

ICS 75.180 ; 23.040.10 ; 77.140.75
CCS E 98 ; H 48

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5037—2023

代替 SY/T 5037—2018

普通流体输送管道用埋弧焊钢管

Submerged arc-welded steel pipe for common fluid service pipeline

2023—10—11 发布

2024—04—11 实施

国家能源局 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	2
5 尺寸、外形及质量	2
5.1 外径和壁厚	2
5.2 长度	3
5.3 不圆度	3
5.4 直度	3
5.5 管端	3
5.6 钢管质量	5
6 技术要求	5
6.1 制造方法	5
6.2 钢级	6
6.3 化学成分	6
6.4 力学性能	6
6.5 静水压试验	6
6.6 钢管承插式柔性接口的密封性型式试验	7
6.7 焊接接头酸蚀检查	7
6.8 无损检测	7
6.9 外观质量	9
6.10 其他表面缺陷和缺欠	10
6.11 缺欠和缺陷的处置	10
6.12 修磨和修补要求	11
7 检验和试验方法	11
7.1 化学分析	11
7.2 拉伸试验	11
7.3 冲击试验	11
7.4 导向弯曲试验	11
7.5 静水压试验	11
7.6 焊接接头酸蚀检查	11
7.7 无损检测	12

SY/T 5037—2023

8 检验规则	12
8.1 表面和尺寸检验	12
8.2 母材化学成分	12
8.3 拉伸试验	13
8.4 冲击试验	13
8.5 导向弯曲试验	13
8.6 焊接接头酸蚀检查	13
8.7 无损检测	13
9 涂层、标志和质量证明书	13
9.1 涂层	13
9.2 标志	14
9.3 质量证明书	14
附录 A (规范性) X 射线检测	15

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。

本文件代替 SY/T 5037—2018《普通流体输送管道用埋弧焊钢管》，与 SY/T 5037—2018 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了承插接口相关术语和定义（见 3.2 和 3.3，2018 年版的 3.2 和 3.3）；
- b) 更改了钢管公称外径和公称壁厚的范围（见 5.1.1、表 2，2018 年版的 5.1.1 和表 2）；
- c) 更改了外径大于 1422mm 钢管管体和管端外径的偏差要求，增加了“对于所有规格的钢管， π 的取值宜为 3.14”（见 5.1.2、表 1，2018 年版的 5.1.2 和表 1）；
- d) 更改了管端不圆度要求（见 5.3，2018 年版的 5.3）；
- e) 增加了局部直度的要求（见 5.4）；
- f) 增加了管端切斜的测量方法（见 5.5.2）；
- g) 删除了板宽与管径之比的要求（见 2018 年版的 6.1.1.2）；
- h) 更改了钢带对头焊缝的协议内容（见 6.1.2.1，2018 年版的 6.1.2.1）；
- i) 更改了对接管定义的范围，同时增加了对接管的技术要求的内容（见 6.1.3，2018 年版的 6.1.3）；
- j) 更改了钢管承插接口的表述内容（见 6.1.4.1，2018 年版的 6.1.4.1）；
- k) 增加了 20# 钢牌号的内容（见 6.2）；
- l) 增加了管体拉伸性能要求（见 6.4.1、7.2）；
- m) 更改了夏比冲击要求（见 6.4.2、7.3，2018 年版的 6.4.2、7.3）；
- n) 更改了导向弯曲试验弯芯直径的要求，同时增加了反弯试验（见 6.4.3，2018 年版的 6.4.3）；
- o) 增加了端面密封水压试验的要求（见 6.5.2）；
- p) 更改了无损方法代替水压试验的表述内容及管径范围（见 6.5.4，2018 年版的 6.5.4）；
- q) 增加了对接钢管静水压试验的要求（见 6.5.5）；
- r) 更改了 X 射线检测的验收标准的要求（见 6.8.2.1，2018 年版的 6.8.2.1）；
- s) 更改了超声检测的范围（见 6.8.3，2018 年版的 6.8.3）；
- t) 更改了焊缝余高的要求（见 6.9.3，2018 年版的 6.9.3）；
- u) 更改了错边的要求（见 6.9.4，2018 年版的 6.9.4）；
- v) 更改了补焊焊缝长度的要求（见 6.12.3，2018 年版的 6.12.3）；
- w) 更改了焊接接头拉伸试验批及频次的内容（见 8.3.2，2018 年版的 8.3.1）；
- x) 更改了导向弯曲试验批定义及复验的内容（见 8.5，2018 年版的 8.5）。

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。

本文件由石油工业标准化技术委员会石油管材专业标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：宝鸡石油钢管有限责任公司、中油国家石油天然气管材工程技术研究中心有限公司、华油钢管有限公司、资阳石油钢管有限公司、内蒙古君诚兴业管道有限责任公司、辽河石油勘探局有限公司物资分公司、宝鸡钢管克拉玛依有限公司。

本文件主要起草人：付宏强、张锦刚、薛磊红、毕宗岳、牛辉、李汝江、刘云、刘成坤、田均平、祝少华、郭凤勇、李瀚涛、王晓颖、席少鹏、王一岑、刘耀民、陈玉枝、高霞、张超、孙少卿。

SY/T 5037—2023

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1983年首次发布为 SY/T 5037—1983，1992年第一次修订，2000年第二次修订，2012年第三次修订，2018年第四次修订；
- 本次为第五次修订。

普通流体输送管道用埋弧焊钢管

1 范围

本文件规定了普通流体输送管道用埋弧焊钢管（包括直缝埋弧焊钢管和螺旋缝埋弧焊钢管，以下简称“钢管”）的尺寸、外形、质量、技术要求、检验和试验方法、检验规则、涂层、标志和质量证明书等内容。

本文件适用于水、空气、采暖蒸汽等普通流体输送管道用钢管，也适用于具有类似要求的其他流体输送管道用钢管。

本文件也适用于输水工程（长距离引水、市政给排水及农业灌溉管道工程等）用承插式接口管道用钢管。

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 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223（所有部分） 钢铁及合金化学分析方法
- 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 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2651 金属材料焊缝破坏性试验横向拉伸试验
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- 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 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 13295 水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件
- GB/T 14164 石油天然气输送管用热轧宽钢带
- GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准
- GB/T 21237 石油天然气输送管用宽厚钢板
- GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
- 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 40385 钢管无损检测 焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测
- GB/T 40791 钢管无损检测 焊接钢管焊缝缺欠的射线检测

ISO 10893-8 钢管无损检测 第 8 部分：无缝和焊接钢管分层缺欠的自动超声波检测 (Non-destructive testing of steel tubes—Part 8: Automated ultrasonic testing of seamless and welded steel tubes for the detection of laminar imperfections)

ISO 10893-11 钢管无损检测 第 11 部分：焊接钢管焊缝纵向和 / 或横向缺欠的自动超声波检测 (Non-destructive testing of steel tubes—Part 11: Automated ultrasonic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections)

3 术语和定义

GB/T 13295 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢管承插柔性接口 spigot gasket flexible joint for steel pipe

通过在钢管承口或插口处放入橡胶密封圈，然后施力将管端插入，形成一个能适应一定范围水压和位移的封闭管道的连接接口。

3.2

一体成型承插接口 integrated forming socket/plug joint

采用扩张成型或辊压成型工艺，直接在钢管端口加工成承口 / 插口的管道连接接口。

3.3

焊接成型承插接口 welding forming socket/plug joint

采用搭接焊技术，将承口或插口焊接于钢管端口形成管道连接接口。

4 符号

下列符号适用于本文件。

D ——钢管公称外径，单位为毫米 (mm)；

H ——焊缝余高，单位为毫米 (mm)；

L ——单根钢管长度，单位为毫米 (mm)；

M ——钢管单位长度质量，单位为千克每米 (kg/m)；

p ——静水压试验压力，单位为兆帕 (MPa)；

S ——静水压试验环向应力，单位为兆帕 (MPa)；

t ——钢管公称壁厚，单位为毫米 (mm)。

5 尺寸、外形及质量

5.1 外径和壁厚

5.1.1 钢管公称外径应不小于 219mm，公称壁厚 $t \geq 5.2\text{mm}$ 。钢管公称外径和公称壁厚应符合 GB/T 21835 的相关要求。经供需双方协商，也可选用其他外径和壁厚。

5.1.2 钢管外径偏差应符合表 1 的要求。宜采用周长法使用钢卷尺测量外径，也可使用环规、卡规、卡尺或光学测量仪器测量直径。对于外径不小于 508mm 的钢管，有争议时，应采用钢卷尺进行仲裁。对于所有规格的钢管， π 的取值宜为 3.14。

注：钢管外径为在任一圆周平面的钢管周长除以 π 。

5.1.3 钢管壁厚偏差应符合表 2 的要求。可采用壁厚千分尺或其他具有相应精度的无损检测装置测

量，发生争议时应以壁厚千分尺的测量结果为准。

表 1 钢管外径偏差

单位为毫米

公称外径 D	允许偏差 ^a	
	管体	管端 ^b
219 ~ 610	$\pm 1.00\%D$	$\pm 0.75\%D$ 或 ± 2.5 ，取较小值
> 610 ~ 1422	$\pm 0.75\%D$	$\pm 0.50\%D$ 或 ± 3.5 ，取较小值
> 1422	除另有协议外， $\pm 0.50\%D$	除另有协议外， $\pm 0.30\%D$
^a 钢管外径偏差换算为周长后，可修约到最邻近的 1mm。 ^b 管端为距钢管端部 100mm 范围内的钢管。		

表 2 钢管壁厚偏差

单位为毫米

公称壁厚 t	5.2 ~ 15.0	> 15.0
偏差	$\pm 10.0\%t$	± 1.5

5.2 长度

5.2.1 钢管通常长度为 6m ~ 12m。经购方与制造商协商，可供应其他长度的钢管。

注：直缝埋弧焊钢管最大长度由制管用钢板的长度确定，螺旋缝埋弧焊钢管最大长度受制造场所和运输工具限制。

5.2.2 钢管定尺长度应在通常长度范围内，定尺钢管长度的极限偏差为 $\pm 500\text{mm}$ 。经购方与制造商协商，可供应更严极限偏差的精定尺钢管。

5.3 不圆度

在交货状态下测量管端不圆度，如双方协议，也可在带支撑交货状态下测量。除另有协议外，在管端 100mm 长度范围内，对于 $D \leq 1422\text{mm}$ ，钢管不圆度应不大于 $2\%D$ ；对于 $D > 1422\text{mm}$ ，不圆度应不大于 $1.5\%D$ 。采用能够测量最大和最小外径的卡尺、杆规或其他测量工具测量。

注：不圆度是钢管同一横截面上径向外径的不等程度。不圆度通常以钢管在同一横截面上最大实测外径与最小实测外径的差值，相对于外径（公称外径或实测外径平均值）的百分比表示。

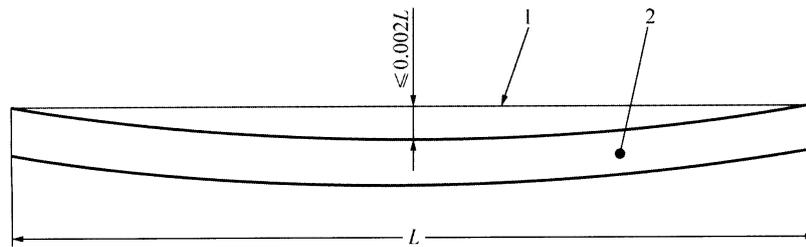
5.4 直度

钢管全长相对于直线的总偏离不应大于 $0.002L$ （即 $0.2\%L$ ）。可按图 1 要求，从钢管侧表面平行于钢管轴线从一端至另一端拉一根细线或细钢丝，测量拉紧的线或丝至钢管侧表面的最大距离。在每个管端 1.5m 长度范围内的钢管相对于直线的局部偏离应不大于 3.2mm，如图 2 所示。

5.5 管端

5.5.1 通则

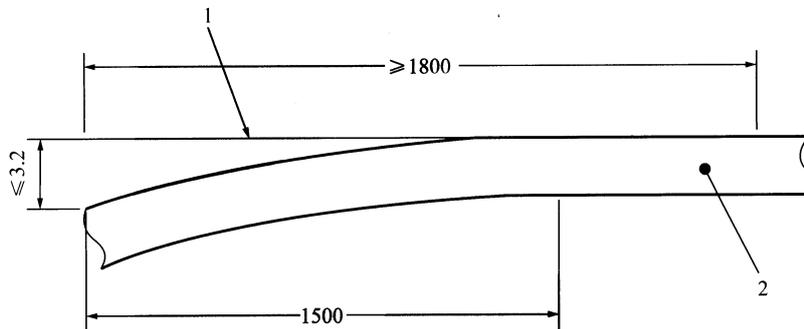
按本文件交货的钢管可为平端钢管或承插接口钢管。平端钢管应符合 5.5.2 的规定。钢管承插柔性接口可在管端直接成型，管端其他要求应符合制造商与购方的协议。



标引序号说明：
1——拉紧的线或钢丝；
2——钢管。

图 1 钢管全长直度测量

单位为毫米



标引序号说明：
1——直线；
2——钢管。

图 2 端部直度测量

5.5.2 平端

5.5.2.1 管端切斜定义为钢管端面的垂直程度。切斜量通过测量钢管端面与管端臂之间的最大间隙获得。切斜量不应超过以下规定：

- $D < 813\text{mm}$ 钢管，切斜极限偏差为 1.6mm；
- $D \geq 813\text{mm}$ 钢管，切斜极限偏差为 3.0mm。

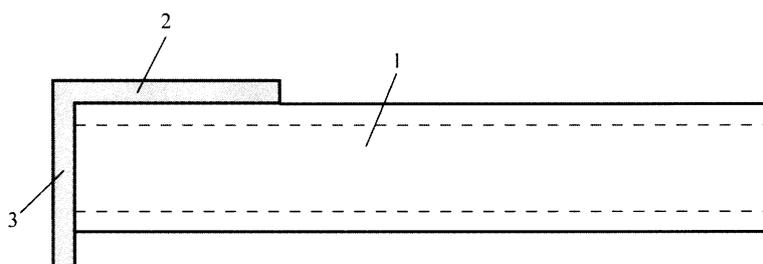
5.5.2.2 对于外径不小于 610mm 钢管，应对距离管端至少 610mm 范围的管段测量管端切斜。

5.5.2.3 对于外径小于 610mm 钢管，由制造商选择对某一长度范围管段（距离管端）测量管端切斜，该管段长度应介于 610mm 和该钢管直径之间。

5.5.2.4 管端切斜可采用直角仪（图 3 所示）或其他被证实能正确测量切斜的设备进行测量。采用固定直角仪测量切斜时，管体臂的长度至少应为 5.5.2.2 或 5.5.2.3 或 305mm 中的最大数值。管端臂长度至少应为被测钢管外径数值。

5.5.2.5 $t > 5.2\text{mm}$ 的平端钢管管端应加工焊接坡口。坡口角度为 $30^\circ \text{ } ^{+5^\circ}_0$ ，钝边为 $1.6\text{mm} \pm 0.8\text{mm}$ 。以钢管轴线的垂线为基准测量坡口角。

5.5.2.6 经购方与制造商协商，钢管可以其他角度的坡口或以平头交货。



标引序号说明：

- 1——钢管；
2——管体臂；
3——管端臂。

图3 采用固定直角仪示意图

5.6 钢管质量

5.6.1 钢管单位长度质量应按公式（1）计算：

$$M=0.02466(D-t)t \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.6.2 钢管既可按理论质量交货，也可按实际质量交货。交货方式由供需双方协商，并在合同中注明。按理论质量交货时，理论质量为钢管长度与钢管单位长度质量 M 的乘积。按实际质量交货时，单根钢管实际质量和理论质量的偏差不应超过 $-5\% \sim +10\%$ 。质量大于 $18t$ 的钢管批实际质量和理论质量的偏差不应超过 -3.5% 。

6 技术要求

6.1 制造方法

6.1.1 钢管成型

钢管采用热轧钢带 / 板做原料，经常温成型，并采用自动埋弧焊法（终焊）将对缝焊接在一起。内、外埋弧焊缝各不少于一道。

6.1.2 钢带对头焊缝

6.1.2.1 螺旋缝埋弧焊钢管上可存在钢带对头焊缝。除另有协议外，钢带对头焊缝与管端的距离不应小于 300mm ，或者钢带对头焊缝位于管端，钢带对头焊缝与管端螺旋焊缝之间的环向间隔不应小于 150mm 。钢带对头内、外焊缝应各不少于一道。

6.1.2.2 钢带对头焊缝的余高可去除，但去除后的焊缝表面不应低于钢带原始表面。

6.1.3 对接管

6.1.3.1 可将同管型、同一规格、同一钢级的 2 段或 3 段短管对焊成为一根钢管，短管的长度不应小于 1.5m 。应协议确定对接管所占比例。

6.1.3.2 对接环向焊缝两侧的钢管焊缝应错开，螺旋焊缝环向距离不应小于 150mm 。直焊缝环向间隔应为 $50\text{mm} \sim 200\text{mm}$ 。

6.1.3.3 对接环向焊缝应采用埋弧自动焊、气体保护焊等填充金属焊接方法焊接。

6.1.3.4 对接管及钢管对接焊缝应符合本文件的要求。

6.1.4 钢管承插柔性接口

6.1.4.1 钢管承插柔性接口的成型方法包括一体成型承插接口（扩胀或辊压）、焊接成型承插接口等。一体成型承插接口和焊接成型承插接口的密封形式有单胶圈密封和双胶圈密封，密封胶圈有 T 型胶圈、A 型胶圈、O 型胶圈等。

6.1.4.2 承插柔性接口钢管的焊接材料及橡胶密封圈应符合双方协议要求。

6.1.4.3 用于输送饮用水的钢管除符合本文件要求外，还应符合 GB/T 17219 的相关要求。

6.2 钢级

钢管选用 GB/T 699 中的 20 #，GB/T 700 中的 Q195、Q215 和 Q235 钢材焊制，或选用 GB/T 1591 或 GB/T 14164、GB/T 21237 等文件中的其他焊接性良好的钢材。给排水工程承插柔性接口钢管的钢级不应低于 Q235。

6.3 化学成分

制管用钢材的化学成分应符合 6.2 规定的钢带 / 板标准的要求，产品分析允许偏差应符合 GB/T 222 的相关规定。

6.4 力学性能

6.4.1 拉伸性能

钢管应进行拉伸试验。管体的拉伸性能不应小于 6.2 中材料的性能。焊接接头的抗拉强度不应小于 6.2 中相应钢带 / 板标准规定抗拉强度的最小值。

6.4.2 夏比冲击

订货合同规定时，钢管应进行夏比冲击试验，试验温度和性能指标要求应符合合同规定。

6.4.3 导向弯曲

应进行正面导向弯曲试验。用户有要求时，应进行反弯试验。试样应从钢管上垂直焊缝（包括直缝钢管的焊缝、螺旋缝钢管的螺旋焊缝和钢管对接焊缝）截取，焊缝位于试样的中间，试样上不应有补焊焊缝，焊缝余高应去除。试样弯曲 180°，弯芯直径应不大于钢管公称壁厚的 8 倍。试验过程中，出现在试样边缘且长度小于 6.4mm 的裂纹不应作为拒收依据。试验后，应符合如下规定：

- a) 试样不应完全断裂；
- b) 试样上焊缝金属中不应出现长度大于 3.2mm 的裂纹或破裂，不考虑深度；
- c) 母材、热影响区或熔合线上不应出现长度大于 3.2mm 的裂纹或深度大于壁厚 10% 的裂纹或破裂。

6.5 静水压试验

6.5.1 每根钢管应由制造商进行静水压试验，试验压力不应低于 6.5.2 的规定，试验过程中应无渗漏现象。

6.5.2 钢管静水压试验压力应按公式（2）计算。计算结果精确到 0.1MPa。

$$p=2St/D \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中 S 等于表 3 所示百分数与钢管规定最小屈服强度的乘积。

如果在静水压试验中采用了产生轴向压应力的端面密封堵头，当规定试验压力产生的环向应力大于规定最小屈服强度的 80% 时，应按 GB/T 9711 的相关规定执行。

注：静水压试验的试验压力是指钢管生产工艺检查压力，并非为管道设计提供依据。

6.5.3 $D < 508\text{mm}$ 的钢管的静水压试验压力稳压时间不应少于 5s， $D \geq 508\text{mm}$ 的钢管稳压时间不应少于 10s。

6.5.4 除另有协议外，对于 $D > 1422\text{mm}$ 的钢管，可采用对焊缝全长进行超声检测或射线检测的方法代替静水压试验，并符合 6.8 的规定。

6.5.5 如果用来焊制对接钢管的管段在对接前已成功通过静水压试验，经协议，对接钢管可不进行静水压试验。

6.6 钢管承插式柔性接口的密封性型式试验

钢管承插式柔性接口应进行密封性型式试验，并符合购方与制造商的协议要求。

注：密封性型式试验为设计验证试验，承插式钢管的型式试验是对接口设计方案所达到的密封性的验证试验。

表 3 用于确定 S 的规定最小屈服强度百分数

钢管最小屈服强度 MPa	规定外径 D mm	确定 S 的规定最小屈服强度百分数 %
≤ 210	≥ 219	60 ^a
235 ~ 275		60 ^a
≥ 290		80 ^b
^a 试验压力不宜大于 19.0MPa。 ^b 试验压力不宜大于 20.5MPa。		

6.7 焊接接头酸蚀检查

在钢管生产过程中应进行螺旋焊缝或直焊缝焊接接头断口磨片酸蚀检查。焊缝不应有未熔合、未焊透及目视可见的裂纹缺陷。

6.8 无损检测

6.8.1 无损检测方法

应采用超声检测或 X 射线检测对焊缝进行抽检。合同未规定时，由制造商任选其中一种无损检测方法。

还应采用超声波方法对管端的分层夹杂进行抽检。

6.8.2 焊缝无损检测验收极限

6.8.2.1 X 射线检测

采用 X 射线检测时，焊缝应无裂纹、未熔合及未焊透缺陷。

X 射线检测的焊接缺陷包括圆形缺陷、条形缺陷、根部内凹和根部咬边，其验收要求如下。

a) 圆形缺陷：

- 1) 长宽比不大于3的缺陷定义为圆形缺陷。它们可以是圆形、椭圆形、锥形或带有“尾巴”（在测定尺寸时应包括尾部）等不规则的形状，包括气孔、夹渣和加钨。
- 2) 圆形缺陷用评定区进行评定，评定区域的大小见表4。评定区应选在缺陷最严重的部位。
- 3) 评定圆形缺陷时，应将缺陷尺寸按表5换算成缺陷点数。
- 4) 不计点数的缺陷尺寸见表6。
- 5) 当缺陷与评定区边界线相接时，应把它划入该评定区内计算点数。
- 6) 圆形缺陷的要求见表7。

表4 缺陷评定区

单位为毫米

评定厚度 T	≤ 25	$> 25 \sim 100$	> 100
评定区尺寸	10×10	10×20	10×30

表5 缺陷点数换算表

缺陷长径 mm	≤ 1	$> 1 \sim 2$	$> 2 \sim 3$	$> 3 \sim 4$	$> 4 \sim 6$	$> 6 \sim 8$	> 8
点数	1	2	3	6	10	15	25

表6 不计点数的缺陷尺寸

单位为毫米

评定厚度 T	缺陷长径
≤ 25	≤ 0.5
$> 25 \sim 50$	≤ 0.7
> 50	$\leq 1.4\%T$

表7 圆形缺陷

评定区 mm \times mm	10×10			10×20		10×30
评定厚度 T mm	≤ 10	$> 10 \sim 15$	$> 15 \sim 25$	$> 25 \sim 50$	$> 50 \sim 100$	> 100
允许最大缺陷点数	6	12	18	24	30	36

b) 条形缺陷：

- 1) 长宽比大于3的气孔、夹渣和夹钨定义为条形缺陷；
- 2) 条形缺陷的要求见表8。

c) 根部内凹和根部咬边：钢管根部内凹缺陷和根部咬边的要求见表9。

表 8 条形缺陷

单位为毫米

评定厚度 T	单个条形缺陷长度	条形缺陷总长
$T \leq 9$	6	在平行于焊缝轴线的任意直线上, 相邻两缺陷间距均不超过 $3L$ 的任何一组缺陷, 其累计长度在 $6T$ 焊缝长度内不超过 T
$9 < T < 45$	$\frac{2}{3}T$	
$T \geq 45$	30	
注: 本表中 L 为该组缺陷中最长者的长度。		

表 9 根部内凹和根部咬边缺陷

根部内凹的深度		长度 mm
占壁厚的百分数 %	深度 mm	
≤ 25	≤ 3	不限

6.8.2.2 超声检测

采用超声检测时, 焊缝质量应不低于 ISO 10893-11 中刻槽深度与公称壁厚比为 10% 对应信号的验收等级要求。

6.8.3 管端超声无损检测及验收极限

钢管管端 25mm 宽度区域内应按照 ISO 10893-8 的规定进行超声波检测, 以确认该区域内不存在环向尺寸大于 6.4mm 的分层或夹杂。检测频次同 8.7。

6.9 外观质量

6.9.1 钢管表面质量

钢管表面不应有裂缝、结疤、折叠, 以及其他深度超过公称壁厚下偏差的缺陷。对无法判明深度的缺陷, 应采用修磨法完全清除缺陷后测量剩余壁厚。

扩张成型承插口表面应光滑, 不应有裂纹、褶皱及豁口等缺陷。

6.9.2 摔坑

钢管管壁上不应有深度超过 6.4mm 的摔坑。摔坑长度在任何方向不应大于 $0.5D$ 。凹陷部分带有尖锐划伤时, 凹陷深度不应超过 3.2mm。当凹陷部分带有尖锐划伤时应将尖锐划伤磨去, 但磨后的凹坑深度、长度应符合上述规定, 修磨处剩余壁厚也应符合相应要求。

注: 摔坑深度是指凹陷处最低点与钢管原始轮廓延伸部分之间的距离。

6.9.3 焊缝余高

6.9.3.1 钢管焊缝余高应符合表 10 的要求, 焊缝高度超过规定时可进行修磨。

6.9.3.2 对于平端钢管管端, 根据需要, 可将距管端至少 100mm 长度的内焊缝磨平。对于承插钢管

管端，承口内焊缝和插口外焊缝应打磨平整，且打磨长度大于承插深度。

表 10 焊缝余高

单位为毫米

钢管公称壁厚 t	焊缝余高 H
≤ 13.0	≤ 3.2
> 13.0	≤ 3.5

6.9.4 错边

对于 $t \leq 13.0\text{mm}$ 的钢管，错边（焊缝两侧钢带 / 板边缘的径向错位）不应大于 1.6mm；对于 $t > 13.0\text{mm}$ 的钢管，错边不应大于 $0.125t$ ，最大不超过 2.5mm。

6.9.5 焊偏

只要无损检测的结果表明焊缝完全焊透和熔合，焊偏不应成为拒收的理由。

6.9.6 焊缝缺陷和缺欠

6.9.6.1 焊缝不应有裂纹、断弧、烧穿和弧坑等缺陷。焊缝外形应均匀平整，过渡平缓。

6.9.6.2 钢管上可存在下列尺寸的咬边：

- 最大深度不超过 0.6mm 的任意长度的焊缝咬边；
- 最大深度不超过 0.8mm 且不超过钢管公称壁厚的 12.5%，最大长度为钢管公称壁厚一半的咬边最多允许两处。

6.9.6.3 超过 6.9.6.2 规定的焊缝咬边（缺陷）应采用下列方法处理：

- 深度不超过 0.8mm 且不超过钢管公称壁厚的 12.5% 咬边应修磨；
- 深度超过 0.8mm，或大于钢管公称壁厚的 12.5% 咬边应按 6.11.2 b) 中任一方法处置。

6.10 其他表面缺陷和缺欠

外观检查发现的其他表面缺陷和缺欠应按照如下方法进行处置：

- 深度不大于 $0.15t$ ，且不影响最小壁厚的缺欠准许存在，并按 6.11.1 处置；
- 深度大于 $0.15t$ ，且不影响最小壁厚的缺欠应视为缺陷，并按 6.11.2 a) 处置；
- 影响最小壁厚的缺欠应视为缺陷，并按 6.11.2 b) 处置。

6.11 缺欠和缺陷的处置

6.11.1 未被判为缺陷的缺欠可不经处置保留在钢管上，也可采用修磨方法修整磨除，但剩余壁厚应在规定范围内。

6.11.2 对于各类缺陷，应按下列适用方法进行处理：

- a) 可修整缺陷应用砂轮磨除，但剩余壁厚应在规定范围内。
- b) 不可修整缺陷应按下列任一种方法进行处置：
 - 1) 按 6.12 的要求进行补焊；
 - 2) 在允许长度范围内将有缺陷管段切除；
 - 3) 判整根钢管不合格。

6.12 修磨和修补要求

6.12.1 修磨处应平缓地过渡到钢管原始表面。

6.12.2 钢管母材和焊缝上的缺陷均可修补。修补处应彻底清理，使之符合施焊要求。可采用埋弧焊、焊条电弧焊（手工焊）法等进行补焊。

6.12.3 间隔小于 100mm 的多个焊缝缺陷应当作为一个连续单个焊缝缺陷进行修补。补焊焊缝的最小长度应为 50mm。对于 $219\text{mm} \leq D < 508\text{mm}$ ，一根钢管补焊焊缝总长度不应大于钢管焊缝总长的 10%。对于 $508\text{mm} \leq D < 1422\text{mm}$ ，一根钢管补焊焊缝总长度不应大于钢管焊缝总长的 15%。对于 $D \geq 1422\text{mm}$ ，一根钢管补焊焊缝总长度不应大于钢管焊缝总长的 20%。钢带对接的焊缝补焊不应计算在补焊焊缝长度之内。

6.12.4 应对补焊焊缝进行修磨，修磨后的补焊焊缝应平缓过渡到钢管原始表面。母材补焊修磨后的高度不应大于 1.5mm。

6.12.5 修补后的钢管应按 6.5 进行静水压试验，并按 6.8 进行无损检测。

7 检验和试验方法

7.1 化学分析

7.1.1 化学分析用试样可从成品钢管或钢带 / 板上截取。在钢带 / 板上取样时，取样方法应符合钢带 / 板标准的取样规定；从钢管上取样时，取样位置至焊缝的距离不应小于相邻螺旋焊缝间距的四分之一，或者约处于距直焊缝 90° 处。

7.1.2 化学成分分析应按 GB/T 4336 或 GB/T 223 的相关部分规定进行。如有争议，应以湿法分析结果为准。

7.2 拉伸试验

7.2.1 钢管管体应按 GB/T 228.1 进行拉伸试验。

7.2.2 焊接接头拉伸试样应垂直于焊缝截取。焊缝应位于试样的中部，且应符合图 4 的要求，焊缝余高应去除。可在常温下将试样压平。

7.2.3 除本文件另有规定外，焊接接头拉伸试验应按 GB/T 2651 的要求进行，试验温度为 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ （或常温）。

7.3 冲击试验

应按 GB/T 229 进行冲击试验。取样数量和位置应按 GB/T 9711 的相关规定执行。

7.4 导向弯曲试验

应按 GB/T 2653 进行导向弯曲试验。

7.5 静水压试验

应按 GB/T 241 进行静水压试验。

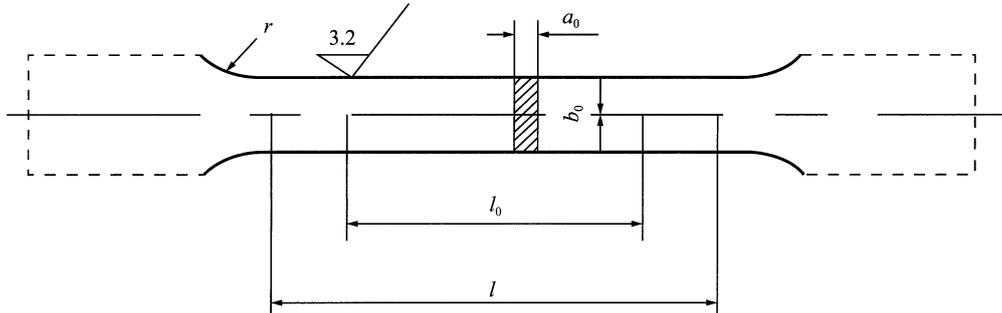
7.6 焊接接头酸蚀检查

7.6.1 螺旋焊缝和直焊缝焊接接头断口酸蚀检查应在焊缝完成后尽快截取、检查。

7.6.2 酸蚀试样应采用气割法从钢管管端截取。酸蚀面应进行磨削加工，磨削面在酸蚀后应能清晰地

观察到熔合线，试验前不应锤击试样或使试样经受变形。

单位为毫米



标引序号说明：

- a_0 ——钢管或钢带 / 板原壁厚；
- b_0 ——平行长度部分宽度，可选取 38mm 和 25mm；
- l_0 ——标距长度，为 50mm；
- l ——平行长度，为 57mm；
- r ——20mm ~ 30mm。

图 4 拉伸试样尺寸

7.7 无损检测

7.7.1 X 射线检测

检测方法应符合附录 A 或其他与附录 A 相当的标准的规定。

7.7.2 超声检测

7.7.2.1 焊缝超声检测应符合 ISO 10893-11 的规定。

7.7.2.2 管端 25mm 宽度区域的超声检测应符合 ISO 10893-8 的规定。

8 检验规则

8.1 表面和尺寸检验

应逐根检查钢管表面质量。每工作班开始及每 10 根至少应随机抽取一根钢管进行尺寸及外形测量。如发现任一根钢管尺寸或外形超过允许偏差，则应对该钢管前和后的所有钢管顺序进行检验，直至连续 3 根钢管尺寸和外形在允许偏差范围内。

8.2 母材化学成分

8.2.1 每一熔炼炉的钢管或钢带 / 板应抽取一个试样进行化学分析。

8.2.2 如果代表一个熔炼炉的钢管或钢带 / 板的试验结果不合格，应从该熔炼炉未检验的钢管或钢带 / 板中抽取两个试验进行复验；如果复验试验结果合格，则除初验不合格的钢管或钢带 / 板外，该熔炼炉钢管或钢带 / 板可判合格；如果复验试验中有一个或两个试验结果不合格，则应对该熔炼炉未检验的钢管或钢带 / 板逐个进行试验。

8.3 拉伸试验

8.3.1 管体拉伸试验的取样数量和位置应符合 GB/T 9711 的相关规定。

8.3.2 焊接接头拉伸试验应从同一制造工艺、同一钢级、同一规格不多于表 11 所列数量的钢管中，抽一根钢管取一个试样进行拉伸试验。

8.3.3 如果代表一批钢管的拉伸试验结果不合格，可从同批钢管中另抽取两根钢管，每根钢管各取一个试样进行复验；如果复验结果均合格，则除初始取样不合格的钢管外，该批钢管可判合格；如果复验试样中有一个试样或两个试样试验结果不合格，应对该批未检验的钢管逐根取样试验。

表 11 试验频次

序号	公称外径 D mm	试验批数量及频次
1	219 ~ 323.9	不超过 200 根钢管为一试验批，每批一次
2	> 323.9 ~ 1422	不超过 100 根钢管为一试验批，每批一次
3	> 1422	除另有协议外，不超过 100 根钢管为一试验批，每批一次

注：钢带对头焊缝及管管对接焊缝试验批为含对头焊缝或对接焊缝且不超过上述数量的钢管批。

8.4 冲击试验

冲击试验批次应符合合同要求。

8.5 导向弯曲试验

8.5.1 导向弯曲试验批定义为同一制造工艺、同一钢级、同一规格的钢管组成，试验批数量及频次应符合表 11 的要求，每试验批一次。

8.5.2 如果试样不符合规定要求，制造商可选择在同一试验批加取的两根钢管上截取试样进行复验。如果这些试样符合规定要求，除初始选取的样管外，该试验批的所有钢管应为可接收的。如果任一复验试样不符合规定要求，制造商可选择对该试验批剩余钢管逐根取样进行试验。对于任一不合格管，制造商也可采用在同端返切并加取两倍试样的方法进行复验。如果加取试样均符合原试验要求，则接收该根钢管。不应再次返切和复验。复验用试样应按照 7.4 的要求截取。

8.6 焊接接头酸蚀检查

首次生产及钢管生产工艺参数调整时，应连续在 2 根钢管上各取一个试样做酸蚀检查。如果第 2 根钢管检查结果不合格，则以后的钢管应逐根取样进行检验，直到合格为止。

8.7 无损检测

每工作班开始生产及钢管生产工艺参数调整时，应对首根钢管的埋弧焊缝全长和管端进行无损检测，正常生产时至少每 10 根钢管中抽 2 根钢管对埋弧焊缝全长和管端进行无损检测。钢带对头焊缝、管管对接焊缝和补焊焊缝应进行焊缝全长无损检测。

9 涂层、标志和质量证明书

9.1 涂层

钢管应以光管（不涂层）方式交货。如果购方要求钢管外表面带临时性涂层交货，购方应在订货

合同中注明。

如果购方要求内外壁防腐涂层时，应在订货合同中规定并符合有关标准要求。

9.2 标志

9.2.1 标志位置

钢管标志位置应符合如下规定：

—— $D < 406.4\text{mm}$ 钢管应从外表面距管端 450mm ~ 750mm 处开始，沿钢管轴向；

—— $D \geq 406.4\text{mm}$ 钢管应从内表面距管端不小于 150mm 处，沿钢管圆周方向。

按 9.2.2 所述内容和顺序，采用模版漆印或自动喷印方法做标志。

9.2.2 标志内容和顺序

标志内容和顺序如下：

- a) 制造商名称或标识；
- b) 本文件编号；
- c) 钢管公称外径，单位为毫米（mm）；
- d) 钢管公称壁厚，单位为毫米（mm）；
- e) 钢管长度，单位为毫米（mm）；
- f) 钢牌号（钢级）；
- g) 年号及管号（生产年号后两位数字后接“#”，并加钢管顺序号）；
- h) 适用时，承插式涂层钢管插口部位的深度，单位为毫米（mm）；
- i) 制造商或购方认为有必要标明的其他内容。

示例：

普通流体输送管道用埋弧焊钢管，制造商标识 AB，执行标准为 SY/T 5037—2023，公称外径 711mm，公称壁厚 8mm，长度 11500mm，钢牌号 Q235B，生产年份 2023 年，钢管顺序号 214501。

AB SY/T 5037—2023 711×8×11500 Q235B 23#214501

9.3 质量证明书

出厂的钢管应由制造商提供质量证明书，证明所提供的钢管符合本文件的要求。

质量证明书应注明下列内容：

- a) 制造商名称；
- b) 购方名称；
- c) 合同号；
- d) 本文件编号；
- e) 产品名称及规格，适用时，应注明钢管管端类型为承插式；
- f) 钢管根数和质量；
- g) 钢带 / 板熔炼炉号及牌号；
- h) 标准规定或合同补充的各种试验结果；
- i) 发运编号；
- j) 发货记录；
- k) 质量检验部门印记；
- l) 制造商认为有必要标明的其他内容。

附录 A
(规范性)
X 射线检测

A.1 人员资质

A.1.1 进行 X 射线检测的人员，应按 GB/T 9445 或相当标准进行相应培训、考核，并持有相应考核机构颁发的资格证书。

A.1.2 未按评定过的方法从事 X 射线检测超过一年的检验人员，应按原方法重新认定。

A.2 检测要求

A.2.1 应按 GB/T 40385 或 GB/T 40791 或相当标准的要求进行 X 射线检测。

A.2.2 冷扩径钢管的焊缝 X 射线检测应在冷扩径之后进行。

A.3 X 射线检验设备

A.3.1 应采用 X 射线实时成像技术对焊缝进行检测。检验灵敏度见表 A.1。

A.3.2 应对 X 射线动态检验过程中发现的可疑位置和钢管管端采用计算机抓图或对钢管管端进行射线拍片检测，抓图或拍片长度至少为 200mm 焊缝长度。抓图或拍片检测时焊缝上应放置像质计，检验灵敏度见表 A.2。

A.3.3 也可采用 X 射线数字成像技术对焊缝进行无损检测，但检测灵敏度不应低于 A.3.1 和 A.3.2 的要求。

A.4 丝型像质计

A.4.1 如果使用 ISO 丝型像质计，则应为 GB/T 23901.1 规定的 W1 FE、W6 FE 或 W10 FE，适用于各种焊缝厚度的丝型像质计基本线径见表 A.1 和表 A.2。

A.4.2 所采用的丝型像质计应横跨焊缝放置在代表完整余高的原焊缝上，且应包含两种基本线径，一种线径由包括完整焊缝余高的焊缝厚度确定，另一种线径由母材厚度确定。

A.5 设备校准

A.5.1 在工作速度下（检验速度不大于 4.5m/min）进行动态检验时，应使用像质计校验灵敏度和检测工艺的适用性，且每工作班至少应校验一次。

注：当检验者在焊缝上能清晰看见使用的像质计基本金属丝时，即达到了合适的清晰度和灵敏度。

A.5.2 用像质计对检验设备进行初次调整时，钢管可处于静止状态。

表 A.1 X 射线实时成像检测用 ISO 丝型像质计

焊缝厚度 ^a mm	基本线径 mm	FE 金属丝系列	金属丝号码
≤ 8	0.32	W10 ~ W16 或 W6 ~ W12	11
> 8 ~ 11	0.40	W10 ~ W16 或 W6 ~ W12	10
> 11 ~ 14	0.50	W6 ~ W12	9
> 14 ~ 18	0.63	W6 ~ W12	8

表 A.1 (续)

焊缝厚度 ^a mm	基本线径 mm	FE 金属丝系列	金属丝号码
> 18 ~ 25	0.80	W6 ~ W12 或 W1 ~ W7	7
> 25 ~ 32	1.00	W6 ~ W12 或 W1 ~ W7	6
> 32 ~ 41	1.25	W1 ~ W7	5

^a 焊缝厚度是指规定壁厚与焊缝余高估计值之和。

表 A.2 计算机静态抓图检测用 ISO 丝型像质计

焊缝厚度 ^a mm	基本线径 mm	FE 金属丝系列	金属丝号码
≤ 8	0.16	W10 ~ W16	14
> 8 ~ 11	0.20	W10 ~ W16	13
> 11 ~ 14	0.25	W10 ~ W16 或 W6 ~ W12	12
> 14 ~ 18	0.32	W10 ~ W16 或 W6 ~ W12	11
> 18 ~ 25	0.40	W10 ~ W16 或 W6 ~ W12	10
> 25 ~ 32	0.50	W6 ~ W12	9
> 32 ~ 41	0.63	W6 ~ W12	8
> 41 ~ 50	0.80	W6 ~ W12	7
> 50	1.00	W6 ~ W12	6

^a 焊缝厚度是指规定壁厚与焊缝余高估计值之和。