



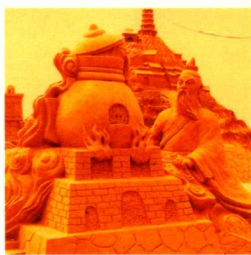
# 科技回眸

# 化学历程

## 化学历史与化学科技

肖东发◎主编 方士华◎编著

化工制陶——制陶制瓷、金属提纯——冶金冶炼 方术实验——炼丹制药 日用化工——生活制品



我国古代先民发现某些黏土较易塑造成型，成型坯件焙烧后会变得十分坚硬，且基本不透水，从此开启了我国化工制陶工艺的先河；古人对冶金技术的掌握，成为人类继烧陶之后运用化学手段来改造自然、创造财富的又一辉煌成就；古代炼丹家们制造出很多化学药剂，其中很多开拓了化学这门科学的先河。我国古代制盐、制糖、酿酒、染色、油漆、制革、造纸等工艺，都与化学有着十分密切的关系。

中国出版集团  
现代出版社

中华精神家园


科技回眸

# 化学历程

## 化学历史与化学科技

肖东发 主编 方士华 编著



 中国出版集团

 现代出版社

## 图书在版编目 (C I P) 数据

化学历程 / 方士华编著. -- 北京: 现代出版社,  
2014. 10  
(中华精神家园书系)  
ISBN 978-7-5143-2991-9

I. ①化… II. ①方… III. ①化学史—中国—古代  
IV. ①06-092

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第236387号

## 化学历程：化学历史与化学科技

---

主 编：肖东发  
作 者：方士华  
责任编辑：王敬一  
出版发行：现代出版社  
通讯地址：北京市定安门外安华里504号  
邮政编码：100011  
电 话：010-64267325 64245264（传真）  
网 址：www.1980xd.com  
电子邮箱：xiandai@cnpitc.com.cn  
印 刷：北京兴星伟业印刷有限公司  
开 本：710mm×1000mm 1/16  
印 张：11  
版 次：2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷  
书 号：ISBN 978-7-5143-2991-9  
定 价：29.80元

---

版权所有，翻印必究；未经许可，不得转载

党的十八大报告指出：“文化是民族的血脉，是人民的精神家园。全面建成小康社会，实现中华民族伟大复兴，必须推动社会主义文化大发展大繁荣，兴起社会主义文化建设新高潮，提高国家文化软实力，发挥文化引领风尚、教育人民、服务社会、推动发展的作用。”

我国经过改革开放的历程，推进了民族振兴、国家富强、人民幸福的中国梦，推进了伟大复兴的历史进程。文化是立国之根，实现中国梦也是我国文化实现伟大复兴的过程，并最终体现在文化的发展繁荣。习近平指出，博大精深的中华优秀传统文化是我们在世界文化激荡中站稳脚跟的根基。中华文化源远流长，积淀着中华民族最深层的精神追求，代表着中华民族独特的精神标识，为中华民族生生不息、发展壮大提供了丰厚滋养。我们要认识中华文化的独特创造、价值理念、鲜明特色，增强文化自信和价值自信。

如今，我们正处在改革开放攻坚和经济发展的转型时期，面对世界各国形形色色的文化现象，面对各种眼花缭乱的现代传媒，我们要坚持文化自信，古为今用、洋为中用、推陈出新，有鉴别地加以对待，有扬弃地予以继承，传承和升华中华优秀传统文化，发展中国特色社会主义文化，增强国家文化软实力。

浩浩历史长河，熊熊文明薪火，中华文化源远流长，滚滚黄河、滔滔长江，是最直接源头，这两大文化浪涛经过千百年冲刷洗礼和不断交流、融合以及沉淀，最终形成了求同存异、兼收并蓄的辉煌灿烂的中华文明，也是世界上唯一绵延不绝而从没中断的古老文化，并始终充满了生机与活力。

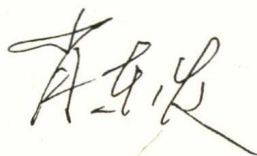
中华文化曾是东方文化摇篮，也是推动世界文明不断前行的动力之一。早在500年前，中华文化的四大发明催生了欧洲文艺复兴运动和地理大发现。中国四大发明先后传到西方，对于促进西方工业社会发展和形成，曾起到了重要作用。

中华文化的力量，已经深深熔铸到我们的生命力、创造力和凝聚力中，是我们民族的基因。中华民族的精神，也已深深植根于绵延数千年的优秀传统文化传统之中，是我们的精神家园。

总之，中国文化博大精深，是中华各族人民五千年来创造、传承下来的物质文明和精神文明的总和，其内容包罗万象，浩若星汉，具有很强文化纵深，蕴含丰富宝藏。我们要实现中华文化伟大复兴，首先要站在传统文化前沿，薪火相传，一脉相承，弘扬和发展五千年来优秀的、光明的、先进的、科学的、文明的和自豪的文化现象，融合古今中外一切文化精华，构建具有中国特色的现代民族文化，向世界和未来展示中华民族的文化力量、文化价值、文化形态与文化风采。

为此，在有关专家指导下，我们收集整理了大量古今资料和最新研究成果，特别编撰了本套大型书系。主要包括独具特色的语言文字、浩如烟海的文化典籍、名扬世界的科技工艺、异彩纷呈的文学艺术、充满智慧的中国哲学、完备而深刻的伦理道德、古风古韵的建筑遗存、深具内涵的自然名胜、悠久传承的历史文明，还有各具特色又相互交融的地域文化和民族文化等，充分显示了中华民族厚重文化底蕴和强大民族凝聚力，具有极强系统性、广博性和规模性。

本套书系的特点是全景展现，纵横捭阖，内容采取讲故事的方式进行叙述，语言通俗，明白晓畅，图文并茂，形象直观，古风古韵，格调高雅，具有很强的可读性、欣赏性、知识性和延伸性，能够让广大读者全面触摸和感受中国文化的丰富内涵，增强中华儿女民族自尊心和文化自豪感，并能很好继承和弘扬中国文化，创造未来中国特色的先进民族文化。



2014年4月18日



## 化工制陶——制陶制瓷

原始时期的化工制陶术 002

陶瓷技术的重要突破 011

异军突起的唐宋时期瓷艺 019

古代瓷艺的鼎盛时期 030

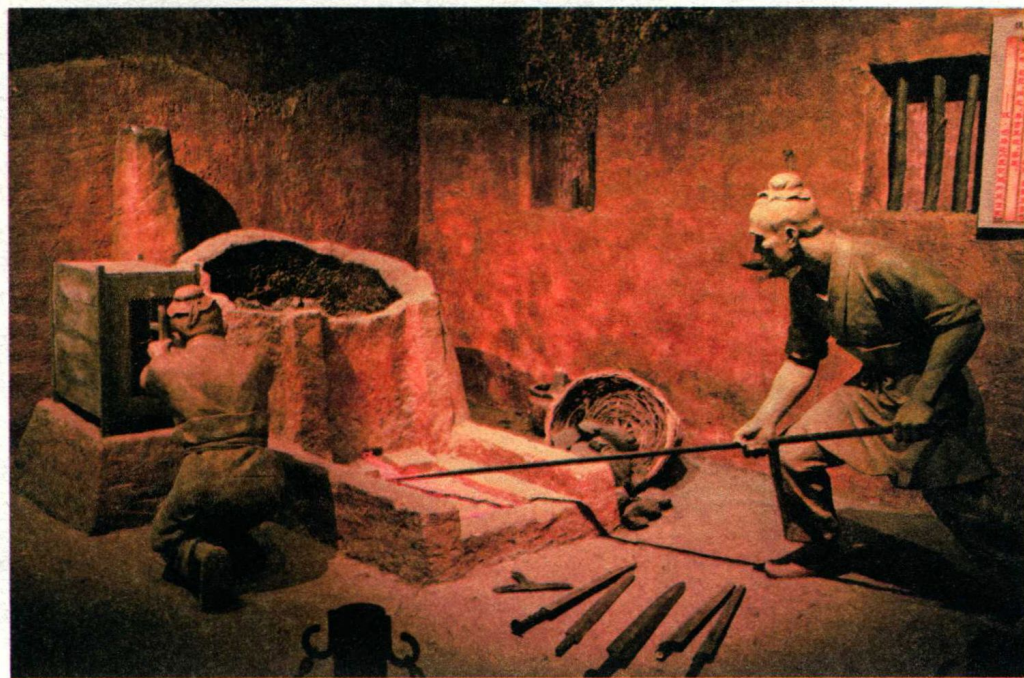
## 金属提纯——冶金冶炼

038 冷锤和热铸冶金技术

046 早期的铜矿冶炼技术

053 首创的胆水炼铜法

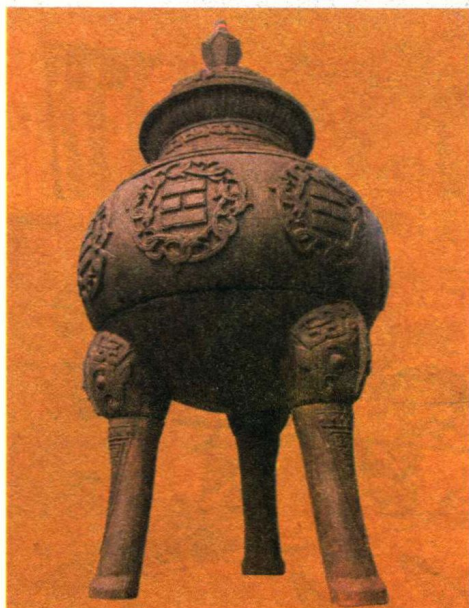
061 炼铁炼钢中的化学工艺





## 方术实验——炼丹制药

- 070 黄白术中的化学成就
- 076 冶金性质的火法炼丹
- 082 化学实验的水法炼丹
- 087 火药与炼丹制药实践



## 日用化工——生活制品

- 煎煮食盐的化学成就 094
- 饴糖和蔗糖化学工艺 104
- 独树一帜的酿酒化工 114
- 醋酱醇制与化工技术 125
- 染料和色染化学成就 135
- 油漆技术与化学工艺 144
- 早期制革与化学工艺 152
- 造纸术中的化学处理 158

# 制陶制瓷

陶器的发现与制造依赖于人类对火力可以改变物质性能的认识。我国古代先民发现某些黏土较易塑造成型，成型坯件焙烧后变得十分坚硬，基本不透水。从此开启了我国化工制陶工艺的先河。

陶器是人类掌握了“火”这一变革物质的强大自然力以后用于化学反应过程的第一项工艺成就。化工制陶过程改变了黏土的性质，使黏土的成分二氧化硅、三氧化二铝、碳酸钙、氧化镁等在烧制过程中发生了一系列的化学变化，使陶器具备了防水耐用的优良性质。





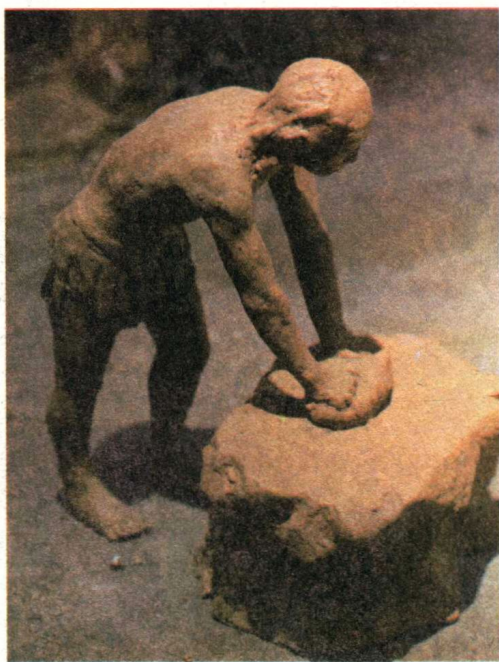
# 原始时期的化工制陶术

002

化学历程

化学历史与化学科技

陶器是用黏土或陶土经捏制成形后烧制而成的器具。在新石器时代就已初见简单粗糙的陶器。陶器在古代作为一种生活用品，在现在一般作为工艺品收藏。陶制品是我国先民日常生活中不可缺少的物



品，是人类生活跨入新石器时期的一个重要标志。同时，陶器是人类掌握的第一种利用化学手段而创造的人工制品。

陶器的烧成是以自然物为原料，通过高温下的化学反应而创造出的新材料。在高温环境中，泥坯不但改变了它的自然物的形态，而且也改变了它的本质。

■ 古人制陶场景——泥塑

有一天，天空下起了大雨，原本干爽的泥土被雨水弄湿了，人在出行时弄了一脚的泥巴。雨过天晴之后，人们发现脚上的泥巴全部干了，硬硬的，像个瓦罐儿一样套在了脚上。



■ 动物陶器

原来，人们脚上沾的不是普通的泥土，而是黏土。黏土具有黏性和韧性，遇到水会变软，可以塑造成各种形状；而晒干后又变得坚硬起来，使塑造的形状定型。

人们惊喜地互相传告这个发现，于是部落里的人开始用黏土制作各种容器。

在远古时期，生活在黄河中下游的华夏部落，每天都离不开与泥土和火打交道。但就是这泥土与火在某一特定时刻的相遇，成为了流传至今的陶器。

有一次，部落中的几个人在一起准备烧烤食物，一时忘记了将盛放物品的容器收起来，当用火烧烤食物时，不小心烧到了容器。这一烧不要紧，竟然意外地把原本有些发软的容器烧得结实而坚硬。

容器被火烧过的地方已经变黑了，这几个健忘的人害怕被同伴训斥，赶紧拿着容器到河边去洗。结果不但洗不掉黑渍，平时遇水就变软的容器反而不“怕”水了。

这个新的发现，使人们更加惊喜，于是把黏土做

**华夏** 该词最早出现在周朝《尚书·周书·武成》。本义为周朝于西周时期的自称，以区别四夷，即东夷、南蛮、西戎和北狄。“华”有美丽的含义，“夏”有盛大的意义，“华夏”有文明的含义。现被用作我国和汉族的古称。华夏文明也称“中华文明”，是世界上最古老的文明之一，也是世界上持续时间最长的文明之一。华夏文明是炎黄血统、诗书礼仪文化和中华疆界统合一起的实体。

**陶衣** 把较细的陶土或瓷土，用水调和成泥浆涂在陶胎或瓷胎上，器物表面就留下一层薄薄的白、红和灰等色浆，在陶瓷工艺技术上称“陶衣”，也叫“化妆土”、“装饰土”、“护胎釉”。陶衣作用大体有3种，即装饰美化胎面、避免坯胎大量吸收釉水和烧裂和填补坯胎气孔。

的其他容器也拿来烧。黏土容器经过高温烧制，都变成了坚实、耐用的器皿。

接着，人们又找来许多黏土，用水湿润成泥，再塑造成某种形状的泥坯。等这些泥坯干燥后，放在火中烧烤，制成了更多的质地坚硬的器皿。于是，影响人类生活千万年的陶器，就这样机缘巧合地产生了。

陶器的发明是人类在认识自然、改造自然过程中取得的首批重要成果。而由柔软的黏土变成坚硬的陶器，这是物质的一种质的变化。

黏土是由某些岩石的风化产物，如云母、石英、长石、高岭土、方解石以及铁质、有机物所组成的。经过800度以上温度烧烤，会发生一系列的化学变化，包括失去结晶水、晶形转变以及低熔点的玻璃相

■ 古代先民制陶场面



生成等，从而使制品变得致密和具有一定强度。

因此可以说，陶器的烧成是一个化学过程，是人类历史上最早进行的化工生产。

陶器在烧制之前，首先要选择制陶原料，淘洗和陈化黏土原料，以及制作泥坯和施加陶衣等。这是保证烧制过程中发生正常化学变化必不可少的准备工作。

当时的制陶原料是经过选择的。尽管各地资源状况不一样，先民还是根据自己在制陶实践中逐步摸索出的经验，通常是选择那些含杂质少、黏性大的黏土为原料。

黄河流域的黄土有很多适合做陶器的黏土，但有些由于其含杂质多，砂粒多，氧化钙含量高，所以可塑性差，不仅难成型，而且烧成后的质量也差，故不是所有的黏土都能用来制陶。

先民们往往选用沉积土、红土、黑土或其他颗粒较细的黏土来制





■ 陶器

陶，道理也在这里。

华夏部落实际的生活聚居点并不都是在黄河边，制陶只能是就地取材，所取的黏土就不一定像黄河边那样具有较好的质量。人们在实践中发展了对制陶黏土的淘洗工序，通过水的淘洗可以除去黏土中的粗大砂粒。

例如在裴李岗文化的遗址中，就曾发现过制陶的淘洗池。

在淘洗过程中，部分粗大的颗粒由于水的浸润作用而会碎裂，若淘洗后再在水中陈放一些时间，这种润碎过程会进行得很彻底，从而使黏土的可塑性有很大提高。

由这一经验人们开始体会到，黏土的可塑性与水分有关，与其湿润程度有关。具有适宜的含水量是制陶泥料体现可塑性的必要条件。

先民掌握含水量的方法主要凭经验，用手捏泥，既不沾手，又不开裂，并感到有一定的韧性，即合适了。从现代陶瓷工艺学的知识来看，可塑性只发生在某一最适宜的含水量范围。

陈化过程的实质是黏土中一些固态成分在水的作用下，变成饱含结晶水的凝胶体，凝胶体的存在是可塑性的化学物质基础。

总之，识别并选择黏土，再用淘洗、陈化的方法来提高黏土的可塑性，是新石器时期先民在制陶技术中取得的重要科学成果。

有些易熔黏土在干燥和烧成中常常发生开裂现象。为了解决这一问题，先民起初运用在黏土中掺入植物的叶茎和稻壳的办法。

不久人们就发现，在高温的烧烤中，这些植物的叶茎、稻壳会燃

烧而炭化，最后又形成了陶胎结构中的空洞，这就势必影响陶器的使用质量。

因此，人们在烧制用做炊具的陶器时，往往在黏土中掺入少许细砂，加多加少根据黏土的性质和所要烧制的陶器的品种而定。

据分析，新石器时期的许多夹砂陶器，大都掺入一定量的砂粒于黏土中，从而提高了陶器的耐热急变性能。这是新石器时期制陶术的又一项科技成果。

选择好制陶原料，并将黏土加工成待用泥料，下一步制陶工序即是体现手巧和智慧的造型过程。

小型的器具可以靠手捏成型，但做较大的器具时，靠手捏不仅很难，要求十分规整就更难。为此，先民们发明了泥条圈筑法。

泥条圈筑法是将坯泥制成泥条，然后圈起来，把泥圈一层层叠上去，黏合后再将里外抹平成型。另外还有泥条盘筑法，即采用一根长泥条连续盘旋向上筑造，然后里外抹平成型。

这两种方法实质上没有什么差异，它们沿用了很长时间，即使今天的手工制陶还常用这些方法。

在古代，制坯最初可能是放在木板或编织筐上，便于移动和操作。后来发现如果下面的垫板可以转动，操作起来就更方便，于是发明了慢轮。

慢轮是一种用脚或其他动力转动的圆盘，泥料在转动的圆盘上用泥条盘筑法制成陶坯，稍干后再在慢轮上整形、拍打。

有了慢轮，不仅陶坯的





■ 陶器的烧制

形状可以圆正规矩得多，而且制作的速度也大大加快了。慢轮的使用是陶瓷工艺史上一项具有深远意义的成就，它是后世陶瓷生产中辘轳车的鼻祖。

为了增加陶瓷的美观，陶坯在烧成之前，人们常用鹅卵石或骨器之类的东西对陶坯表面进行碾压摩擦，使它显得光滑。这样做与拍打效果一样，会促使陶质更加致密，减少开裂。

这种表面碾光的陶器，最早见于裴李岗文化和磁山文化，仰韶文化和龙山文化时，这种技术就已经非常流行了。

在釉陶出现以前，众多陶器的表面都有纹饰，施加纹饰既美观，又加固了陶坯。不同的纹饰往往体现了不同文化的特征，也就是说纹饰不仅是艺术美的展现，也是人们信仰和精神的表露。

表面修饰的另一种方法是在陶器的内外表挂上一层陶衣。其方法是用颗粒较细的黏土制成泥浆，再将

**虫胶** 又称“紫胶”、“赤胶”、“紫草茸”等。紫胶虫吸取寄主树的树液后分泌出的紫色天然树脂。主要含有紫胶树脂、紫胶蜡和紫胶色素。虫胶黏着力强，光泽好，对紫外线稳定，电绝缘性能良好，对人无毒、无刺激，可用做清漆、抛光剂、胶粘剂、绝缘材料和模铸材料等。

它施于半干的陶器表面。

实际上，施加陶衣的方法在仰韶文化时即开始流行，采用不同质地的泥浆可以获得红色、棕色、黑色甚至白色的陶衣。

陶衣不仅使陶器显得光洁美观，同时也便于施彩，大多数的彩陶都是表面有陶衣。也正是这种陶衣装饰方法后来导致了釉的发明。

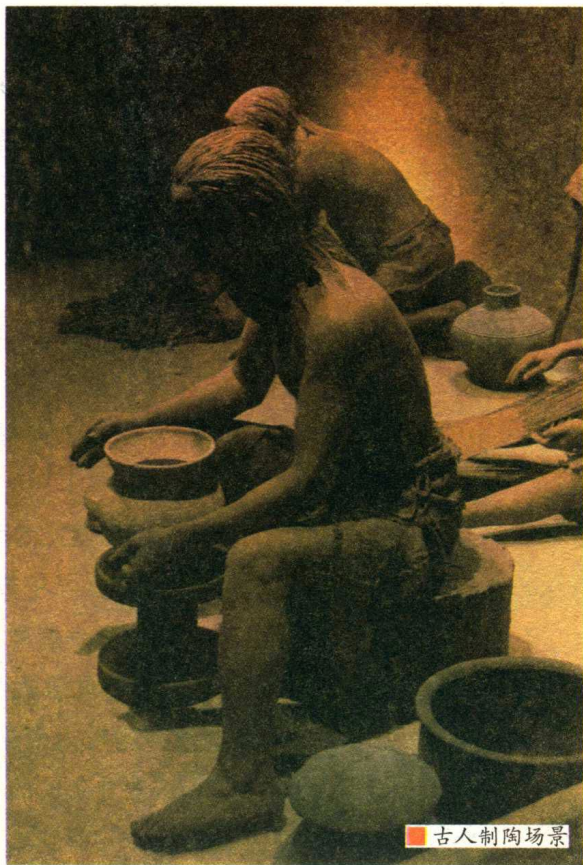
成型和晾干的陶坯必须在一定温度下烧烤后才能成为陶器。烧陶方法和火候的掌握是陶器生产的重要环节，制陶过程中的化学变化就是在这一阶段完成的。

根据考古学和人类学的有关资料，最原始的烧陶方法还不是利用陶窑。我国专家曾经对云南省西双版纳州一些少数民族居住地的制陶工艺进行考察，发现当地烧陶的方式有3种：平地露天堆烧；一次性泥质薄壳封烧；竖穴窑或横穴窑烧陶。

平地露天堆烧，是先将陶坯置于铺在地上的木柴之上，点火烧干，趁坯体还热，再在陶坯周围架起木柴垒成堆状，继续烧烤。

这个过程约需两个小时，最高温度可达900度。烧完后，即将陶器挑出，趁热用虫胶涂抹口沿。

若做酒坛则通体内外都涂抹，以减少容器的渗漏。若用稻草或碎木片为燃料，则在烧烤过程中随时添加稻草，以免陶坯外露。这种



古人制陶场景



方法升温快，烧成时间短，但是保温不好，温度不均衡，热效率也较低，坯体难免时有生烧现象。

一次性泥质薄壳封烧，是先在地面上铺上一层木柴做窑床，把预先烘干的陶坯放置其上，四周和顶部围堆上柴草，外面再用稠泥浆抹上一层，使柴草外面裹上一层约1厘米厚的泥皮，形成“泥质薄壳窑”。点火后，用棍子在窑顶戳几个洞，以便出烟之需。

这种烧陶方法相对于平地堆烧，显然保温较好，可以通过调整窑顶的出烟孔，甚至可以将贴近地面的窑皮掀起，以调节窑内温度，烧成温度为800度至900度，消耗燃料明显减少。

竖穴窑或横穴窑烧陶大多是选择一坡地挖成简单的窑，窑室在上，火膛在下，中间通过火道和火眼将它们相连，陶坯放在用泥柱撑起的窑算上。火膛点火燃烧所产生的火焰，通过火道、火眼进入窑室，烧烤陶坯。

由上述资料可以清楚地看到，在远古时代的烧陶技术从无窑烧陶到有窑烧陶的演进历程，表明当时的陶器烧制技术尚处于化工制陶的初级阶段。

## 阅读链接

关于陶器的发明古人有很多传说。比如：燧人氏即传说中钻木取火之人，因为制陶的关键在火烧，故有人认为是燧人氏发明制陶。

神农氏是传说中农耕技术的创始者，制陶术也是他发明的；轩辕氏即黄帝，是传说中的一位领袖，他在氏族社会中设立陶正这一官职，因此也说制陶业是他发明的。

其实，传说与事实有很大的差距。古人的这些传说或推测，大多是为了迎合当时人们崇神敬祖的心理，极力把陶器的发明归功于历史上某些传奇式的人物。