

管道自动焊碳钢实芯焊丝焊接工艺分析

刘建国 王银飞 王振飞 王健 田文冲

中石化第十建设有限公司, 山东 青岛 266555

[摘要]随着石油化工业焊接技术快速发展,对焊接质量、施工效率要求也愈来愈高,传统的焊条电弧焊已满足不了焊接施工进度需求。为了提高施工进度,降低成本,降低劳动强度,减少电弧烟尘污染,优化焊接环境,适应工程建设中市场的竞争,我公司承揽的聚乙烯装置管道焊接施工时,在管道焊接中采用熔化极 RMD 气保焊打底(以下简称 RMD 焊)+熔化极 CO₂ 焊(以下简称 CO₂ 焊)填充盖面的焊接工艺,取得良好的施工进度、焊接质量,充分验证此焊接工艺,具有焊接成本低、效率高、质量稳定等优点。此文着重介绍管道自动 RMD 打底焊+CO₂ 气保焊填充、盖面焊接工艺在聚乙烯装置管道焊接施工中的应用,在项目工程建设中提供了有力的技术支持,为公司工厂化管道预制的焊接施工积累了经验。

[关键词]熔化极气体保护焊; 碳钢实芯焊丝; 焊接特点; 焊接工艺

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7282

中图分类号: TG457.6

文献标识码: A

Analysis of Welding Technology of Carbon Steel Solid Wire for Automatic Pipeline Welding

LIU Jianguo, WANG Yinfei, WANG Zhenfei, WANG Jian, TIAN Wenchong

Sinopec Tenth Construction Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266555, China

Abstract: With the rapid development of welding technology in the petrochemical industry, the requirements for welding quality and construction efficiency are becoming higher and higher. The traditional electrode arc welding can no longer meet the needs of welding construction progress. In order to improve the construction progress, reduce costs, reduce labor intensity, reduce arc smoke pollution, optimize the welding environment, and adapt to the market competition in project construction, our company has adopted the welding process of melting electrode RMD gas shielded welding bottoming (hereinafter referred to as RMD welding)+melting electrode CO₂ welding (hereinafter referred to as CO₂ welding) to fill the cover during the pipeline welding of the ethylene plant contracted by our company, and achieved good construction progress and welding quality, the welding process is fully verified and has the advantages of low welding cost, high efficiency and stable quality. This paper mainly introduces the application of automatic RMD backing welding+CO₂ gas shielded welding filling and covering welding process in the pipeline welding construction of the ethylene plant, which provides strong technical support in the project construction and accumulates experience for the welding construction of the company's factory pipeline prefabrication.

Keywords: gas metal arc welding; carbon steel solid wire; welding characteristics; welding technology

在管道焊接施工中,打底焊在整个焊接中尤为重要,焊接质量和效率都要求较高,技术难度大,特别是大口径、厚壁管道焊接更为突出。选择好的焊接工艺直接关系工程进度、质量和企业的效益。我公司开发的管道自动 RMD 打底焊接工艺,在碳钢实芯焊丝焊接中具有成本低,生产效率高,操作方便等优点,效率是钨极气体保护焊的 3-5 倍,成为管道打底焊接的首选工艺。显著保证了焊接质量和施工效率。

1 RMD 打底焊的特点

(1) 目前使用的压壁式管道自动焊 RMD 碳钢实芯焊丝打底焊机,内置与焊接材料保护气体、焊丝直径相匹配的焊接参数,一元化调节方式,操作简单。焊接时能保证焊缝外边成形平坦,内部成形微凸,焊缝焊接过程平稳,飞溅小,熔深大,适合全位置焊接。

(2) RMD 焊电弧热量集中,加热面积小,熔池小,有利于熔池的控制。电流密度较大,焊接速度快,在气流冷却作用下,熔池停留时间短,有利于控制熔池下坠,熔

池可见度好,便于直接观察熔池的形状,根据熔孔大小更好的控制焊接速度和保证良好的焊缝成形。

(3) 焊接时推荐采用 80%Ar+20%CO₂ 混合气体,熔池铁水流动性增强,可以提高焊缝的铺展性,熔宽适中,焊缝成形美观。

2 焊接材料介绍

在聚乙烯装置管道焊接施工中由于焊接工作量较大,经过对不同的焊接工艺比分析,采用管道自动 RMD 打底焊+CO₂ 焊填充盖面焊接工艺。采用的焊丝牌号为 CHW-50C6R,规格 Φ1.2mm,碳钢焊丝具有优良的焊接工艺性能,焊丝焊接飞溅小,成型美观,熔敷效率高,焊缝金属气孔敏感性小,管道全位置焊接工艺性能稳定。

表 1 碳钢 CHW-50C6R 焊丝的化学成分(%)

C	Mn	Si	S	P	Cu	Ni	Mo	V
0.08	1.52	0.88	0.015	0.020	0.20	0.021	0.007	0.008

表2 熔敷金属力学性能; (保护气体 80%Ar + 20%CO₂)

Rm (MPa)	Rpo. 2 (MPa)	A (%)	Akv (J)
			-40℃
550	430	30	90

3 混合气体的选择及分析

在熔化极气体保护焊实芯焊丝 RMD 打底、盖面焊接过程中, 保护气体对电弧的影响至关重要, 当采用较大的 CO₂ 气体比例时, 增加了电弧的挺度, 焊丝熔化速度减慢, 焊丝干伸长度与母材的距离缩小, 容易造成顶丝, 飞溅过大焊枪喷嘴堵塞, 影响气体的流量, 对熔池的保护效果变差, 焊缝两侧夹沟, 焊缝氧化严重等现象。

为了保证焊接电弧稳定性, 改善熔深条件, 细化熔滴, 增加过渡频率, 减焊接缺陷, 提高焊缝综合的性能, 改善焊接环境, 降低劳动强度, 经过对 Ar+CO₂ 混合气体对比分析, Ar+CO₂ 混合气体我们选择了 80%Ar+20%CO, 焊接弧燃烧稳定, 飞溅减小, 提高了焊丝的熔化速度, 熔滴呈现稳定的喷射过渡, 增加熔深, 电弧均匀分布, 改善了焊缝熔深形状, 焊缝表面氧化现象减轻, 降低焊缝咬边倾向, 熔池金属的润湿性好, 焊缝内外质量符合相关的质量标准。

4 RMD 焊打底焊接工艺注意事项及缺陷预防

4.1 焊接注意事项

(1) 坡口角度的选择直接影响焊接电弧对根部的熔合效果, 在符合相关标准规范和保证焊接质量的前提下, 尽量减小坡口的角度, 提高焊接效率。

(2) 焊接时, 钝边的大小直接影响背面的穿透, 钝边越大, 越不容易焊透, 钝边小或者没钝边时, 容易产生烧穿, 在管口组对过程中对钝边要严格把关。

(3) 采用过快的焊接速度时, 容易使气体保护对熔池效果变差, 焊缝冷却速度太快, 成形不好, 焊接速度过慢, 焊缝增宽熔池热量集中, 容易烧穿和造成背面产生焊瘤。

(4) 焊接时应注意导电嘴与熔池的距离, 过小的距离影响操作手的视线, 影响熔化金属受保护气体的压缩后冲击熔池, 造成熔池产生较大的波动使焊缝乃外表面凹凸不平形成涡流产生气孔。过高会使气体对熔池的保护效果变差, 容易造成飞溅、咬边、气孔等焊接缺陷。

(5) 焊枪角度的控制对于焊缝的宽度、余高、焊缝的内外质量至关重要, 焊枪前倾角过小得到的焊缝高且窄, 过大的前倾角获得焊缝平而宽的焊缝成型。

(6) 管道自动 RMD 焊打底层时, 在摆动过程中焊丝的移动超出熔池, 或者焊接工艺参数不匹配, 电流大或者电压小, 坡口组对不均匀等造成穿丝现象。

4.2 焊缝中产生气孔的原因

(1) 室外作业有风或穿堂风的风速大于 2m/s 时破坏了保护气体对熔池的覆盖。

(2) 气体保护的流量太大, 形成紊流, 吸入空气而

破坏对熔池的保护。

(3) 由于喷嘴上的飞溅过多, 堵塞喷嘴, 造成喷嘴气体对熔池不能有效保护。

(4) 操作不合理, 焊枪干伸长度过高或者过低, 焊枪角度不正确, 都将对熔池不利, 焊接时注意控制到 15-20mm。

(5) 喷嘴不合适, 尺寸过小, 喷出气体不能有效覆盖熔池, 导致焊缝出现气孔。

(6) 焊接区域有赃物, 油脂, 油漆或潮气。

(7) 焊枪受损, 包括气路, 喷嘴等。

4.3 焊缝中产生未焊透的原因

(1) 坡口角度太小, 钝边太厚和根部间隙太小等原因, 使焊接电弧不能熔透根部, 产生未焊透。

(2) 坡口错边太大, 迫使焊枪倾斜, 而使一侧加热不足。

(3) 前一道焊缝凸起或者接头处理不好, 容易产生未焊透。所以焊接时, 一定处理好前一道焊缝, 保证接头成斜坡状。

(4) 焊接时, 焊接速度太慢或焊枪倾斜角度不合适, 将熔池铁水推向前方, 使电弧不能达到坡口面宽度, 致使不能很好的熔化坡口, 形成未焊透。

4.4 RMD 焊接中的单边未熔问题

单边未熔合是管道自动 RMD 打底焊接中最主要的缺陷, 他主要出现在管道的点固点接头、钝边不均匀部位, 在焊接时, 焊接电流过小, 把电弧下压过低, 焊接速度太慢, 致使焊缝高而窄。

焊接过程中熔池的温度不均匀, 坡口两侧的熔孔不一样大, 所熔化的铁水就向温度高的一侧流动, 导致另一边熔合不好。

坡口组对出现错边超标, 焊接时不能及时的调整焊枪角度, 电弧没能压顶到根部, 导致产生单边未熔合。

4.5 RMD 打底焊接工艺

起弧点从管道的两点位置并且在点固点部位, 引燃电弧后待熔池热量升高, 当电弧稳定燃烧时快速将焊丝送进到熔池开始正常焊接, 再送进焊丝开始焊接。焊接时坡口两侧稍作停留, 焊丝始终在熔池内摆动, 如果焊丝超过熔池会出现穿丝, 造成焊接缺陷, 中断焊接需要再次接头时, 起弧点必须在弧坑的前端大约 5~7mm 处。

在焊接过程中要及时观察焊接熔池前端的熔孔, 熔孔尺寸保持在 1~1.5mm, 当发现熔孔尺寸逐渐增大, 说明管道背面焊缝在逐渐增高, 焊接速度慢, 温度过高, 再继续焊接将会导致焊瘤或者穿丝现象, 此时应提高焊接速度, 增加摆动速度, 坡口两侧停留时间延长, 直到熔孔回复原装。如果发现熔孔尺寸逐渐缩小或者没有熔孔, 容易造成管道背面未焊透、内凹等缺陷。应及时加减慢焊接速度, 焊丝压住熔池的前半部打开熔孔。在焊接中及时调整焊枪

前进的速度,始终让熔池保持一定的尺寸,才能保证管道背面均匀一致的焊缝。



图1 焊枪角度示意



图2 打底焊缝成形

5 RMD 自动打底焊接要点

(1) 焊接前把待焊部位及两侧 10-20mm 的范围内的油、锈、水份及其它污物打磨干净,在焊枪的喷嘴上一层防飞溅剂。

(2) 焊接时注意在坡口两侧稍做停留、中间过渡稍快点,这样可以更好的控制焊缝两边夹沟,由于受熔池温度的影响造成下坠、熔孔过大穿丝等缺陷。

(3) 选择合适的干伸长度是保证焊接过程稳定性很重要的因素之一。焊丝干伸长太长时,引弧不好,电弧不稳定,飞溅大熔深浅;干伸过短,飞溅容易堵塞喷嘴。

(4) 在焊接过程中,如果焊接速度过快,造成熔池冷却速度太快,焊缝成形不好;焊接速度过慢,焊缝的宽度明显增大,熔池热量过于集中,易产生焊瘤。同时,熔池得不到保护气体的有效防护,焊缝容易出现缺陷。

(5) 引弧前要求焊丝与焊件保持 2-3mm 的距离,若焊丝收弧时有球,必须剪去,否则不容易引弧,会引起焊丝成块烧断。

(6) 应在点固点位置稍向前 5-8mm 处起弧,待电弧稳定燃烧形成熔池后,向熔池送进焊丝,在焊接过程中,应始终保持焊枪角度 80° 左右。为了防止铁水下坠,摆动时,在焊道中间过渡稍快点,在两边稍作停留均匀的焊接速度,使焊缝成形更美观。

(7) 收弧不当容易产生弧坑、弧坑裂纹、气孔等缺陷。在收弧处先关送丝系统再熄灭电弧,收弧焊枪停止后,不要立即抬起焊枪,让焊枪里边的气体尚未冷却的收弧处。

6 熔化极气体保护碳钢实芯焊丝焊填充、盖面焊接工艺

(1) 焊接过程中,保证焊丝的干伸长度不变,是保证焊接过程稳定性很重要的因素。根据焊缝的宽度对焊机上的电感及时调整,焊接电压的增加电弧的宽度,电压过小值时是电弧越窄。气体的配比对电弧的稳定性,熔深影响较大,焊丝干伸长过长,飞溅较大,飞溅容易堵塞喷嘴。如果焊接速度过快,造成熔池冷却速度太快,焊缝成形不好;焊接速度过慢,焊缝的宽度明显增大,熔池热量过于集中,易产生焊瘤,在焊道中间过度稍快,两侧稍作停留均匀的焊接速度,焊缝成型美观。



图3 焊接过程

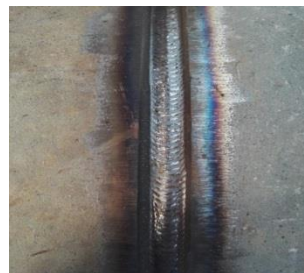


图4 热焊层

(2) 由于熔化极气保焊碳钢实芯焊丝对焊接工艺参数要求较高,操作人员对管道不同的焊接厚度计宽度进行相应的焊接工艺参数调整,填充层由于管壁较厚及时调整焊丝的干伸长度,控制电压和保护气体的配比精确度要求更严格,操作人员熟练的掌握焊接工艺参数选择的规律,焊接不同的位置都能优良的焊接质量,避免焊接缺陷的产生。

(3) 焊接时,焊枪角度要根据管子不同的管径及壁厚随时调整,这样才能保证焊缝质量,避免焊缝产生气孔、夹渣等现象。填充时,要注意坡口边缘不要被电弧擦伤原始坡口边缘,以备盖面层焊接。盖面层焊接应在坡口边缘稍作停顿,以保证熔池与坡口更好地熔合,焊缝表面尺寸符合相关的标注要求。



图5 填充层



图6 盖面焊缝

7 熔化极气体保护焊焊实芯焊丝工艺和焊条电弧焊的功效对比分析

(1) 熔化极气体保护焊碳钢实芯焊丝焊接工艺,具有焊成本低,熔敷效率高,焊接变形小,可以连续焊接,提高生产效率,(比氩弧焊高近 10 倍,比焊条电弧焊高 3-5 倍)。成本低于电弧焊和钨极氩弧焊。采用短路过渡,焊缝含氢量低,抗锈能力强,抗裂性能好。电弧热量集中,加热面积小,熔池小,熔池控制容易。熔池体积小,焊接速度快,易操作。

(2) 焊缝成形不够美观,焊接飞溅大,焊接设备施工移动不方便,气保焊焊接参数调节比手弧焊,氩弧焊复杂。抗风能力差,氧化性强的材料不易焊接。

我公司承揽的谋乙烯装置管道焊接施工中,正逢濮阳多风、多雨季节,我们采取搭建防风棚、加大气体流量等防护措施,有力的保证了工程的质量和进度。

(3) 对于焊条电弧焊焊接前需要按照焊材质量证明书上的烘烤温度进行烘烤,而熔化极气体保护焊所使用的

表 3 焊接工艺参数

焊机 型号	焊丝 牌号	焊接 方法	焊丝直径 (mm)	送丝速度 (mm/min)	焊接电流(A)	摆动频率 (T/min)	电弧控 制	摆动宽度 (mm)	左、右停留 (S)	焊接电压
AUTO PPAW630-A	CHW 50C6R	RMD	Φ 1.2	135	130~140	120	15	3.0	0.1	14
AUTO PPAW630-A	CHW 50C6R	CO ₂ 焊填 充	Φ 1.2	145	144~150	120	80	8.0	0.25	21
AUTO PPAW630-A	CHW 50C6R	CO ₂ 焊盖 面	Φ 1.2	145	135~145	120	80	15	0.25	20

表 4 熔化极气体保护焊和焊条电弧焊耐热钢焊接效率、成本分析

项 目	熔化极气体保护焊			焊条电弧焊		
焊接材料:	A106. GR. B	A106. GR. B	A106. GR. B	A106. GR. B	A106. GR. B	A106. GR. B
管道规格 (mm)	Φ 508*9.53	Φ 273*8.18	Φ 219*6.5	Φ 508*9.53	Φ 273*8.18	Φ 219*6.5
焊材规格 (mm)	Φ 1.2	Φ 1.2	Φ 1.2	Φ 1.2	Φ 1.2	Φ 1.2
焊材消耗量 (Kg)	1	0.6	0.4	1.8	1.2	1
熔敷效率 (%)	90%以上	90%以上	90%以上	50~60%	50~60%	50~60%
焊材单价 (元/kg)	8.2	8.2	8.2	8.9	8.9	8.9
焊材费用 (元)	8.2	4.9	3.3	16	11	8.9
焊接时间 (≈h)	50	26	20	125	58	40
工时单价 (元/h)	400	400	400	400	400	400
工时费用 (元)	37	20	15	92	43	30
气体单价 (元/瓶)	70	70	70	/	/	/
气体需要量 (瓶)	0.3	0.2	0.15	/	/	/
气体费用 (元)	21	14	10	/	/	/
总费用 (元)	66	38	29	108	54	39

实芯焊丝则不需要对焊材进行烘烤。

(4) 熔化极气体保护焊实芯焊丝和焊条电弧焊对比分析,从焊条头,焊接过程中熔化后的渣壳不易清理,缩短了对焊道的清理工作。提高了劳动生产率,减轻焊工劳动强度,焊接质量稳定,各项综合性能数据都优于焊条电弧焊。

8 结束语

在聚乙烯装置工厂化管道预制焊接施工中,我们依据管道焊接的实际情况,为了提高焊接效率,降低焊工劳动强度,提高焊接质量,选用熔化极气体保护焊碳钢实芯焊丝管道自动 RMD 打底+熔化极 CO₂ 焊填充盖面的焊接工艺。共完成 A106. GR. B 材质管道 3650 寸,所焊口经射线检测焊接一次合格率 99.3%以上,经过施工实践证明,此工艺

明显在施焊成本、焊接质量、施工效率、劳动强度上优于焊条电弧焊、钨极氩弧焊,适合公司工厂化管道预制焊接施工,具有广阔的市场前景。

【参考文献】

[1] 李亚江. 焊接材料的选用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

[2] 吴林. 焊接方法与设备 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

作者简介: 刘建国, 单位名称: 中石化第十建设有限公司, 山东省青岛市, 毕业院校: 中国石油大学 (华东), 所学专业: 机电一体化技术, 当前单位: 中石化第十建设有限公司, 职务: 焊接主任技师, 职称级别: 高级技师。