

国标标准分类号 ICS
中国标准文献分类号 CCS



中国石油和化工勘察设计协会团体标准

T/HGJ XXXXX—XXXX

防腐蚀碳砖工程技术标准

Engineering specification for combined carbon brick lining

(征求意见稿)

202X -XX - XX 发布

202X -XX- XX 实施

中国石油和化工勘察设计协会 发布

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	材料	3
3.1	碳砖层材料	3
3.2	隔离层	3
4	设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	钢制基体	6
4.3	混凝土基体	9
4.4	碳砖衬里结构	9
4.5	膨胀缝	11
5	施工	12
5.1	一般规定	12
5.2	施工	12
6	质量检验与验收	14
6.1	一般规定	14
6.2	基体的检验	14
6.3	隔离层检验	16
6.4	胶泥、碳砖面层及灰缝的检验	17
6.5	工程验收	18
7	施工安全和环保	20
7.1	施工安全	20
7.2	施工环保	21
8	维护和运行	22
8.1	维护和保养	22
8.2	运行管理	22

本标准用词说明	24
引用标准名录	25

Contents

1	General rules.....	1
2	Terms	2
3	Materials	3
	3.1 Carbon brick layer materials.....	3
	3.2 Sealing layer	3
4	Design.....	5
	4.1 General regulation	5
	4.2 Steel matrix.....	6
	4.3 Concrete matrix	9
	4.4 Carbon brick lining structure.....	9
	4.5 Expansion joints	11
5	Construction	12
	5.1 General requirements.....	12
	5.2 Construction	12
6	Quality inspection and acceptance	14
	6.1 General requirements.....	14
	6.2 Testing of matrix	14
	6.3 Inspection of sealinglayer.....	16
	6.4 Inspection of mortar, carbon brick layer and mortar joints	17
	6.5 Project acceptance	18
7	Construction safety and environmental protection	20
	7.1 Construction safety	20
	7.2 Construction environmental protection	21
8	Maintenance and operation.....	22
	8.1 Maintenance and service	22
	8.2 Operations management	22

Explanations of wording in this code	24
List of quoted standards.....	25

1 总则

1.0.1 为提高防腐蚀碳砖工程的设计和施工水平，加强防腐蚀碳砖工程质量控制，确保工程质量和安全，做到技术先进、安全适用、经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的混凝土或金属工业设备的防腐蚀碳砖工程的设计、施工、检验与验收、运行和维护、安全与环保。

1.0.3 本标准不适用于直接火焰加热、有剧烈震动、预应力或氧化性环境下的工业设备的碳砖衬里。

1.0.4 工业设备防腐蚀碳砖的施工工程设计、施工、检验与验收、运行和维护、安全与环保除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 复合衬里 combined lining

防护金属或混凝土遭受化学物质侵蚀的多层衬里系统，包括隔离层和碳砖层。

2.0.2 隔离层 sealing layer

应用在金属或混凝土表面的防护层，为复合衬里的底层。

2.0.3 碳砖层 carbon bricklayer

复合衬里的面层，由碳砖通过胶泥粘结在隔离层上，由胶泥和碳砖共同组成。

2.0.4 接缝材料 butt joints material

用于填充碳砖缝之间的胶泥材料。

2.0.5 底铺材料 bedding material

碳砖层底面的胶泥材料。

2.0.6 空缝 hollow joint

碳砖之间的接缝，不含填充胶泥。

2.0.7 结合缝 bedding joint

隔离层和碳砖之间的胶泥层。

2.0.8 灰缝 butt joints

碳砖之间的胶泥缝。

2.0.9 挤缝技术 squeezing joint technique

砖和胶泥同时施工，同时填充砖和砖之间的接缝的技术。

2.0.10 勾缝技术 pointing joint technique

将砖和砖之间的接缝保持开放，然后再填充接缝材料的技术。

3 材料

3.1 碳砖层材料

3.1.1 防腐蚀碳砖的物理性能应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 防腐蚀碳砖的物理性能

名称	类型	体积 密度 kg/m ³	抗折 强度 MPa	抗压 强度 MPa	导热系数 W/(m·K)	灰分 %	弹性 模量 10 ⁴ N/mm ²	线膨胀 系数 10 ⁻⁶ K ⁻¹	显气 孔率 %
烧结 碳砖	SJ-2	≥1500	≥15	≥45	2.0~8.0	≤5	0.5-1.5	3.0-4.0	<22
	SJ-1	≥1650	≥20	≥65	2.0~8.0	≤3	0.5-1.5	3.0-4.0	<20
压制 碳砖	YZ-2	≥1600	≥15	≥50	2.0~8.0	≤5	0.5-2.5	3.5-5.0	<15
	YZ-1	≥1650	≥20	≥70	2.0~8.0	≤2	0.5-2.5	3.5-5.0	<10

3.1.2 用于碳砖衬砌的胶泥类型、性能要求及检测方法等，应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 的有关规定。

3.1.3 树脂胶泥的物理性能应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 树脂胶泥的物理特性

材料	密度 g/cm ³	吸水率 %	抗压强度 N/mm ²	弯曲强度 (MPa)	弯曲模量 10 ⁴ /mm ²	线性热膨胀 系数 10 ⁻⁶ K ⁻¹	最高耐 受温度 (°C)	与碳砖的 粘结强度 (MPa)
矿物填料 树脂胶泥	1.7-2.2	<1	50-100	20-40	1-2	20-50	180	≥2.5
碳质填料 树脂胶泥	1.4-2.0	<1	50-100	20-30	约 0.8	20-30	250	≥2.5

3.2 隔离层

3.2.1 隔离层材料可选用橡胶、铅、涂料、玻璃鳞片胶泥。其材料及衬里层的性能应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 的有关规定。

3.2.2 隔离层的最高使用温度宜按表 3.2.2 确定：

表 3.2.2 隔离层的最高使用温度

材料	最高使用温度（℃）
橡胶	150
铅	140
涂料	80
玻璃鳞片胶泥	130

3.2.3 隔离层的适用性可按材料产品说明书进行评估。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 碳砖衬里可铺设于钢基体或混凝土基体上，且应设置隔离层，并可与其他材质的砖衬配合使用。详细的碳砖衬里结构见图 4.1.1 示意。

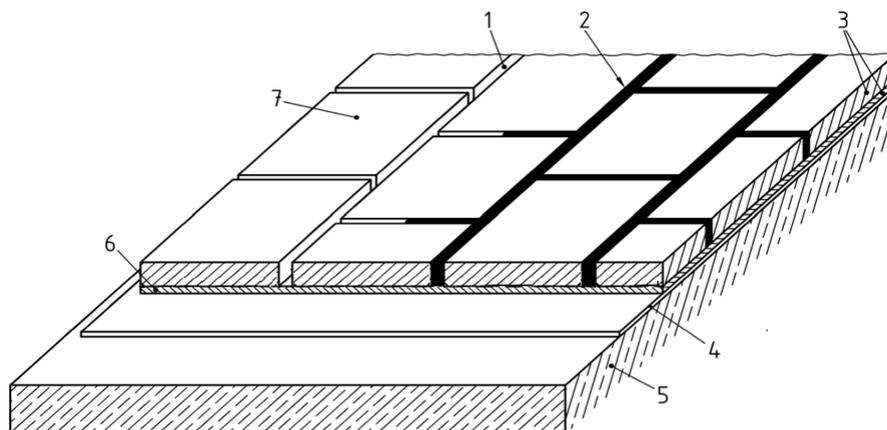


图 4.1.1 碳砖衬里结构示意图

1—空缝；2—灰缝；3—碳砖层；6和7复合；

4—隔离层；5—基体；6—结合缝；7—碳砖

4.1.2 防腐蚀碳砖衬里适用于设计内压不应大于 1.6MPa，设计外压不应大于 0.1Mpa，设计温度不应大于 300℃的设备。

4.1.3 设备基体内应平整，棱角应圆滑过渡。

4.1.4 设备的全部加工、焊接、热处理、试漏和试压试验均应在碳砖衬里施工前完成。

碳砖衬里施工完成后，严禁在设备钢壳上动火、施焊或进行其他损伤衬里的作业。

4.1.5 碳砖的衬里设计条件应至少包括下列内容：

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

4.1.6 防腐蚀碳砖衬里的树脂胶泥耐腐蚀性能应符合现行国家标准《工业设备及管道防

腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 第 13.3 节的有关规定。

4.1.7 防腐蚀碳砖耐化学性能应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7 防腐蚀碳砖耐化学性能

介质	实验温度℃	耐受性	
		烧结碳砖	压制碳砖
40%硝酸	40	耐	不耐
40%氢氟酸	40	耐	耐
混合酸，硝酸 25%，氢氟酸 10%，水 65%	40	耐	不耐
35%盐酸	80	耐	耐
75%磷酸	80	耐	耐
50%硫酸	80	耐	耐
50%氢氧化钾	80	耐	不耐
50%氢氧化钠	80	耐	不耐

注：测试周期为一周。其他测试介质及测试周期应在使用前进行评估。

4.2 钢制基体

4.2.1 钢制设备的基体除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 第 3.2 节的有关规定。

4.2.2 设备不得因施加的恒载和预期的变化载荷而产生变形。

4.2.3 钢基体表面应平整；所有衬里覆盖的焊缝应连续、平整、光滑，无焊瘤或凹槽。

所有衬里覆盖的焊缝示意如图 4.2.3 所示。

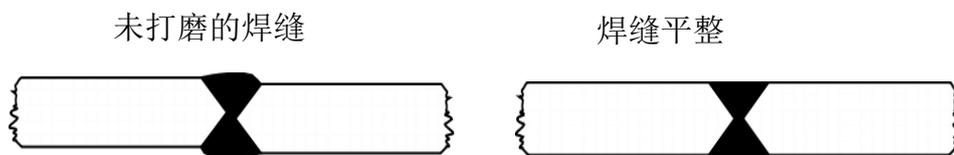


图 4.2.3 衬里覆盖的焊缝示意

4.2.4 边角应圆滑过渡如图 4.2.4 所示，且倒角的圆弧半径不应小于 5mm。

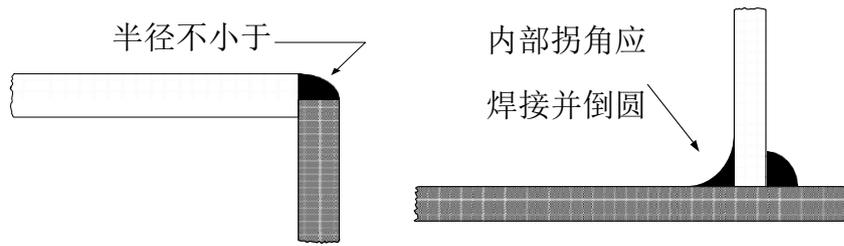


图 4.2.4 边角圆滑过渡示意

4.2.5 平底设备的基础设计应符合下列规定：

- 1 平底设备的基础如图 4.2.5-1 所示，应限制底部变形。

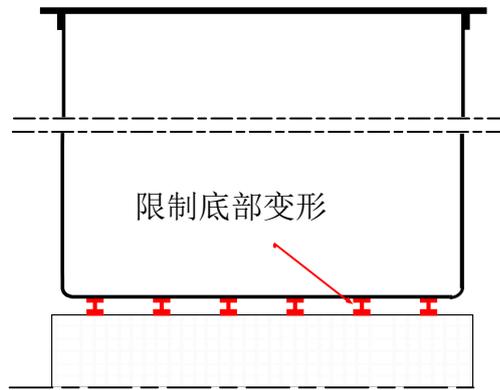


图 4.2.5-1 平底设备基础示意

- 2 特殊情况下，平底设备的全支撑可采用图 4.2.5-2 示意，直接与支撑平台接触，但设备底部不应有鼓胀变形。

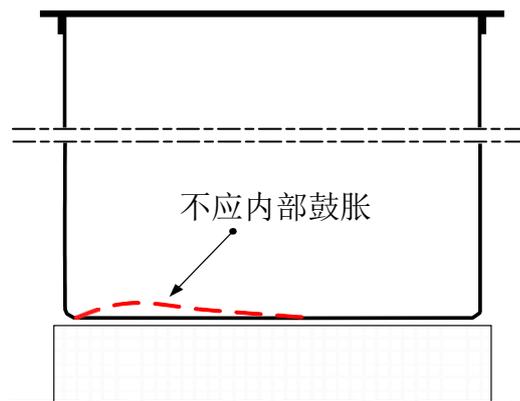


图 4.2.5-2 平底设备的全支撑基础示意

- 3 基础的平面度应符合下列规定：
 - 1) 当测试点之间的距离为 900mm-1500mm 时，平面度偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
 - 2) 从一个测试点到下一个测试点的偏差不得超过最大允许偏差的一半；

3) 底部在其支撑上不应有弹性形变。

4.2.6 容器顶部衬砖时，应采用凸形封头，封头与筒体应圆滑过渡，并应为衬砖提供适合的支撑。

4.2.7 圆筒体的圆度应符合下列规定：

1 圆筒体截面上的半径偏差不应超过平均值的±0.4%；直径超过 7500mm 的容器，最大偏差为±15mm。

2 测量时应将筒体的截面周长分为 16 等分来设置测点，筒体圆度测量点示意如图 4.2.7-1 所示。测点之间的距离应大于圆周长的 1/16，对于直径大于 7500mm 的筒体，测点之间的距离应大于 1500mm。

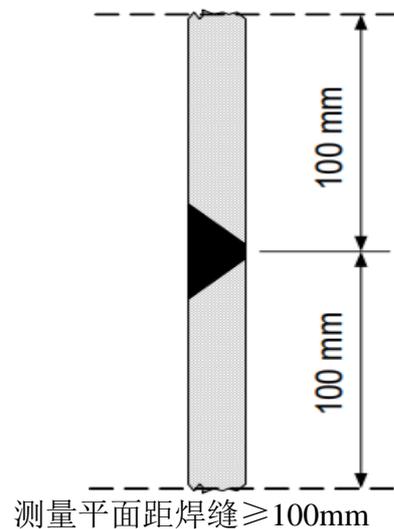
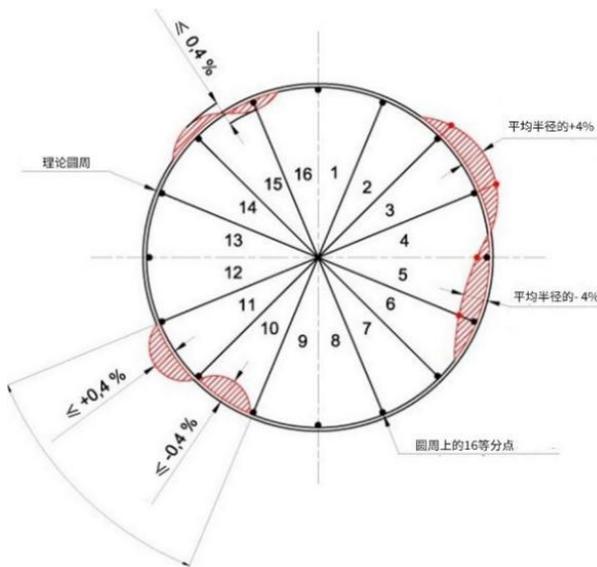


图 4.2.7-1 筒体圆度测量点示意 图 4.2.7-2 测量平面距离焊缝要求示意

3 在每个测量平面上，半径的平均值应按下列式计算：

$$R = \frac{r_1+r_2+\dots+r_{16}}{16} \quad (4.2.7)$$

式中：R----半径的平均值

4 测量平面的选取应符合下列规定：

- 1) 测量平面应垂直于筒体轴线，测量平面的间距宜为 1000mm~2500mm；
- 2) 测量平面距离焊缝要求示意如图 4.2.7-2 所示，测量平面距离筒体环焊缝的距离不应小于 100mm；
- 3) 高度 2000mm 及以上的容器应至少选取 2 个测量平面。

4) 每个环焊缝最多设置 1 个测量平面，最大间隔应为 2500mm。

4.2.8 矩形容器的尺寸偏差应符合下列规定：

- 1 容器壁部的最大尺寸偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，测量点间距为 900mm~1500mm；
- 2 容器底部水平度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，测量点间距为 900mm~1500mm。

4.3 混凝土基体

4.3.1 混凝土基体表面应密实、平整，不得有地下水渗漏、不均匀沉陷、起砂、脱层、裂缝、蜂窝和麻面等缺陷。

4.3.2 混凝土基体表面影响衬里施工的表面嵌入物应清理干净，突出的钢筋应切割至齐平面以下 12 mm。

4.3.3 当混凝土基体外表面水或水蒸汽对衬里造成影响时，基体外表面应有防水层。

4.3.4 混凝土表面的错边不应大于 2mm，错边应打磨平整。

4.3.5 混凝土表面、砂浆层以及灰浆层的强度必须符合内衬及设计要求。混凝土的整体抗压强度应大于或等于 25MPa。

4.4 碳砖衬里结构

4.4.1 除敞口设备或可拆卸设备外，防腐蚀碳砖衬里设备应设置人孔，人孔衬砌后内直径不应小于 450mm。

4.4.2 直径小于 DN500 的管道或接管宜采用石墨管。

4.4.3 防腐蚀碳砖的热稳定性应符合下列要求：

1 在设计防腐蚀碳砖衬里系统时，应计算整个衬里系统的传热，计算方法应按现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 附录 Q 执行。

2 胶泥的耐温性能应耐受介质的最高温度、最低温度、接触时间、温度变化的速度和频率的影响。

3 碳砖衬里设备的操作温度不应偏离衬里的设计温度。

4.4.4 防腐蚀碳砖衬里的厚度宜符合以下规定：

- 1 当有机械载荷与磨损情况时，衬里宜采用一层结构，且碳砖层厚度为 65mm。
- 2 有自支撑要求的碳砖衬里厚度单层不宜小于 65mm。
- 3 磨损严重区域的碳砖衬里可采用双层结构，每层厚度可采用 65mm。

4.4.5 平坦的表面宜选用标准尺寸碳砖，曲率较大的表面宜选用异形碳砖。

4.4.6 悬垂面碳砖层的自重应采用自支撑结构吸收。悬垂面碳砖层无自支撑或自支撑不足时，所用胶泥的粘合强度应大于衬里结构的自重。

4.4.7 立式设备底部或顶部碳砖的排列可采用下列排列形式：

- 1 扇形排列；
- 2 平形排列；
- 3 人字形排列；
- 4 异形砖排列方式。

4.4.8 厚度小于或等于 15mm 的碳板宜水平铺设。

4.4.9 平墙的碳砖衬里宜有不小于 2% 的倾斜度。

4.4.10 碳砖衬里的结合缝和灰缝尺寸应遵守制造商的说明。推荐的结合缝厚度宜为 4mm~5mm，灰缝宽度宜为 2mm~3mm。

4.4.11 下列情况宜采用 3mm~8mm 的宽灰缝：

- 1 使用过程中有热膨胀引起的应力变化；
- 2 灰缝在操作过程中会受到介质冲刷，并且后续需要重新修补；
- 3 勾缝的胶泥与铺砖时使用的胶泥不同。

除上述情况外，宜采用窄的灰缝。结合缝和灰缝应采用挤缝技术，且应在铺设碳砖时同步完成。

4.4.12 空缝后续的局部点填充，须保证空缝维持所要求的深度和宽度，空缝深度不应小于 15mm。深度 20mm 以下的空缝可一次填充；深度大于 20mm 的空缝应分两次或两次以上填充。

4.4.13 灰缝沿深度方向宽度应保一致，异形砖的曲率半径应符合设备半径，合适的砖缝结构如图 4.4.13-1 所示。不应铺设曲率半径小于或大于容器半径的异形砖，不合适的砖缝如图 4.4.13-2 及图 4.4.13-3 所示。

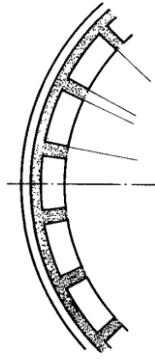


图 4.4.13-1

合适的砖缝结构示意图

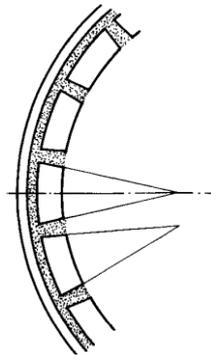


图 4.4.13-2

不合适的砖缝结构示意图

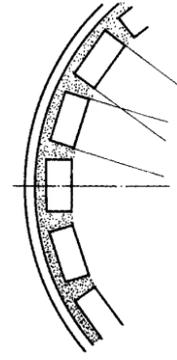


图 4.4.13-3

不合适的砖缝结构示意图

4.4.14 当碳砖衬里部件采用接管法兰连接时，碳砖应低于法兰密封面 3mm~5mm，且应采用小尺寸碳砖，如图 4.4.14 所示。

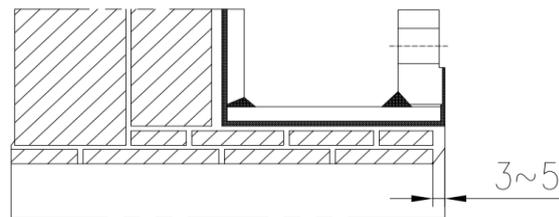


图 4.4.14 接管法兰碳砖衬里示意

4.5 膨胀缝

4.5.1 碳砖膨胀缝材料宜选用基于硅、聚硫化物或聚氨酯的弹性体或塑料。

4.5.2 膨胀缝材料的耐腐蚀性能和适用性应符合设计的要求。

4.5.3 应进行定期监测或维护，防止腐蚀介质直接穿透到隔离层。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 施工前制定详细的施工组织设计文件，并对衬砖施工的人员进行交底。

5.1.2 施工前应对衬砖材料进行抽样复检，其性能应符合本标准第3章的相关规定。

5.1.3 衬砖作业人员应具有相关的专业知识和技能，并持有相关专业的上岗证或经过专业培训且考核合格。

5.1.4 碳砖施工的环境应符合下列规定：

- 1 施工温度应为 10℃~30℃，相对湿度不应大于 80%。当温度低于 10℃时，应采取加热或保温措施，不应使用明火或蒸汽直接加热；
- 2 当施工温度高于 30℃，应采取降温措施；
- 3 衬砖施工场地应保持良好通风和光照。

5.1.5 施工前应对设备基体和隔离层进行检查，并应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 的有关规定。

5.1.6 树脂胶泥、固化剂、稀释剂等材料应密闭储存在阴凉、干燥的通风处，并应有防火措施。

5.1.7 胶泥在施工过程中，当有凝固结块等现象时，不得继续使用。

5.1.8 衬砖施工应做好隔离层防护，不得损伤隔离层。

5.1.9 衬砖施工结束后，应按产品技术说明进行养护。

5.1.10 衬砖完成后，应对设备接管及人孔做好防护措施。

5.2 施工

5.2.1 在衬砖施工之前，应将设备放置于最终安装位置，并应完成找平找正工作。

5.2.2 碳砖表面应该干净干燥，碳砖及被衬基体表面应无灰尘、水滴、油污、锈蚀和潮湿等现象。

5.2.3 衬砖施工开始前应进行粘结试验和性能评定来确定胶泥的各组分、配比及正确的配制程序或步骤。

5.2.4 胶泥应由评定合格的人员采用专用工具配制。

5.2.5 胶泥应按评定合格的比例进行混合且搅拌均匀，搅拌时间宜大于 5 分钟，具体配

制要求应符合产品说明书的要求。

5.2.6 衬砖施工开始前应根据衬砖图在施工位置先进行试排版，并编号定位。衬砖顺序应由低往高，阴角处立面砖应压住平面砖，阳角处平面砖应压住立面砖。衬砖施工应采用挤缝技术，结合缝和灰缝胶泥应饱满密实。

5.2.7 立面衬砌时，灰缝宽度应符合本标准的相关规定，合理控制衬砌速度和高度。

5.2.8 立面衬砌宜在环向砌筑不大于 2m 的距离，预留不小于一块砖的空缝，待胶泥固化后，再补衬砖至该空缝。

5.2.9 衬砖施工不得使用宽度、长度小于原砖 1/2 的砖或厚度小于原砖 2/3 的砖。

5.2.10 对于立式圆柱形容器，碳砖通常应环向衬砌，轴向灰缝间应错缝。对于卧式圆柱形容器，轴向灰缝应是连续缝，径向灰缝应错缝。错缝距离不应小于单块碳砖尺寸的 1/3，且不小于 15mm。

5.2.11 在衬砌多层碳砖时，内外层的灰缝应错开。

5.2.12 当防腐蚀碳砖衬砌长度大于 3m 时，宜设置膨胀缝。

5.2.13 砖衬施工应采用挤缝技术。挤缝时凸出的胶泥在固化前用抹刀刮平，固化后的凸出应打磨平整。

6 质量检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 基体检验的数量应符合下列规定：

- 1 混凝土基体表面处理应全部检查；
- 2 混凝土基体含水率每台（套）设备测试不少于 3 处，每处 3 个点；
- 3 混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定；
- 4 钢结构表面处理应全部检查。

6.1.2 隔离层检验应符合下列规定：

- 1 隔离层的表面完好性应全部检查；
- 2 隔离层的外观应全部检查；
- 3 隔离层的厚度每台（套）设备测试不应少于 3 处，每处 3 个点。

6.1.3 原材料的取样数量和质量判定应符合下列规定：

- 1 碳砖取样:以相同工艺条件生产的同一规格、同一牌号 5000 块为批;不足 5000 块时,按一批计;在每批次中随机抽样,每个检测项目的取样数量不得少于 5 个;
- 2 胶泥树脂应从每批号桶中随机抽样 3 桶,每桶取样不少于 1000g,混合均匀后检测;当一个批号小于或等于 3 桶时,可随机抽样 1 桶,取样不得少于 3000g。
- 3 粉料或细骨料应以不同粒径规格的每批号中随机抽样 3 袋,每袋取样不应少于 1000g,应混合后检测;当一个批号小于或等于 3 袋时,可随机抽样 1 袋,取样不应少于 3000g。
- 4 当抽样检验结果有 1 项为不合格时,应加倍抽样复检。当仍有 1 项指标不合格时,应判定该产品质量为不合格。

6.2 基体的检验

I 主控项目

6.2.1 混凝土基层强度应符合设计规定。

检验方法：检查混凝土强度试验报告、现场采用仪器测试。

6.2.2 混凝土基层表面应密实、平整，不得有地下水渗漏、不均匀沉陷、起砂、起壳、

裂缝、麻面及油污等现象。

检验方法：观察检查或敲击法检查。

6.2.3 混凝土基层的含水率，在深度为 20mm 的厚度层内，不应大于 6%。

检验方法：采用现场仪器测量法、现场取样称重法、塑料薄膜覆盖法或检查基层含水率试验报告

6.2.4 圆柱型钢结构圆度应符合本标准的规定。

检验方法：用激光尺检查

6.2.5 钢基体采用喷射除锈的表面质量应符合下列规定：

- 1 钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物；
- 2 任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑；
- 3 表面应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 的 Sa2 1/2 级。

检验方法：观察比对各等级标准照片。

6.2.6 钢基体表面采用手工和动力工具除锈的质量应符合下列规定：

- 1 钢材表面应无可见的油脂和污垢，且无附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。
- 2 底材显露部分的表面应具有金属本体光泽；
- 3 表面应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 的 St3 级

检验方法：观察比对各等级标准照片。

6.2.7 碳钢表面处理后的粗糙度等级应符合设计规定。当设计无规定时，应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》GB 50726 的有关规定。

检验方法：采用仪器检测、标准样板观察检查。

II 一般项目

6.2.8 混凝土基层的洁净度应符合设计规定。表面应无析出物、污染物、水泥渣和浮浆层等附着物。

检验方法：观察检查。

6.2.9 混凝土基层表面的粗糙度应符合本标准的相关规定。经过处理的基层表面应为均匀粗糙面。

检验方法：现场仪器检测。

6.2.10 混凝土基层的平整度应符合下列规定：

- 1 当防腐层厚度大于或等于 5mm 时，允许偏差宜为 4mm。
- 2 当防腐层厚度小于 5mm 时，允许偏差宜为 2mm。

检验方法：采用 2m 直尺和楔形尺检查或仪器检查。

6.2.11 碳钢表面应平整，无焊渣、毛刺、铁锈、油污和咬边等缺陷。

检验方法：观察检查或采取对比样板标准块检查。

6.3 隔离层检验

I 主控项目

6.3.1 防腐碳砖衬里设备所用橡胶、铅、涂料、玻璃鳞片树脂胶泥隔离层应符合设计规定，当设计无规定时，应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐工程技术标准》GB/T 50726 中第 6、7、8、10 章的有关规定。

检验方法：检查产品出厂合格证、材料检测报告或现场抽样的复检报告

6.3.2 隔离层的厚度应符合设计规定。厚度小于设计规定厚度的测点数，不应大于 10%，且任意测点处实测厚度不应小于设计规定厚度的 90%。

检验方法：检查施工记录。碳钢基体的隔离层宜采用磁性测厚仪检测，不锈钢基体和混凝土基体的隔离层宜采用超声波测厚仪检测。

6.3.3 隔离层应致密均匀，不得有任何直达基体的针孔、缝隙及机械损伤。

检查方法：本标准规定的隔离层应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐工程技术标准》GB/T 50726 的有关规定。

6.3.4 隔离层表面应无针孔、褶皱、机械损伤及其他缺陷和不足。

检验方法：观察检查。

6.3.5 隔离层应与基体粘接牢固，不得脱层。

检验方法：检查检测报告或现场在基体上破坏性抽样的复检报告。

II 一般项目

6.3.6 隔离层材料的质量应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726 的有关规定。

检验方法：检查材料检测报告或现场抽样的复检报告。

6.3.7 隔离层搭接缝宜平整，并应无凹坑和超过结合层胶泥厚度的凸起。

检查方法：观察检查。

6.4 胶泥、碳砖面层及灰缝的检验

I 主控项目

6.4.1 防腐蚀碳砖衬里设备的碳砖质量应符合设计规定。当设计无规定时，应符合本标准表 3.1.1 的规定。

检验方法：材料检测报告或复验报告。

6.4.2 防腐蚀碳砖衬里的树脂胶泥的质量应符合本标准表 3.1.3 的规定。

检验方法：检查产品出厂合格证、材料检测报告或复检报告

6.4.3 树脂胶泥、碳砖的结合层和灰缝应饱满密实，并应固化完全、黏结牢固，同一层铺砌的块材不得有“十字”通缝，层与层之间砖缝不应重叠。平面块材砌体应无滑移，立面块材砌体应无变形，块材与基层间应无脱层，结合层厚度和灰缝宽度应符合本标准的规定。

检验方法：观察检查、尺量检查和敲击法检查，必要时可采用破坏性方法检查结合层厚度。树脂固化度应采用白棉花球蘸丙酮擦拭方法检查。

II 一般项目

6.4.6 防腐蚀碳砖衬里设备的碳砖表面尺寸应符合设计文件的要求，当设计无要求时，应符合下列规定：

- 1 壁部碳砖的总高度允许偏差应为设计值的 $\pm 0.5\%$ ，且最大偏差不应超过 10mm；
- 2 相邻碳砖之间的高度偏差不应大于 1mm；
- 3 碳砖衬里表面平整度不应大于 4mm。

检验方法：尺量检查。

6.4.7 胶泥衬砌砖板完毕后进行热处理时，温度应均匀，不得局部受热。热处理温度和保温时间应符合砖板衬里的使用要求。

检验方法：检查热处理记录。

6.4.8 砖板衬里面层坡度的允许偏差为坡长的 $\pm 0.2\%$ 。

检验方法：仪器检查和泼水试验检查。

6.5 工程验收

6.5.1 防腐蚀碳砖工程宜按施工顺序，将基体、基体表面处理、隔离层、防腐蚀碳砖层作为检验批。

6.5.2 分项工程可由以上检验批组成，分项工程应按设备台(套)种类划分。

6.5.3 同一个单位工程中的设备防腐分项工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。

6.5.4 防腐蚀碳砖的工程检验批验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的检验应全部合格。
- 2 一般项目检测点的合格率不应小于 80%，且不合格点不得影响使用。
- 3 应具有完整的施工记录，质量保证资料应齐全。

6.5.5 防腐蚀碳砖工程分项工程验收合格应符合下列规定：

- 1 分项工程所含检验批均应验收合格。
- 2 分项工程所含检验批质量保证资料应齐全。

6.5.6 防腐蚀工程施工前，应对基层、隔离层进行检查，并应办理中间交接手续，基层/隔离层应分别符合本标准第 6.2 条和第 6.3 条的规定。

6.5.7 施工质量不符合本标准和设计规定的防腐蚀工程应进行修补或返工。返修记录应纳入交工验收文件。

6.5.8 防腐蚀碳砖工程未经交工验收，不得投入使用。

6.5.9 防腐蚀工程验收时，应提交下列文件：

- 1 原材料的质量证明文件或复验报告。
- 2 树脂胶泥的配合比及其主要技术性能的试验报告。
- 3 基层交工记录。
- 4 隔离层质量证明文件或表面检查和验收记录

- 5 工序质量验收、中间交接和隐蔽工程记录。
- 6 修补或返工记录。
- 7 工程交工汇总表。
- 8 工程验收单或验收证明书、工程交工报告。

7 施工安全和环保

7.1 施工安全

7.1.1 防腐蚀碳砖工程的施工安全应符合现行国家标准《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726-2023 中第 16 章和第 17 章的规定。

7.1.2 防腐蚀碳砖的施工应提前编制施工方案。

7.1.3 材料管理应符合下列要求：

- 1 施工前必须对使用碳砖和胶泥材料进行检查，并应存放在库房内；
- 2 置于露天的材料应有防雨防晒措施，并应远离热源。

7.1.4 施工作业环境应符合下列要求：

- 1 在封闭的环境中进行衬砖作业时，应通风良好，并定期对施工环境进行检测。
- 2 作业前，必须经过相关受限空间的作业许可，方可施工。施工过程中，必须遵守相关作业规定。

7.1.5 脚手架与工作平台的使用应符合下列要求：

- 1 脚手架、工作平台、跳板、梯子等应符合相关法律法规的要求
- 2 在作业前应检查无露头的钉子和尖角，无损坏隔离层。
- 3 在平台上堆放的砖块数量应进行限制，不得超过平台允许的安全承载重量；
- 4 在平台上衬砌时，应有隔离防护措施，严禁上下层平台交叉作业。当上下层作业无法完全错开时，应在上层作业区域设置专用的防护棚或其他隔离措施；在施工计划中，应明确各工序的作业顺序和时间安排。对于必须进行的交叉作业，应制定详细的作业计划和安全措施。
- 5 脚手架的底部支撑脚应有承重载荷，不得损坏施工完成区域的衬里层。

7.1.6 防护装备的使用应符合下列要求：

- 1 衬砖施工时，施工人员应根据作业环境穿戴好防护手套、防护鞋、安全帽、安全带等个人防护装备。
- 2 碳砖施工现场应保持良好的通风，必要时应使用除尘设备，佩戴防尘、防毒口罩；
- 3 切割砖块时，应佩戴防护眼镜。

7.1.7 施工现场必须按电气安全规定进行接电和接地，电源与电线必须安全可靠。

7.1.8 机械转动部分应有防护罩。

7.2 施工环保

7.2.1 防腐蚀施工中产生的固体废物的处理应采取防扬散、流失或其他防止污染环境的措施,并应堆放到现场指定的场所,并应及时清运出场。

7.2.2 防腐蚀施工中产生粉尘的场所应设封闭围挡或遮挡,并应采取降尘处理措施。

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

7.2.4 防腐蚀施工中产生的污水应经沉淀后方可排放,废弃的油料、化学溶剂、酸液、碱液应集中处理,不得随意倾倒。

7.2.5 施工现场严禁焚烧各类废弃物。

8 维护和运行

8.0.1 防腐蚀碳砖衬里设备的运行参数应符合设计文件的规定，不得超范围使用。

8.1 维护和保养

8.1.1 定期检查应符合下列要求：

- 1 定期对防腐蚀碳砖表面进行检查，以识别任何裂纹、剥落或腐蚀迹象。
- 2 检查应每半年进行一次，或根据工程运行环境的恶劣程度进行调整。

8.1.2 清洁

3 检查前清洁碳砖表面和胶泥缝，以去除粘附在上面的物质，去除可能导致腐蚀的化学物质和杂质。

4 清洁工作应使用柔软的清洁工具和中性清洁剂，避免使用研磨性或腐蚀性物质。

8.1.3 碳砖衬里损伤时，应根据检查的结果，结合维护与运行记录，对损伤进行诊断，确定造成损伤原因。

8.1.4 根据损伤的原因，对于发现的损伤，应立即进行评估，并根据损伤程度采取相应的修复措施。

8.1.5 修复工作应由经过专业培训的技术人员执行，并使用与原工程材料性能相同或类似的修复材料。

8.1.6 具体检查和修复应按施工单位或材料生产厂家提供的维护操作手册进行。

8.2 运行管理

8.2.1 防腐蚀碳砖衬里设备运行时，运行期间的温度、压力和化学环境应符合设计规定。

8.2.2 任何超出正常运行范围的情况均应记录，并应采取相应的调整措施。

8.2.3 防腐蚀碳砖衬里设备运行时，应制定和执行标准操作规程。

8.2.4 操作人员应接受专业培训，了解工程特性、操作要求和应急措施。

8.2.5 应制定应急预案，以应对发生的泄漏、腐蚀加速或其他紧急情况。

8.2.6 应急响应团队应定期进行演练，确保在紧急情况下能够迅速有效地采取行动。

8.2.7 运行周期判定应符合下列要求：

1 工程项目的质保期由合同双方书面约定，最短不宜低于工程竣工验收合格后一年。

2 承包方应提供维护保养手册，手册应包含检修周期说明，备件型号及最小备件量，检查项目，检查设备，检查方法及判定准则。

3 质保期后的运行过程中，使用方依据承包方提供的维护保养手册及使用经验进行运行维护。

8.2.8 维护记录应包括检查、清洁、修复的日期、人员、发现的问题和采取的措施。维护记录应保存五年。

8.2.9 定期编制运行报告，内容应包括工程的运行状况、维护活动和任何异常事件。运行报告应归档管理。

本标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- [1] 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- [2] 《建筑防腐蚀工程施工规范》 GB 50212
- [3] 《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》 GB/T 50726
- [4] 《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》 GB/T 8923.1
- [5] 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 GB 12523
- [6] 《建筑施工场界噪声测量方法》 GB 12524