

分子筛脱水脱硫醇塔隔热耐磨双层衬里施工

蒋明亮, 刘文广

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要:石油、化工设备及管道隔热耐磨衬里品种繁多、结构复杂, 衬里的施工质量将直接影响到设备的正常操作、使用寿命以及生产装置的自身安全。为达到简化设计、方便施工, 满足生产要求的目的, 详细介绍了分子筛脱水脱硫醇塔隔热耐磨衬里材料的选用及有龟甲网衬里施工的具体方法, 与无龟甲网施工方法进行了比较。对龟甲网衬里和无龟甲网衬里选用的合理性和可靠性进行了探讨, 推荐采用无龟甲网单层衬里。

关键词: 工艺过程; 衬里; 保温钉; 龟甲网; 比较

文章编号: 1006-5093(2007)03-0056-05 **文献标识码:** B

0 引言

近几年, 石油、化工设备及管道隔热耐磨衬里技术发展很快, 设备及管道的衬里品种多, 分布广, 数量大, 结构复杂, 衬里的施工质量将直接影响到设备的正常操作、使用寿命以及生产装置的自身安全。本文结合哈萨克斯坦扎那诺尔油气处理新厂新增设施 4 台分子筛脱水脱硫醇塔隔热耐磨双层衬里施工, 对衬里的选用和施工方法进行了探讨。

1 工艺过程简述^[1]

从增压站(5100 单元)来的压力为 6.7 MPa 温度约为 50℃的原料气, 经原料气过滤分离器(F-5201)除去夹带的液烃、润滑油后进入分子筛脱水脱硫醇塔。原料气分为两段, 并联自上而下分别通过 2 个分子筛脱水脱硫醇塔(C-5201/A、B), 原料气中的水和硫醇被分子筛吸附。脱除水和硫醇后的净化气进入产品气粉尘过滤器(F-5202/A、B), 除去分子筛粉尘后, 作为本装置产品气至外输首站。

从产品气粉尘过滤器过滤之后的净化气中引出一部分作为冷却气, 冷却气自上而下通过已完成再生过程的分子筛脱水脱硫醇塔(C-5201/C), 对经

再生加热的该塔进行冷却。冷却气出塔后进入再生气加热炉(H-5201)加热至 300℃后作为贫再生气, 贫再生气自下而上通过已完成吸附过程的分子筛脱水脱硫醇塔(C-5201/D), 使吸附在分子筛上的水和硫醇解吸出来, 并进入再生气流中, 再生气成为富再生气, 完成分子筛的再生过程。

2 衬里结构及安装^[2]

分子筛脱水脱硫醇塔为立式设备, 塔直径 2 700 mm, 塔体高 7 750 mm, 设备总高度 12 800 mm, 衬里厚 100 mm, 塔衬里总重 80 t, 龟甲网隔热耐磨双层衬里结构见图 1。

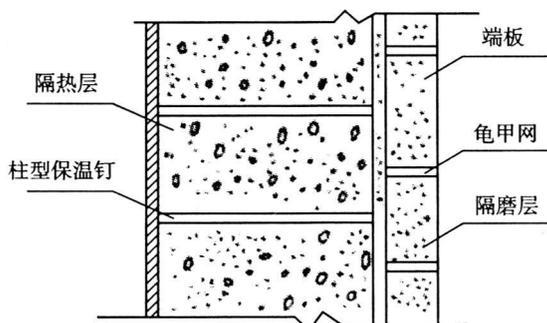


图 1 衬里端板与龟甲网的连接

收稿日期: 2006-08-02

作者简介: 蒋明亮(1952-), 男, 四川遂宁人, 工程师, 学士, 主要从事石油化工机械设计工作。电话: (028)86014449
?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.1 柱型保温钉布置

分子筛脱水脱硫醇塔采用柱型保温钉为竖横交叉十字形排列,保温钉布置排列尺寸间距为 a 等于 250 mm 。若遇焊缝,钉位离开焊缝 50 mm 。保温钉应焊接牢固,四周满焊,焊肉饱满无咬肉现象。检查保温钉的焊接质量,用 0.5 kg 手锤逐个敲击检查,应发出铿锵的金属声;保温钉垂直偏差不大于 2 mm ,高度偏差不大于 2 mm ,间距偏差为 $\pm 5\text{ mm}$,检查质量应符合设计图纸和规范要求。保温钉规格为 $\Phi 12$ 圆钢,材质为 $1\text{Cr}18\text{Ni}10\text{Ti}$ 。保温钉高度比衬里总厚度低 20 mm ,柱型保温钉布置见图 2。

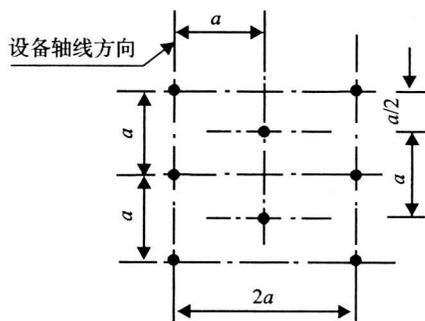


图 2 柱型保温钉布置

端板厚度为 6 mm ,尺寸为 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}$,材质选为 $1\text{Cr}18\text{Ni}10\text{Ti}$ 。

2.2 龟甲网安装

按设计文件和规范要求,龟甲网的平整度:筒体部分用 1 m 长的钢板尺沿轴向检查,间隙小于 2 mm ;用弧长等于 $\frac{1}{3}R$ (R 为筒体衬里后的半径) 不小于 300 mm 的样板沿环向检查,间隙小于 4 mm ;封头用弧长等于 $\frac{1}{4}R$ 的样板检查,间隙小于 4 mm 。龟甲网与端板逐一焊接,每个焊点的焊缝长度不小于 20 mm ,总长不小于 40 mm 。龟甲网结扣间隙,错边高度不大于 0.5 mm 。龟甲网的接合处,必须把两张龟甲网的每一个端头全部相互焊接,以防止设备操作后,由于龟甲网在接合处的自由变形而破坏衬里。接合处的网孔面积应不小于基本网孔的 $\frac{1}{3}$,不超过基本网孔的 $1\frac{1}{3}$,如过大必须用碎片补接。两相邻龟甲网纵缝应错开 300 mm 以上。龟甲网的接头尽量通过保温钉端板的中心,与端板焊牢。龟甲网与

插入管或固定件相交处,每个龟甲网端头都应与其焊接,不允许有悬空的端头存在。

龟甲网安装和耐磨衬里施工前,都应防止龟甲网沾上油污和重新生锈。龟甲网焊后,打净药皮,用砂轮将高出龟甲网的焊瘤磨平。龟甲网直接点焊在设备壁时,每个点焊长度小于 20 mm ,每个网格内焊两点,点焊间距为 150 mm ,每张龟甲网边缘所有网孔及端头全部与设备衬里挡板焊牢。龟甲网直接点焊在设备衬里挡板上应和衬里挡板紧贴,局部间隙不大于 1 mm 。龟甲网的拼接如图 3~4 两形式。

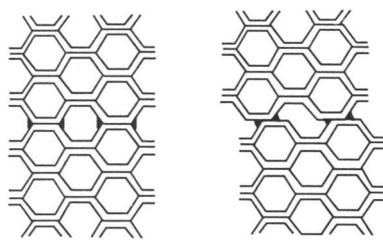


图 3 龟甲网平行连接(网深全焊)

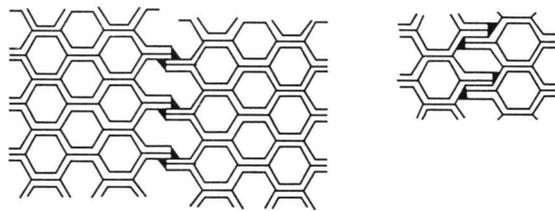


图 4 龟甲网端点连接(网深全焊)

2.3 油气阻挡圈的安装

油气阻挡圈沿设备轴向,间隔为 $500\sim 1\ 200\text{ mm}$ 设置。油气阻挡圈用扁钢 $50\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 材质为 $1\text{Cr}18\text{Ni}10\text{Ti}$ 。油气阻挡圈中间不允许间断,遇到开孔接管时,把油气阻挡圈断开再与接管焊成一整体。油气阻挡圈与壳壁的焊接,迎着气流方向为连续焊,另一方为断续焊,焊后应进行煤油试漏。油气阻挡圈的厚度为 6 mm ,油气阻挡圈的高度比隔热层低 2 mm ,允许误差为 $\pm 2\text{ mm}$,宽度允许负偏差为 1 mm ,其间距允许偏差为 $\pm 10\text{ mm}$,但遇环向焊缝时,可将间距缩短或延长 50 mm ,水平度允许偏差不得大于 5 mm 。

3 衬里材料

分子筛脱水脱硫醇塔衬里材料采用宜兴市海科耐火材料制品有限公司生产的 BL-G 隔热料和 BL-

—D耐磨料。

隔热耐磨衬里材料的物理性能指标见表 1。

表 1 隔热耐磨衬里材料物理性能

	温度 / $^{\circ}\text{C}$	隔热层 (BL-G)	耐磨层 (BL-D)
容重 / $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	110	$\leq 1\ 000$	$> 2\ 200$
	540	$\leq 1\ 000$	$> 2\ 100$
	750	—	—
冷压强度 / MPa	110	$\geq 3\ 0$	≥ 50
	540	$\geq 2\ 5$	≥ 50
	750	$\geq 2\ 2$	≥ 50
冷折强度 / MPa	110	$\geq 1\ 2$	$\geq 7\ 0$
	540	$\geq 1\ 1$	$\geq 7\ 0$
	750	$\geq 1\ 0$	$\geq 7\ 0$
烧后线变化率 / $(\%)$	750	0 ~ -0.25	0 ~ -0.25
导热系数 / $\text{W}\cdot(\text{M}\cdot\text{K})^{-1}$	350	$< 0\ 25$	$< 0\ 8$

注: 1. 导热系数为“平板法”测定值;

2. 强度试验试块尺寸为 $160\ \text{mm}\times 40\ \text{mm}\times 40\ \text{mm}$ 。

4 衬里施工

4.1 施工要求

衬里施工人员应经有关部门考核合格后,方能参加施工。所有衬里材料应妥善保管,严禁受潮。施工环境温度严格控制在 $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。冬季,环境温度低于 5°C ;有适当的加热措施,蒸汽不能直接和衬里材料接触。夏季,环境温度高于 35°C 时应有降温措施,或将容器和管道遮蔽起来或在容器和管道外侧喷水冷却。

设备衬里施工后,在烘干前防止在高温 ($> 35^{\circ}\text{C}$)、高湿度的环境中长期存放在露天场地,以免衬里发生晶型转化。雨季施工应有防雨措施。在衬里施工和养护过程中,应防止衬里被风吹、日晒或雨淋,并应注意及时排除积水,防止下部衬里被水浸泡。对隐蔽工程要进行全面检查、验收。

4.2 表面清理

设备壳体、附件及龟甲网应除去焊渣,并进行表面除锈处理,可采用喷砂除锈。除锈前应组织有关人员对下列项目进行中间交接检查验收,经检查合格后方可施工,设备所有衬里前应焊的焊缝均应焊接完毕,焊缝质量应符合设计图纸及规范要求。设备所有开口均施工完毕,开口方位、标高以及筒体的角度等均应符合设计要求。

设备内外壁所有固定件、保温钉及油气阻挡圈

均应安装焊接完毕,并经质量检查合格,凡对衬里工作有影响或衬里后的临时设备应全部拆除。设备除锈要除去金属表面的浮锈、氧化皮及油污,以表面呈灰色金属光泽为合格,除锈完后,金属表面又出现浮锈,需用钢刷或砂纸将浮锈除净,喷砂前应将设备内所有小管孔用木塞或牛皮纸塞紧,以防砂粒喷入。喷砂除锈采用铁砂或有锐角的石英砂,平均粒度为 $2\sim 5\ \text{mm}$;砂内粘土或细粉(灰尘)含量不应大于 5% (重量),含水率 3%。喷砂除锈用的风压应保持 $0.35\sim 0.5\ \text{MPa}$ 。喷砂处理后,整个表面用压缩空气彻底吹扫,除去所有砂子和碎屑,不能使用水清洗。除锈后的金属表面应防止雨淋和受潮,并应尽快衬里。如果除锈工作和衬里的施工之间时间相隔较长,衬里的整个区域应再次检查洁净度,如需要应再次清理。

4.3 隔热衬里的施工

隔热衬里施工前将焊渣、砂粉等杂物清扫干净,隔热衬里施工分为手工涂抹和机械喷涂两种。

由于现场施工条件有限,本设备采用手工涂抹立置施工。水灰比约 1:5 其值应根据施工现场的温度、湿度及材料情况决定。一般用拳握湿料,指缝中挤出水珠但不滴下为适宜。操作细则见厂方施工说明书伴合,伴合料采用强制式搅拌机拌合,并干搅均匀后加足规定的水量,再湿搅均匀即可使用。

涂抹施工时用木槌将衬里捣实,使密度均匀,厚度一致。对于双层隔热耐磨衬里,压抹平整至保温钉肩齐平,但衬里表面不要压光。对于单层隔热衬里,除压实外,衬里表面需涂抹光滑。

立置施工应根据设备高度分为 1~3 段进行施工,每段施工完毕后,必须停放不少于 12 h 待具有一定的强度后,进行下一段的施工。如发生衬里与设备内壁离层的现象,应清除离层部分重衬。段间接合面应做成阶梯形。

在施工下一段前,应将已施工的一段的接合面打毛,并除去杂物,再浇水润湿,待其充分吸水后,方可进行下一段施工。

4.4 耐磨衬里的施工

耐磨衬里分为手工涂抹和机械喷涂两种施工,本设备耐磨衬里采用手工涂抹,耐磨衬里待龟甲网安装完毕并检查合格后进行,必须彻底清除焊渣杂物,然后喷水润湿隔热衬里层,待隔热层充分吸水

后,即可进行耐磨衬里层施工。

耐磨衬里水灰比 $0.6 \sim 0.8$ 以不大于 0.75 为宜。在可抹好的情况下,尽量减少水灰比。操作细则见厂方施工说明书拌合,拌合采用强制式搅拌机拌合,干拌均匀,一次加入全部用水量再湿搅均匀。衬料涂抹:分两次填料,并应逐个网孔分层捣实,将衬里表面抹平与龟甲网平齐,不能有麻面,扒缝等缺陷。在捣实与抹平的过程中应尽量避免反复次数过多,使衬里表面形成泥浆薄层。在抹平或压平时,衬里表面不能涮水或水泥浆及撒水泥干粉。

4.5 衬里的烘干

a 衬里自然养护后,按表 2 中升温制度进行烘干。

表 2 衬里烘干一览表

温度区间 / $^{\circ}\text{C}$	升降温速度 / $^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$	所用时间 /h
常温 ~150	5 ~ 10	13 ~ 26
150 \pm 5	恒温	24
150 ~ 315	10 ~ 15	11 ~ 16.5
315 \pm 5	恒温	24
315 ~ 550	20 ~ 25	10 ~ 12
550 \pm 5	恒温	24
550 ~ 150	25	16
150 ~ 常温	自然冷却	

注:自然冷却期间严禁鼓入冷风,烘干过程中做好了升温记录。

b 衬里烘干完毕后,进行全面检查,如发现不允许的缺陷,应进行修补。

c 衬里试块自然养护后,可按表 3 升温制度进行烘干。

表 3 衬里试块烘干一览表

温度区间 / $^{\circ}\text{C}$	升降温速度 / $^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$	所用时间 /h
常温 ~110	10 ~ 15	6 ~ 9
110 \pm 5	恒温	12
110 ~ 315	20	10
315 \pm 5	恒温	12
315 ~ 540	30	7.5
540 \pm 5	恒温	12
540 ~ 750	20	10.5
750 ~ 110	25	25
110 ~ 常温	自然冷却	

d 塔烘干后绘出实际烘干曲线图,见图 5。

4.6 衬里验收

衬里竣工验收时提交所有的技术文件:组配料

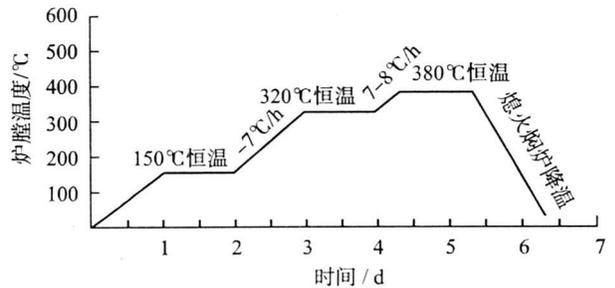


图 5 脱水脱硫醇塔烘干曲线图

合格证明书、厂方试验室衬里试验报告及水泥复验报告、设计变更通知单和工程联络单、隐蔽工程检查记录、质量检查与修补记录、衬里现场试块性能、衬里烘干记录。验收后对衬里情况作出综合评价,文字记载归档。

5 有龟甲网衬里和无龟甲网衬里的比较^[3-4]

随着天然气工艺技术的发展,装置负荷加重、操作温度提高,对设备、管道的衬里提出了更高的要求。衬里的种类主要有:有龟甲网衬里、无龟甲网双层衬里、无龟甲网单层衬里。

5.1 有龟甲网衬里的优缺点

有龟甲网衬里优点主要表现在:衬里表面平整、密实、光滑,没有麻面、扒缝等。

缺点主要表现在:结构复杂、施工工序多、施工周期长、造价高;在高温下热膨胀的差异,易产生龟甲网焊缝脱开衬里翘曲、断裂和鼓包,致使衬里的修补工作量大,修补工作较为困难,修补质量难以得到保证,以致于不时出现耐磨层脱落,隔热层被冲刷,金属壁超温的现象。这些弊端都与龟甲网结构有关。但对温度不高、气速高、要求耐磨性高的衬里仍采用有龟甲网衬里。

5.2 无龟甲网双层衬里的优缺点

无龟甲网双层衬里优点主要表现在:耐磨性优于单层衬里的耐磨性。

无龟甲网双层衬里缺点主要表现在:无法支模浇注,衬里层的密实度不易保证;隔热层及耐磨层的线变化率等性能相差较大,层间无法很好结合,容易分层。目前逐步被无龟甲网单层衬里替代。

5.3 无龟甲网单层衬里优点

无龟甲网单层衬里优点主要表现在:容易进行支模浇注,衬里层的密实度易得到保证;焊接点少、结构简单、整体性强、修补容易、衬里质量易于保证;可连续施工、速度快、工期短;总体造价较低(约比龟甲网双层隔热耐磨衬里总体造价低30%左右)。

6 结论

a 有龟甲网衬里工艺成熟,使用经验多,安全可靠;但结构复杂,施工工序较多,造价高。在气速较高的管道类设备中,仍推荐采用有龟甲网结构的隔热耐磨双层衬里。

b 无龟甲网双层衬里其结构存在无法支模浇注,衬里层的密实度不易保证,耐磨层容易分层,不建议推荐使用。

c 无龟甲网单层衬里较好地克服了有龟甲网和无龟甲网双层衬里存在的问题,在国内装置上的应用越来越多,应大力推广运用。

d 无论是有龟甲网衬里还是无龟甲网单层衬里,都应精心设计,严格施工,才能保证设备的安全运行,满足设备长周期生产的要求。

参考文献:

- [1] 康洪波. 中国石油工程设计有限公司哈萨克斯坦净化新厂新增设施脱水脱硫醇装置说明书[R]. 成都: 中国石油工程设计有限公司西南分公司, 2003
- [2] SH 3531—2003 隔热耐磨混凝土衬里技术规范[S].
- [3] 艾建波, 王宝功. 再生器无龟甲网双层、单层衬里的应用情况[J]. 石油化工设备技术, 2000 21(4): 14-15
- [4] 张世成, 顾月章. 新版衬里规范 SH 3531—2003设计部分的编制[J]. 炼油技术与工程, 2005 35(1): 55-56