

ICS 19.080
K 40



中华人民共和国国家标准

GB/T 16927.2—2013
代替 GB/T 16927.2—1997

高电压试验技术 第2部分：测量系统

High-voltage test techniques—Part 2: Measuring systems

(IEC 60060-2:2010, MOD)

2013-02-07 发布

2013-07-01 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	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 测量系统	1
3.2 测量系统组件	2
3.3 刻度因数	3
3.4 额定值	3
3.5 有关动态特性的定义	4
3.6 有关不确定度的定义	5
3.7 有关测量系统试验的定义	6
4 测量系统的使用和性能校验程序	7
4.1 概述	7
4.2 性能试验周期	7
4.3 性能校核周期	7
4.4 对性能记录的要求	7
4.5 工作条件	8
4.6 不确定度	8
5 对认可测量系统及其组件的试验和试验要求	9
5.1 一般要求	9
5.2 校准—确定刻度因数	9
5.3 线性度试验	12
5.4 动态特性	14
5.5 短时稳定性	14
5.6 长期稳定性	14
5.7 环境温度影响	15
5.8 邻近效应	15
5.9 软件处理	15
5.10 刻度因数的不确定度计算	16
5.11 时间参数测量的不确定度计算(仅对冲击电压)	17
5.12 干扰试验(对冲击电压测量的传输系统和仪器)	19
5.13 转换装置的耐受试验	19
6 直流电压测量	19
6.1 对认可测量系统的要求	19
6.2 认可测量系统的试验	20
6.3 性能校核	20

- 6.4 纹波幅值的测量..... 21
- 7 交流电压的测量..... 22
 - 7.1 对认可测量系统的要求..... 22
 - 7.2 认可测量系统的试验..... 23
 - 7.3 动态特性试验..... 23
 - 7.4 性能校核..... 24
- 8 雷电冲击电压的测量..... 25
 - 8.1 对认可测量系统的要求..... 25
 - 8.2 认可测量系统的试验..... 25
 - 8.3 测量系统的性能试验..... 26
 - 8.4 动态特性试验..... 27
 - 8.5 性能校核..... 27
- 9 操作冲击电压的测量..... 28
 - 9.1 对认可测量系统的要求..... 28
 - 9.2 认可测量系统的试验..... 28
 - 9.3 测量系统的性能试验..... 28
 - 9.4 动态特性的比对试验..... 29
 - 9.5 性能校核..... 30
- 10 标准测量系统 30
 - 10.1 对标准测量系统的要求 30
 - 10.2 标准测量系统的校准 31
 - 10.3 标准测量系统的校准周期 31
 - 10.4 标准测量系统的使用 31
- 附录 A (资料性附录) 测量不确定度 32
 - A.1 概述 32
 - A.2 补充定义 32
 - A.3 模型函数 33
 - A.4 标准不确定度的 A 类评定 33
 - A.5 标准不确定度的 B 类评定 33
 - A.6 合成标准不确定度 35
 - A.7 扩展不确定度 35
 - A.8 有效自由度 35
 - A.9 不确定度预算 36
 - A.10 测量结果表述 36
- 附录 B (资料性附录) 高电压测量不确定度计算示例 38
 - B.1 示例 1:交流测量系统的刻度因数(比对法) 38
 - B.2 示例 2:冲击电压测量系统的刻度因数(比对法) 41
 - B.3 示例 3:雷电冲击电压的波前时间 45
- 附录 C (资料性附录) 阶跃响应测量 48
 - C.1 概述 48
 - C.2 补充定义 48

C.3	阶跃响应测量回路	49
C.4	对组件阶跃响应的要求	49
附录 D (资料性附录) 用阶跃响应测量确定动态特性的卷积法		52
D.1	概述	52
D.2	卷积的方法	52
D.3	进行卷积计算的程序	52
D.4	不确定度分量	53
D.5	冲击参数计算误差的讨论	53
参考文献		55
图 1	幅-频响应及限值频率(f_1 、 f_2)示例	4
图 2	全电压范围内比对的校准	10
图 3	校准的不确定度分量(最少取 5 个电压水平的示例)	10
图 4	有限电压范围比对和附加线性度试验的校准	11
图 5	用线性装置在扩展电压范围内进行测量系统的线性度试验	13
图 6	用于单个基波频率 f_{nom} (试验频率为 $f_{\text{nom}} \sim 7f_{\text{nom}}$) 的测量系统的可接受的归一化幅频响应阴影区域	23
图 7	用于基波频率 f_{nom1} 至 f_{nom2} 范围(试验频率为 $f_{\text{nom1}} \sim 7f_{\text{nom2}}$) 的测量系统的可接受的归一化幅频响应阴影区域	23
图 A.1	正态概率分布 $p(x)$	37
图 A.2	矩形概率分布 $p(x)$	37
图 B.1	被校系统 X 与标准系统 N 的比对	46
图 B.2	$T_1 \approx 0.8 \mu\text{s} \sim 1.6 \mu\text{s}$ 内系统 X 相对于标准系统 N 的波前时间偏差 $\Delta T_{1,j}$ 及其平均值 ΔT_{1m}	47
图 C.1	响应参数的定义	50
图 C.2	带有起始畸变时间 T_0 的单位阶跃响应 $g(t)$	51
图 C.3	阶跃响应测量的适用电路	51
表 1	直流电压认可测量系统要求的试验	20
表 2	纹波测量不确定度分量要求的试验	21
表 3	交流电压认可测量系统要求的试验	24
表 4	雷电冲击电压认可测量系统要求的试验	26
表 5	操作冲击电压认可测量系统要求的试验	29
表 6	冲击电压标准测量系统响应参数的推荐值	31
表 A.1	有效自由度 ν_{eff} 对应的包含因子 $k(P=95.45\%)$	36
表 A.2	不确定度预算的示意	37
表 B.1	比对测量结果	39
表 B.2	$h=5$ 个电压水平($V_{\text{Xmax}}=200 \text{ kV}$)下结果汇总	40
表 B.3	短时稳定性试验结果	40
表 B.4	标定刻度因数 F_{X} 的不确定度预算	41
表 B.5	正极性冲击电压比对	41
表 B.6	负极性冲击电压比对	42

表 B.7	各电压水平下结果汇总	42
表 B.8	扩展范围的非线性试验	43
表 B.9	短时稳定性测试	43
表 B.10	标定刻度因数 F_x 的不确定度预算	44
表 B.11	波前时间 T_1 和偏差的校准结果	45
表 B.12	波前时间偏差 $\Delta T_{1\text{ cal}}$ 的不确定度预算	46

前 言

GB/T 16927《高电压试验技术》已经或计划发布以下部分：

- 第 1 部分：一般定义及试验要求；
- 第 2 部分：测量系统；
- 第 3 部分：现场试验的定义及要求。

本部分为 GB/T 16927 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 16927.2—1997《高电压试验技术 第 2 部分：测量系统》。

本部分与 GB/T 16927.2—1997 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 增加并修改了与高电压测量相关的术语，特别是冲击电压测量系统的术语；
- 对测量系统的使用和性能试验程序(包括周期)提出了更加明确的要求；
- 对认可测量系统及其组件的校核提出了更细的要求，增加了软件处理的内容；
- 对测量系统及其组件的不确定度分量及其确定方法给出了具体方法；
- 删除了冲击电流测量系统的内容；
- 删除了 1997 版标准中的附录 A；增加了新的附录 A，给出了不确定度及其分量的确定方法；
- 删除了 1997 版标准中附录 B，增加了新的附录 B，给出了认可测量系统不确定度计算示例；
- 对附录 C，阶跃响应测量进行了修订；
- 删除了 1997 版标准中附录 D，增加了新的附录 D，用阶跃响应测量确定动态性能的卷积法；
- 删除了 1997 版标准中附录 F，将这些内容放在相关标准条款中叙述。

本部分修改采用 IEC 60060-2:2010《高电压试验技术 第 2 部分：测量系统》。本部分与 IEC 60060-2:2010 的技术性差异及其原因如下：

- 按照我国实验室认可测量系统不确定度的计算惯例，收集实验室高电压测量数据，给出高压(交流、冲击、雷电冲击)测量系统不确定度计算示例(见附录 B)；
- 对于测量系统的性能校验程序的工作条件，考虑到我国高压测量仪器设备以及实验室的具体情况，增加“设备委员会可规定更长标定工作时间”的说明(见 4.5)。

本部分还做了下列编辑性修改：

- 对图 3 校准不确定度分量中图示公式有误处作出相应修改；
- 对图 C.1a) 单位阶跃响应 $g(t)$ 的有关定义中符号有误处作出相应修改。

本部分与 IEC 60060-2:2010 的上述主要差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示。

请注意本部分的某些内容可能涉及专利。本部分的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会(SAC/TC 163)归口。

本部分负责起草单位：西安高压电器研究院有限责任公司、国网电力科学研究院。

本部分参加起草单位：国家高压电器质量监督检验中心、国家绝缘子避雷器质量监督检验中心、清华大学、西安交通大学、南方电网科学研究院、深圳电气科学研究院、陕西电力科学研究院、江西省电力科学研究院、沈阳变压器研究院、昆明电器科学研究院、西安西电开关电气有限公司、西安西电变压器有限责任公司、保定天威保变电气股份有限公司、山东电力研究院、湖北省电力公司电力试验研究院、北京华天机电研究所有限公司、四川省绵竹西南电工设备有限责任公司、江苏盛华电气有限公司、桂林电力

电容器有限责任公司、北京兴迪仪器有限责任公司、湖北省电力公司生产技术部、苏州华电电气股份有限公司。

本部分主要起草人：王建生、雷民、崔东、冯建强、戚庆成、张艳、李前、李彦明、危鹏。

本部分参加起草人：王亭、肖敏英、李世成、陈绍义、黄天顺、艾晓宇、廖学理、赵磊、周琼芳、汪涛、王琦、高永利、赵富强、薄海旺、蒲路、王军、李银行、邓永辉、周春荣、张健、黄永祥、肖传强、卢军、余青。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 311—1964；

——GB 311.4—1983；

——GB 311.5—1983；

——GB/T 16927.2—1997。

高电压试验技术 第2部分：测量系统

1 范围

GB/T 16927 的本部分适用于在实验室和工厂试验中用于测量 GB/T 16927.1 规定的直流电压、交流电压、雷电和操作冲击电压的测量系统及其组件。现场试验测量见 GB/T 16927.3。

本部分规定的测量不确定度的限值适用于 GB 311.1 规定的试验电压,但其原则也适用于更高试验电压,此时不确定度可能较大。

本部分包含以下内容:

- a) 定义所使用的术语;
- b) 给出高压测量不确定度的估算方法;
- c) 规定测量系统应当满足的要求;
- d) 给出测量系统的认可方法及其组件的校核方法;
- e) 给出测量系统满足本部分要求的程序,包括测量不确定度的限值。

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 311.1 绝缘配合 第1部分:定义,原则和规则(GB 311.1—2012,IEC 60071-1,MOD)

GB/T 311.6 电压测量标准空气间隙(GB/T 311.6—2005,IEC 60052,MOD)

GB/T 7354 局部放电测量(IEC 60270,IDT)

GB/T 16896.1 高电压冲击测量仪器和软件 第1部分:对仪器的要求(IEC 61083-1,MOD)

GB/T 16896.2 高电压冲击测量仪器和软件 第2部分:软件的要求(IEC 61083-2,MOD)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分:一般定义和试验要求(IEC 60060-1,MOD)

GB/T 16927.3 高电压试验技术 第3部分:现场试验的定义及要求(IEC 60060-3,MOD)

JJF 1059 测量不确定度评定与表示

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 测量系统 Measuring systems

3.1.1

测量系统 measuring system

用于进行高电压测量的整套装置。用于获取或计算测量结果的软件也是测量系统的一部分。

注1:测量系统通常包括以下组件:

- 带引线的转换装置,该引线是指转换装置与试品或回路的连接以及接地连接;
- 连接转换装置的输出端到测量仪器(并附有衰减、终端匹配阻抗或网络)的传输系统;