



内衬不锈钢套筒现场组焊技术的改进方案及应用

曾君 王振平

【摘要】 针对某引水工程用钢制管道现场施工中，其对接接头环向焊缝中普遍存在气孔、夹渣、裂纹及结构性阴影等焊接缺陷，通过研究管口端部内衬不锈钢套筒制造工艺，制定符合现场施工要求的组焊技术改进方案，最终采用内堆焊技术有效解决了上述焊接缺陷。

关键词： 内衬；不锈钢套筒；技术改进；内堆焊

1. 概述

2016年，由某公司承建的某城市引水工程用钢制管道采用Q235C（基材），为提高焊缝耐腐蚀性能，在管口端部内衬了一节宽度为120mm的0Cr18Ni9（S304）不锈钢套筒。管口端部结构如图1所示。

内衬套筒由厚度1.5mm、宽度120mm的0Cr18Ni9的不锈钢板制作而成。根据钢管内径下料，插入管端口内120mm，采用环形工装放入管端内挤压内衬套筒使其紧贴基材。采用焊条电弧焊，先用不锈钢焊条定位焊固定，再用不锈钢焊条对内边环向焊缝、纵向焊缝和端口环向焊缝满焊，使不锈钢套筒与钢管内壁紧密贴合。

在工程施工现场，采用传统

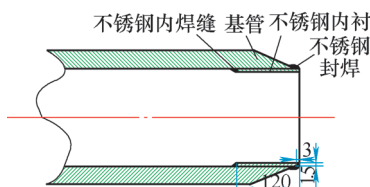


图1 管口端部结构示意图

焊接工艺，按照管口组对→定位焊→根焊→过渡焊→填充焊→盖面焊的顺序，进行对接焊缝环向焊接接头的焊接。经RT检测，评定焊缝中普遍存在气孔、夹渣、裂纹、结构性阴影等焊接缺陷；同时，由于受到反复的焊接热循环的作用，内衬不锈钢套筒也产生了严重的鼓包现象。

本文通过分析其产生原因、制订现场组焊的技术改进方案，并进行现场组焊试验、检测，通过对试验结果的综合分析、论证，最终采用内堆焊技术有效解决了上述焊接缺陷。

2. 原因分析

（1）内衬不锈钢套筒与基材之间是机械贴合方式，是通过压力作用使二者紧密贴合在一起，二者是物理结合而不属于分子间结合，相互间存在缝隙。

（2）钢管内表面上存在的铁锈、油漆及其他影响焊缝性能的外来物质，在焊接高温作用下

产生气体，造成气孔、夹渣。

（3）二者间存在的缝隙，造成RT检测的拍片阴影。

综上所述，认定内衬不锈钢套筒与基材之间的缝隙是造成现场焊接缺陷的主要原因。

3. 内堆焊工艺原理

将基材的管端一定长度范围的内衬层去除，使用与内衬不锈钢套筒相同或铬、镍元素含量更高的不锈钢焊材，进行多道堆焊，使其堆焊金属厚度不低于原有内衬层的壁厚。即利用焊接冶金原理，实现管端处内衬不锈钢套筒和基材之间由机械贴合向分子结合的转变。

4. 操作要点

（1）内堆焊焊接 焊前准备：①清理距管口端部外防腐50~100mm内的防腐层，并打磨至露出金属光泽。②用机械方法将基材管端约35mm长度范围的内衬层去除。③用动力角向砂轮机、不锈钢砂轮片和钢丝刷清

理干净焊接区域及其相邻20mm范围内的钢管内表面上的油污、铁锈及其他影响焊缝性能的外来物质。④对管口内表面堆焊区域均匀预热，将其表面的水蒸气烘干，避免焊接时产生气孔。

焊接工艺：采用钨极氩弧焊方法分两次进行，每次焊接一层。堆焊焊接参数如表1所示。

(2) 堆焊层削平及坡口加工 内堆焊完成并经外观检测和射线检测合格后，将内堆焊高出部分进行机械加工削平，机械加工完成后内堆焊层应与原管道内壁平齐，但不得低于原管道内壁，不得损伤未堆焊部位的内衬不锈钢套筒。内堆焊层削平后，在管端平端面用角度刀倒坡口。坡口加工如图2所示。

(3) 环向焊接接头焊接 接头设计及焊接层数如图3所示。现场管线焊接采用钨极氩弧焊根焊、过渡焊，自保护药芯焊丝半自动下向焊填充、盖面焊接工艺。焊接参数如表2所示。

焊接接头经外观检查合格后进行RT检测，焊接一次合格率达

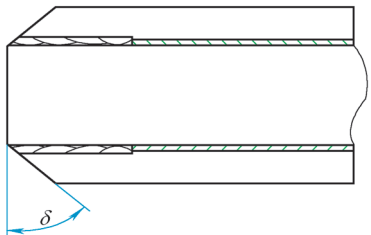


图2 坡口加工示意

表1 堆焊焊接参数

焊接方法	焊道名称	焊材牌号	规格φ/mm	极性	焊接方向	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹	单道焊或多道焊	保护气体流量/L·min ⁻¹
GTAW	内堆1	ER309L	2.4	DC+	上向	80~110	8~13	6~13	多道	6~10
GTAW	内堆2	ER309L	2.4	DC+	上向	90~120	8~13	8~15	多道	6~10

注：DC+表示焊丝接负极，DC-表示焊丝接正极。

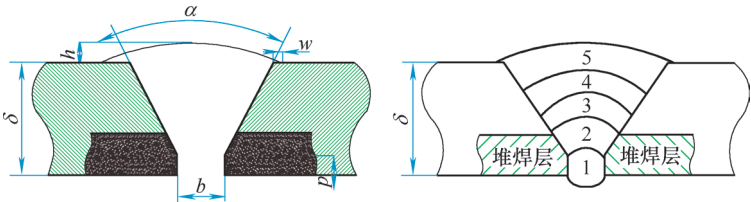


图3 接头设计及焊接层数

表2 焊接参数

焊接方法	焊道名称	焊材型号	规格φ/mm	极性	焊接方向	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/cm·min ⁻¹	保护气体流量/L·min ⁻¹
GTAW	根焊	ER316L	2.4	DC+	上向	70~100	8~13	6~13	6~10
GTAW	过渡焊	ER309MoL	2.4	DC+	上向	80~120	8~13	8~15	6~10
SMAW	填充焊	E71T8-Ni1J	2.0	DC+	下向	200~280	19~21	14~28	—
SMAW	盖面焊	E71T8-Ni1J	2.0	DC+	下向	200~260	18~21	12~26	—

注：DC+表示钨极（焊丝）接焊接电源输出端负极；焊件接焊接电源输出端正极。

高到了92%，有效解决了焊缝中存在的裂纹、结构性阴影及内衬不锈钢套筒鼓包问题，满足工程设计文件及质量验收规范、标准要求。

5. 注意事项

(1) 内衬层去除、内堆焊、机械加工及环向焊接接头焊接过程中，不得破坏或损伤已有的防腐层。

(2) 严禁用碳钢工装直接接触不锈钢内衬。

(3) 严禁各类液体渗入基材与内衬套筒之间的缝隙。

(4) 内堆焊焊接时，应注意道间熔合，特别是内侧内衬管处焊缝金属必须熔合良好。

(5) 内堆焊完成后，堆焊

焊缝金属高出部分应磨平，凹陷处应补焊并打磨，且必须保证焊缝金属的厚度不低于原内衬不锈钢的厚度。

(6) 根焊焊接时，应采用小电流、快速焊、分段焊的焊接方法操作。多层焊接时，相邻焊层的接头位置应错开20~30mm。

(7) 必须清理干净焊道表面后，方可进行下一层的焊接；焊接接头必须打磨。

(8) 施焊时不应在坡口以外的管壁上引弧。

6. 结语

采用内堆焊技术实现了管端处内衬不锈钢套筒和基材之间由机械贴合同分子结合的转变，有效解决了内衬不锈钢套筒现场焊接中焊缝普遍存在气孔、夹渣、裂纹及结构性阴影等焊接缺陷及内衬不锈钢套筒鼓包问题。

作者简介：曾君、王振平，新疆石油工程建设有限责任公司。

MW 20170826