ICS 75.200
E 97

# Q/CNPC

## 中国石油天然气集团公司企业标准

Q/CNPC 105—2005

# X80 螺旋缝埋弧焊钢管用热轧板卷技术条件

**Specification for hot-rolled coil used for manufacture of grade X80 HSAW line pipe**

2005－01－06 发布　　2005－03－01 实施

中国石油天然气集团公司　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 …… 1
4　制造工艺及材料 …… 1
4.1　板卷的生产方法 …… 2
4.2　板卷要求 …… 2
4.3　热处理 …… 2
4.4　表面清洁状态 …… 2
4.5　首批检验 …… 2
4.6　生产工艺评定试验 …… 2
5　化学成分 …… 2
5.1　化学成分 …… 2
5.2　碳当量 …… 2
5.3　熔炼分析 …… 2
5.4　产品分析 …… 2
5.5　验收 …… 2
6　力学性能 …… 3
6.1　拉伸性能 …… 3
6.2　弯曲试验 …… 3
6.3　断裂韧性 …… 4
6.4　维氏硬度 …… 4
7　尺寸、重量、长度和允许偏差 …… 4
7.1　厚度允许偏差 …… 4
7.2　宽度允许偏差 …… 4
7.3　内径允许偏差 …… 4
7.4　平度 …… 4
7.5　直度 …… 4
7.6　外形 …… 5
7.7　尺寸测量 …… 5
7.8　重量 …… 5
8　工艺质量和缺陷修整 …… 5
8.1　工艺质量 …… 5
8.2　缺欠深度和影响面积 …… 5
8.3　缺欠深度和影响面积的限度 …… 5
8.4　修整及工艺 …… 5
8.5　缺陷 …… 5
8.6　分层 …… 5

9 检验和试验 …… 6
9.1 化学成分分析 …… 6
9.2 力学性能试验 …… 6
9.3 购方检验 …… 7
9.4 无损检测 …… 7
9.5 试验与要求 …… 8
10 标志 …… 8
10.1 标志要求 …… 8
10.2 标志位置 …… 8
11 捆扎 …… 8
12 质量证明书 …… 8
13 板卷装运 …… 8
13.1 搬运 …… 8
13.2 存放 …… 8
13.3 装运 …… 8
13.4 堆放 …… 9
附录A（规范性附录） 标志的说明 …… 10
附录B（规范性附录） 首批检验 …… 11
附录C（规范性附录） 板卷生产工艺评定试验 …… 12
附录D（规范性附录） 针状铁素体型管线钢带状组织评定方法 …… 14
附录E（规范性附录） 针状铁素体型管线钢铁素体晶粒度测定法 …… 17
附录F（规范性附录） DWTT异常断口评判补充规定 …… 20

# 前　言

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E和附录F均为规范性附录。

本标准由中国石油天然气集团公司科技发展部提出。

本标准由石油管材专业标准化委员会归口。

本标准起草单位：中国石油天然气集团公司管道局、中国石油天然气集团公司管材研究所。

本标准起草人：王茂堂、冯斌、马彦昌、李桂芝、牛冬梅、马秋荣、陈宏达、方伟、高蓉、庄传晶。

# X80 螺旋缝埋弧焊钢管用热轧板卷技术条件

## 1 范围

本标准规定了用以制造 X80 螺旋缝埋弧焊钢管的热轧板卷的材质、制造、检查、试验及相关的要求。

本标准适用于 API Spec 5L：2000 X80 钢级螺旋缝埋弧焊钢管制管用 15.3mm 和 17.5mm 厚度的板卷。

用本标准规定的板卷所制造的钢管适用于输送符合 GB 17820—1999 二类气质要求的天然气。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4335—1984 低碳钢冷轧薄板铁素体晶粒度测定法

GB/T 13298—1991 金属显微组织检验方法

GB 17820—1999 天然气

GB/T 19001—2000 质量管理体系 要求

SY/T 6476—2000 输送钢管落锤撕裂试验方法

API Spec 5L：2000 管线管规范

ASTM A370 钢产品机械性能试验的方法与定义

ASTM A435 钢板直探头超声检验

ASTM A751 钢产品化学分析的试验方法、步骤和定义

ASTM E23 金属材料缺口冲击试验

ASTM E45 钢中夹杂物含量的确定方法

NACE TM 0284—1996 管线和压力容器钢抗氢致开裂性能评价

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

**3.1**

**购方 purchaser**

表示业主或业主的代理人、检查人员以及其他被授权的代表。

**3.2**

**制造商 manufacturer**

表示按合同提供钢管的制造商并包括他的设备。

## 4 制造工艺及材料

### 4.1 板卷的生产方法

板卷应采用热机械控轧工艺（TMCP）生产。

**4.2 板卷要求**

**4.2.1** 钢材应为吹氧转炉或电炉冶炼并经真空脱气、脱钙和微钛处理的细晶粒（GB/T 4335—1984第二技术条件级别图 No. 10 级或更细）纯净镇静钢，晶粒度评定按附录 E 或购方与制造商双方商定的其他方法进行。

**4.2.2** 钢中 A、B、C、D 类非金属夹杂物级别限定要求如表 1 所示（按 ASTM E45 中方法 A 检验）。带状组织评定按附录 D 规定的方法进行，制造商应提供带状组织评定结果，带状组织评定结果应不大于 3 级。

**表 1 非金属夹杂物级别限定**

| A | | B | | C | | D | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 薄 | 厚 | 薄 | 厚 | 薄 | 厚 | 薄 | 厚 |
| ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 |

**4.2.3** 钢材应为针状铁素体型管线钢，制造商应向购方提供其金相组织照片供认可。

**4.3 热处理**

板卷应保持其轧制状态。

**4.4 表面清洁状态**

制造商应保持板卷表面清洁，板卷表面上应无油脂和腐蚀物等。

**4.5 首批检验**

正式生产前应按附录 B 的要求进行首批检验，首批检验合格后，方可进行正式生产。

**4.6 生产工艺评定试验**

板卷生产工艺评定试验应按附录 C 进行。

## 5 化学成分

**5.1 化学成分**

按本标准供应的板卷的化学成分，包括熔炼分析和产品分析，结果应符合表 2 要求。

**5.2 碳当量**

应按式（1）计算碳当量（$P_{cm}$），并按式（2）提供碳当量数据（$C_{eq}$）：

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad \cdots\cdots (1)$$

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \quad \cdots\cdots (2)$$

**5.3 熔炼分析**

每一熔炼炉次应进行一次熔炼分析并提供报告，钢中化学成分应符合表 2 的要求，并提供其他有意添加的元素含量。

**5.4 产品分析**

每一熔炼炉次生产的板卷应进行一次产品分析，并提供报告。产品分析结果应符合表 2 的要求。

**5.5 验收**

如果一个熔炼炉次的化学成分不符合表 2 的要求，则由该熔炼炉次的钢所制造的所有板卷应予拒收。

## 6 力学性能

### 6.1 拉伸性能

板卷在规定位置、方向取拉伸试样，拉伸试验结果应符合表 3 的要求。

### 6.2 弯曲试验

6.2.1 制造商应从板卷规定位置、方向取样做 180°弯曲试验，弯心直径为 2.0$t$（$t$ 为公称厚度）。

**表 2 熔炼分析和产品分析要求[b]（重量百分比）**

| 元　素 | 熔炼分析（max）<br>% | 产品分析（max）<br>% |
|---|---|---|
| 碳 | 0.08 | 0.09 |
| 锰[c] | 1.85 | 1.85 |
| 磷 | 0.020 | 0.022 |
| 硫 | 0.004 | 0.005 |
| 硅 | 0.40 | 0.42 |
| 铌[a] | 0.08 | 0.08 |
| 钒[a] | 0.06 | 0.06 |
| 钛[a] | 0.025 | 0.025 |
| 铝 | 0.06 | 0.06 |
| 氮 | 0.008 | 0.008 |
| 铜 | 0.30 | 0.30 |
| 铬 | 0.40 | 0.45 |
| 钼 | 0.35 | 0.35 |
| 镍 | 0.45 | 0.50 |
| 裂纹敏感系数（$P_{cm}$） | 0.23 | 0.23 |
| 碳当量（$C_{eq}$）[d] | (0.43) | (0.43) |

[a] V + Nb + Ti≤0.15%。在控制总量的前提下，允许冶金厂对单个元素含量进行微调。

[b] 不得有意加入 B 和稀土元素。

[c] C 含量每减少 0.01%时，Mn 允许最大含量可以增加 0.05%，但在产品分析中 Mn 含量不得超过 1.95%。

[d] 碳当量（$C_{eq}$）暂不做验收条件要求，冶金厂应提供数据。在成分设计时，应保证良好的焊接性能、力学性能和冲击韧性，碳当量（$C_{eq}$）上限尽可能控制在 0.43%以内。

**表 3 拉伸性能**

| 屈服强度 $\sigma_{t0.5}$[a]<br>MPa | 抗拉强度 $\sigma_b$<br>MPa | 屈强比<br>$\sigma_{t0.5}/\sigma_b$ | 伸长率 $\delta$<br>min |
|---|---|---|---|
| 580～690 | ≥625 | ≤0.92<br>允许其中 5%的炉批≤0.93 | 按 API Spec 5L：2000 对相应厚度 X80 级钢管的要求 |

[a] 最低屈服强度是按制管试验过程中引起包辛格效应降低 25MPa 确定的，板卷制造商与制管厂应共同对此效应进行测定。根据协商一致的原则，由制造商负责对板卷屈服强度进行调整，但应保证制成钢管的屈服强度符合济青联络线管道工程用螺旋缝埋弧焊钢管技术条件的要求。

**6.2.2** 弯曲试样的拉伸面上不得出现裂纹。

**6.3 断裂韧性**

**6.3.1** 制造商应从板卷规定位置、方向取样，按照 API Spec：2000 5L 补充要求 SR－6 及 SY/T 6476—2000 进行落锤撕裂试验（DWTT），试验条件及其验收要求见表 4。

**6.3.2** 制造商在生产期间应提交 5%熔炼炉次的板卷夏比冲击试验剪切面积和吸收能量的韧脆转变曲线。韧脆转变曲线至少应包含下列试验温度：20℃、0℃、－10℃、－20℃、－40℃、－60℃。

**6.3.3** 制造商应从板卷规定位置、方向取一组试样，在－20℃下进行夏比冲击试验。其夏比冲击功与剪切面积百分数应符合表 5 的要求。

**6.4 维氏硬度**

板卷横向截面上最大允许硬度值为 $275HV_{10}$。

**表 4 DWTT（落锤撕裂试验）剪切面积的最小百分数**

| 试验温度 | 单个试样最小值 | 两个试样的平均值 |
|---|---|---|
| －15℃ | ≥70% | ≥85% |
| 注：当 DWTT 试验出现异常断口时，异常断口按附录 F 评定。 | | |

**表 5 断裂韧性要求**

| 夏比冲击断口剪切面积 SA | | 夏比冲击功<br>J<br>（10mm×10mm×55mm） |
|---|---|---|
| 单个试样最小值 | 三个试样平均值 | |
| ≥80% | ≥90% | 单个试样最小值≥170<br>三个试样平均值≥220 |

## 7 尺寸、重量、长度和允许偏差

板卷尺寸（带轧制边）见表 6。当购货合同对板宽另有规定时，按合同规定执行。

**表 6 板卷尺寸规格** mm

| 公称厚度 | 宽度 | 板卷内径 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 15.3/17.5 | 1550 | 762 | 管径 $\phi$1016 |

**7.1 厚度允许偏差**

板卷厚度的允许偏差应为 $-3\%t$～$+6\%t$（$t$ 为公称厚度）。

**7.2 宽度允许偏差**

板卷宽度的允许偏差应为 0mm～＋20mm。

**7.3 内径允许偏差**

板卷内径允许偏差－70mm～＋20mm。

**7.4 平度**

当制造商在螺旋管成型中因板卷平度问题，制管生产出现困难时，板卷制造商应负责与制造商合作，找出问题的原因并加以克服，若因平度原因无法生产时，板卷制造商应承担责任。

**7.5 直度**

板卷直度最大不超过 13mm/5m。板卷塔形高不超过 50mm。

**7.6 外形**

板卷不允许有鱼尾。板卷舌头的长度应不大于500mm；舌头端部的凹曲深度应小于100mm（见图1）。

**7.7 尺寸测量**

应检测板卷宽度和厚度。

**7.8 重量**

板卷重量按25t～30t交货，允许有5%的板卷重量在20t～25t。当订购合同另有规定时，按合同规定执行。

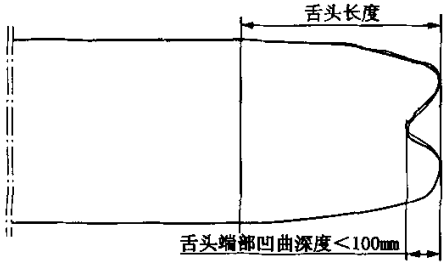



**图1 板卷舌头示意图**

## 8 工艺质量和缺陷修整

**8.1 工艺质量**

板卷表面上不允许有气泡、结疤、裂纹、拉裂、折叠、夹杂和深度大于0.3mm氧化皮压入及其他深的尖锐划伤等缺陷。

**8.2 缺欠深度和影响面积**

**8.2.1 深度**

缺欠深度应从缺陷附近清除氧化铁皮后的产品表面进行测量。

**8.2.2 影响面积**

对于孤立的点状缺欠，以比缺欠的外接圆大50mm为半径，围绕缺欠画圆来确定影响面积，如图2所示。如果这种缺欠靠近板边，以画圆在产品表面内的实际面积来确定影响面积。

在缺欠以聚集或线状出现的情况下，用距聚集或线状缺欠的外接矩形或方形50mm画矩形或方形来确定影响面积，如图3、图4所示。

如果这种缺欠靠近板边，以画矩形或方形在板内的实际面积来确定影响面积。

**8.3 缺欠深度和影响面积的限度**

**8.3.1** 板卷表面上深度不超过0.3mm，影响面积小于检查面积（制成一根技术条件长度螺旋缝埋弧焊管的板卷长度范围内）5%的平底缺欠允许存在，超出上述限值的缺陷均应进行修整。

**8.3.2** 缺陷修整量不应超过板卷规定厚度允许偏差之半，并应保证板卷最小厚度，修磨面积不得大于检查的板卷表面积2%，修磨处应光滑地过渡到板卷表面，且宽深比不小于10∶1。

**8.4 修整及工艺**

缺陷不得用补焊方法修整，可以用修磨方法清理，所用清理方法在正式生产前应提交购方认可。

**8.5 缺陷**

切边后板边不允许存在分层、裂纹、收缩孔隙等影响使用的缺陷。

**8.6 分层**

板边不允许存在分层。

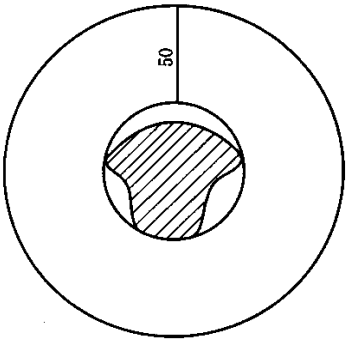



图 2　孤立的点状缺欠影响面积

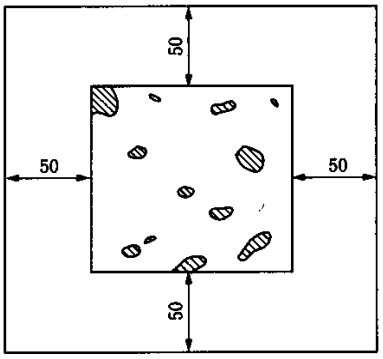



图 3　聚集的不连续缺欠影响面积

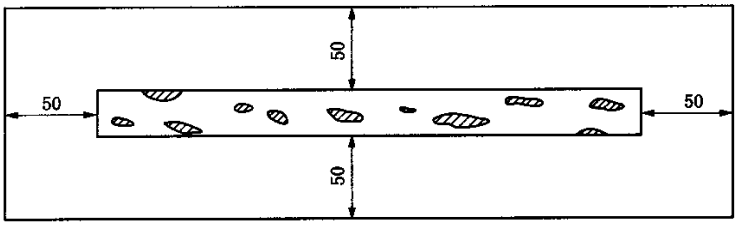



图 4　点状不连续缺欠影响面积

板卷边部 25mm 范围内的分层均视为缺陷，有这种缺陷的板卷应切除，直到除去这种分层为止。

其他部位上的分层限值为：任何方向不允许存在长度超过 50mm 的分层；长度在 30mm～50mm 的分层相互间距应大于 500mm；长度小于 30mm、相互间距小于板厚的若干个小分层构成的连串型分层，该连串型分层中所有小分层的长度总和不得大于 80mm。

## 9　检验和试验

### 9.1　化学成分分析

#### 9.1.1　熔炼分析

制造商应对每一熔炼炉次的钢进行一次熔炼分析。熔炼分析化学成分应符合表 2 的要求。

#### 9.1.2　产品分析

按本标准生产的板卷，每熔炼炉次应抽一个板卷进行产品分析。产品分析结果应符合表 2 的要求。

#### 9.1.3　复验

按照 API Spec 5L：2000 中 9.10.1 的规定进行。

### 9.2　力学性能试验

#### 9.2.1　拉伸试验

板卷切头 1000mm 后，在板卷宽度 1/4 处取一个矩形试样，取样方向应与板卷轧制方向成 30°，试样尺寸按 API Spec 5L：2000 中图 4 的规定。

#### 9.2.2　弯曲试验

板卷切头 1000mm 后，在板卷宽度 1/4 处取一个试样进行弯曲试验。取样方向与最终轧制方向垂直。

#### 9.2.3　夏比冲击试验

板卷切头 1000mm 后，在板卷宽度 1/4 处取一组夏比冲击试样，试样取向应与板卷轧制方向成

30°。缺口应垂直板卷表面。

**9.2.4 落锤撕裂试验（DWTT）**

板卷切头 1000mm 后，在板卷宽度 1/4 处取一组两个试样，试样方向应与板卷轧制方向成 30°。按照 API Spec 5L：2000 补充要求 SR－6 及 SY/T 6476—2000 进行落锤撕裂试验（DWTT）。

**9.2.5 硬度检验**

应在钢卷横向截面上取样经抛光后进行 10kg 载荷维氏硬度检验，硬度试验点至少为 9 点，位置如图 5 所示。

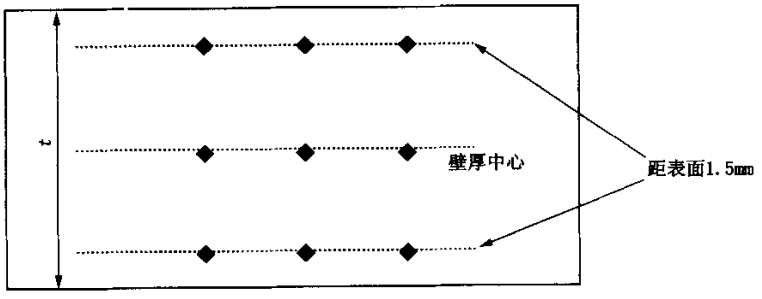



**图 5 维氏硬度测试点位置**

**9.2.6 试验频度**

同一熔炼炉次、同一生产工艺生产的板卷不超过 300t 为一批，每批进行一次试验。

**9.2.7 复验**

如果代表一批板卷的某项试验结果不合格，制造商可选择从同批板卷中另取 2 卷，每卷板卷进行不合格项目的复验。如果复验结果均合格，则除首次试验不合格的板卷外，该批板卷可以验收。如果复验中有任何一个板卷的试验结果不合格，则制造商可以选择整批报废，或对该批未检验的板卷逐卷检验。

**9.2.8 试验设备的标定**

所有测量装置应经计量部门按照技术条件校准，并在校准有效期内。

注：力学性能中与螺旋角有关的试验项目，取样方向定为 30°是按照 1550mm 板宽确定的，若合同规定其他宽度，则取样角度应另行确定。

**9.3 购方检验**

**9.3.1** 制造商应提供检查工艺和检查人员的资格，并提交按 GB/T 19001—2000 要求制定的有关文件供审查使用。

**9.3.2** 购方将指定检查人员进入工厂，作为生产期间有关检查和验收等事务的代表。

**9.3.3** 购方代表认为有必要时将进行审核检查，检查是否符合本标准要求。

**9.3.4** 制造商应允许购方审查在生产板卷期间作为生产控制所作的所有试验的报告和试样。

**9.3.5** 如果购方发现试验方法和检查方法存在问题，有权拒绝接受板卷的最终检查结果，直到满足购方技术要求为止。

**9.3.6** 如果板卷表面上沾有油脂、腐蚀物，则购方将不接收这些板卷。板卷上的油脂等可用购方能够接受的办法予以清除。在进行清除异物的作业中，应保护板卷的熔炼炉次和编号。

**9.3.7** 购方代表有权拒收不符合本标准的板卷。

**9.4 无损检测**

由于板卷生产时无法进行超声波检测，该项检查应按 ASTM A435 在制管厂制管时进行，但板卷生产厂应对板卷质量负责。

### 9.5 试验与要求

试验与要求见表 7。

**表 7 试验与要求**

| 试验项目 | | 试验频率 | 数量 | 执行条款 | 试验技术条件 |
|---|---|---|---|---|---|
| 化学成分 | 熔炼分析 | 每一熔炼炉次一次 | 1 | 5.1～5.3 | ASTM A751 |
| | 产品分析 | 每一熔炼炉次一次 | 1 | 5.1～5.4 | ASTM A751 |
| 拉伸 | | 每批一次 | 1 | 6.1 | ASTM A370 |
| 弯曲 | | 每批一次 | 1 | 6.2 | ASTM A370 |
| 夏比冲击 | | 每批一次 | 一组 3 个 | 6.3 | ASTM E23 |
| DWTT | | 每批一次 | 一组两个 | 6.3 | SY/T 6476—2000 |
| 金相 | | 必要时 | | | |
| 维氏硬度 | | 每批一次 | 1 | 6.4 | |
| 外观 | | 每卷 | | 4.4，8.1，8.3，8.5 | |
| 尺寸 | | 每卷 | | 7.1～7.6 | |
| 无损检测 | | 每卷 | | 9.4 | |
| 首批检验 | | 附录 B | 附录 B | 4.2，5，6，7，8，9.4 | 附录 B |
| 板卷生产工艺评定试验 | | 附录 C | 附录 C | 4.2，5，6，7，8，9.4 | 附录 C |

## 10 标志

### 10.1 标志要求

对检验合格的板卷，钢厂应按附录 A 的要求做标志。

### 10.2 标志位置

在板卷内外圈表面做标志。

## 11 捆扎

板卷应用钢带牢固捆扎，防止松卷。制造商应提交捆扎方式供购方认可。

## 12 质量证明书

质量证明书应由制造商授权的代理人员签名。制管厂应在装货发运之前提交书面质量证明书和电子版质量证明书。质量证明书副本数量由购方和制造商在签定订货合同时协商决定。

## 13 板卷装运

### 13.1 搬运

制造商应向购方提交书面的搬运方法供购方认可。搬运时应防止碰撞损伤。

### 13.2 存放

制造商应提交准备采用的存放（堆放和固定板卷）的方法及其图纸供购方认可。板卷存放应防止变形、损坏和腐蚀。

### 13.3 装运

制造商应在装运之前提交完整的装运方法说明供认可之用。所提出的方法应包括必要的计算方法

并表示出堆放布置图、承重带位置、垫块和系紧链带等。

**13.4 堆放**

制造商应提交采用的堆放和固定板卷的方法及图纸供购方认可。

# 附 录 A
## （规范性附录）
## 标志的说明

### A.1 标志的位置

**A.1.1** 在每一板卷一端的内外圈表面上成套标志应用模板喷刷或粘贴标签。

**A.1.2** 成套标志应包括下列内容：

a）宽度；

b）公称厚度；

c）钢材等级；

d）熔炼批号；

e）卷板批号和编号；

f）板卷重量；

g）制造商；

h）购方名称。

### A.2 钢印标志

不允许采用冲模标志（不论冷冲压还是热冲压）。

# 附 录 B
## （规范性附录）
## 首 批 检 验

### B.1 总则

**B.1.1** 钢卷首批检验应在购方代表在场的情况下进行。首批检验的钢卷应由购方代表在首次生产的成品钢卷中抽取。

**B.1.2** 若首批检验的结果不符合要求，则另取板卷进行复验；若复验仍不合格，制造厂应改进工艺，再生产一批，按规定进行检验，直到达到本标准要求，方可正式生产。

### B.2 首批检验要求

**B.2.1 抽样**

在首次生产的板卷中抽取两个不同熔炼炉次的板卷各2卷进行首批检验。

**B.2.2 检验项目**

所抽取的板卷均应进行以下项目的检验：

a）化学分析；

b）拉伸试验（与轧制方向成30°方向）；

c）夏比冲击（与轧制方向成30°方向）：－20℃；

d）DWTT（与轧制方向成30°方向）：－15℃；

e）维氏硬度；

f）弯曲试验；

g）外观质量及尺寸。

**B.2.3 检验报告**

制造商应向购方提供检验报告。

# 附 录 C
## （规范性附录）
## 板卷生产工艺评定试验

### C.1 总则

**C.1.1** 制造商应按下述要求进行钢管生产工艺评定试验，并提交试验报告：

a）板卷制造工艺发生变化时；

b）板卷出现重大质量问题时；

c）同一制造工艺生产一定批量板卷后（具体数量签合同时确定）。

**C.1.2** 板卷生产工艺评定试验结果不合格，制造商应及时报告购方，查明原因，同时应查明该不合格对其间（自上次合格控制试验到本次控制试验期间）所生产的全部产品的影响范围，并与购方协商处理，提出改进措施，重新评定合格后方可进行生产。

### C.2 板卷生产工艺评定试验

**C.2.1 抽样和试验项目**

制造商应在两个熔炼炉次的钢生产的板卷中各抽取2卷进行C.2.2～C.2.9中要求的所有试验。

**C.2.2 化学分析**

**C.2.2.1 熔炼分析**

熔炼分析报告应提交购方。

**C.2.2.2 产品分析**

产品分析试样应在试验用钢卷上取样。

**C.2.3 板卷尺寸和表面质量检验**

在取样之前，按7.1～7.8，8.1～8.6规定进行检验。

**C.2.4 力学性能试验**

**C.2.4.1 试样的取向**

在板卷规定取样位置按下列方向取样：

a）与轧制方向成30°方向；

b）沿轧制方向；

c）垂直轧制方向。

**C.2.4.2 拉伸试验**

每一个试样都应报告其屈服强度、拉伸强度、伸长率。

**C.2.4.3 夏比冲击试验**

按规定的试验温度和取样方向在成品板卷上取样进行夏比缺口冲击试验。

**C.2.4.4 落锤撕裂试验（DWTT）**

按规定的试验温度和取样方向在成品板卷上取样进行夏比缺口冲击试验。

**C.2.4.5 弯曲试验**

按6.2进行弯曲试验。

**C.2.4.6 横截面维氏硬度**

在板卷横截面上距板卷上下表面各1.5mm和横截面中心位置上进行9个点的测量，测量点的位置如图5所示。

**C.2.5 晶粒度**

在切头1000mm后，在板卷宽度1/2处取样按附录E或购方与制造商双方商定的其他方法进行

测定。

**C.2.6 夹杂物**

夹杂物的类型和数量应从 C.2.4.6 中所使用的试样中予以确定。其方法应符合 ASTM E45。

**C.2.7 带状组织分析**

取 C.2.5 所使用的试样，按照附录 D 或购方与制造商双方商定的其他方法进行带状组织分析。

**C.2.8 显微照相**

使用 C.2.5 中使用试样显示板卷表面和中心各处的组织。

**C.2.9 抗 HIC 性能**

**C.2.9.1 取样**

板卷切头 1000mm 后，在板卷宽度 1/2 处取一组试样。

**C.2.9.2 试验**

按 NACE TM 0284—1996 规定进行 HIC 试验，试验溶液为 B 溶液。

# 附 录 D
## （规范性附录）
## 针状铁素体型管线钢带状组织评定方法

### D.1 试样切取和制备

试样切取和制备按 GB/T 13298—1991 规定进行。在板宽 1/2 处取样。

### D.2 评定方法

**D.2.1** 带状组织在 200 倍下，在壁厚中心进行检查评级。

**D.2.2** 技术条件视场直径为 80mm。

**D.2.3** 依据硬组织带（M/A 或珠光体）的条数，在视域内的贯穿程度、连续性以及与夹杂物相关性评级。

对带状组织的评级可分为 4 级，各级别的特征为：

1 级：F 体及硬组织带有沿轧向分布的趋势（如图 D.1 所示）；

2 级：能见 3 条及 3 条以下连续硬组织带贯穿视域（如图 D.2 所示）；

3 级：能见 3 条以上连续的硬组织带（如图 D.3 所示）；

4 级：能见 3 条以上连续的硬组织带，且集中分布呈宽带（如图 D.4 所示）。

如在组织内发现下列情况，可在原有级别上加半级：

a）在硬的组织带内伴有塑性夹杂物，且在 500 倍下贯穿整个视域；

b）一条硬组织带的宽度在 200 倍下超过 4mm，且组织带完整连续。

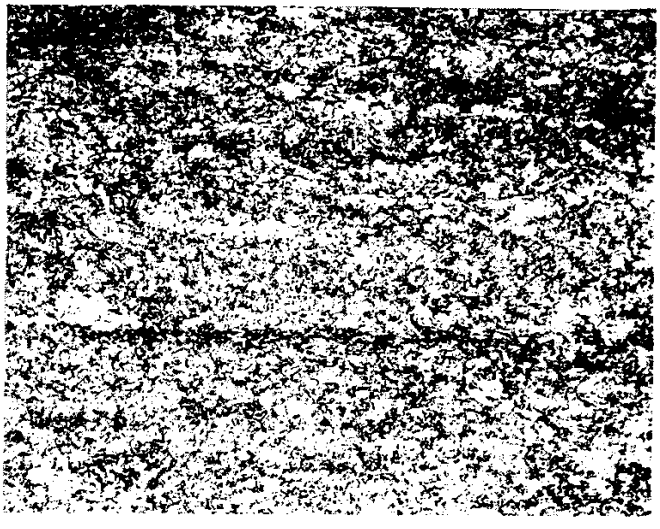


**图 D.1 1 级带状组织评级对比图（200×）**

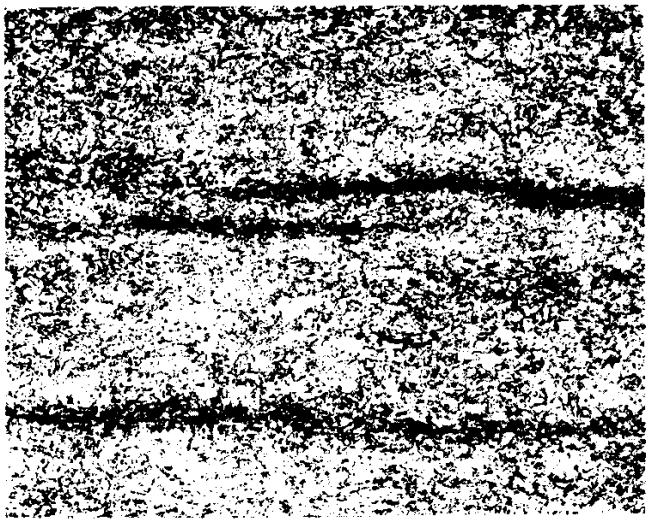


图 D.2　2 级带状组织评级对比图（200×）



图 D.3　3 级带状组织评级对比图（200×）



图 D.4　4 级带状组织评级对比图（200×）

# 附 录 E
## （规范性附录）
## 针状铁素体型管线钢铁素体晶粒度测定法

### E.1 试样制备

#### E.1.1 取样

**E.1.1.1** 取样部位：在钢板宽度的 1/2 处取样。

**E.1.1.2** 取样方法：试样一般用锯、切割等冷加工方法切取。

**E.1.1.3** 试样尺寸：试样的宽度为钢板的厚度，长度约为 20mm。

**E.1.1.4** 磨面方向：无特殊规定时，试样的磨面取与钢板的轧制方向垂直。

**E.1.1.5** 观察部位：试样厚度的 1/4 处。

#### E.1.2 晶粒显示方法

**E.1.2.1 浸蚀法**

采用常规方法制样，建议浸蚀剂选用 2%～3%硝酸酒精。

**E.1.2.2 热染法**

将采用浸蚀法制备的试样抛光面向上置于加热炉中，在 250℃～260℃下保温 1h，随炉冷却至室温，在显微镜下观察晶粒度。

### E.2 铁素体晶粒的判定

晶粒度指晶粒的大小，用晶粒度级别指数表示。在针状铁素体型管线钢显微组织中，铁素体晶粒有三种形态：针状铁素体晶粒、块状铁素体晶粒和粒状贝氏体晶粒。针状铁素体晶粒内部含有的板条束属亚结构，不应视为晶界；粒状贝氏体晶粒和它内部的小岛应视为一个晶粒；分布于相邻铁素体晶界处的小岛不做为单独的晶粒计入。

### E.3 测定方法

本方法选用比较法、截点法测定铁素体晶粒度。比较法用于生产检验，如有争议，截点法是仲裁方法。

#### E.3.1 比较法

通过与技术条件评级图对比来评定晶粒度级别。

**E.3.1.1** 鉴于针状铁素体型管线钢铁素体晶粒与低碳钢冷轧薄板铁素体晶粒度评级图第二技术条件级别图中晶粒形貌相近，本方法选用 GB/T 4335—1984 中的第二技术条件级别图（放大 100 倍）作为技术条件评级图。

**E.3.1.2** 试样制好后，在 400 倍的显微镜下测定晶粒度。如用 400 倍评定有困难，可采用表 E.1 所列其他放大倍数评定。首先对试样进行全面观察，然后选择代表性视场，与技术条件评级图片直接比较进行评级，最后按照表 E.1 或式（E.1）换算成基准放大倍数（100 倍）下被测试样的晶粒度。为提高评级精度，可将待测的晶粒图像和技术条件评级图投到同一投影屏上比较。

放大倍数为 $M$ 下评定的显微晶粒度级别指数 $G$ 为：

$$G = G' + 6.6439 \lg \frac{M}{M_b} \qquad \cdots\cdots (E.1)$$

式中：

$G'$——放大倍数为 $M$ 下与技术条件评级图编号进行比较，评出的晶粒度级别指数；

$M_b$——技术条件评级图片的基准放大倍数，本标准中 $M_b = 100$；

$M$——评定晶粒度级别使用的放大倍数。

**表 E.1　放大倍数为 $M$ 下评定的晶粒度级别与相应的显微晶粒度级别指数对照表**

| 图像的放大倍数 | 与技术条件评级图编号等同图像的晶粒度级别 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 | No. 7 | No. 8 | No. 9 | No. 10 |
| 100 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 200 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 300 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 400 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 500 | 5.6 | 6.6 | 7.6 | 8.6 | 9.6 | 10.6 | 11.6 | 12.6 | 13.6 | 14.6 |
| 800 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

**E.3.1.3**　若观察到的晶粒度介于两个晶粒度级别指数的中间，可用半级表示。

**E.3.1.4**　若试样中大多数细晶粒的晶粒度为 11 级，但出现个别晶粒度为 9 级的粗大状铁素体晶粒或粒状贝氏体晶粒，并呈分散分布时，则应当计算不同级别晶粒在视场中各占面积的百分比。当粗大块状铁素体晶粒或粒状贝氏体晶粒的面积不大于视场面积 5%时，则只记录占优势晶粒的级别指数即 11 级；当其面积介于 5%～10%时，记为 11（9）级；其面积大于 10%时，记为 11 级 90%～9 级 10%。可用截点法计算该试样的平均晶粒度级别指数。

**E.3.1.5**　若试样中大多数细晶粒的晶粒度为 11 级，但出现个别晶粒度为 9 级的粗大块状铁素体晶粒或粒状贝氏体晶粒，并呈条带状分布，则应当计算不同级别晶粒在视场中各占面积的百分比。若粗大块状铁素体晶粒或粒状贝氏体晶粒的面积为 15%时，则记为：带 11 级 85%～9 级 15%，可用截点法计算该试样的平均晶粒度级别指数。

**E.3.1.6**　使用比较法时，如需复验，应改变观察的放大倍数，以克服初验结果可能带有的主观偏见。

**E.3.2　截点法**

通过统计给定长度的测量线段与晶界截点数来评定晶粒度级别。

**E.3.2.1**　对于晶界较难识别的针状铁素体，为了避免计数差错，可采用人工计数法进行截点统计。

**E.3.2.2**　对于晶粒细小针状铁素体管线钢，本方法采用单圆周截点法。测量圆周可选 200mm、250mm 和 300mm 中任一周长，圆周线宽选 0.1mm。

**E.3.2.3**　选择 400 或 500 倍的放大倍数，以满足测量圆周线与晶界截点数大于 70。

**E.3.2.4**　选择 3 个～5 个具有代表性的视场，分别测量圆周与晶粒的截点数，若测量圆周通过三个晶粒汇合点时，计为 2/3 个截点；测量圆周与一个晶界相切，计为 1/2 个截点。

**E.3.2.5**　计算平均晶粒尺寸，评定晶粒度级别指数。若经过计算后，置信度或误差值不能满足要求，则需增加视场数量，再进行测量，直至置信度和误差都满足要求为止。

**E.3.2.6**　晶粒度按下列公式计算：

$$G = -3.2877 + 6.6439\lg\left(\frac{MN}{L}\right) \qquad \cdots\cdots (E.2)$$

$$\bar{L} = \frac{L}{MN} \qquad \cdots\cdots (E.3)$$

式中：

$G$——试样显微晶粒度级别指数；

$\bar{L}$——试样显微磨面上晶粒的平均截线长度，即磨面上晶粒的平均直径，mm；

$L$——测量圆周的长度，mm；

$N$——测量圆周上的晶界截点数；

$M$——观测用的放大倍数。

# 附 录 F
## （规范性附录）
## DWTT 异常断口评判补充规定

### F.1 定义与范围

在 DWTT 试验中，正常断口以脆性启裂；在壁厚较大的高强度、高韧性管线钢中，常常出现以韧性启裂伴有脆性扩展的异常断口，在 SY/T 6476—2000 中被视为无效试样，其典型特征如图 F.1（a）所示。

本补充规定适用于 X80 螺旋缝埋弧焊钢管用热轧板卷中当 DWTT 试验出现异常断口时，对异常断口的评判。

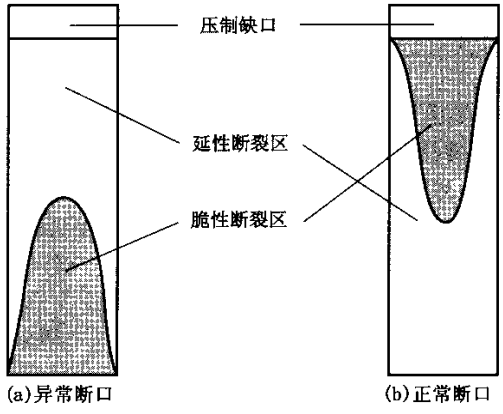



**图 F.1 正常或异常典型断口示意图**

### F.2 试验条件要求

为保证试验结果真实、准确和可靠，试验前应仔细检查试验机的状态，特别要防止落锤配重的松动、试样的偏斜和不对中；在条件允许的情况下，尽可能选择大的冲击能量。

### F.3 异常断口的分类及评判方法

#### F.3.1 异常断口的分类

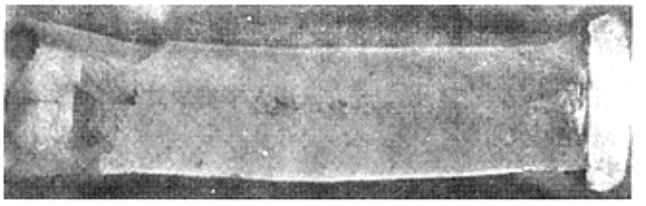
根据裂纹扩展过程中形成的脆性区的形态可分为 4 类，第Ⅰ类异常脆性断口，脆性区分布在锤击侧 1 个壁厚范围内［如图 F.2（a）所示］；第Ⅱ类异常脆性断口，脆性区在锤击侧，分布超出一个壁厚范围［如图 F.2（b）所示］；第Ⅲ类异常脆性断口，脆性区分布在断口韧带中部，从锤击侧算起超过断裂韧带的中线［如图 F.2（c）所示］；第Ⅳ类异常脆性断口，脆性区出现的更早，距缺口的最近距离小于 1 个壁厚［如图 F.2（d）所示］。

#### F.3.2 评判方法

**F.3.2.1** 出现异常断口的试样，应作为有效试样，并按下述方法进行评定：

a）评判区域：按 SY/T 6476—2000 的规定，将从缺口根部和锤击侧分别扣除一个壁厚（壁厚大于 19mm 的只扣除 19mm）的所剩区域，定为断口的有效评判区；

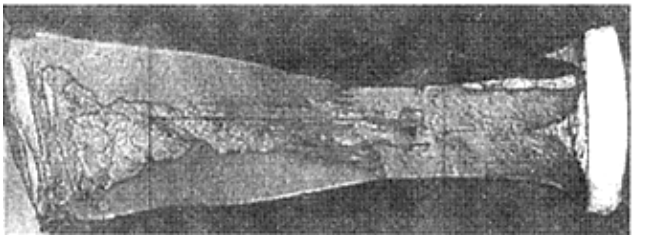
b）脆性面积计算，按有效评判区内的实际面积进行计算。



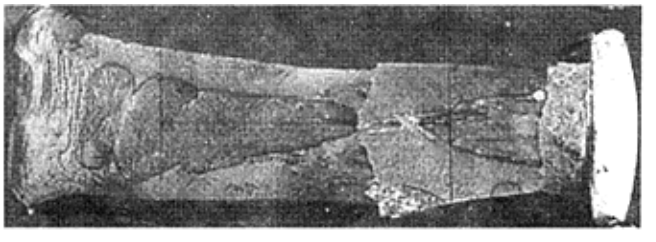
(a)第Ⅰ类异常断口



(b)第Ⅱ类异常断口



(c)第Ⅲ类异常断口



(d)第Ⅳ类异常断口

**图 F. 2　异常断口分类**

如评判结果不符合规定要求，可按 F. 3. 2. 2～F. 3. 2. 4 进行评定。

**F. 3. 2. 2**　对于锤击侧孤立存在脆性区的异常断口试样，按如下方法评定：

a）评判区域：按 SY/T 6476—2000 的规定，将从缺口根部和锤击侧分别扣除一个壁厚（壁厚大于 19mm 的只扣除 19mm），剩余面积为评判区域；

b）脆性面积计算：在评判区域内，当孤立脆性区的分布不超过从锤击侧算起的 25mm 范围时，可忽略不计；超过 25mm 范围时，按本条 a）规定的评判区域，进行脆性面积的计算。

**F. 3. 2. 3**　其他异常断口的评判，按以下方法进行：

a）评判区域：在锤击侧扣除 1.5 倍壁厚、缺口根部扣除 5mm，剩余面积为评判区域；

b）脆性面积计算：所有在评判区域内的脆性区均按实际面积计算，不连续的区域先独立计算，再累加。

**F.3.2.4** 如按上述方法评定的结果不合格，允许采用人字型缺口试样重新试验，试验中出现异常断口，评判方法按本补充规定执行。