

ICS 77.140.50
H 46



中华人民共和国国家标准

GB/T 35012—2018

临氢设备用铬钼合金钢钢板

Chromium molybdenum alloy steel plate for hydrogen service equipment

2018-05-14 发布

2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 订货内容	2
4 牌号表示方法	2
5 尺寸、外形、重量	2
6 技术要求	2
7 试验方法	7
8 检验规则	8
9 包装、标志及质量证明书	8
附录 A (资料性附录) 热处理定义	9
附录 B (规范性附录) 步冷试验	10
附录 C (规范性附录) 特殊要求	11

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。

本标准起草单位：舞阳钢铁有限责任公司、江苏沙钢集团有限公司、兴澄特种钢铁有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、冶金工业信息标准研究院、鞍钢股份有限公司、中石化广州工程有限公司。

本标准主要起草人：袁锦程、张华红、龙杰、聂文金、许晓红、罗登、张维旭、隋轶、张国信、程俊杰、白云、张计谋、李双权、张建、贾志钢。

临氢设备用铬钼合金钢钢板

1 范围

本标准规定了临氢设备用铬钼合金钢钢板的订货内容、牌号表示方法、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、标志和质量证明书等。

本标准适用于制造石油化工和煤化工等临氢设备用厚度为 6 mm~200 mm 的铬钼合金钢钢板(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 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量
- GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替吡啉甲烷光度法测定钛量
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- 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 223.31 钢铁及合金 砷含量的测定 蒸馏分离-钼蓝分光光度法
- GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量
- 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 223.47 钢铁及合金化学分析方法 载体沉淀-钼蓝光度法测定铈量
- GB/T 223.50 钢铁及合金化学分析方法 苯基荧光酮-溴化十六烷基三甲基胺直接光度法测定锡量
- 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 223.62 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 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- 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 223.75 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 223.77 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钙量
- GB/T 223.80 钢铁及合金 铋和砷含量的测定 氢化物发生-原子荧光光谱法
- GB/T 223.82 钢铁 氢含量的测定 惰气脉冲熔融热导法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分:高温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分: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—2006 热轧钢板和钢带尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 35012—2018

- GB/T 713—2014 锅炉和压力容器用钢板
- 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 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 10561—2005 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 11261 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外吸收法
- 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)
- NB/T 47013.3—2015 承压设备无损检测 第3部分:超声检测

3 订货内容

按照本标准订货的合同或订单应包括下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 牌号;
- c) 尺寸;
- d) 交货状态;
- e) 重量;
- f) 14Cr1MoR(H)的冲击试验温度;
- g) 表8中15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)的具体保温温度;
- h) 表8中的升温速度、降温速度、保温时间;
- i) 12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H)是否进行步冷试验;
- j) 表9中布氏硬度取样数量、检验部位;
- k) 特殊要求。

4 牌号表示方法

钢的牌号由 GB/T 713—2014 相应牌号后加上代表临氢的“(H)”组成。如:15CrMoR(H)。

5 尺寸、外形、重量

- 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 钢板厚度允许偏差应符合 GB/T 709—2006 中的 B 类规定。
- 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。计算用钢板密度为 7.85 g/cm^3 。

6 技术要求

6.1 牌号和化学成分

- 6.1.1 钢的牌号应符合表1和表2规定,熔炼分析化学成分应符合表1规定,成品分析化学成分应符合表2规定。

表 1 牌号和化学成分(熔炼分析)

牌号	化学成分(质量分数)/%																				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	P	S	B	Ca	Nb	V	V	Ti	As	Sn	Sb	H	O	N
15CrMoR(H)	0.08~ 0.18	0.15~ 0.40	0.40~ 0.70	0.80~ 1.20	≤ 0.20	≤ 0.20	0.45~ 0.60	≤ 0.010	≤ 0.007	—	—	—	—	—	—	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003	≤ 0.000 2	≤ 0.002 5	≤ 0.008 0
14Cr1MoR(H)	0.05~ 0.17	0.50~ 0.80	0.40~ 0.65	1.15~ 1.50	≤ 0.20	≤ 0.20	0.45~ 0.65	≤ 0.010	≤ 0.007	—	—	—	—	—	—	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003			
12Cr2Mo1R(H)	0.08~ 0.15	≤0.15	0.30~ 0.60	2.00~ 2.50	≤ 0.20	≤ 0.20	0.90~ 1.10	≤ 0.010	≤ 0.007	—	—	—	—	—	—	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003			
12Cr2Mo1VR(H)	0.11~ 0.15	≤0.10	0.30~ 0.60	2.00~ 2.50	≤ 0.25	≤ 0.20	0.90~ 1.10	≤ 0.010	≤ 0.005	≤ 0.002 0	≤ 0.015	≤ 0.07	0.25~ 0.35	0.25~ 0.35	≤ 0.030	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003			

表 2 牌号和化学成分(成品分析)

牌号	化学成分(质量分数)/%																				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	P	S	B	Ca	Nb	V	V	Ti	As	Sn	Sb	H	O	N
15CrMoR(H)	0.08~ 0.20	0.13~ 0.40	0.37~ 0.73	0.80~ 1.25	≤ 0.23	≤ 0.20	0.45~ 0.62	≤ 0.010	≤ 0.007	—	—	—	—	—	—	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003	≤ 0.000 2	≤ 0.002 5	≤ 0.008 0
14Cr1MoR(H)	0.05~ 0.17	0.46~ 0.84	0.37~ 0.68	1.15~ 1.55	≤ 0.23	≤ 0.20	0.45~ 0.67	≤ 0.010	≤ 0.007	—	—	—	—	—	—	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003			
12Cr2Mo1R(H)	0.08~ 0.17	≤0.16	0.27~ 0.63	2.00~ 2.60	≤ 0.23	≤ 0.20	0.90~ 1.13	≤ 0.010	≤ 0.007	—	—	—	—	—	—	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003			
12Cr2Mo1VR(H)	0.10~ 0.16	≤0.10	0.27~ 0.63	2.00~ 2.60	≤ 0.25	≤ 0.20	0.90~ 1.13	≤ 0.010	≤ 0.005	≤ 0.002 0	≤ 0.020	≤ 0.08	0.23~ 0.37	0.23~ 0.37	≤ 0.030	≤ 0.010	≤ 0.010	≤ 0.003			

6.1.2 钢中[O]、[N]允许以成品分析代替熔炼分析。[H]在保证熔炼分析的前提下,可不进行成品分析。

6.1.3 14Cr1MoR(H)、12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H)的回火脆化系数 J 、 X 应符合表3规定。

表3 回火脆化系数 J 、 X

回火脆化系数 ^a (熔炼分析和成品分析)	牌号		
	14Cr1MoR(H) ^b	12Cr2Mo1R(H)	12Cr2Mo1VR(H)
J^a	≤150	≤100	≤100
X^a	≤15	≤15	≤12

^a 回火脆化系数计算公式: $J = (Si + Mn) \times (P + Sn) \times 10^4$ (Si、Mn、P、Sn用百分比表示,%)
 $X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) / 100$ (P、Sb、Sn、As用ppm表示)。
^b 根据需方的设计要求并在合同中注明,14Cr1MoR(H)的 J 系数可不规定,此时提供实测值。

6.2 制造方法

6.2.1 钢由氧气转炉或电炉冶炼,并经炉外精炼,钢液应进行真空处理。

6.2.2 连铸坯、钢锭压缩比应不小于3,电渣重熔钢压缩比应不小于2。

6.3 交货状态

6.3.1 钢板交货状态应符合表4规定。

6.3.2 15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)钢板的回火温度应不低于650℃;12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H)钢板的回火温度应不低于680℃。

表4 交货状态

牌号	交货状态
15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)、12Cr2Mo1R(H)	正火(允许加速冷却)+回火
12Cr2Mo1VR(H)	淬火+回火,根据需方要求,可以采用正火(允许加速冷却)+回火

6.4 力学性能和工艺性能

6.4.1 钢板试样模拟焊后热处理状态的力学性能应符合表5和表6规定。

6.4.2 各牌号钢板交货状态的弯曲试验应符合表7的规定。

表5 试样模拟焊后热处理状态的力学性能

牌号	钢板厚度 mm	室温拉伸试验				布氏硬度 HBW 不大于
		下屈服强度 ^a R_{eL}/MPa	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 A/%	断面收缩率 Z/%	
				不小于		
15CrMoR(H)	6~60	≥295	450~590	20	45	225
	>60~100	≥275				
	>100~200	≥255	440~580			

表 5 (续)

牌号	钢板厚度 mm	室温拉伸试验				布氏硬度 HBW 不大于
		下屈服强度 ^a R_{eL} /MPa	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A/%	断面收缩率 Z/%	
				不小于		
14Cr1MoR(H)	6~100	≥ 310	520~680	20	45	225
	>100~200	≥ 300	510~670			
12Cr2Mo1R(H)	6~200	310~620	520~680	19	45	225
12Cr2Mo1VR(H)	6~200	415~620	590~760	18	45	235

^a 屈服现象不明显,可测量规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替 R_{eL} 。

表 6 试样模拟焊后热处理状态的力学性能

牌号	夏比(V型缺口)冲击试验 ^{a,b}		
	试验温度/°C	冲击吸收能量, KV_2 /J, 不小于	
		平均值	单个值
15CrMoR(H)	-10	55	48
14Cr1MoR(H) ^c	-10	55	48
	-20		
12Cr2Mo1R(H)	-30	55	48
12Cr2Mo1VR(H)	-30	55	48

^a 冲击试验应记录侧向膨胀值实测值。
^b 冲击试验温度需在合同中注明,且冲击试验剪切断面率百分数最小为 25%。
^c 除 14Cr1MoR (H)外,其他牌号应提供冲击试验剪切断面率百分数实测值。

表 7 弯曲试验

牌 号	180°弯曲试验 ^a
15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)、12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H)	$D=3a$

^a D 为弯曲压头直径, a 为试样厚度, 试样宽度 $b=2a$ 。

6.4.3 钢板试样应进行模拟焊后热处理,最大/最小模拟焊后热处理制度应符合表 8 规定。最大/最小模拟焊后热处理定义参见附录 A。

表 8 试样模拟焊后热处理制度

模拟焊后热处理制度	牌号		
	15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H) ^a	12Cr2Mo1R(H)	12Cr2Mo1VR(H)
装炉温度/℃	≤400		
升温速度范围 ^b /(℃/h)	(55~120)		
保温温度/℃	(670~690)±10	690±10	705±10
最大/最小模拟焊后热处理保温时间/h	供需双方协商		
降温速度范围 ^b /(℃/h)	(55~120)		
出炉温度/℃	≤400		
出炉后空冷			
^a 15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)的具体保温温度需在合同中注明。 ^b 升温速度、降温速度需经供需双方协商后在合同中注明,商定值推荐在本表范围内。			

6.4.4 钢板的夏比(V型缺口)冲击试验结果按一组3个试样的算术平均值进行计算,允许其中有1个试样值低于表6中的平均值,但不应低于表6中的单个值。

6.4.5 厚度小于12 mm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>8 mm~<12 mm时,试样尺寸为7.5 mm×10 mm×55 mm,其试验结果应不小于规定值的75%;钢板厚度为6 mm~8 mm时,试样尺寸为5 mm×10 mm×55 mm,其试验结果应不小于规定值的50%。

6.5 晶粒度

晶粒度检验应在钢板试样最大模拟焊后热处理状态进行,奥氏体晶粒度应为5级或更细。

6.6 无损检测

钢板应逐张进行超声检测,并应符合NB/T 47013.3—2015的I级要求。

6.7 表面质量

6.7.1 钢板表面不准许存在裂纹、气泡、结疤、折叠和夹杂等对使用有害的缺陷。钢板不应有目视可见分层。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,不应超过钢板厚度公差之半,并应保证钢板的最小厚度。缺陷清理处应平滑无棱角。

6.7.2 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,并应保证缺陷处钢板厚度不小于钢板允许最小厚度。

6.7.3 钢板不准许进行焊补。

6.8 步冷试验

根据需方要求并在合同中注明,12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H)应按照附录B进行步冷试验。步冷热处理定义参见附录A。

6.9 特殊要求

根据需方要求,经供需双方协商一致,并在合同中注明,应按附录C选择相应的特殊要求。

7 试验方法

7.1 钢的化学成分试验方法按 GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.18、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.31、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.47、GB/T 223.50、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.67、GB/T 223.69、GB/T 223.75、GB/T 223.76、GB/T 223.77、GB/T 223.80、GB/T 223.82、GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20124 或通用试验方法进行,仲裁时应按 GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.18、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.31、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.47、GB/T 223.50、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.67、GB/T 223.69、GB/T 223.75、GB/T 223.76、GB/T 223.77、GB/T 223.80、GB/T 223.82 的规定。

7.2 每批钢板的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 9 的规定。

表 9 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	取样位置及取样方法	试验方法
1	化学 成分	熔炼分析	1 个/炉	GB/T 20066	见 7.1
		成品分析	1 个/批	板厚 1/2 处或取自破断的拉伸试样	
2	室温拉伸		1 个/批 ^a	GB/T 2975 ^{b,c} ,板厚 1/2 处	GB/T 228.1
3	高温拉伸		1 个/批 ^a	GB/T 2975 ^{b,c} ,板厚 1/2 处	GB/T 228.2
4	冲击试验		3 个/批 ^a	GB/T 2975 ^{b,c} ,板厚 1/2 处	GB/T 229
5	弯曲试验		1 个/批 ^a	GB/T 2975 ^b	GB/T 232
6	布氏硬度		按协议	板宽 1/4 处 ^d	GB/T 231.1
7	厚度方向性能		3 个/批 ^a	GB/T 5313	GB/T 5313
8	晶粒度		1 个/批 ^a	板厚 1/2 处	GB/T 6394
9	非金属夹杂物		1 个/批 ^a	GB/T 10561—2005、板厚 1/2 处	GB/T 10561—2005
10	步冷试验		附录 B	板厚 1/2 处	附录 B、GB/T 229
11	超声波检验		逐张	—	NB/T 47013.3—2015
12	尺寸、外形		逐张	—	符合精度要求的适宜量具
13	表面		逐张	—	目视

^a 取样数量为每个试样状态、钢板一端的数量。
^b 进行拉伸、弯曲、冲击试验时,均取横向试样。
^c 拉伸、冲击试样样坯应在钢板两端切取。
^d 布氏硬度的检验部位根据需方的要求,在合同中注明。

7.3 试样状态应符合表 10 规定。

表 10 检验项目的试样状态

序号	检验项目	试样状态
1	成品分析	交货状态
2	室温拉伸试验	最大模拟焊后热处理和最小模拟焊后热处理
3	高温拉伸试验	最大模拟焊后热处理和最小模拟焊后热处理
4	冲击试验	最大模拟焊后热处理和最小模拟焊后热处理
5	弯曲试验	交货状态
6	布氏硬度	最小模拟焊后热处理
7	厚度方向性能	交货状态
8	晶粒度	最大模拟焊后热处理
9	非金属夹杂物	最大模拟焊后热处理或交货状态,具体在合同中注明。若不注明,则为交货状态
10	步冷试验	最小模拟焊后热处理和最小模拟焊后热处理加步冷热处理

8 检验规则

8.1 钢板的检查和验收由供方质量监督检验部门进行。

8.2 钢板应逐热处理张组批。

8.3 夏比(V型缺口)冲击试验结果不符合本标准规定时,应从同一张钢板(或同一样坯)上再取3个试样进行试验,前后两组6个试样冲击吸收能量的算术平均值不得低于规定值,允许有2个试样小于规定值,但其中小于单个值的试样只允许有1个。

8.4 其他检验项目的复验和判定按 GB/T 17505 的有关规定执行。

8.5 力学性能和化学成分测试结果按修约值比较法,修约规则按 GB/T 8170 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。

附 录 A
(资料性附录)
热处理定义

A.1 范围

本附录对最大模拟焊后热处理、最小模拟焊后热处理、步冷热处理进行定义。

A.2 最大模拟焊后热处理

15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H):

最大模拟焊后热处理:试样的特定热处理,用于模拟所有制造热处理,包括奥氏体化和回火,最终焊后热处理,一个可能的制造厂返修焊后热处理循环,业主将来可能用到的最小的附加焊后热处理。

12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H):

最大模拟焊后热处理:试样的特定热处理,用于模拟所有制造热处理,包括奥氏体化和回火,482℃以上的所有中间热处理,最终焊后热处理,一个可能的制造厂返修焊后热处理循环,业主将来可能用到的最小的附加焊后热处理。

注:为了确定一个温度(模拟焊后热处理范围内)的等效时间,可以使用 Larson-Miller 参数。

A.3 最小模拟焊后热处理

15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H):

最小模拟焊后热处理:试样的特定热处理,用于模拟最小的热处理(奥氏体化、回火和一次焊后热处理循环)。

12Cr2Mo1R(H)、12Cr2Mo1VR(H):

最小模拟焊后热处理:试样的特定热处理,用于模拟最小的热处理(奥氏体化、回火和一次焊后热处理循环,以及超过 482℃的中间应力释放)。

注:为了确定一个温度(模拟焊后热处理范围内)的等效时间,可以使用 Larson-Miller 参数。

A.4 步冷热处理

模拟和加速试样脆化的特定的热处理,用于评估高温下服役的合金钢的回火脆化敏感性。

附 录 B
(规范性附录)
步 冷 试 验

B.1 试验频次

步冷试验按同一炉(罐)号、同一厚度、同一热处理制度的钢板为一组,每组选取其中成品分析 J 系数最高的做步冷试验。

B.2 试样及热处理要求

B.2.1 应制备 2 组夏比 V 型缺口试样(每组至少 24 个试样)并经过下列热处理:

- a) 第 1 组试样—最小焊后热处理,以确定步冷热处理前的转变温度曲线。
- b) 第 2 组试样—最小焊后热处理加上下述的步冷热处理,以确定步冷热处理后的转变温度曲线。

B.2.2 步冷热处理应符合如下要求:

- 1) 加热到 316 °C,加热速率不严格要求;
- 2) 以不超过 56 °C/h 的升温速度加热到 593 °C,保温 1 h;
- 3) 以不超过 6 °C/h 的降温速度冷却到 538 °C,保温 15 h;
- 4) 以不超过 6 °C/h 的降温速度冷却到 524 °C,保温 24 h;
- 5) 以不超过 6 °C/h 的降温速度冷却到 496 °C,保温 60 h;
- 6) 以不超过 3 °C/h 的降温速度冷却到 468 °C,保温 100 h;
- 7) 以不超过 28 °C/h 的降温速度冷却到 316 °C;
- 8) 在静止的空气中冷却到环境温度。

B.2.3 热处理后,每一组试样应在选定的 8 个试验温度进行冲击试验,其中 1 个试验温度应为 -30 °C。每一试验温度应试验 3 个试样,以获得转变温度曲线。为了得到转变温度曲线,在上、下平台至少各需要 2 个试验温度,中间至少要 4 个试验温度。具体系列冲击温度应在合同中注明。

B.3 试验结果

试验结果应符合下列规定:

- a) 12Cr2Mo1R(H): $vTr_{55} + 2.5\Delta vTr_{55} \leq 10$ °C 或 $vTr_{55} + 3.0\Delta vTr_{55} \leq 10$ °C,具体在合同中注明。
- b) 12Cr2Mo1VR(H): $vTr_{55} + 3.0\Delta vTr_{55} \leq 0$ °C。

注 1: vTr_{55} :材料仅经受最小模拟焊后热处理,55 J 时的转变温度。

注 2: ΔvTr_{55} :材料经受最小模拟焊后热处理+步冷热处理,55 J 时转变温度的变化。

附录 C
(规范性附录)
特殊要求

C.1 牌号

根据需方要求,钢的牌号也可由代表临氢的汉字“临氢”加上 GB/T 713—2014 相应牌号组成。如临氢 15CrMoR。当钢牌号按照这样的方法表示时,其技术要求应与本标准中表 C.1 对应牌号一致。

本条款中的牌号与标准正文中的牌号对照表见表 C.1。

表 C.1 牌号对照表

临氢 15CrMoR	15CrMoR(H)
临氢 14Cr1MoR	14Cr1MoR(H)
临氢 12Cr2Mo1R	12Cr2Mo1R(H)
临氢 12Cr2Mo1VR	12Cr2Mo1VR(H)

C.2 厚度允许偏差

厚度允许偏差符合 GB/T 709—2006 中 C 类的规定。

C.3 化学成分(熔炼分析和成品分析)

C.3.1 钢中 P 含量应不大于 0.007%。

C.3.2 15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)、12Cr2Mo1R(H),要求保证 Z35 级厚度方向性能时,S 含量应符合 GB/T 5313 的相应规定。

C.3.3 钢的全铝(Alt)含量应符合表 C.2 的规定。

表 C.2 全铝(Alt)含量

元素	含量	
	熔炼分析	成品分析
Alt	≤0.040%	≤0.045%

C.3.4 钢中(P+Sn)含量应不大于 0.012%。

C.3.5 对于牌号 14Cr1MoR(H):

- a) $(Cu+Sn+As) \times 10^2 \leq 15$;
- b) $(Si+Mn) \leq 1.20\%$;
- c) $(Si+Mn) \leq 1.10\%$ 。

C.3.6 回火脆化系数应符合表 C.3 的规定。

表 C.3 回火脆化系数

回火脆化系数	牌号			
	15CrMoR(H) ^a	14Cr1MoR(H)	12Cr2Mo1R(H)	12Cr2Mo1VR(H)
J^b	≤150	≤130	≤80	≤80
X^b	≤15	≤15	≤15	≤12

^a 根据需方的设计要求并在合同中注明,15CrMoR(H)的 J 系数可不规定,此时提供实测值。
^b $J = (\text{Si} + \text{Mn}) \times (\text{P} + \text{Sn}) \times 10^4$ (Si、Mn、P、Sn用百分比表示,%)。
 $X = (10\text{P} + 5\text{Sb} + 4\text{Sn} + \text{As}) / 100$ (P、Sb、Sn、As用ppm表示)。

C.4 交货状态

钢板交货状态的力学性能应符合表 5 和表 6 的规定。

C.5 力学性能

厚度大于 20 mm 的钢板应进行高温拉伸试验,试验温度应在合同中注明。高温力学性能应符合表 C.4 的规定。经供需双方协商,也可采用其他试验温度和验收值。

表 C.4 高温力学性能

牌 号	厚度 mm	试验温度/℃						
		200	250	300	350	400	450	500
		R_{eL}^a/MPa 不小于						
15CrMoR(H)	>20~60	240	225	210	200	189	179	174
	>60~100	220	210	196	186	176	167	162
	>100~200	210	199	185	175	165	156	150
14Cr1MoR(H)	>20~200	255	245	230	220	210	195	176
12Cr2Mo1R(H)	>20~200	260	255	250	245	240	230	215
12Cr2Mo1VR(H)	>20~200	370	365	360	355	350	340	325

^a 屈服现象不明显,可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 代替。

C.6 弯曲试验

根据需方要求,15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)、12Cr2Mo1R(H)的弯曲试验应采用表 C.5 代替表 7 的规定。

表 C.5 弯曲试验

牌号	180°弯曲试验 ^a			
	钢板厚度/mm			
	≤25	>25~50	>50~100	>100~200
15CrMoR(H)、14Cr1MoR(H)	$D=1.5a$	$D=2a$	$D=2a$	$D=2.5a$
12Cr2Mo1R(H)	$D=2a$	$D=2.5a$	$D=3a$	$D=3.5a$

^a D 为弯曲压头直径; a 为试样厚度。

C.7 冲击试验

15CrMoR(H)夏比(V型缺口)冲击试验温度以 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 代替表6中的冲击试验温度,试验结果符合表6规定。

C.8 非金属夹杂物

非金属夹杂物应按 GB/T 10561—2005 检验,检验方法和合格级别在合同中注明,检验方法若不注明,则采用 B 方法。

C.9 厚度方向拉伸试验

钢板应按 GB/T 5313 进行厚度方向拉伸试验,合格级别在合同中注明。

C.10 拉伸、冲击试验频次

钢板应逐张进行拉伸、冲击试验。

C.11 其他位置的拉伸、冲击试验

不同于本标准规定的其他位置的拉伸、冲击试验,具体位置在合同中注明。