

# Discussion on the Quality Control of Socket Welding in Haradh Gas Increment Program Project

Kun Tian, Peng Luo, Fuqiang Zhang, Jing Wang

China Petroleum Pipeline Bureau Co. Ltd., Langfang Hebei  
Email: 309588991@qq.com

Received: Aug. 20<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 18<sup>th</sup>, 2019; published: Dec. 15<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Through analyzing the causes of socket welding defect and then by taking effective preventive measures, the pass rate massively increased accordingly. Through the analysis of alloy socket welding seam, it is found out that the appropriate line energy is chosen to ensure enough penetration for the first seam of welding socket, and strictly control the temperature between the layers to ensure high quality welds seam.

## Keywords

Socket Weld, Pass Rate, Quality Analysis, Control Methods

---

# 沙特哈拉德项目场站承插焊接质量控制

田 坤, 罗 鹏, 张福强, 王 进

中国石油天然气管道局有限公司, 河北 廊坊

作者简介: 田坤(1983-), 男, 工程师, 现主要从事油气储运设施工程项目管理方面的工作。

Email: 309588991@qq.com

收稿日期: 2019年8月20日; 录用日期: 2019年10月18日; 发布日期: 2019年12月15日

## 摘 要

对承插焊缝缺陷的成因进行了分析, 并采取有效的控制措施使焊接合格率大幅提升。通过对合金钢承插焊缝的质量分析发现, 在焊接承插第1道焊缝时选择合适的线能量, 保证足够的熔深, 严格控制层间温度, 可以得到优质的焊缝。

## 关键词

承插焊缝, 合格率, 质量分析, 控制方法

Copyright © 2019 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

沙特阿拉伯哈拉德 - 哈维亚天然气管道项目是沙特阿美公司哈拉德油田新规划建设的一项重点工程。项目主要包括主线路施工约 302 km, 10 座站场、3 座阀室。安装施工中需焊缝大量特殊接头形式的“角焊缝”, 该项目承插焊口的工程量为不锈钢 4170 道, 合金钢 3034 道, 碳钢 1964 道。控制好承插焊口质量, 对整个项目的焊接质量管控具有重要意义。

## 2. 承插焊接接头性能分析

### 2.1. 承插接头性能分析

承插焊管连接的焊缝形式为部分焊透的角焊缝, 考虑到工艺流程系统热工情况, 管道与承插管件间的热胀冷缩靠管道与管件端头预留的承插间隙(1.5 mm)进行缓冲。相对位移造成作用在角焊缝和管壁连接位置的径向剪切力非常大, 如果焊缝填充金属过少容易产生撕裂[1] [2]。

对接焊管连接的焊缝形式为全焊透的焊缝, 对接接头传力效率高, 应力集中小, 容易焊透, 具有较好的综合性能[3], 对接接头工作应力分布比较均匀, 应力集中产生在焊趾处, 磨平余高, 没有应力集中, 可提高接头的疲劳强度。

### 2.2. 焊接工艺分析

承插焊接都是 1 in 以下管和管件焊接, 全部采用氩弧焊 GTAW 进行焊接。承插管接头管径小, 焊接

效率较低,组对相对复杂,为保证焊口的承插端部间隙,要在管子上做标记后再进行组对,目测不到间隙尺寸。对接接头组对时只要保证组对间隙,组对完成可目测到对口间隙尺寸。

### 3. 焊接质量分析

承插焊容易出现未熔合、气孔、焊接热裂纹等缺陷,导致对口间隙不符合规范。

#### 3.1. 未熔合

未熔合可分为坡口未熔合、焊道之间未熔合(包括层间未熔合)、焊缝根部未熔合。按其成分不同,可分为白色未熔合(纯气隙、不含夹渣)和黑色未熔合(含夹渣)。

未熔合产生的原因包括:① 焊接规范不合适,导致电流过小或电弧过长、坡口角度过小、间隙过窄或钝边过大。② 操作方法不当。如运弧速度不均匀,焊丝填充量过大,使得层间没有完全熔合。③ 焊丝和焊道清理不净,存有杂物,影响熔合。

#### 3.2. 气孔

气孔是承插焊接中常出现的焊接缺陷,它存在于焊缝金属内部或表面,其缺陷形态为圆形气孔、柱状气孔和圆形密集气孔,气孔会降低焊接接头的承载能力,导致局部腐蚀穿孔概率增加。

气孔产生的原因包括:① 表面油污等没清理干净。② 风速过大,导致保护气保护不好。③ 氩气不纯,氩气里混合了别的气体,导致焊接时无法产生最佳的化学反应,产生气泡。

#### 3.3. 焊接热裂纹

热裂纹主要出现在含杂质较多的焊缝中(特别是含 S、P 较多的碳钢焊缝中)和单相奥氏体或某些合金焊缝中,有时也产生于热影响区中。

热裂纹产生的原因包括:① 焊接热脆性是由于 S、Pb、P 或低熔点共晶体混入,形成的晶间薄膜引起高温下的严重脆变,低熔点夹杂物从表面沿晶间渗透造成焊缝金属产生热裂纹。② 焊接坡口及两侧的污物清理不干净,油污中的硫常引起镍基合金焊缝产生热裂纹。③ 缝表面过高或凹凸不平引起的应力集中而产生裂纹。④ 没有填满弧坑和电流衰减时间较短,收弧处出现弧坑,在相变应力和拘束应力的作用下产生收弧处微裂纹。⑤ 焊接电流过大,焊接速度较慢,导致线能量过大,层间温度过高使焊接接头过热产生粗大晶粒,粗大晶粒边界上集中了一些强度低脆性大的低熔点共晶体,在焊接应力的作用下易形成热裂纹。

#### 3.4. 对口间隙

焊接间隙是焊接件对口处两个焊件之间的间隙。承插焊的承口有补强的作用,高压下也多有使用。但承插焊焊后应力状况不好,易发生焊接未焊透情况,组对时应严格控制对口间隙(1.5 mm)。管系内部留有缝隙,因此用于缝隙腐蚀敏感介质的管道体系及洁净要求很高的管道体系不宜用承插焊。对于超高压管道,即使小口径的管道壁厚也很大,应尽量避免承插焊。

对口间隙产生的原因包括:① 没有按工艺要求组对。② 标识线画的不精确或线画的太粗。

### 4. 控制措施

#### 4.1. 未熔合的控制

遵守焊接工艺规程要求,选择合适的焊接工艺参数,焊接第 1 道时不用填丝自熔,承插管件之间没有间隙,焊接时被焊处熔化形成胀力,使得 2 个焊件通过自身金属熔为一体形成焊道,电弧的高温能使

承插组件焊道熔深达到 2~3 mm。焊接第 2 道填充焊丝(焊出标准要求焊脚高度为 3~4 mm)，焊接时电弧要压低，运弧填丝要均匀，管件上停留时间略长些。

#### 4.2. 气孔的控制

焊接前管口清理工作要彻底，坡口及两侧(20~30 mm 范围内)的焊件表面附着杂物清理干净；焊枪氩气流量不宜过大，合金钢充氩量要大于不锈钢 2~5 L/min，使焊缝内表面处于氩气的完全保护之中；做好防风措施，减少风对焊接过程的影响。

#### 4.3. 热裂纹的控制

选用 S、P 含量较低的焊接材料(不锈钢 ER316 L，合金钢 ERNiCrMo-3)，防止熔敷金属中低熔点夹杂物产生；被焊处及其两侧的污物、氧化层必须清理干净，防止 S、Pb、P 或低熔点杂质混入熔敷金属；填满弧坑，调整氩弧焊衰减时间；选择较小的线能量和较低的层间温度，防止焊缝过热及热影响区过热产生热裂纹；焊缝表面要均匀平整，防止过高或凹凸不平应力集中，焊道平整圆滑过渡，焊缝成型美观。

#### 4.4. 对口间隙的控制

承插焊组对时对口间隙难以控制，管件和管的短接都是标准尺寸，间隙过小过大都会影响安装尺寸要求和场站整体工艺管线安装美观。选用 1.5 mm 厚的水溶垫片作为间隙调节，水溶垫片是用糯米粉加工压制而成，遇水即化。将水溶垫片垫在管件和管的中间，使所有对口间隙保持一致，水溶垫片在焊接过程中会烧损一部分，剩余的水压强度试验也会被水融化掉。

### 5. 结语

在沙特哈拉德项目场站工程中，承插接头形式被广泛采用。承建的 7 个站中不锈钢承插焊口共 3476 道，已完成 2867 道；合金钢承插焊口共 2358 道，已完成 1001 道；碳钢承插焊口共 298 道，已完成 145 道。在已完成的承插焊口中进行了 10% RT 检测和 100% PT 检测，不锈钢 RT 检测一次合格率为 99.3%，合金钢 RT 检测一次合格率为 96%，碳钢 RT 检测一次合格率为 100%。可以看出，通过采取有效的控制措施，合格率高，效果好。

### 参考文献

- [1] 杜敏. 镍基合金焊接施工工艺综述[J]. 石油化工建设, 2008(4): 45-48.
- [2] 李发根, 孟繁印, 郭霖, 等. 双金属复合管焊接技术分析[J]. 焊管, 2014(6): 40-43.
- [3] 万军. 镍及镍基合金的焊接[J]. 锅炉制造, 2004(3): 32-34.

[编辑] 鲁大丽