



中国腐蚀与防护学会团体标准

T/CSCP 0068-2026

铁路桥梁用抗低温耐候钢

Low-temperature resistant atmospheric corrosion resisting steel
for railway bridges

2026-02-14 发布

2026-03-14 实施

中国腐蚀与防护学会 发布

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。

本文件由中国腐蚀与防护学会提出。

本文件由中国腐蚀与防护学会归口。

本文件起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所，鞍钢股份有限公司，北京科技大学，中国铁路设计集团有限公司，中铁第一勘察设计院集团有限公司，中铁二院工程集团有限责任公司，中铁第四勘察设计院集团有限公司，中铁第五勘察设计院集团有限公司，中铁工程设计咨询集团有限公司，福建宏贯路桥防腐科技股份有限公司，中国科学院金属研究所。

本文件主要起草人：石振平，王涛，徐迪，贾恒琼，吴韶亮，袁磊，林田子，杨颖，王佳骥，陈义庆，刘丰收，刘佳朋，郝玉朋，李晓刚，程学群，张上，吴延伟，蔡超，杨得旺，胡方杰，周衍领，苏国明，薛宪政，焦亚萌，金令，罗贯虹，张连民，杜玮，伊钟毓，魏墨，史懿、彭山青，南阳，刘一铄，张琪，张喆，相若函，罗长虹，李瑞平。

铁路桥梁用抗低温耐候钢

1 范围

本文件规定了铁路桥梁用抗低温耐候钢的分类和牌号、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、焊接材料、锈层稳定化处理、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本文件适用于-80℃及以上地区铁路桥梁用热轧钢板及钢带、钢管和型钢。热轧钢板、钢带及型钢适用厚度范围为 5mm~100mm，钢管的适用外径为不大于 700mm，用于铁路钢桥主体结构、附属钢结构，以及铁路混凝土桥的附属钢结构。其他工程可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- 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要求
- GB/T 706 热轧型钢
- GB/T 708 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- 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 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验
- GB/T 2652 金属材料焊缝破坏性试验 熔化焊接头焊缝金属纵向拉伸试验
- 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样取样位置及试样制备
- GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
- GB/T 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法
- 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 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

- GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
- GB/T 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢
- GB/T 13793 直缝电焊钢管
- GB/T 14165 金属和合金 大气腐蚀试验 现场试验的一般要求
- GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求
- GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求
- GB/T 17395 钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
- 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 电感耦合等离子体发射光谱法
- 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
- GB/T 25775 焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志
- GB/T 25777 焊接材料熔敷金属化学分析试样制备方法
- GB 30000.18 化学品分类和标签规范 第 18 部分：急性毒性
- GB/T 36037 埋弧焊和电渣焊用焊剂
- GB/T 41749 热轧型钢表面质量一般要求
- YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则
- TB/T 2349 铁路钢桥连接疲劳试验方法
- T/CISA 192 耐候钢锈层稳定性检测方法
- T/CISA 559 金属材料 模拟大气环境周期浸润腐蚀加速试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 抗低温耐候钢 low-temperature resistant atmospheric corrosion resisting steel

在钢中加入一定数量的耐蚀合金（如 Cu、Cr、Ni、Mo 等）与微合金（如 Nb、V、Ti 等），在金属基体表面形成致密保护锈层，以提高耐大气腐蚀性能，同时具备最低达到-80℃低温韧性的耐候钢。

注 1：本文件规定的钢种免涂装应用时需要考虑桥址环境的适应性。

3.2 热机械轧制 thermomechanical rolling

钢材的最终变形在一定温度范围内进行的轧制工艺，从而保证钢材获得仅通过热处理无法获得的性能。

注 1：可能会降低钢材强度值的热成型或 580℃以上温度的焊后热处理不宜应用。根据相关的技术规范，火焰矫直是允许应用的。

注 2：热机械轧制可以包括轧制后加速冷却、自回火以及离线回火的过程。

注 3：也称 TMCP（热机械控制过程），在一些出版物中也称“控制轧制”。

注 4：热机械轧制（TMCP）状态包含热机械轧制（TMCP）加回火状态。

【来源】GB/T 714-2025。

3.3 调质 quenched and tempered

钢材经过淬火后再进行高温回火的热处理方式。

【来源】GB/T 714-2025。

4 分类和牌号

钢的牌号由代表屈服强度的“屈”字汉语拼音首字母、规定最小屈服强度数值、“桥”字的汉语拼音首字母、质量等级符号、“耐候”拼音首字母“NH”+“铁”字的汉语拼音首字母、“低”字的汉语拼音首字母、类别代号八个部分组成。

注：Q+规定的最小屈服强度数值+q，简称为钢级。

示例：Q420qENH-TD-II。其中：

Q —— “屈”字汉语拼音首字母；

420 —— 规定最小屈服强度数值，单位为兆帕（MPa）。

q —— “桥”字汉语拼音的首字母；

E —— 质量等级为E级；

NH —— “耐候”的汉语拼音首字母；

T —— “铁”字的汉语拼音首字母、

D —— “低”字的汉语拼音首字母

II —— 类别II

当要求钢板具有厚度方向性能要求时，在上述牌号后加厚度方向（Z向）性能级别的符号（Z15、Z25、Z35）。

示例：Q420qENH-TD-IIZ35。

其中I类适用于铁路桥梁主梁、横梁等关键结构件，II类适用于铁路桥梁附属钢结构、支座等一般结构件。

5 订货内容

订货时用户需提供以下信息：

- a) 本文件编号；
- b) 产品名称（钢板、钢带、钢管、型钢）；
- c) 牌号（含类别和质量等级）；
- d) 规格及尺寸外形允许偏差；
- e) 交货状态；
- f) 重量（数量）；
- g) 特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。

6.2 型钢的尺寸、外形及允许偏差应符合 GB/T 706、GB/T 11263 的规定。

6.3 钢管的尺寸、外形及允许偏差应符合 GB/T 17395 的规定。

6.4 经供需双方协商，可供应其他尺寸、外形及允许偏差的钢板、钢带、钢管和型钢。

7 技术要求

7.1 各牌号钢的化学成分

7.1.1 不同交货状态钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 1~2 的规定。

表 1 各质量等级钢磷、硫、硼、氢、氮成分要求

质量等级	化学成分（质量分数，%）						
	P		S ^a		B ^{b,c}	H ^b	N
	类别 I	类别 II	类别 I	类别 II			
	不大于						
D	0.010	0.020	0.005	0.010	0.0005	0.0002	0.0080
E	0.010	0.015	0.005	0.010			
F	0.010	0.012	0.005	0.006			
G	0.010	0.010	0.005	0.005			

^a 当要求钢板具有厚度方向性能时，钢的 S 元素含量应符合 GB/T 5313 的规定。

^b 钢种残余元素 B、H，当供方能保证时，可不进行分析。

^c 当向钢中主动添加元素 B 作为合金化元素时，钢中全部 B 含量应不大于 0.0020%，且进行分析并填入质量证明书中。

表 2 钢材化学成分

牌号	化学成分 ^{a,b,c} （质量分数，%）										
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	Nb	V	Ti	Als
Q345qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.70	0.40~0.70	0.15~0.65	0.25~0.55	≤0.20	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q370qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.70	0.40~0.70	0.15~0.65	0.25~0.55	≤0.20	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q390qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.70	0.40~0.70	0.20~0.65	0.25~0.55	≤0.20	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q420qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.80	0.40~0.70	0.30~0.70	0.25~0.55	≤0.20	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q460qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.80	0.40~0.70	0.30~0.70	0.25~0.55	≤0.20	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q500qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.80	0.40~0.80	0.35~0.80	0.30~0.60	≤0.25	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q550qNH-DT	≤0.10	≤0.55	0.80~1.80	0.40~0.80	0.40~1.00	0.30~1.20	≤0.30	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q620qNH-DT	≤0.10	≤0.50	0.80~1.80	0.40~1.00	0.50~1.80	0.45~1.30	≤0.40	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05
Q690qNH-DT	≤0.10	≤0.50	0.80~1.80	0.40~1.00	0.60~2.00	0.50~1.50	≤0.50	0.010~0.10	0.010~0.10	0.006~0.03	0.015~0.05

^a 钢中 Al、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，上限不做限制，但应满足 Nb+V+Ti≤0.22%。

^b 为控制硫化物形态要进行 Ca 处理。

^c 当采用全铝(Alt)含量计算时，全铝含量应为 0.020%~0.055%。

7.1.2 各牌号钢的焊接性评价

采用焊接裂纹敏感性指数（Pcm）代替碳当量评价钢材的可焊性，Pcm 应由熔炼分析成分并采用式（1）计算，其值应符合表 3 的规定。

$$P_{cm} (\%) = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B \dots \dots \dots (1)$$

表 3 裂纹敏感性指数

牌号	Pcm (质量分数) /%	
	钢板厚度 /mm	
	≤50	>50~100
Q345qNH-DT	≤0.24	≤0.25
Q370qNH-DT	≤0.24	≤0.25
Q390qNH-DT	≤0.24	≤0.25
Q420qNH-DT	≤0.24	≤0.25
Q460qNH-DT	≤0.24	≤0.25
Q500qNH-DT	≤0.25	≤0.26
Q550qNH-DT	≤0.26	≤0.27
Q620qNH-DT	≤0.27	≤0.28
Q690qNH-DT	≤0.29	≤0.30

7.1.3 成品钢材化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.1.4 当需方要求保证厚度方向性能时，钢材应按GB/T 5313的规定进行检验，其断面收缩率应符合对应级别要求。检验方法按GB/T 5313的规定执行，检验结果应在质量证明书中注明。

7.2 冶炼方法

钢由转炉或电炉冶炼, 并经真空脱气等炉外精炼处理。除非需方有特殊要求, 冶炼方法由供方选择。

7.3 交货状态

钢板、钢带及型钢应以热机械轧制（TMCP）或调质交货状态交货，钢管以焊接状态或热处理状态交货，并在质量证明书中注明。

7.4 力学性能

7.4.1 钢材的力学性能应符合表 4~5 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 5 规定值，但不应低于规定值的 70%。

表 4 拉伸性能

牌号	拉伸试验 ^{a, b}		
	下屈服强度 R _{eL} /MPa	抗拉强度	断后伸长率

	厚度/mm		R_m /MPa	A /%
	≤50	> 50 ~ 100		
	不小于			
Q345qNH-DT	355	345	490	20
Q370qNH-DT	370	360	510	20
Q390qNH-DT	390	380	520	20
Q420qNH-DT	420	410	540	19
Q460qNH-DT	460	450	570	18
Q500qNH-DT	500	480	630	18
Q550qNH-DT	550	530	660	16
Q620qNH-DT	620	580	720	15
Q690qNH-DT	690	650	770	14

^a 当屈服现象不明显时,可测量规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替下屈服强度 ReL 。
^b 拉伸试验取横向试样。

表 5 冲击性能

质量等级	试验温度 /°C	夏比 (V 型缺口) 冲击试验 ^a					
		类别代号					
		I			II		
		吸收能量 KV_2/J		韧脆转变温度 $T_{150\%US}/^{\circ}C$		吸收能量 KV_2/J	
		厚度 /mm					
		≤12	> 12~100	≤12	>12~ 100	≤12	>12~ 100
		不小于					
D	-20	100	120	-35	-40	47	47
E	-40			-55	-60		
F	-60			-75	-80		
G	-80	60	80	-90	-100	31	31

7.4.3 厚度<12 mm 时,夏比 (V 型缺口) 冲击试验应采用小尺寸试样。厚度>8 mm 且 <12 mm 时,小尺寸试样尺寸为 7.5 mm×10 mm×55 mm,其试验结果应不小于表 5 规定值的 75%;厚度为 6 mm~8 mm 时,小尺寸试样尺寸为 5 mm×10 mm×55 mm,其试验结果应不小于表 5 规定值的 50%;厚度<6 mm 时不做冲击试验。

7.4.4 如果冲击试验结果不符合 7.4.2 和 7.4.3 规定时, 应从同一批钢材上再取一组 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 Z 向钢厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的规定。

7.5 工艺性能

弯曲试验应符合表6的规定。当供方保证时, 可不做弯曲试验。

表 6 工艺性能

180°弯曲试验		
钢板厚度 /mm		弯曲结果
≤16	>16	
$D=2a$	$D=3a$	在试样外表面不应有目视可见的
弯曲试验取横向试样。		
注: D ——弯曲压头直径, a ——试样厚度。		

7.6 耐腐蚀性能

7.6.1 钢材应进行周期浸润腐蚀试验或大气曝晒试验, 试验结果应符合表 7 的规定。周期浸润腐蚀试验应根据 T/CISA 559 进行, 并根据耐候钢最终服役地点的大气环境选择合适的模拟大气腐蚀溶液。大气曝晒试验应根据 GB/T 14165 的规定, 在国家级或铁路行业大气腐蚀试验站进行, 试验总时间不应少于 5 年。

表 7 耐腐蚀性能

牌号	相对腐蚀速率	
Q345qNH-DT	≤55%	
Q370qNH-DT	≤55%	
Q390qNH-DT	≤55%	
Q420qNH-DT	≤55%	
Q460qNH-DT	≤55%	
Q500qNH-DT	≤55%	
Q550qNH-DT	≤55%	
Q620qNH-DT	≤55%	
Q690qNH-DT	≤55%	
Q355B	100%	

7.7 表面质量

7.7.1 钢板和钢带表面不应有气泡、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。钢板和钢带不应有目视可见的分层。

7.7.2 钢板和钢带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、划痕及其他局部缺欠, 但其深度不应大于钢板和钢带厚度的公差之半, 并应保证钢板和钢带允许的最小厚度。

7.7.3 钢板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

钢板厚度的下偏差，并应保证钢板允许的最小厚度。

7.7.4 钢带允许有缺陷存在，但有缺陷的部分不应大于每卷钢带总长度的 6%。

7.7.5 钢管内外表面不允许有裂缝、结疤、折叠、分层、搭焊、过烧缺陷存在。允许有不大于壁厚负偏差的划道、刮伤、焊缝错位，烧伤、氧化皮以及外毛刺清除痕迹存在。

7.7.6 经供需双方协商，并在合同中注明，钢板表面质量可执行 GB/T 14977 的规定，钢带的表面质量可执行 GB/T 17505 的规定，型钢的表面质量可执行 GB/T 41749 的规定，无缝钢管的表面质量可执行 GB/T 8163 的规定，焊接钢管的表面质量可执行 GB/T 13793 的规定。

7.7.7 经供需双方协商，并在合同中注明，也可按其他表面质量要求供货。

7.8 无损检测

对于厚度大于 20 mm 的单轧钢板应按照 GB/T 2970 的规定进行超声波探伤检测，合格级别不低于 II 级。其他厚度单轧钢板、钢带、型钢、钢管，根据供需双方协议，也可进行无损检测，其检验标准和级别应在协议或合同中明确。

7.9 试验方法

7.9.1 除非供需双方协商规定，钢材的化学成分试验按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 或其他通用的化学分析方法进行，仲裁时按 GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.78、GB/T 223.79、GB/T 223.81、GB/T 223.82、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 20125 的规定进行。

7.9.2 钢板、钢带及型钢的检验项目和试验方法应符合表 8 的规定。无缝钢管的检验项目和试验方法应符合 GB/T 8163 的规定，焊接钢管的检验项目和试验方法应符合 GB/T 13793 的规定。经供需双方协商，并在合同中注明，也可按其他检验项目和试验方法检验。

表 8 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（熔炼分析）	1 个/炉	GB/T 20066	GB/T 223
2	拉伸试验	1 个/批	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	弯曲试验	1 个/批	GB/T 2975	GB/T 232
4	冲击试验（吸收能量）	一组（3 个）/批	GB/T 2975	GB/T 229
5	冲击试验（韧脆转变温度）	^a 七组（每组 3 个）/每厚度规格	GB/T 2975	GB/T 229
6	Z 向钢厚度方向断面收缩率	一组（3 个）/批	GB/T 5313	GB/T 5313
7	无损检测	逐张	—	GB/T 2970
8	表面质量	逐张或逐卷	—	目视及测量
9	尺寸、外形	逐张或逐卷	—	通用量具

^a 韧脆转变温度测定试验温度建议为 0~120℃，每间隔 20℃做一组，共七组，每组 3 个试样。具体取样和试验方法执行 GB/T 229 规定。

8 焊接材料

8.1 分类

焊接材料可按以下方法分类:

- a) 铁路桥梁用抗低温耐候钢配套焊接材料按焊接方法的不同,分为焊条、气体保护电弧焊焊丝和埋弧焊焊丝-焊剂三类。
- b) 铁路桥梁用抗低温耐候钢配套焊接材料按抗拉强度最小值不同,分为 490MPa、550MPa、620MPa 和 690MPa 四个级别,对应屈服强度为 235~390MPa、420~460MPa、500~550MPa 和 620~690MPa 的铁路桥梁用抗低温耐候钢。

8.2 外观

8.2.1 焊条的尺寸和公差应符合 GB/T 25775 的规定。

8.2.2 焊丝的尺寸和公差应符合 GB/T 25775 的规定。

8.2.3 焊剂的颗粒度应符合 GB/T 36037 的规定。

8.3 技术要求

8.3.1 力学性能应符合表 9 的规定。

表 9 熔敷金属力学性能

抗拉强度 代号	屈服强度 R _{p0.2} (MPa)	抗拉强度 R _m (MPa)	断后延伸 率 A(%)	冲击功 KV ₂ /J			
				-20℃	-40℃	-60℃	-80℃
49	≥390	≥490	≥21	≥80	≥47	≥47	≥31
55	≥460	≥550	≥17	≥80	≥47	≥47	≥31
62	≥530	≥620	≥17	≥80	≥47	≥47	≥31
69	≥500	≥690	≥16	≥80	≥47	≥47	≥31

8.3.2 焊缝射线探伤应符合 GB/T 3323.1 的规定。

8.4 试验、检验方法

8.4.1 焊接材料的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 10 的规定。

表 10 焊接材料的检验项目、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	耐蚀性	一套/型号	—	T/CISA 559
2	尺寸、外观	3%/批	—	目视及测量
3	化学分析	1 个/批	GB/T 25777	GB/T 232
4	扩散氢检测	1 个/批	—	GB/T 3965
5	拉伸试验	1 个/批	GB/T 25774.1	GB/T 2652
6	冲击试验	3 个/批	GB/T 25774.1	GB/T 2650
7	无损检测	试板检测	—	GB/T3323.1

8.4.2 耐蚀性试验方法应符合下列要求:

- a) 熔敷金属腐蚀失重率试验采用加速腐蚀的方式进行,根据 T/CISA 559 进行,并根据耐候钢最终服役地点的大气环境选择合适的模拟大气腐蚀溶液。

b) 熔敷金属与母材的开路腐蚀电位试验应符合以下要求:

- 1) 采用电化学测试方法, 试验溶液为浓度 $(1.0 \pm 0.05) \times 10^{-2} \text{mol/L}$ 、pH4.5 的亚硫酸氢钠溶液, 试验温度为室温。
- 2) 电化学试验装置采用三电极体系。工作电极(即研究电极)为待测试样, 工作面积为 1cm^2 ; 参比电极为饱和甘汞电极; 辅助电极为铂片或铂丝网。

9 锈层稳定化处理

9.1 耐候钢板锈层稳定化预处理工艺及要求

9.1.1 耐候钢锈层稳定化预处理的主要施工方法可采用刷涂、辊涂或喷涂中一种或几种方式进行。

9.1.2 耐候钢锈层稳定化预处理步骤如下:

- a) 耐候钢表面清洁处理: 利用人工或机械的方法对耐候钢板表面进行清洁处理, 使钢板表面无锈、无油、无其它黏附物, 表面清洁处理效果达到 GB/T8923.1 规定的 Sa2.5 级或 St3 级;
- b) 采用刷涂、辊涂或喷涂的方式将处理药剂依次涂到耐候钢板表面进行耐候钢锈层稳定化预处理, 要保证处理药剂均匀覆盖钢板表面、无流淌, 避免处理药剂对施工环境造成二次污染。
- c) 药剂处理时间间隔以及施工次数应根据气候条件(温度、湿度、阳光、风级)以及钢板表面的处理反应情况来确定, 但耐候钢锈层稳定化处理周期一般控制在3天左右。
- d) 处理药剂应为绿色环保的水溶性药剂, 要求环境(钢板表面)温度 $0^\circ\text{C} < T < 35^\circ\text{C}$ 。

9.2 耐候钢板锈层稳定化验收、稳定性评价和修复处理方法

耐候钢板锈层稳定化验收、稳定性评价和修复处理方法见附录 A。

10 检验规则

10.1 检查和验收

10.1.1 钢材的检查和验收由供方质量检验部门进行。

10.1.2 经供需双方协商, 并在合同中注明, 钢材的检查和验收也可由供方质量检验部门与第三方质量检验部门共同进行。

10.2 组批

10.2.1 钢板、钢带及型钢应成批验收。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板或钢带组成, 每批重量不大于60 t。轧制卷重大于30 t的钢带及剪切钢板可按两个轧制卷组批。对于厚度方向力学性能试验批量应符合GB/T 5313的规定。

10.2.2 钢管应按批检查和验收。每批钢管应由同一炉号、同一牌号、同一规格、同一精度等级、同一焊接工艺、同一交货状态、同一热处理制度(如适用)和同一镀锌层重量级别(如适用)的钢管组成。每批钢管的数量应不超过如下规定:

- a) 外径 $\leq 219.1 \text{mm}$, 每个班次生产的钢管;

- b) 外径 $>219.1\text{mm}$ 且 $\leq 406.4\text{mm}$, 200根;
- c) 外径 $>406.4\text{mm}$, 100根。

10.3 复验与判定规则

拉伸试验、冲击试验及弯曲试验的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。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。

11 包装、标志及质量证明书

钢材的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 247、GB/T 2101 的规定。

附录 A (规范性附录) 锈层稳定化验收、稳定性评价和修复处理方法

A.1 耐候钢免涂装预处理验收条件

验收条件可由甲乙双方协商采用以下条件中的任意一种或数种组合，也可由甲乙双方协商采用特殊的验收条件。

(1) 药剂

处理剂均为水基溶液，不含有机溶剂及其它有机物，挥发性有机物含量 0 ng/g；处理剂中不含铬盐、亚硝酸盐等有毒有害物质，不含盐酸、硫酸等游离酸，处理剂的急性毒性危害依据 GB 30000.18，优于类别 4。

(2) 锈层宏观形貌

利用目测的方法进行观察，钢板表面锈层色泽均匀，无红锈及黄锈等不均匀现象，锈层无锈液流挂飞散现象。

(3) 锈层致密性

利用透明胶带进行粘贴的方法进行判断。将透明胶带均匀粘贴在待测试的试板表面，避免产生气泡。抓住透明胶带的一端头，卷曲透明胶带使其粘合面与试片约成 45° 角，向其方向急剧牵拉，从试片撕开胶带（如图 A.1 所示），利用 50 倍放大镜查验被粘贴撕开的试片表面，如果试片表面无金属基体露出，表示锈层致密；若试片表面有金属基体露出，表示锈层疏松。所用透明胶带的宽 12 mm 或 24 mm，粘结强度为 ≥ 3.93 N/10mm（胶带）。该试验条件建议在稳定化锈层处理完成后 30 天之内进行。

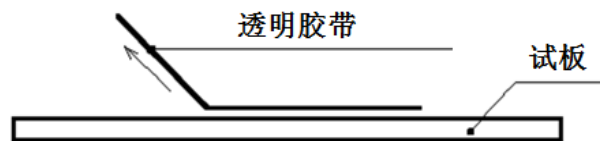


图 A.1 稳定化锈层致密度分析示意图

(4) 稳定化锈层形成时间

耐候钢表面稳定锈层形成时间 ≤ 30 天。

A.2 锈层稳定性评价

表面锈层颜色在锈层稳定化处理 3 天内应达到图 A.2 对照板的 3 级或 3 级以上，手指触摸没有明显脱落痕迹；在锈层稳定化处理 30 天内，利用 T/CISA 192 对耐候钢锈层进行观察，锈层表面颜色达到图 A.2 对照板的 4 级或 4 级以上，钢板表面锈层色泽均匀，无红锈及黄锈等不均匀现象，锈层无锈液流挂飞散现象。

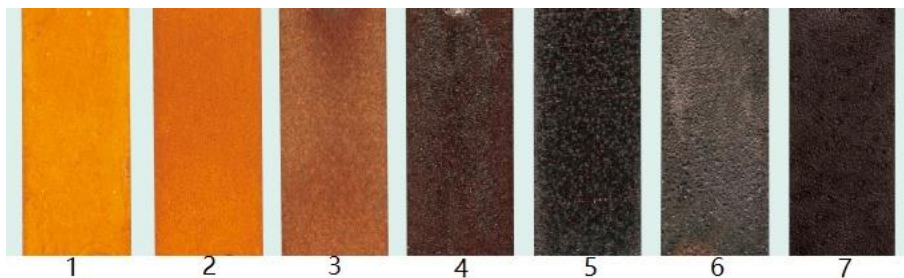


图 A.2 锈层稳定性颜色对照板

A.3 稳定化处理常见缺陷和预防、修复处理方法

耐候钢板进行稳定化快速锈蚀处理的锈层，在快速锈蚀处理、运输、储存、安装等过程中，锈层会出现锈层颜色不均匀、流挂、划伤或擦伤、焊接前打磨处理等缺陷，需要对缺陷处进行修复处理，常见缺陷和预防、修复处理方法见表 A.1。

表 A.1 稳定化锈层常见缺陷和预防、修复处理方法

缺陷种类	现象	原因	预防及修复处理方法
颜色不均匀	锈层表面出现不同颜色的锈层	1) 基板表面前处理不符合要求； 2) 药剂喷涂不均匀；	1) 利用人工或机械的方法对钢板表面进行处理，使钢板表面无锈、无油、无其它黏附物，表面清洁处理效果达到 GB/T8923.1 规定的 Sa2.5 级或 St3 级； 2) 用水（田园大气）或 0.4%~0.6%NaCl 水溶液（海洋大气）或 0.4%~0.6%亚硫酸氢钠水溶液（工业大气），对缺陷处进行喷涂处理，喷涂次数根据实际施工条件确定。
擦伤或划伤	锈层表面出现不同程度的擦痕或划痕，有些会露出金属基体	运输、储存或安装过程中，人与工件、工件与工件或外物与工件之间，发生相互接触而留下的迹象	1) 加强运输、储存及施工过程管理； 2) 对于没有露出基板的缺陷：同“颜色不均匀”修复方法 3)。 3) 缺陷宽度<5mm：不用特殊处理，自然环境下即可自动修复； 4) 缺陷宽度≥5mm：同“颜色不均匀”修复方法 3)。
焊接打磨处理痕迹	工件焊接安装前进行的除锈、除油等打磨处理后露出金属基体	工件焊接工序的必须要求	使用处理剂对缺陷处喷涂，喷涂次数根据实际施工条件确定。如施工条件允许，可利用人工或机械的方法对钢板表面进行清洁处理，使钢板表面无锈、无油、无其它黏附物，表面清洁处理效果达到 GB/T8923.1 规定的 Sa2.5 级或 St3 级后，宜利用处理剂对缺陷处进行喷涂处理。
流挂	锈层表面出现锈液流淌的现象	1) 喷涂工序之间间隔时间不足； 2) 喷涂药剂量过大； 3) 喷枪与钢板表面距离太近	1) 上一道喷涂工序反应完全后方可进行下一道喷涂工序； 2) 控制喷涂药剂量； 3) 调整喷枪与钢板表面距离； 4) 流淌现象轻微：处理方法同“颜色不均匀”修复方法 3)； 5) 流淌现象严重：用砂纸将流淌缺陷打磨，注意不能露出金属基体，然后用处理剂对缺陷处喷涂，喷涂次数根据实际施工条件确定。