团体标准

T/SSEA XXXX—XXXX

船用高强度止裂钢板

Brittle crack arrest high strength steel plate for ship

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中国特钢企业协会 发布

ICS 77.140.50

CCS H 46

版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

# 前 言

本文件按照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。

请注意本部分的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国特钢企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

船用高强度止裂钢板

1. 范围

本文件规定了船用高强度止裂钢板的牌号表示方法、订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于厚度50mm~100mm的船用高强度止裂钢板（以下简称钢板）。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而成为本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法

GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量

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 223.37 钢铁及合金 氮含量的测定 蒸馏分离靛酚蓝分光光度法

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚S分光光度法

GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和锑磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠（钾）光度法测定锰量

GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 712-2022 船舶及海洋工程用结构钢

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）

GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）

GB/T 38277-2019 船用高强度止裂钢板

1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

1. 牌号表示方法
   1. 钢板的钢级、厚度方向（Z向）性能级别、用图标识应符合表1的规定。
2. 钢板的钢级、厚度方向性能级别、用途标识

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢级 | Z向性能级别 | 用途标识 |
| DH36、EH36、FH36 | Z25、Z35 | BCA、COD  BCACOD |
| DH40、EH40、FH40 | Z25、Z35 |
| AH47、DH47、EH47、FH47 | Z25、Z35 |
| 注：脆性断裂止裂韧性（BCA）——满足宽板拉伸性能；  裂纹尖端张拉位移（COD）——满足CTOD性能；  脆性断裂止裂韧性和裂纹尖端张开位移（BCACOD）——同时满足宽板拉伸和CTOD性能。 | | |

* 1. 钢的牌号由钢级、用途标识两个部分组成。

示例：EH40BCACOD。

EH40——钢板的钢级；

BCACOD——用途标识。

当要求钢板具有厚度方向性能时，则在上述规定的牌号后加上代表厚度方向性能级别的符号，例如：EH40BCACOD-Z35。

1. 订货内容
   1. 按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：
2. 产品名称；
3. 本文件编号；
4. 牌号；
5. 规格；
6. 重量；
7. 尺寸及不平度精度；
8. 交货状态；
9. 标志；
10. 特殊要求。
    1. 订货合同对5.1中g）、h）项内容未明确时，可由供方自行确定。
11. 尺寸、外形、重量

钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合GB/T 709-2019的规定，厚度允许偏差执行GB/T 709-2019的B类，并应保证钢板的平均厚度应不小于公称厚度。

1. 技术要求
   1. 牌号和化学成分
      1. 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表2的规定。以TMCP状态交货的高强度级钢，其碳当量（Ceq）和焊接裂纹敏感性指数（Pcm）的最大值应符合表3的规定。
      2. 当需方要求保证厚度方向性能时，硫含量应符合GB/T 5313的规定。
      3. 钢板的成品化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。
2. 化学成分（熔炼分析）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢级 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | P | S | Cu | Cr | Ni | Nb① | V① | Ti① | Mo | Als①② | N | B③ |
| DH36 EH36 | ≤0.14 | ≤0.50 | 0.90~2.00 | ≤0.020 | ≤0.008 | ≤0.35④ | ≤0.20④ | ≤2.00④ | 0.02~0.05 | 0.05~0.10 | ≤0.02 | ≤0.08 | ≥0.015 | — | ≤0.0005 |
| FH36 | ≤0.14 | ≤0.50 | 0.90~2.00 | ≤0.020 | ≤0.008 | ≤0.35④ | ≤0.20④ | ≤2.00④ | 0.02~0.05 | 0.05~0.10 | ≤0.02 | ≤0.08 | ≥0.015 | ≤0.009⑤ | ≤0.0005 |
| DH40 EH40 | ≤0.14 | ≤0.50 | 0.90~2.00 | ≤0.020 | ≤0.008 | ≤0.35④ | ≤0.20④ | ≤2.00④ | 0.02~0.05 | 0.05~0.10 | ≤0.02 | ≤0.08 | ≥0.015 | — | ≤0.0005 |
| FH40 | ≤0.14 | ≤0.50 | 0.90~2.00 | ≤0.020 | ≤0.008 | ≤0.35④ | ≤0.20④ | ≤2.00④ | 0.02~0.05 | 0.05~0.10 | ≤0.02 | ≤0.08 | ≥0.015 | ≤0.009⑤ | ≤0.0005 |
| AH47 DH47 EH47 | ≤0.14 | ≤0.55 | 0.90~2.00 | ≤0.020 | ≤0.008 | ≤0.50 | ≤0.30④ | ≤2.00④ | 0.02~0.05 | 0.05~0.10 | ≤0.02 | ≤0.08 | ≥0.015 | ≤0.009⑤ | ≤0.0005 |
| FH47 | ≤0.14 | ≤0.55 | 0.90~2.00 | ≤0.020 | ≤0.008 | ≤0.50 | ≤0.30④ | ≤2.00④ | 0.02~0.05 | 0.05~0.10 | ≤0.02 | ≤0.08 | ≥0.015 | ≤0.009⑤ | ≤0.0005 |
| 1. 细化晶粒元素(Al、Nb、V等)单独或以任一组合形式加入钢中。当单独加入时，其含量应不低于表列值；若混合加入两种以上细化晶粒元素时，则表中对单一元素含量下限的规定不适用，但应满足认可的技术条件。Nb%+V%+Ti%≤0.12%。 2. 可以采用总铝（Alt）含量来代替酸溶铝(Als)含量的要求，此时，总铝（Alt）含量应不小于0.02%。 3. 当有意加入时，B含量的上限为0.002%。 4. 对于BCA钢板，Cu含量上限可提高至0.50%，Cr含量上限可提高至0.25%(47级可提高至0.50%)。对于COD钢板Ni含量上限为1.0%。 5. 当含有表中规定的Al含量时，N≤0.012%。 | | | | | | | | | | | | | | | |

1. 碳当量和裂纹敏感性指数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢级 | 碳当量aCeq/% | 裂纹敏感性指数bPcm/% |
| DH36、EH36、FH36 | ≤0.47 | — |
| DH40、EH40、FH40 | ≤0.49 | — |
| AH47、DH47、EH47、FH47 | ≤0.55 | ≤0.24 |
| a 碳当量计算公式：Ceq=Ｃ+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15  b 裂纹敏感性指数Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B | | |

* 1. 冶炼方法

钢由转炉或电炉冶炼，并应进行炉外精炼。

* 1. 交货状态

钢板应以热机械轧制（TMCP）、热机械轧制（TMCP）+回火（T）或淬火+回火（QT）状态交货。

* 1. 力学性能
     1. 钢板的拉伸试验结果应符合表4的规定。
     2. 当需方要求保证厚度方向性能时，应指定Z25或Z35，厚度方向断面收缩率应符合GB/T 5313的规定。
     3. 钢板的冲击试验结果应符合表4的规定。钢板的冲击试验结果按一组3个试验的算术平均值进行计算，允许其中有一个试验值低于规定值，但不应低于规定值的70%。
     4. 对于COD钢板，型式认可时应测定母材和粗晶热影响区（CGHAZ）的CTOD性能，并符合表5的规定。
     5. BCA钢板应进行脆性裂纹止裂试验。可使用小型试验方法（如NDT）以证明脆性裂纹止裂性能，但是在应用该试验方法之前需要获得认可。
     6. 钢板的落锤试验（NDT）应符合表5的规定。

1. 拉伸和冲击性能

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 拉伸试验a | | | 夏比（V型缺口）冲击试验b | | | | | | |
| 上屈服强度ReH/MPa  不小于 | 抗拉强度  Rm/MPa | 断后伸长率  A/%  不小于 | 试验温度/℃ | 冲击吸收能量  KV2/J | | | | | |
| 钢板厚度/mm | | | | | |
| 50~70 | | ＞70~85 | | ＞85~100 | |
| 纵向 | 横向 | 纵向 | 横向 | 纵向 | 横向 |
| DH36 | 355 | 490~630 | 21 | -20 | 41 | 27 | 50 | 34 | 50 | 34 |
| EH36 | -40 |
| FH36 | -60 |
| DH40 | 390 | 510~660 | 20 | -20 | 46 | 31 | 55 | 37 | 55 | 37 |
| EH40 | -40 |
| FH40 | -60 |
| AH47 | 460 | 570~720 | 17 | 0 | 53 | 37 | 64 | 45 | 75 | 53 |
| DH47 | -20 |
| EH47 | -40 |
| FH47 | -60 |
| a 拉伸试验取横向试样。当屈服不明显时,可测量Rp0.2代替RH。  b 当合同未规定时,冲击试验取纵向试样,但应保证横向冲击性能符合规定。 | | | | | | | | | | |

1. 止裂性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢级 | 用途标识 | 止裂温度  CATa,b  ℃ | 脆性裂纹  止裂韧性b  Kca（-10℃）N/mm3/2 | -10℃裂纹尖端张开位移 | | NDTTc  ℃ |
| 母材  （平均值） | 焊后  （平均值） |
| DH36 EH36 FH36  DH40  EH40  FH40  AH40  DH47  EH47  FH47 | BCA1 | ≤-10 | ≥6000 | — | — | 协商 |
| BCA2 | ≤-10 | ≥8000 | — | — | 协商 |
| COD | — | — | ≥0.40 | ≥0.20 | — |
| BCA1COD | ≤-10 | ≥6000 | ≥0.40 | ≥0.20 | 协商 |
| BCA2COD | ≤-10 | ≥8000 | ≥0.40 | ≥0.20 | 协商 |
| a 钢板应在-10℃以下获得止裂温度（CAT）,也可以从大型等温试验中直接测量CAT。  b 通过大型ESSO试验、标准双重拉伸试验，或者其他认可的方法（如NDT）来表征脆性止裂性能。  c 供需双方协商，可参考或严于止裂钢认证时船级社认可的NDTT。 | | | | | | |

* 1. 表面质量
     1. 钢板表面不应有气泡、结疤、裂纹、折叠、夹杂和压入氧化铁皮等有害缺陷。钢板端面不应有目视可见分层。
     2. 钢板的表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈及由于压入氧化铁皮和轧辊所造成的不明显的粗糙、网纹、划痕及其他局部缺陷，但其深度不应大于钢板厚度的负偏差，并应保证钢板允许的最小厚度。
     3. 钢板的表面缺陷允许用修磨方法清除，清理处应平滑无棱角，清理后钢板任何部位的厚度不应小于公称厚度的93%，且在任何情况下不应比公称厚度小3mm；单个修磨面积应不大于0.25m2；局部修磨面积之和不应大于总面积的2%。两个修磨面之间的距离应大于它们的平均宽度，否则认为是一个修磨面。
  2. 无损检测

钢板应逐张按NB/T 47013.3进行超声检验，合格级别为不低于Ⅲ级。

* 1. 特殊要求

经供需双方协商，也可进行其他项目检验，具体要求在技术协议或合同中明确。

1. 试验方法
   1. 试验要求
      1. 钢的化学成分分析通常按GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T20125或其他通用的方法进行，仲裁时应按GB/T 223.5、GB/T 223.12、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.69、GB/T 223.72、GB/T 223.78、GB/T 223.79、GB/T 223.81、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86的规定进行。
      2. 每批钢板检验项目的试验方法应符合表6的规定。
2. 检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

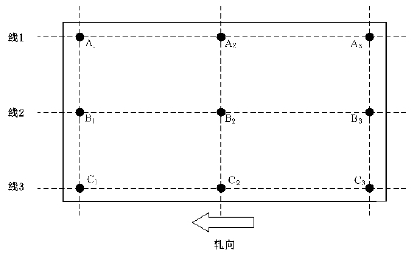
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样方法 | 试验方法 |
| 1 | 化学成分 | 1个/炉 | GB/T 20066  成品分析样位于板厚1/4处 | 见8.1.1 |
| 2 | 拉伸试验 | 1个/批 | GB/T 2975 | GB/T 228.1 |
| 3 | 冲击试验 | 3个/批 | GB/T 2975 | GB/T 229 |
| 4 | 落锤试验 | 2个/批 | 协商 | GB/T 6803 |
| 5 | 脆性裂纹止裂韧性、止裂温度 | 协商 | GB/T 38277-2019附录A或附录B | GB/T 38277-2019附录A或附录B |
| 6 | 裂纹尖端张开位移 | 协商 | GB/T 21143 | GB/T 21143 |
| 7 | 厚度方向性能 | 3个/批 | GB/T 5313 | GB/T 5313 |
| 8 | 超声检测 | 逐张 | — | NB/T 47013.3 |
| 9 | 表面质量 | 逐张 | — | 目视及测量 |

* 1. 尺寸检查
     1. 钢板的尺寸和外形用合适的测量工具检查。
     2. 钢板的平均厚度测量方法如下：

a）钢板的平均厚度可采用自动或手工方法测量；

b）钢板的厚度测量位置：采用自动方法测量时，测量点距侧边和板端的距离应在10mm~300mm；采用手工方法测量时，测量点距侧边和板端的距离应在10mm~100mm；

c）按图1所示，至少选两条线进行测量，每条线至少选3个测量点（当每条线的测量点多于3点时，每条线的测量点应数量相等，且位置对应）；并按平均值计算钢板平均厚度。



说明：

●——测量点。

图1 钢板的平均厚度测量点位置

* 1. 取样位置
     1. 拉伸试验试样应在每一批中最厚的钢板上制取。当钢板的厚度不大于40mm时，取全截面矩形试样，试样宽度为25mm。当试验机能力不足时，可在试样的一个轧制面加工，使厚度减薄至25mm。当钢板的厚度大于40mm时，取圆截面试样，试样轴线距钢板表面应为钢板1/4厚度处或尽量接近此。位置，试样的直径为14mm；可根据试验机能力，采用全截面试样。厚度大于100mm的超高强度级钢板，当采用圆截面试样时，还应在钢板厚度中心增加1个试样。
     2. 冲击试验试样应在每一批中最厚的钢板上制取。缺口应垂直于原轧制面。当钢板的厚度不大于40mm时，冲击试样应为近表面试样，试样边缘距一个轧制面小于2mm；当钢板的厚度大于40mm时，试样轴线应位于钢板1/4厚度处或尽量接近此位置。当超高强度级钢板的厚度大于50mm时，应增加一组冲击试样，冲击试样的轴线位于钢板厚度的1/2处。
  2. 检验项目的试验方法

每批钢板检验项目的试验方法应符合表6的规定。

1. 检验规则
   1. 检查和验收

钢板的检查和验收由供方质量检验部门进行。

* 1. 组批规则
     1. 钢板应成批验收。以热机械轧制（TMCP）交货的钢板，同一轧制张为一批；以热机械轧制（TMCP）十回火（T）、淬火十回火（QT）状态交货的钢板，同一轧制张且同一热处理制度为一批。
     2. 厚度方向性能钢板按轧制批验收。
  2. 取样数量

每批钢板的取样数量应符合表6的规定。

* 1. 复验与判定

钢板的复验与判定应符合GB/T 712-2022中9.4的规定。

* 1. 数值修约

数值判定采用修约值比较法进行修约，修约规则应符合GB/T 8170的规定。

1. 包装、标志和质量证明书

钢板的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 247的规定。