ICS 01.040.45

S 30

|  |
| --- |
|       |

团体标准

不锈钢焊管复合电弧焊接工艺规范

Tandem arc welding specification of stainless steel welded pipes

|  |
| --- |
| （征求意见稿） |
|  |

20xx - xx - xx发布

20xx - xx - xx实施

山东省特种设备协会 发布

目 次

[目 次 I](#_Toc111023407)

[引 言 II](#_Toc111023408)

[前 言 III](#_Toc111023409)

[1 范围 1](#_Toc111023411)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc111023412)

[3 术语和定义 2](#_Toc111023413)

[4 焊前准备 3](#_Toc111023414)

[4 施焊过程中的问题及调节方法 4](#_Toc111023415)

[5 焊接安全要求 6](#_Toc111023416)

引 言

T/SASE 006-2022《不锈钢焊管复合电弧焊接工艺规范》旨在加强和规范相关单位不锈钢焊管复合电弧高速焊接工艺应用，实现对不锈钢焊管高效生产过程有效控制，拟由4部分组成：

第1部分：列置双TIG电弧高速焊接工艺原理

主要介绍列置双TIG电弧高速焊接工艺原理，包括前后两电弧的分工、抑制高速焊接过程咬边、驼峰焊道等机制。

第2部分：列置双TIG电弧高速焊接工艺控制因素

主要对于不锈钢焊管列置直流双TIG电弧、脉冲协调匹配双TIG电弧以及TIG电弧辅助MIG电弧高速焊接工艺参数、复合电弧状态、前后独立电弧极相对位姿和形态、焊缝成形等生产工艺参数和焊接工艺条件的设置和要求，以满足不同规格、不同材质的不锈钢焊管高速低能耗焊接生产的要求。这部分内容是不锈钢焊管高效焊接生产的控制性要素，也是本立项标准的核心内容。

第3部分：焊接质量检测

主要对不锈钢焊管的生产质量如钢管内外表面焊缝成形等外观质量以及硬度、膨胀性能等力学性能等检测方法及指标要求作出规定。

第4部分：焊接安全要求

主要是对焊接生产过程中人员、设备的安全防护要求。

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省特种设备协会提出并归口。

本文件起草单位：山东朝日不锈钢有限公司

山东大学

[山东省特检集团](http://www.baidu.com/link?url=EvV5kW1R5kw_wPzKC8ks4_hGJFHqZd4f80fEtp0tWjNVMAXxP2VfwtpWiscaQjRw" \t "_blank)

东营东和管道技术有限公司

平度市检验检测中心

本文件主要起草人：秦国梁、肖国栋、郭怀力、位延堂、肖弘宇、# # #。

本部分为首次发布。

不锈钢焊管复合电弧焊接工艺规范

1 范围

本文件规定了不锈钢焊管列置双TIG电弧高速焊接生产工艺技术的一般要求、设计要求、质量要求、焊前准备、焊接工艺、检验试验方法等。

本文件适用于壁厚≤3 mm、各种规格的铁素体、奥氏体及马氏体不锈钢焊管生产。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB∕T 12771-2019 流体输送用不锈钢焊接钢管

GB／T 24593-2018 锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管

GBJT 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量

GB/T 2012 钢管的验收、包装 、标志和质量证明书

GB/T 4334-2008 金属和合金的腐蚀 不锈钢品问腐蚀试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 统氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 241 金属管 液压试验方法

GB/T 242 金属管 扩口试验方法

GB/T 245 金属材料 管 卷边试验方法

GB/T 246 属材料 管 压扁试验方法

GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法

GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法

GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法

GB/T 26955 金属材料焊缝破坏性试验 焊缝宏观和微观检验

GB/T 7735-2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动涡流检测

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测

GB 9448 焊接与切割安全

T/CWAN 0008—2018 焊接术语-焊接基础

HYDBP006-2004《锅炉压力容器焊工考试规则》

HYDBP018-2004《压力管道安装工程焊接、热处理过程控制程序》

HYDBP008-2004《压力管道安装工程焊接材料管理程序》

HYDBP007-2004《压力管道安装工程计量管理手册》

HYDBP010-2004《压力管道安装工程检验和试验控制程序》

3 术语和定义

GB/T 3375-1994、T/CWAN 0008—2018、T/CWAN 0008—2018界定的以及下列术语和定义适用于本部分。

**3.1 列置双电弧焊接/Tandem TIG welding**

两个TIG电弧前后列置且分工明确、两TIG电弧间存在一定距离且相互独立，位于前面的主TIG电弧确保焊缝焊透和背面焊缝良好成形；辅助TIG电弧位于主TIG焊接熔池后部并对熔池进行热-力联合调控，在不增加焊接热输入的条件下延长熔池液态金属存在时间、并在电弧力作用下促进其回流以填充熔池凹陷，将驼峰焊道和咬边的形成抑制在萌芽状态、保证TIG高速焊接过程中形成良好单面焊双面焊缝成形。



图1 列置双TIG电弧高速焊接工艺原理

**3.2 主TIG电弧/Main TIG arc, Leading TIG arc**

在焊接方向位于前面的TIG电弧，焊接电流相对较大，与刚刚夹角更接近90°，主要作用是保证不锈钢焊管焊缝焊透并保证背面连续成形。

**3.3 辅助TIG电弧/Assistant TIG arc**

在焊接方向上年位于主ITIG电弧后面，焊接电流相对较小，倾角较大，主要作用是加热主TIG电弧形成的熔池尾部，从热的角度减缓熔池凝固、延长液态金属存在的时间；并从力的角度推动主TIG电弧熔池尾部的液态金属回流填充熔池的凹陷，以防止高速焊接过程出现咬边和驼峰焊道等表面成形缺陷。

**3.4 双弧间距/ Tandem arc distance**

前后列置两电弧中心之间的距离，但在实际生产过程中以前后两钨极尖端的距离视为前后两电弧间距，即双弧间距。

4 焊前准备

**4.1 工作环境**

列置双TIG高速焊接工艺一般用于长直缝的高效焊接。本标准规定内，列置双TIG电弧高速焊接工艺用于不锈钢焊管的高速焊接生产，应在符合相关标准要求的不锈钢焊管生产车间内，应具有良好的通风良好措施，但应避免强风对工作区的干扰，有适当的防风措施。

**4.2 操作人员**

应熟练掌握TIG焊接工艺及不锈钢焊管生产线操作规程，熟悉列置双TIG高速焊接工艺的焊枪姿态及其使用要求、操作方法。

必须按安全生产的规定穿戴好劳动保护用品，并且负责对设备进行检查，设备外壳是否良好接地，是否漏电、漏气、漏水，各部分配合、运转是否正常。

**4.3 焊枪及其姿态**

焊枪为水冷式焊枪，焊枪电流小于额定电流，循环水压力0.1-0.2 MPa。按照指定参数对焊枪姿态进行调整。且不可随意改变焊枪姿态和拆卸零件。按照表1进行调节。

**4.4 钨极**

按照表1焊枪姿态相关参数将钨极磨成所需角度及形状，并在钨极尖部磨出一个小平台。钨极伸出瓷咀的长度可根据电压情况进行适当调整。

**4.5 氩气流量**

外保护气采用氢含量为5%的氢氩混配气，内保护采用纯氩气，流量适当，具体流量见表1。外保护气流量太小时，焊接区域高温金属不能得到应有的保护而氧化严重造成合金元素烧损，同时钨极容易烧损，减少钨极使用寿命，增加钨极更换频次。

表1 前后列置两TIG焊枪姿态相关参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 主焊枪 | 辅助焊枪 |
| 钨极角度 | 30° | 30° |
| 钨极伸出长度/mm | 3.5±0.5 | 1.5±0.5 |
| 钨极高度/mm | 1.5 | 2.0 |
| 瓷咀规格 | 4# | 8# |
| 焊枪角度 | 80±1.5° | 78±1.5° |
| 钨极间距/mm |  19.5（±1.5） |
| 保护气流量/（L/min） | 7 | 11 |

**4.6 工件清理**

为了保证焊缝质量，必须对焊件进行清理，除去对接坡口处的油污及杂质，并用丙酮除去带头带尾胶带，胶带会对钨极造成烧损导致钨极使用时间缩短。

5 施焊过程中的问题及调节方法

**4.1 焊接工艺参数**

不同规格的不锈钢焊管列置双TIG电弧高速焊接工艺参数根据表2选择，并可表中焊接工艺参数基础上进行微调：

表2 焊接工艺参数表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 规格/mm | 焊接速度*v*/(m/min) | 主TIG焊接电流*I*1/A | 辅助TIG焊接电流*I*2/A | 主TIG电弧电压*U*1/V | 辅助TIG电弧电压*U*2/V |
| *φ*48×1.2 |  |  |  |  |  |
| *φ*42×1.5 |  |  |  |  |  |
| *φ*88.9×2.0  | 1.93 | 175±10A | 145±10A | 13.5-14.2 | 13.6 |
| *φ*160×2.0 |  |  |  |  |  |
| *φ*160×3.0 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**4.2 焊接过程状态控制**

焊接过程中，列置前后两电弧保持稳定的间距，位于后方的辅助电弧

钨极不要直接触及熔池，过带接头时可适当升高钨极高度，以免烧损钨极。

**4.6 熔池状态（后期可以考虑采用视觉传感器检测熔池状态）**

焊接过程中，焊工应严格按工艺规范操作，注意多观察熔池，保证熔透及单面焊双面成形。主焊枪熔池出现异状液态金属时，首先观察是否有偏焊，改正后若仍存在，增大主电流（2-3A）。

**4.7电弧状态**

发生飘弧或者电弧偏离时，首先确定钨极是否有烧损；或可降低钨极高度，并加大相应焊枪保护气流量，待稳定好后根据实际情况降低保护气流量并升回钨极；若仍未改善可适当增大主电流，降低辅电流。

**4.5 定期检查**

每隔一定时间（1-1.5 小时）观察电弧以及熔池形态，并根据实际情况出现的问题进行调整；间隔1-1.5 小时抽取一支管进行涡流检测查看管道合格情况以及涡流波动大小进行调整。

**4.8 偏焊、错边**

焊接过程中根据未打磨前的上表面成型情况，判断是否存在偏焊、错边等问题，及时调整焊枪位置；若偏焊严重时容易导致焊穿，所以应及时观察电弧以及熔池形态。

**4.9 背面成型**

当背面弯曲严重，即熔池出现翻腾状时，适当增大主电流，降低辅电流；或降低保护气流量，待稳定后复原；或适当调整辅钨极高度（增大或减小辅电压）。

**4.10 调节方式**

调节时应尽量保证焊枪姿态不变，出现问题时可适当调整电流大小、钨极高度、保护气流量等。若焊枪姿态改变后，按照表1对相关参数进行调节。每次更换钢带或改变夹具松紧程度后可以对电流做出相应调整（±2-3A）。

**4. 11工装夹具**

更换钢带后尽量保证夹具松紧程度以及焊缝位置保持一致，便于参数调节。在保证打磨干净的前提下，尽量降低打磨程度。降低打磨造成的管道震动对熔池的影响，提升管道质量。

5 焊接安全要求

5.1焊机应放置在防潮、防雨、通风的场所**。**在焊接作业现场的10m范围内，不得堆放氧气瓶、乙炔气瓶、木材等易燃、易爆物品，现场附近应设置防火、灭火器材。

5.2焊机接地线及电缆不能搭在易燃、易爆或带有热源的物品上。

5.3焊接时必须穿戴好劳动保护用品，应穿绝缘鞋。

5.4启动焊机前应检查焊机外壳接地，焊机外壳接地电阻不能大于4Ω，各接点（初、次级接头等）应接触良好，无松动。

5.5熟悉焊机的电源位置，开（闭）电源时应戴干燥手套。

5.6焊接电缆必须保持绝缘良好，连接可靠，防止烧坏；损坏的电缆应及时修理。

5.7焊枪手柄必须保持绝缘良好，焊接时应戴干燥手套，焊枪温度过高不允许浸入水中进行冷却。

5.8焊机使用前，应检查并确认初、次级接线是否正确，输入电源电压是否符合焊机铭牌规定。

5.9移动焊机时，应切断电源，不得用拖拉电缆方法移动焊机。当焊接中突然停电，应立即切断电源。

5.10进行焊接操作时应戴防护眼镜。

5.11焊接人员应经常检查焊机的工作温度，A级绝缘电焊机温升不超过55℃，B级绝缘电焊机温升不超过75℃。工作时温升超过时必须停止工作，并且进行通风降温。

5.12作业结束后，必须切断电源，收好电缆，清理场地，灭绝火种后方可离开。