

《承压设备用钢板和钢带 第5部分：规定低温性能的高锰钢》

国家标准编制说明（征求意见稿）

1. 工作简况

1.1 任务来源

在“十三五”重点研发计划“超低温及严苛腐蚀条件下低成本容器用钢开发与应用（项目编号：2017YFB0305000）”（简称：低成本容器用钢）项目的大力支持下，低温压力容器用高锰钢已成功完成了工业化试制，并进行了高锰钢 LNG 储罐的示范应用。为此类钢种制定新的国家标准规范成为推进低温压力容器用高锰钢钢板的生产、综合评价及工业化应用的迫切需要。

本项目是依据国家标准化管理委员会国标委发[2020] 37 号文“国家标准化管理委员会关于下达 2020 年第二批国家标准制修订计划的通知”要求，项目计划编号为 20202832-T-605, 项目名称为《低温压力容器用高锰钢钢板》国家标准。本项目是制定项目，主要起草单位：东北大学、冶金工业信息标准研究院、鞍钢股份有限公司、南京钢铁股份有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、首钢集团有限公司、钢铁研究总院、合肥通用机械研究院有限公司、中石化广州工程有限公司、中国船级社、舞阳钢铁有限责任公司共同承担，计划完成时间为 2022 年。

1.2 工作过程

(1) **起草(草案、调研)阶段：**《低温压力容器用高锰钢钢板》国家标准的起草工作项目起于 2018 年 7 月，低成本容器用钢项目组召开高锰 LNG 储罐用钢国家标准推进会。标准制定过程中我们首先作了标准资料方面的收集分析和研究工作，涉及的标准有 GB 24510—2009、GB/T 24510—2017、GB 3531—2014、A1106/A1106M—17、中国船级社《材料与焊接规范》（2015）等低温压力容器用钢的标准。通过对这些标准深入细致的对比研究，同时对国内外低温压力容器用高锰钢的研究开发情况和用户使用的具体要求情况进行了调研。在此基础上，向有关部门提交《低温压力容器用高锰钢钢板》国家标准立项建议书，并申报《低温压力容器用高锰钢钢板》国家标准重大项目。2019 年 12 月，由中国钢铁工业协会提出，全国钢标准化技术委员会（SAC/TC183）归口的国家标准《承压设备用钢板和钢带 第 5 部分：规定低温性能的高锰钢》完成征求意见，于 2020 年 11 月形成征求意见稿。

(2) **征求意见阶段：**2020 年 12 月 10 日，完成《承压设备用钢板和钢带 第 5 部分：规定低温性能的高锰钢》征求意见稿并发给有代表性的标准相关方广泛征求意见；同时，由全国钢标委钢板钢带分委员会秘书处将标准征求意见稿和编制说明发送到《钢铁标准网》网站上公开征求社会意见。截止 2021 年 2 月 10 日，共发函 47 个单位。2022 年 6 月 25 日，由全国钢标委钢板钢带分委员会秘书处将标准征求意见稿和编制说明第二次发送到钢板钢带分委员会委员及有代表性的标准相关方广泛征求意见，同时在《钢铁标准网》网站上公开征求社会意见。

2. 起草理由

近年来，随着天然气能源的普及，对低成本、高性能低温压力容器用钢板的需求也急剧增加。新研制的低温压力容器用高锰钢钢板在低温材料领域具有广阔的应用前景，而我国国内尚缺乏此类新钢种的国家标准，因此有必要起草低温压力容器用高锰钢钢板的国家标准。

通过起草本标准可以：

- 1) 为低温压力容器用高锰钢钢板的生产、综合评价及工业化应用提供了依据。
- 2) 满足我国对低成本、高性能低温压力容器用钢的迫切需求。
- 3) 提高我国新能源储运设施建设的自主创新能力。
- 4) 加快我国能源结构转化升级。

3. 起草原则

本次起草标准的主要原则是：

- 1) 以国内外LNG储罐用高锰奥氏体钢研究开发情况和用户使用的具体要求情况为制定依据。
- 2) 参考、借鉴、吸收 GB 24510—2009、GB/T 24510—2017、GB 3531—2014、A1106/A1106M—17、中国船级社《材料与焊接规范》（2015）等低温压力容器用钢标准的部分指标。
- 3) 充分考虑我国低温压力容器用高锰钢钢板未来的发展需求。
- 4) 结合目前国家标准体系的发展完善情况，部分指标的要求直接引用已有国家标准（详见 4.2）。

4. 起草标准的内容说明

4.1 标准名称

本项目在申报计划和下达计划时，项目名称定为：低温压力容器用高锰钢钢板。

ISO/TC17/SC10“压力用钢”技术委员会，有成体系的压力容器用钢板和钢带标准。ISO 9328-1:2018~ISO 9328-7:2018。欧标也有成体系的压力容器用钢板和钢带标准。EN 10028-1:2017~EN 10028-7:2017。中国的承压设备用钢标准有 GB/T 713-2014《锅炉和压力容器用钢板》、GB/T 3531-2014《低温压力容器用钢板》、GB/T 24510-2017《低温压力容器用镍合金钢板》、GB/T 19189-2011《压力容器用调质高强度钢板》、GB/T 24511-2017《承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带》等，我国早期的承压设备用钢标准主要采用 EN 标准，虽然 GB/T 713-2014、GB/T 3531-2014、GB/T 24510-2017、GB/T 19189-2011 和 GB/T 24511-2017 都有各自对应的 EN 和 ISO 标准，但是缺乏系统性和体系性，这些标准均被 GB/T 150.2-2011《压力容器 第2部分：材料》所引用。

随着我国钢铁工业快速发展和技术革新，新的产品不断研发和生产。我国现在已进入高质量发展阶段，压力容器行业也需要不断提高产品质量，高质量发展不仅需要高质量的产品，同时也需要高质量的标准体系进行引领。另一方面 GB/T 150.2-2011《压力容器 第2部分：材料》标准正在启动修订，因此急需对承压设备用钢标准体系进行更新，一则与国际标准和国外先进标准接轨，再者就是使我国标准体系更加完善和规范。

鉴于以上原因，本项目在起草过程中，将根据承压设备用钢标准体系框架，将标准名称修改为“承压设备用钢板和钢带 第5部分：规定低温性能的高锰钢”，成为承压设备用钢系列标准一部分。



4.2 适用范围

本标准适用于制造-196℃~-20℃低温压力容器用厚度为5mm~60mm的钢板。

4.3 规范性引用文件

本标准在起草过程中，主要查阅了以下标准。

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含量
GB/T 223.4	钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法
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. 8	钢铁及合金化学分析方法	氟化钠分离-EDTA 滴定法测定铝含量
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. 16	钢铁及合金化学分析方法	变色酸光度法测定钛含量
GB/T 223. 18	钢铁及合金化学分析方法	硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜含量
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含量
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含量
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. 28	钢铁及合金化学分析方法	α -安息香肟重量法测定钼含量
GB/T 223. 36	钢铁及合金化学分析方法	蒸馏分离-中和滴定法测定氮含量
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. 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含量
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含量
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. 61	钢铁及合金化学分析方法	磷钼酸铵容量法测定磷含量
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	铌含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
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 228. 1	金属材料	拉伸试验方法 (室温). 3 增加低温的
GB/T 229	金属材料	夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 230. 1	金属材料	洛氏硬度试验 第 1 部分: 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/T4340. 1	金属材料	维氏硬度试验 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 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) CTOD (GB 标准测试方法)、Mn 含量的测试方法、成分测定的选择一种方法、

4.4 牌号表示方法

牌号命名方法为：钢的牌号由代表高锰英文首字母加规定最小屈服强度值两部分组成。示例：HM400，HM—“高锰” High Manganese 英文首字母，400 为低温压力容器用高锰钢钢板的屈服强度下限值，单位为 MPa。

4.5 订货信息

按照本标准订货合同或订单应包括下列内容：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号或统一数字代号；
- d) 尺寸及精度；
- e) 交货的重量（数量）；
- f) 表面加工类型；
- g) 交货状态；
- h) 标准中应由供需双方协商确定并在合同中注明的项目或指标，如未注明，则由供方选择；
- i) 需方提出的其他特殊要求，经供需双方协商确定，并在合同中注明。

4.6 尺寸、外形、重量及允许偏差

- 1) 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709—2006 (2019 最新的) 的规定。
- 2) 钢板厚度允许偏差按照 GB/T 709—2006 (2019 最新的) 中的 B 类要求，并在合同中注明，

也可供应符合 GB/T 709—2006（2019 最新的）中的 C 类偏差的钢板。

- 3) 根据需方要求，经供需双方协议，可供应偏差更为严格的钢板。
- 4) 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。低温压力容器用高锰钢钢板的密度为 $7.85\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4.7 技术要求

4.7.1 牌号和化学成分

4.7.1.1 钢的牌号、类别及化学成分（熔炼分析）应符合表 1 或表 2 的规定。

表 1 化学成分

牌号	C	Si	Mn	P	S	Cr
HM410	0.40~0.60	≤0.5	22.0~26.0	≤0.020	≤0.005	3.0~4.5
HM500	0.50~0.60	≤0.5	22.0~26.0	≤0.020	≤0.005	4.0~5.0

4.7.1.2 为改善钢的性能，可添加表 1 之外的其他合金元素，如 Ni、Mo、Cu、Nb、V 等。

4.7.1.3 钢板的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

4.7.1.4 成品钢板的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 中表 2 的规定，其中 P+0.003%，S+0.002%。

4.7.2 冶炼方法

4.7.2.1 钢由转炉或电炉冶炼，并采用炉外精炼工艺。

4.7.2.2 连铸坯压缩比不小于 3。

4.7.3 交货状态

4.7.3.1 钢板交货状态可以是热轧+控制冷却或热处理。

4.7.3.2 钢板应以剪切或等离子切割交货。

4.7.4 力学性能和工艺性能

4.7.4.1 钢板的力学性能和工艺性能应符合表 2 的规定。

4.7.4.2 夏比（V 型缺口）冲击吸收能量按照 3 个试样的算术平均值计算，不允许其中一个试样的单个值比表 3 规定的值低。

4.7.4.3 对于厚度小于 12mm 钢板的夏比（V 型缺口）冲击试验应采用辅助试样， $>8\text{mm} \sim <12\text{mm}$ 钢板辅助试样尺寸为 $10\text{mm} \times 7.5\text{mm} \times 55\text{mm}$ ，其试验结果应不小于表 3 规定值的 75%； $6\text{mm} \sim 8\text{mm}$ 钢板辅助试样尺寸为 $10\text{mm} \times 5\text{mm} \times 55\text{mm}$ ，其试验结果应不小于表 3 规定值的 50%；厚度小于 6mm 的钢板不做冲击试验。

4.7.4.4 根据需方要求，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照高于表 2 的值交货，具体值在合同中注明。

4.7.4.5 根据需方要求，经供需双方协议，对于厚度大于 36mm 的钢板可在厚度 1/2 处增加一组冲击试样，夏比（V 型缺口）冲击指标由供需双方协议。

表 2 力学性能和工艺性能

牌号	室温拉伸试验			横向夏比（V 型缺口）冲击试验 ^b		180° 弯曲试验 ^c
	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ ^a /MPa，不小于	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A /%，不小于	试验温度/℃	吸收能量 KV_0 /J 不小于	
HM400	410	800~1000	≥35	-196	60	$D=3a$
HM500	500	800~1000	≥35	-196	60	$D=3a$

^a 规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 大于 510 MPa 时，侧膨胀值 $>0.64\text{mm}$

^b 单值不允许低于标准值的 70%

^c D为弯曲压头直径，a为试样厚度。

4.7.5 表面质量

4.7.5.1 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。

4.7.5.2 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。

4.7.6 超声检测

4.7.6.1 厚度大于 20mm 的热轧+控制冷却 (TMCP) 或热处理 (HT) 状态钢板供方应逐张进行超声检测。

4.7.6.2 其他厚度的钢板经供需双方协商也可逐张进行超声检测。

4.7.6.3 超声检测标准按照 NB/T 47013.3、GB/T 2970 或 GB/T 28297 执行，合格级别不低于 II 级。

5. 采标程度

本标准是在总结国内外 LNG 储罐用高锰奥氏体钢研究开发情况和用户使用的具体要求情况，同时参考《低温压力容器用 9%Ni 钢板》(GB 24510—2009)、《低温压力容器用镍合金钢板》(GB/T 24510—2017)、中国船级社《材料与焊接规范》(2015)、《低温压力容器用钢板》(GB 3531—2014)、《Standard specification for pressure vessel plate, alloy steel, austenitic high manganese for cryogenic application》(A1106/A1106M—17) 的基础上进行了《低温压力容器用高锰钢钢板》国家标准的起草工作。本标准充分体现了国内低温压力容器用高锰钢钢板的现状和发展趋势，技术指标科学合理，符合国内的实际需求，因此本标准水平建议为国际先进水平。

7. 主要分歧意见及处理

无。

8. 本标准的说明

本标准推荐性国家标准。

9. 贯彻国家标准的要求和措施建议

建议在标准实施前在相关行业进行宣贯。

10. 其他应予说明的事项

《承压设备用钢板和钢带 第 5 部分：规定低温性能的高锰钢》国家标准编制组

2022 年 6 月