

O型截面外形对自保护药芯焊丝焊接性能的影响

李再华¹,张清辉²

(1.湘潭电机集团有限公司,湖南湘潭411105;2.湘潭大学机械工程学院,湖南湘潭411105)

摘要:针对自保护药芯焊丝O型截面的实际构造,详细阐述了外皮钢带搭接对电弧形状和熔滴过渡形式的影响结果,分析焊丝外皮钢带搭接可引起的如飞溅、气孔等焊接缺陷的原因,并成功研制了一种性能良好的自保护药芯焊丝,提出了减少产生飞溅、气孔等焊接缺陷的措施。

关键词:自保护药芯焊丝;O型截面;搭接;焊接性能

中图分类号: TG422.3 文献标识码: B 文章编号: 1001-2303(2006)11-0039-03

Effects of O section profile on weldability of self-shielded flux cored wire

LI Zai-hua¹, ZHANG Qing-hui²

(1.Xiangtan Electric Manufacturing Co., Ltd., Xiangtan 411105, China; 2.School of Mechanical Engineering, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

Abstract: On the basis of the practical structure of O section flux-cored wire, the effects of overlap edge of steel strip on arc profile and droplet transfer mode were given in detailed formulation. The reasons that welding defects such as spattering, gas porosity can be induced by the overlap edge of steel strip were discussed. The methods to reduce welding defects such as spattering, gas porosity were put forward basing on a self-shielded flux cored wire successfully developed by the author with good properties.

Key words: self-shielded flux cored wire; O section; overlap edge; weldability

近年来,药芯焊丝发展迅速,特别是美国、日本、韩国等国的发展更为突出,但是我国目前为止还没有一个自保护药芯焊丝专利,其中很重要的因素就是自保护药芯焊丝由于保护方式的局限而产生很多焊接问题,比如飞溅大、烟尘、气孔等^[1],如何减少自保护药芯焊丝的焊接缺陷是成功研制自保护药芯焊丝必须解决的一大难题。

通过对药芯焊丝成形过程进行详细分析,研究了O型截面自保护药芯焊丝外皮钢带搭接对飞溅等焊接缺陷影响因素。

1 O型截面自保护药芯焊丝的外形

O型截面药芯焊丝是采用退火冷轧H08A在药芯焊丝拉丝机上通过轧辊逐步变形最后形成的。轧制成的药芯焊丝必须通过压实,也就是通过拔模才能用于生产。压实前和压实后的焊丝长度 $S_3 > S_2$ 。

收稿日期:2005-09-20;修回日期:2006-06-27

作者简介:李再华(1975—),男,湖南永顺人,工程师,硕士,主要从事钢铁材料研究与开发工作。

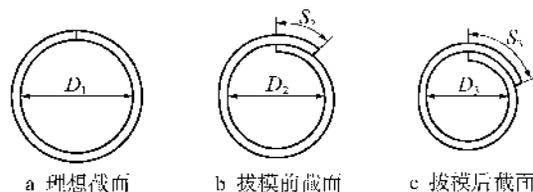


图1 药芯焊丝O型截面示意

如图1所示^[2]。

图1a是理想的O型截面药芯焊丝示意。如果最后成形的药芯焊丝是图1a所示形状,那么这样的焊丝将不能卷曲,因为会造成钢带筒的接口处裂开,焊丝内的药粉将从钢带的接口处漏出,从而药芯焊丝将因为包粉量不足等原因而不能用于焊接生产。所以实际的药芯焊丝不是这样的。

图1b是实际药芯焊丝在拔模前的截面示意。它有如图所示 S_2 区域的重叠,这样的焊丝也是不能用于焊接的。因为此时钢筒内的药粉是疏松的,密度不够,在搬运或焊接过程中会出现某一段焊丝药粉多,而另外一段焊丝的药粉不足甚至没有药粉

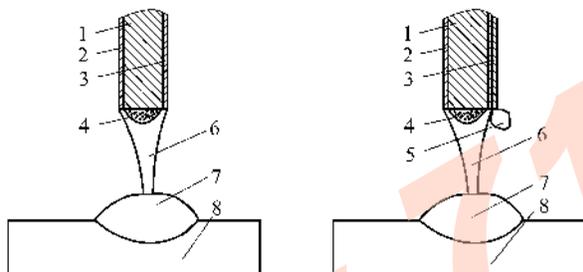
的情况。焊丝只有通过压实才能用于生产。

图 1c 是通过至少一次拔模后的截面示意。图所示的 $S_3 > S_2$ 。这样的焊丝钢筒内的药粉是紧密的,在焊接生产过程中不会出现包粉量不一致的现象。几乎所有的药芯焊丝都要经过拔模处理才能用于生产。

2 O 型截面自保护药芯焊丝电弧截面

自保护药芯焊丝焊接时的熔滴过渡形式有 3 种:短路过渡,粗滴过渡和细颗粒过渡^[3]。随着焊接电流的增大,熔滴过渡形式从短路过渡到粗滴过渡再到细颗粒过渡。从焊接过程来看,细颗粒过渡的飞溅比前两种少,且电弧稳定,焊缝成形好,是药芯焊丝最稳定的熔滴过渡形式。

以细颗粒过渡为例,O 型截面自保护药芯焊丝焊接过程电弧外形如图 2 所示。



1—药芯;2—单层钢筒;3—双层钢筒;4—滞熔药芯;
5—熔融钢筒;6—细颗粒熔滴;7—焊缝;8—试板。

图 2 焊接过程电弧区各部分外形

从图 2 可以看出,理想的电弧区截面和实际的电弧区截面相比少了双层钢筒和熔融钢筒。从图 2a 可以得到药芯焊丝细颗粒熔滴过渡的一般模型;随着焊接电流的增大,粗滴过渡逐渐变为细颗粒过渡,熔滴尺寸均匀,过渡路径为轴向过渡;电弧斑点面积变大,电弧弧根上移至熔滴最大尺寸处,斑点压力由对熔滴的阻力向推力转变;等离子流力增大,熔滴所受电磁收缩力增大。这样熔化的药芯焊丝呈细颗粒与焊丝分离,垂直过渡到熔池中去^[4]。

众所周知,药芯焊丝在焊接过程中只有钢筒部分起导电作用,而内部的药芯导电能力很弱,它的熔化基本上靠钢筒部分引起的电弧热,药芯焊丝一般都存在滞熔现象,如图 2 所示。实际的药芯焊丝在焊接过程中会出现熔融钢筒。

它的形成过程为:焊接过程开始后,钢筒首先与试板一起形成电弧并熔化,由于内部药芯的滞熔现象,电弧区的药芯没有完全变为液体状态,这样

的药芯与熔融钢筒之间是不浸润的,这给熔融钢筒形成钢球带来了有利条件,由于双层钢筒区域钢筒体积大,容易形核并长大,并会由于表面张力大而拉动周围的钢筒一起形核并长大。药芯的滞熔也给熔融钢筒的形成和长大带来了时间因素,从而熔融钢筒就会超常规长大,形成图 2b 所示现象。

3 O 型截面自保护药芯焊丝对焊接过程的影响

自保护药芯焊丝的保护方式有:造气保护,造渣保护和合金元素保护。它们都是在电弧区或者熔池区进行焊接过程的脱氧、脱氮和脱氢,从而得到符合性能要求的焊缝。

(1)在图 2b 中,熔融钢筒在形成和长大过程中都脱离了电弧区,即失去了保护的区域。其表面将是氧化和氮化最严重的区域。熔融钢筒存在的时间越长,这种氧化和氮化将越严重。这种大颗粒熔滴脱离焊丝后,如果进入熔池将是气孔和裂纹的发源地^[5],也会引起焊接烟尘;如果粘附在焊缝周围,它将是很难去除的焊渣;如果这种大颗粒熔滴是以很大的速度爆炸式的脱离焊丝,将造成很大的飞溅。

(2)熔融钢筒的形成和长大将把单层钢筒处的液体吸向熔融钢筒,电流密度也会在接近熔融钢筒处最大。这种因素会导致熔池中合金元素的比例增大;电弧中心线向熔融钢筒处偏移;滞熔药芯的外形也不会是轴对称,而是偏向熔融钢筒处滞熔的药芯少一些;这些都给焊接过程产生飞溅带来现实因素。

(3)熔融钢筒长大到一定体积后将从焊丝上脱落,这个过程是在电弧吹力、电磁收缩力和熔滴重力的作用大于表面张力和斑点压力的结果。熔融钢筒脱离焊丝,熔滴偏离焊丝轴线过渡到熔池上,与熔池熔合量小,不能形成完整的焊缝。

4 减少 O 型截面自保护药芯焊丝对焊接过程影响的措施

由于 O 型截面自保护药芯焊丝固有的特点,接口处钢带重叠现象是不可避免的。但是可以通过减少接口处的面积和其他方式来消除接口处钢带重叠而引起的焊接性能的变化。

(1)加大药芯焊丝的包粉量。药芯焊丝采用 14 mm×



0.3 mm 的 H08A 钢带是通过一道或几道拔模制作而成的。为了减少接口处的重叠面积,药芯焊丝包粉量应达到 60%,重叠处的断面长度在 1.5 mm 左右。

(2)向药芯焊丝中加入定量的合金元素。缩短药芯焊丝的滞熔量,增加滞熔药芯和融熔钢筒的浸润性,增加熔入电弧中钢筒的量,减少融熔钢筒长大的时间,缩小融熔钢筒脱离焊丝时的体积。

(3)加大焊接时的电流,确保焊丝的过渡方式为细颗粒过渡,并且细颗粒越细越好。这样加快了焊丝的熔化速度,提高了电弧区的温度,减小了融熔钢筒的表面张力,融熔钢筒脱离焊丝时的体积会越来越小。

表 1 钢带的化学成分 %

ω (C)	ω (Si)	ω (Mn)	ω (P)	ω (S)
0.030	0.050	0.200	0.015	0.009

5 O型截面硬面堆焊自保护药芯焊丝的设计效果

设计的用于耐磨堆焊的自保护焊药芯焊丝截面为 O 型,所用低碳钢钢带规格为 14.0 mm×0.3 mm,其化学成分如表 1 所示。

轧制成型的药芯焊丝直径 ϕ 4.2 mm,经 ϕ 4.0 mm 孔模减径,根据药芯焊丝的松紧度可经 ϕ 3.8 mm 孔模减径。根据药芯焊丝中所含合金粉末数量和种类不同,其包粉量亦不同,但一般为 50%左右^[6]。药芯焊丝的配方如表 2 所示。

根据前面分析自保护药芯焊丝产生融熔钢筒的原因和解决措施,在这种自保护耐磨堆焊药芯焊丝中加入铝镁粉、金红石等成分,使包粉量从 50%

表 2 药芯焊丝的配方 %

ω (镍粉)	ω (中碳锰铁)	ω (钼铁)	ω (硅铁)	ω (高碳铬铁)	ω (金属铬)
3~8	1~5	2~6	4~7	90	8~10
ω (硼铁)	ω (钨铁)	ω (铝镁粉)	ω (碳化钨)	ω (金红石)	ω (包粉) HRC
5~15	4~7	5~14	2~4	4~6	60 53

增大加大至 60%,所研制的焊丝在工厂试焊获得成功。

6 结论

(1)由于药芯焊丝外皮钢带搭接部分的存在,融熔钢筒对焊接过程的影响不可能完全消除。

(2)通过加大包粉量,加入合金元素和加大焊接时的电流,可减小融熔钢筒对焊接过程的影响。

(3)如果采用“梅花”形等复杂截面焊丝,因钢皮在整个断面上分布比较均匀,焊丝芯部导电性更好,电弧稳定,焊丝熔化更均匀,冶金反应充分。

参考文献:

- [1] 候天奎.全国焊接物理与工艺理论学术会议论文集:A集[C].北京:中国社会科学出版社,1988.
- [2] 张汉谦.钢熔焊接头金属学[M].北京:机械工业出版社,2000:15-18.
- [3] 张文钺,许玉环,丁萍,等.不锈钢 CO₂ 气保护药芯焊丝飞溅产生机理及影响因素的研究[J].焊接技术,1999(1):2-4.
- [4] 孟庆生.焊条药皮组成对渣表面张力的影响[J].焊接学报,1993,14(2):63-68.
- [5] 铃木春羲.钢材的焊接裂纹(低温裂纹)[M].清华大学焊接教研组,译.北京:机械工业出版社,1979.
- [6] 栗卓新.自保护药芯焊丝的冶金过程[D].天津:天津大学材料学院,1994.

专题讨论——焊接材料

招聘

浙江永成汽保设备有限公司因企业发展需要,特向全国招聘焊机变压器制作熟练工,懂电气装配者尤佳。

招聘联系人:桂昆亭先生

联系电话:0571-85047550,13606615609