



中华人民共和国国家标准

GB/T 713.4—2023

代替 GB/T 24510—2017

承压设备用钢板和钢带 第4部分：规定低温性能的镍合金钢

Steel plate, sheet and strip for pressure equipments—
Part 4: Nickel-alloy steels 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 发布
国家标准化管理委员会

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 4 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 24510—2017《低温压力容器用镍合金钢板》，与 GB/T 24510—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了牌号表示方法(见第 4 章)；
- b) 更改了订货内容(见第 5 章,GB/T 24510—2017 的第 3 章)；
- c) 更改了厚度允许偏差类型(见第 6 章,GB/T 24510—2017 的 4.1)；
- d) 删除了 1.5Ni 钢牌号及其化学成分、力学性能等要求,增加了 06Ni7DR 钢牌号及其化学成分、力学性能等要求(见 7.1、7.4,GB/T 24510—2017 的 5.1、5.4)；
- e) 更改了各牌号化学成分(见 7.1,GB/T 24510—2017 的 5.1)；
- f) 更改了钢板的制造方法(见 7.2,GB/T 24510—2017 的 5.2)；
- g) 更改了钢板的交货状态(见 7.3,GB/T 24510—2017 的 5.3)；
- h) 将上屈服强度更改为下屈服强度,并更改了力学性能指标和工艺性能要求(见 7.4,GB/T 24510—2017 的 5.4)；
- i) 增加了钢板剩磁检验和表面处理规定(见 7.7、10.4)。

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：鞍钢股份有限公司、南京钢铁股份有限公司、江苏省沙钢钢铁研究院有限公司、舞阳钢铁有限责任公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、冶金工业信息标准研究院、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：朱莹光、朴志民、张维旭、谢章龙、曲锦波、龙杰、周文浩、章小浒、王金光、张国信、管吉春、张宏亮、席连云、李倩、陆春洁、庞辉勇、张计谋、杜林、陈凯力。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 24510—2009,GB/T 24510—2017。

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 4 部分：规定低温性能的镍合金钢

1 范围

本文件规定了承压设备用规定低温性能的镍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、标志和质量证明书及运输和贮存。

本文件适用于使用温度不低于-196℃、厚度不大于 150 mm 的规定低温性能的镍合金钢板（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 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
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 223.18 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 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
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 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法
GB/T 223.63 钢铁及合金 锰含量的测定 高碘酸钠(钾)分光光度法
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 223.79 钢铁 多元素含量的测定 X-射线荧光光谱法(常规法)
GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
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 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 5313 厚度方向性能钢板
GB/T 6803 铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法
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

钢的牌号由两位数字表示的平均碳含量、镍元素符号及平均含量、低温压力容器“低”和“容”字的汉语拼音首字母“DR”组成。

示例：06Ni9DR。其中：
06 ——平均碳含量(以万分之几计)；
Ni9 ——平均镍含量为 9%；
DR ——“低”和“容”字的汉语拼音首字母。

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。本文件与国外相关标准近似牌号对照见附录 A。

表 1 牌号和化学成分

牌号	化学成分 ^a (质量分数)/%											
	C	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Cu	Mo	V	Nb	Alt
	不大于				不大于							不小于
08Ni3DR ^b	0.10	0.10~0.35	0.30~0.80	3.25~3.75	0.015	0.005	0.25	0.35	0.12	0.05	0.08	0.015
07Ni5DR ^c	0.10	0.10~0.35	0.30~0.80	4.75~5.25	0.015	0.005	0.25	0.35	0.10	0.05	0.08	0.015
06Ni7DR	0.08	0.05~0.30	0.30~0.80	6.50~7.50	0.008	0.003	0.50	0.35	0.30	0.01	0.03	0.015
06Ni9DR	0.08	0.10~0.35	0.30~0.80	8.50~10.00	0.008	0.003	0.25	0.35	0.10	0.01	0.08	0.015
^a 除 06Ni7DR 牌号外,Cr+Mo+Cu≤0.50%。 ^b 厚度大于 100 mm 时,C 含量上限可到 0.12%。 ^c 厚度大于 50 mm 时,C 含量上限可到 0.12%。												

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。

7.2 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 08Ni3DR 钢板以正火或正火+回火状态交货。经需方同意,可以采用淬火+回火状态交货。

7.3.2 07Ni5DR、06Ni7DR、06Ni9DR 钢板以淬火+回火或淬火+淬火+回火状态交货。

7.4 力学性能和工艺性能

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 钢板的力学性能和工艺性能应符合表 2 的规定。

表 2 钢板的力学和工艺性能

牌 号	钢板公称厚度 mm	拉伸试验 ^a			V 型冲击试验 ^a		180°弯曲试验 ^c <i>b</i> = 2 <i>a</i>	
		下屈服强度 ^b <i>R</i> _{el} /MPa	抗拉强度 <i>R</i> _m /MPa	断后伸长率 <i>A</i> /%	温度 ℃	冲击吸收 能量 <i>KV</i> ₂ /J		
08Ni3DR	6~60	≥320	490~620	≥21	-100	≥60	<i>D</i> = 3 <i>a</i>	
	>60~100	≥300	480~610					
	>100~150	≥290	470~600					
07Ni5DR	5~30	≥370	530~700	≥20	-120	≥80	<i>D</i> = 3 <i>a</i>	
	>30~50	≥360						
	>50~80	≥350						
06Ni7DR	5~30	≥560	680~820	≥18	-196		≥80	<i>D</i> = 3 <i>a</i>
	>30~50	≥550						
	>50~80	≥540						
06Ni9DR	5~30	≥560	680~820	≥18	-196		≥80	<i>D</i> = 3 <i>a</i>
	>30~50	≥550						
	>50~80	≥540						

注：*a* 为试样厚度；*b* 为试样宽度；*D* 为弯曲压头直径。

^a 拉伸及冲击试验取横向试样。

^b 当屈服不明显时，可用 *R*_{p0.2} 代替下屈服强度。

^c 弯曲试验取横向试样。试样宽度为 2 倍板厚，并保证最小宽度不小于 20 mm。

7.4.3 06Ni7DR、06Ni9DR 钢板冲击试样应测量侧膨胀值,侧膨胀值应不小于 0.64 mm。

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

钢板的超声检测按 NB/T 47013.3 执行,合格级别不低于 I 级,有特殊要求时应在合同中注明。

7.7 剩磁检测

06Ni7DR、06Ni9DR 钢板出厂前对每张钢板用高斯计进行剩磁检测,剩磁测量位置由供需双方协商确定,剩磁值不应超过 50×10^{-4} 特斯拉(50 高斯)。07Ni5DR 剩磁检测由供需双方协商确定。

7.8 表面处理

06Ni7DR、06Ni9DR 钢板热处理后应进行喷丸处理以去除钢板表面氧化铁皮。

7.9 特殊要求

7.9.1 根据需方要求,经供需双方协商,钢板可进行落锤、厚度方向性能等检验。进行落锤试验时,在每炉最大厚度钢板上取一组两个试样,若该炉钢板最大厚度小于 16 mm,不进行落锤试验。

7.9.2 根据需方要求,经供需双方协商,钢板也可进行其他项目的检验。

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 223.5、GB/T 223.9、GB/T 223.12、GB/T 223.18、GB/T 223.23、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.76、GB/T 223.79、GB/T 223.85、GB/T 223.86 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	1 个/炉	GB/T 20066	见 8.1
2	拉伸试验	1 个/批	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	冲击试验	3 个/批	GB/T 2975 ^a	GB/T 229
4	弯曲试验	1 个/批	GB/T 2975	GB/T 232
5	超声检测	逐张	—	NB/T 47013.3
6	剩磁检测	逐张	—	合适的量具
7	落锤试验	2 个/炉	GB/T 2975	GB/T 6803
8	Z 向钢厚度方向断面收缩率	3 个/批	GB/T 5313	GB/T 5313
9	尺寸、外形	逐张	—	合适的量具
10	表面质量	逐张	—	目视及测量
^a 厚度大于 25 mm 钢板的冲击试样的轴线尽可能靠近钢板厚度的 1/4 处;厚度不大于 25 mm 的钢板,冲击试样靠近轧制表面制取。				

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

9.2.1 08Ni3DR 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 07Ni5DR、06Ni7DR、06Ni9DR 逐热处理张组批。

9.3 取样数量和取样方法

每批钢板的取样数量和取样方法应符合表 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

数值修约应符合 GB/T 713.1 的规定。

10 包装、标志、质量证明书及运输和贮存

10.1 钢板的包装、标志、质量证明书应符合 GB/T 713.1 的规定。

10.2 质量证明书应注明回火温度。需方要求时,可注明实际热处理工艺。

10.3 钢板表面防腐及运输等要求按供需双方协议规定。

10.4 剩磁合格的钢板,不能用电磁铁吊运。钢板不能在高压电和高压电气设备附近存放,不能通过电气化铁路运输,或者不能存放于其他可能影响剩磁水平的环境中。

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	DNV 规范 2021	ISO 9328-4; 2018	EN 10028-4; 2017	JIS G 3127; 2021	ASTM A203/ A203M-17	ASTM A553/ A553M-17
08Ni3DR	NV3.5Ni	12Ni14	12Ni14	SL3N255 SL3N275 SL3N440	3.50%Ni D 级 3.50%Ni E 级 3.50%Ni F 级	—
07Ni5DR	NV5Ni/a	X12Ni5	X12Ni5	SL5N590	—	—
06Ni7DR	—	X6Ni7	—	SL7N590	—	7%Ni
06Ni9DR	NV9Ni/a	X7Ni9	X8Ni9	SL9N590	—	9%Ni
			X7Ni9			