

指南编号/Guideline No. J-01 (201610)



# J-01

## 焊接材料

生效日期/Issued date:2016 年 10 月 28 日

©中国船级社 China Classification Society

## 前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 [mp@ccs.org.cn](mailto:mp@ccs.org.cn)。

历史发布版本及发布时间: J-01(201510) 2015 年 10 月 20 日

J-01 (201605) 2016 年 5 月 31 日

本版本主要修改内容及:

在指南中增加焊接材料氢含量测量的附加要求。

## 目 录

1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 图纸资料.....	4
4 认可试验.....	6
5 单件/单批检验.....	12

## 焊接材料

### 1 适用范围

1.1 本指南适用于船舶及其相关产品的金属结构焊接所使用的下列焊条、焊丝和焊剂等焊接材料的工厂认可和单件/单批检验。

- (1) 结构钢电弧焊焊条
- (2) 结构钢埋弧自动焊的焊丝—焊剂
- (3) 结构钢半自动、自动焊的焊丝与焊丝—气体
- (4) 结构钢电渣焊或气电立焊的焊接材料
- (5) 结构钢单面焊双面成型的焊接材料
- (6) 不锈钢焊接材料
- (7) 铝合金焊接材料
- (8) 焊剂

1.2 生产船用焊条、焊丝和焊剂等焊接材料的工厂应取得 CCS 的工厂认可。

1.3 焊接材料所用的盘条、钢带应由 CCS 认可的生产厂提供。

### 2 规范性引用文件

CCS 《材料与焊接规范》，以下简称《规范》

### 3 图纸资料

3.1 焊接材料制造厂填写“认可申请书”时，应写明制造厂生产的焊接材料的牌号（对于埋弧焊焊接材料，每种焊丝—焊剂配合的牌号；气体保护焊焊丝所配的气体种类）、规格、申请认可等级、含氢量等级（如适用）、适用的焊接位置、电流性质。

3.2 应将下列资料提交 CCS 备查：

3.2.1 原材料来源及技术标准：盘条、钢带、矿粉等原材料供方清单以及各种原材料技术条件，如盘条、钢带的化学成分、力学性能，各种矿粉的粒度、外观、取样及试验、检验方法等。

3.2.2 生产、检测主要设备概况：表明主要生产、试验检测等设备的名称、用途、型号（规格）、能力、产地，工厂应具备单件/单批检验、试验相关的试验设备和条件。

3.2.3 生产及检验工艺，主要工艺文件（药皮类型及配方设计文件包括相应渣系范围）。

3.2.4 产品说明书：

- (1) 焊条：牌号（型号）、认可级别、用途、熔敷金属化学成分、熔敷金属机械性能、使用前烘干温度和推荐焊接参数等。
- (2) 焊丝（实芯焊丝、药芯焊丝）：牌号（型号）、认可级别、用途、焊丝化学成分（实芯焊丝）、熔敷金属化学成分（药芯焊丝）、熔敷金属机械性能、参考数据（电流、电压等）、适用的保护气体成分和流量、或匹配焊剂的牌号（型号）。
- (3) 焊剂：牌号（型号）、认可级别、用途、焊剂类型（熔炼、烧结）、渣系、组成成分、电流种类及极性、使用前的烘干温度。

3.3 认可试验大纲应提交 CCS 批准。

3.3.1 《认可试验大纲》可由工厂制订并提交 CCS 批准，也可由 CCS 拟订，经工厂书面确认后实施。

3.3.2 工厂应明确拟认可焊接材料适用的焊接位置。CCS 将在“工厂认可证书”中载明认可焊接位置，如平焊(F)、横焊(H)、立向上焊(Vu)、立向下焊(Vd)、或仰焊(O)。

3.3.3 《认可试验大纲》的制定

- (1) 焊条：《认可试验大纲》的制定应根据申请认可焊条的牌号（型号）、规格及认可级别，分别依据 CCS《规范》第 1 篇第 1 章、第 2 章，第 3 篇第 1 章、第 2 章第 3、8、9 节制定。
- (2) 焊丝：《认可试验大纲》的制定应根据申请认可焊丝的牌号（型

号)规格及认可级别,依据 CCS《规范》第 1 篇第 1 章、第 2 章,第 3 篇第 1 章、第 2 章第 4、5、6、8、9 节制定。

- (3) 焊剂:《认可试验大纲》的制定应依据 CCS《规范》第 1 篇第 1 章、第 2 章,第 3 篇第 1 章、第 2 章第 4 节的要求制定。

## 4 认可试验

### 4.1 试验场所

4.1.1 在下列情况下认可试验的样品应送 CCS 认可或承认的独立实验室进行全套或部分项目的试验。

- (1) 工厂首次认可;
- (2) 评价工厂在现有条件下进行认可试验的可靠性时;
- (3) 工厂不具备认可试验条件时;
- (4) 验船师认为有必要时。

4.1.2 除上述情况,工厂的检测设备齐全,能满足 CCS 对试验结果的有效性和准确性要求且具有经培训合格的试验人员,经 CCS 同意,认可试验可在工厂的试验室进行。认可试验项目中应至少有一套相关焊接材料出厂检验规定的项目在工厂试验室完成。

### 4.2 试验母材要求

4.2.1 对于结构钢焊接材料,工厂应按 CCS《规范》第 3 篇第 2 章第 1 节规定钢板级别提供认可试验用钢板,允许选取韧性级别低于表中要求的材料。认可试验用钢板应经 CCS 检验合格。结构钢焊接材料的熔敷金属试验所用钢板可以选用任何级别的结构钢。钢板的替代应经 CCS 批准。

4.2.2 不锈钢焊接材料试板选择应满足 CCS《规范》第 3 篇第 2 章第 8 节的要求。

4.2.3 铝合金焊接材料试板选择应满足 CCS《规范》第 3 篇第 2 章第 9 节的要求。

4.2.4 在熔敷金属试验中,如试验母材的强度或化学成分与试验的焊接材料

不相同，可以采用在试板坡口及垫板表面堆焊过渡层的方法，过渡层厚度不小于 3mm。工厂应提交试件装配图及装配尺寸，并取得 CCS 同意。

### 4.3 试件制备

4.3.1 工厂应制定拟认可焊接材料的试样编号表格，内容包括：牌号（型号）、焊接位置、规格及试样编号。从试件焊制直至试样加工完毕应始终保留试样编号，否则应予废弃重新焊制。

4.3.2 认可试验时，试样的制备和试验均应在 CCS 验船师在场的情况下进行。试件焊后建议进行无损检测，以确定焊缝中不存在影响试验结果准确性的缺陷。除熔敷金属的纵向拉伸试样外，试样焊后不得进行任何热处理。低氢焊接材料熔敷金属纵向拉伸试样不得进行脱氢热处理。

4.3.3 制备试件所用的焊接电流、电弧电压和焊接速度应按制造厂推荐的参数进行。多道焊时每一焊道的焊接方向应在试件端部改变。在试件焊接过程中应记录焊接试验情况供验船师实施检查用。若某种焊接材料对交、直流电源均适用时，则制备试件时应采用交流电源。

4.3.4 试板焊前可予以反变形或加以拘束，以防止角变形。角变形超过  $5^\circ$  的试板应予以报废。焊后的试板不允许矫正(例如锤击或施压等)。

4.3.5 试样加工过程中应进行 CCS 钢印标识的转移，并由验船师见证。

4.3.6 加工完毕的试样应符合 CCS《规范》第 1 篇及第 3 篇有关章节的规定。

### 4.4 试验

4.4.1 认可试验所用检测设备均应有法定计量部门的检定证书且在有效期内。

4.4.2 用于校核冲击试样的 V 型缺口图样其比例应大于等于 50:1，该图应经法定计量部门校核并提供校准证书。

4.4.3 在制造厂进行的拉伸试验、弯曲试验、冲击试验、角焊缝的破断试验、宏观断面检查、硬度测定等应由验船师现场见证；制造厂进行的测氢试验的试样制备及读数应由验船师见证；验船师应检查不锈钢耐腐蚀试验的试样规格，腐蚀介质的配制及试样的最终弯曲或压扁试验应由验船师见证。

4.4.4 工厂应提交熔敷金属化学成分分析报告，报告中应包括所有重要的合

金元素。

4.4.5 水银法和载气热提取法测定熔敷金属扩散氢除满足 ISO 3690 标准要求外，还应满足如下要求：

(1) 对于采用水银法测量熔敷金属扩散氢，收集扩散氢时间不少于 72 小时，自第 48 小时开始，每间隔 24 小时测量并记录的气体逸出量数据。换算成标准状况下（0℃，101.325kPa）两个数值变化量不超过 1% 时为试验终止时间，即：

$$(V_n - V_{n-1}) / V_{n-1} \times 100\% \leq 1\%$$

式中： $V_n$  为试验开始后第  $n$  个 24 小时测得的逸出气体的体积；

$V_{n-1}$  为试验开始后第  $n-1$  个 24 小时测得的逸出气体的体积。

(2) 对于采用载气热提取法设备进行扩散氢测量时，试验应满足：

a) 试验装置应能够连续记录并显示扩散氢逸出量的数据或/和曲线，可能时直接显示扩散氢逸出量的数据或/和曲线；

b) 扩散氢最短测量时间不得少于 30min，自第 27min 开始，如 3min 时间内扩散氢总逸出体积测量值的变化量不大于 1% 时，可结束扩散氢收集；

或扩散氢的设定最短分析时间与最大补偿时间之和符合如下要求：ISO A 型试样不得小于 1.5h，ISO B 型试样不得小于 1h。

c) 石英管内试样脱气实际温度不超过 400℃；

d) 试验室有明确的试验仪器的测量校准方法。包括：气标单元校准程序，模拟试样温度偏差自检程序。

#### 4.5 认可试验项目及要求

4.5.1 结构钢电弧焊焊条的试件数量应满足《规范》第 3 篇 2.3.2 的要求，具体试验项目及要求见表 4.5.1。焊条规格的选择分别依据《规范》第 3 篇 2.3.3 和 2.3.4，其中熔敷金属试验一般应焊制 2 个试件，1 个以直径 4mm 的焊条焊制，另 1 个以制造厂申请认可的同型号焊条中最大直径的焊条焊制。若制造厂生产的该型号焊条只有一种规格，则仅需以该规格焊条焊制 1 个试件。平对接焊焊条选择原则为：第 1 道用直径 4mm 的焊条，其余各道(最后两层除外) 用直径 5mm 的焊条，最后两层用制造厂申请认可的同型号焊条中最大直径的焊条。

结构钢电弧焊焊条认可试验项目及要求

表4.5.1

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	熔敷金属试验及化学分析	《规范》第3篇2.3.3	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3；化学分析符合公认的标准
2	对接焊试验	《规范》第3篇2.3.4	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3
3	角接焊试验	《规范》第3篇2.3.5	符合《规范》第3篇2.3.5.3
4	测氢试验(有要求时)	《规范》第3篇2.3.6	符合《规范》第3篇表2.3.1.1及表2.3.6.3

4.5.2 不锈钢焊接材料的试件数量应满足《规范》第3篇第2章第8节的要求，具体试验项目及要求见表4.5.2。

不锈钢焊接材料认可试验项目及要求

表 4.5.2

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	熔敷金属试验及化学分析	《规范》第3篇2.8.3	力学性能符合《规范》第3篇表2.8.3.4；化学分析符合公认的标准
2	对接焊试验	《规范》第3篇2.8.4	力学性能符合《规范》第3篇表2.8.4.3
3	角接焊试验	《规范》第3篇2.3.5.3	符合《规范》第3篇2.3.5.3
4	熔敷金属的铁素体含量测定	《规范》第3篇2.8.3.5	符合《规范》第3篇2.8.3.5
5	对接焊晶间腐蚀试验	参照《规范》第1篇第2章第7节取样进行焊接接头的晶间腐蚀试验	

4.5.3 铝合金焊接材料的试件数量应满足《规范》第3篇第2章第9节的要求，具体试验项目及要求见表4.5.3。

铝合金焊接材料认可试验项目及要求

表4.5.3

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	熔敷金属化学分析	《规范》第3篇2.9.3.2	报告中应包括所有重要元素的含量。化验结果应不超过制造厂所规定的值。
2	对接焊试验	《规范》第3篇2.9.3.4	力学性能符合《规范》第3篇表2.9.3.7

4.5.4 埋弧自动焊的焊丝-焊剂配合的试件数量应满足《规范》第3篇第2

章第4节的要求，一般选择最大直径的焊丝进行试验，具体试验项目及要求见表4.5.4。

埋弧自动焊的焊丝-焊剂认可试验项目及要求

表4.5.4

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	多道焊工艺熔敷金属试验及化学分析	《规范》第3篇2.4.3	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3；化学分析符合公认的标准
2	多道焊工艺对接焊试验	《规范》第3篇2.4.4	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3
3	双面单道焊工艺对接焊试验	《规范》第3篇2.4.5	
4	测氢试验（如要求时） φ	《规范》第3篇第2章第3节2.3.6	符合《规范》第3篇第2章第3节表2.3.1.1及表2.3.6.3

注：对于屈服强度大于或等于  $420\text{N/mm}^2$  淬火加回火高强度钢的焊接材料，应按 CCS 认可的方法进行测氢试验。

4.5.5 半自动、自动焊焊丝与焊丝-气体配合的试件数量应满足《规范》第3篇第2章第5节的要求，具体试验项目及要求见表4.5.5。

半自动、自动焊焊丝与焊丝-气体认可试验项目及要求

表4.5.5

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	多道半自动焊熔敷金属试验及化学分析	《规范》第3篇2.5.3	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3；化学分析符合公认的标准
2	多道自动焊熔敷金属试验与化学分析	《规范》第3篇2.5.6	
3	多道半自动对接焊试验	《规范》第3篇2.5.4	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3
4	多道自动焊对接焊试验	《规范》第3篇2.5.6	
5	双面单道自动焊对接焊试验	《规范》第3篇2.5.7	
6	多道半自动角接焊试验	《规范》第3篇2.5.5	符合《规范》第3篇2.3.5.3
7	测氢试验（如要求时）	参照《规范》第3篇2.3.6	符合《规范》第3篇表2.3.1.1及表2.3.6.3

注：① 不同组别的保护气体应各自分别进行认可试验。

② 认可试验所采用的保护气体的成分应在试验报告中列出。保护气体的成分按《规范》第3篇第2章表2.5.1.3规定分组。

③ 对单一 $\text{CO}_2$ 气体的C1组别，其 $\text{CO}_2$ 气体纯度应 $\geq 99.8\%$ ，其它保护气体的纯度要求参照ISO 14175。

4.5.6 电渣焊或气电立焊的焊接材料的试件数量应满足《规范》第3篇第2章第6节的要求，具体试验项目及要求见表4.5.6。

**电渣焊或气电立焊的焊接材料认可试验项目及要求** **表4.5.6**

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	对接焊试验	《规范》第3篇2.6.2	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3

4.5.7 焊剂的试验项目及要求见表4.5.7(a)。

**焊剂的试验项目及要求** **表4.5.7(a)**

序号	试验项目	试验要求
1	与埋弧自动焊的焊丝配合及电渣焊的焊丝相匹配的相关试验	同相匹配焊丝的熔敷金属力学性能（CCS级别）
2	焊剂颗粒度	满足表4.5.7(b)的要求
3	焊剂含水量	≤0.10%
4	焊剂机械夹杂物	≤0.30%
5	焊剂的硫含量	≤0.060%
6	焊剂的磷含量	≤0.080%

**焊剂颗粒度要求** **表4.5.7(b)**

普通颗粒度		细颗粒度	
<0.450mm(40目)	≤5%	<0.280mm(60目)	≤5%
>2.50mm(8目)	≤2%	>2.00mm(10目)	≤2%

4.5.8 单面焊接双面成型的焊接材料（采用临时衬垫材料）的试验项目及要  
求见表4.5.8

**单面焊接双面成型的焊接材料的试验项目** **表4.5.8**

序号	试件项目	试验内容	试验结果
1	半自动多道焊工艺的焊丝-气体配合对接焊	《规范》第3篇2.7.2	力学性能符合《规范》第3篇表2.2.2.3
2	自动多道焊工艺焊丝-焊剂配合或焊丝-气体配合对接焊		
3	手工电弧焊条对接焊		

4.6 一般情况下焊接材料应进行表面质量检查。

#### 4.7 认可试验报告

认可试验结束后工厂应向 CCS 提交焊接材料认可试验报告，试验报告应包括下列内容：

- (1) 试验日期、环境条件、焊接材料预处理状态；
- (2) 焊接材料认可等级、牌号、型号、规格；
- (3) 试板材料牌号、等级、力学性能、化学成分；
- (4) 焊接位置；
- (5) 焊接规范和设备型号、保护气体成分；
- (6) 各项试验的结果；
- (7) 焊接试验施焊现场记录表。

### 5 单件/单批检验

5.1 取得 CCS 工厂认可资格后，工厂按认可条件（包括装备、工艺等）生产的船用焊接材料可申请 CCS 单件/单批检验。

5.2 单件/单批检验内容如下：

单件/单批检验内容

表5.2

序号	焊材名称	检验项目
1	电弧焊条	(1) 盘条质保书检查 (2) 焊条外观检查 (3) 熔敷金属化学成分确认 (4) 熔敷金属试板试验 (5) 深熔焊条应加试平焊位置的深熔对接焊
2	埋弧自动焊焊丝-焊剂配合	(1) 盘条质保书检查 (2) 焊接材料外观检查 (3) 熔敷金属化学成分确认 (4) 熔敷金属试板试验 (5) 仅用于双面单道焊工艺的焊丝-焊剂应进行对接焊试验

序号	焊材名称	检验项目
3	半自动、自动焊 焊丝与焊丝-气 体配合	(1) 盘条质保书检查 (2) 焊接材料外观检查 (3) 熔敷金属化学成分确认 (4) 熔敷金属试板试验 (5) 仅用于双面单道自动焊的焊丝与焊丝-气体配合应进行对接焊试验
4	电渣焊或气电 立焊焊接材料	(1) 盘条质保书检查 (2) 焊丝外观检查 (3) 熔敷金属化学成分确认 (4) 对接焊试验
5	焊剂	(1) 焊剂外观检查 (2) 匹配焊丝质保书检查 (3) 熔敷金属试验

5.3 产品证书：CCS 验船师对产品完成检验后，对合格产品签发产品证书或在工厂质量证明书上盖章签署。

5.3.1 工厂质量证明书至少应包括订货单位、验收依据、批号、认可等级、规格、焊接位置、重量、数量、化学成分、力学性能、产品标识情况说明等内容，并留有 CCS 验船师签署、盖章的位置。

5.3.2 工厂质量证明书的格式需经 CCS 同意。

#### 5.4 包装和标记

5.4.1 所有经认可焊接材料的装箱或包装应清晰地标注下列说明。

- (1) 牌号；
- (2) 制造厂的名称或标志；
- (3) 焊接材料的认可等级（对于埋弧焊和气体保护焊同时标明适配的焊接材料名称）；
- (4) 采用的保护气体的种类；
- (5) 电流性质及其极性；

- (6) 适用焊接位置；
- (7) 生产日期和批号；
- (8) 烘干温度；
- (9) 尺寸（焊芯直径、焊条长度、埋弧自动焊焊剂颗粒的大小等）。

5.4.2 经 CCS 工厂认可的焊接材料,通过 CCS 产品认可标志使用许可协议,可使用下图所示的 CCS 认可标志式样,认可标志使用应满足《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章 3.1.7 的规定。



**图5.4.2 CCS认可标志式样**