

ICS 19.020

CCS K85

# 团 体 标 准

T/CSEE XXXX—YYYY

## 低压故障电弧检测技术要求

Technical requirements for low-voltage arc fault detection

(初稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电机工程学会 发布



# 目 次

## 目录

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类 .....	2
5 技术要求 .....	2
6 检测方法 .....	3
7 检验规则 .....	7
8 包装及贮运要求 .....	7
附 录 A（资料性附录）故障电弧监测模组典型应用形态 .....	9

# 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这些专利的责任。

本标准由中国电机工程学会供用电安全技术专业委员会提出。

本标准由中国电机工程学会归口。

本标准起草单位：国家电网反窃电技术研究中心、中国电力科学研究院有限公司、国网河北省电力有限公司、国网湖南省电力有限公司、国网湖北省电力有限公司、国网安徽省电力有限公司、河北工业大学、西安交通大学、浙江大学、山东理工大学、北京智芯微电子科技有限公司、河南许继仪表有限公司、青岛鼎信通讯股份有限公司、威胜集团、正泰集团股份有限公司等。

本标准主要起草人：XXX等。

# 低压故障电弧检测技术要求

## 1 范围

本标准规定了低压故障电弧检测的技术要求、检测方法等。

本标准适用于额定电压不超过交流1000V，额定电流不超过125A的交流系统故障电弧检测，也适用于故障电弧监测模块或类似装置在典型场景下有关故障电弧动作特性的试验要求。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书 总则

GB/T 5023.1-2008 额定电压450/750V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第1部分：一般要求

GB 16796-2009 安全防范报警设备安全要求和试验方法

GB/T 2423.22-2012 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验N：温度变化

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 31143-2014 电弧故障保护电器（AFDD）的一般要求

GB 14287.4-2014 电气火灾监控系统 第4部分：故障电弧探测器

GB/T 17626.6-2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 16838-2021 消防电子产品环境试验方法及严酷等级

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**故障电弧** arcing fault

由于电气线路或设备中绝缘老化破损、电气连接松动、空气潮湿、电压电流急剧升高等原因引起空气击穿所导致的气体游离放电现象。

[来源GB/T 14287.4-2014，定义3.1，有修改]

### 3.2

**串联故障电弧** series arcing fault

电弧电流流过负载并与负载串联的电弧故障。

[来源GB/T 31143-2014，定义3.9，有修改]

### 3.3

**并联故障电弧** parallel arcing fault

电弧电流流过带电导体之间并与负载并联的电弧故障。

[来源GB/T 31143-2014，定义3.8，有修改]

### 3.4

## 接地故障电弧 earth arcing fault

电流从带电导体流入大地的电弧故障。

[来源GB/T 31143-2014, 定义3.7, 有修改]

## 4 分类

按照主回路额定电流可分为:

6A、8A、10A、13A、16A、20A、25A、32A、40A、50A、63A、80A、100A、125A

## 5 技术要求

### 5.1 功能要求

#### 5.1.1 阻性负载在 125A 及以下的小电弧电流下识别极限值

表1 额定电压为230V的故障电弧识别极限值

试验电弧电流 <sup>a</sup> (有效值)	1A	2A	3A	6A	13A	20A	40A	63A	80A	100A	125A
发出信号时间	3 S	1.5 S	1 S	0.5 S	0.25 S	0.15 S	0.12 S	0.12 S	0.12 S	0.1 S	0.1 S

<sup>a</sup>试验电弧电流是试验电路中发生燃弧前的预期电流;  
<sup>b</sup>当使用电弧发生器时, 应控制拉弧速率、电弧间距。

表2 不同功率因数下故障电弧识别极限值

电弧性质		串联碳化路径电弧					
负载条件	功率KV·A	4			额定		
	功率因数	1	0.7	0.3	1	0.7	0.3
发出信号时间		0.19 S			0.12 S		

注: 误差: ±10%

#### 5.1.2 在 63A 以上大电弧电流下识别极限值

表3 在0.5s内允许的最大半波数

试验电弧电流 <sup>a</sup> (有效值)	75A	100A	150A	200A	300A	500A
N <sup>b</sup>	12	10	8	8	8	8

<sup>a</sup>试验电弧电流是试验电路中发生燃弧前的预期电流。  
<sup>b</sup>N是额定频率下的半波数。

## 5.2 环境条件

除特别声明环境条件的试验外, 试验应在下列环境条件下进行:

- a) 温度: 15°C~35°C。
- b) 相对湿度: 15%~75%。
- c) 大气压: 86kPa~106kPa。

### 5.3 电气参数

故障电弧检测技术应用主体的主电路额定值应符合如下要求：

- a) 额定电压  $U_N$ : 220V;
- b) 额定电流  $I_N$ : 不大于 125A;

### 5.4 电磁兼容性

被测试品应满足相关设备的电磁兼容性要求。

表4 电磁兼容性试验条件要求

射频场感应的传导骚扰 抗扰度试验	频率范围 MHz	0.15~100
	电压 dB $\mu$ V	140
	调制幅度	80% (1kHz, 正弦)

## 6 检测方法

### 6.1 检测设备

#### 6.1.1 电弧发生器

电弧发生器由一个固定电极和一个移动电极构成，如图1所示。两电极根据电流大小材质可选择铜-铜组合或铜-碳组合，外形均为圆柱体，直径 $6 \pm 0.5$  mm，放电端做成平头和尖头各一只，电弧间隙由横向调整法调节移动电极形成可见的空气间隙，由此形成故障电弧环境。移动电极可由手动操作或步进电机驱动，控制两个电极分开至一个合适的距离并在两电极间产生电弧；采用步进电机进行驱动时，调节精度应满足 $\pm 0.01$  mm的要求。电极应可更换，电极发生碳化烧蚀后可通过打磨去除氧化层或者替换。

使用电弧发生器产生电弧时，故障电弧发出信号时间不超过表1规定时间限值得2.5倍。

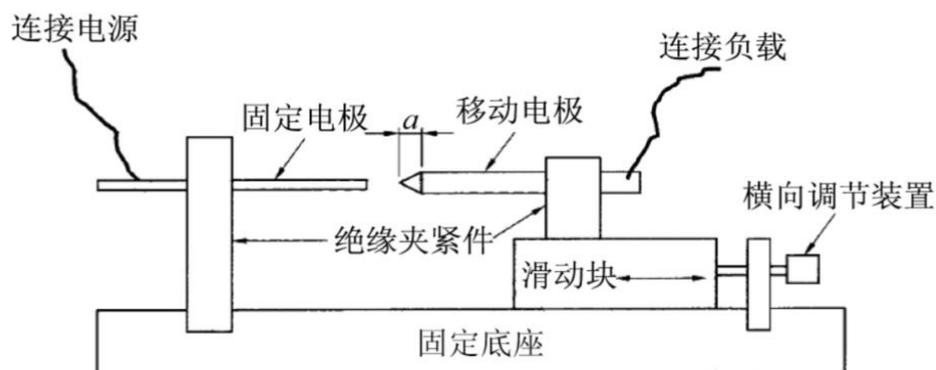


图1 电弧发生器

### 6.1.2 碳化电缆

本试验应使用平行导线的电缆。可采用下列电缆之一来测试，因为它们提供类似的结果：

——按GB/T 5023中IEC41分类的软PVC电缆，符合GB/T 5023.1-2008附录A的双导线，适合本试验；

——电缆试品也可以用两根单独的符合GB/T 5023中IEC02分类的PVC软导线来制作，用PVC绝缘带将其绑在一起；

——带双导线的SPT2和H05VVF的电缆尤为适合本试验。用单股软导线H05V自制的电缆，用PVC绝缘带将其绑在一起，也可以用于本试验。

注：在得不到这些电缆的情况下，应对所用的电缆进行评估。

将两根截面积为 $1.5 \text{ mm}^2$ （或AWG16）的导线紧密地捆绑在一起(如用胶带或者类似物品)，按如下准备：

a)试品的材料和形状应适合于在导线之间形成足够的碳化通道，并在施加电压时能产生电弧。

b)电缆试品截成最小长度为200 mm，且应在电缆试品两端25 mm处将其分成单股导线。

c)在电缆中间位置采用纵切的方式切割电缆，切割深度应能露出导线而没有切断任何线丝。

d)绝缘切口用黑色的PVC电气绝缘带包裹两层，然后再在外面用玻璃纤维带包裹两层。

e)在电缆上绝缘切口的另一端将导线的绝缘剥开约12 mm，以连接试验电路，如图2所示。

然后应对电缆试品预处理以在两根导线之间的绝缘上产生碳化导电通道：

f)电缆试品与一个能提供30 mA短路电流和至少7 kV开路电压的电路相连。电路通电约10 s，或者至停止冒烟。

g)电缆试品与一个能提供300 mA短路电流的电路相连，电压至少2 kV或足以使电流流过。电路通电约1 min，或者至停止冒烟。

h)与路径串联的一个100W/230V的白炽灯施加230V时，白炽灯发光，则认为碳化路径形成。如果未形成碳化路径，则重复上述操作。

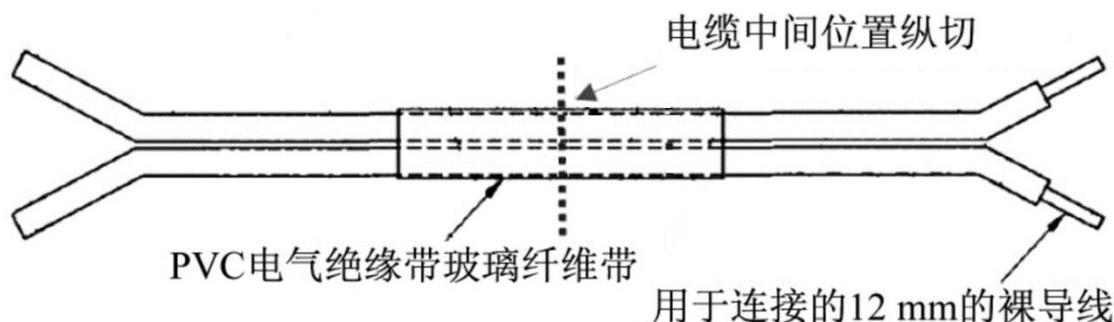


图2 电缆试品

### 6.1.3 试验负载

负载参数如表5所示。

表5 负载参数

序号	负载	功率 (W)
1	带有电子镇流器日光灯	600W
2	电子变压器供电的 12V 卤素灯	600W
3	带电子灯光调节器控制的钨丝灯 (导通角调制 90° )	600W
4	电磁炉	2000W
5	微波炉	1100W
6	变频冰箱	0.58 千瓦时/24 小时
7	电容启动式电动机	2200W
8	吸尘器	1200W
9	手电钻	800W
10	开关电源	≥690W
11	变频空调	3 匹
注 1: 3 匹=2205W。		
注 2: 功率允许误差为±10%。		

## 6.2 检测条件

除特别声明环境条件的试验外，试验应在5.2要求的环境条件下进行。

## 6.3 功能试验

### 6.3.1 串联故障电弧试验

按照GB/T 31143-2014 9.9.2.1、9.9.2.2、9.9.2.3、9.9.2.4规定进行试验。

其中9.9.2.2试验电流值参考5.1.1表1、表2中的要求进行；

其中9.9.2.3、9.9.2.4试验电流值参考5.1.1表1中的要求进行。

### 6.3.2 并联故障电弧试验

按照GB/T 31143-2014 9.9.3规定进行试验。试验电流参考5.1.2 表3中的要求进行。

### 6.3.3 屏蔽试验

#### 6.3.3.1 抑制性负载屏蔽试验

将表5中的负载按照图3所示搭建电路，设计4条回路，进行如下串联电弧试验。

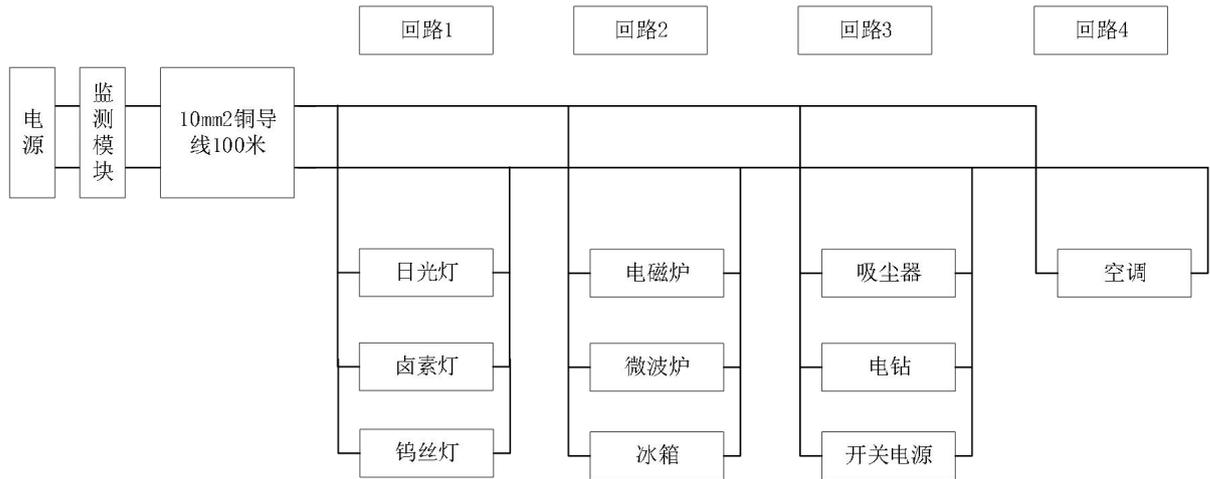


图3 故障电弧监测模块试验平台电路图

a)回路1由日光灯、卤素灯、钨丝灯组成，回路2由电磁炉、微波炉、冰箱灯组成，回路3由吸尘器、电钻、开关电源组成，回路4由空调组成；

b)对4个回路中的负载依次组合进行发生故障电弧。屏蔽负载电流低于1A时，可不进行试验；

c)进行试验时，所有的负载都要启动，每个组合进行3次试验。使用电弧发生器，应在10s内发出电弧信号。

d) 电容式启动电机不接到图3中，单独接到回路中拉弧测试。可使用碳化电缆，也可使用电弧发生器。如使用碳化电缆，信号发出时间要满足表1的规定，如使用电弧发生器，应在2.5倍表1规定的时间内动作。

### 6.3.3.2 EMI 滤波器屏蔽测试

按照GB/T31143-2014 9.9.4.3规定进行试验。

## 6.3.4 误触发试验

### 6.3.4.1 串扰测试

按照图3搭建电路，其中1条回路带故障电弧监测模块，分别在其他2条回路中干路位置产生故障电弧，电弧应持续0.5s以上，故障电弧监测模块逐一安装在每条回路中。可使用碳化电缆，也可使用电弧发生器，故障电弧监测模块不应触发。

### 6.3.4.2 干扰负载测试

按照图3搭建电路，所有负载正常运行时，逐一停止其中一个负载，保持5s后在启动，每个负载启停5次，故障电弧监测模块不应触发。

## 6.3.5 极限温度下的试验

故障电弧监测装置依次在下列条件下，进行串联故障试验。

a)周围温度-40℃，仅在表1电流最小值下进行；

b)周围温度+70℃，故障电弧监测模块先通以额定电流负载，直至达到热稳定状态。仅在监测装置的额定电流下进行试验。

测量3次触发时间，不超过规定的时间限值。

## 6.4 电磁兼容性试验

#### 6.4.1 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

试验设备和程序一般应按照GB/T 17626.6-2017的有关规定及以下程序进行：

- a) 将试样安放在绝缘台上，接通电源，使试样处于正常监视状态，保持15min；
- b) 按GB 16838中的要求，对试样施加表4所示条件的电磁干扰，故障电弧监测装置不应报警；
- c) 干扰结束后，在5.1.1 表1中的最小电流和额定电流值下进行6.3.1的串联电弧试验，结果应满足表1的要求。

### 7 检验规则

#### 7.1 检验分类

检验分为全性能检验和验收检验两类。

#### 7.2 全性能检验

全性能检验一般在产品定型和招标前进行，试验项目见表8；

#### 7.3 验收检验

对于到货验收的设备，应按型号、生产批号相同者划分为组，并按表6项目表进行检验。抽样验收时，抽样方案符合本标准中7.5条之要求。

#### 7.4 试验项目

试验项目见表8。

#### 7.5 抽样

按照GB/T 2828.1-2012中的一次抽样方案执行，全性能检验按S-1抽样，AQL=0.25进行判定；验收检验按一般校验水平II抽样，AQL=1.0进行判定。

表6 试验项目明细表

序号	试验内容	试验要求	全性能检验	验收试验
1	检测方法	串联故障电弧试验	√	√
2		并联电弧故障试验	√	√
3		屏蔽试验	√	√
4		误触发试验	√	√
5		极限温度试验	√	—
6	电磁兼容性试验	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	√	—

### 8 包装及贮运要求

#### 8.1 包装

产品包装方式满足现场安装需求，采用整体包装或拆卸包装。

## 8.2 贮运

包装好的产品应存放于防雨淋、防浸泡的环境中。

产品在运输过程中不应受剧烈挤压、冲撞和雨淋。

## 附录 A (资料性附录)

### 故障电弧监测模组典型应用形态

#### A.1 适用范围

参考最新的故障电弧产品国际标准IEC 62606，目前交流系统故障电弧的适用电源系统为额定电压不超过交流440V、额定频率为50Hz、60Hz或者50/60Hz、额定电流不超过63A的用电场景，并且规定单相、三相电弧发生电路以及2.5A~500A的燃弧电流试验要求。覆盖国内配电、用电场景。

参考目前的国内配用电系统架构，故障电弧监测模组的典型应用场景可分为：

(1) 配电系统：参考目前63A/500A的电流范围，可在配电系统的“总配-分配-三级配电”的“三级配电”，在三级配电箱及表箱中进行使用；典型应用场景是断路器、电能表、电气火灾监控系统以及各种具备故障电弧监测功能的产品。

(2) 用电系统：63A/500A的电流范围完全覆盖主流的户内用电系统。典型应用场景是断路器、移动插排、插座、各种家用电器（如空调等）以及各种具备故障电弧监测功能的产品。

#### A.2 连接与配合要求

##### A.2.1 通用要求

故障电弧监测模组作为组件，以可插拔式、不可插拔式形式存在，安装应按照整机主体制造商提供的技术文件进行。在保证其故障电弧监视控制功能外，不应影响整机原有保护及安全功能。

##### A.2.2 防护等级

故障电弧监测模组与整机主体配合安装后，不应低于各自原有防护等级。

##### A.2.3 电气连接

故障电弧监测模组与整机主体的电气连接可采用下述方法连接，并通过试验验证连接的正确性与安全性。

###### A.2.3.1 采用外接市电电源驱动/采样

采用外接市电电源驱动或外接市电电源进行信号采样，在监测模块设计时即需要考虑市电及外部干扰的影响。除了满足本技术标准中要求的相关电源、环境、电磁兼容性实验外，需要考虑接入模块工况下整机的相关实验验证，如采用整机的产品标准进行相关试验，如无相关标准，建议参考GB/T 2423（环境）、GB/T 17626（电磁兼容性）等相关标准进行验证。

###### A.2.3.2 采用整机主体电源驱动

采用整机主体电源驱动，采样电路与市电无直接接触，除了满足本技术标准中要求的相关电源、环境、电磁兼容性实验外，还需满足整机的产品标准进行相关试验。

##### A.2.4 功能要求：

- 1) 整机后级线路中负荷电流大于电流下限时，能够监测出现的故障电弧。
- 2) 当发生故障电弧时，整机装置应能够记录故障电弧事件。能够记录发生故障电弧的总次数及最近20次故障电弧的发生时间、结束时间、故障电弧电流值。
- 3) 发生故障电弧时能够点亮报警灯。
- 4) 故障电弧发生时能够生成主要上报事件。

##### A.2.5 技术要求：

- 1) 故障电弧监测功能应符合本文件相关条款的规定。
- 2) 故障电弧监测功能不能影响整机性能，如电能表的计量及通讯等原有的功能不受影响。

##### A.2.6 检测方法：

- 1) 电能表故障电弧监测功能的测试采用电能表整机测试的方法。
- 2) 故障电弧监测功能的测试方法与本文件相关条款的规定相一致。

##### A.2.7 其他功能要求

满足本标准的监测模组或单元，应遵循整机产品标准要求，如通信要求、事件记录、数据存储等。