

# 翅片管角焊缝的磁粉检测

李 忱

(中国石化集团宁波工程有限公司, 宁波 315207)

**摘 要:**针对翅片管角焊缝,考虑到翅片的排布比较密集的实际情况,采用磁粉检测法作检测。制定了相应检测工艺,并给出检测结果。

**关键词:**翅片管;角焊缝;磁粉检测

中图分类号: TG115.28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2010)05-0390-02

## Magnetic Particle Testing of Fillet Weld on Finned Tubes

LI Chen

(Sinopec Ningbo Engineering Company Ltd, Ningbo 315207, China)

**Abstract:** Aiming at fillet weld on finned tubes, considering the actual situation of dense arrangement of finned tubes, magnetic particle testing method was adopted. The corresponding detecting process was made, and the testing results were given.

**Keywords:** Finned tube; Fillet weld; Magnetic particle testing

某石化炼油厂制造的两台外取热器,容器类别为Ⅱ类。该设备中有 19 根 12 m 长的蒸发管,设计要求按 JB 4730—2005《承压容器无损检测》标准对翅片角焊缝进行 100% 表面检测,Ⅰ级合格。翅片管角焊缝结构如图 1 所示,蒸发管材质为 13CrMo44,规格为  $\phi 219 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ,长 12 m;翅片材质为 15CrMoR,规格为  $1\,900 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ ;焊材型号为 R307。焊前采用氧乙炔预热火焰进行预热,预热温度为  $200^\circ\text{C}$ ,层间温度控制在  $200 \sim 250^\circ\text{C}$ ,后热去氢处理温度及时间为  $\geq 250^\circ\text{C} \times 0.5 \text{ h}$ ,焊后热处理温度为  $650 \sim 675^\circ\text{C}$ ,保温 1.5 h。根据用户的使用反馈以及在现场服务中发现了一些裂纹。

按照 GB 150《钢制压力容器》标准的有关规定,对 C 类和 D 类焊缝的无损检测,应根据图纸和规范

的要求实施表面检测,检测比例按图纸的规定执行<sup>[1]</sup>。考虑到翅片排布比较密集,角焊缝检测空间比较狭小,翅片角焊缝间的距离不足 30 mm,若采用渗透检测,渗透剂的清洗将十分困难和麻烦,容易产生清洗不足和过清洗等问题,难以保证检测灵敏度;同时根据《容规》第 86 条的规定:对铁磁性材料制造的压力容器的表面检测应优先选用磁粉检测方法<sup>[2]</sup>。通常情况下磁粉检测的灵敏度比渗透检测高,JB 4730 标准也要求:对铁磁性材料的承压设备和零部件应主要采用磁粉检测<sup>[3]</sup>,只有在不能使用磁粉检测时,方可采用渗透检测。

基于上述原因,笔者决定采用磁粉检测方法对翅片角焊缝进行检测。

### 1 构件可能产生的缺陷分析

被焊金属 13CrMo44 与 15CrMoR 都属于珠光体耐热钢,焊接中一般存在的主要问题是热影响区硬化、冷裂纹以及焊后热处理中的再热裂纹。

根据分析,结合以往检验经验认为:翅片管角焊缝缺陷具有冷裂纹的倾向,易出现在焊接热影响区,多是横向裂纹。对于此种淬硬倾向大的合金钢,裂

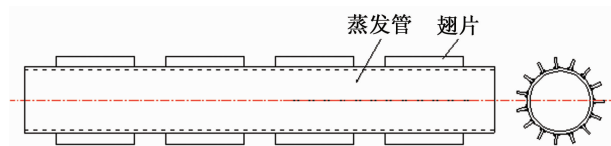


图 1 蒸发管与翅片焊接示意图

收稿日期: 2009-10-15

作者简介: 李 忱(1969—),女,工程师,担任质保体系责任工程师。

纹一般起源于熔合线,延伸至焊缝及热影响区,裂纹走向均垂直于焊缝熔合线,尺寸一般较小,且常显露于表面;另外,此种角焊缝的焊接还容易产生纵向焊趾裂纹,如图2所示。

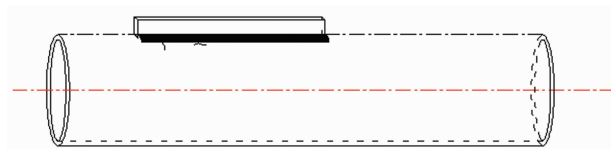


图2 表面横向和纵向裂纹

## 2 磁粉检测工艺

根据该产品的结构特点,特别是焊缝布置状况,在压力容器行业最常用的磁化方法——磁轭法,由于检测空间有限无法进行相互垂直的两次磁化,且无法保证磁轭的磁极与被检工件接触良好,因此灵敏度得不到保证。

针对构件可能产生的缺陷以及主要缺陷的位置和取向,结合各种磁化方法对不同取向缺陷的敏感性,笔者选取如下磁化方法进行检测。

对于有产生横向裂纹倾向的部位,采用线圈纵向磁化,检测横向表面缺陷;对于易产生纵向焊趾裂纹的部位,采用轴向通电法周向磁化,检测纵向缺陷。

磁粉检测设备选用CYD5000型移动式探伤机。为了有较高的检测灵敏度,选择水磁悬液荧光磁粉、配制浓度定为1 g/L,灵敏度试片选用C-15/50。

磁化方法确定后,针对受检测工件的结构特殊性,磁粉检测工艺规范如下:

磁粉检测工序安排在焊后至少24 h后进行,确保检出可能产生的冷裂纹。

(1) 预清理 由于相邻角焊缝之间距离小,焊接时容易产生飞溅与焊渣附着,所以采用电动风铲清除焊渣和飞溅等,使检测部位露出金属光泽。

(2) 磁化 磁化电流为交流电,用通电法周向磁化检测纵向缺陷,并保证接触良好, $D=(219+35) \times 2=289$  mm,交流电流  $I=10D=10 \times 289=2890$  A,实取3 000 A,并用灵敏度试片试验,有清晰的磁痕显示;用线圈法沿着蒸发管轴向移动,线圈匝数为5匝,检测蒸发管角焊缝的周向缺陷。磁化电流值为: $I=35\,000/N(L/D+2)=35\,000/5(15+2)=411.8$  A。经灵敏度试片试验,取600 A,有清晰的磁痕显示。

磁化时,通电时间为3 s,为保证磁化效果,应至少反复磁化两次,停施磁悬液至少1 s后才可停止磁

化。采用定做的 $\phi 320$  mm, $L=200$  mm的开合式线圈进行纵向分段磁化,每组翅片管角焊缝范围磁化5次(有效磁化区 $L=200+150 \times 2=500$  mm,10%重叠, $n=1\,900/500(1-10\%)=4.22$ ,取5次)。

(3) 施加磁悬液 在磁化前,先用磁悬液将受检部位充分润湿,磁悬液采取喷浇方法,且必须在通电时间内施加完毕。

(4) 检验 施加磁悬液和断电后应尽快观察和评定磁痕。观察磁痕应在暗区进行,暗区黑光辐照度应 $\geq 1\,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ,环境光照度应 $\leq 20$  lx,必要时用5~10倍放大镜观察细小磁痕,采用示意图记录缺陷磁痕。评定标准按JB 4730标准Ⅰ级合格。

(5) 退磁 在检验过程中笔者发现,经检验后的翅片管所带有的磁性在焊接过程中会造成磁偏吹,给焊接带来不利。对此,采用线圈对翅片管进行退磁处理,以保证焊接质量。

## 3 磁粉检测结果

经过对第一台19根翅片管上共5 412 m的角焊缝实施磁粉检测,发现多处焊趾裂纹和纵向裂纹磁痕显示,长度基本在3~15 mm,显示的磁痕都较清晰。打磨至最深0.5 mm处即消除。

针对缺陷的性质和位置,与有关技术人员进行了探讨和分析,认为产生裂纹的原因主要是预热和后热处理不到位。按照WPS和PQR的要求,对焊接工艺进行了严格控制,因此第二台19根翅片管检测发现的裂纹明显减少。

## 4 结论

目前在大部分压力容器行业,对焊缝和零部件的磁粉检测几乎都采用磁轭法,渗透检测多采用溶剂去除型。但是在一些场合,用磁轭法很难有好的检测灵敏度,特别是在一些空间狭小的区域,磁轭的磁极无法与被件工件良好接触,这时采用磁轭法没有意义。应根据检验对象的不同,采用各种不同的检测手段,来优化检测工艺,达到需要的检测灵敏度,以确保缺陷的检出率。

## 参考文献:

- [1] GB 150—1998 钢制压力容器[S].
- [2] 压力容器安全技术监察规程[M]. 北京:中国劳动社会保障出版社,1999:44.
- [3] JB/T 4730.18, 4—2005 承压设备无损检测[S].