|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 点击此处添加ICS号 |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png SASE |

点击此处添加CCS号 |

山东省特种设备协会团体标准

T/SASE XXXX—XXXX

生物发酵压力容器焊接技术规程

Welding technical specification forBiological fermentation pressure vessels

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

       发布



  目 次

前言……………………………………………………………………………………………………………Ⅱ

1 范围 ……………………………………………………………………………………………………… 1

2 规范性引用文件 ………………………………………………………………………………………… 1

3 术语和定义 ……………………………………………………………………………………………… 2

4 通用焊接程 ………………………………………………………………………………………………3

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。

本次生物发酵压力容器焊接技术规程的制定参照NB/T 47015《压力容器焊接规程》标准，对生物发酵压力容器的焊接技术规程进行细化和改善，给出了适于生物发酵压力容器焊接技术更明确的要求。编写《生物发酵压力容器焊接技术规程》目的是提高生物发酵压力容器的制造过程中的焊接效率、降低成本、保障安全生产和行业规范化。

请注意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检验研究院集团有限公司提出。

本文件归口单位：山东省特种设备协会。

本技术规范的编制单位：

本文件主要起草人：



生物发酵压力容器焊接技术规程

* 1. 范围

本文件规定了生物发酵压力容器的焊接的基本要求。表明程序或阶段

本文件适用于埋弧焊、焊条电弧焊、钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊、药芯焊丝电弧焊、等离子弧焊等焊接方法，以及上述相互组合方法焊接的钢制生物发酵压力容器。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 19866 焊接工艺规程及评定的一般原则

GB/T 39255 焊接与切割用保护气体

NB/T 47002 （所有部分) 压力容器用爆炸焊接复合板

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47015 压力容器焊接规程

NB/T 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验

NB/T 47018（所有部分) 承压设备用焊接材料订货技术条件

JB/T 3223 焊接材料质量管理规程

* 1. 术语与符号

GB/T 3375界定的以及下列术语和定义适用于本文件，如有不一致，以本文件为准。

3.1

预焊接工艺规程(pWPS) preliminary welding procedure specification

为进行焊接工艺评定所拟定的焊接工艺文件。

3.2

焊接工艺规程(WPS) welding procedure specification

根据合格的焊接工艺评定报告编制的，用于指导产品施焊的焊接工艺文件。

3.3

焊接作业指导书(WWI) welding working instruction

与制造焊件有关的加工和操作细则性作业文件。焊工施焊时使用的作业指导书，可保证施工时质量的再现性。

3.4

 焊件 weldment

由焊接方法连接的或有堆焊层的承压设备或其零部件。焊件包括母材和焊接接头(或堆焊层)两部分。

3.5

试件test coupon

按预定焊接工艺制成的用于试验的焊件。试件包括母材和焊接接头(或堆焊层)两部分。

3.6 缺欠weld imperfection

一切不连续性、不完善性、不健全性、不均匀性等。

3.7

焊接缺欠weld imperfection

泛指焊接接头中组织及结构的不连续性、不均匀性、不致密性及其他连接不良的欠缺。

3.8 焊接缺陷welding defect

超过规定限值的焊接缺欠。

* 1. 通用焊接规程

4.1 一般规定

4.1.1 生物发酵压力容器的焊接应遵守本文件的规定，还应该符合设计文件的技术要求。

4.1.2 除本文件的规定外，凡通过焊接试验研究和实践证明有效的成果，经相关方认可并列入企业标准后，可用于压力容器焊接。

4.2 焊接材料

4.2.1焊接材料包括焊条、焊丝、焊剂、焊带、气体、电极和垫衬等。

4.2.2 生物发酵压力容器受压元件的焊缝、与受压元件相焊的焊缝以及熔入永久性焊缝内的定位焊缝用焊条、焊丝、焊带、焊剂应符合NB/T47018的规定。

4.2.3生物发酵压力容器气体保护焊用气体应符合GB/T 39255的规定。

4.2.4 焊接材料应有符合标准的产品质量证明书，使用单位应根据质量管理体系规定按相关标准和设计进行验收或复验。

4.2.5 耐热型低合金钢用焊接材料焊缝金属Cr、Mo及V元素含量不低于相应的母材标准规定值。

4.2.6 奥氏体不锈钢材料焊缝金属Cr、Ni元素含量不低于相应的母材标准规定值。当需要时，其耐腐蚀性能不应低于母材相应要求。

4.2.7 用生成奥氏体焊缝金属的焊接材料焊接非奥氏体母材时，应慎重考虑母材与焊缝金属膨胀系数不同而产生的应力作用。

4.2.8 制造（安装）单位应掌握焊接材料的焊接性，用于压力容器的焊接材料应有焊接试验或实践基础。

4.2.9 焊接材料选用原则：

a）焊缝金属力学性能应高于或等于母材规定的限值，当需要时，其他性能也不应低于母材相应要求；或力学性能和其他性能满足设计文件规定的技术要求;

b）合适的焊接材料与合理的焊接工艺相配合，以保证焊接接头性能在经历制造工艺过程后，还满足设计文件规定和工艺文件要求；

4.2.10不同钢号钢材相焊时，焊接材料选用原则如下:

1. 低碳钢之间、低碳钢与低合金钢、低合金钢之间相焊，选用焊接材料应保证焊缝金属的抗

拉强度高于或等于强度较低一侧母材抗拉强度下限值，且不宜超过强度较高一侧母材标准规定的上限值。

1. 低碳钢、低合金钢与奥氏体不锈钢相焊，当设计温度高于370℃时，宜采用镍基焊接材料。
2. 低碳钢、低合金钢与铁素体不锈钢或双相不锈钢相焊，可采用适于异种钢焊接的焊接材料，与双相不锈钢相焊也可采用双相钢焊材。
3. 耐热型低合金钢之间或耐热型低合金钢与其他低合钢之间相焊，宜按铬钼含量低侧选用焊材。

4.2.12 不锈钢-钢复合板基层焊接，选用焊接材料需符合基层材料的规定；过渡层焊缝焊材需考虑基层稀释作用而选用；覆层材料选用焊接材料应保证焊缝金属的耐腐蚀性能与母材相当，当覆层参与强度计算时，还需符合覆层材料的规定。

4.2.13 气体保护焊用气体应符合工艺文件上的要求。

4.2.14 焊材使用前，焊丝去除油、锈；保护气体应保持干燥。除真空包装外，焊条、焊剂应按产品说明书规定的规范进行再烘干，烘干后应放入保温箱内（100~150℃）随用随取。对烘干温度超过350℃的低氢型焊条，累计烘干次数不宜超过3次。

焊条领出的时间不应超过4h，当超过时，应按原烘干温度重新烘干，焊条重复烘干次数不应超过两次。

4.2.15 低温生物发酵压力容器用焊条应按批号进行熔敷金属扩散氢复验。

4.2.16 各种生物发酵压力容器材料在不同的条件下使用，应使用不同牌号的焊材，表1为常用生物发酵压力容器焊接材料选用表。

g) 焊材使用单位可根据经验和试验数据选择合适的焊材，常用钢号推荐选用的焊接材料可参考表1。

表1 常用生物发酵压力容器焊接材料选用表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢 号 | 焊条电弧焊 | 埋弧焊 | 熔化极气体保护焊 | 氩弧焊 |
| 型号 | 焊丝—焊剂组合型号 | CO2气体 | 混合气体 | 焊丝型号 |
| 焊丝型号 |
| Q235BQ235C20GQ245R，20(锻） | E4316E4315 | S 43×0××-SU26 | G49×YU CI S10（ER49-1）G49×3 CI S6（ER50-6） | G49×4M21S6  | W49×YU10（ER49-1）W49×36（ER50-6） |
| 16Mn,Q345R | E5016E5015 | S49×0××-SU34S49×0××-SU41 | G49×YU CI S10（ER49-1）G49×3 CI S6（ER50-6）（ER50-6） | G49×4M21S6 （ER50-6） | W49×YU10（ER49-1）W49×36（ER50-6） |
| S49×2××-SU34S49×2××-SU41 |
| S3040806Cr19Ni10 | E308-15E308-16 | S F308××-S308 | — | — | S308 |
| S3216806Cr18Ni11Ti | E347-15E347-16 | S F347××-S347 | — | — | S321S347 |
| S3160806Cr17Ni12Mo2 | E316-15E316-16 | S F316××-S316 | — | — | S316 |
| S3166806Cr17Ni12Mo2Ti | E318-15E318-16 | S F318××-S318 | — | — | S318 |
| S3170806Cr19Ni13Mo3 | E317-15E317-16 | S F317××-S317 | — | — | S317 |
| S30403022Cr19Ni10 | E308L-15E308L-16 | SF308L××-S308L | — | — | S308L |
| S31603022Cr17Ni12Mo2 | E316L-15E316L-16 | SF316L××-S316L | — | — | S316L |
| S1130606Cr13 | E308-15E308-16E410-15E410-16 | SF308××-S308SF410××-S410 | — | — | S308S410 |
| S22053 | E2209-15E2209-16 | SF2209××-S2209 | — | — | S2209 |

4.3焊缝位置

焊缝位置分为平焊缝、立焊缝、横焊缝、仰焊缝四种焊缝位置，规定的方法与范围符合NB/T 47015-2023 附录A。

4.4 焊接工艺评定和焊工

施焊下列焊缝的焊接工艺应按NB/T 47014评定合格，焊工应按TSG Z6002《特种设备焊接操作人员考核细则》考核合格:

a) 受压元件焊缝;

b) 与受压元件相焊的焊缝;

c) 上述焊缝的定位焊缝（指焊接工艺），施焊熔入上述永久焊缝内的定位焊缝（指焊工）；

d）受压元件母材表面堆焊、补焊。

4.5 焊前准备

4.5.1 场地

4.5.1.1 高合金钢制压力容器场地应与其他类别材料分开，地面应铺置木板或橡胶以防划伤磕碰。

4.5.1.2 有色金属压力容器应在专用独立的场地内制造，并采取相应保护措施，例如应铺置防碰垫。

4.5.2 焊接坡口

4.5.2.1 焊接坡口应根据图样要求或选用标准坡口，亦可自行设计。坡口形式和尺寸应考虑下列因素:

a)焊接方法；

b )母材种类与厚度；

c)焊缝填充金属尽量少；

d)避免产生焊接缺陷；

e)减少焊接变形与残余应力；

f)有利于焊接防护；

g)焊工操作方便；

h)复合材料的坡口宜减少过渡层焊缝金属的稀释率，焊接耐蚀层时，易分清基层与覆层交界面。

4.5.2.2 焊接不锈钢设备，焊接地线电缆要求用软线与设备牢固连接，严禁用钢管、角钢等搭成临时性地线，以防止在焊接过程中损伤设备表面。

4.5.2.3 焊接不锈钢设备，必须在专门的不锈钢作业区域内进行。

4.5.3坡口准备

4.5.3.1 坡口制备采用冷加工法或热加工法。采用热加工法制备坡口，需用冷加工法去除氧化层，露出金属光泽。焊接坡口表面应保持平整，应无裂纹、分层、夹杂物等缺陷。

4.5.3.2 坡口加工后应使用专用检测工具进行检查，合格后才能转入下道工序，组装的间隙、错边量等应符合GB/T 150《压力容器》、GB151/T《热交换器》和有关工艺文件的规定。

4.5.3.3 焊接前应将坡口表面和两侧各20mm范围内的油污、铁锈、熔渣及氧化物等影响焊接质量的有害物清除干净，并露出金属光泽，奥氏体高合金坡口两侧各90mm范围内应涂上白垩粉，防止粘附焊接飞溅。

4.5.4 焊接设备、加热设备及辅助装备应确保工作状态正常，安全可靠，仪表准确灵活且在周检期内。

4.5.5 组对定位

4.5.5.1 组对定位过程中要防止发生机械损伤金属表面，尤其注意保护高合金钢和有色金属表面，防止铁离子等污染。

4.5.5.2 组对定位后，组对间隙、错边量、棱角值等应符合图样规定或标准要求。

4.5.5.3 避免强力组装，定位焊的预热温度及范围与主体焊接相同，定位焊缝长度、厚度及间距应符合焊接工艺文件的要求。

4.5.5.4定位焊缝不得有裂纹，否则应清除重焊。

4.5.5.5熔入永久焊缝内的定位焊缝两端应便于引弧或接弧，否则应予修整。

4.5.6 预热

4.5.6.1压力容器焊前预热及预热温度应根据母材交货状态、化学成分、力学性能、熔敷金属扩散氢含量、厚度及焊接性等综合因素确定。

4.5.6.2焊接接头的预热温度除符合相关标准要求外，一般通过焊接性能试验确定。实施的预热温度，还要考虑到环境温度、结构拘束度等因素的影响。

4.5.6.3 采取局部预热时，为避免局部应力过大，可适当扩大预热范围。

4.5.6.4 预热的范围应大于测温点A所示区间（按图1)，在此区间内任意点的温度都要满足规定的要求。



4.5.6.5需要预热的焊件在整个焊接过程中应不低于预热温度。

4.5.6.6当用热加工法下料、开坡口、清根、开槽或施焊临时焊缝时，亦需考虑预热要求。

4.5.7 预热温度的测量，

4.5.7.1 应在加热面的背面测定温度。亦可先移开加热源，待母材厚度方向上温度均匀后测定温度，温度均匀化的时间按T/25×2min(T为母材厚度)确定。

4.5.7.2测温点位置(见图1):

1. 当焊件焊缝处母材厚度小于或等于50mm时，A等于4倍母材厚度δs，且不超过50mm;
2. 当焊件焊缝处母材厚度大于50mm时，A≥75mm。



 图1 测温点*A*的位置

4.5.8 当焊接两种不同类别的钢材组成的焊接接头时，预热温度应按要求高的钢材选用。

4.5.9 碳钢和低合金钢的最高预热温度和道间温度不宜大于300℃,奥氏体不锈钢最高道间温度不宜大于100℃。

4.6 施焊

4.6.1 工艺人员应根据标准、设计文件、工艺要求和现场条件，依据评定合格的焊接工艺，编制产品的焊接工艺规程等文件。

4.6.2 焊工应严格按焊接工艺规程施焊。

4.6.3 施焊环境

当焊接环境出现下列情况之一，应采取有效防护措施时，否则禁止施焊：

（1）雨、雪环境；

（2）相对湿度大于90%；

（3）风速：气体保护焊风速大于2m/s，其他焊焊接方法大于9m/s；

（4）焊件温度低于-20℃。

4.6.4 焊前检查与检验内容

a)母材钢号和焊接材料型号及牌号；

b)焊接设备、仪表、工艺装备；

c）焊接材料的储存、保管、烘干及发放；

d）焊接坡口、接头装配及清理；

e)焊工资质；

f)焊接工艺文件。

4.6.5施焊过程检查

a)焊接方法、焊接材料使用等；

b)焊接规范参数检查与记录；

c)纠偏及整改措施；

d)执行技术标准及设计文件规定情况。

4.6.6 当焊件温度为-20℃~0℃时，应在始焊处100mm范围内预热到15℃以上。

4.6.7 应在引弧板或坡口内引弧，禁止在非焊接部位引弧，纵焊缝宜在引出板上收弧。

4.6.8 防止地线、电缆线、焊钳等在焊件表面的电弧擦伤。

4.6.9 电弧擦伤处需经修磨，修磨的斜度最大为1:3、修磨深度应不大于该部位母材厚度的5%，且修磨后的剩余厚度不得小于设计图样标注的最小成形厚度，否则应进行补焊。对于复合板的覆层、堆焊层及衬里层，修磨深度不得大事其厚度的30%，且不大于1mm，否则应进行补焊。

4.6.10 对有冲击试验要求的焊件应控制热输入，每条焊道的热输人应不超过评定合格的限值。

对铬含量大于或等于3%、金金元素总含量大于5%的焊件，采用钨板气体保护焊或熔化极气体保护焊进行根部焊接时，界缝背面应充氩气或其他保护气体，或果取其他防止背面焊缝金属被氧化的措施，且至少焊接两层后,万可终止背面气体保护。

4.6.11角焊缝的根部应保证躲透。

4.6.12多道多层焊时，不同层次焊道的接头在截面处尽量错开50mm左右，对易产生热裂纹的焊 缝，收弧时须填满弧坑，如不慎产生了弧坑裂纹，应及时打磨清除注意道间和层间清理，将焊缝表面熔渣、有害氧化物等清除干净后再继续施焊。

4.6.13 全熔透的双面焊须清理焊根，将定位焊缝金属消除 由合格焊接工艺评定支持的定位焊缝除外)。对于机动焊和自动展若经试验确认能保证焊透及烟接质量，不可不作清根处理。

4.6 14 有耐腐蚀要求的高合金材料(除双相不锈钢)双面焊，与腐蚀介质接触的焊层宜最后施焊。

4.6.15 施焊过程中应控制道向温度不超过规定的范围，当焊件规定预热时，应控制道间温度不低于预热温度，但为防止打底焊开裂而适当提高预热温度的情形除外。

4.6.16 每条焊缝宜一次焊完。当中断焊接时，对冷裂纹敏感的焊件应及时采取保温、后热或缓冷等措施。重新施焊时，仍需按原规定预热。

4.6.17 可锤击的钢质焊接接头，逐层采用锤击降低接头残余应力， 但打底层焊缝和盖面层焊缝不

宜锤击。

4.6.18 引弧板、引出板，产品焊接试件不应锤击拆除。

4.6.19 焊接中如发现缺陷应及时清除后方可继续施焊，焊道道间应认真清渣或用砂轮打磨。

4.6.20 焊缝清根若采用碳弧气刨，清根后槽内渗碳层应打磨干净，并保证槽内无裂纹等缺陷。

4.6.21 对于不圆度、弯曲度要求严格的产品，在焊接人孔和接管及其他附件中，应严格执行焊接工艺文件，选择合适的施焊顺序，并选用偏小的焊接参数，且应配置合适的工卡具来控制焊接变形。

4.6.22 不锈钢容器焊接还应注意以下几点：

（1）应采用短弧、小电流、快速焊等方法，电流一般比碳钢焊接时低20%左右，焊条尽量不作横向摆动；

（2）在多层焊时，要严格控制道间温度（碳钢和低合金钢的最高预热温度和道间温度不宜大于300℃，奥氏体不锈钢最高道间温度不宜大于100℃，避免焊接接头因过热而引起变形和抗晶间腐蚀性能的降低。

4.6.23 接弧处应保证焊透与熔合。

4.7 后热

4.7.1 对冷裂纹敏感性较大的低合金钢、壁厚较厚及拘束度较大的焊件应采取后热措施。

4.7.2后热应在焊后立即进行。

4.7.3后热温度一般为200℃~350℃，保温时间与后热温度、焊缝金属厚度有关，一般不少于30min。

4.7.4若焊后立即进行热处理则可不进行后热。

4.9返修

4.9.1 对需要焊接返修的缺陷应分析产生的原因，提出改进措施，按评定合格的焊接工艺编制焊接返修工艺文件。

4.9.2 返修前需将缺陷清除干净,必要时可采用无损检测确认。

4.9.3 待返修部位应制备坡口,坡口形状与尺寸要防止产生焊接缺陷且便于焊工操作。

4.9.4 如需预热，预热温度应较原焊接接头适当提高。

4.9.5 有耐腐蚀要求的压力容器或者受压元件，返修部位仍需要保证不低于原耐腐蚀性能，且返修焊接接头性能符合质量要求。

4.9.6 焊缝同一部位的返修次数不宜超过2次，如超过2次，返修前应经制造单位技术负责人批准，返修次数、部位和返修情况应记入容器的质量证明文件。

4.9.7 返修焊缝性能和质量要求应与原焊缝相同。

4.9焊后检验

a)实际施焊记录完整性，与WPS的符合性；

b)焊工钢印代号的标识及可追溯性；

c)焊缝外观及几何尺寸的检查；

d）产品焊接试件的检验；

f）无损检测。