



中华人民共和国国家标准

GB/T 713.3—2023

代替 GB/T 3531—2014

承压设备用钢板和钢带 第 3 部分：规定低温性能的低合金钢

Steel plate, sheet and strip for pressure equipments—
Part 3: Low alloy steel with specified low temperature properties

2023-08-06 发布

2024-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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。

本文件是 GB/T 713《承压设备用钢板和钢带》的第3部分。GB/T 713 已经发布了以下部分：

- 第1部分：一般要求；
- 第2部分：规定温度性能的非合金钢和合金钢；
- 第3部分：规定低温性能的低合金钢；
- 第4部分：规定低温性能的镍合金钢；
- 第5部分：规定低温性能的高锰钢；
- 第6部分：调质高强度钢；
- 第7部分：不锈钢和耐热钢。

本文件代替 GB/T 3531—2014《低温压力容器用钢板》，与 GB/T 3531—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 将范围更改为“适用于制造最低使用温度不低于 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、承压设备用低合金钢板”（见第1章，GB/T 3531—2014 的第1章）；
- b) 删除了 15MnNiDR 牌号，增加了 Q420DR、Q460DR、13MnNiDR、11MnNiMoDR 四个牌号，并将 08Ni3DR、06Ni9DR 牌号调整至 GB/T 713.4—2023（见表1，GB/T 3531—2014 的表1）；
- c) 更改了各牌号的化学成分及力学性能（见表1、表2，GB/T 3531—2014 的表1、表2）；
- d) 16MnDR 厚度下限由 6 mm 更改为 5 mm，15MnNiNbDR 厚度下限由 10 mm 更改为 6 mm（见表2，GB/T 3531—2014 的表2）。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：南京钢铁股份有限公司、重庆钢铁股份有限公司、鞍钢股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、新余钢铁股份有限公司、南阳汉冶特钢有限公司、合肥通用机械研究院有限公司、中国石化工程建设有限公司、中石化广州工程有限公司。

本文件主要起草人：潘中德、吴俊平、张维旭、姜颖、朴志民、刘喜锚、帅勇、许少普、章小浒、王金光、张国信、谢章龙、尹志钧、韩小波、管吉春、刘勇、李倩、张计谋、操瑞宏、李忠波、胡昕明、陈凯力。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB 3531—1983、GB 3531—1996、GB 3531—2008、GB/T 3531—2014。

引 言

承压设备包括锅炉、压力容器、气瓶和压力管道,这类设备广泛用于国民经济各个方面,其共同特点是涉及生产和生命安全,一旦发生事故危害性较大。制造承压设备的材料多种多样,钢材是实际工程中应用最广泛的材料。承压设备用钢是重大技术成套装备制造的关键原材料,是承压设备安全运行的基本保障。随着承压设备向大型化、高参数、结构多样性的方向发展的同时,其工作条件也越来越趋苛刻,因此对制造承压设备的材料提出了更加严格的要求,合理的选用材料对于设备的结构合理、安全、长期运行和降低成本是非常重要的。为了进一步规范承压设备用钢的技术要求,迫切需要制定统一的承压设备用钢板和钢带标准,以便在 GB/T 150.2《压力容器 第2部分:材料》中引用。

GB/T 713《承压设备用钢板和钢带》旨在规范锅炉、压力容器、LNG 船、LPG 船等承压设备用钢板和钢带的分类和牌号、订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书等,拟由八个部分构成。

- 第1部分:一般要求。目的在于确定其他部分通用的要求,以便在其他部分中引用。
- 第2部分:规定温度性能的非合金钢和合金钢。目的在于确定用于制造使用温度不低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、承压设备用厚度不大于 25.4 mm 的钢带及卷切钢板和厚度为 $3\text{ mm}\sim 250\text{ mm}$ 的单轧钢板的技术要求。
- 第3部分:规定低温性能的低合金钢。目的在于确定用于制造使用温度不低于 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、承压设备用厚度为 $5\text{ mm}\sim 120\text{ mm}$ 的低合金钢板的技术要求。
- 第4部分:规定低温性能的镍合金钢。目的在于确定用于使用温度不低于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、厚度不大于 150 mm 的规定低温性能的镍合金钢板的技术要求。
- 第5部分:规定低温性能的高锰钢。目的在于确定用于使用温度不低于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、厚度为 $5\text{ mm}\sim 60\text{ mm}$ 的规定低温性能的高锰钢板的技术要求。
- 第6部分:调质高强度钢。目的在于确定用于厚度为 $10\text{ mm}\sim 80\text{ mm}$ 的承压设备用调质高强度钢板的技术要求。
- 第7部分:不锈钢和耐热钢。目的在于确定用于宽度不小于 600 mm 的承压设备用热轧不锈钢和耐热钢钢板和钢带(含卷切钢板)以及冷轧不锈钢和耐热钢钢板和钢带(含卷切钢板)的技术要求。
- 第8部分:同质和异质轧制复合钢板。目的在于确定用于采用轧制复合工艺生产的厚度大于 100 mm 的承压设备用钢板以及不锈钢为覆层、碳钢作基层的复合钢板的技术要求。

承压设备用钢板和钢带

第3部分：规定低温性能的低合金钢

1 范围

本文件规定了承压设备用规定低温性能的低合金钢板的牌号表示方法、订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本文件适用于制造使用温度不低于 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、承压设备用厚度为 $5\text{ mm}\sim 120\text{ mm}$ 的低合金钢板(以下简称钢板)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 223.3 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 223.12 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 223.17 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 223.23 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 223.63 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 713.1 承压设备用钢板和钢带 第1部分:一般要求
- 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 6803 铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法
- 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 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测

3 术语和定义

GB/T 713.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 牌号表示方法

4.1 以强度命名时:钢的牌号由代表屈服强度“屈”的汉语拼音首字母“Q”、规定的最小下屈服强度数值、低温压力容器“低”和“容”的汉语拼音首字母“DR”组成。

示例: Q420DR。其中:
Q ——屈服强度“屈”的汉语拼音首字母;
420 ——规定的最小下屈服强度,单位为兆帕(MPa);
DR ——“低”和“容”的汉语拼音首字母。

4.2 以化学成分命名时:钢的牌号由两位数字表示的平均含碳量、化学元素符号表示的合金元素字母、低温压力容器“低”和“容”的汉语拼音首字母“DR”组成。

示例: 11MnNiMoDR。其中:
11 ——平均含碳量(以万分之几计);
MnNiMo ——锰、镍、钼合金元素字母;
DR ——“低”和“容”的汉语拼音首字母。

5 订货内容

钢板的订货内容应符合 GB/T 713.1 的规定。

6 尺寸、外形、重量

钢板的尺寸、外形、重量应符合 GB/T 713.1 的规定。

7 技术要求

7.1 牌号和化学成分

7.1.1 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	化学成分(质量分数)/%										
	C	Si	Mn	Ni	Mo	V	Nb	Alt ^a	N	P	S
16MnDR	≤0.20	0.15~0.50	1.20~1.60	≤0.40	≤0.08	—	—	≥0.020	≤0.012	≤0.020	≤0.010
Q420DR	≤0.20	0.15~0.50	1.30~1.70	0.30~0.80	≤0.08	0.05~0.15	0.015~0.050	—	≤0.020	≤0.018	≤0.008
Q460DR	≤0.20	0.15~0.50	1.30~1.70	0.40~0.80	≤0.08	0.10~0.20	0.015~0.050	—	≤0.025	≤0.018	≤0.008

表 1 化学成分 (续)

牌号	化学成分(质量分数)/%										
	C	Si	Mn	Ni	Mo	V	Nb	Alt ^a	N	P	S
15MnNiNbDR	≤0.18	0.15~0.50	1.20~1.60	0.30~0.70	≤0.08	—	0.015~0.040	—	≤0.012	≤0.020	≤0.008
13MnNiDR	≤0.16	0.15~0.50	1.20~1.60	0.30~0.80	≤0.08	≤0.05	≤0.050	≥0.020	≤0.012	≤0.015	≤0.005
09MnNiDR	≤0.12	0.15~0.50	1.20~1.60	0.30~0.80	≤0.08	—	≤0.040	≥0.020	≤0.012	≤0.015	≤0.005
11MnNiMoDR ^b	≤0.14	0.15~0.50	1.20~1.60	0.40~0.90	0.10~0.30	≤0.05	≤0.050	≥0.020	≤0.012	≤0.015	≤0.005
^a 当采用酸溶铝(Als)代替 Alt 时,Als 含量应不小于 0.015%;当钢中 Nb+V+Ti≥0.015%时,Al 含量不作要求。											
^b 当钢板厚度小于 12 mm 时,Mo 含量下限不作要求。											

7.1.2 成品钢板的化学成分允许偏差应符合 GB/T 713.1 的规定。

7.1.3 本文件与国外相关标准近似牌号对照见附录 A。

7.2 制造方法

钢板的制造方法应符合 GB/T 713.1 的规定。

7.3 交货状态

7.3.1 钢板的交货状态应符合表 2 的规定。

7.3.2 由双方协商,厚度大于 36 mm 的正火+回火钢板,可以正火(允许加速冷却)加回火交货。

7.4 力学和工艺性能

7.4.1 钢板的各项力学性能、工艺性能一般要求应符合 GB/T 713.1 的规定。

7.4.2 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		180°弯曲试验 ^b $b=2a$
			抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 ^a R_{eL} /MPa	断后伸 长率 $A/\%$	温度 ℃	冲击吸收 能量 KV_2 / J	
				不小于			不小于	
16MnDR	正火或 正火+回火	5~16	490~620	315	21	-40	47	$D=2a$
		>16~36	470~600	295				$D=3a$
		>36~60	460~590	285				
		>60~100	450~580	275				
		>100~120	440~570	265				

表 2 力学性能、工艺性能 (续)

牌 号	交 货 状 态	钢 板 公 称 厚 度 mm	拉 伸 试 验			冲 击 试 验		180°弯曲试验 ^b $b=2a$
			抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 ^a R_{eL} /MPa	断后伸 长率 $A/\%$	温 度 ℃	冲击吸收 能量 KV_2 / J	
				不小于			不小于	
Q420DR	正火或 正火+回火	6~20	590~720	420	19	—40	60	$D=3a$
		>20~30	570~700	400				
Q460DR	正火或 正火+回火	6~20	630~730	460	18	—40	60	$D=3a$
15MnNiNbDR	正火或 正火+回火	6~16	530~630	370	20	—50	60	$D=3a$
		>16~36	530~630	360				
		>36~60	520~620	340				
13MnNiDR	正火或 正火+回火	5~36	490~610	345	22	—60	60	$D=3a$
		>36~60		335				
		>60~100		325				
09MnNiDR	正火或 正火+回火	6~16	440~570	300	23	—70	60	$D=2a$
		>16~36	430~560	280				
		>36~60	430~560	270				
		>60~80	420~550	260				
		>80~120	420~550	260		—60	60	
11MnNiMoDR	淬 火 + 回 火	5~60	560~670	420	19	—70	60	$D=3a$
		>60~80		400				
		>80~100		380				
^a 当屈服现象不明显时,采用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 。								
^b a 为试样厚度; b 为试样宽度; D 为弯曲压头直径。								

7.4.3 Q420DR、Q460DR 牌号的冲击试验应测量侧膨胀值,且侧膨胀值不小于 0.53 mm。

7.4.4 经供需双方协商,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。

7.4.5 当供方保证弯曲合格时,可不作弯曲试验。

7.4.6 根据需方要求,对厚度大于 36 mm 的钢板可增加一组在钢板厚度 1/2 处取样的冲击试验,其试验温度和冲击吸收能量合格值应在合同中注明。

7.4.7 根据需方要求,对厚度大于 36 mm 的钢板可附加落锤试验,试验按 GB/T 6803 进行,采用 P-2 型试样,无塑性转变(NDT)温度的合格指标应在合同中注明。

7.5 表面质量

钢板的表面质量应符合 GB/T 713.1 的规定。

7.6 无损检测

- 7.6.1 厚度 6 mm 及以上 Q420DR、Q460DR 牌号钢板,厚度大于 20 mm 的正火或正火+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。
- 7.6.2 其他厚度钢板经供需双方协商也可逐张进行超声检测。
- 7.6.3 超声检测按 NB/T 47013.3 执行,合格级别不低于Ⅰ级,如有特殊要求在合同中注明。

8 试验方法

- 8.1 钢的化学成分试验一般按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 或通用的化学分析方法进行,仲裁时按 GB/T 223.3、GB/T 223.9、GB/T 223.12、GB/T 223.17、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.76 的规定进行。
- 8.2 每批钢板的检验项目的试验方法应符合表 3 的规定。

表 3 检验项目、取样数量、取样方向、取样方法及试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方向	取样方法	试验方法
1	化学成分	1 个/炉	—	GB/T 20066	见 8.1
2	拉伸试验	1 个/批	横向	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	弯曲试验	1 个/批	横向	GB/T 2975	GB/T 232
4	冲击试验 ^a	3 个/批	横向	GB/T 2975	GB/T 229
5	落锤试验 ^b	2 个/批	横向	GB/T 2975	GB/T 6803
6	超声检测 ^c	逐张	—	—	NB/T 47013.3
7	尺寸、外形	逐张	—	—	符合精度要求的适宜量具
8	表面质量	逐张	—	—	目视
^a 对于厚度大于 40 mm 的钢板,冲击试样的轴线应位于厚度 1/4 处。 ^b 落锤检测的范围按 7.4.7 的规定。 ^c 超声检测的范围按 7.6.1 和 7.6.2 的规定。					

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢板的检查和验收由供方质量检验部门进行。

9.2 组批规则

- 9.2.1 钢板应成批验收。每批应由同一牌号、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 的钢板按单张组批。
- 9.2.2 11MnNiMoDR 钢板应逐热处理张进行力学性能试验。
- 9.2.3 根据需方要求,供需双方协议,厚度大于 16 mm 的钢板可逐热处理张进行力学性能检验。

9.3 取样数量、取样方向及取样方法

每批钢板的取样数量、取样方向及取样方法应符合表 3 的规定。

9.4 复验与判定规则

钢板的复验和判定规则应符合 GB/T 713.1 的规定。

9.5 数值修约

数值修约规则应符合 GB/T 713.1 的规定。

10 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 713.1 的规定。

附 录 A
(资料性)

本文件与国外相关标准近似牌号对照表

本文件与国外相关标准近似牌号对照见表 A.1。

表 A.1 本文件与国外相关标准近似牌号对照

本文件	EN10028-3:2017	EN10028-4:2017
16MnDR	—	—
Q420DR	P420NL1	—
Q460DR	P460NL1	—
15MnNiNbDR	—	—
13MnNiDR	—	13MnNi6-3
09MnNiDR	—	11MnNi5-3
11MnNiMoDR	—	—
