

带式输送机滚筒摆动焊接工艺研究

白洪普, 刘志伟

(中交一航局安装工程有限公司)

摘 要: 带式输送机是用于物料输送的重要设备, 滚筒作为带式输送机中的主要传动部件, 其作用举足轻重。在带式输送机运转的过程中滚筒起传递扭矩及改变胶带方向的作用, 其中任何一个滚筒发生故障都将导致停机, 因此滚筒的性能必须稳定可靠, 而影响滚筒结构安全与稳定的最直接因素就是焊接质量, 稳定可靠的焊接工艺对保证滚筒的质量至关重要。文章阐述了一种带式输送机滚筒焊接工艺, 对 2 种常用的滚筒焊接工艺进行了对比, 在滚筒焊接过程应用中使用二氧化碳保护摆动焊的焊接质量明显优于埋弧焊, 能有效提高滚筒焊接质量, 保障带式输送机系统的运转安全。

关键词: 带式输送机; 滚筒; 焊接

1 滚筒焊接工艺介绍

1.1 埋弧焊

埋弧焊有生产率高、焊缝质量好的优点。缺点是焊接位置受限大, 只适用于平焊及角焊位置的焊接, 焊接时不能直接观察电弧与坡口的相对位置, 如果焊偏无法及时发现并调整。埋弧焊焊接电流大、焊接热量高、焊接应力大。

1.2 二氧化碳保护焊

二氧化碳保护焊具有穿透能力强, 容易熔透母材, 焊接电流密度大($100\sim 300\text{ A/m}^2$)、焊接变形小、生产效率高、残余应力小、焊缝抗锈能力强、含氢量低, 冷裂纹倾向小、无焊渣、电弧可见性好、焊接过程可控性好的优点。缺点是飞溅较大、表面成型差、手动焊接劳动强度高、焊接弧光强、抗风能力差^[1]。

1.3 焊接工艺的选择

每种焊接工艺均有各自的优点及缺点, 要结合自身生产条件及需求综合考虑各种焊接工艺对焊缝金属的影响、焊接过程可控制性、焊缝成型质量和焊缝内部质量, 选出一种最适合的焊接工艺。并对焊接工艺进行深入研究, 发扬优点, 克服缺点, 提升焊接质量。

2 摆动焊接方法

2.1 直线往复运动法

焊接时焊丝末端沿焊缝的纵向做来回摆动, 这种焊接方法有焊接速度快、焊缝窄、散热快的优点, 常用于焊接薄板和间隙较大的多层焊的第

一层。

2.2 锯齿形运动法

焊接时焊丝末端左右连续摆动及向前移动, 并在焊缝两边稍作停留, 摆动是为了达到控制融化金属流动和得到更大的焊缝宽度的目的, 从而得到更好的焊缝成型, 这种摆动方法是最常用的, 使用的范围非常广泛, 经常用于厚钢板的焊接, 也经常用于平焊、仰焊、立焊的对接接头和立焊的角接接头的焊接。

2.3 月牙形运动法

焊接时焊丝的末端沿着焊缝的前进方向做月牙形的左右摆动, 这种摆动方式有增大焊缝边缘熔深、金属熔化较好、可以避免咬边、焊缝质量较高的优点, 应用范围与锯齿形摆动发相同。

2.4 三角形运动法

焊接时焊丝末端做连续的三角形运动, 并不断向前移动, 按照摆动形式的不同, 有斜三角形和正三角形 2 种, 其优点是能够借焊条的摆动来控制融化金属, 促使焊缝成形良好, 能一次焊出较厚的焊缝断面, 焊缝不易产生夹渣等缺陷, 有利于提高生产效率。适用于焊接平焊、仰焊位置的 T 形接头焊缝、有坡口的横焊缝、开坡口的对接接头和 T 形接头焊缝的立焊。

2.5 圆圈形运动法

焊接时焊丝末端连续做正圆圈或斜圆圈形运动, 并不断前移, 这种摆动方式有熔池存在时间长、熔池金属温度高、利于溶解在熔池中的氧、

氮等气体的析出、利于熔渣上浮、利于控制熔化金属不受重力影响而产生的下淌现象、利于焊缝成形的优点。适用于焊接较厚焊件的平焊缝、平、仰位置 T 形接头焊缝和对接接头的横焊缝。

3 二氧化碳气体保护摆动焊焊接工艺

3.1 焊接工艺优化

二氧化碳气体保护焊结合焊枪摆动焊接工艺进行滚筒焊接, 有效利用了二氧化碳气体保护焊穿透能力强、生产率高、焊接应力小、焊接过程可控性好的优点。同时为了克服二氧化碳气体保护焊的缺点, 制定了控制措施:

- 1) 通过规范控制焊接参数、优化坡口形状来降低焊接飞溅, 提高表面成型质量;
- 2) 采用定制设备使焊接过程自动化, 降低焊工劳动强度、增强焊接稳定性;
- 3) 完善劳动保护制度, 发放劳保用品, 避免弧光对员工的伤害;
- 4) 所有焊接均在车间内完成, 避免风对焊接造成影响;
- 5) 选用锯齿摆动形式, 控制融化金属的流动增加焊缝宽度、获得较好的焊缝成型。

3.2 焊接设备

定制的滚筒专用半自动焊接平台可以使滚筒筒体自动转动, 焊枪通过夹具把持, 可以长时间保持一个姿势, 不会出现非正常变动^[2]。

摆动器接入滚筒焊接系统, 焊枪由摆动器固定, 间接的控制焊枪按照设计的摆动形式来摆动, 从而实现焊接自动化, 从焊枪的摆动模式、固定方式与自动化程度的提升来保证焊接质量^[2]。

3.3 母材与焊材

滚筒筒体中筒皮的常用母材有 Q235B、Q345C、Q345D、Q345E 等, 为保障筒皮强度, 筒皮板材下料时筒皮卷制方向应按板材轧制方向下料。接盘的常用母材有 ZG230-450H、ZG270-500H、GS20Mn5 等有较好焊接性能的材料。铸钢件的表面质量及探伤质量应符合 GB/T 10595—2017《带式输送机》的要求。焊材应选择强度等同或高于母材强度的牌号。

3.4 坡口

滚筒筒皮与接盘常见焊接形式主要有 2 种, 分别是对接式与角接式。对接式坡口形式常采用 V 形坡口与 U 形坡口, 通过实验对比在滚筒焊接中与二氧化碳气体保护摆动焊接配合较好的是 V

形带衬垫坡口, 该坡口形式更适应锯齿形摆动焊接的工况。配合适当的坡口空隙与焊接衬垫的配合、适当的电流电压、适当的摆动速度可以做到单面焊接双面成型, 无需焊接完成一面后再从背面清根补焊, 有效减少焊接工时、避免清根补焊造成的材料脆化及焊接应力集中。

3.5 焊接工艺

3.5.1 焊接前准备

1) 滚筒放入焊接装置

为了调整好滚筒焊点和焊枪的位置, 根据所要施焊滚筒的规格移动调整旋转轮和焊接支架的位置, 把滚筒放入焊接装置。

2) 预热

预热的目的是去除主要焊接部位的水分和油垢, 起到清洗和防止焊接金属过度冷却发生硬化的作用, 加热温度一般为 50~70 °C 之间。

3.5.2 筒体焊接

1) 初层焊接

焊枪对准第一层焊接的位置, 如图 1 所示, 图 1 中的焊接参数 A、B、C 见表 1, 焊枪位置的调整特别重要。焊接时, 直线送丝, 向上前进角, 开始焊接, 按表 1 中焊缝 A 的大小参考焊枪的目标位置 B 值进行微调。

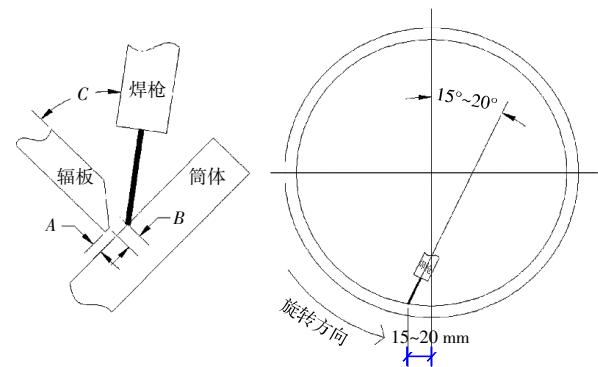


图 1 焊接位置图

表 1 焊接位置参数表

A	B	C
< 1.0 mm	0~0.5 mm	60°
1.5 mm	1.0 mm	60°
2.0 mm	1.5~2.0 mm	60°

2) 多层焊接

根据前一层焊缝宽度中心附近位置, 作为第二层以后焊枪的位置, 左右横摆送丝, 向上前进

角、一周连续焊接,摆动宽度与上一层焊缝宽度相同,摆动次数 70 次/min。横摆设定好后,只摆动不引弧,确认焊丝和筒皮与接盘没有接触,如有接触需要微调焊枪角度、焊丝伸出长度、以及摆动角度。另外对于多层焊接由于焊接的始点和终点缺陷比较集中,所以为了避免这些缺陷重叠,每层的焊接始点都要改变。

焊接过程中注意观察焊丝的走向,偏离时应及时给与调整。每层焊接完成后对焊缝表面进行打磨处理,清除飞溅和氧化层,如有气孔、裂纹、夹渣等缺陷也需要打磨清除。

3.5.3 二氧化碳气体保护焊的计算公式

计算公式如下:

1) 焊接电流和电压的关系

小电流: $E = 16 + 0.04I$

大电流: $E = 20 + 0.04I$

式中: E 为电压, V; I 为电流, A。

2) 焊丝直径对应焊接电流

焊丝直径与对应焊接电流见表 2。

表 2 焊丝直径与对应焊接电流

焊丝直径/mm	电流范围/A
1.0	70~200
1.2	100~350
1.4	200~420
1.6	300~450

3) 气体流量及相应的焊丝伸出长度

气体流量(单位为 L/min)的数值与焊枪直径(单位为 mm)的数值相等,例如使用的焊枪直径为 20 mm,则焊接时二氧化碳的气体流量调整为 20 L/min。

焊丝伸出长度(单位为 mm)为焊丝直径(单位为 mm) $\times 15 + 4$,例如使用的焊丝直径为 1.2 mm,则焊接时焊丝的伸出长度为 22 mm。

4) 碳的当量

$C_q = C + Mn/6 + Si/24 < 0.44\%$

式中: C_q 为碳的当量; C 为碳含量, %; Mn 为锰含量, %; Si 为硅含量, %。

5) 焊接热

$H = 60EI/V < 40 \text{ kJ/cm}$

式中: H 为焊接热, J/cm; E 为电压, V; I 为电流, A; V 为速度, cm/min。

3.5.4 二氧化碳气体保护焊与埋弧焊焊接热

母材条件按对接接头,板厚 30 mm 考虑。焊接热按中部填充层焊接热考虑。

1) 二氧化碳气体保护焊焊接热

$H = 60EI/V = 60 \times 32 \times 250/20 = 24\,000 \text{ J/cm}$

2) 埋弧焊焊接热

$H = 60EI/V = 60 \times 35 \times 750/30 = 52\,500 \text{ J/cm}$

3.5.5 焊缝检查

焊缝的外观质量应符合 GB/T 19418—2003《钢的弧焊接头缺陷质量分级指南》中 B 级的要求。无损探伤应按 GB/T 11345—2013《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》中 B 级的要求进行检测,结果验收应符合 GB/T 29712—2013《焊缝无损检测 超声检测 验收等级》中 2 级的要求。采用射线探伤时质量等级不低于 GB/T 3323—2005《金属熔化焊焊接接头射线照相》中 II 级的要求。焊缝质量不符合上述要求的要进行返修,不能返修的作废处理。

3.5.6 焊缝修补措施

1) 当焊缝不合格需要修补时必须按照焊接工艺规程进行。

2) 采用打磨或碳弧气刨加打磨的方式彻底清除缺陷,采用渗透或磁粉探伤的方式保证缺陷已完全剔除。

3) 补焊前清除补焊部位 20 mm 范围内的氧化物、水分、油污。

4) 表面缺陷长度大于 50 mm 或修补内部缺陷时应先按焊接工艺规程的要求对焊接部位进行预热。

5) 补焊焊接需一次连续完成。补焊完成后打磨清理焊道及飞溅。

6) 重新对焊缝进行外观质量检查和内部无损探伤检查。

7) 同一部位的焊缝只允许修补一次,避免焊缝金属脆化。

4 结语

在发展输送机设计制造技术的时候不要只着眼于整个输送机系统,组成输送机系统各种部件的性能也要不断地提升,为带式输送机行业整体发展注入动力。我国的带式输送机制造技术正在向大机长、大运量、大倾角、节能环保等方向发展。其中更大的运量、更长的机长都意味着皮带机整体张力的增加,这些都会增加滚筒所承受的

合力。在更大的滚筒受力环境下,筒体焊缝质量的提升就显得更加重要。采用二氧化碳保护摆动焊焊接热远远低于埋弧焊,可以有效减小焊接热的影响范围、降低焊接热对母材材质的影响、降低焊接应力、提高焊缝质量。

参考文献:

- [1] 陈骢,张军,浦召文. 浅谈 CO₂ 气体保护焊的优缺点及适用性[J]. 贵州电力技术,2005(8):46-48.
- [2] 白洪普. 滚筒焊缝摆动焊接装置:中国,ZL2010 2 0172690.6[P]. 2010-11-24.
- [3] GB/T 10595—2017,带式输送机[S].