

T/EPIAJL

吉林省电力行业团体标准

T/EPIAJL 25—2025

输电铁塔焊缝缺陷低温环境下电磁超声波 检测技术导则

Technical guide of electromagnetic ultrasonic examination for power transmission
tower welding joints under low ambient temperature

2025 - 12 - 22 发布

2025 - 12 - 26 实施

吉林省电力行业协会 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 人员要求.....	1
5 设备要求.....	1
6 检测流程.....	2
7 检测结果的评定和质量等级评定.....	2
8 检测记录和报告.....	2
9 安全与防护.....	2
附 录 A （规范性） 低温环境下声速测定方法.....	4
附 录 B （资料性） 报告（模板）.....	5

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有可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由国网吉林省电力有限公司电力科学研究院提出。

本文件由吉林省电力行业协会归口。

本文件起草单位：国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、吉林省电力科学研究院有限公司、中国科学院金属研究所、吉林电力技术开发有限公司、国网黑龙江省电力有限公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：张焱、杜好阳、孙首珩、张华飞、张双楠、张浩、李沛、王玉喜、崔伦、赵伯阳、李龙、丁肇印、刘东旭。

国网团体标准

输电铁塔焊缝缺陷低温环境下电磁超声波检测技术导则

1 范围

本文件规定了在 $-15^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 低温环境下，对输电铁塔焊缝进行超声波检测的检测方法、缺陷评定及安全注意事项等要求。

本文件适用于 $-15^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 低温环境下金属材料制输电铁塔焊缝的电磁超声波检测。

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 11345	焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
DL/T 409	电力安全工作规程 电力线路部分
DL/T 1424	电网金属技术监督规程
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/T 11345和NB/T 47013.3界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 低温环境 low ambient temperature

温度范围为 $-15^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 的环境。

4 人员要求

4.1 从事低温环境下超声波检测的人员，应具备特种设备、机械工程学会无损检测超声波资格一级及以上资质。

4.2 检测人员应经过低温环境下超声波检测特殊要求的专项培训和实操考核。

4.3 专项培训项目不限于以下内容：低温对声速、设备性能、材料声学特性影响的理论知识，以及在实际低温环境下的校准、扫查和缺陷评定等实操技能。

5 设备要求

5.1 仪器

5.1.1 电磁超声波探伤仪和测厚仪的工作温度应覆盖至低温环境，并能在该温度下稳定运行。

5.1.2 在低温环境下使用仪器前，宜在保温条件下对仪器进行预热。

5.1.3 在规定的低温环境下，利用CSK-Ⅰ标准试块进行测试，灵敏度余量应不小于30dB。

5.2 探头

5.2.1 所选用电磁超声探头的工作温度应覆盖至低温环境，并能在该温度下稳定工作。

5.2.2 电磁超声探头连接电缆应在低温下保持柔韧性，无脆裂现象。

5.2.3 电磁超声探头选择

- 中心频率：宜为2 MHz、2.5 MHz或5 MHz，频率偏差不应超过标称值的 $\pm 10\%$ ；
- 带宽： -6dB 带宽不应小于标称中心频率的60%；

- c) 分辨率：横波直探头的远场分辨率应不小于 20dB；
- d) 探头型式：选用横波直探头。

5.3 试块

符合NB/T 47013.3中4.2.3的要求。

6 检测流程

6.1 检测前准备

- 6.1.1 应测量并记录检测区域的工件温度及环境温度。
- 6.1.2 应清除检测区域表面的冰、雪、霜、油污及其他影响检测的杂物。
- 6.1.3 检测区域表面粗糙度应符合检测等级的要求。

6.2 仪器校准

6.2.1 校准温度

仪器校准必须在与现场检测环境温度一致的条件下进行。校准试块表面温度与环境温度一致。

6.2.2 声速校准

应在低温环境下测定工件材料的实际声速（附录A）。

6.2.3 DAC/TCG 曲线制作

距离-波幅曲线（DAC）或时间校正增益（TCG）曲线必须在现场环境下，使用标准试块制作。

6.3 扫查

- 6.3.1 扫查速度：手动扫查速度不应大于 50 mm/s，自动扫查速度不应大于 100 mm/s。扫查时应保证探头移动平稳、连续，以确保对缺陷信号的识别。
- 6.3.2 扫查覆盖率应符合 GB/T 11345 中 12 章以及附录 A 的规定。

7 检测结果的评定和质量等级评定

- 7.1 所有缺陷的定量、定位和评定，均应基于 6.2.3 制作的 DAC/TCG 曲线进行。
- 7.2 焊缝的质量等级评定，除非设计文件或技术协议另有规定，应按 GB/T 11345 中 11.3 或 NB/T 47013.3 中 5.3.9 的规定执行。

8 检测记录和报告

检测记录和报告除应符合 GB/T 11345 中14章或 NB/T 47013.3 中9章的要求外，还应包括不限于以下信息：

- a) 检测时的环境温度和工件表面温度；
- e) 仪器和试块现场温度平衡时间；
- f) 低温环境下校准的实测声速值；
- g) 检测报告格式：格式参见附录 B。

9 安全与防护

- 9.1 检测人员应穿戴防寒、防滑劳动保护用品，防止冻伤和滑跌。
- 9.2 高空作业时，应遵守 DL/T 409，确保工作平台无冰雪，安全带系挂可靠。

- 9.3 在潮湿环境下操作仪器，应采取防触电措施。
- 9.4 遇有恶劣天气（如大风、暴雪等），应停止室外检测作业。

全国团体标准信息平台

附 录 A
(规范性)
低温环境下声速测定方法

A.1 范围

本附录规定了在 $-15^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 低温环境下,采用电磁超声波探伤仪测定工件材料实际横波声速的方法。

A.2 设备与试块

A.2.1 所用超声波探伤仪及电磁探头应符合本标准第5章的要求。

A.2.2 采用标准横波试块(如CSK-1A试块)或已知精确厚度的平底孔试块。试块材质应与被检工件相同或声学特性相近。

A.2.3 卡尺分辨率不低于 0.01 mm 。

A.2.4 测温仪精度不低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

A.3 测定步骤

A.3.1 温度平衡:将试块、探头置于目标低温环境中,直至用测温仪测量试块表面温度与环境温度一致。

A.3.2 仪器设置:开启仪器并预热至稳定。将探头耦合至试块测量区域。

A.3.3 基准反射体选择:在试块上选择两个厚度已知、且底面平行于探测面的台阶或区域,其厚度差(Δd)宜不小于 10 mm 。用卡尺精确测量两处的厚度值 d_1 和 d_2 ,计算厚度差:

$$\Delta d = |d_2 - d_1| \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

A.3.4 声时测量:

- a) 将探头置于厚度为 d_1 的区域,调节仪器增益,使第一次底面回波(B1)前沿清晰达到满屏高度的80%,记录此时回波前沿在时基线上的位置读数 t_1 (单位: μs);
- b) 将探头移至厚度为 d_2 的区域,保持仪器所有设置不变,记录第一次底面回波(B1)前沿的位置读数 t_2 (单位: μs);
- c) 计算声时差:

$$\Delta t = |t_2 - t_1| \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

A.3.5 声速计算:按公式(A.1和A.2)计算当前温度下的横波声速。

$$v = (2 \times \Delta d) / \Delta t \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中: v 为测定温度下的横波声速,单位为米每秒(m/s); Δd 为两测量区域的厚度差,单位为米(m); Δt 为两测量区域的声时差,单位为秒(s)。

A.4 测定报告

声速测定报告应至少包括:测定日期、环境温度、试块信息(材质、编号)、仪器与探头型号、实测厚度值(d_1 , d_2)、实测声时值(t_1 , t_2)、计算得到的声速值(v)及测定人员。

附 录 B
(资料性)
报告 (模板)

报告模板参考见表B.1。

表 B.1 报告模板

项目名称		检测内容	
委托单位		检测日期	
受检工件		工件规格	
工件材质		焊接方法	
环境温度		工件温度	
温度平衡时间		检测仪器	
探头频率		试块型号	
校准声速	标准试块值_____ m/s; 低温实测值_____ m/s		
检测标准			
检测范围与示意图	(此处为示意图框, 标注检测区域)		
检测结果	<input type="checkbox"/> 所检部位未发现超标缺陷。 <input type="checkbox"/> 所检部位发现超标缺陷, 详见记录 _____。		
结论	根据_____标准, 所检部位质量评定等级为 _____ 级。		
备注			
检测人员/资格:	编制人/资格:	审核人员/资格:	