

中华人民共和国国家标准

GB/T 16896.1—2005
代替 GB/T 16896.1—1997
GB/T 813—1989

高电压冲击测量仪器和软件 第1部分：对仪器的要求

Instruments and software used for measurements in high-voltage impulse tests—

Part 1: Requirements for instruments

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2005-02-06 发布

2005-12-01 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	III
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	4
5 校准和试验方法	5
6 输入阻抗	7
7 冲击测量用数字记录仪	7
8 冲击测量用模拟示波器	10
9 冲击测量用峰值电压表	12
附录 A(规范性附录) 确定数字记录仪静态非线性的程序——直流电压校准	17
附录 B(规范性附录) 高电压实验室中的电磁干扰	20
附录 C(规范性附录) 模拟试波器的校验方法——电压和时间分别校验	22
附录 D(资料性附录) 冲击波形的分析	23
附录 E(资料性附录) 数字记录仪直流电压校验用的直线拟合法	24

前 言

本部分是根据 IEC 61083-1:2001《高电压冲击测量用仪器和软件 第 1 部分:对仪器的要求》对 GB/T 16896.1—1997《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》及 GB/T 813—1989《冲击试验用示波器和峰值电压表》进行修订的。在技术内容上修改采用 IEC 61083-1:2001 标准,编写规则上与之基本对应。

GB/T 16896《高电压冲击测量用仪器和软件》共分 2 部分:

——第 1 部分:对仪器的要求;

——第 2 部分:对用于确定冲击波形参数的软件的评价。

本部分是 GB/T 16896《高电压冲击测量用仪器和软件》的第 2 部分。

本部分规定的对高电压冲击测量用仪器的要求和试验项目与 IEC 标准完全一致。根据我国的实际经验补充了附录 A 中的步骤 G1 和 G2,它们是两个行之有效的关于直流电压校验项目的具体操作方法;同时也补充了与附录 A 中的步骤 G1 和 G2 相关的附录 E:数字记录仪直流电压校验用的直线拟合法。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录;附录 D、附录 E 为资料性附录。

本部分从实施之日起代替 GB/T 16896.1—1997 和 GB/T 813—1989。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高电压试验技术及绝缘配合标准化委员会高电压试验技术分技术委员会归口并负责解释。

本部分负责起草单位:武汉高压研究所。

本部分参加起草单位:清华大学、上海交通大学、佛山供电局、浙江电力试验研究所、浙江北仑第一发电有限责任公司。

本部分主要起草人:钟连宏、朱同春、戚庆成、雷民、朱旭东、胡文堂、张国鸣。

本部分由全国高电压试验技术标准化分技术委员会负责解释。

高电压冲击测量仪器和软件

第1部分：对仪器的要求

1 范围

本部分适用于冲击高电压和冲击大电流试验中测量用数字记录仪(包括数字示波器),模拟示波器和峰值电压表。本部分规定了为满足 GB/T 16927.2 中测量不确定度和程序所要求的测量性能和校验。

本部分包括:

- 数字记录仪、模拟示波器和峰值电压表有关的专用术语的定义;
- 对这些仪器必需的要求,以保证它们符合高电压和大电流冲击试验的要求;
- 满足这些要求所必须的试验和程序。

本部分仅涉及可从长期或临时的存储器中存取原始数据的数字记录仪,这些原始数据连同相关的刻度因数等资料,可以:

- 打印或绘图;
- 以数字形式存贮。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 16896 的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分:一般定义和试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第二部分:测量系统(eqv IEC 60060-2:1994)

GB/T 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(idt IEC 61000-4-4:1995)

IEC 60060-2 修正案 1:1996 附录 H:高电压测量不确定度的估算程序

3 术语和定义

本部分采用下列术语和定义。

3.1 通用术语

3.1.1

数字记录仪 digital recorder

指包括数字示波器的测量仪器,它能够把按比例缩小的高电压和大电流冲击采集为暂存的数字记录,这些暂存的数字记录可转化为长存的记录。数字记录能够以模拟曲线的形式显示。

注:记录的波形可以被显示在屏幕上,也可以绘图或打印。这个过程由于进行了处理,也许会改变波形的形状。

3.1.2

模拟示波器 analogue oscilloscope

能够把按比例缩小的高电压或大电流冲击捕捉为暂存的模拟记录的仪器。这些暂存的记录可转变为长存的记录,长存的记录能够以示波屏的模拟曲线或照片的形式显示。

3.1.3

峰值电压表 peak voltmeter

能够测量按比例缩小的高电压或大电流冲击峰值的仪器,该冲击不应有短时过冲或高频振荡(见第7章)。

3.1.4

预热时间 warm-up time

从仪器首次接通电源到仪器达到符合使用要求的时间间隔。

3.1.5

使用范围 operating range

在本部分规定的不确定度限值内仪器可被使用的输入电压范围。

3.1.6 仪器的输出

3.1.6.1

数字记录仪的输出 output of a digital recorder

在特定瞬时数字记录仪的数字值。

3.1.6.2

模拟示波器的输出 output of an analogue oscilloscope

在特定瞬时模拟示波器轨迹的偏转值。

3.1.6.3

峰值电压表的输出 output of a peak voltmeter

峰值电压表的显示。

3.1.7

偏置 offset

仪器零输入时的输出。

3.1.8

满刻度偏转 full scale deflection f. s. d.

在给定量程下使仪器产生最大标称输出的最小输入电压。

3.1.9

幅值非线性 non-linearity of amplitude

仪器实际输出与其标称值之间的差别,该标称值是由输入电压除以刻度因数来确定的。

注:直流输入电压的静态非线性可能与动态条件下的非线性有区别。

3.1.10

刻度因数 scale factor

与校正偏置后的输出相乘,可确定输入量的因数。刻度因数包括任何内置或外部衰减器的倍数并由校准来确定。

3.1.10.1

静态刻度因数 static scale factor

确定直流电压输入量的刻度因数。

3.1.10.2

冲击刻度因数 impulse scale factor

确定具有相应波形的冲击输入量的刻度因数。

3.2 数字记录仪和模拟示波器的专用术语

3.2.1

上升时间 rise time

数字记录仪输入阶跃波时,响应曲线上稳定幅值的10%和90%两点间的时间间隔。

3.2.2

时间刻度因数 time scale factor

与记录的间隔相乘,可确定输入时间间隔的因数。

3.2.3

时基的非线性 non-linearity of time base

在扫描轨迹或数字记录中不同部分测得的时间刻度因数与其平均值的差异。

3.3 数字记录仪的专用术语

3.3.1

额定分辨率 rated resolution¹⁾

r

能检测出的额定最小输入电压增量占满量程的份额。额定分辨率表示为2的 N (A/D转换器的额定位数)次方减1后的倒数,即 $r=(2^N-1)^{-1}$ 。

3.3.2

采样率 sampling rate

单位时间内的采样数。

注:采样间隔是采样率的倒数。

3.3.3

记录长度 record length

以时间单位或采样总数表示的记录持续时间。

3.3.4

原始数据 raw data

数字记录仪将模拟信号转换为数码形式时采集到的量化信息的原始记录。

允许对输出作偏置校正来给出以零为基数的记录,同样也允许把记录与一固定的刻度因数相乘,按这种方式处理后的记录仍被认为是原始数据。

注1:这种数据可采取适用于二进制、八进制、十六进制或十进制的形式。

注2:与数字记录相关的刻度因数等资料也应存贮。

3.3.5

处理后数据 processed data

原始数据通过任何处理(偏置校正和/或与固定的刻度因数相乘除外)后获得的数据。

注:本部分不适用于不能存取原始数据的数字记录仪。

3.3.6

基线 base line

在冲击记录的初始平直部分或预触发期间的记录仪输出值中至少取20个采样的平均数。

3.3.7

量化特性 quantization characteristic

数字记录仪的输出数码和直流输入电压间关系的特性(见图1)。

注:量化特性的平均斜率等于静态刻度因数的倒数。

3.3.8

数码 code

k

标明数字电平的整数。

1) IEC 61083-1 中的 1.3.3.1 条,表示为2的 N 次方的倒数,即 $r=2^{-N}$ 。

3.3.9

数码宽度 code bin width

$w(k)$

归属数码 k 的输入电压范围(见图 2)。

3.3.10

平均数码宽度 average code bin width

w_0

满刻度偏转与额定分辨率的乘积(见图 2)。

注:平均数码宽度约等于静态刻度因数。

3.3.11

整体非线性 integral non-linearity

$s(k)$

测得的量化特性和按静态刻度因数计算的理想量化特性相对应点之间的差异(见图 1)。

3.3.12

数字记录仪的整体非线性 integral non-linearity of a digital recorder

$S_m^{(2)}$

全部数码的整体非线性的最大绝对值。

3.3.13

局部非线性 differential non-linearity

$d(k)$

测得的数码宽度与平均数码宽度间的差除以平均数码宽度(见图 2)。

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

3.3.14

数字记录仪的局部非线性³⁾ differential non-linearity of a digital recorder

D_m

全部数码的局部非线性的最大绝对值。

4 使用条件

表 1 给出的使用条件范围内,仪器应正常工作且满足规定的准确度要求。

表 1 使用条件

条 件		范 围
环境	环境温度	+5℃~+40℃
	周围相对湿度(不凝露)	10%~90%
电源	电源电压	±10%(有效值) ±12%(交流峰值)
	电源频率	额定频率±5%

对表 1 中给定值以外的任何情况,应在性能记录中明确地说明并标明为例外情况。

2) 这一条是本部分增加的术语定义。

3) 这一条是本部分增加的术语定义。

5 校准和试验方法

5.1 冲击校准

冲击校准是确定被校数字记录仪、模拟示波器和峰值电压表的冲击刻度因数的标准方法,它也是校准数字记录仪和模拟示波器确定的时间参数的标准方法。校准认可测量系统的仪器中使用的标准冲击发生器的要求如表 2。

根据待测冲击电压或冲击电流的类型和极性从表 2 选择波形。施加的校准冲击的峰值和时间参数应在表 2 所列范围内,实际值应该记录在性能记录中。

校准冲击的极性应与待测冲击一致。相应于校准冲击的输出应至少取 10 次冲击进行估算,输出峰值与其平均值的最大偏差应在平均值的 $\pm 1\%$ 以内。冲击刻度因数是输入峰值和输出峰值平均值之比。

时间参数也应至少用 10 次冲击来估算,各次输出的时间参数与其输入的偏差应在 $\pm 2\%$ 以内。

冲击校准对试验所用的各个量程都应进行,校准中应注意避免低输入阻抗的仪器过载。

注:对于指数电流冲击波,数字记录仪可采用标准冲击发生器产生的雷电冲击全波作校准,而对于 $10/350 \mu\text{s}$ 电流冲击波可采用操作冲击波作校准。

表 2 对标准冲击发生器的要求

冲击类型	被测参数	数值	不确定度 ^a	短期稳定度 ^b
雷电全波和标准截波	半峰时间	$55 \mu\text{s} \sim 65 \mu\text{s}$	$\leq 2\%$	$\leq 0.2\%$
	波前时间	$0.8 \mu\text{s} \sim 0.9 \mu\text{s}$	$\leq 2\%$	$\leq 0.5\%$
	电压峰值	使用范围内	$\leq 0.7\%$	$\leq 0.2\%$
波前截断的雷电冲击波	截断时间	$0.45 \mu\text{s} \sim 0.55 \mu\text{s}$	$\leq 2\%$	$\leq 1\%$
	电压峰值	使用范围内	$\leq 1\%$	$\leq 0.2\%$
操作冲击波	峰值时间	$15 \mu\text{s} \sim 300 \mu\text{s}$	$\leq 2\%$	$\leq 0.2\%$
	半峰时间	$2\ 600 \mu\text{s} \sim 4\ 200 \mu\text{s}$	$\leq 2\%$	$\leq 0.2\%$
	电压峰值	使用范围内	$\leq 0.7\%$	$\leq 0.2\%$
矩形冲击波	持续时间	$0.5 \text{ ms} \sim 3.5 \text{ ms}$	$\leq 2\%$	$\leq 0.5\%$
	电压峰值	使用范围内	$\leq 2\%$	$\leq 1\%$

^a 依据 IEC 60060-2 附录 H, 不确定度由可溯源的校准来确定, 校准中采用至少 10 次冲击来估算出平均值。
^b 短期稳定度是至少 10 次连续冲击的标准偏差。

5.2 阶跃波校准

将一准确度在 $\pm 0.1\%$ 范围内,幅值在仪器的使用范围内的已知直流电压 V_{CAL} 施加到仪器的输入端,然后通过一适当的开关装置(最好是汞润继电器)对地短路。阶跃波上升时间应小于 5.3 中规定的时间间隔下限的 10% 。记录下降到零值的暂态过程,并计算 5.3 中规定的时间间隔内的输出值 $O(t)$ (参见图 5)。为减小随机噪声,至少采用 10 次记录作平均计算。各瞬时的 $O(t)$ 值与其平均值 O_s 的偏差应在刻度因数的规定限值之内。10 次记录的平均值 O_s 与其总平均值 O_{sm} 的偏差也应在刻度因数的规定限值之内。冲击刻度因数则为输入电压 V_{CAL} 与 O_{sm} 之比。

电压校准对试验所用的各个量程都应进行。校准中应注意避免低输入阻抗的记录仪过载。

试验应在两个极性下进行,如果确定的刻度因数偏差在 $\pm 1\%$ 以内,这个方法是有用的,否则,冲击刻度因数校准应根据 5.1 中规定的方法在适当的极性下进行。

5.3 规定的时间间隔内刻度因数的恒定性

将一数字记录仪或模拟示波器使用范围内的直流电压施加于其输入端,然后通过一适当的开关装置(最好是汞润继电器)对地短路,记录阶跃波响应下降到零值的暂态过程,并在下列时间间隔内进行计算:

$0.5T_1 \sim T_{2\text{max}}$ 对于雷电冲击全波和指数电流冲击波;

$0.5T_c \sim T_c$ 对于波前截断的冲击波;

$0.5T_p \sim T_{2\text{max}}$ 对于操作冲击和 $10/350 \mu\text{s}$ 电流冲击波;

$0.5(T_i - T_d) \sim T_i$ 对矩形电流冲击波。

在这些时间间隔内,记录到的阶跃波响应的稳定电平应为常量,变动不应超过冲击刻度因数规定的限值。

为减小随机噪声,可采用若干个响应的记录取平均值。

刻度因数的恒定性校验对试验所用的各个量程都应进行。

注: T_1 、 T_2 、 T_c 、 T_p 、 T_i 和 T_d 的定义见 GB/T 16927.1—1997。 T_{2max} 是 T_2 的最大值,它是由系统测量得到的。

5.4 时基

采用时标发生器或高频振荡器来校准仪器的时基,时间刻度因数的值应该分别根据约 20%, 40%, 60%, 80% 和 100% 扫描时间处的记录数据来测定。

时基校准对试验所用的各个扫描档都应进行。

5.5 上升时间

施加一阶跃波,其上升时间应小于仪器规定限值的 20%,幅值应为满刻度偏转值的 $(95 \pm 5)\%$ 。按输出稳定幅值 10%~90% 之间的时间间隔测定为上升时间。

上升时间校验对试验所用的各个量程都应进行。

5.6 模拟示波器的电压偏转特性

将直流电压从满刻度偏转值的 0%, 10%, 20%, ..., 100% 分别施加在示波器上,对每一个输入电压,测量轨迹的垂直偏转。垂直偏转与输入之间的关系就是偏转特性,以此可以确定电压偏转系数(即刻度因数)。

注:一般情况下,对一个给定输入量程测定的偏转特性可以代表所有量程的情况。衰减器的影响采用冲击校准(见 5.1 或 5.2)来确定。校验中应注意避免低输入阻抗衰减器的热过载。

5.7 静态整体和局部非线性

将幅值为 $0.2 \times n \times 2^{-N} \times$ 满刻度偏转量的直流电压施加于记录仪的输入端, n 从 1 至 5×2^N 递增。对于每一个直流输入电压,记录其输出,并计算至少 100 个采样的平均值。输出平均值和输入值的关系就是量化特性,从中可以确定静态整体和局部非线性(见图 1 和图 2),确定这些非线性的程序参见附录 A。

注:一般情况下,对一个给定输入量程测定的整体和局部非线性可以代表数字记录仪的所有量程的情况。任何衰减器的影响可采用冲击或阶跃波校准(见 5.1 或 5.2)来确定,校准中应注意避免低输入阻抗衰减器的热过载。

5.8 动态局部非线性

在记录仪的输入端施加一个对称的三角波,幅值为 $(95 \pm 5)\%$ 的满刻度偏转值,斜率应大于或等于 $f. s. d. / 0.4 T_x$, 其中 $f. s. d.$ 是满刻度偏转值(T_x 参见 7.1.2.1),频率应与采样频率无谐波关系。记录并统计每个数码电平出现次数的直方图。重复 M 次,计算出累积直方图。 M 应足够大,使每个数码电平出现次数的平均值大于或等于 100。

这个过程产生的直方图具有一近似均匀的部分而两边有较大的峰值。该均匀部分应大于或等于满刻度偏转值的 80%。在这近似均匀部分上每一点与其平均值的偏差除此平均值即为局部非线性。

注:一般情况下,在给定输入量程测定的动态局部非线性可以代表数字记录仪所有量程的情况。任何衰减器的影响可以由冲击或阶跃波校准(见 5.1 或 5.2)来确定。校准中应注意避免低输入阻抗衰减器的热过载。

5.9 内部噪声电平

5.9.1 数字记录仪

施加一幅值在数字记录仪量程内的直流电压。按给定的采样率采集至少 1 000 个采样。这些采样的标准偏差就作为内部噪声电平。

注:这些数据可以根据附录 A 在确定静态整体和局部非线性时采集。

5.9.2 示波器

在给定的扫描下,施加一幅值在示波器量程内的直流电压。垂直偏转变化量的峰-峰值之半就作为内部噪声电平。

5.10 干扰

单项干扰试验按附录 B.3 进行。整个系统的干扰试验应按 GB/T 16927.2 进行⁴⁾。

6 输入阻抗

根据所用的测量系统的类型,测量仪器的输入阻抗应该与同轴电缆的标称波阻抗相匹配,偏差应在 $\pm 2\%$ 以内(如电阻分压器或分流器)或者为不小于 $1\text{ M}\Omega$ 和不大于 50 pF 的并联阻抗(如电容或阻尼电容分压器)。

注:匹配阻抗也可直接外接在仪器输入端。

7 冲击测量用数字记录仪

7.1 有关冲击测量的要求

7.1.1 对用于认可测量系统的数字记录仪的要求

根据 GB/T 16927.2,用于认可测量系统的数字记录仪的总不确定度应不大于(置信度水平不小于 95% ,参见 IEC 60060-2 附录 H):

- 对于雷电全波和标准截波冲击、操作冲击和矩形冲击的峰值电压(电流)测量为 2% ;
- 对于波前截断的雷电冲击的峰值电压测量为 3% ;
- 对于冲击波的时间参数(波前时间、截断时间等)测量为 4% 。

这些不确定度应根据 IEC 60060-2 附录 H 来估算。数字记录仪应保存原始数据至少到该试验被认可。

7.1.2 单项要求

为了不超过 7.1.1 中给定的限值,一般应满足 7.1.2 中给出的单项限值的要求。在有些情况下,一项或几项限值可能超过,但总不确定度不允许超过限值。

7.1.2.1 采样率

采样率应不小于 $30/T_x$, T_x 为待测的时间间隔。

注: $T_x = 0.6T_1$ 是待测雷电冲击的 T_{30} 到 T_{90} 间的时间间隔。对于 $1.2/50\text{ }\mu\text{s}$ 雷电冲击,波前时间的允许下限 $T_1 = 0.84\text{ }\mu\text{s}$ 。因此要求采样率至少应有为 60 MS/s 。

为了测出波前的振荡,采样率至少应为 $8f_{\text{max}}$ ⁵⁾,其中 f_{max} 是测量系统可重现的波前振荡最高频率。

7.1.2.2 额定分辨率

对测定冲击波参数的试验,要求额定位数为 8 位(分辨率为满刻度偏转的 0.4%)或更高。对于测定波形参数之外还涉及信号处理的试验,推荐额定位数为 9 位(分辨率为满刻度偏转的 0.2%)或更高。

注:由模拟示波器可得到最好的分辨率约为满刻度偏转的 0.3% 。因此上述 0.2% 满刻度偏转的限值可保证用于对比测量(如确定变压器的传递阻抗)的数字记录仪至少和模拟示波器一样准确。

7.1.2.3 冲击刻度因数

冲击刻度因数的不确定度应不大于 1% ,并在 5.3 规定的时间间隔内应恒定在 $\pm 1\%$ 范围内。

7.1.2.4 上升时间

上升时间应不大于 $3\%T_x$, T_x 是待测的时间间隔。

对于雷电冲击的测量,为了再现 GB/T 16927.2—1997 中 9.1.2 给定的频率范围内的叠加振荡,上升时间应不大于 $1/(2\pi f_{\text{max}})$ ⁶⁾,其中 f_{max} 是测量系统可重现的波前振荡最高频率。

7.1.2.5 干扰

数字记录仪用于冲击测量时,整个系统干扰试验的要求应符合 GB/T 16927.2 的规定,即偏离基值的最大幅值应在所用量程满刻度偏转的 1% 以内。电脉冲群的干扰试验要求见 B.3.1。

4) 整个系统的干扰试验为本部分所加。

5) IEC 61083-1 中为 $6f_{\text{max}}$ 。

6) IEC 61083-1 中为 15 ns ,它是部分响应时间的要求,与上升时间的要求不同。

注：依据 GB/T 16927.2—1997 中 5.5.4 要求对整个冲击测量系统进行干扰试验。

7.1.2.6 记录长度

记录长度应充分长，以满足所需参数（如 T_2 或 T_p ）的计算或特定现象的观察。具体的记录长度应由相关的技术委员会规定。

7.1.2.7 幅值非线性

静态整体非线性应当在满刻度偏转值的 $\pm 0.5\%$ 以内，静态和动态局部非线性应在 $\pm 0.8^7$ 以内。

7.1.2.8 时基非线性

时基整体非线性应不大于 $0.5\% T_x$ ， T_x 为待测的时间间隔。

7.1.2.9 噪声电平

对于波形参数测量，内部噪声电平应小于满刻度偏转值的 0.4% ，对于涉及信号处理的测量应小于满刻度偏转值的 0.1% 。

7.1.2.10 使用范围

使用范围的下限应不小于满刻度偏转值的 $4/N$ ， N 为数字记录仪的位数。

注 1：这意味着对于 8 位数字记录仪，峰值应不小于满刻度偏转值的 50% ，对于 10 位数字记录仪为 40% ，而对于 12 位数字记录仪为 33% 。

注 2：对于比对测量的试验，推荐使用范围的下限不小于满刻度偏转值的 $6/N$ 。

7.1.3 对用于标准测量系统的数字记录仪的要求

7.1.3.1 一般要求

这些仪器用于标准系统，按 GB/T 16927.2 规定，标准测量系统可通过比对测量来校准认可的测量系统。峰值和时间参数通常由至少 10 次测量的平均值来确定。根据 GB/T 16927.2，用于标准测量系统的数字记录仪的总不确定度应不大于（置信度水平不小于 95% ，见 IEC 60060-2:1997 附录 H）：

- 对于雷电冲击全波和标准截波冲击、操作冲击和矩形冲击的峰值电压（电流）测量为 0.7% ；
- 对于波前截断的雷电冲击的峰值电压测量为 2% ；
- 对于冲击波的时间参数（波前时间、截断时间等）测量为 3% 。

7.1.3.2 单项要求

为了不超过 7.1.3.1 中给定的限值，应满足 7.1.2 给出的限值要求和下面的附加要求：

- 采样率应不小于 $30/T_x$ ，对于波前截断冲击，采样率应不小于 100 MS/s ；
- 使用范围的下限应不小于满刻度偏转值的 $6/N$ ；
- 冲击刻度因数不确定度应不大于 0.5% ；
- 冲击刻度因数在 5.3 给定的时间间隔内应恒定在 $\pm 0.5\%$ 以内；
- 干扰电压应不大于 0.5% 。

7.1.4 试验

本标准要求的数字记录仪需做的试验如表 3。

所有校准设备都应直接或间接溯源到国际或国家标准，并应记录校准过程。

7.1.4.1 型式试验

型式试验应在同系列数字记录仪中取某一台进行。型式试验由数字记录仪制造商完成。如果制造商没有提供型式试验结果，则使用者应安排设备的验证试验。

7.1.4.2 例行试验

例行试验对每台数字记录仪都应进行。例行试验由制造商完成。如果制造商没有提供例行试验结果，则使用者应安排设备的验证试验。

数字记录仪修理后也应进行例行试验。

7.1.4.3 性能试验

7) IEC 61083-1 中为 $\pm 0.8 w_0$ 。

性能试验对每台新的数字记录仪都应进行,并以后每年由使用者重复一次。每次性能试验的日期和结果都应记录在性能记录中。

如果仪器的性能校核表明冲击刻度因数的变化超过1%时,则也要对该仪器进行性能试验。

7.1.4.4 性能校核

仪器的性能校核仅当整个测量系统的性能校核表明标定的刻度因数有显著变化时才进行(见 GB/T 16927.2—1997 的 6.3)。

性能校核对冲击试验需用的一档都应进行。如果使用外部衰减器,并且该衰减器并没有与分压器或分流器一起校验,则应包括在仪器的性能校核中。

表 3 数字记录仪需做的试验

试验项目	试验方法	试验要求		试验类别			
		记录仪输入衰减器置某一档位	记录仪输入衰减器置于每个档位	型式试验	例行试验	性能试验	性能校核
静态整体非线性	5.7	7.1.2.7		×			
静态局部非线性	5.7	7.1.2.7		×			
动态局部非线性	5.8	7.1.2.7			×		
时基非线性	5.4	7.1.2.8		×			
冲击刻度因数	5.1 或 5.2		7.1.2.3		×	×	×
刻度因数恒定性	5.3		7.1.2.3		×	×	×
上升时间	5.5		7.1.2.4	×			
内部噪声水平	5.9	7.1.2.9		×			
干扰 ^a	5.10	7.1.2.5, B.3.1		×	×		

^a 例行试验中增加了干扰试验,如制造商难于实现整个系统的干扰试验时,可由用户来完成。

如果试验表明静态和冲击刻度因数差别不大于0.5%,则可用附录 A⁸⁾ 中描述的直流电压校验代替 5.2 中的阶跃波校准。

7.1.5 性能记录

数字记录仪的性能记录应包括下述内容:

a) 标称特性

- 1) 标志(序列号、型号等);
- 2) 额定分辨率;
- 3) 采样率范围;
- 4) 最大记录长度;
- 5) 触发功能;
- 6) 输入电压最大和最小值;
- 7) 输入阻抗;
- 8) 波形范围;
- 9) 预热时间;
- 10) 使用条件范围。

b) 型式试验结果

8) 原文中为附录 C。

- c) 例行试验结果
- d) 性能试验
 - 1) 每次试验日期和时间;
 - 2) 每次性能试验的结果。
- e) 性能校核
 - 1) 每次性能校核的日期和时间;
 - 2) 结果——通过/失败(如果失败,记录处置情况)。

8 冲击测量用模拟示波器

8.1 有关冲击测量的要求

8.1.1 对用于认可测量系统的模拟示波器的要求

根据 GB/T 16927.2,用于认可测量系统的模拟示波器的总不确定度应不大于(置信度水平不小于 95%,参见 IEC 60060-2:1996 的附录 H):

- 对于雷电全波和标准截波冲击、操作冲击和矩形波冲击峰值电压(电流)测量为 2%;
- 对于波前截断的雷电冲击的峰值电压测量为 3%;
- 对于冲击波的时间参数(波前时间、截断时间等)测量为 4%。

所有的校准都应采用在实际试验中使用的同一架照相机(或数字相机)进行,若放大可调,则校准和试验之间放大不允许有变化。

8.1.2 单项要求

为了不超过 8.1.1 中给定的限值,一般应满足 8.1.2 中给出的单项限值的要求,在有些情况下,一项或几项限值可能超过,但总的不确定度不允许超过限值。

8.1.2.1 使用范围

使用范围表示有效的屏幕区域,在此区域内,电压和时间测量的总不确定度可满足 8.1.1 的要求,并且单项要求也能满足。

8.1.2.2 电压偏转的非线性

在使用范围内,电压偏转的非线性应不大于 1%。否则,校准冲击(见图 3)或校准电压(见图 4 和附录 C)⁹⁾ 应与测得的冲击一起显示在示波图上,以便按上述规定限值进行电压校准。

8.1.2.3 时基的非线性

时基的整体非线性不应大于 $2\%T_x$, T_x 为待测的时间间隔。否则,时标或校准脉冲应与测得的冲击一起显示在示波图上,以便按上述规定的限值进行时间校准(见图 4 和附录 C)⁹⁾。

8.1.2.4 冲击刻度因数

冲击刻度因数的不确定度应不大于 1%,并在 5.3 规定的时间间隔中应恒定在 $\pm 1\%$ 以内。

8.1.2.5 上升时间

上升时间不应超过 $3\%T_x$, T_x 为待测的时间间隔。

对于雷电冲击的测量,为了能再现 GB/T 16927.2—1997 中 9.1.2 给定的频率范围内的叠加振荡,上升时间应不大于 $1/(2\pi f_{\max})$ ¹⁰⁾,其中 f_{\max} 是测量系统可重视的波前振荡最高频率。

8.1.2.6 干扰

整个系统干扰试验的要求应符合 GB/T 16927.2 的规定,即在干扰试验中偏离基值的最大幅值应在冲击试验所用量程满刻度偏转的 1% 以内。电脉冲群的干扰试验要求见 B.3.1。

注:依据 GB/T 16927.2—1997 中的 5.5.4,要求对整个冲击测量系统进行干扰试验。

9) 此处的附录 C 为本部分所加。

10) IEC 61083-1 中为 15 ns,它是部分响应时间的要求,与上升时间的要求不同。

8.1.3 试验

本标准要求的模拟示波器需做的试验见表4。

所有校准仪器都应直接或间接溯源到国际或国家标准,并应记录校准过程。

8.1.3.1 型式试验

型式试验应在同系列模拟示波器中取某一台进行。型式试验由制造商完成。如果制造商没有提供型式试验结果,则使用者应安排设备的验证试验。

8.1.3.2 例行试验

例行试验对每台模拟示波器都应进行。例行试验由制造商完成。如果制造商没有提供例行试验结果,使用者应安排设备的验证试验。

模拟示波器修理后也应进行例行试验。

8.1.3.3 性能试验

表4 模拟示波器需做的试验

试验项目	试验方法	试验要求		试验类别			
		示波器输入衰减器置某一个档位	示波器输入衰减器置每个档位	型式试验	例行试验	性能试验	性能校核
电压偏转特性	5.6	8.1.2.2		× ¹¹⁾		×	
时基非线性	5.4	8.1.2.3		×		×	
冲击刻度因数	5.1 或附录 A		8.1.2.4		×	×	×
刻度因数恒定性	5.3		8.1.2.4		×	×	×
上升时间	5.5		8.1.2.5	×			
干扰	5.10	8.1.2.6 B.3.1 ¹²⁾		×	×		

性能试验对每台新的模拟示波器都应进行,并以后每年由使用者重复一次。每次性能试验的日期和结果都应记录在性能记录中。

如果仪器的性能校核表明刻度因数的变化超过1%,则也要对该仪器进行性能试验。

8.1.3.4 性能校核

仪器的性能校核仅当整个测量系统的进行性能校核表明标定的刻度因数有显著变化时才进行(见GB/T 16927.2—1997的6.3)。

性能校核对冲击试验需用的每一档都应进行。如果外部衰减器没有与分压器或分流器一起校验,则应包括在仪器的性能校核中。

如果试验表明静态和冲击刻度因数的差别不大于0.5%时,则可用附录A¹⁴⁾中描述的直流电压校验代替3.5.2中的阶跃波校准。

8.1.4 性能记录

模拟示波器的性能记录应包括以下内容:

a) 标称特性

- 1) 标志(序号、型号等);
- 2) 扫描时间范围;

11) 本部分所加的试验项目。

12) 本部分所加的试验要求。

13) 例行试验中增加了干扰试验,如制造商难于实现整个系统的干扰试验时,可由用户来完成。

14) 原文中为附录C。

- 3) 输入电压最大值和最小值;
- 4) 波形范围;
- 5) 使用范围(有效屏幕区域);
- 6) 预热时间;
- 7) 使用条件范围;
- 8) 输入阻抗;
- 9) 内置校准器。
- b) 型式试验结果
- c) 例行试验结果
- d) 性能试验
 - 1) 每次试验日期和时间;
 - 2) 每次试验结果。
- e) 性能校核
 - 1) 每次校核日期和时间;
 - 2) 结果——通过/失败(如果失败,记录处置情况)。

9 冲击测量用峰值电压表

9.1 有关冲击测量的要求

峰值电压表用于测量冲击的最高峰值。然而,冲击的最高峰值不一定总是与试验电压值相对应(见附录D)。这个问题限制了峰值电压表只能用在冲击波形十分光滑,而没有短时过冲或高频振荡的场合。在其他情况下,必要时须并联一合适的记录仪,以便能校正峰值电压表的读数。

9.1.1 对峰值电压表的一般要求

根据 GB/T 16927.2,用于认可测量系统中峰值电压表的总不确定度不应大于(置信度水平不小于95%,参见 IEC 60060-2:1996 的附录 H):

- 对于雷电全波和标准截波冲击、操作冲击的峰值电压(电流)测量为2%;
- 对于波前截断的雷电冲击的峰值测量为3%。

9.1.2 单项要求

为了不超过9.1.1给定的限值,一般应满足9.1.2中给出的单项限值的要求。在有些情况下,一项或几项限值可能超过,但总的总不确定度不允许超过限值。

9.1.2.1 使用范围

使用范围表示冲击电压的测量范围,在此范围内,冲击峰值测量的总不确定度可满足9.1.1的要求,并且以下单项要求也能满足。

9.1.2.2 冲击刻度因数

冲击刻度因数不确定度应不大于1%。

另外,刻度因数在峰值电压表规定的读数保持时间内应恒定在±1%以内,直至手动或自动复归为止。

9.1.2.3 电压幅度的非线性

在使用范围内,电压幅度的非线性应不大于1%。

9.1.2.4 干扰

整个系统干扰试验的要求应符合 GB/T 16927.2 的规定,在冲击试验使用范围内由于电磁干扰造成的峰值电压测量误差应小于满刻度偏转的1%。电脉冲群的干扰试验要求见 B.3.1。

注:依据 GB/T 16927.2—1997 的 5.5.4,要求对整个冲击测量系统进行干扰试验¹⁵⁾。

9.1.3 试验

15) 本部分所加的注。

本部分要求峰值电压表需做的试验如表 5。

所有校准设备都应直接或间接地溯源到国际或国家标准,并应记录校准过程。

9.1.3.1 型式试验

型式试验应在同系列峰值电压表中取某一台来进行。型式试验由制造商完成。如果制造商没有提供型式试验结果,则使用者应安排设备的验证试验。

9.1.3.2 例行试验

例行试验对每台峰值电压表都应进行。例行试验由制造商完成。如果制造商没有提供例行试验结果,则使用者应安排设备的验证试验。

表 5 峰值电压表需做的试验

试验项目	试验方法	试验要求		试验类别			
		峰值表输入 衰减器置某 一档位	峰值表输入 衰减器置每 个档位	型式 试验	例行 试验	性能 试验	性能 校核
电压幅度的非线性	5.1	9.1.2.3		×			
冲击刻度因数	5.1		9.1.2.2		×	×	×
干扰	5.10	9.1.2.4 B.3.1 ¹⁶⁾		×	× ¹⁷⁾		

峰值电压表修理后也应进行例行试验。

9.1.3.3 性能试验

性能试验对每台新的峰值电压表都应进行,并以后每年由用户重复一次。每次性能试验的日期和结果都应记录在性能记录中。

如果仪器的性能校核表明冲击刻度因数的变化超过 1%,则也要对该仪器进行性能试验。

9.1.3.4 性能校核

仪器的性能校核仅当整个测量系统的性能校核时发现所标定刻度因数有显著变化时才进行(见 GB/T 16927.2—1997 的 6.3)。

性能校核对冲击试验需用的每一档都应进行。如果使用外部衰减器,并且该衰减器并没与分压器或分流器一起校验,则应包括在仪器的性能校核中。

9.1.4 性能记录

峰值电压表的性能记录应包括以下内容:

a) 标称特性

- 1) 标志(序号、型号等);
- 2) 额定分辨率(如果有);
- 3) 输入电压最大值和最小值;
- 4) 波形范围;
- 5) 使用范围;
- 6) 读数保持时间(如果有);
- 7) 预热时间;
- 8) 使用条件范围;
- 9) 输入阻抗。

b) 型式试验结果

c) 例行试验结果

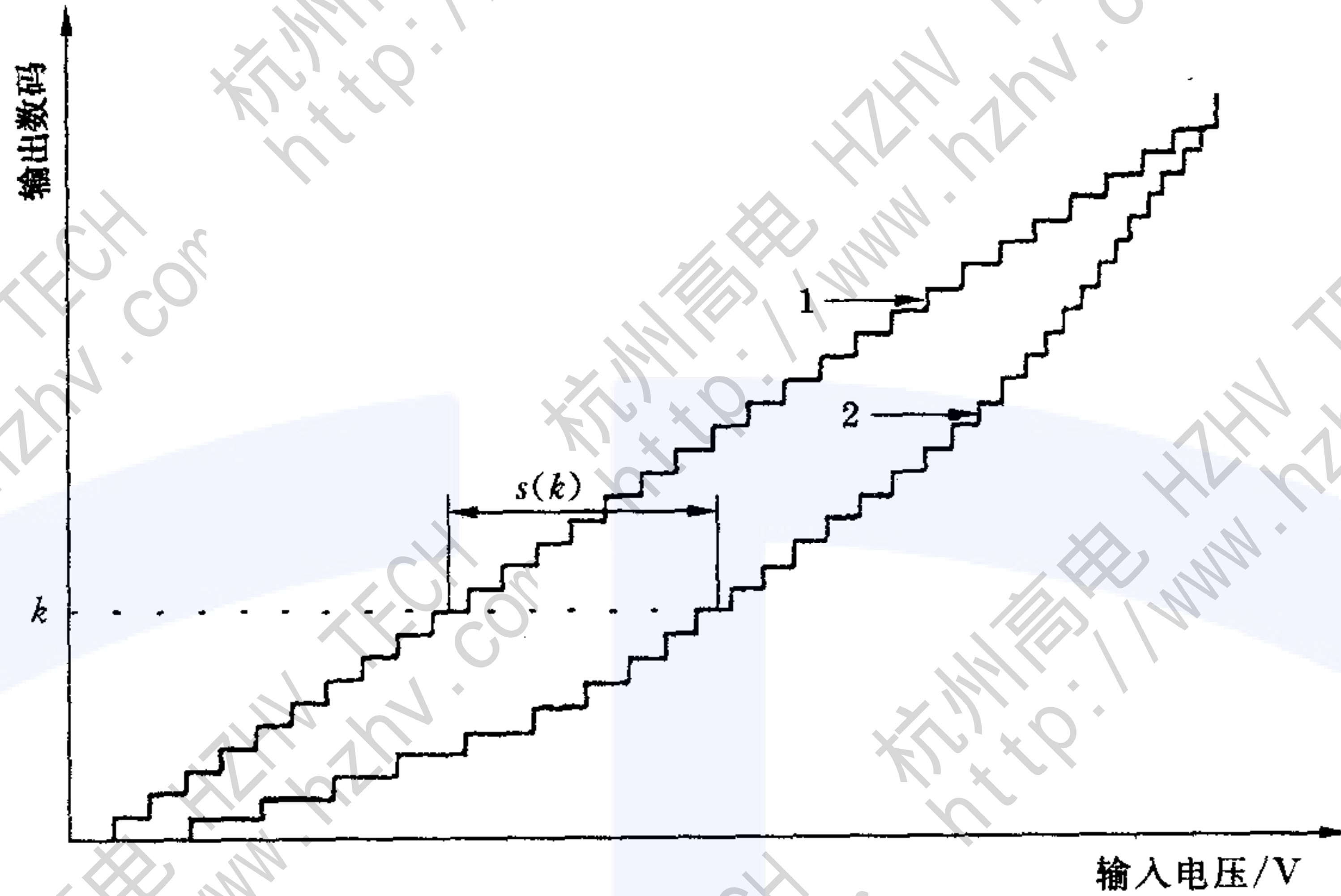
d) 性能试验

- 1) 每次试验日期和时间;

16) 本部分所加的试验要求。

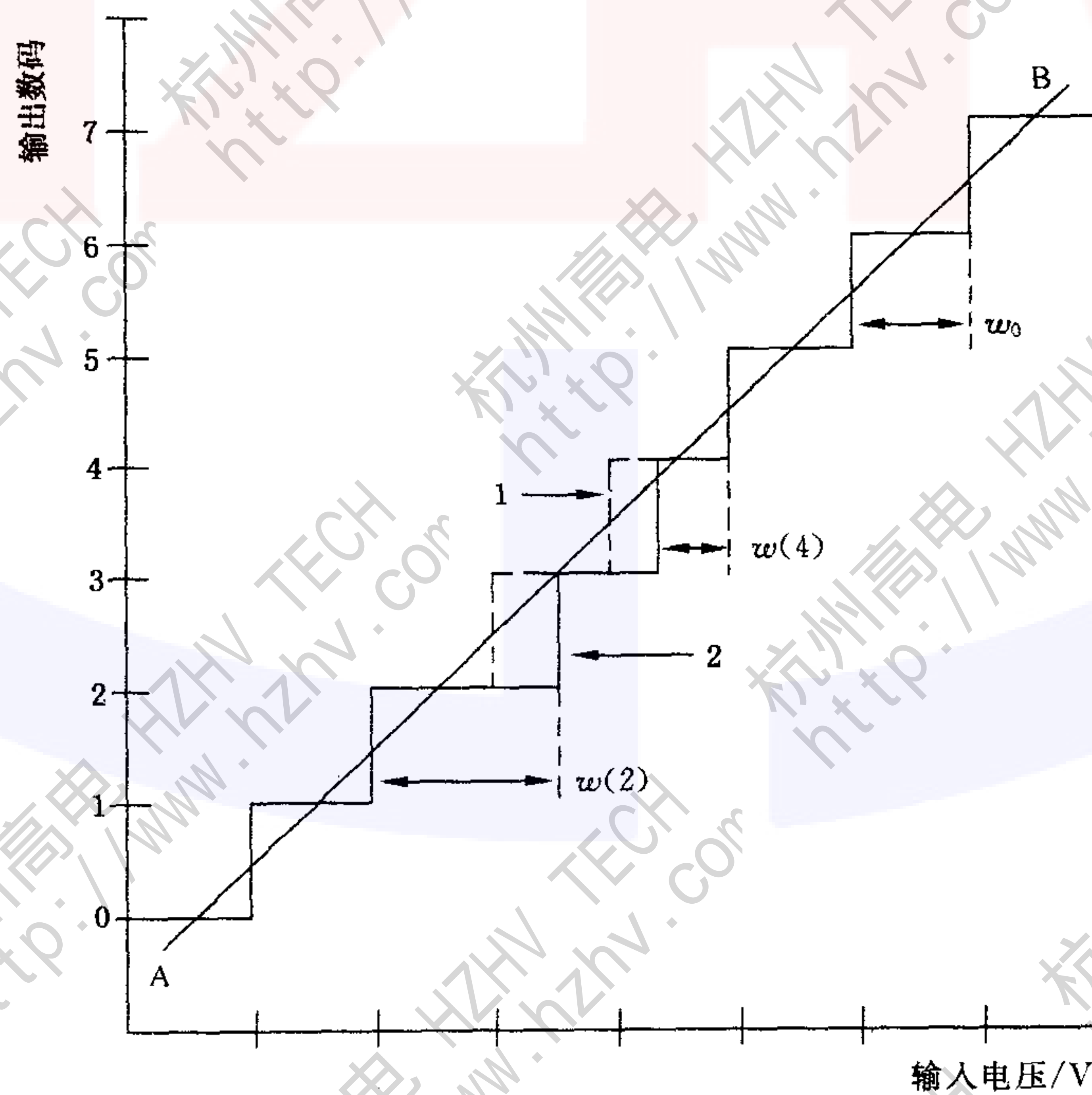
17) 例行试验中增加了干扰试验,如制造商难于实现整个系统的干扰试验时,可由用户来完成。

- 2) 每次试验结果。
- e) 性能校核
 - 1) 每次校核日期和时间；
 - 2) 结果——通过/失败(如果失败,记录处置情况)。



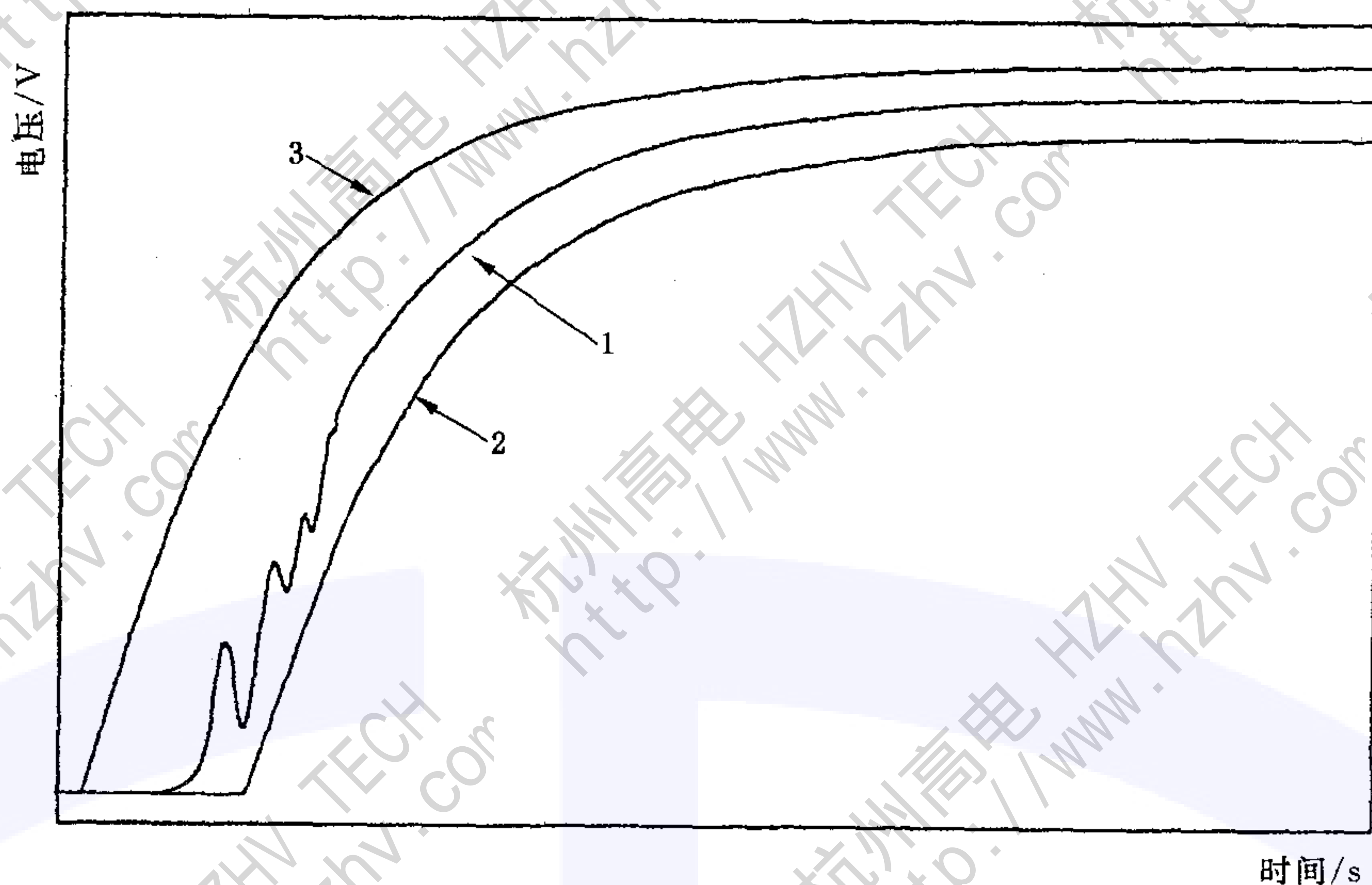
曲线 1:理想的 5 位数字记录仪的量化特性
 曲线 2:非线性的 5 位数字记录仪的量化特性
 (为使图形清楚起见,选择了低分辨率的 5 位数字记录仪)

图 1 整体非线性 $s(k)$



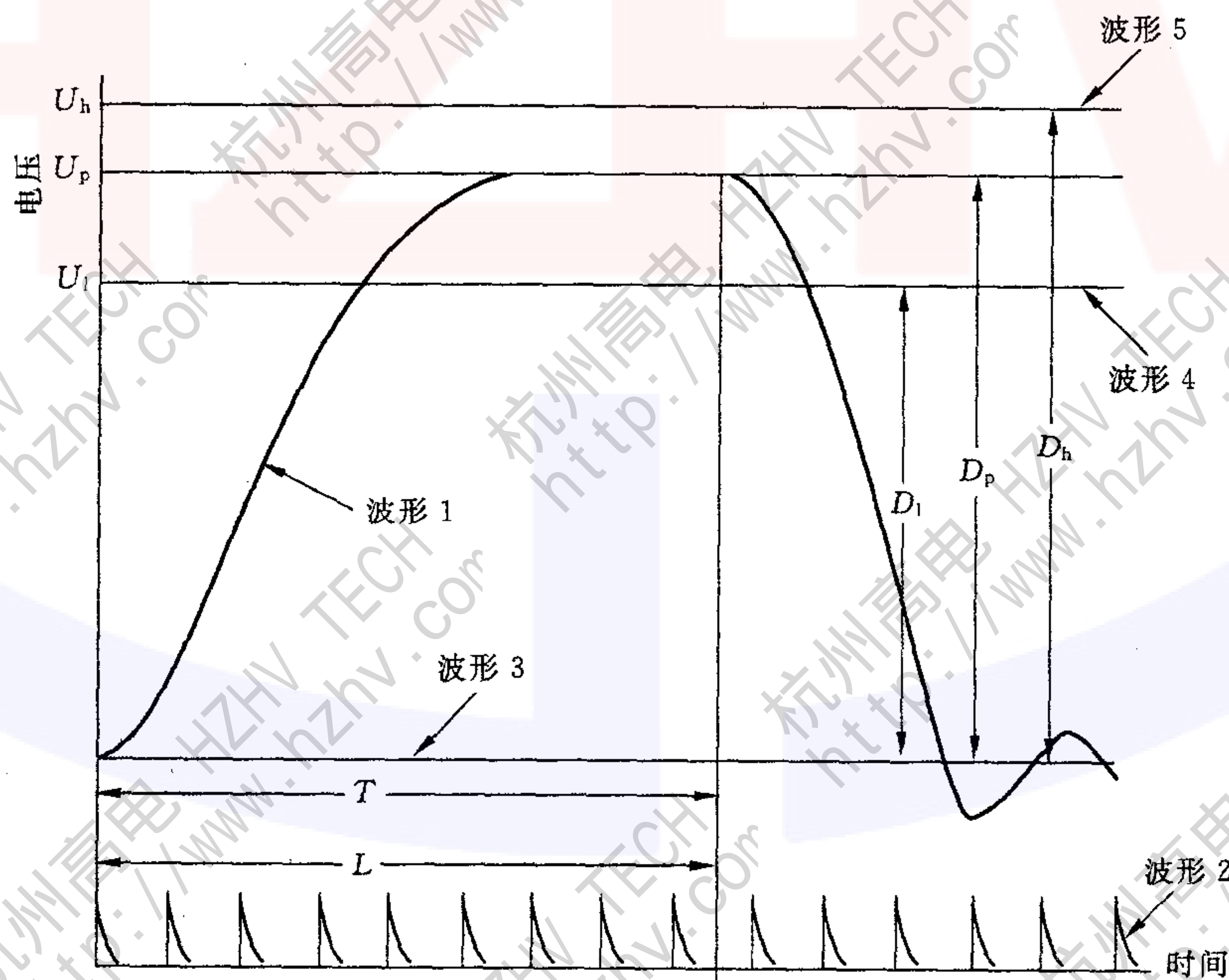
曲线 1:理想的 3 位数字记录仪的量化特性
 曲线 2:在 $k=2,3$ 和 4 处有较大 $d(k)$ 的 3 位数字记录仪的量化特性
 连线 AB:理想的数字记录仪码宽中点所连的直线
 (为使图形清楚起见,选择了低分辨率的 3 位数字记录仪)

图 2 直流电压下的局部非线性 $d(k)$ 与码宽 $w(k)$



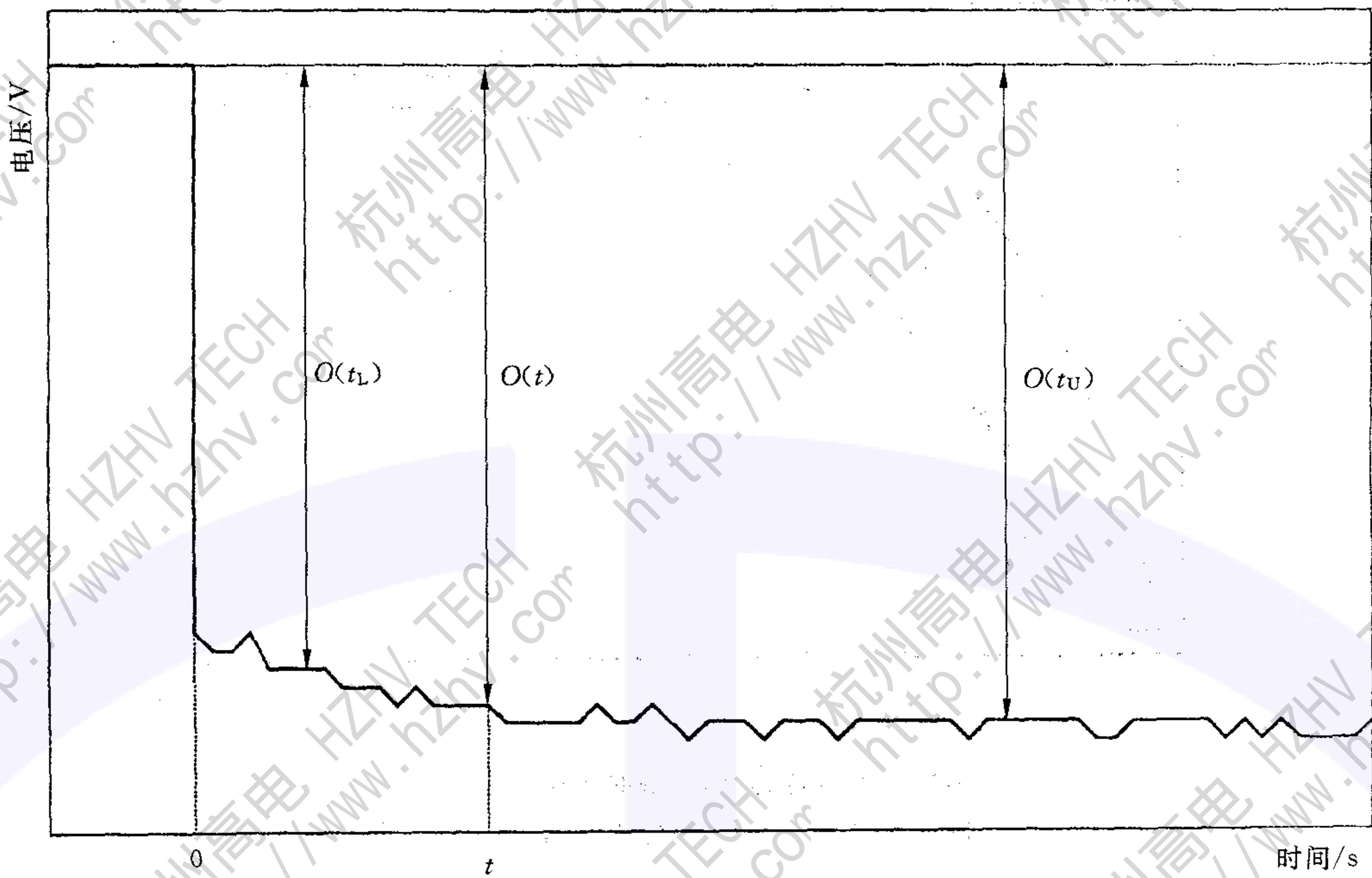
(为使图形清楚起见, 三根曲线在时间上错开)
 曲线 1: 测得的冲击波形; 曲线 2、曲线 3: 校准冲击波形

图 3 用对比法校准



波形 1: 测得的波形; 波形 2: 时标脉冲; 波形 3: 基线;
 波形 4: 低值直流校准电压; 波形 5: 高值直流校准电压
 U_p 、 D_p : 冲击波峰值及其偏转; U_1 、 D_1 : 低值校准电压幅值及其偏转;
 U_h 、 D_h : 高值校准电压及其偏转; T 、 L : 时间间隔及其扫描长度

图 4 电压和时间分别校准(见附录 C)



t_L 和 t_U 的值见 5.3 中的下限和上限时间

图 5 阶跃波校准

附录 A

(规范性附录)

确定数字记录仪静态非线性的程序——直流电压校准

A.1 步骤 A

施加一稍高于数字记录仪能够记录的最小电压的电压 $V(i)$ (约为标称满刻度电压值的 2%), 取一次记录并存储输入电压为 $V(i)$ 和记录的平均值为 $A(i)$ ($i=1$)。

A.2 步骤 B

升高输入电压, 增量 ΔV 应小于满刻度电压和额定分辨率的乘积, 约为 $1/10 \sim 1/4$ 平均码宽。取一次记录并存储输入电压为 $V(i+1)$ 和记录的平均值为 $A(i+1)$ 。

A.3 步骤 C

重复步骤 B, 增量相同, i 增加 1, 直到可以覆盖数字记录仪的满刻度偏转, 记录并存储输入电压 $V(i)$ 和记录的平均值 $A(i)$ 。

A.4 步骤 D

如果 $A(i)$ 已经标定 (即它们以 V 为单位), 可从下式计算理想阈值¹⁸⁾:

$$T(k) = \frac{f.s.d.}{2^N - 1} (k + 1/2)$$

如果 $A(i)$ 没有标定 (即它们是 A/D 转换器输出数码的平均值), 则理想阈值为:

$$T(k) = k + 1/2$$

这里 N 是 A/D 转换器的额定位数, k 是二进制数码 (从 0 到 $2^N - 1$)。

A.5 步骤 E

确定每一个实际数码从 k 到 $k+1$ 的转换阈值 (见图 A.1):

- 找出小于或等于 $T(k)$ 而 n 为最大的 $A(n)$;
- 找出大于 $T(k)$ 而 m ($m > n$) 为最小的 $A(m)$;
- 则从 k 到 $k+1$ 的转换阈值可由线性插值法求出:

$$c(k) = V(n) + \frac{T(k) - A(n)}{A(m) - A(n)} [V(m) - V(n)]$$

A.6 步骤 F

每个数码 k 的中心电压是 $p(k)$, 它是二个数码转换阈值的平均值, 可表征数码 k 的电平:

$$p(k) = 1/2 [c(k) + c(k-1)]$$

每个数码 k 的宽度 $w(k)$:

$$w(k) = c(k) - c(k-1)$$

18) IEC 61083-1 中的附录 A 的步骤 D。T(k) 式中分母为 2^N 。

A.7 步骤 G¹⁹⁾

确定静态刻度因数 F_s 。

用直流电压校验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;性能试验和性能校核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小工作量。

A.7.1 小增量法(G1)

根据步骤 C 记录的输入直流电压 $V(i)$ 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 E)。数字记录仪的静态刻度因数 F_s 用斜率 K 的倒数计算:

$$F_s = \frac{1}{K}$$

A.7.2 大增量法(G2)

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 $V(i)$,在每一个输入电压 $V(i)$ 下,取一次记录,并计算所记录输出数码的平均值 $A(i)$;根据 $V(i)$ 和 $A(i)$ 的数据,同样采用直线拟合法,根据 G1 的方法确定数字记录仪的静态刻度因数 F_s 。

A.7.3 两点法(G3)

取 k_1 和 k_2 两点,则静态刻度因数 F_s :

$$F_s = \frac{p(k_2) - p(k_1)}{k_2 - k_1}$$

这里 $(k_2 - k_1)$ 是大于或等于 $2^N \cdot 90\%$ 。

A.8 步骤 H

确定每个数码的整体非线性 $s(k)$:

$$s(k) = p(k) - (k - A_0) F_s^{20)}$$

式中 A_0 为数字记录仪的偏置(见附录 E)。

将 $s(k)$ 转换成满刻度的百分比,则为²¹⁾:

$$S(k) = 100\% \cdot \frac{s(k)}{f. s. d.}$$

A.9 步骤 I

确定直流电压下每个数码的局部非线性 $d(k)$:

$$d(k) = \frac{w(k) - F_s}{F_s}$$

注:当局部非线性在 ± 0.8 之内时,所有的码宽 $w(k)$ 都在平均码宽 w_0 的 (1 ± 0.8) 范围内,即 $0.2w_0 < w(k) < 1.8w_0$ 。一般情况下,数码的局部非线性各不相同,并且是被测信号变化率的函数。

A.10 步骤 J²²⁾

确定数字记录仪的静态整体非线性和静态局部非线性分别为:

19) IEC 61083-1 中附录 A 的步骤 G。本部分增加小增量法(G1)和大增量法(G2)。两点法(G3)等于 IEC 中的步骤 G。

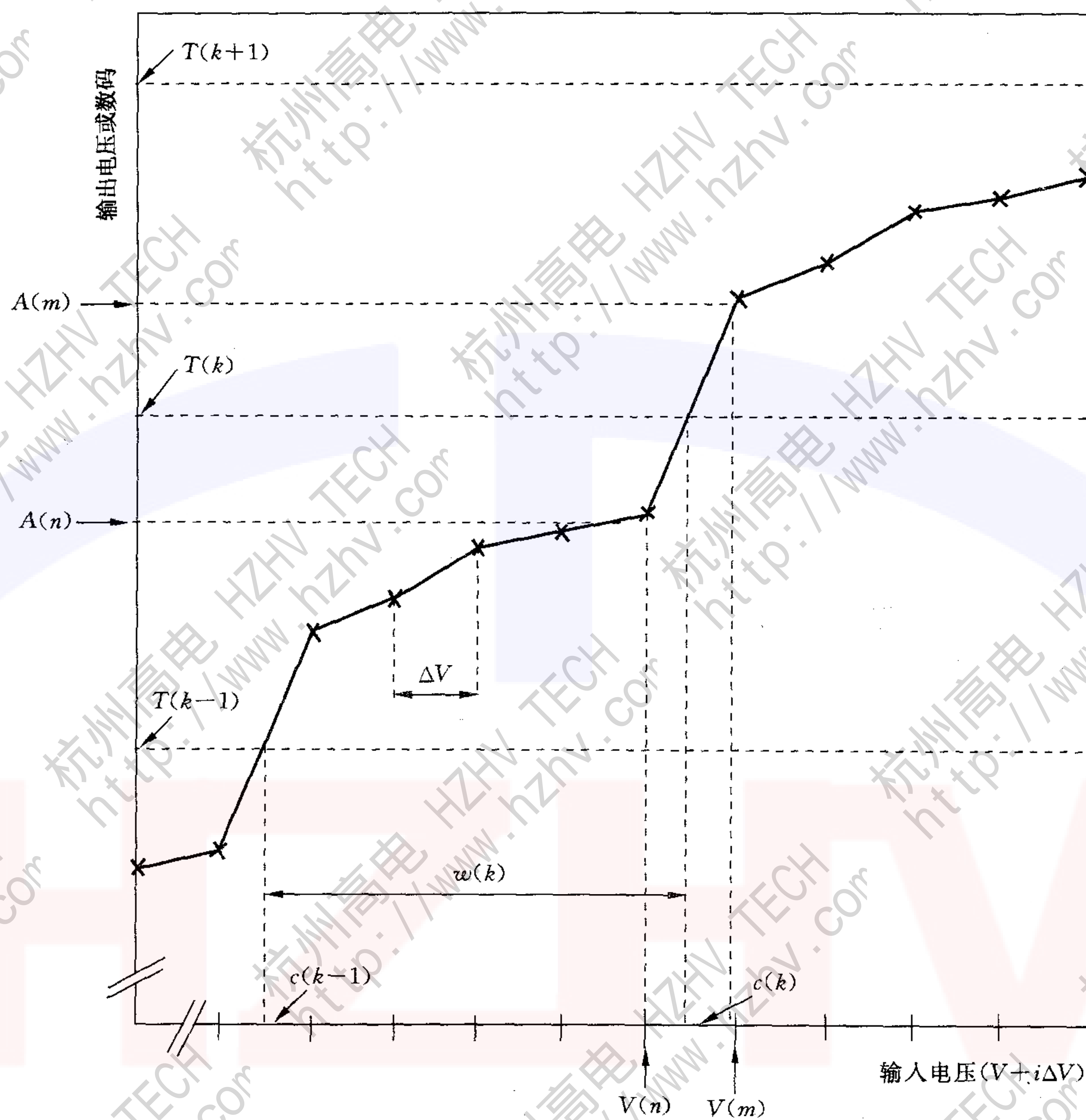
20) 原文中为 $s(k) = p(k) - p(k_1) - (k - k_1) F_s$ 。

21) IEC 61083-1 中附录 A 的步骤 H。原文中 $S(k)$ 的百分比表示式中的分母为 $\max[A(i)] - \min[A(i)]$ 。

22) 本部分增加的步骤。

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

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



标有 $n, m, A(n), A(m), V(n)$ 和 $V(m)$ 的实测量化特性的一部分。

第 k 个数码转换阈值 $c(k)$ 处于 $(V(n), A(n))$ 和 $(V(m), A(m))$ 的连接线
与第 k 个阈值水平线 $T(k)$ 的交点。

图 A.1 非线性的确定

附录 B

(规范性附录)

高电压实验室中的电磁干扰

B.1 概述

通用仪器用于高电压实验室时,其屏蔽可能不够。干扰可能由瞬态电磁场感应产生,也可能通过信号或电源线传导引入。

干扰可能达到很高水平,尤其在冲击截波的情况下更为突出。下述预防措施可降低这种干扰。

B.2 预防措施

B.2.1 电磁屏蔽

将仪器置入对有关频段具有足够衰减作用的法拉第笼内可减弱电磁场直接透入仪器的干扰。这种法拉第笼由金属箱体构成,箱体上固定的或活动的联接点都应有良好的导电性。这个金属箱体可以是屏蔽的控制室或仪器的箱壳。仪器的箱壳可由两部分组成,其一是高效屏蔽(将数字记录仪完全封闭起来),以满足实时记录冲击波的要求,另一部分是可打开的箱壳,以便在冲击波记录完成后接触计算机、绘图仪和打字机进行操作。

B.2.2 减弱电源线引入的传导干扰

电源经滤波器接入可减少引入的传导干扰(有效频段为数十 kHz 到数十 MHz)。应在仪器和电源之间接入绕组间电容较小的隔离变压器。

B.2.3 信号线上的干扰

通过电压分压器侧良好接地,采用双屏蔽同轴电缆且外层屏蔽在电缆输入端和仪器端两端接地,以及(或)将电缆穿入两端接地的金属管内等措施可以减弱由于电流流经测量电缆屏蔽层引起的干扰。内层和外层屏蔽应在输入端接在一起。避免测量电缆和接地回线之间形成环路也可以减弱干扰。

尽可能提高输入电压,使数字记录仪在其最大电压量程内工作,或在电缆末端和仪器间插入一外部衰减器等措施可以减弱由于感应或作用在测量电缆两端间的电位差而引起的干扰。

B.2.4 采用光学方法传输信号

采用光学方法(模拟的或数字的)传输信号可减小干扰,只要这种传输性能足以满足 GB/T 16927.2 的要求。

B.3 单项干扰试验

这些试验是为了校核仪器对以上所列各种类型干扰的敏感性。

如果仪器在一个良好屏蔽区域(例如在屏蔽控制室)中操作,且电源有妥善的滤波与隔离措施,则这些试验可以不做。

注:注入测量和控制电缆屏蔽层的电流可按下列方法校核:

电缆应该按正常工作方式接到仪器上,注入电缆屏蔽层的暂态电流最好是具有峰值 100 A,频率 1 MHz 的阻尼振荡。在这种基本振荡上,还叠加一峰值 10 A,频率 10 MHz~20 MHz,持续时间不小于 10 ms 的振荡,一种可能的试验电路如图 B.1。

B.3.1 叠加在电源上的瞬态

根据 GB/T 17626.4,对仪器的电源应做电脉冲群抗扰性试验(第 3 级),如果仪器在脉冲群施加过程中能保持其性能在限值内,则通过该试验。

B.3.2 施加电场和磁场

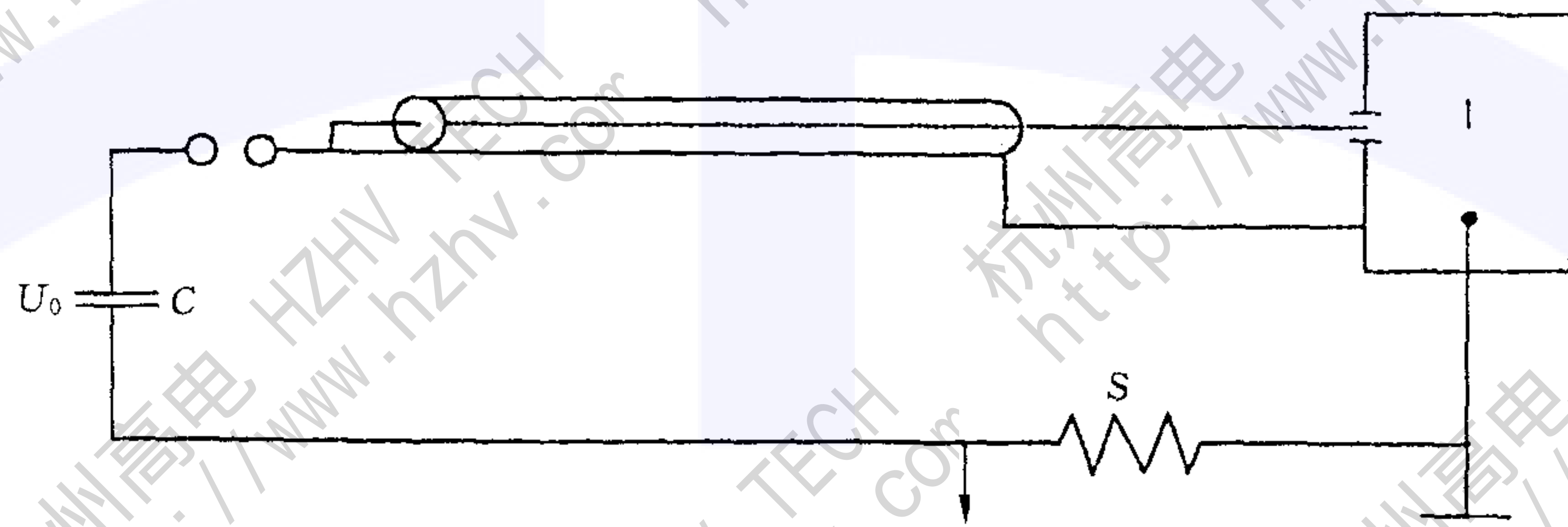
不带测量电缆的仪器,包括任何附加屏蔽,应经受表征高电压试验回路产生的快速变化的电场和磁场的作用。

高电压试验室的试验表明,电场可达 100 kV/m,磁场可达 1 000 A/m。

这些电磁场可由充电的电容器通过球隙放电产生(图 B.2 所示)。

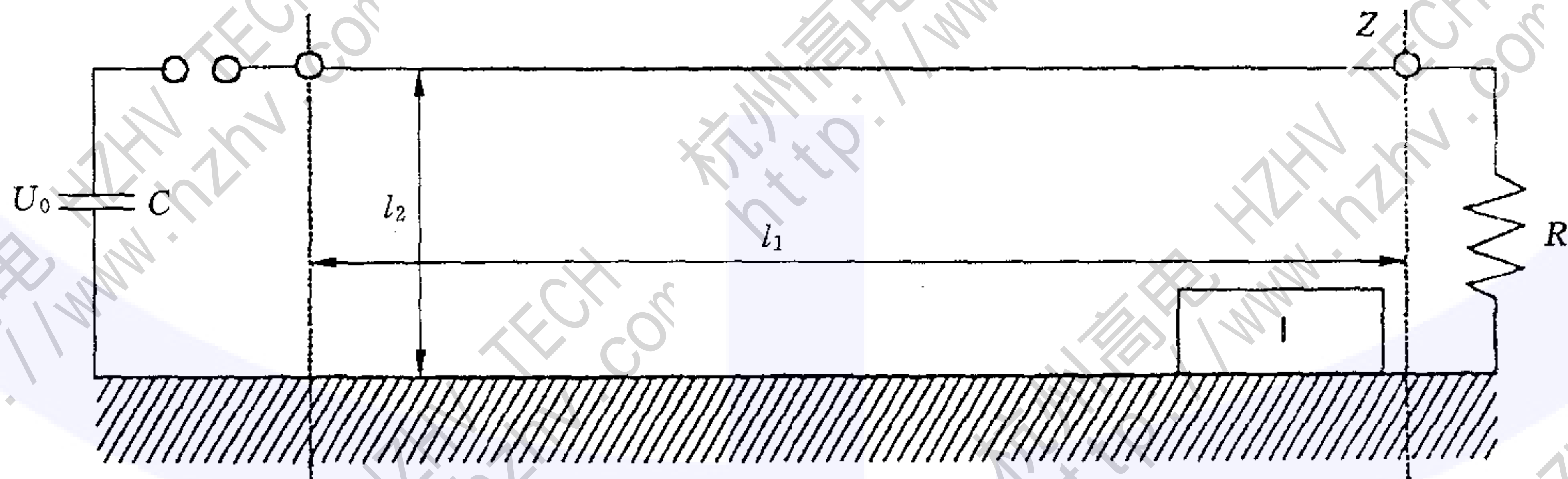
对于电场试验,与电容器相连的传输线应端接波阻抗($R=Z$)。对于磁场试验,与电容器相连的传输线应短路($R=0$)。两种试验对应的瞬态特性由试验回路参数确定,试验电压为上升时间约 50 ns 的阶跃波;试验电流为频率约 0.5 MHz 的阻尼振荡波。

注:浸在油或压缩气体中的球隙可用于校核 SF₆ 绝缘冲击试验检测用的仪器。相应的瞬态电压和电流分别具有较短的上升时间(数个 ns)和较高的起始振荡频率(数十 MHz)。



U_0 = 充电电压 C = 电容器
 S = 测量分流器 I = 仪器

图 B.1 电流注入电缆屏蔽层



U_0 = 充电电压; C = 电容器; Z = 传输线波阻抗;
 R = 终端电阻; I = 置于传输线末端的仪器;
 电容 $C=20$ nF; 传输线长度 $l_1=5$ m; 高度 $l_2=1$ m;
 电场试验: $U_0=40$ kV ($R=Z$); 磁场试验: $U_0=100$ kV ($R=0$)

图 B.2 电场和磁场试验

附录 C

(规范性附录)

模拟试波器的校验方法——电压和时间分别校验

校准中用了 5 个波形,它们全都在相同的时基下获得,如图 4。

波形 1:测得的冲击波形。

波形 2:时标或校准脉冲波形。

波形 3:零输入波形(基线)。

波形 4:比波形 1 的峰值稍小的直流校准电压 U_1 的波形。

波形 5:比波形 1 的峰值稍大的直流校准电压 U_2 的波形。

波形 1 的峰值和时间参数从各波形中采用插值法确定。

用来确定电压偏转系数(即刻度因数)的校准仪,不管是内置的或外部的,其不确定度应不大于每次显示的校准信号的 0.5%。

附录 D
(资料性附录)
冲击波形的分析

D.1 冲击波形分析

冲击波形分析需顺序从平均曲线中确定:

- 1) 基线值和平均曲线的最大值(最小值);
- 2) 它们的差值作为峰值;
- 3) 峰值的 10%, 30%, 50%, 70% 和 90% 处的线和点;
- 4) 按配对的线和点间的差值计算其他波形特性值。

分析模拟和数字记录的冲击波形有几种方法,可以采用软件、游标或模拟记录如绘图、打印或照像。试验中采用的处理方法也应采用于校准中。

校准记录不需要保存,但概括的结果需要保存,如冲击参数的平均值和标准偏差等。

不管使用什么方法,关于叠加在波形上的振荡和过冲等应满足 GB/T 16927.1 的要求。

D.2 记录的平均曲线

确定数字记录的平均曲线可以采用许多方法中的任何一种,即将记录拟合到模型曲线,或用数字滤波器平滑数据等。采用的技术应按 IEC 61083-2 进行检验,并应满足该标准规定的相关要求。

D.3 模拟记录的平均曲线

模拟记录的平均曲线可以采用手画,并修正到试验中有关各方都同意为止。另一种方法可按 IEC 61083-2 将模拟记录数字化后加以处理,并应满足该标准规定的相关的要求。

D.4 参考文献

IEC 61083-2:1996 高电压冲击测量用数字记录仪——第 2 部分:冲击波形参数测定软件的评估。

附录 E²³⁾

(资料性附录)

数字记录仪直流电压校验用的直线拟合法

在用直流电压检验一台 N 位数字记录仪时,如果共得到 M 点 [$M=(4\sim 10)2^N$] 输入电压 $V(i)$ 及对应的输出数码平均值 $A(i)$ 的数据(参见附录 A),可按下述步骤将输出与输入拟合成直线关系:

a) 按下式计算参量 a 、 v 、 u 、 w 、 b :

$$a = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M A(i)$$

$$v = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M V(i)$$

$$u = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M A(i)V(i)$$

$$w = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (V(i))^2$$

$$b = w - v^2$$

b) 按下式计算直线的斜率 K 和截距 A_0 :

$$K = \frac{1}{b} (u - av)$$

$$A_0 = \frac{1}{b} (aw - uv)$$

c) 所拟合的直线关系为:

$$A = KV + A_0$$

上列直线关系可写为:

$$V = \frac{1}{K} (A - A_0) = F_s (A - A_0)$$

由此可见,数字记录仪的静态刻度因数 F_s 为直线斜率 K 的倒数(见 3.1.10 和附录 A),而直线的截距 A_0 为数字记录仪的偏置。

23) 为适应附录 A 的步骤 G 而增加的附录。

中华人民共和国
国家标准
高电压冲击测量仪器和软件
第1部分:对仪器的要求

GB/T 16896.1—2005

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbs.com

电话:68523946 68517548

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 2 字数 49 千字

2005年8月第一版 2005年8月第一次印刷

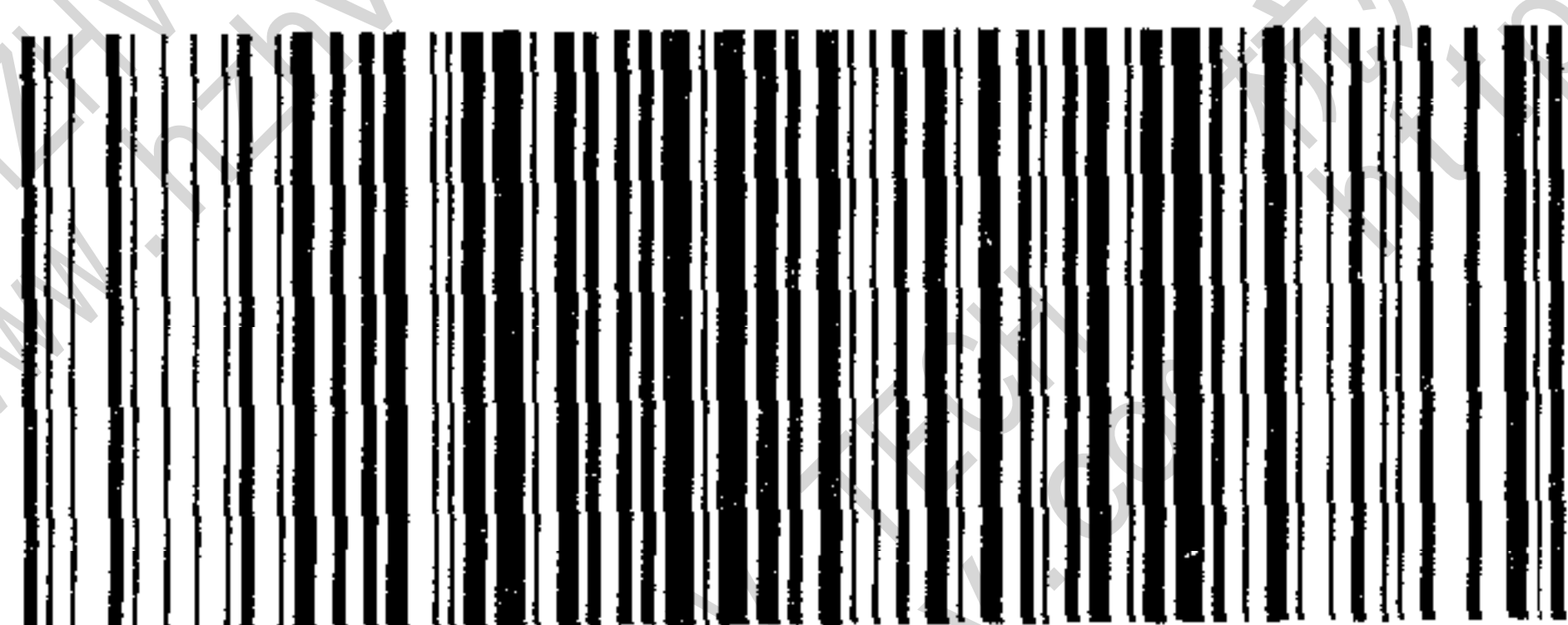
*

书号:155066·1-23211 定价 16.00 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)68533533



GB/T 16896.1—2005