

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/IMPCHA

内 蒙 古 石 化 团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

## 压力管道小径管对接接头超声检测工艺

Ultrasonic testing technology for small diameter pipe butt joint of pressure pipeline

(征求意见稿)

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

内蒙古石油和化学工业协会 发布

## 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。

本文件由内蒙古精广通科技有限公司提出。

本文件由内蒙古石油和化学工业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 压力管道小径管对接接头超声检测工艺

## 1 范围

本文件规定了外径25~89mm的小径管对接接头的超声检测方法 & 检测结果的判定。

本文件适用外径25~89mm的小径管对接焊接接头（类型-II类）的A型脉冲反射法超声检测。

本文件不适用于铸钢、壁厚大于18mm奥氏体不锈钢等粗晶材料的焊接接头、也不适用奥氏体和珠光体的异种钢焊接接头。

## 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 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法
- GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测
- 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
- DL/T 820.1 管道焊接接头超声波检测技术规程 第1部分：通用技术要求
- DL/T 820.2-2019 管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法
- JB/T 8428 无损检测 超声试块通用规范
- JB/T 9214 无损检测A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法
- JB/T 10062 超声探伤用探头性能测试方法
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

## 3 术语和定义

GB/T12604.1、DL/T 820.1、DL/T 820.2、NB/T 47013.1和NB/T 47013.3界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 一般要求

### 4.1 检测人员

4.1.1 超声检测人员的一般要求应符合 NB/T47013.1 的有关规定。

4.1.2 超声检测人员应具有一定的金属材料、设备制造安装、焊接及热处理等方面的基本知识，应熟悉被检工件的材质、几何尺寸及透声性等，对检测中出现的问题能做出分析、判断和处理。

### 4.2 检测仪器要求

4.2.1 超声波检测设备均应满足 NB/T 47013.3 对超声波检测仪器的要求，具有产品质量合格证和合格的证明文件。

#### 4.2.2 探头

4.2.2.1 采用短前沿曲率探头，其性能满足 NB/T 47013.3 要求。

4.2.2.2 探头频率一般采用 5MHz，当管壁厚度大于 15mm 时，采用 2.5MHz 的探头。探头主声束轴线水平偏离角 $\leq 2^\circ$ 。

4.2.2.3 斜探头 K 值和前沿选取见表。如有必要，可采用其他 K 值的探头。

表 1 斜探头 K 值和前沿的选择

管壁厚度, mm	探头 K 值	探头前沿, mm
4.0~8	2.5~3.0	≤6
>8~15	2.0~2.5	≤8
>8~15	2.5~2.0	≤12

管壁厚度小于或等于 6mm 时探头前沿宜小于或等于 5mm。

4.2.2.4 探头楔块的曲率应加工成与管子外径相吻合的形状。间隙不应大于 0.5mm。若不能满足, 应进行修磨, 修磨的要求和方法见 DL/T 820.2 附录 H。加工好曲率的探头应对其 K 值和前沿进行测定, 要求一次波至少扫查到焊接接头根部。

#### 4.2.3 超声探伤仪和探头的组合性能

4.2.3.1 水平线形偏差不大于 1%, 垂直线形偏差不大于 5%。

4.2.3.2 仪器和探头的组合频率与探头标称频率之间偏差不得大于 ±10%。

4.2.3.3 仪器-斜探头组合性能应满足以下要求: 灵敏度余量不小于 42dB; 斜探头远场分辨力不小于 12dB; 到达所探工件的最大检测声程时, 其有效灵敏度余量不小于 10dB。

4.2.3.4 耦合剂宜采用甲基纤维素的糊状物或甘油为基本成分的耦合剂, 不宜采用油类作为耦合剂。

4.2.3.5 超声检测设备和器材的校准、核查、运行核查和检查, 以及检测工艺文件应满足 NB/T 47013.3 的要求。

### 5 检测位置及探头移动区

5.1 一般要求从对接焊接接头两侧进行检测, 确因条件限制只能从焊接接头一侧检测时, 应采用两种或两种以上的不同 K 值探头进行检测。

5.2 检测面打磨宽度应满足表 2 所示。

表 2 小直径管焊接接头打磨宽度

管壁厚度	4 mm~6 mm	6mm~12 mm	12 mm~20 mm
打磨宽度	50mm	100 mm	160mm

5.3 所检管件的焊缝余高过高、过宽或有不清晰回波信号产生的地方, 应进行修磨, 使之满足检测的要求。

5.4 用于检测的仪器在运行中不得出现任何种类的临界值和阻塞情况, 宜采用数字式 A 型脉冲反射式超声波探伤仪。

5.5 选用的探头直射波扫查时, 应扫查到焊接接头 1/4 以上壁厚范围。

### 6 扫查方法

6.1 探头的扫查速度不应超过 150mm/s。

6.2 检测时, 斜探头应垂直于焊缝中心线放置在检测面上, 进行锯齿形扫查。探头前后移动的范围应保证扫查到全部焊接接头的截面, 在保证探头垂直焊缝作前后移动的同时, 还应作 10°~15° 的左右移动, 探头左右移动距离应小于探头晶片宽度的一半。为观察缺陷动态波形和区分缺陷信号或伪缺陷信号, 确定缺陷的位置、方向和形状, 可采用前后、左右、转角和环绕等四种探头基本扫查方式。

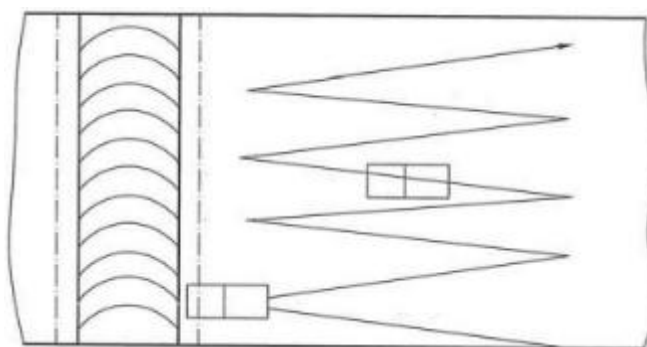


图1 锯齿型扫查

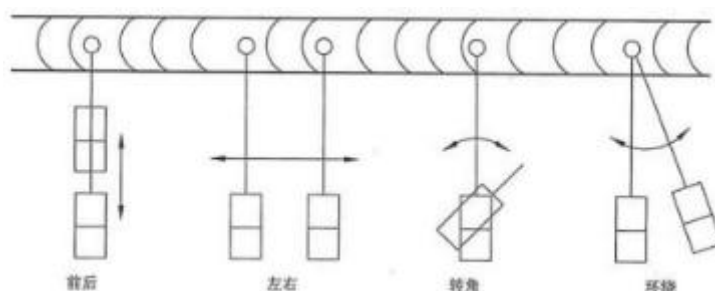


图2 四种基本扫查方法

## 7 外径 25~32mm 的小径管对接接头的检测

### 7.1 仪器调整和校验

7.1.1 采用 DL/T 820.2 的 DL-1 型专用试块测定探头的前沿、折射角、始脉冲占宽和探头分辨力, 调节时基线。

#### 7.1.2 距离-波幅曲线的绘制

距离-波幅曲线应以所用仪器和探头在 DL1 型专用试块上实测的数据, 按照 DL/T 820.2-2019 的 6.4.3 绘制而成。

7.2 应按 DL/T 820.2-2019 的 6.5.2 进行检测。按 DL/T 820.2-2019 的 6.5.3 进行缺陷参数测量和定位。

### 7.3 焊接接头质量分级

7.3.1 焊接接头不允许存裂纹、坡口未熔合、层间未熔合、未焊透及密集性缺陷等缺陷 (密集性缺陷指在定量线以上显示屏有效声程范围内同时有各向间距小于 10mm 的 2 个或 2 个以上的缺陷反射信号)。

7.3.2 评定线以下的缺陷均评为 I 级。

7.3.3 焊接接头质量分级按表 3 的规定进行。

表3 压力管道环向或纵向对接接头超声检测质量分级

焊接接头等级	焊接接头内部缺陷	
	反射波幅所在区域	允许的单缺陷指示长度/mm
I	I	$\leq t/3$ , 最小可为5
II	II	$\leq t/3$ , 最小可为5
III	II	$> t/3$ , 最小可为5
	III	所有缺陷
	I	$> t/3$ , 最小可为5

## 8 外径 32~89mm 的小径管对接接头的检测

## 8.1 仪器调整和校验

8.1.1 采用 NB/T 47013.3 的 GS-1、GS-2、GS-3 试块测定探头的前沿、折射角、始脉冲占宽和探头分辨力, 调节时基线。

### 8.1.2 距离-波幅曲线的绘制

距离-波幅曲线应以所用仪器和探头在实际工件曲率相对应的对比试块上实测的数据, 按照 NB/T 47013.3-2015 的 6.4.5 绘制而成。

8.2 应按 NB/T 47013.3-2015 的 6.4.6 进行检测。按 NB/T 47013.3-2015 的 6.4.7 进行缺陷定量。

## 8.3 焊接接头质量分级。

8.3.1 环向焊接接头不允许存在裂纹、未熔合等缺陷。

8.3.2 压力管道纵向焊接接头不允许存在裂纹、未熔合和未焊透等缺陷。

8.3.3 评定线以下的缺陷均评为 I 级。

8.3.4 焊接接头质量分级按表 4 的规定进行。

表 4 环向或纵向对接接头超声检测质量分级

焊接接头等级	焊接接头内部缺陷		环向焊接接头单面焊焊根部未焊透缺陷	
	反射波幅所在区域	允许的单个缺陷指示长度/mm	允许的指示长度/mm	允许的累计长度/mm
I	I	$\leq 40$	$\leq t/3$ , 最小可为 8	长度小于或等于焊缝周长的 10%, 且小于 30
	II	$\leq t/3$ , 最小可为 8, 最大为 30		
II	I	$\leq 60$	$\leq 2t/3$ , 最小可为 10	长度小于或等于焊缝周长的 15%, 且小于 40
	II	$\leq 2t/3$ , 最小可为 10, 最大为 40		
III	II	超过 II 级者	超过 II 级者	超过 II 级者
	III	所有缺陷		
	I	超过 II 级者		

<sup>a</sup> 注 1: 在 10mm 环向焊接接头范围内, 同时存在条状缺陷和未焊透时, 应评为 III 级。  
<sup>b</sup> 注 2: 当允许的缺陷累计长度小于该级别允许的单个缺陷指示长度时, 以允许的单个缺陷指示长度为准。  
<sup>c</sup> 注 3 对接接头两侧母材厚度不同时, 工件厚度取薄板侧厚度值

## 9 焊接缺陷的判定

### 9.1 未焊透的判断

回波较强, 回波位置在底波以前且靠近底波, 焊缝两侧均能探出, 水平位置在焊缝中心位置或靠近探头一侧。

### 9.2 未熔合的判断

水平位置多出现在焊缝坡口位置, 由于小径管的特点, 一般用一次波很难检测, 一般用二次波比较容易检出, 水平位置焊缝中心偏探头侧, 在焊缝另一边检测时一般检测不到, 这是分辨未焊透和未熔合的比较简单直接的方法。检测波形比较干净, 陡峭, 探头向焊缝方向移动波形会持续缓慢下降, 反方向移动缺陷波陡降。

### 9.3 裂纹判断

多出现在根部、外表面、热影响区, 高合金厚壁管有时也会出现在层间, 波形底波较宽, 回波出现多个尖头, 或多个高点。

### 9.4 气孔判断

单个气孔缺陷波较高, 干净, 探头移动或旋转波形消失。密集气孔缺陷波多呈锯齿型, 波根较宽。

注：在检测中尤其要注意一次底波、二次波和缺陷波的区别，不仅要看仪器上深度，水平的变化，更要看探头的水平位置。

---

《压力管道小径管对接接头超声检测工艺》  
团体标准编制说明

标准编制组

2024年2月



## 1. 标准制定修订的必要性与意义

化工生产装置中，压力管道的应用非常广泛，其焊接质量直接关系到生产装置的安全运行，在投入使用前必须按要求进行无损检测确定其焊接质量等级。在压力管道无损检测中，经常会碰到外径 25~89mm 的小径管对接接头的检测问题，且这类小管有些承受高温高压介质；有些承载易燃易爆易中毒危险化学品，更有些介质为剧毒介质。对此类小径管对接接头的无损检测常用的检测方法为射线检测，射线检测时多采用双壁双影椭圆成像法。由于小径管透照截面厚度变化很大，属于大厚度比试件。透照时为了提高宽容度往往采用短时间高电压参数，导致了射线灵敏度下降，对比度下降。因此采用射线检测方法，对此类对接接头缺陷的检出存在一定的漏检率，特别是裂纹的漏检率较高。在实际现场开展检测工作时，很多此类管道处于困难位置，射线检测难度非常大。而采用超声小径管对接接头检测方法，不仅检测速度快，成本低，且不受时间和地点限制。而且由于超声检测固有的特点，对裂纹，未熔合等面积性缺陷检测灵敏度高，检出率高，对设备安全运行提供了有效的技术保证。但是又由于小径管本身的特殊性，管壁曲率大，探头耦合不好，反射面能量损失较大；壁薄，探头前沿对检测影响较大；超声检测受主观影响很大，对检测人员的个人素质要求也比较高。由于小径管超声检测工艺易受到各种主观和客观因素的影响，所以为了能够在使用过程中尽量减少误判并让探伤工艺的适用性得以提升，探头的选择尤为重要。为满足小径管内外壁曲率大，管壁薄的特点，应使用高阻尼，短前沿，杂波少，指向性好，分

辨率高的探头。选择的余地不大，不外乎三中，线聚焦、双斜聚焦、平直单晶片探头。直接接触线聚焦探头制作难度大，要专用试块，检测时技术难点多，一般很少使用。平直晶片短前沿探头由于晶片尺寸小，超声横波指向性就变差，反射杂波多，分辨率差，容易漏检。为了改善提升探头的指向性，提高分辨率和灵敏度，一般采用较高的检测频率 4-5MHZ，但还是难以有效的解决上述问题。通过制作一种介于线聚焦探头和平直晶片探头之间的探头，既有部分线聚焦功能，又有平直晶片探头的可操控性，也就是晶片自带曲率的短前沿曲率探头。（例如：需检测  $\Phi 89 \times 6\text{mm}$  的焊接接头，可以把晶片烧制成  $\Phi 89$  的半圆弧型，贴合晶片一侧楔块也加工成  $\Phi 89$  的半圆弧型。）这种探头既有线聚焦探头的部分特点，如能量相对集中，分辨率和灵敏度高，杂波少，指向性好的特点，又有单晶探头的可操作性，无需另制作对比试块。可以有效解决这一问题。

目前有《承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第 2 部分：A 型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）两部行业标准涉及小径管对接接头的超声波检测工艺，但均有一定的局限性无法单独覆盖小径管对接接头的超声波检测，因此制定压力管道小径管对接接头超声检测工艺标准十分必要，对规范化工生产装置的压力管道检测具有重要意义。

## 2 标准制定工作简况

### 2.1 任务来源

本标准曾在 2023 年由内蒙古精广通科技有限公司提出作为企业标准进行了公示。

本标准依据内蒙古石油和化学工业协会团体标准管理办法，经申请批准于 2024 年 1 月作为团体标准立项。

### 2.2 标准编制单位

标准起草单位为内蒙古精广通科技有限公司公司、宁夏鲁银工程检测有限公司、内蒙古自治区特种设备检验研究院巴彦淖尔分院、内蒙古自治区特种设备检验研究院乌海分院、山东泰思特检测有限公司、包头市金安无损检测有限责任公司、中国成达工程有限公司。

### 2.3 主要起草人：

张忠胜、朱伟明、李海洋、苗东升、储波、李松涛、侯小伟、程义和、崔金升、侯永勋、刘德鑫、王亮

### 2.4 主要工作过程

标准的编制单位组织有关研究人员成立标准制定工作组，于 2022 年 3 月启动本标准的制定相关工作。

主要工作内容如下：

#### (1) 标准制定工作组的成立

成立标准制定工作组，工作组通过讨论和研究，制定出相应的工作计划。

#### (2) 标准制定的准备工作

根据标准参编单位总结化工装置压力管道检测工作中的需求和经验，结合各单位检测工作开展的实际情况。提出标准的主要参数和技术要求，进行意见征求和论证。

### (3) 标准草案的编制

起草组专家以认真负责、科学规范、客观公正、实事求是的态度，按照制定标准的科学性、先进性和可操作性的原则，结合《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）等国内相关基础标准与各检测单位检测规程等技术文件的有关内容，确定了检测的具体参数和标准的主要内容，同时组织各检测单位开展对比实验验证检测方法的可靠性，通过广泛征求意见，形成了企业标准，于2022年5月公布。根据企业标准的使用情况结合自治区的化工生产装置压力管道管理的具体需要进一步整理，形成了标准草案。

### (4) 标准报审稿的形成

标准草案在进一步向化工生产装置压力管道管理、检测的专家征求意见，经过讨论和进一步的分析研究后，2024年2月形成了报审稿。

## 2.5 起草组组成成员及其所做的主要工作

起草组组成人员：张忠胜、朱伟明、李海洋、苗东升、储波、李松涛、侯小伟、程义和、崔金升、侯永勋、刘德鑫、王亮。

主要工作如下：

张忠胜、侯小伟、程义和、王亮：标准项目的提出和标准编写的组织；

朱伟明、苗东升、李松涛、刘德鑫：标准中检测方法方面内容的编写；

李海洋、储波、崔金升、侯永勋：标准涉及的对比实验；

### 3 标准编制原则和标准主要内容

本标准依据《标准化工作准则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）规定的要求进行编写完成。

#### 3.1 制订原则

科学性：本标准结合国内现行标准《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）等国内相关行业标准中与化工生产装置压力管道小径管对接接头的超声波检测有关的内容，同时考虑到化工装置压力管道技术管理的实际需求。保证了小径管对接接头的超声波检测相关方法的科学、准确和统一。

先进性：围绕化工生产装置压力管道检测方法的实际需要，提出针对外径25~89mm的小径管对接接头的检测方法和焊接接头质量分级指标，明确焊接缺陷的判定方法，更好的规范小径管对接接头的焊接质量控制，规范了小径管对接接头超声波检测，属国内领先。

可操作性：为强化标准可操作性，针对外径25~89mm的小径管对接接头检测的特点，按照压力管道的通用习惯，规定了具体的焊接

接头质量分级指标，测试方法全部为现行国家标准或行业惯例。对数据处理和结果判定，按照当前普遍采用的方法，进行了明确规定。

本标准的制定，统一了外径 25~89mm 的小径管对接接头检测的 A 型脉冲反射法技术要求，规范了化工生产装置压力管道对接接头的质量控制，标准的实施将更加科学地促进和指导压力管道对接接头焊接的质量管理，有效提升化工生产装置运行的可靠性。

### 3.2 制定标准依据的技术性规范

GB/T 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作与检验方法

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

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

DL/T 820.1 管道焊接接头超声波检测技术规程 第 1 部分：通用技术要求

DL/T 820.2-2019 管道焊接接头超声波检测技术规程 第 2 部分：A 型脉冲反射法

JB/T 8428 无损检测 超声试块通用规范

JB/T 9214 无损检测 A 型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法

JB/T 10062 超声探伤用探头性能测试方法

NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求

NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

### 3.3 主要编制内容说明

#### 3.3.1 标准的内容

本标准规定了压力管道小径管对接接头超声检测工艺，内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、检测位置及探头移动区、扫查方法、外径25~32mm的小径管对接接头的检测、外径32~89mm的小径管对接接头的检测、焊接缺陷的判定九个章节。

#### 3.3.2 标准内容说明

##### 3.3.2.1 适用范围

鉴于压力管道的范围是外径25mm以上，所以将本标准的范围定义为外径25~89mm的小径管对接接头的超声检测方法及其检测结果的判定，参照《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）确定不适用于铸钢、壁厚大于18mm奥氏体不锈钢等粗晶材料的焊接接头、也不适用奥氏体和珠光体的异种钢焊接接头。

##### 3.3.2.2 检测工艺

根据《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3-2015）和《管道焊接接头超声波检测技术规程 第2部分：A型脉冲反射法》（DL/T 820.2-2019）的规定，确定检测工艺的基本技术参数，同时总结了检测单位作业指导书和技术要求，对检测方法进行了统一规定。

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/04622312100010144>