



团 体 标 准

T/HEBQIA 310—2024

# 石油天然气工业输送系统用螺旋缝埋弧焊 钢管

Submerged-arc helical welded pipe for transportation systems in petroleum and  
natural gas industries

2024 - 09 - 20 发布

2024 - 09 - 20 实施

河北省质量信息协会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	1
5 技术要求 .....	2
6 试验方法 .....	7
7 检验规则 .....	9
8 标志、包装及质量说明书 .....	9

## 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。

本文件由河北品华管业有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：河北品华管业有限公司、邢台标普管道制造有限公司、河北标普钢铁有限公司、青岛豪德博尔实业有限公司。

本文件主要起草人：豆如、尉进生、王文录、谷令辉、和秋群。

# 石油天然气工业输送系统用螺旋缝埋弧焊钢管

## 1 范围

本文件规定了石油天然气工业输送系统用螺旋缝埋弧焊钢管（以下简称为“钢管”）的符号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装及质量说明书。

本文件适用于石油天然气工业输送系统用螺旋缝埋弧焊钢管。

## 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 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 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- 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 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- 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 9711 石油天然气工业 管线输送系统用钢管
- 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 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
- SY/T 6423.3 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第3部分：焊接钢管用钢带/钢板分层缺欠的自动超声检测
- SY/T 6423.5 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第5部分：焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**螺旋缝埋弧焊钢管** submerged-arc helical welded pipe

采用埋弧焊接工艺制造的带有一条螺旋焊缝的钢管。

## 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）；
- 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 ——钢管的壁厚，单位为毫米（mm）。

## 5 技术要求

### 5.1 钢的牌号和化学成分

钢的牌号和化学成分应符合表1的规定。

注：经购方与制造商协商，可以添加表1中所列元素以外的其他元素。

表 1 钢的牌号和化学成分

牌号	化学成分 <sup>a</sup> （质量分数）/%					
	C <sup>b</sup>	Si	Mn <sup>b</sup>	P	S	其他 <sup>c</sup>
L210/A	≤0.22	≤0.35	≤0.90	≤0.030	≤0.030	—
L245/B	≤0.26	≤0.35	≤1.20	≤0.030	≤0.030	d、e
L290/X42	≤0.26	≤0.35	1.30	≤0.030	≤0.030	e
L320/X46	≤0.26	≤0.35	1.40	≤0.030	≤0.030	e
L360/X52	≤0.26	≤0.35	1.40	≤0.030	≤0.030	e
L390/X56	≤0.26	≤0.40	1.40	≤0.030	≤0.030	e
L415/X60	≤0.26	≤0.40	1.40	≤0.030	≤0.030	e

<sup>a</sup> 铜含量不大于 0.50%；镍含量不大于 0.50%；铬含量不大于 0.50%；钼含量不大于 0.15%。  
<sup>b</sup> 碳含量比规定最大碳含量每降低 0.01%，锰含量则允许比规定最大锰含量高 0.05%，但对 L245/B，最大锰含量不得超过 1.65%。  
<sup>c</sup> 除非另有规定，否则不得有意加入硼，残余硼含量应不大于 0.001%。  
<sup>d</sup> 铌、钒含量之和不大于 0.06%。  
<sup>e</sup> 铌、钒、钛含量之和不大于 0.15%。

### 5.2 钢管尺寸、外形及质量

#### 5.2.1 外径和壁厚

5.2.1.1 钢管公称外径 D 应不小于 219 mm，公称壁厚 t 应不小于 4.5 mm。钢管公称外径和公称壁厚应符合 GB/T 21835 的相关要求。经购方与制造商协商，也可选用其他外径和壁厚。

5.2.1.2 钢管公称外径偏差应符合表 2 的要求。

表 2 钢管公称外径偏差

单位为毫米

钢管公称外径D	允许偏差 <sup>a</sup>	
	管体	管端 <sup>b</sup>
219~610	±1.00%D	±0.75%D或±2.5，取较小值
>610~1422	±0.75%D	±0.50%D或±3.5，取较小值
>1422	除另有协议外，±0.50%D	除另有协议外，±0.30%D

<sup>a</sup> 钢管外径偏差换算为周长后，可修约到最邻近的 1 mm。  
<sup>b</sup> 管端为距钢管端部 100 mm 范围内的钢管。

5.2.1.3 钢管壁厚偏差应符合表 3 的要求。

表 3 钢管壁厚偏差

单位为毫米

钢管壁厚t	偏差
4.5~15.0	±0.25
>15.0	±1.5

### 5.2.2 长度

钢管定尺长度为12 m，极限偏差为±500 mm。

注：经购方与制造商协商，可供应其他长度的钢管以及更严极限偏差的精定尺钢管。

### 5.2.3 不圆度

钢管不圆度应符合表4的规定。

表 4 钢管不圆度

钢管公称外径D	不圆度
≤1422 mm	≤2%D
>1422 mm	≤1.5%D

注1：经购方与制造商协商，可供应其他不圆度的钢管。  
注2：在交货状态下测量管端不圆度，经购方与制造商协商，也可在带支撑交货状态下测量。

### 5.2.4 直度

5.2.4.1 钢管全长相对于直线的总偏离应不大于钢管长度的 0.2%。

5.2.4.2 在每个管端 1000 mm 长度上的局部偏离应不大于 3.0 mm。

### 5.2.5 管端

5.2.5.1 管端切斜垂直度应符合以下规定：

——钢管公称外径  $D < 813$  mm，切斜极限偏差为 1.6 mm；

——钢管公称外径  $D \geq 813$  mm，切斜极限偏差为 3.0 mm。

5.2.5.2 对于钢管公称外径  $D \geq 610$  mm 钢管，应对距离管端至少 610 mm 范围的管段测量管端切斜。

5.2.5.3 对于钢管公称外径  $D < 610$  mm 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 610 mm 和该钢管直径之间。

5.2.5.4 公称壁厚  $t > 5.2$  mm 的平端钢管管端应加工焊接坡口。坡口角度为  $30^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ，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。

5.2.5.5 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。

## 5.2.6 钢管质量

5.2.6.1 钢管单位长度质量应按公式（1）计算：

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

5.2.6.2 钢管既可按理论质量交货，也可按实际质量交货。交货方式由购方与制造商协商。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 18 t 的钢管批实际质量和理论质量的偏差不应超过  $-3.5\%$ 。

## 5.3 力学性能

### 5.3.1 拉伸性能

钢管拉伸性能应符合表5的要求。

表5 钢管拉伸性能

牌号	规定总延伸强度 $R_{t0.5}$ /MPa	抗拉强度 $R_m$ /MPa	断后伸长率 $A$ /%
L210/A	$\geq 210$	$\geq 335$	$\geq 25$
L245/B	$\geq 245$	$\geq 415$	$\geq 21$
L290/X42	$\geq 290$	$\geq 415$	$\geq 21$
L320/X46	$\geq 320$	$\geq 435$	$\geq 20$
L360/X52	$\geq 360$	$\geq 460$	$\geq 19$
L390/X56	$\geq 390$	$\geq 490$	$\geq 18$
L415/X60	$\geq 415$	$\geq 520$	$\geq 17$

### 5.3.2 夏比冲击

钢管的冲击吸收能量应由购方与制造商协商规定。

### 5.3.3 导向弯曲

5.3.4 导向弯曲试验过程中，试样边缘的裂纹长度应小于 6.4 mm。

5.3.5 导向弯曲试验后，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 3.2 mm 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 3.2 mm 的裂纹或深度大于壁厚 10% 的裂纹或破裂。

## 5.4 静水压试验

5.4.1 稳压时间应不小于 10 s，且在液压试验过程中应无渗漏现象。

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

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

## 5.5 无损检测缺陷要求

### 5.5.1 X 射线检测缺陷要求

采用X射线检验时，检验结果应符合如下规定：

- a) 由 X 射线检验发现的裂纹、未熔合和未焊透应判为缺陷；
- b) X 射线检验发现的尺寸和/或分布大于表 6 或表 7 规定值（取适用者）的缺欠应判为缺陷，带有这种缺陷的钢管应按要求进行修补或切除。

表 6 条形夹渣型缺欠

最大尺寸/mm	间距 (min) /mm	任意150 mm长度焊缝上缺欠数量 (max)	任意150 mm长度焊缝上缺欠累计长度 (max) /mm
1.6×13	150	1	13
1.6×6.4	75	2	13
1.6×3.2	50	3	13

表 7 圆形夹渣型和气孔型缺欠

尺寸/mm	相邻缺陷的尺寸/mm	间距 (min) /mm	任意150 mm长度焊缝上缺欠数量 (max)	任意150 mm长度焊缝上缺欠累计长度 (max) /mm
3.2	3.2	50	2	6.4
3.2	1.6	25	变数	6.4
3.2	0.8	13	变数	6.4
3.2	0.4	9.5	变数	6.4
1.6	1.6	13	4	6.4
1.6	0.8	9.5	变数	6.4
1.6	0.4	6.4	变数	6.4
0.8	0.8	6.4 <sup>a</sup>	8	6.4
0.8	0.4	4.8	变数	6.4
0.4	0.4	3.2	16	6.4

<sup>a</sup> 两个直径<0.8mm 的缺欠，只要他们与任何其他缺欠的间距>13 mm，则这两个缺欠可接近到相隔一个直径。

### 5.5.2 超声检测验收极限

5.5.2.1 采用超声波检验时，产生的信号验收极限应符合表 8 的规定。

5.5.2.2 超声波检验系统在动态检验模式下发现的任何大于表 8 规定验收极限的缺欠应判为缺陷，而以下情况之一者除外：

- a) 在静态模式下，超声波检验系统发现的缺欠，其产生的信号幅度小于表 8 的验收极限，且信号幅度确实是该缺欠产生的最大幅度；
- b) 确定产生信号的缺欠是表面缺欠。

5.5.2.3 有缺陷的钢管应参照 GB/T 9711 中相应要求进行修补或切除。

表 8 超声波探伤验收极限

刻槽类型	孔径/mm	验收极限 (max) /%
N5	1.6	100
N10	3.2	33

## 5.6 外观质量

### 5.6.1 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。

### 5.6.2 摔坑

钢管管壁上不应有深度超过6.4 mm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3.2 mm。当凹陷部分带有尖锐划伤时应将尖锐划伤磨去，但后的凹坑深度、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。

### 5.6.3 焊缝余高

5.6.3.1 钢管焊缝余高应符合表 9 的要求，焊缝高度超过规定时可进行修磨。

5.6.3.2 对于平端钢管管端，根据需要，可将距管端至少 100 mm 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 9 焊缝余高

单位为毫米

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

### 5.6.4 焊缝错边

焊缝错边应符合表10的要求。

表 10 错边

单位为毫米

钢管公称壁厚t	错边 (max)
≤13.0	1.6
>13.0	0.125 t, 最大不超过2.5

### 5.6.5 焊偏

焊缝焊偏量应小于3 mm。

### 5.6.6 焊缝缺陷和缺欠

- 5.6.6.1 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。
- 5.6.6.2 钢管上可存在下列尺寸的咬边：
- 最大深度不超过 0.6 mm 的任意长度的焊缝咬边；
  - 最大深度不超过 0.8 mm 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。
- 5.6.6.3 超过 5.6.6.2 规定的焊缝咬边（缺陷）应采用下列方法处理：
- 深度不超过 0.8 mm 且不超过钢管公称壁厚的 12.5%咬边应修磨；
  - 深度超过 0.8 mm，或大于钢管公称壁厚的 12.5%咬边应按 5.8.2b)中任一方法处置。

## 5.7 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 0.15 t，且不影响最小壁厚的缺欠准许存在，并按 5.8.1 处置；
- 深度大于 0.15 t，且不影响最小壁厚的缺欠应视为缺陷，并按 5.8.2a)处置；
- 影响最小壁厚的缺欠应视为缺陷，并按 5.8.2b)处置。

## 5.8 缺欠和缺陷的处置

- 5.8.1 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。
- 5.8.2 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机磨除，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 5.9 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。

## 5.9 修磨和修补要求

- 5.9.1 修磨处应平缓地过渡到钢管原始表面。
- 5.9.2 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。
- 5.9.3 间隔小于 100 mm 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 50 mm。对于  $219 \text{ mm} < D < 508 \text{ mm}$ ，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  $D > 1422 \text{ mm}$ ，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。
- 5.9.4 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 1.5 mm。
- 5.9.5 修补后的钢管应按 6.6 进行静水压试验，并按 6.7 进行无损检测。

## 6 试验方法

### 6.1 化学成分分析

- 6.1.1 按 GB/T 20066 规定的取样方法进行取样。

6.1.2 按 GB/T 4336 规定进行化学成分分析试验。

## 6.2 钢管尺寸、外形及质量

6.2.1 外径采用精度为 0.1 mm 的卷尺测量。

6.2.2 壁厚采用精度为 0.01 mm 的测厚仪测量。

6.2.3 长度采用精度为 0.1 mm 的卷尺测量。

6.2.4 不圆度采用精度为 0.1 mm 的卷尺测量。

6.2.5 直度采用精度为 0.1 mm 的直尺测量。

6.2.6 管端切斜垂直度采用精度为 0.1 mm 的直角尺测量。

6.2.7 钢管实际质量采用精度为 0.001 t 的地磅测量。

## 6.3 拉伸试验

6.3.1 钢管管体和焊接接头按 GB/T 2975 规定的取样方法进行取样。

6.3.2 管体按 GB/T 228.1 规定进行拉伸试验。

6.3.3 焊接接头按 GB/T 2651 规定进行拉伸试验。

## 6.4 夏比冲击试验

6.4.1 按 GB/T 9711 规定的取样方法进行取样。

6.4.2 按 GB/T 229 规定进行冲击试验。

## 6.5 导向弯曲试验

6.5.1 试样应从钢管上垂直焊缝截取，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。

6.5.2 按 GB/T 2653 规定进行导向弯曲试验。

## 6.6 静水压试验

按 GB/T 241 规定进行静水压试验。

## 6.7 无损检测

### 6.7.1 X 射线检测

按 SY/T 6423.5 规定进行 X 射线检测试验。

### 6.7.2 超声检测

按 SY/T 6423.3 规定进行焊缝超声检测。

## 6.8 外观质量

6.8.1 表面质量采用目测检查。

6.8.2 摔坑采用精度为 0.1 mm 的焊接检验尺测量。

6.8.3 焊缝余高采用精度为 0.1 mm 的焊接检验尺测量。

6.8.4 焊偏采用精度为 0.1 mm 的直尺测量。

6.8.5 焊缝咬边采用精度为 0.1 mm 的直尺测量。

## 7 检验规则

7.1 每批钢管应由同一炉号、同一牌号、同一规格、同一制造工艺的钢管组成,对于钢管公称外径  $D > 508$  mm 的钢管, 不多于 50 根为一试验批, 对于  $D \leq 508$  mm 的钢管, 不多于 100 根为一试验批。

7.2 钢管的复验应符合 GB/T 9711 的规定。

表 11 钢管的检验项目、取样数量、判定规则

检验项目	试样数量	判定规则
化学成分分析	每炉取1个试样	若试样试验结果不合格, 应从该炉中未检验的钢管或钢带/板中抽取两个试验进行复验; 若复验试验结果合格, 则除初验不合格的试样外, 该炉中钢管或钢带/板判为合格; 若复验试验中有一个或两个试验结果不合格, 则应对该炉中未检验的钢管或钢带/板逐个进行试验
钢管尺寸、外形及质量	逐根	试样符合规定要求, 判为合格; 否则不合格
拉伸试验	每批取1个试样	若试样试验结果不合格, 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; 若复验结果均合格, 则除初始取样不合格的钢管外, 该批钢管判为合格; 若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
夏比冲击试验	应符合购方与制造商协商规定	试样符合购方与制造商规定要求, 判为合格; 否则不合格
导向弯曲试验	每批取1组试样, 1组为2个	若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。若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。若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。若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
静水压试验	逐根	试样在试验过程中, 无渗漏现象, 判为合格; 否则不合格
无损检测	逐根	试样符合规定要求, 判为合格; 否则不合格
外观质量	逐根	试样符合规定要求, 判为合格; 否则不合格

## 8 标志、包装及质量说明书

### 8.1 钢管标志

8.1.1 钢管的标志应至少包括以下内容: 制造厂名称或商标、产品标准号、钢的牌号、产品规格及可追踪性识别号码。

8.1.2 钢管标志的其余要求应符合 GB/T 2102 的规定。

### 8.2 钢管包装及质量说明书

钢管的包装及质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。