

国产RMD设备根焊操作技术常见焊接缺陷解析

汤海东¹, 岳远明¹, 武国峰², 刘光钰¹

1. 中石化胜利油建工程有限公司 山东东营 257064

2. 中国石化胜利油田热力分公司 山东东营 257064

摘要: 主要介绍了国产RMD焊接设备在潜江-韶关输气管道工程五标段应用过程中根部接头出现未熔合和密集性气孔缺陷, 通过对RMD焊机内置参数热起弧、收弧、外界环境因素及焊工操作技巧等因素的分析, 提出了对设备内置参数精准设置、排除影响气体保护的外界因素等改进措施, 取得了满意的效果。

关键词: 国产RMD焊机; 未熔合; 密集气孔; 质量提升

1 序言

进口RMD焊接设备在国内使用已多年, 其焊接操控简单, 使用性能稳定, 在大口径长输管道施工中应用普遍。随着国产RMD焊接设备的推出和技术的日益完善, 其逐步在国内市场推广使用。

自2018年开始, 我公司施工的潜江-韶关输气管道工程线路五标段全长151.307km, 设计压力10MPa。全线二类地区采用 $\phi 1016\text{mm} \times 17.5\text{mm}$ 螺旋缝埋弧焊管(SAWH), 三类地区采用 $\phi 1016\text{mm} \times 21.0\text{mm}$ 直缝埋弧焊管(SAWL), 钢管材质L485M。主线焊接工艺选择为RMD根焊+半自动自保护填盖, 其中RMD根焊选择国产焊接设备, 材料采用金属粉芯焊丝ER70C-6MH4, 焊接工艺规程为WPS-QJSG-X02(壁厚17.5mm)和WPS-QJSG-X06(壁厚21mm), 无损检测采用X射线+相控阵超声波双检测。

2 焊接工艺

(1) 接头设计 接头形式为对接, V形坡

口(见图1)。坡口角度 $\alpha=22^\circ \pm 2.5^\circ$; 钝边 $p=1.6\text{mm} \pm 0.8\text{mm}$; 对口间隙 $b=2.5 \sim 3.5\text{mm}$; 当壁厚为17.5mm时, 错变量 $\leq 2.2\text{mm}$, 当壁厚为21mm时, 错变量 $\leq 2.5\text{mm}$ 。

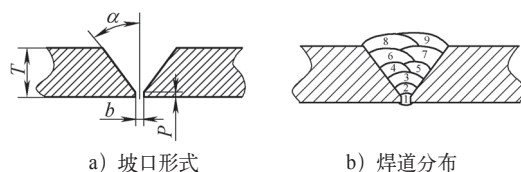


图1 接头形式

(2) 工艺要求 保护气体为混合性气体(80%Ar+20%CO₂); 保护气体纯度: Ar $\geq 99.99\%$, CO₂ $\geq 99.9\%$; 气体流量为15~20L/min; 预热温度为80~150℃; 施焊环境温度 $\geq 5^\circ\text{C}$; 湿度 $\leq 90\text{RH}$; 风速 $\leq 2\text{m/s}$; 根焊层厚度 $\leq 3.0\text{mm}$ 。

(3) RMD根焊焊接参数 具体数值见表1。

(4) 焊接电源 选用国产焊接设备具有RMD特性的直流焊接电源配相应送丝机。

表1 RMD根焊焊接参数

焊道	焊接方法	焊丝型号	焊丝规格 ϕ/mm	极性	焊接方向	焊接电流 /A	电弧电压 /V	送丝速度 /in·min ⁻¹	焊接速度 /cm·min ⁻¹
根焊	GMAW	ER70C	1.2	DCEP	下向	110~150	14~18	120~150	16~22

注: DCEP表示焊丝与焊接电源正输出端连接; 1in=25.4mm。

3 RMD根焊技术特点

1) 能够精准控制熔滴过渡和电弧吹力的大小,

焊接过程稳定、飞溅少, 焊缝内部成形均匀美观, 焊缝背面成形如图2所示。



图2 焊缝背面成形

2) 焊接过程中电弧柔和、热量集中,在根部产生高质量的熔深,能够有效地解决管口错边、间隙不均造成的根部未熔合等焊接缺欠(见图3)。



图3 管口错边内部成形

3) 采用半自动气体保护焊金属粉芯焊丝焊接,焊缝表面无焊渣,焊接效率高^[1]。

4 RMD根焊缺陷产生及解决措施

RMD根焊焊接工艺属于熔化极金属粉芯焊丝半自动气体保护焊,在施工过程中由于国产RMD焊接设备参数设置不精确、焊工操作技术不熟练和外界环境因素等原因,造成射线和相控阵超声波检测发现的不合格缺陷种类主要是密集气孔和层间未熔合^[2]。现场通过对多道焊缝缺陷的查找,发现其中90%缺陷都存在于RMD根焊层,缺陷类型及位置见表2。

表2 RMD根焊缺陷类型及位置

缺陷类型	未熔合	密集气孔
缺陷位置	根焊接头产生的层间或根部单边未熔合	环焊缝12~4点位置

4.1 根部未熔合

经射线底片查看和相控阵数据分析,根焊接头未熔合缺欠大部分产生在环焊缝立焊以上,同时现场使用角磨机对缺陷位置进行修磨发现,未熔合缺陷为根部接头处层间或根部单边未熔合。

(1) 产生原因

1) 焊工焊接时,根焊起点是从12点开始,焊工为了控制背面熔池高度,一般采用较小的送丝速度,这样能够有效保证焊缝背面成形高度。虽然这种较小焊接参数能够控制焊缝成形,但是产生未熔

合缺陷的概率也非常高。

2) RMD根焊起弧焊接时,由于新起弧时熔池温度偏低,焊接行走速度过慢,所以熔池就会形成堆积,造成根部焊缝出现未完全熔合现象。

3) 根焊接头时,焊工为了保证接头质量会将收弧处打磨成斜坡状,再起弧接头时,焊枪运行到打磨的斜坡状缺口处时就属于堆焊,并且打磨的斜坡状缺口一般存在窄、深及前宽后窄的特点,这时再起弧位置的焊接参数就无法有效地熔化前面的焊道,透过面罩观察此处的熔池较小。楔形斜坡状还没有完全打开熔池,熔化的焊丝形成的液态金属就流到后侧的焊道上,形成接头未熔合缺陷。

(2) 解决措施 通过和国产焊机制造厂家研发工程师沟通,同时在有经验的焊工配合下,提出调整焊机内置参数中的起弧电流和增加收弧电流参数精准控制,能够降低或消除产生接头未熔合缺陷。

具体操作实施如下:

1) 起弧参数调整:通过现场多次试验调节,在起弧后增加一段时间恒压控制,即采用气体保护焊模式起弧,在这段时间内增加热起弧电流,有利于快速打开熔池,增强熔合能力,从而有效降低出现未熔合缺欠的概率。起弧阶段波形如图4所示,其中黄色为电弧电压、绿色为焊接电流。

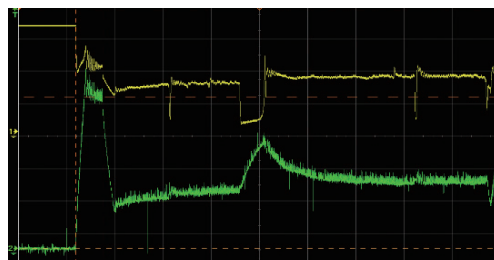


图4 起弧阶段波形

2) 收弧参数设置:收弧时采用特殊四步功能,在遇到下向焊接头快要收弧时,按下焊枪开关,能够增大波形控制燃弧能量,增加本阶段的收弧电流,保证母材的有效熔化,达到减少收弧未熔合缺欠的目的。收弧控制方案如图5所示,其中黄色为电弧电压、绿色为焊接电流。

4.2 密集气孔

通过射线检测底片观察,密集气孔缺陷主要出现在环焊缝上半部分,而对于焊接难度最大的仰焊6点位置,由于焊枪角度的垂直和杆身长度的缩短,所以基本不会出现密集气孔。

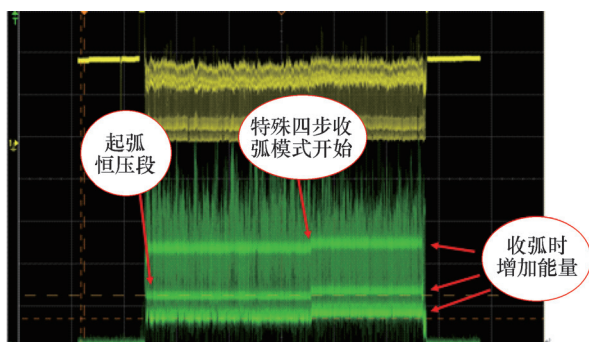


图5 收弧控制方案

(1) 产生原因

1) 通过现场焊接操作观察, 焊工在过12点位置引燃电弧后连续向下焊接, 为了便于观察熔池形状和根部熔合情况, 焊枪角度、干伸长发生了很大变化, 造成根焊背面熔池气体保护欠缺, 出现密集性气孔。

2) 由于RMD根焊采用80%Ar+20%CO₂为保护气体, 因此气体挺度较差, 保护区域容易受到外界和管内气流干扰, 焊接时熔池得不到有效保护则形成密集气孔。

3) 焊枪使用过程中喷嘴容易被飞溅物堵塞, 造成焊缝因缺少保护气体流量而产生气孔。

4) 在使用过程中, 气瓶内的压力过低、流量过小、供气系统气带损坏及链接松动等, 也容易造成焊接过程中产生密集气孔缺陷。

(2) 解决措施

1) 焊接开始前应做好外界防风措施, 特别是防风棚与地面和管子的结合处要认真检查, 同时也要防范管道内部的穿堂风。根据联通管道的长短和室外温度, 选择对两端管口进行封堵或是敞开, 使压力平衡。

2) 使用前认真检查气瓶内的压力, 当压力<1.0MPa时会造成焊枪喷嘴供气不足, 保护气体挺度不够, 容易产生气孔, 因此应停止使用更换气瓶。同时, 要配备气体配比检测仪器, 严格控制气瓶内的混合比例。

3) 气体流量选择应严格按照焊接工艺规程中的要求进行调节, 同时也要根据所选择的喷嘴型大小, 适当在工艺规程要求范围内调整流量大小。

4) 每天焊接使用前, 要从供气系统始端开始沿着气体行走路线进行认真检查, 防止因气带破损或接头松动而出现漏气现象。

5) 根据焊接时间及时清理喷嘴中的飞溅物, 防止焊接飞溅堵塞喷嘴, 造成焊缝因缺少气体保护而产生气孔。

6) 焊接过程中焊枪角度直接影响焊接质量, 在环焊缝焊接过程中, 焊枪角度随着焊接位置的变化也要随时调整。一般平焊位和立焊位焊枪角度为75°~85°, 但在环焊缝9~11点处和13~15点处极易出现密集气孔, 因此要将焊枪角度精准控制在80°±2°内, 这样焊接保护气体能够有效保护正面和背面液态熔池不受外界空气侵蚀, 避免产生密集气孔。仰焊位焊枪角度一般控制在90°左右, 同时焊接过程中应根据间隙和钝边大小, 随时轻微调整焊枪角度, 才能有效保证内外焊缝成形均匀。

7) 干伸长过长时, 喷嘴与工件的距离过大, 会因保护气体挺度不足而使熔池的保护范围减少, 这也是焊接过程中产生密集气孔的主要原因之一。因此, 焊工在焊接过程中在保证清晰观察熔池的同时, 要选用最短的干伸长进行焊接操作。

8) 焊接过程中, 由于焊工带动熔池速度不均, 造成根焊厚度过厚, 熔池截面形状过大, 容易造成部分熔池脱离保护气体范围, 产生密集气孔。因此在操作过程中, 焊工在保证焊接质量的同时需适当提高焊接速度。

5 结束语

经过对国产RMD焊接设备内置参数热引弧的增加和收弧过程中对焊接电流的精整控制, 有效控制了接头产生的未熔合缺陷。同时, 经过现场实践的不断总结归纳, 对外界干扰因素的细化分析、焊接过程中的工艺参数改进和加大对根焊焊工操作技巧的提升, 焊接效率和根焊质量得到了明显提升, 基本克服了接头未熔合缺欠和根部密集气孔等缺欠。改进后在某焊接机组施工的1568道焊口中, 根焊射线检测合格率和相控阵超声波检测合格率达到99.87%, 取得了满意的效果。

参考文献:

- [1] 靳海城, 王俊红, 李广民. 西气东输二线用RMD根焊技术[J]. 电焊机, 2009, 39(5): 87-89.
- [2] 李国庆, 张敬洲, 冯艳东. RMD半自动根焊操作难点解析[J]. 金属加工(热加工), 2009(2): 44-45.