



宁夏大学优秀学术著作丛书

# 化学与人类文明

► 杨天林 / 著 ◀

HUAXUE YU  
RENLEI WENMING



中国社会科学出版社



宁夏大学优秀学术著作丛书

# 化学与人类文明

▶ 杨天林 / 著 ◀

中国社会科学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

化学与人类文明/杨天林著. —北京:中国社会科学出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-5161-0118-6

I. ①化… II. ①杨… III. ①化学史-世界 IV. ①06-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 184741 号

责任编辑 郭晓鸿(guoxiaohong149@163.com)

特约编辑 王冬梅

责任校对 高 婷

封面设计 李尘工作室

技术编辑 戴 宽

---

出版发行 **中国社会科学出版社** 出版人 赵剑英

社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号 邮 编 100720

电 话 010-84024577(编辑) 64058741(宣传) 64070619(网站)

010-64030272(批发) 64046282(团购) 84029450(零售)

网 址 <http://www.csspw.cn>(中文域名:中国社科网)

经 销 新华书店

印 刷 北京市大兴区新魏印刷厂 装 订 廊坊市广阳区广增装订厂

版 次 2011 年 12 月第 1 版 印 次 2011 年 12 月第 1 次印刷

开 本 710×1000 1/16

印 张 18.75

字 数 300 千字

定 价 42.00 元

---

凡购买中国社会科学出版社图书,如有质量问题请与本社发行部联系调换

版权所有 侵权必究

# 序 言

几百万年以前，人类过着极其原始和简单的生活，他们以狩猎和采集为生，吃的是生肉和野果，住的是洞穴或地窝子，那时的人类甚至没有意识到自己与自然界其他动物的不同之处。

根据考古学家的考证，至少在距今 50 万年以前，可以找到人类持续用火的证据，在北京猿人生活过的地方，发现了经火烧过的动物骨骼化石。有了火，原始人从此就告别了茹毛饮血的生活。吃烤熟的食物有利于增进人类的健康和智力，火的使用本身就是人类生存能力提高的一个重要标志。北京周口店也因此闻名全世界。后来，人们又学会了摩擦生火和钻木取火，这样的技术使火成为可以随身携带的东西。人类学会了驾驭火，意味着化学的序幕正在拉开。

从远古时代开始，人类便通过使用火、制造陶器、冶炼金属和提取染料等一系列实践活动，远离了原始单调的生活方式，逐步进入到了文明社会。在这个进程中，化学活动始终伴随着人类前进的步伐。

可以说，自始至终，化学都与人类的生产实践活动密切相关。钻木取火、

用火烧煮食物、烧制陶器、冶炼青铜器和铁器，都是化学技术的应用。正是这些应用，极大地促进了当时社会生产力的发展，成为人类文明进步的重要标志。

在人类文明的历程中，化学的起源和发展来源于人类生活和生存的需要。在从最初的制陶、金属冶炼、本草药物、金丹术到纸的发明、火药的应用及几乎一切手工业作坊的建立中，都可以体现化学的起源和发展与人类最基本的生产活动的密切关系。

大约 5000—10000 年前，我们的祖先已会制作陶器，3000 多年前的商朝已有了高度精美的青铜器，造纸和火药同样是化学史上的伟大发明。在中国，纸发明以前，人们常用竹木简或帛做书写材料，书写之不便可想而知。据说汉武帝时期，东方朔的一个奏本就用了 3000 片竹简，派了两个人抬到宫里，而丝帛的价格又太昂贵，非一般人所能用得起。从中可见纸对人类文明的重要性了。

2

当封建社会发展到一定阶段，生产力有了较大提高的时候，统治阶级对物质享受的要求随之提高，在那个时代，皇帝和贵族是追逐时尚和奢侈的主体。他们的欲望不外表现在两个方面：首先是希望拥有更多的财富，那是他们享乐的物质基础；其次，当他们拥有了巨大的财富以后，就希望永远地享用下去，对长生不老的追求似乎也是个自然而然的事。

公元前 221 年，秦始皇消灭六国，这意味着他从此拥有了天下，财富对他来说不再是个问题，唯一困扰他老人家的就是如何能够长生不老。因此，寻求长生不老药就成为当时社会所面临的最紧迫的问题（其实是统治者所面临的最紧迫的问题），这样的大事毫无疑问要列入皇帝的议事日程中。这才有了徐福的故事和对神仙幻境的向往。秦朝皇宫里就有一大帮方士（炼丹家）日日夜夜为统治者炼制丹砂，即所谓的长生不老药。

欧洲大陆和阿拉伯世界的炼金术士也在丹炉旁孜孜不倦地工作着，他们的目的也很明确，那就是“点石成金”，即用人工方法制造黄金。他们认为，可以通过某种手段把铜、铅、锡、铁等常见金属转变为金、银等贵金属。希腊的炼金术士就把铜、铅、锡、铁熔化成一种合金，然后把它放入多硫化钙溶液中浸泡。于是，在合金表面便形成了一层硫化锡，它的颜色酷似黄金。今天，我们也把金黄色的硫化锡叫金粉，它可用作古建筑的金色涂料。而当时的炼金术士误以为“黄金”已经炼成了。

实际上，颜色的变化仅仅是一种表象，并不意味着黄金真的就可以这样炼成。“点石成金”从来都是一个古老而充满魅力的神话。虽然如此，他们长年辛勤的劳作并非都付诸东流。那些不畏艰辛、长年累月置身在被毒气和烟尘笼罩的简陋的丹炉旁工作的人就是早期的化学家，他们成天专心致志地探索着的，其实是化学科学的奥秘，那些不利于身心健康的工作场所就是最早的化学实验室了。

他们为化学学科的创立积累了丰富的素材，也提供了许多成功的经验和失败的教训，总结出了一些化学反应的规律。在那个过程中，他们发明了蒸馏器、熔化炉、加热锅、烧杯及过滤装置等。他们还根据当时社会的需要，制造出很多治病的药、有用的合金或别的东西。他们把实验方法和实验结果整理成文，就成为流传后世的著作。那时候，他们创造了许多技术名词。正是这些理论、实验方法、仪器以及著作，奠定了化学作为一门科学的基础。按今天的标准看，他们的行为是有些荒谬，但在历史的层面上，他们是早期开拓化学科学的前驱。

在序言中，简要回顾一下历史是有必要的。在对化学历程的追溯中，我们发现，从古至今，伴随着人类社会的发展和文明的进步，化学也经历了几个重要的发展阶段：

1) 萌芽时期。远古时代,人类社会有制陶、冶金、酿酒、染色等工艺,这些工艺主要是在实践经验的直接启发下经过漫长时间摸索出来的,化学知识还没有形成。但化学从那时就开始萌芽了,这是化学的萌芽时期。

2) 金丹术和医药化学时期。在两千多年的时间里,炼丹术士和炼金术士们,在皇宫、在教堂、在自己的家里、在深山老林的烟熏火燎中,为求得长生不老的仙丹,为求得荣华富贵的黄金,开始了最早的化学实验。记载、总结炼丹术和炼金术的书籍,在中国、阿拉伯、埃及、希腊以及后来的欧洲大陆都有很多。这一时期积累了许多化学知识,人们也知道了许多物质间的化学变化,为化学的进一步发展准备了丰富的素材。在化学发展史上,这是非常重要的时期。

历史上,炼丹术和炼金术几经盛衰,也越来越多地暴露了它们荒诞的一面。因此,到了后期,化学方法转而在医药和冶金方面得到了正当发挥。在欧洲文艺复兴时期,出版了一些有关化学的书籍,第一次有了“化学”这个名词。英语的单词 chemistry 起源于 alchemy,后者意为炼金术,可见化学与炼金术之间的渊源有多么深了。chemist 至今还保留着两个相关的含义:化学家和药剂师。语言文字上的这种衍生关系可说是化学脱胎于炼金术和制药业的文化遗迹了。

3) 从 1650—1775 年的一百多年间,随着冶金工业和实验室经验的积累,人们总结了大量的感性知识,认为可燃物能够燃烧是因为它含有“燃素”,燃烧的过程是可燃物中“燃素”放出的过程,可燃物放出“燃素”后成为灰烬。这种观点能解释当时的很多事实,在当时的化学界,“燃素说”盛行一时,这是这一时期化学的特点。

4) 1775 年前后,拉瓦锡用定量化学实验阐述了燃烧的氧化学说,推翻了“燃素说”,开创了定量化学时期。这一时期建立了不少化学基本定律,提出了原子学说,发现了元素周期律,发展了有机结构理论。所有这一切都为现代化学的发展奠定了坚实的基础。这就是我们常说的近代化学时期。

5) 20 世纪初,量子论的发展使化学和物理学之间找到了更多的共同语

言，这一理论解决了许多悬而未决的化学结构问题。另一方面，化学又向生命科学渗透，解决了蛋白质、酶等生命物质的结构问题。此时，化学和其他科学的相互渗透和交叉更加突出，这一切工作开创了现代化学时期。

在16、17世纪，中国算得上是世界上最先进的国家。1856年，英国传教士韦廉臣在《格物探原》一书中提到了化学，这是“化学”首次在中国出现并开始使用。该书以清晰明快的笔调概括地介绍了近代化学产生和发展的历程，分析了化学基本概念和理论产生的历史背景及其对化学发展的重大意义，揭示了化学发展的内在规律和人类的思维方式，还涉及了化学家的治学态度、思维艺术和研究方法，是一本很有价值和启蒙意义的著作。在近代化学发展史上，以波义耳为代表的一些化学家提出了元素概念。波义耳的元素概念虽然与今天的元素概念还有差距，但在当时却是最先进的。他认为，不应该单纯把化学看作一种制造金属、药物等物质的经验性技艺，而应把它看成一门科学。因此，以波义耳为代表的那些人就是最先把化学确立为科学的人。我们在追溯化学发展史的时候，不应该忘记了他们。这样的人还有近代原子学说的创立者道尔顿和分子学说的创立者阿佛加德罗。从那以后，化学就由宏观领域进入到了微观领域，人类对化学的研究也就进入到了原子和分子的层次上。

19世纪末，物理学上出现的三大发现（即X射线、放射性和电子）打开了原子和原子核内部结构的大门，揭露了微观世界更深层次的奥秘。等到热力学理论引入化学以后，利用化学平衡和反应速率的概念，就可以判断化学反应的方向和限度，并将平衡态和非平衡态进行关联，物理化学的创立把理论化学提高到了一个新的水平。基于量子力学建立的化学键理论着重于分子中原子间结合方式的研究，这一理论使人类进一步了解了分子结构与物质性能的关系，极大地促进了化学与生命科学和材料科学的发展。



在人类文明的历史进程中，化学领域的每一项成就，都是那一群人集体智慧的结晶，都是他们执著奉献的结果。几千年来，他们或许会淡出我们的视野，但他们所创造的业绩却不会被湮没。他们是创造历史的真正的无名英雄。笔者在书中提到的只是他们当中的杰出代表，更多的英雄只存在于我们的想象中，甚至还在我们的想象之外。因此，让笔者在这里以崇敬的心情向他们无私的奉献和默默的创造表示心中最真诚的敬意。因为他们在创造之路上勤奋好学、不畏艰险，因为他们百折不回、勇于实践，还因为他们在不断的否定中所表现出来的那种创新的精神。这正应了哲学家马克思的那句话：“只有那些在崎岖的道路上不畏艰险、勇于攀登的人，才有可能到达科学的顶峰。”他们的事迹带给我们的，不仅是一种知识的进化和思维的启发，还有一种力量的支撑、精神的鞭策和创造的信念。

今天，化学作为一门基础学科和中心学科，在科学技术、工农业生产和社会生活的各方面都发挥着非常重要的作用。

随着人类文明的进步和科学技术的提高，随着国家教育发展战略目标的确立，我们的社会需要更多具有创新精神与实践能力的高素质人才，而加强大学生文化素质教育正是在这一背景下提出来的，也是其中重要的一环。多年来的文化素质教育工作实践证明，要使文化素质教育工作取得实效，最主要的是必须把文化素质教育贯穿在教学的全过程，融会在教学的各环节。

《化学与人类文明》以人类进化的宏大空间为背景，以化学发展的典型事件为主线，展现了人类从茹毛饮血的原始社会到近代文明社会化学的发展历程。书中主要论述了化学在人类社会发展及生产、生活中的重要作用，也涉及化学科学近期的部分成果，旨在强调对人类文明发展的推动作用。

很多年来，笔者对历史有一种特殊的兴趣，化学是笔者所学的专业和从事的工作，笔者对历史的爱好必然要扩展到化学领域。写一本化学与人类文明发

展关系的书是笔者多年来的愿望。在本书的写作中，笔者尽可能地贯穿了一种历史观和辩证自然观，也尽可能地体现出科学史料的准确性。同时，文字的通俗简约也是笔者追求的方向。希望这些努力能够得到回报，也希望富有见解的读者提出宝贵意见。

## 目 录

序言 .....	(1)
第一章 感官或经验：古代世界的物质观 .....	(1)
一 古代中国的情况 .....	(2)
二 古代印度的情况 .....	(5)
三 古代希腊罗马的情况 .....	(6)
第二章 陶器时代 .....	(12)
一 岁月留痕 .....	(12)
二 烧成记忆 .....	(13)
三 陶器装饰 .....	(15)
四 积累经验 .....	(17)
五 釉的发明 .....	(18)
六 从陶到瓷 .....	(19)
七 世界其他地方的陶器生产和使用情况 .....	(19)
第三章 瓷器的历程 .....	(22)
一 烧成陶瓷 .....	(22)

(137) 《...》 ..... (137)

(138) 《...》 ..... (138)

(139) 《...》 ..... (139)

(140) 《...》 ..... (140)

(141) 《...》 ..... (141)

# 目 录

第08章 15—16世纪的欧洲化学 ..... (8)

(9) ..... (9)

(10) ..... (10)

(11) ..... (11)

序言 ..... (1)

第一章 感觉或经验:古代世界的物质观 ..... (1)

(2) 一 古代中国的情况 ..... (2)

(3) 二 古代印度的情况 ..... (5)

第二章 古代希腊罗马的情况 ..... (6)

一 近代化学的诞生 ..... (12)

第二章 陶器时代 ..... (12)

(13) 一 岁月留痕 ..... (12)

(14) 二 朦胧记忆 ..... (13)

(15) 三 陶轮旋转 ..... (15)

(16) 四 积累经验 ..... (17)

第三章 釉的发明 ..... (18)

一 从陶到瓷 ..... (19)

(20) 七 世界其他地方的陶器生产和使用情况 ..... (19)

(21) ..... (21)

第三章 瓷器的历程 ..... (22)

(23) 一 追根溯源 ..... (22)

二	奠定基础 .....	(23)
三	炉火纯青 .....	(24)
四	青花瓷韵 .....	(25)
五	推陈出新 .....	(27)
六	传向四方 .....	(28)
<b>第四章</b>	<b>古代社会的炼丹术和炼金术 .....</b>	<b>(29)</b>
一	炼丹术在中国 .....	(29)
二	炼金术在阿拉伯 .....	(37)
三	炼金术在欧洲 .....	(43)
<b>第五章</b>	<b>古代社会的冶金技术 .....</b>	<b>(48)</b>
一	铜的冶铸 .....	(48)
二	铁和钢的冶铸 .....	(62)
三	其他金属的冶铸 .....	(72)
<b>第六章</b>	<b>古代社会的实用技术和工艺 .....</b>	<b>(76)</b>
一	酿酒 .....	(76)
二	染色 .....	(78)
三	油漆 .....	(80)
四	造纸 .....	(81)
五	火药 .....	(86)
<b>第七章</b>	<b>从中国古代科技著作看化学的发展 .....</b>	<b>(92)</b>
一	秦汉之际 .....	(92)
二	《本草经》 .....	(94)
三	《齐民要术》 .....	(96)

四 《新修本草》和《证类本草》	(97)
五 《梦溪笔谈》	(98)
六 《本草纲目》	(99)
附录一 人类文明进程中最重要的化学发现和创造	(100)
七 《天工开物》	(103)
附录二 诺贝尔化学奖获得者	(104)
八 《物理小识》	(105)
附录三 其他一些必要的注释与说明	(106)
主要参考书目	(278)
<b>第八章 15—16 世纪的欧洲化学</b>	(107)
一 曙光初照	(107)
二 挑战传统	(109)
三 帕拉塞尔苏斯其人其事	(110)
四 赫尔蒙特和他的柳树实验	(116)
五 阿格里柯拉	(117)
六 勇于实践	(119)
<b>第九章 化学的里程碑时期</b>	(122)
一 近代化学的诞生	(122)
二 燃素说的形成	(124)
三 空气的组成和氧气的发现	(126)
四 时代的丰碑	(132)
五 近代原子论的形成	(137)
<b>第十章 现象背后的世界</b>	(139)
一 火的重要性	(139)
二 黄金的梦想	(143)
三 炼金术的启示	(149)
四 原子的概念	(150)

<b>第十一章 隐藏的结构</b> .....	(152)
(152) 一 电子的发现.....	(152)
(155) 二 卢瑟福的原子模型.....	(155)
(159) 三 电磁辐射和量子思想.....	(159)
(161) 四 原子光谱.....	(161)
五 经典物理学面临的窘境.....	(163)
(164) 六 玻尔的贡献.....	(164)
(170) 七 描述现代原子结构的量子物理学基础.....	(170)
(175) 八 原子的结构层次.....	(175)
(176) 九 原子给予我们的启示.....	(176)
(177) 十 门捷列夫的工作.....	(177)
(179) 十一 元素的概念及其演化.....	(179)
(184) 十二 熵及其意义.....	(184)
二十三 自然的进化.....	(186)
(187) 十四 结语.....	(187)
(188) .....	
<b>第十二章 物质作用的边界</b> .....	(188)
(188) 一 原子核外的电子壳层.....	(188)
(190) 二 化学键.....	(190)
(192) 三 化学反应的本质.....	(192)
四 分子间的弱相互作用力.....	(195)
(199) 五 有机物的界限.....	(199)
(201) 六 杂化概念、谐振思想与结构状态.....	(201)
(202) .....	
<b>第十三章 从自然观到方法论</b> .....	(206)
(206) 一 物质组成.....	(206)
二 物质结构.....	(210)

三 反应的无序与有序·····	(214)
附录一 人类文明历程中最重要的化学发现和创造·····	(227)
附录二 诺贝尔化学奖获得者·····	(245)
附录三 其他一些必要的注释与说明·····	(256)
主要参考书目·····	(278)

## 第一章 感觉或经验：古代世界的物质观

两千多年前，虽然自然科学知识还没有形成像近代那样的理论体系，但古人的思想中已有科学精神的萌芽。事实上，在那个时代，关于自然现象和世界本源问题的讨论十分活跃，在所有这些讨论中，关于物质观的问题最多。在宇宙世界，有宇宙起源和天体的结构；在宏观世界，有自然界的构成和本性，物质的组成和变化规律；在微观世界，有不可分的最小原子，等等。

笔者认为，物质观既与物理学有关，又与化学有关，但更是一个哲学概念。因此，探讨古代世界的物质观，一定要把它与当时哲学思想的发展状况联系起来。大体来说，对世界的认识因人而异，因人而异所处的环境而异，因人而异所拥有的知识而异，甚至还会因一个人的宗教信仰而异。流派的形成主要取决于感觉——经验，而这些东西有时候是靠不住的。

在古代中国，有人以为构成世界万物的是金、木、水、火、土，即所谓的“五行学说”。还有人提出，万物由“气”构成。在古代埃及，曾有人以为，构成世界的基本物质只有一种，那就是水；在古代印度，有的哲学家主张，世界上的一切都是由地、水、火、风四种物质构成，这四大概是四种最初的基本元素吧。在古希腊，也曾提出了几种观点：“水”是万物之源，“气”是万物之源，“火”是万物之源；还有一种是水、火、土、气四元素说。

总之，在古代各民族的早期观念里，这些关于自然界组成的描述是不一

## 第一章 感觉或经验:古代世界的物质观

两千多年前,虽然自然科学知识还没有形成像近代那样的理论体系,但古人的思想中已有科学精神的萌芽。事实上,在那个时代,关于自然现象和世界本源问题的讨论十分活跃,在所有这些讨论中,关于物质观的问题最多:在宇观世界,有宇宙的起源和天体的结构;在宏观世界,有自然界的构成和本性、物质的组成和变化规律,在微观世界,有不可分的最小原子,等等。

笔者的理解是,物质观既与物理学有关,又与化学有关,但更是一个哲学观念。因此,探讨古代世界的物质观,一定要把它与当时哲学思想的发展状况联系起来。大体来说,对世界的认识因人而异,因人所处的环境而异,因人所拥有的知识而异,甚至还会因一个人的宗教信仰而异。流派的形成主要取决于感觉和经验,而这些东西有时候是靠不住的。

在古代中国,有人认为构成世界万物的是金、木、水、火、土,即所谓的“五行学说”。还有人提出,万物由“气”构成。在古代埃及,曾有人认为,构成世界的基本物质只有一种,那就是水。在古代印度,有的哲学家主张,世界上的一切都是由地、水、火、风四种始基构成,始基大概是四种最初的基本元素吧。在古希腊,也曾提出了几种观点:“水”是万物之源;“气”是万物之源;“火”是万物之源;还有一种是水、火、土、气四元素说。

总之,在古代各民族的早期观念里,这些关于自然界组成的提法虽不一



样，但都支持了从世界本身说明世界的问题，朴素的哲学观正在形成。

古代的思想家单凭直观的觉察和推理所建立的物质观，当然不能与现代以精确的实验为基础的科学理论相提并论。但是，在当时，对于自然科学的萌芽、科学精神的起源和哲学的发展，其意义都是划时代的。

## 一 古代中国的情况

在中国，“五行学说”源远流长。早在公元前 2000 年左右，即大约在夏代时期，由于社会生产力的发展，原始公社制度正在瓦解，逐步向奴隶社会过渡。随着社会的进步，农业、畜牧业、制陶、编织等手工业都有了显著的发展，金属冶铸也开始出现。

与这种社会生产发展的需要相适应，也出现了天文、数学、医学等知识的萌芽。同时，人们总结了自己在生产实践和生活中积累起来的大量的感性知识，对金、木、火、水、土等物质形态的重要性及其相互关系有了更多的认识。随着认识的深化，大约至商周之际，即奴隶社会的全盛时期，形成了最早的朴素唯物主义自然观，产生了“五行说”的雏形。

关于这一点，在《尚书·大传》里就有记载：“武王伐纣，至于商郊。停止宿夜，士卒皆欢乐以达旦。前歌后舞，假于上下。咸曰：孜孜无怠，水火者，百姓之所饮食也；金木者，百姓之所兴生也；土者，万物之所资生，是为人用。”

“五行学说”最早的完整论述见于战国时代的作品。《鲁语》中说：“地之五行，所以生殖也。”意思是人们的生活不是由王公大人所给予的，而是由构成宇宙的五种物质元素所繁殖的。战国末年的《尚书·洪范》更是给出了五行的确切概念，书中说：“……五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。”《左传》里有“天生五材，民之并用之，废一不可”之说，有人认为，其中所谓五材，就是“金、木、水、火、土”。

春秋时，一个叫史伯的人在《国语》中的《郑语》里说：“夫和实生物，