

Analysis Management Mode of Welders in Saudi Aramco Project

Jinxi Zhang¹, Dong Liu¹, Xianqiang Meng¹, Yuewang Ma¹, Jiajia Du²

¹China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei

²XINDI Energy Engineering Technology Co., Ltd., Langfang Hebei

Email: zhangjinxi@yeah.net

Received: Oct. 13th, 2020; accepted: Nov. 19th, 2020; published: Dec. 15th, 2020

Abstract

Welding quality control is the vital core of pipeline project, and welder is the foundation of welding quality. Effective welder management not only controls production costs, but also prevents potential quality and safety hazards. The paper combines the requirements of Aramco specifications and practical work applications to explain the requirements for welder exams, welder exam procedures, welder assessment management and welder certificate maintenance management, aiming to provide reference for quality management personnel at home and abroad to ensure that welder management is controllable, reasonable and effective.

Keywords

Requirement of Welders Testing, IP Joints, Welders Classification, Welders Testing Procedure

浅析沙特阿美项目焊工管理模式

张金喜¹, 刘东¹, 孟献强¹, 马岳旺¹, 杜佳佳²

¹中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

²新地能源工程技术有限公司, 河北 廊坊

Email: zhangjinxi@yeah.net

收稿日期: 2020年10月13日; 录用日期: 2020年11月19日; 发布日期: 2020年12月15日

摘要

焊接质量控制是管道项目的核心, 而焊工是焊接质量的基础。有效的焊工管理不仅可以控制生产成本, 还可以预防质量安全隐患。本文结合阿美规范要求及实际工作应用, 阐述了阿美项目焊工考试要求、焊工考试流程、焊工考核管理及焊工证书维护管理, 旨在为国内外中方质量管理人员提供借鉴, 确保焊工管理可控、合理有效。

关键词

焊工考试要求, IP验证焊口, 焊工分类, 焊工考试流程

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University 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

沙特阿美石油公司, 对质量管理有着严苛而又成熟的体系, 涵盖了石油工程中的各领域, 焊工资质管理也不例外。有效的焊工资质管理, 不仅可以控制生产成本, 还可以有效控制和预防质量安全隐患[1][2]。因此, 规范焊工资质管理, 加强焊接质量控制, 对于焊接生产尤为重要。

本文以正在沙特阿美执行的项目为参考, 总结了阿美对于焊工考试的要求、焊工的培训及再教育、焊工考核管理、焊工证书维护管理以及对项目焊工考试管理的启示, 希望促进项目焊工管理的进一步提升。

2. 焊工考试要求及流程

2.1. 第三方焊工考试中心 WTC

为了保证焊接质量, 根据阿美质量管理要求, 阿美所属项目的焊工不管在沙特境内还是境外都需要参加焊工考试, 并取得焊工证(JCC), 且需要由阿美短名单里独立的第三方执行。其职责是:

焊工考试过程监控, 一般情况, 委派批准的 QC inspector 在考试地点实时检查考试过程, 包括焊材型号、管材规格、焊接工艺规程 WPS 的核对, 组对检查, 焊道检查, 焊接参数检测, 确保符合考试合规性。

焊件试验, 根据标准规范(主要有 ASME IX, AWS D1.1, D1.6, D1.8, or API STD 1104)进行相关的试验, 包括拉升试验、弯曲试验、显微结构、夏比冲击功、维氏硬度、洛氏硬度、化学成分分析、渗透探伤、射线探伤和热处理等。根据试验结果, 签发试验报告和焊工考试证书。

截止 2020 年, 阿美短名单第三方考试机构包括以下 6 家单位[3]: FugroSuhaimi、AlHotyStanger、NDT Corrosion Control Services、TCRArabia、Exova、Industrial Support Services (ISS)。

2.2. 阿美全过程参与

阿美对焊工的管理有着严格的要求, 从焊工考试直至焊工取证焊接。焊工考试涉及到的阿美部门有: IEU (Inspection Engineering Unit)工程检查科: 属于阿美 OID (Operations Inspection Division)运营检查部下属机构, 负责第三方焊工考试中心的审核与批准, 确保其实验室软硬件符合阿美要求。

PID (Project Inspection Department)项目检查部: 审核焊工焊接卡 JCC, 所批准的工艺是否满足标准要求、本项目的施焊要求; 审查焊工注册及跟踪系统是否满足阿美规范要求; 焊接过程审核, 检查焊接变量是否满足批准的焊接工艺规程 WPS; 焊工监督检查, 若发现焊工表现较差, 可以直接取消焊工 JCC;

OID 运营检查部: 负责阿美所属项目的无损检测工作, 焊工管理方面主要是审核焊工无损检测结果。

2.3. 焊工本身要求

虽然对于质量管理严格的标准要求, 但对于焊工的知识结构、教育背景和工作经验等, 并没有附加要求。项目执行中, 承包商需对新雇佣的焊工进行内部审查, 了解其工作经验及熟悉的焊接方法, 从而起到预控作用。

2.4. 焊工考试流程

焊工考试流程包括: 焊工考试准备, 事件组对及焊接、外观检查和试验过程, 见图 1。

1) 焊工考试准备: 按照考试计划, 准备考试试件、填充金属及焊接工艺规程 WPS, 提前预约第三焊工考试机构 WTC, 要求其安排焊接质检员进行考试见证与检查。

2) 试件组对及焊接: 按照要求组对焊接试件, 距离地面 45 cm 以上, 并在焊件两端标记焊工名称及焊接符号, WTC 机构的质检员检查合格后方可开始根焊。此外, 在热焊开始前, WTC 质检员需要检查根焊是否合格, 如果根焊需要打磨, 需要 WTC 验收合格后才可以进行下一步焊接。需要注意焊接过程中不得移动试件。

3) 外观检查: 焊工焊接完成后, WTC 质检员需要对焊口进行外观检查, 涉及到焊缝余高要求(见表 1)、咬边(允许深度小于 0.79 mm 且长度小于 50 mm)。此外, 不允许有根部内凹、未熔合和电弧划伤等情况。

Table 1. Weld reinforcement and root penetration

表 1. 焊缝余高要求

试件厚度 mm	最大焊缝余高或根部余高 mm
$T \leq 6.35$	1.587
$6.35 < T \leq 12.7$	3.175
$12.7 < T \leq 25.4$	3.969
> 25.4	4.762

4) 射线无损检测 RT: 如果需要, 按照 ASME SEC V B&PV QW-191 进行。若计划使用超声波检测 UT 代替 RT, 需要提前获得阿 OID 批准。

5) 导向弯曲试验：必须由短名单焊工考试机构 WTC 进行。弯曲试样选取位置按照 ASME SEC IX B&PV QW-463 执行，试验方法按照 ASME SEC IX B&PV QW-162，验收标准按照 QW-163 执行[4]。

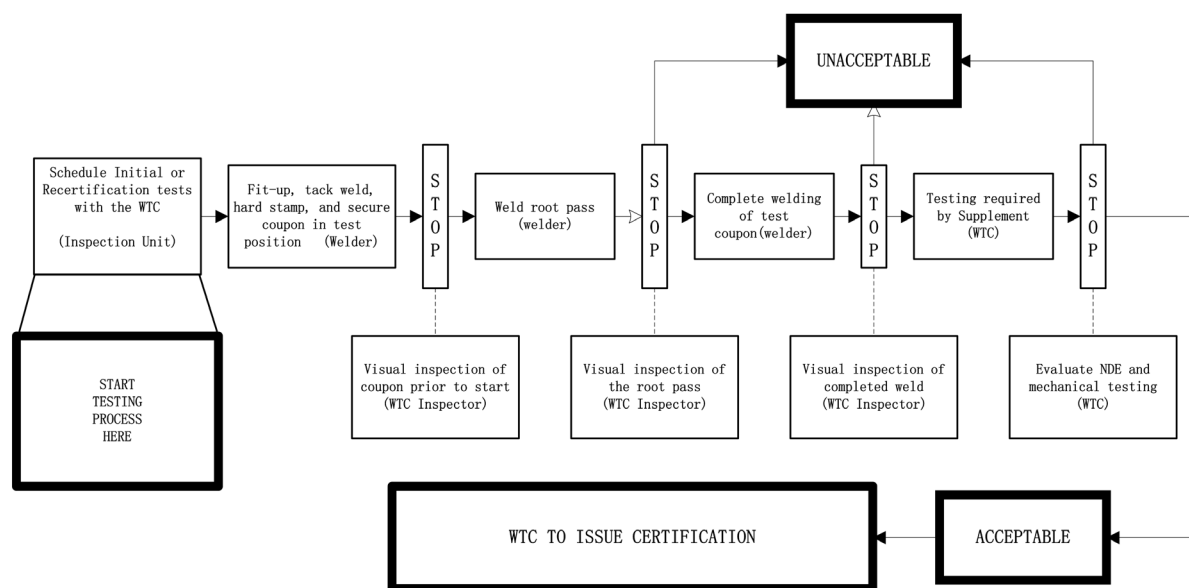


Figure 1. Flow chart for testing and certifying welders

图 1. 焊工考试及证书签发流程图

3. 焊工考核管理

焊工的考核管理，不仅可以动态监视焊工的水平 and 状态，还能提升焊工的积极性，有助于科学管理焊工，促进焊接生产质量的良性循环，使项目实现增益的目标。

3.1. Initial Production (IP)初始生产验证焊口

根据阿美规范 SAEP-321 Saudi Aramco Welders Performance Qualification and Tracking Requirements 和 SAEP-323 Contract Welders and Brazers Performance Qualification Testing and Tracking Requirements 要求[5] [6]，承包商每名新焊工的初始 3 道 IP 对焊焊口需进行 100%射线 RT 检测，且至少 1 道焊口 RT 拍片过程应经过业主管理部门 OIU 的见证。IP 焊口与批准的焊接工艺规程 WPS 无关。根据三方(独立第三方、承包商和阿美 OID)无损检测结果，可以分为以下 4 种情况，见流程图 2：

1) 初始 3 道验证口射线检测全部合格。可以直接申请进行生产口的焊接。

2) 初始 3 道验证口中有 1 道射线检测不合格。该焊工需要继续焊接 2 道焊口：若射线检测全部合格，可以直接进行生产口的焊接；若其中 1 道焊口 RT 检测不合格，需要按照标准要求重新培训，然后按照正常流程重新开始 3 道验证口的焊接；若 2 道焊口 RT 检测全部不合格，此焊工的资质将被取消。

3) 初始 3 道验证焊口中 2 道 RT 检测不合格，应当对焊工进行重新培训，然后重新进行 3 道初始验证口的焊接。培训机会只有 2 次，若仍然不合格，取消焊工资质。

4) 初始 3 道验证焊口 RT 检测全部不合格，直接取消焊工资质。

对于储罐焊接，初始 3 道验证口取每道焊口 6 寸长进行射线检测。

此外，初始 3 道验证口纳入焊接数据表，即不需要计算在焊接返修率 WRR 中。RT 检测结果至少需要保留一年以上。

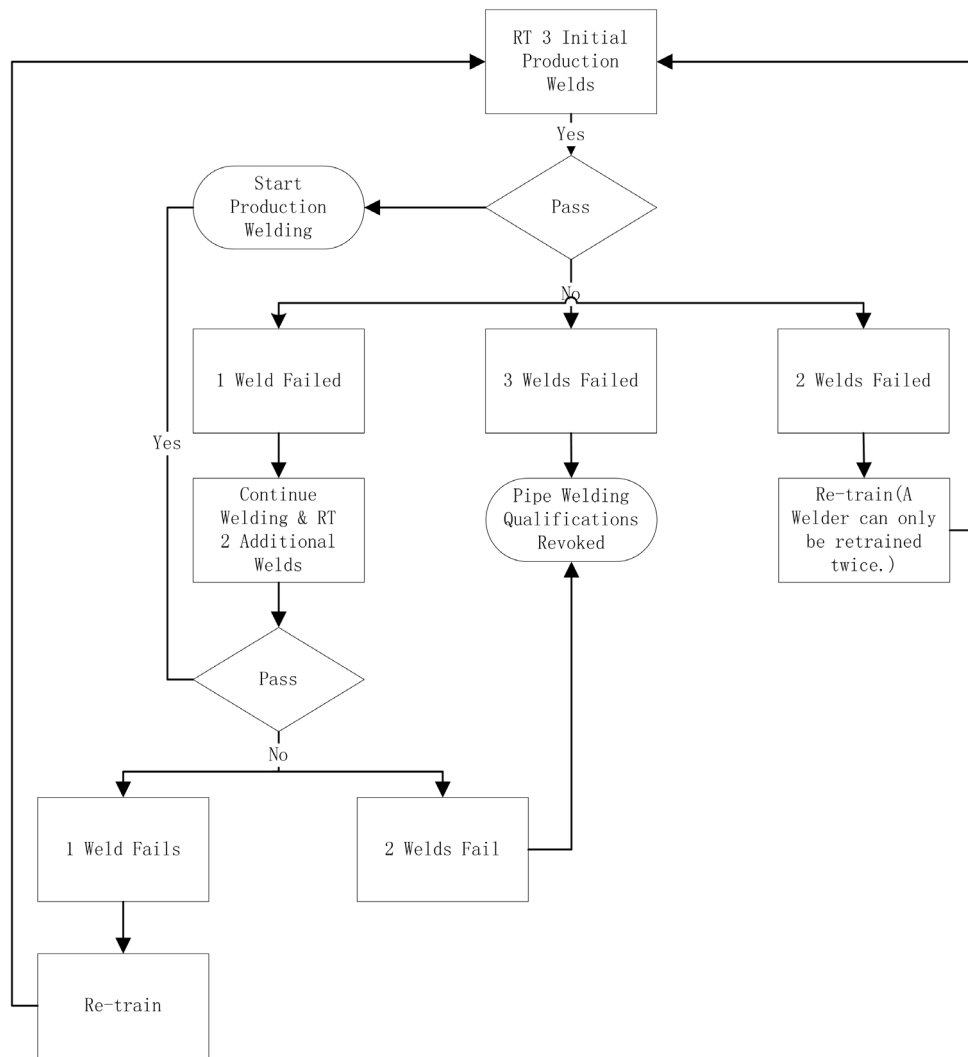


Figure 2. Flow diagram of radiographic requirement for three production welds
图 2. 初始 3 道验证口射线检测要求流程

3.2. 施焊过程焊工控制管理

3.2.1. 焊工等级分类

根据阿美 SAEP 324 Certification Review and Registration of Project Welders 要求[7]，焊工的考核指标需要将焊接焊口返修率(无损检测拍片返修数量与总检测数量之比)和焊接长度返修率(每周无损检测返修长度与无损检测总长度之比)相结合，其中焊接长度返修率为主要影响因素，返修率的目标值为线返修率小于 0.2%且焊口返修率小于 5%。无损检测比例应按照工艺管线焊接标准 SAES-W-11 Welding Requirements for On-Plot Pipe [8]和长输管线焊接标准 SAES-W-12 Welding Requirements for Pipelines 确定 [9]。焊工等级分类见表 2。

- A 类焊工：所有的焊工的的理想目标是 A 类，具有较低的返修率。
- B 类焊工：B 类焊工也可以接受，考虑到成本目标，B 类焊工的技术水平需要提高。
- C 类焊工：C 类焊工焊接成本的经济性较差，需要密切监视焊接过程。
- D 类焊工：严密监视所有的返修焊口，2~3 星期内焊工的周返修率有可能会超过 7.5%；焊工需要严

密监视或增加 NDT 百分比直至焊接返修率小于 7.5%；如果 2~3 星期内，焊工的返修率仍然没有下降，可以考虑注销焊工资质或焊工进行再培训和考试。

Table 2. Welder classification criteria
表 2. 焊工分类准则

焊工等级分类	焊工 JCC 状态	线返修率 (Lr/Lw), %	焊口返修率 (Jr/Jw), %	资质与技能(每周和总计)焊接返修率
A	可接受	≤0.2	≤5	A 类焊工, 线返修率 ≤0.2%且焊口返修率 ≤5%
B	可接受	≤0.4	≤7.5	B 类焊工, 线返修率 ≤0.4%且焊口返修率 ≤7.5%
C	经济性较差	≤0.5	经常性达到 7.5	C 类焊工, 处于临界值, 线返修率 ≤0.5%且焊口返修率经常达到 7.5%
D	不可接受	>0.5	>7.5	D 类焊工, 经常(每周)线返修率 >0.5%且焊口返修率 >7.5%。资质需要吊销。

备注: 1) Lr 是焊工周焊接返修长度; Lw 是周焊接 RT 检测长度; Jr 是 RT 检测返修焊口数; Jw 是 RT 检测焊口数量; 2) 上述分类需要排除极端天气的影响。

3.2.2. 焊工跟踪系统的建立

如前所述, 根据阿美标准要求, 在正式施焊前, 承包商需要按照要求提交焊工注册及跟踪系统并获得批准后才能使用。一个完整的系统至少包含信息: 焊工名字和焊工号、周焊口返修率(周焊口总数量、无损检测百分比、周焊口 RT 数量、周焊口返修数量、周焊口返修率)、累计焊口焊接返修率(焊口总数量、无损检测百分比、焊口 RT 总数量、焊口返修总数量、总焊口返修率)、周线返修率(各检测百分比下的焊口尺寸数量/周、各百分比下无损检测数量/周、各百分比下返修尺寸数量/周、线返修率/周)和总线返修率(各检测百分比下的焊口尺寸总数量、各百分比下无损检测总尺寸数量、各百分比下返修总尺寸数量、线返修率)及焊工等级。根据系统统计结果, 对于 C 类和 D 类及时采取有效措施。

3.2.3. 动态监控焊工状态

要实现良好的焊工状态管理, 需要建立动态监控系统, 实施实地按照工作要求和计划更新焊工状态跟踪系统。其实现必须具备以下条件:

1) 无损检测要及时, 根据规范要求, 无损检测滞后不得超过一个星期, 及时安排 NDT 机组进行无损检测, 可以有效预防焊工因为技术或其他心理影响短期内造成较大数量的返修; 如前所述, 无损检测 RT 需要三方审片, 因此需要及时跟踪每方的审片进度, 防止因其他因素干扰审片结果。

2) 数据录入要准时, 安排 NDT 协调员及时录入系统数据, 可以针对性计算出焊工的线返修和焊口返修, 区别焊工的等级, 对于等级较低的焊工, 采取相应的措施, 分析出现缺陷的原因, 有助于其提高焊接合格率。

此外, 承包商应逐级将焊工状态表下发至相应的管理人员手中, 如机组长、焊接质检员、焊接主管, 以便随时进行过程监控。

4. 焊工证书维护管理

焊工 JCC 有效期为三年, 从通过 IP 验证口开始算起。在有效期截止前 90 天, 需要向焊工考试中心重新申请签发焊工证书。对于 3 道 IP 初始验证焊口中, 焊工证书被撤销的焊工, 需 3 个月以上的培训和再教育, 才能重新进行焊工考试。对于 6 个月内没有焊接记录的焊工, 自动取消焊工的相应焊接资格。对于雇佣类似项目或者承包商其他项目的焊工, 如果有 6 个月内焊接记录且可以覆盖本项目的焊接范围, 需要将焊接记录提交至业主 PID 部门审核, 可豁免考试。

焊工工作中需随身携带批准的焊工证件 JCC, 以供承包商质量部门和业主进行核定和检查。承包商质检员所辖焊接作业点, 若发现焊工违规焊接, 有权利及时收回焊工 JCC, 通知其进行培训与学习, 根据结果, 决定焊工是否恢复正常焊接。

不管任何原因取消了焊工资质, 禁止施焊, 若焊工仍在焊接, 不论焊口是否合格, 需要切掉取消资质后所焊的全部焊口。离职的焊工, 及时归还焊工 JCC 至业主主管部门。

5. 总结

沙特阿美在整个焊工管理过程中, 每个步骤都进行了条款化程序安排, 过程中监督焊工动态并通过数据实时对焊工进行检测, 各程序步骤的要求分别执行了焊工考试、焊工的培训及再教育、焊工考核管理、焊工证书维护等, 希望进一步提升项目焊工资质管理。

参考文献

- [1] 赵进忠, 王志红. 规范焊工资质管理, 确保焊接施工质量[J]. 中国工程建设焊接论坛, 2018, 47(9): 15-17.
- [2] 程晋宜. 基于过程控制的焊工资源管理系统开发[J]. 电焊机, 2018, 48(2): 69-72.
- [3] Saudi Aramco Consulting Service Department (2017) Saudi Aramco Approved WQT Contractor List. Saudi Arabia:
- [4] ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Welding, Brazing, and Fusing (2013) ASME SEC IX, Welding, Brazing, and Fusing Qualifications. The American Society of Mechanical Engineers.
- [5] Inspection Engineering Standards Committee (2014) SAEP-321 Saudi Aramco Welders Performance Qualification and Tracking Requirements. Saudi Aramco, Saudi Arabia.
- [6] Inspection Engineering Standards Committee (2014) SAEP-323 Contract Welders and Brazers Performance Qualification Testing and Tracking Requirements. Saudi Aramco, Saudi Arabia.
- [7] Project Quality Standards Committee (2016) SAEP-324 Certification Review and Registration of Project Welders. Saudi Aramco, Saudi Arabia.
- [8] Inspection Engineering Standards Committee (2014) SAES-W-11 Welding Requirements for On-Plot Pipes. Saudi Aramco, Saudi Arabia.
- [9] Inspection Engineering Standards Committee (2015) SAES-W-12 Welding Requirements for Pipelines. Saudi Aramco, Saudi Arabia.