

ICS 29.120

CCS K 31

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2602—2023

电力直流电源系统保护电器 选用与试验导则

Selection and test guidelines for protective apparatus of
electric DC power system

2023-05-26 发布

2023-11-26 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 选用要求	2
5 试验方法	4
6 检验规则	10
附录 A (资料性) 直流电源系统保护电器分类	12
附录 B (资料性) 变电站直流电源系统各级保护电器配置示例	13
附录 C (资料性) 短路电流预估法原理与试验分析示例	16

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。

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。

本文件由电力行业高压开关设备及直流电源标准化技术委员会（DL/TC 06）归口。

本文件起草单位：国网河北省电力有限公司电力科学研究院、国网冀北电力有限公司张家口供电公司、河北创科电子科技有限公司、北京人民电器厂有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司、深圳供电局有限公司、国网天津市电力公司滨海供电分公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、国网重庆市电力公司检修分公司、国网山西省电力公司电力科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、国网上海市电力有限公司检修分公司、上海电气输配电试验中心有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、广州市仟顺电子设备有限公司、深圳奥特迅电力设备股份有限公司、中能国研（北京）电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网黑龙江省电力有限公司哈尔滨供电公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、贵州电网有限责任公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司珠海供电局、国网陕西省电力公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：李秉宇、杜旭浩、苗俊杰、赵梦欣、王洪、王雪楠、王浩彬、张振乾、李晶、王凤仁、杨忠亮、苗树国、吴志琪、赵应春、董汉彬、陶文彪、刘芹、戴春怡、孔祥军、赵军、陈忠、徐玉凤、田孝华、童杭伟、赵文庆、李宽、刘斌、王志华、徐磊。

本文件为首次发布。

本文件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）。

引 言

直流电源是变电站和发电厂继电保护、自动装置和断路器操作的供电系统，在直流电源系统发生短路、过载等故障时各级保护电器应准确、及时、可靠切断故障回路，国内曾发生多起由于直流保护电器故障和保护电器越级跳闸引起的电网停电扩大事故，因此需要对直流电源保护电器的选用与试验进行规范。

DL/T 5044《电力工程直流电源系统设计技术规程》对直流电源系统供电方式和保护电器配置计算方法提供了基本遵循，随着工程应用和现场测试试验的开展，尚需进一步明确集中辐射状供电方式、分层辐射状供电方式中不同层级的保护电器的工程选用原则，同时对保护电器的测试试验项目和测试要求进行统一，尤其需要明确保护电器选择性校验方法和结果判定依据。同时，随着近些年技术的发展，三段式直流断路器等在直流电源系统得到了推广应用，亟须对其功能和选用原则进行统一规定。

综上所述，为指导直流电源系统保护电器合理选用，推动开展直流断路器选择性校验工作，本文件在符合 DL/T 5044《电力工程直流电源系统设计技术规程》等文件的基础上，对直流电源系统保护电器的选用要求和试验方法等内容做出具体要求。

电力直流电源系统保护电器选用与试验导则

1 范围

本文件规定了电力直流电源系统用保护电器的选用要求、试验方法和检验规则等要求。
本文件适用于采用阀控式铅酸蓄电池组（串联安装式）的直流电源系统。

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 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

GB/T 10963.2—2020 电气附件 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

GB/T 13539.1—2015 低压熔断器 第1部分：基本要求

GB/T 14048.2—2020 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器

GB/T 19826 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求

DL/T 459 电力用直流电源设备

DL/T 1074 电力用直流和交流一体化不间断电源

DL/T 1397.4 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 5044 电力工程直流电源系统设计技术规程

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.18、GB/T 2900.33、GB/T 10963.2—2020、GB/T 14048.2—2020、GB/T 19826、DL/T 459、DL/T 1074 和 DL/T 5044 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直流电源系统保护电器 **protective apparatus of electric DC power system**

在电力直流电源系统中，为分级切除短路、过载等故障而配置的保护器件。电力直流电源系统用保护电器分为熔断器和直流断路器，以下简称“保护电器”。

3.2

选择性校验 **selectivity testing**

验证上、下级保护电器能否满足保护选择性要求的试验。通常也称级差配合校验。

3.3

电子延时式直流断路器 **electronic delayed DC circuit breaker**

采用电子电路方式对短路或过载故障延时的直流断路器。

4 选用要求

4.1 保护电器分类

保护电器分类见附录 A。

4.2 选用原则

4.2.1 保护电器时间-电流特性曲线应符合 GB/T 10963.2—2020 或 GB/T 14048.2—2020 的要求。

4.2.2 保护电器时间-电流特性应满足与其连接电缆过载及短路耐受能力要求。

4.2.3 保护电器极限分断能力应满足其安装处的最大预期短路电流要求。

4.2.4 当采用三段式直流断路器时，宜选用机械延时式，且直流断路器额定短时耐受电流应大于装设地点最大短路电流。

4.2.5 应选用直流专用断路器，不应选择交流断路器及交直流两用断路器。

4.2.6 保护电器应根据直流系统各级短路电流和保护电器的特性进行选用，保证具有可靠性、选择性、灵敏性和速动性。

4.2.7 直流电源系统各级短路电流的计算方法应符合 DL/T 5044 的规定。

4.2.8 各级保护电器动作灵敏系数应大于 1.05。

4.2.9 应结合保护电器的“时间-电流”特性曲线和实际短路电流进行保护电器选择性校验。

4.2.10 直流断路器的下级不应使用熔断器，防止在下级短路故障时失去动作选择性。

4.2.11 蓄电池组、充电装置直流侧出口及母线联络等重要位置的熔断器、断路器应装有熔断器熔断、断路器脱扣报警触点和状态指示触点。各直流馈线断路器宜装有脱扣报警触点和状态指示触点。

4.3 保护电器层级

4.3.1 集中辐射供电方式

集中辐射供电方式第一层保护电器为蓄电池出口断路器或熔断器，第二层保护电器为动力母线和控制母线馈出断路器，第三层保护电器（末级保护电器）为直流系统负荷终端进线断路器。

4.3.2 分层辐射供电方式

分层辐射供电方式第一层保护电器为蓄电池出口断路器或熔断器，第二层保护电器为动力母线和控制母线馈出断路器，第三层保护电器为分电屏馈出断路器，第四层保护电器（末级保护电器）为直流系统负荷终端进线断路器。

4.4 集中辐射状直流电源系统保护电器选用

4.4.1 蓄电池出口

4.4.1.1 蓄电池出口回路保护电器应采用熔断器、具有熔断器特性的直流断路器或带有短路短延时功能的直流断路器。

4.4.1.2 蓄电池出口保护电器的额定电流应按照事故停电时间的蓄电池放电率电流选择，满足事故初期（1 min）冲击负荷放电电流时不动作，并实现与直流馈线回路保护电器相配合。

4.4.1.3 蓄电池出口采用熔断器时，应满足以下条件：

- a) 应选用具有全范围熔断特性的有填料封闭管式熔断器；
- b) 熔断器额定电流应为下级直流断路器最大额定电流 2 倍及以上。

4.4.1.4 蓄电池出口采用直流断路器时，应满足以下条件：

- a) 直流断路器短时耐受时间不应小于短延时整定时间与直流断路器固有动作时间之和；
- b) 直流断路器短时耐受电流不应小于直流母线最大短路电流；
- c) 宜选用机械延时式直流断路器，或选用延时时间为 30 ms 的电子延时式直流断路器。

4.4.2 充电装置直流侧出口

充电装置直流侧出口应选用无极性要求的两段式直流断路器，并与蓄电池出口保护电器实现选择性配合。

4.4.3 母线联络

4.4.3.1 发电厂控制专用直流电源系统和变电站直流电源系统，联络电器应采用隔离开关。

4.4.3.2 发电厂动力专用直流电源系统和动力控制合并供电的直流电源系统，联络电器应选用直流断路器，并与蓄电池组出口保护电器实现选择性配合。

4.4.4 直流馈线屏

4.4.4.1 直流馈线断路器应选用两段式直流断路器。不满足选择性要求时，应采用具有短路短延时特性的三段式直流断路器。

4.4.4.2 选用三段式直流断路器时，应在保证选择性的前提下，短路短延时时间整定值选择最小值。

4.4.4.3 宜选用机械延时式的直流断路器，或选用延时时间小于或等于 10 ms 的电子延时式直流断路器。

4.4.5 负荷终端

对于控制、保护、监控电源馈线回路，保护电器宜选用 B 型直流断路器，额定电流不宜大于 10 A。

4.5 分层辐射状直流电源系统保护电器选用

4.5.1 蓄电池出口

选用电子延时式直流断路器时，其延时时间宜为 60 ms，其他要求同 4.4.1。

4.5.2 充电装置直流侧出口

充电装置直流侧出口保护电器应符合 4.4.2 的要求。

4.5.3 母线联络

母线联络电器应符合 4.4.3 的要求。

4.5.4 直流馈线屏

4.5.4.1 直流馈线屏至分电屏馈出回路宜选用机械延时式直流塑壳断路器，或选用延时时间为 30 ms 的电子延时式直流塑壳断路器。

4.5.4.2 直流馈线屏至负荷终端馈出回路宜选用两段式直流断路器，不满足选择性要求时，也可选用机械延时式或延时时间小于或等于 10 ms 的电子延时式直流断路器。

4.5.5 直流分电屏

4.5.5.1 直流分电屏宜选用两段式直流断路器。

4.5.5.2 当两段式直流断路器不满足选择性要求时，宜采用机械延时式直流断路器，或选用延时时间小于或等于 10 ms 的电子延时式直流断路器。

4.5.6 负荷终端

对于控制、保护、监控电源馈线回路，保护电器宜选用 B 型直流断路器，额定电流不宜大于 6 A。

4.6 其他要求

4.6.1 直流电源系统保护电器应资料齐全，包括设计图纸、产品说明书，蓄电池、充电机、直流保护电器、电缆、负荷等设备的基础参数。

4.6.2 应根据直流电源系统的设计图纸，绘制直流电源系统保护电器配置拓扑图，标明保护电器的型号、额定参数、安装位置及连接电缆长度、线径，计算校核各级保护电器灵敏系数。

4.6.3 各电压等级变电站直流电源系统保护电器典型选取示例见附录 B。

5 试验方法

5.1 环境条件

5.1.1 相对湿度不超过 90%。

5.1.2 大气压力：86 kPa~106 kPa。

5.1.3 安装地点的海拔一般不超过 2000 m，对于安装在更高海拔的装置，应考虑介电强度和空气冷却效果的降低。预期在此条件下使用的断路器应特殊设计或按制造厂与用户间的协议使用。

5.2 一般检查

5.2.1 结构和外观检查

5.2.1.1 保护电器零部件应齐全、完整。

5.2.1.2 金属件外露部分应无裂纹、严重麻点或气泡。

5.2.1.3 接线螺钉及接线座镀层应无锈蚀，所有黑色金属零件均应有防蚀层。

5.2.1.4 塑料件外露部分表面应光滑，无气泡、裂纹麻点等缺陷。

5.2.1.5 熔断体应具有足够的机械强度，触头应可靠固定，方便更换。

5.2.1.6 熔断器触头应无龟裂。

5.2.2 标识检查

标识应字迹清晰、完整，有极性的保护电器正、负极应标识明确，符合相关国家标准的规定。

5.3 直流断路器手动操作检查

5.3.1 操作试验

直流断路器在主电路不带电的情况下，在水平、竖直两个方向分别进行分、合操作，断路器应动作灵活，无卡死、掉簧、滑扣现象，指示正确。

5.3.2 通断试验

用万用表欧姆挡或通断挡测量断路器的进、出线端，检查断路器的通断状况。

5.4 直流断路器瞬时脱扣特性试验

5.4.1 试验条件

框架式、塑壳式直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.1 的规定；微型直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.1 或 GB/T 10963.2—2020 中 9.10.3.1 的规定。

5.4.2 试验方法与要求

框架式、塑壳式直流断路器按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.2 的规定进行试验，微型直流断路器按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.2 或 GB/T 10963.2—2020 中 9.10.3.2 和 9.10.3.3 的规定进行试验，应满足 GB/T 10963.2—2020 中 8.6.1 或 GB/T 14048.2—2020 中 7.2.1.2.4 规定的瞬时脱扣要求。

5.5 直流断路器延时脱扣特性试验

5.5.1 试验条件

框架式、塑壳式直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.1 的规定；微型直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.1 或 GB/T 10963.2—2020 中 9.10.1 的规定。

5.5.2 试验方法与要求

框架式、塑壳式直流断路器按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.3 和 8.3.3.2.4 的规定进行试验，微型直流断路器按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.3 和 8.3.3.2.4 或 GB/T 10963.2—2020 中 9.10.2 的规定进行试验，应满足 GB/T 10963.2—2020 中 8.6.1 或 GB/T 14048.2—2020 中 7.2.1.2.4 规定的延时脱扣要求。

5.6 直流断路器工频耐压试验

5.6.1 试验条件

框架式、塑壳式直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.4.6 的规定；微型直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.4.6 或 GB/T 10963.2—2020 中 9.7 的规定。

5.6.2 试验方法与要求

断路器施加正弦波形的工频试验电压，2000 V 电压施加 1 s，应无击穿或闪络现象。试验电路的过电流继电器整定在 25 mA。

试验电压施加部位如下：

- a) 在断开位置，依次在每极的每对接线端子之间；
- b) 断路器在闭合位置，依次对每一极与连接在一起的其他极之间；
- c) 断路器在闭合位置，各极连接在一起与框架之间。

5.7 直流断路器附件试验

5.7.1 辅助、报警触头的通电试验

分别对分闸、合闸、自由脱扣检查触头的通断状态，触头应能正常接通或分断，循环操作 3 次。

5.7.2 装有电动操动机构的断路器分合闸操作试验

断路器用电动机构分闸及合闸时，当控制电源电压保持在额定控制电源电压的 85%~110%时，断路器能可靠闭合、断开，循环操作 3 次。

5.8 直流断路器时间-电流特性试验

5.8.1 试验条件

框架式、塑壳式直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.1 的规定；微型直流断路器符合 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2.1 或 GB/T 10963.2—2020 中 9.10.3.1 的规定、GB/T 10963.2—2020 中 9.10.1 的规定。

5.8.2 抽检原则

按照不同型号、不同批次各抽检 2 台或 3 台直流断路器进行测试。

5.8.3 试验方法

对待检的直流断路器按照 GB/T 10963.2—2020 中 9.10.3.2 和 9.10.3.3、GB/T 10963.2—2020 中 9.10.2 或 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.1.2 和 8.3.3.1.3 的规定施加测试电流，记录对应分断时间，测试完成后生成直流断路器时间-电流动作特性曲线。

5.8.4 试验接线和步骤

直流断路器时间-电流特性测试试验接线示意图见图 1，用专用测试导线连接直流断路器动作特性参数测试系统（具体要求按照 DL/T 1397.4 执行）和待测直流断路器，测试电流方向和直流断路器极性标示一致。

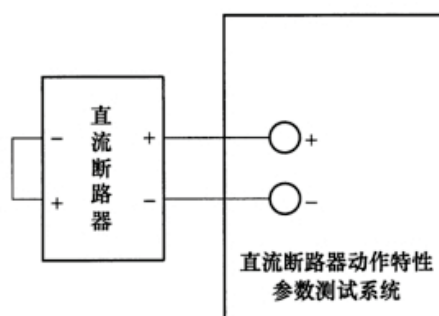


图 1 直流断路器时间-电流特性测试试验接线示意图

试验步骤：

- 直流断路器动作特性参数测试系统水平放稳，测试系统自检正常。
- 从直流电源系统选取并拆下直流断路器，外观检查正常，连接待测直流断路器和测试系统。
- 测试系统上电，根据待测断路器规格型号设置测试系统工作参数。
- 过载动作时间测试：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，测试系统输出直流电流到各测试点，使直流断路器过载保护动作，记录其动作时间。每次动作后应待保护返回并恢复到正常状态后，再逐点完成全部测试。
- 短路（瞬动）保护动作时间测试：根据测试直流断路器类型，以直流断路器电磁瞬动脱扣器不

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/308126040066006050>