

中国钢结构协会团体标准

XX/XXXX.X-202x

适用于 XX 地区的新型高性能耐候桥梁 钢及配套焊接材料与焊接工艺规范

New high-performance weathering bridge steel and relevant welding
material applicable to Sichuan-Tibet region

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

中国钢结构协会发布

前言

本标准针对XX的高强度耐候桥梁钢及配套焊接材料，主要规定耐候桥梁用Q500qENH钢板订货的基本要求，包括供货规格、技术要求、试验方法、检验规则等；配套手工焊、埋弧焊、气保焊焊接材料的基本要求，包括熔敷金属化学成分、力学性能、作业准备、预热及焊接环境要求，焊接工艺要点、焊后消氢措施、焊后变形矫正等。

本标准由中国钢结构协会归口，由宝山钢铁股份有限公司负责具体技术内容的解释。应用执行过程中如有意见或建议，请寄送宝山钢铁股份有限公司（地址：上海市宝山区富锦路885号，邮政编码：201900），供今后修订时参考。

本标准起草单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准主要审查人：

目录

1 总则.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	3
4 牌号表示方法.....	3
5 订货内容.....	3
6 尺寸、外形、重量及允许偏差.....	4
7 技术要求.....	4
8 试验方法.....	7
9 检验规则.....	8
10 包装、标志及质量证明书.....	8
11 焊接材料.....	9
12 焊接接头性能.....	错误!未定义书签。
12 焊接工艺评定.....	错误!未定义书签。
13 焊缝质量检验.....	错误!未定义书签。

1 范围

本标准规定了 XX 的高强度耐候桥梁钢及配套焊接材料与焊接工艺的术语和定义、牌号表示方法、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本标准适用于厚度不大于 80 mm 的耐候桥梁用结构钢板。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法

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 金属夏比缺口冲击试验方法

GB/T 232 金属构件 弯曲试验方法

GB/T 247 钢板和钢带验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 714 桥梁用结构钢

GB/T 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法

GB/T 2970 厚钢板超声检测方法

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 4336 碳素钢和中低合金钢火花源原子发射光谱分析方法

GB/T 5313 厚度方向性能钢板

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 12778 金属夏比冲击断口测定方法

GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求

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 25774.1 焊接材料的检验 第 1 部分：钢、镍及镍合金熔敷金属力学性能试样的制备及检验

GB/T 33964 耐候钢实心焊丝用钢盘条

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热机械轧制 thermomechanical rolling

在一定的温度范围内进行最后变形的轧制工艺，轧制后可加速冷却及回火处理，导致材料性能和状态不能仅由热处理来获得或重现。

3.2

回火 tempered

钢材经过回火处理，获得较好综合力学性能的热处理方式。

3.3

耐大气腐蚀钢 atmospheric corrosion resistant steel

在钢中加入一定数量的合金元素，如 P、Cr、Ni、Cu、Mo 等，使其在金属基体表面上形成保护层，以提高耐大气腐蚀性能的钢

4 牌号表示方法

钢的牌号由代表屈服强度的汉语拼音字母、规定最小屈服强度值、桥字的汉语拼音首位字母、质量等级符号等几个部分组成。

产品牌号为 Q500qENH/Q500qENHZ35，其中：

Q——桥梁用钢屈服强度的“屈”字汉语拼音的首位字母；

500——屈服强度值，单位 MPa；

q——桥梁用钢的“桥”字汉语拼音的首位字母；

E——质量等级符号；

NH——耐候桥梁钢“耐候”二字汉语拼音的首位字母；

Z——钢板厚度方向性能。

5 订货内容

订货时，需方在合同或订单中应提供下列信息：

a) 本标准编号；

b) 产品名称；

c) 牌号；

d) 规格；

e) 尺寸、外形精度要求；

f) 重量（数量）；

g) 交货状态;

h) 特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。其中钢板厚度允许偏差为 B 类。

6.2 经供需双方协议, 可供应其他尺寸、外形及允许偏差的钢板。

7 技术要求

7.1 牌号及化学成分

7.1.1 钢的牌号及化学成分(熔炼分析)、碳当量、焊接裂纹敏感性指数和耐腐蚀性指数应符合表 1 的规定。

表 1 Q500qENH/Q500qENHZ35 钢化学成分（熔炼分析）碳当量、焊接裂纹敏感性指数和耐腐蚀性指数

牌号	化学成分（质量百分数）/%															
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	Ti	V	Als	CEV	P _{cm}	I
Q500qENH/Q500qENHZ35	≤ 0.11	0.15 ~ 0.50	1.10 ~ 1.50	≤ 0.020	≤ 0.010	0.25 ~ 0.55	0.30 ~ 0.45	0.45 ~ 0.70	≤ 0.25	0.010 ~ 0.100	0.006 ~ 0.030	≤ 0.08	0.015 ~ 0.050	≤ 0.50	≤ 0.23	≥ 6.5

注 1：碳当量（CEV）采用公式 $CEV = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$ 计算；

注 2：焊接裂纹敏感性指数（P_{cm}）采用公式 $P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B$ 计算；

注 3：耐腐蚀性指数 $I(\%) = 26.01Cu + 3.88Ni + 1.20Cr + 1.49Si + 17.28P - 7.29Cu \times Ni - 9.10Ni \times P - 33.39Cu^2$ ，当需方采用成品分析时，应当充分考虑由于偏析所造成的对 I 值影响；

注 4：钢中 Nb、V、Ti 可单独或组合加入，单独加入时，应符合表中规定；组合加入时，应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定，且 $Nb+V+Ti \leq 0.22\%$ ；

注 5：钢中残余元素控制全硼 $B \leq 0.0005\%$ ， $N \leq 0.0080\%$ ；

注 6： $H \leq 0.0002\%$ 。如果供方能够保证，可不进行分析；

注 7：50mm < 板厚 ≤ 80mm 时， $CEV \leq 0.55$ ； $P_{cm} \leq 0.24$ ；

注 8：钢水应对硫化物进行改性处理；

注 9：对于 Z35 的钢板 S 的含量 ≤ 0.005%；

注 10：若采用全铝 Al_t 计算时，全铝 Al_t 含量应为 0.020~0.055%。

7.1.2 当需方要求保证厚度方向性能时，应符合 GB/T 5313 的规定。

7.1.3 钢材的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.2 冶炼方法

钢由转炉或电炉冶炼，并进行炉外精炼。

7.3 交货状态

7.3.1 板厚 < 20mm 钢板以热机械轧制或热机械轧制+回火状态交货，板厚 ≥ 20mm 钢板以热机械轧制+回火状态交货。

7.4 力学性能

7.4.1 钢材的力学性能应符合表 2 的规定。

7.4.2 夏比（V 型缺口）冲击吸收能量，按一组 3 个试样的算术平均值进行计算，允许其中有 1 个试样单个值低于表 2 规定值，但不得低于规定值的 70%。

表 2 Q500qENH/Q500qENHZ35 钢板力学性能

板厚 (mm)	横向（纵向）拉伸				纵向冲击（-40°C）	横向冷弯	Z 向拉伸
	R _{eL} (MPa)	R _m (MPa)	R _{eL} /R _m	A (%)	KV2 (J)	(180°弯曲) (D=2a)	Z35 (%)
≤16	≥500	≥630	≤0.86	≥18	≥120	合格 (D=2a)	-
>16~50	≥500	≥630	≤0.86	≥18	≥120	合格 (D=3a)	≥35 (单值≥25)
>50~64	≥480	≥630	≤0.86	≥18	≥120		
>64~80	≥480	≥630	≤0.86	≥18	≥120		

注 1：当屈服不明显时，可以用 R_{p0.2} 代替 R_{eL}。
 注 2：在钢板厚度方向切取冲击样坯时，按照 GB/T 2975 中 A4 条规定执行，板厚 t>40mm 时应按照样坯轴线与 t/4 对齐取样。

7.4.3 对厚度小于 12 mm 钢板的夏比(V 型缺口)冲击试验应采用辅助试样。>8 mm~<12 mm 钢板的辅助试样尺寸为 10mmx7.5mmx55mm，其试验结果应不小于表 2 规定值的 75%；6mm~8mm 钢板的辅助试样尺寸为 10mm5mmx55mm，其试验结果不小于表 2 规定值的 50%；厚度小于 6mm 的钢板不做冲击试验。

7.4.4 如果钢板的冲击试验结果不符合 7.4.2 和 7.4.3 规定时，应从同一批钢板上再取一组 3 个试样进行试验。前后 6 个试样的算术平均值不得低于规定值，允许其中 2 个试样低于规

定值，但低于规定值 70%的试样只允许有 1 个。

7.4.5 钢材弯曲试验结果：在试样外表面不应有肉眼可见的裂纹。注：D-弯曲压头直径，a-试样厚度。

7.5 非金属夹杂物

钢板应按 GB/T 10561 的 A 法进行非金属夹杂物检验，检验结果应符合表 3 的规定。

表 3 非金属夹杂物类型及级别

非金属夹杂物类型	A 类	B 类	C 类	D 类	DS 类
合格级别	≤2.0	≤2.0	≤1.0	≤1.5	≤2.0

7.6 表面质量

7.6.1 钢材表面不应有气泡、结疤、裂纹、折叠、夹杂和压入氧化铁皮等影响使用的有害缺陷。钢材不应有目视可见的分层。

7.6.2 钢材的表面允许有不妨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材厚度的公差之半，并应保证钢材允许的最小厚度。

7.6.3 钢材的表面缺陷允许用修磨等方法清除，清理处应平滑无棱角，清理深度不应大于钢材厚度的负偏差，并应保证钢材允许的最小厚度。

7.7 无损检测

对于厚度大于 20mm 的单轧钢板应进行超声波探伤检测，标准为 GB/T2970，合格级别不低于 II 级。对于 Z 向性能要求的单轧钢板，超声波探伤检测标准为 GB/T 2970，合格级别不低于 I 级。

8 试验方法

8.1 钢材的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 4 的规定。

表 4 钢板化学成分和各项性能检测试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	取样方向	试验方法
1	化学成分 (熔炼分析)	1 个/炉	GB/T 20066	—	GB/T 223 或 GB/T 4336
2	非金属夹杂物	1 个/炉	GB/T 10561	—	GB/T 10561
3	常规拉伸试验	2 个/批	GB/T 2975	横向、纵向	GB/T 228.1
4	冲击试验	3 个/批	GB/T 2975	纵向	GB/T 229

序号	检验项目	取样数量	取样方法	取样方向	试验方法
5	弯曲试验	1 个/批	GB/T 2975	横向	GB/T 232
6	超声检测	逐张	—	—	GB/T 2970
7	尺寸、外形	逐张	—	—	GB/T 709
8	表面质量	逐张	—	—	GB/T 714
9	Z 向钢厚度方向 断面收缩率	3 个/批	GB/T 5313	厚度方向	GB/T 5313

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢材的检查和验收由供方技术监督部门进行。

9.2 组批

9.2.1 钢材应成批验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一轧制制度及同一热处理制度的钢材组成，每批重量不大于 60 吨。

9.2.2 对于厚度方向力学性能试验批量的规定应符合 GB/T 5313 的规定。

9.3 复验与判定规则

9.3.1 钢材的冲击试验结果不符合 7.4.4 的规定时，抽样钢材应不予验收，再从该试验单元的剩余部分取两个抽样产品，在每个抽样产品上各选取新的一组 3 个试样，这两组试样的试验结果均应合格，否则该批钢材应拒收。

9.3.2 钢材拉伸试验及弯曲试验的复验与判定应符合 GB/T17505 的规定

9.3.3 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。

9.4 力学性能和化学成分试验结果的修约

力学性能和化学成分试验结果采用修约值比较法，修约规则按 GB/T 8170 的规定。

10 包装、标志及质量证明书

钢板包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 247 的规定，钢板的质量证明书牌号为 Q500qENH/Q500qENHZ35。

11 焊接材料

11.1 适用范围

本章规定的焊接材料指适用于 Q500qENH/Q500qENHZ35 钢材焊接的焊条、焊丝和焊剂等焊接材料。

11.2 焊接材料

11.2.1 焊接材料应由经认可的工厂的制造，其生产所用的材料由经认可的工厂提供。

11.2.2 焊接材料的生产厂家应具备完善的生产条件、经认可的生产工艺、完备的质量管理体系，以保证产品质量稳定。

11.2.3 焊接材料生产厂应提交焊接材料的性能试验报告，对焊接材料的焊接试验条件、焊接规范、试板性能等进行记录，并提供焊缝的性能试验结果。

11.2.4 用于制作气保焊丝和埋弧焊丝的盘条化学成分应经供需双方协商确定，盘条的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法参照 GB/T33964 执行。

11.2.5 用于手工电弧焊的焊条含氢量应达到 H5，气体保护焊和埋弧焊丝含氢量应达到 H5。

11.2.6 焊接材料应每年进行年度检查试验，试验由第三方机构监督下进行或委托第三方机构检验，供货时生产厂应提供合格的检验报告。

11.2.7 焊接材料的生产厂家应提供焊接材料的生产合格证明材料，必要时提供原材料合格证明材料。

11.2.8 焊接材料的包装应规范，并附有使用说明书，注明焊接材料的贮存、烘干和推荐的焊接参数范围。

11.3 焊接材料性能

11.3.1 电弧焊焊条

11.3.1.1 电弧焊焊条应进行熔敷金属试验。

11.3.1.2 试验用母材应采用 Q500qNH 钢板。若采用其它母材，应使用试验焊材或气体相当的焊材在坡口面和垫板面焊接隔离层，其厚度加工后不小于 3mm。

11.3.1.3 焊接工艺规范应按照相关规范要求，应一次性完成试板焊接，不得中断。

11.3.1.4 拉伸试样采用 $\phi 10\text{mm}$ 拉棒，位置和尺寸参照 GB/T25774.1 执行。

11.3.1.5 熔敷金属力学性能要求按表 5 执行。

11.3.2 气体保护焊实心焊丝

11.3.2.1 气体保护焊实心焊丝应进行熔敷金属试验，以检测其熔敷金属化学成分及力学性能。

11.3.2.2 拉伸试验方法、试样制备参见本标准 11.3.1.4。

11.3.2.3 焊接工艺规范应按照相关规范执行，应一次性完成试板焊接，不得中断。

11.3.2.4 熔敷金属力学性能要求按表 5 执行。

11.3.3 埋弧焊焊丝和焊剂

11.3.3.1 埋弧焊焊丝+埋弧焊剂应进行熔敷金属性能试验，以检测其熔敷金属化学成分及力学性能。

11.3.3.2 埋弧焊焊剂应采用烧结焊剂，碱度不宜低于 2.5。

11.3.3.3 焊接工艺规范应按照相关规范执行，应一次性完成试板焊接，不得中断。

11.3.3.4 试验方法、试样制备参见本标准 11.3.1.4。

11.3.3.5 熔敷金属力学性能要求按表 5 执行。

表 5 Q500qENH/Q500qENHZ35 钢板焊接材料熔敷金属力学性能和耐腐蚀性能

焊材种类	屈服强度 Rm (MPa)	抗拉强度 Rm (MPa)	断后伸长率 A(%)	冲击吸收能 量 (-40°C) KV ₂ (J)	耐腐蚀性指 数 <i>I</i>
焊条	≥530	≥630	18	≥60	≥6.5
气体保护 实心焊丝	≥530	630-820	18	≥60	≥6.5
气体保护 药芯焊丝	≥530	630-820	18	≥60	≥6.5
埋弧焊丝 +埋弧焊 剂	≥500	630-820	18	≥60	≥6.5

11.4 焊接材料熔敷金属试验方法

11.4.1 拉伸试验

11.4.1.1 熔敷金属拉伸试验用试板厚度应不小于 16mm，一般采用单面坡口对焊形式制备，拉伸试样应截取至焊缝金属中心，轴线与焊缝轴线平行。

11.4.1.2 拉伸试样直径 d_0 应为 10mm，平行段长度应为 50mm。

11.4.1.3 首次试验时，拉伸试样数量为 1 个；首次焊接试验不合格时，应进行复测，试样数量为 2 个，均应达到合格标准方判定为合格；第二次试验不合格时应停止试验，查明原因再行检验。

11.4.1.4 拉伸试样或焊接接头不应进行热处理，当相关应用标准要求进行热处理时除外，并应在试验报告中记录热处理工艺参数。

11.4.1.5 拉伸试样取样时应尽量避免采用热加工方式，宜采用机械加工方法。

- 11.4.1.6 拉伸试样加工时应保持试样轴线与焊缝中心线重合，宜在加工前划线定位。
- 11.4.1.7 拉伸试样加工时应避免加工硬化或过热，试样平行段表面粗糙度不大于 $Ra0.8\ \mu m$ 。
- 11.4.1.8 拉伸试验后应对断口缺陷情况进行记录。

11.4.2 冲击试验

- 11.4.2.1 熔敷金属冲击试验用试板厚度应不小于 16mm，一般采用单面坡口对焊形式制备。
- 11.4.2.2 冲击试样尺寸应为 $10\times 10\times 55mm$ ，开 V 型缺口，深度 2mm；试样尺寸及偏差按 GB/T25774.1-2010 中表 3 控制。
- 11.4.2.3 冲击试样或焊接接头不应进行热处理，当相关应用标准要求进行处理时除外，并应在试验报告中记录热处理工艺参数。
- 11.4.2.4 冲击试样取样中时应尽量避免采用热加工方式，宜采用机械加工方法。
- 11.4.2.5 冲击试样取样位置参考 GB/T25774.1-2010 中图 3，宜在加工前划线定位，试样开缺口前应进行适度腐蚀确保缺口位于焊缝中心。
- 11.4.2.6 冲击试验温度为 $-40^{\circ}C$ 。
- 11.4.2.7 冲击试样数量为 5 个 1 组，计算冲击值时去除一个最大值和一个最小值，计算 3 个试样平均冲击吸收能量不低于规定值且任一试样试验结果均不低于 0.7 倍的规定值，则判定为合格；当试验结果未满足上述要求，允许在同一试板再去一组 5 个试样，重新进行试验，去掉 1 个最大值和 1 个最小值，两次试验 6 个试样平均冲击吸收能量满足规定要求，且不得有 2 个以上的试验结果低于 0.7 倍的规定值，则判定为合格，否则判定为不合格。