

2022 年度 NDT 设备新锐

北京韦林意威特工业内窥镜有限公司

仪器名称：Mentor Visual iQ™ 工业视频内窥镜

主要参数：

- 像素：6.1，8.4mm 直径探头，CCD 原生像素值高达 120 万以上；4.0，6.2mm 直径探头，CCD 原生像素值 44 万；
- 直径：4.0，6.1，6.2，8.4mm；
- 有效工作长度：2.0，3.0，3.5，4.5，6.0，10.0m 等；
- 探头工作温度：-25℃ ~100℃；
- 温度传感器：内置温度传感器，具有两级超温报警功能，超温时可实时显示温度图标；
- 防护等级：IP65；
- 测量功能：单物镜相位扫描三维立体测量法、双物镜三维立体测量法、普通双物镜测量法、比较法测量；
- 测量方法：不仅包含长度、点到线、深度、面积、多线段 5 种常规测量方法，还包含深度剖面测量、区域深度剖面测量、测量平面、叶片与机匣间隙自动测量共 9 种快捷测量方法；
- 特有功能：叶片智能计数分析功能，ADR 人工智能辅助缺陷判断功能，3D 缝合功能。

开发背景：

工业内窥镜在当今无损检测行业的应用日趋广泛，各行业检测人员对其要求也越来越高；不仅要求其具有超高清的成像质量、真实的色彩还原，单手指可操控的大角度、灵活的纯电动



360° 全方位无死角连续导向，可自动连续调节并辅以手动调节的高亮度照明输出光，以及符合人机工程学原理的一体化手持机式的便携型设计，精准、大视野的定量测量功能，还要求其可协助检测人员高效、高质量地完成检测任务；为了持续为客户创造价值，韦林工业视频内窥镜研发出叶片智能计数分析功能、ADR 人工智能辅助缺陷判断功能、3D 缝合功能等，可供用户选择。

改进或创新点：

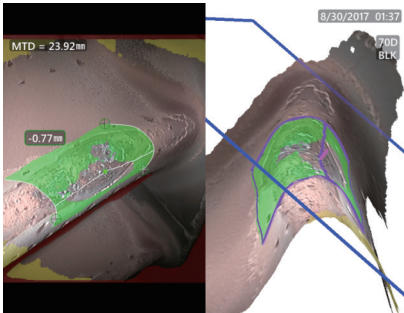
韦林 Mentor Visual iQ™ 工业视频内窥镜，具有观察与测量功能二合一的单物镜相位扫描三维立体测量技术，单物镜的三维相位扫描测量镜头的视野范围为 105°，焦距范围最近可达 3mm，焦距范围最远可达 250mm 以上，集成了最新主动式 3D 光栅扫描数字点云建模测量分析功能，使得单物镜的相位扫描测量镜头能够一次性地完成对被检测对象缺陷的定位观察和定量测量，可有效避免使用传统双物镜测量技术需要更换观察镜头及测量镜头带来的难以定位、增加孔探穿插次数等问题；具有多种测量模式，除长度、点到线、深度、面积、多线段 5 种常规测量模式外，还可进行深度剖面测量、区域深度剖面测量、测量平面、叶片与机匣间隙自动测量等。其可显示剖面视图、以便更加直观地查看缺陷“深度”情况，可生成点云图、深度图，实时全方位 3D 旋转、放大，以便更加精准地选取测量点并实时进行校验，甚至可以将三维立体相位扫描测量的点云数据直接输入 3D 打印机还原缺陷的实物模型以便进一步分析与研判。

韦林 Mentor Visual iQ™ 工业视频内窥镜还可搭载叶片智能计数分析功能，ADR 人工智能辅助缺陷判断功能，3D 缝合功能等，可更加精准

地完成各种检测任务。

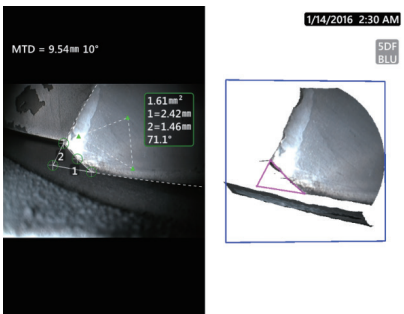
典型应用：

区域深度剖面测量功能，可直接精确测量位于弧面上的凹坑深度，比如涡轮叶片或涡轮导向叶片前缘弧面上的烧蚀等损伤的深度，避免在弧面上使用点到面测量模式测量深度造成测量结果偏差过大的情况。



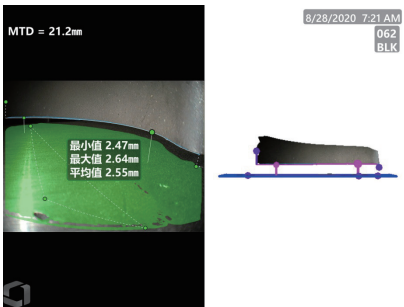
涡轮叶片弧面上的烧蚀深度测量实拍图

测量平面功能，可辅助快速精确模拟还原测量叶片叶尖材料丢失的面积、边长、顶角等尺寸，避免进行繁琐的多次点到线距离的测量，提高精确度和孔探效率。



叶片叶尖材料丢失的面积、边长、顶角等尺寸测量实拍图

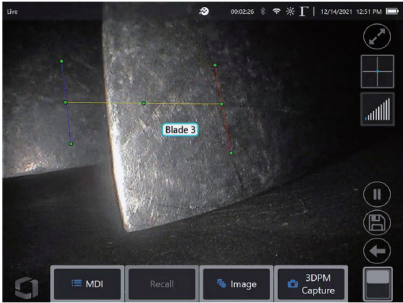
叶片与机匣间隙自动测量功能，可自动测算叶片到机匣之间的最大距离、最小距离与平均距离，减少检测人员手动逐点测量时间，精准且省时省力。



涡轮叶片与机匣间隙自动测量实拍图

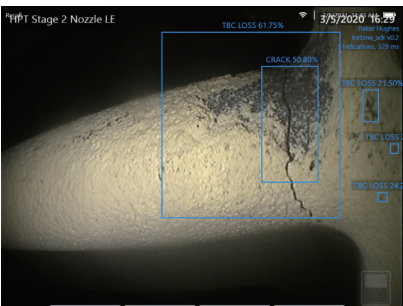
ADR 人工智能辅助缺陷判断功能，例如涂层

脱落、凹痕 / 缺口、裂纹、擦伤等缺陷判断，有效提高检测效率及质量，可将其应用至更多、更广的检测任务中。



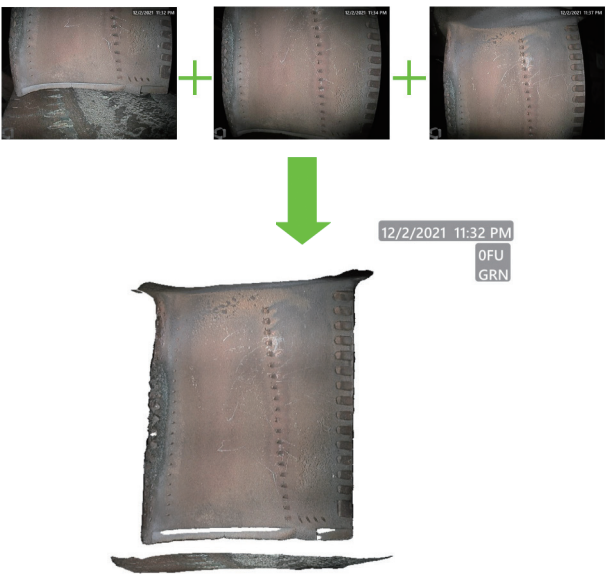
ADR 人工智能辅助缺陷判断功能实拍图

叶片智能计数分析功能，可自动记录检测的叶片级数、无需手动记录 / 标记，可有效提高检测效率及准确性，减少停机时间，降低维护成本。



叶片智能计数分析功能实拍图

3D 缝合功能，可将多达 5 个 3DPM 图像拼接在一起，创建更大、更完整的检查区域图片，可直接在“拼接缝合”后的图像上测量更大的缺陷，可更加精准地定位缺陷位置。



3D 缝合功能实拍图

韦林 **Mentor Visual iQ™** 工业视频内窥镜可广泛应用于航空、航天、民航、电力、核能、石油、石化、汽车、铁路、船舶、兵器、锅检等领域，可更清晰、更准确、更高效地对被检测对象的内部缺陷进行定性观察和定量测量分析，以及查找排除多余物，是无损检测应用中不可缺少的重要检测手段之一。

荣誉用户：

中国东方航空股份有限公司、中国南方航空股份有限公司、中国国际航空股份有限公司、海南航空、珠海保税区摩天宇航空发动机维修有限公司、北京飞机维修工程有限公司、广州飞机维修工程有限公司、中国商用飞机有限责任公司、中国航空工业集团、中国航空发动机集团、西安航空发动机（集团）有限公司、东方电气集团、上海电气集团、哈尔滨电气集团、南京汽轮机集团有限责任公司、中核集团、中广核集团、国核集团、中石油管道联合有限公司、华晨宝马汽车有限公司、北京奔驰汽车有限公司、北京汽车研究总院有限公司等。

武汉中科创新技术股份有限公司

仪器名称：超声波相控阵检测仪 HS PA30-S

主要参数：

- 相控阵通道：16:128；
- 聚焦模式：深度 / 声程 / 水平；
- 检测模式：相控阵 + 紧固应力 + TOFD + A；
- 质量：整机质量 3.5kg（含电池）。



开发背景：

近年来，无损检测领域发展迅速，新的检测工艺和待检测材料不断增多，对检测设备的功能要求也在不断提升。为满足市场需求，公司在常规相控阵仪器和单独应力检测仪器上进行集成功能升级，融合相控阵 + 紧固应力 + TOFD + A 扫 4 种检测模式，研发出 **HS PA30-S** 超声波相控阵检测仪，可实现对螺栓缺陷及紧固应力的灵活检测。

改进或创新点：

- 多能一体，小体积兼容螺栓缺陷检测、螺栓预紧力检测、**TOFD** 检测及 **A** 超检测功能；
- 检测界面数据可视化，辅以智能化一键波形搜索，检测速度更快；
- 仪器检测简单，相控阵晶片自动校准，探头直接放置在螺栓端头处即可直接读数；
- **A、C、L、3D** 多视图角度显示检测结果，判断缺陷更简单；
- 采用声速差与标准模型的对比算法，螺栓预紧力结果更精确，声时精度可达 **0.3ns**；
- 超声波设备小巧、便携、节能，依靠便携式的小容量电源就能长时间待机工作，利于现场高空作业。

典型应用：

风电系统、石油石化系统等螺栓一站式检测。

广东汕头超声电子股份有限公司超声仪器分公司

仪器名称：CTS-PA322T 型相控阵全聚焦（TFM）实时 3D 超声成像检测系统

主要参数：

- 通道数：64:128 通道相控阵、双通道 TOFD；
- 阵列支持：线阵 / 面阵 / DLA 双线阵 / DMA 双面阵等多种阵列探头；
- 成像功能：幅度 / 相位 3D TFM、多模式 3D TFM；
- 图像处理：实时希尔伯特变换、多组多模式 3D 图像融合；
- 校准功能：3D AIM 声学响应分布测量及校准补偿；
- 扫查功能：多组多模式 3D TFM+TOFD 组合扫查。



开发背景：

针对特殊类型缺陷，选择最佳 **TFM** 成像模式能够有效还原缺陷真实结构，从而使得缺陷性质评定变得更加简单直观。汕头超声最新研制的 3D AIM 声学响应分布图和多模式 3D TFM 成像

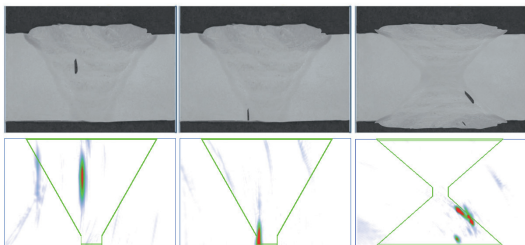
技术，可有效支持 2T、3T、4T 以及 TLT 等多种模式的 3D TFM 成像；多组多模式 3D TFM 加 TOFD 组合扫查功能，可最大化保证缺陷检出并还原缺陷真实结构；相位全聚焦成像功能，可显著提升高温氢损伤小缺陷及奥氏体不锈钢高衰减材料的缺陷检出率。

改进或创新点：

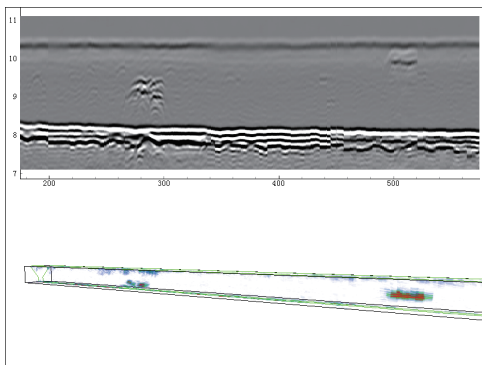
- **AIM 声学响应分布图：**反映特定 TFM 模式缺陷波幅声学响应分布，有助于检测人员调整检测工艺，为特定缺陷选择最佳 TFM 成像模式，提升 TFM 图像信噪比和缺陷检出率；



- **多模式 3D TFM 成像：**支持 2T、3T、4T 及 TL-T 等多种模式 TFM 成像，可最大化地提升缺陷检出率和还原缺陷真实结构；



- **多组多模式 3D TFM+TOFD 组合扫查：**多组多模式 3D TFM 和 TOFD 组合同步扫查，形成的 4D TFM 与 TOFD 连续扫查结果相互验证，可最大化保证缺陷检出。



典型应用：

- 特检领域焊缝检测；
- 风电领域主轴、螺栓及叶片检测；

- 铁路交通领域车轮、车轴检测等。

荣誉用户：

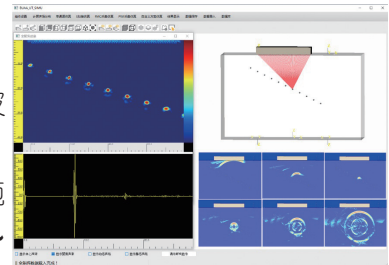
中国石油集团渤海钻探工程有限公司、湖北特种设备检验检测研究院等。

湖南瑞泰克检测科技有限公司

仪器名称：UTSim 超声检测仿真软件

主要参数：

- 具备阵列超声、单通道超声、导波等检测模式；
- 有效频率仿真范围为 0.5 MHz ~ 10 MHz；
- 阵列超声仿真支持阵元孔径数量 ≥ 128 ；
- 支持多波型模式、多反射模式等聚焦方案设置；
- 支持数值计算与半解析计算的仿真模式；
- 可设置平底孔、气孔及裂纹等类型缺陷；
- 可模拟声波与缺陷的相互作用，并动态显示声场传播过程。



开发背景：

通过超声检测仿真，可明确试样的超声传播特性，指导并优化超声检测工艺设计，显著提高超声检测效果。采用通用有限元等通用仿真工具进行超声检测仿真时，存在操作过于繁琐，技术门槛较高等局限性。为此开发超声仿真检测专用软件，可显著降低设计过程的经济成本和时间成本。

改进或创新点：

- 结合 CAD 三维建模引擎，可实现快速且准确的超声检测工艺建模；
- 预置典型楔块、试样、换能器等几何模型，并支持用户对形状和材料的自定义；
- 仿真过程完美模拟声波反射、衍射以及波型转换等实际存在的声学情形；
- 可完整获取超声全波数据，并支持 S 扫成像、全聚焦成像、平面波成像等多种后处理成像方法；
- 支持仿真区域的边界匹配吸收层和楔块吸收层的设置；
- 可实现超声检测声场分布仿真，定量对声场特

性进行评价。

典型应用：

- 焊接区域、多层粘接、复杂曲面等试样的超声检测方案验证；
- 超声检测工艺参数设计及优化；
- 被测试样中超声传播机理分析和特性研究。

荣誉用户：

上海航天精密机械研究所、北京工业大学、厦门大学、长沙理工大学、陕西工业职业技术学院。

德华材料检测有限公司

仪器名称：德国 DUERR 德尔 HD-CR 35 NDT Plus 数字成像扫描仪

主要参数：

- DUERR NDT 是世界上率先研发 $12.5\mu\text{m}$ 激光点扫描仪的公司，当 HD-CR35 Plus 设备与相应的高分辨率荧光物质存储器成像板配合使用时，可达到独特的 $30\mu\text{m}$ 空间分辨率（由 BAM 认证）；
- 拥有独特的 TreFoc 技术，可使激光光束总是与成像板和被检测对象关联，从而达到最大分辨率（16 位，65.536 灰度级）和最佳信噪比（ $<39\text{dB}$ ）；
- D-Tect 图像处理系统是由 DUERR 公司自行开发，是一套 ALL-IN-ONE 的解决方案。包括所有的图像采集、分析功能及相关报告的生成、导出、归档和数据库管理，可以量身定制，以满足您的要求；
- 拥有 4.3"LCD 彩色高清触摸屏，扫描时可直接将影像显示出来，直接将图像保存在设备内的储存卡里，也可通过 WI-FI 传送；
- 超轻便的扫描仪，质量仅 17.5kg；即便包括运输箱及电池，质量也不超过 28kg。

开发背景：

德国 DUERR 公司创办于 1941，一直在医疗行业处于领导水平。2006 年 1 月创办了 DUERR NDT 公司，主要是针对无损检测行业的数字化发展趋势，开发了数字扫描仪产品，扫描

仪工厂在德国的 Gechingen，其也是德国的科技工业及环保化工制造厂的核心城市。

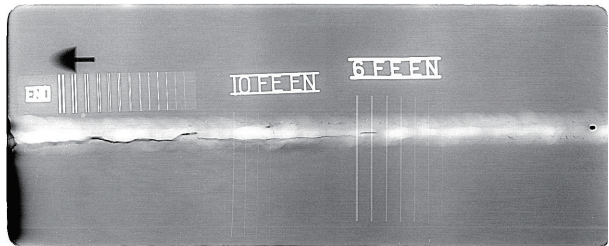
改进或创新点：

- 已通过中国特种设备检测研究院的设备性能测试认证；
- 提供了传统的 X 射线胶片的数字替代物，实际应用中节省了底片、洗片机、化学液体、暗房、观片灯，只要配合一台计算机图像软件，通过简易的步骤就能够取得高分辨率的图像，而且也大大减少了成像时间，形成了巨大的优势，也是近期 NDT 无损检测行业的核心产品之一；
- 可多次重复使用，不需要进行传统的药水洗片，如显影、定影等步骤，也不需要暗室，大大降低材料及人工成本，可不间断地自动进行多张图像的扫描，可自动保存图像进行图像处理，如加上编号、缺陷说明等，具有全自动计算机判别缺陷（包括缺陷大小、相对检测标准的级别等）的软件功能。数码图像可长久保存，可省却储存传统底片的空间及房间的特殊环保条件。

典型应用：



适用于窄长的 IP 板，导入和导出



焊缝检测

荣誉用户：



上海冠域检测科技有限公司

仪器名称：棒阳极 X 射线检测系统

主要参数：

- 焦点尺寸：0.6mm；
- 辐射角度：60°×360°；
- 最高管电压：100kV；
- 最大功率：50W；
- 棒阳极焦距：350mm；
- 最大管电流：0.5mA。



开发背景：

目前，对于小管径对接焊缝以及管板角焊缝的射线检测，常用的方法采用源和便携式 X 射线机。源透照辐射危害大，风险高，清晰度低，无法满足较高的检测要求；便携式 X 射线机无法对小管径对接焊缝进行中心透照。所以，公司研发了 MCTG35S 棒阳极 X 射线系统，棒阳极 X 射线管直径 12mm，可检测最小管径为 12.1mm 的小管径对接焊缝、管板角焊缝等，解决了目前源以及便携式 X 射线机无法解决的难题。

MCTG35S 棒阳极 X 射线系统是专用管子对接焊缝射线检测系统。高质量、高稳定性、高可靠性和独特的设计理念，提供了一个紧凑型的、可移动式的射线系统，以扩展棒阳极射线检测的应用范围，350mm 的焦距便于对难以进入的检测部位进行检测。

该系统具备较高的检测灵敏度，同时避免对人体、环境产生危害。该设备可以遥控控制 X 射线的开启和关闭，使用中可保证有足够远的防护距离，以确保探伤人员的安全。

改进或创新点：

普通或其他设备最小只能做到 25mm 左右，而棒阳极可以做到最小 12.1mm。

技术优势：

- 焦点小、检测灵敏度高、可靠性好；
- 现场适应性强、防护距离小、安全可靠；
- 检测速度快、效率高。

典型应用：



对接焊缝

荣誉用户：

镇海炼化

常州元立超声技术有限公司

仪器名称：接触式聚焦直、斜探头

主要参数：

- 探头频率：2.5MHz, 5MHz 等；

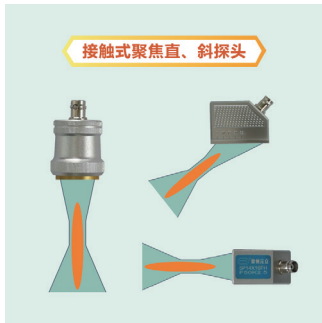
- 压电陶瓷尺寸：

φ 20mm，φ 25mm，φ 30mm 等；

14mm×16mm，

16mm×18mm，18mm×20mm 等；

- 焦距：20，40，60，80mm 等。



开发背景：

在超声波探伤过程中需要一种声束直径小，单位能量密度高的探头，称之为聚焦探头。目前液浸探伤使用的液浸纵波聚焦探头（透镜聚焦）设计制造比较成熟，但使用场合有限，而对于另一种直接接触式聚焦探头，超声波探伤界经几十年研究，目前国内尚无该类成品供应。斜聚焦探头的设计方案都是利用光学原理，采用几何聚焦方法，主要有 4 种：一是曲面透镜片聚焦，二是曲面压电陶瓷片聚焦，三是曲面反射镜聚焦，四是菲涅尔透镜聚焦。以上聚焦方案都有一个共同的缺陷，即忽视了光传播特性与超声波传播特性的差异，因此设计的超声波斜聚焦探头聚焦效果差。有人将曲面声透镜，曲面压电陶瓷片，曲面

反射镜设计成特殊曲面，但由于加工复杂，未能从根本上解决聚焦和超声波在第二介质中的发散问题，因此没有真正成功的实例和成果应用。

改进或创新点:

本创新的目的在于提供一种实用有效的 A 型超声波探伤使用的超声波聚焦探头。其理论根据为超声波发射源的振动（惠根斯原理），波的叠加与干涉，超声波传播的相位特性，非均匀激发的声场特征等超声波理论。设计一种新型的平面压电陶瓷发射源，这种新的发射声源的中心到边缘，发射的超声波存在一定程度的相位差，改变相位差使超声波能量产生叠加，使超声波声束中心区能量集中形成聚焦区域，从而有利高灵敏度探测缺陷和缺陷的边缘定位。聚焦型压电陶瓷片的制作采用质地均匀的压电陶瓷片进行纵横向切割，结构类似于 1—3 压电陶瓷复合片，不同的是压电陶瓷片中心和边缘体积分数存在差异，填充的高分子材料也有所不同，因此压电陶瓷片中心和边缘具有不同的声阻抗、不同的电阻抗和相位角，导纳也存在差异，当聚焦型压电陶瓷片被超声波探伤仪激励后，产生振动，质点振动传递方向是一致的（而不是几何超声聚焦改变超声波传播方向），相邻质点振动时由于相位差产生干涉，能量叠加增强或削弱，最终在声束轴中心形成能量密度较高的聚焦区。聚焦型压电陶瓷制作的聚焦探头具有更短的近场区，聚焦区具有更高的能量。

典型应用:

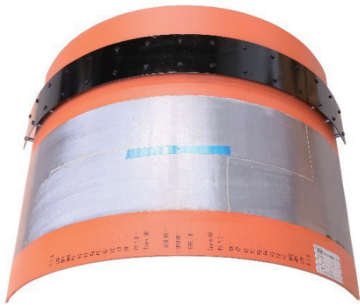
创新研制的聚焦压电陶瓷片，可制作直接接触式聚焦直探头、聚焦斜探头、液浸聚焦探头、双晶片聚焦直探头、双晶片聚焦斜探头、小角度聚焦纵波探头、聚焦测厚探头、无盲区探头、自动化探伤中的水膜式聚焦探头，并可制成各种专用聚焦探头等。技术效果：通过聚焦实现声场截面直径压缩声束变窄，单位能量密度增大，对比普通压电陶瓷做成的探头，线聚焦探头可提高增益 6dB 以上，点聚焦探头的增益比普通探头的增益提高 9dB 以上。故，具有广泛的应用前景。

山东瑞祥模具有限公司

仪器名称: AUT 试块

主要参数:

AUT 试块总体分为上游和下游两部分。上、下游缺陷相同，缺陷方向对称。试块的材料应与被检测管道的相同，用于做试块的材料在 $\phi 2\text{mm}$ 平底孔灵敏度下检测时，不得存在大于 $\phi 2\text{mm}$ 平底孔回波幅度 1/4 的缺欠信号。



根据管道壁厚、焊缝坡口形式及焊接填充次数对焊缝厚度方向进行分区，一般将焊缝厚度方向由下向上分为根焊区、钝边区、热焊区（下层）、热焊区（上层）、填充区、填充和盖面区。每个区域高度一般为 2mm ~ 3mm，设置两个对应的标准反射体用来进行该区域的灵敏度调整和缺欠定位。

标准反射体在水平方向分布，应使检测信号达到独立的程度，邻近区域的反射体互不干扰。试块制作完成后，必须经过国家的计量机构进行标定，合格后，再经过 AUT 检测技术调试，达到要求后方可使用。

开发背景:

AUT 试块作为长输油气管道全自动超声波检测的参考试块，其主要用于调节检测系统闸门位置及检测基准灵敏度，为评定缺欠提供依据；用于鉴定在野外检测过程中检测系统的灵敏度，并监视检测系统运行状况是否良好。

随着近年来国内外油气管线的大量施工，AUT 检测方法得到了广泛应用。作为无损检测的新技术，检验工艺的验证尤为重要，作为 AUT 技术检验工艺验证的主要工件，AUT 试块不仅要符合试块产品技术条件，还要依据检测工件的焊接工艺及所需满足各项检验要求，因此试块设计中，各标准反射体的位置、尺寸、方向、性质等参数均需满足焊接工艺及检验要求。AUT 试块中人工反射体一般包括平底孔、通槽、尖角槽、偏 V 形槽和矩形槽。

改进或创新点:

AUT 试块用标准的平底孔、矩形槽、尖角槽等定量化的缺陷来模拟长输油气管道自动化焊接所产生的不同部位的缺陷，为 AUT 检测技术定量

化检测提供依据。该试块能够满足碳钢管线对接环焊缝全自动超声波检测需求，并已经在众多工程中得到应用及验证，具有较强的可操作性，也为类似的检测技术校准试块的设计提供了参考。

典型应用：

中俄东线天然气管道项目、西气东输三线、西气东输四线。

荣誉用户：

中国石油天然气管道科学研究院、海洋石油

工程股份有限公司、徐州东方工程检测有限责任公司、洛阳欣隆工程检测有限公司。

《无损检测》编辑部

樊晓艳 整理

2022 年 11 月