

管道工程设计施工 及维修实用技术大全

(9)

柳金海 编

中国建材工业出版社

管道工程设计施工及 维修实用技术大全

(9)

柳金海 编



中国建材工业出版社

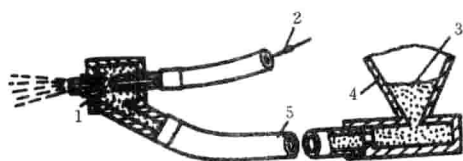


图 68.1-5 吸入式喷砂机工作示意图

- 1—喷嘴；2—压缩空气；
3—砂粒；4—料斗；5—软管

面，进行表面处理或表面机械净化处理和粗糙处理（见图 68.1-5）。

双室式压式喷砂器工作原理如图 68.1-6，向上室补充流砂状态，这时压缩空气进入换向阀 7 上方，使上气室排气；流砂靠自重推开上锥形阀进入上室；下室砂粒在压缩空气的压力推压下，进行喷砂工作。见图 68.1-6，向下室补充流砂状态，此时，换向阀 7 上部关闭，使上室 5 充气；当上室与下室气压相等时，上室的砂流依靠自重推开下锥形阀 4，落入下室；此时，下室中的砂粒仍在压缩空气压力的推压下，进行喷砂工作。由于它有能在任何时候连续工作的特点，所以适用于大工作量的打砂除锈工作。

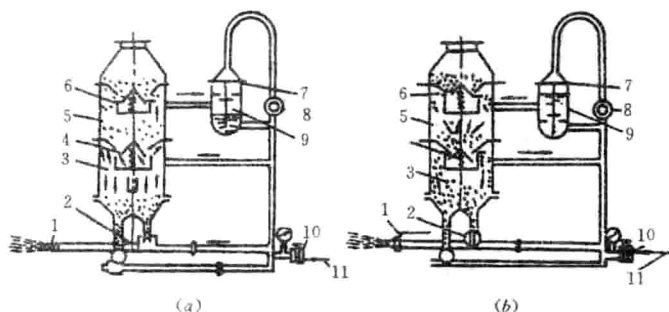


图 68.1-6 双室式压式喷砂器工作示意图

(a) 向上室补充状态；(b) 向下室补充状态

- 1—喷嘴；2—混合室；3—下室；4—下锥形阀；5—上室；6—上锥形阀；
7—换向阀；8—三通阀；9—换向阀活塞；10—截止阀；11—压缩空气进气

主要用于小型喷砂设备。由于吸入喷砂器在输砂管内真空度不大，故不易产生强力的气流，只宜喷射 1mm 左右的小砂粒。

3. 化学处理

化学法清理 金属表面的锈及氧化物常用酸的溶液浸蚀除掉，故亦称酸洗。钢铁的酸洗，一般可用硫酸或盐酸；铜和铜合金及一些有色金属常使用硝酸进行酸洗。

酸洗的方法是先将水注入酸洗槽中，再将酸以细流的方式慢慢注入水中（切不可先加酸后加水，这样易溅出酸液伤人），并不断地搅拌，当加热到适当温度后，将管材放入酸洗槽中，同时掌握适当的酸洗时间，避免清理不净或浸蚀过度的现象。酸洗后立即将管材放入中和槽用稀碱液（氢氧化钠或碳酸钠稀溶液）中和，然后再将管材取出放入热水槽中用热水洗涤，使其完全保持中性，清洗后要干燥。酸洗、碱洗、热水洗、干燥、刷油漆等操作应该连续进行，以免继续生锈。

酸洗的速度决定于氧化物的组成、酸的种类、酸的浓度与温度。一般地讲，酸的浓度升高可以加速酸洗速度，但是硫酸的浓度高容易产生浸蚀过度现象（即发生过多的金属溶解）。另外，硫酸浓度超过 25% 时，酸洗速度反而下降，所以实际使用的硫酸浓度应不超过 20%。温度升高，酸洗速度可大大增加，见表 68.1-7 所示。但实际操作中，盐酸的温度不高于 30~40℃，硫酸的温度不高于 50~60℃。

如果只要求管材内壁清洗，可将调好的酸溶液灌入管内，达到规定时间后倒出，立即灌

续表

介 质			可 用 材 料	推 荐 材 料		备 注
名称	浓度 (%)	温度 (°C)		管 道	设 备	
硫 酸	40	60	硬聚氯乙烯*、软聚氯乙烯、环氧玻璃钢*、酚醛衬里*、酚醛玻璃钢*、水玻璃衬里*、聚氨基甲酸酯、三氟*、石墨*、氯化聚醚*、生漆、聚乙烯、橡胶*、呋喃衬里*、搪瓷*、陶瓷*、玻璃、771号聚酯玻璃钢、酚醛塑料	硬聚氯乙烯*、环氧玻璃钢*、酚醛玻璃钢*	酚醛衬里*、水玻璃衬里*、石墨*、环氧玻璃钢	不锈钢只能在浓度5%~80%、温度20℃时可用
硫 酸	70	60	硬聚氯乙烯*、软聚氯乙烯、水玻璃衬里*、酚醛衬里*、酚醛玻璃钢*、石墨*、氯化聚醚、三氟、生漆、聚乙烯、陶瓷*、玻璃、搪瓷、环氧玻璃钢*、呋喃玻璃钢、酚醛塑料	增强硬聚氯乙烯*、酚醛玻璃钢	酚醛衬里*、水玻璃衬里*	环氧在浓度>70%时不宜使用
硫 酸	大于90	200	水玻璃衬里*、搪瓷	搪瓷	水玻璃衬里*、搪瓷	酚醛、呋喃不耐硫酸。碳钢、铸铁在常温时可用*
硝 酸	10	常温	硬聚氯乙烯*、聚乙烯、橡胶、771号聚酯玻璃钢、水玻璃衬里*、环氧玻璃钢*、搪瓷*、生漆、过氯乙烯、聚氨基甲酸酯、氯化聚醚、陶瓷*、玻璃、软聚氯乙烯、三氟、酚醛塑料	硬聚氯乙烯*、771号聚酯玻璃钢、陶瓷	水玻璃衬里*、硬聚氯乙烯、衬软聚氯乙烯	管道可用酚醛胶泥烧铸、酚醛在浓度>10%时不可用
硝 酸	50	40	硬聚氯乙烯、水玻璃衬里、三氟、搪瓷、陶瓷、玻璃	硬聚氯乙烯、陶瓷	水玻璃衬里、增强硬聚氯乙烯、搪瓷	软聚氯乙烯可在浓度35%、常温条件下使用*
磷 酸	50	60	硬聚氯乙烯*、软聚氯乙烯、搪瓷*、酚醛衬里、水玻璃衬里、呋喃衬里、酚醛塑料、聚氨基甲酸酯、三氟、环氧玻璃钢、酚醛玻璃钢、呋喃玻璃钢、石墨*、陶瓷*、玻璃、氯化聚醚、生漆、771号聚酯玻璃钢	硬聚氯乙烯*、酚醛玻璃钢	水玻璃衬里、酚醛衬里*、石墨*	在工业磷酸中含有少量氟，就不宜使用硅酸盐材料，此处是指热法磷酸
氢氰酸	25	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、橡胶、硬聚氯乙烯、陶瓷*、玻璃、搪瓷、酚醛塑料、石墨	增强硬聚氯乙烯、陶瓷	酚醛衬里、石墨	酚醛衬里在浓度8%中使用良好，在浓度98%、温度40℃时可用碳钢，氯化聚醚不能用
铬 酸	50	40	水玻璃衬里*、硬聚氯乙烯*、三氟、聚乙烯、搪瓷、陶瓷*、玻璃、软聚氯乙烯	硬聚氯乙烯*、陶瓷	水玻璃衬里*、硬聚氯乙烯*	环氧、酚醛、呋喃、衬胶耐浓度<10%

介 质			可 用 材 料	推荐材料		备 注
名称	浓度 (%)	温度 (°C)		管 道	设 备	
氢氧化钠	20	40	呋喃衬里、聚乙烯、硬聚氯乙烯*、橡胶、环氧玻璃钢、环氧、聚氨酯甲酸酯、三氟、氯化聚醚、过氯乙烯、石墨、呋喃玻璃钢	硬聚氯乙烯*、石墨	呋喃衬里、硬聚氯乙烯、呋喃玻璃钢、石墨	水玻璃衬里、酚醛衬里、搪瓷、玻璃不能用。碳钢常温可用。石墨是用呋喃树脂浸渍
碳酸钠	10	60	环氧玻璃钢、橡胶、呋喃玻璃钢、呋喃衬里、三氟、771号聚酯玻璃钢、石墨、硬聚氯乙烯、聚乙烯、氯化聚醚	硬聚氯乙烯	呋喃衬里、环氧-酚醛玻璃钢	水玻璃衬里不能用，酚醛衬里在10%浓度，温度60℃时也不能用
硫酸铵	饱和	60	水玻璃衬里、酚醛衬里*、呋喃衬里、771号聚酯玻璃钢、硬聚氯乙烯*、聚乙烯*、软聚氯乙烯、橡胶、石墨、氯化聚醚、三氟、陶瓷、玻璃、环氧玻璃钢、酚醛塑料	硬聚氯乙烯、陶瓷	酚醛衬里、软聚氯乙烯、环氧玻璃钢	
硝酸铵	饱和 中性液	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、环氧玻璃钢、呋喃玻璃钢、771号聚酯玻璃钢、硬聚氯乙烯、聚乙烯、橡胶、氯化聚醚、三氟、软聚氯乙烯	硬聚氯乙烯	酚醛衬里、水玻璃衬里	当为酸性液时，宜用环氧玻璃钢、硬聚氯乙烯与水玻璃衬里
硫酸铵	50	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、呋喃玻璃钢、硬聚氯乙烯、软聚氯乙烯、聚乙烯、搪瓷、氯化聚醚、三氟、生漆、酚醛塑料	搪瓷、陶瓷	水玻璃衬里	
硫酸铝	饱和		环氧玻璃钢、水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、呋喃玻璃钢、氯化聚醚、橡胶、771号聚酯玻璃钢、硬聚氯乙烯、搪瓷、陶瓷、玻璃、石墨、酚醛塑料、三氟、软聚氯乙烯*	硬聚氯乙烯、陶瓷、玻璃	酚醛衬里、水玻璃衬里、软聚氯乙烯*	
碳酸氢钠			环氧、三氟、聚乙烯、搪瓷			
重铬酸钾	40	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、呋喃玻璃钢、酚醛玻璃钢、陶瓷、玻璃、搪瓷、聚乙烯、三氟、氯化聚醚	陶瓷、玻璃	水玻璃衬里、搪瓷	硬聚氯乙烯、环氧玻璃钢、橡胶常温下可用
氯 气	100	常温	硬聚氯乙烯*、陶瓷*、玻璃、酚醛塑料、软聚氯乙烯*、酚醛衬里、呋喃衬里	硬聚氯乙烯*、陶瓷	硬聚氯乙烯*	碳钢可用*

续表

介 质			可 用 材 料	推 荐 材 料		备 注
名称	浓度 (%)	温度 (℃)		管 道	设 备	
硫化氢	饱和	40	环氧玻璃钢*、酚醛玻璃钢、呋喃玻璃钢、酚醛衬里、呋喃衬里、水玻璃衬里、石墨、搪瓷、硬聚氯乙烯*、橡胶*、陶瓷*、玻璃、生漆、环氧、酚醛塑料	硬聚氯 乙烯*、环 氧 玻 璃 钢*、酚醛 玻璃钢	酚醛衬里、 硬聚氯乙 烯	
二硫化 碳**	100	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、氯化聚醚、酚醛塑料、石墨、陶瓷、搪瓷	酚 醛 玻 璃钢、陶瓷	酚 醛 衬 里、石墨	771号聚酯玻 璃钢、橡胶、环 氧、聚乙烯不能 用、硬聚氯乙烯 在含硫化氢的二 硫化碳尾气中常 温使用良好
二氧化 硫 (湿)	10	60	硬聚氯乙烯*、水玻璃衬里*、酚 醛衬里、呋喃衬里、橡胶*、软聚氯 乙烯、陶瓷*、酚醛塑料	硬 聚 氯 乙 烯、陶 瓷	水 玻 璃 衬里*	氯化聚醚不能 用
二氧化 硫 (湿)	100	130	水玻璃衬里*、呋喃衬里、石墨、 酚醛塑料、搪瓷、酚醛玻璃钢	搪瓷	水 玻 璃 衬里*	
氯 水	饱 和	70	增强硬聚氯乙烯*、橡胶*、陶瓷、 玻璃、搪瓷、771号聚酯玻璃钢、水 玻璃衬里*、酚醛塑料	增 强 硬 聚 氯 乙 烯*、酚醛 塑料*	水 玻 璃 衬里*、增 强 硬 聚 氯 乙 烯*	酚醛衬里及呋 喃衬里有腐蚀， 环氧不能用*
次氯酸钠	10	40	橡胶*、搪瓷、硬聚氯乙烯*、软 聚氯乙炔、三氟、氯化聚醚、陶瓷*、 玻璃	硬 聚 氯 乙 烯*、陶 瓷*、玻璃	硬 聚 氯 乙 烯*、橡 胶	水玻璃衬里、 环氧、酚醛、呋喃 在10%浓度时均 不能用
次氯酸钙	20	60	橡胶*、硬聚氯乙烯*、软聚氯乙 烯、酚醛衬里*、水玻璃衬里、呋喃 衬里、酚醛玻璃钢*、呋喃玻璃钢	硬 聚 氯 乙 烯*、陶 瓷	水 玻 璃 衬里*	
四氯乙 碳**	100	100	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬 里、氯化聚醚、石墨、酚醛塑料、陶 瓷、玻璃、搪瓷、呋喃玻璃钢、酚 醛玻璃钢	酚 醛 玻 璃钢	酚 醛 衬 里、水玻璃 衬里、石墨	771号聚酯玻 璃钢、衬胶、三氟 均不能用 环氧玻璃钢耐 50℃，硬聚氯乙 烯常温下能用
甲 醛** (含 甲酸)	37	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬 里、呋喃玻璃钢、771号聚酯玻璃 钢、硬聚氯乙烯、三氟、氯化聚醚、 酚醛玻璃钢、过氯乙烯*、搪瓷、石 墨、陶瓷、玻璃、酚醛塑料	硬 聚 氯 乙 烯、陶 瓷	酚 醛 衬 里	聚氯乙烯涂料 在温度40℃时良 好*、环氧不能用
苯酚**	20	90	水玻璃衬里、呋喃衬里、氯化聚 醚、石墨、陶瓷、玻璃、酚醛衬 里*	陶 瓷、石 墨	酚 醛 衬 里*、水玻 璃衬里、石 墨	橡胶、酚醛塑 料在少量时， 100℃可用*、硬 聚氯乙炔常温可 用，碳钢可用

介 质			可 用 材 料	推 荐 材 料		备 注
名称	浓度 (%)	温度 (°C)		管 道	设 备	
磷酸铵	50	60	水玻璃衬里、酚醛衬里、呋喃衬里、硬聚氯乙烯、橡胶、石墨、酚醛塑料	增强硬聚氯乙烯	酚醛衬里、石墨	因其中含氟、硅酸盐材料不能用
氯化钠溶液	饱和	40	环氧玻璃钢、环氧涂料、石墨、酚醛衬里、水玻璃衬里、呋喃衬里、陶瓷、聚乙烯、橡胶、硬聚氯乙烯、衬软聚氯乙烯、酚醛塑料、呋喃玻璃钢、三氟、氯化聚醚	硬聚氯乙烯、陶瓷	酚醛衬里、硬聚氯乙烯、环氧-酚醛玻璃钢	用环氧-酚醛(7:3)混合涂料或玻璃钢使用良好*
氨水(氢氧化铵)	30	60	呋喃衬里、呋喃玻璃钢、硬聚氯乙烯、聚乙烯、聚氨基甲酸酯、三氟、陶瓷、玻璃、软聚氯乙烯、环氧、环氧玻璃钢、水玻璃衬里、酚醛衬里	硬聚氯乙烯、陶瓷、环氧	环氧玻璃钢、水玻璃衬里	有的用呋喃改性水玻璃衬里

- 注：1. 表中有 * 符号者，为使用实例汇总，其余为国内外的参考资料及实验室数据。
2. 考虑到设备和管道的防腐蚀方法不同，推荐材料在此表中按设备和管道分别列出。泵和阀门的防腐蚀材料不包括在内。
3. 本表推荐材料主要是从经济价值和使用效果来考虑的。聚氨基甲酸酯涂料和聚酯玻璃钢（771号）系新的非金属防腐蚀材料，使用不多，故作为可用材料来考虑。
4. 表中所列浓度为 50%（重量百分数）时，即说明在一般情况下，当小于 50% 时也可适用。
5. 表中所列温度为 60℃ 时，即说明在一般情况下，当小于 60℃ 时也可适用。选用硬聚氯乙烯时，使用温度：设备一般为 -10~+50℃，管道为 -15℃~+60℃。在介质腐蚀性强及温度较高情况下，为安全起见，可采用玻璃钢增强硬聚氯乙烯管。
6. 可用材料，是指在该类介质条件下材料是耐腐蚀的。推荐材料，是指选用这种材料时，在此介质条件下能取得较好的防腐蚀效果。
7. 表中介质一项有 ** 符号者，一方面说明它的腐蚀情况（一般并不严重），另一方面主要是当其他酸性腐蚀介质中含有少量此类介质时，选用材料就应二者兼顾。
8. 增强，主要是指增强非金属材料管（玻璃、硬聚氯乙烯、陶瓷），如增强硬聚氯乙烯管，即为管外面用玻璃纤维增强，可以提高刚度、强度和使用温度。

二、管道衬里技术和操作方法

1. 保护套管的预制加工

由于钢管经衬里后，不能再进行弯曲、切割和焊接等加工，所以衬里管道应先用钢管预制、试装。首先按图纸要求，将直管段、弯头、大小头、三通、四通等全部管件预制成法兰连接式，并考虑好管道上仪表、取样等接口的位置。预制好的管段、管件、阀件均应编号，打上钢印，再按图纸要求进行试装。试验时全部法兰之间需考虑预留衬里层和垫片厚度，可用相应厚度的垫片暂时垫入，再将管子、管件等用螺栓连接起来，安装在该管道的工作位置上。全部安装好以后，按要求进行水压试验，试压合格后，拆下来送衬里加工制造厂进行衬里。对于管道的预制和试装，一定要认真进行，要求结构合理，尺寸适合，安装精确，并做好记号再拆下来。在试装中绝对不允许硬拼死凑，否则，管道衬里后，再正式安装时，不是安装不上，就是由于受力变形过大而破坏衬里，影响管道的使用。

2. 对保护套管、管件等的要求

(1) 保护管段和管件的基体一般是碳钢或铸铁。铸铁不应有砂眼、缩孔等缺陷。衬里前对管段和管件等应该用喷砂或酸洗等方法除锈，然后用汽油洗净金属表面。对衬铝与衬铅的保护管段和管件，其内壁在进行衬里前还应进行防腐处理。

(2) 管子焊缝必须采用对接焊，焊缝不应有气孔、焊瘤、焊渣等缺陷，以免刺破衬层或影响衬里质量。法兰的焊缝不得有砂眼、气孔及焊不透等缺陷。焊接后，法兰的内焊缝必须加工成圆角，圆弧直径不小于 5mm，并要求很光滑。也可采用如图 68.1-1 所示的法兰形式。

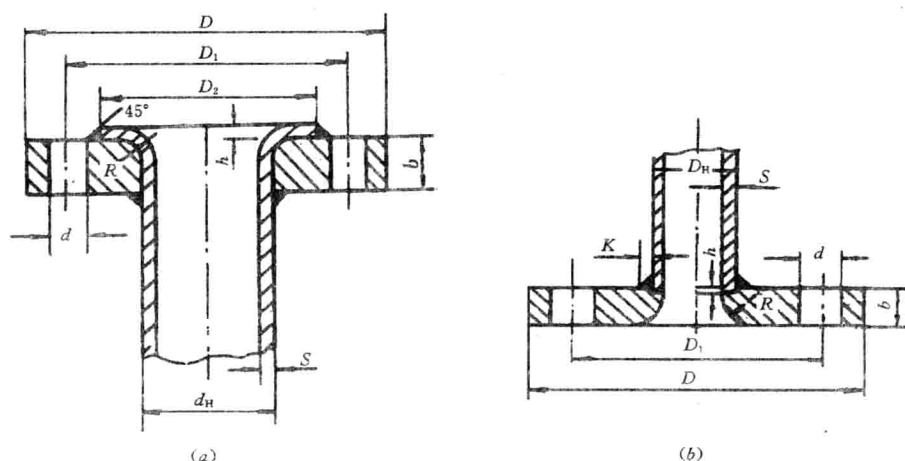


图 68.1-1 衬里管法兰的形式

(3) 三通、四通等相交处的内壁棱角必须倒圆，最好采用加热压制的三通。

(4) 直管、弯管以及其它管件的尺寸，都应根据管子直径、衬里方法的不同来正确选用。制作时，可按设计要求、查有关手册或与衬里使用部门协商解决。

3. 衬里操作方法

(1) 衬铝与衬铅 经预制加工和试装合格后的保护套管，其内壁经防腐处理后，即可进行衬铝或衬铅操作。首先选用外径等于保护套管内径的合格成品铝管或软铅管，按其保护套管的长度，加上两端翻边长度（翻边长度等于法兰密封面宽度），进行下料切断。然后将管子的一端进行管口翻边（可参阅铝管和铅管的管口翻边），翻边后将另一端徐徐插入保护套管内，直到翻边管口的密封面紧贴法兰密封面为止。然后再将另一端进行管口翻边，使翻边管口的密封面紧贴另一端法兰密封面即成。异形管件进行衬铝或衬铅时，可先将铝管或软铅管制作成所需的管件，然后外面用相应的对开钢制管件夹固。

(2) 衬橡胶 将试装后拆下来的保护套管及管件进行喷砂或酸洗除锈，再用汽油洗涤金属表面以后，即可进行衬橡胶操作。衬橡胶可分为挂胶、下料、衬胶和硫化等步骤，这里介绍一种现场简易衬橡胶的方法。

1) 挂胶。挂胶是将保护套管、管件的内壁和橡胶板的粘合面涂上一层胶浆，使两者能紧密粘合起来。保护套管、管件挂胶时，可将它们放在特制的倾斜架上，由高的一端倒入胶浆，并慢慢转动管子使管壁内表面全部涂上胶浆。挂胶一般应分三次进行，每次干燥时间见表 68.2-2；橡胶板的粘合面挂胶可以采用刷涂的方法。

2) 下料。下料是将作衬里的橡胶板根据保护套管内径的大小计算出展开长度（包括搭边宽度不少于 10mm），进行划线、下料。

3) 衬胶。衬胶时可将已加工好的衬里橡胶板卷成圆筒，用薄油绸包好（以免损坏胶板），

将绳子绑扎住一端，慢慢拉进保护套管内，然后设法取出保护用的薄油绸。橡胶衬里定位后，将一个与衬胶后管径相同的长为 100~200mm 的沙袋放入管内（袋外应先擦上滑石粉）。然后将管内通入 0.1MPa 的蒸汽加热，再用杠子顶住沙袋，使沙袋慢慢通过管内，并从另一端顶出。这样通过加热和挤压，橡胶衬里即可紧密粘合在管壁上，两端管口翻边可加热后压合。

4) 硫化。衬胶层干燥后，放入硫化器中，并通入 130~150℃ 的蒸汽，保持 4h 进行硫化。如衬里制品不能放进硫化器中时，也可采用敞开的方法进行硫化，此时可在制品中注满高沸点的液体或通入热空气等。

塑料、玻璃、搪瓷等衬里的管道，一般均由专门的制造厂生产。

挂胶干燥时间 表 68.1-2

次数	干燥时间	附 注
1	10~15min	1. 室温不低于 20℃ 2. 再次粘胶时，原挂上的胶浆不应粘手
2	25~30min	
3	8~10h	

三、衬里管道的安装

1. 搬运和堆存

搬运衬里管道时，应小心轻放，防止过度震动而损坏衬里。已经做好衬里的管道及其附件应在 5~30℃ 的室内放置，以免冻裂；还应避免阳光直射，距离火源 1m 以外；也不能放置于潮湿处或有油脂接触的地方。

2. 管段和配件的检查

安装前应检查管段、配件的数量和质量，以及它们的编号顺序有无错乱。特别是对衬里的完整情况，应进行仔细的检查，检查的方法可采用电解液、检波器及肉眼观察。

3. 衬里管的连接方法

衬里管道一般采用法兰连接（但衬玻璃或衬搪瓷的管子可用螺纹连接），其垫片应根据操作条件（如腐蚀介质性质、浓度、温度等）和不损坏衬里密封面的原则来选用橡胶、石棉橡胶、软聚氯乙烯、聚四氟乙烯、石墨石棉、石棉板、软铅等软质或半硬质材料的垫片。垫片厚度一般为 6~10mm，宽度视密封面而定，一般为 10~20mm，如图 68.1-2 (a) 所示。法兰组对时，应对准法兰上的螺栓孔方位，使法兰间的间隙或倾斜不致过大。如果法兰的间隙较大，可采用增加垫片厚度的方法来弥补，切忌采用紧固螺栓的方法来达到密封。拧紧螺栓时，应对称均匀用力，以保证密封。

采用螺纹连接的衬搪瓷或衬玻璃的管子，在管子两端的端面上应涂上耐腐蚀的材料，以免腐蚀其端面。其连接形式如图 68.1-2 (b) 所示。

4. 阀门的选用

衬里管道上所使用的阀门应选用相应的耐腐蚀阀门，如衬胶隔膜阀、衬里截止阀、衬里旋塞以及其它耐腐蚀阀门。

5. 衬里管安装

预安装后的管道已在管壁上作好记号并按图进行编号。最后定位安装时，一定要按原方位和编号进行安装，否则将造成很大困难，甚至无法安装。

四、管道衬里的基本规定

(1) 本章可适用于碳素钢、铸铁制造的化工设备、管道及管件的防腐蚀衬里和防腐蚀涂料的施工及验收。

其他金属设备、管道及管件的防腐蚀衬里和涂料的施工可参照执行。

(2) 设备、管道及管件的防腐蚀衬里和防腐蚀涂料的施工应具备下列条件，方可进行。

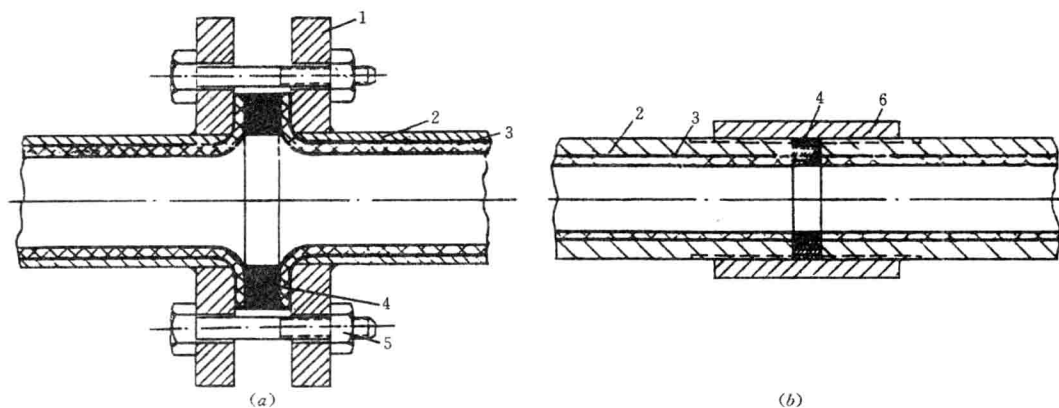


图 68.1-2 衬里管的法兰连接和螺纹连接结构

1—管法兰；2—保护套管；3—衬胶层；4—软橡胶垫片；5—螺栓；6—内螺纹管接头

- 1) 设计及其他技术文件齐全，施工图纸业经会审；
- 2) 设备、管道及管件应具备出厂合格证书或工序交接证书；
- 3) 技术交底、安全技术教育和必要的技术培训已经完成；
- 4) 劳动力、材料、机具、检验仪器已经备齐；
- 5) 防护设施安全可靠，施工用水、电、汽应满足连续施工的需要。

(3) 防腐蚀施工所用的原材料必须符合有关规范的规定，并具有出厂合格证和检验资料。对原材料应进行抽查复验。施工配比经试验确定后，不得任意改变。

(4) 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。凡经科学试验和实践证明防腐蚀性能良好的新材料，必须征得设计部门同意，方可使用。

(5) 为确保施工的顺利进行，必须由熟悉有关规范的技术管理人员及工人从事本规范规定的工作。

(6) 凡防腐蚀施工质量不符合有关规范要求时，必须进行返修。返修的次数和质量要求应符合有关规范的规定。

(7) 防腐蚀施工完的设备、管道及管件在吊装和运输中，不得磕碰和损坏。

(8) 经检验合格的防腐蚀设备、管道及管件，在使用前，应对其封闭并采取措施妥善保管。

(9) 防腐蚀施工的安全技术措施、劳动保护等应按现行有关规定执行。

五、对碳素钢、铸铁设备、管道及管件的要求

(1) 设备、管道及管件的结构，应符合施工图及设计文件的要求。壳体除应符合有关容器的规定外，还必须具备防腐蚀衬里要求的强度和刚度。

(2) 钢制设备和零件，表面凹凸度不得大于 3mm，铸造的设备和零件，表面必须是平整和光滑的曲面或平面，不得有气孔和砂眼。毛边应打磨平整。

设备的底和壁之间的转角以及其它部位的转角，必须是圆弧过渡，不得呈棱角，其圆弧半径不得小于 3mm，个别部位允许有半径不小于 1.5mm 的圆弧。

(3) 设备应采用双面对接焊接，焊缝要平整，无焊瘤和夹渣，焊缝高度不得大于 3mm，并应磨成圆弧过渡。

(4) 设备接管处的焊缝应圆滑平整，管口不管伸出设备内表面。设备接口、盖、塔节的

连接，必须采用法兰连接。

(5) 设备、管道及管件的焊接，必须在防腐蚀施工前完成。防腐蚀施工后，严禁切割、烧焊。

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

(7) 转动设备在防腐蚀施工前，应具有静平衡或动平衡试验报告，防腐蚀施工后应做静平衡校核。受压设备在防腐蚀施工前必须进行水压试验，合格后方可进行防腐蚀施工。

(8) 不可拆卸的密闭设备，不得少于两个人孔，根据设备大小，人孔直径为 500~700mm。

(9) 管道及管件的空间尺寸，必须满足防腐蚀施工的要求，其具体尺寸，按本章各节的规定进行。

六、金属表面的处理

1. 一般规定

(1) 金属表面处理的质量标准分为下列等级：

一级——彻底除净金属表面上的油脂、氧化皮、锈蚀产物等一切杂物，并用吸尘器、干燥洁净的压缩空气或刷子清除粉尘。表面无任何可见残留物，呈现均一的金属本色，并有一定的粗糙度。

二级——完全除去金属表面上的油脂、氧化皮、锈蚀产物等一切杂物，并用吸尘器、干燥洁净的压缩空气或刷子清除粉尘。残存的锈斑、氧化皮等引起轻微变色的面积在任何 100mm×100mm 的面积上不得超过百分之五。

三级——完全除去金属表面上的油脂、疏松氧化皮、浮锈等杂物，并用干燥洁净的压缩空气或刷子清除粉尘。紧附的氧化皮、点蚀锈坑或旧漆等斑点状残留物的面积在任何 100mm×100mm 的面积上不得超过三分之一。

四级——除去金属表面上的油脂、铁锈、氧化皮等杂物，允许有紧附的氧化皮、锈蚀产物或旧漆存在。

(2) 金属表面的处理方法如下：

1) 一级标准必须采用喷砂法、机械切削法，不得采用化学处理法；

2) 二级标准应采用喷砂法、机械处理法或化学处理法；

3) 三级标准可采用人工、机械处理或喷砂法；

采用人工或机械处理法处理时，不得使用使金属表面受损或使之变形的工具和手段；

4) 四级标准可采用人工处理法。

(3) 各种防腐衬里或涂层的金属表面处理的质量等级，当设计无规定时，应按表 68.1-3 执行。

各种防腐蚀的金属表面处理的质量等级 表 68.1-3

序 号	防腐蚀衬里或涂层类别	金属表面处理的质量等级
1	金属喷镀、衬胶、化工设备内壁防腐蚀涂层*	一级
2	衬玻璃钢、树脂胶泥砖、板衬里、硅质胶泥板衬里、搪铅、化工设备内壁防腐蚀涂料*、化工大气防腐蚀涂料	二 级
3	硅质胶泥砖衬里，油基、沥青基或焦油基涂料	三 级
4	衬铅、软聚氯乙烯板空铺法或螺钉扁钢压条法衬里	四 级

注：* 化工设备内壁防腐蚀涂层为过氯乙烯漆、热固性酚醛树脂漆、氯磺化聚乙烯漆等时，金属表面处理质量应为一级；为磷化底漆、生漆、环氧树脂漆、聚氨酯漆、氯化橡胶漆等时，金属表面处理质量应为二级。

(4) 金属表面处理前,应根据污染物的性质、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:

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参照表 68.1-4~68.1-5 的规定执行;

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。

薄壁设备应防止壳体变形,退火钢或淬硬钢不得使用烘烤法或火烧法清理。

注:①火烧清理必须在消防部门批准的指定动火区域内进行,且应有专人监护。

②操作人员进入设备内清理易燃易爆物时,严禁使用明火或携入火种,不得使用铁器用具以免铁件互碰引起火花。

3) 被酸、碱或盐渍污染的金属表面,可用水或蒸汽冲刷除去,但废酸水应按环境保护条例妥善处理。

热碱除油配比及工艺条件 表 68.1-4

编号	组成 (g/L)	清理温度 (°C)	清理时间 (min)
1	氢氧化钠 50	100	30~40
	磷酸三钠 30		
	水玻璃 5		
	碳酸钠 30		
	水 余量		
2	氢氧化钠 30	85~95	20~30
	磷酸三钠 15		
	水玻璃 15		
	碳酸钠 5		
	水 余量		

注:1. 为加速除油过程,应经常搅拦。

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。

乳化液除油配比 表 68.1-5

序 号	名 称	质量比 (%)
1	煤 油	67
2	松 节 油	22.5
3	月 桂 油	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。

空气过滤器的填料应定期更换,空气缓冲罐内积液应定期排放。

(3) 喷砂材料应选用质坚有棱角的石英砂、金钢砂、硅质河砂或海砂、以及金属喷丸等。砂子必须净化,使用前应经筛选,不得含有油污。干法喷砂用砂必须干燥,含水量应不大于百分之一。

(4) 喷砂作业应符合表 68.1-6 的规定。

(5) 喷砂材料可重复使用,但必须符合本节上面 (3) 条和 (4) 条的有关规定。

(6) 喷砂材料的堆放场地及施工现场应平整、坚实,防止砂子受潮、雨淋或砂内混入杂质。

(7) 设备、管道及零、部件进行喷砂作业时,表面不作喷砂处理的螺纹、密封面及光洁面应妥善保管,不得受损。

2. 喷砂处理

(1) 金属表面处理,可采用干法或湿法进行。当采用干法喷砂时,必须采取妥善措施,减少粉尘对人体的危害。本节中所有规定,仅适用于干法喷砂。

(2) 压缩空气,应干燥洁净,不得含有水分和油污,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气流中 1min,其表面用肉眼观察应无油污、水珠或黑点。

(8) 干法喷砂后的表面不得受潮。当金属表面温度低于露点以下 3℃时，干法喷砂操作应停止。

(9) 喷砂作业。

1) 压式喷砂器

工作时，压缩空气把砂罐内的砂粒压向软管，并由喷嘴喷出，冲刷工作表面，进行除锈、表面机械化净化处理和粗糙处理（见图 68. 1-3）。

加压机干法喷砂工艺指标 表 68. 1-6

序号	喷砂材料	砂子料径 标准筛孔 (mm)	喷嘴入口处最 小空气压力 (MPa)	喷嘴最 小直径 (mm)	喷射角 (°)	喷 距 (mm)
1	石英砂	全部通过 3. 2 筛孔, 不通过 0. 63 筛孔, 0. 8 筛孔筛余量不小于 40%	0. 5	6~8	30~75	80~200
2	硅质河砂或海砂	全部通过 3. 3 筛孔, 不通过 0. 63 筛孔, 0. 8 筛孔筛余量不小于 40%	0. 5	6~8	30~75	80~200
3	金刚砂	全部通过 2. 0 筛孔, 不通过 0. 63 筛孔, 0. 8 筛孔筛余量不小于 40%	0. 35	5	30~75	80~200
4	激冷铁砂、铸钢碎砂	全部通过 1. 0 筛孔, 0. 63 筛孔筛余量不大于 15%	0. 5	5	30~75	80~200
5	钢线粒	线粒直径 1. 0, 线粒长度等于直径, 其偏差不大于直径的 40%	0. 5	5	30~75	80~200
6	铁丸或钢丸	全部通过 1. 6 筛孔, 不通过 0. 63 筛孔, 0. 8 筛孔筛余量不小于 40%	0. 5	5	30~75	80~200

- 注：1. 薄钢板喷砂时，砂子粒度和空气压力应适当降低。
2. 一级标准不宜使用河砂或海砂作为喷砂材料。
3. 喷嘴出口端的直径磨损量超过起始内径的二分之一时，喷嘴不得继续使用。

图 68. 1-4 为单室式压式喷砂器，工作时，靠砂粒自重从上室推开锥形阀落入圆筒，打开压缩空气进气阀，砂粒被压向混合室，并从喷嘴喷出。补充砂粒时，必须关闭压缩空气，停止喷砂，故属间歇操作。主要用于大中型工作量的除锈喷砂等工作。

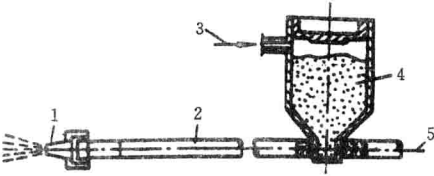


图 68. 1-3 压式喷砂器工作示意图
1—喷嘴；2—软管；
3、5—压缩空气；4—砂粒

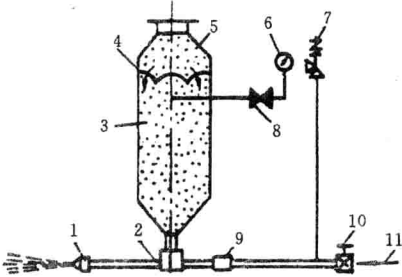


图 68. 1-4 单室式压式喷砂器工作示意图
1—喷嘴；2—混合室；3—圆筒；4—锥形阀；
5—上室；6—压力表；7—安全阀；8—调节阀；
9—调节阀；10—进气阀；11—压缩空气

2) 吸入式喷砂器

工作时，利用压缩空气在喷嘴处的虹吸射流作用，把砂流从喷嘴引流射出，射向工作表

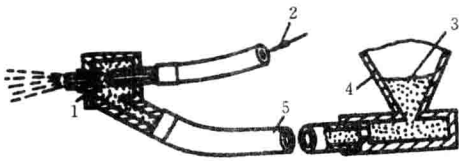


图 68.1-5 吸入式喷砂机工作示意图

- 1—喷嘴；2—压缩空气；
3—砂粒；4—料斗；5—软管

面，进行表面处理或表面机械净化处理和粗糙处理（见图 68.1-5）。

双室式压式喷砂器工作原理如图 68.1-6，向上室补充流砂状态，这时压缩空气进入换向阀 7 上方，使上气室排气；流砂靠自重推开上锥形阀进入上室；下室砂粒在压缩空气的压力推压下，进行喷砂工作。见图 68.1-6，向下室补充流砂状态，此时，换向阀 7 上部关闭，使上室 5 充气；当上室与下室气压相等时，上室的砂流依靠自重推开下锥形阀 4，落入下室；此时，下室中的砂粒仍在压缩空气压力的推压下，进行喷砂工作。由于它有能任何时候连续工作的特点，所以适用于大工作量的打砂除锈工作。

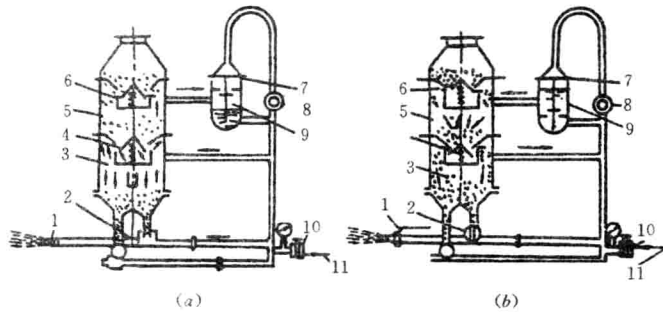


图 68.1-6 双室式压式喷砂器工作示意图

(a) 向上室补充状态；(b) 向下室补充状态

- 1—喷嘴；2—混合室；3—下室；4—下锥形阀；5—上室；6—上锥形阀；
7—换向阀；8—三通阀；9—换向阀活塞；10—截止阀；11—压缩空气进气

主要用于小型喷砂设备。由于吸入喷砂器在输砂管内真空度不大，故不易产生强力的气流，只宜喷射 1mm 左右的小砂粒。

3. 化学处理

化学法清理 金属表面的锈及氧化物常用酸的溶液浸蚀除掉，故亦称酸洗。钢铁的酸洗，一般可用硫酸或盐酸；铜和铜合金及一些有色金属常使用硝酸进行酸洗。

酸洗的方法是先将水注入酸洗槽中，再将酸以细流的方式慢慢注入水中（切不可先加酸后加水，这样易溅出酸液伤人），并不断地搅拌，当加热到适当温度后，将管材放入酸洗槽中，同时掌握适当的酸洗时间，避免清理不净或浸蚀过度的现象。酸洗后立即将管材放入中和槽用稀碱液（氢氧化钠或碳酸钠稀溶液）中和，然后再将管材取出放入热水槽中用热水洗涤，使其完全保持中性，清洗后要干燥。酸洗、碱洗、热水洗、干燥、刷油漆等操作应该连续进行，以免继续生锈。

酸洗的速度决定于氧化物的组成、酸的种类、酸的浓度与温度。一般地讲，酸的浓度升高可以加速酸洗速度，但是硫酸的浓度高容易产生浸蚀过度现象（即发生过多的金属溶解）。另外，硫酸浓度超过 25% 时，酸洗速度反而下降，所以实际使用的硫酸浓度应不超过 20%。温度升高，酸洗速度可大大增加，见表 68.1-7 所示。但实际操作中，盐酸的温度不高于 30~40℃，硫酸的温度不高于 50~60℃。

如果只要求管材内壁清洗，可将调好的酸溶液灌入管内，达到规定时间后倒出，立即灌

入中和液，中和后再倒出，然后用清水冲洗，再予干燥。

温度对酸洗时间的影响 表 68. 1-7

硫酸浓度 (%)	在下列温度下的酸洗时间 (min)			盐酸浓度 (%)	在下列温度下的酸洗时间 (min)		
	18 C	40 C	60 C		18 C	40 C	60 C
5	135	45	13	5	55	15	5
10	120	32	8	10	18	6	2

酸洗场地应通风良好。因为酸溶液对人体和衣服有强烈的腐蚀作用，所以在酸洗操作过程中，一定要穿戴耐酸手套、围裙和脚盖等防护用品，严防酸液飞溅损害人体，造成事故。

化学法清理应符合下列要求：

- (1) 金属表面化学处理一般可采用浸泡、喷射和涂刷等方法。
- (2) 酸洗液必须按规定的配方和顺序进行配制，并应称量，准确，搅拌均匀。

酸洗液的配比及工艺条件可参照表 68. 1-8 选用。

(3) 为防止工件过蚀和氢脆，酸洗操作的温度及时间，应根据工件表面铁锈去除情况，在规定范围内进行调节。酸洗液的成分应定期分析并及时补充新液。

(4) 如酸洗液酸度过低或铁盐含量过高致使除锈效果明显下降时，酸洗液应予以更换。

(5) 经酸洗后的金属表面，必须进行中和钝化处理。根据被处理设备、管道及管件的形状、大小，环境温度、湿度以及酸洗方法的不同，可选用以下方法：

酸洗液的配比及工艺条件 表 68. 1-8

名 称	配 比	处理温度 (C)	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 (比重 1.18) (g/L) 工业硫酸 (比重 1.84) (g/L) 乌洛托平 (g/L) 水	110~180 75~100 5~8 余量	20~60	5~50	适用于钢铁及铸铁工件除锈
工业硫酸 (比重 1.84) (g/L) 食盐 (g/L) 缓蚀剂 水	180~200 40~50 适 量 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	表面铁锈 除尽为止	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

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；

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参照表 68.1-9。

(6) 钝化处理后的金属表面应在空气流通的地方晾干或用压缩空气吹干。

(7) 化学处理的各道工序必须连续进行，不得中途停顿，以免再度生锈。

4. 机械和人工处理



图 68.1-7 除锈机工作示意图

碱性钝化液配比及工艺条件 表 68.1-9

名 称	配 比	溶液 pH 值	处理温度 (°C)	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。

机械处理可采用风（电）动刷轮、风（电）动砂轮和各式除锈设备。见图 68.1-7。

人工处理可使用手锤、刮刀、铲刀、钢丝刷及砂布（纸）等。

5. 运输和保管

(1) 处理合格的金属表面在运输和保管期间应保持洁净。如因保管不当或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。

(2) 金属表面经处理后应及时涂刷底漆，一般情况不得过夜。在空气湿度较大，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金属表面再度锈蚀。

第 2 节 砖、板衬里

一、一般规定

(1) 砖、板衬里工程包括：

- 1) 硅质耐酸胶泥（以下简称硅质胶泥）衬砌砖、板的设备、管道及管件的衬里层；
- 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双酚 A 不饱和聚酯树脂胶泥等）衬砌或勾缝的砖、板衬里设备、管道及管件衬里层。

(2) 施工环境温度以 15~30℃ 为宜，相对湿度不宜大于 80%，当施工环境温度低于 15℃ 时，应采取加热保温措施。

原材料使用时，本身温度不应低于 15℃。

(3) 硅质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) 衬砌前、砖、板应挑选、洗净和干燥，重要部位宜先试排。

衬砌顺序：立式设备应先衬底后衬壁，由下而上顺序衬砌；卧式设备应先衬封头，再从底部衬砌，立面砖、板要压住平面砖、板。

(5) 设备接管的衬管应在设备本体初砌前进行。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，未经浸渍处理的石墨管，严禁直接用作衬管。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，要防止衬管偏心，垂直位置的衬管，要在衬后固定好位置，以防止位移。

(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 $\frac{1}{2}$ ，最小不少于 $\frac{1}{3}$ ；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 $\frac{1}{2}$ ，最小不少于 $\frac{1}{3}$ 。相邻两砖高差不大于1.5mm，相邻两板高差不大于1mm。法兰面应平整光滑。

(7) 对设备的顶盖施衬，一般是在地面上倒置衬砌砖、板或贴衬玻璃钢，然后安装在设备上。如用胶泥抹面，应预先把铁丝网（ $\phi 3 \sim 4\text{mm}$ ）点焊在顶盖上，点焊间距约为50~100mm，胶泥厚度为10~20mm。

(8) 需作勾缝的砖、板衬里，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。

二、原材料和制成品的质量要求

(1) 防腐蚀衬里使用的砖、板应符合下列规定：

1) 砖、板、管的品种，规格及等级应符合设计要求；

2) 耐酸瓷砖、板的质量要求应符合《耐酸瓷砖》(JC195—74)的规定，不透性石墨板及辉绿岩板的质量要求应符合表 68.2-1~68.2-2 的规定；

3) 砖、板的表面应平整、无裂缝、凹凸等缺陷，断面均匀致密、无气孔及夹渣。按外型尺寸进行挑选分类。

(2) 硅质胶泥的原材料应符合下列规定：

辉绿岩板质量指标		表 68.2-1	不透性石墨板质量指标					表 68.2-2
项	目	指标	名 称	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	
外观		灰黑色	密度 (g/cm ³)	1.8~1.9	1.80	1.80	—	
耐酸度 (%)		>99	吸水率 (%)	—	1.25~7.5	—	—	
吸水率 (%)		<10	抗压强度 (MPa)	60~70	40~55	50~60	41.5	
冲击韧性 (N·cm/cm ²)		>1.60	抗拉强度 (MPa)	8~10	8~10	8~10	5.1	
抗压强度 (MPa)		>600	渗透性水压 (MPa)	>0.6	>0.6	>0.6	>0.3	
弯曲强度 (MPa)		>65	最高使用温度 (°C)	180	<180	<200	450	
耐急冷、急热性能			长期使用温度 (°C)	-30~120	-30~120	-30~180	-30~120	
水浴法 20~70°C 反复一次	50/14							
气浴法 25~200°C 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。

1) 水玻璃应呈青灰色或淡黄色粘稠液体，无杂质，模数为 2.6~2.8，密度为 1.38~1.45kg/cm³；

2) 水玻璃的模数或比重如不符合上述要求时，应参考下列的方法而进行调整。

A. 模数调整法

(A) 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，并不断搅拌直到均匀。

加入高模数的水玻璃重量按下式计算：