

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

GB/T 16927.2—2013

## 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)

中华人民共和国  
国家标准  
高电压试验技术 第2部分:测量系统  
GB/T 16927.2—2013

\*  
中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)  
网址 www.spc.net.cn  
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
读者服务部:(010)68523946  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*  
开本 880×1230 1/16 印张 4 字数 112 千字  
2013年7月第一版 2013年7月第一次印刷

\*  
书号: 155066·1-47292 定价 54.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 16927.2—2013

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

峰值电压计算的相对误差应等于在输入冲击  $V_{in}(i)$  的波前时间  $T_1$  大约 2 倍的时刻 ( $2T_1$ ) 处  $g(i)$  值与单位 1 之间的相对差值。在峰值电压的计算误差可与单位阶跃响应作比较以验证卷积计算是否正确。

#### D.5.2 波前时间误差

卷积计算可以揭示出由测量系统性能引起的冲击波形上的改变,因此可揭示出波前时间误差的大小,而阶跃响应本身显示不出这误差。由于阶跃响应较慢结果,输出冲击波前时间变得较长。然而,波前时间也受阶跃响应的过冲和负冲的影响,根据过冲和负冲在阶跃响应上的时间位置,冲击波形的波前部分可能被改变成不同的形状,导致波前时间增加或减少。

#### D.5.3 半峰值时间误差

半峰值时间  $T_2$  主要受被算冲击大约  $2T_1$  时的  $g(i)$  值和等于  $T_2$  时  $g(i)$  值之间的差值的影响,可以用卷积的计算来估算  $T_2$  误差的大小,而用阶跃响应本身是无法直接求得的。

## 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

(冲击数列的采样频率的一半)。平滑的输入波形数列和它的冲击参数可用下列方法之一获得:

- 1) 由冲击的解析表达式(如一双指数函数)产生。该波形的冲击参数既可以由解析表达式获得,也可以由被测冲击测量系统的冲击计算软件求得。
  - 2) 已由一精密低通数字滤波器或用一分段三次样条拟合算法进行平滑后得到的实际记录波形。波形的冲击参数可由被测冲击测量系统的冲击计算软件求得。
- c) 通过数值计算的方法获得输入冲击波形  $V_{in}(i)$  的一阶导数  $V'_{in}(i), i=0, \dots, n-1$ 。
- d) 获得单位阶跃响应数组  $g(i), i=0, \dots, m-1, m=n+j, j$  是所记录的阶跃响应原点  $O_1$  之前的数据点数。
- 1) 把所测阶跃响应进行归一化后求得单位阶跃响应(附录 C)。为了进行卷积,可把数个阶跃响应记录取平均来获得低噪声的单位阶跃响应,如果公式(D. 2)用于卷积计算且冲击数列  $V_{in}(i)$  已经平滑,则单位阶跃响应数列  $g(i)$  的平滑便不太关键了。
  - 2) 把阶跃的开始前记录的阶跃响应数列  $s(i)$  的采样值取平均来获得阶跃响应的零电平  $l_0$ 。
  - 3) 把某一时间范围内记录的阶跃响应数列  $s(i)$  的采样值取平均来获得阶跃响应的基准水平  $l_R$ 。该时间范围是从测量系统需测的最短波前时间至确定转换装置刻度因数是所取频率的等效时间。

用式(D. 3)把阶跃响应数列  $s(i)$  归一化为临时单位阶跃响应数列  $g_0(i)$ 。

$$g_0(i) = \frac{s(i) - l_0}{l_R - l_0} \dots\dots\dots (D. 3)$$

- 4) 求取阶跃开始前  $g_0(i)$  数列的采样值的标准偏差来求得零电平处噪声幅度。再反回去从头搜索  $g_0(i)$ , 找出大于三倍的标准偏差  $d_0$  的采样值。把这个采样值的时间标定为  $g_0(i)$  的原点  $O_1$ , 并把采样值的下标标为  $j$ 。
- 5) 除去原点前  $g_0(i)$  的采样值, 由此构建从原点开始的单位阶跃相应  $g(t)$ :

$$g(i-j) = g_0(i) \quad i=j, \dots, m+j-1 \dots\dots\dots (D. 4)$$

注: 临时的单位阶跃响应  $g_0(i)$  的记录有  $m+j$  个点。除去原点  $O_1$  之前的  $j$  个点后, 单位阶跃响应  $g(i-j)$  有  $n=m$  个点。

- e) 求取输出数列及其冲击参数:
- 1) 在时域或频域用等式(D. 2)计算获取输出冲击波形数列  $V_{out}(i)$ 。
  - 2) 用冲击测量系统的冲击计算软件计算  $V_{out}(i)$  的冲击参数。
  - 3) 计算  $V_{out}(i)$  和  $V_{in}(i)$  的冲击参数之差作为  $V_{out}(i)$  的误差。

**D.4 不确定度分量**

原则上, 由卷积计算的误差值可用来修正被算的参数, 然而, 这种修正要求具有波形的臆断认识, 也就是说, 除非冲击具有已知的规则形状, 否则修正是不可靠的。不同波形的误差及分散性可用作有关参数测量的合成不确定度的一个分量。不确定度计算应按 JJF 1059 规范进行, 也可参考附录 A 及附录 B 中的示例。

**D.5 冲击参数计算误差的讨论**

**D.5.1 峰值误差**

单位阶跃响应的单位电平不总是恒定的。因此, 尽管它与峰值电压要求的测量不确定度相比可能较小的, 但是峰值电压的计算误差与卷积数值误差相比往往是较大的。