

AV5233C 型误码测试仪

用户手册



中电科仪器仪表有限公司

前言

非常感谢您选择、使用中电科仪器仪表有限公司生产的 AV5233C 型误码测试仪！本所产品集高、精、尖于一体，在同类产品中质量性价比最高，为方便您使用，请仔细阅读本手册。我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺，我们竭诚欢迎您的垂询，垂询电话：

服务咨询 0532-86889847

技术支持 0532-86888007

质量监督 0532-86886614

传 真 0532-86897258

网 址 www.ei41.com

电子信箱 5117@ei41.com

地 址 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号

邮 编 266555

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司生产的 AV5233C 型误码测试仪的用途、性能特性、基本工作原理、使用方法、使用注意事项等，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。请仔细阅读本手册，并正确按照书中指导操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，本手册错误和疏漏之处在所难免，恳请各位用户批评指正！由于我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。



**声
明：**

本手册版本号是 AV5233C 型误码测试仪用户手册第一版。

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语解释权属于中电科仪器仪表有限公司。

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，违者中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

编者

2002 年 11 月

目录

第一章 概述-----	1
第一篇 使用说明-----	2
第二章 操作指导-----	3
第一节 内部结构特征-----	3
第二节 前面板特征-----	4
第三节 后面板特征-----	6
第四节 前面板按键及菜单操作-----	6
第二篇 技术说明-----	13
第三章 工作原理-----	14
第一节 概要-----	14
第二节 工作原理-----	14
第四章 技术指标和指标测试-----	16
第一节 发射部分技术指标-----	16
第二节 接收部分技术指标-----	16
第三节 其它技术指标-----	17
第四节 指标测试-----	18
第三篇 维修说明-----	25
第五章 维护和保养-----	26
第一节 维护保养-----	26
第二节 一般维修-----	26
附录 A AV5233C 误码测试仪中误码参数的定义-----	28
附录 B AV5233C 误码测试仪中比特误码和编码误码的检测方法-----	29
附录 C 英文名词缩写及解释-----	31

第一章 概述

AV5233C 型误码测试仪是利用 DDS（直接数字合成）技术产生内部时钟的误码测试仪，可用于 50b/s~50Mb/s（内部时钟，选件 1）和 1kb/s~50Mb/s（外部时钟）的数据通信系统误码测试，也可用于 PCM 1~3 次群电信系统的误码、告警测试。当进行 50b/s~50Mb/s（内部时钟）和 1kb/s~50Mb/s（外部时钟）测试时，数据采用 NRZ/RZ 码型，TTL 电平，可测量比特误码。当进行 PCM 1~3 次群电信系统的误码、告警测试时，可采用 AMI/HDB3/NRZ/RZ 码型，其中 AMI/HDB3 波形符合 ITU-T G.703 建议，而 NRZ/RZ 为 TTL 电平，可以测量比特误码、编码误码、2Mb/s PCM30+CRC 时的帧定位字（FAS）误码、CRC 误码和告警。2Mb/s 的编码误码、帧定位字误码、CRC 误码和告警可采用高阻在线监测。

AV5233C 型误码测试仪采用液晶、汉字显示，仪器操作简单，易于掌握。

AV5233C 型误码测试仪符合 ITU-T G.703、O.151、O.152、O.153 建议，误码分析参照 ITU-T G.821 建议。在数据/数字通信网及其设备的研制、生产、施工、维护等方面有着广泛的应用。

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司生产的 AV5233C 误码测试仪的用途、性能特性、基本工作原理、使用方法等，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。请仔细阅读本手册，并按照手册中指导操作。

本手册共分五章。

第一章介绍 AV5233C 误码测试仪的特点和用途。

第二章介绍 AV5233C 误码测试仪的前、后面板特征和操作指导。主要介绍了菜单和按键的功能和操作。

第三章介绍 AV5233C 误码测试仪的基本工作原理。

第四章介绍 AV5233C 误码测试仪的主要技术指标和性能特性。

第五章介绍 AV5233C 误码测试仪的维护和保养方法。

我们衷心希望中电科仪器仪表有限公司能为您的工作带来方便和快捷。使用中如有任何问题，欢迎您与我们联系。

第一篇 使用说明

第二章 操作指导

第一节 内部结构特征

仪器箱体分上、下两层，中间有隔板。上层装有电源、打印机，如图 2-1 所示。

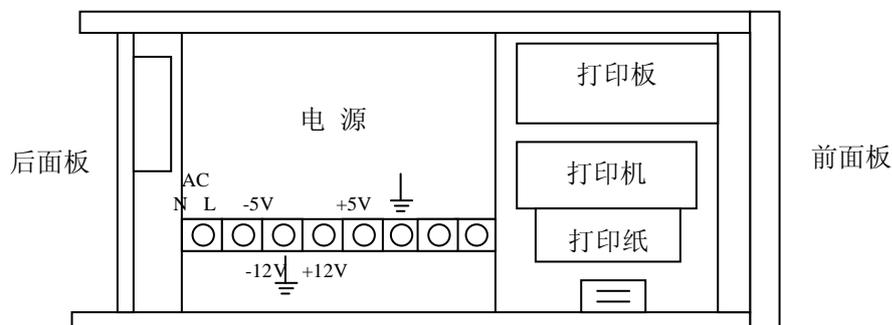


图 2-1 仪器上方顶视示意图

下层装有两块电路板，用垫柱重叠安装。紧靠底板的电路板是数字板，主要是数字电路。是仪器的核心。如图 2-2 所示。

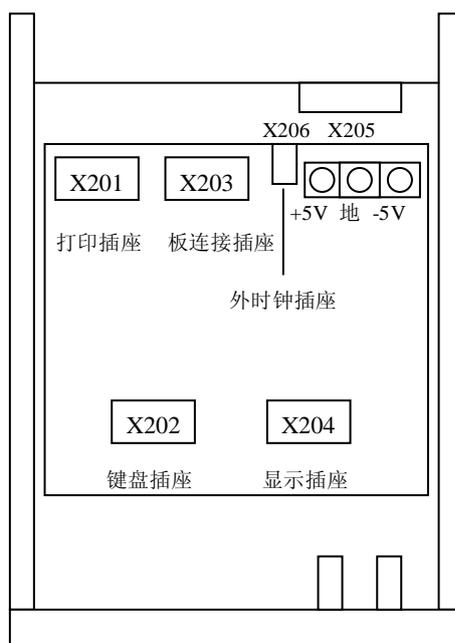


图 2-2 仪器下方顶视示意图——数字板

重叠于其上的是模拟板，主要是输入、输出模拟电路，如图 2-3 所示。图中注明了各插座的名
称，以备维修。

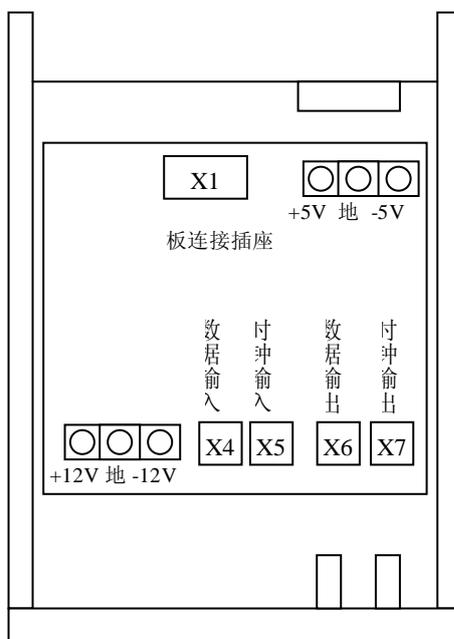


图 2-3 仪器下方顶视示意图——模拟板

第二节 前面板特征

AV5233C 误码测试仪的前面板的设计非常简单。该仪器以菜单显示的方式进行控制和设置。前面板的框图如图 2-4 所示。

1 时钟输出

时钟输出端口提供菜单选定频率的时钟信号，电平为 TTL。

2 数据输出

数据输出端口提供菜单选定频率、图形、码型的信号。当码型为 AMI/HDB3 时：2M/8M 时输出电平为 $\pm 2.37V \pm 10\%$ ，34M 时输出电平为 $\pm 1V \pm 10\%$ ；当码型为 RZ/NRZ 时，输出电平为 TTL。

3 时钟输入

时钟输入端口接收被测信号的时钟信号，要求输入电平为 TTL。

4 数据输入

数据输入端口接收被测信号的数据信号。当码型为 RZ/NRZ 时，要求输入电平为 TTL；当码型为 AMI/HDB3 时，要求输入电平及衰减符合 ITU-T G.703。

5 显示窗

一个由 128×64 点阵构成的用于显示测试条件和测量结果的 LCD 显示屏。

6 发光二极管阵列

面板上的发光二极管用于指示误码测试仪的工作状态和线路的告警状态。

7 电源

电源开关用于控制误码测试仪的 220V/50Hz 交流电源的开、关。

8 打印机电源

用于控制误码测试仪的打印机电源的开、关。

9 按键设置

面板上共有 7 个按键，由它们的组合即可完成对整机的控制，完成进行误码测量的设置和测试结果显示。各按键功能描述如下：

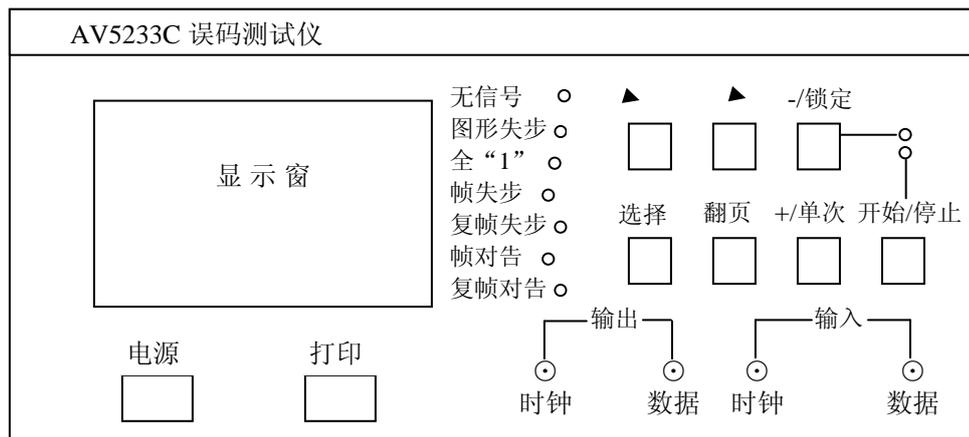


图 2-4 前面板

[°]键:

该键完成光标位置的右移。在一行中右移到最后一个光标位置后，再按[°]键，光标自动进入下一行的第一个光标位置。

[Ä]键:

该键完成光标位置的左移。在一行中左移到第一个光标位置后，再按[Ä]键，光标自动进入上一行的最后一个光标位置。

[+ / 单次]键:

数字递增键和单次误码加入键。在非测试状态下（即在[开始/停止]键没有被按下），该键为数字递增键，每按一次该键，光标所在位置的数值将加“1”。在测试状态下（即在[开始/停止]键被按下），并且设置的误码插入为“0”时，每按一次该键，将在发射数据中加入一个误码。

[- / 锁定]键:

数字递减键或面板锁定键。在非测试状态下（即在[开始/停止]键没有被按下），该键为数字递减键，每按一次该键，光标所在位置的数值将减“1”。在测试状态下（即在[开始/停止]键被按下），按一次该键，面板上的[+ / 单次]键、[选择]键、[开始/停止]键将被锁定；再按一次该键，面板将被取消锁定。

[翻页]键:

在所有条件设置屏和结果屏中进行翻页。

[选择]键:

完成字图形设置功能。当光标在第一屏的“图形”上时，按[选择]键，将进入字图形设置子菜单，设置 16 位字图形；当光标停在第一屏以外的任意屏任意位置时，按[选择]键，光标自动回到第一屏的第一个光标位置。

[开始/停止]键:

完成开始测试和停止测试功能。有指示灯指示该键的状态，当该键的指示灯亮时，表明处于测试状态；再按一次该键，该键的指示灯灭，表明处于非测试状态。

第三节 后面板特征

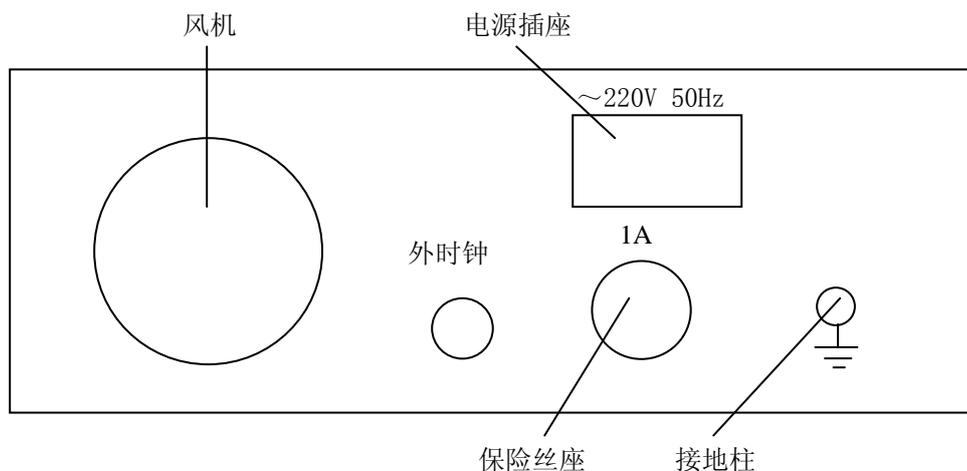


图 2-5 后面板

1 外时钟连接器（BNC 型连接器）

该输入连接器用来输入外部提供的时钟信号，输入电压范围：2.5V_{pp}~5V_{pp}。

2 轴流风机

为+12VDC/0.2A 直流轴流风机，保证整机散热通畅。

3 220VAC 电源输入

该连接器用于输入 220V±10%、50Hz 的交流电压。消耗功率<45W。

4 保险丝座

内装有 250V/1A 的保险丝，可拆卸更换。

5 接地柱

用于被测设备和测试仪器可靠共同接地的连接端子。

第四节 前面板按键及菜单操作

表 2-1 帧测试、速率与码型等几种参数的关系

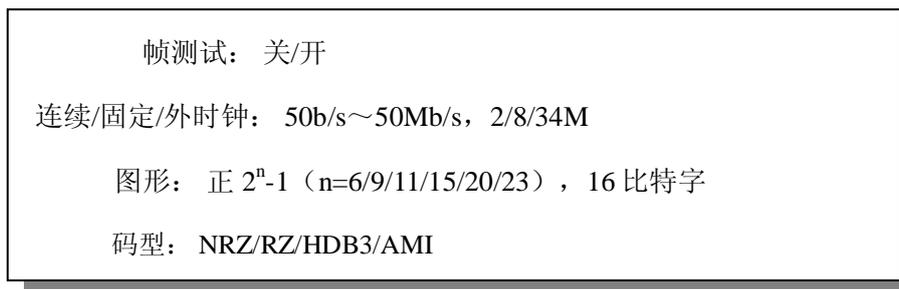
帧测试	关			开
速率 (b/s)	连续 (50~50M)	固定 (2/8/34M)	外时钟 (1k~50M)	2M
码型	NRZ/RZ	AMI/HDB3/NRZ/RZ	NRZ/RZ	AMI/HDB3
误码方式	BIT	CODE/BIT	BIT	CODE (FAS、CRC4)
输入方式	终端 (75Ω)	终端 (75Ω)	终端 (75Ω)	高阻 (1.5kΩ) / 终端 (75Ω)
极性	正/负	正/负	正/负	无关

AV5233C 误码测试仪对误码进行测试时，若帧测试、速率、码型等参数变化，则相应参数将发生变化，相互关系符合表 2-1。

其余各项设置范围与帧测试和速率无关。

1 测试设置

第一页测试菜单如图 2-6 所示：



注：斜线并列的项目表示可设置的内容

图 2-6 第一页测试设置

1.1 “帧测试”设置

“开”或“关”，用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键来完成。设置“关”时进行非帧测试，各项均可修改。进行帧测试时，先设速率为“固定 2M”，再将帧测试设为“开”，误码方式自动设为“CODE”（可同时测帧定位字误码和 CRC4 误码）。

1.2 速率设置

第二行为速率设置。当设置为“连续”速率时，其值在 50b/s~50Mb/s 之间。用 [°] 或 [Ä] 键选择位，用 [+/单次] 或 [-/单次] 键选择该位数值。如将光标移到左端，可用 [+/单次] 或 [-/单次] 键设置“固定”或“外时钟”。

当设置“固定”时，将光标移到同一行的右边，仍用这两个键设置“34M”、“8M”、“2M”，再向右移动光标，用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键可设置频偏为“+”或“-”及“XXX” ppm。

如果设置为“外时钟”，右边无显示。

1.3 图形设置

可设置为“正 2^6-1 ”、“正 2^9-1 ”、“正 $2^{11}-1$ ”、“正 $2^{15}-1$ ”、“正 $2^{20}-1$ ”、“正 $2^{23}-1$ ”、“负 2^6-1 ”、“负 2^9-1 ”、“负 $2^{11}-1$ ”、“负 $2^{15}-1$ ”、“负 $2^{20}-1$ ”、“负 $2^{23}-1$ ”或 16 位可编程字，用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键设置。在图形位置上，只要按 [选择] 键，总是进入字设置状态。比特的修改用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键，按 [°] 或 [Ä] 键可左右移动光标。再按 [选择] 键即可结束字设置状态。

1.4 码型设置

可设置为“AMI”、“HDB3”、“NRZ”或“RZ”码型。用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键选择。码型的设置范围与帧测试和速率有关，见表 2-1。

1.5 极性设置

当码型选为 RZ、NRZ 时，对输出时钟和接收部分的输入时钟可进行“正”或“负”的设置，显示为正正、正负、负正、负负等，其中前面的正或负对应输出时钟极性，后面的正或负对应输入时钟极性。设置使用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键。如图 2-7 所示。

1.6 误码率设置

即误码插入设置，可设置为“ 10^{-6} ”、“ 10^{-5} ”、“ 10^{-4} ”、“ 10^{-3} ”或 0，用 [+/单次] 或 [-/锁定] 键选择。在设置为“0”时可进行单次误码插入（在测量时按 [+/单次] 键）。



图 2-7 第二页测试设置

1.7 误码方式设置

可设置为“BIT”或“CODE”，用[+/单次]或[-/锁定]键修改。

1.8 蜂鸣器设置

可设置为“开”或“关”，用[+/单次]或[-/锁定]键修改。若设置为“开”时一旦测量过程中出现误码就会发出告警声。

1.9 测量方式设置

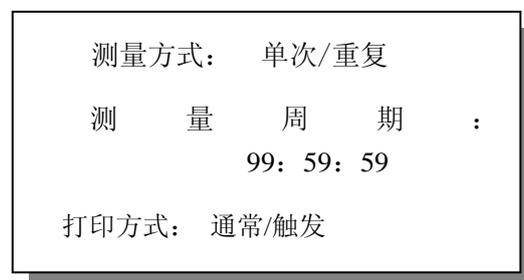


图 2-8 第三页测试设置

可设置为“单次”或“重复”，用[+/单次]或[-/锁定]键修改。如图 2-8 所示。当设置为“单次”，按[开始/停止]键，到达设定的测量周期时，测量完成；当设置为“重复”，按[开始/停止]键，到达设定的测量周期时，当前周期的测量完成，然后立即开始下一周期的测量，如此重复测量，直到再次按下[开始/停止]键时停止。

1.10 测量周期设置

可设置为 1 秒至 99 小时 59 分 59 秒，用[+/单次]或[-/锁定]键修改。

1.11 打印方式设置

可设置为“通常”或“触发”，用[+/单次]或[-/锁定]键修改。在“通常”方式下，只有当打印时间到或本次测量结束时才打印测量结果。但打印周期设置为 0 时，则不打印。在“触发”方式下除按打印时间和测量周期打印外，若测量时产生误码或告警则立即打印误码产生时间、误码计数、告警产生的时间和类型。图 2-9 为第四页的显示。



图 2-9 第四页

1.12 打印周期设置

可设置为 1 分至 99 小时 59 分。用 [+ / 单次] 或 [- / 锁定] 键设置。设定后打印机将以此为间隔，定时打印。当设置为 0 时，不进行定时打印。

1.13 输入方式设置

可设置为“终端”或“高阻”，用 [+ / 单次] 或 [- / 锁定] 键修改。设置为“终端”时输入阻抗为 75 Ω。设置为“高阻”时输入阻抗 > 1.5k Ω。

注意：只有设置“帧测试”为“开”时，此项才可修改；当设置“帧测试”为“关”时，此项不可修改。

1.14 电子表设置

用 [+ / 单次] 或 [- / 锁定] 键修改。日期格式为年一月一日，时间格式为时：分：秒。在关机后由内部充电电池供电，正常运行。关机时间过长，仍会掉电，电子表需重新设置。

2 测试结果的显示和打印

按 [开始/停止] 键，对应的 LED 灯亮，测量结果共四页。按 [°] 或 [Å] 键可翻结果页。按 [翻页] 键，可翻全部设置和结果页。图 2-10 为结果第一到四页。

各参数名称见附录 A，只要按下前面板上的 [打印] 键，并且设置了“打印方式”和“打印周期”，到时会自动打印测试设置和结果。

第一页

第二页

EC:	0	1
SER:	0.00E-00	
ER:	0.00E-00	
EFS:	0	

ES:	0	2
SES:	0	
US:	0	
DM:	0	

第三页

第四页

ES%:	00.00%	3
SES%:	00.00%	
US%:	00.00%	
DM%:	00.00%	

CRC:	0	4
FASW:	0	
FASW%:	0.00E-00	

图 2-10 测量结果页

3 告警的定义

告警的定义如表 2-2 所示。

前三种告警用于数据通信测试，电信非帧测试。只有电信 2Mb/s PCM30+CRC 在线测试时除图形失步以外的六种告警才有效。

根据告警对系统影响大小，确定七种告警的优先级，由高至低依次是：无信号 > 图形失步、全“1” > 帧失步 > 帧对告 > 复帧失步 > 复帧对告。

表 2-2 告警定义

告警名称	定 义
无信号	① 对于 AMI/HDB3 码, 500ms 内无数据活动 ② 对于 RZ/NRZ 码, 500ms 内无时钟或数据活动
图形失步	100ms 内误码率 $\geq 5 \times 10^{-2}$
全“1”	① 输入数据比特率大于或等于 10kb/s 时, 100ms 内连续 128 个比特中不出现“0” ② 输入数据比特率小于 10kb/s 时, 1 秒内连续 32 个比特中不出现“0”
帧失步	对于 2Mb/s 的 PCM30+CRC 帧信号, 连续出现 3 个或 3 个以上的 FAS 或 NFAS 错误
复帧失步	对于 2Mb/s 的 PCM30+CRC 帧信号, 连续出现 2 个复帧定位字丢失
帧对告	对于 2Mb/s 的 PCM30+CRC 帧信号, NFAS 中的第三比特为“1”
复帧对告	对于 2Mb/s 的 PCM30+CRC 帧信号, 复帧第 0 帧中时隙 16 的第 6 比特为“1”

4 几种典型测试

4.1 自环测试

测试目的: 检测仪器是否工作正常。

连接方法: 如图 2-11 所示。

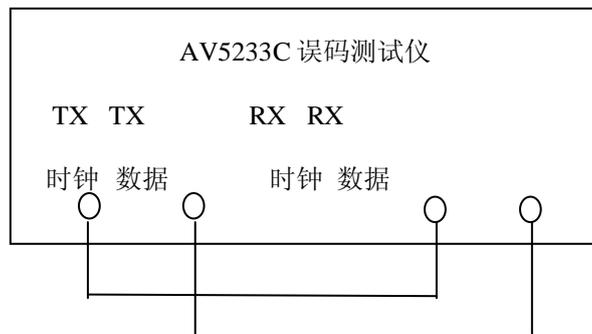


图 2-11 自环测试连接

测试设置: 可设置仪器为数据通信误码测试, 也可设置为电信误码测试。如为后者, 可设置为:

帧测试: 关 蜂鸣器: 关
 固定: 8M 测量方式: 重复
 图形: 正 $2^{15}-1$ 测量周期: 00: 05: 00
 码型: NRZ 打印方式: 通常
 极性: 正正 打印周期: 00: 02
 误码率: 0 输入方式: 终端
 误码方式: BIT 电子表: —

注: “—”为任意设置

结果观测：

- a) 按 [开始/停止] 键，开始测量。
- b) 观察测试结果屏，误码应为“0”。
- c) 应自动打印测量设置，到 2 分钟、4 分钟打印当时的测量结果，5 分钟后打印测试结束时的结果。
- d) 改变设置，应能见到相应结果。
- e) 按 [开始/停止] 键，结束测量。

4.2 数据通信比特误码测试

测试目的：检验数据通信系统或设备的比特误码。

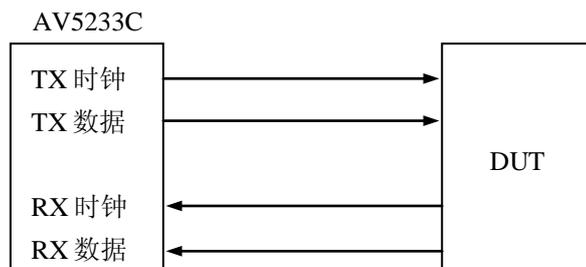


图 2-12 数据通信的比特误码测试连接

注：DUT：被测系统，TX：发射，RX：接收

连接方法：如图 2-12 所示。

测试设置：

帧测试： 关	蜂鸣器： 关
连续： 00001200	测量方式： 重复
图形： 正 $2^{15}-1$	测量周期： 00: 05: 00
码型： NRZ	打印方式： 通常
极性： 正正	打印周期： 00: 05
误码率： 0	输入方式： 终端
误码方式： BIT	电子表： 一

结果观测：

- a) 按 [开始/停止] 键，开始测试。
- b) 观察测试结果屏，确认是否出现误码。如无误码，可设置误码插入，观察测试结果是否与插入的误码比率一致。
- c) 观察打印是否正常。
- d) 按 [开始/停止] 键，结束测试。

4.3 电信比特误码测试

测试目的：检验电信系统或设备的比特误码和 CODE 误码。

连接方法：如图 2-13 所示。

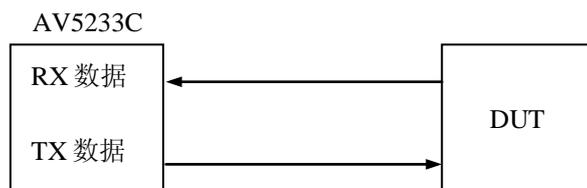


图 2-13 电信比特误码测试连接

测试设置:

帧测试: 关	蜂鸣器: 关
固定: 8M	测量方式: 重复
图形: 正 $2^{15}-1$	测量周期: 00: 05: 00
码型: HDB3	打印方式: 通常
极性: 负正	打印周期: 00: 02
误码率: 0	输入方式: 终端
误码方式: BIT	电子表: —

结果观测:

- 按 [开始/停止] 键, 开始测试。
- 观察测试结果, 确认是否出现误码。如无误码, 可设置误码插入, 观察测试结果是否与插入的误码比率一致。
- 设置误码方式为“CODE”, 观察测试结果是否与误码插入比率一致。
- 按 [开始/停止] 键, 结束测试。

4.4 电信在线测试

测试目的: 电信在线测试只能在 2Mb/s 下进行。测量电信系统或设备的编码误码、帧定位字误码、CRC4 误码和告警。

连接方法: 如图 2-14 所示。



图 2-14 在线测试连接

测试设置:

帧测试: 开	蜂鸣器: 开
固定: 2M	测量方式: 单次
图形: 正 $2^{15}-1$	测量周期: 00: 05: 00
码型: HDB3	打印方式: 通常
极性: —	打印周期: 01: 00
误码率: 0	输入方式: 高阻
误码方式: CODE	电子表: —

结果观测:

- 按 [开始/停止] 键, 开始测量。
- 观察结果屏, 确认是否存在编码误码, CRC 误码和 FASW 误码。
- 观察前面板上告警指示灯, 确认是否有告警。
- 按 [开始/停止] 键, 结束测量。

第二篇 技术说明

第三章 工作原理

第一节 概要

AV5233C 误码测试仪包括 CPU 部分、发射部分、接收部分、电源部分、显示部分及键盘控制部分。

前面板有四个 BNC 连接器与模拟板相连，后面板有一个 BNC 连接器与数字板相连。

第二节 工作原理

AV5233C 误码测试仪主要有发射部分和接收部分组成。

1 发射部分工作原理

AV5233C 误码测试仪发射部分原理框图如图 3-1 所示。

发射部分是一个数字通信信号源，用以产生各种速率和各种码型的图形信号。共有六种伪随机（PRBS）图形和 16 比特字图形。提供误码插入。

时钟发生器产生各种速率的时钟信号，可以是连续的，也可以是固定的。图形发生器产生六种 PRBS 图形和 16 比特字图形，并在这些图形中插入所要求的误码率。输出电路形成 AMI、HDB3、RZ 或 NRZ 码型信号。CPU 根据面板设置控制上述各电路。

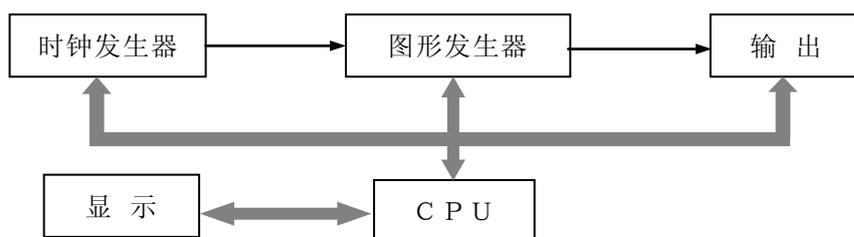


图 3-1 发射部分原理框图

2 接收部分工作原理

接收部分是误码仪的核心。用以检测设备和线路能否无误地传送数据。原理框图如图 3-2 所示。

当 AV5233C 误码测试仪在数据通信和 PCM 1~3 次群中进行比特误码测试时，接收数据经放大、整形，然后送入解码器进行编码误码检测和数据解码。编码误码直接送入计数器。数据解码为非归零码并送入误码检测器。本地图形发生器产生 PRBS 图形或字图形，与接收的数据图形（应与本地图形相同）逐位比较，如有差错即为比特误码。误码送入计数器计数，再送 CPU 处理。可进行 2Mb/s PCM30+CRC 在线测试。此时将仪器高阻接入线路，接收用户信号，测量帧定位字误码、编码误码、CRC 误码和告警。解码后的数据通过帧头提取、帧误码检测和 CRC-4 误码检测后送 CPU 进行统计，从而计算出帧字误码。CPU 读取误码计数，并计算出各种误码参数后送显示。仪器设有内部打印机，用以打印测量条件和测量结果。

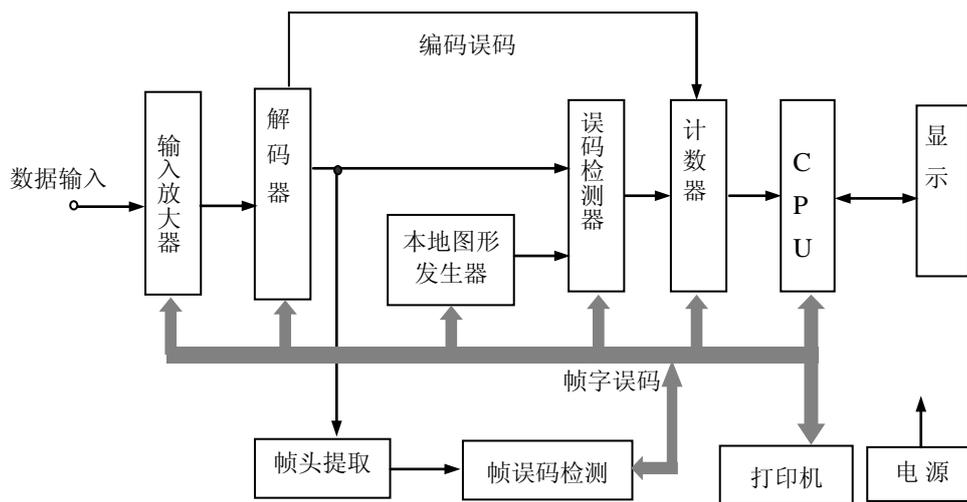


图 3-2 接收部分原理框图

第四章 技术指标和指标测试

第一节 发射部分技术指标

1 时钟

内部时钟输出：(50Hz~50MHz) ±20ppm±1Hz，分辨率1Hz；

固定时钟输出：2.048MHz±50ppm、8.448MHz±30ppm、34.368MHz±20ppm

时钟占空比：(50±10)%

电平：TTL

阻抗：75Ω（非平衡）

外部时钟输入：1kHz~50MHz，方波，幅度2.5V_{P-P}~5.0V_{P-P}，占空比(50±10)%。

2 图形

PRBS：正或负 2^6-1 、 2^9-1 、 $2^{11}-1$ 、 $2^{15}-1$ 、 $2^{20}-1$ 、 $2^{23}-1$ 。

可编程字：16比特，人工设置。

3 AMI、HDB3 码输出

比特率：2.048Mb/s、8.448Mb/s、34.368Mb/s

电平：±2.37V±10%（2.048Mb/s、8.448Mb/s）；±1V±10%（34.368Mb/s）

波形：符合ITU-T G.703 建议

阻抗：75Ω（非平衡）

4 RZ、NRZ 输出

比特率：2.048Mb/s、8.448Mb/s、34.368Mb/s、50b/s~50Mb/s

电平：TTL

RZ 占空比：(50±10)%

阻抗：75Ω（非平衡）

5 误码插入

误码种类：比特误码、编码误码

误码率： 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} 、0、单次误码。

第二节 接收部分技术指标

1 时钟

恢复时钟：2.048MHz、8.448MHz、34.368MHz

输入时钟：50Hz~50MHz，时钟和反相时钟可选择，TTL 电平，BNC，75Ω（非平衡）。

2 图形

PRBS 和可编程字图形与发射部分相同。

3 AMI、HDB3 输入

输入：AC 耦合（1μF）

阻抗：75Ω（非平衡）或1.5kΩ高阻（仅2Mb/s帧测试有效）。

幅度：自动√f均衡。

4 RZ、NRZ 输入

电平：TTL

阻抗：75Ω（非平衡）

5 误码测试

比特误码（50b/s~50Mb/s、2/8/34Mb/s）：对PRBS和可编程字图形逐位检测。

编码误码（2/8/34Mb/s）

AMI 编码误码：出现双极性破坏点即为编码误码或编码错误。

HDB3 编码误码：“违反破坏点规则”，即带有同样极性的连续两个双极性破坏点即为编码误码或编码错误。

CRC4 误码（2Mb/s 帧测试）：表示一个 CRC 块误码（CRC 块中任一比特错）。

帧定位字误码（2Mb/s 帧测试）：帧定位字中任一比特出错。

6 图形同步

同步丢失：误码率大于 5×10^{-2} 即认为产生同步丢失。

同步获得：大于 100ms 无误码，即获得同步。

7 误码显示方式

误码计数（EC）

方法：测量时间内的误码总数。

显示：当计数超过 99999 时，显示自动转换为指数（XXXXXEEXX）形式，最大计数可达 9.9999E13。

CRC4 误码计数（CRC）

方法：测量时间内的 CRC4 误码总数。

显示：当计数超过 99999 时，显示自动转换为指数（XXXXXEEXX）形式，最大计数可达 9.9999E13。

帧定位字误码计数（FASW）

方法：测量时间内的帧字误码总数。

显示：当计数超过 99999 时，显示自动转换为指数（XXXXXEEXX）形式，最大计数可达 9.9999E13。

帧定位字误码率（FASW%）

方法：测量时间内的帧字误码总数与测量时间内总帧字比特数之比。

显示：X.XXE-N ($X.XX \times 10^{-N}$)

秒误码率（SER）

方法：1s 内的误码总数与该秒内时钟总数之比。

显示：X.XXE-N ($X.XX \times 10^{-N}$)。

误码率（ER）

方法：测量时间内的误码总数与时钟总数之比。

显示：X.XXE-MN ($X.XX \times 10^{-MN}$)，MN=1~15。

8 误码性能（误码为 BIT 或 CODE 误码）

分析方法采用 ITU-T G.821 建议。

第三节 其它技术指标

1 告警显示

告警显示共有 7 种，包括：无信号、图形失步、AIS（全“1”）、帧失步、复帧失步、帧对告、复帧对告。

2 测量周期

时间：时、分、秒，最长为 99h 59m 59s。

方式：单次或重复。

3 实时时钟

显示：年、月、日、时、分、秒。

设置：可移动光标进行修改。

4 打印部分

功能：可打印除秒误码率外的参数及告警状态（告警打印须在触发方式下进行）。

打印周期：定时打印的时、分可设置，最长为 99h59m。

5 一般特性

5.1 电源

电源电压：220V±10%

电源频率：50Hz±5%

功率：≤45VA

5.2 环境

工作环境温度：0℃~40℃

储存和运输温度：-40℃~70℃

5.3 外形尺寸

外形尺寸 L×B×H（mm）：300×230×100

5.4 重量

重量：约 3.5kg

第四节 指标测试

1 测试用设备

频率计（E312A）：频率范围10Hz~100MHz，准确度 3×10^{-7}

示波器（AV4451）：频率范围DC~500MHz

75Ω / 50Ω 匹配器：频率范围DC~1000MHz

PCM 2M分析仪（AV5235）：能发送PCM30+CRC帧信号和2M非帧图形。

2 发射部分性能测试

环境温度：20 ± 5℃。

2.1 内部时钟频率准确度测试

2.1.1 测试连接

测试连接如图4-1所示

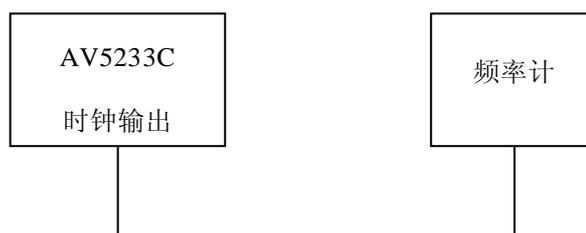


图4-1 内部时钟准确度测试连接图

2.1.2 测试步骤

a) 打开仪器电源开关。

b) 按顺序设置速率为：2M、8M、34M，用频率计测试其频率应在标称范围内。（见表4-1）

（注：2M为2.048Mb/s的简写，其余类似，下同）

表4-1 内部时钟频率范围 (kHz)

速率 (kb/s)	标称时钟频率 (kHz)	测量频率	
		最小 (kHz)	最大 (kHz)
2048	2048.000	2047.8976	2048.1024
8448	8448.000	8447.7466	8448.2534
34368	34368.000	34367.3126	34368.6874

2.2 AMI、HDB3码输出测试

2.2.1 2048kb/s HDB3 (AMI) 脉冲特性测试

a) 测试连接如图4-2所示

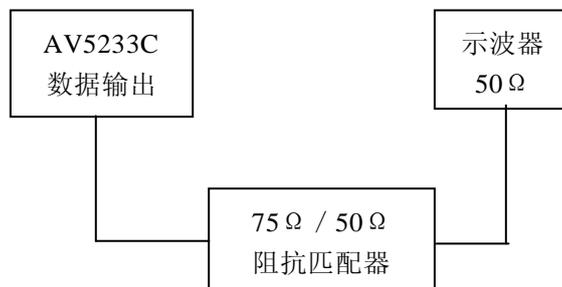


图4-2 HDB3 (AMI) 脉冲特性测试连接图

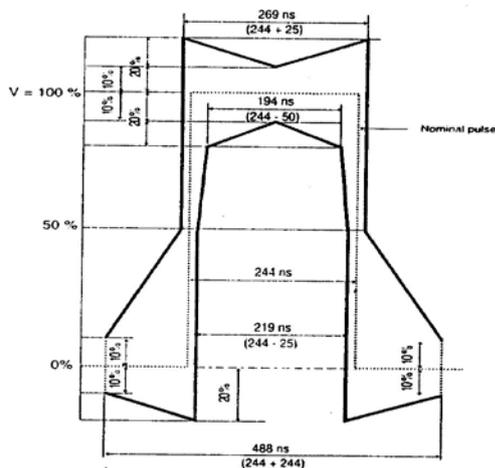


图4-3 2048kb/s HDB3脉冲样板

b) 测试步骤

- 1) 设置速率为2M，图形为5555H，码型为HDB3或AMI，误码插入为0。
- 2) 脉冲幅度应为 $\pm 2.37V \pm 10\%$ 。
- 3) 确认该脉冲是否在图4-3所示样板规定的范围内。

2.2.2 8448kb/s HDB3 (AMI) 脉冲特性测试

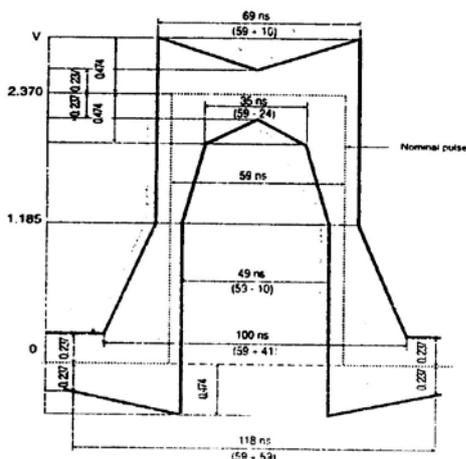


图4-4 8448kb/s HDB3脉冲样板

a) 测试连接如图4-2

b) 测试步骤

- 1) 设置速率为8M, 码型为HDB3或AMI, 图形为5555H, 误码插入为0。
- 2) 脉冲幅度应为 $\pm 2.37V \pm 10\%$ 。
- 3) 确认该脉冲是否在图4-4所示样板规定的范围内。

2.2.3 34368kb/s HDB3 (AMI) 脉冲特性测试

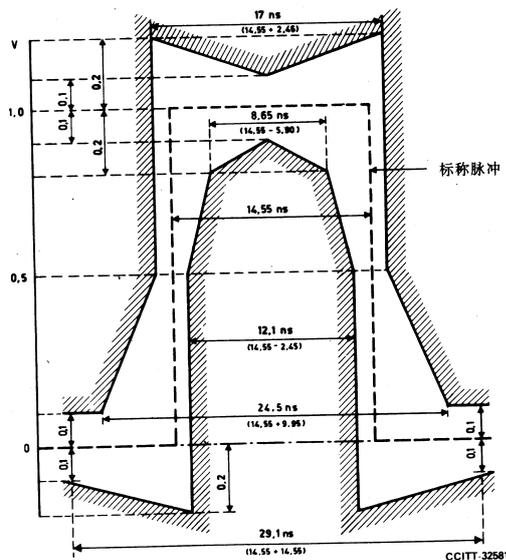


图4-5 34368kb/s HDB3脉冲样板

a) 测试连接如图4-2

b) 测试步骤

- 1) 设置速率为34M, 码型为HDB3或AMI, 图形为5555H, 误码插入为0。
- 2) 脉冲幅度应为 $\pm 1V \pm 10\%$ 。
- 3) 确认该脉冲是否在图4-5所示样板规定的范围内。

2.3 RZ、NRZ脉冲特性测试

2.3.1 测试连接

测试连接如图4-6

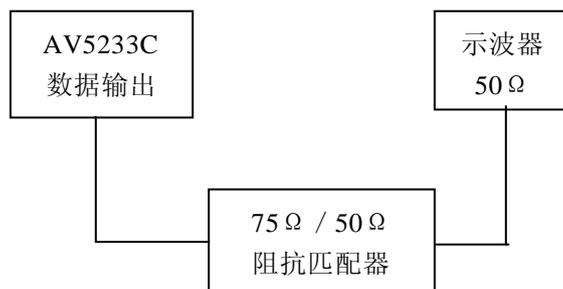


图4-6 RZ、NRZ 脉冲特性测试连接图

2.3.2 测试步骤

- a) 设置速率为2M，码型为RZ，字图形为FFFFH，或码型为NRZ，字图形为5555H，误码插入为0。
- b) 测试电平是否符合TTL电平的要求。
- c) 将速率设置为8M，测试电平是否符合TTL电平的要求。
- d) 将速率设置为34M，测试电平是否符合TTL电平的要求。

2.4 比特误码插入测试

2.4.1 测试连接

测试连接如图4-7

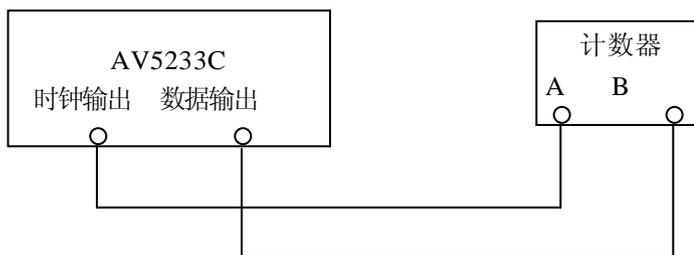


图4-7 比特误码插入测试连接图

2.4.2 测试步骤

- a) 打开AV5233C电源开关。
- b) 设置字图形为全0，码型为NRZ。
- c) 频率计设置为A/B。
- d) 改变插入误码率，通用计数器的显示值应与表4-2一致。

表4-2 比特误码插入测试对照表

插入误码率	计数器显示
10^{-3}	1000±1
10^{-4}	10000±1
10^{-5}	100000±1
10^{-6}	1000000±1

3 接收部分性能测试

3.1 非帧测试

AV5233C的非帧测试是通过与发射部分相互配合完成。在进行非帧测试前，先将帧测试设置为关。

3.1.1 时钟、RZ、NRZ 测试

a) 测试连接如图4-8

b) 测试步骤

- 1) 设置码型为NRZ或RZ。
- 2) 在各种速率下观察测量的误码率是否同插入的误码率一致。
- 3) 在各种图形下观察测量的误码率是否同插入的误码率一致。

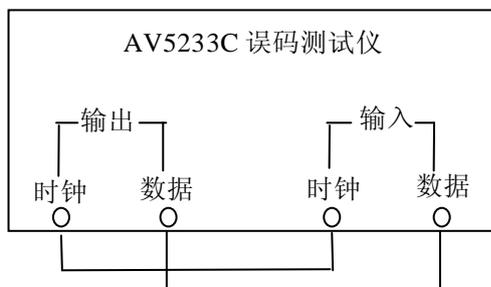


图4-8 时钟、RZ、NRZ测试连接图

3.1.2 AMI、HDB3 测试

3.1.2.1 直通测试

a) 测试连接如图4-9

b) 测试步骤

- 1) 设置速率为2M，码型为HDB3或AMI，图形为 $2^{15}-1$ ，误码方式BIT，插入误码为0。
- 2) 按[开始/停止]键，误码显示应为0。
- 3) 在误码方式为BIT或CODE情况下分别设置插入误码率为 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 和 10^{-6} 。
- 4) 观察测量的误码率是否同插入的误码率一致。
- 5) 在各种图形下观察测量的误码率是否同插入的误码率一致。
- 6) 注意：在16 BIT字图形，码型为HDB3，误码方式为CODE时，应设置4个或4个以上连0，否则不能产生HDB3编码误码，而比特误码和AMI的CODE误码的测量不受此限制。



图4-9 AMI、HDB3测试连接图

3.1.2.2 \sqrt{k} 测试

a) 测试连接如图4-10，2M/8M用6dB衰减电缆，34M用12dB衰减电缆。

b) 测试步骤

- 1) 设置速率为2M，码型为HDB3，图形为 $2^{15}-1$ ，误码方式为BIT，插入误码为0。
- 2) 按[开始/停止]键，误码显示为0。
- 3) 设置速率为8M，码型为HDB3，图形为 $2^{15}-1$ ，误码方式为BIT，插入误码为0。
- 4) 按[开始/停止]键，误码显示为0。
- 5) 设置速率为34M，码型为HDB3，图形为 $2^{15}-1$ ，误码方式为BIT，插入误码为0。
- 6) 按[开始/停止]键，误码显示为0。

图4-10 \sqrt{f} 测试连接图

3.1.3 状态显示测试

a) 测试连接如图4-11所示。

b) 测试步骤

- 1) 将AV5235设置为Analyzer/Generator方式、Unframe、HDB3、 $2^{15}-1$ 图形，AV5233C误码仪设置为帧测试关、HDB3、比特误码、图形为一任意字，观察图形失步灯应点亮。
- 2) 将AV5235设置为全“1”字图形，观察全“1”指示灯应亮。
- 3) 拔掉数据输入插头，无信号指示灯应亮。

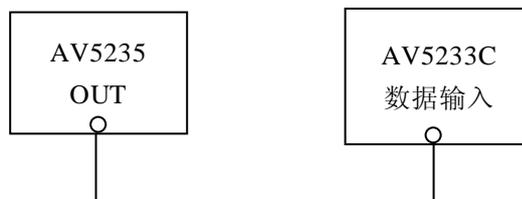


图4-11 状态显示和帧测试连接图

3.2 帧测试

3.2.1 AMI、HDB3测试

a) 测试连接如图4-9。

b) 测试步骤

- 1) 设置码型为HDB3或AMI，图形为 $2^{15}-1$ ，插入误码为0。
 - 2) 按[开始 / 停止]键，误码显示应为0。
 - 3) 分别设置插入误码率为 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 和 10^{-6} 。
 - 4) 观察测量的误码率是否同插入的误码率一致。
 - 5) 注意：在16 BIT字图形，码型为HDB3，误码方式为CODE时，应设置4个或4个以上连0，否则不能产生HDB3编码误码，而比特误码和AMI的CODE误码的测量不受此限制。

3.2.2 帧字误码、CRC误码测试

a) 测试连接如图4-11。

b) 测试步骤

- 1) 设置AV5235为Generator、AMI码、PCM30+CRC，设置AV5233C为帧测试开、AMI码。
- 2) 按[开始 / 停止]键进行测量。选择AV5235菜单，分别加入帧字误码（FASW）、CRC误码，误码个数为1。
 - 3) AV5233C相应的测试结果应为1。

3.2.3 状态显示测试

a) 测试连接如图4-11。

b) 测试步骤

- 1) 去掉AV5235与AV5233C间的连接电缆，无信号灯应亮。
- 2) 设置AV5233C为帧测试“开”，选择AV5235菜单，分别插入全“1”、帧失步、复帧失步、帧对告、复帧对告等告警。AV5233C相应的告警指示灯应亮。

4 打印测试

4.1 测试步骤

- 1) 打开打印机开关。
- 2) 设置AV5233C为HDB3码，打印方式为触发，误码率为0，打印周期为1分钟。
- 3) 按[开始 / 停止]键应立即打出一个设置项，到所设的打印时间时，打印机开始打印测量参数。以后按所设打印时间重复进行打印。
- 4) 按[+ / 单次]键，产生一个误码，此时打印出时间与当时的误码计数。

第三篇 维修说明

第五章 维护和保养

第一节 维护保养

1.1 使用注意事项

- a) 如果仪器在低温环境下使用，很快再移入高温环境工作，仪器会因水露可能引起短路。因此在通电前必须进行干燥处理。
- b) 在更换保险丝之前必须先拔掉电源线，更换与原型号相同的保险丝。
- c) 外部清洁应用蘸有中性清洁剂的布擦拭前面板和机壳，擦拭完后再用干布擦干。



请注意：千万不能用腐蚀性的清洁剂和化学药剂擦拭。

第二节 一般维修

2.1 预先发现故障

如果发现 AV5233C 误码测试仪测试结果失常，首先确定问题是否由 AV5233C 误码测试仪本身引起的。用仪器本身自带的两根测试电缆，对 AV5233C 误码测试仪进行自环测试，自环测试正确表明仪器本身工作正常。如果确属 AV5233C 误码测试仪故障，请与中电科仪器仪表有限公司经营中心联系，地址：山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号，邮编：266555，电话：0532-86889847。

2.2 一般故障

- a) 仪器无显示且液晶显示器无背景光
 - 1) 检查后面板的保险丝是否断开。
 - 2) 打开机箱，开电源。先用万用表交流档检查开关电源有无 220V 交流输入。若没有输入，则检查电源滤波器、电源开关是否损坏。若有输入，则检查开电源时有无 $\pm 12\text{VDC}$ 、 $\pm 5\text{VDC}$ 输出。若开关电源没有输出，则开关电源损坏，应更换同型号开关电源或与本所联系
- b) 显示器有背景光但无内容显示
 - 1) 打开机箱，检查液晶显示器电缆与数字板的 X204 是否连接紧密。
 - 2) 将机箱上层的模拟板卸下（空出的电源端子要用绝缘套管套上），用万用表电阻档检查 $\pm 5\text{VDC}$ 、 $\pm 12\text{VDC}$ 对地是否短路。如有，应予排除。
 - 3) 打开电源开关，用示波器检查数字板上分频器 D205 的 3 脚有无 16.896MHz 的方波。若没有则晶振损坏。若有输出，则检查 CPU D201 的 CPU 时钟脚（2 脚）有无 4.224MHz 的方波。若没有，则 D205（74ACT74）损坏。若有，则检查 FPGA D206 的 74 脚，检查 FPGA 配置指示是否正确，若为低电平则 D206 损坏。
- c) AMI/HDB3 数据无输出
 - 1) 用 b) 条中 2) 的办法检查。
 - 2) 检查 FPGA D206 的 122、123 脚，检查编码后“+1”、“-1”有无输出。若无 TTL 电平的脉冲输出，则 D206 损坏。若有，则将模拟板装好。
 - 3) 检查模拟板上 TTL-ECL 电平变换器 D1 的 1~4 脚，看有无 ECL 电平的“+1”、“-1”输出，若无脉冲则 D1 损坏。若有，则检查差分放大输出电路 V15~V30 晶体管及相关电路。

d) RZ/NRZ 数据无输出

1) 用 b) 条中 2) 的办法检查。

2) 检查 FPGA D206 的 121 脚, 看有无 RZ/NRZ 数据输出, 若无 TTL 电平的脉冲输出, 则 D206 损坏。若有, 则将模拟板装好。检查模拟板上 TTL-ECL 电平变换器 D1 的 13、14 脚, 看有无 ECL 电平的数据输出。若无脉冲, 则 D1 损坏。若有, 则检查 RZ/NRZ 数据输出放大电路 V8~V14 晶体管及相关电路。

e) 时钟无输出

1) 用 b) 条中 2) 的办法检查。

2) 检查 FPGA D206 的时钟输出 (119 脚), 若无 TTL 电平的脉冲输出, 则 D206 损坏; 若有, 则将模拟板装好。

3) 检查模拟板上 TTL-ECL 电平变换器 D1 的 12、15 脚, 看有无 ECL 电平的脉冲输出。若无脉冲, 则 D1 损坏; 若有, 则检查时钟输出电路 V1~V7 及相关电路。

f) AMI/HDB3 测试不正确

1) 检查线接收器 MC10H116 (D16) 的数据输入 (5 和 13 脚), 观察有无三电平信号。若无, 检查数据输入电路、衰减器和放大电路 V51~V62 及相关电路。

2) 检查线接收器 D16 的 3 和 14 脚输出, 看有无 +1、-1 输出, 观察有无 ECL 电平的正脉冲, 且其高电平是否达到 -0.8V, 否则调节 R209、R210 电位器。

3) 若仍不正常, 检查 ECL-TTL 电平变换器 D20 的 13 脚, 观察是否有与设置频率相同的恢复时钟。如无, 检查 2M 时钟恢复电路 D12、8M 时钟恢复电路 D13、和 ECL-TTL 电平变换器 D20 及相关电路。

4) 若测试仍不正常, 则用 b) 条中 2) 的办法检查。

5) 检查 FPGA D206 的时钟输入脚 (113 脚)、+1 数据输入脚 (115 脚) 和 -1 数据输入脚 (116 脚), 观察有无 TTL 电平的正脉冲或时钟。若有则 D206 损坏。

g) RZ/NRZ 测试不正确

1) 检查 ECL-TTL 电平变换器 D19 的 RZ/NRZ 数据输出 (4 脚) 有无 TTL 电平的数据信号。若无, 则检查整形电路 MC10H116 线接收器 D7 及相关电路。

2) 检查 MC10H125 ECL-TTL 电平变换器 D19 的时钟输出 (5 脚) 有无 TTL 电平的时钟信号。若无, 则检查整形电路 MC10H116 线接收器 D6、D19 及相关电路。

3) 若测试仍不正常, 则用 b) 条中 2) 的办法检查。

4) 检查 FPGA D20 的时钟输入脚 (114 脚) 和数据输入脚 117 脚, 观察有无 TTL 电平的数据或时钟。若有, 则 D206 损坏。

h) 打印机出错

1) 检查打印电缆是否连接紧密。

2) 检查打印机印制板是否有 +5VDC 电源。

3) 若打印的字符颜色较浅, 更换打印色带。

附录 A

AV5233C 误码测试仪中误码参数的定义

1 不可用秒 (US)

当误码率连续 10s 大于 10^{-3} 时, 不可用秒开始, 再加上前面 10s, 被认为是不可用秒。最大显示为 99999E1。

2 不可用秒百分比 (US%)

不可用秒与测量时间之比。

$$US\% = \frac{\text{不可用秒}}{\text{测量时间}} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (\text{A-})$$

3 严重误码秒 (SES)

在可用时间内, 秒误码率大于 10^{-3} 的总秒数, 最大显示为 99999E1。

4 严重误码秒百分比 (SES%)

严重误码秒与可用时间之比。

$$SES\% = \frac{\text{严重误码秒}}{\text{可用时间}} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (\text{A-})$$

5 劣化分 (DM)

在可用时间内, 除严重误码秒外, 误码率大于 10^{-6} 的分钟数。

6 劣化分百分比 (DM%)

劣化分与可用时间之比。

$$DM\% = \frac{\text{劣化分} \times 60}{\text{可用时间}} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (\text{A-})$$

7 误码秒 (ES)

在可用时间内, 至少出现一次误码的秒的总数, 最大显示为 99999E1。

8 误码秒百分比 (ES%)

误码秒与可用时间之比。

$$ES\% = \frac{\text{误码秒}}{\text{可用时间}} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (\text{A-4})$$

9 无误码秒 (EFS)

在可用时间内, 无误码的秒的总数, 等于可用时间减去误码秒。最大显示为 99999E1。

附录 B

AV5233C 误码测试仪中比特误码和编码误码的检测方法

1 比特误码检测

比特误码检测电路如图 B-1 所示。同步时，开关的 1 脚与 3 脚接通，产生本地参考图形，与输入数据比较，检测出误码。如比较结果误码率大于 5×10^{-2} ，CPU 判为同步丢失，发出同步丢失信号，同时，开关的 2 脚与 3 脚接通，被测数据灌入本地图形中。如 100ms 内无误码，CPU 认为同步，自动进入同步状态，1 脚与 3 脚接通以后，进行逐位比较，检出比特误码。

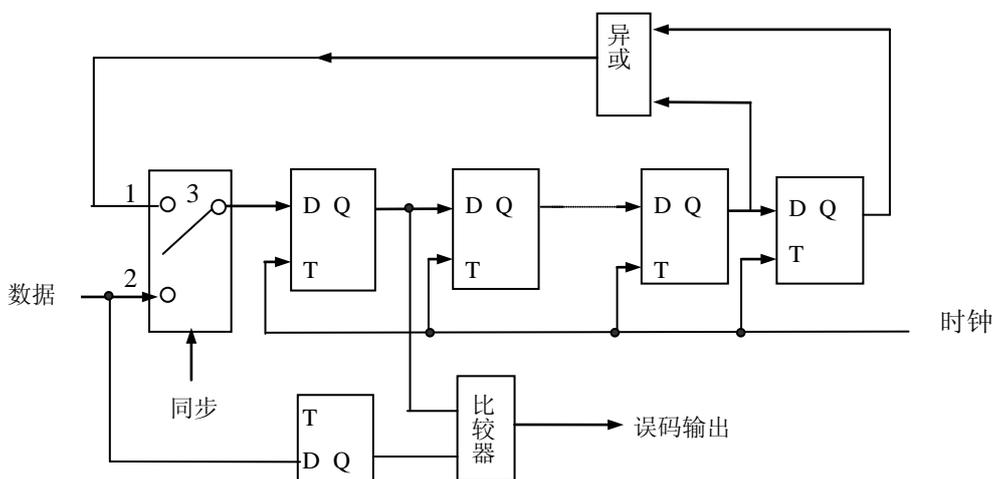


图 B-1 比特误码检测电路

2 编码错误检测

a) AMI 码编码误码的检测

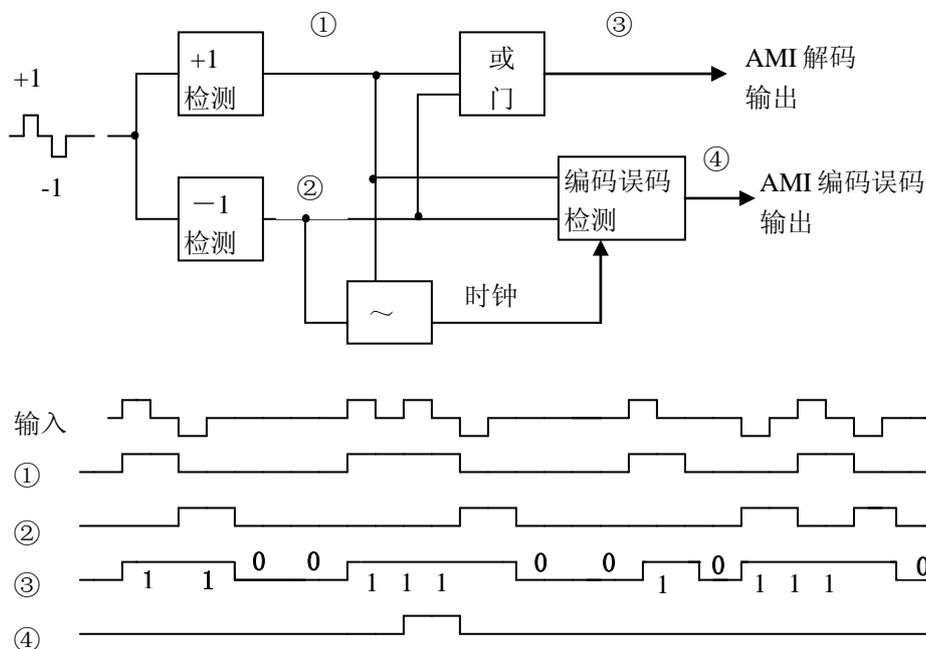


图 B - 2 AMI 编码错误检测原理图

AMI 码中，二进制“1”的正负极性应交替出现。如发现“1”的极性在连续两个或两个以上的比特相同时，第二个和以后的比特即为 AMI 编码错误。在图 B-2 中，①和②分别为输入数据的“+1”和“-1”，在③处即变为 NRZ 信号。AMI 编码错误是通过检测数据①和②中连“1”是否

正常交替而得到的。

b) HDB3 编码错误检测

HDB3 将 AMI 码中的 4 个连“0”串用“B00V”或“000V”来取代。观察“V”码（破坏点），如“V”码持续两个或两个以上时，第二个和以后的比特被检测为 HDB3 误码。

在图 B-3 中，数据①和②时输入数据的“+1”和“-1”（以变为 NRZ）。③是数据中的“+V”。④是数据②的“-V”。所检出的“V”码在③和④中应交替出现，否则就认为是 HDB3 码的编码错误。

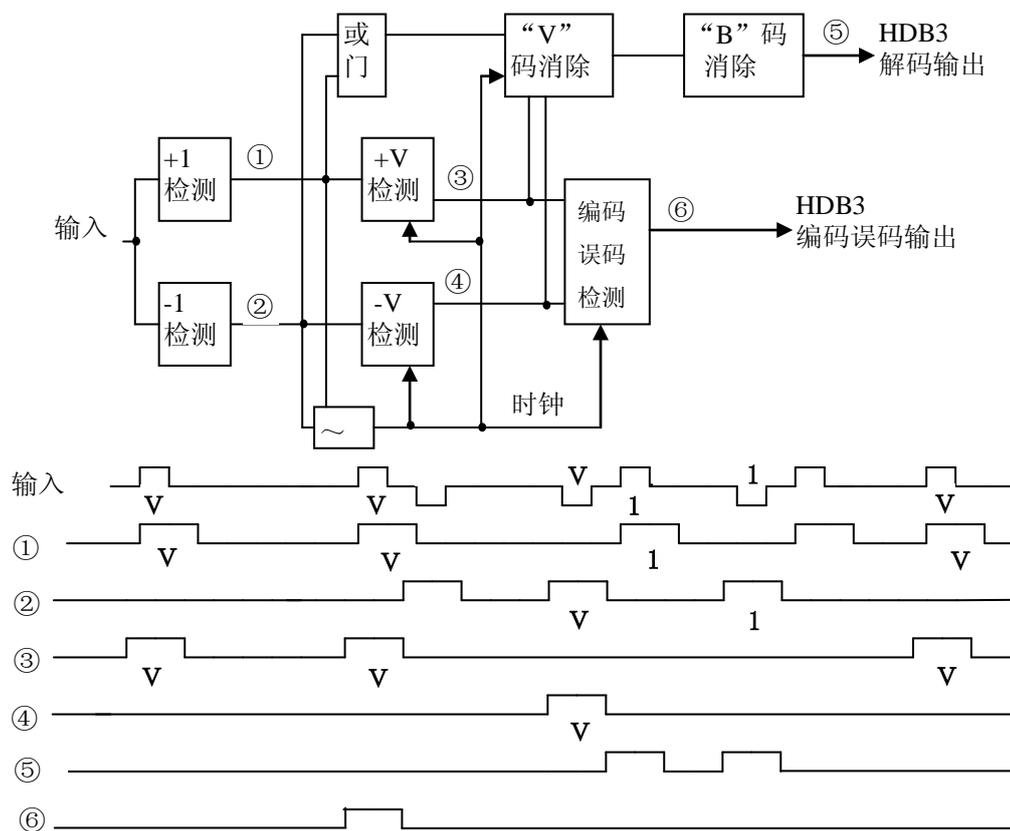


图 B-3 HDB3 编码错误检测原理图

附录C

英文名词缩写及解释

AMI (Alternate Mark inversion)	传号极性交替反转
CRC (Cyclic Redundancy Check)	循环冗余校验
HDB3 (High density bipolar 3 code)	最多3个连0的高密度双极性码
NRZ (Not Return Zero)	非归零
PRBS (Pseudo-random binary sequence)	伪随机二进制序列
RZ (Return Zero)	归零
