团体标准

T/SSEA XXXX—XXXX

水电站用低焊接裂纹敏感性高强度钢板

High-strength steel plates with low welding crack sensitivity for hydropower stations

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。

请注意本文件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：

水电站用低焊接裂纹敏感性高强度钢板

1. 范围

本文件规定了水电站用低焊接裂纹敏感性高强度钢的牌号表示方法、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。

本文件适用于水电站用厚度为6mm~150mm的低焊接裂纹敏感性高强度钢板（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 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量

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 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青S分光光度法

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

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 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量

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 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

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 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量

GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量

GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法　管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量

GB/T 223.75 钢铁及合金 硼含量的测定 甲醇蒸馏-姜黄素光度法

GB/T 228.1 金属材料拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 229 金属材料夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 232 金属材料弯曲试验方法

GB/T 247 钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 709-2019 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 2975 钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4160 钢的应变时效敏感性试验方法（夏比冲击法）

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方法（常规法）

GB/T 5313 厚度方向性能钢板

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

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 20125 低合金钢多元素含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 28297 厚钢板超声自动检测方法

NB/T 47013.3-2015 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

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

钢的牌号由“水电”字汉语拼音首位字母“SD”、规定的最小屈服强度值、国际上代表低焊接裂纹敏感性的英文字母CF（crack free的缩写）和质量等级四部分组成。

示例：SD690CFE

SD——“水电”字汉语拼音首位字母；

690——规定的最小屈服强度值，单位为兆帕（MPa)；

CF——国际上代表低焊接裂纹敏感性的字母；

E——质量等级符号。

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（Z向）性能级别的符号，例如：SD690CFZ25。

1. 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

1. 本文件编号；
2. 产品名称；
3. 牌号；
4. 尺寸、外形精度；
5. 交货状态；
6. 重量；
7. 其他特殊要求。
8. 尺寸、外形、重量
   * 1. 钢板的尺寸、外形及允许偏差应符合GB/T 709-2019的规定。
     2. 钢板的厚度允许偏差应符合GB/T 709-2019中B类的规定；根据需方要求，并在合同中注明，也可按C类偏差供货。
     3. 钢板按理论重量交货，理论计重采用的厚度为钢板允许的最大厚度和最小厚度的算术平均值。钢的密度为7.85g/cm3。
9. 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1的规定。
      2. 为改善钢板的性能，供方可添加表1以外的合金元素，具体含量应在质量证明书中注明。
      3. 各牌号钢的熔炼分析焊接裂纹敏感性指数Pcm采用公式（1）计算,其结果应符合表2的规定。

Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B………………（1）

* + 1. 成品钢板化学成分的允许偏差应符合 GB/T222的相应规定。
  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

SD490CF、SD560CF、SD690CF钢板应以热机械轧制(TMCP)、TMCP+回火或淬火十回火状态交货，SD800CF、SD890CF钢板应以淬火+回火状态交货，具体交货状态由供需双方商定并在合同中注明。

1. 牌号及化学成分（熔炼分析）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 质量等级 | 钢板厚度/mm | 化学成分（质量分数）/%a | | | | | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | Ni | Cr | Mo | Ti | Nb | V | Cu | B | P | S | Als |
| ≤ | | | | | | | | | ≥ |
| SD490CF | C、  D、  E | 6~60 | ≤0.09 | ≤0.40 | 1.00~1.60 | 0.10~1.50 | 0.50 | 0.50 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.30 | 0.003 | 0.020 | 0.005 | 0.015 |
| ＞60~100 | ≤0.09 | ≤0.40 | 1.00~1.60 | 0.10~1.50 | 0.50 | 0.50 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.30 | 0.003 | 0.020 | 0.005 | 0.015 |
| ＞100~150 | ≤0.10 | ≤0.40 | 1.00~1.60 | 0.30~1.50 | 0.60 | 0.50 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.003 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| SD560CF | D、  E | 6~60 | ≤0.10 | ≤0.40 | 1.00~1.60 | 0.20~1.50 | 0.50 | 0.50 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.30 | 0.003 | 0.020 | 0.005 | 0.015 |
| ＞60~100 | ≤0.10 | ≤0.40 | 1.00~1.60 | 0.20~1.50 | 0.50 | 0.50 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.30 | 0.003 | 0.020 | 0.005 | 0.015 |
| ＞100~150 | ≤0.11 | ≤0.40 | 1.00~1.60 | 0.50~1.50 | 0.60 | 0.50 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.003 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| SD690CF | D、  E | 6~60 | ≤0.10 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 0.50~1.50 | 0.60 | 0.60 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.003 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| ＞60~100 | ≤0.10 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 0.50~1.50 | 0.60 | 0.60 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.003 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| ＞100~150 | ≤0.12 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 0.80~2.00 | 0.70 | 0.70 | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.30 | 0.003 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| SD800CF | D、  E | 6~60 | ≤0.11 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 0.60~1.50 | 0.60 | 0.60 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.004 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| ＞60~100 | ≤0.11 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 0.60~2.00 | 0.60 | 0.60 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.004 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| ＞100~150 | ≤0.12 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 1.00~2.00 | 0.70 | 0.70 | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.30 | 0.004 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| SD890CF | E、  F | 6~60 | ≤0.12 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 1.20~2.00 | 0.70 | 0.70 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.004 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| ＞60~100 | ≤0.12 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 1.40~2.50 | 0.70 | 0.70 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.30 | 0.004 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| ＞100~150 | ≤0.13 | ≤0.40 | 0.70~1.50 | 1.60~3.00 | 0.70 | 0.70 | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.30 | 0.004 | 0.015 | 0.005 | 0.015 |
| a 供方根据需要可添加其中一种或几种合金元素,最大值应符合表中规定,其含量应在质量证明书中报告。  b 钢中至少应添加 Nb、Tī、V、A1 中的一种细化晶粒元素，其中至少一种元素的最小量为0.015%（对于Al为 Als）也可用 Alt 替代 Als,此时最小量为 0.020%。 | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. 焊接裂纹敏感性指数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 焊接裂纹敏感性指数值Pcm/% | | |
| 公称厚度/mm | | |
| 6~60 | ＞60~100 | ＞100~150 |
| SD490CF | ≤0.20 | ≤0.22 | ≤0.24 |
| SD560CF | ≤0.22 | ≤0.24 | ≤0.25 |
| SD690CF | ≤0.25 | ≤0.26 | ≤0.28 |
| SD800CF | ≤0.26 | ≤0.27 | ≤0.29 |
| SD890CF | ≤0.27 | ≤0.29 | ≤0.31 |

* 1. 力学性能及工艺性能
     1. 钢板的力学性能和工艺性能应符合表3的规定。
     2. 钢板的夏比冲击性能应符合表4的规定，冲击试验结果按一组3个试样的算术平均值计算,允许其中1个试样值比表3规定值低，但不得低于规定值的 70%。否则，应从同一批钢板上再取一组3个试样进行试验。前后6个样的平均值不低于对应的规定值，允许其中2个试样值低于对应的规定值，但其中低于规定值70%的试样只允许1个。
     3. 厚度小于 12mm 的钢板应采用小尺寸试样进行夏比(V型缺口)冲击试验。钢板厚度＞8mm~＜12mm时，试样尺寸为7.5mm×10mm×55mm；钢板厚度为6mm~8mm时，试样尺寸为5mm×10mm×55mm。其试验结果应分别不小于表3规定值的75%或50%。厚度小于6mm的钢板不做冲击试验。
     4. 按表3要求进行弯曲试验时，试样基体不得出现裂纹。

表3　力学性能和工艺性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 质量等级 | 拉伸试验a | | | | 180°弯曲试验c  D=弯心直径，a=试样厚度 |
| 钢板厚度  mm | 上屈服强度b  *ReL* /MPa | 抗拉强度  *Rm*/MPa | 断后伸长率  *A*/% |
| SD490CF | C、D、  E | ≤60 | ≥490 | 610～750 | ≥17 | D=3a |
| ＞60-100 | ≥470 | 590～730 |
| ＞100-150 | ≥450 | 570～730 |
| SD560CF | D、E | ≤60 | ≥560 | 690～850 | ≥16 | D=3a |
| ＞60-100 | ≥540 | 670～830 |
| ＞100-150 | ≥520 | 650～830 |
| SD690CF | D、E | ≤60 | ≥690 | 780～930 | ≥15 | D=3a |
| ＞60-100 | ≥670 | 760～920 |
| ＞100-150 | ≥650 | 740～900 |
| SD800CF | D、E | ≤60 | ≥800 | 880～1050 | ≥15 | D=3a |
| ＞60-100 | ≥780 | 860～1030 |
| ＞100-150 | ≥770 | 850～1020 |
| SD890CF | E、F | ≤60 | ≥890 | 950～1150 | ≥14 | D=3a |
| ＞60-100 | ≥880 | 930～1130 |
| ＞100-150 | ≥860 | 920～1120 |
| a拉伸试样取横向试样。  b当屈服现象不明显时，可采用RP0.2代表上屈服。  c弯曲试样取横向试样。 | | | | | | |

表4　夏比（V型缺口）冲击试验的试验温度和冲击吸收能量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 质量等级 | 冲击试验  （V型缺口） | |
| 温度/℃ | 吸收能量（横向）*KV2*/J |
| SD490CF | C | 0 | ≥100 |
| D | -20 | ≥100 |
| E | -40 | ≥100 |
| SD560CF | D | -20 | ≥100 |
| E | -40 | ≥100 |
| SD690CF | D | -20 | ≥80 |
| E | -40 | ≥80 |
| SD800CF | D | -20 | ≥80 |
| E | -40 | ≥80 |
| SD890CF | E | -40 | ≥60 |
| F | -60 | ≥60 |

* + 1. 根据需方要求，钢板可按 GB/T5313保证厚度方向性能,要求的厚度方向性能级别（Z15、Z25 或235）在合同中注明。
  1. 表面质量
     1. 钢板表面不允许存在裂纹、气泡、结疤、折叠、夹杂和压入的氧化铁皮。钢板不应有目视可见的分层。
     2. 钢板表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈、由压入氧化铁皮脱落引起的不显著的表面粗糙、划伤、压痕及其他局部缺欠，但其深度不得大于钢板厚度公差之半，并应保证钢板的最小厚度。
     3. 钢板表面缺陷允许修磨清理，但应保证钢板的最小厚度，清理处应平滑无棱角。
  2. 超声检测

根据需方要求，经供需双方协商，钢板应逐张按GB/T 2970或NB/T 47013.3标准的规定进行超声检测，检测方法及合格级别需在合同中注明。

* 1. 特殊要求

根据供需双方协商，钢板也可进行其他项目的检验。

1. 试验方法
   1. 钢的化学成分分析按GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125或其他通用方法进行，仲裁时按照GB/T 223.3、GB/T 223.5、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.58、GB/T 223.62、GB/T 223.68、GB/T 223.75、GB/T 20125的规定进行。
   2. 每批钢板的检验项目和试验方法应符合表6的规定。

表6　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 | 见8.1 |
| 2 | 拉伸试验 | 1个/批 | GB/T 2975 | GB/T 228.1 |
| 3 | 冲击试验 | 一组（3个）/批 | GB/T 2975 | GB/T 229 |
| 4 | 弯曲试验 | 1个/批 | GB/T 2975 | GB/T 232 |
| 5 | 厚度方向性能 | 3个/批 | GB/T 5313 | GB/T 5313 |
| 6 | 超声检测 | 逐张 | — | GB/T 2970或JB/T 4730.3 |
| 7 | 表面质量 | 逐张 | — | 目视及测量 |
| 8 | 尺寸、外形 | 逐张 | — | 合适的量具 |

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。每批应由同一牌号、同一炉号、同一厚度、同一交货状态的钢板组成，每批重量不大于60 t。
  2. 取样数量

钢板的取样数量和取样方法应符合表5的规定。

* 1. 复验和判定规则
     1. 钢板的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。
     2. Z向钢的厚度方向断面收缩率的复验与判定应符合 GB/T 5313 的规定。
  2. 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、质量证明书应符合GB/T 247的规定。