

新型搪瓷冷却器的研制和应用

曹国民 王圣荣 刘计艳

(中石化管道储运公司徐州华冠石油化工有限公司, 江苏 徐州 221004)

摘要: 对搪瓷反应塔外衬聚四氟乙烯盘管缺陷进行分析, 提出新的外搪瓷冷却管设计方案, 实现了搪瓷反应塔的全搪瓷化, 装置运行平稳, 产品合格率达到 100%, 生产周期大幅缩短。

关键词: 搪瓷反应塔; 外衬聚四氟乙烯盘管; 外搪瓷冷却管

中图分类号: TQ205

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2003)03-0048-03

Preparation and application of a new porcelain enamel cooling equipment

CAO Guo-min, WANG Sheng-rong, LIU Ji-yan

(Xuzhou Huaguan Petrochemical Co., Ltd., Pipeline Storage and Transportation Company, SINOPEC, Xuzhou 221004, China)

Abstract: Defects of cooling coil lined outwardly with Teflon in the porcelain enamel reaction column are analyzed, and a new design scheme of coil coated outwardly with porcelain enamel is proposed. Full porcelain enamel in the porcelain enamel reaction column is achieved. The production unit is operated stably. The rate of top quality of products is as high as 100% and the production period is shortened greatly.

Key words: porcelain enamel reaction column; coil lined outwardly with Teflon; coil coated outwardly with porcelain enamel

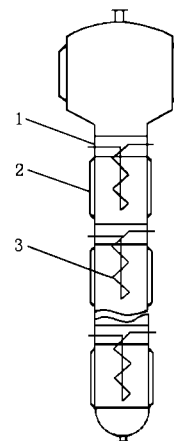
搪瓷反应塔是常用的化工设备, 多用于精细化工产品的生产, 要求设备有良好的防腐蚀性能和力学性能, 设备状态的好坏直接影响到生产能否正常进行、产品的质量优劣、成本的高低。徐州华冠石油化工有限公司使用的搪瓷反应塔是某厂的专利设备, 用于生产塑料增塑剂氯化石蜡, 反应物为液蜡和氯气, 生成物为氯化石蜡和氯化氢。

1 设备概况

搪瓷反应塔主要是由带夹套的搪瓷长筒节及带内置冷却盘管短筒节组成(见图 1), 此结构是为适应放热反应而设计的反应器。

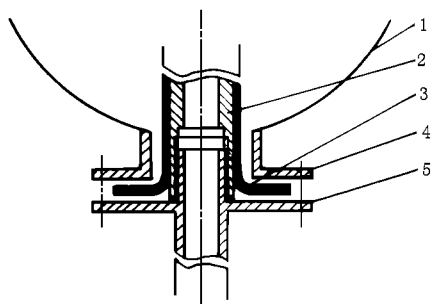
夹套和盘管换热效果的好坏及其状况直接影响装置的平稳操作, 夹套由于水流程短, 换热效果不理想, 而内置冷却盘管是盘绕钢管外衬聚四氟乙烯后烧制而成, 两端有聚四氟乙烯翻边, 冷却盘管两端支撑在搪瓷短筒节的法兰上(见图 2), 并与外接循环

水管道法兰通过螺纹联接, 固定在搪瓷短筒节的法兰上, 利用外衬聚四氟乙烯翻边将反应物料与外界隔开, 同时聚四氟乙烯翻边被用作法兰间的垫片。



1—短筒节; 2—长筒节; 3—盘管

图 1 搪瓷反应塔结构示意图



1—短筒节;2—盘管基体;3—外衬聚四氟乙烯翻边;
4—短筒节法兰;5—外接循环水法兰

图2 聚四氟乙烯盘管槽口结构示意图

2 存在问题

(1) 换热效果差

聚四氟乙烯导热系数为 $\lambda = 0.244 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$, 外衬聚四氟乙烯层厚度为 2.5 mm , 经测算, 传热系数 $K = 514 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{℃})$, 由于聚四氟乙烯与钢管粘和性很差, 钢管与外衬聚四氟乙烯之间有空穴, 存在接触热阻, 实际的 K' 比 K 小得多, 换热效果不理想, 反应塔的需水量大, 导致其他冷却器的供水量不足, 使生产周期延长。

(2) 结构不合理

因反应物料的腐蚀性使一般材质无法应用。虽然聚四氟乙烯具有优良的耐腐蚀性能, 但外衬聚四氟乙烯塑料盘管与塔搪瓷短筒节的联接结构不合理, 盘管悬挂在塔中, 稳定性差。在生产中, 因反应物料上下翻滚和气流冲击造成盘管的振动, 一段时间后盘管端接头处聚四氟乙烯翻边因疲劳破裂; 另外聚四氟乙烯翻边承受塔内压力 0.25 MPa , 因为聚四氟乙烯的强度对温度很敏感, 在 120℃ 下强度下降很大, 在压力作用下很容易破裂, 使反应物料腐蚀接口螺纹, 投产后 4 只盘管 8 个接头中有 5 个渗漏, 循环水进入反应塔, 连续出现废料, 生产无法进行。加上聚四氟乙烯的粘接和焊接性不好, 修复困难。

(3) 外衬聚四氟乙烯开裂

聚四氟乙烯的膨胀系数为 $\alpha = (8 \sim 12) \times 10^{-5}/\text{℃}$, 是碳钢的十几倍, 因生产的间歇性, 在高温膨胀与低温收缩的反复作用下, 聚四氟乙烯在外力作用下会容易发生蠕变, 其蠕变量取决于载荷大小、时间长短和温度高低等因素。由于蠕变严重, 其制品在长时间使用后会变形, 折皱, 产生应力, 外衬聚四氟乙烯产生裂纹, 腐蚀介质进入钢管的内部, 钢管

腐蚀生成 FeCl_3 , FeCl_3 膨胀使裂纹开裂, 导致更严重的腐蚀, FeCl_3 是氯化石蜡脱氯化氢的催化剂, 生成着色基因, 使产品的色泽急剧加深, FeCl_3 对苯环上氯取代有催化作用, 一般铁含量超过 3×10^{-6} 氯化石蜡就会变黑, 随着生产的进行, 产品颜色逐步加深, 质量会逐步下降。

3 改造方案的确定

3.1 结构设计

国内有许多套同类装置, 都使用此种聚四氟乙烯盘管, 面临同样的问题。搪瓷设备制造厂家所以采用外衬聚四氟乙烯盘管结构, 是因为目前还没有设计出结构合理的外衬化工搪瓷的盘管, 因为搪瓷盘管(弹簧状)在烧制过程中因应力集中及刚性不足而产生爆瓷。但化工搪瓷设备除氢氟酸和含有氟离子的介质、高温磷酸以及强碱外, 能耐各种浓度的无机酸、有机酸、盐类、有机溶剂和弱碱的腐蚀, 表面光滑易清洗, 并可防止金属离子干扰化学反应和污染产品的作用。另外化工搪瓷设备兼具有金属设备的力学性能和瓷釉的耐腐蚀性的双重优点, 能阻碍基体金属离子进入反应物, 因此化工搪瓷是耐腐蚀的首选材料之一。考虑到化工搪瓷设备的制造特点, 经过对比选择, 改变聚四氟乙烯盘管的螺旋结构, 分散成 5 根 U 形钢管, 规格为 $D50$, U 形管端口在短筒节圆周均布, U 形管空间交错(见图 3), 长度总和与原来外衬聚四氟乙烯盘管相近, 保证了换热面积不变。每只 U 形管两端口距离相对比较远, 能确保 U 形管弯曲部分有足够的曲率半径, 减少应力集中, 见图 4。每只 U 形管两端与塔短节焊接在一起搪烧制作, U 形管有足够的刚度, 中部为自由端, 可随温度自由的伸缩, 避免因应力集中而爆瓷。每只 U 形管的重量相等于原盘管的 $1/5$, 可以避免在烧制过程中(温度 $800 \sim 900\text{℃}$) 因重力而产生的管与管之间粘结和结构变形而爆瓷。

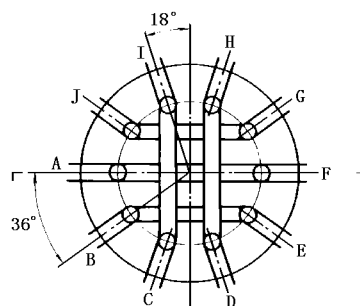


图3 U型搪瓷管分布示意图(俯视图)

3.2 制造

(1) 弯管

弯管时在管中充沙,避免管子起皱和变扁,确保管子圆滑过渡,避免结构突变。从图 4 可看出,AF 管上部两水平端与下部 U 形管处在一个平面中,BE 和 JG 管上部两水平端与下部 U 形管平面夹角为 36° ,而 CI 和 DH 管上部两水平端与下部 U 形管平面夹角为 18° 。CI 和 DH 管比其他管短 100 mm,便于涂覆瓷釉和检测。

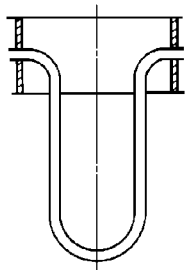


图 4 AF 管的剖面示意图

(2) 组焊

与短筒节焊接时,先焊接 CI 和 DH 管,后焊接 AF、BE 和 JG 管,组焊后用砂轮机处理焊缝处,消除毛刺和凹坑,保证管子与短筒节间焊缝圆滑过渡,转角处曲率半径大于 10 mm。

(3) 涂覆瓷釉和搪烧

涂覆底釉和面釉,每次涂覆瓷釉后搪烧一次,用电火花检验合格。

(4) 连接 U 形管两端口

U 形管总共有 10 个端口,须用短管首尾相连,连接次序为 A→F→E→B→C→I→J→G→H→D, A

和 D 端口为循环水进出口,焊接时采取冷却措施,以免短筒节局部受热爆瓷。

4 生产应用和效果

(1)改造后,每只 U 形管与筒体焊接在一起,避免了原外衬聚四氟乙烯盘管两端接头缺陷而导致循环水内漏的问题,而且避免铁离子污染反应物料。保证了产品质量,产品的合格率达到 100%,没有发生一次因设备问题而造成的产品质量事故。

(2)冷却效果大大提高,搪瓷的导热系数是聚四氟乙烯的 4 倍,厚度为 0.8~1.5 mm,导热性能优于外衬聚四氟乙烯盘管,每只 U 形管空间交错,对反应时的氯气气泡起破碎作用和对物料起搅拌作用,强化了传质传热效果。根据现场测定对比,每只搪瓷管的出口水温比原聚四氟乙烯盘管高 $7\sim 10^\circ\text{C}$ 。原聚四氟乙烯盘管生产时,生产周期 9 h,改造后,在氯气流量满负荷下,缩短至 4.5 h,如氯气流量能提高,周期仍能进一步缩短,改善了传热效果。全年可多生产产品 400 余 t,每吨节约生产成本 100 元,每年可增效 40 余万元,节省了维修费用。外衬化工搪瓷管预计使用寿命达 10 年以上,节约了大量的设备投入。

通过几年的生产运行,表明新型搪瓷冷却器研制和应用是成功的,满足生产要求,同时对同类的性质相近,使用条件苛刻的不同规格的搪瓷反应塔有着较好的借鉴意义;实现了搪瓷反应塔的全搪瓷化,可以推广到同类设置中;该新型搪瓷冷却器对其他搪瓷换热设备有很好的借鉴意义。■

《现代化工》杂志 2001 年的影响因子创历年新高

中国科技信息研究所自 1998 年以来在其每年出版的《中国科技期刊引证报告》中,对国内各学科具有代表性的 1 000 余种质量较为优秀的科技期刊作为统计源期刊,并公布了由统计所得的这些刊物的影响因子值。现将 1997~2001 的 5 年中,《现代化工》杂志的影响因子值及其在全国和各类学科统计源刊中的排名列出,如下表所示。

1997~2001 年本刊的影响因子值

年份	2001	2000	1999	1998	1997
影响因子值	0.405	0.222	0.121	0.146	0.110
全国统计源刊					
数量	1447	1411	1372	1286	1214
排名	272	551	836	582	637
化工类统计源刊					
数量	55	55	51	50	49
排名	9	21	39	25	30

可见,本刊 2001 年的影响因子值创历年新高,较 2000 年提高了 82.4 个百分点,且为 1997 年的 3.68 倍,在全国 1 000 余种和化工类 50 余种的统计源刊中的排名,分别已进入了 300 强和 10 强行列而位居前列。(范文田)