

中国科学技术史

数学卷

科学出版社

卢嘉锡 总主编

中国科学技术史

化学卷

赵匡华 周嘉华 著

科学出版社

1998

内 容 简 介

本书通过对中国古代陶瓷、冶金、炼丹术与医药、盐硝矾加工、酿造、制糖、染色等与化学有密切关系工艺的化学内容,全面勾画出了中国古代化学的基本面貌和发展历史,并对它们的内涵作了深入的揭示和评述。就其起源、发展、具体内容和化学成就,以及反映出的化学思想进行了系统的、严谨的考证和阐释,尤其对化学的原始形式——炼丹术,从其历史发展、思想与理论、术语考释、金丹考辨、设备方法和化学成就等方面做了全面论述,成为目前对这一领域做出全面阐释和评述的唯一专著。本书不仅是研究中国古代科技史的一部重要著作,而且对研究中国古代的哲学、传统文化也有重要参考价值。

本书适合于科技史、哲学与宗教学者、文物与考古工作者、中国传统文化研究者、综合性与师范类化学系教师与研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国科学技术史:化学卷/卢嘉锡总主编;赵匡华,周嘉华著.-北京:科学出版社,1998.8

ISBN 7-03-006159-4

I. 中… II. ①卢… ②赵… ③周… III. ①技术史-中国 ②化学史-中国 IV. N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 15738 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1998 年 8 月第一次印刷 印张:44¼

印数:1—2 000 字数:1 098 000

定价:102.00 元

《中国科学技术史》的组织机构和人员

顾问(以姓氏笔画为序)

王大珩	王佛松	王振铎	王绶琯	白寿彝	孙 枢	孙鸿烈	师昌绪
吴文俊	汪德昭	严东生	杜石然	余志华	张存浩	张含英	武 衡
周光召	柯 俊	胡启恒	胡道静	侯仁之	俞伟超	席泽宗	涂光炽
袁翰青	徐苹芳	徐冠仁	钱三强	钱文藻	钱伟长	钱临照	梁家勉
黄汲清	章 综	曾世英	蒋顺学	路甬祥	谭其骧		

总主编 卢嘉锡

编委会委员(以姓氏笔画为序)

马素卿	王兆春	王渝生	艾素珍	丘光明	刘 钝	华觉明	汪子春
汪前进	宋正海	陈美东	杜石然	杨文衡	杨 焯	李家治	李家明
吴瑰琦	陆敬严	周魁一	周嘉华	金秋鹏	范楚玉	姚平录	柯 俊
赵匡华	赵承泽	姜丽蓉	席龙飞	席泽宗	郭书春	郭湖生	谈德颜
唐锡仁	唐寰澄	梅汝荪	韩 琦	董恺忱	廖育群	潘吉星	薄树人
戴念祖							

常务编委会

主 任 陈美东

委 员(以姓氏笔画为序)

华觉明 杜石然 金秋鹏 赵匡华 唐锡仁 潘吉星 薄树人 戴念祖

编撰办公室

主 任 金秋鹏

副 主 任 周嘉华 杨文衡 廖育群

工作人员(以姓氏笔画为序)

王扬宗 陈 晖 郑俊祥 徐凤先 康小青 曾雄生

总 序

中国有悠久的历史 and 灿烂的文化,是世界文明不可或缺的组成部分,为世界文明做出了重要的贡献,这已是世所公认的事实。

科学技术是人类文明的重要组成部分,是支撑文明大厦的主要基干,是推动文明发展的重要动力,古今中外莫不如此。如果说中国古代文明是一棵根深叶茂的参天大树,中国古代的科学技术便是缀满枝头的奇花异果,为中国古代文明增添斑斓的色彩和浓郁的芳香,又为世界科学技术园地增添了盎然生机。这是自上世纪末、本世纪初以来,中外许多学者用现代科学方法进行认真的研究之后,为我国描绘的一幅真切可信的景象。

中国古代科学技术蕴藏在汗牛充栋的典籍之中,凝聚于物化了的、丰富多彩的文物之中,融化在至今仍具有生命力的诸多科学技术活动之中,需要下一番发掘、整理、研究的功夫,才能揭示它的博大精深的真实面貌。为此,中国学者已经发表了数百种专著和万篇以上的论文,从不同学科领域和审视角度,对中国科学技术史作了大量的、精到的阐述。国外学者亦有佳作问世,其中英国李约瑟(J. Needham)博士穷毕生精力编著的《中国科学技术史》(拟出 7 卷 34 册),日本薮内清教授主编的一套中国科学技术史著作,均为宏篇巨著。关于中国科学技术史的研究,已是硕果累累,成为世界瞩目的研究领域。

中国科学技术史的研究,包涵一系列层面:科学技术的辉煌成就及其弱点;科学家、发明家的聪明才智、优秀品德及其局限性;科学技术的内部结构与体系特征;科学思想、科学方法以及科学技术政策、教育与管理的优劣成败;中外科学技术的接触、交流与融合;中外科学技术的比较;科学技术发生、发展的历史过程;科学技术与社会政治、经济、思想、文化之间的有机联系和相互作用;科学技术发展的规律性以及经验与教训,等等。总之,要回答下列一些问题:中国古代有过什么样的科学技术?其价值、作用与影响如何?又走过怎样的发展道路?在世界科学技术史中占有怎样的地位?为什么会这样,以及给我们什么样的启示?还要论述中国科学技术的来龙去脉,前因后果,展示一幅真实可靠、有血有肉、发人深思的历史画卷。

据我所知,编著一部系统、完整的中国科学技术史的大型著作,从本世纪 50 年代开始,就是中国科学技术史工作者的愿望与努力目标,但由于各种原因,未能如愿,以致在这一方面显然落后于国外同行。不过,中国学者对祖国科学技术史的研究不仅具有极大的热情与兴趣,而且是作为一项事业与无可推卸的社会责任,代代相承地进行着不懈的工作。他们从业余到专业,从少数人发展到数百人,从分散研究到有组织的活动,从个别学科到科学技术的各领域,逐次发展,日臻成熟,在资料积累、研究准备、人才培养和队伍建设等方面,奠定了深厚而又广大的基础。

本世纪 80 年代末,中国科学院自然科学史研究所审时度势,正式提出了由中国学者编著《中国科学技术史》的宏大计划,随即得到众多中国著名科学家的热情支持和大力推动,得到中国科学院领导的高度重视。经过充分的论证和筹划,1991 年这项计划被正式列为中国科学院“八五”计划的重点课题,遂使中国学者的宿愿变为现实,指日可待。作为一名科技工作者,我对此感到由衷的高兴,并能为此尽绵薄之力,感到十分荣幸。

《中国科学技术史》计 30 卷,每卷 60 至 100 万字不等,包括以下三类:

通史类(5)卷:

《通史卷》、《科学思想史卷》、《中外科学技术交流史卷》、《人物卷》、《科学技术教育、机构与管理卷》。

分科专史类(19卷):

《数学卷》、《物理学卷》、《化学卷》、《天文学卷》、《地学卷》、《生物学卷》、《农学卷》、《医学卷》、《水利卷》、《机械卷》、《建筑卷》、《桥梁技术卷》、《矿冶卷》、《纺织卷》、《陶瓷卷》、《造纸与印刷卷》、《交通卷》、《军事技术卷》、《计量科学卷》。

工具书类(6卷):

《科学技术史词典卷》、《科学技术史典籍概要卷》(一)、(二)、《科学技术史图录卷》、《科学技术年表卷》、《科学技术史论著索引卷》。

这是一项全面系统的、结构合理的重大学术工程。各卷分可独立成书,合可成为一个有机的整体。其中有综合概括的整体论述,有分门别类的纵深描写,有可供检索的基本素材,经纬交错,斐然成章。这是一项基础性的文化建设工程,可以弥补中国文化史研究的不足,具有重要的现实意义。

诚如李约瑟博士在1988年所说:“关于中国和中国文化在古代和中世纪科学、技术和医学史上的作用,在过去30年间,经历过一场名副其实的新知识和新理解的爆炸”(中译本李约瑟《中国科学技术史》作者序),而1988年至今的情形更是如此。在20世纪行将结束的时候,对所有这些知识和理解作一次新的归纳、总结与提高,理应是中国科学技术史工作者义不容辞的责任。应该说,我们在启动这项重大学术工程时,是处在很高的起点上,这既是十分有利的基础条件,同时也自然面对更高的社会期望,所以这是一项充满了机遇与挑战的工作。这是中国科学界的一大盛事,有著名科学家组成的顾问团为之出谋献策,有中国科学院自然科学史研究所和全国相关单位的专家通力合作,共襄盛举,同构华章,当不会辜负社会的期望。

中国古代科学技术是祖先留给我们的一份丰厚的科学遗产,它已经表明中国人在研究自然并用于造福人类方面,很早而且在相当长的时间内就已雄居于世界先进民族之林,这当然是值得我们自豪的巨大源泉,而近三百年来,中国科学技术落后于世界科学技术发展的潮流,这也是不可否认的事实,自然是值得我们深省的重大问题。理性地认识这部兴盛与衰落、成功与失败、精华与糟粕共存的中国科学技术发展史,引以为鉴,温故知新,既不陶醉于古代的辉煌,又不沉沦于近代的落伍,克服民族沙文主义和虚无主义,清醒地、满怀热情地弘扬我国优秀的科学技术传统,自觉地和主动地缩短同国际先进科学技术的差距,攀登世界科学技术的高峰,这些就是我们从中国科学技术史全面深入的回顾与反思中引出的正确结论。

许多人曾经预言说,即将来临的21世纪是太平洋的世纪。中国是太平洋区域的一个国家,为迎接未来世纪的挑战,中国人应该也有能力再创辉煌,包括在科学技术领域做出更大的贡献。我们真诚地希望这一预言成真,并为此贡献我们的力量。圆满地完成这部《中国科学技术史》的编著任务,正是我们为之尽心尽力的具体工作。

卢嘉锡

1996年10月20日

目 录

总序	卢嘉锡
第一章 绪论	赵匡华 1
一 中国古代化学史的轮廓	1
二 关于中国古代化学史的研究方法	6
三 中国古代化学史料的检索	11
(一)中国古代经籍史书类	11
(二)中国古代工艺技术著述类	13
(三)中国本草及方剂著录	15
(四)中国古代的某些类书	17
(五)中国古代笔记小说类	19
(六)中国古代的方志	21
(七)中国古代外丹黄白术的丹经与丹诀	22
第二章 中国古代的陶瓷化学及其工艺	周嘉华 23
一 陶器的发明及其历史意义	23
(一)陶器的历史意义	23
(二)关于陶器发明的探讨	24
(三)中国最早的陶器	25
二 新石器时期的陶器和制陶术的主要成就	27
(一)红陶、灰陶与黑陶	27
(二)红、灰、黑陶的制作工艺及其科学内涵	29
(三)彩陶、蛋壳陶的工艺及其科学内涵	39
(四)白陶、印纹硬陶的工艺及其科学内涵	41
三 从原始瓷器到成熟瓷器	43
(一)瓷器的定义及其内涵	44
(二)原始瓷器及其研究	46
(三)成熟青瓷的出现及其发展	52
四 中国传统玻璃的发明和发展	55
(一)铅基玻璃的源流及其工艺的探讨	61
(二)钾基玻璃的源起试探	64
五 建筑陶、低温铅釉陶与紫砂陶	67
(一)早期的建筑陶器	67
(二)秦俑及其彩绘	68
(三)汉代的铅釉陶	69
(四)建筑釉陶的出现和烧造	71
(五)唐三彩陶器的科学内涵	73
(六)紫砂陶及其陶质特色	74
六 “南青北白”的唐代瓷艺	75
(一)青瓷的演进	76
(二)白瓷的出现和发展	78

(三)青瓷的衍生品——黑釉瓷与黄釉瓷	80
七 窑系林立、推陈出新的宋代瓷艺	83
(一)定窑的牙白瓷器	83
(二)磁州窑的铁锈彩绘	85
(三)钧瓷的窑变风采	86
(四)龙泉青瓷的特色	88
(五)景德镇青白瓷崭露头角	91
(六)黑釉瓷和结晶釉	94
八 中国古瓷峰颠的明清瓷艺	96
(一)最具民族特色的青花瓷器	97
(二)争新斗艳的斗彩瓷器和五彩瓷器	100
(三)中外合璧的珐琅彩和粉彩瓷器	104
九 古代陶瓷主要著述评介	105
(一)古代陶瓷著述、文献概况	105
(二)古代主要陶瓷著述简介	106
参考文献	112
第三章 中国古代的冶金化学	赵匡华 114
一 冶铜的源起与青铜的冶炼	115
二 青铜冶炼的鼎盛时期	122
三 青铜“六齐规则”辨析	130
(一)“六齐规则”的总体辨析与科学性的探讨	132
(二)“六齐规则”的分类研讨	136
四 我国冶铁技术的兴起和发展	144
(一)古代铁的分类	145
(二)我国冶铁业的兴起	146
(三)块炼铁的利用	151
(四)生铁的演进与柔化处理	151
(五)生铁的利用	155
(六)炼铁炉与鼓风设备的发展	156
五 中国古代的多种炼钢工艺	165
(一)固体渗碳炼钢技术的发明和发展	166
(二)铸铁脱碳钢技术的发明和发展	168
(三)百炼钢的生产	171
(四)灌钢的发明	173
(五)淬火工艺的发展	175
六 硫铜矿的冶炼及我国首创的“胆水炼铜”	176
(一)硫铜矿的冶炼及其工艺	176
(二)中国首创“胆水炼铜”	179
七 锌黄铜与金属锌的冶炼	183
(一)输石金的历史与炼制工艺	183
(二)倭铅的冶炼	188
(三)我国炼锌史辨析	193
八 中国古代的两种白铜	201

(一)享誉中外的中国古代镍白铜	201
(二)源于炼丹术的“丹阳银”——神白铜	205
九 中国古代的金银冶炼与金银分离术	208
参考文献	219
第四章 中国古代的炼丹术化学(上)	
——中国炼丹术的历史	赵匡华 224
一 从巫术、悟道到寻仙求药	225
(一)巫的出现与医药的尝试	225
(二)悟道求长生与海上寻神仙	228
(三)服食长生的尝试	232
二 丹鼎派炼丹术的出现	234
(一)前汉道教的滋荣	234
(二)道教丹鼎派的肇兴和谶纬之学的产生	235
(三)中国炼丹术最早的一批丹经	239
三 丹鼎派炼丹术的奠基	243
(一)狐刚子《五金粉图诀》、张道陵《太清经天师口诀》与魏伯阳《周易参同契》的问世	243
(二)葛洪和他的《抱朴子内篇》	250
四 陶弘景道教茅山宗的开创	261
五 中国炼丹术的鼎盛时期	263
(一)唐代金丹术活动的肥壤沃土与金丹术狂热	263
(二)唐代炼丹术的盛况	269
(三)唐代丹鼎派的两大旗帜	
——铅汞还丹与金沙大丹	274
(四)唐人对金丹术的反思	279
六 宋代炼丹术的衰退	280
(一)赵宋王朝的崇道与金丹术的困境	280
(二)从《道藏》中的几部丹经看宋代外丹、黄白术	285
七 明代金丹术的回光返照	295
参考文献	303
第五章 中国古代的炼丹术化学(下)	
——中国炼丹术的思想、方法与化学成就	赵匡华 305
一 中国炼丹术中的一些理论思考	306
(一)关于“假求外物以自坚固”的神丹观	307
(二)炼丹术中的燮理阴阳、运用五行	312
(三)关于金石“自然进化论”与炼丹术的“仿天地造化”之功	324
(四)中国炼丹术中的火候及其汉代易说基础	328
二 中国炼丹术所用各类药物名实考辨	337
(一)汞及其化合物	338
(二)铅及其化合物	340
(三)神的化合物	342
(四)铜、铜合金及其化合物	343
(五)铁的化合物	345
(六)铝的化合物	348

(七)钾的化合物	350
(八)钠的化合物	350
(九)钙的化合物	352
(十)石英与硅酸盐	355
(十一)砷砂	358
(十二)炉甘石	358
(十三)硫黄	359
(十四)金和银	360
(十五)锡	360
(十六)卤咸	360
(十七)无名异	360
(十八)动植物	364
三 中国炼丹术中一些玄奥物质的诠释与辨析	368
(一)玄黄	368
(二)黄牙	369
(三)六一泥、神泥、国际神胶与中黄神泥	372
(四)华池	373
(五)“八石”辨析	374
(六)“五石”辨析	375
(七)真铅与真汞	376
(八)龙虎	376
(九)河车及河车法	377
(十)四象	378
(十一)“三黄”与“四黄”	378
(十二)“三白”与“四皓”	378
(十三)赤盐	378
四 中国炼丹术中的“还丹”与“金液”	379
五 中国炼丹术中的设备建造与方法	390
(一)丹房、丹井与符室	390
(二)丹釜	391
(三)合子、神室与混沌	394
(四)柜与柜药	397
(五)鼎与水火鼎	399
(六)丹炉、神灶与丹坛	405
(七)炼丹火候与用火法	409
(八)“伏火”与“死”	411
(九)悬胎煮与窠制	413
(十)沐浴	414
(十一)水飞与水鍊	414
(十二)干汞与关药	415
六 中国炼丹术中的医药化学	416
(一)中国炼丹术中的汞化学	417
(二)中国炼丹术中的铅化学	430

(三)中国炼丹术中的砷化学	436
七 中国古代黄白术中的合金化学	438
(一)中国古代黄白术中的铜砷合金	440
(二)中国古代黄白术中的铜锌合金	442
(三)中国古代黄白术中的汞齐药银	443
(四)中国古代黄白术中的铅锡合金	445
(五)中国古代黄白术中的彩色金	445
(六)关于黄白术中的丹砂金	447
八 中国古代火药的发明与发展	447
(一)中国发明火药的时期	448
(二)火药的发明与炼丹术	453
(三)中国早期的火药火攻武器	456
(四)明初《火龙经》中的火药配伍诀与火药火器	458
(五)明代中、后期火药概况	460
(六)明代火药工艺中对硫黄的提纯	463
(七)中国明代的火药理论	465
参考文献	466
第六章 中国古代盐、硝、矾的化学	赵匡华 471
一 中国古代对食盐的认识及开采技术	471
(一)采掘石盐	473
(二)垦畦汲卤,晒制池盐	474
(三)熬波煮海与淋沙煎卤	478
(四)凿井取卤,煎炼成盐	485
二 中国古代的“消”及其化学工艺	493
(一)古代诸硝的化学成分、性态、赋存状态及其资源状况	493
(二)关于“消”的早期记载及其认识上的混乱情况	498
(三)中国古代炼丹家对硝石的鉴别	500
(四)中国古代硝的提纯	504
三 中国古代的矾化学	506
(一)中国古代矾的种类及其鉴定	506
(二)“矾”和“矾石液”名称的源起	510
(三)中国古代各种矾的制取工艺和人工合成	511
(四)矾在中国古代化学中的地位和作用	514
参考文献	517
第七章 中国古代的酿造化学	周嘉华 520
一 酿酒的起源和曲蘖的发明	520
(一)酿酒起源辨	520
(二)曲蘖的发明	524
二 商周时期的曲蘖和酒	526
(一)早期的蘖和曲	526
(二)酒的生产 and 酒具	527
(三)商周时期的几种酒	529
三 发酵原汁酒(黄酒)与酒曲工艺经验的发展	533

(一)黄酒酒曲技术的发展	534
(二)“接种”、“用酵”和“传醅”经验的取得	541
(三)“红曲”工艺的发明和改进	542
(四)酿酒工艺的发展	545
四 中国蒸馏酒的面市和发展及早期蒸酒器的探讨	553
(一)关于蒸馏酒(白酒)起源的几种观点	554
(二)白酒起源的史料试析	555
(三)蒸馏技术的早期发展	562
五 中国酒史与医药史中的葡萄酒、蜜酒和滋补酒	568
(一)葡萄酒和果酒	568
(二)露酒和蜜酒	572
(三)滋补健身酒和药酒	576
六 中国酿造史中的特产——醋与酱	578
(一)醋的演进	579
(二)酱和酱油的演进	584
七 关于豆腐的源起与豆腐酿制品的发展	589
(一)豆腐的源起	589
(二)豆腐乳制品的发展	590
参考文献	592
第八章 中国古代制糖工艺史	赵匡华 595
一 中国古代的饴糖	595
二 中国蔗糖的早期历史	600
三 唐代印度先进蔗糖技术的引进	604
四 冰糖的出现	607
五 中国古代制糖工艺中脱色技术的演进	610
六 甜菜糖引进的简况	614
参考文献	615
第九章 中国古代染色化学史	赵匡华 617
一 先秦练染工艺的初步形成	617
(一)色染技术的初试	617
(二)春秋战国时期的染色工艺	618
二 秦汉至明清时期染色工艺的大发展	633
(一)染料品种的增加,色谱的扩展	634
(二)中国古代植物染料的加工及色染工艺中的化学	648
(三)中国古代的印染技术	656
三 中国古代的洗涤剂	658
参考文献	669
索引	671
书名索引	671
人名索引	681
后记	691
总跋	692

第一章 绪 论

中国古代先民通过观察、生活体验和生产劳作,逐步接触到各种化学变化(自然发生的及人为的),并慢慢学会利用这种现象,依靠这种力量来创造新事物,改善并丰富了自己的物质生活条件,而且在此过程中也加深了对化学现象的理解,取得了早期的化学知识。在中华民族5000年的文明史中,他们在化学世界中究竟涉猎了哪些领域?通过化学手段取得了哪些物质成果?又在化学概念上(包括古代物质观)做过什么探讨?有过哪些思考和设想?对他们的这些活动我们又应如何加以评价?就构成了中国古代化学史研究诸多方面的课题。而在这项研究中,结合中国社会发展的特色又可采取哪些有效的研究方法,也曾引起化学史学者的很大兴趣和广泛的试探。经过70多年的努力,可以说在这些方面已经基本上取得了共识。

一 中国古代化学史的轮廓

化学是自然科学中的重要基础学科之一。它是一门研究物质的性质、组成、结构、变化的科学。但这个目的是在17世纪以后才逐步明确起来的,而作为一门独立的学科,在18世纪末到19世纪初才奠定了基础,19世纪以后才逐步传入我国。所以在古代,化学并没有成为一个专门的学科,当然更没有现代化学科学研究的模式,人们只是通过观察和生活经验、生产劳作,在与自然界打交道的过程中,先是偶然接触到了一些化学变化,逐渐了解它,掌握了它的一些规律,于是利用它,并在利用它的过程中,又逐步加深了对它的理解,并又进一步更自觉地扩大对它的利用。所以,古代的化学就是人类利用化学变化,运用化学常识来创造物质力量的一种活动,以取得能源、提高生产技能、加工制作化学产品,改善物质生活条件。因此,古代化学往往又称作古代工艺化学或古代实用化学。在那时,对化学变化的利用,其意图、目的大致可分为两个方面:其一是创造新物质或加工改善天然物质,取得对人类生活有某种实用价值的产品,例如陶瓷、钢铁、纸张、各种合金、丹剂等就是自然界原本并不存在,而是人类通过不断总结经验,用化学手段制造出来的;酒、糖、盐、硝、医药、染料、香料、皮革则是人们通过对天然物料进行化学(或物理化学)加工取得的。其二是利用伴随着化学变化而同时发生的某种作用和力量(即释放出的能量),例如燃烧柴薪、煤炭、石油可以获得大量热能,可用来烧煮食物、取暖照明或再用于化学加工;又如火药的爆炸反应可以产生巨大而迅猛的威力,既可用于杀伤敌人,又可用于爆破,从事开矿修路。总之,所谓古代的化学成就,概括地说就是那时的人类在这两个方面利用化学变化所获取的物质成果、所做出的创造发明以及总结到的技术经验和早期的化学知识,当然也包括在此过程中所萌生的化学思想。

在古代时,人们在试图广泛利用化学变化,期望达到某种目的时候,也难免走错了路,出现“此路不通”的情况,例如某些方术之士曾试图利用化学手段修炼出可令人长生不死的丹药,人工制造出黄金白银,而兴起过炼丹术活动。最后当然失败了,目标未能实现,但是这种“误入歧途”也并非就是一事无成、完全徒劳,倒也得到了某些有益的教训和意外的收获,例如长生仙丹

没能合成,但制造出了许多化学药剂,却是一些驱病疗疾的良药,大大丰富了医药宝库,并推动了医药化学的发展;而且还创造发明了一些化学实验的方法和设备,观察到了很多化学变化。特别是他们付出了很大代价后,发明了火药,成为中国的四大发明之一。这项意外的收获及其以后的发展对人类社会的进步起了难以估量的巨大推动作用。至于炼金术,当然用化学方法是不能成功的,但是在古代的这项活动中,却发明了不少合金的炼制技艺,并且对近代化学元素概念的建立则从反面起到了启蒙作用。所以,对古代的化学活动要历史地、实事求是地、辩证地来观察和思考。

在全世界,无论是在哪个古代文明发源地,人类有意识地利用化学变化,都是从火的利用开始的。最初时,人类曾分别从火山爆发和雷电引发的森林火灾当中取得了火种。有了它,使人类在严寒中得到了温暖;在黑暗中有了照明;在茹毛饮血的生活中逐步得到了可口的烧烤食物,提高了营养,减少了疾病的发生;面对野兽的威胁,也有了强有力的防御武器。可见火的利用对原始人类的进步具有深远、重大的意义。但那时人类还只是火的看管者,而不是造火者。后来,他们逐步学会了钻木取火,或者击石取火,才真正成为火的驾驭者。中国各地区,各民族的祖先大约分别在距今150万年到50万年前的时候,或早或晚地开始利用了火。例如西南地区的古元谋人可能在距今170万年前就利用了火,^①又如生活在今陕西省蓝田县的古蓝田人可能在距今80~100万年前也利用了火。^②而在距今约40~50万年前,生活在华北地区旧石器时代的“北京中国猿人”[*Sinanthropus pekinensis*,原意应为“北京中国人”,现已改称为“北京直立人”(Homo erectus pekinensis)]已有了较多的用火经验。在他们曾生活过的今北京市周口店龙骨山的洞穴中,竟有厚度达6米的灰烬层,其中有被烧焦的石头和动物骨头,还有紫荆木炭。虽然目前还无法证明“北京人”已能人工取火,但他们显然学会了保存火种的方法。^③

大约在距今1万年到7000年的时候,我们的祖先在使用火经历了几十万年后,摸索到了烧陶的技术。这种技术在新石器时代后期,即距今6000~3000年的期间里,在广大地区内又有了很大的进步。由原始、低级到高级,逐步发展出了红陶、灰陶、黑陶、彩陶、白陶和硬陶等众多的品种,而且研究出了建造不同形式的陶窑的方法,表明已对运用火候有了相当丰富的经验。这种人工的制品可算是人类用化学手段制造出的第一种自然界不存在的物料。他们烧制出了陶制的贮水器、提水器、贮粮器、煮食器以及砖瓦、水管等等,推动了农业的发展,开始过起了比较安稳的定居生活。

在新石器时代的后期,即相当于夏代,我们的祖先又逐步学会利用谷芽(蘖)来酿造食酒,即开始利用自然界的发酵化学过程。在夏代后期到早商时期,我国先民又逐步摸索到利用陶质坩埚和木炭烧炼孔雀石类的铜矿石,冶炼出了红铜和青铜以及金属铅和锡,步入了使用金属的时代。在殷商和西周早期,青铜时代发展到了鼎盛时期,懂得了用金属铜与铅、锡搭配熔炼青铜合金,并开始探讨其配比与合金性能之间的关系。大约在此同时,酿造工艺又有了重大进步,发

^① 1965年5月,中国地质科学院在云南元谋县上那蚌村附近发现了古元谋人的遗址,据古地磁断代,年代为距今170万年,其中有炭屑和烧焦的骨头,被认为是当时元谋人用火的痕迹。参看《中国大百科全书·考古卷》第632~633页,中国大百科全书出版社,1986年。

^② 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所在1963和1964年分别于蓝田县西北的陈家窝和县东的公王岭发现了古蓝田人的化石及其生活遗址,并发现了用火遗迹——炭屑。地质年代分别在距今65万年和75~100万年。参看《中国大百科全书·考古卷》第265~266页。中国大百科全书出版社,1986年。

^③ 参看《中国大百科全书·考古卷》第37~39页。

明了曲蘖,即用发芽同时发霉的谷物作“引子”来催化蒸熟或碎裂的谷物使之转化出酒。

西周时期,冶铁技术取得了初步成功,而且同时出现了块炼铁和生铁两个金属铁品种,并很快就能根据它们的不同特性,分别找到了它们合理的用途。到战国时期已有一些钢制兵器出现了。也在这段时期,由制陶经验又发展出了原始的瓷器和具有中国古代特色的铅基玻璃(大概是从冶金工艺中得到的启发)。在酿造方面,不仅有了酿酒的完整技术规程,造醋、制酱、做酪等发酵食品工艺也都取得了成功。而用粮食制作饴糖的工艺在这时也问世了。

在汉代,冶铁工艺有了大发展,铁器工具和兵器已几乎完全取代了青铜器。而且也在这个时期,中国古代炼钢技艺也奠定了基础,多种炼钢工艺,如渗碳炼钢、生铁固体脱碳炼钢、炒钢等等工艺纷纷出现。在陶瓷的发展中,又发明了以金属氧化物着色的、以氧化铅为碱基的彩色釉陶,瓷器的质量则已全面达到了“瓷”的标准。这时在医药方面,利用天然矿物为药剂的经验已经有了相当多的积累,已有多种本草著述问世。特别是一些方士开始试图通过升炼矿物药来人工制造长生不死的仙丹,外丹黄白术便正式出现了。这种技艺也正是利用化学反应人工合成无机药物的开始。而随着染织业的发展,染工们这时则开始对某些天然染料进行适当的化学加工和提纯。在这个时期,中国古代的四大发明之一——造纸术也出现了。最初可能是在“漂絮”(漂洗丝绵)的过程中逐步取得了造纸的经验。^①西汉时大概已经有了用丝絮、碎麻纤维压制成型的原始“纸”。到了东汉时,通过切断、化浆、抄造等工序制成的纸在蔡伦的研究、主持下正式大量生产了。^②

两晋和南北朝时期,炼丹术无论在技艺和“理论”上都有了长足的进展,为后世的发展奠定了基础。炼钢技术也有了进一步的发展。特别令人感兴趣的是出现了灌钢(又叫团钢)工艺。酿造化学工艺则已进入成熟时期,分别适用于大江南北的各种制曲工艺都已经取得了完整的经验。

在唐宋时期,社会出现了较长时期的相对稳定,经济的发展和繁荣,以及国内各族间、中国与外域间的商业、文化交流,促进了以上各种与化学有关的工艺,都得到了全面的大发展。各种颜色的建筑釉陶(琉璃)广泛用于宫殿、庙宇的建筑;瑰丽的唐三彩风靡一时,而且至今盛名不衰;各地区各具特色的瓷品百花齐放,那些幽雅瑰丽的瓷器已蜚声中外,竟成为中国古代文明和民族艺术的象征。炼丹术在这时达到了鼎盛时期,很多合成无机药物,如灵砂、铅丹、轻粉、粉霜问世,并进入医药行列;原始火药从丹房进入了军器制作工场,引起了兵器史上的一场革命;一些金黄和银白的合金,如铜、丹阳银、各种铅锡合金被炼制了出来;利用金属铁来置换出石胆、曾青中铜成分的经验,也已经从炼丹术的金属嬗变试验发展成了有相当大规模的水法炼铜工艺,它可以说是世界水法冶金的先声。唐代时还从印度学习来了先进的蔗糖加工的经验,掌握了制作优质糖霜(冰糖)和砂糖的技艺。在这个时期,利用矾类的媒染工艺也有了很大的发展,而且在漂洗工艺中又出现了利用猪胰、豆荚制作的洗涤剂——澡豆。

元明时期,中国瓷品中大量出现了各色的彩釉瓷和彩绘瓷,使制瓷工艺登上了更高的境界。在此时期的冶金工艺中,最杰出的成就当算倭铅(金属锌)的试炼成功以及随后锌黄铜的大量生产。

清代时,欧洲的化学制剂逐步输入我国,一些化学书籍也陆续被翻译成中文。即近代化学

① 参看袁翰青:“造纸在我国的起源和发展”,见《中国化学史论文集》第106页,三联书店,1956年。

② 参看《科技日报》1987年9月9日第1版。

知识开始在我国传播。

在中国古代,熬胶鞣皮、香料提纯、石油和天然气的利用、动植物中药物成分的提取、造墨髹漆、乳酪和豆腐的点制、油脂制烛等等工艺中多少也有一些化学变化和化学加工,这些工艺中的操作则与其他化学工艺中的操作也多有相似而可互相借鉴的地方,所以一些化学史家也往往把这些工艺史放在化学史中来讨论。^①但其化学内容相当有限,那些工匠更很少关心其工艺中的道理,知其然而不究其所以然,因此它们对丰富当时人们的化学知识,提高人们对化学现象的了解,没有起过多大的作用。

中国古代也曾有一些思想家对宇宙、物质、生命现象进行过探讨。他们通过观察、综合分析和思辩,想对物质的组成、本原、发展的动因和规律,找到一点答案,于是发展了不少有关的见解。特别是在春秋战国时期,对这个课题的讨论格外热烈,诸子百家大都有过议论。关于物质的基本组成,多数人似乎主张归结为一个本原,即持一元论的观点,《易经》把这个本原称之为“太极”,谓:“易有太极,是生两仪(天地),两仪生四象,四象生八卦。”李耳的《老子道德经》里则名之为“道”,谓:“道生一,一生二,二生三,三生万物。万物负阴而抱阳,冲气以为和。”《管子·内业》篇,则把这个本原归结为“精气”,东汉时王充则进一步发挥了这种见解,把“五行说”发展为“元气说”,认为自然界万物都是由物质性的精气所构成,谓“天地含气,万物自生。”^②西汉刘安主撰的《淮南子·天文训》则进一步发挥了“道”的观点,把万物本原归结为混沌状态的“太昭”,谓:“天地未形,冯冯翼翼,洞洞漉漉,故曰太昭。道始于虚霫,虚霫生宇宙,宇宙生气。气有涯垠,清阳者薄靡而为天,重浊者凝滞而为地。”^③与刘安同时代的董仲舒(前179—前104?)在其所著《春秋繁露》一书里,则把最基本的物质称为“元”,谓“万物于一而系之元也”,“春秋变一谓之元”,“故元者为万物之本”。^④在这些学说中,除“精气论”外,至于“太极”、“道”、“太昭”、“元”等等的概念都很虚幻飘渺,令人捉摸不定。这些说法在后世也只是少数思想家、宗教学者曾继续再去品味、思考,而对中国传统文化并没产生多大影响,也很少试图用这些观点,对具体事物加以分析说明,对中国古代的科技和各种生产工艺更没产生什么明显的作用。在中国古代的自然观中,对传统文化和科学技术影响巨大、深远的则是阴阳和五行学说。这两个学说最初都是很朴素、很直观的,是以对大自然的观察和生活、生产的实际体验为基础,概括、总结出来的,并没有神秘、玄奥的色彩(第五章对这两个学说的起源、发展和内涵将有系统的论述)。它们大概兴起于殷商、周初的时期。经过春秋战国时期的发展,又融汇了诸子的一些观点,在秦汉之际则发展成为一个庞大的、包罗万象的、囊括宇宙万物与一切事物的哲学思想体系。而且两个学说逐步交融,相辅相成,而构成了我国传统文化、哲学理论中关于物质观的主导思想,影响到了各个学科的发展,甚至渗透到生活的诸多方面。其中,阴阳学说强调宇宙中各种事物的对立统一关系,以阴、阳两种基本属性和力量的此长彼消、此进彼退、两性交媾、相互制约来说明各种事物的发生、发展、变化、更迭、繁衍;五行学说则把木、火、土、金、水五要素的属性分别附会在各种事物上,并以它们邻相生,间相胜的关系来说明各种事物间相生、相胜的关系,以说明事物的发展、更迭与嬗变。在五行学说的发展过程中,固然曾有人试图把金、木、水、火、土五种生

① 参看李乔萃:《中国化学史》上册,台湾商务印书馆,1975年再增订版。

② 见王充著《论衡·谈天论》,上海人民出版社,1974年。

③ 参看陈广忠译注《淮南子译注》第101页,吉林文史出版社,1990年。

④ 见汉·董仲舒《春秋繁露·重政》第33页下,上海古籍出版社影印浙江书局本,1989年。

活所最必需的物质资料抽象为构成各种物质的五种基本要素,来说明万物的基本组成,例如《国语·郑语》便援引了周太史史伯对桓公(周厉王之子,周宣王之弟,名友,宣王封他在郑)论兴衰的一段文字,谓:“夫和实生物,同则不继。以他平他谓之和,故能丰长而物归之;若以同裨同,尽乃弃矣。故先王以土与金木水火杂,以成百物。”^① 就有点像“万物五要素”的味道。但这种思想在以后并没有发展下去,也没有得到发挥和运用,所以也没有形成一种有影响的化学思想。由于阴阳-五行学说在中国古代实用化学中只在炼丹术和医药化学中有过强烈的反映,甚至成为基本的指导思想,因此,我们把它放在与炼丹术化学有关的篇章中去论述,并只讨论它们在该项活动中所起到的指导作用,而没有作为中国化学史的专门一章来介绍。再者,我们也是因为考虑到,若把阴阳-五行学说局限为化学思想来讨论是不恰当的,它的内涵和覆盖面要远远超过这个范畴。

在中国古代的哲学中,讨论物质构造的学说极少。曾引起科学史家们普遍注意的是《墨子·经下》中的一段话:“非半弗斲则不动,说在端。”接下来又有几句简短的说明:“斲必半,毋与非半,不可斲也。”^② 这几句话的意思是说:要分割就得要那物体本身有可分为两半的条件,如果没有分为两半的条件,那就不能分割了。^③ 还有,“端”是无法再截断的。这些话过于简短,难以让人体会墨子的确切想法,所以有人把《墨经》里的“端”解释为相当于今几何学中的“点”;有的人认为,“从化学史的立场看,《墨经》里的‘端’字具有现代原子学说的雏形”。^④ 这些说法是可以让人接受的。不过也只能说是“原子论”的雏形和萌芽,或者说这种议论如果针对物质的内部构造继续探讨下去可能会演进为物质的原子概念。但当时这些见解的深度远不能和古希腊哲学家德谟克利特(Democritus,约公元前460~约前370)的古代原子论相比拟。^⑤ 而且很遗憾,有关这一课题的探讨在春秋战国以后就没有再继续下去。

以上的描述就是中国古代化学的一个粗线条的轮廓,它是中国古代灿烂文明的一个重要组成部分,也是中国传统文化中的一个重要方面,值得敬重,值得颂扬,值得以酣墨重彩加以论述。这些成就使中国古代的实用化学在一个相当长的历史时期(至少在明代以前)走在了世界的前列。但不少化学史学者也注意到,面对中国古代科技发展的历史又会使人感到,从整体上来看“中国古代虽有发明却少进步,只知道创造却没有改良,百般如此,化工也不例外。”^⑥ 这话固然有些绝对化了,有失全面,但这种倾向确实明显存在。于是,这个弱点又常引起科学史学者的深思,去探讨中国古代科技普遍未能发展为近代科学的内在原因,以汲取其中的教训,检讨其中的消极因素及其对后世的影响。当然,中国漫长的封建制度对生产力和生产关系发展、进步的桎梏是造成这一状况的根本原因,但还需要再做一些更具体的分析,把探讨引向深入。对此,几十年来已经有一些学者发表了颇有启发性、很耐人深思的意见。例如李乔莘认为“西人常学、术并重,学愈进则术愈精,中国就只知其术,却不注意到其学,所以很少进步和改良。”^⑦ 有

① 对这段文字的理解可参读薛安勤等注释《国语译注》第668~672页,吉林文史出版社,1991年;张子高:《中国化学史稿(古代之部)》第60页,科学出版社,1964年。

② 见《墨子》第78和84页,上海古籍出版社影印浙江书局本,1989年。

③ 据张子高《中国化学史稿(古代之部)》第64~65页,科学出版社,1964年。

④ 见袁翰青著《中国化学史论文集》第163页。

⑤ 参看赵匡华著《化学通史》第24~25页,高等教育出版社,1990年。

⑥ 参看李乔莘著《中国化学史》上册第4页。

⑦ 参看李乔莘著《中国化学史》上册第4页。