

整体式绝缘接头焊接工艺概述

■ 杨永良, 董洋, 侯玮光, 邵宏智, 沙彬斌

摘要: 本文主要介绍了整体式绝缘接头的结构特点, 以及法兰-短管焊缝、法兰-固定套焊缝的焊接工艺要求和焊缝质量要求。

关键词: 阴极保护; 绝缘接头; 对接焊; 焊接工艺; 管线钢

一、概述

绝缘接头是安装在钢质管道上, 同时具备强度性能、密封性能、防腐性能和电绝缘性能的管道接头, 是钢质管道阴极保护系统中必不可少的重要元件。绝缘接头的应用或位于野外, 或位于城市的人口稠密区, 常常安装在埋地管道上, 维护困难, 要求具备30年以上免维护使用寿命, 对产品质量要求极高。

整体式绝缘接头依靠焊缝连

接克服了法兰式、螺纹式绝缘接头易泄漏的缺点, 同时对制造过程提出了新的要求。例如, 拟定的焊接工艺必须按NB/T47014或ASME规范第IX卷标准要求进行评定, 合格后方可编制用于正式生产的焊接工艺规程; 焊缝必须具备与主体材料相当的力学性能和密封性能; 焊缝不允许存在超出标准规定的裂纹、夹渣、气孔等缺陷; 焊接过程中的热传递, 不能造成绝缘材料和密封材料烧损; 对于高酸性工况, 焊缝及热

影响区的硬度不能超过规定值, 焊接接头还应通过抗HIC、SSC等耐腐蚀试验。

二、整体式绝缘接头的结构特点及焊缝要求

整体式绝缘接头主要由三件锻造主体与两节短管焊接而成(见图1)。左、右法兰分别与短管组焊后形成法兰组件, 将法兰组件、绝缘板、密封圈、绝缘套与固定套装配后, 将左法兰组件与固定套焊为一体, 就组成了

量; 焊接过程中最大层间温度应严格控制, 不得超过200℃; 焊接完成后应使用保温棉包裹焊缝区域, 控制焊缝冷却速度。

(3) 夜间空气湿度大, 焊接过程应当天完成。沿海区域空气潮湿, 夜间空气湿度大, 不利于焊缝保护, 焊接过程应控制在白天8h内连续进行, 焊接完成后焊缝包裹隔绝水蒸气。

(4) 焊接过程中层间清理需仔细, 以减少夹杂物和未熔合形成。焊条焊接时, 每道焊接完成后应采用砂轮片打磨处理, 重点进行收弧处、起弧处和接头处打磨以消除表面夹渣和气孔, 在下一道焊接前应采用强光手电筒目视检查无缺陷。每层焊道的起弧收弧位置不应处于同一位置, 应至少错开25mm。

4. 结语

采用针对裂纹分析而提出的工艺改进措施进行焊接控制, 在建项目一次性焊接合格率98.5%, 返修焊缝无损检测合格, 顺利完成立管陆地焊接安装工作, 为海上安装提供保障。

作者简介: 张涛等, 深圳赤湾胜宝旺工程有限公司。

MW 20181211

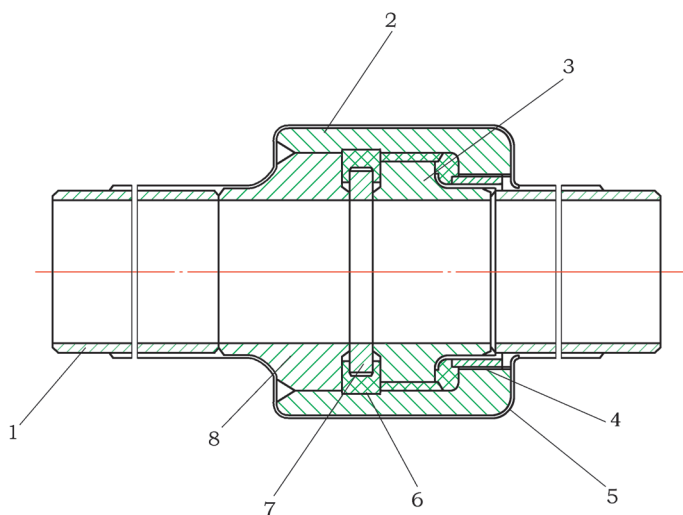


图1 整体式绝缘接头结构

1.短管 2.固定套 3.右法兰 4.绝缘填充材料 5.包覆套 6.密封圈 7.绝缘板 8.左法兰

完整的绝缘接头。

对于法兰-短管组焊的对接接头，为保证与管道等强度，必须采用全焊透结构，焊缝背面余高不能超过规定值（一般规定 $\leq 1\text{mm}$ ），以免影响清管球通过；焊缝正面余高不能超过规定值（一般规定 $\leq 2\text{mm}$ ），以免造成应力集中，降低抗疲劳性能。焊缝应进行射线检测，检测合格后，应对法兰组件进行消除应力热处理。

对于左法兰组件与固定套组焊的锁底型对接接头，必须采用低热输入的焊接方法，防止焊接时产生的热量对绝缘材料和橡胶密封圈造成破坏。焊缝应进行超声检测，以及磁粉检测或液体渗透检测。由于绝缘、密封材料的耐温限制，该焊缝无法以热处理方式消除应力，故只能采取非热时效方式消除焊接应力。

三、整体式绝缘接头的焊接工艺

1. 法兰-短管的焊接

法兰-短管的焊接，属于锻

钢与管线钢的焊接。对于法兰短管组焊，根据工厂的设备条件，可选择氩弧焊、焊条电弧焊、熔化极气体保护焊及埋弧焊等焊接方法。法兰、短管为低碳钢或低合金钢时，常用焊接材料有E4315、E5015、ER49-1、ER50-4、ER50-6等。对于高酸性工况，短管为L245NS、L360NS等抗HIC材料时，应选用S、P含量较低的焊接材料。当工作温度低于 -29°C 时，应选用低温韧性较好的焊接材料。采用自动MIG焊进行环缝焊接的法兰-短管组件如图2所示。

法兰、短管按要求进行坡口加工。当法兰与短管的厚度不等时，应对较厚的一侧进行削薄处理，可按GB150.4—2011标准6.5.3的要求执行。坡口面应进行磁粉检测或渗透检测。清除待焊部位30mm范围的油污、杂物

后，将法兰、短管点固组对。以内孔为基准，使错边分布均匀，且错边量不超过规定值。

点固完成后，即可进行打底焊。为了实现单面焊双面成形，可采用氩弧焊工艺，也可以采用陶瓷衬垫法气体保护打底焊工艺，保证根部焊透，背面余高 $\leq 1\text{mm}$ 。

完成打底焊接后，进行填充焊、盖面焊。为防止温度过高造成晶粒粗大，焊接热输入不得超过工艺评定的最大极限值，层间温度应控制在 300°C 以下。

以DN80、PN10.0的绝缘接头法兰-短管对接焊为例。短管为 $\phi 88.9\text{mm} \times 7.1\text{mm}$ 的管线钢L360，法兰为16Mn锻件，采用陶瓷衬垫法自动气体保护焊工艺进行打底、填充、盖面焊接，保护气体为 $\text{Ar}+\text{CO}_2$ ，焊丝为ER50-6实芯焊丝、 $\phi 1.2\text{mm}$ ，焊接参数如表1所示。

焊接完成后，对焊缝进行射线检测，然后进行焊后退火去应力处理，并检测焊缝及热影响区的硬度值。若要进行缺陷返修，应在热处理之前进行。

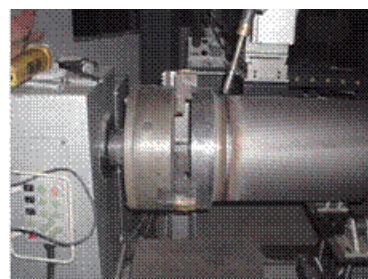


图2 采用自动气保焊进行环缝焊接的法兰-短管组件

表1 DN80、PN10.0绝缘接头法兰-短管对接焊参数

焊缝层次	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·min ⁻¹	摆动宽度 /mm	摆动速度 /mm·s ⁻¹	气体流量 /L·min ⁻¹
1	180~200	24~26	600	0	0	15~20
2~4	200~230	26~30	500	3~6	20~35	15~20

法兰、短管材料有延迟裂纹倾向时，应当至少在焊接完成24h后进行焊缝射线检测。

2. 法兰-固定套的焊接

整体式绝缘接头，在设计时应考虑焊接时可能遇到的问题：焊接时产生的热量对绝缘垫片、绝缘套和密封圈（非金属材料）有破坏，需避开热影响区；16Mn、F60、F65、F70等锻件在边焊接边水冷时可能产生马氏体组织，造成材料脆化。

为避免上述情况的产生，在结构设计上应采取以下措施：①尽量拉开焊接区和绝缘垫片、绝缘套装配位置的尺寸，避开热影响区。②适当增大锻件的截面积，使得散热区域尽量大，加快散热速度。

按图1所示将各零件装配完成后，在压力机上按确定的预紧力将绝缘接头压紧，用焊条进行点焊。点焊完取下接头进行焊接。

根据工件大小、材料类型、工件数量等因素，可选用的焊接方法有钨极氩弧焊、焊条电弧焊、自动MAG焊、自动热丝TIG焊、自动填丝等离子弧焊、激光焊及TIP-TIG焊等。在保证焊缝质量的前提下，尽量选用较低的热输入（不能超过25kJ/cm），防止绝缘垫片、绝缘套和密封圈烧坏。采用自动MAG焊进行法兰-固定套环缝焊接如图3所示。

由于该焊缝属于水平锁底型环焊缝，故应尽可能采用实芯



图3 采用自动MAG焊进行法兰-固定套环缝焊接

焊丝自动气体保护焊工艺。采用焊条或药芯焊丝进行焊接时，焊渣不易排出，必须逐层将焊渣清理干净，防止产生夹渣、未熔合缺陷。为保护绝缘垫片、绝缘套和密封圈，每焊完一层，必须在焊缝温度降到40℃以下（不烫手），才能开始下一层的焊接。

以DN200、PN10.0的绝缘接头法兰-固定套焊接为例。短管为 $\phi 219.1\text{mm} \times 8.8\text{mm}$ 的管线钢L360NB，法兰为16Mn锻件，采用MAG焊工艺进行打底、填充、盖面焊接。

应用立式自动环缝焊接专机，保护气体为Ar+CO₂，焊丝为ER50-6、 $\phi 1.2\text{mm}$ 。为了实现较低的热输入，应选择适当的熔滴过渡形式，具体的焊接参数如表2所示。

焊接完成后，对该焊缝进行超声波检测，以及磁粉检测或渗透检测。检测合格后，采用振动时效的方式消除焊接残余应力。

3. 绝缘接头与封头的焊接

组装完毕并检测合格的绝缘接头，要进行压力试验及水压加弯矩试验，需要进行短管与封头

的焊接。该焊缝的强度要求与法兰-短管间的焊缝强度相当，封头材料与短管材料相同或相近，因此，应用于法兰-短管组焊的焊接工艺，也适用于短管与封头的焊接，此处不再详述。

值得一提的是，对于标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的低合金钢制绝缘接头（例如材质为F70、X70/L485、X80/L555），在耐压试验后，还应当对焊接接头进行表面无损检测。

4. 焊缝表面质量要求

具体要求：①不得有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未填满和肉眼可见的夹渣等缺陷。②焊缝与母材应当圆滑过渡。③角焊缝的外形应呈凹形圆滑过渡。④关于咬边的规定：标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 的低合金钢制绝缘接头，以及要求具备抗HIC、SSC腐蚀性能的绝缘接头，焊缝不得有咬边；其他绝缘接头焊缝表面的咬边深度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，咬边连续长度 $\leq 100\text{mm}$ ，焊缝两侧咬边的总长不得超过该焊缝长度的10%。

四、结语

整体式绝缘接头，必须保证焊缝具备与母材相当的力学性能、密封性能和抗腐蚀性能。

对于法兰-固定套之间的焊缝，焊接过程中的热传递不能造成橡胶密封圈和绝缘材料烧损。该焊缝焊接完成后，必须采取适当的非热时效处理方式，消除焊接残余应力。

作者简介：杨永良等，西安泵阀总厂有限公司高级工程师。

MW 20181118

表2 DN200、PN10.0绝缘接头法兰-固定套焊接参数

焊缝层次	焊接电流 /A	电弧电压 /V	工件转速 /r·min ⁻¹	摆动宽度 /mm	摆动速度 /mm·s ⁻¹	气体流量 /L·min ⁻¹
1	200~220	28~30	0.6	0	0	15~20
2~7	220~240	30~32	0.5	3~5	20~25	15~20