**XXX**

XX

2023-xx-xx发布 202x-xx-xx实施

**团 体 标 准**

**X XX XXXX—xxxx**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_

**钢制管道药芯焊丝熔化极气体保护焊技术标准**

Technical standard for gas-shielded flux-cored arc welding process of steel pipeline

（征求意见稿）

**山东省特种设备协会 发布**

**前 言**

近年来，熔化极气体保护焊用药芯焊丝制造工艺日趋成熟，使用中具有焊接效率高、易于实现机动化或自动化、材料利用率高等优势，在管道焊接中应用场景逐步增加。本标准在制定过程中，对药芯焊丝熔化极气体保护焊在管道中的应用进行了广泛、深入的调查研究，认真总结了多年来药芯焊丝制造、检验、使用等方面的经验，参考有关国际标准和国外先进标准，制订本标准。

本标准主要内容包括：

1. 明确了药芯焊丝在不同类型、材质管道焊接中的使用范围；
2. 明确了药芯焊丝相关定义和术语；
3. 明确了药芯焊丝制造商质量保证体系要求和验收标准；
4. 制订了药芯焊丝储存、使用过程管理要点；
5. 制订了药芯焊丝熔化极气体保护焊接工艺要点；
6. 规定了药芯焊丝熔化极气体保护焊焊接质量检验标准；
7. 编制了国内外药芯焊丝型号对照、药芯焊丝与母材选用对照等。

本规范由山东省特种设备协会负责管理，由 负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送。

本次局部修订的主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**目 次**

[1 范围 5](#_Toc131325322)

[2 规范性引用文件 5](#_Toc131325323)

[3 术语和定义 5](#_Toc131325324)

[4 基本规定 6](#_Toc131325325)

[5 药芯焊丝 6](#_Toc131325326)

[5.1 一般规定 6](#_Toc131325327)

[5.2 扩散氢含量 7](#_Toc131325328)

[5.3 焊丝验收 7](#_Toc131325329)

[5.4 药芯焊丝储存、保管 7](#_Toc131325330)

[5.5 焊丝使用过程管理 7](#_Toc131325331)

[6 焊接保护气体 8](#_Toc131325332)

[7 焊工 8](#_Toc131325333)

[8 焊接工艺评定及焊接工艺规程 8](#_Toc131325334)

[8.1 焊接工艺评定 8](#_Toc131325335)

[8.2 焊接工艺规程 8](#_Toc131325336)

[9 焊接环境 9](#_Toc131325337)

[10 焊接施工 9](#_Toc131325338)

[10.1 焊接设备 9](#_Toc131325339)

[10.2 坡口 9](#_Toc131325340)

[10.3 清理及表面准备 9](#_Toc131325341)

[10.4 组对及定位焊接 9](#_Toc131325342)

[10.5 焊前预热 10](#_Toc131325343)

[10.6 焊接工艺 10](#_Toc131325344)

[11 焊后热处理 10](#_Toc131325345)

[12 焊接质量检测 10](#_Toc131325346)

[12.1 外观检查 10](#_Toc131325347)

[13.2 无损检测 10](#_Toc131325348)

[附录A：常用非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝化学成分和力学性能 12](#_Toc131325349)

[表 A.1非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝熔敷金属化学成分 12](#_Toc131325350)

[表 A.2 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝多道焊熔敷金属抗拉强度代号 12](#_Toc131325351)

[表 A.3 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝单道焊熔敷金属抗拉强度代号 13](#_Toc131325352)

[附录B 奥氏体不锈钢药芯焊丝熔敷金属化学成分见B.1～4。 13](#_Toc131325353)

[表 B.1 奥氏体不锈钢药芯焊丝气体保护非金属粉型药芯焊丝熔敷金属化学成分 13](#_Toc131325354)

[表 B.2 奥氏体不锈钢药芯焊丝气体保护金属粉型药芯焊丝熔敷金属化学成分 15](#_Toc131325355)

[表 B.3 奥氏体不锈钢药芯焊丝钨极惰性气体保护焊用药芯填充丝熔敷金属化学成分 16](#_Toc131325356)

[表 B.4 奥氏体不锈钢药芯焊丝熔敷金属力学性能 16](#_Toc131325357)

[附录C：常用国内与国际药芯焊丝对照表 17](#_Toc131325358)

[附录D：常用钢制管道药芯焊丝选用表 18](#_Toc131325359)

[本规范用词说明 19](#_Toc131325360)

增加条文说明

钢制管道药芯焊丝熔化极气体保护焊技术标准

1. 范围

本标准规定了药芯焊丝熔化极气体保护焊的基本要求，药芯焊丝一般要求、验收、使用储运与保管、焊接保护气体、焊接工艺及过程、焊接检验等要求。

本标准适用于碳钢，标准抗拉强度不高于540 MPa、设计温度不低于-46℃低合金钢，奥氏体不锈钢等钢制管道药芯焊丝熔化极气体保护焊接施工。

本标准也适用于金属粉芯焊丝的焊接工艺。

本标准不适用于自保护药芯焊丝焊接。

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。

GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范

GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范

GB 50517 石油化工金属管道工程施工质量验收规范

GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范

GB/T 985 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法

GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝

GB/T 17493 热强钢药芯焊丝

GB/T 17853 不锈钢药芯焊丝

GB/T 25775 焊接材料供货技术条件

GB/T 25778 焊接材料采购指南

GB/T 30583 承压设备焊后热处理规程

GB/T 36233 高强钢药芯焊丝

GB/T 39255 焊接与切割用保护气体

SH/T 3501 石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范

SH/T 3558 石油化工工程焊接通用规范

NB/T 10068 含稳定化元素不锈钢管道焊后热处理规范

NB/T 47013 承压设备无损检测

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47018 承压设备用焊接材料订货技术条件

TSG Z 6002 特种设备焊接操作人员考核细则

JB/T 3223 焊接材料质量管理规程

3 术语和定义

3.1 细丝 thin wire

焊丝直径≤*φ*1.2mm熔化极气保焊丝

3.2 粗丝 thick wire

焊丝直径≥*φ*1.6mm熔化极气保焊丝

3.3 推丝式送丝 pushing wire feeding

焊枪与送丝机构分开，焊丝由送丝机构推送，通过一段软管进入焊枪。焊枪结构简单轻便，一般作为手工焊接使用。

3.4 拉丝式送丝drawing wire feeding

焊枪与送丝机构集成，焊丝压紧轮集成在焊枪上，焊丝由焊丝压紧轮拖拽送至喷嘴，由于焊枪较重，一般作为机动焊、自动焊焊接使用。

3.5基本气体 main gas

组合气体中的主要组分或单一组分的气体。

3.6混合气体 mixed gas

包含两种或两种以上有效组合的气体。

3.7喷射过渡 spray transfer

熔滴呈细小颗粒并以喷射状态快速通过电弧区向熔池过渡的形式。

3.8脉冲喷射过渡 pulsed spray transfer

利用脉冲电流控制的喷射过渡。

3.9 填充比（率） filling ratio

 (包药成型线总重-去药后成型线净重)/包药成型线总重×100%。

4 基本规定

4.1 药芯焊丝制造商应具有GB/T 25778要求的质量保证体系，保证其数据的真实性、有效性及可追溯性。

4.2 药芯焊丝应具有制造商的质量证明文件，并应符合国家现行标准、设计文件和订货技术条件的规定。质量证明文件至少应包括下列内容：

1. 标准号；
2. 规格、牌号（型号）及特性数据；
3. 生产批号和供货状态；
4. 制造商名称；
5. 检验印鉴标志。

4.3 当药芯焊丝由下列情况之一时不得使用：

1. 质量证明文件不符合产品技术标准和订货技术条件；
2. 对质量证明文件特性数据有异议；
3. 实物标识与质量证明文件内容不符；
4. 要求复验的材料未进行复验或复验不合格。
	1. 药芯焊丝单盘重量由供需双方协商，宜采用5kg/盘的包装。

5 药芯焊丝

5.1 一般规定

5.1.1 药芯焊丝应符合以下规定：

1. 碳钢及低合金钢药芯焊丝应符合GB/T 10045的规定。
2. 低合金耐热钢药芯焊丝应符合GB/T 17493的规定。
3. 强度钢及高强度钢药芯焊丝应符合GB/T 36233的规定。
4. 奥氏体不锈钢药芯焊丝应符合GB/T 17853的规定。

5.1.2 国外牌号药芯焊丝应符合相应的标准和技术条件要求。国内外材料对照表见附录B。

5.1.3 药芯焊丝应在订货技术协议中明确药芯焊丝类型、药芯填充均匀性，填充率±0.5%。

5.1.4 当熔覆金属有低温冲击韧性、铁素体含量等要求时，药芯焊丝制造商应出具相应的熔敷金属检测报告或证明文件。

5.2 扩散氢含量

5.2.1 药芯焊丝熔敷金属扩散氢含量应根据供需双方协商、且符合相应要求，应在外包装及使用说明书中注明熔敷金属扩散氢含量合格指标，储存、运输和使用注意事项。

5.2.3 药芯焊丝合格证明文件中熔敷金属扩散氢含量控制参照NB/T47018中有关规定，参照表5.2.3，检测方法宜采用GB/T 3965。

表5.2.3 药芯焊丝熔敷金属扩散氢含量（参照NB/T 47018）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 焊材型号 | 扩散氢代号 | 扩散氢含量mL/100g |
| （水银法或热导法） |
| E66XX-X E60XX-X E59XX-X | H5 | ≤5 |
| E55XX-X | H6 | ≤6 |
| 50XX-X E52XX-X | H7 | ≤7 |
| E43XX | H8 | ≤8 |
|  | H10 | ≤10 |
|  | H15 | ≤15 |

5.2.4 含铬量为0.5%≤Cr≤2%的Cr-Mo热强钢，或设计温度低于-40℃低温钢管道焊接，药芯焊丝熔敷金属扩散氢含量应不大于H5。

5.2.5 如果需方对熔敷金属扩散氢含量有特殊要求，供方应满足，并做好相关试验和合格标识。

5.3 焊丝验收

5.3.1 药芯焊丝质量证明文件，应符合4、5.1、5.2中的相应规定。质量证明文件中应有化学成分、拉伸试验、冲击试验、弯曲试验、射线检测、熔敷金属扩散氢含量等指标。

5.3.2 药芯焊丝表面应光滑，无毛刺、凹坑凸起、划痕、锈蚀、氧化皮和油污等缺陷，也不应有其他不利于焊接操作和影响熔覆金属质量的杂质。

5.3.3 药芯焊丝接头应光滑，保证均匀送丝。缠绕的焊丝应适用于在自动焊和机动焊机上连续送丝。

5.3.4 当技术条件有要求，或对药芯焊丝质量有疑义时，应按照技术条件及制造标准要求进行相应的复验。

5.3.5 药芯焊丝外包装及使用说明书中，应注明可使用的焊接位置、保护气体等关键工艺条件。当熔滴过渡形式对焊接工艺质量有明显影响时，也应在焊丝外包装或使用说明书中进行标注。

5.4 药芯焊丝储存、保管

5.4.1 药芯焊丝存储、保管应符合JB/T 3223的规定。

5.4.2 药芯焊丝库存的规定期限应在焊接材料质量证明书或说明书上注明。

5.4.3 药芯焊丝拆封前，应检查真空包装不得有破损。

5.4.4 出现以下异常情况时，药芯焊丝应经综合研判后再决定能否用于管道的焊接：

 a）拆封前包装破损；

 b）焊丝表面有锈迹；

 c）其他保存不当而出现影响焊接质量的缺陷；

 d）超过焊丝质量证明文件或说明书注明的使用期限。

5.5 焊丝使用过程管理

5.5.1 焊丝在使用前应核对其材质、牌号和规格。

5.5.2 药芯焊丝宜使用带隔离防护外壳的送丝机设备，使用过程中应防止砂轮打磨、粉尘对焊丝表面造成污染。

5.5.3 药芯焊丝使用过程中保持表面洁净、干燥，宜在8小时内使用完；当湿度≥80%的天气环境下，宜4小时内使用完。

5.5.4 未用完的焊丝宜采用真空抽塑、加干燥剂等措施进行保存。

5.5.5 药芯焊丝回收入库时应保证焊丝型号/牌号、批号、规格、回收数量、时间等内容信息完整，内容缺失时应及时进行标识移植。

6 焊接保护气体

6.1 药芯焊丝气体保护焊应明确采用的保护气体类型为基本气体、混合气体或其他形式。

6.2 焊接保护用氩气、氦气应符合GB/T 39255的规定，纯度不应低于99.99%，当瓶内压力低于0.5MPa时，应停止使用。

6.3 焊接保护用二氧化碳气体应符合GB/T 39255的规定，二氧化碳气体纯度不应低于99.8%，水分含量不应大于120×10-6（体积分数），使用前应预热和干燥。当瓶内压力低于0.98MPa时，应停止使用。

6.4 焊接保护用混合气体应符合焊丝合格证中混合比例的要求，且应符合GB/T 39255的规定，可采用瓶装成品气，也可采用气体配比器进行混合。

7 焊工

7.1 药芯焊丝熔化极气体保护焊接操作人员，焊接前应经过培训或考核，熟悉焊接材料、焊接设备、焊接工艺。

7.2 从事钢制压力管道药芯焊丝熔化极气保焊焊接工作的焊接操作人员应按照TSG Z6002的规定，取得GMAW或FCAW焊接方法的操作资格。

8 焊接工艺评定及焊接工艺规程

8.1 焊接工艺评定

8.1.1 钢制管道药芯焊丝熔化极气体保护焊焊接前应进行焊接工艺评定。

8.1.2 焊接工艺评定应按NB/T 47014的规定进行，当设计有其他要求时，焊接工艺评定还应满足设计文件的要求。

8.1.3 药芯焊丝气体保护焊采用的保护气体类型、混合气体比例、气体流量范围等应经焊接工艺评定验证，并在焊接工艺评定报告中准确记录。

8.1.4 当保护气体类型发生变化，或气体混合比例变化超过焊接工艺评定中规定的范围时，应重新进行评定。

8.1.5 当层道间厚度≥焊丝直径3倍时，焊接工艺评定应增加金相检测，层道间熔深应≥1mm。

8.1.6 当设计对奥氏体不锈钢管道有晶间腐蚀要求时，焊接工艺评定应进行晶间腐蚀试验。

8.1.7 低温钢管道焊接接头应按照NB/T 47014 和相关标准进行冲击韧性试验。

8.1.8 当短路过渡电弧改为其他熔滴过渡形式电弧类型时，应重新进行焊接工艺评定，反之亦然。采用短路过渡时，焊接工艺评定试件覆盖厚度应按照NB/T 47014中相关要求执行。

8.1.9 当药芯焊丝气保焊采用脉冲参数时，焊接工艺评定中应记录设备型号、脉冲参数等数据。

8.1.10 药芯焊丝机动焊、自动焊接，应详细记录相应的焊接参数；当焊接位置由平焊位置改为其他焊接位置时，应增加冲击韧性试验。

8.2 焊接工艺规程

8.2.1 施焊前，应根据焊接工艺评定、相关标准编制焊接工艺规程，用于指导焊接施工。

8.2.2 焊接工艺规程应至少包括下列内容：

1. 焊接环境要求；
2. 焊接方法及机动化程度；
3. 电源种类和极性；
4. 母材的型号、规格尺寸；
5. 坡口形式、尺寸及加工要求；
6. 焊丝的标准号、型号、牌号、规格；
7. 焊接位置及焊接方向；
8. 焊接层道数量及层厚；
9. 预热及层道间温度及后热、焊后热处理要求；
10. 保护气体的类型、成分、混合配比、纯度、流量范围；
11. 电流（送丝速度）和电压、脉冲参数、干伸长度等焊接电特性及焊接工艺参数；
12. 焊接操作要领与技术措施。

9 焊接环境

9.1 施焊环境出现下列情况之一时，应采取防护措施，否则应停止焊接工作：

a）焊接时风速等于或大于2m/s；

b）相对湿度大于90%；

c）下雨或下雪时露天作业；

d）环境温度低于-20 ℃。

9.2 当焊接时风速过大时，可采用防风棚、焊枪防风罩等措施，或增大喷嘴保护气流量，改善气体保护效果。

10 焊接施工

10.1 焊接设备

10.1.1 熔化极气保焊焊机宜设置专用电源供电，网络电压应满足焊接电源承载范围。

10.1.2 焊接前，应检查焊接设备、电加热预热干燥器、压丝轮、导丝管、导电嘴、保护气喷嘴等满足要求。

10.1.3 焊接保护气输送宜采用塑料导管，不应采用胶皮导管。焊接前应提前送气，对输送管道中的水分进行吹扫。

10.1.4 手工焊接时，宜采用推丝式焊枪；机动焊、自动焊宜采用拉丝式、推拉丝式焊枪。

10.1.5 管道全位置手工焊、机动焊、自动焊宜采用细丝熔化极气保焊。管道转动焊口焊接时可使用粗丝熔化极气保焊。

10.2 坡口

10.2.1 坡口形式和尺寸宜参照GB/T 985.1的规定。

10.2.2 碳钢及低合金钢坡口加工可采用机械方法或火焰切割方法；不锈钢坡口加工应采用机械加工或等离子切割方法。

10.2.3 采用等离子弧、火焰等热加工方法，应除去坡口表面的氧化皮、熔渣及影响接头质量的表面层，并应将凹凸不平处打磨平整。

10.3 坡口清理及准备

10.3.1 焊件组对及焊接前，应将坡口及内外侧表面不小于20mm范围内的杂质、毛刺、油污等清理干净，并不得有裂纹、夹层和夹渣等缺陷。

10.3.2 不锈钢坡口打磨时应使用不锈钢专用砂轮片。

10.4 组对及定位焊接

10.4.1 焊件对接接头组对时，内壁错边量不应超过母材厚度的10%，且机动焊、自动焊接时不应大于1mm，手工焊接时不应大于2mm。

10.4.2 在根部焊道焊接前，应对熔入正式焊缝的定位焊缝进行检查，当发现缺陷时，按要求处理合格后方可施焊。

10.4.3 定位焊缝两端应圆滑过渡。

10.4.4 不锈钢焊件施焊前，坡口两侧各100㎜范围内应采取防飞溅措施。

10.5 焊前预热

10.5.1 当焊件温度低于0℃时，所有钢材的焊缝应在始焊处100mm范围内预热至15℃以上。预热时间应结合材料规格、环境条件，管口均匀预热，彻底清除冷凝水。

10.5.2 焊前预热应根据钢材的淬硬性、焊件厚度、结构刚性、焊接方法、焊接环境及使用条件等因素综合确定。焊前预热应在焊接工艺文件中规定，并应经焊接工艺评定验证。

10.5.3 焊前预热的加热范围应以焊缝中心为基准，每侧不应小于焊件厚度的5倍，且不应小于100mm。

10.6 焊接工艺

10.6.1 药芯焊丝材料的选用应符合设计文件、相关标准的规定，必要时应经焊接工艺评定验证。

10.6.2 当采用金属粉芯焊丝熔化极气保焊打底焊接时，宜采用细丝熔化极气保焊。不锈钢药芯焊丝气保焊背面可免惰性气体保护。

10.6.3 保护喷嘴直径，一般为焊丝直径×（10～15）倍，且不小于Φ12mm。

10.6.4 焊接时喷嘴保护气流量，宜按照以下公式计算，喷嘴保护气流量=喷嘴直径×（1～1.2）L/min。必要时，可适当增加保护气喷嘴流量。

10.6.5 焊接时，焊丝干伸长度宜为焊丝直径×（10～15）倍。当焊丝干伸长度超过该数值时，应适当增加喷嘴保护气流量。

10.6.6 焊接过程中，电弧摆动幅度不宜超过焊丝直径10～15倍。

10.6.7 为防止焊缝层道间熔敷金属未熔合、熔合不良，焊枪倾角、转角宜垂直于熔池，并采用多层多道焊，焊层厚度不宜超过焊丝直径3倍。

10.6.8 焊接时，当飞溅物影响观察和焊接时，应及时停止焊接，及时清除焊道中的飞溅物。

10.6.9 当焊接过程出现磁偏吹时，应停止施焊，并采取防磁吹措施消除磁偏吹方可施焊。

10.6.10 管子焊接时，管内应防止穿堂风。

10.6.11 应采取提前送气、滞后停气的措施，并且在熄弧后，金属熔池未完全凝固之前，不得立即抬起焊枪及喷嘴。

10.6.12 焊接过程中应保证起弧和收弧处的质量，收弧时应将弧坑填满。多层多道焊接头应错开25mm以上，并清理道间的杂质。

10.6.13 碳钢、碳锰钢材料，道间温度不宜高于315℃；低温材料管道，道间温度不宜高于200℃；奥氏体不锈钢道间温度不宜高于150℃。

11 焊后热处理

11.1 焊后热处理应符合设计文件的规定。当无规定时，金属管道的焊后热处理应符合GB 50235 中的相关规定。

11.2 奥氏体不锈钢不宜进行焊后热处理。含稳定化元素奥氏体不锈钢管道热处理执行设计文件要求。

12 焊接质量检测

12.1 外观检查

12.1.1 除设计文件和焊接工艺文件有特殊要求的焊缝外，焊缝应在焊完后立即去除熔渣、飞溅物，清理干净焊缝表面，并应进行焊缝外观检查。

12.1.2 当焊缝及其附近表面进行酸洗、钝化处理时，其质量应符合设计文件和国家现行相关标准的规定。

13.2 无损检测

12.2.1焊缝无损检测应在该焊缝焊接完成并经外观检查合格后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，无损检测应在焊接完成24h后进行。对有再热裂纹倾向的接头，无损检测应在热处理后进行。

12.2.2 无损检测按照NB/T 47013的规定执行。

附录A：常用非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝化学成分和力学性能

表 A.1非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝熔敷金属化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 化学成分分类 | 化学成分（质量分数，wt%）a |
| C | Mn | Si | P | S | Ni | Cr | Mo | V | Cu | Alb |
| 无标记 | 0.18c | 2.00 | 0.90 | 0.030 | 0.030 | 0.50d | 0.20d | 0.30d | 0.08d | — | 2.0 |
| K | 0.20 | 1.60 | 1.00 | 0.030 | 0.030 | 0.50d | 0.20d | 0.30d | 0.08d | — | — |
| 2M3 | 0.12 | 1.50 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | — | — | 0.40～0.65 | — | — | 1.8 |
| 3M2 | 0.15 | 1.25～2.00 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | — | — | 0.25～0.55 | — | — | 1.8 |
| N1 | 0.12 | 1.75 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.30～1.00 | — | 0.35 | — | — | 1.8 |
| N2 | 0.12 | 1.75 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.80～1.20 | — | 0.35 | — | — | 1.8 |
| N3 | 0.12 | 1.75 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 1.00～2.00 | — | 0.35 | — | — | 1.8 |
| N5 | 0.12 | 1.75 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 1.75～2.75 | — | — | — | — | 1.8 |
| N7 | 0.12 | 1.75 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 2.75～3.75 | — | — | — | — | 1.8 |
| CC | 0.12 | 0.60～1.40 | 0.20～0.80 | 0.030 | 0.030 | — | 0.30～0.60 | — | — | 0.20～0.50 | 1.8 |
| NCC | 0.12 | 0.60～1.40 | 0.20～0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.10～0.45 | 0.45～0.75 | — | — | 0.30～0.75 | 1.8 |
| NCC1 | 0.12 | 0.50～1.30 | 0.20～0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.30～0.80 | 0.45～0.75 | — | — | 0.30～0.75 | 1.8 |
| NCC2 | 0.12 | 0.80～1.60 | 0.20～0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.30～0.80 | 0.10～0.40 | — | — | 0.20～0.50 | 1.8 |
| NCC3 | 0.12 | 0.80～1.60 | 0.20～0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.30～0.80 | 0.45～0.75 | — | — | 0.20～0.50 | 1.8 |
| N1M2 | 0.15 | 2.00 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.40～1.00 | 0.20 | 0.20～0.65 | 0.05 | — | 1.8 |
| N2M2 | 0.15 | 2.00 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 0.80～1.20 | 0.20 | 0.20～0.65 | 0.05 | — | 1.8 |
| N3M2 | 0.15 | 2.00 | 0.80 | 0.030 | 0.030 | 1.00～2.00 | 0.20 | 0.20～0.65 | 0.05 | — | 1.8 |
| GXe | 其他协定成分 |
| 注：表中单值均为最大值。 |
| a 如有意添加B元素，应进行分析；b 只适用于自保护焊丝；c 对于自保护焊丝，C≤0.30%；d 这些元素如果是有意添加的，应进行分析；e 表中未列出的分类可用相类似的分类表示，词头加字母“G”。化学成分范围不进行规定，两种分类之间不可替换。 |

表 A.2 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝多道焊熔敷金属抗拉强度代号

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗拉强度代号 | 抗拉强度*R*m/MPa | 屈服强度a *R*eL/MPa | 断后伸长率A/% |
| 43 | 430～600 | ≥330 | ≥20 |
| 49 | 490～670 | ≥390 | ≥18 |
| 55 | 550～740 | ≥460 | ≥17 |
| 57 | 570～770 | ≥490 | ≥17 |
| a当屈服发生不明显时，应测定规定塑性延伸强度Rp0.2。 |

表 A.3 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝单道焊熔敷金属抗拉强度代号

|  |  |
| --- | --- |
| 抗拉强度代号 | 抗拉强度*R*m/MPa |
| 43 | ≥430 |
| 49 | ≥490 |
| 55 | ≥550 |
| 57 | ≥570 |

附录B 奥氏体不锈钢药芯焊丝熔敷金属化学成分见B.1～4。

奥氏体不锈钢药芯焊丝气体保护非金属粉型药芯焊丝熔敷金属化学成分应符合表B.1规定，分类保护气体采用C1，M12，M21和Z；

奥氏体不锈钢药芯焊丝气体保护金属粉型药芯焊丝熔敷金属化学成分应符合表B.2规定，分类保护气体采用M12，M13，M21，I1和Z；

奥氏体不锈钢药芯焊丝钨极惰性气体保护焊用药芯填充丝熔敷金属化学成分应符合表B.3规定，分类保护气体采用I1和Z。

表 B.1 奥氏体不锈钢药芯焊丝气体保护非金属粉型药芯焊丝熔敷金属化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 化学成分分类 | 化学成分（质量分数，wt%） |
| C | Mn | Si | P | S | Ni | Cr | Mo | Cu | Nb+Ta | N | 其他 |
| 307 | 0.13 | 3.30～4.75 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～10.5 | 18.0～20.5 | 0.5～1.5 | 0.75 | — | — | — |
| 308 | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 308L | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～12.0 | 18.0～21.0 | 0.75 | — | — | — | — |
| 308H | 0.15 | 1.25～2.00 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.75 | — | — | — | — |
| 308Mo | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 308LMo | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～12.0 | 18.0～21.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 309 | 0.10 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 22.0～25.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 309L | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 22.0～25.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 309H | 0.04～0.10 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 22.0～25.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 309Mo | 0.12 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～16.0 | 21.0～25.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 309LMo | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～16.0 | 21.0～25.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 309LNb | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 22.0～25.0 | 0.75 | 0.75 | 0.7～1.0 | — | — |
| 309LNiMo | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 15.0～17.0 | 20.5～23.5 | 2.5～3.5 | 0.75 | — | — | — |
| 310 | 0.20 | 1.0～2.5 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 20.0～22.5 | 25.0～28.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 312 | 0.15 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 8.0～10.5 | 28.0～32.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 316 | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 11.0～14.0 | 17.0～20.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 316L  | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 11.0～14.0 | 17.0～20.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 316H | 0.04～0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 11.0～14.0 | 17.0～20.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 316LCu | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 11.0～16.0 | 17.0～20.0 | 1.25～2.75 | 1.0～2.5 | — | — | — |
| 317 | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 18.0～21.0 | 3.0～4.0 | 0.75 | — | — | — |
| 317L | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 18.0～21.0 | 3.0～4.0 | 0.75 | — | — | — |
| 318 | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 11.0～14.0 | 17.0～20.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | 8×C～1.0 | — | — |
| 347 | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.75 | 0.75 | 8×C～1.0 | — | — |
| 347L | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.75 | 0.75 | 8×C～1.0 | — | — |
| 347H | 0.04～0.08 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.5 | 0.75 | 8×C～1.0 | — | — |
| 409 | 0.10 | 0.80 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 10.5～13.5 | 0.75 | 0.75 | — | — | Ti：10×C～1.5 |
| 409Nb | 0.10 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 10.5～13.5 | 0.75 | 0.75 | 8×C～1.5 | — | — |
| 410 | 0.12 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 11.0～13.5 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 410NiMo | 0.06 | 1.0 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 4.0～5.0 | 11.0～12.5 | 0.4～0.7 | 0.75 | — | — | — |
| 410NiTi | 0.04 | 0.70 | 0.50 | 0.03 | 0.03 | 3.6～4.5 | 11.0～12.0 | 0.5 | 0.50 | — | — | Ti：10×C～1.5 |
| 430 | 0.10 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 15.0～18.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 430Nb | 0.10 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 15.0～18.0 | 0.75 | 0.75 | 0.5～1.5 | — | — |
| 16-8-2 | 0.10 | 0.5～2.5 | 0.75 | 0.04 | 0.03 | 7.5～9.5 | 14.5～17.5 | 1.0～2.0 | 0.75 | — | — | Cr+Mo：18.5 |
| 2209 | 0.04 | 0.5～2.0 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 7.5～10.0 | 21.0～24.0 | 2.5～4.0 | 0.75 | — | 0.08～0.20 | — |
| 2307 | 0.04 | 2.0 | 1.0 | 0.03 | 0.02 | 6.5～10.0 | 22.5～25.5 | 0.8 | 0.50 | — | 0.10～0.20 | — |
| 2553 | 0.04 | 0.5～1.5 | 0.75 | 0.04 | 0.03 | 8.5～10.5 | 24.0～27.0 | 2.9～3.9 | 1.5～2.5 | — | 0.10～0.25 | — |
| 2594 | 0.04 | 0.5～2.5 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 8.0～10.5 | 24.0～27.0 | 2.5～4.5 | 1.5 | — | 0.20～0.30 | W：1.0 |
| GXa | 其他协定成分 |
| 注：表中单值均为最大值。 |
| a 表中未列出的分类可用相类似的分类表示，词头加字母“G”。化学成分范围不进行规定，两种分类之间不可替换。 |

表 B.2 奥氏体不锈钢药芯焊丝气体保护金属粉型药芯焊丝熔敷金属化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 化学成分分类 | 化学成分（质量分数，wt%） |
| C | Mn | Si | P | S | Ni | Cr | Mo | Cu | Nb+Ta | N | 其他 |
| 308L | 0.04 | 1.5～2.5 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 9.0～11.0 | 19.0～22.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 308Mo | 0.08 | 1.0～2.5 | 0.30～0.65 | 0.03 | 0.03 | 9.0～12.0 | 18.0～21.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 309L | 0.04 | 1.0～2.5 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 12.0～14.0 | 23.0～25.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 309LMo | 0.04 | 1.0～2.5 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 12.0～14.0 | 23.0～25.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 316L  | 0.04 | 1.0～2.5 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 11.0～14.0 | 18.0～20.0 | 2.0～3.0 | 0.75 | — | — | — |
| 347 | 0.08 | 1.0～2.5 | 0.30～0.65 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 19.0～21.5 | 0.75 | 0.75 | 10×C～1.0 | — | — |
| 409 | 0.08 | 0.80 | 0.8 | 0.03 | 0.03 | 0.6 | 10.5～13.5 | 0.75 | 0.75 | — | — | Ti：10×C～1.5 |
| 409Nb | 0.12 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 10.5～13.5 | 0.75 | 0.75 | 8×C～1.5 | — | — |
| 410 | 0.12 | 0.6 | 0.5 | 0.03 | 0.03 | 0.6 | 11.5～13.5 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 410NiMo | 0.06 | 1.0 | 1.0 | 0.03 | 0.03 | 4.0～5.0 | 11.0～12.5 | 0.4～0.7 | 0.75 | — | — | — |
| 430 | 0.10 | 0.6 | 0.5 | 0.03 | 0.03 | 0.6 | 15.5～18.0 | 0.75 | 0.75 | — | — | — |
| 430Nb | 0.10 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 15.0～18.0 | 0.75 | 0.75 | 0.5～1.5 | — | — |
| 430LNb | 0.04 | 1.2 | 1.0 | 0.04 | 0.03 | 0.6 | 15.0～18.0 | 0.75 | 0.75 | 0.5～1.5 | — | — |
| GXa | 其他协定成分 |
| 注：表中单值均为最大值。 |
| a 表中未列出的分类可用相类似的分类表示，词头加字母“G”。化学成分范围不进行规定，两种分类之间不可替换。 |

表 B.3 奥氏体不锈钢药芯焊丝钨极惰性气体保护焊用药芯填充丝熔敷金属化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 化学成分分类 | 化学成分（质量分数，wt%） |
| C | Mn | Si | P | S | Ni | Cr | Mo | Cu | Nb+Ta | N | 其他 |
| 308L | 0.03 | 0.5～2.5 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.5 | 0.5 | — | — | — |
| 309L | 0.03 | 0.5～2.5 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 12.0～14.0 | 22.0～25.0 | 0.5 | 0.5 | — | — | — |
| 316L  | 0.03 | 0.5～2.5 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 11.0～14.0 | 17.0～20.0 | 2.0～3.0 | 0.5 | — | — | — |
| 347 | 0.08 | 0.5～2.5 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 9.0～11.0 | 18.0～21.0 | 0.5 | 0.5 | 8×C～1.0 | — | — |
| GXa | 其他协定成分 |
| 注：表中单值均为最大值。 |
| a 表中未列出的分类可用相类似的分类表示，词头加字母“G”。化学成分范围不进行规定，两种分类之间不可替换。 |

表 B.4 奥氏体不锈钢药芯焊丝熔敷金属力学性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 化学成分分类 | 抗拉强度Rm/MPa | 断后伸长率A/% | 焊后热处理 |
| 307 | ≥590 | ≥25 | — |
| 308 | ≥550 | ≥25 |
| 308L | ≥520 | ≥25 |
| 308H | ≥550 | ≥25 |
| 308Mo | ≥550 | ≥25 |
| 308LMo | ≥520 | ≥25 |
| 308HMo | ≥550 | ≥25 |
| 309 | ≥550 | ≥25 |
| 309L | ≥520 | ≥25 |
| 309H | ≥550 | ≥25 |
| 309Mo | ≥550 | ≥15 |
| 309LMo | ≥520 | ≥15 |
| 309LNiMo | ≥520 | ≥15 |
| 309LNb | ≥520 | ≥25 |
| 310 | ≥550 | ≥25 |
| 312 | ≥660 | ≥15 |
| 316 | ≥520 | ≥25 |
| 316L | ≥485 | ≥25 |
| 316LK | ≥485 | ≥25 |
| 316H | ≥520 | ≥25 |
| 316LCu | ≥485 | ≥25 |
| 317 | ≥550 | ≥20 |
| 317L | ≥520 | ≥20 |
| 318 | ≥520 | ≥20 |
| 347 | ≥520 | ≥25 |
| 347L | ≥520 | ≥25 |
| 347H | ≥550 | ≥25 |
| 409 | ≥450 | ≥15 |
| 409Nb | ≥450 | ≥15 | a |
| 410 | ≥520 | ≥15 | a |
| 410NiMo | ≥760 | ≥10 | b |
| 410NiTi | ≥760 | ≥10 | b |
| 430 | ≥450 | ≥15 | c |
| 430Nb | ≥450 | ≥13 | c |
| 430LNb | ≥410 | ≥13 | — |
| 16-8-2 | ≥520 | ≥25 |
| 2209 | ≥690 | ≥15 |
| 2307 | ≥690 | ≥15 |
| 2553 | ≥760 | ≥13 |
| 2594 | ≥760 | ≥13 |
| GX | 供需双方协定 |
| a 加热到730℃～760℃之间，保温1h，随炉冷到315℃，然后空冷至室温；b 加热到590℃～620℃之间，保温1h，然后空冷至室温；c 加热到760℃～790℃之间，保温2h，随炉冷到600℃，然后空冷至室温； |

附录C：常用国内与国际药芯焊丝对照表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料类别 | 国标 | 美标 | 欧标 |
| 非合金钢及细晶粒钢 | GB/T 10045T492T1-XC1A | AWS A5.36E49XT1-C1A2-CS1 | ISO 17632T492T1-XC1A |
| GB/T 10045T492T1-XM21A | AWS A5.36E49XT1-M21A2-CS1 | ISO 17632T492T1-XM21A |
| GB/T 10045T553T1-XC1A-N2 | AWS A5.36E55XT1-C1A3-Ni1 | ISO 17632T553T1-XC1A-N2 |
| GB/T 10045T553T1-XM21A-N2 | AWS A5.36E55XT1-M21A3-Ni1 | ISO 17632T553T1-XM21A-N2 |
| 热强钢 | GB/T 17493T55T1-XC1-2M3 | AWS A5.36E55XT1-C1PZ-A1 | ISO 17632T55T1-XC1-2M3 |
| GB/T 17493T55T1-XM21-2M3 | AWS A5.36E55XT1-M21PZ-A1 | ISO 17632T55T1-XM21-2M3 |
| GB/T 17493T62T1-XC1-2C1M | AWS A5.36E62XT1-C1PZ-B3 | ISO 17632T62T1-XC1-2C1M |
| GB/T 17493T62T1-XM21-2C1M | AWS A5.36E62XT1-M21PZ-B3 | ISO 17632T62T1-XM21-2C1M |
| GB/T 17493T69T1-XC1-9C1MV | AWS A5.36E69XT1-C1PZ-B91 | ISO 17632T69T1-XC1-9C1MV |
| GB/T 17493T69T1-XM21-9C1MV | AWS A5.36E69XT1-M21PZ-B91 | ISO 17632T69T1-XM21-9C1MV |
| 不锈钢 | GB/T 17853TS308-FXX | AWS A5.22E308T-X | ISO 17633TS308-FXX |
| GB/T 17853TS2209-FXX | AWS A5.22E2209T-X | ISO 17633TS2209-FXX |
| GB/T 17853TS308L-MXX | AWS A5.22EC308L | ISO 17633TS308L-MXX |

附录D：常用钢制管道药芯焊丝选用表

|  |  |
| --- | --- |
| 材料类别 | 匹配的药芯焊丝 |
| 非合金钢及细晶粒钢 | 20#、16Mn | GB/T 10045T492T1-XC1A |
| GB/T 10045T492T1-XM21A |
| L450MB | GB/T 10045T553T1-XC1A-N2 |
| GB/T 10045T553T1-XM21A-N2 |
| 热强钢 | 1.25Cr-0.5Mo12Cr1Mo、P11 | GB/T 17493T55T1-XC1-2M3 |
| GB/T 17493T55T1-XM21-2M3 |
| 2.25Cr-1MoP22 | GB/T 17493T62T1-XC1-2C1M |
| GB/T 17493T62T1-XM21-2C1M |
| 9Cr-1Mo-VP91 | GB/T 17493T69T1-XC1-9C1MV |
| GB/T 17493T69T1-XM21-9C1MV |
| 不锈钢 | 06Cr19Ni10 | GB/T 17853TS308-FXX |
| 22Cr-05Ni | GB/T 17853TS2209-FXX |
| 06Cr19Ni10 | GB/T 17853TS308L-MXX |

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜” ，反面词采用“不宜”；

 4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合…….的规定”或“应按……执行”。