

ICS 27.100

K 45

备案号: 31107-2011

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 478 — 2010

代替 DL/T 478 — 2001

继电保护和安全自动装置通用技术条件

General specification for relaying protection and
security automatic equipment

2011-01-09 发布

2011-05-01 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	3
4 基本技术要求	3
5 功能要求	7
6 安全要求	8
7 检验	9
8 标志、包装、运输和储存	27
9 其他	27
附录 A (资料性附录) 固有准确度、动作准确度和系统准确度	28

前 言

本标准基于保护控制技术领域进步，制造、运行维护经验总结，参照最新国际标准，对 DL/T 478—2001《静态继电保护及安全自动装置通用技术条件》进行修订。

本标准与 DL/T 478—2001 的主要差别如下：

- 标准名称修改为《继电保护和安全自动装置通用技术条件》；
- 第 3 章删除原标准 4.5 中术语和定义的内容，改为“准确度”等 6 个术语和定义；
- 根据 GB 14598.27《量度继电器和保护装置 第 27 部分：产品安全要求》，对原标准中有关安全要求内容，做了较大幅度修改、补充；
- 按 GB/T 14285—2006《继电保护和安全自动装置技术规程》对原标准 4.4 进行了修改和补充，并删除了与 GB/T 14285—2006 重复的内容；
- 对装置工作环境条件、试验条件进行了修改；
- 增加了对装置配线端子的要求；
- 增加了对电压跌落、短时中断、瞬变以及缓慢关断/启动要求和试验内容；
- 按 GB/T 14598.3—2006《电气继电器 第 5 部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验》对原标准 4.10 进行了修改；
- 增加附录 A 资料性附录。

本标准自实施之日起代替 DL/T 478—2001。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电力行业继电保护标准化技术委员会归口。

本标准的起草单位：国电南京自动化股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、中国电力科学研究院、华东电力设计院、许继电气股份有限公司。

本标准主要起草人：钟泽章、李力、秦应力、艾淑云、王向平、王胜、沈全荣、刘建飞、沈晓凡、钱国明、刘国伟、赵希才、王玉杰。

本标准所代替标准的历次发布情况为：

- DL/T 478—1992；
- DL/T 478—2001。

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）。

继电保护和安全自动装置通用技术条件

1 范围

本标准规定了电力系统继电保护及安全自动装置的通用技术条件、检验方法、检验规则及对标志、包装、运输、储存的要求，作为产品设计、制造、检验和运行的依据。

本标准适用于各种继电保护、安全自动装置（以下简称装置）。

装置除满足本标准外，还应满足相关的国家或行业技术标准规定。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志（GB/T 191—2008，ISO 780:1997，MOD）

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温（IEC 60068-2-1:2007，IDT）

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温（IEC 60068-2-2:2007，IDT）

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验（IEC 60068-2-78:2001，IDT）

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）（IEC 60068-2-30:2005，IDT）

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 2423.10—2008，IEC 60068-2-6:1995，IDT）

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化（IEC 60068-2-14:1984，IDT）

GB/T 2424.2 电工电子产品环境试验 湿热试验导则（GB/T 2424.2—2005，IEC 60068-3-4:2001，IDT）

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语（GB/T 2900.1—2008，IEC 60050，IDT）

GB/T 2900.17 电工术语 量度继电器 [GB/T 2900.17—2009，IEC 60050（447）:2009，IDT]

GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护 [GB/T 2900.49—2004，IEC 60050（448）:1995，IDT]

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）（GB 4208—2008，IEC 60529:2001，IDT）

GB/T 4798.2 电工电子产品应用环境条件 第2部分：运输（GB/T 4798.2—2008，IEC 60721-3-2:1997，MOD）

GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法（GB/T 5169.16—2008，IEC 60695-11-10:2003）

GB/T 5465.2 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号

GB/T 7261—2008 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 9361 计算站场地安全要求

GB/T 11287 电气继电器 第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇：振动试验（正弦）（GB/T 11287—2000，IEC 60255-21-1:1988，IDT）

- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14047 量度继电器和保护装置 (GB/T 14047—1993, IEC 60255-6:1988, IDT)
- GB/T 14285—2006 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验 (GB/T 14537—1993, IEC 60255-21-2:1988, IDT)
- GB/T 14598.3 电气继电器 第 5 部分: 量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验 (GB/T 14598.3—2006, IEC 60255-5:2000, IDT)
- GB/T 14598.9 量度继电器和保护装置 第 22-3 部分: 电气骚扰试验 辐射电磁场抗扰度 (GB/T 14598.9—2010, IEC 60255-22-3:2007, IDT)
- GB/T 14598.10 电气继电器 第 22-4 部分: 量度继电器和保护设备电气的骚扰试验 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 (GB/T 14598.10—2007, IEC 60255-22-4:2002, IDT)
- GB/T 14598.13 电气继电器 第 22-1 部分: 量度继电器和保护设备电气的骚扰试验 1M 脉冲群抗扰度试验 (GB/T 14598.13—2008, IEC 60255-22-1:2007, MOD)
- GB/T 14598.14 量度继电器和保护装置 第 22-2 部分: 电气骚扰试验 静电放电试验 (GB/T 14598.14—2010, IEC 60255-22-2:2008, IDT)
- GB/T 14598.16 电气继电器 第 25 部分: 量度继电器和保护装置的电磁发射试验 (GB/T 14598.16—2002, IEC 60255-25:2000, IDT)
- GB/T 14598.17 电气继电器 第 22-6 部分: 量度继电器和保护装置的电气骚扰试验 射频场感应的传导骚扰的抗扰度 (GB/T 14598.17—2005, IEC 60255-22-6:2001, IDT)
- GB/T 14598.18 电气继电器 第 22-5 部分: 量度继电器和保护装置的电气骚扰试验 浪涌抗扰度试验 (GB/T 14598.18—2007, IEC 60255-22-5:2002, IDT)
- GB/T 14598.19 电气继电器 第 22-7 部分: 量度继电器和保护装置的电气骚扰试验 工频抗扰度试验 (GB/T 14598.19—2007, IEC 60255-22-7:2003, IDT)
- GB/T 14598.27—2008 量度继电器和保护装置 第 27 部分: 产品安全要求 (IEC 60255-27:2005, MOD)
- GB/T 16273.1 设备用图形符号 第 1 部分: 通用符号
- GB/T 17045 电击防护装置和设备的通用部分
- 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 17626.8—2006, IEC 61000-4-8:2001, 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的抗扰度试验 (GB/T 17626.11—2008, IEC 61000-4-11:2004, IDT)
- GB/T 17626.17 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口纹波抗扰度试验 (GB/T 17626.17—2005, IEC 61000-4-17:2002, IDT)
- 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 17626.29—2006, IEC 61000-4-29:2000, IDT)
- GB/T 19520.12 电子设备机械结构 482.6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第 3-101 部分: 插箱及其插件 (GB/T 19520.12—2009, IEC 60297-3-101:2004, IDT)
- GB/T 20840.8—2007 互感器 第 8 部分: 电子式电流互感器 (IEC 60044-8:2002, MOD)
- GB/T 21711.1 基础机电继电器 第 1 部分: 总则与安全要求 (GB/T 21711.1—2008, IEC 61810-1:2003, IDT)
- GB/T 22386 电力系统暂态数据交换通用格式 (GB/T 22386—2008, IEC 60255-24:2001, IDT)
- DL/T 667 远动设备及系统 第 5 部分: 传输规约 第 103 篇: 继电保护设备信息接口配套标准 (DL/T 667—1999, IEC 60870-5-103:1997, IDT)

DL 860 变电站通信网络和系统

DL/T 871 电力系统继电保护产品动模试验

DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程

IEC 60255-11 量度继电器和保护装置 第 11 部分：辅助电源端口电压跌落、短时中断、瞬变和纹波（IEC 60255-11:2008 Measuring and protection equipment-Part 11: voltage dips, short interruptions, variations and ripple on auxiliary power supply port）

IEC 62151 电气连接到通信网络的设备安全（IEC 62151 Safety equipment electrically connected to a telecommunication network）

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.17 和 GB/T 2900.49 确立的及以下术语和定义适用于本标准。

3.1

准确度 accuracy

在基准条件下，测得结果与约定真值接近的程度。

准确度用误差的百分数、绝对值或百分数与绝对值组合表示。

用误差百分数表示准确度的计算方法：

$$\text{误差} = \left| \frac{\text{测得结果} - \text{约定真值}}{\text{约定真值}} \right| \times 100\%$$

3.2

变差 variation

一个测量结果会受到多种外界因素影响，例如温度、频率、激励量中的谐波、电源波动等。对同一测量对象，某一外部影响量（影响因素）处于非基准数值下的测量误差与该因素在基准数值下测量误差的差值称为变差。

3.3

固有准确度 intrinsic accuracy

在基准条件下，反映装置动作值接近输入激励量的真实动作值以及动作时间接近时间整定值或绝对标称动作时间能力的量。

注 1：固有准确度仅取决于基准条件下与量度继电器和保护设备有关的不确定性。

注 2：当动作值越接近对应真值，时间越接近时间定值或绝对申明时间，准确度越好。

3.4

动作准确度 operating accuracy

装置的动作准确度包括了固有准确度和由于影响量造成的变差。

注 1：量度继电器和保护设备的动作准确度取决于固有准确度和与因影响量造成的元件性能变化的不确定性。

注 2：当动作值越接近对应真值，时间越接近时间定值或绝对申明时间，准确度越好。

4 基本技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 正常工作大气条件：

- a) 环境温度：-10℃～+55℃；
- b) 相对湿度：5%～95%；
- c) 大气压力：80kPa～106kPa。

4.1.2 储存、运输环境条件：

- a) 储存环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%；
- b) 运输环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%。

4.1.3 周围环境：

- a) 应遮阳、挡雨雪、防御雷击、沙尘，通风；
- b) 不允许有超过7.4规定的电磁干扰存在；
- c) 场地应符合GB/T 9361中B类安全要求的规定；
- d) 使用地点不出现超过GB/T 14537规定的严酷等级为I级的振动；
- e) 无爆炸危险的介质，周围介质中不应含有能腐蚀金属、破坏绝缘和表面镀覆及涂覆层的介质及导电介质，不允许有明显的水汽，不允许有严重的霉菌存在；
- f) 安装地应铺设首尾相连、横截面不小于 100mm^2 的专用接地铜排，且该铜排一点与安装地接地网接地点可靠搭接。

4.1.4 特殊使用条件。当超出4.1.1~4.1.3规定的正常工作条件时，由用户与制造厂商定。

安装地点环境温度明显超过4.1.1正常工作环境条件时，优先使用的环境温度范围规定为：

- a) 特别寒冷地区： $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 特别炎热地区： $-10^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。

4.2 额定电气参数

4.2.1 直流工作电源输入：

- a) 额定电压：220V、110V；
- b) 允许偏差： $-20\%\sim+10\%$ ；
- c) 纹波系数：不大于5%。

4.2.2 激励量：

- a) 交流电压额定值 U_N ： $100/\sqrt{3}\text{V}$ ，100V；
- b) 交流电流额定值 I_N ：1A，5A；
- c) 交流电源频率额定值 f_N ：50Hz。

4.2.3 对于来自电子式互感器的激励量，宜采用数字量输入，其额定值应符合GB/T 20840.8中表5的规定。

4.3 准确度和变差

4.3.1 准确度。本标准中，准确度用在基准条件下连续五次测量中最大相对误差或绝对误差表示。除特别声明指出外，本标准中准确度指固有准确度。

4.3.1.1 交流电流回路固有准确度。交流电流在 $0.05I_N\sim 20I_N$ 范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 $0.02I_N$ ；或者：在 $0.1I_N\sim 40I_N$ 范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 $0.02I_N$ 。

4.3.1.2 交流电压回路固有准确度。当交流电压在 $0.01U_N\sim 1.5U_N$ 范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 $0.002U_N$ 。

4.3.1.3 零序电压、电流回路固有准确度。零序电压、电流回路的精确测量范围和准确度要求由产品标准或制造商产品文件规定。

4.3.2 变差：

- a) 变差以百分数表示；
- b) 环境温度在4.1.1规定的范围内变化引起的变差应不大于2.5%；
- c) 其他影响量引起的变差要求由产品标准或制造商产品文件规定。

4.3.3 延时时间。时间整定值的准确度：不大于1%或40ms。

反时限时间元件延时固有准确度由产品标准或制造商产品文件规定。

4.3.4 动作准确度。在正常工作大气条件下，连续5次测得的动作准确度（以百分数表示）应不大于5%。

4.4 配线端子要求

保护屏柜或装置直接与外回路连接时，其外部配线端子可接受连接导体尺寸范围见表 1。

表 1 端子可接受连接导体尺寸范围

应用电路	推荐导线的截面积 mm ²
交流电流电路	2.5~6.0
告警和信号电路，例如 SCADA	最小 0.5
通信电路，例如 RS232、RS485、以太网口	由制造商推荐
其他电路	1.0~4.0

4.5 开关量输入和输出

4.5.1 开关量输入。

4.5.1.1 装置所有开入回路的直流电源应与装置内部电源隔离。

4.5.1.2 强电开入回路的启动电压值应不大于 0.7 倍额定电压值，且不小于 0.55 倍额定电压值。

4.5.1.3 装置中所有涉及直接跳闸的强电开入回路的启动功率应不低于 5W。

4.5.2 开关量输出。

4.5.2.1 开关量数字输出应符合有关通信协议标准。

4.5.2.2 开关量触点输出的性能应满足 GB/T 21711.1 的要求。制造商应陈述下列内容：

- a) 触点电压。
- b) 极限接通容量。
- c) 接触电阻。
- d) 连续和短期通过触点电流。
- e) 极限断开容量，直流电阻和电感、交流电阻和电感。
- f) 机械和电气耐受（空载和有载）。

4.5.3 与断路器跳合闸线圈和控制器相连的继电器。

4.5.3.1 电流型继电器的启动电流值不大于 0.5 倍额定电流值。

4.5.3.2 电压型继电器的启动电压值不大于 0.7 倍额定电压值，且不小于 0.55 倍额定电压值。

4.5.3.3 触点性能应满足以下要求：

- a) 机械寿命：不带负载触点不小于 10 000 次，接通不小于 1000 次，断开不小于 1000 次。
- b) 接通负载：不小于 1000W， $L/R = 40\text{ms}$ 。
- c) 通过电流：
 - 1) 连续，不小于 5A。
 - 2) 短时持续 200ms，不小于 30A。短时额定工作周期应为：接通 200ms，断开 15s。
- d) 最大断开负载：不小于 30W， $L/R = 40\text{ms}$ 。
- e) 触点间最大电压：直流 110V 或直流 220V。

4.5.3.4 介质强度：

- a) 同一组触点断开时，能承受工频 1000V 电压，时间 1min。
- b) 触点与线圈之间，能承受工频 2000V 电压，时间 1min。

4.5.4 其他继电器。

4.5.4.1 跳闸信号继电器应采用磁保持或机械保持的双位置继电器。

4.5.4.2 使用外部操作电源的电压型继电器的启动电压值不大于 0.7 倍额定电压值。

4.5.4.3 触点性能应符合 4.5.2 的要求。

4.5.4.4 介质强度:

- a) 同一组触点断开时,能承受工频 1000V 电压,时间 1min;
- b) 触点与线圈之间,能承受工频 2000V 电压,时间 1min。

4.6 过载能力

- a) 交流电流回路: 2 倍额定电流,长期连续工作; 40 倍额定电流,允许 1s。
- b) 交流电压回路:
 - 1) 对于中性点直接接地系统的装置:
 - 1.4 倍额定电压,长期连续工作;
 - 2 倍额定电压,允许 10s。
 - 2) 对于中性点非有效接地系统的装置:
 - 140V,长期连续工作;
 - 200V,允许 10s。
 - 3) 零序电压回路的过载能力由产品标准或制造商的产品文件规定。

4.7 功率消耗

- a) 交流电流回路: 当额定电流为 5A 时,每相不大于 1VA; 当额定电流为 1A 时,每相不大于 0.5VA。
- b) 交流电压回路: 当额定电压时,每相不大于 1VA。
- c) 直流电源回路: 由产品标准或制造商产品文件规定。

4.8 电磁兼容要求

装置应满足国家或行业有关电磁兼容标准,能承受所在发电厂和变电站内不超过 7.4 规定的电磁干扰或骚扰水平,并应根据干扰或骚扰的具体特点和强度大小适当确定装置的抗扰度要求,采取必要的电磁干扰或骚扰减缓措施。

4.9 绝缘要求

4.9.1 在正常工作大气条件下,装置内部应既无凝露,也不应结冰。

4.9.2 装置电气间隙、固体绝缘应能承受 7.7 规定的冲击电压,同时应具备 7.7 规定的暂态过电压耐受能力和长期耐久性。新的装置绝缘电阻在施加直流 500V 时不应小于 100MΩ。

4.10 机械要求

4.10.1 结构、外观

4.10.1.1 机箱、插件的尺寸。机箱、插件的尺寸应符合 GB/T 19520.12 的规定。

4.10.1.2 表面涂覆。装置表面涂覆的颜色应均匀一致,无明显的色差和眩光,表面应无砂粒、翘皱和流痕等缺陷。

4.10.1.3 插件的插拔性能。插件结构的装置中插件应插拔灵活、互换性好。

4.10.2 外壳

4.10.2.1 外壳应满足装置在变电站、发电厂内基本环境条件下使用、维护和修理的要求。

4.10.2.2 装置外壳各部分防护应满足表 2 的要求,特殊要求由合同约定。

表 2 装置外壳各部分防护要求

部 位	面 板		背 板	侧 板	上下底板
性能等级	普通状态	≥IP40	≥IP20	≥IP30	≥IP30
	加门罩	≥IP52			

4.10.2.3 安全应符合 GB/T 14598.27 中 6 的要求。

4.10.2.4 为满足更高的防护要求，允许在装置原有防护基础上，采取辅助措施，提高防护等级，如置于屏柜之中。

4.10.3 接地

4.10.3.1 装置应有安全地、信号地、等电位地等连接点。

4.10.3.2 保护屏（柜）应装有接地铜排、总接地端子，汇接屏（柜、箱）接地线、保护线、等电位连接线、安全接地线、功能接地线等各种接地线，搭接屏（柜）间专用接地铜排、控制室屏蔽接地网。

4.10.3.3 接地端子应能可靠连接截面不小于 4mm^2 多股铜线。

4.10.3.4 为防止电击伤害，保护装置的金属外壳、屏（柜、箱）应实现导电性互连，其金属框架及底座应可靠接地。装置的外露可导电部分与保护接地端子或屏柜接地铜排之间的电阻不应超过 0.1Ω 。

4.10.4 机械振动、冲击和碰撞要求

装置应能耐受实际运输和运行过程中经常出现的机械振动、冲击和碰撞，适于正常运输和运行。为此，应能承受不大于表 23、表 24 规定的严酷等级机械振动、冲击和碰撞。

4.11 连续通电

装置完成调试后，出厂前应进行连续通电试验。试验期间，装置工作应稳定可靠，动作行为、信号指示应正确，无元器件损坏、软件运行异常或其他异常情况出现。

5 功能要求

5.1 装置应满足 GB/T 14285—2006 中 4.1.2~4.1.16 规定的要求。

5.2 装置宜集成被保护设备所要求的保护功能。对于 35kV 及以下电压等级，装置还宜集成被保护设备所需的测控功能。制造商应申明装置所具备的功能。

5.3 装置的具体功能和技术性能指标，包括动态和暂态条件下技术性能应符合对应的国家标准或行业标准规定。

5.4 装置宜以数字信号方式与监控系统交换信息，如保护动作信息、定值、保护测量值、录波信息等。

5.5 装置宜具有远方操作的功能。

5.6 装置应以中文显示信息。显示信息中必要的符号缩写，应在技术说明书中给出明确说明或规定。

5.7 装置应设有硬件、软件闭锁回路，只有在电力系统发生扰动时，才允许解除该闭锁。

5.8 装置应配有硬软件监视功能，自动监视硬软件工作状态，对发现的异常、故障，自动采取告警、自复位、闭锁重要控制回路等措施并记录发现的异常故障信息。

5.9 装置的各种重要记录信息，包括动作信号在失去直流电源的情况下不应丢失，在直流电源恢复正常后，应能重新显示。

5.10 装置记录功能应满足以下要求：

- a) 应能记录保护动作全过程的重要信息；
- b) 记录的所有数据应按照 GB/T 22386 要求转换输出或上传；
- c) 所记录的信息应能显示、调阅或打印；
- d) 记录内容应包含动作元件、动作时间、动作相别、开关变位、自检信息、定值、压板和故障录波等。

5.11 制造商应申明装置最多保存信息记录数、最长保存时间等内容，提供记录信息转存手段或措施。

5.12 装置应具备以下接口：

- a) 校对接口；
- b) 通信接口：以太网接口或 RS 485 通信接口；
- c) 调试接口、打印机接口；

d) 其他接口。

5.13 通信协议。

5.13.1 应采用 DL/T 667 或 DL 860 标准通信协议。制造商应陈述通信协议、通信介质类型、用于通信的设备。

5.13.2 为保证符合有关通信标准或规范，宜结合系统整组试验，进行通信验证测试。

6 安全要求

6.1 概述

6.1.1 装置不应危及人身和财产的安全。

6.1.2 安全要求不涉及装置的功能特性。

6.1.3 本标准不涉及安装的安全要求。

6.1.4 从装置设计开始，包括元器件选择和布局、导线规格和连接、结构布置、接地、外形结构、标志的确定，到制造、安装，应充分考虑在正常工作条件和单一故障条件下，使装置由着火、电击产生的危险或对用户的伤害降至最小。单一故障条件应按照 GB/T 14598.27 附录 M 的规定进行评估和确认。

6.1.5 与装置一起使用和试验的辅助器件，例如分流器、串联电阻、互感器等除与装置具有同样的安全要求外，可能需要符合附加的安全要求。

6.1.6 装置中的接地首先要满足保障人身安全要求，其次考虑减少干扰的影响。

6.1.7 装置是否满足安全要求，应根据不同情况，在装置研发阶段通过型式试验，或测量、目测、评估，或技术论证，进行验证或确认。

6.2 基本安全设计要求

6.2.1 在正常工作大气条件下，装置安全不应受到削弱。

6.2.2 装置所使用的元件与安全相关的设计和应用应符合 GB/T 14598.27 中相关要求。

6.2.3 电气端子和连接点的设计应使设备在其寿命期间保持预期的可靠性，应能承受运行中通常遇到的条件。

6.2.4 导体及其横截面应符合本标准及相关标准电气、机械和气候的要求。

6.2.5 固体绝缘，包括导线绝缘的设计应能承受可能发生的各种应力，特别是正常运行时预期出现的机械的、电的、热的以及气候应力，在设备整个寿命周期中，并应有效地抗老化。

6.2.6 固体绝缘应设计为能够承受在运输、储存、安装和使用期间可能出现的机械振动或冲击。

6.2.7 电气间隙和爬电距离应按照 GB/T 14598.27 要求设计、选择和确定。

6.2.8 与通信网络连接端口的安全性能应符合 IEC 62151 的要求。

6.2.9 当装置预期连接到其他产品、附件或通信电路/网络时，互连电路应按 GB/T 14598.27 中 8.5 的相关要求选择，以提供连续的性能。

6.3 电击防护

6.3.1 应采用良好的结构和工程规范保护用户免受电击的危害，保护接地应符合 4.10.3.4 的要求。

6.3.2 应提供对可接近的危险带电部分的接触防护，提供达到足够绝缘强度的绝缘、符合要求的装置外壳或遮栏进行直接接触防护。

6.3.3 单一故障条件下，装置不应导致对可能接触者产生电击危险。

6.4 机械安全

6.4.1 在正常使用中，装置不应出现物理上的不稳定而造成对用户的伤害。

6.4.2 装置的边角、运动部件等不应在制造、安装、调试和运行及维护中划伤、刺伤、压伤或挤压用户身体的任何部位。

6.4.3 端子的机械安全应符合 GB/T 14598.27 中有关规定。

6.5 可燃性及防火

6.5.1 在装置设计、制造和安装中应考虑并采取措​​施，降低装置着火风险。着火风险的最小限度应符合

合 GB 14598.27 中 7.3 的规定。

6.5.2 在正常条件或单一故障条件下，任何加热都不应导致危险，也不应导致装置外着火蔓延。

6.5.3 正常运行时，装置不应释放危险数量的有毒或有害性气体。

6.5.4 材料、元件和外壳的可燃性和防火要求应符合 GB/T 14598.27 中 7.5、7.7、7.9 的要求。

6.6 安全标志

装置应有安全标志，所用安全标志应符合 GB/T 14598.27 中 9.1 的规定。常用安全标志符号如表 3 所示。

表 3 常用安全标志符号

序号	符 号	出 版 物	说 明
1		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5031	直流
2		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5032	交流
3		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5032-1	三相交流
4		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5032-2	带中性线的三相交流
5		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5033	交流和直流两用
6		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5017	接地端子
7		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5019	保护导体端子
8		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5020	机架或机箱端子
9		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5021	等电位
10		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5172	全部由双重绝缘或加强绝缘防护的设备 (相当于 GB/T 17045—2008 中的 II 类设备)
11		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5180	由安全特低电压供电的设备 (相当于 GB/T 17045—2008 中的 III 类设备)
12		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5036	小心：电击危险
13		GB/T 5465.2 (IEC 60417), No.5041	小心：烫伤
14		GB/T 16273.1 (ISO 7000), No.0434	小心：查阅随机文件

7 检验

7.1 概述

7.1.1 试验基准条件。

7.1.1.1 除另有规定外，装置固有准确度检验以及其他检验应在表 4 规定条件下进行。

表 4 检验基准条件

环 境 参 数	要 求
工作温度	20℃±5℃
相对湿度	45%~75%
大气压力	86kPa~106kPa

表 4 (续)

环 境 参 数	要 求
辅助电源电压	偏差为额定电源电压的 $\pm 1\%$
残余电压 ^a	$\leq 1.0\%$
外部连续磁场	感应强度 $\leq 0.5\text{mT}$
交流电压电流中直流分量	按下级标准文件中的规定
直流辅助激励量中交流分量	额定直流的 $0\sim 12\%$ 的脉冲峰值因数
波形	正弦, 畸变因数 $5\%b$
频率	$50\text{Hz} \pm 0.1\text{Hz}$
<p>a 多相系统中, 为全部相电压向量和。</p> <p>b 畸变因数。从非正弦谐波中剔出基波得到的谐波量与非正弦谐波量均方根值之比, 通常用百分数表示。</p>	

7.1.1.2 被试装置和测试仪表必须良好接地。

7.1.1.3 除另有规定外, 周围环境应符合表 4 和 4.1.3 规定的要求。

7.1.1.4 试验用仪器、仪表应符合 GB/T 7261 中 4.4 的规定。

7.1.1.5 所有固有准确度试验应使用具有优于被试设备申明准确度的检验仪器进行。被试设备的实际测量误差应不大于考虑了检验仪器测量不确定度的申明值。检验测量仪器应与国际可追溯标准校准。

7.2 检验和试验

7.2.1 装置的检验分为工厂检验、现场检验、抽样检验三种。

7.2.2 工厂检验。

7.2.2.1 工厂检验包括型式试验和出厂检验。

7.2.2.2 每台装置在出厂前应经制造厂的质量检验部门进行出厂检验, 确认合格后方能出厂。检验合格出厂的产品应具有证明装置合格的产品合格证书。

7.2.3 型式试验。

7.2.3.1 型式试验应用于按照装置规范和标准进行试验, 检验新的硬件或软件设计。

7.2.3.2 型式试验包括安全型式试验, 可由制造厂或独立的检验机构进行。

7.2.3.3 对于是否符合安全型式试验的要求, 可通过适当的安全型式试验、测量、目测或评估、技术论证来检查。

7.2.3.4 凡遇下列情况之一时, 应进行型式试验:

- a) 新产品研发或定型前;
- b) 产品正式投产后, 如遇设计、工艺材料、元器件有较大改变, 经评估影响装置性能或安全性时;
- c) 当装置软件有较大改动时, 应进行相关的功能试验或模拟试验。

7.2.3.5 对系列产品中一个产品进行型式试验宜充分考虑覆盖整个产品系列, 且应进行风险评估, 确定哪些型式试验对整个系列产品有效, 系列产品中其余产品还需进行哪些型式试验。

7.2.3.6 如果装置已通过型式试验且设计、元器件、工艺材料或软件无变更, 不宜重复型式试验。一旦前述内容出现改变, 应进行风险评估, 给出确定哪些型式试验仍然有效, 须重做哪些型式试验的文件。

7.2.4 现场检验。

7.2.4.1 现场检验用于新安装装置或运行中装置或装置现场维修后检查。

7.2.4.2 装置现场检验项目、要求和方法应符合 DL/T 995 规定。

7.2.5 抽样检验。

7.2.5.1 抽样检验用于产品正常生产中质量监督、检查。

7.2.5.2 抽样检验的样品应从经出厂检验合格的产品中随机抽取，应至少抽取两台样品作为检验的样品。

7.2.5.3 抽样检验项目依据表 6，根据产品生产、使用运行过程中质量反馈情况或由检验者具体确定。

7.2.6 检验程序。

7.2.6.1 在进行电磁兼容，或机械，或环境检验期间，设备应处于电磁兼容、机械和/或环境标准规定的状态中。保护装置处于工作状态，应施加额定数值的激励量，保护功能设定为其动作门槛的准确度误差 2 倍之内，如，误差 5% 和 1A 定值的过电流保护宜注入 0.9A 电流。

7.2.6.2 进行多项试验中，应注意试验顺序的安排，防止前一试验干扰或影响后一试验。

7.2.7 合格判定。

7.2.7.1 对于检验，如未发现有主要缺陷的样品，则判定本批产品或试品为合格。

7.2.7.2 对于抽样检验，如发现有一项主要缺陷，则应进行第二次抽样，抽取的样品数量为第一次抽取的样品数量的两倍。第二次抽取的样品经检验，如未发现主要缺陷，则也认为本批产品或试品为合格；如第二次抽取的样品经检验，仍然发现主要缺陷，则判定本批产品或试品为不合格。

7.2.7.3 装置的主要缺陷是指性能或功能不符合本标准及装置相关技术标准，需经更换重要元器件或对软件进行重大修改后才能消除，或一般情况下不可能修复的缺陷（易损件除外）。其余的缺陷作为一般缺陷。

7.2.7.4 各项检验、检查时，一般缺陷数不应超过该项检查数的 20%，否则按存在主要缺陷统计。

7.2.7.5 对于安全检验，可接受的准则是：零缺陷合格，一个缺陷为不合格。

7.2.8 应进行的型式和出厂检验项目见表 5 规定。

表 5 检 验 项 目

序号	检 验 项 目		型式 试验	出厂 检验	标 准	章 节	
1	结构尺寸和外观检查	机箱、插件尺寸	√		GB/T 19520.12	4.10.1.1	
		表面电镀和涂覆	√	√		4.10.1.2	
		配线端子	√	√		4.4	
		标志		√	GB/T 191、GB/T 14598.27	6.6、8.1	
2	功能要求	功能试验	√	√ ^a	相关功能标准	5、7.8	
		动态仿真	√		DL/T 871	5.3、7.8	
3	气候环境要求	高温运行试验	√		GB/T 2423.2	7.3.1	
		低温运行试验	√		GB/T 2423.1	7.3.2	
		高温存储试验	√		GB/T 2423.2	7.3.3、8.4	
		低温存储试验	√		GB/T 2423.1	7.3.4、8.4	
		交变温度试验	√		GB/T 2423.22	7.3.5	
		恒定湿热试验	√		GB/T 2423.3	7.3.6	
		交变湿热试验	√		GB/T 2423.4	7.3.7	
4	电磁兼容要求	发射试验	辐射发射	√	GB/T 14598.16	7.4.2.1、7.4.3.1	
			传导发射	√	GB/T 14598.16	7.4.2.1、7.4.3.1	
		抗扰度试验	射频电磁场	√		GB/T 14598.9	7.4.2.2、7.4.3.2
			静电放电	√		GB/T 14598.14	7.4.2.2、7.4.3.2
			工频磁场	√		GB/T 17626.8、IEC 61000-4-8	7.4.2.2、7.4.3.2

表 5 (续)

序号	检 验 项 目		型式 试验	出厂 检验	标 准	章 节	
4	电磁兼容要求	抗扰度 试验	射频电磁场感应的传导骚扰	√		GB/T 14598.17	7.4.2.2、7.4.3.2
			快速瞬变	√		GB/T 14598.10	7.4.2.2、7.4.3.2
			1MHz 振荡波	√		GB/T 14598.13	7.4.2.2、7.4.3.2
			100kHz 振荡波	√		GB/T 14598.13	7.4.2.2、7.4.3.2
			浪涌	√		GB/T 14598.18	7.4.2.2、7.4.3.2
			工频	√		GB/T 14598.19	7.4.2.2、7.4.3.2
5	电压跌落 中断 瞬变	直流电压跌落	√		GB/T 17626.29、GB/T 17626.11	7.4.4、 7.4.4.5、7.4.4.11	
		直流电压中断	√		GB/T 17626.29、GB/T 17626.11	7.4.4、 7.4.4.6、7.4.4.11	
		直流中纹波	√		GB/T 17626.17	7.4.4、 7.4.4.7、7.4.4.11	
		缓慢关断/启动	√		—	7.4.4、 7.4.4.8、7.4.4.11	
		直流极性反接	√		—	7.4.4、 7.4.4.9、7.4.4.11	
6	功率消耗		√		GB/T 7261	4.7、7.13	
7	固有准确度和变差		√	√ ^b	GB/T 7261	4.3、7.7	
8	过载能力		√		GB/T 7261	4.6、7.10	
9	连续通电			√	—	4.11、7.12	
10	出口继电器检查		√	√	—	4.5、7.9	
12	绝缘 试验	冲击电压	√		GB/T 14598.3	4.9、7.6.4	
		介质强度	√	√	GB/T 14598.3	4.9、7.6.5	
		绝缘电阻	√	√	GB/T 14598.3	4.9、7.6.6	
13	机械 要求	振动响应	√		GB/T 2423.10、GB/T 11287	4.10.4、7.5.1	
		振动耐久	√		GB/T 2423.10、GB/T 11287	4.10.4、7.5.1	
		冲击响应	√		GB/T 2423.10、GB/T 14537	4.10.4、7.5.2	
		冲击耐受	√		GB/T 2423.10、GB/T 14537	4.10.4、7.5.2	
		碰撞	√		GB/T 2423.10、GB/T 14537	4.10.4、7.5.2	
14	外壳防护		√		GB 4208、GB/T 14598.27	4.10.2、6、7.15	
15	安全要求 ^c		√	√ ^d	GB/T 14598.27	6、7.16	

a 仅检验部分特征量准确度、动作时间或设备动作有关的输入/输出信号；

b 出厂试验仅测量准确度，不做变差试验；

c 产品安全要求包括介质强度检验；

d 仅检验介质强度和保护接地连续性，参见 7.16。

注：符号“√”表示该检验必做。

7.3 气候环境检验

7.3.1 概述。

7.3.1.1 气候环境检验用于通过温度和湿度试验检查和确认：在规定的工作和储存大气条件下，装置满足运行和储存的要求，随温度的变化，装置的性能变化不会超出规定允许的最大偏差。

7.3.1.2 试验过程中，某些元器件、部件可能会受到温度的影响，如液晶显示屏不能正常显示，但装置的动作准确度应在规定的范围内。

7.3.2 检验程序。

7.3.2.1 功能检查。功能检查验证装置符合其相关规范。在试验程序开始时的初始检测中工作正常，并且在后续各项试验中均保持其规定的设计特性。

7.3.2.2 试验初始和最后阶段应进行信号指示、液晶显示检查和性能检测，试验中间也应进行性能检测。

7.3.2.3 检验程序中，如果前一项试验的最后检测与后一项试验的初始检测项目相同，则不必进行后一项试验的初始检测。

7.3.2.4 在气候环境试验后，应紧接着对装置绝缘电阻、介质强度、保护连接阻抗进行检查，确认是否符合安全要求。

7.3.3 高温运行试验（见表 6）。应进行高温运行试验，确定设备耐高温能力，同时通过高温下运行，确定由于环境温度造成设备性能上的变化。

表 6 高温运行试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.2 中试验 Bd
试验准备条件	根据产品规范
初始检测	根据 7.2.6
条件	在制造商标称的额定负载/电流下运行 ^a
工作温度	制造商规定的最大运行温度。最大运行温度值宜符合 GB/T 2423.2 推荐值 最大温度变化速率 1°C/min，超过 5min 周期
准确度	±2°C（参见 GB/T 2423.2 中 37.1）
湿度	符合 GB/T 2423.2 试验 Bd 中 36.1.5
试验持续时间	最小 16h
检测和负载	额定负载/电流下正确功能
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	（参见 GB/T 2423.2 中 42） 最小 1h，最大 2h，在这期间进行全部试验 如表 3 试验基准条件 电源关断
最终检测	根据 7.2.6
a 试验期间，制造商宜声明数字输入回路数，激励输出继电器，以及承载的最大额定电流。	

7.3.4 低温运行试验（见表 7）。应进行低温运行试验，确定设备耐寒能力，同时通过低温下运行，确定由于环境温度造成设备性能上的变化。

表7 低温运行试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.1 试验 Ad
试验准备条件	根据产品规范
初始检测	根据 7.2.6
条件	在制造商标称的额定负载/电流下运行 ^a
工作温度	制造商规定的最小运行温度。最小运行温度值宜符合 GB/T 2423.2 中 26.1 推荐值 最大温度变化速率 1°C/min, 超过 5min 周期
准确度	±3°C (参见 GB/T 2423.1 中 26.1)
湿度	不作要求
试验持续时间	最小 16h
检测和负载	额定负载/电流下正确功能
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	(参见 GB/T 2423.1 中 31) 最小 1h、最大 2h, 在这期间进行全部试验 如表 3 试验基准条件 电源关断
最终检测	根据 7.2.6

a 试验期间, 制造商宜声明数字输入回路数, 激励输出继电器, 以及承载的最大额定电流。

7.3.5 高温存储试验 (见表 8)。应进行高温存储试验, 确定设备耐高温存储性能。

表8 高温存储试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.2 中试验 Bb
试验准备条件	根据产品规范
初始检测	根据 7.2.6
条件	不通电
工作温度	制造商规定的最高存储温度。最高存储温度值宜符合 GB/T 2423.2 中 15.1 推荐值 最大温度变化速率 1°C/min, 超过 5min 周期
准确度	±2°C (参见 GB/T 2423.2 中 15.1)
湿度	符合 GB/T 2423.2 试验 Bb 中 14.3
试验持续时间	最小 16h
检测和负载	不作要求
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	(参见 GB/T 2423.2 中 20) 最小 1h、最大 2h, 在这期间进行全部试验 如表 3 试验基准条件 电源关断
最终检测	根据 7.2.6

7.3.6 低温存储试验（见表9）。应进行低温存储试验，确定设备耐低温存储性能。

表9 低温存储试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.1 中试验 Ab
试验准备条件	根据产品规范
初始检测	根据 7.2.6
条件	不通电
工作温度	制造商规定的最低存储温度。最低存储温度值宜符合 GB/T 2423.1 中 15.1 推荐值 最大温度变化速率 1℃/min，超过 5min 周期
准确度	±3℃（参见 GB/T 2423.1 中 15.1）
湿度	不作要求
试验持续时间	最小 16h
检测和负载	不作要求
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	（参见 GB/T 2423.1 中 20） 最小 1h、最大 2h，在这期间进行全部试验 如表 3 试验基准条件 电源关断
最终检测	根据 7.2.6

7.3.7 交变温度试验（见表10）。可选择进行交变温度试验，确定设备抗温度快速变化性能。

表10 交变温度试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.22 中试验 Nb
试验准备条件	在试验室温度为 20℃±2℃存放 1h，使温度趋于稳定
初始检测	根据 7.2.6
条件	试验期间，被试设备连续通电，维持工作条件，影响量设为其对应基准条件
温度	低温设为制造商规定的最小工作温度，其值宜符合 GB/T 2423.2 中 26.1 推荐值 高温设为制造商规定的最大工作温度，其值宜符合 GB/T 2423.2 中 37.1 推荐值 按照 GB/T 2423.22 图 2 规定进行循环试验，包括温度上升下降，上升下降斜率（1℃±0.2℃）/min
试验持续时间	5 个周期
检测和加载	被试设备负载符合 7.2.6
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	（参见 GB/T 2423.22 中 2.7） 最小 1h，在这之后进行全部试验 如表 3 试验基准条件 电源接通
最终检测	根据 7.2.6
注：试验中，制造商宜声明数字输入回路数，激励输出继电器。	

7.3.8 恒定湿热试验（见表11）。可选择进行恒定湿热试验，确定设备耐高湿环境性能。

表 11 恒定湿热试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.3 中试验 Cab
试验准备条件	根据产品规范
初始检测	根据 7.2.6
条件	试验期间, 被试设备连续通电, 维持工作或制造商规定的条件, 影响量设为其对应基准条件
温度	按照制造商声明的温度 (其值应符合 GB/T 2423.3 中 5 推荐值, 容许误差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)
湿度	93% $\pm 3\%$
试验持续时间	最短 10 天
检测和加载	被试设备负载符合 7.2.6
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	(参见 GB/T 2423.3 中 9) 最小 1h、最大 2h, 在这期间进行全部试验。 如表 3 试验基准条件。 电源断开
最终检测	根据 7.2.6
注 1: 再一次通电之前, 宜通风, 去掉内外部全部冷凝。 注 2: 决定进行湿热试验时, 宜遵从 GB/T 2424.2 指导。 注 3: 试验中, 制造商宜声明数字输入回路数, 激励输出继电器。	

7.3.9 交变湿热试验 (见表 12)。应进行交变湿热试验, 确定设备耐高湿冷凝环境性能。

表 12 交变湿热试验

内 容	测 试 条 件
试验基准	GB/T 2423.4: 2008 中试验 Db
试验准备条件	在试验室温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 60% $\pm 10\%$ 中存放, 使之趋于稳定在稳定后, 在 1h 内, 维持温度不变, 相对湿度应增加到 95% 或更大
初始检测	根据 7.2.6
条件	试验期间, 被试设备连续通电, 维持工作或制造商规定的条件, 影响量设为其对应基准条件
温度	低温循环 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 高温循环: 户内使用设备 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; 户外使用设备 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 按照 GB/T 2423.4 图 2b 规定进行循环试验, 包括湿度上升下降
湿度	低温, 湿度 97%, $-2\% \sim +3\%$ 高温, 湿度 93%, $\pm 3\%$ 按照 GB/T 2423.4 图 2b 规定进行循环试验, 包括湿度上升下降
试验持续时间	24h (12h+12h) 6 个循环
检测和加载	被试设备负载符合 7.2.6
恢复过程 ——时间 ——环境条件 ——电源	(参见 GB/T 2423.4 中 8) 最小 1h、最大 2h, 在这期间进行全部试验 如表 3 试验基准条件 电源断开
最终检测	根据 7.2.6
注: 试验中, 制造商宜声明数字输入回路数, 激励输出继电器, 承载最大额定电流。	

7.4 电磁兼容检验

7.4.1 概述。

7.4.1.1 电磁兼容检验用于通过电磁传导和辐射试验、抗扰度试验检查和确认：装置能否满足本标准规定的有关连续、瞬变传导和辐射，包括静电放电的基本发射限值和抗扰度要求，装置本身电磁发射不会超过可能干扰其他装置工作的水平，可承受不超过本标准规定的电磁骚扰。

7.4.1.2 装置的端口。装置与外部电磁环境的特定接口称为端口，含电源端口、输入端口、输出端口、通信端口、外壳端口和功能地端口，见图 1。



图 1 保护装置的端口示意图

7.4.2 抗扰度试验项目及要 求。

7.4.2.1 传导和辐射试验要求和过程规定如表 13 和表 14 所示。

表 13 发射试验——外壳端口

项目	环境现象	频率范围	限值 ^a	试验过程
1.1	辐射发射	30MHz~230MHz	40dB (μV/m) 准峰值	GB/T 14598.16
		230MHz~1000MHz	47dB (μV/m) 准峰值	
a 表中所列限值在距离 10m 处测量。				

表 14 发射试验——辅助电源端口

项目	环境现象	频率范围	限值	试验过程
2.1	传导发射	0.15MHz~0.5MHz	79dB (μV/m) 准峰值 66dB (μV/m) 平均值	GB/T 14598.16
		0.5MHz~5MHz	73dB (μV/m) 准峰值 60dB (μV/m) 平均值	
		5MHz~30MHz	73dB (μV/m) 准峰值 60dB (μV/m) 平均值	

7.4.2.2 抗扰度试验要求和过程规定如表 15~表 19 所示。

表 15 抗扰度试验——外壳端口

项目	环境现象	试验规范	单位	试验过程合格判据
3.1	射频电磁场	80~1000 1400~2700	MHz	GB/T 14598.9
		10	V/m, 未调制, 有效值	
	调幅	80	% AM (1MHz)	
3.2	静电放电			GB/T 14598.14
	接触	6	kV (充电电压)	
	空气	8	kV (充电电压)	

表 15 (续)

项目	环境现象	试 验 规 范	单 位	试验过程合格判据
3.3	工频磁场	50, 60	Hz	GB/T 17626.8
		30	A/m (连续)	
		300	A/m (1~3s)	

表 16 抗扰度试验——辅助电源端口

项目	环境现象	试 验 规 范	单 位	试验过程合格判据
4.1	射频电磁场感应的传导骚扰	0.15~80	MHz	GB/T 14598.17
		10	V, 未调制, 有效值	
		150	Ω , 源阻抗	
	调幅	80	% AM (1kHz)	
4.2	快速瞬变	5/50	ns TR/ TH	GB/T 14598.10
	A 级	4	kV, 峰值电压	
		5	kHz, 重复频率	
	B 级	2	kV, 峰值电压	
4.3	1MHz 振荡波	1	MHz	GB/T 14598.13
		75	ns TR	
		400	Hz, 重复频率	
	差模 共模	200	Ω , 源阻抗	
		1	kV, 峰值电压	
		2.5	kV, 峰值电压	
4.4	100kHz 振荡波	100	kHz	GB/T 14598.13
		75	ns TR	
		40	Hz, 重复频率	
		200	Ω , 源阻抗	
	差模 共模	1	kV, 峰值电压	
		2.5	kV, 峰值电压	
4.5	浪涌 线对线	1.2/50 (8/20)	μ s TR/ TH 电压 (电流)	GB/T 14598.18
		2	Ω , 源阻抗	
		0.5 1	kV, 充电电压	
	线对地	0	Ω , 耦合电阻	
		18	μ F, 耦合电容	
		0.5 1 2	kV, 充电电压	
		10	Ω , 耦合电阻	
	9	μ F, 耦合电容		
4.6	直流电压中断	100	%, 衰减	IEC 60255-11
		5 10 20 50 100 200	ms, 中断时间	

表 17 抗扰度试验——通信端口

项目	环境现象	试 验 规 范	单 位	试验过程合格判据
5.1	射频电磁场感应的传导骚扰	0.15~80	MHz	GB/T 14598.17
		10	V, 未调制, 有效值	
		150	Ω , 源阻抗	
	调幅	80	% AM (1MHz)	
5.2	快速瞬变	5/50	ns TR/ TH	GB/T 14598.10
	A 级	2	kV, 峰值电压	
		5	kHz, 重复频率	
	B 级	1	kV, 峰值电压	
		5	kHz, 重复频率	
5.3	1MHz 振荡波	1	MHz	GB/T 14598.13
		75	ns TR	
		400	Hz, 重复频率	
		200	Ω , 源阻抗	
	差模 共模	0	kV, 峰值电压	
		1	kV, 峰值电压	
5.4	100kHz 振荡波	100	kHz	GB/T 14598.13
		75	ns TR	
		40	Hz, 重复频率	
		200	Ω , 源阻抗	
	差模 共模	0	kV, 峰值电压	
		1	kV, 峰值电压	
5.5	浪涌	1.2/50	μ s TR/ TH 电压	GB/T 14598.18
		8/20	μ s TR/ TH 电流	
	线对地	2	Ω , 源阻抗	
		0.5 1	kV, 充电电压	
		0	Ω , 耦合电阻	
		0	μ F, 耦合电容	

表 18 抗扰度试验——输入输出端口

项目	环境现象	试 验 规 范	单 位	试验过程合格判据
6.1	射频电磁场感应的传导骚扰	0.15~80	MHz	GB/T 14598.17
		10	V, 未调制, 有效值	
		150	Ω , 源阻抗	
	调幅	80	% AM (1kHz)	

表 18 (续)

项目	环境现象	试验规范	单位	试验过程合格判据
6.2	快速瞬变 A级	5/50	ns TR/ TH	GB/T 14598.10
		4	kV, 峰值电压	
	B级	5	kHz, 重复频率	
		2	kV, 峰值电压	
		5	kHz, 重复频率	
6.3	1MHz 振荡波	1	MHz	GB/T 14598.13
		75	ns TR	
		400	Hz, 重复频率	
		200	Ω , 源阻抗	
	差模 共模	1	kV, 峰值电压	
		2.5	kV, 峰值电压	
6.4	100kHz 振荡波	100	kHz	GB/T 14598.13
		75	ns TR	
		40	Hz, 重复频率	
		200	Ω , 源阻抗	
	差模 共模	1	kV, 峰值电压	
		2.5	kV, 峰值电压	
6.5	浪涌 线对线	1.2/50 (8/20)	μ s TR/ TH 电压 (电流)	GB/T 14598.18
		2	Ω , 源阻抗	
	线对地	0.5 1	kV, 充电电压	
		40	Ω , 耦合电阻	
		0.5	μ F, 耦合电容	
		0.5 1 2	kV, 充电电压	
		40	Ω , 耦合电阻	
0.5	μ F, 耦合电容			
6.6	工频 a A级差模	150	V, 有效值	GB/T 14598.19
		100	Ω , 耦合电阻	
		0.1	μ F, 耦合电容	
	B级差模	300	V, 有效值	
		220	Ω , 耦合电阻	
		0.47	μ F, 耦合电容	
		100	V, 有效值	
		100	Ω , 耦合电阻	
		0.047	μ F, 耦合电容	
		300	V, 有效值	
		220	Ω , 耦合电阻	
		0.47	μ F, 耦合电容	
共模	100	V, 有效值		
	100	Ω , 耦合电阻		
	0.047	μ F, 耦合电容		

7.4.3 合格准则。

7.4.3.1 发射试验。检测值应低于表 13 和表 14 规定的水平。

7.4.3.2 抗扰度试验。试验合格原则应符合表 15~表 19 中给出的标准规定。

试验后，被试设备仍应符合相关性能规范。

表 19 抗扰度试验——功能地端口

项目	环境现象	试验规范	单位	试验过程合格判据
7.1	射频电磁场感应的传导骚扰 ^a	0.15~80	MHz	GB/T 14598.17
		10	V, 未调制, 有效值	
		150	Ω, 源阻抗	
	调幅	80	% AM (1kHz)	
7.2	快速瞬变 ^a	5/50	ns TR/TH	GB/T 14598.10
	A 级	4	kV, 峰值电压	
		5	kHz, 重复频率	
	B 级	2	kV, 峰值电压	
		5	kHz, 重复频率	

a 仅施加于与电缆连接且根据装置功能规范电缆长度可能大于 3m 的端口。

7.5 直流工作电源端口电压跌落、短时中断、瞬变和纹波

7.5.1 试验等级。宜在装置技术文件规定的电压最大最小值之间评估试验效果。

使用被试设备的 (UT) 的额定电压作为试验严酷等级的基础。在被试设备的额定电压范围内, 应在被试设备申明的电压范围中最低电压和最高电压处进行试验。

7.5.2 试验要求。应按照表 20 要求对产品进行试验。

表 20 试验型式、等级和持续时间

序号	现象类型	试验规定	单位	基础标准	合格判据
1	电压跌落	0	%残余电压	GB/T 17626.29	A
		10~1000 ^a	ms		
		40	%残余电压		C
		200	ms		
		70	%残余电压		C
		500	ms		
2	电压中断	0	%残余电压	GB/T 17626.29	C
		5	s		
3	直流中交流分量 (纹波)	额定直流电压的 15% 频率为 50Hz, 100 ^b	V Hz, 正弦波	GB/T 17626.17	A
4	缓慢关断/启动	60	s, 关断斜率	—	C
		5	min, 电源断开		
		60	s, 启动斜率		
5	直流电源极性反接	1	min	—	C

a 制造商应从下列数值中选择申明其中一个为持续时间: 10ms、20ms、10ms、30ms、50ms、100ms、200ms、300ms、500ms、1000ms。
b 试验应在规定的 2 倍工频处进行。

7.5.3 试验设备。直流中交流分量，试验设备应符合 GB/T 17626.17 要求。其他直流试验，试验设备应符合 GB/T 17626.29 要求。

7.5.4 试验准备。

7.5.4.1 采用 GB/T 14047 标准。

7.5.4.2 保护装置应处于静态。

7.5.4.3 应激励一半开关量输入和一半输出继电器。

7.5.4.4 如果有通信模块，应激活。

7.5.5 电压跌落。按 GB/T 17626.29 规定的方法进行试验。

7.5.6 电压中断。按 GB/T 17626.29 规定的方法进行试验。

7.5.7 直流中交流分量（纹波）。按 GB/T 17626.17 规定的方法进行试验。

7.5.8 缓慢关断和启动试验。图 2 给出试验方法。

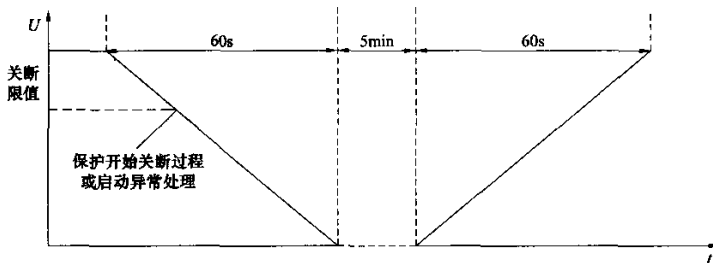


图 2 缓慢关断和启动试验

7.5.9 极性反接。电源输入极性反接试验应持续 1min，应由制造商陈述和给出书面试验结果。

7.5.10 试验方法。试验应在 GB/T 17626.11、GB/T 17626.17、GB/T 17626.29 和 GB/T 14047 规定的基准条件下进行。

7.5.11 检验合格条件。检验合格条件如表 21 所示。

表 21 检验合格条件

条件	功能	合格条件
A	保护	试验中和试验后规定的性能不超出规定的限值
	命令和控制	试验中和试验后规定的性能不超出规定的限值
	测量	试验中有短暂降级，试验后自恢复，不丢失存储数据
	集成人机接口和声音报警	试验中短暂降级或功能丧失，试验结束自恢复，不丢失存储数据
	数据通信	可能误码率增加，但发送的数据不丢失
C	保护	试验中规定的性能不超出规定的限值，或出现预先规定的现象，如短暂功能丧失或关断，自动恢复正常运行，现象由制造商明确规定。不应出现保护误动
	命令和控制	试验中规定的性能不超出规定的限值或出现预先规定的现象，如短暂功能丧失或关断，自动恢复正常运行，现象由制造商明确规定。不应出现保护误动
	测量	试验中出现短暂的降级或出现预先规定的现象，如短暂功能丧失，自动恢复正常运行，现象由制造商明确规定

表 21 (续)

条件	功 能	合 格 条 件
C	集成人机接口和声音报警	试验中出现短暂的降级, 或出现预先规定的现象, 如短暂功能丧失或关闭, 自动恢复正常运行, 现象由制造商明确规定
	数据通信	试验中可能误码率增加或出现预先规定的现象, 如丢失数据, 自动恢复正常运行, 现象由制造商明确规定

7.6 振动、冲击和碰撞检验

7.6.1 振动响应和耐久 (正弦)。为检验装置能否满足 4.9.3 要求, 应按表 22 要求对装置进行振动响应和振动耐久试验。

7.6.2 冲击响应, 冲击耐受和碰撞。为检验装置能否满足 4.9.3 要求, 应按表 23 要求对装置进行冲击响应、冲击耐受和碰撞试验。

表 22 振动试验 (正弦)

项目	试 验 内 容	试 验 规 范		单 位	试 验 过 程 合 格 判 据
		参 数 名 称	参 数		
9.1	振动响应	标称频率范围	10~150	Hz	GB/T 11287
		交越频率范围	58~60	Hz	
		位移振幅	0.035	mm	
		位移加速度	5	m/s ²	
		扫描循环数	1	—	
		试验持续时间	24	min	
		扫描循环时间	8	min	
9.2	振动耐久	标称频率范围	10~150	Hz	GB/T 11287
		位移加速度	10	m/s ²	
		扫描循环数	20	—	
		试验持续时间	480	min	
		扫描循环时间	8	min	

表 23 冲击试验

项目	试 验 内 容	试 验 规 范		单 位	试 验 过 程 合 格 准 则
		参 数 名 称	参 数		
10.1	冲击响应	加速度峰值	49	m/s ²	GB/T 14537
		脉冲持续时间	11	ms	
		各方向上脉冲数	3	—	
10.2	冲击耐受	加速度峰值	147	m/s ²	GB/T 14537
		脉冲持续时间	11	ms	
		各方向上脉冲数	3	—	
10.3	碰撞	加速度峰值	98	m/s ²	GB/T 14537
		脉冲持续时间	16	ms	
		各方向上脉冲数	1000	—	

7.7 绝缘检验

7.7.1 为检验装置能否满足 4.9 要求, 应按表 24 要求对装置进行冲击电压试验、介质强度试验并测量绝缘电阻。

7.7.2 试验适用于新制造的装置。

7.7.3 所有试验应在完整的装置上进行。

表 24 绝缘试验

序号	项目	冲击电压试验	介质试验	绝缘电阻测量
1	目的	a) 检验对过电压的耐受能力 b) 检验电气间隙 c) 也可用于固体绝缘(爬电距离)的验证	a) 检验对暂态过电压的能力 b) 检验绝缘的长期耐受能力 c) 检验电气间隙 d) 检验爬电距离	检验绝缘的耐受能力
2	环境条件	a) 环境温度: 15℃~35℃ b) 相对湿度: 45%~75% c) 大气压力: 86kPa~106kPa		
3	试验前准备	a) 不施加激励量和辅助激励量 b) 完整的装置, 处于干燥和无自热状态 c) 经协商, 预试过的插入式 PCB 和组件可以抽出、断开或由模拟品代替(屏、柜等成套产品)		不施加激励量和辅助激励量
4	试验回路	表 25 规定 ^a		
5	试验值	1.2/50μs 标准雷电波, 幅值表 25 规定	工频交流电压, 幅值表 25 规定 ^b	直流电压 (500±10%) V
6	重复	a) 如有必要, 可以重复试验 b) 试验值为规定的 75% c) 以介质强度试验代替	a) 如果有必要, 可以重复试验 b) 试验值为规定值的 75%	—
7	合格评定	a) 试验期间无破坏性放电(火花、闪络或击穿) b) 试验后满足所有相关的性能要求	a) 试验期间不出现击穿和闪络 b) 允许出现不超过制造厂规定的最大试验电流的局部放电	≥100MΩ ^c ≥10MΩ (湿热试验恢复 1h~2h)
8	标准	GB/T 14598.3		
<p>a 介质试验过程中, 任一被试电路施加电压时, 其余电路等电位互连接地。 b 若商定采用直流试验电压, 其值应为规定的工频交流试验电压值的$\sqrt{2}$倍。 c 用于安全目的和功能目的最小绝缘电阻值可以不同。 d 在施加规定的直流电压并达到稳态值至少 5s 后, 测量绝缘电阻。</p>				

表 25 各回路试验电压要求

序号	被试电路	额定绝缘电压 V	冲击电压试验		
			介质强度试验		泄漏电流 ^a mA
			试验电压 V	试验电压 V	
1	整机引出端子和背板线——地(外壳)	63~250	5000	2000	5
2	直流输入电路 ^b ——地(外壳)	63~250	5000	2000	10
3	交流输入电路 ^b ——地(外壳)	63~250	5000	2000	5
4	信号输出触点 ^b ——地(外壳)	63~250	5000	2000	5
5	无电气联系的各回路 ^b 之间	63~250	5000	2000	5~10
6	整机外引带电部分 ^b ——地(外壳)	≤63	1000	500	
7	通信接口电路 ^b ——地(外壳)	≤63	1000	500	5
<p>a 泄漏电流为参考值; 整机外引带电部分——地(外壳)的泄漏电流由产品标准规定。 b 指引至装置端子的电路和接线。</p>					

7.8 准确度和变差检验

用继电保护试验设备检查装置测量元件的准确度、保护元件的整定值的准确度和变差，应符合 4.3 的规定，具体方法按 GB/T 7261 中 6.5 的规定或由企业的产品标准规定。

型式试验条件下，固有准确度测量在表 5 规定的基准条件下进行，并按 3.1、3.2、3.4、4.3.1 的定义计算，确定测量结果。

测量时，保护元件的整定值应分别为最大、最小和任意中间值，或由产品文件规定。

7.9 功能试验

7.9.1 用继电保护试验设备对装置进行功能试验，试验方法和试验项目由产品标准规定，装置的功能应符合第 5 章及产品标准的要求。

7.9.2 适用于 220kV 及以上的线路保护、变压器保护、母线保护、电抗器保护和远方跳闸保护，100MW 级以上的发电机变压器组保护，宜进行电力系统模拟试验，试验项目和试验要求由产品标准或制造商产品文件规定，其试验模拟接线、模拟参数按 DL/T 871 的规定。

7.9.3 静态模拟、动态模拟试验等各种试验情况下，装置动作行为应正确，信号指示应正常，其性能应符合 4.3、5 及产品标准的要求。

7.10 出口继电器检验

用继电保护试验设备检查装置出口继电器是否能可靠接通、断开 4.5 规定的负载。

7.11 过载能力检验

按 GB/T 7261 中 14.1 的方法对装置进行过载能力试验。装置经受过载试验后应无绝缘损坏、液化、碳化或烧焦等现象，其功能和性能应符合 4.3、4.6 及第 5 章的规定。

7.12 功率消耗检验

按 GB/T 7261 中 7 的规定和方法，对装置进行功率消耗试验，应符合 4.7 的要求。

7.13 连续通电

7.13.1 装置连续通电试验可选取下列方式之一：

- a) 常温条件下：装置整机连续通电 100h；
- b) 40℃条件下：装置整机连续通电 72h。

7.13.2 通电试验期间及试验结束后，装置应满足 4.11 的要求。

7.14 结构和外观检查

按 GB/T 7261 中第 5 章的要求逐项进行检查，应符合 4.10.1 的要求。

7.15 密封防护

按照 4.10.2 要求，参照表 26 进行外壳防护试验检查并评定。

表 26 外壳防护试验

性能等级	防护类别	试验条件	试验评定
IP20	手指或直径不小于 12.5mm 的固体异物接触危险部件	直径 12mm 的铰接试指和直径 12.5mm 的物体试具 (试球)	试指可进入机壳 80mm，但应与危险部件保持足够的安全间隙。试球不能通过任何开孔进入机壳内
IP30	工具和直径不小于 2.5mm 的固体异物接触危险部件	直径 2.5mm 的物体试具	试具不能进入机壳内，并应与危险部件保持足够的安全间隙
IP40	工具和直径不小于 1mm 的固体异物接触危险部件	直径 1mm 的物体试具	试具不能进入机壳内，并应与危险部件保持足够的安全间隙
IP52	金属丝接触危险部件，少量灰尘； 外壳在 15° 范围内倾斜时垂直方向滴水	直径 1mm 的物体试具； 灰尘试验箱； 滴水试验箱	试具不能进入机壳内，并应与危险部件保持足够的安全间隙。少量灰尘能够进入，但产品的功能和安全 (例如产生泄漏电流) 不应受到损害。水滴不应有任何有害影响

7.16 安全要求检验

7.16.1 气候环境检验、机械要求检验以及电气环境检验在产品研发阶段通过型式试验进行。这些型式试验可能会影响装置的安全。这些试验后，宜对被试装置是否符合安全要求进行检查。

7.16.2 气候环境检验按 7.3 要求进行。对于新的装置，经过湿热型式试验且恢复 1h~2h 后，在基准环境条件下，按照 7.6 方法测量绝缘电阻，应不小于 10MΩ。

7.16.3 目视检查，装置应符合 GB/T 14598 中 6.1 规定的机械危险防护要求。

7.16.4 按 7.5 要求进行机械检验。装置在试验过程中或试验后应没有电击或着火危险。

7.16.5 按 GB/T 14598.27 要求进行电气环境检验，确定部件和材料的最高温度、短时耐热；确定输出继电器能承受制造厂规定的连续电流及接通和承载电流，无损坏。

7.16.6 目测电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 14598.27 中附录 D 规定的数值。若怀疑，应进行测量。不满足最小电气间隙值时，应按 7.6 规定的方法进行绝缘试验并满足其要求。

7.16.7 按 GB 4208 规定的方法进行 IP 防护等级检验，确认在正常操作时装置外壳满足制造厂声明的 IP 防护等级，设备外壳、遮栏或安装板可防止接近危险带电部分。

7.16.8 装置应按照 7.6 方法进行冲击电压试验，并满足 4.9 的要求。

7.16.9 装置应按照 GB/T 14598.27 中 10.5.3.2.1、10.5.3.2.2 要求，按照 7.6 方法进行介质电压试验，并满足 4.9 的要求。

7.16.10 装置应按照 GB/T 14598.27 中 10.5.3.4 规定的方法进行保护搭接检验，装置与保护导体的搭接应符合 GB/T 14598.27 中 5.1.5 的要求。该试验可在湿热环境试验后进行，用以证明侵蚀并没有使裸露的导体部分和连接到保护接地体的端子产生过大的接触电阻，防止电气冲击产生的危害。

7.16.11 当装置塑料部件材料不满足 GB/T 14598.27 中第 7 章规定的最低可燃性要求时，或其厚度小于达到要求的最低可燃性规定的最小值时，应按 GB/T 5169.16 规定的方法进行可燃性试验测试。

7.16.12 根据 GB/T 14598.27 中 5.2 要求对装置进行单一故障条件评估。对于评估存在安全风险的单一故障条件，应进行试验，证实或排除安全风险，符合 GB/T 14598.27 中 7.10.3 要求。

7.16.13 装置的某一细微部分改变而使特定的安全项目受到影响时，则应有针对性地进行安全型式试验。

7.16.14 目测检查装置的安全标志，应符合 8.1 的要求。

7.17 检验报告

每次均应给出包括有检验过程和检验结果的检验报告。

型式检验报告应包括下列基本信息：

- a) 标题。
- b) 检验人、检验报告人、负责人的签字或等同标识。
- c) 试验室名称和地址、检验地点。
- d) 检验目录。
- e) 检验报告的唯一标识（如系列号）。在检验报告的每一页上应有标识，确认本页是本测试报告中的一页。检验报告的最后一页也应有清晰的标识。
- f) 送检人的名称和地址（在需要处）。
- g) 被检产品必要信息，如产品名称、型号、序列号、软件版本信息等。
- h) 检验日期。
- i) 实际检验项目以及采用的标准，包括日期。
- j) 检验合格条件。
- k) 检测仪器。
- l) 检验条件。
- m) 检验结果及检测量单位。
- n) 检验结论。

除上述基本信息外，检验报告还可包括下列信息：

- a) 检验方法和过程；
- b) 合适和需要之处，给出检验意见和解释。

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

8.1.1 每台装置应在显著部位设置持久明晰的标志和铭牌，其内容包括：

- a) 制造厂全称及商标；
- b) 产品型号、名称；
- c) 制造年、月和出厂编号；
- d) 装置的额定值及主要参数；
- e) 安全标志根据实际情况挑选使用。

8.1.2 包装箱上应不易洗刷或脱落的涂料作如下标记：

- a) 发货厂名、产品型号、名称；
- b) 收货单位名称、地址、到站；
- c) 包装箱外形尺寸及毛重；
- d) “防潮”、“向上”、“小心轻放”等标记；
- e) 规定叠放层数的标记。

8.1.3 产品执行的标准应明示。

8.1.4 标志和标识应符合 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

8.2.1 装置包装时应用塑料制品作为内包装，周围用防震材料垫实放于外包装箱内。

8.2.2 包装箱应符合 GB/T 13384 的规定，按照装箱文件及资料清单、装箱清单如数装箱；随同装置出厂的附件及文件、资料应装入防潮文件袋中，再放入包装箱内。

8.2.3 装置的包装应能满足按 GB/T 4798.2 规定的运输要求。

8.3 运输

装置的运输应符合 GB/T 4798.2 的规定。

8.4 储存

8.4.1 储存装置的场所应干燥、清洁、空气流通，并能防止各种有害气体的侵入，严禁与有腐蚀作用的物品存放在同一场所。

8.4.2 包装好的装置应保存在相对湿度不大于 85%，周围空气温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 的场所。

9 其他

9.1 随同装置一起供应的应有：

- a) 装箱文件、资料清单及文件资料；
- b) 装置的电气原理图或接线图；
- c) 产品出厂合格证书；
- d) 按备品清单或合同规定提供的备品、备件（如元器件、易损件、测试插件、接线座、预制导线等）、安装附件、专用工具等；
- e) 装箱清单。

9.2 质量保证期限。在用户遵守本标准及产品说明书所规定的运输、储存规则的条件下，装置自出厂之日起至安装不超过两年或安装运行后一年（按先到期），如装置和配套件发生非人为损坏，制造厂应负责免费维修或更换。

附录 A (资料性附录)

固有准确度、动作准确度和系统准确度

A.1 概述

固有准确度、动作准确度和系统准确度之间的关系如图 A.1 所示。

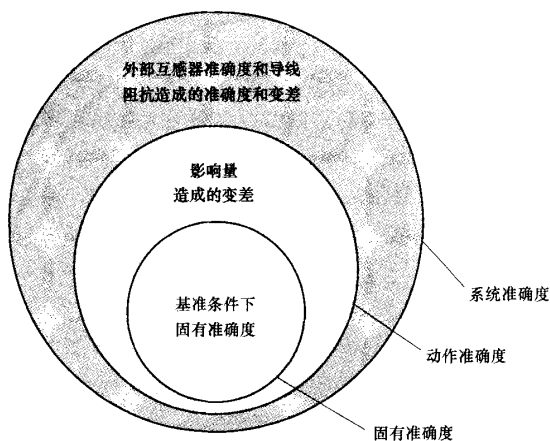


图 A.1 固有准确度、动作准确度和系统准确度之间的关系

A.2 固有准确度

固有准确度包括基准条件下仪器的不确定性。

A.3 动作准确度

动作准确度包括固有准确度和由于影响量造成的变化。对于每一影响量，宜分别陈述其造成的附加变化。

A.4 系统准确度

系统准确度包括动作准确度和导线阻抗产生的变化、传感器准确度造成的变化。

A.5 示例

我们研究一个保护设备电流检测功能，检测一个 $0.1I_n \sim 20I_n$ 的电流， I_n 为 100A。

a) 在基准条件下，进行第一次检验，即温度为 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度 40%~60%，正弦波，频率 $(1 \pm 0.2\%) \times 50\text{Hz}$ (或 60Hz)，无电压不平衡和无外部电磁兼容影响因素。假定在整个测量范围 ($0.1I_n \sim 20I_n$) 最坏情况下，保护功能测得电流 998A 代替 1000A 注入电流。固有不确定性是 1000A 中 2A，即 0.2% 固有准确度。

将在例如 I_n (100A) 条件下进行下列检验。假定基准条件下，量测到的电流是 99.8A。

b) 在基准条件下除温度外，进行第 2 次检验。

假定在整个温度范围 (如 $-25^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$) 最坏情形中，功能测量 99.7A 电流代替先前 99.8A

电流测量值。由于温度影响造成的变化是 99.8A 中 0.1A，即 0.1% 变差。

- c) 在基准条件下除频率外，进行第 3 次检验。

假定在整个频率测量范围（-5%~+5%）最坏情况下，功能将测量到电流 99.825A 代替先前 99.8A 电流测量值。由于频率影响造成的变化是 99.8A 中 0.025A，即 0.025% 变差。

- d) 在基准条件下除谐波外，进行第 4 次检验。

假定在整个谐波范围（如 10% 3 次谐波，12% 5 次谐波，……）最坏情形中，功能测得电流 99.805A，代替先前 99.8A 电流测量值。由于谐波影响造成的变化是 99.8A 中 0.005A，即 0.005 变差。

这时可用下列公式计算动作准确度：

$$\text{动作准确度} = |\text{固有准确度}| + 1.15 \times \sqrt{\sum_{i=1}^N (\text{由于影响量造成的变差})^2}$$

$$\text{动作准确度} = |0.2| + 1.15 \times \sqrt{0.1^2 + 0.025^2 + 0.005^2} = 0.32 \%$$

这时可以用下式计算全系统准确度（假定电流传感器是 0.5 级传感器，使用短导线）：

$$\text{全系统准确度} = 1.15 \times \sqrt{(\text{动作准确度})^2 + \sum_{i=1}^N (\text{传感器/导线准确度})^2}$$

$$\text{全系统准确度} = 1.15 \times \sqrt{(0.32)^2 + (0.5)^2} = 0.68 \%$$