

指南编号/Guideline No.W-17(202407)



W-17 复合钢板

生效日期/Issued date:2024 年 7 月 1 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

中国船级社（以下简称“本社”）产品检验指南规定了拟申请本社认可/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。

本指南由本社编写和更新，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。

历史发布版本及发布时间：W-17(202510) 2015年10月20日

本版本主要修改内容：

- 1、补充和完善：复合钢板的复合方法，覆层金属种类，相关术语定义，轧制工艺的生产设备要求，修复工艺的要求，原材料的要求，拉伸试验延伸率的要求，腐蚀试验的要求；
- 2、其它编辑性修改。

目 录

1 适用范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语及定义	4
4 图纸资料	5
5 技术要求	7
6 原材料及零部件	7
7 型式试验	7
8 单件/单批检验	10

复合钢板

1 适用范围

1.1 本指南适用于按照本社《材料与焊接规范》要求制造的以碳钢及碳锰钢为基体材料的复合钢板的工厂认可和产品检验。若板材拟用作船体结构的一部分（如液货舱），则基体材料应符合规范的相关规定。若板材拟用于受压容器，则基体材料应符合规范的相关规定。

1.2 本指南适用于以爆炸法、轧制法、爆炸轧制法等复合方法生产的复合钢板。

1.3 凡适用于预定用途的材料，均可作为覆层金属，如不锈钢、铝合金、钛合金、镍合金或铜合金等。

2 规范性引用文件

2.1 本社《材料与焊接规范》

2.2 相关国家标准/国际标准等

3 术语及定义

3.1 复合钢板

系指由基体材料和在其单面或双面上整体结合的薄层（覆层金属）所组成的板材。

3.2 基体材料

复合钢板中主要承受结构强度的材料。

3.3 覆层金属

复合钢板中主要接触工作介质的材料。

3.4 爆炸复合法

在爆炸过程中实现基体材料和覆层金属之间冶金焊合的复合方法。

3.5 轧制复合法

通过轧制过程实现复合的方法。

3.6 爆炸轧制复合法

以爆炸方法进行基体材料和覆层金属坯料的初始复合，再进行轧制复合的方法。

4 图纸资料

4.1 拟取得本社工厂认可的单位，应向本社提交工厂认可申请。

4.2 下列图纸资料应提交审查：

4.2.1 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，申请认可产品构成金属板(基层金属和覆层金属的钢级或牌号)的规格、交货状态，化学成分，力学性能；公司获得其他认证资质证书情况等。

4.2.2 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) 对于钢板或其他金属板需要外购的原材料生产厂，应制订原材料采购、验收管理规定，并向本社提交原材料采购清单，清单应以工厂正式文件内容发布，内容应包含：原材料名称，制造厂名称，制造厂本社工厂认可证书编号，工厂文件编号，工厂公章等内容。

4.2.3 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（根据不同生产工艺确定）：焊机、切割机、校平机、磨床、热处理炉（退火炉）、轧机、加热炉、真空组坯设备等；
- (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、腐蚀试验设备等。制造厂本身应具有以上检测/试验设备。

4.2.4 工艺文件：

生产工艺流程图、认可品种的控制标准、工艺操作规程（作业指导书），主要应

包括:

- (1) 生产工艺流程图
- (2) 原材料准备工艺文件: 基体材料和覆层金属的采购标准含化学成分, 力学性能, 尺寸外观要求和探伤标准及表面质量标准;
- (3) 原材料的验收标准: 原材料应根据相应标准或工艺技术要求进行有关项目的检查与复验, 核对来料的牌号、炉批号、尺寸、厚度、表面质量、不平度等是否符合订货技术条件要求。基体材料应探伤, 以确认后续生产复合后产生的缺陷是出自原材料还是复合过程。
- (4) 基体材料和覆层金属的下料工艺文件
- (5) 复合前表面处理工艺文件
- (6) 复合工艺文件
 - ① 爆炸复合法
爆炸复合工艺
 - ② 轧制复合法
 - (a) 组坯工艺;
 - (b) 轧制工艺;
- (7) UT: 使用标准及合格的判定方法及指标
- (8) 热处理工艺文件
 - ① 热处理方式 (如去应力退火);
 - ② 随炉升温温度及时间;
 - ③ 炉冷温度及出炉空冷时间;
 - ④ 热处理是保证产品性能的重要方法之一, 尽管热处理工艺关键但可以根据工厂的不同情况选择适合工厂的热处理设备。

- (9) 矫平工艺文件
- (10) 表面处理工艺文件
- (11) 成品机加工及取样方法文件
- (12) 成品检验方法工艺文件
- (13) 标志、包装、入库文件
- (14) 修补工艺

4.2.5 试验、检验人员的适任证明；

4.3 型式试验大纲应提交本社批准。

4.4 本社认为应提交的其它资料。

5 技术要求

5.1 复合钢板应以最适合于基体材料和覆层金属两种材料的热处理状态交货，热处理工艺应提交本社备查。

5.2 复合钢板覆层金属的缺陷可进行修复，修复应按照本社批准的修复工艺进行。

6 原材料及零部件

基体材料以及覆层金属应根据产品预定用途符合本社《材料与焊接规范》的相应规定，如为外购板材时应持有我社船用产品证书或等效证明文件。

7 型式试验

7.1 型式试验大纲的确定

在进行工厂认可型式试验之前，本社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，经本社确认、批准；也可以由本社提出，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（应明确基体材料及覆层金属材料规格、牌号、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品种、规格、数量、交货状态等情况；
- (3) 型式试验的项目及采用规范、标准；
- (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（如分包，应说明分包方的资质及分包约定情况）；
- (6) 试验机构名称。

7.2 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) 对申请认可的产品应选取涵盖工厂最大加工和最小加工能力的产品取样进行型式试验。（如基体材料厚度和覆层金属板厚度均应选择最大和最小规格）。
- (2) 对于组成方式不同的复合钢板或热处理方式，生产方式不同的复合钢板不宜采用替代方式取样。
- (3) 应由验船师指定试验钢板，并在钢板的头部和尾部选取型式试验试样。

7.3 型式试验项目及要求

型式试验项目及要求见表 7.3。具体如下：

7.3.1 化学成分分析

应按照基体材料和覆层金属板组成结构，分别检测基层和覆层板的化学成分。

7.3.2 拉伸试验

- (1) 拉伸试样一般应采用全厚度板型试样，若板材厚度超过 50mm 或试验机能力限制时，可参考本社规范将试样机加工减薄。
- (2) 拉伸试样应分别取纵向和横向，试验结果的判定以本社规范作为判定依据。断后伸长率应不小于基体材料标准值。^①

注：①当覆层金属伸长率标准值小于基体材料伸长率标准值时，允许复合钢板伸长率小于基体

材料标准值，但应不小于覆层金属标准值。此时还应补充 1 个基体材料试样的拉伸试验，其断后伸长率应不小于基体材料标准值。

7.3.3 弯曲试验

弯曲试验应按照本社规范或国家标准要求进行，应分别进行面弯曲和背弯曲试验。

7.3.4 V 型缺口冲击试验

- (1) 冲击试验试样应在靠近基材表面处切取；如有需要，可以在靠近结合面处的基材上取样；
- (2) V 型缺口冲击试验应测定冲击功并提供冲击试样的断口照片；
- (3) 冲击试验的温度要求见表 7.3；
- (4) 如基体材料采用受压容器基体材料或本社规范范围内的其他材料，则应按照相应规范要求进行试验。

7.3.5 剪切试验

覆层金属与基体材料的粘合质量应首先采用超声波检测来检查，然后应分别测定各层之间剪切性能，剪切试验应按本社接受的方法进行试验，粘合面的抗剪强度应不低于下列规定：

- (1) 对抗拉强度 $R_m < 280\text{N/mm}^2$ 者，抗剪强度大于抗拉强度的 50%；
- (2) 对抗拉强度 $R_m \geq 280\text{N/mm}^2$ 者，抗剪强度大于 140N/mm^2 。

7.3.6 显微金相组织

应按照复合钢板的组成结构，对各层之间结合部分出示金相照片，以观察各层金属之间的结合情况，分别进行 100 倍和 500 倍的金相组织检验。

7.3.7 无损检测

覆层金属与基体材料的粘合质量应逐张采用超声波检测来检查，对所有距四周边缘宽度不小于 50mm 的区域应进行 100% 检测检查，中间区域应沿间隔 200mm 四方环线进行连续的检测检查。允许存在的单个未粘合区域面积应不超过 4000mm^2 ，且各单个未粘合区域之间的距离应不小于 500mm。

7.3.8 腐蚀试验

根据产品的预定用途应对覆层金属进行相应的腐蚀试验。如奥氏体不锈钢和奥氏体-铁素体双相不锈钢的晶间腐蚀试验，奥氏体-铁素体双相不锈钢的点腐蚀试验，镍合金的晶间腐蚀试验等。不锈钢的晶间腐蚀和点腐蚀试验应满足本社《材料与焊接规范》的要求，其他覆层金属的腐蚀试验应满足本社接受的标准的要求。

腐蚀试验应在去除基体材料后的覆层金属上进行。

7.3.9 尺寸测量及外观检查：

- (1) 至少选 1 张复合钢板进行尺寸测量及外观检查。每张复合钢板应测量其长度、宽度、厚度、对角线长度等。厚度测量和厚度偏差应符合本社《材料与焊接规范》及相关标准的规定。
- (2) 外观质量应符合有关标准要求。

7.3.10 验船师应见证型式试验的取样及标记转移过程。

8 单件/单批检验

8.1 按照本社《钢质海船入级规范》的规定，复合钢板的单件/单批检验应在工厂认可后进行。

8.2 对复合钢板的单件/单批检验的具体要求在本社颁发工厂认可证书时书面通知工厂。

8.3 对复合钢板的单件/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、剪切试验，弯曲试验）、无损探伤、化学成分分析、外观及尺寸检查等；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。

8.4 本社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、各层品种牌号、规格、重量、数量、交货状态、化学成分、力学性能、产品标识情况说明等内容，并留有本社验船师签署、盖章的位置。

(2) 工厂质量证明书的格式需经本社同意。

认可型式试验项目

表 7.3

试验项目	适用钢级, 牌号	取样要求	试验要求	备注
化学成分	各层金属板	成品	按照各层金属要求进行	
拉伸试验	—	头部和尾部 1/4 宽度 纵向和横向	R_{eH} 、 R_m 、 A_5	
弯曲试验	—	头部和尾部 1/4 宽度 纵向和横向	-	
剪切试验	各层结合处	头部和尾部 1/4 宽度 纵向和横向	剪切强度	
冲击试验 (对应基体材料)	—	头部和尾部 1/4 宽度, 纵向和横向	试验温度℃	
	A,		A 级:常温 B/AH32/AH36 级:0 D,DH32,DH36:-20 E/EH32/EH36:-40 FH32/FH36: -60	
	B, A32/36/40,			
	D, DH32/36/40,			
	E, EH32/36/40,			
	FH32/36/40,			
本社规范的其他材料	按照本社规范规定进行			
显微组织	各层金属板及各层结合处	一端		
探伤	各层金属板生产投料前以及粘合后	各层金属板及整体复合板		
腐蚀试验	不锈钢、镍合金等	两端		有腐蚀性能要求时
尺寸外观	—	整张板	有关标准要求	