

# 团 体 标 准

T/CMSA 0045—2023

## 雷电多脉冲试验通用准则

General technical specification for lightning multiple pulses test

2023 - 10 - 08 发布

2023 - 10 - 08 实施

## 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 多脉冲组合参数要求 .....	2
5 多脉冲试验分类 .....	2
5.1 三脉冲试验 .....	2
5.2 五脉冲试验 .....	2
5.3 七脉冲试验 .....	2
5.4 推荐十脉冲试验 .....	2
6 试验与判定 .....	2
6.1 试验要求 .....	2
6.2 电涌保护器的试验 .....	3
6.3 低压电涌保护器专用保护装置的试验 .....	4
6.4 雷击计数器的试验 .....	5
附录 A（规范性） 多脉冲试验分类波形 .....	6
参考文献 .....	1

## 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。

本文件由中国气象服务协会提出并归口。

本文件起草单位：北京市雷闪防雷设施检测服务中心、莱茵检测认证服务（中国）有限公司、广东佛山市顺德区伦教金盾防雷技术发展有限公司、河北省气象服务中心、南京宽永电子系统有限公司、天津市防雷技术中心有限责任公司、国雷安全防护科技有限公司。

本文件主要起草人：王建忠、杨少杰、孙涌、黄昱、杨永明、赵新华、周爽、林萍、李云波、周蕾、于三双、苑旭华。

## 引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到第4章与《新型多脉冲电涌保护器》权利要求中相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：杨少杰；曾一鸣；罗四民。

地址：佛山市顺德区伦教金盾防雷技术发展有限公司。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

中国气象服务协会

# 雷电多脉冲试验通用准则

## 1 范围

本文件规定了雷电多脉冲试验的多脉冲组合参数要求、多脉冲试验分类和试验方法与判定要求。本文件适用于雷电多脉冲试验。

## 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 18802.11—2020 低压电涌保护器(SPD) 第11部分：低压电源系统的电涌保护器性能要求和试验方法

GB/T 33588.6—2020 雷电防护系统部件(LPSC) 第6部分：雷击计数器(LSC)的要求。

NB/T 42150—2021 低压电涌保护器专用保护装置

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**多脉冲组合波** multi pulses combination wave; MCW

由多个脉冲按照一定的峰值和时间间隔组合的冲击电流波形。

### 3.2

**多脉冲试验装置** multi pulses combination wave generator

用于产生多脉冲组合波的发生装置，包括多脉冲发生器、Uref电源和一个去耦网络。

### 3.3

**电涌保护器** surge protective device; SPD

用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的电器，它至少包含一非线性的元件。

[来源：GB/T 18802.11—2020， 3.1.1]

### 3.4

**低压电涌保护器专用保护装置** specific protective devices for SPD

一种用于低压电源系统的电涌保护器（SPD）的外部脱离装置，能够承受被保护电涌保护器安装处的预期电涌电流，并能够分断由于电涌保护器故障而产生的工频过电流的装置，且具有工频小电流动作特点。

[来源：NB/T 42150—2021， 3.1]

### 3.5

**雷击计数器** lightning strike counter

根据导体中流过的电流来记录雷击次数的设备。

[来源：GB/T 33588.6—2020， 3.1]

### 3.6

**残压** residual voltage

$U_{res}$

放电电流流过 SPD 时，在其端子间产生的电压峰值。

[来源：GB/T 18802.11—2020， 3.1.16]

### 3.7

**电压保护水平** voltage protection level

$U_p$

由于施加规定陡度的冲击电压和规定峰值及波形的冲击电流而在 SPD 两端之间预期出现的最大电压。

[来源: GB/T 18802.11-2020, 3.1.14]

### 3.8

#### 参考试验电压 reference test voltage

$U_{ref}$

用于 SPD 测试的电压有效值。它取决于 SPD 的保护模式, 系统标称电压, 系统结构和系统内的电压调整。

[来源: GB/T 18802.11-2020, 3.1.45]

## 4 多脉冲组合参数要求

多脉冲试验装置的输出多脉冲组合波波形参数见表1, 波形见附录A。

表1 多脉冲试验装置的输出多脉冲组合波波形参数

冲击脉冲 总数 个	冲击电流 波形 $\mu\text{s}$	第一与第十脉 冲峰值 kA	第二至第九脉 冲峰值 kA	第一至第九脉 冲时间 间隔 ms	第九至第十脉 冲时间 间隔 ms	冲击总时间 ms
10	8/20	100	50	60	400	880 ( $\pm 1$ )
10	8/20	80	40	60	400	880 ( $\pm 1$ )
10	8/20	60	30	60	400	880 ( $\pm 1$ )
10	8/20	40	20	60	400	880 ( $\pm 1$ )
10	8/20	20	10	60	400	880 ( $\pm 1$ )

注1: 表内技术参数均为优选值。  
注2: 8/20  $\mu\text{s}$  视为在波前时间8  $\mu\text{s}$ , 半峰值时间20  $\mu\text{s}$  的冲击电流。

## 5 多脉冲试验分类

### 5.1 三脉冲试验

用三个脉冲电流的冲击试验。脉冲电流波形应符合附录A中图A.1的规定。

### 5.2 五脉冲试验

用五个脉冲电流的冲击试验。脉冲电流波形应符合附录A中图A.2的规定。

### 5.3 七脉冲试验

用七个脉冲电流的冲击试验。脉冲电流波形应符合附录A中图A.3的规定。

### 5.4 推荐十脉冲试验

用十个脉冲电流的冲击试验。脉冲电流波形应符合附录A中图A.4的规定。

## 6 试验与判定

### 6.1 试验要求

#### 6.1.1 多脉冲试验装置要求

多脉试验装置主要包括下列两部分：

a) 多脉冲发生器：该发生器输出的每一个脉冲应满足 $8/20\mu\text{s}$ 冲击电流波形。流过被试装置电流波形的允许误差应满足下列要求：

- 峰值  $\pm 10\%$
- 波前时间  $\pm 10\%$
- 半峰值时间  $\pm 10\%$

允许冲击波上有小过冲或振荡，但其幅值应不大于峰值的5%。在电流下降到零后的任何极性反向的电流值不应大于峰值的30%。

多脉试验装置应能根据需要输出满足5中规定的不同脉冲分类。应用时间间隔控制系统，控制脉冲放电间隔应达到小于 $2\mu\text{s}$ ，控制范围 $2\mu\text{s}\sim 1\text{s}$ 。

多脉冲试验装置的每一支路应有独立的充电放电系统，在总放电前通过线路切换达到独立待放电状态。

b) 电源：应达到工作频率为 $50\text{Hz}\pm 0.2\text{Hz}$ ，参考试验电压 ( $U_{\text{ref}}$ ) 为 $255\text{V}\pm 5\text{V}$ ，预期短路电流为 $100\text{A}\pm 10\text{A}$ ，功率因数 $\cos\phi\geq 0.85$ 。应使用一个去耦网络施加到试品上。

## 6.1.2 采样系统要求

用于采集多脉冲电流的罗氏线圈应具有 $5\text{A}\cdot\text{s}$ 以上的转移电荷量能力，波形不饱和。

用于读取多脉冲波形的示波器应至少达到1千兆每秒的采样率，频带300MHz的性能指标。如果示波器具有很高的采样速率，那么单个通道的脉冲电流不必单独采集，在总线记录全波，即可同时保存单个通道的脉冲波形。

## 6.1.3 操作要求

### 6.1.3.1 安全

试品箱内应用保护装置，用来保护DUT因失效而产生的后续脉冲无法泄放的问题，例如采用一个启动电压远大于DUT的保护器。

多脉冲试验装置应有多个安全开关联动控制系统。

### 6.1.3.2 试验

一次多脉冲组合波试验应在一组新样品上进行，每一个型号的三个样品应同时通过试验。

对于多脉冲电涌保护器符合6.2.2.d)规定的两种模式之一，三个样品应同时达到同一种模式。

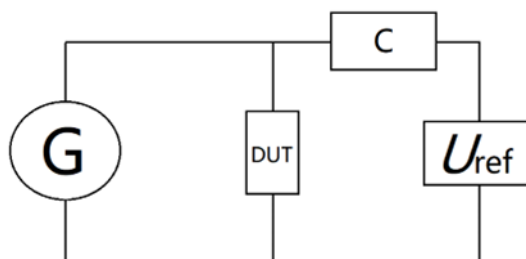
对于试验中有一个样品在实验中出现不合格的现象，可以补充一只新样品进行试验，如果不合格，则可降级进行试验。

多脉冲组合波的试验分类降级分为：降低冲击电流峰值和逐级减少脉冲个数试验（如七脉冲试验、五脉冲试验、三脉冲试验）两个方式，最终可由制造商选定。

## 6.2 电涌保护器的试验

### 6.2.1 试验方法

按图1将试品（电涌保护器）接入测试回路中；多脉冲发生器的输出应附合从选择第5章中试验脉冲的个数和相关参数，或按制造商声称的技术参数进行多脉冲试验；试品两端施加符合6.1.1的参考试验电压  $U_{\text{ref}}$  电源。



标引序号说明：

G ——多脉冲试验装置；

$U_{ref}$  ——符合 6.1.1 要求的参考试验电压电源  
 C ——去耦网络  
 DUT ——被试装置

图1 电涌保护器的试验电路接线图

## 6.2.2 合格判定

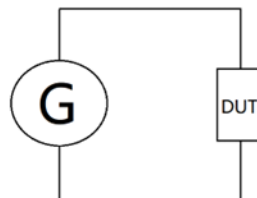
合格判定的要求如下：

- a) 电压和电流波形图及目测检查应没有击穿或闪络。
- b) 试验过程中应没有发生可见的损坏。试验后，检查发现的细小的凹痕或裂缝如不影响防直接接触，则可以忽略，除非无法保持 SPD 的防护等级（IP 代码）。试验后，试品上不应有燃烧的痕迹。
- c) 试验后 SPD 应保持原有的连接状态，螺钉无松动脱离。
- d) 试验后 SPD 表现为以下两种模式之一，则判定合格：
  - 1) 多脉冲故障模式：
    - 如果试验过程中发生脱离（内部或外部），对应保护元件的有效脱离应有清晰的指示。
    - 如果发生内部脱离，试品按正常使用连接到额定频率的最大持续工作电压（ $U$ ）保持 1 min，试验电源的短路电流容量应大于等于 200 mA，流过相关保护元件的电流应不大于 1 mA。
  - 2) 多脉冲耐受模式：
    - 应达到热稳定。在施加  $U$  电压的最后 15 min，如果电流阻性分量峰值或功耗呈现出下降的趋势或没有升高，则认为 SPD 是热稳定的。如果试验本身是在施加  $U$  电压下进行的，则不间断的继续保持 15 min，测量流过每个试品的电流，电流增加应不大于在相关试验初始时测量结果的 50%。
    - 试验后所测量的限制电压应不大于  $U_b$ 。应使用 GB/T 18802.11-2020 中 8.4.3 的试验来确定限制电压。
    - 正常工作状态是指脱离器未发生损坏，可继续操作。操作性可通过手动进行检查（在可能的地方），试验时，制造商规定的内部脱离器不应动作；试验后，该脱离器应处在正常工作状态。或在制造商和实验室协议下通过简单的电气试验来检查。

## 6.3 低压电涌保护器专用保护装置的试验

### 6.3.1 试验方法

按图 2 将被试装置（低压电涌保护器专用保护装置）接入测试回路中；多脉冲发生器的输出应符合第 4、5 章中试验脉冲的相关参数和个数，或按制造商提供的技术参数进行多脉冲试验；试品两端不施加 6.1.1 的参考试验电压  $U_{ref}$  电源。



标引序号说明：

G ——多脉冲试验装置；  
 DUT ——被试装置

图2 低压电涌保护器专用保护装置接线图

### 6.3.2 合格判定

合格判定的要求如下：



- a) 电压和电流波形图及目测检查应没有击穿或闪络。
- b) 试验过程中应没有发生可见的损坏。试验后，检查发现的细小的凹痕或裂缝如不影响防直接接触，则可以忽略，除非无法保持的防护等级（IP 代码）。试验后，试品上不应有燃烧的痕迹。
- c) 试验后试品应保持原有的连接状态，螺钉无松动脱离。
- d) 主电路绝缘电阻和介电强度不应变化。
- e) 验证触头断开后的冲击耐受电压不应变化。
- f) 试验后所测量的限制电压应小于或等于  $U_r$ 。限制电压还应符合 NB/T 42150—2021 中的 9.5.2 的规定。

## 6.4 雷击计数器的试验

### 6.4.1 试验方法

将多脉冲试验装置的发生器测试端短路，按照雷击计数器的安装方式，将计数传感器安装于短路带规定位置，为雷击计数器供电（如果需要）。多脉冲发生器的输出应符合第 4、5 章中试验脉冲的个数和相关参数，或按制造商声称的技术参数进行多脉冲试验；试品两端不施加 6.1.1 参考试验电压  $U_{ref}$  电源。

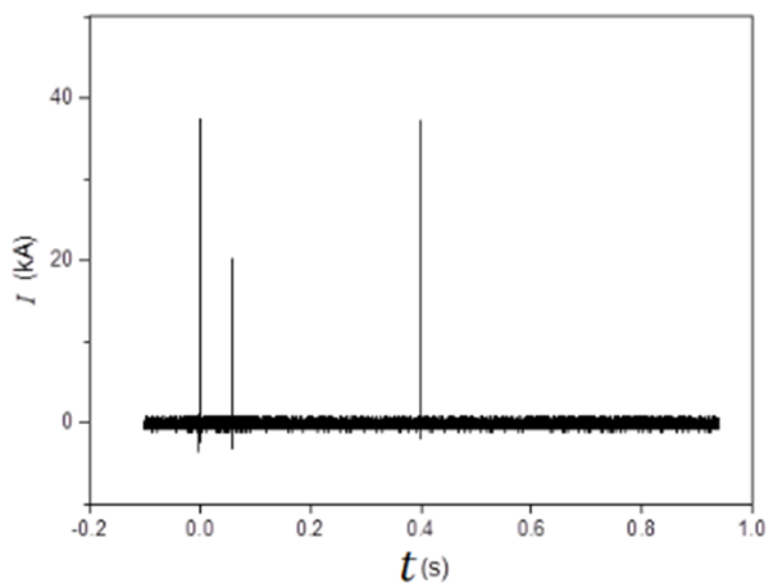
### 6.4.2 合格判定

合格判定的要求如下：

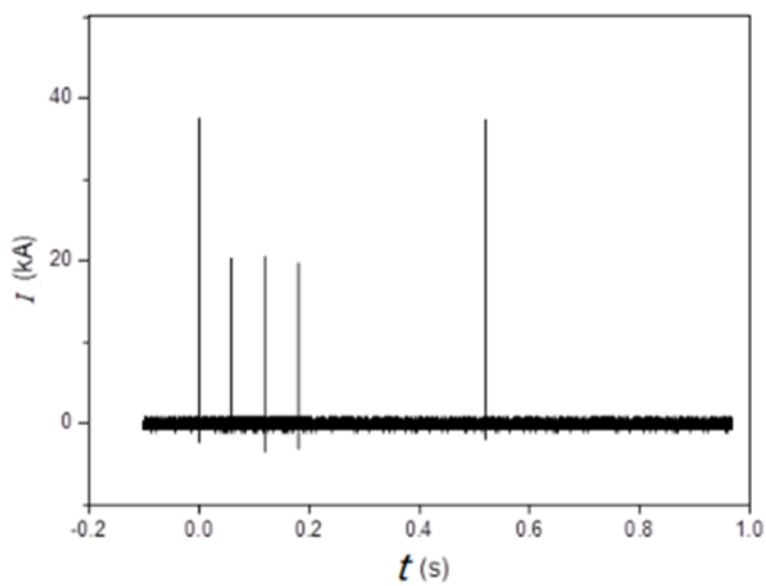
- a) 试验过程中应没有发生可见的损坏。试验后，检查发现的细小的凹痕或裂缝如不影响防直接接触，则可以忽略，除非无法保持防护等级（IP 代码）。试验后，试品上不应有燃烧的痕迹。计数器的显示器应正常显示。
- b) 试验后计数器的记数应等于脉冲个数。
- c) 检查计数器的最小放电电流计数试验应正常记数，试验按照 GB/T 33588.6—2020 中的 6.6.2 进行。
- d) 检查计数器的阈值应不记数，试验按照 GB/T 33588.6—2020 中的 6.6.3 进行。

附录 A  
(规范性)  
多脉冲试验分类波形

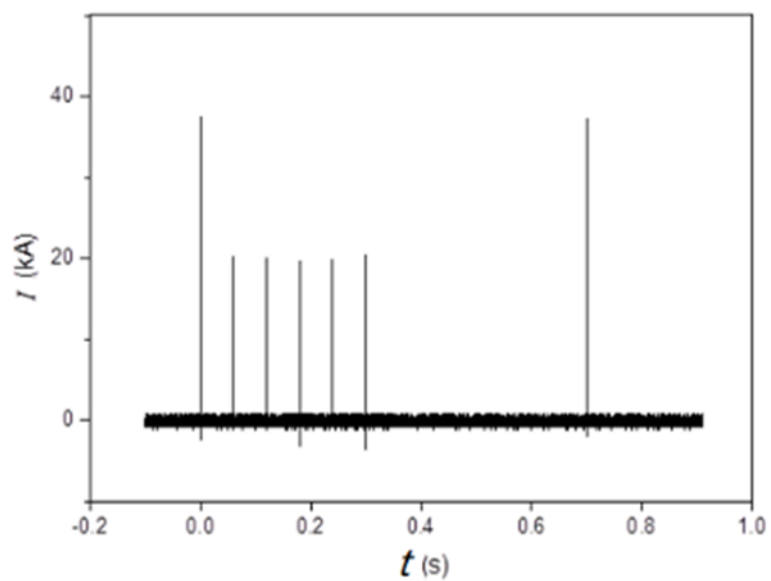
不同试验分类的多脉冲波形如下图。



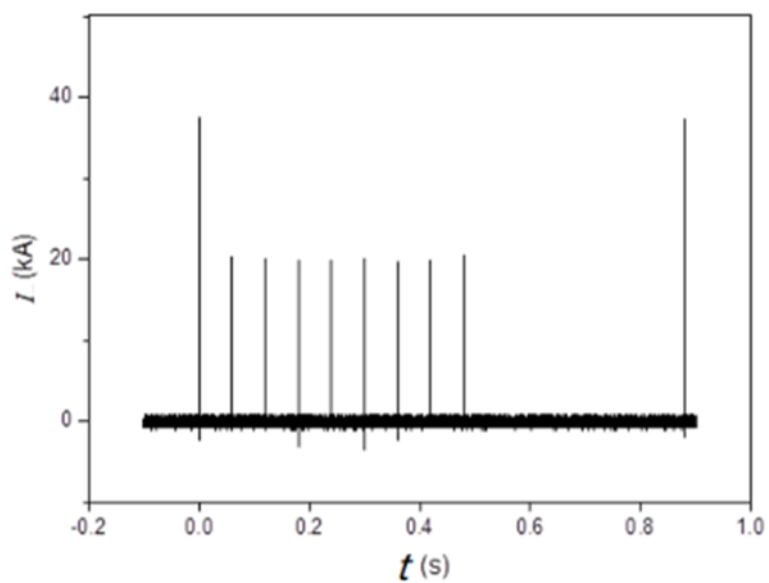
图A.1 三脉冲波形



图A.2 五脉冲波形



图A.3 七脉冲波形



图A.4 推荐十脉冲波形

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求（IEC 60060-1:2010,MOD）
- [2] IEC 61643.11—2011/additional test 2PFG2634 低压电涌保护器（SPD）第11部分：低压电源系统的电涌保护器性能要求和试验方法-附加试验要求和试验方法
- [3] GB/T 18802.11-2020 低压电涌保护器（SPD）第11部分：低压电源系统的电涌保护器性能要求和试验方法
- [4] GB/T 33588.6-2020雷电防护系统部件LPSC第6部分：雷击计数器LSC的要求
- [5] NB/T 42150-2021 低压电涌保护器专用保护装置

中国气象服务协会