

ICS 27.100

F 24

备案号：47973-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1397.4 — 2014

电力直流电源系统用测试设备通用技术条件 第4部分：直流断路器动作特性测试系统

General specification for DC power system test equipments of electric power system
Part 4: Testing system of DC circuit breaker operating characteristics

杭州高电
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

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 产品分类和额定值 | 2 |
| 4.1 产品分类 | 2 |
| 4.2 额定值 | 2 |
| 5 基本技术要求 | 2 |
| 5.1 使用条件要求 | 2 |
| 5.2 外观结构要求 | 3 |
| 5.3 一般要求 | 3 |
| 5.4 测试参数要求 | 3 |
| 5.5 功能要求 | 3 |
| 5.6 平均无故障时间 (MTBF) | 4 |
| 6 安全要求 | 4 |
| 6.1 电气间隙和爬电距离 | 4 |
| 6.2 绝缘性能 | 5 |
| 6.3 防护等级 | 6 |
| 6.4 防触电措施 | 6 |
| 6.5 温升 | 6 |
| 6.6 电磁兼容 | 6 |
| 6.7 环境适应能力 | 7 |
| 7 检验方法 | 8 |
| 7.1 总则 | 8 |
| 7.2 一般检查 | 8 |
| 7.3 参数测试 | 8 |
| 7.4 绝缘性能 | 10 |
| 7.5 功能检测 | 10 |
| 7.6 防护等级验证 | 11 |
| 7.7 电磁兼容试验 | 11 |
| 7.8 环境试验 | 12 |
| 8 检验规则 | 12 |
| 8.1 检验分类 | 12 |
| 8.2 出厂检验 | 13 |
| 8.3 型式检验 | 13 |
| 9 标志、包装、运输和贮存 | 14 |
| 9.1 标志 | 14 |
| 9.2 包装 | 14 |
| 9.3 运输 | 15 |
| 9.4 贮存 | 15 |

前 言

DL/T 1397《电力直流电源系统用测试设备通用技术条件》包括以下7个部分：

- 第1部分：蓄电池电压巡检仪；
- 第2部分：蓄电池容量放电测试仪；
- 第3部分：充电装置特性测试系统；
- 第4部分：直流断路器动作特性测试系统；
- 第5部分：蓄电池内阻测试仪；
- 第6部分：便携式接地巡测仪；
- 第7部分：蓄电池单体活化仪。

根据电力直流电源系统用测试设备的发展和使用情况，本标准结构可能做进一步扩展。

本部分为DL/T 1397《电力直流电源系统用测试设备通用技术条件》的第4部分。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业高压开关设备及直流电源标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：国网四川省电力公司电力科学研究院、中国电力科学研究院。

本部分参加起草单位：北京人民电器厂股份公司、深圳奥特迅电力设备股份有限公司、浙江科畅电子有限公司、河北创科电子科技有限公司。

本部分主要起草人：李晶、王承玉、张振乾、李旻、刘凡、张忠伟。

本部分参加起草人：赵志群、陈书欣、王文东、马建辉、陈伟、肖伟、严磊、张然、陈庆康。

本部分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）。

电力直流电源系统用测试设备通用技术条件

第4部分：直流断路器动作特性测试系统

1 范围

DL/T 1397 的本部分规定了直流断路器动作特性测试系统的基本技术要求和安全要求，以及检验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等要求。

本部分适用于变电站、换流站、发电厂及其他电力工程中，为直流电源系统安装、使用的直流断路器进行动作特性和级差配合测量或验证的测试系统（简称产品）的设计、制造、检验和使用。

本部分适用于在试验室或安装现场进行设备验收和例行试验使用的产品。

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（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 2423.4—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—2008 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）（IEC 60068-2-6：1995，IDT）

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.18 电工术语 低压电器

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术（IEC 60050-551：1998，IDT）

GB/T 2900.77 电工术语 电工电子测量和仪器仪表 第1部分：测量的通用术语 [IEC 60050（300-311）：2001，IDT]

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

GB/T 4365 电工术语 电磁兼容 [IEC 60050（161）：1990，IDT]

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求（IEC 61010-1：2001，IDT）

GB/T 4798.2 电工电子产品应用环境条件 第2部分：运输（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 10963.2 家用及类似场所用过电流保护断路器 第2部分：用于交流和直流的断路器（IEC 60898-2：2003，IDT）

GB 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则（IEC 60947-1：2011，MOD）

GB 14048.2—2008 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器（IEC 60947-2：2006，IDT）

GB/T 17626.2—2006 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）

DL/T 1397.4—2014

GB/T 17626.4—2008 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 61000-4-4; 2004, IDT)

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验 (IEC 61000-4-5; 2005, IDT)

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 20626.1—2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第1部分:通用技术要求

GB/T 20626.2—2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第2部分:选型和检验规范

DL/T 5044—2014 电力工程直流电源系统设计技术规程

JJG 238—1995 数字式时间间隔测量仪

JJF 1057—1998 数字存储示波器

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.18、GB/T 2900.33、GB/T 2900.77 和 GB/T 4365—2003 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直流断路器动作特性测试系统 testing system of DC circuit breaker operating characteristics

对电力用直流电源系统的微型和塑壳专用直流断路器的过载保护动作时间、短路(瞬动)保护动作时间、定时限可返回时间(不脱扣持续时间)和上下级断路器之间的级差配合进行测量或验证的系统。

4 产品分类和额定值

4.1 产品分类

产品分为固定式和便携(移动)式。

4.2 额定值

4.2.1 输入额定电压: 380、220V。

4.2.2 输入额定频率: 50Hz。

4.2.3 输出标称电压: 110、220V。

5 基本技术要求

5.1 使用条件要求

5.1.1 正常使用的环境条件

5.1.1.1 环境温度不高于+45℃, 不低于-10℃。

5.1.1.2 日平均相对湿度不大于95%, 月平均相对湿度不大于90%, 表面无凝露。

5.1.1.3 大气压力范围为80kPa~110kPa(海拔2000m及以下)。

5.1.1.4 安装使用地点通风良好, 无强烈震动和冲击, 无强电磁干扰。

5.1.1.5 使用地点无爆炸危险的介质, 周围介质中不应含有腐蚀金属、破坏绝缘和表面涂覆层的介质及导电介质, 不允许有严重的霉菌存在。

5.1.2 正常使用的电气条件

5.1.2.1 便携(移动)式的电压允许波动范围: 交流380V(1±20%)或220V(1±20%);

5.1.2.2 便携(移动)式的频率允许波动范围: 50Hz(1±5%);

5.1.2.3 固定式工作电源应符合GB/T 7261—2008中4.2的要求。

5.1.3 特殊使用的环境及电气条件

5.1.3.1 超出5.1.1和5.1.2规定的使用条件为特殊使用条件, 应在满足本部分安全要求的前提下, 由用户与制造厂协商确定。

5.1.3.2 大气压力为 80kPa 以下时, 制造厂应根据 GB/T 20626.1—2006 的要求进行设计和生产。

5.2 外观结构要求

5.2.1 产品的外壳要求如下:

- a) 平整光滑, 外表面无突出异物;
- b) 牢固可靠, 具有一定机械强度;
- c) 表面涂覆层色泽均匀, 无起泡和龟裂。

5.2.2 面板上的元器件操作灵活无卡涩, 用以说明功能的文字、符号、标志清晰耐久。

5.2.3 产品的连接线或测试线要求如下:

- a) 按红、黑两色区分导线的极性, 在线耳或线夹等处的极性符号应正确、清晰、不易磨损;
- b) 导线的引入误差不影响测试的准确度;
- c) 导线粗细均匀、表面无破损, 不降低产品的绝缘强度;
- d) 载流截面应按产品的短时和长时 (120min) 输出不同电流值综合考虑。

5.2.4 接地要求如下:

- a) 产品的金属外壳或框架上应有接地端子, 以及明显的接地标志;
- b) 工作接地螺栓不小于 12mm^2 , 接地铜质导线应能可靠连接, 其截面积不小于 30mm^2 ;
- c) 操控装置金属外壳的保护接地端子应能可靠连接截面积不小于 4mm^2 的多股铜线;
- d) 配有可装卸的黄底细黑条专用接地线;
- e) 接地连接处应有防锈、防粘漆措施, 应保证产品上所有非带电金属部件可靠接地。

5.3 一般要求

5.3.1 直流输出电压为 220 (110) V 时, 最大输出直流电流不小于 1500A, 且保持时间不小于 1s。

5.3.2 时间常数可调范围为 2ms~5ms。

5.3.3 30%最大输出直流电流的连续工作时间不小于 120min, 且直流电流稳定度不超过 $\pm 5\%$ 。

5.3.4 记录短路保护和配合级差的试验电流和动作时间, 应采用数字式存储示波器 (或满足同等要求的装置), 采样率不低于 20MHz。

5.3.5 产品的 A 计权噪声不大于 60dB。

5.3.6 应采用中文操作界面, 显示屏应不小于 25.4cm (10in)。

5.3.7 冷却方式为自冷或风冷。

5.4 测试参数要求

5.4.1 检测范围应满足下列要求:

- a) 波形测量:
时间: 0.05ms/div~1ms/div;
幅度: 1mV/div~10V/div。
- b) 过载时间测量: 0min~120min。

5.4.2 检测准确度应满足下列要求:

- a) 波形测量:
时间: 0.2%;
幅度: 1%。
- b) 过载时间测量: $\pm 1\text{s}$ 。

5.5 功能要求

5.5.1 测试功能及方法

5.5.1.1 基本功能要求

5.5.1.1.1 产品应能通过数字式存储示波器 (或满足同等要求的装置), 按 GB 14048.2 和 GB 10963.2 以及 DL/T 5044—2014 中 7.5 的相关要求进行单个直流断路器动作时间测试和判断, 并对变电站直流电源

DL/T 1397.4 — 2014

系统直流回路中安装的各级直流断路器间的级差配合进行验证。

5.5.1.1.2 试验过程中应能随时查看被测试直流断路器动作（时间-电流）特性曲线图。时间-电流特性曲线图应按 GB 14048.2—2008 中 4.7.4 关于时间-电流特性曲线的要求进行描绘，即电流以横坐标表示，时间以纵坐标表示，两个坐标轴均采用对数坐标刻度。

5.5.1.2 过载保护动作时间的测定

产品应能在直流断路器过载电流范围内进行动作时间的测定和反时限动作（对数）曲线的描绘。

5.5.1.3 短路（瞬动）保护动作时间测试

产品应能在规定的时间常数和直流断路器瞬时动作电流倍数的范围内，进行直流断路器短路脱扣器瞬时动作时间的测定和动作（时间-电流）特性曲线图的描绘。

5.5.1.4 定时限可返回时间的测试

产品应具备按设定的时间自动切断试验电流，进行定时限直流断路器可返回时间（不脱扣持续时间）的测定和动作（对数）曲线的描绘。

5.5.1.5 级差配合的验证

产品应具备对现场安装完成的直流回路进行两级及以上级差配合验证的能力和功

5.5.2 时间常数

产品应具有保证时间常数在 2ms~5ms 范围的调整功能，宜采用 2、2.5、3ms 三个固定挡位调节。

5.5.3 显示功能

产品应具备下列显示功能：

- 应具备友好的人机对话功能，每步操作均有提示及确认；
- 应同步显示动作电流波形和幅值；
- 应具备可移动光标线显示动作时间值；
- 应具备保护动作告警提示。

5.5.4 保护与控制功能

产品应具备下列保护和控制功能：

- 应具备输入缺相、过热保护功能；
- 应具备测试回路开路保护功能；
- 应具备限流、限时保护功能；
- 应能人为中断、暂停与恢复动作特性测试和级差配合验证；
- 应能按设置时间在试验中切断试验电流；
- 应能按测试需求调整试验电流值。

5.5.5 记录与报表功能

产品应配置管理系统对测试数据和动作波形进行储存、分析与管理，能自动生成测试报告。测量数据除可直接形成报告、数据查询外，应以 Excel 格式存储或能方便地转成 Excel 格式。

5.5.6 权限管理

产品应能通过密码设置实现权限管理。

5.5.7 通信接口

产品提供 USB、RS232 或 RS485 标准接口，方便测量数据读取及与就地的上位机进行通信。

5.6 平均无故障时间（MTBF）

正常运行环境下大于 50 000h。

6 安全要求

6.1 电气间隙和爬电距离

6.1.1 产品的电气间隙和爬电距离应符合表 1 的规定。

表1 电气间隙和爬电距离

| 额定绝缘电压 U_i V | 额定电流等级 I_n | | | |
|----------------------|----------------|------------|-------------|------------|
| | $I_n \leq 63A$ | | $I_n > 63A$ | |
| | 电气间隙 mm | 爬电距离 mm | 电气间隙 mm | 爬电距离 mm |
| $U_i \leq 60$ | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 5.0 |
| $60 < U_i \leq 300$ | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 8.0 |
| $300 < U_i \leq 600$ | 8.0 | 12.0 | 10.0 | 12.0 |

注：具有不同额定值的主回路、控制回路和辅助回路导电部分之间的电气间隙和爬电距离按最高额定绝缘电压选取。

6.1.2 不同极的裸露带电的导体之间，以及裸露的带电导体与未经绝缘的不带电导体之间的电气间隙应不小于 12mm，爬电距离应不小于 20mm。

6.1.3 海拔 2000m 以上高原地区使用产品的电气间隙应根据 GB/T 20626.1—2006 中表 2 规定的系数进行修正。

6.2 绝缘性能

6.2.1 试验部位

- 非电连接的各带电电路之间；
- 各独立带电电路与地（金属框架）之间。

6.2.2 绝缘电阻

用绝缘电阻测试仪器测量 6.2.1 所列部位的绝缘电阻。测试仪器的开路电压等级应符合表 2 的规定，绝缘电阻应不小于 10MΩ。

6.2.3 介质强度

用工频耐压试验装置对 6.2.1 所列部位施加频率为 50Hz±5Hz 的工频电压 1min，或用直流耐压试验装置施加直流电压 1min。试验电压应符合表 2 的规定，试验过程中应无绝缘击穿和闪络现象。

6.2.4 冲击耐压

用冲击耐压试验装置，对 6.2.1 所列部位施加正负极性各 3 次的冲击电压，每次间歇时间不小于 5s。试验电压应符合表 2 的规定，电压波形为 1.2/50μs 的标准雷电波，输出阻抗为 500Ω，试验过程中应无击穿放电现象。

表2 绝缘电阻及绝缘试验的试验电压等级

| 额定绝缘电压 U_i V | 绝缘电阻测试仪器的电压等级 V | 介质强度试验电压 kV | 冲击耐压试验电压 kV |
|----------------------|--------------------|----------------|----------------|
| $U_i \leq 63$ | 250 | 0.5 (0.7) | 1 |
| $63 < U_i \leq 250$ | 500 | 2.0 (2.8) | 5.0 |
| $250 < U_i \leq 500$ | 1000 | 2.0 (2.8) | 5.0 |

注 1：括号内数据为直流介质强度试验值。
注 2：出厂试验时，介质强度试验允许试验电压高于本表中规定值的 10%，试验时间为 1s。

6.2.5 高海拔修正

海拔 2000m 以上高原地区使用产品的试验电压等级应根据 GB/T 20626.1—2006 中表 3 规定的系数进行修正。

6.3 防护等级

产品外壳的防护等级应不低于 GB 4208—2008 中 IP31 的规定。

6.4 防触电措施

产品上所有裸露的非带电金属部件与接地端子之间的电阻应不大于 0.1Ω 。

6.5 温升

6.5.1 产品在 30%最大输出直流电流下，连续工作时间不小于 120min，各发热元器件的温升不得超过表 3 的规定。

表 3 产品各发热元器件的极限温升

| 发热元器件 | | 温升 K |
|----------------|---------|-----------------|
| 高频变压器外表面 | | 80 |
| 电子功率器件外壳 | | 70 |
| 电子功率器件衬板 | | 70 |
| 电阻发热元件 | | 25 ^a |
| 与半导体器件的连接处 | | 55 |
| 与半导体器件连接的塑料绝缘线 | | 25 |
| 母线连接处 | 铜—铜 | 50 |
| | 铜搪锡—铜搪锡 | 60 |
| 操作手柄 | 金属材料 | 15 ^b |
| | 绝缘材料 | 25 ^b |
| 可接触的外壳和覆板 | 金属材料 | 30 ^c |
| | 绝缘材料 | 40 ^c |

^a 应在外表上方 30mm 处测量。
^b 装在产品内部的操作手柄，允许其温升比本表中数据高 10K。
^c 除另有规定外，对可以接触，但正常工作时不需触及的外壳和覆板，允许其温升比本表中数据高 10K。

6.5.2 发热元器件不应影响周围元器件正常工作，不应造成自身及周围元器件损坏。

6.5.3 海拔 2000m 以上高原地区使用的产品应根据 GB/T 20626.2—2006 中 5.2.1 的规定，由用户与制造厂协商确定。

6.6 电磁兼容

6.6.1 电磁兼容的检验结果及合格判定

6.6.1.1 检验结果

抗扰度试验过程中可能出现以下四种结果：

- 在制造商、委托方或采购方规定的限值内性能正常；
- 功能或性能暂时丧失或降低，但在骚扰停止后能自行恢复，不需要操作者干预；
- 功能或性能暂时丧失或降低，但需操作者干预才能恢复；
- 因硬件或软件损坏，或数据丢失而造成不能恢复的功能丧失或性能降低。

6.6.1.2 合格判定

对检验结果采取以下方式判定：

- 在试验中出现 6.6.1.1 中 a) 或 b) 的结果，判定为合格；
- 在试验中出现 6.6.1.1 中 c) 或 d) 的结果，判定为不合格。

6.6.2 静电放电抗扰度

产品应能承受 GB/T 17626.2—2006 中第 5 章规定的试验等级为 3 级静电放电抗扰度试验。

6.6.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

产品应能承受 GB/T 17626.4—2008 中第 5 章规定的试验等级为 3 级的电快速瞬变脉冲群振荡波抗扰度试验。

6.6.4 浪涌（冲击）抗扰度

产品应能承受 GB/T 17626.5—2008 中第 5 章规定的试验等级为 4 级的浪涌（冲击）抗扰度试验。

6.6.5 工频磁场抗扰度

产品应能承受 GB/T 17626.8—2006 中第 5 章规定试验等级为 4 级的工频磁场抗扰度试验。

6.7 环境适应能力

6.7.1 低温工作

产品应能承受 GB/T 2423.1—2008 中试验 Ad 规定的，以本部分 5.1.1.1 规定的产品运行环境温度下限作为试验温度，持续时间为 2h 的低温试验。在试验期间，产品应能正常工作。

6.7.2 高温工作

产品应能承受 GB/T 2423.2—2008 中试验 Bd 规定的，以本部分 5.1.1.1 规定的产品运行环境温度上限作为试验温度，持续时间为 2h 的高温试验。在试验期间，产品应能正常工作。

6.7.3 低温储运

产品应能承受 GB/T 2423.1—2008 中试验 Ab 规定的，以 -50°C 为试验温度，持续时间为 16h，恢复时间为 2h 的低温试验。在试验结束后，产品应能正常工作。

6.7.4 高温储运

产品应能承受 GB/T 2423.2—2008 中试验 Bb 规定的，以 $+70^{\circ}\text{C}$ 为试验温度，持续时间为 16h，恢复时间为 2h 的高温试验。在试验结束后，产品应能正常工作。

6.7.5 交变湿热

产品应能承受 GB/T 2423.4—2008 中第 5 章规定的，以 $+40^{\circ}\text{C}$ 为高温温度，循环次数为 2 的交变湿热试验。在试验结束前 2h，产品绝缘性能合格，在试验结束后，产品应能正常工作。

6.7.6 振动（正弦）

6.7.6.1 振动响应检查

产品应能承受 GB/T 2423.10—2008 中第 5 章规定的，在 10Hz~150Hz 范围内，在每个轴向上，位移幅值为 3.5mm 或加速度幅值为 10m/s^2 的振动响应检查试验。

6.7.6.2 耐久试验

6.7.6.2.1 概述

在振动响应检查中，如果在 10Hz~150Hz 的频率范围内出现机械共振或其他作用的响应，应进行定频耐久试验，否则进行扫频耐久试验。

6.7.6.2.2 扫频耐久试验

产品应能承受 GB/T 2423.10—2008 中第 5 章规定的，在每个轴向上进行 20 次的 6.7.6.1 规定的扫频循环。

6.7.6.2.3 定频耐久试验

产品应能承受 GB/T 2423.10—2008 中第 5 章规定的，在振动响应检查中在每一轴向上找到的每个危险频率上，进行持续时间为 10min 的振动耐久试验。

6.7.6.3 合格判定

在耐久试验结束后，产品外观不应发生明显变化，通电后应能正常工作。

6.7.7 检验合格判据的说明

6.7.7.1 正常工作是指显示、通信及各项报警功能正常，不允许有功能丧失。

6.7.7.2 外观不发生变化是指零件不发生脱落,外壳不出现明显变形,防护等级仍符合 6.3 的规定。

6.7.7.3 绝缘性能合格为以下含义:

- a) 在 6.2.1 规定的部位用表 2 规定试验电压等级的绝缘电阻表测量绝缘电阻,绝缘电阻不应小于 $1M\Omega$;
- b) 用工频或直流耐压试验装置,对 6.2.1 规定的部位施加为表 2 规定值的 75%的试验电压 1min,试验结果应满足 6.2.3 的规定。

7 检验方法

7.1 总则

7.1.1 检测应在规定的正常的试验环境下进行,产品应处于干燥和无自热状态。

7.1.2 绝缘试验的大气条件不应超过下列范围:

- a) 环境温度: $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $45\%\sim 75\%$;
- c) 大气压力: $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

7.1.3 所有试验应在完整的产品上进行。

7.2 一般检查

7.2.1 外观检查

对产品整体进行目测观察,均应达到 5.2 要求。

7.2.2 接地端子

接地端子应符合 5.2.4 的规定。

7.2.3 防触电性能

用电桥、接地电阻测试仪或数字式低电阻测试仪检查,应符合 6.4 的规定。

7.3 参数测试

7.3.1 测量输出直流电压

采用合适的高压大功率电阻 R 可靠短接输出端,使直流输出电流达产品标称最大值,进行输出直流电压值的测量,应满足 4.2.3 的要求。

检测方法为采用数字式存储示波器测量产品在最大输出直流电流值时的端电压。接线如图 1 所示。

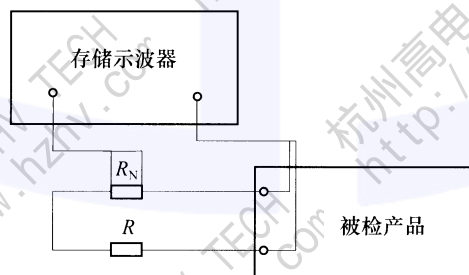


图 1 数字式存储示波器法接线

7.3.2 测量输出直流电流及稳定度

7.3.2.1 测量输出直流电流

使产品在直流输出电压 220V (或 110V),采用合适的大功率电阻 R 可靠短接输出端,测量产品最大直流输出电流值,应满足 5.3.1 的要求。接线如图 1 所示。

7.3.2.2 测量输出直流电流稳定度

调整产品连续输出 30%最大直流电流的恒流定值 I ,在 120min 的时间间隔内输出直流电流稳定度应符合 5.3.3 的要求。接线如图 2 所示。

由记录数据中找出最大值 I_{\max} 和最小值 I_{\min} ，由公式 (1) 计算出电流的稳定度 S

$$S = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

I —— 被测点的输出电流值；

I_{\max} —— 输出电流最大值；

I_{\min} —— 输出电流最小值。

直流电流测量设备的绝缘与分流器的取值，应既保证回路电流尽量小于额定电流，又使标准数字电压表的读数尽量接近其满量程值。

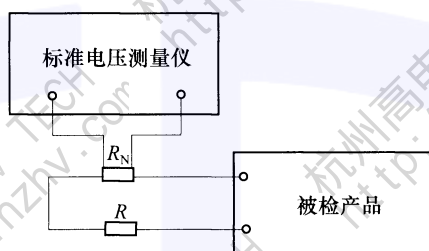


图2 标准数字电压表法接线

7.3.3 波形测量准确度

按 JJF 1057—1998 第 4 章 22、23 的校准方法，对数字存储示波器（或满足同等要求的装置）进行时间测量准确度、幅度测量准确度的校准，应满足 5.4.2 要求。校准接线如图 3 所示。

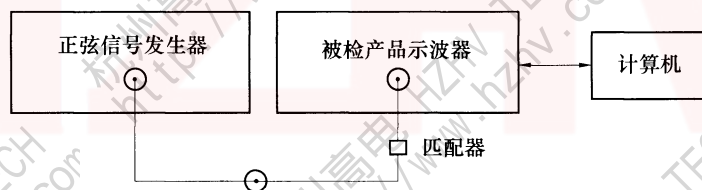


图3 数字存储示波器校准接线

7.3.4 过载时间测量准确度

参照 JJG 238—1995 附录 3 石英电子秒表的检定进行产品时间测量准确度检测，检测结果应符合 5.4.2 的要求。

7.3.5 时间常数验证

输出试验电流的时间常数值验证参照 GB 14048.1—2006 附录 F 的 F.2 进行（接线如图 4 所示），依据实际波形测定短路试验电流 I 上升段的 $0.632I$ 处对应的时间，即为该试验状态下的时间常数。结果应符合 5.3.2 的要求。

连接和调整合适的负载，对被检产品时间常数调节范围或挡位按 5.5.2 的要求进行验证。

7.3.6 噪声测量

产品按实际测试连接至足够功率的试验用直流负载，使被测产品工作在相应标称参数状态下稳定运行。当测试环境背景噪声不大于 40dB 时，距产品前、后、左、右水平位置 1m 处，产品 1/2 高度测得 A 计权噪声，应符合 5.3.5 的要求。

7.3.7 温升测量

产品按实际测试连接至足够功率的试验用直流负载，以 30% 最大输出直流电流连续工作 120min。各部件或器件温升趋于稳定且测试环境温度不大于 40℃ 时，测得产品各部件或器件的温升均不超过表 3 的规定。

7.4 绝缘性能

7.4.1 绝缘电阻测量

在 6.2.1 规定的部位用表 2 规定试验电压等级的绝缘电阻表测量绝缘电阻，测量结果应满足 6.2.2 的规定。

7.4.2 介质强度试验

用工频或直流耐压试验装置对 6.2.1 规定的部位施加表 2 规定的试验电压 1min，试验结果应满足 6.2.3 的规定。

7.4.3 冲击耐压试验

将冲击电压施加在 6.2.1 规定的部位，其他电路和外露的导电部分连在一起接地。按表 2 规定的试验电压施加 3 次正极性和 3 次负极性雷电冲击电压，每次间歇时间不小于 5s，试验结果应满足 6.2.4 的规定。

7.5 功能检测

7.5.1 测试功能及方法

7.5.1.1 测试接线

将被测直流断路器按实际测试方法连接，如图 4 所示，以实现 5.5.1 要求的测试功能。

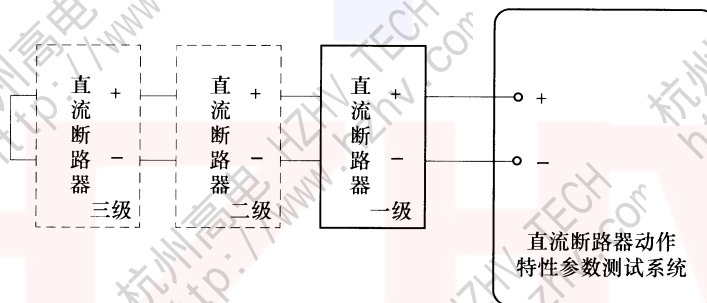


图 4 测试功能验证接线

7.5.1.2 过载保护动作时间的测定

在直流断路器额定电流与过载倍数的范围之间，均衡选取 5~8 个动作电流值测试点，调节产品输出直流电流到各测试点，使直流断路器过载保护动作，读取相应的动作时间。每次动作后需待保护返回并恢复到正常状态后，再逐点完成全部测试。产品描绘的该直流断路器反时限（对数）曲线应与其技术要求相符。

7.5.1.3 短路（瞬动）保护动作时间测试

根据测试直流断路器类型选取动作电流值，首先用模拟装置替代被试直流断路器，通过产品的数字示波器测量、读取预期电流值和时间常数，经过必要的调整后，对被试直流断路器进行测定。若试验电流参数不满足标准要求，再进行微调，直至完成测试。

电磁脱扣器动作时间的测定是通过波形分析以电磁瞬动脱扣器最大不动短路电流为计时起点测定电磁脱扣器动作时间。以直流断路器脱扣器不动电流的上限值开始，逐步上升到脱扣动作电流下限值的临界值，设置该值为动作时间起始点，该点到直流断路器主触头打开（即试验电流波形上升到下降的拐点）的时段为其动作时间。

7.5.1.4 定时限可返回时间的测试

被试直流断路器通以 1.5 倍（脱扣器动作）整定电流值，在被试直流断路器通流时间达到可返回时间（供货商规定的不脱扣持续时间）后，被试直流断路器上通过的电流自动转为额定电流，并保持 2 倍的定时限（供货商规定的延时时间），断路器不应脱扣；否则视为不合格。

7.5.1.5 级差配合的验证

将多级配置的直流断路器用电缆按配合级差依次串联组成直流回路，最末一级直流断路器输出端短

接。根据各级直流断路器动作电流值，选取不同试验电流值进行各直流断路器间的级差验证，依据直流回路各直流断路器的动作与否，验证其是否满足 5.5.1.5 的要求。

7.5.2 短路时间常数的调整

按照 GB 14048.1—2012 中的波形图法确定时间常数：电路校正波形图上升曲线上相应于纵坐标 $0.632A_2$ 的横坐标即为时间常数值。

7.5.3 显示功能

在产品进行各项测试及正常运行状态时进行观察，应符合 5.5.3 的要求。

7.5.4 保护与控制功能

7.5.4.1 按下列方法试验：

- a) 人为使产品输入电源缺相，观察是否安全自动停机并显示保护动作类型。
- b) 在正常运行状态下，提升过热保护用温度传感器，达到设定温度时，观察产品是否安全自动停机并显示保护动作类型；温度低于设定温度后，应恢复正常。
- c) 采用合适的高压大功率电阻 R 可靠短接输出端，使直流输出电流达到试验设置的限流值、限流动作值，观察产品是否限制电流输出并显示保护动作类型。
- d) 设置测试时间，人为使产品测试时间延长，观察时间达到后产品是否全自动停机并显示保护动作类型。
- e) 在正常运行状态下，人为中断、暂停与恢复测试和验证，确定功能实现。
- f) 设置控制与保护动作时间，操作产品观察到达设定时间是否能自动切断试验电流。

7.5.4.2 产品的保护与控制功能应符合 5.5.4 的要求。

7.5.5 记录与报表功能

7.5.5.1 按下列方法检验：

- a) 在产品验证测试过程中，对管理系统的储存、分析与管理功能进行验证，并打印测试报告。
- b) 使产品退出测试工作状态，重新开机查询上次测试数据和波形。
- c) 复制该数据和波形通过 USB 接口保存至移动存储器件中，在另外的计算机中查看复制的测试数据和波形，确认是否满足要求。

7.5.5.2 产品应符合 5.5.5 的功能要求。

7.5.6 权限管理

通过密码设置实现验证权限管理。

7.5.7 通信接口

在进行 7.5.5 验证时，确定提供有 USB、RS232 或 RS485 接口。将产品与上位机进行通信，检验其通信功能，将移动存储器件插入 USB 接口检验其数据导出功能。

7.6 防护等级验证

按 GB 4208—2008 中第 13 章、第 14 章的规定进行，应符合本部分 6.3 的要求。

7.7 电磁兼容试验

7.7.1 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 17626.2—2006 中第 8 章规定的试验方法和本部分 6.6.2 规定的试验等级进行。试验结果应满足本部分 6.6.1 的规定。

7.7.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按 GB/T 17626.4—2008 中第 8 章规定的试验方法和本部分 6.6.3 规定的试验等级进行。试验结果应满足本部分 6.6.1 的规定。

7.7.3 浪涌（冲击）抗扰度试验

按 GB/T 17626.5—2008 中第 8 章规定的试验方法和本部分 6.6.4 规定的试验等级进行。试验结果应满足本部分 6.6.1 的规定。

DL/T 1397.4 — 2014

7.7.4 工频磁场抗扰度试验

按 GB/T 17626.8—2006 中第 8 章规定的试验方法和本部分 6.6.5 规定的试验等级进行。试验结果应满足本部分 6.6.1 的规定。

7.8 环境试验

7.8.1 低温工作试验

按 GB/T 2423.1—2008 中第 6 章规定的试验方法和本部分 6.7.1 规定的严酷等级进行试验。试验结果应满足本部分 6.7.1 的规定。

7.8.2 高温工作试验

按 GB/T 2423.2—2008 中第 6 章规定的试验方法和本部分 6.7.2 规定的严酷等级进行试验。试验结果应满足本部分 6.7.2 的规定。

7.8.3 低温储运试验

按 GB/T 2423.1—2008 中第 6 章规定的试验方法和本部分 6.7.3 规定的严酷等级进行试验。试验结果应满足本部分 6.7.3 的规定。

7.8.4 高温储运试验

按 GB/T 2423.2—2008 中第 6 章规定的试验方法和本部分 6.7.4 规定的严酷等级进行试验。试验结果应满足本部分 6.7.4 的规定。

7.8.5 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4—2008 中规定的试验方法和本部分 6.7.5 规定的严酷等级进行试验。试验结果应满足本部分 6.7.5 的规定。

7.8.6 振动试验

按 GB/T 2423.10—2008 规定的试验方法和本部分 6.7.6 规定的严酷等级进行试验。试验结果应满足本部分 6.7.6 的规定。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1 产品检验分出厂检验和型式检验两类。

8.1.2 出厂检验和型式检验的检验项目见表 4。

表 4 出厂检验和型式检验的检验项目

| 序号 | 检测项目名称 | 检验类别 | | 检验方法 | |
|----|--------|-----------|------|------|---------|
| | | 型式检验 | 出厂检验 | | |
| 1 | 一般检查 | 外观检查 | √ | √ | 7.2.1 |
| | | 接地端子 | √ | √ | 7.2.2 |
| | | 防触电性能 | √ | √ | 7.2.3 |
| 2 | 参数检测 | 输出电压测量 | √ | √ | 7.3.1 |
| | | 输出电流测量 | √ | √ | 7.3.2.1 |
| | | 输出电流稳定度测量 | √ | √ | 7.3.2.2 |
| | | 波形测量准确度 | √ | — | 7.3.3 |
| | | 时间测量准确度 | √ | — | 7.3.4 |
| | | 时间常数验证 | √ | — | 7.3.5 |
| | | 噪声测量 | √ | — | 7.3.6 |
| | | 温升测量 | √ | — | 7.3.7 |

表 4 (续)

| 序号 | 检测项目名称 | 检验类别 | | 检验方法 | |
|----|--------|---------------|------|------|-------|
| | | 型式检验 | 出厂检验 | | |
| 3 | 绝缘性能 | 绝缘电阻测量 | √ | √ | 7.4.1 |
| | | 介质强度试验 | √ | √ | 7.4.2 |
| | | 冲击耐压试验 | √ | — | 7.4.3 |
| 4 | 功能检测 | √ | √ | 7.5 | |
| 5 | 防护等级验证 | √ | — | 7.6 | |
| 6 | 电磁兼容试验 | 静电放电抗扰度试验 | √ | — | 7.7.1 |
| | | 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验 | √ | — | 7.7.2 |
| | | 浪涌(冲击)抗扰度试验 | √ | — | 7.7.3 |
| | | 工频磁场抗扰度试验 | √ | — | 7.7.4 |
| 7 | 环境试验 | 低温工作试验 | √ | — | 7.8.1 |
| | | 高温工作试验 | √ | — | 7.8.2 |
| | | 低温储运试验 | √ | — | 7.8.3 |
| | | 高温储运试验 | √ | — | 7.8.4 |
| | | 交变湿热试验 | √ | — | 7.8.5 |
| | | 振动试验 | √ | — | 7.8.6 |

8.2 出厂检验

8.2.1 每台产品均应进行出厂检验，经制造厂质检部门确认合格后方可出厂，并具有合格产品出厂证明书。

8.2.2 产品有一项性能指标不符合要求即为不合格，应返修复检。复检不合格，不能发给合格产品出厂证明书。

8.3 型式检验

8.3.1 型式检验规定

8.3.1.1 在下列情况下，必须进行型式检验：

- 连续生产的产品，应每三年对出厂检验合格的产品进行一次型式检验；
- 当改变设计、制造工艺或主要元器件，影响产品性能时，均应对首批投入生产的合格产品进行型式检验；
- 新设计投产的产品（包括转厂生产的产品），应在生产定型鉴定前进行新产品的型式检验。

8.3.1.2 在出厂检验合格的一批产品中抽取一台，或选取少量样品进行型式检验。

8.3.1.3 在型式检验过程中出现的一般缺陷应进行记录，制造厂应提供相应的分析报告，作为生产定型鉴定时评判的依据。

8.3.1.4 产品型式检验不合格，产品应停产，直至查明并消除造成不合格的原因，再次进行型式检验合格后，方能恢复生产。

8.3.2 型式检验合格判据

8.3.2.1 如未发现存在主要缺陷的样品，则判定产品为合格。

8.3.2.2 主要缺陷是指性能或功能不符合本部分的要求，需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。其余的缺陷按一般缺陷统计。

8.3.2.3 存在一般缺陷后，允许进行以下修复：

- a) 对可调部位进行调整；
- b) 对软件中的参数进行修改；
- c) 对磨损的易损件进行更换。

8.3.2.4 修复后应进行复检，复检仍不合格，则认为存在主要缺陷。

8.3.2.5 复检合格后，选取加倍数量的样品进行同样修复，再次进行同一项目的检验。若仍有样品不合格，则认为存在主要缺陷。

8.3.2.6 一般缺陷数不应超过检验项目总数的 20%，否则认为存在主要缺陷。

8.3.2.7 产品如不满足安全要求中的任一条要求时，则认为存在主要缺陷。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 产品外部的标志应明显、清晰、耐久，不应出现松动或卷角。

9.1.2 每套产品必须有铭牌，应安装在明显位置，铭牌上应包含以下内容：

- a) 制造厂名；
- b) 产品名称；
- c) 产品型号；
- d) 产品净重；
- e) 出厂编号；
- f) 生产日期。

9.1.3 产品的使用说明书应包含以下内容：

- a) 安全须知；
- b) 产品用途；
- c) 产品及配件的操作使用说明；
- d) 主要技术指标；
- e) 使用注意事项。

9.1.4 产品的合格证应包含以下内容：

- a) 产品合格标志或印章；
- b) 检验人员的代号或签章；
- c) 检验日期。

9.1.5 产品的装箱单应包含以下内容：

- a) 产品的名称、型号和数量；
- b) 产品使用说明书、技术手册、出厂检验报告、产品合格证等随机文件的名称和数量；
- c) 附件、选件、备件及维修工具的名称、型号、规格、数量；
- d) 装箱人员的代号或签章。

9.1.6 与安全有关的标志和文件应符合 GB 4793.1—2007 的规定。

9.1.7 包装贮运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 包装

9.2.1 产品应装入符合运输部门要求的木箱，包装箱应有良好的防震、防潮性能，箱体坚固耐用。产品的测控单元应采用铝合金做仪器包装箱，出厂时套塑料袋作为内包装，周围用防震材料垫实放于瓦楞纸箱。随箱应有专用测试连接线等配件、出厂检测报告、合格证、装箱单、使用说明书；应装入防潮袋后放入包装箱内。

9.2.2 包装时应保证产品的完好性和成套性，装入物品应与装箱单相符。

9.3 运输

产品的运输和装卸应严格按照包装箱上标志的规定及 GB/T 4798.2 的有关规定进行，在运输过程中不应剧烈震动、冲击、挤压、暴晒、雨淋和倾倒放置。

9.4 贮存

产品在贮存期间，应放在空气流通、温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，月平均相对湿度不大于 90%，无腐蚀性和爆炸气体的仓库内，在贮存期间不应淋雨、暴晒、凝露和霜冻。

中华人民共和国
电力行业标准
电力直流电源系统用测试设备通用技术条件
第4部分：直流断路器动作特性测试系统
DL/T 1397.4—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

*

2015年8月第一版 2015年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张、31千字
印数0001—3000册

*

统一书号 155123·2558 定价 11.00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

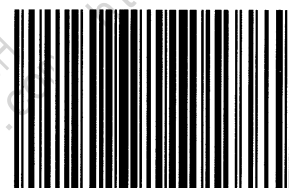
版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2558