

ICS 77.140.20
CCS H 48

SSTA

团 体 标 准

T/SSTA 201—2022

调质型连续油管 Quenched and tempered coiled tubing

2022 - 03 - 30 发布

2022 - 07 - 01 实施

上海钢管行业协会 发布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 符号和缩略语.....	2
4.1 符号.....	2
4.2 缩略语.....	3
5 钢级表示方法.....	3
6 订货内容.....	3
6.1 需方应提供的信息.....	3
6.2 需方可选择的要求.....	3
7 尺寸、外形、重量.....	4
7.1 一般规定.....	4
7.2 外径和壁厚.....	4
7.3 长度.....	5
7.4 重量.....	5
8 技术要求.....	5
8.1 钢级及化学成分.....	5
8.2 制造方法.....	6
8.3 热处理.....	6
8.4 力学性能.....	6
8.5 工艺性能.....	7
8.6 静水压试验.....	7
8.7 金相检验.....	8
8.8 工艺质量与缺陷.....	8
8.9 无损检测.....	9
8.10 特殊要求.....	12
9 试验及试验方法.....	12
9.1 试验设备.....	12
9.2 化学成分分析.....	12
9.3 力学性能与工艺性能.....	12
9.4 金相检验.....	13
9.5 静水压试验.....	14
9.6 通径试验.....	14
10 检验规则.....	14
10.1 检验项目.....	14
10.2 检查和验收.....	15

10.3 取样数量.....	15
10.4 复验与判定规则.....	15
11 包装、标志及质量证明书.....	15
11.1 包装和防护.....	15
11.2 标志和标识.....	16
11.3 质量证明书.....	16
11.4 贮存、发运、吊装.....	16

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。

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。

本文件由上海钢管行业协会提出。

本文件由上海钢管行业协会专家委员会归口。

本文件负责起草单位：信达科创（唐山）石油设备有限公司、宝山钢铁股份有限公司。

本文件参与起草单位：中国石油集团工程材料研究院有限公司、河北华通线缆集团股份有限公司、华信唐山石油装备有限公司、华旭唐山石油科技有限公司、上海钢管行业协会。

本文件主要起草人：段建良、章传国、董 健、蔡 锐、张书军、郑 宾、张雅丽、吕乃欣、孙启发、刘 祥、张豪臻、沈建兰、王鹏建、王怀安、刘艳平、刘月明、高润秋、宋 亮、王世军、陈付坤。

本文件主要审查人：张忠铎、孙永喜、张耀飞、张培丽、徐 婷、付安庆、黄锦花、钱乐中、彭在美。

调质型连续油管

1 范围

本文件规定了调质型连续油管的订货内容、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。

本文件适用于油气井钻采过程中修井、测井、钻井等作业用外径19.1 mm~88.9 mm、长度不小于61 m、钢级为CT90 Q、CT110 Q、CT125 Q、CT140 Q、CT160 Q的调质型连续油管（以下称：连续油管）。

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 钢的成品化学成分允许偏差
- 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 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量
- 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 223.53 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量
- GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- 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 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量
- GB/T 223.81 钢铁及合金 总铝和总硼含量的测定 微波消解-电感耦合等离子体质谱法
- GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法
- 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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法
- GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- 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 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 5777 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 7735 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测
- GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
- 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 12606 无缝和焊接（埋弧焊除外）铁磁性钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动漏磁检测
- GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 第1部分:总则
- GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第1部分:总则
- GB/T 19803 无损检测 射线照相像质计 原则与标识
- 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
- GB/T 23901.1 无损检测 射线照相检测图像质量 第1部分:丝型像质计像质值的测定
- GB/T 23901.2 无损检测 射线照相检测图像质量 第2部分:阶梯孔型像质计像质值的测定
- GB/T 26951 焊缝无损检测 磁粉检测
- GB/T 26952 焊缝无损检测 焊缝磁粉检测 验收等级
- GB/T 26953 焊缝无损检测 焊缝渗透检测 验收等级
- GB/T 30062 钢管术语
- GB/T 33362 金属材料 硬度值的换算
- GB/T 34204-2017 连续油管
- JB/T 7902 无损检测 线型像质计通用规范
- JJG 475 电子式万能试验机
- JJG 762 引伸计
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测
- NB/T 47013.11 承压设备无损检测 第11部分:X射线数字成像检测

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 调质型连续油管（淬火+回火）**quenched and tempered coiled tubing**

采用连续工艺制造，由淬火硬化和随后进行的回火组成的热处理工艺，并卷取在相应卷筒上交交货的连续油管。

4 符号和缩略语

4.1 符号

本文件使用的符号和相应说明见表1。

表1 符号和说明

序号	符号	单位	说明
1	D	mm(in)	连续油管公称外径
2	D_{max}	mm(in)	沿连续油管规定位置测量的最大外径
3	D_{min}	mm(in)	沿连续油管规定位置测量的最小外径
4	ID_f	mm(in)	扩口试验要求连续油管最小测量内径
5	ID	mm(in)	连续油管计算内径
6	t	mm(in)	连续油管公称壁厚
7	t_{min}	mm(in)	最小壁厚
8	Δt	mm(in)	相邻钢带壁厚变化量
9	D/t	—	连续油管公称直径与公称壁厚的比值
10	W_{po}	kg/m(lb/ft)	单位长度质量，修约到0.01 kg/m (0.01 lb/ft)
11	k	—	单位长度质量计算常数为0.0246615 (SI单位制)或10.69 (USC 单位制)
12	R_e	MPa(psi)	规定最小抗拉强度
13	$R_{e0.2}$ 或 $R_{p0.2}$ (最小)	MPa(psi)	规定总延伸强度或规定非比例延伸强度

序号	符号	单位	说明
14	S_0	mm ² (in ²)	拉伸试样原始横截面积
15	A_{50mm}	—	原始标距为50 mm (2 in) 试样的最小断后伸长率, 修正到最邻近的 0.5%
16	K	—	伸长率计算常数, 1900 (SI单位制) 或625000 (USC单位制)
17	P	MPa (psi)	静水压试验压力, 修约到0.1 MPa

4.2 缩略语

表 2 缩略语和说明

序号	缩略语	说明
1	SI	International System of Units, 国际单位制
2	USC	United States Customary, 美国惯用单位, 即英制单位
3	CT	Coiled Tubing, 连续油管
4	HFI	High Frequency Induction Welding, 高频感应焊
5	EDM	Electro Discharge Machine 电火花加工
6	LBW	Laser Beam Welding, 激光焊
7	TIG	Tungsten Inert Gas Welding, 氩弧焊
8	PAW	Plasma Arc Welding, 等离子焊

5 钢级表示方法

连续油管的钢级由连续油管英文“Coiled tubing”中的首字母“CT”、规定最小屈服强度和调质英文“Quenched”首字母三部分组成。

示例: CT100Q

CT ——连续油管英文“coiled tubing”中的首字母;

100 ——规定最小屈服强度, 英制单位ksi;

Q ——调质英文“Quenched”的首字母。

6 订货内容

6.1 需方应提供的信息

表 3 需方应提供的信息

序号	内容	条款
1	本标准名称 (调质型连续油管)	本标准编号T/SSTA 201-2022
2	钢级	表8
3	外径*壁厚	7.2
4	长度	7.3
5	管端	11.1.3
6	成品分析	8.1.2
7	无损检测对比标样	8.9.6.3
8	拉伸试验复验	8.4.1.1
9	质量证明书	11.3
10	连续油管运输卷筒	11.4.3
11	交货日期和装运说明	11.4.2

6.2 需方可选择的要求

需方宜在订货合同中选择注明表4 (可选择的要求) 中的选择项要求。表4中的需协商要求由供需双方协商确定, 并在合同中注明。

表4 需方可选择的要求

序号	内容	条款
1	化学成分	8.1; 9.2
2	附加硬度试验	8.4.2.3
3	不圆度	7.2.1.2
4	*最小剩余壁厚	7.2.2.3
5	内毛刺清除	8.8.3.3
6	管端加工	11.1.3
7	拉伸试样宽度	9.3.1.1
8	*可替换的静水压试验压力	9.5.1.2
9	需方检验	8.4.1.1
10	硬度试验	8.4.2; 9.3.4
11	晶粒度测定	8.7.2; 9.4.1
12	非金属夹杂物测定	8.7.3; 9.4.2
13	无损检测对比标样验证	8.9.6.3
14	*附加钢带对接焊缝检测	8.9.5.2
15	补充要求（静水压试验后的全管体检测）	8.9.8
16	可替换的像质计（IQIs）	8.9.4.2
17	英制（USC）单位标志	11.2.2
18	外涂层	11.1.1.1
19	内涂层	11.1.1.2
20	运输卷筒尺寸	11.4.3

注：需协商的要求用星号（*）表示。

7 尺寸、外形、重量

7.1 一般规定

连续油管的尺寸规格、单位长度重量应符合GB/T 34204-2017附录B的规定。

7.2 外径和壁厚

7.2.1 外径

7.2.1.1 外径允许偏差

连续油管的外径允许偏差应符合表5的规定。供方应在连续油管卷取前测量管体外径。对已卷取的连续油管，可在每根两端测量外径，且该测量部位在连续油管卷取过程中未发生过塑性变形。

表5 连续油管外径允许偏差

规格	允许偏差，mm
所有规格	±0.25

7.2.1.2 外径不圆度

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可对已安装在卷筒上的连续油管距管端50.0m范围内测量不圆度。不圆度的计算公式为： $2(D_{max}-D_{min})/(D_{max}+D_{min})$ ， D_{max} 和 D_{min} 分别为在规定位置测量的同截面最大外径和最小外径，不圆度用百分数表示。

7.2.2 壁厚

7.2.2.1 对接相邻钢带的壁厚变化

对接相邻钢带的公称壁厚变化量 Δt 应符合表6的规定。

表 6 对接相邻钢带壁厚及变化量

单位: mm

相邻较厚钢带的规定公称壁厚t	相邻钢带壁厚变化量 Δt
<2.8	≤ 0.2
2.8~<3.8	≤ 0.3
3.8~<5.2	≤ 0.5
≥ 5.2	≤ 0.8

7.2.2.2 连续油管的壁厚及测量

连续油管的壁厚应采用符合精度要求的量器具对每根连续油管的两端进行测量。除焊缝区域外,连续油管任意部位的壁厚允许偏差应符合表7的规定。仲裁时应采用机械装置测量。

表 7 壁厚允许偏差

单位: mm

规定壁厚t	允许偏差
<2.8	+ 0.2 - 0.1
2.8~<4.4	+ 0.3 - 0.2
4.4~<6.4	± 0.3
≥ 6.4	± 0.4

7.2.2.3 最小剩余壁厚

连续油管表面的局部缺欠允许作清除处理,清除表面缺欠后的剩余壁厚应不小于规定壁厚的90%;

7.3 长度

7.3.1 根据需方要求,经供需双方协商,应在充分考虑连续油管使用环境和作业工艺,以及理化性能检验、复验的情况下,确定连续油管的长度,并在合同中注明。

7.3.2 连续油管长度检测工具的精度应不大于1%;

7.4 重量

单位长度重量 (W_{pe}) 应按式 (1) 计算:

$$W_{pe}=k(D-t)t \quad (1)$$

式中:

W_{pe} ----- 每米长度钢管的重量, 单位kg/m;

k ----- 系数, 对于碳钢管为0.0246615;

D ----- 公称外径, 单位mm;

t ----- 公称壁厚, 单位mm;

8 技术要求

8.1 钢级及化学成分

8.1.1 连续油管的钢级及化学成分(熔炼成分)应符合表8的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可规定表8以外的化学成分。

8.1.2 当需方要求进行成品连续油管的化学成分分析时,化学成分的允许偏差应符合GB/T 222的规定。

表 8 钢级和化学成分

序号	钢级	C	Mn	P	S	Si
		\leq				
1	CT90Q ^a	0.30	1.50	0.020	0.003	0.50
2	CT110Q ^a	0.30	1.50	0.020	0.003	0.50

序号	钢级	C	Mn	P	S	Si
3	CT125Q ^b	0.25	1.20	0.020	0.003	0.50
4	CT140Q ^b	0.25	1.20	0.020	0.003	0.50
5	CT160Q ^c	0.25	1.20	0.020	0.003	0.50

注： a. Cr+Mo+Ni+Cu合金元素含量宜为0.20%~1.00%；
b. Cr+Mo+Ni+Cu合金元素含量宜为0.40%~1.50%；
c. Cr+Mo+Ni+Cu合金元素含量宜为0.60%~2.00%；

8.1.3 制造商可选择加入适当的 Nb、V、Ti 或其他组合。

8.1.4 根据需方要求，经供需双方协商，对于所有钢级的连续油管，可加入除 Nb、V、Ti 元素外的 Cr、Mo、Ni、Cu、B 或其组合合金元素。

注：对于任何特定尺寸和壁厚的连续油管，添加元素可能改变连续油管的焊接性能，因此要慎重考虑和确定元素的加入量。

8.1.5 化学成分分析应包括下列化学元素：

- C、Mn、P、S 和 Si；
- 炼钢时添加 Nb、V、Ti、Cr、Mo、Ni、Cu 和 B 中的一种或几种；
- 炼钢过程中为非脱氧目的所添加的其他合金元素。

8.1.6 连续油管按熔炼成分验收。当需方要求进行成品分析时，应在合同中注明。成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定，亦可由供需双方协商确定。

8.2 制造方法

8.2.1 钢应采用细化晶粒工艺制造。

注：细化晶粒工艺，是指在钢中适当加入合金或微量合金元素，采用全流程净化、均质化炼钢和控轧控冷技术，以减少夹杂物，提高钢的综合性能。

8.2.2 连续油管应采用钢带连续成型、直缝焊接工艺制造。

8.2.2.1 连续成型后的纵向焊缝应采用高频感应焊或激光焊中的一种工艺制造；

8.2.2.2 连接钢带的对接焊缝，应采用氩弧焊、等离子焊，或激光焊中的一种工艺；同一根连续油管上同时采用两种焊接工艺或采用其他焊接工艺时，其适用性须经工艺方法评定。

8.2.3 变壁厚连续油管按以下方法制造：

- 变壁厚连续油管是采用对焊工艺将两种或两种以上壁厚的钢带对接焊后生产；
- 采用对焊工艺将两种或两种以上壁厚的钢带与一条或多条壁厚连续变化的钢带对接焊后生产。

8.2.4 未经需方特别许可，不允许采用管与管对接工艺制造。

8.3 热处理

连续油管应在成型焊接后进行全管体调质热处理，调质热处理工艺包括淬火硬化及随后的高温回火。供方应根据不同钢级，采用合适的淬火+回火工艺组合，以确保连续油管满足各项性能要求。

8.4 力学性能

8.4.1 拉伸试验

8.4.1.1 拉伸性能

拉伸试验结果应符合表9的规定。拉伸试验应在卷取之前的连续油管上取样试验。除订货合同另有规定外，可在卷取前或已卷取的连续油管上进行复验。

表 9 拉伸性能

钢级	屈服强度 $R_{p0.2}$				抗拉强度 R_m	
	不小于		不大于		不小于	
	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi
CT90Q	620	90 000	758	110 000	669	97 000
CT110Q	758	110 000	862	125 000	793	115 000

钢级	屈服强度 $R_{P0.2}$				抗拉强度 R_m	
CT125Q	862	125 000	965	140 000	896	130 000
CT140Q	965	140 000	—	—	1000	145 000
CT160Q	1103	160 000	—	—	1138	165 000

8.4.1.2 屈服强度

8.4.1.2.1 根据供需双方协商,可按照试样标距部分的总延伸率为0.5%时,测定规定总延伸强度 $R_{t0.5}$;或者,采用载荷作用下0.2%非比例延伸方法测定非比例延伸强度 $R_{P0.2}$ 。应记录并报告伸长率。报告中应注明采用全截面试样或板条试样,采用板状试样时应注明原始宽度。

8.4.1.2.2 根据第一道卷取工序之前进行的拉伸试验结果确定连续油管的钢级,如果需方在已卷取的连续油管上取样进行拉伸试验时,允许最小屈服强度值比表9规定的最小屈服强度值低5%~10%;

注:由于包辛格效应,卷取后的连续油管与未经卷取的连续油管的屈服强度比较,会下降5%~10%;

8.4.1.3 断后伸长率

原始标距为50 mm试样的最小断后伸长率按公式(2)计算。

$$A_{50mm} = K S_0^{0.2} / R_m^{0.9} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

A——原始标距为50 mm试样的最小断后伸长率,修正到最邻近的0.5%;

K——伸长率计算常数:1900 (SI单位制);

S_0 ——拉伸试样的原始横截面积, mm^2 ,根据公称外径或试样的名义宽度和规定壁厚计算,精确到 $10 mm^2$;

R_m ——规定最小抗拉强度, MPa。

8.4.2 硬度

8.4.2.1 应从拉伸试样取样处的连续油管上截取一个试样(环状或块状)测定硬度,硬度值应符合表10的规定。试样制备和试验应符合9.3.4的规定。

8.4.2.2 应在钢带对接焊缝和管管对接焊缝的表面测定表面硬度,硬度值应符合表10的规定。

表10 各钢级的硬度

钢级	CT90Q	CT110Q	CT125Q	CT140Q	CT160Q
最大硬度 (管体和焊缝) HRC	28	34	38	43	48

8.4.2.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可在指定位置进行附加表面硬度或硬度试验。

8.5 工艺性能

8.5.1 压扁

连续油管应按9.3.2的要求进行压扁试验。压扁后的焊缝或母材外表面不允许有超过3.2 mm (0.125 in)的裂纹或裂缝出现。裂纹的起源在试样边缘,并且长度小于6.4 mm (0.25 in)的不应作为拒收条件。对连续油管单根的最小试验频数是每一根连制管的端部进行一次。

8.5.2 扩口

连续油管应按9.3.3的要求进行扩口试验。扩口试验的验收极限为:连续油管内径扩展到要求的最小测量内径 (ID_f) 为止,焊缝或母材不应出现裂纹。 ID_f 为计算内径 (ID) 的最小扩展 (见9.3.3)。

8.6 静水压试验

8.6.1 连续油管应逐根在卷取到运输卷筒或者工作卷筒上后逐根进行静水压试验。最小的试验压力应基于连续油管规定壁厚的最小数值计算确定。连续油管应承受规定的压力不泄漏。静水压试验前应排放掉管内的气体。达到规定的压力后,保压不少于15 min。在保压的15 min内,压力下降应不超过1.4 MPa

(200 psi)。

8.6.2 连续油管不同钢级、外径、壁厚的最小试验压力可用公式进行计算。试验压力按公式(3)确定。

$$P=1.8 (R_{p0.2} \text{或} R_{t0.5}) t_{\min}/D \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P ——静水压试验压力，MPa (psi)；

$R_{p0.2}$ 或 $R_{t0.5}$ ——规定总延伸强度或规定非比例延伸强度，MPa (psi)；

t_{\min} ——规定的最小壁厚，mm (in)；

D ——公称外径，mm (in)。

试验压力应圆整到最近的0.1 MPa或者100 psi。试验压力不得超过120.7 MPa (17500 psi)

注：静水压试验的压力不是设计的基础，也和工作压力没有直接关系。

8.7 金相检验

8.7.1 金相检验

8.7.1.1 单根连续油管的两端应对焊缝横截面进行金相检验。试样应磨平、抛光、侵蚀，以便能够观察母材金属和焊缝区域的微观组织。组织以回火索氏体为主，不得有未溶铁素体存在。

8.7.1.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，对带有内毛刺的试样，可对内焊缝根部的轮廓与连续油管内表面过渡作出规定。

8.7.2 晶粒度

连续油管的晶粒度应为GB/T 6394规定的8级或更细。

8.7.3 非金属夹杂物

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可作非金属夹杂物检验，A类、B类、C类和D类夹杂物级别和粗系级别分别不超过2.0级，各类夹杂物的总和不超过4.5级。

8.8 工艺质量与缺陷

8.8.1 错边

纵向焊缝的错边不得超过0.3 mm (0.010 in) 和0.05 t中较大者。

8.8.2 焊缝外毛刺

焊缝外毛刺应予清除，清除焊缝外毛刺后的连续油管外表面应齐平。

8.8.3 焊缝内毛刺

8.8.3.1 焊缝内毛刺不得超过油管原始内表面延长线 2.3 mm (0.090 in) 或规定壁厚 t，两者取较小者。

8.8.3.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，应清除焊缝内毛刺。清除内毛刺后，剩余毛刺高度应不高于连续油管原始内表面延伸部分 0.5 mm (0.020 in)。

8.8.3.3 清除内毛刺造成焊缝两侧 12.7 mm (0.5 in) 范围内的刮槽深度应符合表 11 的规定。刮槽深度定义为壁厚和刮槽处的剩余壁厚之间的差。

表 11 刮槽深度

单位：mm

规定壁厚t	刮槽深度
≤3.8	≤0.10t
>3.8~7.6	≤0.4

8.8.4 缺陷

连续油管不允许有摔坑、裂纹、泄漏、分层等缺陷。其他缺陷应符合GB/T 34204-2017的规定。

8.8.5 非表面的不连续的焊缝缺陷

任何在焊缝两侧1.6 mm (1/16 in) 内, 将有效壁厚消减到规定壁厚90%以下的非表面缺欠应视为缺陷。

8.8.6 其他缺陷

任何深度大于10%名义壁厚的缺欠应视为缺陷。

8.9 无损检测

8.9.1 人员资质

作为一个最低要求, NDT人员应当具备GB/T 9445或者等效资质。如果NDT人员在超过12个月的期间没有进行NDT, 在进行NDT前他们必须进行相应NDT方法的重新认证。无损检测应由I级、II级或III级人员进行。I级人员应在II级或III级人员监督下进行, 或者直接由II级或III级人员进行。

8.9.2 检测标准

除了表面检测(见8.9.3.1)和壁厚测量, 应按照检测项目要求对应如下标准(或者等效的标准)进行检测:

- a) 电磁(漏磁)检测, GB/T 12606 ;
- b) 电磁(涡流)检测, GB/T 7735 ;
- c) 超声检测, NB/T 47013.3 或 GB/T 5777 ;
- d) 超声检测(焊缝), GB/T 5777;
- e) 磁粉检测, GB/T 15822.1, GB/T 26951 ;
- f) 射线检测, NB/T 47013.2 或 NB/T 47013.11 ;
- g) 液体渗透检测, GB/T 18851.1 和 GB/T 26953。

8.9.3 无损检测方法

8.9.3.1 表面检测

钢带和连续油管的表面质量应采用与外观检查相当的方法进行缺陷检测。也可用经证实具有检验表面缺陷能力的光学或者电磁方法进行检测。目视检查在整个焊接和缺欠检测期间, 由经过专业培训、具有检测和评估缺陷能力的人员进行, 且该人员应符合GB/T 9445等规范的规定。

8.9.3.2 钢带对接焊缝

钢带对接焊缝应在成形前用射线方法进行检测。根据需方要求, 经供需双方协商, 亦可采用超声、磁粉或渗透等其他方法进行检测。

8.9.3.3 管管对接焊缝

管管对接焊缝应采用射线方法或超声波方法进行检测。根据需方要求, 经供需双方协商, 亦可采用磁粉或液体渗透等其他方法进行检测。

8.9.3.4 连续油管纵向焊缝

连续油管纵向焊缝应采用超声波或电磁(涡流、漏磁)方法进行全长100%检测。

8.9.4 钢带对接焊缝和管管对接焊缝的射线检测

8.9.4.1 射线检测装备

钢带对接焊缝和管管对接焊缝应采用射线方法进行检测。应将X射线透射焊缝材料, 并生成适宜的图像, 或在获得足够灵敏度的条件下, 将X射线转换投射到检测仪器的荧光屏, 并通过数字媒介产生永久记录。

8.9.4.2 射线检测像质计

钢带对接焊缝和管管对接焊缝应采用射线方法进行检测。应将X射线透射焊缝材料，并生成适宜的图像，或在获得足够灵敏度的条件下，将X射线转换投射到检测仪器的荧光屏，并通过数字媒介产生永久记录。

8.9.4.2.1 线型像质计

线型像质计像质指数的测定应符合 GB/T 23901.1 或 JB/T 7902、NB/T 47013，以及 GB/T 34204-2017 的相应规定。

8.9.4.2.2 孔型像质计

孔型像质计像质指数的测定应符合 GB/T 23901.2 的要求。经供需双方协商，并在订货合同中注明，可改变像质计的灵敏度。

8.9.4.3 射线检测使用及缺陷处置

射线检测像质计的使用频次、验收极限、缺陷类型及缺陷处置应符合 GB/T 34204-2017 的相应规定。

8.9.5 焊缝的其他无损检测

8.9.5.1 面型缺陷

连续油管的所有焊缝不应有面型缺陷。任何方法检测到的有裂纹或面型缺陷的连续油管，均应被拒收。

8.9.5.2 钢带对接焊缝和管管对接焊缝的超声波检测

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可按照 NB/T 47013.3 的规定，对钢带对接焊缝和管管对接焊缝进行超声横波检测，不允许有重复的体积型或平面型缺陷信号。人工伤刻槽应与焊缝平行，最大长度应为 12.7 mm，宽度应在 0.38 mm~0.51 mm 之间，最大深度为规定壁厚的 5% 或 10%（最小深度为 0.38 mm）。

8.9.6 纵向焊缝的超声和电磁检测

8.9.6.1 检测设备

连续油管纵向焊缝应采用超声波检测，亦可采用涡流或漏磁检测。检测设备应可以实现连续地、不间断地对焊缝整个厚度进行检测。在单根连续油管开始检测前和结束检测后，应按对比标样对设备进行标定，以证实设备的有效性和检测工艺。采用对比标样调试检测设备，以产生清晰的指示信号，并且设备应检测到焊缝线任意一侧 6.4 mm 范围的整个壁厚。

8.9.6.2 检测方法和合格级别

8.9.6.2.1 超声波检测按 GB/T 5777 进行，对比标样除 8.9.6.3 规定外应符合标准 U2A 的规定。

8.9.6.2.2 涡流检测按 GB/T 7735 进行，对比标样除 8.9.6.3 规定外应符合标准 E2H 的规定。

8.9.6.2.3 漏磁检测按 GB/T 12606 进行，对比标样除 8.9.6.3 规定外应符合标准 F2 的规定。

8.9.6.3 对比标样

8.9.6.3.1 对比标样的最低要求如下：

- a) 对比标样应和被检产品同规格直径，并应有便于检测的长度；
- b) 对比标样应包含如图 1 所示的机加工刻槽：一个在外表面、一个在内表面，或者钻一个孔。特殊要求，可由供需双方协商确定；
- c) 对比标样应进行鉴定，参考指标的尺寸和类型应以文件化的程序进行验证；
- d) 供方应使用文件化的程序，建立超声波检测或电磁检测的拒收门限。在正常操作条件下，应有检测出所使用参考缺陷的能力，这种能力应是动态的。供方可选择在线或离线检验，模拟受检测连续油管，使连续油管和探头之间产生一定速度的相对运动，动态证明检测能力。

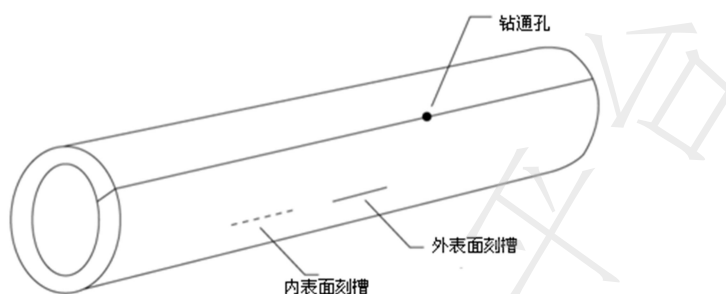


图1 无损检测对比标样

8.9.6.3.2 对比标样的槽伤和孔伤的最低要求如下：

- a) 刻槽之间应相隔一定距离，以产生独立的可辨别的信号；
- b) 刻槽可位于焊缝上，或邻近焊缝与焊缝平行；
- c) 纵向刻槽的深度应为规定壁厚的 10%（最小为 0.38 mm），最大宽度应为 0.5 mm，最大长度为 12.7 mm，刻槽深度允许偏差应为计算刻槽深度的 $\pm 10\%$ ；
- d) 按照合同要求，钻孔应为直径 0.8 mm 或 1.6 mm 的圆柱孔，钻孔可以是部分穿透壁厚或全部穿透壁厚。

注：上述对比标样为较方便地校准无损检测设备的标样。这些对比标样的尺寸不能被认为是使用此种检验设备所能检验出的最小缺欠尺寸。

8.9.6.4 验证系统能力的记录

应保留检测系统的记录，以证实已采用规定的参考缺陷对系统能力进行了校验。记录应包括标定程序与操作程序、设备说明、人员资质、设备测试以及证明系统探测参考缺陷能力的动态试验参数。

8.9.6.5 缺陷处理

不应对任何检测方式发现的纵向焊缝缺陷进行补焊。

8.9.7 磁粉和液体渗透检测

8.9.7.1 检测设备

对于管端、焊缝外表面，以及管体外表面探明缺欠的验证，供方应选择进行磁粉检测或液体渗透检测。设备应具有检测开焊、部分或不完全熔合、焊缝间断、裂纹、折叠和重皮等缺欠的能力。

8.9.7.2 检测方法

8.9.7.2.1 磁粉检测应按 GB/T 15822.1 和 GB/T 26951、GB/T 26952 规定进行。

8.9.7.2.2 8.9.7.2.2 液体渗透检测应按 GB/T 18851.1 和 GB/T 26953 的规定进行。

8.9.7.3 验收极限

供方应对每一磁粉检测或液体渗透检测指示处做标记，并检测指示处的缺欠深度。当需要清除金属以确定缺陷深度时，应将缺陷彻底清除或切除。

8.9.8 静水压试验后全管体检测

经供需双方协商，并在订单合同上注明，连续油管应在所有热处理和静水压试验后，采用自动超声和电磁方法对整个钢管表面及表面缺陷进行检测，但可放在切头和管端配件连接之前。

8.9.9 缺陷和缺欠的处置

8.9.9.1 缺陷的处置

含一个或多个缺陷的管子和焊缝应进行以下处置：

- a) 如果剩余壁厚在允许极限内（90%的名义壁厚），缺陷应被完全消除并保证平整过度；

- e) 含缺陷管段或焊缝应被切除；
- f) 钢带对接焊缝和管管对接焊缝的缺陷切除，应切除焊缝和整个热影响区。

8.9.9.2 缺欠的处置

如果剩余壁厚在允许限（90%名义壁厚）内，缺欠应被完全消除，并使表面具有一定的光洁度（400或者600目），并保证平整过渡。修复后的残余壁厚应经过超声检测的验证。

8.9.9.3 处置区域的复检

在去除上述缺陷或缺欠之后，应采用本文件规定的一种或多种无损检测方法对受影响区域进行复检。供方文件化的复检程序应说明具有在受影响区域发现其他相似缺陷或次生缺陷的可能性。

8.10 特殊要求

需方有其他特殊要求，可由双方协商，并在合同中说明。

9 试验及试验方法

9.1 试验设备

9.1.1 所有检验和试验设备应根据书面程序进行维护、校准和重新校准。

9.1.2 所有检测仪器的精度至少应在每次改变操作之后校准。测量仪器（比如卡尺和通径球）的校准应检测磨损以及和规定尺寸的一致性。尺寸、长度测量计、长度测量带和其他非可调型测量仪器的验证应包括：标记易读性的视觉检查和固定参考点的磨损。所有测量仪器的标定应记录在案。如果测量设备（其校准或核查符合本文件规定的要求）受到不寻常或苛刻的条件足以影响其精度问题，使用该仪器前应重新进行校准或验证。

9.2 化学成分分析

9.2.1 熔炼成分

供方应报告用于连续油管制造的每炉钢的熔炼成分。

9.2.2 成品分析

合同有规定时，供方应按炉进行成品分析。

9.2.3 取样方法

成品分析试样可以在成品连续油管上截取，也可从钢带、力学性能试验试样上截取，试样制备按GB/T 20066标准执行。连续油管上取样位置应至少距焊缝90°。

9.2.4 试验方法

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 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.53、GB/T 223.54、GB/T 223.59、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.78、GB/T 223.81、GB/T 223.84、GB/T 223.85和GB/T 223.86的规定进行。

9.3 力学性能与工艺性能

9.3.1 拉伸试验

9.3.1.1 由供方选择，纵向试样可采用全截面试样，或条状试样。试样应符合 GB/T 228.1 的规定。采用条状试样时，除试样夹持部位外不应压平。条状试样标距段的宽度由供需双方协商确定。

9.3.1.2 拉伸试验频次应符合如下规定：

- a) 从单根连续油管的每一端取样进行一组拉伸试验；

b) 只要钢级、炉批、规定壁厚、热处理和制造工艺参数相同，可将已经获得的拉伸试验结果用于难以取样的管段。

9.3.1.3 拉伸试验方法应符合 GB/T 228.1 的规定。试验应在室温下进行，并应测试屈服强度、抗拉强度和断后伸长率。

9.3.1.4 拉伸试验机应在试验前 12 个月内校准。采用引伸计测定屈服强度时，应在试验前 12 个月内校准引伸计。

9.3.2 压扁试验

9.3.2.1 按 GB/T 246 和表 12 的规定，从单根连续油管的每一端取样进行一组压扁试验。

9.3.2.2 一组压扁试验应包含一个焊缝在 0° 位置和一个焊缝在 90° 位置的两个试验。

9.3.2.3 如果压扁试样失效于 0° 或 180° 位置，压扁试验应该继续进行，直到试样剩余部分在 90° 或 270° 位置失效。0° 或 180° 位置上的早期失效不应作为拒收的依据。

表 12 压扁要求

钢级	D/t	平板间距 (in或mm)
CT90Q	7-23	D (1.080-0.0178D/t)
CT110Q	所有	D (1.086-0.0163 D/t)，且不大于0.85D
CT125Q	所有	0.85D
CT140Q	所有	0.85D
CT160Q	所有	0.85D

9.3.3 扩口试验

9.3.3.1 按 GB/T 242 的规定，从单根连续油管的每一端取样进行一组扩口试验；

9.3.3.2 扩口试验的试样应在试验前清除内毛刺。扩口顶芯锥度为 60°。

9.3.3.3 扩口试验的内径要求：

扩口后，CT90Q钢级的最小内径 (ID_f) 按式 (4) 计算，CT110Q钢级的最小内径 (ID_f) 按式 (5) 计算。

$$ID_f = 1.25 \times ID \dots \dots \dots (4)$$

$$ID_f = 1.21 \times ID \dots \dots \dots (5)$$

9.3.4 硬度试验

9.3.4.1 硬度试验应符合 GB/T 230.1 或 GB/T 4340.1 的规定。典型的硬度测试位置按 GB/T 34204-2017 条款 10.4.4 规定。

9.3.4.2 硬度换算应符合 GB/T 33362 的规定。

9.3.4.3 在每一根连制管的开始、结束和任何工厂停止点应取样进行硬度检测：

- a) 应取距离应用面 1.00 mm 到 2.5 mm (0.040 in 到 0.100 in) 之间的显微压痕；
- b) 作为最低要求，显微硬度应测量焊缝、热影响区和管体；
- c) 每个位置应从靠近外表面、靠近内表面和壁厚中间测量三个值，取平均值；
- d) 经供需双方协商，可增加测量位置。
- e) 显微硬度压痕间距应不小于 3 倍的压痕直径。

9.3.4.4 硬度块或硬度环上每个象限内的第一个显微硬度压痕可忽略不计。

9.3.4.5 试验时，硬度值应当以 HRC 或者 HRB 记录（原始数和换算值）。洛氏硬度应当记录到最近的 0.5 洛氏硬度点。

9.4 金相检验

9.4.1 晶粒度测定

应按 GB/T 6394 的规定，采用金相法测定连续油管的晶粒度。

9.4.2 非金属夹杂物检验

应按GB/T 10561的规定进行。

9.5 静水压试验

9.5.1 静水压试验的压力选择

9.5.1.1 变壁厚连续油管的试验压力

变壁厚连续油管的试验压力应以连续油管内最小公称壁厚的规定压力进行。

9.5.1.2 替代试验压力

经供需双方协商，并在合同中注明，可对试验压力进行替代。

9.5.2 静水压试验验证

9.5.2.1 静水压试验时应有精度达全量程 $\pm 0.5\%$ 的压力测量仪器和压力记录系统。

9.5.2.2 应选择符合精度的压力传感器和记录装置，保证试验压力介于满量程的25%~75%之间。

9.5.2.3 显示器应有充足的量程，使得试验清晰显示。

9.5.2.4 压力测量装置应进行校准，校准周期不大于6个月，校准记录按要求保存。

9.5.3 试验用液体

9.5.3.1 静水压试验用液体可用试剂进行处理，使其pH值为7.0~9.0，可在液体中添加缓蚀剂。

9.5.3.2 静水压试验后，供方应清除试验用液体，并确保管内无量器具、流体清扫器具和其他物品在管内遗留。

9.6 通畅试验

9.6.1 连续油管通畅试验

连续油管应逐根进行通畅试验，通径球直径应不低于内径的80%；通径球应顺畅通过整个连续油管，无障碍。

9.6.2 通径球材料

通径球应使用钢制造。

9.6.3 变壁厚连续油管的通畅试验

对变壁厚连续油管的通畅试验，通径球的尺寸按连续油管最小内径确定。

10 检验规则

10.1 检验项目

10.1.1 连续油管的尺寸、外形、毛刺高度及余高应采用符合精度要求的量具或仪器测量。

10.1.2 钢带和连续油管的表面质量应在充分照明的条件下进行目视检查。

10.1.3 连续油管其他检验应符合表13的规定。

表13 连续油管的检验项目、取样和试验方法及取样数量

序号	检验项目	取样和试验方法	取样数量	技术要求条款
1	化学成分	GB/T 222 GB/T 223 GB/T 4336	每炉一个	8.1
2	拉伸试验	GB/T 228 GB/T 2975	每根一组	8.4.1; 9.3.1

序号	检验项目	取样和试验方法	取样数量	技术要求条款
		GB/T 5313		
3	硬度	GB/T 230.1 GB/T 4340.1	每根一组	8.4.2; 9.3.4
4	压扁试验	GB/T 246	每根一组	8.5.1; 9.3.2
5	扩口试验	GB/T 242	每根一组	8.5.2; 6.3.3
6	静水压试验	9.4	逐根	8.6; 9.5
7	晶粒度	GB/T 6394	每根一组	8.7.2; 9.4.1
8	非金属夹杂物	GB/T 10561	每根一组	8.7.3; 9.4.2
9	射线探伤检验	GB/T 3323	全数	8.9.3.2; 8.9.4
10	超声波检测	SY/T 6423.2	逐根	8.9.3.2; 8.9.3.3; 8.9.5.2; 8.9.6
11	涡流检测	GB/T 7735	逐根	8.9.3.3; 8.9.6
12	漏磁检测	GB/T 12606	逐根	8.9.3.3; 8.9.6
13	磁粉检测	GB/T 15822	见8.9.7	8.9.7
14	液体渗透检测	NB/T 47013.5	见8.9.7	8.9.7

10.2 检查和验收

连续油管的复验与判定规则应符合本文件相应条款的规定。本文件未作规定的应符合GB/T 2102的规定。

10.3 取样数量

连续油管检验取样数量应符合表13的规定。

10.4 复验与判定规则

连续油管的复验与判定规则应符合本文件相应条款的规定。本文件未作规定的应符合GB/T 2102的规定。

11 包装、标志及质量证明书

11.1 包装和防护

11.1.1 涂层

11.1.1.1 连续油管外表面应作涂层处理，以保护连续油管在运输过程中不受腐蚀。涂层应光滑，不应有蒸发或者滴淋。涂层应保证不使连续油管产生黏结，以免影响开卷操作。如果要求裸管或特殊涂层，应在合同中作出规定。对于特殊涂层，合同中应进一步规定是全长涂层或是距离管端一定范围内不涂层。

11.1.1.2 根据需方要求，经供需方协商，并在合同中注明，连续油管内表面可进行防护。内表面缓蚀剂和涂敷防腐应由需方规定或经确认。

11.1.1.3 连续油管两端一定范围的裸露部分，应按协商要求进行涂层保护。

11.1.2 成卷连续油管的防护

连续油管盘卷应采取如下的一项或组合进行保护，以免接触液体或潮湿环境：

- 用塑料包裹装运连续油管盘卷；
- 用适当的防水油布覆盖连续油管盘卷；
- 把连续油管盘卷放入设计的容器内；
- 把连续油管盘卷放入干燥库房内。

11.1.3 管端保护

供需双方应协商交货连续油管的管端保护方式。

11.2 标志和标识

11.2.1 按本文件制造的连续油管应由供方按下述规定在连续油管运输卷筒上做标记。

11.2.2 长度和静水压试验压力应按国际单位制标记。当需方有特殊要求时，由供需双方协商，并在合同中注明。

11.2.3 遵循相关标准和符合规定的附加标记是允许的，标记可按供方的意愿或按需方要求进行。

11.2.4 标记顺序如下：

- a) 制造商（制造商的名称或标志应标记在最前面，后面紧跟制造商代号）；
- b) 规范（当产品完全符合本文件时应标记“T/SSTA 201-2022”）；
- c) 适用标准（当产品符合其他多个标准时可以标记每一个标准名称）；
- d) 钢级（连续油管的钢级代号标记按表 8 的规定）；
- e) 尺寸（连续油管的尺寸规格-外径*壁厚）；
- f) 试验压力（应标记实际的静水压试验压力）。

11.2.5 长度（对所有规格的连续油管，其最终测量长度应喷涂在连续油管运输卷筒外表面）。

11.3 质量证明书

连续油管的质量证明书应符合GB/T 2102的规定。

11.4 贮存、发运、吊装

11.4.1 在完成连续油管所有制造步骤后，准备发运和入库时，应在连续油管内充满干燥的不反应气体，并密封端口。对发运前已入库的连续油管，应在发运前检查管端密封。如果管端密封损坏，制造商应在管内重新充满干燥的不反应气体，并再次密封管端。经供需双方，可以采用其他方法。

11.4.2 采用船舶或卡车运输时，连续油管供方或代理人，应按照需方要求，采取适当措施，避免运输和装卸过程中不合理性能损失，如远洋运输时可采用湿气腐蚀抑制剂，避免钢管堆放处存在污水、有害化学物质或其他腐蚀材料，避免任何影响钢管性能的碰撞等。

11.4.3 连续油管的运输卷筒芯轴直径与连续油管直径的卷径比值的最小推荐值为 40: 1。

11.4.4 连续油管的贮存、发运过程的吊装应保证产品质量不受影响，同时符合安全规定。