

## ● 经验交流

# 螺旋埋弧焊管焊缝 夹杂原因分析及解决措施

朱 旭

(胜利钢管有限公司, 山东 淄博 255082)

**摘 要:** 从焊接材料、成型合缝状态及焊接冶金等方面分析了螺旋埋弧焊管焊缝夹杂、气孔产生的原因, 并提出通过改善成型质量、合理调整焊垫辊高度及焊剂送入位置等措施, 解决了焊缝夹杂、气孔的产生, 对实际生产有一定指导作用。

**关键词:** 螺旋埋弧焊管; 焊缝; 焊缝夹杂

**中图分类号:** TG441.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-3938(2007)01-0072-02

螺旋埋弧焊管焊接速度较快, 焊缝液态熔池金属必须在高速旋转的钢管上完成结晶过程, 恶化了焊缝成型条件及内在质量。螺旋埋弧焊管成型过程中的错边、板边挤厚、成型缝间隙变化及大桥摆动等, 均会影响焊接质量, 产生夹杂、气孔等缺陷。生产厚壁螺旋埋弧焊管时比生产薄壁埋弧焊管更容易出现夹杂、气孔。焊缝中的夹杂和气孔均减弱了焊缝的有效工作截面积, 降低了焊接接头的塑性和韧性, 从而降低了钢管预期的使用性能。

## 1 现象描述

2005 年胜利钢管有限公司在生产某原油管线  $\phi 711 \text{ mm} \times 13.71 \text{ mm}$  螺旋埋弧焊管时, 部分钢管焊缝出现了夹杂和气孔, 从这些钢管中取宏观金相试样, 发现内外焊缝熔合良好, 无焊偏或未焊透现象, 但肉眼明显可见有夹杂、气孔等缺陷, 既有位于内焊缝的, 也有位于外焊缝的, 但大多位于内外焊缝中间部位及熔合线部位。

## 2 原因分析

### 2.1 焊接材料

针对上述缺陷对焊接材料进行检查, 板卷化学成分符合标准要求, 表面无油污、锈蚀; 焊丝成

分检验合格, 镀层良好, 干净无油污、锈蚀; 焊剂颗粒符合要求, 干净且按工艺要求烘干。由此基本可以断定缺陷的产生不是焊接材料本身引起的。

进一步分析认为, 可能是在焊接过程中由于某种原因导致焊剂进入成型缝, 熔化过程中焊剂与熔池金属在冶金反应过程中产生的气体和焊渣未能完全排出, 从而产生了气孔、夹杂等缺陷, 故应从带钢板边形状、成型缝合缝状况等方面查找原因。

### 2.2 板边形状及成型合缝状态

螺旋埋弧焊管生产中板边的加工方式有圆盘剪、刨边或铣边等。不同加工方式得到的板边形状和精度不同。不同的板边形状对成型缝状态及成型的稳定性有不同的影响, 进而对焊缝焊接也有不同的影响, 甚至某些成型合缝状态会直接导致气孔、夹杂的产生。

用圆盘剪加工的板边精度最低。用圆盘剪剪边时, 如果剪刀侧间隙和重合量选择不当, 带钢板边由于受剪切力的作用, 就会发生一定角度的弯斜、翘曲, 剪切后的板边会形成一个斜面。如果剪刀悬臂轴的刚性不足, 在剪切力的作用下, 剪刀会在垂直方向发生一定的偏斜, 从而加剧板边的倾斜程度。另外, 剪刀间隙不当、剪刀磨钝或者剪切厚板, 板边还可能会撕裂, 导致剪切后的板边出现台阶。无论是板边的偏斜还是台阶现象都会影响成型缝的合缝状态, 造成成型不稳定, 出现内紧外

松或内松外紧的成型缝。有时成型器的1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>成型辊的辊头错位,也容易造成板边的内翻或外翻,导致成型缝内陷或噉嘴<sup>[1]</sup>。噉嘴或内紧外松的成型缝容易出现漏弧或烧穿、烧塌现象,但一般不会产生夹杂;而在内陷或内松外紧的成型缝状态下,成型缝内侧会产生一个较窄的间隙或类似V型的窄缺口。另外,带钢的月形弯和对头质量不高所产生的人为硬弯会导致带钢递送位置偏移,并造成成型立辊对板边的挤厚,会对成型的稳定性以及成型缝的合缝状态产生影响。在调型质量不好、个别参数误差较大的情况下,或采用低结构应力成型法时,焊垫辊的上表面高度过高,很可能会导致成型缝内侧存在窄间隙的不良合缝状态,致使部分细小的焊剂颗粒及少量氧化皮进入焊缝。

### 2.3 焊接冶金

螺旋埋弧焊管内焊熔深一部分由电弧直接吹烧母材形成,另一部分由过热的熔池金属熔化母材形成,且整个焊接熔池在运动状态下结晶<sup>[2]</sup>。由于内焊缝根部窄间隙位置较深,焊接电弧不能直接吹烧,所以这部分金属是依靠过热的熔池金属来熔化的。在熔化底部窄间隙部位母材时,窄间隙内的细小焊剂颗粒会部分或全部熔入到液态熔池中,并与熔池金属发生剧烈氧化还原反应,产生大量的一氧化碳气体和其他反应产物。在接近结晶温度时,熔入熔池中而没有浮出的部分夹杂物成为一氧化碳气孔的形核质点,随着一氧化碳气泡形核、长大、聚集而逐渐上浮,其中一部分气体和反应产物浮出熔池表面。由于熔池底部及熔合线附近过冷度相对较大,铁水凝固较快,随着底部熔池金属温度的降低,电弧搅拌能力减弱,熔池流动性降低,粘度不断增加,部分气体及反应产物由于所处的位置较深,在上浮过程中阻力增大,未能浮出而滞留在焊缝中形成气孔和夹杂。外焊施焊时,如果内焊产生的气孔或夹杂位置较浅,则会被外焊熔化并从外焊熔池中浮出;如果位置较深,则熔化后可能仍然无法完全浮出,部分气孔、夹杂会留在外焊缝中间。

## 3 解决措施

通过改善成型质量、合理调整焊垫辊的高度

及焊剂送入位置等措施,及时解决了焊缝存在的夹杂、气孔问题。经过长时间的跟踪研究,总结出了预防焊缝出现夹杂和气孔的经验。

(1)严把带钢、焊丝等原材料的质量关,严格控制夹杂物的含量。做好焊丝、卷板的保管工作,避免油污和锈蚀;严格按工艺要求烘干焊剂,并保持焊剂干净、颗粒度均匀。

(2)避免人为硬弯,减少原料宽度及递送位置的变化,及时调整立辊位置,使带钢边沿平整,不出现挤厚或尽量减少挤厚,从而稳定成型,确保良好的成型合缝状态。

(3)合理调整圆盘剪刀侧间隙和重合量,及时更换磨钝的剪刀,确保圆盘剪处于良好工作状态,使板边不出现台阶、斜面等。合理调整焊垫辊的高度,避免因焊垫辊过高造成的成型缝外紧内松现象。

(4)对于厚壁螺旋埋弧焊管的生产,选择合适的坡口形式和坡口角度,采用先剪边后铣边或粗铣加精铣的双铣边装置,提高板边加工精度,改善成型缝合缝状态。

(5)选择合理的焊接工艺参数,保持良好的焊缝成型系数,避免出现窄而深的合缝间隙;在条件允许的情况下尽可能采用较大的线能量进行焊接,保证熔池缓慢冷却,增加熔池的搅拌作用,促进熔池中的气体及其他反应物的浮出。

(6)调整内焊焊点位置,让焊点偏离咬合区,处于稳定的合缝状态,以减少咬合区成型合缝变化对内焊的影响。

(7)调整焊剂送入的位置,最好使焊剂供料口紧靠焊点,以减少焊剂进入成型缝的机会。

### 参考文献:

- [1]朱旭,吴金梅.浅谈螺旋埋弧焊管成型对焊接质量的影响[J].焊管,2001,24(6):51-53.
- [2]毛浓召.螺旋埋弧焊管产生连续气孔、铁豆原因分析[J].焊管,2000,23(3):41-43.

作者简介:朱旭(1976-),男,2000年毕业于石油大学(华东),胜利钢管有限公司焊接责任工程师,主要从事螺旋埋弧焊管生产管理及焊接工艺、技术工作。

收稿日期:2006-08-07