

Application Efficiency and Quality Management Practice of Automatic Welding for Station Process Pipeline

Liqun Dong

PetroChina (Xinjiang) Petroleum Engineering Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract

With the continuous development and application of automatic welding technology, welding equipment, and information technology in China, automatic welding technology has become the mainstream welding process in long-distance pipeline welding. The advantages of automatic welding process are high welding efficiency and stable quality. There are many influencing factors in the process pipeline of the station, such as a large number of pipeline materials, specifications, and complex welding positions, which result in a low application rate of automatic welding of the station process pipeline and a low welding qualification rate during the application process. Therefore, the fully automatic welding process is applied to the welding of station process pipelines, and quality control during the construction process is an important guarantee for welding quality. The paper combines the research and application of fully automatic welding technology in the construction of a gas storage adjustment project in Xinjiang, and briefly describes the quality control of fully automatic welding and relevant measures to improve application efficiency during the construction process of station process pipelines.

Keywords

station; process pipeline; fully automatic welding; quality control

场站工艺管道自动焊应用功效及质量管理实践

董立群

中油(新疆)石油工程有限公司, 中国·新疆 克拉玛依 834000

摘 要

随着中国自动焊技术、焊接设备以及信息化的不断发展及应用, 自动焊技术在长输管道焊接中已成为主流焊接工艺, 自动焊工艺焊接效率高, 质量稳定优势凸显。场站工艺管道存在管道材质、规格数量多, 焊接位置复杂等诸多影响因素, 导致场站工艺管道自动焊应用比率较低, 应用过程中焊接合格率低等问题。因此, 场站工艺管道焊接应用全自动焊焊接工艺, 在施工过程中的质量控制是焊接质量的重要保障。论文结合新疆某储气库调整工程项目建设施工中全自动焊焊接工艺的研究及应用, 简述场站工艺管道施工过程中全自动焊质量控制及提高应用效率相关措施。

关键词

场站; 工艺管道; 全自动焊接; 质量控制

1 引言

中国现阶段油气田站场工艺管道焊接仍以手工焊为主, 现场施工大多在少量工艺预制中才采用了自动焊焊接工艺, 自动焊应用率相对较低。手工焊焊接工艺受人为因素影响焊接质量控制难度较大, 中国近年来从事焊接行业的技能工人数量在逐年减少, 水平参差不齐, 各施工企业因焊接人员不足问题, 造成施工成本逐步加大。全自动焊接对焊工的技能水平要求降低, 经短期培训即可上岗操作, 可以有效解决高技能焊工劳动力不足的困扰。

近年来, 随着中国各油气田建设的不断发展, 国家大

口径长输管道建设规模越来越大, 建设单位对焊接质量要求越来越高, 且全自动焊接技术在长输管道焊接中因焊接质量稳定, 焊接效率高等优势, 在长输管道焊接施工中的应用愈加广泛。全自动焊接工艺质量稳定, 焊接过程受人为因素影响相对较小, 随着自动焊工艺的不断完善, 施工信息化管理模式的不 断推广, 全自动焊接工艺在未来场站类工艺管线施工中也将成为主要焊接方式。论文结合新疆某储气库调整工程项目建设施工中对全自动焊接技术研究及应用, 简述场站工艺管道自动焊应用中有效提高应用质量及效率的措施, 以期能够为油气场站工艺管道全自动焊接推广应用提供参考^[1]。

该储气库调整工程施工期间, 经历多次疫情影响及柴油供应紧张、重工业限电、材料设备到货期滞后等困难, 项目涉及 9 类 83 种不同材质、规格、壁厚的材料, 现场焊接

【作者简介】董立群(1984-), 男, 中国山东费县人, 本科, 工程师, 从事油气田地面建设研究。

材料达20种,项目按期投产形势异常严峻。项目施工过程中,首次应用了工业BIM+工艺管道预制+全自动焊接施工管理模式,使用了多种全自动焊工艺,取得良好的应用效果。通过工厂化深度预制、项目信息化管理模式及全自动焊接工艺的应用,项目最终工艺管道焊接预制比例达80%,自动焊工艺应用比例达85%,自动焊焊接一次合格率98.3%,最终确保项目按期完工,受到了集团公司表扬及业主、监理各方的高度评价。

为获得真实、可靠的焊接质量数据,特收集同施工周期内(2021年8月至10月)全自动焊及手工焊工艺不同规格各100道焊口的无损检测数据并对比分析,具体见表1。自动焊与手工焊质量分析图见图1。

表1 全自动焊及手工焊工艺不同规格各100道焊口的无损检测数据分析

焊接工艺	总口数	合格口数	不合格口数	未熔合	气孔	一次合格率
自动焊	100	98	2	2	0	98.00%
手工焊	100	96	4	3	1	96.00%

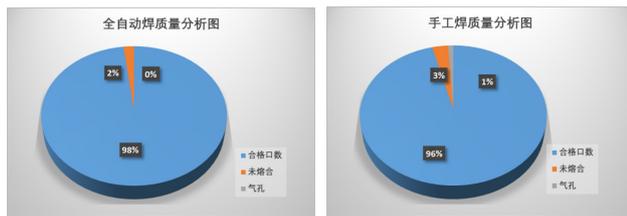


图1 自动焊与手工焊质量分析图

通过实验数据对比,可见全自动焊工艺焊口合格率明显高于手工焊,从缺陷性质分析,全自动焊易出现未熔合缺陷,故通过采取坡口机械化加工、管口机械化组对、优化焊接参数及调整施工工艺等措施来降低未熔合缺陷的出现。

通过该项目全自动焊工艺实际应用过程的总结研究,从场站工艺全自动焊应用施工过程,对自动焊接质量影响因素进行分析。

2 管道坡口质量的影响及解决、控制措施

管道坡口加工质量是全自动焊质量保障的关键,对焊口组对、全自动焊参数、层间焊接质量及焊接外观成型均会造成一定影响,同时场站工艺管道因设计标准存在允许偏差,导致管件与管道多数存在内外壁厚差异。坡口加工角度偏差、成型质量等均会对自动焊焊接质量及焊接效率造成影响。施工过程中,对坡口质量控制措施如下:

①加强坡口加工人员培训交底,制定坡口加工工艺指导卡,保证下料断管、坡口加工及质检人员熟悉掌握不同管径、壁厚、材质管道使用的全自动焊接工艺及坡口形式、尺寸要求。

②选用机械坡口加工工艺,提高坡口加工精度。针对场内预制及现场坡口加工,从加工效率、使用便捷,操作简

易程度等方面综合考虑,针对不同管径、不同施工环境等选用最适宜的坡口加工设备。

③针对管件与管道壁厚尺寸存在偏差问题,管件在采购阶段,对管件坡口尺寸按照焊接工艺坡口形式及尺寸要求,在出厂前完成管件坡口加工。规避管件坡口现场加工难度大,现场二次加工坡口对管件尺寸造成的影响。

④根据焊接工艺,按照不同坡口尺寸及形式,定制坡口专用测量尺,提高坡口测量效率及准确性。

⑤针对不同管径、不同壁厚,不同坡口形式,制定半自动等离子切割+机械坡口加工、机械切割+机械坡口加工及机械切割及坡口加工一次成型等加工工艺,从下料效率、下料后坡口加工效率、下料坡口成型质量等多方面考虑,选用最佳下料及坡口加工组合方式。如对管径小,壁厚薄的管材,直接使用切割及坡口一次成型割管机。对管径大,壁厚较厚,坡口形式为复合型坡口的管段下料加工选用半自动等离子切割工艺,下料时直接完成单层坡口加工,减少机械坡口加工切削量,坡口机只进行复合坡口加工,保证下料坡口成型的同时,提高机械坡口加工效率。通过针对不同管径及壁厚的管材,制定适宜坡口加工方式,可有效提高坡口加工效率及确保坡口加工成型质量。

⑥通过利用工业BIM等信息化施工管理手段,提前生成施工管段图,采取集中下料及坡口加工,提高下料及坡口加工效率和质量。

⑦建立坡口加工质量检验制度,从下料断管、坡口机械加工、坡口成型专项检验、组对前坡口检验各环节进行检验,确保坡口尺寸符合焊接工艺要求。

3 管口组对质量的影响及解决、控制措施

管口组对质量对全自动焊工艺影响的主要问题有组对间隙不符合焊接工艺要求,组对质量或管件椭圆等造成对口错边量超标。组对间隙会对全自动焊接工艺参数造成影响,管口组对错边造成自动焊打底焊接缺陷及表面成型缺陷。组对质量控制主要措施如下:

①加强管道组对人员及检验人员的培训,保证管道组对人员及检验熟悉掌握不同管径及壁厚所使用的全自动焊接工艺要求及管口组对间隙、坡口形式等质量要求;

②管口组对使用专用对口间隙控制垫尺,可提高管口组对效率,保证组对间隙满足焊接工艺评定要求;

③在管道组对前进行管口级配,采用内对口器或外对口器组对,严格控制错边量,保障管口组对质量满足自动焊焊接工艺要求;

④对管件椭圆度、壁厚尺寸在订货阶段,根据焊接工艺评定等相关要求,制定管件加工尺寸详细要求,对生产过程进行监造,严格控制生产厂家在生产加工阶段质量;

⑤建立管口组对质量检验制度,从组对前材料质量检查,组对过程自检及质量专检各环节进行检验,保障管口

组对质量。

4 焊接过程的影响及解决、控制措施

全自动焊接过程中,焊接人员、焊接设备、焊接材料、焊接环境及选用不同的焊接工艺对场站工艺管道应用全自动焊接质量、焊接效率及应用比率都会带来影响,可采取措施如下:

①加强焊接人员培训考核,确保焊接人员资质符合焊接工艺要求,焊接人员熟悉掌握不同管道焊接工艺参数。

②针对不同规格、材质、焊接位置及焊接环境等,选用最适宜的焊接设备,保障焊接质量,提高焊接效率及自动焊焊接应用比率。

③加强焊接材料管理,针对场站工艺管道规格多、材质多,焊接工艺复杂等问题,建立焊接材料发放审批及焊接材料目视化标识制度,严格焊材收发及现场使用管理,避免焊接材料使用错误。加强对焊接用保护气体纯度及含量比例检测,保证焊接保护气体符合焊接工艺要求,保障焊接质量。

④风、雨(雪)、低温、高温等特殊环境下,采取防风(雨)、焊接预热保温、焊接区域局部除湿等措施,保障焊接施工环境。

⑤应用焊接数据信息化管理手段,对全自动焊接设备数据进行实时采集及传输,全过程监测全自动焊接设备及焊接工艺相关参数,严格控制焊接工艺参数、焊接线能量,保障焊接质量;对有焊前预热,焊后缓冷保温等特殊要求的焊接工艺,严格执行焊接工艺要求,采取相关措施严格控制温度参数,同时在焊接过程应对焊接层间温度进行检测及控制,确保焊接温度,避免出现焊接内部缺陷。

⑥按照不同管道规格材质、施工环境及焊接位置选用不同全自动焊接工艺及焊接设备,如现场焊接过程中部分固定焊口受施工空间影响,无法采取有效的防风措施保障焊接质量,可选用受风速影响较小的药芯自保护全自动焊接工艺,可保障自动焊焊接质量。预制场区内焊接施工,通过优化预制顺序,采取多次预制,提高预制深度,对管道单件预制优先选用埋弧自动焊焊接工艺,提高焊接效率,同时单件焊接后再进行二次或多次深度预制,可减少整体预制件的焊接变形;在单件预制焊接完成后,开展二次拼装预制,对拼装预制成型的工艺管道选用气体保护自动焊等焊接工艺提高焊接效率;对特殊小口径特殊钢材,选用氩弧自动焊工艺,通过优选焊接工艺,可保障焊接质量、提高焊机效率^[2]。

5 管道施工工艺的影响及解决、控制措施

场站工艺管道安装存在管道规格多、焊接空间复杂及焊接位置多等特点,全自动焊接设备受操作空间局限,现场防护措施实施困难等原因,对全自动焊接的应用带来一定的

影响。在场站工艺管道焊接中,选用合理的管道施工工艺方法可保障全自动焊焊接质量,提高全自动焊焊接应用率,从而提高施工焊接效率^[3]。

①利用工业 BIM 直观开展工艺预制策划,提高工艺管道预制深度,从而提高全自动焊应用比例。

②开展多次组合预制,提高自动焊焊接效率及应用比例,减少预制工艺管道的焊接变形。如先进行单个焊口管道预制,在单个预制焊口焊接完成后,再逐步进行二次或多次地面预制,加大预制深度,有效减小预制焊接造成的焊接变形,单个焊口预制可应用多种全自动焊接工艺,且可应用埋弧自动焊焊接工艺比例更高,可充分发挥埋弧自动焊质量稳定、焊接效率高的优势。二次及多次地面预制拼装,将高空位置、空间受限、横焊及 45° 焊接位置等焊接难度大的焊口进行地面集中预制,最大程度减少高空作业、交叉作业和现场工作量,可使用多种全自动焊接工艺,提高全自动焊应用比例及焊接效率。如以该储气库调整工程项目焊接量最大的 D508×25/L415Q 对比,1 名焊工使用手工焊焊接完成一道焊口约需 8h,如采用气体保护自动焊焊接工艺用时约 3h,采用埋弧自动焊约需 1.5h,自动焊焊接效率明显远超手工焊焊接效率,且焊缝外观成型均匀,焊缝力学性能更稳定、更优异。

6 结语

该储气库调整工程项目全自动焊通过应用现场机械化加工工艺、信息化管理及工艺管道深度预制加工等措施保障全自动焊应用,节约了现场施工工期,有效提高了施工质量,降低了安全风险。项目工艺管道焊接深度预制比例达 80%,全自动焊应用比率达 85%,自动焊焊接一次合格率 98.3%,全自动焊焊接质量稳定,焊接效率高,适应项目信息化管理优势明显。

通过该项目实际应用,可见油气田站场工艺管道全自动焊焊接效率及质量远超常规手工焊工艺。场站工艺管道全自动焊有效利用及质量的控制应从施工全过程进行策划及管理,且需打破常规施工管理模式及施工方法,充分利用多种信息化施工管理手段,发挥信息化管理优势,从而实现项目数字化管理,提高项目施工及管理效率,创造更高的经济效益及社会效益。

参考文献

- [1] 王鲁君.自动焊技术在石油化工管道施工中的应用与发展前景[J].金属加工(热加工),2019(2):41-43.
- [2] 贾振发,王广宇.大口径管道全自动焊接的现场应用[J].黑龙江科学,2018(24):58-59.
- [3] 梁涛.管道全自动焊接质量控制浅谈[J].金属加工(热加工),2018(10):73-75.