



中华人民共和国国家标准

GB/T 31946—2015

水电站压力钢管用钢板

Steel plates for steel penstock in hydropower station

2015-09-11 发布

2016-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准主要起草单位:武汉钢铁(集团)公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、冶金工业信息标准研究院、鞍钢股份有限公司、首钢总公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司。

本标准主要起草人:陈颜堂、丁庆丰、李国忠、张维旭、取圣昱、沈钦义、汤伟、李书瑞、周君义、郭斌、李小莉、张政权。

水电站压力钢管用钢板

1 范围

本标准规定了水电站压力钢管用钢板的牌号表示方法、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、标志及质量证明书等。

本标准适用于厚度 12 mm~150 mm 的水电站压力钢管、蜗壳、岔管用钢板(以下简称“钢板”)。

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 223.3 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 223.11 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 钼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 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量

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 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量

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 223.63 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 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法

GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法

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 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法

GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量

GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法

GB/T 223.74 钢铁及合金化学分析方法 非化合碳含量的测定

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 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量

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 31946—2015

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—2006 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 2970 厚钢板超声波检验方法
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 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 火花源原子发射光谱分析方法(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

3 牌号表示方法

钢的牌号由代表屈服强度“屈”字汉语拼音首位字母、屈服强度下限值、水电“水”字汉语拼音首位字母、钢的质量等级 4 部分组成。例如:Q490SD。其中:

- Q ——屈服强度“屈”字汉语拼音的首位字母;
- 490 ——规定屈服强度最小值,单位 MPa;
- S ——水电“水”字汉语拼音的首位字母;
- D ——质量等级为 D 级。

当需方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:Q490SDZ35。

4 订货内容

按本标准订货的合同或订单应包括下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 牌号;
- d) 尺寸;
- e) 重量;
- f) 交货状态;
- g) 附加技术要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 钢板的尺寸、外形及允许偏差应符合 GB/T 709—2006 的规定。

5.2 钢板的厚度允许偏差应符合 GB/T 709—2006 的 B 类规定;根据需方要求,并在合同中注明,也可按 C 类偏差供货。

5.3 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 7.85 g/cm^3 。

6 技术要求

6.1 牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分

牌号	质量等级	化学成分(质量分数)/%													
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb	V	Cu	B	P	S	Al _s ^a
		不大于													不小于
Q345S	C	≤0.20	≤0.50	1.20~1.60	≤0.20	0.10	0.08	0.05	0.05	0.05	0.30	0.002	0.025	0.015	0.015
	D	≤0.20	≤0.50	1.20~1.60	≤0.20	0.10	0.08	0.05	0.05	0.05	0.30	0.002	0.025	0.015	0.015
	E	≤0.20	≤0.50	1.20~1.60	≤0.20	0.10	0.08	0.05	0.05	0.05	0.30	0.002	0.025	0.010	0.015
Q490S	D	≤0.09	≤0.50	≤1.60	0.10~1.50	0.30	0.30	0.05	0.06	0.05	0.30	0.003	0.020	0.010	0.015
	E	≤0.09	≤0.50	≤1.60	0.10~1.50	0.30	0.30	0.05	0.06	0.05	0.30	0.003	0.020	0.008	0.015
Q560S	D	≤0.12	≤0.50	≤1.70	0.15~2.00	0.50	0.50	0.05	0.10	0.06	0.30	0.003	0.020	0.010	0.015
	E	≤0.12	≤0.50	≤1.70	0.15~2.00	0.50	0.50	0.05	0.10	0.06	0.30	0.003	0.020	0.008	0.015
Q690S	D	≤0.15	≤0.50	≤2.00	0.20~2.00	0.80	0.60	0.05	0.12	0.08	0.30	0.003	0.018	0.010	0.015
	E	≤0.15	≤0.50	≤2.00	0.20~2.00	0.80	0.60	0.05	0.12	0.08	0.30	0.003	0.018	0.008	0.015

^a 当采用全铝(Alt)含量表示时,Alt 应不小于 0.020%。

6.1.2 Q345SC、Q345SD、Q345SE 钢中应至少含有 Nb、Ti、V 中的一种细化晶粒元素,但此 3 个元素的总和应不大于 0.12%,加入的元素应在质量证明书中注明。

6.1.3 钢中氮元素含量应不超过 0.008 0%,如供方保证,可不进行分析;如果钢中加入了 Nb、Ti、V、Al 等具有固氮作用的合金元素,固氮元素含量应在质量证明书中注明。

6.1.4 有厚度方向性能要求的钢板,S 含量应符合 GB/T 5313 的规定。

6.1.5 Q490S、Q560S、Q690S 钢采用焊接裂纹敏感性指数(Pcm)代替碳当量评估钢的可焊性,Pcm 应由熔炼分析成分并采用式(1)计算,其值应符合表 2 的规定。

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

表 2 Q490S、Q560S、Q690S 钢 Pcm 值

牌 号	公称厚度/mm		
	12~50	>50~100	>100~150
Q490S	≤0.20%	≤0.23%	≤0.26%
Q560S	≤0.22%	≤0.24%	—
Q690S	≤0.25%	≤0.28%	—

6.1.6 根据需方要求,各牌号可以规定碳当量(CEV),其数值由双方商定。碳当量(CEV)推荐按式(2)计算:

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \dots\dots\dots (2)$$

6.1.7 钢板的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.2 冶炼方法

钢由氧气转炉或电炉冶炼，并应经过精炼处理。

6.3 交货状态

Q345S 钢板应以热轧、控轧、正火状态交货，Q490S、Q560S、Q690S 钢板应以淬火＋回火或 TMCP＋回火状态交货。

6.4 力学及工艺性能

6.4.1 拉伸及弯曲试验

钢板的拉伸和弯曲性能应符合表 3 的规定。

表 3 拉伸和冷弯性能

牌号	质量等级	钢板厚度/mm	拉伸试验			180°弯曲试验 ^b 弯曲压头直 D $b=2a$
			下屈服强度 ^a $R_{el.}/\text{MPa}$	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 $A/\%$	
Q345S	C	12~50	≥ 345	490~630	≥ 20	$D=3a$
	D	$>50\sim 100$	≥ 305			
	E	$>100\sim 150$	≥ 285	480~620		
Q490S	D	12~50	≥ 490	610~750	≥ 17	$D=3a$
	E	$>50\sim 100$	≥ 470	590~730		
		$>100\sim 150$	≥ 450	570~710		
Q560S	D	12~50	≥ 560	690~850	≥ 16	$D=3a$
	E	$>50\sim 100$	≥ 540	670~830		
Q690S	D	12~50	≥ 690	780~950	≥ 15	$D=3a$
	E	$>50\sim 100$	≥ 670	760~930		
^a 如屈服现象不明显,可采用 $R_{p0.2}$ 。						
^b a 为试样厚度, b 为弯曲试样宽度。						

6.4.2 厚度方向拉伸试验

有厚度方向性能要求的钢板,厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的规定。

6.4.3 冲击试验

6.4.3.1 钢板的夏比(V 型缺口)冲击试验的试验温度及冲击吸收能量应符合表 4 的规定。

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	钢板厚度/mm	夏比(V 型缺口)冲击试验	
			试验温度/℃	冲击吸收能量 KV_2/J
Q345S	C	12~150	0	≥ 47
	D		-20	
	E		-40	
Q490S	D	12~150	-20	≥ 47
	E		-40	
Q560S	D	12~100	-20	≥ 47
	E		-40	
Q690S	D	12~100	-20	≥ 47
	E		-40	

6.4.3.2 夏比(V 型缺口)冲击吸收能量按 3 个试样的算术平均值计算,允许其中有 1 个试样值低于规定值,但不应低于规定值的 70%。

6.4.4 时效试验

根据需方要求,可对钢板进行应变时效试验,应变时效试验条件为 $5\%+250\text{ }^{\circ}\text{C}\times 1\text{ h}$,试验温度及冲击吸收能量最低要求由供需双方协商确定。

6.5 表面质量

6.5.1 钢板表面不允许存在裂纹、气泡、结疤、折叠和夹杂等缺陷。如有上述表面缺陷,允许清理,清理深度从钢板实际尺寸算起,不得超过钢板厚度公差之半,清理处钢板厚度应不小于钢板的最小厚度。缺陷清理处应平滑无棱角。钢板不得有分层。

6.5.2 其他缺陷允许存在,其深度从钢板实际尺寸算起,不得超过厚度允许公差之半,且缺陷处厚度应不小于钢板允许最小厚度。

6.5.3 钢板不允许焊补。

6.6 超声检测

钢板应逐张按 GB/T 2970 或 GB/T 28297 标准的规定进行超声检测,合格级别为 I 或 II 级,检测标准及合格级别需在合同中注明。

7 试验方法

7.1 钢的化学成分试验方法应符合 GB/T 223.3、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 223.54、GB/T 223.58、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.61、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.67、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.71、GB/T 223.72、GB/T 223.74、GB/T 223.75、GB/T 223.76、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 的规定。

7.2 每批钢板的检验项目、取样数量、取样方法、取样方向及试验方法应符合表 5 的规定。

表 5 检验项目、取样数量、取样方法、取样方向及试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	取样方向	试验方法
1	化学分析	每炉 1 个	GB/T 20066	—	见 7.1
2	拉伸试验	1 个	GB/T 2975	横向	GB/T 228.1
3	冲击试验	3 个	GB/T 2975	横向	GB/T 229
4	应变时效冲击试验	3 个	GB/T 2975	横向	GB/T 4160
5	冷弯试验	1 个	GB/T 2975	横向	GB/T 232
6	厚度方向拉伸试验	3 个	GB/T 5313	厚度方向	GB/T 5313
7	超声检测	逐张	—	—	GB/T 2970 或 GB/T 28297
8	尺寸、外形	逐张	—	—	符合精度要求的适宜量具
9	表面	逐张	—	—	目视

7.3 力学性能和化学成分试验结果应采用修约值比较法进行修约,修约规则按 GB/T 8170 的规定执行。

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢板的检查和验收由供方质量检验部门进行。

8.2 组批

8.2.1 钢板应成批验收,每批钢板应由同一牌号、同一炉号、同一厚度、同一轧制制度或热处理制度的钢板组成,每批重量不超过 30 t。

8.2.2 根据用户需求,也可按逐轧制张组批,需方应在合同中注明。

8.2.3 有厚度方向性能要求的钢板组批应符合 GB/T 5313 的规定。

8.3 复验与判定规则

8.3.1 钢板的冲击试验结果不符合 6.4.2 的规定时,应从同一张钢板上再取 3 个试样进行试验,前后两组 6 个试样试验结果的算术平均值不得低于规定值,允许有 2 个试样试验结果低于规定值,但其中低于规定值 70% 的试样只允许有 1 个。

8.3.2 钢板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。

8.3.3 钢板的其他检验项目的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

9 包装、标志及质量证明书

钢板的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 247 的规定。