

ICS 91.200

P 72

备案号: J1269-2011



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3609—2011

石油化工隔热耐磨衬里施工技术规范

Technical specification for heat-insulated and
wear-resistant linings in petrochemical industry



2011-05-18 发布

2011-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	II
范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	1
4 HSE 基本要求	1
5 施工准备	2
5.1 技术准备	2
5.2 施工现场准备	2
5.3 材料准备	2
6 施工方法	3
6.1 一般规定	3
6.2 特殊部位的施工方法	3
7 衬里施工	3
7.1 一般规定	3
7.2 设备验收	4
7.3 架设	4
7.4 锚固件安装	5
7.5 金属表面处理	6
7.6 衬里混凝土搅拌	6
7.7 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里施工	6
7.8 侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里施工	8
7.9 隔热耐磨双层衬里施工	8
7.10 耐磨/高耐磨单层衬里施工	9
7.11 衬里混凝土质量检查	9
7.12 成品保护	9
7.13 工程试样	9
8 衬里修补和烘炉	9
9 冬期施工	9
9.1 一般规定	9
9.2 衬里混凝土搅拌	9
9.3 衬里混凝土施工	10
9.4 衬里混凝土养护	10
10 施工过程技术文件和交工技术文件	10
附录 A (规范性附录) 侧拉型圆环技术条件	12
用词说明	14
附: 条文说明	15

前 言

根据国家发展和改革委员会办公厅《2008 年行业标准计划》(发改办工业[2008]1242 号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分 10 章和 1 个附录。

本规程的主要技术内容是:范围;总则;HSE 基本要求;施工准备;施工方法;衬里施工;冬期施工;施工过程技术文件和交工技术文件。

本规程由中国石油化工集团公司负责管理,由中国石油化工集团公司施工技术中心站负责日常管理,由天津金耐达筑炉衬里有限公司和中国石化集团第四建设公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送日常管理单位和主编单位。

本规程日常管理单位:中国石油化工集团公司施工技术中心站

通讯地址:天津市滨海新区大港世纪大道 180 号

邮政编码:300270

电 话:022-63863843

传 真:022-63862301

本规程主编单位:天津金耐达筑炉衬里有限公司

通讯地址:天津市滨海新区大港世纪大道 180 号

邮政编码:300270

中国石化集团第四建设公司

通讯地址:天津市滨海新区大港世纪大道 180 号

邮政编码:300270

本规程参编单位:中国石化集团洛阳石油化工工程公司

中国石化工程建设公司

中国石化集团南京工程有限公司

本规程主要起草人员:丁祥民 苏延秋 张海滨 汪庆华 顾月章 张世成 李 丽 房家贵
秦彦晰 张继明

本规程主要审查人员:孙文君 葛春玉 邸长友 陆磐谷 孙秀环 焦选宁 关慰清 张绍良
郭世云 刘朝晖 徐 清

本规程为首次发布。

石油化工隔热耐磨衬里施工技术规程

1 范围

本规程规定了石油化工催化裂化装置反应再生系统设备衬里结构的施工技术要求。

本规程适用于石油化工建设工程新建、改建和扩建项目催化裂化装置反应再生系统设备的衬里施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规程的引用而成为本规程的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规程；然而，鼓励根据本规程达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本规程。

GB/T 1220 不锈钢棒

GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带

GB 50474 隔热耐磨衬里技术规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

CECS 27 工业炉水泥耐火浇注料冬期施工技术规程

JB/T 4709 钢制压力容器焊接规程

SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定

SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定

3 总则

- 3.1 从事衬里施工的单位应具有与所承担工作内容相应的建筑业企业资质等级和安全生产许可证。
- 3.2 施工单位施工前，应建立相应的质量保证体系和质量检验制度，并应编制施工技术文件，确定各设备的施工工艺和方法，并按规定的程序报审和批准。
- 3.3 项目管理人员、特殊作业人员应持有相应资格证书并经监理/建设单位审核确认后方可上岗。
- 3.4 衬里施工前衬里材料应经监理/建设单位确认后方可投入使用，需要抽样检验的衬里材料应由采购单位负责检验并经施工单位、材料采购单位和监理/建设单位三方在现场见证取样，送有资质的检测机构进行复检。
- 3.5 施工机具应经监理/建设单位确认后方可投入使用。
- 3.6 衬里施工作业的环境温度宜为 5℃～35℃，施工过程应采取措施以防止曝晒和雨淋。
- 3.7 衬里施工环境温度高于 35℃时，应采取降温措施；环境温度低于 5℃时，应采取冬期施工措施。
- 3.8 衬里施工前应进行图纸会审，修改设计和材料变更应征得设计及监理/建设单位同意，并取得相应的确认文件。
- 3.9 计量器具应经过检定/校准或验证，处于合格状态，并在检定周期内使用。
- 3.10 衬里施工前，应检查验收待衬设备，办理交接，并经监理/建设单位确认后方可进行施工。
- 3.11 隔热耐磨衬里施工技术和质量还应符合 GB 50474 的规定。
- 3.12 工程施工过程技术文件和交工技术文件的整理应与工程进度同步进行，工程施工过程技术文件应符合 SH/T 3543 的规定，工程交工技术文件应符合 SH/T 3503 的规定。

4 HSE 基本要求

4.1 人员要求

- 4.1.1 施工前施工作业人员应按规定进行安全教育和培训。
- 4.1.2 施工作业人员应按劳动保护要求着装上岗。
- 4.1.3 施工作业人员在除锈、混凝土搅拌和机械喷涂等粉尘作业场合应佩带防尘口罩。
- 4.1.4 高处作业人员应正确佩带和使用安全带。
- 4.1.5 施工单位在施工现场应有专职电工负责电路维护。

4.2 机械设备要求

- 4.2.1 电焊机和卷扬机等设备宜搭建防护棚，做到防雨、防砸、防止意外损坏。
- 4.2.2 机械设备应有专人管理、专人操作，并应遵守安全操作规程。
- 4.2.3 卷扬机设置应安全可靠，在使用前应进行检查，使用过程中应监督检查。
- 4.2.4 卷扬机进行物料上下运输时，应设置警戒区并配有监护人。

4.3 环境要求

- 4.3.1 待衬设备内作业应有良好的照明，且照明电压不应超过安全电压。
- 4.3.2 待衬设备内施工时应设有良好的通风、降温、排尘和排烟措施。
- 4.3.3 施工现场应做到工完、料尽、场地清。

4.4 安全技术和劳动保护

隔热耐磨衬里施工的安全技术和劳动保护还应符合 GB 50484 的规定。

5 施工准备

5.1 技术准备

5.1.1 衬里施工前，施工单位应组织有关人员熟悉设计文件，并应做好下列工作：

- a) 编写施工技术文件；
- b) 明确与衬里施工有关的专业工程相互配合的要求；
- c) 确定衬里施工的质量关键点和施工难点。

5.1.2 施工前施工单位应对衬里施工作业人员所从事作业的能力进行确认。支模浇注法施工的振捣人员和喷涂法施工的操作人员应进行考核，考核应符合 GB 50474 的规定。

5.1.3 锚固件焊接应选择适用的焊接工艺。

5.1.4 施工前应组织有关人员进行施工技术文件交底，使作业人员掌握施工工艺、关键工序、质量标准及安全防护要求。

5.2 施工现场准备

5.2.1 施工现场应场地平整，道路畅通，施工用水、电、风应满足使用和安全技术要求。

5.2.2 施工现场设施的布置，应符合施工技术文件的规定。

5.2.3 施工机具在施工前应进行调试和试运转，确保施工机具正常工作。

5.2.4 施工前应进行清理，使施工作业环境干净。

5.2.5 施工所用的工具应洁净，防止水泥、黏土及其他杂质混入衬里混凝土内。

5.3 材料准备

5.3.1 衬里材料应按设计文件要求采用，并应有合格的质量证明文件。不定形耐火材料应有材料使用技术条件。衬里混凝土的类别、级别、性能指标应符合设计文件和所执行标准的规定。

5.3.2 施工前应对衬里材料进行外观检查，对于需要抽样检验的材料应经有资质的检测机构检验完毕，性能指标符合设计文件和相应标准要求后方可使用。

5.3.3 施工前施工单位宜制定材料使用计划，计划中应包括材料的牌号、数量、进货时间、使用时间和使用部位。

5.3.4 施工前应核对施工所用材料的牌号和数量，衬里材料运抵施工现场或施工作业区内应按产品名称、牌号、生产批号标识，分区存放在干燥、通风处，且防止日晒、雨淋和受潮。

5.3.5 侧拉型圆环的技术条件应符合本规程附录 A 的规定，其他衬里材料的技术条件和检验要求应符合 GB 50474 的规定。

6 施工方法

6.1 一般规定

6.1.1 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里应采用支模浇注的施工方法，支模浇注困难的部位也可以采用手工捣制或机械喷涂（机械喷涂适用于直径大于或等于 2m 的设备）的施工方法。

6.1.2 龟甲网隔热耐磨双层衬里宜采用手工捣制或机械喷涂的施工方法。

6.1.3 其他衬里结构应采用手工捣制的施工方法。

6.1.4 衬里后直径大于 3m 的设备支模浇注时，模板应采用长度不超过 1200mm 的钢模，直径小于 3m 的设备，模板宜采用木模；设备的锥段、斜管等异形部位宜采用木模。

6.2 特殊部位的施工方法

6.2.1 设备上封头和锥段（上小下大）衬里宜地面倒置施工， Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里宜采用平板振捣与手工捣制相结合的施工方法，其他衬里结构应采用手工捣制的施工方法。

6.2.2 设备下封头 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里宜采用平板振捣与手工捣制相结合的施工方法，其他衬里结构应采用手工捣制的施工方法。

6.2.3 设备开口处当采用 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里时，应与设备一起进行整体支模浇注。

6.2.4 提升管反应器 Y 型段当采用 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里时，应采用立置整体支模浇注的施工方法。

6.2.5 烟气集合管和外集气室衬里应采用地面分瓣手工捣制的施工方法；当吊装能力不能满足整体吊装时，应将烟气集合管和外集气室的上半部衬里施工完毕后再进行吊装。

7 衬里施工

7.1 一般规定

7.1.1 衬里施工前应对设备的尺寸和质量进行检查，对于衬里后吊装或安装过程中容易变形的设备应采取加固措施，经相关方确认并办理工序交接后方可进行施工。

7.1.2 锚固件的焊接应符合国家现行标准 JB/T 4709 和 GB 50474 的规定。

7.1.3 焊后需进行整体热处理的设备在热处理前应将锚固件焊接完毕。

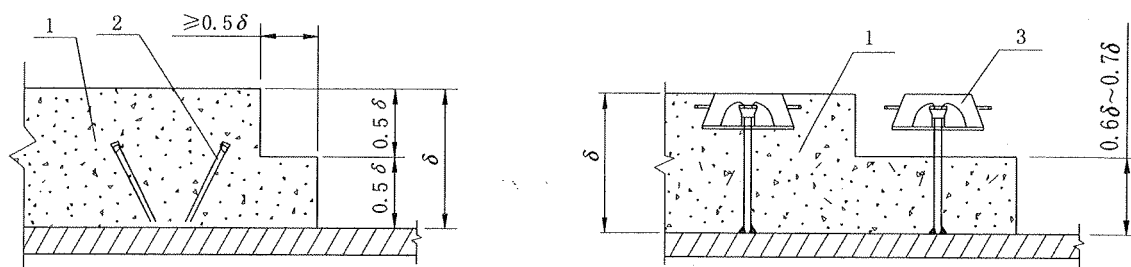
7.1.4 衬里混凝土拌和用水应符合 GB 50474 的规定。

7.1.5 衬里混凝土搅拌应使用强制式搅拌机，并应根据材料的容重和搅拌数量等选择适宜的型号。

7.1.6 衬里混凝土施工宜连续进行，当施工中断时间超过衬里混凝土初凝时间时应留设施工缝，并符合下列规定：

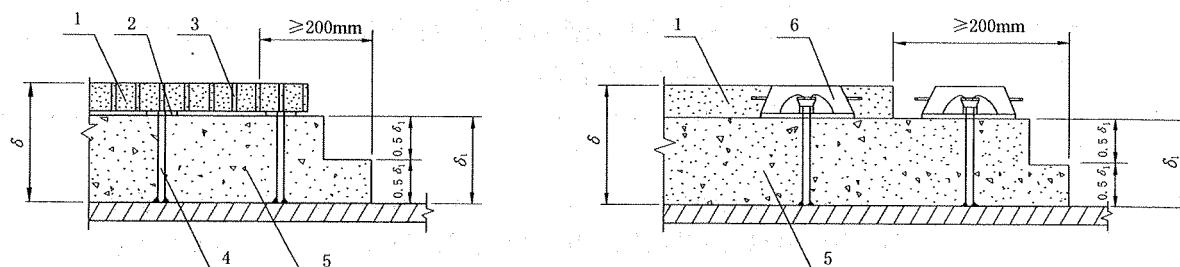
- a) 隔热耐磨单层衬里施工缝宜留设在两排锚固钉中间；
- b) 隔热耐磨单层衬里施工缝的接口型式见图 1；隔热耐磨双层衬里施工缝的接口型式见图 2；
- c) 分段衬里的设备，隔热耐磨单层和隔热耐磨双层衬里其接口每侧宜预留 200 mm 不衬；龟甲网和侧拉型圆环耐磨/高耐磨单层衬里其接口每侧宜预留三排龟甲网或侧拉型圆环不衬；
- d) 施工缝恢复施工前应清除接合处松动或残余的衬里混凝土及杂物；对于龟甲网和侧拉型圆环结构，应将未衬的龟甲网网孔内和侧拉型圆环环帽内残余的衬里混凝土及杂物清理干净；
- e) 水硬性结合衬里混凝土的接合面应充分湿润；
- f) 化学结合衬里混凝土的接合面应均匀涂刷一层结合剂溶液；

g) 施工缝施工时应增加施工缝处衬里混凝土的振捣时间或捣打次数。



1—隔热耐磨单层衬里；2—Ω型锚固钉；3—侧拉型圆环；δ—隔热耐磨单层衬里总厚度

图1 隔热耐磨单层衬里接口型式



1—耐磨衬里；2—端板；3—龟甲网；4—柱型锚固钉；5—隔热衬里；

6—侧拉型圆环；δ—隔热耐磨双层衬里总厚度；δ₁—隔热衬里厚度

图2 隔热耐磨双层衬里接口型式

7.1.7 设备采用卧置分瓣施工时应符合下列规定：

- 大直径设备宜放置在辊胎上进行衬里混凝土施工；
- 衬里后直径不大于 1600mm 的设备每瓣施工弧度应不大于 π ；衬里后直径大于 1600mm 的设备每瓣施工弧度宜不大于 $2\pi/3$ ；
- 上瓣施工完毕应停放不少于 24 小时方可翻身，进行下瓣施工。

7.1.8 施工过程中应对每道工序进行检查确认，并应符合下列规定：

- 每道工序施工完毕后应进行自检，合格后进行报检；
- 联合检查应由监理/建设单位和施工单位共同参加；
- 隐蔽工序应经监理/建设单位确认，并办理隐蔽工程记录后才能进行下道工序施工。

7.1.9 衬里混凝土表面不得撒水泥细粉或水进行抹光。

7.2 设备验收

7.2.1 设备本体已经焊接完毕，并符合有关质量规定。

7.2.2 设备的垂直度和椭圆度等尺寸偏差符合相应标准规范的要求，管口和附件的焊接位置符合设计文件的规定，容易变形的设备已经采取了临时加固措施。

7.2.3 设备应由监理/建设单位、安装单位和衬里施工单位共同进行验收，并办理中间交接后方可进行衬里施工。

7.3 架设

- 7.3.1 设备内架设宜采用钢管和钢跳板进行搭设，架设应牢固可靠并经验收合格后方可使用。
- 7.3.2 架设搭建高度和离作业面的距离应便于衬里施工或模板支设，架设层高宜为 1800mm，离衬里面距离宜为 400mm，架设层与层之间应设置爬梯。
- 7.3.3 小直径设备内架设宜采用软梯，软梯设置应安全可靠。

7.4 锚固件安装

- 7.4.1 锚固件表面不得有油污，有油污时应进行除油除污处理，并符合下列规定：

- 除油除污宜采用除油剂进行浸泡的方法；
- 除油除污处理应在锚固件焊接前进行；
- 选择的除油剂应对锚固件没有腐蚀作用；
- 除油除污处理后应用清水冲洗干净。

- 7.4.2 锚固件的焊接应采用电弧焊。

- 7.4.3 施焊表面及周围不得有水、铁锈、油污、积渣和其他杂物。

- 7.4.4 焊接前应在施焊部位画出符合设计文件和/或规范要求的锚固钉排列位置，设备过渡段、封头等异形部位锚固钉应适当加密。

- 7.4.5 锚固钉安装时应避开器壁焊缝。

- 7.4.6 Ω 型锚固钉焊接应符合下列规定：

- Ω 型锚固钉安装的开口方向应符合设计文件或规范规定；
- Ω 型锚固钉应在两直段内侧或外侧焊接，每侧焊缝长度应不小于 25mm；
- Ω 型锚固钉软质橡胶帽应安装牢固，不得有漏装和虚装现象。

- 7.4.7 柱型锚固钉安装应符合下列规定：

- 柱型锚固钉与器壁应圆周满焊，焊接完毕后应进行找正；
- 柱型锚固钉应先与端板焊接，并采用双面焊（见图 3），端板应紧贴锚固钉的台肩，并垂直于锚固钉。

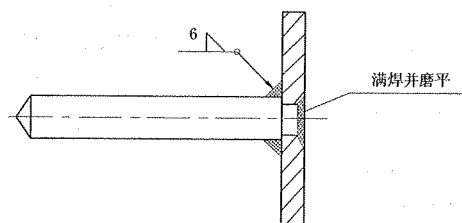


图 3 柱型锚固钉与端板双面焊示意

- 7.4.8 双层侧拉型圆环安装应符合下列规定：

- 侧拉型圆环柱型螺栓与器壁应圆周满焊，并与器壁垂直，焊接完毕后应进行找正，环帽应在环帽内侧的衬里混凝土施工后安装；
- 焊接前应对侧拉型圆环柱型螺栓的螺纹采取保护措施；
- 环帽安装前应将柱型螺栓螺纹上的包裹物清理干净，环帽应与柱型螺栓拧紧，并应保证环帽在同一平面或圆弧面上；
- 环帽安装时如果螺纹松动，应将柱型螺栓与环帽进行点焊。

- 7.4.9 其它型式锚固钉安装应符合下列规定：

- Y 型锚固钉应在宽面两侧满焊；
- V 型锚固钉应在直段两侧满焊；
- S 型锚固钉应在长边两侧满焊；
- 单层侧拉型圆环应在侧拉型圆环外壁每 120°焊接一段，每段焊缝长度不小于 20mm。

7.4.10 龟甲网焊接应符合 GB 50474 的规定。

7.4.11 锚固件焊接完毕后应采用刨锤将焊道上的药皮清理干净；锚固件的安装质量应符合 GB 50474 的规定。

7.5 金属表面处理

7.5.1 设备金属表面处理应采用喷砂（丸）除锈，局部也可采用动力工具除锈，并应符合下列规定：

- a) 喷砂（丸）除锈磨料宜采用金刚砂、石英砂、硅质河砂；
- b) 磨料的颗粒直径宜为 3mm~5mm；
- c) 除锈前应对设备内容易堵塞或损坏的附件采取保护措施；
- d) 采用喷砂（丸）除锈时，锚固件宜在除锈前焊接，采用动力工具除锈时，锚固件应在除锈后焊接；
- e) 除锈时不应造成金属表面的损伤；
- f) 除锈后应将作业面清理干净，金属表面在衬里施工前应防止雨淋，并应尽快施衬；
- g) 衬里内部接管和其他构件上的耐火陶瓷纤维纸及 Ω 型锚固钉的软质橡胶帽应在除锈后进行安装。

7.5.2 金属表面除锈质量应符合 GB 50474 的规定。

7.6 衬里混凝土搅拌

7.6.1 搅拌前应将搅拌机清理干净，搅拌过程中应防止混入其他杂物，盛装衬里混凝土的器具应清洁。

7.6.2 衬里混凝土搅拌应按产品使用技术条件的规定执行。加水量可根据现场的温度、湿度、运输距离和施工工艺进行调整，但不得超过产品使用技术条件规定的范围。

7.6.3 拌和物应分散均匀、颜色一致、无泌水离析现象。

7.6.4 搅拌合格的衬里混凝土应在产品使用技术条件规定的时间内使用，不得二次加水搅拌。

7.6.5 钢纤维应在加水前随干料一起搅拌，钢纤维分布应均匀，不得有成团现象。

7.6.6 喷涂料搅拌应将混合料干搅拌 1min~2min 后，均匀加入定量的预湿水再搅拌 2min~3min，并保证材料搅拌均匀；当产品使用技术条件对搅拌有特殊要求时应按要求执行。

7.6.7 搅拌好的喷涂半湿料应在 3min 内喷完，当产品使用技术条件对时间有特殊要求时应按要求执行。

7.6.8 衬里混凝土搅拌过程中应填写衬里混凝土搅拌记录。

7.7 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里施工

7.7.1 Ω 型锚固钉的焊接应符合本规程 7.4 条的要求。

7.7.2 金属表面处理应符合本规程 7.5 条的要求。

7.7.3 衬里施工前应将穿过衬里的接管和构件外包陶瓷纤维纸，纤维纸包裹的厚度应符合 GB 50474 的规定。

7.7.4 模板安装应符合下列规定：

- a) 钢模板支设前应对模板质量进行检查，木模板制作完毕后应核对尺寸并进行编号，支设前应进行预组装；
- b) 模板支设应具有足够的强度、刚度和稳定性，能承受隔热耐磨混凝土自重和侧压力以及施工过程中产生的其他荷载；
- c) 模板应表面光滑、结构简单、装拆方便；
- d) 支模前模板内表面应清理干净并刷隔离剂；
- e) 模板接缝应对齐、密封、无错边、不漏浆；
- f) 钢模板支撑宜采用钢管弯制成圆形背带，模板水平支撑可用钢管或木方与脚手架连接；
- g) 模板上表面宜用与衬里厚度相等的刀把形木块支撑，每隔 50mm~1000mm 放置一块，并用铁丝绑扎牢固；

h) 模板支设完毕后应对模板进行检查确认。

7.7.5 隔热耐磨单层衬里浇注应符合下列规定：

- 隔热耐磨混凝土运输过程不得离析；
- 同环模板中，隔热耐磨混凝土应分层连续均匀浇注，每层浇注高度不应大于 300mm；并应在下层隔热耐磨混凝土初凝前将上层隔热耐磨混凝土浇注完毕；
- 每环模板宜预留 50mm~100mm，待上一环模板安装后再浇注。

7.7.6 隔热耐磨单层衬里振捣应符合下列规定：

- 混凝土振捣宜采用插入式振捣棒，并应根据衬里混凝土容重、厚度和流动性等选择适宜规格的振捣棒；
- 振捣棒宜设置插入深度的标记；
- 振捣过程中振捣棒应快插慢拔；
- 振捣棒移动间距不应大于锚固钉间距；
- 振捣棒插入下层隔热耐磨混凝土的深度不应小于 50mm；
- 振捣时间应根据衬里混凝土的流动性进行确认，使隔热耐磨混凝土表面呈水平，不再沉落，且不应呈现出浮浆；
- 振捣时不得漏振、不得过度振捣、不得发生离析现象；
- 振捣时振捣棒不宜碰撞模板和定位件。

7.7.7 两段已衬筒体之间的接口应支斜模浇注（见图 4），并振捣密实，混凝土初凝后切除多余部分。

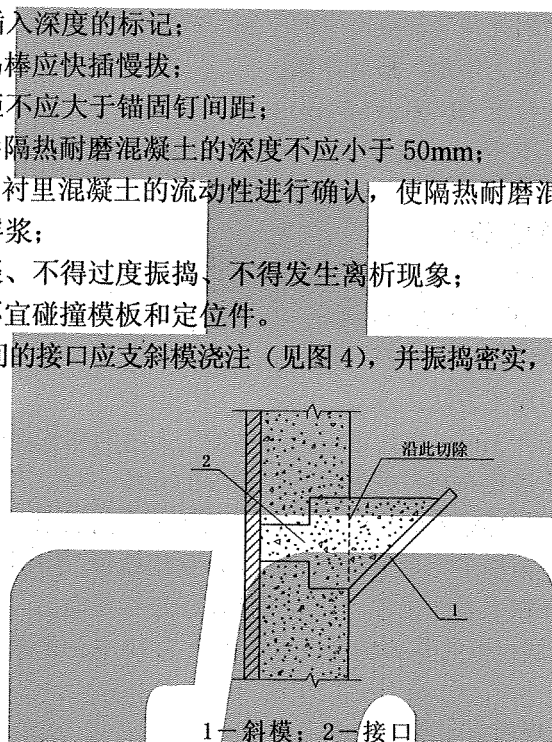


图 4 接口斜模浇注示意

7.7.8 拆模时间应符合下列规定：

- 不承重模板应在隔热耐磨混凝土达到设计强度等级的 50%后拆除；
- 承重模板应在隔热耐磨混凝土达到设计强度等级的 70%后拆除。

7.7.9 筒体上相贯线部位的隔热耐磨混凝土表面应在拆模后用砂轮打磨成圆滑过渡。

7.7.10 隔热耐磨单层衬里手工捣制应符合下列规定：

- 布料应均匀，厚度方向应一次成型；
- 施工时应采用橡胶锤一锤压半锤捣打密实，锚固钉附近应增加捣打次数；
- 采用平板振捣器振捣时，其移动间距应保持振捣器平板覆盖已振实部分的边缘，且不小于 50mm；
- 厚度方向应采用弧度板或探针进行确定，刮至衬里表面与弧度板或探针平齐，并应采用压子进行压面。

7.7.11 隔热耐磨单层衬里机械喷涂应符合下列规定：

- 喷涂机入料口应加设筛网，防止钢纤维团或其他杂物混入；
- 喷涂前应先试喷，并根据材料的容重和环境对风压进行调整；

- c) 喷涂中应控制好压缩风压力和水压, 并应保持稳定;
- d) 喷枪应垂直于受喷面, 喷枪距受喷面的距离宜为 800 mm~1 200 mm;
- e) 喷涂作业应自下而上进行, 喷枪走向应按螺旋式旋转运动, 最大旋转半径不宜超 300 mm, 每次喷涂的厚度在 50 mm 左右, 循序渐进往返进行, 直至达到衬里厚度;
- f) 喷涂中应保持均匀连续出料, 控制好用水量, 避免发生干料夹层和过稀流淌现象;
- g) 喷涂中应随时清理附着在器壁上和支撑件上的回弹料, 回弹料不得再次使用;
- h) 喷涂作业应连续进行, 厚度方向应一次成型, 当喷涂因故中断, 时间超过混凝土终凝时间时应留设施工缝, 并符合本规程 7.1.6 条的要求;
- i) 衬里成型找平应及时, 可利用环形挡板配合靠尺找平, 也可利用探针测厚进行找平;
- j) 设备中的接管下部、喷射死角等部位产生的空洞, 应填补捣实;
- k) 停喷时应先停料, 再停机、停水, 最后停风;
- l) 喷涂中含水率的测定应符合 GB 50474 的规定。

7.7.12 衬里混凝土养护期间不得直接在阳光下照射和风吹, 应填写衬里养护记录, 并应符合 GB 50474 的规定。

7.8 侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里施工

7.8.1 侧拉型圆环柱型螺栓的焊接应符合本规程 7.4 条的要求。

7.8.2 金属表面处理应符合本规程 7.5 条的要求。

7.8.3 侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里施工应符合下列规定:

- a) 施工应采用手工捣制的施工方法;
- b) 每人次布料面积宜控制在 1m^2 以内, 可根据衬里施工人员的熟练程度确定;
- c) 衬里厚度方向应分两次进行布料, 先施工衬里厚度的 60%~70%, 采用橡皮锤捣打密实, 然后安装侧拉型圆环的环帽, 环帽安装应满足本规程 7.4.8 条的要求;
- d) 在首次衬里混凝土初凝前施工余下厚度的衬里, 采用铁锤/不锈钢锤逐眼进行捣实, 并使其表面与侧拉型圆环的环帽上表面平齐, 并应采用压子进行压面。

7.8.4 侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里的养护应符合本规程 7.7.12 条的要求。

7.9 隔热耐磨双层衬里施工

7.9.1 锚固钉的焊接应符合本规程 7.4 条的要求。

7.9.2 金属表面处理应符合本规程 7.5 条的要求。

7.9.3 隔热层衬里施工应符合下列规定:

- a) 施工宜采用手工捣制的施工方法;
- b) 隔热层施工时应均匀布料, 厚度方向一次成型;
- c) 隔热层捣打时应采用橡胶锤一锤压半锤捣打密实, 然后刮至衬里表面与端板或侧拉型圆环柱型螺栓的台肩平齐, 衬里表面宜为麻面;
- d) 隔热层施工时锚固钉附近应逐个捣打并增加捣打次数, 衬里找平后应将侧拉型圆环柱型螺栓的螺纹包裹物或端板表面清理干净。

7.9.4 隔热混凝土的养护应符合本规程 7.7.12 条的要求。

7.9.5 龟甲网的安装和质量应符合本规程 7.4 条的要求; 侧拉型圆环环帽的安装应符合本规程 7.4.8 条的要求。

7.9.6 耐磨层衬里施工应符合下列规定:

- a) 施工前应清除干净龟甲网网孔内或侧拉型圆环环帽内、外的杂物, 并应将隔热层表面进行润湿;
- b) 每人次布料面积宜控制在 1m^2 以内, 可根据衬里施工人员的熟练程度确定;
- c) 每次填入龟甲网网孔内或侧拉型圆环环帽内、外的耐磨混凝土应一次填满, 并应采用

铁锤/不锈钢锤逐眼进行捣实，使其表面与龟甲网或环帽上表面平齐，并应采用压子进行压面。

7.9.7 耐磨混凝土的养护应满足本规程 7.7.12 条的要求。

7.10 耐磨/高耐磨单层衬里施工

7.10.1 锚固钉的焊接应符合本规程 7.4 条的要求。

7.10.2 金属表面处理应符合本规程 7.5 条的要求。

7.10.3 耐磨/高耐磨单层衬里施工应符合下列规定：

- a) 施工前应清理干净锚固钉间、龟甲网内或侧拉型圆环内、外的杂物；
- b) 每次填入龟甲网网孔内或侧拉型圆环内、外的耐磨/高耐磨混凝土应一次填满，并采用铁锤/不锈钢锤逐眼进行捣实；
- c) Y 型锚固钉、V 型锚固钉和 S 型锚固钉耐磨/高耐磨混凝土应采用铁锤/不锈钢锤，一锤压半锤捣打密实；
- d) 龟甲网、S 型锚固钉和侧拉型圆环耐磨/高耐磨单层衬里表面应与锚固件表面平齐；
- e) 耐磨/高耐磨单层衬里应采用压子进行压面。

7.10.4 耐磨/高耐磨衬里的养护应符合本规程 7.7.12 条的要求。

7.11 衬里混凝土质量检查

衬里混凝土的质量检查应符合 GB 50474 的规定。

7.12 成品保护

成品保护应符合 GB 50474 的规定。

7.13 工程试样

工程试样制作应符合 GB 50474 的规定，并应符合下列规定：

- a) 制作过程中应填写衬里工程试样成型记录；
- b) 工程试样检测数量应实行抽检，并应在监理/建设单位见证下进行；
- c) 工程试样检测应具有代表性，并应保证每种材料或主要设备有工程试样检测报告。

8 衬里修补和烘炉

衬里修补和烘炉应符合 GB 50474 的规定。

9 冬期施工

9.1 一般规定

9.1.1 当室外日平均气温连续 5 天稳定低于 5℃即进入冬期施工，当室外日平均气温连续 5 天高于 5℃时解除冬期施工。冬期衬里施工应编制冬期施工技术文件。衬里施工应在有采暖设施的施工环境下进行，水硬性结合的衬里混凝土施工温度宜在 5℃~35℃范围内，化学结合的衬里混凝土施工温度宜在 10℃~35℃范围内。

9.1.2 衬里材料应放在料棚内，离地面高度 200 mm 以上，上部采用棚布覆盖严密。衬里材料使用前应将材料放入暖棚预热，预热温度在 5℃~35℃范围内。

9.1.3 搅拌机应搭设暖棚，并做好防风、防雨雪措施。

9.1.4 衬里材料应适合冬期施工，并应在材料生产厂家、监理/建设单位和施工单位共同见证下进行低温材料使用性能模拟试验。材料生产厂家应在衬里施工全过程提供现场技术指导。

9.2 衬里混凝土搅拌

9.2.1 搅拌用水的水温应在 10℃~25℃范围内，达不到要求时应对水进行预热，预热温度不宜超过 30℃。

9.2.2 搅拌好的衬里混凝土在运输过程中应采取保暖措施。

9.3 衬里混凝土施工

9.3.1 冬期施工应保证衬里混凝土施工环境温度，达不到温度要求时应采取搭设暖棚和通暖气等方法。

9.3.2 衬里施工应迅速，衬里施工宜与衬里材料搅拌在同一暖棚内进行。搅拌好的衬里混凝土应在材料使用技术文件规定的时间内用完，并应保证搅拌好的衬里混凝土在 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内。

9.3.3 衬里施工过程中应做好保温工作，防止衬里混凝土受冻。

9.3.4 内部用蒸汽作为热源时应采用管道加热，不得使蒸汽直接接触衬里表面。

9.4 衬里混凝土养护

9.4.1 衬里混凝土的养护环境温度应在 $10^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 范围内。

9.4.2 工程试样应与已施工完毕的设备混凝土在同条件下进行养护。

9.4.3 衬里混凝土解除冬期施工时应应对工程试样进行含水率测定，并应符合 CECS 27 的规定。

9.4.4 养护过程中应设专人进行养护测温工作，并应填写衬里养护记录。

9.4.5 养护期间不得翻转、振动设备。

9.4.6 养护完成的衬里混凝土应做好防护工作，不得有水或雨雪进入。

10 施工过程技术文件和交工技术文件

10.1 隔热耐磨衬里施工应按工序和施工技术文件规定进行过程质量控制，并按 SH/T 3543 和 SH/T 3503 的规定记录。

10.2 施工过程中应进行工序检查确认，并审查相关资料，被后续工序覆盖的部位应进行隐蔽工程验收。

10.3 衬里工程施工完毕，交付衬里烘炉前应进行工程中间验收。

10.4 衬里烘炉结束，经建设单位、监理单位、设计单位和施工单位共同检查确认后，办理工程交工验收。

10.5 施工过程中应有以下文件和记录：

- a) 施工技术方案；
- b) 技术交底记录；
- c) 质量控制点检查记录；
- d) 衬里浇注料搅拌记录；
- e) 衬里养护记录；
- f) 衬里工程试块成型记录；
- g) 工序交接记录。

10.6 工程交工应有以下文件和记录：

- a) 开工报告；
- b) 材料质量证明书；
- c) 原材料复检报告；
- d) 工程联络单；
- e) 隐蔽工程记录；
- f) 工程中间交接证书；
- g) 合格焊工登记表；
- h) 工程变更一览表；
- i) 工程交工证书；
- j) 隔热耐磨衬里质量检验记录；
- k) 工程试块检验报告；

l) 衬里烘炉记录;

m) 竣工图。

10.7 交工技术文件应按合同的规定和 SH/T 3503 的规定由责任单位编制审核,并向建设单位移交。



附录 A
(规范性附录)
侧拉型圆环技术条件

A.1 制造侧拉型圆环（见图 A.1 和图 A.2）环帽的坯料应为平整光滑的钢板，且不得有裂纹、气泡、夹杂物等缺陷。切口处不得有分层、毛刺等缺陷。

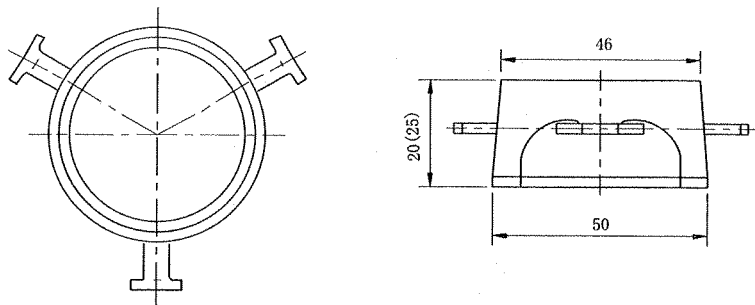
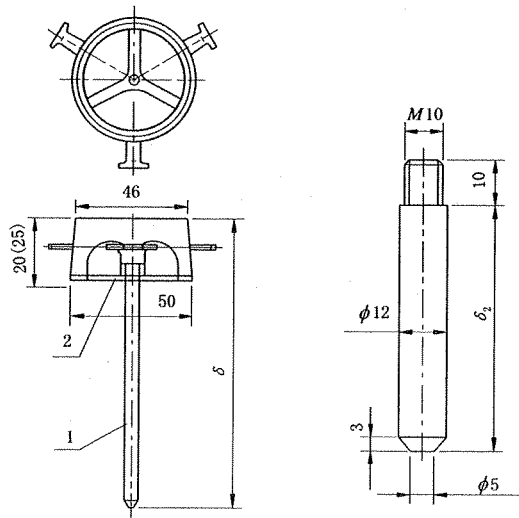


图 A.1 单层侧拉型圆环（环帽）



1—柱型螺栓；2—环帽； δ —隔热耐磨衬里总厚度； δ_2 —衬里总厚度减环帽厚度

图 A.2 双层侧拉型圆环

- A.2 环帽冲压成型后，所有转角拐弯处不得有裂纹等缺陷。
- A.3 环帽需焊接的两端头应正确配合，对接接头缝隙均匀，间隙不得大于 1mm，错边量不得大于 0.3mm。
- A.4 环帽的上下两端面应平整、平行，平面度和平行度不得大于 0.5mm，上下两端面的距离偏差不得大于 1.0mm。
- A.5 环帽对接接头的焊接应采用氩弧焊，焊缝应均匀平整，且满焊。
- A.6 环帽本体与螺纹孔的同轴度不得大于 0.5mm。

A.7 柱型螺栓的高度公差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ，柱型螺栓上螺纹的长度公差为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

A.8 环帽应采用 2 mm 厚的钢板或钢带制作，其材质为 06Cr13、06Cr19Ni10，并应符合 GB/T 4237 的规定。

A.9 柱型螺栓应采用直径为 12 mm 的不锈钢棒制作，其材质为 06Cr13、06Cr19Ni10，并应符合 GB/T 1220 的规定。

用词说明

对本规程条文中要求执行严格程度用的助动词，说明如下：

(一) 表示要求很严格，非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”(must)。

(二) 表示要准确地符合标准而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”(shall)；

反面词采用“不应”或“不得”(shall not)。

(三) 表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”(should)；

反面词采用“不宜”(should not)。

(四) 表示在标准的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”(may)；

反面词采用“不必”(need not)。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工隔热耐磨衬里施工技术规范

SH/T 3609—2011

条 文 说 明

2011 北 京

目 次

1 范围	19
3 总则	19
4 HSE 基本要求	19
5 施工准备	19
5.3 材料准备	19
6 施工方法	19
7 衬里施工	19
7.1 一般规定	19
7.2 设备验收	20
7.4 锚固件焊接	20
7.5 金属表面处理	20
7.6 衬里混凝土搅拌	20
7.7 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里施工	20
7.8 侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里施工	21
7.9 隔热耐磨双层衬里施工	21
7.10 耐磨/高耐磨单层衬里施工	21
7.13 工程试样	21
9 冬期施工	21
10 施工过程技术文件和交工技术文件	21

石油化工隔热耐磨衬里施工技术规程

1 范围

本规程适用范围在催化裂化装置反应再生系统设备的新建、改建和扩建工程，在催化裂化中涉及的衬里结构有隔热耐磨单层衬里、龟甲网隔热耐磨双层衬里、侧拉环隔热耐磨单层/双层衬里，耐磨/高耐磨单层衬里，在本规程中都做了技术要求。

3 总则

3.1 衬里施工是一个特殊作业过程，设备衬里质量的好坏是保证催化裂化装置能否长、满、优运行的先决条件，因此应对从事衬里施工的单位进行严格的资质审查。

3.6、3.7 衬里施工的环境温度也是影响衬里质量的一个重要因素。当环境温度低于 5℃ 时，会明显影响水硬性衬里混凝土的强度发展，温度更低时还有可能造成冻害。当环境温度高于 35℃ 时，一方面会影响水硬性衬里混凝土的凝结硬化，另一方面也会影响水硬性衬里混凝土的常温强度。

3.11 本规程在执行中应与 GB 50474 结合使用，对于衬里施工技术和质量方面没有涉及到的内容应符合 GB 50474 的规定。

3.12 工程施工过程技术文件和交工技术文件做为工程质量检查的技术资料，应具有可追溯性，能够真实反映施工过程的质量情况，保持与工程进度同步进行。

4 HSE 基本要求

衬里施工是一个特殊的作业过程，衬里施工作业环境大部分都在密闭容器中、涉及的粉尘作业比较多，对 HSE 有其特殊的要求，在此进行规定是非常必要的。

5 施工准备

施工前做好前期策划工作，编制科学的施工技术文件，从“技术、环境、材料”等方面做好施工前的准备工作，使施工技术条件符合标准规范的要求，施工过程处于可控的状态。

5.3 材料准备

5.3.5 目前生产侧拉型圆环的厂家比较多，侧拉型圆环的制作质量（特别是侧拉型圆环的柱形螺栓和环帽螺扣的牢固性）直接影响侧拉型圆环的安装质量，所以本规程对侧拉型圆环的制造进行了统一规定。

6 施工方法

衬里的施工方法分手工捣制、机械喷涂和支模浇注，采用不同的施工方法其施工后的质量是有很大的区别的，手工捣制方法适用于所有的衬里结构，支模浇注的方法适用于隔热耐磨单层衬里，机械喷涂方法主要适用于无法支模浇注和手工捣制的部位及设计文件有特殊要求时；在支模浇注方法施工时所采用的模板目前主要为钢模和木模，对于小直径的设备因钢模无法组装出所要求的弧度，所以采用预制好的木模。在催化裂化中的一些特殊部位因关系到与安装的交叉和质量重要性，在此加以强调。

7 衬里施工

7.1 一般规定

7.1.1 衬里施工具有其特殊性,衬里施工完毕,设备的尺寸和外观质量将无法改变,特别是对于衬里后需要吊装或安装的设备,其钢结构的强度直接影响吊装或安装过程中衬里质量,衬里局部一旦损坏将影响衬里的整体性,所以在此强调对设备的验收是必要的。

7.1.5 衬里混凝土搅拌应使用专用的强制式搅拌机,这种搅拌机转速快,力度大,能快速的把衬里材料搅拌均匀,使材料中的超细粉、外加剂等更好的发挥作用。

7.1.6 多年来的实践证明,衬里质量问题大多是由于衬里施工缝的留设不当造成的,因此施工缝的留设是一个非常重要的问题,应引起重视。

7.1.7 设备采用卧置分瓣施工时,应根据设备的直径选择每瓣施工弧度,避免产生不必要的施工缝,而对于大直径的设备每瓣施工弧度过大会对施工质量和吊装翻身有一定的影响。

7.2 设备验收

衬里施工具有其特殊性,施工完毕的衬里如果返工将会影响衬里的整体质量,所以在衬里施工前应对设备质量进行检查验收,防止因设备制造方面的质量缺陷而造成衬里的返工。

7.4 锚固件焊接

锚固件安装是保证衬里质量的关键环节,应对锚固件焊接引起足够的重视,加强对锚固件焊接质量的检查验收。

7.5 金属表面处理

衬里前对金属表面的处理主要为清除金属表面的铁锈、油污和附着的杂物,因为铁锈、油污和附着的杂物的存在不仅会影响锚固件的焊接牢固性,还会影响衬里混凝土的物理和化学性能;除锈通常使用的方法是喷砂除锈,因为喷砂除锈比较彻底,除锈效果好,但对于特殊部位、异型部位和小直径的设备喷砂除锈无法施工时可以采用动力工具除锈;除锈后的金属表面应清理干净,避免在衬里施工中混入石英砂等有害杂质,金属表面在自然环境、特别是在潮湿环境很快就会由于金属的氧化而生锈,所以除锈后应采取保护措施并应尽快衬里;喷砂除锈是将石英砂等颗粒物采用高压空气喷射到金属表面,其破坏程度很大,所以 Ω 型锚固钉的软质橡胶帽和需要包扎的陶瓷纤维纸应在除锈后安装。

7.6 衬里混凝土搅拌

7.6.1 衬里材料中一旦混入杂质将直接影响衬里混凝土物理和化学性能,所以应保证搅拌机及承装材料容器清洁干净。

7.6.4 不同衬里材料由于采用的结合剂或结合剂加入的量不同,初凝时间也不同。失去和易性的衬里混凝土在开始初凝时也就失去了施工性,对这种衬里混凝土再次加水使用会降低它的可塑性和物理性能指标,直接影响使用效果,这种失去和易性的衬里混凝土应该废弃。

7.6.6~7.6.7 在机械喷涂作业中,如果骨料和粉料混合不好不仅会产生大量的粉尘,还会产生大量的回弹料,所以应加强材料混合过程的控制,经多年的经验证实,在搅拌混料时加入少量的水进行湿润,让粉料包裹骨料喷涂效果比较好,可以减少材料的损耗和粉尘,但湿润后的材料应尽快使用,如果时间长就会结块而堵塞喷枪。

7.7 Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里施工

Ω 型锚固钉隔热耐磨单层衬里可采用支模浇注、手工捣制和机械喷涂的施工方法。

7.7.5 衬里施工应连续进行,以保证衬里混凝土的整体性,特别是同一层模板内的浇注料要连续进行浇注,不同层模板间如果间断时间超过隔热耐磨混凝土的初凝时间时,应严格按施工缝进行处理。

7.7.6 不同直径的振动棒其作用范围不同,采用插入式振捣棒振捣时,应注意控制振捣时间、振捣棒的移动距离等因素,及时观察混凝土的表面现象,避免出现漏振和过振的现象,振捣手应选择经验比较丰富、责任心比较强的人员。

7.7.8 拆模时间也是影响衬里质量的环节,模板拆除过早会影响衬里外观质量和几何尺寸,破坏衬里表面的平整度和光滑度,甚至会使衬里混凝土坍塌,而拆模时间过晚会使衬里混凝土不能得到充分的养护而影响混凝土的水化反应。

7.7.9 设备相贯线处的棱角部位应打磨圆滑,防止影响介质的流速和增加冲刷的程度。

7.7.10 手工捣制施工是比较简单的施工方法,适用范围比较广,对各种衬里结构都适合,在单层隔热耐磨衬里施工时要保证衬里厚度方向一次成型,并及时捣实和进行表面处理。

7.7.11 喷涂法施工因材料损耗比较大,而且在喷涂过程中会产生大量的粉尘,污染严重,只有在特定环境和有特殊要求的时候才采用。

7.7.12 衬里混凝土养护也是影响质量的一个环节,施工完毕后应根据不同结合剂采取不同的养护方法,并应避免在阳光下暴晒和风吹,以防出现收缩性裂纹。

7.8 侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里施工

侧拉型圆环隔热耐磨单层衬里因侧拉型圆环排布比较密,若一次布料施工无法进行捣打,为保证混凝土的密实度,所以应分两次布料和捣打进行施工,但要保证两次施工时间不应超过首层混凝土的初凝时间,避免结合不好出现分层现象。

7.9 隔热耐磨双层衬里施工

7.9.3 隔热层一般采用手工捣制的方法施工,并配合橡胶锤进行捣实,在端板或侧拉型圆环处应逐个捣打密实,防止出现空洞现象。

7.9.5 龟甲网或侧拉型圆环安装的平整度或圆弧度直接影响衬里混凝土的表面质量,所以应加强对龟甲网或侧拉型圆环安装质量的检查。

7.9.6 耐磨层施工需要施工人员采用铁锤逐眼对龟甲网或侧拉型圆环的混凝土捣实,每人施工面积不宜过大,特别指出的是当混凝土对铝、铁的含量有要求时,应采用不锈钢锤进行捣实,防止混入铁杂质而影响衬里混凝土的化学性能;耐磨层应保证与龟甲网或侧拉型圆环表面平齐,即施工完毕后应能看见龟甲网或侧拉型圆环的纹路,避免耐磨层过厚出现脱壳现象。

7.10 耐磨/高耐磨单层衬里施工

耐磨/高耐磨单层衬里其锚固结构有多种形式,但施工方法基本相同,特别指出的是当混凝土对铝、铁的含量有要求时,应采用不锈钢锤进行捣实,防止混入铁杂质而影响衬里混凝土的化学性能。

7.13 工程试样

工程试样的留置应符合GB 50474的规定,但需要说明的是留置的试样不一定需要全数检测,应根据需要进行抽检,抽检应在相关方见证下进行,并保证检测的试样能够真实反映衬里质量。

9 冬期施工

冬期施工指室外日平均气温连续5天稳定低于5℃的施工环境,衬里施工应避免在冬期进行,因冬期衬里施工质量受环境温度影响的因素比较多,而且一旦混凝土受冻将为衬里质量留下质量隐患,严重影响衬里使用周期。冬期施工应编制冬期衬里施工技术文件并经严格审批,施工中应严格进行衬里施工的过程控制和成品保护控制,采取有效的保暖措施,主要从材料存放、材料搅拌、材料运输和施工部位的环境温度、混凝土的养护等方面进行控制,并要作好过程中的养护测温记录,保证施工温度在5℃~35℃之间。

10 施工过程技术文件和交工技术文件

施工过程文件和交工技术文件应严格按SH/T 3543和SH/T 3503的要求进行整理和存档,并应经相关方确认,保证与工程的同步性。因衬里施工的每道工序都是隐蔽项目,其质量的好坏只有在被后道工序覆盖前才可以检查验收,后道工序施工后前道工序的质量无法再得到检查,而衬里施工的整体质量是受各道工序制约的,哪道工序出现问题都将直接影响整体的衬里质量,施工过程和交工技术文件是追溯质量的有效资料,所以应加强管理。

中 华 人 民 共 和 国
石 油 化 工 行 业 标 准
石油化工隔热耐磨衬里施工技术规范
SH/T 3609—2011

*

中国石化出版社出版
中国石化集团公司工程标准发行总站发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 84271850
石化标准编辑部电话：(010) 84289937
读者服务部电话：(010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 45 千字
2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0315 定价：22.00 元

(购买时请认明封面防伪标识)