

ICS 29.240.01
F 20

T/CES 064—202X



团 体 标 准

T/CES 064—202X

6kV~20kV 电容分压式取电装置技术规范

**Technical specification of capacitive high voltage energy harvesting power
supply for rated voltages above 6kV and up to and including 20kV**

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目录

前	言	1
1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	使用条件	2
	4.1 温度和湿度	2
	4.2 海拔高度	2
	4.3 耐污秽等级	2
	4.4 日照辐射	2
	4.5 风力	2
	4.6 地震	2
	4.7 系统接地	2
5	技术要求	2
	5.1 额定参数	2
	5.2 绝缘要求	3
	5.3 温升限值	4
	5.4 功能要求	4
	5.6 性能要求	4
	5.7 谐波影响试验	4
	5.8 可靠性要求	4
6	结构要求	4
	6.1 机械强度要求	4
	6.2 结构材质要求	4
	6.3 外观要求	4
	6.4 防护等级	5
	6.5 接线端子	5
	6.6 铭牌	5
	6.7 接口要求	5
7	试验方法	5
	7.1 外观检查	5
	7.2 交流耐受电压试验	5
	7.3 局部放电试验	6
	7.4 功能及性能试验	6
	7.5 冲击电压试验	7
	7.6 高低温试验	7
	7.7 交变湿热试验	7
	7.8 盐雾试验	8
	7.9 日照辐射试验	8
	7.10 防护等级试验	8
	7.11 防火阻燃试验	8
	7.12 振动试验	8
	7.13 可靠性试验	9
	7.14 谐波误差试验	9
8	检验规则	9
	8.1 试验分类	9
	8.2 出厂试验	9
	8.3 型式试验	9
	8.4 出厂试验和型式试验项目	9
9	包装、运输、安装与运维	10

附录 A (资料性附录) 电容分压式取电装置原理图	11
附录 B (资料性附录) 功能性能试验接线示意图	13
附录 C (规范性附录) 可靠性验证试验 (加速寿命)	14
附录 D (规范性附录) 高加速寿命试验	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。

本文件代替 T/CES 064-2021《6kV-20kV 电容分压式取电装置技术规范》，与 T/CES 064-2021 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“35kV 电容分压式取电装置可参照执行”的说明，将“试验项目和实验方法”修改为更准确的“试验方法、检验规则”（见第1章，2021年版的第1章）；
- b) 增加了引用标准 GB/T29309-2012、GB/T32856-2016，删除了 GB311.1-2012、GB/T2900.19-2008、GB/T5096、GB/T13540-2009、GB/T17626 等引用标准。（见第2章，2021年版的第2章）；
- c) 增加了“额定输出负载”、“输出空载保护”、“对地工作电流”定义，修改了“额定输出功率”“输出短路保护”的定义（见第3章，2021年版的第3章）；
- d) 增加了“对地工作电流不大于10mA”条款（见第5.1.6）；
- e) 修改了一次额定电压、额定输出功率要求（见5.1.1、5.1.4，见2021年版的5.1）；
- f) 修改了二次回路绝缘耐受电压、局部放电水平要求（见5.2，见2021年版的5.2）；
- g) 增加了温升限值推荐性要求（见5.3，见2021年版的5.3）；
- h) 删除了极性要求（见第5章，2021年版的5.4）；
- i) 修改了功能要求、性能要求（见5.5、5.6，见2021年版的5.5、5.6）；
- j) 增加了“射频电磁场辐射抗扰度要求”“可靠性要”（见第5章）；
- k) 删除了关于端子螺纹直径相关要求（见6.1，2021年版的6.1）；
- l) 修改了结构材质要求、防护等级要求（见6.2、6.4，见2021年版的6.2、6.4）；
- m) 增加了分体式结构3芯航插要求，删除了“4芯航插”及相关要求（见6.7，2021年版的6.7、附录A）；
- n) 增加了仪表准确度等级、对地工作电流测量、试验电源总谐波失真的要求，-40℃和70℃环境下额定输出功率试验要求，新增对地工作电流试验、工作电压试验、短路保护功能试验、过压保护功能试验，修改了输出功率试验、输出空载保护试验（见7.4，见2021年版的7.4、附录B）；
- o) 修改了冲击电压试验“施加极性顺序”“试验次数”（见7.5，见2021年版的7.5）；
- p) 修改了高低温试验“温度保持时间”（见7.6，见2021年版的7.6）；
- q) 新增可靠性试验，明确可靠性试验需按附录C 加速寿命试验和附录D 高加速寿命试验 执行（见7.13）；
- r) 新增谐波误差试验，明确了谐波误差试验的具体方法和限值（表6、表7）（见7.14）；
- s) 新增可靠性试验和谐波误差试验作为试验项目，“防护等级试验”和“防火阻燃试验”增加了“（委托）”标注，增加了注：“户外产品出厂试验不做交流耐压湿试验”（见8.4）；
- t) 修改了d) 款中无包装长期贮存的温度范围（见第九章）；
- u) 新增可靠性试验，明确可靠性试验需按附录C和D执行（见7.13）；

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。本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会配电开关设备智能化工作组归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2021年首次发布为 T/CES 064-2021；

——本次为第一次修订。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电工技术学会（北京市西城区莲花池东路102号，100045）。

6kV~20kV 电容分压式取电装置技术规范

1 范围

本文件规定了电容分压式取电装置的使用条件、技术要求、结构要求、试验方法、检验规则、包装、运输、安装与运维的要求。

本文件适用于 6kV~20kV 电容分压式原理获取电能的取电装置。35kV 电容分压式取电装置可参照执行。

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 156 | 标准电压 |
| GB/T 191 | 包装储运图示标志 |
| GB/T 2423.1 | 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A:低温 |
| GB/T 2423.2 | 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B:高温 |
| GB T 2423.4-2008 | 电工电子产品环境试验 第2部分_试验方法 试验 Db_交变湿热（12h+12h 循环） |
| GB/T 2423.10-2008 | 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc: 振动（正弦） |
| GB/T 2423.17-2008 | 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka 盐雾 |
| GB/T 2423.24-2013 | 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Sa 模拟地面上的太阳辐射及其试验导则 |
| GB/T 4208-2017 | 外壳防护等级（IP 代码）（IEC 60529: 2001, IDT） |
| GB/T 5169.16-2008 | 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W 水平与垂直火焰试验方法 |
| GB/T 7354-2018 | 高电压试验技术 局部放电测量 |
| GB/T 11022-2020 | 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求 |
| GB/T 16927.1-2011 | 高电压实验技术 第1部分：一般实验要求 |
| GB/T 20840.1-2010 | 互感器 第1部分：通用技术要求 |
| GB/T 32856-2016 | 高压电能表通用技术要求 |
| GB/T 29309-2012 | 电工电子产品加速应力试验规程 高加速寿命试验导则 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电容分压式取电装置 **Electrical fetching device with capacitance partial voltage structure**

采用电容分压原理在电力线路上获取电能，给二次装置提供电源的一种供电装置。

3.2

额定电压因数 **Rated voltage factor**

在规定时间内能满足热性能和输出功率的最大电压与一次额定电压的比值。

3.3

额定输出功率 **Rated output power**

在额定电压、额定频率下装置能够持续稳定输出的最大功率值。

3.4

额定输出负载 **Rated output load**

在额定电压、额定频率、额定输出功率下装置能够持续稳定输出的阻抗值。

3.5

输出短路保护 **Output short circuit protection**

装置在正常工作情况下，二次输出回路发生短路时，能够保护装置不发生损坏的功能。

3.6

输出空载保护 **Output no-load protection**

作装置在正常工作情况下，二次输出回路发生开路时，能够保护装置不发生损坏的功能。

3.7

对地工作电流 **Earth fault current**

在额定电压、额定频率下，从一次母线上流经取电装置回路的电流。

4 使用条件

4.1 温度和湿度

产品按使用环境温度分为三类，不同类型产品的使用应符合相应环境温度和湿度的规定：

- a) I类：5°C~55°C；
- b) II类：25°C~40°C；
- c) III类：40°C~70°C。

户外型产品在使用环境 1 个月内测得的平均相对湿度不大于 90%；户内型产品在使用环境 24h 内测得的平均相对湿度不大于 90%。

4.2 海拔高度

- a) 气密型：不作规定；
- b) 普通型：不超过 1000m；
- c) 高原型：不超过 4000m。

注：气密型产品不规定海拔高度，注意在进行交流耐压试验、冲击电压试验和局部放电试验时应把试品置于规定的气密环境中。

4.3 耐污秽等级

- a) 气密型：I 级；
- b) 户内型：II 级；
- c) 户外型：IV 级。

污秽等级分类按 GB/T 4796—2017 的规定。

4.4 日照辐射

产品按耐受日照辐射程度分为两类，不同类型产品的使用应符合相应日照辐射程度的规定：

- a) 户内型：无要求；
- b) 户外型：日照幅射达到 1000W/m²（晴天中午）时应予以考虑。

4.5 风力

产品按耐受风力级别分为两类，不同类型产品的使用应符合相应风力级别的规定：

- a) 普通型：风速不超过 34m/s（相当于圆柱表面上的 700Pa）；
- b) 增强型：1min 平均风压超过 700Pa。

4.6 地震

产品耐受地震烈度为 8 级。

4.7 系统接地

中性点有效接地系统及中性点非有效接地系统均可使用。

5 技术要求

5.1 额定参数

5.1.1 一次额定电压

一次额定电压标准值为 $6/\sqrt{3}$ kV、 $10/\sqrt{3}$ kV、 $20/\sqrt{3}$ kV。

5.1.2 二次额定电压

推荐二次额定电压标准值参照 GB/T 156—2017 中表 7 的标称电压，宜选择 AC 24V、DC 6V、DC 24V、DC 36V 其中一个或者多个，也可由制造厂与用户协商确定。

5.1.3 额定频率

额定频率为 50Hz。

5.1.4 额定电压因数

表 1 列出了与各种接地条件相对应的额定电压因数标准值及在最高运行电压下的允许持续时间（即额定时间）。

表 1 额定电压因数

额定电压因数	额定时间	端子连接方式和系统接地方式
1.2	连续	中性点有效接地系统中的相与地之间
1.5	30s	
1.2	连续	带有自动切除对地故障装置的中性点非有效接地系统中的相与地之间
1.9	30s	
1.2	连续	无自动切除对地故障装置的中性点绝缘系统或无自动切除对地故障装置的共振接地系统中的相与地之间。
1.9	8h	

5.1.5 额定输出功率

在额定电压、额定频率、额定负载条件下，推荐电容分压式取电装置输出功率，交流额定标准值（VA）为：5、10、15 等，直流额定标准值（W）为：5、10、15 等。

在 90%额定电压条件下，取电模块的功率应不小于额定功率的 80%。

5.1.6 对地工作电流

取电模块在一次额定电压、额定负载条件工作时，其任意相对地工作电流有效值应不大于 10mA。

5.2 绝缘要求

5.2.1 一次回路绝缘水平

电容分压式取电装置一次回路绝缘水平按表 2 的规定。

表 2 一次回路绝缘水平

额定电压 U_n kV（有效值）	设备最高电压 U_m kV（有效值）	工频耐受电压 U_d kV（有效值）	雷电冲击耐受电压 U_p kV（峰值）	截断雷电冲击耐受电压 LIC kV（峰值）
$6/\sqrt{3}$	7.2	30	60	65
$10/\sqrt{3}$	12	42	75	85
$20/\sqrt{3}$	24	65	125	140

注：如果用于开关设备，应考虑耐受开关设备的断口耐受电压。

5.2.2 二次回路绝缘耐受电压

电容分压式取电装置一次与二次之间需电气隔离，二次回路与箱壳、夹件等元件及地之间的耐受电压为 2kV/1min。

5.2.3 绝缘电阻

电容分压式取电装置一次回路对二次回路、对地的绝缘电阻在施加 DC2500V/1min 的情况下不低于 1000 MΩ。

5.2.4 局部放电水平

电容分压式取电装置局部放电试验电压及局放量限值按表 3 的规定。

表 3 局部放电试验电压及局放量限值

设备最高电压（方均根值）kV	预加电压（方均根值）kV	测量电压（方均根值）kV	局部放电允许水平 pC	测量电压（方均根值）kV	局部放电允许水平 pC
U_m	$0.8U_d$	$1.2U_m$	≤ 10	$1.2U_m/\sqrt{3}$	≤ 5

5.3 温升限值

在额定电压、额定频率下，电容分压式取电装置应在空载和额定输出功率下分别进行温升试验，试验后装置各部分表面的温升不超过 GB/T 20840.1—2010 中表 6 的要求，整体温升宜不大于 45K。

5.4 功能要求

短路保护：应具有短路保护功能。当输出端发生短路故障时，应能迅速断开输出电压等方式进行故障保护，短路故障消除后能自动恢复工作。

过压保护：应具有过压保护功能。装置在 1.9 倍额定电压和耐压超过规定工作电压时，应能迅速断开输出电压或对输出电压幅值进行限制。在输入电压恢复到规定工作电压时能自动恢复工作。

5.6 性能要求

在一次额定电压、二次额定负载内运行时，电容分压式取电装置标称输出电压允许偏差范围为：交流输出 $-20\% \sim +20\%$ ，直流输出 $-10\% \sim +10\%$ 。

在一次电压 0.9-1.9 倍额定电压下，二次分别在空载和额定负载时，输出电压允许偏差范围为 $-20\% \sim +40\%$ 。

5.7 谐波影响试验

电容分压式取电装置电源在 50Hz~300Hz 的谐波影响下，交流输出 $-20\% \sim +20\%$ ，在大于 300Hz 的谐波影响下，交流输出 $-10\% \sim +10\%$ 。

5.8 可靠性要求

装置的年平均失效率水平标准值为 0.2%。

6 结构要求

6.1 机械强度要求

表面金属部件的镀层、漆层应均匀、牢固，内部部件应可靠固定；应能承受正常运输、安装、振动的载荷作用。接线端子应有清晰易见的标志或留出标识位置。

6.2 结构材质要求

电容分压式取电装置为固体绝缘结构，阻燃等级至少满足 GB/T5169.16-2008 中阻燃等级为 V0 级的要求，应能保证在规定使用条件下不发生爆裂和燃烧危险。

6.3 外观要求

电容分压式取电装置的绝缘表面不应有裂纹、起泡、脱落等缺陷，并具有憎水性。

6.4 防护等级

电容分压式取电装置若配置有连接器，其防护等级（IP）应符合以下规定：

- a) 户外型产品不低于 GB/T4208-2017 的 IP67 要求；
- b) 户内型产品不低于 GB/T4208-2017 的 IP54 要求。

6.5 接线端子

电容分压式取电装置，采用分体结构形式时接线端子应有清晰易见的标志，单相电压或三相电压的一次端子用 X 标志，一次接地端子用 E 或接地符号“ \perp ”标志，二次电压端子交流用 AC1、AC2 标志；直流用 DC+、DC- 标志，接地用 GND 标志。

电容分压式取电装置使用有绝缘外套的电缆引出，芯线截面按二次输出容量确定，建议不少 1mm^2 ，长度按用户和制造商约定。

6.6 铭牌

电容分压式取电装置应有牢固可见的表面铭牌，铭牌内容应包括：

- a) 制造厂名或商标。
- b) 产品型号。
- c) 二次输出容量。
- d) 一次额定电压和二次额定电压。
- e) 产品顺序号和制造年月，顺序号还应标志在产品壳体上易观察的位置。
- f) 如有必要，铭牌上还应增加以下部分或全部内容：
 - 1) 额定频率；
 - 2) 额定绝缘水平；
 - 3) 使用环境（户内、户外或气密型）。
 - 4) 产品制造所依据的标准代号

6.7 接口要求

电容分压式取电装置，采用分体结构形式时须采用 3 芯航插连接，用于电压信号输出，接口定义见表 4。内置结构或一体式结构可制造厂与用户协商确定。

表 4 3 芯电压信号接口定义表（单相电源输出接口）

引脚号	标记	标记说明	电缆规格	备注	图示
1	AC1/DC+	AC 输出/DC+输出正	RVVP1.5mm ²		
2	AC2/DC-	AC 输出/DC-输出负	RVVP1.5mm ²		
3	GND	大地	RVVP1.5mm ²		

7 试验方法

7.1 外观检查

外观检查项目主要包括：

- a) 检查产品表面金属部件镀层、漆层是否均匀、牢固，内部部件是否可靠固定，一次与接地端子的螺纹直径是否符合 6.1 规定；
- b) 检查产品的绝缘表面是否有裂纹、起泡、脱落等缺陷，是否符合 6.3 规定；
- c) 检查产品配置的连接器的（若有）是否符合 6.4 规定；
- d) 检查产品的接线端子和二次引线是否符合 6.5 规定；
- e) 检查产品的铭牌是否符合 6.6 规定。

7.2 交流耐受电压试验

产品的交流耐受电压试验按 GB/T 16927.1—2011 中第 6 章的规定进行，试验频率 50Hz。试验电压应从接近于零的某个值在 10s~20s 内逐渐地升高至耐压值的 75%，停留约 10s 后继续均匀地在 10s~20s 内升到规定值，并在规定值保持 1min。试验中应避免试验电源的突然接通和分断。试验过程中应无击穿或闪络等放电现象产生。

湿试验（仅针对户外型产品开展）按 GB/T 16927.1—2011 中的 4.4 规定操作，适宜产品于淋雨试验状态。

试验程序参见 GB/T 16927.1—2011 中的 4.4.2 和 4.4.3。进行湿试验时，允许闪络一次，但在重复试验时不应再发生闪络。

7.3 局部放电试验

局部放电试验使用的设备和试验方法应符合 GB/T 7354—2018 的要求。测得的局部放电量，可参照 5.2 局部放电水平要求。

7.4 功能及性能试验

7.4.1 试验方法

使用可调电压源、升压变压器、标准电压互感器、对地工作电流传感器、电子负载、短路开关、输出电流传感器、标准表、温度传感器设备构建功能及性能试验系统，试验接线如附录 B 所示。试验时通过调节电容分压式取电装置的输入电压和输出负载，监视电容分压式取电装置的对地工作电流、输出电压、输出功率、温升，并与技术要求进行对比。

7.4.2 试验要求

(1) 仪表准确度等级要求

用于电容分压式取电装置检测的标准表的基本误差不应大于被测量准确等级的 1/4，推荐标准表的基本误差不应大于被测量准确等级的 1/10。标准仪表应有一定的标度分辨力，使所取得的数值等于或高于被测量准确等级的 1/5。

(2) 对地工作电流测量要求

对地工作电流测量时，所采用的电流互感器带宽不应小于 5kHz，标准表的采样率应不小于 50kHz，且计算结果为取电电流的真有效值。

(3) 对试验电源的要求

用于给取电装置供电的试验电源总谐波失真不应大于 3%。

7.4.3 额定输出功率试验

- (1) 调节可调电压源输出为电容分压式取电装置的输入额定值；
- (2) 调节电子负载，使标准表监测的取电装置输出功率为额定输出功率值；
- (3) 标准表监测的取电装置输出电压运行偏差应满足 5.6 的要求；
- (4) 调节可调电压源输出为电容分压式取电装置的输入额定值的 90%；
- (5) 调节电子负载，使标准表监测的取电装置输出功率不小于额定输出功率值的 80%；
- (6) 标准表监测的取电装置输出电压运行偏差应满足 5.6 的要求；
- (7) 上述两次测量均满足要求则试验通过；
- (8) 试验应在正常温度、最低温度和最高温度三种环境下分别进行。

7.4.4 对地工作电流试验

- (1) 调节可调电压源输出为电容分压式取电装置的输入额定值；
- (2) 调节电子负载，使标准表监测的取电装置输出功率为额定输出功率值；
- (3) 标准表监测的对地工作电流应满足 5.1.6 的要求。

7.4.5 额定电压因数试验

- (1) 按照 5.1.4 额定电压因数的要求调节可调电压源输出；
- (2) 调节电子负载，使标准表监测出的取电装置输出功率为额定输出功率值；
- (3) 在额定时间内，标准表监测的取电装置输出电压运行偏差应满足 5.6 的要求。

7.4.6 温升限值试验

- (1) 调节可调电压源输出为电容分压式取电装置的输入额定值；
- (2) 调节电子负载值为 0，电容分压式取电装置空载运行；
- (3) 温升稳定后，标准表监测的取电装置温升限值满足 5.3 要求；
- (4) 调节电子负载，使标准表监测的取电装置输出功率为额定输出功率值；
- (5) 温升稳定后，标准表再次监测取电装置的温升限值满足 5.3 要求。
- (6) 上述两次测量均满足要求则试验通过。

7.4.7 短路保护功能试验

- (1) 调节可调电压源输出为电容分压式取电装置的输入额定值；
- (2) 调节电子负载，使标准表监测的取电装置输出功率为额定输出功率值；
- (3) 控制短路开关 K 闭合，模拟装置输出端发生短路故障；
- (4) 控制短路开关 K 分开，模拟短路故障消除，通过标准表监测的取电装置输出电压偏差应满足 5.6 的要求。

7.4.8 过压保护功能试验

- (1) 调节可调电压源输出为电容分压式取电装置的输入额定值；
- (2) 调节电子负载，使标准表监测的取电装置输出功率为额定输出功率值；
- (3) 调节可调电压源至 5.4 要求的过压值，模拟装置超过规定工作电压，通过标准表监测的取电装置输出电压应能可靠断开或满足 5.6 要求的运行偏差值；
- (4) 调节可调电压源至电容分压式取电装置的额定值，模拟输入电压恢复到规定工作电压，通过标准表监测的取电装置输出电压偏差应满足 5.6 的要求。。

7.5 冲击电压试验

产品的冲击电压试验使用 GB/T 16927.1—2011 中 6.2 和 7.2 规定的标准电压波形，实际试验波形与标准波形的偏差应符合 GB/T 16927.1—2011 中 6.1.5 和 7.1.4 的要求。

试验时应使用符合 GB/T 16927.2—2013 中第 9 章认可的测量装置来测量试验电压峰值和冲击电压波形。冲击耐受电压下波形对参考电压下波形的变异，可以作为绝缘损坏的判断依据。

对产品施加每一极性连续冲击，施加顺序为 15 次正极性，2 次负极性，2 次截波，13 次负极性。峰值等于 5.2 规定值的雷电冲击电压。试验时接地端子及底座以及没有施加电压的端子应接地。

试验中如果没有发生击穿或闪络，则认为产品试验合格。

7.6 高低温试验

7.6.1 高温试验

试验程序按 GB/T 2423.2—2008 的相关要求，并在下列条件下进行：

- a) 试验 Bb；
- b) 温度：按本文件 4.1 的规定，偏差不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 温度保持时间：6h。

试品按正常状态通电运行，达到规定温度并保持 6h 后，按 7.4 要求进行功能及性能试验；恢复到 $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 并至少放置 6h 后，再按 7.4 要求进行功能及性能试验。

7.6.2 低温试验

试验程序按 GB/T 2423.1—2008 的相关要求，并在下列条件下进行：

- a) 试验 Ab；
- b) 温度：按本文件 4.1 的规定，偏差不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 温度保持时间：6h。

试品按正常状态通电运行，达到规定温度并保持 6h 后，按 7.4 要求进行功能及性能试验；恢复到 $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 并至少放置 6h 后，再按 7.4 要求进行功能及性能试验。

7.7 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4—2008 的规定，在下列条件下进行：

- 试品在非工作状态；
- 交变方式：方法 1；
- 上限温度：按本文件 4.1 的规定，偏差不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 不采取特殊措施排除表面潮气；
- 循环次数：6 个周期此项试验结束后 24h，试品应经受下列试验：
- 按 7.2 进行交流耐压试验，试验电压为交流耐压的 80%；
- 功能/性能试验合格；
- 目测检查，应无可见的影响功能特性的腐蚀痕迹。

7.8 盐雾试验

试验按 GB/T 2423.17—2008，在下列条件下进行：

- 试品在非工作状态；
- 盐液浓度： $(5\pm 1)\%$ ；
- 试验箱内温度： $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 试验 Ka，共进行 96h。

试验后试品应接受目测检验，外观特别是标志的清晰度应无改变，应无可见的影响功能特性的腐蚀痕迹，并能通过按 7.2 进行的交流耐压试验，试验电压为交流耐压的 80%。

7.9 日照辐射试验

对户外型产品进行日照辐射试验。试验按 GB/T 2423.24—2013 的规定，在下列条件下进行：

- 试品在工作状态；
- 试验程序 A（照光 8h，遮暗 16h）；
- 上限温度： $55^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；
- 试验时间：10 个循环（10 天）。

此项试验结束后 24h，试品应经受下列试验：

- 目测检查，外观特别是标志的清晰度应无改变；
- 按 7.2 进行交流耐压试验合格，试验电压为交流耐压的 80%；
- 按 7.3 进行局部放电试验，应满足限值要求；
- 按 7.4 进行功能及性能试验，检验是否符合要求。以上试验只要有一项不合格，即认为日照辐射试验不合格。

7.10 防护等级试验

根据 IP 防护等级按 GB/T 4208—2017 的要求进行安全和防尘防水试验。

7.11 防火阻燃试验

按 GB/T 5169.16—2008 中第 9 章进行 6.1 章节机械要求开展垂直燃烧试验。

7.12 振动试验

振动试验按 GB/T 2423.10—2008 的规定，在下列条件下进行：

- 试品在工作状态下，无包装；
- 试验 Fc；
- 位移幅值：1.5mm；
- 加速度幅值： 5m/s^2 ；
- 振动频率：1Hz~35Hz；
- 施加方向：垂直方向（z 轴），横向（x 轴），纵向（y 轴）；
- 作用时间：每个方向上的振动时间不少于 10min，总计不少于 30min。

此项试验结束后 24h，试品应经受下列试验：

- 目测检查，试品不应有机械损伤，内部各配合件及紧固件不应有松动、变形和断裂；
- 按 7.2 进行交流耐压试验合格，试验电压为交流耐压的 80%；
- 按 7.3 进行局部放电试验；
- 按 7.4 进行功能及性能试验。

以上试验只要有一项不合格，则即认为振动试验不合格。

7.13 可靠性试验

装置的年平均失效率水平,具体试验方法见附录 C,
快速评估装置寿命,具体试验方法见附录 D

7.14 谐波误差试验

按照表 5 为装置施加每一个规定谐波频率的一次电流。每一个频率下的幅值误差和相位误差由基准与被试装置相比较进行计算。误差应在相应准确级的限值以内,见表 6。

表 5 谐波误差试验电流

谐波电流幅值(百分数)%	
$50\text{Hz} \leq f < 300\text{Hz}$	$f \geq 300\text{Hz}$
10	5

表 6 谐波误差限值

比值差(+/-)%			相位差(+/-)(°)		
在下列频率下			在下列频率下		
$(0.05 \leq f < 1)$ kHz%	$(1 \leq f < 1.5)$ kHz%	$(1.5 \leq f < 3)$ kHz%	$(0.05 \leq f < 1)$ kHz%	$(1 \leq f < 1.5)$ kHz%	$(1.5 \leq f < 3)$ kHz%
10	20	20	10	20	20

8 检验规则

8.1 试验分类

电容分压式取电装置试验分为出厂试验和型式试验两类。

8.2 出厂试验

产品出厂前,制造厂检验部门按本文件及有关技术文件逐台进行试验,试验合格产品应打印加封。

8.3 型式试验

8.3.1 型式试验

型式试验是为验证产品的性能及指标是否达到设计要求而进行的试验。在新产品投产前及在产品的结构、工艺或主要原材料有所改变,可能影响其符合本文件和产品技术条件要求时应进行型式试验。

参与型式试验的试品应是已经进行过全部出厂试验项目并且合格的新产品。

8.3.2 试验的分组

送交试验的试品数量不少于 2 台。应先完成出厂试验项目,再进行附加项目试验。除交变湿热试验、盐雾试验和日照辐射试验外,其余试验项目应在同一台试品上进行。当试品通过表 5 所有项目试验,才认为该产品的型式试验合格,否则认为型式试验不合格。

8.4 出厂试验和型式试验项目

出厂试验和型式试验包括的项目在表 7 中规定。

表 7 出厂试验和型式试验项目

序号	试验项目	出厂试验	型式试验	标准条文	规范性标准
1	外观检查	√	√	7.1	
2	交流耐受电压试验户外产品湿试验	√	√	5.2、7.2	GB/T 16927.1—2011
3	局部放电试验	√	√	5.2、7.3	GB/T 7354—2018
4	功能试验	√	√	5.5、7.4	
5	性能试验	√	√	5.6、7.4	
6	冲击电压试验		√	5.2、7.5	GB/T 16927.1—2011
7	高低温试验		√	4.1、7.6	
8	户外型产品交变湿热试验		√	4.1、7.7	GB/T 2423.4—2008
9	户外型产品盐雾试验		√	4.3、7.8	GB/T 2423.17—2008
10	户外型产品日照辐射试验		√	4.4、7.9	GB/T 2423.24—2013
11	防护等级试验（委托）		√	7.1	GB/T 4208—2017
12	防火阻燃试验（委托）		√	7.11	GB/T 5169.16—2008
13	振动试验		√	7.12	GB/T 2423.10—2008
14	可靠性试验		特殊试验	5.8、7.13	
15	谐波误差试验		√	5.7、7.14	
注：户外产品出厂试验不做交流耐压湿试验					

9 包装、运输、安装与运维

包装、运输、安装与运维应满足如下规定：

- a) 电容分压式取电装置的包装应保证产品在运输过程中不因正常的运输颠簸和装卸而损坏，在运输和贮存时不受雨淋。
- b) 包装箱的标志应符合 GB/T 191—2008 的规定。
- c) 产品应有下列出厂文件：
 - 1) 产品合格证；
 - 2) 出厂试验报告；
 - 3) 安装使用说明书：内容应包括产品的电路原理图，交接试验、安装、运行以及维护的注意事项。叙述语言应具备可操作性，内容应具有完备性，不会因为内容缺失或错误影响产品正确使用；
 - 4) 备件和附件明细表；
 - 5) 售后服务实施说明；
 - 6) 出厂文件应妥善包装，防止受潮。
- d) 在无包装状态下长期贮存时，应放置在室内，温度为 5℃~35℃，空气相对湿度不大于 80%，且在空气中不应有引起腐蚀的有害气体和其他有害介质。
- e) 安装时设备需可靠接地，接地电阻大小应负荷开关接地标准

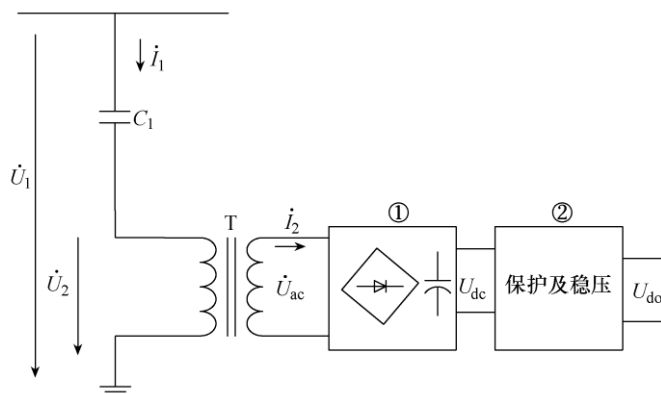
附录 A

(资料性附录)

电容分压式取电装置原理图

A.1 C—L 方式

采用电容—电感分压 (C—L) 方式的取电电路原理图如图 A.1 所示。



图中:

C_1 ——高压臂分压电容;

T——取电变压器;

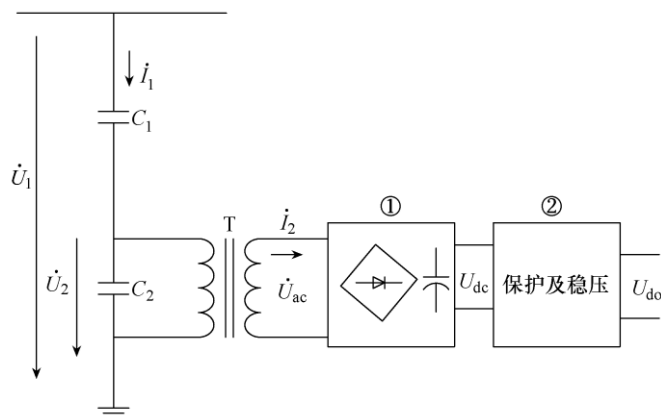
框①——整流与滤波;

框②——保护及稳压滤波。

图 A.1 C—L 方式取电原理接线图

A.2 C—CL 方式

采用电容分压 (C 用 CL) 方式的取电电路原理图如图 A.2 所示。



图中:

C_1 ——高压臂分压电容;

C_2 ——低压臂分压电容;

T——取电变压器;

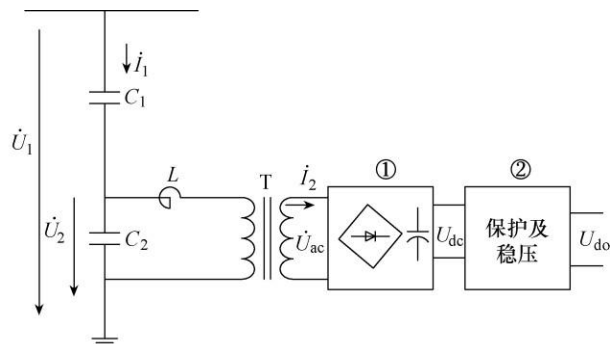
框①——整流与滤波;

框②——保护及稳压滤波。

图 A.2 电容分压式取电原理接线图

A.3 CVT 方式

采用电容式电压互感器（CVT）方式的取电电路原理图如图 A.3 所示。



图中： C_1 ——高压臂分压电容； C_2 ——低压臂分压电容；

L ——谐振电感； T ——中间变压器；

框①——整流与滤波；框②——保护及稳压滤波。

图 A.3 电容式电压互感器（CVT）取电原理接线图

附录 B

(资料性附录)

功能性能试验接线示意图

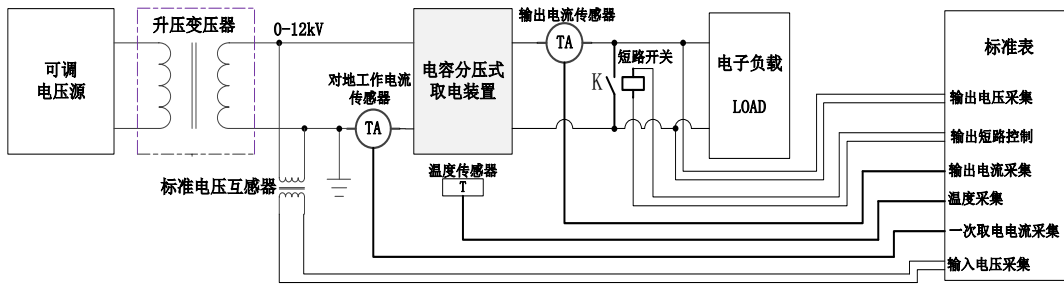


图 B.1 功能性能试验接线示意图

附录 C

(规范性附录)

可靠性验证试验（加速寿命）

C.1 总则

本附录用于实验室通过加速老化试验方法验证按本文件制造的产品的可靠性是否达到年失效率 0.2%。

本附录的统计方法参照 GB/T 32856—2016《高压电能表通用技术要求》的附录 C“可靠性验证试验统计方案和可靠性参数估计”。

C.2 试验条件

- a) 电压：一次额定电压 U_n ；
- b) 温度：恒定温度应力 90°C ；
- c) 加速系数：按照标准 GB/T 34986-2017 规定的阿伦尼斯模型计算，

$$AF = \exp\left[\frac{Ea}{k}\left(\frac{1}{T_{Field}} - \frac{1}{T_{Test}}\right)\right] = \exp\left[\frac{Ea}{k}\left(\frac{1}{40 + 273} - \frac{1}{90 + 273}\right)\right] = 36$$

式中：

AF —加速系数；

Ea —激活能，一般来说，激活能的值在 $0.3\text{eV}\sim 1.2\text{eV}$ 之间。本文推荐采用国际经验值 0.7eV ；

k —玻尔兹曼常数 ($8.617385 \times 10^{-5}\text{eV/K}$)；

T —绝对温度，单位为开尔文 (K)。

C.3 试品数量

15 只。

C.4 试验时间

进行 3 个月加速寿命试验，等效 108 个月试验，15 台共 1620 个月合 135 年。

C.5 失效判据

试验过程中，输出电压或取电功率的变差超过 $\pm 20\%$ 。

(输出电压或取电功率低于额定值的 80%。)

C.6 统计分析

C.6.1 计算检验下限

年平均失效率对应的检验下限 $\theta_1 = \frac{0.2231}{\lambda}$ ，取 $\lambda = 0.2\%$ ，并把所得结果取两位有效数字，得到 $\theta_1 = 110$ 年。

C.6.2 设定检验水平

选定试品失效数为 $r = 2$ ，生产方风险 α 和订购方风险 β 均按 0.2 选取。

C.6.3 计算达到拒收要求的累计试验时间 T_1 ：

$$T_1 = \frac{\theta_1}{2} \chi_{1-\alpha, 2r}^2 = \frac{110}{2} \times 0.467 = 24.7 \text{ 年} \quad \dots\dots\dots (\text{C.1})$$

C.6.4 计算达到接收要求的试验时间 T_0 ：

$$T_0 = \frac{\theta_1}{2} \chi_{\beta, 2r}^2 = \frac{110}{2} \times 2.426 = 133.4 \text{年} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

C.6.5 计算累计试验时间 T:

$$T = \sum_{k=1}^m t_k + \sum_{n=m+1}^N t_n \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

m —— 试验中已发生失效的样品数;

t_k —— 第 k 台样品从投运到失效的运行时间;

N —— 试验样品总数;

t_n —— 未发生失效样品从投运到统计截止时的运行时间。

C.6.6 试验结果处理

若累计试验时间 $T = 24.7$ 年, 失效数达到或超过 2, 停止试验并拒收该批产品, 否则继续试验; 当累计试验时间 $T = 133.4$ 年, 失效数不超过 2, 认为符合年失效率 0.2% 要求。

附录 D

(规范性附录)

高加速寿命试验

D.1 低温步进应力试验

按照 GB/T 29309-2012 中第 6.7 节规定的方法进行, 起始温度 -40°C , 步长为 10°C , 温度变化速率不小于 $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 每个台阶温度稳定后保持 15min 进行功能测试。试验过程中, 装置的输出电压和取电功率应正常, 低温工作极限应不小于 -80°C 。

D.2 高温步进应力试验

按照 GB/T 29309-2012 中第 6.8 节规定的方法进行, 起始温度 70°C , 步长为 10°C , 温度变化速率不小于 $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 每个台阶温度稳定后保持 15min 进行功能测试。试验过程中, 装置的输出电压和取电功率应正常, 高温工作极限应不小于 120°C 。

D.3 快速温变循环试验

按照 GB/T 29309-2012 中第 6.9 节规定的方法进行, 低温值为 -80°C , 高温值为 120°C , 温度变化速率不小于 $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 循环 5 次, 在每个循环的高、低温持续期间, 温度稳定后保持 15min 进行功能测试。试验过程中, 装置的输出电压和取电功率应正常。

D.4 振动步进应力试验

按照 GB/T 29309-2012 中第 6.10 节规定的方法进行, 起始振动量级为 10Grms, 步长为 10Grms, 每个台阶振动持续 15min 进行功能测试。试验过程中, 装置的输出电压和取电功率应正常, 振动工作极限应不小于 40 Grms。

D.5 快速温变循环与振动步进综合应力试验

按照 GB/T 29309-2012 中第 6.11 节规定的方法进行, 低温值为 -80°C , 高温值为 120°C , 温度变化速率不小于 $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$; 起始振动量级为 8Grms, 每个温度循环周期中振动量级递增, 步长为 8Grms, 循环 5 次, 在每个循环的高、低温持续期间, 温度稳定后保持 15min 进行功能测试。试验过程中, 装置的输出电压和取电功率应正常。