

ICS 29.240.99
CCS F 22

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2234—2021

费控断路器可靠性试验规程

Rules for reliability test of cost-control circuit breaker

2021-01-07 发布

2021-07-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义、符号、代号	1
3.1 术语与定义	1
3.2 符号、代号	2
4 可靠性指标	3
4.1 操作失效率等级	3
4.2 短路保护成功率等级	3
4.3 过载保护成功率等级	4
4.4 环境试验后控制操作成功率等级	4
5 可靠性试验方法	4
5.1 试验条件	4
5.1.1 试验环境条件	4
5.1.2 试品的安装条件	4
5.1.3 试验电源条件	5
5.1.4 试验激励条件	5
5.2 试品的准备	6
5.3 试品检测	6
5.3.1 操作可靠性试验的检测	6
5.3.2 短路保护可靠性试验的检测	7
5.3.3 过载保护可靠性试验的检测	8
5.3.4 环境试验后控制操作可靠性试验的检测	8
5.4 失效判据	9
5.4.1 操作可靠性试验的失效判据	9
5.4.2 短路可靠性试验的失效判据	9
5.4.3 过载保护可靠性试验的失效判据	9
5.4.4 环境试验后控制操作可靠性试验的失效判据	10
5.5 可靠性试验的试验装置	10
6 可靠性验证试验方案及程序	10
6.1 可靠性验证试验的组成	10
6.2 可靠性验证试验抽样方案	10
6.3 可靠性验证试验程序	12
6.3.1 操作失效率验证试验程序	12
6.3.2 短路保护成功率验证试验程序	12
6.3.3 过载保护成功率验证试验程序	13

6.3.4 环境试验后控制操作成功率验证试验程序.....	13
7 试验记录.....	14
附录 A（资料性） 试验记录.....	15
附录 B（资料性） 操作失效率验证试验程序示例.....	17
参考文献.....	18

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。

本文件由电力行业电测量标准化技术委员会（DL/TC 22）归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司、国网山东省电力公司、国网重庆市电力公司、国网北京市电力公司、国网湖南省电力有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、国网河南省电力公司、国网山西省电力公司、广东电网有限责任公司、国网江苏省电力有限公司、广西电网有限责任公司、国网辽宁省电力公司、威胜电气有限公司、烟台东方威思顿电气有限公司。

本文件主要起草人：张保亮、张蓬鹤、徐英辉、杜新纲、彭楚宁、林繁涛、张志、杨芾藜、熊素琴、薛阳、宋玮琼、陈浩、付浩、侯慧娟、黄景立、黄友朋、田正其、李金瑾、冯喜军、张加海、潘卫红、康丽雁、袁翔宇、王珊、韩柳、李求洋、杨艺宁。

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）。

费控断路器可靠性试验规程

1 范围

本文件规定了费控断路器进行可靠性验证试验的一般要求、可靠性指标、试验方法、试验分类、试验程序及试验记录。

本文件适用于交流 50 Hz（或 60 Hz），额定电压不超过 440 V，额定电流 125 A 及以下的费控断路器可靠性试验。

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 2900.13 电工术语 可信性与服务质量

GB/T 2900.18 电工术语 低压电器

GB/T 5080（所有部分） 可靠性试验

GB/T 10963.1—2005 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第 1 部分：用于交流的断路器

GB/T 19334—2003 低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨

GB/Z 22203—2016 家用及类似场所用过电流保护断路器的可靠性试验方法

T/CEC 115—2016 电能表用外置断路器技术规范

3 术语与定义、符号、代号

3.1 术语与定义

GB/T 2900.13、GB/T 2900.18、GB/T 5080（所有部分）、GB/T 10963.1—2005、T/CEC 115—2016 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

费控断路器 **cost-control circuit breaker**

与电能表配合安装使用，可通过电能表控制分、合闸，实现费控功能的断路器。

3.1.2

额定工作电流 **rated operational current**

在规定条件下，保证费控断路器正常工作的电流值。

3.1.3

额定工作电压 **rated operational voltage**

在规定条件下，保证费控断路器正常工作的工作电压值。

3.1.4

自动分、合闸 **automatic opening and closing**

通过主站或其他设备和系统发出控制信号对断路器进行远程分、合闸操作的一种自动控制方式。

[T/CEC 115—2016, 定义 3.3]

3.1.5

自动分、合闸时间 automatic opening and closing time

从收到分、合闸控制命令到断路器完成分、合闸过程所需要的时间。

[T/CEC 115—2016, 定义 3.4]

3.1.6

上电延时 power-up on delay time

断电后, 系统重新上电, 断路器不响应控制信号保持初始状态的时间。

[T/CEC 115—2016, 定义 3.6]

3.1.7

失效率 failure rate

本文件所规定的失效率, 是指产品在标准规定的额定条件下发生失效的概率。

3.1.8

成功率 success ratio

本文件所规定的成功率, 是指产品在标准规定的额定条件下试验成功的概率。

3.1.9

定时或定数截尾试验方案 time or failure curtailed test plan

在试验期间, 对试品进行连续地或短间隔地监测, 若积累相关试验时间达到了预定的试验截尾时间, 而相关失效数未达到预定的截尾失效数, 则判为接收; 若积累相关试验时间未达到预定的试验截尾时间, 而相关失效数达到了预定的截尾失效数, 则判为拒收。

注: 有关可靠性量值的“时间”单位, 可用“次数”替代。

[GB/Z 22203—2016, 定义 3.1.3]

3.1.10

相关失效 relevant failure

在解释试验结果或计算可靠性特征量的数值时必须计入的失效。它不包括从属失效、误用失效以及修改设计可以消除的失效。

3.1.11

相关试验时间 relevant test time

与试品相关失效数有关的用来验证可靠性要求或用来计算可靠性特征值的试验时间。

[GB/Z 22203—2016, 定义 3.1.5]

3.1.12

使用方风险 consumer's risk

当产品的真实失效率大于等于不可接收的失效率时, 产品被接收的概率。

3.2 符号、代号

下列符号适用于本文件。

A_c 合格判定数 (允许失效数);

n 试品数;

n_1 成功率试验时的截尾次数;

n_2 成功率试验时单台试品试验截止次数;

n_T 成功率验证试验时的累积相关试验次数;

n_a 高温操作可靠性试验下试品数;

n_b 低温操作可靠性试验下试品数;

- n_c 高低温交变湿热可靠性试验下试品数;
 r 相关失效数;
 r_c 截尾失效数;
 R_1 不可接收的成功率;
 r_1 拒动次数;
 r_2 误动次数;
 T 失效率试验时累积相关试验次数;
 T_c 失效率试验时截尾次数;
 t_2 失效率试验时单台试品试验截止次数;
 U_1 触头分断时触头间的电压;
 U_2 触头接通时其两引出端间的电压降;
 β 使用方风险;
 λ 操作失效率;
 λ_{\max} 规定失效率等级的最大失效率;
 U_c 额定工作电压;
 I_n 额定工作电流。

4 可靠性指标

4.1 操作失效率等级

按最大失效率 λ_{\max} 的数值将操作失效率 (λ) 划分为四个失效率等级 (四级、亚四级、三级、亚三级), 费控断路器操作失效率等级的名称和相应的最大失效率 λ_{\max} 见表 1。

表 1 费控断路器操作失效率等级名称和相应的最大失效率 λ_{\max}

单位: 1/10 次

失效率等级名称	最大失效率 λ_{\max}
四级	1×10^{-4}
亚四级	3×10^{-4}
三级	1×10^{-3}
亚三级	3×10^{-3}

4.2 短路保护成功率等级

按不可接收的成功率 R_1 的数值将成功率划分为四个等级 (六级、五级、四级、三级), 相应地, R_1 的值分别对应为 0.995、0.99、0.98、0.95。费控断路器短路保护成功率等级的名称和不可接收的成功率 R_1 见表 2。

表 2 费控断路器短路保护成功率等级名称和不可接收的成功率 R_1

短路保护成功率等级名称	不可接收的成功率 R_1
六级	0.995
五级	0.99
四级	0.98
三级	0.95

4.3 过载保护成功率等级

按不可接收的成功率 R_1 的数值将过载保护成功率划分为四个等级（六级、五级、四级、三级），相应的 R_1 的值分别对应为 0.995、0.99、0.98、0.95。费控断路器过载保护成功率等级的名称和不可接收的成功率 R_1 的数值见表 3。

表 3 费控断路器过载保护成功率等级名称和不可接收的成功率 R_1

过载保护成功率等级名称	不可接收的成功率 R_1
六级	0.995
五级	0.99
四级	0.98
三级	0.95

4.4 环境试验后控制操作成功率等级

按不可接收的成功率 R_1 的数值将成功率划分为四个等级（六级、五级、四级、三级），相应的 R_1 的值分别对应为 0.995、0.99、0.98、0.95。费控断路器环境试验后控制操作成功率等级的名称和不可接收的成功率 R_1 的数值见表 4。

表 4 费控断路器环境试验后控制操作成功率等级名称和不可接收的成功率 R_1

环境试验后控制操作成功率等级名称	不可接收的成功率 R_1
六级	0.995
五级	0.99
四级	0.98
三级	0.95

5 可靠性试验方法

5.1 试验条件

5.1.1 试验环境条件

试验应在如下环境条件下进行：

- 除非产品标准中另有规定，操作可靠性试验可在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 任意温度下进行；短路保护可靠性试验和过载保护可靠性试验可在 $+30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下进行；环境试验后控制操作可靠性试验可在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件下进行。
- 海拔：不超过 2000 m。
- 相对湿度：25%~90%。
- 大气压力：86 kPa~106 kPa。
- 试验环境应注意避免灰尘和其他污染。

5.1.2 试品的安装条件

应按照 GB/Z 22203—2016 中 5.1.2 的要求，适用如下：

- 试品应安装在无显著冲击和振动的地方；
- 对于采用 35 mm 标准导轨安装的费控断路器，安装轨应符合 GB/T 19334—2003 的规定。

5.1.3 试验电源条件

交流电源应符合以下条件：

- a) 波形：正弦波，波形畸变因素不大于 5%。
- b) 频率：50 Hz（或 60 Hz），其允许偏差为 ±5%。
- c) 电压允差：0~+5%。
- d) 电流允差：0~+5%；过载保护可靠性试验时按 0~+2.5%或-2.5%~0，详见 5.1.4.3。

5.1.4 试验激励条件

5.1.4.1 操作可靠性试验

按 T/CEC 115—2016 中 6.6.2 的要求进行操作可靠性试验。

- a) 本试验应在费控断路器自身闭合机构上进行。对于装有电动或气动闭合装置的费控断路器，应对这些装置施加额定控制电源电压或额定气压。
- b) 在操作可靠性试验中，为检测触头是否正常地工作，可将触头接入检测线路，成为触头回路。触头回路的电源宜采用直流 24 V，其负载宜采用阻性负载，电流为 0.1 A。

5.1.4.2 短路可靠性试验

进行短路保护可靠性试验时，按 GB/T 10963.1—2005 中 9.10.2.2~9.10.2.4 的要求，对费控断路器所有极通以电流。

5.1.4.3 过载可靠性试验

- a) 按 GB/T 10963.1—2005 中 8.6.1 和表 7 的规定，从冷态开始，对试品所有极通以 $1.13 I_n$ 的电流（约定不脱扣电流）至约定时间，试品不应脱扣。试验过程中施加的电流允差为 0~+2.5%。
- b) 在 5 s 内把电流稳定地升至 $1.45 I_n$ （约定脱扣电流），试品应在约定时间内脱扣。试验过程中施加的电流允差为 -2.5%~0。
- c) 冷却至冷态，对试品所有极通以 $2.55 I_n$ 的电流，脱扣时间应不小于 1 s 且不大于 60 s（对于额定电流小于或等于 32 A 的费控断路器）或 120 s（对于额定电流大于 32 A 的费控断路器）。试验过程中施加的电流允差为 -2.5%~0。

5.1.4.4 环境试验后控制操作可靠性试验

环境试验后控制操作可靠性试验应按如下规定进行：

- a) 高温操作试验。

按照 T/CEC 115—2016 中 7.8.1 规定，对费控断路器进行高温操作试验。

- b) 低温操作试验。

按照 T/CEC 115—2016 中 7.8.2 规定，对费控断路器进行低温操作试验。

- c) 高低温交变湿热试验。

费控断路器按正常使用条件安装，主电路施加 $1.1 U_e$ ，控制信号施加 $1.1 U_e$ ，在高低温交变湿热的环境下连续进行不少于 14 个试验周期。

见图 1，每个试验周期程序为：

- 1) 1 h 内将周围的空气温度从 $(+20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ 升到 $(+70 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度从 50%升到 90%，并保持 9 h；

- 2) 1 h 内将周围的空气温度降到 $(+20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度降至 50%，并保持 1 h；
- 3) 1 h 内将周围的空气温度降到 $(-25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度从 50% 降到 0，并保持 9 h；
- 4) 1 h 内将周围的空气温度升到 $(+20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ，相对湿度升到 50%，并保持 1 h。

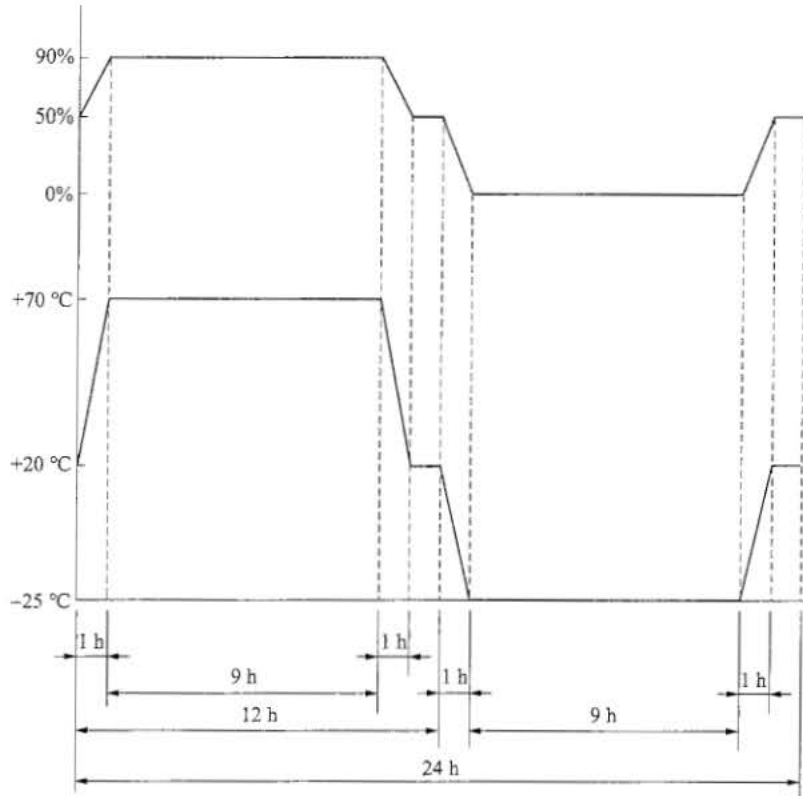


图 1 高低温交变湿热试验周期

5.2 试品的准备

试品应是从在稳定的工艺条件下批量生产并经过出厂检验合格的产品中随机抽取，供抽样的产品数量应不小于试品数 n 的 10 倍。

5.3 试品检测

5.3.1 操作可靠性试验的检测

5.3.1.1 试验前检测

除非产品标准另有规定，筛选在常温 $(+15 ^\circ\text{C} \sim +35 ^\circ\text{C})$ 下进行，筛选条件为下列常规试验项目：

- a) 外观；
- b) 自动合闸时间；
- c) 电平控制试验；
- d) 上电延时；
- e) 功耗测量。

试品在筛选条件下如果有不合格，应将不合格试品剔除，并按规定补足样品。剔除掉的试品不计入相关失效数 r 内。

5.3.1.2 试验过程中检测

- a) 试品应按照 5.1.4.1 规定的相应的试验条件进行试验。除非产品标准另有规定，应对试品的所有触点在试品每次循环的“接通”期的 40%时间内与“断开”期的 40%时间内，检测闭合触点的接触压降及断开触点间的电压。
- b) 试验过程中不允许对试品进行清理和调整。

5.3.1.3 试验后检测

试验后试品不应有下列现象：

- a) 过度磨损，每极功耗变化率大于 20%；
- b) 动触头位置和指示装置相应位置不一致；
- c) 外壳损坏至能被试指触及带电部件；
- d) 电气或机械连接松动；
- e) 密封化合物渗漏。

此外，试品还应符合表 5 的试验要求。

表 5 操作可靠性试验试验后验证项目及方法

序号	试验（或检查）项目	试验方法
1	外观检测	T/CEC 115—2016 中 7.7.2 适用
2	电平控制试验	T/CEC 115—2016 中 6.7 适用
3	上电延时试验	T/CEC 115—2016 中 7.9 适用
4	自动合闸时间试验	T/CEC 115—2016 中 7.10 适用
5	介电性能试验	GB/T 10963.1—2005 中 9.7.3 适用，试前不经过潮湿处理，试验电压为 1.5 kV
6	绝缘电阻试验	GB/T 10963.1—2005 中 9.7.2 适用，试前不经过潮湿处理

5.3.2 短路保护可靠性试验的检测

5.3.2.1 试验前检测

应按照 5.3.1.1 的要求执行。

5.3.2.2 试验过程中检测

从冷态开始，对所有极通以以下电流：

- a) B 曲线：3 I_n 电流；
- b) C 曲线：5 I_n 电流；
- c) D 曲线：10 I_n 电流。

断开时间应不小于 0.1 s。试验次数为 $n_2/2$ 次（推荐 20 次）。

然后再从冷态开始对所有极通以以下电流：

- a) B 曲线：5 I_n 电流；
- b) C 曲线：10 I_n 电流；
- c) D 曲线：16 I_n 电流。

费控断路器应在小于 0.1 s 时间内脱扣。试验次数为 $n_2/2$ 次（推荐 20 次）。

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/636211050200010033>