ICS 77.040.20
CCS H 26

中华人民共和国国家标准

GB/T 47914—2026

复合钢管超声检测方法

Method for ultrasonic testing of clad steel tubes

2026-07-02 发布　　2027-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　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　一般要求……1
5　对比样管……2
6　检测设备……4
7　检测程序……5
8　检测结果评定……5
9　检测报告……6

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：钢研纳克检测技术股份有限公司、武汉中科创新技术股份有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、浙江德威不锈钢管业股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、江苏众信绿色管业科技有限公司、南京钢铁股份有限公司、艾因蒂克科技(上海)有限公司、邯郸正大制管集团股份有限公司、南京巨龙钢管有限公司、长春特种设备检测研究院(长春市特种设备安全监控中心)、靖江特殊钢有限公司、建湖县鸿达阀门管件有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：刘光磊、林光辉、沈赟、谢祎、王伯文、贺忠臣、冯雪、张瑞、张洪顺、曹华勇、秦晓辉、葛建军、吴启春、张建卫、韩志雄、吴胜强、沈晨霞、郭雷、王远志、翁文、王淼、吴翔、吴尧、张海龙、金耀辉、夏正文、沈云峰、郭勇、吴强、吕锁柱、杨博、刘辉、朱国庆、薛建忠、郭碧城。

复合钢管超声检测方法

1 范围

本文件规定了复合钢管超声检测方法的一般要求、对比样管、检测设备、检测程序、检测结果评定和检测报告。

本文件适用于采用冶金复合工艺制造的双金属无缝复合钢管纵向和/或横向、分层及未结合缺欠的超声检测。采用其他复合工艺制造的双金属无缝复合钢管(以下简称“钢管”)的超声检测参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 42399.1 无损检测仪器 相控阵超声设备的性能与检验 第1部分:仪器

JJG 746 超声探伤仪

YB/T 145 钢管探伤对比试样人工缺陷尺寸测量方法

YB/T 4082 钢管、钢棒自动超声检测系统综合性能测试方法

3 术语和定义

GB/T 12604.1界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

4.1 检测条件

4.1.1 钢管缺欠的超声检测应在钢管几何尺寸加工、最终热处理(如有)等主要生产工序完成后进行。

4.1.2 被检钢管应壁厚均匀,其表面应平整、光滑,不应有影响检测的油污、腐蚀、铁屑、氧化皮和其他污染物。

4.1.3 被检钢管的不圆度、弯曲度及内部组织等应满足检测的要求。

4.1.4 检测场地应避开强光、强磁场、强振动、腐蚀性气体、严重粉尘等影响超声检测仪稳定性或检测人员可靠观察的因素。

4.2 检测波型

4.2.1 钢管纵向和/或横向缺欠采用超声横波检测,也可采用兰姆波检测。除非供需双方协商一致,横波检测均应从声束传播的两个相对方向进行。

4.2.2 钢管分层及未结合缺欠采用超声纵波检测,可选用单晶或双晶探头纵波脉冲反射法。当使用双晶直探头扫查时,隔声层应与扫查方向垂直。

4.3 检测方式

钢管的超声检测可采用自动、半自动或手动检测。手动检测时，探头的扫查速度应不大于 150 mm/s，带自动报警功能的仪器不受此限制。

4.4 耦合方式

4.4.1 接触法或水浸法（包括局部水浸）检测应选用耦合效果好且无损于钢管表面的耦合剂。

4.4.2 接触法可使用水、油、油脂或化学浆糊作为耦合剂；水浸法（包括局部水浸）可使用水或油作为耦合剂。

4.4.3 当采用水作为耦合剂时，可在水中添加防腐剂、润湿剂和消泡剂。

4.5 扫查方式

4.5.1 在对钢管进行超声检测时，探头相对于钢管做周向和轴向扫查。

4.5.2 在半自动或自动检测中，探头与钢管的相对运动扫查方式如下：

a) 探头旋转/钢管沿轴向前进；

b) 探头固定/钢管螺旋前进；

c) 以及探头轴向扫查/钢管原地旋转等方式。

4.5.3 探头的扫查轨迹应连续并覆盖钢管表面，且相邻轨迹之间的间隔应确保探头有效声束宽度不小于 10% 的重叠。

5 对比样管

5.1 通用要求

5.1.1 对比样管应与被检钢管具有相同规格、材质、热处理工艺和表面状态。

5.1.2 对比样管表面应平整、光滑，无腐蚀、氧化皮等，且不应有影响人工缺陷正常指示的自然缺欠存在。自动检测时，对比样管的不圆度、弯曲度应满足检验方法和设备的要求。

5.2 人工缺陷

5.2.1 类型

5.2.1.1 当用于检测纵向和/或横向缺欠时，应在对比样管内外表面加工纵向和/或横向刻槽人工反射体。当用于检测分层缺欠及复合层结合质量时，应在对比样管内表面加工平底孔人工反射体。

5.2.1.2 刻槽人工反射体宜为 N 型，当刻槽深度小于 0.5 mm 时也可采用 V 型刻槽。

5.2.2 位置

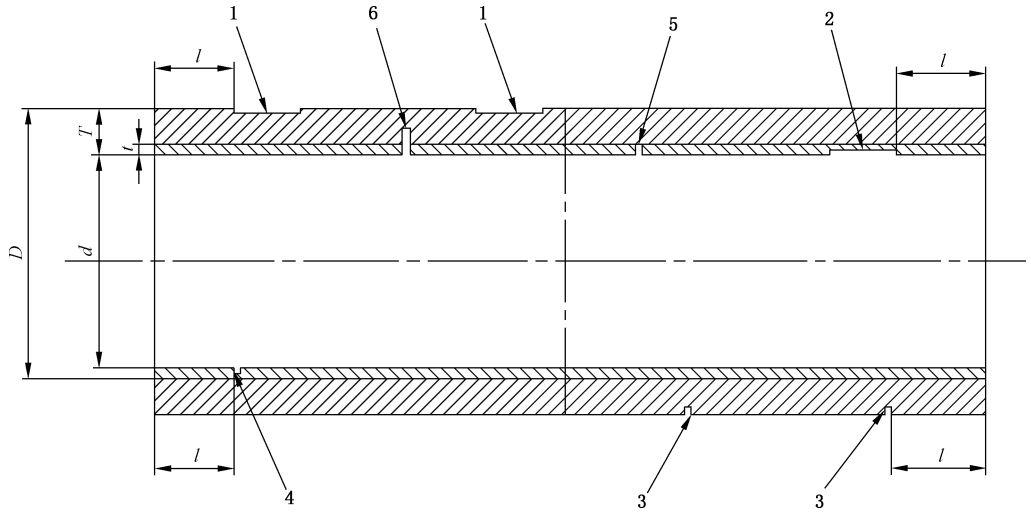
5.2.2.1 纵向和/或横向刻槽应在对比样管的中部外表面和端部盲区（l）处的内外表面各加工一个。当对比样管内径小于 25 mm 时可不加工内壁纵向刻槽，内径小于 50 mm 时可不加工内壁横向刻槽。

注：端部盲区不包括钢管槽口自身长度。

5.2.2.2 检测分层缺欠及复合层结合质量的平底孔可分别在对比样管一侧端部加工，确保与其他人工反射体不产生相互影响。当钢管壁厚小于 5 mm 时可不加工检测分层缺欠的平底孔。当复合层厚度不大于 3 mm 时可不加工检测复合层结合质量的平底孔。

5.2.2.3 人工缺陷位置见图 1。

注：对比样管上的人工缺陷尺寸不视为可以检测到的最小自然缺欠尺寸。



标引序号和符号说明：

1 ——纵向外槽；

2 ——纵向内槽；

3 ——横向外槽；

4 ——横向内槽；

5 ——复合层结合质量平底孔；

6 ——分层缺欠平底孔；

D ——钢管外径；

d ——内径；

l ——端部盲区；

T ——钢管壁厚；

t ——复材壁厚。

图 1　对比样管人工缺陷位置示意图

5.2.3　尺寸和等级

5.2.3.1　刻槽长度为 25 mm，宽度应不大于 1.0 mm，且不超过深度的 2 倍。刻槽深度与验收等级应符合表 1 的规定。刻槽最小深度为 0.2 mm，最大深度为 1.5 mm。当刻槽深度小于 0.3 mm 时，允许偏差应为±0.03 mm；当刻槽深度不小于 0.3 mm 时，允许偏差为刻槽深度的±15% 或±0.05 mm，取较大者。其他深度的刻槽可由供需双方协商确定。

表 1　刻槽深度与验收等级

验收等级	刻槽深度与公称壁厚之比 %
U2	5
U3	10
U4	12.5

5.2.3.2　分层缺欠检测应至少加工一个直径为 6 mm 的平底孔人工反射体，孔的深度为 1/4～1/2 钢管壁厚，最大深度为 25 mm。平底孔直径正偏差应不超过 0.6 mm。

5.2.3.3　未结合缺欠检测应至少加工一个直径为 6 mm 的平底孔人工反射体，孔的深度与内表面复材厚度相同。平底孔直径正偏差应不超过 0.6 mm。检测时，应记录尺寸不小于表 2 所列的相应最小面

积尺寸(B_{min})和最小圆周尺寸(C_{min})的未结合缺欠。

表 2　全圆周检测分层及未结合缺欠验收等级

验收等级	应记录的单个分层或未结合缺欠最小尺寸		可接受的分层或未结合缺欠最大面积		
	最小面积[a](B_{min}) mm^2	圆周或横向尺寸(C_{min}) mm	单个面积[a](B_{max}) mm^2	单个缺欠面积[a](B_{min}～B_{max})之和与钢管面积百分比 %	
				钢管长度范围内任意每米不大于	钢管长度范围内平均每米(整根钢管)不大于
U0	160	6	160	不适用	不适用
U1	$160+\pi D/4$[b]	9	$160+\pi D$[b]	1	0.5
U2	$160+\pi D/2$[b]	12	$160+2\pi D$[b]	2	1
U3	$160+\pi D$[b]	15	$160+4\pi D$[b]	4	2

[a] 当按长度和圆周尺寸的乘积计算B_{min}和B_{max}时,应向上修约至最接近的10 mm^2。

[b] D为钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

5.2.4　制作和测量

人工缺陷应采用电火花法、机械加工法或腐蚀法制作。人工缺陷尺寸应经测量和验证,按YB/T 145规定的复型法或经确认的其他方法执行。

6　检测设备

6.1　设备组成

6.1.1　检测设备一般由超声检测仪、超声探头组成,自动或半自动检测设备还包括传动装置、记录装置及其他辅助装置。

6.1.2　超声检测系统应定期进行综合性能评价并在有效期内使用,系统的信噪比、漏报率、误报率的指标应符合YB/T 4082或其他测试方法中的规定。

6.2　超声检测仪

6.2.1　自动检测系统的超声检测仪应具有记录检测信号和标记检出缺陷的功能。

6.2.2　当采用多通道仪器进行检测时,每个通道应分别控制各自的灵敏度和门限阈值,独立设置判废门限。

6.2.3　常规超声检测仪应按照JJG 746进行定期校准,相控阵检测仪应按照GB/T 42399.1或其他相关标准进行定期校准测试,周期宜不超过12个月。

6.3　探头

6.3.1　探头的频率为1 MHz～15 MHz,探头的晶片尺寸和相控阵探头的激发孔径为6 mm～25 mm。

6.3.2　在进行自动或半自动检测时,可使用多个晶片的组合探头以提高检测速度。

6.4 传动装置

在进行半自动或自动检测时，传动装置的机械系统应使被检钢管和探头之间匀速、平稳地相对运动，保持探头与钢管外表面的间隙稳定，不产生影响检测结果的抖动。

6.5 辅助装置

辅助装置包括上下料装置、分选装置、缺陷标记装置、水循环系统、设备状态监控传感器、数据交互系统等。

7 检测程序

7.1 设备调校

7.1.1 检测仪器在调校前应预先通电、预热。

7.1.2 按钢管直径和检测要求，调整设备的机械装置，调整探头扫查速度和钢管运行速度。

7.1.3 设置超声检测仪增益、报警闸门等参数，以获得稳定、清晰可辨的对比样管人工缺陷信号。

7.1.4 在完成工作参数设置后，应采用对比样管检验超声检测系统性能。在选定的检测速度下运行，自动检测时应至少连续通过 3 次，每次对比样管上的所有人工缺陷均能可靠报警，并以此作为基准灵敏度。

7.1.5 当更换钢管规格或材质时应重新进行设备调校。

7.2 检测灵敏度

在基准灵敏度的基础上提高 2 dB 作为检测灵敏度。

7.3 检测

完成检测灵敏度调整后即可进行检测，检测速度应与调校时的检测速度一致。

7.4 设备核查

7.4.1 设备在连续使用过程中，应至少每 4 h 对检测灵敏度进行一次核查；当更换设备操作班组、生产的开始及结束、怀疑有异常时均应对设备进行核查。

7.4.2 检测过程中，检测灵敏度未降低可继续检测，否则应按 7.1 和 7.2 重新调试，并对上次设备核查后的钢管重新检测。

8 检测结果评定

8.1 检测信号低于触发/报警电平，则应认为此次检验合格。

8.2 检测信号不低于触发/报警电平，则判定为可疑品，可进行重新检验。如果在重新检测后，所有检测信号低于触发/报警电平，钢管被视为通过此次检测；否则，钢管判定为不合格。

8.3 对于纵向、横向缺陷可疑品，可直接判定为不合格或采取下列一种或多种方法进行处理：

a) 对可疑区域进行修磨，在确认钢管尺寸在允许公差范围内后，重新进行检测，若未出现高于触发/报警电平的信号，则判定为检测合格；

b) 对可疑区域采用手工或其他检测方法进行重新检测，由供需双方商定可接受的验收等级；

c) 切除可疑区域。

8.4 对于分层及未结合缺欠的可疑品,可直接判定为不合格或采取下列一种或多种方法进行处理。

a) 对可疑区域采用半波法确定未结合缺欠的大小。如果缺欠的尺寸和面积百分比符合表2规定等级要求时,则判定为该等级检测合格。

b) 对可疑区域进行处理,处理后重新进行检测,若未出现高于触发/报警电平的信号,则判定为检测合格。

c) 切除可疑区域。

9 检测报告

检测报告应至少包含以下内容:

a) 本文件编号;

b) 钢管的牌号、炉批号、规格和支数等;

c) 检测技术;

d) 设备型号、检测仪型号;

e) 探头的类型、标称频率、晶片尺寸;

f) 耦合剂;

g) 对比样管及验收等级、检测灵敏度等;

h) 检测结果;

i) 检测人员、报告签发人员姓名及资格等级、检测日期、报告签发日期。