



中华人民共和国国家标准

GB/T 20490—2023/ISO 10893-8:2011

代替 GB/T 20490—2006

钢管无损检测 无缝和焊接钢管 分层缺欠的自动超声检测

Non-destructive testing (NDT) methods of steel tubes—Automated ultrasonic testing of seamless and welded steel tubes for the detection of laminar imperfections

(ISO 10893-8:2011, Non-destructive testing of steel tubes—
Part 8: Automated ultrasonic testing of seamless and welded steel tubes
for the detection of laminar imperfections, IDT)

2023-08-06 发布

2024-03-01 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	I
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	2
5 检测方法	2
6 对比样管	4
7 设备校验和核查	5
8 验收	6
9 检测报告	6
附录 A（规范性） 确定分层缺欠尺寸的手动超声检测程序	8

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。

本文件代替 GB/T 20490—2006《承压无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管 分层缺欠的超声检测》，与 GB/T 20490—2006 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了标准的适用范围，增加了焊接钢管焊缝的邻近区域检测和无缝和焊接钢管管端的全圆周检测(见第 1 章，2006 年版的第 1 章)；
- 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- 更改了对无缝和焊接钢管(埋弧焊钢管除外)全圆周检测的要求(见 5.2，2006 年版的 4.2)；
- 增加了对焊接钢管焊缝邻近区域检测的要求(见 5.3)；
- 增加了对无缝和焊接钢管管端的全圆周检测的要求(见 5.4)；
- 更改了验收等级(见表 1、表 2，2006 年版的表 1)；
- 更改了对比标准缺陷尺寸的要求(见 6.2，2006 年版的第 6 章)；
- 更改了可疑管处置的要求(见 8.2，2006 年版的 8.4)。

本文件等同采用 ISO 10893-8:2011《钢管无损检测 第 8 部分：无缝和焊接钢管分层缺欠的自动超声检测》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为与现有标准协调，将标准名称改为《钢管无损检测 无缝和焊接钢管分层缺欠的自动超声检测》；
- 纳入了 ISO 10893-8:2011/Amd.1:2020 的修正内容，所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直双线(∥)进行了标示。

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：中国石油集团工程材料研究院有限公司、国家钢铁及制品质量检验检测中心、中国石油物资有限公司、江苏武进不锈股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、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、华油钢管有限公司、山东胜利钢管有限公司、南京巨龙钢管有限公司、冶金工业信息标准研究院、江苏新阳光管业科技有限公司。

本文件主要起草人：黄磊、姚成虎、刘海平、沈雪康、王博文、刘光磊、林光辉、李汝江、李国松、曹华勇、董莉、张鸿博、王娟、郭建龙、唐文松、李艇、汪智敏、韩秀林、宋高峰、薛建忠、常永刚、朱国庆、孙少卿、刘琰、赵军。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2006 年首次发布。
- 本次为第一次修订。

钢管无损检测 无缝和焊接钢管 分层缺欠的自动超声检测

1 范围

本文件规定了自动超声检测分层缺欠的要求,包括:

- a) 无缝和焊接钢管管体(埋弧焊钢管除外)的全圆周检测;
- b) 焊接钢管焊缝的邻近区域检测;
- c) 无缝和焊接钢管管端的全圆周检测。

本文件也适用于圆形空心型材的检测。

注:对于焊接钢管,钢管成型前钢带/钢板分层缺欠检测的方法见 ISO 10893-9。

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。

ISO 5577 无损检测 超声检测 术语(Non-destructive testing—Ultrasonic inspection—Vocabulary)

注:GB/T 12604.1—2020 无损检测 术语 超声检测(ISO 5577:2017,MOD)

ISO 9712 无损检测 人员资格鉴定与认证(Non-destructive testing—Qualification and certification of NDT personnel)

ISO 10893-6 钢管无损检测 第6部分:焊接钢管焊缝缺欠的射线检测(Non-destructive testing of steel tubes—Part 6:Radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections)

注:GB/T 40791—2021 钢管无损检测 焊接钢管焊缝缺欠的射线检测(ISO 10893-6:2019,IDT)

ISO 10893-7 钢管无损检测 第7部分:焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测(Non-destructive testing of steel tubes—Part 7:Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections)

注:GB/T 40385—2021 钢管无损检测 焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测(ISO 10893-7:2019,IDT)

ISO 11484 钢产品 雇主对无损检测人员的资质认证体系[Steel products—Employer's qualification system for non-destructive testing (NDT)personnel]

3 术语和定义

ISO 5577 和 ISO 11484 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

对比标准缺陷 reference standard

用于校验无损检测设备的人工缺陷(如钻孔、刻槽和凹槽)。

3.2

对比样管 reference tube

包含对比标准缺陷的钢管或管段。

3.3

对比试样 reference sample

用于校验的试样(即一段管、板或带)。

注:本文件仅使用术语“对比样管”,包含“对比试样”。

3.4

分层缺欠 laminar imperfection

位于管壁中且通常平行于钢管表面的缺欠。

注:其范围能通过测量外表面的轮廓面积计算。

3.5

管 tube

两端开放且具有任意形状横截面长中空产品。

3.6

无缝管 seamless tube

由实心材料穿孔制成,并经进一步热加工或冷加工获得最终尺寸的空心管。

3.7

焊管 welded tube

带材经过卷曲成型后焊接制成,后续可能经过进一步热、冷加工获得最终尺寸的空心管。

3.8

制造商 manufacturer

按照相关标准生产产品,且声明交付的产品符合相关标准的组织。

3.9

协议 agreement

在询价和订货时,制造商和买方之间所签订的契约。

4 一般要求

4.1 除非产品标准规定或供需双方协商同意,超声检测应在钢管所有生产工序(轧制、热处理、冷和热加工、定径和初次矫直等)完成之后进行。

4.2 被检测的钢管应有足够的直度以保证检测的有效性。其表面应无影响检测可靠性的外来异物。

4.3 检测应由按照 ISO 9712、ISO 11484 或等效标准经培训合格的操作人员并在由制造商授权的有资格的人员的监督下进行。在由第三方检测的情况下,此项应由供需双方协商。

雇主应按程序文件颁发操作授权证书。无损检测操作应由经雇主批准的无损检测 3 级人员授权。

注:1 级、2 级、3 级的定义能在相应的标准中找到,如 ISO 9712 和 ISO 11484。

5 检测方法

5.1 总体要求

5.1.1 按照产品标准规定,应采用符合 5.2 或 5.3 和/或 5.4 规定的超声脉冲反射法对分层缺欠进行超

声检测。超声波传播方向应垂直于钢管表面。

5.1.2 按照 5.2 或 5.3 规定进行检测时,检测过程中的相对运动速度波动应不超过 $\pm 10\%$ 。确定分层可疑区域的范围时,当相邻可疑区域的间距小于两个较小可疑区域轴向尺寸中的较小值时,应将这两个可疑区域视为一个可疑分层区域。按照 5.2 或 5.3 规定所实施的检测,钢管两端可能有一小段(盲区)无法检测。

对管端盲区应按照相应产品标准(见 5.4)的要求进行处置。

5.1.3 超声检测频率应为 2 MHz~10 MHz。

5.1.4 任意方向上的每个晶片或采用相控阵技术的激发孔径推荐的最大宽度宜为 25 mm。但是,只要这些晶片能够检测所采用的对比标准缺陷,制造商可使用较大的晶片;有要求时,这种检测能力应经过证实。

5.1.5 借助自动触发器/报警门限并结合标识和/或分选系统,检测设备应能区分合格管或可疑管。

5.1.6 如要求手动超声检测时,应按附录 A 的要求执行。

注:对于壁厚小于 5 mm 的钢管,使用本方法很难检测和确定分层缺欠尺寸时,制造商和购方通过协商使用替代方法。

5.2 无缝和焊接钢管(埋弧焊钢管除外)的全圆周检测

检测时,钢管和探头装置应相对移动,以扫查全圆周钢管表面进而检测出尺寸大于或等于表 1 所列的相应最小面积尺寸(B_{\min})和最小圆周尺寸(C_{\min})的分层缺欠。

表 1 全圆周检测最小和最大尺寸分层缺欠验收等级

验收等级	应考虑的单层缺欠最小尺寸		可接受的分层缺欠最大面积		
	最小面积 (B_{\min}) ^a mm ²	圆周或 横向尺寸 (C_{\min}) mm	单个面积 (B_{\max}) ^a mm ²	单个缺欠面积($B_{\min}^a \sim B_{\max}^a$) 累加值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 mm²。

^b D 为钢管的规定外径,单位为毫米(mm)。

5.3 焊接钢管焊缝邻近区域的检测

检测时,检测表 2 的相应最小分层缺欠长度(L_{\min})(平行于焊缝),钢管和/或探头装置应在钢管表面沿着焊缝两侧至少各 15 mm 宽的范围相对移动,进行 100% 超声检测时,尽可能接近外表面母材/焊缝交界面。

表 2 焊缝附近区域最小和最大尺寸分层缺欠验收等级

验收等级	应考虑的单层缺欠 最小长度(L_{\min}) mm	可接受的分层缺欠最大尺寸		
		单个缺欠尺寸		当 $L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$ 且 $E \leq E_{\max}$ 时,每米长度钢管的缺欠数量 ^a
		长度(L_{\max}) mm	面积(E_{\max}) (长度和宽度的乘积) mm^2	
U1	10	20	250	3
U2	20	40	500	4
U3	30	60	1 000	5

^a 仅考虑宽度(C_{\min})超过 6 mm 的分层缺欠。

5.4 无缝和焊接钢管管端的全圆周检测

5.4.1 当购方与制造商协议对管端进行检测时,应检测钢管两端区域。

5.4.2 检测时,钢管和探头装置应自管端外侧面或从坡口位置起相对移动约 25 mm 或 $2T$ 距离(取较大者, T 为钢管公称壁厚,单位为毫米),最长移动距离不超过 50 mm,从外表面沿圆周扫查钢管端部,适用时可从内表面沿圆周扫查钢管端部。

对于埋弧焊接钢管,由于焊缝余高的存在妨碍临近或穿过焊缝余高分层的检测,焊缝余高及两侧各 25 mm 的区域不应检测,除非供需双方另有规定。当有需求时,经协商后,应在去掉焊缝余高后进行检测。

6 对比样管

6.1 通则

6.1.1 本文件定义的对比如标准缺陷是便于校验无损检测设备的人工缺陷。不宜将对比如标准缺陷的人工缺陷尺寸视为该检测设备所能检测到的最小缺欠尺寸。

6.1.2 超声检测设备应采用钢管[见 7.1.a)]进行底波高度法校验或采用在内表面机加工包含平底孔、正方形刻槽或矩形刻槽(见图 1)的样管(或对比试块)进行校验。对于验收等级为 U0[见 5.2 和表 1,仅使用平底孔校验见 7.1.b)]。

带平底孔的对比试块应作为确定检测灵敏度的基本方法。当采用其他类型的对比标准缺陷时,应调整检测灵敏度,使之与采用平底孔时获得的检测灵敏度相当。

6.1.3 对比刻槽应由机加工、电火花蚀刻或其他方法获得。

注:刻槽底部或底部倒角能为圆角。

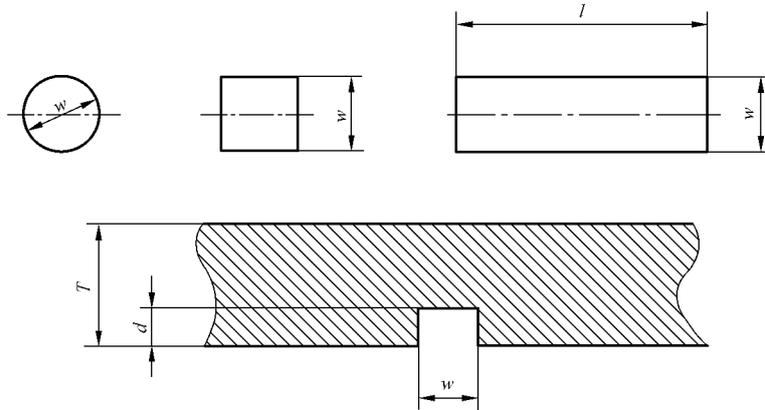
6.1.4 对比样管应与被检测钢管具有相同的公称直径、厚度、表面粗糙度、热处理状态及交货状态(例如轧制、正火、淬火和回火等),样管应与被检钢管具有相似的声学性能(例如声速、衰减系数等)。

6.2 对比标准缺陷的尺寸

对比标准缺陷尺寸应如下(见图 1):

- 宽度或直径(w): $6^{+0.6}_0$ mm;
- 深度(d): $T/4 \leq d \leq T/2$, 最大 25 mm;

c) 长度(l): ≥ 6 mm, 最大 25 mm。



标引符号说明:

d —— 刻槽深度;

l —— 矩形刻槽长度;

T —— 公称壁厚;

w —— 刻槽宽度或直径。

图 1 对比标准缺陷刻槽形式

6.3 对比标准缺陷验证

应采用适当的技术验证对比标准缺陷尺寸和形状。

7 设备校验和核查

7.1 每一检验周期开始时,应按照 7.1a) 的规定不采用对比标准缺陷或按照 7.1b) 的规定采用对比标准缺陷对设备进行静态校验。

a) 不带对比标准缺陷校验:将探头装置定位于被检钢管上,第一次底面回波满波幅减去 6 dB 作为设定设备的触发/报警门限。

可采用探头制造商提供的距离幅度校正(DAC)曲线或钢管制造商准备的 DAC 曲线确定检测灵敏度。在这两种情况下,均应使用 6 mm 平底孔曲线。

在设定的灵敏度下,制造商应证实设备在静态下能够检测出 6.1.2 和图 1 中规定的对比标准缺陷。如不能检测出,则在钢管生产检测前进行必要的灵敏度调整。

b) 采用对比标准缺陷校验:在静态条件下,当单个探头或探头装置上的每个探头对准对比标准缺陷时,所产生的信号满幅度作为设定设备的触发/报警门限。

7.2 在生产检测过程中,应选择相应的旋转和/或平移速度以及脉冲重复频率,以保证钢管被检区域全部覆盖。

7.3 在相同公称直径、壁厚和钢级的钢管生产检测过程中,应定期核查设备的校验状态。核查频次应每 4 h 至少 1 次,如果设备操作人员换班及生产开始和结束时也应校验。

7.4 初次校验后,如果任一参数发生变化时,应重新校验设备。

7.5 生产检测校验过程中,如发现设备不满足校验要求,甚至考虑系统漂移,将灵敏度提高 3 dB 也不满足校验要求时,在设备重新校验且能提供钢管的合适记录之后,应对设备前次校验后检测的所有钢管重新进行检测。

8 验收

8.1 通则

8.1.1 信号全部低于触发/报警门限的钢管应认为通过该项检测。

8.1.2 出现不小于触发/报警门限信号的钢管应视为可疑管,或由制造商选择,可重新进行检测。如果复验的信号全部低于触发/报警门限,应将该钢管视为通过该项检测;否则,应将该钢管标记为可疑管。

对管端检测,当缺欠圆周长度超过 6 mm 时适用于本文件,应采用半波高度法检测评定。

也可依据 DAC 曲线进行评定。

8.1.3 应按照 8.2 的规定处置可疑管。

8.2 可疑钢管处置

8.2.1 按照 5.2 规定检测

根据产品标准要求,应采取下列一种或几种方法处置。

- a) 可疑区域采用附录 A 规定的手动超声纵波技术或合适的自动或半自动系统进行扫查以确定分层缺欠的范围。当单个分层尺寸 B_{\max} 且尺寸大于 B_{\min} 但小于 B_{\max} 的分层累计值不超过对应验收等级(见表 1),则认为钢管通过了检测。
- b) 切除可疑区域。
- c) 认为钢管没有通过该项检测。

8.2.2 按照 5.3 规定检测

根据产品标准要求,应采取下列一种或几种方法处置。

- a) 可疑区域采用附录 A 规定的手动超声纵波技术或合适的自动或半自动系统进行扫查以确定分层缺欠的范围。如果分层缺欠的尺寸(E_{\max}, L_{\max})和最大密度不超过表 2 规定时,则认为钢管通过了检测。
- b) 检测螺旋或直缝埋弧焊管时,依据购方和制造商协议,对超出表 2 验收极限的分层缺欠附近的焊缝可按 ISO 10893-6 或 ISO 10893-7 的规定进行射线检测,以检查在焊缝超声检测过程中,由于这些分层缺欠存在漏检的焊缝上或管端焊缝的其他缺欠。
- c) 切除可疑区域。
- d) 认为钢管没有通过该项检测。

8.2.3 按照 5.4 规定检测

制造商可拒收该可疑钢管或切除可疑区域。切除可疑区域时,制造商应确保已全部切除可疑区域,并按按照 5.4 规定重新对切除可疑区域后钢管端部区域进行检测。

9 检测报告

有规定时,制造商应向购方提供至少包括下列内容的检测报告:

- a) 本文件编号;
- b) 符合性说明;
- c) 程序文件规定的任何偏离,根据协议或其他约定;
- d) 产品的钢级和规格;

- e) 检测技术的类型和详细信息；
- f) 设备校验方法；
- g) 对比标准缺陷验收等级的描述；
- h) 检测日期；
- i) 操作者资格。

附录 A

(规范性)

确定分层缺欠尺寸的手动超声检测程序

A.1 概述

本附录包含了手动超声脉冲回波扫描钢管的程序,用以确定通过自动/半自动超声检测发现的钢管分层缺欠可疑区域的范围。

制造商与购方或购方代表对检测分层缺欠的范围和个数发生争议时,应使用本程序作为仲裁依据。本程序规定了分层缺欠尺寸测量的详细方法,以确定钢管分层缺欠范围及个数的详细信息。

A.2 表面状况

钢管表面应没有影响检测有效性的异物。

A.3 检测设备要求

A.3.1 应采用手动或机械方式使超声探头与钢管表面贴合,超声波应垂直于钢管表面方向发射。

A.3.2 应使用下列一种超声检测设备:

- a) 设备带有显示屏和增益控制装置,每挡不大于 2 dB 调整;应调节灵敏度控制装置,使得待评定的可疑区域的超声信号的高度位于屏幕显示可用高度的 20%~80%之间;
- b) 采用自动信号幅度测量或评定装置但不带屏幕显示的设备,幅度测量装置应具有每挡不超过 2 dB 信号幅度评定能力。

A.3.3 如果使用双晶探头手动确定分层可疑区域时,应按照表 A.1 标注的详细信息选取。

表 A.1 双晶探头参数的选取

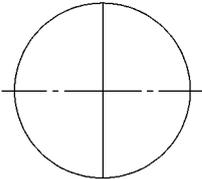
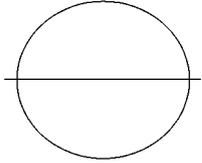
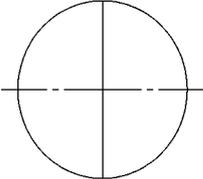
探头至分层距离	双晶探头类型 ^a	隔声面 ^b
≤20 mm	——公称频率:4 MHz~5 MHz ——探头角度:约 0°或 5° ——晶片尺寸:8 mm~15 mm ——焦距:10 mm~12 mm	垂直于 PRD 
	或 ——公称频率:4 MHz ——探头角度:约 0°或 5° ——晶片尺寸:18 mm~20 mm ——焦距:10 mm~15 mm	平行于 PRD 

表 A.1 双晶探头参数的选取 (续)

探头至分层距离	双晶探头类型 ^a	隔声面 ^b
>20 mm	——公称频率:4 MHz ——探头角度:约 0°或 5° ——晶片尺寸:15 mm~25 mm ——焦距:20 mm~60 mm	垂直于 PRD 
^a 可使用圆形或矩形晶片探头。 ^b PRD:轧制方向		

A.4 检测程序

应通过对比缺欠回波幅度与校验过程中使用的 6 mm 平底孔回波幅度确定分层缺欠的位置。

只有当缺欠的回波幅度至少等于 6 mm 平底孔的回波幅度时,才应考虑这些缺欠。

应采用半波法确定分层缺欠的范围。

本方法规定超声探头从横向[确定尺寸(C)]和纵向[确定尺寸(L)]两个方向扫查分层可疑区域。应对可疑区域进行 100%扫查。在横向扫查过程中,在最大横向范围内,中间反射波大小等于相应最大值一半(信号高度减 6 dB)的位置,确定 C_1 和 C_2 的位置。如果该值小于需考虑的最小允许宽度(C_{\min}),不应做进一步扫查。在纵向扫查过程中,以同样的方法确定 L_1 和 L_2 的位置。 C_1 和 C_2 点间, L_1 和 L_2 的位置之间尺寸分别被定义为最大宽度和最大长度,其乘积定义为分层缺欠的面积。

参 考 文 献

- [1] ISO 10893-9 Non-destructive testing of steel tubes—Part 9: Automated ultrasonic testing for the detection of laminar imperfections in strip/plate used for the manufacture of welded steel tubes
-

