

高海拔输油管道气保护药芯焊丝半自动焊工艺研究与应用

代宗育

中国石油管道局工程有限公司, 河北 廊坊

收稿日期: 2022年5月7日; 录用日期: 2022年6月9日; 发布日期: 2022年6月20日

摘要

全位置自动焊接工艺技术具有焊接效率高、质量稳定等优点,但是在高原地区的山区丘陵等地段,无法采用自动焊进行高效作业。为提高该条件下的施工效率,本论文开发了一种气保护药芯焊丝半自动焊工艺,该工艺采用纤维素打底气保药芯下向填充焊接,填充采用二氧化碳和焊材药剂的气渣联合保护焊,同时采用成本低互换性强的通用型焊枪备件耗材,设计一种半自动专用焊枪导气电缆,有效降低了项目机组的运行成本。该技术成功应用在高海拔输油管道特殊地段焊接施工中,有效提高了焊接工效和合格率,在今后高原管道工程建设中具有广泛的应用前景。

关键词

高海拔, 输油管道, 气保护药芯焊丝, 半自动焊工艺

Research and Application of Semi-Automatic Welding Technology of Gas Shielded Flux-Cored Wire for High Altitude Oil Pipeline

Zongyu Dai

China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei

Received: May 7th, 2022; accepted: Jun. 9th, 2022; published: Jun. 20th, 2022

Abstract

The all-position automatic welding technology has the advantages of high welding efficiency and

stable quality, but in mountainous areas and hills in the plateau area, automatic welding cannot be used for efficient operation. In order to improve the construction efficiency under this condition, This paper developed a semi-automatic welding process of gas shielded flux-cored wire, which uses cellulose backing, gas-shielded flux-cored down-filling welding, and a combination of carbon dioxide and welding consumables for gas-slag filling. At the same time, the general-purpose welding torch spare parts with low cost and strong interchangeability are used for protection welding, and a semi-automatic special welding torch gas guide cable is designed, which effectively reduces the operating cost of the project unit. The technology has been successfully applied in the welding construction of special sections of high-altitude oil pipelines, effectively improving the welding efficiency and qualification rate, and has broad application prospects in the construction of plateau pipeline projects in the future.

Keywords

High Altitude, Oil Pipeline, Gas Shielded Flux-Cored Wire, Semi-Automatic Welding Process

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前, 在国外一些发达国家例如美国、澳大利亚等, 在建设油气管道的过程当中, 半自动和自动的焊接技术发展得较为成熟。在我国随着国内长输油气管道工程的快速发展, 在低海拔地区, 针对不同地形、不同管材等级、不同管径等长输管道焊接工艺已有很多深入的研究, 而在高海拔环境下油气管道方面的焊接工艺鲜有研究。焊接方法的合理选择, 对于提高管道建设效率和质量具有极其重要的意义[1]。但高原独特的高海拔、低气压、缺氧等恶劣自然环境, 造成焊接电弧、融池、焊接电源输出等发生变化, 给焊接工艺评定带来了极大的挑战, 以往在低海拔地区应用较好的焊接工艺, 到了高海拔地区都需要结合具体焊接材料和匹配情况, 在高原气候和地形条件下, 经过反复的试验论证, 最终确定合理可行的焊接工艺。

2. 高海拔山地地形小口径管道焊接工艺研究现状

目前, 管道工程建设中, 地势平缓地段可采用全位置自动焊接工艺技术, 该工艺具有焊接效率高、质量稳定等优点, 满足了高效施工作业的要求。但在青藏高原高海拔地段某小口径长输管道建设项目中, 山区、丘陵、冲沟等复杂地形, 无法采用全位置自动焊接工艺高效作业, 加之青藏高原气压低、高寒、缺氧等独特环境, 采用常规的“手工氩弧焊 + 手工焊条电弧焊”工艺进行作业, 焊接作业的电焊工受缺氧影响, 体力消耗严重, 机组平均施工工效仅为内地平原地段工效的 40%; 在第一阶段施工期间, 整编“手工氩弧焊 + 手工焊条电弧焊”工艺焊接机组, 单日的最高工效仅为 10 道焊口, 焊接合格率 88%, 焊接质量难以得到保证。这种工效、质量严重制约了项目的整体施工进度, 成为项目能否按期完工的“卡脖子”环节。因此, 研究一种适用于高海拔环境、山地地形的焊接工艺, 以提高焊接施工效率和合格率, 保证工程顺利完工, 至关重要。

3. 高原环境下自保护和气保护半自动下向焊工艺试验

项目结合以往工程实践经验, 采用“纤维素焊条 + 自保护半自动下向焊接”工艺(SMAW 根焊

FCAW-S 填充盖面焊接工艺) [2], 配套林肯 DC400 + LN-23P 半自动送丝机设备, 分别在海拔 4300 米和 4700 米地区展开焊接工艺试验。通过试验在气压低、缺氧的环境下, 采用纤维素下向焊根焊, 电弧稳定性较好, 焊缝熔深大, 成形好; 但半自动下向填充焊接试验中, 自保药芯焊丝的电弧稳定性差, 焊丝的造渣剂、造气剂在高温的电弧燃烧过程中, 无法实现正常的保护焊接熔池, 焊缝成蓬松蜂窝形状, 机械性能极差, 无法形成优质的焊缝。

通过分析研讨, 高海拔试验环境气压低、缺氧是与平原地段最大区别, 也是解决问题的关键所在。自保药芯焊丝在焊接过程中虽然焊丝具有渣气联合保护的过程, 但由于气压低保护效果不好, 焊接质量不能满足施工要求。为此, 需要在现有的基础上加强对焊接熔池的保护, 即增加保护气体。经多方调研, 市场上存在一种技术成熟的气保护药芯下向焊半自动焊丝, 其焊接操作特性与传统自保护下向焊半自动焊丝焊接操作特性一致。

4. 气保护药芯焊丝下向焊半自动焊装备研制

现有的林肯 LN-23p 半自动送丝机, 只能满足自保药芯焊丝工艺的使用, 无法满足气保护药芯焊丝工艺的需求。为节约施工成本, 在现有半自动设备基础上进行升级改造以增加焊接保护气系统。一是设计出一种半自动焊机专用的一体化焊接电缆, 该装置集送气、送丝、导电于一体, 电缆前端加装 350A 通用型鹅颈气保焊枪, 实现了焊枪备件和耗材的通用性和互换性。焊枪的后端设计气电连接端子与半自动送丝机进行连接, 形成半自动药芯气保护药芯焊装备, 满足焊接工艺的技术要求。二是根据气保护药芯下向焊焊丝的直径及硬度, 结合林肯 LN-23P 半自动送丝机的机械结构, 设计加工了专门用于 $\phi 1.6$ mm 的 V 形槽齿状送丝轮, 确保送丝过程稳定, 焊丝受压后变形最小。三是对控制电路进行改造, 增加了提前送气延时电路、电磁阀驱动电路、滞后停气延时电路等配套电路, 实现了提前送气、滞后停气的控制效果。四是增加气路原件, 对气路电磁阀、气路安装位置进行详细设计, 确保系统供气连续顺畅、稳定可靠[3]。

5. 气保护药芯焊丝下向焊半自动焊工艺评定试验

通过焊丝更换、半自动焊送丝机升级改造后, 选用纤维素焊条下向焊打底、气保护药芯下向填盖半自动焊接工艺、配套 LN-23p 送丝焊接系统安装气保护药芯焊丝, 分别在海拔 4300 米、4700 米地段进行焊接试验, 针对青藏高原低压缺氧、电弧稳定性差、焊缝成型质量不好的特点, 通过对焊接预热温度、层间温度保持、环境温度、焊接气体配比、送丝速度、焊接速度等参数进行反复专题会议探讨和试验论证, 找到了最合适的焊接技术参数, 焊接过程中对熔池参入 100% CO_2 保护气体提供“加强保护”之后, 提高了原有的“气、渣联合保护”效果, 焊接过程得到明显改善, 试验证明电弧在焊接过程中较为稳定, 药剂翻渣效果较好, 易脱渣[4]。

为提高焊接工艺的可靠性、适用性, 在海拔 4700 米工程现场, 对该工艺焊接参数进行了修正优化, 进一步开展了焊接工艺评定试验, 焊接过程、环境条件 100% 符合工程实际。工艺试验焊口按照相关程序进行理化试验, 各项指标全部合格, 最终形成了气保护药芯半自动下向焊焊接工艺评定报告和焊接工艺规程。截止目前, 采用该工艺已累计焊接 34.1 km, 单机日焊接量可达 25 道口, 比传统氩电联焊单机日焊接量 10 道口高出了 60%, 焊接合格率从氩电联焊的 88% 提高到 95%, 有效控制了气孔、未熔合等焊接缺陷的发生[5]。

6. 结语

随着国家管网的成立, 我们将经历新一轮管道建设高峰期, 高海拔地区管道建设也将迎来新的挑战 and 机遇。本论文开发了一种气保护药芯焊丝半自动焊工艺, 该工艺采用纤维素打底气保护药芯下向填盖焊

接,填充采用二氧化碳和焊材药剂的气渣联合保护焊,同时采用成本低互换性强的通用型焊枪备件耗材,设计一种半自动专用焊枪导气电缆,是对特殊地段焊接工艺技术的一个补充。通过 2020 年~2021 年现场技术攻关和实践,成功应用在高海拔山地地形的管道施工中,与氩电联焊工艺相比,焊接质量得到有力保证,施工工效提高 60%,焊接耗材消耗率和人员劳动强度相对降低 40%。该技术突破了高原药芯焊接的技术瓶颈,填补了高海拔管道施工焊接工艺空白,将为后续高海拔地区的油气管道施工建设提供有价值的参考。

参考文献

- [1] 樊学华,庄贵涛,李向阳,于勇,陈丽娟,柯特.长输油气管道焊接方法选用原则[J].油气储运,2014,33(8):885-890.
- [2] 薛振奎,隋永莉.焊接新技术在我国管道建设中的应用[J].焊管,2010,33(4):58-61.
- [3] 张振永.长输油气管道的自保护药芯焊丝半自动焊[J].焊接,2006(4):51-54.
- [4] 杨光发,张德桥,罗志强.自保护药芯焊丝半自动焊技术在输油管道工程中的应用[J].化工建设工程,2004,26(5):30-32.
- [5] 田立,袁崇福.长输管道药芯焊丝半自动焊焊接技术研究[C]//中国机械工程学会,中国焊接协会.第三届计算机在焊接中的应用技术交流会论文集.2018.