

ICS
CCS

团 体 标 准

T/CMES XXX—20XX

管式超高压反应器用锻造镗孔无缝钢管

Seamless forged and bored steel pipes for ultra-high
pressure tubular reactor

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制订中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会团体标准化管理办法》进行制订和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

中国机械工程学会团体标准征求意见稿

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 订货内容 2

5 通用要求 2

6 技术要求 2

7 试验方法 6

8 检验规则 7

9 标志和质量证明书 8

参考文献 9

中国机械工程学会标准征求意见稿

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。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件的编制采用工作组制度，工作组名单如下：

本文件技术审查专家：

本文件基于管式法高压聚乙烯LDPE-EVA工艺装置的工程实践，由于装置规模的不断提升，国内现有牌号材料已不适用于该工艺装置上的核心设备——超高压管式反应器，为此，在参考国际上先进压力容器标准的相关技术内容和借鉴引进装置设备的实际使用情况下，依靠多年来行业技术研究所积累的技术数据和经验方法，开发了超高压管式反应器用锻造镗孔无缝钢管材料，牌号命名为25CrNi4MoV，并形成了符合中国法规要求的超高压管式反应器用钢管材料技术要求。

本超高压管式反应器用钢管材料，可以应用于管式法高压聚乙烯LDPE-EVA工艺装置的核心设备——超高压管式反应器的建造，是对目前承压设备用材料标准和超高压容器建造标准(GB/T 34019)的技术补充。

本文件由9个章节组成，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、订货内容、通用要求、技术要求、试验方法、检验规则以及标志和质量证明书。

本文件为首次发布。

本文件由中国机械工程学会压力容器分会负责解释。

引 言

中国机械工程学会于 2018 年成立了压力容器团体标准工作组。该工作组承担压力容器及压力管道的设计、制造、安装、改造、维修、使用、检验检测等方面团体标准（含指导性技术文件）的标准化工作。

这些团体标准的技术条款包括了压力容器建造（即设计、制造、检验和验收工作）及使用过程中应遵循的技术要求、特殊禁用规定以及推荐性条款，其中推荐性条款不是必须执行的部分。

团体标准没有必要也不可能囊括适用范围内压力容器建造及使用中的所有技术细节。因此，在满足安全技术规范所规定基本安全要求的前提下，不应限制团体标准中没有特别提及的技术内容。团体标准不能作为具体压力容器建造及使用的技术手册，也不能替代培训、工程检验和工程评估。

使用本文件进行工程评估的人员应具有相应的专业技术背景和工程经验，并经过相关的技术培训，充分理解本文件的技术内容 and 应用准则。具体工程评估时应遵循本文件的相关技术要求，不得违反本文件中的特定技术要求和禁用规定。

本文件不限制实际工程建造和使用过程中采用先进的技术方法，但工程技术人员采用先进的技术方法时应能做出可靠的判断，并满足安全技术规范和本文件技术要求。

本文件规定的技术方法和技术要求不涉及任何专利，但标准的工程应用可能会涉及特定专利，标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

对于本文件技术条款的询问应以书面形式向中国机械工程学会压力容器团体标准工作组提交，并有义务提供可能需要的资料。与本文件条款没有直接关系或不能被理解的询问将视为技术咨询的范畴，工作组有权拒绝回答。

对于未经中国机械工程学会书面授权或认可的其他机构对本文件的宣贯或解释所产生的理解歧义和由此产生的后果，学会将不承担任何责任。

管式超高压反应器用锻造镗孔无缝钢管

1 范围

1.1 本文件规定了管式超高压反应器用锻造镗孔无缝钢管的术语和定义、订货内容、技术要求、试验方法、检验规则以及标志和质量证明书。

1.2 本文件适用于设计压力不低于100MPa、设计温度为-40℃~400℃、外径不大于220mm，采用锻造管坯镗孔加工成形的管式超高压反应器主要受压元件用无缝钢管。

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 222 钢的化学成分允许偏差

GB/T 223 钢铁及合金化学成分分析方法（适用部分）

GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸腐蚀检验法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试样 第1部分：室温试验方法

GB/T 228.2 金属材料 拉伸试样 第2部分：高温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 1979 结构钢低倍组织缺陷评定图

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法

GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定—标准评级图显微检验法

GB/T 10610 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法

GB/T 11261 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外线吸收法

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 13299 钢的游离渗碳体、珠光体和魏氏组织的评定方法

GB/T 14203 火花放电原子发射光谱分析法通则

GB/T 17394.1 金属材料 里氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 17394.4 金属材料 里氏硬度试验 第4部分：硬度值换算表

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）

GB/T 21143 金属材料 准静态断裂韧度的统一试验方法

GB/T 30062 钢管术语

GB/T 34019 超高压容器

NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件

NB/T 47013.3-2023 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测

NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

NB/T 47013.6-2015 承压设备无损检测 第6部分：涡流检测

3 术语和定义

GB/T 30062 和 NB/T 47008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

拔长比 elongation ratio

钢锭或坯料在拔长前的截面积与拔长后的截面积之比。

3.2

镦粗比 upset ratio

锻件在锻造镦粗前的高度与镦粗后的高度之比。

3.3

锻造比 forging ratio

锻件锻造过程拔长比与镦粗比的乘积。

4 订货内容

按本文件订货钢管的合同或订单应包括但不限于下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 标准编号；
- c) 材料牌号；
- d) 尺寸规格；
- e) 订购数量（长度、重量或根数）；
- f) 交货状态；
- g) 液压试验要求；
- h) 无损检测要求；
- i) 附加技术要求。

5 通用要求

5.1 钢管的各项技术要求除应符合本文件的规定外，还应符合设计文件和/或订货技术文件的要求。

5.2 首次使用本文件生产制造钢管的制造单位，在投料制造前应试制见证件，见证件的内外径宜与管式超高压反应器正式产品相同，并采用和正式产品完全相同的熔炼工艺、锻造工艺和热处理工艺，在按照 TSG21《固定式压力容器安全技术监察规程》的相关规定开展型式试验，合格后方可投入生产使用。

5.3 钢管制造单位应按照通过型式试验合格后的生产工艺进行管式超高压反应器用锻造镗孔无缝钢管的生产制造，不得变更生产工艺及参数，否则应重新进行型式试验。

5.4 钢管制造单位不得将锻造和热处理等关键工序外协。

6 技术要求

6.1 冶炼方法

钢管锻件用钢应采用电炉冶炼的镇静钢，并经炉外精炼（含真空处理），也可采用电渣重熔冶

炼方式。

6.2 化学成分

- 6.2.1 钢管锻件用钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 1 的规定。
- 6.2.2 需方可进行成品分析，分析结果中 P 含量的允许正偏差为 0.003%，S 含量的允许正偏差为 0.002%，其他元素的分析结果与表 1 规定值的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。
- 6.2.3 应控制 H、N、O 和 As、Sn、Sb、Bi、Pb 等元素的含量，具体要求由供需双方协商确定。

表 1 牌号和化学成分（熔炼分析）

牌号	元素（wt.%）									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Cu
25CrNi4MoV	0.20 ~0.30	0.20 ~0.30	0.18 ~0.28	≤0.005	≤0.003	1.00 ~1.80	0.40 ~0.70	3.40 ~4.50	0.07 ~0.20	≤0.10

6.3 锻造管坯

- 6.3.1 锻造用钢锭应有熔炼单位的质量证明书。
- 6.3.2 钢锭锻造时，应保证钢锭的水口和冒口有足够的切除量，确保无缩孔、疏松、裂纹、严重偏析等影响锻件质量的缺陷。
- 6.3.3 应采用镦粗拔长工艺锻造，镦粗时轴向长度减少应不小于30%。锻件锻造主截面（最大直径处的截面）部分的锻造比不得小于8。
- 6.3.4 锻造管坯内部应充分锻透压实，宜锻至接近钢管产品的长度和外径。

6.4 钢管制造

- 6.4.1 钢管采用锻造管坯，经钻/镗孔成形方法制造。
- 6.4.2 锻造管坯在性能热处理前应进行粗加工，其形状和尺寸应符合毛坯图样的要求。管坯粗加工表面缺陷允许打磨，打磨深度不得超过精加工余量的1/3，打磨后的表面不允许有目视可见的夹杂和裂纹等缺陷。管坯粗加工后（性能热处理前）应逐件按NB/T 47013.4的规定对外表面进行100%磁粉检测，质量等级为 I 级。
- 6.4.3 性能热处理为淬火+回火，回火温度应不低于540℃。
- 6.4.4 可对管坯进行校直。若在性能处理后校直，校直后应进行消除应力退火处理，温度应低于回火温度至少30℃。
- 6.4.5 管坯应采用整体加长方式增设热缓冲段进行性能热处理，性能热处理后切除热缓冲段，力学性能测试试样应取自管坯上被热缓冲段所热缓冲的区域。
- 6.4.6 管坯在性能热处理后，经取样试验测试合格后，方可进行钻/镗孔加工。
- 6.4.7 管坯经钻/镗孔和精加工成钢管后的尺寸、公差和表面粗糙度应符合订货技术文件的要求。
- 6.4.8 钢管经性能热处理和钻/镗孔精加工后应按6.11的要求进行无损检测，质量等级为 I 级。

6.5 交货状态

钢管经性能热处理和精加工后交货。热处理交货状态应为淬火+回火，当供方改变热处理状态时，应征得需方同意。

6.6 力学性能

- 6.6.1 锻造管坯经性能热处理后应逐件进行拉伸和冲击试验检测，结果应符合表2的规定。
- 6.6.2 夏比V型缺口冲击吸收能量值为3个冲击试样试验结果的算术平均值，允许1个试样的冲击吸收能量值小于规定值，但不得小于规定值的70%。
- 6.6.3 根据需方要求，并在合同中注明，可进行高温拉伸试验。试验温度由供需双方协商确定，试验结果应符合表3的规定。
- 6.6.4 应在首次产品试制和型式试验时进行断裂韧性（ K_{IC} ）和韧脆转变温度（ $T_{50\%US}$ ）试验并提供试验数据报告。当改变熔炼、锻造或者热处理工艺时应再次试验并提供试验报告。
- 6.6.5 断裂韧性试验按GB/T 21143进行，其 K_{IC} 应不小于 $170\text{MPa}\cdot\sqrt{m}$ ，宜采用三点弯曲多试样柔度法测试断裂韧度 J_{IC} ，然后转化为 K_{IC} 的方法进行断裂韧性试验测试。
- 6.6.6 韧脆转变温度试验按GB/T 229进行，测试其指定吸收能量上平台的百分数50%确定的转变温度（ $T_{50\%US}$ ），其韧脆转变温度应不高于-50℃。

表 2 力学性能

材料牌号	室温拉伸					夏比冲击（-40℃、横向）	
	R_m/MPa	$R_{p0.2}/\text{MPa}$	R	$A/\%$	$Z/\%$	KV_2/J	LE/mm
25CrNi4MoV	1070~1250	≥ 965	≤ 0.93	≥ 14	≥ 45	≥ 60	≥ 0.64

表 3 高温力学性能

材料牌号	强度指标/MPa	100℃	150℃	200℃	250℃	300℃	350℃	400℃
25CrNi4MoV	R^t_m	≥ 985	≥ 965	≥ 940	≥ 920	≥ 900	≥ 875	≥ 855
	$R^t_{p0.2}$	≥ 890	≥ 870	≥ 850	≥ 830	≥ 810	≥ 790	≥ 770

6.7 硬度

锻造管坯性能热处理后，在管坯外壁上均布划出5个与管坯轴线相垂直的环线，在每个环线上均布取4个点进行硬度检测。硬度值应符合产品图样的规定，环线间各点的硬度最高值与最低值差不应大于40HBW，同一环线上各点硬度最高值与最低值不应大于20HBW。

6.8 低倍组织

锻造管坯应逐件在冒口端横向切片取样进行低倍组织检查，不允许有裂纹、白点、气孔、夹渣等缺陷。一般疏松、中心疏松应不超过1.0级；锭型偏析、点状偏析应不超过1.0级。

6.9 金相检验

- 6.9.1 锻造管坯性能热处理后，应进行显微组织检验，其组织应为均匀的回火索氏体。
- 6.9.2 锻造管坯性能热处理后，应进行晶粒度检查，平均晶粒度应为7级或更细，同一视场的晶粒度级差应不超过3级。

6.9.3 锻造管坯性能热处理后，应进行非金属夹杂物检验。其A、B、C、D各类夹杂物的粗系和细系级别应分别不大于1.5级，DS类夹杂物应不大于1.5级；A、B、C、D各类夹杂物的粗系级别之和应不大于3.5级，A、B、C、D各类夹杂物的细系级别之和应不大于3.5级。

6.10 液压试验

6.10.1 钢管应逐根进行液压试验。试验压力由供需双方协商确定，但不宜超过按式(1)计算的压力。在试验压力下，稳压时间应不小于30s，钢管不应出现渗漏现象。

$$P = \frac{R(K^2 - 1)}{\sqrt{3}K^2} \quad (1)$$

式中：

P ——试验应力，单位为兆帕（MPa），修约到最接近的1MPa；

K ——径比，取钢管外径与内径的比值， $K = D_o/D_i$ ；

D_o ——钢管的外径，单位为毫米（mm）；

D_i ——钢管的内径，单位为毫米（mm）；

R ——允许应力，取钢管材料在试验温度下的屈服强度下限值的90%，单位为兆帕（MPa）。

6.10.2 当钢管后续制造需自增强处理时，经供需双方协商，可不进行液压试验。

6.11 无损检测

无损检测应当符合本文件的有关规定，并且满足订货技术文件的要求。

6.11.1 无损检测人员

无损检测人员应取得Ⅱ级或Ⅱ级以上资格证书，并且具有压力容器锻件的无损检测经验。超声检测报告签发人员应当取得Ⅲ级资格证书。

6.11.2 检测方法

无损检测方法包括目视检测、超声检测、磁粉检测和涡流检测。

6.11.3 检测时机

6.11.3.1 无损检测前应对被检测件进行目视检验，不得存在有害缺陷以及影响无损检测实施和检测灵敏度的缺陷。

6.11.3.2 钢管在性能热处理前、经粗加工后，应逐根对其外表面和两端端面进行100%直探头超声检测和100%磁粉检测。

6.11.3.3 钢管经性能热处理并镗孔后，应逐根对其外表面和两端端面进行100%直探头超声检测和100%磁粉检测，并逐根对其外表面沿轴向和周向，各两个方向进行100%斜探头超声检测。

6.11.3.4 钢管液压试验后，应逐根对其外表面和两端端面进行100%直探头超声检测和100%磁粉检测，并应逐根对其外表面沿轴向和周向，各两个方向进行100%斜探头超声检测；钢管的内表面还应进行100%涡流检测。

6.11.4 超声检测技术要求

6.11.4.1 直探头检测应按NB/T 47013.3标准执行并应符合以下要求：

a) 检测灵敏度为 $\phi 2\text{mm}$ 当量直径；

b) 单个缺陷当量直径 $\leq \phi 2\text{mm}$ ，由缺陷引起的底波降低量 $BG/BF \leq 6\text{dB}$ ，不允许存在大于 $\phi 2\text{mm}$ 当量直径密集区缺陷。

6.11.4.2 轴向和周向斜探头检测应按NB/T 47013.3-2023标准附录E执行并应符合以下要求：

a) 钢管检测以深度不大于1mm的内表面V型槽和 $\phi 2\text{mm}$ 横通孔为检测灵敏度绘出距离-波幅曲线（判废线）；

b) 钢管不允许有波幅高于距离-波幅曲线(判废线)高度 50%以上的缺陷。当相邻两个缺陷间距 $\leq 25\text{mm}$ 时,按单个缺陷处理。

6.11.5 磁粉检测技术要求

6.11.5.1 磁粉检测的方法和验收要求应按NB/T 47013.4执行,检测时应交叉磁化,覆盖所有方向。

6.11.5.2 磁粉检测应符合NB/T 47013.4规定的I级要求。

6.11.6 涡流检测技术要求

6.11.6.1 涡流检测应按NB/T 47013.6-2015标准执行。

6.11.6.2 应采用与钢管具有相同壁厚、材质、热处理状态、表面状态和电磁性能的,带有内壁纵向槽的对比试样对涡流检测仪器进行灵敏度标定。

6.11.6.3 涡流检测应符合NB/T 47013.6-2015规定的A级要求,检测设备通过钢管内部时产生的信号应低于报警电平。

6.11.7 目视检测技术要求

6.11.7.1 目视检测的方法和验收要求应按NB/T 47013.7执行。应逐根对钢管的外表面和内表面进行目视检查,不得存在裂纹、夹层、折叠、夹渣、凹坑、突变的尖锐刻痕等有害缺陷。

6.11.7.2 钢管外表面的缺陷可采用机械加工或修磨的方法清除,但修磨深度应不超过该处厚度裕量的75%,且修磨部位应圆滑过渡,并达到订货技术条件或合同要求的表面粗糙度。

6.12 尺寸与外观

6.12.1 钢管的形状、尺寸、公差和表面质量应满足订货技术文件的要求。

6.12.2 钢管外表面应无肉眼可见的裂纹、夹层、折叠、夹杂等有害缺陷。

6.13 其他要求

6.13.1 钢管在性能热处理后不得经受下临界相变温度 A_{c1} 以上的热加工,否则应重新进行性能热处理。

6.13.2 不得进行任何形式的焊接。

6.13.3 精加工后不得采用硬印标记。

7 试验方法

7.1 化学分析

7.1.1 化学成分分析可选用化学法或光谱法,并应符合GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 14203、GB/T 20123、GB/T 20124的规定。

7.1.2 化学分析的成分偏差应按GB/T 222《钢的成品化学成分允许偏差》的规定。

7.1.3 化学成分分析的仲裁试验应按GB/T 223《钢铁及合金化学分析方法》的规定。

7.2 拉伸试验

室温拉伸试验应按GB/T 228.1《金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法》的规定进行,高温拉伸试验应按GB/T 228.2《金属材料 拉伸试验 第2部分:高温试验方法》的规定进行。

7.3 冲击试验

冲击试验应按GB/T 229《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》的规定进行。

7.4 硬度试验

7.4.1 锻件取样硬度试验应按GB/T 231.1《金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法》的规定进行。

7.4.2 成品锻件硬度检测应按GB/T 17394.1-2014《金属材料 里氏硬度试验 第1部分 试验方法》进行，并按GB/T 17394.4-2014《金属材料 里氏硬度试验 第4部分 硬度值换算表》换算为布氏硬度。

7.5 低倍检验

锻件低倍组织检验按GB/T 226《钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法》进行，并按GB/T 1979《结构钢低倍组织缺陷评定图》进行评级。

7.6 金相检验

7.6.1 显微组织检验应按GB/T 13298《金属显微组织检验方法》进行。

7.6.2 晶粒度检验应按GB/T 6394《金属平均晶粒度测定法》进行。

7.6.3 非金属夹杂物检验应按GB/T 10561《钢中非金属夹杂物含量的测定—标准评级图显微检验法》进行。

7.7 外观检验

外观检验应按NB/T 47013.7《承压设备无损检测 第7部分：目视检测》的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验

钢管的检验应由供方检验部门或委托有资质的第三方单位进行。

8.2 试样要求

8.2.1 化学分析试样应按GB/T 20066的规定制取。

8.2.2 拉伸试验试样应采用GB/T 228.1中R4号试样，当因尺寸受限无法制取R4号试样时，可采用R7号试样。

8.2.3 冲击试验试样应采用GB/T 229中的标准尺寸夏比V型缺口试样。

8.2.4 取样硬度试验的试样应按GB/T 231.1的规定制取。

8.2.5 试样加工制取不得采用破坏热处理状态的下料加工方法。

8.3 组批原则

钢管应逐根（单根组批）检验。由单根钢管在力学性能检测合格后再分割成的多根钢管可认同为同批次。

8.4 取样数量

8.4.1 钢管化学成分的熔炼分析应按冶炼炉号在熔炼过程中逐炉取样。钢管化学成分的成品分析按批次，应分别在冒口端和水口端各取1个试样，一端试样应与另一端试样呈90°夹角。

8.4.2 钢管的拉伸试验按批次，应分别在冒口端和水口端各取2个试样，同一端试样相互间隔180°，一端试样应与另一端试样呈90°夹角。

8.4.3 钢管的冲击试验按批次，应分别在冒口端和水口端各取2组试样（每组3件），同一端试样相互间隔180°，一端试样应与另一端试样呈90°夹角。

8.4.4 钢管的硬度试验按批次，应分别在冒口端和水口端各取2个试样，同一端试样相互间隔180°，一端试样应与另一端试样呈90°夹角。

8.4.5 钢管的低倍组织检验按批次，应在冒口端沿横向取1片试样。

8.4.6 钢管的金相检验按批次，应在冒口端取1个试样。

8.5 取样方向

应取切向试样，当不能制取切向试样时，则取纵向或径向试样。

8.6 取样部位

钢管的试样应取自距离端部2/3倍热处理厚度处，从成品内壁处取样。

8.7 复验

8.7.1 拉伸试验结果不合格时，可从被检验钢管原取样部位附近取双倍拉伸试样进行复验，复验结果所有数据均应符合表2和表3的规定。

8.7.2 冲击试验结果不合格时，可从被检验钢管原取样部位附近再取3个冲击试样进行复验，合格条件为前后两组共6个试样的试验数据算术平均值不得小于表2的规定，允许有2个试验数据小于规定值，其中小于规定值70%的数据只允许有1个。

8.7.3 当力学性能试验或者复验不合格时，允许对该钢管重新热处理后进行检验，但重新淬火的次数不得超过2次，回火次数不限制。

9 标志和质量证明书

9.1 钢管制造单位应在每根钢管上打印代号、炉号、锭号和锻件号，标志应打印在钢管的明显部位或需方指定部位，打印标志位置和方式应不影响钢管的最终使用，不得采用硬印标志。

9.2 按本标准检验合格交货的钢管应有下列标志：

- a) 制造单位（或代号）；
- b) 标准编号；
- c) 材料牌号；
- d) 炉锭号；
- e) 规格型号（包括公称直径、壁厚和长度）。

9.3 钢管交货时，应附有质量证明书，其内容应至少包括：

- a) 制造单位；
- b) 订货合同号；
- c) 标准编号、材料牌号、炉锭号、钢管数量；
- d) 各项检验结果，检验单位和检验人员签章；
- e) 热处理曲线图（复印件）；
- f) 合同上所规定的特殊要求的检验结果；
- g) 可追溯的信息化标识。

参考文献

- [1] TSG 21-2016 《固定式压力容器安全技术规范》
 - [2] ASME BPVCⅧ.3-2023 ASME Boiler and Pressure Vessel Code Division 3 Alternative Rules for Construction of High Pressure Vessels
 - [3] ASTM A723/A723M-23 Standard Specification for Alloy Steel Forgings for High-Strength Pressure Component Application
-

中国机械工程学会标准征求意见稿