ICS 19.080

和国国家标准 电化 品

GB/T 7354—2018
代替 GB/T 7354—2003

高电压试验技术 局部放电测量

rtial discharge measurements

High-voltage test techniques—Partial discha

9)

(IEC 60270:2000,MOD

杭州高电
rofessional high voltage test equipment manufacturer

2019-04-01 实施

2018-09-17 发布

国家市场监督管理总局
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　试验回路和试验程序 …… 5
4.1　一般要求 …… 5
4.2　试验回路 …… 6
4.3　试验程序 …… 9
5　测量系统 …… 10
5.1　概述 …… 10
5.2　视在电荷测量系统 …… 11
5.3　对数字局部放电测量仪的要求 …… 12
5.4　导出参量的测量系统 …… 13
5.5　超宽频带局部放电测量仪 …… 14
6　完整试验回路中的测量系统的校准 …… 14
6.1　总则 …… 14
6.2　校准程序 …… 14
6.3　校准器 …… 16
6.4　校准器和测量系统线性的确定 …… 19
6.5　测量不确定度实施的度 …… 22
7　干扰 …… 23
附录A（资料性附录）试验回路 …… 32
附录B（资料性附录）测量系统的校准 …… 34
附录C（资料性附录）试验回路 …… 38
附录D（资料性附录）测量系统的校准 …… 39
附录E（资料性附录）测量系统的校准 …… 42
参考文献 …… 44

前　言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

本标准主要起草人：岩东、雪尽、剑娜、鱼鹏、围珠、苏春强、王斯琪、王建生、李强、李冠、张芸、王京

1 范围

本标准定义了局部放电的术语和有关的被测参量，规定了使用的试验回路、测量回路、通

用的模拟

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。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

局部放电 partial discharge；PD

导体间绝缘仅被部分桥接的电气放电。这种放电可以在导体附近发生也可以不在导体附近发生。

3.2

局部放电脉冲 partial discharge pulse;PD Pulse

[illegible]

3.3

与局部放电脉冲有关的参量

3.3.1

视在电荷 apparent charge

q

[illegible]

注：这个电荷就是在电荷计测量时度量的[illegible]

3.3.2

脉冲重复率 pulse repetition rate

n

在选定的时间间隔内所观测到的局部放电脉冲的百数与该时间间隔的比值。

[illegible]

3.3.3

脉冲重复频率 pulse repetition frequency

N

[illegible]

3.3.4

局部放电脉冲的相角 φ 和发生瞬时 t phase angle φ and time t of o

[illegible]

3.3.5

平均放电电流 average discharge current

I

该时间间隔

导出量，等于在选定的参考时间间隔 T_{ref} 内的单个视在电荷 q_i 的绝对值的总和除以

[illegible]

$$I = \frac{1}{T_{ref}}(|q_1| + |q_2| + \cdots + |q_i|) \quad \cdots\cdots (2)$$

q_i 馈入试品两端间的平均脉冲功率

3.3.6

放电功率 discharge power

P

导出量，等于在选定的参考时间间隔 T_{ref} 内的单个视在电荷

……(3)

$$P=\frac{1}{T_{ref}}(q_1u_1+q_2u_2+\cdots+q_iu_i)$$

式中：

u_1、u_2、…、u_i——单个视在电荷 q_i 对应的放电瞬时 t_i 的试验电压瞬时值，要注意每个值的符号（+/−）。

放电强度用瓦特（W）表示。

3.3.7

平方率 quadratic rate

D

……(4)

$$D=\frac{1}{T_{ref}}(q_1^2+q_2^2+\cdots+q_i^2)$$

平方率一般用二次方库仑每秒（C^2/s）表示。

3.3.8

无线电干扰仪 radio disturbance m

复性局部放电时的电压。

实际上，起始电压 U_i 是局部放电脉冲参量幅值等于或超过某一规定的低值时的最低施加电压。

注：对于直流电压试验，U_i 的确定需要特殊考虑，见第4章。

3.7.2

局部放电熄灭电压 partial discharge extinction voltage

U_e

部放电脉冲参量的较高值逐渐减小直到试品中停止出现

当施加于试品的试验电压从某一观察到局部

3.7.3

局部放电测量电压 partial discharge test voltage

3.8

局部放电测量系统 partial discharge measuring system

局部放电测量系统包括耦合装置、传输系统和测量仪器。

3.9

测量系统的特性

下列定义适用于第5章规定的测量系统。

3.9.1

传输阻抗 transfer impedance

$Z(f)$

3.9.2

ver and upper limit frequencies f_1 and f_2

下限频率 f_1 和上限频率 f_2 low

3.9.3

$$\Delta f = f_2 - f_1 \quad \cdots\cdots (6)$$

3.9.4

叠加误差 superposition error

杭州高电 HZHV TECH
http://www.hzhv.com

3.9.5

脉冲分辨时间　pulse resolution time

T_{res}

[illegible]

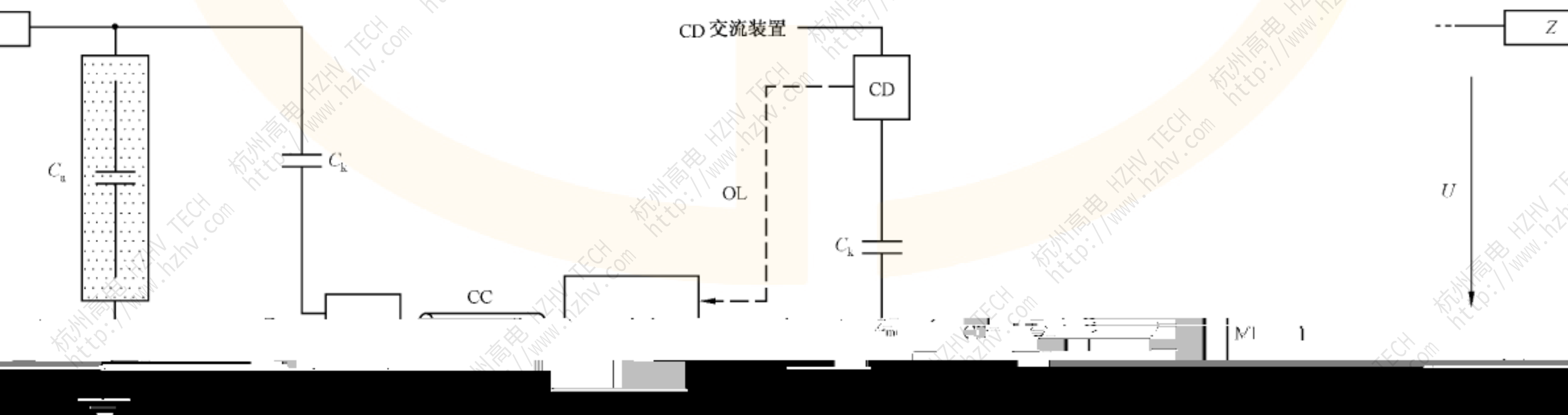
[illegible]

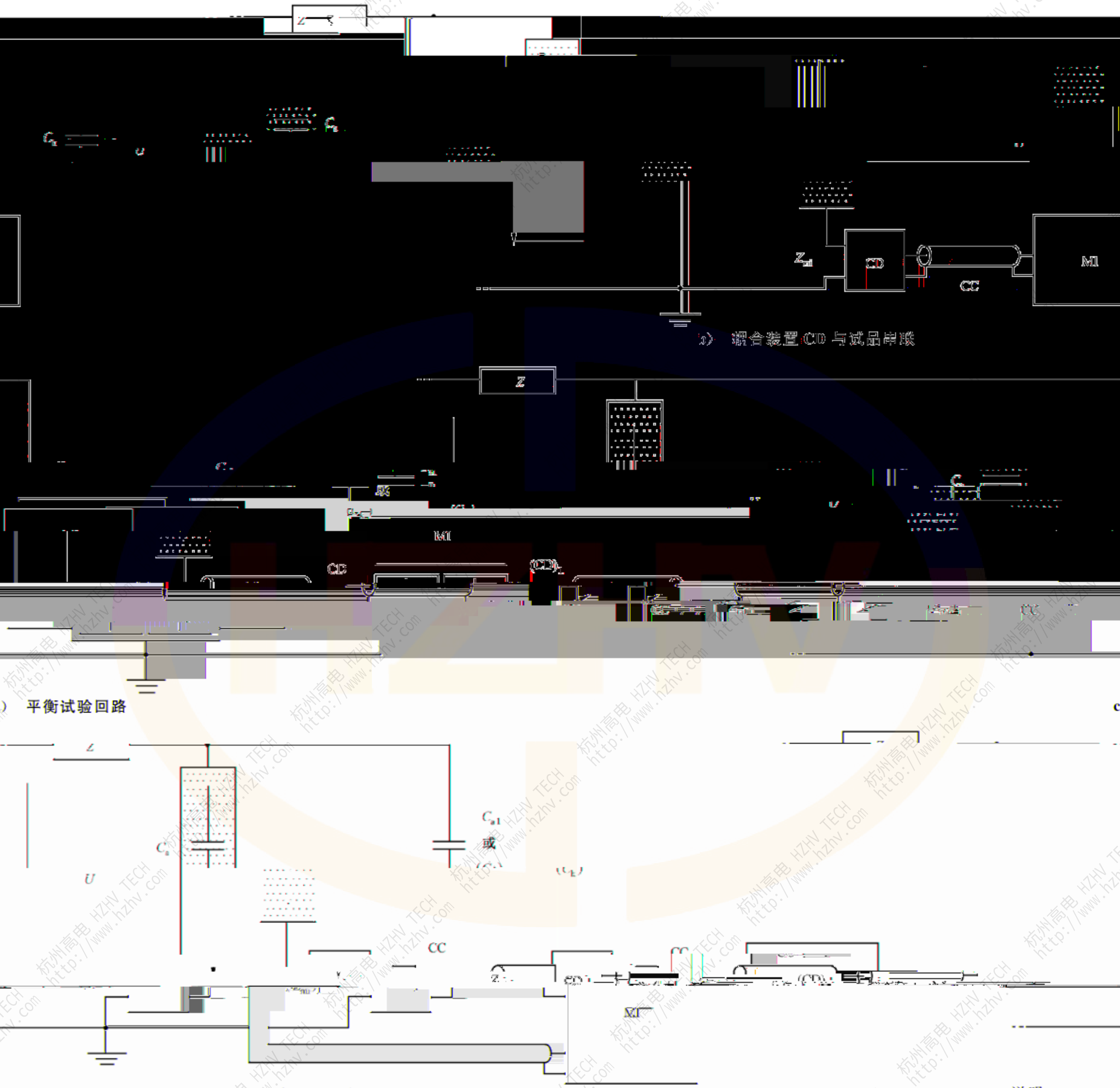
[illegible]

4.2 试验回路

用于局部放电测量的大多数回路可以由图 1 a)～图 1 d)所示的基本回路演变而来。图 2 和图 3 表示这些回路的一些变化，每个回路的组成主要有：

a) 试品，通常被认为是一个电容器 C_a（参见附录 D）。





b) 耦合装置CD与试品串联

c) 平衡试验回路

d) 极性辨别回路

说明：

U——高压电源；

CC——连接电缆；

Z_{mi}——测量系统的输入阻抗；

OJ——光连接；

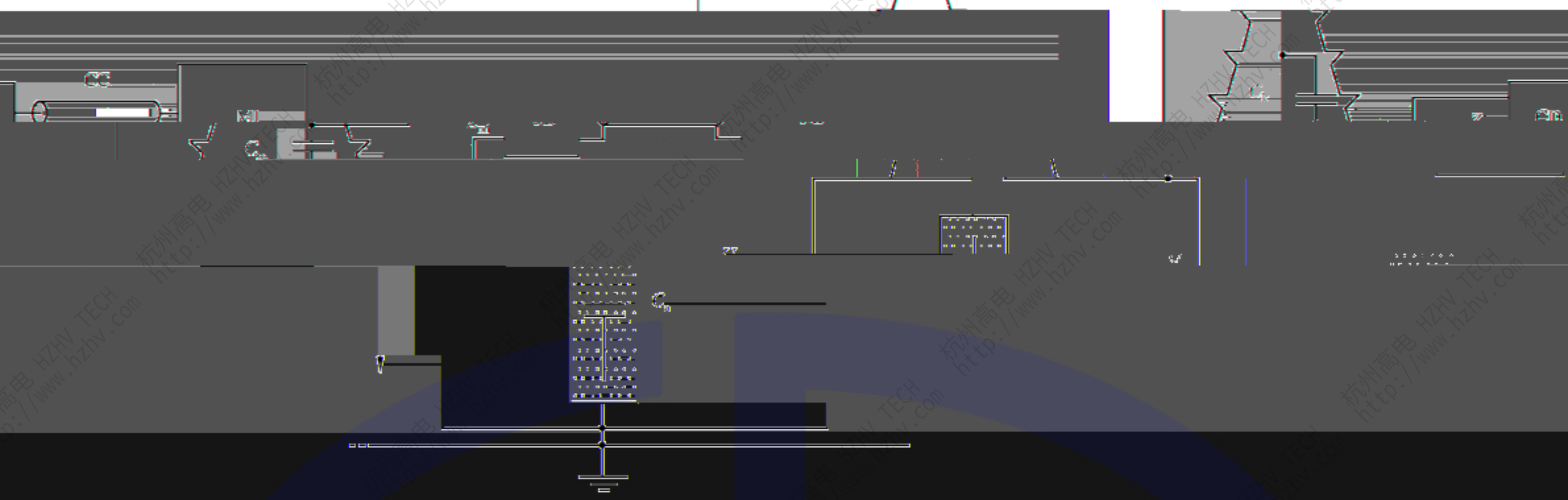
C_k——耦合电容器；

C_a——试品；

Z——滤波器；

MI——测量仪器。

图1（续）



说明：

U ——低压或高压电源；　　C_D ——耦合装置；



说明：

Z_m ——测量系统的输入阻抗；　　M ——测量仪器；

C_k ——耦合电容器；　　Z ——滤波器。

图 3　测量自激试品的试验回路

4.3 试验程序

4.3.1 概述

本章列出对试品本身及试验电压的要求，对于特殊试验条件和试验方法的附加要求也有关技术委

4.3.2 一般

4.3.3 试品的条件

4.3.4 试验程序的选择

4.3.4.1 总则

用于特殊试验和试品的程序由有关技术委员会负责规定。规定应包括预处理过程、试验电压水平

4.3.4.2 局部放电起始和熄灭电压的确定

4.3.4.2.1 交流局部放电起始和熄灭电压

将一明显低于起始电压预期值的电压加在试品上，逐步增加电压直到放电发生，或超过规定的局部

4.3.4.2.2 直流局部放电起始和熄灭电压

直流电压试验时，很难确定局部放电的起始电压和熄灭电压。这是因为它们和在电压变化时的电

5.2 视在电荷测量系统[illegible]

5.2.1 总则

统(例如连接电缆或光缆)和测量仪器

局部放电测量系统可以分为几个子系统,耦合装置、传输系

置

5.2.2 耦合装置

响

只要输入脉冲的幅值被保证至少在测量系统的带宽[illegible]内是恒定的[见 5.3.1)],那么测量仪

交流电压试验

此外,专用能够指示校准脉冲幅值变化的装置应予以使用。

[illegible]

N/s^{-1}	1	2	5	10	20	30,100
$R_{max}/\%$	93	96	94	95	94	95
$R_{min}/\%$	48	56	86	89	104	106

[illegible]

[illegible]

[illegible]

5.2.4 宽带局部放电测量仪

[illegible]

3 kHz≤[illegible]

[illegible] MHz

100 kHz≤Δf≤900 kHz

注1：同一测量仪器与不同的耦合装置组合可以改变传输阻抗，但其总的频率响应符合推荐值。

[illegible]

5.2.5 带有源积分器的窄带局部放电测量仪

[illegible]回路的时间常数来[illegible]的电压信号。假定[illegible]

这类仪器包括一频带特别宽的放大器，随后是一电子积分器，它由电容电阻积分[illegible]

[illegible]

[illegible]

5.3.2 视在电荷 q 的测量要求

数字显示的相继时间间隔不应超过 1 s。

仪器响应通常包括不同水平的持续或基准线噪声。这些噪声通常是由背景噪声或许多局部放电脉

[illegible]

5.3.3 试验电压和频率的测量要求

[illegible]

置。

[illegible]

率的仪器应具有足够短的脉冲分辨时间 T_r 以分辨被测的最高脉冲重复率。幅值鉴

[illegible]

器的输入接在 5.2 中所述的局部放电测量系统的输出端。如果脉冲计数器与响应

[illegible]

5.4.3 测量平均放电电流 I 的仪器

原则上，测量放电电流脉冲平均值的仪器，在线性放大和整流后经过适当的校准可指示放电电流 I

[illegible]

量放电功率 P 的仪器

[illegible]

字信号处理技术进行计算。

5.4 导出参量的测量系统

5.4.1 耦合装置

5.2.2 也适用于导出参量的测量系统的耦合装置

5.4.2 测量脉冲重复率 n 的仪器

测量脉冲重复率

[illegible]

5.4.4 测

[illegible]

放电功率也可以用数

5.4.5 测量平方率 *D* 的仪器

[redacted]

5.4.6 测量无线电干扰电压的仪器

无线电干扰仪是选频电压表。此仪器主要用来测量无线电广播信号引起的干扰。虽然无线电干扰

[redacted]

5.5 超宽频带局部放电测量仪

[redacted]

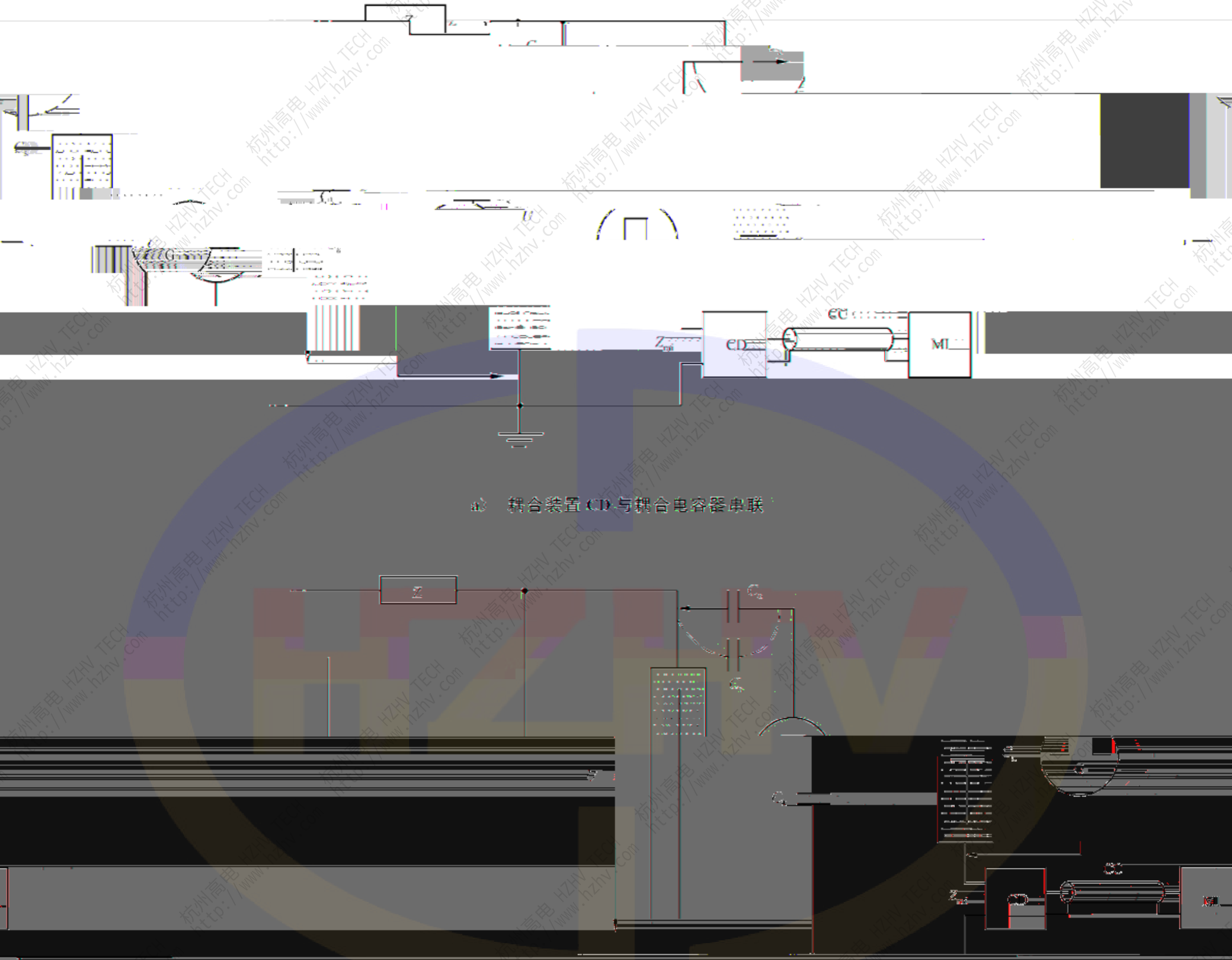
6 校准

6.1 总则

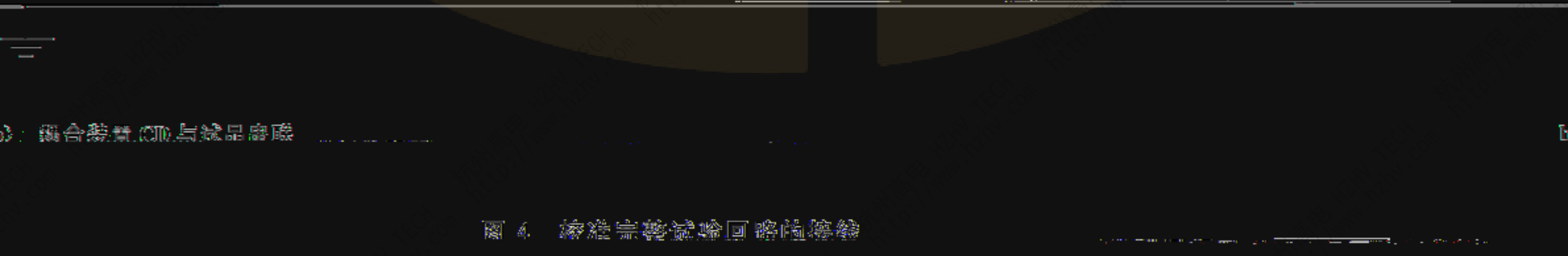
[redacted]

6.2 校准程序

[redacted]

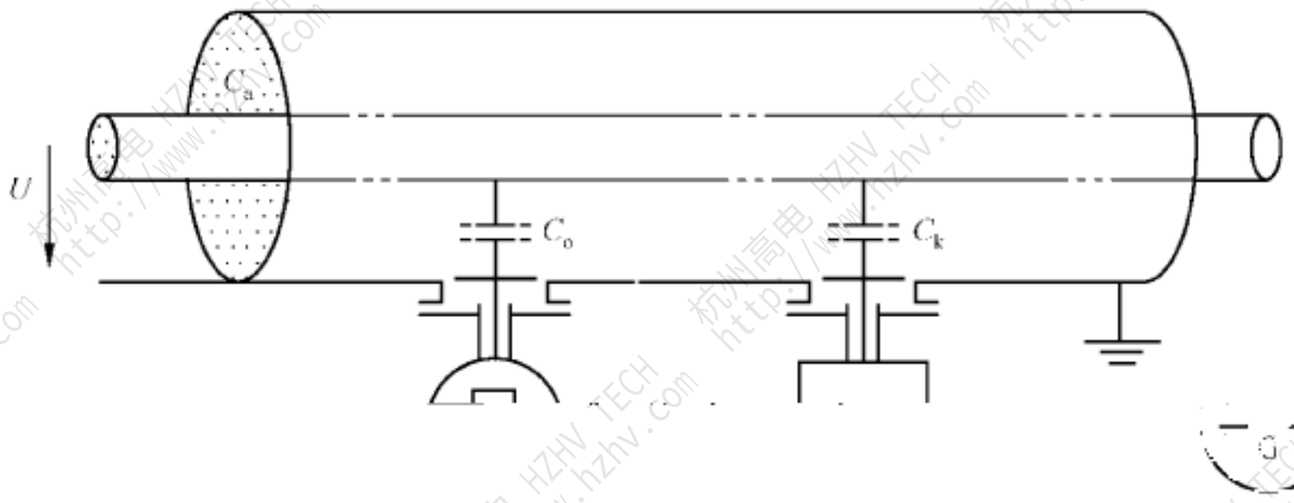


a) 耦合装置CD与耦合电容器串联



b) 耦合装置CD与试品串联

图4 冲击示波试验回路的接线



c) GIS 测量中的试验回路

说明：

U ——高压电源；

CC——连接电缆；

Z_{mi}——测量系统的输入阻抗；

C_k ——耦合电容器；

C_o ——校准电容器；

G ——阶跃电压发生器；

CD——耦合装置；

C_a ——试品；

MI ——测量仪器；

Z ——滤波器；

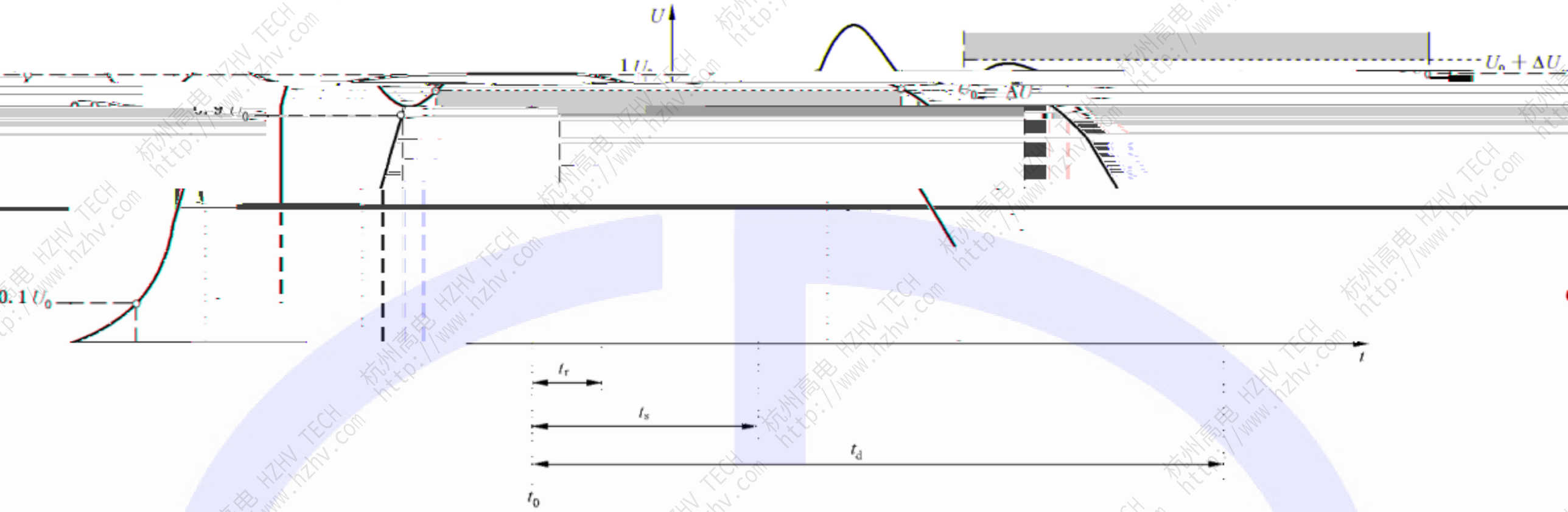
C_s ——杂散电容。

6.3 校准器

6.3.1 总则

对于可用集中电容 C_a 表示的试品，校准电容器 C_o 应满足 $C_o \leqslant 200$ pF，且 $C_o \leqslant 0.1C_a$。

$C_o \leqslant 1$ nF，且 $C_o \times Z_c \leqslant 30$ ns。



t_0 ——阶跃电压起始时间；

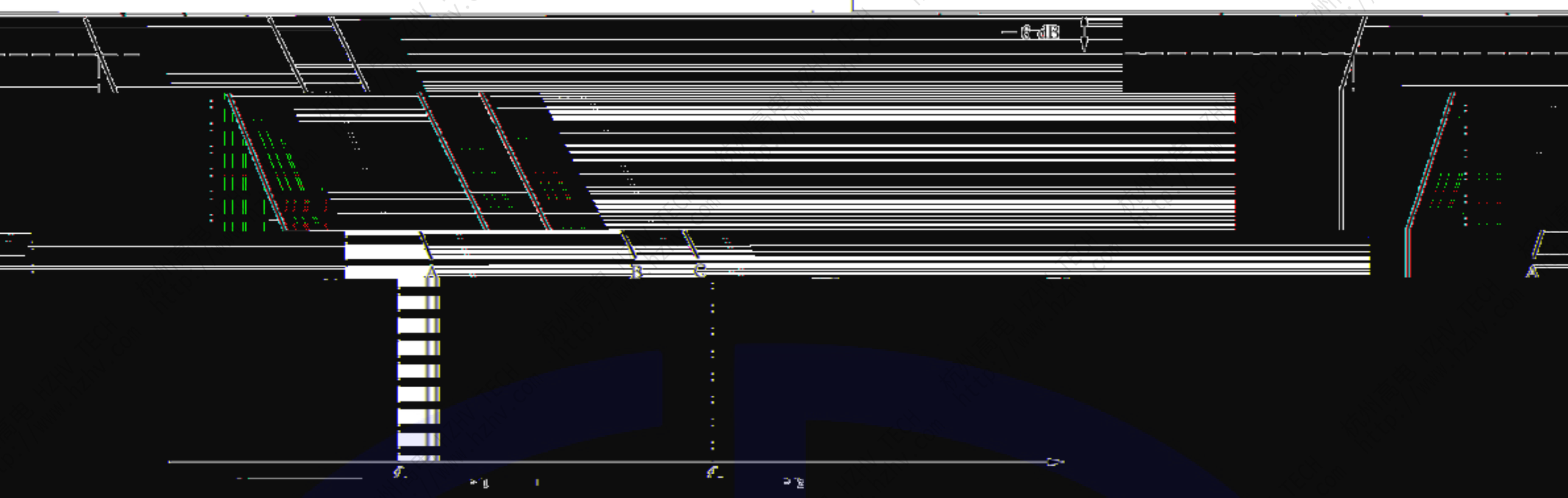
t_r ——阶跃电压上升时间；

t_s ——达到稳定状态的时间；

$t_d - t_s$ ——稳定状态持续时间；

ΔU ——与 U_0 的绝对电压偏差。

图 5　校准器的阶跃电压参数



说明：

A——测量系统的通带；

B——[illegible]的[illegible]；

C——标定脉冲的标值频谱。

f_1——下限频率；

f_2——上限频率。

[illegible]

间间隔内的变化不宜超过5%。

[illegible]间 t_a 应比测量系统的 $1/f_1$ 大；对第二种情况，电压 U_c 在脉冲之间的时

[illegible]

5%的范围内。

[illegible]差应在

[illegible]

注：符合这些条款要求的校准器可用于到达被车电磁兼容系统的校准，同样可用于测量静止物品的系统。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

注2：可以间接对测量系统进行校准，其方法是向高压试验回路（通常在耦合装置的输入端

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

a) 一系列或连续[n]期的电荷 q_i 和给定测定数的脉冲[n]中任意位置处的变化[n]

c) 校准器两输出端悬浮(即自由电位输出);

d) 对电池供电的校准器宜有电池状况指示器;

e) 在视在电荷测量中,用双极性脉冲检测相对于局部放电电流脉冲极性的变化;

f) 用放电量和重复频率 N 都等一个数已知的一系列校准脉冲校核数字局部放电测量仪。

6.4 校准器和测量系统特性的确定

6.4.1 概述

性能试验和性能校核可以评价和保证测量系统的特性。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

表 5 要求的[illegible]

试验分类			试验类型	试验方法的规定条款	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	q_i 的测量	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	t_i 的测量	6.4.3.3	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	N 的测量	6.4.3.3	[illegible]

6.4.2 试验周期

[illegible]

[illegible]

6.4.3 校准器特性的检定

6.4.3.1 校准器的型式试验

[illegible]

[illegible]

6.4.3.2 校准器的例行试验

[illegible]

[illegible]

6.4.4.2 测量系统的型式试验



表 3 测量系统试验



6.4.4.3 测量系统的例行试验



6.4.4.4 测量系统的性能试验

6.4.4.5 测量系统的性能校核及附加能力的校核试验

[illegible]

6.4.4.6 性能记录

测量系统的性能记录应包括的内容：

a) 标称特性：

1) 标识(出厂编号、型号等)；

2) 使用条件范围；

3) 参考条件范围；

4) 预热时间；

5) 所测电荷量范围；

6) 电源电压；

b) 型式试验结果；

c) 例行试验结果；

d) 性能试验结果；

[illegible]

6.5 测量不确定度及灵敏度

[illegible]

足够灵敏及精确的测量。

一个特定试验中可以测得的最小局部放电量通常受到干扰的限制。然而通过附录E中描述的合

数值限制。参

最小局部放电量与电容比值C_a/C_k耦合装置的最佳输入阻抗,与所使用的仪器的匹配情况有关。

7 干扰

测量局部放电时会受到干扰,它应低到使局部放电量的测量具有足够的灵敏度和精准度。由于干

关于干扰及其抑制的更多信息参见附录H。

附 录 A

（资料性附录）

表 A.1　本标准与 IEC 60270:2000 的章条编号对照情况

对应的国际标准章条编号	本标准章条编号
5.1 到 3.4 段	5.1
5.2	5.2
6.1、6.2	6.2
6.3	6.3
6.4	6.4
6.5	6.5
附	附
附录 A	附录 A
附录 B	附录 B 部分内容
附录 C	附录 C
附录 D	附录 D
附录 E	附录 E
附录 F	附录 F
附录 G	附录 G
附录 H	附录 H
附录 I	附录 I
参考文献	参考文献、F.5

附　录　B
（规范性附录）
校准器的性能试验

B.1　总则

用第 6 章中所述的校准器来求取用于局部放电参量定量的测量系统的刻度因数 k。由于校准器的[illegible]

B.2　标准方法

[illegible]校准器产生的电荷[illegible]

B.3　数值积分法

[illegible]的具有带宽不小[illegible]

[illegible]到使规定积分时间[illegible]

如图 B.1a) 所示，被试校准器的输出端应跨接一个电阻 R_m，电压 $U_m(t)$ 由已校[illegible]

[illegible]

试验结果应由[illegible]次测量的平均值来确定。

参考图 B.1a)，校准器产生的电荷 q 见式(B.1)：

$$\theta = \int i(t)\,dt = \frac{\int U_m(t)\,dt}{R_m} \qquad \text{(B.1)}$$

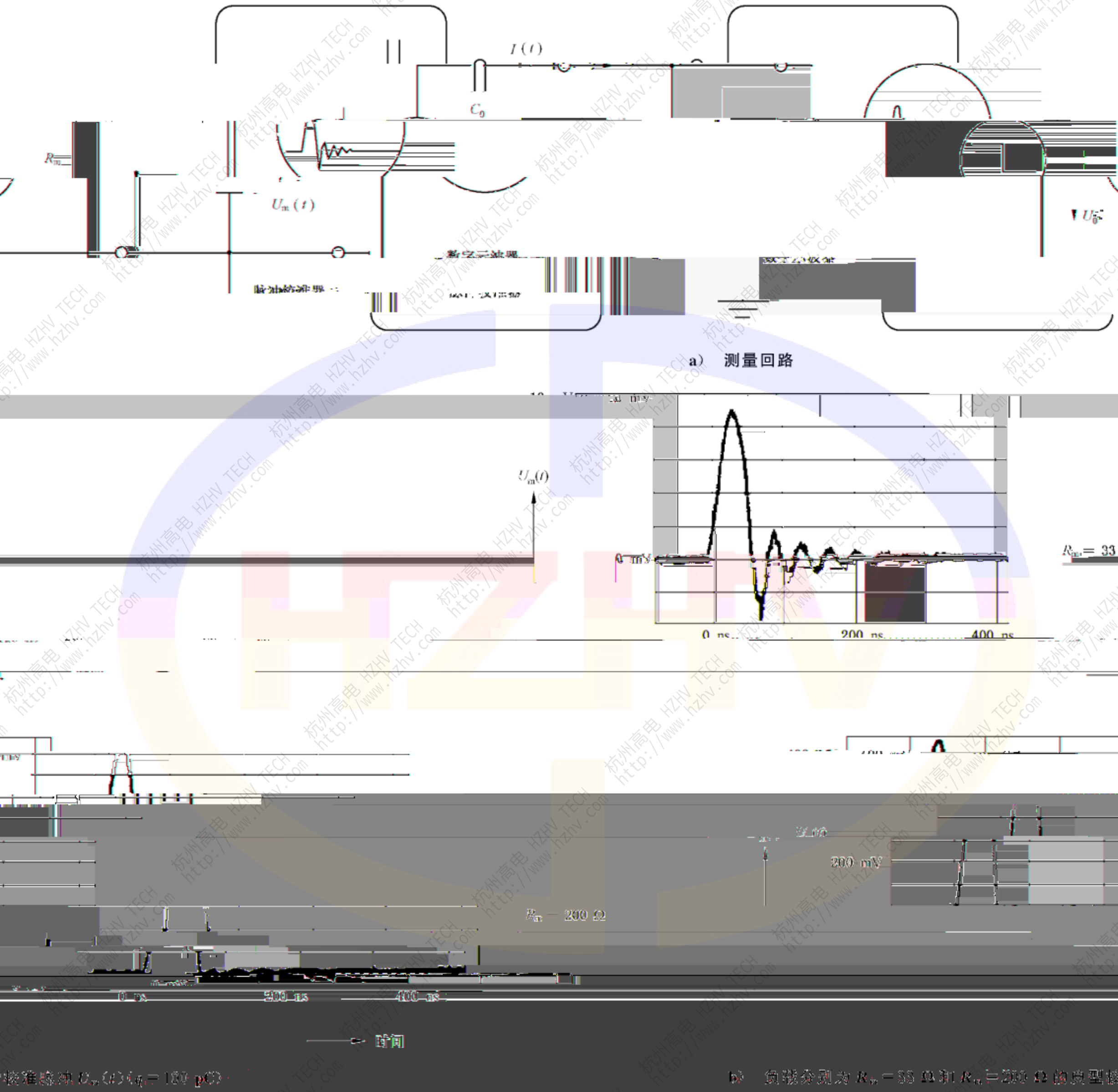
式中：

$i(t)$——校准器产生的电流脉冲；

$U_m(t)$——示波器测得的电压脉冲。

因此，量化 q 时的准确度与积分方法精度有关，并与 R_m 值的准确度有关。

[illegible]



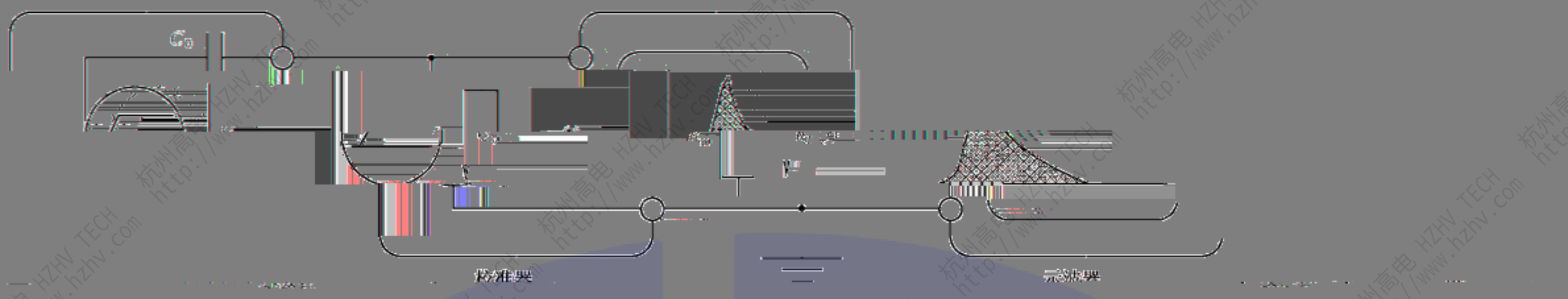
a) 测量回路

b) 负载分别为 $R_m = 33\ \Omega$ 和 $R_m = 200\ \Omega$ 的典型标准脉冲

图 B.1 脉冲校准器的校准

通过并联一个阻性分流器 R_s 来测量(见 [illegible] 如果通过校准器 C_0 的电流是由阶跃电压 U_0 引起的，U_0 [illegible]

[illegible]



校准器进行性能试验的回路图

图 B.2 采用数字积分法对

B.4 阶跃电压响应法

[illegible]

[illegible]

[illegible]

$$U_0 = U_0 \times C_0/(C_0 + C_m) \quad \cdots\cdots (B.3)$$

[illegible]

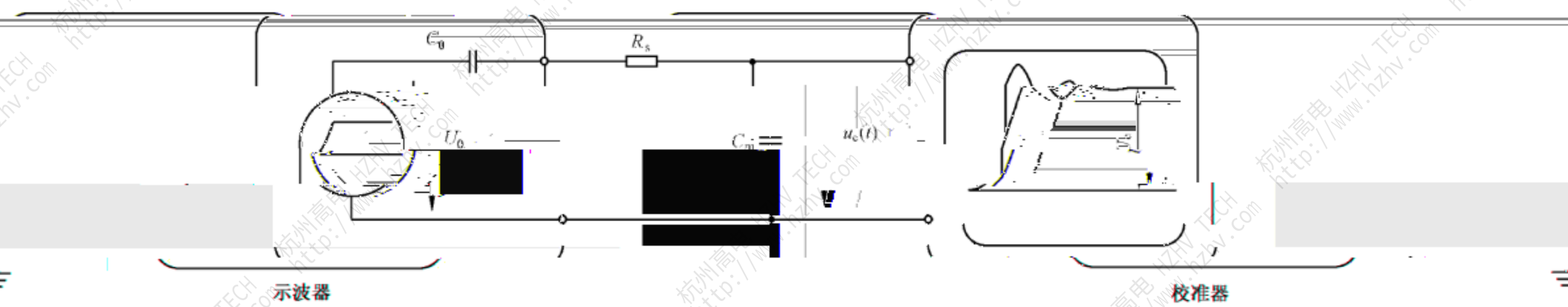
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

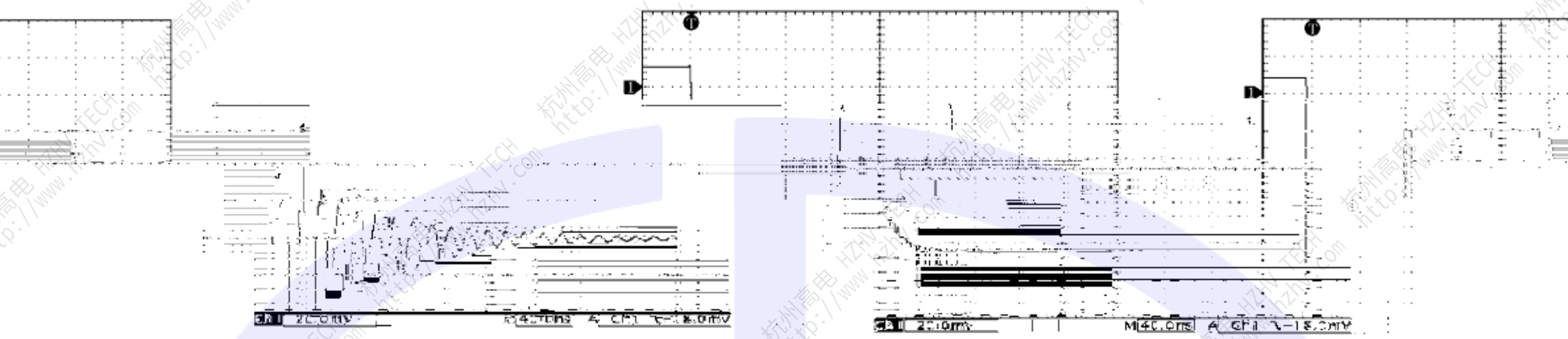
[illegible]



[illegible]器进行性能试验的回路图

图 B.3 采用阶跃电压法对校准

示的回路也可以用来确定 B.1 和图 5 中新闻基的重要时间参数。由于串联的 C_s 和 C_{s1} 组 [illegible]



a） $R_s = 10\ \Omega$　　b） $R_s = 100\ \Omega$

电压：20 mV/格，时间：40 ns/格

B.5 阶跃电压上升时间的间接测量方法（上升时间的间接测量方法/波形质量的评价）

通过对 [illegible] 建立与图 B.1 类似的回路（见图 B.5），即在标准器端口并联一个阻性分流器的负载 R_s [illegible]



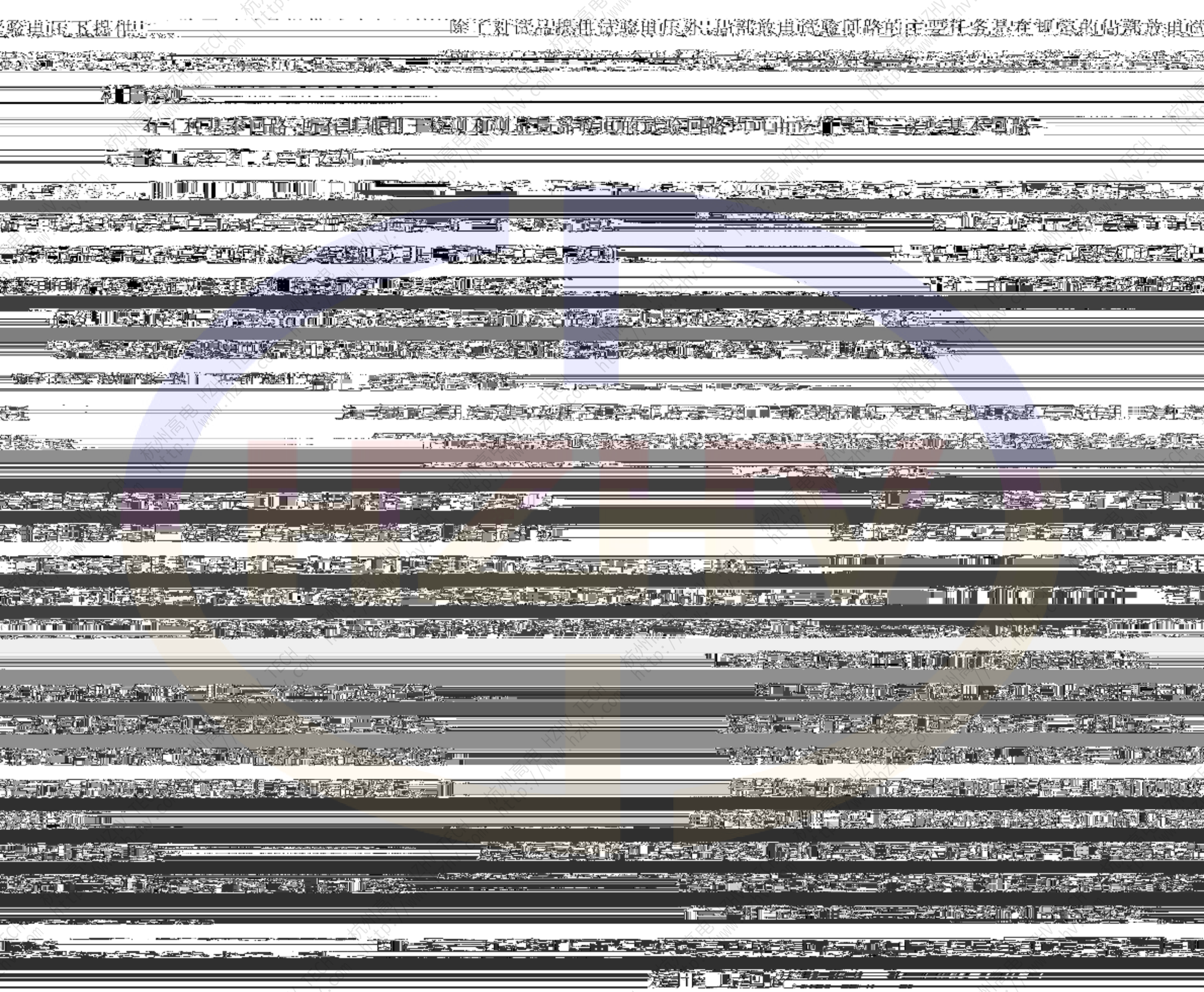
说明：

I_m ——脉冲峰值，回路脉冲电流 $I(t)$ 幅值的最大值；

t_h ——[illegible]；

t_d ——[illegible]。

附 录 C
（资料性附录）
试验回路



附 录 D
（资料性附录）
电缆、气体绝缘开关设备、电力电容器和带绕组试品的局部放电测量

D.1 总则

[redacted]

D.2 衰减和畸变现象

[redacted]

D.3 谐振现象、反射

[redacted]

D.4 放电定位

附 录 E
（资料性附录）
用无线电干扰仪检测局部放电

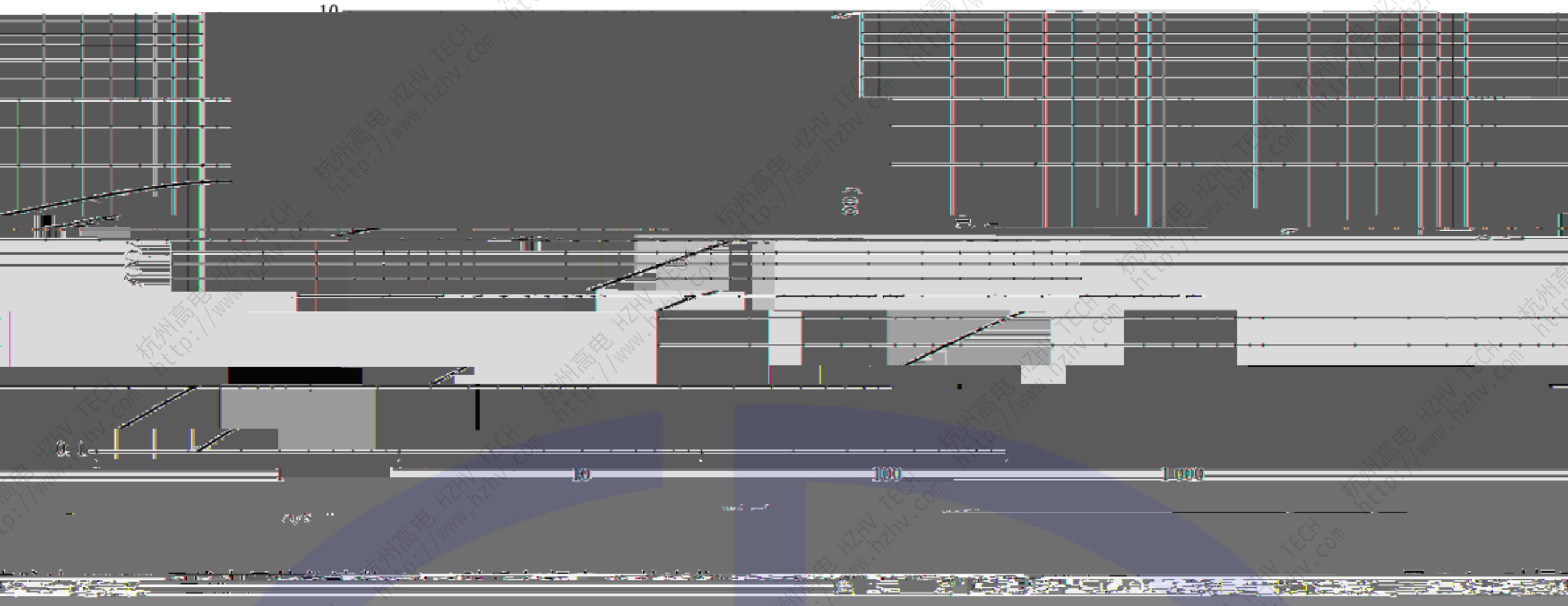
IEC/CISPR 及类似组织规定的仪器是可以通用的，基于对输入量的不同处理，这些仪器经常用在

[illegible]

式中：

A（ ）——仪器带宽（6 dB/dB）；

[illegible]


10
1
10
100
1000

附 录 F
（资料性附录）
局部放电测量仪器

F.1 总则

其量化及记录其正确幅值和极性的方法。厂商还应阐述其在特殊试验程序中的 电仪的厂商宜提供其

功能。

但建议对所有工频周期作连续量化。 化并采样。

a) 带宽 Δf=45 kHz~440 kHz,短时输入脉冲

b) 带宽 Δf=45 kHz~440 kHz,长时输入脉冲

c) 带宽 Δf=10 kHz,f_c=10 kHz 局放视在电荷(双脉冲)测量系统的输出电压信号 U_{out}

如果数字局部放电仪读出的试验电压瞬时值与标准测量系统读出的试验电压瞬时值的偏差小于[illegible]

[illegible]

求。标准测量系统相角误差宜小于 5°。

[illegible]

值 u_i。

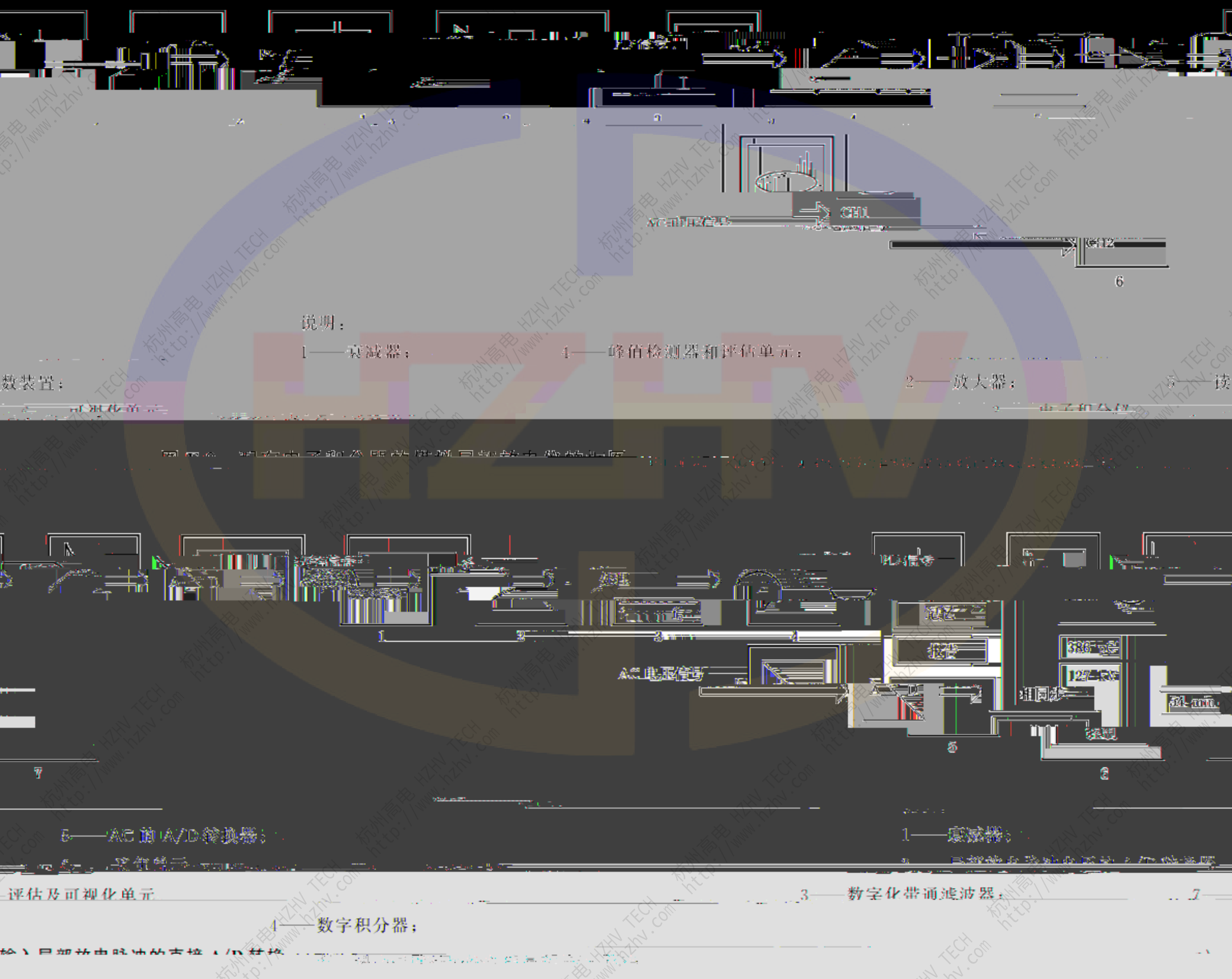
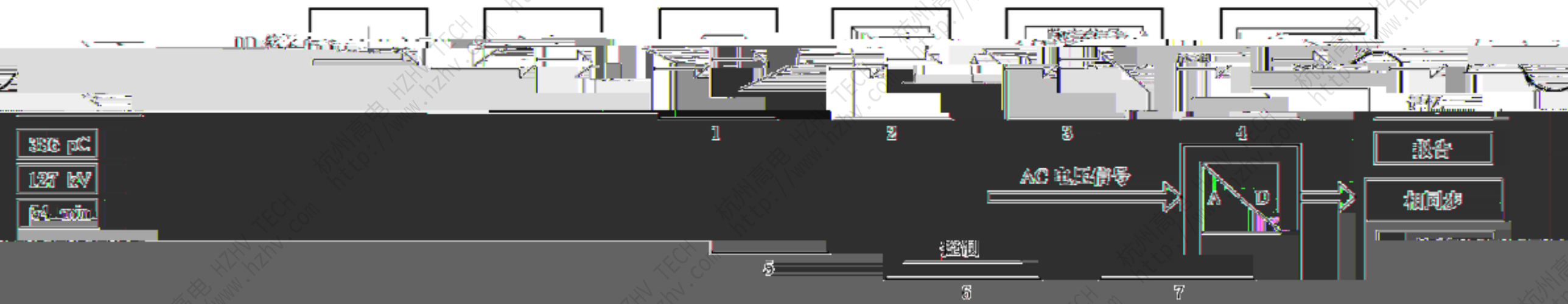


图 F.3 数字局部放电仪的框图



说明：

1——衰减器；

5——AC 电压信号的 A/D 转换器；

4——视在电荷脉冲的 A/D 转换器；

b) 采用带通滤波器完成输入局部放电脉冲积分后的直接 A/D 转换。

图 F.3(续)



在试验电压负半周期间出现的局部放电脉冲已经反转，看起来像正脉冲。由于局部放电幅值的巨大分散性，已经采用了对数显示模式。

图 F.4 相位局部放电模式示例

附 录 G
（资料性附录）
局部放电的非电气测量法

G.1 总则

局部放电非电检测法包括声学、光学及化学的方法，并且还包括实际可行的对试品放电效应的持续[illegible]

这些方法一般不适用于局部放电的定量测量，主要用于局部放电的检测或定位。

G.2 声学检测

[illegible]平的室内作声学检测可以作为检测局部放电的一种方法。[illegible]在低噪声水平[illegible]

G.3 紫外成像检测

[illegible]

G.4 化学分析

[illegible]绝缘或气体绝缘电器设备中局部放电[illegible]有的情况下，分析溶于油中或气体中的气体分解物，可检测油绝缘[illegible]

附 录 H
（资料性附录）
干扰

H.1 干扰源

局放量值的定量测量常因干扰引起的不准确，干扰可以分为两大类：

——试验回路不带电时仍存在的干扰。这种干扰可能由其他回路的开关操作，换向电机，邻近的高

H.2 干扰的检测

H.3 干扰的抑制

H.3.1 屏蔽和滤波

H.3.2　平衡回路

H.3.3　电子处理和信号的还原

以使用电子电路将真正的局放

一般来说，特别是在工厂条件下，灵敏度因存在干扰而受到限制，可

3.1　时间开窗法

H.3

仪器可以带有一个门开关，它在预定时间可以断开及闭合以便让信号通过或将其阻塞。如果干扰

性鉴别法

H.3.3.2　极

合装置的输出端的脉冲幅性进行比较可以区分试品所产生的局放信号和来自试验回路以外

脉冲平均

H.3.3.3

工业环境中，许多干扰都是随机的，而真正的放电几乎重复发生在施加电压每一周波的相同相位

可以用信号平均技术将随机发生干扰的相对电平大大降低。

3.3.4　选频

H.

杭州高电 HZHV TECH http://www.hzhv.com

H.3.4　单点接地

当，例如两点及以上接地的接地网系统中会对测量回路产生干扰，这种干扰

当试验回路接地方式不

H.4　干扰水平

[illegible]

[illegible]

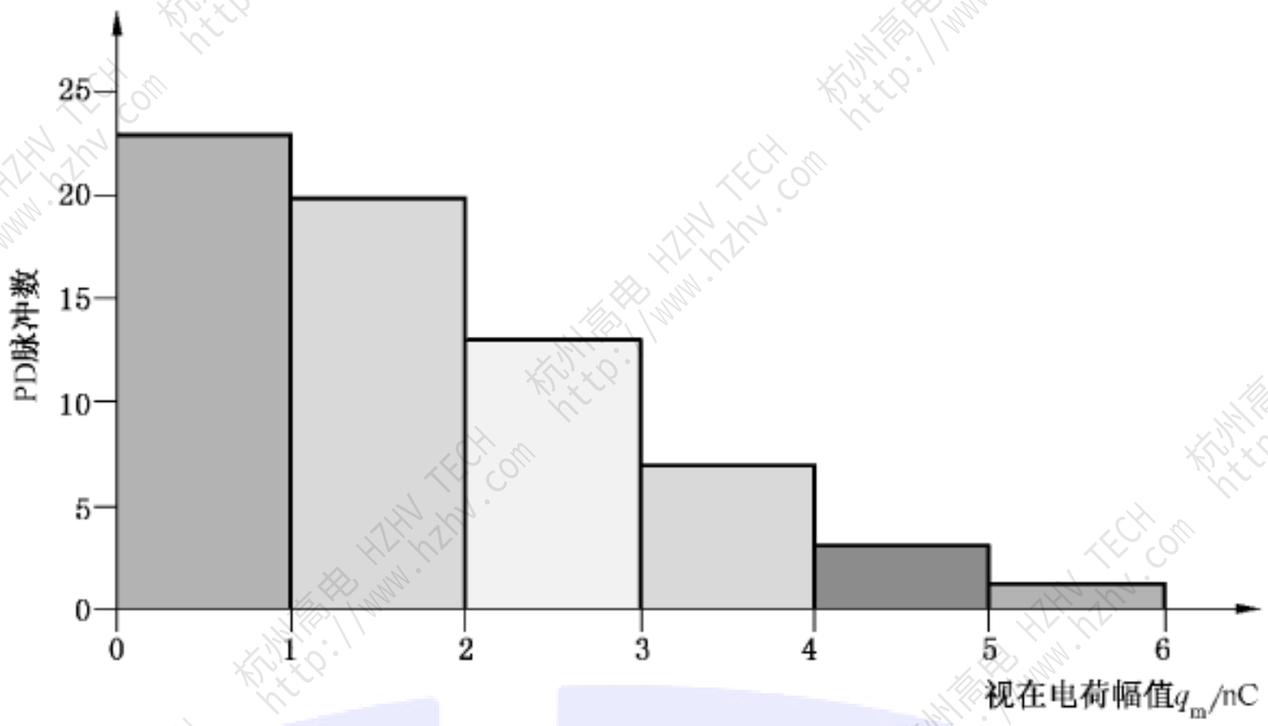
[illegible]

附 录 I

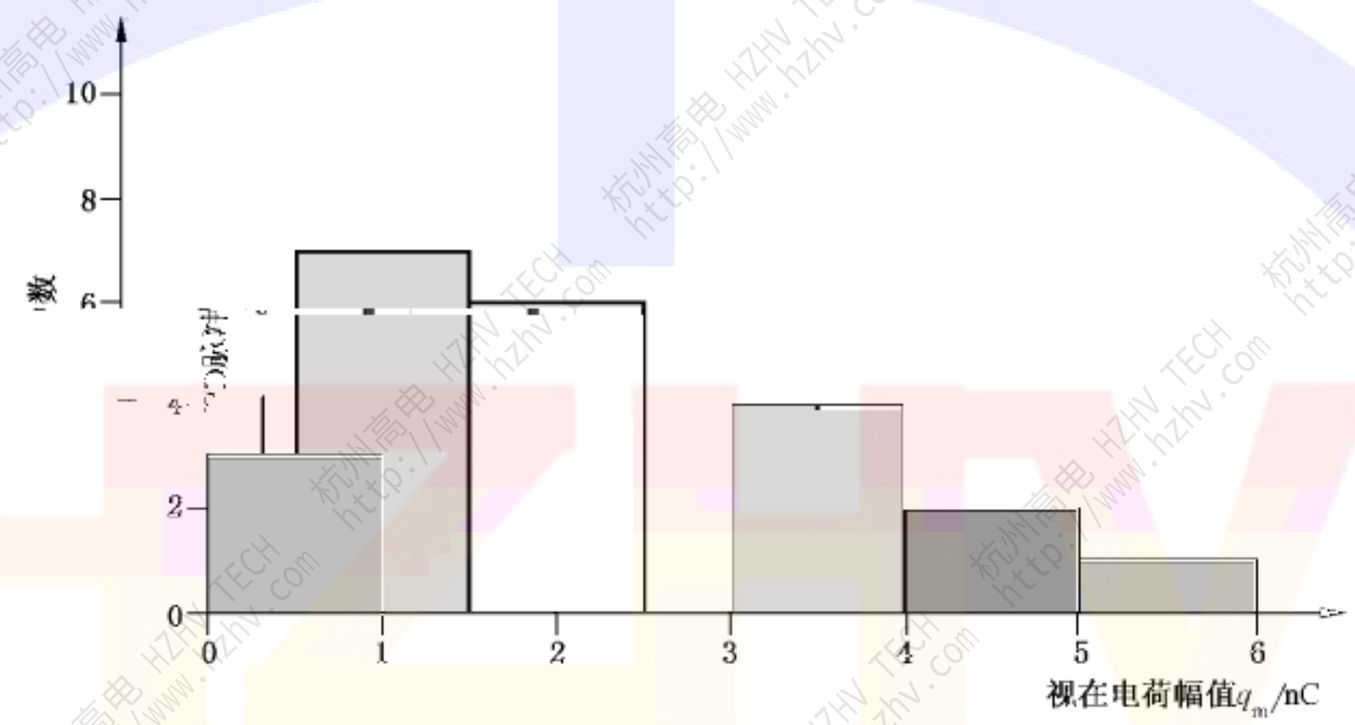
（资料性附录）

局部放电试验结果的评估

直流电压试验期间



a） 超出以下视在电荷幅值 q_m 限值的局部放电脉冲数 m：0 nC、1 nC、2 nC、3 nC、4 nC、5 nC



b） 在以下视在电荷 q_{mi} 范围内出现的局部放电脉冲数 m：

0 nC～1 nC、1 nC～2 nC、2 nC～3 nC、3 nC～4 nC、4 nC～5 nC

图 I.2 局部放电脉冲数 m 与视在电荷范围的柱状图

杭州高电 HZHV TECH
http://www.hzhv.com

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

高电压试验技术 局部放电测量

GB/T 7354—2018

*

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(100029)

北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2018年8月第二版

*

书号:155066·1-61263

版权专有 侵权必究