

升 煉 水 銀

# 中国化学史稿

## 空 鐵 三 古 代 之 部

张子高 编著

濟 固

此 頭  
入 水

.042

85

科 学 出 版 社



# 中国化学史稿

(古代之部)

張子高編著

科学出版社

1964

## 內 容 簡 介

本书概括地叙述了我国鸦片战争以前这一时期中化学工艺和理論上各方面的发展和成就。在化学发展过程中編者尤其注意联系了各个阶段的社会經济結構，并提供了辯証唯物主义和历史唯物主义的自然科学史研究方法。本书可供中等以上学校师生、中国自然科学史工作者以及关心中国化学史的广大讀者閱讀参考。

## 中国化学史稿

张子高 編 著

\*

科学出版社出版

北京朝阳門内大街 117 号

北京市书刊出版业营业许可证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

\*

1964 年 12 月 第 一 版 开本：787×1092 1/18

1964 年 12 月 第一次印刷 印张：11 1/9

精装：0001—3,100 插页：20

平装：0001—3,200 字数：232,000

统一书号：11031·57

本社书号：3065·11

定价：「科六」精装本 3.10 元  
平装本 2.40 元

## 編 写 說 明

中国化学史的編写,是1959年初在中国科学院自然科学史研究室倡导下开始进行的。当时并邀請了南开大学王祖陶(参与全书指导思想的討論)、江苏第一医学院曹元宇(起草炼丹术部分,本书采用了其封建社会后期的一节)、北京师范大学俞崇智(起草“本草学的发展”一节)諸同志参与部分工作。初稿于1959年年底完成,以油印本形式分发京内外专家,同时并举行了几次座談会,各专家提出了許多的宝贵意見。在这一基础上进行了局部的修改,于1961年以鉛印本形式印出了古代之部(初稿),然仍仅作提意見、供討論之用。之后,对此又作了較全面的調整和补充,現在把它出版,以就正于广大讀者。

在整个編写过程中,我們首先解决了我国化学史分期这一原則性問題。按照我国社会发展的历史,分为原始社会、奴隶社会、封建社会、半封建半殖民地社会、社会主义社会五个时期。这样分期是以我国社会发展整个历史的具体情况为出发点,来探索有关化学的某些重要項目在我国发展的过程。这样做,才能从它本身及其与社会各方面的联系,发现事物的本质及其发展的規律;才有可能对我国化学史領域中存在已久的某些关键性問題,找出一个明显的綫索和符合客观实际的答案。通过本书編写和修訂的实践,自始至今,对这个分期原則,越来越明确,越来越肯定。

其次是体裁問題。作为一門科学技术的专史來說,它可以有两种体裁:一是紀事本末体,一是分代編年体。本书所采取的,可說是两者兼而有之,即以时期为經,而以事項为緯。古代之部包括前三个时期。那时之末,作为一門独立的自然科学的近代化学在我国还未出現,化学及其工艺是交織在一起的。不宜强为分別何者属之科学史(化学史),何者属之技术史(化学工艺史)。但是,在这三个时期中,每个时期各有其在生产发展上的化学特征:原始社会以陶器,奴隶社会以青銅器,封建社会以鉄器。三者之間虽有区别,又有不可分割的联系。如在原始社会末期就有小型的紅銅器出現,在奴隶社会晚期也有少数的鉄器出現。就主流方面說是这样,其它与主流相关联的另些方面,也择要地加以闡述,但只好是择要的。如酿酒只在原始社会和奴隶社会里談到;染色只在奴隶社会里談到。主要理由是,在我国两千多年封建社会时期中所取得有关化学的輝煌成就,如造纸术、瓷器、火药等,尤其是炼丹术,需要更多的篇幅来加以适当的处理。遺憾的是,在修改的阶段中有些項目,例如炼丹术所用的仪器设备的有关材料,本拟加入,現在也还未及整理收录进去。

总之,我們的理論和业务修养水平,与工作所要求的水平,差距很大。因此,謬誤之点必然会随处出現。希望讀者多予批評,俾得作进一步的修訂。

最后,在整个編写和修訂过程中,清华大学化学教研組楊根同志进行了許多协助工作,理合声明。

張子高

1963年7月于清华園

# 中国化学史稿(古代之部)目录

編写說明 .....	vii
第一章 原始社会时期.....	1
第一节 火的利用.....	1
第二节 陶器的出現和发展.....	4
一、仰韶文化的陶器.....	5
二、龙山文化的陶器.....	7
第三节 紅銅器的出現.....	9
第四节 酿酒.....	10
第五节 小結.....	12
第二章 奴隶社会时期.....	13
第一节 陶器.....	13
一、关于窑的結構方面的发展.....	13
二、关于陶器质量的提高.....	14
第二节 青銅器.....	16
一、对金属的一般認識.....	17
二、冶炼.....	17
三、鑄造.....	19
四、配制合金.....	21
第三节 酿酒.....	26
第四节 染色.....	27
第五节 小結.....	29
第三章 封建社会前期(战国——南北朝).....	31
第一节 鉄器的广泛使用和炼鉄技术的发展.....	32
一、古代鉄器的出土情况及古籍中有关冶鉄技术的記載.....	32
二、古代鉄器的科学考察.....	35
三、封建社会前期冶鉄技术的几項成就.....	39
第二节 青銅器的演变.....	42
一、货币.....	42

二、銅鏡的發展 .....	48
三、六齊規則的意義 .....	54
第三節 鋁銅合金的出現 .....	57
第四節 物質變化的理論和物質構成的概念 .....	59
一、陰陽五行學說的產生及其意義 .....	59
二、構成物質的顆粒性概念 .....	64
第五節 煉丹術的產生與發展 .....	65
一、概述 .....	65
二、煉丹術對化學的貢獻 .....	70
三、煉丹術的思想基礎和物質基礎 .....	75
四、煉金術與煉丹術的關係 .....	79
五、煉丹術與醫學的關係 .....	84
第六節 由陶器到瓷器的過渡 .....	86
一、兩漢制陶的發展和成就 .....	86
二、魏晉的青瓷，由陶向瓷的過渡 .....	88
第七節 造紙術的發明與革新 .....	89
一、西漢用紙的情況及造紙方法 .....	89
二、蔡倫在造紙術上的偉大貢獻 .....	91
三、兩晉南北朝造紙技術的發展 .....	92
第四章 封建社會後期（隋唐至鴉片戰爭）.....	96
第一節 鋼鐵冶煉技術的進一步發展 .....	96
一、煉鐵遺址和煉鐵技術 .....	97
二、煉鋼技術的發展 .....	101
三、金屬加工工藝 .....	103
第二節 胆銅法、金屬鋅及有色合金的冶煉 .....	105
一、胆水浸銅法 .....	105
二、黃銅及金屬鋅 .....	108
三、鎳銅合金的白銅 .....	112
第三節 煉丹術進一步的發展 .....	115
第四節 本草學的發展——從《唐本草》到《本草綱目》 .....	119
第五節 火藥的發明和應用 .....	125
第六節 瓷器的发展及其高度成就 .....	130
一、隋唐真正瓷器的出現及青瓷 .....	130

二、宋元烧瓷技术的发展和成熟 .....	132
三、明代烧瓷技术的进一步提高 .....	134
四、烧瓷技术达到高峰时期的清代 .....	135
第七节 造纸术进一步的发展 .....	137
一、隋唐时藤纸和麻纸的广泛应用 .....	137
二、两宋造藤纸和竹纸的技术 .....	140
三、明清的造纸术及宣纸 .....	144
第八节 食盐的采集和煎制 .....	148
一、海盐的煎制技术 .....	148
二、盐井的开凿及井盐的制取 .....	149
第九节 中国古代化学的成就对西方文化的作用和影响 .....	155
一、东西交通的历史情况 .....	155
二、瓷器 .....	159
三、造纸 .....	161
四、火药与火器 .....	164
五、炼丹术 .....	168

## 附 录

一、唐宋至明清之交哲学中唯物与唯心的斗争及其与化学的联系 .....	172
二、鸦片战争以前西方化学传入中国的情况 .....	183

## 铜版图目录

壹	原始社会的陶器
貳	原始社会的窑址
叁	仰韶文化彩陶罐
肆	奴隶社会的陶窑
伍	奴隶社会的陶器
陆	商代司母戊大鼎
柒	商代龙虎尊
捌	西周驹尊
玖	商代之陶范



- 拾 战国鉄范
- 拾壹 鉄器的金相显微組織
- 拾貳 布币
- 拾叁 刀币
- 拾肆 餅金、蚁鼻錢及圓币
- 拾伍 王莽时期的貨币
- 拾陆 晋代金属带飾
- 拾柒 上：晋代金属带飾； 下：鋁銅合金带飾的光譜照片。
- 拾捌 东汉陶楼
- 拾玖 上：东汉陶船； 下：三国吳青瓷羊。
- 貳拾 河北滄州后周鉄獅子
- 貳拾壹 太原晋祠宋代鉄人
- 貳拾貳 唐越窑壺
- 貳拾叁 宋鈞窑洗
- 貳拾肆 上：宣德青花大盘 下：清初仿宣德青花大盘
- 貳拾伍 清雍正珐瑯彩松竹梅紋瓶
- 貳拾陆 上：唐調露二年(680年)麻类紙； 下：唐开元十六年(728年)麻类紙。
- 貳拾柒 上：唐天宝十二載(753年)麻类紙； 下：唐构树皮紙。
- 貳拾捌 汉代盐場画像砖
- 貳拾玖 陈椿《熬波图》中鑄盘图
- 叁拾 上：肯尼亚出土的我国十五世紀青花瓷器； 下：清代景德镇制五彩双鷹瓷药罐。
- 叁拾壹 上：元至順三年(1332年)的銅火銃； 下：十四世紀英人設計的火器图。

# 第一章 原始社会时期

原始社会时期,在人类发生和发展的历史过程中,占着一个漫长的岁月。如果从中国猿人生存的时间算起,到人类历史出现第一个有阶级的社会——奴隶社会为止,大约经过了五十万年。在这一段漫长的历史年岁里,包括化学在内的自然科学的种子,便随着人类与自然作斗争的前进过程而逐渐地孕育出来。

地球上的化学变化在人类发生以前,一直在不断地进行着。从人类出现以来,包括于大自然的现象中的化学现象,仍然不断地进行着而刺激着人类的感官。显而易见的有如植物的萌芽、成长、开花、结果,以至枯槁的现象,有如动物由生育、长大、成熟转而衰老、死亡的现象;缓慢而不易觉察的有如潮湿空气对于各种物质腐蚀的现象;骤然巨变、惊心动魄的有如火山爆发、森林失火的现象。这些类型的变化,一次又一次地,一代传一代地,深刻印入人类的脑海。

人类在其与自然作斗争中,在其本身的解放中,对于火的初步认识、利用、控制、保持以至于最后达到摩擦生火方法的发明,曾经起过无可估量的巨大作用。正如恩格斯所正确指出的“没有一只猿手曾经制造过一把即使是最粗笨的石刀”<sup>1)</sup>一样,我们可以说,即使是最灵慧的猿类也没有敢于接近火的胆量和能够控制火的本领。恩格斯曾把摩擦生火的发现“看作人类历史的开端”,并从而阐明地说道:“无论在这个发现以前还有什么样的成就——例如,工具的发明和动物的驯养,但是人们只是在学会了摩擦取火以后,才第一次使某种无生命的自然力替自己服务。”<sup>2)</sup>他又说:“……可是毫无疑问,摩擦生火在其解放世界人类的作用上,甚至还是超过蒸汽机的。因为摩擦生火第一次使人支配了一种自然力,从而最后把人从动物界分离出来。”<sup>3)</sup>这种力却正是人类最早所掌握的在自然界中通过化学反应所解放出来的巨大力量。

## 第一节 火的利用

生活于旧石器时代初期的中国猿人,在截至目前为止的考古发掘中,占有世界上

1) 《自然辩证法》,人民出版社,1955年版,页138。

2) 同上书,页83。

3) 《反杜林论》,人民出版社,1956年版,页117。

最早用火人类的光荣位置。在北京周口店龙骨山北坡猿人所居住的洞穴中，考古学家发现有很厚的（最厚的約六公尺）灰层，其中还有被烧过的兽骨和石块。兽骨由于燃烧而呈现黑、灰、黄、绿、蓝等色和不规则的裂纹。石块有的熏黑了，有的烧裂了，有的石灰石质甚至已经烧成了石灰。这些带黑色的兽骨和与之共存的灰土，分别经过化学分析，都证实有单质碳存在。在名叫鸽子堂的洞穴的底部灰层中，还发现过一块木炭。这些事实完全证明了它们确是中国猿人用火所留下来的遗迹。周口店的灰烬层之厚，使得研究者得出这样的结论：篝火在当地是绵延不绝地燃烧了有数百年之久。

不仅如此，根据发掘出的实况，证明灰烬和被烧过的东西并不是散漫地存在于整个地层，而是一堆一堆地分布于一定的局部。如在1958年发掘中，发现在一块很大的石灰岩面，有两堆厚约一米的黑色灰烬。这种情况清楚地说明，它们不是野火留下来的迹象，而是中国猿人有意地使用火的結果。同时，也说明中国猿人已经能控制火了。

在旧石器时代中期河套人遗址里，特别是在水洞沟，不但有灰烬，而且还有燃烧过的骨骼。这无疑也是河套人使用火的遗迹。

现在可以谈到旧石器时代人类生火方法这一重要问题。在其初期，火种可以无疑地认为来自自然界的野火，猿人只能设法把它保持和延续下去。在保持火种过程中，他们逐渐地认识到，分堆的保持，则延续的机会较大，只要燃料得到不断供给的话。但是一旦熄灭，那个问题就非同小可。生活的需要和经验的积累促使旧石器时代的人类在其中、晚期间发明了人工生火的方法。“许多考古学家都相信，尼安德特人（以在德国尼安德特地方所发现的头盖骨化石得名）已经能自造火。河套人既与尼安德特人同时，又有相同的文化，大概也会自造火了。”<sup>1)</sup>如果说人工生火方法的发明在旧石器时代中期还不够肯定，那末，在其晚期情况就更形可靠了。无论从灰层的增多和住室内灶坑普遍存在来看，或者从生产力发展的水平和人类体质进化的程度来看，那时人工生火的技术已经达到了一个瓜熟蒂落、水到渠成的境地。

究竟人工生火最初是怎样实现的？这是科学技术史工作者所常关心的一个问题。解决这个问题的方法，看来很难从考古发掘中找到确切的根据，而是从近代还处在较原始状态的民族生活方式结合到文化较高的民族中文献记载来寻求的。这一方法已被公认是科学的。拿我国这个多民族的国家来说，它具有解决这一问题的优越条件。《庄子·外物篇》里有“木与木相摩则然”一语。《韩非子·五蠹》和其它古书中还有“钻木取火”这一类的话。而海南岛黎族人民在解放前在有些地区还使用着钻木取

---

1) 贾兰坡：《河套人》，1951年龙门联合版，页51。

火这种非常古老的方法。“首先折下一根山麻木，把它弄成扁平，再在上面刻下一个浅浅的凹穴(图一上)。再在凹穴旁边刻上一条浅浅的缺槽(图一下)。弄好了后，把它放在地上，再折一根山麻細枝当作小棍子。人坐在地上用两只脚把刻有穴和槽的山麻木按着，然后拿着小棍子以一端接在凹穴上，双掌用力把棍子搓起来，棍子急速回旋，棍子末端与凹穴接触处发生剧烈的摩擦。由于这样摩擦，凹穴里逐渐生出一些木屑粉末，沿着缺槽落下堆在缺的旁边。棍子末端与凹穴不断的摩擦，凹穴里遂生热，剧烈摩擦继续下去，凹穴因热而生出火花，飞出缺槽，燃着堆在缺旁的木屑粉末。见着这些木屑粉末有烟升起，就知道已着火了，把这些燃着的木屑粉末放在一把事先已准备好的干茅草里顺口一吹，茅草就燃起了火焰。”<sup>1)</sup>类似这种取火的方式还存在于其它地区的其它民族<sup>2)</sup>，方式虽略有不同，总之不能离开“木与木相摩则然”这一基本的经验规律，只要不把“钻木取火”的钻等同于后世才出现的金属或石质钻头的钻。



图一

“虽然现在有时说火正是用燧石取得的，要知道，用燧石取火，必须把燧石在铁上打击，而这种方法只是到铁器时代才出现的。诚然，铁可以用黄铁矿石来代替，但这种方法也必须承认是晚期的，因为在石器时代的遗址中黄铁矿是十分罕见的，由此判断，当时并无黄铁矿的生产。”<sup>3)</sup>

前面已经提到火的使用对于人类发展起了极为巨大的作用，在这里将略作一些具体的说明。首先是熟食的作用。人类从“茹毛饮血”的生活转入到“火食”的生活在促进人类体质发展上迈进了一大步。在肉食的基础上，火食不但减少疾病的发生，缩短消化的过程，同时，脑髓也就更容易得到它本身营养和发展所必需的材料，从而使它能够一代一代更迅速更完善地形成起来。所以恩格斯说：“这两种进步（按指火的使用和动物的驯养——编者）就直接成为人的新的解放手段。”<sup>4)</sup>我国古籍中所载的传说在一定的程度上反映着前后两阶段的概况。如《礼记·王制》里说：“东方曰夷，被发文身，有不火食者矣。”反映了茹毛饮血阶段。《韩非子·五蠹》里说：“上古之世，民食果蓏蚌蛤，腥臊恶臭而伤害腹胃，……钻燧取火，以化腥臊，而民悦之。”反映了火食阶段。

其次是防御野兽的作用。人类在其发展过程中，其生存所受种种威胁之一就是

1) 张寿祺：“海南岛黎族人民古代的取火工具”，《文物》，1960年第六期，页72—73。

2) 王旭蘊：“中国古代在取火方法方面的发明”，《清华大学学报》，第7卷第二期。

3) A.B. 阿尔茨霍夫斯基：《考古学通论》，科学出版社1956年版，页31。

4) 《自然辩证法》，人民出版社，1955年版，页143。

猛兽的侵袭。猛兽对于当时人生命的威胁，一直存在着。战国时的孟子还称赞周初“驅猛兽而百姓宁，”“驅虎豹犀象而远之，天下大悅。”(《孟子·滕文公下》)若在远古的旧石器时代，捍御猛兽的有效措施，尤为迫切的需要。火把的使用不但使猛兽不敢接近人身，还可当做围攻的方法。看看《孟子·滕文公上》里另一段話：“当尧之时，天下犹未平。……草木暢茂，禽兽繁殖；五谷不登，禽兽逼人；兽蹄鳥跡之道，交于中国。尧独忧之，举舜而敷治焉。舜使益掌火，益烈山泽而焚之，禽兽逃匿。”传说中的尧舜之世，远在旧石器时代以后，当时仍然要采用放火烧山的方法来驅逐猛兽；追想到弓箭还未发明的洪荒之世（弓箭的传播考古学家认为是从中石器时代开始的），猎火的利用，那就不言而喻了。

最后，火在黑暗中可给人以光明，在寒冷中可给人以温暖，使人类不受昏夜和严冬的限制而能够从事活动。这些都促进了人类对自然作斗争的进程。

## 第二节 陶器的出现和发展

考古学家一致认为陶器的制造是从新石器时代开始的。这一結論包含着世界各国无数考古发掘的结果作为立論的根据。

“为了闡明陶器最初是怎样出现的，某些考古学家們提出了下面一种也有可能性的假設：最古的器皿是木制的，其中包括用枝条編成的器皿。这些編成的器皿上有时涂上湿粘土，这样，便变得密致无縫了。这种器皿可能偶而落入火中。这时，木质部分烧尽了，而粘土部分則变得结实了，这样便使人們能够觉察到經過烧制的粘土器皿的优点。不过这种发明陶器的方法，不見得是唯一的和普遍的方法。”<sup>1)</sup>

但是，無論如何，陶器的发明既作为新石器时代开始的重要标志之一，那末，它的出现应该具有某种必然性。我們可以从需要与可能两方面来进行分析。首先，新石器时代是“采用畜牧业及农业底一个时期，是已学会用人类的活动以增加天然产物生产的方法底一个时期。”<sup>2)</sup> 生产的发展，生活的提高，人口的繁殖，从而对于烹飪器、飲食器、儲存器的需要越来越大，对于它們质量的要求越来越高。其次，一則由于从事农业生产(尽管是原始的)而对土壤进行操作，人們逐渐認識了粘土的粘性和可塑性；再則由于世代长期用火經驗的积累，对于火力的控制有了一定程度的把握，对于在火力影响下各种物质性能的变化有了一定程度的認識。两者的結合就为陶器的出现具备了必要的条件。总的說来，社会的发展既然对于人类生活用品提出了新的需要和要求，而人类生产、生活經驗的发展又提供了可能实现的条件，两方面的結合，便

1) 阿尔茨霍夫斯基：《考古学通論》，科学出版社 1956 年版，頁 46。

2) 恩格斯：《家庭、私有制和国家的起源》，人民出版社 1955 年版，頁 27。

形成了陶器出現的必然性。

陶器發明之後，其發展過程顯然是有跡可尋的。在製造方法上，由各種手製程序過渡到輪製。在焙燒方法上，由篝火式的加溫過渡到爐灶式的加溫而形成了陶窯；陶窯本身又由較低級過渡到較高級。這些都是在長時期內不斷地改進技術所獲得的成果。

### 一、仰韶文化的陶器

仰韶文化是我國新石器時代繁榮時期的文化，我們的祖先已進入了以原始農業為基礎的氏族公社的社會。這一文化在我國分布很廣，從陝西往西到甘肅、青海、新疆，往東到山西、河北、河南各省，所發現的遺存不下千百處，其中尤以西安半坡遺址為最重要。由於大規模的科學發掘，使當時社會生活面貌很清楚地呈現出來。就代表仰韶文化的一般陶器說，是形式多樣化。（參見圖版壹上）但隨著時期和地域的不同，程度上也有些差別。質地可分為紅陶和灰陶兩系，每系又有加入與未加入強煨料之分，所用的強煨料一致為大量的砂粒。造形與紋飾具有美術意味，受人欣賞的彩陶屬於紅陶系中未加強煨料的一類。（參見圖版叁）所取的粘土原料曾經精細地淘選過，器皿的表面曾經磨光，彩繪有紅黑二色。紅的顏料無疑是赭石（赤鐵礦），例如在山西西陰村遺址中跟彩陶一起出土的就有這種礦石，而且相沿至今赭石一直還作為國畫顏料之用；黑的顏料從各方面看來就是炭黑。彩陶的底坯曾有人做過化學分析，今將分析結果列表如下：

彩陶片成分	仰韶村	秦王寨
灼熱減量	1.26	1.21
SiO <sub>2</sub>	65.66	63.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.64	21.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.30	12.16
MgO	0.75	1.56
共計	101.61%	100.02%

根據這樣的結果，考慮到所取的樣品類別為數甚少，我們僅能把它們當作個別事例來看待，很難能象分析者那樣，進一步地推斷當時配料情形如何並估計它們的百分比。<sup>1)</sup>那樣做，看來是不夠科學的。各地區的粘土，就其物理性能說，具有一定的共同性；就其化學成分說，卻又具有或多或少的差異。當時制陶所需的原料，一般地說來，總是就地取材。仰韶村與秦王寨兩處的彩陶片，其中所含的氧化鋁、氧化鐵、氧化鎂的百分比，彼此之間都有較大的差距，從當時制陶技術水平看來，只能認為是就地取

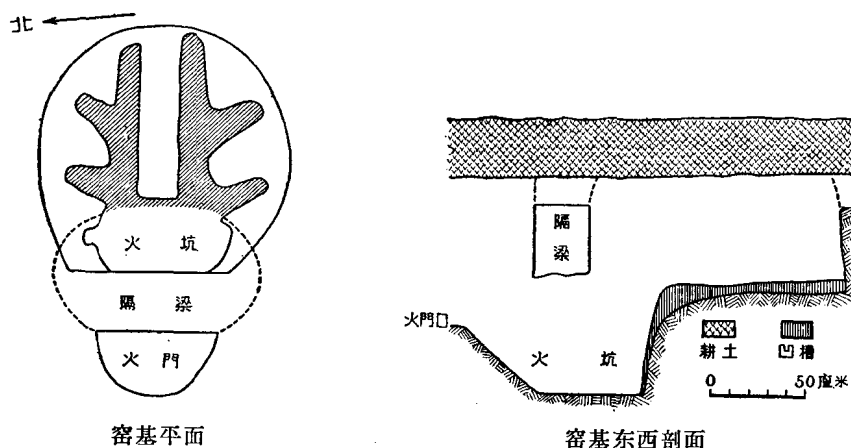
1) 《中國古生物志》(丁種)，第一卷第二號，1925年地質調查所出版。

材的結果。

陶器的發明依賴于人類對火力可以改變物質性能的認識，而火候掌握的水平決定陶器質量的高低。起初大概都是在露天里架起火來焙燒的<sup>1)</sup>，這樣做，不但很費柴火，而且溫度不勻，燒出的陶器會走樣或裂損。不知若干年的經驗積累，才有陶窯出現。建國以來，我國考古學家發現了一些仰韶文化的窯址。現在將分為三種類型加以敘述。

(甲) 第一類型 在鄭州林山砦<sup>2)</sup>

窯的結構主要分為前後兩部，坐東朝西，前部為火坑，後部為窯室。室為圓形，直徑 1.3 米，室壁上部已殘，存餘的壁高 0.4 米。室的下部是就當時地面先向下挖成一



個圓形平底的坑，再向下挖成兩道東西平行，並旁出作葉脈狀的槽溝作為火道，槽深 0.1 米。因此兩槽的中間形成一個平台，寬 0.2 米，長 0.9 米。室前為一甕狀、平底的火坑，坑底成橢圓形，南北長 1.10 米，東西寬 0.7 米，深 0.65 米。火坑靠前上面有一道隔梁，隔梁以下又有和火坑相通的火門，上口齊面，兩側呈弧形，下口由外向內為斜坡狀以達火坑之底。

從這類窯的結構看來，隔梁的設置和火門外小內大的作用使火焰直向窯室進發，是很有意思的。但因為沒有箆子，焙燒的陶器大概就是放置在火道周圍和中間的平台上的。這樣做，較諸直接放在柴火上已顯有進步，然而仍含有一定的原始性。

(乙) 第二類型 在西安半坡<sup>3)</sup>

在西安半坡遺址居住區的東邊，發現過當時窯址六處，其中一處，即發掘報告中所稱為 2 號窯的，屬於這一類型。它“是火爐呈袋狀的豎穴窯。”“它的特点是下面為

1) 《考古通訊》，1958 年第 2 期，頁 35—36。

2) 同上，頁 1—2。

3) 《考古通訊》，1956 年第 2 期，頁 29。

一个袋形灰坑似的火炉，炉口开在南边，用以添加木柴，拨出灰渣，因此在炉口的附近堆积有很多的灰烬。放置陶器的窑室在火炉的上面，已破坏不能窥其全貌。在窑室和火炉之间，有数道通火的洞子，我们称它为火道，火经过它而达于窑室。残余部分仅余两道，直径约为0.15米左右，长约0.3米上下。”“火炉高约1.3米，底径1.9米，有中型灰坑那么大。”

(丙)第三类型 也在西安半坡

它是“火炉呈筒状的横穴窑。属于这一类的窑址有五处，以第3号窑保存的最完整。这种窑的特点是它的火焰倾斜地通至窑室，不是垂直的。火炉呈筒状而较长，窑室下面有三道粗的火道，窑室底部呈圆形平光硬面，直径0.85米，周边有一圈略作长方形的小火眼，保存完整的尚有十个。火炉中之火焰通过火道再分由小火眼进入窑室。紧切火眼绕圈窑室平面上立壁，因全部倒塌不知其高度。”“火炉口向北，现在保存部分由炉口至窑室南北长2.1米。”

把二、三两类窑型和第一类的比较一下，不难看出，前者由于窑箆的出现，不但在放置陶坯上可作较好的安排，而且炉火由许多小孔道进达窑室，火力更为均匀，陶器各部受热就没有过与不及之差，不致出现裂痕。这是窑室结构上的一个进步。至于第三类窑采取长焰斜上的办法，比第二类窑在温度上可能更高一些。这也可能是这类窑在数量上较为发达的一种因素。

## 二、龙山文化的陶器

龙山文化的陶器，就制造方法说，较仰韶文化的陶器更进一步。后者大都是手制，间有模制。而轮制的应用是前者的标志，间有与模制或手制兼用者。就质料说，龙山文化的陶器可分为红陶系(泥质)、白陶系(夹砂)、黑陶系(泥质)、灰陶系四种，而灰陶系又有夹砂与不夹砂之分。

这四系中以黑陶最惹人注意，所取的陶土曾经过精细地淘洗，未加强煨剂。陶质坚硬而薄，又称蛋壳陶。颜色纯黑，表里磨治，黝然有光。有人曾经对龙山黑陶与殷墟黑陶进行过同样的化学分析，证明黑色的来源由于大量炭质的存在，今将分析数据列表如下。<sup>1)</sup>

化学成分	城子崖黑陶	殷墟黑陶
SiO <sub>2</sub>	62.60	58.96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.10	17.46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.49	6.44
CaO	1.92	2.20

1) 《小屯》，頁32。

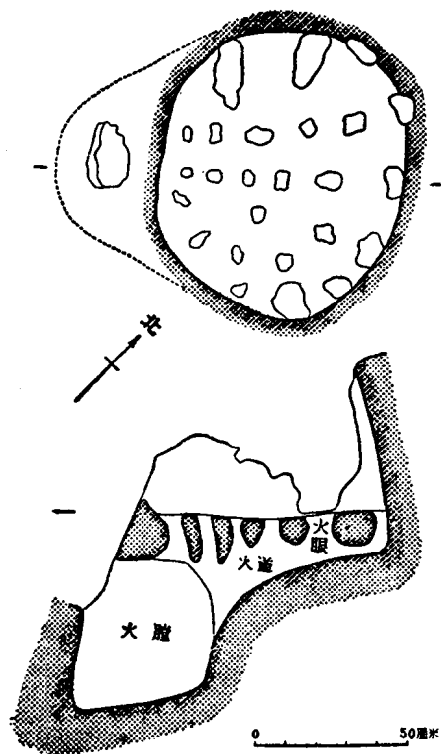


MgO	1.85	2.09
K <sub>2</sub> O	3.40	2.09
TiO <sub>2</sub>	0.48	0.63
MnO	—	0.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.57	痕 迹
H <sub>2</sub> O	1.68	3.62
Na <sub>2</sub> O	1.81	1.49
烧失量	4.94	5.72
总 計	99.84	100.78

由于烧失量如此之大,为一般陶器所未有(可与前面所举的彩陶化学成分表中灼热减量数值比较一下),合理的结论是可燃性的炭质存在,虽然分析者未曾报导陶片在热灼前后颜色变迁如何。

龙山文化的窑址,建国以来,在几处被发现。就其结构说,基本上与仰韶文化第三类型窑相同。在河南陕县庙底沟所发现的一座窑,其结构也可分为火口、火膛、火道、窑箬、窑室五个部分。火口设在靠窑室的西面,近椭圆形。火膛是长方形,长0.9米强,宽0.6米,深0.9米强。火道共分八股,由火膛斜上进入窑室。窑室的底部设有窑箬,用草泥土制成,具有25个火眼。火口、火膛、火道是就地挖成的,壁上都涂有一层草泥土。窑室略呈圆形,高于地面约2米,南北直径为0.9米强,东西直径为0.8米弱,窑顶估计为半圆形。

在三里桥所发现的一座窑,其结构与庙底沟的略有不同。“陶窑保存得相当完整。……窑身作圆形,尚保存着高80厘米的窑壁。前面有一个较深的方形火口,火力由火口通过火膛分成四股进入窑室,以火道的隔梁代替箬子。从窑壁的弧度观察当是圆顶。”<sup>1)</sup>



庙底沟龙山文化1号窑址平面、剖面图

1) 《考古通讯》,1958年第11期,页70。