ICS 29.240.20
CCS K 47

T/CS

团 体 标 准

T/CS 797—2026

电力保护金具超声检测规范

Ultrasonic testing specification for electric power protective fittings

2026 - 10 - 16 发布 2026 - 10 - 16 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
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 人员要求 2
6 检测仪器与器材 3
7 检测工艺规程 3
8 检测准备 3
9 检测方法 4
10 缺陷评定与分级 5
11 质量验收 5
12 记录与报告 5
13 验证方法 6

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。

本文件由永新电气科技集团有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：永新电气科技集团有限公司、皖能电气有限公司、河北锐新钢结构制造有限公司、中安达电气科技股份有限公司、相渝电力设备有限公司、贵州光力科技创新有限责任公司、浙江登然电力科技有限公司。

本文件主要起草人：门志远、黎莎莎、王伟峰、黄仁安、付莉、向明学、周贵春、杨国和。

电力保护金具超声检测规范

1 范围

本文件规定了电力保护金具超声检测的术语和定义、一般要求、人员要求、检测仪器与器材、检测工艺规程、检测准备、检测方法、缺陷评定与分级、质量验收、记录与报告及验证方法。

本文件适用于锻钢、铸钢、铸造铝合金和变形铝合金电力保护金具内部不连续性的超声检测。

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 2314 电力金具通用技术条件

GB/T 5075 电力金具名词术语

GB/T 6402 钢锻件超声检测方法

GB/T 6519 变形铝、镁合金产品超声波检验方法

GB/T 7233.1 铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件

GB/T 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作和控制方法

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 23905 无损检测 超声检测用试块

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 768.2 电力金具制造质量 第2部分：黑色金属锻制件

DL/T 768.5 电力金具制造质量 第5部分：铝制件

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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力保护金具 electric power protective fittings

用于架空输电线路、变电所母线及电气装置，对导线、地线、绝缘子和金具起防护、均压、屏蔽、防振等作用的金具。

3.2

超声检测 ultrasonic testing

利用超声波在工件中的传播、反射和衰减特性，对材料内部不连续性进行检测的方法。

3.3

对比试块 reference block

具有规定材质、形状、尺寸和人工反射体，用于调节检测灵敏度和评定缺陷的试块。

3.4

缺陷回波 flaw echo
由被检工件内部不连续性反射形成的超声信号。

3.5

评定线 evaluation line
在距离-波幅曲线上用于评定缺陷是否存在的基准曲线。

3.6

指示长度 indicated length
按规定的评定方法测得的缺陷在扫查方向上的尺寸。

3.7

扫查覆盖率 scanning coverage
超声声束有效覆盖被检区域的面积百分比。

4 一般要求

4.1 检测对象

电力保护金具中承受拉伸、弯曲、剪切或冲击载荷的部件，包括但不限于联塔金具、悬垂线夹船体、耐张线夹本体、防振锤线夹、间隔棒框架及连接臂。电力保护金具通用技术条件应符合 GB/T 2314 的规定。

4.2 检测时机

超声检测应在工件最终热处理完成并冷却至室温后进行。有表面处理工序的，检测应在表面处理前完成，并以该结果作为验收依据。若需在表面处理后检测，应保证检测面满足 4.5 条的表面准备要求，并在检测报告中注明。

4.3 检测比例

检测比例应按 DL/T 768.2、DL/T 768.5 或其他适用产品标准、设计文件、订货合同的规定执行。当上述文件无规定时，检测比例由制造单位和用户协商确定，并在检测工艺规程中明确。

4.4 检测区域

检测区域应覆盖被检部件的全部承载截面，包括孔边、圆角、截面突变处和壁厚变化区。扫查覆盖率应为 100%。

4.5 表面准备

检测面应无污物、氧化皮、松散油漆、镀层等影响超声耦合的附着物。检测面表面粗糙度 Ra 不应大于 6.3 μm，按 GB/T 10610 规定的方法测量，并依据 NB/T 47013.3 中表面准备的规定执行。当表面状态不能满足时，应进行局部打磨或机加工。

5 人员要求

5.1 检测人员应取得超声检测Ⅱ级及以上资格证书，且证书在有效期内。

5.2 检测报告签发人员应具有超声检测Ⅲ级资格，或具有超声检测Ⅱ级资格且从事超声检测工作 4 年以上。

5.3 检测人员应熟悉电力保护金具的材质、成型工艺和常见缺陷类型，每年应接受不少于 12 学时的与电力保护金具超声检测相关的专业技术培训，培训记录应归档保存，作为人员能力持续评价的依据。

6 检测仪器与器材

6.1 超声检测仪器

应使用 A 型脉冲反射式超声检测仪。仪器水平线性和垂直线性误差不应大于±1%，动态范围不应小于 30 dB。仪器应具有距离-波幅曲线存储和回波包络功能。

6.2 探头

检测频率应选择 2 MHz～5 MHz。晶片直径不应小于 10 mm，且不应大于 25 mm。对几何尺寸受限无法使用上述晶片尺寸的工件，经对比试块验证后，可采用其他晶片尺寸，并在检测报告中注明。采用斜探头检测时，折射角（K 值）应根据工件厚度、几何形状及预期缺陷方向选择，并在检测工艺规程中明确。探头性能应符合 GB/T 27664.2 的规定。

6.3 试块

对比试块应符合 GB/T 11259 和 GB/T 23905 的规定。对比试块材料应与被检工件相同或声学特性相近，人工反射体类型、尺寸和埋深应覆盖被检厚度范围。对比试块应有明确的校准记录和合格标识，校准周期不超过 1 年。

6.4 耦合剂

应使用机油、工业甘油、纤维素浆料或专用超声耦合剂。耦合剂不应腐蚀工件，且应能充分润湿检测面。

6.5 仪器和探头组合性能检验

每次检测前应进行仪器和探头组合的性能核查，核查内容至少包括水平线性、垂直线性和灵敏度。全面性能检验应每年进行一次。

7 检测工艺规程

7.1 检测前应编制检测工艺规程，内容应至少包括：

a) 被检金具名称、型号、材质、制造工艺及热处理状态；
b) 检测标准、验收等级和检测比例；
c) 仪器型号、探头规格、耦合剂和对比试块编号；
d) 扫查路径、扫查分区和扫查覆盖率；
e) 检测灵敏度及距离-波幅曲线设置；
f) 缺陷定量方法和验收准则；
g) 检测记录和报告的内容要求；
h) 表面准备要求及扫查速度控制要求。

7.2 检测工艺规程应由超声检测Ⅲ级人员编制或审核，经制造单位技术负责人批准；当合同有要求时，应提交委托方确认。

8 检测准备

8.1 检测前核查

检测前应核查仪器、探头、试块和耦合剂，确认在检定或校准有效期内。仪器和探头组合的灵敏度应满足检测要求。

8.2 仪器调节

应调节仪器时基线比例，使被检厚度范围在屏幕有效范围内。距离-波幅曲线应至少设置评定线、定量线和判废线。扫查灵敏度应在评定线基础上提高 6 dB，按 NB/T 47013.3 中扫查灵敏度的规定执行。

8.3 灵敏度校准与复核

每次检测前和检测结束后应在对比试块上校准灵敏度。检测过程中应定期进行灵敏度复核，检测结束后应进行最终复核。前后灵敏度偏差超过±2 dB 时，应重新校准，并对自上次校准后检测的所有工件重新进行检测。

8.4 扫查速度

扫查速度不应超过 150 mm/s。该数值基于探头有效声束宽度和仪器响应时间确定；对于自动扫查系统，扫查速度需通过工艺试验验证。

8.5 检测面标记

应在工件检测面上标记扫查起点、扫查方向和工件编号，确保检测位置可追溯。

9 检测方法

9.1 锻钢金具

锻钢电力保护金具的超声检测应按 GB/T 6402 的规定执行，采用纵波直探头反射法。当工件形状复杂或按 GB/T 6402 的规定需采用斜探头检测时，应辅以斜探头横波检测。

9.2 铸钢金具

铸钢电力保护金具的超声检测应按 GB/T 7233.1 的规定执行，采用纵波直探头法。近表面检测区域即距检测面深度小于 10 mm 的区域，以及表面形状复杂部位，应采用双晶探头或小晶片探头。

9.3 铝合金金具

变形铝合金电力保护金具的超声检测应按 GB/T 6519 的规定执行。铸造铝合金电力保护金具的超声检测可参照 GB/T 6519 的检测方法执行，并应采用与被检铸件声学特性相同或相近的铸造铝合金专用对比试块。验收等级由设计文件或订货合同规定；无规定时，应严于 GB/T 6519 中相应变形铝合金的验收等级。

9.4 扫查方式

应进行 100%全面扫查。扫查方式分为以下两类：

a) 采用栅格扫查时，扫查间距不应大于探头晶片直径的 15%，且不应大于探头有效声束宽度在对应深度处测量值的 50%；

b) 采用连续扫查时，相邻扫查轨迹之间应有不低于 10%的覆盖重叠。

扫查覆盖率应通过扫查轨迹记录或编码器数据验证。

9.5 缺陷定量

发现缺陷后应采用 6 dB 法、距离-波幅曲线法或 DGS 法测定缺陷当量尺寸、指示长度和埋深。缺陷定位和定量应按仪器显示精度记录。波幅测量偏差采用两种方法对比时不应大于±2 dB。

10 缺陷评定与分级

10.1 缺陷评定依据

缺陷评定应依据距离-波幅曲线和验收等级进行。验收等级应按设计文件、订货合同或产品标准规定执行；无规定时，锻钢件验收等级按 GB/T 6402 的规定执行，铸钢件应按 GB/T 7233.1 中规定的验收等级执行，铝合金件应按 GB/T 6519 中规定的验收等级执行。

10.2 缺陷回波分类

缺陷回波按幅度和指示长度分为以下三类：

a) 点状缺陷：回波幅度高于评定线，指示长度小于 10 mm；
b) 条状缺陷：回波幅度高于评定线，指示长度不小于 10 mm 且具有方向性；
c) 密集缺陷：在任一区域内，点状缺陷回波数量超过所引用检测方法标准的规定值。

10.3 不允许缺陷

下列缺陷应判为不合格：

a) 裂纹；
b) 白点；
c) 缩孔，仅限铸钢件和铸铝件；
d) 非金属夹杂物，指单个指示长度大于 10 mm 或呈密集分布者。

上述缺陷由检测人员确认后，经审核人员复核，判为不合格。

10.4 缺陷记录

超过评定线的缺陷应记录其位置、埋深、指示长度、当量尺寸和回波幅度。

11 质量验收

11.1 检测结果由取得资格的人员评定，并出具检测报告。
11.2 验收合格的电力保护金具应在检测记录和流转卡上注明“超声检测合格”及检测报告编号。
11.3 不合格的电力保护金具应标记、隔离，并按不合格品控制程序处理。返修后应重新检测，检测灵敏度应重新校准，并记录返修前后的检测结果。
11.4 同一工件返修次数不应超过两次；超过两次返修仍不合格的，应予以报废。
11.5 制造单位应向用户提供超声检测报告及检测记录复印件，作为产品质量证明文件的组成部分。
11.6 批量交付时，应按检测工艺规程规定的比例进行抽检复核；抽检发现不合格时，该批工件应 100% 重新检测。
11.7 检测报告应作为产品验收和质量追溯的依据，与产品流转卡一同归档保存。

12 记录与报告

12.1 检测记录

检测记录应至少包括：

a) 产品名称、型号、规格、材质、炉批号或制造编号；
b) 检测标准、验收等级和检测比例；
c) 仪器型号、探头规格、试块编号、耦合剂；
d) 检测灵敏度、扫查覆盖率、扫查路径和扫查方式；
e) 缺陷类型（如裂纹、白点、缩孔、非金属夹杂物、点状缺陷、条状缺陷、密集缺陷等）、缺陷位置、埋深、指示长度、当量尺寸和回波幅度；
f) 缺陷示意图：应在工件检测面简图和/或剖面简图上标明工件编号、检测面、扫查方向、缺陷编号、缺陷类型、缺陷位置、埋深、指示长度、当量尺寸、回波幅度及分布范围；必要时附波形图、回波包络图、扫查轨迹图或编码器数据图；
g) 灵敏度校准记录，包括检测前校准、过程复核及结束后最终复核的数据；
h) 检测面状态及表面准备情况；
i) 检测结论，分为合格或不合格，以及检测人员签名、审核人员签名和日期。

12.2 检测报告

检测报告应至少包括：
a) 委托单位、制造单位；
b) 被检工件名称、型号、规格、材质、炉批号或制造编号；
c) 检测依据、验收等级、检测比例；
d) 仪器型号、探头规格、试块编号；
e) 检测结果、缺陷类型、缺陷明细、缺陷示意图、验收结论；
f) 检测人员和签发人签名及日期；
g) 检测报告编号。

12.3 记录保存

检测记录与报告保存期不应少于 10 年。涉及重要输电工程如特高压、大跨越的金具检测记录应永久保存。电子记录应定期备份，确保数据完整可读。

13 验证方法

13.1 一般要求

13.1.1 验证方法用于确认本文件规定的超声检测过程及其结果的有效性和可靠性。验证活动应由委托方或其授权的第三方监督检验机构组织实施，也可由制造单位质检部门在委托方见证下进行。验证结果应形成书面记录，作为检测质量追溯的依据。
13.1.2 验证对象应包括人员资格、检测设备与器材、检测工艺规程、检测灵敏度、扫查覆盖、缺陷定量结果以及检测记录与报告。

13.2 人员资格验证

查阅检测人员和报告签发人的资格证书，确认其超声检测资格等级满足第 5 章的要求，且证书在有效期内。资格证书应与实际从事的检测工作范围相适应。核查年度培训记录，确认满足 5.3 条的规定。

13.3 检测设备与器材验证

13.3.1 仪器性能验证

采用标准试块或仪器专用校验设备，测试仪器水平线性、垂直线性和动态范围。测试结果与第 6.1 条规定的指标进行比对，偏差应在允许范围内。核查仪器距离-波幅曲线存储和回波包络功能的可用性。

13.3.2 探头性能验证

在对比试块上测试探头频率、晶片有效直径和声束特性。测试结果应与探头标识一致，偏差不应超过探头标称值的允许范围。

13.3.3 仪器和探头组合性能验证

核查仪器和探头组合的性能验证记录，确认其满足第 6.5 条的规定。验证应在每次检测前进行，核查内容至少包括水平线性、垂直线性和灵敏度。

13.3.4 对比试块验证

核查对比试块的校准记录和合格标识，确认其在校准有效期内。对比试块的材料声学特性应与被检工件相同或相近，人工反射体类型、尺寸和埋深应覆盖被检厚度范围。铸造铝合金检测用对比试块应为铸造铝合金专用试块。

13.3.5 检测工艺规程验证

核查检测工艺规程的编制和审批是否符合第 7 章的规定，内容是否完整覆盖 7.1 条 a)至 h)的全部要素。

13.4 检测灵敏度验证

验证人员应确认第 8.3 条规定的灵敏度校准记录满足要求。对校准偏差超差的批次，应核查其重新检测的完整性和结果的有效性。

13.5 扫查覆盖验证

验证人员应通过查阅扫查轨迹记录或编码器数据，确认扫查覆盖满足第 9.4 条的要求。手动扫查无编码器时，应通过核查检测面标记和扫查路径记录进行验证。

13.6 缺陷定量验证

对已判定为不合格或处于验收界限附近即波幅位于定量线±2 dB 范围内的缺陷，应采用两种或两种以上定量方法进行复验。当量偏差不大于±2 dB 时，缺陷定量结果有效。密集缺陷应逐件复核其分类是否符合 10.2 条 c)的规定。

13.7 记录与报告验证

核查检测记录和报告的信息完整性，确认其满足第 12 章的规定，至少包括缺陷类型和缺陷示意图，检测过程应可追溯，原始数据应完整保存。核查 11.4 条至 11.6 条的执行记录。

13.8 验证结论

验证完成后应形成验证报告，内容包括验证项目、验证方法、验证结果、结论及验证人员签名和日期。验证不合格的项目应指出不符合项，并通知责任方整改后重新验证。