

ICS 23.040.10;19.100

H 48

备案号: 1095—1998

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/ T 0316—1997

新管线管的现场检验推荐作法

Recommended practice for field inspection of new line pipe

1997-12-28 发布

1998-06-01 实施

中国石油天然气总公司 发布

目 次

前言 IV

API 前言 V

1 范围 1

2 引用标准 1

3 应用 1

4 检验委托资料 3

5 新管线管现场检验常用术语的定义 3

6 质量保证 10

7 检验人员的资格审查 10

8 一般检验步骤 11

9 验收依据、处置措施和责任 12

10 外观检验和尺寸检验..... 13

11 硬度试验..... 15

12 磁粉检验..... 17

13 电磁检验..... 21

14 剩磁和退磁..... 24

15 伽马射线壁厚测量..... 25

16 电磁钢级比较..... 26

17 超声波检验..... 26

18 缺欠和偏差的评价..... 33

19 标志..... 38

前 言

本标准是将美国石油学会标准《新管线管的现场检验推荐作法》(API RP 5L8—1990) 按照 GB/ T 1.1 的规定进行转化、编写成的。本标准在技术内容和编写规则上与 API RP 5L8—1990 等效。

在将 API RP 5L8 转化为本标准过程中, 删除了原标准中的一些常识性或重复性的术语, 并对其余术语重新进行了排序; 在保留原标准引用标准的基础上, 增加了我国相应适用标准。由于将 API RP 5L8 等效转化为石油天然气行业标准时, 其编写规则应符合 GB/ T 1.1 的规定, 故将 API RP 5L8 的章节号作了相应变动, 即将“范围”作为本标准的第 1 章, 另外增加“2 引用标准”, 原标准中的第 1 章“应用”及以后各章编号加“2”, 作为本标准的章号, 章内条号作相应变动, 条顺序内容不变或稍有改变。

根据 GB/ T 1.1 的规定, 保留 API RP 5L8 标准的前言。

本标准从 1998 年 6 月 1 日起实施。

本标准由中国石油天然气总公司工程技术研究院提出并归口。

本标准起草单位: 中国石油天然气总公司工程技术研究院。

本标准主要起草人 师洁玲 郑玉刚 吴万忠 王立春

API 前言

(a) 发布美国石油学会 (API) 推荐作法, 是为了便于广泛利用已被验证的、良好的工程技术和操作作法。这些推荐作法无意排除对譬如应在何时何地采用这些推荐作法所需的正确判断。

(b) API 推荐作法的制定和发布无意以任何方式限制任何人采用其他的作法。

(c) API 推荐作法可供愿意执行的任何人使用。学会已作了不懈的努力以保证本推荐作法数据的准确性和可靠性。但是, 学会对所出版的任何 API 推荐作法不代表、保证或担保, 并明确表示, 对于因使用这些推荐作法而造成的损失或损坏, 对于使用可能与任何联邦的、州的或市的法规有矛盾的 API 推荐作法而发生的与这些法规的任何抵触, 或由于使用 API 推荐作法而侵犯任何专利权, API 均不承担任何义务和责任。

(d) 本标准自印刷在封面上的日期起生效, 但可自分发之日起自愿采用。

新管线管的现场检验推荐作法

Recommended practice for field inspection of new line pipe

1 范围

本推荐作法包括的内容是新的平端管线管的现场检验和试验推荐方法。本推荐作法是专门针对管线管现场检验所使用的方法和技术而制定的，其中某些部分不适用于工厂检验。

本推荐作法旨在作为一种检验和（或）试验指南，不应理解为禁止代理机构或货主采用自己的裁决办法、用其他技术进行检验、推广现行的技术或复验某些管子。

本推荐作法包括检验人员的资格审查、检验方法的说明，以及各种检验方法所用仪器的校准和标定步骤。还包括对缺欠的评价和新管线管检验后的标志。

本推荐作法应作为现场检验方法的指南，而不应作为验收或拒收的依据。有 API 标志的新管线管的验收或拒收应根据是否符合 GB/T 9711.1 或 API Spec 5L 而定。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文，本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 9711.1—1997 石油天然气工业输送钢管交货技术条件 第1部分：A级钢管

GB/T 19001—1996 质量体系 设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式

API Spec 5L—1995 管线钢管规范（第41版）

API Spec Q1—1994 质量纲要规范

API Bull 5T1—1988 缺欠术语公报

3 应用

3.1 检验依据

本推荐作法包含用于检验制造厂刚生产的新管线管的方法。进行某项检验的依据可以是 GB/T 9711.1、API Spec 5L 或补充规范或由用户制定的合同。本推荐作法所列的检查可以是下列三类之一：

3.1.1 GB/T 9711.1、API Spec 5L 规定的检验。

3.1.2 GB/T 9711.1、API Spec 5L 中规定的几种任选检验之一。

3.1.3 GB/T 9711.1、API Spec 5L 未规定的检验。

3.2 检验的适用性

3.2.1 本推荐作法中的某些作法适用于各种尺寸或类型的管子，而有些作法在应用上有所限制。表1给出了现场适用的、且本推荐作法包括的、与管类型有关的检验。管子货主在填写作为检验合同附件的委托资料（见第4章）时，有责任规定用哪些检验，以补充检验合同。

3.3 检验结果的重复性

3.3.1 误差源

每种检验和测量过程均以结果固有的波动性为其特征。本推荐作法中的无损检验和测量方法还以

由下述因素造成的其他固有易变性为其特征。

3.3.1.1 GB/T 9711.1、API Spec 5L 允许选择检验作法用于具体的检验。

表 1 适用的现场检验

检 验	管子类型			
	连续炉焊管	无缝管	电焊管	埋弧焊管
全长外观检验	ALL	ALL	ALL	ALL
管端直径和坡口检验	ALL	ALL	ALL	ALL
硬度	ALL	ALL	ALL	ALL
焊缝内表面全长磁粉检验	N	N.A.	ALL	ALL
焊缝外表面全长磁粉检验	N	N.A.	ALL	ALL
内表面全长磁粉检验	N	ALL	ALL	ALL
外表面全长磁粉检验	N	ALL	ALL	ALL
端部检验	ALL	ALL	ALL	N
电磁检验	EQ	EQ	EQ	N
剩磁测量	ALL	ALL	ALL	ALL
伽马射线壁厚测量	N	ALL	ALL	N
钢级比较	N	ALL	ALL	N
管体夹层和壁厚超声波检验	N	ALL	ALL	N
管体纵向、横向和斜向超声波检验	N	EQ	EQ	N
焊缝超声波检验	N	N.A.	ALL	ALL
管端超声波分层检验	N	ALL	ALL	ALL
手提式超声波测量	ALL	ALL	ALL	ALL
注：检验适用范围缩写符号解释如下： ALL: 检验适用于整个直径范围。 EQ: 检验适用于整个直径范围，但受设备限制。 N: 检验通常不适用于这类管子。 N.A.: 不适用，因为无缝管无焊缝				

3.3.1.2 在单一的检验作法范围内，GB/T 9711.1、API Spec 5L 允许任意选择校准标准。

3.3.1.3 每家无损检验系统制造厂采用不同的机械和电子设计。

3.3.1.4 本推荐作法中的某些作法是根据高灵敏度、甚至最大灵敏度的系统操作来考虑的，而不采用 GB/T 9711.1、API Spec 5L 规定的基准标样。

3.3.1.5 在单一无损检验系统装置的性能所及范围内，其测量结果不可能完全重复。

3.3.1.6 射线检验对于双埋弧焊（DSAW）管，GB/T 9711.1、API Spec 5L 包含有许多使用射线法检验的规定，本推荐作法既不包括也不专门提及这些规定；但有可能存在这样情况：按本推荐作法

列为不合格的管子可能已经由制造厂采用符合 GB/T 9711.1、API Spec 5L 的射线检验或复验方法检验过，并且列为合格品。

3.4 结果的波动性

3.4.1 处置

由于 3.3.1 所述的各种原因，所以现场检验结果可能无法重复制造中的检验结果。可以预料，本推荐作法所包括的各种检验方法的结果也存在波动性，当现场检验结果判定某根管子属于不合格品时，不得就此推测其材料有缺陷，只有在按第 18 章规定进行评价之后，才能确定最终的处置措施。

3.4.2 拒收责任

在某些情况下，即使制造厂已按 GB/T 9711.1、API Spec 5L 检验某根管子并列为符合 GB/T 9711.1、API Spec 5L 的合格品，但采用本推荐作法检验时，该管子可能不合格。拒收责任应根据 GB/T 9711.1、API Spec 5L 中的验收依据或者与制造厂原先协商的其他依据或更具有约束力的依据而定。如果没有确凿证据，即依据本推荐作法第 18 章规定对材料进行评价而列为缺陷材料时，决不能单凭现场无损检验结果作为拒收依据，如果买方和制造厂在处理问题上存在争议，则应根据 GB/T 9711.1—1997 中 F4 或 API Spec 5L—1995 中 H.4 的规定加以解决。

4 检验委托资料

4.1 在应用本推荐作法开列新管线管的检验委托书时，管子货主应就管子的每种尺寸和类型开列以下委托资料。

4.1.1 要采用的检验。

4.1.2 检验的取样频率。

4.1.3 相关标准（当采用时）。

4.1.4 验收依据。

4.1.5 各类管子的允许处置办法（见表 2）。

4.1.6 标志说明。

4.2 根据 GB/T 9711.1、API Spec 5L，本推荐作法所包括的各种方法和步骤的适用性见第 10 章至第 17 章中的应用条。本推荐作法中的某些检验步骤超出了 GB/T 9711.1、API Spec 5L 检验要求的范围。

5 新管线管现场检验常用术语的定义

本推荐作法采用下列定义。

5.1 一般术语

5.1.1 检验机构 agency

用规定的方法和准则检验新管线管的缔约组织。

5.1.2 检验方法重复能力 process capability

在正常可变状态下，无损检验方法可重复探测某一缺陷的能力。有时它和置信度有关。

5.1.3 校准 calibration

仪器在使用前根据一个已知的基准进行调节，这种基准往往可追踪至国家标准或相关技术研究院。

5.1.4 分级 classification

按照一根管线管对合同规定的检验要求的符合程度而加以分级的活动。

5.1.5 解释 interpretation

确定一种指示的性质的过程。

5.1.6 评价 evaluation

确定缺欠严重程度的过程。根据相应的规范, 确定管子验收或拒收。

5.1.7 处置 disposition

按照 GB/T 9711.1, API Spec 5L 规定对一根新管线管的缺陷采取的处理措施。缺陷可以除去, 也可补焊、切掉或拒收。有关限制见 GB/T 9711.1—1997 中的 G4 或 API Spec 5L—1995 中的 9.7.5.4。

5.1.8 货主 owner

对新管线管拥有所有权的实体机构, 在签订检验合同时, 有权规定待进行的检验或试验类型, 并有权批准试验结果。货主可以是买主。

5.1.9 买主 purchaser

直接向制造厂购买待检验新管线管的实体机构。买主可以是货主。

5.1.10 缺陷 defect

是一种缺欠。根据最新版本适用标准的规定, 该缺欠的大小和性质达到拒收要求。

5.1.11 缺欠 imperfection

缺欠是产品中的不连续性或不规则性。具体缺欠的准确定义和图例见 API Bull 5T1。有时称为伤痕。

5.1.12 不连续性 discontinuity

管子中的不规则性, 如折叠、裂缝、凹坑和夹层。也可称为伤痕或缺欠。

5.1.13 平面缺欠 planar

这个术语是指位于某一几何平面上的缺欠。该平面通常平行于管子内外表面, 且位于管子内外表面之间。

5.1.14 斜向缺欠 oblique imperfection

与纵向或横向成一定角度的缺欠。

5.1.15 标准重量 standard weight

不同尺寸管子的壁厚系列。可缩写成 STD。

5.1.16 特重量级 extra strong

不同尺寸管子的一种壁厚系列, 可缩写为 XS。

5.1.17 特加重量级 double extra strong

不同尺寸管子的一种壁厚系列, 可缩写为 XXS。

5.1.18 单倍尺长度 single random length

表示管子长度的术语。在装运单倍尺长度的管子时, 整批管子的最小平均长度为 5.33m。

5.1.19 双倍尺长度 double random length

表示管子长度的术语, 在装运双倍尺长度的管子时, 每批订货管子的最小平均长度为 10.66m。

5.1.20 探头 probe

换能器或探测装置。

5.1.21 探测探头 search probe

置于管子表面上或管子表面附近的小线圈或线圈绕组, 用于探测伤痕和缺陷。

5.1.22 探靴 detector shoe

可带有一个或多个换能器, 用于保护换能器免受管子表面等的机械损伤的装置。

5.1.23 换能器 transducer

将管子的状态转换成电信号的器件。它包括所有超声波探头、探测线圈、涡流探头和其他大多数探测器。

5.1.24 扫查器 scanner

配有一个或多个换能器的探测装置, 用于探测管子中的缺陷。通常, 扫查器与磁化器相配套, 并

成为磁化器的一个部件。

5.1.25 扫查速度 surface speed

探靴在管子表面上的移动速度。

5.1.26 标定 standardization

在使用前,把仪器调节到任一基准值的操作。

5.1.27 标定校核 standardization check

对标定调节的校核,以确保正确。

5.1.28 基准标样 reference standard

含有一种或多种基准反射物的管子或管段,用作比较的基准或检验设备的标定基准。

5.1.29 试块 test block

特制的精密模块,用作快速校准检验仪器的标样。

5.1.30 指示 indication

需要通过解释以确定其意义的无损检验的响应。例如记录仪上的波峰信号或管子上的磁粉堆积,其真伪需要进行分析。

5.1.31 指示器(或显示装置) indicator (or readout)

显示状态、电流或电位的器具。检验设备上常用的有安培计、德.阿申瓦尔仪(De Arsenval dial)或数字仪、阴极射线管或警报灯等。

5.1.32 相关指示 relevant indication

由于管子中存在的不连续性而产生的指示。

5.1.33 假指示 false indication

一种可能被错误地解释为缺欠或缺陷的指示。这是一种不相关指示,有时称之为假象。

5.1.34 检验记录 log

采用电磁检验或其他电子检验设备,对被检管子探测出的缺欠,在条形图卡上的记录或数字读出。

5.1.35 拒收值(待评价) reject level(to be evaluated)

建立作为基准试验信号的值,用于确定试件(高于或低于这一基准值)是否可以拒收,或者与其他试件加以区别。

5.1.36 平端 plain-end

对于管线管,这个术语是指管子每一端部的加工处理,既可以是平头也可以带坡口,根据管子的规格和类型或者买主的要求而定。

5.1.37 管子长度 tally

单根管线管长度(测量精度通常为30mm),可记录一份订单或一批管线管的总长度。

5.1.38 整个管体 full body

该术语是指在用检验设备的有效极限内,所能覆盖整个管子表面的检验范围。例如,电磁检验设备通常不能覆盖管子两端150~300mm的长度范围。

5.1.39 涂敷层 coating

粘结在管子内或外表面的非金属层。外涂敷层通常用于防腐蚀,而内涂敷层通常用于防腐蚀或是提高液体流动效率。管子可涂上用以延缓储运过程中锈蚀的化学转化覆盖层。

5.1.40 无缝管 seamless pipe

一种无焊缝的轧钢管材产品,它是通过钢材热轧而成,必要时,可在热轧后进行冷加工,以达到所要求的形状、尺寸和性能。

5.1.41 冷扩径管 cold expanded pipe

通过内部机械或水压扩展方法获得最终直径尺寸的管子。

5.1.42 电焊管 electric-weld pipe

具有一条纵向焊缝的管子，焊接方法为电阻焊（ERW）或电感应焊，且不添额外金属（填料）。

5.1.43 连续炉焊管（对焊管） continuous weld pipe

通过机械压力使焊缝接合的纵向焊缝管子。焊接前焊边加热至焊接温度。

5.1.44 焊接对接管 welded jointer

由两根管子焊接在一起而形成一根标准长度的管子。

5.1.45 螺旋焊接管 spiral weld pipe

具有一条螺旋状焊缝的管子，系采用自动埋弧焊接而成。内外焊缝各不少于一道。

5.1.46 埋弧焊管 submerged-arc welded pipe

具有一条纵向焊缝的管子，采用自动埋弧焊焊接而成。管子内外焊缝各不少于一道。

5.1.47 双缝弧焊管 double seam arc welded pipe

具有两条纵向焊缝的管子，焊接方法为埋弧焊或熔化极气体保护电弧焊或两者一起使用，两条焊缝的位置约成 180° 角。

5.1.48 熔化极气体保护电弧焊管 gas metal-arc welded pipe

采用连续熔化极气体保护电弧焊，形成一条纵向焊缝的管子。管子内外焊缝各不少于一道。

5.2 外观检验和尺寸检验术语**5.2.1 管道内窥镜 borescope**

一种带照明灯的长形光学仪器，用于检验管子内表面。

5.2.2 坡口 bevel

在平端管线管上，从垂直于管轴的直线测量管端的加工角度（不包括直角）。

5.2.3 钝边 root face

在平端管线管上（端部加工有供焊接用的坡口），钝边是指垂直于管子轴线，位于坡口面和管子内表面之间的平面。

5.2.4 角度规 bevel gage

用于测量管子及其坡口角度的任一仪器的术语。角度规可以是具有固定角度的样板型量规，也可以是调角度型量规。

5.2.5 直径卷尺 diameter tape

一个装有柔软金属薄卷尺的测量器具，卷尺可缠管子周围，尺面上有刻度，从刻度上可直接读出管子直径，直径卷尺也可称为圆周率卷尺。

5.2.6 精密卡尺 precision caliper

一种测量装置，通常有两条腿或卡爪，通过调节可测定两表面之间的厚度、直径和距离。该装置可配备游标尺或千分表。

5.2.7 精密直尺 precision ruler

一种直棱长条尺（通常是木制品或金属制品），其上标有长度单位，精度可达 0.25mm ($1/100\text{in}$)，供测量用。

5.2.8 环规 ring gage

一种手持式器具，通常是用平钢板制成的环状体，并具有一规定直径的镗孔。这种装置用于检查管端外径。

5.3 磁粉检验和电磁检验术语**5.3.1 环形（周向）磁场 circular (circumferential) magnetic field**

载流导体或内部含有载流棒的管子周围或内部存在的磁场。

5.3.2 环形（周向）磁化 circular (circumferential) magnetization

环形磁化是管壁中磁场的产物，这个磁场是周向的。

5.3.3 直流磁场 DC field

用直流电产生的剩磁场或激励磁场。

5.3.4 纵向磁场 longitudinal magnetic field

指磁力线基本上平行于管子轴线的磁场。

5.3.5 短时脉冲磁场 shot field

由磁化电流短时脉冲感应的剩磁。常用蓄电池或电容放电磁化来产生这种磁场。

5.3.6 荧光 fluorescence

物质在吸收紫外线辐射后释放出来的可见光。

5.3.7 干燥磁粉 powder dry

指充分干燥的磁粉。该磁粉撒在充分干燥的管子表面，能被吹掉，而不遗留残存物。

5.3.8 润湿剂 wetting agent

一种降低液体表面张力的物质。

5.3.9 磁极片 pole piece

磁回路中与磁蕊相接的铁磁部分，用来确定磁场的形状并将磁场通过空气间隙导向被检验管壁内。

5.3.10 线圈脉冲 coil shot

一种通过绕管子线圈的短脉冲磁化电流，用于纵向磁化。

5.3.11 扩散指示（磁粉） diffuse indications(magnetic particle)

不能明确确定的指示，如表面以下缺欠的指示。

5.3.12 毛状迹痕 furring

在纵向磁化管子的两端（即管子的磁极）堆积或充满的磁粉。

5.3.13 磁粉磁场指示仪 magnetic particle indicator

一种含人工制造缺欠、用于检验磁场强度或方向的仪器。

5.3.14 荧光磁粉检验 fluorescence magnetic particle inspection

一种磁粉检验方法。使用很细的荧光铁磁性检验介质，经紫外光线（波长 $3200 \sim 4000 \text{Å}$ ）照射激励后，能发出荧光。

5.3.15 绕组磁化法 coil method

将管子用载流线圈环绕使之磁化的方法。

5.3.16 接触法（通电法） contact method(current flow method)

利用圆棒电极或手持式触头使电流通过管壁来磁化管子的方法。

5.3.17 剩磁法 residual method

利用磁化管子中保留的剩磁来获得指示的检验方法。

5.3.18 干法 dry method

一种磁粉检验方法。采用干燥粉末状磁粉。

5.3.19 湿法 wet method

利用悬浮在液体中的铁磁性颗粒进行检验的磁粉检验方法。

5.3.20 电磁检验 electromagnetic inspection

通用术语，主要包括用于探测缺欠的涡流法和漏磁法。现场电磁“检验系统”可包括进行其他检验或作业的设备。

5.3.21 中心导体（激磁棒） central conductor(shooting rod)

一根通过管子的导体，目的是在管子中产生环形磁场，即周向磁场，这个术语并不意味着载流棒必须置于管子中心。

5.3.22 电极棒 prods

接有导线的手持式电极，可将来自电源的磁化电流传送到被检验管子上。

5.3.23 脉冲发生器 pulser

产生用于标定换能器的可控磁脉冲的电子装置。

5.3.24 探测线圈 search coil

装在探靴上的小线圈或线圈绕组。

5.3.25 漏磁 flux leakage

由于管子存在不连续性，使得管子内部磁场发生变形而漏失到空气中。

5.3.26 漏磁场 leakage field

通过材料外逸到空气中的磁场，由材料内部出现不连续性引起磁场变形所致。

5.3.27 涡流 eddy current

通过变化磁场导致在管体内产生的环状电流。

5.3.28 电极磁化法 prod magnetization

采用直接接触的方法使管子磁化，即用电极棒使电流通过管壁。

5.3.29 退磁 demagnetization

从管子上除去部分或全部现存剩磁的过程。

5.3.30 管端效应 end effect

由于管子两端磁极退磁的影响，致使磁化管子两端部附近的磁场强度减弱。

5.3.31 差接线路 differential wiring

由方向相反的线圈串联的线路，使得某一线圈的输出有效地抵消另一线圈。在探测线圈中，当每个线圈的磁场变化相同时，差接线路便产生大小相等、方向相反的电压，因此，没有净电压输出。

5.4 伽马射线壁厚测量术语

5.4.1 背散射 backscatter

来自放射源的最初伽马射线与管壁相互作用所产生的二次辐射。

5.4.2 射线透照法 radiography

对某一物体进行照相记录的过程。让 X 射线或 γ 射线通过该物体进入胶片而产生照片。

5.4.3 特许材料 licensed material

放射源材料。须经有关部门颁发许可证才可拥有，使用或转让。

5.4.4 象质计（射线照相法） penetrameter(radiography)

在射线照相法中用于确定图象灵敏度的装置。有许多型式的象质计，从线型到阶梯楔块型。但常用的是扁条型，其材料最好与试件一样，厚度与试件厚度保持固定的百分比，还有许多小孔，孔径与象质计厚度保持固定的比例。

5.4.5 受控区域 controlled area

是一指定区域，在此区域中，专职工作人员接触辐射物质或放射物质是在辐射保护人员的监督之下进行的（意指为了辐射保护的目，要求对该区域实行进入、占有和工作条件等方面的控制）。

5.4.6 剂量计 dosimeter

一种测量辐射剂量的装置。如胶片剂量计或电离室。

5.4.7 剂量率 dose rate

被照射材料在单位质量和时间内所吸收的电离辐射能量。

5.4.8 电离室 ionization chamber

一种探测和测量电离辐射的仪器。方法是观察电离室内的气体被辐射电离并成为导体后所产生的电流。

5.4.9 胶片剂量计 film badge

一种如同徽章似的胶片，检验行业的一些工人佩戴在身上，用以测量电离辐射量。吸收剂量可通

过辐射引起的胶片感光程度加以计算。

5.4.10 个人剂量计 personnel monitoring equipment

由个人佩戴或携带的器件，用于测量所接收的辐射剂量（如胶片剂量计、袖珍剂量计、胶片环等）。

5.4.11 辐射监测 monitoring radiation

定期地或连续地测定在某一区域的电离辐射量。

5.4.12 辐射安全人员 radiation safety officer

从事于提供辐射防护的人员。

5.4.13 屏蔽 shield

一层材料或一块材料，用以减小电离辐射通过量。

5.5 超声波检验术语

5.5.1 波束角 angle beam

用于说明入射角或折射角（而非垂直于试验物表面）的术语，这包括横波和纵波。

5.5.2 人工反射体（基准反射物） artificial discontinuity

这是基准标样上的实际或人为不连续性，它为检验设备提供可再现灵敏度等级。人工反射体可以是孔、刻槽、凹槽或狭槽。

5.5.3 底面回波 back reflection

在超声波检测中，接收到的从管壁背面反射回来的信号。

5.5.4 黑光（紫外线） black light

波长为 $3200 \sim 4000 \text{ \AA}$ 的光，比可见光的波长要短。

5.5.5 耦合剂 couplant

一种用于超声波换能器和试件之间的物质（通常为液体），借以在两者之间传导超声波能量。

5.5.6 盲区（超声波） dead zone(ultrasonic)

从管子探测面到最近的可检验深度之间的距离。

5.5.7 双晶换能器 dual transducer

一种含有两个压电晶片的超声波探头，一个用于发射，另一个用于接收。

5.5.8 底面反射损失（超声波） loss of back reflection(ultrasonic)

被检验物底面反射信号的显著减弱或消失。

5.5.9 垂直波束 normal beam

与试验表面相垂直的振动脉冲序列。

5.5.10 脉冲-反射法 pulse-echo method

一种超声波试验法，它既发射超声波脉冲，又接收反射信号。

5.5.11 增益控制 gain control

放大器或放大电路的灵敏度调节。

5.5.12 脉冲长度（或脉冲周期） pulse length(or pulse duration)

指脉冲持续时间，在这段时间内电流瞬时值超过最大脉冲电流的 10%。测量单位为毫秒。

5.5.1.3 分辨力（超声波） resolving power (ultrasonics)

超声波系统分辨两个距离最小的不连续性的能力。

5.5.14 百分率灵敏度 sensitivity, percentage

可探测出的最小裂纹尺寸与被检管子壁厚的百分比。

5.5.1.5 信噪比 signal-to-noise ratio

指较大伤痕或缺陷产生的信号与背景噪声产生的信号之比。

5.5.16 阴极射线管 cathode ray tube (CRT)

一种带有荧光屏的真空管，常用于观察超声波反射信号或显示计算机的存储数据。

5.5.17 灵敏度 sensitivity

在合适的信噪比下，无损检验方法所能检测出的最小不连续性尺寸。

5.6 缺陷和偏差的评价术语

5.6.1 轮廓修整 contour

用锉平或磨削方法消除管子壁厚急剧变化，使壁厚平缓过渡。

5.6.2 探测打磨 grind, probe

为确定缺欠深度而进行的探测性打磨。

5.6.3 去除打磨 grind, removal

为消除有问题的缺欠并使产品符合相应规范而进行的打磨（参见 GB/T 9711.1—1997 中的 G4 或 API Spec 5L—1995 中的 9.7.5.4）。

5.7 标志术语

5.7.1 标志 marking

术语“标志”是指管材产品上的各种记号，包括用漆带、模板印刷和圆珠漆笔做成的检验标志。

5.7.2 优等管子 prime pipe

符合所有规定的检验和试验要求的管子。

5.7.3 彩色标记 color code

根据相应的规范要求，用油漆色带区别管子级别。

6 质量保证

从事现场检验的机构应有一份符合 API Spec Q1 或 GB/T 19001 规定的质量纲要。

6.1 检验机构的质量纲要应形成文件，并应包括所有检验的书面程序。

6.2 检验机构的质量纲要应包含有校准和鉴定所有测量、试验和检验设备及材料精确度用的形成文件的程序。

6.3 检验机构的质量纲要应包含有对按本推荐作法进行检验的人员进行教育、培训和资格审查等方面的规定。

7 检验人员的资格审查

7.1 范围

本章对从事新平端管线管现场检验的人员提出最低的资格和认证要求。

7.2 书面程序

7.2.1 按本推荐作法进行新管线管检验的机构应备有一份对检验人员进行教育、培训和资格审查的书面程序。

7.2.2 该书面程序应规定：

- a) 执行该书面程序的行政职责。
- b) 检验人员的资格要求。
- c) 审查各项资格所需的文件。

7.3 检验人员的资格审查

7.3.1 检验机构应负责提出资格审查要求和对检验人员进行的资格审查工作。

7.3.2 资格要求应包括下列内容，这是最低要求：

- a) 与检验人员的资格水平相称的培训和经历。
- b) 具有合格等级的笔试和实际操作考试。
- c) 视力测验。

d) 国家标准、行业标准或 API 标准中适用章节的知识。

7.4 培训计划

7.4.1 所有合格的检验人员都应完成与其资格等级相称的有文件规定的培训计划。

7.4.2 培训计划应包括：

7.4.2.1 每种检验方法的原理。

7.4.2.2 每种检验方法的程序，包括检验设备的校准和操作。

7.4.2.3 适用的国家标准、行业标准或 API 标准的有关章节。

7.4.3 培训工作可由该检验机构或其他代理机构负责。

7.5 考试

7.5.1 所有资格候审人员均应成功地完成下列考试：

7.5.1.1 笔试，包括检验方法的一般原理和特殊原理、检验程序和适用的国家标准、行业标准或 API 标准。

7.5.1.2 操作考试，包括仪器装配、校准、检验技术、操作程序、与其资格等级相称的结果分析以及起草有关的报告。

7.5.1.3 用自然或矫正视力应能辨别距离 400mm 远的一组高为 0.5mm、间距为 0.5mm 的印刷字母，且不得有色盲、色弱。¹⁾

7.5.2 考试可由该检验机构或其他代理机构承担。

7.6 经历

所有资格候审人员均应具有书面程序上所要求的经历。

7.7 资格复审

7.7.1 应在书面程序中规定复审要求。

7.7.2 要求所有人员资格每五年至少复审一次。

7.7.3 如果在 12 个月内，某个人没有从事规定的工作，或者更换雇主，则要求对该人员资格进行复审。

7.7.4 作为最低的资格复审要求，所有人员都应在笔试中取得合格等级。笔试包括现行管材检验程序及适用的国家标准、行业标准或 API 标准。

7.8 文件编制

7.8.1 所有资格审查计划均要求编成文件并保存审查记录。

7.8.2 下列为最低要求：

a) 所有合格人员都应取得注明资格等级的合格证书。

b) 所有合格人员的培训计划完成情况、经历和考试等方面的记录材料应由检验机构保存，可供检索查阅。

c) 所有资格审查材料及有关文件均应经指定机构的人员批准通过。

7.9 无损检验人员的合格证书

7.9.1 无损检验人员的取证计划应由检验机构制定。

7.9.2 检验机构应负责管理无损检验人员的取证计划。

8 一般检验步骤

8.1 范围

本章包括适用于本推荐作法中所有检验方法的一般步骤。

采用说明：

1) 按我国的相应标准作了修改。

8.1.1 相关文件。下列标准与本推荐作法有关:

- a) GB/T 9711.1 石油天然气工业输送钢管交货技术条件 第1部分: A级钢管。
- b) API Spec 5L 管线管规范。
- c) API Bull 5T1 缺欠术语公报。

8.1.2 工作现场使用的文件。工作现场应备有下列检验文件:

- a) GB/T 9711.1。
- b) API Spec 5L。
- c) API Bull 5T1。
- d) 所有适用的检验机构检验步骤文件。
- e) 现场检验合同制定的检验机构检验委托书。

8.2 检验前的步骤

8.2.1 每项检验工作开始之前, 应有适当的设备可用, 而且设备应处于良好的工作状态。

8.2.2 在进行缺欠检验和评定时, 工作现场应时刻备有现行适用的标准副本。

8.2.3 在设备调试之前, 检验机构应将工作单上的资料与管子标志(即规格、重量、钢级、制造厂以及无缝或焊接等)作比较, 以确保待检管子是货主的订货管子。

8.2.4 检验前, 每根管线管都应有唯一的漆印编号或重新编号。如果管线管外径等于或大于219.1mm, 应在距每端200~450mm的内表面处标上顺序号码; 对小于219.1mm的管线管, 应在距每端610mm的外表面处标上顺序号码。编号不能置于工厂的漆印标记上。在检验管线管时, 如果发现缺陷, 应做出记号, 并继续对整根管子进行检验, 以便能正确确定处置管子的方法。

8.3 记录和通知

在进行检验时, 应记录被检验管子的类别。无论何时, 如果检验或试验完50根管子之后, 报废率超过被检验管子的10%, 可通知管子货主或其代理人。必要时, 建议由买主通知制造厂或其代理人。

8.4 检验后的步骤

8.4.1 管子类别: 将每根管子按下述规定进行分类(详见第19章):

8.4.1.1 优等管子(包括修整合格的管子)。

8.4.1.2 含有缺陷未经处理的管子。

8.4.1.3 含有未确定缺欠深度的管子。

8.4.1.4 不能修整的管子。

8.4.1.5 不符合用户规定特殊试验要求的管子。

8.4.2 管子标志: 按第19章的规定, 用漆印标出每根管子的类别。

8.4.3 清点管子根数: 清点出各类管子的根数。在初次清点之后, 必须核实总根数。

8.4.4 管端保护器: 检查保护器, 确保安装正确。

8.4.5 工作现场检查表: 离开工作现场之前, 检验机构应保证下述工作均已完成:

8.4.5.1 管子安放在管架上: 检查机构应保证每排管子均已安放牢固(用木楔), 并确保无不牢固的管子, 以防从管架上滚落。管子不得放置在地上。

8.4.5.2 清除废物: 工作现场应整洁, 无废物。

8.4.5.3 溶剂清理: 工作现场使用过的清洗溶剂应作适当清理。

8.4.6 文件编制: 工作完成后, 应向货主或指定代理人提供一份完整的检验报告和支持文件。

9 验收依据、处置措施和责任**9.1 范围**

本章提出了对按本推荐作法进行检验的管子在确定验收依据、处置措施和责任等方面的基本原

则。

9.2 验收依据

对按本推荐作法进行检验的管子，其验收依据除可由管子货主与检验机构之间商定增加的或更严格的验收依据外，应是 GB/T 9711.1 或 API Spec 5L。

9.3 拒收责任

本条中所指的拒收是针对经现场检验未归入优等管子（包括修整合格的管子）一级的任何管子而言。

9.3.1 对评价后证实不符合 GB/T 9711.1 或 API Spec 5L 要求的拒收管子，制造厂应承担拒收责任。而对于因搬运或装运不当造成的缺陷，只有在交货时或交货前向制造厂报告的情况下，制造厂才须承担责任。不得仅根据未经鉴定的缺陷或指示信号作为拒收的依据（见 9.3.3）。

9.3.2 与 9.3.3 的作法一样，对于经鉴定后证明符合 GB/T 9711.1 或 API Spec 5L 要求，但不符合制造厂应履行的增加的或更严格的合同性验收依据的管子，制造厂也应承担其拒收责任（见 9.3.3）。

9.3.3 当制造厂可能需要承担某一拒收责任，而买主与制造厂对管子是否存在缺陷有不同意见时，则可对管子进行破坏性试验。如果进行破坏性试验，按照 GB/T 9711.1—1997 中 F4 或 API Spec 5L—1995 中 H.4 的规定，买主应对符合规范要求的材料付款，但对不符合规范的材料不付款。

9.3.4 缺陷的处置应符合 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 的规定。处置结果应做记录并按管子的检验号码进行追踪（见 8.2.4）。

10 外观检验和尺寸检验

10.1 范围

本章规定了管线管外观检验和尺寸检验用机械设备的要求和检验程序及说明。

10.2 应用

本章所述及的检验适用于所有规格和类型的新平端管线管。

10.3 设备（包括校准）

本节的要求适用于管线管端部尺寸检验用的设备。

10.3.1 环规

10.3.1.1 测量环规的内径和圆度应使用带有球形触头（球面半径不大于 12.7mm）的游标卡尺或千分尺。所用仪器应使用一已知精度的校对规每四个月至少进行一次校准。环规的精度应在 $^{+0.127}_0$ mm 以内。

10.3.1.2 作为备选方案，还可用一精密的圆柱体（其直径由货主与检验机构商定）来校核环规。该精密圆柱体的精度由带平触头的千分尺或游标卡尺校验。

10.3.2 角度规

样板型量规的角度应使用一精密的量角器或光学比较仪每四个月至少进行一次精度校验，其精度应在 $\pm 1^\circ$ 以内。

10.3.3 直径卷尺

应用精密的圆柱或直尺，每四个月至少对直径卷尺进行一次精度校核，校核量程应覆盖卷尺的工作量程。直径卷尺测量基准直径或长度时的精度应在 ± 0.4 mm 以内。

10.3.4 精密卡规（千分尺、游标卡尺千分表）

该仪器应用一已知精度的校对规每四个月至少进行一次校准。校准结果应记录在卡规或工作日志上。

10.4 外表面的照明

10.4.1 阳光直射条件下，不需要核查表面照明。

10.4.2 封闭设施的照明：

10.4.2.1 被检验表面上的光照度不应小于 350lx。

10.4.2.2 每个月应进行一次光照度检查。检查结果应记录在工作日志上, 记录内容有日期、读数和检查人员的姓名。该记录应在工作现场查阅到。

10.4.2.3 照明光源与被检表面的相对位置和光强发生变化时, 应检查光照度。

10.4.3 便携式设备的夜间照明

10.4.3.1 被检验表面上的光照度不应小于 350lx。

10.4.3.2 为保证便携照明光线能有效地照射到被检验管子表面上, 在工作开始时应检查光照度是否恰当。

10.4.3.3 工作过程中, 只要照明光源与被检验表面的相对位置和光强发生变化, 就需要检查光照度。

10.4.4 用来校验光明度的照度计应每年至少校准一次。校准日期应记录在照度计上。应保存校准日志或合格证档案, 以便提供校准的书面证据。

10.5 内表面的照明

10.5.1 照明镜

10.5.1.1 反射表面应是一个能产生不失真图象的无色镜。

10.5.1.2 反射表面应平直且清洁。

10.5.2 聚光灯

10.5.2.1 聚光灯可用于内表面照明。

10.5.2.2 光源透镜应保持清洁。

10.5.3 内窥镜设备

10.5.3.1 对于内径小于 25.4mm 的管子, 内窥镜用灯泡的功率不应小于 10W。

10.5.3.2 对于内径 25.4~76.2mm 的管子, 内窥镜用灯泡的功率不应小于 30W。

10.5.3.3 对于内径大于 76.2mm, 但不大于 127.0mm 的管子, 内窥镜用灯泡的功率不应小于 100W。

10.5.3.4 对于内径大于 127.0mm 的管子, 内窥镜用灯泡的功率不应小于 250W。

10.5.3.5 每次检验工作开始时都应检查内窥镜的分辨率。在工作过程中, 如果内窥镜经过部分或整体装配或重新组装时, 也应检查其分辨率。经过装配后的内窥镜应能分辨出距离物镜 100mm 范围内的一分硬币上的日期字母或者耶格 J4 字母。

10.6 管线管的全长外观检验

10.6.1 说明

应进行包括坡口和钝边在内的全长检验, 以检验是否存在凿痕、割伤、接缝、凹痕、机械损伤、不直度和其他肉眼可见的缺欠。应特别注意焊缝熔合线处是否存在咬边、焊偏和其他肉眼可见的缺欠。应滚动每根管子, 并观察整个外表面。用高强度的光源来检验整个内表面。

10.6.2 外表面的外观检验步骤

10.6.2.1 如果管线管需要涂敷层, 这一检验的最佳时间是在喷砂或喷丸处理后、涂敷之前。检验时, 检验人员应小心, 以免弄脏管子。

10.6.2.2 首先将管子滚动到一起, 然后进行成组检验。在滚动中检查管子的直度。按第 18 章评价管子的局部或整体弯曲。

10.6.2.3 用粉笔在每根管子的上部三分之一处作标记。

10.6.2.4 从管子的一端走至另一端, 先检查坡口后检查管子表面。对于外径不小于 323.9mm 的管子, 一次行程可以检验两根管子; 对于小于此尺寸的管子, 每次行程可以检验更多管子。

10.6.2.5 在检验完该组管子的上 1/3 部分后, 可继续将每根管子滚动 1/3 周, 进行检验。

10.6.2.6 每当发现一个缺欠, 就应按照第 18 章进行评价。如果是一拒收缺欠, 应立即按第 19 章规

定作出恰当的标记。

10.6.2.7 重复 10.6.2.2、10.6.2.3、10.6.2.4、10.6.2.5 和 10.6.2.6 的操作步骤，直至整个管子外表面均用此法检查完为止。

注：当发现缺欠并作为标记时，应继续检验，直至整根管子均检验完毕，以便准确确定处置措施。

10.6.3 内表面外观检验步骤

检验整个内表面，包括焊接区域（如需要时），以检验有否缺欠。

10.6.3.1 外径不小于 559mm 的管线管可由一个人坐在一台装有照明灯的特制“爬行器”上，在管内通过，进行外观检验。

10.6.3.2 对于外径为 273.1~508mm 的管子，应用一个亮度很高的照明灯从两端分别进行目视检查。

10.6.3.3 对于小于 273.1mm 的管子，最佳检验方法就是采用管道内窥镜。其照明要求见 10.5.3。

10.7 管端直径和坡口检查

10.7.1 说明

应检查管子两端 100mm 长度范围内的直径，以保证符合 GB/T 9711.1 或 API Spec 5L。还须检查坡口和钝边是否损伤。应使用样板、量角器或其他适用的方法检查坡口及钝边的几何形状。

10.7.2 直径检查

10.7.2.1 环规测量

使用一个适当直径的环规测量管子每端 100mm 长度范围内的直径。对于规定外径不大于 273.1mm 者，环规的规定孔径应比规定管子外径大 1.59mm；对于规定外径为 323.9~508mm 者，环规的规定孔径应比规定管子外径大 2.38mm。

10.7.2.2 直径卷尺测量

对于规定外径不大于 508mm 者，可用一直径卷尺测量管子每端 100mm 长度范围内的直径，以保证管子符合允许偏差要求；对于大于 508mm 的管线管，应用直径卷尺测量每端 100mm 长度范围内的直径。

10.7.2.3 椭圆度测量

对于规定直径大于 508mm 的管子，应使用直尺、卡尺或其他合格的器件测量管子两端 100mm 长度范围内的最大和最小直径。

10.7.2.4 环规或圆度测量

应将管子放在与管端距离大于两倍直径的滑动垫木或管子支架上进行。

10.7.3 坡口检查

10.7.3.1 目视检查每根管子两端的整个外表面是否存在机械损伤。同时检查坡口、钝边和内锥角是否超出了公差要求。

10.7.3.2 使用量角器或样板测量每根管子两端的外坡口和无缝管的内锥角以及可能出现超差的任一部位。坡口角度应从垂直于管子轴线的投影线测量。内锥角应从平行于管子轴线的直线测量。

10.7.3.3 使用钢尺或样板测量每根管子两端的钝边和可能出现超差的任一部位。

10.7.3.4 经货主与检验机构商定，也可选择进行切割端部的垂直度检查和端部加工质量检查，检查工具是直角规或类似的器件，测量时，直角规的一直边沿管子外表面且平行于管子轴线，另一直边横跨管子端面且与管端直径重合。当直边（横跨管端）与钝边的某一点相接触时，该直边与钝边在 180° 角相对位置处的间隙就是垂直度偏差量。直边应置管子周向的不同位置处进行测量，以获得最大间隙值。最大间隙超出公差范围之处，可采用钢尺、样板或测隙规进行测量。也可采用其他方法。

11 硬度试验

11.1 范围

本章涉及现场条件下的硬度试验方法。试验目的可以是评价局部硬块，或者确定是否符合合同规定的硬度要求。

11.2 应用

GB/T 9711.1、API Spec 5L 并未直接规定硬度试验。但 GB/T 9711.1—1997 中的 G3.7 或 API Spec 5L—1995 中的 7.8.7 含有关于合格硬度区域的大小和硬度的规定。

注：仅用硬度试验不能可靠地确定 API 钢级。

11.3 设备¹⁾

可采用各种便携式硬度试验设备。

11.4 校准和标定

11.4.1 年度校准

每年和每次修理后，硬度试验机至少应校准一次。校准工作应由某一持证机构承担，并颁发证书，表明可追溯到法定主管部门。证书应标有检查日期、每个合格硬度试块的规定值、每个试块的试验机平均读数值以及检查人员姓名。

11.4.2 季度核实

使用时间达三个月的硬度试验机，应在三个月到期时进行精度核实。方法是在两个合格的具有不同硬度值的硬度试块上各取 5 个硬度读数。对于验收合格的试验机，任一合格硬度试块上 5 个读数的平均值，不得超过该试块规定平均值 2 个单位硬度值。合格的硬度试块只能使用其某一侧面。其中某一试块的硬度值应在试验管子规定的硬度值范围下限的 ± 5 个单位硬度值以内；另一试块应在试验管子规定硬度值范围上限的 ± 5 个单位硬度值以内。每个合格的 HRC 硬度试块的平均值不得低于 HRC 20；每个合格的 HRB 硬度试块的平均值不得高于 HRB 100。

11.4.3 标定

应按照制造厂提供的硬度试验机说明书进行操作。对于所有类型的试验机，试验之前的校核步骤均相同，不同之处是将试验机装在管子或合格硬度试块上的方法。

11.4.3.1 使用前必须检查压头，如果有凹痕、剥落、扭曲或变形，则应更换。

11.4.3.2 应检查硬度试验设备，以确定是否已经安装好合适的测力计，以及所用的压头是否符合规定的硬度范围。

11.4.3.3 应将硬度试块放在铁砧上，其校准（贯入）面朝上。如果试块的两个侧面均已使用过，则该试块不宜再次使用。

11.4.3.4 硬度压痕中心与试块边缘的距离不得小于 2.5 倍压痕直径，或者两压痕中心的距离不得小于 3 个压痕直径。

11.4.3.5 硬度试块，铁砧或压头的接触表面或台肩应保持清洁，无油膜。

11.5 步骤

11.5.1 应用一合格的硬度试块按照 11.4.3 的规定对试验机进行定期检查。试块的硬度值应在被试验管子的预计硬度范围内。在下列情况下应检查试验机：

- a) 每次检验工作开始前和（或）改变管子钢级时。
- b) 每取 100 个硬度读数后。
- c) 当硬度试验机经受不正常的机械冲击时。
- d) 检验工作结束后。
- e) 经过试验的管子拒收之前。

11.5.2 应在合格的硬度试块上取 3 个读数，3 个读数的平均值不得超出试块硬度值 2 个单位洛氏硬

采用说明：

1) 删除了 API RP 5L8 中对硬度试验机的规定。

度值。任一单个读数与 3 个读数平均值之差不得超过 2 个单位洛氏硬度值。

11.5.3A 合格的硬度范围、每个试验区域所取的读数数量，以及试验区域的位置，均由管子货主与检验机构协商。除另有规定外，应在约 50mm 的长度上将管子表面打磨或锉掉约 0.25mm 的深度，以去掉脱碳层。在打磨或锉平之前，应先测定壁厚，以避免使壁厚减薄到低于允许值。如果壁厚等于或接近于最低允许值，则应另选一部位。应保证检验区域平滑，以便获得准确的读数。打磨时应十分小心，避免使试验区域产生过热现象。试验区域与压头的接触面应保持清洁、无油膜。

11.5.4 将试验机安装在管子上，然后按照硬度试验机制造厂规定的操作说明进行试验。

11.5.5 一项试验应在同一试验区域取得 2 个（或更多）有效读数。当读数间之差不超过 2 个单位 HRC 硬度值或 4 个单位 HRB 硬度值时，这些读数是有效的。硬度值应用粉笔或油漆记录在试验区域附近的管子表面上。

11.5.6 硬度值应是试验区域内取得有效读数的平均值。硬度读数应记录在相应的报告表上，并取最近似的整数。

11.5.7 在试验机上次定期校核合格和本次校核不合格期间试验的所有管子均应进行复验。

11.5.8 当洛氏硬度读数低于 HRC 20 时，可用洛氏 B (HRB) 标尺重读。

11.5.9 当洛氏硬度读数高于 HRB 100 时，可用洛氏 C (HRC) 标尺重读。

12 磁粉检验

12.1 范围

本章规定了采用湿性荧光磁粉或干性磁粉检验铁磁性管线管的设备要求、材料要求、检验说明和步骤。

12.1.1 经磁粉检验过的管子可能还保留很大的剩磁。关于剩磁的测量和退磁方法见第 14 章。

12.1.2 管子的磁化有多种途径，这些不同的磁化途径可能会限制本方法的使用。

12.2 应用

12.2.1 GB/T 9711.1、API Spec 5L 规定的磁粉检验方法仅作为检验无缝钢管的补充要求，还可选定作为冷扩径前已进行无损检验过的冷扩径管子的管端复验方法（GB/T 9711.1—1997 中的 8.10.11 和 API Spec 5L—1995 中的 9.7.4.5~9.7.5）。

12.2.2 全长磁粉检验方法：利用横向磁场对内外焊缝及管体表面进行检验，检验大致平行于管子轴向的缺欠。该方法还能确定外观缺欠的位置，它适用于大多数直径的管线管。

12.2.3 端部区域也可以采用磁粉方法进行检验。这通常是全长电磁检验或全长超声波检验的补充检验。检验时采用横向磁场和纵向磁场二者。

12.2.4 本推荐作法的第 18 章介绍用于评价缺欠的磁粉检验。

12.3 设备、材料和一般步骤

12.3.1 中心导体

将一中心导体置于管子内部，以便产生周向磁场，用以检测与管子轴向大致平行的缺欠。

12.3.1.1 将绝缘中心导体插入管子内部并固定好，然后接通电源，将电流增加至 12.4.2 所给定的值，便可在管内产生周向磁场。可使用一个音频或视频信号器来指示电流是否足够。

12.3.1.2 置于管子内部的导体（即导电棒）应与管子表面绝缘，以防产生电接触或弧光。

12.3.1.3 对于大直径管子，导体位置必须靠近管壁，这样可使管子有更多的部位磁化。

12.3.2 线圈

将一线圈绕在管子端部，以便产生一纵向磁场，用于检测与管子轴向大致垂直的缺欠。

12.3.2.1 当线圈绕在管子端部时，所施加电流的变化量不得超过 12.4.2 所选择值的 10%。可以使用一个音频或视频信号器来指示电流是否足够。

12.3.2.2 线圈的匝数应清楚地标记在线圈上。

12.3.2.3 由导线绕成柔软线圈并用带子系紧或用胶布粘牢, 以使线圈紧靠在一起。

12.3.3 磁轭

磁轭是手持磁化器。由于它是手持式且尺寸小, 因此几乎可用于任何类型的管子, 并能检测出与磁轭同一表面上任何方向的缺欠。

12.3.3.1 磁轭上有固定触角或者活动触角, 可采用交流、整流过的交流或直流电流。在某些使用条件下, 活动触角更适用于管子检验, 因为可以调节这种触角使得平底部分位于被检验表面上, 而与表面轮廓形状无关。

12.3.3.2 磁轭接通电源, 将磁粉喷撒在触角之间的表面上, 重复这一操作直至整个区域检查完毕。

12.3.4 磁粉磁场指示器

12.3.4.1 合格的磁场指示器应能够将磁粉保持在 0.0005T 的剩磁场内。

12.3.4.2 为了检验纵向磁场, 指示器应置于有人为缺欠的管子外表面上, 缺欠方向为横向。

12.3.4.3 为了检验周向磁场或横向磁场, 指示器应置于有人为缺陷的管子外表面上, 缺欠方向为纵向。

注: 也可以用高斯计来测量磁场的相对强度。见 14.3.2。

12.3.5 磁粉

磁粉可用于指示引起漏磁的缺欠, 磁粉可以是干的, 也可以是湿的 (处于悬浮状态)。

12.3.5.1 干磁粉¹⁾

a) 干磁粉应与产品表面在颜色上形成反差。灰色、黄色或白色磁粉均可用于检验。

b) 磁粉混合物应由不同尺寸的颗粒组成, 其中至少有 75% (按重量计) 的粒径应小于 125 μm , 至少有 15% (按重量计) 的粒径应小于 45 μm 。

c) 磁粉混合物不得含有不需要的搀杂物, 如水分、浮渣、砂子等。

d) 作为补充作法, 可以分批 (或整批) 地检查磁粉的高磁导率和低顽磁性。

e) 干磁粉在使用时可以借助吹风机、球管或合适的喷撒器, 使之既薄又均匀地分布在表面上。

12.3.5.2 湿荧光磁粉

a) 荧光磁粉悬浮在溶液中, 以提高灵敏度。当暴露在紫外光下时, 磁粉应能产生荧光。

b) 湿荧光磁粉在使用时, 应采用循环系统中的泵或用喷撒器进行人工喷撒, 使之在管子表面缓慢流动, 以达到完整和均匀的覆盖。

12.3.5.3 管子表面应清洁, 不得有灰尘、油渍、浮锈或其他影响磁粉颗粒流动性的有害物质, 管子表面也不得有妨碍检验效果的粘性或厚度较大的覆盖层。

12.3.5.4 除 12.3.5.3 的要求之外, 应按下列要求进行干法磁粉检验:

a) 表面应干燥;

b) 磁粉的颜色应经选择, 能提供足够的对比度;

c) 干磁粉不能重复使用。

注: 风或恶劣天气对磁粉在管子表面的均匀分布会产生不利影响。当磁粉不能均匀地喷撒在管子表面时, 就不能进行干法磁粉检验。潮湿的管子表面会降低磁粉的流动性, 而且会影响检验的准确性。

12.3.5.5 检验结束后, 应用压缩空气、水或其他不会损伤管子的合适方法将管子表面的磁粉 (无论是干磁粉或悬浮于溶液中的磁粉) 除去。

12.3.6 照明设备或光学辅助设备

这些器件为管线管表面检查提供照明和目检辅助条件。

12.3.6.1 检验用的白色灯光可由荧光灯、白炽灯、水银灯等器件提供。应用白色光测光仪测量光强

采用说明:

1) 按我国的筛孔标准, 用筛眼孔径代替了 ASTM (美国测试和材料学会) 中规定的筛孔号。

度。

12.3.6.2 反射镜应是无色, 平坦而且清洁的, 能提供不失真图象以及能产生足够的反射光。

12.3.6.3 使用紫外光照明堆聚的荧光磁粉。

- a) 紫外光应由经适当滤色的水银弧光灯提供, 灯泡的功率不小于 100W。
- b) 应用紫外光测光仪来测量紫外光的强度。
- c) 紫外光测光仪应能测量紫外光源的波长。

12.3.6.4 远离端部区域的管子内表面可以用内窥镜观察。内窥镜上用的灯泡应具有下列功率:

- a) 管子内径小于 25.4mm, 灯泡功率不小于 10W。
- b) 内径 25.4~76.2mm 者, 功率不小于 30W。
- c) 内径大于 76.2mm, 但不超过 127mm 者, 功率不小于 100W。
- d) 内径超过 127.0mm 者, 功率不小于 250W。

12.3.7 剩磁

当使用剩磁进行检验时, 只需磁化当天工作量所需的根数。对于当天未检验完而又磁化过的管子, 在下次检验前, 必须重新磁化。

12.3.8 磁粉指示

所有堆聚有磁粉的缺欠都应按第 18 章和第 9 章分别进行评价和处置。

12.4 校准和标定

12.4.1 校准

12.4.1.1 电流表:

电流表每四个月至少应进行一次精度校准。此外, 在修复或更换后以及出现不稳定指标时, 也都应进行精度校准。校准日期和校准人员的姓名应记录在仪表和工作日志上。

12.4.1.2 测光仪:

- a) 仪器应每年进行校准。
- b) 校准日期及校准人员姓名应记录在仪器和工作日志上。

12.4.1.3 磁轭

- a) 在用于检验的最大磁极空间处, 交流磁轭应具有 44N 的提升力。
- b) 在用于检验的最大磁极空间处, 直流磁轭应具有 178N 的提升力。
- c) 每四个月就应使用一合适重量的钢棒或钢板, 或者用经过校准的磁性提升试棒对磁轭进行提升力试验。应将试验日期和试验人员姓名记录在磁轭和工作日志上。

12.4.2 标定和定期检查

12.4.2.1 中心导体系统: 当采用电容放电器作为电源时, 应使用的磁化电流为每毫米管子直径不小于 16A。当采用电池作为电源时, 应使用的磁化电流为每毫米管子直径不小于 12A。

12.4.2.2 线圈: 线圈匝数和所需的电流没有严格的规定, 但应足以在缺欠处产生清晰明确的磁粉颗粒堆聚而无磁垢。

12.4.2.3 在每天的工作开始时、每次用餐休息后、修理或更换检验仪器的元件后, 以及每检验完 50 根管子之后或者每进行 4h 的连续操作后, 都应进行下列定期检查:

- a) 检验所有传导磁化电流的电连接点是否牢固。
- b) 电棒与导线之间的接触器是否保持清洁。
- c) 应检查提供磁化电流的电源是否存在内部短路。
- d) 每次通电流时, 都应观察指示磁化电流的电流表。电流是否符合 12.3.2.1、12.4.2.1 和 12.4.2.2 的要求。
- e) 应使用 12.3.4 规定的设备来确定磁场的强度和方向。

12.4.2.4 干磁粉的照明:

- a) 被检验表面的光照度不应小于 350lx。
- b) 在日光直射条件下, 不需要检查表面的光照度。
- c) 对于设施照明 (白光), 光照度应每月检查一次。应将检查日期、读数和检查人员的姓名记录在工作日志上。该记录应在工作现场查阅到。
- d) 对于手提式照明设备 (白光), 应在工作开始时检查照明是否合适, 以保证固定的手提式照明光线能有效地照在被检管子表面。
- e) 在工作过程中, 如果固定的照明装置相对于被检表面的位置或光强发生变化, 就应检查光照度。
- f) 工作开始时, 应检查内窥镜的分辨率。在工作过程中, 如果装配或拆卸内窥镜的全部或部分元件, 也应检查其分辨率。在距离物镜 100mm 范围内, 内窥镜应能分辨出一分硬币上的日期或耶格 J4 字母。¹⁾

12.4.2.5 湿荧光磁粉和照明:

- a) 应按照制造厂的说明配制磁悬液, 并进行持续或定时搅拌。
- b) 使用前应检查溶液浓度。
- c) 每个工作周期至少应检查一次循环系统中的溶液浓度。
- d) 产品表面上的黑光强度不应低于 $800\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

12.5 内外表面纵向焊缝的检验步骤

进行这项检验的目的是探测有无裂纹、咬边、电弧烧伤、凹痕和其他缺欠。管子货主可以规定仅检验管子某一表面或两个表面。

12.5.1 按照 12.3.1 在管子内部感应一环形磁场。在检查外径大于或等于 559mm 管子的内外焊缝时, 可以选用交流或直流磁轭。将磁轭横跨在焊缝上, 以产生横向磁场。

12.5.2 有一定磁场时, 在焊缝及其两侧 25mm 距离范围内, 沿整根管的外表面和 (或) 内表面上的均匀地撒上磁粉。

12.5.3 焊缝应定位, 以利于检验。例如, 对于外焊缝检验, 螺旋埋弧焊管的焊缝应位于时钟 12 点位置处, 而其他类型的焊缝可偏离 12 点位置。

12.5.4 检查管子焊缝内表面时, 应采用内窥镜。但外径大于或等于 559mm 的管子除外, 因为它可由检验员借助爬行器穿过管子, 用高强度光检查焊缝。

12.6 内外表面的整体检验

进行这项检验的目的是探测管体上的裂纹、折叠、裂缝、夹渣、机械损伤和其他缺欠以及 12.5 中介绍的焊接缺欠。管子货主可以规定, 仅检验管子某一表面或两个表面。

12.6.1 按照 12.3.1 在管子内部感应一环形磁场。

12.6.2 当检验整根管子的内表面时, 应采用下列步骤:

- a) 将足够量的磁粉撒在管子内表面上, 滚动管子时, 磁粉应能完全覆盖整个管子内表面 (360°)。至少将管子滚动一圈半, 以使磁粉均匀分布。
- b) 外径小于 273.1mm 的管子应用内窥镜检查。
- c) 外径为 273.1~508mm 的管子可以采用高强度光检查。
- d) 外径为 559mm 或更大的管子可以采用高强度光借助爬行器穿过管子进行检验。
- e) 如果管子内表面底部出现异常数量的磁粉堆聚, 则应充分滚动管子, 使原先覆盖着磁粉的区域暴露出来, 并按上述要求重新检验。

12.6.3 当检验整根管子的外表面时, 应采用下列步骤:

采用说明:

1) 将 API RP 5L8 中的“一便士或十美分硬币”改为“一分硬币”。

a) 用粉笔在每根磁化过的管子顶部作出记号。

b) 检查整个外表面时, 应分成三次。每次转动三分之一圆周长度的外表面, 每完成一次检查, 在每根管子的顶部作出记号。

c) 每根管子上的三个不同检验区域应保证完全覆盖整个外表面。

12.7 端部区域检验

这种检验是指采用干或湿磁粉检验方法, 检查管子两端外表面(不包括坡口面和钝边)有无横向缺欠和纵向缺欠。它是对新管线管采用电磁检验或超声波检验的一种补充检验, 可在上述两种方法进行之前或之后使用。这项检验的目的是探测裂缝、折叠、裂纹、凹坑、夹渣、焊接缺欠和机械损伤。经管子货主和检验机构协商, 这项检验应包括对 460mm 长度的内表面进行磁粉检验。

12.7.1 用磁粉检验技术检验管子每端 460mm 长度范围的外表面, 以探测有否纵向缺欠和横向缺欠。

12.7.1.1 可用交流或直流磁轭来感应横向磁场和纵向磁场, 供检验用。如果要求覆盖整个管子的圆周方向, 就需要多安装几处磁轭触角。

12.7.1.2 作为选用方法, 可按 12.3.1 所述感应周向磁场, 按 12.3.2 所述感应纵向磁场。

12.7.1.3 在每次出现合适的磁场时, 都应将磁粉均匀地撒在管子外表面上。

12.7.2 借助高强度光, 目视检查管子两端 460mm 长度范围内的内表面。

13 电磁检验

13.1 范围

本章介绍用于探测铁磁性管线管管体(不包括端部)纵向和横向缺欠的设备和方法。

经电磁检验过的管子可能存在很大的剩磁。有关剩磁及退磁方法见第 14 章。

13.2 应用

13.2.1 GB/T 9711.1、API Spec 5L 将电磁检验规定为焊缝检验的两种方法之一(见 GB/T 9711.1—1997 中的 8.10.11、API Spec 5L—1995 中的 9.7.4)。只有电阻焊管才要求焊缝检验(见 GB/T 9711.1—1997 中 8.10.11、API Spec 5L—1995 中的 9.7.2.2)。按本推荐作法进行的所有其他电磁检验均不属于 GB/T 9711.1、API Spec 5L 的检验要求。

13.2.2 电磁检验系统可用于检验该设备尺寸范围内的所有规格的管子以及除埋弧焊之外的所有类型的管子。

注: 大多数现场用电磁检验系统均包含有探测纵向、横向和体积缺欠的电磁扫查器; 测量壁厚和偏心率的伽马射线(或超声波)扫查器; 还可能包括进行钢级比较的设备。通常, 这些电磁检验系统集这四种检验功能于一种现场便携式单机上。本章仅介绍该系统的电磁检验部分。壁厚和钢级比较部分的设备和检验步骤分别见第 15 章和 16 章。

13.2.3 让磁化过的管子通过一台转动着的扫查器, 以检查纵向缺欠。管子的纵向速度与扫查器和(或)管子的旋转速度三者的配合应使相邻探靴的轨迹相互重叠。

13.2.4 让磁化过的管子通过一台固定的环形扫查器, 以检查横向缺欠。

13.2.5 纵向或横向扫查器均可用于检查体积缺欠。

13.3 设备

电磁检验系统有漏磁型和涡流型两种。

13.3.1 在漏磁型设备中, 有一强磁场被施加到探头下面的管子上。探头用于探测管子缺欠处的漏磁。

13.3.2 在涡流设备中, 由一个或多个激励线圈在管子中感应出电场。由一个或多个传感线圈探测因缺欠而产生的正常电流的变化。

13.3.3 漏磁方法是现场最常用的技术, 因此, 本章不介绍涡流系统。

13.4 校准与标定

本条包括为保证检验设备能实现预期功能所必需的最低要求。在检验工作开始前，应由管子货主与检验机构双方协商，规定出实际作法。

13.4.1 在每次检验工作开始时，应先完成电磁检验设备的一般性标定工作，并按如下时间定期进行标定检查：

- a) 每班检验开始时以及用餐休息后。
- b) 每连续工作 4h 或每检验 50 根管子后，应至少检查一次，以先实现者为准。
- c) 在停电以后。
- d) 在进行某项工作过程中，关闭设备之前。
- e) 在修复或更换会影响设备性能的系统部件之后，恢复操作之前。

注：在试验机上一次定期标定校核合格与下一次校核不合格期间检验的所有管子均应进行复验。

13.4.2 设备的校准

13.4.2.1 激励磁场系统，每当电流表（指示磁化电流用）不能随着电流的增加而作出平稳且可重复的响应时，就应进行校准。每四个月或经修理或更换部件之后就应至少进行一次校准。校准结果应记录在仪表或电源和工作日志上，并注明校准日期和校准人员的姓名。

对于双线圈系统，磁化线圈的极性应相同（即非相反极性）。每四个月，或者磁化线路经过修理之后，就应使用罗盘或高斯计至少检查一次磁化线圈的极性。

13.4.2.2 剩磁系统（电磁检验用的中心导体法）：电流表每四个月至少校准一次，每当不能作出平稳和可重复的响应时以及经修复后均应进行校准。校准结果应记录在仪表或电源和工作日志上，并注明校准日期和校准人员的姓名。

13.4.3 标定

为了探测出供进一步评价的可疑管子，检验机构应从下列技术中选择一种或多种用于标定电磁检验设备。

13.4.3.1 增益和（或）阈限值应调节至能为被检材料提供可分辨的缺欠信号或合适的信噪比。

对于至少头五根被检管子，所选择的增益应使背景噪声振幅不超过全量程的 $1/8$ 。必要时采用最大增益。如果对高于“背景噪声”的信号分析表明增益过高，则可减少增益，直到小缺欠（小于规定管子壁厚的 5%）信号不大于全量程的 $1/8$ 。

对于可调节的阈限值读数，应使用头五根管子来确定最佳调定值，以使“背景噪声”的振幅小于全量程的 $1/4$ 。

13.4.3.2 探头的灵敏度可在制造过程标定，标定方法是将一变化的磁通密度通过换能器元件，输出的信号电平应在标准电平的 $\pm 10\%$ 范围内。这样可保证各元件之间的统一。

13.4.3.3 可用磁性脉冲发生器来标定漏磁检验设备。脉冲发生器应能产生具有再现性的可控脉冲。

每六个月就应校准一次脉冲发生器的输出信号。

将磁性脉冲发生器的磁头放置在每个探靴中每个换能器元件的附近，然后标定每个读出通道的全系统增益，以达到最佳系统性能。

13.4.3.4 可按下述方法使用基准标样。基准标样应是一根与被检管子具有相同直径、壁厚、钢级以及制造方法（如有可能）的管子。该管子由其货主提供。

基准反射物应由管子货主与检验机构双方商定，但这些反射物不应作为拒收判据，而是用于确定设备的灵敏度。

经管子货主与检验机构商定，反射物的位置（指外表面、内表面、焊缝）应在检验开始前明确规定。其深度和位置应保证在去除打磨后，基准标样的剩余壁厚不会小于最小允许厚度。另一作法是，含有反射物的管段可以切除。

各反射物应分开，使得产生的指示很清晰，互不干扰，并且与其他管子的不规则处或端部效应区别开来。

标样上应用一条与 GB/T 9711.1 中规定的 N-10 或 SR-2、API Spec 5L 规定的 N-10 或 SR-4 相同的纵向刻槽，其宽度不超过 1mm(通常不大于 0.25mm)，深度不小于 0.3mm。

应将纵向刻槽置于每个纵向裂纹探靴中的每个相应换能器下面，然后调节仪器，使之产生一振幅不小于 25% 全量程，并能在背景噪声以上清晰辨认的指示信号。当同时使用内外表面刻槽时，仅在表面刻槽上进行这一调节。动态定期检查也要求具有同样的最低信号高度。

当货主提出要求时，可在基准标样上加工一个如 GB/T 9711.1、API Spec 5L 中规定的钻孔。应调节仪器，使之产生一振幅不小于 25% 全量程，并能在背景噪声以上清晰辨认的指示信号。含有钻孔的基准标样将明确规定为拒收品。另一作法是可以切除含有钻孔的管段。

13.4.3.5 补充作法

经管子货主和检验机构双方商定，可以采用下列步骤。

a) 基准标样应是一根与被检管子具有相同直径、壁厚、钢级以及制造方法（如有可能）的管子。该管子由货主提供。

b) 经管子货主与检验机构商定，基准标样上刻槽的位置和方向（指外表面、内表面、焊缝、纵向、横向）应在检验开始前明确规定。刻槽深度和位置应保证在去除打磨之后，标样的剩余壁厚不会小于最小允许厚度。另一作法是可以切除含有刻槽的管段。

c) 标样上应有一条与 GB/T 9711.1 中规定的 N-10 或 SR-2、API Spec 5L 中规定的 N-10 或 SR-4 相当的纵向刻槽，其宽度不超过 1mm(通常不大于 0.25mm)，深度不小于 0.3mm。

d) 标样外表面应有一横向刻槽。其深度应等于被检管子规定壁厚的 10%（对 N-10 而言）或 12.5%（对 SR-2 或 SR-4 而言）。

e) 各刻槽应分开，使得产生的指示很清晰，互不干扰，并且与其他管子不规则处或端部效应相区别。

f) 当管子货主提出要求时，标样上可带有钻孔（直径不小于 1.6mm）和（或）薄壁管段（壁厚至少比规定值小 10%）。含有一个或多个钻孔的标样应明确规定为拒收品。此外，含有钻孔的管段可以切除。

g) 标样应以检验速度四次通过检验系统，这四次的刻槽或钻孔位置分别为 12 点、3 点、6 点和 9 点。由每个刻槽或钻孔反射回的主要指示的高度与平均指示电平值之差不得大于 30%。每一指示信号均应能在背景噪声以上清晰地辨认出来，并且不小于最大读数的 25%。

13.4.4 设备要求与定期检查

除另有规定外，应按 13.4.1 规定的频率进行下述定期检查。

13.4.4.1 中心导体（剩余环形磁场）：

a) 置于管子内的导体（即电棒）应与管子表面完全绝缘，以防与管子表面产生电弧。

b) 导体（即电棒）的连接应牢固。

c) 导体与导线的接触器应保持清洁。

d) 磁化系统应无内部短路。

e) 应使用一电流表来指示磁化电流，每次施加电流时都应观察电流表。另一作法是，将指示磁化电流的电流表与一低电流指示器和报警器连接起来一起使用。

f) 磁化电流不得小于检验机构的标准操作步骤规定的最小值。

13.4.4.2 激励磁场型磁化器：

a) 应检查磁化线圈，以保证使用合适的电流或磁场强度，并保证磁化线圈不发生断路或短路。

b) 检查电流或磁场强度，两者对设备正确值的偏差不得超过 10%。

13.4.4.3 应采用手动和（或）自动线路检查，以保证探测线圈或磁力传感器的连续性。连续性检查所用的装置应能使磁通密度发生变化或在每个传感器元件内部产生电流，以供对断路进行可靠的探测。

13.4.4.4 在整个检验工作过程中, 应进行定期检查, 以保证带有电磁检验换能器的探靴平稳地支撑在管子表面上, 因为伴随着探靴与管子表面之间垂直距离的增大, 将使探测灵敏度显著下降。

13.4.4.5 所有电子检验设备系统均应按 13.4.2 和 13.4.3 规定进行标定、校准和调节, 使之达到合适的灵敏度。

13.5 检验步骤

13.5.1 让每根管子都通过电磁检验机。不同的扫查器应有效地发挥各自的功能, 并互不产生有害的干扰。管子通过检验机的最低速度应根据检验机构的标准操作步骤而定。

13.5.2 读出探测到的缺欠信号并作出检验记录和鉴别。这些资料应由检验机构至少保留六个月。

13.5.3 为了进一步证实电子读出信号, 在怀疑存在缺欠的管子表面区域作出标记, 以供进一步评价, 用其它无损检验技术确定缺欠的位置和范围。

13.5.4 第一根被检管子以及随后检验的每 25 根中的一根管子在按第 14 章规定进行退磁时, 应进行核查。如果大于 0.003T, 则在继续进行检验之前, 可能需要调节退磁电流。

14 剩磁和退磁

14.1 范围

本章介绍测量剩磁和退磁用的设备和方法。

14.1.1 磁粉检验和电磁检验是通过在管子内部感应磁场来完成的。如果检验后剩磁小于规定的合格值, 就必须加以注意。

14.1.2 GB/T 9711.1、API Spec 5L 未包括有关剩磁方面的准则。

14.2 剩磁限制

GB/T 9711.1、API Spec 5L 对剩磁和退磁均无规定。有关剩磁的限制通常仅适用于经磁粉检验或电磁检验过的管子。

14.3 退磁作业

在管线管上进行退磁作业, 是为了将管线管的纵向磁场降到 0.003T 或更低, 以减轻周向焊接时的困难。周向磁场不会引起焊接问题, 所以这里不予介绍。

14.3.1 测量磁通密度

用一紧靠着管子钝边的磁力计测量管子端部。被检管子的各个方向均应与其它管子分开。当采用电子高斯计时, 剩磁大于 0.003T 的管子应退磁。当采用机械磁力计时, 剩磁不应超过 0.0008T。

14.3.2 磁通密度测量设备 (包括校准)

a) 电子高斯计的校准每年应至少一次, 修复后也应校准。校准结果应记录在仪器和工作日志上, 并注明校准日期和校准人员的姓名。

b) 如果使用基准磁铁来调节高斯计, 则基准磁铁每年至少应校准一次。校准结果应记录在磁铁和工作日志上, 并注明校准日期和校准人员的姓名。

c) 机械高斯计每四个月以及当“零”位偏差超过最大读数的 10% 时, 应至少进行一次精度检查。在整个读数范围内, 精度均应在某一经校准过的可变基准磁场强度的 10% 范围内, 精度检查结果应记录在仪器和工作日志上, 并注明合格检查的日期和检查人员的姓名。

14.3.3 退磁方法

a) 直径不超过 127mm 的管线管均可通过在管子内感应一环形磁场来进行纵向退磁。由一绝缘中心导体和电容放电或电池驱动的磁化器来感应磁场。通常, 施加一次或两次 3000A (或更大) 的电流就能使纵向磁场降至可接受的程度。

b) 直径大于 127mm 管线管的纵向退磁方法同上, 但施加的电流量将随着管子直径的增大而成比例增加 (5000A 或其以上)。管子的钢级、壁厚以及所用磁化器的类型对所需的电流量均有影响。当所用的脉冲时间小于 1/4s 时, 则可能需要进行多次退磁。

c) 也可以让管线管通过一交流环形线圈而去磁。如同其他方法,管子越大,所需电流也越大。对于直径不大于 254mm 的管子,退磁强度大约需要 6000~10000At (安匝)。管子规格越大,电流也越大,这取决于退磁系统。

d) 许多电磁检验系统装有退磁线圈,作为系统的组成部分。如果用电磁检验方法检验管子,通过适当调节并监测退磁设备,可将被检管子的剩磁降至可接受的程度。如果采用这种系统,则应在每检验完 25 根管子后,定期检查遗留在管子中的磁场强度。

15 伽马射线壁厚测量

15.1 范围

本章介绍用于测量管子壁厚的伽马射线设备及其操作步骤。供货时,该设备通常作为电磁检验系统的一个组成部分,而不可能是独立的单个检验设备。

其他无损检验方法(如超声波)也可用于自动壁厚测量。

15.2 应用

GB/T 9711.1、API Spec 5L 没有规定伽马射线壁厚测量。这种方法适用于无缝管和焊接管,但不适用于埋弧焊管。它适用于直径在检验设备规格范围内的所有管子。

15.3 设备

设备一般由伽马射线源、传感器和数字显示装置组成。测量通常沿着管子长度方向的螺旋线进行,表面覆盖率一般不是 100%。通过转动管子、射线源、传感器或者三者的任意组合,就可完成这一扫查工作。

15.4 校准和标定

本条包括了为保证检验设备实现预期功能所必需的最低要求。在检验工作开始前,应由管子货主和检验机构双方协议,规定出实际操作方法。

15.4.1 在每项检验工作开始时,应先完成检验设备的一般标定工作,并按如下时间进行定期检查:

- 每班检验开始时及用餐休息后。
- 每连续工作 4h 或每检验 50 根管子后,应至少检查一次,以先实现者为准。
- 在停电后。
- 在进行某项作业期间,关闭设备之前。
- 在修复或更换会影响系统性能的部件后,恢复操作之前。

注:在试验机上一次定期标定校核合格和下一次校核不合格期间检验的所有管子均应进行复验。

15.4.2 标定步骤:应用下列一种或多种方法对伽马射线系统进行标定:

- 调节系统的增益,使显示结果与标样的已知厚度相符合。
- 调节系统的增益,使显示结果与在管子基准标样上选定的环状物的测量厚度值相符合。环状物的最小和最大厚度应使用千分尺或经正确校准的超声波测厚仪来确定。数字显示装置显示出的最小厚度值应调节到标样上所选定最小厚度 $\pm 0.25\text{mm}$ 范围内。数字显示装置应能清晰地显示出标样的最大厚度。
- 如果没有标样,则每 50 根检验过的管子至少应抽出一根,用千分尺或经校准的超声波测厚仪核对其最小壁厚读数。

15.5 检验步骤

每根管子都应通过壁厚测量系统。该系统的显示装置应在记录纸上提供具体的标度或拒收值。

15.5.1 为了进一步证实读出结果,应在怀疑有壁厚偏差的管子表面处作出标记,以供进一步评价。

15.5.2 用补充的无损检验技术(如 18.8 所述)进一步确定可疑区域的壁厚。

16 电磁钢级比较

16.1 范围

本章介绍利用不同管子钢级存在电磁特性差别原理的钢级比较设备和操作步骤。供货时, 该设备通常作为电磁检验系统的一个组成部分, 而不可能是独立的单个检验设备。

注: 钢级比较仪不具备区别性能相近的管线管钢级的能力。

16.2 应用

GB/T 9711.1、API Spec 5L 没有根据管子电磁特性规定钢级比较方法。本方法适用于检验设备规格范围内的所有类型和直径的管子。

16.3 设备

根据管子电磁特性对管子钢级进行区别的钢级比较仪有两种类型:

- a) 比较仪电桥系统。
- b) 互感器系统。

使用时, 钢级比较仪应配备一台音频或视频报警器或其他装置, 以便在线路断开时能告知操作人员。

16.4 校准和标定

上述两种设备均不可能进行绝对的校准, 可将已知标样与检验的每根管子进行比较。

16.4.1 每次检验工作开始时, 应先完成检验设备的一般标定工作, 并按如下时间进行定期标定检查:

- a) 每班检验工作开始时及用餐休息之后。
- b) 每连续作业 4h 或每检验 50 根管子后应至少检查一次, 以先实现者为准。
- c) 在停电后。
- d) 在进行某项作业期间, 关闭设备之前。
- e) 在修复或更换会影响系统性能的部件后, 恢复操作之前。

注: 在试验机上一次定期标定校核合格和下一次校核不合格期间检验的所有管子, 均应进行复验。

16.4.2 标定步骤根据使用系统的类型而定, 具体规定如下:

16.4.2.1 比较仪电桥系统: 第一根待检管子的钢级可通过目视检查管子标记并置于检验线上的比较仪线圈中加以证实。平衡桥路, 并将增益调节到某一选定的位置。待检验过几根管子之后, 再根据被检管子的正常波动值将增益调至最佳值。

16.4.2.2 互感器系统: 通过目视检查管子标记, 确定头 5 根待检管子具有相同的钢级。将这 5 根管子通过检验线, 并记录电压读数, 确定平均电压和设定上下报警极限。

16.4.2.3 补充性能试验: 可用磁性或导电性不同于被检管子的辅助基准标样的基准信号来检验该系统的分级能力。

16.5 检验步骤

每根管子都应通过检验系统。钢级比较设备的数字显示装置应提供清晰的示值, 级别或阈限值, 以指示出性能与被检管子不同的管子。

当钢级比较仪探测到异常的指示信号时, 则在采取处置措施之前应调查一下该根管子的重量、钢级和制造厂。调查内容应包括检查制造厂标志和管子尺寸。

17 超声波检验

17.1 范围

本章介绍进行下列五项超声波检验用的设备和步骤:

17.1.1 管子焊缝的检验。

17.1.2 管体壁厚和平面缺欠的检验。

17.1.3 管体纵向、横向和斜向缺欠的检验。

17.1.4 管端分层的检验。

17.1.5 手动超声波壁厚测量。

17.2 应用

在 17.1 介绍的五项超声波检验中, 仅有管子焊缝的检验与复验列在 GB/T 9711.1—1997 中的 8.10.11、API Spec 5L—1995 中的 9.7.4, 无缝管的纵向缺欠检验作为补充要求列在 GB/T 9711.1—1997 的附录 D SR2、API Spec 5L—1995 的附录 F SR4 中。

原则上, 这五项超声波检验均应采用手动或机械化设备。但是实际上, 管体检验 (17.1.2 和 17.1.3) 通常仅采用机械化设备。因此, 管体检验仅限于检验设备所允许的管子尺寸范围, 通常管体检验不在大直径管子上进行。

17.3 校准、标定和检验的一般步骤

除特别注明外, 下列推荐作法适用于所有类型的超声检验。

17.3.1 阴极射线管显示器的水平和垂直线性应在修复相关线路系统之后进行校准, 或者每 6 个月至少校准一次。如果使用记录仪显示, 其显示范围内的线性也应每 6 个月校准一次。在这两种显示器最大显示范围的 25%~75% 之间, 垂直线性应在最大显示值的 $\pm 5\%$ 以内。校准结果应记录在阴极射线管仪器或记录仪上以及工作日志上, 并注明检查日期和校准人员的姓名。

17.3.2 超声波检验设备的标定应在每次工作开始时进行。应使用与被检管子具有相同壁厚和曲率的标样。标样材料的超声波传播速度和衰减特性应与被检管子相同。如果标样是被检材料的一部分则该标样应由管子货主提供。

标定检查应按下列时间进行:

- a) 每班检验工作开始时。
- b) 每连续作业 4h 或每检验 50 根管子后应至少检查一次, 以先实现者为准。
- c) 在停电后。
- d) 在进行某项工作期间, 关闭设备之前。
- e) 修复或更换会影响系统性能的部件后, 恢复操作之前。

17.3.3 所有管子表面应清洁, 并无浮锈、泥土、油脂或其他可能干扰检验灵敏度或读数解释的任何物质。

17.3.4 应使用一种无悬浮颗粒和气泡的液体耦合剂来湿润管子表面, 并将超声波从换能器传送到被检管子上。可在液体耦合剂中添加缓蚀剂、软化剂、甘油、抗凝剂或湿润剂, 但这些添加剂不能损坏管子表面。

17.3.5 应按照 17.3.2 将所有超声波检验系统标定、校准或调节至最佳灵敏度状态。在上一次定期校准检查合格和下一次检查不合格期间检验的所有管子均应进行复验。

17.3.6 可将机械化的超声波检验系统组合, 使其具有在同一操作中进行多种检验的能力。

17.4 管子焊缝的超声波检验

17.4.1 设备

沿着整根管子长度方向自动或手动扫查纵向焊缝区域, 以检查缺欠。折射声束自相反圆周方向穿过焊缝, 以探测焊缝缺欠, 诸如 (但不限于) 未熔合、针孔、未焊透、纵向裂纹、砂眼和夹渣。还应使用一种监测有效声耦合的方法。应使用一台声频报警器, 以便在探测到缺欠时能发出警报。所探测到的缺欠指示信号应由显示装置读出, 并由检验机构至少保存 6 个月。

17.4.2 焊缝检验的校准与标定

17.4.2.1 基本的标定步骤

- a) 标样的内外表面均应有纵向刻槽。通常采用类似于 GB/T 9711.1—1997 中第 8 章、API

Spec 5L 第 9 章中介绍的 N-10 或 N-5 刻槽。作为备选方案,也可采用 GB/T 9711.1、API Spec 5L 中介绍的钻孔。设备应能检验焊缝两侧各 1.6mm 的宽度范围,并贯穿整个焊缝厚度。

b) 刻槽或钻孔之间应分开,以使指示信号易于分辨,并有别于其它管子不规则处或端部效应。

c) 应选择换能器、仪器增益和阈限值,以获得最佳的信噪比。当需要探测和测量远距离反射物时,可采用深度振幅补偿。

d) 应通过模拟对被检管子进行扫查的方法来产生基准信号振幅。对每个换能器,基准反射物的信号振幅应调节至读出装置全量程的 50% 以上。由每个换能器发出的基准刻槽的响应应具有足够大的振幅,以启动阈限值报警器。焊缝中心线两侧的扫查覆盖范围可通过显示来自反射物的信号振幅加以验证,这里,反射物的位置偏离焊缝。

e) 经管子货主与检验机构双方商定,也可使用其他类型的基准反射物。这必须包括对验收和拒收依据的商定。

17.4.2.2 补充作法 A

经管子货主与检验机构双方商定,具体的基准标样和基准反射物可用于:

a) 检查每个换能器的角度。

b) 校核设备的闸门和检验覆盖范围的调节是否恰当,这包括使用多个内表面和外表面的反射物,以及位于管子壁厚二分之一处的纵向钻孔。纵向刻槽(或径向钻孔)位于基准线(模拟焊缝宽度的两条线)两侧,两刻槽位于基准线两侧 1.6mm,而纵向钻孔则位于两纵向刻槽之间中部。另外,基准线中间的径向钻孔可用于确定基准信号的振幅(见图 1)。偏置的反射物和纵向钻孔用于检查焊缝中心线两侧覆盖范围的灵敏度以及通过焊缝厚度的灵敏度。经管子货主与检验机构双方商定,基准线可与焊缝线重复。信号的重复性应与上述 17.4.2.1d) 所述一样。

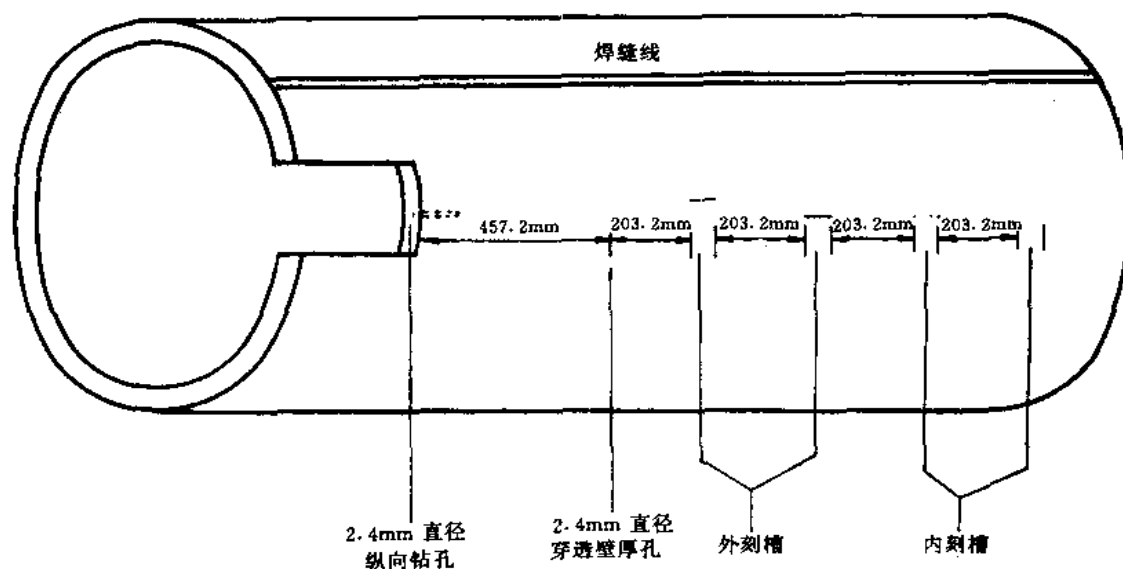


图 1 17.4.2.2 补充作法 A 用的超声波基准标样

17.4.2.3 补充作法 B

经管子货主与检验机构双方商定,可以检验基准反射物的形状和径向的方向对信号振幅的影响。这只需比较一下反射物两侧信号的最大振幅即可。如果某一振幅低于另一振幅的 70%,则说明该基准反射物不能用于校准灵敏度。

17.4.3 管子焊缝的超声波检验步骤

换能器组沿着焊缝以某一扫查速度推进，以提供可靠的记录并启动裂纹探测报警器。必须以某一固定不变的方式跟踪扫查焊缝。设备操作所产生的超声波束应能检验焊缝两侧各 1.6mm 的范围，并贯穿整个焊缝厚度。检验应覆盖整个管子长度（从坡口至坡口）。经管子货主与检验机构双方商定，也可包括薄壁厚和平面缺欠的检验。此外，还应按照 17.5 规定沿着整个焊缝边缘进行垂直声束检验，检验步骤如下：

- a) 确定焊缝位置。
- b) 按规定清洁焊缝区。
- c) 如果目视看不见管子外表面上的焊缝，可用粉笔或类似方法标出整条焊缝线的位置。
- d) 将换能器组置于管子上，使其中某一斜射声束换能器能检查到紧接在坡口后面的焊缝全壁厚。
- e) 通过换能器组和管子之间的相对运动，开始进行检验，直至整根管子检查完毕。相对运动的速度应与所使用的电子设备相匹配。
- f) 为了证实电子显示装置的指示信号，应在怀疑有缺欠的管子表面处作出标记，以供进一步评价。用补充的无损检验技术确定缺欠的位置和范围。
- g) 继续对每根管子进行超声波焊缝检查，直至工作完成。

17.5 管体壁厚和平面缺欠的检验**17.5.1 设备**

应扫查整个管子表面。采用传播方向垂直于管子表面的声束来测量整根管子的壁厚，并可检验平面缺欠。管子和（或）扫查器的直线速度和旋转速度的合成应能覆盖整个管体而无间隙。管子可部分或全部预先润湿或浸没，以供扫查。耦合剂应能在换能器与管子表面之间产生有效的声接触，同时还应使用一种监测有效声耦合的方法。应读出缺欠指示读数并作记录和鉴别。这些资料应由检验机构保存 6 个月以上。

17.5.2 校准和标定**17.5.2.1 基本的标定步骤**

a) 标样应至少有两个壁厚厚度，以供在被检管子相应壁厚范围内调节读出结果。应用千分尺或校准过的超声波测厚仪（见 17.8）来测量基准厚度。其中一个厚度应大于被检管子的规定壁厚，另一个厚度应小于规定厚度，这两个厚度之差应等于或大于被检管子规定壁厚的 10%。

b) 应调节超声波设备指示的壁厚读数，使之读出最接近于被检管子最小允许厚度的基准厚度，误差不大于 0.25mm 或规定壁厚的 2%（取较小者）。每个用于测量壁厚的换能器都应进行这一调节。

17.5.2.2 补充作法 A

经管子货主与检验机构双方商定，上述 17.5.2.1a) 所用的最薄基准厚度可等于或小于被检管子的最小允许厚度。这个标样由管子货主提供。设备调节方法与 17.5.2.1b) 所述相同。

17.5.2.3 补充作法 B

本作法适用于下述情况：检查壁厚检验覆盖范围，或标定垂直声束换能器探测平面缺欠的灵敏度。

a) 经管子货主和检验机构双方商定，管子货主提供的标样可用于调节闸门宽度、报警器阈限值和设备读出装置的信号高度。标样应有足够的长度，以供动态标定，并应与被检管子具有相同直径、壁厚和超声波性能。

b) 标样内表面上应有一个直径 6.35mm 的平底孔，其深度等于或大于被检管子的最大允许壁厚减薄量。

c) 调节每个适用换能器的闸门宽度，使之能探测距外表面 2.54mm（或更小）和被检管子最小允

许壁厚之间的平面缺欠。应调节基准反射的信号高度，以保证探测效果。对于定期检查，信号高度公差应由管子货主与检验机构双方商定。

17.5.3 壁厚测量步骤和平面缺欠的探测步骤

被检管子和换能器之间可以存在相对的旋转运动和纵向轴线移动，以保证扫查覆盖整个表面。旋转运动和纵向移动的相对速度应保持在固定的范围内，其变化不大于 10%。扫查速度应能保证可靠的记录并启动阈限值报警器。还可采用能保证完全覆盖整个管子表面的其他方法。

a) 用超声波仪检验每根管子。

b) 每 50 根被检管子至少应选出一根，用精密的壁厚千分尺或经正确校准的超声波测厚仪来校核最小壁厚读数。

c) 为了证实电子读出装置的指示信号，可在怀疑存在缺欠的管子表面处作出标记，以供进一步评价。用其他补充的无损检验技术确定缺欠的位置和范围。

17.6 管体纵向、横向和斜向缺欠的检验

17.6.1 设备

应扫查整个管子表面。应用多个声束来探测横向、纵向和斜向缺欠。管子和（或）扫查器的直线速度和旋转速度组合应能保证覆盖整个管体而无间隙。管子可部分或全部预先润湿或浸没，以供扫查。耦合剂应能在换能器和管子表面之间产生有效的声接触。同时应采用一种监测有效声耦合的方法。应读出缺欠指示读数并作检验记录和鉴别。这些资料应由检验机构保存 6 个月以上。

17.6.1.1 纵向缺欠的检验

由两个或更多的换能器沿顺时针方向和逆时针方向传播斜射声束。每组声束（顺时针方向和逆时针方向）都应有足够的覆盖面积，以使各换能器的作用部分之间不出现间隙。系统的灵敏度应确保能够探测、显示并记录平行于管子主轴线方向的缺欠，诸如（但不限于）裂缝、折叠和裂纹。

17.6.1.2 横向缺欠的检验

沿每一纵方向传播斜射声束，以供探测垂直于管子主轴线方向的缺欠。换能器的扫查路径应充分重叠，以便完全覆盖整个纵向管子壁厚。系统的灵敏度应确保能够探测、显示并记录横向和三维方向的缺欠，诸如（但不限于）裂纹、划痕、夹杂和凹坑。

17.6.1.3 斜向缺欠的检验

采用传播方向与管子纵轴线成各种不同角度的斜射声束来探测诸如裂缝、裂纹、折叠、夹杂、凹坑和机械加工造成的割痕、凿痕等缺欠。换能器的数量和位置应保证在指定方向产生 100% 的覆盖率。系统的灵敏度应确保能够探测、显示和记录斜向缺欠。

17.6.2 校准和标定

17.6.2.1 将一根与被检管子具有相同直径、壁厚和相同超声波特性的管子作为基准标样。标样的长度应足以进行定期动态检查，并由管子货主提供。

17.6.2.2 为便于检验，基准刻槽应位于标样的外表面上。其长度和方向应根据要求而定，当采用同一换能器和增益控制值时，基准反射物的两侧应能产生一个可比较的最大振幅。其深度应为被检管子规定壁厚的 5% 至 10%。经管子货主与检验机构双方商定，标样内表面上也可有类似的刻槽。可以用钻孔（GB/T 9711.1、API Spec 5L 规定）来代替上述刻槽。

17.6.2.3 基准刻槽所处位置应允许用打磨方法除去，而不使壁厚减少至低于最小允许厚度。另一作法是，刻槽部分可以切除。有钻孔的标样将明确地定为不合格品。钻孔所处位置应便于切除，以尽量减少合格管子的损失。

17.6.2.4 刻槽或钻孔之间应分开，以使每一指示信号都很清晰、互不干扰，并且与其它管子不规则处或管端效应相互区别。设备增益和阈限值应调至最小信噪比为 3:1。

17.6.2.5 测量仪器应调节至产生的基准信号振幅至少等于每个换能器显示装置全量程的 50%。由每个换能器反馈回来的基准刻槽信号必须具有足以启动阈限值报警器的振幅。

17.6.3 纵向、横向和斜向缺欠的探测步骤

管子和（或）扫查器的直线速度和旋转速度的合成应能覆盖整个管体而无间隙。扫查速度的大小应能保证可靠地记录，并能启动阈限值报警器。也可以使用其他能完全覆盖管子表面的方法。

17.6.3.1 用超声波仪检验每一根管子。

17.6.3.2 为证实电子读出装置的指示信号，在怀疑可能存在缺欠的管子表面处作出标记，以供进一步评价。用其他补充的无损检验技术确定缺欠的位置和范围。

17.7 管端分层检验**17.7.1 设备**

通常将一标准的脉冲反射超声波仪与具有相应尺寸、形状和灵敏度的探测器配合使用。

17.7.2 校准和标定

17.7.2.1 在与声束输入方向相反的表面上应设置一直径为 6.35mm 的平底钻孔或一 6.35mm 宽的纵向刻槽，钻孔或刻槽的深度为规定管子壁厚的 50%。这一基准反射物的位置（在标样上）由管子货主和检验机构商定。

17.7.2.2 基准反射物的信号高度应调节至不小于读出装置全量程的 50%，并且有足以启动阈限值报警器的振幅。

17.7.3 步骤

该项检验使用垂直超声波束来探测管端部分超出允许尺寸的分层。在坡口与外表面交线附近 25mm 宽的管端区域内，对整个圆周表面进行扫查。在探测出某一分层缺欠后，应仔细检查，以确定是否超出相应的规定。

17.7.3.1 校准后就可开始检验。将换能器装在管子表面上，施加耦合剂后，将换能器绕管子移动 360° 以上。这一扫查既可手动操作也可自动操作，但是两种操作的扫查速度均应与使用的电子设备相适应。

17.7.3.2 对每根管子端部进行这项试验。

17.7.3.3 为了证实电子读出装置的指示信号，应在怀疑可能存在缺欠的管子表面处作出标记，以供进一步评价。用补充无损检验技术确定缺欠的位置和范围。

17.7.3.4 对有损伤的管端不能进行有效扫查时，应作出识别标志。

17.8 手动超声波壁厚测量**17.8.1 设备**

超声波测厚仪用于从管子外表面测量壁厚。这种测量仪器通常包括一个超声波换能器、一条连接导线和一台电池驱动的配有数字、显示装置或仪表的设备。它应能读出平行表面试块的厚度，误差在实际厚度的 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内。

17.8.2 校准和标定

17.8.2.1 用于校准的所有标样应具有与被检管子相同的超声波传播速度和衰减特性。为了最大限度地减小因温度差别引起的误差，在使用前，应将标样暴露在与管子相同的接触面积，就可将暴露时间缩短至 10min。

17.8.2.2 按照测厚仪制造厂提供的说明书对测厚仪进行校准，校准第一个标样的厚度至少要比被检管子的规定壁厚小 1.27mm，第二个标样的厚度至少要比规定壁厚大 1.27mm。这些厚度均应用千分尺进行测量。测厚仪的精度应在标样厚度的 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内。

17.8.2.3 17.8.2.2 中使用的标样应与被测管子具有相同的外表面曲率，只有当被检管子外径大于 88.9mm，且换能器直径不大于 9.5mm 时才能使用平直标样。

17.8.2.4 如果有可能的话，应用千分尺测量被检管子上某一经正确处理过的区域（或者一块具有同样外径、壁厚和钢级的材料），以便对测厚仪作最后校准。调节测厚仪上的控制器使之与千分尺的读数一致。外表面的正确处理包括除去清漆、油漆和污物。同样，内表面的正确处理包括除去污物和清

漆，其目的是使内表面能与千分尺的测砧适当接触。如果实际上难以测量管子的基准厚度，也可在工作中用一段具有相同直径、重量和钢级的管子来测量校准结果。

17.8.2.5 校准检查频率：除了本推荐作法 17.3.2 规定的要求外，还应进行如下工作：

- a) 每连续测量 25 个区域，无论何时出现不合格读数、或者某一读数超出允许厚度 0.127mm，都应按 17.8.2.4 进行校准（如果不能按 17.8.2.4 要求校准，也可按 17.8.2.2 和 17.8.2.3 校准）。
- b) 无论何时，只要更换操作员（检验员），就应按 17.8.2 进行校准检查。
- c) 在 17.8.2.5a) 的校准检查中，当对原来设定值的偏差大于 0.05mm 时，就应重新调整测量仪器的读数。

17.8.2.6 灵敏度检查：如果超声波测厚仪用于评价管子内表面上的缺欠，它应能探测出直径为 1.6mm 的平底孔，平底孔底面平行于试块表面，距离为 9.5mm。剩余壁厚测量精度应为 $\pm 0.127\text{mm}$ ，而且每当仪器修理后就应进行检查，还有至少每 6 个月应检查一次。

17.8.2.7 测厚仪的线性度：每月测厚仪修理后，或最多每使用 6 个月，就应对测厚仪读数的线性度在 2.5~50mm 范围内加以校准。校准结果应记录在仪器上和工作日志上，并注有校准日期和校准人员的姓名。

17.8.3 步骤

17.8.3.1 校准

当打开超声波测厚仪的电源开关（如果是电池驱动）时，仪器指示电池电压不足，就必须在继续工作之前充电或更换电池，然后选择所要测量的管子壁厚范围，并按 17.8.2 校准仪器。

17.8.3.2 测量

测量壁厚时，应清除管子表面上的所有灰尘和污物，并在待测量区内涂上耦合剂。这种耦合剂应对被检材料无不良影响。避免在将要进行涂敷的管线管上使用油基耦合剂。然后将换能器紧密地按放在管子表面上。

a) 当使用双晶片换能器时，发送和接收传感器之间的分隔线既可平行于也可垂直于管子轴线，但应与测量标样时所用方法一样。

b) 可让读数稳定下来，然后与最小允许壁厚相比较。稳定读数是指保持时间 3s 以上而不变的读数（ $\pm 0.03\text{mm}$ ）。

c) 当获得一判定管子为不合格的读数时，应刮掉所有表面涂敷层和疏松污物，但不能刮掉任何基体金属，然后用试块校核仪器的精度，并复验管子厚度测量结果。

d) 在探测或评价内部缺欠时，同样采用上述步骤，但换能器在管子上以扫查方式作前后移动，以探测最薄的壁厚读数。

e) 当使用高灵敏度的仪器时，必须注意避免将夹杂物或分层视为壁厚减薄现象，缺欠评价的细节参见第 18 章。

17.8.3.3 超声波探头的磨损

当进行大量的扫查工作时，应定期检查超声波探头的磨损情况。当探头表面磨损导致读数不准时，应重新加工或更换。这两种情况均要求重新校准超声测厚仪。

17.8.3.4 测厚仪故障

当换能器紧密地与试块接触时，如果读数不能保持稳定，则表明仪器可能出现故障。应该进行修理或更换，然后在继续工作前进行校准。

17.8.3.5 测厚仪精度

按照 17.8.2.2 所述获得的精度不一定能在管子壁厚测量中保持不变。管子的表面状态不一定与试块相同。

18 缺欠和偏差的评价

18.1 范围

本章介绍用本推荐作法所列各种方法对探测出来的缺欠和偏差进行评价的步骤。验收和拒收原则见第9章。

18.2 应用

本条所列的评价步骤适用于除按本推荐作法检验划分为优等管子外的所有管子。

18.3 设备

评价时所用的设备包括下列设备，但不限于下列设备：

- a) 深度规。
- b) 壁厚千分尺。
- c) 直尺。
- d) 钢卷尺。
- e) 硬度试验设备。
- f) 便携式超声波检验设备。
- g) 磁粉检验设备。
- h) 着色渗透剂。

18.4 校准和标定步骤

用于评价缺欠的所有设备和材料均应按照检验机构的质量保证纲要的各项规定定期进行校准。此外，还应进行下列校准：

18.4.1 深度规

用于评价缺欠用的深度规应满足下列要求：

- a) 在一个平面上调整深度规零位。
- b) 在标样的深度范围内对深度规测量精度的校核，每四个月至少一次，在修复或更换后亦应进行。
- c) 精度应为标样实际深度 $\pm 0.025\text{mm}$ 。
- d) 精度检查结果应记录在深度规和工作日志上，并注明检查日期和检查人员的名字。

18.4.2 壁厚千分尺

- a) 当壁厚千分尺的触头相互接触时或者当触头之间放置一标准厚度的标样时，将千分尺调到“零”位或者规定厚度。
- b) 在标样厚度[与上述 a) 项的标样厚度不同]范围内检查壁厚千分尺的测量精度，每4个月至少一次，修理后亦须进行一次。
- c) 各读数的精度不应超过所用最厚标样实际壁厚的2%。
- d) 精度检查结果应记录在壁厚千分尺和工作日志上，并注明检查日期和检查人员的姓名。

18.4.3 横波超声设备

校准步骤见 17.3.1 和 17.3.2。

18.5 管体缺欠的评价步骤

下述这些步骤用于评价新管线管上除焊缝区之外的表面缺欠（不包括凹痕、硬块和电弧烧伤）（焊缝缺欠的评价见 18.6）。

18.5.1 外表面缺欠的评价步骤

18.5.1.1 探测

当在一根管子上发现缺欠时，如裂缝或折叠，应采取下述步骤：用锉刀或砂轮打磨该区域，打磨时应小心，并不断地测量壁厚，避免因打磨过量而产生缺陷。确定作为拒收的缺欠痕迹应保留下来，

以供制造厂或其代表作进一步复验。可以采用小锤子和凿子来探测折叠和夹渣。凹坑、划痕和凿痕等缺欠在深度测量时通常不需要打磨，但在测量前应清除异物。如果缺欠不容易辨别，可参阅 18.5.2，以便作进一步评价。

18.5.1.2 缺欠的测量

在平面上将深度规调“零”。用深度规测量缺欠深度。刮除清漆和疏松氧化皮并用平面锉刀锉去金属突出部分，然后复验测量结果。清理时不要去掉管子表面的金属，以免产生不准确的评价结果。

从表盘上直接读出缺欠的深度。每当获得不合格读数时，都应重新证实量规的“零点”。当某一缺欠包含在凹痕或不规则表面范围内时，深度规应在紧靠缺欠处调零，调零时量规测砧主轴线应平行于管子纵向轴线，这样可保证缺欠的测量结果不受管子表面变形的影响。

18.5.1.3 处置

如果管子含有 GB/T 9711.1—1997 中 G3 或 API Spec 5L—1995 中 7.8 规定的缺陷，除经轮廓打磨除去缺陷，而且剩余壁厚等于或大于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的最小值外，则管子应拒收。在完全除去缺陷后，应复验所测量的壁厚。只有经管子货主与检验机构双方商定，才能打磨除去缺陷。

如果经管子货主与制造厂双方商定，有缺陷的管段也可以在管子长度要求范围内切除，或者按 GB/T 9711.1—1997 中 G5 和 G6 或 API Spec 5L—1995 中 B.1 和 B.2 规定进行补焊。

18.5.2 内表面缺欠的评价步骤

如果管子直径允许的话，应设法通过打磨和（或）测量的方法来探测内表面的缺欠深度。

18.5.2.1 进一步探测：当显示电磁或超声波检验信号，或者存在磁粉集聚现象，而缺欠又不容易辨别时，应用其他辅助工具和技术来评价这些缺欠是否合格。可以使用的辅助工具和技术如下：

a) 打磨外表面金属，使其露出金属光泽，在可疑区域的外表面上施加强环形磁场，并用磁粉检验法复验。

b) 用高亮度光源或内窥镜检验内表面。

c) 用超声波测厚仪扫查表面。

d) 用环形磁场磁化管子，并用磁粉检验方法检验可疑区域的内表面。

18.5.2.2 如果缺欠超出 GB/T 9711.1、API Spec 5L 最新版本规定要求，则该根管子应涂上一条红色漆带，加以识别。

如果在使用上述两种方法后，其中一种方法证实存在内表面破坏缺欠，但又不能测量出来，则应采取下列步骤：

a) 线性缺欠应用 18.5.2.3 进行评价。

b) 圆底缺欠应用超声波测厚仪进行评价。

18.5.2.3 选用方法：作为 18.5.2.1 所述方法的选用方法，具有第 7 章所述资格的检验员可使用横波超声仪来评价缺欠。该仪器用一种有外和（或）内刻槽的标样校准，这由管子货主与检验机构双方商定。检验步骤也应由双方商定，建议不要仅仅根据信号的振幅就将某一缺欠确定为缺陷。

18.5.2.4 如果管子货主和制造厂双方达成协议，有缺陷的管段可以在长度要求范围内加以切除，或者可以按照 GB/T 9711.1—1997 中 G5 和 G6 或 API Spec 5L—1995 中 B.1 和 B.2 进行补焊。

18.5.2.5 如果不能确定缺欠的严重程度，该根管子应涂上合适的蓝色漆带，以供管子货主和制造厂进一步评价和处置。

18.5.3 非表面破坏缺欠

非表面破坏缺欠应用 18.5.2.3 的方法评价。

18.5.4 磨痕的圆角修整

当测量壁厚大于或等于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的最小允许值时，可对现场探测用的磨痕和凿痕进行轮廓修整。合格管子上的所有磨痕均应涂上缓蚀剂，除

非该管子是裸管交货和（或）随后将涂上防腐层。

18.6 焊缝的评价步骤

该步骤用于评价新管线管（通过焊接工艺生产）焊缝区的表面缺欠或尺寸偏差。

18.6.1 表面穿透缺欠

除了肉眼可见的裂纹之外，凡是深度规触头接触不到的窄细纹均应用锉刀或砂轮事先打磨。探测打磨应是圆底的。若管子采用埋弧焊，则锉平或磨削（在焊缝处）不应低于管子表面的轮廓延长线。探测打磨应十分小心，并且不断进行壁厚测量，避免因打磨过量而产生缺陷。按 18.5.1.3 确定为不合格的缺欠痕迹，应留下来供制造厂或其代表作进一步复验。凹坑、咬边或过量修整等缺欠在深度测量时通常不需要打磨，但测量前应清除异物。

18.6.2 表面穿透缺欠测量

在一平面上将深度规调“零”。用深度规测量缺欠深度，测量时深度规应平行于焊缝纵轴方向。从表盘上直接读出缺欠的深度。每当获得一个不合格读数时，都应再次证实一下量规的“零点”。

18.6.3 处置

18.6.3.1 裂纹

根据 GB/T 9711.1—1997 中 G3.8 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.8 规定。所有裂纹均以缺陷看待。除非能按照 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的处置方法除去缺陷，否则管子应拒收。

18.6.3.2 咬边

超出 GB/T 9711.1—1997 中 G3.11 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.11 规定的深度、长度或分布要求的咬边应视为缺陷。除非能按照 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的处置办法除去缺陷，否则管子应拒收。

18.6.3.3 电焊管线管的过量修整

如果凹槽深度超出 GB/T 9711.1—1997 中 G3.6 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.6 规定的极限，则电焊管的过量修整应以缺陷看待。槽深可通过测量同一横截面内槽与距槽 25mm 左右处的两个壁厚差来确定。

18.6.3.4 其他表面缺欠

如果某一表面缺欠（而非 18.6.3.1~18.6.3.3 所述缺欠）的深度超出 GB/T 9711.1—1997 中 G3.12 或 API Spec 5L—1995 中的 7.8.12 规定，应视为缺陷。除非该缺陷可用轮廓打磨方法除去而且按 8.8.1.2 规定的方法“测量”，壁厚不小于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的最小允许值，否则管子应拒收。有关打磨的其他要求可参阅 18.5.4。

18.6.3.5 焊缝的几何形状

如果焊缝焊偏，且焊缝高度超出 GB/T 9711.1—1997 中 G3.2、G3.3、G3.4 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.2、7.8.3 或 7.8.4 规定极限，则该管子被认为是有缺陷的。除非缺陷能按 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 所述方法除去，否则管子应拒收。

18.6.3.6 如果管子货主与制造厂双方达成协议，则含有缺陷的管段可在长度要求范围内切除，或者按 GB/T 9711.1—1997 中 G5.2 或 API Spec 5L—1995 中 B.1.2 要求补焊。

18.6.4 磨痕的圆角修整

当测量壁厚等于或大于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 表 9 规定的相应值时，可对所有现场探测用的磨痕和凿痕进行轮廓修整，使圆角半径增大，除非管子是以裸管交货和（或）随后将涂上防腐层，否则合格管子上的所有磨痕均应涂上缓蚀剂。

18.7 制造厂造成磨痕的评价步骤

当发现制造厂消除缺陷留下来的磨痕时，应采用下述方法加以评价。

18.7.1 磁粉检验

用磁粉或着色渗透剂检查该区域,以确认缺欠完全消除。如果缺欠未完全消除,可用锉刀或砂轮打磨缺欠的整个深度。

18.7.2 壁厚测量

如果再没有发现缺欠,可在打磨区域内按 18.8.1 规定测量几处壁厚,以确保壁厚等于或大于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 表 9 规定的最小允许值。

18.7.3 轮廓修整

如果剩余壁厚(测量壁厚减掉打磨深度)大于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的最小允许值,为了使该管子成为合格品,应对磨痕进行轮廓修整。

18.7.4 处置

如果按照 GB/T 9711.1—1997 中第 7 章或 API Spec 5L—1995 第 7 章规定,确定该区域有缺陷,则该管子应拒收,经管子货主与制造厂双方商定,有缺陷的管段可以在长度要求范围内切除,也可以按照 GB/T 9711.1—1997 中 G5 和 G6 或 API Spec 5L—1995 中 B.1 和 B.2 规定进行补焊。

18.8 壁厚减小的评价步骤

若发现由一偏心或其他情况而使壁厚明显减小或变薄,可采用下列步骤。

18.8.1 壁厚测量

用超声波测厚仪或壁厚千分尺等合格器件验证壁厚。

18.8.1.1 当采用壁厚千分尺时,该千分尺应符合 GB/T 9711.1—1997 中 8.10.10.2 或 API Spec 5L—1995 中 7.3 的结构要求。

18.8.1.2 当采用超声波测厚仪时,如果最小读数处于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的最小允许值左右,则应多取几个读数,以确定最小测量壁厚。“测量”壁厚可解释为:在直径大约 6.4mm 的表面区域内至少三个超声波读数的平均值,读数位置之间的距离不应小于 3.2mm。当读数之间的差别不超过 0.25mm 时,这些读数可用于平均。单个超声读数不能作为拒收依据。在有争议的情况下,应以壁厚千分尺的测量结果为准。

18.8.2 处置

“测量”壁厚等于或大于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的相应值的管子为合格品。如果“测量”壁厚小于 GB/T 9711.1—1997 中表 10 或 API Spec 5L—1995 中表 9 规定的最小允许值,则管子应拒收,除非缺陷区域能按 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定加以切除。

18.9 焊缝内层缺欠的评价步骤

当探测到夹渣、砂眼、未熔合、未焊透、裂纹等缺欠,且这些缺欠并未破坏表面,又不能按 18.6 评价时,可采用本步骤进行评价。

18.9.1 评价

当缺欠未穿透焊区表面,缺欠信号大于 GB/T 9711.1—1997 中表 22 或 API Spec 5L—1995 中表 20 规定的相应极限时,需要用横波超声仪进一步评价。设备操作员应具有第 7 章规定的资格。横波超声仪的校准标样应与探测所评价缺欠用的扫描系统的标样相同。如果缺欠产生的信号高度大于 GB/T 9711.1—1997 中表 22 或 API Spec 5L—1995 中表 20 规定的相应极限值,除可以证明该缺欠不超过 GB/T 9711.1—1997 中 G3 或 API Spec 5L—1995 中 7.8 的规定外,则应视为缺陷。

18.9.1.1 埋弧焊焊缝中发现的缺陷可以采用射线法按 GB/T 9711.1—1997 中 8.10、11.12 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.3 进行复验。

18.9.1.2 对于气体金属弧焊焊缝,只要缺欠长度大于 25.4mm,且高于背景噪声,但不管高出多少,就应视为缺陷,并可用 GB/T 9711.1—1997 中 8.10、11.12 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.3 规定的射线法或管子货主与制造厂双方商定的其他技术进行复验。

18.9.2 处置

应按 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定对缺陷进行处置。

18.10 凹陷的评价步骤

检验过程中如探测到凹陷，其严重度应按下列方法评价。

18.10.1 探测

应用深度规和精密直尺测量凹陷底部与原管子表面延长线之间的距离。

18.10.2 深度的测量

在一平面上将深度规调零，测量凹陷深度，一旦获得不合格读数，就应重新核实量规的“零点”。另外，还可将一直尺沿平行于管子纵轴方向横跨于凹陷上，然后用精密直尺测量凹陷最低点与原管子轮廓的延长线之间的间距。

18.10.3 凹痕长度的测量

如果深度测量合格，应用精密直尺测量任一方向凹痕的最大横向距离。

18.10.4 处置

如果管子含有如 GB/T 9711.1—1997 中 G3.1 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.1 所述的缺陷，除可按 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的处置方法加以切除外，则管子应拒收。

18.11 硬块的评价步骤

当目视发现管子表面存在不规则处，且不知其机械损伤原因时，应测定该可疑处的硬度。

18.11.1 硬度试验应按第 11 章规定进行。

18.11.2 需要进行多次硬度试验才能确定硬块的范围。

18.11.3 处置：如果硬块的尺寸和硬度值超出 GB/T 9711.1—1997 中 G3.7 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.7 规定的极限，则经制造厂和管子货主双方商定，可在管子长度要求范围内将缺陷区切除，否则，该管子应拒收或按照 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定处置。

18.12 电弧烧伤的评价步骤

按照 GB/T 9711.1—1997 中 G3.10 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.10 规定，电弧烧伤被视为缺陷，但电阻焊管上的接触痕迹不以缺陷看待。

处置：有电弧烧伤的管子应拒收，或者按 GB/T 9711.1—1997 中 G3.10 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.10a 规定将缺陷除去。

18.13 分层和夹杂物的评价步骤

当探测到分层或夹杂物等缺欠时（缺欠延伸至管子端面或坡口面），应采用磁粉检验法（手持式交流磁轭）进行评价。作为备选方案可进行着色渗透检验。

18.13.1 处置

超出 GB/T 9711.1—1997 中 G3.9 或 API Spec 5L—1995 中 7.8.9 规定的缺欠应视为缺陷，管子应拒收或者采用 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的某一种处置措施。不允许采用打磨方法来消除管子坡口面或端面上的缺陷。

18.14 弯曲管子的评价步骤

当目视检查发现管子不直时应采用下列步骤。

18.14.1 直度的测量

对于外径小于 114.3mm，GB/T 9711.1 规定的钢级为 L175、L210 和 L245 或 API Spec 5L 规定的钢级为 A25、A 和 B 的管子，如果管子不直，则应考虑拒收或者采取 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的某一种处置措施。

对于所有其他钢级和规格的管子，则应用精密直尺测定偏差量。基准直线为一根沿管子侧面从管子一端至另一端拉紧的细绳或金属线。如果测量结果超出 GB/T 9711.1—1997 中 8.10.10.5 或 API Spec 5L—1995 中 7.6 的要求，则该根管子应视为有缺陷。

18.14.2 处置

直度偏差大于 GB/T 9711.1—1997 中 8.10.10.5 或 API Spec 5L—1995 中 7.6 规定的管子应视为有缺陷的管子, 并采取 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的某一种处置措施。

18.15 直径评价步骤

当因不圆或直径偏差而明显不符合规定的公称直径时, 应采用下列步骤评价:

18.15.1 直径的测量

应按照 10.7.2 的规定测量偏离规定直径的偏差。所采用的环规和直径卷尺应符合 GB/T 9711.1—1997 中 7.6.8.2 或 API Spec 5L—1995 中 7.2 的结构要求。

18.15.2 处置

如果管子的直径或椭圆度超出 GB/T 9711.1—1997 中 7.6.8 或 API Spec 5L—1995 中表 7 和表 8 规定的公差, 除可按照 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 规定的处置措施消除这一缺陷外, 管子应予以拒收。经管子货主与制造厂双方商定, 不圆的管子可以修复。

18.16 坡口、端面、锥度和垂直度的评价步骤

当发现存在机械损伤或偏离规定尺寸时, 应采用下列相应步骤评价:

18.16.1 超出 GB/T 9711.1—1997 中 7.6.9 或 API Spec 5L—1995 中 7.9.3 规定公差的坡口角、钝边宽度或内锥角均以缺陷看待, 管子应拒收。

18.16.2 内部毛刺是一种缺陷, 管子应拒收。如果能确保内锥角和钝边宽度符合 GB/T 9711.1—1997 中 7.6.9 或 API Spec 5L—1995 中 7.9.3 规定的公差, 则可用锉平或打磨方法消除这种缺陷。

18.16.3 当管端垂直度超出 GB/T 9711.1—1997 中 7.6.9 或 API Spec 5L—1995 中 7.9.3 规定的公差时, 则以缺陷看待, 管子应拒收。在有争议的情况下, 应由管子货主与制造厂双方商定仲裁测量方法。

18.16.4 备选的处置措施: 可采用 GB/T 9711.1—1997 中 G4 或 API Spec 5L—1995 中 9.7.5.4 的相应处置方法来消除缺陷。

19 标志

19.1 范围

本章提出新管线管现场检验后的统一检验标志推荐作法。

19.2 权限

每根检验过的管子的分级工作, 只能由合格的检验员进行。但是, 可指派任何有关人员在管子上漆印适当的说明漆带。

19.3 一般导则

19.3.1 清晰性

任何检验标志均不得置于制造厂标志的上面, 以免影响制造厂标志的清晰度, 除非某一缺欠恰好位于此类标志的下面。

19.3.2 漆带

所有漆带的宽度均应为 25mm 左右, 并应整齐地位于管子上或管子内, 且尽可能靠近管子的识别端 (但不能位于管子坡口上)。

19.3.3 探测区域

如果管子准备储存, 所有探测标志和磨痕 (拒收管子除外) 均应涂上一层缓蚀层。如果管子是以裸管交货, 就不需要对磨痕进行涂敷处理。

19.3.4 顺序号

按照 8.2.4 规定, 每根被检管子只能有一个用白色漆印成的特有编号。

19.3.5 标志

对于外径为 60.3mm 和更大的管子，白色漆标志应位于管子上（或管子内）紧靠检验漆带或工厂标志处。标志应标明检验机构、订单号、检验类型和检验日期（年和月）。在每根拒收管子上，应用白色漆印上缺陷的类型和深度（如需要时），并在检验类型后面用白色漆涂上“拒收”字样。

图 2 所列的格式仅作为举例列出。在小直径管子上，标志必须沿管子纵轴方向单行排列。对于外径小于 60.3mm 的管子，经管子货主与检验机构双方商定，可以采用其他标志方法（如标签）。

应用叙述词或缩略语来说明检验技术（经管子货主与检验机构双方商定，可用商业惯用名称来代替具体的检验名称）¹⁾

19.4 优等管线管的标志

19.4.1 要求

每根符合 GB/T 9711.1、API Spec 5L 具体检验要求的管子均列为优等管类。

19.4.2 标志

- a) 在紧靠识别端的管子上（或管子内）涂上一条白色漆带（见表 2）。
- b) 其他标志按 19.3.5 要求进行。

19.5 含有未确定缺欠深度的管线管的标志

19.5.1 要求

含有一内部缺欠，但其深度未能确定的被检管子应列为深度未确定缺欠管类。

19.5.2 标志

- a) 紧靠识别端环绕管子涂上一条蓝色漆带（见表 2）。
- b) 在缺欠区域的两端环绕管子涂上一条蓝色漆带。
- c) 在管子外表面上用蓝色漆画出缺陷区全长和宽度轮廓。

19.6 修整合格的管线管的标志

19.6.1 要求

含有需要按 GB/T 9711.1、API Spec 5L 要求进行修整的缺欠管子，经正确修整后，应列入优等管类。

19.6.2 标志

管子经正确修整后，应列入优等类并按 19.3.5 进行标记。

19.7 含有缺陷未经处理的管线管（待修整）的标志

19.7.1 要求

含有需要按 GB/T 9711.1、API Spec 5L 要求进行修整，但还未经修整的缺陷管子，应列入含有缺陷未经处理（可修整）管类。

19.7.2 标志

- a) 紧靠识别端环绕管子涂上一条红色漆带（见表 2）。
- b) 管子外表面上用黄色漆画出缺陷的全长和宽度轮廓。
- c) 在紧靠缺陷处用白色漆注明缺陷的类型和深度。
- d) 其他标志按 19.3.5 要求进行。

19.8 不能修整的管线管（拒收）的标志

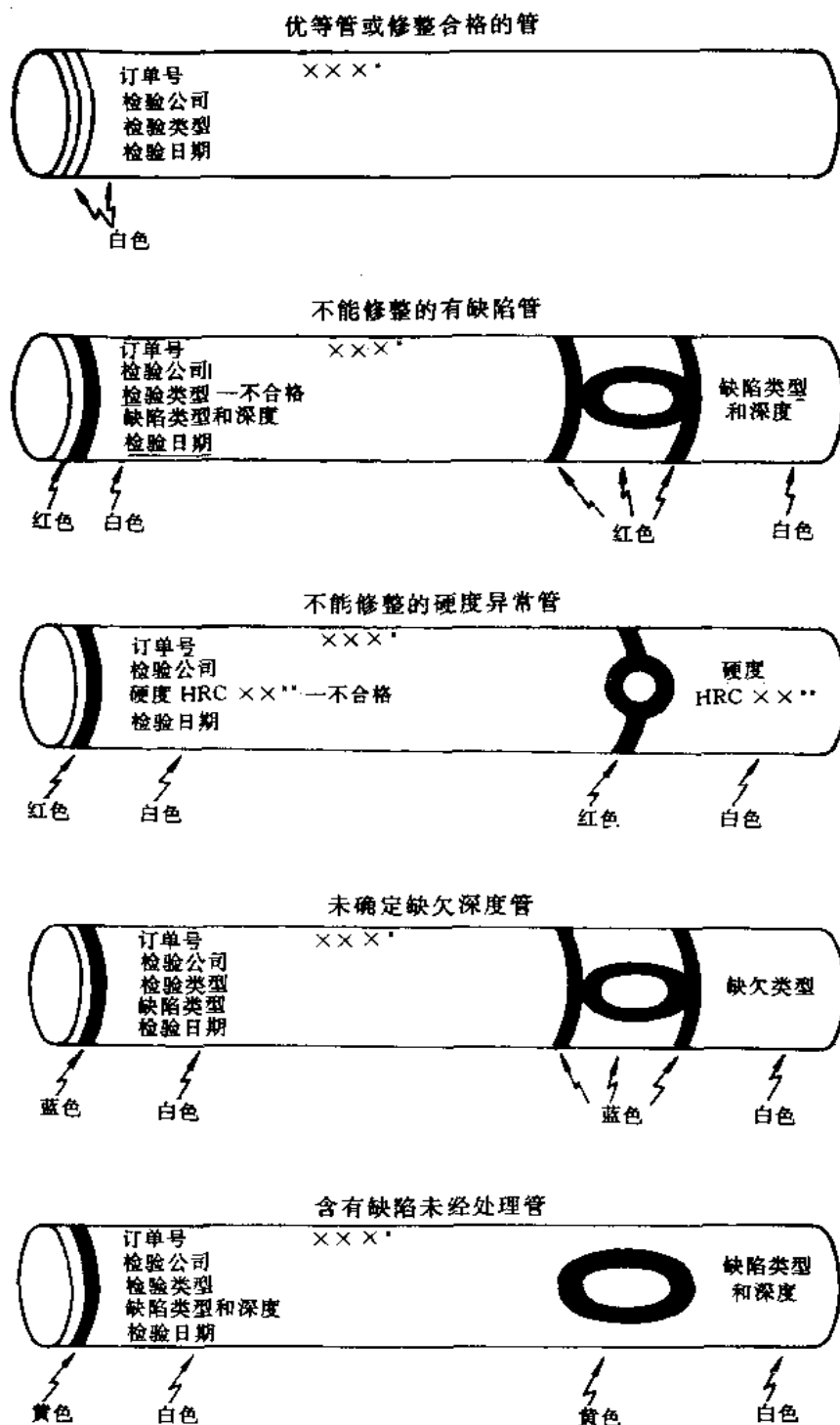
19.8.1 要求

含有 GB/T 9711.1、API Spec 5L 规定的缺陷且不能进行修整的管子，应列入拒收管类。

19.8.2 标志

采用说明：

1) 删除 API RP 5L8 中的缩略语。



注: *XXX=管子编号

**HRCXX=洛氏“C”标尺硬度值。

图2 新管线管的检验标志

- 紧靠识别端环绕管子涂上一条红色漆带 (见表 2)。
- 管子外表面上用红色漆画出缺陷的全长和宽度轮廓。
- 在缺陷两端 (图 2 注明的硬度异常者除外) 环绕管子涂上一条红色漆带。

- d) 紧靠缺陷处用白色漆注明缺陷的类型和深度。
e) 其他标志按 19.3.5 要求进行。

表 2 新管线管检验识别带一览表

类 别	漆带颜色
优等管子	白色
修整合格的管子	白色
有未确定缺欠深度的管子	蓝色
含有缺陷未经处理的管子	黄色
不能修整的管子	红色
不符合用户规定特殊试验要求的管子	绿色