

石油、化工实用防腐蚀技术

第 13 册

化工陶瓷、玻璃、搪瓷和木材

兰州化学工业公司化工机械研究所组织编写

前 言

建国二十三年来，石油、化工战线上的广大革命职工在毛主席的无产阶级革命路线指引下，高举“工业学大庆”光辉旗帜，团结战斗，使石油、化学工业迅速改变了旧社会遗留下来的极端落后的面貌，并以飞快的速度向前发展。

随着石油、化学工业的发展，石油、化工设备的防腐蚀工作得到了重视，近年来发展很快，成绩很大。从事石油、化工防腐蚀工作的广大职工，发扬“自力更生”、“艰苦奋斗”的革命精神，使防腐蚀工作从无到有，从小到大，至今已形成比较完整的体系。特别是无产阶级文化大革命以来出现了设备防腐和材质革新相结合、设备防腐和设备维修相结合、群众性防腐和专业队伍防腐相结合的新局面。

工程塑料、玻璃钢、不透性石墨、硅酸盐材料等非金属材料，已经广泛并有效地用来制作各种石油、化工设备，这大大地扩大了耐腐蚀材料的来源，并成为我国防腐蚀工作的一个特色。

我国冶金工业部门研制了一系列适合我国资源条件的耐腐蚀钢种，并在石油、化工生产上有成效地应用；喷、镀、渗、涂、衬等防腐蚀施工方法已为广大防腐蚀工作人员所掌握，并广泛运用；近年来，电化学保护和缓蚀剂等防腐技术也得到了相应的发展。所有这些，解决了现场许多设备腐蚀问题，有力地促进了石油、化工生产的发展。

防腐蚀工作是杜绝生产中的跑、冒、滴、漏和保证设备连续运转、安全生产的重要手段之一，也是贯彻执行建设社会主义总路线多快好省地发展石油、化学工业的一项有力措施。防腐蚀工作由于其重要性愈益受到重视，防腐蚀群众运动正以更大的规模向深度和广度发展。

为适应石油、化学工业防腐蚀工作的进一步发展，为满足广大防腐蚀工人、技术人员学习、掌握腐蚀基础理论和防腐蚀技术知识的要求，我们受燃料化学工业出版社的委托，组织有关生产

厂矿、科研设计部门和高等院校等28个单位编写了本书。本书旨在全面地总结二十多年来我国石油化工战线防腐蚀施工技术经验，力求内容适合国情、简明实用。在编写过程中，我们遵照毛主席“群众是真正的英雄”的教导，分赴全国各地100多个单位进行了调查、并带稿下厂，组织以工人为主体的三结合审查，虚心向工人同志请教，充分听取各方面的意见。编审工作得到了各个单位广大工人、干部和技术人员的大力支持和帮助，在此我们谨向有关单位和同志表示感谢！

由于防腐蚀技术涉及的范围比较广泛，我们编写这样一本综合性的科技图书，经验不足，水平有限，一定存在缺点和错误，希望广大读者批评指正。

（石油、化工实用防腐蚀技术）编审组

参加编写单位：

兰州化学工业公司
化工机械研究所

太原化工厂

大连化工厂

大连工学院

吉林染料厂

锦西化工厂

北京化工学院

北京化工厂

兰州炼油厂

天津染化五厂

吉林化工研究院

吉林省应用化学研究所

四川省第一化工设计院

上海焦化厂

沈阳化工机械实验厂

北京化工设备厂

宜兴非金属化工机械厂

四平市玻璃厂

上海第六制药厂

广州市化工研究所

广州氮肥厂

重庆塑料厂

甘肃油漆厂涂料工业研究所

兰州化肥厂

兰州合成橡胶厂

兰州化学工业公司化工建设公司

锦州石油六厂

兰州化工厂

目 录

前 言

第一章 化工陶瓷设备	13- 1
第一节 化工陶瓷的性能	13- 2
第二节 化工陶瓷设备的制造	13- 6
第三节 陶瓷设备的品种及规格	13-12
第四节 陶瓷设备和管道的安装	13-48
第五节 陶瓷设备在化工防腐蚀中的应用情况	13-55
第二章 玻璃管道和化工设备	13-57
第一节 玻璃管道	13-58
第二节 玻璃钢加强的玻璃管道	13-81
第三节 衬玻璃管道	13-84
第四节 玻璃化工设备	13-96
第五节 玻璃管道和化工设备的使用情况	13-104
第三章 搪瓷化工设备	13-110
第一节 搪瓷化工设备的性能	13-110
第二节 搪瓷化工设备的材料选择与设计的要求	13-116
第三节 搪瓷化工设备的品种及规格	13-123
第四节 搪瓷化工设备的使用、维护和修补	13-139
第五节 搪瓷化工设备的使用情况	13-148
第四章 木材制化工设备	13-151
第一节 天然木材的性能	13-151
第二节 天然木材制化工设备	13-160
第三节 改性木材的性能及设备	13-166

第一章 化工陶瓷设备

陶瓷的生产和使用，在我国具有十分悠久的历史。早在公元前二千多年，我国就有彩陶的生产，以后还生产了黑陶、白陶等粗陶器。汉朝时（公元前二百多年）陶器的制造技术进一步发展，制品属于精陶。真正的瓷器，出现于唐朝（公元六百多年）。陶和瓷虽有所不同，但也没有严格的界限。一般地说，陶器对原料的要求不太高，烧结温度较低，制品粗松多孔，吸水性大。瓷器对原料的要求较严，坯料较细，烧结温度也较高，制品致密，不渗水、不透气，或呈半透明状。

陶瓷不但在日用品的生产中占有重要的地位，而且在工业上也是一种应用很广的重要材料，它被广泛用于建筑材料、电器、化工、轻工等许多工业部门。陶瓷一般具有很好的耐化学腐蚀性能，因而在化工防腐蚀上占有特殊的地位。陶瓷化工设备，除了要求耐腐蚀以外，往往还要求尺寸较大，形状复杂，能够耐一定的温度和温度急变，耐一定的压力等。因而在配料、成型、烧结、上釉和设计安装等方面，都有一些和日用品及其他工业陶瓷不同的特点，故一般称为化工陶瓷。由于陶瓷的耐酸性能好而耐碱性能差，所以又常称为耐酸陶瓷。化工陶瓷属于炆器类，它的性能和特点介于陶器和瓷器之间。

制造陶瓷化工设备所用的原料，主要为粘土、长石和石英等，来源方便，价钱便宜，制造工艺和设备简单，各地都能生产，便于推广使用。陶瓷可以制造塔类、反应器、过滤器、贮槽、阀门、管道、泵和鼓风机等多种类型的化工设备。但是受陶瓷本身性能和制造工艺条件等的限制，目前还不能制造大型、高压和高温设备。

第一节 化工陶瓷的性能

一、物理机械性能

化工陶瓷不但要求耐化学腐蚀性能好，而且还要求不渗透、机械强度高、热稳定性和耐温度急变性优良。但要同时满足这些要求是困难的，因此根据不同要求，可以生产耐酸陶瓷、耐酸耐温陶瓷和工业瓷等三种化工陶瓷设备。表 13—1 列出了这三种陶瓷的主要物理机械性能。

表 13—1 化工陶瓷的主要物理机械性能

性能指标	单位	数值		
		耐酸耐温陶瓷	耐酸陶瓷	工业瓷
比重	—	2.1~2.2	2.2~2.3	2.3~2.4
气孔率	%	<12	< 5	< 3
吸水率	%	< 6	< 3	<1.5
导热系数	仟卡/米·时·℃	—	0.8~0.9	0.9~1.1
线膨胀系数	1/℃	—	$4.5\sim6\times10^{-6}$	$3\sim6\times10^{-6}$
耐温急变性	℃	450	200	200
抗拉强度	公斤/厘米 ²	70~80	80~120	260~360
抗弯强度	公斤/厘米 ²	300~500	400~600	650~850
抗压强度	公斤/厘米 ²	1200~1400	800~1200	4600~6600
弹性模量	公斤/厘米 ²	1100~1400	4500~6000	6500~8000
抗冲击强度	公斤·厘米/厘米 ²	—	1.0~1.5	1.5~3.0

注：1. 表中所列数据是某一工厂的数据。

2. 耐温急变性系把试块从 200℃ 和 450℃ 急冷到 20℃，反复 2 次和 4 次不出现裂纹。

下面再对几项性能指标加以说明：

1. 比重、气孔率和吸水率。

这几项指标，不但反映了材料致密的程度，即不渗透的程度，而且还反映了材料的耐化学腐蚀性能和机械性能。比重大，气孔率和吸水率小的，材料致密，不易渗透，耐化学腐蚀性较好，机械强度较高。渗入陶瓷孔隙中的液体（如硫酸钠、铬酐等）能结晶成固体物，这些固体能引起陶瓷设备破裂。

2. 热稳定性和耐温度急变性。

和热稳定性及耐温度急变性有关的性能指标还有导热系数、线膨胀系数、弹性模量和抗拉强度等。当导热系数大时，陶瓷件受热后各部分的温度差就小。线膨胀系数小，温度改变时的变形量就小。弹性模量小时，相同的变形量，其变形应力就小。抗拉强度大时，容许的热变形应力就大，因而材料的热稳定性和耐温度急变性能就好一些。

表13—1所列温度只是规定的试验温度，而不是极限温度，试验所用试块的尺寸也是按规定的大小；而实际容许使用温度的确定却复杂得多。设备尺寸越大、壁越厚、形状越复杂，则容许的使用温度和急变温度差就小。根据经验，表 13—2 给出了一般陶瓷设备和管道的容许使用温度。

表 13—2 化工陶瓷设备和管道的容许使用温度

设 备 类 别	容 许 使 用 温 度 $^{\circ}\text{C}$
耐酸设备和管道	≤ 90
耐酸耐温设备和管道	≤ 150
瓷管	≤ 120

3. 机械性能

化工陶瓷的抗拉强度和弹性模量，都低于硬聚氯乙烯，抗冲击强度低于很脆的石棉酚醛塑料，因此在安装和使用中更应特别小心。使用压力一般为常压。

二、耐腐蚀性能

除了氢氟酸、硅氟酸以外，化工陶瓷几乎能耐所有浓度的无机酸和盐类以及有机类介质的腐蚀。它对磷酸的耐蚀性较差，不能耐碱特别是浓碱液的腐蚀。因为陶瓷中所含的大量二氧化硅 (SiO_2) 和碱液作用易生成硅酸盐，其化学反应式为：



兹将化工陶瓷的耐腐蚀性能择要列于表13—3。

表 13-3 化工陶瓷的耐腐蚀性能

介 质	浓 度 %	温 度 ℃	耐 腐 蚀 性 能	介 质	浓 度 %	温 度 ℃	耐 腐 蚀 性 能
硝 酸	任何浓度	低于沸腾	耐	硝 基 苯	任何浓度	沸 腾	耐
发烟硫酸	18~20	30~70	耐	苯 胺	100	—	耐
醋 酸	—	低于沸腾	耐	乙 炔	—	—	耐
磷 酸	浓 溶 液	高 温	不耐	溴 素	任何浓度	沸 腾	耐
磷 酸	稀 溶 液	20	尚耐	尿 素	任何浓度	沸 腾	耐
草 酸	任何浓度	低于沸腾	耐	臭 氧	—	—	耐
硫 酸	任何浓度	沸 腾	耐	硫 体	熔 体	沸 腾	耐
亚 硫 酸	4~4.5	70	耐	氯 化 硫	任何浓度	沸 腾	耐
盐 酸	浓 溶 液	100	耐	氯 氟	任何浓度	低于沸腾	耐
油 酸	任何浓度	沸 腾	耐	氟 气	—	—	不耐
蚁 酸	任何浓度	沸 腾	耐	苯 酚	任何浓度	沸 腾	耐
丙 酸	任何浓度	沸 腾	耐	甲 醛	任何浓度	沸 腾	耐
砷 酸	任何浓度	沸 腾	耐	亚硫酸酐	任何浓度	—	耐
丁 酸	—	沸 腾	耐	二氧化碳	水 溶 液	沸 腾	耐
五倍子酸	任何浓度	沸 腾	耐	四氯化碳	任何浓度	沸 腾	耐
柠 檬 酸	任何浓度	沸 腾	耐	三氯乙烯	100	沸 腾	耐
羟基乙酸	任何浓度	沸 腾	耐	四氯化碳	任何浓度	沸 腾	耐
鞣 酸	任何浓度	沸 腾	耐	硬 脂 酸	任何浓度	沸 腾	耐
甘 醇 酸	任何浓度	沸 腾	耐	硝 酸 铝	任何浓度	沸 腾	耐
脂 肪 酸	任何浓度	沸 腾	耐	硫 酸 铝	任何浓度	沸 腾	耐
苯 甲 酸	任何浓度	—	耐	醋 酸 铝	任何浓度	低于沸腾	耐
硼 酸	任何浓度	沸 腾	耐	氯 化 铝	任何浓度	沸 腾	耐
酒 石 酸	任何浓度	沸 腾	耐	硝 酸 铵	任何浓度	低于沸腾	耐
乳 酸	任何浓度	沸 腾	耐	溴 化 铵	任何浓度	沸 腾	耐
氢 溴 酸	任何浓度	沸 腾	耐	碳酸氢铵	任何浓度	—	耐
硅 氟 酸	—	高 温	不耐	过硫酸铵	任何浓度	—	耐
氢 氟 酸	—	—	不耐	硫 氰 化 铵	任何浓度	—	耐
氨	干燥气体	—	耐	硫 酸 铵	任何浓度	沸 腾	耐
氨	任何浓度	沸 腾	耐	硫 化 铵	任何浓度	—	耐
苯	任何浓度	沸 腾	耐	碳 酸 铵	任何浓度	—	耐
苯 甲 醛	任何浓度	沸 腾	耐	磷 酸 铵	任何浓度	沸 腾	耐
氯代甲苯	100	沸 腾	耐	氯 化 铵	任何浓度	沸 腾	耐
丙 酮	100以下	沸 腾	耐	硝 酸 钾	任何浓度	沸 腾	耐
乙 醇	—	—	耐	溴 化 钾	—	—	耐
醋 酐	任何浓度	低于沸腾	耐	碳酸氢钾	任何浓度	沸 腾	耐

续表

介 质	浓 度 %	温 度 ℃	耐 腐 蚀 性 能	介 质	浓 度 %	温 度 ℃	耐 腐 蚀 性 能
重铬酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	醋酸铜	任何浓度	沸 腾	耐
铁氰化钾	任何浓度	沸 腾	耐	氯化亚铜	任何浓度	沸 腾	耐
碘化钾	任何浓度	沸 腾	耐	氯化铜	任何浓度	沸 腾	耐
过硫酸钾	—	—	耐	氟化铜	任何浓度	沸 腾	耐
亚硫酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	硫酸镍	—	—	耐
硫化钾	任何浓度	沸 腾	耐	醋酸镍	任何浓度	沸 腾	耐
高锰酸钾	—	—	耐	氯化镍	任何浓度	沸 腾	耐
硫酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	碳酸钠熔体	—	—	不耐
硫酸氢钾	任何浓度	沸 腾	耐	碳酸钠稀溶液	沸 腾	20	尚耐
碳酸钾	浓溶液	沸 腾	尚耐	碳酸钠稀溶液	20	—	尚耐
碳酸钾熔体	—	—	不耐	磷酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
磷酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	氯化钠	任何浓度	沸 腾	耐
氯化钾	任何浓度	沸 腾	耐	硝酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
次氯酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	苯甲酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
氯酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	溴化钠	任何浓度	沸 腾	耐
铬酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	酒石酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
草酸钾	任何浓度	沸 腾	耐	碳酸氢钠	任何浓度	沸 腾	耐
氢氧化钾	浓溶液	沸 腾	不耐	重铬酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
氢氧化钾	50以下	20	尚耐	亚硫酸氢钠	任何浓度	沸 腾	耐
硝酸钙	任何浓度	沸 腾	耐	硫酸氢钠	稀溶液	20	尚耐
亚硫酸氢钙	任何浓度	沸 腾	耐	乳酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
硫酸氢钙	浓溶液	沸 腾	耐	亚硫酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
硫酸钙	任何浓度	沸 腾	耐	硫化钠	任何浓度	沸 腾	耐
氯化钙	任何浓度	沸 腾	耐	硫代硫酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
次氯酸钙	任何浓度	沸 腾	耐	硫酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
硝酸铁	任何浓度	沸 腾	耐	次氯酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
硫酸亚铁	任何浓度	沸 腾	耐	氯酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
碘化亚铁	任何浓度	沸 腾	耐	氯磺酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
硫酸铁	任何浓度	沸 腾	耐	铬酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
氯化铁	任何浓度	低于沸腾	耐	氟化钠	任何浓度	沸 腾	耐
氯化亚铁	任何浓度	109	耐	草酸钠	任何浓度	沸 腾	耐
硝酸镁	任何浓度	沸 腾	耐	氢氧化钠	20	60~70	尚耐
硫酸镁	任何浓度	沸 腾	耐	氢氧化钠	浓	沸 腾	不耐
氯化镁	任何浓度	沸 腾	耐	硫酸锰	任何浓度	沸 腾	耐
硫酸铜	任何浓度	沸 腾	耐	氯化锰	任何浓度	—	耐

续表

介 质	浓 度 %	温 度 ℃	耐 腐 蚀 性	介 质	浓 度 %	温 度 ℃	耐 腐 蚀 性
钾 铬 矾	任何浓度	沸 腾	耐	煤 焦 油	任何浓度	—	耐
皂 液	任何浓度	沸 腾	耐	氯 水	—	—	耐
甲 醇	—	沸 腾	耐	亚 砷 酸 碱	—	—	耐
铝 钾 明 矾	任何浓度	沸 腾	耐	硝 酸 银	任何浓度	沸 腾	耐
碘	任何浓度	—	耐	醋 酸 铅	任何浓度	沸 腾	耐
甘 油	任何浓度	沸 腾	耐	硅 氟 酸 铅	任何浓度	沸 腾	耐

第二节 化工陶瓷设备的制造

化工陶瓷设备一般都在专业制造工厂进行制造。作为使用部门的防腐蚀工作人员，要正确地选用陶瓷设备并对陶瓷设备制造厂提出合理的技术要求。因此，除了应当了解化工陶瓷的性能以外，简单地了解一下它的制造工艺也是很有必要的。化工陶瓷设备的制造过程，大体可以分为泥料准备、成型、干燥、烧成和加工装配等五个阶段，下面分别加以叙述。

一、泥料的准备

1. 原料

化工陶瓷设备所用泥料的主要原料为：可塑性原料、瘠性原料和助熔剂等三类。

(1) 可塑性原料

化工陶瓷用的可塑性原料主要是粘土。粘土是硅酸岩石经过长期风化后，移动到他处沉积而形成的。它含有一定数量的有机物，粘性较好，主要成分为硅石 (SiO_2)、铝矾土 (Al_2O_3) 和水，此外还含有铁、钙、镁、钾、钠、钛等的氧化物。粘土是泥料的主要成分，一般占50~75%。它具有很好的塑性，可以很容易地使泥坯塑制成各种形状，有利于成型。粘土还具有很好的粘性（可塑性好的粘土，其粘性一定好；而粘性好的，可塑性却不一定好）。借它的粘性把瘠性原料（减粘原料）结合在一起。粘土的颗粒细小，它能填充颗粒粗大的瘠性原料之间的空隙，提高制品

的致密性，达到较高的机械强度。

(2) 瘠性原料

粘土具有可塑性和成型方便的好处，但是由于它在干燥和烧成过程中收缩率太大，致使半成品（坯件）和成品（陶瓷件）产生裂缝等缺陷。加入瘠性原料后，就能够减小收缩率，使干燥比较容易，同时它在坯件中还起骨骼的作用，可使泥坯不致因本身重量的压力而有太大的变形。但是，如果加入的瘠性原料太多，会使制品孔隙率太大，容易渗透和强度降低。瘠性原料可以是石英类材料，也可以用熟料（经过煅烧的粘土）。化工陶瓷厂一般都用废弃的瓷制品、瓷渣等作为熟料。

(3) 助熔剂

助熔剂也是瘠性原料，但它的主要作用在于降低烧结温度。它的熔点较低，熔融后能够填充制品内的孔隙，使制品致密、不渗透并提高机械强度；但助熔剂的加入，又降低了制品的耐温度急变性能和增加了脆性，故一般的加入量限制在5%左右。助熔剂可以用长石、石灰石和白云石，一般多用长石。

2. 配比

配料时一方面要从化学成分上满足制品的要求，另一方面还要考虑制造的工艺性能，如可塑性、干燥收缩率、烧成温度等。粘土是天然形成的混合物，不同产地、不同配比的泥料，可以组成相似的化学成分。增加三氧化二铝含量，适当加入氧化镁、三氧化二铬、氧化钡等，可以形成较多的莫来石晶体，有利于提高耐酸性和耐碱性，有利于提高机械强度和降低线膨胀系数。二氧化硅和三氧化二铝的配比为3:1，三氧化二铝含量为23~27%时，耐酸性最好。表13—4列的是一般化工陶瓷的化学成分。

熟料的加入不仅影响制造工艺性能，而且还对制品的使用性能具有很大的影响。从制造工艺的需要考虑，制品越厚，尺寸越大，则熟料的加入量也应越大。表13—5列出的是某厂的配料比。熟料比例大、颗粒粗的，制品的耐温度急变性能好，但孔隙率大，机械强度低，耐酸性也较差，又易渗透，因此在制造不透性

表 13-4 化工陶瓷的化学成分

化 学 成 分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
重 量 比 %	60~70	20~30	0.5~3	0.3~1	0.1~0.8	0.5~3	1.5~2

表 13-5 不同尺寸陶瓷设备的配料比 %

物 料 名 称		宜兴白泥	宜兴黄泥	熟 料	长 石
设 备 尺 寸	直径<1000毫米 高度<500毫米 厚度≈25毫米	45	35	15	5
	直径>1000毫米 高度≈1000毫米 厚度≈30毫米	39.2	30.8	25	5
	1000毫米方形 厚度≈30毫米	36.4	28.6	30	5

注：表中熟料系陶瓷废品经粉碎而成，其中颗粒度在0.75~1.8毫米的占50%，0.75毫米以下的占50%。

耐酸制品时，熟料的比例要小，颗粒要细。

3. 泥料的制备

化工陶瓷设备制造主要采用手工成型和模型印制成型。这种成型方法所用泥料含水份约20~25%，其制备方法为：

(1) 粘土的淘洗

采来的粘土中含有其他矿石和砂子等杂质，必须预先除去。除去杂质的方法是加水加入粘土里通过筛网把杂质滤掉，然后把粘土再沉淀下来，加以压滤和干燥即为原泥。

(2) 熟料的粉碎

熟料经过破碎、球磨、筛分等多道工序，并除去铁屑，分成不同大小的颗粒，即为烧粉。

(3) 混合与捏练

把原泥、烧粉和其他原料按所要求的比例加水混合。混合一

一般在桨式搅拌机中进行。经混合后的泥料比较松散，必须通过炼泥机把泥料挤压成密实的泥块、泥片或泥棒。在炼泥过程中，炼泥机中的空气能够混入泥料，增加制品中的气孔，因此可以用真空泵把空气抽走，这就是所谓真空练泥。

（4）陈腐

泥料经练泥机练制后，组成均匀，质地致密，水份含量也达到了成型的要求；但刚练好的泥可塑性还较差，质地发酥，因之必须储存一段时间，使之“陈腐”。陈腐期长的，泥料塑性好。一般都陈腐几个月之久，至少应在半月以上。储存的泥料应防止表面变干，防止结冻。

二、成型

成型就是把泥料制成各种形状的泥质制品——泥坯。成型是化工陶瓷设备制造中很关键的一道工序，花费的劳动力最多；成型质量的好坏对产品的质量有着决定性的影响。在选择成型方法时，不但要考虑到制品的规格、形状、尺寸精度等技术要求，还要考虑经济上的合理性。制造化工陶瓷设备所采用的成型方法主要有注浆法、干压法和可塑法等三类。

1. 注浆成型法

注浆成型和制造铸铁件的方法很相似，泥浆中含水量达30～35%，易于流动，所用模型是用石膏制成的。因为石膏多孔，能够吸收泥坯中的水份，并把水份向周围空气中散失，使泥坯缓慢干燥并产生一定的收缩，便于脱模。注浆成型制得的坯件质地较软，干燥和烧成时产生的收缩也较大，适于制作形状复杂和壁薄的小型制品，如旋塞和泵叶轮等。

2. 干压成型法

干压成型和打土坯的方法相似，所用泥料含水量最少（约为8～10%），故称干法成型或半干法成型。这种方法成型需要较大的成型压力，所用模具用金属材料制造，施加压力的设备可以用螺旋压力机、摩擦压力机、水压机和油压机等。干压成型所得的坯件强度较高，干燥容易且收缩率小、生产率高、成本低，适

于制作耐酸砖、板等形状简单产量大的制品。

3. 可塑成型法

可塑成型法所用泥料的含水量介于干压法和注浆法之间，约为20~22%。可塑成型法常用的有手工成型、机器成型和石膏模印制成型。手工成型的生产率低，对工人的技术水平要求较高，产品质量也不稳定，但只需简单的工具就能成型各种形状和各种规格的大型贮槽、塔节等设备，它适用于制作大型厚壁的单件产品。由于湿泥坯的强度较低，成型过程中搬运和翻转都不容易，致使制作尺寸太大的设备就发生了困难，目前生产的陶瓷容器，其直径限制在1200毫米以下，高度限制在1500毫米以下。容器的拱形盖、鼓风机壳等形状复杂的制件，采用石膏模型印制，可以提高工效，并使形状规格一致。管道、塔节等形状规则的定型产品，生产量比较大，采用机器成型，不但可以提高工效、降低成本，还可以提高并保证产品的质量。

三、干燥

成型好的泥坯，因含有较多的水份，机械强度太低，如送去烧成，在搬运过程中就会损坏或严重变形；同时潮湿的泥坯也不适合于装窑焙烧的条件，因为泥坯未干透，也会在升温过程中产生裂缝，所以在焙烧前，必须把泥坯充分地进行干燥。

在泥坯干燥过程中，未被水蒸汽饱和的空气和泥坯外表面接触时，泥坯表面的水份就降低了。由于泥坯表面含水量低于内部含水量，因此水份就从泥坯内部通过毛细管的作用向表面扩散。只有当泥坯表面水份被蒸发掉的速度和内部水份向表面扩散的速度相等时，干燥过程进行得最快。

在水份除去的过程中，泥坯的物料颗粒逐渐接近，因而产生了坯体收缩现象。如果坯体表面干燥得过快，内部水份来不及扩散，因而干燥得太慢，这就产生了内外不均匀的收缩，导致坯体开裂。制品尺寸愈大、壁愈厚时，则不均匀收缩愈严重。另外，制品重量愈大，则泥坯和支承面的摩擦力愈大，当收缩太快时，由于摩擦阻力也会使坯体开裂。为此除了合理掌握干燥规程外，

有时还施加外力以帮助收缩。合理的干燥制度应当是干燥得快而损坏率又小。

生产实践证明，干燥过程对于生产周期、产品质量及废品率的高低等，都有决定性的影响。所谓“三分成型，七分干燥”，就是工人对于干燥过程的重要性所作的科学总结。

四、烧成

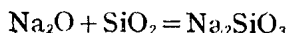
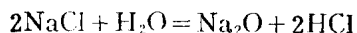
经过充分干燥的泥坯，虽然具有一定的强度，但仍很脆弱，因而在搬运到炉窑里去烧成时，必须十分小心，否则稍不注意，就会造成前功尽弃。大的化工陶瓷设备的泥坯，重量很大，机械强度却很低，搬运比较困难，这也是限制陶瓷设备不能做得太大的一条重要原因。在炉窑内成型，可以避免泥坯搬运的困难，便于造更大的设备，但降低了炉窑的利用率，使产品成本过高。

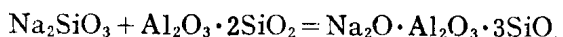
烧成是陶瓷制造工艺过程中最后的一道工序，其作用在于用高温煅烧的方法，改变泥坯原有的性质，使它变为具有固定形状而坚硬的陶瓷。如果在烧成过程中工艺控制不当，就会直接影响产品质量，甚至造成废品。合理的烧成制度应当是在保证产品质量的前提下，尽量缩短烧成周期和降低燃料消耗。

五、上釉

上釉的目的，在于使制品表面光亮、不透气、不透水和耐腐蚀。一般陶瓷制品所用的釉，是由粘土配入长石、高岭土、滑石等制成，在坯体干燥后和烧成前喷刷在泥坯表面上。一般的釉因和化工陶瓷的本体材料热膨胀系数相差较大，不能很好地结合，烧成后表面有裂纹，因而一般都不能直接采用。

化工陶瓷设备常用食盐釉，这种釉坚固结实，和坯体结合得好，耐酸、不脱落、不开裂，它与坯体表面起化学反应而与坯体结合为一体。上釉的方法是把食盐投入燃烧室，在温度和烟气中的水蒸汽作用下，食盐被分解为 Na_2O 和 HCl ，以气态均匀分布在窑内，与坯体表面粘土质的化学变化为：





反应温度为1180~1290℃。

食盐加入量按产品的数量和质量要求而定，一般倒焰窑每立方米容积用盐0.5~3公斤。按理论计算，食盐中要加入15%的水，但因为煤在燃烧时也产生水蒸汽，所以实际上只要加5%的水就够了。

六、加工和装配

化工陶瓷设备零部件，在成型、干燥、烧成过程中，尽管精心操作，也不能完全避免一定的变形，因此需要配合的表面和密封面等都要经过机械加工，使得尺寸精度和表面光洁度都达到设计要求，才能进行装配。

由于陶瓷硬而脆、强度低，所以加工比较困难，一般都采用砂轮磨削，也可以用金刚钻制成专用车刀进行车削；硬质合金刀也能用来车削陶瓷，但不太理想。在加工和装配陶瓷件的过程中，要充分注意到陶瓷的特点，不要剧烈地振动，不要用榔头敲打，不能用金属夹具直接接触陶瓷件。

陶瓷件的机械加工，可以在一般金属切削机床上进行。有的单位自制了土磨床来加工陶瓷塔节的端面，效果很好；在安装现场，把金刚砂放在钢板上，用人工直接研磨塔节端面，也能达到要求。

第三节 陶瓷设备的品种及规格

化工陶瓷设备，由于制造工艺的关系，各种类别和型的设备与管子的规格，暂不超过以下规定：

①圆筒形容器的容积≤1500升，内径≤1200毫米，高度≤1500毫米；

②球形容器的容积≤500升，内径≤1000毫米；

③矩形容器的容积≤760升，长、宽、高其中之一的最大尺寸≤1200毫米；

④承插式和法兰式塔节的内径≤1200毫米，每节高度≤1200

毫米；

⑤承插式和法兰式管子的内径 ≤ 400 毫米，每根管子的长度 ≤ 1000 毫米。

目前国内尚无统一的化工陶瓷设备、管子与管件的产品标准，以下仅介绍某厂的通用产品规格。

一、塔及附件

1. 法兰式塔

(1) 塔盖 (图13—1、表13—6)

法兰式碟形塔盖，其中心有一开孔，供安插陶瓷莲蓬头或陶瓷进酸管用，边上设有气体排出口。

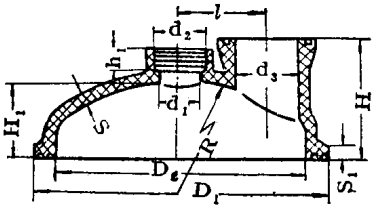


图 13—1 法兰式碟形塔盖

表 13—6

公称直径 D_g 毫米	尺 寸 毫米										
	D_1	S	H	R	S_1	H_1	d_1	d_2	h_1	d_3	l
500	600	25	260	415	35	160	70	100	50	100	190
600	700	25	270	480	40	170	95	125	50	150	210
800	920	30	340	660	45	220	95	125	50	200	280
1000	1120	30	430	690	50	300	115	145	70	300	340
1200	1330	35	460	870	50	325	115	145	70	300	380

注： $D_g < 500$ 毫米塔盖，无气体排出口，故未列入。使用单位可自行设计。

(2) 塔上节 (图13—2、表13—7)

法兰式塔上节，其内部的凸缘供安装酸液分配盘用，塔侧有开口。