

化工设备设计手册

(四)-9

化工陶瓷设备

74

化工部化工设备设计技术中心站

化工设备设计手册

(四)—9

1511211

化工陶瓷设备

江苏工业学院图书馆
藏书章

化工部化工设备设计技术中心站

1969年12月

内 容 提 要

本手册系供化工机械设备设计人员现场设计与工业陶瓷厂工人、工程技术人员应用，也可为广大工程技术人员、化工机械设备与硅酸盐专业师生作参改。

手册叙述了化工陶瓷的耐腐蚀性能、物理机械性能；允许使用温度、适用压力范围；介绍了化工陶瓷设备与管道设计、安装、使用的特点。

手册共分七章：概述；化工陶瓷性能；设备设计；接管设计；设备及管道安装技术要求；制造技术要求；验收技术要求。附录中列有宜兴化工陶瓷厂产品规格、联接材料性能要求与配比及化工陶瓷设备与管道在各单位的使用情况介绍。

化 工 设 备 设 计 手 册

(四)-9

化 工 陶 瓷 设 备

*

化 工 部 化 工 设 计 研 究 所 工 业 建 筑 中 心 站 出 版

(上海南京西路 1856 号)

*

内 部 发 行

开本 787 × 1092 毫米 $\frac{1}{32}$ · 印张 2 $\frac{1}{2}$

1969 年 12 月 上 海

定 价： 0.30 元

序

为了更好地配合化工设备设计人员进行现场设计，根据化工部化工设备设计专业技术中心站第四届会议对1967~1968年业务建设项目的安排，由本站组织各单位，共同编制化工设备设计手册。

伟大的领袖毛主席教导我们：“学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。”遵循这个教导，化工设备设计手册的编制，应从化工机械设备专业实际需要出发，按照简明、实用和推荐的原则进行，尽可能把常用的内容汇编进去。

化工设备设计手册共分四部分：(一)材料；(二)机械零件；(三)机械传动；(四)设备设计。

本手册为化工设备设计手册(四)设备设计中的第9部分——**化工陶瓷设备**，由宜兴化工陶瓷厂、上海燎原化工厂与医药工业设计院共同编制。佛山陶瓷工业公司与其所属的石湾耐酸陶瓷厂、石湾化工陶瓷厂和石湾工业陶瓷厂曾对手册内容提供了很多宝贵意见。

根据上述原则，对本手册内容作以下几点说明：

一、伟大的领袖毛主席教导我们：“**备战、备荒、为人民。**”我们编写这本手册的目的，就是为了贯彻毛主席指示的这一伟大战略方针。因为，化工陶瓷的原料在我国蕴藏量很丰富，取之不尽用之不竭，产地分布全国各地，它的生产过程简单，各地工厂都能进行制造。

二、化工陶瓷是一种非金属材料，它具有优越的耐腐蚀性能，而且成本低廉。在工业生产中推广使用化工陶瓷设备、管道与其附件，既能解决腐蚀问题，保证正常生产，又能节约大量有色金属和钢材，贯彻了毛主席指示的“厉行节约、反对浪费这样一个勤俭建国的方针”。

三、在编制手册过程中，我们进行了一些调查研究工作，听取了设计、使用、制造单位的意见，向工人同志学习。对手册内容尽可能从使用要求和制造厂实际情况出发，以期达到技术上先进、经济上合理的原则。

四、因目前国内尚无统一的化工陶瓷设备、管子产品标准，为了便于设计时选用，在附录中列出了宜兴化工陶瓷厂产品规格。

由于编写人员经验与水平所限，编写时间较紧迫，调查工作的面不够广，因此手册内容中错误和不到之处在所难免，衷心希望大家提出宝贵意见，以便将来进一步进行补充和修订，使本手册更趋完善，更好地为祖国的社会主义建设服务。

化工部化工部信息中心编

1968年12月

目 录

第一章	概述	1
第二章	化工陶瓷性能	3
	一、化学稳定性.....	3
	二、物理机械性能.....	6
第三章	设备设计	7
	1. 法兰式连接结构.....	9
	2. 承插式连接结构.....	10
第四章	接管设计	15
	1. 法兰式连接结构.....	15
	2. 承插式连接结构.....	16
	3. 套管式连接结构.....	16
	4. 陶瓷管与金属管的连接结构.....	17
	5. 管道伸缩补偿结构.....	18
第五章	设备及管道安装技术要求	19
第六章	制造技术要求	26
第七章	验收技术要求	32
附录一	宜兴化工陶瓷厂产品规格	33
	1. 塔及附件.....	33
	2. 贮槽、容器.....	41
	3. 真空过滤器.....	46
	4. 管子、管件.....	47
	5. 球阀及旋塞.....	53
	6. 泵.....	56
	7. 鼓风机.....	57

附录二	联接材料性能要求与配比	59
附录三	化工陶瓷设备与管道使用情况介绍	64

第一章 概 述

伟大领袖毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。”

化工陶瓷是一种非金属耐腐蚀材料。它具有良好的耐腐蚀性能、足够的不透性、热稳定性、耐热性和一定的机械强度。因此，在化工与其他工业生产过程中，不论加热、冷却、吸收、浓缩、蒸馏、过滤、结晶、搅拌等以及贮存、输送液体、气体等许多设备、管道和管件，生产实践证明，都能用化工陶瓷材料制造。

制造化工陶瓷设备与管子所用的主要原料为粘土、瘠性材料和助熔剂。它们与水混合后具有一定的可塑性，能够制成一定的几何形状，经过干燥及高温焙烧后形成石质似的材料，其表面光滑，断面致密，敲击时能发出清脆的钢声。这种材料的化学成份(%)大致如下：

氧化硅(SiO_2)	60~70	氧化铝(Al_2O_3)	20~30
氧化铁(Fe_2O_3)	0.5~3	氧化钙(CaO)	0.3~1
氧化镁(MgO)	0.1~0.8	氧化钠(Na_2O)	0.5~3
氧化钾(K_2O)	1.5~2		

制造化工陶瓷设备与管子的原料，由于其配方及焙烧温度不同，因此又可分为耐酸陶、耐酸耐温陶与工业瓷三种材料。耐酸陶、耐酸耐温陶制的容器、塔，以下简称耐酸设备、耐温设备，总称化工陶瓷设备。耐酸陶、耐酸耐温陶、工业瓷制的管子，以

下简称耐酸管、耐温管、瓷管，总称化工陶瓷管。

由于制造工艺关系，下列类别、型式的化工陶瓷设备与管子的规格，不要超过以下规定：

1. 圆筒形容器的容积 ≤ 1500 升，内径 ≤ 1100 毫米，高度 ≤ 1600 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。

化工陶瓷设备与管道，其工作压力一般为常压，但有的单位将它用于内压压力不高和真空度不大于 650 mmHg 的情况下。

化工陶瓷设备与管道，其允许工作温度如表 1-1 所列。

允许工作温度和耐急变温差 表 1-1

类 别	项 目	允许工作温度 ℃
陶制设备：	耐酸设备	≤ 90
	耐温设备	≤ 150
陶、瓷管：	耐酸管	≤ 90
	耐温管	≤ 150
	瓷 管	≤ 120

化工陶瓷设备与管道在操作时，要避免局部过热或骤冷、骤热的现象。其加热方法，应采用间接加热法，不允许用火焰直接加热，以防止破裂。在寒冷地区使用时，应采取保温措施。化工陶瓷设备与管道不宜用于剧毒或易燃易爆的介质。

第二章 化工陶瓷性能

一、化学稳定性

化工陶瓷在各种腐蚀性介质中的化学稳定性见表 2-1 及表 2-2。

化工陶瓷的化学稳定性(国内)

表 2-1

介 质	浓 度 (%)	温 度 (℃)	耐酸陶	耐酸耐温陶	工业瓷
			稳 定 性		
发烟硫酸	18~20	30~70	稳 定	稳 定	稳 定
硝 酸	任何浓度	低于沸腾	”	”	”
盐 酸	浓 溶 液	100	”	”	”
磷 酸	稀 溶 液	20	尚稳定	尚稳定	尚稳定
氯	任何浓度	低于沸腾	稳 定	稳 定	稳 定
氢氧化钾	浓 溶 液	沸 腾	”	”	”
草 酸	任何浓度	低于沸腾	”	”	”
碳 酸 钠	稀 溶 液	20	尚稳定	尚稳定	尚稳定
氨	任何浓度	沸 腾	稳 定	稳 定	稳 定
氢氧化钠	20	60~70	尚稳定	尚稳定	尚稳定
丙 酮	100以下	沸 腾	稳 定	稳 定	稳 定
苯	任何浓度	沸 腾	稳 定	稳 定	”
氟 硅 酸		高 温	不 稳 定	不 稳 定	不 稳 定
氢 氟 酸			”	”	”

注：此表系宜兴化工陶瓷厂试验数据

化工陶瓷的化学稳定性(国外)

表 2-2

介 质	浓度(%)	温度(℃)	稳定性	介 质	浓度(%)	温度(℃)	稳定性
氧化氮	任何浓度	沸 腾	稳 定	过氧化氢	任何浓度	—	稳 定
硝 酸	”	低于沸腾	”	五倍子酸	”	沸 腾	”
硝酸铝	”	沸 腾	”	羟基乙酸	—	—	”
硫酸铝	”	”	”	甘 油	任何浓度	沸 腾	”
醋酸铝	”	低于沸腾	”	煤 焦 油	”	—	”
氯化铝	”	沸 腾	”	氯 水	—	—	”
铝钾明矾	”	”	”	鞣 酸	任何浓度	”	稳 定
氨	干燥气体	—	”	甘 醇 酸	”	”	稳 定
氨	任何浓度	沸 腾	”	硝酸铁	”	”	”
硝酸铵	”	低于沸腾	”	碘化亚铁	”	”	”
溴化铵	”	沸 腾	”	硫酸亚铁	”	”	”
碳酸氢铵	”	—	”	硫酸铁	”	”	”
过硫酸铵	”	—	”	氯化铁	”	低于沸腾	”
硫氰化铵	”	—	”	脂肪 酸	”	沸 腾	”
硫化铵	”	—	”	碘	”	—	”
硫酸铵	”	沸 腾	”	硝酸钾	”	沸 腾	”
碳酸铵	”	—	”	溴化钾	”	—	”
磷酸铵	”	沸 腾	”	碳酸氢钾	”	沸 腾	”
氯化铵	”	”	”	重铬酸钾	”	”	”
苯 胺	100	—	”	铁氰化钾	”	”	”
乙 炔	—	—	”	碘 化 钾	”	”	”
丙 酮	100以下	沸 腾	”	过硫酸钾	”	”	”
苯 甲 醛	任何浓度	”	”	亚硫酸钾	”	”	”
氯代甲苯	100	”	”	硫化钾	”	”	”
苯	100	”	”	高锰酸钾	—	—	”
苯 甲 酸	任何浓度	—	”	硫酸钾	任何浓度	沸 腾	”
硼 酸	”	沸 腾	”	硫酸氢钾	”	”	”
溴	”	”	”	碳酸钾	浓 溶 液	”	尚稳定
氢 溴 酸	”	—	”	”	熔 体	—	不稳定
溴 酸	”	任何温度	”	磷酸钾	任何浓度	沸 腾	稳 定
酒 石 酸	”	沸 腾	”	氯化钾	”	”	”
硫化氢水溶液	”	”	”	次氯酸钾	”	”	”

续表 2-2

介 质	浓度(%)	温度(℃)	稳定性	介 质	浓度(%)	温度(℃)	稳定性
氯 酸 钾	任何浓度	沸 腾	稳 定	亚砷酸碱	—	—	稳 定
铬 酸 钾	”	”	”	硝 酸 钠	任何浓度	沸 腾	”
草 酸 钾	”	”	”	苯甲酸钠	”	”	”
钾 铬 矾	”	”	”	溴 化 钠	”	”	”
氢氧化钾	浓 溶 液	”	”	酒石酸钠	”	”	”
”	50以下	20	尚稳定	碳酸氢钠	”	”	”
硝酸钙	任何浓度	沸 腾	稳 定	重铬酸钠	”	”	”
亚硫酸氢钙	”	”	”	亚硫酸氢钠	”	”	”
硫酸氢钙	浓 溶 液	”	”	硫酸氢钠	稀 溶 液	20	尚稳定
硫酸钙	任何浓度	”	”	乳酸钠	任何浓度	沸 腾	稳 定
氯化钙	”	”	”	亚硫酸钠	”	”	”
次氯酸钙	”	”	”	硫化钠	”	”	”
硅 氟 酸	—	高 温	不 稳 定	硫代硫酸钠	”	”	”
柠 檬 酸	任何浓度	低于沸腾	稳 定	硫 酸 钠	”	”	”
硝酸镁	”	沸 腾	”	碳 酸 钠	熔 体	—	不 稳 定
硫酸镁	”	”	”	”	稀 溶 液	沸 腾	尚 稳 定
氯化镁	”	”	”	”	”	20	”
顺丁烯二酸	”	”	”	磷 酸 钠	任何浓度	沸 腾	稳 定
硫酸锰	”	—	”	氯 化 钠	”	沸 腾	”
氯化锰	”	沸 腾	”	次氯酸钠	”	”	”
丁 酸	—	”	”	氯 酸 钠	”	”	”
硫酸铜	任何浓度	”	”	氯磺酸钠	”	”	”
醋酸铜	”	”	”	铬 酸 钠	”	”	”
氯化亚铜	”	”	”	氰 化 钠	”	”	”
氯化铜	”	”	”	草 酸 钠	”	”	”
氰化铜	”	”	”	氢氧化钠	20	60~70	尚 稳 定
甲 醇	—	”	”	硝 基 苯	任何浓度	沸 腾	稳 定
乳 酸	任何浓度	”	”	硫 酸 镍	—	—	”
尿 素	”	”	”	醋 酸 镍	任何浓度	沸 腾	”
蚁 酸	”	”	”	氯 化 镍	”	”	”
皂 液	”	”	”	臭 氧	—	—	”
砷 酸	”	”	”	油 酸	任何浓度	沸 腾	”

续表 2-2

介 质	浓度(%)	温度(℃)	稳定性	介 质	浓度(%)	温度(℃)	稳定性
发烟硫酸	18~20	30~70	稳 定	二氧化碳	水 溶 液	沸 腾	稳 定
氯化锡	任何浓度	沸 腾	"	醋 酐	任何浓度	低于沸腾	"
醋酸铅	"	"	"	醋 酸	—	"	"
硫	熔 体	"	"	苯 酚	任何浓度	沸 腾	"
硝酸银	任何浓度	"	"	甲 醛	"	"	"
亚硫酸	"	"	"	磷	浓 溶 液	高 温	不 稳 定
亚硫酸	4~4.5	70	"	"	稀 溶 液	20	尚 稳 定
亚硫酸酐	任何浓度	—	"	氟 酸	—	—	不 稳 定
盐 酸	浓 溶 液	100	"	氢 氟 酸	—	—	"
硬 脂 酸	任何浓度	沸 腾	"	氯 气	任何浓度	低于沸腾	稳 定
三氯乙烯	100	"	"	草 酸	"	"	"
四氯化碳	任何浓度	"	"	乙 醇	—	—	"

二、物理机械性能

化工陶瓷的物理机械性能见表 2-3。

化工陶瓷的物理机械性能

表 2-3

指标名称	单 位	指 标		
		耐 酸 陶	耐酸耐温陶	工 业 瓷
比 重		2.2~2.3	2.1~2.2	2.3~2.4
气 孔 率	%	<5	<12	<3
吸 水 率	%	<3	<6	<1.5
抗拉强度	kg/cm ²	80~120	70~80	260~360
抗压强度	kg/cm ²	800~1200	1200~1400	4600~6600
抗弯强度	kg/cm ²	400~600	300~500	650~850
冲击韧性	kg·cm/cm ²	1.0~1.5		1.5~3.0
单位热容量	千卡/公斤/℃	0.18~0.19		0.2~0.22
熔 融 点	℃	1480~1650		1580~1630
导热系数	千卡/米·时/℃	0.8~0.9		0.9~1.1
线膨胀系数		4.5×10 ⁻⁶ ~6×10 ⁻⁶		3×10 ⁻⁶ ~6×10 ⁻⁶
硬 度	莫氏	7	7	7
弹性模量	kg/cm ²	4500~6000	1100~1400	6500~8000
热 稳 定 性	次 数	2	2	2

注：1.此表系宜兴化工陶瓷厂试验数据。2.热稳定性试验条件为：耐酸陶与工业瓷的试块由温度200℃急降至20℃；耐酸耐温陶的试块由温度450℃急降至20℃。

第三章 设备设计

陶瓷设备按其形状，可分为圆筒形、圆锥形、球形和矩形四种。一般常压设备且无特殊要求时，应尽量采用圆筒形结构。

常压圆筒设备的壁厚与圆筒的内径有关，一般可按下面的经验公式进行计算：

$$S = K\sqrt{D_B} \quad (1)$$

式中： S ——圆筒壁厚，mm；

D_B ——圆筒内径，mm；

K ——系数，当 $D_B \geq 500\text{mm}$ ， $K = 1 \sim 1.2$ ；

$D_B < 500\text{mm}$ ， $K = 0.8 \sim 1$ 。

陶瓷设备的结构、形状应尽量简单，并应考虑坯体在制造过程中的自由收缩。考虑自由收缩的结构举例见图 3-1。

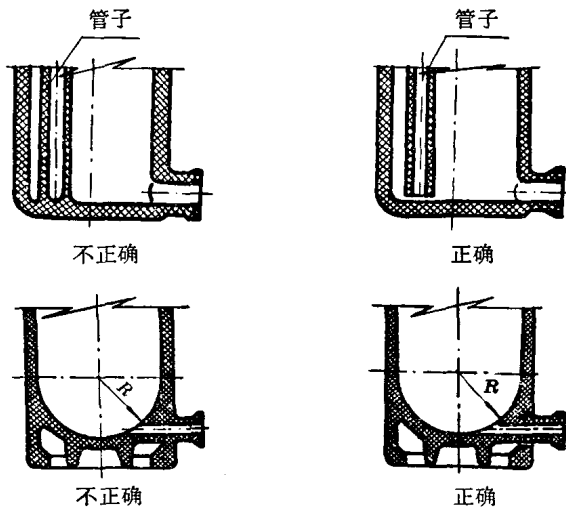


图 3-1 自由收缩结构

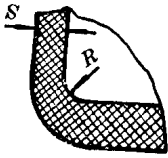


图 3-2 圆筒体与平底连接的圆角半径

陶瓷设备的壁厚，应尽量均匀一致，如不能一致时，则应逐渐的过渡，过渡处其两者厚度差应小于 10 毫米。

陶瓷设备平底的厚度，应比筒体壁厚厚 5~10 毫米。底与筒体连接的内、外转角，应制成圆角。圆角半径值要大于壁厚的 $\frac{1}{3}$ ，其结构见图 3-2。

常压设备可采用平底。圆筒体与平底的连接，其结构见图 3-3。为了使设备内介质完全排尽，设备的底也可采用碟形，椭圆形或半球形，其结构见图 3-4a 及 b。

常压设备上口的边缘，其结构及尺寸可参考图 3-5。

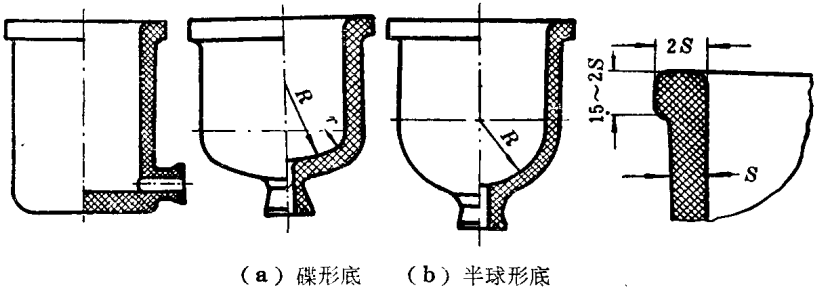


图 3-3 圆筒体与平底连接结构

图 3-4 圆筒体与碟形或半球形底连接结构

图 3-5 设备上口的边缘结构

陶瓷设备的盖，不应设计成平板形的，因这种结构不易成形，且在干燥及烧成时易塌陷变形，呈现凹凸不平或断裂。

常压设备的盖，为便于制造可采用碟形，椭圆形或半球形。半球形盖及平底与圆筒体的连接，其结构见图 3-6。

受压设备的盖和底应采用碟形，椭圆形或半球形的。半球形盖及底与圆筒体的连接，其结构见图 3-7。球形设备的结构见图 3-8。

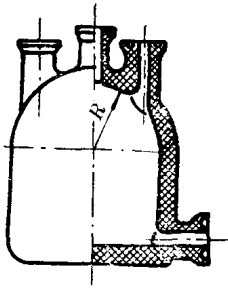


图 3-6 半球形盖及平底
与圆筒体连接结构

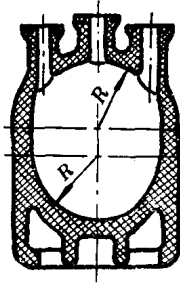


图 3-7 半球形盖底与
圆筒体连接结构

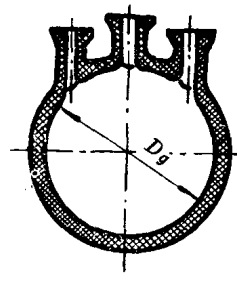


图 3-8 球形设备
结构

设备的支座，应尽可能采用裙式支座。裙式支座的四周，为便于制造、干燥及焙烧，视设备直径大小应开设 6~8 个的透气孔，孔径为 40~50 毫米，其结构见图 3-9。若不宜采用裙式支座时，则可采用凸圈式支承，其结构可参考图 3-10。

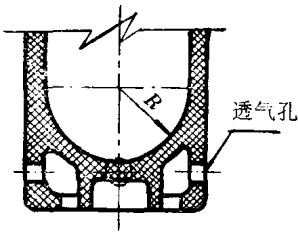


图 3-9 裙式支座结构

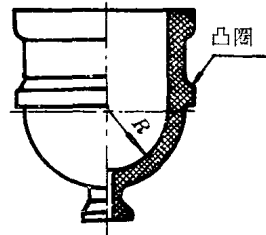


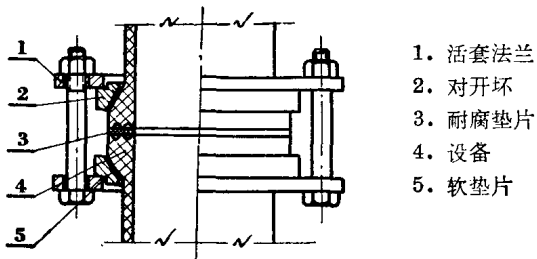
图 3-10 凸圈式支承结构

陶瓷设备的连接，一般采用法兰式与承插式两种结构。

1. 法兰式连接结构

法兰的两端平面烧成后应根据使用要求，进行磨削加工。法兰端面上，应有 1~2 条的密封线。法兰用垫片材料一般为耐酸软橡皮或石棉等。用金属法兰与螺栓、螺母连接的结构(图 3-11)用于承受内压的设备；用软聚氯乙烯薄膜或玻璃纤维布等包扎，以过氯乙烯清漆，酚醛树脂或环氧树脂等粘结连接的结构(图 3-12)

用于承受真空的设备。法兰式结构各部尺寸见图 3-13 及表 3-1。



1. 活套法兰
2. 对开环
3. 耐腐垫片
4. 设备
5. 软垫片

图 3-11 承受内压的法兰式连接结构

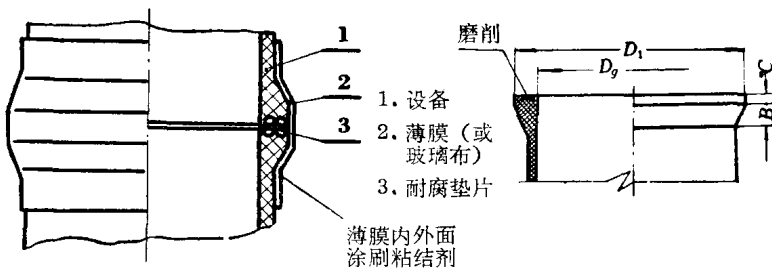


图 3-12 承受真空的法兰式连接结构

图 3-13 法兰式结构

法兰式结构的各部尺寸

表 3-1

尺寸 (mm)	公称直径 D_g (mm)								
	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200
D_1	480	550	600	700	810	920	1020	1120	1330
B	60	60	60	70	70	70	70	80	80
C	25	25	25	25	25	25	25	30	30

2. 承插式连接结构

适用于常压下操作的设备。承口与插端处可用耐酸水泥、浸渍过水玻璃的石棉绳及沥青等胶接。承口的内壁和插端的外壁