



工程名称：塔里木油田凝析气轻烃深度回收工程

建设单位：中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司

设计单位：中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司

建设地点：中国新疆巴音郭楞蒙古自治州轮台县轮南镇

DGP 文件编号：

文件编号：
S2014-207E-0000-MA-SPC-05

第 1 页 共 54 页

站场钢管技术规格书

1	供采购	材料	陈勇彬	张仁勇	李林辉	殷名学		2016. 5
0	供采购	材料	陈勇彬	张仁勇	李林辉	殷名学		2016. 4
A	供采购 准备用	材料	陈勇彬	张仁勇	李林辉	殷名学		2016. 4
版次	描述	专业	编制	校对	审核	审定	会签	日期

目 次

1	范围	3
2	名词定义	3
3	总体要求	3
4	遵循的标准规范	4
5	符号和缩略语	5
6	钢管登记, 钢级和交货状态	5
7	由购方提供的信息	6
8	制造工艺和材料	6
9	验收标准	8
10	检验	14
11	标志和保护性涂层	20
12	包装运输及存储	21
13	技术文件提交	21
14	技术服务	22
15	验收	23
16	售后服务	23
附 录 B	(规范性附录) PSL2 钢管制造工艺评定	25
附 录 C	(规范性附录) 表面缺欠和缺陷的处理	27
附 录 D	(规范性附录) 补焊工艺	29
附 录 E	(规范性附录) 站场管无损检测	31
附 录 I	(规范性附录) API 许可证持有者标志的说明	35
附 录 Q	(规范性附录) 首批检验	37
附 录 R	(规范性附录) 焊接工艺评定	39
附 录 S	(规范性附录) 针状铁素体型管线钢带状组织评定方法	43
附 录 T	(规范性附录) 针状铁素体型管线钢铁素体晶粒度测定法	47
附 录 U	(规范性附录) 制造工艺规范 (MPS)	51
附 录 V	(资料性附录) 钢管规格尺寸	52

1 范围

本标准规定了油气输送管道工程站场用直缝埋弧焊管、无缝管、螺旋埋弧焊管和电焊钢管的材料、制造、检查、试验及相关的要求。

按本文件制造的钢管不适用于输送腐蚀性介质的管道。

站场钢管选定 API Spec 5L:2012 PSL2 级产品，钢管的选型和基本参数应符合表 1 的规定。

本标准规定了油气输送管道工程站场用钢管的设计、材料、制造、检验及验收的基本要求。本标准是对 API Spec 5L:2012 的补充，本标准应与 API Spec 5L:2012 一起使用。本标准从第 5 章至第 12 章条文编序与 API Spec 5L:2012 的条文序号相互对应，本标准的部分条文有适当的增加；凡本标准未叙及的条款及内容均按 API Spec 5L:2012 的规定执行。

表 1 站场用钢管基本参数

序号	管型	外径 D mm	壁厚 t^* mm	强度等级*
1	直缝埋弧焊管 (SAWL) 螺旋埋弧焊管 (SAWH)	≥ 508 ≤ 1422	按设计文件规定	$\geq L245/B$ $\leq L555/X80$
2	无缝管 (SMLS) 高频电阻焊钢管 (HFW)	≤ 660	按设计文件规定	$\geq L245/B$ $\leq L450/X65$

* 钢管规格尺寸参见附录 V。

2 名词定义

本文件采用 API Spec 5L 的术语和定义，并补充下列定义：

业主：项目投资人或委托的管理方。

设计方：承担工程项目设计任务的设计公司或组织。

供货商：为业主设计、制造、提供油气管道工程站场钢管的公司或厂家。

分包商：设计和制造分包合同所规定的油气管道工程站场钢管的公司或厂家。

技术规格书：说明向业主提供的油气管道工程站场钢管、服务或工艺应满足的要求，以及验证这些要求所需的程序的书面规定。油气储运项目设计规定发布的技术规格书——包括技术条件、数据单、技术评分表三个部分。

技术条件：用于规定油气管道工程站场钢管达到的各项性能指标和质量要求的文件。

数据单：根据各工程项目实际情况，用于描述油气管道工程站场钢管的订货参数的文件及表格；应按照建设项目管理程序，经审批后用于订货。

技术评分表：招/投标过程中的技术组评分标准表格。

专用技术要求：指项目对油气管道工程站场钢管的特殊要求、业主的专门要求、以及需对“技术条件”规定进行修改或调整的内容。

质保期：供货商承诺的对所供油气管道工程站场钢管因质量问题而出现故障时提供免费维修及保养的时间段。

3 总体要求

3.1 供货商资质要求

3.1.1 供货商证书要求

按本文件向油气输送管道工程项目供应钢管的供货商应通过中华人民共和国压力管道元件制造许可认证、具有 API Spec 5L 会标使用权、已 ISO 9001 质量体系认证或与之等效的质量体系认证。

3.1.2 供货商业绩和经验要求

供货商应具有良好的商业信誉和业绩，近三年经营活动中无可核实的重大质量事故记录。供货商应提供与本工程情况类似的供货业绩表。

3.2 投标承诺

3.2.1 供货商职责

供货商应对材料的设计、制造、和检验以及在不同场所进行的试验负有完全责任。供货商还应对材料的质量、可靠性、技术服务与相关责任进行承诺，该承诺被认为是合同需执行的内容。

3.2.2 提供资料

投标时，供货商在投标技术文件中应向业主提供如下的文件：

- a) 第三方机构颁发的相关资质证书；
- b) 业绩表/跟踪报告；
- c) 制造、检测时间计划及内容；
- d) 与设计、制造、测试和检测相关的技术标准规范名称；
- e) 其它本技术规格书中要求提供的相关技术资料。

3.2.3 质量承诺

- a) 本技术规格书意在指明该材料采购的基本原则和最低要求，并不减轻供货商为其所提供的材料的设计、制造、检查、试验、性能和安全所负的全部责任。
- b) 供货商应对提供材料的质量、可靠性、使用寿命、技术服务、相关责任等做出承诺。
- c) 由业主和设计方签发的对材料的提议或建议，并不能免除供货商认可本技术规格书的所有要求或履行承诺时的任何责任。

3.2.4 进度承诺

供货商所提供的材料，其交货期应满足招标文件或项目总体进度的要求。

3.2.5 其他

- a) 本技术规格书应结合材料表 1)S2014-207E-0228-PI-MT0-01 综合材料表；2)S2014-207E-0229-PI-MT0-01 综合材料表；3)S2014-207E-0230-PI-MT0-01 综合材料表；4)S2014-207E-0231-PI-MT0-01 综合材料表，作为采购依据。
- b) 其它未列出的与本材料有关的标准规范，供货商有义务主动向业主和设计提供。所有标准规范均应为项目采购期时的有效版本。

4 遵循的标准规范

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，仅所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 4335

低碳钢冷轧薄板铁素体晶粒度测定法

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用钢管
GB/T 13298	金属显微组织检验方法
GB 17820	天然气
GB/T 19001	质量管理体系要求
SY/T 6423.1~6423.7	石油天然气工业承压钢管无损检测方法
SY/T 6476	输送钢管落锤撕裂试验方法
SY/T 6577.1	管线钢管运输：第一部分 铁路运输
SY/T 6577.2	管线钢管运输：第二部分 内陆及海上船舶运输
ISO 148-1	金属材料 夏比摆锤冲击试验 第1部分：试验方法
ISO 9001	质量管理体系——要求
ISO 10893-7	钢管的无损检测--第7部分：焊接钢管焊缝缺欠的射线数字检测
ISO 11484	承压用钢管 无损检测（NDT）人员资质和评定
API Spec 5L:2012	管线钢管规范（第45版）
ASTM A370	钢产品机械性能试验的方法与定义
ASTM A435	钢板直射声束超声检验规范
ASTM A578	特殊用途平板和复合钢板纵波超声波检验标准规范
ASTM A751	钢产品化学分析的试验方法、规程和术语
ASTM A956	钢产品里氏硬度试验标准方法
ASTM A1038	采用超声波接触阻抗法便携式硬度仪标准做法
ASTM E18	金属材料洛氏硬度和洛氏表面硬度标准试验方法
ASTM E45	钢中夹杂物含量的确定方法
ASTM E94	射线检验标准指南
ASTM E110	金属材料便携式硬度仪压痕硬度试验方法
ASTM E112	金属平均晶粒度的测定方法
ASTM E165	液体渗透标准试验方法
ASTM E213	金属管超声波检验标准作法
ASTM E273	焊接钢管焊接区超声波检验标准作法
ASTM E309	钢管产品磁饱和和涡流检验标准做法
ASTM E384	金属材料努氏硬度和维氏硬度标准试验方法
ASTM E570	铁磁性钢管产品漏磁检验标准做法
ASTM E709	磁粉检验标准做法
ASTM E1268	带状组织级别评定标准做法

5 符号和缩略语

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

6 钢管登记，钢级和交货状态

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

7 由购方提供的信息

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8 制造工艺和材料

8.1 制管工艺

补充:

按本文件供货的钢管应采用无缝钢管(SMLS)、直缝埋弧焊钢管(SAWL)、螺旋埋弧焊管(SAWH)或直缝高频电阻焊管(HFW)按表3的要求制造,焊接钢管带一条焊缝。其制造工艺应按 API Spec 5L:2012 附录 B 进行评定,焊接钢管的焊接工艺应按附录 R 的要求评定。

8.2 要求验证的工序

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.3 材料

8.3.1 焊管用钢材应为纯净镇静钢, L485/X70 强度级别材料晶粒度应为 No.10 级或更细; L450/X65~L360/X52 强度级别材料晶粒度应为 No.8 级或更细; 低于 L360/X52 强度级别材料晶粒度应为 No.6 级或更细。晶粒度评定按 ASTM E112、GB/T 6394(等轴晶粒)、GB/T 4335 (非等轴晶粒)、附录 T 或购方与供货商供货商双方商定的其它方法进行。

无缝管用钢材应为吹氧转炉或电炉冶炼、晶粒应为 No.6 级或更细的纯净镇静钢。晶粒度评定按 ASTM E112、GB/T 6394(等轴晶粒)、GB/T 4335 (非等轴晶粒)或购方与供货商供货商双方商定的其它方法进行。

8.3.2 钢中 A、B、C、D 类非金属夹杂物级别限定如表 S1 所示(按 ASTM E45 A 方法检验)。

表 S1 非金属夹杂物级别限定

钢级	A		B		C		D	
	薄	厚	薄	厚	薄	厚	薄	厚
L485/X70	≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0
其它	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5

L485/X70 强度级别钢材带状组织评定按附录 S 规定的方法进行,供货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。L450/X65 及以下强度级别钢材带状组织评定按 ASTM E12368、GB/T 13298 规定的方法进行,供货商应提供带状组织评定结果,带状组织评定结果应不大于 4.5 级。

8.3.3

补充:

用于制造钢管的钢板、板卷或钢带不应带有任何补焊焊缝,钢管制造过程中也不允许对母材进行任何补焊。

8.3.4

不适用。

8.4 定位焊缝

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.5 COW 钢管焊缝

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.6 SAW 钢管焊缝

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.7 双缝钢管焊缝

不适用。

8.8 EW 钢管焊缝处理

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.9 冷扩径

机械扩径过程中,应采用适当的措施,防止内扩径装置与焊缝相接触。

直缝埋弧焊钢管是否扩径由供货商根据需要确定。若扩径,钢管扩径率应控制为 0.4%~1.4%,其计算方法如下:

$$\text{扩径率} = \frac{\text{扩径后外径} - \text{扩径前外径}}{\text{扩径前外径}} \times 100\%$$

高频焊管可采用扩径或减径的方法将钢管定径至最终尺寸。定径比 S_r 不超过 1.5%,其计算方法如下:

$$\frac{|\text{定径后外径} - \text{定径前外径}|}{\text{定径前外径}} \times 100\%$$

8.10 钢带 / 钢板对头焊接

不适用。

8.11 对接管

不适用。

8.12 热处理

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.13 追溯性

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

8.14 表面清洁状态

供货商应保持钢管表面清洁,钢管表面上应无油脂、焊剂和腐蚀物等。钢管表面不得受铜、锡、铅、锌等低熔点金属污染。

8.15 制造工艺确认

8.15.1 供货商首次取得按本文件提供钢管的资格之前应按照附录 U 的要求,提交制管工艺的详细说明 (MPS 文件)。

8.15.2 供货商应在投标文件的相关内容中，对本文件所规定的全部技术条款作出明确的响应。

8.15.3 “购货合同”签订后，供货商如果对提交的文件有变动，应立即报告购方认可。如果不能按时报告并得到认可，则被视为拒绝执行合同的依据。

8.15.4 供货商提供的所有制造工艺文件需要得到购方或购方委托人的签字方可认为有效，否则购方有权拒收供货商提供的所有产品。

8.16 首批检验

正式生产前应按附录 Q 的要求进行首批检验，首批检验合格后，方可进行正式生产，首批检验结果可用于出证报告。若在签订合同前 3 年内，供货商有可核实的相近产品的供货业绩和完善的首批检验文件资料证明，可不再重复进行首批检验。

9 验收标准

9.1 总则

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.2 化学成分

按本文件供应的钢管的化学成分，产品分析结果应符合表 5 的要求。

表 5 产品分析要求 (Wt.%) Max.

钢级	根据熔炼分析和产品分析的最大质量分数 %									最大碳当量 ^a %	
	C ^b	Si	Mn ^b	P	S	V	Nb	Ti	其它 ⁱ	CE _{IW}	CE _{Pcm}
焊接钢管											
B/L245	0.24	0.40	1.20	0.025	0.011	c	c	c	d	0.41	0.23
X52/L360	0.20	0.40	1.60	0.025	0.011	c	c	c	d	0.42	0.23
L390M或X56M	0.22	0.45	1.40	0.025	0.015	c	c	c	d	0.43	0.25
L415M或X60M	0.12 ^e	0.45 ^e	1.60 ^e	0.025	0.015	f	f	f	g	0.43	0.25
L450M或X65M	0.12 ^e	0.45 ^e	1.60 ^e	0.025	0.015	f	f	f	g	0.43	0.25
L485M或X70M	0.12 ^e	0.45 ^e	1.70 ^e	0.018	0.010	f	f	f	g	0.43	0.25
L555M或X80M	0.12 ^e	0.45 ^e	1.85 ^e	0.018	0.010	f	f	f	h	0.43 ^e	0.25

^a 根据产品分析。如果碳的质量分数大于 0.12%，则 CE_{IW} 极限适用；如果碳的质量分数小于等于 0.12%，则 CE_{Pcm} 极限适用。

^b 碳含量比规定最大质量分数每降低 0.01%，则允许锰含量比规定最大质量分数增加 0.05%，但对于大于等于 L245 或 B 小于等于 L360 或 X52 的钢级，最大值不应超过 1.65%；对于大于 L360 或 X52 小于 L485 或 X70 的钢级，最大值不应超过 1.75%；对于大于等于 L485 或 X70 钢级小于等于 L555 或 X80 的钢级，最大值不应超过 2.00%。

^c 铌、钒和钛的总含量不应超过 0.15%。

^d 除非另有规定，铜的最大含量为 0.50%，镍的最大含量为 0.30%，铬的最大含量为 0.30%，钼的最大含量为 0.15%。对于 L360/X52 及以下钢级，不应有意加入铜、铬和镍。

^e 除非另有协议。

^f 除非另有协议，铌、钒和钛的总含量不应超过 0.15%。

^g 除非另有规定，铜的最大含量为 0.50%，镍的最大含量为 0.50%，铬的最大含量为 0.50%，钼的最大含量为 0.50%。

^h 除非另有规定，铜的最大含量为 0.50%，镍的最大含量为 1.00%，铬的最大含量为 0.50%，钼的最大含量为 0.50%。

ⁱ 除非另有规定，不得有意加入硼，残留硼含量应 ≤ 0.001%。

9.2.2 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.2.3 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.2.4 产品分析

每一熔炼炉次原材料生产的钢管应进行一次产品分析，并提供报告。产品的化学成分应符合表 5 的要求。

如果一个熔炼炉次的钢板生产的钢管化学成分不符合表 5 的要求，则由该熔炼炉次的钢板制造的所有钢管应予拒收。

9.3 拉伸性能

9.3.1

不适用。

9.3.2

补充：

管体拉伸性能

钢管管体拉伸试验结果应符合表 7 的要求。

焊接接头拉伸性能

焊接接头全壁厚矩形拉伸试验结果应符合表 7 的要求；若采用多个分层试样，同一厚度方向上均匀分层矩形样的拉伸强度平均值应大于表 7 规定焊接接头抗拉强度最小值，且一组全壁厚分层样中任何一个分层拉伸试样若断在焊缝或熔合线以外的母材上，其单个试样的抗拉强度数值应大于表 3B 规定抗拉强度最小值的 95%（碳素钢）或 97%（低合金钢）。

表 7 拉伸性能

钢级	管体					焊接接头		断裂位置
	屈服强度 $S_{10.5}$ MPa		抗拉强度 S_m MPa		屈强比 $S_{10.5}/S_m$	伸长率 A %	抗拉强度 S_m MPa	
	min	max	min	max	max	min	min	
L555/X80	555	705	625	825	0.93	按 API Spec 5L	625	报告
L485/X70	485	630	570	760	0.93	按 API Spec 5L	570	报告
L450/ X65	450	600	535	760	0.93	按 API Spec 5L	535	报告
L415 /X60	415	565	520	760	0.90	按 API Spec 5L	520	报告
L390 /X56	390	545	490	760	0.90	按 API Spec 5L	490	报告
L360 /X52	360	510	460	760	0.90	按 API Spec 5L	460	报告
L320 /X46	320	525	435	760	0.85	按 API Spec 5L	435	报告
L290 /X42	290	495	415	655	0.85	按 API Spec 5L	415	报告
L245/B	245	440	415	655	0.85	按 API Spec 5L	415	报告

9.4 静水压试验

9.4.1 每根钢管应进行静水压试验，试验过程中整个焊缝及管体无泄漏，试验后钢管局部管壁应无明显的鼓起。

9.4.2

不适用。

9.4.3 同一规格中的任一根钢管所能承受的最小静水压爆破压力值应不低于按照 API SPEC5L 标准计算的理论爆破压力值。本标准虽不强制性要求供货商对相同规格钢管应抽样进行静水压爆破试验，但供货

商应确保其所提供的同一规格钢管中,任一根钢管所能承受的静水压爆破试验压力最小值不低于按公称尺寸和母材抗拉强度最小值计算得出的理论爆破压力值。

9.5 弯曲试验

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.6 压扁试验

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.7 导向弯曲试验

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.8 PSL2 钢管 CVN 冲击试验

9.8.1 总则

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.8.2 管体试验

9.8.2.1

更改为:

对于外径为114.3 mm及以上的钢管,其夏比冲击试验按API 5L相关要求进行;当钢管外径大于等于70,小于114.3mm,且壁厚不小于6.5mm时,应取纵向试样进行夏比冲击韧性试验。

夏比冲击试验温度选取原则:

非埋地钢管夏比冲击试验温度应考虑当地最低环境温度,试验温度应低于管线通过地区当地最低环境温度,试验温度一般取-10℃、-20℃或-30℃,且冲击功应满足表8的要求。

当最低环境温度低于-30℃时,试验温度取-45℃,或采取保温或伴热等工艺措施,确保采取工艺措施后管道壁温度不低于-30℃。冲击功也应满足表8的要求。

当最低环境温度低于-40℃时,试验温度由业主和供货商协商确定。如果业主和供货商协议在更低的试验温度下进行夏比冲击试验,其在该温度下的夏比冲击功满足规定冲击试验结果要求,可认为该试验合格。冲击功应满足表8的要求。

埋地钢管应在-5℃下进行夏比冲击韧性试验;

如果协议在更低的试验温度下进行夏比冲击试验,其在该温度下的夏比冲击功满足规定冲击试验结果要求,可认为该试验合格。

站场管母材在选定试验温度下的夏比V型缺口冲击韧性试验结果应满足表8要求,其剪切面积百分数仅提供数据供参考。

9.8.2.2

不适用。

9.8.2.3

更改为:

供货商应对焊缝金属和焊缝热影响区进行夏比V型缺口冲击试验。其在规定温度下的夏比冲击功应符合表8的要求,并提供剪切面积试验数据。

表 8 夏比冲击韧性要求 (10mm×10mm×55mm)

管径 D mm	取样位置	各种强度级别钢管夏比冲击功* J		
		B/L245	>B/L245 ≤X70/L485	X80/L555
≤508	焊接接头	27 (20)	27 (20)	/
	管体母材	27 (20)	40 (30)	/
>508 ≤762	焊接接头	/	27 (20)	/
	管体母材	/	54 (40)	/

续表 8 夏比冲击韧性要求
(10mm×10mm×55mm)

管径 D mm	取样位置	各种强度级别钢管夏比冲击功* J		
		B/L245	>B/L245 ≤X70/L485	X80/L555
>762 ≤914	焊接接头	/	40 (30)	/
	管体母材	/	80 (60)	/
>914 ≤1219	焊接接头	/	40 (30)	50 (40)
	管体母材	/	80 (60)	90 (75)

* 夏比冲击功数值, 括号外为三个试样最小平均值, 括号内为单个试样最小值。

9.8.3 钢管焊缝和 HAZ 试验

如果协议更低的试验温度, 每个钢管焊缝和焊缝热影响区夏比冲击试验结果应满足表 8 的要求。

9.9 落锤撕裂 (DWT) 试验

供货商应按照 API RP 5L3 进行落锤撕裂试验 (DWTT), 其在 0℃ 下的断口剪切面积的最小百分数要求见表 8-1。

表 8-1 落锤撕裂试验(DWTT)要求

壁厚	DWTT 最小剪切面积百分比(SA%)		试验温度 ^a
	2 个试样平均值	单个值	
小于等于 25.4mm	85	70	0℃
大于 25.4mm 小于等于 32mm	75	50	
大于 32mm	65	30	

^a 如果管道钢管的最低设计温度低于 0℃, 应在最低设计温度下进行试验。
^b 壁厚超过 25.4 mm 的钢管, 由业主和供货商双方另行协商确定。

9.10 表面状况, 缺欠和缺陷

9.10.1 总则

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.10.2 咬边

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.10.3 电弧烧伤

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.10.4 分层

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.10.5 几何尺寸偏差

9.10.5.1 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.10.5.2 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.10.5.3 焊缝两侧各 50mm 弧长范围内局部区域与钢管理想圆弧的最大径向偏差（噉嘴）不得大于 1.5mm。

9.10.6 硬度

硬块验收按照 API Spec 5L:2012 条款要求执行。

补充：

对钢管管体、焊缝和热影响区进行维氏硬度测定，最大允许硬度值应满足以下要求：

钢级	硬度值
强度级别 L555/X80	≤300HV10
强度级别 L485/X70	≤280HV10
强度级别 L450/X65	≤265 HV10
强度级别 L415/X60~L360/X52	≤255 HV10
强度级别 L320/X46~L245/B	≤240 HV10

9.10.7 其他表面缺欠

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.11 尺寸，质量和偏差

9.11.1 尺寸

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.11.2 单位长度质量

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.11.3 直径，壁厚，长度和直度偏差

9.11.3.1

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

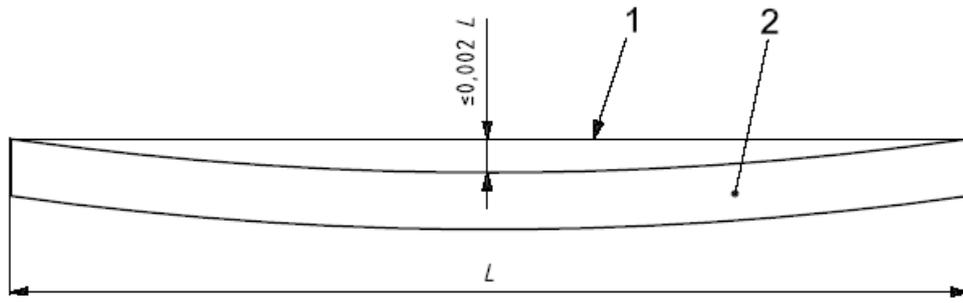
9.11.3.2

焊管壁厚允许偏差应为公称壁厚的-3%~+7%。

无缝管壁厚允许偏差应为公称壁厚的-10%~+15%。

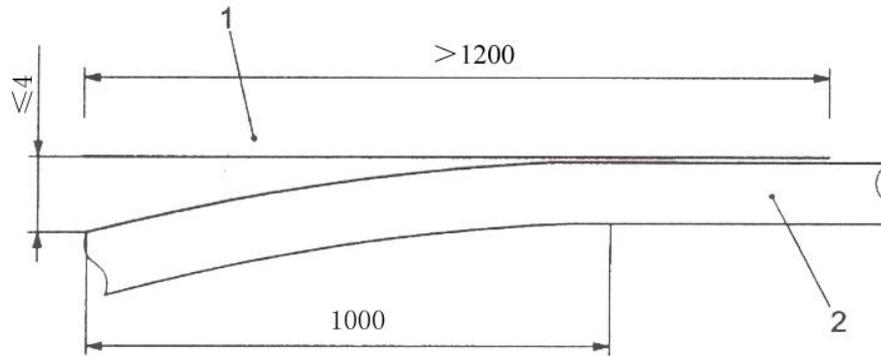
9.11.3.3 至少 80%的钢管的长度应为 11.0m~12.2m，其余应大于 6m。若订单中另有规定，则按订单规定执行。

9.11.3.4 钢管直度偏差不大于钢管长度的 0.2%，如图 1 所示。在每个管端 1000mm 长度上相对于直线的局部直度应小于 3.0mm/m，如图 2 所示。



- 1—拉紧的线或者金属丝
2—钢管

图 1 钢管直度测量示意图



- 1—直线
2—钢管

图 2 局部直度测量示意图

9.12 管端加工

9.12.1 总则

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.12.2 带螺纹管端

不适用。

9.12.3 承口端

不适用。

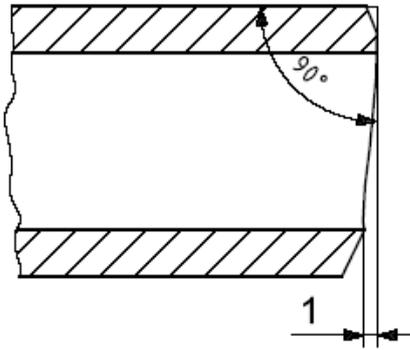
9.12.4 特殊接箍管端加工

不适用。

9.12.5 平端

9.12.5.1 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

- 9.12.5.2 管端坡口角度 $22^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，钝边 $1.6\text{mm} \pm 0.8\text{mm}$ 。当合同有规定时按合同执行。
- 9.12.5.3 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。
- 9.12.5.4 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。
- 9.12.5.5 管端切斜最大应不超过 1.6mm。切斜如图 3 所示。



1—切斜量

图 3 管端切斜示意图

9.13 焊缝偏差

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.14 质量偏差

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

9.15 焊接工艺评定

供货商应按附录 R 的要求进行焊接工艺评定。

10 检验

10.1 检验类型和检验文件

10.1.1 总则

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.1.2 PSL1 钢管检验文件

不适用。

10.1.3 PSL2 钢管检验文件

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.1.3.1 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.1.3.2 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.1.3.3 质量证明书要求

证明书应由供货商授权的代理人签名，并在钢管装货发运抵达购方指定地点之前提交购方，证明书包括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供货商在签定订货合同时协商决定。

10.2 特定检验

10.2.1 检验频次

钢管的检验频次及试样要求应符合表18的规定。

检验频次应为：

同一熔炼炉次、同一生产工艺生产的同一规格钢管，外径小于 508 mm 时不多于 100 根为一批，外径不小于 508 mm 时不多于 50 根为一批，每批应抽 1 根钢管进行一次试验。如果钢管在多条焊接生产线上进行焊接，试验应随机在不同焊机生产的钢管上进行，但是每台焊机每周至少进行一次。

表 18 试验与试验要求

适用钢管种类		试验项目	试验频率	试样数量、位置及取向
无缝管		化学成分产品分析	每熔炼炉次一次	1
		拉伸	每批进行一次	1（圆周任意位置，纵向）
		夏比冲击	每批进行一次	3（圆周任意位置，横向 ^a ）
		落锤撕裂试验	每批进行一次	2（圆周任意位置，横向 ^a ）
埋弧焊管或电焊焊管	管体	化学成分产品分析	每熔炼炉次一次	1
		拉伸	每批进行一次	1（距焊缝 180°位置，横向）
		夏比冲击—管体横向	每批进行一次	3（距焊缝 90°位置，横向）
		落锤撕裂试验	每批进行一次	2（距焊缝 90°位置，横向）
	焊缝	焊缝接头拉伸	每批进行一次	1（焊缝，横向）
		导向背弯 ^b	每批进行一次	1（焊缝，横向）
		导向面弯 ^b		1（焊缝，横向）
		夏比冲击—焊缝	每批进行一次	3（焊缝，横向）
		夏比冲击—热影响区 ^b	每批进行一次	3（热影响区，横向）
		电焊管压扁试验 ^c	图 5	图 5
		宏观照片	每批进行一次	1（焊缝，横向）
		显微照片	必要时	
		维氏硬度	每批进行一次	1（焊缝，横向）
无缝管、电焊焊管、埋弧焊管		静水压试验	每根钢管	
		静水压爆破试验	协商确定或同一规格的钢管抽	
		外观检查	每根钢管	
		尺寸检查	每根钢管	
		无损探伤	每根钢管	
		首批检验	附录 Q	

- ^a 夏比冲击试验和落锤撕裂试验试样优先选用钢管横向，若因钢管尺寸限制，可协商采用纵向试样。
- ^b 导向弯曲试验和焊缝热影响区夏比冲击试验仪指埋弧焊管。
- ^c 压扁试验仪指直缝电焊焊管。

10.2.2 产品分析取样和试样

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.3 力学性能试验取样和试样

10.2.3.1 总则

补充：

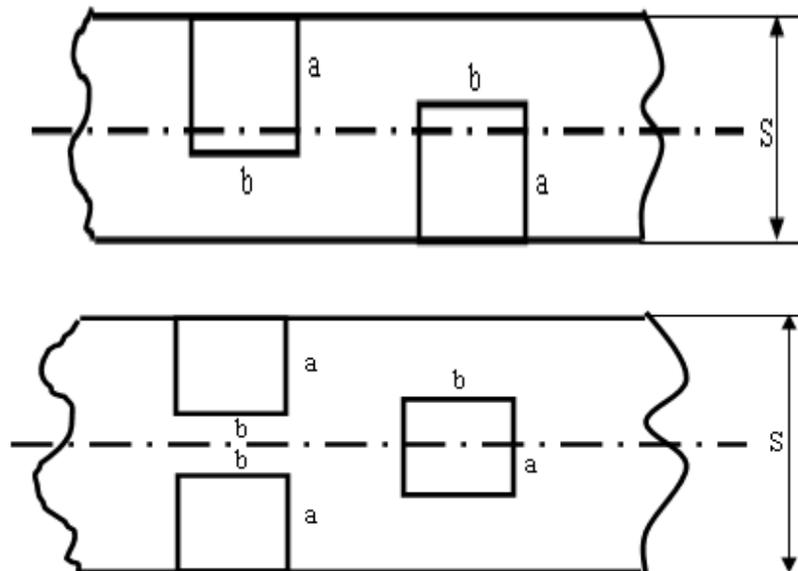
力学性能试验试样应在扩径和水压试验后的钢管上进行取样。

10.2.3.2 拉伸试验试样

补充：

分层拉伸试样

当钢管壁厚大于 25 mm 时，可以采用全壁厚矩形拉伸试样，也可采用全壁厚均匀分层矩形拉伸试样，试样加工方式见图 10.2.3.2。若采用分层试样，则将多个分层试样组成一组，并对每个分层样进行试验。代表一个矩形拉伸试样的分层样中，单个分层试样厚度应近似相等，且等分后制取的试样厚度应接近拉伸试验机所能试验的最大厚度。



a—分层样厚度；b—分层样宽度；s—板厚度

图 10.2.3.2 典型分层样示意图

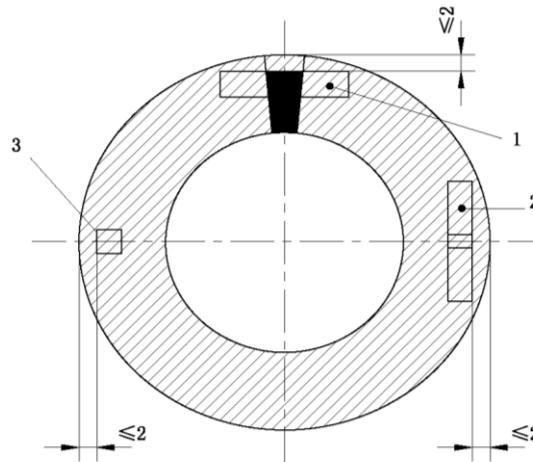
10.2.3.3 CVN 冲击试验用试样

补充：

埋弧焊管夏比冲击试样包括焊缝金属、热影响区、管体横向三种试样；电焊钢管包括焊缝、管体横向两种试样和无缝管管体横向样。试样的缺口应垂直于钢管表面。试样位置和缺口方向应按 ISO 3183-2 的规定执行（见图 10.2.3.3）。

焊缝和热影响区试样在缺口加工之前应进行表面腐蚀以准确确定切口位置。焊缝冲击试样缺口应为

外焊道中心线，热影响区冲击试样缺口应通过外焊道熔合线和试样表面交点处（见附录 R 图 R.1）。



- 1 焊缝横向
- 2 管体横向
- 3 管体纵向

图10.2.3.3 冲击试样取样位置

试样制备应符合 ASTM A370 的规定。

10.2.3.4 DWT 试验试样

试样的取样应符合 API Spec 5L:2012 图 5a 和表 20 的规定。试样应按 SY/T 6476 进行制备。

10.2.3.5 （全截面）弯曲试验试样

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.3.6 导向弯曲试验试样

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.3.7 压扁试验试样

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.4 试验方法

补充：

对于同一批钢管的检测试验，所进行的全部检测试验项目应按照同一标准体系采标，即全部同时选用国标（或国际标准），也可同时全部选用 ASTM 标准。

10.2.4.1 产品分析

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.4.2 拉伸试验

补充：

圆棒拉伸试样应符合 ISO 6892（IDT GB/T 228）或 ASTM A370 的规定。

10.2.4.3 CVN 冲击试验

补充:

冲击试样应符合 ISO 148 (IDT GB/T 229) 或 ASTM A370 的规定。

10.2.4.4 落锤撕裂试验

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.4.5 全截面弯曲试验

不适用。

10.2.4.6 导向弯曲试验

补充:

导向弯曲试样应符合 ISO 7438 (IDT GB/T 232) 或 ASTM A370 的规定。

10.2.4.7 压扁试验

补充:

压扁试样应符合 ISO 8492 (IDT GB/T 246) 或 ASTM A370 的规定。

10.2.4.8 硬度试验

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.4.9 维氏硬度试验

焊接接头的维氏硬度试验应按 ASTM E384 进行。

10.2.5 宏观照相和显微照相检验

按照API Spec 5L:2012标准要求执行。

10.2.6 静水压试验**10.2.6.1 静水压试验**

埋弧焊钢管静水压试验的稳压时间至少应为 15s; 无缝钢管静水压试验的稳压时间至少应为 8s。

10.2.6.2 为保证每根钢管能在要求的试验压力下进行静水压试验, 每台试验机应配备能记录每根钢管试验压力和试验保持时间的记录仪, 或配备自动连锁装置, 以防止在未满足试验要求(试验压力和保持时间)前将钢管判为已试压合格钢管。静水压试验记录或记录曲线应供购方检验人员在制造厂内检查。试验压力测量装置应在试验前 4 个月内, 采用静载荷压力校准仪或等效设备校验, 以后至少每周校准一次, 每次爆管后也应校准一次, 校准压力表时应通知购方代表。

10.2.6.3 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.6.4 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.6.5 试验压力

更改为:

表 26 用于确定 S 的规定最小屈服强度百分数

钢管等级	规定外径 D	确定 S 的规定最小屈服强度百分数
------	-----------	-------------------

	mm	选用试验压力
L245/B	任意	75 ^a
L290/X42~L485/X70	≤141.3	75 ^b
	>141.3 至≤219.1	75 ^b
	>219.1 至≤508	85 ^b
	≥508	95 ^b
a. $D \leq 88.9$ mm钢管, 试验压力不许超过 17.0MPa, $D > 88.9$ mm钢管, 试验压力不许超过 19.0MPa。 b. $D \leq 406.4$ mm钢管, 试验压力不许超过 50.0MPa, $D > 406.4$ mm钢管, 试验压力不许超过 25.0MPa。		

10.2.6.6 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.6.7 按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.6.8 同一规格的钢管应抽取一根钢管进行静水压爆破试验。

10.2.7 外观检查

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.8 尺寸检测

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.9 称重

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.10 无损检测

钢管无损检测按附录 E 要求进行。

10.2.11 分类和重新处理

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.2.12 复验

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

10.3 购方检验

10.3.1 供货商应提供检查工艺和检查人员的资格, 并提交按 ISO 9001 要求制订的有关文件供审查使用。

10.3.2 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。

10.3.3 购方代表认为有必要时将进行审核检查, 确认是否符合本文件要求。

10.3.4 供货商应允许购方审查供货商在生产钢管期间作为生产控制所作的所有试验报告和试样。

10.3.5 如果购方发现试验方法和检查方法存在问题, 有权拒绝接受钢管的最终检查结果, 直到满足本文件为止。

10.3.6 如果钢管内外表面上沾有油脂、过多的焊剂、腐蚀物和低熔点金属污染, 则购方将不接收这些钢管。钢管上的油脂、焊剂等可采用购方认可的予以除去。在进行清除异物的作业中, 要保留熔炼炉次和钢管的编号。

10.3.7 购方授权的检查代表有权拒收不符合本文件的任何钢管。

11 标志和保护性涂层

11.1 标志

符合规范要求的钢管，应由制造厂作标志。生产厂应在生产之前提供标记方法的文件，供业主认可。钢管上的标志应符合下面的规定。

11.1.1 标志位置

除非合同上规定了特定位置，否则标记应：

- a) 在钢管外表面上，按 11.3 所列的顺序，从距钢管一端 450 mm~760 mm 之间的一点开始；
- b) 在钢管内外表面上，从距钢管一端至少 150 mm 的一点开始。

11.1.2 标志方式

采用模板漆印方法作标志，合同另有规定的除外。所要求的标记应永久性地且清晰地标记。

11.1.3 标志内容

标志内容除了下列内容外，还可增加业主要求的其它标志内容。

- a) 制造厂名称或标识
- b) 标准号
- c) 规定外径
- d) 规定厚度
- e) 钢管钢级/钢号（如经协商，制造厂应在每根钢管的内表面上涂敷直径约 50 mm 的油漆。如果钢管钢级适用，油漆颜色应按表 39 规定。对于所有其它钢级，油漆颜色应按订单规定。）
- f) 产品规范等级（PSL 2）
- g) 钢管类型（HFW、SAWH 或 SAWL）
- h) 炉批号和管号
- i) 水压试验压力
- j) 钢管长度
- k) 制造日期
- l) 客户检验代表的标识（如果有的话）

11.1.4 标志符号

见表 27。

11.1.5 兼容标准的标志

附加标志包括兼容标准的标志，按照业主要求，允许加在本文件规定的标志后。

11.1.6 长度标志

钢管长度应以米（m）为单位，并精确到 0.01m。但业主另有要求时除外。

11.1.7 涂层管标记

对于随后要涂层的钢管，如经协商，标记可在涂敷厂而不是在钢管加工厂进行。在这种情况下，应确保可追溯性，如采用唯一的编号（单个钢管或熔炼批）。

11.1.8 特殊要求

11.1.8.1 外径不小于 813 mm 的钢管，在钢管内外表面同时做作标志。如要求附加标志或要求在特殊位置做标志、或采用特殊方法做标志应经双方协商同意。

11.1.8.2 低温服役环境下的钢管的标记应采用外漆印标志、内漆印标志，挂标签或标色标志方法，禁止用打钢印作标记。

表 27 钢管标志项目及符号

钢管钢级	符号 ^a
L245 或 B	B
L290 或 X42	X42
L360 或 X52	绿色
L390 或 X56	蓝色
L415 或 X60	红色
L450 或 X65	白色
L485 或 X70	紫色
L555 或 X80	黄色

^a 经业主要求，X52 及其以上钢级，应按表 11.1 规定的颜色标识，颜色标识位于每根钢管的一端内表面，宽度 50 mm。

11.2 涂层

按照合同规定的要求交货。

12 包装运输及存储

12.1 搬运

在车间和发货场的搬运应采用尼龙吊带或不能够造成低熔点金属污染的软补垫的吊钩或真空吸盘。供货商应向购方提交书面的搬运方法供购方认可。搬运时应防止损伤。

12.2 存放

供货商应提交准备采用的存放（堆放和固定钢管）的方法及其图纸供购方认可。成品钢管存放时，应防止变形、损坏和腐蚀。

12.3 装运

供货商应在装运之前提交完整的装运方法说明供认可之用。铁路运输时应符合 SY/T 6577.1，海运时应符合 SY/T 6577.2。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。在钢管与钢管之间，钢管与系紧链带之间或钢管与隔板之间不应有直接的硬接触，埋弧焊缝不应与隔离块接触，也不能与铁路车厢和卡车或拖车车体相接触。卡车或拖车在装运钢管之前应予以清理。放置钢管的地板、舱壁的烂木板应更换，舱壁应与实木料覆盖。

13 技术文件提交

制造厂应向业主提供产品质量证明书，质量证明书应注明产品的生产、取样、试验及检验均按要求进行并满足本文件及由此形成的数据单的要求。

通过电子数据交换（EDI）传输系统以印刷文件或以电子文件使用的材料试验报告、质量证明书或类似文件应与出具质量证明书的工厂印制的副本具有同等效力。质量证明书

应由供货商授权的代理人签名，并在钢管装货发运抵达购方指定地点之前提交购方，证明书包括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供货商在签订订货合同时协商决定。

13.1 质量证明书要求

制造厂应向业主提供至少包括下列内容的质量证明书：

- a) 板材供应状态；
- b) 钢管生产依据技术条件编号；
- c) 钢管类型、钢级、规格及数量；
- d) 材料的炉号 / 批号；
- e) 材料的化学成分和碳当量；
- f) 力学性能试验数据；
- g) 最低静水压试验压力和稳压时间；
- h) 无损检验的方法和结果；
- i) 对埋弧焊管和电阻焊管，热处理的类型和温度；
- j) 其它补充试验结果。

与质量证明书同时应提供该批交货钢管的详细清单，内容至少应包括每根钢管的管号、规格、炉号 / 批号、长度、重量、总长、总重等。

13.2 记录的保存

工厂应按照其质量管理体系要求，记录和保管全部文件、记录和证书。本文件要求保存的试验和检验记录见表28。要求记录应由制造厂保存，自业主从制造厂购买之日起五年内，如业主有要求，制造厂应向业主提供这些记录。

表28 保存的记录要求

化学性能	熔炼分析
	产品分析
力学性能试验	拉伸试验
	焊接接头拉伸试验
	导向弯曲试验
	断裂韧性试验
	其它试验
静水压试验	静水压试验机自动记录图表或电子记录储存方法
	补充静水压试验
尺寸检验	
外观检查	
无损检验	钢管检验的射线照相图像或拍片
	其它方法的无损检验
	无损检验人员资质
补焊工艺试验	补焊工艺
	横向拉伸试验
	横向导向弯曲试验
	其它试验
注：附录或订单中规定的任何其它试验的记录，包括所有焊接工艺规范（WPS）和焊接工艺评定试验记录（WPQT/PQR）。	

14 技术服务

14.1 当钢管质量不能满足业主要求时，供货商应按照业主要求进行整改，直到业主满意为止。

14.2 当业主要求供货商提供服务时，供货商应在 48 小时内派服务工程师到现场。

14.3 在保质期内，技术服务的费用应由供货商承担，在保质期外的技术服务费用由业主和供货商协商各自承担的比例。

15 验收

钢管发运前，由业主按质量证明书的内容负责验收，验收内容至少应包括：钢管数量、规格及型号、标志、外观质量及尺寸、理化性能、无损检测及水压试压记录等。

16 售后服务

钢管交货后发现存在由于供货商造成的标识、外观质量、几何尺寸或理化性能指标等不合格，由此造成业主的其它经济损失，业主保留向供货商索赔的权利。

17 附加技术要求

对于壁厚大于 19mm 的钢管，可能进行 600~650℃的焊后热处理，供货商应保证焊后热处理后，钢管性能满足本技术规格书要求。

附 录 B
(规范性附录)
PSL2 钢管制造工艺评定

按照 API Spec 5L:2012 标准要求执行。

附 录 C
(规范性附录)
表面缺欠和缺陷的处理

C.4 缺陷补焊

C.4.6 所有补焊焊缝应采用超声波方法和射线检验拍片方法按附录 E 规定进行无损检验。

C.4.7 两处补焊之间的最小距离为管径的一半，在 6m 长度的焊缝上，补焊部位不得超过两个。

C.4.8 下列情况下不允许补焊：

- a) 距管端 300mm 长度范围内不允许补焊；
- b) 焊缝同一位置已补焊过二次；
- c) 冷扩径造成的焊缝裂纹。

C.5 所有能引起应力集中的缺陷或缺欠，如尖缺口、凿痕及划痕等，应全部磨平。

C.6 缺陷或缺欠打磨后，其剩余壁厚不得小于管体公称壁厚的 95%。

附 录 D
(规范性附录)
补焊工艺

D.1 总则

D.1.5 供货商应保存焊接工艺和工艺评定试验结果记录，并向购方提供焊接工艺规范和工艺评定记录副本并得到认可。

D.2 补焊工艺评定

D.1.5 力学试验

D.2.2.4 夏比 (CVN) 冲击试验

D.2.2.5.2 0℃下，补焊焊缝及热影响区的全尺寸试样的冲击功试验结果应符合 9.8 的要求。

D.2.4 补焊工艺评定试验的无损检测 (补充)

补焊工艺评定试验件应采用超声波方法和射线检验方法按附录 E 的规定进行无损检测，并符合相应的验收准则要求。

附 录 E
(规范性附录)
站场管无损检测

E.1 无损检测人员资质要求

E.1.1 无损检测人员应经石油行业无损检测人员资格鉴定考核机构或经中国石油认可的专业无损检测人员资格鉴定考核机构按照 ISO9712、ISO 11484、ASNT No.SNT-TC-1A、GB/T 9445 推荐作法或类似标准要求培训考核资格鉴定合格,取得相应等级资格证书后,方可上岗检测操作。鉴定合格的检测人员如未从事该项无损检测工作超过 12 个月,则应按上述方法对其重新鉴定。购方有权审查和验明有关操作人员的资质证书。

E.2 检测的标准做法

按 API Spec 5L:2012 附录 E E.2 或等效标准执行。

E.3 检测方法

E.3.1 总则

E.3.1.1 焊缝检测

对于埋弧焊管,应按本章 E.4、E.5 条分别进行焊缝全长全壁厚 100%X 射线检测及 100%超声波检测。钢管冷扩径、水压试验后,每根钢管焊缝全长应按本章 E.4 条进行超声波检测。

对于高频电阻焊管,应在水压后按本章 E.5 条进行焊缝全长(100%)全壁厚超声波检测;

E.3.1.2 管体检测

所有埋弧焊管和高频焊管制管用钢板或卷板均应按本章 E.8、E.9 条进行超声波检测,分层限值应符合本章 E.8 和 E.9 条的规定。

应对所有无缝管管体纵横向缺陷按本章 E.5 条进行全长 100%超声波检测;

应对所有无缝管管体分层和壁厚按本章 E.8 条进行超声波检测。管体分层限值应符合 E.8 的规定。

E.3.1.3 检测设备

检测设备位置由制造厂按 API Spec 5L:2012 附录 E.3.1.3 或经购方认可的位置执行。

E.3.1.4 检测工艺及方法

在生产之前应将所有无损检测方法 & 检测工艺用书面提交给购方。

E.3.1.5 检测报告

所有无损检测结果应有正规报告并作为正式检验文件报告购方。

E.3.2 管端检测—焊接钢管

E.3.2.1 若使用满足本章 E.3.1.1 要求的自动超声波或射线检测系统时,未被自动检测系统覆盖的管端焊缝或自动检测系统报警喷标部位应采用手动或半自动超声波或合适的射线拍片方法进行缺陷检测,否则应切除。

E. 3. 2. 2 对埋弧焊管 (SAW), 每根钢管管端至少 250mm (8in) 长范围内的焊缝应采用射线检验, 可以采用静态 X 射线工业电视计算机图像处理存贮图像或者 X 射线拍片检查”。

E. 3. 2. 3 管端分层应按 ASTM A578 和 ASTM A435 或 ISO 11496 或等效标准规定的超声波方法来检测每根钢管管端上 50mm 宽的区域沿圆周方向无超过 6.0mm 的分层缺欠。

E. 3. 2. 4 管端端面检测: 每根扩径钢管管端坡口面应采用超声波或磁粉方法进行裂纹型缺陷检测。

E. 3.3 管端检测—无缝钢管 (SMLS 钢管)

E. 3. 3. 1 若使用满足本章 E.3.1.2 要求的自动超声波或电磁检测系统时, 对未被自动检测系统覆盖的管端和报警喷标处, 应采用手动或半自动斜探头超声波和磁粉检测方法进行缺陷检测, 否则应切除。

E. 3. 3. 2 壁厚 $t \geq 5.0\text{mm}$ (0.197in) 的无缝管, 按 ISO 11496 或等效标准规定的超声波方法来检测每根钢管管端上 50mm 宽的区域沿圆周方向无超过 6.0mm 的分层缺欠。

E. 4 焊缝的射线检测

埋弧焊钢管焊缝缺陷射线检测时, 检测方法和验收极限按 API Spec 5L:2012 附录 E 执行。

E. 5 超声波和电磁检测方法

E. 5.1 设备

利用超声波或电磁原理, 并能够连续不断地检测钢管的焊缝外表面和/或内表面的设备均可使用, 所使用的超声波或电磁设备应完好, 自动检测系统应配有喷标及自动报警系统, 用以发现缺陷及监视探头与钢管表面之间的耦合情况, 并具备记录功能。

对于超声检测系统, 应配置足够的探头, 以保证声束扫查到整个焊缝截面。

应提交检测工艺及仪器校验技术规范, 特别是动态工作和校验中对所发现的缺陷当量及其位置进行确认的方法。

E. 5.2 超声波和电磁检测对比标样

E. 5. 2. 1 每个对比标样的外径与壁厚应在被检产品钢管规定偏差范围内。

E. 5. 2. 2 对比标样的长度由制造厂视方便而定。

E. 5. 2. 3 作为对比刻槽或钻孔的对比标样应按照本章表 E.7 规定有一个或多个机械加工刻槽或一个或多个径向钻孔。

E. 5. 2. 4 对比标样中的对比刻槽或钻孔之间应分开一段距离, 以便足以产生分离的可辨别的信号。

E. 5. 2. 5 对比标样应标识。对比刻槽或钻孔的尺寸和类型应按照文件化程序进行校验。

E. 5. 2. 6 埋弧焊缝超声波检测对比标样布局示意图见本章图 E.5.2。

E. 5.3 仪器标定

按 API Spec 5L:2012 附录 E 规定执行。

E. 5.4 校验系统能力记录

按 API Spec 5L:2012 附录 E 规定执行。

E. 5.5 验收极限

E. 5. 5. 1 由对比标样的刻槽或钻孔产生的验收极限信号应如表 E.8 所示。

E. 5. 5. 2 对焊接钢管的超声波或电磁检测, 产生的信号大于表 E.8 给出的合格验收极限的任何缺欠应判为缺陷。

E. 5. 5. 3 对无缝钢管，产生的信号大于表 E.8 给出的合格验收极限的任何缺欠应判为缺陷。

表 E. 7 对比用刻槽和钻孔

项目	对比用刻槽和钻孔 ^a							通孔直径 ^b mm (in)
	刻槽位置		刻槽方向		刻槽尺寸			
	外壁	内壁	纵向	横向	深度 ^c %	最大长度 ^d mm (in)	最大宽度 mm (in)	
电焊缝 ^g	e	e	e	f	5.0	50 (2.0)	1.0 (0.040)	1.6 (0.125)
埋弧焊缝	e	e	e	e	5.0	50 (2.0)	1.0 (0.040)	1.6 (0.063)
无缝 (PSL2)	e	e	e	e	10	50 (2.0)	1.0 (0.040)	3.2 (0.125)

注 1: 刻槽为矩形或 V 形。
注 2: 对电磁检验, 也需要包括钢管外壁刻槽、内壁刻槽和通孔的对比标样。

^a 对比用刻槽和钻孔选择规定。
^b 通孔直径是以标准钻头尺寸为基础确定的。
^c 深度用规定壁厚百分比表示。刻槽深度不需低于 0.3mm (0.012in)。深度允许偏差应为规定刻槽深度的±15%，或 ±0.05mm (0.002in)，取较大者。
^d 刻槽全深度处尺寸。
^e 要求。
^f 不要求。
^g 壁厚小于 10mm 时,人工缺陷可按 N10 或 3.2mm 通孔执行。

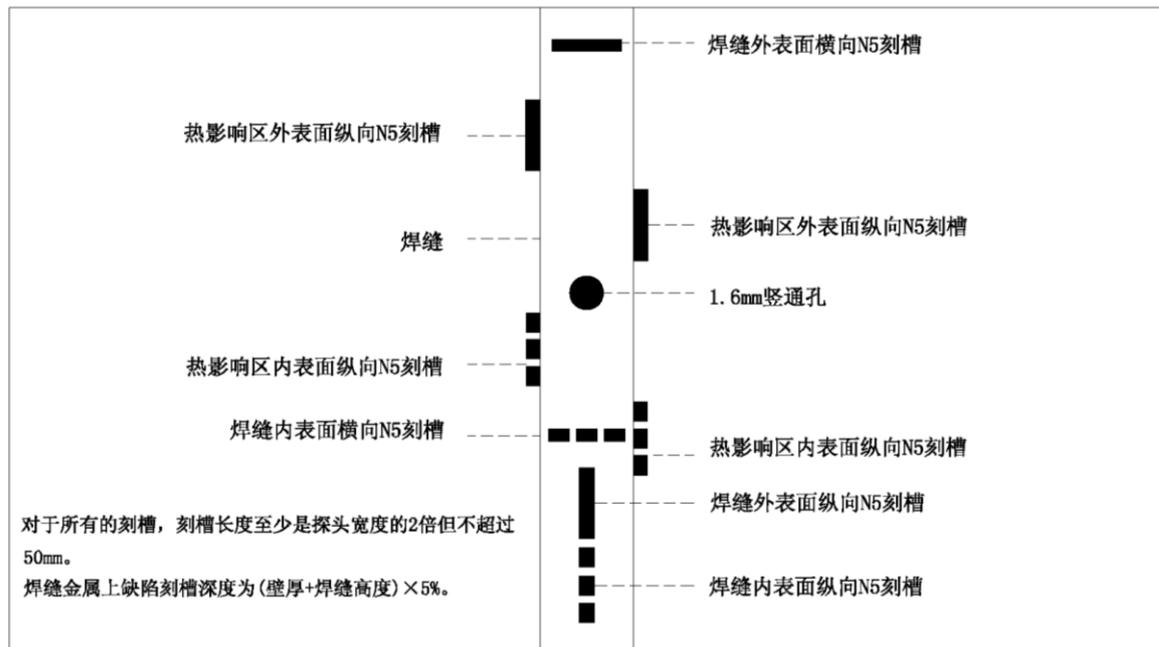


图 E. 5. 2 埋弧焊缝超声波检测对比标样布局示意图

E. 5. 6 超声波和电磁检测过程中观测到的缺陷的处理

含缺陷的钢管应按照 E.10 规定的一种方法或多种方法处理。

表 E. 8 验收极限

焊缝种类	刻槽类型	钻孔的尺寸	验收极限 ^a (最大) %
		mm (in)	
埋弧焊缝		1.6 (0.063)	100
电焊焊缝	N5(壁厚大于 10mm)	1.6 (0.063) (壁厚大于 10mm)	100
	N10(壁厚小于 10mm)	3.2 (0.125) (壁厚小于 10mm)	
无缝钢管		3.2 (0.125)	100

E. 6 磁粉检测

E. 6.1 无缝钢管的磁粉检测

按 API Spec 5L:2012 附录 E 规定执行。

E. 7 剩磁测量

按 API Spec 5L:2012 附录 E 规定执行。

E. 8 电焊管、埋弧焊管和无缝管管体的分层缺欠

E. 8.1 对电焊管钢管，应采用超声波检测方法校验管体无大于下列标准规定的分层缺欠：

- a) ISO 12094:1994，若在钢管成型之前进行检测，验收等级按 B2；或
- b) ISO 10124:1994，若在焊缝焊接之后进行检测，验收等级按 B3。

E. 8.2 对埋弧焊管，采用超声波检测方法校验钢带/钢板或管体无大于 ISO 12094:1994 规定，验收等级按 B2 的分层缺欠。

E. 8.3 对无缝钢管，采用超声波检测方法管体无大于 ISO 10124:1994 规定，验收等级按 B3 的分层缺欠。自动检验时覆盖范围应≥钢管表面的 20%。

E. 8.4 无缝钢管壁厚测量

无缝钢管应按照 ISO 10543 进行全圆周超声波检测，以证实符合适用的最小允许厚度要求。检测时覆盖范围应≥钢管表面的 20%。

E. 9 沿钢带/钢板边缘或电焊管、埋弧焊管焊缝的分层缺欠

对电焊管、埋弧焊管应采用超声波检测方法校验沿钢带/钢板的两边缘或沿钢管焊缝两侧 15mm (0.6in) 宽的区域无大于下列标准规定的分层缺欠：

- a) ISO 12094:1994，若在钢管成型之前进行检测，验收等级按 E2；或
- b) ISO 13663:1995，若在焊缝焊接之后进行检测，验收等级按 E3。

E. 10 有缺陷钢管的处置

含缺陷钢管应按下述一种或多种方法处置：

- a) 应按照附录 C 规定，缺陷采用修磨方法去除；
- b) 应按照附录 C 的规定对缺陷区域补焊；
- c) 在标准规定的长度适用范围内，应将缺陷的管段切除；
- d) 整根钢管拒收。

附 录 I
(规范性附录)
API 许可证持有者标志的说明

1.2 标志的位置

1.2.1 成套标志应用模版喷刷法清楚而耐久地喷刷在每一根钢管一端的内外（当合同有规定时，按合同规定执行）表面上。

1.2.2 下列事项应清楚而耐久地喷刷在每一根钢管表面上。

- a) 外径;
- b) 公称壁厚;
- c) 长度;
- d) 钢管等级;
- e) 熔炼批号;
- f) 钢管编号;
- g) 供货商;
- h) 静水压压力。

1.2.3 钢管的识别标志颜色应易于辨认。

1.2.4 在制管过程中，埋弧焊钢管应用唯一的编号系统予以标识，每根钢管的内外表面均应能看到钢管的编号。无缝钢管应用连续的编号系统予以标识，每根钢管的内外表面均应能看到钢管的编号。

1.7 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 Q
(规范性附录)
首批检验

Q.1 总则

Q.1.1 首批检验应在购方代表或购方委托的监督人员在场的情况下进行。首批检验试验样管应由购方代表或购方委托的监督人员在首次生产的成品钢管中抽取。

Q.1.2 若首批检验试验的结果不符合要求，则另取同炉双倍钢管进行复验。若复验合格，则首批检验试验合格，若复验仍不合格，则首批检验前的所有钢管拒收或者每根进行试验，并根据合格与否进行验收；同时制造厂应改进工艺，再生产一批，按规定进行检验，直到达到本文件要求，方可正式生产。

Q.1.3 钢管制造工艺发生较大变化或者钢管出现重大质量问题时，供货商需要重新进行首批检验。

Q.2 首批检验

Q.2.1 抽样

从首次生产的两个熔炼炉次的钢管中各抽取 5 根钢管。

Q.2.2 检验项目

抽取的 10 根钢管均应进行 h)、i) 项目的检验；每炉各取 1 根钢管，每根均应进行 a) ~i) 项目的检验；每炉各取 1 根钢管，进行规定的最小屈服强度 100% 的补充水压试验 J)。静水压试验压力采用规定的外径和名义壁厚计算。如果水压试验后，钢管的几何尺寸不符合标准的要求，则对同一熔炼炉次的紧后两根钢管进行上述相同的静水压试验。

- a) 化学分析；
- b) 拉伸试验，提供拉伸试验曲线；
- c) 夏比冲击（管体横向、焊缝及热影响区）在规定温度下进行试验；
- d) DWTT，在规定温度下进行试验；
- e) 维氏硬度；
- f) 导向弯曲（仅对埋弧焊管）；
- g) 压扁（仅对电焊管）
- h) 外观质量及尺寸；
- i) 无损检查；
- J) 静水压试验。

附 录 R
(规范性附录)
焊接工艺评定

R.1 制管开始之前，应完成制管焊接工艺的评定。制管的焊接工艺评定应在制管用钢板或钢管上进行试验，也可采用厚度相同、钢级相同、碳当量与用于制管的钢板的碳当量相同或更高的钢板或钢管上进行。

R.2 焊接工艺由供货商制定，所有工艺参数评定结果应提交购方认可。

R.3 焊缝检验至少应满足表 R.1 的要求。

表 R.1 试验项目和试样数量

试验	参见	试样数量	附加要求	
拉伸	6.2.1	4W	应报告拉伸强度和断裂位置	
导向背弯 ^a	9.3.4	4W	背弯应在全壁厚上进行或拉伸面应保留钢管原表面	
导向面弯 ^a	9.3.4	4W	面弯应在全壁厚上进行或拉伸面应保留钢管原表面	
夏比冲击	焊缝中心线	6.2.5.4	3W	试验温度、夏比冲击功与剪切面积应满足标准的规定；应报告试验结果。
	热影响区 ^a	6.2.5.4		
压扁试验 ^b	图 5	图 5	6.2.2、9.3.5、9.12	
宏观照片	见图 R.2	1W	提供 4 倍或 2~2.5 倍放大的照片及评定结果	
显微照片	见图 R.2	3W	焊缝、热影响区，按图 R.2 位置提供	
维氏硬度	见图 R.3	1W	应满足标准的规定	

^a 导向弯曲试验和焊缝热影响区夏比冲击试验仅指埋弧焊管。
^b 压扁试验仅指直缝电焊管。

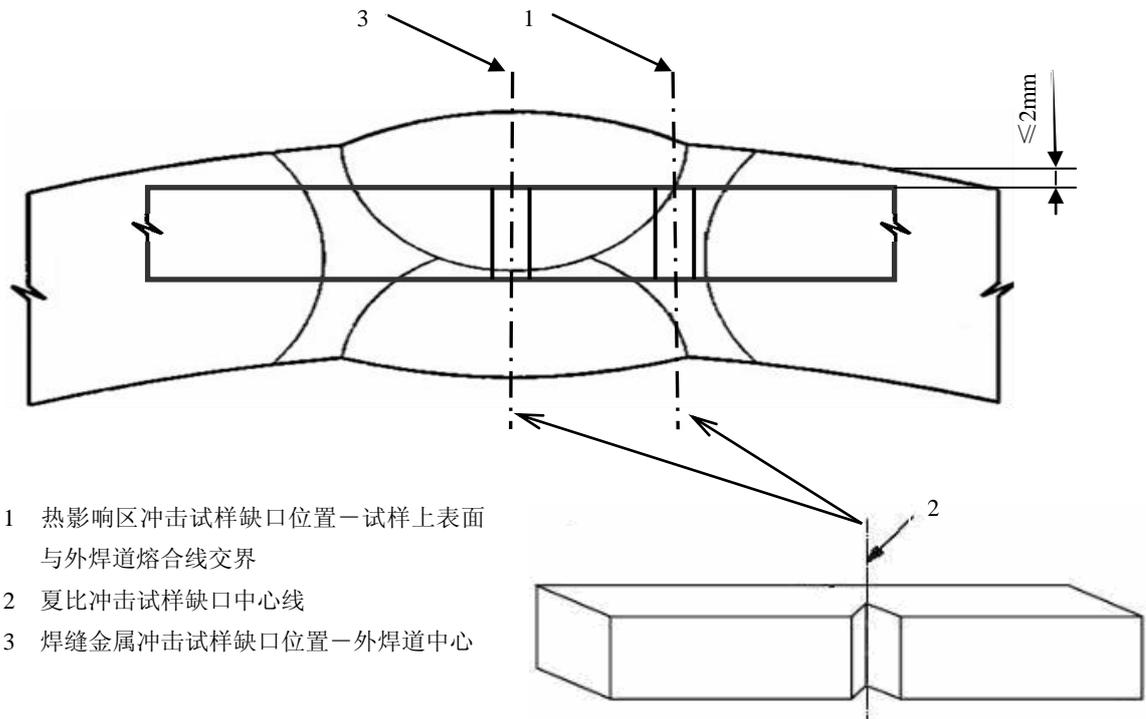
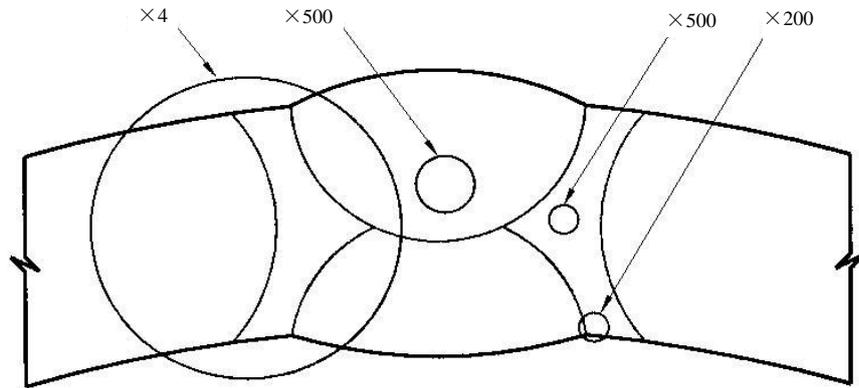


图 R.1 焊缝中心和热影响区取样位置



注：图中宏观与显微组织照相放大倍数供选用，可采用相近的适当倍数，在报告中说明或给出比例尺。

图 R.2 宏观与显微组织照相位置

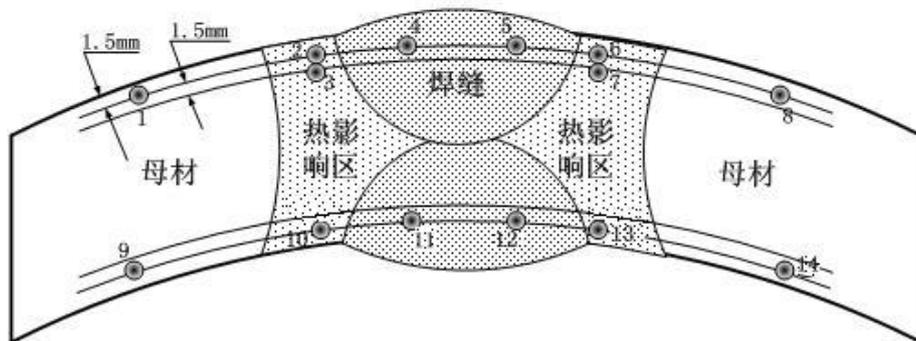


图 R.3 维氏硬度检测位置

附 录 S
(规范性附录)
针状铁素体型管线钢带状组织评定方法

S.1 试样切取和制备

试样切取和制备按 GB/T 13298 规定进行。在距焊缝 180° 处取样。

S.2 评定方法

S.2.1 带状组织在 200 倍下，在壁厚中心进行检查评级。

S.2.2 标准视场直径为 80 mm。

S.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 (图 S.1)；

2 级：能见 3 条及 3 条以下连续硬组织带贯穿视域 (图 S.2)；

3 级：能见 3 条以上连续的硬组织带 (图 S.3)。

4 级：能见 3 条以上连续的硬组织带，且集中分布呈宽带 (图 S.4)。

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 4 mm，且组织带完整连续。

注：图 S.1、S.2、S.3、S.4 仅作为带状组织评定的依据，不能作为金相组织的评定依据。

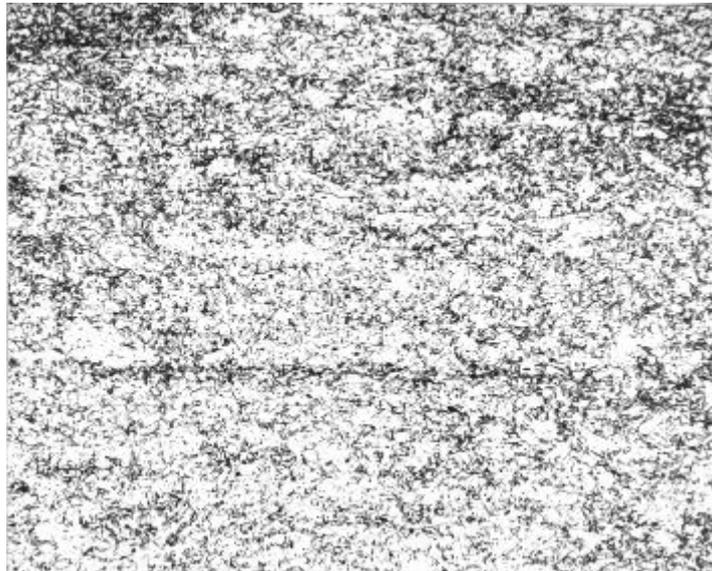


图 S.1 1 级带状组织评级对比图 (200×)

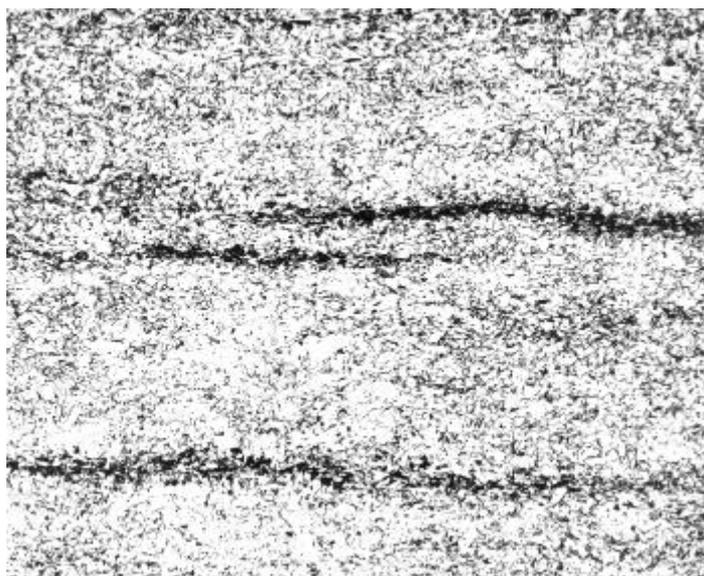


图 S. 2 2 级带状组织评级对比图 (200×)

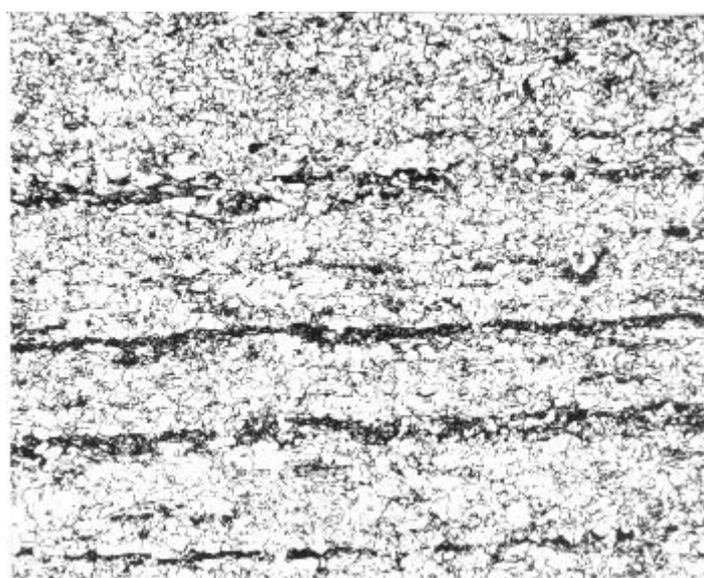


图 S. 3 3 级带状组织评级对比图 (200×)

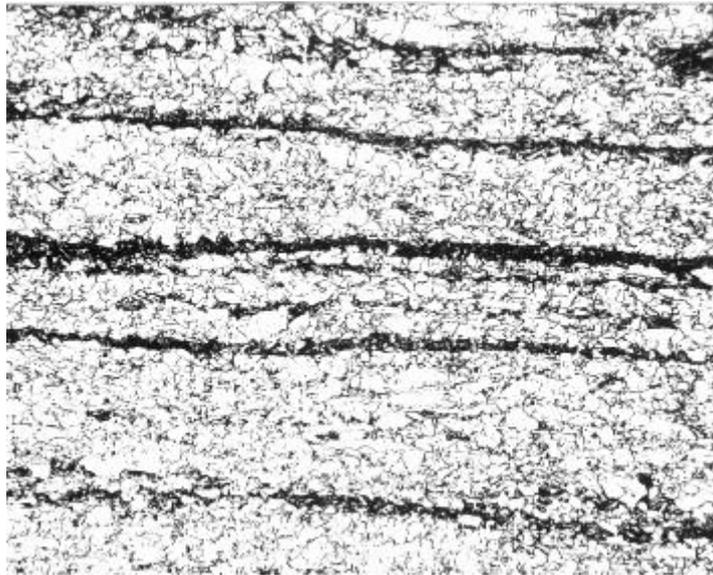


图 S.4 4 级带状组织评级对比图 (200×)

附 录 T (规范性附录)

针状铁素体型管线钢铁素体晶粒度测定法

T.1 范围

本方法适用于在显微镜下测定针状铁素体型管线钢晶粒度。

T.2 试样制备

T.2.1 取样

T.2.1.1 取样部位：在距焊缝 180° 处取样。

T.2.1.2 取样方法：试样一般用锯、切割等冷加工方法切取。

T.2.1.3 试样尺寸：试样的宽度为钢管的壁厚，长度约为 20 mm。

T.2.1.4 磨面方向：无特殊规定时，试样的磨面取与钢管的轧制方向垂直。

T.2.1.5 观察部位：试样厚度的 1/4 处。

T.2.2 晶粒显示方法

T.2.2.1 浸蚀法：采用常规方法制样，建议浸蚀剂选用 2%~3% 硝酸酒精。

T.2.2.2 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 °C~260 °C 下保温 1 h，随炉冷却至室温，在显微镜下观察晶粒度。

T.3 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。

T.4 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。

T.4.1 比较法

通过与标准评级图对比来评定晶粒度级别。

T.4.1.1 按照图 T.1 晶粒度级别图（放大 100 倍）进行晶粒度评级。

T.4.1.2 试样制好后，在 400 倍的显微镜下测定晶粒度。如果用 400 倍评定有困难，可采用表 T.1 所列其它放大倍数评定。首先对试样进行全面观察，然后选择代表性视场，与标准评级图片直接比较进行评级，最后按照表 T.1 或公式 (T.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标准评级图投到同一投影屏上比较。

T.4.1.3 放大倍数为 M 下评定的显微晶粒度级别指数 G 为：

$$G = G' + 6.6439 \lg \frac{M}{M_b} \dots\dots\dots (T.1)$$

式中：

G' ——放大倍数为 M 下与标准评级图编号进行比较，评出的晶粒度级别指数；

M_b ——标准评级图片的基准放大倍数，本文件中 $M_b=100$ ；

M ——评定晶粒度级别使用的放大倍数。

表 T.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	与标准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

T.4.1.4 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。

T.4.1.5 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。

T.4.1.6 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。

T.4.1.7 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。

T.4.2 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。

T.4.2.1 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。

T.4.2.2 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 200 mm、250 mm 和 300 mm 中任一周长，圆周线宽选 0.1 mm。

T.4.2.3 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。

T.4.2.4 选择 3~5 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。

T.4.2.5 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。

T.4.2.6 晶粒度按下列公式计算：

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

$$\bar{L} = \frac{L}{MN} \dots\dots\dots (T.3)$$

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；

L ——测量圆周的长度；
 N ——测量圆周上的晶界截点数；
 M ——观测用的放大倍数。

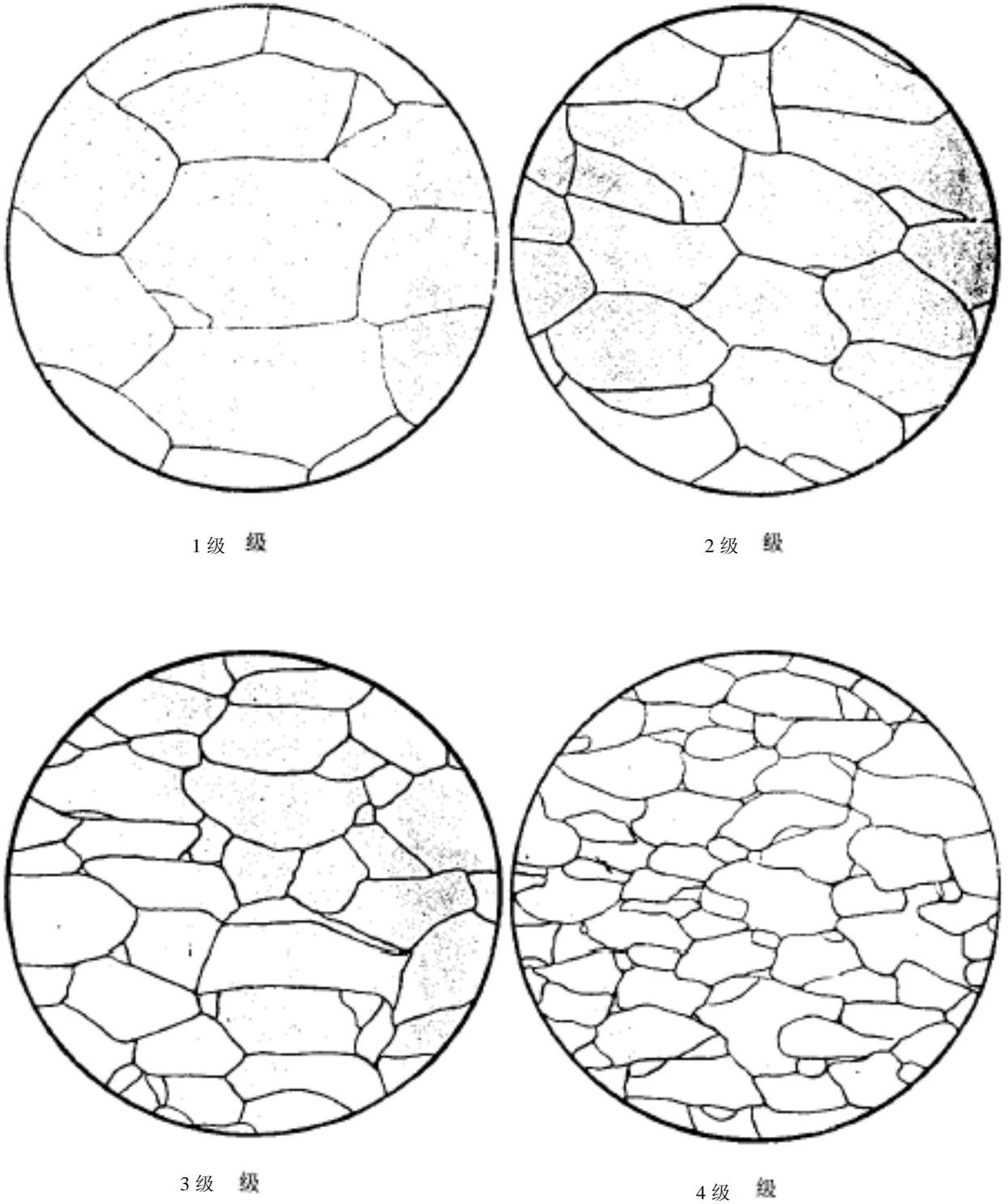
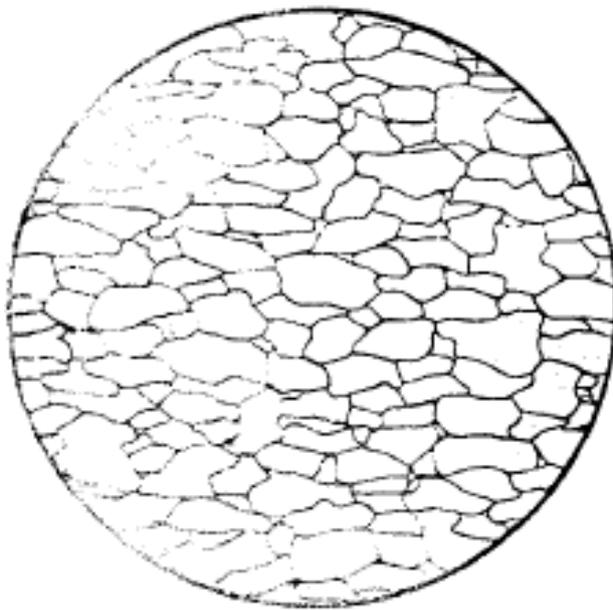
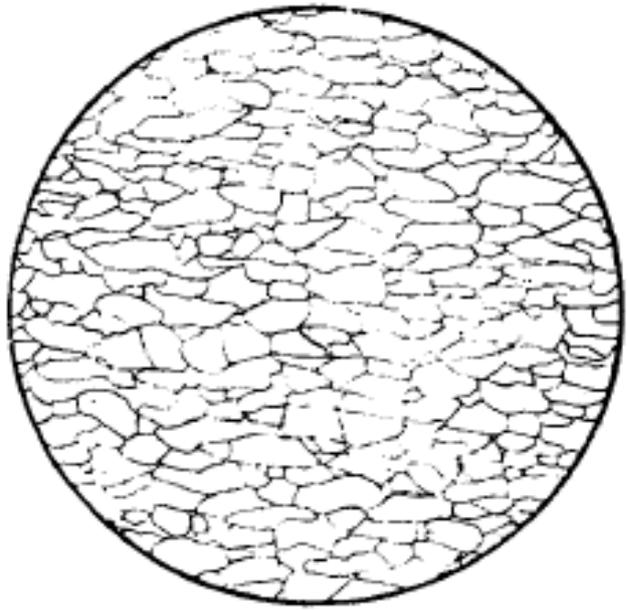


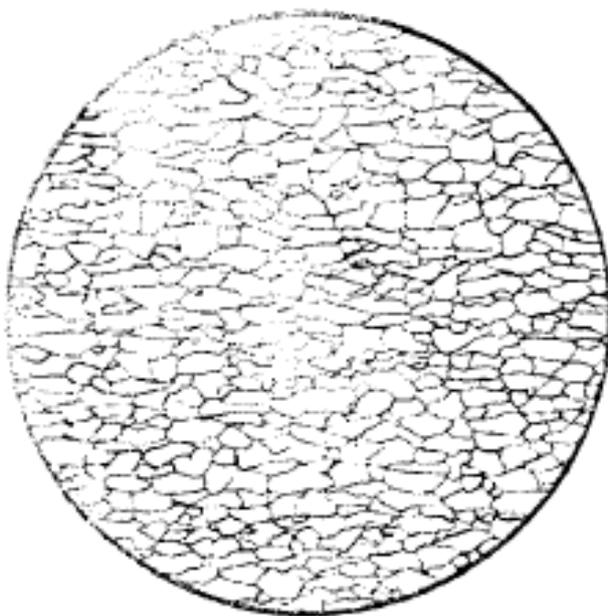
图 T.1 晶粒度级别图 (100 \times)



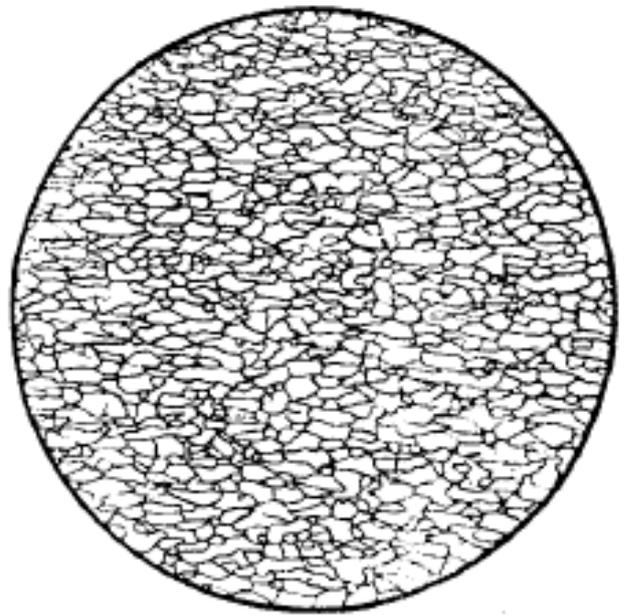
5 级



6 级



7 级



8 级

图 T.1 晶粒度级别图 (100×) (续)

附 录 U
（规范性附录）
制造工艺规范（MPS）

MPS（制造工艺规范—Manufacturing Process Specification）描述了制管全过程连续的步骤和与检测相关的流程，并提交给购方以在生产前获得认可。只有在购方对 MPS 认可后才能进行钢管的生产。经过认证的生产工艺应该对于制管的所有阶段都是严格的，并且认为是合同的一个部分。

MPS 至少包括（但不限于）所有的管线钢管制造的详细过程和工艺、主要质量控制措施和控制指标和检验方法。主要信息如下：

- a) 供货商名称；
- b) 钢管规格、钢级；
- c) 钢板原材料检验方法及验收标准；
- d) 焊材原材料检验方法及验收标准；
- e) 钢管生产及检验工艺流程（包括钢管生产以及检验工序）；
- f) 追溯性；
- g) 计算机钢管跟踪系统简介；
- h) 成型、焊接、扩径、倒棱、测长、称重、标记等设备情况简介；
- i) 无损探伤（超声波、X 射线等）设备简介、探伤人员资质情况、探伤工艺；
- j) 水压试验等在线检测设备简介；
- k) 生产工艺（按照生产步骤详述）；
- l) 检验工艺（包括在线生产检验和实验室检验方法和控制目标值）；
- m) 钢管的标记方法、内容；
- n) 钢管保护、运输、储存、交付方法和控制；
- o) 焊接工艺评定报告；
- p) 补焊工艺评定报告。

附录 V
(资料性附录)
钢管规格尺寸

本附录提供了可供设计选型的钢管基本规格，详见表V1~表V3。

表 V1 L360/X52 级直缝埋弧焊钢管

直缝埋弧焊钢管																	
管 径	壁厚 (mm)																
	L360/X52																
	8. 7	9. 5	10. 3	12. 7	14. 3	15. 9	17. 5	19. 1	20. 6	22. 2	23. 8	25. 4	28. 7	30. 6	31. 2	31. 8	33. 3
406																	
457																	
508																	
559																	
610																	
660																	
711																	
762																	
813																	
864																	
914																	
955																	
1016																	
1067																	
1118																	
1168																	
1219																	

表 V2 L485/X70 级直缝埋弧焊钢管

直缝埋弧焊钢管																	
管径	壁厚 (mm)																
	L485/X70																
mm	8.7	9.5	10.3	12.7	14.3	15.9	17.5	19.1	20.6	22.2	23.8	25.4	27	28.6	30.2	31.8	33.3
406																	
457																	
508																	
559																	
610																	
660																	
711																	
762																	
813																	
864																	
914																	
955																	
1016																	
1067																	
1118																	
1168																	
1219																	

表 V3 L290-L485/X42-X70 级螺旋埋弧焊钢管

螺旋埋弧焊钢管																	
管径	壁厚 (mm)																
	L290/X42-L485/X70																
	mm	5.2	5.6	6	6.4	7.1	7.9	8.7	9.5	10	11	13	14	16	18	19	20
219																	
273																	
323																	
355																	
377																	
406																	
426																	
457																	
478																	
508																	
529																	
559																	
610																	
630																	
660																	
711																	
720																	
762																	
813																	
864																	
914																	
965																	
1016																	
1020																	
1067																	
1118																	
1168																	
1219																	

注:  代表在选用此类规格产品时, 需与制造单位对其可否生产进行核实确认
 代表在选用此类规格产品时, 无需与制造单位进行核实确认