



中华人民共和国国家标准

GB/T 16896.1—1997
eqv IEC 1083-1:1991

高电压冲击试验用数字记录仪 第一部分：对数字记录仪的要求

Digital recorders for measurements in high-voltage impulse tests
Part 1: Requirements for digital recorders

1997-07-28 发布

1998-08-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高电压冲击试验用数字记录仪
第一部分:对数字记录仪的要求

GB/T 16896.1—1997

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1½ 字数 37 千字

1998年5月第一版 1998年5月第一次印刷

印数 1—3 000

*

书号: 155066·1-14856 定价 13.00 元

前 言

本标准是根据国际电工委员会(IEC)的标准 IEC 1083-1:1991《高电压冲击试验中用于测量的数字记录仪 第一部分:对数字记录仪的要求》制定的。在技术内容上与上述 IEC 标准等效,内容编写与之基本对应。

本标准规定的对高电压冲击试验用数字记录仪的要求和试验项目与 IEC 标准完全一致。根据我国的实践所补充的 8.1.1 和 8.1.2 所包含的是两个证明行之有效的关于直流校验项目的具体操作方法。本标准未包含 IEC 标准中的附录 C(参考件):标准目录;但补充了与 8.1.1 和 8.1.2 有关的附录 C(提示的附录):数字记录仪直流电压校验时的直线拟合方法。另外,个别术语在表达上有小的差异,所有这些小的差别均不妨碍与 IEC 标准在技术上的等效和一致。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会归口。

本标准由西安高压电器研究所起草。

本标准主要起草人:王济德、戚庆成、管喜康、范履苞、廖蔚明。

IEC 前言

1 IEC 在技术问题上的正式决定或协议,是由技术委员会准备的;技术委员会代表了对此特别关切的所有国家委员会,尽量表达国际间在所涉及的问题上的一致意见。

2 这些决定或决议,采用推荐标准的形式以便国际上使用,并在此意义上为各国家委员会所接受。

3 为了促进国际上的统一,IEC 希望所有的国家委员会在本国条件允许的范围内,尽可能采用 IEC 推荐标准的文本作为国家法规。IEC 推荐标准和相应的国家规定之间的任何分歧,应尽可能清楚地 在国家标准中指明。

本标准由 IEC TC 42:高压试验技术委员会拟订。

本标准为两部分中的第一部分,也是 IEC 1083-1 的第一版。该两部分为:

第一部分:对数字记录仪的要求

第二部分:数字信号处理(正在考虑中)

标准的文本系根据下列文件:

六月法	表决报告
42(CO)43	42(CO)46

有关这一部分投票通过的全部资料可参阅上表所列表决报告。

附录 A、B 和 C 仅供参考。

目 次

前言	Ⅲ
IEC 前言	Ⅳ
第一篇 总论	1
1 主题内容和适用范围	1
2 引用标准	1
3 工作条件	1
4 术语、符号	2
5 输入阻抗	6
6 冲击波形的分析与测定	6
第二篇 性能要求和性能试验	7
7 对准确度的要求	7
8 性能试验	8
9 例行性能校准	13
10 性能记录	13
附录 A 电磁干扰(提示的附录)	15
附录 B 关于扫描变换器的专门介绍(提示的附录)	16
附录 C 数字记录仪直流电压试验时的直线拟合方法(提示的附录)	17

中华人民共和国国家标准

高电压冲击试验用数字记录仪 第一部分:对数字记录仪的要求

GB/T 16896.1—1997
eqv IEC 1083-1:1991

Digital recorders for measurements in high-voltage impulse tests

Part 1: Requirements for digital recorders

第一篇 总 论

1 主题内容和适用范围

本标准规定了可满足 GB/T 16927.1—1997《高电压试验技术 第一部分:一般试验要求》规定的冲击电压和冲击电流测量准确度和测量方法的数字记录仪所需的测量特性及其校准方法。

本标准还规定了:

- a) 与冲击试验用数字记录仪有关的专用术语及其定义;
- b) 上述数字记录仪应满足的与高电压和大电流冲击试验有关的要求;
- c) 保证满足这些要求必须进行的试验和试验方法。

本标准适用于高电压及大电流冲击试验中测量用的数字记录仪和数字示波器。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时所有版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第二部分:测量系统

GB 813—89 冲击试验用示波器和峰值电压表

GB 2900.19—94 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

3 工作条件

3.1 额定使用条件

冲击试验用数字记录仪在表 1 规定的额定使用条件下应能满意地工作,经过校准后,在该条件下应能达到本标准第 7.1 条规定的测量准确度。

如果数字记录仪需在超出表 1 范围条件下工作,应采取必要的措施确保仍能满足 7.1 条的要求。

如果允许的使用条件与表 1 给定的值不同,应在性能记录中明确说明,并指出这是例外的。

应采取措施防止电源电压上可能叠加的影响仪器正常工作的瞬态过电压。

表 1 额定使用条件

使 用 条 件	范 围
环境温度	5℃~40℃
环境湿度	10%~90%
电源电压	额定电压±10%(有效值) ±12%(峰值)
电源频率	额定频率±5%

3.2 基准条件

必须在表 2 规定的基准条件下检测冲击数字记录仪的各项性能,校准冲击数字记录仪的准确度。

表 2

条 件	基 准 值	允 许 偏 差
环境温度	20℃	±2℃
环境湿度	45%~75%	—
电源电压	额定电压	±1%(有效值) ±2%(峰值)
电源频率	额定频率	±1%

4 术语、符号

术语、符号除按 GB 2900.19 外,作如下补充:

4.1 高电压冲击试验用数字记录仪 digital recorder for measurement in high voltage impulse tests

一种以数字序列形式记录被测冲击电压或冲击电流波形的测量仪器;又称冲击数字记录仪(下称数字记录仪)。它可按比例缩小的被测冲击电压或冲击电流的低电压模拟量信号转换为暂存的数字记录,并可直接以数字形式输出;也可转换为模拟量形式输出。暂存的数字记录并可转化为长久保存的记录。长久保存的数字记录用模拟图形的形式表示。

4.2 数字记录仪的输出 output of a digital recorder

数字记录仪所记录的与各采样瞬时的输入电压值相对应的系列整数数码。

4.3 偏值 offset

零输入时的输出数码。

4.4 刻度因数 scale factor

与校正偏置后的输出数码相乘可确定输入电压测量值的因数。刻度因数应包括机内衰减器的倍率并由校准确定。

4.4.1 静态刻度因数 F_s static scale factor F_s

与校正偏置后的输出数码相乘可确定直流输入电压测量值的因数。

4.4.2 冲击刻度因数 F_i impulse scale factor F_i

与校正偏置后的输出数码相乘可确定表 3 中所列的输入冲击电压的测量值的因数。

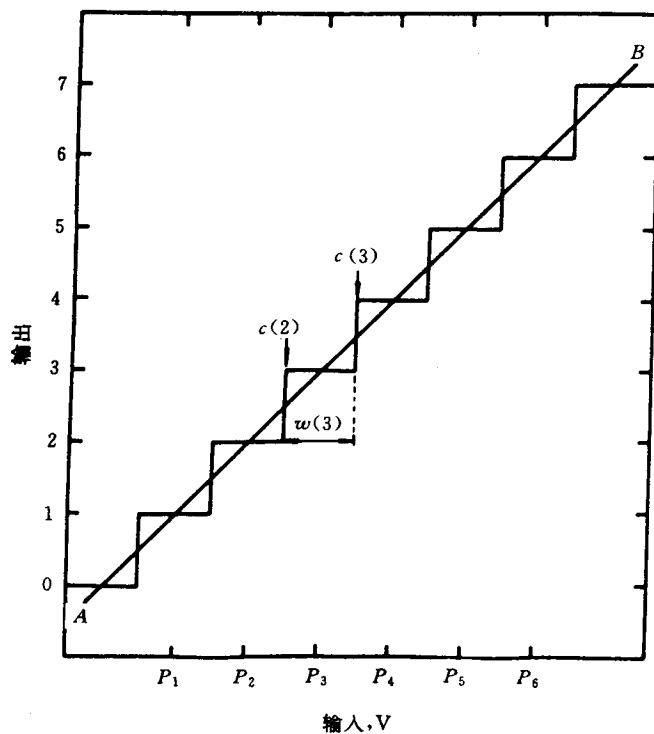
4.5 量化特性 quantization characteristics

表明数字记录仪的输出数码与产生这些输出的直流输入电压之间关系的特性(实例见图 1)。

注:量化特性的平均斜率等于静态刻度因数的倒数。

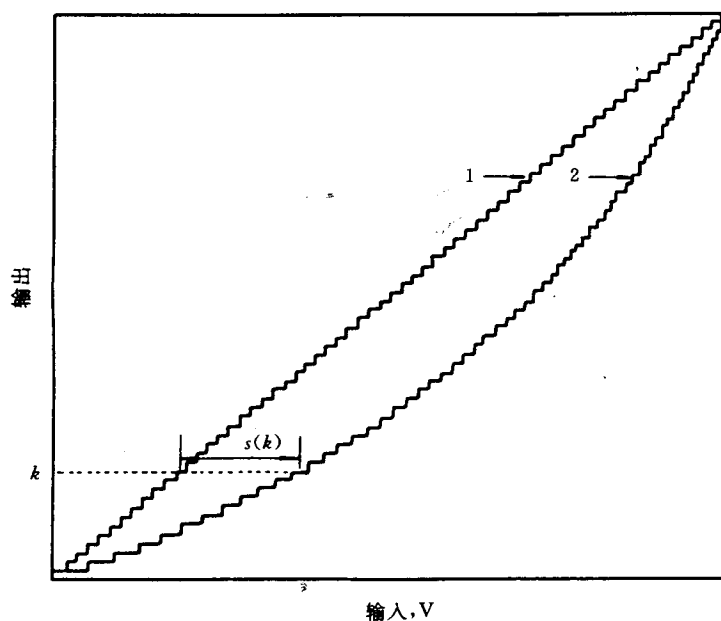
4.6 整体非线性 $s(k)$ integral non-linearity $s(k)$

数字记录仪的实测量化特性与理想量化特性在整体上的差异。



$c(2)$ 和 $c(3)$ —数码转换阈值; $w(3)=w_0$ —数码宽度;
 $P(k)$ —各数码的电压; AB —数码宽度中点相联的直线

图 1 理想的 3 位数字记录仪的量化特性



曲线 1—理想的 6 位数字记录仪的量化特性
 曲线 2—非线性的 6 位数字记录仪的量化特性

图 2 数码 k 的整体非线性 $s(k)$

4.6.1 数码 k 的整体非线性 $s(k)$ ^{1]} integral non-linearity $s(k)$ of code k

在数字记录仪实测的量化特性上和按静态刻度因数计算的量化特性上,与输出数码 k 对应的两个输入电压值的差(实例见图 2)。

为方便起见,实例图选用较低的 6 位分辨率。

4.6.2 数字记录仪的整体非线性 S_m ^{2]} integral non-linearity S_m of a digital recorder

全部数码的整体非线性的最大绝对值。

4.7 额定分辨率 r rated resolution r

能测出的额定最小输入增量所占满量程的分额,当额定位数为 N 时,它可表示为 2 的 N 次方减去 1 以后的倒数的百分数,即:^{3]}

$$r = \frac{1}{2^N - 1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

4.8 满量程(满刻度)偏转 full scale deflection

可使输出数码变为 $2^N - 1$ 的最小输入电压。

4.9 数码 k 的宽度 $w(k)$ code bin width $w(k)$ of code k

转换为数码 k 的输入电压区间(见图 1)的大小,简称码宽。

4.10 平均数码宽度 w_0 average code bin width w_0

满量程偏转与额定分辨率的乘积。

注:平均数码宽度值近似等于静态刻度因数。

4.11 局部非线性 differential non-linearity $d(k)$

数字记录仪的实测码宽与理想码宽的差异。

4.11.1 数码 k 的局部非线性 $d(k)$ ^{4]} differential non-linearity $d(k)$ of code k

数码 k 的实际码宽与平均码宽的差相对于平均码宽的标么值(见图 3),即:

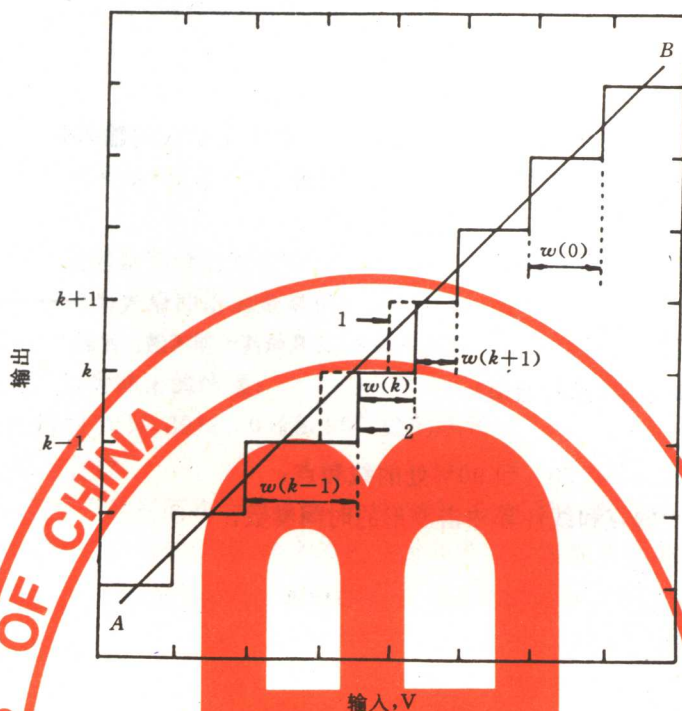
$$d(k) = \frac{w(k) - w_0}{w_0} \quad \dots\dots\dots (2)$$

1] 相当于 IEC 1083-1 中 1.4.5 条的整体非线性。

2] 这一条是本标准增加的术语定义。

3] IEC 1083-1 中 1.4.6 条;表示为 2 的 N 次方的倒数,即 $r=2^{-N}$ 。

4] 相当于 IEC 1083-1 中 1.4.10 条的局部非线性。



曲线 1—理想的数字记录仪量化特性^{1]}

曲线 2—实际的数字记录仪量化特性^{2]}, 其中数码 $k, k+1, k+2$ 的局部非线性较大。

图 3 静态局部非线性 $d(k)$ (输入直流电压)

- 4.11.2 数字记录仪的局部非线性 D_m ^{3]} differential non-linearity D_m of a digital recorder
全部数码的局部非线性的最大绝对值。
- 4.12 时基的整体非线性 integral non-linearity of the time base
数字记录仪所记录的采样间隔数乘以采样间隔时间所确定的时间间隔与其已知值的差值。
- 4.13 采样率 sampling rate
单位时间(s)中的采样数。
- 4.14 采样间隔的不确定度 sampling interval uncertainty
相邻采样瞬时之间的时间间隔统计分布的标准偏差。
注: 采样间隔为采样率的倒数。
- 4.15 记录长度 record length
一次记录中总共存贮的采样数。
- 4.16 量化误差 quantization error
输入电压除以刻度因数后与最靠近的整数数码的差值。
- 4.17 上升时间 T_r rise time
数字记录仪输入阶跃波时, 响应曲线上达到稳定电平的 10% 和 90% 两点间的时间间隔。

采用说明:

- 1] IEC 1083-1 图 3: 理想的三位数字记录仪量化特性。
2] IEC 1083-1 图 3: 三位数字记录仪量化特性。
3] 这一条是本标准增加的术语定义。

4.18 预热时间 warm up time

从数字记录仪首次接通电源到仪器达到符合全部技术要求的时间间隔。

注：预热时间通常是对基准条件所作的规定，在使用条件下有可能要延长。

5 输入阻抗

根据所用的高电压或大电流测量设备的型式，冲击数字记录仪的输入阻抗应与同轴电缆的波阻抗相匹配或者为不小于 $1\text{ M}\Omega$ 和不大于 50 pF 的并联阻抗。

6 冲击波形的分析与测定

6.1 分析冲击波形的一般步骤

为分析冲击波形需要逐步确定：

- a) 基值(零线)和最高值(或最低值)；
- b) 冲击的峰值；
- c) 冲击峰值的 10%、30%、50% 和 90% 处的线和点；
- d) 根据步骤 c) 项中的点和线计算冲击波形的时间参数。

6.2 校准方法

应采用 6.2.1 或 6.2.2 条所述的方法之一进行校准，并应分别对冲击试验中使用的每档采样率或扫描时间以及测量电压的量程进行校准。

6.2.1 电压和时间参数分别校准法

采用 8.4 和 8.6.2 条中提供的方法分别校准时间和电压刻度。

6.2.2 等效示波图法

采用下述校准方法可获得准确的测量，这一方法相当于 GB 813 中认可的方法。

用相同的偏转因数和扫描时间(或采样率)采样得到以下三个记录，并将这些记录用绘图机绘图(图

4)：

记录 1—冲击波形记录。

记录 2—校准脉冲记录(参见 8.6.1 条)，其峰值略低于记录 1 的峰值。

记录 3—校准脉冲记录，其峰值略高于记录 1 的峰值。

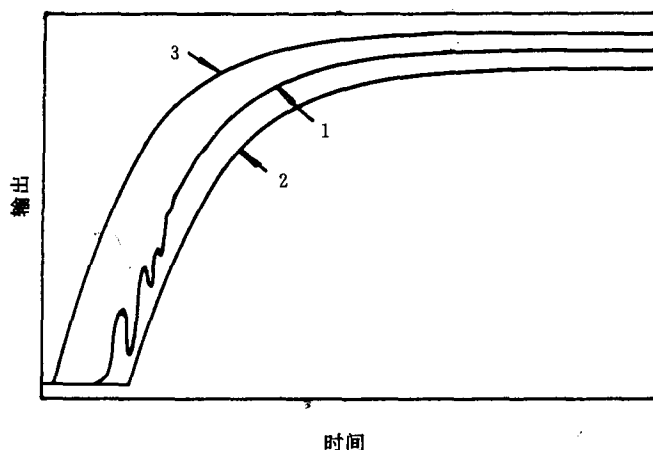


图 4 示波图法

(用于雷电冲击全波最初几微秒)

6.3 数字记录的读数方法

下述两种方法发挥了数字记录的优点。用其他的数字计算方法可进一步提高测量准确度。将处理

过的数据和原始数据进行比较可评价各种读数方法的优劣程度。

6.3.1 用游标读数

用这种方法可以对数字记录直接读数(包括时间和幅值);但操作者仍需根据自己的判断来确定参数的值。

6.3.2 用数字计算确定幅值

数字计算可提高读数的准确度。

下面是确定基值(零线)、最高值(或最低值)和冲击波峰值等的数字算法,由这些值可直接求出冲击波形的所有其他特性。

- a) 将冲击波形之前的平坦起始部分的若干个(不少于 10 个)采样点的输出平均值作为基值;
- b) 将记录的最高采样点定为光滑冲击的最高值;
- 注:有叠加振荡的雷电冲击的峰值可能不同于其最高值(参见 GB/T 16927.1)。
- c) 将最高值与基值之差定为冲击的峰值;
- d) 确定冲击波形上峰值的 10%、30%、50% 和 90% 处的线和点。

6.3.3 用数字计算确定时间参数

用最接近相应电平的采样点的时间作为峰值的 10%、30%、50% 和 90% 处的时间;由对应于特定电平的时间之差确定特定电平之间的时间间隔。冲击波形的时间参数可直接从读出的这些时间间隔求出。

在需要进行时间读数的电平附近,如果采样点随时间单调上升或下降,可在邻近的采样点之间进行线性插值以提高时间测量的准确度;如果采样点是非单调的,可以用曲线拟合等方法提高测量的准确度。对有叠加振荡的波形,应采用 GB/T 16927.1 中规定的处理方法。

注:操作冲击的峰值时间不一定与最高采样点时间相对应。

第二篇 性能要求和性能试验

7 对准确度的要求

7.1 总不确定度限值

冲击数字记录仪的测量不确定度应不大于:

- a) 冲击电压(电流)峰值测量: $\pm 2.0\%$;
- b) 冲击时间参数(波前时间、截断时间等)测量: $\pm 4\%$ 。

数字记录仪输出的原始数据在未经信号处理前应满足上述要求;如果满足上述要求,可进行信号处理以提高数据的准确度,但原始数据仍需保留。

为了使总不确定度达到上述要求,必须满足 6.2 条中对各分项不确定度的规定。在某些情况下,只要总不确定度不超过本条所规定的极限值,允许其中的几个分项不确定度超过规定极限值。

注:如果各分项不确定度是互相独立的随机量,可以将与总不确定度有关的分项不确定度的平方之和进行开方,得到总不确定度的统计估算值。

7.2 分项不确定度限值

7.2.1 采样率

采样率应大于或等于 $30/T_x$ (采样数/s), T_x 为被测时间间隔,可由记录读出。例如在测雷电冲击全波前时间 T_1 时, T_x 为 T_{30} 和 T_{90} 之间的时间间隔。 T_{30} 和 T_{90} 分别为达到冲击峰值的 30% 和 90% 处的时间。

如果试验(见 8.4 条)证明,数字记录仪采样时间间隔的不确定度和时基的整体非线性远小于 7.2.5 条规定的极限值,可在采样点之间进行内插以确定雷电冲击全波的时间参数时,允许采样率略低于由 $30/T_x$ 所确定的值。

为了测量波前振荡,采样率应高于或等于 $8f_{\max}$, $f_{\max}$ 为试验回路中可能出现的最高频率, $f_{\max}$ 的定

义见 GB/T 16927.2。

7.2.2 额定分辨率

测量冲击波形参数时,额定分辨率应小于或等于满量程偏转的 0.4% (满量程偏转的 2^{-8}); 需要对记录进行对比的试验中,额定分辨率推荐小于或等于满量程偏转的 0.2% (满量程偏转的 2^{-9})。

注: 0.2% 满量程偏转的限值可保证作波形对比测量用的数字记录仪的分辨率至少相当于现有的模拟示波器的分辨率(最高可达 0.3%)。

7.2.3 读数的准确度

数字记录的读数方法所产生的不确定度应不大于所读参数值的 1%。

7.2.4 幅值非线性

数字记录仪的静态整体非线性 S_m 应在满量程偏转的 0.5% 以内。静态和动态试验所确定的局部非线性 D_m 均应在 0.8 以内。

7.2.5 时基的非线性

时基的整体非线性应小于被测时间间隔 T_x 的 2%, 如果其整体非线性为 T_x 的 2%~0.5%, 每记录一次均应校准时基; 如果整体非线性小于 T_x 的 0.5%, 则仅需进行周期性检定。

采样时间间隔的不确定度应小于采样时间间隔的六分之一。

7.2.6 冲击刻度因数

在 $0.5T_1$ 到 $2T_2$ 的时间间隔内, 冲击刻度因数的变化应在 $\pm 1\%$ 以内。 T_1 和 T_2 分别为冲击的波前时间和视在半峰值时间(见 GB/T 16927.1)。对截断冲击, T_2 由截断时间 T_c 代替(T_c 见 GB/T 16927.1)。对操作冲击, T_1 用与雷电冲击相同的方法定义。

注¹⁾: 当采用外衰减探头使数字记录仪的输入电压和冲击分压器的输出电压范围相匹配以测量冲击电压时, 如果探头特性未包括在分压器之内, 则由校准确定的包括探头在内的冲击刻度因数、上升时间和输入阻抗须满足 7.2.6, 7.2.7 和第 5 章要求。

7.2.7 上升时间

冲击数字记录仪的上升时间 T_r 应小于或等于 $\frac{1}{2\pi f_{\max}}$, $f_{\max}$ 为试验回路可能出现的最高振荡频率; 同时, T_r 还应不大于 $0.03T_x$, T_x 为被测时间间隔。

7.2.8 内部噪声水平

按 8.3 条所测出的内部噪声水平在测量波形参数时应小于满量程偏转的 0.4%; 作对比测量时应小于满量程偏转的 0.1%。

7.2.9 干扰限值

干扰试验时, 干扰信号对零线的最大偏转应不大于实际使用量程的满量程偏转的 1%。如果干扰只存在于不影响测量准确度的时间间隔中, 可将限值适当放宽。

7.2.10 纹波

电源或其他原因产生的纹波对数字记录仪输出的影响, 在测量波形参数时应小于满量程偏转的 0.4%; 对比测量时应小于 0.1%。

8 性能试验

每台新的数字记录仪以及在大修后或对其性能有疑问的数字记录仪应按本条所述试验方法检定下列特性:

a) 静态特性

静态刻度因数;

采用说明:

1] 本标准增加的注。

静态整体非线性；

静态局部非线性。

b) 动态特性

冲击刻度因数；

动态局部非线性；

上升时间。

c) 时基的整体非线性；

d) 内部噪声水平；

e) 外部干扰水平；

f) 纹波的影响。

8.1 直流电压校准¹⁾

用直流电压校准数字记录仪的静态特性。需测定全部静态特性参数时采用小增量法；例行性能校准中只需测定静态刻度因数时可采用大增量法或两点法以减少工作量。

8.1.1 小增量法

a) 输入数字记录仪的直流电压从约为满量程的 2% 的电压 V_1 起，逐次增加相同的增量 ΔV 直到满量程电压的 95% 以上。电压增量 ΔV 选取为平均码宽的 $1/10 \sim 1/4$ 。在每一个输入直流电压 V_i 下取一次记录，并计算所记录输出数码的平均值 $A(i)$ 。

b) 根据输入直流电压 V_i 及相应的输出数码平均值 $A(i)$ 的全部数据，利用最小二乘法把输出与输入拟合成直线关系并计算此直线的斜率 K (见附录 C)。数字记录仪的静态刻度因数 F_s 用斜率 K 的倒数计算：

$$F_s = \frac{1}{K} \quad \dots\dots\dots (3)$$

c) 找出数值不大于 $k + \frac{1}{2}$ 而 n 为最大的 i 时的平均值 $A(n)$ ，及数值不小于 $k + \frac{1}{2}$ 而 m 为最小的 i 时的平均值 $A(m)$ ，见图 5(A) 和图 5(B)。计算由数码 k 转换为 $k+1$ 的电压阈值 $c(k)$ ：

$$c(k) = V_1 + n\Delta V + \frac{k + \frac{1}{2} - A(n)}{A(m) - A(n)}(m - n)\Delta V \quad \dots\dots\dots (4)$$

取两个相邻数码转换阈值电压的平均值 $p(k)$ 作为表征数码 k 的电压：

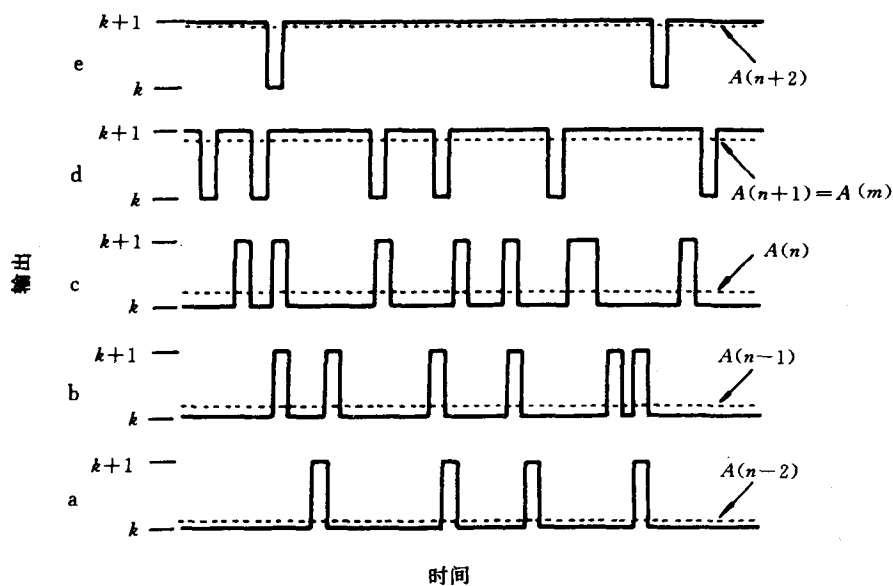
$$p(k) = \frac{1}{2}[c(k) + c(k-1)] \quad \dots\dots\dots (5)$$

数码 k 的码宽 $w(k)$ 为：

$$w(k) = c(k) - c(k-1) \quad \dots\dots\dots (6)$$

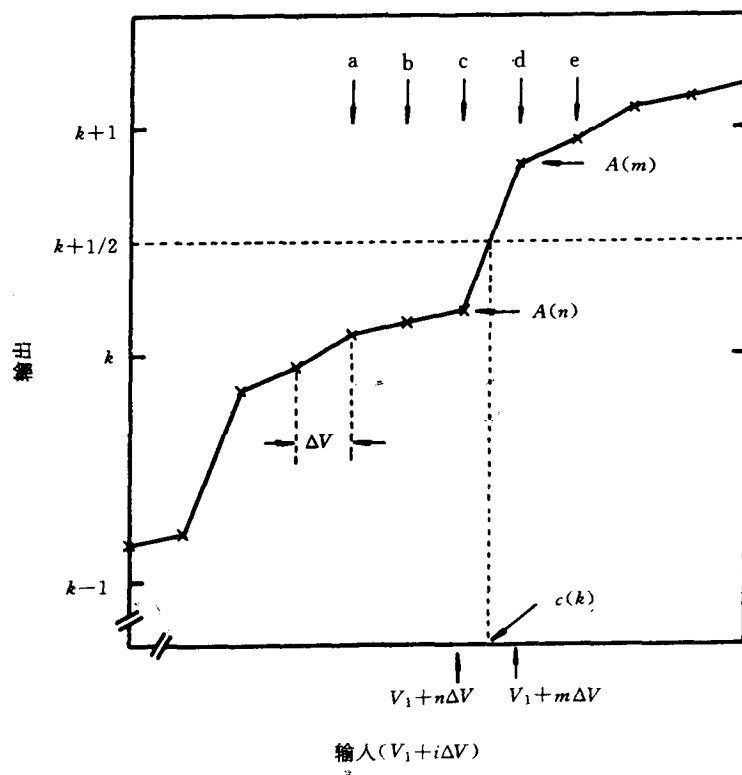
采用说明：

1) IEC 1083-1 中 2.2.1 条。本标准增加小增量法(8.1.1 条)和大增量法(8.1.2 条)。两点法(8.1.3 条)等于 IEC 的直流电压校准方法(2.2.1 条)。



注：曲线 a~e 为 5 个相继输入的直流电压下数字记录仪的记录。虚线表示每个记录的平均值。

图 5A 直流电压校准



注：曲线表示实测量化特性的部分过程，用以找出 $m, n, A(m)$ 及 $A(n)$ 。a~e 的数值由图 5A 确定。数码转换电压阈值 $c(k)$ 由 $[(V_1 + n\Delta V), A(n)]$ 和 $[(V_1 + m\Delta V), A(m)]$ 两点的连线与 $k + \frac{1}{2}$ 水平线的交点确定。

图 5B 直流电压校准

d) 计算数码和数字记录仪的非线性：

数码 k 的整体非线性和局部非线性分别为:

$$s(k) = p(k) - F_s(k - A_0) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$d(k) = \frac{w(k) - F_s^{(1)}}{F_s} \quad \dots\dots\dots (8)$$

数字记录仪的静态整体非线性和静态局部非线性分别为:

$$S_m = |s(k)|_{\max} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$D_m = |d(k)|_{\max} \quad \dots\dots\dots (10)$$

1) $w_0 = F_s, A_0$ 见附录 C。

8.1.2 大增量法

a) 在不大于 95% 满量程电压范围内, 均匀地选取 20~50 个点作为输入直流电压值 V_i , 在每一个输入直流电压 V_i 下, 取一次记录, 并计算所记录输出数码的平均值 A_i ;

b) 根据上述 20~50 点的 V_i 和 A_i 的数据, 同样采用直线拟合法, 按照 8.1.1 条 b) 项确定数字记录仪的静态刻度因数 F_s 。

8.1.3 两点法

取 x 和 y 两点, $(x-y)$ 应大于或等于满量程偏转的 90%, 按 8.1.1 条的 a 和 c 项取表征数码 x, y 的电压 $p(x)$ 和 $p(y)$, 并计算 F_s :

$$F_s = \frac{p(x) - p(y)}{x - y} \quad \dots\dots\dots (11)$$

8.2 动态条件下的局部非线性试验

向数字记录仪施加一对称三角波, 三角波的幅值应为满量程偏转的 $(95 \pm 5)\%$; 三角波的斜率应大于或等于满量程偏转与 $0.4T_x$ 之比 (T_x 为被测时间间隔); 三角波的频率与采样频率应无整数比例关系。取每次记录中整周期的数据, 统计出每一级数码出现次数的直方图。重复记录 M 次并计算出累加直方图, 在所得之累加直方图的中央部分通常是接近于平坦的, 要求平坦部分应大于或等于满量程偏转的 80%。记录次数应足够大, 以使其平均值大于或等于 100。

近似平坦部分每一点对平坦部分的平均值的偏差除以平均值的商即为局部非线性。

8.3 内部噪声水平测定

在数字记录仪允许的输入电压范围内, 施加一恒定的直流电压, 取足够次记录以得到至少 1 000 个采样点, 用它们对平均值的标准偏差作为内部噪声水平。

8.4 时间的校准

将一时标发生器或一高频振荡发生器的输出施加于数字记录仪的输入端并取一次记录。校准器的准确度和稳定度均应在 $\pm 0.1\%$ 以内; 为检验时基非线性, 校准器频率应足够高, 以保证在一次记录中有充分的时标数和周期数。

8.5 上升时间测定

向数字记录仪施加一方波, 方波的上升时间应小于 7.2.7 条所规定限值的 20%, 方波的幅值应为满量程偏转的 $(95 \pm 5)\%$ 。进行记录并测出上升时间。

8.6 冲击刻度因数的测定

冲击刻度因数按 8.6.1 或 8.6.2 条的方法测定。

8.6.1 脉冲校准法

所需的校准脉冲发生器的波形可根据被测的冲击类型按表 3 选取。

所施加的校准脉冲的峰值 V_E 应能产生 40%~100% 满量程的偏转。至少要记录 20 个脉冲。读出校正偏置后的与每一脉冲峰值对应的输出数码 V_s 。并计算出它们的平均值 V_{sm} 及对此平均值的偏差; 对平均值的最大偏差应在平均值的 $\pm 1\%$ 以内。取输入峰值 V_E 与输出数码 V_{sm} 之比作为冲击刻度因数。

在 7.2.6 条所规定的时间间隔之内, 冲击刻度因数应为常数; 用图 6 的方波响应可对此进行校核。

至少应计算 20 个脉冲的时间参数;这些时间参数对输入值的偏差均应在 $\pm 2\%$ 以内。
校准脉冲发生器不能提供的冲击波参数的校准可按 8.6.2 条进行。

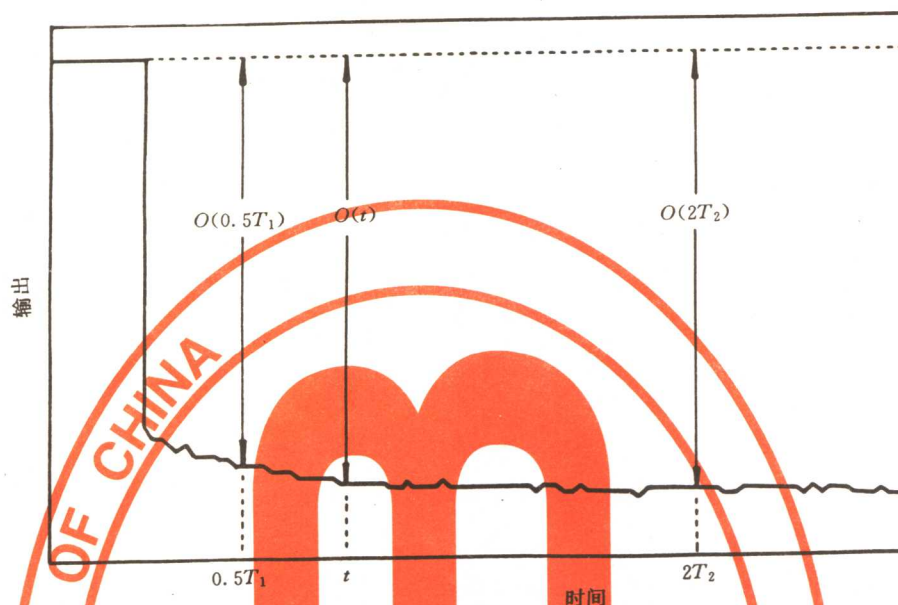


图 6 表示冲击数字记录仪的冲击刻度因数变化的方波响应

表 3 对校准脉冲发生器的要求

冲击类型	被测参量	数值	准确度	短期稳定度
标准雷电全波和截波	半峰值时间	$60 \mu\text{s}$	$\pm 2\%$	$\pm 0.2\%$
	波前时间	$0.84 \mu\text{s}$	$\pm 2\%$	$\pm 0.5\%$
	电压峰值	能产生 40%~100% 满量程的偏转	$\pm 1\%$	$\pm 0.2\%$
波前截断冲击	截断时间	500 ns	$\pm 2\%$	$\pm 1\%$
	电压峰值	能产生 40%~100% 满量程的偏转	$\pm 1\%$	$\pm 0.2\%$
操作冲击	峰值时间	$20 \mu\text{s}$	$\pm 2\%$	$\pm 0.2\%$
	半峰值时间	$4\,000 \mu\text{s}$	$\pm 2\%$	$\pm 0.2\%$
	电压峰值	能产生 40%~100% 满量程的偏转	$\pm 1\%$	$\pm 0.2\%$

8.6.2 方波校准法

在数字记录仪的输入端施加一准确度为 $\pm 0.1\%$ 以上、大小为满量程偏转的 40%~100% 的直流电压,通过一适当的开关装置将直流电压对地短路,并记录下直流电压过渡到零的过程,再计算出在 7.2.6 条所规定的时间间隔内的方波幅值,见图 6。至少要对 20 次记录进行读数,各瞬时幅值 $O(t)$ 对其平均值的最大偏差均应在平均值的 $\pm 1\%$ 以内。输入电压与所记录的方波瞬时幅值的平均值之比为冲击刻度因数的瞬时值。刻度因数的稳定性应符合 7.2.6 条所规定的要求。如符合要求,用冲击刻度因数瞬时值的平均值作为数字记录仪的冲击刻度因数。

8.7 干扰的检验

进行干扰检验是为了证明在给定的测量回路和给定的运行条件之下数字记录仪的抗干扰能力能满