

ICS 29.120.50

K 10

备案号: 47921-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1348 — 2014

自动准同期装置通用技术条件

General specifications for auto-synchronizer

2014-10-15 发布

2015-03-01 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 2

4 技术要求 3

5 功能要求 6

6 安全要求 7

7 检验和试验 7

8 标志、包装、运输和贮存 17

9 其他 17

附录 A（规范性附录） 气候环境试验 19

附录 B（规范性附录） 绝缘性能试验 23

附录 C（规范性附录） 抗扰度试验 25

附录 D（规范性附录） 直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验 32

参考文献 33

前 言

本标准根据国家能源局国能科技〔2012〕326号文的能源20120524项目计划进行制定。

本标准按照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。

本标准由电力行业继电保护标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位：南京南瑞继保电气有限公司、南方电网公司电力调度中心、神华国华（北京）电力研究院有限公司、华能金陵电厂、龙滩水电开发有限公司、国电南京自动化股份有限公司、江苏金智科技股份有限公司、深圳国立智能电力科技有限公司、江苏方天电力技术有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司。

本标准主要起草人：侯炜、梅勇、杨文超、潘长春、程抱贵、陈俊、黄作兵、陈晓宇、何曙亮、徐钢、王晓峰。

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）。

自动准同期装置通用技术条件

1 范围

本标准规定了电力系统自动准同期装置的技术要求、功能要求、安全要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于微机型自动准同期装置（简称“装置”），并作为该类装置设计、制造、试验、使用和检验的依据。该类装置使发电机与系统或系统与系统间（简称“待并系统”与“运行系统间”）按照同步要求自动实现并列运行。

本标准也适用于不带调频、调压功能的自动准同期装置。

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 60780：1997，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 2423.22—2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化（IEC 60068-2-14：2009，IDT）

GB/T 2900.1—2008 电工术语 基本术语

GB/T 2900.17—2009 电工术语 量度继电器

GB/T 2900.49—2004 电工术语 电力系统保护

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

GB 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 7261—2008 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求

GB/T 11287—2000 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）（IEC 60255-21-1：1988，IDT）

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14285—2006 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验（IEC 60255-21-2：1988，IDT）

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（IEC 60255-5：2000，IDT）

GB/T 14598.26—2015 量度继电器和保护装置 第 26 部分：电磁兼容要求 (IEC 60255-26: 2013, IDT)

GB 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 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验 (IEC 61000-4-8: 2001, IDT)

GB/T 17626.9—2011 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验 (IEC 61000-4-9: 2001, IDT)

GB/T 17626.10—1998 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验 (IEC 61000-4-10: 1993, IDT)

GB/T 17626.17—2005 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 (IEC 61000-4-17: 2002, IDT)

GB/T 17626.29—2006 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 (IEC 61000-4-29: 2000, IDT)

GB/T 19520.12—2009 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 (IEC 60297-3-101: 2004, IDT)

GB/T 19582.1—2008 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第 1 部分：Modbus 应用协议

GB/T 21711.1 基础机电继电器 第 1 部分：总则与要求 (GB/T 21711.1—2008, IEC 61810-1: 2003, IDT)

GB/T 26864—2011 电力系统继电保护产品动模试验

DL/T 478—2013 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 667—1999 运动设备及系统 第 5 部分：传输规约 第 103 篇：继电保护设备及信息接口配套标准 (IEC 60870-5-103: 1997, IDT)

DL/T 860 (所有部分) 变电站通信网络和系统

DL/T 995—2006 继电保护和电网安全自动装置检验规程

3 术语和定义

GB/T 2900.1—2008、GB/T 2900.17—2009 及 GB/T 2900.49—2004 界定的及以下术语和定义适用于本文件。

3.1

频差 frequency difference

运行系统与待并系统电压之间的频率差。

3.2

压差 voltage difference

运行系统与待并系统之间的电压差 (压差用有效值)。

3.3

相位角差 phase angle difference

运行系统与待并系统电压之间的相位角度差。

3.4

功角差 power angle difference

合环情况下同期点两侧电压之间的相位角度差。

3.5

导前时间 leading time

装置发出合闸脉冲的时刻至运行系统电压与待并系统电压同相位的时间间隔。

3.6

合闸相位角 closing phase angle

运行系统与待并系统并网的时刻，二者电压之间的相位角度差。

4 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%（装置内部既无凝露，也不应结冰）；
- c) 大气压力：80kPa~106kPa。

4.1.2 贮存、运输环境条件

- a) 贮存环境温度为-25℃~+55℃，相对湿度不大于 85%；
- b) 运输环境温度为-25℃~+70℃，相对湿度不大于 85%；
- c) 当贮存、运输环境条件超出上述范围时，由用户与制造商商定。

4.1.3 周围环境

装置的安装环境应符合以下要求：

- a) 应遮阳、挡雨雪，防御雷击、沙尘，通风；
- b) 不允许有超过 4.7 规定的电磁干扰存在；
- c) 安装场地应符合 GB/T 9361—2011 中 B 类安全要求的规定；
- d) 使用地点不出现超过 GB/T 11287—2000 规定的严酷等级为 1 级的振动，运输贮存过程不出现超过 GB/T 14537—1993 规定的严酷等级为 1 级的冲击和碰撞；
- 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) 安装场所有可靠的接地点，并符合相关标准的规定。

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，由用户与制造商商定。

当安装地点的环境温度明显超过 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℃~+55℃；
- b) 特别炎热地区：-10℃~+70℃。

4.2 额定电气参数

4.2.1 直流电源

- a) 额定电压：220V、110V、48V；
- b) 允许偏差：-20%~+10%；
- c) 纹波系数：不大于 5%。

4.2.2 交流回路

- a) 额定电压 U_N ：100V、100/ $\sqrt{3}$ V；

- b) 频率: 50Hz;
- c) 过载能力: 1.5 倍 U_N , 连续工作。

4.3 功率消耗

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

4.4 装置接口

4.4.1 光纤以太网接口

- a) 光纤类型: 多模光纤;
- b) 光纤连接器类型: ST 或 LC 接口。

4.4.2 电以太网接口

- a) 传输介质: 屏蔽双绞线;
- b) 接口类型: RJ-45 电接口。

4.4.3 串口

- a) 串口类型: RS485、RS422;
- b) 波特率: 4800bit/s~115 200bit/s;
- c) 接线形式: 屏蔽双绞线。

4.4.4 通信规约

- a) 以太网通信规约宜采用 DL/T 860 (所有部分);
- b) 串口通信规约应为 DL/T 667—1999、GB/T 19582.1—2008。

4.5 开关量输入和输出

4.5.1 开关量输入

对装置开关量输入的要求如下:

- a) 装置中所有输入回路的直流电源应与装置内部电源隔离;
- b) 强电输入回路的启动电压值不应大于 0.7 倍额定电压值, 且不应小于 0.55 倍额定电压值;
- c) 装置中启动同期的强电输入回路的启动功率不应低于 5W。

4.5.2 开关量输出

开关量触点输出的性能应满足 GB/T 21711.1 的要求。制造商应提供下列信息:

- 机械和电气耐久性 (空载和有载);
- 极限接通容量;
- 连续和短时通过触点电流;
- 极限断开容量, 直流电阻和电感负载、交流电阻和电感负载;
- 触点电压;
- 接触电阻。

4.5.3 与断路器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 触点性能应符合下列要求：

- a) 机械耐久性：接通不小于 1000 次、断开不小于 1000 次，不带负载触点不小于 10 000 次。
- b) 接通容量：当 $L/R = 40\text{ms}$ ，不小于 1000W。
- c) 通过电流。
 - 连续：不小于 5A；
 - 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) 最大断开容量：当 $L/R = 40\text{ms}$ 时，不小于 30W。
- e) 触点间最大电压：4.2.1a) 规定的额定电压的 1.1 倍。

4.5.3.4 介质强度

装置的介质强度应满足以下要求：

- 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 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。

4.5.4.2 触点性能应符合 4.5.2 的要求。

4.5.4.3 介质强度应符合 4.5.3.4 的要求。

4.6 绝缘性能

装置应能承受 7.5 规定的冲击电压试验、介质强度试验和绝缘电阻测量要求。装置的固体绝缘应满足 GB 14598.27—2008 中表 D.6 规定的电气间隙和爬电距离要求。

4.7 电磁兼容性能

装置应满足国家或行业有关电磁兼容标准的要求，电磁发射限值不超过 7.6 的规定，同时能承受所在发电厂和变电站内不超过 7.6 规定的电磁干扰。

4.8 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。

4.9 机械性能

4.9.1 振动（正弦）

- a) 振动响应：装置应能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.1 规定的严酷等级为 1 级的振动响应试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 4.1 的规定。
- b) 振动耐久：装置应能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.2 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 4.2 的规定。

4.9.2 冲击

- a) 冲击响应：装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 1 级的冲击响应试验，

试验期间及试验后, 装置性能应符合该标准中 4.1 的规定。

- b) 冲击耐受。装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.2 规定的严酷等级为 1 级的冲击耐受试验, 试验期间及试验后, 装置性能应符合该标准中 4.2 的规定。

4.9.3 碰撞

装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.3 规定的严酷等级为 1 级的碰撞试验, 试验期间及试验后, 装置性能应符合该标准中 4.2 的规定。

4.10 结构、外观及其他

- a) 装置结构应采取必要的电磁兼容措施。插箱的不带电金属部分应在电气上连成一体, 并具备可靠接地点。
- b) 装置的结构模式是由插件组成插箱或屏柜, 其外形尺寸应符合 GB/T 19520.12—2009 的规定。插箱插件应插拔灵活, 接触可靠, 互换性好。
- c) 金属结构件应有防腐蚀措施, 应满足发热元件的散热要求。
- d) 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、起皱和流痕等缺陷。
- e) 装置外壳设计应满足装置在发电厂、变电站内基本环境条件下使用、维护、修理要求。
- f) 装置外壳各部分防护应满足表 1 的要求, 特殊要求由合同约定。
- g) 装置的接地端子应能可靠连接截面积不小于 4mm^2 的多股铜线。

表 1 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	$\geq \text{IP40}$	$\geq \text{IP20}$	$\geq \text{IP30}$	$\geq \text{IP30}$

5 功能要求

5.1 装置的主要功能

5.1.1 装置应具有独立性、完整性, 应含有能反应并网对象可能影响同期功能的异常状态的闭锁功能。

5.1.2 装置应满足可靠性和准确性的要求。

5.1.2.1 可靠性是指装置不误发也不拒发调压、调速及合闸指令。

5.1.2.2 准确性是指装置能正确地发出升、降压, 增、减速及合闸指令。在差频并网方式下, 在不考虑断路器合闸时间离散性的情况下, 保证合闸角度误差不应超过 $\pm 1^\circ$ 。

5.1.3 装置应具有在线自动检测功能。在装置运行期间, 装置中模块或部件 (出口继电器除外) 损坏时, 装置不应误发合闸指令, 且应发出装置异常信号。

5.1.4 装置应具有同频和差频并网功能。

5.1.5 装置应具备自动补偿同期点两侧电压固有相位角差功能。

5.1.6 运行系统与待并系统可以选择采用相同的额定电压输入 (100V 或 $100/\sqrt{3}\text{V}$) 或不同的额定电压输入 (100V 与 $100/\sqrt{3}\text{V}$) 实现同期并列。

5.1.7 装置应设有当地信息显示功能, 能实时显示并网过程中的电压、频率、角度等信息。

5.1.8 装置应具有以时间顺序记录的方式记录正常运行及操作过程中的各种信息, 如开关量变位、合闸成功、合闸失败、失败原因等。

5.1.9 装置宜具有合闸录波功能, 应符合 COMTRADE 格式, 以记录装置合闸的动作过程, 宜包含并网两侧电压、频率、压差、频差、角差、开关位置、合闸指令等。

5.1.10 装置应设有与自动化系统的通信接口，应支持装置信息（装置硬件信息、装置软件版本信息）、同期定值、日志及报告（模拟量、自检信息、异常告警信息、动作事件、开关量、装置日志信息）和录波文件上送功能。

5.1.11 装置宜具有与合并单元及智能终端的接口。

5.1.12 装置应装设硬件时钟电路，装置失去直流电源时，硬件时钟应能正常工作。

5.1.13 装置应具有与外部标准授时源的对时接口。

5.1.14 装置外部端子应方便插拔。

5.2 主要技术性能

5.2.1 测量误差

在本标准 7.1 规定的试验基准条件下，电压， $\pm 0.01 U_N$ （49.5Hz~50.5Hz 范围内）；频率， $\pm 0.01\text{Hz}$ （48Hz~52Hz 范围内）。

5.2.2 允许发出合闸脉冲的频差

装置检测运行系统与待并系统之间的频率差，在合闸脉冲发出时，频率差的误差不应超过整定值的 $\pm 10\%$ 。

5.2.3 允许发出合闸脉冲的压差

装置检测运行系统与待并系统之间的电压差，在合闸脉冲发出时，电压差的误差不应超过整定值的 $\pm 10\%$ 。

5.2.4 差频并网合闸角差

不考虑开关动作时间误差的情况下，装置合闸误差角度不应超过 $\pm 1^\circ$ 。

5.2.5 调频、调压脉冲误差

装置的调频、调压功能可以整定，脉宽及周期的实测值与整定值的误差不应超过 $\pm 0.05\text{s}$ 。

6 安全要求

装置的安全性能应满足 DL/T 478—2013 中第 6 章的要求。

7 检验和试验

7.1 试验条件

a) 除非另有规定，装置固有准确度检验应在表 2 规定的条件下进行。

表 2 检 验 基 准 条 件

环 境 参 数	要 求
工作温度	$20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
相对湿度	45%~75%
大气条件	86kPa~106kPa
辅助电源电压	偏差为额定电源电压 $\pm 1\%$

表 2 (续)

环 境 参 数	要 求
残余电压 ^a	≤1.0%
外部连续磁场	感应强度≤0.5mT
直流辅助激励量中交流分量	额定直流的 0~12%的脉冲峰值因数
波形	正弦, 畸变因数 5% ^b
频率	50Hz±0.1Hz
^a 多相系统中, 为全部相电压向量和。 ^b 畸变因数, 从非正弦量中剔除基波得到的谐波量与非正弦量均方根值之比, 通常用百分数表示。	

- b) 被试装置和测试仪表必须良好接地。
- c) 除另有规定外, 周围环境应符合表 2 和 4.1.3 规定的要求。
- d) 试验用仪器、仪表应符合 GB/T 7261—2008 中 4.4 的规定。
- e) 所有固有准确度试验应使用具有优于被试装置申明准确度的检验仪器进行。被试装置的实测准确度不应劣于考虑了检验仪器测量不确定度的装置准确度申明值。检验测量仪器应与国际可追溯标准校准。

7.2 检验规则

7.2.1 检验类型

装置的检验分为出厂检验、型式检验和现场检验。

7.2.2 出厂检验

每台装置在出厂前应经制造商的质量检验部门进行出厂检验, 检验项目见表 3, 制造商应制定合格判定的文件, 产品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 型式检验

7.2.3.1 型式检验用于检验新装置的硬件及软件设计是否符合其规范和标准。

7.2.3.2 凡遇下列情况之一时, 应进行型式检验:

- a) 新产品研发和定型前;
- 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。

7.2.3.3 对系列产品中一个产品进行型式检验时, 检验项目宜充分考虑能够覆盖整个产品系列, 必要时应进行风险评估, 以确定对整个产品系列有效的型式检验项目, 以及系列产品中其余产品还需进行的型式检验项目。

7.2.3.4 如果装置已通过型式检验且设计、元器件、工艺材料或软件无变更, 不宜重复型式检验。一旦前述内容出现改变, 应进行风险评估, 以确定仍然有效的型式检验项目, 以及须重新进行的型式检验项目。

7.2.3.5 新产品研发和定型前, 应进行规定的全部检验, 其中是否符合安全要求, 可通过适当的试验、测量、目测或评估。其余目的的型式检验, 可视情况和目的, 经评估或协商确定试验项目。

7.2.3.6 合格判定

装置的合格评定原则如下:

- a) 试品未发现主要缺陷的, 则判定试品为合格;
 b) 对于安全型式试验, 只要有一个缺陷即为不合格。

注 1: 装置的主要缺陷是指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。

注 2: 根据 GB 14598.27—2008 的表 11, 安全型式试验包括电气间隙和爬电距离、冲击电压、介质强度、绝缘电阻、IP 等级、保护联结阻抗、材料和外壳的可燃性、单一故障试验。

表 3 型式检验、出厂检验项目

序号	检 验 项 目		型式 检验	出厂 检验	本标准章节
1	结构尺寸和 外观检查	机箱、插件尺寸	√		4.10、7.9.4
		标志	√	√	6、8.1
2	功能要求	功能试验	√	√ ^a	5.1、5.2、7.10
		模拟试验或数字仿真试验	√		7.11
3	气候环境 要求	高温运行试验	√		4.1.1、7.3.3
		低温运行试验	√		4.1.1、7.3.4
		高温贮存试验	√		4.1.2、7.3.5
		低温贮存试验	√		4.1.2、7.3.6
		温度变化试验	√		4.1.1、7.3.7
		恒定湿热试验 ^b	√		7.3.8
		交变湿热试验 ^b	√		7.3.9
4	电磁兼容 要求 ^c	发射试验	辐射发射试验	√	4.7、7.6.2.1、7.6.3.1
			传导发射试验	√	4.7、7.6.2.1、7.6.3.1
		抗扰度 试验	辐射电磁场试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			静电放电试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			射频场感应的传导 骚扰试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			快速瞬变试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			阻尼振荡波试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			浪涌试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			工频试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			工频磁场试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			脉冲磁场试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
			阻尼振荡磁场试验	√	4.7、7.6.2.2、7.6.3.2
5	直流电源 试验	直流电源电压暂降试验		√	7.7.1、7.7.5、7.7.11
		直流电源电压中断试验		√	7.7.1、7.7.6、7.7.11
	直流电源 试验	直流电源中交流分量试验		√	7.7.1、7.7.7、7.7.11
		直流电源缓慢关断/缓慢启动试验		√	7.7.1、7.7.8、7.7.11
		直流电源极性反接试验		√	7.7.1、7.7.9、7.7.11

表 3 (续)

序号	检 验 项 目		型式 检验	出厂 检验	本标准章节
6	功率消耗		√		4.3、7.4
7	准确度		√	√	5.2、7.10
8	连续通电			√	4.8、7.8
9	出口继电器检查		√	√ ^d	4.5.2、4.5.3、4.5.4、7.10
10	绝缘试验		√		4.6、7.5
11	机械 要求	振动响应	√		4.9.1、7.9.1
		振动耐久	√		4.9.1、7.9.1
		冲击响应	√		4.9.2、7.9.2
		冲击耐受	√		4.9.2、7.9.2
		碰撞	√		4.9.3、7.9.3
12	外壳		√		4.10、7.9.4
13	安全要求		√ ^e	√ ^e	6、7.12
注：符号“√”表示为该试验项目必做。					
a 仅检验部分特征量准确度、动作时间或装置动作有关的测量准确度。					
b 恒定湿热试验与交变湿热试验选做其中一项。					
c 其中直流电压中断试验列入本表序号 5 中。					
d 出厂试验仅做触点通断检查。					
e 安全型式试验包括电气间隙和爬电距离、冲击电压、介质强度、绝缘电阻、IP 等级、保护联结阻抗、材料和外壳的可燃性、单一故障试验；安全出厂试验只进行介质强度、绝缘电阻、保护联结连续性试验。安全试验项目和常规试验重叠的，可以不重复试验。					

7.2.4 现场检验

7.2.4.1 现场检验方式

现场检验有新安装检验、定期检验和补充检验三种方式。

7.2.4.2 现场检验项目

现场检验项目见表 4。

表 4 现场检验项目表

序号	检验项目	新安装检验 ^a	定期检验 ^b	补充检验
1	外观检查	√	√	—
2	绝缘检查	√	√	—
3	通电检查	√	√	—
4	参数整定检查	√	√	√ ^c
5	采样精度检验	√	√	—
6	频差定值检验	√	√	—

表 4 (续)

序号	检验项目	新安装检验 ^a	定期检验 ^b	补充检验
7	压差定值检验	√	√	—
8	角差定值检验	√ ^d	√ ^d	—
9	输入/输出检验	√	√	—
10	通信信号核对	√	√	—
11	假同期试验	√	√	√ ^e
12	自动准同期试验	√	√	√ ^e
^a 同期装置更换或有较大更改及更换主要插件后需按照新安装检验进行。 ^b 定期检验中的全检随机组大修周期进行, 并且不超过 6 年; 部分检验随机组检修同步进行, 并且不超过 3 年, 1 项~10 项为部分检验项目。 ^c 一次设备更换时需进行, 如断路器更换时需重新确定导前时间; 励磁调节器、调速器更换后需重新确定调压、调频参数是否匹配。 ^d 在差频并网情况下, 仅做角差误差检验; 合环并网情况下, 做功角定值检验。 ^e 同期回路进行过改动(如电压互感器交流电压回路、同期把手等)做相关回路同期检验。				

7.2.4.3 现场检验方法

- 外观检查: 装置面板无划痕, 机箱无明显碰伤、变形; 按键使用正常; 各标识正确、字迹清晰; 各插件安装及端子接线牢固可靠, 不得松动; 可动部分应灵活可靠; 接地良好。
- 绝缘检查: 对交流、直流二次回路进行绝缘检查, 应符合 DL/T 995—2006 中 6.3.3 的要求。
- 通电检查: 装置显示正常, 信号灯指示正常, 时间显示正常, 无异常报警。
- 参数整定检查: 根据设备定值单进行参数整定及校对。
- 采样精度检验: 用试验装置输入电压、频率信号, 测试装置电压、频率信号采样精度符合 5.2.1 要求。
- 频差定值检验: 用试验装置输入电压、频率信号, 参照 7.10.1 进行检验。
- 压差定值检验: 用试验装置输入电压、频率信号, 参照 7.10.2 进行检验。
- 角差定值检验: 用试验装置输入电压、频率信号, 参照 7.10.3 进行检验。
- 输入/输出检验: 同期装置通电工作, 模拟各种输入/输出信号, 确认输入/输出信号正确。
- 通信信号核对: 同期装置通电工作, 模拟各种信号, 确认通信信号正常。
- 假同期试验: 待并断路器及其隔离开关在分闸位置, 核相正确后进行同期合闸操作, 检查自动准同期装置工作正常, 核查整定参数是否符合要求并记录数据。
- 自动准同期试验: 进行实际同期合闸操作, 核查整定参数是否符合要求并记录数据。

7.2.4.4 合格判定

上述检验, 只要有一项不满足要求, 即为不合格。

7.3 气候环境试验

7.3.1 概述

7.3.1.1 气候环境试验通过温度和湿度试验检查和确认: 在 4.1 规定的工作和贮存大气条件下, 装置满足运行和贮存的要求; 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、部件可能受到影响,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,并且在恢复到基准条件后装置的液晶显示屏能正常显示。

7.3.2 试验程序

7.3.2.1 应设计合适的试验程序,以确认装置符合其规范,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设计特性不变。

7.3.2.2 试验初始和最后阶段应进行外观检查和性能检测,试验中间应进行性能检测。

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。

7.3.3 高温运行试验

应进行高温运行试验,以检查装置运行时的耐高温能力,并确定由于高温引起的装置性能上的任何变化。试验条件及要求见附录 A 表 A.1。

7.3.4 低温运行试验

应进行低温运行试验,以检查装置运行时的耐低温能力,并确定由于低温引起的装置性能上的任何变化。试验条件及要求见附录 A 表 A.2。

7.3.5 高温贮存试验

应进行高温贮存试验,以检查装置贮存时的耐高温能力。试验条件及要求见附录 A 表 A.3。

7.3.6 低温贮存试验

应进行低温贮存试验,以检查装置贮存时的耐低温能力。试验条件及要求见附录 A 表 A.4。

7.3.7 温度变化试验

应进行温度变化试验,以检查装置运行时对温度快速变化的承受能力。试验条件及要求见附录 A 表 A.5。

7.3.8 恒定湿热试验

恒定湿热试验检查装置长期暴露在高湿度大气中的承受能力。试验条件及要求见附录 A 表 A.6。

7.3.9 交变湿热试验

交变湿热试验检查装置暴露在高湿凝露大气中的承受能力。试验条件及要求见附录 A 表 A.7。

7.4 功率消耗试验

根据 4.3 的要求,按 GB/T 7261—2008 中第 7 章的规定和方法,对装置进行功率消耗试验。

7.5 绝缘试验

7.5.1 按附录 B 表 B.1、表 B.2 以及 GB/T 14598.3—2006 的规定,对装置进行冲击电压试验、介质强度试验并测量绝缘电阻。

7.5.2 试验适用于新生产的装置。

7.5.3 所有试验应在完整的装置上进行。

7.6 电磁兼容检验

7.6.1 概述

7.6.1.1 电磁兼容检验（包括电磁传导和辐射试验、抗扰度试验）用于检验和确认装置是否能够满足本标准规定的传导和辐射发射限值和抗扰度要求，即装置本身的电磁发射不会超过可能干扰其他装置工作的水平，装置还能承受不超过本标准规定的电磁干扰。

7.6.1.2 装置的端口

装置与外部电磁环境的特定接口称为端口，含直流电源端口、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 装置的端口示意图

7.6.2 试验项目及要求

7.6.2.1 辐射发射和传导发射试验要求和过程规定见附录 C 表 C.1、表 C.2。

7.6.2.2 抗扰度试验要求和过程规定见附录 C 表 C.3～表 C.7。

7.6.3 合格判据

7.6.3.1 发射试验

检测值应低于附录 C 表 C.1、表 C.2 规定的水平。

7.6.3.2 抗扰度试验

试验合格判据应符合附录 C 表 C.3～表 C.7 的规定。

试验后，被试装置仍应符合相关性能规范。

7.7 直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验

7.7.1 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。

用被试装置（EUT）的额定电压作为试验严酷等级的基础。在被试装置的额定电压范围内，应在被试装置声明的电压范围中最低电压和最高电压处进行试验。

7.7.2 试验要求

应按照附录 D 表 D.1 要求对装置进行试验。

7.7.3 试验设备

直流中交流分量，试验设备应符合 GB/T 17626.17—2005 的要求。其他直流试验，试验设备应符合 GB/T 17626.29—2006 的要求。

7.7.4 试验准备

- a) 试验在 7.1 规定的正常试验大气条件下进行；
- b) 装置应处于静态；
- c) 应激励半数的开关量输入和半数的输出继电器；
- d) 如果有通信模块，应激活。

7.7.5 直流电压暂降

按 GB/T 17626.29—2011 规定的方法进行试验。

7.7.6 直流电压中断

按 GB/T 17626.29—2011 规定的方法进行试验。

7.7.7 直流中交流分量（纹波）

按 GB/T 17626.17—2005 规定的方法进行试验。

7.7.8 电源缓慢关断和缓慢启动试验

图 2 给出电源缓慢关断和缓慢启动的试验方法及要求。

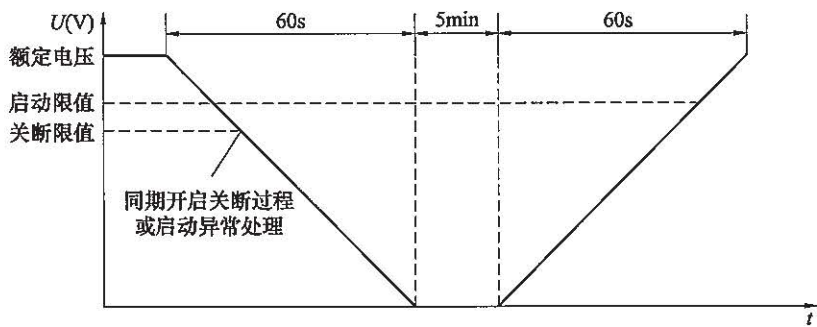


图 2 缓慢关断和缓慢启动试验

7.7.9 极性反接

直流电源输入极性反接试验应持续 1min，应由制造商声明和给出书面试验结果。

7.7.10 试验过程

直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验应在 GB/T 17626.17—2005、GB/T 17626.29—2006 和表 2 规定的基准条件下进行。

7.7.11 试验合格判据

直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验合格判据见表 5。

表 5 直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验合格判据

标准	功能	合格条件
A	同期调节指令及合闸出口	试验期间和试验后, 规定限值内性能正常
	测量	试验期间性能暂时下降, 试验后自行恢复, 存储数据无丢失
	人机接口和可视报警	试验期间性能暂时下降或功能丧失, 试验后自行恢复, 存储数据无丢失
	数据通信	误码率可能增加, 但传输数据无丢失
C	同期调节指令及合闸出口	试验期间在规定限值内性能正常, 或为制造商明确规定的预定行为, 如短暂功能丧失或关断并能自动恢复正常运行; 不应出现误动作
	测量	试验期间性能暂时下降, 或为制造商明确规定的预定行为, 如短暂功能丧失并能自动恢复正常运行
	人机接口和可视报警	试验期间性能暂时下降, 或为制造商明确规定的预定行为, 如短暂功能丧失或关断并能自动恢复正常运行
	数据通信	误码率可能增加, 或为制造商明确规定的预定行为, 如数据丢失并能自动恢复正常运行

7.8 连续通电试验

7.8.1 装置连续通电试验可选取下列方式之一:

- 常温条件下装置整机连续通电 100h 或组成装置的功能组件在进行 100h 连续通电后整机再连续通电 24h;
- +40℃条件下装置整机连续通电 72h 或组成装置的功能组件在进行 72h 连续通电后整机再连续通电 24h;
- +50℃条件下装置整机连续通电 48h 或组成装置的功能组件在进行 48h 连续通电后整机再连续通电 12h。

7.8.2 通电试验期间及试验结束后, 装置应满足 4.8 的要求。

7.9 机械性能试验

7.9.1 振动

根据 4.9.1 的要求, 按 GB/T 11287—2000 的规定和方法, 对装置进行振动响应和振动耐久试验。

7.9.2 冲击

根据 4.9.2 的要求, 按 GB/T 14537—1993 的规定和方法, 对装置进行冲击响应和冲击耐受试验。

7.9.3 碰撞

根据 4.9.3 的要求, 按 GB/T 14537—1993 的规定和方法, 对装置进行碰撞试验。

7.9.4 结构和外观检查

按 4.10 及 GB/T 7261—2008 中第 5 章的要求逐项进行检查。

7.10 装置功能试验

7.10.1 频差

根据 5.2.2 的要求,在压差满足同期条件的情况下,改变频差范围,测试频差是否满足要求。

7.10.2 压差

根据 5.2.3 的要求,在频差满足同期条件的情况下,改变压差范围,测试压差是否满足要求。

7.10.3 角差

根据 5.2.4 的要求,在差频并网情况下,在压差、频差允许合闸的情况下,测试角差是否满足要求;在合环并网情况下,在压差允许合闸的情况下,改变功角,测试功角是否满足要求。

7.10.4 调频、调压脉冲

根据 5.2.5 的要求,当装置具备调频、调压功能时,在频差、压差均不满足同期条件的情况下,测试调频、调压脉冲。

7.11 静态模拟、动态模拟试验

装置通过 7.10 各项试验后,按照 GB/T 26864—2011 的规定和方法,在电力系统静态或动态模拟系统上进行整组试验,或使用继电保护试验设备、电力系统仿真设备进行试验。试验结果应满足 5.1、5.2 的规定。

7.12 安全试验

7.12.1 装置是否符合安全要求,可通过适当的试验、测量、目测或评估、技术论证来检查。

7.12.2 安全要求试验分类见 GB 14598.27—2008 中表 11。

7.12.3 安全要求试验的检查或确认程序,按照 GB 14598.27—2008 中 10.4 的规定进行。

7.12.4 根据 4.10 的要求,按 GB 4208—2008 规定的方法进行 IP 防护等级试验,确认在正常操作时装置外壳满足制造商声明的 IP 防护等级,设备外壳、遮拦或安装板可防止接近危险带电部分。

7.12.5 电气间隙和爬电距离,应符合 GB 14598.27—2008 中附录 D 规定的数值。

7.12.6 按照 GB 14598.27—2008 中 10.5.3.3 的要求,在经过湿热试验且恢复 1h~2h 期间,基准试验条件下施加直流 500V 时的绝缘电阻不应小于 10M Ω 。

7.12.7 根据 DL/T 478—2013 中 6.3 的要求,按 GB 14598.27—2008 中 5.2 规定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,应按 GB 14598.27—2008 中 10.5.4.5 规定的方法进行试验,证实或排除安全风险,以符合 GB 14598.27—2008 中 7.10.3 的要求。

7.12.8 根据 DL/T 478—2013 中 6.4 的要求,用目视检查,装置应符合 GB 14598.27—2008 中 6.1 规定的机械危险防护要求。

7.12.9 根据 DL/T 478—2013 中 6.5 的要求,按 GB 14598.27—2008 中 10.5.4.2 规定的方法进行装置的着火危险防护试验,或检查评估相关技术文件。

7.12.10 根据 DL/T 478—2013 中 6.3 的要求,装置应按照 GB 14598.27—2008 中 10.5.3.4 规定的方法进

行保护联结试验，包括保护联结阻抗试验、保护联结连续性试验。装置与保护导体的联结应符合 GB 14598.27—2008 中 5.1.5 的要求。

7.12.11 检查装置的安全标志，应符合 DL/T 478—2013 中 6.6 的要求。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 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) 制造商全称及商标；
- 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) 对外端子及接口标识（序号或简称等）；
- f) 安全标志根据实际情况挑选使用。

8.1.2 包装箱上应采用不易洗刷或脱落的涂料做如下标记：

- 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，安全标志还应符合 GB 14598.27—2008 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 贮存

8.4.1 贮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) 装箱清单；
- b) 装箱文件、资料清单及文件资料；
- c) 装置的电气原理图或接线图；

- d) 产品出厂合格证书;
- e) 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。

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、贮存规则的条件下,装置自出厂之日起两年内或安装运行之日起一年内(按先到期),如装置和配套件发生非人为损坏,制造商应负责免费维修或更换。

附 录 A
(规范性附录)
气候环境试验

气候环境试验方法见表 A.1~表 A.7。

表 A.1 高温运行试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.2—2008 的试验 Bd
预处理	依照制造商产品文件
初始检测	依照 7.9.4、7.10
条件	在制造商规定的额定电压下运行 ^a
运行温度	+55℃或按照制造商规定的最高运行温度，温度值宜从 GB/T 2423.2—2008 中 6.5.2 选择。 在 5min 时间内，温度的最大变化率为 1K/min
允许偏差	±2℃（见 GB/T 2423.2—2008 中 6.2）
湿度	依照 GB/T 2423.2—2008 中 6.8.2
试验持续时间	至少 16h
检测	在额定电压下，按 7.10 进行功能试验
恢复过程： ——时间 ——气候条件 ——电源	（见 GB/T 2423.2—2008 中 6.11） 至少 1h 但不超过 2h，所有试验在这一时间结束前完成； 表 2 规定的检验基准条件； 电源断开
最后检测	依照 7.9.4、7.10
^a 制造商宜声明试验过程中被激励的数字输入电路和输出继电器的数目，以及承载的最大额定电流。	

表 A.2 低温运行试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.1—2008 的试验 Ad
预处理	依照制造商产品文件
初始检测	依照 7.9.4、7.10
条件	在制造商规定的额定电压下运行 ^a
运行温度	-10℃或按照制造商规定的最低运行温度，温度值宜从 GB/T 2423.1—2008 中 6.6.1 选择。 在 5min 时间内，温度的最大变化率为 1K/min
允许偏差	±3℃（见 GB/T 2423.1—2008 中 6.2）
湿度	不做要求
试验持续时间	至少 16h
检测	在额定电压下，按 7.10 进行功能试验

表 A.2 (续)

项 目	试验条件及要求
恢复过程: ——时间 ——气候条件 ——电源	(见 GB/T 2423.1—2008 中 6.12) 至少 1h 但不超过 2h, 所有试验在这一时间结束前完成; 表 2 规定的检验基准条件; 电源断开
最后检测	依照 7.9.4、7.10
^a 制造商宜声明试验过程中被激励的数字输入电路和输出继电器的数目, 以及承载的最大额定电流。	

表 A.3 最高贮存温度下的高温试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.2—2008 的试验 Bb
预处理	依照制造商产品文件
初始检测	依照 7.9.4、7.10
条件	不激励
贮存温度	+55℃或按照制造商规定的最高贮存温度, 温度值宜从 GB/T 2423.2—2008 的 6.5.2 选择。 在 5min 时间内, 温度的最大变化率为 1K/min
允许偏差	±2℃ (见 GB/T 2423.2—2008 的 6.2)
湿度	依照 GB/T 2423.2—2008 的 6.8.2
试验持续时间	至少 16h
检测	不做要求
恢复过程: ——时间 ——气候条件 ——电源	(见 GB/T 2423.2—2008 中 6.11) 至少 1h 但不超过 2h, 所有试验在这一时间结束前完成; 表 2 规定的检验基准条件; 电源断开
最后检测	依照 7.9.4、7.10

表 A.4 最低贮存温度下的低温试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.1—2008 的试验 Ab
预处理	依照制造商产品文件
初始检测	依照 7.9.4、7.10
条件	不激励
贮存温度	-20℃或按照制造商规定的最低贮存温度, 温度值宜从 GB/T 2423.1—2008 的 6.6.1 选择。 在 5min 时间内, 温度的最大变化率为 1K/min
允许偏差	±2℃ (见 GB/T 2423.2—2008 中 6.2)
湿度	不做要求
试验持续时间	至少 16h
检测	不做要求

表 A.4 (续)

项 目	试验条件及要求
恢复过程： ——时间 ——气候条件 ——电源	(见 GB/T 2423.1—2008 的 6.12) 至少 1h 但不超过 2h，所有试验在这一时间结束前完成； 表 2 规定的检验基准条件； 电源断开
最后检测	依照 7.9.4、7.10

表 A.5 温度变化试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.22—2012 的试验 Nb
预处理	在温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的试验箱中稳定 1h
初始检测	依照 7.9.4、7.10
条件	试验期间装置应保持在工作状态，将任一影响量设定为其基准条件
温度	低温按照 -10°C 或制造商规定的最低运行温度，温度值宜从 GB/T 2423.1—2008 的 6.6.1 选择。 高温按照 $+55^{\circ}\text{C}$ 或制造商规定的最高运行温度，温度值宜从 GB/T 2423.2—2008 的 6.5.2 选择。 试验周期，包括依照 GB/T 2423.22—2012 中图 3 的渐升和渐降，温度变化率为 $1\text{K/min} \pm 0.2\text{K/min}$ ，暴露在最高温度和最低温度的时间为 3h
试验持续时间	5 次循环
检测	依照 7.10 进行功能试验
恢复过程： ——时间 ——气候条件 ——电源	(见 GB/T 2423.22—2012 的 8.3) 至少 1h 但不超过 2h，所有试验在这一时间结束前完成； 表 2 规定的检验基准条件； 电源接通
最后检测	依照 7.9.4、7.10
注：制造商宜声明试验过程中被激励的数字输入电路和输出继电器的数目。	

表 A.6 恒定湿热试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.3—2006 的试验 Cab
预处理	依照制造商产品文件
初始检测	依照 7.5、7.9.4、7.10
条件	试验期间装置应保持在工作状态或另行依照制造商的规定，将任一影响量设定为其基准条件
温度	按照制造商声明的温度（其值宜从 GB/T 2423.3—2006 第 5 章中选择，偏差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）
湿度	$(93 \pm 3)\%$
试验持续时间	至少 10d
检测	依照 7.5

表 A.6 (续)

项 目	试验条件及要求
恢复过程 ——时间 ——气候条件 ——电源	(见 GB/T 2423.3—2006 的第 9 章) 至少 1h 但不超过 2h, 所有试验在这一时间结束前完成; 表 2 规定的检验基准条件; 电源断开
最后检测	依照 7.5、7.9.4、7.10
注 1: 在装置再次通电前, 宜用气流将内部和外部的所有冷凝物去除。 注 2: 当确定采用湿热试验时, 宜参见 GB/T 2424.2。 注 3: 制造商宜声明试验过程中被激励的数字输入电路和输出器件的数目。	

表 A.7 交变湿热试验

项 目	试验条件及要求
试验标准	GB/T 2423.4—2008 的试验 Db
预处理	a) 在温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(60 \pm 10)\%$ 的试验箱中达到稳定; b) 稳定后, 在 1h 之内应将相对湿度升到不小于 95%, 同时温度保持不变
初始测量	根据 7.5、7.9.4、7.10
条件	试验期间装置应连续激励并保持在工作状态, 任一影响量设定为其基准条件
温度	低温周期: $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$; 高温周期: 规定用于户内的设备, $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; 规定用于户外的设备, $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; 试验周期为按照 GB/T 2423.4—2008 图 2a) 或图 2b) 的渐升和渐降
湿度	在较低温度时 $97\%_{-2\%}^{+3\%}$; 在较高温度时 $(93 \pm 3)\%$; 试验循环为依照 GB/T 2423.4—2008 图 2a) 或图 2b) 的渐升和渐降
试验持续时间	24h (12h+12h) 循环, 6 次
检测	依照 7.5
恢复过程 ——时间 ——气候条件 ——电源	(见 GB/T 2423.4—2008 第 8 章) 至少 1h 但不超过 2h, 所有试验在这一时间结束前完成; 表 2 规定的检验基准条件; 电源断开
最后检测	依照 7.5、7.9.4、7.10
注: 制造商宜声明试验过程中被激励的数字输入电路和输出继电器的数目, 以及承载的最大额定电流。	

附录 B
(规范性附录)
绝缘性能试验

绝缘性能试验方法见表 B.1、表 B.2。

表 B.1 绝缘试验

序号	项目	冲击电压试验	介质强度试验	绝缘电阻测量
1	试验目的	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) 不施加激励量和直流电源; b) 完整的装置, 处于干燥和无自热状态; c) 经协商, 预试过的插入式印制电路板和组件可以抽出、断开或由模拟品代替(屏、柜等成套产品)		不施加激励量和直流电源
4	试验回路	表 B.2 规定 ^a		
5	试验值	1.2/50μs 标准雷电波, 幅值按表 2 的规定	工频交流电压, 幅值按表 B.2 的规定 ^b	直流电压 500V (1±10%)
6	重复	a) 如有必要, 可以重复试验; b) 试验值为规定的 75%	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商规定的最大试验电流的局部放电	≥100MΩ ^{c,d} ≥10MΩ (湿热试验恢复 1h~2h)
^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。				

表 B.2 各回路试验电压要求

序号	被试电路	额定绝缘电压 V	试验电压		泄漏电流 ^a mA
			冲击电压 V	介质强度 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

表 B.2 (续)

序号	被试电路	额定绝缘电压 V	试验电压		泄漏电流 ^a mA
			冲击电压 V	介质强度 V	
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
^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。					

附录 C
(规范性附录)
抗 扰 度 试 验

抗扰度试验方法见表 C.1～表 C.7。

表 C.1 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	辐射发射	30MHz~230MHz	40dB (μV/m) 准峰值 (10m 处)	GB/T 14598.26—2015
		230MHz~1000MHz	47dB (μV/m) 准峰值 (10m 处)	
^a 被试装置与测量天线之间的距离应为 10m。				

表 C.2 发射试验——直流电源端口

项目	环境现象	频率范围	限 值	试验过程
1	传导发射	0.15MHz～0.5MHz	79dB (μV/m) 准峰值 66dB (μV/m) 平均值	GB/T 14598.26—2015
		0.5MHz～30MHz	73dB (μV/m) 准峰值 60dB (μV/m) 平均值	

表 C.3 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	
1	辐射射频电磁场	扫 频	试验频率范围	80~1000	MHz	GB/T 14598.26—2015
				1400~2700	MHz	
			试验场强 (调制前,有效值)	10	V/m	
			调幅 (1kHz)	80	%	
			步长 (先前频率值)	≤1	%	
		点 频 率	试验点频率	80±0.4	MHz	
				160±0.8	MHz	
				380±1.9	MHz	
				450±2.25	MHz	
				900±5	MHz	
				1850±5	MHz	
				2150±5	MHz	
			试验场强 (未调制,有效值)	10	V/m	
			调幅 (1kHz)	80	%	
			占空比	100	%	

表 C.3 (续)

项目	环境现象		试验规范	单位	试验过程合格判据
2	静电放电	接触 (充电电压)	6	kV	GB/T 14598.26—2015
		空气 (充电电压)	8	kV	
3	工频磁场		50	Hz	GB/T 17626.8—2006
			30	A/m (连续)	
			300	A/m (1~3s)	
4	脉冲磁场		6.4/16	μs (TR/TH 电流)	GB/T 17626.9—2011
			300	A/m	
5	阻尼振荡磁场		0.1	MHz	GB/T 17626.10—1998
			1		
			30	A/m	

表 C.4 抗扰度试验——直流电源端口

项目	环境现象		试验规范	单位	试验过程合格判据	
1	射频场感应的传导骚扰	扫频	试验频率范围	0.15~80	MHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级 (未调制, 有效值)	10	V	
			源阻抗	150	Ω	
			调幅 (1kHz)	80	%	
			步长 (先前频率值)	≤1	%	
		点频率	试验点频率	27±0.135	MHz	
				68±0.34	MHz	
			试验等级 (未调制, 有效值)	10	V	
			源阻抗	150	Ω	
			调幅 (1kHz)	80	%	
占空比	100	%				
2	快速瞬变	上升时间 t_r /持续时间 t_d		5/50	ns	GB/T 14598.26—2015
		试验等级	A 级 (峰值)	4	kV	
			B 级 (峰值)	2	kV	
		重复频率		5	kHz	

表 C.4 (续)

项目	环境现象			试验规范	单位	试验过程合格判据	
3	阻尼振荡波	1MHz 脉冲群	电压振荡频率		1	MHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级	差模（峰值）	1	kV	
				共模（峰值）	2.5	kV	
			电压上升时间		75	ns	
			重复频率		400	Hz	
			输出阻抗		200	Ω	
		100kHz 脉冲群	电压振荡频率		100	kHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级	差模（峰值）	1	kV	
				共模（峰值）	2.5	kV	
			电压上升时间		75	ns	
			重复频率		40	Hz	
			输出阻抗		200	Ω	
4	浪涌	波前时间/ 半峰值时间		1.2/50（8/20）	μs 电压（电流）	GB/T 14598.26—2015	
		源阻抗		2	Ω		
		线对线	试验等级 B	0.5、1	kV		
			耦合电阻	0	Ω		
			耦合电容	18	μF		
		线对地	试验等级 B	0.5、1、2	kV		
			耦合电阻	10	Ω		
			耦合电容	9	μF		

表 C.5 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
1	射频场感应的传导骚扰	扫频	试验频率范围	0.15~80	MHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级 (未调制, 有效值)	10	V	
			源阻抗	150	Ω	
			调幅 (1kHz)	80	%	
			步长 (先前频率值)	≤1	%	

表 C.5 (续)

项目	环 境 现 象			试验规范	单位	试验过程合格判据	
1	射频场感应的传导骚扰	点频率	试验点频率	27±0.135	MHz		
				68±0.34	MHz		
			试验等级 (未调制, 有效值)	10	V		
			源阻抗	150	Ω		
			调幅 (1kHz)	80	%		
			占空比	100	%		
2	快速瞬变		上升时间 t_r /持续时间 t_d		5/50	ns	GB/T 14598.26—2015
			试验等级	A 级 (峰值)	2	kV	
				B 级 (峰值)	1	kV	
			重复频率		5	kHz	
3	阻尼振荡波	1MHz 脉冲群	电压振荡频率		1	MHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级	差模 (峰值)	0	kV	
				共模 (峰值)	1	kV	
			电压上升时间		75	ns	
			重复频率		400	Hz	
			输出阻抗		200	Ω	
		100kHz 脉冲群	电压振荡频率		100	kHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级	差模 (峰值)	0	kV	
				共模 (峰值)	1	kV	
			电压上升时间		75	ns	
			重复频率		40	Hz	
			输出阻抗		200	Ω	
4	浪涌		波前时间/半峰值时间		1.2/50 (8/20)	μs 电压 (电流)	GB/T 14598.26—2015
			源阻抗		2	Ω	
			试验等级 B	线对地	0.5、1、2	kV	
				耦合电阻	0	Ω	
				耦合电容	0	μF	

表 C.6 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		
1	射频场感应的传导骚扰	扫频	试验频率范围		0.15~80	MHz	GB/T 14598.26—2015	
			试验等级 (未调制, 有效值)		10	V		
			源阻抗		150	Ω		
			调幅 (1kHz)		80	%		
			步长 (先前频率值)		≤1	%		
		点频率	试验点频率		27±0.135	MHz		
					68±0.34	MHz		
			试验等级 (未调制, 有效值)		10	V		
			源阻抗		150	Ω		
			调幅 (1kHz)		80	%		
占空比		100	%					
2	快速瞬变	上升时间 t_r /持续时间 t_d		5 / 50	ns	GB/T 14598.26—2015		
		试验等级	A 级 (峰值)	4	kV			
			B 级 (峰值)	2	kV			
		重复频率		5	kHz			
		3	阻尼振荡波	1MHz 脉冲群	电压振荡频率		1	MHz
试验等级	差模 (峰值)				1	kV		
	共模 (峰值)				2.5	kV		
电压上升时间					75	ns		
重复频率					400	Hz		
输出阻抗					200	Ω		
100kHz 脉冲群	电压振荡频率			100	kHz	GB/T 14598.26—2015		
	试验等级			差模 (峰值)	1		kV	
				共模 (峰值)	2.5		kV	
	电压上升时间			75	ns			
	重复频率			40	Hz			
	输出阻抗			200	Ω			
4	浪涌			波前时间/ 半峰值时间		1.2/50 (8/20)	μs 电压 (电流)	GB/T 14598.26—2015

表 C.6 (续)

项目	环 境 现 象			试验规范	单位	试验过程 合格判据
4	浪涌	源阻抗		2	Ω	GB/T 14598.26—2015
		线对线	试验等级 B	0.5、1	kV	
			耦合电阻	40	Ω	
			耦合电容	0.5	μF	
		线对地	试验等级 B	0.5、1、2	kV	
			耦合电阻	40	Ω	
			耦合电容	0.5	μF	
5	工频 ^a	A 级	试验电压差模 (有效值)	150	V	GB/T 14598.26—2015
			耦合电阻	100	Ω	
			耦合电容	0.1	μF	
			试验电压共模 (有效值)	300	V	
			耦合电阻	220	Ω	
			耦合电容	0.47	μF	
		B 级	试验电压差模 (有效值)	100	V	
			耦合电阻	100	Ω	
			耦合电容	0.047	μF	
			试验电压共模 (有效值)	300	V	
			耦合电阻	220	Ω	
			耦合电容	0.47	μF	

^a 工频试验仪适用于开关量输入端口。

表 C.7 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
1	射频场感应的传导骚扰	扫频	试验频率范围	0.15~80	MHz	GB/T 14598.26—2015
			试验等级 (未调制, 有效值)	10	V	
			源阻抗	150	Ω	
			调幅 (1kHz)	80	%	
			步长 (先前频率值)	≤1	%	
		点频率	试验点频率	27±0.135	MHz	
				68±0.34	MHz	

表 C.7 (续)

项目	环 境 现 象			试验规范	单位	试验过程 合格判据
1	射频场感应的传导骚扰	点频率	试验等级 (未调制, 有效值)	10	V	GB/T 14598.26—2015
			源阻抗	150	Ω	
			调幅 (1kHz)	80	%	
			占空比	100	%	
2	快速瞬变	上升时间 t_r /持续时间 t_d		5/50	ns	GB/T 14598.26—2015
		试验等级	A 级 (峰值)	4	kV	
			B 级 (峰值)	2	kV	
		重复频率		5	kHz	

附 录 D

(规范性附录)

直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验

直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验要求见表 D.1。

表 D.1 直流电源端口电压暂降、短时中断、电压变化和纹波试验
试验项目、等级和持续时间

项目	现象类型	试验规定	单位	合格判据 ^b
1	电压暂降	0	% (残余电压)	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)	C
		5	s	
3	直流中交流分量 (纹波)	额定直流电压的 15%	V	A
		频率为 50Hz 时, 试验频率为 100Hz	Hz (正弦波)	
4	缓慢关断/ 缓慢启动	60	s (关断历时)	C
		5	min (电源断开)	
		60	s (启动历时)	
5	直流电源极性反接	1	min	C
^a 电压暂降时间由产品标准确定, 应从下列数值中选择: 10ms、20ms、30ms、50ms、100ms、200ms、300ms、500ms、1000ms。 ^b 合格判据 A、C 的具体表述, 参见 7.7.11 表 5 的说明。				

参 考 文 献

- [1] GB/T 2424.2 电工电子产品环境试验 湿热试验导则
-



中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
自动准同期装置通用技术条件
DL/T 1348—2014

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016年5月第一版 2016年5月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 2.25印张 66千字
印数 001—200册

*

统一书号 155123·2926 定价 19.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

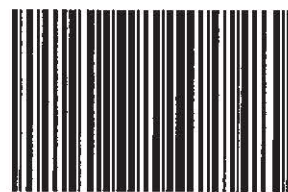
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2926