

文章编号:1002-025X(2000)03-0007-02

③7-8

钴基合金堆焊的应用和分析

于建平, 张涌, 张玉峰

(兰州炼油化工机械厂, 甘肃 兰州 730060)

摘要:介绍了在堆焊钴基合金过程中,采用不同的堆焊方法时出现的裂纹。从几个方面分析了裂纹产生的机理及预防措施。表明应严格遵守堆焊工艺、堆焊顺序、控制堆焊材料及母材的有害元素,可有效地控制裂纹的产生。

关键词:堆焊;钴基堆焊合金;裂纹;预防措施
中图分类号:TG455 文献标识码:B

炼油设备

TG455
TE96

1 引言

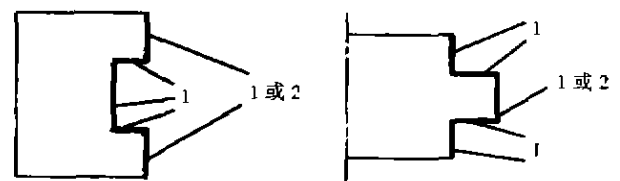
我厂承担着各大炼油厂炼油设备中耐磨耐蚀耐高温零件的堆焊工作。这些工件工作在 650~700℃ 的高温下,处于长期磨损及腐蚀介质中。

采用手工电弧堆焊和等离子弧堆焊两种方法。选用综合性能较好的 Co-Cr-W 合金焊条和合金粉末。手工电弧堆焊一般堆焊三层,厚度达到 5 mm,焊层加工后厚度 ≥ 3 mm。第一层堆焊应采用较小的焊接规范,尽量降低稀释率,以保证堆焊性能。等离子弧堆焊特别适用于不能制成丝、硬度值很高的合金堆焊。

2 堆焊合金裂纹

钴基合金组织为呈树枝状结晶的 Co-Cr-W 合金固溶体(奥氏体)初晶和固溶体与 Cr-W 复合碳化物的共晶体基底组成。随着含碳量增加,奥氏体数量减小,共晶体增多。这种组织属于亚共晶类型。根据形成的树枝状奥氏体及复合碳化物的共晶体组织,一般可能形成热裂纹或冷裂纹,有时是冷、热裂纹共存。

我厂生产的堆焊零件有导轨、阀板(奥氏体钢),堆焊层位置如图 1 所示。在堆焊过程中会出现上述裂纹,导轨裂纹较少,而阀板裂纹较多。导轨一般在堆焊第一层时产生角焊缝径向裂纹,阀板一般产生横向裂纹,蝶阀阀板产生径向方向的横向裂纹。



(a) 导轨堆焊部位 (b) 阀板堆焊部位

1. 手工电弧堆焊 2. 等离子弧堆焊

图 1 堆焊层位置

3 裂纹产生的原因

3.1 热裂纹产生的原因

(1) 焊缝金属结晶期间存在较大拉应力是产生热裂纹的必要条件。奥氏体钢的导热系数小,线膨胀系数大,而合金的线膨胀系数较小,在焊接局部加热和冷却的条件下,焊缝在冷却过程中可形成较大的内应力。尤其阀板体积大,冷却速度快,焊缝收缩受到限制,在阀板导轨面上内应力极大,故产生较多的裂纹。

(2) 奥氏体极易形成方向性强的柱状晶,一次结晶方向性强的柱状晶特征,利于有害杂质的偏析,促使形成晶间液态夹层,增大产生热裂纹的倾向。

(3) 奥氏体的合金组成较复杂,不仅 S, P, Sn, Sb 等杂质可形成易熔夹层,一些合金元素因溶解度有限也能形成有害的易熔夹层。其中, Si 和 B 是极具代表性的元素, B 在 Fe 及 Ni 中的溶解度均为零,易于析集于晶界而引起裂纹,而 Si 在含 Ni 量较高的钢中极易偏析,增大产生热裂纹的倾向。

(4) 阀板、导轨大多为铸造不锈钢,含 S, P, Sb, B 等杂质较多,促使在奥氏体晶体上形成低熔点化合物,晶界上的液化相促使热裂纹产生。其次,铸造的阀板、导轨组织松散,铸件本身带有的夹沙、裂纹、气孔等铸造缺陷成为热裂纹源。焊接时,在局部加热、冷却产生的内应力作用下,裂纹产生并不断扩展,从母材拉裂延伸至堆焊层,形成热裂纹。

3.2 冷裂纹产生的原因

钴基合金堆焊后一般形成硬度较高的碳化铬、碳化钨的组织;共晶组织的溶解氢小,使扩散氢含量增大;导轨和阀板都是刚度较大的工件,形成的拘束力较大。

3.3 热裂纹与冷裂纹共存

(1) 堆焊第一层时,焊缝金属主要为奥氏体组

收稿日期:1999-11-22

织,容易形成结晶裂纹,而在实际操作中往往产生贯穿性结晶裂纹和放射状弧坑裂纹。堆焊第二层时,奥氏体数量减少、共晶体组织增多,淬硬性组织、扩散氢含量以及拘束力都相应增加,第一层出现的热裂纹就成为裂纹源。焊到第三层时,奥氏体组织数量更加减少,相应的淬硬组织继续增加、拘束力进一步增大,这些都促使冷裂倾向进一步增大,热裂倾向减少,在外界条件影响下就容易形成冷裂纹。在实际生产中,第二层、第三层堆焊都伴有热裂纹的产生,但比第一层少。堆焊结束,很少存在贯穿性的裂纹,往往产生横向裂纹。

(2)堆焊导轨第一层角焊缝时,往往形成纵向热裂纹。角焊缝在收缩时,受到导轨侧面和导轨底面的限制,必然在焊缝内部产生内应力,在焊缝中部形成拉应力,当晶界上存在液化相时就被拉裂并延伸,形成纵向裂纹。另外,第一层堆焊时,由于母材温度低($<100\text{ }^{\circ}\text{C}$),焊件有两个方向散热,冷却速度在此时最大,形成的内应力也较大,在方向性强的柱状晶界上被拉裂。因此,在第一层角焊缝时往往形成纵向热裂纹。这些裂纹在第二层堆焊时若不能被熔化,就会成为裂纹源,在以后的堆焊、使用过程中,一旦遇到较大的内应力,就会开裂、扩展,形成较大的冷裂纹。

(3)阀板的堆焊层一般出现横向裂纹。堆焊层在收缩时遇到阀板自身刚度的阻碍,同时焊缝内部产生较大的内应力。因此,当存在裂纹源或晶间液化相时就会出现裂纹,并沿应力方向开裂。蝶阀阀板的堆焊沿阀板周向进行,堆焊层收缩时受阀板阻碍,使堆焊层沿周向方向产生拉应力。当阀板上存在裂纹源或液化相时,也会产生横向裂纹,尤其在堆焊外圆面时因侧面堆焊层限制了外圆面的收缩,进一步加大了内应力,使裂纹产生的机会加大(见图2b)。

(4)等离子弧堆焊时,一般产生横向裂纹,裂纹多出现在堆焊第二层时。手工堆焊完两侧面,底面的工件堆焊层有较大的刚度,即在等离子弧堆焊前工件的刚度比以前加大。在等离子弧堆焊第二层时,焊缝收缩更大,刚度加大,内应力加大,同时冷却速度在第一层堆焊后加大,也加大了内应力。

(5)合金粉末的成份不稳定,S、P、C等加速了液化相产生。

4 预防措施

4.1 工艺方面的防裂措施

(1)焊前预热,焊后缓冷,必要时采取堆焊过程中保温和焊后热处理措施。

(2)采用较小的焊接规范,以获得适应堆焊要求的低稀释率,且减少奥氏体柱状晶粗大、杂质的偏析,液化相的产生。

(3)注意焊接顺序。导轨的焊接顺序见图2。实

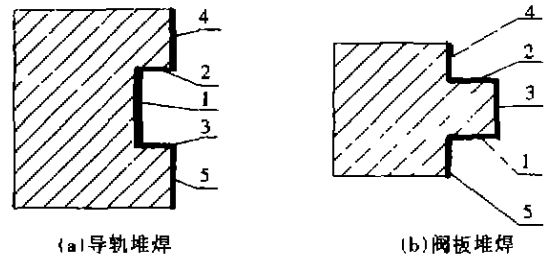


图2 堆焊顺序

践证明,按照图示1→2→3→4→5顺序堆焊,可减少内应力,避免裂纹产生。

(4)采取连续焊。对于大型堆焊件,应几个人同时焊接,防止焊件一头热,一头冷,形成较大的内应力,促使热裂纹产生。

(5)减少铸件缺陷。堆焊前着色检查,发现铸件缺陷及时用不锈钢焊条补焊,以消除裂纹源。

(6)保持等离子弧堆焊的环境温度。为排除堆焊过程产生的有害气体所设置的抽风装置,降低了工件周围环境的温度,因此在防护罩内装设远红外加热装置,维持工件周围环境温度不低于 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$,减小工件的冷却速度,减少裂纹产生的倾向。

4.2 冶金方面的防裂措施

(1)选用合格的焊接材料,保证有合格的化学成份,防止P、S、Si、C等超标。

(2)毛坯浇铸时严格控制熔炼化学成份,防止杂质超标及C、Si含量增大,减少S、P等杂质从母材进入焊缝,减少热裂纹的倾向。

(3)借助于焊接材料的配比,在焊缝金属中形成一定量的 δ 铁素体(3%~10%),可以有效阻止热裂纹的产生。

(4)堆焊钴基合金可以形成碳化钨、碳化铬等碳化物。一次碳化物是一次结晶中形成的稳定碳化物,为了获得奥氏体+一次碳化物双相组织,可提高焊缝的含碳量,形成稳定的碳化物相,这样既可以阻止热裂纹的产生,又可以提高堆焊层的高温性能。

5 小结

(1)降低钴基合金堆焊裂纹要遵守焊接工艺及焊接顺序。

(2)对不同的堆焊方法,要采用适应其生产的工艺。

(3)在冶金方面,不仅要在焊接材料把关,更要从浇铸毛坯入手,控制合金元素含量,减少产生裂纹的倾向。

参考文献:

- [1] 何康生,曹雄夫. 异种金属焊接[M]. 北京:机械工业出版社,1986.
- [2] 周振丰. 金属熔焊原理及工艺[M]. 北京:机械工业出版社,1987.