

GB/T 713. 6-20XX 《承压设备用钢板和钢带第 6 部分：调质高强度钢》 编制说明 (征求意见稿)

一、工作简况

1、任务来源

国家发改委印发《增强制造业核心竞争力三年行动计划(2018-2020年)》(发改产业[2017]2000号)中“新材料关键技术产业化实施方案”重点领域中提到,紧密围绕经济社会发展重大需求,按照自主创新、突破重点的思路,开展市场潜力大、附加价值高的重点新材料关键技术产业化、加快公共服务平台建设提升新材料产业发展水平,在钢铁材料方面,重点发展大型水电用高级别压力钢管及蜗壳用钢,伴随技术革新的发展,国内外的压力容器及相关结构件趋向大型化、高压化,并保证安全性,需要高强度、高韧性和焊接性优异的钢板。

全国钢标准化技术委员会下发 2019 年第二批国家标准制修订项目计划,提出了进行《压力容器用调质高强度钢板》GB/T 19189-2011 标准修订要求,计划编号 20192007-T-605,主管部门中国钢铁工业协会,归口部门全国钢标准化技术委员会,起草单位武汉钢铁有限公司、冶金工业信息标准研究院。

2、主要工作过程

起草(草案、调研)阶段: 在国外,欧洲标准 EN 10028-6《压力容器用钢扁平产品》第 6 部分: 淬火加回火的可焊接细晶粒钢中包含的 600MPa、800MPa 级容器钢;美标 ASME SA533 CL3

《Mn-Mo\Mn-Mo-Ni 系调质高强度压力容器用钢板》、ASME SA517《高强度调质压力容器用钢板》等标准中包含的 600MPa、700MPa、800MPa 级容器钢;日标 JIS G 3115 SPV490《压力容器用钢板》、新日铁/JFE 企业标准 K-TEN670/710、新日铁/JFE 企业标准 K-TEN780CF 等标准中包含的 600MPa、700MPa、800MPa 级容器钢。

在国内,调质高强度压力容器钢主要标准为 GB 19189-2011《压力容器用调质高强度钢板》,于 2011 年 6 月 16 日发布,并于 2012 年 2 月 1 日正式开始实施。同类型的钢种标准主要有:高强度压力钢管钢主要标准为 GB/T 31946-2015《水电站压力钢管用钢板》、低焊接裂纹敏感性高强度钢板主要标准为 YB/T 4137-2013《低焊接裂纹敏感性高强度钢板》以及各个钢铁企业的企业标准,如武钢压力容器钢企业标准为 Q/WG(ZB)05-2010《高性能压力容器用钢板》、武钢高强度水电站压力钢管钢企业标准为 Q/WG(ZB)07-2011《水电站压力管道用高强度钢板》。

锅炉容器行业的设计院、制造单位、使用单位等用户对钢板的成分控制、性能水平等要求越来越高。国内钢厂冶金装备水平和产品开发实力不断提高,新产品不断出现,在不同领域、关键设备等实现了应用,并取得了良好的效果,实现了以产顶进,有的达到了国际先进水平。国内目前使用的 GB/T 19189-2011《压力容器用调质高强度钢板》标准使用时间较长,未将 700MPa、800MPa 级钢纳入,无法满足国内大型固定式球罐、LPG 储罐等制造需求。国内制造全压式 LPG 船储罐应用较多的是抗拉强度为 610MPa 级别的调质高强度钢 07MnNiMoDR,而在国外船舶行业,屈服强度高于 620MPa 或 690MPa 的高强度钢,如欧标的 EN10028-6 中的 P690QL1,其屈服强度 \geq 690MPa,抗拉强度 770MPa-940MPa,要求-40℃低温韧性,已广泛应用于 LPG 船罐,发展较为成熟,目前国外奥钢联

生产的 P690QL1 钢板，被国内 LPG 船罐制造单位用于制造 4000m³ 以上船罐，尽管国内河钢舞钢和江苏南钢也具备 LPG 船罐用 P690QL1 钢板的供货能力，但其实物质量与国外同类钢板还有一定的差距。另外，除了-40℃低温韧性要求的 P690QL1 钢板在大型全压式 LPG 船上已得到普遍应用外，目前国外有船东提出了-60℃低温韧性要求的 P690QL2 钢板应用的需求。由此可见，目前国产高强度容器钢的选择和应用非常有限，而且国内仅有的几种高强度容器钢牌号也只有少数钢厂获得了船级社的认证，这在一定程度上制约了国产高强度容器钢在船舶压力容器行业的应用。

国内在 700MPa、800MPa 级调质高强度钢方面已有成熟的标准和应用，如水电行业、工程机械行业等，但并没有规范 700MPa、800MPa 级调质压力容器钢的技术标准，因此急需修订 GB/T 19189-2011 标准。同时，还需对原有标准中残余元素、力学性能、工艺设定、探伤等级、焊接性和附加要求进行修订。

征求意见阶段：2021 年 3 月 10 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。截止 2021 年 5 月 9 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发送到钢板钢带分委员会委员及有代表性的标准相关方第二次广泛征求意见。收到××个单位回函，其中××个单位提出了××条意见或建议（见《意见汇总处理表》）。

3、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由宝钢股份武汉钢铁有限公司、冶金工业信息标准研究院、宝武集团鄂城钢铁有限公司、合肥通用机械研究院等单位共同起草。后续根据工作进展安排，将增加其他相关单位。

主要成员：待定。

所做的工作：李书瑞任工作组组长，主持全面协调工作，负责对各阶段标准的审核；刘文斌为本标准主要执笔人，负责本标准的具体起草与编制；张维旭负责组织进行征求意见、技术审查和报批工作；等等。

二、标准编制原则

本标准在修订过程中，遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，注重标准修订与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行本标准的修订工作。

本标准参照 ISO 9328-2:2011《压力容器用钢板和钢带 供货技术条件 第 2 部分：规定室温和高温性能的非合金钢和低合金钢》，起草过程中主要按 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》的要求编写。在确定本标准主要技术指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

三、主要内容说明

本项目在 2019 年申报计划时，项目名称定为：压力容器用调质高强度钢板。

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 6 部分：调质高强度钢”，成为承压设备用钢系列标准一部分，标准号修改为 GB/T 713.6-20XX。

3.1 关于范围

根据标准的适用领域，将“压力容器”修改为“承压设备”。考虑到国内热轧产线能力，将“钢板”修改为“钢板和钢带”。同时，补充增加了“牌号”、“重量及允许偏差”。

3.2 规范性引用文件

根据国家标准最新发布情况，更新了引用标准。

由于增加了钢板中的 铌 (Nb) 等元素的化学成分分析，因此增加了此类元素的化学分析标准方法，修改了探伤标准要求，也增加了相应标准要求，具体如下：

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 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

NB/T 47013.7 承压设备无损检测 第 7 部分：目视检测

GB/T 19189-2011 中所引用的某些标准最近也完成了修订，标准名称也已改变，因此需要采用新的标准名称，具体如下：

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法。

3.3 订货内容

考虑到钢种的热处理工艺要求，在订货内容中增加“交货状态”信息。

3.4 牌号表示方法

为了简化钢种牌号，同时参考国外同类型钢种命名规则，本标准所列钢种牌号用屈服强度值和“屈”字、压力容器“容”字的汉语拼音首字母表示，质量等级用“D”“E”“F”表示，其中 D 代表-20℃要求，E 代表-40℃要求，F 代表-50℃要求，大焊接热输入钢用“焊”字的汉语拼音首字母表示。

示例 1：Q560RD 表示，-20℃时规定最小屈服强度为 560MPa 的低焊接裂纹敏感性钢。

示例 2：Q490RDH 表示，-20℃时规定最小屈服强度为 490MPa 的大线能量焊接要求钢。

3.5 尺寸、外形、重量及允许偏差

本次修订，尺寸、外形、重量及允许偏差没有变化。

3.6 技术要求

3.6.1 牌号和化学成分

对原有牌号命名进行修改，原有的 07MnMoVR、07MnNiVDR、07MnNiMoDR、12MnNiVR 钢修改为 Q490RD、Q490RE、Q490RF、Q490RDH。

同时，纳入宝武研制的 700MPa 级调质高强度钢 WDL690D/E/F、B690CF，牌号修改为 Q560RD、Q560RE、Q560RF；纳入宝武研制的 800MPa 级调质高强度钢 WSD790E、B780CF，牌号修改为 Q690RD、Q690RE。同时，降低各牌号钢种 P、S 含量上限，修改后的牌号和成分见表 1。

表 1 化学成分

牌号	质量等级	化学成分（质量分数）/%												
		C ≤	Si	Mn	P ≤	S ≤	Cu ≤	Ni	Cr ≤	Mo	Nb ≤	V	B ^a ≤	Pcm ^a ≤
Q490R	D	0.09	0.15~0.40	1.20~1.60	0.018	0.008	0.25	≤0.40	0.30	0.10~0.30	0.30	0.02~0.06	0.0020	0.20
	E				0.015	0.008		0.20~0.50		≤0.30		0.02~0.06		0.21
	F				0.015	0.005		0.30~0.60		0.10~0.30		≤0.06		0.21
Q560R	D	0.10	0.15~0.40	1.20~1.60	0.018	0.008	0.25	≤0.40	0.30	0.10~0.30	0.30	0.02~0.06	0.0020	0.23
	E				0.015	0.005		0.30~0.60		0.30		0.06		
	F				0.012	0.005		0.30~0.80		0.30		0.06		
Q690R	D	0.11	0.15~0.40	1.20~1.60	0.015	0.005	0.25	0.30~0.80	0.50	0.20~0.50	0.30	0.02~0.06	0.0020	0.25
	E				0.012			0.50~1.00		0.20~0.50		≤0.06		
Q490RDH	D	0.15	0.15~0.40	1.20~1.60	0.018	0.008	0.25	0.15~0.40	0.30	≤0.30	0.30	0.02~0.06	0.0020	0.25

^b Pcm 为焊接裂纹敏感性组成，按如下公式计算：

$$Pcm (\%) = C + Si/30 + (Mn + Cu + Cr) / 20 + Ni/60 + Mo/15 + V/10 + 5B。$$

考虑用户的使用要求，为改善钢的性能，可添加表 1 之外的其他微合金元素，具体含量应在质保书中注明。

3.6.2 冶炼方法

近几年国内部分钢厂采用钢锭、电渣重熔坯轧制厚钢板，并实现了工程应用。为保证钢板质量，进一步规范了采用不同板坯时的压缩比，条款修改为“用连铸坯、钢锭、电渣重熔锭直接轧制时，连铸坯、钢锭压缩比不小于 3；电渣重熔锭的压缩比不小于 2。经锻造后的钢锭和电渣重熔锭轧制时，压缩比不受限制。”。

3.6.3 交货状态

近年来，国内部分钢厂轧线上所配备的加速冷却（ACC）设备能力较强，利用轧后钢板热量在线淬火，也能够达到离线淬火的效果，因此本条款中增加了“经需方同意，Q490RD、Q490RE、Q490RDH

钢板可以“在线淬火+回火状态交货”。

3.6.4 力学性能和工艺性能

增加 Q560RD、Q560RE、Q560RF、Q690RD、Q690RE 钢板的力学和工艺性能，对 Q490RD、Q490RE、Q490RF、Q490RDH 钢板的冲击吸收能量最小值进行修改订，见表 2。

表 2 力学性能和工艺性能

牌号	钢板厚度 /mm	拉伸试验			冲击试验		弯曲试验
		屈服强度 ^a R _{el} /MPa	抗拉强度 R _m /MPa	断后伸 长率 A /%	温度 /℃	冲击吸收能量 KV ₂ /J	180° b=2a
Q490RD	10~60	≥490	610~730	≥17	-20	≥100	D=3a
Q490RE	10~60	≥490	610~730	≥17	-40	≥100	D=3a
Q490RF	10~50	≥490	610~730	≥17	-50	≥100	D=3a
Q560RD	10~60	≥560	690~820	≥16	-20	≥100	D=3a
Q560RE	10~60	≥560	690~820	≥16	-40	≥100	D=3a
Q560RF	10~50	≥560	690~820	≥16	-50	≥100	D=3a
Q690RD	10~60	≥690	780~920	≥16	-20	≥100	D=3a
Q690RE	10~50	≥690	780~920	≥16	-40	≥100	D=3a
Q490RDH	10~60	≥490	610~730	≥17	-20	≥100	D=3a

^a 当屈服现象不明显时，采用 R_{p0.2}。

补充条款“根据需方要求，厚度大于 16mm 钢板可以进行落锤试验，取样数量和试样位置在合同中注明。落锤试验合格指标由双方协商确定。”

3.6.5 表面质量

本次修订，钢板和钢带的表面质量要求没有变化。

3.6.6 超声波检测

原有超声波检验标准 JB/T 4730.3 修改为 NB/T 47013.3，根据压力容器行业的通行规则，本次标准中优先推荐使用 NB/T 47013.3 进行超声检测，合格级别为 T1 级。

3.6.7 特殊要求

增加条款“经供需双方协商，并在合同中注明，可对钢板提出其他特殊要求。”

3.7 试验方法

检测项目中化学分析方法增加了 GB/T 20125；增加了落锤试验项目，并注明了取样和试验方法；超声检测试验方法修改为 NB/T 47013.3；表面试验方法修改为按 NB/T 47013.7 标准进行目视检测。

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	化学分析	1 个/每炉	GB/T 20066	—	GB/T 223、GB/T 4336、 GB/T 20123、GB/T 20125
2	拉伸试验	1 个/每批	GB/T 2975	横向	GB/T 228.1
3	冲击试验	3 个/每批	GB/T 2975	横向	GB/T 229
4	冷弯试验	1 个/每批	GB/T 2975	横向	GB/T 232
5	落锤试验	—	GB/T 6803	—	GB/T 6803
6	超声检测	逐张	—	—	NB/T 47013.3 或 GB/T 2970
7	尺寸、外形	逐张	—	—	符合精度要求的适宜量具
8	表面	逐张	—	—	NB/T 47013.7

3.8 检验规则

增加条款”需方可逐热处理张验收，也可按比例抽查验收。”

3.9 包装、标志、质量证明书

本次修订，钢板和钢带的包装、标志和质量证明书按 GB/T 247 执行，内容没有变化。

3.10 数值修约

本次修订，修约规则按 GB/T 8170 的规定执行执行，内容没有变化。

附录 A

本次修订进行了牌号命名修改，为方便对比，增加了本标准与国内外相关标准近似牌号对照表，见附表 A.1。

表 A.1

GB/T 713.6 -20××	GB/T 19189-2011	ISO 9328-6:2011
Q490RD	07MnMoVR	P500Q、P500QH
Q490RE	07MnNiVDR	P500QL1
Q490RF	07MnNiMoDR	P500QL2
Q560RD	—	—
Q560RE	—	—
Q560RF	—	—
Q690RD	—	P690Q、P690QH、
Q690RE	—	P690QL1
Q490RDH	12MnNiVR	—

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准于 2003 年 6 月首次发布为 GB/T 19189-2006，2011 年第一次修订，本次是第二次修订。

通过修订，充分纳入和反映了当今新产品、新技术、新工艺的先进技术成果，解决标龄老化问题，保证标准的时效性，为调质高强度承压设备用钢产品的推广应用提供了有力的技术支撑，为指导和规范调质高强度承压设备用钢产品生产和验收提供了依据，有利于提高产品的技术性能、安全可靠性及环保性能。

通过标准的制定和实施，将促进技术创新，增强产品的国内外市场竞争力，同时为推进产业结构调整与优化升级创造条件，对规范市场竞争，引导市场良性发展，加快我国调质高强度承压设备用钢产品技术快速发展具有积极的促进作用。

六、与国际、国外对比情况

本标准 700MPa、800MPa 级钢与国外先进标准相比，主要技术差异如下：

表 4 化学成分

标准号	牌号	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	Pcm
本 标 准	Q560RD	≤ 0.10	0.15~ 0.4	1.20~ 1.6	≤	≤	≤0.25	≤0.40	≤0.30	0.10~ 0.30	0.02~ 0.06	≤ 0.0020	≤0.23
	Q560RE				0.018	0.008							
	Q560RF				≤ 0.015	≤ 0.005		0.30~ 0.60					
	Q690RD	≤ 0.11	0.15~ 0.4	1.20~ 1.6	≤ 0.015	≤ 0.005	≤0.25	0.30~ 0.80	≤0.50	0.20~ 0.50	0.02~ 0.06	≤ 0.0020	≤0.25
	Q690RE												
日 本 标 准	WEL-TEN70	≤ 0.16	0.15~ 0.35	0.60~ 1.20	≤ 0.03	≤ 0.03	≤0.50	0.30~ 1.00	≤0.60	≤0.40	≤0.10	≤ 0.0060	—
	WEL-TEN70C	≤ 0.16	0.15~ 0.35	0.60~ 1.20	≤ 0.03	≤ 0.03	≤0.50	—	≤0.80	≤0.40	—	≤ 0.0060	—
	WEL-TEN80	≤ 0.16	0.15~ 0.35	0.60~ 1.20	≤ 0.03	≤ 0.03	0.15~ 0.50	0.40~ 1.50	0.40~ 0.80	0.30~ 0.60	≤0.10	≤ 0.0060	≤0.33
	WEL-TEN80C	≤ 0.16	0.15~ 0.35	0.60~ 1.20	≤ 0.03	≤ 0.03	0.15~ 0.50	—	0.60~ 1.20	0.30~ 0.60	≤0.10	≤ 0.0060	≤0.35
欧 洲 标 准	P690Q	≤ 0.20	≤0.80	≤1.70	≤	≤	≤0.30	≤2.50	≤1.50	≤0.70	≤0.12	≤ 0.0050	—
	P690QH				0.025	0.010							
	P690QL1				≤	≤ 0.008							
	P690QL2				0.020	≤ 0.005							

表5 力学性能

标准号	牌号	钢板厚度 /mm	拉伸试验			冲击试验		弯曲试验
			屈服强度 ^a R _{el} /MPa	抗拉强度 R _m /MPa	断后伸 长率 A /%	温度 /℃	冲击吸收能量 KV ₂ /J	180° b=2a
本 标 准	Q560RD	10~60	≥560	690~820	≥16	-20	≥100	D=3a
	Q560RE	10~60	≥560	690~820	≥16	-40	≥100	D=3a
	Q560RF	10~50	≥560	690~820	≥16	-50	≥100	D=3a
	Q690RD	10~60	≥690	780~920	≥16	-20	≥100	D=3a
	Q690RE	10~50	≥690	780~920	≥16	-40	≥100	D=3a
日 本 标 准	WEL-TEN70	6~50	≥618	686~833	≥17	-15/-20	≥47	D=1.5~2a
	WEL-TEN70C							
	WEL-TEN80	6~50	≥686	784~931	≥16	-15/-20	≥47	D=1.5~2a
	WEL-TEN80C							
欧 洲 标 准	P690Q	≤50	≥690	770~940	≥14	-20	≥27	—

	P690QH					-20	≥27	—
	P690QL1					-40	≥27	—
	P690QL2					-60	≥27	—

本标准没有采用国际标准。

本标准水平为国际先进。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于”产品标准及试验方法专用标准（501）”标准体系中“钢板钢带（501.2）”大类，“专门用途（501.2.2）”小类。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

一般情况下，建议本标准批准发布6个月后实施。

十一、废止或代替现行相关标准的建议

本标准实施时，代替 GB/T 19189-2011。

十二、其他应予说明的事项

无。

《承压设备用钢板和钢带 第6部分：调质高强度钢》国家标准编制工作组

2021年2月7日