

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50726—2023

工业设备及管道防腐蚀工程技术标准

Technical standard for anti-corrosion engineering of
industrial equipment and pipeline

2023-05-23 发布

2023-09-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 联合发布
国家市场监督管理总局

中华人民共和国国家标准

工业设备及管道防腐蚀工程技术标准

Technical standard for anti-corrosion engineering of
industrial equipment and pipeline

GB/T 50726—2023

主编部门：中华人民共和国工业和信息化部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 3 年 9 月 1 日

2023 北 京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发 2019 年工程建设规范和标准编制及相关工作计划的通知》(建标函〔2019〕8 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准主要技术内容:总则、术语、基本规定、基体表面处理、纤维增强塑料衬里、橡胶衬里、铅衬里、涂料衬里、热塑性塑料衬里、玻璃鳞片衬里、喷涂聚脲衬里、氯丁胶乳衬里、砖板衬里、金属热喷涂层、设备及管道外表面涂层、职业健康与安全、环境保护、工程验收等。

本标准修订的主要技术内容:

1. 增加了“涂料衬里”一章,将原规范“涂料涂层”改为“设备及管道外表面涂层”,并对有关章节的编排顺序进行了调整;

2. 在“基本规定”“基体表面处理”“纤维增强塑料衬里”“橡胶衬里”“铅衬里”“涂料衬里”“热塑性塑料衬里”“玻璃鳞片衬里”“喷涂聚脲衬里”“氯丁胶乳衬里”“砖板衬里”“金属热喷涂层”“设备及管道外表面涂层”章节中,增加了“设计”内容;

3. 在“基本规定”中增加了“施工,验收,包装、储存、运输和吊装,运行与维护”内容;

4. 在“基体表面处理”章节中,增加了“检验”内容;

5. 在试验验证基础上,调整和补充了纤维增强塑料衬里、玻璃鳞片衬里、氯丁胶乳衬里等材料的部分性能指标;

6. 在调查研究基础上,增加了橡胶衬里、热塑性塑料衬里、砖板衬里、设备及管道外表面涂层材料中的部分品种及性能指标。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

本标准起草单位:上海富晨化工有限公司(地址:上海市
闵行区元江路 525 号 2 栋 517 室,邮政
编码:200241)

中国石油和化工勘察设计协会

中国五环工程有限公司

中国成达工程有限公司

浙江晨诺高分子材料股份有限公司

赛鼎工程有限公司

华东理工大学

中国化学工程第三建设有限公司

金川集团股份有限公司

上海瑞义聚氨酯科技有限公司

中昊(大连)化工研究设计院有限公司

上海市闵行区腐蚀科学技术学会

中国二十冶集团有限公司

陕西化建工程有限责任公司

武汉理工大学

金陵力联思树脂有限公司

上海凯驰防腐工程有限公司

上海富凯实业有限公司

江西铜业股份有限公司贵溪冶炼厂

上海旭乐防腐设备有限公司

河南华唐新材料股份有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

唐山东亚重工装备集团有限公司

浙江顺豪新材料有限公司

中石化工程建设有限公司

河北维立方科技有限公司

中石油吉林化工工程有限公司

安徽申达建设工程有限公司
湖北华宁防腐技术股份有限公司
沁阳市平原防腐化工有限公司
上海化坚隔热防腐工程有限公司
河南省四海防腐集团有限公司
河南宏耐防腐材料有限公司
湖南豪特防腐工程有限公司
浙江省天正设计工程有限公司
杭州水处理技术研究开发中心有限公司
河南防腐保温有限公司
东方工建集团有限公司
河南省防腐企业集团有限公司
河南亿耐集团有限公司
江苏兰陵高分子材料有限公司
中油吉林化建工程有限公司
全国化工施工标准化管理中心站

本标准参加单位:黄石汇波材料科技股份有限公司

本标准主要起草人员:陆士平 侯锐钢 陈京 彭斌
程建斌 李相仁 李军 张诗光
范东亮 杨华平 柴华敏 王永飞
江先龙 胡兰 陆齐奥 王天堂
孙剑 项立升 朱四荣 葛平
朱友霞 封沙 刘肃 展庆刚
贾磊 周权 盛蓓丽 李向才
王东林 李谦 张庆虎 周胜平
毕士君 牛晓旭 赵晓君 李卫东
杜开颜 余健 王志文 沈悦峰
李新河 李现修 孟凡钧 黄岳云
周鸿初 王侃 卫东 陈志宇

王东亮	韩志民	陈明铮	陈建刚
孙保业	陆 奇	张钧钧	陆伟良
李杏恩	陈见仁	张克绍	于东海
吴 聪	王 昕	朱太昌	芦 天
刘福云	代永清	胡庆均	王建东
舒春桃	胡 伟	董 军	唐双兵
陈 平	杨宇清	陈惠国	刘广赞
赵思韬	许晓军		

本标准主要审查人员:

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	基体要求	(5)
3.3	焊缝要求	(12)
3.4	设计	(13)
3.5	施工	(19)
3.6	验收	(20)
3.7	包装、储存、运输和吊装	(21)
3.8	运行与维护	(22)
4	基体表面处理	(24)
4.1	一般规定	(24)
4.2	设计	(24)
4.3	施工	(26)
4.4	检验	(29)
5	纤维增强塑料衬里	(31)
5.1	一般规定	(31)
5.2	材料	(31)
5.3	设计	(35)
5.4	施工	(36)
5.5	检验	(40)
6	橡胶衬里	(44)
6.1	一般规定	(44)

6.2	材料	(44)
6.3	设计	(48)
6.4	施工	(53)
6.5	检验	(60)
7	铅衬里	(66)
7.1	一般规定	(66)
7.2	材料	(66)
7.3	设计	(67)
7.4	施工	(71)
7.5	检验	(75)
8	涂料衬里	(79)
8.1	一般规定	(79)
8.2	材料	(79)
8.3	设计	(81)
8.4	施工	(83)
8.5	检验	(86)
9	热塑性塑料衬里	(91)
9.1	一般规定	(91)
9.2	材料	(91)
9.3	设计	(94)
9.4	施工	(102)
9.5	检验	(109)
10	玻璃鳞片衬里	(114)
10.1	一般规定	(114)
10.2	材料	(114)
10.3	设计	(116)
10.4	施工	(120)
10.5	检验	(125)
11	喷涂聚脲衬里	(127)

11.1	一般规定	(127)
11.2	材料	(127)
11.3	设计	(129)
11.4	施工	(131)
11.5	检验	(133)
12	氯丁胶乳衬里	(136)
12.1	一般规定	(136)
12.2	材料	(136)
12.3	设计	(137)
12.4	施工	(141)
12.5	检验	(143)
13	砖板衬里	(145)
13.1	一般规定	(145)
13.2	材料	(145)
13.3	设计	(149)
13.4	施工	(163)
13.5	检验	(169)
14	金属热喷涂层	(173)
14.1	一般规定	(173)
14.2	材料	(173)
14.3	设计	(174)
14.4	施工	(178)
14.5	检验	(180)
15	设备及管道外表面涂层	(183)
15.1	一般规定	(183)
15.2	材料	(183)
15.3	设计	(184)
15.4	施工	(192)
15.5	检验	(196)

16	职业健康与安全	(198)
17	环境保护	(201)
18	工程验收	(203)
附录 A	基体表面等级与典型缺陷及控制要求	(204)
附录 B	待衬里设备及管道的典型结构和适用 衬里类型	(208)
附录 C	基体表面等级与焊缝典型缺陷及控制要求	(220)
附录 D	常见腐蚀介质分类、环境温度下部分 衬里材料的选用	(223)
附录 E	检验批质量验收记录	(228)
附录 F	分项工程质量验收记录	(229)
附录 G	分部(子分部)工程质量验收记录	(230)
附录 H	质量控制资料核查记录	(231)
附录 J	基体表面粗糙度比较样块的制作	(232)
附录 K	原材料的质量指标	(233)
附录 L	原材料和制成品的试验方法	(243)
附录 M	橡胶衬里的完好性检测	(255)
附录 N	橡胶衬里适用介质	(257)
附录 P	硬质橡胶衬里粘合强度凿击试验	(260)
附录 Q	砖板复合衬里结构的传热计算	(262)
附录 R	施工配合比	(265)
附录 S	外表面涂层配套	(269)
	本标准用词说明	(275)
	引用标准名录	(276)
	附:条文说明	(285)

1 总 则

1.0.1 为提高工业设备及管道防腐蚀工程设计和施工技术水平,加强防腐蚀工程质量控制,强化验收,确保工程质量,做到技术先进、安全适用、经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的以钢、铸铁为基体的工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层的工程设计、施工、检验、验收、运行和维护。

1.0.3 本标准不适用于下列工业设备及管道:

- 1 直接受火焰加热的设备及管道;
- 2 受核辐射作用的设备及管道;
- 3 经常移动、转动或剧烈震动的设备及管道;
- 4 搪玻璃的设备及管道;
- 5 除铅衬里、金属热喷涂层之外的金属衬里设备和热套衬里设备。

1.0.4 工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层的工程设计、施工、检验、验收、运行和维护除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 纤维增强塑料衬里 fiber reinforced plastics lining

以热固性树脂为粘结剂、纤维及其织物为增强材料铺贴或喷射在设备及管道内表面的保护层。

2.0.2 涂料衬里 coating lining

用于工业设备及管道内表面防护,使其免受酸、碱、盐及溶剂等化学介质腐蚀的涂层。

2.0.3 液体涂料衬里 liquid coating lining

以耐腐蚀树脂和颜料、填料及助剂等组成的液体涂料,采用喷涂、辊涂或刷涂等工艺,在工业设备及管道内表面形成的涂层。

2.0.4 粉末涂料衬里 powder coating lining

以固体树脂和颜料、填料及助剂等组成的热固性或热塑性粉末状涂料,采用粉末静电喷涂工艺,在工业设备及管道内表面形成的涂层。

2.0.5 喷涂聚脲衬里 spray polyurea lining

由异氰酸酯预聚体与端氨基聚醚、胺扩链剂等化合物通过专用双组分喷涂设备快速混合反应,并喷涂在设备及管道内表面形成的保护层。

2.0.6 氯丁胶乳衬里 chloroprene latex lining

由氯丁胶乳、硅酸盐水泥、玻纤网和细骨料等原料组成,涂抹在设备及管道内表面的保护层。

2.0.7 氯丁胶乳水泥素浆 chloroprene latex cement paste

将氯丁胶乳与硅酸盐水泥按一定比例拌和形成的黏稠浆液。

2.0.8 线材火焰喷涂 wire flame spraying

将线状金属材料不断输送到喷枪,利用氧-燃气焰将其加热到

熔化状态,借助压缩空气等雾化气体喷射到经预处理的设备及管道表面。

2.0.9 电弧喷涂 arc spraying

利用两根金属丝间产生的电弧熔化丝的顶端,经一束或多束气体射流雾化,将已熔化的金属熔滴喷射到经预处理的设备及管道表面。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 工业设备及管道防腐蚀工程作业人员应持有相关专业上岗证或经过专业培训且考核合格。

3.1.2 工业设备及管道防腐蚀工程各相关参建单位应按相关规定和要求建立相应的管理体系,并应制订相应的管理制度。

3.1.3 工业设备及管道防腐蚀工程的衬里和外表面涂层可按下列形式分类:

- 1 纤维增强塑料衬里;
- 2 橡胶衬里;
- 3 铅衬里;
- 4 涂料衬里;
- 5 热塑性塑料衬里;
- 6 玻璃鳞片衬里;
- 7 喷涂聚脲衬里;
- 8 氯丁胶乳衬里;
- 9 砖板衬里;
- 10 金属热喷涂层;
- 11 设备及管道外表面涂层。

3.1.4 工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层的设计应根据介质类型、使用条件、使用寿命等确定。

3.1.5 用于工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层施工的材料,应具有产品质量证明文件,其质量不得低于国家现行有关标准的规定。

3.1.6 产品质量证明文件应包括产品质量合格证和材料检测

报告。

3.1.7 用于工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层施工的材料应附有施工指南。当使用的材料需要现场配制时,应根据施工环境温度、相对湿度、原材料性能及施工工艺特点,通过试验确定施工配合比。经试验确定的配合比不得任意改变。

3.1.8 计量器具、检测仪器和设备应经计量检定、校准,并应在有效期内。

3.1.9 待防腐蚀施工的工业设备及管道的加工、气割、焊接、热处理、焊缝检验、泄漏性试验和压力试验应在衬里施工前完成。

3.1.10 制造完成的工业设备及管道应经验收合格并办理工序交接手续后,方可进行防腐蚀衬里和外表面涂层的施工。

3.1.11 工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层的工程质量验收,可按检验批、分项工程、分部或子分部工程进行划分;检验批、分项工程、分部与子分部工程的划分应符合现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252 的有关规定。

3.1.12 工业设备及管道防腐蚀衬里和外表面涂层的工程施工验收的组织程序及合格标准应符合现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252 的有关规定。

3.1.13 检验项目应按主控项目和一般项目进行,并可进行破坏性检验。

3.2 基 体 要 求

3.2.1 待衬里设备的设计应符合现行行业标准《衬里钢壳设计技术规定》HG/T 20678 的有关规定;待衬里压力容器的设计应符合现行国家标准《压力容器 第1部分:通用要求》GB/T 150.1、《压力容器 第2部分:材料》GB/T 150.2、《压力容器 第3部分:设计》GB/T 150.3和《压力容器 第4部分:制造、检验和验收》GB/T 150.4 的有关规定;待衬里管道的设计应符合国家现行有关标准的规定。

3.2.2 待衬里设备及管道的设计除应符合本标准第3.2.1条的

规定外,尚应符合下列规定:

- 1 结构应满足衬里材料的特性及衬里施工、安装和检修要求;
- 2 结构和形状宜简单,衬里侧不宜焊接其他附属构件;当需要设置加强筋时,应设置在设备的无衬里侧;
- 3 结构内的零部件设计应满足衬里施工要求;
- 4 内表面应平整、清洁,并应无砂粒或熔渣、飞边毛刺、缩孔、局部孔隙等缺陷;焊接区应光滑,且应无凹坑或凸起;
- 5 壁厚设计应计入表面处理造成的厚度减薄量,减薄量不宜大于 1.0mm;
- 6 设备的边、角应圆滑过渡,其最小半径宜符合表 3.2.2 的规定;

表 3.2.2 设备边、角最小半径

类型		最小半径(mm)	
		边	角
衬里	纤维增强塑料	10	10
	橡胶	3	阴角:大于或等于 5,且衬里设计厚度+3 阳角:衬里设计厚度+3
	铅	3	衬里设计厚度+3
	涂料	液体涂料	3
		粉末涂料	2
	热塑性塑料	5	衬里设计厚度+3
	玻璃鳞片	10	15
	喷涂聚脲	5	15
	氯丁胶乳	10	10
	砖板	与隔离层类型相同	与隔离层类型相同
外表面涂层		3	6

7 待衬里设备结构宜采用可拆卸连接方式,对不可拆卸、整体密闭或空间受限的结构应设置公称直径不小于 $DN500$ 的人孔;当设备直径大于或等于 5000mm 时,应至少设置两个人孔;

8 锥形封头和变径段宜采用带折边的结构;

9 用于传热的待衬里设备及管道,应采取防止局部过冷或过热的结构设计措施;当采用夹套加热时,蒸汽入口应设置防冲挡板。

3.2.3 当衬里对平底储罐底板刚度有要求时,底板设计应符合下列规定:

1 当储罐直径小于或等于 5000mm ,且布置于平底基础上时,底板的最小厚度不应小于壁板底圈厚度;

2 当储罐直径大于 5000mm 时,底板宜采用工字钢支撑并与其间断焊接,布置于条形基础上。

3.2.4 支架和焊接附件应设置端部固定的支撑环或固定装置、垫板等,并应分布均匀,局部载荷应进行核算验证。

3.2.5 带法兰的直管、弯管、三通(图 3.2.5)的最大长度宜符合表 3.2.5 的规定。

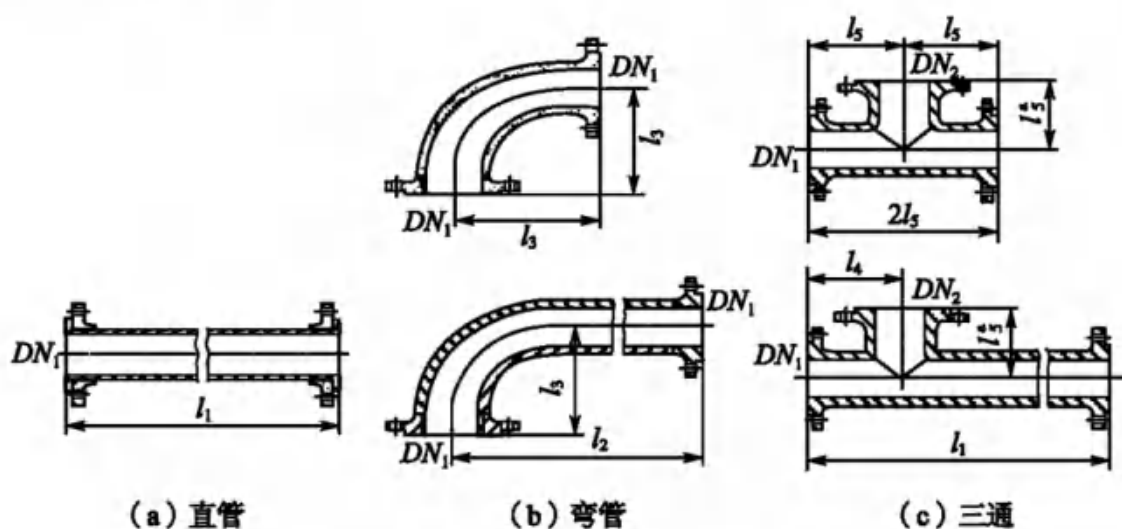


图 3.2.5 带法兰的直管、弯管、三通

$$\begin{array}{c} \bullet \\ \infty \\ \bullet \end{array}$$

衬里类型		最大长度															
		公称直径 ^b DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
纤维增强塑料		对应直管 DN_1 的推荐最大长度 l_1	根据工艺水平确定										1200				
橡胶			1000	1000	1000	3000			5000	6000							
铅			根据工艺水平确定										1200				
涂料	液体 涂料		6000														
	粉末 涂料		根据工艺水平确定			2000			4000								
热塑性塑料			根据工艺水平确定												1200		
玻璃鳞片			根据工艺水平确定										1200				
喷涂聚脲			根据工艺水平确定						6000								
氯丁胶乳			根据工艺水平确定										1200				
砖板			根据工艺水平确定														
金属热喷涂			根据工艺水平确定														

续表 3.2.5

衬里类型	最大长度															
	公称直径 ^b DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
纤维增强 塑料、橡胶、 涂料、热塑 性塑料、玻 璃鳞片、氯 丁胶乳	对应弯管 DN_1 的推荐最大长 度 l_2	2000			3000											
	对应弯管 DN_1 的推荐最大长 度 l_3	110	130	150	180	220	255	320	385	440	570	710	830	910	1030	1300
	对应三通 DN_2 的推荐最大长 度 l_4	110	130	150	180	220	255	320	根据工艺水平确定							
	对应三通 DN_2 的推荐最大长 度 l_5	110	130	150	180	220	255	320	385	440	570	710	830	910	1030	1300

注：a 规定值适用于接管(或分支) $DN_2=DN_1$ ；当 $DN_2<DN_1$ 时，表中规定值可按现行国家标准《钢制管法兰 第1部分：PN系列》GB/T 9124.1、《钢制管法兰 第2部分：Class系列》GB/T 9124.2的有关规定取值。

b 大于DN500的管道应视为设备的一部分。

3.2.6 待衬里设备及管道应设排气孔,并宜设检漏孔。

3.2.7 基体表面等级分类应符合下列规定:

1 当液体和粉末涂料衬里、金属热喷涂层、外表面涂层的厚度大于或等于 $50\mu\text{m}$ 且小于或等于 $200\mu\text{m}$ 时,宜为 A1 级;

2 当液体和粉末涂料衬里、金属热喷涂层、外表面涂层、玻璃鳞片衬里的厚度大于 $200\mu\text{m}$ 且小于或等于 $1000\mu\text{m}$ 时,宜为 A2 级;

3 当玻璃鳞片衬里、喷涂聚脲衬里、氯丁胶乳衬里的厚度大于 $1000\mu\text{m}$ 时,宜为 A3 级;

4 当纤维增强塑料衬里、橡胶衬里、铅衬里的厚度大于 $1000\mu\text{m}$ 时,应为 A4 级;

5 当热塑性塑料衬里的厚度大于 $1000\mu\text{m}$ 时,应为 A5 级。

3.2.8 基体表面等级与典型缺陷及控制要求应符合本标准附录 A 的有关规定。

3.2.9 被油、油脂和临时保护涂层污染或受到化学污染的基体表面应在衬里和外表面涂层施工前清除。

3.2.10 设备壳体或部件不得采用铆接结构。

3.2.11 待衬里设备及管道的典型结构类型可按下列分类:

- 1 对接焊接接头;
- 2 螺栓连接;
- 3 法兰连接;
- 4 接管、排放口;
- 5 边、角和角焊缝;
- 6 筒体与封头连接;
- 7 支撑及焊接部件;
- 8 换热管管头及分程隔板。

3.2.12 待衬里设备及管道的典型结构和适用衬里类型应符合本标准附录 B 的有关规定。

3.2.13 接管与设备壳体直接焊接时,接管的公称直径不应小于

DN25;当接管的公称直径为 $DN25 \sim DN100$ 时,接管的长度不宜大于 300mm。

3.2.14 当接管的内伸长度较短、使用手动工具可以达到时,可采用与设备壳体相焊的固定式接管(图 3.2.14-1);当接管的内伸长度较长时,应采用可拆式接管(图 3.2.14-2)。

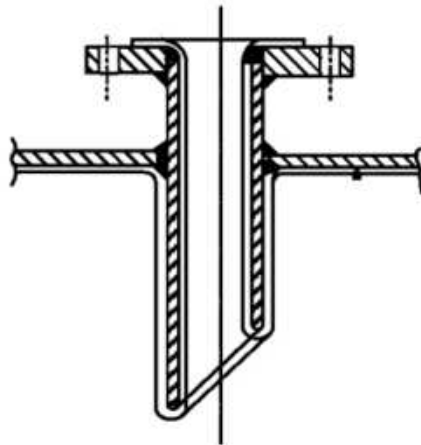


图 3.2.14-1 固定式接管

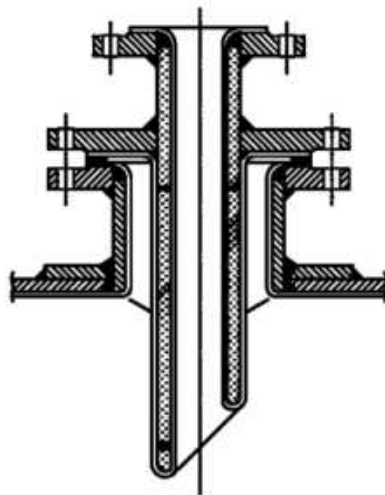


图 3.2.14-2 可拆式接管

3.2.15 当接管直径较大且为插入管(图 3.2.15)、接管与筒体内壁间隙小于 600mm 或衬里施工无法到达接管根部时,应采用法兰连接的可拆卸结构。

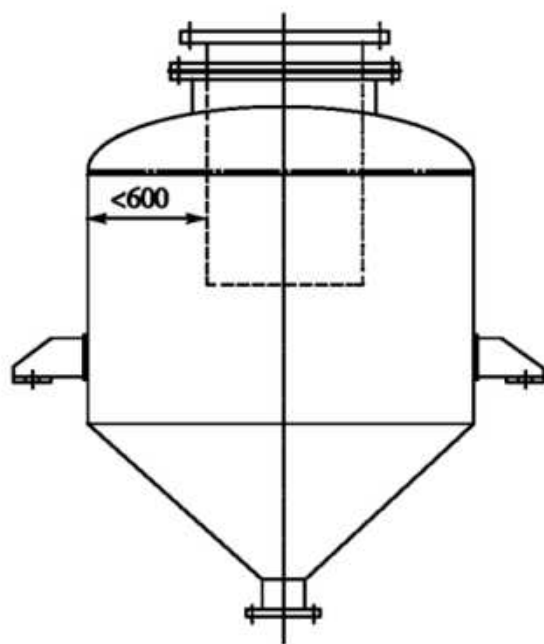


图 3.2.15 插入管

3.2.16 设备内部设有蒸汽加热管时,加热管外表面与衬里表面的距离不应小于 100mm(图 3.2.16)。

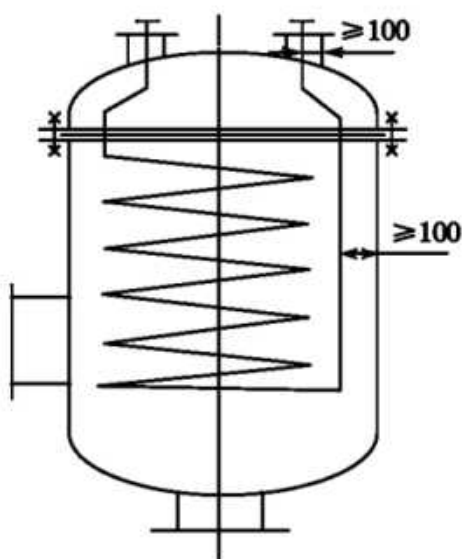


图 3.2.16 加热管外表面与衬里表面的距离

3.3 焊缝要求

3.3.1 待衬里设备及管道的焊缝除应符合现行行业标准《衬里钢壳设计技术规定》HG/T 20678 的有关规定外,尚应符合下列

规定：

- 1 所有焊缝应连续,焊缝表面应光滑;
- 2 焊缝宜采用对接全焊透结构;对接焊后形成的角度,在衬里侧不得小于 135° ,且应平滑过渡;
- 3 凸形封头拼接焊缝在成型前应打磨至与基体平齐;
- 4 不同厚度钢板对接焊时,衬里侧的表面宜平齐;
- 5 衬里侧的焊缝余高不宜大于 1.5mm;
- 6 设备转角和接管部位的焊缝应饱满,不得有毛刺和棱角,并应圆滑过渡。

3.3.2 焊缝表面宜均匀平整,并应无裂纹、气孔、焊瘤、夹渣、弧坑等缺陷。

3.3.3 大型储罐的罐壁包边角钢和顶盖连接(图 3.3.3)应采用连续焊结构。



图 3.3.3 大型储罐的罐壁包边角钢和顶盖连接

3.3.4 不同衬里的基体表面等级分类应符合本标准第 3.2.8 条的规定,基体表面等级与焊缝典型缺陷及控制要求应符合本标准附录 C 的有关规定。

3.4 设 计

3.4.1 工业设备及管道防腐蚀衬里的设计条件应包括下列内容：

- 1 腐蚀介质的组分和特性;
- 2 流体加载类型和频率;
- 3 使用温度;
- 4 温度变化;
- 5 机械载荷;
- 6 气候条件。

3.4.2 常见腐蚀介质分类应符合本标准附录 D 的有关规定。

3.4.3 衬里耐腐蚀性能的确定应遵循下列原则:

- 1 工程应用经验;
- 2 制造商提供的耐腐蚀数据;
- 3 现场挂片或实验室试验验证;
- 4 当采用不同方法获得衬里耐腐蚀性能时,应选用最低值。

3.4.4 流体加载类型和频率对衬里设计的影响等级分类应符合下列规定:

- 1 不接触液体的应为 0 级;
- 2 当气体管道、烟囱等产生的冷凝液,持续或频繁地接触衬里时,应为 1 级;
- 3 在无明显液柱静压力的情况下,管道衬里接触恒定流动液体时,应为 2 级;
- 4 当设备衬里长期暴露于液体中,并无时间限制时,应为 3 级。

3.4.5 使用温度对衬里设计的影响应包括下列内容:

- 1 高温导致介质渗透腐蚀性增强;
- 2 当热或冷的腐蚀介质直接作用,以及辐射热和极端环境温度使装置偏离正常使用温度时,导致衬里剥落、裂缝等现象发生。

3.4.6 温度变化等级分类应符合下列规定:

- 1 无温度变化时应为 0 级;
- 2 偶尔发生小于或等于 50℃ 的温度变化,应为 1 级;

- 3 偶尔发生大于 50°C 的温度变化,应为 2 级;
- 4 经常发生小于或等于 50°C 的温度变化,应为 3 级;
- 5 经常发生大于 50°C 的温度变化,应为 4 级;
- 6 涉及热冲击的温度变化,应为 5 级。

3.4.7 机械载荷或液柱静压力对衬里设计的影响等级分类应符合下列规定:

- 1 无载荷、液柱静压力小于或等于 0.005MPa ,应为 0 级;
- 2 液柱静压力大于 0.005MPa 且小于或等于 0.05MPa ,应为 1 级;
- 3 液柱静压力大于 0.05MPa ,应为 2 级。

3.4.8 气候条件对衬里设计的影响等级分类应符合下列规定:

- 1 无气候影响,设备及管道位于建筑物内,应为 0 级;
- 2 有限气候影响,有棚盖保护的设备及管道,应为 1 级;
- 3 完全气候影响,设备及管道位于室外,应为 2 级。

3.4.9 纤维增强塑料、橡胶、涂料、热塑性塑料、玻璃鳞片 and 砖板衬里的设计可按本标准第 3.4.2 条~第 3.4.8 条的规定确定腐蚀介质类型和各类设计条件的等级,衬里类型的选择宜符合下列规定:

- 1 设备衬里类型宜按表 3.4.9-1 选择;
- 2 管道衬里类型宜按表 3.4.9-2 选择。

表 3.4.9-1 设备衬里类型

腐蚀介质 类型	流体类型和 频率等级	使用温度 (℃)	温度变化 等级	机械载荷 等级	气候影响 等级	衬里类型		
						纤维增强塑料、 涂料、玻璃鳞片	橡胶、 热塑性塑料	砖板
I	3	20	1	0	0~2	R	R	R
I	3	50	1	0	0~2	A	R	R
I	3	50	3	0	0~2	A	R	R
II	3	50	1	0	0~2	A	A	R
II	3	50	3	0	0~2	A	A	R
II	3	70	1~4	0	0~2	A	A	R
I 和 II	3	20	1	1	0~2	R	R	R
I	3	50	1	1	0~2	A	R	R
I	3	50	3	1	0~2	A	R	R
II	3	50	1	1	0~2	A	A	R
II	3	50	3	1	0~2	A	A	R
II	3	70	1~4	1	0~2	A	A	R

续表 3.4.9-1

腐蚀介质 类型	流体类型和 频率等级	使用温度 (℃)	温度变化 等级	机械载荷 等级	气候影响 等级	衬里类型		
						纤维增强塑料、 涂料、玻璃鳞片	橡胶、 热塑性塑料	砖板
I 和 II	3	20	1	2	0~2	A	R	R
I	3	50	1	2	0~2	A	R	R
I	3	50	3	2	0~2	A	R	R
II	3	50	1	2	0~2	A	A	R
II	3	50	3	2	0~2	A	A	R
I 和 II	3	70	1~4	2	0~2	A	A	R
I 和 II	3	20~70	5	0~2	0~2	A	A	R

注:1 腐蚀介质类型按本标准附录 D 分类。

2 R 代表推荐的衬里;A 代表可选择的衬里,取决于系统的耐久性。

表 3.4.9-2 管道衬里类型

腐蚀介质 类型	流体类型和 频率等级	使用温度 (℃)	温度变化 等级	机械载荷 等级	气候影响 等级	衬里类型		
						纤维增强塑料、 涂料、玻璃鳞片	橡胶、 热塑性塑料	砖板
I 和 II	2	20	1	0	0~2	A	A	R
I 和 II	2	50	1	0	0~2	A	A	R
I 和 II	2	50	3	0	0~2	A	A	R
I 和 II	2	70	1 和 2	0	0~2	A	A	R
I 和 II	2	70	3 和 4	0	0~2	N	A	R
I 和 II	2	20	1	1	0~2	A	A	R
I 和 II	2	50	1	1	0~2	A	A	R
I 和 II	2	50	3	1	0~2	A	A	R
I 和 II	2	70	1 和 2	1	0~2	A	A	R
I 和 II	2	70	3 和 4	1	0~2	N	A	R

注:1 腐蚀介质类型按本标准附录 D 分类。

2 R 代表推荐的衬里;A 代表可选择的衬里,取决于系统的耐久性;N 代表不建议采用的衬里。

3.5 施 工

3.5.1 防腐蚀工程施工前,施工单位应编制施工组织设计和专项施工方案。

3.5.2 防腐蚀工程施工准备应符合下列规定:

- 1 设计及其相关技术文件应齐全,施工图纸应通过会审;
- 2 施工组织设计或专项施工方案应已批准,技术和安全交底应已完成;
- 3 材料、机具、检测仪器、施工设施及场地宜齐备,并应完成检验和报批;
- 4 防护设施应安全可靠,施工用水、电、气、汽应能满足连续施工的需要;
- 5 应制订相应的安全应急预案。

3.5.3 施工环境条件应符合下列规定:

- 1 温度、相对湿度应满足防腐蚀工程施工要求;
- 2 原材料使用时的温度宜符合施工要求;
- 3 待衬里或被涂装的基体表面温度应高于露点温度 3℃;
- 4 当环境条件无法满足本条第 1 款~第 3 款的规定时,应采取措施达到环境温度和相对湿度的要求。

3.5.4 衬里施工宜在车间进行;当露天施工时,应设置遮阳避雨设施。

3.5.5 转动部件施工前应有静平衡或动平衡的试验报告,施工后应做静平衡或动平衡复核检查。

3.5.6 防腐蚀工程施工过程中,施工单位应采取防止损坏衬里结构的措施。

3.5.7 当发现防腐蚀衬里或外表面涂层有损坏或缺陷时,应进行修复。

3.5.8 除砖板衬里外,修复区域在缺陷之外所有方向上的延伸不宜小于 50mm。

3.5.9 当整个设备及管道返修范围较大时,应采取防止原衬里结构或涂层过度固化的措施。

3.5.10 衬里施工完成后,人员进入衬里设备时,应穿柔软、干净的鞋子。架设的梯子和脚手架与衬里的接触面应采取保护措施。

3.6 验 收

3.6.1 工业设备及管道防腐蚀工程的质量验收程序应按检验批、分项工程、分部(子分部)工程依次进行。

3.6.2 检验批质量验收合格应符合下列规定:

- 1 主控项目应符合本标准的相关规定;
- 2 一般项目每项抽检的处(点)均应符合本标准的相关规定;有允许偏差要求的项目,每项抽检的点数中,应有不低于 80% 的实测值在本标准规定的允许偏差范围内;

3 检验批质量控制资料应齐全。

3.6.3 分项工程质量验收合格应符合下列规定:

- 1 分项工程所含的检验批均应符合质量合格的规定;
- 2 分项工程所含的检验批质量控制资料应齐全。

3.6.4 分部(子分部)工程质量验收合格应符合下列规定:

- 1 分部(子分部)工程所含分项工程的质量均应符合验收合格的规定;
- 2 分部(子分部)工程所含分项工程的质量控制资料应齐全。

3.6.5 防腐蚀工程质量验收记录宜符合下列规定:

- 1 检验批质量验收记录宜采用本标准附录 E 的格式;
- 2 分项工程质量验收记录宜采用本标准附录 F 的格式;
- 3 分部(子分部)工程质量验收记录宜采用本标准附录 G 的格式;
- 4 质量控制资料核查记录宜采用本标准附录 H 的格式。

3.6.6 当防腐蚀工程有分包单位施工时,分包单位对所承包的工程应按本标准规定的程序检查验收。分包工程完成后,应将工程

有关资料交付总承包单位。

3.6.7 当对防腐蚀衬里和外表面涂层材料的产品质量有异议时,应进行复检或技术鉴定。

3.6.8 当检验批的防腐蚀工程质量不符合本标准的规定时,应按下列规定进行处理:

- 1 经返工或返修的检验批,应重新进行验收;
- 2 经检测鉴定能够达到设计要求的检验批,应予以验收;
- 3 经检测鉴定达不到设计要求,但经原设计单位核算认可,能够满足结构安全和使用功能要求的检验批,可予以验收;
- 4 经返修或加固处理的分项、分部工程,虽然改变了几何尺寸但仍能满足安全和使用要求,可按技术处理方案和协商文件予以验收。

3.6.9 通过返修处理仍不能满足安全和使用功能要求的工程,不得验收。

3.7 包装、储存、运输和吊装

3.7.1 衬里设备的包装、运输应符合现行行业标准《压力容器涂敷与运输包装》NB/T 10558 的有关规定。

3.7.2 衬里零部件应采用专用包装方式运输。

3.7.3 所有向外开口的接管口、人孔、检查孔均应采用木板或其他保护材料固定,并应符合下列规定:

- 1 衬里在法兰上的翻边完成后,应立即安装保护板,直到配对法兰安装到位;

- 2 当需拆开配对法兰时,应采用木板进行保护;

- 3 衬里设备的法兰连接宜在室温下拆开。

3.7.4 衬里设备及管道储存时不得受阳光长期直射,且距离热源不应小于 1m。

3.7.5 衬里设备及管道在运输和储存过程中不得与化学介质接触。

3.7.6 薄壁衬里设备及管道在运输中应设置加固设施,移动过程中不得用钢丝绳拖拉。

3.7.7 衬里设备及管道在运输过程中,松散的零部件不得放置在衬里设备及管道内部。

3.7.8 已完成衬里的设备及管道应符合下列规定:

- 1 不得动火、施焊或进行其他损伤内衬层的操作;
- 2 吊装方式应在设计阶段确定;
- 3 吊装时,吊耳与设备及管道间应加焊垫板。

3.7.9 衬里设备及管道应轻装轻卸,不得剧烈震动或造成机械损伤。

3.7.10 衬里设备及管道在吊装、运输和安装中的变形应受控。衬里设备及管道起吊时,吊索和其他辅助件不得与衬里表面接触。

3.7.11 人员进入衬里设备内部时应符合本标准第 3.5.10 条的有关规定。

3.8 运行与维护

3.8.1 工业设备及管道防腐蚀工程在投入运行后应进行相关检查,并应符合下列规定:

1 在投入运行后应对工业设备及管道防腐蚀工程的使用温度、压力等参数和配件维修事件进行记录;

2 工业设备及管道防腐蚀工程应根据运行周期和运行记录的分析结果,制订检查计划;

3 工业设备及管道防腐蚀工程的检查部位应包括表面、结构以及配件、施工接口、阀门、膨胀节等附件;

4 在检查前应制订详细的检查方案,检查方案应包括检查部位、检查项目、检查方法、检查程序、对检查人员和设备采取的安全措施等;

5 工业设备及管道防腐蚀工程运行后的检查应留有记录。

3.8.2 工业设备及管道防腐蚀工程的检查项目可包括内外表面

外观、壁厚、内外表面硬度、外表面温度等。

3.8.3 检验方法可分为目测、钻孔测厚、无损测厚、硬度计测量硬度、红外测温、X 射线或超声探伤、电火花针孔检测、材料试验机检测等。

3.8.4 工业设备及管道防腐蚀工程运行中的维修应符合下列规定：

1 当外观缺陷面积、针孔检测结果偏离设计值 30% 以上时，不宜修复；

2 当防腐蚀衬里性能、附着力、厚度或硬度检测结果偏离设计值 50% 以上，且不能满足使用要求时，不得修复；

3 维修方案应经原设计单位或建设单位评估。

4 基体表面处理

4.1 一般规定

4.1.1 工业设备及管道在防腐蚀衬里和外表面涂层施工前应进行基体表面处理。

4.1.2 基体表面处理宜采用喷射清理、抛射清理、动力工具清理和手工工具清理等方法。

4.1.3 基体表面处理等级划分应符合下列规定：

1 喷射或抛射清理等级应分为 Sa1 级、Sa2 级、Sa2 $\frac{1}{2}$ 级和 Sa3 级；

2 动力工具或手工工具清理等级应分为 St2 级和 St3 级。

4.1.4 喷射或抛射清理和动力工具或手工工具清理的基体表面处理等级分类应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 的有关规定。

4.1.5 在对衬里侧基体表面进行处理前，应先对衬里侧基体表面进行预处理；当基体表面有缺陷时，应先补焊打磨，再对基体表面进行清理。

4.2 设 计

4.2.1 基体表面处理方法的选择应符合下列规定：

- 1 当基体需要防腐蚀衬里时，应采用喷射或抛射清理；
- 2 当基体需要外表面涂层时，宜采用喷射或抛射清理；
- 3 当无法进行喷射和抛射清理或基体表面处理要求不高时，

可采用动力工具或手工工具清理。

4.2.2 设计文件应规定基体表面处理等级,并应符合下列规定:

- 1 衬里的基体表面处理等级应按表 4.2.2-1 确定;
- 2 外表面涂层的基体表面处理等级宜按表 4.2.2-2 确定。

表 4.2.2-1 衬里的基体表面处理等级

衬里类别	基体表面处理等级
铅衬里(搪铅)、金属热喷涂层、涂料衬里(烘烤型酚醛涂料)	Sa3 级
纤维增强塑料衬里、橡胶衬里、涂料衬里、热塑性塑料衬里(粘接法)、玻璃鳞片衬里、喷涂聚脲衬里	Sa2 $\frac{1}{2}$ 级
氯丁胶乳衬里、砖板衬里	Sa2 级或 St3 级
铅衬里(衬铅)、热塑性塑料衬里(非粘接法)	Sa1 级或 St2 级

注:1 金属热喷涂层的基体表面处理等级适用于其在设备及管道外表面的处理等级。

2 砖板衬里采用隔离层时,根据隔离层的类型确定基体表面处理等级。

表 4.2.2-2 外表面涂层的基体表面处理等级

涂料类别	基体表面处理等级
无机富锌、环氧富锌、环氧磷酸锌、环氧酚醛、有机硅、无机硅和氯化橡胶类底涂层涂料	Sa2 $\frac{1}{2}$ 级
环氧类、聚氨酯类、丙烯酸类、高氯化聚乙烯类、乙烯基酯树脂玻璃鳞片、酚醛类、醇酸类和环氧铁红底涂层涂料	Sa2 级或 St3 级
冷涂锌底涂层涂料	Sa2 $\frac{1}{2}$ 级

4.2.3 喷射或抛射清理后的基体表面粗糙度等级应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 基体表面粗糙度等级

等级	粗糙度范围 $Rz(\mu m)$	
	丸粒磨料	砂粒磨料
细	25~40	25~60
中	40~70	60~100
粗	70~100	100~150

4.2.4 喷射或抛射清理后的基体表面粗糙度不得大于防腐蚀涂层设计厚度的 1/3。

4.3 施 工

I 一般规定

4.3.1 施工环境的相对湿度不宜大于 80%，基体表面温度与露点温度的关系应符合本标准第 3.5.3 条第 3 款的规定。不同环境温度和相对湿度下的露点数据可按表 4.3.1 确定。

表 4.3.1 不同环境温度和相对湿度下的露点数据

环境 温度 (℃)	相对湿度(%)												
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	露点温度(℃)												
10	-6.7	-4.7	-2.9	-1.4	0.1	1.4	2.6	3.7	4.8	5.8	6.7	<u>7.6</u>	<u>8.4</u>
12	-5.0	-2.9	-1.1	0.5	1.9	3.2	4.5	5.6	6.7	7.7	8.7	<u>9.6</u>	<u>10.4</u>
14	-3.3	-1.2	0.6	2.3	3.8	5.1	6.4	7.5	8.6	9.7	10.6	<u>11.5</u>	<u>12.4</u>
16	-1.5	0.6	2.4	4.1	5.6	6.9	8.3	9.6	10.5	11.6	12.6	<u>13.5</u>	<u>14.4</u>
18	0.2	2.3	4.2	5.9	7.4	8.8	10.1	11.3	12.5	13.5	14.5	<u>15.5</u>	<u>16.3</u>
20	1.9	4.1	6.0	7.7	9.3	10.7	12.0	13.2	14.4	15.4	16.4	<u>17.4</u>	<u>18.3</u>
22	3.7	5.9	7.8	9.5	11.1	12.5	13.9	15.1	16.3	17.4	18.4	<u>19.4</u>	<u>20.3</u>
24	5.4	7.6	9.6	11.3	12.9	14.3	15.8	17.0	18.2	19.3	20.3	<u>21.3</u>	<u>22.3</u>
26	7.1	9.3	11.4	13.1	14.8	16.2	17.6	18.9	20.1	21.2	22.3	<u>23.3</u>	<u>24.2</u>
28	8.8	11.1	13.1	14.9	16.6	18.1	19.5	20.8	22.0	23.1	24.2	<u>25.3</u>	<u>26.2</u>
30	10.5	12.8	14.9	16.7	18.4	19.9	21.4	22.7	23.9	25.1	26.2	<u>27.2</u>	<u>28.2</u>
32	12.3	14.6	16.7	18.5	20.3	21.7	23.2	24.6	25.8	27.0	28.1	<u>29.2</u>	<u>30.1</u>
34	14.0	18.4	18.5	20.3	22.1	23.3	25.1	26.5	27.7	28.9	30.0	<u>31.2</u>	<u>32.1</u>
36	15.7	18.1	20.3	22.1	23.9	25.5	27.0	28.4	29.6	30.9	32.0	<u>33.1</u>	<u>34.1</u>

续表 4.3.1

环境 温度 (℃)	相对湿度(%)												
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
	露点温度(℃)												
38	17.4	19.8	22.0	23.9	25.7	27.3	28.9	30.1	31.6	32.8	33.9	<u>35.1</u>	<u>36.1</u>
40	19.1	21.5	23.9	25.7	27.6	29.1	30.7	32.2	33.5	34.7	35.9	<u>37.0</u>	<u>38.0</u>
42	20.8	23.2	25.6	27.6	29.4	31.0	32.6	34.1	35.4	36.7	37.8	<u>39.0</u>	<u>40.0</u>
44	22.5	24.9	27.3	29.5	31.2	32.9	34.5	35.9	37.3	38.6	39.7	<u>41.0</u>	<u>42.0</u>
46	24.2	26.7	29.1	31.3	33.0	34.7	36.3	37.8	39.2	40.5	41.7	42.9	<u>43.9</u>
48	25.9	28.5	30.9	33.0	34.8	36.5	38.2	39.7	41.1	42.4	43.8	44.9	<u>45.9</u>
50	27.6	30.2	32.6	34.7	36.7	38.4	40.0	41.6	43.0	43.3	45.8	46.8	<u>47.9</u>

注：表内有下划线的露点温度均低于基体表面温度不超过 3℃。

4.3.2 基体表面处理后的可溶性氯化物残留量应符合设计规定，当设计无规定时，不宜大于 50mg/m²。

4.3.3 处理合格的基体表面在涂装底涂层涂料前应保持干燥和洁净，当发生再度污染或锈蚀时，应重新进行表面处理。

4.3.4 基体表面处理后应及时进行衬里施工或涂装底涂层涂料，间隔时间不宜大于 4h。

II 喷射或抛射清理

4.3.5 采用喷射或抛射清理时，应采取防止粉尘扩散的措施。

4.3.6 喷射或抛射清理使用的压缩空气应干燥、洁净，不得含有水分和油污。

4.3.7 喷射、抛射清理用磨料可分为金属磨料和非金属磨料，其质量应符合下列规定：

1 金属磨料的质量应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用金属磨料的技术要求 导则和分类》GB/T 18838.1、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用金属磨料的

技术要求 第 2 部分:冷硬铸铁砂》GB/T 18838.2、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用金属磨料的技术要求 第 3 部分:高碳铸钢丸和砂》GB/T 18838.3、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用金属磨料的技术要求 第 4 部分:低碳铸钢丸》GB/T 18838.4 或《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用金属磨料的技术要求 第 5 部分:钢丝切丸》GB/T 18838.5 的有关规定;

2 非金属磨料的质量应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用非金属磨料的技术要求 第 1 部分:导则和分类》GB/T 17850.1、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用非金属磨料的技术要求 铜精炼渣》GB/T 17850.3、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用非金属磨料的技术要求 第 6 部分:炼铁炉渣》GB/T 17850.6、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用非金属磨料的技术要求 第 7 部分:熔融氧化铝》GB/T 17850.7、《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理用非金属磨料的技术要求 第 11 部分:钢渣特种型砂》GB/T 17850.11 的有关规定。

4.3.8 当喷射清理薄钢板时,应对磨料粒度、空气压力、喷射距离和角度进行调整。

4.3.9 采用喷射或抛射清理时,基体表面不需要做处理的螺纹、密封面及光洁面应妥善保护,不得受损。

4.3.10 喷射或抛射清理后基体表面粗糙度等级应符合本标准第 4.2.3 条的规定,基体表面粗糙度比较样块的制作应符合本标准附录 J 的规定。

Ⅲ 动力工具或手工工具清理

4.3.11 动力工具清理时,可采用电动钢丝刷、电动砂轮等工具。

4.3.12 手工工具清理时,可采用钢丝刷、砂纸、铲刀等工具。

4.3.13 采用动力工具或手工工具清理时,不得使基体受损或变形。

4.4 检 验

4.4.1 基体表面处理工程的检查数量应符合下列规定：

1 当基体表面处理面积小于或等于 10m^2 时，应抽查 3 处；当基体表面处理面积大于 10m^2 时，每增加 10m^2 ，应多抽查 1 处，不足 10m^2 时，按 10m^2 计；每处测点不得少于 3 个；

2 当在基体表面进行金属热喷涂时，应全部目测检查。

I 主控项目

4.4.2 喷射或抛射清理、动力工具或手工工具清理后的基体表面处理等级应符合本标准第 4.2.2 条的有关规定。

检验方法：观察比对各等级标准照片。

4.4.3 喷射或抛射清理后的基体表面粗糙度等级应符合设计规定，当设计无规定时，应符合本标准第 4.2.3 条和第 4.2.4 条的有关规定。

检验方法：采用表面粗糙度比较样块观察检查或采用表面粗糙度测量仪检查。

4.4.4 当基体表面温度与露点温度的差值不大于 3°C 或相对湿度大于 80% 时，应停止基体表面处理作业。

检验方法：观察检查及核对露点温度。

II 一般项目

4.4.5 喷射或抛射清理采用的磨料应符合本标准第 4.3.7 条的有关规定。

检验方法：检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

4.4.6 采用喷射或抛射清理时，表面不需要做处理的螺纹、密封面及光洁面应采取保护措施，不得受损。

检验方法：观察检查。

4.4.7 基体表面处理后的可溶性氯化物残留量应符合设计规定，当设计无规定时，应符合本标准第 4.3.2 条的有关规定。

检验方法:按现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 5 部分:涂覆涂料前钢材表面的氯化物测定(离子探测管法)》GB/T 18570.5 的有关规定进行检查。

4.4.8 处理后的基体表面应保持干燥、洁净。

检验方法:观察检查。

5 纤维增强塑料衬里

5.1 一般规定

5.1.1 纤维增强塑料衬里适用于腐蚀介质下的设备及管道内表面防护,可与涂料衬里、玻璃鳞片衬里复合使用,也可用于砖板衬里的隔离层。

5.1.2 纤维增强塑料衬里的设计压力宜为 $0\sim 0.3\text{MPa}$ 。

5.1.3 纤维增强塑料衬里的设计温度宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.4 衬里施工前的基体、基体表面和焊缝要求应符合本标准第 3.2 节和第 3.3 节的有关规定,衬里侧焊缝余高不得超过 1.0mm 。

5.1.5 衬里施工前的基体表面处理等级应符合本标准第 4.2.2 条的有关规定。

5.1.6 基体表面喷射处理后的粗糙度等级应符合本标准表 4.2.3 的“中等级”规定。

5.2 材 料

5.2.1 纤维增强塑料衬里采用的树脂应包括环氧树脂、乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂、呋喃树脂和酚醛树脂,其质量应符合下列规定:

1 环氧树脂的质量应符合现行国家标准《双酚 A 型环氧树脂》GB/T 13657 的有关规定;

2 乙烯基酯树脂的质量应符合现行国家标准《乙烯基酯树脂防腐蚀工程技术规范》GB/T 50590 的有关规定;

3 双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂的质量应符合现行国家标准《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237 的有关规定;

4 呋喃树脂的质量应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 和《呋喃树脂耐蚀作业质量技术规范》GB/T 35499 的有关规定；

5 酚醛树脂的质量应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 的有关规定。

5.2.2 树脂常温下使用的固化剂应符合下列规定：

1 环氧树脂固化剂宜选用低毒固化剂，也可采用乙二胺等胺类固化剂，其性能应满足环氧树脂的使用工况要求；

2 乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂固化剂应包括引发剂和促进剂，其配套使用方法应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 的有关规定；

3 呋喃树脂固化剂应为酸性固化剂，已添加到呋喃树脂胶料粉、纤维增强塑料粉和胶泥粉中，其性能应满足呋喃树脂的使用工况要求；

4 酚醛树脂固化剂宜选用低毒型萘磺酸类固化剂，也可选用苯磺酰氯固化剂，其性能应满足酚醛树脂的使用工况要求。

5.2.3 树脂稀释剂的质量除应符合国家现行有关标准的规定外，尚应符合下列规定：

1 环氧树脂稀释剂宜采用正丁基缩水甘油醚、苯基缩水甘油醚等活性稀释剂，其性能应满足环氧树脂的使用工况要求；

2 乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂稀释剂应采用苯乙烯，其性能应满足乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂的使用工况要求；

3 酚醛树脂稀释剂应采用无水乙醇，其性能应满足酚醛树脂的使用工况要求。

5.2.4 纤维增强塑料衬里采用的增强材料应包括玻璃纤维、涤纶纤维、碳纤维及其织物等，增强材料的选型除应符合现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160 的有关规定外，尚应符合本标准附录 D 的规定，且增强材料表面处理采用的

偶联剂应与树脂匹配。

5.2.5 玻璃纤维增强材料应符合下列规定：

1 玻璃纤维增强材料宜采用 C、E、E-CR 型，其化学成分应符合现行行业标准《玻璃纤维工业用玻璃球》JC 935 的有关规定，分类代码应符合现行国家标准《玻璃纤维产品代号》GB/T 4202 的有关规定；不得使用陶土坩埚生产的玻璃纤维增强材料；

2 当采用玻璃纤维短切毡时，单位质量宜为 $300\text{g}/\text{m}^2 \sim 450\text{g}/\text{m}^2$ ；其质量应符合现行国家标准《玻璃纤维短切原丝毡和连续原丝毡》GB/T 17470 的有关规定；

3 当采用非石蜡乳液型无捻粗纱玻璃纤维方格布时，单位质量宜为 $200\text{g}/\text{m}^2 \sim 400\text{g}/\text{m}^2$ ；其质量应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱布》GB/T 18370 的有关规定；

4 当采用玻璃纤维表面毡时，单位质量宜为 $30\text{g}/\text{m}^2 \sim 50\text{g}/\text{m}^2$ ；其质量应符合现行国家标准《玻璃纤维湿法毡》GB/T 26733 的有关规定。

5.2.6 涤纶纤维及其织物应符合下列规定：

1 当用于含氟类介质的衬里时，应采用涤纶晶格布或涤纶毡；

2 涤纶晶格布的经纬密度，应为 (8×8) 纱根数/ cm^2 ；

3 涤纶毡单位质量宜为 $30\text{g}/\text{m}^2$ ；

4 涤纶纤维及其织物使用前应进行防收缩处理。

5.2.7 碳纤维及其织物的质量应符合现行国家标准《聚丙烯腈基碳纤维》GB/T 26752 和《经编碳纤维增强材料》GB/T 30021 的有关规定。

5.2.8 当衬里施工需要填料时，应采用铸石粉、石英粉、瓷粉、石墨粉或硫酸钡粉等惰性材料，并应符合下列规定：

1 粉料应洁净干燥，其质量应符合本标准表 K.0.1 的规定；

2 当采用酸性固化剂时，粉料的耐酸率不应小于 98%，其体积安定性应合格，且不得含有铁质、碳酸盐等杂质；

3 当用于含氟类介质的衬里时,应选用硫酸钡粉或石墨粉;

4 当用于含碱类介质的衬里时,应选用铸石粉或石墨粉。

5.2.9 玻璃纤维增强塑料衬里的制成品质量应符合表 5.2.9 的规定,当采用其他纤维增强塑料衬里时,其制成品质量应经试验确定。

表 5.2.9 玻璃纤维增强塑料衬里的制成品质量

树脂类型	纤维增强材料	拉伸强度 (MPa)	拉伸弹性模量 (GPa)	断裂伸长率 (%)	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 (GPa)	巴柯尔硬度	线膨胀系数 ($\times 10^{-5}$ / $^{\circ}\text{C}$)	附着力 (MPa) (底涂层)
环氧树脂	短切毡	≥ 90	≥ 7.5	≥ 1.4	≥ 150	≥ 7.0	≥ 30	≤ 3.0	≥ 6.0
	方格布	≥ 200	≥ 14.5	≥ 1.6	≥ 300	≥ 10.0	≥ 35	≤ 1.9	
乙烯基酯树脂	短切毡	≥ 80	≥ 8.0	≥ 1.0	≥ 130	≥ 7.0	≥ 35	≤ 3.5	≥ 5.0
	方格布	≥ 250	≥ 17.0	≥ 2.2	≥ 350	≥ 12.5	≥ 40	≤ 2.0	
双酚 A 型不饱和聚酯树脂	短切毡	≥ 80	≥ 7.5	≥ 1.2	≥ 130	≥ 6.0	≥ 35	≤ 3.5	≥ 5.0
	方格布	≥ 280	≥ 18.0	≥ 2.0	≥ 260	≥ 16.5	≥ 40	≤ 2.0	
间苯型不饱和聚酯树脂	短切毡	≥ 95	≥ 8.0	≥ 1.4	≥ 150	≥ 7.5	≥ 35	≤ 2.5	≥ 5.0
	方格布	≥ 260	≥ 17.0	≥ 2.0	≥ 300	≥ 14.0	≥ 40	≤ 1.8	
呋喃树脂	短切毡	≥ 80	≥ 9.0	≥ 1.0	≥ 150	≥ 8.5	≥ 40	≤ 1.8	≥ 4.0
	方格布	≥ 130	≥ 15.0	≥ 1.2	≥ 150	≥ 12.0	≥ 45	≤ 1.0	
酚醛树脂	短切毡	≥ 80	≥ 7.0	≥ 1.6	≥ 150	≥ 7.0	≥ 40	≤ 3.0	≥ 4.0
	方格布	≥ 200	≥ 13.0	≥ 2.0	≥ 250	≥ 10.0	≥ 45	≤ 2.0	

注:线膨胀系数是 20 $^{\circ}\text{C}$ ~100 $^{\circ}\text{C}$ 间的平均线膨胀系数,试样常温下的固化时间不应少于 1d,并应在 100 $^{\circ}\text{C}$ 下进行 4h 热处理。

5.2.10 纤维增强塑料衬里的制成品质量试验方法应符合本标准

附录 L 的有关规定。

5.3 设 计

5.3.1 纤维增强塑料衬里的设计条件和衬里选型除应符合本标准第 3.4 节的规定外,尚应符合下列规定:

1 环境温度下纤维增强塑料衬里的材料选用可根据本标准附录 D 确定;

2 使用工况下纤维增强塑料衬里的耐腐蚀性能,当采用现场挂片或实验室试验验证时,其试验方法和评定应符合现行国家标准《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》GB 51160 的有关规定。

5.3.2 纤维增强塑料衬里结构宜包括底涂层、中间层、纤维增强层、面涂层、封面层,并应符合下列规定:

1 底涂层应采用树脂胶料;

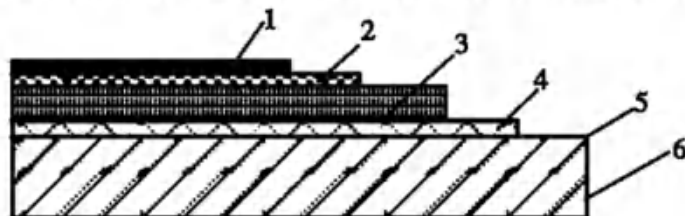
2 中间层宜由树脂胶料和耐腐蚀粉料组成胶泥料;

3 纤维增强层应包括一层或多层纤维织物;当采用玻璃纤维增强材料时,宜采用玻璃纤维短切毡,也可将玻璃纤维短切毡和玻璃纤维方格布复合;玻璃纤维短切毡含胶量不得低于 65%,玻璃纤维方格布含胶量不得低于 45%;

4 面涂层应包括一层或多层表面毡,采用玻璃纤维表面毡时,含胶量不得低于 90%;面涂层应采用与纤维增强层相同的树脂类型;

5 封面层应采用与前一层相同的树脂类型。

5.3.3 纤维增强塑料衬里(图 5.3.3)各层厚度宜按表 5.3.3 确定。



1—封面层;2—面涂层;3—纤维增强层;4—中间层;5—底涂层;6—基体

图 5.3.3 纤维增强塑料衬里

表 5.3.3 纤维增强塑料衬里各层厚度

衬里结构	厚度(mm)
封面层	0~0.4
面涂层	0~1.0
纤维增强层	1.5~4.0
中间层	0~1.0
底涂层	≥0.05

5.3.4 采用呋喃树脂或酚醛树脂的纤维增强塑料衬里应符合下列规定：

1 基体表面应采用环氧树脂、乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂等胶料做底涂层；

2 中间层的胶料宜采用呋喃树脂或酚醛树脂，也可采用环氧树脂、乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂。

5.3.5 纤维增强塑料衬里在接管、阴阳角、开孔等部位应采取局部加强措施。

5.3.6 纤维增强塑料衬里可与涂料衬里、玻璃鳞片衬里、树脂耐磨胶泥复合使用。树脂耐磨胶泥的质量应符合本标准表 K.0.2 的规定。

5.4 施 工

5.4.1 纤维增强塑料衬里的施工除应符合本标准第 3.5 节的规定外，尚应符合下列规定：

1 施工环境温度宜为 15℃~30℃，相对湿度不宜大于 80%；

2 当施工环境温度低于 10℃时，应采取加热保温措施，但不得用明火或蒸汽直接加热；

3 施工时原材料的使用温度、被衬设备及管道的表面温度，不应低于允许的施工环境温度。

5.4.2 衬里用树脂胶料施工配合比的确定除应符合本标准第

3.1.7 条的有关规定外,尚应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 的有关规定。

5.4.3 施工时不得与其他工种交叉作业。

5.4.4 施工及养护期间,应采取防水、防火、防粉尘、防结露和防曝晒等措施。

5.4.5 树脂、固化剂、引发剂、促进剂、稀释剂等材料的储存和使用应符合材料安全数据说明书(MSDS)的规定,并应密闭储存在阴凉、干燥的通风处,且应采取防火措施。

5.4.6 纤维增强材料、粉料等材料应包装完整,并应防潮储存。

5.4.7 树脂胶料的配制应符合下列规定:

- 1 应按确定的施工配合比和配制顺序混合均匀;
- 2 每次配制的数量应满足施工需要,并应在凝胶前用完;
- 3 当采用乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂时,衬里施工最后一遍树脂胶料中应含有苯乙烯石蜡液。

5.4.8 纤维及其织物的铺衬顺序应符合下列规定:

1 当铺衬矩形设备、通风管或立式设备时,应先铺衬顶面,然后铺衬垂直面,最后铺衬底面;

2 当铺衬圆筒形卧式设备时,可将设备放置在滚轮上,先铺衬两端封头的内表面,然后铺衬中部筒体,最后铺衬人孔;待铺衬部位树脂凝胶后,转动滚轮,继续铺衬余下部位;

3 当内表面铺衬完毕,需要进行外表面铺衬时,可按本条第 1 款和第 2 款的规定进行。

5.4.9 纤维增强塑料手糊铺衬施工应符合下列规定:

1 底涂层:基体表面处理后,应在基体表面均匀地涂装底涂层胶料,不得有漏涂、流挂等缺陷,自然固化时间不宜小于 24h;

2 中间层:当基体表面存在凹陷不平处时,应采用树脂胶泥料修补填平,凹凸不平的焊缝及转角处应采用胶泥抹成圆滑过渡;当采用底涂层替代中间层时,可采用喷涂方式完成底涂层和中间层的施工;自然固化时间不宜小于 24h;

3 当纤维增强层施工采用间歇法铺衬时,在基体表面应先均匀涂装 1 层胶料,随即衬 1 层纤维增强材料,胶料应饱满,纤维应贴实,并赶净气泡;自然固化时间不宜小于 24h,检查铺衬层的质量,当有毛刺、脱层和气泡等缺陷时,应先进行修补,再进行后续工序施工,直至达到设计规定的层数或厚度;

4 当纤维增强层施工采用连续法铺衬时,在基体表面应先均匀涂装 1 层胶料,并连续铺衬 2 层纤维增强层,胶料应饱满,纤维应贴实,并赶净气泡;自然固化时间不宜小于 24h,检查铺衬层的质量,当有毛刺、脱层和气泡等缺陷时,应先进行修补,再进行后续工序施工,直至达到设计规定的层数或厚度;

5 铺衬时,上下两层的搭接错开距离不得小于 50mm;阴阳角处应增加 1 层~2 层纤维增强材料;搭接应顺着物料流动方向;铺衬接管的纤维增强材料与铺衬内壁的纤维增强材料应层层错开,搭接宽度不应小于 50mm;设备转角、接管处、法兰平面、人孔及其他受力并受介质冲刷的部位,均应增加 1 层~2 层纤维增强材料,翻边处应剪开贴紧;

6 在完成纤维增强层铺衬并检查合格后,方可进行面涂层施工;

7 封面层胶料应涂装均匀,第 1 层胶料自然固化 24h 后,再涂装第 2 层胶料;

8 铺衬施工过程中,铺层不得滑移、下坠,固化后不得起壳、脱层。

5.4.10 纤维增强材料也可采用浸揉法处理。当采用浸揉法时,纤维增强材料应放置在配制好的胶料里完全浸透,并应挤出多余的胶料,纤维增强材料应拉平铺衬。

5.4.11 纤维增强塑料手持喷枪喷射成型施工应符合下列规定:

1 喷射成型工艺宜采用乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂,增强材料宜采用玻璃纤维无捻粗纱;

2 喷射施工前,应在已处理的基体表面均匀喷涂底涂层胶

料,不得有漏涂、流挂等缺陷,自然固化时间不宜少于 24h;

3 玻璃纤维无捻粗纱宜切成 25mm~30mm 长度,并与树脂胶料混合均匀,再喷到设备或管道内表面;

4 一次喷射厚度宜为 1mm~3mm,纤维含量不应小于 30%,喷射后应采用辊子将喷射层压实,喷射层表面应平整、无气泡,并应在室温条件下固化。

5.4.12 采用纤维增强塑料做设备及管道衬里的隔离层时,面涂层和封面层可省略。

5.4.13 纤维增强塑料衬里常温固化的养护时间宜符合表 5.4.13 的规定。

表 5.4.13 纤维增强塑料衬里常温固化的养护时间

树脂类型	常温固化的养护时间(d)
环氧树脂	15
乙烯基酯树脂	15
不饱和聚酯树脂	15
呋喃树脂	20
酚醛树脂	25

5.4.14 纤维增强塑料衬里在 50℃ 热空气下的固化时间可按表 5.4.14 确定。

表 5.4.14 纤维增强塑料衬里在 50℃ 热空气下的固化时间

树脂类型	50℃下固化时间(d)
环氧树脂	1
乙烯基酯树脂	0.5
不饱和聚酯树脂	0.5
呋喃树脂	2
酚醛树脂	2

5.4.15 当纤维增强塑料衬里需要进行热处理时,热处理温度及升温或保温时间可按表 5.4.15 确定,且应严格控制升降温速度,

不得局部过热。

表 5.4.15 纤维增强塑料衬里热处理温度及保温时间

树脂类型	常温固化时间 (h)	热处理温度						降温范围
		常温~ 40℃	40℃	40℃~ 60℃	60℃	60℃~ 80℃	80℃	速度
		升温或保温时间(h)						15℃/h
环氧树脂	12~24	1	4	2	4	2	6~12	80℃~ 常温
乙烯基酯树脂	8~24	1	2	2	2	2	4~8	
不饱和 聚酯树脂	8~24	1	2	2	2	2	4~8	
呋喃树脂	24~48	2	4	2	4	4	12~24	
酚醛树脂	24~48	2	4	2	4	4	12~24	

5.4.16 当衬里质量能满足要求时,纤维增强塑料衬里热处理温度、升温和保温时间可不受本标准表 5.4.15 的限制。

5.5 检 验

5.5.1 纤维增强塑料衬里的检查数量应符合本标准第 4.4.1 条的规定。

5.5.2 纤维增强塑料衬里的主要原材料的取样数量和质量判定应符合下列规定:

1 从每批号桶装树脂中,随机抽取 3 桶,每桶取样不应少于 200g,应混合后检测;当该批号小于或等于 3 桶时,可随机抽取 1 桶,取样不应少于 500g;

2 粉料应从不同粒径规格的每批号中,随机抽取 3 袋,每袋取样不应少于 1000g,应混合后检测;当该批号小于或等于 3 袋时,可随机抽取 1 袋,取样不应少于 3000g;

3 纤维增强材料应从每批号中,随机抽取 3 卷,每卷取样不

应少于 1.0m^2 ；当该批号小于或等于 3 卷时，可随机抽取 1 卷，取样不应少于 3.0m^2 ；

4 当抽样检验结果有一项不合格时，应加倍抽样复检；当仍有一项指标不合格时，应判定该产品质量不合格。

5.5.3 纤维增强塑料衬里的制成品的取样数量和质量判定应符合下列规定：

1 当施工前需要检测时，树脂、粉料、纤维增强材料的取样数量应按本标准第 5.5.2 条的规定执行，并按确定的施工配合比制样，经养护后检测；

2 当需要对已配制材料进行检测时，应随机抽取 3 个配料批次，每个批次的同种样块至少应为 3 个，并应在树脂凝胶前制样完毕，经养护后检测；

3 当抽样检验结果有一项不合格时，应加倍抽样复检；当仍有一项指标不合格时，应判定该产品质量不合格。

I 主控项目

5.5.4 树脂、固化剂和稀释剂等原材料的质量应符合本标准第 5.2.1 条～第 5.2.4 条的有关规定。

检验方法：检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

5.5.5 纤维增强材料的质量应符合本标准第 5.2.5 条～第 5.2.7 条的有关规定。

检验方法：检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

5.5.6 填料的质量应符合本标准第 5.2.8 条的有关规定。

检验方法：检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

5.5.7 玻璃纤维增强塑料衬里的制成品质量应符合本标准第 5.2.9 条的有关规定。

检验方法：检查材料检测报告或现场抽样的复检报告。

5.5.8 采用玻璃纤维增强塑料衬里时,其玻璃纤维布的含胶量不应小于 45%,玻璃纤维短切毡的含胶量不应小于 65%,玻璃纤维表面毡的含胶量不应小于 90%。

检验方法:按现行国家标准《玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法》GB/T 2577 的有关规定进行检查。

5.5.9 衬里层的外观检查应符合下列规定:

1 衬里表面允许最大气泡直径应为 3mm;每平方米面积内直径 1mm~3mm 的气泡应少于 3 个;衬里表面应平整光滑,并不得出现分层和发白现象。

2 衬里与基体的粘结应牢固,并应无纤维裸露、色泽明显不均等现象。

检验方法:观察检查、尺量检查和敲击检查。

5.5.10 衬里层的厚度应符合设计规定,总厚度的允许偏差应为设计总厚度的一10%~50%。

检验方法:检查施工记录和采用磁性测厚仪检查。

5.5.11 衬里层应无影响衬里性能的针孔、气泡、裂纹或杂质等缺陷,进行电火花针孔检测时,衬里层应无击穿现象。测试电压宜按 3000V/mm 确定,探头行走速度宜在 50mm/s~100mm/s 内,并匀速移动。

检验方法:外观检查、采用电火花针孔检测仪检查。

5.5.12 固化度的检查应符合下列规定:

1 树脂应固化完全,表面应无黏丝或流淌等现象。

检验方法:采用白棉花球蘸丙酮擦拭方法检查。

2 当需测定树脂固化度时,其值不应小于 85%或应符合设计规定。

检验方法:按现行国家标准《增强塑料巴柯尔硬度试验方法》GB/T 3854 的有关规定进行检查。

II 一般项目

5.5.13 纤维增强塑料材料的施工配合比应经现场试验后确定。

检验方法:检查试验报告。

5.5.14 纤维增强塑料衬里常温固化的养护时间应符合本标准第 5.4.13 条的规定。

检验方法:检查施工记录。

5.5.15 纤维增强塑料衬里在 50℃ 热空气下的固化时间应符合本标准第 5.4.14 条的规定。

检验方法:检查热处理记录。

5.5.16 纤维增强塑料衬里热处理时,应按程序升温,并应严格控制升降温度的速度。热处理温度及保温时间应符合本标准第 5.4.15 条的规定。

检验方法:检查热处理记录。

6 橡胶衬里

6.1 一般规定

6.1.1 橡胶衬里适用于腐蚀、磨蚀介质下设备及管道的表面防护,也可用于砖板衬里的隔离层。

6.1.2 橡胶衬里不适用于下列设备及管道:

- 1 带夹套用蒸汽加热的设备。
- 2 螺纹连接的管子和管件。

6.1.3 橡胶衬里设备及管道的设计压力范围宜为 $-0.1\text{MPa}\sim 1.6\text{MPa}$ 。

6.1.4 橡胶衬里设备及管道的设计温度宜符合下列规定:

- 1 设计温度范围宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$;
- 2 橡胶衬里的最高使用温度宜比设计温度上限低 5°C ,最低使用温度宜比设计温度下限高 5°C 。

6.1.5 橡胶衬里设备及管道的设计压力、设计温度不符合本标准第6.1.3条和第6.1.4条规定的范围时,橡胶衬里材料性能的确立应遵循下列原则:

- 1 工程应用经验;
- 2 胶板制造商提供的性能数据;
- 3 现场挂片;
- 4 实验室试验验证,试验方法应符合现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法》GB/T 1690的有关规定。

6.2 材 料

6.2.1 橡胶衬里宜按下列方法分类:

- 1 按硫化方式分类宜符合表6.2.1-1的规定。

表 6.2.1-1 按硫化方式分类

分类		代号
加热硫化橡胶衬里	硬胶	JY
	软胶	JR
自硫化橡胶衬里		ZR
预硫化橡胶衬里		YR

2 按胶种分类宜符合表 6.2.1-2 的规定。

表 6.2.1-2 按胶种分类

胶种名称	胶种缩写
氯丁橡胶	CR
丁基橡胶	IIR
氯化丁基橡胶	CIIR
溴化丁基橡胶	BIIR
天然橡胶	NR
丁腈橡胶	NBR
乙丙橡胶	EPDM

6.2.2 胶板规格尺寸及偏差应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 胶板规格尺寸及偏差

厚 度		宽度偏差(mm)
公称尺寸(mm)	偏差(%)	
2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、6.0	-10~+15	-5~+10

注：其他规格尺寸可由供需双方协商。

6.2.3 硫化胶板的物理性能宜符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 硫化胶板的物理性能

项目	JY	JR		ZR		YR		
		NR	IIR、 EPDM、 NBR	BIIR	CR	IIR	CIIR	CR
邵氏 A 硬度	—	40~80	40~80	55~70		50~65		
邵氏 D 硬度	40~85	—	—	—		—		

续表 6.2.3

项目	JY	JR		ZR		YR		
		NR	IIR、 EPDM、 NBR	BIIR	CR	IIR	CIIR	CR
拉伸强度(MPa)	≥ 10.0	≥ 9.0	≥ 4.0	≥ 5.0	≥ 8.0	≥ 6.0	≥ 4.0	≥ 8.0
拉断伸长率 (%)	—	≥ 250		≥ 250		≥ 250		
冲击强度(J/m ³)	$\geq 200 \times 10^3$	—		—		—		
粘合强度(二板 法,MPa)	≥ 6.0	—		—		—		
粘合强度(90° 剥离法,kN/m)	—	—		≥ 5.0		≥ 3.5		

6.2.4 由不同胶种通过物理方法贴合的复合胶板,其异种胶板间的粘合强度值不应低于本标准表 6.2.3 中二板法和 90°剥离法二者的较小值。

6.2.5 在代表性介质中,硫化胶板的耐腐蚀性能应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 硫化胶板的耐腐蚀性能

耐温 级别	耐温范围 T (℃)	试验条件		$\Delta\omega(\%)$			
		浸泡时间 (h)	温度 T (℃)	代表性介质			
				20% 盐酸	70% 磷酸	40% 硫酸	40% 氢氧化钠
1	$T \leq 55$	168	55 ± 2	-2~+2	-2~+1	-2~+1	-2~+1
2	$55 < T \leq 70$		70 ± 2	-2~+8	-2~+3	-2~+3	-2~+3
3	$70 < T \leq 85$		85 ± 2	-3~+10	-3~+5	-3~+5	-3~+5

续表 6.2.5

耐温 级别	耐温范围 T ($^{\circ}\text{C}$)	试验条件		$\Delta\omega(\%)$			
		浸泡时间 (h)	温度 T ($^{\circ}\text{C}$)	代表性介质			
				20% 盐酸	70% 磷酸	40% 硫酸	40% 氢氧化钠
4	$85 < T \leq 100$	168	100 ± 2	—	-3~+5	-3~+5	-3~+5
5	$100 < T \leq 120$		120 ± 2	—	-3~+5	-3~+5	-3~+5

注:1 试验用样品制备的硫化条件为 $150^{\circ}\text{C} \times 40\text{min}$ 。

2 根据实际工作条件,选取一种或多种代表性介质进行试验。

3 $\Delta\omega$ 为胶板质量变化百分率。

4 非代表性介质中的耐腐蚀试验和判定由供需双方协商,并选择合适的试验条件进行试验。

6.2.6 使用本标准外的胶板时,应进行物理性能、耐介质性能试验验证,并应符合本标准表 6.2.3 和表 6.2.5 的规定。

6.2.7 真空设备橡胶衬里的粘合强度应符合下列规定:

1 硬胶板衬里的粘合强度检测应按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定 二板法》GB/T 11211 的有关规定执行,标准试验温度下的粘合强度值不得小于 8.0MPa 。

2 软胶板衬里的粘合强度检测应按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90° 剥离法》GB/T 7760 的有关规定执行,标准试验温度下的粘合强度值不得小于 6.0kN/m 。

6.2.8 除导电性胶板外,各类胶板耐受电火花针孔检验应按本标准附录 M 执行。

6.2.9 衬里施工前的胶板应致密、均匀、表面清洁、边缘整齐。在电火花针孔检验合格的条件下,胶板允许缺陷应符合下列规定:

1 当胶板设计温度小于或等于 100°C 时,每平方米面积内的

气泡深度不宜大于胶板厚度的允许偏差,且长端尺寸小于 3mm 的气泡不得大于 5 处;当胶板设计温度大于 100℃且小于或等于 120℃时,不得有气泡;

2 当胶板设计温度小于或等于 100℃时,每平方米面积内深度和长度不大于胶板厚度允许偏差的杂质不得大于 5 处;当胶板设计温度大于 100℃且小于或等于 120℃时,每平方米面积内深度和长度不大于胶板厚度允许偏差的杂质不得大于 3 处;

3 胶板水纹不宜大于胶板厚度的允许偏差,弯曲 90°检查应无裂纹;

4 胶板斑痕或凹凸不平的深度和高度不得大于胶板厚度的允许偏差。

6.2.10 橡胶衬里的粘合系统应包括底涂层涂料和粘合剂,粘合系统应与胶板配套,配制粘合剂应符合下列规定:

1 配制粘合剂所用的胶片、胶粒应全部溶于溶剂中,不得出现结块、沉淀或翻花现象;

2 配制好的粘合剂应为黏稠状液体,使用时不得呈凝胶状态。

6.2.11 粘合剂用溶剂品种和质量应符合现行国家标准《油漆及清洗用溶剂油》GB 1922 的有关规定。

6.2.12 粘合剂用石油甲苯品种和质量应符合现行国家标准《石油甲苯》GB/T 3406 的有关规定。

6.2.13 橡胶衬里适用介质的耐腐蚀性能的确定除应符合本标准第 3.4.3 条的规定外,尚可按本标准附录 N 选用。

6.3 设 计

I 基 体 设 计

6.3.1 设备壳体的设计除应符合本标准第 3.2 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 衬里钢壳最小名义厚度应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 衬里钢壳最小名义厚度

钢壳内径 D_i (mm)	最小名义厚度 (mm)
$D_i \leq 4000$	6.0
$4000 < D_i \leq 10000$	8.0
$10000 < D_i \leq 20000$	10.0
$20000 < D_i \leq 30000$	12.0

2 衬胶接管内有插入件时,可插入的最大外尺寸应为接管内径减 4 倍的衬里厚度。

3 需衬胶的法兰宜采用全平面密封,且密封面不得加工密封水线。

4 需衬胶的填料支撑板、多孔板、除雾器支撑板等宜采用法兰夹持结构(图 6.3.1-1)。

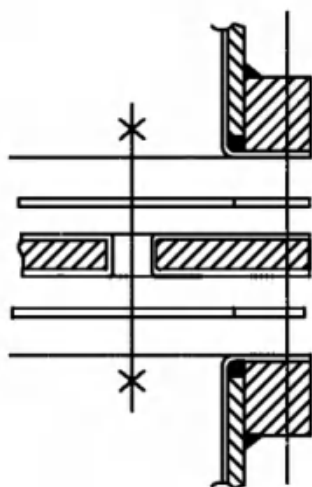


图 6.3.1-1 法兰夹持结构

5 结构复杂的液体分布器、塔盘、喷淋组件等内件,宜选用不需衬胶的耐腐蚀材料。

6 由顶部插入的较长的工艺加料管(图 6.3.1-2)需固定加强时,与筒体焊接的连接板和介质接触的表面应衬胶板,同时受压衬里表面应采用耐腐蚀材料保护。

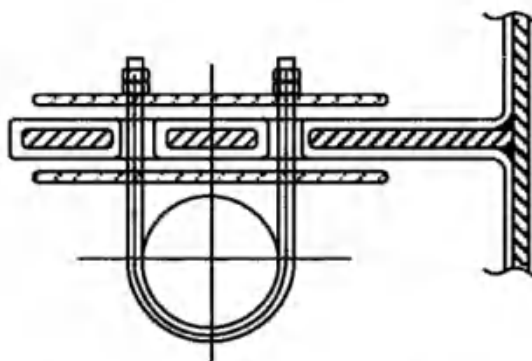


图 6.3.1-2 工艺加料管的固定加强

6.3.2 管道的设计除应符合本标准第 3.2 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 橡胶衬里管子宜采用无缝钢管,不得采用螺纹焊管。公称直径大于或等于 $DN550$ 时,可采用直缝焊接钢管;采用铸铁管时,其内壁应平整光滑,并应无砂眼、气孔、沟槽、重皮等缺陷。

2 弯头应优先采用冲压成型,现场弯制成型的弯头内表面应无皱褶。

3 需现场组装和检修时,在弯头的一端应设置活套法兰,三通的主管、支管也应各设置一活套法兰。管线上设有带活套法兰的管件时,管线一端也应设置活套法兰。

4 异径管内径不得呈阶梯形,法兰面应与异径管中心垂直。

6.3.3 橡胶衬里设备及管道采用本体加压硫化时,应按使用操作压力和衬里硫化压力两者中的较大值确定设计压力,并应对设备及管道进行强度计算和校核。

6.3.4 设备壳体阴阳角的圆弧半径的最小值应符合本标准表 3.2.2 的有关规定。

6.3.5 真空设备及管道橡胶衬里侧所有焊缝表面应进行 100% 渗透检测,并应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分:渗透检测》NB/T 47013.5 的 I 级规定。

6.3.6 橡胶衬里设备及管道的法兰垫片材料应采用软胶,软胶垫片的胶种不得与衬里的胶种相同。

6.3.7 真空系统管径的公称直径大于或等于 $DN600$,且采用橡

胶软垫片时,垫片厚度宜为 5mm。

II 衬里设计

6.3.8 橡胶衬里的设计条件除应符合本标准第 3.4 节的有关规定外,尚应包括下列内容:

- 1 正常使用温度、最高或最低温度、温度变化周期;
- 2 正常工作压力、最高或最低压力、压力变化周期;
- 3 间隙操作或连续操作;
- 4 磨损;
- 5 设备清洗操作要求;
- 6 机械损伤;
- 7 设备搬运、储存期间的特殊气候条件;
- 8 大规格设备、管道或部件的道路运输条件;
- 9 硫化罐尺寸;
- 10 现场施工时的蒸汽量、水源条件。

6.3.9 橡胶衬里胶板的选择除应符合本标准第 6.3.8 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 能进入硫化罐的衬里设备及管道,衬里应优先选用硫化罐硫化的胶板;
- 2 无法进入硫化罐或运输受限、体积较大的橡胶衬里设备及管道,衬里胶板的选择次序应为带压本体硫化胶板、常压蒸汽硫化胶板、常压热水硫化胶板、自硫化胶板、预硫化胶板;
- 3 真空操作的衬里设备及管道,衬里应采用硫化罐硫化的胶板;无法进入硫化罐的,应采用带压本体硫化胶板;
- 4 介质含有固体悬浮物且有耐磨损要求时,宜采用软胶板,也可采用 1 层硬胶板做底层,1 层软胶板做面层;2 层胶板需加热硫化时,应采用相同的硫化条件;
- 5 介质含有较多固体颗粒或管内流速较大的管道,应优先选用硫化罐硫化的预制成型无接头软胶筒或软胶板;
- 6 需进行机械切削加工的橡胶衬里构件,衬里应采用硬胶板。

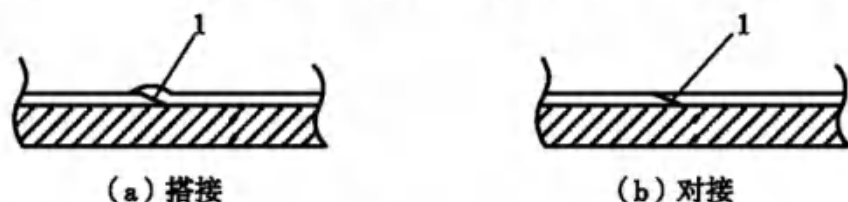
6.3.10 橡胶衬里厚度设计应符合下列规定：

1 采用 1 层衬里时,厚度宜为 4mm~6mm;最小厚度不应小于 3mm,最大厚度不应大于 8mm;

2 有特殊要求时,可采用多层衬里,但总层数不应超过 3 层,总厚度不宜大于 8mm;

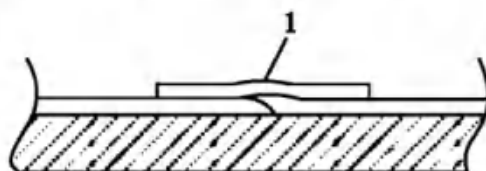
3 衬里搭接接头厚度可不受本条第 1 款、第 2 款的限制。

6.3.11 衬里接头可分为搭接、对接等形式(图 6.3.11-1),应优先采用搭接接头。单层衬里、多层衬里面层、设备转角处应采用搭接接头,多层衬里底层和中间层宜采用对接接头。在盐酸或氢氟酸等工况下,可采用橡胶覆盖条加强接头形式(图 6.3.11-2)。



1—衬里接头

图 6.3.11-1 橡胶衬里接头形式



1—橡胶覆盖条

图 6.3.11-2 橡胶覆盖条加强接头形式

6.3.12 衬里接头的搭接宽度不应小于胶板厚度的 4 倍,且不宜大于 32mm。设备转角处的搭接宽度不应小于 50mm。

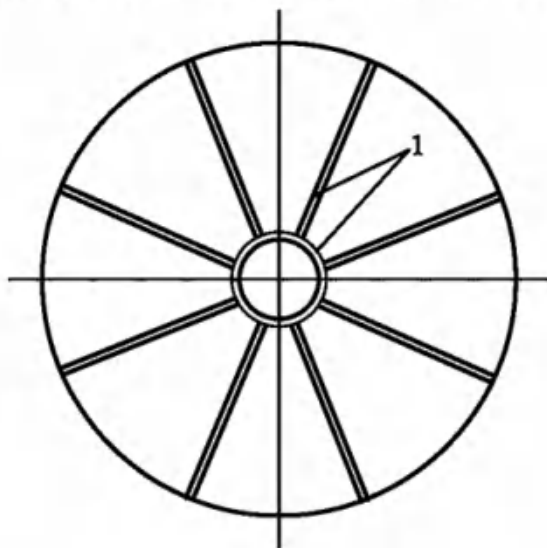
6.3.13 相邻衬里接头应错开,其最小距离不宜小于 200mm。采用多层衬里时,相邻衬里层的接头也应错开,其距离不宜小于 200mm。

6.3.14 衬里纵、横接头相交处,不得采用十字形接头,应采用 T 形接头,T 形接头错缝距离应大于 200mm。

6.3.15 衬里削边和接头搭接方向应根据设备及管道结构确定。

衬里接头搭接方向应与介质流向一致。

6.3.16 大型储罐锥顶或拱顶的衬里,应按与顶板拼接相同的方式布置衬里的接头(图 6.3.16),不宜采用平行接头。



1—胶板接头

图 6.3.16 大型储罐顶板胶板接头布置

6.4 施 工

6.4.1 衬里的施工除应符合本标准第 3.5 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 施工环境温度宜为 $15^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,相对湿度不宜大于 70%;
- 2 环境温度低于 15°C 时,应设置安全热源提高环境温度,且不得使用明火加热升温;
- 3 温度超过 35°C 时,不宜进行施工。

6.4.2 衬胶场所应干燥、无尘,并应通风良好。

6.4.3 从事胶板下料、衬贴和粘合剂涂覆的作业人员的服装、手套和衬胶用具应清洁,并应防静电。

6.4.4 胶板和粘合剂的储存应符合下列规定:

- 1 胶板应按种类、规格、出厂日期分类存放,在保质期内应按出厂日期的先后取用;
- 2 加热硫化胶板和自硫化胶板应悬置,不得挤压或粘连;

3 需要低温冷藏的胶板和粘合剂,在长途运输中应冷藏运输,施工现场应冷藏储存,冷藏温度应符合产品使用规定。

6.4.5 施工前胶板材料的检验应符合下列规定:

- 1 胶板应有出厂合格证,并应在保质期内;
- 2 自硫化胶板和需低温储存的胶板,应无变硬、自硫化现象出现;
- 3 检查项目应包括外观、厚度和尺寸偏差及电火花针孔检查;
- 4 胶板外观质量应符合本标准第 6.2.9 条的规定,当有缺陷时,应做出标记,在下料时剔除;对气泡或针孔,应进行修补;
- 5 对胶板质量有异议时,应按本标准第 3.6.7 条的有关规定执行。

6.4.6 施工前粘合剂的检验应符合下列规定:

- 1 粘合剂应在质保使用期内,黏度测定应合格,且不得有凝胶、结块、沉淀或翻花现象;
- 2 发生早期交联现象的粘合剂不得使用。

6.4.7 施工前待衬胶板的试板制作和性能检测应符合下列规定:

- 1 试板应按产品使用说明提供的衬里施工工艺制作,每种试板数量应为 3 件(组);
- 2 试板应检测粘合强度和表面硬度,检测值应符合本标准第 6.2.3 条的有关规定;
- 3 当硬质胶板粘合强度采用快速检测法时,可按本标准附录 P 的规定执行。

6.4.8 衬里施工前的准备工作除应符合本标准第 3.5 节的有关规定外,尚应包括下列内容:

- 1 文件资料;
- 2 施工机具;
- 3 施工辅助材料;
- 4 施工临时设施的搭建;
- 5 硫化设备的检验和报批;

6 水、电、汽连接到现场。

6.4.9 衬里侧基体表面的前处理应符合本标准第 4.1.5 条的规定；基体表面处理后的等级应符合本标准第 4.2.2 条的规定；喷射或抛射处理后的基体表面粗糙度等级应符合本标准表 4.2.3 的“中等级”规定。

6.4.10 底涂层涂料和粘合剂的涂覆应符合下列规定：

1 基体表面处理后应及时涂覆底涂层涂料，其间隔时间应符合本标准第 4.3.4 条的规定；在涂覆第一遍粘合剂前，放置时间不得超过施工工艺要求，出现返锈时，应重新进行表面处理；

2 粘合剂在使用前应搅拌均匀，涂覆应薄而均匀，不得出现堆积、流淌或起泡现象，前后两遍的涂覆方向应纵横交错；

3 胶板侧的粘合剂应在临近贴衬前涂覆，涂覆后不宜久放；

4 预硫化胶板的粘合面涂覆粘合剂前，应用手工或动力工具打磨成均匀毛面，打磨不得损伤胶板，并应采用清洗剂清洗粘合面，且应保持胶板表面清洁；

5 涂覆粘合剂的胶板表面应风干，并应控制环境温湿度，空气中的水分不得在表面冷凝；温湿度条件不能满足风干时间要求时，应启用加热、除湿设备；

6 灰尘、油、水和其他杂物不得污染已涂覆粘合剂的胶板；

7 底涂层涂料和粘合剂的涂覆层数、每层涂覆后风干或放置的最短和最长时间，应符合衬里施工工艺或胶板使用规定。

6.4.11 胶板下料应符合下列规定：

1 裁胶或胶板削边应采用冷裁刀；

2 胶板下料时，削边应平直、宽窄一致，边角应小于 30° （图 6.4.11）；

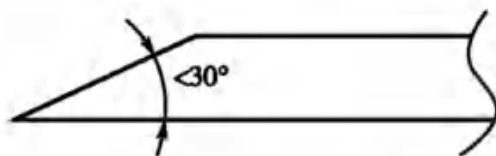


图 6.4.11 胶板削边

3 冷藏的胶板或冬季气温较低时,胶板使用前应常温放置24h,并调至工艺温度范围内方可下料;

4 胶板下料尺寸应准确合理,并应减少贴衬应力和接头;对形状复杂的工件,应绘制排版图,并应制作样板,按样板下料;

5 衬胶后的胶板需机械加工时,胶层厚度应留出加工裕量。

6.4.12 胶板的贴衬应符合下列规定:

1 贴衬胶板时,胶板铺放位置和顺序应正确,不得起皱或拉扯变薄;贴衬时胶膜应完整,发现脱落应及时补涂;

2 胶板贴衬后,应采用专用压辊或刮板依次辊压或刮压,不得漏压或漏刮;前后两次辊压或刮压应重叠 $1/3 \sim 1/2$,并应排净粘合面间的空气;

3 胶板接头和边角处应用小号辊子压合严实,边沿应圆滑过渡,不得漏刮,并不得有翘起和脱层现象;

4 衬至法兰密封面上的胶板应平整,不得有径向沟槽或超过1mm的凸起;

5 管子衬里可采用预制胶筒贴衬;管子公称直径小于DN250时,宜采用气顶贴合法和气囊牵引法施工。

6.4.13 胶板贴衬完成后的中间检查应符合下列规定:

1 衬里层接头应无漏压或漏刮现象;

2 衬里层不得有鼓泡、粘贴不牢、表面伤痕等缺陷;

3 接头搭接方向应正确,接头贴合应严密;

4 每衬一层胶板应采用电火花针孔检测仪检查,应无漏电现象。

6.4.14 胶板贴衬完成后的中间检查发现漏电、鼓泡、贴衬不实、表面伤痕、最薄处小于厚度标准等缺陷时,应进行修复,并应符合下列规定:

1 滚压胶板出现小气泡时,应立即切口放气,切口涂覆粘合剂,碾压压合,并应在其表面加贴原橡胶的盖面胶板,盖面胶板的直径不得小于50mm;

2 出现漏电、面积较大的鼓泡、贴衬不实及表面伤痕等缺陷时,应将缺陷处胶板去除,将缺口四周胶板边缘磨毛成 30° 的坡口,基体的表面磨至金属本色并应有粗糙度,打磨后的金属及胶板缺口四周 $50\text{mm}\sim 100\text{mm}$ 范围应采用溶剂清洗,干燥后应按原施工工艺涂覆底涂层涂料及粘合剂,并应风干;

3 修补用胶板应采用原胶板,胶板应按修补面积及形状裁出;修补部位搭边宽度应大于 50mm ;贴衬胶板时,应采用压辊依次压实,不得有气泡;

4 某一处修补点大于 2 个,且相距较近时,可将各修补点补平后再衬一块大胶板,也可将该部分全部去除后重新衬胶;

5 修补结束后应进行电火花针孔检测。

6.4.15 橡胶衬里硫化工艺应包括加热硫化、自硫化和预硫化。硫化工艺应由胶板制造商提供。

6.4.16 加热硫化应包括硫化罐硫化、带压本体硫化、常压热水硫化、常压蒸汽硫化。加热硫化应按硫化工艺进行,不得欠硫化、过硫化,硫化终止时应对产品试板进行测试。当硬度不符合要求、发生欠硫化状况时,应进行二次硫化。二次硫化应控制硫化温度,任何部位不得过硫化。

6.4.17 设备及管道的任何部位,总硫化次数不得超过 3 次。

6.4.18 硫化罐硫化应符合下列规定:

1 硫化前应检查硫化罐的仪表、阀门、密封件,经检验确认正常后,方可使用;

2 衬里设备及管道进入硫化罐后,应先关闭排气阀,用冷空气加压到 $0.25\text{MPa}\sim 0.30\text{MPa}$ 之后,按胶板的硫化工艺逐步打开蒸汽阀门,并应逐步升温、逐步加压至恒温;同时应及时排水排汽,直至硫化全过程完成;

3 硫化罐内的温度压力降至常温常压后,方可打开罐门,且应先检查衬里硬度;

4 衬里硬度达到硫化要求后,方可出罐,并不得损坏法兰面

和衬里。

6.4.19 带压本体硫化应符合下列规定：

1 衬里设备及管道外部应保温，保温厚度应根据现场气候条件确定；

2 硫化前应安装温度计、压力表及安全阀，设备及管道无工艺管口可利用时，应在硫化盲板或设备本体上增开管口；

3 应开设 2 个或 2 个以上公称直径大于 DN65 的硫化用蒸汽进口，也可用工艺管口代替；蒸汽进口的设置应满足设备内部蒸汽分布均匀的要求，且蒸汽不得冲击衬里层；

4 工艺管口不能排出硫化冷凝液时，应在设备最低处设置冷凝液排放口；

5 硫化操作过程中需转动的设备，冷凝液排放口的位置及数量应由设计确定；

6 所有工艺管口应设置硫化盲板，硫化盲板的强度应按衬里设备的设计条件进行计算和校核；

7 硫化盲板与设备接管法兰连接的密封结构设计应满足法兰密封面的橡胶衬里硫化完全的要求，宜采用设置金属压环、加厚垫片的方法，也可采用在法兰面贴衬同种硫化胶板的方法；

8 应根据设备容积大小、硫化时的环境温度，对硫化工艺进行调整；

9 应采取防止蒸汽断供的措施。

6.4.20 常压热水硫化应符合下列规定：

1 应配置冷水和高压蒸汽供给系统，进排水和供汽阀门应检查合格；

2 硫化时至少应配置 2 个温度计；

3 硫化结束、温度降至 40℃ 以下时，应关闭进水阀，打开排水阀，使水位逐步下降；降至一定高度后，停止放水并进行硬度检测；

4 衬里硬度未达标时，应立即注水升温，并应计算出尚需的

恒温硫化时间；达到恒温硫化时间后，再降温、排水、复查，直至合格。

6.4.21 常压蒸汽硫化应符合下列规定：

1 硫化前应确认蒸汽供应汽源，阀门调控性能应可靠；蒸汽供给方法和供汽管道结构应合理；监测用传感温度表数量及安放位置应合理；设备外保温层性能应可靠；与设备同步硫化的产品试板数量及放置部位合理、安全，方可通汽硫化；

2 到达预定硫化时间后，应先取出设备内的产品试板，并经冷却、检测衬里硬度合格后，方可停止硫化；

3 拆除硫化管道时，应拿稳轻放，不得损坏衬里。

6.4.22 橡胶衬里设备及管道产品试板应符合下列规定：

1 产品试板的制作应与设备及管道衬里施工过程同步；

2 每台设备的产品试板数量不得少于 3 块(组)，宜分别放置在设备底部、筒体和顶部；当设备规格较大时，产品试板数量应增加；

3 产品试板尺寸应符合现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定 二板法》GB/T 11211 和《硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90°剥离法》GB/T 7760 的有关规定；

4 产品试板应为衬胶产品最终检查的依据；

5 除应符合本条第 1 款～第 4 款的规定外，尚应满足胶板的特殊施工要求。

6.4.23 衬里层最终检验中出现脱层、气泡、裂纹、针孔等缺陷时，应进行修补；同一处缺陷修补次数不得超过 2 次。

6.4.24 自硫化、预硫化胶板出现本标准第 6.4.23 条规定的缺陷时，应按本标准第 6.4.14 条的规定进行修补。

6.4.25 加热硫化胶板在硫化后出现本标准第 6.4.23 条规定的缺陷时，应按本标准第 6.4.14 条的规定进行修补，并应符合下列规定：

1 按修补原胶板的硫化工艺进行局部或整体硫化,且原衬胶层不得过硫化;

2 缺陷尺寸小于 $\phi 25\text{mm}$ 时,可选用橡胶质胶泥修补;

3 真空设备及管道不得采用除橡胶质胶泥以外的异种材质修补。

6.4.26 橡胶衬里设备及管道的包装、储存、运输和吊装应符合本标准第 3.7 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 橡胶衬里设备及管道的储存温度不宜低于 0°C ;

2 衬胶制品制作完成后,不宜长期空置存放;

3 衬胶制品的法兰未衬面应进行表面处理,并应涂覆与橡胶衬里设备及管道外表面相同的防腐蚀涂料;在储存期间应采用盲板、螺栓压紧法兰衬胶面;

4 衬胶储罐初次使用前不得空罐存放,宜充水储存保管;使用过的衬胶储罐,在不储存物料期间,宜充水储存保管;气温低于 0°C 时,宜充 $10\%\sim 15\%$ 盐水溶液储存保管;

5 衬胶制品在低于 5°C 温度下运输时,应采取防止胶板产生裂纹的措施;

6 硬质橡胶衬里设备及管道露天放置一个冬季后,使用前应用电火花针孔检测仪进行衬里完好性检测。

6.5 检 验

6.5.1 橡胶衬里设备及管道应全部检验。

6.5.2 橡胶衬里的主要原材料及制成品的取样数量和质量判定,除应符合现行国家标准《橡胶衬里 第 1 部分:设备防腐衬里》GB/T 18241.1 的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 胶板的取样,应从每批次到货的材料中,根据不同种类进行随机抽样检查,或由供需双方约定;

2 粘合剂的取样,应从每批次到货的材料中,根据不同种类进行随机抽样检查;

3 当抽样检验结果有一项不合格时,应加倍抽样复检;当仍有一项指标不合格时,应判定该产品质量不合格。

I 主控项目

6.5.3 胶板和粘合剂的质量应符合本标准第 6.2.3 条~第 6.2.5 条、第 6.2.7 条、第 6.2.10 条~第 6.2.12 条的规定。

检验方法:观察检查、检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

6.5.4 胶板出现早期硫化变质等现象时,不得使用。

检验方法:观察检查。

6.5.5 超过保质期的胶板应进行复检,复检不合格的胶板不得使用。

检验方法:检查复检报告。

6.5.6 粘合剂不得发生早期交联等现象。

检验方法:观察检查。

6.5.7 衬里基体表面处理等级应符合本标准第 6.4.9 条的规定。

检验方法:按本标准第 4.4.2 条的规定执行。

6.5.8 衬里接头应优先采用搭接。搭接方向应与介质流向一致。搭接宽度应符合本标准第 6.3.12 条的有关规定。多层衬里上下层的接头应错开,错开距离不宜小于 200mm。

检验方法:观察检查、尺量检查和检查施工记录。

6.5.9 衬里接头采用 T 形接头时,T 形接头错缝距离应大于 200mm,不得有通缝。

检查方法:观察检查、尺量检查和检查施工记录。

6.5.10 衬至法兰密封面上的胶板应平整,并不得有径向沟槽或大于 1mm 的凸起。

检验方法:观察检查和尺量检查。

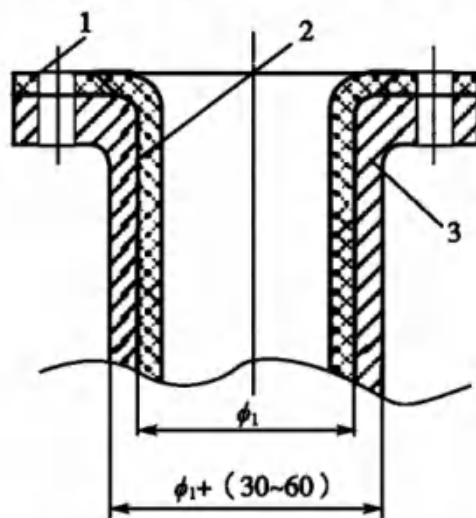
6.5.11 带压本体硫化、常压热水硫化和常压蒸汽硫化设备的法兰衬胶应符合下列规定:

1 应按法兰外径尺寸下料,其内径尺寸应比法兰孔大 30mm~

60mm, 并应切成 30° 坡口。

2 法兰面衬贴的已硫化胶板应全部压合密实。法兰管内衬的未硫化胶板, 应翻至法兰面上已硫化胶板的坡口上边(图 6.5.11), 并应压合密实。搭接处应与底层胶板粘合牢固, 并应圆滑, 不得有翘边、毛刺、空鼓或离层等现象。

检验方法: 观察检查、尺量检查和采用检验锤轻击检查。



1—已硫化的胶板; 2—未硫化胶板; 3—设备的法兰

图 6.5.11 法兰衬里

6.5.12 橡胶衬里层应进行完好性检测, 检测时, 衬里层应无击穿现象。

检验方法: 采用电火花针孔检测仪检查, 应按本标准附录 M 执行; 加热硫化胶板完好性检测应在硫化前后分别进行。

6.5.13 贴衬工序完成后, 应按下列项目进行检查:

- 1 衬胶各部位尺寸应符合设计规定;
- 2 胶板贴衬后, 不得漏压或漏刮, 并应排净粘合面间的空气; 胶板搭接接头应压合严实, 边沿应圆滑过渡, 不得有翘起、脱层、空鼓等现象;
- 3 衬里层应按本标准第 6.5.12 条的规定进行完好性检测;
- 4 总体检查前应出示施工单位中间检查合格记录;
- 5 总体检查合格后, 方可进行胶板的硫化。

检验方法:观察检查,采用卡尺、直尺或卷尺检查,采用检验锤轻击检查和检查中间检查记录。

6.5.14 橡胶衬里层厚度的允许偏差应为 $-10\%\sim+15\%$ 。

检验方法:采用磁性测厚仪检查和检查施工记录。

6.5.15 硫化胶板硬度值除应符合本标准第 6.2.3 条的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 硬度应根据测点数取算术平均值;硫化罐硫化,可在设备本体或与设备一起硫化的产品试板上进行,每罐不得少于 5 点;带压本体硫化的设备,可在设备本体或与设备一起硫化的产品试板上进行,每个衬胶面不得少于 2 处,每处测点应为 3 个;常压热水硫化和自硫化的设备,可在与设备一起硫化的产品试板上进行,每个衬胶面产品试板不得少于 2 块,每块产品试板的测点不得少于 3 个;

2 测点处表面应光滑、平整、不应有机械损伤及杂质;

3 测点的环境条件应符合现行国家标准《橡胶物理试验方法 试样制备和调节通用程序》GB/T 2941 的有关规定;

4 胶板制造商应提供不同温度下和标准温度下的胶板硬度换算表。

检验方法:按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第 1 部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)》GB/T 531.1 的规定进行检测、检查施工记录。

6.5.16 待衬里设备及管道应符合下列规定:

1 待衬里设备及管道的强度、刚度和结构设计应符合本标准第 3.2 节和第 6.3 节的有关规定;

2 待衬里设备及管道的焊缝要求和处理应符合本标准第 3.3 节的有关规定;

3 设备及管道衬胶前应进行耐压试验和泄漏试验。

检验方法:观察检查、尺量检查、放大镜检查、检查压力试验检验报告。

6.5.17 检查下列衬胶制品的胶层和基体表面不得有脱层现象:

- 1 真空和受压设备及管道;
- 2 设计温度高于 60℃ 的设备及管道;
- 3 需切削加工的衬胶制品;
- 4 气流、液流直接冲击的部位和阴角部位;
- 5 法兰的边缘。

检验方法:检查设备衬胶的中间检查记录和施工记录。

6.5.18 橡胶衬里在施工前后粘合强度的检测应符合下列规定:

- 1 产品试板制作应符合本标准第 6.4.7 条和第 6.4.22 条的规定;
- 2 非真空设备的粘合强度值应符合本标准第 6.2.3 条的有关规定;
- 3 真空设备的粘合强度值应符合本标准第 6.2.7 条的有关规定。

检验方法:硬质橡胶应按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定 二板法》GB/T 11211 及本标准附录 P 的规定进行检测和检查施工记录;

软质橡胶应按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90°剥离法》GB/T 7760 的规定进行检测和检查施工记录。

6.5.19 真空设备应按设计规定进行真空试验,试验时间不应小于 1h,试验合格后应对衬里层进行检查,不得有脱层、鼓泡、起皱等缺陷。

检验方法:按设计规定进行。

II 一般项目

6.5.20 施工环境温度和相对湿度应符合本标准第 6.4.1 条的规定。

检验方法:检查温度计和湿度计,检查施工记录。

6.5.21 衬里基体表面处理后的粗糙度等级应符合本标准第 6.4.9

条的规定。

检验方法：按本标准第 4.4.3 条的规定执行。

6.5.22 胶板应致密、均匀、表面清洁、边缘整齐。在电火花针孔检验合格的条件下，胶板允许缺陷应符合本标准第 6.2.9 条的规定。

检验方法：观察检查和尺量检查。

6.5.23 储罐设备衬里施工时，宜按先罐壁，再罐顶，后罐底的顺序进行。

检验方法：观察检查和检查施工记录。

6.5.24 胶板下料时削边应平直、宽窄一致，边角应小于 30° 。

检验方法：观察检查和尺量检查。

7 铅 衬 里

7.1 一 般 规 定

7.1.1 铅衬里适用于腐蚀环境下设备及管道的内表面防护,也可用于砖板衬里的隔离层。

7.1.2 铅衬里应包括设备及管道的衬铅和搪铅。

7.1.3 衬铅设备及管道的设计压力宜为 $-0.01\text{MPa}\sim 0.30\text{MPa}$ 、搪铅设备及管道的设计压力宜为 $-0.02\text{MPa}\sim 0.60\text{MPa}$ 。

7.1.4 铅衬里设备及管道的设计温度宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 140^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.5 铅板焊接和搪铅可采用氢氧焰或氧乙炔焰焊接。施焊时应采用中性焰,且不宜采用仰焊。

7.1.6 衬里施工前的基体要求除应符合本标准第 3.2 节和第 3.3 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 基体内壁附件的焊接应完成;

2 基体内壁附件角焊缝待衬里侧的圆角部位,其焊角高度应大于或等于 5mm;焊接圆弧半径应大于或等于 10mm。

7.1.7 对便于运输、安装和满足铅衬里施工条件的受压设备,应进行压力试验,合格后方可进行铅衬里施工;非整体制作的大型铅衬里设备,其耐压试验应专门研究。

7.2 材 料

7.2.1 铅板表面应光滑、清洁,不得有污物、泥砂和油脂,也不得有砂眼、裂缝、变形或厚薄不均等缺陷,其化学成分及规格应符合现行国家标准《铅及铅锑合金板》GB/T 1470 的有关规定。

7.2.2 焊条材质与焊件材质应相同,也可采用母材制作,焊条表面应干净,应无氧化膜及污物。焊条规格应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 焊条规格

焊条号	直径×长度(mm×mm)
特	(2~3)×220
1	5×230
2	8×250
3	11×280
4	14×300
5	18×320

7.2.3 搪铅母材质量应符合本标准第 7.2.1 条的规定。

7.2.4 搪铅采用的焊剂配比应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 搪铅采用的焊剂配比

成分(质量比)			
氯化锌	氯化锡	氯化亚锡	水
65	—	35	300
25	—	5~7	75
45	25	—	30
2	1	—	6

注：氯化锌、氯化锡和氯化亚锡的纯度应大于 98%，水应采用蒸馏水。

7.3 设 计

7.3.1 铅衬里耐腐蚀性能的确定应符合本标准第 3.4.3 条的规定，当采用现场挂片或实验室试验验证时，耐腐蚀性能等级评定应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 耐腐蚀性能等级评定

腐蚀率 δ (mm/a)	等级
$\delta \leq 0.05$	优良
$0.05 < \delta \leq 0.50$	良好
$0.50 < \delta \leq 1.50$	可用，但腐蚀较重
$\delta > 1.50$	不适用，腐蚀严重

7.3.2 衬里厚度应按耐腐蚀性能等级和使用寿命确定。

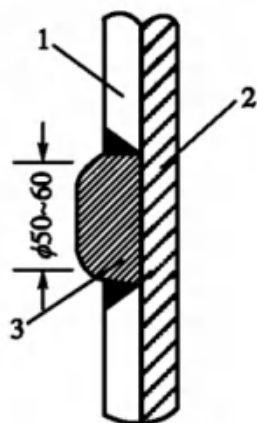
7.3.3 带搅拌装置的设备,不应直接采用铅衬里结构,应与砖板衬里配套,作为砖板衬里的隔离层。

7.3.4 液体中含有固体颗粒的设备及管道,不宜直接采用铅衬里结构,宜与砖板衬里配套,作为砖板衬里的隔离层。

7.3.5 铅衬里管道中液体流速不得大于 1.5m/s 。

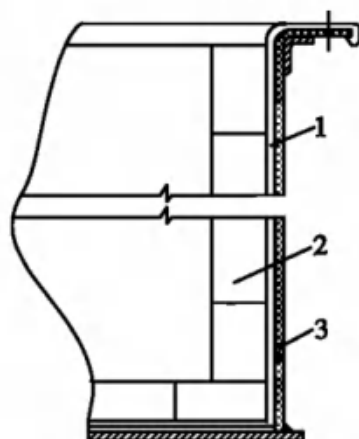
7.3.6 衬铅的设计应符合下列规定:

1 衬铅可采用搪钉固定法(图 7.3.6-1)、悬挂固定法(图 7.3.6-2)、焊接压板固定法(图 7.3.6-3)和焊接铆钉固定法(图 7.3.6-4);



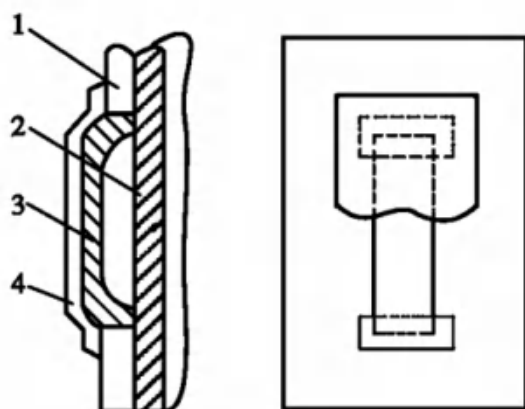
1—衬铅板;2—设备基体;3—搪钉

图 7.3.6-1 搪钉固定法



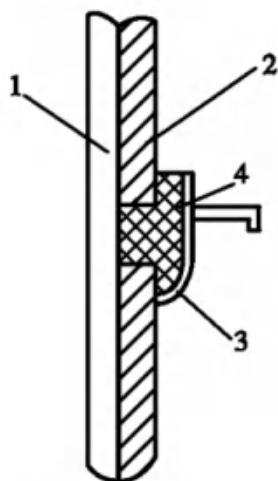
1—衬铅板;2—砖板衬里层;3—设备基体

图 7.3.6-2 悬挂固定法



1—衬铅板;2—设备基体;3—碳钢压板;4—铅覆盖板

图 7.3.6-3 焊接压板固定法



1—衬铅板;2—设备基体;3—挡板;4—铆钉

图 7.3.6-4 焊接铆钉固定法

2 悬挂固定法应与砖板衬里配套,作为砖板衬里的隔离层(图 7.3.6-2);

3 各固定点间的距离宜为 250mm~900mm,并呈等边三角形排列(图 7.3.6-5),设备顶部可适当增加固定点,平底设备的底部可不设固定点;

4 焊接压板固定法的两个方孔距离宜为 300mm~500mm,压板应采用碳钢,尺寸宜为(300mm~500mm)×50mm×3mm;

5 方槽设备的焊缝位置不得设置在设备拐角上,应采用卷边,距离不得少于 150mm;

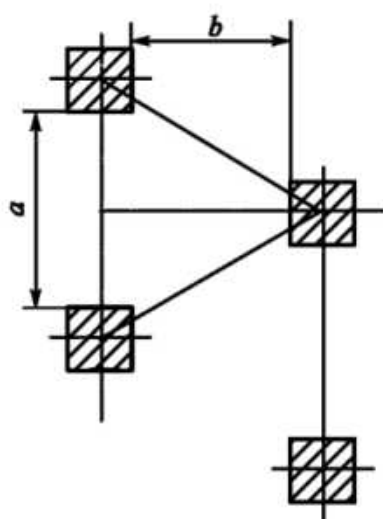
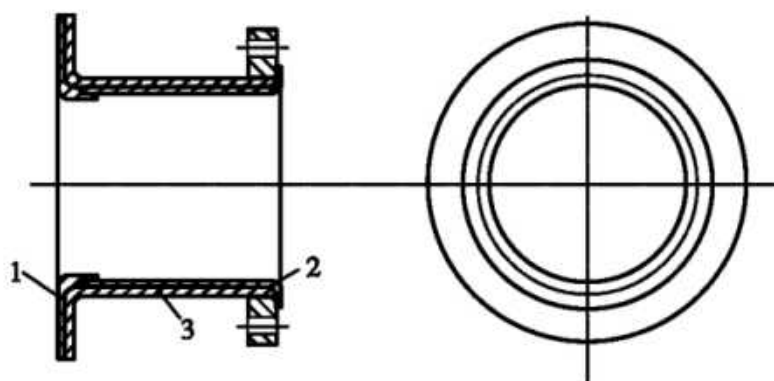


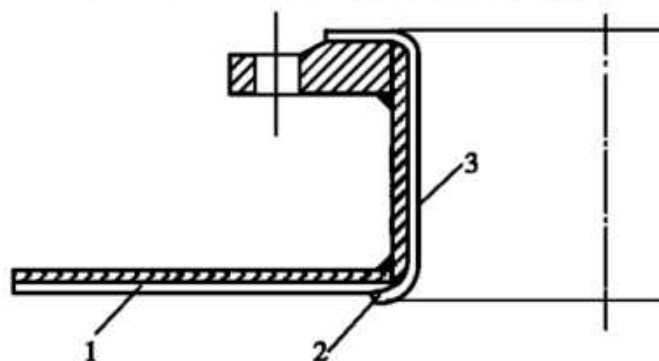
图 7.3.6-5 固定点间成等边三角形排列

6 塔、罐、槽等设备的人孔(图 7.3.6-6、图 7.3.6-7)、进出料口的焊接和铅板搭接方向应与介质流向一致;



1—衬铅板;2—孔衬铅板;3—设备基体

图 7.3.6-6 横向人孔衬里及焊接



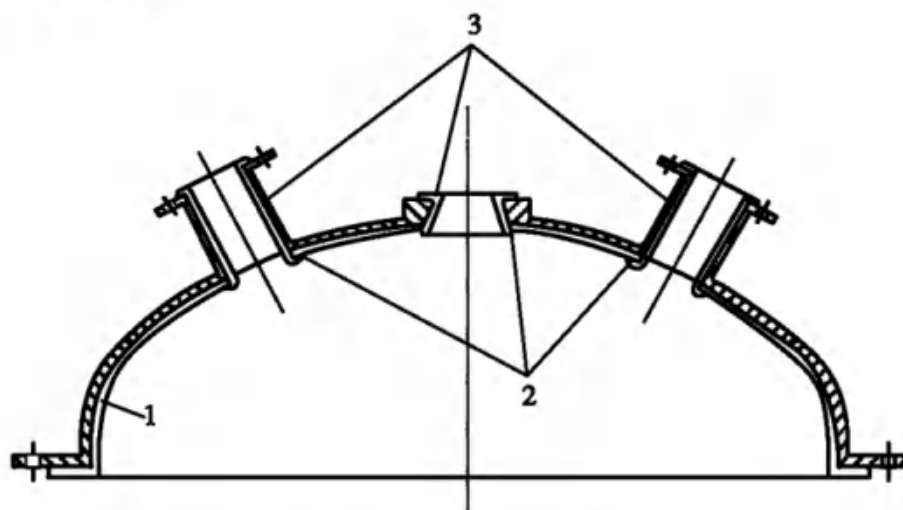
1—衬铅板;2—焊缝;3—孔衬铅板

图 7.3.6-7 上下人孔衬里及焊接

7 铅板与设备内壁应紧密贴合,不得凹凸不平;

8 方槽设备立面拐角处应采用搭接立焊,搭接宽度应为30mm~40mm。

7.3.7 当设计无规定时,特殊部位可采用衬铅和搪铅混合衬里结构(图 7.3.7)。



1—搪铅层;2—铅焊接;3—衬铅板

图 7.3.7 衬铅和搪铅混合衬里结构

7.4 施 工

7.4.1 衬铅的施工准备除应符合本标准第 3.1 节、第 3.5 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 衬铅施工前,基体表面处理等级应符合本标准表 4.2.2-1 的规定;

2 整体设备在衬里前,应在设备壳体最底部钻 2 个~4 个直径为 5mm~10mm 的衬铅检漏孔;

3 铅板的下料场地应平整清洁,应设置木质平台,下料者应穿软底鞋;

4 敲打铅板应使用木制工具,不得使用金属工具;

5 下料完毕的铅板,应注明尺寸、编号,并应妥善存放;

6 铅板吊装应轻起轻放,绑扎时应加衬垫,不得使用钢丝绳

直接绑扎起吊。

7.4.2 衬铅的焊接施工准备应符合下列规定：

- 1 施焊前，应清除焊缝中的油脂、泥砂、水或酸碱等杂质；
- 2 焊缝处不得有熔点较高的氧化铅层；在施焊前应采用刮刀刮净，使焊缝区域露出金属光泽；应随焊随刮，刮净的焊口应在 3h 内焊完；多层焊时，每焊完一层，应刮净后再焊下一层；
- 3 对接焊缝应根据焊件的厚度，留出不同的间隙，并应切出适当的坡口；
- 4 厚度在 7mm 以下的焊件，应采用搭接焊，搭接尺寸应为 25mm~40mm；
- 5 铅板焊接时，焊缝应错开，不得十字交叉，错开距离不应小于 100mm；
- 6 焊接前，焊缝应平整，不得有凹凸不平现象；
- 7 焊接前应将焊缝相互对正，可采用点焊固定，点焊间距应为 200mm~300mm。

7.4.3 衬铅的焊接应符合下列规定：

- 1 铅板的固定结构应符合本标准第 7.3.6 条的规定。
- 2 铅板焊接应采用氢氧焰，铅板气焊焊接工艺应符合表 7.4.3-1 的规定。

表 7.4.3-1 铅板气焊焊接工艺

板厚 (mm)	焊接位置							
	平焊		立焊		横焊		仰焊	
	焊嘴号	焰心 长度 (mm)	焊嘴号	焰心 长度 (mm)	焊嘴号	焰心 长度 (mm)	焊嘴号	焰心 长度 (mm)
1~3	1~2	8	0~1	4	0~2	6	0~1	4
4~7	3~4	8	0~2	6	1~2	8	0~2	6
8~10	4~5	12	2~3	8	3~4	10	2~3	8
12~15	6	15	2~3	8	3~4	10	2~3	8

注：立焊、横焊应为搭接。

3 焊条选用应符合表 7.4.3-2 的规定。

表 7.4.3-2 焊条选用

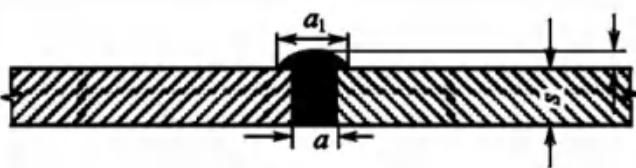
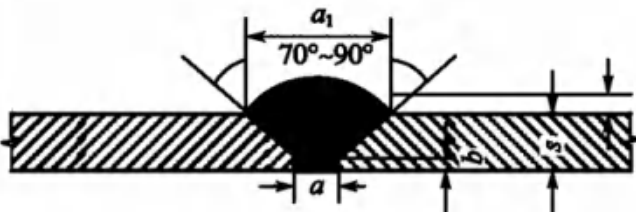
板厚(mm)	焊接位置			
	平焊	立焊	横焊	仰焊
1~2	1	特	特	特
3~4	2	特	特	特
5~7	3	1	1	特
8~10	4	4 [#]	2	—
12~15	5	5 [#]	3	—

注:1 注有“[#]”符号的为挡模焊。

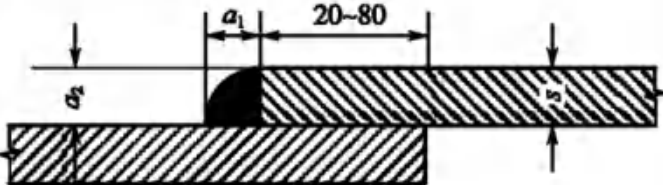
2 立焊应为对接焊。

4 平焊对接焊缝,当板厚为 1.5mm~3mm 时,焊接不应少于 2 层,也可采用卷边对接,卷边高度应等于板厚,施焊时可不加焊条;当板厚为 3mm~6mm 时,焊接不应少于 3 层;当板厚为 6mm~10mm 时,焊接不应少于 4 层;当板厚为 10mm 以上时,焊接不应少于 5 层。平焊接头形式应符合表 7.4.3-3 的规定。

表 7.4.3-3 平焊接头形式(mm)

焊缝形式	板厚 s	间隙 a	钝边 b	焊缝 宽 a_1	焊缝 高 a_2
	3~5	1~3	—	2s	1~2
	>5	<2	2~3	2s	2~3

续表 7.4.3-3

焊缝形式	板厚 s	间隙 a	钝边 b	焊缝 宽 a_1	焊缝 高 a_2
	1.5~6	—	—	1.5s	$s+$ (1~1.5)

5 铅板厚度在 7mm 以下时应采用搭接立焊。

6 横焊应采用搭接。当板厚为 1mm~2mm 时,可不加焊条;当板厚为 3mm~4mm 时,焊接不应少于 2 层;当板厚为 5mm~7mm 时,焊接不应少于 3 层。焊缝尺寸应符合本标准表 7.4.3-3 的规定。

7 仰焊应采用搭接,焊接厚度不得大于 6mm。

7.4.4 搪铅的施工准备除应符合本标准第 3.1 节、第 3.5 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 搪铅施工前,基体表面处理等级应符合本标准表 4.2.2-1 的规定,并应露出金属光泽;表面粗糙度等级应符合设计规定,当设计无规定时,应符合本标准表 4.2.3 的“中等级”规定;

2 称量、配制和盛装焊剂的器皿、涂覆焊剂用的毛刷应清洁,不得被油脂等污染;

3 设备表面应平整,焊缝应采取对接形式,焊缝余高不应大于 3mm,并应磨光,不应有焊渣或毛刺等缺陷。

7.4.5 搪铅可采用直接搪铅法或间接搪铅法。

7.4.6 直接搪铅法应符合下列规定:

1 搪铅应在水平位置上进行,当基体倾斜超过 30° 时,每次搪铅的厚度宜为 2mm~4mm,搪道宽度宜为 15mm~25mm;

2 搪铅不应少于 2 层;搪完第 1 层后,应采用清水将附着在表面上的焊剂洗净,并应采用刮刀将表面刮光,再进行第 2 层搪

铅,直至所需厚度;最后一层应用火焰重熔一次。

7.4.7 间接搪铅法应符合下列规定:

1 被搪表面应采用加热涂锡法进行挂锡,挂锡层应薄而均匀,挂锡厚度应为 $15\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,再进行搪铅;

2 搪铅温度应为 $190^{\circ}\text{C}\sim 230^{\circ}\text{C}$ 。

7.4.8 搪铅时,每层均应进行中间检查。厚度应均匀一致,不应有夹渣、裂纹、鼓泡、气孔、焊瘤等缺陷。

7.5 检 验

7.5.1 铅衬里的检查数量应符合本标准第 4.4.1 条的规定。

7.5.2 铅板的取样数量和质量判定应符合现行国家标准《铅及铅锑合金板》GB/T 1470 的有关规定。

I 主控项目

7.5.3 铅衬里施工前的基体要求和表面处理质量等级应符合本标准第 7.1.6 条和表 4.2.2-1 的规定。

检验方法:观察检查、尺量检查和检查待衬件的施工交接记录。

7.5.4 铅板化学成分及规格应符合现行国家标准《铅及铅锑合金板》GB/T 1470 的有关规定。

检验方法:检查产品出厂合格证、材料检测报告和现场抽样的复检报告。

7.5.5 焊条材质应与焊件材质相同,也可采用母材制作焊条。

检验方法:检查产品出厂合格证、材料检测报告和现场抽样的复检报告。

7.5.6 铅板及搪铅母材表面应光滑清洁,不得有污物、泥砂和油脂,且应无砂眼、裂缝或厚薄不均匀等缺陷。

检验方法:观察检查、尺量检查和检查施工记录。

7.5.7 衬铅的质量检查应符合下列规定:

1 衬铅应按设计规定的结构和厚度进行施工。

检验方法:观察检查、尺量检查和检查施工记录。

2 搪钉固定法的搪钉尺寸和质量应符合设计规定。

检验方法:观察检查、尺量检查和检查施工记录。

3 焊接压板固定法的压板焊接应满焊。

检验方法:观察检查和检查施工记录。

4 施焊前,应清除焊缝中的油脂、泥砂、水或酸碱等杂质。

检验方法:观察检查和检查施工记录。

5 焊缝应平整均匀,并应无漏焊、虚焊、缩孔、错口或咬肉等现象;焊缝内部不得有夹层、气孔或未焊透等现象。

检验方法:用 5 倍~10 倍放大镜检查、剖视检查和检查施工记录。

6 铅板焊接前,应采用刮刀将焊缝区域刮净,使其露出金属光泽。应随焊随刮,刮净的焊口应在 3h 内焊完。多层焊接时,每焊完一层,应刮净后再焊下一层。

检验方法:观察检查和检查施工记录。

7.5.8 常压设备应采用盛水试验,水盛满后,检漏孔应保持 24h 无漏水。

检验方法:观察检查和检查施工记录。

7.5.9 受压设备的试压试验可采用气压试验、水压试验和氨气气密性试验,并应符合下列规定:

1 采用气压试验时,当设备设计压力小于 0.3MPa 时,试验压力应为设计压力;当设备设计压力大于 0.3MPa 时,试验压力应为 0.2MPa~0.3MPa,在检漏孔、法兰铅翻边处涂上肥皂水,应无气泡产生。

2 采用水压试验时,试验压力应为设计压力的 1.25 倍,保压时间 3min~5min,检漏孔应无漏水。

3 采用氨气气密性试验时,将氨气通入设备内或设备与衬里的夹层中,在检漏孔、法兰铅翻边处或衬里的焊缝上涂上酚酞酒精溶液,酚酞酒精溶液不得变成红色。

检验方法:试压试验检查和检查试压试验记录。

7.5.10 搪铅的质量检查应符合下列规定:

1 搪铅应按设计规定的结构和厚度进行施工。

检验方法:观察检查、磁性测厚仪检查和检查施工记录。

2 搪铅不应少于2层。当搪完第1层后,应采用清水将附着在表面上的焊剂洗净,并应采用刮刀将表面刮光,再进行第2层搪铅,直至所需厚度。最后一层应用火焰重熔一次。

检验方法:观察检查、磁性测厚仪检查和检查施工记录。

7.5.11 搪铅设备的点蚀试验可采用盛酸点蚀试验、抹酸点蚀试验和蒸汽点蚀试验,并应符合下列规定:

1 采用盛酸点蚀试验时,在搪铅设备内,盛满5%质量浓度的硫酸溶液,停放24h后,排空硫酸溶液,再停放24h,搪铅表面应无锈点。

2 采用抹酸点蚀试验时,采用20%质量浓度的硫酸溶液,均匀涂覆在搪铅表面,停放48h后,搪铅表面应无锈点。

3 采用蒸汽点蚀试验时,在设备内通入蒸汽,保持设备内潮湿,停放40h后,搪铅表面应无锈点。

检验方法:点蚀试验检查和检查点蚀试验记录。

II 一般项目

7.5.12 焊条表面应干净、无氧化膜和其他污物。

检验方法:观察检查。

7.5.13 衬铅的质量检查应符合下列规定:

1 衬铅厚度在7mm以下的焊件,应采用搭接焊,搭接尺寸应为25mm~40mm。焊缝应错开,不得十字交叉,错开距离不应小于100mm。

检验方法:观察检查和尺量检查。

2 各固定法的固定点间距宜为250mm~900mm,应呈等边三角形排列。设备顶部可适当增加固定点,平底设备的底部可不设固定点。

检验方法:观察检查和尺量检查。

3 铅板与设备内壁应紧密贴合,不得凹凸不平。

检验方法:观察检查和锤击检查。

4 衬铅板表面不得有机械损伤、凹陷或减薄现象。

检验方法:观察检查和尺量检查。

7.5.14 搪铅的质量检查应符合下列规定:

1 直接搪铅法施工,每次搪铅的厚度宜为 2mm~4mm,搪道宽度宜为 15mm~25mm,长度宜为 500mm。

检验方法:尺量检查和磁性测厚仪检查。

2 间接搪铅法施工,挂锡层应薄而均匀,挂锡厚度应为 15 μ m~20 μ m。

检验方法:观察检查和磁性测厚仪检查。

3 搪铅层与基体表面应结合紧密,并应无脱层或起壳等现象。

检验方法:锤击检查和超声波探伤检查。

4 搪铅层应厚薄一致,厚度应符合设计规定。当设计对厚度偏差无规定时,厚度允许偏差应为 0~25%。

检验方法:观察检查和磁性测厚仪检查。

5 搪铅层的表面应平整均匀,并应无微孔、裂纹、缩孔、夹渣、鼓泡、气孔或焊瘤缺陷。搪铅层中应无夹层、夹渣和氧化物等杂质。

检验方法:观察检查、剖视检查。

8 涂料衬里

8.1 一般规定

8.1.1 涂料衬里适用于工业设备及管道的内表面防护,也可用于砖板衬里的隔离层。

8.1.2 涂料衬里可按液体涂料衬里和粉末涂料衬里进行分类。

8.1.3 液体涂料应包括无机富锌涂料、无溶剂聚氨酯涂料、溶剂型环氧涂料、无溶剂环氧涂料、常温固化型酚醛环氧涂料、加热后固化型酚醛环氧涂料和烘烤型酚醛涂料。

8.1.4 粉末涂料应为静电喷涂型,其品种应包括环氧粉末涂料、四氟乙烯-全氟代烷基乙烯基醚共聚物(PFA)涂料、三氟氯乙烯-乙烯共聚物(ECTFE)涂料和四氟乙烯-乙烯共聚物(ETFE)涂料。

8.1.5 涂料衬里适用的设计压力宜为 $-0.02\text{MPa}\sim 0.10\text{MPa}$ 。

8.1.6 涂料衬里适用的设计温度范围应根据衬里材料的允许使用温度范围确定。

8.1.7 基体设计要求应符合本标准第3.2节和第3.3节的有关规定。

8.1.8 基体表面的前处理应符合本标准第4.1.5条的规定;基体表面处理等级应符合本标准表4.2.2-1的规定;基体表面处理后的粗糙度等级应符合本标准表4.2.3的“中等级”规定。

8.1.9 采用烘烤型酚醛涂料的基体表面处理等级应为Sa3,粗糙度应为 $40\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$ 。

8.2 材 料

8.2.1 液体涂料衬里材料质量应符合下列规定:

1 无机富锌涂料、溶剂型环氧涂料、无溶剂环氧涂料和酚醛

环氧涂料衬里的质量应符合现行国家标准《钢质石油储罐防腐蚀工程技术标准》GB/T 50393 的有关规定；

2 无溶剂聚氨酯涂料衬里的质量应符合现行国家标准《球墨铸铁管和管件 聚氨酯涂层》GB/T 24596 的有关规定；

3 烘烤型酚醛涂料衬里的质量应符合表 8.2.1 的规定。

表 8.2.1 烘烤型酚醛涂料衬里的质量

项目		指标
附着力(拉开法,MPa)		≥8.0
耐冲击(cm)		50
耐热水(90℃~100℃,48h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落
耐腐蚀介质	10% H ₂ SO ₄ (常温,720h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落
	5% NaCl(常温,720h)	

注：耐热水，耐腐蚀介质测试的涂层厚度应为 0.125mm~0.250mm。

8.2.2 粉末涂料衬里的质量应符合下列规定：

1 环氧粉末涂料衬里材料质量应符合现行国家标准《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》GB/T 18593 的有关规定，其中附着力检测应采用拉开法，检测值不得小于 20MPa；

2 热塑性粉末涂料衬里的质量应符合表 8.2.2 的规定。

表 8.2.2 热塑性粉末涂料衬里的质量

性能	PFA	ECTFE	ETFE
密度(g/cm ³)	2.12~2.17	1.68	1.83~1.89
熔点(℃)	310	220	210~230
拉伸强度(MPa)	20~31	47~55	28~33
伸长率(%)	250~350	250~300	350~430
弯曲模量(MPa)	500~600	1400~1700	900~1200
邵氏 D 硬度	60	75	60

8.2.3 当涂料衬里接触渗透性较强的腐蚀介质时，可按现行国家标准《钢筋混凝土用环氧涂层钢筋》GB/T 25826 的有关规定检测

抗氯离子渗透性,其值不得大于 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。

8.2.4 当涂料衬里有耐温度变化要求时,应按现行行业标准《钢质储罐防腐层技术规范》SY/T 0319 的有关规定检测和评估,温度变化循环次数不得少于 5 次。

8.2.5 当涂料衬里材料具有其他功能性要求时,其质量应符合下列规定:

1 有导静电性能要求时,涂料衬里的表面电阻率应为 $1 \times 10^8 \Omega \sim 1 \times 10^{11} \Omega$,检测方法应按现行国家标准《固体绝缘材料 介电和电阻特性 第 3 部分:电阻特性(DC 方法) 表面电阻和表面电阻率》GB/T 31838.3 的有关规定执行。采用添加型导静电涂料时,其导静电添加剂不应应对介质产生污染。

2 用于饮用水时,其涂料衬里的质量应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的有关规定。

3 有食品级要求时,其涂料衬里的质量应符合现行国家标准《食品安全国家标准 食品接触用涂料及涂层》GB 4806.10 的规定。

4 有抗阴极剥离性能要求时,应按现行国家标准《色漆和清漆 暴露在海水中的涂层耐阴极剥离性能的测定》GB/T 7790 进行检测,涂料衬里表面应无起泡、生锈、开裂或脱落现象。

8.2.6 涂料衬里制成品的质量指标试验方法应符合本标准附录 L 的有关规定。

8.3 设 计

8.3.1 涂料衬里的设计条件应符合本标准第 3.4 节的有关规定。

8.3.2 涂料衬里宜优先选用无溶剂、高固体分涂料。

8.3.3 涂料选择应符合下列规定:

1 无机富锌涂料、溶剂型环氧涂料、无溶剂环氧涂料和常温固化型酚醛环氧涂料的选用宜按现行国家标准《钢质石油储罐防腐工程技术标准》GB/T 50393 的有关规定执行;

2 无溶剂聚氨酯涂料宜用于油类、水或污水和天然气,使用温度不得大于 50℃;

3 环氧粉末涂料宜用于各种油品、水或污水和天然气,使用温度不得大于 80℃;

4 ETFE 和 ECTFE 粉末涂料宜用于酸、碱、盐和溶剂等介质,使用温度不得大于 150℃;

5 PFA 粉末涂料宜用于酸、碱、盐和溶剂等介质,使用温度不宜大于 200℃。

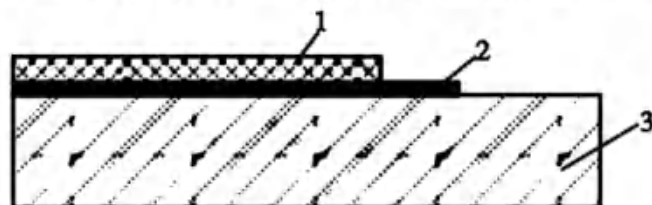
8.3.4 加热后固化型酚醛环氧涂料宜在小于或等于 100℃ 温度下使用,烘烤型酚醛涂料宜在小于或等于 120℃ 温度下使用。环境温度下加热后固化型酚醛环氧涂料衬里和烘烤型酚醛涂料衬里的选用可按本标准附录 D 确定。

8.3.5 涂料衬里耐腐蚀性能的确定除应符合本标准第 3.4.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 实际使用工况条件下耐腐蚀性能的验证,应按现行国家标准《色漆和清漆 耐液体性的测定 第 1 部分:浸入除水之外的液体中》GB/T 30648.1 进行浸泡试验,并按标准要求制备样板或样棒,在实际工况条件下的化学介质中浸泡 720h 后,涂层应无粉化、起泡、开裂或脱落等缺陷;

2 当使用工况中有温度、压力和介质共同作用时,宜按现行行业标准《钢质储罐防腐层技术规范》SY/T 0319 的有关规定进行测试和评定。

8.3.6 涂料衬里系统可由一层或多层组成(图 8.3.6)。



1—面涂层;2—底涂层;3—基体

图 8.3.6 涂料衬里系统

8.3.7 涂料衬里的设计厚度和层数宜符合表 8.3.7 的规定。

表 8.3.7 涂料衬里的设计厚度和层数

树脂类型	厚度(mm)	层数
液体环氧涂料	0.3~1.0	1~3
烘烤型酚醛涂料	0.125~0.250	3~4
无机富锌涂料	0.08~0.10	1
无溶剂聚氨酯涂料	0.5~2.0	1~3
环氧粉末涂料	0.3~1.0	1~2
ETFE、ECTFE、PFA 粉末涂料	0.3~1.5	3~10

注：液体环氧涂料包括溶剂型环氧涂料、无溶剂环氧涂料、常温固化型和加热后固化型酚醛环氧涂料。

8.3.8 当对涂料衬里有耐磨损要求时，应选用耐磨填料，耐磨性能的检测应符合现行国家标准《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》GB/T 1768 的有关规定，其厚度应满足使用工况要求。

8.4 施 工

8.4.1 涂料施工应符合本标准第 3.1.7 条和第 3.5.1 条的有关规定。

8.4.2 涂料的施工指南宜包括表面处理、施工设备要求、施工方法、涂层配套、多组分涂料混合后适用期、稀释、涂装间隔、膜厚、固化要求、修补、检验、维护、保养及储存等。

I 液体涂料衬里

8.4.3 涂料使用前，单组分涂料应搅拌均匀；双组分或多组分涂料应按施工指南规定的配合比混合并搅拌均匀；混合可按需分批进行，混合应使用由混合容器和搅拌器组成的混合装置。当搅拌或搅拌混合中需要添加稀释剂时，添加数量应符合施工指南的

规定。

8.4.4 底涂层的施工应符合下列规定：

- 1 基体表面处理后，应按施工指南的规定立即进行底涂层涂料的施工，并应在施工指南规定的时间内施工后续涂层；
- 2 采用喷涂法施工时，宜先用刷涂的方法对边角、焊缝等不易喷涂的部位进行预涂。

8.4.5 后续涂层的施工应符合下列规定：

- 1 施工多层涂层时，施工工艺及设备的选用应符合施工指南的规定；
- 2 施工中应检测每道涂层的湿膜厚度，每道涂层厚度应在设计规定的范围内；
- 3 每道涂层的涂装间隔应符合施工指南的规定。

8.4.6 常温固化型涂料衬里的固化应符合下列规定：

- 1 当环境温度在 $15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间时，固化时间不应小于 7d；
- 2 采用温度大于 50°C 的热空气进行热处理时，固化时间应符合施工指南的规定。

8.4.7 加热后固化型酚醛环氧涂料衬里的固化应符合下列规定：

- 1 加热后固化处理应在涂层常温固化后进行，宜按现行国家标准《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728 中的刀片法，在平行试板上检测涂层的固化情况；
- 2 宜采用通入洁净热空气的方式加热，同时基体外壁应采取保温措施；
- 3 热空气进出风口设置应合理，热空气应充分循环，升温应匀速，每小时升温速度不宜超过 28°C ；
- 4 升温达到加热后固化温度要求后，在规定的时间内应保持该温度，固化温度曲线应符合施工指南的规定；
- 5 加热后固化也可在烘房内进行，固化温度曲线应符合施工

指南的规定。

8.4.8 烘烤型酚醛涂料衬里必须进行热固化处理,并应符合下列规定:

- 1 热固化处理应在烘房内进行;
- 2 每道涂层应先进行中间烘烤,烘烤前应充分通风,确保溶剂挥发完全;
- 3 施工达到设计规定的层数和厚度范围后,应进行最终烘烤;
- 4 烘烤时应严格控制温度,避免温度过高导致涂层过固化,烘烤温度曲线应符合施工指南的规定。

8.4.9 加热后固化型酚醛环氧涂料衬里和烘烤型酚醛涂料衬里应在最终热固化或烘烤前进行目视检查及膜厚和针孔检测,发现缺陷应及时修补。

8.4.10 涂料衬里的缺陷修补应符合下列规定:

- 1 缺陷修补应使用同种材料或指定修补材料;
- 2 当加热后固化型酚醛环氧涂料衬里和烘烤型酚醛涂料衬里最终热固化或烘烤后发现缺陷需要修补时,应打磨缺陷处,直到露出基体,在保护好周围完好涂层后,依据修补面大小刷涂或喷涂修补,修补工艺应符合施工指南的规定;
- 3 需要热固化的涂料衬里应使用加热设备或其他措施进行局部加热固化。

II 粉末涂料衬里

8.4.11 热固性环氧粉末涂料的施工及修补应符合现行国家标准《熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装》GB/T 18593 的有关规定。

8.4.12 热塑性粉末涂料 ETFE、ECTFE、PFA 宜采用粉末静电喷涂施工。施工工艺应符合产品的施工指南。

8.4.13 粉末静电喷涂装备应符合现行行业标准《静电喷涂装备技术条件》JB/T 7504 的有关规定。粉末静电喷涂工艺安全应符

合现行国家标准《涂装作业安全规程 粉末静电喷涂工艺安全》GB 15607 和《涂装作业安全规程 静电喷枪及其辅助装置安全技术条件》GB 14773 的有关规定。

8.4.14 对不需要涂覆的部位,喷涂前应进行局部遮蔽处理。

8.4.15 待喷涂设备及管道基体表面处理后应预热,预热温度应符合材料施工指南。预热时间应根据各部位检测温度到达预热温度的时长确定。

8.4.16 热塑性粉末涂料的粉末静电喷涂施工应符合下列规定:

1 应喷涂一层底涂层涂料;

2 待底涂层涂料成膜后,应立即施工后续一层涂层,待此层涂层熔融流平后再喷涂下一层涂层;

3 施工期间应保证被涂件的温度在材料施工指南规定的温度范围内;当条件许可,在第三层涂层后,宜将工件轴向旋转 90°,再喷涂下一层涂层,膜厚应均匀;

4 喷涂达到规定厚度,待最后一层涂层熔融流平后,应自然冷却成膜。

8.4.17 热塑性粉末涂料衬里的针孔等微小缺陷,应在打磨处理后,局部施工一层涂层,或采用专用焊条进行修补,并使用热风枪加热修补部位,同时应施加压力使修补层与原涂层牢固结合。

8.5 检 验

8.5.1 涂料衬里设备及管道应全部检验。

8.5.2 涂料现场抽样检查数量和质量判定应符合下列规定:

1 应按不同品种进行随机抽样检查,每个品种以 5t 为一批,不足 5t 按一批计;在每批中应随机抽取整桶产品,液体涂料的取样方法应符合现行国家标准《色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样》GB/T 3186 的有关规定;粉末涂料的取样方法应符合现行国家标准《粉末涂料 第 9 部分:取样》GB/T 21782.9 的

有关规定；

2 当抽样检测结果有一项不合格时，应加倍抽样复检；当仍有一项指标不合格时，应判定该产品质量不合格。

I 主控项目

8.5.3 涂料衬里的检验项目应符合表 8.5.3 的规定。

表 8.5.3 涂料衬里的检验项目

项目	无机富锌涂层	无溶剂聚氨酯涂层	环氧树脂涂层、环氧粉末涂层	加热后固化型酚醛环氧涂层	烘烤型酚醛涂层	ETFE、ECTFE、PFA 粉末涂层
干膜厚度	√	√	√	√	√	√
涂层连续性(漏点检测)	—	√	√	√	√	√
邵氏硬度	—	√	—	—	—	√
附着力(拉开法)	√	√	√	√	√	—
附着力(90°剥离法)	—	—	—	—	—	√
溶剂擦拭	√	—	—	√	√	—

注：1 环氧树脂涂层包括溶剂型环氧涂料、无溶剂环氧涂料、常温固化型酚醛环氧涂料的涂层。

2 “√”为必检项目，“—”为不检项目。

8.5.4 涂料衬里干膜厚度应均匀，涂层的层数和厚度应符合设计规定，涂层厚度偏差应符合表 8.5.4 的规定。

表 8.5.4 涂层厚度偏差(%)

偏差	干膜厚度(DFT)	
	烘烤型酚醛涂层	其他涂层
下限	15	20
上限	40	50

检验方法:宜采用非破坏性检测方法检查;应根据基材的不同特性选用磁性测厚仪或涡电流测厚仪检查。

检查数量:检测面积小于或等于 1m^2 , 应检测 5 个点;检测面积大于 1m^2 且小于或等于 3m^2 , 测点不得少于 10 个;检测面积大于 3m^2 且小于或等于 10m^2 , 测点不得少于 15 个;检测面积大于 10m^2 且小于或等于 30m^2 , 测点不得少于 20 个;检测面积大于 30m^2 且小于或等于 100m^2 , 测点不得少于 30 个。当检测面积大于 100m^2 时, 第一个 100m^2 内测点不得少于 30 个;每增加 100m^2 , 增加测点数不得少于 10 个。

在测量中, 单个干膜厚度值不合格时, 可在距离原测试点不超过 10mm 的地方进行重复测量。再次测量的数据将取代初次不合格的数据, 当该厚度值仍不合格时, 应判定该处不合格。

8.5.5 涂料衬里应连续、无针孔或漏点。

检验方法:按涂层材料施工指南选择低压湿海绵针孔检测或高压电火花针孔检测。厚度小于 $500\mu\text{m}$, 宜选择低压湿海绵针孔检测;厚度大于或等于 $500\mu\text{m}$, 应选用高压电火花针孔检测。测试方法及电压应符合现行行业标准《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0063 或施工指南的规定, 探头移动速度宜为 0.3m/s 。

检查数量:全部检查。

8.5.6 邵氏硬度检测应按现行国家标准《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度(邵氏硬度)》GB/T 2411 执行, 无溶剂聚氨酯涂层的检测值不得小于 70, PFA、ETFE 粉末涂层的检测值不得小于 60, ECTFE 粉末涂层的检测值不得小于 75。

检验方法:采用邵氏 D 硬度检测仪检测, 检测宜在平行试验板上进行。

检查数量:每检验批做 3 块平行试验板;每块平行试验板上测量 5 个点, 每点之间相隔不应小于 6mm , 取 5 个点的平均值为检测值。

8.5.7 涂料衬里附着力的检测应符合下列规定：

1 液体涂料及环氧粉末涂层附着力的检测应按现行国家标准《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210 的规定执行，涂层附着力(拉开法)应符合表 8.5.7 的规定。

表 8.5.7 涂层附着力(拉开法)

涂层类型	附着力(MPa)
无机富锌涂层	≥ 3.0
无溶剂聚氨酯涂层	≥ 10.4
溶剂型环氧涂层	≥ 8.0
无溶剂环氧涂层	≥ 10.0
常温固化型酚醛环氧涂层	≥ 8.0
加热后固化型酚醛环氧涂层	≥ 8.0
烘烤型酚醛涂层	≥ 8.0
环氧粉末涂层	≥ 20.0

2 ETFE、ECTFE、PFA 粉末涂层附着力的检测宜按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90°剥离法》GB/T 7760 的规定执行，涂层附着力不得小于 3kN/m。

3 附着力的检测为破坏性试验，应在平行试验板上进行。

检验方法：采用涂层附着力(拉开法)测试仪或剥离测试机检查。

检查数量：每检验批做 3 块平行试验板，每块平行试验板上进行一次。

8.5.8 溶剂擦拭检测应符合下列规定：

1 无机富锌涂层应在完全固化后或投入使用前，检测涂层固化度；

2 加热后固化型酚醛环氧涂层和烘烤型酚醛涂层应在最终热固化后检测涂层固化度；

3 当检测发现涂层固化不完全时，应按施工指南的规定重新

涂覆或重新热固化。

检验方法:在同一已清洁涂层区域,应按现行国家标准《涂料耐溶剂擦拭性测定法》GB/T 23989 的有关规定进行溶剂擦拭,使用白色洁净棉布往复擦拭的次数不应低于 25 次,当白布变色则判定涂层固化不完全。

检查数量:每检验批任意选取一处区域。

II 一般项目

8.5.9 涂料衬里外观应光滑平整,无流挂、干喷、针孔、起泡、起皱、开裂或杂质等缺陷;颜色应均匀一致;烘烤型酚醛涂层颜色应符合颜色比对板要求。

检验方法:目视检查或采用 5 倍~10 倍放大镜检查;

检查数量:全部检查。

9 热塑性塑料衬里

9.1 一般规定

- 9.1.1 热塑性塑料衬里适用于工业设备及管道的内表面防护。
- 9.1.2 热塑性塑料衬里应包括聚氯乙烯类、聚烯烃类和氟塑料类。
- 9.1.3 热塑性塑料衬里可采用焊接粘接、滚塑、松衬等方法成型。
- 9.1.4 热塑性塑料衬里适用的设计压力宜为 $-0.098\text{MPa} \sim 2.50\text{MPa}$ 。
- 9.1.5 热塑性塑料衬里的设计温度范围应根据衬里材料的允许使用温度范围确定。
- 9.1.6 衬里设备及管道的选材、强度、刚度及结构设计应符合本标准第3.2节的有关规定。

9.2 材 料

- 9.2.1 热塑性塑料衬里材料应按下列分类：
 - 1 聚氯乙烯类应包括硬聚氯乙烯(PVC-U)、软聚氯乙烯(PVC)、氯化聚氯乙烯(PVC-C)；
 - 2 聚烯烃类应包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚烯烃(PO)；
 - 3 氟塑料类应包括聚四氟乙烯(PTFE)、四氟乙烯-全氟代烷基乙烯基醚共聚物(PFA)、四氟乙烯-乙烯共聚物(ETFE)、三氟氯乙烯-乙烯共聚物(ECTFE)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(FEP)、聚偏氟乙烯(PVDF)。
- 9.2.2 聚氯乙烯类、聚烯烃类衬里材料质量和常用衬里形式应符合表9.2.2的规定。

表 9.2.2 聚氯乙烯类、聚烯烃类衬里材料质量和常用衬里形式

项目	PVC-U、 PVC	PVC-C	PE ^a	PP	PO
密度(g/cm ³)	1.3~ 1.5	1.45~ 1.65	0.910~ 0.925(LDPE) 0.941~ 0.965(HDPE)	0.90~20.91	^b
线膨胀系数 (×10 ⁻⁵ /℃)	5~10	11.2~ 14.0	10.6~ 20.0(LDPE) 10.6~ 19.8(HDPE)	12.2~17.1 (共聚)	^b
拉伸强度 (MPa)	≥50	≥50	≥7.0(LDPE) ≥22.0(HDPE)	≥25.0(纵) ≥20.0(横)	10~18
断裂伸长率 (%)	≥5(层压) ≥8(挤出)	≥20	≥200(滚塑)	≥200(滚塑)	300~500
拉伸弹性 模量(MPa)	≥2500	≥2500	200~1100	800~1600	^b
维卡软化 温度 B ₅₀ (℃)	≥75(层压) ≥70(挤出)	≥98	—	≥140	180~220 (熔点)
简支梁 缺口冲击 强度(kJ/m ²)	≥2.0	≥10.0	无破裂(LDPE) ≥18.0(HDPE)	≥7.0(纵) ≥4.0(横)	^b
焊接和 成型性能	可焊接、 易成型	可焊接、 易成型	可焊接、不易 成型复杂形状	可焊接、不易 成型复杂形状	可焊接、不易 成型复杂形状
常用衬里 形式	焊接 粘接、 松衬	焊接 粘接、 松衬	焊接粘接、 松衬	焊接粘接、 松衬	滚塑

注：^a 聚乙烯(PE)可分为高密度聚乙烯(HDPE)和低密度聚乙烯(LDPE)。

^b 指标值与聚烯烃(PO)配合比有关。

9.2.3 氟塑料类衬里材料质量和常用衬里形式应符合表 9.2.3 的规定。

表 9.2.3 氟塑料类衬里材料质量和常用衬里形式

项目	PTFE	PFA	ETFE	ECTFE	FEP	PVDF
密度(g/cm ³)	2.14~ 2.20	2.12~ 2.17	1.70~ 1.86	1.69~ 2.14	2.12~ 2.17	1.76~ 1.78
线膨胀系数 ($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	13	25~38	10.6	14.4	8~11	12.6~25.6 (均聚)
拉伸强度 (MPa)	20~45	27~35	40~50	≥ 49	20~25	39~59
断裂伸长率 (%)	200~ 400	280~ 400	400~ 450	200~ 300	250~ 330	300~ 450
拉伸弹性模量 (MPa)	400~ 700	≥ 451	490~784	≥ 1690	≥ 343	784~1960
弯曲弹性模量 (MPa)	490~ 588	647~ 686	882~ 1372	—	539~ 637	1372~1764
熔点($^{\circ}\text{C}$)	327	310	260	180	270	170
焊接成型性能	焊接困难、 不能热 成型 ^a	可焊接、 可热 成型	可焊接、 可热 成型	可焊接、 可热 成型	可焊接、 可热 成型	可焊接、 可热 成型
常用衬里 形式 ^b	缠绕烧结、 焊接粘接、 松衬	焊接 粘接、 松衬	焊接 粘接、 松衬	焊接 粘接、 松衬	焊接 粘接、 松衬	焊接 粘接、 松衬

注：^a 可加热后在法兰处翻边。

^b 用带背衬玻璃纤维的材料制作复杂形状时可能受限。

9.2.4 热塑性塑料衬里材料的粘接剂应符合下列规定：

1 软聚氯乙烯(PVC)板采用的粘接剂应为氯丁胶粘接剂与聚异氰酸酯,配合比应为 100 : (7~10)；

2 其他热塑性塑料衬里材料采用的粘接剂应满足使用工况要求。

9.2.5 软聚氯乙烯(PVC)焊条应与焊件材质相同,焊条表面应无节瘤、折痕和杂质,颜色应均匀一致。

9.2.6 氟塑料板厚薄应一致,表面应光洁、色泽均匀、无裂纹或黑点等缺陷。

9.2.7 带背衬玻璃纤维过渡层的氟塑料板质量宜符合本标准第9.2.3条和第9.2.6条的规定。

9.2.8 氟塑料板的焊接材料宜与焊件材质相同,也可采用经焊接工艺评定合格的PFA焊材,并应具有相溶性,圆柱形焊条的直径宜为2mm~5mm。焊接工艺评定应符合现行行业标准《塑料焊接工艺评定》HG/T 4280的有关规定。

9.2.9 四氟乙烯(PTFE)管材的质量和线膨胀系数应符合现行行业标准《金属网聚四氟乙烯复合管与管件》HG/T 3705的有关规定。聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)和软聚氯乙烯(PVC)管材的质量应符合现行行业标准《衬塑钢管和管件选用系列》HG/T 20538的有关规定。

9.2.10 热塑性塑料衬里原材料质量的试验方法应符合本标准附录L的有关规定。

9.2.11 热塑性塑料衬里材料应满足对使用介质的耐腐蚀性能要求,其耐腐蚀性能的确定应符合本标准第3.4.3条的规定。

9.3 设 计

9.3.1 热塑性塑料衬里材料的设计温度宜符合表9.3.1的规定。

表 9.3.1 热塑性塑料衬里材料的设计温度

热塑性塑料衬里	设计温度(℃)	热塑性塑料衬里	设计温度(℃)
PVC-U	-5~60	PTFE	-20~140
PVC	-5~60	PFA	-20~140

续表 9.3.1

热塑性塑料衬里	设计温度(℃)	热塑性塑料衬里	设计温度(℃)
PVC-C	-5~95	ETFE	-20~140
PE	-10~60	ECTFE	-20~120
PP	-10~90	FEP	-20~140
PO	-10~100	PVDF	-20~110

9.3.2 当有成熟的使用经验时,设计温度可不受本标准第 9.3.1 条的限制。

9.3.3 热塑性塑料衬里材料的选用除应符合本标准第 3.4 节和第 6.3.8 条第 1 款~第 8 款的规定外,尚应包括下列内容:

- 1 衬里材料在特定环境中的应力腐蚀开裂情况;
- 2 高温下的衬里与基体表面粘接时,使用粘接剂体系的耐温度极限;
- 3 设备的尺寸大小及衬里的焊接;
- 4 设备结构的复杂性;
- 5 衬里材料的热膨胀性能和蠕变特性;
- 6 真空度对衬里的影响。

9.3.4 热塑性塑料衬里设备及管道的使用工况适用性应符合下列规定:

- 1 应有应用经验;
- 2 当无应用经验时,应按使用工况进行试验验证。

9.3.5 热塑性塑料衬里的厚度设计应符合下列规定:

- 1 依据衬里方式、衬里材料和预期的使用工况,在设计时应规定衬里的名义厚度;
- 2 衬里的最小厚度不得小于名义厚度的 80%;
- 3 采用滚塑方式的衬里,可采用钢网加固,钢网厚度不应计入衬里的有效厚度。

9.3.6 采用焊接衬里时,板材宜先预热成型后再焊接。

9.3.7 衬里设备的设计除应符合本标准第 9.1.6 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 衬里设备应有足够的刚度,在吊装、运输、安装和操作中的变形应受控;

2 衬里设备应满足表面预处理和衬里施工期间人员进出要求,应保证通风,并应设置人孔,人孔大小和数量应根据设备容积、直径大小以及接管大小和数量确定;

3 衬里设备不得采用铆接结构;

4 在不使用衬里的部位可采用螺栓连接;

5 待衬里的基体表面等级与典型缺陷及控制要求应符合本标准第 3.2.7 条和第 3.2.8 条的有关规定;

6 衬里完成后,需安装的配件应采用衬里材料衬贴或采用耐腐蚀材料制造;

7 与设备内衬的连接应采用法兰连接;当确需螺纹连接时,该部件应采用耐腐蚀材料制造;

8 接管应采用短的直管,法兰密封面不应设置水线;

9 加热盘管、分布管应在衬里完成后安装,其位置与衬里表面的距离不得小于 100mm;当加热盘管、分布管的使用温度小于 80℃时,与衬里表面的距离不得小于 25mm;

10 喷嘴或插入管引入的流体不得直接冲击衬里;

11 热塑性塑料衬里设备的外部不得加热;

12 采用焊接板材的衬里设备,衬里的设计构造应便于塑料板的焊接。

9.3.8 待衬里设备的制造应符合下列规定:

1 所有焊接接头应采用连续对接接头形式;

2 焊接接头与母材应平滑过渡;焊接接头不得有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、夹渣飞溅物和锋利的边缘等缺陷;

3 焊接接头的熔渣、飞溅物及类似材料应去除;

4 待衬里设备的表面预处理和喷射清理的检查和修补应符

合本标准第 4.1.5 条的规定, 修补和喷射清理后应检查合格;

5 基体的对接形式(图 9.3.8-1)可按允许对接接头和不允许对接接头分类;

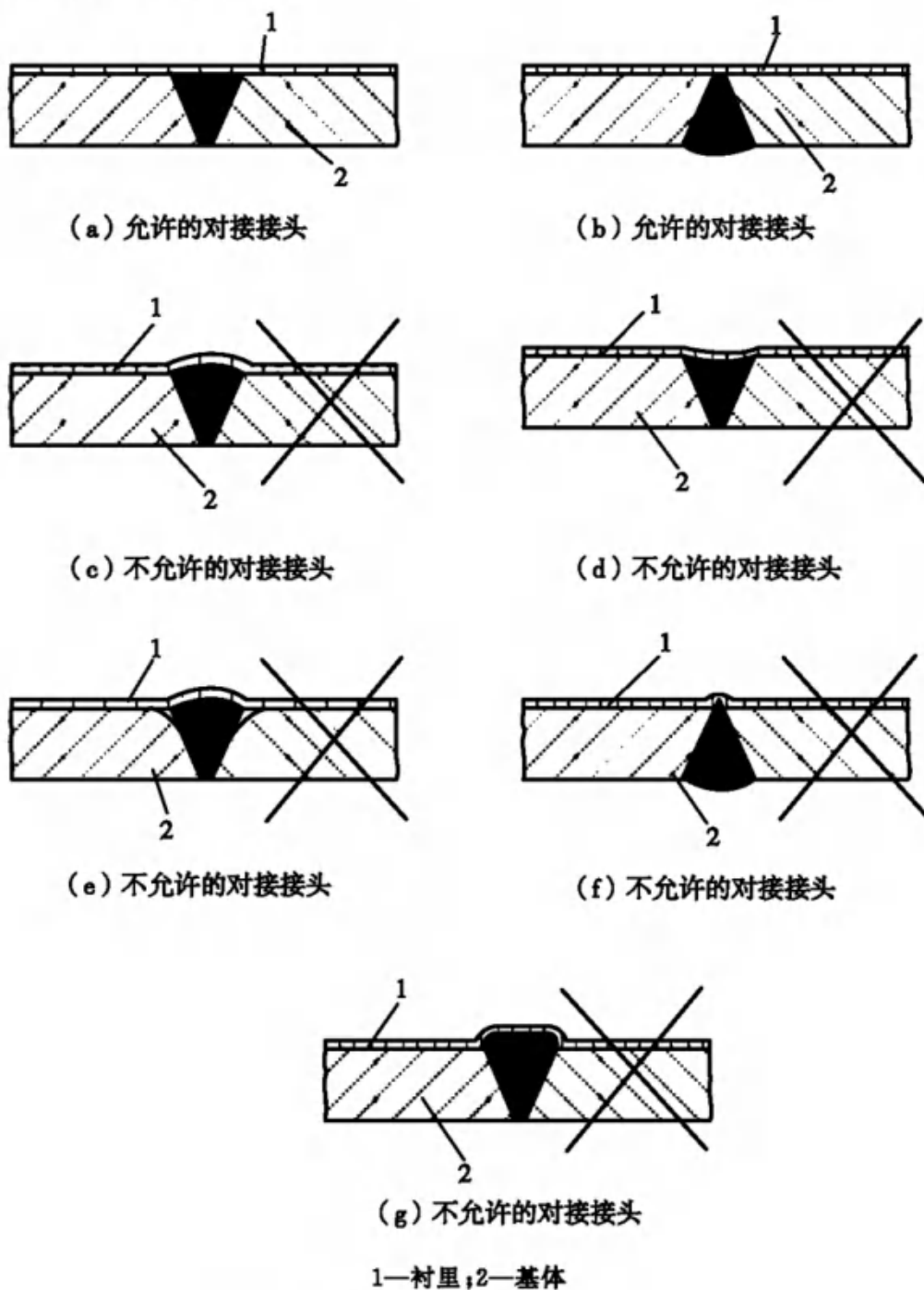
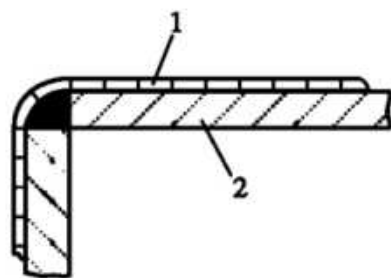


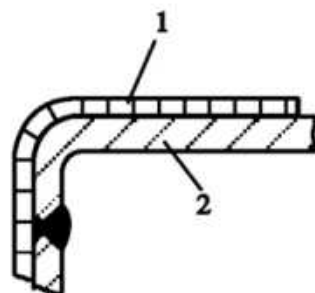
图 9.3.8-1 基体的对接形式

6 基体外角连接形式(图 9.3.8-2)可按允许的连接形式和

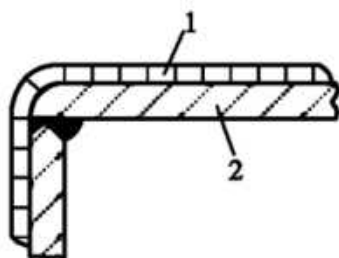
不允许的连接形式分类；



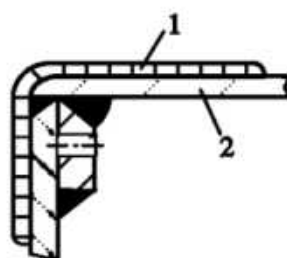
(a) 允许的连接形式



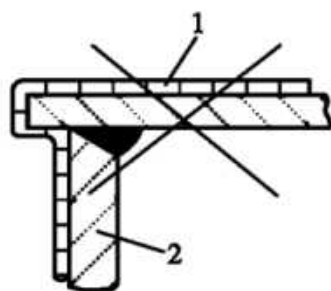
(b) 允许的连接形式



(c) 允许的连接形式



(d) 允许的连接形式

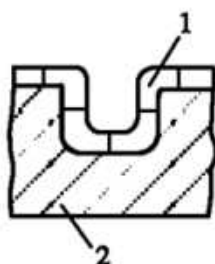


(e) 不允许的连接形式

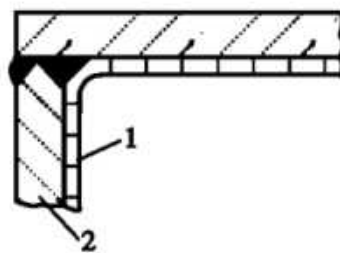
1—衬里；2—基体

图 9.3.8-2 基体外角连接形式

7 基体内角连接和凹槽(图 9.3.8-3)可按允许形式和不允许形式分类；



(a) 允许形式



(b) 允许形式

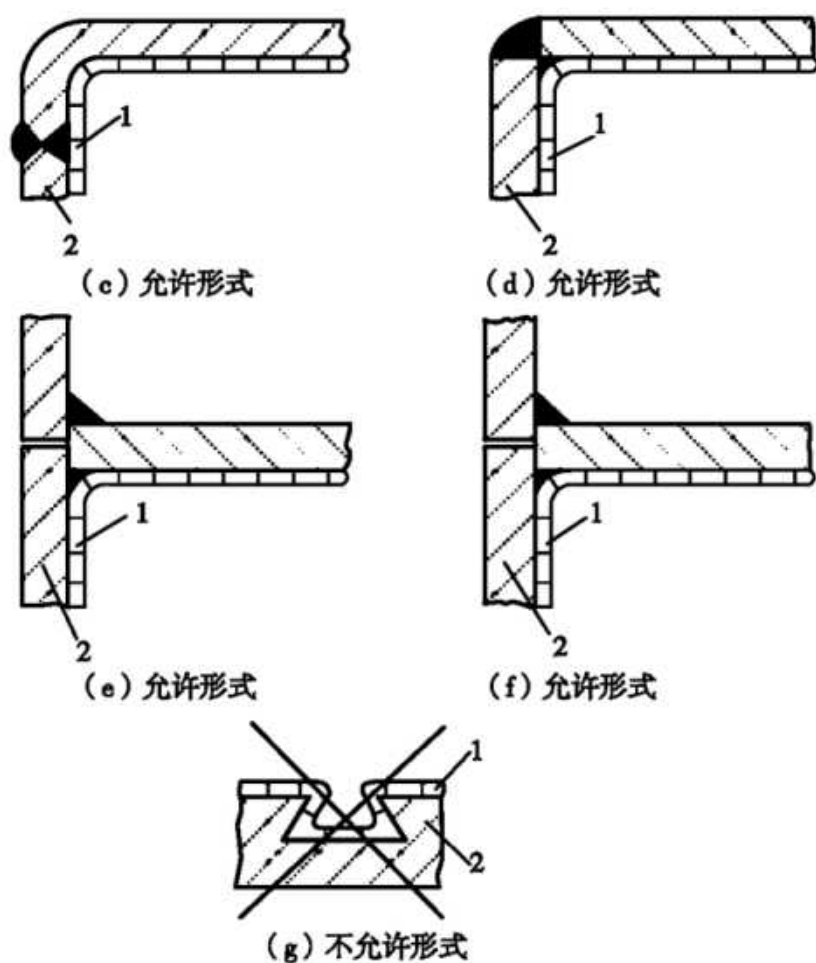


图 9.3.8-3 基体内角连接和凹槽

8 基体内封头与筒体的搭接形式(图 9.3.8-4)可按允许形式和不允许形式分类;

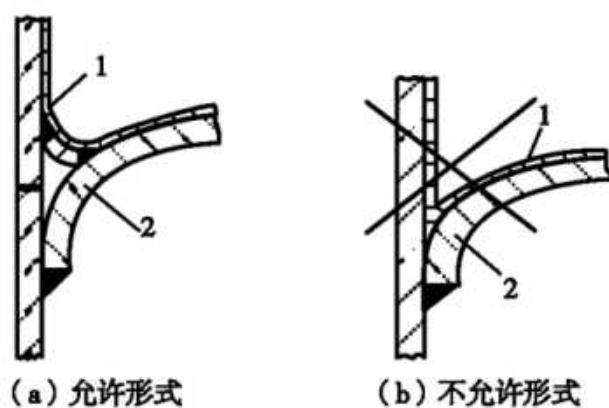
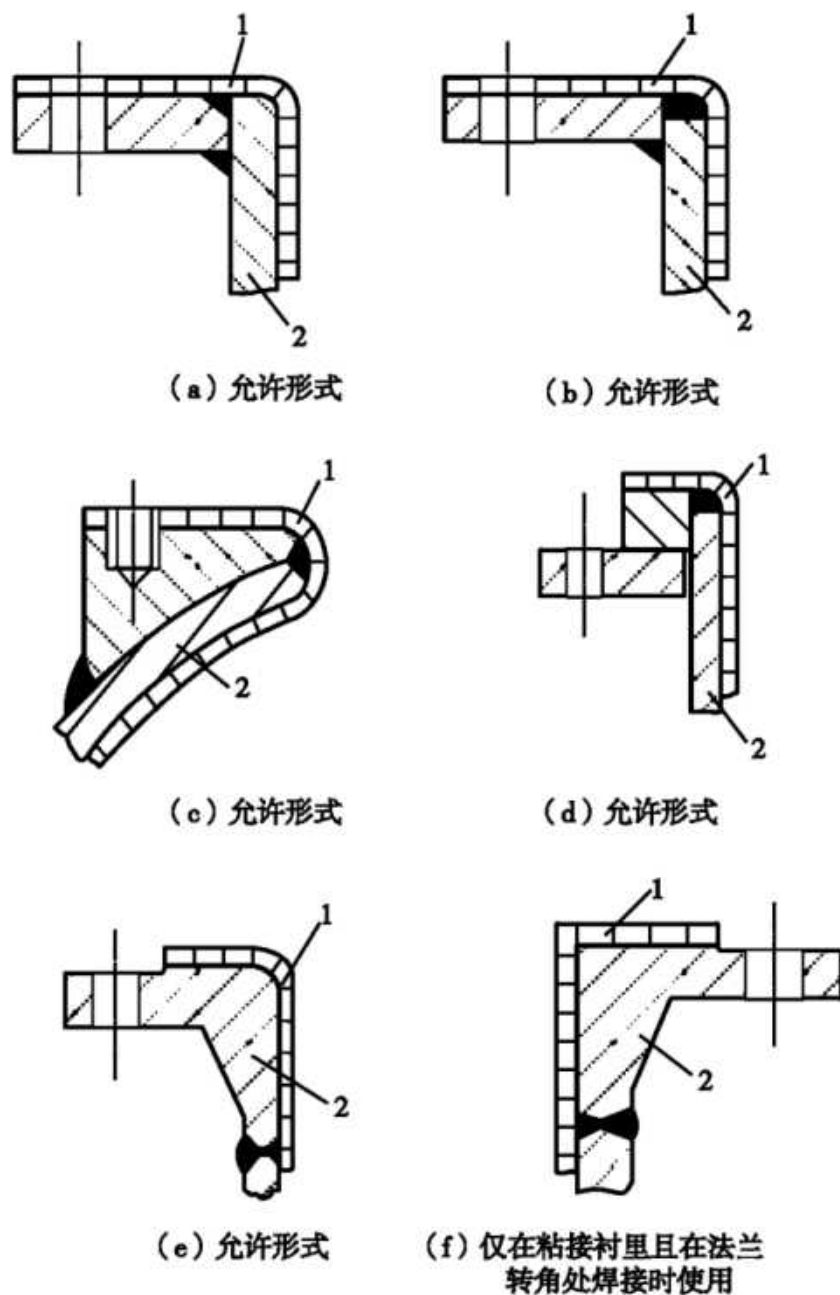


图 9.3.8-4 基体内封头与筒体的搭接形式

9 基体接管法兰和凸缘(图 9.3.8-5)可采用的允许形式;



1—衬里;2—基体

图 9.3.8-5 基体接管法兰和凸缘

10 设备衬里施工前,基体上的吊耳、垫板、连接板等预焊件应焊接完成,衬里完成后不得施焊;

11 基体的钻孔应在衬里施工前完成;

12 热塑性塑料衬里基体转角处的半径值应符合本标准第

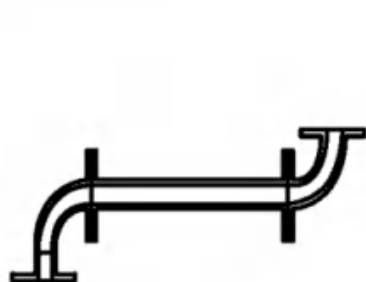
3.2.2 条的有关规定；

13 基体表面不得有划痕、点蚀坑、轧制等表面缺陷，其控制要求应符合本标准附录 A 和附录 B 的有关规定；

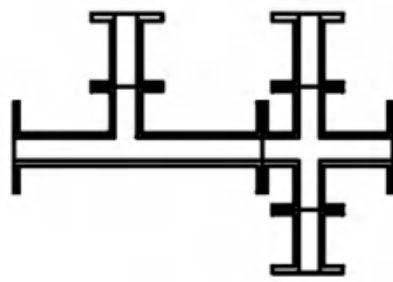
14 对旋转部件，在衬里施工前后均应进行动平衡试验，并应合格；

15 设备衬里施工前，应在设备底部和其他位置设置检漏孔。

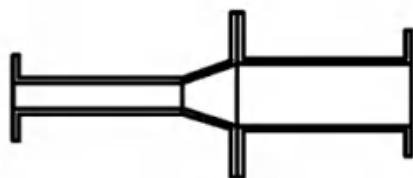
9.3.9 衬里管路设计应便于焊接接头、弯头和三通等表面的预处理，也应便于挤压方式的衬里施工。管路系统(图 9.3.9)应由直管、弯头和三通等组成，可按允许形式和不允许形式分类。



(a) 允许形式



(b) 允许形式



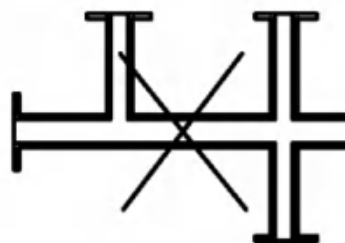
(c) 允许形式



(d) 不允许形式



(e) 不允许形式



(f) 不允许形式

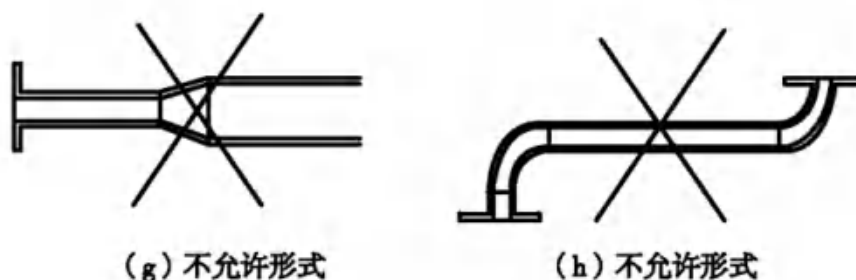


图 9.3.9 管路系统

9.3.10 当有负压工况时,热塑性塑料衬里设备应按现行行业标准《塑料衬里设备 衬里耐负压试验方法》HG/T 4093 的要求进行耐负压试验;热塑性塑料衬里管道的耐负压试验可按现行行业标准《塑料衬里复合钢管和管件》HG/T 2437 的有关规定执行。

9.3.11 在 20℃时,热塑性塑料衬里和基体间的拉拔剥离强度不得小于 5N/mm。

9.4 施 工

9.4.1 施工环境条件除应符合本标准第 3.5.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 环境温度宜为 15℃~30℃;
- 2 现场应干净;
- 3 施工宜在室内进行。

9.4.2 塑料材料应储存在干燥、洁净的仓库内。

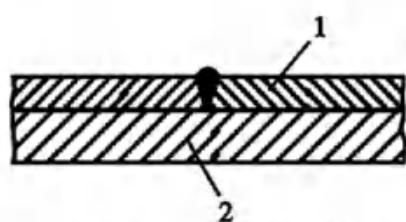
9.4.3 基体表面处理应符合下列规定:

- 1 待衬里的基体表面不得有油脂、临时保护物和粉笔记号等污染物,并可采用蒸汽脱脂;
- 2 需要粘接衬里的基体表面应进行喷射清理,基体表面处理等级应符合本标准表 4.2.2-1 的规定;
- 3 当喷射清理无法处理公称直径较小的管道时,可采用手工除锈;
- 4 喷射清理后,基体表面的所有灰尘、残留物和碎屑应扫除

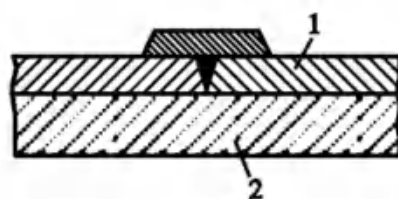
或真空清除。

9.4.4 衬里工艺应符合下列规定：

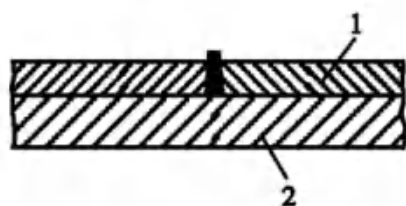
- 1 塑料板施工放线、下料应准确；在焊接或粘接前宜进行预拼；
- 2 粘接剂应在有效期内使用；
- 3 采用热固性树脂类粘接剂时，从衬里开始到粘接剂完全固化，粘接剂的温度不应低于 10°C ；
- 4 基体表面喷射清理后至衬里施工的间隔时间应符合本标准第 4.3.4 条的规定；
- 5 衬里板材应进行切割和热成型，衬里板材与基体之间应紧密粘接；应对转角部位进行热成型，不得在转角部位焊接；
- 6 衬里粘接到基体表面时，衬里和基体之间不得留有空气；
- 7 衬里塑料之间焊接前，应选择焊接材料和焊接工艺，焊接工艺应评定合格；
- 8 焊接接头表面应光滑平整，热塑性塑料衬里的焊接接头形式(图 9.4.4)应包括常用 V 形坡口焊接接头、带盖板的高强度要求的焊接接头、仅用于衬里前的焊接接头、用于筒体与平底的焊接接头、用于衬里接管处的角接接头。



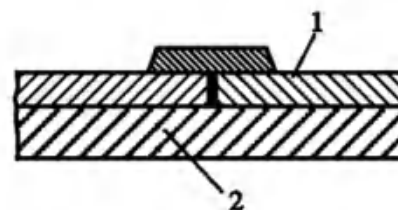
(a) 常用V形坡口焊接接头



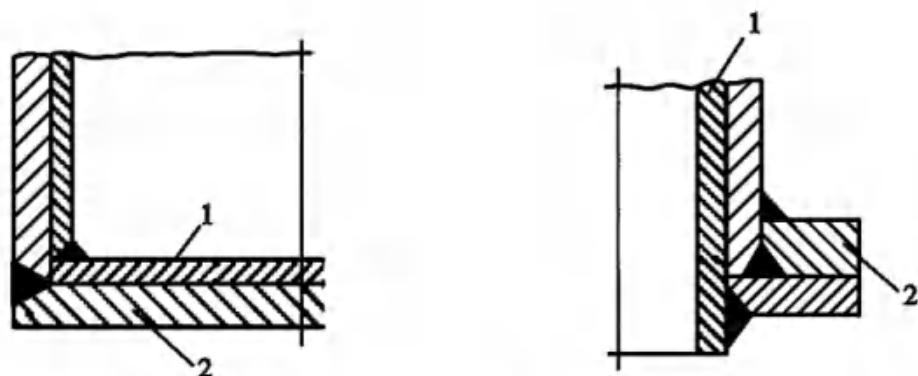
(b) 带盖板的高强度要求的焊接接头



(c) 仅用于衬里前的焊接接头



(d) 仅用于衬里前的焊接接头



(e) 用于筒体与平底的焊接接头

(f) 用于衬里接管处的角接接头

1—衬里,2—基体

图 9.4.4 热塑性塑料衬里的焊接接头形式

9.4.5 软聚氯乙烯板空铺法和压条螺钉固定法的施工应符合下列规定:

- 1 基体的内表面应光滑平整,无凸瘤凹坑等现象。
- 2 施工时应先铺衬立面,后铺衬底部;先衬筒体,后装支管。
- 3 支撑扁钢或压条下料应准确。棱角和焊接接头应磨平,支撑扁钢与设备内壁应撑紧,压条应采用螺钉拧紧,固定牢固。支撑扁钢或压条外应覆盖软聚氯乙烯板并焊牢。

4 当采用压条螺钉固定时,螺钉应呈三角形布置,立面行距宜为 400mm~500mm。

5 软聚氯乙烯板接缝应采用搭接,搭接宽度宜为 20mm~25mm,应采用热风焊枪熔融本体并加压焊接。焊接时,在上、下两板搭接内缝处,应每间隔 200mm 点焊固定,搭接外缝处应采用焊条满焊封缝。软聚氯乙烯板的焊接工艺参数宜符合表 9.4.5 的规定。

表 9.4.5 软聚氯乙烯板的焊接工艺参数

项目	指标
焊枪出口热风温度(℃)	165~170
焊接速度(mm/min)	400~500
焊枪与软板平面夹角(°)	20~30

9.4.6 软聚氯乙烯板粘接法的施工应符合下列规定:

- 1 软聚氯乙烯板的粘接可采用满涂粘接剂法或局部涂粘接

剂法,粘接剂的配合比应符合本标准第 9.2.4 条的规定。

2 板材接缝可采用粘接剂进行对接或搭接。

3 软聚氯乙烯板粘接前可采用酒精或丙酮进行处理,粘接面应打毛至无反光。

4 当采用局部涂粘接剂法时,应在接头的两侧涂覆粘接剂,软板中间粘接剂带的间距宜为 500mm,其宽度宜为 100mm~200mm。

5 粘接时应在软板和基体内壁上各涂覆粘接剂两遍,并应纵横交错进行。涂覆应均匀,不得漏涂。第二遍的涂覆应在第一遍粘接剂干至不粘手时进行,待第二遍粘接剂干至微粘手时,再进行软聚氯乙烯板的粘接。

6 粘接时,应顺次将粘接面间的气体排净,并应采用辊子进行压合,接缝处应压合紧密,不得出现剥离或翘角等缺陷。

7 当粘接剂不能满足耐腐蚀和强度要求时,应在接缝处采用焊条封焊或按本标准第 9.4.5 条第 5 款的规定执行。

8 粘接完成后应进行养护。养护时间应按粘接剂的固化时间确定。固化前不得震动或使用。

9.4.7 氟塑料(PTFE)板进行松衬法施工时,可先将氟塑料板焊成筒体,再进行衬装,并应翻边。松衬法宜衬装内径公称尺寸较小的设备。

9.4.8 氟塑料(PFA、FEP、ETFE、ECTFE 和 PVDF)板粘接法的施工应符合下列规定:

1 粘接时应在氟塑料板的过渡层和基体内壁上各涂覆粘接剂两遍,并应纵横交错进行。涂覆应均匀,不得漏涂。

2 粘接时,应顺次将粘接面间的气体排净,并应采用辊子进行压合,接缝处应压合紧密,不得有剥离或翘角。

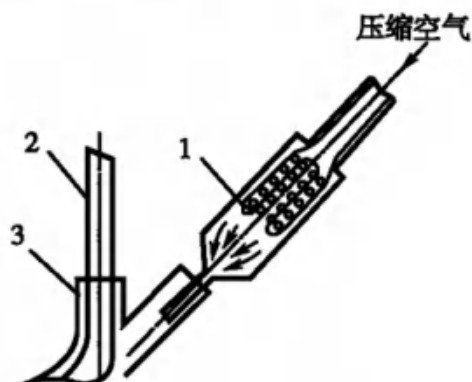
3 在接缝处应采用焊条封焊或板材搭接焊。

9.4.9 氟塑料板焊接成型可采用热风焊、挤出焊或热压焊。PFA、FEP、ETFE、ECTFE 和 PVDF 可采用热风焊、挤出焊,PTFE 可采用热压焊。

9.4.10 氟塑料(PFA、FEP、ETFE、ECTFE 和 PVDF)板的焊接应符合下列规定:

1 焊接工艺参数应经焊接工艺评定合格。

2 焊接部位应切成 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 的坡口,并应采用溶剂清洗焊口,焊条在焊接处宜呈 90° ,焊枪宜呈 45° (图 9.4.10-1)。



1—焊枪;2—焊条;3—焊头

图 9.4.10-1 热风焊和挤出焊

3 焊接速度宜为 $50\text{mm}/\text{min}\sim 100\text{mm}/\text{min}$ 。

4 板与板焊接形式宜采用 V 形坡口形式[图 9.4.10-2(a)、图 9.4.10-2(b)],高强度要求的板与板焊接的 V 形坡口上,宜采用板增强焊形式[图 9.4.10-2(c)]。圆筒与支管焊接形式宜采用 V 形坡口形式(图 9.4.10-3)。



(a) V形坡口形式(一)



(b) V形坡口形式(二)



(c) 板增强焊形式

图 9.4.10-2 板与板焊接形式

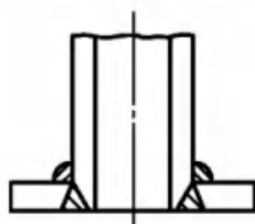


图 9.4.10-3 圆筒与支管焊接形式

9.4.11 氟塑料(PTFE)板的热压焊接应符合下列规定:

- 1 焊接工艺参数应经焊接工艺评定合格;
- 2 焊刀材料应采用导热性能好并具有一定刚性的金属材料;
- 3 焊刀几何结构(图 9.4.11-1)宜采用板与板焊接用长条焊刀和板与管焊接用圆筒形焊刀;

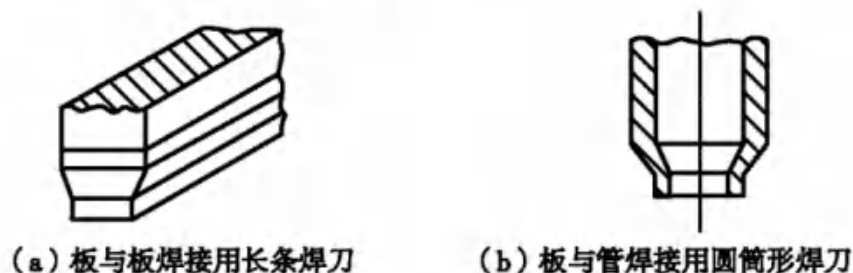


图 9.4.11-1 焊刀几何结构

- 4 热压焊焊接形式宜采用搭接形式(图 9.4.11-2);

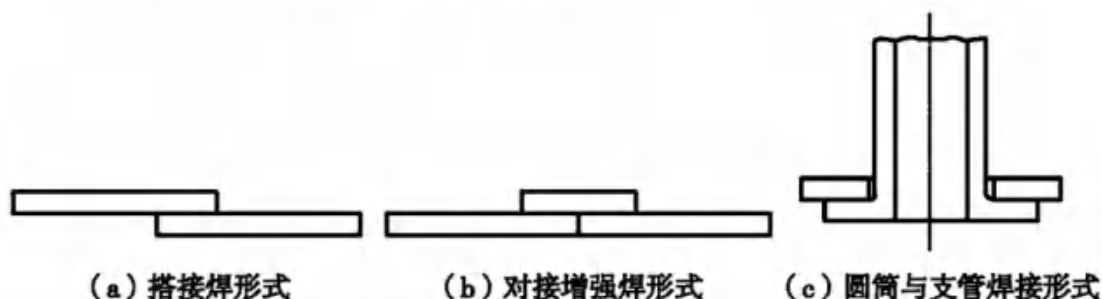


图 9.4.11-2 热压焊焊接形式

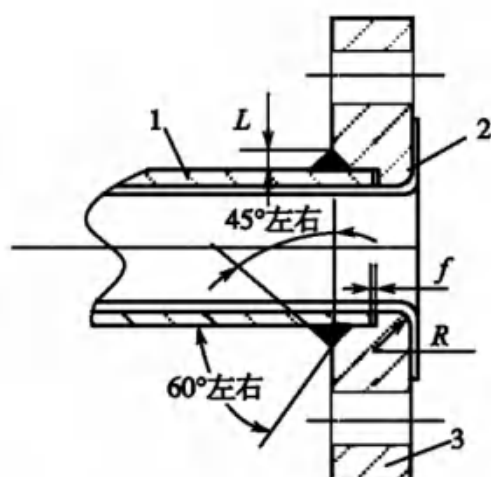
5 焊接温度宜为 $380^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 焊接压力宜为 $1.0\text{MPa} \sim 2.0\text{MPa}$, 焊接施压时间宜为 $4\text{h} \sim 8\text{h}$ 。

9.4.12 热塑性塑料衬里管道的施工宜采用松衬法, 松衬法宜包括挤压成型、模压成型、液压成型、推压烧结成型和缠绕烧结成型。

9.4.13 热塑性塑料衬里管的外径应与无缝钢管的内径相匹配。

9.4.14 无缝钢管两端宜采用板式平焊法兰、带颈平焊法兰或平焊环松套法兰焊接。

9.4.15 法兰与钢管连接处的转角应圆滑过渡。当设计压力不小于 1.0MPa 或公称直径不大于 300mm 时, 其圆弧、角焊焊缝高度及钢管和法兰的间隙(图 9.4.15)应符合表 9.4.15 的规定。



1—管子,2—热塑性塑料衬里,3—法兰

图 9.4.15 圆弧、角焊焊缝高度及钢管和法兰的间隙

表 9.4.15 圆弧、角焊焊缝高度及钢管和法兰的间隙值(mm)

管子公称直径 DN	圆弧 R	角焊焊缝高度 L	钢管和法兰的间隙 f
25~40	$1 \leq R \leq 2$	$4 \leq L \leq 9$	≤ 1
50~80	$1 \leq R \leq 3$	$5 \leq L \leq 10$	≤ 1
100~150	$2 \leq R \leq 4$	$5 \leq L \leq 11$	≤ 2
200~300	$2 \leq R \leq 5$	$6 \leq L \leq 12$	≤ 2

9.4.16 热塑性塑料衬里管道的翻边处应进行加热,并应压平。

9.4.17 当热塑性塑料衬里需要粘接到基体上时,应制订合理的施工措施方案和粘接剂固化条件。当需要检测耐温性能时,应按现行行业标准《塑料衬里设备 耐温试验方法》HG/T 4091 的有关规定执行。

9.4.18 热塑性塑料衬里在设计温度、最大使用温度与室温之间多次循环后,应粘接牢固,热胀冷缩试验应合格。

9.4.19 施工完成的热塑性塑料衬里应连续完整,不得有裂纹、气泡、针孔等缺陷。

9.4.20 当需要更换部分衬里时,应符合下列规定:

1 更换的衬里材料应与原有的衬里材料具有相同的类型和等级;

2 更换部分粘接在基体上的衬里时,其粘接剂应与原衬里一致;更换衬里的工艺应符合本标准第 9.4.4 条的有关规定。

9.4.21 当所有热塑性塑料衬里返修工作完成后,应进行电火花针孔检测,其他项目的检验应按本标准第 9.5 节的有关规定执行。

9.4.22 热塑性塑料衬里设备及管道的包装、储存、运输和安装除应符合本标准第 3.7 节的有关规定外,其储存温度不应低于 0℃。

9.5 检 验

9.5.1 聚氯乙烯类和聚烯烃类衬里设备的检查数量:每 5m²衬里面积应抽查 1 处,每处测点不得少于 3 个;当不足 5m²时,应按 5m²计。

9.5.2 氟塑料类衬里设备的衬里应全部检查。

9.5.3 热塑性塑料衬里管道的检查数量,应按管道衬里的数量抽查 10%。抽查的管道应包括直管、管件、最大公称直径或最大长度尺寸的管道。

9.5.4 热塑性塑料衬里的主要原材料的取样数量和质量判定应符合下列规定:

1 塑料板的取样,应从每批次到货的材料中,根据不同种类进行随机抽样检查;

2 粘接剂的取样,应从每批次到货的材料中,根据不同种类进行随机抽样检查;

3 当抽样检验结果有一项不合格时,应加倍抽样复检;当仍有一项指标不合格时,应判定该产品质量不合格。

I 主控项目

9.5.5 聚氯乙烯类、聚烯烃类、氟塑料衬里材料的质量应符合本标准表 9.2.2 和表 9.2.3 的有关规定。

检验方法:观察检查、检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

9.5.6 采用粘接法施工的粘接强度应符合本标准第 9.3.11 条的规定。

检验方法:采用相同衬里工艺的试板在相同条件下进行剥离强度试验,试验方法可按现行国家标准《高强度胶粘剂剥离强度的测定 浮辊法》GB/T 7122 的有关规定执行。检查材料检测报告或现场抽样的复检报告。

9.5.7 用于压力容器的衬里板材除应复检拉伸强度和断裂伸长率外,尚应进行电火花针孔检测,检测电压和探头行走速度应符合表 9.5.7 的规定。检测电压应在 0.5kV~20kV 之间,衬里层应无击穿现象。

表 9.5.7 检测电压和探头行走速度

材料	厚度(mm)							电火花探头的行走速度 (m/s)
	0.5~ 1.0	>1.0, 且≤1.5	>1.5, 且≤2.0	>2.0, 且≤2.5	>2.5, 且≤4.0	>4.0, 且≤6.0	>6.0, 且≤8.0	
	电压(kV)							
PTFE	5.0	6.5	8.0	10.0	11.5	13.0	15.0	0.05~0.20
PFA				9.0	10.0	12.0		
FEP								
ETFE、 ECTFE								
PVDF								
聚氯乙烯 和聚烯烃	—	—	—	8.0	9.0	10.0	10.0	0.30~0.60

检验方法:拉伸强度和断裂伸长率的测定应按现行国家标准《塑料 拉伸性能的测定 第2部分:模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2 的有关规定执行;检查材料的复检报告;采用高电压电火花检测仪进行针孔检测。

9.5.8 塑料管材的质量应符合本标准第 9.2.9 条的规定。

检验方法:观察检查、检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告。

9.5.9 热塑性塑料衬里设备在衬里施工前,应在设备底部和其他位置设置检漏孔进行 24h 的注水试验,且检漏孔内应无水渗出。

检验方法:检查压力试验报告和注水试验报告。

9.5.10 设备及管道基体表面处理等级应符合本标准表 4.2.2-1 和第 4.4.2 条的有关规定。

检验方法:观察检查和检查施工记录。

9.5.11 软聚氯乙烯板粘接前,应采用酒精或丙酮进行去污脱脂处理,粘接面应打毛至无反光。采用满涂粘接剂法时,厚度为 3mm 的板材脱落处不得大于 20cm^2 ,厚度为 $0.5\text{mm}\sim 1.0\text{mm}$ 的板材脱落处不得大于 10cm^2 ,各脱胶处间距不得小于 50cm。衬里与外壳贴合应紧密,不得有脱开、空层等现象。

检验方法:观察检查、尺量检查、检查粘接剂刷涂施工记录或采用橡胶锤轻击检查。

9.5.12 氟塑料(ETFE 和 PVDF)板热风焊和氟塑料(PTFE)板热压焊的焊缝强度应符合设计规定,表面应无针孔。

检验方法:观察检查和焊缝处进行 100% 的电火花针孔检查。

9.5.13 热塑性塑料衬里管道圆弧、角焊焊缝、钢管和法兰的间隙应符合本标准表 9.4.15 的规定。

检验方法:观察检查和尺量检查。

9.5.14 管道衬里翻边应平整,不宜有波浪面,翻边外圆最大直径应符合设计规定。

检验方法:观察检查和尺量检查。

9.5.15 设备及管道的热塑性塑料衬里应完好、无针孔。进行电火花针孔检测时,检测电压和探头行走速度应符合本标准表 9.5.7 的规定。

检验方法:采用电火花针孔检测仪检查。

9.5.16 进行压力试验的衬里设备及管道应符合下列规定:

1 压力容器钢壳应按现行国家标准《压力容器 第 4 部分:制造、检验和验收》GB/T 150.4 的要求进行压力试验,合格后方

可进行衬里施工;衬里完成后,热塑性塑料衬里设备的压力试验方法应符合现行行业标准《塑料衬里设备 水压试验方法》HG/T 4089 的有关规定;

2 压力管道应按现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 的规定进行压力试验,合格后方可进行衬里施工;

3 压力容器的热塑性塑料衬里,其液压试验压力应取设计压力的 1.25 倍,保压时间应为 30min,不得产生泄漏及破裂现象;

4 压力管道的热塑性塑料衬里,其液压试验压力应取设计压力的 1.5 倍,保压时间应为 10min,不得产生泄漏及破裂现象;

5 所有压力试验的压力表应在检定有效期内。

检验方法:检查压力试验报告和注水试验报告。

II 一般项目

9.5.17 软聚氯乙烯板施工放线和下料应准确;在焊接或粘接前应进行预拼。

检验方法:观察检查和尺量检查。

9.5.18 软聚氯乙烯板搭接缝焊接时,在上、下两板搭接内缝处应每 200mm 点焊固定后,再采用热风枪熔融本体加压焊接,搭接外缝处应采用焊条满焊封缝。

检验方法:观察检查和尺量检查。

9.5.19 在软聚氯乙烯板空铺法和压条螺钉固定法的施工中,设备内表面应光滑平整,并应无凸瘤凹坑等现象。施工尺寸应符合设计规定。

检验方法:观察检查、尺量检查和检查施工记录。

9.5.20 氟塑料(PFA、FEP、ETFE、ECTFE 和 PVDF)板的焊接坡口应符合设计规定,焊接速度和焊接工艺参数应满足焊接工艺评定的要求。

检验方法:观察检查,检查热风焊、挤出焊的焊接工艺规程及焊接工艺评定和检查施工记录。

9.5.21 氟塑料(PTFE)板热压焊的焊刀材料、几何结构和焊接工艺参数应满足焊接工艺评定的要求。

检验方法:观察检查、检查热压焊的焊接工艺规程及焊接工艺评定和检查施工记录。

9.5.22 衬里的外观质量应光滑平整,并应无可见的油污或碳化黑点。

检验方法:观察检查和采用5倍放大镜检查。

9.5.23 热塑性塑料衬里与外壳贴合应紧密,不得有明显的夹层或空隙。

检验方法:采用橡胶锤轻击检查。

9.5.24 当热塑性塑料衬里设备检验其耐温性能时,应按现行行业标准《塑料衬里设备 耐温试验方法》HG/T 4091的规定执行。

检验方法:观察检查和电火花针孔检查。

9.5.25 当热塑性塑料衬里设备在热循环工况下检验热胀冷缩性能时,应按现行行业标准《塑料衬里设备 热胀冷缩试验方法》HG/T 4092的规定执行。

检验方法:观察检查和电火花针孔检查。

9.5.26 热塑性塑料衬里设备及管道有负压工况时,应按现行行业标准《塑料衬里设备 衬里耐负压试验方法》HG/T 4093和《塑料衬里复合钢管和管件》HG/T 2437的有关规定进行耐负压试验。

检验方法:观察检查和电火花针孔检查。

10 玻璃鳞片衬里

10.1 一般规定

10.1.1 玻璃鳞片衬里适用于设备及管道、烟囱及烟道的内表面防护,也可用于砖板衬里的隔离层。

10.1.2 玻璃鳞片衬里适用的设计压力宜为 0~0.1MPa。

10.1.3 玻璃鳞片衬里的设计温度范围应根据鳞片衬里材料的允许使用温度范围确定。

10.1.4 衬里施工前的基体表面除应符合本标准第 3.2 节和第 3.3 节的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 基体表面与内外支撑件之间的焊接应完成;

2 衬里侧焊缝、焊瘤、弧坑、焊渣应打磨平整,焊缝高度不得超过 1.0mm。

10.1.5 玻璃鳞片衬里的设计条件应符合本标准第 3.4 节的有关规定。

10.2 材料

10.2.1 玻璃鳞片衬里可分为乙烯基酯树脂类、双酚 A 型不饱和聚酯树脂类和环氧树脂类,其树脂质量和树脂稀释剂的选用应符合本标准第 5.2.1 条和第 5.2.3 条的有关规定。当有阻燃性能要求时,应选用同类型阻燃树脂。

10.2.2 玻璃鳞片的质量应符合现行行业标准《中碱玻璃鳞片》HG/T 2641 的有关规定。

10.2.3 玻璃鳞片衬里的原材料应包括底涂层涂料、玻璃鳞片胶泥料、封面料和玻璃鳞片涂料,且各层之间应配套。

10.2.4 玻璃鳞片衬里采用的固化体系应与树脂类型相配套,且

质量应符合本标准第 5.2.2 条的规定；当采用乙烯基酯树脂类或双酚 A 型不饱和聚酯树脂类玻璃鳞片衬里时，经工厂加工的底涂层涂料、玻璃鳞片胶泥料、封面料和玻璃鳞片涂料应含有促进剂。

10.2.5 乙烯基酯树脂类、双酚 A 型不饱和聚酯树脂类玻璃鳞片胶泥施工滚压用溶剂应为苯乙烯；环氧树脂类玻璃鳞片胶泥施工滚压用溶剂应为无水乙醇或丙酮。

10.2.6 当玻璃鳞片衬里与同类型树脂的纤维增强塑料复合使用时，纤维织物的质量应符合本标准第 5.2.4 条～第 5.2.7 条的规定。

10.2.7 玻璃鳞片胶泥料和玻璃鳞片涂料的质量应符合表 10.2.7 的规定。

表 10.2.7 玻璃鳞片胶泥料和玻璃鳞片涂料的质量

项 目		玻璃鳞片胶泥	玻璃鳞片涂料
在容器中状态		在搅拌混合物时，应无结块、无杂质	
施工工艺性		刮抹无障碍、不流挂	喷、滚、刷涂无障碍、不流挂
密度(g/cm ³)		1.30~1.55	1.10~1.40
表干时间 (25℃， min)	乙烯基酯树脂类和 双酚 A 型不饱和 聚酯树脂类	≤60，不粘手、不变形	≤90，不粘手、不变形
	环氧树脂类	≤180，不粘手、不变形	≤240，不粘手、不变形

10.2.8 玻璃鳞片衬里制成品的质量应符合表 10.2.8 的规定。

表 10.2.8 玻璃鳞片衬里制成品的质量

项 目	乙烯基酯 树脂类	双酚 A 型不饱和 聚酯树脂类	环氧树脂类
拉伸强度(MPa)	≥25.0	≥23.0	≥25.0
弯曲强度(MPa)	≥40.0	≥40.0	≥40.0
底涂层附着力(拉开法,MPa)	≥8.0	≥8.0	≥8.0

续表 10.2.8

项 目	乙烯基酯树脂类	双酚 A 型不饱和聚酯树脂类	环氧树脂类
巴柯尔硬度	≥40	≥40	≥42
耐磨性(g,cs-17w,1000g,500r)	≤0.050	≤0.050	≤0.050
线膨胀系数($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	≤3.0	≤3.0	≤3.0
阻燃性能(OI)	≥32	≥32	≥32
冷热交替试验	设计温度(30min)~常温的水(10min) 循环 10 次,无裂缝、剥离		

注:当有阻燃性能要求时,采用氧指数(OI)指标。

10.2.9 玻璃鳞片衬里主要原材料和制成品质量的试验方法应符合本标准附录 L 的有关规定。

10.3 设 计

10.3.1 玻璃鳞片衬里的设计温度可按表 10.3.1 确定。

表 10.3.1 玻璃鳞片衬里的设计温度

衬里类型	产品名称	设计温度($^{\circ}\text{C}$)	
		液相	气相
乙烯基酯树脂类	甲基丙烯酸乙烯基酯型鳞片胶泥、涂料	≤80	≤100
	酚醛环氧乙烯基酯型鳞片胶泥、涂料	≤100	≤130
	甲基丙烯酸溴化乙烯基酯型鳞片胶泥、涂料	≤80	≤100
不饱和聚酯树脂类	双酚 A 型不饱和聚酯树脂型鳞片胶泥、涂料	≤70	≤90
环氧树脂类	双酚 A 环氧型鳞片胶泥、涂料	≤60	≤80

注:气相指水分含量为 10% 以下。

10.3.2 玻璃鳞片衬里耐腐蚀性能的确定除应符合本标准第3.4.3条的规定外,尚应符合下列规定:

1 当采用现场挂片或实验室试验验证时,耐腐蚀性能的评定宜按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB/T 50224 的有关规定执行;

2 玻璃鳞片衬里不适用于含氟类腐蚀介质的防护。

10.3.3 玻璃鳞片衬里应包括下列内容:

1 玻璃鳞片胶泥衬里,其构造应为底涂层、玻璃鳞片胶泥、封面层;

2 玻璃鳞片涂料衬里,其构造应为底涂层、玻璃鳞片涂料(面涂)层。

10.3.4 玻璃鳞片衬里厚度可按表 10.3.4 确定。

表 10.3.4 玻璃鳞片衬里厚度

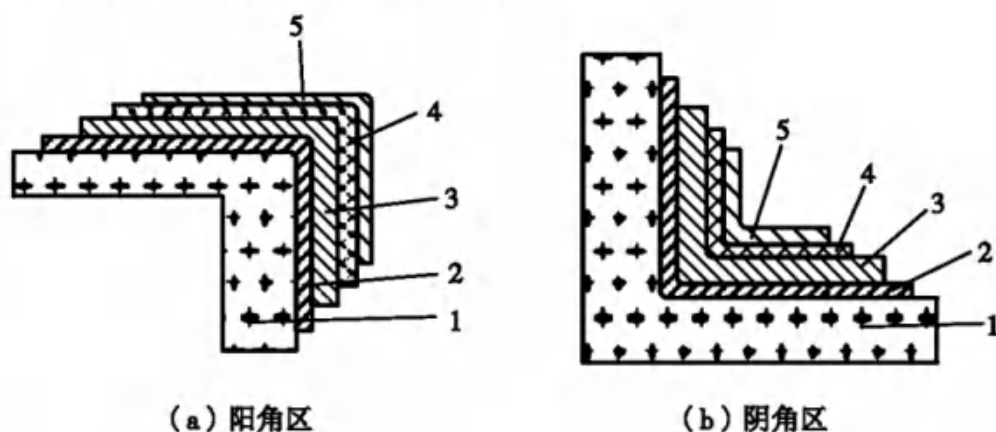
类 型	使用温度	衬里厚度(mm)	适用场合
玻璃鳞片胶泥	≤液相设计温度	1.5~2.5	脱硫、脱酸塔、排气处理用塔槽,其他设备及管道
	≤气相设计温度	1.0~2.0	烟道及烟囱、烟气换热器(GGH)、水处理用塔槽、酸槽
玻璃鳞片涂料	常温	0.30~0.50	钢铁厂高炉煤气管道、石油储罐、海水储罐、水储罐等
	≤60℃	0.50~0.80	

10.3.5 玻璃鳞片衬里可与纤维增强塑料衬里、树脂耐磨胶泥复合使用。树脂耐磨胶泥的性能应符合本标准表 K.0.2 的规定。

10.3.6 玻璃鳞片衬里与基体上的接管、阴阳角、开孔等连接部位应采用纤维增强塑料局部加强。

10.3.7 设备阴阳角区衬里构造(图 10.3.7)应采用玻璃鳞片衬里与纤维增强塑料的复合结构,纤维增强塑料宜为 1 层~2 层,增

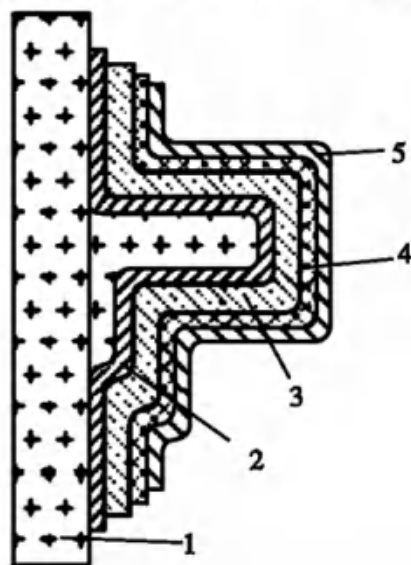
强范围应为沿尖角方向各 300mm。



1—基体;2—底涂层;3—玻璃鳞片胶泥层;4—纤维增强塑料层;5—封面层

图 10.3.7 设备阴阳角区衬里构造

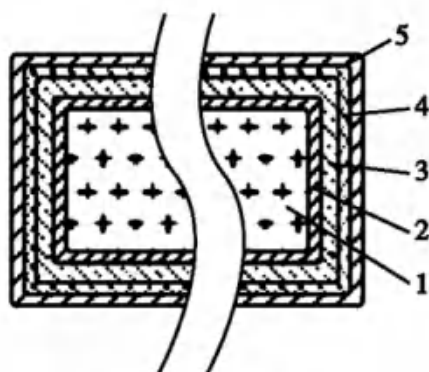
10.3.8 设备内支撑区衬里构造(图 10.3.8)应采用玻璃鳞片衬里与纤维增强塑料的复合结构,纤维增强塑料宜为 2 层,增强范围应为全结构,并自内支撑架焊缝外延 100mm。



1—基体;2—底涂层;3—玻璃鳞片胶泥层;4—纤维增强塑料层;5—封面层

图 10.3.8 设备内支撑区衬里构造

10.3.9 设备内支撑梁区衬里构造(图 10.3.9)应采用纤维增强塑料层包覆玻璃鳞片衬里层结构,纤维增强塑料宜为 1 层~2 层。当处于重度磨损区时,应在纤维增强塑料层外增加耐磨胶泥层。

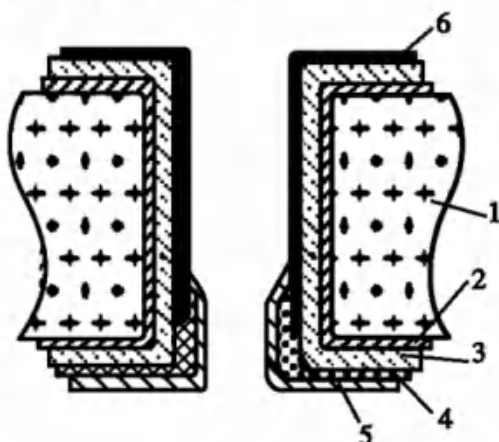


1—基体;2—底涂层;3—玻璃鳞片胶泥层;4—纤维增强塑料层;5—封面层

图 10.3.9 设备内支撑梁区衬里构造

10.3.10 设备接管区衬里构造应符合下列规定:

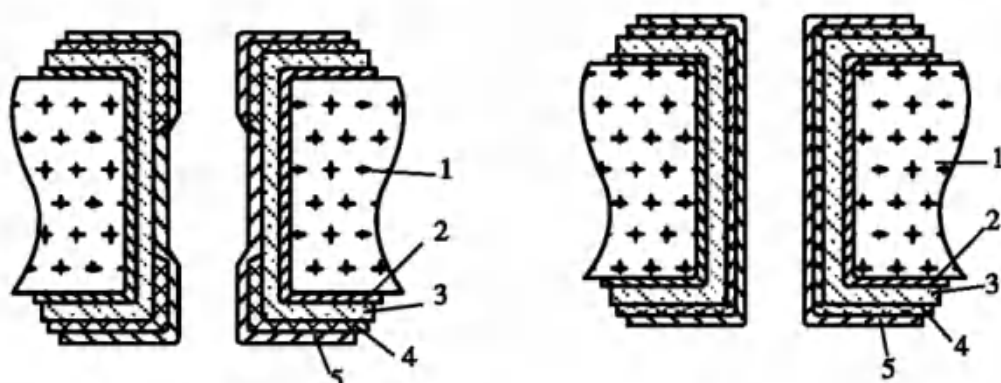
1 DN200 及以下接管,应采用纤维增强塑料预制插管与玻璃鳞片衬里的复合结构(图 10.3.10-1),纤维增强塑料预制插管的壁厚应大于 1.2mm,管长应比设备接管长 10mm,其法兰外径应与设备接管法兰外径相同,与设备接管间隙不应小于 1.5mm,间隙应采用玻璃鳞片胶泥填充。



1—基体;2—底涂层;3—玻璃鳞片胶泥层;4—纤维增强塑料层;
5—封面层;6—纤维增强塑料预制插管

图 10.3.10-1 纤维增强塑料预制插管与玻璃鳞片衬里的复合结构

2 DN200 以上接管,采用玻璃鳞片衬里与纤维增强塑料的复合结构(图 10.3.10-2),当管长小于 250mm 时,接管应采用纤维增强塑料全部加强;当管长大于 250mm 时,接管两端宜采用纤维增强塑料局部加强。



(a) 纤维增强塑料局部加强

(b) 纤维增强塑料全部加强

1—基体;2—底涂层;3—玻璃鳞片胶泥层;4—纤维增强塑料层;5—封面层

图 10.3.10-2 玻璃鳞片衬里与纤维增强塑料的复合结构

10.3.11 当管道内径小于 300mm 且长度大于 1200mm 时,宜采用玻璃纤维增强塑料预制插管与玻璃鳞片衬里的复合结构。

10.4 施 工

10.4.1 施工环境条件除应符合本标准第 3.5.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 当采用乙烯基酯树脂类或双酚 A 型不饱和聚酯树脂类玻璃鳞片衬里时,施工环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$;当采用环氧树脂类玻璃鳞片衬里时,施工环境温度宜为 $10^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$;

2 施工环境相对湿度不宜大于 80%;

3 当温度低于本条第 1 款规定的温度下限时,应采取加热保温措施,且不得采用明火直接加热。

10.4.2 施工现场应采取通风措施。

10.4.3 在施工和养护期间,应采取防水、防火、防曝晒等措施。

10.4.4 衬里材料应密闭储存在阴凉、干燥的通风处,并应防火。纤维增强材料应防潮储存。

10.4.5 衬里施工前应根据施工环境温度、湿度、原材料特性,通过试验选定施工配合比。

10.4.6 衬里施工开始后,不得进行焊接作业,施工现场不得使用

明火。

10.4.7 基体表面处理的质量要求应符合下列规定：

- 1 基体表面处理等级应符合本标准表 4.2.2-1 的规定；
- 2 基体表面处理的粗糙度等级应符合本标准表 4.2.3 的“砂粒磨料”“中级”规定；
- 3 基体表面处理后的可溶性氯化物残留量应符合本标准第 4.3.2 条的规定。

10.4.8 基体表面处理完成后，涂装底涂层涂料的间隔时间应符合本标准第 4.3.4 条的规定。

10.4.9 底涂层的施工应符合下列规定：

- 1 在底涂层涂料中按比例加入固化剂后，应搅拌均匀，并应在初凝前用完；
- 2 底涂层涂料的施工宜采用刷涂或滚涂，不得漏涂；
- 3 当采用 2 层底涂层涂料施工时，底涂层涂料的施工间隔时间宜符合表 10.4.9 的规定。

表 10.4.9 底涂层涂料的施工间隔时间

类 型	环境温度(℃)	最短施工间隔(h)	最长施工间隔(h)
乙烯基酯树脂类、双酚 A 型不饱和聚酯树脂类	10	10	48
	20	5	36
	30	3	24
环氧树脂类	10	24	72
	20	12	48
	30	6	24

10.4.10 玻璃鳞片胶泥层的施工应符合下列规定：

- 1 在玻璃鳞片胶泥料中按比例加入固化剂后，宜在真空度不低于 0.08MPa 的搅拌机中搅拌均匀，配制好的玻璃鳞片胶泥料应在初凝前用完；
- 2 第一层玻璃鳞片胶泥的施工应在底涂层施工完成且指触

表干或 12h 后进行；

3 玻璃鳞片胶泥宜采用人工涂抹(刮抹)的方法进行施工,应将玻璃鳞片胶泥摊铺在底涂层表面,用抹刀(或刮板)单向有序、均匀地涂抹；

4 单道玻璃鳞片胶泥衬里的施工厚度,在初凝后宜为 $1.0\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ ；

5 滚压作业应与涂抹施工同步进行；在初凝前,应采用沾有适量溶剂的羊毛辊单向滚压至胶泥层光滑均匀,滚压方向应与涂抹(刮抹)玻璃鳞片胶泥的方向一致；溶剂的选用应符合本标准第 10.2.5 条的规定；

6 同层涂抹的端部界面连接,应采用斜槎搭接方式；

7 当采用 2 层涂抹施工时,玻璃鳞片胶泥的施工间隔时间应符合本标准表 10.4.9 的规定,2 层胶泥料的涂抹方向宜相互垂直；

8 玻璃鳞片胶泥涂抹达到设计规定的厚度后,再进行封面层或其他后续层的施工。

10.4.11 局部加强的纤维增强塑料层的施工应符合下列规定：

1 纤维增强塑料层应采用与玻璃鳞片胶泥相同的树脂胶料；

2 局部纤维增强区的玻璃鳞片衬里表面应打磨平整,并应采用本标准第 10.2.5 条规定的溶剂清洗干净,再按涂覆树脂胶料、贴衬纤维布(毡)的顺序进行施工；

3 在纤维增强塑料材料指触表干或施工 12h 后,应将纤维增强塑料材料的毛边、气泡或脱层等清除干净,并应采用玻璃鳞片胶泥填平补齐；

4 纤维增强塑料层达到设计规定的厚度后,再进行封面层或其他后续层的施工。

10.4.12 玻璃鳞片胶泥封面层的施工应符合下列规定：

1 封面料应采用与玻璃鳞片胶泥相同的树脂胶料；

2 在封面料中应按比例加入固化剂搅拌均匀,配制好的封面料应在初凝前用完；

3 封面料施工可采用刷涂和滚涂,应均匀涂覆到玻璃鳞片胶泥层和局部加强的纤维增强塑料层表面;

4 当采用乙烯基酯树脂或双酚 A 型不饱和聚酯树脂类封面料时,最后一层封面料中应含有苯乙烯蜡液。

10.4.13 玻璃鳞片涂料(面涂)层的施工应符合下列规定:

1 在玻璃鳞片涂料中应按比例加入固化剂搅拌均匀,配制好的玻璃鳞片涂料应在初凝前用完;

2 施工应采用高压无气喷涂,也可采用刷涂和滚涂,应均匀涂覆到底涂层表面;高压无气喷涂一次厚度不宜超过 0.6mm;

3 当采用乙烯基酯树脂或双酚 A 型不饱和聚酯树脂类玻璃鳞片涂料时,最后一层玻璃鳞片涂料中应含有苯乙烯蜡液;

4 当采用多层玻璃鳞片涂料施工时,涂装的间隔时间宜符合本标准表 10.4.9 的规定。

10.4.14 玻璃鳞片衬里的固化养护时间宜符合表 10.4.14 的规定。养护期内不得在衬里表面进行施工作业或踩踏。

表 10.4.14 玻璃鳞片衬里的固化养护时间

类 型	环境温度(℃)	固化养护时间(d)
乙烯基酯树脂类、 双酚 A 型不饱和 聚酯树脂类	10	≥20
	20	≥10
	30	≥5
环氧树脂类	10	≥28
	20	≥14
	30	≥7

10.4.15 当玻璃鳞片衬里需进行热处理时,热处理温度及升温或保温时间宜按表 10.4.15 确定,并应严格控制升降温速度,不得局部过热。当热处理最高温度超过表 10.4.15 规定时,应经试验确定。

表 10.4.15 玻璃鳞片衬里热处理温度及保温时间

树脂类型		常温 固化 时间 (h)	热处理温度										降温范围
			常温~ 40℃	40℃	40℃~ 60℃	60℃	60℃~ 80℃	80℃	80℃~ 100℃	100℃	100℃~ 130℃	130℃	速度
			升温或保温时间(h)										15℃/h
乙烯基 酯树脂 类	甲基丙烯酸乙 烯基酯型鳞片胶 泥、涂料	≥24	1	1	2	1	2	1	2	2	—	—	100℃~ 常温
	酚醛环氧型鳞 片胶泥、涂料	≥24	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2	130℃~ 常温
	甲基丙烯酸含 溴乙烯基酯型鳞 片胶泥、涂料	≥24	1	1	2	1	2	1	2	2	—	—	100℃~ 常温
不饱和 聚酯树 脂类	双酚 A 型不饱 和聚酯树脂型鳞 片胶泥、涂料	≥24	1	1	2	1	2	2~4	—	—	—	—	80℃~ 常温
环氧树 脂类	双酚 A 环氧型 鳞片胶泥、涂料	≥24	1	2	2	2	2	6~12	—	—	—	—	80℃~ 常温

10.5 检 验

10.5.1 玻璃鳞片衬里的检查数量应符合本标准第 4.4.1 条的规定。

10.5.2 树脂类主要原材料和制成品的取样数量和质量判定应符合本标准第 5.5.2 条和第 5.5.3 条的有关规定。

I 主控项目

10.5.3 乙烯基酯树脂、双酚 A 型不饱和聚酯树脂和环氧树脂材料的质量应符合本标准第 5.2.1 条的有关规定。

检验方法:检查材料检测报告或现场抽样的复检报告。

10.5.4 玻璃鳞片衬里制成品的质量要求应符合本标准表 10.2.8 的规定。

检验方法:检查材料检测报告或现场抽样的复检报告。现场应采用拉开法检测底涂层与平行试板的附着力。

10.5.5 玻璃鳞片衬里层的表面应平整,颜色应均匀,并应无明显凹凸、漏涂、流淌、气泡或裂纹。面层与基体表面粘结应牢固,并应无起壳或脱层等现象。

检验方法:观察检查和采用木锤轻击检查。

检查数量:全部检查。

10.5.6 玻璃鳞片衬里层的表面应固化完全,应无发黏现象。硬度值应符合设计规定或大于供应商产品指标值的 90%。

检验方法:表面固化度采用浸湿稀释剂的布擦拭方法检查。硬度应按现行国家标准《增强塑料巴柯尔硬度试验方法》GB/T 3854 的规定进行检查。

10.5.7 玻璃鳞片衬里层的厚度检测应符合设计规定,衬里厚度的允许偏差应为设计规定值的-10%~50%。

检验方法:采用磁性测厚仪检查。

10.5.8 玻璃鳞片衬里层应进行电火花针孔检测,玻璃鳞片胶泥衬里的检测电压不宜小于 3000V/mm;玻璃鳞片涂料衬里的检测

电压不宜小于 400V/0.10mm; 探头移动速度宜为 0.3m/s ~ 0.5m/s, 衬里层应无击穿现象。

检验方法: 采用电火花针孔检测仪检查。

检查数量: 全部检查。

II 一般项目

10.5.9 施工环境条件应符合本标准第 10.4.1 条的规定。

检验方法: 采用温度计、湿度计检查和检查施工记录。

10.5.10 玻璃鳞片胶泥料和玻璃鳞片涂料的质量要求应符合本标准表 10.2.7 的规定。

检验方法: 观察检查和检查材料检测报告。

10.5.11 玻璃鳞片衬里不同温度下的施工间隔时间应符合本标准表 10.4.9 的规定。

检验方法: 检查施工记录。

10.5.12 不同环境温度下玻璃鳞片衬里的固化养护时间应符合本标准表 10.4.14 的规定。

检验方法: 检查施工记录。

10.5.13 当玻璃鳞片衬里需要进行热处理时, 热处理温度及保温时间应符合本标准表 10.4.15 的规定, 并应严格控制升降温速度, 不得局部过热。

检验方法: 检查热处理记录。

11 喷涂聚脲衬里

11.1 一般规定

- 11.1.1 喷涂聚脲衬里适用于常压设备及管道的内表面防护。
- 11.1.2 喷涂聚脲衬里的设计温度宜为 $0^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。
- 11.1.3 设备及管道的基体要求应符合本标准第 3.2 节和第 3.3 节的有关规定。
- 11.1.4 基体表面处理方法和处理质量等级应符合本标准第 4.2.1 条和第 4.2.2 条的规定；基体表面处理后的粗糙度等级应符合本标准第 4.2.3 条的规定。
- 11.1.5 预制的管道和拼装式设备，应在焊接一侧预留 $120\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 的拼装焊接宽度。

11.2 材 料

- 11.2.1 喷涂聚脲衬里的原材料应包括底涂层涂料、喷涂聚脲料、聚脲修补料和聚脲层间处理剂。
- 11.2.2 底涂层涂料的选用和底涂层的性能应符合下列规定：
- 1 底涂层涂料宜选用常温固化的环氧树脂体系或聚氨酯树脂体系；
 - 2 底涂层涂料应与喷涂聚脲料匹配；
 - 3 底涂层涂料施工后的养护时间应符合材料施工指南的规定；
 - 4 底涂层的附着力性能应符合表 11.2.2 的规定。

表 11.2.2 底涂层的附着力性能

项 目	指标(MPa)
底涂层与基体	≥ 3.5
底涂层与喷涂聚脲层	≥ 3.5

11.2.3 喷涂聚脲料的产品质量应符合现行行业标准《喷涂聚脲防护材料》HG/T 3831 的有关规定。

11.2.4 聚脲修补料适用于喷涂聚脲料涂层表面的针孔修补和面积不大于 0.5m^2 的缺陷修补,其质量应符合下列规定:

1 聚脲修补料的产品质量应符合现行行业标准《喷涂型聚脲防护材料涂装工程技术规范》HG/T 20273 的有关规定;

2 聚脲修补料的涂层质量应符合表 11.2.4 的规定。

表 11.2.4 聚脲修补料的涂层质量

项 目	指 标
邵氏 A 硬度	≤ 90
拉伸强度(MPa)	≥ 4.0
断裂伸长率(%)	≥ 20
与基体的附着力(MPa)	≥ 3.5

11.2.5 聚脲层间处理剂与基体的附着力检测应按现行国家标准《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210 的有关规定执行,其检测值不得小于 3.5MPa 。

11.2.6 喷涂聚脲衬里耐腐蚀性能的确定应符合本标准第 3.4.3 条的规定;常温下喷涂聚脲衬里的耐腐蚀性能等级可按表 11.2.6 确定。

表 11.2.6 常温下喷涂聚脲衬里的耐腐蚀性能等级

介质名称	性能	介质名称	性能
10%盐酸	耐	10%氢氧化钠	耐
10%硫酸	耐	10%氢氧化钾	耐
5%硝酸	不耐	碳酸钠(饱和液)	耐
10%醋酸	耐	氯化钠(饱和液)	耐
10%磷酸	耐	硫酸钠(饱和液)	耐
氢氟酸	不耐	亚硫酸钠(饱和液)	耐