



中华人民共和国国家标准

GB/T 17626.15—2011/IEC 61000-4-15:2003

电磁兼容 试验和测量技术 闪烁仪 功能和设计规范

Electromagnetic compatibility—
Testing and measurement techniques—
Flickermeter—Functional and design specifications

(IEC 61000-4-15:2003, IDT)

2011-12-30 发布

2012-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

电磁兼容 试验和测量技术 闪烁仪 功能和设计规范

1 范围

本部分规定了闪烁测量仪器的功能和设计规范,旨在为所有实际的电压波动波形显示正确的闪烁感知电平。本部分列出了组建这样一种仪器的信息,并给出了基于符合本部分的闪烁仪的输出结果来评估闪烁严酷度的方法。

本部分有些内容是基于国际电热联盟(UIE)“骚扰”工作组的工作,有些内容是基于 IEEE 的工作,其他内容是基于 IEC 本身的工作。本闪烁仪规范,涉及输入为 230 V/50 Hz 和 120 V/60 Hz 的测量;对于其他电压和频率的规范正在考虑中。

注:本部分中的仪器规范数据是基于输入电压/频率为 230 V/50 Hz 和 120 V/60 Hz 的情况下给出,对国内使用的 220 V/50 Hz 电网,可依据同一规范理论进行具体计算并设计。

本部分适用于设计模拟或数字闪烁测量设备提供基本信息,并没有给出闪烁严酷度的容许限值。

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/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温(IEC 60068-2-1:2007, IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温(IEC 60068-2-2:2007, IDT)

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 N:温度变化(IEC 60068-2-14:1984, IDT)

GB 4793.1 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求(GB 4793.1—2007, IEC 61010-1:2001, IDT)

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(GB/T 17626.2—2006, IEC 61000-4-2:2001, IDT)

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(GB/T 17626.3—2006, IEC 61000-4-3:2002, IDT)

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(GB/T 17626.4—2008, IEC 61000-4-4:2004, IDT)

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(GB/T 17626.5—2008, IEC 61000-4-5:2005, IDT)

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(GB/T 17626.6—2008, IEC 61000-4-6:2006, IDT)

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验(GB/T 17626.8—2006, IEC 61000-4-8:2001, IDT)

GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验(GB/T 17626.9—2011, IEC 61000-4-9:2001, IDT)

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 17626.15—2011/IEC 61000-4-15:2003

(GB/T 17626.11—2008, IEC 61000-4-11:2004, IDT)

GB/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振荡波抗扰度试验 (GB/T 17626.12—1998, IEC 61000-4-12:1995, IDT)

GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分:通用要求 (IEC 61326-1:2005, IDT)

IEC 60068-2-3:1969 环境试验 第2部分:试验 试验 Ca:恒定湿热试验 (Environmental testing—Part 2: Tests—Test Ca: Damp heat, steady state)

IEC 61326-10 测量、控制和实验室用电气设备 电磁兼容性要求 第10部分:工业场所设备的特殊要求 (Electrical equipment for measurement, control and laboratory use—Electromagnetic compatibility (EMC) requirements—Part 10: Particular requirements for equipment used in industrial locations)

3 仪器描述

3.1 概述

下面是基于一个模拟装置的描述。

图1所示的框图描述了闪烁仪的结构,它可分为两个部分,分别执行下面的工作:

——模拟灯-眼-脑环节的反应;

——闪烁信号的实时统计分析和结果表示。

第一项功能由图1中的模块2、模块3和模块4执行,而第二项功能由模块5完成。

3.2 模块1——输入电压适配器和校准检查电路

此模块包括了用于检查闪烁仪现场校准的信号发生器和将工频输入电压均方根值降至内部参考电平的电压适配电路。利用这种方式,闪烁测试可通过实际输入的载波电压电平独立进行,并用百分比表示。通过改变输入变压器的抽头确立合适的输入电压范围,以保持电压适配器的输入信号在其允许范围内。

3.3 模块2——平方解调器

此模块的目的是通过对已调整到参考电平的输入电压平方来恢复电压波动,以此来模拟灯的特性。

3.4 模块3和模块4——加权滤波器、平方和平滑

模块3由两个串联滤波器和一个测量范围选择器组成,测量范围选择器可置于选择滤波器电路之前或之后。

第一个滤波器去除解调器输出的直流分量和工频的二次谐波分量。

第二个滤波器是一个加权滤波模块,用于模拟螺旋式灯丝充气灯(60 W-230 V和/或60 W-120 V)与人体视觉系统对正弦电压波动的频率响应。响应函数是基于50%参与测试的人员在每个频率上的感知阈值得到的。

注:100 V系统的参考白炽灯有不同的频率响应,需要加权滤波器进行相应调整。放电灯的特性是完全不同的,若考虑它们,需对本部分进行大幅修改。

模块4包含一个平方乘法器和一个一阶低通滤波器。人经由灯-眼-脑环节的闪烁感觉,是通过模块2、模块3和模块4的非线性响应组合来模拟的。

单个的模块3是基于正弦电压波动的感知曲线边界;非正弦和随机波动的修正加权是通过适当选择模块3和模块4的复杂传递函数来实现。相应地,模型的正确性能已由周期矩形信号与瞬态信号检查。

模块 4 的输出表示瞬时闪烁感觉。

3.5 模块 5——实时统计分析

模块 5 包含一个微处理器,执行闪烁电平的实时分析,因此能够对重要评估参数进行直接计算。

有适合的接口进行数据的显示和记录。此模块的使用与通过统计分析得到的闪烁严酷度的测量方法相关。模块 5 实时执行的统计分析,将闪烁电平信号的幅值细分为合适的等级数。闪烁电平信号以固定速率采样。

每当产生一个合适的值,对应等级计数器就加 1。这样,可以得到输入值的频率分布函数。选择扫描频率至少为最大闪烁频率的两倍,测量阶段结束时得到的最终结果,即表示每一级闪烁电平持续时间的分布。将各级计数器的内容相加,并表示为每一级相对于总数的数,即得到了闪烁电平的概率密度函数。

该函数即通过使用时间-电平统计方法获得累积概率函数。图 2 是统计分析方法的示意图,只简单表示到 10 级。

从累积概率函数,可得到重要的统计值,如平均值、标准差、超出给定时间百分值的闪烁电平或超出指定闪烁电平的时间百分值。

观察周期定义为两个可调的时间间隔: T_{short} 和 T_{long} 。

长时间间隔定义为总的观察时间,且总是短时间间隔的倍数:

$$(T_{\text{long}} = n \times T_{\text{short}})$$

为了实时处理,在每个短时间间隔结束后,立刻开始下一个时间间隔的统计分析,同时输出刚结束的时间间隔的有效结果。这样, n 个短时分析均可用于给定的观察期 T_{long} 及总时间间隔的结果。累积概率函数图宜使用高斯正态分布。

3.6 输出

3.6.1 概述

图 1 中的闪烁仪框图显示了模块 1 到模块 5 之间的若干输出。星号标注的输出不是必需的,但是为研究电压波动,允许对设备潜能尽可能全面利用。此时可考虑更多的可选输出。

3.6.2 输出 1

可选输出 1 及其连接的均方根值电压表的目的是为了以输入电压均方根值变化的形式来显示电压波动波形。这可以通过对信号先平方然后在每半个周期的过零点之间积分再取平方根来实现。

为了能够以良好的分辨率观察小电压变化,应提供可调的直流偏置和矫正。

3.6.3 输出 2

输出 2 是可选的,主要用于检查模块 3 的响应并进行调整。

3.6.4 输出 3

输出 3 是可选的,给出用 8.8 Hz 正弦波调制的等效百分值来表示相对电压变化 $\Delta V/V$ 的即时线性指示。当选择适当的测量范围时,这个输出是有用的。

3.6.5 输出 4

输出 4 是可选的,给出了即时闪烁感知的 1 min 积分。

3.6.6 输出 5

输出 5 是必需的;它代表即时闪烁感知,且可记录在长图记录仪上,用于进行快速现场评估;或记录

在磁带上,用于长时间测量和之后的处理。

3.6.7 输出 6

模块 5 的输出 6 是必需的,它连接到一个适于与打印机和磁带记录器连接的串行数字接口。通过另一数模转换接口,累积概率函数的模拟图可由此模块直接得到。

4 规范

4.1 模拟响应

对正弦和矩形电压波动,表 1 和表 2 给出了从仪器输入到模块 4 输出的全部模拟响应。模块 4 的一个单元输出对应参考人类闪烁感知的阈值。对正弦波调制,响应的中心频率为 8.8 Hz。表 1 和表 2 给出了 120 V/60 Hz 和 230 V/50 Hz 系统的值。

对于一个感知单元的输出,若正弦波和方波调制的输入值在列表值的 $\pm 5\%$ 之内,则满足所规定的准确度。

表 1 闪烁仪对正弦电压波动的归一化响应
(输出 5 的一个感知单元的输入相对电压波动 $\Delta V/V$)

Hz	电压波动/%		Hz	电压波动/%	
	120 V 灯 60 Hz 系统	230 V 灯 50 Hz 系统		120 V 灯 60 Hz 系统	230 V 灯 50 Hz 系统
0.5	2.457	2.340	10.5	0.355	0.270
1.0	1.463	1.432	11.0	0.374	0.282
1.5	1.124	1.080	11.5	0.394	0.296
2.0	0.940	0.882	12.0	0.420	0.312
2.5	0.814	0.754	13.0	0.470	0.348
3.0	0.716	0.654	14.0	0.530	0.388
3.5	0.636	0.568	15.0	0.593	0.432
4.0	0.569	0.500	16.0	0.662	0.480
4.5	0.514	0.446	17.0	0.737	0.530
5.0	0.465	0.398	18.0	0.815	0.584
5.5	0.426	0.360	19.0	0.897	0.640
6.0	0.393	0.328	20.0	0.981	0.700
6.5	0.366	0.300	21.0	1.071	0.760
7.0	0.346	0.280	22.0	1.164	0.824
7.5	0.332	0.266	23.0	1.262	0.890
8.0	0.323	0.256	24.0	1.365	0.962
8.8	0.321	0.250	25.0	1.472	1.042
9.5	0.330	0.254	33.33	—	2.130
10.0	0.339	0.260	40.0	4.424	—

表 2 闪烁仪对矩形电压波动的归一化响应
(输出 5 的一个感知单元的输入相对电压波动 $\Delta V/V$)

Hz	电压波动/%		Hz	电压波动/%	
	120 V 灯 60 Hz 系统	230 V 灯 50 Hz 系统		120 V 灯 60 Hz 系统	230 V 灯 50 Hz 系统
0.5	0.600	0.514	10.0	0.264	0.205
1.0	0.547	0.471	10.5	0.280	0.213
1.5	0.504	0.432	11.0	0.297	0.223
2.0	0.471	0.401	11.5	0.309	0.234
2.5	0.439	0.374	12.0	0.323	0.246
3.0	0.421	0.355	13.0	0.369	0.275
3.5	0.407	0.345	14.0	0.411	0.308
4.0	0.394	0.333	15.0	0.459	0.344
4.5	0.371	0.316	16.0	0.513	0.376
5.0	0.349	0.293	17.0	0.580	0.413
5.5	0.323	0.269	18.0	0.632	0.452
6.0	0.302	0.249	19.0	0.692	0.498
6.5	0.282	0.231	20.0	0.752	0.546
7.0	0.269	0.217	21.0	0.818	0.586
7.5	0.258	0.207	22.0	0.853	0.604
8.0	0.255	0.201	23.0	0.946	0.680
8.8	0.253	0.199	24.0	1.072	0.743
9.5	0.257	0.200	33.33	—	1.67
			40.0	3.46	—

4.2 输入变压器

输入电压变压器应能承受大范围的标称电源电压,且能调整使其与后面电路的运行保持最大程度的兼容。表 3 列出了最常见的额定电压,假设其偏离度为 $-30\% \sim +20\%$ 。

表 3 额定输入电压范围

额定输入电压 V(r. m. s.)	-30% V(r. m. s.)	+20% V(r. m. s.)
57.7	40	68
100	70	120
115	80.5	130
120	84	144
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
400	280	480
420	294	504

因此,规定的总范围应为 40 V(r. m. s.)~504 V(r. m. s.)。

次级电压变化保持在最大偏离的 1 到 3.5 倍之内是合理的。变压器应至少有两个抽头。对不同抽头,变压器初级对次级的变比宜为 $504/V_R$ 、 $276/V_R$ 和 $138/V_R$,其中 V_R 为参考电压值(见 4.3)。

闪烁仪输入级的带宽至少要达到 700 Hz,其间不应引入明显的衰减。

初级绕组和所有与其不连接的其他部分之间的绝缘,应能经受住 1 min 的 2 kV(r. m. s.)电压。绕组之间应连接有适当的静电屏蔽。

4.3 电压适配器

按照输入变压器的规格,在模块 2 输入端的该电路调制电压均方根值电平应保持恒定的参考值 V_R ,而无需改变相对波动的调制。对于均方根输入值的阶跃变化,响应时间(终值的 10%到 90%)等于 1 min。电路的运行范围应足以保证输入电压波动产生的闪烁能正确恢复。

4.4 内部自校发生器

对 50 Hz 系统的矩形电压波动,内部发生器应提供用 $(50/17)$ Hz=2.94 Hz 来调制的工频正弦波;对 60 Hz 系统的矩形电压波动,用 $(60/17)$ Hz=3.53 Hz 来调制。

通过提供显示校准参考标记或参考值系列的指示来进行校准。此电路的重要参数如下:

- 电源载波相位锁定;
- $\Delta V/V$ 调制 1%;
- 适合所有测量范围的载波电平;
- 调制频率的准确度为 1%。

4.5 平方解调器

模块 2 中的此电路应给出与用于调制输入的波动的幅值线性相关的电压,作为其输出的一个部分。解调器的输入范围应能够达到参考值 V_R 的 150%。

4.6 加权滤波器

模块 3 中的这些滤波器是用于:

- 消除解调器输出的直流分量和工频的二倍频分量(高频分量的幅值是可忽略的);
- 依据灯一眼一脑的灵敏性对电压波动进行加权。

抑制无用分量的滤波器由一个一阶高通(建议 3 dB 截止频率约在 0.05 Hz)和一个低通部分组成,对 230 V/50 Hz 系统,低通部分建议使用 3 dB 截止频率为 35 Hz 的 6 阶巴特沃斯滤波器;对 120 V/60 Hz 系统,低通部分建议使用 3 dB 截止频率为 42 Hz 的 6 阶巴特沃斯滤波器。

注:使用其他滤波器可能会造成问题。如有怀疑应以巴特沃斯滤波器得到的结果为准。在将来,用数字方法设计新闪烁仪应允许简单地改变软件参数来实现 10 阶巴特沃斯滤波器。

此建议是考虑到二倍工频分量也被模块 3 的加权滤波器衰减的事实。调谐在这个频率上的带阻或陷波滤波器也有助于提高分辨率,但它不能显著影响仪器对测量带宽内频率的响应。

4.7 模块 3 输入到输出的整体响应

假设上面定义的载波抑制滤波器,在电压波动信号的频带内的影响可以忽略,则适合模块 3 的传递函数为以下形式:

$$F(s) = \frac{k\omega_1 s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \times \frac{1 + s/\omega_2}{(1 + s/\omega_3)(1 + s/\omega_4)}$$

其中 s 是拉普拉斯复变量。

表 4 给出了指示值。

表 4 灯参数的指示值

变量	230 V 灯 50 Hz 系统	120 V 灯 60 Hz 系统
k	1.748 02	1.635 7
λ	$2\pi \times 4.059 81$	$2\pi \times 4.167 375$
ω_1	$2\pi \times 9.154 94$	$2\pi \times 9.077 169$
ω_2	$2\pi \times 2.279 79$	$2\pi \times 2.939 902$
ω_3	$2\pi \times 1.225 35$	$2\pi \times 1.394 468$
ω_4	$2\pi \times 21.9$	$2\pi \times 17.315 12$

注：符合第 5 章中的试验规范，可满足全部的准确度。

4.8 范围选择器

范围选择器决定仪器的灵敏性，依据测量电压波动的幅值来改变增益。

对于表示为 8.8 Hz 正弦波调制的相关电压变化 $\Delta V/V$ 的测量范围为 0.5%、1%、2%、5%、10%、20%。

范围 20% 在调制深度较大处是可选的，解调器的非线性可能会引入明显误差。

若某中间范围的测量不能进行时，那么应提高仪器的分辨率，确保缺失范围内的测量具有同等的性能。

4.9 平方乘法器和平滑均值滤波器

模块 4 执行两个功能：

- 平方加权闪烁信号，以模拟非线性眼-脑感知；
- 平均平滑信号，以模拟脑部的存储效果。

平方运算器应有足够的输入和输出运算范围，以适应在 8.8 Hz 上允许接纳的闪烁电平。

平滑均值运算器应具有时间常数为 300 ms 的一阶低通阻抗/容抗滤波器的传递函数。

4.10 通用统计分析程序

模块 5 执行分析，使模块 4 的输出以至少 6 位分辨率和至少 64 级的数字形式来表示。最小采样速率为每秒 50 次。

表 5 表明了范围选择器和电平之间的关系，此电平对应于等级分类的累积概率函数中的最高等级。

表 5 范围选择器示值和感知电平的关系

$\frac{\Delta V}{V} \%$	以感知阈值为单位的感知电平
0.5	4
1	16
2	64
5	400
10	1 600
20	6 400

T_{short} 可在 1 min, 5 min, 10 min 和 15 min 之间选择。

T_{long} 应为所选 T_{short} 的整数倍, 至少可以到 1 008 倍, 当 T_{short} 选择为 10 min 时, T_{long} 相当于是 7 d。

4.10.1 短期闪烁评估

基于观察时间 $T_{st}=10$ min 的严酷度测量用 P_{st} 表示, 它可以由闪烁仪模块 5 电平等级分类器的时间-电平统计得到。使用下面的公式:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_{1s} + 0.0657P_{3s} + 0.28P_{10s} + 0.08P_{50s}}$$

其中, 百分数 $P_{0.1}$ 、 P_1 、 P_3 、 P_{10} 、 P_{50} 是观察周期内, 在时间 0.1%、1%、3%、10%、50% 点上所超出的闪烁电平。公式中的后缀 s 表示应使用平滑值; 可使用下面的算式来得到:

$$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3$$

$$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5$$

$$P_{3s} = (P_{2.2} + P_3 + P_4)/3$$

$$P_{1s} = (P_{0.7} + P_1 + P_{1.5})/3$$

闪烁仪中 0.3 s 的存储时间常数保证了 $P_{0.1}$ 不会突变, 故无需对此百分数进行平滑处理。

4.10.2 长期闪烁评估

基于 10 min 周期的短期闪烁严酷度评估适合于评定短时间占空比的单个源造成的骚扰。当必须考虑几个骚扰负载随机运行(例如弧焊设备和马达)的组合效果, 或考虑可变的长时间占空比的闪烁源(例如电弧炉)时, 有必要为闪烁严酷度的长期评估提出一个准则。为了这个目的, 长期闪烁严酷度值 P_{lt} 可以从短期严酷度值 P_{st} 导出, 具体是通过与负载占空比相关的一段适当时间, 或者观察者可对闪烁做出反应的一段时间, 例如几个小时, 使用以下的公式:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}}$$

其中 P_{sti} ($i=1, 2, 3, \dots$) 为短期严酷度 P_{st} 的连续读数。

4.11 仪器运行的温湿度范围

- 运行温度范围: 0 °C ~ 40 °C;
- 储存温度范围: -10 °C ~ +55 °C;
- 运行相对湿度范围: 45% ~ 95%。

5 性能测试

每台带有等级分类器的闪烁仪, 应经受住表 6 给出的一系列规定的矩形电压变化。

表 6 闪烁仪等级分类器的试验规范

矩形变化 /min	电压变化 $\Delta V/V$ %	
	120 V 灯 60 Hz 系统	230 V 灯 50 Hz 系统
1	3.166	2.724
2	2.568	2.211
7	1.695	1.459

表 6 (续)

矩形变化 /min	电压变化 $\Delta V/V$ %	
	120 V 灯 60 Hz 系统	230 V 灯 50 Hz 系统
39	1.044	0.906
110	0.841	0.725
1 620	0.547	0.402
4 000	—	2.40
4 800	4.834	—

注：每分钟 1 620 次矩形变化，相当于是 13.5 Hz。

每种情况下，闪烁严酷度 P_{st} 应该为 1.00 ± 0.05 (见 4.10.1)。

另外，生产厂家应该确定电压变化幅度的范围，相应的 P_{st} 值应该给出 5% 或者更好的准确度。

做这些试验时，表 6 中给出的 $\Delta V/V$ (%) 的幅值应增加和减少，同时重复率保持为一个常数，并得到 P_{st} 值。

例如，如果重复率是每分钟 7 次变化，输入电压变化从 1.46% 到 4.38% 增加 3 倍，那么 P_{st} 应该从 $1.0 \pm 5\%$ 增加到 $3.0 \pm 5\%$ 。

等级分类器的工作范围要保持准确度 5%。

如果闪烁仪具有可选的灵敏性范围，那么应该对每个范围执行类似的试验。

注：闪烁仪对相位调制和波动谐波响应在考虑中。

6 型式试验和校准规范

6.1 概述

一般无需依次检查所有的要素，只要参考表 1 和表 2，对所有到模块 4 的输入-输出响应进行正弦和矩形电压波动的检查。此外，应依据第 5 章和表 6，对统计分析模块(模块 5)进行测试。

应通过改变输入调制幅值来进行试验，从而使得输出读数的峰值不变。

若试验仪器的输入调制幅值与指定值一致(最大容差 $\pm 5\%$)，证明其符合此规范。

6.2 绝缘和电磁兼容性试验(暂定)

表 7 给出了输入端和电源供电端连接的绝缘试验。

表 8 给出了评估仪器电磁干扰抗扰度的规定试验。此表参考了现行的 IEC 出版物。其中一些试验仍在 IEC 的 TC77A 分会和 B 分会的考虑中。

这些试验的前提是假设电路的公共参考零点与外壳、大地连接。

编号 1 至 5 的试验应在输入端和电源供电端连接处进行，编号 6 的试验只在电源供电端进行，而编号 7 至 10 的试验在整个仪器上进行。

试验的严酷度等级的选定是假设仪器在正常使用时，其输出与外部设备用短屏蔽线连接。

对所有的试验以及在干扰影响因子的应用过程中，应最少检查 5 个间隔合适的响应点，以验证仪器的正确运行。

6.3 环境试验

环境试验的程序由 GB/T 2423 规定,并补充下列要求。

——试验的正常大气条件:

- 温度: 15 °C~35 °C;
相对湿度: 45%~75%;
大气压力: 86 kPa~106 kPa。

——试验类型和顺序:

- a) 高温:GB/T 2423.2 试验 Bd¹⁾²⁾;
b) 湿热:IEC 60068-2-3 试验 C²⁾;
c) 低温:GB/T 2423.1 试验 Ad¹⁾²⁾;
d) 温度变化:GB/T 2423.22 试验 Nb²⁾。

——试验 b)和 c)之间的最大时间间隔:2 h。

——实验室的最大温度梯度:1 °C/min(取不超过 5 min 的平均值)。

每一试验完成时,应在正常条件下验证仪器的正确运行。

6.3.1 仪器在非运行状态下和不通电的试验

每一试验完成时,应在正常环境条件下验证仪器的运行。

高温试验:

- 温度: 55 °C±3 °C;
——持续时间: 24 h。

低温试验:

- 温度: -10 °C±3 °C;
——持续时间: 24 h。

6.3.2 仪器在运行状态下试验

对下面列出的所有试验,在试验开始、结束及试验期间,应最少在 5 个特殊响应点,验证仪器的正确运行。

湿热试验和低温试验间的最大延迟时间不应超过 2h。

高温试验:

- 温度: 40 °C±3 °C;
——持续时间: 16 h。

湿热试验:

- 温度: 40 °C±3 °C;
——持续时间: 24 h。

在恒温状态下,相对湿度应为 92.5%±2.5%。

1) 储存条件。
2) 运行条件。

低温试验:

——温度: $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

——持续时间: 24 h。

温度变化试验:

——起始温度: $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$;

——最终温度: $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在开始温度变化试验前,起始温度应维持稳定 3 h。

实验室的最大温度梯度: $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (取不超过 5 min 的平均值)。

表 7 输入和电源连接处的绝缘试验

试验编号	绝缘试验		注释	试验电压的应用模式 ¹⁾	
				a)	b)
1	介电强度	kV(r. m. s.)	3)	2	—
2	绝缘电阻	kV(d. c.)	3)	0.5	—

表 8 电磁干扰的抗扰度评定试验

试验编号	抗扰度试验 ¹⁴⁾			注释	试验电压的应用模式 ¹⁾		性能判据 ¹³⁾
					a)	b)	
1	传导骚扰	工频磁场	V (r. m. s.)	2)	250	—	A
2		1.2/50 μs 浪涌电压 (GB/T 17626.5)	kV 峰值	5)	2	1	B
3		>9 kHz 射频场感应的传导骚扰 (GB/T 17626.6)	V(r. m. s.)	6)	10	—	A
4		1 MHz 振荡波 (GB/T 17626.12)	kV 峰值	7)	1	0.5	B
5		脉冲群 (GB/T 17626.4)	kV 峰值	8)	2	2	B
6		电压中断 (GB/T 17626.11)	ms 小时	9)	10 2		A B
7	电磁场	静电放电 (GB/T 17626.2)	kV	4)	8 空气 4 接触		A B
8		工频磁场 (GB/T 17626.8)	A/m	10)	30		A
9		8/20 μs 脉冲 (GB/T 17626.9)	A/m 峰值	11)	300		B
10		高频辐射(80 MHz~1 000 MHz) (GB/T 17626.3)	V/m	12)	10		A

表 7 和表 8 的说明性注释:

¹⁾ 试验电压的应用模式:

- a) 在每个电路端子和接地设备外壳之间(共模);
- b) 在每个电路端子之间(差模)。

²⁾ 给定消除故障所需的时间值;其他值可依据国家安全条例采用。

³⁾ 此试验见 GB 4793.1。

⁴⁾ 此试验见 GB/T 17626.2。

⁵⁾ 此试验见 GB/T 17626.5。

⁶⁾ 此试验见 GB/T 17626.6。

⁷⁾ 此试验见 GB/T 17626.12。

⁸⁾ 此试验见 GB/T 17626.4。

⁹⁾ 此试验见 GB/T 17626.11。

¹⁰⁾ 此试验见 GB/T 17626.8。

¹¹⁾ 此试验见 GB/T 17626.9。

¹²⁾ 此试验见 GB/T 17626.3。

¹³⁾ 基于下列性能判据,在 EMC 试验期间或作为 EMC 测试结果的功能性描述和性能判据定义,应由制造商提供,并在测试报告中注明。

性能判据 A: 仪器应按预期连续运行。当仪器按预期使用时,其性能降低或功能丧失不允许低于制造商规定的性能水平。在某些情况下,性能水平可能会由可容许的性能丧失替代。如果制造商未规定最低的性能水平或可容许的性能丧失,则可从产品说明书、文件及用户按预期使用时对仪器的合理期望中推断。

性能判据 B: 试验后仪器应按预期继续运行。当仪器按预期使用时,其性能降低或功能丧失不允许低于制造商规定的性能水平。在某些情况下,性能水平可能会由可容许的性能丧失替代。在试验过程中,性能下降是允许的,但不允许实际运行状态或存贮数据有所改变。如果制造商未规定最低的性能水平或可容许的性能丧失,则可从产品说明书、文件及用户按预期使用时对仪器的合理期望中推断。

¹⁴⁾ 除试验 6 之外,试验等级和性能判定均依据 GB/T 18268 和 IEC 61326-10。

灯-眼-脑响应的模拟

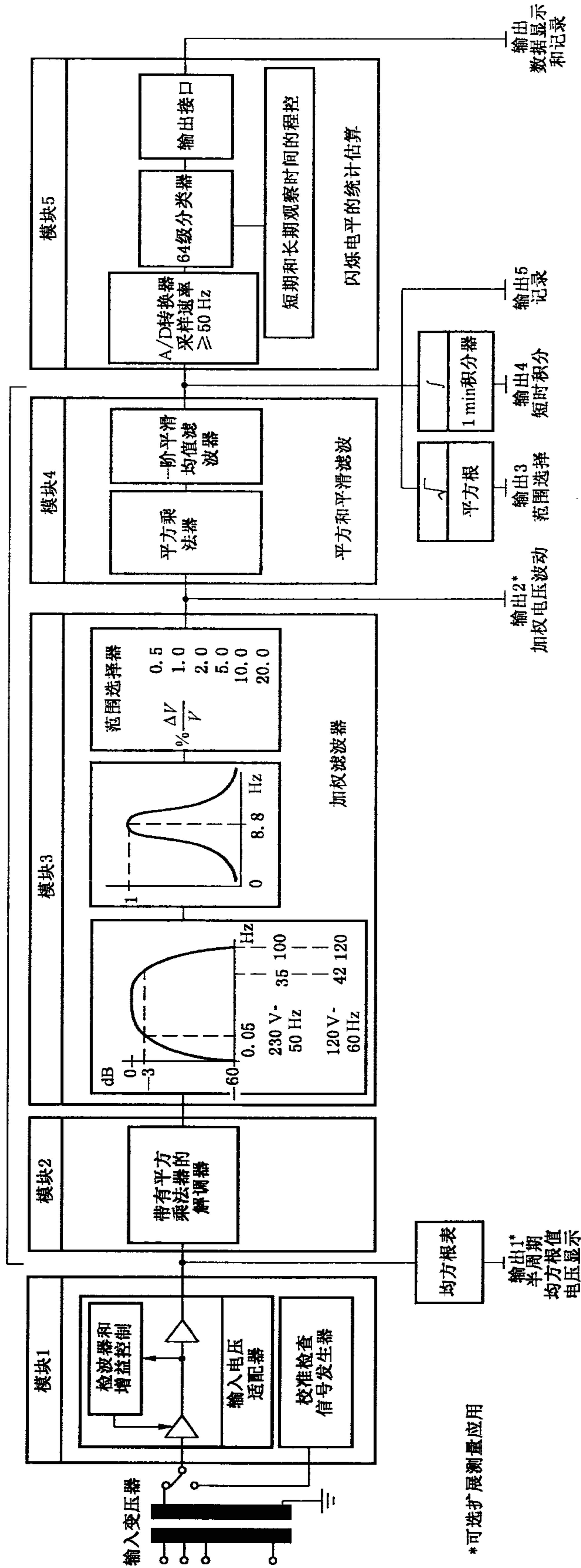
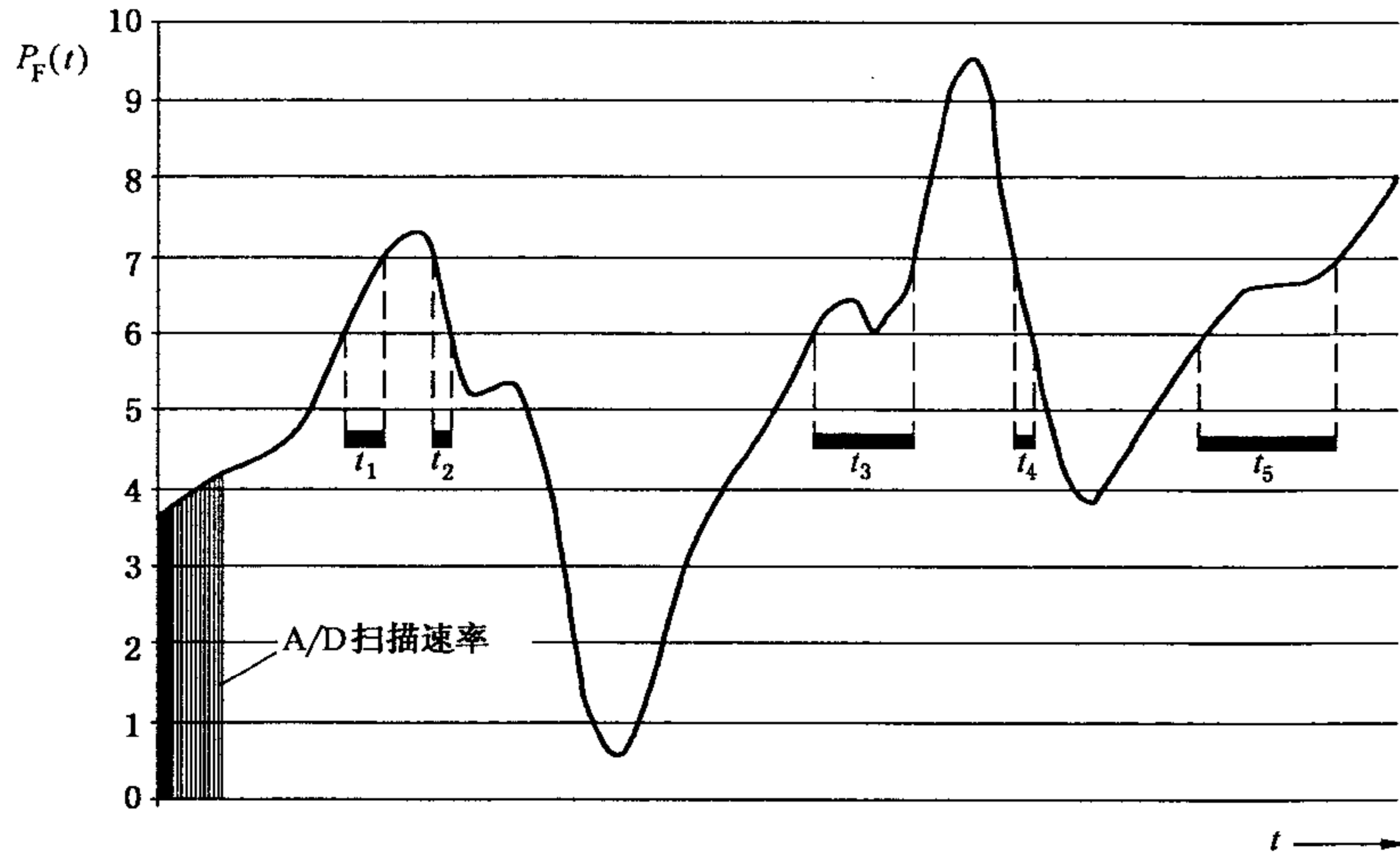


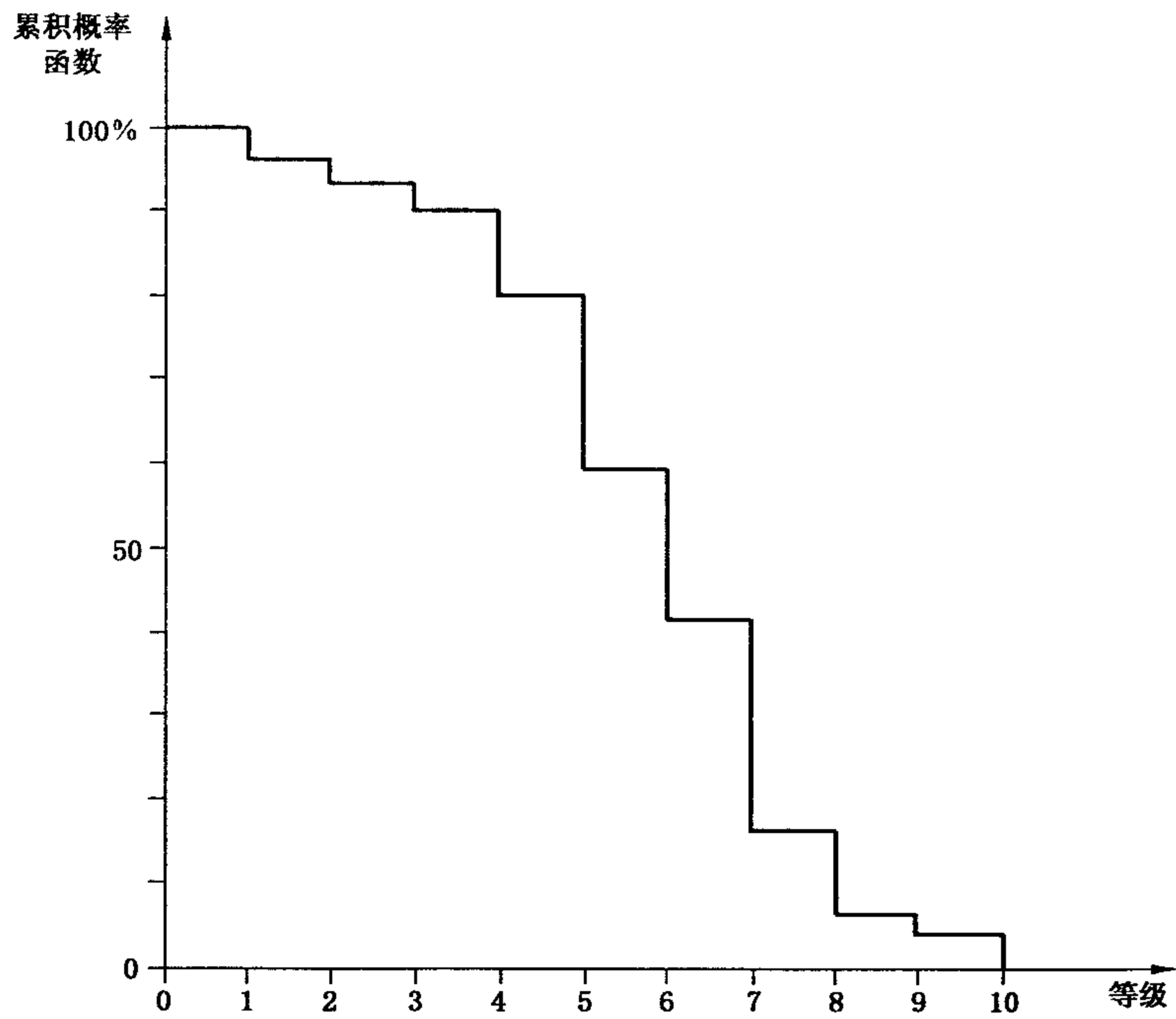
图 1 闪烁仪的功能框图



以等级 7 的信号持续时间为例表示如下：

$$T_7 = \sum_{i=1}^5 t_i$$

a) 闪烁电平的时变函数



b) 等级 1~10 信号持续时间的累积概率函数

图 2 时间-电平方法的基本图例

附录 A

(规范性附录)

提高闪烁评估准确度的方法

在一个宽泛的条件范围内,有许多方法实现准确的闪烁评估。

下面给出几种方法。这些方法可以单独使用或者组合使用,在输入电压调制深度足够的范围内,可获得规定的±5%的准确度。

在大多数例子中,特定的百分点值 P_k (用于计算 P_{st}) 并不对应单一等级,应从实际类别中由内插法(或外推法)得到。

A.1 线性内插法

线性分级应这样安排,全范围分类器 F_s 有 N 个相等的离散步长,每一等级的宽度为 F_s/N 。设 n 为百分位数 P_k 所属等级的数目。等级 n 包含 $(n-1)F_s/N$ (超出样本的 $y_{n-1}\%$) 和 nF_s/N (超出样本的 $y_n\%$) 之间的闪烁仪输出电平。利用线性内插法,与 $y_k\%$ 对应的百分位数 P_k 是:

$$P_k = \frac{F_s}{N} \left(n - \frac{y_k - y_n}{y_{n-1} - y_n} \right) \dots\dots\dots (A.1)$$

A.2 非线性内插法

当线性内插法不能给出足够的准确度时,应该使用非线性内插法。推荐的程序是将对应于累积概率函数(CPF)上 3 个连续等级的电平拟合为二次方程。

CPF 电平从关系式(A.2)中获得:

$$P_k = \frac{F_s}{N} \left[n - 1 + \frac{1}{2H_2} (H_1 - \sqrt{H_3}) \right] \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

F_s/N 是等级的宽度;

$H_1 = 3/2y_{n-1} - 2y_n + 1/2y_{n+1}$;

$H_2 = 1/2y_{n-1} - y_n + 1/2y_{n+1}$;

$H_3 = H_1^2 - 4H_2(y_{n-1} - y_n)$;

这里 y_n 是对应于等级 n 的百分数概率值,其余以此类推(见 A.1)。

A.3 伪零截取

可能会出现这种情况,一个或多个所关注的百分位数 P_k 位于等级分类器的第一级区间内。

经验显示,内插值法在第一级的零点和其上终点之间的效果不好,因为这会暗含假设:零电平将会 100%地被超过。实际上,典型的累积概率函数在 100% 标志下面能很好地满足概率坐标轴,并垂直地在坐标轴上方移动。在这个区域内减少误差的一种方法是将累积概率函数外推回到 y 轴,提供伪零截取值 y_0 。给出 y_0 的合适算法为:

$$y_0 = (3y_1 - 3y_2 + y_3) \dots\dots\dots (A.3)$$

A.4 非线性分类

如果等级区间在宽度上渐变,使用等级分类器可能更有效、更准确。

例如,可以使用对数分类,这通常允许使用线性内插法,避免使用零点外推法并允许在没有范围转换的情况下覆盖输入信号的全部动态范围。或者,一个线性分类器可以用于闪烁仪的输出³,但是这仍然需要一些范围选择。

附录 B

(资料性附录)

$\Delta V/V$ 的含义和电压变化的次数

下面的等式和图显示了本附录中 $\Delta V/V$ 的含义和电压变化的次数。

假定一个幅度调制时间函数 $v(t)$ 和电压波动波形 $V(t)$ 。电压波动波形 $V(t)$ 是由 $v(t)$ 形成的均方根值的时间函数。在良好的近似情况下,时间函数 $\Delta v/\bar{v}$ 的变化等于均方根值 $\Delta V/V$ 的变化。

例如,一个 50 Hz 的波形,平均电压为 1.0,相对电压变化 $\Delta v/\bar{v}=40\%$,用 8.8 Hz 矩形调制,可以写作:

$$v(t) = 1 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t) \times \left\{ 1 + \frac{40}{100} \times \frac{1}{2} \times \text{signum}[\sin(2 \times \pi \times 8.8 \times t)] \right\} \dots (\text{B.1})$$

对应的波形如图 B.1 所示。均方根值的变化 $\Delta V/V$ 实质上等于 $40\% \Delta v/\bar{v}$ 时间函数变化。矩形电压变化发生在 8.8 Hz 频率。每个完整周期产生两个明显的电压变化,一个增加幅度另一个降低幅度。频率 8.8 Hz 每个周期产生的两个变化导致每秒变化 17.6 次。

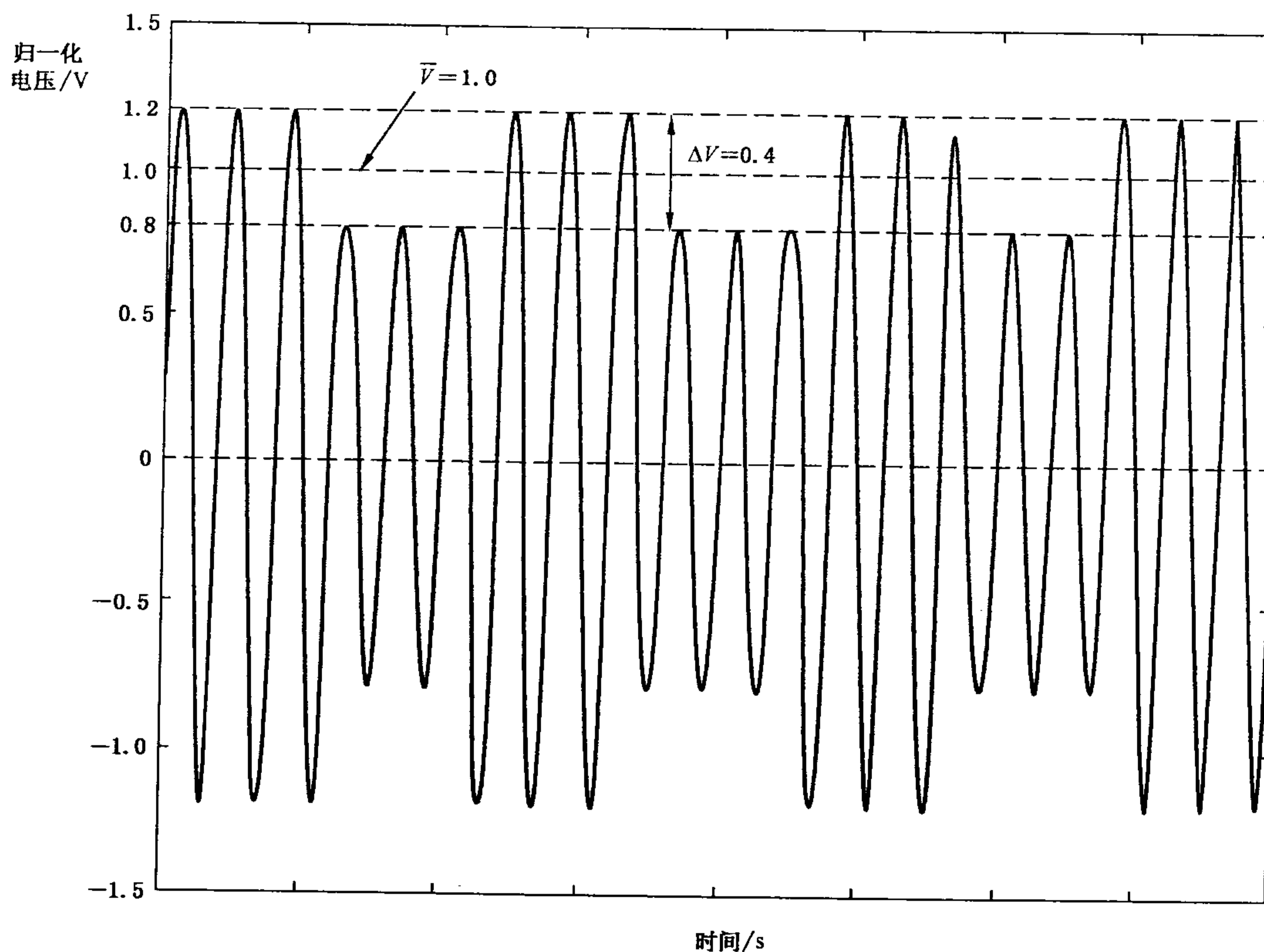


图 B.1 矩形电压变化 $\Delta V/V = 40\%$, 8.8 Hz, 17.6 次变化/s

参 考 文 献

- [1] MOMBAUER R. W. Calculating a New Reference Point for the IEC-Flickermeter. ETEP, Nov/Dec 1998, Vol. 8, No. 6, p. 429-436.
-