



指南编号/Guideline No.W-01(201510)

# W-01 船用轧制钢板

生效日期/Issued date:2015 年 10 月 20 日

©中国船级社 China Classification Society

## 前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <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 [ps@ccs.org.cn](mailto:ps@ccs.org.cn)

历史发布版本及发布时间

## 目 录

1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 图纸资料.....	4
4 型式试验.....	7
5 单件/单批检验 .....	12

## 船用轧制钢材

### 1 适用范围

1.1 本指南适用于按照 CCS 《钢质海船入级规范》、CCS 《材料与焊接规范》要求制造的轧制钢材-一般强度船体结构用钢、高强度船体结构用钢、焊接结构用高强度淬火回火钢（包括：钢板、钢带、型材等）以及轧制钢材用坯料（方坯、矩形坯、板坯、钢锭等）的工厂认可和产品检验。

1.2 对于锅炉用钢、压力容器用等钢种可参考本指南要求，并经 CCS 批准增加相关性能试验进行工厂认可和产品检验。

1.3 对于需由分供方进行开卷、横切加工的钢卷生产厂，其分供方的质量管理、质量控制（尺寸、外观、平整度、编号移植等）也应纳入 CCS 的工厂认可范围。

1.4 对于钢卷开平加工厂应经 CCS 的工厂认可并进行相应型式试验，开卷后的钢板应经 CCS 验船师检验合格后签署质量证明书。

1.5 对于坯料需要外购的轧制钢材生产厂，应向经过 CCS 认可的坯料生产厂订购坯料。

### 2 规范性引用文件

本指南适用的轧制钢材工厂认可和产品检验依据如下：

- 1) CCS 《钢质海船入级规范》。
- 2) CCS 《材料与焊接规范》。
- 3) IACS 统一要求 UR W11 “Normal and higher strength hull structural steels”。
- 4) IACS 统一要求 UR W16 “High Strength Quenched and Tempered Steel for Welded Structures”
- 5) 相关国家标准、国际标准等。

### 3 图纸资料

3.1 拟取得 CCS 工厂认可的单位，应向 CCS 提交工厂认可申请。

3.2 申请单位应提交以下资料一式三份，供 CCS 备查。

3.2.1 工厂概况：

工厂名称、地址、生产历史；现有生产产品的种类、规格；申请认可产品的种类、规格、交货状态，申请认可产品各钢级或类似钢种/规格/交货状态的化学成分、力学性能统计（证明其申请认可产品是高质量的、稳定的）；获得其他认证资质证书情况等。

3.2.2 质量体系文件等管理文件：

- (1) 组织机构、质量控制点、各管理部门/管理者职责等、质量管理体系文件、标识及追溯管理规定或相关描述；
- (2) 对于坯料需要外购的轧制钢材生产厂，应制订坯料采购、验收管理规定。

3.2.3 主要生产设备、主要检测/试验设备：

- (1) 主要生产设备情况包括：高炉参数、炼钢炉参数、浇铸设备情况、加热炉型式/相关参数、轧机参数（主电机功率、最大轧制力、轧辊尺寸、轧机主要控制手段如液压 AGC 等）、在线加速冷却系统参数、热处理炉型式/参数、剪切设备/矫直设备/冷床情况、钢卷开平设备情况；
- (2) 主要检测/试验设备清单。主要包括：化学成分分析设备、力学性能试验设备、无损检测设备等。制造厂本身应具有以上检测/试验设备。

3.2.4 工艺文件：

生产工艺流程图、认可钢种的成分设计、企业执行的控制标准、工艺操作规程（作业指导书），主要应包括：

- (1) 铁水预处理、炼钢：
  - ① 铁水预脱硫手段；
  - ② 脱氧方法、细化晶粒元素；
  - ③ 炼钢原料情况及质量控制；
  - ④ 精炼手段（钢包精炼 LF、真空脱气 RH、VD 等）。

(2) 浇铸:

- ① 浇铸方法;
- ② 铸锭尺寸及重量、连铸坯尺寸;
- ③ 铸坯质量控制措施情况 (如电磁搅拌、轻压下等手段);

(3) 轧制:

- ① 加热制度;
- ② 除鳞手段、高压水压力;
- ③ 测温、测厚手段等;
- ④ 开轧及终轧温度 (对控轧和 TMCP 交货状态, 还应提交最后轧制阶段的总压下量);
- ⑤ 在线冷却方法、冷却参数等;

(4) 热处理:

- ① 热处理制度;

(5) 对于热连轧卷生产钢板时还应提交:

- ① 最大、最小板卷规格、重量;
- ② 卷取温度;
- ③ 开卷、平整、横切、取样、标识等情况。

3.2.5 试验、检验人员的适任证明;

3.3 型式试验大纲应提交 CCS 批准。

3.4 CCS 认为应提交的其它资料。

## 4 型式试验

### 4.1 型式试验大纲的确定。

在进行工厂认可型式试验之前,CCS 与申请方应协商确定认可产品型式试验大纲。型式试验大纲可以由申请方提出,经 CCS 确认、批准;也可以由 CCS 提出,经申请方确认。型式试验大纲应包括以下内容:

- (1) 申请认可产品的品种、规格、交货状态等(应明确各钢级脱氧方式、细化晶粒元素、交货状态等对应关系);
- (2) 进行型式试验所选择的典型产品的钢级、规格、数量、交货状态等情况;
- (3) 型式试验的项目及采用标准、规范;
- (4) 取样位置、示意图及取样说明;
- (5) 试验地点及实验室所具备的资质(如需外协,应说明外协单位的资质及协议约定情况);
- (6) 试验机构名称。

### 4.2 型式试验典型产品的选取。

型式试验典型产品的选取原则是:

- (1) 对申请认可各钢种(各交货状态下)应选取最大规格的产品取样进行型式试验。CCS 也可根据实际情况增加最小规格或中间规格进行认可试验。
- (2) 采用相似的成分设计、相同的制造方法、相同的交货状态的材料,经 CCS 同意可采用以高代低原则。同强度级别可以高韧性覆盖低韧性等级材料的认可(如 B 级钢覆盖 A 级钢的认可试验)。同韧性等级的钢材,对于屈服强度不大于  $390\text{N/mm}^2$  钢材,高强度级别可以覆盖较低两个强度级别钢材的认可;对于屈服强度大于  $390\text{N/mm}^2$  钢材,较高强度级别可以覆盖相邻的低一个级别钢材的认可。
- (3) 应选取一个浇次的头、尾坯(钢锭头部)分别对应部位轧制成型式试验钢板,并在对应钢板的头部或尾部选取型式试验试样。如 CCS 认为有必要,可随机指定坯料轧制试验钢板进行型式试验。

- (4) 对于钢卷，应在其头部、中部和尾部分别选取型式试验试样，试验项目见 1.4.3 条要求。对于开卷厂进行认可时，应在卷的头部、中部和尾部取样，进行拉伸、冲击和时效冲击试验。试验前，钢卷生产厂应明确钢卷头部、尾部舍弃长度的要求，并告知 CCS 及钢卷开平厂。
- (5) 申请坯料认可时，应将坯料轧制成最终产品进行力学性能验证。

#### 4.3 型式试验项目及要求。

型式试验项目及要求见表 4.3。具体如下：

##### 4.3.1 化学成分分析

检验要求见表 4.3，采用电弧炉炼钢时，还应测定 Sb 元素和 B 元素。

##### 4.3.2 拉伸试验

- (1) 拉伸试样应采用全厚度板型试样，但对于厚度  $t > 40\text{mm}$  的板材可选取 2 个圆形试样，取样位置分别为  $1/4t$  和  $1/2t$  处。
- (2) 拉伸试样应分别取纵向和横向，宽度小于 600mm 的钢带和型材，可只做纵向。
- (3) 对于没有明显屈服的材料，可测定其非比例延伸强度  $R_{p0.2}$ 。
- (4) 对 TMCP 状态交货的钢板，要做应力释放拉伸试验。加热温度  $600^\circ\text{C}$ ，加热时间 2 分钟/mm，但不少于一小时。

##### 4.3.3 弯曲试验

弯曲试样宽度  $b=30\text{mm}$ (当板材厚度小于 6mm 时， $b=5a$ ， $a$  为钢材厚度)，弯曲角度为  $180^\circ$ ，弯头直径可参考相应的国家标准。

注：仅对规定最小屈服强度级别 460Mpa 及以下的钢材进行冷弯试验，冷弯直径推荐参考 GB/T700、GB/T1591 相应要求。

##### 4.3.4 V 型缺口冲击试验

- (1) V 型缺口冲击试验应测定冲击功、测定结晶状断口百分数和侧膨胀值，并绘制曲线，确定脆性转变温度（一般采用 50% 结晶状断口所对应的温度为脆性转变温度）并提供冲击试样的断口照片。

- (2) 冲击试验的温度要求见表 4.3。
- (3) 厚度  $t \leq 40\text{mm}$  的材料应在近表面处选取冲击试样；厚度  $t > 40\text{mm}$  的材料应在  $1/4t$  和  $1/2t$  处分别选取冲击试样。
- (4) 厚度小于  $6\text{mm}$  的钢材可免做冲击试验。
- (5) 型材宽度小于  $600\text{mm}$  时，可只做纵向冲击试验。
- (6) 棒材直径小于  $60\text{mm}$  时，应在距外表面  $1/3R$  处取样；直径  $\geq 60\text{mm}$  时，还应在芯部取样。

#### 4.3.5 时效冲击试验：

时效冲击试验温度要求见表 4.3。

#### 4.3.6 硫印

- (1) 应选取所使用最厚规格的坯料，板坯应做从坯料中心至边部一半截面的横向坯料硫印。方坯应做全截面硫印。
- (2) 做钢板成品的硫印，应取自成品中部，长度大于  $600\text{mm}$ 。

#### 4.3.7 低倍组织

应进行坯料和成品的低倍组织检验，取样位置及长度同硫印要求。

#### 4.3.8 显微金相组织

应在钢板的近表面和厚度中心分别进行 100 倍和 500 倍的金相组织检验和测定实际晶粒度。对厚度大于  $40\text{mm}$  的产品应在  $1/4t$  处加做金相试样。

#### 4.3.9 落锤试验

- (1) 对于首次认可及增项认可除 A、B、AH32/36 以外钢种的钢板，应选取最大厚度、最高级别的钢板做落锤试验。试样方向为横向。
- (2) 落锤试验采用的标准为：ASTM E208（GB/T 6803）。

#### 4.3.10 厚度方向性能试验

对于申请厚度方向性能的钢板（Z 向钢），应做厚度方向拉伸试验，测定断面收缩率 Z。

#### 4.3.11 无损检测

对于 Z 向钢应进行超声波探伤，探伤要求及结果满足《材料与焊接规范》的相关规定。

#### 4.3.12 高温特性试验

对于锅炉等有高温要求的钢板应做高温拉伸试验，试验温度为：50、100、150、200、250、300、350、400、450℃。

#### 4.3.13 焊接性能试验

- (1) 对于首次认可及增项认可的一般强度船体结构钢 E 级、高强度船体结构钢及淬火回火钢钢板，应选取最大厚度、最高级别的钢板做焊接性能试验。
- (2) 应采用大约 15kJ/cm 和大约 50kJ/cm 线能量分别焊制一块对接试板，对接试板的焊缝应垂直于钢板轧制方向。

对大线能量钢，除采用小于 50kJ/cm 线能量外还应选取产品标准规定的最大线能量焊接一块对接试板。焊接试板的接头形式为 X 型或 K 型。试板应尽可能采用最常用的焊接工艺。焊接试板的焊缝应垂直于钢板轧制方向。所有焊接参数（焊材牌号、焊材直径、焊接坡口形式、预热温度、道间温度、电流种类、焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊接热输入值、焊接道次记录等）都应提交。

- (3) 焊接试板应做以下试验：

- ① 两个全厚度横向拉伸试验，如果试样的破断力超过加载设备的能力时，可以分成几个试样进行横向拉伸试验。每个试样的厚度不小于 25mm。以各试样试验结果的算术平均值作为整个接头的试验结果。试样制备时应用机械方法去除焊缝表面余高，使之与母材原始表面齐平，要求提交抗拉强度值、试样断裂位置。
- ② 焊缝正反弯曲试样各一个，试样宽度为 30mm，弯心直径为：  
 $d=4a$  ( $\text{ReH} \leq 400 \text{ N/mm}^2$ )； $d=5a$  ( $400 \text{ N/mm}^2 < \text{ReH} \leq 500 \text{ N/mm}^2$ )； $d=6a$  ( $500 \text{ N/mm}^2 < \text{ReH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$ )，其中 a 为试样厚度，弯曲角度

$\alpha=180^\circ$ 。板厚大于 20mm 时可做两个侧弯试样。

③ 垂直于焊缝的每组 3 个冲击试样，冲击试样缺口分别位于：焊缝中心、熔合线、距熔合线 2mm、5mm、20mm。熔合线由腐蚀方法确定。冲击试验的试验温度为认可钢板的交货工况温度。取样位置距钢板表面 1-2mm 处。厚度大于 50mm 时，还应在 X 型（K 型）坡口焊缝根部取样，缺口位置同上。

④ HV10 硬度分布试验：在距钢板上、下表面各 1mm 处的焊缝横截面上做硬度分布试验，测点位置分别在焊缝、熔合线、两侧的热影响区及母材处。热影响区内测点间距约 0.7mm，每侧热影响区内至少 3-7 点。

对规定最小屈服强度不大于  $420\text{N/mm}^2$  的钢材，HV10 硬度应不超过 350；对规定最小屈服强度大于  $420\text{N/mm}^2$  的钢材，HV10 硬度不超过 420。

⑤ 焊接坡口形式、尺寸、焊接道次、硬度值及试验接头照片均应向 CCS 提交；

⑥ 对大线能量钢还应测定宏观（低倍）和微观组织，焊缝断面不得有裂纹、未熔合等缺陷。微观试样取样位置为板厚中心线沿焊缝、熔合线、距熔合线 2 mm、5mm、10 mm、20mm 各 1 个。

⑦ 焊接试板的无损探伤。

#### 4.3.14 尺寸测量及外观检查

(1) 对型式试验用坯料轧制的所有钢板进行尺寸测量及外观检查。每张钢板应测量其长度、宽度、厚度、不平度等。厚度测量方法及要求执行我社《材料与焊接规范》2011 修改通报的相关要求，其他测量值应符合 GB/T709 的具体要求。

(2) 钢卷应选取 1 卷测量其厚度、宽度、塔形等。测量值应符合 GB/T709 的具体要求。

(3) 对于开平板，1 个钢卷中至少应随机选取 5 张进行尺寸测量，每张开平板应测量其长度、宽度、厚度、不平度等。厚度测量值应符合《材料与焊接规范》的相应要求，其余指标应符合 GB709 的相关要求。

(4) 对型式试验用坯料轧制的所有型材进行尺寸测量,测量值应符合有关标准要求。

(5) 外观质量应符合有关标准要求。

4.3.15 对于坯料的认可,应进行硫印/低倍、化学成分分析、尺寸和外观质量检查。

4.3.16 CTOD 试验:对于初次认可及认可变更的 E、EH32/36/40、FH32/36/40、E420~690、F420~690 等钢板应作 CTOD 试验,以确定其断裂韧性。CTOD 试验的取样、试样制作、试验方法执行 CCS《材料与焊接规范》第 2 章第 8 节或其他等效标准的相应要求。

4.3.17 CCS 认为需要做的其他试验项目。

4.3.18 一般情况下,验船师需见证型式试验的取样及标记转移过程。

4.3.19 上述试验项目中,除化学分析、拉伸、冲击、时效冲击试验以及金相检验为必做项目外,其余项目经 CCS 批准可以减免。

4.3.20 企业如同时具备冶炼、连铸、轧制能力,且轧制产品认证所采用的坯料为本企业冶炼、连铸生产,则轧制产品获得本社认证的同时,可赋予该企业相应产品坯料的认可资质。

## 5 单件/单批检验

5.1 按照 CCS《钢质海船入级规范》2009 的规定,轧制钢材的单件/单批检验应在工厂认可后进行。

5.2 对轧制钢材的单件/单批检验的具体要求在 CCS 颁发工厂认可证书时书面通知工厂。

5.3 对轧制钢材的单件/单批检验将按照批准的检验计划进行。检验计划中包括应见证和应审核的检验、试验项目。检验项目应包括:力学性能试验(拉伸试验、冲击试验等)、无损探伤(如有时)、化学成分分析报告、外观及尺寸。必要时验船师可核查工艺记录、检验记录,也可提出增加试验项目。

### 5.4 开平板单件/单批检验

验船师须核查钢卷质量证明书,应到开卷厂现场抽查、见证开卷过程,抽查尺寸

精度、表面质量及标识转移等情况，抽查比例至少为每批的 10%；

如验船师对钢卷生产厂的质量证明书有疑问，可要求对化学成分进行复验或对钢卷头部或尾部进行力学性能抽样。

开平厂对不同钢卷生产厂的钢卷首次开卷时，应随机抽取一卷在其头、中、尾部位取样进行力学性能（拉伸、冲击）试验。开卷后钢板的力学性能数据与原质量证明书数据相比不得明显降低。

5.5 钢卷厚度规格应为 0.5mm 的整数倍。

5.6 CCS 验船师对产品检验完成后，对合格产品签发产品证书或在工厂质量证明书上予以盖章签署。

- (1) 工厂质量证明书至少应包括验收依据（规范、标准、技术协议等）、炉/批号、钢级、规格、重量、数量、交货状态、化学成分（高强度船体结构钢还应包括碳当量）、力学性能、产品标识情况说明、船名/工程号/合同号（如有时）等内容，并留有 CCS 验船师签署、盖章的位置。
- (2) 钢卷质量证明书上应注明：钢卷质量证明书不能作为船体结构钢上船使用的证明，钢卷应经开卷加工成钢板（即开平板）并经 CCS 检验并签发质量证明书后，才可上船使用。
- (3) 开平板应签发 CCS 证书或由开平厂重新出具并经 CCS 签发的质量证明书。质量证明书的化学成分、力学性能、厚度规格等须遵循原卷板生产厂的内容并注明“数据取自钢卷生产厂质量证明书”。原钢卷生产厂质量证明书正本须交 CCS 存档。
- (4) 开平板质量证明书要保留原钢卷生产厂企业名称、钢级、产品规格、重量、产品编号（炉号/卷号）、原证书编号等。
- (5) 工厂质量证明书的格式需经 CCS 同意。

认可型式试验项目

表 4.3

试验项目	适用钢级	取样要求	试验要求				备注
化学成分	A、B、D、E	桶样及成品	C、Si、Mn、P、S、Cr、Ni、Mo、V、Cu、Al 及有意添加的元素				
	AH32/36/40、 DH32/36/40、 EH32/36/40、 FH32/36/40		C、Si、Mn、P、S、Nb、V、Ti、Cr、Ni、Mo、Cu、Al、B、As、Sn、Pb、[N]、[H]、[O]及有意添加的元素				
	A420~690、 D420~690、 E420~690、 F420~690						
拉伸试验	各钢级	头部和尾部纵向和横向	$R_{eH}$ 、 $R_m$ 、A				
弯曲试验	各钢级	头部和尾部纵向和横向					
冲击试验			试验温度℃				
	A、B、AH32/36/40、 A420~690	头部和尾部纵向和横向	+20	0	-20	-40	
	D、DH32/36/40、 D420~-690		0	-20	-40	-60	
	E、EH32/36/40、 E420~690		0	-20	-40	-60	
FH32/36/40、 F420~690	-20		-40	-60	-80		
应变时效冲击试验	A、B、AH32/36/40、 A420~690	头部或尾部纵向	+20	0	-20		5% 塑性变形，250℃时效1小时，要求不低于考核温度的冲击功值。
	D、DH32/36/40、 D420~690		0	-20	-40		
	E、EH32/36/40、 E420~690		-20	-40	-60		
	FH32/36/40、 F420~690		-40	-60	-80		
硫印	按取样原则	坯料及成品					
低倍组织	按取样原则	一端					
显微组织	按取样原则	一端					
落锤试验	除 A、B、AH32/36 以外的钢种	横向	按照 GB/T 6803 选取试验温度				
厚度方向性能试验	Z 向钢	头部和尾部	见 4.3.10				
无损检测	Z 向钢	整个产品	见 4.3.11				
高温特性试	锅炉钢（如有高温性	头部和尾部	见 4.3.12				

验	能要求)			
---	------	--	--	--

续表 4.3

试验项目	适用钢级	取样要求	试验要求	备注
焊接性能 试验	E、高强度钢 及淬火回火钢	见 4.3.13	见 4.3.13	
尺寸测量及 外观检查	全部	见 4.3.14	见 4.3.14	
母材 CTOD 试验	E、EH32/36/40、 FH32/36/40、 E420~690、 F420~690	见《材料与焊接 规范》	全厚度试样， 见《材料与焊接规范》	其特征值以 0.25 mm 为 依据，结果供 参考。