



中华人民共和国国家标准

GB/T 42662—2023

钢管无损检测 焊接钢管用钢带/钢板分层缺欠的自动 超声检测

Non-destructive testing of steel tubes—Automated ultrasonic testing for the detection of laminar imperfections in strip/plate used for the manufacture of welded steel tubes

(ISO 10893-9:2011, 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, MOD)

2023-08-06 发布

2024-03-01 实施

国家市场监督管理总局 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 2

5 检测方法 2

6 对比试样 3

7 设备的校验和核查 4

8 验收 5

9 检测报告 5

附录 A（规范性） 手动超声波检测层流缺欠尺寸的测定程序 7

参考文献..... 9

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。

本文件修改采用 ISO 10893-9:2011《钢管无损检测 第 9 部分：焊接钢管用钢带/钢板分层缺欠的自动超声检测》。

本文件与 ISO 10893-9:2011 的技术差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 12604.1 替换了 ISO 5577(见第 3 章),以适应我国的技术条件；
- 用规范性引用的 GB/T 9445 替换了 ISO 9712(见第 4 章),以适应我国的技术条件；
- 更改了对比标准缺陷尺寸的有关内容(见 6.2),以提高对比标准缺陷制作的可操作性,消除歧义。

本文件做了下列编辑性改动：

- 为与现有标准协调,将标准名称改为《钢管无损检测 焊接钢管用钢带/钢板分层缺欠的自动超声检测》；
- 纳入了 ISO 10893-9:2011/Amd.1:2020 的修正内容,在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；
- 增加了参考文献。

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：马鞍山市产品质量监督检验所、帕博检测技术服务有限公司、张家港沙钢金洲管道有限公司、武汉中科创新技术股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：黄飞、张晓丽、陈燕、张冰、王子成、董莉、刘子委、郭冠军、桂琳琳、薛建忠、甘正斌、张志明、陶亮。

钢管无损检测

焊接钢管用钢带/钢板分层缺欠的自动 超声检测

1 范围

本文件规定了焊接钢管用钢带/钢板在制钢管前或制管过程中进行分层缺欠自动超声检测的要求。

注 1: 对于焊接钢管,由制造商选择,在焊接后根据 ISO 10893-8 对钢管的分层缺欠进行自动超声检测作为替代方法。

注 2: 经制造商和购方协议,本文件也适用于埋弧焊钢管焊接后的钢带/钢板检测。

本文件也适用于圆形空心钢制型材制造用钢带/钢板的检测。

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 9445 无损检测 人员资格鉴定和认证(GB/T 9445—2015,ISO 9712:2012, IDT)

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

ISO 11484 钢产品 雇主的无损检测人员资格鉴定体系(Steel products—Employer's qualification system for non-destructive testing (NDT) personnel)

3 术语和定义

GB/T 12604.1 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。

3.2

对比试样 reference sample

用于校验的试样。

3.3

管 tube

两端开放且具有任意形状横截面的长中空产品。

3.4

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。

3.5

协议 agreement

在询价和订货时,制造商和买方之间所签订的契约。

3.6

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上的轮廓面积计算。

4 一般要求

4.1 应在钢管生产之前或生产过程中,对平直的钢带/钢板进行超声检测。

4.2 待检钢带/钢板表面应平整且无影响检测结果有效性的异物。

4.3 检测应由按照 GB/T 9445、ISO 11484 或等效标准培训合格的操作人员,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 GB/T 9445 和 ISO 11484。

5 检测方法

5.1 应采用超声脉冲反射法对钢带/钢板分层缺欠进行检测,超声波束以垂直于钢带/钢板表面的方向发射,或由制造商选择采用超声波穿透技术进行检测。

5.2 检测时应相对移动钢带/钢板与探头装置,沿平行或垂直于钢带/钢板轧制方向的等间距扫查线扫查钢带/钢板,扫查的最小覆盖率和相邻扫查线的最大允许间距应符合表 1 的规定。采用探头摆动扫查技术时,其最小覆盖率应为表 1 规定值的一半。检测过程中,相对移动速度变化应不超过±10%。

表 1 验收等级对应钢带/钢板最小覆盖率和相邻扫查线的最大允许间距

验收等级	最小覆盖率 %	相邻扫查线的最大允许间距 mm
U1	20	100
U2	10	150
U3	5	200

5.3 为检测表 2 规定的相应的最小缺欠长度($L_{\min}$),应对钢带/钢板纵向边缘宽度至少为 15 mm 范围的分层缺欠进行 100%超声检测,必要时还应加上焊接前原始钢带/钢板边缘要切除部分的总宽度。

为确定可疑分层缺欠的范围,当两个相邻可疑区域的间距小于较小的缺欠短轴尺寸时,应视为一个分层缺欠。

注：纵向边缘定义为平行于轧制方向的边缘。

表 2 验收等级对应钢带/钢板边缘应检出的最小分层缺欠及可接受的最大分层缺欠

验收等级	需考虑的单个分层缺欠 最小长度($L_{\min}$) mm	可接受的最大分层缺欠尺寸		
		单个缺欠长度($L_{\max}$) mm	单个缺欠面积($E_{\max}$) (长度与宽度的乘积) mm ²	当 $L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$ 且 $E \leq E_{\max}$ 时, 边缘每米长度范围 内分层缺欠的最大数量 ^a
U1	10	20	250	3
U2	20	40	500	4
U3	30	60	1000	5
^a 应仅考虑宽度($C_{\min}$)超过 6 mm 的分层缺欠。				

5.4 每个探头的推荐最大宽度,或者采用相控阵技术时探头的有效孔径在任一方向上宜为 25 mm。但是,只要这些探头能够检测出所采用的对比标准缺陷,制造商便可采用更大的晶片,有要求时,这种检测能力应经过证实。

对于晶片装置内装有不同尺寸晶片的双晶探头,应使用最小晶片的尺寸计算覆盖率。

5.5 借助自动触发/报警门限并结合标识和/或分选系统,自动检测设备应能区分合格和可疑钢带/钢板。

6 对比试样

6.1 通则

6.1.1 本文件定义的对标准缺陷用于校验无损检测设备系统,不应将这些对标准缺陷的尺寸视为此类设备所能检测到的最小缺欠尺寸。

6.1.2 应在任意平板试样上电子校验[见 7.1a)]或采用表面机加工且包含平底孔、正方形或矩形刻槽(见图 1)的对比试样[见 7.1b)]校验超声设备。

平底孔对比标准缺陷应作为确定检测灵敏度的主要方法。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。

对于超声波穿透技术,应在刻槽处填满合适的衰减材料或者在试样表面上附加上与对比标准缺陷尺寸相同的合适的衰减材料。

6.1.3 对比刻槽应由机械加工、电火花蚀刻或其他方法获得。

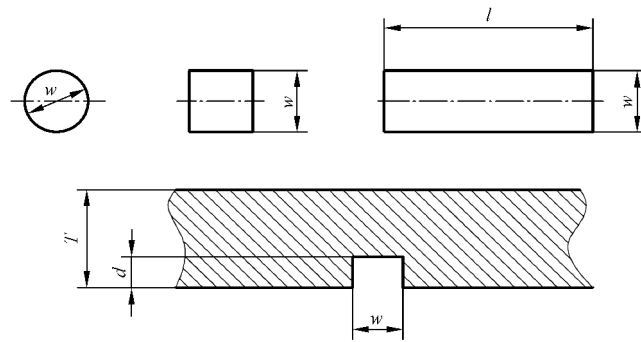
注:刻槽底面或底部棱角为圆角。

6.1.4 对比试样应与被检钢带/钢板具有相似的表面状态,相似的声学性能(如声速和衰减系数)。由制造商选择的用于校验的对比试样应具有合适的长度和宽度。

6.2 对比标准缺陷的尺寸

对比标准缺陷的尺寸(如图 1)应符合下列规定:

- a) 宽度(w): $6^{+0.6}_0$ mm;
- b) 深度(d): $T/4 \leq d \leq T/2$,最大值 25 mm;
- c) 长度(l): ≥ 6 mm,最大值 25 mm。



标引符号说明：

d —— 刻槽深度；

l —— 刻槽长度；

T —— 公称厚度；

w —— 刻槽宽度或直径。

图 1 对比标准缺陷的样式

6.3 对比标准缺陷的验证

应采用适当的技术验证对比标准缺陷的尺寸和形状。

7 设备的校验和核查

7.1 每一检验周期开始前,检测设备应按本条 a) 的规定做无对比标准缺陷或按本条 b) 的规定做有对比标准缺陷的静态校验。

a) 无对比标准缺陷校验:探头装置定位于被检钢带/钢板上,以第一次底面回波最高回波减去 6 dB 作为该设备的触发/报警阈值。

也可采用探头制造商提供的 DAC(距离幅度校正)曲线,或者采用钢管或钢带/钢板制造商使用的 DAC 曲线确定检测灵敏度,在此两种情况下,均应使用 6 mm 平底孔曲线。

在设定的灵敏度时,制造商应证实设备在静态下能够检测到 6.1.2 和图 1 中所规定的对比试样的刻槽。如果不能检测到,在进行生产检测之前,应对灵敏度进行调整。

b) 有对比标准缺陷校验:在静态状态下,当单个探头或探头支架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应作为该设备的触发/报警阈值。

7.2 在钢带/钢板的生产检测过程中,相对平移速度以及 PRF(脉冲重复频率)的选择应满足表 1 规定的相应最小覆盖率和相邻扫描线最大允许间距的要求。

7.3 在钢带/钢板的生产检测过程中,应定期核查设备的校验状态。

核查的频次应至少每 4 h 进行 1 次,且当更换设备操作班组以及生产的开始或结束时均应进行核查。

7.4 如果修改了原来设备校验后的参数,则应重新校验设备。

7.5 如果生产检测核查过程中,发现设备不满足校验要求,即使在将测试灵敏度增加高达 3 dB,以允许系统漂移后,也不能满足校验要求,则应在重新校验设备后,对自上次核查后检测的所有钢带/钢板重新检测。

8 验收

- 8.1 所有检测信号全部低于触发/报警门限的钢带/钢板应视为通过该项检测。
- 8.2 出现不小于触发/报警门限信号的钢带/钢板应视为可疑品,或由制造商决定,可进行重新检测。如果复验的信号全部低于触发/报警门限,应将该钢带/钢板视为通过了该项检测;否则,该钢带/钢板应被视为可疑品。

注:如适用,则根据 DAC 曲线进行评价。

- 8.3 根据产品标准要求,可疑钢带/钢板按以下一种或几种方法处置:
- a) 按附录 A 采用手动超声纵波技术对可疑区域进行扫查,以确定分层缺欠的范围。如果分层缺欠尺寸和数量没有超过表 2 和表 3 中规定值,则认为通过该项检测。如果分层缺欠的宽度 C 超过需考虑的最小宽度 $C_{\min}$ (见表 3 中的注释),应以指示为中心对周围 $500\text{ mm}\times 500\text{ mm}$ 的区域进行 100% 扫查,以确定是否存在超过 $B_{\max}$ 的其他分层缺欠,确定大于 $B_{\min}$ 且小于 $B_{\max}$ 的分层缺欠的面积比率是否超过表 3 中的允许值。如果检测出超过需考虑的最小宽度的另外一个分层缺欠时,应以新的超声波指示为中心,对周围 $500\text{ mm}\times 500\text{ mm}$ 的区域进行扫查以确定可疑分层缺欠的范围,当相邻两个可疑区域的间距小于较小的缺欠短轴尺寸时,应将这两个可疑区域视为一个分层缺欠。
 - b) 应切除所有的可疑区域。
 - c) 钢带/钢板应视为未通过此次检测。

表 3 验收等级对应钢带/钢板中分层缺欠应检测到的最小尺寸和可接受的最大尺寸

验收等级	需考虑的单个最小分层缺欠的尺寸		可接受的最大分层缺欠面积		
	单个最小面积 ($B_{\min}^a$) mm^2	最小宽度 ($C_{\min}$) mm	单个最大面积 ($B_{\max}^a$) mm^2	单个分层面积($\geq B_{\min} \sim \leq B_{\max}^a$)之和 与钢带/钢板总面积的百分比	
				钢带/钢板上任意 每米不大于	钢带/钢板全长上 平均每米不大于
U1	$160 + w/4^b$	12	$160 + w^b$ 不超过 $2\,500\text{ mm}^2$	1%	0.5%
U2	$160 + w/2^b$	15	$160 + 2w^b$ 不超过 $5\,000\text{ mm}^2$	2%	1%
U3	$160 + w^b$	20	$160 + 4w^b$ 不超过 $10\,000\text{ mm}^2$	4%	2%
^a 当按照长度乘以宽度计算分层 $B_{\min}$ 和 $B_{\max}$ 时,应向上修约至最接近的 10 mm^2 。					
^b w 为钢带/钢板宽度,单位为毫米(mm)。					

9 检测报告

有规定时,制造商应向购方提供检验报告,至少应包含下列内容:

- 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)

手动超声波检测层流缺欠尺寸的测定程序

A.1 通则

本附录包含用手动超声脉冲回波反射法扫查钢带/钢板的程序,用以确定通过自动/半自动检测过程中发现的钢带/钢板分层缺欠可疑区域的范围。

当制造商与购方或购方代表对检测出的分层缺欠范围和数量发生争议时,应采用本程序作为仲裁依据。本程序详细规定了测量尺寸的方法,以确定钢带/钢板中分层缺欠的范围和数量。

A.2 表面状态

钢带/钢板表面应无影响检测结果有效性的异物。

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带/钢板表面贴合,超声波束应垂直于钢带/钢板表面的方向发射。

A.3.2 应使用下列一种超声检测设备。

- a) 带有屏幕显示和增益调节的设备,增益调节每挡不超过 2 dB。应调节灵敏度控制装置,使被评定为可疑区域的超声波回波幅度位于屏幕显示可用高度再 20%~80%之间。
- b) 带有自动信号幅度测量或评定装置的无屏幕显示的设备。幅度测量装置应具有每挡不超过 2 dB的信号幅度评定能力。

A.3.3 如采用双晶探头手动确定可疑分层缺欠区域的尺寸,应注意表 A.1 中的细节示例。

表 A.1 采用双晶片探头的细节示例

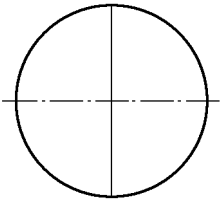
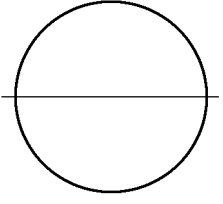
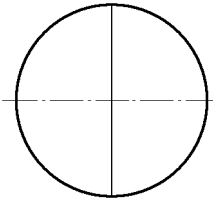
探头到分层缺欠的距离	双晶探头类型 ^a	隔声面 ^b
$\leq 20\text{ mm}$	——公称频率:4 MHz~5 MHz ——探头角度:约 0°或 5° ——晶片尺寸:8 mm~15 mm ——焦距:10 mm~12 mm 或 ——公称频率:4 MHz ——探头角度:约 0°或 5° ——晶片尺寸:18 mm~20 mm ——焦距:10 mm~15 mm	垂直于 PRD 
		平行于 PRD 

表 A.1 采用双晶片探头的细节示例（续）

探头到分层缺欠的距离	双晶片探头类型 ^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的探头。 ^b PRD:主轧制方向。		

A.4 检测程序

通过对比缺欠的回波幅度与经校准的 6 mm 平底孔的回波幅度确定分层缺欠的位置。

仅考虑产生的回波幅度至少等于 6 mm 平底孔产生的信号幅度的分层缺欠。

为了确定需考虑的分层缺欠的范围,应采用半波高度法。

本方法要求超声探头以横向(确定 C 的尺寸)和纵向扫查可疑区域。可疑区域应被 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的一半(信号高度减 6 dB)的地方,确定 C_1 和 C_2 的位置,如果 C_1 和 C_2 之间的距离小于 $C_{\min}$ (见表 3),则无需进一步的扫查。纵向扫查过程中,以同样的方法确定 L_1 和 L_2 (见表 2)位置。 C_1 和 C_2 距离, L_1 和 L_2 位置之间尺寸分别被定义为最大宽度和最大长度,其乘积定义为该分层缺欠的面积。

参 考 文 献

- [1] 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
-