

工艺管道工厂化预制在集输工程的应用与提高

王小平^{1*}, 孟献强², 张文江¹, 侯昊², 孟宁³

¹中国石油管道局工程有限公司第二工程有限公司, 江苏 徐州

²中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

³中油管道机械制造有限责任公司, 河北 廊坊

收稿日期: 2021年7月21日; 录用日期: 2021年11月29日; 发布日期: 2021年12月8日

摘要

在油气集输工程天然气场站建设中, 各种施工材料种类繁多, 尤其是管材规格多、材质种类多、对应的管件及配件种类复杂, 相对应的焊接工艺复杂, 焊接工程量大, 在施工过程中则受工艺材料交付、气候条件、现场许可办理、施工作业点等因素影响。因此, 其安装质量及进度直接影响整个项目的实施。为进一步提高工程质量, 加快工程建设进度, 降低施工成本, 缩短工期, 在优化设计的基础上, 深入推进工厂化预制和模块化施工, 既保证了安装精度, 又减少了现场施工资源的投入, 降低了作业人员的劳动强度, 同时减少了现场高空作业和交叉作业, 有效解决现场施工作业难题, 取得了良好的经济效益; 保证工艺管道的焊接质量, 同时保证了油气田设施的运行安全。

关键词

工厂化预制, 二次设计, 模块化组装施工, 数字化管理

Application and Improvement of Process Piping Factory Prefabrication in Gathering and Transportation Pipeline Project

Xiaoping Wang^{1*}, Xianqiang Meng², Wenjiang Zhang¹, Hao Hou², Ning Meng³

¹China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. No.2 Construction Company, Xuzhou Jiangsu

²China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei

³China Petroleum Pipeline Machinery Manufacture Co., Ltd., Langfang Hebei

*通讯作者。

文章引用: 王小平, 孟献强, 张文江, 侯昊, 孟宁. 工艺管道工厂化预制在集输工程的应用与提高[J]. 石油天然气学报, 2021, 43(4): 28-32. DOI: 10.12677/jogt.2021.434069

Abstract

In the construction of natural gas stations for oil and gas gathering and transportation project, pipeline installation takes a considerable proportion of the whole project. The process of station construction itself has many characteristics, such as various diameters, complicated materials, wide ranges of wall thickness, large welding work quantities, etc. This process is usually influenced by material supply, equipment intersecting installation, climate condition, work plane, and many other factors. Therefore, the installation quality and schedule directly affect the implementation of the whole project. To further improve the project quality, speed up the progress, reduce the cost and shorten the construction period, on the basis of optimization design, deepening and advancing reformation of factory-like prefabrication and modular construction, will not only ensure the installation precision but also greatly reduce the security risks. It makes achievement of the modularization of stations process field installation. With the further simplified installation of process, it will sharply reduce the workload and high operation and intersection work on site.

Keywords

Factory-Like Prefabrication, Optimal Design, Modular Assembly Construction, Digital Management

Copyright © 2021 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. 项目开展背景

沙特哈拉德及哈维亚地区北部压气站管道项目(以下简称 NGCP), 位于沙特哈拉德 - 哈维亚天然气田区域, 该项目隶属于沙特阿美公司, 是哈拉德 - 哈维亚能源增产提效工程的重要组成部分。由于阿美公司有着严苛的质量管理体系, 以往国内的“标准化工厂预制 + 现场简易平台预制”工作模式, 只能进行简单的管道“二接一”预制, 已经无法满足项目需求, 只有大力推进“二次设计、工厂化预制、模块化组装施工、数字化管理”的施工模式、才能完成场站工艺、阀组、标准化井口工艺、撬装工艺预制。

2. 管道工厂化预制的优势

以往的工艺管道预制一般都在各个场站施工现场进行, 由于现场条件限制, 搭建标准化预制厂房的成本高、可利用周期短, 只能搭建临时的预制车间, 预制车间容易受到施工作业环境影响大(风、雨等)等影响, 焊接质量难以保证。管道焊接一般采用手工焊的方式, 不但焊材利用率低, 而且劳动效率低。管道预制实现标准化预制工厂化后, 有以下优势:

1) 作业条件好, 减少了材料倒运、工装器具的拆装等工作, 能够保证工艺管道预制施工的可持续性, 不受自然条件因素的影响, 可以有效提高焊接合格率; 同时, 即便是现场不具备管道施工条件, 也可实现管道预制与土建基础平行施工, 缩短了施工工期, 最大程度减少了现场焊接工作量[1]。

2) 流水化生产, 充分发挥自动切割设备的优势, 即是不同场站的管道预制任务都可以在管道工厂化预制车间进行批量下料, 流水作业, 集中预制, 设备利用率高。大大的提高了劳动生产效率。

3) 实现了统一管理,降低安全风险,节约了人力、物力、生产成本,最大化提高了创效能力。

3. 管道工厂化预制的实施

3.1. 确定预制方案

根据阿美公司对管道施工的质量要求及工艺复杂程度,针对 Remote header 与 OPTF 工艺管线预制,各种施工材料种类繁多,尤其是管材规格多、材质种类多、相对应的焊接工艺复杂。通过与设计联合办公,并提供现场相关数据,建立场站 3D 模型图,同时高度结合现场实际尺寸与 ISO 图纸,同时建立项目材料数据库,使用 ISO 图纸进行匹配,计算出每个焊口的准确下料尺寸,再经过现场测量 OPTF 与 Remote Header 的 Tie-in 点坐标,并结合 Spool 管的具体尺寸,可以完成得到工艺管线的精确尺寸,使工艺管线预制比例可以提升至 70%。大大减少现场焊接工作量,加快现场进度。

3.2. 优化设计,进行二次设计

由于 NGCP 项目的设计由业主完成,但经过技术人员图纸会审,发现设计图纸长度标注错误、阿美预制管段与图纸尺寸不符,各专业图纸数据冲突等各类错误,而且业主设计团队经常升版图纸,造成预制施工无法顺利进行。为了保证工艺管道工厂化预制快速、高效的进行,项目施工团队结合场站 3D 模型图与项目材料数据库,使用 ISO 图纸进行匹配,优化图纸,准确计算出每个管段的下料尺寸,再经过现场测量 Remote Header 的 Tie-in 点坐标,并结合阿美预制管段的具体尺寸,得到工艺管线的精确尺寸,进行二次设计,从而使工艺管线预制比例提升至 70%。

考虑到各专业图纸偏差和结构专业施工修改引起的偏差,要做到工艺管道预制加工尺寸和现场需要尺寸相匹配,就需要对现场结构尺寸进行实测,根据实测数据,对比 3D 模型图,对各种管道的管段、管件、焊口进行定位、编号,统计出各种材料的规格数量及施工要求,并对管段、配件、编号、口径尺寸逐一标注,进行施工图纸的二次设计,重新标注管道单线图尺寸,出具加工图并存档。

3.3. 预制工艺流程

预制工艺流程如下:原料储存→管道下料→管道加工→连接配件→检验、涂装→标识编号→管段释放→成品储运。

3.4. 预制过程控制

管道预制工作在车间内进行,应分成机械加工下料、组对焊接、检验等工序,按工序进行施工资源的匹配,每道工序作业人员作为一个台班,按照二次设计的施工图纸进行预制工作,各工序间进行流水化施工。

3.4.1. 预制精度控制

采用管材冷切割技术,提高坡口加工精度,确保组对间隙偏差;使用专用组对胎具、防变形卡具及合理的焊接顺序,控制焊接几何变形,减少人为因素对预制精确度的影响[2]。尤其对于 CLAD 管,应该实行计算机配料,合理套裁,减少材料浪费。加强成品管段几何尺寸测量,确保预制精度符合设计要求。

针对 NGCP 项目中,CLAD 钢管(内衬复合管)与 Alloy 管无法使用热切割进行。鉴于 CLAD 管价格昂贵,可焊性差,为减少渗碳层对焊接质量的影响,采用 PHBM-12 管道高效坡口机进行切割,每道焊口不仅坡口角度规则,而且切割损耗量只有 2~3 mm,在减少切割损耗量的同时,保证了预制精度。冷切割技术不仅可以应用于 CLAD 钢管切割,还可以应用于其他材质钢管切割,应用范围广,切割效率高,坡口可以一次切割成型,省去了二次打磨与 PT 检测的工作量,可以进行流水化施工。

3.4.2. 预制管段划分

预制管段必须满足倒运、吊装、现场安装的要求。管道预制深度划分应结合倒运路线和现场设备环境因素考虑后制定,一般为二维结构。相关焊接管件与主管焊接为一体,尽量减少分支管的焊接。在现场设备、钢结构等安装偏差未定情况下,预留安装调节段或调节余量,在安装时现场实测后在现场精确下料[3]。当材质特殊或现场无法加工时,选择预留安装调节段的方法,一般普通材质管段预留 50 mm 安装余量,CLAD 钢管(内衬复合管)与 Alloy 管预留 20 mm 安装余量。

3.5. 现场模块化施工

按照施工现场管段需求,做好各工序衔接工作,分批次进行预制管道的倒运工作,应避免预制管段在现场进行存储,最好将预制管段直接吊装就位,减少现场二次倒运对预制件可能造成的几何变形或防腐层损毁。对于大型预制件(超宽、超长件),应提前进行吊装、运输风险识别,并制定详细的吊装、运输方案,在确保各项安全措施完全到位的前提下,方可开始现场施工,从而保证预制管段模块化施工顺利进行[4]。

3.6. 数字化管理

3.6.1. 预制过程数字化管理

在管道预制前,使用 ACCESS 软件将 ISO 图中材料、焊口、开孔、凸台、预制管段等所有数据统一录入数据库,与材料供应数据库进行匹配,建立统一的材料供应数据库,实行计算机材料管理,及时准确掌握各项材料需求信息,定期分析材料需求信息,制定预制材料需求计划,同时可根据此计划计算工艺管道的预制焊接量,为制定管道预制计划提供依据。焊口、工艺材料使用的录入,为整个预制过程工程量统计和质量检查工作奠定基础[5]。

3.6.2. 焊口数字化管理

对于预制焊口,使用 ACCESS 软件建立材料发放→下料→焊接→无损检测→检验、喷涂→管段试压→成品储运的焊接数据库,确保整个预制过程的可追溯性,以此来提升工艺管道工厂化预制的品控。同时,由计算机自动计算各种规格管道单口焊材消耗量用量,再根据预制总量计算焊材需求量,同时可以实时监控焊材消耗量,控制焊接材料的消耗。

3.6.3. 预制管段数字化管理

根据 ACCESS 软件的自动汇总、查询功能可以对不同区域、不同时间段、不同作业单位的焊接工作完成情况进行动态信息跟踪,同时对已完成管段的名称、数量、存放区域具备查询功能,以便掌握,根据现场安装需求,及时组织发运,满足现场施工需求,对预制过程实行全方位监控[6]。

4. 结论

通过在 NGCP 项目深化应用工艺管道工厂化预制,总结出一套非常实用的工艺管道模块划分办法、预制操作规程,在 NGCP 项目实践中取得良好效果。该项目 DN15~DN900 的所有工艺管道全部在预制厂进行,预制焊口共:140,722 寸径,单日最高完成 1205 寸径/天,焊口一次合格率达到 98% 以上;以上数据充分说明采用工艺管道工厂化预制,经济效益与社会效益显著,不仅实现工艺管道预制与土建工程平行施工,大大缩短工程建设工期,同时避免了自然因素与人为因素对焊接质量的影响,大大提高了工程质量及施工效率,充分证明工艺管道工厂化预制是解决油气集输工程场站产能建设工程建设周期长、施工资源投入高、过程控制复杂的有效途径。

参考文献

- [1] 侣同钢. 阀组工艺工厂化预制在工程中的应用[J]. 投资与合作, 2012(6): 12-14.
- [2] 张云建. 管道工厂化预制在工程中的应用[J]. 石油化工建设, 2007, 29(1): 21-22.
- [3] 石广湖, 刘小平, 莫健. 钢结构工厂化预制与施工现场预制安装的对比[J]. 化工管理, 2014(12): 206-207.
- [4] 李春芬. 工厂化预制技术的应用[J]. 化工管理, 2014(32): 128-128.
- [5] 李劲松. 管道工厂化预制焊接技术的应用[J]. 金属加工(热加工), 2011(24): 20-21.
- [6] 陈玉忠, 尚秋玲, 梁治文. 工艺管线工厂化预制技术的探讨与应用[J]. 科技信息, 2006(9X): 32.