中华人民共和国行业标准

工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

HGJ 229-91

化学工业部文件

(91)化基字第1007号

关于颁发中华人民共和国行业标准

《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》

的　通　知

各省、自治区、直辖市化工、石化厅(局)、部直属设计院、总公司及建设项目指挥部：

根据国家计委计综字(1986)450号文件附件21和化工部(88)化基施字第469号文件的安排，由中国化学工程第二建设公司主编，中国石油化工总公司第四建设公司参编的中华人民共和国行业标准《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》已完成了编制审定工作，现批准颁发。编号为HGJ 229-91，自一九九二年七月一日起施行。自施行之日起，原化工部标准HGJ 229-83即行作废。

本标准由化学工业部负责管理和解释，由化工部工程建设标准编辑中心负责出版发行。

化学工业部

一九九一年十二月三十一日

中华人民共和国行业标准

工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

HGJ 229-91

主编单位：中国化学工程第二建设公司

批准部门：化　学　工　业　部

施行日期：1 9 9 2 年 7 月 1 日

编　制　说　明

根据国家计委计综字(1986)450号文的安排，由化学工业部为主编部门，中国化学工程第二建设公司为主编单位，中国石油化工总公司第四建设公司参编，自一九八八年十月始，共同编制了中华人民共和国行业标准《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》。本规范在编制定稿后，工程建设标准的综合管理部门，根据《中华人民共和国标准化法》的规定，将本规范划定为中华人民共和国行业标准。

本规范是一本综合性的专业规范，适用于化工、石油化工、冶金、纺织等新建、扩建、改建的工程建设项目中，以钢、铸铁为基体的工业设备、管子及管件的防腐蚀衬里和防腐蚀涂料的施工及验收。

本规范在化工部标准的基础上，认真地总结了冶金、石化、航天航空工业部门的防腐蚀施工经验，协调了国内有关标准，及时地纳入了国外先进标准适合我国国情的内容和规定，对基体表面处理、橡胶衬里、金属喷涂以及检测仪器等补充了近几年来的新材料、新设备、新工艺的使用规定。

本规范在编制过程中，广泛地进行了调研，召开了各种类型的座谈会和征求意见会，经过审查会、审定会审查定稿。

本规范共有十二章、四十四节，十个附录，备有条文说明并与规范正文同时印刷出版。条文说明内部发行，希各单位在执行本规范时，积极反馈使用意见，以便今后补充、完善。

本规范由化学工业部基本建设司负责管理和解释，有关咨询事宜，请函寄河北省石家庄市槐中中路化工部施工标准化管理中心站(邮政编码:050021)

化学工业部基本建设司

一九九一年十二月三十日

目　录

1　总则 …… (103)
2　基本规定 …… (104)
2.1　一般规定 …… (104)
2.2　对于基体的要求 …… (104)
2.3　对焊接的要求 …… (105)
3　金属表面预处理 …… (106)
3.1　一般规定 …… (106)
3.2　手工或动力工具处理 …… (107)
3.3　干喷射处理 …… (107)
3.4　化学处理 …… (109)
3.5　运输和保管 …… (109)
4　砖、板衬里 …… (110)
4.1　一般规定 …… (110)
4.2　原材料和制成品的质量要求 …… (110)
4.3　胶泥的配制 …… (113)
4.4　胶泥衬砌砖、板及勾缝 …… (115)
4.5　质量检查 …… (117)
5　橡胶衬里 …… (118)
5.1　一般规定 …… (118)
5.2　原材料的质量要求 …… (120)
5.3　天然橡胶的衬里施工 …… (120)
5.4　氯丁橡胶的衬里施工 …… (123)
5.5　预硫化丁基橡胶的衬里施工 …… (125)
5.6　最终检查及修补 …… (126)
6　玻璃钢衬里 …… (128)
6.1　一般规定 …… (128)
6.2　原材料及玻璃钢制成品的质量要求 …… (128)
6.3　玻璃钢胶料的配制 …… (129)
6.4　玻璃钢的施工 …… (129)
6.5　质量检查 …… (131)
7　软聚氯乙烯板衬里 …… (133)
7.1　一般规定 …… (133)
7.2　原材料的质量要求 …… (134)
7.3　软聚氯乙烯板空铺法和螺钉固定法衬里施工 …… (134)
7.4　软聚氯乙烯板粘结法衬里施工 …… (135)
7.5　质量检查 …… (135)
8　防腐蚀涂层的施工 …… (136)

8.1 一般规定 …… (136)
8.2 涂料的配制与施工 …… (136)
8.3 质量检查 …… (141)
9 铅衬里及搪铅 …… (142)
9.1 一般规定 …… (142)
9.2 原材料的质量要求 …… (142)
9.3 焊接 …… (143)
9.4 衬铅、搪铅的准备及施工 …… (144)
9.5 质量检查 …… (147)
10 气喷涂 …… (148)
10.1 一般规定 …… (148)
10.2 原材料的质量要求 …… (148)
10.3 气喷涂施工 …… (148)
10.4 质量检查 …… (149)
11 安全技术 …… (150)
12 工程验收 …… (153)
附录A 原材料的质量指标 …… (155)
附录B 施工配比 …… (167)
附录C 原材料和制成品的试验方法 …… (178)
附录D 水玻璃的模数和比重调整方法 …… (187)
附录E 水玻璃胶泥的热处理及橡胶硫化条件 …… (188)
附录F 橡胶板贴衬的剥离强度试验 …… (190)
附录G 自然硫化氯丁橡胶未硫化时的修补要求 …… (191)
附录H 考试规定 …… (192)
附录I 金属表面粗糙度比较样块的制作 …… (193)
附录J 本规范用词说明 …… (194)

1 总　　则

1.0.1 本规范适用于化工、石油化工、冶金等新建、扩建、改建的工程建设项目，不适用于生产维修或有特殊要求的工程建设项目。

1.0.2 本规范适用于钢、铸铁制造的工业设备、管子及管件的防腐蚀衬里和防腐蚀涂料的施工及验收，不适用于食品工业、核电工业。

1.0.3 防腐蚀衬里和防腐蚀涂料的施工，必须按设计文件规定进行。当需变更设计、材料代用或采用新材料时，必须征得设计部门同意。

1.0.4 防腐蚀工程施工所用的原材料，必须符合国家行业标准或本规范的规定，并具有出厂合格证和检验资料。必要时对原材料应进行抽查复验。

1.0.5 各类防腐蚀工程的施工配比，必须经具有二级证书资格的试验机构出具试验合格证明后，方可使用。已确定的施工配比不得任意改变。

1.0.6 防腐蚀工程的施工安全技术和劳动保护，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行的有关标准规范的规定。

2 基 本 规 定

2.1 一 般 规 定

2.1.1 防腐蚀工程的施工应具备下列条件，方可进行：

2.1.1.1 设计及其他技术文件齐全，施工图纸业经会审；

2.1.1.2 完成施工方案和技术交底，进行了安全技术教育和必要的技术培训；

2.1.1.3 设备、管子及管件应具备出厂合格证或工序交接证书；

2.1.1.4 材料、机具、检测仪器、施工设施及场地已齐备；

2.1.1.5 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。

2.1.2 设备、管子、管件的加工制作，必须符合施工图及设计文件的要求。在进行防腐蚀工程施工前，应全面检查验收。

2.1.3 在防腐蚀工程施工过程中，必须进行中间检查。防腐蚀工程完工后，应立即进行验收。

2.1.4 设备、管子、管件外壁附件的焊接，必须在防腐蚀工程施工前完成，并核实无误；在防腐蚀工程施工过程中，严禁进行施焊、气割、直接敲击等作业。

2.1.5 转动设备在防腐蚀施工前，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。

2.1.6 受压的设备、管子、管件在防腐蚀工程施工前，必须按有关规定进行强度或气密性检查，合格后方可进行防腐蚀工程施工。

2.1.7 为了保证防腐蚀工程施工的安全或施工的方便，对不可拆卸的密闭设备，必须设置人孔。人孔大小及数量应根据设备容积、直径的大小而定。人孔数量不应少于2个。

2.1.8 防腐蚀工程结束后，在吊装和运输设备、管子、管件时，不得碰撞和损伤，在使用前应妥善保管。

2.2 对于基体的要求

2.2.1 钢制的设备、管子、管件的钢材表面，不得有伤痕、气孔、夹渣、重叠皮、严重腐蚀斑点；加工表面必须平整，表面局部凸凹不得超过2mm。

2.2.2 铸铁、铸钢类的设备、管子、管件，不应有空洞、多孔质基体。

2.2.3 设备、管子、管件表面的锐角、棱角、毛边、铸造残留物，必须彻底打磨清理，表面应光滑平整，圆弧过渡。

2.2.4 设备接管不应伸出设备内表面。设备盖、塔节、插入管应采用法兰连接。

2.2.5 铆接设备内的铆接缝应为平缝，铆钉应采用埋头铆钉，使设备内部无铆钉头突出。

2.2.6 在防腐蚀衬里的设备、管子、管件上，必要时应设置检漏孔，在适当位置上应设置排气孔。

2.2.7 基体经表面预处理后，应全面检查合格，办理工序交接手续，经过签证后方可进行防腐蚀施工。

2.3 对焊接的要求

2.3.1 设备壳体焊接宜采用双面对焊焊接。焊缝要平整、无气孔、焊瘤和夹渣。焊缝高度不得大于 2mm。要彻底清除焊接飞溅物。焊缝宜磨平或磨成圆弧过渡[图 2.3.4-(1)]。

2.3.2 设备壳体焊缝必须采用连续焊，焊缝不得有裂缝或连续咬边情况，咬肉深度不应超过 0.5mm。

2.3.3 设备转角和接管部位应保证焊接要求，焊缝应饱满，并应细致打磨成钝角，形成圆弧过渡，不得有毛刺和棱角。

2.3.4 角焊缝的圆角部位，焊角高应为H≥5mm，一般凸出角应为R≥3mm，内角应为R≥10mm[图 2.3.4-(2)、(3)、(4)]。

2.3.5 在清理组对卡具时，严禁损伤基体母材。施焊过程严禁在基体母材上引弧。

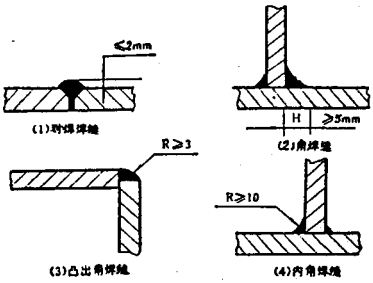


图 2.3.4 焊缝要求

3 金属表面预处理

3.1 一般规定

3.1.1 金属表面预处理的质量等级应符合下列规定：

3.1.1.1 手工或动力工具除锈金属表面预处理质量等级分为两级：St2、St3；

3.1.1.2 喷射或抛射除锈金属表面预处理质量等级分为四级：Sa1、Sa2、Sa2 $\frac{1}{2}$、Sa3；

3.1.1.3 火焰除锈金属表面预处理质量等级 F1；

3.1.1.4 化学除锈金属表面预处理质量等级 Pi。

3.1.2 手工或动力工具除锈、喷射或抛射除锈和火焰除锈金属表面预处理质量等级标准应执行《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》(GB 8923-88)的规定。

3.1.3 化学除锈质量等级 Pi 标准：

经酸洗中和钝化和干燥后的金属表面，应完全除去油脂、氧化皮、锈蚀产物等一切杂物。附着于金属表面的电介质应用水洗净，使金属表面应呈现均一的色泽，并不得出现黄色斑锈。

3.1.4 喷射处理后的金属表面应呈均匀的粗糙面，除钢板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。

3.1.5 当设计对防腐蚀衬里或涂层的金属表面预处理无质量要求时，其金属表面预处理的质量，应符合表 3.1.5 的规定。

表 3.1.5　　防腐蚀衬里或涂层对金属表面预处理的质量要求

序号	防腐蚀衬里或涂层类别	表面预处理质量等级
1	金属喷镀、热固化酚醛树脂漆	Sa3 级
2	橡胶衬里、搪铅、玻璃钢衬里、树脂胶泥砖板衬里、硅质胶泥砖板衬里、化工设备内壁防腐蚀涂层、软聚氯乙烯板粘结衬里	Sa2 $\frac{1}{2}$ 级
3	硅质胶泥砖板衬里；油基、沥青基或焦油基涂层	Sa2 级 或 St3 级 或 F1 级
4	衬铅板、软聚氯乙烯板空铺衬里或螺钉扁钢压条衬里	Sa1 级 或 St2 级 或 Pi 级

注：Pi 级仅适用于搪铅、硅质胶泥砖板衬里或喷射处理无法进行的场合。

3.1.6 金属表面预处理前，应根据污染物的种类、污染的严重程度和设备的形状及大小，采用下列一种或几种方法进行表面清理：

3.1.6.1 被油脂污染的金属表面，可采用有机溶剂、热碱或乳化剂除去油脂，其配方及工艺条件可按本规范附录B附表B.1～B.2的规定执行；

3.1.6.2 被有机物、氧化物污染或附着有旧的衬里或涂层的金属表面，可采用蒸煮、烘烤、火烧或敲、铲等方法清理。

处理薄壁设备时，应防止壳体变形。退火钢或可淬硬钢不得使用烘烤法或火烧法清理。

3.2 手工或动力工具处理

3.2.1 动力工具可采用风(电)动刷轮、风(电)动砂轮或各式除锈机。

手工处理可采用手锤、刮刀、铲刀、钢丝刷及砂布(纸)等。

采用手工或动力工具处理时，不得使用使金属表面受损或使之变形的工具和手段。

3.3. 干喷射处理

3.3.1 采用干喷射处理时，应采取妥善措施，防止粉尘扩散。

3.3.2 压缩空气应干燥洁净，不得含有水份和油污，并经以下方法检查合格后方可使用：将白布或白漆靶板置于压缩空气流中1min，其表面用肉眼观察应无油、水等污迹。

空气过滤器的填料应定期更换，空气缓冲罐内积液应及时排放。

3.3.3 磨料应具有一定的硬度和冲击韧性，磨料必须净化，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、硅质河砂或海砂等，其含水量不应大于1%。

3.3.4 加压式干喷射处理操作工艺指标应符合表3.3.4的规定。

表3.3.4 加压式干喷射处理工艺指标

序号	磨料种类	磨料粒度组成 标准筛号(mm)	喷嘴入口处最小空气压力(MPa)	喷嘴最小直径(mm)	喷射角(度)	喷距(mm)
1	石英砂	全部通过7筛号，不通过45筛号，20筛号筛余量不得小于40%	0.55	8	30～75	80～200
2	硅质河砂或海砂	全部通过7筛号，不通过45筛号，20筛号筛余量不得小于40%	0.5	8	30～75	80～200
3	金刚砂	全部通过10筛号，不通过45筛号，30筛号筛余量不得小于40%	0.4	6	30～75	80～200
4	激冷铁砂或激冷铁丸	全部通过18筛号，不通过45筛号，30筛号筛余量不得小于85%	0.6	5	30～75	80～200

续 表

序号	磨料种类	磨料粒度组成 标准筛号(mm)	喷嘴入口处最小空气压力(MPa)	喷嘴最小直径(mm)	喷射角(度)	喷距(mm)
5	钢线粒	线粒直径1.0、线粒长度等于直径，其偏差不得大于直径的±40%	0.6	5	30～75	80～200
6	铁丸或钢丸	全部通过14筛号，不通过35筛号，20筛号筛余量不得小于85%	0.6	5	30～75	80～200

3.3.5 喷射处理薄钢板时，磨料粒度和空气压力应适当减小。

3.3.6 Sa3级和Sa2 $\frac{1}{2}$级不宜使用河砂或海砂作为磨料。

3.3.7 当喷嘴出口端的直径磨损量超过起始内径的20%时，喷嘴不得继续使用。

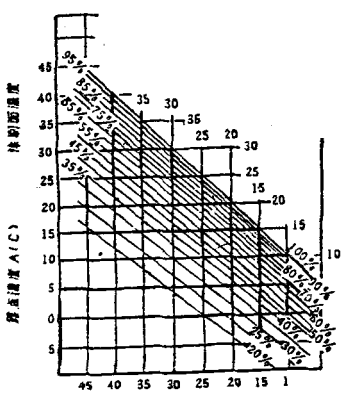
3.3.8 磨料需重复使用时，必须符合本规范3.3.3和3.3.4的有关规定。

3.3.9 磨料的堆放场地及施工现场应平整、坚实，防止磨料受潮、雨淋或混入杂质。

3.3.10 表面不作喷射处理的螺纹、密封面及光洁面应妥善保护，不得受损。

3.3.11 干法喷射后的金属表面不得受潮。当金属表面温度低于露点以上3℃时，喷射作业应停止。

不同的环境相对湿度下金属表面的温度与露点的关系应符合图3.3.11的规定。



· 表中斜线表示环境湿度。
· A=B时，则RH=100%就结露。
· A取决于B和RH(相对湿度)的条件，但涂刷面温度低于A则结露，高于就不结露。

图3.3.11 露点温度图

3.4 化 学 处 理

3.4.1 金属表面化学处理可采用循环法、浸泡法或喷射法等。

3.4.2 酸洗液必须按规定的配方和顺序进行配制，称量应准确，搅拌应均匀。

酸洗液的配比及工艺条件可按本规范附录B附表B.3的规定执行。

3.4.3 为防止工件产生过蚀和氢脆，酸洗操作的温度和时间，应根据工件表面除锈情况在规定范围内进行调节。酸洗液应定期分析、及时补充。

3.4.4 经酸洗后的金属表面，必须进行中和钝化处理，根据设备、管子及管件的形状和大小、环境温度、湿度以及酸洗方法的不同，可选用以下方法：

3.4.4.1 中和钝化一步法：附着于金属表面的酸液应立即用热水冲洗，当用pH试纸检查金属表面呈中性时，随即进行钝化处理；

3.4.4.2 中和钝化二步法：附着于金属表面的酸液应立即用水冲洗，继之用5%碳酸钠水溶液进行中和处理，然后用水洗去碱液，最后进行钝化处理。

钝化液的配方及工艺条件可按本规范附录B附表B.4的规定执行。

3.4.5 钝化处理后的金属表面不得互相重叠，应在空气流通的地方晾干或用压缩空气吹干。

3.4.6 化学处理的各道工序应连续进行，不得中途停顿，以免再度生锈。

3.5 运输和保管

3.5.1 处理合格的工件，在运输和保管期间应保持洁净。如因保管不当或在运输中发生再度污染或锈蚀时，其金属表面应重新处理，直至符合质量要求时为止。

3.5.2 经处理后的金属表面，应及时涂刷底涂料。当空气湿度较大，或工件温度低于环境温度时，应采取加热措施防止被处理的工件表面再度锈蚀。

大型设备表面预处理可分片分段进行，但处理合格后的金属表面应立即涂刷底涂料。

4 砖、板 衬 里

4.1 一 般 规 定

4.1.1 砖、板衬里工程包括：

4.1.1.1 水玻璃耐酸胶泥(包括钾水玻璃胶泥、钠水玻璃胶泥，以下简称水玻璃胶泥)衬砌砖、板的设备、管子及管件的衬里层；

4.1.1.2 树脂胶泥(包括环氧树脂胶泥、酚醛树脂胶泥、呋喃树脂胶泥、环氧酚醛树脂胶泥、环氧呋喃树脂胶泥、环氧煤焦油胶泥以及不饱和聚酯树脂胶泥等)衬砌或勾缝的砖、板设备、管道及管件衬里层。

4.1.2 施工环境温度宜为15～30℃，相对湿度不宜大于80%。当施工环境温度低于10℃(当采用苯磺酰氯作固化剂时，温度低于17℃)时，应采取加热保温措施，但不得用明火或蒸汽直接加热。

原材料使用时的温度，不应低于允许的施工环境温度。

4.1.3 水玻璃胶泥和树脂胶泥在施工或固化期间严禁与水或水蒸汽接触，并防止曝晒。施工场所应通风良好。

4.1.4 衬砌前，砖、板应挑选、洗净和干燥，重要部位宜先试排。

4.1.5 设备接管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6～10mm。当用石墨管作衬管时，必须选用同衬里材料一致的不透性石墨管；当用翻边瓷管作衬管时，应在设备衬完第一层或第二层砖、板后再进行。

水平位置的衬管，应防止衬管偏心；垂直位置的衬管，应在衬后固定好位置，以防止位移。

4.1.6 砖、板衬砌必须错缝排列，同层中纵缝(或横缝)应错开砖、板宽度的1/2，最小不得少于1/3；两层以上砖、板衬砌不得出现叠缝。层与层间纵缝与横缝都应错开砖、板宽度的1/2，最小不得少于1/3；相邻两砖高差不得大于1.5mm，相邻两板高差不得大于1mm。

4.1.7 对设备的顶盖施衬，宜在地面上倒置衬砌砖、板或贴衬玻璃钢，固化后安装在设备上。如用胶泥抹面，应预先把Φ3～4mm的铁丝网点焊在顶盖上，点焊间距应为50～100mm，胶泥厚度应为10～20mm。

4.1.8 需作勾缝的砖、板衬里，在衬砌过程中应随时刮除灰缝内多余的胶泥。勾缝时，灰缝应清理干净。

4.2 原材料和制成品的质量要求

4.2.1 用于防腐蚀衬里的砖、板应符合下列规定：

4.2.1.1 砖、板、管和管件的品种、规格及等级应符合设计要求；

4.2.1.2 耐酸瓷砖、板的质量指标应符合《耐酸砖》(GB8488-87)的规定。铸石板及不透性石墨板的质量指标应符合本规范附录A附表A.1和附表A.2的规定。

4.2.2 水玻璃胶泥的原材料应符合下列规定：

4.2.2.1 水玻璃应符合国家标准《硅酸钠》(GB 4209-84)的技术规定。其质量指标应符合本规范附录A附表A.3的规定；

4.2.2.2 氟硅酸钠的质量指标应符合本规范附录A附表A.4的规定。

4.2.3 树脂胶泥常用的树脂应符合下列规定：

4.2.3.1 环氧树脂的质量指标应符合本规范附录A附表A.5的规定；

4.2.3.2 酚醛树脂的质量指标应符合本规范附录A附表A.6的规定；

4.2.3.3 呋喃树脂的质量指标应符合本规范附录A附表A.7的规定；

4.2.3.4 煤焦油的质量指标应符合本规范附录A附表A.8的规定；

4.2.3.5 不饱和聚酯树脂(邻苯型、双酚A型)的质量指标应符合本规范附录A附表A.9的规定。

4.2.4 树脂胶泥常用的固化剂应符合下列规定：

4.2.4.1 环氧树脂常用的固化剂：

(1)乙二胺质量指标应符合本规范附录A附表A.10的规定；

(2)乙二胺丙酮溶液应预先配好，配制时将丙酮与乙二胺按重量比1∶1加入容器中混合均匀，并间接冷却，控制反应温度不超过50℃；

配好的溶液必须降至室温后置于密闭容器中备用。贮存期宜为七天；

(3)间苯二胺为灰色至棕褐色结晶，使用时应在65℃以下熔融。其质量指标应符合本规范附录A附表A.11的规定；

(4)二乙烯三胺为无色或浅黄色粘稠状液体。其质量指标应符合本规范附录A附表A.12的规定；

(5)590号固化剂为黄色至褐色粘性液体，粘度较低，软化点不高于20℃；

(6)苯二甲胺为浅黄色粘液，凝固点为12℃，沸点为248℃；

(7)低分子量聚酰胺树脂质量指标应符合本规范附录A附表A.13的规定；

(8)T31固化剂为透明的棕色粘稠液体。其质量指标应符合本规范附录A附表A.14的规定；

(9)C20固化剂质量指标应符合本规范附录A附表A.15的规定；

(10)NJ-2型固化剂质量指标应符合本规范附录A附表A.16的规定；

4.2.4.2 酚醛树脂胶泥常用的固化剂：

(1)苯磺酰氯的质量指标应符合本规范附录A附表A.17的规定；

(2)对甲苯磺酰氯的质量指标应符合本规范附录A附表A.18的规定；

(3)硫酸乙酯应预先配制，质量比为硫酸比乙醇为1∶2～3。配制时应先把含水量不大于5%的乙醇放入容器中，在不断搅拌和间接冷却下，将纯度不低于92.5%的浓硫酸缓慢加入乙醇中，严禁将乙醇加入硫酸中，并控制其反应温度不得超过50℃。配好的硫酸乙酯温度必须降至室温后方可使用，或置于耐腐蚀的密闭容器中待用。硫酸和乙醇的质量指标应符合本规范附录A附表A.21和附表A.22的规定；

(4)NL型固化剂为暗灰色粘状液体，其质量指标应符合本规范附录A附表A.19的规

定；

(5)复合固化剂：

a. 对甲苯磺酰氯比硫酸乙酯为 7∶3；

b. 苯磺酰氯比硫酸乙酯为 1∶1；

4.2.4.3 呋喃树脂胶泥常用的固化剂：

(1)糠醇树脂可选用苯磺酰氯或苯磺酰氯比磷酸(纯度为 85%)为 4∶3.5～5；

(2)糠酮树脂常选用硫酸乙酯，其质量比为硫酸比乙醇为 2～3∶1；

(3)糠醇糠醛树脂的固化剂已混入粉料内；

4.2.4.4 环氧酚醛胶泥、环氧呋喃胶泥、环氧煤焦油胶泥选用各种胺类固化剂时，应优先选用低毒固化剂；

4.2.4.5 不饱和聚酯树脂胶泥的固化剂包括引发剂和促进剂。常用的引发剂为过氧化环己酮，促进剂为环烷酸钴苯乙烯溶液。

4.2.5 环氧树脂常用的稀释剂为乙醇、丙酮、甲苯、二甲苯，其质量指标应符合本规范附录 A 附表 A.22～A.25 的规定。不饱和聚酯树脂常用的稀释剂为苯乙烯，其质量指标应符合本规范附录 A 附表 A.26 的规定。呋喃树脂和酚醛树脂常用的稀释剂为乙醇，其质量指标应符合本规范附录 A 附表 A.22 的规定。

4.2.6 填料的质量指标应符合本规范附录 A 附表 A.27～A.30 的规定。

4.2.7 水玻璃胶泥和树脂胶泥的质量指标应符合表 4.2.7-1 和表 4.2.7-2 的规定。

表 4.2.7-1　　水玻璃胶泥的质量指标

项　　目	指　　标	
	钠水玻璃胶泥	钾水玻璃胶泥
初凝时间(min)	>30	>30
终凝时间(h)	<8	<8
抗拉强度(MPa)	>2.5	>3
与瓷板粘结强度(MPa)	≥1.0	>3
浸酸安定性	合格	合格
吸水率(煤油吸收法)(%)	<15	<10

表 4.2.7-2　　树脂胶泥的质量指标

项目		环氧胶泥 环氧酚醛胶泥 环氧呋喃胶泥	酚醛胶泥	呋喃胶泥	环氧煤焦油胶泥	不饱和聚酯胶泥	
						双酚A型	邻苯型
抗拉强度(MPa)		≥11	≥6	≥6	≥5	≥11	≥11
粘结强度	与小形砖	≥3	≥1.0	≥1.5	≥5	≥2.5	≥1.5
	与标形砖	≥1.7	≥1	≥1.0	≥1.7	≥1.7	
与浸渍石墨板粘结强度(MPa)			≥4	≥1.5			
与铸石板粘结强度(MPa)			≥0.8	≥0.84			

4.3　胶泥的配制

4.3.1　水玻璃胶泥的施工配比可按本规范附录B附表B.5选用，并应符合下列规定：

4.3.1.1　水玻璃胶泥稠度应为33±3mm，施工时应有足够的流动性；

4.3.1.2　钠水玻璃加入氟硅酸钠的用量应按下列公式计算：

$$G=1.5\times\frac{N_1}{N_2}\times100$$

式中：G——氟硅酸钠用量占水玻璃用量的百分率(%)；

N_1——水玻璃中含氧化钠的百分率(%)；

N_2——氟硅酸钠的纯度(%)。

4.3.2　水玻璃胶泥的配制应符合下列规定：

4.3.2.1　机械搅拌：

(1)将钾水玻璃与KPI粉料加入搅拌机内，搅拌2min；

(2)先将填料与氟硅酸钠加入搅拌机内，干拌均匀，然后加入钠水玻璃湿拌，直至均匀；

(3)将钠水玻璃与IGI耐酸灰加入搅拌机内，搅拌2min；

4.3.2.2　人工搅拌：

(1)将钾水玻璃KPI粉料湿拌，直至均匀；

(2)先将填料与氟硅酸钠混合，干拌均匀，然后逐渐加入钠水玻璃湿拌，直至均匀；

(3)将钠水玻璃与IGI耐酸灰湿拌，直至均匀。

4.3.3　拌好的水玻璃胶泥，严禁再加入任何物料，并需在初凝前(一般自加入水玻璃起

30min 内)用完。

4.3.4 树脂胶泥的施工配比,可按本规范附录 B 附表 B.5～B.12 选用。

4.3.5 环氧树脂胶泥的配制应符合下列规定:

4.3.5.1 各种材料应准确称量。当环氧树脂粘度较大时,可适当加热,但不得超过 40℃。再根据配比,依次加入稀释剂、增塑剂、固化剂和填料,并应逐次搅匀;

4.3.5.2 当采用乙二胺、乙二胺-丙酮、二乙烯三胺、苯二甲胺、590 号、T31、C20 和 NJ-2 型做固化剂时,树脂温度不应超过 25℃;

当采用聚酰胺做固化剂时,树脂温度不应超过 30℃。

当采用间苯二胺做固化剂时,应先将其加热至 60～65℃熔融后,再倒入 30℃的树脂中;

4.3.5.3 加入固化剂的同时应即搅拌,直至均匀。以聚酰胺为固化剂配制的胶泥,可在一小时内用完,其余固化剂配制的胶泥,必须在 30min 内用完。

4.3.6 酚醛树脂胶泥的配制应符合下列规定:

4.3.6.1 当采用苯磺酰氯、硫酸乙酯或 NL 型做固化剂时,应根据树脂粘度的大小加入适量的稀释剂搅匀,再加入苯磺酰氯或硫酸乙酯,搅拌 10～15min 后,掺入填料,直至充分搅匀即可。

4.3.6.2 当采用对甲苯磺酰氯和硫酸乙酯做复合固化剂时,除应根据树脂粘度的大小加入适量稀释剂外,再加入预先混合均匀的对甲苯磺酰氯和填料,搅匀后再加入硫酸乙酯,继续充分搅匀即可;

4.3.6.3 当酚醛胶泥中添加胶泥改进剂时,在树脂中先加入胶泥改进剂,再加入苯磺酰氯,充分搅匀,掺入填料,继续充分搅匀即可。

配制好的胶泥,均应在 30min 内用完。

4.3.7 呋喃树脂胶泥的配制应符合下列规定:

4.3.7.1 糠酮树脂胶泥以硫酸乙酯做固化剂配制时,其配制方法应符合本规范 4.3.6.1 的规定;

4.3.7.2 糠醇树脂胶泥以苯磺酰氯或苯磺酰氯磷酸溶液做固化剂配制时,糠醇树脂若需加增塑剂,可按定量加入,再加入称量好的苯磺酰氯或苯磺酰氯和磷酸,充分搅匀,掺入填料,继续充分搅匀。配制好的胶泥应在 45min 内用完。

4.3.7.3 糠醇糠醛胶泥,按规定比例称取树脂加入胶泥粉,搅拌均匀。拌好的胶泥应在 45min 内用完。

4.3.8 环氧、酚醛树脂胶泥和环氧、呋喃树脂胶泥的配制过程与环氧树脂胶泥采用乙二胺丙酮溶液或乙二胺做固化剂的配制过程相同。配好后的胶泥,宜自加入固化剂起在 60min 内用完。

4.3.9 环氧煤焦油胶泥的配制可选下列方法之一:

4.3.9.1 将环氧树脂甲苯溶液、乙二胺丙酮溶液、加工煤焦油,按配合比称量好后,混合均匀,然后加入填料搅拌均匀,即可使用;

4.3.9.2 将加工煤焦油与环氧树脂预热至 40～50℃时搅匀,然后冷却至室温加入乙二胺丙酮溶液,再加入粉料搅拌均匀,即可使用。

4.3.10 不饱和聚酯树脂胶泥的配制,应按先加引发剂混匀,再加促进剂混匀的顺序进行。严禁引发剂和促进剂同时加入。加入促进剂后,应在 45min 内用完。

4.3.11 配料容器及工具应清洁、干燥、耐腐蚀、无旧胶泥等。

4.3.12 各种胶泥在施工过程中，当有凝固结块等现象时，不得继续使用。

4.4 胶泥衬砌砖、板及勾缝

4.4.1 采用树脂胶泥衬砌砖、板时，应先在设备、管道表面均匀涂刷树脂打底料一遍。

4.4.2 砖板结合层厚度、灰缝宽度和勾缝应符合表4.4.2的要求。

表4.4.2 砖、板结合层厚度、灰缝宽度和勾缝尺寸(mm)

块材种类	水玻璃胶泥衬砌				勾缝		树脂胶泥衬砌	
	结合层厚度		灰缝宽度		缝宽	缝深	结合层厚度	灰缝宽度
	钠水玻璃胶泥	钾水玻璃胶泥	钠水玻璃胶泥	钾水玻璃胶泥				
标形耐酸瓷砖、缸砖	7～8	6～8	2～3	4～6	6～8	15～20	7～8 糠醇糠醛胶泥 (4～6)	2～3 糠醇糠醛胶泥 (2～4)
板形耐酸瓷砖、耐酸陶板	4～5	5～7	1～2	3～4	6～8	10～12	3～4 糠醇糠醛胶泥 (4～6)	1～1.5 糠醇糠醛胶泥 (2～4)
浸渍石墨板	4～5		1～2				3～4	1～1.5 糠醇糠醛胶泥 (2～4)
铸石板	4～5	5～7	1～2	4～6			3～4	1～1.5

4.4.3 砖、板衬砌应符合下列规定：

4.4.3.1 砖、板衬砌设备、管道及管件采用揉挤法时，结合层和灰缝应饱满密实，灰缝表面随时压光；

4.4.3.2 立面砖、板的连续衬砌高度，应与胶泥的胶凝程度相适应，防止砌体因受压变形；

4.4.3.3 平面衬砌砖、板时、应防止滑动；

4.4.3.4 管道衬砌砖、板时，管道公称直径应大于200mm，长度不得超过1.5m。

4.4.4 砖、板勾缝应符合下列规定：

4.4.4.1 勾缝时，必须待砌体胶泥固化后方可进行；

4.4.4.2 水玻璃胶泥衬砌的缝隙，必须进行表面酸化处理；

4.4.4.3 勾缝时，灰缝必须清扫干净，不得沾染污垢。勾缝前宜在缝内涂刷环氧树脂打底料一遍；

4.4.4.4 勾缝必须填满压实，不得有空隙，表面应铲平，清理干净。

4.4.5 水玻璃胶泥衬砌的砖、板衬里，常温固化期不应少于10昼夜。如需进行热处理时，应按本规范附录E附表E.1进行。

4.4.6 钾水玻璃和钠水玻璃胶泥衬砌时应符合下列规定：

4.4.6.1 钾水玻璃胶泥衬砌的砖、板衬里层固化后，应用KPI液进行表面处理，处理次数不得少于3次，每次间隔时间不得少于4h；

4.4.6.2 钠水玻璃胶泥衬砌的砖、板衬里固化后，应用40%左右浓度的硫酸或20～25%浓度的盐酸进行表面酸化处理，酸化处理次数不得少于4次，每次间隔时间不得少于8h。每次处理前应清除表面的白色结晶析出物。

4.4.7 树脂胶泥在常温时的固化时间应符合表4.4.7的规定。

4.4.8 树脂胶泥砖、板衬里衬砌完毕后，如需进行热处理时，温度应均匀，应防止局部受热。热处理时间及温度应按表4.4.8进行。

表4.4.7 树脂胶泥常温固化时间

胶泥名称	固化时间(昼夜)
环氧胶泥	7～10
酚醛胶泥	20～25
呋喃胶泥	15～20
环氧酚醛胶泥	7～15
环氧呋喃胶泥	20～25
环氧煤焦油胶泥	15～20
不饱和聚酯树脂胶泥	7～10

注：①固化温度低于20℃时，固化时间应适当延长；

②表中呋喃树脂的固化期系指糠醇、糠醛型呋喃树脂，其他类型呋喃树脂的固化期应根据试验确定。

表4.4.8 热处理温度及时间

胶泥名称	常温固化(昼夜)	热处理温度及时间(h)						缓慢降温
		常温～40℃	40℃	40～60℃	60℃	60～80℃	80℃	15℃/h
环氧胶泥	1	1	4	2	4	2	8	80℃～常温
酚醛胶泥	1	1	4	2	4	2	24	80℃～常温
呋喃胶泥	3～7	1	4	8	4	2	24～72	80℃～常温
环氧酚醛胶泥	1	1	4	2	4	2	24～72	100℃以上～常温

续表

胶泥名称	常温固化（昼夜）	热处理温度及时间(h)						缓慢降温
		常温～40℃	40℃	40～60℃	60℃	60～80℃	80℃	15℃/h
环氧呋喃胶泥	1	1	4	24	4	2	24～72	120℃～常温
环氧煤焦油胶泥	5～7	1	4	2	4	2	12	80℃～常温
双酚A不饱和聚酯树脂胶泥	1	1				3		80℃～常温

注：①常温固化温度为20～30℃；

②如有条件，环氧酚醛胶泥、环氧呋喃胶泥的热处理温度可提高到120℃。

4.5 质 量 检 查

4.5.1 砖、板结合层及灰缝应饱满密实、粘结牢固，不得有疏松、裂纹、起鼓和固化不完全等缺陷。灰缝表面应平整、色泽均匀。灰缝尺寸如设计无规定时，应符合本规范4.4.2的规定。

砖、板衬里的平整度和坡度应符合下列规定：

4.5.1.1 衬里层应平整，用线锤或2m直尺检查，允许表面凹凸不得大于4mm；

4.5.1.2 衬里层相邻砖、板之间的高差，砖不得大于1.5mm，板不得大于1mm；

4.5.1.3 坡度应符合设计要求，允许偏差为坡长的±0.2%。做泼水试验时，水应能顺利排出。

4.5.2 人孔、接管的套管衬砌应牢固，胶泥填充应饱满，抹缝应平整，套管不得突出法兰平面。

4.5.3 衬里层的检查：

4.5.3.1 施工中应进行中间检查，有可疑处，根据实际情况立即揭开5～7块，检查胶泥气孔和胶泥饱满程度，如不符合本规范要求时，可再揭开15块以上，仍不合格，则全部拆除返工；

4.5.3.2 用5～10倍的放大镜检查胶泥衬砌砖、板的质量，胶泥缝不得有气孔和裂纹现象；

4.5.3.3 用手锤轻轻敲击砖、板面，如发出金属清脆声，证明衬砌良好，质量合格；若有空音，则胶泥与砖、板结合不好，应返工重衬；仍不合格，则全部拆除返工。

4.5.4 胶泥固化度的检查：

4.5.4.1 检查胶泥的抗压强度；

4.5.4.2 用白棉花团蘸丙酮擦拭胶泥表面，棉花如无染色或粘挂现象，即认为表面树脂已固化。

5 橡 胶 衬 里

5.1 一 般 规 定

5.1.1 橡胶衬里工程包括：

5.1.1.1 天然橡胶或天然-丁苯橡胶衬里；

5.1.1.2 氯丁橡胶衬里；

5.1.1.3 预硫化丁基橡胶衬里。

衬里种类有：硬质胶衬里、半硬质胶衬里、软质胶衬里、硬质-半硬质胶复合衬里和硬质-软质-硬质胶复合衬里。

5.1.2 施工环境温度宜为15～30℃，相对湿度不宜大于85%。当环境温度低于15℃时，应设置热源提高环境温度，但不得使用明火加热升温。

5.1.3 衬胶场所应保持干燥无尘，通风良好。操作人员的手、工作服及衬胶用具应保持清洁。进入设备内操作时，应穿软底鞋。

5.1.4 胶板的贮存除应符合《化工设备衬里用未硫化橡胶板》(GB5575-85)的规定外，尚应符合下列规定：

5.1.4.1 胶板应悬于原包装木箱内的支架上或室内专设的托架上，避免胶板挤压变形或粘连。应按胶板的规格、种类及出厂日期分类整齐存放，按出厂日期的先后取用；

5.1.4.2 在产品说明书中规定需要进行低温冷藏的胶板、粘结剂，在长途运输中和在施工现场应设置冷藏集装箱。冷藏温度应符合规定，并做好温度记录。

5.1.5 设备、管子及管件的金属制件，除应符合本规范第2章的规定外，尚应符合下列规定：

5.1.5.1 直径不大于700mm的衬胶设备，其高度不应大于700mm；直径为800～1200mm的衬胶设备，其高度不应大于1500mm。当上述设备高度超过以上规定时，应分段用法兰连接；

5.1.5.2 本体硫化的衬胶设备应具有一定的强度和刚度，能承受硫化蒸汽压力而不变形。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；

5.1.5.3 需衬里的设备内构件，结构应简单，不宜设置加强筋板，焊缝应满焊；

5.1.5.4 多孔板、离心机转鼓的孔眼或有公差配合的零、部件，其几何尺寸应考虑到衬胶后胶层的厚度；

5.1.5.5 金属管件的制作，除应符合国家现行标准《工业管道工程施工及验收规范》金属管道篇的有关规定外，尚应符合下列规定：

(1)衬里管子宜采用无缝管。当采用铸铁管时，内壁应平整光滑，无砂眼、气孔、沟槽或重皮

等缺陷；

(2)当设计无特殊要求时，直管及三通、四通(图 5.1.5)允许的最大长度应符合表 5.1.5 的规定；

(3)弯头、弯管的弯曲角不应小于 90°，且应只在一个平面上弯曲；

(4)超长弯头、液封管、并联管等复杂管段的金属件制作，应分段用法兰连接；三通、四通、弯头、弯管及异径管等管件，宜设置松套法兰。

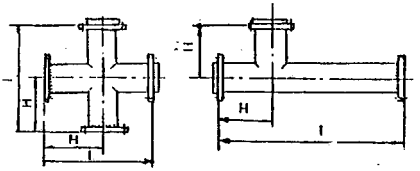


图 5.1.5　三通、四通

表 5.1.5　　直管及三通、四通的最大允许长度(mm)

序号	公称直径	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
9	200	≤5000	≤5000	200
10	250	≤5000	≤5000	230
11	300	≤5000	≤5000	260

5.1.5.6　衬里管子不得使用褶皱弯管；异径管不得采用抽条法制作；法兰密封面不得车制密封沟槽。

5.1.6　衬胶制品的标志、包装、运输与保管应符合《化工设备及管件橡胶衬里》(HG4-541-67)的有关规定。

5.1.7　胶板与胶浆胶(或胶粘剂)宜由同一制造厂提供，配套使用。

5.2 原材料的质量要求

5.2.1 胶板质量应符合下列规定：

5.2.1.1 硫化罐硫化和本体硫化橡胶板质量应符合《化工设备衬里用未硫化橡胶板》(GB5575-85)的规定；

5.2.1.2 自然硫化橡胶板质量应符合本规范附录A附表A.31的规定；

5.2.1.3 预硫化橡胶板质量应符合本规范附录A附表A.32的规定；

5.2.1.4 常压热水硫化橡胶板质量应符合本规范附录A附表A.33的规定。

5.2.2 胶浆胶(或胶粘剂)应符合下列规定：

5.2.2.1 硬质胶与金属壳体粘结的扯离强度不应小于6MPa；

软质胶与金属壳体粘结的剥离强度应符合本规范附录A附表A.31～A.32的规定。且初期粘结强度应满足贴衬工艺的需要；

5.2.2.2 贮存期间不得发生早期硫化变质等现象。

5.2.3 溶剂汽油的质量指标应符合《溶剂油》(GB1922-80)的规定，甲苯的质量指标应符合《石油甲苯》(GB3406-82)的规定。

5.3 天然橡胶的衬里施工

5.3.1 胶板或胶浆胶在使用前，应检查其外观质量、牌号、规格和出厂日期必须符合设计要求或国家现行标准的规定。

5.3.2 胶板或胶浆胶已超过使用期限，或没有超过使用期限但对其粘结性能有怀疑时，胶板或胶浆胶应按下列方法之一作校验性检查：

5.3.2.1 从每批胶板或胶浆胶中，制备试样3个，作可塑度试验。可塑度试验应按《橡胶定负荷压缩塑性试验方法》(HG4-555-82)的规定进行。其算术平均值应符合《化工设备衬里用未硫化橡胶板》(GB5575-85)的规定；

5.3.2.2 从每批胶板或胶浆胶中，制备试样5个，作扯离强度试验。扯离强度试验按《硫化橡胶与金属粘结扯离强度的测定》(HG4-852-81)的规定进行。其算术平均值应符合本规范5.2.2的规定；

5.3.2.3 抽验不合格时，应逐箱进行检查，如仍不合格，不得使用。

5.3.3 胶板展开后，用目测进行外观检查和厚度检查。必要时，可用电火花针孔检测器进行检查。如有缺陷，应作出记号，在下料时剔除。如有个别气泡或针孔，可进行修补。

5.3.4 胶浆的配制应符合下列规定：

5.3.4.1 胶浆的配制可采用手工搅拌法或机械搅拌法。用机械搅拌法时，应防止溶剂逸出或搅拌时发热产生胶浆的自硫化；

5.3.4.2 用于粘贴硬质胶或半硬质胶胶浆的配比为：

胶浆胶与汽油的质量比为1∶6～10；

用于粘贴软质胶胶浆的配比为：

胶浆胶与汽油的质量比为1∶12～15；

5.3.4.3 配制好的胶浆应呈粘稠状液体，胶料应全部溶于溶剂中，不得出现结块、沉淀或翻花现象；

配制后的胶浆应静置一天以上方可使用。沉积于底部的残渣应弃掉；

5.3.4.4 胶浆的配制与存放应与现场隔离，密封存放在阴凉通风的场所。

5.3.5 胶板下料应准确，尽量减少接缝。形状复杂的工件应制作样板，按样板下料。

5.3.6 胶板衬里层的接缝应采用搭接。多层衬里的底层、中间层和设备转动部件，可采用对接。

搭接宽度：胶板厚度为 2mm 时，搭接宽度应为 15～20mm；胶板厚度为 3mm 时，搭接宽度应为 20～30mm。多层胶板衬里时，相邻胶层的接缝应错开，净距不得小于 100mm。

5.3.7 胶板的削边应平直，宽窄应一致，其削边宽度应为 10～15mm。

5.3.8 涂刷胶浆前，应除去金属表面上的粉尘或毛刺，然后用汽油擦洗。

胶浆在使用前应搅匀。涂刷胶浆应薄而均匀，不得漏涂。防止表面堆积、流淌或起泡。金属表面应涂刷胶浆三遍，胶板贴合面应涂刷胶浆二遍。前后两遍的涂刷方向应纵横交错。

5.3.9 胶膜的干燥时间应符合表 5.3.9 的规定。

表 5.3.9 胶 膜 的 干 燥 时 间

序 号	遍 数	干 燥 程 度	干 燥 时 间(h)
1	1～2	胶膜干至不粘手	0.5～2
2	末遍	胶膜干至微粘手但不起丝	1.5～6

5.3.10 金属表面微小的缺陷、砂眼或无法进行修磨的焊缝，以及需填塞胶条的转角处，应在涂末遍胶浆前，用刷过胶浆并经干燥的胶条填塞，然后烙成圆滑过渡。

5.3.11 在常压或正压条件下使用的设备、管子或管件，可采用挂线排气法导气。根据工件的形状和表面缺陷的分布情况，线的排放可采用单线、双线或线网。排线必须在胶浆接近干燥，胶板贴合前进行。线头应引出设备外。

5.3.12 设备及零、部件衬里可采用热烙法、热贴法和压轮滚压法。

5.3.13 管道衬里可采用预制胶筒法。其贴衬方法如下：

5.3.13.1 公称直径大于 200mm 的管道，可采用热烙法或热贴法；

5.3.13.2 公称直径小于或等于 200mm 的管道，可采用气顶法，汽(气)顶砂袋法或气囊牵引法。

5.3.14 用热贴法或压轮滚压法贴衬的设备、管道及零部件，宜采用恒压法硫化。

5.3.15 胶板铺放位置应正确，不得起褶或扯拉变薄。贴合时，胶膜应保持完整，发现脱落应及时补刷。

5.3.16 胶板贴衬时，必须依次烙(压)合，排净粘结面间的气体，不得漏压。胶板的接缝必须烙(压)合严实，边缘呈圆滑过渡，不得出现翘起、剥离。

5.3.17 热烙法烙铁操作温度宜为 100～180℃，热的烙铁不得在胶板上停留。

5.3.18 热贴法胶板加热温度宜为 50～60℃。加热时间不宜超过 30min。

5.3.19 胶板应衬至能盖住法兰密封面。密封面处的衬里应平整，不得有径向沟槽或超过 1mm 的突起。

5.3.20 衬胶后的胶板需加工时，胶层厚度应留出加工余量。

5.3.21 贴衬工序完毕后，必须按下列项目进行中间检查：

5.3.21.1 用卡尺、直尺复核衬胶各部位尺寸应符合设计文件的规定；

5.3.21.2 检查胶层表面不得有漏烙、漏压或烙焦现象。如发现胶层内存有空气时，应用针刺破气泡，排净气体，然后用刷过胶浆并经干燥的胶条填塞针眼，烫压平整；

5.3.21.3 应按本规范5.6.5规定对衬里层作全面的电火花针孔检查，不得有漏电现象。在确认检查无误，缺陷完全消除后，方可进行硫化。

5.3.22 胶板的硫化可按下列方式之一进行：

5.3.22.1 能放入硫化罐的设备、管子和管件可采用硫化罐直接硫化法；

5.3.22.2 能承受硫化蒸汽压力且可以进行封闭的设备，可采用本体硫化法；

5.3.22.3 以热水硫化橡胶为衬里材料的大型衬胶设备，可采用热水硫化法。

5.3.23 胶板的硫化条件应由胶板制造厂提供。硫化条件应根据衬里种类、胶层厚度、工件壁厚、贴衬方法、硫化方式及现场条件等因素最终确定。硫化罐硫化条件可按本规范附录E附表E.2～E.4的规定进行。

5.3.24 硫化操作应严格控制硫化条件。汽源应充足，避免压力波动，不得产生负压。

5.3.25 本体硫化操作应符合下列规定：

5.3.25.1 设备壳体，特别是人孔、接管等突出部位，其外部应采取必要的保温措施；

5.3.25.2 硫化过程中，蒸汽冷凝液应随时排放，防止设备内积液。蒸汽冷凝液排出管应设置在设备最低处；

5.3.25.3 法兰或盲板密封垫的厚度应超过衬里层的厚度(图5.3.25)。为防止接管处积液，可在盲板上设置一阀门进行定期排放。

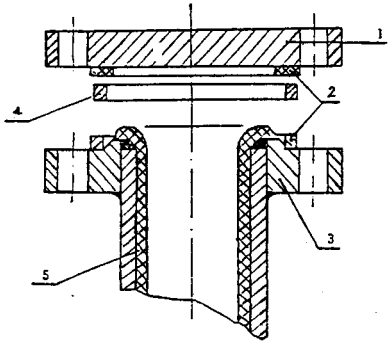


图5.3.25 密封垫安装位置

1—盲板；2—胶皮密封垫；3—接管或人孔；4—钢垫；5—衬胶层。

5.3.26 热水硫化适用于常压大型设备衬里。热水硫化操作应符合下列规定：

5.3.26.1 设备外壳应保温；

5.3.26.2 有盖设备的顶部应设置放空管与大气相通；

5.3.26.3 在硫化过程中，全部胶层应与水浴接触，无盖设备宜设置临时顶盖或临时过渡段；

5.3.26.4 蒸汽加热器的设计应确保水浴温度的均匀，胶层不得受局部过热；

5.3.26.5 蒸汽加热前设备内水位以设备总高的二分之一至三分之二为宜。硫化终止时，不应立即排水。应在水位不变的前提下，通过上部注入冷水，下部排出热水的方法进行降温处理。水温冷至40℃以下时，方可将水排尽；

5.3.26.6 硫化温度为95～100℃，硫化时间为16～32h。

5.3.27 硫化的终止时间，应根据测定其胶层硬度或测定其相同硫化条件下试件的硬度来确定。如硬度不足，应继续进行硫化，但任何部位不得产生过硫化。

5.4 氯丁橡胶的衬里施工

5.4.1 氯丁橡胶衬里适用于常温进行自然硫化的大型设备衬里。

5.4.2 槽罐类设备衬里施工分三个阶段进行：先衬罐顶；再衬罐壁2m以上部位；最后衬罐壁2m以下部位及罐底。

5.4.3 设备内脚手架的搭设应结实稳固，便于衬里操作。

脚手架的拆除，应在衬里层经中间检查全部项目合格后进行。拆除脚手架时，应注意拆卸顺序，慢递轻放，不得损坏衬里层。

5.4.4 胶板和胶粘剂在施工前，除了应按本规范5.3.1的规定进行外观检查外，还应做剥离强度试验。剥离强度的试验方法应符合本规范附录F的规定。剥离强度的算术平均值应符合本规范附录A附表A.31的规定。

5.4.5 从冷藏集装箱取出的胶板，需经解冻和预热后方可下料。预热加热台的温度宜为50～60℃，预热时间不宜超过30min。

5.4.6 下料应准确，尽量减少接缝。形状复杂的工件应制作样板，按样板下料。

5.4.7 胶板的切割或削边可采用冷切法或电热切割法。电热切割温度宜为170～210℃。削边应平直，宽窄一致，边角不应大于30°(图5.4.7)。

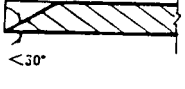


图5.4.7 胶板削边

5.4.8 接缝应采用搭接。搭接宽度：设备转角处接缝的搭接宽度应为30～50mm，其余接缝的搭接宽度应为15～25mm。

5.4.9 接头应采用丁字缝，不宜采用十字缝。

贴衬丁字接缝时，应先将下层搭接处的突起部位削成斜面，然后贴衬上层胶板。

5.4.10 底涂料和胶粘剂在使用前，应逐桶进行检查。发现有凝胶等异常现象，不得使用。检查合格后的产品，应搅拌均匀并作粘度测定。

底涂料和胶粘剂的粘度应符合产品说明书的规定。当粘度过高时，可用甲苯进行稀释。

5.4.11 底涂料和胶粘剂的使用规定应符合表 5.4.11 的规定。

5.4.12 底涂料或胶粘剂的涂刷应薄而均匀，防止堆积、流淌或漏涂。前后两遍的涂刷方向应纵横交错。

5.4.13 首遍底涂料的涂刷，应在金属表面预处理合格后，立即进行。

当环境相对湿度超过 90%时，应采取措施防止金属表面凝露。

5.4.14 胶粘剂的涂刷，应在底涂料涂刷后的有效期内进行。如超过规定期限时，应在涂刷胶粘剂前，重新涂刷底涂料一遍（可使用经溶剂稀释后的底涂料）。

表 5.4.11　　底涂料和胶粘剂的使用规定

材　料	涂刷部位	涂刷次数	标准使用量(kg/m²)
底涂料	金属侧	2	0.2～0.3
胶粘剂		3	0.5～1.7
经稀释后的胶粘剂	胶板侧(包括坡口)	1	0.1

注：稀释比例为胶粘剂与甲苯的容积比为 1∶1～1.5。

5.4.15 第一、二遍胶粘剂的涂刷工作，应在前一遍胶膜干至不粘手时进行。

5.4.16 胶板的贴衬作业应在末遍胶粘剂胶膜干至微粘手但不起丝时进行。在胶板贴衬过程中，胶板的搭接处还应涂刷经甲苯稀释后的胶粘剂一遍。

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

5.4.18 胶膜不得受潮、受阳光直射或灰尘、油类污染。

5.4.19 胶板贴衬时应使用专用压滚，依次压合，排净粘结面间的空气，不得漏压。胶板的接缝应压合严密，边缘呈圆滑过渡。

5.4.20 压滚用力程度应以胶板压合表面见到压痕为限。前后两次滚压应重叠1/3～1/2。

5.4.21 滚压时出现的气泡，应随即切口放气，细致压实。然后应在切口部位加贴直径 80～100mm 的圆盖板一块。

5.4.22 衬胶作业每个阶段结束后，应对胶层作下列项目的中间检查：

5.4.22.1 外观检查：

用目测或借助 5～10 倍放大镜全面检查胶板表面，不得有深度超过 0.5mm 的损伤、褶皱、嵌杂物等缺陷。胶板的接缝应严实，不得有翘起、剥离；胶层板面应无起鼓、脱层、漏压等缺陷；

5.4.22.2 应按本规范 5.6.5 的规定对衬里层作全面的电火花针孔检查；

5.4.22.3 用磁性测厚仪测量胶层的厚度。长度超过 3m 的胶板，每张两端和中间应各测三点；长度不足 3m 的胶板至少应测量 6 点。每点所测得的厚度均不应小于胶板允许的最小厚度。

5.4.23 经中间检查发现有起鼓、脱层、针孔等缺陷时，应按本规范附录 G 的规定及时进行修补。

5.4.24 胶板的硫化条件应符合胶板制造厂说明书的有关规定。

衬里层硫化期间，设备应封闭，防止雨雪风沙侵袭。

5.4.25 在与贴衬作业同步、条件相同的情况下，应制备下列数量的试板：

罐顶：施工开始时和施工结束时各二件；

罐壁：上、中、下各二件；

罐底：共二件。

试板为 300mm×300mm 的钢板，喷射质量和贴衬工艺与现场施工相同，制作完毕后置于罐内自然硫化，做为产品最终检查的依据。

5.5 预硫化丁基橡胶的衬里施工

5.5.1 在衬里施工前，胶板和胶粘剂应作剥离强度试验和贴合工艺试验。上述试验合格后，方可进行衬里施工。

5.5.1.1 剥离强度试验方法应按本规范附录 F 的规定进行。剥离强度的算术平均值应符合本规范附录 A 附表 A.31 的规定；

5.5.1.2 贴合工艺试验应选择贴衬应力最大的部位，以贴衬后胶板不起鼓不翘角为合格。每批胶粘剂制备试样 2 件。其中一件试样不合格时，认为贴合工艺试验不合格；

5.5.1.3 在试验过程中，可以改变贴衬工艺，但实际衬里操作应按试验合格的工艺条件进行。

5.5.2 底涂料的涂刷作业应在表面预处理合格后立即进行；环境相对湿度大于 90%时，应采取措施防止金属表面凝露。

5.5.3 胶板排料应合理，应减小贴衬应力；下料要求尺寸准确，对于形状复杂的工件，应制作样板，按样板下料。

接缝应采用搭接，过搭宽度不宜超过 2mm，不得出现欠搭。坡口宽度不应小于胶板厚度的 3～3.5 倍。削边应平直，宽窄一致，上下坡口应严密合缝。

5.5.4 金属表面应涂刷胶粘剂 A 一遍，胶粘剂 B 一遍；胶板贴合面应先用甲苯清洗一遍，然后将其刷毛，再涂刷胶粘剂 B 二遍。

涂刷操作应按本规范 5.4.12 的规定进行，在涂刷上层胶粘剂时，应防止下层胶粘剂被咬起。

第二遍胶粘剂的涂刷工作应在第一遍胶粘剂干至不粘手时进行。

5.5.5 贴衬作业在第二遍胶粘剂干至微粘手（涂刷后 15～20min）时进行。

5.5.6 胶粘剂A、B由1#、2#胶粘剂和固化剂配制而成，其配比见本规范附录B附表 B.13。

每次配制量以 1kg 为宜。各组分应经充分搅拌后方可使用，并在 2h 内用完。如发现有结块现象，不得使用。

5.5.7 胶板的贴衬操作应符合本规范 5.4.19 的规定。

5.5.8 底层胶板贴衬完毕后，应按本规范 5.4.22 的规定进行衬里层的外观检查和电火花针孔检查。

5.5.9 对接缝应加贴盖缝胶条，盖缝胶条宜为宽 40mm、厚 1～1.5mm。盖缝胶条的贴衬应符合本规范 5.4.19、5.5.4、5.5.5 的规定。

5.6 最终检查及修补

5.6.1 用目测法和锤击法检查胶层外观质量和胶层与金属的粘结情况；胶层表面允许有凹陷和深度不超过 0.5mm 的外伤、印痕和嵌杂物，但不得出现裂纹或海绵状气孔。

5.6.2 下列衬胶制品，其胶层与金属表面间不得有脱层现象：

5.6.2.1 真空或受压的设备、管子及管件；

5.6.2.2 设计温度高于 60℃的设备、管子及管件；

5.6.2.3 须切削加工的衬胶制品；

5.6.2.4 运转设备的转动部件；

5.6.2.5 法兰的边缘。

5.6.3 天然橡胶衬里和预硫化橡胶衬里的常压、常温设备，允许橡胶与金属基体局部脱开面积不得超过 $20cm^2$，突起高度不得超过 2mm；其数量为：衬里面积大于 $4m^2$ 的不得多于三处；衬里面积 $2\sim4m^2$ 的不得多于两处；衬里面积小于 $2m^2$ 的不得多于一处。

氯丁橡胶衬里的自然硫化设备，允许橡胶与金属局部脱开面积不得超过 $5cm^2$，且每平方米不得多于三处。

管道衬里层的气泡，每处面积不得大于 $1cm^2$，突起高度不得大于 2mm。且每个管件不得多于二处。

5.6.4 衬胶后胶层各部分尺寸应符合设计图纸的要求。转动部件应按设计要求进行静平衡试验或动平衡试验。

5.6.5 电火花针孔检查：

5.6.5.1 蒸汽硫化、自然硫化和预硫化的橡胶衬里，当最终外观检查对衬里层严密性有怀疑时，应使用电火花检测仪检查胶层，不得有漏电现象；

5.6.5.2 电火花探头形状：直径为 Φ1.5～2mm 金属丝。检查接缝时，探头与接缝成点接触；检查板面时，探头与板面成线接触，接触长度为 150mm；

5.6.5.3 电火花探头火花长度：

硬质胶或半硬质胶探头火花长度：胶板厚度为 3mm 时，探头火花长度为 30mm；胶板厚度为 2mm 时，探头火花长度为 20mm；

软质胶（不含碳黑等导电物质）探头火花长度为胶板厚度的 3 倍；

5.6.5.4 电火花探头行走速度：3～6m/min；

5.6.5.5 对于新品种的胶板，或施工单位首次施工的胶板，在检验前，应选取一块同牌号同厚度的胶板进行试操作。在规定的电火花长度下，胶板不应发生破坏性的电击穿，否则应调整火花长度；

5.6.5.6 检验时，胶层表面应清洁、干燥。探头不得在胶层上停留，以防止胶层被高压电击穿。

5.6.6 用磁性测厚仪测量胶板厚度，其误差不得大于胶板规定的厚度允许偏差。

5.6.7 硫化胶的硬度：

5.6.7.1 硬橡胶和半硬橡胶应采用《塑料邵氏硬度试验方法》(GB 2411-80)D 型邵氏硬度计测量；软橡胶应按《橡胶邵尔 A 型硬度试验方法》(GB 531-83)的规定进行测量；

5.6.7.2 其硬度测点数为：硫化罐硫化，每罐不得少于5点，取其算术平均值；本体硫化的设备，每个衬胶面不得少于两处，每处测点3个，取其算术平均值；热水硫化或自然硫化的设备，可在与设备一起硫化的试板上进行，每个衬胶面试板不得少于2块，每块试板的测点不得少于3个，取其算术平均值。上述测点的算术平均值均应在胶板制造厂提供的硬度值范围内；

5.6.7.3 硬度测点处的厚度规定：软橡胶测量总厚度不得小于6mm。硬橡胶和半硬橡胶的测量总厚度不得小于4mm。当衬里层或试板厚度不足时，可采用加贴圆片法；

注：胶板圆片的直径不应小于30mm，厚度不应小于2mm，圆片的材料应与被测胶板牌号相同，圆片的粘贴位置应由施工单位和建设单位共同协商，在硫化前完成贴合工作。

5.6.7.4 测点处表面应光滑、平整，不应有缺胶、机械损伤及杂质等；

5.6.7.5 测定时的环境应符合《橡胶试样停放和试验的标准温度、湿度及时间》(GB 2941-81)的有关规定。胶板制造厂应提供在不同温度下和在标准温度下该种胶板硬度换算表，以便测量工作可以在非标准温度下进行，然后换算成标准温度下的硬度值。

5.6.8 胶层与金属的脱开面积，当超过本规范5.6.3的规定，或有裂纹、针孔等缺陷时，应根据缺陷的严重程度，决定修补或报废。经修补后的胶层应确保使用质量。

5.6.9 胶层修补时，缺陷处应彻底铲除。周边加工成30°坡口，多层衬里应作成阶梯形，铲除处应打磨至露出金属光泽，其周边50～100mm内应处理干净，然后根据设备、管道的衬胶种类、结构特点和使用条件按下列方法之一进行修补加强。

5.6.9.1 用原胶进行修补加强，然后作局部或整体的硫化处理。但原胶层不得过硫化；

5.6.9.2 用玻璃钢或胶泥进行修补加强。加强层周边与原胶层重叠宽度不得小于30mm。

6 玻 璃 钢 衬 里

6.1 一 般 规 定

6.1.1 玻璃钢有环氧玻璃钢、酚醛玻璃钢、环氧酚醛玻璃钢、环氧呋喃玻璃钢、环氧煤焦油玻璃钢及不饱和聚酯玻璃钢。

玻璃钢衬里工程包括：

6.1.1.1 用各种树脂为粘结剂，以玻璃纤维制品为增强材料贴衬的玻璃钢设备、管子及管件衬里层；

6.1.1.2 用各种树脂为粘结剂，以玻璃纤维制品为增强材料贴衬的玻璃钢设备、管子及管件隔离层。

6.1.2 施工环境温度宜为 15～30℃，相对湿度不宜大于 80%。当低于施工环境温度时，应采取加热保温措施，不得用明火或蒸汽直接加热。

被衬贴的设备、管子及管件和原材料使用时的温度，不应低于最低施工环境温度。

6.1.3 露天施工必须设置施工棚，防止灰砂、雨、露和曝晒。

6.1.4 玻璃布的贴衬顺序，应先立面后平面，先上后下，先里后外，先壁后底。圆筒形卧式贮罐内部贴衬时，可先将设备放置在滚轮上，先从两端封头向中部人孔位置贴衬，先贴衬下半部，待胶料表面不发粘后，转动一定角度，再贴衬另外半部。

6.2 原材料及玻璃钢制成品的质量要求

6.2.1 酚醛树脂、环氧树脂、呋喃树脂、煤焦油及各种固化剂、稀释剂、粉料的质量要求应符合本规范 4.2 的有关规定。耐化学型不饱和聚酯树脂的质量应符合《玻璃钢用液体不饱和聚酯树脂》(GB8237-87)及表 6.2.1 的规定

使用单位有权按照上述各项规定复验产品。对符合运输和贮存条件的未启封的原包装桶内的树脂，自出厂之日起 30 天之内，除粘度和凝胶时间不得超出原始测定值 30%以外，其他指标均应符合上述标准要求。

6.2.2 用于玻璃钢的酚醛树脂胶泥应稀稠适中，其触变性及对玻璃纤维布的浸润性能应满足施工要求。

6.2.3 树脂玻璃钢使用的增强材料应为非石蜡乳液型的中碱、无碱、无捻粗纱玻璃纤维方格平纹布。其厚度为 0.2～0.4mm，经纬密度为 4×4～8×8 纱根数/cm^2 或 50～80g/m^2 的玻璃钢用玻璃纤维毡，平均厚度约为 0.25～0.40mm。

无纺涤纶布或经纬密度为 8×8 纱根数/cm^2 的涤纶布作为树脂的增强材料时，可用于耐氢氟酸工程。

玻璃纤维布或毡应保存在阴凉、干燥处，严禁受潮，并保持干净，防止污染。

表 6.2.1　　不饱和聚酯树脂质量指标

试验项目	允许范围			
	一等品		合格品	
外观	应无异状		应无异状	
酸值	指定值	±4.0	指定值	±4.5
粘度(25℃Pas)		±30%		±35%
凝胶时间(25℃)		±30%		±35%
凝胶时间(80℃)		±30%		±35%
固体含量(%)		±3.0		±3.5

注：一种牌号的树脂只允许有一个指定值。

6.2.4　环氧玻璃钢、环氧酚醛玻璃钢、环氧呋喃玻璃钢的抗拉强度不得小于 100MPa。环氧煤焦油玻璃钢、酚醛玻璃钢的抗拉强度不得小于 60MPa。其抗拉强度的测试应按《玻璃钢抗拉强度试验方法》(GB1447-83)进行。

耐化学型不饱和聚酯树脂玻璃钢的弯曲强度，一等品不得小于 250MPa，合格品不得小于 200MPa。其弯曲强度的测试应按《玻璃纤维增强塑料弯曲性能试验方法》(GB1449-83)进行，也可根据需要进行抽测。

6.3　玻璃钢胶料的配制

6.3.1　配料容器及工具应耐腐蚀、清洁、干燥、无油污。

6.3.2　各种玻璃钢胶料的施工配比可按本规范附录 B 附表 B.14～B.19 选用。

6.3.3　各种玻璃钢胶料的配制要求应符合本规范 4.3 的有关规定。

6.3.4　各种玻璃钢胶料在使用过程中，如有胶凝现象，不得继续使用。

6.4　玻璃钢的施工

6.4.1　玻璃钢的贴衬，一般采用手糊法。手糊法分间断法、连续法两种。酚醛玻璃钢必须采用间断法施工。

6.4.2　间断法施工：

6.4.2.1　打底和刮腻子：将配好的打底胶料薄而均匀地涂刷于被衬件表面，自然固化不得少于 24h，不得有漏涂、流淌等缺陷。其表面如有凹陷不平处，应用腻子修补填平。凹进和凸出的焊缝及转角处应用腻子抹成圆弧过渡；

6.4.2.2　衬布：

(1)玻璃布应剪边。衬布时，在贴衬玻璃布的部位先均匀涂刷一层和所衬玻璃布同宽的胶

料，随即衬上一层玻璃布，玻璃布应贴紧，赶走气泡，其上再涂一层胶料，自然固化 24h。再按上述衬玻璃布的程序贴衬以下各层玻璃布，直至达到设计规定的层数和厚度；

(2)每衬一层，均应检查其质量，如有毛刺、流淌和气泡等缺陷，应清除修理；

(3)同层玻璃布的搭接宽度不应小于 50mm，搭接应顺物料流动方向，上下层的搭接边必须互相错开，其距离不应小于 50mm；贴衬接管的玻璃布与贴衬内壁的玻璃布应层层错开，搭接宽度应不小于 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 1～2 层玻璃布。翻边处应剪开贴紧；

(4)平盖可用宽幅玻璃布，一次连续成型；弧型面(如圆形或椭圆形封头)可将玻璃布剪成瓜皮形，然后贴衬；

6.4.2.3 面层：均匀涂刷面层胶料，自然固化 24h 后，再涂刷第二层面层胶料。

6.4.3 连续法施工：

连续法施工的打底、刮腻子、刷面层，贴衬玻璃布的施工和玻璃布的搭接要求，均同间断法施工。不同之处是连续法施工只在衬完最后一层玻璃布后，需自然固化 24h，即可进行面层施工。

玻璃布的涂胶除刷涂外，也可采用浸揉法处理。将玻璃布放置在配好的胶料里浸泡揉挤，使玻璃布完全浸透，然后用手挤出多余的胶料，将玻璃布拉平进行贴衬。

6.4.4 用玻璃钢作设备、管子及管件衬里隔离层时，不涂面层胶料。

6.4.5 玻璃钢衬里常温固化时间应按表 6.4.5 的规定进行。

6.4.6 玻璃钢衬里热处理时间应按表 6.4.6 的规定进行。热处理应严格控制升降温度的速度。

表 6.4.5　　玻璃钢衬里常温固化时间

玻璃钢名称	常温固化天数
环氧玻璃钢	≥15
酚醛玻璃钢	≥20
环氧酚醛玻璃钢	≥20
环氧呋喃玻璃钢	≥30
环氧煤焦油玻璃钢	≥30
不饱和聚酯玻璃钢	≥15
双酚 A 不饱和聚酯玻璃钢	≥20

注：酚醛玻璃钢、环氧酚醛玻璃钢、环氧呋喃玻璃钢、双酚 A 不饱和聚酯玻璃钢宜进行热处理固化。

表 6.4.6　　玻璃钢热处理温度及固化时间

玻璃钢名称	常温固化时间(h)	热处理温度(℃)及时间(h)										
		常温～40	40	40～60	60	60～80	80	80～100	100	100～120	120	降温～常温
环氧玻璃钢	≤24	1	4	2	4	2	4					缓慢冷却约15℃/h
酚醛玻璃钢	≥24	2	4	2	6	4	14					
环氧酚醛玻璃钢	≥24	2	4	2	6	4	4	2	8			
环氧呋喃玻璃钢	≥24	2	4	2	6	4	4	2	4	2	2	
环氧煤焦油玻璃钢	≥24	1	4	2	4	2	4					
双酚A不饱和聚酯玻璃钢	≥24	1	4	2	4	2	8					

6.5 质量检查

6.5.1　玻璃钢衬里施工时，在施工的全过程中应进行质量检查。发现缺陷后应立即进行修整，合格后才可继续施工。

在室温固化或热处理后，应进行全面质量检查，发现缺陷后应进行修补。

6.5.2　外观检查：

所有部位用自测进行检查，并应符合下列规定：

6.5.2.1　气泡：耐蚀层表面允许最大气泡直径应为 5mm，每平方米直径不大于 5mm 的气泡少于三个时，可不予修补，否则应将气泡划破修补；

6.5.2.2　裂纹：耐蚀层表面不得有深度 0.5mm 以上的裂纹，增强层表面不得有深度为 2mm 以上的裂纹；

6.5.2.3　凹凸(或皱纹)：耐蚀层表面应光滑平整，增强层的凹凸部分厚度应不大于厚度

的 20%；

6.5.2.4 返白：耐蚀层不应有返白处，增强层返白区最大直径应为 50mm；

6.5.2.5 其他：玻璃钢衬里层之间的粘接，衬里设备与基体的结合应牢固，无分层脱层、纤维裸露、树脂结节、异物夹杂、色泽明显不匀等现象；

6.5.2.6 对于制品表面不允许存在的缺陷，应认真进行质量分析，及时修补。同一部位的修补次数不得超过两次。如发现有大面积气泡或分层时，应把缺陷全部铲除，露出基层，重新进行表面处理后开始贴衬施工。

6.5.3 固化度的检查应符合下列规定：

6.5.3.1 固化度外观检查：用手触摸玻璃钢制品表面是否发粘，用棉花蘸丙酮擦玻璃钢表面，观察颜色，或用棉花球置于玻璃钢表面上能否吹掉，如手感有粘，棉花变色或棉花球吹不动，即认为制品表面固化不合格；

6.5.3.2 树脂固化度检查：根据需要可采用丙酮萃取法抽样检查环氧玻璃钢、不饱和聚酯玻璃钢及酚醛玻璃钢中树脂不可溶含量(即树脂固化度)，其测定方法应符合《玻璃纤维增强塑料树脂不可溶分试验方法》(GB2576-89)及《玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法》(GB2577-89)的规定。试样应不少于 3 个，树脂固化度应不低于 85%，或应符合设计图纸的规定值。

6.5.4 巴氏硬度检查：

采用巴柯尔硬度计(HBa-1 型，GYZJ934-1 型)，在已测知固化度的玻璃钢试件上用巴氏硬度计测出相应的巴氏硬度，随即可用测出的巴氏硬度换算出近似固化度，其测试面应平整。测定方法应符合《纤维增强塑料巴氏(巴柯尔)硬度试验方法》(GB3587-87)的规定。

6.5.5 衬里微孔检查：

必要时，玻璃钢衬里设备可采用电火花检测器或微孔测试仪进行抽样检查。测试时采用的测试电压或电火花长度应根据不同膜厚经试验确定，或应符合设计图纸的规定。对检查出的缺陷应进行修补。以石墨粉为填料的玻璃钢衬里设备不得用此法检查。

7 软聚氯乙烯板衬里

7.1 一 般 规 定

7.1.1 软聚氯乙烯板衬里工程包括：软聚氯乙烯板空铺法衬里(图 7.1.1-1)、软聚氯乙烯板压条螺钉固定法衬里(图 7.1.1-2)和软聚氯乙烯板粘接法衬里。

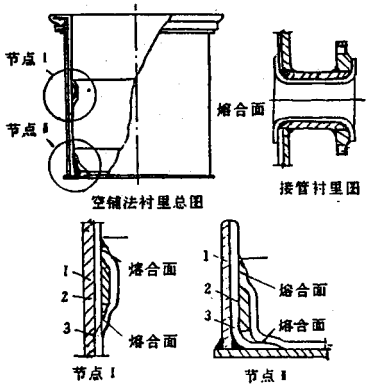


图 7.1.1-1 软聚氯乙烯板空铺法衬里

1—金属壳体；2—支撑扁钢；3—衬里软板。

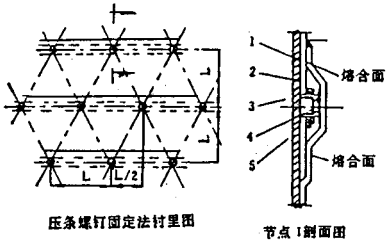


图 7.1.1-2 软聚氯乙烯压条螺钉固定法衬里

1—金属壳体；2—软板衬里；3—扁钢压条或硬聚氯乙烯板条；

4—固定螺栓；5—金属垫圈。

7.1.2 施工环境温度不宜低于15℃。当低于15℃时，对软聚氯乙烯板(以下简称软板)铺衬部位可作局部加热处理，但加热应缓慢均匀，表面不得出现熔融或焦化现象。

粘接法衬里，环境相对湿度不宜大于70%。

7.1.3 铺衬前，应根据设备形状及大小，在被铺衬设备的底部沿周圈开设直径4～10mm的孔4～12个，作为注水试漏时的检漏孔(粘接法的设备可不开孔)。

7.1.4 从事软板本体熔融焊接作业的焊工，必须按附录H中H.1的规定进行焊接考试。经考试合格后，方可进行考试合格项目的焊接。取得合格证的焊工，如中断焊接工作时间连续一年以上时，必须进行复验考试，复验考试可免去焊缝剪切强度试验。

考试不合格者，允许补考一次。补考仍不合格，则应经学习培训后，方可再次提出申请考试。

焊工考试由本单位焊工考试委员会负责组织，在考试委员会指定人员的监督下进行。

7.2 原材料的质量要求

7.2.1 软板的质量应符合《软质聚氯乙烯挤出板材》(SG245-81)的规定。

7.2.2 软板的贮存和运输应符合《软质聚氯乙烯挤出板材》(SG245-81)之五的规定。

7.2.3 氯丁橡胶粘接剂的质量应符合本规范附录A附表A.35的规定。

7.2.4 聚异氰酸酯的质量应符合本规范附录A附表A.36的规定。

7.2.5 甲苯的质量应符合《石油甲苯》(GB3406-80)的规定。

7.3 软聚氯乙烯板空铺法和螺钉固定法衬里施工

7.3.1 为方便施工，软板的预拼焊工作应在设备外进行。

空铺法应先铺衬立壁，后铺衬底部；压条螺钉固定法应先铺衬封头，后铺衬筒体。

7.3.2 软板下料应准确，尽量减少焊缝，不宜采用十字焊缝和在焊缝上开口。形状复杂的部位，应制作样板，按样板下料。

7.3.3 支撑扁钢或压条下料应准确。棱角应打磨掉，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，固定牢靠。

固定螺钉与设备焊接应牢固，螺钉的丝扣应加以保护，不得受损。

7.3.4 用压条螺钉固定时，螺钉应成三角形布置(图7.1.1-2)，立面行距L宜为400～500mm。顶盖的压条宜呈辐射形排列，卧式设备的上半部或立式设备的顶盖应适当增加固定螺钉数。平底设备的底或卧式设备的下半部可适当减少螺钉的数量。

7.3.5 软板铺衬时，应铺放平整，不得翘曲、起褶。法兰密封面处的衬里层应平整，不得有径向沟槽或超过1mm的突起。

7.3.6 软板接缝应采用热风枪本体熔融加压焊接法，不宜采用烙铁烫焊法和焊条焊接法。搭接宽度宜为20～25mm。

7.3.7 焊接前，距离焊道每侧各100mm范围内的软板表面，应用干净抹布擦净灰尘和油污。必要时，可用酒精进行脱脂处理。

焊接时，应用分段预热法，将其焊道预热到发软时，立即进行焊接。

焊接工艺可按本规范附录E附表E.5的规定执行。

7.3.8 每条焊缝应一次连续焊完，接头处必须焊透。

7.3.9 焊接时，压碾锤头用力应均匀一致，并紧随焊枪向前压碾，不得中断或延后。

7.3.10 软板与介质接触的一面，焊后应削去边缘棱角。

7.4 软聚氯乙烯板粘接法衬里施工

7.4.1 软板下料应准确，贴衬前应进行试铺。接缝可采用对接或搭接，搭接宽度宜为25～35mm，边角应小于30°(图5.4.7)。削边应平直，宽窄一致。当接缝采用粘接时，刀痕应磨平。

7.4.2 软板粘接面应打毛至无反光。

7.4.3 胶料的配比为氯丁胶粘剂比聚异氰酸酯为100：7～10，甲苯适量。配置胶料时应充分搅匀，并在2h内用完。

7.4.4 软板粘合面及接缝处应涂刷胶粘剂二遍，金属表面应涂刷胶粘剂二遍。两遍胶料总厚度应控制在0.1～0.2mm。

第二遍胶料干至微粘手时便可进行贴衬。

7.4.5 软板应按试铺顺序铺放，铺放位置应正确。

粘合时，应顺次将粘合面间的气体排净，用重物加压法、辊压法或软锤敲击法进行压合，接缝处必须压合紧密，不得出现剥离和翘角等缺陷。

7.4.6 软板贴衬后，应按本规范5.6.5规定进行衬里层的外观检查和电火花针孔检查。

7.4.7 对接缝应加贴盖缝软板，盖缝软板宜为宽50mm、厚1～1.5mm。施工可采用粘接法或本体熔融加压焊接法。

搭接缝也可采用本体熔融加压焊接法，但接缝处不得涂刷胶料。

7.5 质 量 检 查

7.5.1 软板铺衬完毕后，应进行全面质量检查：

7.5.1.1 目测软板表面可有深度不超过0.5mm的裂纹、刀痕或小孔等缺陷；

焊道挤浆应连续、均匀，不得有烧焦或未焊透现象；

7.5.1.2 应按本规范第5.6.5的规定，用电火花检测仪进行针孔检查。探头电火花长度应为25mm；

7.5.1.3 空铺法衬里和压条螺钉固定法衬里应进行24h的注水试验，检漏孔内应无水渗出。若发现渗漏，应进行修补。修补后应重新试验，直至不渗漏为合格。

8 防腐蚀涂层的施工

8.1 一 般 规 定

8.1.1 防腐蚀涂料包括：乙烯磷化底漆（过渡漆）、过氯乙烯漆、酚醛树脂漆、环氧树脂漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆、氯磺化聚乙烯漆、无机富锌漆和漆酚防腐漆。

8.1.2 涂料防腐蚀工程的原材料质量，应符合本规范附录 A 附表 A.38 的规定。涂料可按本规范附录 B 附表 B.25、附表 B.26 选择。

8.1.3 腻子、底漆、中间过渡漆、面漆、罩面漆应根据设计文件规定或产品说明书配套使用。

不同厂家、不同品种的防腐蚀涂料，不宜掺和使用。如掺和使用，必须经试验确定。

8.1.4 施工环境温度宜为 15～30℃，相对湿度不宜大于 85%（漆酚防腐漆除外），被涂覆表面的温度至少应比露点温度高 3℃。

8.1.5 防腐蚀涂层全部完工后，应自然干燥七昼夜以上方可交付使用。

8.1.6 不应在风沙、雨、雪天进行室外涂漆。

8.1.7 防腐蚀涂料品种的选用和涂层的层数、厚度应按设计要求。

8.1.8 防腐蚀涂料和稀释剂在贮存、施工及干燥过程中，不得与酸、碱及水接触，并应防尘、防曝晒，严禁烟火。

8.1.9 配漆所用的填料应干燥，其耐酸率不应小于 95%，其细度要求经网号 0.08 标准筛筛余量不应大于 15%。

8.1.10 当使用同一涂料进行多层涂刷时，宜采用同一品种不同颜色的涂料调配成颜色不同的涂料，以防止漏涂。

8.1.11 设备、管子和管件防腐蚀涂层的施工宜在设备、管子的强度试验和严密性试验合格后进行。如在试验前进行涂覆，应将全部焊缝预留，并将焊缝两侧的涂层作成阶梯状接头，待试验合格后，按设备和管子的涂层要求补涂。

8.2 涂料的配制与施工

8.2.1 进行涂料施工时，应先进行试涂。

8.2.2 使用涂料时，应搅拌均匀，如有结皮或其它杂物，必须清除后，方可使用。

涂料开桶后，必须密封保存。

8.2.3 涂料配制与施工用的工具应保持干净，不得随便混用。

8.2.4 基层表面如有凹凸不平、焊缝波纹及非圆弧拐角处，应刮涂与涂料配套的腻子。腻子干透后，应打磨平整，擦拭干净，然后进行底漆施工。

8.2.5 涂层的施工方法，可采用刷涂、滚涂、空气喷涂或高压无空气喷涂。

8.2.5.1 刷涂时，层间应纵横交错，每层宜往复进行(快干漆除外)，涂匀为止；

8.2.5.2 空气喷涂时，喷嘴与被喷涂表面的距离应为 250～350mm，并成 70～80 的角度。压缩空气压力应为 0.3～0.55MPa；

8.2.5.3 高压无空气喷涂时，压力宜为 11.8～16.7MPa，喷嘴与被喷涂表面的距离不得小于 400mm；

8.2.5.4 刷涂、滚涂、喷涂均应均匀，不得漏涂。

8.2.6 涂层数应符合设计要求，面层应顺介质流向涂刷。表面应平滑无痕，颜色一致，无针孔、气泡、流坠、粉化和破损等现象。

8.2.7 乙烯磷化底漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.7.1 乙烯磷化底漆(以下简称磷化底漆)可作为碳钢和铸铁表面的磷化处理，但不能代替耐腐蚀涂料中的底漆使用。磷化底漆应符合《Y06-1 乙烯磷化底漆》(分装)(ZGB51007-87)的规定。其主要质量指标应符合本规范附录 A 附表 A.37 的规定；

8.2.7.2 磷化底漆的配制：磷化底漆由四份底漆和一份磷化液两个组份组成，其配比不得任意改变。配制时，应先将底漆搅拌均匀，而后将底漆放入非金属容器中，边搅拌边慢慢加入磷化液，混合均匀，静置 30min 后方可使用，并应在 12h 内用完；

8.2.7.3 磷化底漆宜喷涂。如采用刷涂，则不宜往复进行。涂层厚度为 8～12μm。施工粘度(涂-4 粘度计)宜为 15s；

调整粘度的稀释剂为乙醇与丁醇的混合液，其配比为乙醇比丁醇为 3∶1；

8.2.7.4 涂覆磷化底漆 2h 后，应立即涂覆配套耐腐蚀涂料的底漆，涂覆时间不得超过 24h。

8.2.8 过氯乙烯漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.8.1 过氯乙烯漆必须配套使用，按底漆－磁漆－清漆(面漆)的顺序施工，并应在底漆与磁漆及磁漆与清漆之间涂覆过渡漆，过渡漆的配制为底漆比磁漆或磁漆比清漆为 1∶1(质量比)。过氯乙烯漆的质量应符合本规范附录 A 附表 A.38 的规定；

8.2.8.2 过氯乙烯漆的施工，除底漆(包括其他配套底漆)外，应在前一道漆实干前涂覆。如前一道漆已干固，在涂覆下层漆时，宜先用 X-3 过氯乙烯漆稀释剂喷润一遍；

8.2.8.3 过氯乙烯漆宜喷涂，如采用刷涂，则不宜往复进行。涂膜厚度为底漆 20～25μm，磁漆 20～30μm，清漆 15～20μm；

过氯乙烯漆的施工粘度可按表 8.2.8 的规定选取；

调整粘度的稀释剂必须采用 X-3 过氯乙烯漆稀释剂，严禁使用醇类稀释剂或汽油；

8.2.8.4 如施工环境湿度较大，漆膜发白，可减少稀释剂用量，加入适量(约树脂量的 30%)的 F-2 过氯乙烯漆防潮剂或醋酸丁酯；

8.2.8.5 当施工环境温度高于 30℃时，可在漆中加入部分高沸点溶剂，如环己酮。

表 8.2.8　　过氯乙烯漆的施工粘度(涂-4粘度计,s)

名　　称	喷　　涂	刷　　涂
底　漆	18～25	30～60
磁　漆	15～23	20～40
清　漆	14～18	20～40
过渡漆		20～40
其它配套底漆		40～60

8.2.9　酚醛树脂漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.9.1　酚醛树脂漆可采用刷涂或喷涂施工；

8.2.9.2　自行配制酚醛树脂漆必须按设计规定进行，当设计无规定时，其施工配比可按本规范附录B附表B.20配制；

8.2.9.3　酚醛树脂漆的配制：将固体的精萘加入乙醇中，逐步加温到50～60℃，充分搅拌使之溶解，加入预热至30℃左右的酚醛树脂，保持温度30～40℃，搅拌均匀，然后边加填料边搅拌，混匀即可；

8.2.9.4　酚醛树脂漆的底漆和面漆每涂覆一层，必须自然干固后再进行热处理，热处理可按表8.2.9的规定进行。

8.2.10　环氧树脂漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.10.1　环氧防腐蚀涂料有环氧型、环氧酚醛型、环氧沥青型、环氧氨基型及环氧聚氨酯型等涂料；

8.2.10.2　自配环氧树脂漆施工配比可按本规范附录B附表B.21、附表B.22配制，配制方法和程序应符合本规范4.3.5的规定；

表 8.2.9　　酚醛树脂漆热处理温度及时间

涂层名称	热处理温度及时间										
	自然干固时间(h)	第一次升温时间(h)	第一次升温温度(℃)	第一次恒温时间(h)	第二次升温时间(h)	第二次升温温度(℃)	第二次恒温时间(h)	第三次升温时间(h)	第三次升温温度(℃)	第三次恒温时间(h)	降温时间
底涂层	4～8	5～6	80～90	4	2	120	8				自然冷却
面涂层	4～8	5～6	80～90	4	4	140～160	18				自然冷却

注：升温应缓慢均匀，防止龟裂。

8.2.10.3　双组份环氧树脂漆，必须按比例混合，充分搅拌均匀，并放置30min后方可使用，宜在4h内用完；

8.2.10.4　环氧树脂漆施工粘度(涂-4粘度计)，刷涂时应为30～40s，喷涂时应为18～25s；

8.2.10.5　环氧树脂漆使用的稀释剂，其配比应为甲苯比丁醇为7：3；环氧沥青漆使用

的稀释剂，其配比应为甲苯比丁醇比环己酮比氯化苯为 79∶7∶7∶7。环氧酚醛漆使用的稀释剂为二甲苯比环己酮比醋酸丁酯为 80∶12∶8，也可用二甲苯稀释，但其用量不应超过总量的 20%；

8.2.10.6 环氧酚醛漆、环氧氨基漆为热固型涂料。其烘烤温度及程序如下：

每喷涂一层，以 40～50℃/h 的升温速度升温至 120～150℃，并在其温度下烘烤 30min；最后一层以同样的升温速度在 180～200℃下烘烤 1～2h。

8.2.11 聚氨酯漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.11.1 聚氨酯漆宜采用 S01－2 聚氨酯清漆、S06－2 聚氨酯底漆、S04－4 灰聚氨酯磁漆、S07－1 聚氨酯腻子配套使用；

8.2.11.2 聚氨酯底漆、磁漆应按产品规定的配套组份配制而成；

8.2.11.3 聚氨酯漆的配制组份及比例应按表 8.2.11 的规定进行；

表 8.2.11　　聚氨酯漆配制组份表

聚氨酯漆名称	组成及配比(质量比)			
	组份 1	组份 2	组份 3	组份 4
铁红聚氨酯底漆 S06－2	预聚物 35	环氧色浆 65	二甲基乙醇胺 0.12	
棕黄聚氨酯底漆 S06－2	预聚物 40	环氧色浆 60	二甲基乙醇胺 0.14	
黑聚氨酯腻子 S07－1	预聚物 100	环氧色浆 10	二甲基乙醇胺 0.35	混合干粉 170～190
灰聚氨酯磁漆 S04－4	预聚物 35	环氧色浆 65	二甲基乙醇胺 0.12	

(1)称取组份 1、组份 2 置于清洁干燥容器中，搅匀加入组份 3，再搅拌均匀。待气泡逸出后即可使用；

(2)配好的漆料不得超过 6h(温度低于 25℃时)；

(3)组份 1、组份 2 用后应立即密封存放；

8.2.11.4 每涂层间隔时间不宜超过 48h，最好在第一道漆未干透时即涂覆第二道漆。对于固化已久的涂层应用砂纸打磨后再涂刷下一道漆；

8.2.11.5 聚氨酯漆施工粘度(涂－4 粘度计)刷涂时为 30～50s，喷涂时为 20～35s。调整粘度所用的稀释剂为 X－11 稀释剂。亦可用无水环己酮和无水二甲苯(比例为 1∶1)调配，严禁使用醇类溶剂作稀释剂。

8.2.12 氯化橡胶漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.12.1 氯化橡胶漆分一般型与厚浆型。厚浆型漆涂层厚度每层可达 70μm；

8.2.12.2 氯化橡胶漆施工前应先用氯化橡胶云铁防锈漆或富锌底漆打底。底漆干固后，再进行各层漆的涂覆，每层漆的涂覆必须待前一层漆干固后进行，涂覆间隔时间应符合表 8.2.12 的规定：

表 8.2.12　　涂 覆 间 隔 时 间

温　度(℃)	−20～0	0～15	15 以
间隔时间(h)	24	12	8

8.2.12.3　氯化橡胶漆的施工方法，可采用刷涂或滚涂，使用前必须搅拌均匀；氯化橡胶漆可在−20℃～50℃进行施工；

8.2.12.4　氯化橡胶漆的稀释剂可采用芳烃、酯类和酮类等溶剂。

8.2.13　氯磺化聚乙烯漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.13.1　双组份氯磺化聚乙烯漆的配比为：

底漆为 A 组份比 B 组份为 5∶1；

磁漆为 A 组份比 B 组份为 4∶1；

清漆为 A 组份比 B 组份为 4∶1；

配好后的漆应在 12h 内用完；

8.2.13.2　氯磺化聚乙烯漆的施工可采用刷涂、喷涂、浸涂。每层涂覆间隔时间应大于 1h。全部涂覆完毕，应在常温下放置 10～15 天后方可使用；

8.2.13.3　如漆液粘度过高，可用二甲苯稀释，严禁使用其他类型稀释剂；

8.2.13.4　氯磺化聚乙烯漆必须放置于阴凉通风处密封贮存，严防水分侵入。

8.2.14　无机富锌漆的配制与施工应符合下列规定：

8.2.14.1　无机富锌漆由水玻璃和锌粉配制而成。当设计无规定时，其配比可按本规范附录 B 附表 B.23、附表 B.24 配制；

8.2.14.2　按本规范附表 B.23 配制无机富锌漆时，首先用水把硅酸钠调稀，再倒入锌粉和一氧化铅搅拌均匀，静置 1～2h 即可涂刷。配制的漆液应在 8h 之内用完；

8.2.14.3　无机富锌漆使用稀磷酸作固化剂时，磷酸(浓度 35%)与水的体积比为 10～15∶85～90；

8.2.14.4　按本规范附表 B.23 配制的无机富锌漆的施工程序：

应先对工件表面进行喷砂处理，使之达到 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级，随即涂刷第一层涂料，自然干固 2h 后，用配制好的磷酸溶液在涂层上涂刷 2～3 遍，自然固化 2h，然后用水对固化后的涂层进行水洗，水洗可用涂刷或浇喷方法，洗净涂层表面磷酸溶液，待表面水分蒸发后，即可进行第二遍涂层施工，重复以上固化、水洗过程，直到涂层厚度达到设计规定值为止；

8.2.14.5　按本规范附表 B.24 配制无机富锌漆时，应先将锌粉、硅酸钠、海藻酸钠水溶液混合并搅拌均匀，再用网号 0.63 标准筛过滤即为漆液。固化剂为氯化镁水溶液；

8.2.14.6　按本规范附表 B.24 配制的无机富锌漆的施工程序：

应先对工件表面进行喷砂处理，使之达到 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级，随即应涂刷第一层涂料，自然干固 3～4h 后，用配制好的氯化镁水溶液在涂层上涂刷 2～3 遍，24h 后用水进行水洗。水洗可用涂刷或浇喷方法。洗净氯化镁水溶液，待表面水分蒸发后，即可进行第二遍涂层施工。重复以上固化、水洗过程，直到涂层厚度达到设计规定值为止；

8.2.14.7　无机富锌漆宜采用刷涂；

8.2.14.8　涂刷无机富锌漆时，应随时搅拌防止锌粉沉淀，每次涂层厚度应为 50～80μm

(涂膜厚度)；

在无机富锌漆表面涂覆其他漆时，检查富锌漆表面应呈中性；

8.2.14.9 使用定型产品无机富锌漆时，必须按产品说明书进行。

8.2.15 漆酚清漆的施工应符合下列规定：

8.2.15.1 漆酚清漆可采用刷涂、喷涂。刷涂时应纵横交错，往复进行。涂膜应均匀。喷涂时应无露底、漏喷和流挂等现象；

8.2.15.2 施工温度宜为0～35℃，不得在露天涂覆，严禁日光曝晒；

8.2.15.3 施工时相对湿度应在80%以下，施工后相对湿度宜在85%以上；

8.2.15.4 一次涂膜厚度宜在30μm左右；

8.2.15.5 漆酚清漆施工如添加填充料时，应自底层到面层逐层减少填充料的比例，面层可不加填充料；

8.2.15.6 漆酚清漆的稀释剂可采用二甲苯或二甲苯比丁醇为1∶1的混合液；

8.2.15.7 漆酚清漆涂覆后，应自然干固15天以上方可使用。

8.3 质 量 检 查

8.3.1 在防腐蚀涂料施工过程中，应随时检查涂层层数及涂刷质量。

8.3.2 涂层施工完成后应进行外观检查，涂层应光滑平整，颜色一致，无气泡、剥落、漏刷、反锈、透底和起皱等缺陷。用5～10倍的放大镜检查，无微孔者为合格。

8.3.3 当设计要求测定厚度时，可用磁性测厚仪测定。其厚度偏差不得小于设计规定厚度的5%为合格。

9 衬 铅 及 搪 铅

9.1 一 般 规 定

9.1.1 衬铅及搪铅包括钢制工业设备、管子、管件的铅衬里及搪铅。

9.1.2 铅板焊接和搪铅可采用氢氧焰或乙炔氧焰焊接。施焊时必须采用中性焰，并应避免仰焊。

9.1.3 焊工考试应按本规范 7.1.4 和附录 H 中 H.2 的有关规定执行。

9.2 原材料的质量要求

9.2.1 铅板应无砂眼、裂缝及厚薄不均匀等缺陷，否则应予修补或剔除。铅板表面应光滑清洁，不得有污物、泥砂和油脂。

9.2.2 铅板的化学成份及规格应符合本规范附录 A 附表 A.39 和附表 A.40 的规定。

9.2.3 焊条材质应与焊件材质相同。焊条表面应干净、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 9.2.3 的规定。

表 9.2.3 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

9.2.4 搪铅常用的焊剂配比应符合表 9.2.4 的规定。

表 9.2.4 搪铅常用的焊剂配比

序 号	成份			
	氯化锌	氯化锡	氯化亚锡	水
1	65		35	300
2	25		5～7	75
3	45	25		30
4	2	1		6

注：氯化锌、氯化亚锡和氯化锡的纯度应为 98%以上，水应采用蒸馏水。

9.3 焊　　接

9.3.1 施焊的焊缝中不应有油脂、泥砂、水等杂质。

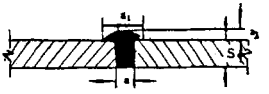
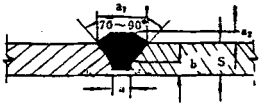
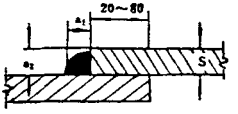
9.3.2 焊口边缘及焊口的坡口必须用刮刀刮净，使之露出金属光泽，并应随刮随焊。焊缝为多层焊时，每焊完一层必须将表面刮净后，方可焊下一层。

9.3.3 铅板焊接时，焊缝应错开，避免十字交叉。错开距离不得小于 100mm。

9.3.4 焊接前应将焊口相互对正，先点焊固定，点焊间距应为 200～300mm，然后再进行焊接。

9.3.5 平焊对接焊缝，当板厚为 1.5～3mm 时，焊接不应小于两道，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 3～6mm 时，焊接不应少于三道；当板厚为 6～10mm 时，不应少于四道；当板厚为 10mm 以上时，不应少于五道。焊接接头形式应符合表 9.3.5 的规定。

表 9.3.5　　**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+1～1.5

9.3.6 平焊所用焊条直径、焊嘴直径与板厚的关系应符合表 9.3.6 的规定。

表 9.3.6　　焊条直径、焊嘴直径与板厚的关系(mm)

焊件厚度	焊条直径	氢氧焰焊嘴直径	乙炔氧焰焊嘴直径
1～3	2～3	0.5～2	0.5
3～6	3～5	0.8～2	0.75
6～12	5～7	1.5～2.5	1.25

9.3.7　立焊应采用搭接，焊条直径、焊嘴直径与板厚的关系应符合表 9.3.7 的规定。

表 9.3.7　　焊条直径、焊嘴直径与板厚的关系(mm)

焊件厚度	焊条直径	氢氧焰焊嘴直径	乙炔氧焰焊嘴直径	焊接方法
1.5～3	不用焊条或 2～3	0.5～1.0	0.50	直接法
3～6	2～4	1.0～1.5	0.60	直接法
6～12	3～5	1.5～2.5	0.75	—

9.3.8　横焊应采用搭接。当板厚为 1～2mm 时，可以不加焊条；当板厚为 3～4mm 时，焊接不应少于两道；当板厚为 5～7mm 时，不应少于三道。焊条直径及焊嘴直径应符合本规范表 9.3.7 的规定，焊缝尺寸应符合本规范表 9.3.5 的规定。

9.3.9　仰焊必须采用搭接，且只宜焊接板厚为 6mm 以下的铅板。

9.4　衬铅、搪铅的准备及施工

9.4.1　铅板下料场地应设置木制平台，且应平整干净，下料者应穿软底鞋。

9.4.2　敲打铅板必须使用木制工具，严禁用金属工具。

9.4.3　已下好料的铅板，应标明尺寸、编号，妥善存放。

9.4.4　自制的焊条应随用随制，不宜存放过久。

9.4.5　吊装铅板前，应清除衬铅设备内的一切杂物，并应轻起轻放，严禁用钢丝绳直接绑扎起吊。

9.4.6　整体金属设备在衬里前，应先在外壳最低部位，钻直径为 6～10mm 的小孔数个，作为铅衬里试漏时的检漏孔。

9.4.7　衬铅可采用搪钉固定法、螺栓固定法、压板或压条固定法、铅铆钉固定法和焊接铆钉固定法(图 9.4.7－1～9.4.7－6)。

9.4.8　各固定点间的距离宜为 250～900mm，成等边三角形排列。设备顶部可适当增加固定点。平底设备的底部可少用或不用固定点。

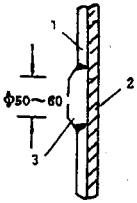


图 9.4.7—1　搪钉固定法

1—衬铅板；2—设备本体；
3—搪钉。

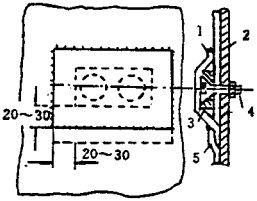


图 9.4.7—2　螺栓固定法

1—覆盖板；2—设备本体；
3—板带；4—埋头螺栓；5—衬铅板。

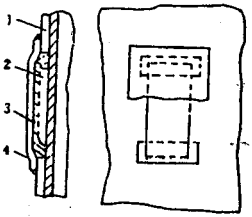


图 9.4.7—3　压板固定法

1—设备本体；2—铅衬里层；
3—碳钢压板；4—铅覆盖板。

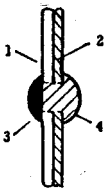


图 9.4.7—4　铅铆钉固定法

1—衬铅板；2—设备本体；
3—焊接处；4—铅铆钉。

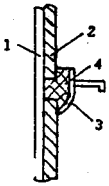


图 9.4.7—5　焊接铆钉固定法

1—衬铅板；2—设备本体；
3—挡模；4—铆钉。

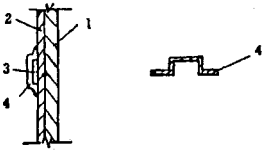


图 9.4.7—6　压条固定法

1—设备本体；2—衬铅板；
3—钢板压条；4—铅防护条。

9.4.9 压条固定铅板，可采用竖向或横向压条，用扁钢条压紧，此钢条可用平头螺栓与设备本体固定，再用铅板条防护(图 9.4.7—6)。

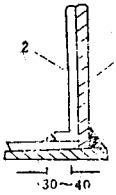


图 9.4.11 设备拐角处焊接形式

1—设备本体；2—衬铅板。

9.4.10 当铅板厚度在 6mm 以下时，铅板衬里宜采用螺栓固定法。

9.4.11 焊缝的组对应便于施焊。方槽转角处焊缝搭接形式应符合图 9.4.11 的规定。3mm 以下的铅板处于立、横、仰位置的焊缝应搭接。

9.4.12 塔、罐、槽等设备的人孔、进出料口的焊接，可按图 9.4.12—1、图 9.4.12—2 的规定进行。

9.4.13 铅板与设备内壁应紧密贴合，不得凸凹不平。

9.4.14 搪铅可采用“直接搪铅”或“间接搪铅”两种方法进行。

9.4.14.1 直接搪铅法：

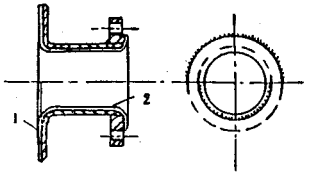


图 9.4.12—1 横向孔衬里及焊接

1—衬铅板；2—孔衬铅板。

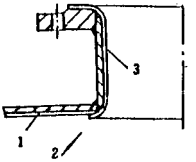


图 9.4.12—2 上下孔衬里及焊接

1—衬铅板；2—焊缝；3—孔衬铅板。

(1)搪铅的基层表面应无氧化皮、夹杂物、油脂和化学杂质等；

(2)搪铅应在平搪的位置上进行，当基体倾斜超过 30°时，每次可搪 2～4mm 厚，搪道宽度宜为 15～25mm；

(3)搪铅至少应搪两道。在搪完第一层铅之后，应用清水将附着在表面上的焊剂洗净，并用刮刀将表面刮光，然后再进行第二层搪铅直至所需厚度。最后一层必须用火焰重熔一次，使其平整；

9.4.14.2 间接搪铅法：

(1)应先在被搪表面采用加热涂锡法进行挂锡，应薄而均匀，挂锡厚度应为 15～20μm，然后再搪铅；

(2)搪铅温度应控制在 190～230℃之间，以防锡层熔化流淌。

9.4.15 搪铅时，每层应进行中间检查。其厚度应厚薄一致，不应有夹渣、裂纹、鼓泡、气孔、焊瘤等缺陷。

9.5 质 量 检 查

9.5.1 铅衬里的检查：

9.5.1.1 外观检查：用目测或 5～10 倍的放大镜全面检查衬铅板表面不得有机械损伤、凹陷或减薄。焊道应平整均匀，无缩孔、偏歪、错口等缺陷为合格；

9.5.1.2 剖割检查：当对焊道质量有明显怀疑时，可对该焊道进行剖割检查，焊道应无夹层、气孔、未焊透等缺陷；

9.5.1.3 常压设备必须进行盛水试漏。受压设备应进行水压试验。试验的压力为工作压力的 1.25 倍时，稳压 3～5min，然后降至工作压力，检查检漏孔处无泄漏为合格；

9.5.1.4 衬后的零部件，可进行充气试验。将空气通入衬铅零、部件衬里的夹层中，使其压力维持 1961～2942Pa(200～300mmH_2O)。

在焊缝处涂上肥皂水，检查无肥皂泡发生为合格；

9.5.1.5 作气密试验时，可将氨气通入设备衬里的夹层中，其压力维持 98～196Pa(10～20mmH_2O)，用浸有酚酞指示剂的试纸在焊道上移动，试纸不变色即为合格。修焊缺陷处时，必须置换合格，方可动火施焊；

也可采用浓度为 20%的硫酸涂于铅表面，3h 后用水清洗，再用刚果红试剂检查焊缝和怀疑部位，以刚果红不变成兰色为合格。

9.5.2 搪铅层的检查：

9.5.2.1 外观检查：用目测或 5～10 倍的放大镜检查表面无裂纹、缩孔、夹渣等缺陷为合格；

9.5.2.2 厚度检查：可采用磁性厚度测量仪进行。如设计对厚度偏差无规定时，其厚度允许偏差应为 0～25%。不同部位均应测量的检测点应不少于 3 点；

9.5.2.3 剖割检查：在搪铅表面选定 2～3 处，用扁铲把搪铅层铲掉，检查厚度和结合情况，厚度必须符合设计要求，结合层无气孔、夹渣为合格；

9.5.2.4 搪铅层表面微孔检查，应按下列方法之一进行：

(1)在搪铅设备内装入 5%的硫酸，停放 24h 后把酸放掉，再停放 24h，检查搪铅层没有锈蚀点即为合格；

(2)在搪铅层表面上，均匀涂抹 20%的硫酸，放置 48h，检查无腐蚀点为合格；

或采用刚果红检查，其方法应按本规范 9.5.1.5 的有关规定进行；

9.5.2.5 特殊重要的设备，可用超声波探伤器进行检查，以确定搪铅层与设备本体是否结合紧密。

9.5.3 对铅衬里层和搪铅层的所有缺陷和在检查中破坏的部位，必须全部修补好后，重新进行检验直至合格。

10 气　喷　涂

10.1 一 般 规 定

10.1.1 气喷涂包括铝、锌线材的气喷涂。

10.1.2 喷涂施工条件：环境温度应高于5℃，或基体金属表面温度应比露点温度高3℃。在雨天、潮湿或盐雾的环境中，喷涂作业必须在室内或工棚中进行。

10.1.3 经喷砂处理后的金属表面、喷涂层表面（含中间层），不得污染或用沾有油脂的手触摸。

10.1.4 喷涂厚度应符合设计文件规定。如无规定时，喷铝厚度宜为0.2～0.25mm，喷锌厚度宜为0.1～0.15mm。

10.2 原材料的质量要求

10.2.1 采用射吸式气喷枪（SQP-1型）时，应采用Φ2mm或Φ3mm的金属丝。铝丝含铝量不应低于99.5%，锌丝含锌量不应低于99.85%。使用时，金属丝必须保持表面光洁、无油、无折痕。

10.2.2 氧气纯度应为99.2%以上。压缩空气的质量应符合本规范3.3.2的规定。乙炔气纯度应为96.5%以上，并应净化或干燥。

10.3 气喷涂施工

10.3.1 经喷砂后的基体表面，应尽快进行喷涂，其间隔时间越短越好。在晴天或不太潮湿的天气，间隔时间不得超过12h；在雨天潮湿或含盐雾的环境，间隔时间不得超过2h。

10.3.2 使用氧气前，应将氧气瓶的出口阀门瞬间开放，以吹出积尘。使用新胶管或较长时间未用的旧胶管时，应吹除管内积尘。

10.3.3 喷枪使用前应作气密性试验。

10.3.4 检查减压阀是否正常，并调整适当。检查油水分离器的作用是否良好，工作前应把积水放掉。

10.3.5 SQP-1型气喷枪使用的气体工艺要求应符合下列规定：

10.3.5.1 氧气使用压力应为0.4～0.6MPa（常用0.4MPa）；

10.3.5.2 乙炔气使用压力应为0.05～0.1MPa（常用0.07MPa）；

10.3.5.3 压缩空气使用压力应为0.5～0.6MPa。

10.3.6 在点火前，必须将喷枪总阀全开，除去氧气、压缩空气及乙炔气的混合物。点火

时，金属丝应伸出喷嘴的空气风帽外 10mm 以上，并必须在金属丝不断输送时方能点火。

10.3.7 点火工作完毕后，应仔细检查调整金属丝输送速度及氧气、压缩空气、乙炔气的压力，直至正常为止。

10.3.8 喷涂时，喷枪与工件应成垂直方向。在无法垂直的情况下，喷枪与工件表面的斜度不应小于 45°。喷枪与加工件的表面距离应为 120～150mm，最大距离不宜超过 200mm。

10.3.9 喷涂层厚度超过 0.1mm 时，应分层喷涂。前一层与后一层必须进行 90°交叉或 45°交叉喷涂。如果喷涂小件或薄壁件时，应控制工件温度不得超过 100℃。当工件温度大于 100℃时，应停止喷涂，待工件降温至 40～50℃时，再进行喷涂。

10.3.10 喷枪移动速度宜为 300～400mm/s，调节喷枪火花的密集度，可保证熔融材料的细密度。必须防止工件表面有局部过热或喷涂层局部过厚的现象。

10.3.11 喷涂过程中，不得用手抚摸被喷涂的表面。

10.3.12 喷涂完毕，将喷枪总阀回到全关位置。关闭氧气、压缩空气、乙炔气的各路阀门，拆除各路胶管，按喷枪说明书保养喷枪。

10.4 质量检查

10.4.1 喷涂层的检查：

10.4.1.1 外观检查：用目测或 5～10 倍的放大镜进行检查。喷涂层表面应无杂质、翘皮、鼓泡、裂纹、大熔滴及脱皮等现象为合格；

10.4.1.2 厚度检查：用磁性测厚仪进行检查。测得的任何一点厚度值，不得低于设计规定的最小厚度值；

10.4.1.3 孔隙率的检查：清除喷涂层表面的油污、尘土并进行干燥，然后用浸有 10g/1000ml 的铁氰化钾或 20g/1000ml 的氯化钠溶液的试纸覆盖在喷镀层上 5～10min，试纸上出现的兰色斑点不应多于 1～3 点/cm^2 为合格。

10.4.2 检查中发现的缺陷经补喷后，重新进行上述检验直至合格。

11 安 全 技 术

11.0.1 参加防腐蚀工程的操作人员和管理人员，施工前必须进行安全技术教育，必要时应进行安全技术考试，考试不合格者不得独立操作。

11.0.2 易燃、易爆和有毒材料，应存放在专用仓库内。存放时每个品种应隔开适当距离。仓库应有专人管理，库内设置明显标志。

11.0.3 材料仓库及施工现场，必须有足够的消防水源，配备相应的消防设施，并应经常检查。消防道路应畅通。

11.0.4 所有的电气设备必须接地。每个电源开关应安装漏电安全保护开关。设备、管道内照明装置应采用保护罩保护，防止灯泡打破引起火灾，电压不得高于 24V。灯线必须是胶皮线，不得漏电。在易燃、易爆环境中使用的电气设备、照明灯具及开关应选用防爆型。一切电气工具在使用完后或操作人员离开工作岗位时，必须关闭电气开关，切断电源。

11.0.5 金属表面喷砂前，应检查喷砂设备、管道压力表等，一切正常时，方可开车。操作时，待操作人员拿好喷枪并发出信号后，方可将压缩空气送入喷砂设备。操作终了或中途停车时，应等喷砂管内压缩空气排净后，方可放下喷枪。喷砂时，无关人员不得靠近喷砂现场。

11.0.6 用水稀释硫酸、盐酸、硝酸时，必须一面搅拌，一面将酸慢慢倒入水中，不得将水直接倒入酸内；操作时应备有 2～5%的碳酸钠溶液。如酸接触皮肤时，应及时用水冲洗。

11.0.7 在高度 2m 以上的脚手架或吊架上进行操作时，应戴安全帽及安全带。对高、低血压、弱视、耳聋、平足等健康上有异常的人，严禁高空作业。

11.0.8 起重机、绞车、绑绳套及叉车的开动，要有专人操作，并应规定操作信号。对起重机具要进行定期检查。

11.0.9 施工现场应设置排风通风设备，有害气体粉尘不得超过允许含量极限。其值应符合表 11.0.9－1～表 11.0.9－4 的规定。施工人员要站在上风操作。对工作间和防腐容器内，每日均应使用有害气体检测管进行多次快速检测。

11.0.10 氟硅酸钠有毒，苯磺酰氯对呼吸道及粘膜有强烈的刺激性。操作人员未穿戴必备的劳动保护用品时，不得进行施工。

有接触防腐蚀材料过敏的人员不得从事防腐蚀工程的施工。

11.0.11 现场玻璃钢衬里的施工，应添加阻燃剂。如未添加时，必须进行特殊交底。

表 11.0.9－1　　危险物品的贮存及操作的指定数量

分　　类	品　　名	数　　量(L)
第一石油类	丙酮、甲苯、汽油	100
第二石油类	二甲苯、煤油	500

表 11.0.9—2　　仓库及操作场所空气中有害气体、蒸气的最高允许浓度

编　号	品　名	最高允许浓度(mg/m³)
1	二甲苯	100
2	甲　苯	100
3	丙　酮	400
4	煤　油	300
5	溶剂汽油	350
6	乙　醇	1500
7	苯乙烯	40
8	环己酮	50

表 11.0.9—3　　仓库及操作场所空气中有害粉尘的最高允许浓度

编　号	物质名称	最高允许浓度(mg/m³)
1	含有 10%以上游离二氧化硅的粉尘(石英、石英岩等)	2
2	其它各种粉尘	10

表 11.0.9—4　　仓库及操作场所空气中有害金属粉尘的最高允许浓度

编　号	物质名称	最高允许浓度(mg/m³)
1	铅及无机化合物	0.01
2	铝、氧化铝、铝合金	2

11.0.12　橡胶硫化作业前，硫化罐应定期检查。硫化时，要有专人操作，硫化后，应注意在罐内不得发生负压。必须严格遵守压力容器管理规定。

11.0.13　在封闭式容器内进行防腐蚀作业时，至少应设有二个人孔，并按设备容积和每日防腐作业量，设置送排气量机，保证足够的换气量。并应有操作人员出入的专用口。

11.0.14　在易燃、易爆气体环境中，动火除必须办理动火证外，还应经安全部门批准后，方可动火。

11.0.15　操作人员必须熟悉有关氧气瓶、乙炔瓶及用电方面的安全技术知识。操作时，乙炔瓶、氧气瓶和喷枪必须成三角地带放置，相隔 10m 以上；乙炔瓶应有可靠的防止回火安全装置。

11.0.16　易挥发的可燃气体，如苯、汽油、酒精和各种溶剂，应保存在密封的容器内，避免日光曝晒，并应与热源，火种和施工现场隔离。

11.0.17　易燃、易爆区操作人员不得穿带钉鞋，不得穿非阻燃型化纤织物，不得携带火柴、打火机等引燃物。并应防止铁件互碰引起火花，设备均应设有静电接地。

11.0.18　严禁熔融的铅与水或潮湿的物质接触，以防飞溅。

11.0.19　承受压力的施工机具、设备应备有安全装置和压力表，严格遵守压力容器管理

规定，并应进行定期校验。

11.0.20 从事防腐蚀工程的操作人员，应采取下列劳动保护措施：

11.0.20.1 操作人员应根据本规范有关章、节的要求，配备必要的劳动保护用品：如工作服（呢子、绸子、防静电）、鞋、手套、帽、防护眼镜、防尘防毒口罩、防护面具、急救氧气呼吸器、毛巾、肥皂及防护油膏等；

11.0.20.2 操作人员每半年应进行一次健康检查，不适合从事某项防腐蚀作业的人员，应调离此项工作岗位；

11.0.20.3 食物、饮料不得带入施工现场，更不得在现场进餐，下班后应洗漱更衣方得离开施工现场；

11.0.20.4 操作人员应按国家有关规定享有必要的保健待遇。

12 工 程 验 收

12.0.1 防腐蚀工程未经交工验收，不得交付生产使用。

交工验收必须在该项防腐蚀工程的全部工序完成后方可进行。

12.0.2 交工验收时，应提交下列资料：

12.0.2.1 设备、管子及管件的出厂合格证(或其抄件)和其它质量检验文件；

12.0.2.2 各种耐腐蚀制成品的配比及其指定质量指标的试验报告和现场复验报告；

12.0.2.3 设计变更通知单、材料代用的技术文件以及施工过程中对重大技术问题的处理记录；

12.0.2.4 隐蔽工程自检记录。

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

12.0.4 设备、管子及管件防腐蚀工程施工及验收记录应符合表 12.0.4－1 的格式，各种防腐蚀制成品的试验报告应符合表 12.0.4－2 的格式。

表 12.0.4－1　　工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收记录表

工程编号或名称：　　年　月　日

防腐部位	基层表面处理		隔离层			防腐面层			质量评定
	处理方法	检验结果(等级)	名称	层数或厚度	检验结果	名称	层数或厚度	检验结果	

技术负责人：　　施工班(组)　　质检员：

表 12.0.4－2　　防腐材料及制成品试验报告

工程编号或名称：　　年　月　日

制品名称：

使用部位及用途：

原材料技术指标：

名　称	牌　号	指　标	质量评定

施工配合比：

养护条件：

试验项目及结果：

项　目	指　标		质量评定
	规范要求值	实际试验值	

主管：　　审核：　　试验者：

附录 A　原材料的质量指标

附表 A.1　铸石板质量指标

项　目	指　标
外　观	灰黑色
耐酸度(%)	>99
吸水率(%)	<1
抗压强度(MPa)	>588
弯曲强度(MPa)	>65
耐急冷、急热性能	
水浴法 20～70℃　反复一次	50/14*
或气浴法 25～200℃　反复一次	

*注：50/14 表示取 50 块试样，不合格者不超过 14 块即认为合格。

附表 A.2　不透性石墨板质量指标

项目 \ 石墨种类	酚醛浸渍石墨	改性酚醛浸渍石墨	呋喃浸渍石墨	水玻璃浸渍石墨
容重(g/cm³)	2.03	1.80	1.80	—
抗压强度(MPa)	>59	>39.2	>49	>40.7
抗拉强度(MPa)	>12.5	>7.5	>7.5	>5.0
渗透性水压(MPa)	>0.6	>0.6	>0.6	>0.3
最高使用温度(℃)	180	<180	<200	400
长期使用温度(℃)	−30～120	−30～120	−30～180	−30～370

附表 A.3　　水玻璃的质量指标

项目	指标	
	钾水玻璃	钠水玻璃
外观	无色透明液体，无杂质	略带黄色的透明粘稠状液体
模数	2.6～2.9	
密度(g/cm³)	1.38～1.45	

注：①水玻璃胶泥所用水玻璃密度为 1.38～1.45g/cm³。

②水玻璃的模数或密度如不符合上述要求时，应按本规范的附录 D 进行调整。

附表 A.4　　氟硅酸钠的主要质量指标

项目	指标
纯度(%)	≥95
含水量(%)	≤1
细度(0.15mm 筛孔)	全部通过

注：受潮结块时应在不高于 100℃的温度下烘干并研细全部通过孔径 0.15mm 的筛。

附表 A.5　　E 型环氧树脂的质量指标

项目	E－44	E－42
外观	淡黄至棕黄色粘厚透明液体	
环氧值(当量/100g)	0.41～0.47	0.38～0.453
软化点(℃)	12～20	21～27

注：贮存期为一年，超过贮存期可按产品标准规定项目进行检验。如符合质量要求时，仍可使用。

附表 A.6　　酚醛树脂质量指标

项目	指标
外观	棕红色粘稠液体
游离酚含时(%)	<10
游离醛含量(%)	<2
含水率(%)	<10
粘度(落球粘度计 25℃，s)	45～65

注：①酚醛树脂一般在常温下贮存期为一个月，为延长树脂的贮存时间，可采用冷藏法或加入 10%的苯甲醇，贮存期可延长到三个月左右。苯甲醇的质量指标应符合本规范附录 A 附表 A.20 的规定。

②酚醛树脂在使用前必须将树脂表面析出的水倒掉。

附表 A.7　　呋喃树脂质量指标

项　　目	指　　标		
	糠　醇　型	糠　酮　型	糠醇糠醛型
外　　观	红棕色粘稠液	黑棕色粘稠液	棕 褐 色 液
树脂含量(%)	>95	>94	—
水　　分(%)	<1	<1	—
pH 值	7	7	—
粘度(涂－4 粘度计 25℃,s)			20～30

注:①糠酮型呋喃树脂主要用于配制环氧呋喃树脂;
②呋喃树脂的贮存期一般为一年左右。

附表 A.8　　煤焦油质量指标

项　　目	指　　标	
	一　　级	二　　级
密度(g/cm³)	1.12～1.20	1.13～1.22
水分(%)	≤4.0	≤4.0
灰分(%)	≤0.15	≤0.15
游离碳(%)	≤6.0	≤10.0
粘度(E80)	≤5.0	≤5.0

注:煤焦油在使用时,应在 110～150℃时脱水,滤去杂质,冷却后备用,其含水率不得大于 1%。

附表 A.9　　不饱和聚酯树脂质量指标

项　　目	指　　标	
	双酚 A 型	邻 苯 型
外　　观	黄色透明液	黄色透明液
酸值(KOH mg/g)	12～23	17～27
粘度(25℃,Pa,s)	2.5～8.5	2.5～7.5
固体含量(%)	50～65	60～70
胶化时间(250℃　min)	8～30	10～30

注:贮存期 20℃时为六个月,30℃为三个月。

附表 A.10　　乙二胺质量指标

项　　目	指　　标
外观(目视)	无色透明液体
纯度(%)	>90
含水率(%)	<1

附表 A.11　　间苯二胺质量指标

项　　目	指　　标
密度(g/cm^3)	1.139
沸点(℃)	284～287
熔点(℃)	63～65

附表 A.12　　二乙烯三胺质量指标

项　　目	指　　标
含量(%)	≥90
其它胺类(%)	<3
灼烧残渣(%)	≤0.1
沸程(180～210℃)	≥90%

附表 A.13　　聚酰胺树脂质量指标

项　　目	TY－200	TY－203	TY－300
外　　观	棕红色粘稠液	棕色粘稠液	棕色粘稠液
胺　　值	215±5	200±20	315±15

附表 A.14　　T31 质量指标

项　　目	指　　标
粘度(厘泊)	1100～1300
密度(25℃)	1.08～1.09
胺值(KOH mg/g)	460～480

注:贮存期为一年,属低毒固化剂。

附表 A.15　　C20 质量指标

项目	指标
粘度(涂－4 粘度计 25℃,s)	120～400
密度(g/cm³,25℃)	1.10
胶值(KOH mg/g)	>450

注:贮存期为一年,属低毒固化剂。

附表 A.16　　NJ－2 型质量指标

项目	指标
密度(g/cm³,25℃)	1.08～1.10
粘度(涂－4 粘度计 25℃,s)	300～600
胶值(KOH mg/g)	650～50

注:贮存期为一年,属低毒固化剂。

附表 A.17　　苯磺酰氯的质量指标

项目	指标
纯度(%)	>98.5
密度(g/cm³,15℃)	1.37～1.41
凝固点(℃)	14～16

附表 A.18　　对甲苯磺酰氯的质量指标

项目	指标
纯度(%)	97
熔点(℃)	67.5～71
灼烧残渣	0.1

附表 A.19　　NL 型质量指标

项目	指标
密度(g/cm³,25℃)	1.16±0.01
酸值(以 H_2SO_4 计%)	18±2
游离酚(%)	<6
粘度(涂－4 粘度计 25℃,s)	20～30

注:贮存期不超过一年。

附表 A.20　　苯甲醇的质量指标

项　　目	指　　标
外　　观	无色透明液体
纯　度(%)	>99
游离酸(%)	<0.03

附表 A.21　　硫酸的质量指标

项　　目	指　　标
纯度(%)	≥98
密度(g/cm³)	1.84
灼烧残渣含量(%)	≤0.1
外　观	无色透明液体

附表 A.22　　乙醇的质量指标

项　　目	指　　标
纯度(%)	≥95
水分(%)	≤1
密度(g/cm³)	0.79
外　观	无色透明液体

附表 A.23　　丙酮的质量指标

项　　目	指　　标
外　观	无色透明液体
纯度(%)	>90
沸点(℃)	55.5～57
含水率(%)	<0.6
密度(g/cm³)	0.790～0.794

附表 A.24　　甲苯的质量指标

项　　目	指　　标
外观(目视)	无色透明液体
纯度(%)	>99
沸点(℃)	109～110
含水率(%)	<1

附表 A.25　　二甲苯的质量指标

项　　目	指　　标
外　观	淡黄色液体
密度(g/cm³)	0.840～0.870
纯度(%)	≥75

附表 A.26　　苯乙烯的质量指标

项　　目	指　　标
外　　观	无色透明液体
密度(g/cm³)	0.9058～0.9030
纯度(%)	≥90

附表 A.27　　填料的质量指标

项　　目	指　　标
耐酸度(%)	≥95
含水率(%)	≤0.5
细　度	0.15mm 筛孔筛余不大于 5%
	0.09mm 筛孔筛余不大于 15～30%

注：①水玻璃胶泥不宜单独使用石英粉；

②树脂胶泥采用酸性固化剂时，填料的耐酸度不应小于 98%，并用下列方法之一检验，合格后方可使用。

检验方法：

(i)做 3cm×3cm×3cm 胶泥试块，刮平待凝固后，如有起鼓现象，则为不合格，必须进行酸洗处理；

(ii)将粉料置于烧瓶中，加盐酸使之淹没，如没有气泡逸出则为合格，否则必须酸洗处理。

附表 A.28　　KPI 粉料的质量指标

项　　目	指　　标
耐酸度(%)	>95
含水率(%)	<0.5
粒度 0.09mm	
筛孔筛余量(%)	50～55
0.45mm	
筛孔筛余量(%)	5～15

附表 A.29　　IGI 耐酸灰质量指标

项　　目	指　　标			
	水分%	含量(%)	规格(目)	质量比(%)
氟硅酸钠	<0.3	>99	<180	6.5
石英粉	<0.3	SiO_2>98	80～120 <180	11.5 15
长石粉	<0.3	SiO_2>65	40～120 <180	23.2 34.3
矾土渣		SiO_2>49	<180	7.5
硅　胶		工业用	<180	2.0

附表 A.30　　糠醇糠醛胶泥粉的质量指标

项　　目	指　　标
体积安定性	合格
硬化时间(20～25℃)	≤12h

注：糠醇糠醛胶泥粉已含有固化剂。

附表 A.31　　自然硫化橡胶板机械物理性能质量指标

性能 项目 \ 胶种牌号	软胶
扯断强度(MPa)	≥10
扯断伸长率(%)	≥350
胶板与金属剥离强度(N/cm)	≥70
硬度(邵氏 A)	55～70

附表 A.32　　预硫化橡胶板机械物理性能质量指标

性能 项目 \ 胶种牌号	软胶
扯断强度(MPa)	≥5
扯断伸长率(%)	≥400
软胶与金属剥离强度(N/2.5cm)	≥70
硬度(邵氏 A) 47～57	47～57

附表 A.33　　常压热水硫化橡胶板机械物理性能质量指标

性能 项目 \ 胶种牌号	硬胶	软胶
扯断强度(MPa)		≥12
扯断伸长率(%)		≥350
硬胶与金属结合力(MPa)	≥6	
硬度(邵氏)	90±5	70±5

附表 A.34 常压蒸汽硫化橡胶板机械物理性能质量指标

性能 项目 \ 胶种牌号	硬胶、半硬胶	软胶
扯断强度(MPa)		≥10
扯断伸长率(%)		≥350
硬胶与金属结合力(MPa)	≥6	
硬度(邵氏 A)	>98	55～70

附表 A.35 氯丁胶粘剂质量指标

项目	指标
外观	米黄色粘稠液体
固体含量(%)	≥25
粘度(25℃,Pa.s)	2～3
使用温度(℃)	≤110

附表 A.36 聚异氰酸酯质量指标

项目	指标
外观	紫红色或红色液体
NCO 含量(%)	20±1
不溶物含量(%)	≤0.1

附表 A.37 磷化底漆的质量指标

指标名称	指标
磷化底漆外观	黄色半透明粘稠液体
磷化液外观	无色至微黄色透明液体
漆膜外观	黄绿色半透明
粘度(未加磷化液前涂－4 粘度计)(s)	30～70
干燥时间(h)	0.5
附着力(MPa)	0.1

附表 A.38

过氯乙烯漆、环氧树脂漆、聚氨基甲酸酯及其配套底漆的质量指标

	涂漆名称	指标			
		漆膜颜色及外观	粘度(涂-4粘度计)(s)	干燥时间(24～26℃,相对湿度60～70%)(h)	附着力(级)
过氯乙烯漆及配套底漆	G07－3 各色过氯乙烯腻子(ZBG－51066－87)	色调不规定,腻子膜应平整,无明显粗粒		<3	—
	G06－4 铁红过氯乙烯底漆(ZBG－51065－87)	铁红,色调不规定,漆膜平整,无粗粒	60～140	<1	<2
	G52－1 各色过氯乙烯防腐漆(ZBG－51067－87)	符合标准样板及色差范围,漆膜平整光亮	30～75	<1	<3
	G52－2 过氯乙烯防腐漆(ZBG－51068－87)	浅黄色透明溶液,无显著机械杂质	20～50	<1	—
过氯乙烯漆及配套底漆	X08－1 各色乙酸乙烯无光乳胶漆(ZBG－51070－87)	符合标准样板及色差范围,平整无光	15～45(加20%水测定)	<2	—
	C06－1 铁红醇酸底漆(ZBG－51010－87)	漆膜平整无光,色调不规定	60～120	<24	1
	H06－2 铁红环氧酯底漆(ZBG－51048－87)	铁红,色调不规定,漆膜平整	50～80	<24	1
环氧漆	H07－5 各色环氧酯腻子(ZBG－51050－87)	色调不规定,涂刮后腻子层应平整,无明显粗粒,无擦痕,无气泡,干后无裂纹	—	<24	—
	H06－1 云铁环氧沥青底漆(分装)	红褐色,色调不规定,平光		<24	<2
	H52－33 各色环氧防腐漆(分装)	奶白,灰色,黑色,近似标准样板,无可见的粗粒	30(用80g涂料,20g二甲苯测定)	<24	
	H01－4 环氧沥青漆(分装)	黑色光亮	40～100	<24	<3
	H01－1 环氧清漆(分装)	透明无机械杂质	60～90	<24	

续附表 A.38

	涂漆名称	指标			
		漆膜颜色及外观	粘度(涂－4粘度计)(s)	干燥时间(24～26℃,相对湿度60～70%)(h)	附着力(级)
聚氨酯漆	S06－2铁红、棕黄聚氨酯底漆(分装)	铁红,棕黄色,漆膜平整		<24	<2
	S04－4灰聚氨酯磁漆(分装)	灰色,漆膜平整,光亮		<24	<2
	S01－2聚氨酯清漆(分装)	黄或棕色,漆膜透明		<24	<2
酚醛防腐漆	F50－31各色酚醛耐酸漆	符合标准样板,在色差范围内		表干≤4,实干≤18(温度25±1℃,相对湿度65±5%)	≤1
	F04－60各色酚醛无光磁漆		70～110s(涂－4)	表干≤4,实干≤18(温度25±1℃,相对湿度65±5%)	≤1
	F50－1酚醛环氧酯烘干防腐蚀清漆	符合标准样板,在色差范围内		表干≤4,实干≤8(温度25±1℃,相对湿度65±5%)	≤1
	F52－52各色酚醛环氧酯烘干防腐蚀漆	符合标准样板,在色差范围内		表干≤4,实干≤18(温度25±1℃,相对湿度65±5%)	≤1
氯磺化聚乙烯漆	J52-1(K52－1)氯磺化聚乙烯漆	符合标准样板,在色差范围内	底漆80～130	表干≤0.5,实干24h(25±1℃,相对湿度75%)	≤2
	J52－2氯磺化聚乙烯漆	符合标准样板,在色差范围内	中间漆100～200	表干≤0.5,实干24h(25±1℃,相对湿度75%)	≤2
	J52－3氯磺化聚乙烯耐水涂料	符合标准样板,在色差范围内	面漆60～100	表干≤0.5,实干24h(25±1℃,相对湿度75%)	≤2
	J52－4氯磺化聚乙烯耐油涂料	符合标准样板,在色差范围内		表干≤0.5,实干24h(25±1℃,相对湿度75%)	≤2
	J52－5氯磺化聚乙烯管道防腐涂料	符合标准样板,在色差范围内		表干≤0.5实干24h(25±1℃,相对湿度75%)	≤2
漆酚漆	J－09－12漆酚清漆	深棕色	50～100	表干<2,实干24h(温度15～35℃,相对湿度≥75%)	

附表 A.39　　铅板的化学成分(GB1470－88)

金属分类	牌号	主要成分(%)		杂质含量(%)≤				
		Pb≥	Sb	Ag	Cu	Sb	As	Bi
纯铅	Pb_1	99.994	—	0.0005	0.001	0.001	0.0005	0.003
	Pb_2	99.9	—	0.002	0.01	0.05	0.01	0.03
	Pb_3	99.0	—	0.003	0.1	0.5	0.2	0.2

续附表 A.39

金属分类	牌号	主要成分(%)		杂质含量(%)≤			
		Pb≥	Sb	Sn	Zn	Fe	总和
纯铅	Pb_1	99.994	—	0.001	0.0005	0.0005	0.006
	Pb_2	99.9	—	0.01	0.002	0.002	0.1
	Pb_3	99.0	—	0.2	0.01	0.01	1.0

附表 A.40　　铅板的尺寸及其允许偏差(GB1470-88)　　单位:mm

厚度	厚度允许偏差		宽度允许偏差		长度允许偏差	
	普通精度	较高精度	<1000	≥1000	≤5000	>5000
0.5	±0.10	±0.05				
1.0	±0.15	±0.10				
1.5	±0.15	±0.10				
2.0	±0.15	±0.10				
2.5	±0.15	±0.10				
3.0	±0.20	±0.15				
3.5	±0.20	±0.15				
4.0	±0.20	±0.15	+20	+30	+40	+60
4.5	±0.20	±0.15	0	0	0	0
5.0	±0.27	±0.20				
6.0	±0.27	±0.20				
7.0	±0.27	±0.20				
8.0	±0.35	±0.25				
9.0	±0.35	±0.25				
10.0	±0.38	±0.30				
12.0	±0.38	±0.30				

附录B　施　工　配　比

附表 B.1　　热碱除油配比及工艺条件

编　号	组成(g/l)	处理温度(℃)	处理时间(min)
1	氢氧化钠　50 磷酸三钠　30 水玻璃　5 碳酸钠　30 水　余量	100	30～40
2	氢氧化钠　30 磷酸三钠　15 水玻璃　15 硫酸钠　5 水　余量	85～95	20～30

注：①为加速除油过程，应经常搅拌；

②工件经除油处理后，应用热水洗涤至中性，然后用布擦干或烘干；

③施工方法可采用浸泡法或喷射法。

附表 B.2　　乳化液除油配比

序　号	名　称	质量比(%)
1	煤　油	67
2	松　节　油	22.5
3	月　桂　酸	5.4
4	三乙醇胺	3.6
5	丁基溶纤剂	1.5

注：①操作温度：室温；

②施工方法可采用喷淋法或浸渍法。

附表 B.3　　酸洗液的配比方法及工艺条件

名　　称	配　比	处理温度(℃)	处理时间(min)	备　　注
工业盐酸(%) 乌洛托平(%) 水	15～20 0.5～0.8 余量	30～40	5～30	除铁锈快，效果好，适用于钢铁表面严重锈蚀的工件
工业盐酸(密度 1.18)(g/1) 工业硫酸(密度 1.84)(g/1) 乌洛托平　　(g/1) 水	110～180 75～100 5～8 余量	20～50	5～50	适用于钢铁及铸铁工件除锈
工业硫酸(密度 1.84)(g/1) 食盐(g/1) 若丁或硫脲(g/1) 水	180～200 40～50 8 余量	65～80	16～50	适用于铸铁及清理大块锈皮，若铸铁表面有型砂，可加 2～5%氢氟酸
工业磷酸(%) 水	2～15 余量	80	30～60	适用于锈蚀不严重的钢铁工件，常用作涂料的基体金属表面处理

附表 B.4　　碱性钝化液配比及工艺条件

名　　称	配　　比	溶液 pH 值	处理温度(℃)	处理时间(min)
亚硝酸钠 水	0.5～5% 余量	9～10	室　温	5

注：①溶液的酸碱度可用碳酸钠进行调节；

②防止溶液中混入氯离子；

③亚硝酸钠应密封存放，钝化溶液应随配随用，以防失效；

④施工方法可采用浸泡法或喷淋法；

⑤钝化液在排放前应经处理，并不得与酸接触。

附表 B.5　　水玻璃耐酸胶泥施工配比

名　　称	胶泥配比（质量比）		
	1	2	3
钠水玻璃	100	—	100
钾水玻璃	—	100	—
氟硅酸钠	15～18	—	—
铸石粉	255～270	—	—
瓷粉	(200～250)	—	—
石英粉比铸石粉为 7∶3	(200～250)	—	—
石墨粉	(100～150)	—	—
KPI 粉料	—	240～250	—
IGI 耐酸灰	—	—	240～250

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 的填料可任选一种使用。

附表 B.6　　环氧树脂胶泥施工配比

名　　称		胶泥配比(质量比)	
		1	2
环氧树脂 E－44		100	
环氧树脂 E－42			100
固化剂	乙二胺	6～8	6～7
	乙二胺比丙酮为 1∶1	(12～16)	(12～14)
	间苯二胺	(15)	(15)
	二乙烯三胺	(10～12)	(10～12)
	590 号	(15～20)	(15～20)
	苯二甲胺	(19～20)	(19～20)
	聚酰胺	(40～80)	(40～80)
	T31	(15～40)	(15～40)
	C20	(20～25)	(20～25)
	NJ－2 型	(15～20)	(15～20)
增塑剂：邻苯二甲酸二丁酯		10	10
填料	石英粉(或瓷粉)	150～250	150～250
	铸石粉	(180～250)	(180～250)
	硫酸钡	(180～250)	(180～250)
	石墨粉	(100～160)	(100～160)

注：①乙二胺用量以乙二胺为 100%计，若纯度不足时，应换算增加；

②固化剂和填料可任选一种使用。

附表 B.7　　酚醛树脂胶泥施工配比

名称		胶泥配比(质量比)	
酚醛树脂		100	100
固化剂	1. 苯磺酰氯	6～10	
	2. 对甲苯磺酰氯	(8～12)	
	3. 硫酸乙酯(硫酸比乙醇为 1∶2～3)	(6～8)	
	4. NL 型		6～10
	5. 复合固化剂		
	(1)对甲苯磺酰氯比硫酸乙酯为 7∶3	(8～12)	
	(2)苯磺酰氯比硫酸乙酯为 1∶1	(6～10)	
稀释剂:丙酮或乙醇			0～5
填料	1. 石英粉	150～200	150～200
	2. 瓷粉	(150～200)	(150～200)
	3. 铸石粉	(180～230)	(180～230)
	4. 石英粉比铸石粉为 8∶2	(150～200)	
	5. 硫酸钡	(180～220)	
	6. 石墨粉	(180～230)	(90～120)

注:①表中固化剂和填料都可任选一种使用;

②耐氢氟酸工程,填料应选用硫酸钡粉;

③使用 NL 型固化剂时,稀释剂宜用乙醇。

附表 B.8　　呋喃胶泥施工配比

名称		胶泥配比(质量比)		
		糠醇树脂	糠酮树脂	糠醇糠醛树脂
呋喃树脂		100	100	100
稀释剂:甲苯或丙酮		0～10	0～10	
固化剂	苯磺酰氯 苯磺酰氯比磷酸为 4∶3.5～5 硫酸乙酯(硫酸比乙醇为 2～3∶1)	10 (8～12)	10～14	
增塑剂	亚磷酸三苯酯(液体)	10	10	
填料	1.石英粉或瓷粉 2.石英粉比铸石粉为 9∶1 或 8∶2 3.硫酸钡 4.胶泥粉	130～200 (130～180) (180～220)	130～200 (130～180) (180～220)	350～400

注:①表中固化剂按呋喃树脂品种选用;粉料可任选一种;

②耐氢氟酸工程,填料应选用硫酸钡粉;

③固化剂苯磺酰氯与磷酸可同时加入树脂中,搅拌均匀后再加入填料。

附表 B.9　　环氧酚醛树脂胶泥施工配比

名称		胶泥配比(质量比)	
		1	2
粘结剂	环氧树脂 酚醛树脂	70 30	70 30
固化剂	乙二胺 NJ－2	6～8	8～15
增塑剂	邻苯二甲酸二丁酯	0～10	0～10
填料	铸石粉 石英粉或瓷粉 石墨粉	(180～220) 150～200 (80～120)	180～220 (150～200) (90～120)

注:填料可任选一种使用。

附表 B.10　　环氧呋喃树脂胶泥施工配比

名称		胶泥配比(质量比)	
		1	2
粘结剂	环氧树脂	70	70
	呋喃树脂	30	30
固化剂	NJ－2		8～15
	乙二胺	6～8	
	二乙烯三胺>95%	10	10
增塑剂	苯二甲酸二丁酯	0～10	0～10
填料	铸石粉	180～200	180～200
	石英粉或瓷粉	(150～200)	(150～200)
	石英粉比铸石粉为 2∶3	(180～220)	(180～220)
	石墨粉	(90～150)	(90～150)

注：填料可任选一种使用。

附表 B.11　　环氧煤焦油树脂胶泥施工配比

类别	胶泥配比(质量比)					
	加工煤焦油	甲苯	环氧树脂	甲苯	乙二胺:丙酮 1∶1 溶液	石英粉
1.无液剂型	100		100		12～16	424
2.有液剂型	85	15	85	15	10.2～14	420

注：①加工煤焦油应用高温煤焦油；

②环氧树脂一般用 E－51、E－44、E－42 等。

附表 B.12　　双酚 A 不饱和聚酯树脂胶泥施工配比

名称	胶泥配比(质量比)
双酚 A 不饱和聚酯树脂	100
50%过氧化环己酮糊	2～4
环烷酸钴苯乙烯溶液	0.5～4
石英粉	200～250
铸石粉	(250～300)

附表 B. 13　　预硫化丁基胶板胶粘剂配合比与使用时间

项　　目	胶粘剂 A		胶粘剂 B	
	体积比(1)	质量比	体积比(1)	质量比
1#胶粘剂	1.00	0.641	1.00	0.476
2#胶粘剂	0.40	0.321	1.00	0.476
硬化剂	0.05～0.06	0.04～0.05	0.08～0.1	0.05～0.06
使用时间 20℃(h)	2		2	
干燥时间 20℃(min)	60		30	

附表 B. 14　　环氧树脂玻璃钢的施工参考配比(质量比)

名　　称	底　漆	腻　子	贴衬布	面　漆
环氧树脂 E－44	100	100	100	100
乙二胺	6～8	6～8	6～8	6～8
间苯二胺	(14～16)	(14～16)	(14～16)	(14～16)
丙酮	20～30	0～10	10～15	10～15
粉料	0～20	150～200	5～10	0～10

注：乙二胺、间苯二胺纯度按 100%计，配比时可任选一种。粉料可选瓷粉、石英粉或辉绿岩粉。

附表 B. 15　　酚醛玻璃钢的施工配比(质量比)

名　称	底　漆	腻　子	贴衬布	面　层
环氧树脂 E－44	100	—	—	—
酚醛树脂 2130 号		100	100	100
苯磺酰氯		6～8	6～8	6～8
乙二胺	6～8			
丙　酮	40～50			
乙　醇			10～20	10～20
粉　料	15～20	120～150	10～15	10～15

附表 B.16　　环氧酚醛玻璃钢的施工配比(质量比)

名　称	底　漆	腻　子	贴衬布	面　层
环氧树脂	70	70	70	70
酚醛树脂	30	30	30	30
乙二胺	4～6	4～6	4～6	4～6
间苯二胺	(12～14)	(12～14)	(12～14)	(12～14)
丙　酮	20～25	0～10	15～20	10～15
粉　料	5～10	150～200	10～15	0～10

注：乙二胺、间苯二胺纯度按100%计，配比时可任选一种。粉料可选瓷粉、石英粉或铸石粉。

附表 B.17　　环氧呋喃玻璃钢的施工配比(质量比)

名　称	底　漆	腻　子	贴衬布	面　层
环氧树脂	70	70	70	70
呋喃树脂	30	30	30	30
乙二胺	4～6	4～6	4～6	4～6
间苯二胺	(12～14)	(12～14)	(12～14)	(12～14)
丙　酮	20～25	0～10	10～15	10～15
粉　料	5～10	150～200	10～15	0～15

注：乙二胺、间苯二胺纯度按100%计，配比时可任选一种。粉料可选瓷粉、石英粉或铸石粉。

附表 B.18　　环氧煤焦油玻璃钢的施工配比(质量比)

名　称	底　漆	腻　子	贴衬布	面　层
环氧树脂	100	50	50	50
煤焦油		50	50	50
丙　酮	40～50	—	—	—
甲苯或二甲苯			10～15	10～15
乙二胺	6～8	3～4	3～4	3～4
粉　料	15～20	120～150	5～15	5～15

附表 B.19　　不饱和聚酯玻璃钢施工配比(质量比)

名　称	底　漆	腻　子	贴衬布	面　层
不饱和聚酯树脂	100	100	100	100
50%过氧化氢环己酮糊	2～4	2～4	2～4	2～4
环烷酸钴苯乙烯溶液	0.5～4	0.5～4	0.5～4	0.5～4
粉　料	0～15	150～200	10～15	0～15

附表 B.20　　酚醛树脂漆配比

名　称	配　比(质量比)		
	1	2	3
酚醛树脂	100	100	50
精萘(>98%)	9		9
乙　醇	25	20	50
石墨粉	20～30	20～30	/
瓷　粉			18
甲　苯			15

注:①面层可不加粉料;

②配比 2 热处理温度为 130℃,恒温 8～10h。

附表 B.21　　自配环氧树脂漆配比

名　称	配　比(质量比)	
	1	2
环氧树脂(E－44、E－42)	100	100
间苯二胺		14～16
乙二胺	6～8	
邻苯二甲酸二丁酯	10	
丙酮(或乙醇)	(20～30)	(30～35)
粉料:石墨粉、石英粉、铸石粉、瓷粉	25～30	30

注:①间苯二胺、乙二胺纯度按 100%计,粉料可任选一种。如选用石墨粉,用量应适当减少;

②表中括号内的数字为代用或可选用的数字。

附表 B.22　　自配环氧酚醛树脂涂料配比

名　称	配　比(质量比)
环氧树脂(E44)	30
醇溶性热固型酚醛树脂	70
丙酮(工业用)	12
乙醇(工业用)	28

注:自配环氧树脂涂料应混合搅拌均匀,并放置 40min 后使用。

附表 B. 23　　无机富锌漆配比(配比一)

材料名称	规格	质量比
锌粉	细度 120～200 目	100
硅酸钠	模数 3.0～3.2	17～19
自来水		10～12
黄丹(一氧化铅)	工业品	1～2

附表 B. 24　　无机富锌漆配比(配比二)

材料名称	规格	质量比
锌粉	细度 120～200 目	100
硅酸钠	模数 3.0～3.2	6.7
1%海藻酸钠水溶液		16.7
28%氧化镁水溶液		适量

附 B. 25　　不同环境对涂料的选择

介质 \ 涂料种类	氯磺化聚乙烯漆	酚醛树脂漆	过氯乙烯树脂漆	环氧树脂漆	聚氨酯漆	无机富锌漆	漆酚树脂漆	氯化橡胶漆
耐酸	✓	✓	✓		✓		✓	✓
耐碱	✓		✓	✓	✓			✓
耐盐雾			✓	✓	✓	✓		
耐溶剂				✓	✓		✓	
耐油			✓	✓	✓	✓	✓	
耐水		✓	✓	✓	✓	✓		✓
耐热				✓		✓		
耐候	✓		✓			✓		
一般								

注:有"✓"者为宜选用品种。

附表 B.26　　不同涂覆表面对底漆的选择

涂覆表面	底漆类别
黑色金属	醇酸、酚醛、沥青、烯类、环氧、硝基、过氯乙烯
铝及铝合金	酚醛、醇酸、烯类、环氧
镁及镁合金	同上
锌	烯类、酚醛、环氧

附录C　原材料和制成品的试验方法

C.1　一般规定

C.1.1　本规范所列试验方法凡国家标准有规定者按国家标准执行，无国家标准者按本规范试验方法执行。

C.1.2　原材料经试验结果不合格者，应加倍取样，进行重复试验如仍不合格者，则不予验收。

C.2　主要原材料取样法

C.2.1　耐酸砖和铸石板的取样应按《耐酸砖》(GB8488-87)或《铸石制品检验、验收、标志、包装运输规则》(JC258－81)执行。

C.2.2　粉料取样时应从每批中的不同地点(不少于5处)共取5kg，搅拌均匀后取样1kg。

C.2.3　水玻璃取样时，应先将桶内水玻璃搅匀，如数桶水玻璃混合使用时，应先在大容器内充分混合均匀后再取样。

取样可用直径1cm的玻璃管，以管内外液面相平的速度插入桶的中部取样，取不少于500g的平均试样，装入清洁、干燥带有盖子的瓶中以供检验。

桶装时每批取样件数不少于50%，且不少于3桶。

C.2.4　树脂分桶取样时，试样应不少于500g，桶内树脂表面若析出水分，应在取样前倒掉。

C.3　原材料的试验方法

C.3.1　耐酸砖、板、铸石板、粉料的耐酸度测定法：

C.3.1.1　耐酸砖耐酸率的测定应按《耐酸砖》(GB8477－87)执行；

C.3.1.2　铸石板耐酸率测定应按《铸石板耐酸碱腐蚀性能试验方法》(JC258-81)执行；

C.3.1.3　粉料的耐酸率测定，粉料的细度应取原有细度。

将试样在105～110℃烘干至恒重，冷却后用千分之一天平称取试样1g置于250ml的锥形烧瓶内，加入硫酸(化学纯95～98%)25ml，并在烧瓶上连接冷凝管将烧瓶加热至沸腾，保持1h后停止加热。待瓶内硫酸蒸汽完全消失时，拆去冷凝管。一面摇动锥形烧瓶，一面慢慢注入蒸馏水50ml，同时用少量蒸馏水冲浇冷凝管和塞子，并将冲洗后的水收集在同一烧瓶内。为了避免试样损失，过滤时可向烧瓶内加入少量用无碳滤纸制成之滤纸浆。过滤时先将定量纸浆放在带有中速滤纸(兰带的)之漏斗底上，用热蒸馏水冲洗烧瓶，并将此水注入漏斗，然后用热蒸馏水洗涤滤纸上残渣，至洗涤水(用0.1%甲基橙溶液试验)无反应为止。将带有残渣的滤纸干燥并在瓷坩埚内碳化，灼烧至恒重。

耐酸率按下式计算：

$$耐酸率(\%)=\frac{G_1}{G_2}\times 100 \qquad (附C-1)$$

式中：G_1——灼烧后残渣质量(g)；

G_2——试样质量(g)。

取两次平行试验的平均值作为试验结果，平行试验的误差应在0.5%以内。

C.3.2 耐酸砖的吸水率测定应按《耐酸砖》(GB8488－87)执行。

C.3.3 耐酸砖和铸石板的热稳定性测定法：

C.3.3.1 耐酸砖热稳定性的测定应按《耐酸砖》(GB8488－87)执行；

C.3.3.2 铸石板热稳定性的测定应按《铸石板材耐急冷急热性能试验方法》(JC261－81)执行。

C.3.4 粉料的含水率和细度体积安定性测定法：

C.3.4.1 含水率测定：

用百分之一天平称取试样100g，在105～110℃烘干至恒重，冷却后称重。

含水率按下式计算：

$$含水率(\%)=\frac{G-G_1}{G}\times 100 \qquad (附C-2)$$

式中：G——烘干前试样质量，g；

G_1——烘干后试样质量，g。

C.3.4.2 细度测定：

用百分之一天平称取已烘干至恒重的试样50g，倒入规定筛孔的筛内。过筛时使试样均匀分布在筛网上，应反复摇动，摇动速度约每分钟125次。将近筛完时，除去筛底，改在纸上筛动，至每分钟通过筛孔的质量不超过0.05g为止。称取筛余物，以其克数乘2即得筛余百分数。以不超过表4.2.6规定的筛余量为合格。

当用两种筛孔的筛子控制细度时，通过上一级筛孔的试样，应全部倒入下一级筛孔的筛内，进行过筛，不得散失。

C.3.5 粉料的亲水系数测定法：

用百分之一天平称取经烘干至恒重并冷至室温的粉料两份各5g，分别置于两瓷皿内加入蒸馏水15～30ml，用橡皮杆仔细研磨5min，然后将试样冲洗到100ml的量筒内(量筒刻度为0.5ml，该刻度应用滴管加以校正)，使量筒的水面读数为50ml。在另一个瓷皿内，以脱水煤油代替蒸馏水，按上述同样方法进行处理。

当两个量筒内的沉积粉料膨胀停止后，读其体积数。

$$亲水系数=\frac{V_1}{V_2} \qquad (附C-3)$$

式中：V_1——水中沉积物的体积(cm^3)；

V_2——煤油中沉积物的体积(cm^3)。

取两次试验的平均值作为试验结果，两次试验的偏差，在用同样液面时的读数不超过±0.2cm^3，而亲水系数不得超过±3%。

C.3.6 水玻璃的模数测定法：

C.3.6.1 氧化钠含量测定：

用万分之一天平称取试样1g置于锥形瓶内，加蒸馏水50ml摇匀。加入0.1%的1∶1水醇溶液的溴酚兰指示剂1～2滴，以0.5N盐酸溶液滴定，至兰色变为无色或略带黄色为终点。

氧化钠含量按下式计算：

$$氧化钠含量(\%)=\frac{V\times N\times 0.031}{G}\times 100 \qquad (附C-4)$$

式中：V——耗用盐酸溶液之毫升数；

N——盐酸溶液当量数；

G——试样质量(g)。

C.3.6.2 二氧化硅含量测定：

在上述测定后的溶液内加入氧化钠 5g，摇匀，此时溶液又转为兰色。加入 0.2%的甲基红指示剂 1ml，溶液变为黄绿色。用 0.5N 盐酸溶液滴定至红色，再过量 2～3ml，然后用 0.5N 氢氧化钠溶液回滴至黄绿色为终点。

二氧化硅含量按下式计算：

$$二氧化硅含量(\%)=\frac{(V_1-V_2)\times N\times 0.0152}{G}\times 100 \qquad (附 C-5)$$

式中：V_1——耗用盐酸溶液的毫升数；

V_2——耗用氢氧化钠溶液换算成盐酸的毫升数；

N——盐酸溶液当量数；

G——试样质量(g)。

(3)模数计算：

水玻璃模数为其组成中二氧化硅与氧化钠的克分子比值：

$$模数=\frac{二氧化硅含量(\%)}{氧化钠含量(\%)}\times 1.032 \qquad (附 C-6)$$

C.3.7 水玻璃的密度测定法：

把试样置于 250ml 的量筒内，温度调至 20℃。把标准比重计(四位读数)轻轻浸入液内，待其停止下沉，平视液面，读出比重计数字，即为密度。

C.3.8 氟硅酸钠的纯度、含水率和细度的测定法：

应按《氟硅酸钠》(HG1-211-65)进行测定。

C.3.9 耐酸水泥中氟硅酸钠含量的测定：

从混有氟硅酸钠的耐酸水泥中精确称取试样 1g，置于 300ml 烧杯中，加入 150ml 热蒸馏水，搅拌后煮沸 15min，然后趁热过滤，用热水洗净(至少十次)，保存滤液，滤液中加入 4～5 滴酚酞，用 0.1N 氢氧化钠标准液滴至微红色，测定结果按下式计算：

$$氟硅酸钠(\%)=\frac{N\times V\times 0.04202}{G}\times 100 \qquad (附 C-7)$$

式中：N——氢氧化钠浓度(标准溶液)；

V——消耗氢氧化钠标准液的毫升数；

G——试样质量(g)；

0.04202——氟硅酸钠的毫克当量。

C.3.10 E 型环氧树脂的环氧值和软化点测定法：

应按《E 型环氧树脂》(HG2－741－72)执行。

C.3.11 酚醛树脂的游离酚含量、游离醛含量、含水率和粘度测定法：

C.3.11.1 游离酚含量测定：

用万分之一天平称取试样 1g，置于 1000ml 的圆底烧瓶内，加入乙醇 20ml 使其溶解。加入蒸馏水 50ml，然后将蒸馏出的游离酚馏出物收集在 1000ml 的容量瓶内。控制蒸馏速度为 40～50min 内蒸馏物约 500ml。当以饱和溴水滴入蒸馏物内无白色沉淀时停止蒸馏。将馏分用水稀释至 1000ml 刻度，充分摇匀。

用移液管吸馏出物 100ml，移入容积为 500ml 带塞的锥形瓶内。加入 0.1N 溴溶液 25ml，再加入试剂级的盐酸 5ml，在室温下放在暗处 15min。加入 10g 碘化钾溶液 20ml，在暗处再放 10min。然后加入氯仿 1ml。用 0.01N 硫代硫酸钠溶液滴定至碘色将近消失时再加入淀粉指示

剂约 1ml，继续滴定至蓝色恰好退尽为止。

同时进行空白试验。把 20ml 乙醇用蒸馏水稀释至 1000ml，然后取其 100ml 按上述步骤进行试验。

游离酚含量按下式计算：

$$游离酚含量(\%)=\frac{(V_1-V_2)\times N\times 0.01568}{G}\times 100 \qquad (附 C-8)$$

式中：V_1——空白试验耗用硫代硫酸钠溶液之毫升数；

V_2——试样试验耗用硫代硫酸钠溶液之毫升数；

N——硫代硫酸钠溶液当量数；

G——试样质量(g)。

C.3.11.2 游离醛含量测定：

用万分之一天平称取试样 3g，置于 300ml 的烧瓶内。加入酒精 100ml，用玻璃棒搅拌均匀，制成试样溶液，盖好备用。

在烧杯内加入酒精 50ml，加入 1%酚溴蓝指示剂 3 滴，再加入试样溶液 10ml，然后用稀盐酸中和至黄色。加入 10%羟基胺盐酸 10ml，摇动 10～15min，用 0.1N 氢氧化钠溶液滴定至绿色。

不加入试样溶液按上述同样方法作空白试验。

游离醛含量按下式计算：

$$游离醛含量(\%)=\frac{(V_1-V_2)\times N\times 0.03}{G}\times 100 \qquad (附 C-9)$$

式中：V_1——试样试验耗用氢氧化钠溶液之毫升数；

V_2——空白试验耗用氢氧化钠溶液之毫升数；

N——氢氧化钠溶液当量数；

G——试样质量(g)。

C.3.11.3 含水率测定：

用万分之一天平称取试样 10g 置于 250ml 的圆底烧瓶内。加入三混甲酚 50ml，再加入水饱和苯 80ml。接上蒸馏接收器和回流冷凝器，控制温度使溶剂回流速度每分钟 2～5 滴，回流 1h 以上，至无水分流出为终点。

含水率按下式计算：

$$含水率(\%)=\frac{G_1}{G}\times 100 \qquad (附 C-10)$$

式中：G_1——蒸馏水分质量(g)；

G——试样质量(g)。

C.3.11.4 粘度测定：

应按《涂料粘度测定法》(GB1723－79)执行。

C.3.12 呋喃树脂的固体含量、灰分、含水率和粘度测定法：

C.3.12.1 固体含量测定：

先将表面皿在 105～110℃烘干至恒重。并在干燥器内冷却至室温。

用万分之一天平称取试样 10g 于表面皿中，在 170℃的温度下烘干至恒重。

固体含量按下式计算：

$$固体含量(\%)=\frac{G_1}{G}\times 100 \qquad (附 C-11)$$

式中：G_1——试样烘干后质量(g)；

G——试样烘干前质量(g)。

C.3.12.2 灰分测定：

先将瓷坩埚灼烧至恒重，并冷却至室温。然后用万分之一天平称取试样 1g，置于埚内，再灼烧至恒重。

灰分按下式计算：

$$灰分(\%)=\frac{G_1}{G}\times 100 \qquad (附 C\text{-}12)$$

中：G_1——灼烧后试样质量(g)；

G——灼烧前试样质量(g)。

C.3.12.3 含水率测定：

先取试样约 1g 于比色管中，加入无水乙醇溶解，再加入 0.1g 无水硫酸铜，摇匀后观察无水硫酸铜是否呈蓝色。如呈蓝色则说明有水分存在。

然后用万分之一天平称取试样 10g，置于容积为 250ml 的圆底烧瓶内，加入甲苯 100ml。接上蒸馏接受器和回流冷凝器，回流 1h 以上，至无水分离出为终点。

含水率按下式计算：

$$含水率(\%)=\frac{G_1}{G}\times 100 \qquad (附 C-13)$$

式中：G_1——蒸出水分质量(g)；

G——试样质量(g)。

C.3.12.4 粘度测定：

应按《涂料粘度测定法》(GB1723－79)执行。

C.3.12.5 糠酮糠醛呋喃粉料体积安定性测定法：

糠酮糠醛胶泥粉用糠酮糠醛呋喃胶泥测定。

将树脂与粉料按配合比混合，搅拌均匀后装入 30mm×30mm×30mm 试模内，振实并刮平表面，在 20～25℃下养护，固化时材料在试模内没有起鼓，即为安定性合格；

C.3.13 煤焦油的含水率测定法：

应按《煤焦油》(GB3701－83)执行。

C.3.14 乙二胺的纯度测定法：

预先将 30ml 乙醇放入 200ml 烧杯中，加 0.2～0.25g 试样，再加一吸管(约 5ml)95%的水杨酸，摇匀使成结晶状。再加 40ml 蒸馏水放置 1h 左右，放置时的温度最好维持在 10℃以下。

用 3 号砂芯吸滤管，其一端与抽吸管连接，另一端插入溶液中进行抽气过滤，除去滤液。沉淀物用清水洗涤两次，每次 10ml 左右，仍用抽气管除去洗液。将洗净之沉淀物用 30ml 左右 0.5N 盐酸溶液溶解，加甲基橙指示剂 1～2 滴，再以0.5N 氢氧化钠溶液滴定过量之酸。

乙二胺纯度按下式计算：

$$纯度(\%)=\frac{(NV-N_1V_1)\times 0.03005}{G}\times 100 \qquad (附 C-14)$$

式中：N——盐酸溶液当量数；

V——耗用盐酸溶液之毫升数；

N_1——氢氧化钠溶液当量数；

V_1——耗用氢氧化钠之毫升数；

G——试样质量(g)。

C.3.15 苯磺酰氯和对甲苯磺酰氯的纯度测定法：

用万分之一天平称取试样 1.5g，置于 300ml 锥形瓶内，用 100ml 移液管准确吸取 100ml 0.25N 氢氧化钠溶液加入锥形瓶内，装上冷凝器，回流 1 小时后，冷至室温。加酚酞指示剂 3

滴，以 0.5N 盐酸溶液滴定至红色消失为终点。

苯磺酰氯纯度按下式计算：

$$纯度(\%)=\frac{(NV-N_1V_1)\times 0.082}{G}\times 100 \qquad (附 C-15)$$

对甲苯磺酰氯的纯度按下式计算：

$$纯度(\%)=\frac{(NV-N_1V_1)\times 0.0925}{G}\times 100 \qquad (附 C-16)$$

式中：N——氢氧化钠溶液当量数；

V——耗用氢氧化钠溶液之毫升数；

N_1——盐酸溶液当量数；

V_1——耗用盐酸溶液之毫升数；

G——试样质量(g)。

C.3.16 涂料的漆膜颜色、外观、粘度、干燥时间和附着力测定法：

C.3.16.1 漆膜颜色测定：按《清漆、清油及稀释剂颜色测定法》(GB1722－79)进行测定；

C.3.16.2 漆膜外观测定：按《清漆、清油及稀释剂外观和透明度测定法》(GB1721－79)进行测定；

C.3.16.3 粘度测定：按《漆膜粘度测定法》(GB1723－79)进行测定；

C.3.16.4 干燥时间测定：按《涂膜、腻子膜干燥时间测定法》(GB1728－79)进行测定；

C.3.16.5 附着力测定：按《漆膜附着力测定法》(GB1720－79)进行测定。

C.3.17 生漆的漆酚含量测定法：

用千分之一天平称取试样 5g，以 20ml 无水乙醇溶解过滤，并用 20～30ml 无水乙醇洗涤至洁净为止。然后将无水乙醇不溶物的滤液，在沸腾的水浴锅上蒸发至恒重。

漆酚含量按下式计算：

$$漆酚含量(\%)=\frac{G_1}{G}\times 100 \qquad (附 C-17)$$

式中：G_1——滤液蒸发至恒重的质量(g)；

G——试样质量(g)。

C.4 制成品的试验方法

C.4.1 水玻璃胶泥的性能测定法：

C.4.1.1 水玻璃胶泥的稠度测定：

将拌和均匀的水玻璃胶泥一次装入圆锥模内，连同底板振动 25 次(亦可用人工捣实方法)，然后用湿布擦过的抹刀将多余胶泥刮去，整平表面。

将盛胶泥的圆锥模，移至水泥凝结时间测定仪的试杆(直径 10±0.04mm，质量 300±2g)下面，试杆应对准圆锥模中心。放松制动螺丝，使试杆自由沉入胶泥中。在突然放松制动螺丝的同时开动秒表，至 30s，拧紧制动螺丝，试杆降落的距离即为稠度值。

C.4.1.2 水玻璃胶泥的凝结时间测定：

将拌和均匀的水玻璃胶泥一次装入圆锥模内，连同底板振动 25 次(亦可用人工捣实方法)，然后用湿布擦过的抹刀将多余胶泥刮去，整平表面。

将盛胶泥的圆锥模，移至水泥凝结时间测定仪的试针(直径为 1.1±0.04mm，质量 300±2g)下面。放松制动螺丝，将试针下端降至与胶泥表面接触时，拧紧制动螺丝，然后，突然放松制动螺丝，让试针自由沉入胶泥中。在刚开始测定期间，应轻轻扶住试针上端的活动杆，以防试针

猛然冲击底板而弯曲，但初凝时间仍应以自由降落测定的结果为准。初凝前，每 5min 测定一次；初凝后，每 15min 测定一次。每次测定后，须将试针擦拭干净。每次测定须将圆锥模连同底板稍稍移动，不使试针再针入原针孔内。

由加入水玻璃时起，至试针沉入胶泥深度为 39.0～39.5mm，而不再沉入时止，所需的时间为初凝时间；由加入水玻璃时起，至试针沉入胶泥中不超过 1mm 时止，所需的时间为终凝时间。

测定时，圆锥模不得受任何震动，并保持在温度为 20～25℃、相对湿度小于 80%的空气环境中。

C.4.1.3 水玻璃胶泥的抗拉强度和浸酸安全性测定：

将拌和均匀的水玻璃胶泥装入 12 个"8"型试模内，连同底板置于跳桌上，用手稍扶住，跳动 25 次（亦可用人工捣实方法），刮去多余胶泥并整平表面。在温度为 20～25℃、相对湿度小于 80%的空气中养护 2 昼夜后脱模，并继续在上述环境中养护 14 昼夜（从成型完毕时起）。取出 6 个试块按《水泥胶砂强度检验方法》(GB177－85)进行抗拉强度测定；另 6 块置于浓度为 40%的工业硫酸中煮沸 1h，并在该酸液中缓慢冷却至常温。取出试块后，用水冲洗。并用毛巾或滤纸擦干。1 昼夜后检查试块有无裂纹、掉角、疏松和膨胀等现象。若试块完整，表面和酸液亦无显著变色，则为合格。

C.4.1.4 水玻璃胶泥的吸水率（煤油吸收法）测定：

将配制好的水玻璃胶泥装满预先涂过黄油的、衬聚乙烯薄膜厚度不低于 0.05mm 的 3cm×3cm×3cm 的试模内（每组 4 块），连同底板振动 25 次，然后用湿布擦过的刮刀将多余的胶泥刮去，整平表面。

试块在温度为 20～25℃，相对湿度小于 80%的空气中养护 2 昼夜后脱模，并继续在上述环境中养护至 10 昼夜（从成型完毕时起），然后在 105～110℃烘干至恒重。从 4 个试块中选取气孔及其它缺陷最少的 2 个试块，经称重（准确至 0.01g）后，放在玻璃容器内，并在 1h 内分 3 次注入密度为 0.81～0.84g/cm³ 的煤油中，液面应高出试块 1cm。浸泡 7 昼夜。取出试块，用拧干的湿毛巾擦去试块表面多余的煤油，立即进行称重（准确至 0.01g）。

吸水率按下式计算：

$$吸水率(\%)=\frac{G_1-G}{G\times\nu} \qquad (附 C-18)$$

式中：G_1——浸泡后试块重量(g)；

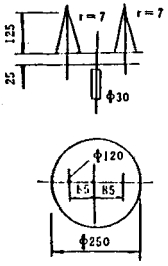
G——浸泡前试块重量(g)；

ν——煤油密度。

C.4.1.5 水玻璃耐酸胶泥与耐酸砖的粘结强度测定方法（又称十字交叉试验法）：

按配合比称量物料。先将粉料与氟硅酸钠放入搅拌锅内混匀后加入水玻璃拌和均匀。砖板的粘结力试验均采用长 230mm、宽 10mm、厚 65mm 的标型耐酸砖，用水洗净烘干，冷却至室温备用。

将拌制好的胶泥，挂在两块砖粘结面的中部用挤浆法使两块砖十字交叉粘牢，胶泥层厚度约 3mm。挤出的多余的胶泥用刮刀刮除，在温度 20～25℃、相对湿度小于 80%的空气环境养护 14 昼夜后测定粘结强度。



附图 C.4.1.5 粘结力支座

将粘结力支座(附图 C.4.1.5)放在压力机上固定住,对正位置,调节好距离,将试块放好。

开动压力机均匀加荷,压力机运行速度为 6mm/min,加荷至试件拉开。记录压力机表盘读数。

按下式计算粘结强度:

$R_{粘}=P/A\times0.1$ (附 C—19)

式中:$R_{粘}$——胶泥的粘结强度(MPa);

P——破坏荷载(N);

A——受拉面积(cm^2)。

粘结强度取 3 个试件的平均值为最后结果。精确度为 0.1MPa。若其中一件试验结果超出平均值 15%时,即取其余两件的平均值为最后结果。

C.4.2 树脂胶泥的性能测定:

C.4.2.1 树脂胶泥的抗拉强度测定:

将"8"字型试模擦拭干净,薄涂一层脱模剂,将树脂胶泥装入模内,在跳桌上振动 25 次,刮去多余的胶泥,整平表面。在 20～25℃养护 14 天(或按厂规定的养护方法)测定抗拉强度。

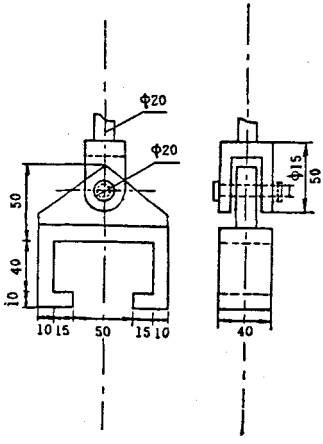
取三个试块的平均值为抗拉强度,以 MPa 表示。若三个试块中的一块数值与平均值相差 15%时,则取另外两块的平均值为抗拉强度。

C.4.2.2 树脂胶泥与瓷砖粘结强度的测定:

将 7cm×3cm×2.5～3cm 的小耐酸瓷砖板块(可以用耐酸瓷板加工)洗净晾干。用树脂胶泥呈十字交叉粘结在一起,结合层厚度为 2～3mm。在 20～25℃养护 14 天(或按厂规定的养护方法),进行抗拉强度测定。

取三个试块的平均值为抗拉强度,以 MPa 表示。若三个试块中的一块数值与平均值相差 15%时,则取另外两块的平均值为抗拉强度。

粘结强度试验夹具尺寸见附图 C.4.2.2。



附图　C. 4. 2. 2　粘结强度试验夹具

C. 4. 3　涂料粘度测定：

按《漆膜粘度测定法》(GB1723－79)进行测定。

附录D　水玻璃的模数和密度调整方法

D.1　模数调整法

D.1.1　水玻璃模数过低(小于2.6)时,可加入高模数的水玻璃,进行模数调整。

调整时,将两种模数的水玻璃在常温下相混合,并不断搅拌直至均匀。

加入高模数的水玻璃质量按下式计算:

$$G=\frac{(M_2-M_1)G_1}{M-M_2}\times\frac{N_1}{N} \qquad (附D-1)$$

式中:G——加入高模数水玻璃的质量(g);

G_1——低模数水玻璃的质量(g);

M——加入高模数水玻璃的模数;

M_1——低模数水玻璃的模数;

M_2——要求的水玻璃模数;

N_1——低模数水玻璃的氧化钠含量(%);

N——高模数水玻璃的氧化钠含量(%)。

D.1.2　水玻璃模数过高(大于2.9)时,可加入低模数的水玻璃进行调整。

调整方法同上。

D.2　密度的调整

D.2.1　水玻璃密度过小时,可加热脱水,进行调整。

D.2.2　水玻璃密度过大时,可在常温下加水,进行调整。

附录 E　水玻璃胶泥的热处理及橡胶硫化条件

附表 E.1　　水玻璃胶泥砖板衬里的热处理温度及时间

常温养护期(昼夜)	热处理温度及时间(h)			
	常温～50℃	50～60℃	80℃恒温	缓慢降至常温
3	24	24	24	12

注：为了防止产生裂纹，升温、降温都必须缓慢进行。

附表 E.2　　硬质胶、半硬质胶硫化条件(衬里层总厚度等于和小于 6mm)

	饱和蒸汽压力(MPa)	时间(min)	累计时间(min)
升　压	0～0.3	30～60	30～60
保　压	0.3	180～240	210～300
降　压	0.3～0.2	20	230～320
保　压	0.2	20	250～340
降　压	0.2～0.1	15	265～355
保　压	0.1	10	275～365
降　压	0.1～0	5	280～370

合计：280～370min

注：硬质胶保压时间宜取低值，半硬质胶保压时间宜取高值。

附表 E.3　　硬质胶(底层)与软质胶(面层)联合衬里分段硫化条件
(衬里层总厚度等于和小于 6mm)

	饱和蒸汽压力(MPa)	时间(min)	累计时间(min)
升　压	0～0.1	20	20
保　压	0.1	10	30
升　压	0.1～0.2	20	50
保　压	0.2	10	60
升　压	0.2～0.28	20	80
保　压	0.28	180	260
降　压	0.28～0.15	20	280
保　压	0.15	10	290
降　压	0.15～0	30	320

合计：320min

附表 E.4　　硬质胶、半硬质胶恒压硫化条件

	罐内总压力（表压）MPa	饱和蒸汽压力（表压）MPa	压缩空气压力（表压）MPa	时间（min）	累计时间（min）
升　压	0～0.3	0	0～0.3	20	20
保压、升压	0.3	0～0.3	0.3～0	30～40	50～60
保压、保温	0.3	0.3	0	180	230～240
保压、降温	0.3	0.3～0	0～0.3	30～40	260～280
降　温	0.3～0	0	0.3	5～10	265～290

合计：265～290min

附表 E.5　　软聚氯乙烯板本体熔融加压焊焊接工艺参数

名　称	工艺参数
焊嘴静态出口温度（℃）	165～170
焊接速度（m/min）	0.4～0.5
焊嘴与焊道间夹角（°）	30
焊枪与软平面间夹角（°）	
平　焊	20～25
立　焊	20～30

附录F　橡胶板贴衬的剥离强度试验

F.0.1　取长和宽各为300mm钢板一块，表面进行喷砂处理，达到Sa2 $\frac{1}{2}$级。

F.0.2　在钢板的一边，预先贴一条20～30mm宽度的胶带纸(附图F.0.2)。

F.0.3　贴衬胶板。

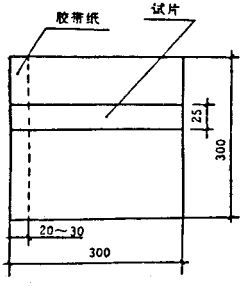
F.0.4　试件按胶板出厂说明书进行硫化。

F.0.5　用刀子切出一条宽为25mm的胶带作为试片，将贴有胶带纸的那一头剥开，并用弹簧测力计的夹头将试片夹紧。

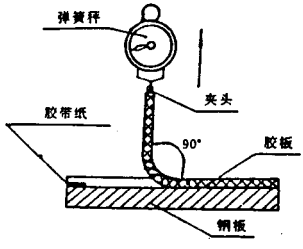
F.0.6　将弹簧测力计向上拉，正好使试片剥离，并正确记录均匀剥离时弹簧测力计上不变的一段读数。在剥离过程中弹簧测力计与钢板应始终保持垂直(附图F.0.6)。

F.0.7　剥离强度为：弹簧测力计读数/2.5。

代表同一试验性能的试样数量不少于5个，经取舍后不应少于原数量的60%，取其算术平均值，允许偏差为±15%。



附图F.0.2　试件尺寸



附图F.0.6　试验过程

附录 G　自然硫化氯丁橡胶未硫化时的修补要求

（附图 G）

①用电热切割刀切除缺陷部分的胶板，并充分剥离到没有空起的部位。

②金属暴露处涂刷底涂料 2 遍，干燥至触指干。

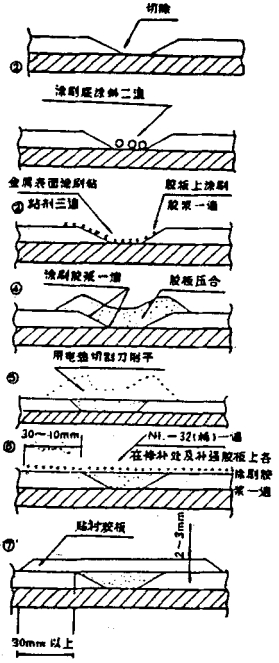
③金属暴露处涂刷粘结剂 3 遍，在胶板上涂刷胶浆 1 遍。

④切取胶板一块，至少能盖住坡口，在粘合面涂刷胶浆 1 遍，当触指干时，进行压合。

⑤把贴好的胶板，用电热切割刀削平。

⑥在修补部分的胶板表面，涂刷一遍胶浆；根据修补面积剪裁胶板，在粘合面涂刷胶浆一遍。

⑦触指干时，贴上胶板，用压滚压实。



附图 G　未硫化时的修补要求

附录H　考试规定

H.1　软聚氯乙烯板本体熔融焊接工人考试规定

H.1.1　考试项目：根据实际需要，按焊接位置分平、立、横、仰四种。

H.1.2　试件尺寸及数量：

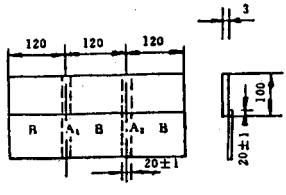
试件尺寸：长 360mm，宽不小于 180mm，厚 3mm（附图 H）。

试件数量：各种焊接位置取试件一块。

H.1.3　质量要求：

H.1.3.1　外观检查：用肉眼观察，焊道外观应平整，挤浆应连续均匀，不得有烧焦或未焊透等缺陷；

H.1.3.2　电火花检查：按本规范 6.5.5 规定，对其焊缝全长检查，不得有漏电现象，要求探头火花长度不少于 25mm；



附图 H　试样尺寸及分割图

H.1.3.3　试样按试样尺寸及分割图中之虚线切开；

（1）解剖试验：将试样 B 沿焊道全长的搭焊部分成对角线割开或对其可疑部位进行解剖。其断面应无未焊透或烧焦现象；

（2）剪切强度试验：将试样 A_1、A_2 按《塑料粘接材料剪切强度试验方法》（HG2－151－65）分别作剪切强度试验，试样撕裂处应不发生在熔合面上。剪切试验有一个不合格时，允许从原试件不合格试样的旁边另取一个试样复验。复验合格则认为剪切试验合格。但剪切试验有两个试样不合格时，则考试评定为不合格。

H.2　铅焊工的考试项目规定

H.2.1　焊接位置的规定：根据焊缝的种类，按其所处的位置可作平、立、横、仰的焊缝焊接。

H.2.2　试件的型式、尺寸和数量：试件长 150mm，宽等于或大于 125mm，厚 1～15mm，各种位置取试件二个。

试件的坡口型式及尺寸应符合本规范表 9.3.5 的要求。

H.2.3　质量检查：

H.2.3.1　外观检查：焊缝外观要求平整、均匀，不得有咬肉、缩孔、未焊透、漏焊等缺陷。

H.2.3.2　剖割检查：常用焊接火焰来烧削焊道，检查焊道内部质量，不得有夹层、夹渣、

气孔或未焊透等缺陷。

H. 2. 3. 3 气密性试验：在试件的焊缝上涂肥皂水，然后用玻璃真空罩进行试验。真空罩四周应垫橡皮垫以保持密封，真空罩内维持 2942Pa(300mmH_2O)的负压。真空罩内的焊缝不发生气泡即为合格。

附录 I 金属表面粗糙度比较样块的制作

选取外形尺寸为 150mm×100mm×6mm 的钢板制作一比较样块，其材质和表面状态应与被喷射处理的工件相同。

钢板按正式施工所用的磨料进行喷射作业，然后按设计文件的要求和《表面粗糙度参数及其数值》(GB1031－83)的规定，用下列仪器进行测量：

评定参数	粗糙度范围	测量仪器
轮廓算术平均偏差(R_a)	0.8～63μm	光切显微镜或电动轮廓仪
微观不平度十点高度(Ra)	0.050～25μm	电动轮廓仪或光切显微镜

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J　本规范用词说明

一、执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下：

1. 表示很严格、非这样不可的用词：

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作的用词：

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，首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明应按其他有关标准和规范执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”或“应该……执行”。

附加说明

本规范主编单位、参编单位和主要起草人名单

主编单位：中国化学工程第二建设公司

参编单位：中国石油化工总公司第四建设公司

主要起草人：段福田　沈昌隆　冯祥云　唐荣植　刘世芳