

# 团 体 标 准

T/GDCKCJH 063—2022

## 超低频耐压测试仪性能要求与检测方法

Performance requirements and testing methods for ultra-low frequency  
withstand voltage testers

2022-11-14 发布

2022-11-15 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 概述 .....	1
5 性能要求 .....	3
6 检测方法 .....	4
附录 A（资料性） 检测报告内容及内页格式 .....	8
附录 B（资料性） 检测报告记录格式 .....	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专利的责任。

本文件由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出并归口。

本文件起草单位：深圳天溯计量检测股份有限公司、深圳市中测计量检测技术有限公司。

本文件主要起草人：龚敏、姚金平、邓军、刘望金、龚佳、黎艳霞、杨轩元、黎丛焕、郭伟炫、周学亮、邱航亮、徐政、刘佳、明瑞海。

本文件为首次发布。

## 引 言

超低频耐压测试仪目前尚无国家标准、行业标准和检测规范，为规范超低频耐压测试仪的性能要求和检测方法，特参考 GB/T 2900.19《电工术语 高电压试验技术和绝缘配合》等制订本文件，作为超低频耐压测试仪生产、检测依据。



# 超低频耐压测试仪性能要求与检测方法

## 1 范围

本文件规定了超低频耐压测试仪的性能要求与检测方法。

本文件适用于用作电力电缆、大型高压旋转电机等交流耐压试验的超低频耐压测试仪的性能检测，其他类似原理的超低频耐压测试仪类设备可参考使用。

## 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 2900.19 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB 4793.1-2007 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求(idt IEC 61010-1:2001)

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

SJ 946 电子测量仪器电气、机械结构基本要求

SJ/T 11384-2008 耐压测试仪通用规范

## 3 术语和定义

JJF 1001-2011、GB/T 2900.19 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**超低频** ultra-low frequency

输出电压频率小于或等于 1 Hz。

### 3.2

**超低频耐压测试仪** ultra-low frequency withstand voltage tester

输出电压的频率小于或等于 1 Hz 的耐压试验装置。

注：主要用于对电力电缆等进行耐压试验及预防性试验，即检查电力电缆的绝缘状况。

## 4 概述

超低频耐压测试仪(以下简称测试仪)通常由升压单元、测量单元及试验组件组成，其工作原理：

对电力电缆等被测试品施加一个按设定速率连续上升的试验电压，直到达到设定值为止；保持试验电压至规定时间(或按设定速率连续上升)，直到被测试品击穿为止，从而确定被测试品的击穿电压值。

测试仪的输出电压波形通常是正弦波。

输出正弦波电压的试验装置如图 1 所示。

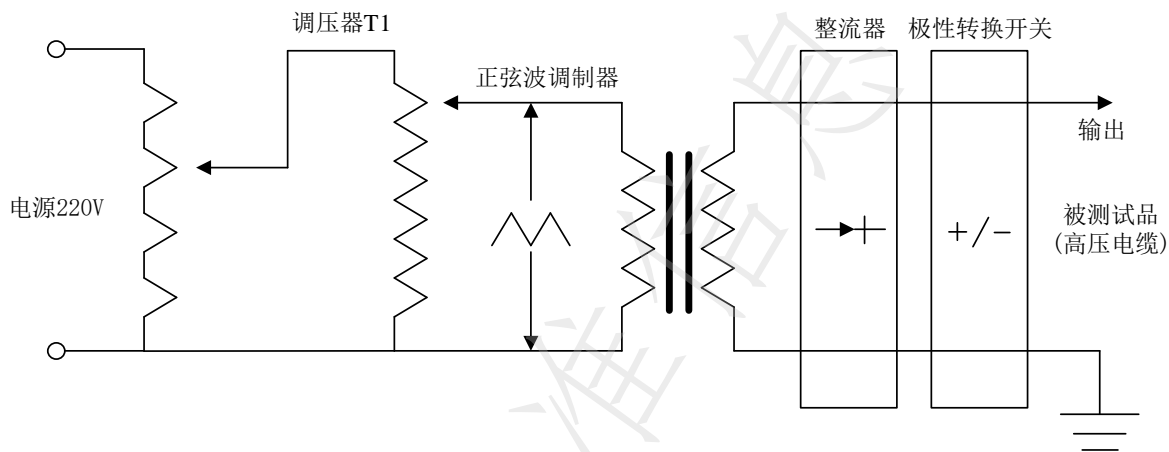


图 1 超低频耐压试验装置系统原理图

输出电压的振幅由调压器 T1 控制，正弦波调制器输出以正弦波模式周期性地增加或减少，频率是两倍的输出频率振幅变化，见图 2 a)；该调制工频电压经过高压变压器逐步升压，变压器的输出通过一个产生单极电压的全波整流器整流，见图 2 b)；整流器与终端之间的极性转换开关每隔半个周期将整流后的电压极性进行颠倒。输向电力电缆等被测试品的电容可提供充足滤波，将载波的波动减至可接受水平，其最终波形为一个高压超低频正弦波，如图 2 c) 所示。

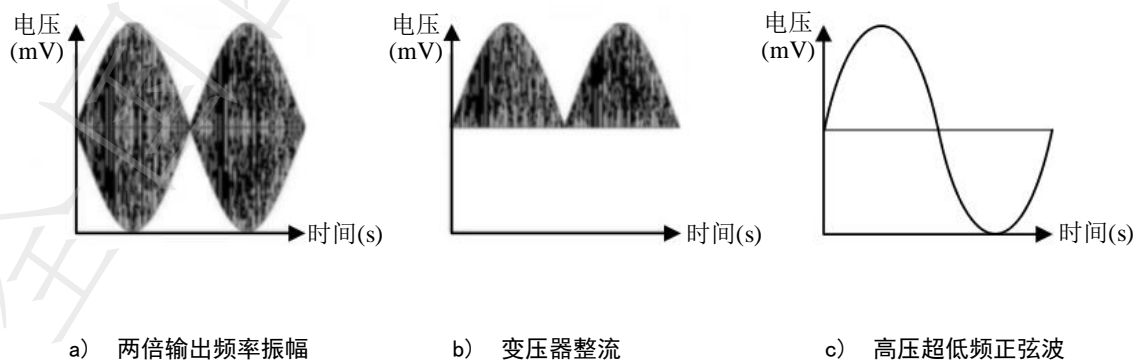


图 2 系统各阶段输出波形

图 2 c) 是考虑输向被测试品的电容提供充足滤波后的波形。包络电压的波形在无滤波情况下，

其实际输出波形如图 3 所示，是经过调制的正弦波，有载波频率和基波频率两个频点。

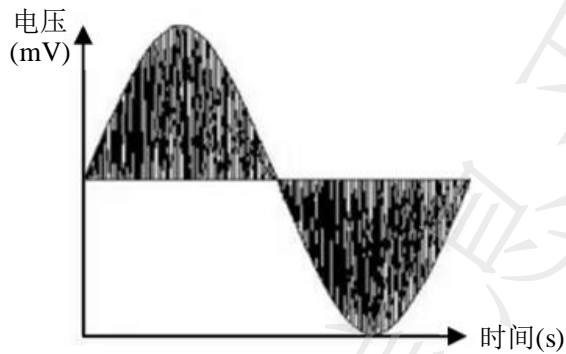


图 3 超低频耐压试验装置空载输出波形

## 5 性能要求

### 5.1 外观及结构

5.1.1 测试仪面板、外壳和铭牌上的标志应符合 GB 4793.1-2007 中 5.1 和 SJ 946 的有关规定。

5.1.2 测试仪高压输出端附近应有明显的高压输出标志及其他必要的警示标志，低端不接地的测试仪应有明确的标志。

注：“低端不接地”指测试仪高压变压器的低电位端处于浮地状态，与测试仪的接地端钮不存在电气上的连接。

5.1.3 测试仪各调节旋钮、插塞孔、插接件及接地端子等处应有明显的标志。

5.1.4 测试仪外观的结构应完整，显示能力及通电应正常，所有开关有效、可靠、操作灵活，绝缘体表面应平整光滑、无裂纹、无放电烧伤。

### 5.2 安全性能

测试仪的安全性能(绝缘电阻、抗电强度、泄漏电流、保护接地)应符合 SJ/T 11384-2008 中 4.5 的有关规定。

### 5.3 性能技术指标要求

被检测试仪的主要性能指标应满足表 1 所示。

表 1 主要性能指标一览表

序号	项目	测量范围	准确度等级
1	电压	(0~20)kV	5级

## 6 检测方法

### 6.1 检测环境条件

检测环境条件如下：

- a) 环境温度： $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 环境相对湿度： $\leq 80\%$ ；
- c) 电源电压： $(220\pm 22)\text{V}$ ，频率： $(50\pm 0.5)\text{Hz}$ ，接地良好；
- d) 检测设备周围应无明显的温差、气流、强电磁场、振动、冲击等外部干扰。

### 6.2 计量标准器

#### 6.2.1 计量标准器允差和不确定度

直接采用标称值的计量标准器或标准装置，其允差应不超过被检测试仪器允差的  $1/3$ 。其他标准器或装置，其测量不确定度不得大于被检测试仪器允差的  $1/3$ 。

#### 6.2.2 计量标准器技术指标

计量标准器的技术指标要求见表 2。

检测时优先选用表 2 所列的计量标准器，也可以选用允差、不确定度符合要求的其他计量标准器。

表 2 计量标准器技术指标

序号	标准器名称	测量范围	扩展不确定度/最大允差/准确度等级
1	标准分压器	电压： $(0\sim 50)\text{kV}$	0.1级
2	示波器	频带宽度： $\text{DC}\sim 100\text{MHz}$	幅度测量： $\pm 1\%$
3	示波器差分探头	$\times 100$ 、 $\times 1000$	2级

### 6.3 检测项目及检测方法

#### 6.3.1 检测项目

测试仪的检测项目主要包括：外观及结构检查、安全性能检测、电压示值误差。

### 6.3.2 检测前准备

首先检查外观及机械性能，然后通电检查，确定没有影响检测特性的因素后再进行检测。

### 6.3.3 外观及结构检查

通过目视观察测试仪的外观及结构，应符合 5.1 的要求。

### 6.3.4 安全性能检测

按照 SJ/T 11384-2008 中 5.6 的方法对测试仪进行安全性能检测，检测结果应符合 5.2 的要求。

### 6.3.5 电压示值误差检测

#### 6.3.5.1 检测方法

电压示值误差采用示波器检测法，如图 4 所示。对测试仪经过分压后的输出波形，能测量输出值的大小，并直观了解被检设备输出波形的畸变等情况。

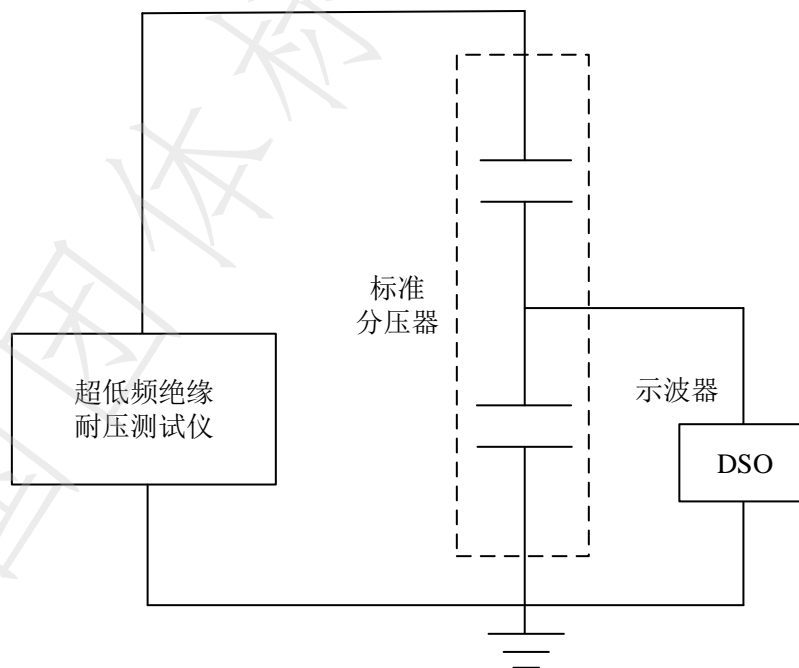


图 4 示波器检测法连接示意图

以某种型号测试仪的测量结果为例，如图 5 所示。从中可以准确测得基波的电压幅度，并直观了解被检设备输出电压的波形畸变情况：其输出波形和理论分析基本一致，同时波形存在一定程度

的畸变。

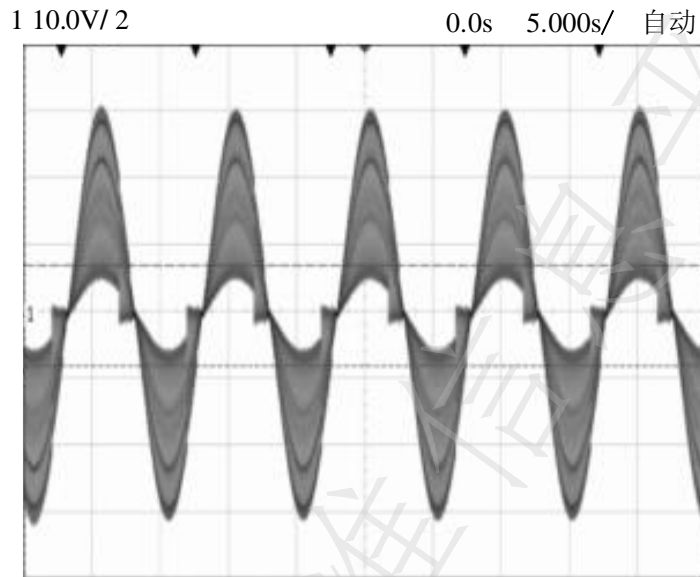


图5 超低频绝缘耐压测试仪的实测波形图

#### 6.3.5.2 示波器参数设置

设置示波器参数，调节水平、垂直方向，以便示波器屏幕上显示完整波形，以方便读数。

#### 6.3.5.3 检测点选择

调整测试仪输出电压至额定电压的 20%、60%、80%、100%，在电压上升和下降阶段中，分别读取检测系统电压表读数。

#### 6.3.6 电压示值误差计算

设定被检测试的电压值，使用数字示波器和标准分压器组成的检测系统测量测试仪的电压值，记录检测系统示值，按式(1)计算检测系统电压标准值：

$$V_{si} = (V_{si上} + V_{si下}) / 2 \quad (1)$$

式中：

$V_{si}$ ——检测系统电压标准值，V；

$V_{si上}$ ——电压上升阶段，检测系统峰值电压表读数，V；

$V_{si下}$ ——电压下降阶段，检测系统峰值电压表读数，V。

连续测量 3 次，按式 (2) 计算每个检测点检测系统电压标准值的平均值：

$$\bar{V}_s = \sum_{i=1}^3 V_{si} / 3 \quad (2)$$

示值误差等于被检测试电压设定值减去检测系统电压标准值的平均值，如式 (3) 所示：

$$\Delta V_i = V_x - \bar{V}_s \quad (3)$$

式中：

$\Delta V_i$ ——被检超低频耐压测试仪示值误差，V；

$V_x$ ——被检超低频耐压测试仪电压设定值，V；

$\bar{V}_s$ ——检测系统电压标准值的平均值，V。

#### 6.4 检测结果的表述

检测结果至少应包含以下信息：

- a) 标题：“检测报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行检测的地点(如果与实验室的地址不同)；
- d) 报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被检对象的描述和明确标识；
- g) 进行检测的日期，如果与检测结果的有效性和应用有关时，应说明被检对象的接收日期；
- h) 如果与检测结果的有效性和应用有关时，应对被检样品的抽样程序进行说明；
- i) 检测所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次检测所用计量标准器的溯源性及有效性说明；
- k) 检测环境的描述；
- l) 检测结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对检测标准偏离的说明；
- n) 检测报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 检测结果仅对被检对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制报告的声明。

检测报告内页格式见附录 A，检测报告记录格式见附录 B。

## 附录 A

(资料性)

检测报告内容及内页格式

## 检测结果

检测所使用的主要计量标准器具:				
标准器名称/型号	编号	证书编号	有效期	溯源机构
校准结果				
1. 外观及结构检查:				
2. 安全性能检测				
3. 电压示值误差检测(频率 $f=$ ___ Hz):				
设定值/kV	标准值/kV	示值误差/kV	测量不确定度	
检测人:			核验人:	

附 录 B  
(资料性)  
检测报告记录格式

记录编号: \_\_\_\_\_ 证书编号: \_\_\_\_\_  
 客户名称: \_\_\_\_\_ 地 址: \_\_\_\_\_  
 联系人: \_\_\_\_\_ 联系电话: \_\_\_\_\_  
 仪器名称: \_\_\_\_\_ 规格型号: \_\_\_\_\_  
 制造商: \_\_\_\_\_ 出厂编号: \_\_\_\_\_  
 环境条件: \_\_\_\_\_℃ 相对湿度: \_\_\_\_\_% 检测地点: \_\_\_\_\_  
 检测依据的技术文件: \_\_\_\_\_

1. 外观及结构检查:						
2. 安全性能检测:						
3. 电压示值误差检测(频率 $f =$ _____ Hz):						
校准点/kV ( $U$ 表示额定电压)	检测系统示值/kV					测量不确定度
20% $U =$ _____	上升阶段 $V_{si上}$	下降阶段 $V_{si下}$	标准值 $V_{si}$	电压标准的平均值 $V_s$	示值误差 $\Delta V_i$	
60% $U =$ _____	上升阶段 $V_{si上}$	下降阶段 $V_{si下}$	标准值 $V_{si}$	电压标准的平均值 $V_s$	示值误差 $\Delta V_i$	
80% $U =$ _____	上升阶段 $V_{si上}$	下降阶段 $V_{si下}$	标准值 $V_{si}$	电压标准的平均值 $V_s$	示值误差 $\Delta V_i$	
100% $U =$ _____	上升阶段 $V_{si上}$	下降阶段 $V_{si下}$	标准值 $V_{si}$	电压标准的平均值 $V_s$	示值误差 $\Delta V_i$	
检测人: _____				核验人: _____		