

前 言

本标准代替 GB/T 12470—1990《低合金钢埋弧焊用焊剂》。

本标准与 GB/T 12470—1990 相比,主要变化如下:

——增加了对焊丝的要求;

——型号分类不再根据渣系类型划分,而是采用美国标准型号分类方法;

——F48××-H×××型号的屈服强度要求,由不小于 380 MPa 提高到不小于 400 MPa。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国焊接标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:国家焊接材料质量监督检验中心、湖南省永州市哈陵焊接器材有限责任公司、广西宜州市桂星焊材有限责任公司、洛阳牡丹焊剂有限公司、锦州天鹅焊材股份有限公司、天津大桥焊剂有限公司。

本标准起草人:储继君、李春范、施和平、刘葵、杨政科、何少卿、郑子凯。

埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂

1 范围

本标准规定了埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂的型号分类、技术要求、试验方法及检验规则等内容。本标准适用于埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新的版本适用于本标准。

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1591 低合金高强度结构钢(neq ISO 4950)

GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法

GB/T 2652 焊缝及熔敷金属拉伸试验方法

GB/T 3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级

GB/T 3429 焊接用钢盘条

GB/T 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法

GB/T 14957 熔化焊用钢丝

JB/T 7948.8 熔炼焊剂化学分析方法 钼蓝光度法测定磷量

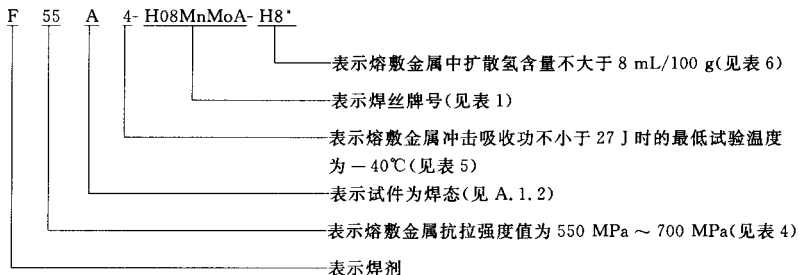
JB/T 7948.11 熔炼焊剂化学分析方法 燃烧-碘量法测定硫量

3 型号分类

3.1 型号分类根据焊丝-焊剂组合的熔敷金属力学性能,热处理状态进行划分。

3.2 焊丝-焊剂组合的型号编制方法为 F××××-H×××。其中字母“F”表示焊剂;“F”后面的两位数字表示焊丝-焊剂组合的熔敷金属抗拉强度的最小值;第二位字母表示试件的状态,“A”表示焊态,“P”表示焊后热处理状态;第三位数字表示熔敷金属冲击吸收功不小于 27 J 时的最低试验温度;“-”后面表示焊丝的牌号,焊丝的牌号按 GB/T 14957 和 GB/T 3429。如果需要标注熔敷金属中扩散氢含量时,可用后缀“H×”表示。

3.3 完整的焊丝-焊剂型号示例如下:



* 此代号标注与否由焊剂生产厂决定。

4 技术要求

4.1 焊丝

4.1.1 焊丝的化学成分应符合表1规定。

表1 焊丝化学成分

序号	焊丝牌号	化学成分(质量分数)/(%)									
		C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	Mo	V、Ti、Zr、Al	S	P
		≤									
1	H08MnA	≤0.10	0.80~1.10	≤0.07	≤0.20	≤0.30	≤0.20	—	—	0.030	0.030
2	H15Mn	0.11~0.18	0.80~1.10	≤0.03	≤0.20	≤0.30	≤0.20	—	—	0.035	0.035
3	H05SiCrMoA*	≤0.05	0.40~0.70	0.40~0.70	1.20~1.50	≤0.20	≤0.20	0.40~0.65	—	0.025	0.025
4	H05SiCr2MoA*	≤0.05	0.40~0.70	0.40~0.70	2.30~2.70	≤0.20	≤0.20	0.90~1.20	—	0.025	0.025
5	H05Mn2Ni2MoA*	≤0.08	1.25~1.80	0.20~0.50	≤0.30	1.40~2.10	≤0.20	0.25~0.55	V≤0.05 Ti≤0.10 Zr≤0.10 Al≤0.10	0.010	0.010
6	H08Mn2Ni2MoA*	≤0.09	1.40~1.80	0.20~0.55	≤0.50	1.90~2.60	≤0.20	0.25~0.55	V≤0.04 Ti≤0.10 Zr≤0.10 Al≤0.10	0.010	0.010
7	H08CrMoA	≤0.10	0.40~0.70	0.15~0.35	0.80~1.10	≤0.30	≤0.20	0.40~0.60	—	0.030	0.030
8	H08MnMoA	≤0.10	1.20~1.60	≤0.25	≤0.20	≤0.30	≤0.20	0.30~0.50	Ti:0.15 (加入量)	0.030	0.030
9	H08CrMoVA	≤0.10	0.40~0.70	0.15~0.35	1.00~1.30	≤0.30	≤0.20	0.50~0.70	V: 0.15~0.35	0.030	0.030
10	H08Mn2Ni3MoA	≤0.10	1.40~1.80	0.25~0.60	≤0.60	2.00~2.80	≤0.20	0.30~0.65	V≤0.03 Ti≤0.10 Zr≤0.10 Al≤0.10	0.010	0.010
11	H08CrNi2MoA	0.05~0.10	0.50~0.85	0.10~0.30	0.70~1.00	1.40~1.80	≤0.20	0.20~0.40	—	0.025	0.030
12	H08Mn2MoA	0.06~0.11	1.60~1.90	≤0.25	≤0.20	≤0.30	≤0.20	0.50~0.70	Ti:0.15 (加入量)	0.030	0.030
13	H08Mn2MoVA	0.06~0.11	1.60~1.90	≤0.25	≤0.20	≤0.30	≤0.20	0.50~0.70	V:0.06~ 0.12 Ti:0.15 (加入量)	0.030	0.030
14	H10MoCrA	≤0.12	0.40~0.70	0.15~0.35	0.45~0.65	≤0.30	≤0.20	0.40~0.60	—	0.030	0.030
15	H10Mn2	≤0.12	1.50~1.90	≤0.07	≤0.20	≤0.30	≤0.20	—	—	0.035	0.035
16	H10Mn2NiMoCuA*	≤0.12	1.25~1.80	0.20~0.60	≤0.30	0.80~1.25	0.35~0.65	0.20~0.55	V≤0.05 Ti≤0.10 Zr≤0.10 Al≤0.10	0.010	0.010

表 1 (续)

序号	焊丝牌号	化学成分(质量分数)/(%)									
		C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	Mo	V、Ti、Zr、Al	S	P
17	H10Mn2MoA	0.08~0.13	1.70~2.00	≤0.40	≤0.20	≤0.30	≤0.20	0.60~0.80	Ti:0.15 (加入量)	0.030	0.030
18	H10Mn2MoVA	0.08~0.13	1.70~2.00	≤0.40	≤0.20	≤0.30	≤0.20	0.60~0.80	V:0.06~0.12 Ti:0.15 (加入量)	0.030	0.030
19	H10Mn2A	≤0.17	1.80~2.20	≤0.05	≤0.20	≤0.30	—	—	—	0.030	0.030
20	H13CrMoA	0.11~0.16	0.40~0.70	0.15~0.35	0.80~1.10	≤0.30	≤0.20	0.40~0.60	—	0.030	0.030
21	H18CrMoA	0.15~0.22	0.40~0.70	0.15~0.35	0.80~1.10	≤0.30	≤0.20	0.15~0.25	—	0.025	0.030

注 1: 当焊丝镀铜时,除 H10Mn2NiMoCuA 外,其余牌号铜含量应不大于 0.35%。
注 2: 根据供需双方协议,也可生产使用其他牌号的焊丝。

a 这些焊丝中残余元素 Cr、Ni、Mo、V 总量应不大于 0.50%。

4.1.2 尺寸

4.1.2.1 焊丝尺寸应符合表 2 规定。

表 2 焊丝尺寸

单位为毫米

公称直径	极 限 偏 差	
	普通精度	较高精度
1.6,2.0,2.5,3.0	-0.10	-0.06
3.2,4.0,5.0,6.0,6.4	-0.12	-0.08

注: 根据供需双方协议,也可生产使用其他尺寸的焊丝。

4.1.2.2 焊丝的不圆度不大于直径公差的 1/2。

4.1.3 焊丝表面质量

- 焊丝表面应光滑,无毛刺、凹陷、裂纹、折痕及氧化皮等缺陷或其他不利于焊接操作以及对焊缝金属性能有不利影响的外来物质。
- 焊丝表面允许有不超出直径允许偏差的 1/2 划伤及不超出直径偏差的局部缺陷存在。
- 根据供需双方协议,焊丝表面可镀铜,其镀层表面应光滑,不得有肉眼可见的裂纹、麻点、锈迹及镀层脱落等。

4.2 焊剂

4.2.1 焊剂为颗粒状,焊剂能自由地通过标准焊接设备的焊剂供给管道、阀门和喷嘴。焊剂的颗粒度应符合表 3 规定,但根据供需双方协议,也可以制造其他尺寸的焊剂。

表 3 焊剂颗粒度要求

普通颗粒度		细颗粒度	
<0.450 mm(40 目)	≤5.0%	<0.280 mm(60 目)	≤5.0%
>2.50 mm (8 目)	≤2.0%	>2.00 mm (10 目)	≤2.0%

4.2.2 焊剂含水量不大于 0.10%。

4.2.3 焊剂中机械夹杂物(碳粒、铁屑、原材料颗粒、铁合金凝珠及其他杂物)不大于 0.30%。

4.2.4 焊剂的硫、磷含量

焊剂的硫含量不大于0.060%，磷含量不大于0.080%。根据供需双方协议，也可制造硫、磷含量更低的焊剂。

4.2.5 焊剂焊接时焊道应整齐、成型美观，脱渣容易。焊道与焊道之间、焊道与母材之间过渡平滑，不应产生较严重的咬边现象。

4.3 焊丝-焊剂组合焊缝金属射线探伤应符合 GB/T 3323 中 I 级。

4.4 熔敷金属力学性能

4.4.1 熔敷金属拉伸试验结果应符合表 4 规定。

表 4 拉伸试验

焊剂型号	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 或 σ_s /MPa	伸长率 δ_5 /%
F48××-H×××	480~660	400	22
F55××-H×××	550~700	470	20
F62××-H×××	620~760	540	17
F69××-H×××	690~830	610	16
F76××-H×××	760~900	680	15
F83××-H×××	830~970	740	14

注：表中单值均为最小值。

4.4.2 熔敷金属冲击试验结果应符合表 5 规定。

表 5 冲击试验

焊剂型号	冲击吸收功 A_{KV} /J	试验温度/℃
F×××0-H×××	≥27	0
F×××2-H×××		-20
F×××3-H×××		-30
F×××4-H×××		-40
F×××5-H×××		-50
F×××6-H×××		-60
F×××7-H×××		-70
F×××10-H×××		-100
F×××Z-H×××		不要求

4.5 熔敷金属扩散氢含量

熔敷金属中扩散氢含量应符合表 6 规定。

表 6 熔敷金属中扩散氢含量

焊剂型号	扩散氢含量/(mL/100 g)
F××××-H×××-H16	16.0
F××××-H×××-H8	8.0
F××××-H×××-H4	4.0
F××××-H×××-H2	2.0

注 1：表中单值均为最大值。
 注 2：此分类代号为可选择的附加性代号。
 注 3：如标注熔敷金属扩散氢含量代号时，应注明采用的测定方法。

5 试验方法

5.1 试验用母材

试验用母材应采用与熔敷金属化学成分相当的低合金钢板。如母材化学成分与熔敷金属化学成分不相当时,应用被检验的焊丝-焊剂组合或用相同类型的其他焊接材料,在坡口面及垫板面堆焊隔离层,隔离层厚度加工后不小于 3 mm。在确保能够获得熔敷金属的情况下,也可采用其他方法。

仲裁试验时,应采用与熔敷金属化学成分相当的低合金钢板或坡口面及垫板面有隔离层的试板。

5.2 焊丝化学成分及表面质量

5.2.1 焊丝化学成分分析从焊丝上取样,化学分析可采用任何适宜的分析方法,仲裁试验按 GB/T 223.1~223.30(见附录 B)进行。

5.2.2 焊丝表面质量按 4.1.3 要求,对焊丝逐盘(卷)任一部位进行目测检验。

5.3 熔敷金属力学性能试验

5.3.1 力学性能试件制备

5.3.1.1 试件按图 1 所示的平焊位置制备,焊前焊剂应在 250℃~400℃烘干 1 h~2 h 或按制造厂推荐的烘干规范进行。

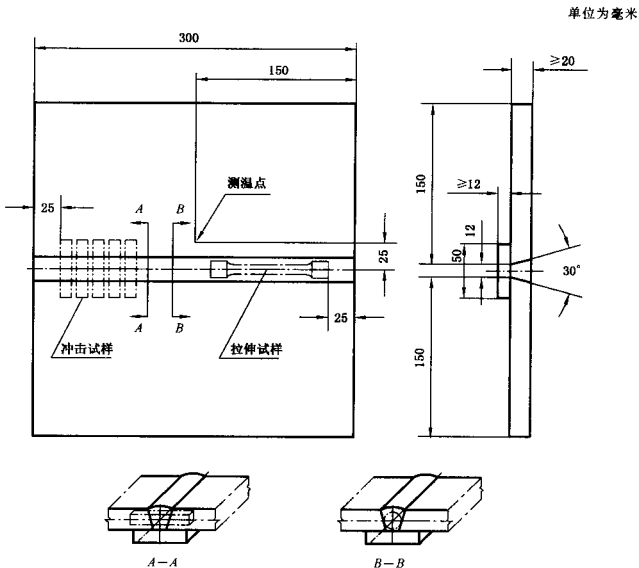


图 1 射线探伤和力学性能试验的试件制备

5.3.1.2 所用试板按 5.1 规定,当要求试件在焊态和热处理状态时,应制备两块试件或一块能够提供两种状态试样的试件,当采用一块试件时,将一块试件横切成两块,一块为焊态,另一块为热处理状态。

5.3.1.3 试件焊前应予以反变形或拘束,以防止角变形。焊后角变形大于 5°的试件应予报废,不允许矫正。

5.3.1.4 采用直径为 4.0 mm 焊丝按表 7 中规定的规范进行焊接,也可按供需双方协议,采用制造厂

推荐的焊接规范进行其他直径焊丝的试验。

5.3.1.5 每一焊道施焊前,测量试件中部距焊缝中心线 25 mm 处的温度,并控制在表 7 规定的范围内。如果焊接中断,重新启焊时,需将试件预热到表 7 规定的道间温度范围内。

5.3.1.6 第一层焊 1~2 道,焊接电流可以比规定值适当降低。最后一层焊 3~4 道,其余各层焊 2~3 道。焊缝与母材之间应平滑过渡,余高要均匀,其高度不得超过 3 mm。

5.3.2 熔敷金属拉伸试验

5.3.2.1 按图 2 规定,从射线探伤后的试件上加工一个熔敷金属拉伸试样。

5.3.2.2 对于焊后不进行热处理的试样,拉伸试验前可在 105℃ 保温 48 h,或在 250℃ ± 10℃ 保温 6 h ~ 8 h 去氢处理。仲裁试验时,试样应在 105℃ 保温 48 h 去氢处理。

5.3.2.3 熔敷金属拉伸试验按 GB/T 2652 进行。

5.3.3 熔敷金属冲击试验

5.3.3.1 按图 3 规定,从截取熔敷金属拉伸试样的同一试件上加工一组 5 个冲击试样。

5.3.3.2 熔敷金属冲击试验按 GB/T 2650 和表 5 规定的试验温度进行。

5.3.3.3 在计算平均值时,应舍去五个值中的最大值和最小值,余下三个值中应有二个值不小于 27 J,另一个值不小于 20 J。三个值的平均值应不小于 27 J。

表 7 焊接与热处理规范

焊丝规格/ mm	焊接电流/ A	电弧电压/ V	电流种类 ^a	焊接速度/ m/h	焊丝伸出长度/ mm	道间温度/ ℃	焊后热处理 温度 ^{b,c} / ℃
1.6	250~350	26~29	直流或交流	±1.5	13~19	150±15	620±15
2.0	300~400						
2.5	350~450						
3.0	400~500						
3.2	425~525	27~30					
4.0	475~575						
5.0	550~650						
6.0	625~725	28~31					
6.4	700~800	28~32	31	38~50			

注 1: 当熔敷金属含 Cr 1.00%~1.50%、Mo 0.40%~0.65% 时,预热及道间温度为 150℃ ± 15℃,焊后热处理温度为 690℃ ± 15℃。

注 2: 当熔敷金属含 Cr 1.75%~2.25%、Mo 0.40%~0.65%; Cr 2.00%~2.50%、Mo 0.90%~1.20% 时,预热及道间温度为 205℃ ± 15℃,焊后热处理温度为 690℃ ± 15℃。

注 3: 当熔敷金属含 Cr 0.60% 以下、Ni 0.40%~0.80%、Mo 0.25% 以下、Ti+V+Zr 0.03% 以下; Cr 0.65% 以下、Ni 2.00%~2.80%、Mo 0.30%~0.80%; Cr 0.65% 以下、Ni 1.50%~2.25%、Mo 0.60% 以下时,预热及道间温度为 150℃ ± 15℃,焊后热处理温度为 565℃ ± 15℃。

^a 仲裁试验时,应采用直流反接施焊。

^b 试件装炉时的炉温不得高于 315℃,然后以不大于 220℃/h 的升温速度加热到规定温度,保温 1 h。保温后以不大于 195℃/h 的冷却速度炉冷至 315℃ 以下任一温度出炉,然后空冷至室温。

^c 根据供需双方协议,也可采用其他热处理规范。

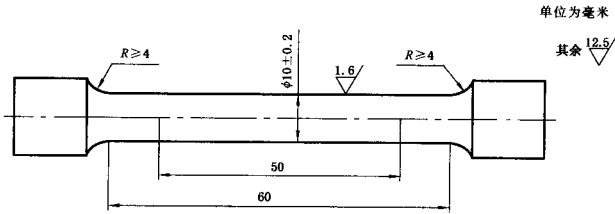


图2 熔敷金属拉伸试样

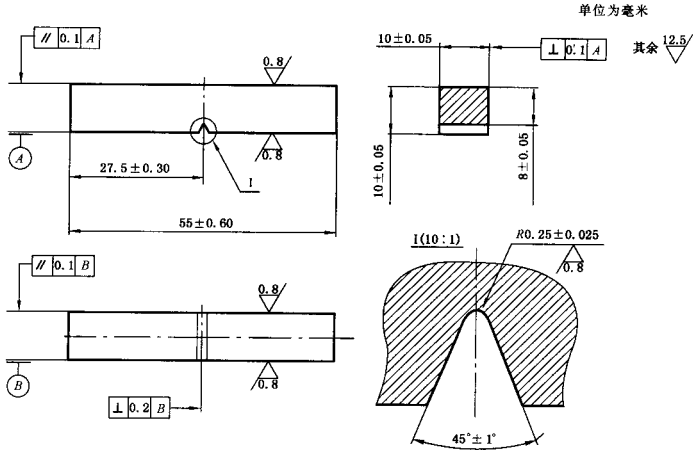


图3 夏比V型缺口冲击试样

5.4 焊缝射线探伤试验

5.4.1 焊缝射线探伤试验在试件截取拉伸试样和冲击试样之前进行,探伤前应去掉垫板。若试件需作焊后热处理时,射线探伤在热处理前后均可进行。

5.4.2 焊缝射线探伤试验按 GB/T 3323 进行。

5.4.3 评定焊缝射线探伤底片时,试件两端 25 mm 处应不予考虑。

5.5 熔敷金属中扩散氢含量试验

熔敷金属中扩散氢含量测定方法按 GB/T 3965 进行。在进行熔敷金属中扩散氢含量试验时,焊接速度可以增加至最大 45 m/h。

5.6 焊剂质量检验

从被检验焊剂中(见 6.2.2)用四分法分别取出不少于 100 g 的焊剂作下列项目检验。所用称样天平感量不大于 1 mg。

5.6.1 焊剂颗粒度检验

5.6.1.1 检验普通颗粒度焊剂时,把 0.450 mm(40 目)筛下颗粒和 2.50 mm(8 目)筛上颗粒的焊剂分别称量。检验细颗粒度焊剂时,把 0.280 mm(60 目)筛下颗粒和 2.00 mm(10 目)筛上颗粒的焊剂分别称量。分别计算出 0.450 mm(40 目)、0.280 mm(60 目)筛下和 2.50 mm(8 目)、2.00 mm(10 目)筛上的焊剂占总质量的百分比。

5.6.1.2 按式(1)计算颗粒度超标焊剂的百分含量。

$$\text{颗粒度超标焊剂} = \frac{m}{m_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

m ——超标的焊剂质量,单位为克(g);

m_0 ——焊剂总质量,单位为克(g)。

5.6.2 焊剂含水量检验

5.6.2.1 把焊剂放在温度为 $350^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的炉中烘干 2 h,从炉中取出后立即放入干燥器中冷却至室温,称其质量。

5.6.2.2 按式(2)计算焊剂的含水量

$$\text{焊剂含水量} = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

m ——烘干后焊剂质量,单位为克(g);

m_0 ——烘干前焊剂质量,单位为克(g)。

5.6.3 焊剂机械夹杂物检验

5.6.3.1 用目测法选出机械夹杂物,称其质量。

5.6.3.2 按式(3)计算机械夹杂物的百分含量。

$$\text{机械夹杂物} = \frac{m}{m_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

m ——机械夹杂物质量,单位为克(g);

m_0 ——焊剂总质量,单位为克(g)。

5.6.4 焊剂的磷、硫含量检验

焊剂的磷、硫含量按 JB/T 7948.8 和 JB/T 7948.11 进行测定。

5.6.5 焊剂焊接工艺性能检验

焊接力学性能试板时,同时检验焊剂的焊接工艺性能,逐道观察脱渣性能、焊道熔合、焊道成型及咬边情况,其中有一项不能满足要求时,认为该批焊剂未通过焊接工艺性能检验。

6 检验规则

焊丝、焊剂由制造厂质量检验部门按批检验。

6.1 批量划分

每批焊丝应由同一炉号,同一形状、同一尺寸、同一交货状态的焊丝组成。

每批焊剂应由同一批原材料,以同一配方及制造工艺制成。每批焊剂最高质量不应超过 60 t。

6.2 取样方法

6.2.1 焊丝取样,从每批焊丝中抽取 3%,但不少于 2 盘(卷、捆),进行化学成分、尺寸和表面质量检验。

6.2.2 焊剂取样,若焊剂散放时,每批焊剂抽样不少于 6 处。若从包装的焊剂中取样,每批焊剂至少抽取 6 袋,每袋中抽取一定量的焊剂,总量不少于 10 kg。把抽取的焊剂混合均匀,用四分法取出 5 kg 焊剂,供焊接试件用,余下的 5 kg 用于其他项目检验。

6.3 验收

每批焊丝质量按 6.3.1~6.3.3 规定验收。

每批焊剂质量及焊丝-焊剂组合的熔敷金属力学性能检验,以直径 4.0 mm 或 5.0 mm 的焊丝检验结果判定。

- 6.3.1 每批焊丝的化学成分检验结果应符合表 1 规定。
 6.3.2 每批焊丝尺寸检验结果应符合表 2 规定。
 6.3.3 每批焊丝的表面质量检验结果应符合 4.1.3 规定。
 6.3.4 每批焊剂质量检验结果应符合 4.2 规定。
 6.3.5 每批焊丝-焊剂组合的焊缝射线探伤结果应符合 4.3 规定。
 6.3.6 每批焊丝-焊剂组合的熔敷金属力学性能试验结果应符合表 4、表 5 规定。
 6.4 复验

任何一项检验不合格时,该项检验应加倍复验。当复验拉伸试验时,抗拉强度、屈服强度及伸长率同时作为复验项目。试样可在原试件或新试件上截取。加倍复验结果应符合对该项检验的规定。

7 包装、标记和质量证明书

7.1 包装

7.1.1 焊丝

7.1.1.1 包装形式为带焊丝盘、不带焊丝盘或桶装包装,每种形式的包装尺寸和质量见表 8。经供需双方协议也可以采用其他形式的包装。

表 8 包装尺寸和质量

焊丝尺寸/mm	焊丝净质量/kg	轴内径/mm	盘最大宽度/mm	盘最大外径/mm
1.6~6.4	10,12,15,20,25,30	带焊丝盘 300±15	供需双方协议	
2.5~6.4	45,70,90,100	带焊丝盘 610±10	130	800
1.6~6.4	不带焊丝盘装按供需双方协议			
1.6~6.4	桶装按供需双方协议			
注:焊丝包装质量偏差应不大于±2%。				

- 7.1.1.2 焊丝包装应能防止焊丝在正常装卸和使用时不受损坏,并保持清洁、干燥。
 7.1.1.3 焊丝缠绕应避免波浪、硬弯或扭结。脱盘自由状态焊丝应无拘束,焊丝始端应能容易辨认,并予以固定。
 7.1.1.4 焊丝应保证能在自动和半自动焊设备上连续送丝。
 7.1.2 焊剂
 7.1.2.1 焊剂包装应保证正常运输和贮存过程中不受损坏。并保证焊剂贮存一年不变质。
 7.1.2.2 焊剂包装质量为 25 kg 或 50 kg,包装质量偏差应不大于±1%。
 7.1.2.3 若需方对焊剂的包装有特殊要求时,由供需双方协商确定焊剂的包装。
 7.2 标记
 7.2.1 在每个焊丝、焊剂包装外部应至少标记出下列内容。
 a) 标准号、焊丝、焊剂的型号或牌号;
 b) 制造厂名称及商标;
 c) 规格及净质量;
 d) 批号及生产日期。
 7.2.2 不带焊丝盘的焊丝应在包装内部放入有标记内容的标签或说明书。
 7.2.3 带焊丝盘的焊丝应将标签牢固地固定在焊丝盘上。
 7.2.4 桶装焊丝应将标签牢固地固定在桶壁的明显位置上。
 7.3 质量证明书

制造厂对每批焊丝、焊剂,根据实际检验结果出具质量证明书,当用户提出要求时,制造厂应提供检验结果的副本。

附录 A
(资料性附录)
标准应用说明

A.1 分类系统

A.1.1 焊丝牌号

本标准中的焊丝牌号按 GB/T 14957 和 GB/T 3429。第一字母“H”表示焊丝,字母后面的两位数字表示焊丝中平均碳含量,如含有其他化学成分,在数字的后面用元素符号表示;牌号最后的 A、E、C 分别表示硫、磷杂质含量的等级。

A.1.2 焊剂型号

焊剂型号是根据使用各种焊丝与焊剂组合而形成的熔敷金属的力学性能而划分的。焊剂型号的示例如下:

F55A4-H08MnMoA

“F”表示焊剂,“F”后面的数字表示抗拉强度的级别,强度级别后面的字母“A”表示在焊态下测试的力学性能,“P”表示经热处理后测试的力学性能;在字母“A”或“P”后面的数字表示熔敷金属冲击吸收功不小于 27 J 时,对试验温度的要求。

任何牌号的焊剂,由于使用的焊丝、热处理状态不同,其分类型号可能有许多类别,因此,焊剂应至少标出一种或所有的试验类别型号。

A.2 焊剂类型

焊剂根据生产工艺的不同分为熔炼焊剂、粘结焊剂和烧结焊剂。按照焊剂中添加脱氧剂、合金剂分类,又可分为中性焊剂、活性焊剂和合金焊剂。不同类型焊剂可以通过相应的牌号及制造厂的产品说明书予以识别。

A.2.1 中性焊剂

中性焊剂是指在焊接后,熔敷金属化学成分与焊丝化学成分不产生明显变化的焊剂。中性焊剂用于多道焊,特别适应于厚度大于 25 mm 的母材的焊接。中性焊剂的焊接注意事项如下。

A.2.1.1 由于中性焊剂不含或含有少量的脱氧剂,所以在焊接过程中只能依赖于焊丝提供脱氧剂。如果单道焊或焊接氧化严重的母材时,会产生气孔和焊道裂纹。

A.2.1.2 电弧电压变化时,中性焊剂能维持熔敷金属的化学成分的稳定。某些中性焊剂在电弧区还原,释放出的氧气与焊丝中碳化合,降低熔敷金属中的含碳量。某些中性焊剂含有硅酸盐,在电弧高温区还原成锰、硅,即使电弧电压变化很大时,熔敷金属的化学成分也是相当稳定的。

A.2.1.3 熔深、热输入量和焊道数量等参数变化时,抗拉强度和冲击韧性等力学性能会发生变化。

A.2.1.4 尽管焊剂在锰和硅方面可以是中性,但在活泼的合金元素方面可能不是中性的了,最显著的是铬。某些而不是全部中性焊剂会减少焊缝金属的铬含量(与焊丝中的相比)。此时,焊丝中铬含量应该比熔敷金属中的铬含量稍高。

A.2.2 活性焊剂

活性焊剂指加入少量锰、硅脱氧剂的焊剂。提高抗气孔能力和抗裂性能。活性焊剂主要用于单道焊,特别是对被氧化的母材。活性焊剂的焊接注意事项如下。

A.2.2.1 由于含有脱氧剂,那么熔敷金属中的锰、硅将随电弧电压的变化而变化。由于锰、硅增加将

提高熔敷金属的强度,降低冲击韧性。因此,在使用活性焊剂进行多道焊时,应严格控制电弧电压。

A.2.2.2 活性焊剂中,更活泼的焊剂具有较强的抗氧化性能,但在多道焊时会产生较多的问题。

A.2.3 合金焊剂

合金焊剂指使用碳钢焊丝,其熔敷金属为合金钢的焊剂。焊剂中添加较多的合金成分,用于过渡合金,多数合金焊剂为粘结焊剂和烧结焊剂。

A.2.4 焊剂中性指数(Wall Neutrality Number)

焊剂中性指数是测量焊剂中性的一种简便方法。它是用来表示焊丝-焊剂组合焊接碳钢时,与焊缝金属中 Mn、Si 含量有关的指数,它不适用于合金焊剂。评价焊剂中性指数时,焊剂中性指数不能大于 40,焊剂中性指数越小,则焊剂越呈中性。

焊剂中性指数计算方法如下:

- a) 焊接两块化学成分分析试块,焊接第一块时,采用表 7 规定的焊接规范。
- b) 焊接第二块试块时,采用比第一块电弧电压高 8 V 的电压,其他规范相同。
- c) 每个试块的表面加工平滑,取试块的第四层(顶)做熔敷金属分析。分别分析二个试样的 Mn 和 Si 含量。
- d) 焊剂中性指数以二个试块的 Mn、Si 值的变化量的绝对值之和来计算,计算公式如下:

$$N=100(|\Delta Si|+|\Delta Mn|)$$

式中:

ΔSi ——两个试块的 Si 含量的变化量,%;

ΔMn ——两个试块的 Mn 含量的变化量,%。

A.3 焊丝的选择

在选择埋弧焊用焊丝时,最主要的是考虑焊丝中锰、硅和合金元素的含量。无论是采用单道焊还是多道焊,应考虑焊丝向熔敷金属中过渡的 Mn、Si 和合金元素对熔敷金属力学性能的影响。

熔敷金属中必须保证最低的锰含量,防止产生焊道中心裂纹。特别是使用低 Mn 焊丝匹配中性焊剂易产生焊道中心裂纹,此时应改用高锰焊丝和活性焊剂。

某些中性焊剂,采用 Si 代替 C 和 Mn,并将其含量降到规定值。使用这样的焊剂时,不必采用 Si 脱氧焊丝。对于其他不添加 Si 的焊剂,要求采用 Si 脱氧焊丝,以获得合适的润湿性和防止气孔。因此焊丝、焊剂制造厂应相互配合,以使两种产品在使用时互补。

在单道焊焊接被氧化的母材时,特别当在有氧化皮的母材上焊接时,由焊剂、焊丝提供充分的脱氧成分,可以防止产生气孔。一般来讲, Si 比 Mn 具有更强的脱氧能力,因此必须使用 Si 脱氧焊丝和活性焊剂。

A.4 埋弧焊熔敷金属力学性能

表 4、表 5 列出了焊丝-焊剂组合的焊缝金属力学性能。力学性能按照本标准规定的程序制备试样进行测试的,这种程序对母材的稀释程度小。因此,可较准确地反映每种焊丝-焊剂组合的熔敷金属力学性能。在使用中,焊丝和焊剂要分别对待,不必同时改变。因此,确定焊丝和焊剂对焊缝金属力学性能的影响必须采用标准的试验方法。焊丝和焊剂熔化部分的化学反应和母材的稀释率对焊缝金属成分均有影响。

母材厚度在一定的范围之内,一般不采用本标准要求的多道焊工艺,而常常采用单道焊。当韧性要求高时,必须采用多道焊。

特殊力学性能受化学成分、冷却速度和焊后热处理的影响。大电流单道焊具有较大的熔深,所以比小电流多道焊时的母材稀释率大。而且,大电流单道焊的焊缝比小电流多道焊焊缝冷却得慢。先施焊的多道焊焊道经受后焊的焊道热循环的影响,这些焊道不同部位的组织发生变化。因此,使用相同的焊

丝和焊剂焊接时,单道焊与多道焊的力学性能有差异。

本标准中的熔敷金属力学性能是在焊态或焊后热处理(见表7)状态下测定的,或两个状态下都测定。大多数的熔敷金属适用于任何一种状态,但是本标准不可能包含所有的制造和使用过程中所遇到的状态。因此本标准中的分类要求,熔敷金属力学性能也可以按照实际中遇到的某些具体条件进行制定和试验。此外,在焊丝尺寸、焊丝伸出长度、接头形式、预热温度、道间温度和焊后热处理等遇到的差别,对接头的力学性能有很大的影响。延长焊后热处理时间(通常很厚的截面用20 h~30 h)对熔敷金属的强度和冲击韧性有很大的影响。

A.5 埋弧焊熔敷金属扩散氢

当焊剂和焊丝保持干燥状态,埋弧焊一般为低氢焊接方法。本标准分类的低合金钢焊丝和焊剂的埋弧焊中,随着焊缝强度的提高,热影响区硬度的提高,扩散氢含量的升高,预热和道间温度的降低以及在道间温度及其以上温度的时间(焊接前后)的减小,扩散氢所引起的焊缝或热影响区裂纹的可能性增多,这种裂纹一般在冷却后延迟一定时间后才产生。主要表现为焊缝横向裂纹、纵向中心线裂纹和焊趾或热影响区裂纹。

熔敷金属扩散氢含量对氢致裂纹的影响极大,本标准提出了焊丝-焊剂组合的熔敷金属扩散氢含量要求,试验方法按GB/T 3965进行。

附 录 B
(资料性附录)
引用相关标准目录

GB/T 223.1	钢铁及合金中碳量的测定	
GB/T 223.2	钢铁及合金中硫量的测定	
GB/T 223.3	钢铁及合金化学分析方法	二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
GB/T 223.4	钢铁及合金化学分析方法	硝酸铵氧化容量法测定锰量
GB/T 223.5	钢铁及合金化学分析方法	还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量
GB/T 223.6	钢铁及合金化学分析方法	中和滴定法测定硼量
GB/T 223.7	铁粉 铁含量的测定	重铬酸钾滴定法
GB/T 223.8	钢铁及合金化学分析方法	氟化钠分离-EDTA 滴定法测定铝含量
GB/T 223.9	钢铁及合金化学分析方法	铬天青 S 光度法测定铝含量
GB/T 223.10	钢铁及合金化学分析方法	钢铁试剂分离-铬天青 S 光度法测定铝含量
GB/T 223.11	钢铁及合金化学分析方法	过硫酸铵氧化容量法测定铬量
GB/T 223.12	钢铁及合金化学分析方法	碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
GB/T 223.13	钢铁及合金化学分析方法	硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量
GB/T 223.14	钢铁及合金化学分析方法	钼试剂萃取光度法测定钒含量
GB/T 223.15	钢铁及合金化学分析方法	重量法测定钛
GB/T 223.16	钢铁及合金化学分析方法	变色酸光度法测定钛量
GB/T 223.17	钢铁及合金化学分析方法	二安替比林甲烷光度法测定钛量
GB/T 223.18	钢铁及合金化学分析方法	硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
GB/T 223.19	钢铁及合金化学分析方法	新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
GB/T 223.20	钢铁及合金化学分析方法	电位滴定法测定钴量
GB/T 223.21	钢铁及合金化学分析方法	5-Cl-PADAB 分光光度法测定钴量
GB/T 223.22	钢铁及合金化学分析方法	亚硝基 R 盐分光光度法测定钴量
GB/T 223.23	钢铁及合金化学分析方法	丁二酮肟分光光度法测定镍量
GB/T 223.24	钢铁及合金化学分析方法	萃取分离-丁二酮肟分光光度法测定镍量
GB/T 223.25	钢铁及合金化学分析方法	丁二酮肟重量法测定镍量
GB/T 223.26	钢铁及合金化学分析方法	硫氰酸盐直接光度法测定钨量
GB/T 223.27	钢铁及合金化学分析方法	硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钨量
GB/T 223.28	钢铁及合金化学分析方法	α -安息香肟重量法测定钨量
GB/T 223.29	钢铁及合金化学分析方法	载体沉淀-二甲酚橙光度法测定铅量
GB/T 223.30	钢铁及合金化学分析方法	对-溴苦杏仁酸沉淀分离-偶氮胂Ⅲ分光光度法测定铅量