

工艺管道工厂化预制焊接工艺

长庆油田建设工程处 (陕西西安 710086) 魏艳丽 苏勇 孙海鹏 丁炜

【摘要】 针对场站工艺管道工厂化预制的焊接特点和技术要求,采用适用于工厂流水作业的焊接设备,满足各种组合件的焊接要求,并对焊接工艺进行了研究。

目前,油气田场站工艺管道的预制质量和进度受施工条件和外部环境的影响很大,现场环境差、工作量大、交叉作业多、生产效率低,导致焊接质量难以保证,而工厂化预制的实现,改善了施工环境,提高了生产效率,保证了焊接质量,降低了施工成本,保障了油气田建设的均衡生产和连续作业。通过在长庆油田苏里格气田的

实践和成功应用,工艺管道工厂化预制焊接技术体现出高效、优质的特点,正在各油气田推广。但是如果盲目地对管道工厂预制设备进行投入,只考虑设备的先进性,不考虑其实用性,往往会起到反面作用。因此,要考虑合理的预制厂焊接资源配置,并确定适用的焊接工艺。管道工厂化预制工艺流程见图1。

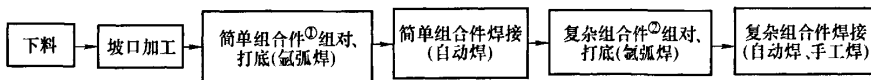


图 1

注:①简单组合件:由直管段与弯头、三通、法兰、异径管以及管封头等管件组合的构件。

②复杂组合件:由多个简单组合件组合的构件。

一、焊接设备的选择

1. 打底焊接设备的选择

打底采用氩弧焊工艺。根据其工艺特点,选择山大奥太ZX7—400STG焊机,该焊机氩弧焊参数调节精细,前气缓升时间、电流爬升、衰减时间以及滞后停气时间连续可调,具有高频引弧和提升引弧功能,彻底解决了打底焊接时的夹钨缺陷。

2. 管道预制气保自动焊机的选择

根据长庆油田苏里格气田模块化预制厂的现场条件以及工作环境,选用了南京奥特电气有限公司的AU—TO—WP3—A型焊接工作站,主要由焊接电源、压紧式焊接机构和管子升降支撑构成。

(1) 焊接电源 采用唐山松下产业机器有限公司生产的YD—500GR3HGE型逆变脉冲一元化多功能焊机,控制方式为数字IGBT控制,MAG焊接时,支持提前送

气和滞后停气功能,加强气体保护。

(2) 控制系统 主要由PLC可编程控制器、参数存入及输出电路和部分中间继电器、开关等组成。可实现不同规格管子焊接参数(焊接电流、电弧电压、焊接速度和摆动参数)的预制、存储和调用。焊接过程由PLC控制自动完成,可实现各层焊接参数的自动切换。

(3) 压紧式焊接机构 该焊接机构适用于直管段+弯头等管件的自动焊接,极其适用于场站建设。在弯头等不对称工件回转的过程中会产生偏心扭矩,采用梯形螺纹锁紧器+组合式弹簧偏心压紧机构可以提供足够的压紧力,有效地克服工件回转过程中产生的对焊接匀速不利的力,最终实现工件的匀速回转;滚轮采用变频无级调速,刚性传动的优点保证了传动精度;传动轮的中心距可调范围为250~450mm,节省了空间,方便操作。压紧装置及原理见图2。

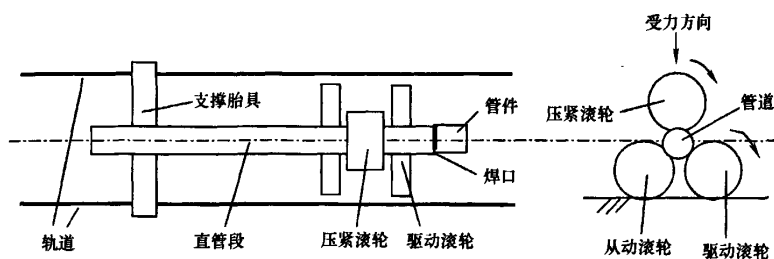


图2 压紧装置及原理

(4) 焊接机头 具有夹持焊枪及三维调节焊枪功能。机头可实现上下、左右、前后运动，也可以微调，便于焊枪准确定位，适合于管径范围为 DN50 ~ DN450 规格管子的焊接，满足场站管材多样化的需求。

(5) 摆动器 安置在焊接机头上，带动焊枪一起摆动，有效地控制焊缝成形。

(6) 升降支撑 由行走小车、升降机构和可移动滚轮组成，安装在轨道上，根据管件的长短可以随时调整位置，并具有锁紧功能，可避免微量窜动影响焊缝的成形质量。

(7) 传动系统 采用水平转动焊，即管子转动，焊枪不动或摆动。由电机驱动驱动轮，并通过摩擦力带动管子转动。

二、管道工厂化预制焊接工艺

1. 技术要求

焊口 X 射线一次合格率 (Ⅱ级合格) 达到 93% 以上，外观质量执行 SY 0402—2000 施工标准，内部质量执行 SY 4109—2005 无损检测标准。

2. 技术关键

(1) 压紧装置对工件偏心扭矩的克服 (即工件回转中心的微调) 是保证焊缝外观整齐的必要条件。

(2) 填充层端部停留时间的长短影响填充层的成形是否良好，也直接影响到焊缝外观质量及内部缺陷。

3. 焊接工艺试验

采用 20% CO₂ + 80% Ar 混合气体保护焊工艺，提高熔滴过渡和电弧燃烧的稳定性，增加电弧的热功率，减少焊接缺陷，降低焊接成本。

(1) 试验所用管材 1 材质为 20 钢，管材规格为 φ219mm×7mm，焊接材料选用大西洋 CHW—50C6 实芯焊丝，焊接位置为平焊，坡口形式选择单面 V 形坡口，坡口角度为 60°，间隙 1 ~ 2.5mm，钝边 0 ~ 1mm；具体参数见表 1。

表1 焊接参数

焊缝层次	电流种类 极性	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·s ⁻¹	热输入 /J·mm ⁻¹
填充层	直流反接	150 ~ 160	20 ~ 21	3 ~ 4	1120
盖面层	直流反接	160 ~ 180	21 ~ 22	3 ~ 4	1202

注：保护气为 80% Ar + 20% CO₂，气体流量 16 ~ 18L/min；焊丝干伸长 10 ~ 15mm；摆动参数：填充层摆幅 1 ~ 1.5mm，端部不停留，盖面层摆幅 3 ~ 4mm，端部停留时间为 1.2s。

(2) 试验用管材 2 为 φL360 管线钢，管材规格为 φ457mm×8.8mm，焊接材料采用大西洋 CHW—50C6 实芯焊丝，焊接位置为平焊，坡口形式选择单面 V 形坡口，坡口角度为 60°，间隙 1 ~ 2mm，钝边 1.0 ~ 1.5mm，具体参数见表 2。

表2 焊接参数

焊缝层次	电流种类 极性	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·s ⁻¹	热输入 /J·mm ⁻¹
填充层	直流反接	140 ~ 160	19 ~ 21	3 ~ 4	1033
盖面层	直流反接	160 ~ 170	19 ~ 21	3 ~ 4	1033

注：保护气为 80% Ar + 20% CO₂，气体流量 15 ~ 18L/min；焊丝干伸长 10 ~ 15mm；摆动参数：填充层摆幅 1 ~ 1.5mm，端部停留 0.5s，盖面层摆幅 3 ~ 4mm，端部停留时间为 1.5s。

(3) 焊接检验 焊缝成形好，表面无缺陷。X 射线检测结果为 100% Ⅱ级以上，满足设计及施工规范要求 (SY0402—2000)，焊接接头性能检验结果见表 3。

表3 焊接接头性能检验结果 (执行 SY/T 4103—2006)

检验项目	试样尺寸/mm	试样数量	检验结果
抗拉试验	232.6 × 25.3 × 7.1	2	σ _b = 480MPa, 465MPa
面弯试验	231.4 × 26.0 × 7.1	2	α = 90° 合格
背弯试验	230.5 × 25 × 7.1	2	α = 90° 合格
刻槽试验	232.8 × 25.4 × 7.1	2	合格
检验项目	试样尺寸/mm	试样数量	检验结果
抗拉试验	225 × 25 × 9	4	σ _b = 556MPa, 530MPa 断于母材
面弯试验	230 × 25 × 9.2	4	α = 90° 合格
背弯试验	237.5 × 25 × 8.5	4	α = 90° 合格
刻槽试验	225 × 25 × 9	4	合格

快速根焊技术在长输管线施工中的应用

山东山大奥太电气有限公司 (济南 250101) 张光先

【摘要】 快速根焊技术是采用数字化波形控制方法对短路熔滴过渡进行精细控制的技术, 控制电路部分由单片机 (MCU) 和数字信号处理器 (DSP) 构成双机控制系统, 准确检测熔滴过渡的时刻, 电流控制迅速, 熔滴过渡平稳, 有效减少焊接缺陷; 在川气东送管线地面集输工程和西气东输二线管线工程中获得应用。

长距离、大口径、大壁厚和高压力正成为陆上油气输送管道的发展方向, 管线用钢 X56 ~ X70 系列高强钢已广泛应用于管道建设中, X80 高强度管线钢也已经应用在西气东输二线。长输管道建设的特点主要表现在: 施工现场不固定, 施工环境复杂多变, 施工条件不稳定, 全位置焊接操作。由于管道铺设完全依靠焊接工艺来完成, 因此焊接质量在很大程度上决定了工程质量, 根焊则是管道焊接工艺的关键环节。

一、快速根焊技术

管线钢焊接工艺中, 根焊是最重要的环节, 根焊的好坏直接决定了整个坡口的焊接质量。根焊要求电弧短、穿透力强、熔池稳定、飞溅小以及可实现全位

置焊接。

快速根焊技术 (Fast root 简称 FR) 采用数字化波形控制方法对短路熔滴过渡进行精细控制, 以形成高质量的稳定的熔池。在焊接过程中, 通过对熔滴过渡过程的检测 (如图 1 所示), 控制熔滴过渡过程中各个阶段的电流波形 (如图 2 所示), 从而控制合理的电弧热量, 提高电弧推力, 在根部产生高质量的熔深。

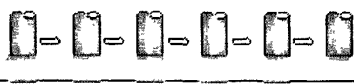


图1 熔滴过渡图

4. 应用效果

该预制焊接技术应用于苏里格气田 2008 年产能建设工程 14 个集气站总机关、分离器进出口管线等工艺管道的预制, 取得良好的应用效果。利用先进的自动焊设备, 采用合理的焊接工艺, 在工厂进行预制工作, 使现场工作量大大减少, 工艺预配率达到 85% ~ 90%, 单站工艺安装由原来的 45 天降到 25 天, 工期减少了 45%, 站内工作日可减少 60%, 劳动强度也随之降低, 焊接质量得以大幅度提高, 焊缝成形美观, 并且有效地克服了气孔、夹渣这两种内部缺陷, 焊接一次合格率由

原来的 92% 提升至 96%, 体现出速度快、质量好、效率高以及劳动强度小的特点, 已大面积在苏里格气田及周边气田开始推广。

三、结语

(1) 合理配置焊接资源, 提高了焊接效率, 适用于工艺管道工厂化预制。

(2) 焊接工艺合理可行, 解决了技术关键, 适用于 DN50 ~ DN450、壁厚为 3.5 ~ 10mm 的简单组合件的自动焊接, 满足场站管径、材质多样化的施工需求, 并且焊接质量满足了技术要求。MW (20090115)