

压力钢管加劲环埋弧自动焊焊接工艺

郭军

新疆水发准水建设开发有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6891

[摘要] 在压力钢管加劲环埋弧自动焊工艺规程中,前期准备至关重要。先对加劲环瓣进行精准点焊,将其牢固固定于钢管外壁,随后采用机械矫正手段,严格确保组对精度,为后续焊接奠定良好基础。焊接过程中,把钢管平稳放置在滚轮架上,运用双枪头气体保护焊机对平角焊缝开展分段焊接作业。焊接结束后,对焊缝进行超声波探伤100%检测。最终,焊缝外观成型为规整的45°斜角,表面平整无缺肉,焊脚高度严格满足设计要求,全方位确保焊接质量达标。

[关键词] 加劲环; 平角焊缝; 焊丝位置; 焊接工艺参数; 焊剂颗粒度

中图分类号: TG422.3 **文献标识码:** A

Welding Process of Reinforcing Ring of Pressure Steel Pipe by Automatic Submerged Arc Welding

Jun Guo

Xinjiang Shuifa Zhunshui Construction and Development Co., Ltd.

[Abstract] In the automatic submerged arc welding process for pressure steel pipe stiffener rings, preparatory work is critical. First, precise spot welding is performed on the stiffener ring flanges to securely fix them to the outer wall of the steel pipe. Subsequently, mechanical alignment is employed to ensure strict alignment accuracy, laying a solid foundation for subsequent welding. During welding, the steel pipe is steadily placed on a roller frame, and a twin-gun gas shielded arc welding machine is used to perform segmented welding on the flat corner welds. After welding, ultrasonic testing is conducted on all welds to ensure 100% quality. The final welds exhibit neat 45-degree bevels, with smooth surfaces free of undercutting, and the weld bead height strictly meets design requirements, ensuring comprehensive compliance with welding quality standards.

[Key words] Reinforcement ring; Flat corner welding canopy; Welding wire position; Welding process parameters; Flux particle size

引言

新疆YHSK水电站压力钢管制造与安装工程,由三根压力钢管组成,单根钢管长59米,单根钢管由上弯管、斜坡段、下弯管、伸缩节和下平管组成,设计内径6.2米,每两米设置一道加劲环,加劲环高度200mm,板厚22mm,焊脚高度12mm,主材16MnR。在水电站引水、发电系统中,压力钢管承担高压输水功能,加劲环作为管壁外加强构件,用于提升钢管抗外压失稳能力、控制安装与运行变形。加劲环与管壁间为角接/组合焊缝,焊缝量大、焊脚尺寸要求严格,传统手工电弧焊存在熔深浅、效率低、外观不均、质量离散性大等短板。与手工电弧焊相比,埋弧自动焊焊缝成型美观、接头性能稳定、烟尘小、焊缝质量优良、生产效率高,节约了生产成本,所以压力钢管加劲环的焊接采用埋弧自动焊。

1 压力钢管加劲环工艺规程

1.1埋弧焊前准备工作

埋弧自动焊前准备工作包括焊接坡口的制备、清理、焊剂的烘干、焊丝的清理及接头的组装固定等。

1.1.1埋弧焊焊缝坡口的制备对焊缝质量起着至关重要的作用。目前在工业生产上使用的埋弧自动焊机大都是机械化焊接设备,焊接小车或焊件转动只是等速运动,对坡口角度,钝边和间隙的误差不能通过自动调整焊接速度或其它工艺参数以弥补坡口尺寸的偏差。此工程加劲环在施焊过程中焊缝形式为平角焊缝,因此在焊缝形式制备过程中应该进行严格的工序检查,特别是加劲环与钢管管壁间隙尺寸和加劲环与钢管管壁垂直度必须严格控制,从而才能初步保证焊缝质量、外观成型,并减少生产成本,提高生产效率。

如果加劲环与钢管的垂直度和间隙超出了允许的范围,就会在焊后出现气孔,夹渣等缺陷,影响焊缝质量,并且焊后返修也增加了生产成本,降低了生产效率。

1.1.2焊缝坡口的清理。焊接面的表面清洁状态对焊缝质量

也很重要,不应忽视。坡口表面如残留锈斑、氧化皮、切割残渣、水汽、油污等,就可能在焊缝中引起气孔。因此焊接操作者在焊接之前应仔细检查焊缝坡口表面,发现锈蚀必须用砂轮打磨清除,对于油污和水分应用火焰加热烘干,以防止焊缝中气孔的形成。此工程压力钢管所采用的钢板是低合金钢,所以焊接坡口的清理更为重要。坡口表面的锈蚀和水分、油污不但会引起气孔,而且可能促使氢致裂纹、焊缝增碳,甚至降低低合金钢焊缝的力学性能,故应特别注意。

1.1.3 焊材的准备。对于埋弧焊所用焊材(焊剂、焊丝),焊前应做适当的处理。此次压力钢管加劲环的焊接采用焊丝为301,焊剂应在350℃左右温度下烘干,目的是消除焊剂中的水分,降低焊缝中的氢含量,保证焊缝表面不致出现气孔、氢致裂纹等缺陷。焊剂在焊前彻底烘干是低合金钢埋弧焊前准备工作的重要环节。在实际生产中经常出现因焊剂未烘干或烘干不符合要求而导致焊缝或热影响区的氢致裂纹。在湿度较大(超过80%)的工作环境下,烧结焊剂在大气中存放8小时后就应按规定的烘干温度重新烘干。

新疆YHSK水电站工程埋弧焊焊接全部采用H10Mn2,直径5mm焊丝。焊丝表面应保持光洁,对于油、锈及其它有害涂料,焊前应清理干净,否则也可能导致焊缝出现气孔。

1.1.4 加劲环组装后的定位焊。因在埋弧焊焊接过程中,往往是焊完一侧再焊另一侧,如果定位焊不牢固,熔敷金属在凝固过程中,焊缝产生拉应力,会使焊接的另一面焊点被拉裂,造成加劲环与管壁间隙过大,并且垂直度也更差,不利于加劲环对面焊缝的焊接。

1.2 焊接过程实施要点

需明确焊接电流、电压、焊接速度等关键参数,依据钢管材质与厚度进行精准设定。焊接过程中,密切观察焊缝成型情况,确保无气孔、裂纹等缺陷产生,同时保证加劲环与钢管焊接的紧密性与均匀性。

1.3 焊接结束后续工作

焊接完成后,待焊缝自然冷却至规定温度后,对焊缝进行外观检查,查看是否存在表面缺陷。随后,按照相关标准进行无损检测,如超声波检测、射线检测等,确保焊缝内部质量符合要求。对检测合格的焊缝进行必要的防腐处理,以延长压力钢管加劲环的使用寿命。

2 压力钢管加劲环埋弧自动焊操作技术

操作技术包括:引弧、收弧、焊道层数、焊丝位置的调整、工艺参数、焊剂颗粒度等。

2.1 引弧及收弧技术

对于焊接加劲环平角焊缝最常用的引弧法是尖焊丝端引弧法。尖焊丝引弧法是将焊丝端剪成锥形尖头,然后将焊丝在引弧点上缓慢下送,与焊件轻轻接触并撒上焊剂,启动焊接电源后,短路电流通过点接触的焊丝尖端,因电流密度相当高,接触点电阻产生高温,很快将焊丝尖端熔化而引燃电弧。

埋弧焊时,由于焊接熔池体积较大,收弧后会形成较大的弧

坑,弧坑处往往会形成放射性的收缩裂纹,对于平角焊来说,还会造成立板母材烧损、熔化金属下淌严重,出现很深的咬边。

所以在收弧时应调慢焊接速度,并调小电压,这样可对弧坑做适当的填补,从而消除弧坑裂纹,减少了补焊打磨量,提高了生产效率。

2.2 焊道层数

本次压力钢管加劲环焊脚高度为12mm,在理论与实际生产中不可能一次性焊接达到要求,因此采用上下两道法,如下图所示:

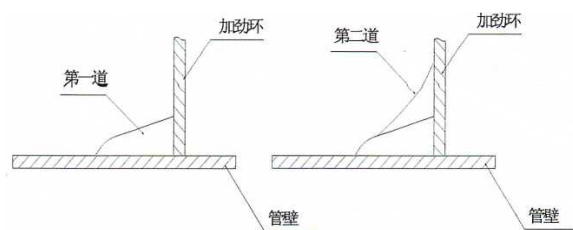


图 1

2.3 焊丝位置的调整

在加劲环的焊接中,由于采用两道焊接法,所以焊丝相对于接缝和焊件的位置也很重要,不合适的焊丝位置会引起焊缝成形不良,导致焊缝出现咬边、夹渣等缺陷。焊丝的位置包括焊丝中心线与接缝中心线的相对位置,焊丝相对于立板平面的倾斜角,焊丝相对于焊接方向的倾斜角三方面。

2.3.1 焊丝中心线与接缝中心线的相对位置。在此工程加劲环焊接中,焊接第一道时,焊丝中心线应向焊件底板平移5mm左右,如图2所示:

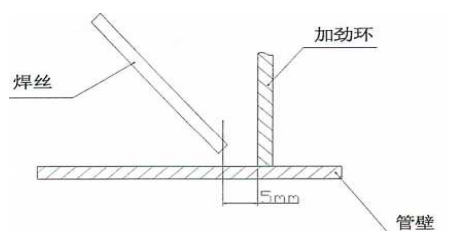


图 2

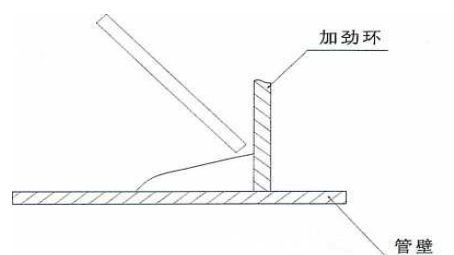


图 3

焊接第二道时,焊丝中心应在第一道焊缝与立板的夹角处,如图3所示:

不恰当的焊丝位置可能会导致立板侧的咬边、焊后成形不良、两边焊脚尺寸相差较大等焊接缺陷。

2.3.2 焊丝相对于立板平面的倾斜角。在焊接第一道时,焊丝相对于立板平面的倾斜角可调整到30~40°之间,如图4所示,

在焊接第二道时,焊丝相对于立板平面的倾斜角可调整到40~50°之间,如图5所示:

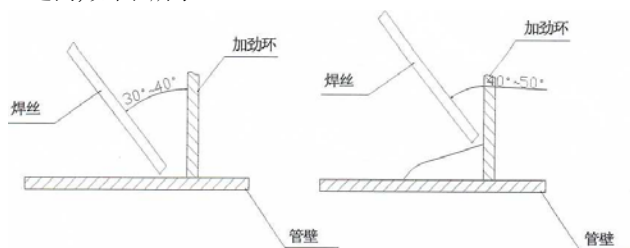


图 4

图 5

2.3.3 焊丝相对于焊接方向的倾斜。在焊接第一道时,焊丝应垂直于焊接方向,如图6所示;在焊接第二道时,焊丝应稍向焊接反方向倾斜2~5°,如图7所示,以利于焊缝成型光滑美观。



图 6

图 7

2.4 压力钢管加劲环埋弧焊焊接工艺参数

加劲环埋弧焊焊接工艺参数见下表:

第一道	焊接电流(A)	焊接电压(V)	焊接速度 (cm/min)	电流种类	焊丝直径
	700	28~30	40~50	直流反接	5
第二道	630	30~32	60~75	直流反接	5

2.5 焊剂颗粒度

此工程在加劲环角焊缝刚开始施工时采用HJ350焊剂,结果焊后成形差,表面凹坑、气孔、咬边多,经推断是因为熔炼型焊剂颗粒度大,且呈不规则菱形,容易堵塞焊剂漏斗口,造成漏焊剂不均匀的现象,且在平角焊缝焊接过程中,采用多道焊,焊接速度快,熔炼型焊剂属于长渣,容易和导电嘴粘连,造成拖滞现象,在焊接第二道时焊剂液化后容易发生溢流现象,对熔池的保护效果差,因此出现各种焊接缺陷。后经多次试验,改用SJ301焊剂,并在原有颗粒度的情况下进一步细化,使焊剂几乎呈粉状,焊接后才使平角焊缝外观成形与焊接质量达到了理想状态。

总结:在新疆YHSK水电站工程压力钢管加劲环焊接过程中,主要有三个特点:

(1)采用小车埋弧自动焊直接行走于钢管壁的焊接办法,可以调控焊接小车与焊接滚胎速度相等,钢管转动与焊接方向相反,使焊缝一直处于平角焊位置。优点主要有以下两点:

①降低了设备成本,并减小了焊接工装的复杂性;②由于钢管直径较大,钢管在焊接滚胎上转动时管径会有一些起伏变化,如果采用悬臂焊或是把自动焊小车放置于固定焊接架,导电嘴离焊缝表面就会忽高忽低,这样就会影响焊接质量。在这次加劲环的焊接中,我们突破传统方法,把自动焊小车直接放置在管壁上,小车是随着管壁的起伏在变化,消除了导电嘴高度不稳定这一现象。

缺点:这一焊接方法只适宜管径较大且直径不小于3米的压力钢管焊接。

(2)焊缝跟踪采用前后两根靠模角铁,一端用螺杆固定于焊接小车,另一端抵在加劲环立面,靠模角铁端头加装有滚动轴承,可以在加劲环立面滑动自如,以达到控制焊丝中心线与接缝中心线相对位置不变的目的。在调整靠模角铁的位置时,靠近焊接方向一侧的靠模角铁与加劲环立面的距离应略小于后侧距离,就可使焊机保持靠焊道平行行走的状态。

(3)使用粉碎机细化SJ301焊剂颗粒,使其几乎呈粉状,焊接后气孔、表面凹坑几乎消除,平角焊缝外观成形美观。

综上所述,就是新疆YHSK水电站压力钢管制作中,关于加劲环焊接采用埋弧自动焊焊接的工艺要领与工艺特点。

2.6 工程应用效果

新疆YMD水电站压力钢管、新疆HLJ水电站、新疆SQG倒虹吸压力钢管、新疆XE倒虹吸压力钢管等工程项目均采用本工艺,采用本工艺后:

- (1)焊接效率提升3~4倍,单圈焊接时间缩短60%;
- (2)成型美观、变形可控,满足规范与设计的要求;
- (3)降低劳动强度,改善作业环境;
- (4)节约了生产设备、人力的投入。

3 结语

新疆YHSK水电站压力钢管加劲环埋弧自动焊工艺,通过优化焊接准备、操作技术及工艺参数等环节,有效解决了传统手工电弧焊存在的熔深浅、效率低、外观不均等问题。该工艺采用小车直接行走于钢管壁的焊接方式,结合前后靠模角铁实现焊缝精准跟踪,并创新性地使用粉碎机细化焊剂颗粒,显著提升了焊接质量与效率。经多个水电站工程项目应用验证,本工艺不仅使焊接效率提升3~4倍,单圈焊接时间大幅缩短,而且焊缝成型美观、变形可控,完全满足规范与设计的要求。同时,该工艺还降低了劳动强度,改善了作业环境,节约了生产设备与人力的投入,具有显著的经济效益与社会效益,为类似工程提供了宝贵的借鉴与参考。

[参考文献]

- [1]吴庆超,范友俊,武赞娜,等.无气刨焊接工艺在风电塔筒焊接中的应用[J].焊接技术,2025,54(12):66-70.
- [2]朱树清,胡铠,任涛.抽水蓄能电站高压压力钢管整体卷制工艺应用[J].大坝与安全,2025,(06):79-83.
- [3]杨明丛,孙文,王刚.水电站压力钢管洞内长距离无轨运输技术研究与应用[J].水电站机电技术,2025,48(08):87-89.
- [4]田永,鲁理涛,李静.小间隙套管内长距离顶推钢管施工技术优化与应用[J].科技和产业,2025,25(17):37-43.
- [5]高丽萍.压力钢管方变圆段制作安装方法分析和运用[J].水电站机电技术,2025,48(11):123-125.

作者简介:

郭军(1980—),男,汉族,新疆昌吉奇台县人,成人大专,工程师,研究方向: 水工金属结构。