



中华人民共和国国家标准

GB/T 5095.2506—2020/IEC 60512-25-6:2004

电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第 25-6 部分：试验 25f：眼图和抖动

**Electromechanical components for electronic equipment—
Basic testing procedures and measuring methods—
Part 25-6: Test 25f: Eye pattern and jitter**

(IEC 60512-25-6:2004, Connectors for electronic equipment—Tests and measurements—Part 25-6: Test 25f: Eye pattern and jitter, IDT)

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 总则	1
1.1 范围和目的	1
1.2 术语和定义	1
2 试验设施	1
2.1 设备	1
2.2 装置	1
3 试验样品	2
3.1 说明	2
4 试验程序	2
4.1 总则	2
4.2 眼图	2
4.3 抖动	3
5 相关标准应规定的细则	3
6 试验记录文件	4
附录 A (规范性附录) 样品终端示意图	5
附录 B (资料性附录) 眼图诠释——实用指南	7

前 言

GB/T 5095《电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法》按试验方法分为若干部分。

GB/T 5095 的第 25 部分为信号完整性试验,已经发布或计划发布的部分如下:

- 第 25-1 部分:试验 25a:串扰比;
- 第 25-2 部分:试验 25b:衰减(插入损耗);
- 第 25-3 部分:试验 25c:上升时间衰减;
- 第 25-4 部分:试验 25d:传输时延;
- 第 25-5 部分:试验 25e:回波损耗;
- 第 25-6 部分:试验 25f:眼图和抖动;
- 第 25-7 部分:试验 25g:阻抗、反射系数和电压驻波比(VSWR);
- 第 25-9 部分:信号完整性试验 试验 25i:外来串扰。

本部分为 GB/T 5095 的第 25-6 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60512-25-6:2004《电子设备用连接器 试验和测量 第 25-6 部分:试验 25f:眼图和抖动》。

本部分做了下列编辑性修改:

- 标准名称由《电子设备用连接器 试验和测量 第 25-6 部分:试验 25f:眼图和抖动》修改为《电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第 25-6 部分:试验 25f:眼图和抖动》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国电子设备用机电元件标准化技术委员会(SAC/TC 166)归口。

本部分起草单位:四川华丰企业集团有限公司、中国电子技术标准化研究院。

本部分主要起草人:庞斌、朱茗、肖森、刘俊、汪其龙。

库七七 www.kq9w.com 提供下载

电子设备用机电元件

基本试验规程及测量方法

第 25-6 部分: 试验 25f: 眼图和抖动

1 总则

1.1 范围和目的

GB/T 5095 的本部分适用于电连接器、电缆组件或 IEC TC48 范围内的互连系统。
本部分描述了测量时域内眼图响应和抖动的方法。

1.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1.2.1

眼图 eye pattern

同步伪随机数字数据的示波器显示(信号幅度-时间), 表明累计输出波形的叠加。

1.2.2

抖动 jitter

信号跨越规定的基准电压电平时的最初和最后时间差。

1.2.3

位(比特)周期 bit period

时钟信号的连续相同边缘之间(上升至上升或下降至下降)的时间间隔。此为时钟频率的倒数。

1.2.4

偏斜 skew

两个信号通道之间的传输延迟差。

1.2.5

测量系统上升时间 measurement system rise time

安装就位无样品, 并具有滤波(或归一化)作用的装置测量的上升时间。通常, 测量的是 10%~90% 电平的上升时间。

2 试验设施

2.1 设备

2.1.1 具有时钟输出、能产生规定上升和下降时间及数据图形信号的高速图形发生器。

2.1.2 具有外部时钟输入、能无限余辉显示的信号分析仪。通常为一具有采样头的数字采样示波器(DSO)。优选具有模板功能的数字采样示波器。

注: 要确保不超过示波器输入端口允许的最大输入额定值, 防止造成代价高昂的损失并保证可靠的测量。即使信号偏移在示波器的允许最大信号电平范围内也可能产生不稳定的眼图响应。

2.2 装置

2.2.1 试验装置应备有合适的信号和接地模式。如要求, 还应备有合适的相邻信号线路的终端。样品

终端示意图见附录 A。

2.2.2 测量差分响应时,要确保试验装置和试验电缆的延迟相匹配,以尽量减少偏斜失真。建议试验电缆和装置的偏斜失真小于位周期的 5%。

3 试验样品

3.1 说明

用于本试验规程的试验样品应按如下所列。

3.1.1 可分离连接器

连接器插合对。

3.1.2 电缆组件

组装好的连接器和电缆,及其插配连接器。

3.1.3 插座

插座与试验器件,或插座和插头转接器。

4 试验程序

4.1 总则

4.1.1 应有足够的时间来预热和稳定设备(按制造厂的说明书)。

4.1.2 若样品的单端特性阻抗不是 50 Ω ,差分特性阻抗不是 100 Ω ,则应采用阻抗匹配器,要求的值应采用图 A.1 或图 A.2 中的公式来计算。采用的标准电阻的值应最接近根据这些公式计算出的值。

4.1.3 调节数据发生器达到合适的信号特性,这些特性包括上升时间、幅度、数据速率和编码方案。

注:上升时间的调节应在信号源采用硬件滤波器而不是在分析仪上采用软件滤波。

4.1.4 用数据发生器时钟信号触发示波器,要确保时钟信号不超过时钟输入端口的额定工作范围。

4.1.5 可能情况下,测量无样品装置和试验线缆的眼图和/或抖动。调整示波器控制眼图的显示。选择设定的时基应能使一个单位间隔(位周期)至少占有水平显示的 50%。选择的垂直灵敏度应能使信号幅度占有垂直显示的 50%~100%(参见附录 B 示例)。

4.2 眼图

4.2.1 方法 A,模板试验

4.2.1.1 将示波器设定为无限余辉显示模式,并设定数据采集在达到所需数量的波形后停止。

4.2.1.2 插入样品并开始数据采集,以生成一初始眼图。

4.2.1.3 在获得初始眼图数据后,显示或形成需要的模板。要确保眼图和模板相互间的定位并显示在水平轴的中心。模板的放置(左至右)应使其最适合眼图(参见图 B.3 和图 B.4 示例)。

4.2.1.4 如适用,可用 DSO 的功能统计落在模板内数据点的数量(称为“模板命中”)。

4.2.1.5 开始数据采集以生成一个新的眼图。

4.2.1.6 在数据采集完成后,记录模板命中的数量。若 DSO 没有自动记数功能(“命中计数器”),则计算和记录模板命中的数量。

4.2.1.7 如相关标准要求,制作示波器显示的复制件。

4.2.2 方法 B, 眼开度试验

4.2.2.1 将示波器设定为无限余辉显示模式, 并设定数据采集在达到所需数量的波形后停止。

4.2.2.2 插入样品并开始数据采集, 以生成眼图。

4.2.2.3 获得眼图后, 在对应位周期 50% 的时间 (V 在 50% t) 处测量和记录眼高。在对应信号幅度 50% 的电压电平 (t 在 50% V) 处测量和记录眼宽。

4.2.2.4 如相关标准要求, 制作示波器显示的复制件。

4.3 抖动

4.3.1 方法 C, 伪随机二进制序列 (PRBS) 试验 (多种模式)

4.3.1.1 按 4.2 显示眼图。

4.3.1.2 扫迹围绕水平轴中部, 以便能在显示器上看到整个眼图幅度。

4.3.1.3 数字采样示波器, 自动方法:

4.3.1.3.1 如果示波器具有自动统计测量能力, 建议使用该示波器功能来测量眼交叉点的抖动。

4.3.1.3.2 当采用手动测量极点时, 确保尽可能靠近垂直极点, 但最大间隔为 20 mV (参见图 B.5)。

4.3.1.4 数字采样示波器, 手动方法:

4.3.1.4.1 若自动测量功能不适用时, 则定位两个垂直光标, 在眼交叉转折处每边各一个 (参见图 B.6)。

4.3.1.4.2 根据光标位置变数增量 (其间距离) 读取抖动值。

4.3.2 方法 D, 脉冲试验 (单一模式)

4.3.2.1 将发生器设定为数字代码 (DC) 平衡试验模式。这应是在规定频率下的一个方波或伪随机二进制序列模式。

4.3.2.2 将示波器设定为无限余辉显示模式, 并调节垂直位置使波形在显示屏上垂直居中, 其半波幅处在屏幕中心。

4.3.2.3 调节发生器产生规定的试验图形。该图形可选择模拟一长空载序列和应用中采用的特定数据模式。通常它为一逻辑“1”后跟 20 个或更多逻辑“0”的图形。对于单端测量, 测量逻辑“1”和逻辑“0”电平, 并且调节发生器 (如必要), 以保证波形的半波幅仍处于屏幕中心。对于差分测量, 测量两个通道的逻辑“1”和逻辑“0”电平。调节发生器以尽量减少通道之间的电压或时间偏移。若通道间出现任何电压偏移, 则应根据 4.3.2.4 中脉冲宽度的半波幅测量点增加或减去 (按适用) 偏移量。

4.3.2.4 使用光标或示波器测量功能, 测量跨接半波幅点 (屏幕中心) 的脉冲宽度 (参见图 B.7)。

4.3.2.5 用位时间 (1 除以发生器的时钟频率) 减去 4.3.2.4 中测得的半波幅脉冲宽度, 得出抖动。

5 相关标准应规定的细则

相关标准中应规定下列细则:

5.1 信号上升时间、幅度和时钟频率。

5.2 数据模式: 例如伪随机二进制序列 (PRBS) 的 $(2^{23} - 1)$ 或脉冲模式的 $1 + (20 \times 0)$ 。

5.3 单端或差分。

5.4 终端值 (和误差)。

5.5 信号/接地模式, 包括本试验信号和接地连接导线的数量和位置。

5.6 单端不同于 50 Ω 或差分不同于 100 Ω 的样品环境阻抗。

5.7 是否需要示波器显示的复制件。

5.8 评定眼图的方法 A 或 B(模板或眼开度)。

5.8.1 相对于眼图或时钟的模板定义和位置(如要求)。

5.8.2 生成眼图要获取的波形或样品数量。

5.9 方法 C(PRBS)。

5.9.1 如采用自动(柱状图)方法,应规定抖动框的高度(垂直柱状图的极限值)。

5.9.2 生成眼图要获取的波形或样品数量。

5.10 DSO 的采样率。

6 试验记录文件

记录文件应包括第 5 章中规定的细则和例外,以及下列细节:

6.1 试验名称。

6.2 试验设备,及其上次和下次校准日期。

6.3 试验程序和方法。

6.4 装置说明。

6.5 方法 A 中的模板命中数量(见 4.2.1)或方法 B 的眼开度(见 4.2.2)。

6.6 波形图(如要求)。

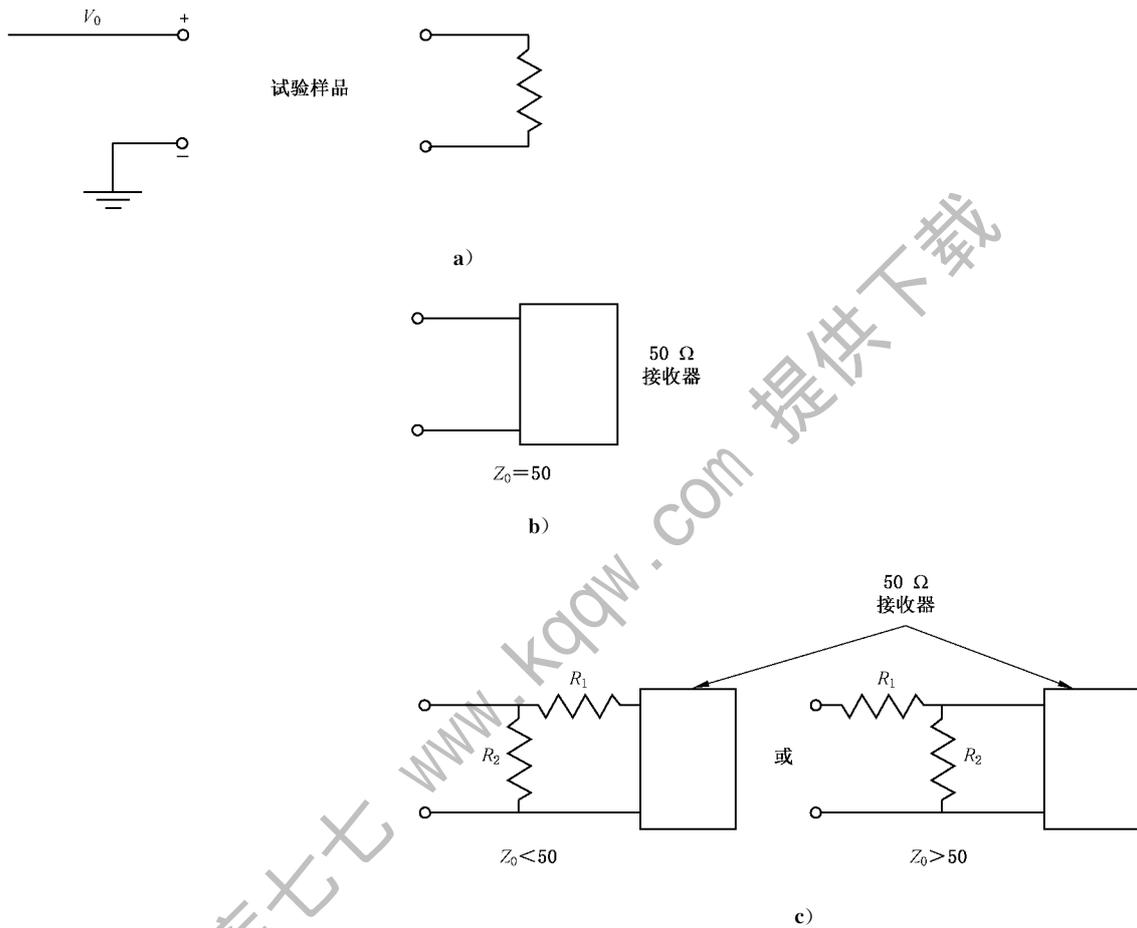
6.7 抖动值(要求该试验时)。

6.8 观测值。

6.9 操作人员姓名和试验日期。

附录 A
(规范性附录)
样品终端示意图

样品终端示意图见图 A.1 和图 A.2。



说明：

R_1 ——电阻 1；

R_2 ——电阻 2；

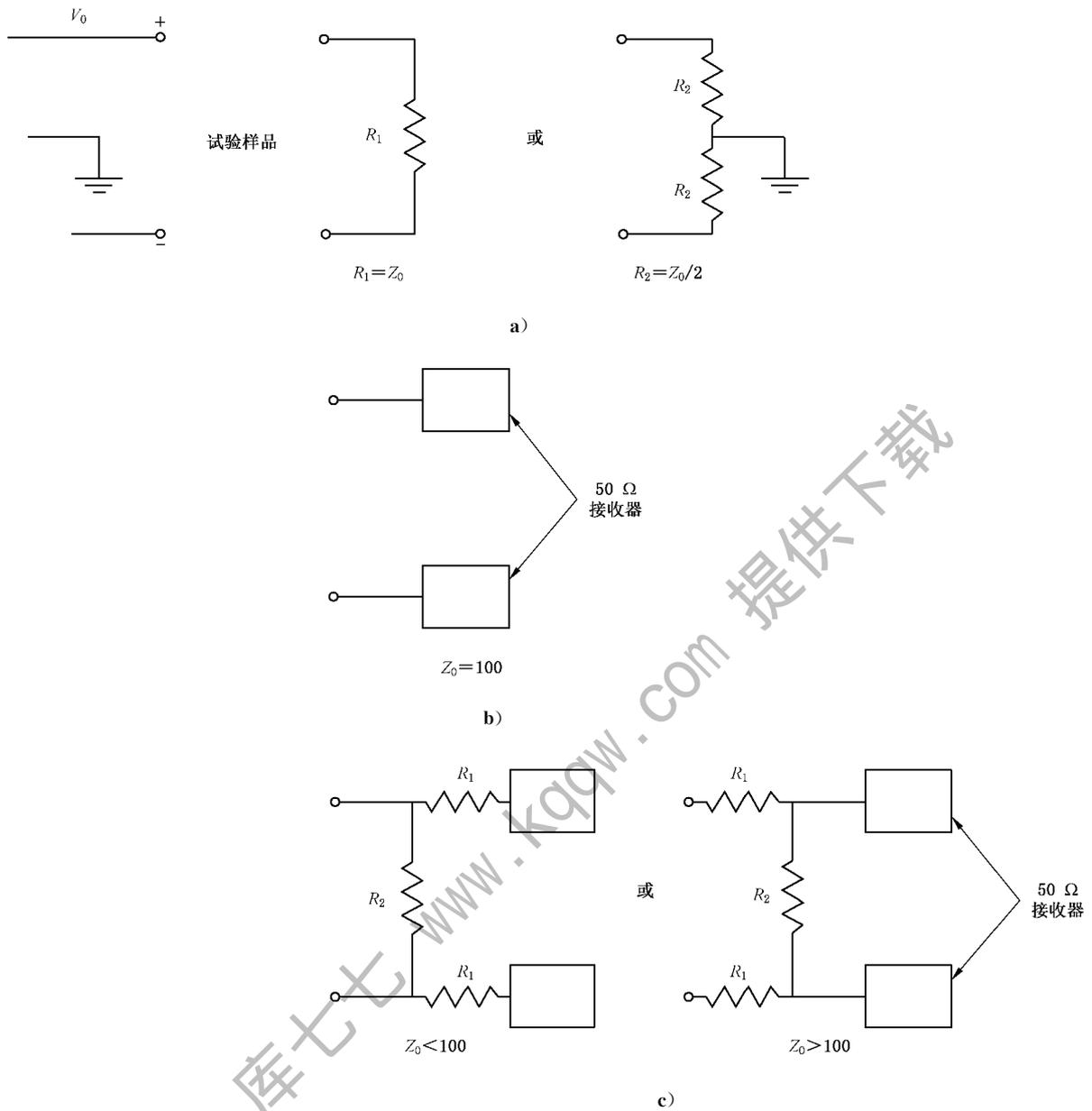
Z_0 ——特性阻抗；

V_0 ——源电压。

最低损耗匹配器计算式为：

$$\begin{array}{ll}
 Z_0 < 50 \text{ } \Omega \text{ 时:} & \begin{array}{l} R_1 = 50[1 - (Z_0/50)]^{0.5} \\ R_2 = Z_0/[1 - (Z_0/50)]^{0.5} \end{array} \\
 Z_0 > 50 \text{ } \Omega \text{ 时:} & \begin{array}{l} R_1 = Z_0[1 - (50/Z_0)]^{0.5} \\ R_2 = 50/[1 - (50/Z_0)]^{0.5} \end{array}
 \end{array}$$

图 A.1 单端终端



说明：

R_1 ——电阻 1；

R_2 ——电阻 2；

Z_0 ——特性阻抗；

V_0 ——源电压。

最低损耗匹配器计算式为：

$$\begin{array}{ll}
 Z_0 < 100 \text{ } \Omega \text{ 时:} & R_1 = 100[1 - (Z_0/100)]^{0.5}/2 \\
 & R_2 = Z_0/[1 - (Z_0/100)]^{0.5} \\
 Z_0 > 100 \text{ } \Omega \text{ 时:} & R_1 = Z_0[1 - (100/Z_0)]^{0.5}/2 \\
 & R_2 = 100/[1 - (100/Z_0)]^{0.5}
 \end{array}$$

图 A.2 差分(平衡)终端

附录 B
(资料性附录)
眼图诠释——实用指南

B.1 眼图是一种度量数字信号传输质量的方法。眼图通常是采用能发送非归零(NRZ)伪随机二进制序列(PRBS)的数据发生器和具有无限余辉的示波器来进行测量的。用数据时钟信号触发扫描,在示波器上得到眼图,并将时基设定为显示一位周期(也称单位时间,等于一个时钟循环周期)。示波器上的每次扫描,随机数据的比特(二进制数)在示波管(CRT)显示器上叠加。眼图显示出可能出现的变形量,见图 B.1。

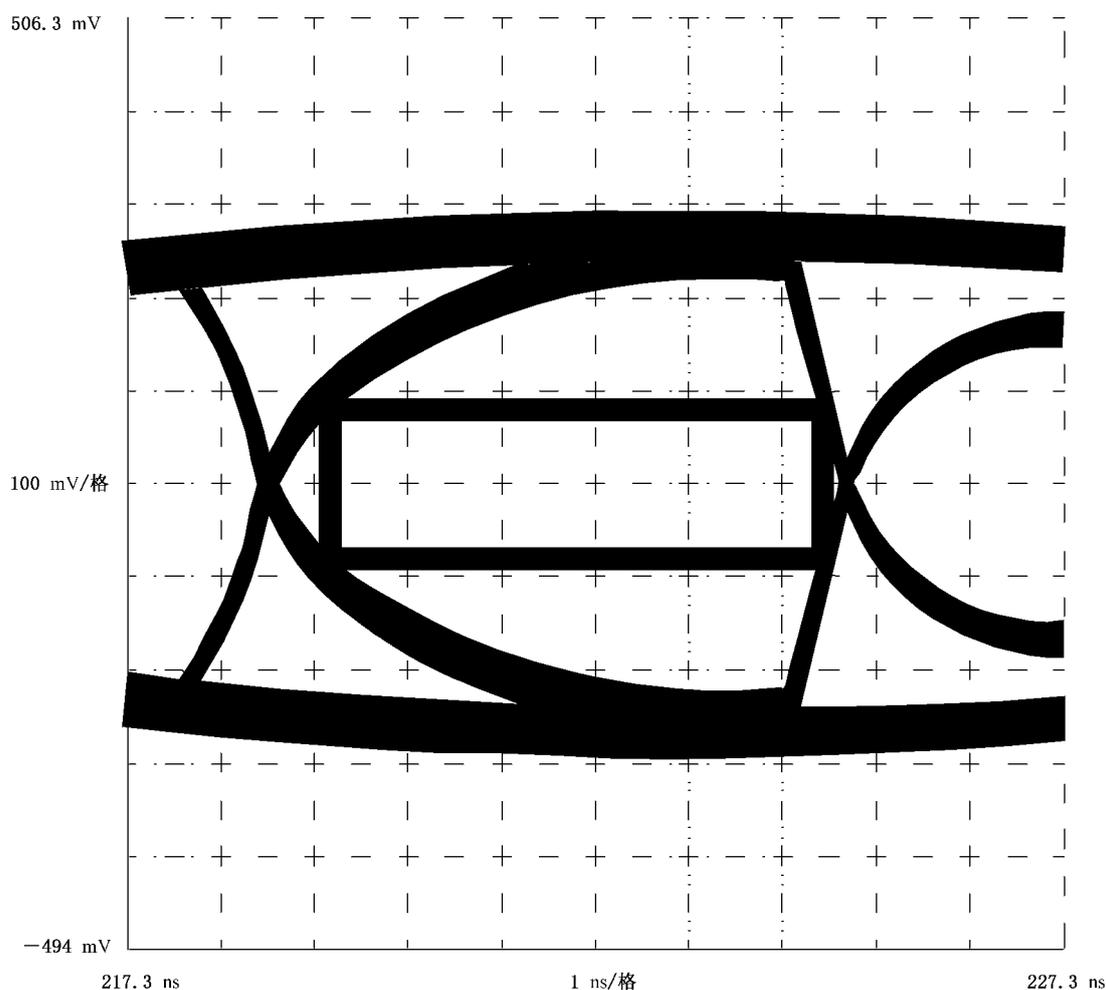
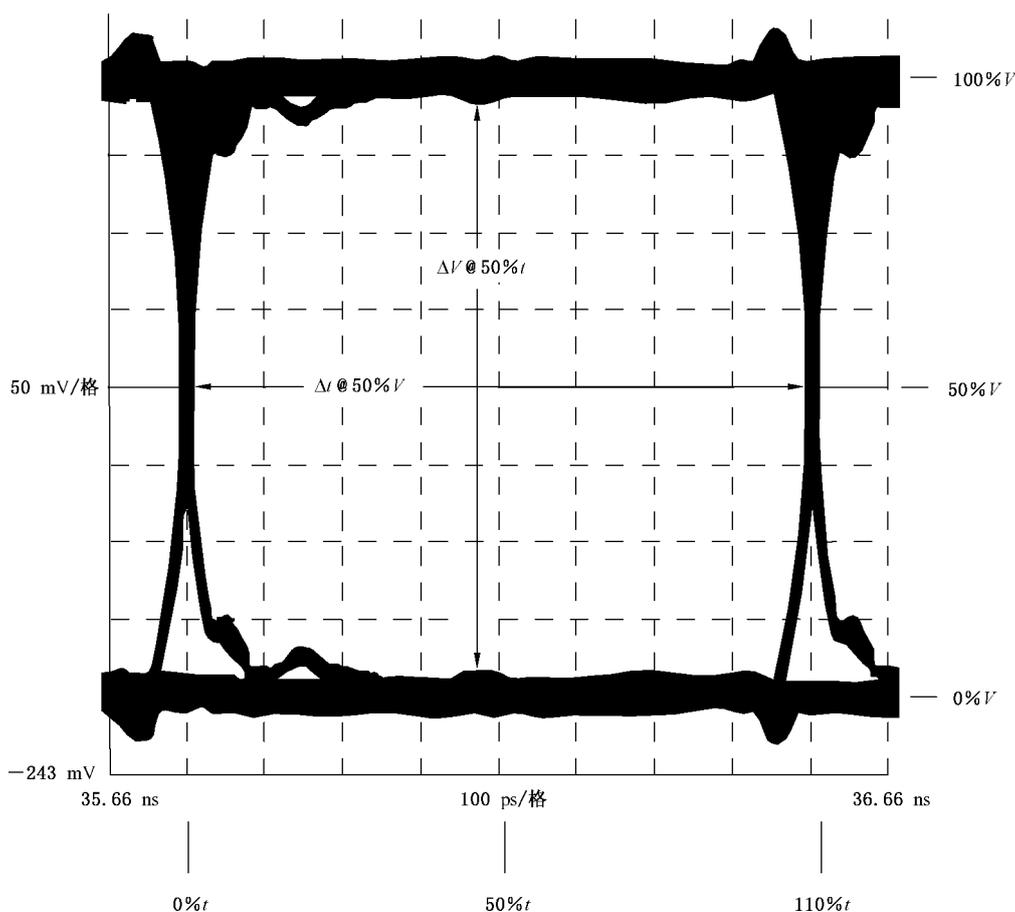


图 B.1 典型的眼图响应

B.2 过去,眼图被用作定性的测量工具。现代的数字存储示波器使得眼图能被用作定量的测量工具。眼图脉冲中部的开口面积是数据传输质量的指标。眼开度越大,传输质量越好,即比特(bit)误码率越低。

B.3 在眼图中部逻辑“1”与逻辑“0”分开的开度被称为“眼高”,见图 B.2。眼高越大,“1”和“0”混淆的可能性越低。



说明：
 t ——单位时间。

图 B.2 眼图响应显示的眼高和眼宽

B.4 在眼图中部相邻脉冲边缘垂直转折点之间的开度被称为“眼宽”，见图 B.2。当采用接收器电路读取数字信号(采样和解码)以确定瞬时的二进制值时，眼宽越大，误差的可能性越小。当眼高或眼宽小到足以干扰接收器电路时，就会产生误差。

B.5 眼图通常是采用 PRBS 模拟标称的随机数据生成的。特定的最坏情况下也可采用字码图形来测试图形相关效应。

B.6 PRBS 是一个数据流，即一个具有很长周期的比特序列。在周期内，它看来像是一个“1”和“0”的随机字符串。PRBS 的周期越长，则其显得越随机。PRBS 实际上具有全部真正随机信号的统计特性，表现如同受试器件。由国际电信联盟远程通信标准化组织 (ITU-T) 规定的一系列最长的 PRBS 模型用于比特误码率试验，并且也经常用于眼图试验。通常，数据速率越高，比特序列的长度越长，从数据速率 1.5 Mbits/s 的 $2^{15} - 1$ 比特至数据速率 139 Mbits/s 的 $2^{23} - 1$ 比特。 $2^{15} - 1$ 比特的序列长度有时也用于数据速率为 Gbit/s 的试验。

B.7 由电磁干扰 (EMI)、串扰所引起的信号衰减和色散及噪声、由于阻抗不匹配所造成的反射噪声都会引起波形变形减小眼图开度。互连系统会影响眼图响应，因为有阻抗突变和易受电磁干扰影响，它们会显示出上升时间衰减、脉冲展宽、振铃、过冲、下冲和串扰。这些特性变化会改变眼图的响应减小眼开度。

B.8 通过与模板对比或测量眼开度可对眼图进行定量评价。模板被规定为眼内的禁区。所有信号能量应落在模板之外，应无能量落在模板之内。眼图具有足够的开度以使没有信号部分落在模板区域内，象征地表明可靠的、无差错的传输，见图 B.3。

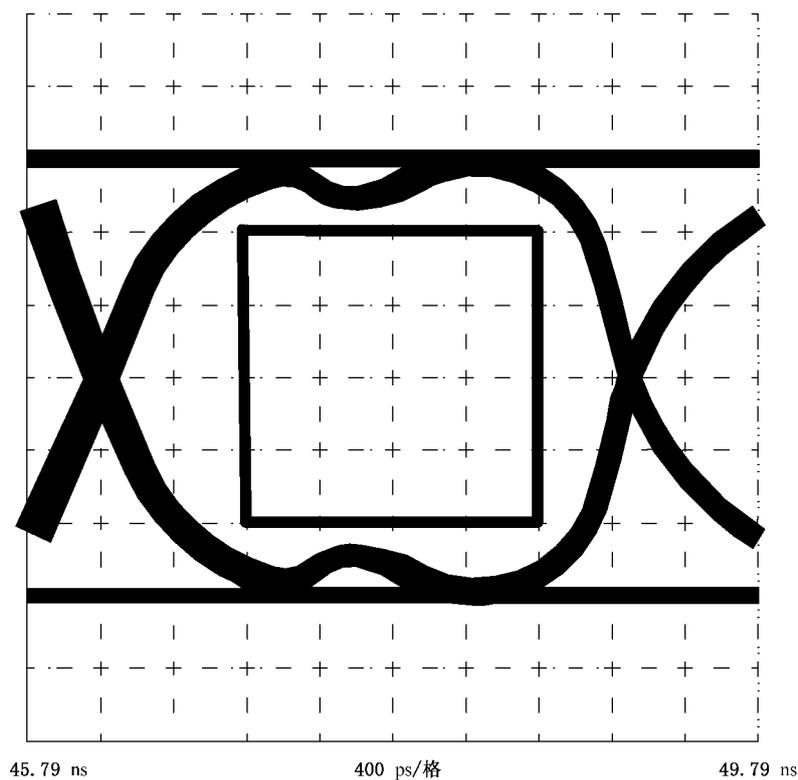


图 B.3 具有模板的眼图响应(无命中)

B.9 眼图有信号落在模板内表明传输质量降低和比特误码率增加,见图 B.4。眼图模板试验通常是通过获得规定的波形数量(数据位)并计算在模板内出现(称为“命中”)的波型数量来进行计数的。

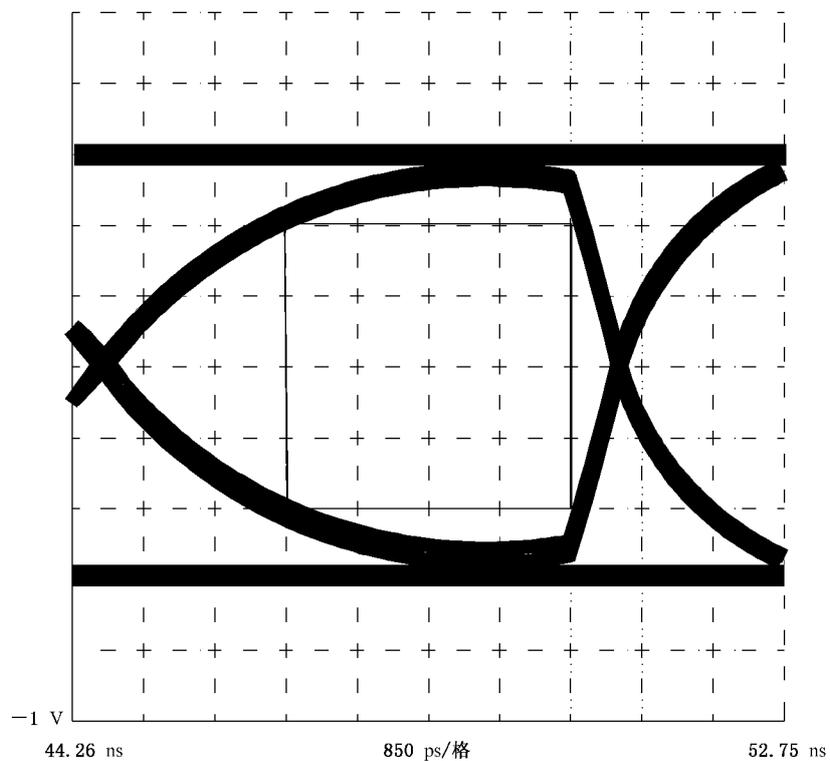


图 B.4 模板内有命中的眼图响应

B.10 若未规定模板时,可测量眼开度。计算出眼高和眼宽以量化眼开度。眼高通常是在时间对应于单位时间的 50% 处进行测量。眼宽通常是在信号电平对应于信号幅度的 50% 处进行测量。

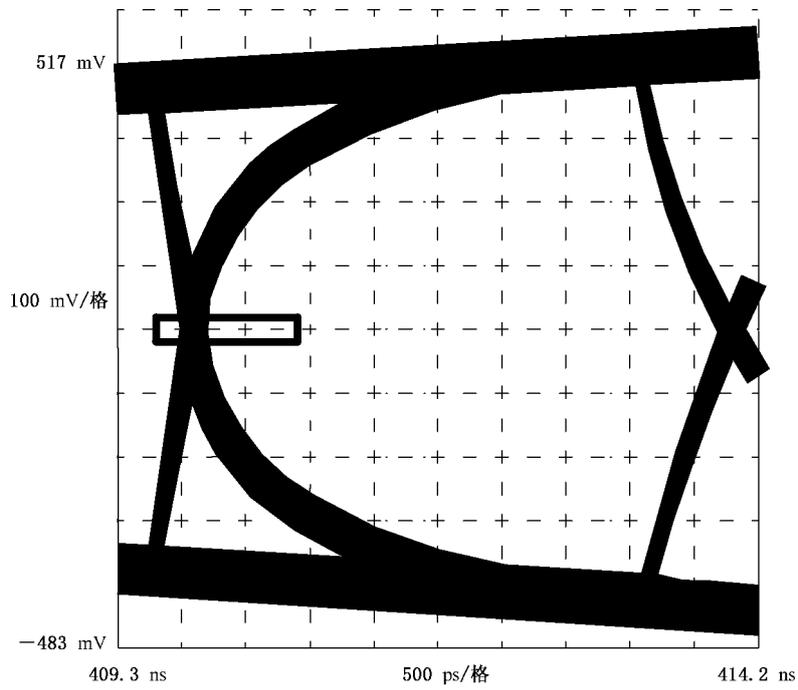


图 B.5 数字采样示波器自动方法,显示的垂直极限值相距约 20 mV,见 4.3.1.3.2

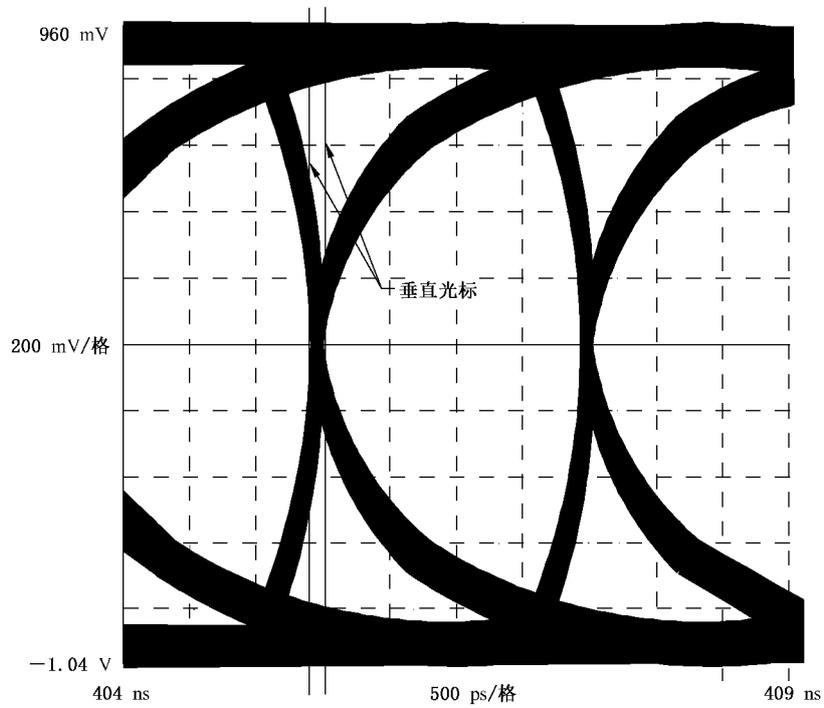


图 B.6 数字采样示波器手动方法,显示的两垂直光标分别位于眼的各边,见 4.3.1.4.1

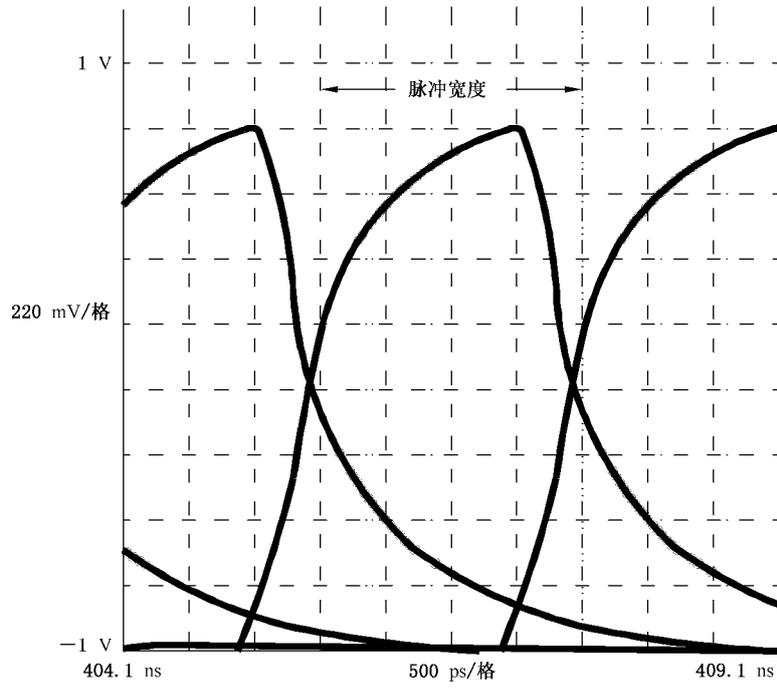


图 B.7 方法 D, 脉冲试验单一模式显示的脉冲宽度, 见 4.3.2.4

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 子 设 备 用 机 电 元 件
基 本 试 验 规 程 及 测 量 方 法
第 25-6 部 分 : 试 验 25f : 眼 图 和 抖 动
GB/T 5095.2506—2020/IEC 60512-25-6:2004

*

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

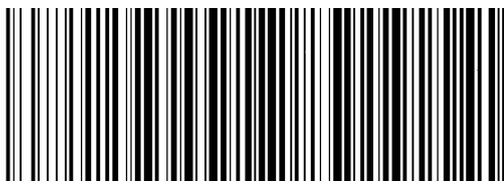
服 务 热 线 : 400-168-0010

2020 年 4 月 第 一 版

*

书 号 : 155066 · 1-64742

版 权 专 有 侵 权 必 究



GB/T 5095.2506-2020