



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 22074—2016
代替 GB/Z 22074—2008

塑料外壳式断路器可靠性试验方法

Reliability test method for moulded-case circuit-breakers

2016-04-25 发布

2016-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	1
4 可靠性指标	2
5 可靠性试验方法	4
6 可靠性验证试验方案及试验程序	8
7 试验记录	10
8 带电气负载条件下可靠性试验方法	10
9 电磁环境对塑料外壳式断路器可靠性的影响	10
附录 A (资料性附录) 塑料外壳式断路器可靠性试验装置原理框图	11
附录 B (资料性附录) 试验报告	13
附录 C (资料性附录) 关于塑料外壳式断路器在带电气负载条件下可靠性试验方法与确定 可靠性数据的步骤	16
附录 D (资料性附录) 电磁环境对塑料外壳式断路器可靠性的影响	21

前 言

本指导性技术文件按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本指导性技术文件代替 GB/Z 22074—2008《塑料外壳式断路器可靠性试验方法》。与 GB/Z 22074—2008 相比主要技术变化如下：

- 规范性引用文件中,更新引用标准版本号,删除对应的 IEC 号,增加引用文件内容;
- 将“瞬动保护成功率”及“瞬动可靠性试验”更改为“短路保护成功率”及“短路可靠性试验”;
- 统一短路保护成功率等级与过载保护成功率等级名称,更改成功率等级数值;
- 修改了试验环境条件(见 5.1.1);
- 补充了对试验电源的要求(见 5.1.3);
- 增加了对试品在试验后的测试试验内容(见 5.3.1.3);
- 增加了对带有电子过电流脱扣器的断路器及带有电磁过电流脱扣器的断路器的短路保护可靠性试验相应方法的描述(见 5.3.2.2);
- 删除了“瞬动保护可靠性试验应在操作可靠性试验前后各进行 $50\%n_t$ 次。”;
- 增加了电子脱扣器在过载保护可靠性试验过程中检测的描述(见 5.3.3.2);
- 删除了“过载保护可靠性试验应在操作可靠性试验前后各进行 $50\%n_t$ 次。过载保护可靠性试验在瞬动保护可靠性试验之后。”;
- 增加了对电动及气动操作试验装置的操作速度等要求(见 5.5);
- 修改了短路保护成功率及过载保护成功率验证试验中的试品来源要求及退出机制;
- 增加了附录 C“关于塑料外壳式断路器在带电气负载条件下可靠性试验方法与确定可靠性数据的步骤”;
- 增加了附录 D“电磁环境对塑料外壳式断路器可靠性的影响”。

本指导性技术文件由中国电器工业协会提出。

本指导性技术文件由全国低压电器标准化技术委员会(SAC/TC 189)归口。

本指导性技术文件负责起草单位:上海电器科学研究所(集团)有限公司、上海电器科学研究所、河北工业大学、上海电器股份有限公司人民电器厂、常熟开关制造有限公司、上海电科电器科技有限公司。

本指导性技术文件参加起草单位:上海良信电器股份有限公司、法泰电器(江苏)股份有限公司、人民电器集团有限公司、浙江科丰电子有限公司、上海精益电器厂有限公司、华通机电股份有限公司、安徽鑫龙电器股份有限公司、杭州之江开关股份有限公司、上海电器设备检测所。

本指导性技术文件主要起草人:陆俭国、季慧玉、朱军、周建兴、李奎、顾惠民、李雪、段育明、李生爱、薛涵、包志舟、刘祖明、顾德康、朱朝阳、叶斌、戴水东、章克强。

本指导性技术文件的历次版本发布情况为:

- GB/Z 22074—2008。

塑料外壳式断路器可靠性试验方法

1 范围

本指导性技术文件规定了塑料外壳式断路器(以下简称塑壳断路器)进行可靠性验证试验的一般要求。

本指导性技术文件规定了符合 GB 14048.2—2008、交流 50 Hz(60 Hz)、额定电压不超过 1 000 V、额定电流 250 A 及以下的塑壳断路器的可靠性试验方法。

本指导性技术文件适用于塑壳断路器的验证试验方案及试验程序,也适用于产品的可靠性测定试验。本指导性技术文件可作为塑壳断路器生产企业进行产品可靠性试验的指导性文件。

额定电流 250 A 以上的塑壳断路器的可靠性试验可参照本指导性技术文件进行。

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 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量

GB/T 2900.18—2008 电工术语 低压电器

GB/T 5080(所有部分) 设备可靠性试验

GB 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则

GB 14048.2—2008 低压开关设备和控制设备 第 2 部分:断路器

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

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

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

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

GB/T 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

GB/T 2900.13、GB/T 2900.18、GB/T 5080(所有部分)、GB 14048.1、GB 14048.2 所界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

成功率 success ratio

产品在规定的条件下完成规定功能的概率或在规定条件下试验成功的概率。

3.1.2

失效率 failure rate

产品工作到 t 时刻后的单位时间内发生失效的概率。

3.1.3

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,若累积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;若累积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:本指导性技术文件中,有关可靠性量值的“时间”单位可用“次数”替代,例如:累积相关试验次数、相关试验次数、截尾次数、截止次数和试验次数等。

3.1.4

相关失效 relevant failure**关联失效**

在解释试验或工作结果或者计算可靠性量值时必须计入的失效。

3.1.5

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量值时的试验时间。

3.1.6

使用方风险 consumer's risk

当产品的真实失效率等于规定失效率等级的最大失效率时(或当产品的真实成功率等于规定成功率等级的不可接收的成功率时),产品被接收的概率。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

A_c	合格判定数(允许失效数), $A_c = r_c - 1$;
I_n	断路器额定电流;
n	试品数;
n_t	成功率验证试验的截尾次数(截尾时间);
n_z	成功率验证试验的截止次数(截止时间);
n_Σ	成功率验证试验的累积相关试验次数(累积相关试验时间);
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	失效率验证试验的累积相关试验时间(累积相关试验次数);
T_c	失效率验证试验的截尾时间(截尾次数);
t_z	单台样品失效率验证试验的截止时间(截止次数);
β	使用方风险;
λ	操作失效率;
λ_{\max}	规定操作失效率等级的最大失效率。

4 可靠性指标

4.1 可靠性特征量

塑壳断路器采用操作失效率(λ)、短路保护成功率和过载保护成功率作为其可靠性特征量,并分别

将操作失效率等级、短路保护成功率等级和过载保护成功率等级作为其可靠性指标。

4.2 操作失效率等级

按最大失效率 λ_{\max} 的数值将操作失效率划分为四个等级(四级、亚四级、三级、亚三级),操作失效率等级的名称和 λ_{\max} 的数值见表 1。

表 1 塑壳断路器操作失效率等级名称和最大失效率 λ_{\max} 单位为 1/(10 次)

操作失效率等级名称	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}

4.3 短路保护成功率等级

按不可接收的成功率 R_1 的数值将短路保护成功率划分为四个等级(六级、五级、四级、三级),短路保护成功率等级的名称和 R_1 的数值见表 2。

表 2 塑壳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	R_1
六级	0.995
五级	0.99
四级	0.98
三级	0.95

4.4 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(五级、四级、三级、二级),过载保护成功率等级的名称和 R_1 的数值见表 3。

表 3 塑壳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	R_1
五级	0.99
四级	0.98
三级	0.95
二级	0.90

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：

——周围空气温度：操作可靠性试验、短路保护可靠性试验在 15℃～25℃ 条件下进行；电子式过电流脱扣器过载保护可靠性试验在室温下进行；热式过电流脱扣器过载保护可靠性试验在制造商声明的基准温度下进行；

——海拔：不超过 2 000 m；

——相对湿度：25%～75%；

——污染等级：污染等级 3。

或按被试产品技术条件规定的使用环境条件进行。

5.1.2 试品的安装条件

试品安装应符合以下要求：

- a) 试品应按产品标准规定的正常工作方式安装；
- b) 试品安装处的冲击和振动条件应符合产品标准的规定；
- c) 试品安装面与垂直面的倾斜度应符合产品标准的规定；
- d) 对于采用安装轨安装的断路器，安装轨应符合有关安装轨的标准。

5.1.3 试验电源条件

5.1.3.1 交流电源

交流电源应符合以下条件：

- a) 波形：正弦波，波形畸变因数不大于 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：短路保护可靠性试验时按 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。

5.1.3.2 直流电源

直流电源应符合以下条件：

- a) 纹波系数：不大于 5%；
- b) 电压允差：0～+5%；
- c) 电流允差：0～+5%。

5.1.4 试验激励条件

5.1.4.1 操作可靠性试验

进行操作可靠性试验时，每小时的操作循环次数为 120 次，在每个操作循环期间，断路器应保持闭合足够的时间，但不超过 2 s。对于能配装分励脱扣器的断路器，总操作次数的 10% 应为闭合/脱扣操作，分励脱扣器在最高额定控制电源电压下激励。对于能配装欠电压脱扣器的断路器，总操作次数的

10%，应在最低额定控制电源电压时进行闭合/脱扣操作，此电压应在每次闭合操作后去掉，使断路器脱扣。

本试验应在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断路器，这些装置应在额定控制电源电压或额定气压下进行试验。

5.1.4.2 短路保护可靠性试验

进行断路器的短路保护可靠性试验时，应在其短路整定电流的 80% 和 120% 下进行验证。对于可调式断路器，整定电流分别取其最大和最小值，相应试验次数各占总次数的 50%。试验电流应无非对称分量。

5.1.4.3 过载保护可靠性试验

电流整定值的 1.05 倍时，即在约定不脱扣电流时，断路器脱扣器的各相极同时通电，断路器从冷态开始，在小于约定时间（约定时间： $I_n > 63$ A 时为 2 h， $I_n \leq 63$ A 时为 1 h）的时间内不应发生脱扣。试验过程中施加的电流允差为 0~+2.5%。

此外，在约定时间结束后，立即使电流上升至电流整定值的 1.30 倍，即达到约定脱扣电流，断路器应在小于规定的约定时间内脱扣。试验过程中施加的电流允差为 -2.5%~0。

对有标记的中性极且具有过载脱扣器的断路器，此脱扣器约定脱扣电流下的试验电流应乘以系数 1.2。

如果制造商申明脱扣器实质上与周围空气温度无关，则上述的约定不脱扣电流和约定脱扣电流将在制造商公布的温度带内适用，允差范围在 0.3%/K 内。

温度带的宽度在基准温度的任何一侧应至少为 10 K。

5.2 试品的准备

试验中所用试品，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 试品的检测

5.3.1 操作可靠性试验的检测

5.3.1.1 试验前检测

试验前先对试品进行开箱检测，检查试品的零部件有无运输引起的损坏、断裂，剔除零部件损坏、断裂的试品，并按规定补足试品数，剔除掉的试品不计入相关失效数 r 内。试验前检测并记录触头回路开路电压。

5.3.1.2 试验过程中检测

试验过程中要对断路器的操作可靠性进行监测。

除非产品标准另有规定，应对试品的所有触头在试品每次操作循环的“闭合”期中间的 40% 时间内与“断开”期中间的 40% 时间内，监测触头接通时其两引出端的电压降及触头断开时触头间的电压。

5.3.1.3 试验后检测

除非产品标准另有规定，试验后试品不应有下列现象：

- 电动及手动操作机构不能正常工作；
- 外壳损坏至能被试验触指触及带电部件；

——电气或机械连接的松动。

此外,试品还应按 GB 14048.2—2008 中 8.3.3.5 的试验要求,经受规定的介电耐受能力试验。而且试品应按 GB 14048.2—2008 中 8.3.3.7 的试验要求,在基准温度、1.45 倍电流整定值下验证过载脱扣器的动作能力,动作时间不应超过约定脱扣时间。

5.3.1.4 触头回路

为检测主触头、辅助触头是否正常地工作,可分别将主触头、辅助触头接入各自的检测线路,成为主触头回路及辅助触头回路;触头回路的电源推荐采用直流 24 V 电源,相应的触头回路的电流可为 1 A;触头回路的负载推荐采用阻性负载。

5.3.2 短路保护可靠性试验的检测

5.3.2.1 试验前检测

按 5.3.1.1 规定。

5.3.2.2 试验过程中检测

当试验电流等于短路整定电流的 80% 时,脱扣器应不动作,电流持续时间为 0.2 s。

当试验电流等于短路整定电流的 120% 时,脱扣器应在 0.2 s 内动作。

带有电子过电流脱扣器的断路器,短路脱扣器的动作仅在每极独立验证一次。每台试品短路保护可靠性试验共进行 n_x 次,其中 A 极、B 极、C 极每一相极各进行 $n_x/3$ 次。对有标记的中性极且具有短路脱扣器的断路器,每台试品短路保护可靠性试验共进行 n_x 次,其中 A 极、B 极、C 极每一相极各进行 $n_x/4$ 次,N 极进行 $n_x/4$ 次。

带有电磁过电流脱扣器的断路器,多极短路脱扣器的动作应对每二极的组合串联验证一次。对有标记的中性极且具有短路脱扣器的断路器,中性极与任意选择的一极串联试验。此外,短路脱扣器的动作在每极单独验证一次,在按制造商对单极动作提出的脱扣电流下,脱扣器应在 0.2 s 内动作。对于不具有带标记的中性极且具有短路脱扣器的断路器,每台试品短路保护可靠性试验共进行 n_x 次,其中 A、B 极串联,B、C 极串联,C、A 极串联,各进行 $n_x/6$ 次,A 极、B 极及 C 极每一相极各进行 $n_x/6$ 次;对于具有带标记的中性极且具有短路脱扣器的断路器,每台试品短路保护可靠性试验共进行 n_x 次,其中 A、B 极串联,B、C 极串联,C、A 极串联,N、X(A 或 B 或 C)极串联,各进行 $n_x/7$ 次,A 极、B 极及 C 极每一相极各进行 $n_x/7$ 次。

5.3.3 过载保护可靠性试验的检测

5.3.3.1 试验前检测

按 5.3.1.1 规定。

5.3.3.2 试验过程中检测

过载保护可靠性试验按 5.1.4.3 的规定和要求进行验证。

对于与周围空气温度有关的脱扣器,其动作特性应在基准温度下进行验证,脱扣器所有相极都通电。如果本试验是在不同的周围空气温度下进行的,则应按制造商的温度/电流数据进行校正。

对于制造商声明与周围空气温度无关的热磁脱扣器,其动作特性应用两种测量法进行验证,一种是在 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行,另一种是在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或在 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行,脱扣器的所有相极都通电。

该操作每台试品进行 n_x 次,对于制造商声明与周围空气温度无关的脱扣器,每台试品在 $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行 $n_x/2$ 次,在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或在 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行 $n_x/2$ 次。

对电子脱扣器,动作特性应在试验室环境温度下验证,脱扣器的所有相极通电。该操作每台试品进行 n_2 次。

5.4 失效判据

5.4.1 操作可靠性试验的失效判据

在操作可靠性试验过程中,当某试品出现下列任意一种情况时,即认为该试品发生失效:

- a) 触头接通时其两引出端间的电压降超过触头回路开路电压的 10%;
- b) 触头分断时触头间的电压低于触头回路开路电压的 90%;
- c) 触头发生熔接或其他形式的粘接;
- d) 断路器闭合操作时闭合不上;
- e) 断路器分断操作时不分断;
- f) 试品零部件有破坏性损坏、连接导线及零部件松动;
- g) 在操作可靠性试验后,未失效的试品应按 5.3.1.3 检验,其中任一项目的检测结果不符合产品标准的规定,即认为该试品失效,每台试品的相关失效数最多为 1。

5.4.2 短路保护可靠性试验的失效判据

在短路保护可靠性试验中,当某试品出现以下任意一种情况时,即认为该试品发生失效:

- a) 断路器的两极串联后通以其短路整定电流的 120% 的交流电流时,断路器的分断时间大于或等于 0.2 s,此时认为该试品发生拒动故障;
- b) 断路器的两极串联后通以其短路整定电流的 80% 的交流电流时,断路器分断时间小于 0.2 s,此时认为该试品发生误动故障;
- c) 每一相极单独通以脱扣电流(按制造商提出的数据)时,断路器在 0.2 s 内未断开,此时认为该试品发生拒动故障。

5.4.3 过载保护可靠性试验的失效判据

在过载保护可靠性试验中,当某试品出现以下任意一种情况时,即认为该试品发生失效:

- a) 断路器各极同时通以约定不脱扣电流时,断路器在约定时间($I_n > 63$ A 时为 2 h, $I_n \leq 63$ A 时为 1 h)内断开,此时认为该试品发生误动故障;
- b) 断路器各极同时通以约定脱扣电流时,断路器未在约定时间($I_n > 63$ A 时为 2 h, $I_n \leq 63$ A 时为 1 h)内断开,此时认为该试品发生拒动故障。

5.5 可靠性试验的试验装置

塑壳断路器可靠性试验装置应能满足以下要求:

- a) 能实现逐次监测;
- b) 当试品失效时,试验装置应自动停机、记录失效试品的编号及失效发生时的试验次数;
- c) 进行程序控制,并能正确按照操作循环的顺序进行。

推荐采用微机进行控制、检测的可靠性试验装置(其原理框图如附录 A 所示),也可采用其他合适的试验检测装置。

电动操作试验装置在驱动过程中,应以 (0.1 ± 0.025) m/s 的操作速度操作断路器。该速度应在试验装置的操作件接触到被试断路器操作件末端时并在该位置进行测量。对旋钮式操作件,其角速度应基本上与上述条件相当,即被试断路器操作件末端处的速度与上述速度相当。

气动操作试验装置的操作速度与电动操作试验装置速度相同,为 (0.1 ± 0.025) m/s。

如果产品有电动操作机构附件则优先使用该附件。

6 可靠性验证试验方案及试验程序

6.1 试验组成

塑壳断路器可靠性试验由操作失效率验证试验、短路保护成功率验证试验和过载保护成功率验证试验三部分组成。

6.2 可靠性验证试验方案

塑壳断路器的可靠性验证试验采用定时或定数截尾试验。

塑壳断路器的操作失效率验证试验、短路保护成功率验证试验和过载保护成功率验证试验,其使用方风险 β 为 0.1。操作失效率验证试验抽样方案见表 4,短路保护成功率验证试验抽样方案见表 5,过载保护成功率验证试验抽样方案见表 6。

表 4 操作失效率验证试验抽样方案

单位为 10^4 次

操作失效率等级	最大失效率 λ_{max} 1/10 次	试验截尾次数 T_c								
		$A_c=0$	$A_c=1$	$A_c=2$	$A_c=3$	$A_c=4$	$A_c=5$	$A_c=6$	$A_c=7$	$A_c=8$
四级	1×10^{-4}	23.0	38.9	53.2	66.8	79.9	92.7	105.3	117.7	130
亚四级	3×10^{-4}	7.68	13.0	17.7	22.3	26.6	30.9	35.1	39.2	43.3
三级	1×10^{-3}	2.30	3.89	5.32	6.68	7.99	9.27	10.53	11.77	13.0
亚三级	3×10^{-3}	0.77	1.30	1.77	2.23	2.66	3.09	3.51	3.92	4.33

表 5 短路保护成功率验证试验抽样方案

单位为次

短路保护成功率等级	不可接收的成功率 R_i	截尾次数 n_i					
		$A_c=0$	$A_c=1$	$A_c=2$	$A_c=3$	$A_c=4$	$A_c=5$
六级	0.995	460	777	1 063	1 335	1 597	1 853
五级	0.99	230	388	531	667	798	926
四级	0.98	114	194	265	333	398	462
三级	0.95	45	77	105	132	158	184

表 6 过载保护成功率验证试验抽样方案

单位为次

过载保护成功率等级	不可接收的成功率 R_i	截尾次数 n_i					
		$A_c=0$	$A_c=1$	$A_c=2$	$A_c=3$	$A_c=4$	$A_c=5$
五级	0.99	230	388	531	667	798	926
四级	0.98	114	194	265	333	398	462
三级	0.95	45	77	105	132	158	184
二级	0.90	22	38	52	65	78	91

6.3 可靠性验证试验程序

6.3.1 操作失效率验证试验程序

操作失效率验证试验按下列程序进行：

- a) 选定失效率等级；
- b) 选定合格判定数 A_c 和截尾失效数 r_c ($r_c = A_c + 1$)，推荐在 1~5 的范围内选择 A_c ，不推荐选 $A_c = 0$ ；
- c) 根据选定的操作失效率等级和 A_c ，由表 4 查出试验截尾次数 T_c ；
- d) 选定试品的试验截止时间 t_1, t_2 ，推荐不超过产品标准规定的操作循环总数；
- e) 根据 T_c, A_c, t_1, t_2 ，由式(1)确定试品数 n ：

$$n = \frac{T_c}{t_x} + A_c \quad \dots\dots\dots(1)$$

- f) 从批量生产的合格产品中随机抽取 n 个试品；
- g) 按 5.1.4.1 对试品进行操作可靠性验证试验，试验时尽量带附件操作。
- h) 按 5.3.1 和 5.4.1 的规定进行试验与检测，当某台试品的失效次数累积达到 1 次时，该试品应退出试验；
- i) 统计相关失效数 r 及各失效试品的相关试验时间(失效发生时间)，对试验后检测出的相关失效试品，其相关试验时间按试验结束时的时间计算；
- j) 统计累积相关试验时间 T ；
- k) 试验结果判定：

当相关失效数 r 未达到截尾失效数 r_c (即 $r \leq A_c$)，而累积相关试验时间 T 达到或超过了截尾时间 T_c ，则判为试验合格(接收)；当累积相关试验时间 T 未达到截尾时间 T_c ，而相关失效数 r 达到或超过了截尾失效数 r_c (即 $r > A_c$)，则判为试验不合格(拒收)。

6.3.2 短路保护成功率验证试验程序

短路保护成功率验证试验按下列程序进行：

- a) 选定产品的短路保护成功率等级；
- b) 选定允许失效数 A_c 和截尾失效数 r_c ($r_c = A_c + 1$)，推荐在 1~5 的范围内选择 A_c ，不推荐选择 $A_c = 0$ ；
- c) 根据选定的短路保护成功率等级和 A_c ，由表 5 查出试验截尾次数 n_1 ；
- d) 选定试品的试验截止次数 n_2 ，推荐一般选 $n_2 = 30$ 次；
- e) 根据 n_1, n_2 及 A_c 由式(2)确定试品数 n ：

$$n = \frac{n_1}{n_2} + A_c \quad \dots\dots\dots(2)$$

- f) 从批量生产的合格产品中随机抽取 n 个试品；
- g) 按 5.3.2 和 5.4.2 的规定进行试验与检测，当某台试品的失效次数累积达到 1 次时，该试品应退出试验；
- h) 统计相关失效数 r ($r = r_1 + r_2$ ，式中 r_1 为拒动次数， r_2 为误动次数)；
- i) 统计累积相关试验次数 n_Σ ；
- j) 试验结果判定：

当累积试验次数 n_Σ 达到或超过了截尾次数 n_1 ，相关失效数 r 未达到截尾失效数 r_c (即 $r \leq A_c$)，则判为试验合格(接收)；相关失效数 r 达到或超过截尾失效数 r_c (即 $r > A_c$)，而累积试验次数 n_Σ 未达到截尾次数 n_1 ，则判为试验不合格(拒收)。

6.3.3 过载保护成功率验证试验程序

过载保护成功率验证试验按下列程序进行：

- a) 选定产品的过载保护成功率等级；
- b) 选定允许失效数 A_c 和截尾失效数 r_c ($r_c = A_c + 1$)，推荐在 1~5 的范围内选择 A_c ，不推荐选择 $A_c = 0$ ；
- c) 根据选定的过载保护成功率等级和 A_c ，由表 6 查出试验截尾次数 n_f ；
- d) 选定试品的试验截止次数 n_z ，推荐一般选 $n_z = 5$ 次~20 次；
- e) 根据 n_f 、 n_z 及 A_c 由式(2)确定试品数 n ；
- f) 由式(2)计算的试品数 n 若小于短路保护可靠性试验的试品数，则本试验样品可从上述试验的样品中进行抽取；若由式(2)计算的试品数 n 大于该试验的试品数，则超出部分从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少于超出部分的 10 倍)；
- g) 按 5.3.3 和 5.4.3 的规定进行试验与检测，当某台试品的失效次数累积达到 1 次时，该试品应退出试验；
- h) 统计相关失效数 r ($r = r_1 + r_2$ ，式中 r_1 为拒动次数， r_2 为误动次数)；
- i) 统计累积相关试验次数 n_{Σ} ，统计时应注意，任一试品通以约定不脱扣电流至约定时间未动作，之后立即将电流上升至约定脱扣电流，在约定时间内能正常动作，则该试品的试验次数应按 1 次进行累积；
- j) 试验结果判定[同 6.3.2 j)]。

7 试验记录

应对每一台试品建立一份试验记录，并按先后顺序在试品失效后进行试验数据记录，记录内容为：

- a) 试品名称、型号、规格；
- b) 制造单位、生产日期；
- c) 试验日期和试品基数；
- d) 试验依据；
- e) 试验环境条件(温度、湿度、气压)；
- f) 失效试品编号及相关试验次数；
- g) 失效现象；
- h) 失效分析与判断；
- i) 试验人员。

推荐的试验报告格式见附录 B。

8 带电气负载条件下可靠性试验方法

关于塑料外壳式断路器在带电气负载条件下可靠性试验方法与确定可靠性数据的步骤参见附录 C。

9 电磁环境对塑料外壳式断路器可靠性的影响

关于电磁环境对塑壳断路器可靠性的影响因素参见附录 D。

附录 A
(资料性附录)

塑料外壳式断路器可靠性试验装置原理框图

推荐的塑料外壳式断路器(以下简称塑壳断路器)可靠性试验装置原理框图见图 A.1、图 A.2 和图 A.3。

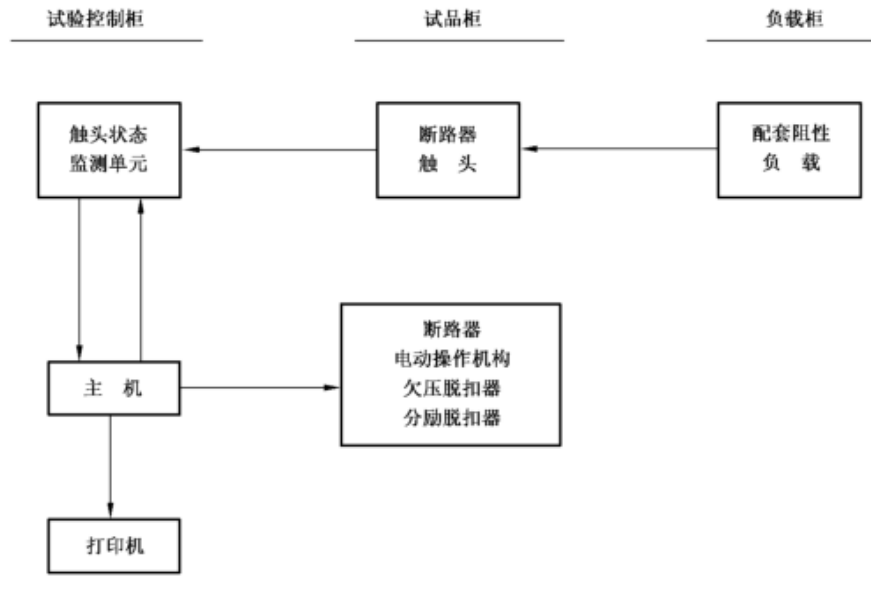


图 A.1 塑壳断路器操作可靠性试验装置原理框图

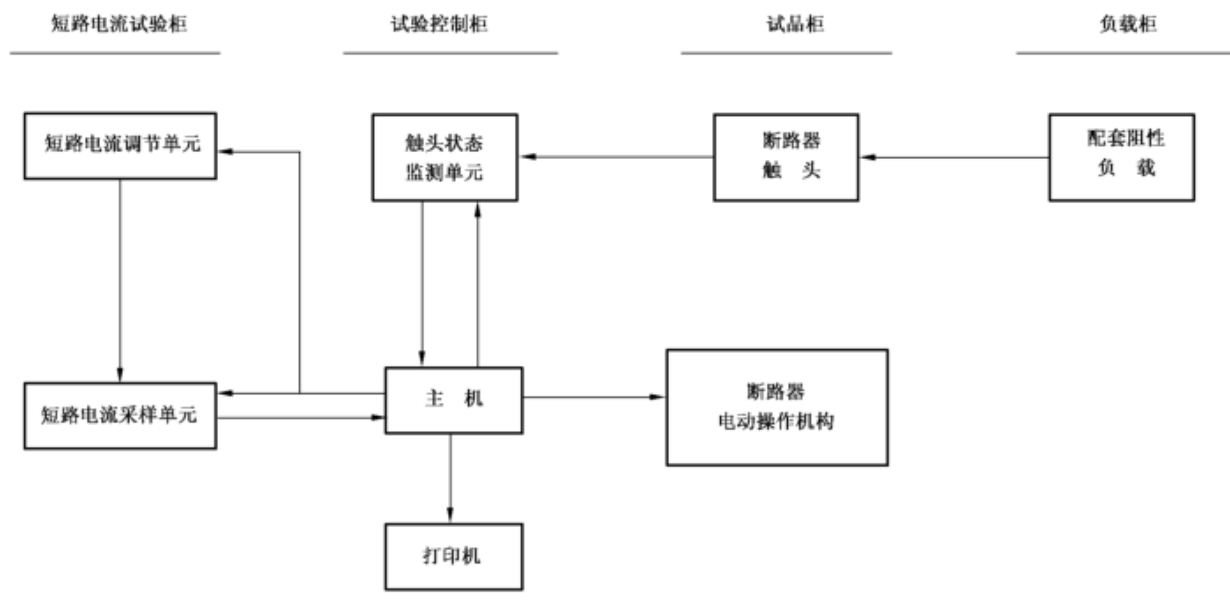


图 A.2 塑壳断路器短路保护可靠性试验装置原理框图

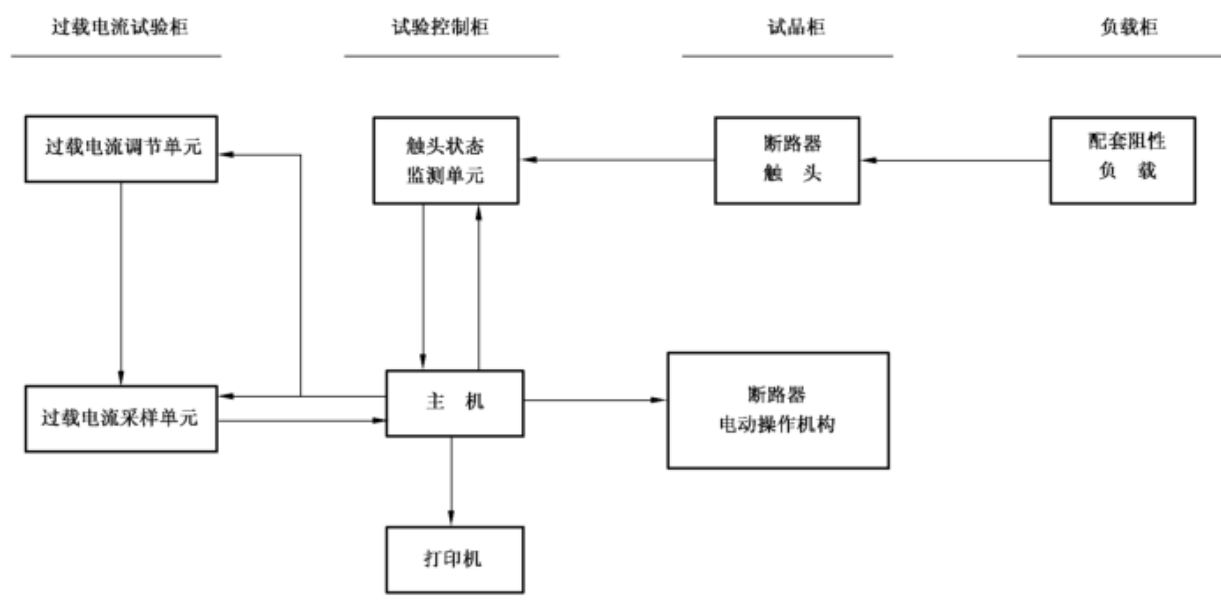


图 A.3 塑壳断路器过载保护可靠性试验装置原理框图

表 B.2 短路保护可靠性试验(短路保护成功率验证试验)报告

文档编号:

制造单位		产品型号 和规格		生产日期		试验地点	
试验日期	年 月 日 时至 年 月 日 时				试品数 n		
试验条件							
试验依据				试品基数			
试验目的	短路保护成功率 等级		短路保护成功率 试验方案		截尾次数 n_i /次	截尾失效数 r_i / 次	试验截止 次数 n_c / 次
序号	失效产品 序号	试验电流/ A	相关试验次数/ 次	失效现象		失效原因	备注
拒动次数 r_1				误动次数 r_2			
相关失效数 r				累积相关试验次数 n_Σ			
试验结论							
试验人员							
试验负责人_____试验单位_____ (盖章)____年____月____日							
注: 试验条件包括温度、湿度、气压、触头回路电源电压、负载性质、负载电流及断路器类型等。							

表 B.3 过载保护可靠性试验(过载保护成功率验证试验)报告

文档编号:

制造单位		产品型号 和规格		生产日期		试验地点
试验日期	年 月 日 时至 年 月 日 时				试品数 n	
试验条件						
试验依据				试品基数		
试验目的	过载保护成功率 等级	过载保护成功率 试验方案	截尾次数 n_i / 次	截尾失效数 r_c / 次	试验截止 次数 n_c /次	
序号	失效产品 序号	试验电流/ A	相关试验次数/ 次	失效现象	失效原因	备注
拒动次数 r_1				误动次数 r_2		
相关失效数 r				累积相关试验次数 n_{Σ}		
试验结论						
试验人员						
试验负责人_____试验单位_____ (盖章)____年__月__日						
注: 试验条件包括温度、湿度、气压、触头回路电源电压、负载性质、负载电流及断路器类型等。						

附录 C
(资料性附录)

关于塑料外壳式断路器在带电气负载条件下可靠性试验方法与确定可靠性数据的步骤

C.1 总则

本附录规定了确定塑料外壳式断路器(以下简称塑壳断路器)在带电气负载条件下的可靠性试验方法与确定可靠性数据的步骤。

C.2 术语和定义、符号

C.2.1 术语和定义

C.2.1.1

使用寿命 useful life

产品在规定的使用条件下,具有可接受的失效率的时间间隔。

注:对于塑壳断路器,使用寿命用操作循环次数来表示。

C.2.1.2

失效时间 time to failure

从第一次使用开始,直到失效的工作时间。

C.2.2 符号

- n 试品数;
- r 失效试品数;
- i 失效试品编号, $i=1, 2, \dots, r$;
- F_i 累积失效概率;
- B_{10} 有 10% 的试品发生失效的寿命(可靠寿命);
- $B_{10} |_{\text{下限}}$ 使用寿命;
- $\hat{\beta}^{1)}$ 威布尔分布中的形状参数的估计值;
- $\hat{\eta}$ 威布尔分布中的真尺度参数的估计值。

C.3 以带电操作性能能力试验结果为基础确定可靠性数据的方法

C.3.1 一般方法

在带电操作性能能力试验中,以对塑壳断路器连续监测所得的结果为基础。

发生一个或多个表 C.1 所列的故障情况,该台试品结束试验。

1) 该符号及相关定义仅适用于本附录。

表 C.1 塑壳断路器在带电气负载条件下的失效模式

失效模式	塑壳断路器的特点
断开失效	断电后仍有电流存在
闭合失效	通电后,一个或多个极上没有电流
极间短路	极间绝缘失效
极与任一相邻部件间短路	与任一相邻部件间绝缘失效

C.3.2 负载条件

塑壳断路器应在其最高额定工作电压下(由制造商指定)接通和分断其额定电流,功率因数按 GB 14048.2—2008 中表 11 选用,允差应符合 GB 14048.2—2008 中 8.3.2.2.2 的规定。

交流断路器的试验应在频率 45 Hz~62 Hz 之间进行。

C.4 威布尔分析

C.4.1 线性回归技术估计分布参数

线性回归技术估计分布参数的方法采用中位秩和操作循环次数作为变量。

可采用伯纳德(Bernard)近似方程计算累积失效概率 F_i , 见式(B.1):

$$F_i = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

注: 该方程主要用于 $n \leq 30$; 当 $n > 30$, 累计失效概率可不必修正, 即: $F_i = (i/n) \times 100\%$ 。

测定系数 r^2 可用式(C.2)进行计算:

$$r^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n (\bar{x})^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n (\bar{y})^2 \right)} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

这里 x_i 和 y_i ($i=1, \dots, n$) 分别是中位秩和失效时间。

r^2 越接近于 1, 其拟合结果越近似为威布尔分布。

以下为绘制步骤:

- 首先, 将操作循环次数由开始到结尾依次编号;
- 使用伯纳德(Bernard)近似方程(C.1)计算中位秩;
- 在 1×1 的威布尔或对数坐标纸上画出失效时间(x)与中位秩 F_i (y)的对数曲线;
- 用直线回归函数计算 $\hat{\beta}$ 以获得直线方程: $y_{\ln} = \hat{\beta} x_{\ln} + b$;
- 计算 $\hat{\eta} = e^{\left(\frac{b}{\hat{\beta}}\right)}$;
- 画出回归直线验证拟合度。

C.4.2 使用寿命

C.4.2.1 数字方法

对于 20 个或更少的试验数据, 应该采用中位秩回归法(MRR)得到的威布尔参数 $\hat{\beta}$ 和 $\hat{\eta}$ 。

C.4.2.2 B_{10} 的点估计

使用式(C.3)计算 10%的试品发生失效的 \hat{B}_{10} (B_{10} 的点估计):

$$\hat{B}_{10} = \hat{\eta} \left[\ln\left(\frac{1}{0.9}\right) \right]^{1/\hat{\beta}} \dots\dots\dots (C.3)$$

C.4.2.3 使用寿命

使用式(C.4)、式(C.5)、式(C.6)和式(C.7)计算 B_{10} 的下限值:

$$h_1 = \ln[-\ln(0.9)] \dots\dots\dots (C.4)$$

$$\hat{\delta}_1 = \frac{-A_6 x^2 - r h_1 + x \sqrt{(A_5^2 - A_4 A_5) x^2 + r A_4 + 2r h_1 A_6 + r A_5 h_1^2}}{r - x^2 A_5} \dots\dots\dots (C.5)$$

$x = u_\gamma$ 是正态分布的外分位数。除非制造厂另有规定, 否则应该采用 60% 的置信水平下限(所以 $\gamma = 0.4, u_\gamma = 0.2533$)。

A_4, A_5 和 A_6 按下面的公式计算, 比例因子 $q = r/n$:

$$A_4 = 0.49q - 0.134 + 0.622q^{-1};$$

$$A_5 = 0.2445(1.78 - q)(2.25 + q);$$

$$A_6 = 0.029q - 1.083\ln(1.325q)。$$

$$Q_1 = e\left(\frac{\hat{\delta}_1 + h_1}{\hat{\beta}}\right) \dots\dots\dots (C.6)$$

$$B_{10} |_{\text{下限}} = Q_1 \hat{B}_{10} \dots\dots\dots (C.7)$$

$B_{10} |_{\text{下限}}$ 是使用寿命。

C.5 示例

C.5.1 试验结果

共有 15 台塑壳断路器 ($n = 15$) 同时试验, 直到所有塑壳断路器都失效为止。15 个失效时间 ($r = 15$) 在表 C.2 中用 i 按顺序列出。

表 C.2 15 台塑壳断路器按发生故障的顺序排列的示例

i	操作循环次数
1	1 350
2	1 540
3	1 640
4	1 709
5	1 888
6	1 987
7	2 076
8	2 118
9	2 270

表 C.2 (续)

i	操作循环次数
10	2 539
11	2 650
12	2 748
13	2 842
14	3 000
15	3 200

C.5.2 威布尔分布和中位秩回归

中位秩的计算结果见表 C.3。

表 C.3 中位秩计算结果

i	操作循环次数	中位秩
1	1 350	4.5%
2	1 540	11.0%
3	1 640	17.5%
4	1 709	24.0%
5	1 888	30.5%
6	1 987	37.0%
7	2 076	43.5%
8	2 118	50.0%
9	2 270	56.5%
10	2 539	63.0%
11	2 650	69.5%
12	2 748	76.0%
13	2 842	82.5%
14	3 000	89.0%
15	3 200	95.5%

测定系数 $r^2=0.990\ 96$, 该数值接近于 1。

具有两个自然对数比值的线性回归: $y=4.327\ 6x-33.8$ 。

由该方程, 可以推导出分布参数: $\hat{\beta}=4.327\ 6$, $\hat{\eta}=2\ 454.6$ 。

C.5.3 使用寿命

为了计算有 10% 的塑壳断路器发生失效的使用寿命, 计算示例可参见 C.4.2。

点估计 $\hat{B}_{10} = 1\,459$ 次。
因数 $Q_1 = 0.963\,94$ 和 $B_{10}|_{\text{下限}} = 1\,407$ 次。
威布尔回归直线如图 C.1 所示。

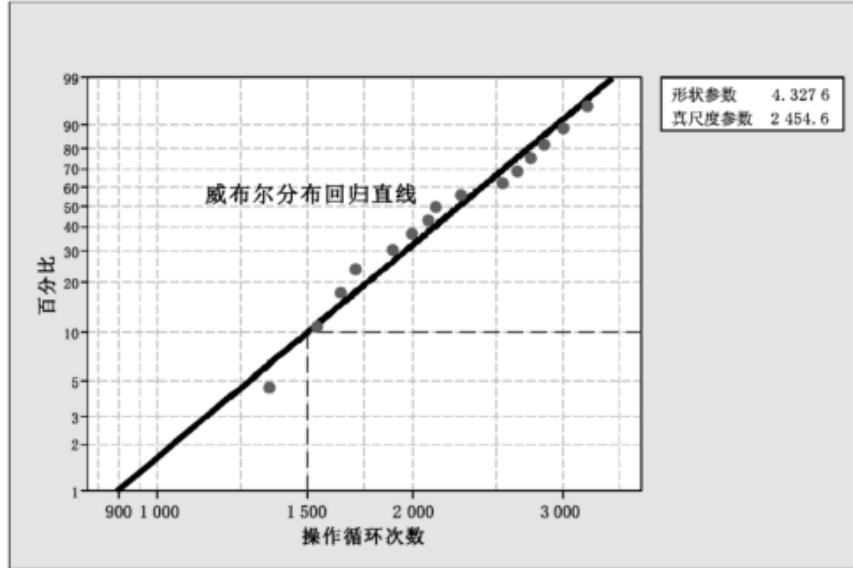


图 C.1 威布尔回归直线

附录 D

(资料性附录)

电磁环境对塑料外壳式断路器可靠性的影响

D.1 概述

电磁环境对塑料外壳式断路器(以下简称塑壳断路器)工作的稳定、可靠运行有较大的影响。塑壳断路器应具有一定的适应电磁环境的能力。

D.2 抗电、磁干扰能力

按抗电、磁干扰能力可分 2 个严酷度等级(详见表 D.1),最高严酷度等级为 E2。等级 E1 满足 GB 14048.2—2008,为工业用条件,有一定电磁干扰;等级 E2 为工业用条件,有强烈的电磁干扰。塑壳断路器在 E1 等级下应能可靠工作。本附录所提供的 E2 等级仅为企业作参考。

表 D.1 抗电磁干扰能力等级试验水平

序号	严酷度等级	E1	E2
	EMC 试验	试验水平 1b	试验水平 2b
A	静电放电 GB/T 17626.2—2006	8 kV(空气放电) 8 kV(接触放电)	15 kV(空气放电) 8 kV(接触放电)
B	射频电磁场辐射 GB/T 17626.3—2006	10 V/m	20 V/m
C	电快速瞬变/脉冲群 GB/T 17626.4—2008	电源端口 $U_e \geq 100$ V, a.c.或 d.c.: 4 kV $U_e < 100$ V, a.c.或 d.c.: 2 kV 信号端口: 2 kV	电源端口: 4 kV 信号端口: 2 kV
D	浪涌 GB/T 17626.5—2008	电源端口 $U_e \geq 100$ V, a.c.: 4 kV 线-地 2 kV 线-线 (满足 GB 14048.2 附录 F 和 N) 4 kV 线-线 (满足 GB 14048.2 附录 B 和 M) 电源端口 $U_e < 100$ V, a.c.: 2 kV 线-地 1 kV 线-线 电源端口 d.c.: 0.5 kV 线-地 0.5 kV 线-线 信号端口: 2 kV 线-地 1 kV 线-线	线-地: 4 kV 线-线: 2 kV
E	射频场感应的传导骚扰 GB/T 17626.6—2008	10 V	10 V

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准 化 指 导 性 技 术 文 件
塑 料 外 壳 式 断 路 器 可 靠 性 试 验 方 法

GB/Z 22074—2016

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 市 朝 阳 区 和 平 里 西 街 甲 2 号 (100029)
北 京 市 西 城 区 三 里 河 北 街 16 号 (100045)

网 址 : www.spc.org.cn

服 务 热 线 : 400-168-0010

2016 年 5 月 第 一 版

*

书 号 : 155066 · 1-53978

版 权 专 有 侵 权 必 究



GB/Z 22074-2016