

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50726 - 2011

工业设备及管道防腐蚀工程施工规范

Code for anticorrosive engineering construction of
industrial equipment and pipeline

2011 - 08 - 26 发布

2012 - 06 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

工业设备及管道防腐蚀工程施工规范

中国计划出版社



统一书号: 1580177·803

定 价: 36.00 元

S/N: 1580177·803



158017780307 >

中华人民共和国国家标准

工业设备及管道防腐蚀工程施工规范

Code for anticorrosive engineering construction of
industrial equipment and pipeline

GB 50726 - 2011

主编部门：中国工程建设标准化协会化工分会

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 1 2 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1142 号

关于发布国家标准 《工业设备及管道防腐工程施工规范》的公告

现批准《工业设备及管道防腐工程施工规范》为国家标准,编号为 GB 50726—2011,自 2012 年 6 月 1 日起实施。其中,第 3.1.5、3.1.7、15.0.5、15.0.9(3、4、6)、15.0.10(4、5、6)、15.0.11(2、3、4、5、6、7)、15.0.12(3、6)、15.0.14、16.0.1(4)、16.0.2(6)、16.0.3(4)条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一一年八月二十六日

中华人民共和国国家标准 工业设备及管道防腐工程施工规范

GB 50726-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 6 印张 150 千字

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—10100 册

☆

统一书号:1580177·803

定价:36.00 元

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设国家标准制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标[2006]136 号)的要求,由中国石油和化工勘察设计协会和全国化工施工标准化管理中心站会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,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,最后经审查定稿。

本规范共分 17 章和 4 个附录,主要内容是总则、术语、基本规定、基体表面处理、块材衬里、纤维增强塑料衬里、橡胶衬里、塑料衬里、玻璃鳞片衬里、铅衬里、喷涂聚脲衬里、氯丁胶乳水泥砂浆衬里、涂料涂层、金属热喷涂层、安全技术、环境保护技术措施、工程交接等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国工程建设标准化协会化工分会负责日常管理,由全国化工施工标准化管理中心站负责具体技术内容的解释。本规范执行过程中如有意见或建议,请寄送全国化工施工标准化管理中心站(地址:河北省石家庄市桥东区槐安东路 28 号仁和商务 1-1-1107 室;邮政编码:050020),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国石油和化工勘察设计协会
全国化工施工标准化管理中心站

参编单位:中国化学工程第三建设有限公司

上海富晨化工有限公司

华东理工大学

中国二十冶集团有限公司

山西省防腐蚀学会

中油吉林化建工程有限公司

沁阳华美有限公司

温州赵氟隆有限公司

上海瑞鹏化工材料科技有限公司

大连化工研究设计院

中冶建筑研究总院有限公司

凯迪西北橡胶有限公司

兰州瑞麟防腐有限责任公司

杭州顺豪橡胶工程有限公司

湖北华宁防腐技术股份有限公司

上海沪能防腐隔热工程技术有限公司

参加单位:中化二建集团有限公司

上海市闵行区科协腐蚀专业委员会

沁阳平原胶泥厂

上海化坚隔热防腐工程有限公司

上海顺缔聚氨酯有限公司

主要起草人:芦天 李相仁 陆士平 黄金亮 杨友军

侯锐钢 陈鸿章 陈国龙 柴华敏 王永飞

王东林 李彦海 姜景波 谢刚 李烨

张庆虎 石文明 余健 崔维汉

主要审查人:何进源 唐向明 沈悦峰 沈志聪 张诗光

余波 王娟 潘施宏 刘全好 于汉生

庄继勇 王逊 王瑞军 王丽霞 李靖波

陈庆林

目次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(3)
3.1 一般规定	(3)
3.2 基体要求	(4)
3.3 焊缝的要求和处理	(4)
4 基体表面处理	(6)
4.1 一般规定	(6)
4.2 喷射或抛射处理	(7)
4.3 手工或动力工具处理	(9)
5 块材衬里	(10)
5.1 一般规定	(10)
5.2 原材料和制成品的质量要求	(11)
5.3 胶泥的配制	(14)
5.4 胶泥衬砌块材	(15)
6 纤维增强塑料衬里	(18)
6.1 一般规定	(18)
6.2 原材料和制成品的质量要求	(19)
6.3 胶料的配制	(20)
6.4 施工	(21)
7 橡胶衬里	(24)
7.1 一般规定	(24)
7.2 原材料的质量要求	(26)
7.3 加热硫化橡胶衬里	(27)

7.4	自然硫化橡胶衬里	(31)
7.5	预硫化橡胶衬里	(33)
8	塑料衬里	(35)
8.1	一般规定	(35)
8.2	原材料的质量要求	(35)
8.3	软聚氯乙烯板衬里	(36)
8.4	氟塑料板衬里设备	(38)
8.5	塑料衬里管道	(40)
9	玻璃鳞片衬里	(42)
9.1	一般规定	(42)
9.2	原材料和制成品的质量要求	(42)
9.3	施工	(44)
10	铅衬里	(47)
10.1	一般规定	(47)
10.2	原材料的质量要求	(47)
10.3	焊接	(48)
10.4	衬铅施工	(50)
10.5	搪铅施工	(53)
11	喷涂聚脲衬里	(55)
11.1	一般规定	(55)
11.2	原材料和涂层的质量要求	(55)
11.3	施工	(57)
12	氯丁胶乳水泥砂浆衬里	(60)
12.1	一般规定	(60)
12.2	原材料和制成品的质量要求	(60)
12.3	砂浆的配制	(61)
12.4	施工	(61)
13	涂料涂层	(63)
13.1	一般规定	(63)

13.2	涂料的配制及施工	(63)
14	金属热喷涂层	(68)
14.1	一般规定	(68)
14.2	原材料的质量要求	(69)
14.3	施工	(69)
15	安全技术	(72)
16	环境保护技术措施	(75)
17	工程交接	(77)
附录 A	基体表面粗糙度比较样块的制作	(83)
附录 B	原材料的质量指标	(84)
附录 C	原材料和制成品的试验方法	(89)
附录 D	施工配合比	(96)
本规范用词说明		(100)
引用标准名录		(101)
附:条文说明		(105)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(3)
3.1	General requirement	(3)
3.2	Requirement for matrices	(4)
3.3	Requirement treatment for welding seam	(4)
4	Treatment of matrix face	(6)
4.1	General requirement	(6)
4.2	Treatment of jet or projectile	(7)
4.3	Treatment of tool for hand operated or power operated	(9)
5	Block lining	(10)
5.1	General requirement	(10)
5.2	Requirement for quality of raw material and manufactured products	(11)
5.3	Preparation of daub	(14)
5.4	Masonry-lined block by daub	(15)
6	Lining of fiber reinforced plastic	(18)
6.1	General requirement	(18)
6.2	Requirement for quality of raw material and manufactured products	(19)
6.3	Compounding of gross rubber	(20)
6.4	Construction	(21)
7	Rubber lining	(24)
7.1	General requirement	(24)

7.2	Requirement for quality of raw material	(26)
7.3	Lining of heat sulphurized rubber	(27)
7.4	Lining of natural sulphurized rubber	(31)
7.5	Lining of presulphurized rubber	(33)
8	Lining of plastics	(35)
8.1	General requirement	(35)
8.2	Requirement for quality of raw material	(35)
8.3	Lining of soft polyvinyl chloride plate	(36)
8.4	Lining of fluoroplastics plate for equipment	(38)
8.5	Plastic lining for pipe	(40)
9	Lining of glass flake	(42)
9.1	General requirement	(42)
9.2	Requirement for quality of raw material and manufactured products	(42)
9.3	Construction	(44)
10	Lead lining	(47)
10.1	General requirement	(47)
10.2	Requirement for quality of raw material	(47)
10.3	Welding	(48)
10.4	Construction for lead lining	(50)
10.5	Construction for enameling lead	(53)
11	Lining of spray coating polyurea	(55)
11.1	General requirement	(55)
11.2	Quality requirement for raw material and spray coating layer	(55)
11.3	Construction	(57)
12	Lining of neoprene latex cement mortar	(60)
12.1	General requirement	(60)
12.2	Requirement for quality of raw material and manufactured	

products	(60)
12.3 Compounding for mortar	(61)
12.4 Construction	(61)
13 Coating layer of coatings	(63)
13.1 General requirement	(63)
13.2 Compounding and construction for coatings	(63)
14 Heat spray coating of metal	(68)
14.1 General requirement	(68)
14.2 Requirement for quality of raw material	(69)
14.3 Construction	(69)
15 Safety technique	(72)
16 Technical measure for environment protection	(75)
17 Hand over of project	(77)
Appendix A Preparation for comparing sample of matrix face roughness	(83)
Appendix B Quality index of raw material	(84)
Appendix C Testing method for raw material and manufactured products	(89)
Appendix D Mixture ratio of construction	(96)
Explanation of wording in this code	(100)
List of quoted standards	(101)
Addition; Explanation of provisions	(105)

1 总 则

1.0.1 为提高工业设备及管道防腐工程的施工水平,加强防腐工程施工过程的质量控制,保证工业设备及管道防腐工程施工质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的,以钢、铸铁为基体的工业设备及管道防腐衬里和涂层的施工。

1.0.3 用于工业设备及管道防腐工程施工的材料,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。

1.0.4 产品质量证明文件应包括下列内容:

- 1 产品质量合格证。
- 2 质量技术指标及检测方法。
- 3 材料检测报告或技术鉴定文件。

1.0.5 需要现场配制使用的材料,应经试验确定。经试验确定的配合比不得任意改变。

1.0.6 工业设备及管道防腐工程的施工,应按设计文件及本规范的规定执行。当需要修改设计、材料代用或采用新材料时,应经原设计单位同意。

1.0.7 工业设备及管道防腐工程的施工除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 加热硫化橡胶衬里 lining of heat sulphurized rubber

将未经硫化的胶板用胶粘剂贴在受衬设备上,经加热(高压蒸汽、常压蒸汽、热水、热空气)硫化形成的衬里。

2.0.2 自然硫化橡胶衬里 lining of natural sulphurized rubber

将未经硫化的胶板用胶粘剂贴在受衬设备上,在常温条件下完成硫化过程形成的衬里。

2.0.3 预硫化橡胶衬里 lining of presulphurized rubber

将预先硫化好的胶板用胶粘剂贴在受衬设备上形成的衬里。

2.0.4 喷涂聚脲涂层 spray polyurea coating layer

由异氰酸酯预聚体组成的组分(A组分)和端氨基聚醚和胺扩链剂等化合物组成的组分(B组分)通过专用喷涂设备快速混合反应形成的聚脲涂层(含弹性体涂层和刚性体涂层)。

2.0.5 聚脲层间粘合剂 interlayer adhesive

涂覆在聚脲涂层表面,用于提高与复喷聚脲涂层层间粘结强度的溶剂型涂料。

2.0.6 聚脲修补料 repairing materials of polyurea

用于修补聚脲涂层质量缺陷的双组分无溶剂聚脲手工涂料。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 防腐蚀工程的施工应具备下列条件:

- 1 设计及其相关技术文件齐全,施工图纸已经会审。
- 2 施工组织设计或施工方案已批准,技术和安全交底已完成。
- 3 施工人员已进行安全教育和技术培训,且经考核合格。
- 4 材料、机具、检测仪器、施工设施及场地已齐备。
- 5 防护设施安全可靠,施工用水、电、气、汽能满足连续施工的需要。

6 已制定相应的安全应急预案。

3.1.2 设备及管道的加工制作,应符合施工图及设计文件的要求。在防腐蚀工程施工前,应进行全面检查验收,并办理交接手续。

3.1.3 在防腐蚀工程施工过程中应进行中间检查。

3.1.4 设备及管道外壁附件的焊接,应在防腐蚀工程施工前完成。

3.1.5 在防腐蚀工程施工过程中,不得同时进行焊接、气割、直接敲击等作业。

3.1.6 转动设备在防腐蚀工程施工前,应具有静平衡或动平衡的试验报告。防腐蚀工程施工后,应做静平衡或动平衡复核检查。

3.1.7 对不可拆卸的密闭设备必须设置人孔。人孔的大小及数量应根据设备容积、公称尺寸的大小确定,且人孔数量不应少于2个。

3.1.8 防腐工程结束后,吊装和运输设备及管道时,不得碰撞和损伤。

3.2 基 体 要 求

3.2.1 钢制设备及管道的表面不得有伤痕、气孔、夹渣、重叠皮、严重腐蚀斑点等;加工表面应平整,不应有空洞、多孔穴等现象,表面局部凹凸不得超过 2mm。

3.2.2 设备及管道表面的锐角、棱角、毛边、铸造残留物等应进行打磨,表面应光滑平整,并应圆弧过渡。

3.2.3 铆接设备的铆接缝应为平缝,铆钉应采用埋头铆钉,设备内部应无铆钉头突出。

3.2.4 在防腐衬里的设备及管道上,必要时应设置检漏孔,并应在适当位置设置排气孔。

3.2.5 基体表面处理完毕应进行检查,合格后办理工序交接手续,方可进行防腐工程的施工。

3.3 焊缝的要求和处理

3.3.1 对接焊缝表面应平整,并应无气孔、焊瘤和夹渣。焊缝高度应小于或等于 2mm。焊缝宜平滑过渡(图 3.3.1)。

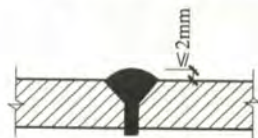


图 3.3.1 对接焊缝

3.3.2 设备转角和接管部位的焊缝应饱满,不得有毛刺和棱角,应打磨成钝角,并应形成圆弧过渡。

3.3.3 角焊缝的圆角部位,焊角高应大于或等于 5mm;凸出角的焊接圆弧半径应大于或等于 3mm;内角的焊接圆弧半径应大于或等于 10mm,见图 3.3.3。

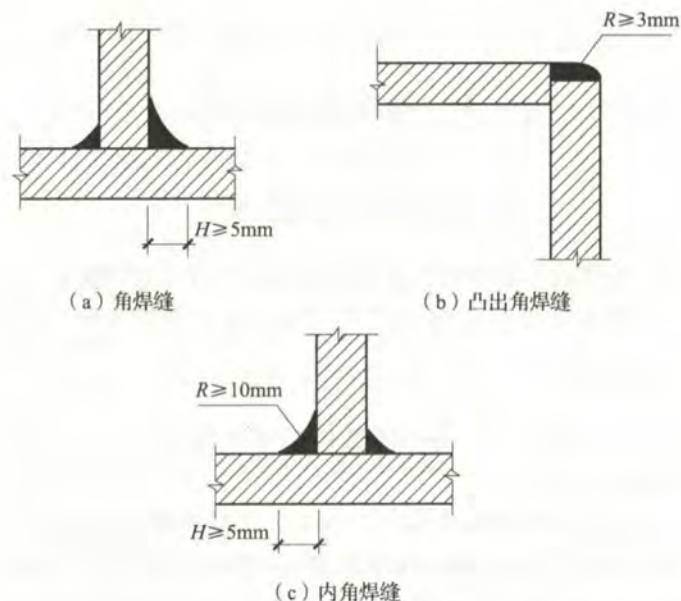


图 3.3.3 焊缝要求

3.3.4 当清理组对卡具时,不得损伤基体母材。在施焊过程中,不得在基体母材上引弧。

4 基体表面处理

4.1 一般规定

4.1.1 基体表面处理的质量等级划分应符合下列规定:

1 喷射或抛射除锈基体表面处理质量等级分为 Sa1、Sa2、Sa2 $\frac{1}{2}$ 、Sa3 四级。

2 手工或动力工具除锈基体表面处理质量等级分为 St2、St3 两级。

4.1.2 喷射或抛射除锈和手工或动力工具除锈的基体表面处理质量等级标准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。

4.1.3 喷射或抛射除锈处理后的基体表面应呈均匀的粗糙面,除基体原始锈蚀或机械损伤造成的凹坑外,不应产生肉眼明显可见的凹坑和飞刺。

4.1.4 喷射处理后的基体表面粗糙度等级划分应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 基体表面粗糙度等级划分

级别	粗糙度参考值 $R_y(\mu\text{m})$	
	丸粒状磨料	棱角状磨料
细级	25~40	25~60
中级	40~70	60~100
粗级	70~100	100~150

注: R_y 系指轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离。

4.1.5 基体表面粗糙度比较样块的制作应符合本规范附录 A 的规定。

4.1.6 当设计对防腐层的基体表面处理无要求时,其基体表面处理的质量要求应符合表 4.1.6 的规定。

表 4.1.6 基体表面处理的质量要求

防腐层类别	表面处理质量等级
金属热喷涂层	Sa3 级
橡胶衬里、搪铅、纤维增强塑料衬里、树脂胶泥衬砌砖板衬里、涂料涂层、塑料板粘结衬里、玻璃鳞片衬里、喷涂聚脲衬里	Sa2 $\frac{1}{2}$ 级
水玻璃胶泥衬砌砖板衬里、涂料涂层、氯丁胶乳水泥砂浆衬里	Sa2 级或 St3 级
衬铅、塑料板非粘结衬里	Sa1 级或 St2 级

4.1.7 处理后的基体表面不宜含有氯离子等附着物。

4.1.8 处理合格的工件,在运输和保管期间应保持干燥和洁净。

4.1.9 基体表面处理,应及时涂刷底层涂料,间隔时间不宜超过 5h。

4.1.10 当相对湿度大于 85% 时,应停止基体表面处理作业。

4.1.11 在保管或运输中发生再度污染或锈蚀时,基体表面应重新进行处理。

4.2 喷射或抛射处理

4.2.1 采用喷射或抛射处理时,应采取防止粉尘扩散的措施。

4.2.2 使用的压缩空气应干燥洁净,不得含有水分和油污。

4.2.3 磨料应具有一定的硬度和冲击韧性,磨料应净化,使用前应经筛选,不得含有油污。天然砂应选用质坚有棱的金刚砂、石英砂或硅质河砂等,其含水量不应大于 1%。

4.2.4 喷射处理薄钢板时,应对磨料粒度、空气压力、喷射距离和角度进行调整。

4.2.5 Sa3 级和 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级不得使用河砂作为磨料。

4.2.6 磨料需重复使用时,应符合本规范第 4.2.3 条的规定。

4.2.7 磨料的堆放场地及施工现场应平整、坚实,并不得受潮、雨淋或混入杂质。

4.2.8 对螺纹、密封面及光洁面应妥善保护,不得误喷。

4.2.9 当进行喷射或抛射处理时,基体表面温度应高于露点温度 3℃;当温度差值低于 3℃ 时,喷射或抛射作业应停止。在不同的环境温度、相对湿度下,露点(TP)数据的确定应符合表 4.2.9 的规定。

表 4.2.9 露点(TP)数据确定表

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

续表 4.2.9

相对湿度 LF(℃) 露点 TP (℃) 环境温度 UT (℃)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
34	14.0	18.4	18.5	20.3	22.1	23.3	25.1	26.5	27.7	28.9	30.0	31.2	32.1
36	15.7	18.1	20.3	22.1	23.9	25.5	27.0	28.4	29.6	30.9	32.0	33.1	34.1
38	17.4	19.8	22.0	23.9	25.7	27.3	28.9	30.1	31.6	32.8	33.9	35.1	36.1
40	19.1	21.5	23.9	25.7	27.6	29.1	30.7	32.2	33.5	34.7	35.9	37.0	38.0
42	20.8	23.2	25.6	27.6	29.4	31.0	32.6	34.1	35.4	36.7	37.8	39.0	40.0
44	22.5	24.9	27.3	29.5	31.2	32.9	34.5	35.9	37.3	38.6	39.7	41.0	42.0
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	43.9
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	45.9
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	47.9

注:环境温度与相对湿度横向与纵向交叉点即为该温度和相对湿度下的露点值。

4.2.10 喷射或抛射后的基体表面不得受潮。

4.3 手工或动力工具处理

4.3.1 动力工具可采用电动钢刷、电动砂轮或除锈机。

4.3.2 手工处理时可采用钢丝刷、铲刀、刮刀等工具。

4.3.3 采用手工或动力工具处理时,不得采用使基体表面受损或使之变形的工具和手段。

5 块材衬里

5.1 一般规定

5.1.1 块材衬里工程应包括下列内容:

- 1 水玻璃胶泥衬砌块材的设备、管道及管件的衬里层。
- 2 树脂胶泥衬砌块材的设备、管道及管件的衬里层。

5.1.2 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 80%。当施工环境温度低于 10°C (当采用苯磺酰氯作固化剂时,温度低于 17°C ;当采用钾水玻璃材料时,温度低于 15°C)时,应采取加热保温措施,但不得采用明火或蒸汽直接加热。

5.1.3 水玻璃不得受冻。受冻的水玻璃应加热,并应搅拌均匀后方可使用。

5.1.4 水玻璃胶泥和树脂胶泥在施工或固化期间,不得与水或水蒸气接触,并不得暴晒。施工场所应通风良好。

5.1.5 衬砌前,块材应挑选、洗净和干燥。块材及被衬表面应无灰尘、水分、油污、锈蚀和潮湿等现象。

5.1.6 设备接管部位衬管的施工,应在设备本体衬砌前进行。设备接管内径应比衬管外径大 $6\text{mm}\sim 10\text{mm}$,衬管材质应与衬砌块材材质相同。衬管不得突出法兰表面,应与法兰面处在同一平面。当采用翻边瓷管作衬管时,应在设备衬完第一层或第二层块材后再进行。衬后应对衬管进行固定,直至胶泥固化,衬管不得出现偏心或位移。

5.1.7 块材衬砌应错缝排列,同层纵缝或横缝应错开块材宽度的 $1/2$,最小不得小于 $1/3$;两层以上块材衬砌不得出现重叠缝。层与层间纵缝或横缝,应错开块材宽度的 $1/2$,最小不得小于 $1/3$ 。

5.1.8 当衬砌设备的顶盖时,宜将顶盖倒置在地面上衬砌块材,

固化后再安装到设备上。当采用胶泥抹面时,应将直径为 $3\text{mm}\sim 4\text{mm}$ 的铁丝网焊在顶盖上,点焊间距应为 $50\text{mm}\sim 100\text{mm}$,胶泥厚度应为 $10\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 。

5.2 原材料和制成品的质量要求

5.2.1 块材的品种、规格和等级应符合设计要求,当设计无要求时,应符合下列规定:

1 耐酸砖的质量指标应符合现行国家标准《耐酸砖》GB/T 8488 的有关规定。

2 耐酸耐温砖的质量指标应符合现行行业标准《耐酸耐温砖》JC/T 424 的规定的规定。

3 铸石板的质量指标应符合现行行业标准《铸石制品 铸石板》JC/T 514.1 的有关规定。

4 防腐炭砖的质量指标应符合本规范附录 B 表 B.0.1 的规定。

5.2.2 水玻璃的质量应符合下列规定:

1 钠水玻璃的质量应符合现行国家标准《工业硅酸钠》GB/T 4209 的有关规定。

2 钾水玻璃的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.2 的规定。

3 钠水玻璃固化剂应为氟硅酸钠。

4 钾水玻璃的固化剂应为缩合磷酸铝,宜掺入钾水玻璃胶泥粉料内。

5 水玻璃胶泥固化后的质量应符合本规范表 5.2.7 的规定。

5.2.3 树脂的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 防腐工程技术规范》GB/T 50590 的有关规定。

3 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本规范附录 B 表 B.0.3 的规定。

5 酚醛树脂的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.4 的规定。

5.2.4 树脂胶泥常用的固化剂应符合下列规定：

1 环氧树脂的固化剂应优先选用低毒固化剂，也可采用乙二胺等各种胺类固化剂。

2 乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂常温固化使用的固化剂应包括引发剂和促进剂。

3 呋喃树脂的固化剂应为酸性固化剂。

4 酚醛树脂的固化剂应优先选用低毒的苯磺酸类固化剂，也可选用苯磺酰氯等固化剂。

5 环氧树脂、乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂、呋喃树脂、酚醛树脂胶泥固化后的质量应符合本规范表 5.2.8 的规定。

5.2.5 树脂类材料的稀释剂应符合下列规定：

1 环氧树脂的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，也可采用丙酮、无水乙醇、二甲苯等非活性稀释剂。

2 乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂的稀释剂应采用苯乙烯。

3 呋喃树脂和酚醛树脂的稀释剂应采用无水乙醇。

5.2.6 填料可包括单一填料和复合填料。常用的单一填料应为石英粉、瓷粉、铸石粉、硫酸钡粉、石墨粉等；常用的复合填料应为耐酸灰、钾水玻璃胶泥粉、糠醇糠醛树脂胶泥粉等。其质量应符合下列规定：

1 填料应洁净干燥，其质量应符合本规范附录 B 表 B.0.5 的规定。

2 树脂胶泥采用酸性固化剂时，其耐酸度不应小于 98%，并不得含有铁质、碳酸盐等杂质；当用于含氢氟酸类介质的防腐蚀工程时，应选用硫酸钡粉或石墨粉；当用于含碱类介质的防腐蚀工程时，不宜选用石英粉。

3 水玻璃胶泥不宜单独使用石英粉。

5.2.7 水玻璃胶泥的质量应符合表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7 水玻璃胶泥的质量

项 目	钠水玻璃胶泥	钾水玻璃胶泥	
		密实型	普通型
初凝时间(min)	≥45	≥45	≥45
终凝时间(h)	≤12	≤15	≤15
抗拉强度(MPa)	≥2.5	≥3.0	≥2.5
与耐酸砖粘结强度(MPa)	≥1.0	≥1.2	≥1.2
抗渗等级(MPa)	—	≥1.2	—
吸水率(煤油吸收法,%)	≤15	—	≤10
浸酸安定性		合格	合格
耐热极限温度 (℃)	100~300	—	合格
	300~900	—	合格

注：表中耐热极限温度仅用于有耐热要求的防腐蚀工程。

5.2.8 树脂胶泥的质量应符合表 5.2.8 的规定。

表 5.2.8 树脂胶泥的质量

项 目	环氧 树脂	乙烯 基酯 树脂	不饱和聚酯树脂				呋喃 树脂	酚醛 树脂
			双酚 A 型	二甲 苯型	间苯型	邻苯型		
抗压强度(MPa)	≥80	≥80	≥70	≥80	≥80	≥80	≥70	≥70
抗拉强度(MPa)	≥9	≥9	≥9	≥9	≥9	≥9	≥6	≥6
粘结强度 (MPa)	与耐酸砖	≥3	≥2.5	≥2.5	≥3	≥1.5	≥1.5	≥1.0
	与铸石板	≥4	—	—	—	—	≥1.5	≥0.8
	防腐蚀炭砖	≥6	—	—	—	—	≥2.5	≥2.5

5.2.9 原材料和制成品的质量指标试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

5.3 胶泥的配制

5.3.1 钠水玻璃胶泥的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.1 选用,并应符合下列规定:

1 钠水玻璃胶泥的稠度为 30mm~36mm,施工时应有一定的流动性和稠度。

2 氟硅酸钠的用量应按下式计算:

$$G = 1.5 \times \frac{N_1}{N_2} \times 100 \quad (5.3.1)$$

式中:G——氟硅酸钠用量占钠水玻璃用量的百分率(%);

N_1 ——钠水玻璃中含氧化钠的百分率(%);

N_2 ——氟硅酸钠的纯度(%)。

5.3.2 钠水玻璃胶泥的配制应符合下列规定:

1 机械搅拌时,应将填料和固化剂加入搅拌机内,干拌均匀,再加入钠水玻璃湿拌,湿拌时间不应少于 2min。

2 人工搅拌时,应将填料和固化剂混合,过筛两遍后,干拌均匀,再逐渐加入钠水玻璃湿拌,直至均匀。

3 当配制密实型钠水玻璃胶泥时,可将钠水玻璃与外加剂糠醇单体一起加入,湿拌直至均匀。

5.3.3 钾水玻璃胶泥的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.2 选用。钾水玻璃胶泥的稠度宜为 30mm~35mm,施工时应有一定的流动性和稠度。

5.3.4 配制钾水玻璃胶泥时,应将钾水玻璃胶泥粉干拌均匀,再加入钾水玻璃湿拌,直至均匀。

5.3.5 环氧树脂材料的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.3 选用。配制应符合下列规定:

1 各种材料应准确称量。当环氧树脂粘度较大时,可用非明火预热至 40℃左右。与稀释剂按比例加入容器中,搅拌均匀并冷却至室温,配制成环氧树脂液备用。

2 使用时,取定量的树脂液,按比例依次加入增塑剂、固化剂和填料,并应逐次搅拌均匀,制成胶泥料。

5.3.6 乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂材料的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.4 选用。配制应符合下列规定:

1 按施工配合比先将乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂与促进剂混匀,再加入引发剂混匀,制成树脂胶料。

2 在配制成的树脂胶料中加入填料,搅拌均匀,制成胶泥料。

5.3.7 呋喃树脂胶泥的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.5 选用。配制应符合下列规定:

1 将糠醇糠醛树脂按比例与糠醇糠醛树脂胶泥粉混合,搅拌均匀,制成胶泥料。

2 将糠酮糠醛树脂与增塑剂、固化剂混合,搅拌均匀,制成树脂胶料。在配制成的糠酮糠醛树脂胶料中加入粉料,搅拌均匀,制成胶泥料。

5.3.8 酚醛树脂材料的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.6 选用。配制应符合下列规定:

1 称取定量的酚醛树脂,加入稀释剂搅拌均匀,再加入固化剂搅拌均匀,制成树脂胶料。

2 在配制成的树脂胶料中,加入填料搅拌均匀,制成胶泥料。

3 配制胶泥时,不宜再加入稀释剂。

5.3.9 配料用的工器具应耐腐蚀、清洁和干燥,并应无油污或固化残渣等。

5.3.10 各种胶泥在施工过程中,当出现凝固结块等现象时,不得使用。

5.4 胶泥衬砌块材

5.4.1 当采用树脂胶泥衬砌块材时,应先在设备、管道表面均匀涂刷树脂封底料一遍。

5.4.2 块材的结合层厚度和灰缝宽度,应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 块材结合层厚度和灰缝宽度(mm)

材 料 名 称		水玻璃胶泥衬砌		树脂胶泥衬砌	
		结合层 厚度	灰缝 宽度	结合层 厚度	灰缝 宽度
耐酸砖、 耐温耐酸砖	厚度 $\leq 30\text{mm}$	3~5	2~3	4~6	2~3
	厚度 $> 30\text{mm}$	4~7	2~4	4~6	2~4
防腐蚀炭砖		4~5	2~3	4~5	2~3
铸石板		4~5	2~3	4~5	2~3

5.4.3 块材衬砌应符合下列规定:

1 块材衬砌时,宜采用揉挤法。结合层和灰缝的胶泥应饱满密实,块材不得滑移。在胶泥初凝前,应将缝填满压实,灰缝的表面应平整光滑。

2 块材衬砌前,宜先试排;衬砌时,顺序应由低往高。阴角处立面块材应压住平面块材,阳角处平面块材应压住立面块材。

3 当在立面衬砌块材时,一次衬砌的高度应以不变形为限,待凝固后再继续施工。当在平面衬砌块材时,应采取防止滑动的措施。

4 管道衬砌块材时,管道公称尺寸应大于 200mm,长度不得大于 1.5m。

5.4.4 胶泥常温养护时间应符合表 5.4.4 的规定。

表 5.4.4 胶泥常温养护时间(d)

胶 泥 名 称		养 护 时 间
钠水玻璃胶泥		> 10
钾水玻璃胶泥	普通型	> 14
	密实型	> 28
环氧树脂胶泥		7~10
乙烯基酯树脂胶泥		7~10
不饱和树脂胶泥		7~10
呋喃树脂胶泥		7~15
酚醛树脂胶泥		20~25

5.4.5 胶泥块材衬砌完毕后,当需进行热处理时,温度应均匀。热处理温度应大于介质的使用温度。

5.4.6 水玻璃胶泥衬砌的块材衬里工程养护后,应采用浓度为 30%~40%的硫酸进行表面酸化处理,酸化处理至无白色结晶盐析出时为止。酸化处理次数不宜少于 4 次。每次间隔时间,钠水玻璃胶泥不应少于 8h,钾水玻璃胶泥不应少于 4h。每次处理前应清除表面的白色析出物。

6 纤维增强塑料衬里

6.1 一般规定

6.1.1 纤维增强塑料衬里工程应包括以树脂为粘结剂,纤维及其织物为增强材料铺贴或喷射的设备、管道衬里层和隔离层。

6.1.2 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80%。当施工环境温度低于 10°C 时,应采取加热保温措施,不得用明火或蒸汽直接加热;施工时,原材料的使用温度,被铺贴的设备、管道及管件的表面温度,不应低于允许的施工环境温度。

6.1.3 露天施工现场应设置施工棚。施工及养护期间,应采取防水、防火、防结露和防暴晒等措施。

6.1.4 纤维及其织物的贴衬顺序,应符合下列规定:

1 当矩形设备、通风管、立式设备等贴衬时,应先顶面,后垂直面,再水平面。

2 当圆筒形卧式设备等贴衬时,可先将设备放置在滚轮上,先两端封头内表面,后中部筒体,再人孔;先贴衬下半部,待树脂凝胶后,转动一定角度,再贴衬另外半部。

3 内表面贴衬完毕后,再按照上述顺序,进行外表面贴衬。

6.1.5 当采用呋喃树脂或酚醛树脂等进行防腐蚀施工时,基层表面应采用环氧树脂、乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂等胶料或其纤维增强塑料做隔离层。

6.1.6 树脂材料施工前,应根据施工环境温度、湿度、原材料性能及施工工艺特点,通过试验选定适宜的施工配合比和施工操作方法后,方可进行大面积施工。施工过程不得与其他工种进行交叉作业。

6.1.7 树脂、固化剂、引发剂、促进剂、稀释剂等材料,应密闭贮存

在阴凉、干燥的通风处,并应采取防火措施。纤维布、毡等增强材料、粉料等填充材料均应包装完整,并应保存在阴凉、通风、干燥处。

6.2 原材料和制成品的质量要求

6.2.1 树脂类材料的质量要求应符合下列规定:

1 环氧树脂、乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂的质量应符合本规范第5.2.3条的有关规定。

2 呋喃树脂的质量应符合本规范附录B表B.0.3的规定。

3 酚醛树脂的质量应符合本规范附录B表B.0.4的规定。

6.2.2 树脂类常温下使用的固化剂应符合下列规定:

1 环氧树脂、乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂、呋喃树脂和酚醛树脂的固化剂应符合本规范第5.2.4条的有关规定。

2 环氧树脂、乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂、呋喃树脂、酚醛树脂固化后的材料制成品的质量应符合本规范表6.2.6的规定。

6.2.3 树脂类材料的稀释剂应符合本规范第5.2.5条的规定。

6.2.4 纤维增强塑料使用的纤维增强材料应符合下列规定:

1 应采用无碱或中碱玻璃纤维增强材料,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。不得使用陶土坩埚生产的玻璃纤维布。

2 采用非石蜡乳液型的无捻粗纱玻璃纤维方格平纹布,厚度宜为 $0.2\text{mm}\sim 0.4\text{mm}$,经纬密度应为 $(4\times 4\sim 8\times 8)$ 纱根数/ cm^2 。

3 当采用玻璃纤维短切毡时,玻璃纤维短切毡的单位质量宜为 $300\text{g}/\text{m}^2\sim 450\text{g}/\text{m}^2$ 。

4 当采用玻璃纤维表面毡时,玻璃纤维表面毡的单位质量宜为 $30\text{g}/\text{m}^2\sim 50\text{g}/\text{m}^2$ 。

5 当用于含氢氟酸类介质的防腐蚀工程时,应采用涤纶晶格布或涤纶毡。涤纶晶格布的经纬密度,应为 (8×8) 纱根数/ cm^2 ;

涤纶毡单位质量宜为 $30\text{g}/\text{m}^2$ 。

6.2.5 粉料应洁净干燥,其耐酸度不应小于 95%。当使用酸性固化剂时,粉料的耐酸度不应小于 98%,并不得含有铁质、碳酸盐等杂质。其体积安定性应合格,含水率不应大于 0.5%,细度要求 0.15mm 筛孔筛余量不应大于 5%,0.088mm 筛孔筛余量为 10%~30%。当用于含氢氟酸类介质的防腐蚀工程时,应选用硫酸钡粉或石墨粉。当用于含碱类介质的防腐蚀工程时,不宜选用石英粉。

6.2.6 纤维增强塑料类材料制成品的质量应符合表 6.2.6 的规定。

表 6.2.6 纤维增强塑料类材料制成品的质量

项目	环氧 树脂	乙烯 基酯 树脂	不饱和聚酯树脂				呋喃 树脂	酚醛 树脂
			双酚 A 型	二甲 苯型	间苯型	邻苯型		
抗拉强度(MPa)≥	100	100	100	100	90	90	80	60
弯曲强度(MPa)≥	250	250	250	250	250	230	—	—

6.2.7 原材料和制成品的质量指标试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

6.3 胶料的配制

6.3.1 树脂材料的施工配合比应符合下列规定:

1 环氧树脂的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.3 选用。

2 乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.4 选用。

3 呋喃树脂的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.5 选用。

4 酚醛树脂的施工配合比可按本规范附录 D 表 D.0.6 选用。

6.3.2 配料的工器具应清洁、干燥,并应无油污、固化残渣等。

6.3.3 纤维增强塑料胶料的配制应符合下列规定:

1 环氧树脂胶料的配制应符合本规范第 5.3.5 条的规定。

2 乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂胶料的配制应符合本规范第 5.3.6 条的规定,当采用已含预促进剂的乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂时,应加入配套的引发剂,并采用真空搅拌机在真空度不低于 0.08MPa 条件下搅拌均匀。

3 呋喃树脂胶料的配制应符合本规范第 5.3.7 条的规定。

4 酚醛树脂胶料配制应符合本规范第 5.3.8 条的规定。

6.3.4 配制好的各种树脂胶料应在初凝前用完。在使用过程中树脂胶料有凝固、结块等现象时,不得使用。

6.4 施 工

6.4.1 手工糊制工艺贴衬纤维增强塑料,可采用间断法或连续法。纤维增强酚醛树脂应采用间断法。

6.4.2 纤维增强塑料手工糊制工艺铺衬前的施工应符合下列规定:

1 封底层:在基层表面,应均匀地涂刷封底料,不得有漏涂、流挂等缺陷,自然固化不宜少于 24h。

2 修补层:在基层的凹陷不平处,应采用树脂胶泥料修补填平,凹凸不平的焊缝及转角处应用胶泥抹成圆弧过渡,自然固化不宜少于 24h。

3 纤维增强酚醛树脂或纤维增强呋喃树脂可用环氧树脂或乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂的胶泥料修补刮平基层。

6.4.3 纤维增强塑料间断法施工应符合下列规定:

1 玻璃纤维布应剪边。涤纶布应进行防收缩的前处理。

2 在基层表面应先均匀涂刷一层铺衬胶料,随即衬上一层纤维增强材料,并应贴实,赶净气泡,再涂一层胶料。胶料应饱满。

3 固化 24h 后,应修整表面,再按上述程序铺衬以下各层,直

至达到设计要求的层数或厚度。

4 每铺衬一层,均应检查前一铺衬层的质量,当有毛刺、脱层和气泡等缺陷时,应进行修补。

5 铺衬时,上下两层的接缝应错开,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。搭接应顺物料流动方向;贴衬接管的纤维增强材料与贴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。

6.4.4 纤维增强塑料连续法施工应符合下列规定:

1 连续法施工的封底、刮胶泥、刷面层,贴衬纤维增强材料的施工和纤维增强材料的搭接要求应符合本规范第6.4.3条的规定。在衬完最后一层纤维增强材料后,应自然固化24h后,方可进行面层施工。

2 平面和立面一次连续铺衬的层数或厚度,层数不宜超过3层;厚度应以不产生滑移,固化后不起壳或脱层进行确定。

3 铺衬时,上下两层纤维增强材料的接缝应错开,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。

4 应在前一次连续铺衬层固化后,再进行下一次连续铺衬层的施工。

5 连续铺衬至设计要求的层数或厚度后,应自然固化24h,再进行封面层施工。

6 平盖可采用宽幅纤维增强材料,一次连续成型;弧形面(圆形或椭圆形封头)可将纤维增强材料剪成瓜皮形,再贴衬。

7 面层胶料应涂刷均匀,并应自然固化24h后,再涂刷第二层面层胶料。

6.4.5 纤维增强材料的涂胶除刷涂外,也可采用浸揉法处理。将纤维增强材料放置在配好的胶料里浸泡揉挤,使纤维增强材料完全浸透后,挤出多余的胶料,将纤维增强材料拉平进行贴衬。

6.4.6 用纤维增强塑料做设备、管道及管件衬里隔离层时,可不涂刷面层胶料。

6.4.7 纤维增强塑料手持喷枪喷射成型工艺的施工应符合下列规定:

1 喷射成型工艺应采用乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂。玻璃纤维无捻粗纱长度应为25mm~30mm。

2 在处理的基体表面应均匀喷涂封底胶料,不得有漏涂、流挂等缺陷,自然固化时间不宜少于24h。

3 将玻璃纤维无捻粗纱切成25mm~30mm长度,与树脂一起喷到被施工设备表面。

4 喷射厚度应为1mm~2mm,纤维含量不应小于30%,喷射后应采用辊子将沉积物压实,表面应平整、无气泡,并应在室温条件下固化。

6.4.8 纤维增强塑料衬里常温养护时间应符合表6.4.8的规定。

表 6.4.8 纤维增强塑料衬里常温养护时间(d)

纤维增强塑料树脂名称	养 护 时 间
环氧树脂纤维增强塑料	≥15
乙烯基酯树脂纤维增强塑料	≥15
不饱和聚酯纤维增强塑料	≥15
呋喃树脂纤维增强塑料	≥20
酚醛树脂纤维增强塑料	≥25

6.4.9 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。热处理温度应大于介质的使用温度。

7 橡胶衬里

7.1 一般规定

7.1.1 橡胶衬里工程应包括加热硫化橡胶衬里施工、自然硫化橡胶衬里施工和预硫化橡胶衬里施工。

7.1.2 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 80%，或基体温度应高于空气露点温度 3°C 以上。当环境温度低于 15°C 时，应设置安全热源提高环境温度，不得使用明火进行加热升温。当温度超过 35°C 时，不宜进行施工。

7.1.3 衬胶场所应干燥、无尘，并应通风良好。

7.1.4 从事胶板下料、胶板衬贴和胶粘剂涂刷作业的人员的服装、手套及衬胶用具应清洁，并应防静电。进入设备时，应穿软底鞋。

7.1.5 胶板的储存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 18241.1 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 胶板应悬置，不得挤压或粘连。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 产品说明书中规定需要低温冷藏的胶板、胶粘剂，在长途运输和施工现场应设置冷藏集装箱。冷藏温度应符合规定。

7.1.6 设备、管道及管件除应符合本规范第 3 章的规定外，尚应符合下列规定：

1 公称尺寸不大于 700mm 的衬胶设备，其高度不宜大于 700mm；公称尺寸为 800mm~1200mm 的衬胶设备，其高度不宜大于 1500mm。当设备高度大于以上要求时，应分段采用法兰连接。

2 本体硫化的衬胶设备，在衬里施工前，应出具压力试验合

格证。衬胶前应选定进汽(气)管、温度计、压力表及排空管接口。底部应设置冷凝水排放口。

3 需衬里的设备内部构件应符合衬胶工艺的要求，焊缝应满焊。

4 管件的制作除应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1) 衬里管道宜采用无缝管。当采用铸铁管时，内壁应平整光滑，并应无砂眼、气孔、沟槽或重皮等缺陷；

2) 当设计无特殊要求时，直管、三通、四通(图 7.1.6)的最大允许长度应符合表 7.1.6 的规定；

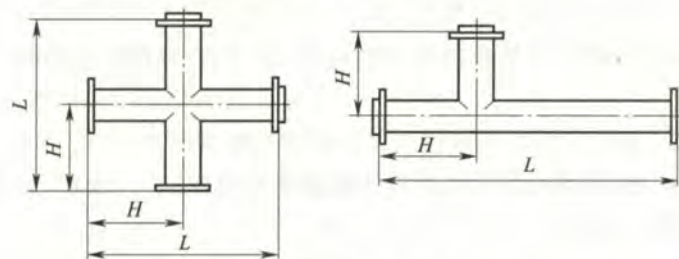


图 7.1.6 三通、四通

表 7.1.6 直管、三通、四通的最大允许长度(mm)

序号	公称尺寸	直管长	三通、四通	
			L	H
1	25	≤ 500	≤ 500	80
2	40	≤ 1000	≤ 1000	100
3	50	≤ 2000	≤ 2000	110
4	65	≤ 3000	≤ 3000	120
5	80	≤ 3000	≤ 3000	130
6	100	≤ 3000	≤ 3000	140
7	125	≤ 3000	≤ 3000	155
8	150	≤ 3000	≤ 3000	175

续表 7.1.6

序号	公称尺寸	直管长	三通、四通	
			L	H
9	200	≤5000	≤5000	200
10	250	≤5000	≤5000	230
11	300	≤5000	≤5000	260

3) 弯头、弯管的弯曲角度不应小于 90° , 并应在一个平面上弯曲;

4) 超长弯头、液封管、并联管等复杂管段的管件制作, 应分段用法兰连接。三通、四通、弯头、弯管及异径管等管件, 宜设置活套法兰。

5 衬里管道不得使用褶皱弯管; 法兰密封面不得车制密封沟槽。

7.1.7 胶板供应方应提供与其配套的胶粘剂等。

7.1.8 槽罐类设备衬里的施工宜按先衬罐壁, 再衬罐顶, 后衬罐底的顺序进行。

7.1.9 设备内脚手架的搭设应牢固、稳定, 并应便于衬胶操作。当拆除脚手架时, 不得损坏衬里层。

7.2 原材料的质量要求

7.2.1 胶板和胶粘剂的质量应符合下列规定:

1 胶板的质量和胶粘剂的粘合强度指标应符合现行国家标准《橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里》GB 18241.1 的有关规定。

2 胶板出现早期硫化变质等现象, 不得用于衬里施工。

3 胶粘剂在储存期间不得发生早期交联等现象。

7.2.2 加热硫化橡胶板、自硫化橡胶板和预硫化橡胶板的物理性能指标应符合本规范附录 B 表 B.0.6~表 B.0.8 的规定。

7.2.3 硫化橡胶制成品质量的试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

7.3 加热硫化橡胶衬里

7.3.1 胶板展开后应进行外观检查和针孔检查。对不在允许范围内的缺陷, 应做出记号, 下料时应剔除; 对允许范围内的气泡或针孔等缺陷, 应进行修补。

7.3.2 胶板下料应准确, 并应减少接缝。形状复杂的零件, 应制作样板, 并按样板下料。

7.3.3 胶板衬里层的接缝应采用搭接。搭接尺寸应准确, 方向应与介质流动方向一致。胶板厚度为 2mm 时, 搭接宽度应为 20mm~25mm; 胶板厚度为 3mm 时, 搭接宽度应为 25mm~30mm; 胶板厚度大于或等于 4mm 时, 搭接宽度应为 35mm。设备转角处接缝的搭接宽度应为 50mm。多层胶板衬里时, 相邻胶层的接缝应错开, 错开距离不得小于 100mm。

7.3.4 胶板的削边应平直, 宽窄应一致, 其削边宽度应为 10mm~15mm。其斜面与底平面夹角不应大于 30° 。

7.3.5 裁胶或胶板削边的工具宜采用冷裁刀或电烙铁。当采用电烙铁裁胶时, 温度应为 170°C ~ 210°C 。

7.3.6 胶粘剂的涂刷应符合下列规定:

1 涂刷胶粘剂前, 基体表面上不得有灰尘、油污和潮湿等现象, 并应采用稀释剂清洗干净。

2 胶粘剂在使用前应搅拌均匀。胶粘剂的涂刷应薄而均匀, 不得漏涂、堆积、流淌或起泡。上下两层胶粘剂的涂刷方向应纵横交错。

7.3.7 两层胶粘剂之间的涂刷间隔时间宜为 0.5h~2h, 或每层胶膜干至不粘手指。当涂刷最后一层胶粘剂时, 间隔时间宜为 10min~15min, 或胶膜干至微粘手指但不起丝。

7.3.8 当涂刷第二层胶粘剂前, 应清除第一层底涂面上的砂尘, 并应将第一层胶粘剂表面的气孔清理或修补后, 方可涂刷第二层胶粘剂。

7.3.9 贴衬胶板时,胶板铺放位置应正确,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。

7.3.10 胶板贴衬后,应采用专用压滚或刮板依次滚压或刮压,不得漏压或漏刮,并应排净粘合面间的空气。胶板搭接缝应压合严实,边沿应圆滑过渡,不得翘起、脱层。胶板搭接缝的搭接方向应与设备内介质流向一致。

7.3.11 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。

7.3.12 当衬胶后的胶板需要加工时,胶层厚度应留出加工余量。

7.3.13 本体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,内径尺寸应比法兰孔大30mm~60mm,并应切成30°坡口。

2 施工时应按本规范第7.3.10条~第7.3.12条的规定,贴衬已硫化的法兰胶板。当全部压合密实后,再衬法兰管内未硫化胶板,并应翻至法兰面上已硫化胶板的坡口上边(图7.3.13),并应压合密实。搭接处应与底层胶板粘牢,并应圆滑,不得有翘边和毛刺。

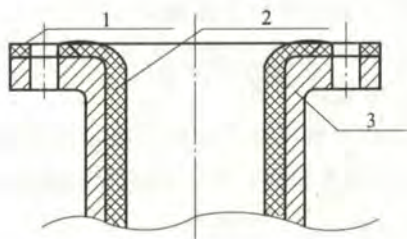


图 7.3.13 法兰衬里

1—已硫化的胶板;2—未硫化胶板;3—设备的法兰

7.3.14 小口径管道衬胶可采用预制胶筒法,并应符合下列规定:

1 管道公称尺寸大于200mm的管道,可采用滚压法。

2 管道公称尺寸小于或等于200mm的管道,可采用牵引气囊、牵引光滑塑料塞、牵引砂袋或气顶等方法。

7.3.15 贴衬工序完成后,应按下列项目进行中间检查:

1 采用卡尺、直尺或卷尺复核衬胶各部位尺寸,应符合设计文件的规定。

2 检查胶层不得有气泡、空鼓或离层。当胶层出现允许范围内的气泡或离层时,应按本规范第7.3.16条的规定进行修补。

3 对衬里层应进行电火花针孔检查,不得出现漏电现象。

4 采用测厚仪检测胶层厚度。

5 检查合格后方可进行硫化。

7.3.16 胶层气泡的修补应符合下列规定:

1 切除气泡的面积应比气泡周边大10mm~15mm,并应切成30°坡口。同时剪切一片尺寸相同的胶片,进行衬贴并压合严实,修补块不得翘边和离层。

2 底层修补平整后,间隔时间应为4h~6h,再衬贴面层修补块。面层修补块尺寸,应比底层修补块外径大50mm~60mm(图7.3.16)。

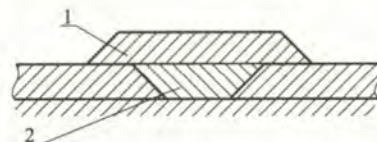


图 7.3.16 橡胶衬里修补示意图

1—上层修补块;2—底层修补块

7.3.17 胶板的硫化可按下列方式之一进行:

1 采用硫化罐直接硫化法。

2 能承受蒸汽压力且可封闭的设备,可采用本体硫化法。

3 大型衬胶设备可采用热水或常压蒸汽硫化法。

7.3.18 硫化罐的硫化应符合下列规定:

1 胶板的硫化条件应由生产厂提供,但最终硫化条件尚应根据衬里胶板种类、胶层厚度、设备或工件厚度、贴衬方法、硫化方式和现场条件等因素确定。

2 在硫化过程中,气源应充足,压力不得波动,并不得产生负压。

7.3.19 本体硫化应符合下列规定:

1 当环境温度低于 15°C 时,设备壳体、人孔或接管等突出部位的外部,应采取保温措施。

2 在硫化过程中,设备内不得有积水。应随时排放蒸汽冷凝水。排水管应设置在设备最低处。

3 法兰或盲板密封垫的厚度应大于衬里层的厚度(图 7.3.19)。在最低处的盲板上应设置阀门,应随时排放接管处积水。

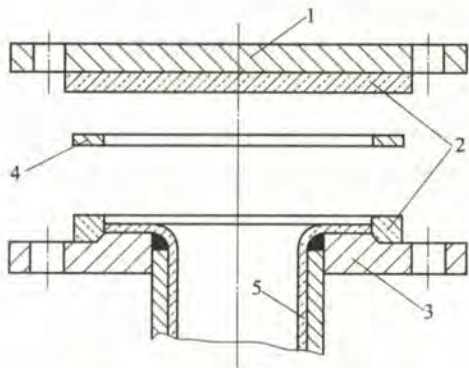


图 7.3.19 法兰硫化密封结构示意图

1—盲板;2—橡胶密封垫;3—接管或人孔;4—橡胶石棉垫;5—衬胶层

7.3.20 热水硫化或常压蒸汽硫化适用于常压或微负压大型设备衬里。热水硫化或常压蒸汽硫化应符合下列规定:

1 设备外壳应保温。

2 常压蒸汽硫化设备的顶部或侧部应设置放空管。

3 热水硫化的设备在硫化过程中,全部胶层应与水浴相接触。无盖设备应设置临时顶盖或临时过渡段。

4 应有蒸汽供给系统和冷水供给系统。水浴温度应均匀,胶层不得有局部过热现象。

5 硫化终止时,不应立即排水。应通过上部注入冷水,下部

排放热水的方法,进行降温处理,并不得形成负压。当水温冷却至 40°C 以下时,方可进行排放。

6 热水硫化温度应为 $95^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$,硫化时间应为 $16\text{h} \sim 32\text{h}$ 。

7 常压蒸汽硫化过程中,设备内的温度宜为 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。蒸汽不得直接喷到设备的胶面上,蒸汽硫化时间应为 $16\text{h} \sim 32\text{h}$ 。

8 蒸汽硫化或热水硫化的终止时间,应根据测定其相同条件下,试件硫化的硬度来确定。当硬度不足时,应继续进行硫化,任何部位不得产生过硫化现象。

7.4 自然硫化橡胶衬里

7.4.1 自然硫化橡胶衬里适用于常温自硫化的设备或管道衬里。

7.4.2 施工前胶板和胶粘剂,除应按本规范第 7.3.1 条的规定进行外观检查外,并按本规范附录 C 的有关规定做粘合强度试验。

7.4.3 经冷藏的胶板,应解冻和预热后方可下料。预热温度宜为 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$,预热时间不宜超过 30min 。

7.4.4 下料应准确,并应减少接缝。形状复杂的零件,应制作样板,并按样板下料。

7.4.5 胶板的切割或削边,可采用冷切法或电热切法。电热切温度宜为 $170^{\circ}\text{C} \sim 210^{\circ}\text{C}$ 。削边应平直,宽窄应一致,边角不应大于 30° (图 7.4.5)。



图 7.4.5 胶板削边

7.4.6 接缝应采用搭接。设备转角处接缝的搭接宽度应为 $30\text{mm} \sim 50\text{mm}$,其余搭接宽度应符合本规范第 7.3.3 条的规定。

7.4.7 接头应采用丁字缝,不得有通缝。贴衬丁字缝时,应先将下层搭接缝处的突出部位削成斜面,再贴衬上层胶板,丁字缝错缝距离应大于 200mm 。

7.4.8 底涂料和胶粘剂在使用前,应逐桶进行检查。当发现有凝胶等现象时,不得使用。检查合格后的胶粘剂应做粘合强度测定。当粘稠度过高时,应进行稀释。

7.4.9 底涂料和胶粘剂的使用应符合表 7.4.9 的规定。

表 7.4.9 底涂料和胶粘剂的使用规定

材 料	涂刷部位	涂刷次数
底料	金属侧	2
中间涂料	金属侧	1
胶粘剂	金属侧	2
	胶板	2
经稀释的胶粘剂	胶板搭接坡口	2

注:稀释比例为胶粘剂与溶剂的重量比为 1:(1~1.5)。

7.4.10 底涂料和胶粘剂的涂刷应符合本规范第 7.3.7 条的规定。

7.4.11 胶粘剂的涂刷,应在底涂料、中间涂料涂刷后的有效期内进行。当超过规定的涂刷间隔期限时,应在涂胶粘剂前重新涂刷一层中间涂料。

7.4.12 第二层胶粘剂的涂刷工作,应在前一遍胶膜干至不粘手指时进行。

7.4.13 胶板的贴衬作业,应在末遍胶粘剂膜干至微粘手指但不起丝时进行。在胶板衬贴过程中,胶板的搭接口,应涂刷经溶剂稀释后的胶粘剂两遍。

7.4.14 胶粘剂和底涂料、中间涂料不得混桶、错涂。每次用后应密封保存。涂刷工具应分类存放,不得混用。

7.4.15 胶膜不得受潮,不得受阳光直射或灰尘、油类污染。

7.4.16 胶板衬贴时应用专用压滚或刮板,依次压合,排净粘结面间的空气,不得漏压。胶板的搭缝应压合严密,边缘呈圆滑过渡。胶板接缝的搭接方向应与设备内介质流动方向一致。

7.4.17 压滚或刮板用力程度应以胶板压合面见到压(刮)痕为

限。前后两次滚压(刮压)应重叠 1/3~1/2。

7.4.18 滚压(刮压)出现的气泡,应随时切口放气,并按本规范第 7.3.16 条进行修补。

7.4.19 衬胶作业每个阶段结束后,应对胶层进行中间检查,检查方法应符合本规范第 7.3.15 条的规定。

7.4.20 胶板的自然硫化时间应由胶板生产厂提供。

7.4.21 在与贴衬作业同步、条件相同的情况下,制作的试块应符合下列规定:

1 罐顶:施工开始时和施工结束时,应各制作 2 件。

2 罐壁:上、中、下应各制作 2 件。

3 罐底:应制作 2 件。

4 试块应为 300mm×300mm 的钢板,基体表面处理质量和贴衬工艺应与现场施工相同。制作完毕后,应置于罐内自然硫化,并应作为产品最终检查的依据。

7.5 预硫化橡胶衬里

7.5.1 在衬里施工前,胶板和胶粘剂应按本规范附录 C 的有关规定做粘合强度试验,试验合格后方可进行衬里施工,并应符合下列规定:

1 贴合工艺试验,应选择贴衬应力最大的部位,应以贴衬后胶板不起鼓、不离层、不翘边为合格。

2 每批胶粘剂应制备试样 2 件,当其中一件试样不合格时,则认为贴合工艺试验不合格。

7.5.2 底涂料的涂刷作业,应在基体表面处理合格后立即进行;当环境相对湿度超过 80%时,应采取加温除湿措施。

7.5.3 胶板下料尺寸应合理、准确,应减少贴衬应力。形状复杂的工件应制作样板,并按样板下料。接缝应采取搭接,搭接宽度宜为 25mm~30mm,不得出现欠搭,搭接方向应与设备内介质流动方向一致。坡口宽度不应小于胶板厚度的 3 倍~3.5 倍。削边

应平直,且宽窄一致。

7.5.4 基体表面胶粘剂的涂刷应按本规范第 7.3.6 条~第 7.3.8 条的规定进行。在涂刷上层胶粘剂时,下层胶粘剂不得被咬起。第二层胶粘剂的涂刷应在第一层胶粘剂干至不粘手指时进行。

7.5.5 衬胶作业应在第二层胶粘剂干至微粘手指时进行。

7.5.6 底涂料和胶粘剂的刷涂、配制、搅拌等程序,应按胶板生产厂家使用说明书进行。各组分应搅拌均匀,并应在 2h 内用完。当出现结块现象时,不得使用。

7.5.7 胶板的衬贴操作应符合本规范第 7.4.16 条~第 7.4.18 条的规定。

7.5.8 底层胶板衬贴完毕后,应按本规范第 7.3.15 条的规定进行中间检查。

8 塑料衬里

8.1 一般规定

8.1.1 塑料衬里工程应包括软聚氯乙烯板衬里设备、氟塑料衬里设备和塑料衬里管道。

8.1.2 塑料衬里应符合下列规定:

1 软聚氯乙烯板衬里制压力容器的耐压试验应按现行行业标准《塑料衬里设备 水压试验方法》HG/T 4089 的规定执行。

2 氟塑料衬里制压力容器的耐压试验应按现行国家标准《氟塑料衬里压力容器 压力试验方法》GB/T 23711.6 的规定执行。

3 工作压力大于或等于 0.1MPa,公称尺寸大于或等于 32mm 的塑料衬里压力管道元件的施工,应按国家现行有关压力管道元件制造许可规定执行。

8.1.3 施工现场应干净,环境温度宜为 15℃~30℃。施工宜在室内进行。

8.1.4 设备及管道内基体表面处理的质量要求,应符合本规范表 4.1.6 的规定。对于公称尺寸较小的管道,可采用手工方法除锈。

8.1.5 塑料材料应贮存在干燥、洁净的仓库内。

8.1.6 从事塑料衬里焊接作业的焊工,应进行塑料焊接培训,并应经考试合格持证上岗。焊工培训应由具有相应专业技术能力和资质的单位进行。

8.2 原材料的质量要求

8.2.1 软聚氯乙烯板的表面应光洁、色泽均匀、厚薄一致,无裂纹、无气泡或杂物。其质量应符合本规范附录 B 表 B.0.9 的规定。

8.2.2 软聚氯乙烯板采用的胶粘剂为氯丁胶粘剂与聚异氰酸酯,

其比为 100 : (7~10)。

8.2.3 软聚氯乙烯焊条应与焊件材质相同,焊条表面应无节瘤、折痕和杂质,颜色均匀一致。

8.2.4 氟塑料板表面应光洁、色泽均匀、厚薄一致,无裂纹、黑点等缺陷,并应符合下列规定:

1 聚四氟乙烯板的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.10 的规定。

2 乙烯-四氟乙烯共聚物板的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.11 的规定。

3 聚偏氟乙烯板的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.12 的规定。

8.2.5 氟塑料板过渡层应采用纤维层。

8.2.6 聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物和聚偏氟乙烯的焊条应与焊件材质相同,并应具有相熔性,圆柱形焊条的直径宜为 2mm~5mm。

8.2.7 聚四氟乙烯管材的质量和热胀冷缩量应符合现行行业标准《金属网聚四氟乙烯复合管和管件》HG/T 3705 的有关规定。聚丙烯、聚乙烯和聚氯乙烯管材质量应符合现行行业标准《衬塑(PP、PE、PVC)钢管和管件》HG/T 20538 的有关规定。

8.2.8 塑料衬里原材料质量的试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

8.3 软聚氯乙烯板衬里

8.3.1 软聚氯乙烯塑料板施工放线、下料应准确;在焊接或粘贴前宜进行预拼。

8.3.2 软聚氯乙烯塑料板空铺法和压条螺钉固定法的施工应符合下列规定:

1 外壳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,压条应用螺钉拧紧并固定牢固。支撑扁钢或压条外应覆盖软板并焊牢。

4 当采用压条螺钉固定时,螺钉应成三角形布置,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。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,每间隔 200mm 点焊固定,搭接外缝处应采用焊条满焊封缝。焊接工艺参数宜符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 软聚氯乙烯板焊接工艺参数

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

8.3.3 软聚氯乙烯板粘贴法的施工应符合下列规定:

1 软聚氯乙烯板的粘贴可采用满涂胶粘剂法或局部涂胶粘剂法,胶粘剂的配比应符合本规范第 8.2.2 条的规定。

2 板材接缝可采用胶粘剂进行对接或搭接。

3 软聚氯乙烯板粘贴前可采用酒精或丙酮进行处理,粘贴面应打毛至无反光。

4 当采用局部涂胶粘剂法时,应在接头两侧涂刷胶粘剂,软板中间胶粘剂带的间距宜为 500mm,其宽度宜为 100mm~200mm。

5 粘贴时应在软板和基体内壁上各涂刷胶粘剂两遍,并应纵横交错进行。涂刷应均匀,不得漏涂。第二遍涂刷应在第一遍胶粘剂干至不粘手时进行。待第二遍胶粘剂干至微粘手时,再进行软聚氯乙烯板的粘贴。

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

7 当胶粘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。或应按本规范第 8.3.2 条第 5 款的规定执行。

8 粘贴完成后应进行养护。养护时间应按胶粘剂的固化时间确定。固化前不得振动或使用。

8.4 氟塑料板衬里设备

8.4.1 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。松衬法宜衬装小公称尺寸的设备。

8.4.2 氟塑料板粘贴法的施工应符合下列规定:

1 粘贴时应在氟塑料板的过渡层和基体内壁上各涂刷胶粘剂两遍,并应纵横交错进行。涂刷应均匀,不得漏涂。

2 粘贴时,应顺次将粘贴面间的气体排净,并应用辊子进行压合,接缝处应压合紧密,不得出现剥离或翘角等缺陷。

3 在接缝处应采用焊条封焊或板材搭接焊。

8.4.3 氟塑料板焊接成型可采用热风焊、挤出焊或热压焊。乙烯-四氟乙烯共聚物和聚偏氟乙烯可采用热风焊、挤出焊,聚四氟乙烯可采用热压焊。

8.4.4 乙烯-四氟乙烯共聚物和聚偏氟乙烯板的焊接应符合下列规定:

1 焊接部位应切成 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 的坡口,并应用溶剂清洗焊口。焊条在焊接处宜呈 90° ,焊枪宜呈 45° (图 8.4.4-1)。

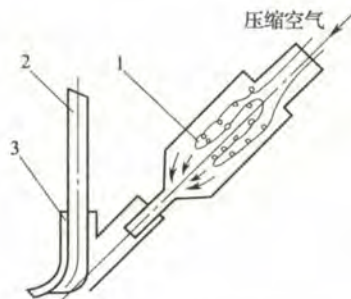


图 8.4.4-1 热风焊和挤出焊

1—焊枪;2—焊条;3—焊头

2 焊接速度每分钟宜为 50mm~100mm。

3 板与板焊接宜采用 V 形坡口〔图 8.4.4-2(a)、(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 8.4.4-2(c)〕。圆筒与支管焊接宜采用 V 形坡口(图 8.4.4-3)。

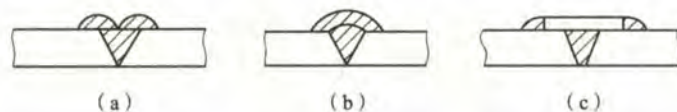


图 8.4.4-2 板与板焊接形式

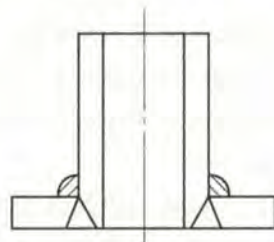
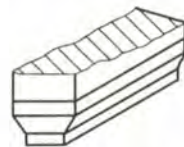


图 8.4.4-3 圆筒与支管焊接形式

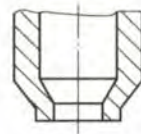
8.4.5 聚四氟乙烯板的热压焊接应符合下列规定:

1 焊刀材料应采用导热性能好和具有一定刚性的金属材料。

2 焊刀几何结构(图 8.4.5-1)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。



(a) 板与板焊接用长条焊刀



(b) 板与管焊接用圆筒形焊刀

图 8.4.5-1 焊刀几何结构

3 热压焊焊接宜采用搭接形式(图 8.4.5-2)。

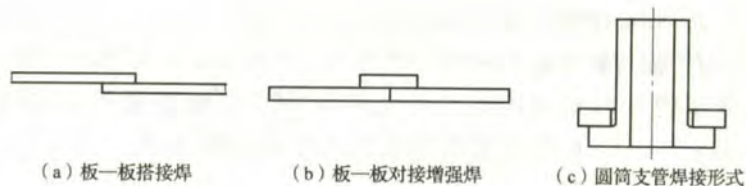


图 8.4.5-2 热压焊焊接形式

4 聚四氟乙烯焊接温度宜为 $380^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 焊接压力宜为 $1\text{MPa} \sim 2\text{MPa}$, 焊接时间宜为 $4\text{h} \sim 8\text{h}$ 。

8.5 塑料衬里管道

8.5.1 塑料衬里管道的施工宜采用松衬法。

8.5.2 塑料衬里管的外径应与无缝钢管的内径相匹配。

8.5.3 无缝钢管两端的法兰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。

8.5.4 法兰与钢管连接处的转角应圆弧过渡。

8.5.5 当设计压力为 1MPa 和公称尺寸小于或等于 200mm 时, 其圆弧、角焊焊缝高度及钢管和法兰的间隙(图 8.5.5)应符合表 8.5.5 的规定。

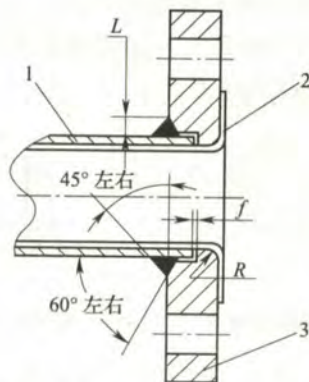


图 8.5.5 圆弧、角焊焊缝高度及钢管和法兰的间隙

1—金属管子; 2—塑料衬里; 3—金属法兰

表 8.5.5 圆弧、角焊焊缝高度及钢管和法兰的间隙值 (mm)

指标 管子公称 尺寸 DN	项目 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

8.5.6 塑料衬里管道的翻边处应进行加热, 并应压平。

9 玻璃鳞片衬里

9.1 一般规定

9.1.1 玻璃鳞片衬里工程应包括下列内容:

1 胶泥衬里:底涂层、玻璃鳞片胶泥、封面层。

2 涂料衬里:底涂层、玻璃鳞片面涂料层。

9.1.2 当采用乙烯基酯树脂类或双酚 A 型不饱和聚酯树脂类时,施工环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$;当采用环氧树脂类时,宜为 $10^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$;施工环境相对湿度不宜大于 80%;当低于此温度时,应采取加热保温措施,但不得采用明火直接加热。

9.1.3 施工现场应采取通风措施。

9.1.4 在施工和养护期间,应采取防水、防火、防暴晒等措施。

9.1.5 衬里材料应密闭贮存在阴凉、干燥的通风处,并应防火。增强纤维材料应防潮贮存。

9.1.6 衬里施工前,应根据施工环境温度、湿度、原材料特性,通过试验选定适宜的施工配合比,方可进行大面积施工。

9.1.7 衬里施工前的基体表面除应符合本规范第 4 章的有关规定外,尚应符合下列要求:

1 基体表面与内外支撑件之间的焊接、铆接、螺接应完成。

2 衬里侧焊缝应满焊。

3 衬里侧焊缝、焊瘤、弧坑、焊渣应打磨平整。焊缝高度不得超过 1mm;边角和边缘应打磨至大于或等于 2mm 的圆弧。

4 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。

9.2 原材料和制成品的质量要求

9.2.1 乙烯基酯树脂、双酚 A 型不饱和聚酯树脂和环氧树脂的

质量应符合本规范第 5.2.3 条的有关规定。

9.2.2 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。

9.2.3 采用的固化体系应与选用的树脂相配套,其质量应符合本规范第 5.2.4 条的规定。

9.2.4 乙烯基酯树脂、双酚 A 型不饱和聚酯树脂类玻璃鳞片衬里混合料可预先加入促进剂。

9.2.5 乙烯基酯树脂、双酚 A 型不饱和聚酯树脂类玻璃鳞片衬里施工的滚压作业工序采用的配套稀释剂应为苯乙烯;环氧树脂类玻璃鳞片衬里施工的滚压作业工序采用的配套稀释剂应为无水乙醇或丙酮。

9.2.6 当玻璃鳞片衬里与同类树脂的玻璃纤维增强塑料复合使用时,玻璃纤维的质量应符合本规范第 6.2.4 条的规定。

9.2.7 玻璃鳞片混合料的质量应符合表 9.2.7 的规定。

表 9.2.7 玻璃鳞片混合料的质量

项 目	鳞片胶泥料	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
胶凝时间(25℃, min)	45±15	60±15

9.2.8 玻璃鳞片制成品的质量应符合表 9.2.8 的规定。

表 9.2.8 玻璃鳞片制成品的质量

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	≥23	≥25
弯曲强度(MPa)		≥35	≥32	≥30
冲击强度(500g×25cm)		无裂缝,无剥离	无裂缝,无剥离	无裂缝,无剥离
粘接强度 (MPa)	拉剪法	≥12(底涂)	≥10(底涂)	≥14(底涂)
	拉开法	≥8(底涂)	≥7(底涂)	≥10(底涂)

续表 9.2.8

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
巴氏硬度		≥40	≥40	≥42
耐磨性(1000g, 500r; g)		≤0.05	≤0.05	≤0.05
线膨胀系数($K \times 10^{-5}$)		≤1.04	≤1.02	≤1.06
冷热交替 试验	耐热型	150℃(1h)和 25℃的水(10min)10 个循环无裂缝、剥离		
	普通型	130℃(1h)和 25℃的水(10min)10 个循环无裂缝、剥离		

9.2.9 玻璃鳞片衬里原材料和制成品质量的试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

9.3 施 工

9.3.1 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规范第 4.1.6 条的规定。
- 2 基体表面处理的表面粗糙度等级应符合本规范第 4.1.4 条棱角状磨料中级或丸粒状磨料粗级的规定。

3 基体表面处理后的基体表面附着物应符合本规范第 4.1.7 条的规定。

9.3.2 基体表面处理完成后,涂刷底涂料的间隔时间应符合本规范第 4.1.9 条的规定。

9.3.3 底涂层的施工应符合下列规定：

- 1 在底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 底涂料的施工宜采用刷涂或滚涂,不得漏涂。
- 3 当采用二层底涂料施工时,底涂料的涂装间隔时间应符合表 9.3.3 的规定。

表 9.3.3 底涂料的涂装间隔时间

底材温度(℃)	10	20	30
最短涂装间隔(h)	10	5	3
最长涂装间隔(h)	48	36	24

9.3.4 玻璃鳞片胶泥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,宜在真空度不低于 0.08MPa 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 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,在初凝后不宜大于 1mm。

5 滚压作业应与涂抹施工同步进行。在初凝前,应用沾有适量配套稀释剂的羊毛辊往复滚压至胶泥层光滑均匀。

6 同层涂抹的端部界面连接,应采用斜槎搭接方式。

7 当采用两层涂抹施工时,玻璃鳞片胶泥的涂装间隔时间应符合表 9.3.3 的规定。两层胶泥料涂抹方向应相互垂直。

8 玻璃鳞片胶泥涂抹达到设计要求的厚度后,应涂刷封面料。

9.3.5 局部纤维增强塑料的施工应符合下列规定：

1 纤维增强塑料用树脂应采用与玻璃鳞片胶泥相同的树脂配制。

2 应将局部纤维增强区的玻璃鳞片衬里表面打磨平整,并应采用稀释剂清洗干净,再按涂刷胶料、贴衬纤维布(毡)的顺序进行施工。

3 纤维增强塑料材料施工 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。

9.3.6 玻璃鳞片面涂层的施工应符合下列规定：

1 在面涂料中按比例加入固化剂搅拌均匀。配制好的面涂料应在初凝前用完。

2 面涂料的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,最后一层面涂料中,应含有苯乙烯石蜡液。

4 当采用多层玻璃鳞片面涂料施工时,涂装的间隔时间应符合表 9.3.3 的规定。

9.3.7 玻璃鳞片衬里层或涂层的养护时间应符合表 9.3.7 的规定。养护期内不得在衬里层表面进行施工作业或踩踏。

表 9.3.7 衬里层或涂层的养护时间

环境温度(℃)	10	20	30
养护时间(d)	≥14	≥7	≥4

10 铅 衬 里

10.1 一 般 规 定

10.1.1 铅衬里应包括钢制工业设备及管道的衬铅和搪铅。

10.1.2 铅板焊接和搪铅可采用氢氧焰或乙炔氧焰焊接。施焊时应采用中性焰,不应采用仰焊。

10.1.3 焊工考试应符合本规范第 8.1.6 条的规定。

10.2 原材料的质量要求

10.2.1 铅板应无砂眼、裂缝或厚薄不均匀等缺陷。铅板表面应光滑清洁,不得有污物、泥砂和油脂。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。

10.2.2 焊条材质应与焊件材质相同。焊条表面应干净,应无氧化膜及污物。也可采用母材制作的焊条。焊条的规格应符合表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 焊条的规格(mm)

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

10.2.3 搪铅母材应符合本规范第 10.2.1 条的规定。

10.2.4 搪铅采用的焊剂配比应符合表 10.2.4 的规定。

表 10.2.4 搪铅采用的焊剂配比

成 分			
氯化锌	氯化锡	氯化亚锡	水
65	—	35	300
25	—	5~7	75
45	25	—	30
2	1	—	6

10.3 焊 接

10.3.1 焊接的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 焊缝处不应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,不得有凸凹不平的现象。
- 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。

10.3.2 铅板的气焊应符合下列规定:

- 1 铅板焊接应采用氢氧焰进行,铅板的气焊焊接工艺应符合表10.3.2-1的规定。

表 10.3.2-1 铅板的气焊焊接工艺

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。

2 焊条的选用应符合表 10.3.2-2 的规定。

表 10.3.2-2 焊条的选用

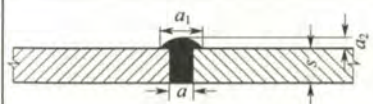
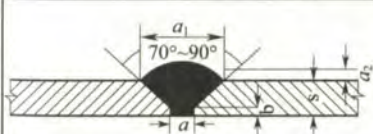
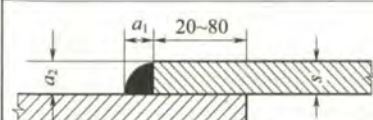
板厚(mm)	焊 接 位 置			
	平 焊	立 焊	横 焊	仰 焊
1~2	1	特	特	特
3~4	2	特	特	特
5~7	3	1	1	特
8~10	4	4 [#]	2	—
12~15	5	5 [#]	3	—

注:1 注有“#”符号为挡模焊。

2 立焊应为对接焊。

3 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,不应少于4层;当板厚为10mm以上时,不应少于5层。平焊接头形式应符合表10.3.2-3的规定。

表 10.3.2-3 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
	1.5~6	—	—	$1.5s$	$s+1 \sim 1.5$

4 铅板厚度在 7mm 以下时应采用搭接立焊。

5 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,不应少于 3 层。焊缝尺寸应符合本规范表 10.3.2-3 的规定。

6 仰焊应采用搭接,焊接厚度不得大于 6mm。

10.4 衬铅施工

10.4.1 衬铅的施工准备应符合下列规定:

1 铅板下料的场地应平整清洁,应设置木制平台,下料者应穿软底鞋。

2 敲打铅板时应使用木制工具,不得使用金属工具。

3 已下好料的铅板,应注明尺寸、编号,妥善存放。

4 衬里前,应对受压容器进行压力试验,合格后方可衬里。

5 衬里设备基体的内表面,应符合本规范第 3.3 节的规定。

6 整体设备在衬里前,应在壳体最底部钻直径为 5mm~10mm 的衬铅检漏孔 2 个~4 个。

7 吊装铅板前,应轻起轻放,不得使用钢丝绳直接绑扎起吊。

10.4.2 衬铅的施工应符合下列规定:

1 衬铅可采用搪钉固定法、悬挂固定法、压板固定法和焊接铆钉固定法(图 10.4.2-1~图 10.4.2-4)。

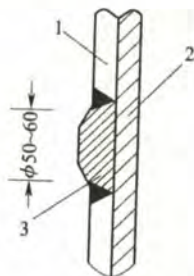


图 10.4.2-1 搪钉固定法

1—衬铅板;2—设备本体;3—搪钉

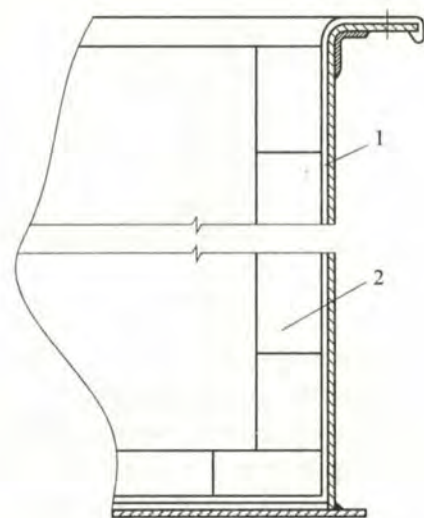


图 10.4.2-2 悬挂固定法

1—衬铅层;2—一块材料衬里层

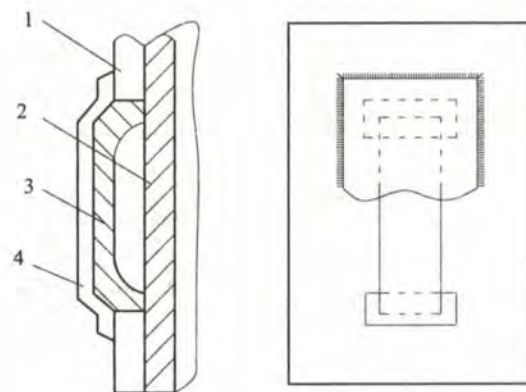


图 10.4.2-3 焊接压板固定法

1—衬铅层;2—设备本体;3—碳钢板压板;4—铅覆盖板

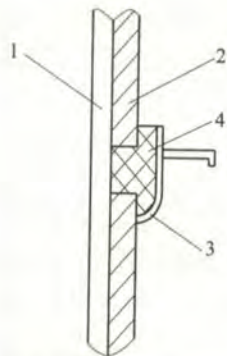


图 10.4.2-4 焊接铆钉固定法

1—衬铅板;2—设备本体;3—挡模;4—铆钉

2 各固定点间的距离宜为 250mm~900mm,成等边三角形排列。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。

3 方槽设备拐角处应采用立焊,搭接宽度应为 30mm~40mm。

4 塔、罐、槽等设备的人孔、进出料口的焊接、铅板搭接方向应与介质流向一致(图 10.4.2-5、图 10.4.2-6)。

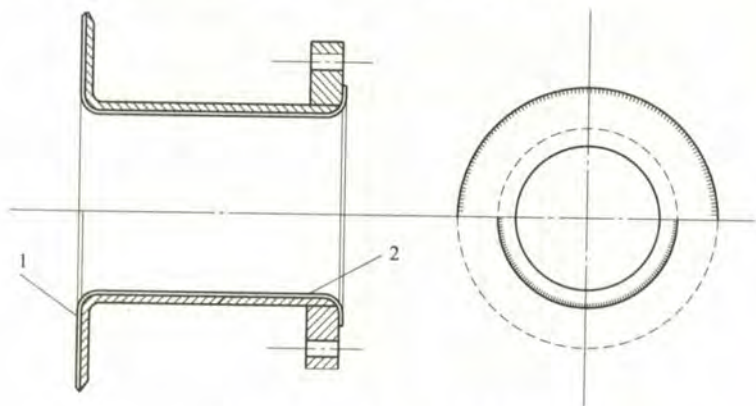


图 10.4.2-5 横向孔衬里及焊接

1—衬铅板;2—孔衬铅板

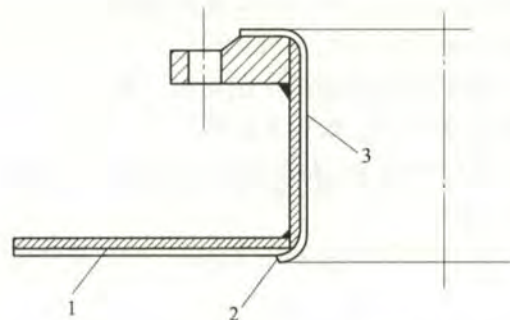


图 10.4.2-6 上下孔衬里及焊接

1—衬铅板;2—焊缝;3—孔衬铅板

5 铅板与设备内壁应紧密贴合,不得凸凹不平。

10.5 搪铅施工

10.5.1 搪铅的施工准备应符合下列规定:

1 称量、配制和盛装焊剂的器皿、涂刷焊剂用的毛刷应清洁,不得被油脂等污染。

2 设备的表面应平整,焊缝应采取对接形式,焊缝高度不应大于 3mm,并应磨光,不应有焊渣或毛刺等缺陷。

3 受压设备应经试压合格后,方可进行搪铅。

4 搪铅设备基体表面处理后应露出金属光泽。

10.5.2 搪铅可采用直接搪铅法或间接搪铅法。

10.5.3 直接搪铅法应符合下列规定:

1 搪铅应在水平的位置上进行,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。当搪完第一层铅后,应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,再进行第二层搪铅,直至所需厚度。最后一层应用火焰重熔一次。

10.5.4 间接搪铅法应符合下列规定:

1 应先在搪表面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 $190^{\circ}\text{C}\sim 230^{\circ}\text{C}$ 。

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

10.5.6 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 10.5.6)。

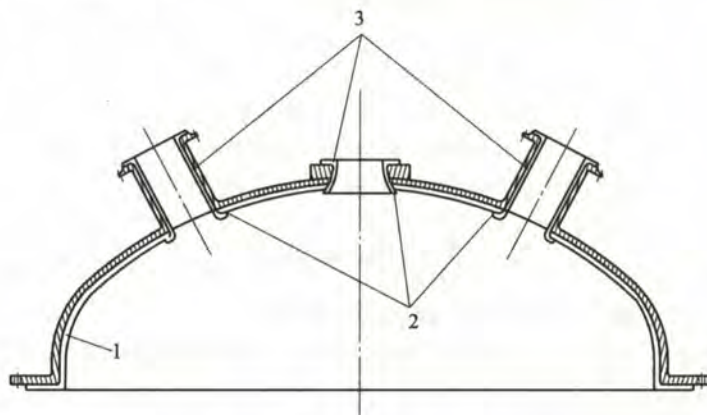


图 10.5.6 混合铅衬里结构
1—搪铅层;2—铅焊接;3—衬铅层

11 喷涂聚脲衬里

11.1 一般规定

11.1.1 喷涂聚脲衬里工程应包括采用专用设备施工的聚脲涂装工程。

11.1.2 聚脲材料的质量应符合设计要求或本规范的规定。

11.1.3 采用的辅料应与聚脲具有相容性,宜使用由聚脲材料厂家提供的配套材料。

11.1.4 施工时应经现场试喷后,方可进行喷涂。

11.1.5 工业设备及管道内外壁表面的处理等级,应符合本规范第 4.1.6 条的有关规定。对焊缝要求及处理应符合本规范第 3.3 节的规定。

11.1.6 管道(支管)、设备基座、管架、预埋件或预支撑件,应在喷涂施工前安装完毕,并按要求做好局部处理。

11.1.7 对工厂化预制的防腐管道和拼装式设备喷涂聚脲衬里时,应在焊缝一侧预留宽度为 200mm 的拼装位置,待现场装配调试合格后,再进行补喷。

11.1.8 喷涂聚脲衬里的施工不得与其他工种进行交叉作业。施工完毕的涂层表面不得损坏,并采取保护措施。

11.1.9 施工环境温度宜大于 3°C ,相对湿度宜小于 85%,且工件表面温度宜大于露点温度 3°C 。当风速大于 5m/s 时,不宜进行室外喷涂施工。在雨、雪、雾天气环境下不得进行室外喷涂聚脲衬里的施工。

11.1.10 施工人员应经过专业施工技术培训,合格后上岗。

11.2 原材料和涂层的质量要求

11.2.1 聚脲衬里原材料主要包括底层涂料、喷涂聚脲原材料和

修补料等。

11.2.2 聚脲底层涂料原材料的性能应符合下列规定:

1 当采用环氧树脂体系底层涂料时,宜选用低粘度环氧树脂和常温固化体系。

2 当采用聚氨酯体系底层涂料时,宜选用低挥发性异氰酸酯和常温固化体系。

3 聚脲底层涂料原材料的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.13 的规定。

4 聚脲底涂层的质量应符合表 11.2.2 规定。

表 11.2.2 聚脲底涂层的粘结质量

项 目	指 标	
	环氧底涂	聚氨酯底涂
底层涂料与钢板基体的粘结强度(MPa)	≥ 4.5	≥ 3.5
底层涂料与聚脲的粘结强度(MPa)	≥ 4.5	≥ 3.5

11.2.3 聚脲原材料的质量应符合设计要求,当设计无规定时,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 聚脲修补料的质量应符合下列规定:

1 修补料原材料的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.14 的规定。

2 修补料的涂层质量应符合表 11.2.4 的规定。

表 11.2.4 修补料的涂层质量

项目	硬度	拉伸强度	断裂伸长率	附着力
指标	≤ 92 邵 A	≥ 4.0 MPa	$\geq 150\%$	≥ 3.5 MPa

3 修补料可用于涂层表面针孔和小面积的缺陷修补。

11.2.5 聚脲衬里原材料和涂层的质量试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

11.3 施 工

11.3.1 喷涂聚脲的设备应符合下列规定:

1 主机工作压力应大于 7.0 MPa。

2 A 组分和 B 组分的进料比例泵的体积比为 1:1。

3 喷枪应采用撞击式混合高压喷射型式,并应均匀雾化。

4 空气压缩机的压力应大于 0.7 MPa,其容量应大于 $0.85\text{m}^3/\text{min}$ 。

5 A、B 料设备加热装置的加热温度应大于 65°C ,管道加热温度应大于 45°C 。

11.3.2 基体表面底层涂料的施工应符合下列规定:

1 底层涂料应选用环氧或聚氨酯类溶剂型涂料。当环境温度小于 10°C 时,应采用低温固化体系。

2 底层涂料的干膜厚度应为 $15\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ 。可采用喷涂或滚涂。

3 底层涂料的养护时间应符合表 11.3.2 的规定。

表 11.3.2 底层涂料的养护时间

底涂种类	养护温度($^\circ\text{C}$)	养护时间(h)
溶剂型聚氨酯底涂	≥ 15	1~6
	≥ 30	1~3
环氧底涂	≥ 15	4~6
	≤ 15	6~10
	≤ 8	24~48

4 相邻的非喷涂基体表面和已喷涂的聚脲表面应采取措施进行遮盖保护。

11.3.3 施工时应根据材料的特性、施工现场环境条件等,对每一批次的材料核定施工工艺和设备参数后,应进行试喷。试喷合格后的工艺应确定为现场施工工艺。

11.3.4 底层涂料的养护和聚脲衬里喷涂间隔时间应符合本规范表 11.3.2 的规定。当超过间隔时间时,应重新进行底层涂料的施工。

11.3.5 喷涂聚脲衬里的作业应符合下列规定:

1 喷枪与待喷基面的角度应小于或等于 $\pm 20^\circ$,喷枪与基面的距离应为 300mm~700mm。

2 喷涂移动速度应均匀、一致,并应采用交叉喷涂。

3 喷涂作业应采用先上后下再底的顺序,宜连续喷涂作业。

4 当接缝不连续喷涂时,表面应进行处理后再喷涂。接缝喷涂宽度应大于 120mm。

5 当喷涂作业出现异常时,应立即停止喷涂。应先检查设备,当发现故障时应进行排除。再检查聚脲层表面,当表面出现单组分分层、鼓泡或脱层等缺陷时,应按工艺要求处理后,再继续喷涂。

11.3.6 聚脲衬里涂层的修补应符合下列规定:

1 聚脲衬里涂层厚度应在涂层喷涂完毕后立即进行检测,当厚度不符合设计要求时,应及时进行补喷。补喷间隔时间和补喷要求应符合表 11.3.6 的规定。

表 11.3.6 补喷间隔时间和补喷要求

环境温度($^\circ\text{C}$)	间隔时间(h)	补喷要求
>15	>2	应采用界面处理剂处理后再喷涂
	≤ 2	可直接补喷
10~15	>3	应采用界面处理剂处理后再喷涂
	≤ 3	可直接补喷
≤ 10	≥ 4	应采用界面处理剂处理后再喷涂

2 对聚脲涂层出现的大面积鼓泡或脱层等缺陷,可采用机械喷涂方法进行修补。小面积鼓泡、脱层或针孔可采用手工方法进行修补。

3 修补时应将聚脲衬里涂层鼓泡或脱层缺陷周围 5mm~20mm 范围内的衬里涂层及基体表面清理干净,并应涂刷层间粘

合剂或底层涂料后,再机械喷涂或手工修补。

11.3.7 聚脲衬里涂层的养护时间应符合表 11.3.7 的规定。

表 11.3.7 聚脲衬里涂层的养护时间

环境温度($^\circ\text{C}$)	>23	10~23	<10
养护时间(h)	≥ 8	≥ 24	≥ 48

11.3.8 喷涂作业完成后,应及时清洗喷涂设备,并应进行养护。

12 氯丁胶乳水泥砂浆衬里

12.1 一般规定

12.1.1 氯丁胶乳水泥砂浆衬里工程应包括改性阳离子型氯丁胶乳水泥砂浆衬里整体面层。

12.1.2 施工环境温度宜为 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，当施工环境温度低于 5°C 时，应采取加热保温措施。施工中应防风、雨和阳光直射。

12.1.3 氯丁胶乳的存放，夏季应防止高温、阳光直射，冬季不得受冻。破乳和冻结的氯丁胶乳不得使用。

12.1.4 氯丁胶乳水泥砂浆整体面层衬里施工时，基体表面的处理等级应符合本规范第 4.1.6 条的规定。焊缝和搭接的部位，应采用氯丁胶乳胶泥找平。

12.1.5 施工前，应根据现场施工环境温度、施工条件等，确定适宜的施工配合比和施工操作方法。

12.1.6 施工用的工具和机械应及时清洗。

12.2 原材料和制成品的质量要求

12.2.1 氯丁胶乳原材料的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.15 的规定。

12.2.2 氯丁胶乳水泥砂浆采用的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥的强度不应小于 32.5MPa 。

12.2.3 氯丁胶乳水泥砂浆的细骨料应采用石英砂或河砂。砂子应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定，细骨料的质量应符合本规范附录 B 表 B.0.16 的规定。颗粒级配应符合表 12.2.3 的规定。

表 12.2.3 细骨料的颗粒级配

方筛孔的公称直径	5.0mm	2.5mm	1.25mm	$630\mu\text{m}$	$315\mu\text{m}$	$160\mu\text{m}$
累计筛余(%)	0	0~25	10~50	41~70	70~92	90~100

注：细骨料的最大粒径不应超过涂层厚度或灰缝宽度的 $1/3$ 。

12.2.4 氯丁胶乳水泥砂浆制成品的质量应符合表 12.2.4 的规定。

表 12.2.4 氯丁胶乳水泥砂浆制成品的质量

项 目	氯丁胶乳水泥砂浆
抗压强度(MPa)	≥ 30.0
抗折强度(MPa)	≥ 3.0
与碳钢粘结强度(MPa)	≥ 1.8
抗渗等级(MPa)	≥ 1.6
吸水率(%)	≤ 4.0
初凝时间(min)	> 45
终凝时间(h)	< 12

12.2.5 氯丁胶乳水泥砂浆原材料和制成品质量的试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

12.3 砂浆的配制

12.3.1 氯丁胶乳水泥砂浆的配合比宜按本规范附录 D 表 D.0.7 选用。

12.3.2 氯丁胶乳水泥砂浆配制时，应先将水泥与砂子拌和均匀，再倒入氯丁胶乳搅拌均匀。氯丁胶乳水泥砂浆应采用人工拌和，当采用机械拌和时，宜采用立式复式搅拌机。

12.3.3 拌制好的氯丁胶乳砂浆应在初凝前用完，当有凝胶、结块现象时，不得使用。拌制好的水泥砂浆应有良好的和易性。

12.4 施 工

12.4.1 铺抹氯丁胶乳水泥砂浆前，应先涂刷氯丁胶乳水泥素浆

一遍,涂刷应均匀,干至不粘手时,再铺抹氯丁胶乳水泥砂浆。

12.4.2 氯丁胶乳水泥砂浆一次施工面积不宜过大,应分条或分块错开施工,每块面积不宜大于 12m^2 ,条宽不宜大于 1.5m ,补缝及分段错开的施工间隔时间不应小于 24h 。坡面的接缝木条或聚氯乙烯条应预先固定在基体上,待砂浆抹面后可抽出留缝条, 24h 后在预留缝处涂刷氯丁胶乳素浆,再采用氯丁胶乳水泥砂浆进行补缝。分层施工时,留缝位置应相互错开。

12.4.3 氯丁胶乳水泥砂浆边摊铺边压抹,宜一次抹平,不宜反复抹压。当有气泡时应刺破压紧,表面应密实。

12.4.4 在立面或仰面施工时,当压抹面层厚度大于 10mm 时,应分层施工,分层抹面厚度宜为 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 。待前一层干至不粘手时,再进行下一层施工。

12.4.5 氯丁胶乳水泥砂浆施工 $12\text{h}\sim 24\text{h}$ 后,宜在面层上再涂刷一层氯丁胶乳水泥素浆。

12.4.6 氯丁胶乳水泥砂浆抹面后,表面干至不粘手时,即可进行喷雾或覆盖塑料薄膜等进行养护。塑料薄膜四周应封严,并应潮湿养护 7d ,再自然养护 21d 后方可使用。

13 涂料涂层

13.1 一般规定

13.1.1 涂料涂层应包括环氧树脂类涂料、聚氨酯涂料、氯化橡胶涂料、高氯化聚乙烯涂料、氯磺化聚乙烯涂料、丙烯酸树脂改性涂料、有机硅耐温涂料、氟涂料、富锌涂料(有机、无机)和车间底层涂料的涂层。

13.1.2 涂料进场时,供料方提供的产品质量证明文件除应符合本规范第 1.0.4 条的规定外,尚应提供涂装的基体表面处理和施工工艺等要求。

13.1.3 腻子、底层涂料、中间层涂料和面层涂料应符合设计文件规定。

13.1.4 施工环境温度宜为 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$,相对湿度不宜大于 85% ,或被涂覆的基体表面温度应比露点温度高 3°C 。

13.1.5 防腐蚀涂料品种的选用、涂层的层数和厚度应符合设计规定。

13.1.6 防腐蚀涂层全部涂装结束后,应养护 7d 方可交付使用。

13.1.7 基体表面的凹凸不平、焊接波纹和非圆弧拐角处,应采用耐腐蚀树脂配制的腻子进行修补。腻子干透后,应打磨平整,并应擦拭干净,再进行底涂层施工。

13.1.8 涂料的施工可采用刷涂、滚涂、空气喷涂或高压无气喷涂。涂层厚度应均匀,不得漏涂或误涂。

13.1.9 涂料质量的试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

13.2 涂料的配制及施工

13.2.1 环氧树脂类涂料应包括环氧型、环氧沥青型、环氧氨基树

脂型和环氧聚氨酯型涂料。其配制及施工应符合下列规定:

1 环氧树脂类涂料包括单组分环氧酯底层涂料和双组分环氧树脂涂料,并应符合下列规定:

- 1) 双组分应按质量比配制,并应搅拌均匀。配制好的涂料宜熟化后使用;
- 2) 基体表面处理等级不得低于 St2 级;
- 3) 每层涂料的涂装应在前一层涂膜实干后,方可进行下一层涂装施工。

2 环氧聚氨酯涂料应符合下列规定:

- 1) 双组分涂料应按规定的质量比配制,并应搅拌均匀;
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行,施工间隔时间宜大于 8h;
- 3) 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 10 个月。

3 环氧沥青涂料应符合下列规定:

- 1) 双组分涂料应按规定的质量比配制,并应搅拌均匀;
- 2) 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行,施工间隔时间宜大于 8h;
- 3) 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 10 个月。

13.2.2 聚氨酯涂料的配制及施工应符合下列规定:

- 1 涂料可分为单组分和双组分,采用双组分时应按质量比配制,并应搅拌均匀。
- 2 基体表面处理等级不得低于 St2 级。
- 3 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行,施工间隔时间不宜超过 48h。

4 涂料的施工环境温度不应低于 5℃。

5 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 6 个月。

13.2.3 氯化橡胶涂料的配制及施工应符合下列规定:

- 1 涂料为单组分,可分普通型和厚膜型。厚膜型涂层干膜厚度每层不应小于 70μm。

2 基体表面处理等级不得低于 St3 级、Sa2 级。

3 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行,涂覆的间隔时间应符合表 13.2.3 的规定。

表 13.2.3 涂覆间隔时间

温度(℃)	-20~0	0~15	15 以上
间隔时间(h)	24	12	8

4 涂料施工环境温度宜为 -20℃~50℃。

5 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 12 个月。

13.2.4 高氯化聚乙烯涂料的配制及施工应符合下列规定:

1 涂料应为单组分。

2 基体表面处理等级不得低于 St3 级、Sa2 级。

3 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行,涂覆间隔时间应符合表 13.2.4 的规定。

表 13.2.4 涂覆间隔时间

温度(℃)	0~14	15~30	30 以上
间隔时间(h)	≥24	≥10	≥6

4 涂料的施工环境温度宜大于 0℃。

5 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 10 个月。

13.2.5 氯磺化聚乙烯涂料的配制及施工应符合下列规定:

1 涂料可分为单组分和双组分,采用双组分时应按质量比配制,并应搅拌均匀。

2 基体表面处理等级不得低于 St3 级。

3 每次涂覆间隔时间宜为 40min。涂覆完毕在常温下养护 7d 后方可使用。

4 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 10 个月。

13.2.6 丙烯酸树脂改性涂料的配制及施工应符合下列规定:

1 涂料包括单组分丙烯酸树脂涂料、丙烯酸树脂改性氯化橡胶涂料和丙烯酸树脂改性聚氨酯双组分涂料。

2 基体表面处理等级不得低于 St2 级。

3 涂刷丙烯酸树脂改性涂料时,宜采用环氧树脂类涂料做底层涂料。

4 丙烯酸树脂改性聚氨酯双组分涂料应按规定的质量比配制,并应搅拌均匀。

5 每次涂装应在前一层涂膜实干后进行,施工间隔时间应大于 3h,且不宜超过 48h。

6 涂料的施工环境温度应大于 5℃。

7 涂料的贮存期在 25℃ 以下时,单组分不宜超过 10 个月,双组分不宜超过 3 个月。

13.2.7 有机硅耐温涂料的配制及施工应符合下列规定:

1 涂料为双组分,应按质量比配制,并应搅拌均匀。

2 基体表面处理等级不得低于 $Sa2 \frac{1}{2}$ 级。

3 底涂层应选用配套底涂料,不得采用磷化底涂料打底。

4 底层涂料养护 24h 后,再进行面层涂料施工。面层涂料涂覆间隔时间宜为 1h。

5 施工环境温度不宜低于 5℃,相对湿度不应大于 70%。

6 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 6 个月。

13.2.8 氟涂料的配制及施工应符合下列规定:

1 涂料为双组分,应按质量比配制,并应搅拌均匀。

2 基体表面处理等级不得低于 $Sa2 \frac{1}{2}$ 级。

3 涂料包括氟树脂涂料和氟橡胶涂料。

4 涂料应为底层涂料、中层涂料和面层涂料配套使用。

5 涂料宜采用喷涂法施工。

6 施工环境温度宜为 5℃~30℃,相对湿度不宜大于 80%。

7 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 6 个月。

13.2.9 富锌涂料应包括有机富锌涂料和无机富锌涂料,其配制及施工应符合下列规定:

1 基体表面处理等级不得低于 $Sa2 \frac{1}{2}$ 级。

2 涂料宜采用喷涂法施工。

3 涂料施工后应采用配套涂层封闭。

4 涂层不得长期暴露在空气中。

5 涂层表面出现白色析出物时,应打磨去除析出物后再重新涂覆。

6 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 10 个月。

13.2.10 车间底层涂料应包括环氧铁红、有机富锌和无机富锌的底层涂料。其涂料的配制及施工应符合下列规定:

1 基体表面处理等级不得低于 $Sa2 \frac{1}{2}$ 级。

2 涂料宜采用喷涂法施工。

3 涂料的贮存期在 25℃ 以下不宜超过 6 个月。

14 金属热喷涂层

14.1 一般规定

14.1.1 金属热喷涂层工程应包括火焰或电弧喷涂锌和锌铝合金涂层、铝和铝镁合金涂层。

14.1.2 施工环境温度不宜低于 5℃,相对湿度不宜大于 80%,基体表面温度应比露点温度高 3℃ 以上。在雨、雪和大雾天气,不得进行室外喷涂施工。

14.1.3 热喷涂施工人员应按现行国家标准《热喷涂 热喷涂操作人员考核要求》GB/T 19824 的有关规定,通过专业考核和资格认定,并应持证上岗。

14.1.4 施工前,应对热喷涂设备进行检查和试验。设备的技术参数和喷涂性能,应符合现行国家标准《热喷涂 热喷涂设备的验收检查》GB/T 20019 的有关规定。

14.1.5 基体表面处理的质量等级应符合本规范表 4.1.6 的规定。处理后的表面清洁度,应采用 Sa3 图片对照检查。

14.1.6 基体表面处理后的粗糙度,宜采用粗糙度参比样板对照检查。不同涂层的喷射或抛射处理表面的粗糙度,应符合表 14.1.6 的规定。

表 14.1.6 不同涂层的喷射或抛射处理表面的粗糙度(R_a)

热喷涂涂层	涂层设计厚度(mm)	处理表面粗糙度最小值/最大值(μm)
Zn、ZnAl15 Al、AlMg5	0.10~0.15	40/63
	0.20	63/80
	0.30	80/100

14.1.7 线材火焰喷涂和电弧喷涂的工艺参数,应经喷涂试验和涂层检验优化确定。

14.2 原材料的质量要求

14.2.1 热喷涂线材的质量应符合现行国家标准《热喷涂 火焰和电弧喷涂用线材、棒材和芯材分类和供货技术条件》GB/T 12608 的有关规定。

14.2.2 线材在使用前,应进行抽样检查,检查合格的线材应进行清洗、干燥,并应包装贮存。

14.2.3 热喷涂线材质量的试验方法应符合本规范附录 C 的有关规定。

14.3 施 工

14.3.1 金属热喷涂层的施工,应在基体表面处理合格后及时进行。当工件表面无凝露时,喷涂间隔时间不宜大于 4h。

14.3.2 线材火焰喷涂工艺参数应符合表 14.3.2 的规定。

表 14.3.2 线材火焰喷涂工艺参数

项 目		工 艺 参 数	
		Zn、ZnAl15(线径 3mm 时)	Al、AlMg5(线径 3mm 时)
气体压力 (MPa)	氧气	0.40~0.55	0.40~0.55
	乙炔	0.07~0.10	0.07~0.10
	空气	0.50~0.55	0.50~0.55
火焰焰性		中性焰	中性焰
线材输送速度(m/min)		1.80~2.60	1.60~2.30
喷涂距离 (mm)	底层	100~120	100~120
	次层	120~150	120~150
喷涂角度(°)		75~90	75~90
喷枪或工件移动速度(mm/s)		300~400	300~400
喷涂基体表面温度(℃)		<100	<100

注:本工艺适用于射吸式气体喷涂枪。当使用不同参数的喷枪,采用不同直径的线材时,工艺参数应进行调整。

14.3.3 电弧喷涂工艺参数应符合表 14.3.3 的规定。

表 14.3.3 电弧喷涂工艺参数

项 目		工 艺 参 数	
		Zn、ZnAl15(线径 2mm 时)	Al、AlMg5(线径 2mm 时)
空载电压(V)		24~28	30~34
喷涂工作电流(A)		150~180	160~200
空气压力(MPa)		0.55~0.60	0.55~0.60
线材输送速度(m/min)		5.5~7.0	4.2~5.5
喷涂距离(mm)	底层	120~150	120~150
	次层	150~200	150~200
喷涂角度(°)		75~90	75~90
喷枪或工件移动速度(mm/s)		400~550	400~550
喷涂基体表面温度(℃)		<100	<100

注:本工艺适用于封闭雾化式电弧喷涂枪。当使用不同参数的喷枪,采用不同直径的线材时,工艺参数应进行调整。

14.3.4 喷枪点火、引弧及试喷的调整,应按喷枪的使用说明书进行操作。喷枪试喷调整时,应避开待喷涂表面。

14.3.5 当对薄壁工件和构造复杂的表面喷涂时,喷枪的移动速度可进行调整,喷涂角度不得小于 45°,喷涂距离应符合本规范第 14.3.2 条、第 14.3.3 条的有关规定。

14.3.6 设计厚度等于或大于 0.10mm 的涂层,应分层喷涂。分层喷涂时,喷涂的每一涂层均应平行搭接,搭接尺寸宜为喷幅宽度的 1/4~1/3;同层涂层的喷涂方向宜一致;上下两层的喷涂方向应纵横交叉。

14.3.7 喷涂过程中,工件表面温度不得大于 100℃。当表面温度大于 70℃时,应采取间歇喷涂或冷却措施。

14.3.8 难以施工的部位应先喷涂。喷涂操作时,宜降低热源功率,提高喷枪的移动速度,并应预留涂层的阶梯形接头。

14.3.9 当对大型设备或大面积进行施工时,应划区作业,分段、

分片喷涂。各分段、分片的接头应错开,错开距离应大于 100mm。

14.3.10 施工过程中应进行涂层外观、厚度和结合性的中间质量检查。

14.3.11 金属热喷涂层的涂料封闭,应在喷涂层检查合格后及时进行。当喷涂层受潮时,不得进行封闭。不做涂料封闭的喷涂层,应采用细铜丝刷进行刷光处理。

15 安全技术

15.0.1 工程施工前应进行危险源辨识和评价,并应针对重大危险源制定应急预案和监控措施。

15.0.2 施工组织设计(方案)应包括安全技术措施。

15.0.3 施工危险性较大的防腐蚀工程,应制定专项安全技术方案和安全技术操作规程;施工前,应对作业班组进行安全技术交底。

15.0.4 施工管理人员、施工操作人员,应具备相应的安全知识和技能,并应经安全技术培训和安全技术考核合格,持证上岗。

15.0.5 压力容器设备必须通过法定检测机构定期检验,未经检验或定期检验不合格的压力容器,不得继续使用。

15.0.6 施工机具设备及设施应具备基本的安全功能,并应符合国家现行有关产品标准的规定。安全保护部件应完整配套,安全保险装置应灵敏可靠。

15.0.7 化学危险品的贮存和辨识应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 和《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 的有关规定。

15.0.8 施工用电安全应符合现行国家标准《用电安全导则》GB/T 13869和《国家电气设备安全技术规范》GB 19517 的有关规定。

15.0.9 设备、管道内部涂装和衬里作业安全应采取下列措施:

1 办理作业批准手续;划出禁火区;设置警戒线和安全警示标志。

2 分离或隔绝非作业系统,清除内部和周围易燃物。

3 设置机械通风,通风量和风速应符合现行国家标准《涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化》GB 7692 的

有关规定。

4 采用防爆型电气设备和照明器具;采取防静电保护措施。

5 配置相应的消防灭火器具,应由专人负责管理。

6 可燃性气体、蒸汽和粉尘浓度应控制在可燃燃烧极限和爆炸下限的10%以下。

7 选用快速测定方法,现场跟踪监测。

8 作业期间和涂层、衬里层固化期间应设专人监护。

15.0.10 高处作业安全应采取下列措施:

1 高处作业安全设施应符合施工组织设计,并应在现场检查及验收合格。

2 作业现场应设置安全警示标志,并应设专人监护。

3 施工机具应低处设置,材料应放置在平台上,工具应设置安全绳。

4 作业顺序应合理,不得在同一方向多层垂直作业。

5 作业人员应穿戴防滑鞋、安全帽、安全带;安全带应高挂低用。

6 遇雷雨和五级以上大风,应停止作业。

15.0.11 施工现场动火作业安全应采取下列措施:

1 热喷涂作业、搪铅衬铅作业应办理动火批准手续。

2 动火区内的易燃物应清除。

3 动火作业区应设置安全警示标志,并设专人负责火灾监控。

4 动火区应配备消防水源和灭火器具,消防道路应畅通。

5 动火作业时不得与使用危险化学品的有关作业同时进行。

6 设备管道内部动火应采取通风换气措施;空气中氧含量不得低于18%。

7 动火作业结束,应检查并消除火灾隐患后再离开现场。

15.0.12 施工现场基体表面处理作业安全应采取下列措施:

1 现场临时作业应办理作业批准手续。

- 2 作业区域应设置安全围挡和安全标志,并应设专人监护。
- 3 喷射胶管的非移动部分应加设防爆护管,并应避开道路和防火防爆区域。
- 4 作业人员应规定统一的操作联络方式。
- 5 喷射作业应执行安全操作规程。
- 6 设备管道内部通风应符合本规范第 15.0.9 条第 3 款的规定。

7 现场临时喷射作业应采取防止粉尘扩散的措施。

15.0.13 防腐蚀工程质量检验的检测设备和仪器的使用安全,应符合有关产品的安全使用规定。

15.0.14 防腐蚀施工作业场所有害气体、蒸汽和粉尘的浓度应符合国家现行有关工作场所有害因素职业接触限值的规定。

15.0.15 防腐蚀施工作业人员应按国家现行职业健康的规定进行定期体检;劳动保护个人装备品的选用应符合现行国家标准《个体防护装备选用规范》GB/T 11651 的有关规定。

16 环境保护技术措施

16.0.1 施工中产生的固体废物的处理应符合下列规定:

- 1 收集、贮存、运输、利用和处置固体废物时,应采取防扬散、防流失或其他防止污染环境的措施。
- 2 应采用易回收利用、易处置或在环境中易消纳的包装物。
- 3 工业固体废物应堆放到现场指定的场所,并应及时清运出场。

4 施工现场严禁焚烧各类废弃物。

16.0.2 施工中产生的危险废物的管理和贮存应符合下列规定:

- 1 施工单位对所产生的危险废物应采取综合利用或无害化处理措施,建立危险废物污染防治的管理制度。
- 2 施工单位贮存、利用、处理危险废物的设施和场所,应设置统一的识别标志,并应制定事故的防范措施和应急预案。
- 3 装载液体或半固体危险废物的容器顶部与液体表面之间应留出 100mm 以上的空间。
- 4 盛装在容器内的同类危险废物可堆叠存放。不得将不相容的废物混合或合并存放。
- 5 贮存危险废物的施工单位应做好危险废物情况的记录,记录上应注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称,并应定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查,发现破损,应及时采取措施清理更换。

6 严禁向未经许可的任何区域内倾倒、堆放、填埋或排放危险废物。

7 运输危险废物时,应按国家和地方有关危险货物和化学危

险品运输管理的规定执行。

16.0.3 施工中产生的灰尘、粉尘等污染的防治应符合下列规定：

- 1 施工现场的主要道路应进行硬化处理，砂石应集中堆放。
- 2 进行拆除作业时，应采取隔离措施，并应在规定期限内将废弃物清理完毕。
- 3 不得使用污染大气环境的生产工艺和设备。
- 4 收集、贮存、运输或装卸有毒有害气体或粉尘材料时，必须采取密闭措施或其他防护措施。

5 施工现场胶泥搅拌场所应采取封闭、降尘措施。当进行基体表面处理、机械切割或气喷涂等作业时，应采取防扬尘措施。

6 施工现场应设置密闭式垃圾站。施工垃圾、生活垃圾应分类存放，及时清运出场。

16.0.4 施工中对施工噪声污染的防治应符合下列规定：

1 施工现场应按现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 和《建筑施工场界噪声测量方法》GB 12524 的有关规定制定降噪措施。

2 不得使用对环境有噪声污染的设备。

3 运输材料的车辆进入施工现场不得鸣笛。装卸材料应轻拿轻放。

16.0.5 施工中对水土污染的防治应符合下列规定：

1 施工现场应设置排水沟及沉淀池。施工污水经沉淀后方可排放。

2 施工现场的油料、化学溶剂、酸液、碱液等物品应存放在专用库房内。地面应进行防渗漏处理。废弃的油料、化学溶剂、酸液、碱液等应集中处理，不得随意倾倒。

17 工程交接

17.0.1 施工单位按合同规定的范围，完成全部防腐蚀工程项目后，应及时办理交接手续。

17.0.2 防腐蚀工程交接前，建设单位或监理单位应对其进行检查和验收，并确认下列内容：

1 施工范围和内容符合合同规定。

2 工程质量符合设计文件及本规范的规定。

17.0.3 防腐蚀工程交接时，施工单位应向建设单位或总承包单位提交下列文件：

1 防腐蚀材料的出厂合格证明、进场检(试)验报告或现场抽样的复验报告。

2 设计变更通知单、材料代用的技术文件及施工过程中重大技术问题的处理记录。

3 隐蔽工程检查记录的格式宜符合表 17.0.3-1 的规定。

4 基层表面处理检查记录的格式宜符合表 17.0.3-2 的规定。

5 防腐蚀衬里施工记录的格式宜符合表 17.0.3-3 的规定。

6 设备、管道防腐蚀工程交工汇总表的格式宜符合表 17.0.3-4 的规定。

7 防腐蚀工程交接报告的格式宜符合表 17.0.3-5 的规定。

17.0.4 施工质量不符合设计和本规范的要求时，应经返修合格后方可办理交工。

表 17.0.3-1 隐蔽工程检查记录

工程名称		分部分项名称	
图号		隐蔽日期	
隐蔽内容			
简图或说明			
检查意见			
总承包单位： 现场代表： 年 月 日	建设单位(监理单位)： 建设单位项目专业技术 负责人(监理工程师)： 年 月 日	施工单位： 项目技术负责人： 项目专业质量检查员： 施工班组长： 年 月 日	

表 17.0.3-2 基层表面处理检查记录

项目：											
装置：											
工号：											
部位名称		施工图号									
相对湿度		环境温度(℃)									
除锈等级		表面处理方式									
实测项目	质量标准	实测数据(表面粗糙度)									平均值
总承包单位： 现场代表： 年 月 日	建设单位(监理单位)： 建设单位项目专业技术 负责人(监理工程师)： 年 月 日				施工单位： 项目技术负责人： 项目专业质量检查员： 施工班组长： 年 月 日						

表 17.0.3-3 防腐衬里施工记录

项目:									
装置:									
工号:									
分项名称				施工图号					
检查部位				施工阶段					
衬里种类				环境温度(℃)					
检查内容	目测	衬里层数	电火花检查						
检查结果			测试电压	行走速度	衬里厚度	结论			
实测项目	实 测 值								平均值
	厚度(mm)								
	硬度检查								
总承包单位:		建设单位(监理单位):			施工单位:				
现场代表:		建设单位项目专业技术负责人(监理工程师):			项目技术负责人:				
					项目专业质量检查员:				
					施工班组长:				
年 月 日		年 月 日			年 月 日				

表 17.0.3-4 设备、管道防腐工程交工汇总表

工程名称							工程编号		
设备号或 管线号	介质 名称	规格 型号	数量 (m 或台)	检查结果					
				基层表面处理		底层		面层	
				方法	等级	材料 名称	厚度 (μm)	材料 名称	厚度 (μm)
项目负责人: _____ 年 月 日 项目技术负责人: _____ 年 月 日 项目专业质量检查员: _____ 年 月 日									

表 17.0.3-5 防腐蚀工程交接报告

工程名称			
开工日期	年 月 日	移交日期	年 月 日
工程简要内容:			
交工情况(符合设计的程度,主要缺陷及处理意见):			
工程质量:			
工程接收意见:			
总承包单位:	建设单位(监理单位):	施工单位:	
现场代表:	建设单位项目专业技术负责人(监理工程师):	项目技术负责人:	
年 月 日	年 月 日	年 月 日	

附录 A 基体表面粗糙度比较样块的制作

A.0.1 选取外形尺寸为 150mm×100mm×6mm 的钢板制作比较样块,材质和表面状态应与被表面处理的工件相同。

A.0.2 比较样块钢板应采用施工所用的磨料进行喷射处理,并按设计文件、现行国家标准《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值》GB/T 1031 和表 A.0.2 的规定进行测量。

表 A.0.2 表面粗糙度

评定参数	粗糙度范围(μm)	测量仪器
轮廓算术平均偏差 R_a	0.8~63.0	光切显微镜或电动轮廓仪
微观不平度十点高度 R_z	0.05~25.0	电动轮廓仪或光切显微镜

注:当测得被加工表面的表面粗糙度符合设计规定时,该钢板即为某一数值范围的表面粗糙程度比较样块。

附录 B 原材料的质量指标

B.0.1 防腐蚀炭砖的质量应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 防腐蚀炭砖的质量

项 目	指 标
耐酸度(%)	≥95
显气孔率(%)	≤12
体积密度(g/cm³)	≥1.6
常温耐压强度(MPa)	≥60
常温抗折强度(MPa)	≥15

B.0.2 钾水玻璃的质量应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 钾水玻璃的质量

项 目	指 标
密度(g/cm³)	1.40~1.46
模数	2.60~2.90
二氧化硅(%)	25.00~29.00
氧化钾(%)	15~16

注:采用密实型钾水玻璃材料时,其质量应采用中上限。

B.0.3 呋喃树脂的质量应符合表 B.0.3 的规定。

表 B.0.3 呋喃树脂的质量

项 目	指 标	
	糠醇糠醛型	糠酮糠醛型
固体含量(%)	—	≥42
粘度(涂-4 粘度计, 25℃, s)	20~30	50~80
贮存期	常温下 1 年	

B.0.4 酚醛树脂的质量应符合表 B.0.4 的规定。

表 B.0.4 酚醛树脂的质量

项 目	指 标
游离酚含量(%)	<10
游离醛含量(%)	<2
含水率(%)	<12
粘度(落球粘度计, 25℃, s)	45~65
贮存期	常温下不超过 1 个月; 当采用冷藏法或加入 10% 的苯甲醇时,不宜超过 3 个月

B.0.5 填料的质量应符合表 B.0.5 的规定。

表 B.0.5 填料的质量

项 目	指 标
耐酸度(%)	≥95
含水率(%)	≤0.5
细度	0.15mm 筛孔筛余量不应大于 5%; 0.088mm 筛孔筛余量应为 15%~30%

注:钾水玻璃胶泥粉的细度要求 0.45mm 筛孔筛余量不应大于 5%, 0.16mm 筛孔筛余量应为 30%~50%。

B.0.6 加热硫化橡胶板物理性能的质量应符合表 B.0.6 的规定。

表 B.0.6 加热硫化橡胶板物理性能的质量

指标 项目	胶 种		
	硬 胶	半硬胶	软 胶
拉伸强度(MPa)	≥10	≥10	≥9
扯断伸长率(%)	—	≥30	≥350
粘合强度(MPa)二板法	≥6	≥6	—
硬度(邵氏 A)	—	—	40~80
硬度(邵氏 D)	70~85	40~70	—

B.0.7 自然硫化橡胶板物理性能的质量应符合表 B.0.7 的规定。

表 B.0.7 自然硫化橡胶板物理性能的质量

项目	指标	胶种	
		溴化丁基	氯丁胶
拉伸强度(MPa)		≥5	≥8
扯断伸长率(%)		≥350	
粘合强度(kN/m)90°剥离法		≥6	
硬度(邵氏 A)		55~70	

B.0.8 预硫化橡胶板物理性能的质量应符合表 B.0.8 的规定。

表 B.0.8 预硫化橡胶板物理性能的质量

项目	指标	胶种		
		丁基胶	氯化丁基	氯丁胶
拉伸强度(MPa)		≥6	≥4	≥8
扯断伸长率(%)		≥350		
粘合强度(kN/m)90°剥离法		≥4		
硬度(邵氏 A)		50~65		

B.0.9 软聚氯乙烯板的质量应符合表 B.0.9 的规定。

表 B.0.9 软聚氯乙烯板的质量

项 目	指 标
相对密度(g/cm ³)	1.38~1.60
拉伸强度(纵、横、向, MPa)	≥14

B.0.10 聚四氟乙烯板的质量应符合表 B.0.10 的规定。

表 B.0.10 聚四氟乙烯板的质量

项 目	指 标
外观	表面洁白,质地均匀,不允许夹带任何杂质
拉伸强度(MPa)	20~45
使用温度(℃)	≤200

B.0.11 乙烯-四氟乙烯共聚物板的质量应符合表 B.0.11 的规定。

表 B.0.11 乙烯-四氟乙烯共聚物板的质量

项 目	指 标
外观	表面自然色,质地均匀,不允许夹带任何杂质
拉伸强度(MPa)	40~50
使用温度(℃)	≤140

B.0.12 聚偏氟乙烯板的质量应符合表 B.0.12 的规定。

表 B.0.12 聚偏氟乙烯板的质量

项 目	指 标
外观	表面自然色,质地均匀,不允许夹带任何杂质
拉伸强度(MPa)	39~59
使用温度(℃)	≤120

B.0.13 聚脲底层涂料原材料的质量应符合表 B.0.13 的规定。

表 B.0.13 聚脲底层涂料原材料的质量

项 目	环氧树脂体系	聚氨酯体系
外观	均匀黏稠体,无凝胶、结块	
表干时间(h)(25℃)	≤6	≤6
粘度 cps	A 组分≤500	A 组分≤3000
	B 组分≤3000	B 组分≤400
固化温度(℃)	>5	>5

B.0.14 聚脲修补料原材料的质量应符合表 B.0.14 的规定。

表 B.0.14 聚脲修补料原材料的质量

项 目	A 组分	B 组分
组成	异氰酸酯预聚体	聚(胺)醚、胺扩链剂、助剂
外观	浅色液体,无凝胶	有色液体,无凝胶
固体含量(%)	≥98	
粘度 cps	≤3000	≤1200
凝胶时间(min)	≤12	
表干时间(min)	≤40	

B.0.15 氯丁胶乳的质量应符合表 B.0.15 的规定。

表 B.0.15 氯丁胶乳的质量

项目	外观	密度(g/cm ³)	pH 值	贮存稳定性
指标	白色乳状液	≥1.05	≥9.0	5℃~40℃, 3 个月无明显变化

注:用上述质量指标的氯丁胶乳配制的砂浆不需另加助剂。

B.0.16 细骨料的质量应符合表 B.0.16 的规定。

表 B.0.16 细骨料的质量

项目	含泥量(%)	云母含量(%)	硫化物含量(%)	有机物含量
指标	≤3.0	≤1.0	≤1.0	浅于标准色 (如深于标准色, 应配成砂浆进行 强度对比试验,抗压 强度比不应低于 0.95)

附录 C 原材料和制成品的试验方法

C.1 主要原材料取样法

C.1.1 耐酸砖、耐酸耐温砖和铸石板的取样应按国家现行标准《耐酸砖》GB/T 8488、《耐酸耐温砖》JC/T 424 和《铸石制品 铸石板》JC/T 514.1 的有关规定执行。

C.1.2 粉料应从每批号中随机抽样 3 袋,每袋不少于 1000g,可混合后检测;当该批号小于或等于 3 袋时,可随机抽样 1 袋,样品量不少于 3000g。

C.1.3 水玻璃类和树脂类原材料的取样数量是从每批号桶装水玻璃或树脂中随机抽样各 3 桶,每桶取样不少于 1000g,可混合后检测;当该批号小于或等于 3 桶时,可随机抽样 1 桶,样品量不少于 3000g。

C.2 原材料的试验方法

C.2.1 块材质量的测定应符合下列规定:

1 耐酸砖、耐酸耐温砖、粉料耐酸率的测定应按现行国家标准《耐酸砖》GB/T 8488 的规定执行;铸石板耐酸率的测定应按现行行业标准《铸石制品性能试验方法 耐酸、碱性能试验》JC/T 258 的有关规定执行。

2 耐酸砖、耐酸耐温砖吸水率的测定应按现行国家标准《耐酸砖》GB/T 8488 的规定执行。

3 耐酸砖和耐酸耐温砖热稳定性的测定应按现行国家标准《耐酸砖》GB/T 8488 的有关规定执行。铸石板热稳定性的测定应按现行行业标准《铸石制品性能试验方法 耐急冷急热性能试验》JC/T 261 的有关规定执行。

4 耐腐蚀炭砖的耐酸度、体积密度、显气孔率、耐压强度、抗折强度的测定应按现行国家标准《耐酸砖》GB/T 8488、《致密定型耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法》GB/T 2997、《耐火材料 常温耐压强度试验方法》GB/T 5072 和《耐火材料 常温抗折强度试验方法》GB/T 3001 的有关规定执行。

C.2.2 粉料的含水率、细度和耐酸粉料体积安定性、亲水系数的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.2.3 水玻璃类材料质量的测定应符合下列规定：

1 钠水玻璃的模数、氧化钠和二氧化硅的含量的测定，模数的计算均应按现行国家标准《工业硅酸钠》GB/T 4209 的有关规定执行。钠水玻璃密度的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

2 钾水玻璃模数、二氧化硅含量、密度、混合料的含水率和细度的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。氧化钾含量的测定应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176 的有关规定执行。

C.2.4 树脂类材料质量的测定应符合下列规定：

1 双酚-A 型环氧树脂环氧当量和软化点的测定应按现行国家标准《双酚-A 型环氧树脂》GB/T 13657 的有关规定执行。

2 不饱和聚酯树脂和乙烯基酯树脂的酸值、粘度、固体含量和 25℃凝胶时间的测定，应符合下列规定：

1) 酸值的测定应按现行国家标准《塑料 聚酯树脂 部分酸值和总酸值的测定》GB/T 2895 的有关规定执行；

2) 粘度、固体含量和 25℃凝胶时间的测定应按现行国家标准《不饱和聚酯树脂试验方法》GB/T 7193 的有关规定执行。

3 呋喃树脂的固体含量和粘度的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

4 酚醛树脂的游离酚含量、游离醛含量、含水率和粘度的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.2.5 硫化橡胶板物理性能的测定应符合下列规定：

1 粘合强度的测定，硬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 的有关规定执行；软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 的有关规定执行。

2 拉伸强度的测定应按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528 的有关规定执行；硬质胶应按现行行业标准《硬质橡胶 拉伸强度和拉断伸长率的测定》HG/T 3849 的有关规定执行。

3 硬度的测定应按现行国家标准《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 的有关规定执行。

C.2.6 压力容器和压力管道塑料衬里的聚四氟乙烯、四氟乙烯乙烯共聚物、聚偏氟乙烯、聚丙烯、聚乙烯和软聚氯乙烯拉伸强度的测定，管材应按现行国家标准《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第 1 部分：试验方法总则》GB/T 8804.1 的有关规定执行；板材应按现行国家标准《塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》GB/T 1040.1 的有关规定执行。

C.2.7 玻璃鳞片的中碱玻璃原料的成分和玻璃鳞片的外观、厚度、片径、含水率、耐酸度的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.2.8 聚脲衬里原材料的质量测定应按现行行业标准《喷涂聚脲防护材料》HG/T 3831 的有关规定执行。

C.2.9 聚合物胶乳的质量测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.2.10 热喷涂线材质量的测定应按现行国家标准《热喷涂 火焰和电弧喷涂用线材、棒材和芯材分类和供货技术条件》GB/T 12608 的有关规定执行。

C.3 制成品的试验方法

C.3.1 水玻璃胶泥的性能测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.3.2 树脂胶泥的性能测定应符合下列规定：

1 树脂胶泥抗拉强度的测定应符合下列规定：

1) 试验应采用“8”字形金属试模(图 C.3.2-1),先将“8”字形试模擦拭干净,薄涂一层脱模剂,并将树脂胶泥或树脂砂浆装入模内,在跳桌上振动 25 次,刮去多余的胶泥或砂浆,整平表面,在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下养护 14d 后,测定抗拉强度。将“8”字形试样放入夹具内(图 C.3.2-2),开动拉力机,速度为 $10\text{mm}/\text{min}$,至试样断裂,记录拉力机读数。

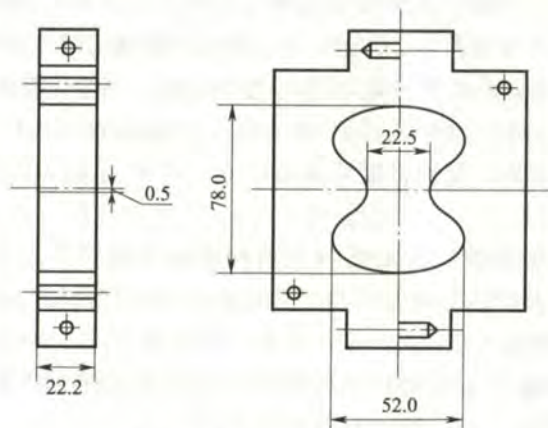


图 C.3.2-1 “8”字形金属试模

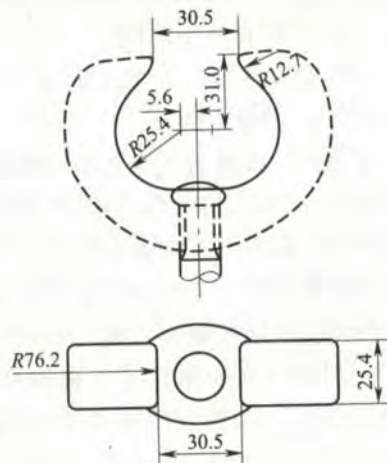


图 C.3.2-2 “8”字形试样抗拉强度的夹具

2) 抗拉强度应按下式计算：

$$R_{\text{拉}} = P/F \quad (\text{C.3.2})$$

式中： $R_{\text{拉}}$ ——抗拉强度(MPa)；

P ——破坏荷载(N)；

F ——窄腰处截面积(mm^2)。

3) 试验应取 3 块试块的平均值为抗拉强度,当其中 1 件试验结果超出或低于平均值的 15% 时,应取其余 2 块平均值作为最后结果。

2 树脂胶泥抗压强度、粘结强度的测定应按现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.3.3 纤维增强塑料衬里性能的测定应符合下列规定：

1 拉伸强度应按现行国家标准《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T 1447 的有关规定执行。

2 弯曲强度应按现行国家标准《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 的有关规定执行。

C.3.4 树脂玻璃鳞片胶泥的测定应符合下列规定：

1 拉伸强度的测定应按现行国家标准《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T 1447 的有关规定执行。

2 弯曲强度的测定应按现行国家标准《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449 的规定执行。

3 冲击强度的测定应按现行国家标准《玻璃纤维增强塑料简支梁式冲击韧性试验方法》GB/T 1451 的有关规定执行。

4 粘接强度的测定应符合下列规定：

1) 拉剪法(拉伸剪切法)：应按现行国家标准《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124 制做钢-钢剪切试件，先对钢片进行机械打磨处理，再将配制好的底涂料均匀地涂在待粘表面上，最后将钢片叠合搭接起来。搭接长度为 12.5mm，粘接面积 312.5mm^2 。每组为 5 个试件。试样在室温 25°C 下养护 3d；

2) 拉开法：应按《用便携式附着力测试仪测定涂层拉脱强度的标准试验方法》ASTM D4541 的规定执行。

5 巴氏硬度的测定应按现行国家标准《纤维增强塑料巴氏(巴柯尔)硬度试验方法》GB/T 3854 的有关规定执行。

6 耐磨性的测定应按现行国家标准《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》GB/T 1768 的有关规定执行。

7 线膨胀系数的测定应按现行国家标准《纤维增强塑料平均线膨胀系数试验方法》GB/T 2572 的有关规定执行。

8 冷热交替试验：取 3 块碳钢板 $150\text{mm} \times 75\text{mm} \times 5\text{mm}$ ，经表面处理后，按涂覆工艺做好试板(单面)，在室温 25°C 下养护 3d。将试板放在 150°C (VEGF-2 型是 130°C) 的恒温箱内 1h 后取出，立即再放入 25°C 自来水中冷却 10min，取出后用于布擦干，再放入恒温箱内循环试验，需进行 10 次。

C.3.5 塑料衬里制成品的性能测定应符合下列规定：

1 软聚氯乙烯板衬里制压力容器的耐压试验应按现行行业标准《塑料衬里设备水压试验方法》HG/T 4089 的有关规定执行。

2 氟塑料衬里制压力容器的耐压试验应按现行行业标准《氟塑料衬里压力容器压力试验方法》GB/T 23711.6 的有关规定执行。

C.3.6 喷涂聚脲衬里的物理性能的测定应符合下列规定：

1 聚脲衬里涂层的质量测定应按现行行业标准《喷涂聚脲防护材料》HG/T 3831 的有关规定执行。

2 聚脲衬里涂层的附着力测定应按现行行业标准《建筑工程饰面砖粘接强度检验标准》JGJ 110 的有关规定执行。

C.3.7 氯丁胶乳水泥砂浆性能的测定应按现行国家标准《建筑防腐工程施工及验收规范》GB 50212 的有关规定执行。

C.3.8 涂料的漆膜颜色、外观、粘度、干燥时间和附着力测定法应符合下列规定：

1 漆膜颜色的测定应按现行国家标准《清漆、清油及稀释剂颜色测定法》GB/T 1722 的有关规定执行。

2 漆膜外观的测定应按现行国家标准《清漆、清油及稀释剂外观和透明度测定法》GB/T 1721 的有关规定执行。

3 粘度的测定应按现行国家标准《涂料粘度测定法》GB/T 1723 的有关规定执行。

4 干燥时间的测定应按现行国家标准《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728 的有关规定执行。

5 附着力的测定应按现行国家标准《漆膜附着力测定法》GB 1720 的有关规定执行。

附录 D 施工配合比

D.0.1 钠水玻璃胶泥的施工配合比应符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 钠水玻璃胶泥的施工配合比

材料名称		配合比(质量比)		
		普通型		密实型
		1	2	
钠水玻璃		100	100	100
氟硅酸钠		15~18	—	15~18
填料	铸石粉	250~270	—	250~270
	瓷粉	(200~250)	—	—
	石英粉:铸石粉=7:3	(200~250)	—	—
	石墨粉	(100~150)	—	—
	IGI耐酸灰	—	240~250	—
糠醇单体		—	—	3~5

注:1 表中氟硅酸钠用量是按水玻璃中氧化钠含量的变动而调整的,氟硅酸钠纯度按100%计。

2 配比1的填料可选一种使用。

D.0.2 钾水玻璃胶泥的施工配合比应符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 钾水玻璃胶泥的施工配合比

材料名称	配合比(质量比)
钾水玻璃	100
钾水玻璃胶泥粉(最大粒径0.45mm)	240~250

注:1 钾水玻璃胶泥粉已含有钾水玻璃的固化剂和其他外加剂。

2 普通型钾水玻璃胶泥应采用普通型的胶泥粉;密实型钾水玻璃胶泥应采用密实型的胶泥粉。

D.0.3 环氧树脂材料的施工配合比应符合表 D.0.3 的规定。

表 D.0.3 环氧树脂材料的施工配合比

材料名称		配合比(质量比)	
		封底料	胶泥
环氧树脂		100	100
稀释剂		40~60	10~20
固化剂	低毒固化剂	15~20	15~20
	乙二胺	(6~8)	(6~8)
增塑剂	邻苯二甲酸二丁酯	—	10
填料	石英粉(或瓷粉)	—	150~250
	铸石粉	—	(180~250)
	硫酸钡粉	—	(180~250)
	石墨粉	—	(100~160)

注:1 除低毒固化剂和乙二胺外,还可使用其他胺类固化剂,应优先选用低毒固化剂,用量应按供货商提供的比例或经试验确定。

2 当采用乙二胺时,为降低毒性可将配合比所用乙二胺预先配制成乙二胺丙酮溶液(1:1)。

3 当使用活性稀释剂时,固化剂的用量应适当增加,其配合比应按供货商提供的比例或经试验确定。

4 固化剂和填料可任选一种使用。

5 本表以环氧树脂 EP 01451-310(E-44)举例。

D.0.4 乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂材料的施工配合比应符合表 D.0.4 的规定。

表 D.0.4 乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂材料的施工配合比

材料名称		配合比(质量比)	
		封底料	胶泥
乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂		100	100
稀释剂	苯乙烯	0~15	—
固化剂	引发剂	2~4	2~4
	促进剂	0.5~4	0.5~4

续表 D.0.4

材料名称		配合比(质量比)	
		封底料	胶泥
填料	石英粉	—	200~250
	铸石粉	—	(250~300)
	硫酸钡粉	—	(250~350)

注:1 表中括号内的数据用于耐含氟类介质工程。

2 过氧化二甲苯酰二丁酯糊引发剂与 N,N-二甲基苯胺苯乙稀液促进剂配套;过氧化甲乙酮二甲酯溶液、过氧化环己酮二丁酯糊引发剂与钴盐(含钴 0.6%)的苯乙稀液促进剂配套。

3 填料可任选一种使用。

D.0.5 呋喃树脂材料的施工配合比应符合表 D.0.5 的规定。

表 D.0.5 呋喃树脂材料的施工配合比

材料名称		配合比(质量比)		
		封底料	胶泥	
糠醇糠醛树脂		同环氧树脂、乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂封底料	100	—
糠酮糠醛树脂			—	100
固化剂	苯磺酸型		—	12~18
增塑剂	亚磷酸三苯酯(液体)		—	10
填料	石英粉(或瓷粉)		—	130~200
	石英粉:铸石粉=9:1或8:2		—	(130~180)
	硫酸钡粉		—	(180~220)
	糠醇糠醛树脂胶泥粉		350~400	—

注:1 糠醇糠醛树脂胶泥粉内已含有酸性固化剂。

2 糠醇糠醛树脂胶泥填料可任选一种。

D.0.6 酚醛树脂材料的施工配合比应符合表 D.0.6 的规定。

表 D.0.6 酚醛树脂材料的施工配合比

材料名称		配合比(质量比)	
		封底料	胶泥
			1 2
酚醛树脂			100 100
稀释剂	无水乙醇		— 0~5
固化剂	低毒酸性固化剂		6~10 6~10
	苯磺酰氯		(8~10) (8~10)
填料	石英粉	同环氧树脂、乙烯基酯树脂或不饱和聚酯树脂封底料	150~200 150~200
	瓷粉		(150~200) (150~200)
	铸石粉		(180~230) (180~230)
	石英粉:铸石粉=8:2		(150~200) —
	硫酸钡粉		(180~220) —
	石墨粉		(180~230) (90~120)

注:表中固化剂和填料可任选一种。

D.0.7 氯丁胶乳水泥砂浆的施工配合比应符合表 D.0.7 的规定。

表 D.0.7 氯丁胶乳水泥砂浆的施工配合比

项目	氯丁胶乳	硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥	砂
指标	45~60	100	150~250

注:应根据施工现场条件配制氯丁胶乳砂浆,水灰比宜经试验后确定。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212

《工业金属管道工程施工规范》GB 50235

《乙烯基酯树脂防腐蚀工程技术规范》GB/T 50590

《水泥化学分析方法》GB/T 176

《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528

《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

《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值》GB/T 1031

《塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则》GB/T 1040.1

《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》GB/T 1447

《纤维增强塑料弯曲性能试验方法》GB/T 1449

《纤维增强塑料简支梁式冲击韧性试验方法》GB/T 1451

《铅及铅锡合金板》GB/T 1470

《漆膜附着力测定法》GB 1720

《清漆、清油及稀释剂外观和透明度测定法》GB/T 1721

《清漆、清油及稀释剂颜色测定法》GB/T 1722

《涂料粘度测定法》GB/T 1723

《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728

《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》GB/T 1768

《纤维增强塑料平均线膨胀系数试验方法》GB/T 2572

《塑料 聚酯树脂 部分酸值和总酸值的测定》GB/T 2895

《致密定型耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法》GB/T 2997

《耐火材料常温抗折强度试验方法》GB/T 3001
《纤维增强塑料巴氏(巴柯尔)硬度试验方法》GB/T 3854
《工业硅酸钠》GB/T 4209
《耐火材料常温耐压强度试验方法》GB/T 5072
《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124
《不饱和聚酯树脂试验方法》GB/T 7193
《涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化》GB 7692
《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
《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237
《耐酸砖》GB/T 8488
《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第1部分:试验方法总则》GB/T 8804.1
《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
《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
《个体防护装备选用规范》GB/T 11651
《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523
《建筑施工场界噪声测量方法》GB 12524
《热喷涂 火焰和电弧喷涂用线材、棒材和芯材分类和供货技术条件》GB/T 12608
《双酚-A 型环氧树脂》GB/T 13657
《用电安全导则》GB/T 13869
《常用化学危险品贮存通则》GB 15603
《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218

《橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里》GB 18241.1
《国家电气设备安全技术规范》GB 19517
《热喷涂 热喷涂操作人员考核要求》GB/T 19824
《热喷涂 热喷涂设备的验收检查》GB/T 20019
《氟塑料衬里压力容器 压力试验方法》GB/T 23711.6
《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ 110
《铸石制品性能试验方法 耐酸、碱性能试验》JC/T 258
《铸石制品性能试验方法 耐急冷急热性能试验》JC/T 261
《耐酸耐温砖》JC/T 424
《铸石制品 铸石板》JC/T 514.1
《玻璃纤维工业用玻璃球》JC 935
《中碱玻璃鳞片》HG/T 2641
《金属网聚四氟乙烯复合管和管件》HG/T 3705
《喷涂聚脲防护材料》HG/T 3831
《硬质橡胶 拉伸强度和拉断伸长率的测定》HG/T 3849
《塑料衬里设备 水压试验方法》HG/T 4089
《衬塑(PP、PE、PVC)钢管和管件》HG/T 20538
《用便携式附着力测试仪测定涂层拉脱强度的标准试验方法》ASTM D4541

中华人民共和国国家标准

工业设备及管道防腐蚀工程施工规范

GB 50726 - 2011

条文说明

制 定 说 明

《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》GB 50726—2011,经住房和城乡建设部 2011 年 8 月 26 日以第 1142 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛的调查研究,总结了我国工程建设的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为了广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能理解和执行条文规定,本规范编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	(113)
2 术 语	(116)
3 基本规定	(117)
3.1 一般规定	(117)
3.2 基体要求	(117)
3.3 焊缝的要求和处理	(118)
4 基体表面处理	(119)
4.1 一般规定	(119)
4.2 喷射或抛射处理	(119)
5 块材衬里	(122)
5.1 一般规定	(122)
5.2 原材料和制成品的质量要求	(125)
5.3 胶泥的配制	(131)
5.4 胶泥衬砌块材	(132)
6 纤维增强塑料衬里	(134)
6.1 一般规定	(134)
6.2 原材料和制成品的质量要求	(134)
6.3 胶料的配制	(134)
6.4 施工	(135)
7 橡胶衬里	(136)
7.1 一般规定	(136)
7.2 原材料的质量要求	(137)
7.3 加热硫化橡胶衬里	(137)
7.4 自然硫化橡胶衬里	(142)

7.5	预硫化橡胶衬里	(143)
8	塑料衬里	(145)
8.1	一般规定	(145)
8.2	原材料的质量要求	(146)
8.3	软聚氯乙烯板衬里	(146)
8.4	氟塑料板衬里设备	(147)
8.5	塑料衬里管道	(148)
9	玻璃鳞片衬里	(149)
9.1	一般规定	(149)
9.2	原材料和制成品的质量要求	(150)
9.3	施工	(150)
10	铅衬里	(152)
10.1	一般规定	(152)
10.2	原材料的质量要求	(152)
10.3	焊接	(153)
10.4	衬铅施工	(155)
10.5	搪铅施工	(156)
11	喷涂聚脲衬里	(159)
11.1	一般规定	(159)
11.2	原材料和涂层的质量要求	(160)
11.3	施工	(160)
12	氯丁胶乳水泥砂浆衬里	(162)
12.1	一般规定	(162)
12.2	原材料和制成品的质量要求	(163)
12.3	砂浆的配制	(163)
12.4	施工	(164)
13	涂料涂层	(166)
13.1	一般规定	(166)
13.2	涂料的配制及施工	(166)

14	金属热喷涂层	(169)
14.1	一般规定	(169)
14.3	施工	(169)
15	安全技术	(171)
16	环境保护技术措施	(175)
17	工程交接	(178)

1 总 则

1.0.1 在腐蚀性介质作用下,工业设备和管道虽然已采取了防腐蚀措施,但达不到应有的使用年限,其中大部分是由于防腐蚀方法及材料选择不当或施工质量低劣造成的。因此,只有正确选材、精心设计、规范施工、科学管理才能确保防腐蚀工程的质量,使工业设备和管道达到应有的使用年限。

制定本规范的目的是从施工的角度,按设计要求,对工业设备和管道从表面处理到防腐层的施工进行控制,保证施工质量。本规范的制定不仅为防腐蚀质量事故判定、工程质量验收确定依据,更重要的是对施工过程的控制提出了具体要求。对整个防腐蚀工程的安全性、耐久性提供了可靠保障。

1.0.2 强调了本规范的适用范围。按工程建设项目划分,一般新建、改建、扩建工程其设计审查、施工组织、项目管理较为严格。而维修工程绝大多数由企业审查确定,应急因素较多,系统管理较欠缺,因此本规范不适用于维修工程。

本规范是工业设备和管道防腐蚀工程专业规范,由于许多耐腐蚀材料都具有一定毒性,故在食品、医药及其他有特殊要求的部门如环保、核工业等使用时,除应遵守本规范的规定外,还应符合有关卫生、环保等要求。

1.0.3、1.0.4 防腐蚀工程采用的原材料优劣是工程质量好坏的决定因素之一。防腐蚀工程所用的材料种类很多,同一种类的产品各生产企业又有众多的商品牌号,其性能也各有差异,且由于新产品、新材料不断出现,有些品种目前尚无国家标准。为防止不合格材料或不符合设计要求的材料用于工程施工,本条规定了防腐蚀工程所用的材料应具有“产品质量证明文件”。“产品质量证明

文件”的提出,主要参照了国际通用的《质量管理和质量保证标准》ISO 9000 的相关内容。其遵循的基本原则是,对于产品质量的控制及检验通常采用自查自检、互查互检和他方质检。在实施过程中应注意:

1 有国家现行标准规定的,执行现行的国家标准和行业标准。材料供应者应提供材料质量检验报告单和产品合格证,作为自查自检资料,同时对施工现场提供技术保障。

2 当没有国家现行标准规定时,材料供应商必须提供材料的质量技术指标与相应的检测方法。对进入施工现场的材料每一批均提供质量检验报告单和产品合格证,材料应用方以此作为互查互检的根据。

3 对进入施工现场的材料均应有复验合格的报告或提供省部级以上技术鉴定报告,以此作为第三方质检的依据。

1.0.5 防腐蚀工程使用的材料,不少是化学反应型的,各反应组分加入量不同,对材料的耐腐蚀效果有明显的影响;有些耐蚀材料,其制成品是多种材料混配的,当级配不恰当时,不仅影响耐蚀效果,也影响施工工艺性及物理力学性能。因此,所有材料在进入现场施工时,首先必须计量准确,有配制要求的应进行试配,确定的配合比应符合本规范附录 B 规定的范围。

配制施工材料时,应注意以下几点:

1 出厂时生产企业已明确施工配合比的,如双组分涂料,现场施工时只需按要求将双组分直接混合均匀即可,不需调整配合比。

2 虽然施工配合比有一定的范围,但由于加入量相对较大,对整个系统影响不显著的材料,如环氧树脂、树脂胶泥等施工时固化剂的加入,按本规范附录 B 确定至一个相对稳定的配合比,不宜经常调整。

3 不饱和聚酯树脂、乙烯基酯树脂等,其固化体系中加入的品种较多,且每一个品种加入量随施工环境条件的影响变化较大,

因此施工时,其配合比除应符合本规范附录 B 规定的范围外,还应通过试验确定一个固定值;当环境条件发生较大变化时,必须重新确定。

1.0.6 随着科学技术的发展,新材料应用日益增多,由于规范的制定往往滞后于材料与产品技术,尤其是我国目前一些材料的生产尚不能满足建设项目需要,还需从国外引进技术、设备和材料。为保证新材料得到应用,确实反映当今科技成果,在通过试验获得可靠数据或有实践证明的前提下,应征得设计部门同意,方可采用。

1.0.7 工业设备和管道防腐蚀工程的施工,应遵守本规范的规定。当与现行的国家有关施工安全、卫生、环保、质量、公共利益等标准规范配套使用时,防腐蚀工程除符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关规范及相应标准的规定。

2 术 语

2.0.1~2.0.6 随着科学技术的进步,很多新用语、名词和概念不断出现,并反映在施工过程中。如不进行统一而明确的定义,规范其正确应用,势必对施工及管理产生不良影响。特别是耐蚀涂料新品种的大量出现,不少具有特定涵义的用语急需定义;而一些陈旧、过时的用语,甚至模糊或错误的概念又急需修正、重新定义,使其符合工程实际。新标准也需与国际相关标准逐步接轨。

这几条术语是根据《工程建设标准编写规定》(建标[2008]182号)的要求,针对设备及管道防腐蚀工程施工过程的实际情况列入的。

3 基 本 规 定

3.1 一 般 规 定

3.1.1 是指防腐蚀施工前应具备的条件。条文中分别对设计施工等部门提出要求,同时也对施工现场提出要求。只有具备了这些条件,方可开工,这样才能保证防腐蚀工程施工的质量。

3.1.2 设备及管道的加工制作是防腐蚀施工的基础,在此工序交接时应进行检查,办理交接手续,达到合格标准后,方可进行下道工序的防腐蚀施工。

3.1.3 为保证防腐蚀工程施工质量,在施工过程中应进行中间检查,每日均应进行。不符合标准的,应立即返修,不留隐患。

3.1.5 因防腐蚀工程绝大部分材料是易燃的,故防腐蚀施工开始后如进行动火、气割、敲打等均会对防腐蚀施工质量造成重大影响,或发生火灾造成重大损失。故将其列为强制性条文,必须严格执行。

3.1.6 是指转动设备的转动部位。防腐施工前要检查静平衡和动平衡试验报告,防腐施工后要做静平衡检查,高转速的还应做动平衡检查,无条件者可向外委托检查。

3.1.7 此条为强制性条文,必须严格执行。由于防腐蚀材料大部分有毒、易燃,所以必须设置人孔。人孔直径应为 $\phi 500 \sim 600$,数量不应少于2个,作为人员出入、进料和送排风之用。

3.2 基 体 要 求

3.2.2 应保证产品表面的平整和圆弧过渡,对棱角、毛边和铸造残留物应全部彻底打磨、清理干净。

3.2.5 经处理后的基体均应进行中间检查,并检查其粗糙度情

况,合格后办理工序交接手续,经签证后方可施工。

3.3 焊缝的要求和处理

3.3.2 接管和焊接转角部位的焊接,一要求焊缝饱满,二要求圆弧过渡。主要是为了保证防腐施工质量。

3.3.3 提出了角焊缝的焊接圆弧半径的具体数据要求,主要是为了贴衬平整,保证防腐施工质量。

3.3.4 因清理卡具时易造成母材产生凹坑,施焊时如在母材上引弧易损伤母材,故在清理卡具和施焊时应严格执行本条规定。

4 基体表面处理

4.1 一般规定

4.1.3~4.1.5 经喷射或抛射处理后的基体表面,由于磨料的磨削和撞击作用在基体表面出现的凹凸不平,用手触摸时有毛糙的感觉,这种表面粗糙不平的程度就叫表面粗糙度。粗糙度的大小应根据衬里层或涂料的种类、性质和涂层的厚度而定。粗糙度太小,影响与基体的结合;粗糙度太大,则涂层需相应增加厚度,使成本提高,否则就会产生“顶峰锈蚀”,留下质量隐患,影响涂料的使用寿命。为了达到理想的粗糙度,本规范规定了磨料种类及其粒度组合。

专门制备一套基准样板,可以定量估计粗糙度。在国际上,如德国、美国、澳大利亚等国已有使用,并已编入标准。在我国,多采用触针式轮廓仪、标准样板等方法进行测量或比较。粗糙度标准样板每2块为一套,用于评定丸状磨料清理后的表面用“S”样板,评定棱角状磨料清理后的表面用“G”样板。

4.1.6 根据各类防腐衬里或涂层的性能、种类及使用条件,对基体表面处理的质量要求分别列在表4.1.6中。在表中,若有两种以上处理方法时,应优先考虑第一种。

4.2 喷射或抛射处理

4.2.2 压缩空气中含有的凝结水和油污,在喷射或抛射时随磨料一起喷出,污染被处理的表面,影响表面处理质量,故在使用前应除油除水。

4.2.3 本条主要是对磨料质地和纯度的要求。

理想的磨料应具备下列条件:动态硬度大、韧性好、比重大、不碎

裂、不会嵌入表面、操作过程中粉尘少、磨料不会污染被喷射表面等。磨料在使用前,应净化和筛选,如含有油污,会污染被处理表面,且不筛去大颗粒,喷嘴容易堵塞。天然砂应选择质坚有棱的砂子,不应含有盐分、泥土、生物等混杂物。当含水量大于1%时,应进行烘干或炒干。

国内常用的磨料主要有石英砂、硅质河砂、金刚砂、铁丸或钢丸、激冷铁砂或激冷铁丸和钢线粒等。

非金属磨料主要有石英砂、河砂和金刚砂等。石英砂质坚有棱,喷射效率高,被喷射表面有粗糙度,且可多次使用,但价格较贵;河砂与石英砂相比,强度低,易破碎,只能使用一次,但价格低廉,可就地取材。两种材料都含有 SiO_2 ,其粉尘对人体危害很大,应严格控制使用。金刚砂分天然和人造两种,尽管使用时粉尘较大,但不含硅,所以目前使用较为广泛。

金属磨料中,喷射效果以钢线粒为最好,铁砂次之,丸料最差。以上材料尽管一次性投资较大,但能反复多次使用,且喷射条件好,喷射效率高,故应用越来越广泛。金属磨料应防止受潮生锈,硬度是保证喷射效率和质量的关键,一般要求在RC50以上,由含碳量大于0.37%~0.44%的碳钢或合金钢淬火而得。

对于磨料,首先应确定“最大粒度”,若最大粒度太大,打在金属表面上会产生凹坑和飞刺,被喷射表面粗糙度就不会均匀;若颗粒太小,粗糙度就达不到规定的要求。其次是磨料的组成,这关系到喷射效率。磨料群体中大小不同的颗粒,所起作用有别:大颗粒动量大,对于附着于金属表面的铁锈、旧漆等主要起撞碎分割松动作用;而较小的颗粒总量多,承担着清除表面附着物的主要作用。一个合适的磨料组成,大、小颗粒搭配合理,喷射作业就又好又快。

4.2.4 为防止钢板变形,对厚度小于3mm的钢板的喷射作业,磨料粒径应小于1.5mm,空气压力应小于0.15MPa。

4.2.5 由于河砂颗粒呈圆形无棱角、质地较脆,被处理表面的粗糙度达不到防腐蚀衬里及涂层的要求,故作本条规定。

4.2.6 磨料允许重复使用,但在重复使用前进行检查、筛选,符合本规范第4.2.3条的规定,方可使用。

4.2.7 为了防止磨料受潮、雨淋或混入杂质,影响喷射效率和质量,磨料堆放场地应搭设防雨棚,场地应坚实、平整,以便收集和利用磨料。

4.2.9 潮湿天气喷射后基体表面会重新生锈,故当基体表面温度低于露点以上3℃时,应停止喷射作业。露点数据表引自德国科朗化工有限公司(SGL ACOTEC)技术资料。

5 块材衬里

5.1 一般规定

5.1.1 水玻璃胶泥主要包括钠水玻璃胶泥和钾水玻璃胶泥。钠水玻璃胶泥的缺点是抗渗性能差,由于本身属于一种多孔性材料,这就限制了它的使用范围。钾水玻璃材料是20世纪80年代研制成功的,由于具有良好的耐酸、耐热、抗渗透性和粘结强度高、性能,经过十几年的施工应用,现已广泛用于防腐蚀工程,并取得了良好的效果。

树脂胶泥主要包括乙烯基酯树脂胶泥、不饱和聚酯树脂胶泥、环氧树脂胶泥、酚醛树脂胶泥、呋喃树脂胶泥。各种树脂胶泥的耐腐蚀性能随着树脂材料的不同而异,可分别用于耐酸碱、盐及有机溶剂等介质的腐蚀,但目前这几种树脂胶泥均不耐强氧化性酸的腐蚀。

乙烯基酯树脂又叫环氧(甲基)丙烯酸树脂,由一种环氧树脂和一种含烯键的不饱和一元羧酸加成反应而得的产物,是一类综合性能优良的高度耐蚀树脂。国外已普遍应用于防腐蚀工程,国内也已规模生产和应用,工程应用情况良好。

不饱和聚酯树脂品种非常多,基本可分为:双酚A型、二甲苯型、间苯型和邻苯型四种类型。在国外间苯型树脂因其耐热、耐腐蚀性和力学性能优于邻苯型树脂,且价格相差不大,因此,普遍应用间苯型树脂;而国内由于间苯二甲酸原料的生产规模、价格等因素,使间苯型树脂的价格明显高于邻苯型树脂的价格,但采用间苯型树脂取代邻苯型树脂是一个发展趋势。目前,双酚A型、二甲苯型树脂工程应用较多,积累的经验也多。

环氧树脂胶泥耐酸、耐碱,粘结强度较高,但成本也高;酚醛树

脂胶泥耐酸性好,但不耐碱,较脆,粘结强度低;呋喃树脂胶泥耐酸、碱和有机溶剂较好,但与块材的粘结力低;乙烯基酯树脂胶泥和不饱和聚酯树脂胶泥耐腐蚀性能较好,与块材的粘结强度低于环氧树脂胶泥,高于酚醛树脂胶泥和呋喃树脂胶泥。

5.1.2 施工环境温度、相对湿度对胶泥的施工质量有较大影响。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80%。

如施工环境温度大于 30°C 时,水玻璃胶泥的粘稠度显著增加,不易于施工。配制时,水玻璃和氟硅酸钠水解过快,胶泥易过早脱水硬化反应不完全,凝结时间太快,造成施工困难,质量指标降低。当钠水玻璃材料施工的环境温度低于 10°C ,钾水玻璃材料施工的环境温度低于 15°C 时,水玻璃的粘度增大不利于施工,也易造成质量指标降低。虽然固化期达到28d或更长时间,但通过浸水28d或更长时间实验,均会有溶解溃裂。湿度小,水玻璃和氟硅酸钠未能充分水解,凝结时间长,早期强度低;湿度大,水玻璃与氟硅酸钠反应产物的水分不易蒸发,其表面有泌水现象,并伴有大量盐类析出,水分蒸发后形成许多小孔,降低了抗渗性能。

如施工环境温度大于 30°C 时,树脂胶泥初凝时间短,不易施工,但低于 10°C 时树脂胶泥初凝时间长,在衬砌后1h~2h仍不初凝,易使块材移动,胶泥流坠,使灰缝不饱满,影响施工进度及质量。湿度大,影响稀释剂的挥发速度,从而减缓树脂胶泥的固化速度。施工经验证明,相对湿度大于80%时,胶泥固化时间长,影响施工质量。

调查我国重点城市和地区的相对湿度,多数冬季在70%左右,夏季在75%左右,超过80%的地区为数不多,故定为相对湿度不宜大于80%。

当施工环境温度低于 10°C 时,乙二胺在 8.5°C 时会结晶,苯磺酰氯的熔点为 14.5°C ,如用乙醇作稀释剂,温度低时则胶泥不固化。环氧树脂的软化点在 $12^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$,造成树脂粘度增大,因此要加过量的稀释剂,树脂的固化收缩力增大。为了保证质量,应严

格控制施工环境温度及固化温度。

加热必须采用间接法,否则会使胶泥局部过热或过冷而造成水玻璃胶泥水解反应不充分,树脂胶泥的蒸发物易蒸发不均匀,出现孔隙和起鼓现象。

原材料的使用温度不应低于 15℃。考虑到冬季气温低,如没有保温措施,材料处于低温或结冻状态,必然会影响胶泥的使用性能和工程质量,为此要求原材料不能低于 15℃,但经预热或烘干的材料应冷却到 40℃ 以下方可使用。

随着树脂材料品质的不断提高,新型功能性固化剂的不断开发应用,出现了许多适合低温环境施工的材料,如使用环氧低毒固化剂即可在相对湿度大于 80% 或 0℃ 以上的低温环境下施工;高反应活性的乙烯基酯树脂,采用低温固化剂,即可在 5℃ 以上施工等。与此相反,对反应活性低的树脂,如二甲苯型不饱和聚酯树脂、呋喃树脂等,若无加热保温措施,在低温下施工,制成品的质量很难保证。

由于树脂及配套的固化剂品种多,只能确定一个能保证质量的施工环境温度和相对湿度的指标范围。特殊情况下施工(如低温、高湿、高温等)应及时同材料供应方联系,并应经试验确定。

5.1.3 水玻璃受冻后,冻结部分无法与混合料混合,在使用前应先将冻结的水玻璃加热搅拌溶化后再使用。

5.1.4 水玻璃胶泥在施工及固化期间,水玻璃与氟硅酸钠发生水解化合反应,尚未形成稳定的 Si—O 键时,如遇水或水蒸气,则尚未反应部分或反应不完全的部分,表面被溶解而破坏。在固化期间,特别是在早期,水玻璃和氟硅酸钠先进行水解,才相互反应。如暴晒脱水过快,所以应防止暴晒。

树脂胶泥在施工及固化期间,水的存在会影响未固化完全的树脂及制成品的质量;树脂胶泥在初凝阶段,如阳光暴晒,硬化速度过快,造成胶泥裂纹、起鼓,故应防止暴晒。

5.1.7 块材衬砌时,块材排列应按图纸施工。如自选排列方案,

首先要考虑如何避免胶泥收缩可能产生的裂缝和砌体的受力方向。特别是应力集中的部位,应有足够的强度。

双层衬里的里外层块材,应交错排列,否则会影响衬里的使用寿命。

5.2 原材料和制成品的质量要求

5.2.1 防腐蚀炭砖的质量是根据现场实际使用情况确定的。现行国家标准《耐酸砖》GB/T 8488 规定,根据耐酸砖的尺寸公差和外观质量分为优等品和合格品。在块材衬里防腐蚀工程中,优等品和合格品都可使用,只是在使用前应按尺寸误差的大小进行挑选分类,以便分别使用。所以施工单位在进行材料验收时,可按该标准的级别规定进行。

5.2.2 水玻璃是水玻璃胶泥的胶结料。

2 密实型钾水玻璃比普通型钾水玻璃质量要求高,普通型钾水玻璃材料抗渗等级要求亦低,密实型钾水玻璃材料对其质量指标要求严格,因而对钾水玻璃的质量要求也应严格,所以配制密实型钾水玻璃胶泥时,钾水玻璃的质量应采用表 B.0.2 的中上限。

3.4 钠水玻璃的固化剂为氟硅酸钠。目前我国生产的氟硅酸钠质量比较稳定,现行国家标准《工业氟硅酸钠》GB 23936 中主要是控制外观、氟硅酸钠含量、游离酸、水不溶物含量、水分含量、铅含量、细度等指标。施工单位主要控制其纯度、含水率和细度。为了使氟硅酸钠与水玻璃能充分反应,氟硅酸钠要求纯度不小于 98%,氟化钠含量要低,要求细度越细越好,细度要求全部通过 0.15mm 筛孔。此外,氟硅酸钠应防止受潮,一旦受潮应进行烘干。烘干温度可控制在 100℃ 以下,烘干后研细过筛。

钾水玻璃固化剂为磷酸盐,主要是缩合磷酸铝 $[\text{Al}_m(\text{PO}_3)_{3m}]$ 。

施工现场主要控制水玻璃的模数和密度。模数愈高,粘度愈大;密度愈高,粘度也愈大。在水玻璃密度较高的情况下,采用高模数,水玻璃用量则增加。密度过高的水玻璃(高于 1.45)会造成

操作困难,收缩增大,凝结时间延长。模数过低的水玻璃(低于2.4),由于其中氧化钠的相对含量高,有害化学成分增加,酸稳定性降低。根据上述关系,对于水玻璃必须考虑模数和密度的综合影响。在考虑两者关系时,首先考虑密度,应适当考虑选用密度较高的水玻璃(不能超过1.45)。选用高模数的水玻璃没有必要,但也不能低于2.4。目前根据资料及施工实践经验,水玻璃最佳使用模数为2.6~2.9。在气温较低或加速凝结时间,用于胶泥的水玻璃模数可提高到2.9~3.0,但比重可适当降低。模数确定在上述范围内时,密度以选择 $1.38\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.42\text{g}/\text{cm}^3$ 为宜。如购买的水玻璃不符合上述模数和密度的要求时,可予以调整。最简便的方法是:①水玻璃模数过高或过低,均可用一种低模数或一种高模数的水玻璃混合配制;②水玻璃密度高于要求时,加水调至要求范围;低于要求时,用加热法或用不同密度水玻璃调整。

5.2.3 树脂是树脂胶泥的胶结料。

1 双酚-A型环氧树脂:EP 01441—310(E—51)、EP 01451—310(E—44)是目前国内防腐工程常用的品种。

环氧当量是含有1g当量环氧基的环氧树脂的质量克数;环氧值是100g环氧树脂中环氧基的克数。二者关系为:环氧当量=100/环氧值。

环氧树脂是热塑性树脂,不会受热固化,只能是粘度增加,保存好可存放一年以上,不变质。

2 乙烯基酯树脂是一种甲基丙烯酸或丙烯酸和环氧树脂加成反应的产物,易溶于苯乙烯(交链剂)中。一元不饱和羧酸形成了树脂分子末端的不饱和键和酯基,这类树脂由于分子结构中易被水解破坏的酯基含量比双酚A型和通用型不饱和聚酯树脂少,而且都处于邻近交联双键的空间位阻保护之下,因此它具有更好的耐水和耐酸、碱性能。

乙烯基酯树脂品种很多,国内外供应商在国内均有销售和工程应用,应用于工程的主要是环氧甲基丙烯酸型、异氰酸酯改性环

氧丙烯酸型和酚醛环氧甲基丙烯酸型。该质量指标在现行国家标准《乙烯基酯树脂防腐蚀工程技术规范》GB/T 50590中已有规定。

3 不饱和聚酯树脂品种非常多,目前市场上用于树脂类防腐工程的耐腐蚀不饱和聚酯树脂主要是双酚A型、间苯型、二甲苯型和邻苯型等品种。

双酚A型树脂品种较多,一般以环氧封端嵌段共聚物和丙烯酸双酚A富马酸型树脂的耐蚀性能为佳。

用于防腐工程的二甲苯型不饱和聚酯树脂以二甲苯甲醛树脂为原料,部分取代常用的二元醇,经与不饱和二元酸缩聚反应而得。采用一步法生产的树脂活性比较低,表面固化性能及耐热、耐腐蚀性能有局限性。采用二步法合成的产品,树脂活性比较高,且耐热、耐腐蚀性能均有提高,工程应用性能良好。

间苯型、邻苯型树脂不宜用于较强腐蚀环境。

由于国内外生产厂家众多,液体树脂质量指标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的规定。

4 目前市场上应用较多的是糠醇糠醛型等树脂。对其他类型的呋喃树脂只要经过工程应用证明是成熟可靠的,并符合本规范规定的质量指标,经设计认可,即可使用。

5 在防腐工程中,主要采用热固性酚醛树脂,常温施工中通过加入酸性固化剂,使其产生交联反应而成为热固性材料。酚醛树脂固化物的分子结构中,由于含有大量的苯环结构,因此它具有较好的耐热性和耐腐蚀性(耐酸性更突出);又由于分子中含有一定量的酸性酚羟基,能与碱发生反应生成可溶性的酚钠,因此,酚醛树脂不宜用于碱性介质中。

酚醛树脂到目前为止全国无统一标准。由于各厂所用的催化剂不同(一般系以碳酸钠、氨水或氢氧化钠为催化剂制成),树脂品种也不同,所以在粘度、性能上也有差异。

本规范给出了酚醛树脂的质量指标。树脂的质量如何,主要

看树脂中游离酚、游离醛含量和含水率以及粘度等。为了保证胶泥质量,要求酚醛树脂的粘度以 45~65(落球粘度计, 25℃, s) 为宜。若含水率过高, 固化物气孔率增多, 抗渗性就差, 胶泥强度也低。一般含水率不超过 12%。含游离酚量过高, 树脂与固化剂反应快, 也不利于施工。在常温下酚醛树脂不能久存, 一般低于 20℃ 时, 储存期为一个月。苯甲醇可作为酚醛树脂的缓聚剂, 但加量不能太大, 因苯甲醇直接影响树脂硬化过程。加量大, 固化太慢或完全不固化, 树脂粘度大, 粘结力差, 施工不方便。

5.2.4 本条是树脂胶泥常用固化剂的规定。

1 环氧树脂固化剂品种非常多, 过去主要采用乙二胺, 其特点是防腐性能好、取材容易, 但毒性大 ($LD_{50} = 620\text{mg/kg}$)。目前工程上普遍应用的是以 T_{31} ($LD_{50} = 7850 \pm 1122\text{mg/kg}$) 等为代表的低毒固化剂。本规范中不可能列出所有的固化剂及施工配合比, 但这并不影响其他环氧树脂固化剂的推广使用, 其使用方法、配合比等应参照供应方提供的产品技术文件要求, 在使用前, 应经过检测和验证。

在低温下使用 T_{31} 固化剂时, 为使环氧树脂在低温下能固化, 会加大 T_{31} 使用量, 由于过量的胺未同环氧作用, 可能浮在固化物表面(有一层棕色粘稠液), 如果在其上面采用乙烯基酯、不饱和聚酯树脂等材料, 则两种材料的界面粘结力差。因此我们应控制 T_{31} 的加入量。

2 乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂的固化是通过聚酯分子链中的不饱和双键与活性单体(如苯乙烯)的双键进行共聚反应发生交联而得以实现的。在常温下, 引发剂依靠促进剂的作用发生分解产生自由基, 引起上述交联共聚反应, 变成不溶的体型结构的固化物。纯粹的过氧化物引发剂极不稳定, 易分解、爆炸, 因此一般选用过氧化二苯甲酰与邻苯二甲酸二丁酯糊(简称过氧化二苯甲酰二丁酯糊)、过氧化环己酮与邻苯二甲酸二丁酯糊(简称过氧化环己酮二丁酯糊)、过氧化甲乙酮与邻苯二甲酸二甲酯溶液(简

称过氧化甲乙酮二甲酯溶液)作为引发剂; 与过氧化二苯甲酰二丁酯糊配套的促进剂是 N,N-二甲基苯胺苯乙烯液(简称二甲基苯胺液), 与过氧化环己酮二丁酯糊或过氧化甲乙酮二甲酯溶液配套的促进剂是钴盐(环烷酸钴、异辛酸钴、萘酸钴)的苯乙烯液(简称钴液)。

引发剂用量对树脂固化速度影响很大。用量过多, 固化速度太快, 不易控制, 并且会影响分子链的长度, 使树脂固化物的平均分子量降低, 力学性能变坏; 用量过少, 则不能使固化反应充分进行, 树脂的固化度下降, 力学性能和耐腐蚀性能达不到要求。实践证明, 常温下, 通常按纯引发剂计, 过氧化甲乙酮二甲酯溶液加入量为树脂重量的 1% 左右为宜, 若用 50% 的过氧化甲乙酮二甲酯溶液, 则引发剂用量为树脂重量的 2%; 过氧化二苯甲酰二丁酯糊或过氧化环己酮二丁酯糊引发剂的分解只有其中一半形成了自由基, 而另一半则被还原剂还原成负离子, 故引发剂的用量为树脂重量的 2%, 若用 50% 的过氧化二苯甲酰二丁酯糊或 50% 的过氧化环己酮二丁酯糊, 则引发剂用量为树脂重量的 4%。在工程施工中, 一般当引发剂用量一定时, 通过加入促进剂的量来控制树脂凝胶时间。施工时, 应通过试验确定引发剂、促进剂的用量。

过氧化环己酮二丁酯糊引发剂或过氧化甲乙酮二甲酯溶液引发剂与钴盐的苯乙烯液促进剂配套的室温固化体系, 应注意少量水分、醇类或其他金属盐类可与钴盐形成络合物, 降低钴的作用, 严重的甚至会使树脂不固化。如树脂已配成含钴的预促进体系, 则使用时只需加入引发剂即可。

过氧化二苯甲酰二丁酯糊引发剂与 N,N-二甲基苯胺苯乙烯液促进剂配套的室温固化体系, 在有少量水分存在时, 并不影响树脂的固化性能; 低温时, 亦能引起固化, 缺点是固化后的树脂表面发粘、耐光性差、变色泛黄。

3 呋喃树脂和酚醛树脂使用酸性固化剂, 所以树脂胶泥不能直接接触基体, 酸性强的树脂胶泥会与基体发生化学反应, 造成粘

结不牢、甚至脱层等现象。

4 目前酚醛树脂固化剂采用的是以萘磺酸型为代表的低毒酸性固化剂,固化物有良好的物理力学性能和耐腐蚀性能;当施工环境温度大于 30℃ 时,加入量较难掌握。使用苯磺酰氯的固化反应稳定,固化物的性能较好,但苯磺酰氯在空气中会冒烟、有刺激性、毒性较大。

5.2.5 稀释剂的主要作用是降低树脂的粘度,获得胶泥适宜的施工稠度,以便操作。稀释剂原则上是少加或不加,视其树脂稠度而定。

丙酮等非活性稀释剂加入到环氧树脂中,只起降低粘度作用,并不参加环氧树脂的固化反应,因此非活性稀释剂在环氧树脂固化过程中大部分被挥发,残留一小部分在树脂中使树脂固化物强度、抗渗性等下降。活性稀释剂主要是指含有环氧基团的低分子环氧化合物,它们可参加环氧树脂的固化反应,成为树脂固化物交联网络的一部分,树脂性能稳定。正丁基缩水甘油醚、苯基缩水甘油醚等单环氧基活性稀释剂,对于胺类固化剂反应活性较大,但是价格比非活性稀释剂高。目前主要还用丙酮等非活性稀释剂,但今后活性稀释剂用量会不断增加,故将其列入规范。

5.2.6 填料的品种和质量直接影响胶泥质量。粉料含水率过大,会使水玻璃比重降低,树脂胶泥强度、粘结力等性能均受影响,严重的会造成树脂不固化。在生产、包装、运输、储存过程中应控制在小于或等于 0.5%。

关于粉料的细度问题,粒度过细的粉料,其表面积增加,水玻璃用量也相应增加,并增加了胶泥硬化后的空隙,易产生裂纹。

石英粉和瓷粉耐一般酸性介质,硫酸钡粉和石墨粉耐氢氟酸介质。石英粉的耐碱性差,因此在含碱类介质工程中,一般采用铸石粉和石墨粉作填料,而不采用石英粉作填料。

水玻璃胶泥选用的粉料,其中石英粉因细度过细,收缩率大,容易产生裂纹,因此化学稳定性较差,不宜单独使用;铸石粉结构

密实,吸水性小,粘度好,强度高,耐磨和抗渗性能好,可与石英粉混合使用。

由于呋喃树脂、酚醛树脂的固化剂酸性较强,如果粉料中含有铁质、碳酸盐等杂质,它们将会同酸性固化剂发生化学反应,使胶泥产生气泡,强度和抗渗性能降低。辉绿岩粉含铁质较多,不宜配制呋喃树脂胶泥和酚醛树脂胶泥。

硫酸钡粉应呈中性,但在生产过程中,当采用过量的碱中和未反应的硫酸而又未洗干净,则工程施工中采用了偏碱性的硫酸钡粉后,会使弱酸性钴盐的苯乙烯液促进剂失去作用,会影响乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂的固化。石墨粉对采用钴盐的苯乙烯液促进剂的乙烯基酯树脂和不饱和聚酯树脂有阻聚现象,使材料长期不固化。

关于 IGI 耐酸灰、钾水玻璃胶泥粉、糠醇糠醛树脂胶泥粉等复合填料,因已是级配好的粉料,购来即可使用。设计单位和用户可根据工程的特点,按供应商提供的复合填料的技术指标使用。

5.2.7、5.2.8 胶泥的初凝时间对施工操作和质量都至关重要。胶泥初凝时间早,未等施工完就不能使用;胶泥初凝时间长,则在衬后 1d~2d 仍不初凝,易使块材移动且灰缝不饱满,影响施工进度和质量。特别是胶泥终凝完全与否,对胶泥性能影响很大。胶泥的耐腐蚀性能是对胶泥完全固化后而言,因此要求胶泥固化完全,而终凝时间还不能过长。

表中数据是根据现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212—2002 的有关数据和现场实际使用情况列入的。

5.3 胶泥的配制

5.3.1~5.3.3 水玻璃胶泥的配合比要求比较严格,稍有变动,则直接影响胶泥的物理化学性能,因此配料时应严格控制。一般施工单位都希望有一个现成的配合比,直接用于施工,但一个配合比能适合各种情况是不可能的。因为在配制胶泥时,既要考虑到原

材料的具体情况,也要考虑到施工环境条件,所以配合比应根据当地原材料情况和施工环境条件,通过试验确定。本规范提供了水玻璃胶泥参考配合比。

5.3.5~5.3.8 本规范中树脂胶泥的施工配合比,是总结了工程实际应用经验而确定的。因材料质量差异、施工环境条件等因素时有变化,施工单位在选用时,应通过现场试验来确定合适的施工配合比。

5.4 胶泥衬砌块材

5.4.2 胶泥衬砌块材,灰缝太大和太小都不合适。太大则胶泥用量多,造价高,灰缝中胶泥收缩亦大,易出现裂纹,立面施工时胶泥易流动,造成胶缝中胶泥不饱满,抗渗性能差;太小则不易施工,灰缝密实度不易保证,影响使用年限。

5.4.3 胶泥粘度比较大,为了衬砌密实,采用揉挤法较好。

立面衬砌块材衬里时,为了防止受力变形,所以在砌完一定高度时应停止衬砌,待胶泥硬化后受力不致变形时,再继续衬砌。

5.4.4 根据调查研究和试验资料证实,固化温度对水玻璃胶泥的各项性能指标有较大影响,特别是耐水、耐稀酸性能。在工程实践中,产生不耐水、不耐稀酸的情况有两种,一是原材料的质量,配合比选择不合适,施工后不管是在早期或后期遇水或稀酸都遭到破坏;二是水玻璃与固化剂正在水解反应期间,尚未充分反应形成稳定的 Si-O 键时,正在反应和硬化的水玻璃类材料中尚未反应的部分,遇水被溶解析出而遭到破坏。因此,合理的配合比和适当提高养护温度,特别是早期养护阶段,能为水玻璃和固化剂充分反应创造有利条件,这样可以大大提高其机械强度和抗水、抗稀酸破坏的能力。

由于树脂品种、施工环境条件等存在不同,因此所需养护时间亦不同,同时养护温度的高低,对胶泥最终性能均有影响。一般以常温($15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$)养护为宜,环境温度低于 15°C 时,应采取措施,

提高温度,延长养护时间。根据施工实际经验和树脂在常温下最完善的固化度情况提出了现在的养护时间。

5.4.5 用胶泥衬砌好的块材衬里,为了保证质量,可进行热处理,以加速胶泥固化。一般热处理最高温度以 80°C 为宜。要求热处理面受热应均匀,并应防止局部过热,影响质量。

5.4.6 凡水玻璃胶泥衬砌的块材衬里,都应进行酸化处理。酸化的实质是用酸溶液将水玻璃工程中未参加反应的水玻璃分解成耐酸、耐水的硅酸凝胶 $[\text{Si}(\text{OH})_4]$,从而提高耐腐蚀性、抗水性。处理方式可采用浸泡或涂刷。

大多数施工单位采用硫酸进行酸化处理,原因是硫酸比硝酸、盐酸气味小,工人操作时毒性小,施工较方便。

6 纤维增强塑料衬里

6.1 一般规定

6.1.1 纤维增强塑料衬里是指以树脂为粘结剂,纤维及其织物为增强材料铺贴或喷射的设备、管道衬里层及隔离层。其中的树脂主要包括:环氧树脂、乙烯基酯树脂、不饱和聚酯树脂、呋喃树脂和酚醛树脂等热固性树脂;纤维主要包括玻璃纤维布、毡、有机纤维及其织物等。

6.1.2、6.1.3 以各种树脂为粘结剂,其粘度受施工环境温度的影响比较大,为了满足性能要求和施工质量,故对施工的环境温度作了规定。为了保证施工安全,各种树脂不得用明火或蒸汽直接加热。在施工现场要根据各种树脂材料的特性,采取相应的保护措施,在施工与养护期间,确保工程正常进行。

6.1.5 呋喃树脂或酚醛树脂采用的是酸性固化剂,故在施工前,应采用不使用酸性固化剂的树脂材料做隔离层,再进行施工。

6.1.6 树脂材料的固化速度与环境温度、湿度及固化剂用量有关。当环境温度较高而湿度较低时,可适当降低固化剂的用量,反之则应加大固化剂的用量。因此,施工前应视现场实际情况试配。

6.2 原材料和制成品的质量要求

6.2.1~6.2.6 这几条规定了纤维增强塑料树脂类原材料和制成品的技术要求,是保证纤维增强塑料衬里质量的重要依据。表6.2.6的数据是根据多年现场经验确定的。

6.3 胶料的配制

6.3.3、6.3.4 不同的树脂材料在配制过程中,具有不同的配制要

求,故应按要求进行配制。

6.4 施 工

6.4.1 采用手工糊制工艺施工,可分为间断法和连续法两种。一般情况下采用连续法施工。酚醛树脂采用间断法是因为其粘度大,粘结性较差,在固化过程中,会产生小分子和溶剂要挥发,因此酚醛树脂采用间断法施工。

7 橡胶衬里

7.1 一般规定

7.1.1 随着合成橡胶材料的发展,除了传统的天然橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶外,丁基橡胶及氯化丁基、溴化丁基橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、乙丙橡胶等橡胶材料在防腐橡胶衬里方面也得到了不同程度的应用。随着橡胶助剂技术的日益发展,一种橡胶材料可以生产出适用于不同施工方法的衬里橡胶材料。如丁基类橡胶不但可以制成预硫化衬里胶板,也可以制成自然硫化衬里胶板。为了适应橡胶衬里材料技术的发展,促进新技术、新工艺、新材料、新产品的应用,本规范没有按橡胶材料种类划分,而是以施工工艺方法进行了分类,为今后橡胶衬里材料的发展提供了更加广泛的空间。

7.1.2 当施工环境温度低于 15°C 时,胶板开始发硬影响衬里操作和贴合质量;胶粘剂涂刷后溶剂不易挥发,影响粘结力。当温度高于 35°C 时,胶粘剂涂刷后,表面的溶剂蒸发过快,形成干膜,内部溶剂不易挥发,留在胶膜内易出现起泡等质量问题。

相对湿度太高,金属表面易生锈,胶浆干燥时间太长等,均会影响粘结力。

当环境温度较低、湿度较高时,采用除湿和送热风的办法,可获得较好的效果。但因衬胶场所内多为易燃易爆物,为确保安全,不得使用明火进行加温。

7.1.5 未硫化胶板在常温下有自硫化现象,会失去塑性、影响粘结力。胶板的储存应符合现行国家标准《橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里》GB 18241.1的规定,并在规定的使用期限内用完。胶板到达现场后,应分类分批存放,不应乱堆,防止胶板受压粘连变

形、碰撞刮破或超过使用期限。

对产品使用说明书中规定需要进行低温冷藏的胶板和胶粘剂,如自硫化胶板等,在运输中或现场存放时,应放入冷藏箱内保持低温,防止胶板出现早期硫化。冷藏温度应符合规定,并做好温度记录。

7.1.6 对本体硫化的设备,在衬胶前应审查设备的强度和刚度是否能承受硫化时的蒸汽压力,应检查有否试压合格证。

本体硫化的设备,在衬里前选定的进汽(气)、排空、排水、温度传感表、压力表、温度自动记录仪等管件、仪表的安装位置,是为保证硫化过程中设备内的温度均匀,冷凝水能随时排放。

表7.1.6中 H 值是根据最短接管考虑的。三通接管越短,对三通内焊缝的磨修及衬里越有利。

三通、四通、弯头等管件宜设松套法兰,主要是为了便于制作和拆装。

7.2 原材料的质量要求

7.2.1 胶板的分类、产品的标记、技术要求、检验方法、检验规则及包装、运输和贮存等均应符合现行国家标准《橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里》GB 18241.1的有关规定。

7.2.2 表B.0.6~表B.0.8硫化橡胶板的物理性能技术指标大部分直接引用了现行国家标准《橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里》GB 18241.1—2001第6.2节表4的规定。

7.3 加热硫化橡胶衬里

7.3.1 胶板、胶粘剂在使用前进行外观质量、牌号、规格和出厂日期的检查,胶板展开后的目测外观检查和必要时的电火花针孔检查,是把好衬胶层质量的第一关。用电火花针孔检测仪进行检查时应按现行国家标准《橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里》GB 18241.1—2001附录B的规定执行。

7.3.3 搭接缝的宽度以确保接缝质量为前提,若搭接太宽,不仅浪费材料,而且给接缝处的电火花针孔检查造成困难。在调研了国内衬胶施工和使用情况的基础上,对不足 1.6mm 的衬里层来说,接触表面不应超过 20mm(图 1)。本条对接缝宽度作以下规定:“胶板厚度为 2mm 时,搭接宽度应为 20mm~25mm;胶板厚度为 3mm 时,搭接宽度应为 25mm~30mm;胶板厚度大于或等于 4mm 时,搭接宽度应为 35mm。”从全国大多数单位的使用情况来看,胶层的损坏很少发生在接缝处,因此上述规定的接缝宽度已足够。

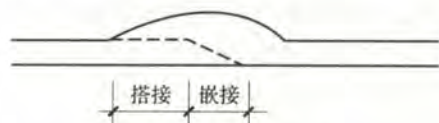


图 1 胶板搭接形式

注:上图中胶板厚度为 3mm,嵌接长为 9.5mm,搭接长为 19.5mm。

多层胶板衬里的相邻胶层,其接缝应错开的原因,一是为了方便操作,二是为防止接缝泄漏时形成贯穿缝;其错开净距 100mm,为最小间隔距离。

7.3.4 削边是为了保证胶板搭接缝的光滑、平整;当削边宽 10mm~15mm 时,搭接缝的厚度会相应减薄,有利于粘结强度的提高。

7.3.5 用冷刀裁胶时,刀刃上沾水,能减少胶板对刀的阻力,有利于提高裁胶效率。但裁胶后应用干布擦净斜坡和胶面上的水。

用烙铁热裁胶板时,烙铁温度:达到 230℃ 时,胶板起皮;达到 280℃ 时,胶板会冒白烟;100℃ 以下会影响裁胶效率。故在规范中规定烙铁温度控制在 170℃~210℃。

7.3.6 涂刷第一遍胶粘剂前,金属表面应用稀释剂先擦干净。

7.3.7 两层胶浆涂刷间隔时间以胶膜干燥程度为准。涂刷间隔时间仅供参考。

7.3.8 衬胶设备内悬浮的灰尘往往因缺少电子,很容易吸附在设

备顶部或侧上部的阴角处,在涂刷第二遍胶粘剂前,应进行清除。

7.3.9、7.3.10 胶板衬贴和压实过程中,由中间向两侧推展和滚压(或刮压)是为了将粘合面间的空气顺利排除:

近年来,刮板压实法在加热硫化橡胶衬里、自硫化橡胶衬里、预硫化橡胶衬里中已得到广泛的应用。刮板衬胶一般使用 5mm 厚、30mm 宽的电木板(或同等硬度、强度的塑料板),一端磨成圆弧,另一端磨成 30° 的斜角,操作时用手握住刮板,用斜角端的平刃与胶面成 60° 左右夹角均匀用力刮压,每次重合 1/3~1/2。其优点是胶面受力均匀,刮出的胶面平展,能较好地排除粘合面间的空气。尤其适于槽罐类或直径 $\phi 800$ 以上的管道衬胶(图 2)。

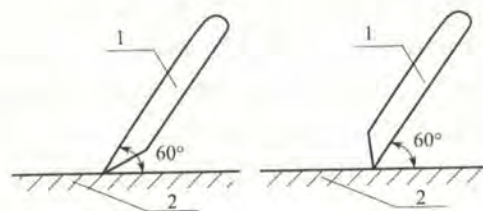


图 2 刮板示意图

1—刮板;2—胶板

在常压或正压条件下,过去衬胶采用的挂线排气法,虽便于施工,但线绳里总有微隙,这对衬胶设备带来隐患。近年来,随着衬胶技术的普遍提高和对衬胶质量要求的不断提高,挂线排气法已被淘汰。

7.3.13 本体硫化设备的法兰衬胶,先采用与设备衬里相同且硫化过的胶板,按要求下料,涂好凉好胶粘剂后,衬贴在对应的法兰上,再将法兰管内翻出来的未硫化胶板贴衬在法兰面上已硫化胶板的坡口上,并压实、平展圆滑。这样做能保证硫化时密封垫与胶面压合严密、硫化后光滑平整,搭接处结合严密。多年实践证明,这种翻边搭接质量是可靠的(图 3)。

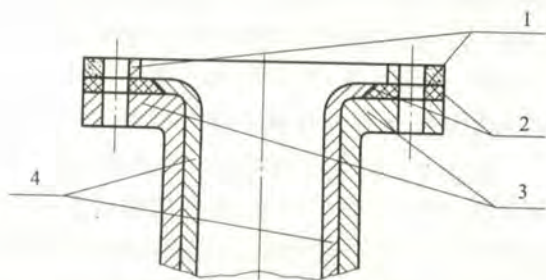


图3 本体硫化法兰衬胶

1—橡胶石棉垫;2—已硫化胶板;3—法兰盘;4—未硫化胶板衬里

7.3.14 小口径管道衬胶可采用预制胶筒法。胶筒的直径宜为:当管道公称尺寸小于100mm时,胶筒外径宜小于钢管内径2mm~4mm;当管道公称尺寸为125mm~150mm时,胶筒外径宜小于钢管内径4mm~6mm;当管道公称尺寸为160mm~200mm时,胶筒外径宜小于钢管内径6mm~8mm。若胶筒直径偏大,送入钢管后,易起褶;若胶筒直径偏小,衬贴时易将胶板拉薄。

7.3.15、7.3.16 中间检查是衬胶过程中极其重要的一道工序,应把好质量关,认真进行三检。“三检”即:检查贴合面是否有空气;检查搭接缝是否有翘边、离层、毛刺,搭接宽度是否不足;检查胶面是否有深度大于0.5mm的气泡、伤痕和嵌杂物。在中间检查中发现的质量问题,应按要求进行处理,以保证产品质量。

7.3.18 硫化罐硫化应严格按照胶板生产厂家提供的硫化条件进行。设备、管道、管件未进硫化罐前,应对硫化罐的仪表、阀门、密封件做仔细检查,失灵失效的要立即更换,并经试验,认定无误方可使用。

设备、管道、管件进入硫化罐后,要先关闭排气阀,用冷空气加压到 $2.5\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 3\text{kg}/\text{cm}^2$ 之后,按生产厂家提供的硫化条件逐步打开压力蒸汽阀门,逐步升温,逐步加压至恒温。同时要注意及时排水排汽,直至硫化全过程完成。

待硫化罐内的温度压力降至常温常压后,方可打开罐门、检查

衬里硬度是否合格。认定已达到硫化要求后,方可小心出罐。不能碰坏法兰胶面或任何一处衬里。

7.3.19 本体硫化。本体硫化前应检查蒸汽管道是否工作正常,气源是否充足;气压是否符合要求,能否连续稳定供气。应防止压力的波动,避免产生负压,导致胶层脱落或鼓泡。本体硫化的法兰盲板应有足够的强度。

环境温度小于 15°C 时,本体蒸汽硫化设备要做外保温。特别是在人孔或外接管等突出部位的外保温更要做好,否则,会发生严重欠硫。

本体加压蒸汽硫化和硫化罐硫化基本相同。但仪器仪表应齐全,除各种阀门外,根据设备衬里面积大小应备齐下列仪器仪表:

表1 本体硫化仪器配备(个)

仪器、仪表名称	衬里面积小于 60m^2	衬里面积大于或等于 60m^2
蒸汽压力表	2	3
传感温度表	1	2
温度自动记录仪	1	1

衬里 60m^2 以上的设备,为确保设备内温度均匀、监控准确,高压蒸汽进口和压力表、传感温度表应分布在设备顶部和侧下部。但蒸汽管口不得直对设备内的某个部位,以防过硫。排汽出水口应装在设备最低的法兰盲板上,以避免设备内积水,造成欠硫。硫化时,应严格按胶板生产厂家提供的硫化曲线准确控制硫化条件。

7.3.20 热水硫化或常压蒸汽硫化时应注意下列事项:

1 热水硫化:

1)要有足够的冷水和高压蒸汽供给系统,进排水和供汽阀门要事先经过检查,认定合格。

2)硫化时至少要有两个温度计,一可相互校对,二可防备其中一个工作期间损坏使温度失去监控。热水硫化温度应控制在 $95^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 。

3)硫化结束,当温度降至 40°C 以下时,关闭进水阀门,只开排

水阀门,使水位逐步下降。降至一定高度,便于检测衬里硬度时,应停止放水,进行硬度检测。

4)如果检查认定硬度不够时,应立即注水升温,并计算出尚需恒温硫化时间。到时再降温、排水、复查,直至认定合格为止。

2 常压蒸汽硫化:

1)硫化前要检查,确认有足够的蒸汽供应气源,且阀门调控性能可靠;蒸汽供给方法和供汽管件结构合理;监测用传感温度表数量及安放位置合理;设备外保温层性能可靠;与设备同时硫化的同胶种的试件数量及放置部位合理、安全,方可通汽硫化。

2)预定硫化时间达到后,应先提出同时放进设备内的试件,并经冷却,检测认定合格后,方可停止硫化。

3)拆除硫化管道管件时,要拿稳轻放,不得碰坏硫化设备衬里的任何一个部位。

4)硫化终止时除硫化罐硫化以直接测定衬里层硬度来确认外,其余的硫化方式均可以测定其与设备一起硫化的试件(挂片)的硬度来确定。考虑到挂片两面受热,而设备壳体衬里一面受热,根据经验当挂片的硬度值比规定值高出邵尔 D3 度时设备衬里胶层正好达到正硫化点。

7.4 自然硫化橡胶衬里

7.4.1 自然硫化橡胶衬里,因其具有在常温常压下进行自然硫化的特点,所以适合于大型设备的大面积衬里施工。

7.4.3 冷藏胶板在解冻和预热后,会产生收缩,故下料应在胶板解冻和预热后进行。

7.4.5 胶板的电热切割法操作方便,效率高,已广泛采用。但为避免胶板分解或硫化,电热温度应控制在 $170^{\circ}\text{C} \sim 210^{\circ}\text{C}$ 之间。

7.4.10 当罐内相对湿度大于 80% 时,应采用热风机和除湿机升温除湿,以防止金属表面返锈或因潮湿而影响胶粘剂的粘结力。

7.4.11、7.4.12 涂刷间隔时间以触指不粘为限。干燥速度与环

境温度和相对湿度有关。当环境温度在 $10^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ 时,1.5h 可干; 20°C 以上时,0.5h~1h 可干。未遍胶粘剂的胶膜干至微粘手指但不起丝时,进行胶板贴合。

7.4.16、7.4.17 压滚分大、中、小三种规格。大、中型压滚适用板面的压合,小压滚适用于拐角、接缝的压合。使用刮板压合时,刮板有坡口的直边用来压板面,有圆弧的一端用来压合拐角和接缝。

胶板贴合的搭接方向,一定要和槽内的液流方向一致,即逆液流方向衬胶。

7.4.19 衬胶作业每个阶段结束后对胶层的检查(即中间检查),是消除隐患、确保衬胶质量的重要环节。也是培养施工人员的责任感,加强施工人员质量观念的有力措施。

7.4.21 在衬贴作业同步、条件相同情况下制作的试块,应妥善放在罐内,不得放在阳光下暴晒。拆除罐内架杆、架板时,应事先移走,不得碰撞胶面。

7.5 预硫化橡胶衬里

7.5.1 该条的两个试验,一个是粘合强度试验,其目的试验胶板和胶粘剂的粘合强度是否符合规定;第二个是贴合工艺试验,该试验的目的是评定贴合的综合性能。应选择贴衬应力最大的部位,如人孔、接管、设备的拐角等部位。工艺试验前,从排料到下料,贴衬的程序应编制一个合理的方案,然后进行工艺试验。贴衬工作正常,未出现鼓起、离层等异常现象,即认为试验合格。

7.5.3 由于预硫化胶板本身的特点,在排料时应充分考虑到减少贴衬应力。下料应准确,稍有差错,则由于胶板弹性大,不能依靠拉长胶板或塑性变形来弥补,势必造成接缝欠搭或过搭。为保证质量,对球形或椭圆形、锥形等部位,胶板在涂刷胶粘剂前,可进行试排,然后做出修整,直到合适为止。特别是异形部位,应先放样后下料。由于预硫化胶板没有塑性,在接缝压合过程中不会像未硫化胶板一样产生塑性变形,做到严实无缝,所以对制作坡口的要

求很高。应做到坡口平直、宽窄一致,接缝的上下坡口应搭接合适(图4)。

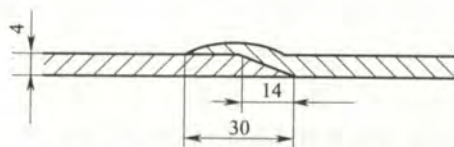


图4 预硫化胶板削边及搭接缝

7.5.4 预硫化胶板粘结性能较差,在刷胶粘剂前,要求用稀释剂清洗表面,使其微溶解后,再刷第一遍胶粘剂,这样会增强粘结力。

根据经验在基体表面或胶板面上涂刷胶粘剂后,一般情况下1h~2h才能达到触指干。在基体表面上涂刷第二遍胶粘剂时,个别情况下发现有将下层胶膜咬起的情况,为此应控制操作方法和晾干时间,具体可由现场试验确定。

7.5.5 第二遍胶粘剂涂刷后,晾胶时间不易过长。干燥程度至微粘手指为宜,干燥时间宜为10min~20min(根据环境温度、湿度情况)。干燥时间过长,粘结强度明显下降。涂刷第二遍胶粘剂后的晾胶场所应干净,并应防止太阳直射。

8 塑料衬里

8.1 一般规定

8.1.1 塑料衬里已经广泛应用于工业防腐蚀工程,除了聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等常见工程塑料外,近几年氟塑料的使用也十分广泛。常用氟塑料的种类有聚四氟乙烯(PTFE)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)、聚偏氟乙烯(PVDF)。塑料的种类和用途见表2。

表2 塑料的种类和用途

中文名称	聚四氟乙烯	乙烯-四氟乙烯共聚物	聚偏氟乙烯	聚丙烯	聚乙烯	聚氯乙烯
英文缩写	PTFE	ETFE	PVDF	PP	PE	PVC
设备上用	●	●	●			●
管道上用	●		●	●	●	●
推荐耐温值(℃)	-20~200	-20~140	-18~120	-14~100	-20~85	-20~65

氟塑料的制造成本比聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等常见工程塑料高,但其耐温更高,耐腐蚀性更强。

8.1.2 塑料衬里压力容器和压力管道均属于特种设备,要符合国家法规并取得国家行政主管部门的制造许可。

8.1.3 塑料衬里的施工环境:当环境温度低于15℃时,软PVC板开始发硬,不利于铺贴,胶粘剂也不易涂刷均匀。当环境温度较低时,可采用加热设备,用热气流局部预热软板的方法提高操作温度,但加热温度不宜太高,防止软板焦化变质。

8.1.6 焊接质量是板材衬里设备的关键,如焊缝有漏点,腐蚀介质会通过该漏点渗到衬里与设备壁之间的夹缝中,导致整个设备

损坏及衬里脱落。为了保证焊接质量,应通过具有专业技术能力和资格的机构部门进行塑料焊接培训,经考试合格持证上岗。塑料压力容器的焊接,国家已明确规定,应根据《特种设备焊接操作人员考核细则》中“非金属材料焊工考试范围、内容、方法和评定”的要求进行取证。

8.2 原材料的质量要求

8.2.4 氟塑料中聚四氟乙烯板、乙烯-四氟乙烯共聚物板和聚偏氟乙烯板表 B.0.10 表~表 B.0.12 的质量指标是根据现场实践经验和现行行业标准《氟塑料衬里反应釜》HG/T 3915—2006、《聚四氟乙烯衬里设备》HG 20536—1993 的有关规定确定的。

8.2.6 聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物和聚偏氟乙烯的焊条目前还没有相应的国家和行业标准。

8.3 软聚氯乙烯板衬里

8.3.2 软聚氯乙烯塑料板,根据成型工艺及无数工程质量检测证明,搭接宽度 20mm~25mm 焊接质量最好、使用最可靠。

为了方便操作和提高焊接质量,空铺法和压条螺钉固定法衬里宜先在设备外面进行预拼装和焊接。软板下料时,应绘制衬里排料图,以避免下错。

衬里工序:对被衬设备的校核和检查→排板、软板下料→设备外预拼装和焊接→设备内铺衬、焊接→衬里层检查。

本体熔融加压焊接法所需机具如下:

- 1 热风焊枪:电压 220V,功率大于 500W。
- 2 气源:出口压力 0.1MPa,气量 $3\text{m}^3/\text{min}$ 。
- 3 调压变压器最大功率 2kW。

操作条件如下:

- 1 焊嘴运动角度:焊嘴与焊道成 $30^\circ\sim 35^\circ$ 夹角。
- 2 焊嘴静态出口温度: $165^\circ\text{C}\sim 170^\circ\text{C}$ 。

3 焊接速度: $400\text{mm}/\text{min}\sim 500\text{mm}/\text{min}$ 。

4 焊嘴与软板距离约 2mm~3mm。

5 焊枪焊接时,应边向前移动,边左右摆动。

8.3.3 软聚氯乙烯板衬里的粘贴法,是通过胶粘剂与设备壁固定。粘贴法衬里虽然对基体表面处理的要求较高,操作条件较差,但其优点是下料较简单,软板与设备贴合紧密,可承受一般的机械振动和搅动。根据现场的需要,有时可将压条螺钉固定法与粘贴法结合起来。如粘贴法衬里,为了使接缝严密可靠,接缝和盖缝板可采用焊接。对于振动强烈或温差变化剧烈的场合,可采用粘贴法结合螺钉固定等。

8.4 氟塑料板衬里设备

8.4.2 氟塑料衬里设备均在耐高温和强腐蚀性介质的场合使用,在接缝处应采用焊条封焊或板材搭接焊的规定,主要是为了避免胶粘剂与介质直接接触。

8.4.3 因乙烯-四氟乙烯共聚物和聚偏氟乙烯流动性比聚四氟乙烯好,所以采用热风焊和挤出焊。

8.4.5 用于化工防腐制品的焊接优先采用热压焊。热压焊是将两块塑料板在一定温度与一定压力下,热压熔结在一起。技术关键是如何使焊接面迅速而准确地达到所需的温度与压力。

板与板焊接:由于对接焊焊缝在焊接时很难夹住,即使夹住也不牢固,所以一般采用搭接焊。但搭接焊的聚四氟乙烯板不宜太厚,因为焊缝处是两块板叠在一起,这对衬里翻边处的密封性能有一定影响。

焊接工艺主要是控制好温度、压力与时间三个条件。用电热元件直接加热焊具,再由焊具把热传给基材。直接测量焊接面的温度是困难的,但可用温度计插到靠近焊接件处的焊具上,测量近似的温度,这个温度要经过多次试验得出。

焊接压力的大小对焊接质量有很大关系,一般控制在 1MPa~

2MPa 为宜。但起始压力(加热前的压力)不宜过高,以能保持焊具与基材之间全部达到良好接触为度。

8.5 塑料衬里管道

8.5.4 法兰与壳体或法兰与钢管连接处转角应圆弧过渡的规定是为了不损坏衬里材料,防止产生应力。

9 玻璃鳞片衬里

9.1 一般规定

9.1.1 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鳞片衬里是国内从 1990 年以来相继开发成功的产品,具有优异的抗渗透性能和防腐蚀性能,在防腐蚀工程中得到了广泛应用。

本章以乙烯基酯树脂、双酚 A 型不饱和聚酯树脂和环氧树脂为成膜物,以 C 型玻璃鳞片为主要骨料,配以其他功能性助剂和固化剂等而形成的防腐蚀衬里层。

树脂玻璃鳞片衬里适用于下列碳钢设备和管道的防腐蚀工程:

- 1 烟气脱硫系统:烟道、吸收塔、烟囱。
- 2 化工贮槽、贮罐、塔器及管道。
- 3 废气、废水处理设备、风机叶片。
- 4 石油、海水输送管道。
- 5 与同类树脂的玻璃纤维增强塑料复合使用。

底涂料既要同基体表面附着力良好,又要与覆盖在上的玻璃鳞片胶泥或涂料的层间附着力良好。底涂料可采用同类树脂加入玻璃鳞片,也可不加玻璃鳞片。

胶泥衬里:通常是采用镬刀抹的鳞片胶泥,其鳞片的片径比较大,一般在 0.6mm~2mm,一次施工厚度可在 1mm 以上;封面料则采用不含玻璃鳞片的同类树脂料制造。

涂料衬里:通常采用涂、滚刷或喷涂的小鳞片涂料,鳞片的片径为 0.2mm~0.6mm;一次施工厚度:涂、滚刷在 100 μ m~200 μ m,喷涂可达 500 μ m~700 μ m。为防止漏涂和便于各层的质量检查,各层调配成不同的颜色。

9.1.2~9.1.6 三类树脂玻璃鳞片材料的固化反应条件与三类树脂基本相同,同样也应满足其在碳钢表面的施工环境条件。三类树脂玻璃鳞片材料的存储、施工、养护等基本要求与其树脂玻璃钢、胶泥、砂浆等材料相同,这些条文均引自现行国家标准《建筑防腐工程施工及验收规范》GB 50212—2002 的有关内容。

9.1.7 本条文对衬里施工前的基体表面提出了要求。表面油污、油脂及其他非锈污染物的存在会影响衬里与基体的附着力。一旦衬里施工完毕,任何碳钢面与内外支撑件之间的焊接、铆接、螺接都将破坏衬里层的完整。衬里侧焊缝、焊瘤、弧坑、焊渣等瑕疵都将影响衬里的施工质量。

9.2 原材料和制成品的质量要求

9.2.1~9.2.3 目前在防腐蚀工程上大量应用鳞片衬里技术,所以在本规范中对树脂、固化体系等规格、性能和质量直接引用了本规范第 5.2.3 条和第 5.2.4 条的规定。玻璃鳞片的规格、性能和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。

9.2.4 乙烯基酯树脂、双酚 A 型不饱和聚酯树脂玻璃鳞片衬里的混合料,一般在工厂制造过程就加入了促进剂,做成了预促进的混合料。其好处是:只要加入适量的固化剂搅拌均匀后即可使用,便于施工操作。减少施工现场因再加入促进剂而搅拌的次数,并可以减少气泡的混入。

9.2.7、9.2.8 三类树脂玻璃鳞片混合料(指未固化的)和制成品(指固化物)的质量指标,主要依据为化工行业标准《玻璃鳞片衬里胶泥》HG/T 3797—2005、日本《乙烯基酯树脂玻璃鳞片衬里》JIS K6940 标准和近十多年来国内研究试验和工程应用经验的总结。

9.3 施 工

9.3.1 鳞片衬里施工前,基体表面处理要求达标。一是表面除锈

程度,二是表面粗糙度。这是确保设备衬里质量的先决条件。

9.3.2 由于目前施工条件、水平存在着较大差别,因此在本条执行过程中,涂刷的具体时间由业主(或设计方)同施工方商定。处理好的基体表面,应在返锈前进行底涂料施工,最多不宜超过 5h。

9.3.3 底涂料的涂装时间间隔是根据树脂的固化特点确定的,这是确保层与层之间具有优良附着力的重要措施。

9.3.4 由于玻璃鳞片胶泥是膏状的,如果不采用真空搅拌,则加入固化剂后的搅拌,很容易将空气带入胶泥中而难以排出,使得衬里层的致密性受到影响,留下隐患。

玻璃鳞片胶泥的单向刮抹施工,易使衬里表面不平整,通过滚压作业可使胶泥层光滑、平整、均匀。

9.3.5 纤维增强塑料所用树脂与玻璃鳞片胶泥用树脂相同,以避免不同树脂之间的层间附着力受影响。

9.3.6 本条规定只在最后一层面涂料中应加入苯乙烯石蜡液,当有两层以上面涂层施工时,由于涂层固化后石蜡迁移在被涂表面,会影响后一道涂料对前道涂料的层间附着力。

9.3.7 本条规定了不同养护温度下的涂层养护时间。涂层固化是个化学反应过程,为使涂层能固化完全,就需要一定的养护时间。这是涂层能发挥防腐蚀作用的重要保证。

10 铅 衬 里

10.1 一 般 规 定

10.1.1 铅衬里包括衬铅和搪铅,适用于以碳素钢、低合金钢制造的工业设备以及砖板衬里结构中以铅为底层的铅衬里,同时也适用于管道的铅衬里。衬铅主要用于稀硫酸和硫酸盐介质,适用于正压、静负荷、工作温度小于 90℃ 的工艺条件。搪铅的耐腐蚀性能同衬铅,适用于真空、振动、较高温度和传热等工艺条件。搪铅在施工时有大量的有毒铅蒸汽放出,一般很少采用。

10.1.2 铅板焊接的热源一般采用氢氧焰,且焊接时采用中性焰。在焊接厚度大于 8mm 的平缝时,采用乙炔氧焰可以提高焊接速度。搪铅常用的热源是乙炔氧焰。

10.1.3 从事铅板焊接作业的焊工,应进行焊接培训,考试合格,持证上岗。焊工培训由具有相应专业技术能力和资质的单位负责进行。

10.2 原材料的质量要求

10.2.1 铅板、搪铅母材的表面质量、化学成分及铅板的外形尺寸和允许偏差均应符合现行国家标准《铅及铅铋合金板》GB 1470—2005 中的规定。铅板应妥善放置,防止损伤或变形。

10.2.2 铅焊施工中,焊条的质量直接影响焊接质量。铅焊时,熔铅的流动性大,加入焊条速度必须准确迅速。焊条材质应与焊件材质相同;焊条表面应干净;焊条最好是圆形或近似圆形,直径均匀。

一般铅焊的焊条多数是铅焊工自制。制作方法通常采用钢模浇铸法或将铅板剪成正方条形。使用前应将焊条表面氧化铅膜

刮净。

10.2.4 搪铅用的典型焊剂有氯化锌(ZnCl_2)和氯化亚锡(SnCl_2)两种水溶液。4 种配方中以第 1、2 种最为常用。第 1 种搪铅效果好,但搪铅时有刺激性较大的烟雾发生,其焊剂也容易成粘液状附在搪道上不易清除;第 2 种结合情况较好,烟雾较小,对搪铅的劳动条件有很大的改善。

配制时应注意以下几点:焊剂所用的氯化锌(ZnCl_2)、氯化锡(SnCl_4)和氯化亚锡(SnCl_2)的纯度应在 98% 以上;所用的水应该是纯净的,最好是蒸馏水。配制时,加热到 50℃~80℃,以利于焊药的溶解。盛装和配制的器具要清洁,可用搪瓷、玻璃、塑料和铅材质的器具。称量要准确。

10.3 焊 接

10.3.1 焊缝的刮净宽度,可以由焊件的厚度或施焊的范围而定。一般焊件的厚度在 5mm 以下时,刮净宽度应为 20mm~25mm;厚度为 5mm~8mm 时,刮净宽度为 30mm~35mm;厚度为 9mm~12mm 时,刮净宽度为 35mm~40mm。每次刮净长度不宜过长,一般为 1.5m~2.0m,待焊完再刮。

点焊分为长线点焊和短线点焊;单层点焊和多层点焊。长线点焊适用于大型管件及受力较大的焊缝;短线点焊适用于小型管件及一般焊缝;不加焊条的单层点焊用于较薄铅件或协助组对。

10.3.2 焊接时,焊炬与焊缝保持约 50°~70°角,焊条与焊缝约成 40°~50°角。火焰正对焊缝。

焊炬摆动的频率、幅度、角度决定焊道的质量、外观和焊接速度。常用的摆动方法有直线形、锯齿形、尖圆形、折线形、月牙形。由于火焰的摆动,熔池的形成是连续的,冷凝也是连续的,从而使焊道上形成各种花纹。常见的花纹如图 5 所示。

平焊时,经常采用的焊炬摆动方法有直线形、折线形和尖圆形,形成的花纹应是“鱼鳞花”或“箭尖花”。

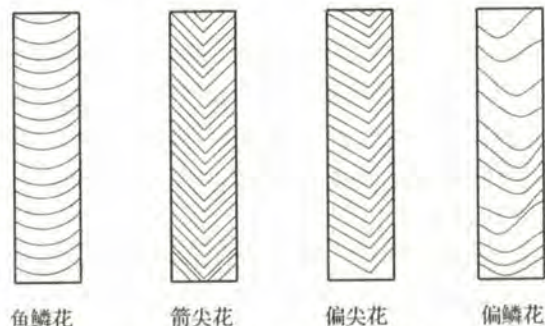


图5 焊道所形成的几种花纹

对接焊缝厚度在 1.5mm 以下的一层焊完;3mm~6mm 的分三层焊完;6mm~10mm 的分四层焊完;10mm 以上的分五层焊完。分层焊时,第一层应少加焊条,火焰主要对准母材的焊口处,使之焊透;第二层施焊时,火焰针对第一层焊道,左右摆动,使加入焊条与底层的焊道、两侧的母材牢固结合;最后一层施焊时,应根据焊道的高低、宽窄熔化适量的焊条,使其形成的花纹为“鱼鳞花”或“箭尖花”。

搭接平焊的施工方法基本上和对接平焊相同。但第一层施焊时,火焰主要对准下部铅板并稍微摆动,焊炬与搭接边缘略倾斜 20°角,加入的焊条可同时熔接在下部铅板与搭接的焊口上。最后一层施焊时,焊道应高出上部搭接铅板,焊炬的角度、摆动方式和幅度可相应调整。焊缝与水平面相垂直的焊接称为立焊。一般铅材厚度在 7mm 以下常用搭接立焊,焊接时不用加焊条,而是将搭接在上部的母材焊口边缘熔化流入熔池代替焊条,焊接速度较快。

焊接前把搭接部分的焊板采用木制工具相互敲打平整后,再将上部的母材焊口边缘撬起约 20mm 宽,使两块铅板间约有 1.5mm 的间隙。焊接时,由下向上焊,火焰要准确稳定,焊炬可做锯齿形摆动。焊炬除了应与焊缝保持 80°角左右外,还应与板面成 15°角左右。

在垂直面内对水平焊缝施焊的方法称为横焊。横焊一般采用

搭接,施焊前应把搭接部分打靠,再把搭接在上部焊口边缘撬起宽约 15mm,使之和下部母材有 1.5mm~2mm 的间隙。此种焊缝施焊的层数,根据铅板的厚度而定。铅板厚度为 1mm~2mm 的可不加焊条,一次焊成;3mm~4mm 厚的可焊两层;5mm~7mm 厚的可焊三层。

焊缝与水平方向平行,焊缝的位置在焊工头部上方,需要仰面操作,这种焊接称为仰焊。仰焊是铅焊接施工中最难掌握的方法,应尽量避免采用。仰焊的接头一律采用搭接,并且只能焊接 6mm 以下厚度的铅板。

10.4 衬铅施工

10.4.1 壳体检验合格后,应在壳体根部(立式平底容器设在距底板 10mm~30mm 处,卧式或立式球底容器设在最低点)钻直径 5mm~10mm 的孔 2 个或 4 个(对称分布),作为铅衬里试漏的检漏孔。

10.4.2 搪钉固定法的优点是不损坏设备壳体,保证了壳体的严密性;缺点是若施工不好,会发生搪钉脱落现象。搪钉的形状一般为正方形或圆形,圆形直径为 80mm 左右,正方形边长为 80mm~100mm;其高度应高出衬铅板 3mm~5mm;各固定点间距为 250mm~900mm 为宜,呈等边三角形排列。

悬挂固定法适用于砖板衬里中以衬铅层为底层的铅衬里结构,设备上部结构为敞口式或分段组装的可拆卸式,并设有法兰。衬铅板在法兰表面翻边固定,而后使衬铅板悬挂于壳体内壁并紧贴壳体,并对所有焊缝进行焊接,使铅板形成一个整体的铅衬里层。

压板固定法具有不损坏设备本体、施工较方便、施工质量容易保证等特点。铅衬里上方孔之间的距离根据实际情况而定,一般为 300mm~500mm。压板是由碳钢制作的,规格一般为长 300mm~500mm、宽度为 50mm、厚度为 3mm 左右。压板的数量

和分布位置按设备大小、衬里面积、铅板厚薄及使用条件而定。铅覆盖板的材质及厚度应与衬铅板的材质及厚度相同。一般情况下,铅覆盖板的形状与钢制压板的形状类似,铅覆盖板的边缘蒙盖伸出量不小于20mm。

焊接铆钉固定法需在壳体上钻孔,损伤了设备,不能保证壳体的严密性,不宜采用。

铅衬里的质量优劣,关键在于铅板质量和焊接质量,而焊接质量取决于铅板的组对是否妥善,焊缝的多少及位置是否合理。因此在下料和组对时,应该注意以下几点:

- 1 可在设备外面组焊的应预先焊好,以使铅板面积尽量增大,从而减少焊缝的数量,也考虑挂铅板时的困难。
- 2 挂铅板时应将焊缝组对到有利于施焊的位置上,以免施焊者看不到或焊炬施展不开。
- 3 除较厚铅板外,一般衬里均应采用搭接形式,尽量避免对接形式。
- 4 搭接焊缝也应尽量组对成易施焊的形式。
- 5 各种衬铅结构应尽量避免仰焊。

10.5 搪 铅 施 工

10.5.2 搪铅施工方法有直接搪铅和间接搪铅。常用的是直接搪铅法,间接搪铅法多一道挂锡工序,成本较高。从寿命来看,直接搪铅比间接搪铅耐用,间接搪铅易脱层,尤其温度在80℃以上使用时,更为严重。另外,若挂锡层较厚,容易使锡混入铅层,从而减弱铅层的耐腐蚀性能。

1 搪铅操作过程中应注意以下几点:

1)所用的焊嘴大小原则上根据设备外壳的厚度确定,要求能使焊接处温度迅速达到320℃~350℃即可。通常在3mm~5mm厚的钢板上搪铅,选用75号~100号焊嘴;在5mm~10mm厚的钢板上搪铅,选用100号~500号焊嘴。在搪制较薄的设备或零

件时,采用氢氧焰比较合适,尤其5mm以下钢板的双面搪铅最合适。焊嘴可选用6号~7号。

2)火焰不得直接对着未搪铅的设备表面,而应对着已搪铅的表面。若火焰直接对着未搪表面,则易破坏焊剂层。火焰向前移动时,熔池温度降低,会使熔铅速度减慢,甚至产生粘结不全的现象。

3)搪铅时需要在水平面的位置上进行,倾斜会显著降低搪铅速度。一般不宜超过30°角,否则搪铅温度太高,熔池尚未冷凝就会沿着坡度迅速流走,而温度过低又粘结不好。

4)为使铅与被搪表面粘结,火焰摆动的方法与铅焊方法相同,只是搪铅摆动的频率比铅焊要慢得多、幅度也小。焊嘴与被搪表面成70°~80°角,内焰离熔池5mm~7mm,焊条与搪道约成60°~70°角。

5)搪铅层每次可搪2mm~4mm厚,焊道的宽度约为15mm~25mm,长度一般在500mm左右,不宜过长。每次搪道平行排列,后一搪道叠压在前一搪道的1/4宽度上。

6)搪完第一层铅后,用清水刷净附在表面上的焊剂,并用刮刀将表面刮光,然后与第一层一样,一层层地搪至所需要的厚度。特别注意不得再涂焊剂,以免焊剂中的锌和锡混入搪铅层中,影响其耐腐蚀性能。

7)搪完最后一层铅,应再用火焰跑一遍,使其平整并消除缺陷。

2 间接搪铅挂锡常用的方法有锅内挂锡和加热涂锡两种。

锅内挂锡具有省锡、速度快的特点,但只适于较小的工件。

熔锡(锡焊条)可采用铅锡合金,其配比(锡:铅)可为60:40、50:50、40:60。三种配比的合金挂锡都很好,但锡的含量越高,其耐热性越低。

间接搪铅要点是:工件施搪温度控制在190℃~230℃,温度不能再高;火焰不能对着工件表面,而是用余火对工件加温。火焰

要先烧熔焊条,使之滴落在被搪表面,靠火焰吹动,使熔铅淌开与锡层结合。

搪铅施工工艺较复杂,速度慢,且搪铅过程中又会产生大量的铅蒸汽等有害气体,对人体十分有害。

11 喷涂聚脲衬里

11.1 一般规定

11.1.1 喷涂聚脲衬里技术是在 RIM 反应成型技术基础上研发的喷涂快速成膜涂装技术。其主要特征是:

1 涂料快速固化,可在任意形状基面表面成型,无流挂。一次性施工厚度可达 5mm,符合重防腐厚浆防腐型涂料衬里的要求,涂层与基面的附着性能优异。

2 施工采用专用设备和专业人员操作,施工快速效率高,材料养护周期短。

3 涂料中无有机溶剂挥发,是环境友好型绿色环保产品。

4 衬里涂层具有拉伸强度大、断裂伸长率高等优异的力学性能和优异的耐大气和介质腐蚀性能。

11.1.3 喷涂聚脲与底层涂料、修补料应具有良好的相容性和粘接性能。因不同生产企业的产品有差异性和适应性,为保证施工质量,配套材料宜使用聚脲生产企业推荐且有应用实例的产品,并在技术方案中列出施工方法和验收方法。

11.1.4 喷涂聚脲衬里施工试喷的要求是基于专业施工的特殊性,设备操作技能、材料、操作工艺影响因素较多,应在衬里施工前确定。

11.1.5 对焊缝要求中的无焊缝空隙是指不应有穿透性焊缝空隙,若有会使涂层有针眼孔洞,影响电火花检测,喷涂衬里前应先用树脂填充。

11.1.10 喷涂聚脲衬里应由培训合格的专业操作人员进行施工,还应具备相应的施工经验和至少两名熟练工人配合,方能上岗。

11.2 原材料和涂层的质量要求

11.2.1 聚脲衬里原材料还应包括层间粘合剂和保护面层等,有需要使用时,应在施工方案中列出。

11.2.3 喷涂聚脲防腐涂层若有耐特殊介质腐蚀要求时,应由设计方提供具体设计指标,检测方法应符合现行行业标准《喷涂聚脲防护材料》HG/T 3831 的规定。

11.3 施 工

11.3.1 使用聚脲喷涂设备还应注意以下几点:

1 A、B 料比例泵压力差应小于或等于 5MPa,如因气候、温度等原因造成原料粘度差异大,或喷枪混合室口径大小有磨损不一致,应及时调整 A、B 料的加热温度或更换混合室后重新喷涂。A、B 料比例泵压力差大于 5MPa 时,施工中应慎用;如施工中必须使用时,应控制压差在 5MPa~10MPa 内,且应在现场技术掌控条件下施工;压差大于 10MPa,不宜施工。

2 环境温度低于 15℃,原料应加热至 20℃~40℃。

3 施工件温度低于 5℃时,应预热后喷涂聚脲。

11.3.2 钢板基体表面底层涂料施工除应符合本条要求外,还应注意以下几点:

1 底层涂料所采用的溶剂宜采用工业级丙酮、丁酮或二甲苯。

2 底层涂料的养护时间是喷涂聚脲提高附着力的一个关键控制指标,本条规定的养护温度和养护时间是一个参考值。由于涉及现场的通风、温度以及涂料的自身干燥时间等因素,其最佳养护时间的确认应以涂层表干为宜。

3 底涂一次涂膜,厚度不宜过厚;底层涂料已过有效养护期后,应刷第二道底涂后再喷聚脲。

11.3.3 喷涂聚脲衬里的施工要求专业性强,属现场一次成型不

宜修补施工衬里。因此正式喷涂前,应由现场技术主管对设备控制工艺参数进行试喷确定,涂膜性能和施工状态达到要求后,才能固定设备参数,进行正式喷涂。在喷涂过程中如温湿度、风力、基面环境等发生较大变化时,应适时调整设备控制参数,以确保涂膜质量,并尽量减少人为质量因素。

11.3.5 聚脲喷涂的施工还应注意以下几点:

1 施工方法应符合小面积移动交叉施工的方法。操作移动速度应满足单层施工 0.35mm~0.45mm 厚度,设计厚度小于或等于 2mm 应连续横竖交叉施工 5 次~6 次,设计厚度大于 2mm 应将总厚度分为两次施工,喷涂衬里间隔时间宜小于 60min。

2 转角和焊缝线应比设计厚度多喷厚 0.5mm~1.0mm,且喷涂时先喷转角和焊缝,再大面积连续喷涂。设备内表面喷涂时,应先喷接管入孔,后喷内腔,且接管、入孔与设备内腔焊接处应加厚 0.5mm~1.5mm。

3 一次施工宽度应小于 1200mm,相邻施工的搭接缝应大于 120mm。

4 喷涂时喷枪与基面的距离应以聚脲喷涂至基面,无严重凝胶粒子反弹和涂层表面平整性良好为基准。

11.3.6 衬里涂层的修补还应注意以下几点:

1 层间粘合剂的表干和聚脲补喷时间,应根据材料供应商提供的技术参数,并结合施工现场的温度和湿度进行表干和复喷间隔时间的喷涂试验,主要观察附着力和鼓泡现象,确定现场条件下的最佳表干时间。

2 修补料的配制应多次少配。每次配料量不宜超过 300g,且应搅拌均匀,但每次快速搅拌时间不应超过 30s,随配随用。当出现凝胶状态时,不得使用。

3 修补的聚脲衬里缺陷,第二天应再进行检查,如仍存在缺陷,应再次修补。

12 氯丁胶乳水泥砂浆衬里

12.1 一般规定

12.1.1 本章氯丁胶乳水泥砂浆衬里是指设备、管道采用改性阳离子氯丁胶乳砂浆衬里工程。

氯丁胶乳是由阳离子氯丁胶乳和助剂混合乳化而成。氯丁胶乳是美国杜邦公司于 20 世纪 30 年代初开发并实现工业化生产的,随后即有氯丁胶乳水泥砂浆专利申请。我国氯丁胶乳是四川长寿某化工厂于 1975 年研制成功并于 1983 年通过国家鉴定。氯丁胶乳水泥砂浆的研制开始于 20 世纪 80 年代初期,最早由上海某大学研制,随后大连某研究设计院也进行了开发性研究并应用于实践。前期主要是用于纯碱、化肥、氯碱、印染、制药等许多部门的建筑防腐。在纯碱厂的建筑防腐有 15 年以上的成功应用,尿素造粒塔及建筑厂房应用效果较为理想。上海某穿越黄浦江隧道工程采用氯丁胶乳防水,也取得了很好的效果。在污水池、地下水的防水工程都获得了满意效果。做船甲板的敷料早已有应用,现在许多船舶甲板和压水仓都采用氯丁胶乳水泥砂浆做防滑、防腐蚀面层。20 世纪 90 年代中后期在设备防腐的应用也取得了一定成效。在化工企业的纯碱母液桶、澄清桶、结晶器及化盐槽内壁有 10 年以上的成功应用,在化工行业的设备防腐上的应用逐渐扩大。

考虑到设备、管道内部空间狭窄,不适合做混凝土防腐,所以本章的工程只包括氯丁胶乳水泥砂浆整体面层衬里。考虑到氯丁胶乳砂浆整体面层施工的特点,只适用于内部结构简单的设备、管道,设备、管道内部结构复杂的,施工困难,质量难以保证的,不宜选用氯丁胶乳水泥砂浆衬里。

12.1.2 虽然氯丁胶乳有较好的耐酸、碱、盐性,但由于砂浆中含有水泥,从而使其耐酸性不佳,所以氯丁胶乳应用于耐碱、盐介质环境中。氯丁胶乳使用温度低于 5°C 时,凝固缓慢不利于施工。考虑到南方夏季气温常超过 30°C ,所以环境温度定为 35°C 。温度过高影响工程质量,因此应采取隔热防蒸发措施,如喷雾、覆盖、遮挡等。另外,潮湿的环境对氯丁胶乳施工有利。

12.1.3 氯丁胶乳反复高温或低温变化,可引起破乳而失效。

12.2 原材料和制成品的质量要求

12.2.1 阳离子氯丁胶乳存放过程中会产生一定的变化,不加入适当的助剂,在混合料搅拌时,产生破乳现象,失去了防腐作用,而施工现场加入各种助剂,往往受各种因素影响,很难准确掌握加入量,从而使工程质量受到影响。而本章氯丁胶乳是指经过加入助剂改性的阳离子氯丁胶乳,一般应在工厂按标准化生产,那么在现场无论从搅拌砂浆的稳定性,还是到易于施工性都有极大的保证,工程质量会随之提高。

12.2.4 在有的规范中,最初把氯丁胶乳砂浆强度定为 20MPa,而大连某研究设计院在先湿后干的养护条件下后可达 39MPa。当时考虑到不少单位达不到此要求而采用 20MPa,经过 15 年的发展,综合考虑,本规定将此定为 30MPa。

12.3 砂浆的配制

12.3.1 氯丁胶乳砂浆的配合比应参考本规范附录 D 表 D.0.7,并根据现场天气、细骨料的含水率等因素,先试配试用,再确定实际应用的配合比。

12.3.2 氯丁胶乳砂浆具有良好的粘结性能,很容易粘贴在机具上,需随时清理,人工拌和的机具易于清理;采用机械搅拌的机械内部不易清理,时间长了会损坏机具,且机械搅拌易于产生大量气泡而影响施工质量。

12.3.3 配比合适的氯丁胶乳砂浆应有良好的和易性及粘结性,较普通砂浆易于施工,一般在 2h 内都有较好的施工性能。

12.4 施 工

12.4.1 在基层上先涂一遍氯丁胶乳素浆。第一可起到封闭孔隙作用,第二可增加砂浆与基层的粘结力。

12.4.2 氯丁胶乳砂浆在终凝前收缩性较大,一次施工面积过大,内部会产生较大应力,长时间施工及温度变化,易产生裂缝,因此一次施工面积不宜过大,一般应控制在 12m^2 以内。为使施工方便,条宽宜控制在 1.5m 以内。最好采用分条施工,中间留缝宽约 15mm,用木条或聚氯乙烯等塑料条分开,木条应先固定在基体上再施工。木条两面应杜绝使用脱模剂,在砂浆稍变硬后用抹刀尖端沿板条边缘切开再抽出板条。

补缝应在 24h 后进行,但最多不超过 48h,应清理缝内杂物后用聚合物水泥砂浆补齐,并应仔细抹平接缝表面。补缝时应在砂浆表面铺上木板,以免直接踩在砂浆表面上。

12.4.3 氯丁胶乳砂浆抹面后,在气温较高时,约 25min 表面即生成一层薄膜,此时反复抹压就会使薄膜破裂而难以修复,影响表面的完整性,因此不宜反复抹压。

氯丁胶乳砂浆平面抹压与普通水泥砂浆相同,氯丁胶乳砂浆用木板刮平再用抹刀抹平即可。

12.4.4 立面或仰面施工,一次抹压厚度不应超过 10mm,否则很容易脱落。由于加入稳定剂,氯丁胶乳砂浆看似粘稠,实际内聚力较小,厚度过大脱落后修复困难,只有等表面干燥后才可抹上。

12.4.5 在氯丁胶乳砂浆表面涂刷氯丁胶乳水泥素浆,可部分修复表面缺陷,同时可在表面形成一层富含氯丁胶乳的薄膜,提高防腐、防水性能。涂刷素浆尽可能一次完成,避免多次涂刷颜色不均匀。

12.4.6 氯丁胶乳砂浆的养护,先湿养护 24h,再干养护 72h,可以

低负荷运行使用。防腐蚀及一些重要工程,应湿养护 7d,再干养护 21d 后方可正式使用。氯丁胶乳砂浆的湿养护很重要,一般在施工后 1h,高温大风天气时施工后 0.5h 内即应养护,方法是喷雾、用遮盖物覆盖等。遮盖物可用塑料薄膜、麻袋及草袋等,遮盖物四周应压实。多孔性遮盖物在 8h 内淋水,水量不宜过大,保持氯丁胶乳砂浆表面潮湿。

氯丁胶乳砂浆应经过干养护。作用是使氯丁胶乳砂浆内水分充分水化,使氯丁胶乳析出并在内部形成网状结构,不经干养护的氯丁胶乳水泥砂浆不能使用。

13 涂料涂层

13.1 一般规定

13.1.1 随着科技产品开发,施工技术及应用方法的迅速发展,防腐蚀涂料与涂装过程本身已经成为门类繁多、品种齐全、装备复杂的专门技术,有力地推动着涂料工业的进步。这次列入规范的主要防腐品种有:环氧树脂类涂料、聚氨酯涂料、氯化橡胶涂料、高氯化聚乙烯涂料、氯磺化聚乙烯涂料、丙烯酸树脂改性涂料、有机硅耐温涂料、氟涂料、富锌涂料(有机、无机)和车间底层涂料。

13.1.2 本条规定主要是针对涂料供应商的。即供应商应针对自己的产品提供符合国家现行标准的涂料施工使用指南。其主要目的是对涂料的涂装过程、质量检验过程提供指导与帮助。这些内容既是设计选材的主要参考依据,同时也是正确施工的有效保证。为了确保工程质量,应严格涂层配套,按施工工艺进行。

13.1.4 环境温度、相对湿度或露点温度的控制,是施工过程应遵守的一般规定。在施工现场应首先保证基体表面温度高于露点 3°C 。露点温度的测定方法,现在有测试仪器可以直接测出。

13.1.8 涂料施工可采用的工具很多,施工时应注意两点:涂层厚度应均匀,尤其采用机械喷涂时更应注意涂层厚度。

涂装过程中不得漏涂,也不得误涂。漏涂一般可以随时检查、发现,而误涂则一般不易被人们察觉。为此在涂装检查时,除检查有否漏涂外,还应检查有否误涂。

13.2 涂料的配制及施工

13.2.1 环氧树脂涂料的基本特点是与基层粘结良好,具有较广泛的适用性。但在施工时应注意以下几点:

1 涂料配置以后,大多数需经过一段熟化期方可涂装。

2 因为涂膜固化过程需发生化学反应,因此施工间隔与温度等关系密切,应注意涂膜干燥充分再进行下一层涂装,不可连续作业,以防涂层出现开裂等问题。

13.2.2 聚氨酯树脂涂料是一类应用前景良好的涂料品种。目前产品品种较多,功能差异较大,因此使用时应注意以下几点:

1 单组分聚氨酯涂料固化过程是吸附空气或表面的水分后成膜,因此特别干燥的表面或环境不宜施工。

2 聚氨酯涂料涂装的时间间隔一般以前层涂料实干为依据,未干透时,使用效果不良。

3 涂料不得擅自用烯料稀释。

13.2.3 氯化橡胶涂料用于耐腐蚀领域的历史较长,由于工艺较成熟,因此涂膜性能良好,尤其在抗紫外线、耐候性方面更加突出。在使用氯化橡胶涂料时应注意:优先选用固体含量较高、干膜厚度大、溶剂含量较低的产品。也就是通常所说的厚膜型涂料,俗称“厚浆型涂料”。这类产品较之传统涂料具有固体含量高、使用溶剂少、一次成膜较厚、耐蚀效果好、在垂直面施工不流挂、不易出现针孔缺陷等特点,对节省工程综合费用大有好处。尤其是降低有机溶剂使用量后,挥发性有机化合物(VOC)量也大大减少。对施工安全及环境保护带来诸多好处,不仅降低了污染,而且节约了能源,减少了资源浪费,是目前耐蚀涂料的一个新方向。根据目前国内防腐蚀涂料研究、生产的现状,以及各种不同类型成膜物的性质,溶剂挥发类涂料通常每道干膜厚度为 $20\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$,而树脂交联型涂料通常每道干膜厚度大于或等于 $60\mu\text{m}$ 。因此将固体含量高,一层干膜厚度大于通常涂料1倍以上的涂料确定为厚膜型涂料。使用这类涂料时,应特别注意不得任意加入稀释剂。与钢铁基层配套时,应慎重选用配套良好的底层涂料或专用涂料。

13.2.4 高氯化聚乙烯涂料是近几年开发的涂料新品种,其涂膜性能略优于氯化橡胶及氯磺化聚乙烯。其特点是施工工艺较简

单,同时涂膜厚度较厚,质感好,因此在工程上得到了广泛的应用。

13.2.6 丙烯酸及其改性涂料主要用于防腐蚀面层涂装。其突出特点是耐酸性好、耐候性好。由于丙烯酸突出的性能,在涂料工业开发出的品种比较多。使用过程中应注意:

1 用于防腐蚀涂装的丙烯酸涂料应是溶剂型的,非溶剂型或水性的品种暂不推荐。

2 丙烯酸改性涂料品种目前使用较广泛,并且工程应用较成功的是:丙烯酸改性聚氨酯涂料及丙烯酸改性氯化橡胶涂料两个品种,其他种类的改性品种暂不推荐。丙烯酸酯树脂包含甲基丙烯酸酯树脂。

13.2.7 有机硅耐温涂料在除尘、烟道脱硫等高温条件下使用较多,通常施工过程中应注意:

1 涂层宜薄不宜厚,太厚会产生开裂、起皮等现象。

2 当使用无机硅酸锌底层涂料时,涂层应薄而均匀,并采用有机硅面层涂料封闭。

3 有机硅面层涂料也可以直接作为底层涂料,用于封底再涂装面层涂料。

13.2.9 富锌涂料多用作底层涂料,无机富锌涂料也可用作中间层涂料。施工过程中应注意:

1 有机富锌与无机富锌性能上有较大差异。

2 有机富锌表面应及时用环氧云铁等中间层涂料封闭,以作为过渡层。

3 富锌涂料多用于较重要的、难维修的构配件表面防腐蚀。因此对施工工艺要求较高。

14 金属热喷涂层

14.1 一般规定

14.1.1 本章金属热喷涂工程,规定了线材火焰喷涂和电弧喷涂两种工艺和在设备、管道或金属结构表面制备锌、铝、锌铝合金和铝镁合金四种防腐蚀涂层。

14.1.4 施工前应对在用的或新购置的热喷涂设备进行全面检查和试验,检查试验的系统应包括:氧-乙炔热源和电弧电源供给系统、雾化气输入系统、线材输送系统、喷嘴系统、仪表监视和操作调控系统以及与设备连接的气路、电路系统。试验状态下,各系统的技术参数、性能、喷涂工作的稳定性应符合现行国家标准《热喷涂热喷涂设备的验收检查》GB/T 20019 的有关规定。

14.1.5、14.1.6 表面清洁度、表面粗糙度的检查是按现行国家标准《热喷涂金属件表面预处理通则》GB 11373 制定的。现场对照检查时应注意以下几点:

1 清洁度的检查应针对钢材表面 A、B、C、D 四个不同的锈蚀等级,正确选用 Sa3 级图片;采用的图片应清晰;检查时应有充足的光线;目视预处理表面应符合 Sa3 级图片的外观标准为合格。

2 表面粗糙度参比样板应经相同工艺处理,并通过专用仪器检测;样板件数应为 4 件,其 R_a 值分别为 40、63、80、100(μm)。

表面粗糙度的检查应有良好的光线;目视检查宜与触觉检查结合进行(用手触摸、用细铁丝划);参比样板应按涂层的设计厚度选取;被检查表面的粗糙度以符合表 14.1.6 的最小/最大范围值为合格。

14.3 施 工

14.3.2、14.3.3 这两条规定是线材火焰喷涂和电弧喷涂在工程

施工应用中的两个常规喷涂工艺参数。

线材火焰喷涂工艺大多采用氧-乙炔热源,使用射吸式气体喷枪和直径为2.0mm~3.0mm线材。

电弧喷涂工艺使用封闭雾化式电弧喷枪及其配套电弧电源,常用线材规格为直径1.6mm~2.0mm。

当采用不同热源、不同设备,使用不同直径的线材时,其工艺参数应做调整。

14.3.8 构造复杂的局部表面、喷涂空间受限的部位、厚壁与薄壁材料的结合处等,这些部位或局部表面难以采用正常的喷涂参数进行施工,常易出现涂层严重缺陷引起返工,而一旦返工,将会影响更大的范围。因此,难喷涂部位应先喷涂,完工后,再进行大面积的施工。

14.3.11 对裸涂层进行刷光处理,可封闭涂层的部分孔隙。进行刷光处理时,应做纵横两次刷光,且应轻刷,不得造成涂层损伤。

15 安全技术

15.0.1 本条文依据《中华人民共和国安全生产法》、《建设工程安全管理条例》(国务院令第393号)和现行行业标准《施工企业安全生产评价标准》JGJ/T 77。

本条文危险源辨识是指对可能导致死亡、伤害、职业病、财产损失、工作环境破坏或上述情况的组合所形成的根源或状态进行辨认和识别。重大危险源是指导致事故发生的可能性较大,并且事故发生会造成严重后果的危险源。应急预案是指针对可能的重大事故,为保证迅速、有序、有效地开展应急与救援行动,降低事故损失而预先制定的有关计划或方案。它是对应急组织的职责、人员、技术、装备、设施、物资、救援行动及其指挥与协调等方面预先作出的具体安排。

企业和工程项目均应编制应急预案。企业应根据承包工程的类型、特征和规模,规定企业内部具有通用性、指导性的应急预案管理标准;工程项目应按企业内部应急预案的要求,编制符合工程项目个性特点的、具体细化的应急预案,指导和规范施工现场的具体操作。工程项目的应急预案应上报企业审批。应急预案应随工程性质的改变、重大危险源的数量和内容的变化以及管理水平的改进及时更新。

15.0.3 本条文依据《建设工程安全生产管理条例》(国务院令第393号)和现行行业标准《建筑工程施工安全检查标准》JGJ 59《施工企业安全生产评价标准》JGJ/T 77的规定,针对专业性强、危险性较大的防腐蚀分项工程施工和关键工序作业而制定。

本条文根据防腐蚀工程安全施工事故案例和史料,结合防腐蚀工程项目现场施工环境,与多个专业安装项目、多个工种、工序

穿插交错的特点,部分施工原材料和有关化学品的危险特性,以及高空、地沟、设备、管道的作业条件,将本章第 15.0.9 条~第 15.0.12 条具有火灾、爆炸和中毒危险,高处坠落、物体打击危险和喷射伤害危险的几类典型作业项目,作为制订专项安全技术方案的针对性依据。

专项安全技术方案即专项安全施工作业的方法计划或方案。其计划或方案的对象是针对施工作业专项,其目标是实现专项工程的施工作业安全。

安全技术交底,即对参加项目施工的各类管理人员、作业班组、作业班组的操作人员交待施工过程的危险、有害因素和危害后果,说明应对上述危害应采取的针对性安全措施,提出执行和落实专项安全技术方案的职责和要求准则。

15.0.4 《建设工程安全生产管理条例》(国务院令第 393 号)第三十六条规定:施工单位应对管理人员和作业人员至少每年进行一次安全生产教育培训,教育培训考核不合格的人员不得上岗。第三十七条规定:作业人员进入新的岗位或者进入新的施工现场前,以及施工单位在采用新技术、新工艺、新设备、新材料时,均应对作业人员进行相应的安全教育培训。

15.0.5 本强制性条文是依据《特种设备安全监察条例》(国务院令第 549 号)制定的,必须严格执行。

《特种设备安全监察条例》第二条规定的“特种设备”是指:涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场(厂)内专用机动车辆。

防腐蚀工程施工中使用的空气贮存、过滤、干燥净化装置及其管道,蒸汽热硫化设备,压力式干喷射和高压水喷射除锈设备,高压无气喷涂设备,以及氧气、乙炔气瓶等,应属于特种设备安全监察的范围。

15.0.7 本条文是依据《危险化学品安全管理条例》(国务院令第 344 号)和国家现行标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 及

《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 的规定制定。

危险化学品是指具有易燃、易爆、有毒、有害等特性,会对人员、设施、环境造成伤害或损害的化学品。防腐蚀工程施工期间,应在车间、库房和作业现场设置相应的监测、通风、防火灭火、防爆、防毒、防雷、防静电或者隔离操作等安全设施和设备,并应设置明显的警示标志和配置相应的报警装置。

15.0.9 本条第 3 款、第 4 款、第 6 款为强制性条文,必须严格执行。防腐蚀工程中使用的大多数材料,都要使用有机溶剂进行稀释,如汽油、丙酮、乙醇、二甲苯、苯乙烯等。这些有机溶剂都具有挥发性,当其达到一定浓度时,即对操作人员的身体产生危害,如遇明火,还会引起火灾和爆炸。为使这类可燃性气体、蒸汽和粉尘浓度在设备和管道内不易达到易燃易爆的浓度极限,故必须保证施工现场按要求设置通风。必须采用防爆型电气设备和照明器具,以防止火灾发生。

15.0.10 如在同一方向进行多层垂直作业;安全带如高挂低用;遇雷雨和五级以上大风还在作业易发生人身伤亡事故,故将第 4 款~第 6 款列为强制性条文,必须严格执行。

15.0.11 参加施工操作的人员应熟悉、了解动火区作业的规定,掌握动火区消防设备等的使用。进入动火区必须办理动火证后方可动火。同时必须严格遵守安全规程和规定,以防止事故发生。故将第 2 款~第 7 款列为强制性条文,必须严格执行。

15.0.12 喷射胶管的非移动部分如不加设防爆护管,易发生胶管爆裂,喷射材料伤人等事故。在设备和管道内进行基体表面处理时,必须按要求设置通风,以保证操作人员的安全。故将第 3 款、第 6 款列为强制性条文,必须严格执行。

15.0.13 测量设备和仪器应通过国家法定计量监督主管部门定期检测,不符合国家标准、规范的检验、检测设备和仪器产品(包括国外进口产品)以及未经法定计量主管部门定期检测或检测不合格的设备、仪器不得继续使用。

15.0.14 防腐蚀施工作业场所有害气体、蒸汽和粉尘的浓度超过现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》GBZ 2.1的规定时,将对人体造成危害,故本条为强制性条文,必须严格执行。

16 环境保护技术措施

16.0.1 本条是施工中产生的固体废物的处理规定:

1 收集、贮存、运输、利用、处置固体废物时,应采取覆盖、密闭措施,以防止固体废物的扩散。此款与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第十七条的规定相一致。

2 产品的包装物应采用易回收利用、易处置或者在环境中可降解的薄膜覆盖物和商品包装物,并对其进行回收,加以利用。此款与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第十九条的规定相一致。

3 施工单位应当及时清运工程施工过程中产生的固体废物,固体废物的贮存、利用、处理和处置,应按照所在地县级以上人民政府环境保护行政主管部门的要求执行。此款和《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第四十六条的规定相一致。

4 本款为强制性条文,必须严格执行。严禁焚烧各类废弃物,主要为防止废弃物焚烧后产生的有害气体对大气造成污染。

16.0.2 本条是施工现场危险废物的贮存和管理规定:

1 施工单位应建立危险废物污染防治的管理制度,并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门备案。本款与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第六十二条的规定相一致。

2 对危险废物的贮存设施和场所,应设置统一的识别标志。此规定与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十二条的规定相一致。

3~5 危险废物的贮存应当根据危险废物的特性及贮存要求,将危险废物贮存在容器内,分类存放,并采取必要的安全措施。

本款与现行国家标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 的有关规定相一致。

6 此款为强制性条文,必须严格按照国家有关规定处置危险废物,不得擅自倾倒、堆放。此款与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五十五条的规定相一致。

7 运输危险废物,应采取防止污染环境的措施,并遵守国家有关危险货物运输管理的规定。本款与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第六十条的规定相一致。

16.0.3 本条是施工中产生的灰尘、粉尘等污染的防治规定:

1 硬化处理指可采取铺设混凝土、礁渣、碎石等方法,防止施工车辆在施工现场行驶中产生扬尘污染环境。

2 隔离措施指施工现场应设封闭围挡,防止与施工作业无关的人员进入,防止施工作业影响周围环境。

3 企业应当优先采用能源利用效率高、污染物排放量少的清洁生产工艺,减少大气污染物的产生。本款与《中华人民共和国大气污染防治法》第十九条的规定相一致。

4 本款为强制性条文,必须严格执行。对有毒有害气体或粉尘材料的收集、贮存、运输等,必须采取密闭措施等规定,主要是为防止对人员造成伤害和对环境造成污染。

5 向大气排放粉尘的排污单位应采取除尘措施,搅拌场所一般安装喷水雾装置进行降尘。在大风天气时不得进行对环境产生扬尘污染的施工作业。本款与《中华人民共和国大气污染防治法》第三十六条的规定相一致。

16.0.4 本条是对施工噪声污染的防治规定:

1 在城市市区范围内向周围生活环境排放建筑施工噪声的,应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 和《建筑施工场界噪声测量方法》GB 12524 的规定。本款与《中华人民共和国环境噪声污染防治法》第二十八条的规定相一致。

2 国家对环境噪声污染严重的落后设备实行淘汰制度。本款与《中华人民共和国环境噪声污染防治法》第十八条的规定相一致。

16.0.5 本条是施工中对水土污染的防治规定:

2 存放危险废物的场所,应采取防水、防渗漏、防流失的措施,以防止对地表水和地下水造成污染。本款与《中华人民共和国水污染防治法》第四章和第五章的有关规定相一致。

17 工程交接

17.0.1 防腐蚀工程交接验收应在分部工程全部完成后进行,交工验收后,方可交付使用,这样既能保证工程质量(尤其衬里工程),也容易分清责任界线。

17.0.2 工程交接验收应由建设单位或监理单位组织相关单位,对施工单位所承包的工程全部完成后进行的验收。

17.0.3 本条列出了施工单位向建设单位或总承包单位提交的资料名称。交工文件是防腐蚀工程竣工后施工单位向建设单位或总承包单位交接的资料,它是生产运行、设备及管道等检修的原始依据,也是保证工程质量的关键,不能忽视。

防腐蚀材料的合格证和理化性能检验报告,以及多组分的配比及其指定质量指标的试验报告和现场抽样的复验报告,相关检验(试验)都委托具有相应资质的专业部门做,报告的格式不在本规范范围内。