

ICS 17.220.20
CCS D 4420

T/ZDL

浙江省电力行业协会团体标准

T/ZDL 038—2025

数智回路电阻测试技术规范

Technical specifications for smart loop resistance testing

2025-12-03 发布

2025-12-20 实施

浙江省电力行业协会 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 技术要求 2

 4.1 工作条件 2

 4.2 技术参数 2

 4.3 外观 2

 4.4 功能 3

 4.5 性能要求 3

 4.6 安全性能 4

 4.7 环境适应性要求 4

 4.8 电磁兼容 4

 4.9 可靠性试验 4

5 试验方法 4

 5.1 试验条件 4

 5.2 外观检查 4

 5.3 功能测试 5

 5.4 性能试验 5

 5.5 环境性能试验 6

 5.6 电磁兼容试验 7

 5.6 可靠性试验 7

6 检验规则 7

 6.1 总则 7

 6.2 型式试验 7

 6.3 出厂检验 8

 6.4 判定规则 8

7 标志、包装、运输、贮存 8

 7.1 标志 8

 7.2 包装 9

 7.3 运输 9

 7.4 贮存 9

附录 A(资料性) 测试仪工作原理 1

前 言

为提高城乡电网供电可靠性，优化回路电阻检测流程，提高检测效率，减少停电时间，提高安全保障水平，彰显电力行业社会责任，实现技术和经济双重效益，服务经济社会高质量发展，特制定本文件。

本文件依据 GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司提出。

本文件由浙江省电力行业协会技术归口。

本文件起草单位：国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司、华能（浙江）能源开发有限公司长兴分公司、嘉兴市电力行业协会、中核核电运行管理有限公司、嘉兴新嘉爱斯热电有限公司、杭州群特电气有限公司、浙江柯城抽水蓄能有限公司、浙江水利水电学院。

本标准主要起草人：李传才、翁东雷、高博、周迅、周刚、金盛、蔡亚楠、张凯、许路广、唐锦江、胡鹏飞、郑伟军、周卫国、傅利成、邱东晓、王玉昊、平佳伟、朱成亮、吴立文、张伟杰、蔡浩宇、唐汪翔、陈金凤、周雪梅、俞燕、丁建军、钱泱、许胜蔚、张怡。

本文件为首次发布。

数智回路电阻测试技术规范

1 范围

本文件规定了数智回路电阻测试技术规范的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等内容。

本文件主要适用于便携式数智回路电阻测试仪（以下简称测试仪）的设计、制造和使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的，凡是标注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

GB/T 6593 电子测量一起质量检验规则

GB/T 11463 电子测量仪器可靠性试验

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用电气设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

DL/T 845.4 电阻测量装置通用技术条件 第4部分：回路电阻测试仪

3 术语和定义

3.1

数智回路电阻测试仪 smart loop resistance tester

采用无线蓝牙通信、语音指令识别及接触式探头触发等技术，实现导电回路直流电阻智能测量的便携式电子测试仪。

3.2

便携式控制终端 handheld control terminal

由可伸缩式四探针组件（2电压/2电流）、微动开关及蓝牙通信模块构成的便携式控制终端。

3.3

移动端交互系统 mobile terminal interaction system

基于 Android 平台的专用应用程序，具备实时数据可视化、语音指令处理、设备健康度分析及测试报告管理等功能。

3.4

分辨率 resolution

指测量设备能够识别和区分的最小测量单位。

4 技术要求

4.1 工作条件

测试仪的工作条件应满足以下要求：

- a) 环境温度：-25℃～+50℃；
- b) 相对湿度：≤95%。

4.2 技术参数

4.2.1 输出特性

输出特性技术指标见表 1。

表 1 输出特性技术指标

档位	输出电流	纹波系数	稳定度	过流保护
50A	50±0.5A	≤1%rms	±0.2%	≥55A 触发
100A	100±1A	≤1.5%rms	±0.3%	≥110A 触发

4.2.2 测量特性

测量特性技术指标见表 2。

表 2 测量特性技术指标

量程	分辨率	基本误差	温度系数	重复性
0-5mΩ (100A)	0.1 μΩ	±0.5%rdg±2dgt	≤50ppm/℃	≤0.1%
0-10mΩ (50A)	0.1 μΩ	±0.5%rdg±2dgt	≤80ppm/℃	≤0.2%

4.3 外观

测试仪的外观应满足以下要求：

- a) 外观整洁，无明显的变形、缩痕、裂纹、划痕、剥落、锈蚀、油污、变色等缺陷。
- b) 铭牌标识，数字、符号标志正确、易辨、清晰。
- c) 测试仪的零件、部件、插件等应装配正确，牢固可靠。
- d) 具有良好的接地端子。

4.4 功能

测试仪功能流程图如图 1 所示

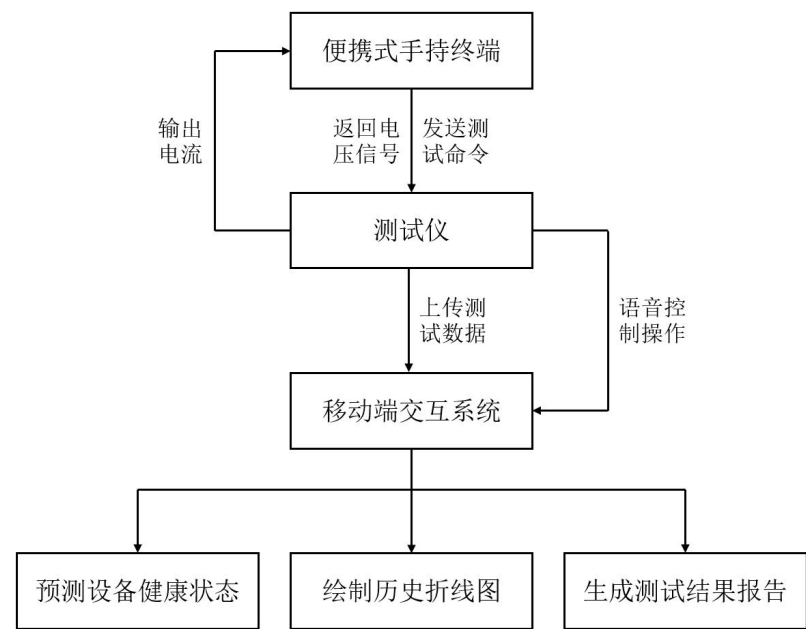


图 1 功能流程图

4.4.1 语音控制

移动端交互系统集成智能语音识别功能，支持普通话指令识别。

4.4.2 探头控制

便携式控制终端采用智能接触触发机制，当探头检测到稳定接触状态时自动触发测试。

4.4.3 电阻测量

测试仪适用于导电回路微欧级电阻的精确测量。

4.4.4 数据上传播报

测试数据实时上传至移动端交互系统并同步进行语音播报。

4.4.5 电流档位切换

测试仪输出电流档位支持双档可调，分别为 50A 和 100A。

4.4.6 报告生成

测试结果自动判别，生成测试报告，支持导出文件。

4.4.7 趋势预测

基于历史监测数据，采用时间序列分析方法或同类对比分析方法构建设备健康度演变趋势预测曲线。

4.5 性能要求

4.5.1 输出电流

测试仪直流输出采用双档位设计，支持 50A 和 100A 两档输出，档位切换时间≤1s，输出电流分辨率 1A，准确度 1%±2 个字，具备过载保护功能。输出电流超过额定值 10%时自动切断输出，保护响应时间≤50ms。

4.5.2 测量范围

测试仪在 50A 输出时，测量范围为 0~10mΩ，分辨率 0.1 μΩ，准确度 0.5%±2 个字；在 100A 输出时，测量范围为 0~5mΩ，分辨率 0.1 μΩ，准确度 0.5%±2 个字，双档位均采用四线制测量方式。

4.5.3 额定工作电流的维持时间

测试仪在测量范围内，在规定的工作下，额定工作电流为 100A 时，电流的维持时间应不低于 1min，其最大变化应不超过工作电流的允许误差，维持时间应满足式(1)的要求：

$$t = \frac{100A}{I} \times 60s \quad (1)$$

式中：t——额定工作电流的维持时间；

I——额定工作电流。

4.6 安全性能

4.6.1 绝缘电阻

测试仪的电源输入端对机壳之间的绝缘电阻不小于 20MΩ。

4.6.2 绝缘强度

测试仪的电源输入端对机壳之间应承受工频 1.5kV 电压，历时 1min，试验时无闪络和击穿现象。

4.7 环境适应性要求

测试仪的环境要求包含温度、湿度、振动、冲击和包装运输五个方面，其适应性应分别满足 GB/T 6587 中相关要求。

4.8 电磁兼容

测试仪的电磁兼容性应满足 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.8、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6、GB/T 17626.11 的相关要求。

4.9 可靠性试验

测试仪的平均无故障工作时间不小于 1000 小时，电池连续供电时间不小于 6 小时。

5 试验方法

5.1 试验条件

试验条件应满足以下要求：

- a) 环境温度：-25℃~+50℃；
- b) 相对湿度：≤95%。

5.2 外观检查

目测及手感综合的方法检查。

5.3 功能测试

5.3.1 语音控制

当测试时，对便携式控制终端说“开始测试”“停止测试”，测试仪会执行对应语音命令。

5.3.2 探头控制

使用测试仪加便携式控制终端进行测试，当探头检测到稳定接触状态时自动触发测试。

5.3.3 电阻测试

如图 2 所示，使用测试仪与标准电阻正确连接，启动测试。测试结果应在标准电阻的误差范围内。

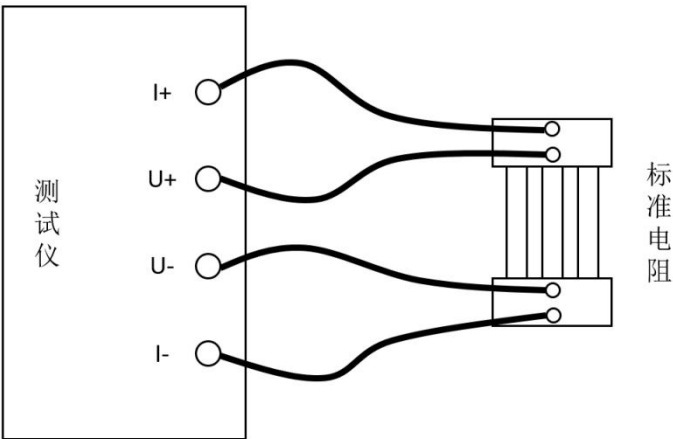


图 2 测试仪接线

5.3.4 数据上传播报

使用测试仪与标准电阻及移动端交互系统正确连接，启动测试。测试完成后，移动端交互系统上应显示测试数值并同步语音播报。

5.3.5 电流档位切换

使用测试仪与标准电阻正确连接，分别设置输出为 50A 和 100A，启动测试。测试完成后显示的电流值应为设置的电流，且在误差范围内。

5.3.6 报告生成

使用测试仪与标准电阻及移动端交互系统正确连接，启动测试。测试完成后，移动端自动生成测试报告并导出。

5.3.7 趋势预测

使用测试仪与标准电阻正确连接，执行连续 10 次重复测试，每次测试间隔时间 $\geq 30s$ ，测试完成后系统自动生成 10 次测试结果的折线图，并采用间序列分析方法或同类对比分析方法预测设备健康状态，预测结果应包含 95%置信区间。

5.4 性能试验

5.4.1 输出电流

如图 3 所示，使用配套测试夹具，将测试仪的电流输出端及电压采样端分别与标准电阻器的电流端和电压端相接，标准电阻器阻值调节为测试仪的测量上限值。数字电压表与标准电阻器的电压端并联。开始测试，工作电流从标准电阻器流过，当测试仪的工作电流稳定后，记下此时标准电压表的读数 U

和测试仪的工作电流的示值 I 。

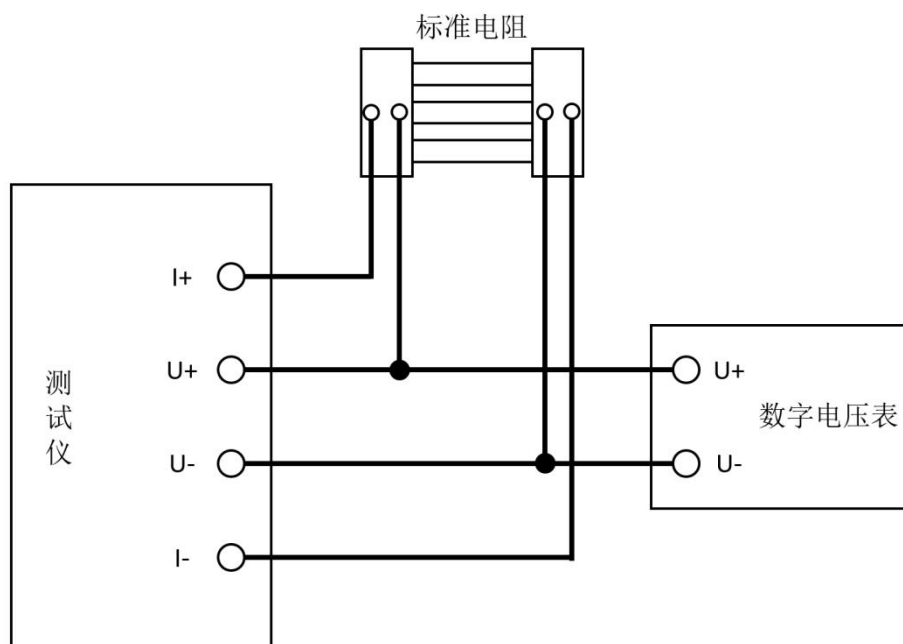


图3 电阻电压法检定测试仪工作电流的接线图
工作电流的实际值按式(2)计算：

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} \quad (2)$$

式中： I_0 ——工作电流的实际值；

U_0 ——标准电压表的读数；

R_0 ——标准电阻的实际值。

5.4.2 测量范围

使用测试仪与标准电阻正确连接，将档位设置为 50A，在 0~10mΩ 间均匀选取 10 个标准电阻 R_0 进行测量；将档位设置为 100A，在 0~5mΩ 间均匀选取 10 个标准电阻 R_0 进行测量，记录每次的测试数据 R ，测量误差按式(3)计算是否在标准范围内。

$$r = \left(\frac{R - R_0}{R_0} \right) \times 100\% \quad (3)$$

式中： r ——测试仪测量电阻的相对误差；

R ——测试仪测得显示的数据；

R_0 ——标准电阻的实际值。

5.4.3 额定工作电流的维持时间

使用配套测试夹具，将测试仪的电流输出端和电压采样端分别连接至标准电阻器的对应端子，数字电压表并联于标准电阻器电压端。选择标准电阻值为量程的 2/3 附近，启动测试，记录额定电流最小维持时间，并验证实际工作电流是否满足 ±1% 误差范围，确保测试精度和稳定性。

5.5 环境性能试验

5.5.1 电源适应性试验

按 GB/T 6587 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.5.2 温度试验

按 GB/T 6587 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.5.3 湿度试验

按 GB/T 6587 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.5.4 振动试验

按 GB/T 6587 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.5.5 冲击试验

按 GB/T 6587 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.5.6 包装运输试验

按 GB/T 6587 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6 电磁兼容试验

5.6.1 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 17626.2 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按 GB/T 17626.3 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按 GB/T 17626.4 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

按 GB/T 17626.5 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按 GB/T 17626.6 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6.6 工频磁场抗扰度试验

按 GB/T 17626.8 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6.7 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

按 GB/T 17626.11 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

5.6 可靠性试验

按 GB/T 11463 规定的相关试验要求和方法进行，结果应符合相应要求。

6 检验规则

6.1 总则

测试仪的检验分为型式试验和出厂检验。

6.2 型式试验

6.2.1 试验条件

下列情况之一的，应进行型式试验：

- a) 试制的新产品或产品定型时；
- b) 产品在主要设计、工艺、材料及元器件等有重大变更时；
- c) 当产品停产后恢复生产时也应进行型式试验；
- d) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求时。

6.2.2 抽样规则

型式检验的样品是从出厂检验合格的产品中随机抽取 3 台。

6.3 出厂检验

对每件产品均需公司质量检验部门进行出厂检验合格后出具合格证方可出厂。出厂时附产品说明书、产品的检验报告和产品的检验合格证。

6.4 判定规则

型式试验中如出现不合格项，则加倍抽样或对不合格项进行修复检验，如仍出现不合格，则判定型式试验不合格。

出厂检验中出现不合格项，对不合格项进行修复，直到合格。

检验项目见表 3。

表 3 检验项目

序号	检测项目	型式试验	出厂检验
1	外观检查	√	√
2	功能试验	√	√
3	性能试验	√	√
4	安全试验	√	√
5	环境性能试验	√	—
6	电磁兼容试验	√	—
7	可靠性试验	√	—
注：“√”为必须做试验项目，“—”为不做试验项目。			

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

测试仪铭牌应有下列明显标志：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品编号；
- d) 出厂年月；
- e) 制造厂名；
- f) 测量范围；
- g) 产品生产标准号。

7.2 包装

测试仪包装应满足 GB/T 191 的有关标志的规定，并标明“小心轻放”“向上”“防雨”等标志。测试仪应有内包装和外包装，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防振等措施。

7.3 运输

测试仪应适于陆运、空运、水运（海运），运输装卸按包装箱上的标志进行操作。运输允许的环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%。包装完整的测试仪在运输过程中应避免雨、雪的直接淋袭，并防止受到剧烈的撞击和振动。

7.4 贮存

包装完好的测试仪应满足 GB/T 25480 条款的贮存运输要求。长期不用的测试仪应保留原包装，使用前应重新进行基本功能检测。贮存测试仪的库房无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的危害。

附录 A
(资料性)
测试仪工作原理

测试仪基于四线法，通过恒流源向被测回路输出稳定电流，同步高精度检测回路电压降，结合欧姆定律计算电阻值，测试数据通过蓝牙上传至移动端交互系统，智能分析数据结果，预测设备健康状态，输出测试报告。

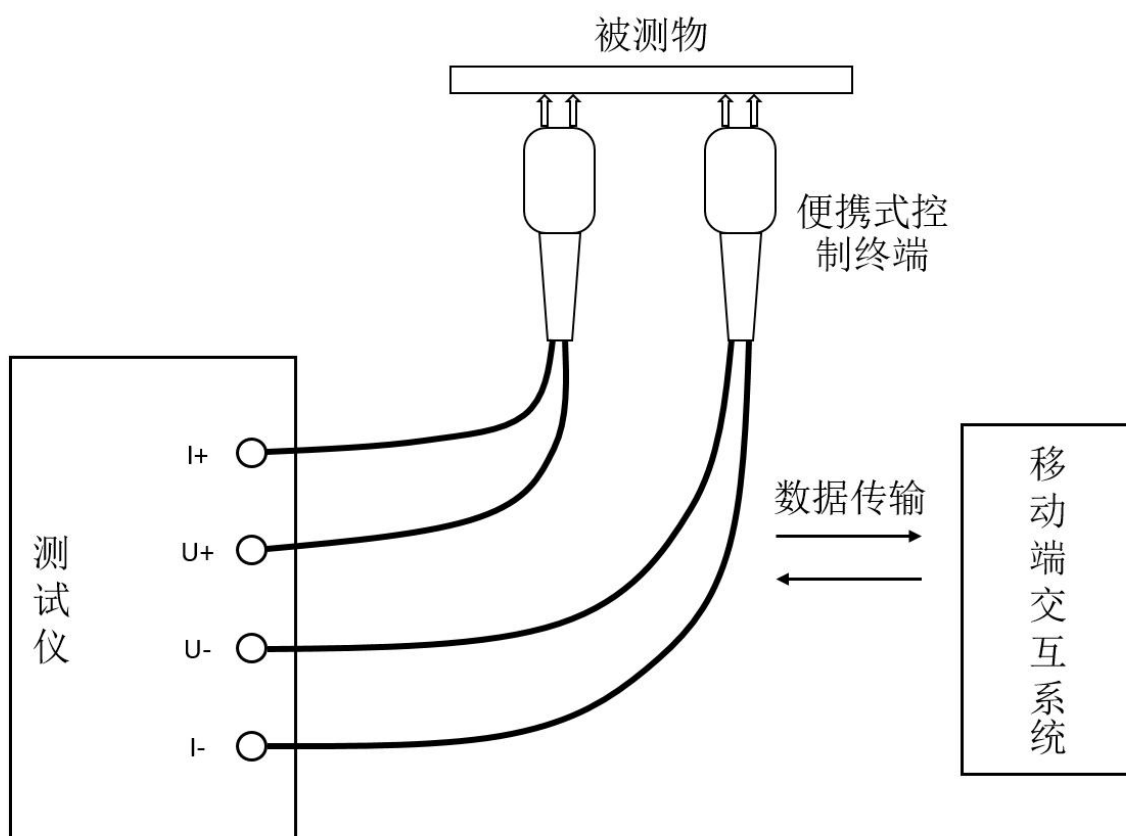


图 A.1 测试仪工作原理图