



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1529 — 2016

配电自动化终端设备检测规程

Inspection code for remote terminal unit equipments of distribution automation

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 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 检测种类 2

5 实验室检测 2

6 现场检测 16

附录 A（规范性附录） 检测系统示意图 20

附录 B（规范性附录） 误差等级指数及计算公式 21

附录 C（规范性附录） 电磁兼容性试验基本要求 24

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业供用电标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国网天津市电力公司、国网山东省电力公司。

本标准主要起草人：刘宣、祝恩国、章宏伟、林涛、唐悦、王鹏、王学伦、韩平、王肃。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

配电自动化终端设备检测规程

1 范围

本标准规定了配电自动化终端设备（包括馈线终端、站所终端、配电变压器终端，简称配电终端）实验室检测和现场检测的检测条件、检测方法和检测项目。

本标准适用于电力行业规范配电自动化终端设备的设计、制造、订货、验收、使用等环节。

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。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改本）适用于本文件。

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热方法

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2829—2002 周期检测计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB 4208—2008 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第11部分：第1篇：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法

GB/T 15153.1 运动设备及系统 第2部分：工作条件 电源和电磁兼容性

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验（IEC 60664-1:2007，IDT）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

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（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

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（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

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（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

GB/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验（IEC 61000-4-2 2001，IDT）

DL/T 634.5101 运动设备及系统 第5—101部分：传输规约 基本远动任务配套标准

DL/T 634.5104 运动设备及系统 第5—104部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问

DL/T 721—2013 配电自动化远方终端

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

配电终端 remote terminal unit of distribution automation

即配电自动化终端，安装在配电网的各种远方监测、控制单元的总称，主要包括馈线终端、站所

终端、配电变压器终端等。

3.2

馈线终端 feeder terminal unit (FTU)

指安装在配电网馈线回路的柱上和开关柜等处并具有遥信、遥测、遥控和馈线自动化功能的终端。

3.3

站所终端 distribution terminal unit (DTU)

指安装在配电网馈线回路的开关站、配电室、环网柜、箱式变电站等处，具有遥信、遥测、遥控和馈线自动化功能的终端。

3.4

配电变压器终端 transformer terminal unit (TTU)

指用于配电变压器的各种运行参数的监视、测量的配电自动化终端（简称配变终端）。

3.5

型式检测 type testing

依据产品标准，由质量技术监督部门或检验机构对新产品或老产品恢复生产以及设计和工艺有重大改进时所进行的检测。

3.6

专业检测 special testing

根据需要，对已投运配电自动化终端长期运行后的安全性、可靠性和实时性等质量指标进行的有针对性的实验室试验检测。

4 检测种类

4.1 实验室检测

实验室检测包括型式检测、专项检测和批次验收检测。批量生产或连续生产的设备在验收时，应进行批次验收检测。

4.2 现场检测

4.2.1 交接检测

新安装的配电终端在投入运行前应进行交接检测。

4.2.2 后续检测

根据配电自动化系统或配电终端运行工况，可安排进行配电终端现场检测。

5 实验室检测

5.1 检测条件

5.1.1 检测系统

配电终端的检测系统由装有测试软件的模拟主站、三相标准表、程控三相功率源、直流标准表、直流信号源、状态量模拟器、控制执行指示器、配电终端等构成，检测系统示意图见 A.1。

5.1.2 气候环境条件

5.1.2.1 除非另有规定，各项试验均在以下大气条件下进行：

- a) 温度：+15℃～+35℃；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～108kPa。

5.1.2.2 在每一项目的试验期间，大气环境条件应相对稳定。

5.1.3 电源条件

5.1.3.1 试验时电源条件为：

- a) 频率：50Hz，允许偏差-2%～+1%；
- b) 电压：220V，允许偏差±5%。

5.1.3.2 在每一项目的试验期间，电源条件应相对稳定。

5.1.4 测量仪表准确度等级要求

5.1.4.1 所有标准表的基本误差应不大于被测量准确等级的 1/4，推荐标准表的基本误差应不大于被测量准确等级的 1/10。

5.1.4.2 标准仪表应有一定的标度分辨力，使所取得的数值等于或高于被测量准确等级的 1/5。

5.2 检测方法

5.2.1 外观和结构

5.2.1.1 外观一般检查

外观一般检查，主要包括以下内容：

- a) 目测检查终端在显著部位应设置持久明晰的铭牌或标志，标志应包含产品型号、名称、制造厂名称和商标、出厂日期及编号；
- b) 目测检查终端应无明显的凹凸痕、划伤、裂缝和毛刺，镀层不应脱落，标牌文字、符号应清晰、耐久；
- c) 目测检查终端应具有独立的保护接地端子，并与外壳牢固连接。用游标卡尺测量接地螺栓的直径应不小于 6mm。

5.2.1.2 电气间隙和爬电距离

按 GB/T 16935.1—2008 规定的测量方法，用游标卡尺测量端子的电气间隙和爬电距离，应符合表 1 规定。

表 1 最小电气间隙和爬电距离

额定电压 V	电气间隙 mm	爬电距离 mm
$U \leq 25$	1	1.5
$25 < U \leq 60$	2	2
$60 < U \leq 250$	3	4
$250 < U \leq 380$	4	5

5.2.1.3 外壳和端子着火试验

- a) 在非金属外壳和端子排（座）及相关连接件的模拟样机上按 GB/T 5169.11 规定的方法进行试验，模拟样机使用的材料应与被试终端的材料相同。端子排（座）的热丝试验温度为 $960^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ ，外壳的热丝试验温度为 $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，试验时间为 30s。
- b) 在施加灼热丝期间，观察样品的试验端子以及端子周围，试验样品无火焰或不灼热；若样品在施加灼热丝期间产生火焰或灼热，应在灼热丝移去后 30s 内熄灭。

5.2.1.4 防尘试验

- a) 安装在户内的终端应按照 GB 4208—2008 中的 13.4 条规定的方法进行，将终端放置于防尘箱中，试验持续时间 8h，终端应达到 GB 4208—2008 规定的 IP20 级，具有防止不小于 12.5mm 固体异物进入的能力。
- b) 安装在户外的终端按照 GB 4208—2008 中的 13.3 条规定的方法进行，将终端放置于防尘箱中，试验持续时间 8h，终端应达到 GB 4208—2008 规定的 IP54 级，具有防尘的能力。

5.2.1.5 防水试验

- a) 安装在户内的终端不需进行此项试验。
- b) 安装在户外的终端按照 GB 4208—2008 中的 14.2.4 条规定的方法进行，将终端放置于淋雨箱中，试验持续时间 10min，终端应达到 GB 4208—2008 规定的 IP54 级，具有防溅水的能力。

5.2.2 基本功能和主要性能试验

5.2.2.1 与上级站通信正确性试验

被测设备的输入、输出口按 A.1 连接后，通过通信设备将终端与模拟主站相连。通电后，模拟主站应能正确显示遥信状态、召测的遥测数据。模拟主站发送遥控命令，终端应能正确执行，控制执行指示器应显示正确。

5.2.2.2 信息响应时间试验

在状态信号模拟器上拨动任何一路试验开关，在模拟主站上应观察到对应的遥信位变化，记录从模拟开关动作到遥信位变化的时间，响应时间应不大于 1s；在工频交流电量输入回路施加一个阶跃信号为较高额定值的 0~90%，或额定值的 100%~10%，模拟主站应显示对应的数值变化，记录从施加阶跃信号到数值变化的时间，响应时间应不大于 1s。

5.2.2.3 交流输入模拟量基本误差试验

交流输入模拟量基本误差试验主要包括以下内容：

a) 电压、电流基本误差测量：

- 1) 调程控三相功率源的输出，保持输入电量的频率为 50Hz，谐波分量为 0，依次施加输入电压额定值的 60%、80%、100%、120%和输入电流额定值的 5%、20%、40%、60%、80%、100%、120%及 0。
- 2) 待标准表读数稳定后，读取标准表的显示输入值 U_i 及 I_i ，通过模拟主站读取被测终端测量值 U_o 及 I_o ，电压基本误差 E_u 及电流基本误差 E_i （基本误差计算公式见附录 B）应符合 DL/T 721—2013 中的 4.5.1.1 中表 4 的规定。

b) 有功功率、无功功率基本误差测量：

- 1) 调程控三相功率源的输出, 保持输入电压为额定值, 频率为 50Hz, 改变输入电流为额定值的 5%、20%、40%、60%、80%、100%。
- 2) 待标准表读数稳定后, 分别记录标准表读出的输入有功功率 P_i 、无功功率 Q_i 和被测终端测出的有功功率 P_o 、无功功率 Q_o 。有功功率基本误差 E_p 及无功功率基本误差 E_q 应符合 DL/T 721—2013 中的 4.5.1.1 中表 4 的规定。
- c) 功率因数基本误差测量:
 - 1) 调程控三相功率源的输出, 保持输入电压、电流为额定值, 频率为 50Hz, 改变相位角 φ 分别为 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ 。
 - 2) 待标准表读数稳定后, 分别记录标准表读出的功率因数 PF_i 和被测终端测出的 PF_x , 基本误差 $E_{\cos\varphi}$ 应符合 DL/T 721—2013 中的 4.5.1.1 中表 4 的规定。
- d) 谐波分量基本误差测量:
 - 1) 保持输入电压频率为 50Hz, 分别保持输入电压为额定电压的 80%、100%、120%, 在各个输入电压下分别施加输入电压幅值的 10% 的 2 次~19 次谐波电压 U_h , 记录标准谐波源设定或标准谐波分析仪读出的 2 次~19 次谐波电压 U_{oh} , 求出 2 次~19 次电压谐波分量的基本误差 EU_h 。
 - 2) 保持输入电流频率为 50Hz, 分别保持输入电流为额定值的 10%、40%、80%、100%、120%, 在各个输入电流下分别施加输入电流幅值的 10% 的 2 次~19 次谐波电流 I_h , 记录标准谐波源设定或标准谐波分析仪读出的 2 次~19 次谐波电流 I_{oh} , 求出 2 次~19 次电流谐波分量的基本误差 EI_h 。

5.2.2.4 交流模拟量输入的影响量试验

交流模拟量输入的影响量试验主要包括以下内容:

a) 一般要求:

- 1) 对于工频交流输入量, 影响量引起的改变量试验, 是对每一影响量测定其改变量。试验中其他影响量应保持参比条件不变;
- 2) 影响量 Δ 引起的改变量计算公式为:

$$\Delta = \frac{E_{xc} - E_x}{AF} \times 100\%$$

式中:

E_x ——在参比条件下测量的工频交流电量的输出值;
 E_{xc} ——在影响量影响下测量的工频交流电量的输出值;
 AF ——输入额定值。

b) 输入量频率变化引起的改变量试验:

- 1) 在参比条件下测量工频交流电量的输出值, 记为 E_x ;
- 2) 改变输入量的频率值分别为 47.5Hz 和 52.5Hz, 依次测量与 a) 项相同点上的输出值, 记 E_{xc} ;
- 3) 按 5.2.2.4 中 a) 的公式计算输入量频率变化引起的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

c) 输入量的谐波含量引起的改变量试验:

- 1) 在参比条件下测量工频交流电量的输出值, 记为 E_x ;
- 2) 在基波上叠加 20% 的谐波分量, 调节畸变波形幅度, 使输入端标准表保持与 a) 项相同点上的被测量的有效值不变, 依次施加谐波从 3 次~13 次, 并改变基波和谐波之间的相位角, 使其得到最大的改变量, 记录相应的输出值 E_{xc} ;

- 3) 对于有功功率和无功功率,应先施加畸变电流,然后重复施加畸变电压进行测量;
- 4) 按 5.2.2.4 中 a) 的公式计算输入量的谐波含量引起的改变量,最大改变量应不大于准确等级指数的 200%。
- d) 功率因数变化对有功功率、无功功率引起的改变量试验:
 - 1) 在参比条件下测量工频交流电量的输出值,记为 E_x ;
 - 2) 改变功率因数 $\cos\varphi$ ($\sin\varphi$) 值为 $0.5 > \cos\varphi$ ($\sin\varphi$) ≥ 0 ,超前或滞后各取一点,调节电流保持有功功率或无功功率输入与 a) 测量时的初始值不变,测量输出值记为 E_{xc} ;
 - 3) 按 5.2.2.4 中 a) 的公式计算功率因数变化引起的改变量,最大改变量应不大于准确等级指数的 100%。
- e) 不平衡电流对三相有功功率和无功功率引起的改变量试验:
 - 1) 在参比条件下,电流应平衡,并调整输入电流使其为较高额定值的一半,测量有功功率、无功功率的输出值,记为 E_x ;
 - 2) 断开任何一相电流,保持电压平衡和对称,调整其他相电流,并保持有功功率或无功功率与输入的初始值相等,记录新的输出值,记为 E_{xc} ;
 - 3) 按 5.2.2.4 中 a) 的公式计算不平衡电流引起的改变量,最大改变量应不大于 100%。
- f) 被测量超量限引起的改变量试验:
 - 1) 在输入额定值的 100%时测量基本误差;
 - 2) 在输入额定值的 120%时测量误差;
 - 3) 两个误差之差不应超过准确等级指数的 50%。
- g) 输入电压变化引起的输出改变量试验(电压、电流量除外):
 - 1) 施加输入电压为额定值,测量被测量的输出值,记为 E_x ;
 - 2) 改变输入电压为额定值的 80%~120%,维持被测量与 a) 项条件下相同点的输入值不变,测量输出值记为 E_{xc} ;
 - 3) 按 5.2.2.4 中 a) 的公式计算输入电压变化引起的改变量,最大改变量应不大于准确等级指数的 50%。
- h) 输入电流变化引起的输出改变量试验(仅对相角和功率因数):
 - 1) 在参比条件下测量相角和功率因数的输出值,记为 E_x ;
 - 2) 改变输入电流为额定值的 20%~120%,测量输出值记为 E_{xc} ;
 - 3) 按 5.2.2.4 中 a) 的公式计算输入电流变化引起的改变量,最大改变量应不大于准确等级指数的 100%。

5.2.2.5 工频交流输入量的其他试验

- a) 过量输入及允许误差试验。过量输入及允许误差试验主要包括以下内容:
 - 1) 连续过量输入试验:交流输入电压、电流调整到额定值的 120%,施加时间 24h 后,恢复额定值输入时的基本误差应符合 DL/T 721—2013 中的 4.5.1.1 中表 4 的规定。
 - 2) 短时过量输入试验:按表 2 的规定进行试验,终端应能正常工作;过量输入后,恢复额定值输入时的基本误差应符合 DL/T 721—2013 中的 4.5.1.1 中表 4 的规定。

表 2 短时过量输入参数

被测量	电流输入量	电压输入量	施加次数	施加时间 s	相邻施加间隔时间 s
电流	额定值 $\times 20$	—	5	1	300
电压	—	额定值 $\times 2$	10	1	10

- b) 故障电流输入试验。交流输入电流调整到额定值的 1000%，参照 5.2.2.3 的试验方法计算电流总误差应不大于±5%。

5.2.2.6 直流模拟量模数转换总误差试验

调节直流信号源使其分别输出 20、16、12、8、4mA 的电流，记录直流标准表测量的相应读数 I_i ，同时在被试设备的显示输出值记为 I_x ，由下式求出的误差 E_i 应满足要求。

$$E_i = \frac{I_x - I_i}{\text{满刻度值 (输入范围)}} \times 100\%$$

5.2.2.7 状态量输入试验

- a) 事件顺序记录站内分辨率试验。将信号模拟器（脉冲发生器）的两路输出连接到配电终端的两路状态量输入端子上，对两路输出设置一定的时间延迟，该值应不大于 10ms（可调），配电终端应能正确显示状态的变换及动作时间，开关变位事件记录分辨率≤10ms。试验重复 5 次以上。
- b) 状态量输入防抖动试验。用信号模拟器（脉冲发生器）产生一持续时间小于遥信防抖时间的开入脉冲，终端不应产生该开入的事件顺序记录。用测试仪产生一持续时间大于遥信防抖时间的开入脉冲，终端应产生该开入的事件顺序记录。装置应记录并上传事件信息，防抖时间为 10ms~1000ms 可设。

5.2.2.8 远方控制试验

- a) 配电终端置在远方控制位置，模拟主站发出开/合控制命令，配电终端输出继电器的动作应符合要求，控制执行指示器应有正确指示，重复试验 1000 次以上，误动率应小于 0.1%。
- b) 模拟开关动作故障和遥控返校失败，检查命令执行的准确性。

5.2.2.9 故障检测、识别、处理试验

- a) 故障检测、识别、处理试验方法为：
- 1) 按图 1 将试验线路接好；
 - 2) 将断路器 1 和所有负荷开关合上，将断路器 2 断开；
 - 3) 在点 A 模拟短路故障，在断路器 1 未跳开之前，FTU1、FTU2 应能检测到故障电流并传送到模拟监控单元（主站）；
 - 4) 模拟监控单元（主站）根据 FTU2 有故障电流，FTU3 无故障电流则应判断出故障出在 A 点；
 - 5) 模拟监控单元（主站）根据判断结果，并在断路器 1 跳开后，立刻发遥控命令到 FTU2 和 FTU3 将负荷开关 1 和负荷开关 2 跳开，以隔离故障点；
 - 6) 模拟监控单元（主站）最后将断路器 1 和断路器 2 合上以恢复正常部分的供电。
- b) 故障识别的参考时间：在 7 个馈线远方终端的情况下，传输速率为 600bit/s 时，其故障识别时间为 1s~3s；在传输速率为 1200bit/s 时，则其故障识别时间为 1s~1.5s。
- c) 对于故障隔离、非故障段的恢复供电时间，是由模拟监控单元（主站）发出遥控命令和馈线远方终端驱动开关动作时间决定。由于开关种类不同，动作时间会有差异，一般情况故障隔离时间不大于 1min，非故障段恢复时间不大于 2min。

5.2.2.10 安全防护试验

配电终端应配备身份认证功能，通过对配电主站所发控制命令进行身份认证，实现控制报文的安

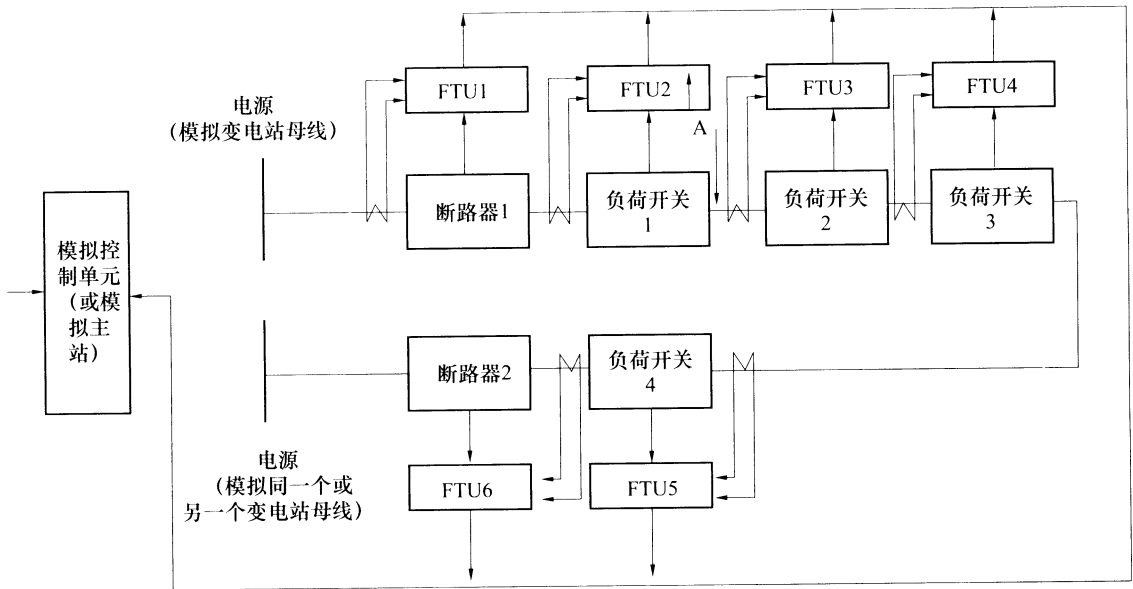


图 1 馈线回路故障电流检测和故障判断、隔离及非故障段恢复供电试验接线图

全保护，具备抵抗窃取配电终端信息、篡改配电终端数据的安全防护能力，配电终端安全模块的密钥算法应符合国家密码管理相关政策。

5.2.3 连续通电稳定性试验

配电终端在正常工作状态连续通电 72h，在 72h 期间每 8h 进行抽测，测试状态输入量、遥控、交流输入模拟量、直流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 的规定。

5.2.4 电源影响试验

5.2.4.1 电源断相试验

三相供电时，电源出现断相故障，即三相三线供电时断一相电压，三相四线供电时断两相电压的条件下，试验时配电终端应能正常工作，试验后，功能和性能应符合 DL/T 721—2013 4.5 的规定。

5.2.4.2 电源电压变化试验

将电源电压变化到终端工作电源额定值的 80%和 120%，配电终端应能正常工作，测试状态输入量、遥控、交流输入模拟量、直流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 的规定。电源电压变化引起的交流输入模拟量改变量应不大于准确等级指数的 50%。

5.2.4.3 后备电源试验

在配电终端工作正常的情况下，配电终端的控制输出端与一次开关设备（如 SF₆ 断路器）连接，将供电电源断开，其备用储能装置应自动投入，采用蓄电池储能的终端在 4h 内应能正常工作和通信，采用超级电容储能的终端在 15min 内应能正常工作和通信，模拟主站分别发送 3 组遥控分闸、合闸命令，终端应能正确控制一次开关设备动作。

5.2.4.4 功率消耗试验

- a) 整机功率消耗试验。在非通信状态下，用准确度不低于 0.2 级的三相多功能标准表测量配电终端电源回路的电流值（A）和电压值（V），其乘积（VA）即为整机视在功耗，其值应符合

DL/T 721—2013 中的 4.2.4 的规定。

- b) 电压、电流回路功率消耗试验。在输入额定电压和电流时，用高阻抗电压表和低阻抗电流表测量交流工频电量电压、电流输入回路的电压值和电流值，其乘积（VA）即为功率消耗，每一电流输入回路的功率消耗应不大于 0.75VA，每一电压输入回路的功率消耗应不大于 0.5VA。

5.2.4.5 数据和时钟保持试验

记录配电终端中已有的各项数据和时钟显示，断开供电电源 72h 后，再合上电源，检查各项数据应无改变和丢失；与标准时钟源对比，时钟走时应准确，日计时误差应 $\leq \pm 0.5\text{s/d}$ 。

5.2.5 环境影响试验

5.2.5.1 低温试验

按 GB/T 2423.1 的规定进行，将配电终端在非通电状态下放入低温试验箱中央，配电终端各表面与低温试验箱内壁的距离不小于 150mm。低温箱以不超过 1℃/min 变化率降温，待降温至表 3 规定的最低温度并稳定后，保温 6h，然后通电 0.5h 后，测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 的规定。低温时引起的交流输入模拟量的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

表 3 气候环境条件分类

级别	空 气 温 度		湿 度	
	范围 ℃	最大变化率 ^a ℃/min	相对湿度 ^b %	最大绝对湿度 g/m ³
C1	-5~+45	0.5	5~95	20
C2	-25~+55	0.5	10~100	29
C3	-40~+70	1		35
CX	—	—	—	—

注：CX 级别根据需要由用户确定。
^a 温度变化率取 5min 时间内平均值。
^b 相对湿度包括凝露。

5.2.5.2 高温试验

按 GB/T 2423.2 的规定进行，将配电终端在非通电状态下放入高温试验箱中央。高温箱以不超过 1℃/min 变化率升温，待升温至表 3 规定的最高温度并稳定后，保温 6h，然后通电 0.5h 后，测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 的规定。高温时引起的交流输入模拟量的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

5.2.5.3 湿热试验

按 GB/T 2423.9 的规定进行试验。配电终端各表面与湿热试验箱内壁的距离不小于 150mm，凝结水不得跌落到试验样品上。试验箱以不超过 1℃/min 变化率升温，待试验箱内达到并保持温度 40℃ $\pm$ 2℃、相对湿度 93% $\pm$ 3%，试验周期为 48h。试验过程最后 1h~2h，按表 4 的规定用相应电压的绝缘电阻表测量湿热条件下的绝缘电阻应不低于 2M Ω ，测量时间不小于 5s。

表 4 各电气回路对地和各电气回路之间的绝缘电阻要求

额定绝缘电压 V	绝缘电阻 MΩ		测试电压 V
	正常条件	湿热条件	
$U \leq 60$	≥ 5	≥ 2	250
$60 < U \leq 250$	≥ 5	≥ 2	500

5.2.6 绝缘性能试验

5.2.6.1 绝缘电阻试验

试验时配电终端应盖好外壳和端子盖板。如外壳和端子盖板由绝缘材料制成，应在其外覆盖以导电箔并与接地端子相连，导电箔应距接线端子及其穿线孔 2cm。试验时，不进行试验的电气回路应短路并接地。在正常试验条件和湿热试验条件下，按表 4 的测试电压，在配电终端的端子处测量各电气回路对地和各电气回路间的绝缘电阻，其值应符合表 4 的规定。

5.2.6.2 绝缘强度试验

- a) 试验时配电终端应盖好外壳和端子盖板。如外壳和端子盖板由绝缘材料制成，应在其外覆盖以导电箔并与接地端子相连，导电箔应距接线端子及其穿线孔 2cm。试验时，不进行试验的电气回路应短路并接地。用 50Hz 正弦波电压对以下回路进行试验，时间 1min，施加 DL/T 721—2013 中 4.6.2 规定的试验电压。被试回路为：
- 1) 电源回路对地；
 - 2) 输出回路对地；
 - 3) 状态输入回路对地；
 - 4) 工频交流电量输入回路对地（试验时，应将被试回路的接地线断开）；
 - 5) 以上无电气联系的各回路之间；
 - 6) 输出继电器常开触点之间；
 - 7) 交流电源和直流电源间。
- b) 试验时不得出现击穿、闪络现象，泄漏电流应不大于 5mA。
- c) 试验后测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的规定。工频交流电量测量的基本误差满足其等级指数要求。

5.2.6.3 冲击电压试验

- a) 试验时配电终端应盖好外壳和端子盖板。如外壳和端子盖板由绝缘材料制成，应在其外覆盖以导电箔并与接地端子相连，导电箔应距接线端子及其穿线孔 2cm。试验时，不进行试验的电气回路应短路并接地。
- b) 冲击电压要求：
- 1) 脉冲波形：标准 1.2/50μs 脉冲波；
 - 2) 电源阻抗：500Ω±50Ω；
 - 3) 电源能量：0.5J±0.05J。
- c) 每次试验分别在正、负极性下施加 5 次，两个脉冲之间最少间隔 5s，试验电压按表 5 规定。
- d) 被试回路为：

- 1) 电源回路对地;
 - 2) 输出回路对地;
 - 3) 状态输入回路对地;
 - 4) 工频交流电量输入回路对地 (试验时, 应将被试回路的接地线断开);
 - 5) 以上无电气联系的各回路之间;
 - 6) RS-485 接口与电源端子间。
- e) 试验后, 配电终端应能正常工作, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的规定。工频交流电量测量的基本误差满足其等级指数要求。

表 5 冲击试验电压 单位: V

额定绝缘电压	试验电压有效值	额定绝缘电压	试验电压有效值
$U \leq 60$	2000	$125 < U \leq 250$	5000
$60 < U \leq 125$	5000	$250 < U \leq 400$	6000
注: RS-485 接口与电源回路间试验电压不低于 4000V。			

5.2.7 电磁兼容性试验

5.2.7.1 电压暂降和短时中断试验

- a) 配电终端在通电状态下, 按 GB/T 17626.11 的规定, 并在下述条件下进行试验:
 - 1) 电压试验等级 $0\%U_T$;
 - 2) 从额定电压暂降 100%;
 - 3) 持续时间 0.5s, 25 个周期;
 - 4) 中断次数: 3 次, 各次中断之间的恢复时间 10s;
 - 5) 以上电源电压的突变发生在电压过零处。
- b) 电磁兼容试验基本要求见附录 C。试验时配电终端应能正常工作, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的相关规定。电压暂降和短时中断的影响引起的改变量应不大于准确等级指数的 200%。

5.2.7.2 工频磁场抗扰度试验

按 GB/T 17626.8 规定的试验方法进行试验。将配电终端置于与系统电源电压相同频率的随时间正弦变化的、强度为 100A/m (5 级) 的稳定持续磁场的线圈中心, 配电终端应能正常工作, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的规定。工频磁场引起的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

5.2.7.3 射频电磁场辐射抗扰度试验

5.2.7.3.1 配电终端在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.3 的规定在下述条件下进行试验:

- a) 一般试验等级:
 - 1) 频率范围: 80MHz~1000MHz;
 - 2) 严酷等级: 3;
 - 3) 试验场强: 10V/m (非调制);
 - 4) 正弦波 1kHz, 80%幅度调制。

b) 抵抗数字无线电话射频辐射的试验等级:

- 1) 频率范围: 1.4GHz~2GHz;
- 2) 严酷等级: 4;
- 3) 试验场强: 30V/m (非调制);
- 4) 正弦波 1kHz, 80%幅度调制。

5.2.7.3.2 采用无线通信信道的配电终端, 试验时配电终端天线应引出, 配电终端在使用频带内不应发生错误动作; 在使用频带外应能正常工作和通信, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的相关规定。一般等级试验时, 射频磁场引起的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

5.2.7.3.3 采用其他信道的配电终端, 试验时应能正常工作, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的相关规定, 一般等级试验时, 射频磁场引起的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

5.2.7.4 静电放电抗扰度试验

5.2.7.4.1 配电终端在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.2 的规定在下述条件下进行试验:

- a) 严酷等级: 4;
- b) 试验电压: 8kV;
- c) 直接放电: 施加在操作人员正常使用时可触及的外壳和操作部分, 包括 RS-485 接口;
- d) 每个敏感试验点放电次数: 正负极性各 10 次, 每次放电间隔至少为 1s。

5.2.7.4.2 如配电终端的外壳为金属材料, 则直接放电采用接触放电; 如配电终端的外壳为绝缘材料, 则直接放电采用空气放电。

5.2.7.4.3 试验时配电终端允许出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的相关规定。静电放电引起的改变量应不大于准确等级指数的 200%。

5.2.7.5 电快速瞬变脉冲抗扰度试验

5.2.7.5.1 按 GB/T 17626.4 的有关规定以及表 6 规定的严酷等级和试验电压, 并在下述条件下进行试验:

a) 配电终端在工作状态下, 试验电压分别施加于配电终端的状态量输入回路、交流输入模拟量回路、控制输出回路的每一个端口和保护接地端之间。

- 1) 严酷等级: 3/4;
- 2) 试验电压: $\pm 1\text{kV}$ 或 $\pm 2\text{kV}$;
- 3) 重复频率: 5kHz 或 100kHz;
- 4) 试验时间: 1min/次;
- 5) 试验电压施加次数: 正负极性各 3 次。

b) 配电终端在工作状态下, 试验电压施加于配电终端的供电电源端和保护接地端。

- 1) 严酷等级: 3/4;
- 2) 试验电压: $\pm 2\text{kV}$ 或 $\pm 4\text{kV}$;
- 3) 重复频率: 5kHz 或 100kHz;
- 4) 试验时间: 1min/次;
- 5) 试验电压施加次数: 正负极性各 3 次。

c) 配电终端在正常工作状态下, 用电容耦合夹将试验电压耦合至脉冲信号输入及通信线路上。

- 1) 严酷等级: 3;

- 2) 试验电压: $\pm 1\text{kV}$;
- 3) 重复频率: 5kHz 或 100kHz ;
- 4) 试验时间: 1min/次 ;
- 5) 试验电压施加次数: 正负极性各 3 次。

5.2.7.5.2 在对各回路进行试验时, 允许出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏, 测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的规定。电快速瞬变脉冲群引起的改变量应不大于准确等级指数的 200%。

表 6 电磁兼容试验项目及等级

试验项目	严酷等级	试 验 值	试 验 回 路	终端类型
工频磁场抗扰度		100A/m	整机	全部
射频电磁场辐射抗扰度	3/4	10V/m ($80\text{MHz}\sim 1000\text{MHz}$) 30V/m ($1.4\text{GHz}\sim 2\text{GHz}$)	整机	全部
静电放电抗扰度	4	8kV , 直接	外壳	全部
电快速瞬变脉冲群抗扰度		1.0kV (耦合)	通信线	全部
	3	1.0kV	信号输入、输出回路, 控制回路	配变终端 站所终端
		2.0kV	电源回路	
	4	2.0kV	信号输入、输出回路, 控制回路	馈线终端
		4.0kV	电源回路	
阻尼振荡波抗扰度	2	1.0kV (共模)	信号输入、控制回路, RS-485 接口	全部
	4	2.5kV (共模) 1.25kV (差模)	电源回路	
浪涌抗扰度	3	2.0kV (共模) 1.0kV (差模)	信号、控制回路和电源回路	配变终端 站所终端
	4	4.0kV (共模) 2.0kV (差模)	信号、控制回路和电源回路	馈线终端

5.2.7.6 阻尼振荡波抗扰度试验

5.2.7.6.1 配电终端在正常工作状态下, 按 GB/T 15153.1 和 GB/T 17626.12 的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 电压上升时间 (第一峰): $75 \times (1 \pm 20\%) \text{ ns}$;
- b) 振荡频率: $1 \times (1 \pm 10\%) \text{ MHz}$;
- c) 重复率: 至少 400 次/s ;
- d) 衰减: 第三周期到第六周期之间减至峰值的 50%;
- e) 脉冲持续时间: 不小于 2s ;
- f) 输出阻抗: $200 \times (1 \pm 20\%) \Omega$;
- g) 电压峰值: 共模方式 2.5kV 、差模方式 1.25kV (电源回路), 共模方式 1kV (状态量输入回路、控制输出回路各端口以及交流电压、电流输入回路);
- h) 试验次数: 正负极性各 3 次;
- i) 测试时间: 60s 。

5.2.7.6.2 在对各回路进行试验时，允许出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏，测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721-2013 4.5 中的规定。阻尼振荡波引起的改变量应不大于准确等级指数的 200%。

5.2.7.7 浪涌抗扰度试验

5.2.7.7.1 配电终端在正常工作状态下，按 GB/T 15153.1 和 GB/T 17626.5 的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 严酷等级：按表 6 规定，电源回路、交流输入模拟量回路 3 级或 4 级，状态量输入回路和控制输出回路 3 级或 4 级；
- b) 试验电压：共模 2kV 或 4kV，差模 1kV 或 2kV；
- c) 波形：1.2/50 μ s；
- d) 极性：正、负；
- e) 试验次数：正负极性各 5 次；
- f) 重复率：1 次/min。

5.2.7.7.2 在对各回路进行试验时，允许出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏，试验后测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的相关规定。浪涌引起的改变量应不大于准确等级指数的 200%。

5.2.8 机械振动试验

5.2.8.1 配电终端不包装、不通电，固定在试验台中央。试验按 GB/T 2423.10 的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 频率 f 为 2Hz~9Hz 时振幅为 0.3mm；
- b) 频率 f 为 9Hz~500Hz 时加速度为 1m/s²；
- c) 在三个互相垂直的轴线上依次进行扫频；
- d) 每轴线扫频循环 20 次。

5.2.8.2 试验后检查配电终端应无损坏和紧固件松动脱落现象，测试状态输入量、遥控、直流输入模拟量、交流输入模拟量和事件记录站内分辨率应符合 DL/T 721—2013 4.5 中的相关规定。

5.2.9 通信协议一致性试验

主要检测配电终端在通信协议方面是否满足 DL/T 634.5101 和 DL/T 634.5104，测试内容主要包括检验配置、应用规约控制信息帧格式检测，应用规约控制信息传输规则检测，应用规约控制信息和传输控制协议应用功能检测，过程信息、控制方向过程信息、监视方向系统命令、控制方向系统命令、控制方向参数命令的应用服务数据单元检测及其他基本应用功能检测。

5.3 检测项目

型式检测和批次验收检测项目见表 7。

表 7 型式检测和批次验收检测项目

建议顺序	检测大项	检测小项	型式检测	批次验收检测	不合格类别
1	外观和结构试验	外观一般检查试验	√	√	B
2		电气间隙和爬电距离试验	√	√	B
3		外壳和端子着火试验	√		B
4		防尘试验	√		B

表 7 (续)

建议顺序	检测大项	检测小项	型式检测	批次验收检测	不合格类别
5	外观和结构试验	防水试验	√		B
6	基本功能和主要性能试验	与上级站通信正确性试验	√	√	A
7		信息响应时间试验	√	√	A
8		交流输入模拟量基本误差试验	√	√	A
9		交流模拟量输入的影响量试验	√	√	A
10		工频交流输入量的其他试验	√	√	A
11		直流模拟量模数转换总误差试验	√	√	A
12		状态量输入试验	√	√	A
13		远方控制试验	√	√	A
14		故障检测、识别、处理试验	√	√	A
15		安全防护试验	√	√	A
16	连续通电稳定性试验	连续通电稳定性试验	√	√	A
17	电源影响	电源断相试验	√	√	B
18		电源电压变化试验	√	√	B
19		后备电源试验	√	√	B
20		功率消耗试验	√	√	B
21		数据和时钟保持试验			B
22	环境影响试验	低温试验	√	√	A
23		高温试验	√	√	A
24		湿热试验	√		B
25	绝缘性能试验	绝缘电阻试验	√	√	A
26		绝缘强度试验	√	√	A
27		冲击电压试验	√	√	A
28	电磁兼容性试验	电压暂降和短时中断试验	√		A
29		工频磁场抗扰度试验	√		A
30		射频电磁场辐射抗扰度试验	√		A
31		静电放电抗扰度试验	√		A
32		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√		A
33		阻尼振荡波抗扰度试验	√		A
34		浪涌抗扰度试验	√		A
35	机械振动试验	机械振动试验	√		B
36	通信协议一致性试验	通信协议一致性试验	√		A
注 1: “√”为检测项目。 注 2: A 类不合格权值为 1.0, B 类不合格权值为 0.5。 注 3: 产品合格与后判定方法详见 5.4。					

5.4 检测规则

5.4.1 检测周期

配电终端新产品或老产品恢复生产以及设计和工艺有重大改进时，应进行型式检测。批量生产或连续生产的配电终端，每两年至少进行一次型式检测。

5.4.2 检测抽样方案

型式检测的样品应在出厂检测合格的产品中随机抽取，按 GB/T 2829—2002 选择判别水平 I，不合格质量水平 RQL=30 的一次抽样方案，即：

$$[n \quad A_c \quad R_c] = [3 \quad 0 \quad 1]$$

式中：

n ——样本大小；

A_c ——合格判定数；

R_c ——不合格判定数。

5.4.3 不合格分类

按 GB/T 2829—2002 不合格分为 A、B 二类。规定 A 类不合格权值为 1.0，B 类不合格权值为 0.5。

5.4.4 合格和不合格判定

检测项目不合格类别的划分见表 7，当一个样本检测项目的不合格权值的累积数大于或等于 1 时，则判为不合格品；反之为合格品。对一个样本的某个试验项目发生一次或一次以上的不合格，均按一个不合格计。

6 现场检测

6.1 检测条件

6.1.1 检测系统

现场检测系统示意图见图 A.2。

6.1.2 仪器、仪表的基本要求与配置

仪器、仪表的基本要求与配置如下：

- a) 配电终端检测所使用的仪器、仪表应经过检测合格；
- b) 至少配备多功能电压表、电流表、钳形电流表、万用表、综合测试仪、三相功率源及独立的试验电源等设备。

6.1.3 现场检测前的准备工作

现场检测前的准备工作主要有：

- a) 现场检测前，应详细了解配电终端及相关设备的运行情况，据此制订在检测工作过程中确保系统安全稳定运行的技术措施；

- b) 应配备与配电终端实际工作情况相符的图纸、上一次检测的记录、标准化作业指导书、合格的仪器仪表、备品备件、工具和连接导线等；
- c) 进行现场检测时，不允许把规定有接地端的测试仪表直接接入直流电源回路中，以防止发生直流电源接地的现象；
- d) 对新安装配电终端的验收检测，应了解配电终端的接线情况及投入运行方案；检查配电终端的接线原理图、二次回路安装图、电缆敷设图、电缆编号图、电流互感器端子箱图、配电终端技术说明书、电流互感器的出厂试验报告等，确保资料齐全、正确；根据设计图纸，在现场核对配电终端的安装和接线是否正确；
- e) 检查核对电流互感器的变比值是否与现场实际情况符合；
- f) 检测现场应提供安全可靠的独立试验电源，禁止从运行设备上接取试验电源；
- g) 确认配电终端和通信设备室内的所有金属结构及设备外壳均应连接于等电位地网，配电终端和终端屏柜下部接地铜排已可靠接地；
- h) 检查通信信道是否处于良好状态；
- i) 检查配电终端的状态信号是否与主站显示相对应，检查主站的控制对象和现场实际开关是否相符；
- j) 确认配电终端的各种控制参数、告警信息、状态信息是否正确、完整；
- k) 按相关安全生产管理规定办理工作许可手续。

6.2 检测方法

6.2.1 通信

通信测试主要包括以下内容：

- a) 与上级主站通信：主站发召唤遥信、遥测和遥控命令后，终端应正确响应，主站应显示遥信状态、召测到遥测数据，配电终端应正确执行遥控操作。
- b) 校时：主站发校时命令，终端显示的时钟应与主站时钟一致。

6.2.2 状态量采集

将配电终端的状态量输入端连接到实际开关信号回路，主站显示的各开关的开、合状态应与实际开关的开、合状态一一对应。

6.2.3 模拟量采集

通过程控三相功率源向终端输出电压、电流，主站显示的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数的准确度等级应满足 DL/T 721—2013 4.5 的要求。终端的电压、电流输入端口直接连接到二次 TV/TA 回路时，主站显示的电压、电流值应与实际电压、电流值一致。

6.2.4 控制功能

主站向配电终端发开/合控制命令，控制执行指示应与选择的控制对象一致，选择/返校过程正确，实际开关应正确执行合闸/跳闸。

6.2.5 维护功能

检测配电终端的维护功能主要包括以下内容：

- a) 当地参数设置：配电终端应能当地设置限值、整定值等参数。
- b) 远方参数设置：主站通过通信设备向终端发限值、整定值等参数后，终端的限值、整定值等

参数应与主站设置值一致。

- c) 远程程序下载：主站通过通信设备将新版本程序下发，终端程序的版本应与新版本一致。

6.2.6 当地功能

配电终端在进行上述试验时，运行、通信、遥信等状态指示应正确。

6.2.7 其他功能

配电终端需要检测的其他功能如下：

- a) 馈线故障检测和记录：配电终端设置好故障电流整定值后，用三相功率源输出大于故障电流整定值的模拟故障电流，配电终端应产生相应的事件记录，并将该事件记录立即上报给主站，主站应有正确的故障告警显示和相应的事件记录。
- b) 事件顺序记录：状态量变位后，主站应能收到终端产生的事件顺序记录。
- c) 三相不平衡告警及记录：用三相程控功率源向终端输出三相不平衡电流，终端应产生相应的三相不平衡告警及记录，主站召测后应显示告警状态、发生时间及相应的三相不平衡电流值。

6.3 检测项目

现场检测项目见表 8。

表 8 现场检测项目

序号	检 验 项 目		站所终端	馈线终端	配变终端
1	状态量采集	开关分合状态	√	√	√
2	模拟量采集	电压	√	√	√
3		电流	√	√	√
4		有功功率	√	√	√
5		无功功率	√	√	√
6	控制	开关分合闸	√	√	
7	通信	与上级站通信	√	√	√
8		校时	√	√	√
9		电能表数据转发			√
10	维护	当地参数设置	√	√	√
11		远方参数设置	√	√	√
12		程序远程下载	√	√	√
13	其他	馈线故障检测及记录	√	√	
14		事件顺序记录	√	√	√
15		三相不平衡告警及记录			√
16	当地功能	运行、通信、遥信等状态指示	√	√	√

6.4 装置投运

装置投运前需要注意以下事项：

- a) 检查二次接线是否正确;
- b) 现场工作结束后, 工作人员应检查试验记录有无漏试项目, 核对控制参数、告警信息、状态信息是否与预定值相符, 试验数据、试验结论是否完整正确。将配电终端恢复到正常工作状态;
- c) 拆除在检测时使用的试验设备、仪表及一切连接线, 清扫现场, 所有被拆动的或临时接入的连接线应全部恢复到试验前状态, 所有信号装置应全部复归;
- d) 清除试验过程中的故障记录、告警记录等所有信息;
- e) 做好相关记录, 说明运行注意事项, 保存所有资料;
- f) 上述检测合格方可投入运行。

附录 A
(规范性附录)
检测系统示意图

A.1 实验室检测系统示意图

配电终端的实验室检测系统示意图如图 A.1 所示。

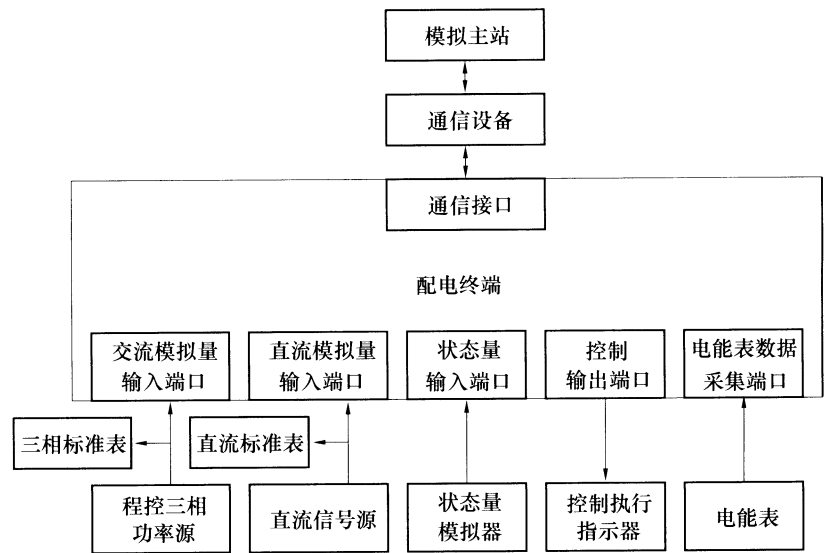


图 A.1 实验室检测系统示意图

A.2 现场检测系统示意图

配电终端的现场检测系统示意图如图 A.2 所示。

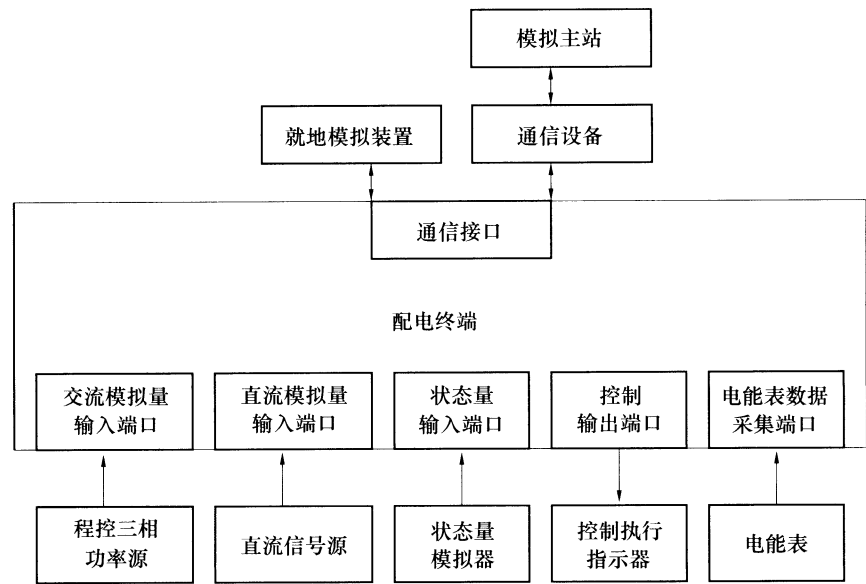


图 A.2 现场检测系统示意图

附 录 B
(规范性附录)
误差等级指数及计算公式

B.1 交流工频电量输入

B.1.1 输入量额定值

输入量额定值见表 B.1。

表 B.1 输入量额定值

测量量	电 压 V	电 流 A
额定值	220	5/1
	100	5/1
	$(100/\sqrt{3})$	5/1

B.1.2 测量准确度

误差等级指数的表示方法如下：

- a) 交流工频电量输入的误差等级指数及误差极限见表 B.2。

表 B.2 交流工频电量输入的误差等级指数及误差极限

测量量	电 压	电 流	有功、无功功率	功率因数
误差等级指数	0.5	0.5	1	2
误差极限	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$

- b) 被测量的参比条件见表 B.3。

表 B.3 被测量的参比条件

被测量	参 比 条 件		
	电压	电流	功率因数
有功功率	额定电压 $\pm 2\%$	零到额定值内任一值	$\cos \varphi = 1.0 \sim 0.5$ (滞后或超前)
无功功率	额定电压 $\pm 2\%$	零到额定值内任一值	$\sin \varphi = 1.0 \sim 0.5$ (滞后或超前)
相角或功率因数	额定电压 $\pm 2\%$	额定值的 $40\% \sim 100\%$	—
谐波	额定值的 $80\% \sim 120\%$	额定值的 $10\% \sim 120\%$	—
三相电能	对称电压 ^a	对称电流 ^b	—
^a 三相对称系统的每一相电压和线电压与其对应的平均值之差应不大于 1%。各相中的电流与其对应的平均值之差应不大于 1%。 ^b 任一相电流和该相电压(相对中线)的夹角与其他任一相电流、电压夹角之差应不大于 2°。			

B.1.3 影响量引起的改变量

影响量引起的改变量见表 B.4。

表 B.4 影响量引起的改变量

影响量	使用范围极限		允许改变量 ^a
环境温度	C2、C3 级或 CX		100%
电源电压	+20%～－20%		50%
被测量的频率	47.5 Hz～52.5 Hz		100%
被测量的谐波	3 次～13 次，20%		200%
被测量功率因数	感性	$0.5 > \cos (\sin) \varphi \geq 0$	100%
	容性	$0.5 > \cos (\sin) \varphi \geq 0$	100%
电流不平衡	三相缺一相		100%
被测量的输入电压（电压、电流量除外）	80%~120%		50%
被测量的输入电流（仅对功率因数、相角）	20%~120%		100%
被测量的超量限值	120%		50%
阻尼振荡波抗扰度	—		200%
电快速脉冲群抗扰度	—		200%
工频磁场抗扰度	—		100%
射频电磁场辐射抗扰度	—		100%
^a 允许改变量为用误差等级指数百分数表示的允许改变量。			

B.2 基本误差计算公式

B.2.1 电压、电流基本误差计算公式

电压基本误差 E_u 和电流基本误差 E_i 计算公式为：

$$E_u = \frac{U_o - U_i}{AF} \times 100\%$$
$$E_i = \frac{I_o - I_i}{AF} \times 100\%$$

式中：

- U_i ——标准表显示电压值；
- U_o ——被测终端电压测量值；
- I_i ——标准表显示电流值；
- I_o ——被测终端电流测量值；
- E_u ——电压基本误差；
- E_i ——电流基本误差；
- AF ——输入额定值。

B.2.2 有功功率、无功功率基本误差计算公式

有功功率基本误差 E_p 和无功功率基本误差 E_q 计算公式为:

$$E_p = \frac{P_o - P_i}{AF} \times 100\%$$

$$E_q = \frac{Q_o - Q_i}{AF} \times 100\%$$

式中:

P_o ——被测终端测出的有功功率;

Q_o ——被测终端测出的无功功率;

P_i ——标准表读出的输入有功功率;

Q_i ——标准表读出的输入无功功率;

AF ——输入额定值。

B.2.3 功率因数基本误差计算公式

功率因数基本误差 $E_{\cos\varphi}$ 计算公式为:

$$E_{\cos\varphi} = \frac{PF_x - PF_i}{AF} \times 100\%$$

式中:

PF_x ——被测终端测出的;

PF_i ——标准表读出的功率因数;

AF ——输入额定值。

B.2.4 谐波分量基本误差计算公式

电压谐波分量基本误差 EU_h 和电流谐波分量的基本误差 EI_h 计算公式为:

$$EU_h = \frac{U_{oh} - U_h}{AF} \times 100\%$$

$$EI_h = \frac{I_{oh} - I_h}{AF} \times 100\%$$

式中:

U_{oh} ——标准谐波源设定或标准谐波分析仪读出的 2 次~19 次谐波电压;

U_h ——输入电压 10% 的 2 次~19 次谐波电压;

AF ——输入额定值。

附 录 C
(规范性附录)
电磁兼容性试验基本要求

C.1 一般要求

以下试验规定了配电终端的电源、输入、输出、通信、外壳等端口的电磁兼容性试验方法，不同类型配电终端可根据其配置进行相应的试验。

配电终端正常工作状态是指配电终端外接状态量、模拟量等输入模拟器和模拟控制器等，并与模拟主站建立正常的通信连接，功能和性能都正常的工作状态。

C.2 试验结果的评价

除非特别说明，试验结果的评价适用于所有配电终端，试验结果应依据配电终端在试验中的功能丧失或性能降低现象进行分类，电磁兼容性试验结果评价等级见表 C.1。

A 级：试验时和试验后配电终端均能正常工作，不应有任何误动作、损坏、死机、复位现象，数据采集应准确。

B 级：试验时配电终端可出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏，其他功能和性能都应正常，试验后无需人工干预，配电终端应可以自行恢复（原则上短时不应超过 5min）。

表 C.1 电磁兼容性试验结果评价等级

试验项目	试验结果评价	
	试验时	试验后
电压暂降和短时中断	—	A
工频磁场抗扰度	A	A
射频电磁场辐射抗扰度	A	A
射频场感应的传导骚扰	A	A
静电放电抗扰度	A/B	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	A/B	A
阻尼振荡波抗扰度	A/B	A
浪涌抗扰度	A/B	A