



团 体 标 准

T/CWAN 0042—2020

药芯焊丝制备工艺及质量评价规范

Specification for manufacturing process and quality evaluation of flux-cored wire

2020-09-28 发布

2020-12-01 实施

中国焊接协会发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 制备技术分类.....	2
4.1 按类型划分.....	2
4.2 按成形方法划分.....	3
4.3 按钢皮成分划分.....	3
4.4 按焊丝截面划分.....	3
5 技术要求.....	3
5.1 钢带.....	3
5.2 焊丝.....	4
5.3 制备技术.....	4
6 检验方法.....	7
6.1 尺寸.....	7
6.2 表面质量.....	7
6.3 药粉.....	7
6.4 填充率.....	8
6.5 合口位置.....	8
6.6 焊丝接头.....	8
6.7 松弛直径及翘距.....	8
6.8 成品质量.....	8
7 检验规则.....	8
7.1 批量划分.....	8
7.2 取样方法.....	8
7.3 验收.....	8
7.4 复验.....	8
8 包装、储存、标志和品质证明书.....	8
8.1 包装.....	8
8.2 储存.....	8
8.3 标志和质量证明.....	8
9 可追溯信息化标识.....	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本文件由中国焊接协会提出并归口。

本文件起草单位：上海琛亚焊接技术研究中心、上海电机学院、江苏九洲新材料科技有限公司、哈尔滨焊接研究院有限公司、江苏伍德精工科技有限公司、上海工程技术大学、哈尔滨威尔焊接有限责任公司、江苏伯翰焊接材料有限公司、中机焊业科技（福建）有限公司、天津三英焊业股份有限公司、北京金威焊材有限公司、上海船舶工艺研究所（中国船舶工业集团公司第十一研究所）、济南大学、北华航天工业学院、南昌航空大学。

本文件起草人：刘西洋、杨淼森、刘思遥、方乃文、张天理、陈波、霍树斌、刘剑威、薛继超、李伟、兰玲、马永峰、许可贵、殷子强、管仲毅、郭彦兵、张旺、陆斌峰、孔祥霞、殷祚炷、王磊。

药芯焊丝制备工艺及质量评价规范

1 范围

本文件规定了药芯焊丝和填充丝的成形分类、制备技术、检验方法、包装、标志、品质证明书及可追溯信息化标识。

本文件适用于钢带法成形。

2 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/T 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 (GB/T 1479.1—2011, ISO 3923—1: 2008, IDT)
- GB/T 1482 金属粉末 流动性的测定 标准漏斗法 (霍尔流速计) (GB/T 1482—2010, ISO 4490: 2001, IDT)
- GB/T 2072 镍及镍合金带材 (GB/T 2072—2007)
- GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带 (GB/T 3280—2015)
- GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝 (GB/T 10045—2018, ISO 17632: 2015, MOD)
- GB/T 15391 宽度小于600 mm冷轧钢带的尺寸、外形及允许偏差 (GB/T 15391—2010)
- GB/T 17493 热强钢药芯焊丝 (GB/T 17493—2018, ISO 17634: 2015, MOD)
- GB/T 17853 不锈钢药芯焊丝 (GB/T 17853—2018, ISO 17633: 2010, MOD)
- GB/T 25775 焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志 (GB/T 25775—2010, ISO 544: 2003, MOD)
- GB/T 25778 焊接材料采购指南 (GB/T 25778—2010, ISO 14344:2010, MOD)
- GB/T 26723 冷轧钛带卷 (GB/T 26723—2011)
- GB/T 31057.1 颗粒材料 物理性能测试 第1部分 松装密度的测量 (GB/T 31057.1—2014)
- GB/T 36233 高强钢药芯焊丝 (GB/T 36233—2018, ISO 18276: 2017, MOD)
- JB/T 3223 焊接材料质量管理规程 (JB/T 3223—2017)
- YB/T 4302 冷轧后钢板和钢带表面残油和残铁含量的测定方法 (YB/T 4302—2012)
- T/CWAN 0006 焊接材料可追溯信息化标识 (T/CWAN 0006—2018)
- T/CWAN 0007 焊接术语-焊接材料 (T/CWAN 0007—2018)

3 术语与定义

3.1

药粉 flux

焊丝中钢带所包裹的物质的总称。

3.2

填充率 fill rate

药粉占焊丝的质量的百分比。

3.3

连轧法 continuous rolling process

通过连轧机组实现成型、加粉、合口、减径达到成品尺寸，成形为焊丝的方法。

3.4

模拔法 die drawing process

通过拉丝模具将U形钢带及其内表面裹上的药粉减径达到成品尺寸，成形为焊丝的方法。

3.5

轧拔法 rolling and drawing process

通过轧丝机组实现成型、加粉、合口、初步减径，通过拉丝机进一步减径达到成品尺寸，成形为焊丝的方法。

3.6

在线焊合法 online welding

在线采用等离子弧焊、钨极惰性气体保护焊、激光焊等焊接方法焊合焊丝合口处，再经减径达到成品尺寸，成形为焊丝的方法。

3.7

药芯焊丝 flux-cored wire

将相应尺寸钢带卷成圆形钢管或异形钢管的同时，在其中填进一定成分的药粉，包括造气剂、造渣剂、金属粉等，经合口和减径而成的一种焊丝。

3.8

金属粉型药芯焊丝 metal powder-cored welding wire

焊丝药芯中主要以金属粉为主，仅含有少量的造气剂、造渣剂和稳弧剂的一种焊丝。

3.9

熔渣型药芯焊丝 slag flux-cored wire

焊丝药芯中含有一定量的造气剂、造渣剂和稳弧剂的一种焊丝。

3.10

填充丝 filler wire

焊丝的一种，本标准是指500 mm~1500 mm长的药芯焊丝。

3.11

减径率 compression ratio

焊丝经过减径后焊丝截面的变化率。

3.12

润滑剂 lubricant

焊丝拉拔过程中，在被拉焊丝表面与拉丝模模壁之间形成一层润滑膜，为减小摩擦，防止焊丝表面与模壁粘结的一种润滑材料。

3.13

松弛直径 relaxation diameter

从焊丝盘上截取足够长度的焊丝，放在基准平面上，自然状态下形成圆或圆弧的直径。

3.14

翘距 pitch

从焊丝盘上截取足够长度的焊丝，放在基准平面上，自然状态下形成的圆或圆弧上翘起的最高点到基准平面的距离。

3.15

镰刀弯 camber

钢带的侧边与连接测量部分两端点的直线之间的最大距离，即钢带凹侧一边与直线的偏离。

3.16

松装密度 apparent density

在规定的条件下粉料自然填充的单位容积的质量。

4 制备技术分类

4.1 按类型划分

焊丝制造按类型可分为有缝型和无缝型，见图 1。

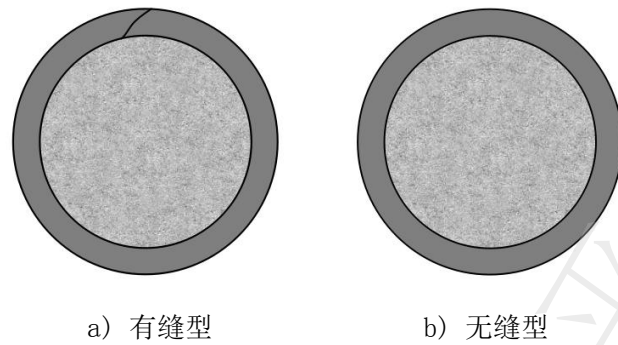


图 1 焊丝制造类型示意图

4.2 按成形方法划分

焊丝制造按成形方法可分为模拔法、连轧法、轧拔法。

4.3 按钢皮成分划分

焊丝制造按钢皮成分可分为碳钢钢带型、不锈钢钢带型、钛基钢带型和镍基钢带型，包括供需双方协定的其他成分钢带型。

4.4 按焊丝截面划分

焊丝制造按焊丝截面可分为O形、蝶形（梅花、T、E）和双层药芯截面，见图 2。

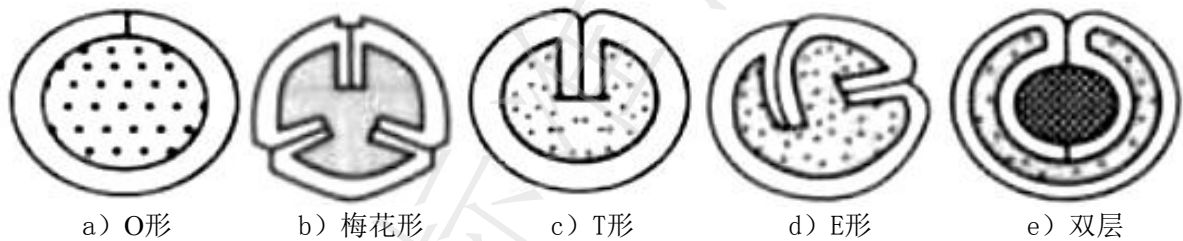


图 2 焊丝截面示意图

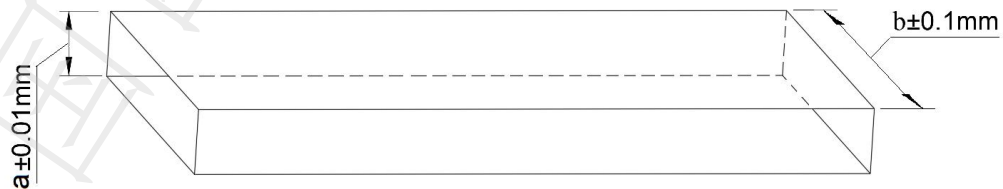
5 技术要求

5.1 钢带

5.1.1 尺寸及允许偏差

5.1.1.1 厚度要求

不同的制造厂因设备、工艺不同采用的钢带厚度不一，常见钢带厚度为0.3 mm~1.0 mm。钢带厚度应均匀，且偏差适宜，保证填充率的稳定性。钢带厚度偏差宜控制在 ± 0.01 mm，见图 3。



a—钢带厚度，单位为 mm

b—钢带宽度，单位为 mm

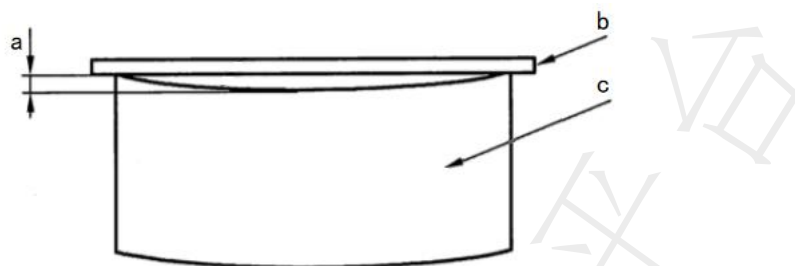
图 3 钢带尺寸偏差示意图

5.1.1.2 宽度要求

不同的制造厂因设备、工艺不同采用的钢带宽度不一，常见钢带宽度8.0 mm~20.0 mm。钢带宽度应均匀，且偏差适宜，保证钢带轧制和填充率的稳定性。钢带宽度偏差宜控制在 ± 0.1 mm，如图 3 所示。

5.1.1.3 镰刀弯要求

镰刀弯应控制在较小的范围内，保证钢带轧制和拉拔的稳定性。1000 mm长度钢带上的镰刀弯 $a \leq 1$ mm，见图 4。



- a—镰刀弯 ≤ 1 mm
b—平直基准
c—1000 mm 长钢带

图 4 镰刀弯偏差示意图

5.1.2 表面质量要求

5.1.2.1 钢带应无明显划伤，无锈迹，无严重折弯、扭曲，无退火不均。钢带边缘应无裂痕、毛刺等影响拉拔性能的缺陷，钢带表面也不应有油脂和灰尘等对焊缝金属有不良影响的杂质。

5.1.2.2 对油脂和灰尘不敏感的焊丝，宜用毡垫等干式方法擦除钢带表面的油脂和灰尘；对油脂和灰尘敏感的焊丝，宜对钢带表面进行清洗。

5.1.3 采购要求

宜选用药芯焊丝专用钢带，钢带成分可由供需双方协商确定。

5.2 焊丝

5.2.1 尺寸及允许偏差

焊丝尺寸及允许偏差应符合表 1 给出的特征值。填充丝长度为500 mm~1500 mm，长度允许偏差为 ± 4 mm。

表 1 焊丝尺寸及允许偏差

单位为mm

供货形式	焊丝直径	允许偏差
填充丝	0.6、0.8、0.9、1.0、1.2、1.4、1.6	± 0.04
	1.8、2.0、2.4、2.5、2.8、3.0	± 0.06
	3.2、4.0、5.0、6.0、8.0	± 0.08
焊丝盘	0.6、0.8、0.9、1.0、1.2、1.4、1.6	+0.00 -0.04
焊丝桶/卷	1.8、2.0、2.4、2.5、2.8、3.0	+0.00 -0.05
焊丝桶/卷	3.2、4.0、5.0、6.0、8.0	+0.00 -0.06

注：其他尺寸、偏差的焊丝按供需双方协商确定

5.2.2 表面质量要求

焊丝表面应光洁，无毛刺、裂纹、锈蚀、竹节等缺陷，包裹的药粉不应外漏，也不应有其他不利于焊接操作或对焊缝金属有不良影响的杂质。

5.3 制备技术

5.3.1 钢带层绕

5.3.1.1 钢带层绕时同层钢带之间宜留有适当间隙，间隙在后续层绕时应被下一层钢带覆盖，为保证轧制时钢带的连续送带。

5.3.1.2 常用工字轮直径尺寸有600 mm、800 mm和1000 mm，层绕方式包括立式和卧式。

5.3.2 药粉

5.3.2.1 粒度

应根据焊丝直径筛分选取药粉的粒度,严格控制不同目数药粉的比例,避免后续拉拔过程出现断丝,拉拔过慢率低,焊接时出现飞溅和烟雾。

5.3.2.2 烘干

应根据药粉中各物质的物理化学性质选取烘干温度和烘干时间,去除吸附水、结晶水等,避免焊道出现气孔和表面压痕等。烘干后的药粉及未用完的药粉宜放在保温炉内,防止药粉吸潮。

5.3.2.3 配粉

配置药粉应按照生产配方,采取人工或自动/半自动配粉装置对各种物质分别进行称量。人工配粉适用于中小批量生产;大批量生产时宜采用自动/半自动配粉装置。

5.3.2.4 均混

应把配置好的药粉装入混粉装置进行均匀化处理。

5.3.2.5 运输及放置时间

均混、烘干后的药粉,在炉中保温时间、在避免振动的倒运方式后以及在送粉斗中放置的时间,均应进行均匀度检测合格后而确定相关参数及方式,防止引起药粉的成分不均。

5.3.3 成形

5.3.3.1 填充率

填充率与成品直径、钢带厚度、钢带宽度、药粉的松装密度有关,填充率应大小适宜。

5.3.3.2 填充率偏差

焊丝内药粉应沿长度方向均匀分布,以保证熔敷金属化学成分和力学性能不受影响。用填充率的偏差来表示药粉填充的均匀性,填充率偏差宜控制在 $\pm 0.5\%$ 。

5.3.3.3 药粉流动性

药粉在送粉带上传送时应均布且不应出现成分的分层,填入钢带的U型槽时,不应出现分段和边缘锯齿现象。

5.3.3.4 合口位置

焊丝轧制合口及轧制减径时,应控制焊丝合口呈直线,不应产生偏转,合口位置一直处于焊丝的正上方。

5.3.3.5 焊丝扎实

焊丝轧制成形下线前应保证焊丝轧实。

5.3.3.6 工字轮直径

宜选用大直径工字轮,减少焊丝缠绕的曲率半径。

5.3.4 减径

5.3.4.1 减径率

从半成品到成品焊丝要经过多次拉拔减径过程,应把总的减径率合理地分配到每一次拉拔的拔丝模结构尺寸上去,其中第一道拔丝模的减径率宜相对小些。焊丝直径大于1.6 mm,固定拉丝模的减径率宜控制在10%~20%;焊丝直径小于1.6 mm,固定拉丝模的减径率宜控制在5%~10%。

5.3.4.2 润滑剂

应采用药芯焊丝适宜的润滑剂。为了达到拉丝润滑效果和降低焊丝表面清理难度,不同道次宜采用不同类型的润滑剂,同一道次宜采用多种类型混合的润滑剂。

5.3.4.3 消应力

采用不锈钢钢带、镍基钢带和钛基钢带制备焊丝,根据制备工艺需要可进行退火处理。

5.3.5 表面处理

5.3.5.1 清洗

焊丝经拉拔减径后,焊丝表面残留的润滑剂需要经过表面抛光去除,对于有缝药芯焊丝宜用毡垫、工业百洁布、棉质布线等干式方法去除。

5.3.5.2 涂敷

焊丝表面残留的润滑剂经过处理以后,可在表面涂敷一些提高防锈性能和送丝性能的表面处理剂。

5.3.6 缠绕

5.3.6.1 卷装焊丝

焊丝卷可分为带内撑焊丝卷和无内撑焊丝卷,带内撑焊丝卷内径范围和焊丝净质量及偏差应符合表2中给出的特征值。

表 2 带内撑焊丝卷外径范围和焊丝净质量及偏差

焊丝卷内径/mm	焊丝净质量/kg	焊丝净质量偏差/kg
170	5、6、7	±0.2
300	10、12.5、15、20、25、30	-0.2 +0.5

注：其他尺寸、焊丝净质量及偏差可由供需双方协商确定。

5.3.6.2 盘装焊丝

焊丝盘外径范围和焊丝净质量及偏差应符合表 3 中给出的特征值。

表 3 焊丝盘外径范围和焊丝净质量及偏差

焊丝盘外径/mm	焊丝净质量/kg	焊丝净质量偏差/kg
100	0.5、1	±0.1
200	4、5、7	±0.2
270	10、12.5、15、20	-0.2 +0.5
300	10、15、20	-0.2 +0.5
350	20、25	-0.2 +0.5
560	100	-1.0 +2.0
610	150	-1.0 +2.0
760	250、350、450	-1.0 +2.0

注：其他尺寸、焊丝净质量及偏差可由供需双方协商确定。

5.3.6.3 桶装焊丝

焊丝桶外径常见尺寸为400 mm、500 mm、600 mm，其他直径尺寸可由供需双方协商确定。

5.3.6.4 成盘、卷、桶质量

缠绕的焊丝不应有锐弯、扭结、波浪、嵌入及其他影响连续送丝的缺陷，适于在自动和半自动焊机上连续送丝。焊丝的始端和末端的固定应牢固可靠。成盘焊丝的最外层与焊丝盘外缘的距离宜大于3 mm；成桶焊丝的最上层与焊丝桶内桶上边缘的距离宜大于5 mm。

5.3.7 接头

5.3.7.1 钢带

钢带接头应采用专用钢带对接机，常用氩弧对接机，可实现0.3 mm~1.5 mm 厚钢带对接。钢带对接氩弧焊时，钢带剪口应平整无毛刺，宽度对齐，单面焊接双面成型，钢带接头应无错边、未熔合、起始端和结束端无缺口，焊后应对接头及周边进行退火处理。

5.3.7.2 焊丝

—焊丝接头应采用专用药芯焊丝对接机。焊丝接头应无错边、未熔合、凸起等影响拉拔和送丝稳定性的缺陷。

—碳钢钢带焊丝接头和不锈钢钢带焊丝接头可采用电阻对接机，不锈钢钢带焊丝接头宜用氩弧填丝对接机。焊丝对接时，焊丝断口应平整，焊丝芯部药粉适当清除，但避免出现填充不足或局部空管，焊后需要对焊缝进行修磨，保证焊缝高度不高于焊丝表面，并对焊缝及周边进行退火处理。

—一盘装焊丝接头宜≤1 个，桶装或卷装焊丝接头宜≤2 个。

5.3.8 松弛直径及翘距

焊丝的松弛直径和翘距应符合表 4 和表 5 中给出的特征值。

表 4 碳钢钢带焊丝松弛直径和翘距

单位为mm

焊丝直径 ^a	线盘直径	松弛直径	翘距
0.6、0.8、1.0、1.2、1.6	≤200	≥100	≤15
	>200	≥550	≤10

注：对于某些桶装焊丝可能经特殊处理以提供直丝输送，其松弛直径和翘距由供需双方协商确定。

^a 其他直径焊丝根据供需双方协议。

表 5 不锈钢钢带焊丝松弛直径和翘距

单位为mm

焊丝直径 ^a	线盘直径	松弛直径	翘距
0.6、0.8、1.0、1.2、1.6	≤200	≥150	≤20
	>200	≥600	≤10

注：对于某些桶装焊丝可能经特殊处理以提供直丝输送，其松弛直径和翘距由供需双方协商确定。

^a 其他直径焊丝根据供需双方协议。

6 检验方法

6.1 尺寸

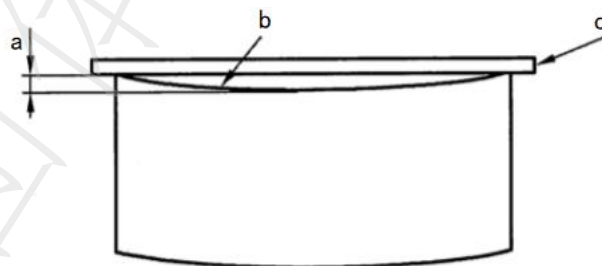
6.1.1 焊丝直径检验宜用精度不低于 0.01 mm 的量具，在同一横截面互相垂直方向测量，测量部位不少于两处。

6.1.2 填充丝长度检验宜用精度不低于 0.1 mm 的量具，抽样测量不少于 2 次。

6.1.3 钢带厚度检验宜用精度不低于 0.01 mm 的量具，沿宽度方向的中心部位，抽样测量不少于 2 次。

6.1.4 钢带宽度检验宜用精度不低于 0.1 mm 的量具，沿垂直于钢带中心线的方向测量，抽样测量不少于 2 次。

6.1.5 钢带的镰刀弯检验宜用精度不低于 0.1 mm 的量具，将 1000 mm 长直尺靠紧钢带的凹边，测量钢带边缘与直尺之间的最大距离，抽样测量不少于 2 次。镰刀弯检测方法见图 5。



- a—镰刀弯
b—钢带边沿（凹边）
c—平直基准

图 5 镰刀弯检测方法

6.2 表面质量

钢带表面油脂按 YB/T 4302 相关规定执行，其他表面质量宜用 20 倍放大镜进行观察。

6.3 药粉

6.3.1 粒度

宜选取药粉 100 g~200 g，采用不同目数的筛网进行筛分，计算不同目数区间的含量，抽样测量不少于 2 次。

6.3.2 均匀性

宜选取药粉 100 g~200 g，宜分成 5 份~10 份，利用磁铁分离每份药粉中的磁性物质，并计算磁

性物质的质量波动，以此表征药粉的均匀性，抽样测量不少于3次。

6.3.3 流动性

按 GB/T 1482 相关规定进行测定。

6.3.4 质量

人工配粉单料计量设备精度误差宜小于 10 g，配制完矿石粉和/或合金粉后宜进行总质量核实，总质量误差宜小于 0.05 %；自动配粉单料计量设备精度误差宜小于 20 g。

6.4 填充率

从轧制下线段截取长度大于 200 mm 的焊丝 3 段，并分别测量每段焊丝的总质量和与之对应的钢带质量。焊丝的截取长度宜用精度不低于 1 mm 的量具进行测量，焊丝的质量宜用精度不低于 0.01 g 的量具称量。填充率 ξ 计算公式如下：

$$\xi = \frac{M - m}{M} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： ξ —装填系数；

M—焊丝的总质量；

m—钢带的质量。

6.5 合口位置

采用目视进行观察。

6.6 焊丝接头

焊接接头应保证在焊接过程中能均匀连续送丝。

6.7 松弛直径及翘距

松弛直径和翘距检验宜用精度不低于 1 mm 的量具进行测量，基准平面宜用精度不低于 1 mm 的检验平尺测量。

6.8 成品质量

成品净质量小于 30 kg 的焊丝，宜用检验用精度不低于 0.1 kg 的量具进行测量；成品净质量大于 30 kg 的焊丝，宜用检验用精度不低于 1 kg 的量具进行测量。

7 检验规则

半成品和成品焊丝由制造厂质量检验部门按批检验。

7.1 批量划分

每批焊丝的批量划分按 GB/T 25778 进行。

7.2 取样方法

盘（卷、桶）焊丝每批任选一盘（卷、桶），进行焊丝尺寸和表面质量等检验。

7.3 验收

每批焊丝按 GB/T 25778 的相关规定进行验收。

7.4 复验

任何一项检验不合格时，该项检验应加倍复验。加倍复验结果应均符合该项检验的规定。

8 包装、储存、标志和品质证明书

8.1 包装

焊丝的包装按 GB/T 25775 规定执行。

8.2 储存

焊丝的储存按 JB/T 3223 规定执行。

8.3 标志和质量证明

焊丝的标志和品质证明按 GB/T 25775 规定执行。

9 可追溯信息化标识

焊丝的可追溯信息化标识按 T/CWAN 0006 规定执行。