

# 团 体 标 准

T/CANSI 51—2020

## 绿色设计产品评价技术规范 液化气船用低温钢焊材

Technical specification for evaluation of green design products  
welding consumables of low-temperature steel applied in  
liquefied Gas Carrier

中国船舶工业行业协会

2020-12-21 发布

2020-12-22 实施

中国船舶工业行业协会 发布

中国船舶工业行业协会

## 前 言

本标准按照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。

本标准由中国船舶工业行业协会标准化分会归口。

本标准起草单位：江南造船（集团）有限责任公司、天津市金桥焊材集团股份有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、上海大学、上海企服星科技发展有限公司。

本标准主要起草人：罗丹、张健、朱凯、桂千祥、焦正、潘赟、张腾飞。

中国船舶工业行业协会

中国船舶工业行业协会

# 绿色设计产品评价技术规范 液化气船用低温钢焊材

## 1 范围

本文件规定了液化气船用绿色环保型低温钢焊材（以下简称绿色焊材）的评价要求和评价方法。

本文件适用于液化气船用碳锰低温钢和镍系低温钢中，厚度不大于60 mm的钢板、厚度或直径不大于50 mm的型钢用绿色焊材（包括焊条、药芯焊丝、埋弧焊丝和焊剂等）的评价。

## 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，仅所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 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 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
- GB/T 13814 镍及镍合金钢焊条
- GB/T 19746 金属和合金的腐蚀 盐溶液周浸试验
- GB/T 25774.1 焊接材料的检验 第1部分：钢、镍及镍合金熔敷金属力学性能试样的制备及检验
- GB/T 25776 焊接材料焊接工艺性能评定方法
- GB/T 25777 焊接材料熔敷金属化学分析试样制备方法
- GB/T 33434 船舶电弧焊烟尘排放率测定方法
- AWS A5.5 手工电弧焊用低合金钢焊条
- AWS A5.11 镍及镍合金焊条
- AWS A5.17 碳钢埋弧焊丝及焊剂
- AWS A5.23 低合金钢埋弧焊丝及焊剂
- AWS A5.29 低合金钢药芯焊丝

## 3 评价要求

### 3.1 化学成分

3.1.1 根据焊接材料产品的轻质、高强、超低温、高纯净度和绿色环保等船舶行业绿色产品应用的需求，对埋弧焊丝化学成分及焊条、药芯焊丝熔敷金属的化学成分等特性指标提出限制要求。绿色焊材及熔敷金属的化学成分除应符合GB/T 5117、GB/T 10045、GB/T 5293和GB/T 13814的标准及表1、表2的规定外，还应符合表3、表4焊材绿色环保特性的规定。

表1 埋弧焊丝化学成分

焊材型号	化学成分（质量分数）%						
	C	Si	Mn	S	P	Mo	Cu
SU4M32 (EA3)	0.05~0.17	≤0.20	1.65~2.20	≤0.025	≤0.025	0.45~0.65	≤0.35
SU41 (EH14)	0.10~0.20	≤0.10	1.70~2.20	≤0.025	≤0.025	/	≤0.35

注：括弧中的焊材型号为美标型号。

表2 焊条和药芯焊丝的熔敷金属化学成分

焊材型号	化学成分（质量分数）%												
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Fe	Nb	W
E5015-G 或 E5016-G (E7015-G 或 E7016-G)	≤0.10	≤0.90	≤1.60	≤0.03 0	≤0.03 0	/	0.50~ 1.20	/	/	/	/	/	/
T556T1-1C1A-N 3 (E81T1-K2C)	≤0.12	≤0.80	0.50~ 1.75	≤0.03 0	≤0.03 0	≤0.15	1.00~ 2.00	≤0.35	≤0.05	/	/	/	/
ENi6620 (ENiCrMo-6)	≤0.10	≤1.0	2.0~ 4.0	≤0.01 5	≤0.02 0	12.0~ 17.0	≥55.0	5.0~ 9.0	/	≤0.5	≤10.0	0.5~ 2.0	1.0~ 2.0

注：括弧中的焊材型号为美标型号。

3.1.2 化学成分中Mn、S、P、Cu等成分反映焊材绿色环保特性的要求：

表3 绿色埋弧焊丝化学成分

焊材型号	化学成分（质量分数）%			
	Mn	S	P	Cu
SU4M32 (EA3)	1.65~2.00	≤0.015	≤0.020	≤0.30
SU41 (EH14)	1.70~2.00	≤0.015	≤0.020	≤0.30

注：括弧中的焊材型号为美标型号。

表4 绿色焊条和药芯焊丝的熔敷金属化学成分

焊材型号	化学成分（质量分数）%			
	Mn	S	P	Cu
E5015-G 或 E5016-G (E7015-G 或 E7016-G)	≤1.40	≤0.015	≤0.020	/
T556T1-1C1A-N3 (E81T1-K2C)	0.50~1.50	≤0.015	≤0.020	/
ENi6620 (ENiCrMo-6)	2.0~3.0	≤0.010	≤0.015	≤0.3

注：括弧中的焊材型号为美标型号。

### 3.2 使用性能

3.2.1 根据焊接材料产品的强度、塑性、韧性、扩散氢含量、抗腐蚀、耐候等船舶行业绿色产品应用的需求，对绿色焊材熔敷金属的特殊使用性能等特性指标提出限制要求。绿色焊材熔敷金属的力学性能应满足表5的要求。

表5 熔敷金属的力学性能

焊材型号	屈服强度 $R_{eH}$ (MPa)	抗拉强度 $R_m$ (MPa)	断后伸长率 $A$ (%)	冲击吸收能量 ( $KV_2$ ) -60℃ (J)
E5015-G 或 E5016-G (E7015-G 或 E7016-G)	≥400	510-690	≥22	≥47
T556T1-1C1A-N3 (E81T1-K2C)	≥400	510-690	≥22	≥47
S49A6UFB-SU4M32 (F7A8-EA3)	≥400	510-690	≥22	≥39
S49A6UFB-SU41 (F7A8-EH14)	≥400	510-690	≥22	≥39
ENi6620 (ENiCrMo-6)	≥430	≥640	≥22	(-196℃) ≥40

注：括弧中的焊材型号为美标型号。

3.2.2 绿色焊材熔敷金属扩散氢含量应不大于5 ml/100g。

3.2.3 绿色焊材熔敷金属与母材相对腐蚀率应不大于10%。

相对腐蚀率= (母材失重-熔敷金属失重) / 母材失重\*100%

### 3.3 工艺性能

根据焊接材料产品的飞溅率、烟尘排放量等船舶行业绿色产品应用的需求，对绿色焊材的焊接工艺性能等特性指标提出限制要求。具体要求如下：

#### a) 飞溅率

绿色焊材焊接飞溅率的测定可在供需双方协商确定的保护气体、焊接电流、电弧电压、焊接速度等条件下进行，绿色焊材飞溅率应不大于3%。

#### b) 烟尘排放量

绿色焊材烟尘排放量在供需双方协商确定的保护气体、焊接电流、电弧电压等条件下进行测定。绿色焊材烟尘排放量应不大于1000 mg/100g。

#### c) 焊接工艺要求

绿色焊材在环境温度5℃以上的条件下母材可不预热焊接。

### 3.4 制造工艺装备

根据焊材产品制造过程的绿色环保、高效自动化等船舶行业绿色产品应用的需求，对绿色焊材产品的特殊制造工艺装备等提出限制要求。具体要求如下：

- 取代酸洗除锈的盘条机械除锈装置；
- 提效降噪的高速连线拉/切丝设备；
- 增效降尘、降低劳动强度、提高精度的自动配粉系统；
- 热源循环利用的节能焊条、焊剂或原材料烘焙系统；
- 废水回收利用的生产用水处理系统；
- 采用清洁能源的油/电/天然气/太阳能生产设备及设施；
- 碱、酸、镀铜液零排放的拉丝镀铜一体化往复生产线；

h) 采用无镀铜生产工艺制造实心焊丝。

## 4 评价方法

### 4.1 化学成分

4.1.1 埋弧焊丝的化学成分分析应在焊丝成品上取样。

4.1.2 焊条、药芯焊丝熔敷金属化学分析试样应按GB/T 25777规定制备，也可在力学性试件上或拉断后的拉棒上制取，仲裁时按照GB/T 25777规定进行。

4.1.3 化学成分分析可采用任何适宜的分析方法，仲裁试验时，按供需双方确认的分析方法进行。

### 4.2 使用性能

#### 4.2.1 试验用母材

采用与焊材成分、性能相匹配的钢板。若使用其他母材，应采用试验焊材在坡口面和垫板面至少焊接三层隔离层，隔离层的厚度加工后不小于3mm。

#### 4.2.2 试件制备

熔敷金属力学性能试件应按GB/T 25774.1规定制备，并且符合GB/T 5117、GB/T 10045、GB/T 5293和GB/T 13814等标准的规定。

#### 4.2.3 拉伸试验

熔敷金属拉伸试样尺寸及取样位置按GB/T 25774.1。拉伸试验按GB/T 2652进行。

#### 4.2.4 冲击试验

4.2.4.1 熔敷金属冲击试样尺寸及取样位置按GB/T 25774.1。

4.2.4.2 每组冲击试样中至少应测量一个试样V型缺口的形状尺寸，测量应在至少放大50倍的投影仪或金相显微镜上进行。

4.2.4.3 V型缺口冲击试验按GB/T 2650进行。

#### 4.2.5 熔敷金属扩散氢试验

熔敷金属扩散氢含量的测定按GB/T 3965进行。

#### 4.2.6 相对腐蚀率试验

熔敷金属相对腐蚀率的测定按GB/T 19746进行。

### 4.3 工艺性能

#### 4.3.1 飞溅率

绿色焊材焊接飞溅率的测定如下：

a) 试验采用Q235B或Q355B试板。试板尺寸、紫铜底板和紫铜薄圆筒尺寸按GB/T 25776规定；

b) 焊接规范由供需双方协商确定；

c) 试验在圆筒内进行，在试板上焊接三道，每道长280 mm，两个焊道相距10 mm以上，焊接过程中焊枪应不摆动；

d) 焊前称量焊丝质量，焊后再称量焊丝质量，称量精确至0.01 g；

e) 称量飞溅物质量，称量精确至0.0001 g；

f) 按公式（1）计算飞溅率。

$$S = \frac{m}{(m_1 - m_2)} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

S — 飞溅率，%；



$m$  —飞溅物总质量，单位为克（g）；

$m_1$  —焊丝焊前质量，单位为克（g）；

$m_2$  —焊丝焊后质量，单位为克（g）。

#### 4.3.2 焊接发尘量

焊接发尘量的测定按GB/T 33434进行。

#### 4.4 制造工艺装备

每种绿色焊材产品至少应包括4.4要求的两种以上绿色高效焊材制造设备。

---

中国船舶工业行业协会