

《无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》 编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1、任务来源

任务来源于国标委发[2025]34号文“国家标准化管理委员会关于下达2025年第六批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知”下达的项目计划，项目计划编号为：20252561-T-604，标准名称：无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验。本项目为国家标准项目（等同采用ISO 15548-2: 2013），项目主管部门：中国机械工业联合会，项目归口部门：全国试验机标准化技术委员会（SAC/TC122），负责起草单位：爱德森（厦门）电子有限公司、辽宁仪表研究有限责任公司等；计划周期：12个月，计划完成时间：2026年6月。

2、修订背景

GB/T 14480.2-2015《无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》主要针对涡流检测探头与它的连接部件的性能要求和检验方法进行规范。该标准自2015年12月10日发布以来，已近十年之久，为各行业领域的涡流检测探头的性能检验需求及实际工程应用提供了参考和指导，确保不同制造商的涡流检测探头在性能上具有可比性和一致性，对于促进涡流检测探头的发展发挥了重要的作用。通过规范涡流检测探头的性能要求，还可以确保涡流检测结果的可靠性和准确性。当下已经在航空、航天、核工、电力、冶金、船舶、石油化工、交通运输等领域得到了广泛应用。为了与国际市场接轨，且原标准GB/T 14480.2-2015发布已近十年之久，在翻译过程中难免存在着术语定义表述不规范、检验描述不清晰等诸多问题。一方面，随着行业的发展及用户需求的变化，很多专业术语的含义或应用背景可能已经发生了变化。GB/T 14480.2-2015中某些术语的定义未能与国际最新标准保持一致，导致在实际操作中出现了理解偏差和应用误区。这不仅影响了检验人员的操作效率，也对检验结果的可靠性产生了一定的负面影响。另一方面，检验描述在GB/T 14480.1-2015中也存在不清晰的问题。这造成了标准执行过程中，操作人员对检测方法理解不够深入，导致检测

结果的准确性和一致性受到影响。综上所述，亟需申请修订 GB/T 14480.2-2015。经过修订，标准将更加符合涡流检测探头的技术现状和发展前景，同时也能够提高标准的可操作性，有利于更好地推动标准的广泛应用。

3、主要工作过程

（1）起草阶段

计划下达后，2025年7月全国试验机标准化技术委员会无损检测仪器分技术委员会（TC122/SC1）组织各起草单位成立了标准起草工作组，由爱德森（厦门）电子有限公司牵头成立标准编辑工作组，负责主要起草工作。工作组对国内外涡流检测仪器的技术现状与发展情况进行了全面的调研，同时广泛搜集相关标准和国内外技术资料，经研究分析、资料查证，结合实际应用经验，进行全面总结和归纳；确定了标准编写原则和分工，提出标准编制进度安排。按照标准编制计划，标准起草工作组全体成员之间通过邮件、微信、电话等方式，经过多次沟通协商，于2025年10月形成标准征求意见稿及其编制说明等相关附件，报全国试验机标准化技术委员会无损检测仪器分技术委员会秘书处。

（2）征求意见阶段

（3）送审阶段

（4）报批阶段

4、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准起草单位：爱德森（厦门）电子公司、辽宁仪表研究所有限责任公司、湖北工业大学、清华大学、厦门大学、中国铁道科学研究院集团有限公司、浙江省特种设备科学研究院、中国核工业二三建设有限公司、杭州德邦检测技术有限公司、中机试验装备股份有限公司。

本文件主要起草人：林俊明、宋小春、黄松岭、曾志伟、黄凤英、林泽森、王琳、叶宇峰、彭炎、黄剑军、吴潇潇、任霞。

所做的工作：林俊明工作组组长，主持全面协调工作，负责对各阶段标准的审核；宋小春、黄松岭为本标准主要执笔人，负责本标准的具体起草与编制；曾志伟、黄凤英、林泽森负责国内外相关技术文献和资料的收集、分析及资料查证，

对生产工艺、性能和使用经验进行总结和归纳；王琳、叶宇峰、彭炎负责对国内外产品和技术的现状与发展情况进行全面调研，黄剑军、吴潇潇负责对各方面的意见及建议进行归纳、整理。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

1、编制原则

本标准在起草过程中充分考虑到近年阵列涡流探头技术的发展，考虑到标准的先进性、通用性、可操作性和连续性原则，通过同行业内有影响力的专家进行交流、调研，结合目前国内外相关行业的发展需要，努力与国际市场接轨，编制本标准。

本标准等同采用ISO 15548-2:2013《无损检测 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》，在起草过程中，主要按照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》和GB/T 1.2—2020《标准化工作导则 第2部分：以ISO/IEC标准化文件为基础的标准化文件起草规则》的要求编写。

2、主要内容

本文件规定了探头及其连接部件的功能特性，并描述了测量和检验方法。

对这些特性的评估，使得涡流检测设备可以明确描述且具有可比性。

通过精选系统性能，能设计出符合要求的专用涡流检测系统。

本文件的规定亦适用于涡流辅助设备。

本文件未涉及性能检验指标及检验范围，这些内容由应用技术文件给出。

3、修订前后技术内容的对比

本文件使用翻译法等同采用ISO 15548-2:2013《无损检测 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》，本文件替代GB/T 14480.2-2015《无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》，与GB/T 14480.2-2015相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围的部分内容（见第1章，2015年版的第1章）；
- b) 更改了探头类型的部分内容（见4.1.2，2015年版的4.1.2）；
- c) 更改了物理特性的部分内容（见4.1.4，2015年版的4.1.4）；
- d) 更改了环境条件的部分规定（见4.1.6，2015年版的4.1.6）

- e) 更改了功能特性的部分内容（见4.3，2015年版的4.3）；
 - f) 更改了检验级别以及表1中的部分内容（见5.2，2015年版的5.2）；
 - g) 更改了修正操作的部分内容（见5.4，2015年版的5.4）；
 - h) 更改了电特性测量条件的部分内容（见6.1.2，2015年版的6.1.2）；
 - i) 更改了表面探头参考信号的部分内容（见6.2.3.2，2015年版的6.2.3.2）；
 - j) 更改了表面探头角灵敏度的部分内容（见6.2.3.3，2015年版的6.2.3.3）。
- 本标准的全部内容，经过标准起草组协商一致。

三、试验验证的分析、综述报告

涡流检测作为一种重要的无损检测方法，广泛应用于金属材料及构件表面及近表面的缺陷检测、材质分选、厚度测量等领域。涡流检测是利用导电材料中感应产生电流的电磁效应评价被检件的无损检测方法，测量和分析参量与感应电流的分布相关。涡流检测方法的主要优点包括不需要与被检件接触，无需耦合介质，可以应用较高的检测速度等。涡流检测设备包括涡流检测仪、涡流检测探头、涡流检测系统，以及检测时需要的辅助设备等。本标准主要涉及涡流检测探头的规定。

GB/T 14480.2-2015《无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》采用翻译法等同采用国际标准ISO 15548-2:2008，主要针对涡流检测探头的性能要求和检验方法进行规范。该标准自2015年12月10日发布以来，已近十年之久，为各行业涡流检测探头的性能验证和工程应用提供了重要依据和指导，在确保不同制造商探头性能可比性和一致性方面发挥了关键作用，有力推动了涡流检测探头的技术发展。目前，该标准已在航空、航天、核工业、电力、冶金、船舶、石油化工、交通运输等诸多领域得到广泛应用。

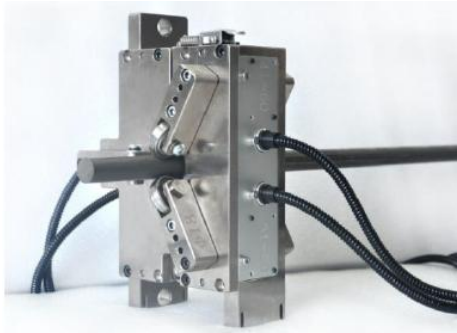
然而，在之前的翻译过程中，GB/T 14480.2-2015 的部分术语定义存在表述不规范的问题。随着行业技术进步和用户需求的演变，一些专业术语的含义及应用背景已发生变化，原标准中部分术语定义未能与国际最新标准保持同步，导致在实际应用中出现理解偏差和操作误区，不仅影响检测人员的操作效率，也可能对检测结果的可靠性造成一定影响。此外，目前ISO 15548-2的最新版本为ISO 15548-2:2013。为适应技术发展需求并与国际标准接轨，现对GB/T 14480.1-2015进行修订，等同采用ISO 15548-2:2013《无损检测 涡流检测设备 第2部分：探

头性能和检验》。本次修订将进一步规范涡流检测探头的性能要求，确保检测结果的可靠性与准确性。修订后的标准将更贴合当前涡流检测探头的技术现状与发展趋势，同时提升标准的可操作性，推动其在更广泛范围内的规范应用。

为验证标准修订内容的可操作性，本章节特征性地列举了部分代表性试验进行说明。试验采用笔式涡流检测探头（见图1a）进行表面探头性能测量，采用外穿式涡流检测探头（见图1b）进行同轴探头性能测量。



a) 表面探头



b) 同轴探头

图1 涡流检测探头

试验1 表面探头灵敏度试验

采用笔式涡流检测探头在参考试块（见图2b，试块上含有三个人工缺陷：深0.5 mm、深1.0 mm、深2.0 mm）上进行灵敏度测量试验。通过不同扫查角度下对缺陷的响应信号，确定探头实际首选扫查方向。如图2a)所示，在参考试块表面上，探头的首选扫查方向垂直于槽，使探头的中心通过每个槽的中间位置以均匀的速度进行线性扫查，得到参考试块上3个人工缺陷的涡流检测信号（见图3），所有缺陷均能够被检出。在恒定探头响应下，该参考试块表面开口槽检测的最小深度为0.5 mm。



a) 试验设备



b) 参考试块

图2 试验实况图



a) 深 0.5 mm 缺陷信号 b) 深 1.0 mm 缺陷信号 c) 深 2.0 mm 缺陷信号

图3 缺陷信号图

试验2 表面探头检测灵敏度变化测量试验

采用笔式涡流检测探头在参考试块（见图2b，试块上含有三个人工缺陷：深 0.5 mm、深1.0 mm、深2.0 mm）上，对不同裂纹深度进行信号相位角和信号幅值的测量试验。参数设置为：前置增益20 dB，驱动5，增益35 dB，初始相位0，高通/低通/数字滤波均设为关。试验结果如表1所示，在阻抗平面上观察获得的信号灵敏度变化。该探头重复扫查参考试块时，信号相位角的变化不超过 $\pm 3^\circ$ ，信号幅值的变化不超过 $\pm 10\%$ 。

表1 阵列探头的扫查检测表

频率	裂纹深度	幅值/相位
100 kHz	0.1 mm	40/77°
	1.0 mm	186/158°
	5.0 mm	256/159°
	10.0 mm	270/158°
1 MHz	0.1 mm	22/173°
	1.0 mm	145/7°
	5.0 mm	197/7°
	10.0 mm	202/8°
2 MHz	0.1 mm	10/90°
	1.0 mm	55/79°
	5.0 mm	73/68°
	10.0 mm	72/68°

试验3 表面探头边缘效应试验

采用笔式涡流检测探头在参考试块（见图2b，试块上含有三个人工缺陷：深0.5 mm、深1.0 mm、深2.0 mm）上进行边缘效应试验，验证探头对试块边缘区域信号的响应情况。将探头置于槽和相邻的试块边缘之间的中间位置无缺陷区域，设置涡流仪频率（分别选取100 Hz、500 kHz、2 MHz三个测试点），调整增益使仪器处于稳定工作状态，记录此时的背景信号幅值 B_0 。然后，将探头沿着首选扫查方向移动或垂直于首选扫查方向移动扫查至试块边缘区域（确保探头部分覆盖

边缘），记录边缘区域引发的信号幅值B，平行测量3次取平均值。接着，将探头移动至试块上的人工缺陷处，记录缺陷信号幅值M，同样平行测量3次取平均值。试验结果（见表2）表明，该探头能够有效区分边缘效应与真实缺陷信号，在工件边缘区域检测时，可保证结果的准确性，适应复杂工件边缘检测的需求。

表 2 边缘效应试验结果

测试点	B	M
100 Hz	20%	5%
500 kHz	20%	4%
2 MHz	16%	4%
允差	≤50%	≤10%

试验4 表面探头提离效应试验

采用笔式涡流检测探头在参考试块（见图2b，试块上含有三个人工缺陷：深0.5 mm、深1.0 mm、深2.0 mm）上进行提离效应试验，验证探头与被测工件表面距离变化时的性能稳定性。操作步骤如下：首先，将探头放置在试块无缺陷区域，保证探头线圈轴线与试块表面垂直，且线圈中心距试块边缘和人工缺陷的距离均不小于10 mm，避免边缘效应和缺陷信号干扰。设置涡流仪频率（分别选取100 Hz、500 kHz、2 MHz三个测试点），调整增益至合适档位，使仪器进入稳定工作状态。然后，在探头与试块表面贴合（提离值为 0）时，以正常速度移动探头扫查人工缺陷，记录涡流仪显示的缺陷信号幅值 A_0 ，平行测量3次并取平均值，作为提离值为0时的信号幅值。接着，在探头与试块之间分别垫入厚度为0.1 mm、0.2 mm、0.3 mm的绝缘材料，模拟不同提离值的检测场景。对每种提离值，重复扫查缺陷的操作，记录对应的缺陷信号幅值 A_1 、 A_2 、 A_3 ，同样平行测量3次取平均值。最后计算不同提离值下信号幅值的变化率。试验结果（见表3）表明，该探头在提离值变化时，仍能稳定检测缺陷信号，具备良好的提离效应适应性，可应对实际检测中探头与工件表面距离的微小变化。

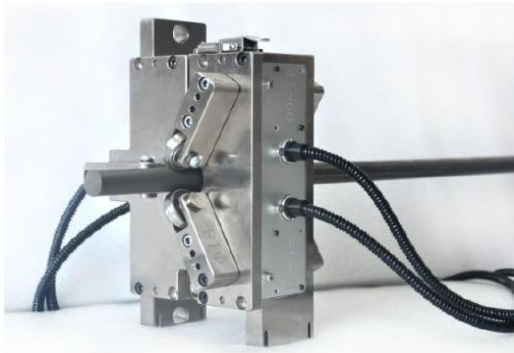
表 3 提离效应试验结果

测试点	D	允差（%）
100 Hz	3%	≥5
500 kHz	3%	
2 MHz	4%	

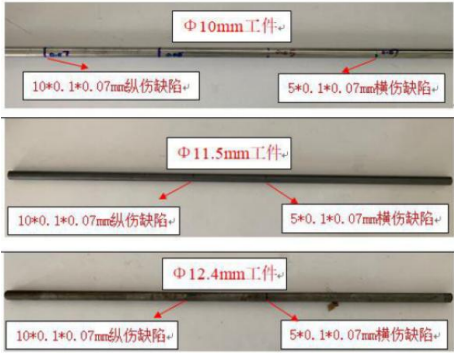
试验5 同轴探头灵敏度试验

采用外穿式涡流检测探头在一系列棒材（见图4b，棒材上含有横伤和纵伤缺陷，一系列棒材的管径分别为 $\phi 10\text{ mm}$ 、 $\phi 11.5\text{ mm}$ 、 $\phi 12.4\text{ mm}$ ）上进行灵敏

度测量试验。如图4a)所示,在棒材L/4的位置处平衡探头,探头在不同尺寸规格的棒材长度方向上扫查检测表面横纵伤缺陷,得到涡流检测信号(见图5),所有缺陷都可被清晰准确检出。

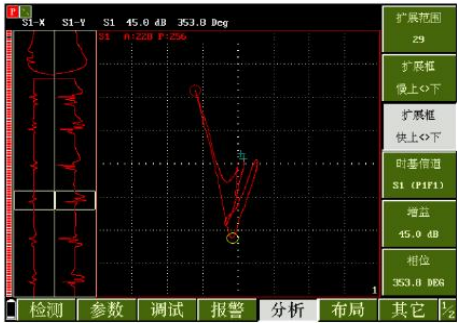


a) 试验设备

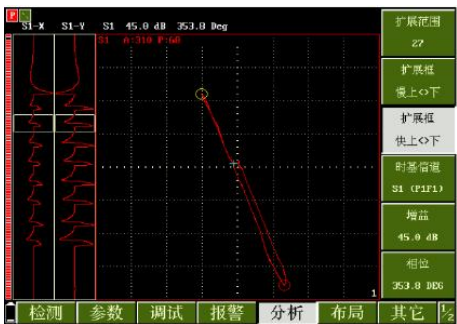


b) 参考试块

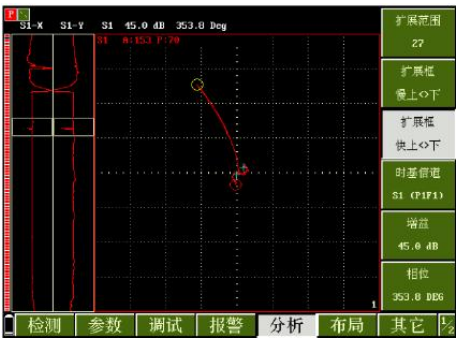
图4 试验实况图



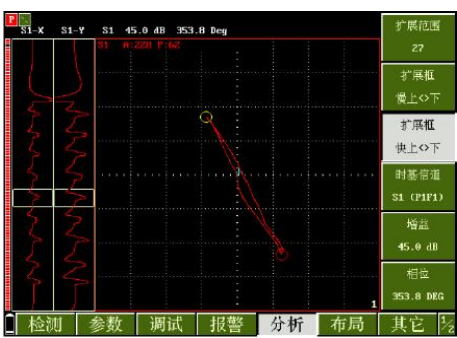
a) Φ 10 mm 棒材横伤缺陷信号



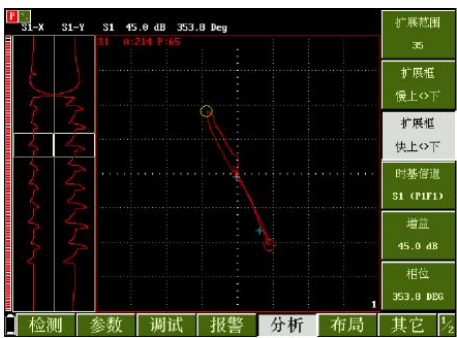
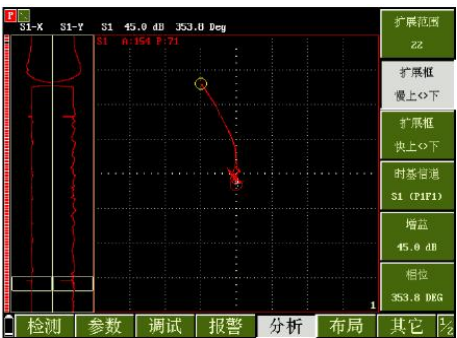
b) Φ 10 mm 棒材纵伤缺陷信号



c) Φ 11.5 mm 棒材横伤缺陷信号



d) Φ 11.5 mm 棒材纵伤缺陷信号



e) $\Phi 12.4$ mm 棒材横伤缺陷信号

f) $\Phi 12.4$ mm 棒材纵伤缺陷信号

图5 缺陷信号图

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准等同采用 ISO 15548-2:2013 《Non-destructive testing—Equipment for eddy current examination — Part 2:Probe characteristics and verification》，文本结构与 ISO 标准保持一致。本标准水平为国际先进水平。

五、以国际标准为基础的起草情况

本标准等同采用 ISO 15548-2:2013 《Non-destructive testing—Equipment for eddy current examination — Part 2:Probe characteristics and verification》，文本结构与 ISO 标准保持一致。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与我国的有关法律、行政法规和及相关标准协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

九、实施国家标准的要求

本标准为修订标准，标准发布实施后将代替 GB/T 14480.2-2015 《无损检测仪器 涡流检测设备 第2部分：探头性能和检验》。建议本标准批准发布后6个月实施。

十、公平竞争审查说明

经公平竞争审查，本标准未限制或变相限制市场准入和退出、商品要素自由流动，不影响经营者生产经营成本以及生产经营行为，不存在违反相关规定情况。审查结论为符合要求，具体审查情况见《公平竞争审查表》。

十一、其他应当说明的事项

无。