



# 中华人民共和国国家标准

GB 3531—2014  
代替 GB 3531—2008

## 低温压力容器用钢板

Steel plates for low temperature pressure vessels

2014-06-24 发布

2015-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准中 5.1.2、6.4.4、6.5.2、8.3 为推荐性的,其余为强制性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 3531—2008《低温压力容器用低合金钢钢板》。

本标准与 GB 3531—2008 相比,主要技术变化如下:

- 标准名称修改为“低温压力容器用钢板”;
- 增加 15MnNiNbDR、08Ni3DR 和 06Ni9DR 三个牌号;
- 加严钢中有害元素磷、硫的控制;
- 提高各牌号低温冲击吸收能量。

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:重庆钢铁股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、中国通用机械工程总公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、武汉钢铁(集团)公司、南京钢铁股份有限公司。

本标准主要起草人:杜大松、王绍斌、王晓虎、秦晓钟、任翠英、刘建兵、李书瑞、楚觉非、谢朝忠、李小莉、叶国华、丁庆丰、霍松波、王鑫、高燕。

本标准所代替标准历次版本发布情况为:

- GB 3531—1983、GB 3531—1996、GB 3531—2008。

## 低温压力容器用钢板

### 1 范围

本标准规定了低温压力容器用钢板的订货内容、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、标志及质量证明书等。

本标准适用于制造 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}\sim<-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温压力容器用厚度为 $5\text{ mm}\sim 120\text{ mm}$ 的钢板。

### 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 223.9 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 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- 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 223.49 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-偶氮氯膦 mA 分光光度法测定稀土总量
- GB/T 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量
- 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 223.60 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 223.68 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 223.76 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 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 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 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 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- GB/T 28297 厚钢板超声自动检测方法
- JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测

### 3 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) 交货状态;
- e) 尺寸;
- f) 重量;
- g) 附加技术要求(如超声检测等)。

### 4 牌号表示方法

钢的牌号用平均碳含量、合金元素字母和低温压力容器“低”和“容”的汉语拼音的首位字母表示。  
例如:16MnDR。

### 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。

5.1.1 钢板厚度允许偏差按 GB/T 709—2006 中的 B 类要求。根据需方要求,并在合同中注明,也可供应符合 GB/T 709—2006 的 C 类偏差的钢板。

5.1.2 根据需方要求,经供需双方协议,可供应偏差更严格的钢板。

5.2 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。  
06Ni9DR 密度为  $7.89\text{g/cm}^3$ ,其他钢的密度为  $7.85\text{g/cm}^3$ 。

### 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(熔炼成分)应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分

牌 号	化学成分(质量分数) / %									
	C	Si	Mn	Ni	Mo	V	Nb	Alt*	P	S
									不大于	
16MnDR	≤0.20	0.15~0.50	1.20~1.60	≤0.40	—	—	—	≥0.020	0.020	0.010
15MnNiDR	≤0.18	0.15~0.50	1.20~1.60	0.20~0.60	—	≤0.05	—	≥0.020	0.020	0.008
15MnNiNbDR	≤0.18	0.15~0.50	1.20~1.60	0.30~0.70	—	—	0.015~ 0.040	—	0.020	0.008
09MnNiDR	≤0.12	0.15~0.50	1.20~1.60	0.30~0.80	—	—	≤0.040	≥0.020	0.020	0.008
08Ni3DR	≤0.10	0.15~0.35	0.30~0.80	3.25~3.70	≤0.12	≤0.05	—	—	0.015	0.005
06Ni9DR	≤0.08	0.15~0.35	0.30~0.80	8.50~ 10.00	≤0.10	≤0.01	—	—	0.008	0.004

\* 可以用测定 Als 代替 Alt, 此时 Als 含量应不小于 0.015%, 当钢中 Nb+V+Ti ≥ 0.015% 时, Al 含量不作验收要求。

6.1.1.1 为改善钢板的性能, 钢中可添加 Nb、V、Ti 等元素, Nb+V+Ti ≤ 0.12%, 元素质量分数应在质量证明书中注明。

6.1.1.2 作为残余元素, 铬、铜质量分数应各不大于 0.25%, 镍质量分数应不大于 0.40%, 钼质量分数应不大于 0.08%。供方若能保证合格可不做分析。

6.1.2 成品钢板的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定, 其中 08Ni3DR、06Ni9DR 钢 P、S 成品化学分析允许偏差: P+0.003%, S+0.002%。

## 6.2 制造方法

6.2.1 钢由氧气转炉或电炉冶炼, 并采用炉外精炼工艺。

6.2.2 连铸坯、钢锭压缩比不小于 3; 电渣重熔坯压缩比不小于 2。

## 6.3 交货状态

6.3.1 钢板的交货状态应符合表 2 的规定。

6.3.2 08Ni3DR 回火温度应不低于 600 °C, 06Ni9DR 回火温度应不低于 540 °C。

6.3.3 经需方同意, 厚度大于 60 mm 的 09MnNiDR、08Ni3DR 钢板可以正火后加速冷却加回火交货。

## 6.4 力学性能和工艺性能

6.4.1 钢板的拉伸试验、夏比(V 型缺口)低温冲击试验、弯曲试验应符合表 2 的规定。

表 2 力学性能、工艺性能

牌号	交货状态	钢板公称厚度 mm	拉伸试验			冲击试验		弯曲试验 <sup>c</sup>
			抗拉强度 $R_m$ MPa	屈服强度 <sup>a</sup> $R_{eL}$ MPa	断后伸 长率 $A$ %	温度 ℃	冲击吸收 能量, $KV_2$ J	180° $b=2a$
				不小于			不小于	
16MnDR	正火或正火+ 回火	6~16	490~620	315	21	-40	47	$D=2a$
		>16~36	470~600	295				
		>36~60	460~590	285				
		>60~100	450~580	275				
		>100~120	440~570	265				
15MnNiDR		6~16	490~620	325	20	-45	60	$D=3a$
		>16~36	480~610	315				
		>36~60	470~600	305				
15MnNiNbDR		10~16	530~630	370	20	-50	60	$D=3a$
		>16~36	530~630	360				
	>36~60	520~620	350					
09MnNiDR	6~16	440~570	300	23	-70	60	$D=2a$	
	>16~36	430~560	280					
	>36~60	430~560	270					
	>60~120	420~550	260					
08Ni3DR	6~60	490~620	320	21	-100	60	$D=3a$	
	>60~100	480~610	300					
06Ni9DR	淬火加回火 <sup>b</sup>	5~30	680~820	560	18	-196	100	$D=3a$
		>30~50		550				

<sup>a</sup> 当屈服现象不明显时,可测量  $R_{p0.2}$  代替  $R_{eL}$ 。  
<sup>b</sup> 对于厚度不大于 12 mm 的钢板可两次正火加回火状态交货。  
<sup>c</sup>  $a$  为试样厚度;  $D$  为弯曲压头直径。

6.4.2 夏比(V型缺口)低温冲击吸收能量,按 3 个试样的算术平均值计算,允许其中 1 个试样的单个值比表 2 规定值低,但不得低于规定值的 70%。

6.4.3 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 钢板辅助试样尺寸为 10 mm×7.5 mm×55 mm,其试验结果应不小于表 2 规定值的 75%;6 mm~8 mm 钢板辅助试样尺寸为 10 mm×5 mm×55 mm,其试验结果应不小于表 2 规定值的 50%;厚度小于 6 mm 的钢板不做冲击试验。

6.4.4 经供需双方协议,并在合同中注明,钢板的低温冲击吸收能量可按高于表 2 的值交货,具体值在合同中注明。

6.4.5 当供方保证弯曲合格时,可不做弯曲试验。

## 6.5 超声检测

6.5.1 厚度大于 20 mm 的正火或正火加回火状态交货钢板以及厚度大于 16 mm 的淬火加回火状态交货的钢板供方应逐张进行超声检测。

6.5.2 其他厚度钢板经供需双方协商也可逐张进行超声检测。

6.5.3 超声检验标准按 JB/T 4730.3、GB/T 2970 或 GB/T 28297 执行,检验标准和合格级别在合同中注明。

## 6.6 表面质量

6.6.1 钢板表面不允许存在裂纹、气泡、结疤、折叠和夹杂等对使用有害的缺陷。钢板不得有分层。

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,应不大于钢板厚度公差之半,并应保证清理处钢板的最小厚度,缺陷清理处应平滑无棱角。

6.6.2 其他缺陷允许存在,其深度从钢板实际尺寸算起,不得超过钢板厚度允许公差之半,并应保证缺陷处钢板厚度不小于钢板允许最小厚度。

## 7 试验方法

钢板的检验项目、取样数量、取样方法及试验方法应符合表 3 的规定。

表 3 检验项目、取样数量及试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	取样方向	试验方法
1	化学成分	每炉 1 个	GB/T 20066	—	GB/T 223、GB/T 4336、 GB/T 20123、GB/T 20125
2	拉伸试验	每批 1 个	GB/T 2975	横向	GB/T 228.1
3	弯曲试验	每批 1 个	GB/T 2975	横向	GB/T 232
4	低温冲击	每批 3 个	GB/T 2975	横向	GB/T 229
5	超声检测	逐张	—	—	GB/T 2970、GB/T 28297、JB/T 4730.3
6	尺寸、外形	逐张	—	—	符合精度要求的适宜量具
7	表面	逐张	—	—	目视

## 8 检验规则

8.1 钢板的质量由供方质量技术监督部门进行检查和验收。

8.2 钢板应成批验收,每批钢板由同一牌号、同一炉号、同一厚度、同一热处理制度的钢板组成,每批重量不大于 30 t,单张重量超过 30 t 的钢板按张组批。

06Ni9DR 钢板和以正火加回火、淬火加回火状态交货的 08Ni3DR 钢板应逐热处理张进行力学性能试验。

8.3 根据需方要求,经供需双方协商,厚度大于 16 mm 的钢板可逐热处理张进行力学性能检验。

8.4 力学性能试验取样位置按 GB/T 2975 的规定,对于厚度大于 40 mm 的钢板,冲击试样的轴线应位于厚度四分之一处。

8.5 夏比(V型缺口)低温冲击试验结果,不符合 6.4 规定时,应从同一张钢板(或同一样坯)上再取 3 个试样进行复验,前后两组 6 个试样的冲击吸收能量平均值不得低于规定值,允许有 2 个试样小于规定值,但其中小于规定值 70%的试样只允许有 1 个。

8.6 其他检验项目的复验与判定规则按 GB/T 17505 的有关规定执行。

## 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。

## 10 数值修约

本标准按修约值比较法,修约规则按 GB/T 8170 的规定。

---