



中华人民共和国国家标准

GB/T 35732—2025

代替 GB/T 35732—2017

配电自动化终端技术规范

Technical specifications of remote terminal unit of distribution automation

2025-12-02 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	2
5 总体要求	3
6 功能要求	3
6.1 一般要求	3
6.2 馈线终端/站所终端	3
6.3 配变终端	5
6.4 运维功能	6
6.5 结构外观	6
7 技术条件	6
7.1 环境条件	6
7.2 供电电源要求	7
7.3 二次回路	7
8 性能要求	8
8.1 测量控制	8
8.2 故障处理	9
8.3 通信和对时	9
8.4 其他性能	9
8.5 绝缘性能	10
8.6 电磁兼容性能	11
8.7 机械振动	13
8.8 连续通电稳定性	13
8.9 可靠性	13
9 试验方法	13
9.1 试验条件	13
9.2 功能及性能试验	14
9.3 通信试验	14
9.4 结构、外观试验	14
9.5 电源影响试验	14
9.6 环境适用性试验	15

9.7	绝缘性能试验	15
9.8	电磁兼容性能试验	15
9.9	机械性能试验	15
9.10	连续通电试验	15
10	标志、包装、运输和贮存	15
10.1	标志	15
10.2	包装	16
10.3	运输和贮存	16
	参考文献	17



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。

本文件代替 GB/T 35732—2017《配电自动化智能终端技术规范》，与 GB/T 35732—2017 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”(见第 1 章,2017 年版的第 1 章)；
- b) 更改了“配电自动化终端”的定义(见 3.1,2017 年版的 3.1)；
- c) 增加了“配变终端”和“馈线自动化”术语和定义(见 3.4 和 3.5)；
- d) 删除了配电自动化智能终端等相关术语和定义(见 2017 版的 3.4、3.5、3.6、3.7 和 3.8)；
- e) 更改了缩略语(见第 4 章,2017 年版的第 4 章)；
- f) 更改了总体要求(见第 5 章,2017 年版的第 5 章)；
- g) 更改了功能要求中一般要求(见 6.1,2017 年版的 6.1)、馈线终端/站所终端测量控制功能(见 6.2.1,2017 年版的 6.2)、故障处理功能(见 6.2.2,2017 年版的 6.3)、通信功能(见 6.2.3,2017 年版的 6.4)；
- h) 增加了电源管理功能(见 6.2.4)、后备电源(见 6.2.5)、其他功能(见 6.2.6)、配变终端功能要求(见 6.3)、运维功能(见 6.4)；
- i) 更改了结构外观(见 6.5,2017 年版的 7.3)、技术条件中环境条件(见 7.1,2017 年版的 7.1)、供电电源要求(见 7.2,2017 年版的 7.2)、二次回路(见 7.3,2017 年版的 7.4)；
- j) 删除了接口要求(见 2017 版的 7.5)、分布式 FA 的技术要求(2017 年版的 7.7)、即插即用的技术要求(见 2017 年版的 7.8)；
- k) 更改了性能要求中测量控制(见 8.1,2017 年版的 8.1)、通信和对时(见 8.3,2017 年版的 7.6)、绝缘性能(见 8.5,2017 年版的 8.2)、电磁兼容性能(见 8.6,2017 年版的 8.3)、机械振动(见 8.7,2017 年版的 8.4)、连续通电稳定性(见 8.8,2017 年版的 8.5)、可靠性(见 8.9,2017 年版的 8.6)；
- l) 增加了性能要求中故障处理要求(见 8.2)、其他性能(见 8.4)；
- m) 更改了试验方法中静态检测相关内容(见第 9 章、2017 年版的 9.1)；
- n) 删除了试验方法中动态检测相关内容(2017 年版的 9.2)；
- o) 增加了标志、包装、运输和贮存要求(见第 10 章)；
- p) 删除了试验方法静态检测附录和动态检测附录(见 2017 年版的附录 E 和附录 F)。

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会(SAC/TC 82)归口。

本文件起草单位：国网电力科学研究院有限公司、上海交通大学、广东电网有限责任公司电力调度控制中心、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网上海市电力公司、南方电网科学研究院有限责任公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、浙江华电器材检测研究院有限公司、国网河南省电力公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司、江苏金智科技股份有限公司、珠海许继电气有限公司、东方电子股份有限公司、科大智能电气技术有限公司、南京南瑞继保工程技术有限公司、长园深瑞继保自

动化有限公司、北京四方继保工程技术有限公司、积成电子股份有限公司、国电南瑞南京控制系统有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、国网山西省电力公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司电力科学研究院、国网吉林省电力有限公司、云南电网有限责任公司、国电南京自动化股份有限公司、许昌开普检测研究院股份有限公司、许继德理施尔电气有限公司、烟台东方威思顿电力设备有限公司、江苏宏源电气有限责任公司、南瑞智能配电技术有限公司、国网电力科学研究院有限公司实验验证中心、南方电网电力科技股份有限公司、国家电网有限公司技术学院分公司。

本文件主要起草人：蔡月明、杜红卫、刘东、刘明祥、赵瑞锋、温彦军、罗翔、关石磊、王峰、刘彬、韩韬、陈冉、史训涛、李志、杨雄、谢芮芮、朱吉然、朱卫平、张驰、谭卫斌、秦明辉、尹惠、朱中华、许健、李蔚凡、吕立平、凌万水、孙建东、肖小兵、欧世锋、郭文鑫、吕世轩、张驰、吴岩、张帝、郭梓毅、徐铭铭、乔莉、卢建刚、徐浩、周捷、夏燕东、吴海、李永岗、张华、刘洛阳、薛建民、金强、杨松、李冠良、王洪林、曾瑞江、杨亚洲、权立、李立生、王高海、段文勇、谢文强、孙健、黄亮亮、刘玲、袁涛、阿衣子布、王猛、王伟、王婧。

本文件及其所替代文件的历次版本发布情况为：

——2017年首次发布为 GB/T 35732—2017；

——本次为第一次修订。

配电自动化终端技术规范

1 范围

本文件规定了配电自动化终端(以下简称“终端”)的总体要求和技术条件,以及功能、性能、标志、包装、运输和贮存要求,描述了相应的试验方法。

本文件适用于终端的规划、设计、采购、安装调试、检测、验收和运维。

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 2423.10—2019 环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 5095(所有部分) 电子设备用机电元件
- GB/T 7261—2016 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13729—2019 远动终端设备
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14598.24 量度继电器和保护装置 第24部分:电力系统暂态数据交换(COMTRADE)通用格式
- GB/T 14598.27—2025 量度继电器和保护装置 第27部分:产品安全要求
- GB/T 17215.321—2021 电测量设备(交流)特殊要求 第21部分:静止式有功电能表(A级、B级、C级、D级和E级)
- GB/T 17215.323—2022 电测量设备(交流)特殊要求 第23部分:静止式无功电能表(2级和3级)
- 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 第3部分: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 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 第11部分:对每相输入电流小于或等于16A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
- GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
- GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 19638.1—2014 固定型阀控式铅酸蓄电池 第1部分:技术条件

- GB/T 34870.1 超级电容器 第1部分:总则
GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
DL/T 634.5101 远动设备及系统 第5-101部分:传输规约 基本远动任务配套标准
DL/T 634.5104 远动设备及系统 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 637 电力用固定型阀控式铅酸蓄电池
DL/T 645 多功能电能表通信协议
DL/T 698.44 电能信息采集与管理系统 第4-4部分:通信协议——微功率无线通信协议
DL/T 698.45 电能信息采集与管理系统 第4-5部分:通信协议——面向对象的数据交换协议
DL/T 1529 配电自动化终端设备检测规程
DL/T 2057 配电网分布式馈线自动化试验技术规范
NB/T 11054—2023 防孤岛保护装置技术规范
NB/T 42166 配电网电压时间型馈线保护控制技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

配电自动化终端 remote terminal unit of distribution automation

完成数据采集、故障处理、控制和通信等功能,安装在配电网的各种远方监测、控制单元的总称。

注:主要包括馈线终端、站所终端和配变终端等。

[来源:DL/T 1406—2015,3.1.5,有修改]

3.2

馈线终端 feeder terminal unit

安装在中压配电网架空线路杆塔等处的配电自动化终端。

3.3

站所终端 distribution terminal unit

安装在中压配电网开关站、环网室、环网箱、配电室、箱式变电站等处的配电自动化终端。

3.4

配变终端 transformer terminal unit

安装在配电变压器低压侧的配电自动化终端。

3.5

馈线自动化 feeder automation

利用二次装置或系统,监视配电网的运行状况,及时发现配电网故障,进行故障定位、隔离,以及恢复非故障区域的供电。

[来源:DL/T 1406—2015,3.1.6,有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DTU:站所终端(Distribution Terminal Unit)

FTU:馈线终端(Feeder Terminal Unit)

SOE:事件顺序记录(Sequence Of Events)

TTU:配变终端(Transformer Terminal Unit)

5 总体要求

- 5.1 终端应满足配电网电力生产供应过程中的监测、控制、运行等业务需求。
- 5.2 终端应采用模块化可扩展设计,通过硬件模块增加或更换、软件模块安装或升级等方式实现终端功能扩展。
- 5.3 终端应与配电一次设备成套化设计。
- 5.4 终端应满足分布式电源、储能装置及电动汽车充换电设备等设施的接入和协调控制需求。
- 5.5 终端通信接口应满足接入光纤、无线等通信通道的要求,满足配电自动化、调度运行等业务数据交互需求。
- 5.6 终端信息安全应按照 GB/T 36572 的规定,应采用国家密码管理部门核准的商用密码算法,采用硬件密码模块或芯片等方式,实现与主站身份认证及数据交互的完整性、机密性、可用性保护。
- 5.7 应按规范进行终端定值整定、运行管理和维护检修,以保证其正确发挥作用。

6 功能要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 终端应具备自诊断、自恢复功能,对各功能板件、重要芯片及软件进行自检,自检异常时能产生就地及远传报警信号,并能自动复位。
- 6.1.2 终端上电、断电、电源电压缓慢上升或缓慢下降过程中,终端均不应误输出,当电源恢复正常后,终端应自动恢复正常运行。
- 6.1.3 终端应具备装置运行、通信等状态指示。
- 6.1.4 终端应支持通信异常时通信模块复位。
- 6.1.5 终端应具备对时、定位、守时功能,能接受主站、卫星对时命令。

6.2 馈线终端/站所终端

6.2.1 测量控制功能

FTU/DTU 测量控制功能符合以下规定。

- a) 应采集并发送交流电压、交流电流及直流电压等模拟量信号,应具备模拟量越限告警及上送功能。
- b) 应采集并发送状态量,应具备状态量变位优先传送及防误报功能。
- c) 应具备接收、返校并执行遥控命令功能,保护与控制宜分开输出;终端异常时不应影响手动分合闸功能。
- d) 应具备历史数据循环存储、远程调阅功能。
- e) 宜具备电能量采集功能。
- f) 宜具备合闸同期检测功能。
- g) 宜具备终端状态在线监测功能,满足智能运维和状态检修要求。
- h) 可具备同步采样功能。
- i) 可具备分合闸及储能回路录波功能。

- j) 可具备控制回路断线检测功能。
- k) 应用在分布式电源和储能等公共连接点的终端,宜具备双侧电压/频率采集、功率方向检测及电能质量监测功能。

6.2.2 故障处理功能

FTU/DTU 故障处理功能符合以下规定:

- a) 应具备短路与接地故障检测功能,支持上送故障遥信及 SOE,支持上送对应故障事件,故障事件包括故障时的遥信状态及故障发生时刻的电压、电流值等;
- b) 应支持集中型、就地型、分布式等馈线自动化模式的选配和远方投退,支持多种馈线自动化模式之间、馈线自动化和保护之间协同处理故障,满足不同配电网架及运行特性;
- c) 分布式馈线自动化宜具备互操作能力;
- d) 馈线自动化宜具备纵向即插即用功能,新接入的 FTU/DTU 可无缝接入到现有的馈线自动化模式中;
- e) 终端应根据配电线路分布式电源或储能接入情况,在馈线自动化处理逻辑中合理增加故障电流方向检测等措施,确保馈线自动化正确动作;
- f) 应支持保护功能的选配和远方投退,保护功能应按照 GB/T 14285 的规定;
- g) 应具备三段定时限过流保护和两段零序过流保护功能,应具备重合闸和合闸后加速保护功能,应具备防励磁涌流误动作功能;
- h) 应用于中性点不接地/经高阻抗接地/谐振接地系统,应具备小电流接地系统单相接地保护功能;
- i) 宜具备配电线路断线故障判别功能,可具备断线故障告警或跳闸功能;
- j) 用于合环运行或分布式电源接入的配电网,过流保护应具备故障电流方向检测,重合闸宜具备合闸同期检测功能;
- k) 应用于分布式电源和储能等公共连接点处的终端,宜具备防孤岛保护功能(含低电压保护、过电压保护、低频保护、过频保护);
- l) 应具备故障录波功能,录波文件应按照 GB/T 14598.24 的规定,录波数据可本地存储与远传;
- m) 应具有明显的线路故障就地状态指示,应支持故障指示手动复归、自动复归和主站远程复归。

6.2.3 通信功能

FTU/DTU 通信功能符合以下规定:

- a) 应支持以太网、无线虚拟专网、RS485 串口等通信方式,用于数据远传、本地设备接入、本地运维,宜具备用于本地运维的无线通信接口;
- b) 与主站、本地设备之间通信应按照 DL/T 634.5101、DL/T 634.5104 等的规定;
- c) 宜支持上电自动向主站进行注册、自动识别及自动接入。

6.2.4 电源管理功能

FTU/DTU 电源管理功能符合以下规定:

- a) 采用双路供电电源供电时,应具备任一路供电电源供电不足或消失时,终端能不间断正常运行;
- b) 应具备后备电源的充放电管理功能,当供电电源不足或消失时应能给出告警信号并自动无缝切换到后备电源供电,当供电电源恢复后应自动切回供电电源供电;
- c) 应具备后备电源状态监测功能,并将信息上送配电自动化主站,宜具备后备电源健康状态评估功能;

- d) 当后备电源为铅酸蓄电池时,应具备当地及远方电池活化功能;
- e) 供电电源和后备电源均应独立满足终端本体、通信设备正常运行及对开关设备的正常分合闸操作。

6.2.5 后备电源

FTU/DTU 后备电源符合以下规定:

- a) 应采用蓄电池或超级电容等;
- b) 额定电压宜采用直流 24 V 或 48 V。

6.2.6 其他功能

FTU/DTU 其他功能符合以下规定:

- a) 可扩展开关设备状态监测及评价功能,支持接入多类型设备传感器;
- b) 可扩展行波测距功能,故障行波录波文件应按照 GB/T 14598.24 的规定;
- c) 可具备线路绝缘异常录波、绝缘故障判断及告警功能,绝缘异常录波文件应按照 GB/T 14598.24 的规定。

6.3 配变终端

6.3.1 基本功能

TTU 基本功能符合以下规定:

- a) 应具备配电变压器低压侧交流电压、交流电流等模拟量采集与远传功能;
- b) 应采集并发送状态量,应具备状态量变位优先传送及防误报功能;
- c) 应具备电能量采集功能;
- d) 应具备数字证书下的终端入网双向身份认证的安全管理功能,并支持接入多个主站系统;
- e) 宜具备日志管理、容器管理、应用软件管理功能;
- f) 宜具备终端状态在线监测功能,满足智能运维和状态检修要求。

6.3.2 扩展功能

TTU 应支持以应用软件方式实现功能扩展,扩展功能符合以下规定:

- a) 宜具备台区内设备运行信息采集、数据存储与统计分析功能,台区设备包括低压智能断路器、电能质量治理设备、分布式光伏、储能、充电桩等;
- b) 宜具备台区本地决策分析功能,包括台区拓扑识别、故障研判、线损分析、三相不平衡分析、可开放容量分析、源网荷储充协同控制等;
- c) 宜具备台区内用户电能表数据采集、存储、主动远传功能;
- d) 宜具备台区设备台账管理、设备模型管理等功能。

6.3.3 通信功能

TTU 通信功能符合以下规定:

- a) 应具备以太网、无线虚拟专网、RS485 串口等通信方式,用于数据远传、本地设备接入、本地运维,宜具备低压载波、微功率无线等本地通信方式;
- b) 与主站之间通信应按照 DL/T 634.5101、DL/T 634.5104、DL/T 698.45 等的规定;
- c) 与本地设备之间通信应按照 DL/T 698.44、DL/T 645 等的规定;
- d) 宜支持上电自动向主站进行注册、自动识别及自动接入。

6.3.4 电源管理及后备电源

- 6.3.4.1 TTU 采用交流三相四线制供电,在供电线路任断一线或两线时,终端应正常工作。
- 6.3.4.2 TTU 后备电源宜采用超级电容,当供电电源供电不足或消失时应能给出告警信号并自动无缝切换到后备电源供电,当主供电电源恢复后应自动切回供电电源供电。

6.4 运维功能

- 6.4.1 终端应支持本地及远方操作维护,应支持实时数据、历史数据、冻结数据的查看功能,应支持参数、定值的本地及远方修改整定,应支持程序本地及远程升级。
- 6.4.2 终端应提供本地运维接口,宜支持 DL/T 634.5104 等通用通信协议,应具有基于硬件加密或身份认证的安全防护措施。
- 6.4.3 远方主站对终端进行参数维护、定值查看或整定时,终端应保持与主站系统的正常业务连接。

6.5 结构外观

- 6.5.1 终端外壳应按照 GB/T 14598.27—2017 中第 6 章规定的安全要求。
- 6.5.2 安装在户外的终端其外壳的防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 中 IP55 的规定;安装在户内(含遮蔽场所)的终端其外壳的防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 中 IP20 的规定。
- 6.5.3 终端的金属外壳、屏(柜)应实现导电性互连,应设置可靠的接地点,接地点应能可靠连接截面不小于 4 mm² 的多股铜线。
- 6.5.4 终端中的接插件应按照 GB/T 5095(所有部分)的规定。
- 6.5.5 终端电气接口宜采用支持快速插合和分离的电连接器,电连接器插头端在非插合状态时,非低功率电流回路应具备自动短接功能。
- 6.5.6 FTU/DTU 后备电源宜采用支持快速插合和分离的电连接器。
- 6.5.7 终端应采用无风扇散热方式。

7 技术条件



7.1 环境条件

7.1.1 正常工作大气条件

7.1.1.1 工作场所环境温度和湿度分级应符合表 1。

表 1 工作场所环境温度和湿度分级

级别	环境温度		湿度		使用场所
	范围 ℃	最大变化率 ℃/min	相对湿度 %	最大绝对湿度 b/m ³	
C1	-25~+55	0.5	10~98	29	室内
C2	-40~+70	1.0	10~98	35	遮蔽场所、户外
CX	特定				

7.1.1.2 大气压力如下:

- a) 工作场所海拔高度不超过 1 000 m;86 kPa~106 kPa;

b) 工作场所海拔高度 1 000 m~3 000 m;70 kPa~106 kPa。

7.1.2 周围环境要求

7.1.2.1 无爆炸危险,无腐蚀性气体及导电尘埃,无严重霉菌存在,无剧烈振动冲击源。

7.1.2.2 接地电阻应按照 GB/T 50065 的规定。

7.1.3 贮存、运输环境条件

设备的贮存、运输环境温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.4 特殊使用条件

当超出 7.1.1~7.1.3 规定的正常使用条件时,由用户与制造商商定。

7.2 供电电源要求

7.2.1 交流供电电源要求

供电电源采用交流电源时符合以下要求:

- a) FTU/DTU 供电电压标称值应为 220 V,TTU 供电电压标称值应为 380 V;
- b) 标称电压容差为 $-20\%\sim+20\%$;
- c) 频率为 50 Hz,频率容差为 $\pm 5\%$;
- d) 波形为正弦波,谐波含量小于 10%。

7.2.2 直流供电电源要求

供电电源采用直流电源时符合以下要求:

- a) 电压标称值为 220 V、110 V、48 V 或 24 V;
- b) 标称电压容差为 $-20\%\sim+15\%$;
- c) 电压纹波不应大于 5%。

7.3 二次回路

7.3.1 终端遥信回路的直流电源宜与终端核心单元工作电源隔离。

7.3.2 FTU/DTU 配套控制回路符合以下规定:

- a) 应具备远方/就地操作切换功能,远方/就地操作切换不应影响保护分合闸出口功能;
- b) 配套断路器采用弹簧电动操作机构时,为防止断路器操动机构同时收到跳、合闸命令时反复跳、合,应具备防跳跃功能,宜使用断路器机构内的防跳跃回路;
- c) 配套断路器采用弹簧电动操作机构时,应具备合闸、跳闸的自保持功能,宜使用断路器机构内的自保持回路。

7.3.3 导线与电气元件间可采用螺栓连接、插接、焊接或压接等,均应牢固可靠,强、弱电端子宜分开布置。

7.3.4 非低功率电流互感器连接导线截面积不应小于 2.5 mm^2 ,非低功率电压互感器连接导线截面积不应小于 1.5 mm^2 ,低功率互感器连接导线应采用屏蔽线,截面积不应小于 0.5 mm^2 。

7.3.5 电源及分合闸控制回路连接导线截面积不应小于 1.5 mm^2 。

7.3.6 遥信输入及信号回路连接导线截面积不应小于 1 mm^2 。

8 性能要求

8.1 测量控制

8.1.1 交流工频模拟量输入

8.1.1.1 交流工频电气量采用模拟量输入时,电压、电流的标称值为终端额定值,频率的标称值为 50 Hz。

8.1.1.2 在 1.2 倍标称值范围内,交流工频测量电压与电流引用误差不应大于 0.5%,有功功率、无功功率与功率因数引用误差不应大于 1%,引用误差基准值为标称值。

8.1.1.3 工频采样范围 45 Hz~55 Hz,频率测量误差不应大于 0.02 Hz。

8.1.1.4 交流工频模拟量参比条件、输入回路要求及其影响量应按照 GB/T 13729—2019 中 5.5.2 的规定。

8.1.1.5 终端核心单元交流工频电量每一电流回路的功率消耗不应大于 0.75 VA,每一电压输入回路的功率消耗不应大于 0.5 VA。

8.1.2 交流工频电量允许过量输入能力

8.1.2.1 连续过量输入。对被测电流、电压施加标称值的 120%;施加时间为 24 h,所有影响量都应保持其参比条件。在连续通电 24 h 后,交流工频电量测量的误差应满足 8.1.1 的要求。

8.1.2.2 短时过量输入。在参比条件下,按表 2 的规定进行试验。

表 2 短时过量输入

被测量	与电流相乘的系 (倍)数	与电压相乘的系 (倍)数	施加次数	施加时间 s	相邻施加间隔时间 s
电流	标称值×20	—	5	1	300
电压	—	标称值×2	10	1	10

8.1.2.3 在短时过量输入后,交流工频电量测量的误差应满足 8.1.1 的要求。

8.1.3 直流模拟量输入

8.1.3.1 直流电压模拟量输入范围 0 V~60 V。

8.1.3.2 直流电压模拟量引用误差不应大于 0.5%。

8.1.4 状态量

8.1.4.1 对用机械触点“闭合”和“断开”表示的状态量,应使用无源空触点接入方式,遥信电源应由终端提供,宜采用 DC24 V。

8.1.4.2 输入回路应有电气隔离及滤波回路,防抖时间在 10 ms~60 000 ms 内可设。

8.1.4.3 事件顺序记录分辨率(SOE 分辨率)不应大于 2 ms。

8.1.5 继电器触点性能

配套断路器采用弹簧电动操作机构时,与断路器跳合闸线圈相连的继电器触点性能符合以下规定。

a) 机械耐久性:接通不应小于 1 000 次,断开不应小于 1 000 次,不带负载时不应小于 10 000 次。

- b) 接通电流：
 - 1) 连续：不带操作回路时电流不应小于 8 A，带操作回路时电流不应小于 5 A；
 - 2) 短时：持续 200 ms，不应小于 30 A；短时额定工作周期应为：接通 200 ms，接通电流停止后断开 15 s。
- c) 最大断开容量：当 $L/R=40$ ms(感性负载)，不应小于 30 W。

8.1.6 电能量采集准确度等级

8.1.6.1 有功电能量采集按照 GB/T 17215.321—2021 的 C 级要求。

8.1.6.2 无功电能量采集按照 GB/T 17215.323—2022 的 2 级要求。

8.2 故障处理

8.2.1 电流整定值准确度：故障电流在 $0.05 I_n \sim 20 I_n$ 或 $0.05 I_n \sim 10 I_n$ 范围内，误差不应大于电流整定值的 5% 或 $0.05 I_n$ ，取其中较大者。

8.2.2 电压整定值准确度：误差不应大于电压整定值的 5% 或 $0.01 U_n$ ，取其中较大者。

8.2.3 时间整定值准确度：过量类保护 1.5 倍整定值或欠量保护 0.7 倍整定值时，误差不应大于时间整定值的 1% 或 40 ms。

8.2.4 发生过渡电阻不大于下列规定数值的单相接地故障时，单相接地故障保护功能应能有选择性地跳闸：

- a) 对中性点不接地/经高阻抗接地/谐振接地系统(残流不大于 30 A)：1 k Ω ；
- b) 对中性点经低电阻接地系统：300 Ω 。

8.2.5 防孤岛保护功能的频率准确度、低电压保护/过电压保护/低频保护/过频保护的動作时间准确度应按照 NB/T 11054—2023 中 4.3.1 的规定。

8.2.6 除已注明返回系数外，过量动作保护功能的返回系数不应小于 0.9，欠量动作保护功能的返回系数不应大于 1.1。

8.3 通信和定时

8.3.1 采用卫星授时方式时，终端时间同步准确度应优于 1 ms。

8.3.2 无授时条件下，终端 24 h 守时误差不应大于 1 s。

8.3.3 地理位置定位误差不应大于 15 m。

8.4 其他性能

8.4.1 终端功耗要求

8.4.1.1 FTU 整机功耗不应大于 30 VA。

8.4.1.2 DTU 采用集中式结构时整机功耗不应大于 60 VA；DTU 采用分散式结构时，间隔单元整机功耗不应大于 15 W，公共单元整机功耗不应大于 20 W。

8.4.1.3 TTU 整机功耗不应大于 25 VA。

8.4.2 后备电源性能要求

8.4.2.1 FTU/DTU 的后备电源符合以下要求：

- a) 采用蓄电池时，在主电源失电后应保证完成分—合—分操作并维持终端及通信模块至少运行 4 h；
- b) 采用超级电容时，在主电源失电后应保证完成分—合—分操作并维持终端及通信模块至少运

行 15 min。

8.4.2.2 TTU 的后备电源在主电源失电后,应保证维持终端及通信模块至少运行 3 min。

8.4.2.3 后备电源寿命及安全性符合以下要求:

- a) 后备电源外壳应采用阻燃材料;
- b) 阀控式铅酸蓄电池应按照 DL/T 637 的规定;
- c) 双电层型超级电容应按照 GB/T 34870.1 的规定;
- d) 锂离子电池模块应按照 GB/T 36276 中的规定。

8.5 绝缘性能

8.5.1 绝缘电阻

8.5.1.1 在 7.1.1.1 规定的正常大气条件下,终端的绝缘电阻要求应符合表 3。

表 3 正常条件绝缘电阻

额定绝缘电压(U_i) V	绝缘电阻要求 M Ω
$U_i \leq 60$	≥ 5 (用 250 V 兆欧表)
$U_i > 60$	≥ 5 (用 500 V 兆欧表)

8.5.1.2 湿热条件:在温度 $40\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 $93\text{ }^\circ\text{C} \pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ 的恒定湿热条件下终端绝缘电阻的要求应符合表 4。

表 4 湿热条件绝缘电阻

额定绝缘电压(U_i) V	绝缘电阻要求 M Ω
$U_i \leq 60$	≥ 1 (用 250 V 兆欧表)
$U_i > 60$	≥ 1 (用 500 V 兆欧表)

8.5.2 介质强度

在正常试验大气条件下,终端的被试部分应能承受表 5 规定的工频电压 1 min 的介质强度试验,试验过程无击穿、无闪络现象,泄漏电流不大于 5 mA。

试验部位为非电气连接的两个独立回路之间,各带电回路与金属外壳之间。

表 5 工频耐受电压

额定绝缘电压(U_i) V	试验电压有效值 V
$U_i \leq 60$	500
$60 < U_i \leq 125$	1 000
$125 < U_i \leq 250$	2 500

对于交流工频电量输入端子与金属外壳之间,电压输入与电流输入的端子组之间都应满足频率 50 Hz、2 kV 电压,持续时间为 1 min 的要求。

8.5.3 冲击电压

电源回路应按电压等级施加冲击电压,额定电压大于 60 V 时,应施加 5 kV 试验电压;额定电压不大于 60 V 时,应施加 1 kV 试验电压;交流工频电量输入回路应施加 5 kV 试验电压。施加 1.2/50 μ s 冲击波形,5 个正脉冲和 5 个负脉冲,施加间隔不小于 5 s。

以下述方式施加于交流工频电量输入回路和电源回路:

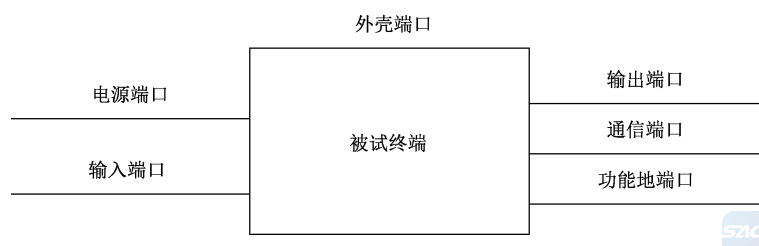
- 接地端和所有连在一起的其他接线端子之间;
- 依次对每个输入线路端子之间,其他端子接地;
- 电源的输入和大地之间。

冲击试验后,终端应无绝缘损坏和器件损坏,终端各项功能、性能指标应满足本文件要求。

8.6 电磁兼容性能

8.6.1 端口

图 1 所示端口适用于终端的电磁兼容试验项目所施加的部位,项目试验端口应符合表 7。



注 1: 输入端口含电流、电压及开关量输入端口,其中电流、电压端口含模拟量小信号输入端口。

注 2: 输出端口含开关量输出端口。

注 3: 通信端口含长度适用的以太网通信、RS485 串口通信等端口。

图 1 配电自动化终端的端口

8.6.2 验收准则

终端试验结果的判定以 8.1 的要求作为基准,允许的改变见表 6。

表 6 电磁兼容试验项目验收准则

准则	功能	验收条件
A	故障处理	试验中及试验后,在规定限值内性能正常
	命令与控制	试验中及试验后,在规定限值内性能正常
	测量 ^a	误差改变量不应大于准确等级指数的 200% 或 100%
	人机接口和可视报警	试验期间没有性能下降或功能丧失,存储数据不丢失
	数据通信 ^b	误码率可能增加,但传输数据不丢失
	开关量输入、开关量输出和输出触电	试验期间不允许有不需要的状态改变

表 6 电磁兼容试验项目验收准则（续）

准则	功能	验收条件
B	故障处理	试验中及试验后,在规定限值内性能正常
	命令与控制	试验中及试验后,在规定限值内性能正常
	测量 ^a	误差改变量不应大于准确等级指数的 200%或 100%
	人机接口和可视报警	试验期间暂时性能下降或功能丧失,试验后自行恢复,存储数据不丢失
	数据通信 ^b	误码率可能增加,但传输数据不丢失
	开关量输入、开关量输出和输出触发电	试验期间不允许有不需要的状态改变
^a 根据测试项目不同,选择不同的误差改变量要求。 ^b 故障处理或控制功能通信端口除外。验收标准见故障处理、命令与控制验收准则。		

8.6.3 试验要求

终端电磁兼容性能试验项目应包含表 7 所列项目,各试验项目所依据文件、试验等级、试验值、试验端口及验收准则选择按表 7 的规定执行。

表 7 电磁兼容性能指标要求

试验项目	依据文件	试验等级	试验值	试验端口	验收准则
电压突降和电压中断抗扰度	采用交流电源,按照 GB/T 17626.11 执行;采用直流电源,按照 GB/T 17626.29 执行	中断至 100% UT	采用交流电源,电压中断持续时间 0.5 s;采用直流电源,电压中断持续时间 0.2 s	电源	A 测量误差改变量不大于 200%
阻尼振荡波抗扰度	按照 GB/T 17626.18 慢速阻尼振荡波执行	3	共模试验电压 2.5 kV、 差模试验电压 1.25 kV	电源、输入、输出	B 测量误差改变量不大于 200%
			屏蔽层对地 1.25 kV	通信	
电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	4	2.0 kV	输入、输出、通信、功能地	B 测量误差改变量不大于 200%
			4.0 kV	电源	
浪涌抗扰度	GB/T 17626.5	4	线对地试验电压 4.0 kV、 线对线试验电压 2.0 kV	电源、输入、输出、通信	B 测量误差改变量不大于 200%
静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	4	接触放电 ±8 kV, 空气放电 ±15 kV	外壳及人体易触碰部位	B 测量误差改变量不大于 200%
工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	5	连续磁场 100 A/m	外壳	B 测量误差改变量不大于 100%

表 7 电磁兼容性能指标要求 (续)

试验项目	依据文件	试验等级	试验值	试验端口	验收准则
脉冲磁场抗扰度	GB/T 17626.9	5	1 000 A/m	外壳	A 测量误差改变量不大于 100%
阻尼振荡磁场抗扰度	GB/T 17626.10	5	100 A/m	外壳	B 测量误差改变量不大于 100%
射频辐射电磁场抗扰度	GB/T 17626.3	3 ^a	10 V/m (80 MHz~1 000 MHz)	外壳	A 测量误差改变量不大于 100%
		4 ^a	30 V/m (1.4 GHz~2 GHz)		
^a 射频辐射电磁场抗扰度试验级别说明如下。 ——3 级:严重电磁辐射环境。便携收发机(额定功率 2 W 或更大),能接近设备使用,但距离不小于 1 m。终端附近有大功率广播发射器和工科医设备,是一种典型的工业环境。 ——4 级:距离设备 1 m 以内使用便携收发机,或距离终端 1 m 以内使用严重的干扰源。					

8.7 机械振动

终端应能承受频率为 2 Hz~9 Hz,振幅为 0.3 mm 及频率为 9 Hz~500 Hz,加速度为 1 m/s² 的振动。振动之后,设备不应发生损坏和零部件受振动脱落现象,各项性能均应符合 8.1 的要求。

8.8 连续通电稳定性

终端完成调试后,在出厂前应进行常温条件下不少于 72 h 连续稳定的通电试验,或 50 °C 高温条件下不少于 48 h 连续稳定的通电试验,交直流电压为额定值,各项性能均应符合 8.1 的要求。

8.9 可靠性

终端本体平均无故障工作时间(MTBF)不应低于 50 000 h。



9 试验方法

9.1 试验条件

9.1.1 试验环境

除非另有规定,试验的标准大气条件不应超过下列范围:

- 试验环境温度: +15 °C ~ +35 °C;
- 大气压力: 86 kPa ~ 106 kPa;
- 相对湿度: 45% ~ 75%。

9.1.2 基本设备及仪表

终端试验条件应包含以下基本设备及仪表,测试连接见图 2:

- a) 配电自动化主站或测试主站；
- b) 交流模拟量发生器、直流模拟量发生器；
- c) 状态量模拟器；
- d) 状态量采集器；
- e) 脉冲信号采集器(选配)；
- f) 标准表；
- g) 录波仪；
- h) 终端被试品 1 套。

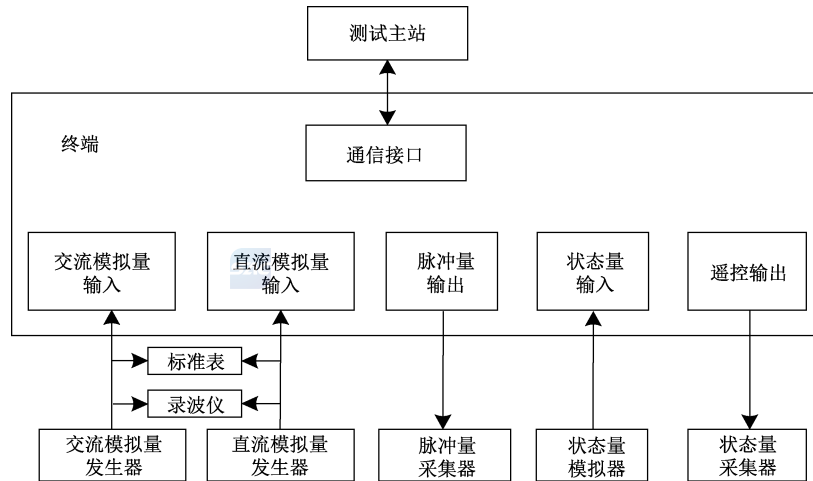


图 2 终端测试连接

9.1.3 仪表准确度等级要求

所有标准表的准确等级至少应比被测量的准确等级要求高一个级别。

9.2 功能及性能试验

根据 6.2、6.3 和 8.1 的规定,测量控制功能及性能试验按照 GB/T 13729—2019 中 6.2 的规定执行;根据 6.2 和 8.2 的规定,保护功能及性能试验按照 GB/T 7261—2016 中第 6 章的规定执行,就地型馈线自动化功能试验按照 NB/T 42166 的规定执行,分布式馈线自动化功能试验按照 DL/T 2057 的规定执行,其他性能试验按照 DL/T 1529 的规定执行。

9.3 通信试验

按照 GB/T 7261—2016 中 6.9、18.2 和 18.3 的规定执行,判定被试品的通信方式、与外接设备通信协议及时钟同步指标,是否符合 6.2.3、6.3.3 和 8.3 要求。

9.4 结构、外观试验

根据 6.5 的规定,结构外观检查按照 GB/T 7261—2016 中第 5 章的规定执行,外壳防护等级试验按照 GB/T 4208—2017 中第 13 章和第 14 章的规定执行。

9.5 电源影响试验

按 7.2 规定的参数中任选一项,当该参数在极限内变化(其余各项为额定值),被试品应能正常工作,测试交流输入模拟量、直流输入模拟量、状态输入量、SOE 分辨率、遥控功能是否符合 8.1 要求。对

于交流工频电量,因被试品电源电压变化引起的误差改变量不应大于准确等级指数的50%。

9.6 环境适用性试验

9.6.1 低温性能试验

低温性能试验按照 GB/T 13729—2019 中 6.3 的规定执行,判定被试品性能是否符合 8.1 的要求。

9.6.2 高温性能试验

高温性能试验按照 GB/T 13729—2019 中 6.4 的规定执行,判定被试品性能是否符合 8.1 的要求。

9.6.3 湿热性能试验

恒定湿热性能试验按照 GB/T 13729—2019 中 6.5 的规定执行,判定试品性能是否符合 8.1 的要求。

9.7 绝缘性能试验

绝缘试验回路包含电源输入回路对地、输出回路对地、状态输入回路对地、交直流输入回路对地(试验时,应将被试回路的接地线断开)和无电气连接的各回路之间,具体要求如下:

- a) 绝缘电阻试验:根据 8.5.1 的规定,各回路电压等级使用对应的兆欧表测量绝缘电阻,测量时间不应少于 5 s;
- b) 介质强度试验:根据 8.5.2 的规定,各回路电压等级使用耐压测试仪进行介质强度试验,试验电压从零开始,在 5 s 内逐渐升到规定值并保持 1 min;
- c) 冲击电压试验:根据 8.5.3 的规定,施加 1.2/50 μ s 的标准雷电波的标准短时冲击电压试验,开路试验电压为 5 kV(或 1 kV)。冲击试验后,判定被试品应无绝缘和器件损坏,终端功能性能差是否符合 8.1 要求。

9.8 电磁兼容性能试验

按 8.6 规定的试验项目、执行标准、试验要求和验收准则进行试验。

9.9 机械性能试验

根据 8.7 的要求,按照 GB/T 2423.10—2019 中第 8 章的规定执行,在 3 个互相垂直的轴线上依次进行扫频,每轴线扫频循环 20 次。机械振动之后,检查被试品的外观,应无松动和损坏,并判定其性能指标是否符合 8.1 要求。

9.10 连续通电试验

根据 8.8 的要求,被试品在正常工作状态下连续通电运行,每 8 h 进行抽测一次,通电试验期间及试验结束后,判定其性能指标是否符合 8.1 要求。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志



10.1.1 铭牌

每台终端应在显著部位设置持久明晰的铭牌:

- a) 铭牌的图案和字迹应清晰、美观、醒目、耐久,内容至少应包含产品型号、名称、制造厂名、主要

参数、出厂日期及编号等；

- b) 铭牌上宜有明显的唯一的二维码和 ID 号；
- c) 终端宜设有和铭牌相结合的 RFID 电子标签。

10.1.2 安全标识、接地标识

10.1.2.1 终端显著部位设置持久明晰的“当心触电”安全标识。

10.1.2.2 终端的保护接地应设置持久明晰的接地标识。

10.2 包装

10.2.1 产品包装前的检查

按照 GB/T 13729—2019 中 8.2.1 的规定执行。

10.2.2 包装的要求

按照 GB/T 13384 中的规定执行。

对于包装内的产品的可动部分(如门、插件、插箱等)应锁紧扎牢,应有防尘、防潮、防震等措施。

10.2.3 包装箱标记

按照 GB/T 13729—2019 中 8.1.2 的规定执行。

10.3 运输和贮存

包装完好的终端在贮存、运输过程中不应出现包装破损、终端损坏等异常情况。终端运输装卸应按包装箱的标记进行规范操作。对于含有蓄电池的终端产品运输和贮存应按照 GB/T 19638.1—2014 中 8.3 和 8.4 的规定执行。

参 考 文 献

- [1] DL/T 1406—2015 配电自动化技术导则
-

