

聚乙烯燃气管道检测、检验及评价方法

Methods of testing, inspection and evaluation of polyethylene gas pipelines

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(工作组讨论稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

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。

本文件由安徽省特种设备检测院提出。

本文件由安徽省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

聚乙烯燃气管道检测、检验及评价方法

1 范围

本文件规定了聚乙烯燃气管道检验、检测的基本要求及评价方法，明确了聚乙烯燃气管道热熔接头衍射时差超声波检测（以下简称“TOFD”）、电熔焊接接头超声相控阵检测方法。

本文件适用范围限定如下：

- a) 最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ （表压），公称外径为50mm~500mm规格的管道。
- b) 热熔接头TOFD检测公称壁厚不小于10mm。

其他聚乙烯焊接接头的TOFD检测、超声相控阵检测也可以参照本标准使用。

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 27664.1 无损检测超声检测设备的性能与检验 第1部分：仪器
- GB/T 27664.2 无损检测超声检测设备的性能与检验 第2部分：探头
- GB/T 33488.3 化工用塑料焊接制承压设备检验方法 第3部分：超声检测
- GB 15558.1 燃气用埋地聚乙烯管道系统 第1部分：管材
- GB 15558.2 燃气用埋地聚乙烯管道系统 第2部分：管件
- GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
- GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测
- GB/T 32563-2016 无损检测 超声检测 相控阵超声检测方法
- JB/T 11731 无损检测 超声相控阵探头通用技术条件
- JB/T 11779 无损检测仪器 相控阵超声检测仪技术条件
- GB 55009 燃气工程项目规范
- CJJ 33 城镇燃气输配工程施工及验收规范
- CJJ 63 聚乙烯工业管道工程技术规程
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB/T 19285 埋地钢质管道腐蚀防护工程检验
- NB/T 47013 承压设备无损检测
- TSG D7004-2010 压力管道定期检验规则——公用管道
- TSG D7005-2018 压力管道定期检验规则——工业管道

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

衍射时差法超声检测（TOFD） Time of Flight Diffraction

衍射时差法超声检测，是采用一发一收探头对工作模式、主要利用缺陷端点的衍射波信号探测和测

定缺陷位置及尺寸的一种超声检测方法。

3.2

相控阵超声检测 phased array ultrasonic testing

根据设定的延迟法则激发相控阵阵列探头各独立压电晶片（阵元），合成声束并实现声束的移动、偏转和聚焦等功能，再按一定的延迟法则接收超声信号并以图像的方式显示被检对象内部状态的超声检测技术。

3.3

聚乙烯燃气管道 polyethylene (PE) fuel gas pipeline

由燃气用聚乙烯管材、管件、阀门及附件组成的管道系统。聚乙烯管材是用聚乙烯混配料通过挤出成型工艺生产的管材；聚乙烯管件是用聚乙烯混配料通过注塑成型等工艺生产的管件。

3.4

热熔连接 fusion-jointing

用专用加热工具加热连接部位，使其熔融后，施压连接成一体的连接方式。热熔连接方式有热熔承插连接、热熔对接连接、热熔鞍形连接等。

3.5

电熔连接 electrofusion-jointing

采用内埋电阻丝的专用电熔管件，通过专用设备，控制内埋于管件中电阻丝的电压、电流及通电时间，使其达到熔接目的的连接方法。电熔连接方式有电熔承插连接、电熔鞍形连接。

3.6

相关显示 relevant indication

由缺陷引起的显示。

3.7

非相关显示 non-relevant indication

由于工件结构（例如焊缝余高或根部、工件的几何结构变化处）或者材料冶金结构的偏差（例如金属母材和覆盖层界面）引起的显示。包括由错边、根焊和盖面焊以及坡口形状的变化等引起的显示。

3.8

冷焊 cold welding

由于焊接输入热量不足，熔接界面上的分子未能扩散缠结或充分地扩散缠结而导致强度不足的缺陷。

3.9

过焊 over-heat welding

由于焊接输入热量过多导致接头材料降解，使得熔接的黏结性能下降的缺陷过焊时，伴随着孔洞和电阻丝错位等缺陷的产生。

4 一般要求

4.1 检测人员

从事 TOFD 和相控阵超声检测的人员应按 TSG Z8001 的要求取得相应的资格等级证书，聚乙烯燃气管道检验人员应按 TSG Z8002 的要求取得特种设备检验人员证书。

4.2 检测设备和器材

检测设备包括检测仪器以及与仪器相连接的探头、扫查装置和线缆等所有物件构成的整体，器材是指实现检测功能所需且不与仪器相连接的其他器件和材料，包括试块和耦合剂等。上述各项应成套或单独具有产品合格证或制造厂出具的合格文件。

4.2.1 检测设备

4.2.1.1 TOFD 检测设备应符合 NB/T 47013.10-2015 承压设备无损检测 第 10 部分 衍射时差法超声检测要求，设备性能指标应符合附录 A 的要求。

4.2.1.2 相控阵检测设备应符合 NB/T 47013.15-2015 承压设备无损检测 第 10 部分 相控阵超声检测要求，设备性能指标应符合附录 C 的要求。

4.2.2 试块

4.2.2.1 对比试块

4.2.2.1.1 对比试块是指用于检测校准的试块。

4.2.2.1.2 热熔对比试块的声学性能应与被检工件相同或相似，外形尺寸应能代表被检工件的特征，并且满足扫查装置的扫查要求。该材料内不得有大于或等于 $\phi 2\text{ mm}$ 平底孔当量的缺陷。热熔对比试块分为平面对比试块和曲面对比试块，其规格尺寸和要求分别见 GB/T 33588.5-2024 的要求。

4.2.2.1.3 电熔对比试块应采用与被检电熔套筒材料声学性能相同或相似的材料制成，试块的表面粗糙度应与检测试样相接近，该材料内不得有大于或等于 $\phi 1\text{ mm}$ 平底孔当量的缺陷。对比试块有 PE-I,其规格尺寸和要求分别见 NB/T 47013.15-2015 附录 A 的要求。

4.2.2.2 模拟试块

4.2.2.2.1 模拟试块的外形尺寸应能代表被检工件的特征,试块厚度应与被检工件厚度相对应,也可采用完好的焊接接头制作模拟试块,试块中的反射体可以是人工缺陷,缺陷位置应具有代表性。

4.2.2.3 扫查面盲区高度测试试块

4.2.2.3.1 采用 TOFD 检测，应制备扫查面盲区高度测试试块，用于测定初始扫查面盲区高度，其声学性能应与被检工件相同或相似，规格尺寸和要求分别见 GB/T 33588.5-2024 的要求。

4.2.2.4 声速扩散角测定试块

4.2.2.4.1 采用 TOFD 检测，应制备声速扩散角测定试块用于测定检测仪器和探头组合的实际-12 dB 声速扩散角,其声学性能应与被检工件相同或相似,规格尺寸和要求分别见 GB/T 33588.5-2024 的要求,测试方法应符合附录 B 的要求。

4.2.3 耦合剂

4.2.3.1 对表面平整的焊接接头,应采用透声性好,且不损伤检测表面的耦合剂,如浆糊、甘油和水等。

4.2.3.2 对表面不平整的焊接接头,应采用其声速与聚乙烯材料相同或接近,声阻抗与聚乙烯材料相差不大的耦合剂。

4.3 检测环境

4.3.1 检测场地

检测不宜在强磁、震动,电磁波,灰尘大,有腐蚀性气体及噪声大等对检测结果有干扰的场地进行。

4.3.2 检测环境的温度及湿度

4.3.2.1 应确保在规定的温度范围内进行检测;采用常规探头和耦合剂时,被检工件的表面温度范围应控制在 0℃~50℃;超出该温度范围,可采用特殊探头或耦合剂。

4.3.2.2 若温度过低或过高,一般应采取有效措施避免。若无法避免,应评价其对检测结果的影响。

4.3.2.3 检测系统设置和校准时的温度与实际检测温度之差应控制在 20℃之内。

5 热熔接头 TOFD 检测

5.1 TOFD 检测程序应包括如下内容:

- a) 根据工艺规程和检测对象的检测要求编制操作指导书;
- b) 选择和确定检测工艺参数;
- c) 被检测工件准备;
- d) 检测系统性能检查;
- e) 检测;
- f) 检测系统复核;
- g) 数据评定;
- h) 检测记录;
- i) 出具检测报告。

5.2 TOFD 检测缺陷评定和质量分级

5.2.1 不允许危害性表面开口缺陷的存在。

5.2.2 如缺陷类型为裂缝、未熔合、未焊透等危害性缺陷时,评为 III 级。

5.2.3 相邻两个或多个缺陷显示(非点状)其在 X 轴方向间距小于其中较小的缺陷长度且在 Z 轴方向间距小于其中较小的缺陷自身高度时,应作为一条缺陷处理,该缺陷深度、缺陷长度及缺陷自身高度按如下原则确定:

- a) 缺陷深度:以两缺陷深度较小值作为单个缺陷深度;
- b) 缺陷长度:两缺陷在 X 轴投影上的前、后端点间距离;
- c) 缺陷自身高度:若两缺陷在 X 轴投影无重叠,以其中较大的缺陷自身高度作为单个缺陷自身高度;若两缺陷在 X 轴投影有重叠,则以两缺陷自身高度之和作为单个缺陷自身高度(间距计入)。

5.2.4 点状显示的质量分级要求

5.2.4.1 点状显示用评定区进行质量分级评定，评定区为一个与焊缝平行的矩形截面，其沿 X 轴方向的长度为 100mm，沿 Z 轴方向的高度为工件厚度。

5.2.4.2 在评定区内或与评定区边界线相切的缺陷均应划入评定区内，按表 1 的规定评定焊接接头的质量级别。

表 1 各级别允许的点状显示的个数

等级	工件厚度 t/mm	个数
I	10 ~ 70	$t \times 0.2$ ，最大为 3
II	10 ~ 70	$t \times 0.4$ ，最大为 6
III	10 ~ 70	超过 II 级者

5.2.4.3 对于密集型点状显示，评为 III 级。

5.2.4.4 非点状缺陷显示的质量分级按表 2 的规定进行。

表 2 非点状缺陷显示的质量分级（单位：mm）

等级	工件厚度 t	单个缺陷					单个或多个缺陷累积长度
		表面开口型缺陷		埋藏型缺陷			
		长度 l_{\max}	高度 h_3	长度 l_{\max}	高度 h_2	若 $l > l_{\max}$ ，缺陷高度 h_1	
I	$10 \leq t \leq 15$	$\leq t/2$	≤ 1	$\leq t/2$	≤ 2	≤ 1	1、对于单个或多个 $h \leq h_1$ 的线状缺陷，在任意 $12t$ 范围内累计长度不得超过 $2t$ 且最大值为 100mm； 2、若多个缺陷其各自长度 $l \leq l_{\max}$ 、高度 h 均为： $h \leq h_2$ 或 h_3 ，则在任意 $12t$ 范围内累计长度不得超过 $2t$ 且最大值为 100mm； 3、所有表面开口缺陷累计长度不得大于整条焊缝长度的 5% 且最大不得超过 50mm
	$15 < t \leq 25$	$\leq t/2$	≤ 1	$\leq t/2$	≤ 2	≤ 1	
	$25 < t \leq 35$	≤ 15	≤ 2	≤ 20	≤ 3	≤ 2	
	$35 < t \leq 70$	≤ 20	≤ 2	≤ 25	≤ 3	≤ 2	
II	$10 \leq t \leq 15$	$\leq t$	≤ 1	$\leq t$	≤ 2	≤ 1	1、对于单个或多个 $h \leq h_1$ 的线状缺陷，在任意 $12t$ 范围内累计长度不得超过 $3t$ 且最大值为 150mm； 2、若多个缺陷其各自长度 $l \leq l_{\max}$ 、高度 h 均为： $h \leq h_2$ 或 h_3 ，则在任意 $12t$ 范围内累计长度不得超过 $3t$ 且最大值为 150mm； 3、所有表面开口缺陷累计长度不得大于整条焊缝长度的 10% 且最大不得超过 200mm
	$15 < t \leq 25$	$\leq t$	≤ 1	$\leq t$	≤ 2	≤ 1	
	$25 < t \leq 35$	≤ 25	≤ 2	≤ 35	≤ 3	≤ 2	
	$35 < t \leq 50$	≤ 30	≤ 2	≤ 40	≤ 4	≤ 2	
III	10~50	超过 II 级者					

5.2.5 当各类缺陷评定的质量级别不同时，以质量级别最低的作为焊接接头的质量级别。

6 电熔接头相控阵超声检测

6.1 相控阵检测程序应包括如下内容：

- a) 根据工艺规程和检测对象的检测要求编制操作指导书；
- b) 选择和确定检测工艺参数；
- c) 被检测工件准备；
- d) 检测系统性能检查；
- e) 检测；
- f) 检测系统复核；
- g) 数据评定；
- h) 检测记录；
- i) 出具检测报告。

6.2 电熔接头相控阵超声检测方法和质量评定

6.2.1 质量分级

根据接头中存在的缺陷性质、数量和密切程度，其质量等级可划分为 I、II、III 级。

6.2.2 熔合面夹杂

熔合面夹杂的质量分级按表 3 的规定执行。

表 3 熔合面夹杂的质量分级

级别	与内冷焊区贯通的熔接面夹杂的缺陷长度	与内冷焊区不贯通的熔接面夹杂的缺陷长度
I	-	不大于标称熔合区长度 L/10
II	不大于标称熔合区长度 L/10	不大于标称熔合区长度 L/5
III	大于 II 级者	
注：L 为标称熔合区长度。		

6.2.3 孔洞

I、II 级电熔接头中不允许存在相邻电阻丝间有连贯性孔洞和与内冷焊区贯通的孔洞。孔洞缺陷按表 4 的规定进行分级评定。

表 4 孔洞缺陷质量分级

级别	单个孔洞	组合孔洞
I	$X/L < 5\%$ 且 $h < 5\%T$	累计尺寸 $X/L < 10\%$ 且 $h < 5\%T$
II	$X/L < 10\%$ 且 $h < 10\%T$	累计尺寸 $X/L < 15\%$ 且 $h < 10\%T$
III	大于 II 级者	
注：X 为该缺陷在熔合面轴向方向上的尺寸，L 为标称熔合区长度，T 为电熔接头管材壁厚，h 为孔洞自身高度。		

6.2.4 电阻丝错位

I、II 级电熔接头中不允许存在相邻电阻丝相互接触的缺陷。电阻丝错位缺陷按表 5 的规定进行分级评定。

表 5 电阻丝错位缺陷的质量分级

级别	电阻丝错位量
I	无明显错位
II	错位量小于电阻丝间距
III	大于 II 级者或相邻电阻丝相互接触

6.2.5 冷焊

冷焊按表 6 的规定进行分级评定。

表 6 冷焊缺陷的质量分级

级别	冷焊程度 H
I	小于 10%
II	小于 30%
III	大于 II 级者

6.2.6 过焊

过焊引起孔洞缺陷时，按 6.5.3 评定，过焊引起电阻丝错位时，按 6.5.4 评定。过焊按过焊程度进行分级评定时，按表 7 的规定进行分级评定。

表 7 过焊缺陷的质量分级

级别	冷焊程度 H'
I	小于 20%
II	小于 40%
III	大于 II 级者

6.2.7 承插不到位

I、II 级电熔接头中不允许存在承插不到位缺陷。

6.2.8 综合评定

当接头中同时出现多种类型的缺陷时，以质量最差的级别作为接头的质量级别。

7 聚乙烯燃气管道定期检验

7.1 职责和义务

7.1.1 使用单位应当根据本标准的要求做好管道检验前的各项准备工作，使管道处于适合的待检状态，提供安全的检验环境，负责检验所需要的辅助工作，协助检验机构进行检验。检验人员应当认真执行管道使用单位的安全管理规定。

7.1.2 受检单位在检验前应向检验机构提交被检管道的安全技术档案资料（资料主要包括设计资料、安装资料、维修改造资料、使用登记资料、管道运行记录、年度检查报告、历次定期检验报告等）。

7.1.3 定期检验前，检验机构应当根据被检的管道的损伤模式、失效模式以及本规程的要求制定检验方案，检验人员应当严格按照批准后的检验方案实施检验。

7.1.4 使用单位或相关辅助单位应当做好检验前的准备工作，检验现场不具备检验条件时，检验人员有权拒绝检验。

7.1.5 检验结束后，检验机构应在规定的时间内（或与受检单位约定的时间内）及时出具审批手续齐全的检验报告。

7.1.6 检验机构应当配备满足检验检测需要的仪器设备和计量器具。

7.2 工作程序

定期检验工作的一般程序，包括检验方案制定、检验前的准备、检验实施、缺陷以及问题的处理、检验结果汇总、出具检验报告等。

7.3 定期检验周期

管道一般在投入使用后 3年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据管道安全状况等级，按照以下要求确定：

表 1 下次定期检验周期

管道综合安全状况等级	1	2	3	4
下次定期检验周期	3-6 年	3-6 年	1-2 年	不允许使用

...

7.4 特殊规定

检验周期的缩短、未按期进行定期检验的情况。

有下列情况之一的管道，应当适当缩短定期检验周期：

- a) 使用期间内发生影响管道安全运行的泄漏事故的；
- b) 承受交变载荷，可能导致疲劳失效的；
- c) 管道埋深不满足相关规范标准、设计文件要求的；
- d) 使用单位没有按规定进行年度检查的；
- e) 年度检查中发现除本条前几项以外的严重问题的；
- f) 检验人员和使用单位认为应该缩短定期检验周期的。

...

7.5 检验项目与方法

定期检验项目应当以资料审查、宏观检查、开挖检查、泄露检查、管道状况检查、敷设环境调查、无损检测、耐压试验、安全附件与仪表检查为主，当以上项目不可实施时，可以采用耐压（压力）试验的方法进行检验。

7.5.1 资料审查

对使用单位提供的管道存档资料进行审查，审查资料是否齐全，是否符合相关标准的要求。

检验人员主要对以下资料进行审查：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/065212231132012004>