

古代化工大事记

距今约 20 万年，北京猿人已掌握用火技术。在北京房山周口店北京猿人遗址发现用火遗迹，其用火是经常性的，并具有控制和保存火种的能力。

距今 1 万年左右，中国先民已能制陶。在江西万年县仙人洞和吊桶环洞遗址上层出土大量原始陶片，它们夹粗砂、胎厚、火候低，且陶胎多用泥片分块贴拍，也有采用泥条盘筑法成形，最早的陶片约距今 14000 年。在湖南道县寿雁镇玉蟾岩洞穴遗址中发现约公元前 8000 年的陶片，其中已复原的一个深腹尖底罐，胎厚、夹碳、夹大颗石英粒。此外，在河北徐水南庄头、河北阳原泥河盆地于家沟、广州翁源（现改为英德）青塘、广西桂林独山甑皮岩洞穴中都发现有陶片出土的新石器时代遗址，说明中国至此已有了原始陶器。

约公元前 6000—前 5000 年的前仰韶文化时期，制陶技术已有所进步，但仍属原始。河南新郑裴李岗村出土了一批陶器，以泥质红陶为主，夹砂红陶次之，形制简单、质地松脆、火候不匀，烧成温度约在 900℃ 左右。河北武安磁山也出土了 477 件能复原的陶器，以夹砂红褐色陶为主，泥质红陶次之。还发现个别彩陶。在陕西渭南河西乡的北刘遗址也出土了早期的彩陶。在湖南岳阳坟山堡遗址还出土了最早的白陶。

约公元前 5000—前 4000 年的马家浜文化遗址位于浙江嘉兴，属于新石器时代中期，出土了大量陶器，有夹砂红陶和泥质红陶两类，以外红里黑为其特色，表明已使用陶衣来装饰。

约公元前 5000—前 3200 年的河姆渡文化遗址中，发现了大量人工栽培水稻谷粒和杆叶的堆层，表明此时农业已比较发达。在浙江余姚此遗址中还出土了大量夹碳黑陶和少量在白色陶衣上绘有黑褐色彩绘的陶片，表明陶器装饰又有新的发展。在该遗址还出土了一件木质朱红色漆碗，经鉴定是涂上了生漆，是迄今所知最早的漆制品。

公元前 5000—前 3000 年，仰韶文化是母系氏族公社繁荣时期的代表文化，以在河南渑池仰韶村首先发现而命名。该文化以绘有黑、红色花纹的彩陶为特征，故又称彩陶文化。当时，制陶业已相当发达。制陶从慢轮修整发展到快轮成型，已采用横穴窑或竖穴窑，烧成温度可达 950℃。仰韶文化时期，原始农业初具规模，谷物可能由于保管不善而发芽或发霉，在进一步加工中可能得到原始的酒或醴。人们

模仿这种自然发酵现象而有了酿酒技术。

公元前 4600—前 3690 年，位于今陕西临潼城北的姜寨遗址是以仰韶文化为主的遗址。出土了半圆形铜片和铜管，据分析，该铜片均为含锌的黄铜。是迄今发现最早的金属物件之一。

约公元前 4400—前 3300 年，分布在川鄂三峡地区的大溪文化，陶器多为手制，以红陶为主，兼有一定数量的灰陶、黑陶，个别遗址还出土了白陶。这些白陶采用了与瓷石成分相近的瓷土或高岭土烧制而成，表明中国先民曾用瓷土制造白陶。

约公元前 4300—前 2500 年，分布在山东、苏北、皖北、豫东一带的大汶口文化，早期以红陶为主，晚期种类增多，灰陶、黑陶明显增加，还出现了白陶，其彩陶多挂陶衣，颇具特色。挂了一层黑色陶衣的红陶、灰陶，俗称黑皮陶。

约公元前 4000—前 2000 年，在南方广大地区，如浙江、江苏、江西、安徽等地出现了印纹硬陶，它在化学组成上不同于一般陶器，在烧成温度上也有相应提高，在由陶向瓷发展中起了关键作用。

约公元前 3300—前 2000 年，主要分布在甘肃洮河、大夏河和青海湟水流域的马家窑文化，制陶业发达。在甘肃东乡林家马家窑遗址中出土了青铜刀，它是现已出土的最早的青铜器，含锡 6%~10%，范铸而成。在仰韶文化晚期的地方类型：山西榆次源涡遗址出土一块陶片上附有铜炼渣，表明此时已出现炼铜技术。

约公元前 3000—前 2000 年，中原地区进入以山东章丘龙山镇城子崖为代表的龙山文化时期。社会进入父系氏族公社，炼铜技术得到推广，在山东半岛六处遗址中出土有青铜器。河南郑州牛寨出土了熔化铅青铜的残炉壁。河南临汝煤山遗址出土了熔化纯铜的泥质炉的炉底和炉壁残块。龙山文化制陶技术的典型产品是薄壳黑陶。在龙山文化晚期的遗址中还出土了陶甗，早期的蒸煮器之一。

约公元前 2000—前 1600 年，在中国铜石并用的时代，在黄河上游的齐家文化遗址出土了大批红铜、青铜器，有铜刀、锥、凿、钻头、匕、斧、指环、铜饰、铜镜等，表明冶铜业已兴起。例如，在甘肃武威皇娘娘台遗址就出土铜器 30 余件。又如在甘肃玉门清泉乡火烧沟遗址发掘了 314 座墓葬，其中有铜器的墓葬占 1/3 以上，出土铜器 200 余件。在这遗址中还出土一件分铸而成的四羊铜权杖首和含银 7%的金耳环及含金和铜的银鼻饮。

约公元前 2170—前 2000 年，传说夏禹时，仪狄造酒。少康时，杜康造秫酒（《吕氏春秋·勿躬》、《战国策·魏策二》）。

约公元前 2000—前 1500 年，在内蒙昭乌达盟敖汉旗大甸子村夏家店文化遗址中出土细条状黄金，说明夏代已采集和利用黄金。

约公元前 1900—前 1600 年，夏代晚期或商代早期的河南偃师二里头文化遗址的贵族墓葬中出土了爵、斚、盃等青铜容器（酒器）。在二里头遗址中发掘出最早的宫殿建筑，其基址内还有埋设于地下的相互套接的陶制排水管。

商代早期，在郑州南关外的铸铜遗址中出土了商代早期的熔铜设备：内壁烧红并粘有铜渣的大口尊。

商代中期，在郑州商城发掘出两处铸铜遗址，一处以铸造刀、铍为主，另一处以铸造青铜铍为主，两处还兼铸青铜礼器，表明铸造业已成为手工业部门之一。

在商代中期的遗址和墓葬中，出土了原始瓷器。其中的原始瓷釉是迄今发现最早的高温玻璃钙釉。

商代中期，在河北藁城台西村遗址发现一座制酒作坊。其中一只大陶瓮内尚存 8.5 公斤的沉淀物，经鉴定为酒精挥发后的残渣。在台西村遗址中还出土一件铁刃铜钺。此外该遗址还有金箔出土，表明当时的黄金加工技术水平已较高。

公元前 1300—前 1046 年，商代后期，在河南安阳大司空村的两座商代墓葬中出土了 3 枚铸铜贝。在山西保德林遮峪殷商墓中出土有 109 枚铜贝和 112 枚海贝，说明中国是最早使用金属货币的国家之一。

发现于殷墟的甲骨文是中国目前发现的最早文字。现已出土约 15 万片。其中就有多种“酒”字。商代人崇尚的酒是醴。当时的鬯酒可以说是最古老的露酒。

安阳殷墟小屯村发掘的妇好墓是商代第二十三武丁的配偶“妇好”之墓。该墓出土了大量文物，有铜器、玉石器、骨器、象牙器、陶器等随葬品 1928 件。其中精美青铜器 440 件。出土的中柱盂等结构复杂的器具采用了先铸附件，再浇铸主体的技巧。

在浙江上虞百官镇发现烧制印纹硬陶的龙窑群，说明商代我国南方已出现提高烧成温度的龙窑。当时印纹硬陶的烧成温度已达 1200℃，是实现高温技术的一次突破。

河南郑州二里岗出土的大型青铜方鼎、安阳殷墟出土的司母戊鼎、湖南宁乡出土的四羊尊等许多精美青铜器都表明商代的制范铸造技术水平。

在陕西扶风、岐山周代遗址中发现了用于宫殿建筑的板瓦、筒瓦和瓦当等陶制构件，开创了屋顶用瓦铺盖的建筑新格局。这是建筑史上一项突出成就。

通过对陕西宝鸡茹家庄西周墓地出土料珠的研究，表明中国古代的玻璃技术萌芽于西周。当时烧制的玻璃珠只能称其为原始玻璃。

河南洛阳北窑发现了西周时期的铸铜作坊遗址，面积约有 28 万平方米，出土数以千计的熔铜炉残块，还有木炭、铜渣等。

在内蒙赤峰林西大井村发现一座夏家店上层文化的古铜矿遗址。它包括露天采矿、选矿、冶炼、铸造全套工艺遗迹，发现矿坑 40 余个、炼炉 8 座以及许多陶制鼓风管、陶范和炼渣，还有 1500 余件开采铜矿的工具。表明西周之时我国已使用硫化铜矿、含砷铜矿及铜锡共生矿冶炼得到铜砷锡合金。这是迄今发现的最早开采、冶炼硫铜矿的遗址之一。

湖北大冶铜绿山古铜矿冶遗址是已发现规模最大，保存最完整的古铜矿冶遗

址。遗留炼铜炉渣 40 万吨以上，发掘出地下采区 7 处，采矿巷 400 条，古冶炼场 3 处，发现一批炼铜炉，出土了大量的铜、铁、木、竹、石制生产工具以及陶器、铜锭、铜兵器等。遗址至迟始于西周末年，经春秋、战国延续到汉代。

安徽南附江木冲发现一处西周晚期的炼铜遗址，其中有 3 座炼铜炉和冰铜锭，表明此前已掌握采冶硫化铜矿的技术。

河南三门峡西周晚期虢国墓出土了 3 件用陨铁作刃的青铜戈、铙和刻刀，同墓出土的铜柄铁刀和另一墓出土的玉柄铜芯铁剑，铁刃经鉴定是人工冶铁制品。

《周礼》又称《周官》，先秦古籍，旧传为周公所作，实系春秋战国人所作，是为周代设官分职设计的一幅蓝图，为周代前中期的现实和思想的反映。

《周礼·天官冢宰》中有“酒正”、“酒人”、“浆人”等职官，掌管宫廷内的“三酒、四饮、五齐”等酒饮生产和供给。可见周代酒业的兴旺。

《周礼·天官冢宰》记载周代设盐人掌管盐之政令。当时祭祀中供有苦盐、散盐、形盐、饴盐等。

《周礼·天官冢宰》中有“醯人”之职官，掌共五醢七菹。凡醯物，以供祭祀之醢菹。凡醯酱之物，宾客亦如之。”可见醯人是负责醋、酱之类菜品的供应。

约公元前 6 世纪或稍早，陕西宝鸡益门 2 号春秋墓出土大批黄金制品，共 1100 余件。还有金柄铁剑、金柄环首刀等 20 余件。经鉴定铁刃是人工冶铁制品。早期铁器与黄金饰品集中于一墓出土尚属首次。它们都是早期秦国的金属精品。

新疆尼勒克奴拉赛古铜矿冶炼遗址（相当于中原地区东周时期）的发现和研究，表明该处已使用硫化矿添加砷矿冶炼砷铜的技术。

《管子·轻重篇》记载，齐桓公时代，“一农之事，必有一耜一铢一镰一耨一鋤一铎，然后成为农。一车必有一斤一锯一缸一钻一凿一轳，然后成为车。一女必有一刀一锥一箴一杼，然后成为女。”不同的劳动者使用不同的工具，说明在公元前 4 世纪，铁制工具已推广到生产、生活的许多领域。

管仲向齐桓公建议：“美金以铸剑戟，试诸狗马；恶金以铸锄、夷、斤、斲（斲），试诸壤土。”这里美金是指青铜，恶金指铁。说明当时铜铁的不同用途。

据古籍《孟子·许行章》、《管子·小匡》、《国语·齐语》等记载，春秋晚期，铁犁、铁锄、铁锹、铁铲等铁制农具已开始推广。

江苏六合程桥出土的铁丸，是迄今经过鉴定的最早生铁制品。同属春秋晚期的长沙识字岭第 314 号楚墓出土的小铁锹也是生铁铸造的。长沙杨家山 66 号楚墓和窑岭山 15 号楚墓还出土了春秋晚期的铁鼎等铁制品，表明此时楚国已掌握了较高的冶铁技术。

河南洛阳水泥厂出土的春秋晚期的铁铤是迄今发现最早的韧性铸铁制品。

在山东临淄齐国故城冶炼遗址发现冶铁遗址 6 处，冶铜遗址 2 处，铸钱遗址 2 处，还有大量炼渣、铸范和铜钱及“齐铁官丞”和“齐采铁印”等封泥。可见当时

齐国冶炼业的兴旺。

《周礼·考工记》成书于春秋末期或战国早期，可能是齐国用以考核、监督百工生产的一部官书。也是中国古代第一部手工业的工艺专著。其中关于青铜器物中铜锡配比的“六齐”是世界上已知最早的合金成分规律的记载。关于观察火焰的颜色来判定工艺进程的经验记述都是很宝贵的。

《考工记》中有“以浼水沤其丝”，即用草木灰的浸液来洗丝。此后《礼记·内则篇》也记载：“冠蒂垢和灰清漱，衣裳垢和灰清浣”。可见当时用草木灰浸液洗涤衣冠在宫廷中已形成制度。

《管子·地数篇》记载，管仲答齐桓公有关盐政之事，可知春秋时期的齐国海盐生产已采用煮海卤为盐的技术，规模相当大，除供应本国所需外，还运销周围诸国。

据《左传·成公六年》记载，山西运城解州盐池在公元前 600 年前后，制盐方法已由取卤水自然蒸发浓缩结晶成盐发展为日照晒盐法。

齐桓公（？—前 642 年）墓中有水银池〔（唐）李泰：《括地志》〕，可见此前中国已开始利用水银了。

浙江绍兴狮子山春秋晚期墓出土的鎏金嵌玉扣饰是迄今已知年代最早的鎏金器物。

山西侯马晋国铸铜遗址中出土了当时的货币：空首布。这是现知较早的金属铸币。

起始于战国早期，兴盛于战国晚期，延续使用至汉的“东周阳城”南（今河南登封告城镇）的铸铁作坊遗址出土了熔炉残壁、鼓风管残块、烘范窑遗址、脱炭炉 3 座，大量铸模、陶范、石范及各种铁器 1158 件。铁器金相鉴定表明大部分铁器经退火处理，部分已成铸铁脱碳钢。

湖北随州发掘出一座战国早期大型木椁墓：曾侯乙墓，墓中出土大量精美青铜器、金器、玉器、漆竹木器等。其中的尊、盘等多数青铜器都是集陶范铸造、分铸、铸接、钎焊及失蜡法多项工艺精致加工而成。那套多达 32 件的青铜编钟更是铸造史和中国音乐史上的珍宝。出土的漆器充分反映了当时楚国漆器生产的高超水平。

在河北兴隆燕国铸铁遗址出土有铸铁范 48 副，87 件，主要用于铸造锄、镢、斧之类的农具和工具，表明生铁冶炼和制造农具已有一定发展。

在河南辉县固围村的战国中期魏国王族墓地中发掘出铁制生产工具 93 件，有铲、锄、犁、斧、削等，经鉴定是用固体还原法冶炼而成。

河北易县燕下都出土的燕昭王（公元前 311—前 279 年）时的剑和戟，经鉴定是经过淬火处理的钢制兵器。

湖南长沙、衡阳、常德一带的楚墓出土了一些外敷铅釉的琉璃建筑制品。初步统计有近 200 座楚墓出土琉璃器件 400 余件。表明琉璃最早出现在战国时期。

《禹贡》是战国时代的关于自然地理的著作。其中记载了包括金、银、锡、铁、铅等 12 种矿产的产地分布情况。

战国末年，李冰在四川修建都江堰水利工程中，“识齐水脉，穿广都盐井”。说明四川井盐开采始于战国末年。

《尚书·商书·说命》中说：“若作酒醴，尔惟曲蘖”。表明当时的人们已认识到曲蘖在酿酒中的关键作用。

《礼记》是儒家经典，约成于战国末期，是春秋战国各种礼仪论著的选集。《礼记·月令》曰：“孟夏之月……是月也，天子饮酎，用礼乐。”酎是一类用曲经重复发酵而成的酒，战国时只有王室贵族才能饮用它，到了秦汉才被推广。《礼记·月令》中有关酿酒工艺的记述：“乃命大酋，秫稻必齐，曲蘖必时，湛炽必洁，水泉必香，陶器必良，火齐必得，兼用六物，大酋监之，毋有差贷。”则是酿酒技术的规范，反映了当时酿酒技术经验。

至迟在战国时期，中国已开始用焙烧涅石法制造绿矾，并用于染黑。

《楚辞·大招》曰：“粉白黛黑，施方泽长袂拂面善留客。”表明铅粉（主要成分为碱式碳酸铅，古代常用的白色颜料）在战国时期已被用于化妆涂面。

四川新都战国墓中出土的夹纆漆器表明巴蜀地区不仅在战国时期已是漆器的产地，而且其生产的夹纆漆器为脱胎夹纆漆器的生产奠定了基础。

陆续出土的属于战国时期的玻璃珠、璧、耳珰、剑饰、杯等玻璃制品表明中国先民已掌握了玻璃生产技术。这些玻璃大多属于铅基玻璃系统，正是中国玻璃不同于西方玻璃的特色。

公元前 221 年秦统一中国。结束战国币制混乱状态，统一币制，确定黄金和“半两”（青铜钱）为两种基本货币。据《史记·秦始皇本纪》记载，秦始皇下令收集大量铜兵器铸成 12 座大铜人，各重 24 万斤。

湖北云梦睡虎地一座秦墓出土了固体墨锭，同时出土的还有布满墨痕的石砚和写满墨字的木牍，表明当时已生产使用墨锭了。

秦始皇陵出土的陶俑彩绘的颜料主要有红、绿、蓝、黄、紫、褐、白、黑 8 种，表明中国先民很早就生产并使用这些颜料了。

河南西平县酒店乡发现约为公元前 3 世纪末的冶炼生铁的竖炉。这是我国现存最早的冶炼生铁的竖炉之一。

中国炼丹术起始于西汉。受汉武帝宠信的方士李少君提出用丹砂炼黄金，以黄金为饮食器的长生设想。

淮南王刘安（公元前 179—前 122 年）招致宾客方士数千人，其中有人为他搜集神丹妙方，撰成《枕中鸿宝苑秘书》（已失传），还编辑《淮南子》等书。其中《淮南万毕术》就提到：“白青得铁，即化为铜。”表明人们已发现铁置换铜的化学反应。其中《三十六水法》是现存世界最早的一部炼丹著作。

公元前 119 年，汉武帝采用桑弘羊等人建议，实行盐铁官营，设铁官 49 处，盐官 41 处。

河北满城陵山的中山靖王刘胜墓出土大批有价值的珍贵文物。除随葬的金缕玉衣外，还有一把制作精细的错金铁尺、一具鎏金宫女形长信宫灯、一对玉制眼罩及包括佩剑、车铜在内的许多灰口铁制品，反映了当时金属加工的先进水平。

考古工作者先后在西安灞桥、甘肃居延金关、陕西扶风中颜、甘肃天水放马滩、甘肃汉代邮驿悬泉置遗址等地发现了古纸，说明西汉时已能制造原始形式的纸。

根据司马相如（公元前 179—前 117 年）所著《子虚赋》中提到甘蔗，推测汉代的南方部分地区已种植甘蔗。

司马迁（公元前 145—前 90 年）所著《史记》为中国第一部纪传体通史著作。据《史记·大宛列传》记载“宛左右以蒲陶为酒，富人藏酒万余石，久者数十岁不败。”“汉使取其实来，于是天子始种苜蓿、蒲陶肥浇地……”。表明中国西北地区很早就种植葡萄并酿制葡萄酒。张骞等汉使将葡萄良种和葡萄酒酿制技术传入中原地区，在长安附近种植。《史记·货殖列传》记述：“通邑大都，酤以岁千酿，醢酱千瓠，浆千甔……”。表明在汉代，醋、酱及各种肉酱、菜酱已作为商品流通。《史记·滑稽列传》中有“荫室”的设置，是漆器生产技术的进步，因为漆器在荫室中干燥才能保证质量。

西汉史游《急就篇》中将豆豉与醢、酢、酱倒在一起作为当时的主要调味品。可见至迟在西汉已掌握了豆豉的生产技术。

西汉时期，酿酒开始采用块曲、饼曲取代散曲，是制曲酿酒技术的重要发展。

汉代出现的豆酱油（当时称为清酱）是从稠糊状的豆酱中澄撇出来的。后来的《齐民要术》称其为“酱清”，直到宋代才称为“酱油”。

汉代出现的绿釉陶，其釉是一种以铜为着色剂的低温铅釉，它与商代出现的高温钙釉不同，以氧化铅为助熔剂。它的出现为唐三彩陶器、釉上彩瓷器的发展奠定基础。

作为明器的铅釉陶首先出现在陕西的关中地区。汉武帝时期的墓葬中尚属少见，而在汉宣帝以后，铅釉陶逐渐多起来，在河南的许多地区发展较快。到了东汉，流行地域已十分广阔。

通过对出土的西汉古玻璃的分析研究，发现中国部分地区开始出现钾基玻璃，表明玻璃制备技术的进步。

班固（公元 32—92 年）所著《汉书·地理志》中详细记述了金、银、铜、铁、锡、铅、盐、玉石、石油、天然气等矿产的分布和产地。称上郡高奴县（今延州）有“洧水”，且“可燃”。这是最早关于石油的记载。班固在《汉书·郊祀志》中记载了上郡鸿门（今陕西神木）建成一口火井。这是中国第一口天然气井。

约在公元 10 年，以尊“神农”为鼻祖的医药之集大成之作《神农本草经》问

世。该书记载了一些矿物化学性质和人们观察到的一些化学反应现象。例如水银能“熔解还复丹”。又例，硫黄“能化金银铜铁奇物”。

东汉许慎（约公元 58—147 年）著成《说文解字》，帮助后人了解许多汉字的字源和当时的辞意。例加，“蘖，缺也；渍麦覆之，使生芽开缺也。”

据《后汉书·蔡伦传》，蔡伦（约公元 61—121 年）对造纸技术做出了重大改革。使纸的质量和产量都有了较大提高，成为真正的记事材料。从此造纸技术得到较快推广。

东汉桓帝时期（公元 147—168 年）魏伯阳撰成《周易参同契》，也是早期的重要炼丹术著作。它总结了大量火法炼丹的经验，例如：“若药物非种，名类不同，分剂参差，失其纪纲”，便可能“飞龟舞蛇，愈见乖张”。指出了化学反应的复杂性和激烈程度。

东汉崔寔（约公元 103—170 年）撰《四民月令》，陈述一个拥有相当数量田产的殷实庄园，一年四季应该进行的农事和手工业、商业经营事项。其中就记载了榨油、制取饴糖等劳作。

西晋皇甫谧所著《高士传》“隐居以蓄蜂……教授者满于天下，营多者三百余人。”就介绍了东汉公元 158—167 年间一位叫姜岐的能人。他是人工养蜂的高手，并将其养蜂技术传授给他人。

约在公元 185 年间，据《三辅决录》记载：“左伯，字子邑，东莱人（今山东掖县），擅名汉末，甚能造纸。”左伯是当时的造纸能手，左伯纸与张之笔、韦诞墨都是当时文人喜爱的文具。

约公元 240 年间，东汉韦诞（公元 179—253 年）将制墨技术从制取烟炱到和胶、捣制等工序系统化，并制得好墨，成为当时的制墨高手。

曹操（公元 155—220 年）约在公元 190 年，以奏折形式向汉献帝推荐自己家乡的“九酝春酒法”。这一酿酒法采用了分批投料、霉菌深层培养，接近固体发酵等较先进的技术。

曹操令人造“百辟刀”5 把，据说用了三年时间。曹操把这种宝刀称为“百炼利器”。曹植曾作《宝刀赋》，生动描述了反复加热锻打制造宝刀的过程。

在日本天理市栢本町东大寺山古坟出土了一把由中国传去的“百炼清刚”铁刀，同时还出土三国·魏太和四年（公元 230 年）制造的 7 把刀，刀上嵌有错金铭文“百炼”。这是当时中日文化交流的又一实证。

东汉年间问世的炼丹著作《黄帝九鼎神丹经》介绍了 9 种神丹的丹诀（炼制方法）及真人歌 81 首。该书反映了中国炼丹术的初始思想、早期丹药成分、用药情况及合炼丹药的仪式和丹经传授的戒律。其中记载了铅霜（醋酸铅）的制法。

东汉的炼丹家已掌握了通过水银的低温焙烧制得氧化汞（还丹），还可以在密闭的土釜中加热水银和铅丹的混合物而得到氧化汞（铅汞龙虎还丹）。

山东滕县宏道院出土的东汉冶铸画像石，描绘了当时冶铸中使用皮囊作鼓风机的情景。

东汉炼丹家狐刚子所著《五金粉图诀》中叙述了采用下火上凝法制取水银，即在封闭的铁质和土质的上下合釜中加强丹砂制取水银。这方法一直沿用至唐代中期。

狐刚子著写的《出金矿图录》中翔实地叙述了从银矿中提炼白银和精炼白银的“出银矿法”。最早提出了利用金属铅的“灰吹法”冶炼金银和首创了干馏胆矾制取硫酸的工艺——“炼石胆取精华法”。

通过对浙江上虞县小仙坛东汉晚期窑址出土瓷器的研究，可以认为东汉晚期越窑已成功烧制出达到近代瓷器标准的成熟青釉瓷器，是中国陶瓷工艺发展新水平的标志。进一步对青瓷瓷胎分析，发现它与当地盛产的瓷石化学成分接近，可以判定当时已采用瓷石作为原料的一种。

据《三国志·魏书·韩暨传》记载，约公元238年，魏监冶官员韩暨在管理冶铁业中推广水排，即水力鼓风设备。他还改进了水排，使之成为水力转动的机械，“计其利益，三倍于前”。

据《三国志·吴书·孙亮传》记载，孙亮（公元238—280年）吃蜜渍梅，即用蜂蜜将青梅浸制成蜜饯。表明蜂蜜已从甜味食品扩展了功能，用于加工食品和保藏食品。

至迟从魏晋时起，中原地区开始由焙烧黄铁矿（涅石）制取绿矾的窑顶上收集冷凝的硫黄。故《名医别录》等书称硫黄为矾石液，对此生产工艺《天工开物》中有详细记载。

西晋张华的《博物志》和东晋常璩的《华阳国志》中都记载了临邛（今四川邛崃）利用火井即天然气作为燃料煎煮卤盐。

西晋嵇含（公元263—306年）所著《南方草木状》记载了当时流行于南方酿造业的草包曲，即小曲的制法。

约公元310年，西晋江统（？—公元310年）在其所著《酒诰》中提出“酒之所兴，肇自上皇，或云仪狄，一曰杜康。有饭不尽，委于空桑，郁积成味，久蓄气芳，本出于此，不由奇方。”的自然发酵观点。另一位晋人庾阐也持这一观点。

东晋医药家、炼丹家葛洪（公元283—364年）历时十余年完成《抱朴子外篇》50卷、《抱朴子内篇》20卷、《肘后备急方》及《神仙传》10卷等著作。其中有关炼丹术的内容主要集中在《抱朴子内篇》的“金丹”、“仙药”、“黄白”三卷。不但总结了魏晋时期的炼丹术理论和成果，而且还创造性地发展了炼丹术，在理论和实践上都集大成，形成了独特、完整的体系。在《抱朴子外篇》卷四记有：“丹砂烧之成水银，积变又还成丹砂”，这是汞与硫化汞相互转化的较早记载。还记述：“以曾青涂铁，铁赤色如铜，……外变而内不变也。”表明此时已掌握在铁器表面镀铜

的技术。

后赵（相当于东晋时期）黄门侍郎刘景先著《神仙养生秘术》，记载了当时炼丹术方士已制得粉霜（氯化高汞）。制法是将水银、硫黄、盐和硝石一起密封加热升炼。该书还记载了炼制砷白铜的工艺和以铅汞为基础的汞齐药银的丹方。

东晋常璩《华阳国志》卷四云：“螳螂县（今云南会泽、巧家一带）产白铜（即铜镍合金）”，这是有关镍白铜的最早记载。

东晋末年豪族桓玄于公元404年废晋安帝，改国号为楚，并下令以纸代简：“古无纸，故用简……今诸用简者，皆以黄纸代之。”用政令方式强行推广用纸，促进了纸业发展和流传。

南朝宋时期（公元420—479年），在漆器生产技术上发明了爽烝造像。即先借木骨泥模塑造出底胎，再在外面粘贴麻布和髹漆及彩绘，等干了以后再除去泥模，造成脱胎漆塑像。这是古漆艺的一大成就。

南朝齐梁时（公元479—557年）成书的《名医别录》，是魏晋以来许多名医用药经验的总结。该书记载：“蔗出江东为胜，庐陵亦有好事者，广东一种数年生长皆大如竹，长丈余，取汁为砂糖，甚益人。”表明当时南方已榨蔗生产砂糖。该书还首先将红色的氧化汞称为汞灰，以此区别于红色的天然硫化汞。此外该书记载了用皂荚作沐浴的洗涤剂。

南朝齐梁人陶弘景（公元452—536年）编纂的《本草经集注》中，记载了94种矿物药，其中有些记述了形态特征（结晶、颜色、光泽、透明性等），在分类、鉴定上有创新。例如，最早记录以焰色反应来区别朴硝（硫酸钠）与硝石（硝酸钾）；较早记录了空青（蓝铜矿）和绿青（孔雀石）的共生关系。并将当时炼丹术化学成果及时融注于本草学中。例如，判明“（水银）还复为丹”不是丹砂，并指出其最能去虱，此乃氧化汞作为医药的先声。

北魏酈道元（公元466/472—527年）撰成《水经注》40卷。在卷二中引《释氏西域记》中有：“人取此山石碳，冶此山铁。”这是用煤冶铁的最早描述。

北魏贾思勰（公元533—544年）所撰的《齐民要术》是我国最早最完整的包括农、林、牧、副、渔的综合性农业全书。在该书中记载了当时9种酒曲及其制法和多达40种的酿酒法；还介绍了当时流行北方地区的15种制酢（醋）法及流行于南方地区的8种苦酒（醋）法；介绍了当时流行于黄河中、下游地区的14种作酱法。还记载了饴糖生产技术，面脂、香泽、唇脂、手药的制备，染料（蓝靛、红花）的制备。

在河南安阳的北齐范粹墓（约公元575年前后）中出土一批早期白瓷。白瓷的出现是中国陶瓷发展史上一个重要的里程碑。

隋代初年（公元581—600年）炼丹家苏元明（又名苏无朗，道号青霞子）所著《宝藏论》中记载了以草木药伏制雄雌黄、砒黄以及硫黄的试验，并发现其惊人

的效果，此试验逐渐被后来的炼丹家所重复和推广。他的“伏火砒霜”（以草灰与雄黄或砒石合炼的砷酸钾）点化赤铜，得到了一种含砷量高于 10% 的砷白铜。

隋代以后，炼丹术开始形成两派：外丹派和内丹派。前者以炼制丹药为主；后者倡导传统的气功，主张实行心肾交会，精气搬运，存神闭息，吐故纳新。

唐初的医药家、炼丹家孙思邈（公元 581—882 年）所著的《太清丹经要诀》中，列出 18 种秘方，炼制 14 种不同丹药。孙思邈在其医药学著作中广泛吸纳了炼丹术的成果。其中“伏雌雄二黄法”是合成彩色金的丹方。“伏雌雄二黄用锡法”实际上成为一种制取单质砷的方法。到了宋元时期炼丹家不仅制取了单质砷，而且对它有明确的描述和利用。表明中国炼丹家最早发现了元素砷。“造与玉泉眼药方”即以金属铅与石类熔炼玉石精华的工艺。此后该工艺被用于玻璃制造。该书中的“造铅丹法”是中国古代有关铅粉传统工艺的最早记载。

孙思邈所著的《备急千金要方》、《千金翼方》中，介绍了 10 多种皂荚类豆和猪胰澡豆，表明它们已广泛用于洗涤和皮肤的保洁。

在河北临城、内邱地区先后发现了我国隋唐时期精细白釉瓷的烧造窑址。这就是唐代著名的邢窑。对邢窑瓷胎的研究表明它使用了含高岭石的二次沉积黏土或高岭土和长石。可以认为，在隋唐时期已有了近代的高岭土-石英-长石三元系瓷器。对邢窑瓷釉的研究表明，其釉中 K_2O 含量的增加，使中国传统的钙釉开始向钙碱釉变化，大大地改进了釉的质量。其烧成温度已达 1380°C ，成为古代瓷器的最高烧成温度。

公元 640 年，唐太宗命侯君集率兵平定高昌（今吐鲁番）“及破高昌，收马乳蒲桃于苑中种之，并得其酒法，帝自损益，造成酒。”这次引进是掀起中国古代种植葡萄和酿制葡萄酒的第二次高潮。

据《新唐书·西域列传》记载，唐初（公元 647 年），中国派遣使节赴印度摩揭它学习制糖技术，主要是固体石蜜的制作方法。次年，偕印度石蜜工匠来华传授制糖技艺。

唐代苏敬（公元 599—674 年）等所撰《新修本草》中记载了提纯硝石的方法。此方法的改进和推广对于黑火药的发现、发展很重要。

江苏南京江宁县九华山发现的唐代古铜矿及冶渣、矿石等冶铜遗物的研究表明，唐代已使用了硫化矿—冰铜—铜的冶炼工艺，且已相当成熟。

唐代炼丹家陈少微所著《太洞炼真宝经九还金丹妙诀》中，介绍了炼制水银的上火下凝法。且用它取代了之前的下火上凝法。

唐代炼丹术著作《丹房镜源》，主要讲解丹房中所用药物的状貌、性能以及预加工处理。其中“造铅丹法”是中国硝硫酸法制造铅丹（ Pb_3O_4 ）的最早记载。还记载了用炭伏火硝石的实验。

唐代炼丹术著作《真元妙道要略》中，明确指出：“有以硫黄、雄黄合硝石并

蜜烧之，焰起烧手面及屋舍者。”“硝石……生者不可合三黄，立见祸事。”这种防范燃爆事故的警告已预示火药的配方。

晚唐时炼丹家金陵子编撰成的《龙虎还丹诀》是他本人试验工作的总结。该书详细记录了由各种铜化合物炼制红银（即纯铜）的 15 种方法。还介绍了炼制砒白铜的“点丹阳法”。他的试验记录表明炼丹术发展到唐代，已有某些定量的科学实验。

唐代大历年间（公元 766—779 年），四川、涪江流域开始生产冰糖，当时又名“糖霜”或“糖冰”。这种冰糖生产技术叫做窖制法。

公元 904 年“（郑璠）从攻豫章，璠以所部发机飞火烧龙沙门……焦灼被体。”许多学者认为这种“发机飞火”可能是原始的抛掷型火药武器（北宋路振：《九国志》）。

唐代湖南长沙窑的出土遗物中，已出现分别由含铜矿物和含铁矿物为着色剂的绿色和褐色釉下彩瓷，开创了釉下彩瓷的先例。

一件晚唐时期由氧化钴着色的青花瓷枕碎片在扬州唐城遗址出土，表明晚唐时期已开始烧制青花釉下彩瓷。

陕西西安南郊何家村发现一处唐代的金银器窖藏，共出土金杯、金碗、银壶、镂空银熏球等 205 件。对这些珍贵文物的研究表明唐代的金银细工工艺已达相当高的水平。

南汉轩辕述约在公元 918 年著书《宝藏畅微论》中说：“铁铜，以苦胆水浸至生赤煤，熬炼而成是坚”。说明此时浸铜法已发展成为一种生产铜的方法。

五代南唐独孤滔约在公元 923—936 年间修撰的《丹方鉴源》中，对每种炼丹药物的来源、产地、性状、功能、用途做了简要说明，条理清晰，有的还包括人工制造工艺，很少有神秘色彩，是一部科学性较强的金石药物手册。

五代后晋吴越钱元罐（公元 887—941 年）墓出土的雕龙贴金大瓶等，是五代越窑“秘色瓷”的代表作。

五代后周，约 958 年，占城（今越南中南部）贡蔷薇露（即花露水）。

五代后期的陶谷（公元 902—970 年）所著的《清异录》中记载了红曲、豆腐（邑人称豆腐为“小宰羊”）、“火寸”（后世又称为“引光奴”、“发烛”），火寸即近代的硫黄火柴。

五代朱遵度著撰《漆经》（已佚）是最早的漆工专著，总结了历代漆工的经验。

五代末炼丹家日华子所撰《日华子点庚法》是中国典籍中最早关于以炉甘石（菱锌矿）与赤铜合炼制作鎏石（锌黄铜）的记载。

宋初，约公元 970 年至 1002 年间，兵部令使冯继升、神威水军队队长唐福、冀州团练使石普等人，先后向朝廷进献火毬与火药箭法。

由曾公亮（公元 999—1078 年）和丁度（公元 990—1053 年）等编纂的《武经

总要》于1044年出书，全书40卷，是官修的大型综合性兵书。其中刊载了毒药烟球火药方、火毬火药方、蒺藜火毬火药方等三种火药配方及多种的早期火药武器。

北宋苏易简在《文房四谱》中写道：“今江浙间有一嫩竹为纸，如作密书，无人取拆发之。盖随手便裂，不复粘也。”苏轼在其《东坡志林》中也说：“今人一竹为纸，亦古所无有也。”表明竹纸在宋代已出现，尚属初起。

1023年11月北宋政府设益州交子务，次年二月，发行交子。交子——私印单色或彩色纸币，由政府接办和发行，此为世界上政府发行纸币之始。

北宋仁宗庆历年间，公元1041—1048年，蜀人发明了小口径凿井技术——“卓筒井”。苏轼在《东坡志林》和文同在《丹渊集》中对卓筒井都有详细的记录。卓筒井首创使用钻头和圜刀的冲击式顿钻凿井技术和用首尾衔接竹筒套管构成的汲卤筒，被誉为现代“石油钻井之父”。

苏颂（公元1020—1101年）主编完成《本草图经》20卷，记载了当时已普遍采用的利用海滩沙来吸附制卤的方法及刮盐碱土熬取土盐的方法。该书中还对蜂蜜进行了分类：黄连蜜、梨花蜜、槐花蜜等。此外该书还记载了宋人为提高胆矾产率而创造了“硝石炼胆法”，记载了“灰吹法”炼银技术。

1078年，徐州利国监附近发现了大煤矿并用来炼铁。苏轼作诗《石炭行》反映了当时用煤炼铁的实况。

沈括（1031—1095年）在所撰《梦溪笔谈》中记载：“盖石油至多，生于地中无穷。”他最早提出了“石油”这个科学命名，并用燃烧石油的烟炱制作墨锭。随后又说：“石烟多似洛阳类”，描述炭黑生产造成的烟尘污染。

1082年唐慎微完成《经史证类备急本草》的编撰。该书31卷，收集宋代以前本草文献，收录药物1748种，是中国本草史上最重要的著作之一。内容中有诸多物质化学性质的记载。

1086年，江西景德镇与上饶之间的饶州兴利场，“岁额五万余斤”。它是兴建最早的胆水浸铜场。

约在1099年，苏轼（1036—1101年）在流放岭南之时，为了向当地人推广江浙一带较先进的酿酒技术，他写下了杂文《酒经》，即通常所称的《东坡酒经》。

1114年在官场失意后的朱肱潜心研究酿酒和医药，先后编撰了《北山酒经》和《南阳活人书》。《北山酒经》是中国古代关于酿酒工艺的第一部专著，它初步总结了隋唐至北宋时期制曲酿酒的经验。从他介绍的黄酒工艺来看，可以认为黄酒技术到宋代已基本成熟定型。

在北宋时期，福建建阴生产出一种黑釉上带有兔毫纹或鹧鸪斑等颜色变异的黑釉瓷器，人们称其为建阳釉瓷器。同时在江西吉州地区也生产类似的斑纹黑釉瓷。此外还有木叶纹、剪纸花纹等装饰的黑釉瓷。这些瓷器都是采用了一些特殊的黑釉配方，在烧成中产生分相和折晶现象，故呈现独特的装饰效果。

在北宋的河南禹州生产出釉色很有特色的钧瓷产品。钧瓷是以含铜矿物为着色剂，在烧成中产生窑变，出现红、蓝、紫等多种色调的分相多色釉，俗称窑变色釉。为后世多色釉的发展提供借鉴。

从宋代开始，福建德化生产的白釉瓷，由于所用原料中氧化铁含量低，故烧成的瓷器胎釉都非常白，形成别具一格的白釉瓷。特别是德化的瓷雕更是闻名中外。

北宋末年江苏宜兴烧造的紫砂陶器，由于其独特的性能和精美的造型，深受嗜好饮茶的文人所爱，得到特别的推崇。

1126 年，金人围汴，李纲登城，下令发“霹雳炮”击退敌人。绍兴三十一年（1161 年），金人欲渡长江，宋军又发“霹雳炮”。霹雳炮是以“纸为之，而实以石灰、硫黄，炮自空而下，落水中，硫黄得水而火作，自水跳出，其声如雷，纸碎而石灰散为烟雾，迷其人马之目，人物不相见。于是宋军舟舰驰之压敌舟，人马皆溺，遂大败之。”实际上此炮分两节，一节只放火药，点燃后爆炸，使另一节升空；另一节放石灰、硫黄（火药），下落后又爆炸，纸裂石灰四散。纸制炮弹始见于此，应是后世双响鞭炮的雏型。

约在 1132 年，德安（今湖北安陆）知府陈规（1072—1142 年）率部用“火炮药造下长竹竿火枪二十余条”，取得守城战的胜利。这长竹竿的火药枪就是最早的管形火器。

1145 年，南宋王灼撰写《糖霜谱》介绍当时蔗糖产地、制糖历史、种蔗方法、制糖器具和方法以及蔗糖的性味，对糖霜（冰糖）的记载尤为翔实。该书是中国第一部关于蔗糖的专著。

南宋陈元靓在其《事林广记·锻炼奇术》中记载了利用硼砂的金银分离法。硼砂的应用只是作为炸金药成分之一，故尚不是成熟的硼砂法。该书还记载了当时分离金银的“矾硝法”。把焰硝、绿矾及盐的混合剂称为“金榨（炸）药”。当绿矾和硝石混合加热就会产生硝酸，故这种混合物也可称为“固体硝酸”。

在河北青龙县的金代（1155—1234 年）遗址中出土了一具青铜蒸馏器。据研究，这是一件实用有效的小型蒸馏器，当年可能用于蒸取花露水或药物加工。

南宋绍兴三十一年（1161 年），李宝率领水军在陈家岛附近水域，用火箭、火炮焚烧金军战船，全歼金军。这是初级火器用于水战的最早战例。

南宋陆游（1125—1210 年）所撰《老学庵笔记》中记载了宋人开始用矿物（石蜡等）制作蜡烛，使蜡烛的种类从牛脂烛、蜜蜡烛、虫蜡烛等又有扩展。在制作蜡烛中加入香料就成香蜡烛，烛干上粘贴各种蜡花就成花蜡烛，表明制蜡烛的工艺已有较高水平。

约 1200 年，南宋陈敬所撰《香谱》面世。该书集沈立、洪刍等 11 家之说汇成一书，内容丰富，是研究宋代及以前香料使用历史的重要文献。

1209—1213 年间，南宋洪咨夔（1176—1236 年）作《大冶赋》，记载了当时饶

州等地金、银、铜的开采冶炼技术、铸币技术。其中有火爆法采矿，金矿的采、选、熔炼及灰吹法炼银、硫化矿炼冰铜-铜的技术。这记载是我国最早的有关技术文献。

南宋时任蕲州司理的赵与额所著《辛巳泣蕲录》中记载了1221年，金军用铁壳火球（铁火炮）进攻蕲州城（今湖北蕲春），“其形加匏而口略小，用生铁铸成，厚有二寸”。这是金军首次使用铁火炮破城的战例。

《金史·蒲察官奴传》记载，1232年，金军以450人组成飞火枪队在归德（今河南商丘南）夜袭蒙军兵营，获胜而还。这是最早使用单兵两用火枪的一个战例。

《金史·赤盏合喜传》记载，蒙军攻南京（今河南开封）时，金军守城最得力的武器是“铁火炮”，俗名为“震天雷”，它是一种装有较强爆炸力的火药铁罐。

火药和火药武器西传大致分两个阶段。第一阶段是在1225年前后，火药和烟火的制造方法在南宋经印度传到伊斯兰国家。第二阶段是1241—1258年，各种火药武器由元军在西征中传到伊斯兰国家，阿拉伯人依此仿制成了两种筒形纵火器，再经西班牙传到欧洲。

约1259年，寿春府（今安徽寿县）人创制了能发射子窠（最早的弹丸）的突火枪。这是最早的单兵手持管形射击火器。

约1300年，在仿制中国早期管形火器的基础上，阿拉伯人研制出木质管形射击火器——“马达法”，能发射石球或箭镞。到了14世纪中叶，欧洲人又仿此制成金属管形火器——“手持枪”。

在元代，以葡萄烧制的蒸馏酒——阿剌吉，从西亚传入中国，并被朝廷奉为法酒。这对蒸馏酒在中国的发展至关重要。

1301年编纂的《居家必用事类全集》和1330年刊印的忽思慧所撰的《饮膳正要》及其他一些文献中都记述了蒸馏酒的制取，表明元代开始生产蒸馏酒，但技术较原始。

《居家必用事类全集》中还介绍了当时的11种制醋法和红曲生产技术。

1314年，维吾尔族人鲁明善所撰《农桑衣食撮要》记载了人工饲养蜜蜂的技术，特别是冬季的添饲技术。

从元代起，景德镇生产一种以含钴矿物为着色剂的高温釉下蓝彩瓷器，即青花瓷器。它深受欢迎而成为景德镇瓷器生产的主流。同时景德镇还创制了以氧化铜为着色剂的高温釉下红彩瓷器，即釉里红瓷器。

1325年蒋祈所写的《陶记》面世。这是中国第一篇专论陶瓷生产的文献。文中记述了元代景德镇的陶瓷生产从建制、税目到工艺、销售的诸多情况。

约1334年，陈椿著《熬波图》图文并茂地详细记述了下沙盐场（位于今上海附近）煎炼海盐的生产工艺。其中包括用草木灰吸附盐分的新技术。

据《元史·食货志》记载，海盐的晒制法始兴于福建。

约1351年，元朝军工部门制成“至正辛卯”的铜手銃。这是迄今遗存制作年

代可考的最早的铜手铳，现藏中国人民革命军事博物馆。

元代工部设有铤铁局，表明当时焖炉炼钢已有一定规模。

1393年，明廷规定每艘海运船装备手铳16支、碗口铳4门、火炮20个、火箭20支、铳马子1000个。军用船按定额装备火铳等火器自此开始。

1405年12月，郑和（1371—1435年）率船队首次远航出使西洋诸国，至1433年的28年间共七下西洋，历经30多个国家和地区，进行了丰富的文化交流。

明成祖永乐年间（1403—1424年）铸出世界著名大钟——北京永乐大铜钟。该钟高7米，重40余吨，铸造精美，表现出中国当时所具有的高超冶金铸造技术水平。1418—1424年，又铸北京钟楼永乐铜钟，重63吨，在世界大钟中排行第三。

1445年，明代道士邵以正校定《道藏》付梓，名《正统道藏》，共5305卷。该书记载了许多当时炼丹术的化学知识和实验方法。

明代陆容在其著述的《菽园杂记》中详细记载了别具特色的南方韶州（今广东韶关、曲江、乐源一带）所传的铅粉工艺。该书中还记录了浙江处州（今浙江丽水地区）银铅锌矿的开采、选矿、冶炼工艺。介绍了民间利用醋缸中醋蒸气与铅作用在空气中生成铅粉的方法。

1505年，刘文泰编成《本草品汇精要》，书中清晰讲解了一些化学药剂的制备方法。

1509—1511年，由傅俊主持的遵化冶铁厂每年炼生铁达48.6万斤，其中增添了萤石作助熔剂。

1521年，在四川嘉州（今乐山）钻凿盐井时，开出油井一口。这是中国也是世界上最早钻凿的一口油井。

明代的丹经《三元大丹秘苑真旨》记载了“盖铜本来赤红，用倭铅点之，然后成黄铜”。这是目前所知中国有关倭铅（锌）的最早文献。

嘉靖元年，明军在广东新会的西草湾之战中，缴获了葡萄牙入侵者2艘战船及其装备的佛朗机舰炮。佛朗机自此传入中国。

明嘉靖年间（1522—1566年），开始铸制的佛朗机多为铜制，而红夷炮多为铁制。这就是当时火炮质量的差距之一。

1548年，明军在剿捕福建沿海双屿的倭寇时，缴获了倭寇仿制欧洲的火绳枪。明军称其为鸟咀铳。火绳枪自此传入中国。

嘉靖年间始用黄铜铸币。嘉靖至万历年间是使用炉甘石点炼黄铜，而从天启元年（1621年）起，才使用金属锌冶炼黄铜铸币。

嘉靖初年，广东海丰和河北沧州盐场开始采用晒制海盐法。

明代戚继光（1528—1588年）在其编著的《纪效新书》中，记载了将火药各成分混合调制成细末颗粒状火药的生产技术。表明当时已广泛使用颗粒状火药，从

生产工序和注意事项来看,当时已有一套安全生产的规范。该书中除了最早记载“鸟銃火药方”外,还论述了三点一线射击技术,创编了装备鸟銃和佛朗机的水兵营,提出了新的战术和阵法。

《纪效新书》、《神器谱》等记录的火药配方,凡属爆炸型、发射型的火药,其含硝量在 75%、含硫量在 10%左右、含碳量在 12%~15%。这种配方已接近近代黑火药的标准配比,表现火药配制技术已趋于成熟。

约在 1560 年,明代唐顺之(1507—1560 年)编撰的《武编》的“火器”中,最早记载了“水底雷”、“飞空神沙火”等新式火器。后被《武备志》所收录。

明代李日华(1565—1635 年)在其所撰的《蓬枕夜话》中记载了腐乳。这是利用微生物加工豆腐的传统发酵食品。

明代隆庆年间(1567—1572 年),安徽新安(今黄山)民间剔红艺人黄成完成《髹饰录》,这是现存古代唯一的漆工专著。明天启五年(1625 年)嘉兴杨明为它逐条加注,并撰写了序言。该书 18 卷,介绍了漆器制作方法、分类及各种不同制品,是漆工史上重要文献。

元末明初人撰写的民间百科全书由吴继在 1571 年刻印出版。该书记载了包括蒸馏法提取水银、用汞齐镀金、造颜料铜绿、金银合金的定量分离等化学知识。

1573 年前后,四川泸州、陕西凤翔镇等地生产优质蒸馏酒。

明代李时珍(1518—1593 年)历时 27 年完成《本草纲目》编撰。于 1578 年出版该书共 52 卷,记载药物 1892 种,是中国古代本草集大成的著作。该书“金石部”所录矿物 260 多种,其中记载钠、钾等 19 种单体元素,化合物数十种,有丰富的化学知识。其中包括以颜色或条痕鉴别金、银矿的方法;指出白铜(镍白铜)出自云南等。书中有关烧酒(即蒸馏酒)的记载说明蒸馏酒的源起和技术及在明代的长足发展。

明代万历十年(1582 年),四川北部蓬溪云台东五里开发一口可供“数十灶”煮盐的旺盛火井。它已有采气、输气设备,“居民各以竹剝其中,引火至灶,锅滚而竹不燃。”

广东省发现有“明万历十三年乙酉”字样的锌块,合锌 98%。1745 年从广州驶抵瑞典哥德堡港的一艘货船沉没,1872 年捞出含锌 97.97%的锌锭。表明中国是世界上最早生产金属锌的国家之一,而且已向欧洲出口。

明代赵士桢(约 1553—1611 年)在《神器谱》中介绍了焰硝的提纯技术,其中有用胶除去杂质后再利用重结晶的技术,这在化工技术中是很重要的。书中还介绍了他仿制的噜密銃和创制的掣电銃。

1620 年徐光启受命在通州、昌平等地督练新军。为此他编写了《选练条格》、《火攻要略》、《制火药法》等条令、法典、军事知识的书籍用作教材。

明代茅元仪(1594—约 1637 年)编著《武备志》,1621 年刊行。全书 240 卷,

附图 730 余幅，广采历代兵书 2000 余种。汇集颇多史料。

1631 年，老字号胰子店“合香楼”在北京前门外开张。

明代宋应星（1587—？年）在 1637 年完成《天工开物》的编撰，后由友人涂绍煊（1582—1645 年）资助刊印。全书 3 卷 18 章，系统、全面地总结古代农业和手工业生产技术。其中“彰施”（染色）、“作咸”（制盐）、“甘嗜”（制糖）、“陶埏”（陶瓷）、“冶铸”（铸造）、“锤锻”（锻造）、“燔石”（焙烧）、“膏液”（油脂）、“杀青”（造纸）、“五金”（冶金）、“佳兵”（兵器）、“丹青”（朱墨）、“曲蘖”（制曲）等生产技术都与化工有关。该书为研究传统化工技术提供了大量珍贵资料。

由明末来华的德国传教士汤若望口述，经焦勋记录成书的《火攻挈要》（又名《则克录》），是把当时西方先进火器介绍到中国的重要著作。

明末清初的方以智（1611—1671 年）撰写《物理小识》在 1643 年成书，康熙三年（1664 年）刊印。该书 12 卷，是部古今中外兼收并容的百科全书式著作。

根据明代李诩（1550—1593 年）所著《戒庵老人漫笔》（1597 年刊印）和方以智的《物理小识》等相关记述，中国至迟在明代已掌握炼制焦炭技术，并代替煤来炼铁。

清代康熙年间（1662—1722 年），景德镇成功烧造出高质量的，完全用低温釉上彩绘画的五彩瓷器，俗称“康熙五彩”，标志着彩瓷发展的新水平。

1674—1688 年，比利时传教士南怀仁（1623—1688 年）为清廷督造火炮约 500 门，在收复雅克萨和平定三藩之战中发挥了重要作用。

1676 年，墨西哥方济会传教士石铎录（？—1704 年）来华。他所著《本草补》是中国最早介绍西方药物学的专著。其中关于镪水和药露的制法、用途因被赵学敏收入《本草纲目拾遗》而广为人知。

1679 年二至十月郁永和为采集硫黄矿，从福建去台湾，在考察台湾的地理、地质之后，著录有《采硫日记》（又称《裨海纪游》），介绍了当地硫黄矿的加工提炼。

1690 年，耶稣会传教士在清宫内建立了一个药物实验室，用西法制药。

1691 年，清朝廷组建一支装备鸟枪和火炮的火器营，编有鸟枪护军 5200 人、炮甲 800 人、育兵 1650 人，共 7730 人。这是当时具有较强战斗力的兵种。

1702 年，乐梧冈（1661—1742 年）在北京创办同仁堂药店，不仅配药而且还制药。尔后其分店遍布全国。

1727 年，江西景德镇御器厂正式开工烧瓷。内务府员外郎唐英（1682—1755 年）负责组织瓷器生产直至乾隆二十一年（1756 年）。此时期御器厂烧制了大批精美瓷器，代表了当时制瓷的最高技术水平。

1765 年，赵学敏（1719—1805 年）编撰《本草纲目拾遗》10 卷。其中有 716 种是《本草纲目》所未记载或记叙不详的，主要是大量的民间药物和外来药。还记

载了无机酸、碱和氨水的知识。

清代，1766年的进士朱琰著《陶说》刊印（1774年），全书六卷，是中国陶瓷史第一部专著。

1782年《四库全书》修成。这是中国现存最大的丛书。

1815年，蓝浦（？—1795年）著、其弟子郑廷桂增补完成《景德镇陶录》十卷。此书较为系统地论述了景德镇陶瓷史和陶瓷工艺。

1843年，丁守存（1812—1886年）利用极纯的银、自制的硝酸和蒸馏过的乙醇相作用，合成雷酸银，用作起爆药，再填制成雷管。

1855年，上海墨海书馆出版了一部介绍西方科学知识且影响较大的著作《博物新编》，由英国传教士、医师合信（1816—1873年）编译。该书共三集，除了介绍当时西方有关气象学、天文学、物理学、动物学的知识外，还有一些近代化学知识。

1855年3月31日王韬（1828—1897年）与友人到上海游玩，见到了传教士戴德生（1832—1905年）表演化学“魔术”。戴君告诉他们，这就是“化学”。王韬在其《衡华馆日记》中记述了这件事。这就是目前所知最早出现“化学”一词的文献。

1857年，《六月丛谈》创刊号出版。在其《小引》中指出：“……化学，言物各有舌，自能变化；精识之士，条分缕析，知有六十四元（即元素），此物未成之质也。”“化学”一词见于正式出版物。文中介绍了60余种元素，还把化学与地质学、动植物学、电学、声学、光学并列。从此“化学”这一学科逐渐为国人所知。