

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 前言 | V |
| 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 | 5 |
| 4.1 符号 | 5 |
| 4.2 缩略语 | 5 |
| 5 订货内容 | 6 |
| 5.1 购方应提供的信息 | 6 |
| 5.2 购方可选择的要求 | 6 |
| 6 原材料和制造工艺 | 7 |
| 6.1 总则 | 7 |
| 6.2 焊缝种类 | 8 |
| 6.3 热处理 | 8 |
| 6.4 可追溯性 | 8 |
| 7 材料要求 | 8 |
| 7.1 钢管钢级及化学成分 | 8 |
| 7.2 拉伸性能 | 9 |
| 7.3 硬度 | 10 |
| 7.4 晶粒度 | 10 |
| 7.5 压扁 | 10 |
| 7.6 扩口 | 11 |
| 7.7 冲击 | 11 |
| 7.8 金相检验 | 11 |
| 8 尺寸、单位长度质量、缺陷及管端加工 | 11 |
| 8.1 总则 | 11 |
| 8.2 管柱长度和管柱段 | 12 |
| 8.3 外径 | 12 |
| 8.4 壁厚 | 12 |
| 8.5 单位长度质量 | 13 |
| 8.6 管管对接焊缝 | 13 |
| 8.7 工艺质量与缺陷 | 13 |
| 8.8 管端加工 | 14 |
| 9 检验与试验 | 14 |
| 9.1 试验设备 | 14 |
| 9.2 化学成分分析 | 15 |

| | | |
|-------|--------------------|----|
| 9.3 | 力学及工艺性能试验 | 15 |
| 9.4 | 静水压试验 | 17 |
| 9.5 | 通径(球规)试验 | 18 |
| 9.6 | 购方检验 | 18 |
| 10 | 试验方法 | 18 |
| 10.1 | 总则 | 18 |
| 10.2 | 化学分析 | 18 |
| 10.3 | 拉伸试验 | 18 |
| 10.4 | 硬度试验 | 18 |
| 10.5 | 晶粒度测定 | 19 |
| 10.6 | 冲击试验 | 19 |
| 10.7 | 压扁试验 | 19 |
| 11 | 无损检测(NDT) | 19 |
| 11.1 | 总则 | 19 |
| 11.2 | 无损检测对比标样验证 | 20 |
| 11.3 | 人员资质 | 20 |
| 11.4 | 检测标准 | 20 |
| 11.5 | 无损检测方法 | 20 |
| 11.6 | 钢带对接焊缝和管管对接焊缝的射线检测 | 21 |
| 11.7 | 焊缝的其他无损检测方法 | 22 |
| 11.8 | 纵向焊缝的超声检测和电磁检测 | 23 |
| 11.9 | 磁粉和液体渗透检测 | 24 |
| 11.10 | 缺陷和缺欠的处置 | 24 |
| 12 | 无效试验 | 25 |
| 12.1 | 有缺陷的拉伸试样 | 25 |
| 12.2 | 有缺陷的力学和工艺试验试样 | 25 |
| 13 | 复验与判定 | 25 |
| 13.1 | 化学成分 | 25 |
| 13.2 | 拉伸试验 | 25 |
| 13.3 | 压扁试验 | 26 |
| 13.4 | 扩口试验 | 26 |
| 13.5 | 硬度试验 | 26 |
| 13.6 | 冲击试验 | 26 |
| 14 | 标志 | 27 |
| 14.1 | 总则 | 27 |
| 14.2 | 标志顺序 | 27 |
| 14.3 | 长度 | 27 |
| 15 | 包装与防护 | 27 |
| 15.1 | 涂层 | 27 |
| 15.2 | 防护 | 27 |
| 15.3 | 运输卷筒和工作卷筒 | 28 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 16 文件 | 28 |
| 16.1 总则 | 28 |
| 16.2 质量证明书 | 28 |
| 16.3 记录保存 | 29 |
| 附录 A (规范性附录) 最小断后伸长率 | 30 |
| 附录 B (规范性附录) 尺寸、单位长度质量和试验压力 | 35 |
| 附录 C (规范性附录) 球规的尺寸及与钢管内表面的间隙 | 40 |
| 附录 D (规范性附录) 管管对接焊要求 | 44 |
| 附录 E (规范性附录) 钢带对接和管管对接焊接工艺评定 | 45 |
| 附录 F (规范性附录) 补充无损检测要求 | 49 |
| 附录 G (规范性附录) 购方检验 | 52 |
| 附录 H (资料性附录) 连续油管运输卷筒和工作卷筒 | 53 |
| 参考文献 | 55 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:宝鸡石油钢管有限责任公司(国家石油天然气管材工程技术研究中心)、中国石油集团钻井工程技术研究院江汉机械研究所、中石化江汉石油工程有限公司页岩气开采技术服务公司、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院、中国石油天然气集团公司管材研究所、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:毕宗岳、付宏强、王慧、刘寿军、袁发勇、赵彬彬、王亚龙、董莉、杨忠文、彭治兰、张国锋、白晓弘、余晗、刘双全、张晓峰。

连续油管

1 范围

本标准规定了连续油管的术语和定义、符号和缩略语、订货内容、原料和制造工艺、材料要求、尺寸、单位长度质量、缺陷及管端加工、检验与试验、试验方法、无损检测、无效试验、复验、标志、包装与防护、文件。

本标准适用于油气井钻采过程中修井、测井、钻井和完井等作业用外径 19.1 mm~88.9 mm、钢级 CT55~CT110 的连续油管(本标准中也简称“钢管”)。本标准不包含连续油管在腐蚀环境使用适宜性的内容。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 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 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
- 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 223.60 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 223.62 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 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- 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 223.86 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 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(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- GB/T 246 金属管 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 火花源原子发射光谱分析方法(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 6394—2017 金属平均晶粒度测定法
- 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 9711 石油天然气工业 管线输送系统用钢管

- 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 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 23901.1 无损检测 射线照相底片像质 第1部分:线型像质计 像质指数的测定
- GB/T 23901.2 无损检测 射线照相底片像质 第2部分:阶梯孔型像质计 像质指数的测定
- 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
- JB/T 7902 无损检测 线型像质计通用规范
- JJG 475 电子式万能试验机检定规程
- JJG 762 引伸计检定规程
- 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
- SY/T 4103 钢质管道焊接及验收
- SY/T 6423.2 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第2部分:焊接钢管焊缝纵向和/或横向缺欠的自动超声检测
- SY/T 6423.4 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第4部分:无缝和焊接钢管分层缺欠的自动超声检测
- SY/T 6423.8 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第8部分:无缝及焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全周自动超声检测
- SY/T 6763 石油管材购方代表驻厂监造规范

3 术语和定义

GB/T 9711 和 GB/T 30062 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连制工艺 **continuously milled process**

钢带经连续(不中断)成型和焊接后,制成长度不小于 61 m 钢管的生产工艺。

3.2

单根 **milled length**

一个机组连续生产期间生产的单独一根钢管。单根(连续油管)可用整盘钢带制成。钢带可由相同的壁厚组成,也可由不同的壁厚组成。单根(连续油管)不包含钢管与钢管的对接(也简称“管管对接”)焊缝。

注:本标准中的单根专指不包括管管对焊焊缝的连续油管。而油田现场作业也有“单根”油套管的说法,其“单根”油管和套管一般采用接箍连接,称为“接单根”。

3.3

连续油管 coiled tubing

采用连制工艺制造的单根长度不小于 61 m,并卷取在相应卷筒上交付使用的成品钢管。

3.4

连制管 continuously milled tubing

由一个或多个长度不小于 61 m 的单根制成的连续油管。

3.5

管柱 string

在连续油管车间制造的成品连续油管。

注:本定义可与一卷(管)交替使用。

3.6

卷取前状态 as milled condition

已完成所有加工工序,但未被卷取在卷筒上的连续油管状态。

3.7

变径管柱 tapered string

外径固定,但壁厚变化的组合连续油管管卷。

3.8

原始卷板 master coil

由原材料制造商提供的连续油管用原始钢卷。可由连续油管制造商将其纵剪为适用的宽度,用于连续油管的制造。

3.9

单条钢带 strip

从原始卷板上纵向剪切为合适宽度的单个钢带条。

3.10

钢带 skelp

采用合适的焊接工艺将数个单条对接而成的盘状焊管原料。

3.11

应力消除 stress relief

采用合适的热处理工艺,将连续油管残余应力降低到最小。

3.12

毛刺 flash

钢管在高频焊接和成型过程中,内焊缝和外焊缝边缘少量金属被挤出,形成高出钢管内表面或外表面的细小鳍状或网状金属凸起。

3.13

刮槽 groove

借助机械装置去除金属后形成的狭长凹槽或空腔。

3.14

机组停车 mill stop

连续油管连续生产过程的中断。

3.15

运输卷筒 shipping reel

运输滚筒

用于运输连续油管形似绞盘的木质或金属装置。

3.16

工作卷筒 service reel

工作滚筒

圆柱形带轴的转筒。通常为钢制,两边装配有轮缘;采用独立的液压驱动系统控制其转动,随作业车配备一套液压装置和高压管,该高压管通过高压旋转的转环与连续油管连接。卷轴直径和轮缘直径随卷取的钢管直径和长度的不同而变化。

3.17

一卷(管) spool

因储存或运输而缠绕在工作卷筒或运输卷筒上的一整根“制成态”连续油管。

注:一卷(管)可包含一个或多个管管对接焊缝,且能与管柱或盘卷交替使用。

3.18

卷径比 spooling radius ratio

运输卷筒芯轴直径与连续油管直径之比。该比率用来确定连续油管在卷筒上的最小推荐弯曲半径。

3.19

基准端 reference end

与卷筒相连的连续油管端部。该端部用来确定连续油管中钢带对接焊缝和管管对接焊缝的位置。

3.20

(规定)壁厚 wall thickness(specified)

非变径管柱的公称壁厚。对于壁厚连续变化的变径管柱段,规定壁厚为管体上至少四个局部壁厚测量值的平均值。测量值由校准过的壁厚测量仪测得。

3.21

电火花加工 electrodischarge machine; EDM

采用电火花腐蚀方法控制材料去除量的一种方法。

3.22

高频感应焊 high frequency induction welding; HFI

通过机械加压使钢带待焊边缘连在一起,并由高频感应电流产生焊接热量进行焊接,形成焊缝的一种工艺。焊机电源频率应不小于 100 kHz。

3.23

激光焊 laser welding

通过机械加压使钢带待焊边缘连在一起,并由激光光能转化的焊接热量进行焊接,形成焊缝的一种工艺。

3.24

搅拌摩擦焊 friction stir welding

使用非消耗旋转工具,利用摩擦和变形产生的热量,同时通过机械作用将软化金属融合,形成冶金结合的一种固态连接工艺。

3.25

熔化极气体保护焊 gas metal arc welding

通过连续消耗的电极和工件之间的单弧或多弧,将金属加热熔合的一种焊接工艺。这种方法需完全从外部提供单一或混合气体进行保护,焊接时不需要加压,填充金属从电极获得。

3.26

等离子弧焊 plasma arc welding

通过电极和工件之间或电极和喷嘴之间的收缩弧,将金属加热熔合的一种焊接工艺。这种方法通

过焊枪中喷出的高温离化气体进行保护,同时也可通过辅助保护气体进行补充保护。保护气体可以是惰性气体或混合气体,焊接中可加压也可不加压。

3.27

钨电极惰性气体保护焊 gas tungsten arc welding

通过单个钨电极和工件之间的电弧,将金属加热熔合的一种焊接工艺。焊接过程中采用一种气体进行保护,不用加压,可填充焊丝也可不填充焊丝。

4 符号和缩略语

4.1 符号

本标准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) | 钢管规定外径 |
| 2 | D_{\max} | mm(in) | 沿钢管规定位置测量的最大外径 |
| 3 | D_{\min} | mm(in) | 沿钢管规定位置测量的最小外径 |
| 4 | ID_t | mm | 扩口试验要求钢管最小测量内径 |
| 5 | ID | mm | 钢管计算内径 |
| 6 | t | mm(in) | 钢管规定壁厚 |
| 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 | — | 钢管规定直径与规定壁厚的比值 |
| 10 | W_{pe} | 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 0.024 661 5(SI 单位制)或 10.69(USC 单位制) |
| 12 | R_m | MPa(psi) | 规定最小抗拉强度 |
| 13 | $R_{10.5}$ 或 $R_{0.2}$ (最小) | MPa(psi) | 规定总延伸强度或规定残余延伸强度 |
| 14 | S_0 | mm ² (in ²) | 拉伸试样原始横截面积 |
| 15 | $A_{50\text{ mm}}$ | — | 原始标距为 50.0 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,1 900(SI 单位制)或 625 000(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

本标准使用的缩略语和相应说明见表 2。

表 2 缩略语和说明

| 序号 | 缩略语 | 说 明 |
|----|-----|------------------------------------------|
| 1 | SI | 国际单位制 |
| 2 | USC | 美国惯用单位,即英制单位 |
| 3 | CT | 表示“连续油管”,为连续油管英文单词“coiled tubing”首位字母的缩写 |
| 4 | HFI | 高频感应焊 |
| 5 | EDM | 电火花加工 |

5 订货内容

5.1 购方应提供的信息

购方应在订货合同中规定表 3 所列的相应内容。

表 3 购方应提供的信息

| 序号 | 内容 | 条款 |
|----|-------------|-----------------------|
| 1 | 本标准名称(连续油管) | 本标准编号 GB/T 34204—2017 |
| 2 | 钢级 | 表 5 |
| 3 | 屈服强度测定方法 | 7.2.3 |
| 4 | 初始管柱长度要求 | 8.2 |
| 5 | 长度 | 8.2 |
| 6 | 外径 | 8.3、表 B.1 |
| 7 | 壁厚 | 8.4 |
| 8 | 管端 | 8.8 |
| 9 | 成品分析 | 9.2.2 |
| 10 | 干燥方法 | 9.4.6 |
| 11 | 可替换的通径球规材料 | 9.5.2 |
| 12 | 无损检测参考反射体 | 11.8.2 |
| 13 | 拉伸试验复验 | 13.2 |
| 14 | 质量证明书 | 16.2 |
| 15 | 文件 | 16.2.2 |
| 16 | 补充无损检测 | 附录 F |
| 17 | 连续油管运输卷筒 | 附录 H |
| 18 | 交货日期和装运说明 | — |

5.2 购方可选择的要求

购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 购方可选择的要求

| 序号 | 内容 | 条款 |
|----|----------------------|----------------|
| 1 | * 化学成分 | 7.1 |
| 2 | * 附加硬度试验 | 7.3.3 |
| 3 | 冲击试验 | 7.7 |
| 4 | * 管柱长度 | 8.2.2 |
| 5 | 不圆度 | 8.3.2 |
| 6 | * 最小剩余壁厚 | 8.4.2.2 |
| 7 | * 管管对接焊 | 8.6、附录 D 和附录 E |
| 8 | * 内毛刺清除 | 8.7.5.2 |
| 9 | * 管端加工 | 8.8 |
| 10 | * 拉伸试样宽度 | 9.3.1 |
| 11 | * 可替换的静水压试验压力 | 9.4.4.2 |
| 12 | 购方检验 | 9.6、11.2、附录 G |
| 13 | * 硬度试验 | 10.4 |
| 14 | 晶粒度测定 | 10.5 |
| 15 | 无损检测对比标样验证 | 11.2 |
| 16 | * 附加钢带对接焊缝检测 | 11.5.2、11.7 |
| 17 | * 附加管管对接焊缝检测 | 11.5.4、11.7 |
| 18 | * 补充要求(静水压试验后的全管体检测) | 11.5.5、附录 F |
| 19 | * 可替换的像质计(IQIs) | 11.6.2 |
| 20 | * 参考反射体 | 11.8.2 |
| 21 | 英制(USC)单位标志 | 14.1 |
| 22 | 外涂层 | 15.1、15.2 |
| 23 | 内涂层 | 15.2.3 |
| 24 | 提交的文件 | 16.2.2 |
| 25 | * 运输卷筒尺寸 | 附录 H |

注：需协商的要求用星号(*)表示。

6 原材料和制造工艺

6.1 总则

6.1.1 连续油管用钢应采用细化晶粒工艺制造。

注：细化晶粒指在钢中适当加入合金或微合金元素,采用全流程净化、均质化炼钢和控轧控冷技术,尽可能减少夹杂物,以提高钢的综合性能。连续油管应采用连制工艺制造。

6.1.2 变径管柱可按照下列任意一种方式制造：

- a) 采用对焊工艺将两种或两种以上壁厚的钢带对接后生产的连制管柱,或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后生产的连制管柱;
- b) 采用管管对焊工艺,将连续生产的单一壁厚的连续油管管段连接到壁厚渐增/渐减的其他连续油管管段上。

6.1.3 连续油管不应包括无缝钢管的对接,不应包括单根长度小于 61 m 焊接钢管管段的对接。

6.1.4 未经购方许可,不应用高钢级钢管代替低钢级钢管。

6.2 焊缝种类

6.2.1 管体纵向焊缝

钢带成型后,沿钢管轴向并采用适用焊接方法形成的焊缝。可采用高频感应焊(HFI)或激光焊工艺进行连续油管纵向焊缝焊接。不接受没有进行适当热处理的冷拔管。

6.2.2 钢带对接焊缝

将钢带端部连接起来的对接焊缝。可采用 6.2 中任意一种或多种合适的焊接方法,但应按照评定合格的焊接工艺进行钢带对接(见附录 E)。

6.2.3 管管对接环焊缝

将两根钢管对接形成的环形焊缝。可采用填充金属焊或非填充金属焊,但应按照评定合格的焊接工艺进行焊接(见附录 D 和附录 E)。

6.2.4 补焊

不对连续油管管体纵向焊缝、钢带对接焊缝、管管对接焊缝以及管体进行补焊。

6.3 热处理

应按照工艺文件规定的热处理制度对产品进行热处理。应对所有钢级连续油管的焊缝和整个热影响区进行模拟正火热处理,随后进行全管体应力消除和/或回火处理。购方与制造商协商,可采用其他热处理方法或者热处理与化学成分组合的方法代替上述热处理方法。采用这种替代方法时,制造商应采用与购方协商的程序来证明所选方法的有效性,该程序包括但不限于硬度试验、微观组织评价、力学试验。

注:在电焊管制造过程中,钢管在空气中处于运动状态,而通常的正火为“在静止的空气中冷却”,因此这里采用“模拟正火热处理”。

6.4 可追溯性

制造商应制定熔炼炉及原始卷板的标识程序,并执行该程序。在完成所有熔炼炉试验和原始卷板试验,且获知试验结果符合本标准要求之前,应保持标识完整。

7 材料要求

7.1 钢管钢级及化学成分

7.1.1 钢管的钢级及化学成分应符合表 5 的规定。钢级由字母“CT”与数字构成,CT 后面的数字表示钢管的规定最小屈服强度,单位为 ksi。经购方与制造商协商,可规定表 5 以外的化学成分。

表 5 钢级及化学成分

| 序号 | 钢级 | 质量分数 % | | | | |
|----|--------------------|-----------|------|-------|-------|------|
| | | C | Mn | P | S | Si |
| | | 不大于 | | | | |
| 1 | CT55 ^a | 0.16 | 1.20 | 0.025 | 0.005 | 0.50 |
| 2 | CT60 ^a | 0.16 | 1.20 | 0.025 | 0.005 | 0.50 |
| 3 | CT70 ^b | 0.16 | 1.20 | 0.025 | 0.005 | 0.50 |
| 4 | CT80 ^b | 0.16 | 1.20 | 0.020 | 0.005 | 0.50 |
| 5 | CT90 ^b | 0.16 | 1.20 | 0.020 | 0.005 | 0.50 |
| 6 | CT100 ^c | 0.16 | 1.65 | 0.020 | 0.005 | 0.50 |
| 7 | CT110 ^c | 0.16 | 1.65 | 0.020 | 0.005 | 0.50 |

^a Cr+Mo+Ni+Cu 合金元素含量宜为 0.30%~1.50%。
^b Cr+Mo+Ni+Cu 合金元素含量宜为 0.50%~1.80%。
^c Cr+Mo+Ni+Cu 合金元素含量宜为 0.70%~2.00%。

7.1.2 制造商可选择加入适当的 Nb、V、Ti 或其组合。

7.1.3 经购方与制造商协商,对于所有钢级的钢管,可加入除 Nb、V、Ti 元素外的 Cr、Mo、Ni、Cu、B 或其组合合金元素,并宜符合表 5 中脚注 a 或脚注 b 或脚注 c 的规定。

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

7.1.4 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。

7.2 拉伸性能

7.2.1 总则

拉伸试验结果应符合表 6 的规定。应在卷取之前的钢管上取样试验。除订货合同另有规定外,可在卷取前或者已卷取的产品上进行复验。

表 6 拉伸性能和硬度

| 序号 | 钢级 | 规定总延伸强度或规定残余延伸强度 $R_{10.5}$ 或 $R_{r0.2}$ | | 抗拉强度 R_m 不小于 | | 管体和焊缝硬度 HRC 不大于 |
|----|------|---------------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------|
| | | MPa | psi | MPa | psi | |
| | | 1 | CT55 | 379~448 | 55 000~65 000 | |
| 2 | CT60 | 414~483 | 60 000~70 000 | 517 | 75 000 | 22.0 |
| 3 | CT70 | 483~552 | 70 000~80 000 | 552 | 80 000 | 22.0 |

表 6 (续)

| 序号 | 钢级 | 规定总延伸强度或规定残余延伸强度 $R_{t0.5}$ 或 $R_{r0.2}$ | | 抗拉强度 R_m 不小于 | | 管体和焊缝硬度 HRC 不大于 |
|----|-------|---------------------------------------------|----------------|-------------------|---------|--------------------|
| | | MPa | psi | MPa | psi | |
| 4 | CT80 | 552~620 | 80 000~90 000 | 607 | 88 000 | 22.0 |
| 5 | CT90 | 620~689 | 90 000~100 000 | 669 | 97 000 | 22.0 |
| 6 | CT100 | ≥689 | ≥100 000 | 758 | 110 000 | 28.0 |
| 7 | CT110 | ≥758 | ≥110 000 | 793 | 115 000 | 30.0 |

7.2.2 伸长率

原始标距为 50 mm 试样的最小断后伸长率按式(1)计算。各种尺寸拉伸试样和钢级的最小断后伸长率应符合附录 A 的规定。这些数值根据连续油管规定外径和规定壁厚确定。

$$A_{50\text{ mm}} = kS_0^{0.2} / R_m^{0.9} \dots\dots\dots (1)$$

7.2.3 屈服强度

7.2.3.1 根据购方与制造商协议,应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 $R_{t0.5}$; 或者卸除应力后,其标距部分的残余延伸率为 0.2% 时,测定规定残余延伸强度 $R_{r0.2}$ 。应记录并报告伸长率,报告中应注明采用全截面试样时的状态,或采用板状试样时的原始宽度。

7.2.3.2 应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,如果购方在已卷取的钢管进行拉伸试验时,允许最小屈服强度值比表 6 规定的最小屈服强度值低 5%~10%。除订货合同另有规定外,可在卷取前或者已卷取的产品上进行复验。

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%。

7.3 硬度

7.3.1 应从拉伸试料取样处的钢管上截取一个试样(环状或块状)测定硬度,硬度值应符合表 6 的规定。试样制备和试验应符合 10.4 和 13.5 的规定。

7.3.2 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 6 的规定。

7.3.3 依据协议并在订货合同中规定时,应在指定位置进行附加表面硬度或硬度试验。

7.4 晶粒度

钢管的晶粒度应为 GB/T 6394—2017 规定的 8 级或更细。

7.5 压扁

钢管压扁试验两平板间的距离按表 7 给出的公式计算。试样压至表 7 公式计算的两平板间距离时,焊缝和母材外表面的任何方向不应出现超过 3.2 mm 的裂纹或裂缝。起始于试样边缘且长度小于 6.4 mm 的裂纹不应作为拒收理由。每卷连续油管最小试验频次应为单根两端至少各进行一次压扁试验。

表 7 压扁试验要求

| 序号 | 钢级 | D/t | 两平板间的距离 mm |
|----|--------------------|-------|-----------------------|
| 1 | CT55 | 7~23 | $D(1.068-0.021D/t)$ |
| 2 | CT60 | 7~23 | $D(1.068-0.021D/t)$ |
| 3 | CT70 | 7~23 | $D(1.074-0.019 4D/t)$ |
| 4 | CT80 ^a | 7~23 | $D(1.074-0.019 4D/t)$ |
| 5 | CT90 ^a | 7~23 | $D(1.080-0.017 8D/t)$ |
| 6 | CT100 ^a | 7~23 | $D(1.080-0.017 8D/t)$ |
| 7 | CT110 ^b | 所有 | $D(1.086-0.016 3D/t)$ |

^a 压扁试验过程中,如果试样在 0°或 180°位置失效,应继续该压扁试验,直至该试样在 90°或 270°位置失效。在 0°或 180°位置的过早失效不应作为拒收依据(见复验 13.3)。

^b 两平板间距离至少为 0.85D。

7.6 扩口

所有钢级钢管应按照 9.3.3 要求进行扩口试验。扩口试验的验收极限为:钢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)。

7.7 冲击

7.7.1 购方合同有要求时,应进行夏比 V 型缺口冲击试验。应考虑所订购钢管外径和壁厚对试样的限制。冲击试验应在 0 °C (32 °F) 进行,试验方法应符合 GB/T 229 的规定。冲击试样为 10 mm×5 mm (高度×宽度)的纵向试样。钢管尺寸因素无法截取 10 mm×5 mm 尺寸纵向冲击试样时,购方和制造商可协商使用替代性试验。

7.7.2 试样应位于距焊缝 90°周向的位置,且缺口轴线沿钢管壁厚方向。

7.7.3 冲击吸收能量应符合表 8 的规定。

表 8 冲击吸收能量

| 取样方向 | 试样尺寸(高度×宽度) mm | 冲击吸收能量 J | |
|------|-------------------|-------------|---------|
| | | 平均最小值 | 单个试样最小值 |
| 纵向试样 | 10×5 | 23 | 15 |

7.8 金相检验

应对每个单根钢管的两端进行焊缝横截面金相检验。试样应磨平、抛光、酸洗,以便能够观察母材金属和焊缝区域的微观组织。对带有内毛刺的试样,内焊缝根部的轮廓应与钢管内表面连续光滑过渡。

8 尺寸、单位长度质量、缺陷及管端加工

8.1 总则

连续油管的尺寸规格和质量应符合附录 B 的规定。

8.2 管柱长度和管柱段

8.2.1 概述

应在订货合同中规定连续油管的长度范围。长度测量工具精度应不大于1%。

8.2.2 管柱长度

购方应根据连续油管使用环境和作业工艺确定连续油管的初始长度,并将长度要求写在订货合同中。由于连续油管制造过程的连续性特点,最终交付购方的连续油管长度由购方与制造商协商确定。

8.3 外径

8.3.1 允许偏差

对卷取前连续油管,外径允许偏差应符合表9的规定。应使用测径器测量外径(测量一个横截面的实际外径),并记录所测量的最大值与最小值的平均值。对已卷取的连续油管,应在每根两端测量外径,且该测量部位在连续油管的卷取过程中未发生过塑性变形。

表9 连续油管外径允许偏差

| 规格 | 允许偏差 ^a mm |
|--------------------------------|-------------------------|
| 所有规格 | ±0.25 |
| ^a 制造商应在钢管卷取前测量管体外径。 | |

8.3.2 不圆度

经制造商与购方协商,可对已安装在卷筒上连续油管管端50.0 m范围内测量不圆度。不圆度计算公式为 $2(D_{\max} - D_{\min}) / (D_{\max} + D_{\min})$, D_{\max} 和 D_{\min} 分别为在规定位置测量的最大外径和最小外径,不圆度用百分数表示。不圆度的要求由制造商与购方协商确定。

8.4 壁厚

8.4.1 钢带间壁厚变化

相邻钢带壁厚变化量 Δt 应符合表10的规定。

表10 相邻钢带壁厚及变化量

单位为毫米

| 相邻较厚钢带的规定壁厚 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 |

8.4.2 壁厚测量

8.4.2.1 总则

应对每个单根钢管的两端进行壁厚测量。除焊缝区域不受上偏差限制外,钢管任意部位壁厚允许

偏差应符合表 11 的规定。应采用机械装置或经适当校准且具有合适精度的无损检测装置测量壁厚。仲裁时,应以机械装置测量的数据为准。

表 11 壁厚允许偏差

单位为毫米

| 规定壁厚 t | 允许偏差 |
|------------|--------------|
| <2.8 | +0.2 -0.1 |
| 2.8~4.4 | +0.3 -0.2 |
| 4.5~6.4 | ± 0.3 |
| ≥ 6.5 | ± 0.4 |

8.4.2.2 最小剩余壁厚

制造商与购方应协商确定完全清除缺欠后的剩余壁厚,并在订购合同中注明。如双方未进行协商,剩余壁厚应不小于规定壁厚的 90%。

8.5 单位长度质量

单位长度质量(W_{pe})应按式(2)计算。

$$W_{pe} = k(D - t)t \quad \dots\dots\dots (2)$$

8.6 管管对接焊缝

制造商与购方协商并在订购合同中注明,制造商可将两根或两根以上相同钢级钢管焊接在一起(见附录 D)。

8.7 工艺质量与缺陷

8.7.1 总则

8.7.2~8.7.12 规定的,或超过规定极限的各种缺欠应视为缺陷。

8.7.2 凹坑

钢管不应有凹坑。

8.7.3 错边

纵向焊缝的钢带边缘径向错边应不大于 0.3 mm 与 $0.05t$ 两数值中的较大者。

8.7.4 外毛刺

外毛刺应被清除至与管体外表面平齐状态。

8.7.5 内毛刺

8.7.5.1 毛刺高度

内毛刺高度应不高于钢管原始内表面延伸部分 2.3 mm 与 t 两数值中的较小者。

8.7.5.2 内毛刺清除

制造商与购方协商并在订购合同中注明,可规定清除内毛刺。清除内毛刺后,剩余毛刺高度应不高于钢管原始内表面延伸部分 0.5 mm。清除内毛刺后形成的刮槽深度应符合表 12 的规定。刮槽深度是指距焊缝线约 12.7 mm 处测得的壁厚与刮槽处剩余壁厚之差。

表 12 刮槽深度

单位为毫米

| 规定壁厚 t | 刮槽深度 |
|------------|-------------|
| ≤ 3.8 | $\leq 0.1t$ |
| 3.9~7.6 | ≤ 0.4 |

8.7.6 裂缝与渗漏

钢管不应有裂缝与渗漏。

8.7.7 分层

钢管不应有分层。

8.7.8 非金属夹杂

无损检测(NDT)信号超出规定极限的任何夹杂应视为缺陷。

8.7.9 管管对接焊缝咬边

钢管与钢管的对接焊缝上不应有咬边。外表面咬边可采用目视识别和测量,内表面咬边可采用射线检测或超声检测识别。

8.7.10 管管对接焊缝径向错边

所有管管对接焊缝径向错边应不大于 0.3 mm 与 $0.05t$ 两数值中的较大者。

8.7.11 非表面开裂焊缝缺陷

对于焊缝两边各 1.6 mm 范围内,不在内表面和外表面上的任何焊缝缺欠,只要证实该缺欠使有效壁厚减至规定壁厚的 90% 以下时,应视为缺陷。

8.7.12 其他缺陷

深度超过规定壁厚 10% 的任何缺欠应视为缺陷。

8.8 管端加工

除订货合同另有规定外,钢管两端应带由壬密封交货。购方和制造商也可协商其他管端交货方式。

注:由壬又称管接或者活接头,是一种能方便安装拆卸的常用管子连接件。连接两管子的管件,可不动管子而将两管分开,便于检修,包含螺纹头、球头和紧帽 3 个部分。

9 检验与试验

9.1 试验设备

9.1.1 应按照制造商的书面程序对所有检验和试验设备进行维护、校准和重新校准。

9.1.2 每个工作班应对所有用于验收或拒收的测量设备准确度至少检查一次。测量设备(如卡尺和通径规)的准确度检查应包括检查磨损情况,以及检验是否符合规定尺寸。直尺、测长计数器、测长卷尺和其他不可调节的测量装置的准确度检查,应包括标识刻度清晰度的外观检查以及固定基准点磨损情况的检查。制造商应以文件规定所使用的可调和不可调测量装置的牌号。

9.1.3 本标准要求校准或校验的测量设备,如果经受足以使其精度出现问题的非正常情况,在使用该设备前,应重新校准或校验。

9.2 化学成分分析

9.2.1 熔炼分析

制造商应报告用于连续油管制造的每炉钢的熔炼分析。

9.2.2 成品分析

订货合同规定时,应对制管用的每炉钢进行一次成品分析。

9.2.3 取样方法

由制造商选择,成品分析试样应从成品钢管、钢带、拉伸或压扁试样上截取。取样位置应至少距焊缝 90° 。

9.3 力学及工艺性能试验

9.3.1 拉伸试验

由制造商选择,纵向试样宜采用全截面试样(见图 1),也可采用取自成品钢管的板状试样(见图 2 和图 3)。采用板状试样时,除试样夹持部位外,试样平行部分不应压平。板状试样标距部分的宽度宜符合图 2 的规定,也可经制造商和购方协商确定合适的宽度。拉伸试验频次应符合如下规定:

- 应对每根管柱的每一端进行拉伸试验;
- 只要钢级、熔炼炉、规定壁厚、热处理和制造参数相同,可将以前获得的拉伸试验结果用于难以取样的管段。

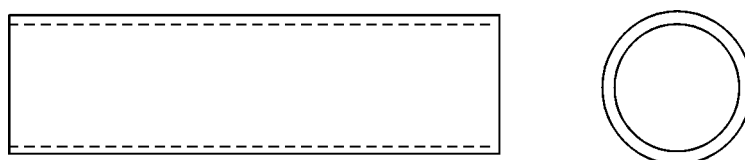
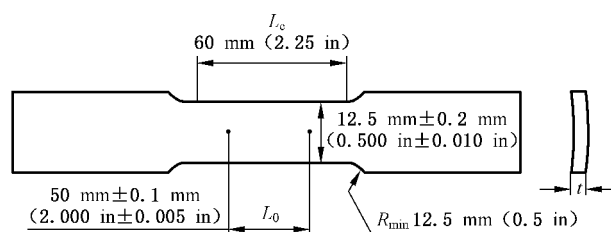


图 1 全截面试样



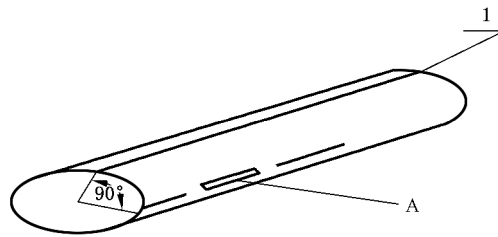
说明:

L_c —— 平行长度;

L_0 —— 原始标距;

R_{\min} —— 过渡圆弧半径。

图 2 板状试样



说明:

- 1 —— 焊缝;
- A —— 表示纵向试样。

图 3 板状拉伸试样的取样位置和方向

9.3.2 压扁试验

9.3.2.1 试验方向

一组压扁试验由焊缝在 0°位置的试验和焊缝在 90°位置的试验组成。

9.3.2.2 取样位置

应在下列位置取样:

- a) 应从单根连续油管的每一端取样进行一组压扁试验;
- b) 因机组停车或存在有缺陷的纵向焊缝,在将受影响管段切除的情况下,应在可用端取样进行一组压扁试验。

9.3.3 扩口试验

9.3.3.1 总则

扩口试验取样频次如下:

- a) 应按照 GB/T 242 的要求,对单根连续油管的每一端进行一次扩口试验;
- b) 机组停车或存在有缺陷的纵向焊缝,在将受影响管段切除的情况下,应在可用端取样进行一组扩口试验。

9.3.3.2 扩口试验试样

试样长度约为 101.6 mm,顶芯锥度应为 60°。试验前可去除内毛刺。

9.3.3.3 扩口试验内径要求

试样扩口后,CT55、CT60、CT70、CT80 和 CT90 钢级最小内径 (ID_f)按式(3)计算,CT100 和 CT110 钢级最小内径 (ID_f)按式(4)计算。扩口后试样不应出现裂纹。

$$ID_f = 1.25 \times ID \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$ID_f = 1.21 \times ID \quad \dots\dots\dots(4)$$

9.3.4 硬度试验

应按照 10.4 的要求进行硬度试验。

9.3.5 冲击试验

应按照 7.7 的要求进行冲击试验。

9.4 静水压试验

9.4.1 总则

所有制造工序完成后,应对成品钢管进行静水压试验。应按照 9.4.2~9.4.4 的规定,并根据钢管的规定最小壁厚确定最小试验压力。

9.4.2 静水压试验要求

应在不低于 9.4.4 规定的试验压力下对每根卷取的成品连续油管进行静水压试验,试验时不应出现渗漏。应在清除钢管中所有空气后进行静水压试验。试验压力应符合附录 B 的规定,稳压时间应不少于 15 min。在最后 15 min 的稳压时间内,压力下降应不大于 1.4 MPa。

9.4.3 静水压试验校准

9.4.3.1 静水压试验应配备压力测量与记录系统,且该系统精确到全量程的±0.5%。

9.4.3.2 应选择试验压力数值为该设备全量程 25%~75%的压力传感器和记录装置。

9.4.3.3 显示装置应有足够的数值范围,以便能清楚显示试验。

9.4.3.4 应调整显示数据的记录比例和时间量程,以清晰地显示每次试验的压力趋势。

9.4.3.5 每次使用试验压力测量装置前六个月内,应采用静重压力校准器或等效仪器进行标定。应按照 16.3 的规定保存标定记录。

9.4.3.6 应能提供试验记录或记录曲线以便检查人员进行检查。

9.4.4 试验压力

9.4.4.1 标准试验压力

应按照式(5)计算连续油管的最小试验压力。表 B.1 的试验压力依据式(5)计算。最高试验压力上限为 103.4 MPa。

$$P = 1.60(R_{t0.5} \text{ 或 } R_{t0.2})t_{\min}/D \quad \dots\dots\dots(5)$$

注:本标准的静水压试验压力是产品检验试验压力,不能作为设计压力或工作压力。

9.4.4.2 可替换的试验压力

除购方对试验压力有明确限制外,根据制造商选择,可使用中间试验压力或较高试验压力。购方和制造商协商并在合同中注明,可采用较高试验压力。

9.4.4.3 变径管柱的试验压力

试验压力应限制为该管柱中最小规定壁厚的管段确定的试验压力。

9.4.5 静水压试验液体

应使用试剂对静水压试验用液体进行处理,使液体的 pH 值为 7.0~9.0。静水压试验液体中可加入阻蚀剂。

9.4.6 试验液体的清除

静水压试验完成后,制造商应确保静水压试验液体、通径球规、液体清除器和所有其他残留物从管内完全清除。完成静水压试验后,制造商应使用经验证的液体清除方法来排出液体。订货合同中规定时,应对内表面使用特殊的干燥工艺。

9.5 通径(球规)试验

9.5.1 总则

除订货合同另有规定外,每根成品连续油管柱应采用附录 C 所示尺寸的合适球规进行通径试验。球规通过整根管时不应受到阻碍。

9.5.2 通径(球规)材料

除购方与制造商另有协议且在订货合同中规定外,通径(规)球应由尼龙或钢制成。

9.5.3 变径管柱的通径试验

如果对变径管柱进行通径试验,应由管柱中最小内径管段确定球规尺寸。

9.6 购方检验

购方检验应符合附录 G 的规定。

10 试验方法

10.1 总则

试验方法要求应符合下列相应条款引用标准的规定。有争议时,制造商与购方应协商确定。

注:参考文献列出了其他检验标准。

10.2 化学分析

钢管的化学成分分析取样按 GB/T 20066 的规则进行。化学成分的仪器分析按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 的规定进行,湿法分析按 GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.16、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.67、GB/T 223.81、GB/T 223.86 的规定进行,但仲裁时应按湿法分析的规定进行。已进行的校准应能追溯到已建立的标样。

10.3 拉伸试验

10.3.1 拉伸试验方法应符合 GB/T 228.1 的规定。拉伸试验应在室温下进行,并测定屈服强度、抗拉强度和断后伸长率。

10.3.2 应按照 JJG 475 要求在试验前 12 个月内校准拉伸试验机。采用引伸计测定屈服强度时,应按照 JJG 762 的规定在试验前 12 个月内校准引伸计。

10.4 硬度试验

10.4.1 硬度试验应符合 GB/T 230.1 或 GB/T 4340.1 的规定。

10.4.2 应在标定试块上对硬度计进行校准。校准范围如下:

- a) CT110 钢级:30 HRC~35 HRC;
- b) CT100 钢级:25 HRC~30 HRC;
- c) CT90 及以下钢级:20 HRC~25 HRC。

10.4.3 硬度换算应符合 GB/T 33362 的规定。硬度水平低于 20 HRC 时可使用洛氏硬度 B 标尺(HRB)。可使用维氏硬度试验方法检验硬度,并将读数转换为洛氏硬度 HRB 或 HRC。

10.4.4 应在单根钢管的起始端和末端,以及机组停车时对应的钢管位置处取样进行硬度试验。硬度读数的特定位置如图 4 所示。

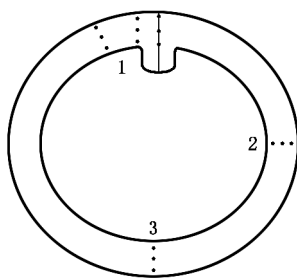


图 4 全壁厚硬度试验压痕位置

10.4.5 应按照下列要求进行试验:

- a) 应在距离适用表面 1.0 mm~2.5 mm 范围内开始硬度压痕打点;
- b) 至少应在焊缝、热影响区和管体上测量硬度(如图 4 位置 1);
- c) 应在每个位置处取三个显微硬度压痕(靠近外表面、壁厚中部、靠近内表面)的平均硬度值作为该位置的硬度值;
- d) 购方与制造商协商并在合同中注明时,可在钢管的特殊指定位置进行硬度试验(典型位置如图 4 所示的 2 和 3 位置);
- e) 硬度压痕打点之间的距离至少应为维氏压痕对角线长度的 3 倍;
- f) 当壁厚较小,无法按照 a)~e) 规定进行硬度试验时,压痕位置、数量和方法由制造商与购方协商确定。

10.4.6 每个硬度试块或环象限各区域的第一个显微硬度压痕可忽略。

10.4.7 适用时,应报告 HRC 或 HRB 硬度值(实际值和换算值)。洛氏硬度读数和数值应修约到最邻近的 0.5 个洛氏硬度。

10.5 晶粒度测定

订货合同规定时,应按照 GB/T 6394—2017 的规定,采用金相法测定钢管的晶粒度。应报告晶粒度级别及测定方法。

10.6 冲击试验

订货合同规定时,在能截取冲击试样的情况下,应按照 GB/T 229 的规定进行夏比 V 型缺口冲击试验(见 7.7)。

10.7 压扁试验

压扁试验方法应符合 GB/T 246 的规定。

11 无损检测(NDT)

11.1 总则

本章规定的无损检测内容适用于钢管制造过程中的在线检测。附录 F 规定的无损检测适用于静水压试验后的补充检测。无损检测要求应符合下列相应条款引用标准的规定。仲裁时,制造商与购方协商确定检测要求。

注:参考文献列出了其他无损检测标准。

11.2 无损检测对比标样验证

订货合同规定时,在生产期间,制造商应为购方或其代表安排一次验证试验。应采用生产过程中的钢管或制造商为此目的而保留的类似样管进行验证试验,样管上应有 11.6.2、11.8.2、表 14 或表 15 以及附录 F 所述特征的自然缺陷或人造缺陷。订货合同规定由购方检验时,应符合附录 G 中的规定。

11.3 人员资质

11.3.1 应按照 GB/T 9445 或相应标准对无损检测人员进行鉴定。任一方法鉴定合格的检验人员如未从事该 NDT 方法工作超过 12 个月,应对其重新鉴定。

11.3.2 应由 I、II 或 III 级资质人员进行 NDT。

11.3.3 I 级人员对指示结果进行评定时,应在 II 级或 III 级资质人员的监督下进行;或者直接由 II 级或 III 级资质人员进行评定。

11.4 检测标准

除表面(见 11.5.1)和壁厚检查外,应按照下列相应标准规定进行检测:

- 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 SY/T 6423.8;
- d) 超声检测(焊缝),SY/T 6423.2;
- 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。

11.5 无损检测方法

11.5.1 表面检测

11.5.1.1 应采用与外观检验相当的方法对钢带或钢管的表面缺陷进行检测。也可使用经证实的具有检验表面缺陷能力的光学方法或电磁方法进行检测。

11.5.1.2 如果在焊缝检查和缺欠探明的检验中进行外观检验,则应由经过表面缺欠检测和评定培训的人员进行,且该人员具有符合 GB/T 9445 规定的相应视觉敏锐度。

11.5.2 钢带对接焊缝检测

应以钢带状态对钢带对接焊缝进行射线检测,检测应符合 11.6 的规定。经购方和制造商协商,并在订货合同中注明,可采用超声、磁粉或液体渗透等其他检测方法。

11.5.3 管体纵向焊缝检测

应按照 11.8 规定,采用超声或者电磁方法对焊缝全长(100%)进行检测。检测设备在车间的位置由制造商确定。

11.5.4 管管对接焊缝检测

应采用射线方法或超声波方法对管管对接焊缝进行检测。经购方和制造商协商并在订货合同中注明,管管对接焊缝可采用磁粉或液体渗透等其他检测方法。

11.5.5 静水压试验后全管体检测

经购方和制造商协商,并在订货合同中注明,钢管静水压试验后可按照附录 F 进行无损检测。

11.6 钢带对接焊缝和管管对接焊缝的射线检测

11.6.1 射线检测设备

应采用射线方法检测钢带对接焊缝和管管对接焊缝。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 射线投射到检测器的荧光屏,通过数字媒介产生永久记录。

11.6.2 射线检测像质计

11.6.2.1 总则

除订货合同另有规定外,线型像质计的制造和标识应符合 GB/T 19803 的规定。经购方和制造商协商,只要能获得同等或更高的灵敏度,也可使用其他标准的像质计。

11.6.2.2 线型像质计

线型像质计应符合 GB/T 23901.1 或 JB/T 7902 的规定,以及表 13 和表 14 中所列相应壁厚的 W6~W12 FE 或 W10~W16 FE 规定。当像质计横跨焊缝放置时,应根据规定壁厚与放置像质计处的焊缝余高估计值(不超过最大允许值)之和确定使用的金属丝直径。当像质计置于母材上时,应根据规定壁厚确定使用的金属丝直径。

表 13 4%金属丝像质计

| 金属丝号码 # | 壁厚 | | 金属丝直径 | |
|------------|------------|--------------|-------|-------|
| | mm | in | mm | in |
| W6~W12 FE | | | | |
| 9 | >10.2~12.7 | >0.400~0.500 | 0.50 | 0.020 |
| 10 | >8.3~10.2 | >0.325~0.400 | 0.40 | 0.016 |
| 11 | >6.4~8.3 | >0.250~0.325 | 0.32 | 0.013 |
| 12 | >5.1~6.4 | >0.200~0.250 | 0.25 | 0.010 |
| W10~W16 FE | | | | |
| 10 | >8.3~10.2 | >0.325~0.400 | 0.40 | 0.016 |
| 11 | >6.4~8.3 | >0.250~0.325 | 0.32 | 0.013 |
| 12 | >5.1~6.4 | >0.200~0.250 | 0.25 | 0.010 |
| 13 | >4.1~5.1 | >0.162~0.200 | 0.20 | 0.008 |
| 14 | >3.2~4.1 | >0.125~0.162 | 0.16 | 0.006 |
| 15 | >2.5~3.2 | >0.100~0.125 | 0.13 | 0.005 |
| 16 | >2.0~2.5 | >0.080~0.100 | 0.10 | 0.004 |

表 14 2%金属丝像质计

| 金属丝号码 # | 壁厚 | | 金属丝直径 | |
|------------|------------|--------------|-------|-------|
| | mm | in | mm | in |
| W6~W12 FE | | | | |
| 12 | >10.1~12.7 | >0.400~0.500 | 0.25 | 0.010 |
| W10~W16 FE | | | | |
| 10 | >16.2~20.3 | >0.625~0.800 | 0.40 | 0.016 |
| 11 | >12.7~16.2 | >0.500~0.650 | 0.32 | 0.013 |
| 12 | >10.1~12.7 | >0.400~0.500 | 0.25 | 0.010 |
| 13 | >8.3~10.1 | >0.325~0.400 | 0.20 | 0.008 |
| 14 | >6.4~8.3 | >0.250~0.325 | 0.16 | 0.006 |
| 15 | >5.1~6.4 | >0.200~0.250 | 0.13 | 0.005 |
| 16 | >4.1~5.1 | >0.160~0.200 | 0.10 | 0.004 |

11.6.2.3 孔型像质计

孔型像质计应符合 GB/T 23901.2 的要求。经购方和制造商协商,并在订货合同中注明,可改变像质计的灵敏度。

11.6.3 像质计的使用频次

11.6.3.1 对每个钢带对接焊缝和管管对接焊缝进行射线检测时,应使用像质计对射线技术的灵敏度和可靠性进行检查。

11.6.3.2 使用像质计对射线技术的灵敏度进行调节时,钢带或钢管应保持在固定位置。线型像质计的单根丝清晰可辨时,即达到了合适的清晰度和灵敏度。

11.6.4 射线检测验收极限

射线检测应能检查出 11.6.5 所述的焊缝缺欠和缺陷。

11.6.5 缺陷类型

射线检测中发现的裂纹、气孔、未焊透和未熔合应视为缺陷。

11.6.6 缺陷的处置

采用射线检测发现的带有任何焊缝缺陷的钢管应被拒收。有缺陷的钢管应按照 11.10 的规定进行处置。

11.7 焊缝的其他无损检测方法

11.7.1 总则

所有焊缝应无面型缺陷。采用任何方法发现的有裂纹钢管或面型缺陷钢管均应被拒收。

11.7.2 钢带对接焊缝和管管对接焊缝的超声检测

当订购合同规定时,应以钢带或钢管的状态,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,不允许有可重复的体积型或线性缺陷信号。参考反射体刻槽与边平行,最大长度应为 6.4 mm 或 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)。

11.8 纵向焊缝的超声检测和电磁检测

11.8.1 设备

应使用超声波原理或电磁原理设备,且该设备能够对焊缝全厚度进行连续不间断检测。在单根钢管生产前和生产后,应采用 11.8.2.1 规定的适当对比标样对设备进行标定,以证实检测设备的有效性 & 检测工艺。当检测设备模拟产品检测方式扫查对比标样时,应调整检测设备,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。

11.8.2 管体纵向焊缝的对比试块

11.8.2.1 总则

对比标样应符合下列规定:

- 对比标样的外径和壁厚应与被检钢管规定直径和壁厚一致,长度可由制造商视情况确定。
- 对比标样的内表面和外表面应分别有如图 5 所示的机加工刻槽或径向钻孔。非 11.8.2.2 规定的参考反射体应经制造商与购方协商确定。
- 应对对比标样进行鉴定,应按照文件化的程序对参考反射体的尺寸和类型进行校验。
- 制造商应使用文件化的程序确定超声检测或电磁检测的拒收门限。应在正常操作条件下对参考反射体进行检测。由制造商选择在线检验或离线检验,应模拟受检测的钢管,使钢管与传感器之间以一定的速度移动,动态证明上述能力。

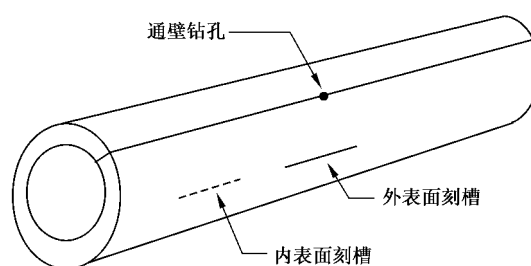


图 5 NDT 对比标样

11.8.2.2 对比刻槽和对比钻孔

对比刻槽和对比钻孔应符合下列规定:

- 刻槽之间应相隔一定距离,以产生分离的可辨别的信号;
- 刻槽可位于焊缝上或邻近焊缝,或与焊缝平行;
- 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,最大长度应为 12.7 mm,刻槽深度允许偏差应为计算刻槽深度的 $\pm 10\%$;
- 钻孔应为直径 0.8 mm 或 1.6 mm 的圆柱孔,并按照订货合同要求,钻孔可以是部分穿透壁厚或全部穿透壁厚。

注：上述标样为较方便地校准无损检测设备的对比试块。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。

11.8.3 鉴定系统能力的记录

应保留检测系统的记录,以证实已采用 11.8.2 规定的参考反射体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、人员资质以及检测参考反射体系统能力的动态试验数据。

11.8.4 验收极限

参考反射体产生合格极限的信号高度见表 15。如果缺欠产生的信号高度大于表 15 规定的合格信号高度,则该缺欠应判为缺陷,除非制造商能够证明该缺欠未超过 8.4.2.2 或 8.7 相应条款的规定。

表 15 合格极限

| 参考反射体 | 尺寸 mm | 合格极限信号 % |
|--------------------------------|----------|-------------|
| L3 刻槽 ^a | 见 11.7.2 | 80 |
| 钻孔 | 0.8 | 80 |
| 钻孔 | 1.6 | 80 |
| ^a L3 刻槽深度为 10%规定壁厚。 | | |

11.8.5 补焊

不应对任何检测方法发现的管体纵向焊缝缺陷进行补焊。

11.9 磁粉和液体渗透检测

11.9.1 总则

对于管端、焊缝外表面以及管体外表面已探明的缺欠,制造商应选择进行磁粉检测或液体渗透检测。

11.9.2 设备

11.9.2.1 磁粉检测设备应能产生足够强度的磁场,磁场方向与缺欠垂直。磁粉检测应能检测到钢管外表面上的缺欠,包括开焊、部分或不完全熔合、焊缝间断、裂纹、裂缝、折叠和重皮。应按照 GB/T 15822.1 和 GB/T 26951、GB/T 26952 进行磁粉检测。

11.9.2.2 液体渗透检测设备应能检测 11.9.2.1 所述缺欠。应按照 GB/T 18851.1 和 GB/T 26953 进行液体渗透检测。

11.9.3 验收极限

制造商应在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。当要求去除金属以确定缺欠的深度时,应将缺欠彻底去除或切除。

11.10 缺陷和缺欠的处置

11.10.1 缺陷的处置

含有一个或多个缺陷的钢管和焊缝应按照下列任一种方法处置:

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/596153123010011003>