

连续油管技术规范

目 次

前 言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 购方提供的信息.....	7
4.1 对购方的强制性要求.....	7
4.2 购方可选择的要求.....	7
5 材料和制造工艺.....	8
5.1 总则.....	8
5.2 焊接工艺.....	9
5.3 热处理.....	9
5.4 可追溯性.....	9
5.5 工艺与缺陷.....	9
5.6 管端.....	10
6 材料要求.....	10
6.1 化学成分要求.....	10
6.2 机械性能.....	10
7 尺寸、单位长度质量和长度.....	12
7.1 总则.....	12
7.2 长度和横截面.....	12
7.3 直径.....	12
7.4 壁厚.....	12
7.5 单位长度质量.....	13
7.6 钢管对接焊缝.....	13
8 试验.....	13
8.1 试验装备——测量仪器的精度.....	13
8.2 化学成分试验——化学分析的频次.....	13
8.3 力学性能实验.....	14
8.4 水压试验.....	16
8.5 通径（通径球）试验.....	17
8.6 晶粒尺寸和非金属夹杂.....	17
8.7 夏比 V 型缺口冲击试验.....	18
8.8 疲劳寿命检测.....	18

8.9 无效试验	18
9 无损检测	18
9.1 总则	18
9.2 无损检测参考标样	18
9.3 人员资质	18
9.4 检测标准	18
9.5 无损检测方法	19
9.6 钢带—端部焊接和管—管焊接射线检测方法	19
9.7 其他无损检测方法的焊接检测	20
9.8 纵焊缝的超声和电磁检测	20
9.9 磁粉和液体渗透检测	21
9.10 缺陷和缺欠的处置	22
10 复验	22
10.1 化学分析复验	22
10.2 拉伸复验	22
10.3 压扁复验	23
10.4 扩口复验	23
10.5 硬度复验	23
10.6 断裂韧性复验	24
11 标志	24
11.1 总则	24
11.2 标志顺序	24
11.3 长度	25
12 涂层和防护	25
12.1 涂层	25
12.2 腐蚀防护	25
13 文件	25
13.1 总则	25
13.2 合格证	25
13.3 盘卷文件	25
13.4 记录保存	26
附 录 A（规范性附录）表	27
附 录 B（规范性附录）单位制换算	55
附 录 C（规范性附录）补充要求	58
附 录 D（资料性附录）连续油管搬运和工作卷筒	62
附 录 E（规范性附录）连续油管对接焊接要求	63
附 录 F（规范性附录）钢带对接端部和管管对接焊接工艺规范	64

附录 G (规范性附录) 购方检验	65
附录 H (规范性附录) 连续油管疲劳试验方法	66

连续油管

1 范围

本文件规定了油气井用碳钢和低合金钢连续油管的订货、材料、制造、技术要求、试验、标记和文件等。

本文件适用于碳钢和低合金钢连续油管的制造和检验。

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（包括所有的修订单）适用于本文件。

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证（Non-destructive testing - Qualification and certification of personnel, IDT ISO 9712:2005）

ISO 1027 无损检测用射线像质计 原理和辨识方法（Radiographic image quality indicators for non-destructive testing -- Principles and identification）

ISO 4967 钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法（Steel- Determination of content of nonmetallic inclusions-Micrographic method using standards diagrams）

API Std 1104 管道及相关设施的焊接（Welding of pipelines and related facilities）

ASME IX 锅炉和压力容器规范 焊接和钎焊评定（Welding and brazing qualifications）

ASNT SNT-TC-1A 无损检验人员的资格评定和证书（Personnel qualification and certification in nondestructive testing）

ASTM A370 钢制品机械性能标准试验方法和定义（Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products）

ASTM A450 碳钢、铁素体合金钢和奥氏体合金钢钢管的一般要求（Standard specification for general requirements for carbon, ferritic alloy, and austenitic alloy steel tubes）

ASTM A751 钢制品化学分析的标准测试方法、操作和术语（Standard test methods, practices, and terminology for chemical analysis of steel products）

ASTM E4 试验机的标定方法（Standard practices for force verification of testing machine）

ASTM E23 金属材料缺口冲击试验方法（Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials）

ASTM E83 引伸计系统的标定和分类方法（Standard practice for verification and classification of extensometer systems）

ASTM E94 射线检验标准指南（Standard guide for radiographic examination）

ASTM E112 平均晶粒度测定方法 (Standard test methods for determining average grain size)

ASTM E140 金属标准硬度换算表 (Standard hardness conversion table for metals)

ASTM E164 焊接件的超声波接触式检测标准作法 (Standard practice for contact ultrasonic testing of weldments)

ASTM E165 液体渗透检测试验方法 (Standard practice for liquid penetrant examination)

ASTM E213 金属管超声检验方法 (Standard practice for ultrasonic testing of metal pipe and tubing)

ASTM E273 焊接管和油管焊接区的超声检验方法 (Standard practice for ultrasonic examination of the weld zone of welded pipe and tubing)

ASTM E309 钢管产品磁饱和涡流检验方法 (Standard Practice for eddy-current examination of steel tubular products using magnetic saturation)

ASTM E384 材料的显微硬度测试方法 (Standard test method for microindentation hardness of materials)

ASTM E570 铁磁性钢管产品漏磁检验方法 (Standard practice for flux leakage examination of ferromagnetic steel tubular products)

ASTM E709 磁粉检验方法指南 (Standard guide for magnetic particle testing)

ASTM E747 射线照相用线型像质计的设计、制造和材料分类的标准操作方法 (Standard practice for design, manufacture, and material grouping classification for wire image quality indicators (IQIs) used for radiology)

ASTM E797 手工超声脉冲回波接触法测厚标准操作方法 (Standard practice for measuring thickness by manual ultrasonic pulse-echo contact method)

ASTM E1025 射线照相用孔型像质计 (IQI) 的设计、制造与材料分组的标准操作方法 (Standard practice for design, manufacture, and material grouping classification of hole-type image quality indicators used for radiology)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

盘卷前状态 **as milled condition**

已完成除盘卷外，所有厂房内加工的油管。

3.2

包辛格效应 **Bauschinger effect**

在多晶粒金属（包括钢）中出现的由于服役负载、卷取或矫直引起一个方向发生塑性变形，导致另一方向屈服强度降低的现象。

3.3

校准 **calibration**

在规定的条件下，用一个可参考的标准，对包括参考物质在内的测量器具的特性赋值，并确定其示值误差；或者将测量器具所指示或代表的量值，按照校准链，将其溯源到标准所复现的量值。

3.4

连续油管 **coiled tubing**

按本文件连续制造的碳钢或低合金钢钢管产品。

3.5

完井管柱 **completion string**

置于井中用作排放或者输送生产液或注入液的管柱。

3.6

连制管 **continuously milled tubing**

制造长度大于 61m（200ft）的连续油管。

3.7

缺陷 **defect**

按本文件规定的验收极限，大小足以导致产品拒收的缺欠。

3.8

摔坑 **dent**

由于机械冲击造成的表面轮廓的局部改变，该过程无金属的缺失。

3.9

电火花切割机 **electro-discharge machine (EDM)**

用电火花方法对材料进行可控切割的机械。

3.10

晶粒度 **grain size**

不考虑孪晶和亚晶晶界时，多晶体金属晶粒大小的度量。

注：晶粒度通常在包含大量晶粒的一个截面上测量。平均晶粒度一般用单位体积或单位面积内的平均直径表示。

3.11

毛刺 **flash**

在高频感应焊焊缝成型过程中，焊缝对接边缘少量金属被挤出形成的金属凸起。该毛刺高出内管或外管表面。

3.12

内毛刺 **flash-in**

焊缝成型过程中在钢管内表面形成的毛刺。

3.13

刮槽 **gouge**

因机械作用去除金属形成的狭长凹槽或空腔。

3.14

热影响区 **heat-affected zone (HAZ)**

直焊缝、管—管对焊的环形焊缝和带钢对头焊缝中直接与焊接熔合区相邻的区域。热影响区力学性能因焊接过程加热而受影响。

3.15

高频感应焊 **high frequency induction welding (HFI)**

沿油管的长度方向形成一条直焊缝的焊接工艺。在带钢边缘放置一个高频感应线圈，通过电阻对带钢边缘进行加热。

3.16

缺欠 **imperfection**

按本文件中规定的NDT 方法在产品壁厚内部或产品表面检查出的不连续。

3.17

夹杂 **inclusion**

非金属杂质的细小颗粒，通常是凝固后留在钢中的氧化物、硫化物和硅酸盐等夹杂物。

3.18

镇静钢 **killed steel**

采用特定的脱氧元素（如，铝和硅）进行脱氧处理的钢。使用名词“镇静”是因为该方式使钢在模子中的凝固过程中很稳定。

3.19

分层 **lamination**

金属内部产生的通常平行于表面的层状分离。

3.20

线性缺欠 **linear imperfection**

线形的不规则状态，包括（但不局限于）裂纹，结疤，切口和划痕。

3.21

制造商 **manufacturer**

按本文件负责给产品做标志并确保产品满足本文件的工厂、公司或社团，也可以是制管厂或加工厂。

3.22

原始卷板 **master coil**

指由钢材制造商提供的原始宽度钢带卷，其随后被纵剪为适用的较窄宽度的数卷带钢，用于连续油管的制造。

3.23

机组停车 **mill stop**

连续油管焊缝正常生产过程中的中断点。

3.24

单根 milled length

制管商连续生产期间生产的单独一根连续油管。一个单根可以用数卷带钢制成，可以包含一个确定的壁厚，也可指包含不同的壁厚。一个单根上不包括管子与管子的对接焊缝。

3.25

正火 normalize

一种钢的热处理方式，指钢被加热到上临界温度以上完成奥氏体转变以后，在空气中充分冷却到下临界温度以下。

3.26

不圆度 ovality

由 $2(D_{\max} - D_{\min}) / (D_{\max} + D_{\min})$ 计算得到，可用百分比表示。其中， D_{\max} 和 D_{\min} 是油管特定位置实测最大和最小外径。

3.27

产品分析 product analysis

对卷板，带钢或成品管的化学分析。

3.28

基准端 reference end

用来与工作卷筒相连的连续油管端部。该端用来报告连续油管柱中带钢对接焊缝和管—管对接焊缝位置的测量计算长度。

3.29

工作卷筒 service reel

圆形带轴卷筒。通常采用钢制作，两边装有轮缘，用来放置和运输连续油管产品。

注：工作卷筒通常装配一套控制其转动的独立的液压驱动系统、一套随车的液压风动仪器和车载高压管线。这些高压管线通过一个高压的旋转环连接到连续油管上。卷轴直径和轮缘直径随卷取油管直径和长度的不同而变化。

3.30

工作管柱 service string

作业中特定长度的连续油管的组合。

3.31

运输卷筒 shipping reel

用来运输连续油管的木制或者金属制作的形似绞盘的装置。

3.32

带钢 skelp

轧制成的具有规定尺寸偏差并被纵剪成合适宽度的用于制造连续油管的扁平钢带。

3.33

公制转换 **soft metric conversion**

转换指直接采用数学换算将美制度量单位转换成相应的公制单位。

3.34

卷（盘） **spool**

指为储存或运输而缠绕于工作卷筒或运输卷筒上的一整根“制成态”的连续油管。

注：一卷连续油管可以包含一个或多个管—管对接焊缝。

3.35

卷径比 **spooling radius ratio**

运输卷筒芯轴直径与连续油管直径之比。

注：该比率用来确定连续油管缠绕在卷筒上时的最小弯曲半径。

3.36

标定 **standardization**

按已知参考值调整无损检验设备。

3.37

应力消除 **stress relief**

采用合适的温度热处理，以消除冷加工产生的残余应力，然后以缓慢的速度冷却将新产生的残余应力降低到最低程度。

3.38

管柱 **string**

连续油管工厂内生产的最终产品。

注：等同于卷（盘）。

3.39

钢带 **strip**

从原始卷板上切下的单根带钢。

3.40

变截面管柱 **tapered string**

在缠绕油管的长度范围内，外径恒定和壁厚变化的复合型连续油管。

例如，变截面管柱可按下述方式获得：

- a) 将一个或者多个壁厚的带钢段对接，连制形成的管柱；
- b) 采用管—管对焊工艺，将连制的单一壁厚的连续油管管段连接到其它壁厚渐增/渐减的其它成品管段上。

注：渐变厚度可以出现在初始的带钢段中，而后用这些带钢段制造管柱。

3.41

咬边 **under cut**

管—管对焊中咬边是指焊缝附近管体表面由于熔化造成的壁厚的减薄。

注：外表面的咬边可凭肉眼很好的识别和测量。内表面咬边可采用射线检验或超声检验辨别。

3.42

壁厚（名义） **wall thickness (specified)**

在本文件表中列出了非变截面管柱的名义壁厚。对于壁厚变化的变截面管柱，名义壁厚通过计算管体上某一特定横截面上至少四个局部壁厚测量值的平均值来获得。测量值由经校准过的壁厚测量仪测得。

4 购方提供的信息

4.1 对购方的强制性要求

订购依据本文件生产的连续油管时，购方应在购方协议中明确下列信息：

信息	参考
文件	本文件
钢级	表 A.1、表 A.2
屈服强度试验方法	6.2.1.3
管柱长度测量装置	7.2.1
管柱长度	7.2.2
直径	7.3、7.4、表 A.5
壁厚	7.4
管端	5.6
产品分析	8.2.2
干燥工艺	8.4.6
通径球材料	8.5.2
NDE 参考标样	9.8.2、9.8.2.2
拉伸复验	10.2
合格证	13.2
补充要求	附录 C
运输卷筒	附录 D
交货日期和运输说明	

4.2 购方可选择的要求

本文件未指明具体的材料和加工工艺，也未指明互相的等效性。对于材料和加工工艺的选择，购方应充分考虑已有的经验和油管拟服役的工况，并应在购方协议中注明如下可选信息，需要协商的内容标记了星号（*）。

信息	参考
化学成分*	6.1
硬度*	6.2.2
冲击韧性	6.2.6
变截面管柱长度*	7.2.2
不圆度	7.3.2
最小残余壁厚*	7.4.2.2
管管对焊*	7.6、附录E 和附录 F
内毛刺清除*	7.7.5
管端接头*	7.8
拉伸试样宽度*	8.3.1
替代试验压力*	8.4.4.2
NDE 标样	9.2
钢带对接焊缝检测*	9.5.2、9.7
管管对接焊缝检测*	9.5.4、9.7
替代的像质计 (IQIs) *	9.6.2
NDE 参考标样*	9.8.2、9.8.2.2
晶粒尺寸和夹杂	9.4
标记*	11
SI 单位制标记	11.1
外涂层	12.1、12.2
内涂层	12.2.3
盘卷文件	13.3
附加要求*	附录 C
购方检测	附录 G
连续油管的疲劳寿命*	9.6 和附录 H
运输卷筒直径*	附录 D

5 材料和制造工艺

5.1 总则

本文件连续油管的钢级包括 CT70、CT80、CT90、CT100、CT110、CT120 和CT130，长度不小于 61m。

连续油管用钢应经过细晶化处理。细晶化处理指添加元素去脱氧或者“镇静”钢水，这可使奥氏体晶粒在固化前细化尺寸。

应使用高频电阻焊或者激光焊工艺制造连续油管。冷拔管应进行相应的热处理。

涉及卷板对接焊和纵向焊缝焊接的工艺不应进行补焊。

5.2 焊接工艺

5.2.1 纵向焊缝

可使用高频电阻焊和激光焊工艺。

5.2.2 钢带对接焊

钢带对接焊指通过对焊将相邻的钢带连接到一起。钢带对接焊应进行工艺评定。

5.2.3 管—管对接焊

指将两段管子通过环向对焊连接到一起的焊接（见附录E和附录F）。

5.3 热处理

应依据工艺文件进行热处理。所有管子的焊缝和热影响区均应进行“仿正火处理”，然后进行全管体去应力退火或者回火，除非双方有协议，可以选择替代的热处理或者热处理的组合和化学成分。制造商应说明替代方案的有效性，并经过购方许可的检测可采用替代方案。检测应包括硬度试验、显微组织和机械性能。

注：在制造过程中，油管持续地在环境空气中运动。“正火”一般定义为在静止空气中冷却，因此这里使用了“仿正火热处理”。

5.4 可追溯性

制造商应当建立并执行这样一个程序。在完成炉和主管卷的检验并以证明符合本文件之前，保存炉和主管卷的标识。

5.5 工艺与缺陷

5.5.1 总则

从 5.5.2 到 5.5.12 描述的、超过指定的准则的缺欠，应视为缺陷。

5.5.2 摔坑

连续油管不应有摔坑。

5.5.3 错边

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

5.5.4 焊缝外毛刺高度

应去除焊缝外毛刺，与管外表面齐平。

5.5.5 焊缝内毛刺高度

5.5.5.1 毛刺高度

焊缝内毛刺不得超过管子内壁 2.3mm (0.090in) 和名义壁厚中较小者。

5.5.5.2 内毛刺去除

经双方协议，并在购方协议中注明，应去除内毛刺。

对于内毛刺清除的连续油管，毛刺应不超过内表面延长线的 0.5mm (0.020in)。

清除毛刺后的壁厚应符合表 A.9 要求。沟槽深度定义为距离焊缝 12.7mm (0.5in) 处的壁厚和焊缝线处沟槽下的剩余壁厚之间的差。

5.5.6 裂纹和泄漏

所有的裂纹和泄漏应视为缺陷。

5.5.7 分层

分层应视为缺陷。

5.5.8 非金属夹杂

任何NDT 检测的信号超过 NDT 界限的夹杂，均应视为缺陷。

5.5.9 钢管对接焊缝咬边

不允许钢管对接焊缝上有咬边。

5.5.10 钢管对接焊缝径向错边

对于所有管子，径向错边不应超过 0.3mm (0.010in) 和 0.05t 中较大者。

5.5.11 非表面的不连续的焊缝缺陷

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

5.5.12 其他缺陷

任何深度大于 10%名义壁厚的缺欠应视为缺陷。

5.6 管端

除非另有协议，连续油管管端应不处理或平端面条件交货。当协议要求接头时，买方应指定接头。

6 材料要求

6.1 化学成分要求

对于按照本文件制造的连续油管，应和制造连制管的所用钢带的化学成分相同。

除非另有双方协商，连续油管的产品化学成分应满足表A.1 要求。

铌、钒、钛或它们的组合，应由制造商决定。对于所有级别，除铌、钒、钛以外的元素可由双方协商确定。然而，应谨慎确定元素的含量，这可能对管材的焊接性造成影响。

制造商应分别提供用于制造所供产品的每炉钢的熔炼分析报告和成品分析报告，该报告应包括硫、磷元素和制造商通常用以控制机械性能的其他元素的定量分析结果及砷、锡、锑、铅、铋等有害元素的分析结果。

6.2 机械性能

6.2.1 拉伸性能

6.2.1.1 总则

未经购方许可，不应使用用高钢级连续油管替代低钢级连续油管。

连续油管拉伸性能应满足表 A.2 规定的强度要求。拉伸试验应在成卷之前进行。除非另有协定，复验可按工厂条件进行也可在成卷的产品上进行。

6.2.1.2 延伸率

连续油管的延伸率是指在拉伸试验中，50.8mm（2in）定标距的百分延伸率 δ 。对于每一种规格连续油管，延伸率的最小值由式（1）确定：

$$\delta = 1944 \frac{A^{0.2}}{U^{0.9}} \quad (1)$$

式中：

δ ——标距为 50.8mm 时的最小延伸率，以百分数表示，小于 10%时，精确到 0.5%，其他精确到 1%；

A ——拉伸试样的横截面积，单位为平方毫米（ mm^2 ），是根据规定的外径或试样的名义宽度和规定壁厚计算的，精确到 10mm^2 ， A 值取计算值或 490mm^2 的较小者；

U ——名义抗拉强度，单位为兆帕（MPa）。

各种规格和尺寸拉伸试样的延伸率最低要求见表A.3。这些值是基于名义的外径和壁厚的。

6.2.1.3 屈服强度

屈服强度，应在制造过程盘卷前状态进行检测，并由双方协定选择合理的试验方法（0.2%非比例延伸率的方法或者总伸长 0.5%的方法）。伸长率应记录和报告。报告应注明试样标距段的宽度（采用条形试验时）或采用全截面样品。

除非另有协定，复验可在盘卷前也可在盘卷后进行。

注：由于包辛格效应的存在，盘卷和展开会使得屈服强度降低 5%~10%。

6.2.2 硬度

显微硬度试样（环或块），应从产品上切取拉伸试样的位置取硬度试样。硬度检测的准备和试验应按照 8.7.3 和 8.9.5 的要求。硬度应符合表A.2 的要求。

钢带一端部焊缝和管—管焊缝的表面宏观硬度也应测量，测量结果应符合表A.2 的要求。

当购方协议指定时，按协议额外的宏观或显微硬度试验应采取在指定部位进行。

6.2.3 晶粒度和非金属夹杂

各部位晶粒尺寸应为 ASTM 晶粒度 8 级或更细。各部位A 类、B 类、C 类和D 类非金属夹杂分别不超过 1.5，总和不超过 4.5。

6.2.4 压扁

压扁试验结果应符合表A.4 规定。

压扁试验的验收标准是在板间距离达到表 A.4 规定之前，焊缝或母材外表面不允许有超过 3.2mm（0.125in）的裂纹或裂缝出现。裂纹的起源在试样边缘并且长度小于 6.4mm（0.25in）的不应作为拒绝理由。对连续油管单根的最小试验频数是每一个连制管的端部进行一次。

6.2.5 扩口

所有钢级的连续油管应按 8.3.3 进行扩口试验。验收准则是扩口后不得有可见裂纹。

6.2.6 冲击韧性

按购方协议要求，考虑所订管子规格的限制，进行夏比 V 缺口冲击韧性试验。如果可能的话应选

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/386155022231010212>