烧骨。距今约百万年的陕西蓝田人遗址也有当时用火的痕迹。距今40~50万年的北京人不但已普遍用火,而且已经掌握了保存火种的方法。北京人群居的洞穴之中有数米深的灰烬,其中还有被烧过的兽骨和石块,这表明北京人已有意识地利用火取暖和烧熟食物^①。熟食对人类智力的发展有着巨大的促进作用,它还可以减少疾病,延长寿命。烧制熟食本身也是一个化学变化过程。有意识地使用火是人们控制和掌握的第一个化学变化,而且随之就能实现更多的化学变化,因此可以说化学是从火的认识与利用开始的。

人类最早利用的都是自然界的野火,从野火中取得火种。北京人大量用火表明他们已有保存火种的习惯。从保存火种到摩擦生火,其间经历了数十万年。我国上古时代有“钻木取火”的传说,但关于摩擦生火起源于何时已难稽考。《韩非子·五蠹》记载说:“上古之世……民食瓜果蓂蚌蛤,腥臊恶臭,而伤害腹胃,民多疾病,有圣人作,钻燧取火,以化腥臊,而民悦之。”这就是燧人氏钻木取火的神话传说。钻木取火的方法在我国古代沿用很久。从先秦到魏晋,该法是最普遍的取火方法。它一般是用一根较硬的木棒作为钻棒,被钻的木片往往是用软木,钻棒在软木上快速旋转,钻出的木屑很容易燃烧。直到解放前,我国海南岛黎族和云南佤族仍用钻木取火。远古的钻木工具已难得见,但汉晋遗物却有出土,在居延汉代烽燧遗址就发现过钻木用的钻棒和木片如图1所示(木片上的文字是“急”字)。与钻木法一样古老的还有锯法取火,其原理同于钻法,即利用竹木相锯摩擦而产生的热量生火,传说伏羲氏“错木生火”即是此法。《庄子·外物》篇:“木与木相摩则然。”也是指锯法,此法在战国以来也广为流行。解放前,云南佤族和苦聪族人都曾用锯法取火。据调查,佤族人使用的锯法,是以生木相摩,截取当地生长的一种“阿由”树为底木,以铁刀刻一凹槽,深入树心。以一竹片在凹槽中往来摩擦。“另一人双手各持火草一小把闭置于凹槽两端,兼起挟紧底木作