

## 浅析石油化工项目管道车间预制质量管理的研究

李晓鹏 陈 崇

中国机械工业机械工程有限公司, 河南 郑州 450000

[摘要]文章结合伊拉克卡尔巴拉炼化一体化项目荣获 2023 年度“优秀焊接工程一等奖”和“优秀焊接工程”双料大奖之际,针对石油化工项目压力管道车间预制和释放现场安装的项目特点,管道车间预制焊接质量要求高,对石油化工项目压力管道焊工焊接资质等级、管线系统厚度覆盖率要求高,车间预制焊接过程中遇到的关键施工技术质量管理问题进行总结性研究,从车间管道材料进场验收、管道的车间下料组对工艺优化、管道的车间预制焊接报检、管道预制件焊缝无损检测、管道预制件释放喷砂防腐及现场接收预制件等方面进行研究归纳,为类似石油化工项目施工提供可借鉴经验。

[关键词]石油化工; 车间预制; 质量管理; 预制件释放; 现场接收

DOI: 10.33142/ec.v8i9.17988

中图分类号: TE4

文献标识码: A

### Brief Analysis of Research on Quality Management of Prefabrication in Pipeline Workshop of Petrochemical Projects

LI Xiaopeng, CHEN Chong

China Machinery Engineering Machinery Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

**Abstract:** This article summarizes the key construction technology quality management issues encountered during the prefabrication and welding process of the Karbala Refining and Chemical Integration Project in Iraq, which won the first prize of "Excellent Welding Engineering" and the "Excellent Welding Engineering" double award in 2023. Based on the characteristics of the pressure pipeline workshop prefabrication and release site installation of petrochemical projects, the quality requirements for pipeline workshop prefabrication and welding are high. The qualification level of pressure pipeline welders and the thickness coverage rate of pipeline systems are also high. The study summarizes the key construction technology quality management issues encountered in the prefabrication and welding process of petrochemical projects, including the acceptance of pipeline materials in the workshop, the optimization of the process by the pipeline cutting group in the workshop, the inspection of pipeline prefabrication and welding in the workshop, the non-destructive testing of pipeline prefabrication welds, the release sandblasting and anti-corrosion of pipeline prefabrication, and, Provide reference experience for the construction of similar petrochemical projects.

**Keywords:** petrochemical industry; workshop prefabrication; quality management; release of prefabricated components; on-site reception

#### 1 工程概况

伊拉克启动卡尔巴拉省(位于伊拉克中部地区)日产 14 万桶原油的大型炼油厂建设项目,该项目旨在满足伊拉克日益增长的石油衍生品需求。预计该炼油厂将生产汽油原料,瓦斯油,气体燃料,液化天然气,喷气燃料和沥青。该炼油厂是巴格达计划建立的四家炼油厂之一,以提高伊拉克原油提炼能力,达到日产原油 75 万桶。

伊拉克卡尔巴拉炼化一体化项目(全称 Karbala Refinery Project, Iraq),位于卡尔巴拉城南 25 公里处,距离巴格达 150 公里。业主为伊拉克国家石油工程公司(以下简称 SCOP),直接隶属于伊拉克石油部,在伊拉克石油化工建设领域起着决定性作用。卡尔巴拉炼化一体化项目是其目前最大的石油炼化项目,总投资额约达 60.04 亿美金,预计产能 140,000 桶/天,其中主要装置区的压力管道车间预制焊接量近 24 万英寸,该项目总工期预计约 54 个月,业主单位投资特别巨大,对石油化工项目压力管道的全面焊接质量管理期望值特别高。

在该项目实施过程中,项目团队针对石油化工项目管道车间预制的情况,从前期的预制车间的选址建造、预制车间各工序布局、工装设备的安装、材料倒运场地和预制件存放的场地合理规划、管道材料批次进场,管道车间下料组对优化预制工艺,加强车间预制件焊接质量管理,采取有效管理方法和措施,最大限度减少管道预制件焊缝返工、压力管道预制件焊接焊缝的返修率,实现了节约成本、提高管道车间预制焊接质量,最大限度满足业主单位和释放现场压力管道安装工程的要求,管道车间预制量工作的顺利完成,为后期各工艺装置区现场安装工程的实施,奠定了坚实的基础;不仅取得了良好的经济效益和社会效益,同时也取得监理和业主的高度认可。

#### 2 石油化工项目管道车间预制质量管理提升方法

##### 2.1 确定质量目标,优化施工工序

石油化工项目在项目实施前期,针对项目各单元装置工艺,拆分提取车间管道可预制工作量,明确各压力管道

系统介质,根据车间管道材料实际情况不断优化车间管道预制施工工序,根据管线等级和管径大小、管道壁厚覆盖车间预制焊接产量情况,通过调整班组人员结构、优化工装配置、调整作业时间、优化下料班组的人员结构,管道焊接班组焊接人员配置,不断精进焊接产量,最大限度的完成管道车间的预制量,压力管道安装工程,采用管道车间预制和结合现场移交的安装方法。按照已批准的质量程序文件,确定管道车间预制焊接合格率的质量目标。

## 2.2 持续不断推进质量培训和质量问题整改落实

针对管道车间预制实施做好车间工装位置策划和材料倒运工序衔接,管段倒运车间后,下料区域标识更新、完成对应管线信息的移植,确保预制件信息的清晰和准确性;管道车间预制件管理程序及车间预制的质量检验报审计划,预制焊接开工前认真解读质量程序流程,严格按照程序文件要求开展管道预制焊接作业,有针对性的对车间管道技术人员和车间预制焊接作业人员进行全面的技术质量培训交底,使大家熟知管道车间预制的重点、难点、质量程序文件内容和质量控制点,规范焊接作业流程,不断提高质量意识;针对报检中出现的质量问题,做好质量检查记录和质量问题反馈,有针对性组织作业班人员对发现的质量问题进行整改落实。

## 2.3 深化设计、加强图纸管理

根据车间预制量并结合压力管道特性表,做好管道车间预制图纸会审记录,提取图纸的英寸量和车间管道到货材料的比对信息,按照管道系统类别和系统特性等级释放可生产预制量。深化焊接地图,对管线系统进行分类,逐条筛查焊接图纸的量,做好管道管件的缺料补录,及时反馈材料影响,结合焊接地图,规范管线系统焊口的编制,注意管线系统焊口的唯一性,匹配管道车间预制的焊接信息库。在管道车间预制焊接过程中加强图纸的登记管理,针对管道预制的图纸出现升版和变更的情况,及时反馈变更材料的状态和更新图纸目录,确保最新的图纸用于车间管道预制的对应车间预制焊接数据库的焊口信息同步更新使用。

# 3 车间管道预制质量过程管理与控制

## 3.1 管道材料验收

石油化工项目压力管道材料进场验收,要求管道材料标识标记符合监理和业主 SOCP 的批准的材料质量程序文件要求。按照批准的材料质量程序文件对到场压力管道元件质量证明文件及纸质合格报告报验,材料接收严格按照 SOCP 批准的管道元件供应商一览表及制造许可证复印件,对于每批次的管道材料进场,按照要求进行见证报验;对于材料报检发现的外观、质量缺陷问题,及时反馈给监理和业主,对于不合格材料做好单独标识和隔离措施,直至材料的释放可用;管道车间预制时,对于阀门材料验收需要单独入库分类存放,收集好各类阀门合格证和

阀门试验记录;石油化工项目压力管道焊材注意分类存放,入库严格按照业主批准的焊材质量管理程序文件报检,焊材质量证明的文件清晰准确。压力管道的管材和管件注意 TS 标识(TS 标识代表特种设备制造许可证),TS 认证要求产品符合国家相关标准,确保压力管道元件的安全性能满足使用要求。严格按照材料管理程序,进行验收报验合格后,管道车间预制班组方能领用,石油化工压力管道材料做好材料的炉批号信息移植,防止材料混用,预防质量问题出现。

## 3.2 管道焊工持证上岗

石油化工项目压力管道焊工持双证上岗(特种作业人员证和进场考试资格证),严格审查压力管道焊工有效资质,管道车间预制焊工正式施焊前,进行焊工作业人员培训考试,培训及考前练习联系情况,记录焊工考试备忘录,考试严格按照业主批准的质量程序进行,正式考试前注意对考试件的准备和考试报审;考试试件按照要求,覆盖焊工施焊管径和壁厚要求,考试试件与考试焊工相对应编号记录,考试试件报检监理和业主代表外观验收合格后,申请进行无损检测;做好焊工考试的质量反馈。对于压力管道焊工目录(含焊工姓名、照片、焊工资质项目、焊工钢印、进场离场时间、资格证复印件等)递交监理单位与业主审核批准,确保管道车间预制施焊的每道焊缝都是已批准的合格焊工。对于车间预制现场抽查发现无证焊工或超资质焊接焊工一律按无证焊工处理。优化预制车间压力管道焊接信息管理系统,每天更新完成报检焊口信息。追溯每个焊工在车间预制现场施焊的焊口和焊接质量,定期反馈车间预制焊接合格率,确保压力管道质量保证体系正常运行。

## 3.3 管道车间现场焊接

压力管道焊接工艺评定报告编制和报审,结合石油化工项目安装工程焊接特点优化设计的要求进行对比覆盖,特别是在管道车间预制实际施工过程中,优化压力管道各类焊材的使用,不锈钢管线焊接在单独预制车间的焊接和报检,注意不锈钢焊材的色标和不锈钢预制件的防污染措施,焊缝的酸洗钝化处理;针对超大管径和超壁厚的预制焊接,做好焊接质量监控,质检人员跟踪监控特殊材质焊接作业,涉及热处理作业焊口,注意监控热处理报告和焊缝硬度检测记录;制作方便查看的焊接工艺卡片。做好焊接工艺卡质量的宣贯和培训,严肃车间预制现场焊接工艺的执行纪律,安排专人规范焊材库的管理、加强对压力管道焊材的烘烤、发放、回收、保管并做好记录,管道车间预制焊接必须严格按照报审批准的焊接工艺进行施焊作业,否则不予质量报检验收。焊口焊接记录(含返修记录)、焊缝外观质量检查报告也应完好保存。

## 3.4 管道车间预制焊缝无损检测

压力管道车间预制的焊缝的无损检测严格按照管道

特性表和业主批准的质量程序文件要求执行,根据车间预制结合释放现场,并按照车间的实际情况,车间预制件焊接完成后,报检焊缝外观合格后,预制件无损检测合格后才能释放现场安装,车间预制焊接完成的焊缝外观报检完成后,释放无损检测作业;车间预制件和现场焊接的焊缝一定做好区别标识。针对无损检测出现的不合格焊缝,安排专人找出预制件对应的焊缝,按照反修条要求标识出焊缝不合格的具体对应焊道位置;三方见证后,开始进行返修作业,找出焊道具体缺陷所在,做好焊缝返修质量记录;严格按照质量返修处理程序执行,满足施焊焊工和压力管道管线系统应按检验比例的要求进行无损检测作业,确保车间预制的压力管道无损检测的焊缝都合格释放,预制件移交给后续工序。

### 3.5 管道车间预制件释放

压力管道车间预制件的管理对后续现场安装工程开展非常重要,其中对预制件的释放移交工序尤为关键,管道车间预制焊接作业开始前,车间下料班组收到匹配的焊接图纸,采用便携式管段打码机标识结合使预制件信息炉批号同步信息移植,对预制件进行挂牌跟踪,预制件需要经过组对班组确认、焊接施焊作业人员确认、预制件涉及焊缝报检确认、无损检测人员确认、释放合格预制件同步更新管道车间焊接数据库,匹配对应预制件确认,预制管道释放清单和对应报检批次,三方预制车间现场检查无误后签字移交后续喷砂防腐工序作业,同步更新数据库释放移交记录,方便后续预制件的追溯性。

### 3.6 管道车间油漆防腐

压力管道预制件预制结束后 再进行车间补漆作业。要使用喷涂完面漆的管子和管件进行车间预制,在倒运和组对、焊接过程中成品的保护,其次面漆颜色的区分使选择材料下料时受制约,要增加材料储备和增加作业场地;再次业主选用环氧富锌漆的特点是底漆干涸时间短,喷涂后 40 分钟就可进行下一道工序,而中漆和面漆的漆膜干涸时间都要 24 小时以上,如果冬天气温低的时候干涸时间更长,如果漆膜不干进行下道工序很容易漆膜受损破坏,要想使用喷涂好面漆的管子周期在 4 到 5 天时间。所以根据上面三点分析选择最合理的工序,管子等材料送到油漆车间后先进行喷砂除锈,完成报检后进行底漆喷涂。做完防锈处理过的材料进入预制或安装环节。

### 3.7 压力管道阀门试压报验

石油化工项目压力管道阀门试压严格控制过程资料进度与现场安装进度的一致性。按照阀门到货清单和顺序,分批次对阀门试压进行报检验收;阀门试压过程资料及试压的阀门:阀门名牌(含阀门号、单元号、编号、阀门位置、生产厂家、质量证明文件、对应挂牌标识及阀门出厂合格证),阀门出厂试压记录;阀门车间试压资料提前报审监理单位和业主车间预制现场代表见证报检,车间现场

阀门试压工作三方见证拍照记录。车间现场阀门试压合格释放后,车间现场做好阀门试压吹扫、保存记录;各类阀门泄漏(严密)性试验报告和车间现场阀门壳体的强度检测;试压合格阀门注意标识,做好各类阀门的试压检测记录及释放现场安装反馈。

## 4 重视专业技术支持

石油化工项目管道车间预制及安装工程压力管道实施过程中,加强专业技术的支持,与监理和业主代表多沟通交流,充分了解各单元装置工艺和压力管道管线介质系统的基本性能参数,方便后期优化车间预制施工方案,划分检验报审批次;定期与车间管道作业焊工沟通交流,多听取车间预制焊工的合理建议,充分理解车间预制的管道系统类别,充分利用业主的先进建模资源,通过模型系统特点,及时更新车间焊接数据库信息,创新车间预制关键技术方案,不断深化车间预制的施工工序;关注监理和业主代表提出的问题,及时解决车间预制出现的问题,做好问题处理反馈。

## 5 结语

石油化工项目压力管道车间预制质量管理在机电安装工程中的地位举足轻重,以圆满完成该项目任务目标,获得监理单位和业主代表的高度认可,顺利取得竣工验收和压力管道安装工程竣工报告。本文通过工程实践进行总结性研究的关键质量管理方法与措施是:

(1) 充分了解业主单位各单元装置工艺,提取各专业系统装置基本参数,不断优化管道车间预制施工方案和强化车间预制现场施工技术质量培训,不断精进车间预制节点控制,确定车间预制质量管理目标。

(2) 重视车间预制压力管道质量过程管理控制,通过有效的管理方法和保证措施,找到预制关键工作,抓住车间预制施工重点,优化预制件焊缝报检批次,积极跟踪推进无损检测工作,为压力管道车间预制焊接预制件释放提供有利条件。

(3) 重视细节,在石油化工项目中,压力管道车间预制前、预制实施过程中、预制件释放现场安装完成后,通过现场不断的质量反馈,持续推进的质检培训,全面焊接质量管理活动;主动联系业主单位代表和监理代表,有预见性的进行管道车间预制焊接作业,不断完善深化设计、合理安排车间预制压力管道焊接作业施工工序,尽早发现问题尽早处理。车间预制压力管道工程的实施,不断提高作业人员成品保护意识,从而实现压力管道质量管理与控制。编制简明扼要的管道预制手册使用说明,用最浅显的语言和预制件查询系统告知监理代表和业主单位代表,方便业主代表进行查阅使用,以获得业主单位的认可。

### 【参考文献】

[1] 中华人民共和国国家标准.输送流体用无缝钢管[S].2018-05-14.



[2]中华人民共和国国家标准.流体输送用不锈钢无缝钢管[S].2012-05-11.  
[3]中华人民共和国石油化工行业标准.石油化工管道工厂预制加工及验收规范[S].2017-04-12.  
[4]中华人民共和国石化行业标准.石油化工管道无损检测标准[S].2011-05-18.  
[5]中华人民共和国工业和信息化部.石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准[S].2019-12-24.  
[6]中华人民共和国石化行业标准.油气长输管道工程施工及验收规范[S].2014-05-29.  
[7]中华人民共和国国家标准.焊缝无损检测 磁粉检测

[S].2011-09-29.  
[8]中华人民共和国国家标准.工业金属管道工程施工质量验收规范[S].2011-12-01.  
[9]中华人民共和国国家标准.现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范[S].2011-02-18.  
[10]中华人民共和国国家标准.工业金属管道工程施工规范[S].2010-08-18.  
作者简介：李晓鹏（1987.7—），男，汉族，本科，毕业院校：南京工业大学，专业：工程管理；陈崇（1988.6—），男，汉族，研究生，毕业院校：英国考文垂大学，专业：汽车工程。