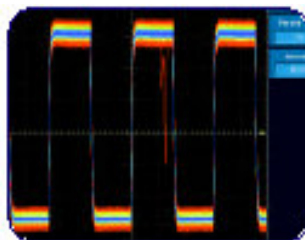


▶ **371B 可编程高功率
特性曲线图示仪**



目录

第一章 启动	2
第二章 控制, 指示器和连接器	11
第三章 操作基础	30
第四章 参考	51
第五章 GPIB	81

第一章 启动

本节提供下列信息：

- 371B 可编程高功率曲线图示仪的说明和特性
- 测量概念
- 初始化的检查程序
- 安装程序
- 运输再包装程序

Product Description (产品说明)

371B 可编程高功率曲线图示仪在用户所选的功率设置条件下，提供高电流和高电压测试高功率半导体器件。可在大到 400 安培，功率电平达 3000 瓦条件下测试器件。通过测量并在 CRT 屏幕上显示其特性，371B 使能用户分析和评价半导体器件的静态特性。

非易失性存储器（RAM）和软盘存储使你能够频繁地使用测试设置和曲线特性进行快速和容易的测量比较。以此方法使用存储器，有助于你避免手动测试中（产生）的错误，并允许你在给定期间内进行更多重复类型的测试。你可在软盘上存储多达 64 条（特性）曲线和 64 种设置；在非易失性存储器内，存储多达 16 条特性曲线和 16 种设置。存储的特性曲线和设置可被调入来进行分析和比较。

371B 在 CRT 上提供基极/栅极电压或电流偏移的直接读出值。371B 为你计算这些值，这和早期的曲线图示仪不同，早期的曲线图示仪，这些数据需手工进行计算。

371B 还具有取平均读数的能力，并以此减少随机噪声的影响，随机噪声会使实际的曲线数据变的模糊。

后面板包含一个 GPIB 连接器。GPIB 连接器通过 GPIB 兼容控制器或其它 GPIB 测试仪器来使用。使用此连接器和相适的 GPIB 测试仪器。你可创建和控制测试以适合你的应用。

典型的 GPIB 系统将包含一个控制器和一个或多个测试仪器，例如 371B，一个信号发生器，一个数字万用表和一个数字示波器。有些 GPIB 仪器只能讲或只能听，而其它仪器则可以即可讲也可听。371B 属于后者。把控制器与 371B 连接，可能的话，在连接上其它仪器，可完成以下四个方面的工作：

- 程序开发

- 系统控制
- 数据处理
- 显示和存储

Rackmount Capability (安装机架能力)

371B 使用泰克提供的机架安装硬件，可被安装在标准的电气设备支架内。

371B Components (371B 部件)

371B 由两大部件组成：主机和测试夹具单元。

Main Unit (主机)

主机包括前面板和后面板控制，指示器和连接器，CRT 显示器和控制电路。

Front and Rear Panels. (前面板和后面板) 要有效使用 371B，你必须清楚地了解各个功能和操作器控制，及安装在前和后面板上的指示器和控制器的意义。详细说明参阅第四章：控制器，指示器和连接器。

CRT 作为显示装置，具有 10x10 方格图，标刻在内表面上，其亮度可通过前面板 GRATILLUM (方格图亮度) 控制进行控制。安装在 CRT 前的滤波器可改善显示对比。

显示器的读数区域 (还显示设置信息) 被分成两部分：

- 识别读数信息的读数标记打印在读数区域。
- 读数信息识别具体控制设置 (例如 1A 或 1V)，或被测装置 (DUT) 的测量特性。

读数亮度由 READOUT/CURSOR 旋钮控制；标记亮度由 GRATILLUM 旋钮控制。

注意：TREADOUT/CURSOR 控制还控制屏幕上其它显示信息，包括文本，消息和设置及曲线识别等的亮度

Test Fixture Unit (测试夹具单元) .所有测试都使用安装在测试夹具单元内的半导体器件进行。测试夹具单元与主机前面板连接。

测试夹具单元包含辅助面板和适配器面板，在实际测试过程中，它们都由清楚的塑料盖封住。

- 使用测试适配器。测试适配器用于将一般半导体器件与适配器面板连接，而适配器面板又通过辅助线依次连接到辅助面板。如图 1-1 所示。
- 使用辅助线。无法使用测试适配器连接的器件可使用辅助线和（鳄鱼）夹子连接到辅助面板。在此情况下，适配器面板也许要拆下。

测试夹具使用互连电缆和连接器与主机相连。辅助面板连接器顶行由连接器电缆进行内连。

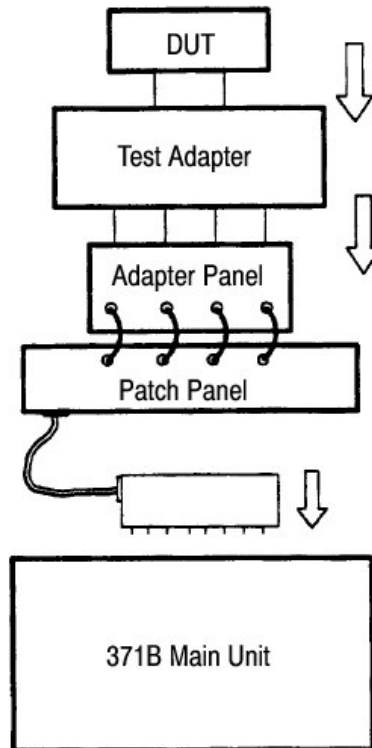


图 1-1 当使用适配器和辅助面板时的 DUT 连接路径

Test Fixture Interlock (测试夹具互锁)

测试夹具单元具有安全互锁系统。什么时候测试夹具盖处于提起位置，集电极的供电电压就被中断同时你可安全地连接和中断位于辅助面板和适配器面板的器件。当盖合上时，集电极供电电压中断。中断状态由 371B 上的红色 WARNING 指示器指示。当指示灯点亮时，WARNING 指示器指示集电极电源有效同时危险电压会出现在辅助面板终端测试夹具单元上。

警告：不使安全互锁系统失效并在此情况下操作 371B。偶然地与高电压接触，会造成严重的人身伤害，甚至死亡。

一旦测试夹具单元电缆与主机前面板连接器断开时，集电极电源也中断。

Measurement Concept (测量原理)

371B 由专门设计的 CRT 显示器屏幕和允许用户显示半导体器件特性的相关电气组成。显示屏幕被设计在易读，标准图形格式中显示 DUT 被测装置的操作特性。

371B 适用于宽范围的半导体测试应用，例如：

- 半导体设计分析
- 半导体故障分析
- 半导体的进货检查
- 半导体器件特性比较
- 半导体制造输出

图 1-2 有助于图解 371B 的测量原理。集电极电源和步进发生器电路将电压或电流用于 DUT 被测电路。检测器放大器测量结果。测量结果以一个或多个特性曲线显示在 CRT 上。

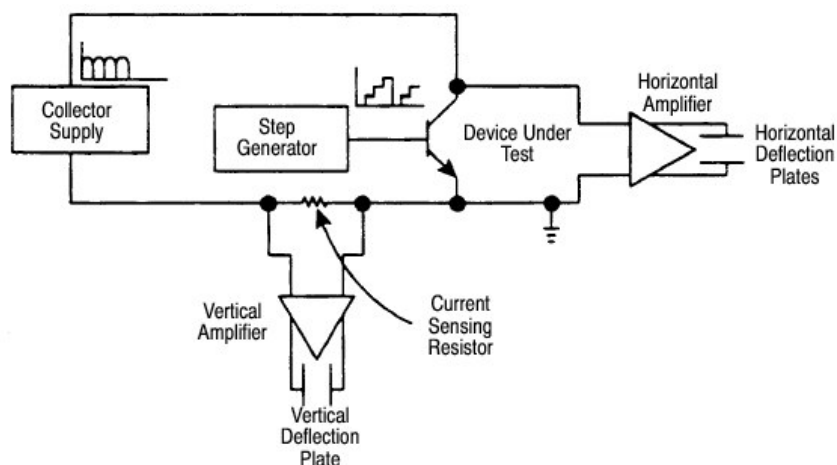


图 1-2 371B 基本原理框图

Collector Supply (集电极电源)

集电极电源给 DUT 提供扫描或脉冲电压。幅度由集电极电源的 VARIABLE 旋钮控制。此信号被用于 DUT 的集电极（漏极，阳极或等效终端）。

Step Generator (步进信号发生器)

步进信号发生器为每一个集电极电源扫描或脉冲提供一个电压或电流的步进或脉冲。电压或电流幅度由 STEP/OFFSET AMPLITUDE 旋钮来设置同时步进数由

NUMBER OF STEPS 选择旋钮进行设置。来自步进信号发生器的信号可被用于 DUT 的基极或放射极（或等效终端）。

Detector Amplifier（检测放大器）

检测放大器与 DUT 连接，用来测量来自集电极电源和步进信号发生器的刺激信号结果。测量结果被放大同时由此得到的电压被用于 CRT 偏转板上。放大器灵敏度由 VERTICAL CURRENT/DIV（垂直电流/格）和 HORIZONTAL VOLTS/DIV（水平电压/格）旋钮进行设置。

Installation（安装）

警告：371B 可编程高功率曲线图示仪重约 36kg。需要两个人将仪器从运输包装箱中抬出。小心操作以避免由于不适当的抬举而造成的伤害。

如果对 CRT 或 371B 剧烈搬弄，可能会造成 CRT 的内爆。当按通常意识的安全工作习惯操作，若发生损伤，CRT 会出现内爆从而造成严重的个人伤害。

Initial Inspection（初始化检查）

所有运输容器和内部包装材料将被保存以便日后再用。执行下列程序开包 371B 并进行初始化检查。

1. 去掉运输容器上托住外盖的安全条。
2. 拿掉运输容器盖。
3. 从箱内拿出附件盒。将附件盒放在以便，稍候打开。
4. 从运输容器内小心抬出 371B 和测试夹具单元，并将它放在平稳的表面。

注意：此时千万不要加电，否则会造成仪器的严重损坏。

5. 彻底检查 371B，可能在运输过程中产生的机械和电气损伤。若仪器在运输中已经损坏，首先联系运输公司，然后联系最近的泰克区域代表处。

Checking Standard Accessories（检查标准附件）

标准附件与 371B 随机交货。打开开箱时拿出的附件包，针对标准附件列表核对附件。若有任何出入，请与最近的泰克区域代表处联系。

Line Voltage Requirements（电源电压要求）

仪器由中性的或潜在近地的单相电源供电运行。不打算使用多相位系统的两相供电，也不打算使用单相位并行腿，三电极系统。此仪器可由 40Hz 到 63Hz 的 100V，120V，200V 或 240V 标称电源供电运行。表 1-1 给出电源电压，电源频率和功率损耗的范围。

表 1-1 电源电压范围

Line Voltage		Fuses	
Nominal	Range	Main	Collector
240 V	216 V to 250 V	250 V, 1 A Slow blow	250 V, 2 A Slow blow
200 V	180 V to 220 V		
120 V	108 V to 132 V	250 V, 2 A Slow blow	250 V, 4 A, Slow blow
100 V	90 V to 110 V		
Line Frequency	48 Hz to 63 Hz		
Maximum Power	400 W, 4.5 A		

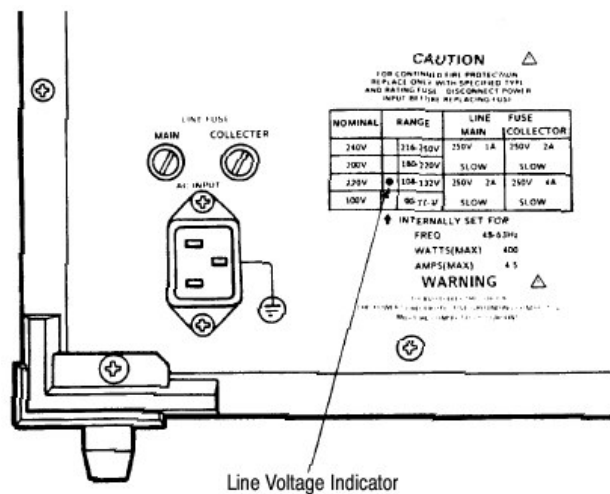
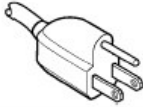
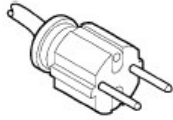
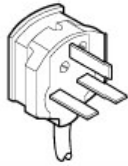


图 1-3 电源电压指示器位置

注意：要放置仪器损坏，在仪器与电源电压连接前，检查 371B 后面板 LINE VOLTAGE INDICATOR（电源电压指示器）位置，此外，还要检查确保电源保险丝被正确安装在主机和集电极电源上。

如果 LINE VOLTAGE INDICATOR 指示的 371B 配置的操作电压是用户现场无法提供的，请与当地泰克代表处或合格维修技术人员联系。

表 1-2 电源线的鉴别

Plug configuration	Normal usage	Option number
	North America 125 V	Standard
	Europe 220 V	A1
	United Kingdom 240 V	A2
	Australia 240 V	A3
	Switzerland 220 V	A5
	C4ina 240 V	AC
	No power cord supplied.	A9

警告：此仪器使用单相电源，带有可分开的三电极，两极（性）的三终端接地插头电源线。电源线的接地电压必须不超过运行电压的最大值（250Vrms）。

在连接电源线前，确定仪器按电源电压设置，且使用相适的插头（两极，三端，接地）。

此仪器为 IEC Safety Class 1 设备。所有使用的导电部件都经电源线的接地导体直接连接到电源插头的触地端。因此，电源插头必须被插进两个相对的插孔内同时触地。不要消除接地连接。使接地连接的任何中断都有可能造成电击危险。

Operating Temperature and Cooling（操作温度和冷却）

371B 运行的环境温度在+10°C 和+40°C 之间。在操作范围以外的温度条件下储藏后，在加电前，要使机架温度达到安全操作的范围。

仪器冷却是通过位于后面板的空气过滤器抽取空气并经侧面板的排气孔吹出。要正确冷却仪器，需提供足够的空隙，至少要离后面板和侧面板两英寸以确保空气自由流动和主机散热。

注意：371B 使用的冷凝管会引起高温从而损坏仪器或 DUT（被测电路）。当加电电流在 3kW 峰值功率选择器范围时，测试时间需限制为 4 分钟，随后是 11 分钟的冷却。

警告：371B 使用的冷凝管在高功率设置下会造成被测装置，测试夹具单元或防护罩过热从而造成人员伤害，在冷却前，避免触摸这些区域。

Connecting the Test Fixture Unit（连接测试夹具单元）

在加电 371B 前，如图 1-4 所示将其与测试夹具单元连接。器件的测量使用测试夹具和适配器面板，辅助面板，和辅助线。

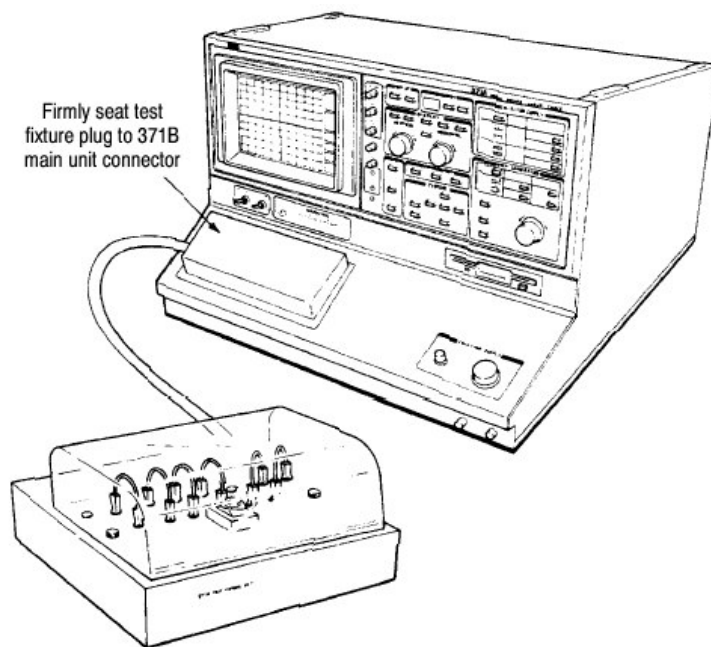


图 1-4 将测试夹具单元与 371B 连接

注意：在将测试夹具单元插头插进 371B 前面板连接器时，确定插头与连接器表面平行，这样连接器针将笔直地插进连接器；否则，会造成连接器和针损坏。

Test Fixture Interlock（测试夹具互锁）

371B 主机/测试夹具系统配有安全互锁系统，它可使位于测试夹具单元上的辅助面板终端的集电极电源失效。一旦辅助面板盖打开，集电极电源电压失效同时你可安全连接/中断位于辅助面板的器件。当安全盖合上时，集电极电源电压恢复（正常）。正常操作状态由位于 371B 的红色 WARNING 指示器的点亮的指示灯指示，WARNING 指示器提醒用户注意集电极电源工作正常同时危险电压会出现在测试夹具单元的辅助面板终端。

一旦测试夹具单元电缆与主机前面板的连接器断开，集电极电源也失效。

Repacking for Shipment (运输再包装)

若需长距离运输 371B，建议你按最初到货时的样子再包装仪器。包装箱和箱内的包装材料应保均需保存以备运输时再用。

若仪器需运至泰克维修中心维修或修理，需系上包括下列信息的标签：

- 仪器的所有者（和地址）
- 固定联系人
- 仪器类型和序列号
- 需要维修的说明

若原包装已不适于使用或丢失，按下列规则包装仪器：

1. 使用符合 375 1b 测试强度的波纹硬纸板运输箱，内侧容积大于仪器体积至少六英寸。
2. 使用聚乙烯薄膜包裹仪器形成保护层。
3. 在箱和仪器间，在仪器所有侧面放置至少三英寸垫料或人造橡胶并将其压实，以起到缓冲作用。
4. 使用运输用（打包）带子或工业用钉书钉封箱。
5. 在箱子的一面或多面显著位置，书写泰克维修中心地址及返回地址。

第二章 控制，指示器和连接器

要有效使用 371B 的性能，你必须清楚了解其控制，指示器，连接器和读数显示区域的功能和含义。

本章包括下列内容：

- 371B 前面板，后面板和测试夹具单元的所有控制，指示器和连接器的功能描述。
- 提供的图解有助于定位前面板，后面板和测试夹具单元的各项。
- 371B CRT 显示区域描述。

371B 上的控制，指示器和连接器位于前和后面板。被测装置（DUT）连接器位于辅助面板和测试夹具单元的适配器面板。设置状态和测试结果显示在 CRT 的读出值区域。

控制，指示器，连接器和读出值显示示于图 2-1 至图 2-11。控制的具体设置在 371B 上的位置由控制图解上的黑色重叠指示。本节中的说明以前是与图解数匹配的索引数。控制说明按数字序列呈现。

当要了解准确操作及开关，指示器，连接器或读数显示区域功能是时，使用本节作为参考。

Instrument Power and CRT Controls（仪器加电和 CRT 控制）

图 2-1 示出前面板控制位置。

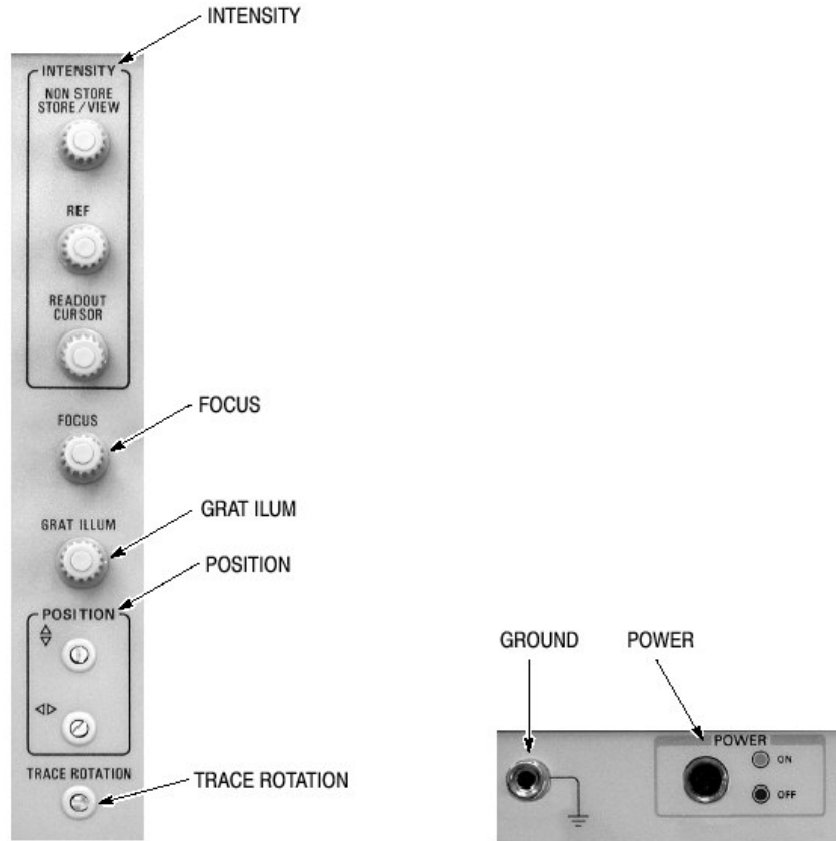


图 2-1 仪器加电和显示控制

POWER. (加电) **POWER** 电源开关连接 371B 和其电源。按压开关将 371B 与其电源连接；再次按压中断 371B 和其电源。

GROUND CONNECTOR (接地连接器) 前面板接地连接器，位于 **POWER** 开关侧面，用于连接 371B 和其外部接地电平，腕带，及所有需要接地的其它各项。

INTENSITY.(亮度)有三种亮度控制：

NON STORE/STORE/VIEW

NON STORE/STORE/VIEW 亮度旋钮分别控制波形在非存储式，存储或视图方式中的显示亮度。

REF(Reference)

REF 亮度旋钮控制参考波形的显示亮度。

READOUT/CURSOR

READOUT/CURSOR 亮度旋钮控制读出值文本的亮度，f 线光标和窗口光标。

FOCUS.FOCUS 旋钮控制 CRT 显示的焦点。

GRAT ILLUM(Graticule Illumination). GRAT ILLUM 旋钮控制 CRT 方格图的照明电平（亮度）。

POSITION.（位置） POSITION.改锥调整控制显示信息的垂直和水平位置。

TRACE ROTATION. TRACE ROTATION 改锥调整将显示参考信息的倾斜调整到方格图。

Setup,Memory Index,and Measurement Controls（设置，存储索引，和测量控制）

控制位置示于图 2-2。

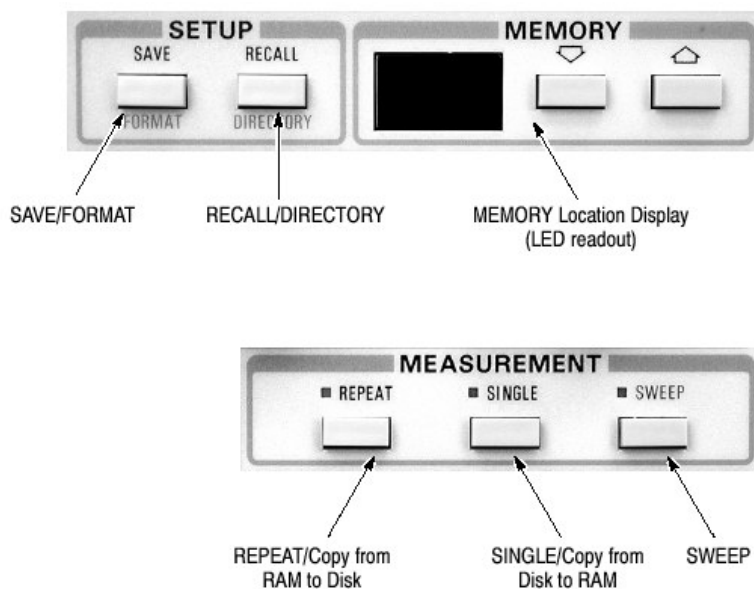


图 2-2 设置，存储索引，和测量控制

SAVE/FORMAT.此键有两个功能。

- 按压 SAVE 键将前面板设置保存在存储器内，该存储器位于用户选择的存储器索引位置。
- 控制 SHIFT 光标键，然后按压 SAVE 键，初始格式化软盘。

RECALL/DIRECTORY.此键具有两个功能：

- 按压 **RECALL** 键调入先前存储的 371B 前面板设置组（群）。然后 371B 控制被调到前面板设置，并从被选存储器索引位置进行读取。
- 控制 **SHIFT** 光标键，同时按压 **RECALL** 键显示大量存储信息的首页目录内容（非易失性存储器内容和软盘内容）。使用存储器的上和下键通过目录到“Page”。

MEMORY Location Display (LED readout) .这个两位数的 LED 显示具有两个功能：

- 指示存储器位置或从前面板设置位置指示，同时特性曲线将分别被存储或读取。
- 当在目录显示方式中，它指示当前显示的目录页数。

使用存储器上和下箭头键，上和下移动通过存储器位置和目录页。当控制 **SHIFT** 光标键的同时按压存储器上或下键，改变增加的比率。

同时按压存储器上和下箭头键设置存储器位置（或目录页）数为 1。

REPEAT/Copy from RAM to Disk.

- 按压 **REPEAT** 键使 371B 产生重复的基极和集电极脉冲。按此方法重复测量。
- 当控制 **SHIFT** 光标键和按压 **REPEAT** 键时，此键功能变为 **COPY**，从非易失性存储器复制到软盘。（注意此功能名称不是按键下方的丝网印制电路）复制功能可同时将多达 16 个特性曲线和 16 种前面板设置从非易失性存储器复制到软盘。

SINGLE/COPY FROM Disk to RAM. 此键有两个功能：

- 每次按压 **SINGLE** 键时，步进发生器产生一组步进信号同时执行一次测量。在高电压方式中，集电极电源提供连续输出，而在高电流方式中，集电极电源根据选择的步进发生器的步进数提供一组脉冲。
- 当按住 **SHIFT** 光标键，然后按压 **SINGLE** 键，此键功能变为 **COPY**，从软盘复制（内容）到非易失性存储器。（注意此功能名称不是按键下方的丝网印刷电路）。复制功能可同时将多达 16 个特性曲线和 16 种前面板设置从软盘复制到非易失性存储器。

SWEEP (扫描) .当按压 **SWEEP** 键时，集电极电源（或步进发生器）输出自动从零（或 0A/V）扫描到由集电极电源 **VARIABLE** 控制键设置的值（或步进发生器幅度+偏移）。

当集电极电源为高电流方式及存储方式被选时，扫描方式有效。

当扫描处于集电极电源方式中，当步进信号重复产生超出扫描范围，测量被执行。

当扫描在步进发生器时，输出被限制为 10 倍 STEP AMPLITUDE 设置；5V 或 2A 设置除外，在此例外中，输出被限制为五倍 STEP AMPLITUDE 设置。当扫描完成，步进发生器返回到开始的偏移值。步进数保持在 0。

Display Controls (显示控制)

示于图 2-3 的显示控制用于选择显示方式并用来控制显示区域的特性曲线的垂直和水平灵敏度。

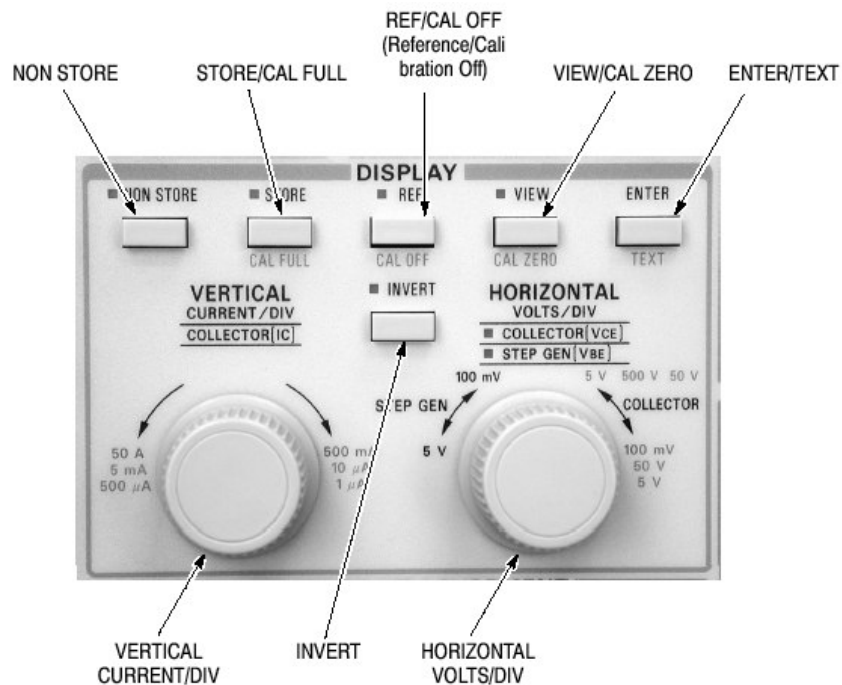


图 2-3 显示控制

NON STORE (非存储式) . 按压 NON STORE 键提供特性曲线实时模拟显示。

STORE/CAL FULL (存储/满度校准) . 此键有两个功能：

- 按压 STORE 键显示 DUT 的数字化特性曲线。特性曲线被计算，数字化，然后被转化为模拟信号，显示于 CRT 上。
- 控制 SHIFT 光标键，按压 STORE 键改变功能为 CAL FULL (满度校准) 并在屏幕右上角显示一个点。此功能提供一参考用来检查 CRT 在第十方格图线处的偏转 (垂直和水平)。

而在校准方式中，CAL 显示在显示右上角。

REF/CAL OFF(Reference/Calibration Off) (关闭参考/校准) .此键具有两个功能:

- 按压 REF 键将当前显示的存储或视图曲线保存在参考波形存储器内并以参考曲线显示被输入的曲线。

若在参考曲线显示时, 按压 SAVE 键, 参考光标随前面板设置被保存在被选设置存储器位置。

- 保持 SHIFT 光标键同时按压 CAL OFF 键取消满度校准或校准零功能。

VIEW/CAL ZERO (视图/校准 归零) .此键具有两个功能:

- 按压 VIEW 键从被选存储器位置读取特性曲线并在 CRT 上显示曲线。存储器位置数摘要显示在 CRT 的底部右侧。

注意: 若在视图方式中改变控制设置 (除 REF), 显示方式自动变为存储方式以反映变化设置结果。

- 控制 SHIFT 光标键同时按压 VIEW 键将功能变为 CAL ZERO, 此时在屏幕底部左角显示一个点。此功能提供的参考用于检查在垂直和水平方格图的“零点”线处的偏转。

而在校准方式中, CAL 显示在显示右上角。

ENTER/TEXT (输入/文本) .此键具有两个功能:

- 按压 ENTER 键将当前显示的存储或视图保存在被选存储器的 mass 存储位置。(输入功能及非存储式显示方式不被使用)。

按压 ENTER 键退出文本输入方式。

INVERT (反相) .此键具有两个功能:

- 按压 INVERT 键翻转非存储式或水平和垂直轴上的存储曲线。INVERT LED 照明度。翻转功能不印象视图或参考曲线。
- 保持 SHIFT 光标键同时按压 INVERT 键激活“抹去非易失性存储器内容”特性, 注意此次要功能不打印在按键下方。

VERTICAL CURRENT/DIV (垂直电流/格) .此控制设置垂直轴的灵敏度。垂直轴的灵敏度/格显示在显示屏的 VERT/DIV 读出值区域。灵敏度选择范围取决于表 2-1 所列的集电极电源峰值功率瓦设置。

表 2-1 垂直轴灵敏度设置

Peak Power Watts	CURRENT/DIV Range
3 kW	1 A/div to 50 A/div
300 W	500 mA/div to 5 A/div
30 W	100 μ A/div to 5 mA/div
3 W	10 μ A/div to 500 μ A/div
300 mW	10 μ A/div to 500 μ A/div
300 mW	1 μ A/div to 50 μ A/div

表 2-2 示出 VERT/DIV（垂直/格）选择受 VERTICAL CURRENT/DIV（垂直电流/格）控制，用来控制特定（具体）的集电极电源设置。

HORIZONTAL VOL/DIV（水平电压/格）。这是一个双重目的控制（键）。用来选择源（集电极或步进发生器）并调整水平轴灵敏度（伏/格）水平轴灵敏度显示在显示屏的 HORIZ/DIV（水平/格）读出值区域。

表 2-2 显示受控于 HORIZONTAL VOLTS/DIV 控制，对特定集电极电源设置进行控制。

要将集电极电源选为源，顺时针转动旋钮，直到到达控制灯上方的 COLLECTOR 指示器位置。然后按表 2-2 所示定位相应的控制来选择集电极设置。

要将步进发生器选为源，反时针旋转 HORIZONTAL VOLTS/DIV 控制直到到达控制灯上方的 STEP GEN 指示器位置。然后相应定位控制按表 2-2 所列选择步进发生器设置。

表 2-2 显示灵敏度选择

Collector Supply						VERTICAL CURRENT/DIV Selections	HORIZ VOLTS/DIV Selections	
High Current		High Voltage					STEPGEN (V _{BE})	COLLECTOR (V _{CE})
3 kW	300 W	30 W	3 W	0.3 W	0.03 W			
X						50 A 20 A 10 A 5 A 2 A 1 A	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV
	X					5 A 2 A 1 A 500 mA	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV
		X				5 mA 2 mA 1 mA 500 μA 200 μA 100 μA	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV	500 V 200 V 100 V 50 V
			X			500 μA 200 μA 100 μA 50 μA 20 μA 10 μA	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV	500 V 200 V 100 V 50 V
				X		500 μA 200 μA 100 μA 50 μA 20 μA 10 μA	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV	50 V 20 V 10 V 5 V
					X	50 μA 20 μA 10 μA 5 μA 2 μA 1 μA	5 V 2 V 1 V 500 mV 200 mV 100 mV	50 V 20 V 10 V 5 V

Cursor Controls (光标控制)

光标控制，示于图 2-4，用于选择和定位点，f 线，和窗口光标。

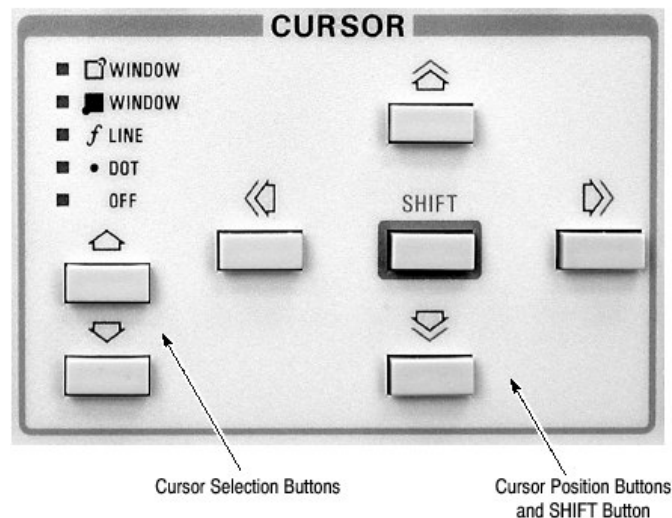


图 2-4 光标控制

Cursors Selection Buttons (光标选择键)

上或下选择光标键用于选择点，f 线或窗口光标。

- 点光标是特性曲线图形上显示的高亮度点。光标位置处的电压和电流示于 CURSOR 读出值区域。此光标还用于测量 β （值）。

点光标使用四个光标位置键进行定位。若点光标定位在屏幕外（侧），则 CURSOR 读出值区域的对应部分闪烁。

当参考曲线显示时，点光标仅显示在存储或视图曲线上。点光标不以非存储方式显示。

- f 线（功能线）光标用于测量“on”电阻或 DUT 的水平截距电压。f 线光标是一条穿过斜率上点光标位置的直线，通过四个光标位置键进行改变。斜率示于 CRT 的 CURSOR 读出值区域。

在 f 线截距水平轴处的点示于 CURSOR 读出值区域，指示水平坐标值。

若显示参考曲线，f 线光标仅在存储或视图曲线上出现。f 线光标不以非存储方式显示。

- 矩形窗口光标用于所有显示方式，作为视觉检查的参考。还可被用来测量晓得 β 信号。

你可选择两个窗口光标中的任一一个；一个带亮点位于底部左角；另一个带亮点位于顶部右角。光标移动和光标读出值显示均参照亮点。

Cursor Position Buttons and SHIFT Button.（光标位置键和 SHIFT 键）四个光标位置键（上下左右）用于移动点和窗口光标或改变 f 线光标斜率。按住 SHIFT 光标键同时按压任一光标位置键使光标更快移动。

SHIFT 光标键还用于改变前面其它控制功能。在每一键的下方，替换功能印成蓝色。表 2-3 示出由 SHIFT 键选择的替换功能。

Step Generator Controls (步进发生器控制)

步进发生器控制如图 2-5 所示。

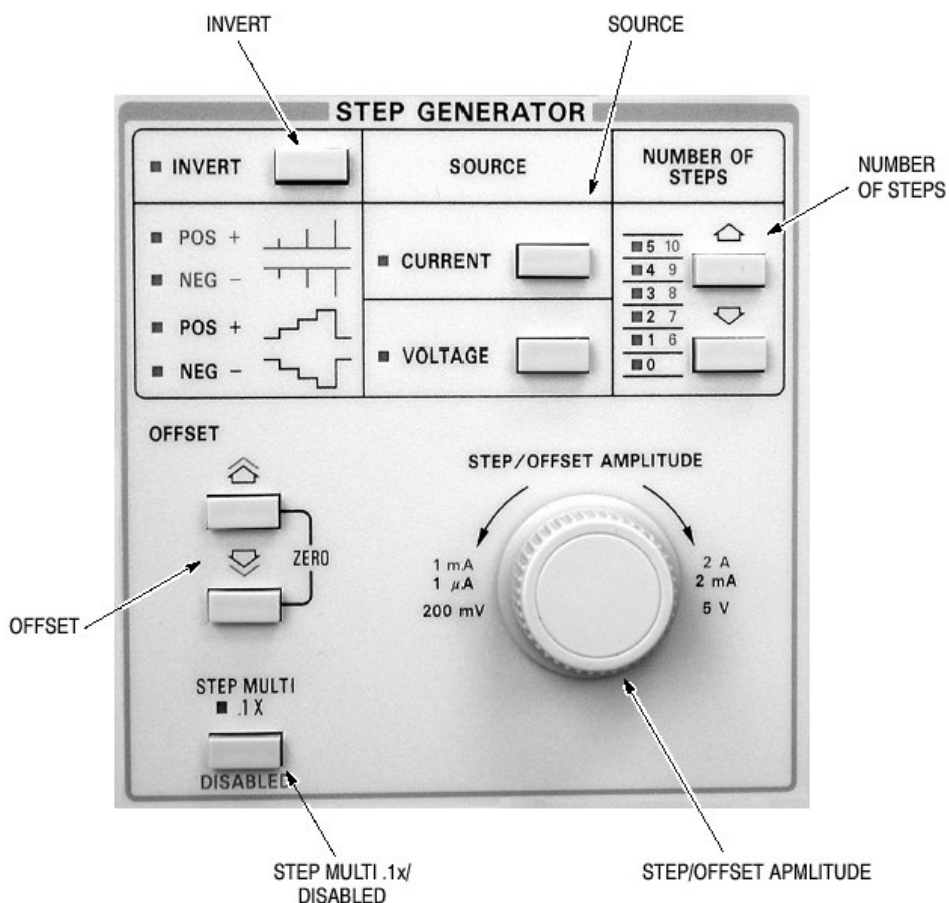


图 2-5 步进发生器控制

INVERT. (反相) 按压 INVERT 极性键反相步进发生器极性。步进发生器极性在集电极电源极性改变时自动改变。因此, INVERT 键, 在必要时, 通过改变集电极极性来翻转改变极性。

INVERT 指示器, 位于被点亮的键的旁边, 指示相反极性。

SOURCE (源) 按压 CURRENT 键或 VOLTAGE 键来设置步进发生器输出为电流步进信号或电压步进信号。选择的源由对应的 LED 指示。

NUMBER OF STEPS. (步进数) 使用 NUMBER OF STEPS 上或下键来选择由步进发生器产生的步进数。

可选步进范围从 0 到 10，步进幅度被设置为 5V 或 2A 的情况除外。在后一种情况下，最大偏移被限制为步进幅度的五倍。若偏移超过五倍，步进幅度将变为 5V 或 2A，偏移将自动变化到该设置可允许的最大值，即五倍（值）。

注意：当选择 0 步进时，发生器输出仅由偏移组成。

同时按压上和下键设置步进数为 2。步骤 0 到 5，NUMBER of STEP LEDs 呈绿色；步骤 6 到 10，指示灯呈橙色。

OFFSET.上和下 **OFFSET** 键允许你增加步进信号的偏移电平。偏移与步进信号具有相同的极性。

对大多数步进幅度设置，步进偏移范围是步进幅度的 0 到 10 倍。当步进幅度设置为 5V 或 2A 时，最大偏移减少为步进幅度的五倍。若偏移超过五倍，步进幅度变为 5V 或 2A，偏移将自动变为该设置可允许的最大值，即五倍（值）。

当步进信号为脉冲信号时，偏移电平作为脉冲被增加。被选的偏移数显示在 CRT **OFFSET** 的读出值区域内。

按住 **SHIFT** 光标键同时按压任一 **OFFSET** 键，（致）使偏移以较大增幅变化。

同时按压 **OFFSET** 上和下键，设置偏移为零。

STEP MULT1.1X/DISABLED.此双功能键提供下列功能：

- 按压 **STEP MULT1.1X** 键，以 10 倍数减少步进信号幅度，而不影响偏移幅度。当步进多功能有效时，该键上方指示灯点亮。
- 按住 **SHIFT** 光标键同时按压 **STEP MULT1.1X** 键，改变该键功能为 **DISABLE**。此操作中断输出和步进发生器的读出值显示功能。

STEP/OFFSET AMPLITUDE.旋转 **STEP/OFFSET** 控制，设置产生的步进幅度和偏移范围。

按下列范围的步进序列选择步进幅度：

Current Steps:	
When the collector supply is in high-voltage mode	Step waveform, 1 μ A/step to 2 mA/step
When the collector supply is in high-current mode	Pulse waveform, 1 mA/step to 2 A/step
Voltage Steps:	Step waveform, 200 mV/step to 5 V/step

Collector Supply Controls（集电极电源控制）

图 2-6 示出集电极电源控制。

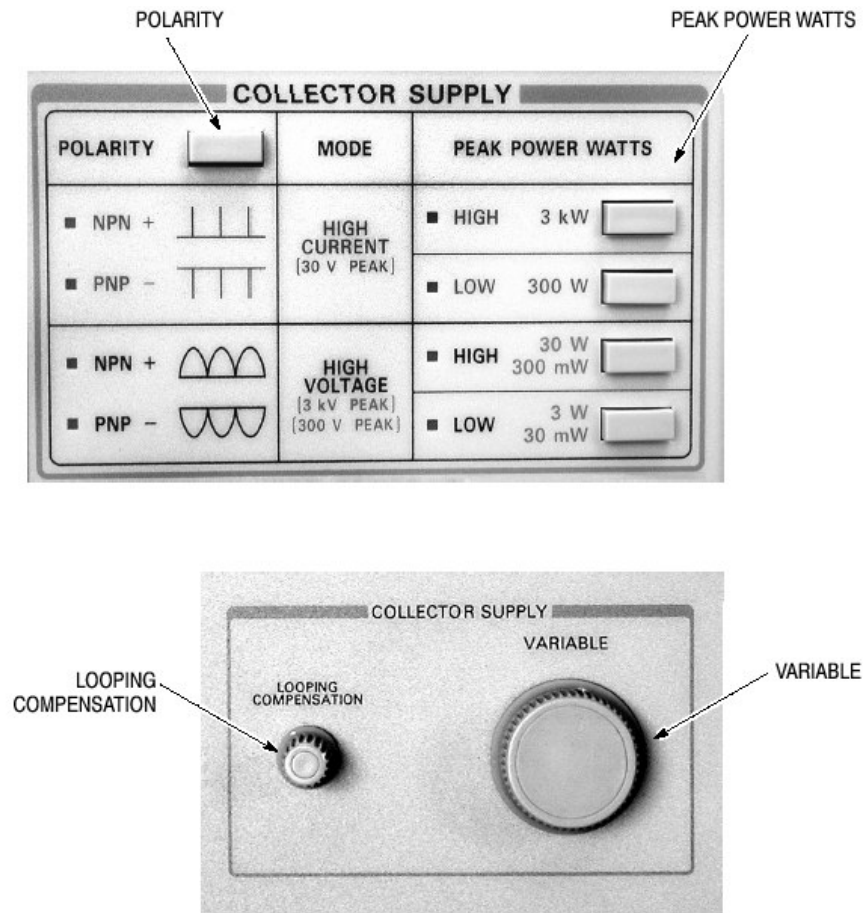


图 2-6 集电极电源控制

POLARITY. 按压此键选择集电极电源的极性，同时调节步进发生器的极性。

每一个极性设置都具有一个指示器，当设置被选时，指示器灯点亮。

在极性被调节时，集电极电源输出自动转到 0%。步进发生器输出电平保持不变（反相极性除外）。

PEAK POWER WATTS. 峰功率瓦数键选择集电极电源输出的最大功率。六个峰值功率选择为，30mW，300mW，3W，30W，和 30kW，在两个集电极方式：高电流和高电压间被分开。

要选择 30mW 或 3W 范围，按住 SHIFT 光标键，然后按压 3W 或 30W 峰值功率瓦键。若 30W 或 3W 设置被选，红色 LED 灯点亮；若 3kW，300W，300mW，或 30mW 设置被选，绿色 LED 指示灯点亮。

按压 3kW 或 300W 键，调换集电极电源在高电流方式，在此方式中，输出由 250 μ s，有效峰值电压为 30V。

按压 30W 或 3W 键，调换集电极电源在高电压方式，在此方式中，输出为全波形蒸馏正弦波，最大有效电压为 kV。当选择 30W 或 3W 时，PEAK POWER WATTS LED 指示灯呈绿色。

当最大设置电压被改变时，集电极电源输出自动转到 0%。

LOOPING COMPENSATION. 使用 LOOPING COMPENSATION 控制补偿 371B 产生的杂散电容和高电压方式下的集电极电源的测试夹具单元。

VARIABLE. 旋转集电极电源的 VARIABLE 旋钮，改变集电极电源的电压输出。输出电压以有效峰值电压的百分数显示在 %COLLECTOR PEAK VOLTS 读出值区域。

GPIB Controls and Floppy Disk Drive (GPIB 控制和软盘驱动)

GPIB 控制和软盘驱动示于图 2-7。

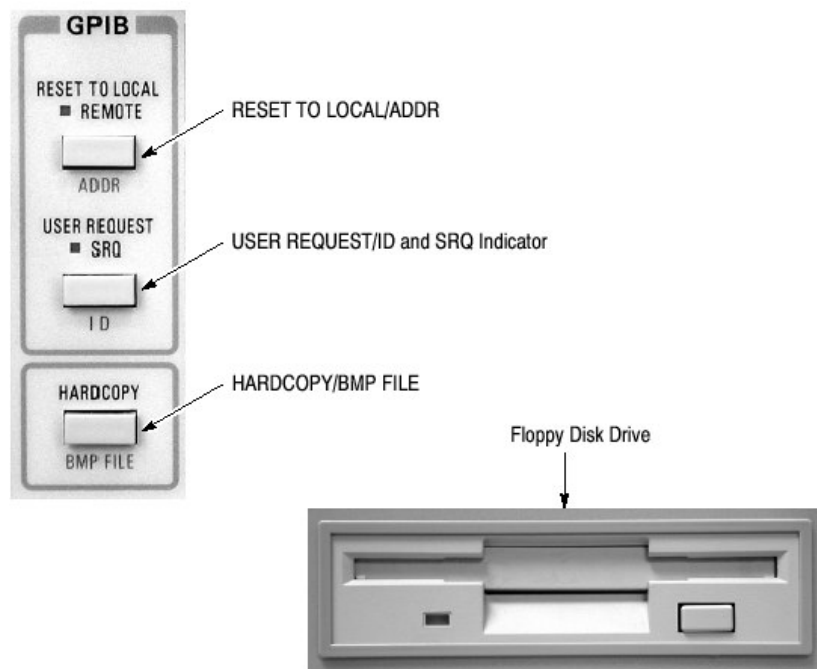


图 2-7 GPIB 控制和软盘驱动

RESET TO LOCAL/ADDR. RESET TO LOCAL/ADDR 键有两个功能：

当 371B 由 GPIB 控制时，REMOTE 指示器灯亮。按压 RESET TO LOCAL 键，换回局部（前面板）控制。

- 当远程有效（REN）信号经 GPIB 发送同时听地址（MLA）被接收时，371B 进入远程方式同时 REMOTE 指示灯亮。
- 按住 SHIFT 光标键同时按压 RESET TO LOCAL 键，将键功能变为 ADDR。此操作导致 371B 读取 GPIB 地址和信息终端器选择前面板 TERMINATION 和 ADDRESS SELECT 控制。一旦选择由 371B 内部处理器接收，（其结果）将显示在 CRT 上。

USER REQUEST/ID and SRQ Indicator. 此键具有两个功能：

- 按压 USER REQUEST 键使 371B 经 GPIB 发送一个服务请求信号。

SRQ 指示器位于 USER REQUEST 键上方，当其点亮时，指示服务请求在发送。当执行串论询时，同时控制器确认服务请求时，SRQ 指示器消失。

- 按住 SHIFT 光标键同时按压 USER REQUEST 键，将键功能变为 ID。此操作在显示屏幕上显示 371B 硬件版本号。

HARDCOPY/BMP FILE. 此键转换 CRT 图像，光标，文本，方格图和设置数据为 BMP 文件格式并将其输出到与 371B 后面板 PRINTER PORT 连接的打印机上。使用 25 针 DSUB 连接器的 Centronics 电缆连接打印机。支持的打印机是 CBM: iDP3240。

在按住 SHIFT 光标键的同时按压 HARDCOPY 键，（致）使 371B 转换 CRT 图像为单色 BMP 文件格式同时将结果保存到软盘。

在按住 LOCAL ADDR 键的同时按压 HARDCOPY 键，（致）使 371B 将波形转换为 CSV 文件格式并将结果保存到软盘。

FLOPPY Disk Drive. 371B 可以写入/阅读 2HD 软盘和阅读 2DD 软盘。可存储多达 64 条的曲线族或经 ENTER 或 VIEW 键调入。可存储多达 64 种设置或经 SAVE 或 RECALL 键调入。按压 eject（推顶）键取下软盘。如果软盘驱动启动，指示器 LED 指示。当红色灯亮时，驱动正在读取或写入软盘。当灯关闭，表示驱动没有运行。

注意：在指示器的 LED 灯亮时，不要按压推顶键。软盘驱动或软盘可能会受到损害。

Signal Output Controls, Indicators and Connectors（信号输出控制，指示器和连接器）

信号输出控制，指示器，和连接器如图 2-8 所示。

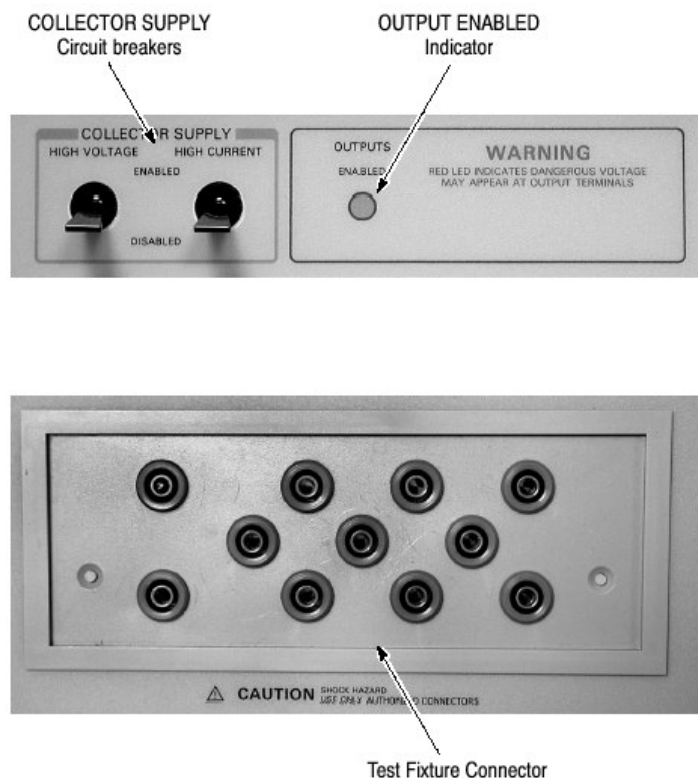


图 2-8 信号输出控制，指示器，和连接器

COLLECTOR SUPPLY Circuit breakers. HIGH VOLTAGE 和 HIGH CURRENT 电路开关使能或中断集电极电源输出。若 371B 探测到一个过电流条件，那么它就自动断开开关来中断输出。

OUTPUTS ENABLED Indicator. 当集电极电源或步进发生器输出使能时，OUTPUTS ENABLED 指示器灯亮。

当下列情况之一发生时，此指示器关闭：

- 不连接测试夹具单元
- 测试夹具单元保护盖打开
- 超过集电极电源的峰值功率
- 由于任何其它原因，输出中断。

当 OUTPUTS ENABLED 指示器灯关闭时，输出和传感连接器为开放式电路。

Test Fixture Connector（测试夹具连接器）。测试夹具连接器提供测试夹具与 371B 的互连。

Real Panel（后面板）

后面板如图 2-9 所示。

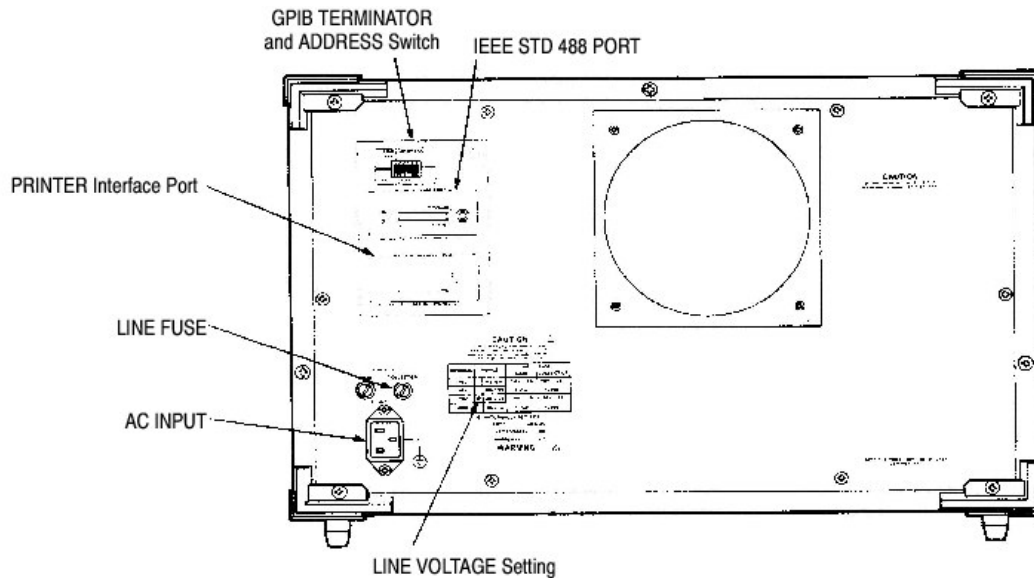


图 2-9 后面板控制和连接器

GPIO TERMINATOR and ADDRESS Switch (GPIO (GPIO 终端器和地址开关) .GPIO TERM (终端) 开关和 ADDRESS 开关选择信息终端器并设置 371B 的 GPIO 地址。

最左侧的开关 (在面向后面板时, 如视图所示) 设置信息终端器; 其它五个开关设置 371B 的 GPIO 地址。当 RESET TO LOCAL/ADDR 键 (在前面板) 在按住 SHIFT 键的同时被按压, 新的设置有效。

IEEE STD 488 PORT.这是 GPIO 连接器。

PRINTER Interface Port.这是打印机界面端口。

LINE FUSE.MAIN 保险丝插座包含电源线保险丝。COLLECTOR 保险丝插座包含集电极电源保险丝。

AC INPUT.此连接使用 AC 电源线。

LINE VOLTAGE Setting.371B 电源的固定由后面板该区域的螺丝钉指示。

TEXT Fixture Unit and Panel Connectors (测试夹具和面板连接器)

下面讲解在 371B 接线板和测试夹具适配器面板连接器上的信号线。

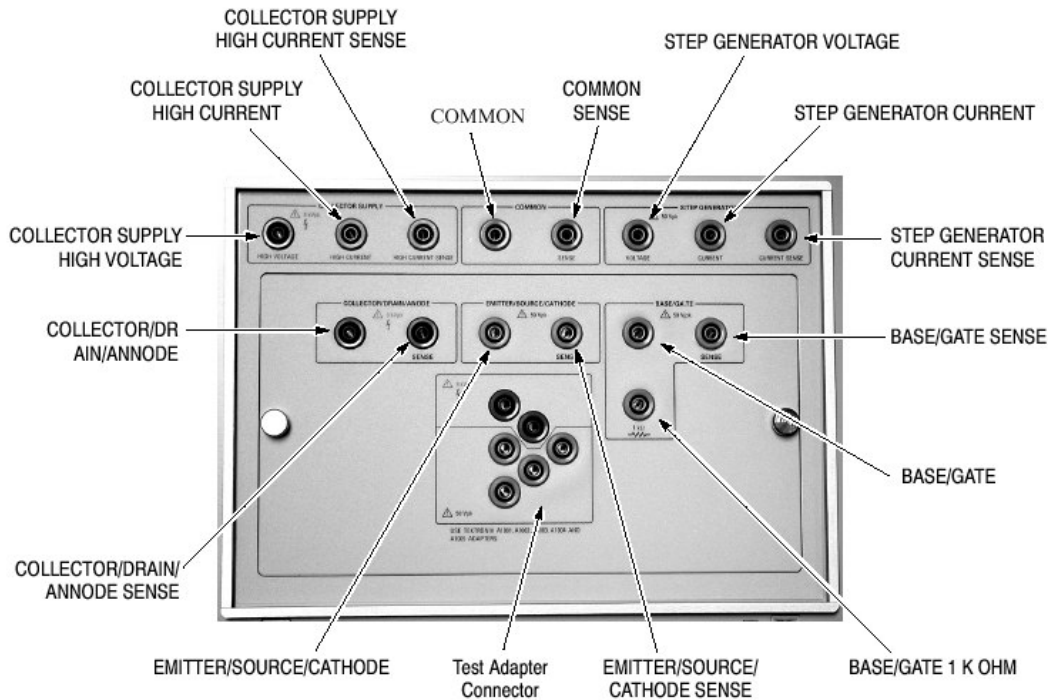


图 2-10 测试夹具连接器

COLLECTOR SUPPLY HIGH VOLTAGE (集电极电源高电压). COLLECTOR SUPPLY HIGH VOLTAGE 连接器是集电极电源以高电压方式输出 (当峰值功率瓦设置为 30mW, 300mW, 3W 或 30W)。

此连接器的有效整流正弦波, 最大幅度为 300V (30mW 或 300mW) 或 3kV (3WHUO30W)。

此连接器的有效电压脉冲, 最大幅度为 30V, 脉冲宽度为 250 μ s。

COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE. COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE 连接器是集电极电压传感连接器的高电流方式。

COMMON. COMMON 连接器是集电极电源和步进发生器输出的公用信号。

COMMON SENSE. COMMON SENSE 连接器用作公用传感电压电源。

STEP GENERATOR VOLTAGE. STEP GENERATOR VOLTAGE 连接器是步进发生器以电压源方式进行输出。

STEP GENERATOR CURRENT. STEP GENERATOR CURRENT 连接器是步进发生器以电流源方式进行输出。

输出可以是最大幅度 10A, 10A 偏移和 500 μ s 宽度的脉冲或是最大幅度 20mA 和 20mA 偏移的梯形信号。哪一种输出有效取决于你是以高电压方式还是以高电流方式操作集电极电源。

STEP GENERATOR CURRENT SENSE. STEP GENERATOR CURRENT SENSE 连接器是基础电压测量以电流源方式进行传感输入。

COLLECTOR/DRAIN/ANODE. COLLECTOR/DRAIN/ANODE 连接器内联适配器面板与测试适配器的集电极终端。

EMITTER/SOURCE/CATHODE. EMITTER/SOURCE/CATHODE 连接器内联适配器面板与测试适配器连接器的放射器终端。

EMITTER/SOURCE/CATHODE SENSE. EMITTER/SOURCE/CATHODE SENSE 连接器内联适配器面板与测试适配器连接器的放射器传感终端。

BASE/GATE 1K OHM. BASE/GATE 1K OHM 连接器通过 1k Ω 电阻器乃连适配器面板与测试适配器连接器的基极终端。

BASE/GATE. BASE/GATE 连接器内联适配器面板与测试适配器连接器的基极终端。

BASE/GATE SENSE. BASE/GATE SENSE 连接器内联适配器面板与测试适配器连接的基极传感终端。

Test Adapter Connector. 测试适配器插入测试适配器连接器。

Readout Display (读出值显示)

读出值显示示于图 2-11, 由方格图区域和能够显示各种设置和测量信息的区域组成。显示信息组成如下:

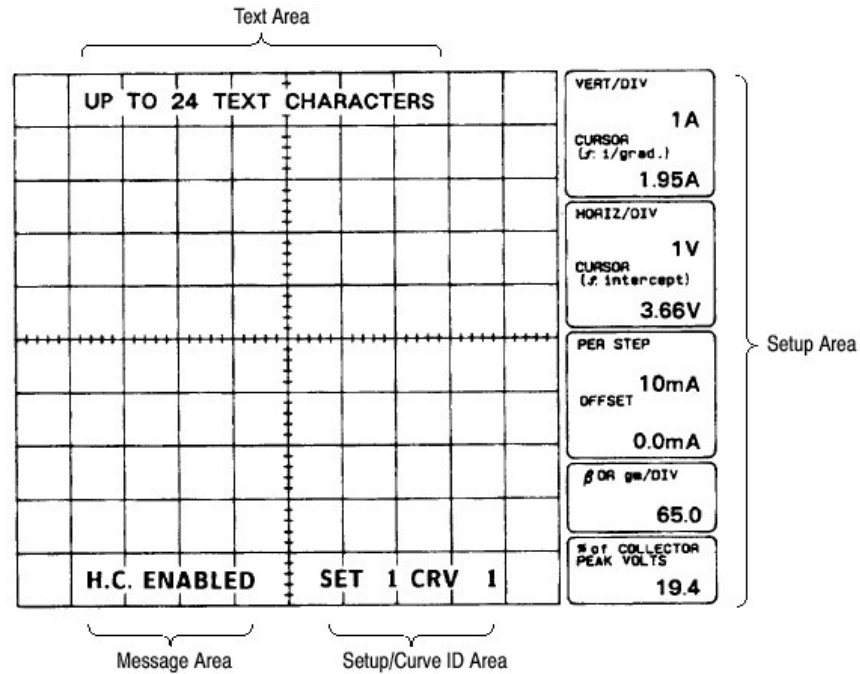


图 2-11 显示屏幕

Setup Area.设置显示区域提供 VERT/DIV, HORIZ/DIV。PER STEP。OFFSET, β 或 gm/DIV, % of COLLECTOR PEAK VOLTS 读出值和垂直和水平区域的光标测量读出值。

当参考曲线显示时, 存储的读出值区域或视图曲线示于上述读出值区域; 参考曲线的读出值数据不显示。

Text Area.此区域显示多达 24 种用户可选文本特性。

Message Area.系统信息 (例如 OPERATION ERR, SAVE COMPLETE, CHECKSUM ERROR, ERASE COMPLETE, 等等) 显示在该区域, 大约持续五秒, 然后自动抹去。

Setup/Curve ID Area.当前显示曲线的存储位置通过按压 VIEW 键进行识别。该存储索引号被叫做曲线 ID (身份证明)。

当前显示曲线设置信息的存储位置通过按压 RECALL 键显示识别。该存储索引号被叫做设置 ID。

曲线 ID 和设置 ID 在前面板设置改变时或在五秒钟后消失后从显示中消除。

第三章 操作基础

本章讲解 371B 的通用操作基础。

下列信息引领你通过与下列设备测量有关的主要操作：

- 设备连接
- 测试夹具互锁
- 设备激励
- 数据采集
- 测量方式
- 设备特性显示
- 显示方式
- 显示光标
- 文本编辑
- 存储器和大容量存储
- 磁盘格式化
- 软盘操作
- 371B 接口

Device Connection (设备连接)

DUT 经测试夹具单元与 371B 连接。所有测试都是使用安装在测试夹具单元内部的设备完成的而此时保护盖合上。

- 使用适配器面板和被选测试适配器
- 使用辅助电缆和鳄鱼夹。

Connecting a DUT using the adapter panel and a test adapter (使用适配器面板和测试适配器连接 DUT)

适配器面板被安装在测试夹具单元内部，和测试适配器及辅助电缆一同使用，经通用电线（公用引线）将半导体与 371B 连接。图 2-12 示出在使用适配器面板和测试适配器时，DUT 与 371B 间的连接情况。

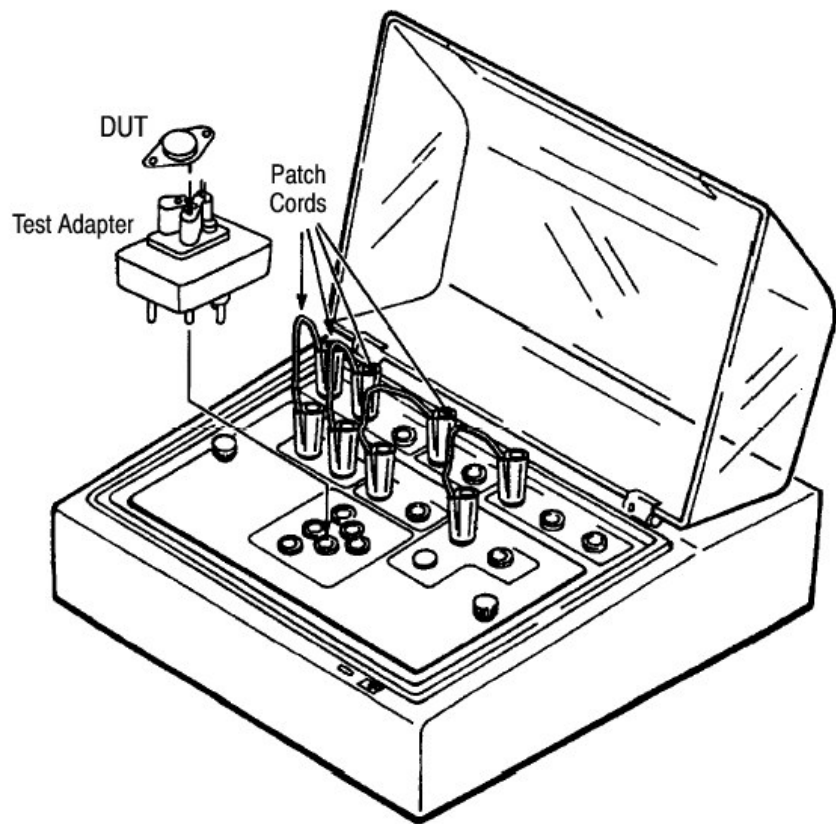


图 2-12 使用适配器面板和测试适配器时的 DUT 连接路径

注意：在进行高电压测试时，COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE 连接器与 COLLECTOR/DRAIN/ANODE SENSE 连接器或 COMMON SENSE 连接器与 EMITTER/SOURCE/CATHODE SENSE 连接器不连（接）。有可能导致结果电压和电流测量值不正确。

Test Adapters. 两个测试适配器作为 371B 标准附件被提供：A1002 (In-Line Lead) 和 A1003(TO-3/TO-66)。其它两个测试适配器作为选件提供：A1001(Blank Adapter)和 A1005(Axial Lead)。

测试适配器具有电压额定值，该值一定不被超过。这些电压额定值示于表 2-4。

表 2-4 测试适配器电压额定值

Type	Case Type	Voltage Rating
A1001	Blank	
A1002	In-Line Lead Adapter	1000 V
A1003	TO-3/TO-66 Adapter	2000 V
A1005	Axial Lead Adapter	2000 V

注意：不要使电压超过表 2-4 所列的电压额定值。更进一步地讲，适配器是塑料

的会被重复测试产生的过热结果损坏。当测试预计会产生过热情况时，获取单个测试并使用存储方式存储显示脉冲。

图 2-13 图解各种测试适配器的针配置。

图 2-14 示出适配器面板的内部线路。此图解有助于你观看从适配器插头连接到辅助面板连接的信号路径。

Connecting a DUT Using Patch Cords (使用辅助电缆连接 DUT)

许多半导体设备都没有标准的引线配置或即使有它们也太大以至于不适应测试适配器。带有鳄鱼夹的辅助电缆可用来将 DUT 与测试夹具单元直接连接，如下段所述。

如果 DUT 的物理形状或操作电压妨碍测试适配器的使用，你可通过松开螺母，简单地卸下适配器面板并将适配器面板如图 2-15 所示从测试夹具单元拿开。现在你可按图 2-15 所示将设备直接连到辅助面板。

Test Fixture Interlock (测试夹具互锁)

371B 主机/测试夹具提供安全的互锁系统，一旦测试夹具盖处于提起位置，互锁系统即中断集电极电源电压。每当集电极电源电压中断，你就可以安全地进行连接或中断辅助面板器件。

当盖关上时，集电极电源电压恢复。恢复状态由红色 WARNING 指示器指示。当指示灯亮时，WARNING 指示灯指示集电极电源恢复同时危险电压会出现在测试夹具单元的辅助面板终端。

警告：不要在中断安全系统的情况下，操作 371B。你也许偶尔会接触到高电压及严重的人身伤害，甚至死亡。

Device Stimulus (设备激励)

控制激励（电压和电流）由集电极和步进发生器电路提供。集电极电源和步进发生器电路输出应用于 DUT 开始形成特性曲线，显示及相关读出值信息过程。

注意：当测试夹具单元与主机中断，或保护盖打开（在与主机连接时），集电极电源和步进发生器输出中断以防止危险电压和电流出现在被暴露的连接桥上。此外，当输出电路过热时，主机还关闭集电极电源和步进发生器输出。

The Collector Supply (集电极电源)

集电极电源为各种功率设置下的 DUT 提供一个宽范围的操作电压。电压和功率选择受控于集电极电源控制。使用这些控制，你可选择以高电压或高电流方式进行操作（和每一方式的各种选择），同时可以选择被测设备的输出极，NPM+ 或 PNP-。此外，你可通过旋转集电极 VARIABLE 旋钮，在由被选的最大峰值电压决定的范围内改变输出电压。

集电极电源高电压和高电流输出连接到测试夹具单元同时分别出现在各自的 COLLECTOR SUPPLY HIGH VOLTAGE 和 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT 连接器上。

最后，集电极电源具有 LOOPING COMPENSATION 控制，当被测电流有时极低时，用来进行环路补偿。当被显示的特性曲线呈现环形时，环形条件明显。环形是 371B 电容或测试夹具单元或 DUT 电容的结果。

完成对所有半导体设备的电容进行补偿（几乎）是不可能的。LOOPING COMPENSATION 控制（只是）简单地对某些小的二极管和电压驱动，三引线设备等浮动电容提供某些补偿。

The Step Generator (步进发生器)

步进发生器电路提供电流或电压，应用于基极，门或 DUT 的放射器。使用步进发生器控制，设置理想的电流和电压选择。输出可以是带有固定增量的梯形电流或电压波形或脉冲电流波形。你可使用 VOLTAGE 或 CURRENT 源键，选择电压或电流输出，且产生的波形类型由源设置和集电极电源功率瓦设置决定。当源为 CURRENT，同时峰值功率瓦为 3kW 或 300W 时，步进发生器输出脉冲波形。

如果选择一个脉冲波形，使用步进数上或下键可从 0 到 10 范围内进行选择。

（除选择 5V 或 2A 的情况，因在此情况下，步进范围是从 0 到 5）。你可使用

STEP/OFFSET AMPLITUDE 旋钮选择步进幅度。步进幅度设置显示在 CRT 的 PER STEP 读出值区域。

你可通过按压 STEP MULTU.IX 键以 10 的倍数减少步进幅度。

步进发生器电压和步进发生器电流信号被输出到测试夹具单元并出现在 STEP GENERATOR VOLTAGE 和 STEP GENERATOR CURRENT 连接器。

Setting Offset.通过按压上或下偏移键，你可将加 (+) 或减 (-) DC 偏移加到步进发生器的输出信号上。偏移与步进发生器信号具有相同的极性。当步进信号为梯形波形时，偏移为 DC 电压或是 DC 电流，是 DC 电压还是 DC 电流取决于步进发生器是以电压方式运行还是以电流方式运行。当步进信号为电流脉冲时，脉冲本身偏移。你可用 1 到 10 倍数的步进幅度来选择偏移幅度。但，步进幅度设置为 5V 或 2A 情况除外。在此情况下，偏移数为 0 到 5 倍数的步进幅度。被选的偏移幅度示于 CRT 的 OFFSET 读出值区域。

注意：偏移独立于 STEP MULTI.1X 设置和测量方式。被选偏移幅度通常为常数。

Setting Polarity.步进发生器信号的极性在集电极电源变化时被调节（切换）。这确保了集电极电源 POLARITY 设置为 NPN+，步进发生器极性为 POS+；相反地，集电极电源设置为 PNP-，步进发生器极性为 NEG-。有些 FET 测量会要求你将步进发生器信号极性设置为集电极电源信号极性的反极性。为此，按压步进发生器的 INVERT 键。

Data Acquisition(数据采集)

371B 探测 DUT 上的集电极电源和步进发生器激励信号的效果同时使用辅助面板上的 SENSE 连接器执行电压探测。SENSE 连接器通过反向与 371B 连接，提供电压测量的高阻抗路径。SENSE 连接器通过就近与 DUT 连接来进行精确的电压测量，而不是在功率电源的集电极或步进发生器输出的地方测量电压。

辅助面板上的 STEP GENERATOR CURRENT SENSE 连接器是以高电流方式测量基极电压的 Kelvin 感应。对 Kelvin 感应来说，此感应连接器与功率电源连接器无关。它改进了测量精度，因它消除所有由于接触电阻而产生的压降。

无需将测量器件与 STEP GENERATOR CURRENT SENSE 连接器连接，即可测量电压，但要进行高精度的测量，则要使用探测连接器。

Measurement Modes (测量方式)

集电极电源和步进发生器以三种不同的测量方式，提供电压和电流的输出信号：重复，单次和扫描，分别通过选择 REPEAT，SINGLE 和 SWEEP 键。具体选择何种方式，取决于 DUT，和你希望测量的具体的特性。

Repeat Mode (重复方式)

在重复方式中，集电极和步进发生器的脉冲或扫描输出通过选择集电极电源和步进发生器控制持续地进行重复。当 371B 加电或初始化时，重复方式被自动选择。此方式一般在器件过热不与考虑时使用。

Single Mode (单次方式)

在单次方式中，每当你按压 SINGLE 键时，步进发生器即输出一个单次脉冲或梯形波形。在高电流方式中，集电极电源提供（输出）一个脉冲/被选步进数。这样，如果器件过热成为问题，那么，你可使用单次扫描方式，脉冲（激励）DUT 一次来捕获所需的特性（数据）。你可将此特性数据存储在存储器内，然后调出显示于 CRT 上。

Sweep Mode (扫描方式)

在扫描方式中，被脉冲激励的集电极电源或步进发生器输出从 0V 到预选值的幅度扫描。结果是一个显示在 CRT 上的连续曲线，而不是一个单个的测量点。

在扫描方式中，集电极和 DUT 基极被持续脉冲激励，空度比很低。由于空度比低，此方式会使你观看到完整的曲线而无器件过热问题。

集电极电源和步进发生器都有如下所述的扫描版本。

Collector Supply Sweep Mode. (集电极电源扫描方式) .371B 在如下控制设置时，处于集电极电源扫描方式：

Collector Supply

VARIABLE any setting except 0%
PEAK POWER WATTS 300 W or 3 kW

Display

MODE STORE
HORIZONTAL VOLTS/DIV . COLLECTOR (V_{CE}) RANGE

如果你试图使用控制在所有其它位置练习集电极扫描方式，你将收到一个 OPERATION ERROR 信息。

当集电极扫描方式有效时，集电极%显示在 HORIZ/DIV 读出值区域。在此方式中，集电极电源输出使用集电极电源 VARIABLE 控制从%扫描到被选值。当使用点光标时，集电极电压也被显示。

为了增加分辨率，你可通过控制 SHIFT 键然后按压 SWEEP 键，将显示点间的距离减少到通常距离的四分之一。此操作以四倍减少扫描速度。

步进发生器当处于集电极电源扫描方式时，连续输出。

Step Generator Sweep Mode. (步进发生器扫描方式) 此方式扫描步进发生器输出，从其偏移值至峰值 (步进幅度+偏移)。371B 在如下控制设置时，处于步进发生器扫描方式：

Collector Supply

PEAK POWER WATTS 300 W or 3 kW

Display

MODE STORE

HORIZONTAL VOLTS/DIV . STEP GEN (V_{BE}) RANGE

Step Generator

OUTPUT any setting except 0 V (or 0 A)

若按压 SWEEP 同时 371B 控制被设置在 0V 或 0A，那么 371B 将显示 OPERATOR ERROR 信息。

扫描电压或电流被显示在 OFFSET 读出值区域 (显示的初始值为偏移值)。在扫描方式中，步进发生器的步进数缺省为 0 步进。

注意：扫描结束电压或电流被显示到 10 倍的 STEP AMPLITUDE 设置，除 5V 或 2A 设置。如果 STEP AMPLITUDE 设置为 5V 或 2A，扫描结束电压或电流被限制到五倍 STEP AMPLITUDE 设置。

你可通过控制 SHIFT 键然后按压 SWEEP 键，将显示点间的距离减少为通常距离的一半。此操作以两倍减少扫描速度。

集电极电源当处于步进发生器方式时，连续输出。

Defeating Sweep Mode. (消除扫描方式) 如果你改变任何前面板控制 (表 2-5 所列控制除外)，371B 从扫描方式返回到重复方式。

Saving Sweep Mode Settings. (保存扫描方式设置) 你可通过选择存储位置，将扫描方式设置保存在大容量存储器中同时在扫描过程中按压 SAVE 键。

表 2-5: 不消除扫描方式的控制

Control Group	Specific Control
Setup	SAVE
Memory	Index Selection Buttons
Display	REF, ENTER
Cursor	Mode Selection Buttons, Position Buttons
GPIO	REST TO LOCAL, USER REQUEST

Saving Sweep Mode Data. (保存扫描方式数据) 与其它显示相同, 你可通过按压扫描中显示的 ENTER 键, 将扫描方式显示保存在大容量存储器中。所有捕获点等于你按压 ENTER 时的点数, 被存储在指定的存储位置, 同时扫描持续进行。当设置被调入时, 扫描方式自动通过 371B 进行选择。

Device Characteristics Display (器件特性显示)

CRT 显示 DUT 上集电极电源和步进发生器的信号效果。

参阅图 2-17。显示屏有两个基本的显示区域: 曲线设置区域和参考曲线显示区域。

Curve Setup Area. (曲线设置区域) 此区域由提供 VERT/DIV, HORIZ/DIV, PER STEP, OFFSET 或 gm/DIV, % of COLLECTOR PEAK VOLTS 个别读出值的显示列和光标测量读出值组成。当参考曲线显示时, 存储或观看曲线的读出值数据 (也会) 显示。

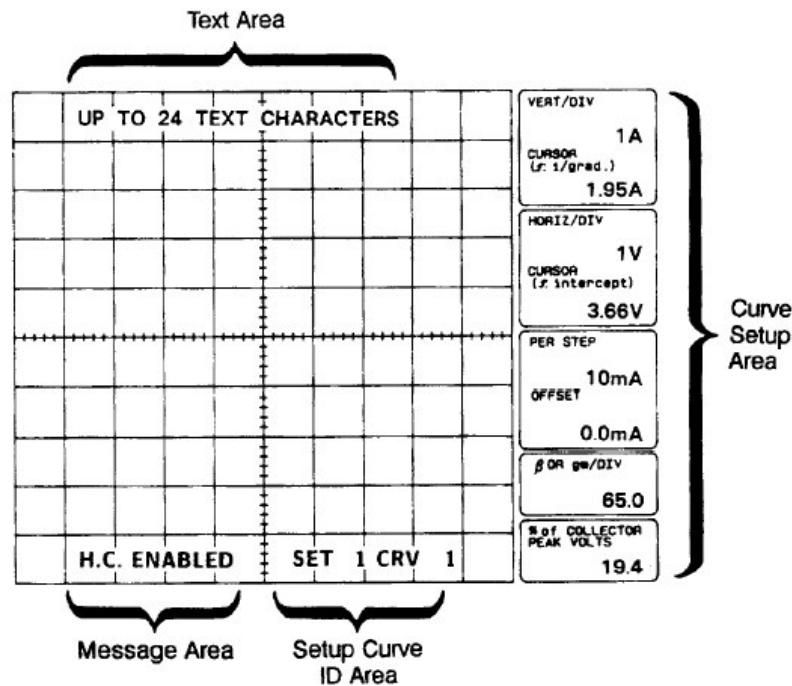


图 2-17 显示屏幕和其显示区域

Curve Display Area. (曲线显示区域) 此区域由测量曲线使用的 10x10 栅格和显示文本组成。文本区域显示在最顶部和最底部的垂直栅格之间，为下列目的：

- 文本区域
- 设置/曲线区域
- 垂直轴
- 水平轴

Text Area. (文本区域) 在此区域，你可输入多达 24 个符号字体。文本对识别技术指标或器件类型很有用。文本随设置和曲线一道被存储和调入。

使用显示控制和 **SHIFT** 光标键进行文本输入。

Message Area. (信息区域) 多达 14 个符号字体的信息以 10x10 栅格显示在左下角。这些信息大约显示五秒，然后自动抹去。

Setup/Curve ID Area. (设置/曲线 ID 区域) 此区域在右下角以 10x10 栅格显示的文本用来识别当前显示的参考曲线和显示设置的存储位置 (设置 ID)。要显示当前显示的参考曲线的存储位置，按压 **VIEW** 键。要显示当前显示的设置的存储位置，按压 **RECALL** 键。

The Vertical Axis. (垂直轴) 垂直轴显示流经适配器面板上的 **COLLECTOR/DRAIN/ANODE** 连接器的电流。垂直轴灵敏度通过 **VERTICAL CURRENT/DIV** (垂直电流/格) 旋钮设置。有效设置范围通过表 2-6 所列的集电极电源峰值功率瓦键决定 (设定)。

表 2-6: 垂直轴显示设置

Peak Power Watts Setting	VERTICAL CURRENT/DIV Setting Range
3 kW	1 A/div to 50 A/div
300 W	500 mA/div to 5 A/div
30 W	100 μ A/div to 5 mA/div
3 W	10 μ A/div to 500 μ A/div
300 mW	10 μ A/div to 500 μ A/div
30 mW	1 μ A/div to 50 μ A/div

选择的垂直敏感度显示在 CRT 的 **VERT/DIV** (垂直/格) 显示区域。

Horizontal Axis. (水平轴) 水平轴示出 **COLLECTOR/DRAIN/ANODE** 和 **COMMON** 连接器之间或 **BASE/GATE** 和辅助面板及适配器面板的 **COMMON** 连

接器之间的电压。电压敏感度由 HORIZ VOLTS/DIV（水平伏/格）控制设置如下：

当顺时针转到正确的位置，HORIZ VOLTS/DIV 控制选择集电极测量（ V_{CE} ）同时以表 2-7 所列范围之一设置水平敏感度。

表 2-7：水平灵敏度范围

Peak Power Watts Setting	HORIZ VOLTS/DIV Setting Range
3 kW/300 W	100 mV/div to 5 V/div
30 W/3 W	50 mV/div to 500 V/div
300 mW/30 mW	5 mV/div to 50 V/div

当逆时针转到正确的位置，HORIZONTAL VOLTS/DIV 旋钮选择 STEP GENERATOR（ V_{BE} ）测量并在 100mV 到 5V/div 范围内设置水平敏感度。

选择的水平敏感度显示在曲线设置显示的 HORIZ/DIV 读出值区域。

Display Modes（显示方式）

371B 特性曲线有四种显示方式：非存储式，存储，视图，和参考。具体以何种方式显示取决于选择的测量应用。

Non-Store Display Mode（非存储式显示方式）

要进入非存储式显示方式，按压 NON-STORE 键显示。特性曲线实时显示在显示屏上。此方式可用于观察波形的快速变化。

注意：当 371B 为非存储式显示方式时，你无法将显示曲线保存到大容量存储器中。

Store Display Mode（存储显示方式）

此为缺省（加电）显示方式。通过按压显示的 STORE 键，它还可由其它显示方式输入。

当 371B 为存储显示方式时，特性曲线首先数字化，存储在存储器内，然后再转换为模拟信号显示在显示屏上。显示设置，读出值和所有显示文本也同时被显示。你可通过按压显示 ENTER 键，将存储的特性曲线（连同读出值及所有显示文本）保存在大容量存储器内。

View Display Mode（视图显示方式）

视图显示方式允许你显示大容量存储器中的保存曲线。通过选择保存曲线在存储器内的位置数，然后按压显示 VIEW 键，进行显示。

注意：特性曲线的亮度在非存储式，存储，或视图方式时，使用 NON-STORE/VIEW 亮度旋钮进行控制。

Reference Display Mode (参考显示方式)

371B 有部分存储器是用来存储参考波形的。当按压 REF 显示键时，当前显示的存储或视图方式波形被保存在参考波形存储器内。此波形以参考波形被保存，显示在显示屏上，甚至显示方式在存储和视图方式之间进行切换时，亦如此。这样，参考显示方式可用于：

- 将“活的”（当前）曲线与先前保存的曲线进行比较
- 比较两条先前保存的曲线

此显示方式对匹配具有相似性的特性曲线及其它曲线比较应用很有用。参考曲线的亮度使用 REF INTENSITY 旋钮进行控制。存储和视图曲线的亮度使用 NON-STORE/VIEW INTENSITY 旋钮进行控制。由于是两个不同的控制，为易于识别，可对参考和比较曲线设置不同的亮度。

参考曲线保留显示，直到再次按压 REF 键，或到选择非存储式显示方式。

Display Cursors (显示光标)

371B 有三种光标显示类型，它们有助于进行精确的测量：窗口光标，点光标，和 f 线光标。表 2-8 列出这些光标间的关系。

表 2-8：光标和读出值显示间的关系

Cursor Mode	Display Mode	β or gm/DIV readout display	Cursor Readout Display	
			(f: 1/gradient)	(f: intercept)
Off	all	β or gm/DIV		
Window	all	$\beta \Delta I_C \Delta I_B$ or gm $\Delta I_D \Delta V_{GS}$	Current at bright dot position	Voltage at bright dot position
Dot	store, view	High Current Mode: I_C/I_B or I_D/V_{GS} High Voltage Mode: β or gm/DIV	Current at cursor position	Voltage at cursor position
f line	store, view	β or gm/DIV	On-state resistance (HORIZONTAL is in COLLECTOR range) or gm (HORIZONTAL in STEP GEN range)	Voltage at which the cursor intercepts the horizontal axis.

Window Cursor (窗口光标)

当以光标方式选择键进行选择时，窗口光标以带有亮点的矩形显示在左下角或右上角。光标位置键改变窗口大小。窗口光标可用于目测检查某特定范围内的 DUT 特性。

带有前面板设置的存储窗口可从存储器进行调入，并用于对测量器件提供可视的通过/失败参考。还可用于测量集电极电流与集电极/晶体管射极电压的比较曲线上的 $\beta \Delta I_C \Delta E_B$ 值。还可用于测量漏极电流与漏极/FET 源电压的比较曲线上的 $gm \Delta I_D \Delta E_{GS}$ 值。

亮点位置处的电流和电压值显示在显示屏的 CURSORS 读出值区域。当左底部点和右顶部点定位在相邻的两条曲线上时， hfe 或 gm 值分别显示在 β 或 GM/DIV 读出值区域。

窗口光标可以非存储式和存储式方式使用，并显示在屏幕的任何点位置。

Dot Cursor (点光标)

点光标是一个加亮点，可定位在特性曲线的任何点处。此光标显示特性曲线该位置处的电流和电压值。这些值被显示在相应的读出值区域。在高电流操作下。光标位置处的 DC 电流增益或前向传输导纳显示在 β 或 GM/DIV 读出值区域。

f Line Cursor (f 线光标)

f 线光标作为通过点光标位置的直线显示。其斜率通过四个光标位置键（上，下，左和右）来改变。f 线光标对测量状态中的器件阻抗和测量 FET 前向传输导纳很有用。

当 COLLECTOR 显示在水平轴时，显示上的 CURSOR 读出值区域指示电阻，而 CURSOR 读出值区域指示 f 线光标水平轴截断处的电压值。

当 STEP GEN 显示在水平轴上时，CURSOR 读出值指示前向传输导纳。而 CURSOR 读出值指示 f 线光标截断水平轴处的电压值。

Text Editing (文本编辑)

371B 具有文本编辑方式用来增加或修改显示文本。文本对标记特性曲线显示以便更容易地进行识别和注释已获取的测量条件是很有用的。文本连同特性曲线或设置信息被存储在大容量存储器内。

文本包括所有的大写字母，数字和符号。在显示屏幕的顶部最多可显示 24 个字符。

Using Text Edit Mode (使用文本编辑方式)

下面是与文本编辑方式有关的功能说明。这些功能概括在表 2-9 中。

Initiate Text Edit Mode (初始化文本编辑方式)

要初始化文本编辑方式，控制 SHIFT 光标键，然后按压 ENTER 键。TEXT EDIT MODE 信息显示在显示区域底部（大约五秒），同时文本编辑光标显示在文本编辑显示区域的第一个字符位置。371B 正准备文本输入。

Position Text Cursor.（定位文本光标）要定位文本光标到 24 个字符中的任一字符位置，按压右或左光标位置键。

Select a Character（选择字符）.要选择阿拉伯数字或符号，按压上光标键向前移动通过字符串，或按压下光标键向后移动通过字符串。一旦显示，字符保存在显示位置直至被重写或抹去。

Erase a Character.（擦除字符）要擦除显示的字符，定位文本光标在要抹去的字符上，然后按压 SHIFT 光标键。光标随后移到下一个字符位置。要抹去所有光标以下或光标左侧的文本，同时按压左和右光标键。文本被抹去后，光标和所有光标右侧文本移到左侧，光标移至文本串的最左侧位置。

Exit Text Edit Mode.（退出文本编辑方式）要退出文本编辑方式而不改变保存的文本，按压 STORE 或 NON-STORE 键。所有显示的文本被抹去同时 TEXT CANCELED 信息显示。

要退出文本编辑方式并保存文本变化（还保存显示的特性曲线），按压 ENTER 键退出文本编辑。文本编辑方式结束同时 371B 返回到正常操作。

文本还被如下保存：

- 要保存文本和前面板设置信息，按压 SAVE 键。
- 如果文本以视图方式输入，文本视现存视图方式被自动保存。

Display a Directory of Stored Text.（显示存储文本目录）要显示存储文本目录，控制 SHIFT 光标键，然后按压 RECALL 键。

表 2-9: 文本编辑功能概述

Function	Action
Initiate Text Edit Mode	Hold down cursor SHIFT button, then press ENTER button.
Position text cursor	Press the right or left cursor buttons depending on the direction you want to move the cursor.
Select a character or symbol	Press the up or down cursor buttons to move forward or backward through the string of displayable characters and symbols. Characters and symbols are displayed at the text cursor position.
Erase a character or symbol	Use the right or left cursor buttons to position the text cursor on the desired character, then press the cursor SHIFT button.
Erase all text under and to left of cursor	Simultaneously press the right and left cursor buttons.
Exit without saving	Press either the STORE or NON-STORE buttons.
Exit and save	Press the ENTER button.
Save text with front-panel setup information	Press the SAVE button.
Display directory of stored text	Hold down the cursor SHIFT button, then press the RECALL button.

Memory and Mass Storage (内存和大容量存储器)

371B 大容量存储系统由非易失性存储器和 3.5 软盘驱动组成。此系统用于存储特性曲线数据（和显示设置，读出值，和显示文本）和前面板。

图 2-18 示出存储器的结构。为存储特性曲线，有 80 条特性曲线的存储位置和 80 个前面板设置的存储位置。非易失性存储器具有 16 条特性曲线和 16 个前面板设置的存储位置，而软盘具有 64 条特性曲线和 64 个前面板设置。典型地，你可存储特性曲线和其对应的前面板设置以相同编号在各自的存储位置。

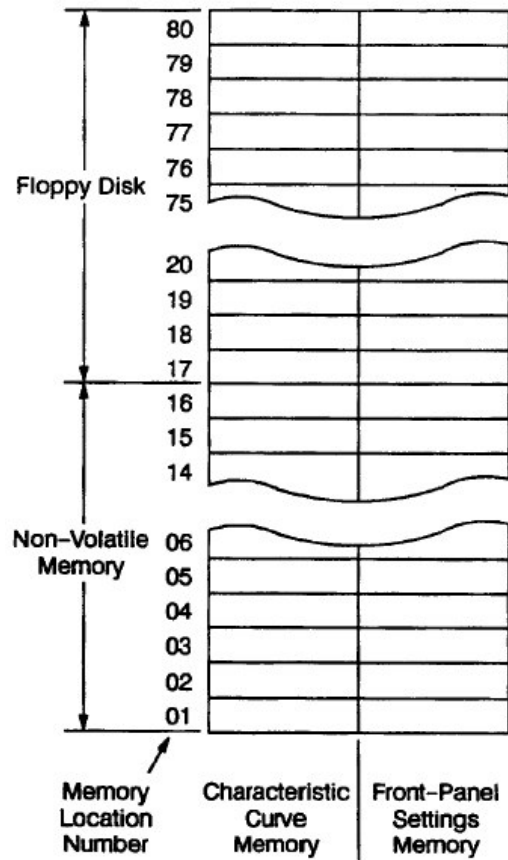


图 2-18 371B 存储器结构

下列内容讲解如何：

- 使用文件目录
- 选择存储器位置
- 保存和调入前面板设置文件
- 输入和观看捕获的特性曲线文件
- 将文件从非易失性存储器复制到软盘
- 将文件从软盘复制到非易失性存储器
- 删除非易失性存储器
- 在 371B 和外部装置间传送数据

The File Directory (文件目录)

你可使用文件目录特性来决定存储器内容。

要显示目录，控制 SHIFT 光标键同时按压 RECALL 键。与图 2-19 所示内容类似的目录被显示。图 2-19 仅表示文件目录的第一页并在存储器的 LED 灯显示中由

编号 1 指示。页标题为 **DIRECTORY — CURVE —** 并列出文件目录的头五个特性曲线存储位置内容。该页底部的 **MORE** 字样意即文件目录包含更多页。

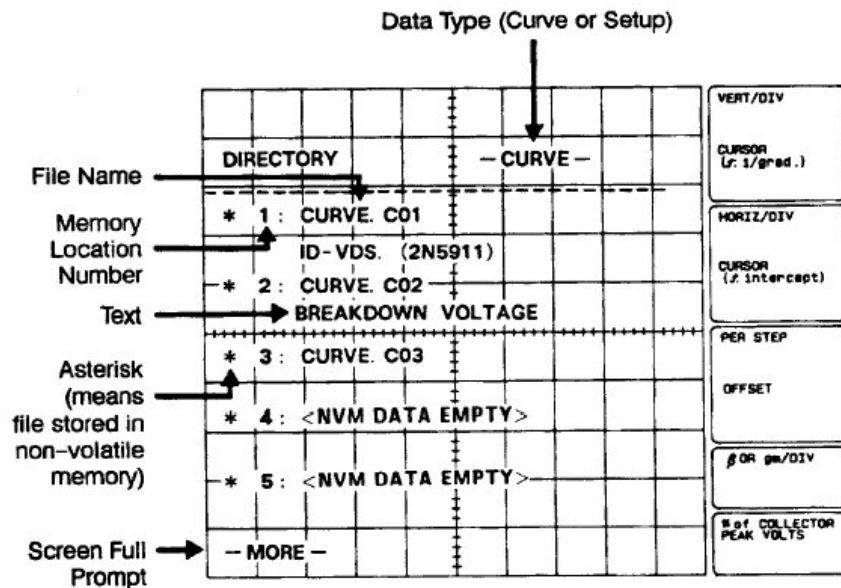


图 2-19 采样目录显示

注意：在索引号前的星号表示该文件存储在非易失性存储器内。

要阅读文件目录的第二页，按压存储器的向上键一次。此操作在存储器 LED 灯显示中显示编号 2。目录页标题改变到 **DIRECTORY — SETUP —** 并列出前面板设置文件的头五个存储器位置内容。同样，在该页底部的 **MORE** 字样意即存在更多的文件目录页。

然后你可按上述方法按顺序通过文件目录页，同时在曲线和设置文件位置之间进行页面交替。使用存储器的向上键向上移动目录，同样使用存储器的向下键向下移动目录页。奇数页显示特性曲线文件；偶数页显示前面板设置文件。

如无数据存储在存储器位置，由存储器位置编号指示，**<NVM DATA EMPTY>** 指示 1 到 16 位置；和 **<FD DATA EMPTY>** 指示 17 到 80 位置，它们显示在文件名位置。若企图在软盘驱动中无软盘存在时，针对 17 到 80 范围内的存储器位置编号显示目录，**<FD NOT READY>** 显示在文件名位置。

当已按顺序到达文件目录的最后页，**END** 字样出现在该页左下角。

要重置到文件目录页，同时按压存储器的上和下键。

要退出目录显示，按压任一前面板键或除 **MEMORY**，**SAVE**，**RECALL** 或 **SHIFT** 光标外的开关。

Select a Memory Location (选择存储器位置)

存储器的上和下键用于选择存储器位置 (01 到 80) 在这些位置上保存或阅读曲线或设置文件。存储器位置编号在存储器下键左侧的 LED 读出值内。

根据你按压的前面板键，数据直接被读到被选的存储器位置或从被选的存储器位置读出。

Saving and Recall Front Panel Setting Files (保存和调入前面板设置文件)

保存前面板设置使你能够存储想要的设置以备将来使用。一旦设置被保存，你可调入文件来将前面板控制快速预置为由文件定义的设置。

SAVE 和 RECALL 设置键允许你保存或调入一组前面板设置。除表 2-10 所列设置外，所有前面板设置均可存储进存储器或从存储器调入。

表 2-10: 被存储在大容量存储器内的控制

Control Group	Specific Control
Collector Supply	LOOPING COMPENSATION
DISPLAY	ENTER
Setup	RECALL, SAVE
Memory Location	Memory location buttons
CRT Controls	INTENSITY, FOCUS, GRAT ILLUM, POSITION, TRACE ROTATION
GPIB	RESET TO LOCAL

要保存前面板设置，选择想要的存储器位置编号，然后按压 **SAVE** 键。前面板设置，连同所有用户输入的文本，都被保存在被选的存储器位置编号。

注意：保存到存储器位置的内容会被新数据重写。因此，在将文件保存到存储器位置前，使用文件目录特性检查存储器位置。确定存储器位置不包括需要的设置文件。

要调入包含前面板设置的文件，选择想要存储器位置编号，然后按压 **RECALL** 键。

注意：若集电极电源的 **HIGH VOLTAGE** 开关和 **HIGH CURRENT** 开关位置与前面板设置最初被保存时不一样，则 **H.V. UNMATCH**，或 **H.C.UNMATCH**，或 **H.C.UNMATCH** 信息显示，你必须切换不匹配的开关，同时再次按压 **RECALL** 键。

要保存扫描方式的设置，按压 **SAVE** 键。集电极电源或步进发生器输出的最后值被保存。

Enter and View Acquired Characteristic Curve Files (输入和观看捕获的特性曲线文件)

当在存储，视图，或扫描方式下操作时，要输入（保存）捕获的特性曲线，选择想要的存储器位置编号，然后按压 **ENTER** 键。显示的设置，读出值，和显示文本被保存，

要观看（读出）来自存储器位置的特性曲线和相关信息，选择理想的存储器位置编号，然后按压 **VIEW** 键。

Copying Files from Floppy Disk to Non-volatile Memory (由软盘复制文件到非易失性存储器)

371B 允许你同时由软盘将多达 16 条的特性曲线和多达 16 个的前面板设置复制到非易失性存储器。当工作文件由非易失性存储器阅读时，而不是从软盘直接阅读，你可更快地完成测试。

1. 选择想要的软盘存储器位置编号并由此开始复制到非易失性存储器。例如，若选择存储器位置 24，索引位置 24-39 将被分别复制到 1-16 的存储器位置。
2. 控制 **SHIFT** 光标键，然后按压 **SINGLE** 键。

观察信息“**PRESS SINGLE 软盘 →NVM**”显示大约五秒。

3. 在“**PRESS SINGLE 软盘 →NVM**”显示的同时再次按压 **SINGLE** 键。（在五秒内未进行此操作，信息“**COPY CANCELED**”将显示，同时复制功能取消）。

首先复制所有 16 条特性曲线位置，然后复制所有 16 个前面板设置位置。

由具体的存储器位置来阅读曲线数据（例如此例中的位置 24）同时复制到非易失性存储器位置 1，然后由索引位置 25 到存储器位置 2，如此下去。当所有 16 条曲线由软盘被复制到非易失性存储器时，曲线数据复制结束。如果非易失性存储器存储少于 16 条存储曲线，或在 16 条曲线复制前，存储器位置 80 被达到，那么，在最后存储曲线被复制到软盘前，曲线复制完成。

当曲线复制完成后，371B 开始复制前面板设置，遵循与曲线复制相同的顺序。

在复制过程中，由存储器 LED 显示的编号，指示被复制的曲线或前面板设置所在的存储器位置。

Copying Files from Non-Volatile Memory to Floppy Disk (由非易失性存储器复制到软盘)

371B 允许你同时将多达 16 条的特性曲线和 16 个前面板设置由非易失性存储器复制到软盘。

下列实例讲解如何使用此功能：

1. 选择想要的软盘存储器位置编号并由此复制非易失性存储器内容。例如，若选择位置 24，存储内容将被复制到 24-39。
4. 控制 SHIFT 光标键，然后按压 REPEAT 键。

观察信息“PRESS REPEAT NVM → 软盘”显示大约五秒。

5. 在信息“PRESS REPEAT NVM → 软盘”显示的同时再次按压 REPEAT 键。（在五秒内未进行此操作，信息“COPY CANCELED”将显示，同时复制功能取消）。

由索引位置 1 阅读曲线数据同时将其复制到具体的索引位置（在此例中为索引 24），然后从索引位置 2 到索引位置 25，如此下去。当所有 16 条曲线从非易失性存储器复制到软盘后，曲线数据复制结束。如果非易失性存储器存储少于 16 条曲线，或在 16 条曲线复制前，存储器位置 80 被达到，那么，在最后存储曲线被复制到软盘前，曲线复制完成。

当曲线复制完成后，371B 开始复制前面板设置，遵循与曲线复制相同的顺序。

在复制过程中，由存储器 LED 显示的编号，指示被复制的曲线或前面板设置所在的存储器位置。

Erasing Non-Volatile Memory (删除非易失性存储器)

注意：下列操作将删除所有存储在非易失性存储器内的数据，不仅仅时存储在当前指示的存储器位置编号内的数据。除非你真想删除所有存储在非易失性存储器内的数据，否则，不要执行此操作。

要删除所有存储在非易失性存储器内的数据，控制 SHIFT 光标键，然后按压显示的 INVERT 键。信息 PRESS INVERT 显示大约五秒。当信息 PRESS INVERT 从显示屏上消失前，立即，再按 INVERT 键。如果在信息 PRESS INVERT 显示时间内不按 INVERT 键，格式化功能被中止（信息“ERASE CANCELED”显示）同时 371B 返回到正常操作方式。

Data Transfer with External Device (使用外部装置的数传输)

你可借助于 General Purpose Interface Bus (GPIB 通用接口总线) 在 371B 和外部装置间传输数据文件。

Disk Formatting (磁盘格式化)

软盘在用于 371B 前必须要格式化。写上“371B”卷标并在格式化了了的 371B 软盘上创建“371B”子目录。对如何格式化数据的说明, 参看“GPIB”章节中有关 CURve? 质询指令。

注意: 格式化数据会破坏存储在软盘上的所有数据。在格式化软盘前确定不在需要这些数据。

注释: 如果你试图在写保护位置, 格式化带有写保护标签的软盘, 信息 WRITE PROTECT 出现在 CRT 底部, 同时格式化功能被取消。

要格式化软盘, 将软盘插进软盘驱动。然后在控制 SHIFT 光标键的同时, 按压 SAVE/FORMAT 键。信息“PRESS SAVE”显示大约五秒。在信息“PRESS SAVE”从屏幕消失前, 立即, 再次按压 SAVE 键。若在信息“PRESS SAVE”显示期间不按压 SAVE 键, 格式化功能中断(信息“FORMAT ABORTED”显示)同时 371B 返回到正常操作方式。

在软盘格式化进行中, 信息“NOW FORMATTING”显示在显示屏底部的左侧同时当前被格式化的磁道数显示在存储器索引中。当磁道数到达 79 后, 格式化完成, 信息“DISK FORMATTED”显示, 同时 371B 返回到预选操作方式。

Floppy Disk Handling (软盘处理)

371B 可阅读/书写 2HD 软盘, 也可阅读 2DD 软盘。

3.5 英寸软盘容易处理和保存。按下列预防措施来保护软盘并整合存储数据。

注意: 不要将软盘暴露在强磁场条件下, 不要将它们靠近铁磁体材料, 这样, 它们会很容易地被磁化。如果不看这些注意事项, 数据会被破坏或产生错误。

不要将软盘长时间地直接暴露在阳光或高温条件下。此外, 避免在极冷或潮湿的环境下保存软盘。

重要的是将软盘放回软盘盒内以避免长时间的暴露而带来的灰尘和其它污染。

第四章 参考

本章提供的设计练习程序，使初次使用基本程序的用户能够完成器件的测量和设置。这些练习分为两组：Operating Exercise(操作练习)让你了解 371B 的控制和相关功能；Measurement Exercise(测量练习)让你了解完成半导体器件测量的基本原理。

注意：这些程序不验证 371B 是否满足附录 A 所列的性能指标。要验证 371B 是否满足性能指标，要由合格的技术员按 371B 维修手册提供的程序执行。

Operating Exercise（操作练习）

这些练习让你了解 371B 如何显示，捕获，和分析半导体测量数据。在这儿，你可找到 371B 加电程序的说明。在 371B 成功加电后（在此过程中，诊断自动运行），你有理由确信 371B 将按规定和手册说明完成测量。

操作练习按下列顺序进行：

- 加电 371B 同时保存加电缺省设置
- 练习显示控制
- 检查校准参考电压并显示相反特性
- 练习设置，保存，和调入功能
- 练习垂直和水平敏感控制
- 练习文本编辑功能
- 格式化软盘
- 验证软盘操作
- 显示存储器目录
- 删除非易失性存储器
- 硬拷贝和保存 CRT 图像

注意：这些程序假定测试夹具已与 371B 进行了连接，且 371B 也如前所述与电源进行了连接。

Powering-Up the 371B and Storing Power-Up Default Settings（加电 371B 和存储加电缺省设置）

此程序讲解加电顺序及如何保存加电缺省设置，以备在本章的各种程序中使用。

1. 将集电极电源的 HIGH VOLTAGE 和 HIGH CURRENT 开关设置到 DISABLED 位置。
2. 设置 371B POWER 开关为 ON。

371B 自动开始执行自检程序。此程序大约需要五秒。若加电诊断未探测到错误，信息“SELFTEST PASS”显示在 CRT 的错误信息位置。然后 371B 配置到缺省设置。表 3-1 列出了 371B 的缺省条件。CRT 控制和 LOOPING COMPENSATION 控制在加电时，不被设置。

如果 371B 探测到内置 Lithium 电池电压过低，信息“BATTERY IS LOW”显示。尽管此时你仍可操作 371B，建议打电话给销售代表要求更换电池。

3. 在程序开始前，允许仪器先预热几分钟。
4. 按压 SAVE 键将缺省设置保存在存储器位置 1。这些缺省设置在下列程序中的各个主要步骤的起始点使用。

表 3-1：缺省设置

Exercising the Display Controls (显示控制练习)

下列步骤讲解（示范）CRT 显示控制的效果及如何调整以获取最佳视图显示。

1. 顺时针转动 NON STORE/STORE/VIEW INTENSITY 控制直至点在 CRT 方格图的左下角出现。要避免燃烧 CRT 磷光，调整 NON STORE/STORE/VIEW INTENSITY 控制直至（光）点刚好看得见。
2. 全范围转动 FOCUS 控制。调整 FOCUS 控制以获取轮廓清晰的（光）点。
3. 全范围转动 READOUT/CURSOR INTENSITY 控制。注意在顺时针转动控制时，读出值变得更亮。将控制设置为理想得读出值亮度。

开始显示的控制设置如表 3-2 所列。

表 3-2: 显示加电的读出值区域

Readout Area	Reading
VERT/DIV	1 A
CURSOR (f: 1/grad)	none
HORIZ/DIV	1 V
Cursor (f: 1/intercept)	none
PER STEP	1 mA
OFFSET	0.00 mA
β or gm/DIV	1 K
% of COLLECTOR PEAK VOLTS	0.0

4. 全范围转动 GRAT ILLUM 控制。注意在顺时针转动控制时，方格图行和读出值标题被加亮。将控制设置为理想的光照度。

Setting Date and Time (设置日期和时间)

在将 CRT 图像输出到打印机或在将 CRT 图像保存到软盘时，日期和时间被打印。

1. 按压 SHIFT 光标键随后控制 MEMORY UP 和 DOWN 键，同时输入日期和设置方式。
2. 按压 POSITION RIGHT 和 LEFT 键，将光标移到想要改变的项。

你只可选择第一个数字。第十个数字将按顺序自动浮现。

3. 按压 POSITION UP 和 DOWN 键改变值。

你可将年份从 2000 年设置到 2099 年，同时设置时间为 24 小时。当退出日期和时间设置方式时，秒被重置为零。

4. 按压 SHIFT 光标键退出日期和时间设置方式。

Checking the Calibration Reference Voltage and Display Invert Feature (检查校准参考电压和显示相反功能)

下面各步讲解（示范）使用 CAL ZERO（零度校准）和 CAL FULL（满度校准）控制来检查显示校准。及 INVERT 控制的显示效果。

1. 选择点光标。
2. 控制 SHIFT 光标键，然后按压 VIEW 键。此操作将 371B 设置为零（度）校准操作。

注意位于显示方格图上或靠近左下角的显示点和右上角显示的 CAL 字样。

3. 使用改锥垂直转动 POSITION 控制将显示点与底部方格图行调准。
4. 使用改锥水平转动 POSITION 控制将显示点调到方格图最左边的行。
5. 检查 VERT CURSOR 读出值不超过 $\pm 0.02A$ 。检查 HORIZ CURSOR 读出值不超过 $\pm 0.02A$ 。

零（度）校准功能提供参考电压用来检查显示方格图左下角的校准电压。

若垂直或水平读出值超过上述所列值，参阅 371B 维修手册中有关“检验校准电压”部分，由合格技术人员进行操作。

注意：满足上述功能特点的仪器中断将不能阻止你继续使用这些操作练习。

6. 控制 SHIFT 光标键，然后按压 STORE 键。此操作设置 371B 为满度校准（CAL FULL）操作。

注意：被显示的点位于显示方格图右上角。

7. 检查 VERT CURSOR 读出值在 9.98A 和 10.01A 之间。检查 HORIZ CURSOR 读出值在 9.98A 和 10.02A 之间。

满度校准功能提供参考电压用以检查显示方格图右上角的校准电压。

如果垂直和水平读出值超过上述所列值，参阅 371B 维修手册中有关“检验校准电压”部分，由合格技术人员进行操作。

注意：满足上述功能特点的仪器中断将不能阻止你继续使用这些操作练习。

8. 控制 SHIFT 光标键，然后按压 REF（参考）键。此操作将 371B 设回到正常操作（CAL OFF）。
9. 按压显示 INVERT 键。

10. 观察显示方格图右上角上的显示点。
11. 再次按压 INVERT 显示键恢复回正常操作。

Exercising Setup Save and Recall Feature (练习设置保存和调入功能)

下列步骤讲解 (示范) 371B 保存和调入前面板设置的能力。

1. 按压存储器的上键, 选择存储器位置 4。
2. 如下设置前面板控制:

```

Display
    VERTICAL CURRENT/DIV ..... 5A
    HORIZONTAL VOLTS/DIV ..... 200 mV

Step Generator
    STEP/OFFSET AMPLITUDE .... 10 mA/Step

Collector Supply
    POLARITY ..... PNP- (note that step generator
                        INVERT indicates NEG-)
  
```

注意 CRT 上显示读出值的相应变化。

3. 按压 SAVE 设置键。
4. 将任一或所有步骤 2 中设置的控制变为不同设置。
5. 按压 RECALL 设置键同时注意前面板设置重置为步骤 2 和 3 保存的设置。
6. 同时按压上和下存储器键。注意存储器位置编号被设为 1。
7. 按压 RECALL 键重置开始加电时的控制设置。

Exercising Vertical and Horizontal Sensitivity Controls (练习垂直和水平敏感度控制)

下列步骤讲解 (示范) 垂直和水平敏感度控制操作。此练习要求测试夹具单元安装 (配有) 至少 4W 额定值的 1Ω 电阻。

Text Fixture Unit Setup. (测试夹具单元设置) 使用选件 A1005 测试适配器, 将 1Ω 电阻安装在测试夹具单元, 或按下列步骤, 使用辅助软线进行连接。

1. 准备至少 4W 额定值的 1Ω 电阻。
2. 打开测试夹具单元的保护盖。若使用 A1005 测试适, 执行步骤 3。若使用辅助软线, 完成步骤 4。
3. 如果使用 A1005, 按下列步骤进行:

- a. 将 A1005 测试适配器插进适配器面板的测试适配器连接器。
 - b. 使用辅助软线在辅助面板连接器和适配器面板间进行连接，如图 3-1 所示。
 - c. 合上保护盖。
4. 按下下列步骤使用辅助软线：
- a. 拆下适配器面板。
 - b. 使用带有鳄鱼夹的辅助软线，按下下列步骤，将 1Ω 电阻与测试夹具连接器连接：
 - 将 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT 和 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE 与电阻器的一端连接。
 - 将 COMMON 和 COMMON SENSE 与电阻器的另一端连接。
 - c. 合上测试夹具单元的保护盖。

按下下列控制练习开始进行。

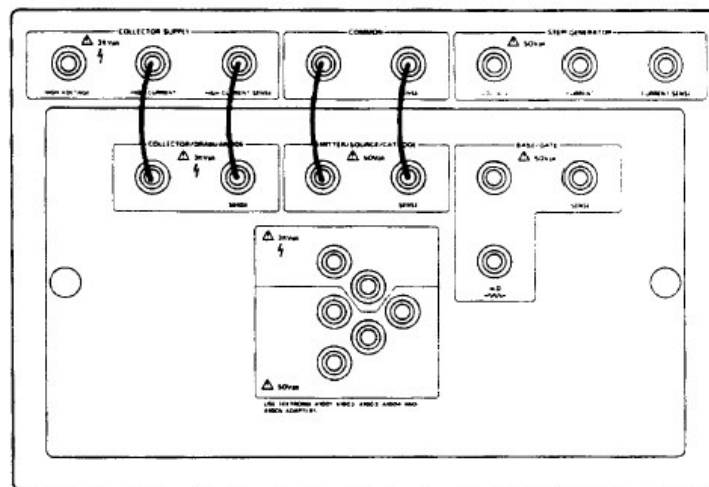


图 3-1：垂直和水平敏感度练习的辅助软线连接

Exercising the Controls.(练习控制)按下下列步骤使用上述四步骤中讲解的测试夹具单元设置。

1. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 ENABLED 位置。
2. 慢慢顺时针转动集电极电源 VARIABLE 旋钮。

观看屏幕点沿诊断线从显示方格图的左下角到右上角的移动。

3. 反时针转动集电极电源 VARIABLE 旋钮，将点移到显示中心（位置）。
4. 顺时针转动 VERTICAL CURRENT/DIV 旋钮，增加垂直敏感度。

观看点上移。

5. 反时针转动 VERTICAL CURRENT/DIV 直至敏感度达到 5A/div 设置。

6. 将 VERTICAL CURRENT/DIV 旋钮转动 1A/div 设置。
7. 顺时针转动 HORIZONTAL VOLTS/DIV 旋钮，增加水平敏感度。

观看点右移。

8. 反时针转动 HORIZONTAL VOLTS/DIV 旋钮直至敏感度达到 5V/div 设置。

观看点左移。

9. 将 HORIZONTAL VOLTS/DIV 旋钮返回到 1Vdiv 设置。
10. 按压 INVERT 显示键。

观看 INVERT 红色灯亮。

11. 反时针集电极电源 VARIABLE 旋钮。

当顺时针转动旋钮，观看点向左下部移动；当反时针转动旋钮，观看点朝右上部移动。

方格图由右上角起且点以与正常操作相反的方向运动。

12. 随下列练习继续。

Checking Vertical Sensitivity in High Current Mode (检查高电流方式中的垂直敏感度)

1. 观看存储器位置编号 1，然后按压 RECALL 设置键对 371B 进行初始化。
2. 选择点光标。
3. 转动集电极电源 VARIABLE 旋钮将点移到显示的正中心（位置）。

注意 CRTVERT/DIV 读出值区域内的电流读数。

4. 按压集电极电源峰值功率瓦 3kW 键。
5. 顺时针转动 VERTICAL CURRENT/DIV 旋钮直到敏感度被设置到 1A/div。
6. 观看 3kW 电流是从其先前位置 300W（缺省）设置增加。
7. 集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置，然后打开保护盖。
8. 将电阻器从测试适配器内或从辅助软线拆下，同时合上保护盖。

Exercising Text Editing Feature (文本编辑功能练习)

此程序讲解（示范）文本如何输入及如何由 371B 保存。用户输入的文本对识别特性曲线显示及为晚些时候使用而保存和调入设置很有用。

1. 控制 SHIFT 光标键，然后按压 ENTER 键。现在你处于文本输入模式。

信息 TEXT EDIT MODE 显示大约五秒，闪烁的文本光标出现在显示顶部的 24 个字符文本行的最左边的字符位置。

2. 交替地按压和释放上光标位置键同时观看字符以下列顺序显示在光标位置。

注意：371B 使用较低排字的“u”代替希腊字母“μ”。

一旦被显示，字符如下所述保留在原位直至被重写或被删除。

3. 按压按压右或左光标键将光标移动不同的字符位置。在没有显示文本变更的情况下，观看文本光标的移动。
4. 使用四个光标位置键输入所有想要的文本串，最多可达 24 个字符。
5. 将光标移至文本串的中间。
6. 按压 SHIFT 键并观看光标位置处显示的字符被删除同时光标移至左侧相邻位置。
7. 同时按压左和右光标位置键，并观看文本被删除同时文本光标移至文本区域的左侧。
8. 输入另一个文本串。
9. 按压 ENTER 键退出文本编辑方式。

观看文本光标从显示中消失而文本保持显示。

10. 将存储器位置变到 3 同时按压 ENTER 显示键。

输入的文本现在被保存在存储器内。

11. 将存储器位置变到 1 同时按压 RECALL 设置键。此操作再次将 371B 初始化到最初加电时的设置。

观看输入的文本从显示中清除。

12. 将存储器位置编号变回到 3，然后按压 VIEW 显示键。
13. 将存储器位置变到 1，同时按压 RECALL 设置键初始化 371B。

Formatting Floppy Disks (格式化软盘)

注意：使用新的数据重写存储器位置的保存内容。因此，在将文件保存到存储器位置前，使用文件目录特点检查存储器位置。确定你需要的文件未被包含。

1. 准备一张空白的 3.5 英寸软盘 (2HD 型)。若软盘被写保护，将写保护标签移到 WRITE-ENABLE 位置 (如图 3-2 所示)。

注意：如果你试图格式化一张在 WRITE PROTECT 位置带有写保护标签的润盘，信息 WRITE PROTECT 显示，同时格式化功能被取消。

2. 将标签侧面向上的软盘插入 (见图 3-3)，稳固地推进，直到卡进相应的位置。

3. 控制 SHIFT 光标键同时按压 SAVE 键，现在，在信息 PRESS SAVE 从显示屏上消失（大约五秒）前，再次立即按压 SAVE 键。

注意：若在信息 PRESS SAVE 显示期间，不按压 SAVE 键，信息 FORMAT ABORTED 显示同时 371B 返回到预选方式。

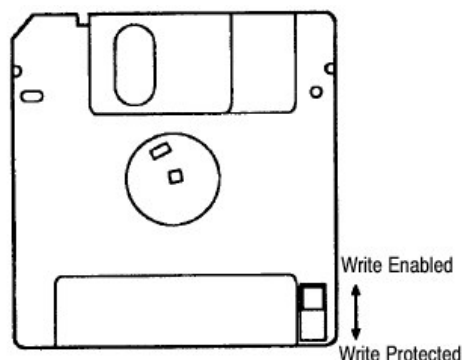


图 3-2 软盘写保护标签

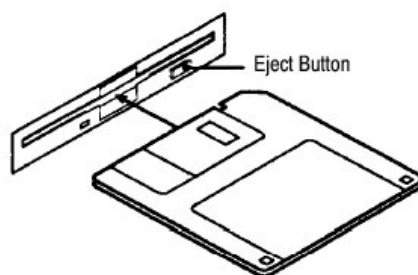


图 3-3 插入软盘

Verifying Floppy Disk Operation (验证软盘操作)

下列步骤验证 371B 将写到并由格式化软盘读取。

1. 将格式化软盘插进软盘驱动。
2. 将存储器位置设到 3，然后按压 VIEW 显示键。

观看显示的输入文本，该文本在开始文本编辑练习中被输入。

3. 将存储器位置变到 17。
4. 按压 ENTER 显示键。软盘驱动指示器短时间快闪，指示文本数据正被写进软盘。
5. 同时按压存储器上和下键，将存储器位置设到 1，然后按压 RECALL 设置键初始化 371B。

观看显示的文本消失。

6. 将存储器编号变回到 17，然后按压 VIEW 显示键。

观看步骤 2 显示的文本数据再次被显示。

7. 再次选择存储器位置 1 同时按压 RECALL 设置键重新初始化 371B。

Displaying the Memory Directory (显示存储器目录)

下列程序讲解（示范）如何显示存储目录和软盘内容。

1. 控制 SHIFT 光标键，容纳后按压 RECALL 设置键。

观看存储器部分目录（第一页）内容显示在存储器位置 1 的开头（由存储器位置 LEDs 显示的编号代表当前显示的目录页编号。）

2. 按压存储器上键同时观看存储器位置 LED 显示的编号变化，并以此表示新的显示目录页的编号。
3. 按压几次存储器上键同时注意当你在目录范围向上翻页（或向下）字样 — CURVE — and — SETUP — 交替显示。
4. 要退出目录显示，除存储器上或下，SAVE, RECALL, 或 SHIFT 光标键外，使用所有前面板控制。

Erasing Non-volatile Memory (删除非易失性内存)

下列步骤讲解如何擦除所有保存在非易失性存储器内数据。

注意：下列程序擦除保存在非易失性存储器内的 ALL DATA（存储器位置 1-16）。如果在非易失性存储器内保存有重要的数据，不要执行此操作。

1. 控制 SHIFT 光标键同时按压 INVERT 显示键。此操作将 INVERT 键功能变未删除（功能）。（注意此功能名称未印在按键下方）。

信息 PRESS INVERT 显示大约五秒。

2. 在信息 PRESS INVERT 从显示屏幕上消失前，再次按压 INVERT 键。

若在规定的时间内，再次按压 INVERT 键无效，信息 ERASE CANCELED 显示同时 371B 返回到正常操作方式。

3. 当非易失性内存被删除，信息 ERASE COMPLETE 显示。

Hardcopy and Save the CRT Image (硬拷贝和保存 CRT 图像)

Hardcopy. 当 HARDCOPY/BMP FILE 键在显示方式为 STORE 或 VIEW 时被按压，同时相适的打印机连到打印端口，371B 从起点开始打印。

硬拷贝除曲线图像外，还包括日期码。指示为 YYYY/MM/DD HH: SS。在打印期间硬拷贝操作无法取消。

BMP File.在控制 SHIFT 光标键的同时按压 HARDCOPY/BMP FILE 键，371B 开始将当前屏幕曲线图形创建为 BMP 文件并存进软盘。当仪器仅为 Store 模式时，可创建 BMP 文件。

当处于 Non-Store Mode 时，错误信息将显示在屏幕上。BMP 文件是 Monochrome 位图数据文件。文件大小通常为 50k 字节。垂直分辨率为 528 点；水平分辨率为 768 点。

文件名有 8 个字符，带有 “.bmp” 扩展名。

文件名将根据日期和时间命名。

文件名如：

<M><DD><HH><MM><S>.bmp

此处：

M 意为月，A 代表一月，B 代表二月，L 代表十一月。DD，HH，和 MM 意为一天（24 小时），小时，和分。S 意为秒，A 表示 00 到 09 秒，B 表示 10 到 14 秒，和 F 表示 55 到 59 秒。

例如：

假定你在十一月 5 日，13:22:15 创建了一个文件，文件名如下：
L051322B.bmp

CSV File.在控制 LOCAL/ADDR 键的同时按压 HARDCOPY/BMP FILE 键，371B 开始创建当前屏幕曲线图像的 CSV 文件，并将其存进软盘。CSV 文件可由 EXCEL 软件阅读。当仪器处于 Store/View 模式时，可创建该文件。

当处于 Non-Store Mode 时，错误信息出现在屏幕上。文件大小根据曲线的 Step 编号变化，且最大为 20k 字节。

文件名与 BMP 文件相同，但带有 .csv 扩展名。

日期格式如下：

X1,Y1,<CR><LF>X2,Y2,<CR><LF>X3,Y3, X_nY_n<CR><LF>

此处最大日期 “n” 为 1024。

Measurement Exercises (测量练习)

本节讲解（示范）371B 如何执行具体的测量。在此我们将讲解如何设置控制，进行器件连接，和 MOSFET 功率测量。提供下列练习：

- 测量二极管的正向电阻
- 测量二极管的击穿电压特性
- 显示集电极电流与双极晶体管集电极/放射器电压特性比较
- 比较捕获曲线与参考曲线
- 测量双极晶体管增益
- 测量双极晶体管的饱和电压
- 测量双极晶体管的击穿电压
- 显示功率 MOSFET 的漏极电流与漏极源电压特性比较
- 测量功率 MOSFET 的正向导纳

在测量实例中，除了使用其他控制和本章前面的“操作练习”中未涉及的 371B 特性外，我们将演示点，窗口，和 f 线光标的使用。

Effects On Device Characteristics (对器件特性的影响)

在下列程序中提供显示波形的图解。如果企图在程序过程中复制显示，记住器件特性的差别，在此描述的显示可能与 DUT 的显示特性不同。

Guidelines for Using Measurement Exercise (测量练习的使用指导)

用两种方法使用本节：

1. 培训练习使你熟悉测量方法的一般原理。你可很容易地从一个练习进行到下一个练习。从头开始，顺序完成所有测量练习。
2. 要完成一个具体的练习，因每一个练习都包括相关的设置信息或设置信息参考，你可仅选择有兴趣的练习来完成。

Saving the Initail(Default)Setup (保存初始化缺省设置)

下面所有练习都使要求你对 371B 进行“初始化”的，即，恢复仪器为其加电（缺省）控制设置。一种初始化方法是关电，然后再加电这样的循环。但，这不是最佳方法，最佳方法将加电设置保存在存储器内，当程序命令时，再由存储器调入。

Diode Measurement Exercises (二极管测量练习)

下列程序讲解（示范）如何测量功率二极管的正向电阻和击穿电压特性。

Measuring Forward Resistance Characteristics of a Diode. (测量二极管正向电阻) 此程序讲解 (示范) 如何测量二极管的正向电阻。点光标和 f 线光标用于此示范。

1. 打开测试夹具单元的保护盖。

如果使用 A1005 测试适配器, 完成步骤 2。若使用辅助软线, 完成步骤 3。

2. 若使用 A1005 测试适配器, 如下进行:
 - a. 将测试适配器插进适配器面板上的测试适配器连接器。
 - b. 将二极管在测试适配器内 (正极头连到测试适配器的顶端)。
 - c. 如图 3-4 所示在辅助面板和适配器面板间连接辅助软线。
 - d. 合上保护盖。

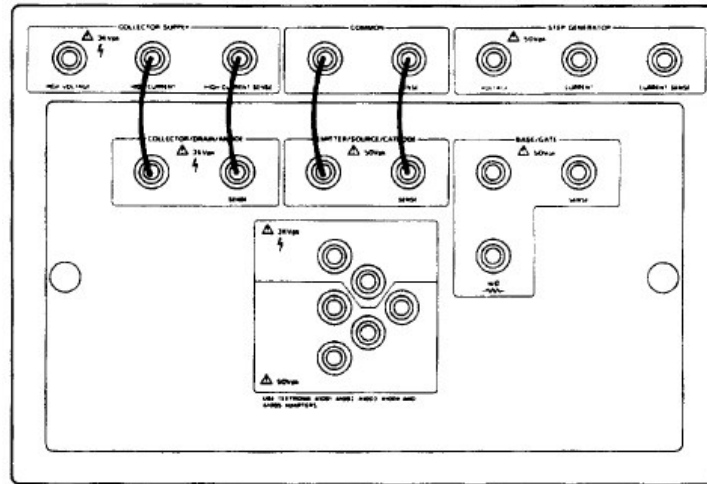


图 3-4 测量二极管正向电阻的适配器面板和辅助面板

3. 若没有 A1005 测试适配器, 你可使用带有夹子的辅助软线, 完成下列步骤:

注意: 当使用带有夹具的辅助软线时, 确保辅助软线夹子和 DUT 引线都未与机架连接。连到机架的接地辅助软线夹子或 DUT 引线会损坏 DUT 或 371B 电路元件。

- a. 移去适配器面板。
- b. 使用带有鳄鱼夹的辅助软线, 如下将二极管连到辅助面:
 - 将 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT 和 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE 连到二极管的正极 (阳极)。
 - 将 COMMON 和 COMMON SENSE 连到二极管的阴极。步骤 C 合上测试夹具单元的保护盖。
4. 观看存储器位置设到 1, 然后按压 RECALL 设置间初始化 371B。若未将初始化设置保存在存储器内, 参看“保存初始化 (缺省) 设置部分 (内容)。

5. 如下设置 371B 控制：
 - a. 根据二极管正向电流和正向电压的额定值，将 VERTICAL CURRENT/DIV 和 HORIZONTAL VOLTS/DIV 设到正确值。
 - b. 通过控制 SHIFT 光标键，然后按压 STEP MULTI.IX 键，中断步进发生器。
6. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 ENABLED 位置。
7. 慢慢地顺时针旋转集电极电源的 VARIABLE 旋钮。

点记录了二极管正向特性。

8. 设置集电极电源 VARIABLE 旋钮以便正向电流流经二极管，然后按压 SWEEP 测量键。

集电极电源电压从 0% 增加到经集电极电源 VARIABLE 旋钮设置的值，结果是一串点如图 3-5 所示代表了二极管的正向特性。

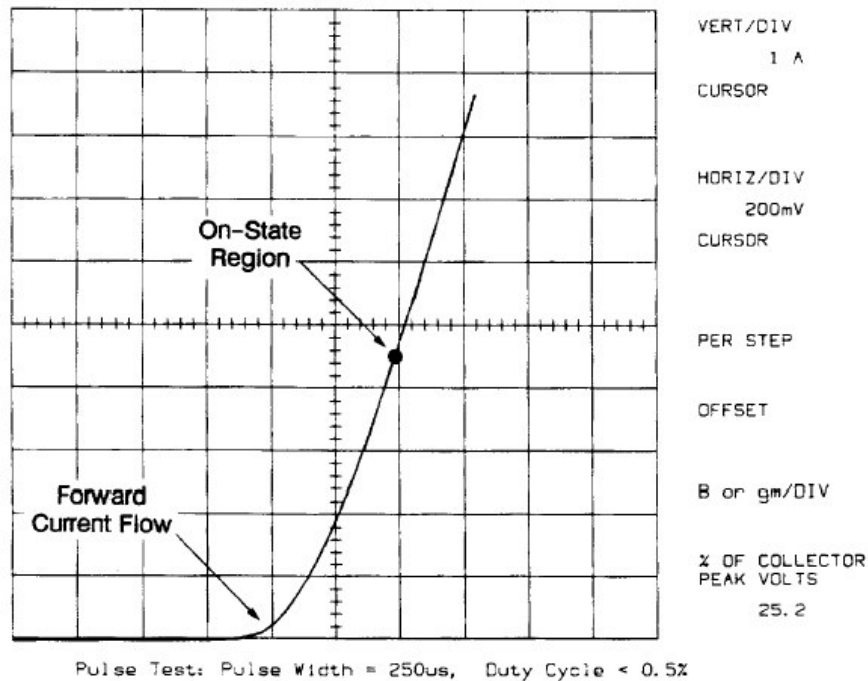


图 3-5 扫描方式显示的二极管的正向特性

9. 使用向上光标选择键选择点光标。

观看特性曲线原点显示的高亮度点。若未出现高亮度点，调整 NON STORE/STORE/VIEW INTENSITY 控制。

10. 使用上，下，左，和右光标位置键，将点光标移到 on-state（导通）区域。
11. 使用向上光标键，选择 f 线光标。

若 f 线光标不显示，调整 READOUT/CURSOR INTENSITY 控制。

12. 使用上，下，左，右光标位置键，将 f 线光标斜率变到如图 3-6 所示的曲线切线位置。

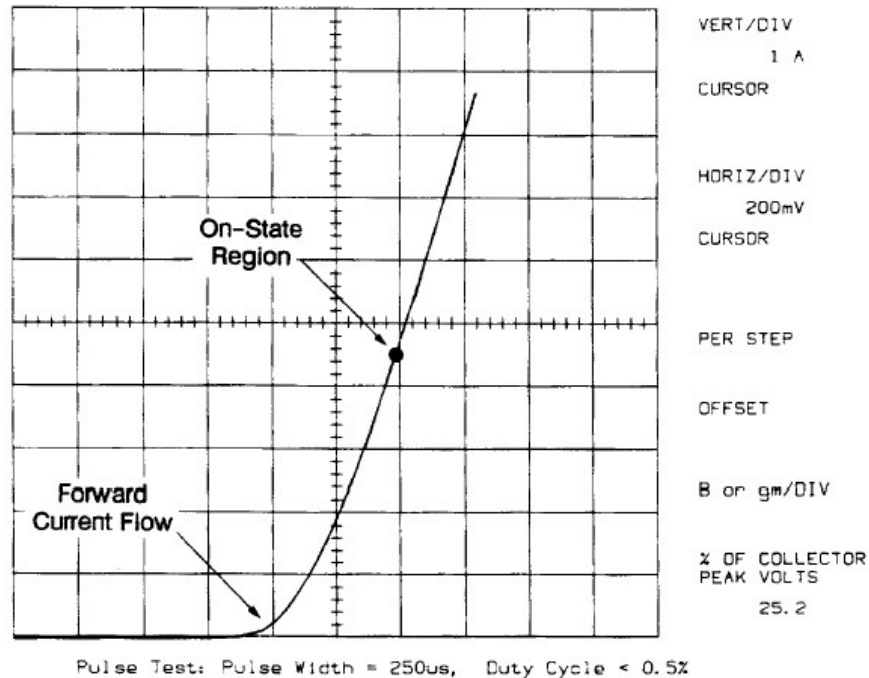


图 3-6 使用 f 线光标测量二极管的正向电阻

13. 观看 CURSOR(f:1grad)读出值区域指示的二极管的通态电阻。
14. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置。

Measuring Breakdown Voltage Characteristics of a Diode (测量二极管的击穿电压特性)

点光标用于此讲解。

注意：当使用 A1005 测试适配器时；不要超过适配器所列的最大电压。塑料适配器会因高电压造成的过热而受到损坏。如果你预料此电压会被超过，使用辅助软线，直接将 DUT 与辅助面板连接。

1. 将集电极电源的 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置，同时打开测试夹具单元的保护盖。
2. 如果使用 A1005 测试适配器，完成步骤 3。如果使用带有夹子的软线，完成步骤 4。
3. 如果使用 A1005 测试适配器，按下列步骤进行：
 - a. 将 A1005 测试适配器插进适配器面板上的测试适配器内。

- b. 将二极管安装在测试适配器内，方法是将正极（阳极）引线 with 适配器顶端的 C 终端连接。
- c. 在适配器面板和辅助面板的连接器间用辅助软线进行连接，如图 3-7 所示。
- d. 合上保护盖。

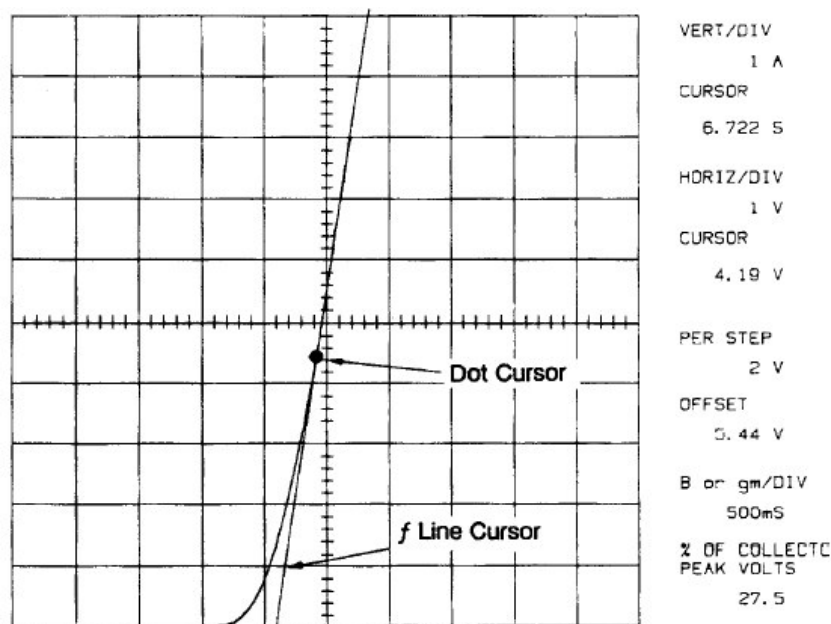


图 3-7 测量二极管击穿电压的适配器面板和辅助面板间的连接

4. 若没有 1005 测试适配器，使用辅助软线完成下列操作：
 - a. 拆下适配器面板。
 - b. 使用带有鳄鱼夹的辅助软线。
 - 将 COLLECTOR SUPPLY HIGH VOLTAGE 与二极管正极（阳极）连接。
 - 将 COMMON 与二极管的阴极连接。
 - a. 合上测试夹具单元的保护盖。
5. 初始化 371B，将存储器位置设为 1，然后按压 RECALL 内存键。

如下设置 371B 控制：

- a. （设置）集电极电源峰值功率瓦为 3W。
- b. （设置）集电极电源 POLARITY 为 INVERT。
- c. 将 VERTICAL CURRENT/DIV 和 HORIZONTAL VOLTS/DIV （设置）为正确值，表示被选二极管的反向电流和反向击穿电压。
- d. 控制 SHIFT 光标键，然后按压 STEP MULTI.1X 键，中断步进发生器。
- e. 按压 INVERT 显示键（INVERT LED 灯亮）。
6. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 开关设到 ENABLED 位置。

7. 慢慢地顺时针旋转集电极电源 VARIABLE 旋钮，绘制二极管的反相特性曲线轨迹。
8. 若显示呈回路，调节 LOOPING COMPENSATION 控制。
9. 进一步顺时针旋转集电极电源 VARIABLE 旋钮，形成击穿电流（环）流。你将看到类似于图 3-8 所示的显示。
10. 使用向上光标键选择点光标，同时使用上，下，左，和右光标位置键将光标移到曲线上的理想击穿电流位置。

垂直 CURSOR(f:1/grad)读出值给出电流电平；水平 CURSOR(f:1/grad)读出值给出击穿电压，如图 3-8 所示。

11. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 设到 DISABLE 位置。
12. 打开保护盖，拆下二极管，测试适配器（如果使用）和辅助软线。

重新安装适配器面板，如果被拆下。371B 现已准备好其它操作。

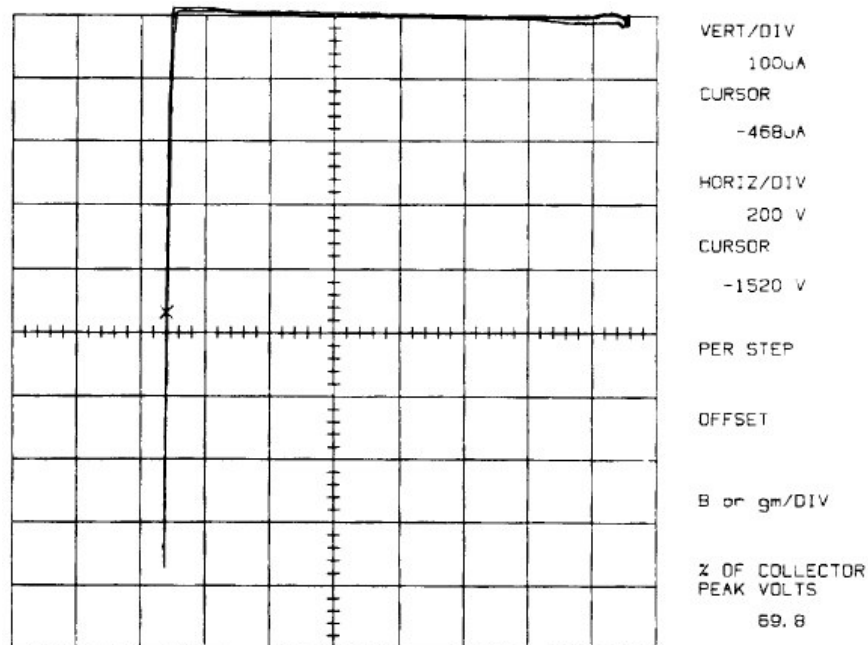


图 3-8 二极管击穿电压和电流电平

Bipolar Transistor Measurement Exercise (双极晶体管测量练习)

双极晶体管练习讲解（示范）如下：

- 显示集电极电流与集电极/放射器电压比较（曲线关系）。
- 将捕获曲线与参考曲线进行比较。
- 测量增益。
- 测量饱和电压。

- 测量击穿电压。

Displaying Collector Current Versus Collector/Emitter Voltage. (显示集电极电流与集电极/放射器电压曲线关系) 此练习示范如何使用窗口光标显示双极晶体管集电极电流与集电极/放射器电压的曲线关系。

1. 准备一个高功率双极晶体管。
2. 将集电极电源 **HIGH VOLTAGE** 和 **HIGH CURRENT** 开关设到各自的 **DISABLE** 位置。
3. 如果使用测试适配器, 完成步骤 4。如果使用辅助软线, 完成步骤 5。
4. 使用 **A1002** 或 **A1003** 测试适配器, 选最适于被选晶体管类型的, 进行下列步骤:
 - a. 将晶体管安装在测试适配器内。
 - b. 将测试适配器插进适配器面板上的测试适配器内。
 - c. 如图 3-9 所示在适配器和辅助面板间使用辅助软线进行连接。
 - d. 合上保护盖。
5. 若使用辅助软线, 完成下列步骤:
 - a. 拆下适配器面板。
 - b. 使用带有鳄鱼夹的辅助软线, 将晶体管与辅助面板连接器如下进行连接:
 - 使用两条红色辅助软线, 一条与 **COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT** 连接器连接, 另一条与 **COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE** 连接器连接。
 - 使用两条黑色辅助软线, 一条与 **COMMON** 连接器连接, 另一条与 **COMMON SENSE** 连接器连接。
 - 将两条黑色辅助软线的鳄鱼夹头与晶体管的放射器引线进行连接。
 - 使用两条黑色辅助软线, 一条与 **STEP GENERATOR CURENT** 连接器连接, 另一条与 **STEP GENERATOR CURRENT SENSE** 连接器连接。
 - 将两条黑色辅助软线的鳄鱼夹头与晶体管的基极引线进行连接。
 - c. 合上测试夹具单元的保护盖, 检查晶体管引线位置, 确保到测试夹具的其它引线或到测试夹具单元内部不存在短路。

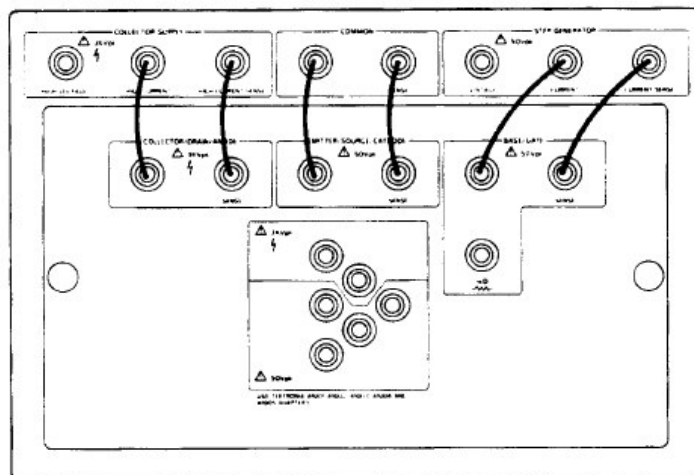


图 3-9 测量双极晶体管特性的适配器面板和辅助面板连接

6. 将存储器位置设为 1，然后按压 **RECALL** 设置键来初始化 371B。
7. 如下设置 371B 控制：
 - a. 根据使用的晶体管类型，集电极电源极性为 **NPN+** 或 **PNP-**。
 - b. **VERTICAL CURRENT/DIV** 约为 1/10 额定集电极（脉冲）电流。
 - c. 步进发生器 **NUMBER OF STEPS** 为 5。
8. 将集电极电源 **HIGH CURRENT** 开关设为 **ENABLEDA** 位置。
9. 慢慢地顺时针旋转集电极电源 **VARIABLE** 旋钮直到最低点在大约 10 格处截听水平轴。
10. 按压 **NUMBER OF STEPS** 向上键四次。
11. 观看每次按压后增加的显示点数。
12. 旋转 **STEP/OFFSET AMPLITUDE** 旋钮直至被分开约一个的距离。
13. 按压 **STEP MULTI.1X** 键，观看集电极电流在步进幅度被减为先前设置的十分之一时，开始减少。
14. 再次按压 **STEP MULTI.1X** 键恢复正常操作。
15. 按压 **SWEEP** 测量键。

几秒后，集电极电流与集电极/放射器电压特性曲线间的关系与图 3-10 所示的曲线显示类似。

16. 如果你仍继续晶体管测量实例练习，开始进行下一个“捕获曲线与 A 参考曲线比较”练习。

如果完成了该点的测试，打开保护盖，同时拆下晶体管和辅助软线。如果适配器面板被拆下，重新进行安装。

371B 现在已准备好另一个操作。

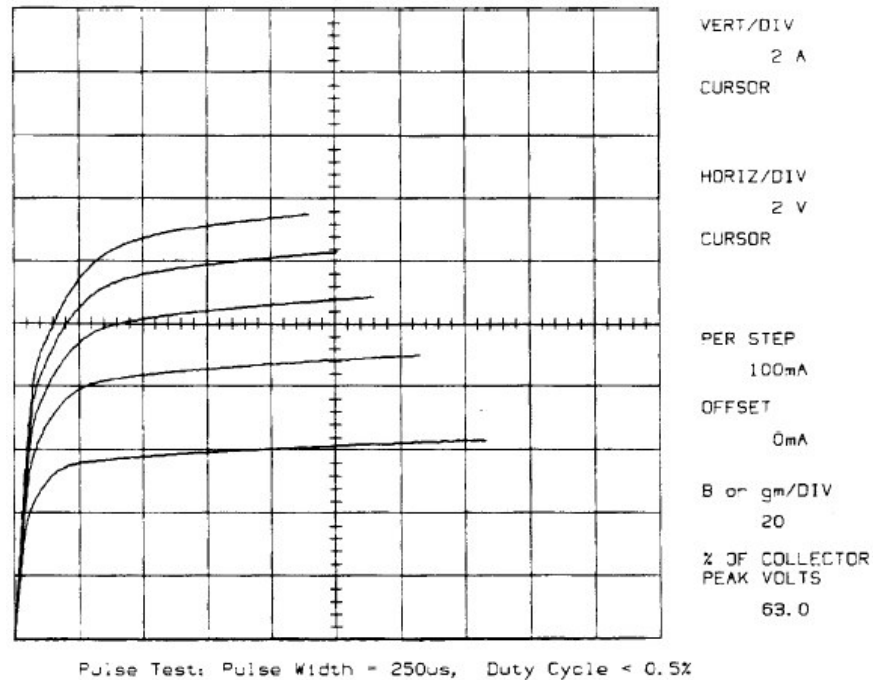


图 3-10 集电极电流与集电极/放射器电压特性曲线比较

Comparing an Acquired Curve with a Reference Curve. (比较捕获曲线与参考曲线) 此程序示范如何将捕获曲线与参考曲线进行比较。

1. 通过完成“显示集电极电流与集电极/放射器电压曲线关系”练习的所有步骤，捕获特性曲线。
2. 将存储器位置变到 2，然后按压 ENTER 显示键。

观看信息 ENTER COMPLETE 显示在屏幕的信息区域。

屏幕上的特性曲线现在被保存在存储器位置 2 按压 VIEW 显示键随时显示保存的曲线。

3. 再次按压 STORE 显示键，然后按压 SWEEP 测量键。
4. 371B 如图 3-10 所示显示集电极电流与集电极/放射器电压曲线的曲线关系。
5. 全范围转动 REF INTENSUTY 控制。观看仅参考曲线的亮度变化。
6. 再次按压 INVERT 显示键和 REF 键恢复正常操作。
7. 再次按压 SWEEP 测量键显示集电极电流与集电极/放射器电压特性曲线的曲线关系。
8. 若你仍继续晶体管测量实例练习，开始下一个“双极晶体管测量增益”练习。

若该点测试完成，打开保护盖，同时拆下晶体管和辅助软线。若适配器面板被拆下，重新进行安装。

371B 现已准备好另一个操作。

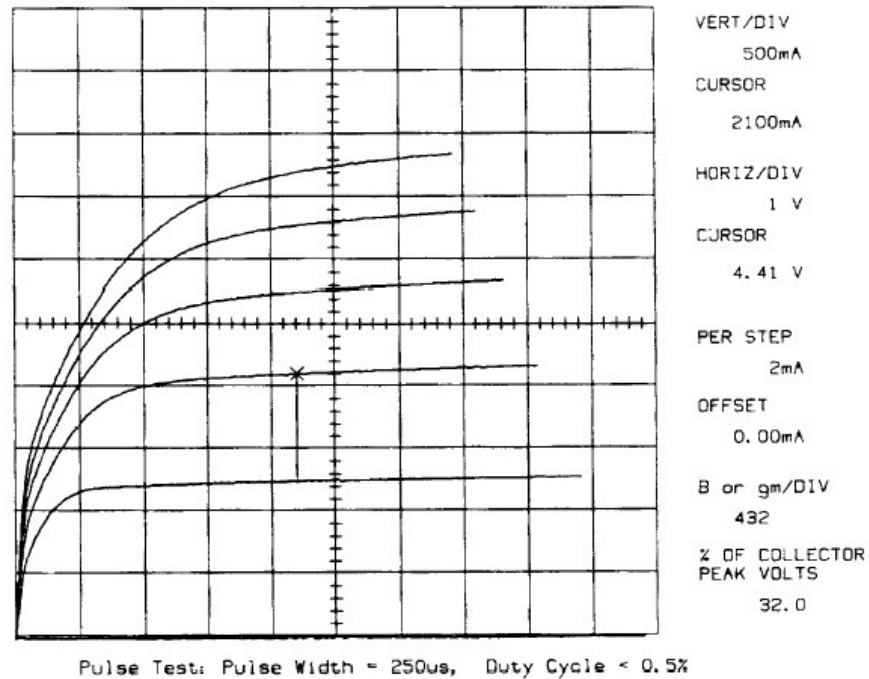


图 3-11 使用窗口光标计算双极晶体管的 h_{fe}

Measuring Saturation Voltage. (测量饱和电压) 此程序示范如何测量 NPN 双极晶体管在 $10A I_C$ 和 $2A I_B$ 处的饱和电压。

1. 准备高功率双极晶体管。(对下列程序我们使用一个 BV_{CEO} 额定值 1500V 的 NPN 双极晶体管)。
2. 如“显示集电极电流与集电极/放射器电压曲线关系”练习中，步骤 3-5 所述安装晶体管。
3. 将存储器位置设为 1，然后按压 **RECALL** 设置键，初始化 371B。若在存储器内没有保存初始化设置，参看“保存初始化设置”练习。
4. 如下设置 371B 控制：

步进发生器

步进数..... 0

设置/偏移幅度..... 500mA/步

显示

垂直电流/格..... 2A

水平电压/格..... 100mV 集电极

5. 合上保护盖，然后将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 ENABLED 位置。
6. 使用步进发生器的向上和向下 OFFSET 键，将 OFFSET 读出值设到 2000mA。
7. 增加集电极电源 VARIABLE 设置直到点升到 10A 方格图线上方，该线为中心水平方格图线。
8. 按压 SWEEP 测量键，显示曲线类似于图 3-12 所示的曲线。
9. 使用光标位置上和下键选择点光标。
10. 使用光标位置上，下，左，和右键将点光标移到曲线的 10A 电平位置。
11. 阅读 HORIZ/DIV CURSOR 读出值区域的 V_{CE} (饱和) 值。
12. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置。

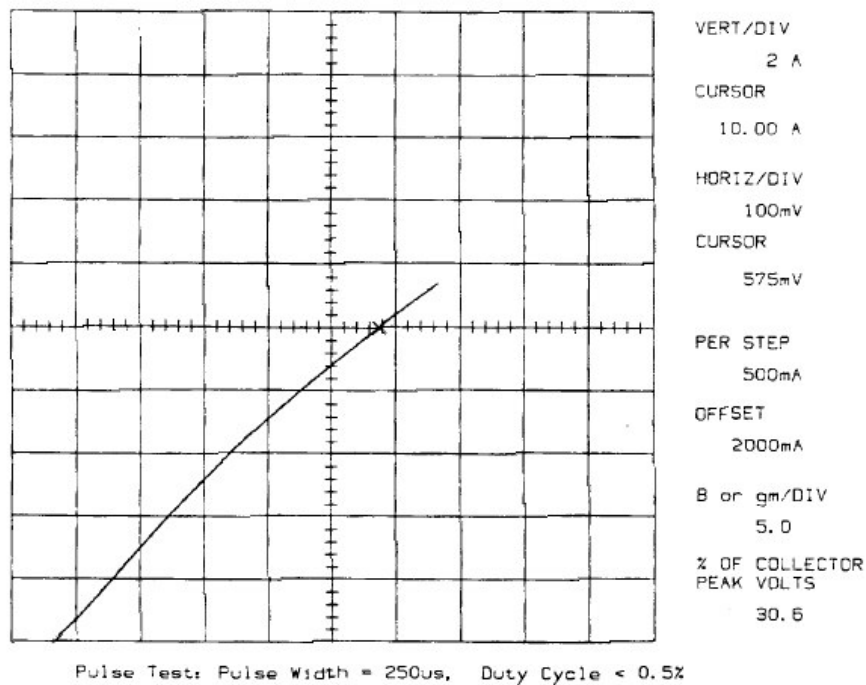


图 3-12 双极晶体管的 V_{CE} (饱和) 曲线

13. 如果你仍继续晶体管测量实例，开始下一个“测量击穿电压”练习。

如果已完成了该点测试，打开保护盖，同时拆下晶体管和辅助软线。若适配器面板已拆下，重新进行安装。

371B 现在已准备好进行另一个操作。

Measuring Breakdown Voltage. (测量击穿电压) 此程序示范如何测量双极晶体管集电极/发射器的击穿电压。

1. 准备高功率双极晶体管。（对下列程序我们使用一个 BV_{CEO} 额定值 1500V 的 NPN 双极晶体管）。
2. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 和 HIGH CURRENT 开关设为 DISABLED 位置，打开测试夹具单元的保护盖。
3. 如果使用测试适配器，完成步骤 4。如果使用辅助软线，完成步骤 5。注意：
4. 使用 A1002 或 A1103 测试适配器，选择最适于被选晶体管类型的，按下列程序进行：
 - a. 将晶体管安装在测试适配器上。
 - b. 将测试适配器插进适配器面板上的测试适配器连接器。
 - c. 如图 3-13 所示在适配器面板和辅助面板的连接线间连接辅助软线。
 - d. 合上保护盖。

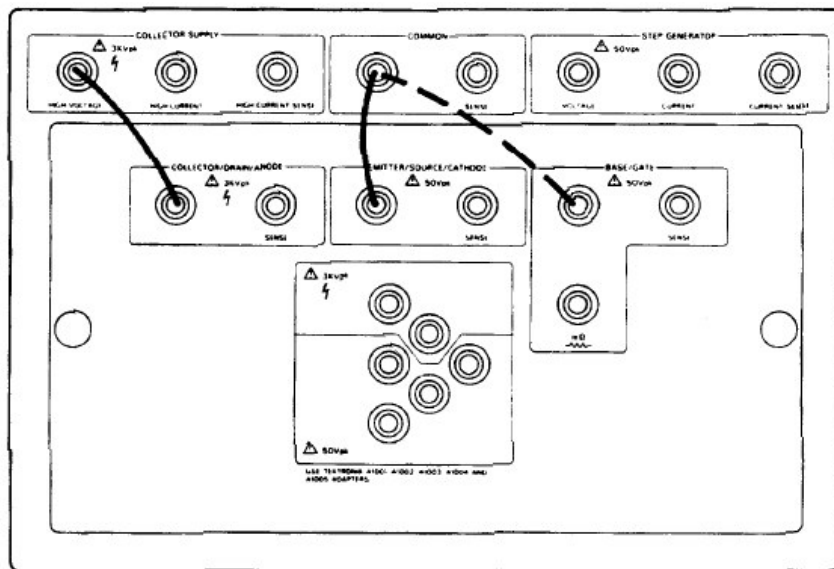


图 3-13 测量双极晶体管击穿电压特性的适配器面板和辅助面板连接

5. 如果使用辅助软线，完成下列步骤：
 - a. 拆下辅助面板。
 - b. 使用带有鳄鱼夹子的辅助软线，按下列步骤，将晶体管连到辅助面板：
 - 将红色辅助软线与 COLLECTOR SUPPLY HIGH VOLTAGE 连接器连接。将辅助软线的鳄鱼夹头与晶体管的集电极引线连接。
 - 将一根黑色辅助软线与 COMMON 连接器连接。将辅助软线的鳄鱼夹头与晶体管的放射器引线连接。
 - 合上测试夹具单元的保护盖。
 - 检查晶体管引线位置确保其到测试夹具另一端或到测试夹具单元内部无短路存在。
6. 将存储器位置设到 1，然后按压 RECALL 设置键对 371B 进行初始化，若在存储器内未保存初始化设置，参看“保存初始化（缺省）设置”。

7. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 设到 ENABLED 位置。
8. 按下列步骤设置 371B 的其它控制：
 - a. 集电极电源峰值功率瓦为 3W。
 - b. HORIZONTAL VOLTS/DIV 显示为 200V COLLECTOR。
9. 慢慢地增加集电极 VARIABLE 直到器件击穿在 371B 显示上被指示。

注意：使用前面板 LOOPING COMPENSATION 控制补偿所有显示回路。

10. 按压 REF 显示键来恢复存储器内的 BV_{CEO} (击穿) 曲线。
11. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 开关设到 DISABLED。

察看参考曲线的剩余显示，你不得不调整 REF INTENSITY 旋钮来显示参考曲线。

12. 打开保护盖，如图 3-12 所示，当虚线指示时，使用另一个辅助软线将适配器面板的 COMMON 和 BASE/GATE 终端连接。（COMMON 连接器现在附带两条辅助软线。一条连到 EMITTER/SOURCE/CATHODE 连接器；另一条连到适配器面板的 BASE/GATE。）
13. 合上保护盖。
14. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 开关设到 ENABLED。
15. 慢慢地增加集电极 VARIABLE 直到击穿产生。
16. 使用光标选择键选择点光标。
17. 使用光标位置键将点光标移到击穿区域。
18. 击穿电压在 CRT 上的水平 CURSOR 区域显示。
19. 观察参考存储器内保存的 BV_{CED} 曲线及存储方式的 BV_{CES} 曲线，如图所示 3-14。

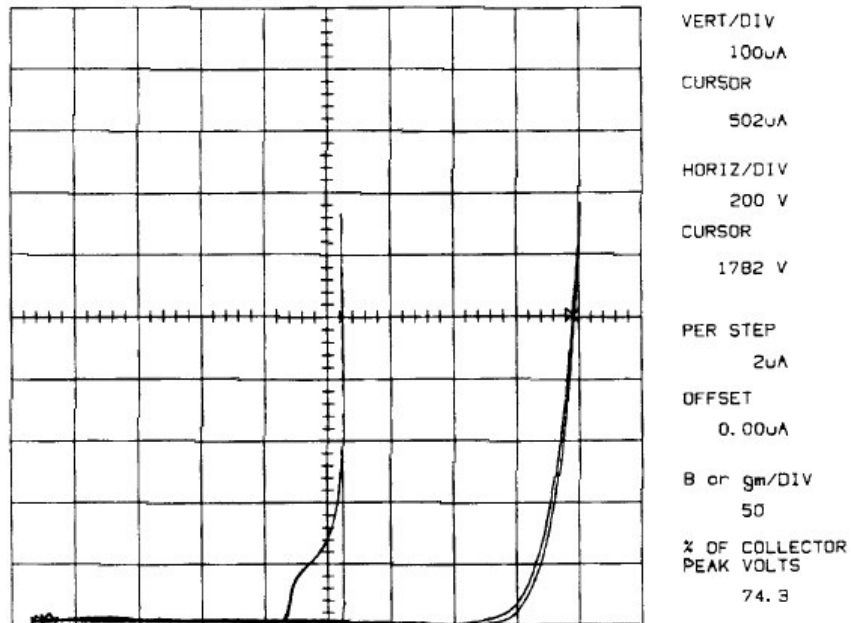


图 3-14 显示使用参考功能进行的 BV_{CED} 和 BV_{CES} 击穿测量

20. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 开关设到 DISABLED 位置。

21. 到此完成晶体管测量练习。

打开保护盖同时拆下晶体管和辅助软线，若适配器面板被移去，重装适配器面板。

Power MOSFET Measurement Exercises (MOSFET 功率测量练习)

测量 MOSFET 功率操作特性（所示使用的）技术与双极晶体管使用的技术类似。表 3-3 示出两半导体器件间的等效特性比较。

表 3-3: 双极晶体管/MOSFET 特性比较

Bipolar Transistor	MOSFET
Collector	Drain
Emitter	Source
Base	Gate
$V_{(BR)CES}$	$V_{(BR)DSS}$
V_{CBO}	V_{DGR}
I_C	I_D
I_{CES}	I_{DSS}
I_{EBO}	I_{GSS}
$V_{BE(ON)}$	$V_{GS(th)}$
$C_{VE(SAT)}$	$V_{DS(on)}$
C_{ib}	C_{iss}
C_{ob}	C_{oss}
h_{fe}	g_{fs}
$R_{ce(sat)} = \frac{V_{CE(sat)}}{I_C}$	$r_{ds(on)} = \frac{V_{DS(on)}}{I_D}$
V_{EC}	V_{SD}

此程序讲解（示范）如何：

- 显示漏极电流与漏极/源电压特性比较
- 测量前项导纳

Displaying Drain Current versus Drain/Source Voltage Characteristics. (显示漏极电流与漏极/源电压特性比较) 此程序示范如何显示 MOSFET 漏极电流与漏极/源电压比较（曲线关系）

1. 准备一个 N 通道增强型的 MOSFET 功率。
2. 将集电极电源 HIGH VOLTAGE 和 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置同时打开测试夹具单元的保护盖。
3. 若使用一个测试适配器，完成步骤 4；若使用辅助软线，完成步骤 3。
4. 使用 A1002 或 A1003 测试适配器（标准附件），选择最适于被选 MOSFET 的类型。按下列步骤开始：
 - a. 将 MOSFET 安装在测试适配器上。
 - b. 将测试适配器插到适配器面板上的测试适配器连接器上。
 - c. 在适配器和辅助面板的连接器间使用辅助软线进行连接，如图 3-15 所示。
 - d. 合上保护盖。

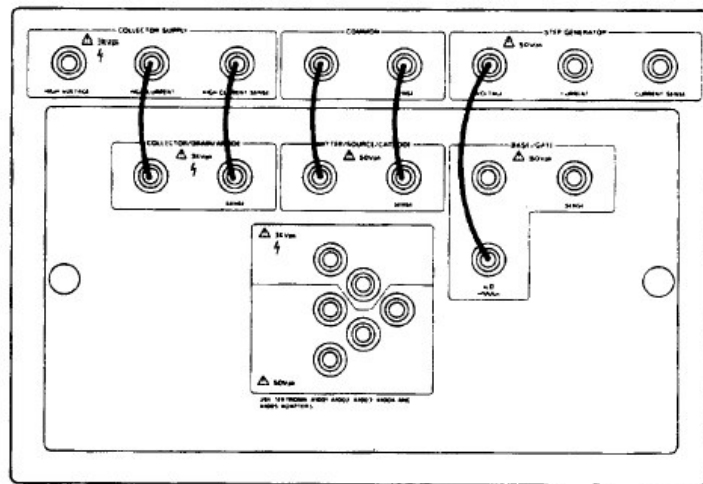


图 3-15 测量 MOSFET 功率特性的适配器面板和辅助面板连接

注意：Kilvin 感应用于此测量实例，因高电流电平流经 DUT。如此感应流经适配器面板内的 $1k\Omega$ 电阻。此操作有助于预防振荡。

5. 若使用辅助软线，完成下列步骤：
 - a. 拆下适配器面板。
 - b. 使用带有鳄鱼夹的辅助软线，按下列步骤将 MOSFET 连到辅助面板连接器：
 - 使用两条红色辅助软线，一条连到 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT 连接器；另一条连到 COLLECTOR SUPPLY HIGH CURRENT SENSE 连接器。
 - 将两条红色辅助软线的鳄鱼夹头连到 MOSFET 的漏极引线。
 - 使用两条黑色的辅助软线，一条连到 COMMON 连接器；另一条连到 COMMON SENSE 连接器。
 - 将两条黑色辅助软线鳄鱼夹头连到 MOSFET 源引线。

- 将鳄鱼夹辅助软线连到 STEP GENERATOR VOLTAGE 连接器，另一端连到 MOSFET 门引线。
- 将黑色辅助软线鳄鱼夹头连到晶体管基极引线。

注意：必须增加一个与基极引线串联的 $1k\Omega$ 电阻来稳定器件。

- c. 合上测试夹具单元的保护盖，因高电流电平流经 DUT。 $1k\Omega$ 电阻与 STEP GENERATOR VOLTAGE 连接器串联有助于预防振荡。
6. 将存储器位置设到 1，然后按压 RECALL 设置键来初始化 371B。如果不得不将初始化设置保存在存储器内，返回参看“保存初始化（缺省）设置”。
7. 如下设置其它 371B 控制：
 - a. 根据 MOSFET 额定功率值，（设置）集电极电源 PEAK POWER WATTS 为 3kW 或 300W。
 - b. 如下设置 371B 控制：

源..... 电压

步进数.....0

步进 MULTI.1X.....ON

步进/偏移幅度..... 500mV（STEP MULTI.1X 打开）
 - c. 垂直电流/格约为 1/10 额定漏极（脉冲电流）
8. 使用光标选择向上键来选择点光标。
9. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 ENABLED 位置。
10. 慢慢地顺时针旋转 VARIABLE 旋钮，并将显示点右移 10 格。
11. 按压 OFFSET 向上键直至垂直 CURSOR 读出值内出现变化，指示漏极电流流动。
12. 按压五次 NUMBER OF STEPS 向上键。
13. 观察在每次键被按压时的显示点数的增加。
14. 按压 SWEEP 测量键。

在大约 15 秒内，漏极电流与漏极源电压特性曲线比较的显示类似于图 3-16 和 3-17 所示。

15. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置。
16. 如果你继续 MOSFET 测量实例，开始进行下一个练习“测量 MOSFET 功率前向导纳”。

如果你完成了该点的测试，打开保护盖，同时拆下 MOSFET 和辅助软线。若适配器面板被拆下，重新安装面板。

现在 371B 已准备好了另一个操作。

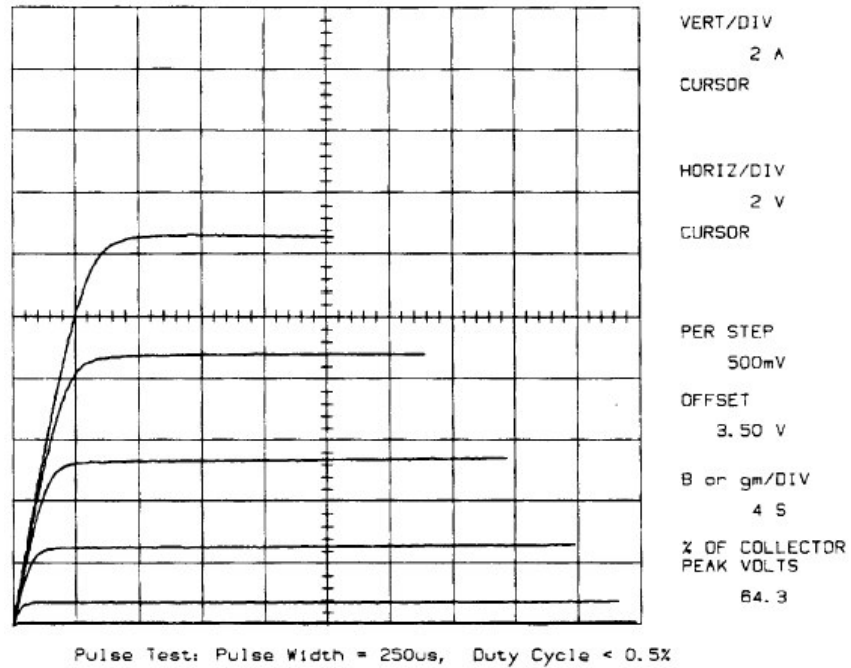


图 3-16 测量 MOSFET 功率的漏极电流与漏极/源电压特性比较

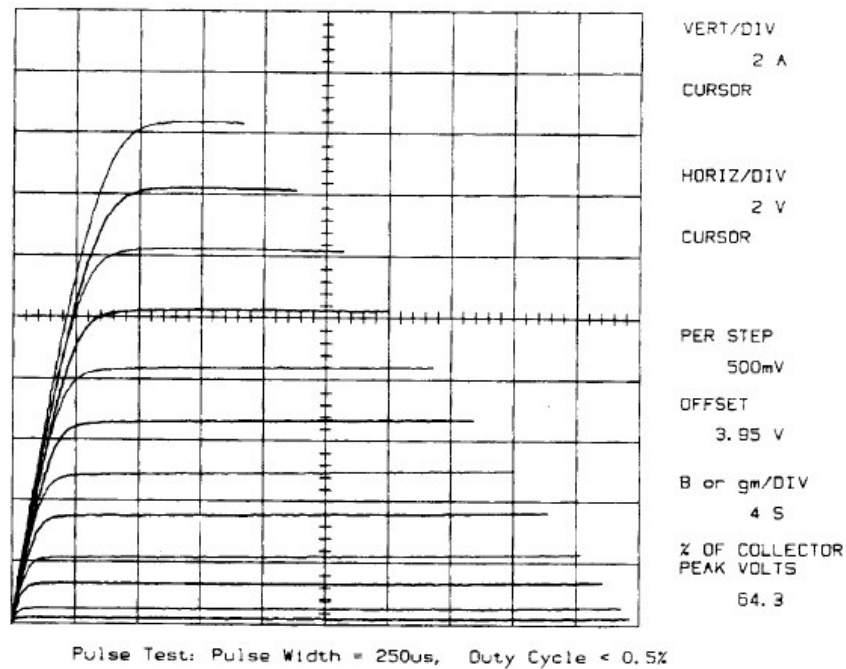


图 3-17 10 步进参考显示的漏极电流与漏极/源电压特性比较

Measuring Forward Admittance of a Power MOSFET. (测量 MOSFET 功率的前向导纳) 此程序示范如何使用 f 线光标测量 MOSFET 功率的前向导纳。

1. 按“显示漏极电流与漏极/源电压特性比较”开始练习的步骤 2 到 5 所述，安装一个 N 通道增强型的 MOSFET 功率。
2. 将存储器位置设到 1。然后按压 RECALL 设置键 371B。如果你不得不将初始化步骤保存在存储器内，参看本章前面章节中有关“保存初始化（缺省）设置”。
3. 如下设置其它 371B 控制：
 - a. 根据 MOSFET 功率额定值，（设置）集电极电源峰值瓦为 3kW 或 300W。
 - b. 如下设置 371B 控制：

源.....电压

步进数.....0

步进/偏移幅度..... 2V
 - c. 垂直电流/格约为 1/10 额定漏极（脉冲电流）。
4. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 ENABLED 位置。
5. 使用光标选择键选择点光标。
6. 顺时针旋转集电极电源 VARIABLE 旋钮将显示点右移约五格。
7. 将 HORIZONTAL COLTAGE/DIV 设到 STEP GEN (V_{BE}) 1V 位置。
8. 按压 OFFSET 向上键增加门/源电压直到达到想要的垂直偏转。
9. 按压 SWEEP 测量键。

偏移信号自动扫描，绘制的漏极电流与门电压特性曲线比较类似于图 3-18 所示的曲线。

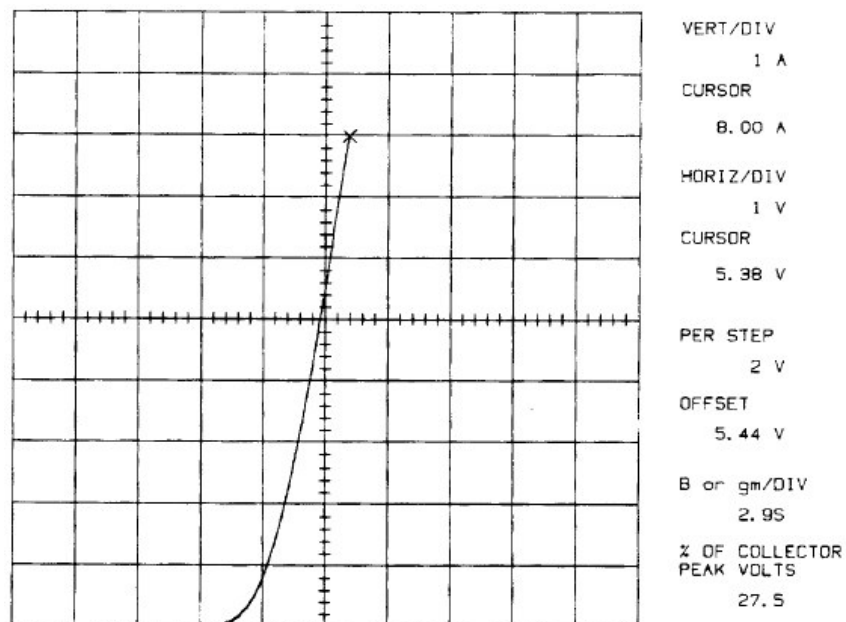


图 3-18 前向传输曲线， $I_D=8A$

10. 使用光标位置键移动点光标直至漏极电流读出值达到前向传输导纳测量条件值。
11. 使用光标选择向上键选择 f 线光标。
12. 使用光标位置键调整 f 线光标斜率直到它与如图 3-19 所示曲线正切。

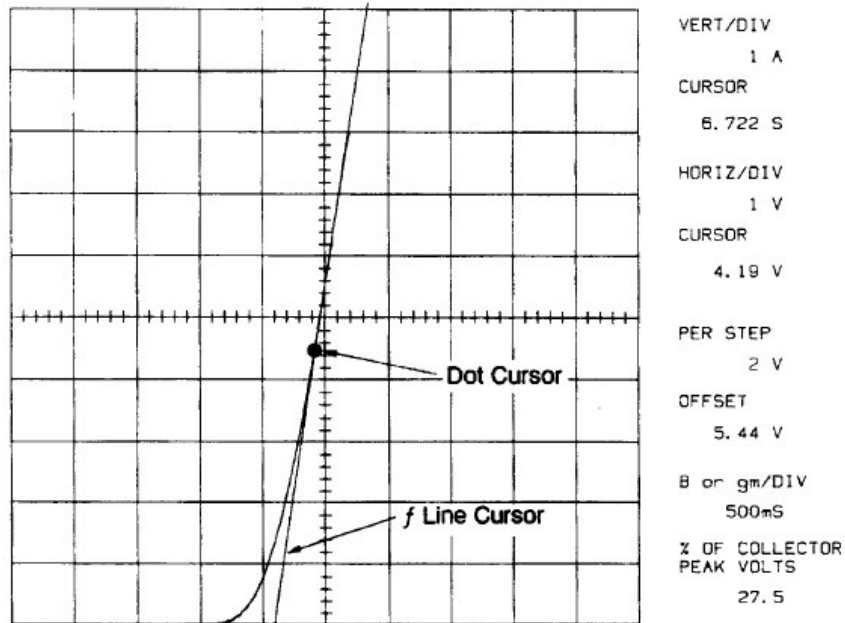


图 3-19 使用 f 线光标测量 MOSFET 功率前向传输导纳，此例中， $G_{fs}=6.722S$

13. CURSOR 读出值区域指示前向传输导纳。
14. 将集电极电源 HIGH CURRENT 开关设到 DISABLED 位置。
15. 若完成该点测试，打开保护盖，同时拆下 MOSFET 和辅助软线。若适配器面板被移去，重现安装面板。

371B 现在已准备好另一个操作。

第五章 GPIB

本章讲解 371B 按下列顺序使用 GPIB 接口：

- 回顾 371B 的基本原理
- 接口性能
- 系统设置和配置
- 经 GPIB 控制 371B
- 器件相关的信息格式
- 前面板设置和相关 GPIB 指令
- 指令参考（指令说明）
- 服务请求

Review（回顾）

General Purpose Interface Bus, 或 GPIB 是一个标准化的，数字接口，内联多达 15 个独立的仪器，连接器，和其它器件。仪器可以是 371B 高功率曲线图示仪，信号发生器，数字万用表或数字示波器。ANSI（美国国家标准协会）和 IEEE（电气和电子工程师协会）标准定义接口的两个方面：硬件和基本通讯协议。

Hardware（硬件）

硬件由各个器件的一套接口电路组成，标准的 24 芯导体电缆内联系统器件。24 条电线中的 16 条用于发信：8 条地址线或 8 条数据线，三条在数据传输过程中用于交接处理，五条用于接口管理。大部分数据以八位数据线八位字节串被传输。

Communication Protocol（通信协议）

基本的通信协议规定了一套预定义接口信息用于系统组织和交接处理，但仅指示用于交换其它信息的基本要求，例如，设置指令和测量结果。协议对测量结果的含义或格式不进行定义，统称为器件相关信息。

各个仪器有意义的信息由仪器的制造商规定，通常定义在仪器的手册中。泰克为其所有的 GPIB 仪器的高级别的协议规定标准，统称为 Tektronix Codes and Formats（泰克编码和格式）。

GPIB 系统包括一个控制器和一个或多台仪器，例如 371B。有些仪器是只说或只听而其它仪器是即可听也可说。371B 即为后者。将一个控制器与 371B 连接，及其它可能的仪器，提供四个主要工作范围的操作：

- 程序的开发
- 系统控制
- 数据处理
- 显示和存储

这四个任务将在下面进行讨论。

Program Development（程序开发）程序开发包括写，编辑，和必须的程序调试，用来控制系统仪器。

System Control.（系统控制）在程序运行时，控制器为系统仪器指派任务，协调通讯，处理错误条件和监视系统的进程。

此仪器对任务的控制可进一步地分为成六个功能：

- 寻址仪器
- 发送命令
- 传输和接收数据
- 处理中断
- 数据处理
- 显示和存储

下面将就每一系统控制功能进行讲解。

Addressing Instruments.（寻址仪器）控制器通过寻址来选择仪器。总线上的每一仪器在 0 到 39 范围内被指定唯一一个地址。主控制器使用此地址将仪器设为说者（讲）或听者。

Sending Data and Commands（发送数据和命令）相关器件信息将命令和数据从控制器传送到 371B 同时返回仪器状态信息和测量数据。ATN 线（GPIB 的 11 接脚）在接口信息被发送出去并从相关器件信息中进行识别时，便会置位。（见图 4-1 示出此相互作用的图解说明）

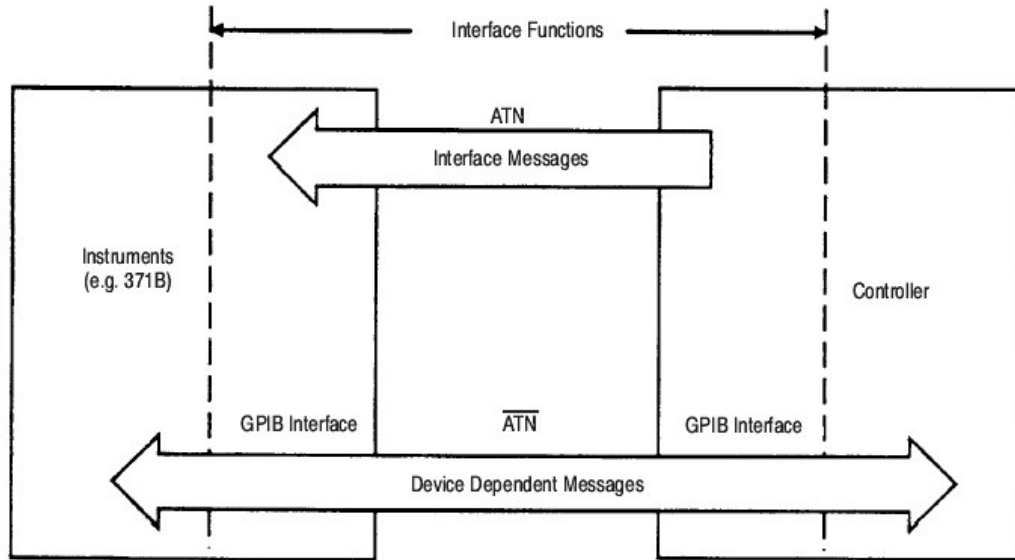


图 4-1 GPIB 信息

接口信息是控制接口功能的命令。IEEE 标准 488 规定对所有器件相同的接口信息。

有两种接口信息：单线和多线，此处“线”涉及总线内的 16 条信号线。多线信息可被进一步地细分为通用命令，地址，和寻址命令。图 4-2 示出不同类型的 GPIB 信息关系如何，及如何用指定的标准三字母符号来表示。

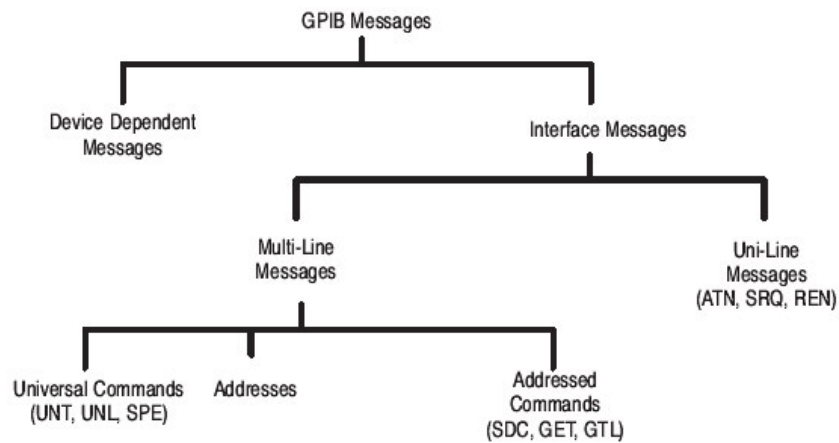


图 5-2 GPIB 消息

多线接口信息是通过在 GPIB 八个数据线上放置一个字节及置位 ATN 线被发送。通用命令影响所有总线器件，而地址和寻址命令仅影响寻址仪器。

单线接口信息是通过置位 GPIB 五个独立的接口信号线之一被发送：

SRQ (服务请求)

ATN (注意)

IFC (清除接口)

REN (远程有效)

END (EOI, 结束或识别)

相关器件信息由命令或数据组成, 控制仪器功能和通讯仪器状态, 除测量数据和其它信息外。如前所述。这些信息的内容和格式已经由泰克编码和格式进行了寻址。所有这些信息类型对 371B 来说都是重要的。

Transmitting and Receiving Data.(传送和接收数据)大多数仪器即能与系统控制器讲(发送数据)也能听(接收数据)。371B 即属此类。事实上, 371B 发送和接收两种级别的数据: 仪器设置和测量结果。有各种方法编码这种数据。371B 符合泰克编码和格式, 使用英文关键字设置和保持数据状态并组合类似关键字和形成测量数据的二进制编码数字。

Handling Interrupts.(处理中断) 371B 和系统中的其它器件可产生中断来通知控制器出现了某些需引起注意的条件, 例如, 某个错误条件或操作的完成情况。控制器论询总线器件以发现中断源, 阅读其状态, 并采取适当的行动。

Data Processing.(数据处理) GPIB 系统始终存在的另一个主要任务是处理从仪器中捕获的数据。此处理实例从曲线族中提取关键参数并决定其是否已超过了某些通过-失败的标准。

Display and Storage.(显示和存储) 一旦数据被发送到控制器, 除了被处理外, 还可被存储或被显示。控制器的操作屏幕是显示数据的地方。

Interface Capabilities (接口能力)

IEEE 标准 488 定义各种可能的接口能力来区分在各种控制器和仪器中哪些是必须的。

表 4-1 概述在 371B 中认识(了解)的各种能力。缩略语被详述在 IEEE 标准中。

表 4-1: GPIB 接口指标

Function	Subset	Note
Source Handshake	SH1	Complete Capability
Acceptor Handshake	AH1	Complete Capability
Talker	T6	Basic Talker, Serial Poll, Talk Only, Unaddress if MLA
Listener	L4	Basic Listener, Unaddress if MTA
Service Request	SR1	Complete Capability
Remote / Local	RL2	Complete Capability
Parallel Poll	PP0	Not Capability
Device Clear	DC1	Complete Capability
Device Trigger	DT0	Not Capability
Controller	C0	Not Capability

Interface Message (接口信息)

下面讲解曲线图示意如何反应标准接口信息。缩略语是使用 IEEE 标准 488，如前所述，单线信息经专用线发送，多线信息使用八条数据线发送此时 ATN 线置位。在下面的讲解中，单线信息以相应的置位线描述；多线信息对八位字节代表的八条数据线，使用它们各自的 ASCII 码和小数值。

由于 371B 所需的接口功能，不是所有可能的接口信息都是有意义的。371B 不响应下列信息：

GET 群执行触发
 PPC 平行论询配置
 PPU 平行论询非配置
 TCT 实施控制

如述对接口信息响应或使用下列接口信息。

My Listen and My Talk Address(MLA andMTA).371B 地址是通过在后面板上设置地址选择开关来建立。当 371B 收到与各自命令相符的地址，它对输入的正确状态进行响应：准备讲或准备听。

Attention(ATN).使用置位的 ATN 线，八条数据线上的数据被解释为地址或接口信息。使用大多数控制器编程语言，ATN 线的运行对用户是透明的。

Unlisten(UNL) and Untalk(UNT).当 Unlisten 信息（ASCII “?”，十进制数 63）被接收时，371B 功能处于空闲（非地址）状态。在空闲状态中，371B 不接收来自 GPIB 的信息。当曲线图示意接收 Untalk 信息（ASCII “-”，十进制数

95) 时, 讲功能处于空闲状态。在此状态中, 371B 无法接收经 GPIB 传送的数据。

Interface Clear (IFC) .当接口清除线置位时, 讲和听功能处于空闲状态。这与接收 Untalk 和 Unlisten 命令一样, 产生同样的效果。它仅重置接口。清除输入和输出缓冲器, 不影响任何仪器功能。这可被用来重新启动与 371B 的通信。

Device Clear (DCL) .器件清除信息 (ASCII “Control T”, 十进制数 20) 重新初始化 371B 和控制器间的通信。在对器件清除进行响应时, 371B 清除所有输入和输出信息及所有未执行的控制设置。除加电外, 任何等待被报告的错误和事件, 也被清除。如果 SRQ 线由于加电外的任何原因已被置位, 在 DCL 被接收时, 它会变成未置位。

Selected Device Clear(SDC).被选器件清除信息 (ASCII “Control D”, 十进制数 4) 执行与 DCL 相同的功能。但, 仅听地址确定的仪器对 SDC 进行响应。

Go To Local(GTL).进入本地 (CTL) 信息 (ASCII “Control A”, 十进制数 1) 返回到 371B 的前面板同时关闭前面板 REMOTE 指示器, 就象对前面板 LOCAL 键那样。

Remote Enable(REN).当远程有效 (REN) 线被置位同时仪器接收其听地址 (MLA) 时, 371B 处于其远程状态 (REMS) 同时前面板 REMOTE 指示灯亮。

Service Request(SRQ).服务请求 (DRQ) 线是通过 371B 在每次状态变化需报告给控制器时被设置的。

Serial Poll Enable and Disable(SPE and SPD).串论询的有效和失效信息 (ASCII “Control X”, 十进制数 24) 导致 371B 传输其串论询状态字节当它是讲地址时。串论询失效信息 (ASCII “Control Y”, 十进制数 25) 将 371B 切换回正常操作。

End or Identity(END or EOI). 如果 LF/EOI 是当前被选的信息终端器, 371B 或控制器使用命令的最后字节或数据同时设置结束或识别。如果仅选择了 LF, 信息终端器为 LF 同时有 QOI, 再加上 CR。

Local Lockout (LLO) .当本地锁定 (LLO) 信息 (ASCII “Control 0”, 十进制数 17) 被接收时, 371B 进入锁定状态。

注意: 371B 当设置锁定时, 前面板锁定指示器就不指示了。一旦设置, 所有随后的前面板键的输入和对应的远程命令将不起作用 (被忽略)。

Device Dependent Message (相关器件信息)

371B 的仪器相关信息分三类：命令和质询，设置数据，和测量数据。

Commands and Queries. (命令和质询) 发送到 371B 的命令初始化某些行为或改变某些设置。某些命令短到仅有三个字符。其它更多的符合命令可以更长。

值得注意的子细目命令是质询命令或质询。371B 通过将另一个器件相关信息发回到控制器来响应质询。此响应通信 (报告) 正确的仪器状态，设置，或测量数据。这些信息还从几个字符长度变到许多字符长度。

Setup Data. (设置数据) 因大多数前面板设置是可编程的，串命令可针对具体的测量来设置 371B。事实上，单独的设置群或整个前面板设置可串在一起并作为单个信息发送。

质询可用来发送单个的设置或将整个的前面板设置返回到控制器。这意味着可手动进行设置，然后使用总线控制器进行存储，提供的替代是将设置存储在 371B 的大容量存储器内。

Measurement Data. (测量数据) 通常来自 371B 最有意义的有效数据是成套的来自被测器件的特性曲线。对所有给定的测量，此数据被打包成两部分：前缀和曲线。前缀和曲线可从 371B 分别或组合读进控制器。后者还可被加载回 371B，做进一步的使用。

前缀包括传译，刻度，和标记曲线的数字信息所必须的信息。此前缀以 ASCII 字符进行编码而无需由控制器进行翻译即可由操作者阅读。

曲线是一串二进制编码数字，表示 1024 数字点代表的显示曲线的 X-Y 坐标。这些二进制编码数字由控制器进行传译。

其它两种可由 371B 阅读的数据类型是：位于曲线的光标 (所在) 坐标，和屏幕文本显示区域内所示文本。

Setup (设置)

在将 371B 放进系统工作的第一步是：

- 设置总线地址
- 选择信息终止符
- 连接 GPIB 电缆
- 加电

Setting the Bus Address (设置总线地址)

371B 在后面板上有一排配置开关，用于设置总线地址和信息终止符（见图 4-3）。

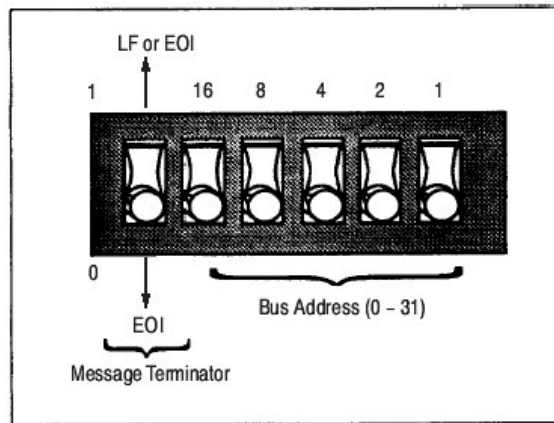


图 4-3 后面板配置开关

每一个与总线连接的仪器必须有其唯一的地址。这个地址经控制器来使用确定到和来自具体（特定）器件的方向。

在选择仪器的总线地址时，记住：

- 371B 的地址必须是总线上唯一
- 某些控制器的保留自己的地址
- 选择地址 31，逻辑上讲是将 371B 从总线上移去；这样它就对任何 GPIB 地址不响应，但保留了不听和不讲。
- 371B 仅使用主要的地址。发送辅助地址将没有效果。
- 地址发送可以通过检查或设置位于 371B 后面板的地址开关来验证或改变。

地址验证还可通过同时按压前面板 SHIFT 键和 GPIB/ADDR 键来进行。信息终止符和总线地址出现在 371B 错误信息区域。

Choosing the Message Terminator.（选择信息终止符）终止符用于指示信息传输的结束。两个最常用的终止符是 EOI（结束或识别）信号线和 LF（线馈给）字符。

若选择 EOI，371B 在发送信息时使用最近的日期字节置位 EOI 线，同时在接收信息时，确认 EOI 线。若选择 LF，CR（回车）和 LF（馈给线）将随最近的日期字节发送，EOI 线同时使用 LF 字符置位。

在接收信息时，371B 将视接收的信息是 LF 字符还是 EOI 线置位结束信息。

决定使用哪一终止符的最佳方法是观看系统控制器指标。

终止符可以使用后面板配置开关排（组）的终止符开关来进行设置（图 4-3）。

Reading in the Switch Settings.（阅读开关设置）开关设置仅在加电或当信息终止符和总线地址显示在 CRT 上时，通过 371B 处理器来进行阅读。因此，当电源打开时开关有变化，同时按压 SHIFT 光标和 GPIB/ADDR 键，开关变化生效。

Connecting the GPIB Cable（连接 GPIB 电缆）

使用标准的 GPIB 电缆，连接 371B 与 GPIB。GPIB 系统一般以两个配置进行连接，如图 4-4 所示：星或线。

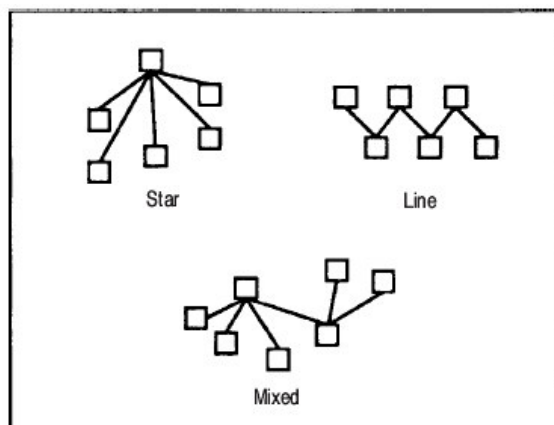


图 4-4 总线配置

当使用星配置时，只要总的电缆长度不超过 20 米且仪器是根据几个基本的原则在总线上分布的，即可进行混合配置：

- 总器件不超过 15 个，包括控制器，都可包括在单个总线上。
- 每隔两米电缆加载一个器件以保持正确的电气特性。
- 每个仪器代表总线上的一个器件。371B 代表一个加载的器件。

Powering Up（加电）

使用 GPIB 地电缆，将 371B 与系统连接同时设置地址和信息终止符，至此，系统准备好了加电。作为 GPIB 系统部分，加电 371B，同时还有些具体的考虑将在下面段落中详述。

Powering Up the System Controller and Other Devices. (加电系统控制器和其它器件) 记住, 在加电总线系统的几个仪器时, 在控制器出现“在线”前, 至少有一半的仪器已被加电。

Self Test. (自检) 要打开 371B, 按压前面板的 POWER 开关。371B 在加电的同时完成自检并初始化到预定义状态, 随后, 仪器进入测量状态 (准备好了进行测量)。

Power-Up SRQ. 在完成机电测试后, 371B 置位被叫做 SRQ 的 GPIB 线。状态字节在接口处被设为 65。

Controlling the 371B over the bus (经总线控制 371B)

下面讨论控制器可以:

- 发送指令到 371B。
- 发送质询和接收响应
- 控制 371B 设置
- 存储和传输 371B 数据
- 从 371B 移动波形数据
- 将波形数据加载到 371B
- 传输光标和读出值数据到和从 371B。

Sending Commands to the 371B (发送命令到 371B)

大多数 GPIB 系统控制器和它们的语言提供高级语句来发送器件相关信息, 例如, 命令, 到所有系统仪器, 包括 371B。

这些高级语句通常包括三个部分:

- 产生动作行为的关键字 (打印, 输出, 写, 等等) (经总线发送信息)。
- 一个地址或逻辑单元数字定向到具体仪器的信息。
- 器件相关信息是经仪器识别的实际的命令, 质询, 或数据 (大多数控制器使用双引号来限定器件相关信息)。

下列实例示出两个控制器和各自语言的命令串。第一个是带有泰克 GURU 卡的 IBM PC, 运行 BASICA; 第二个是惠普 200 或 300 系列 Scientific 计算机, 运行 200 或 300 系列 BASIC。

在这些例子中, 371B 器件相关命令 WINdow (缩写为 WIN) 被用来将窗口光标设到中屏。在第二和第三个例子中, 假定 371B 的 GPIB 地址为 “8”。

IBM PC: (The address is assigned elsewhere in the code.)

```
200   WRT$="WIN 250,250,750,750"   'Create Command string.
230   CALL IBWRT (DSO%, WRT$)      'Send Command.
```

Hewlett Packard 2001300 Series:

```
200   OUTPUT 708; "WIN 250,250,750,750", END
```

有用的地址变化是将 371B 地址指定为变量并用此变量来代替具体的数字地址。在下面的例子中，地址被设为“6”。此方法用于两个实例控制器，当运行 BASIC 时及仅通过变量值的改变（变化）允许几个命令目的地被更迭：这也是配有 GURU 卡的 IBM PC，运行 BASICA 使用的方案。

Hewlett Packard 2001300 Series:

```
720   DEVICE=706
730   OUTPUT DEVICE;"250,250,750,750",END
or
720   ASSIGN @DEVICE TO 706
730   OUTPUT @DEVICE;"WIN 250,250,750,750",END
```

The examples in Table 4-2 shown how the syntax of several different controllers can vary.

Table 4-2: Controller Output Syntax

Controller Language	Output Command
IBM PC with BASICA	WRT\$="string" CALL IBWRT(DEV%,WRT\$)
HP 200/300 SERIES BASIC	OUTPUT 710;"STRING",END
HP 9825/200-SERIES HPL	wrt 710,"string"

Sending Qierues and Receiving Resposes.（发送质询和接收响应）

带有质询标记“？”的命令为质询命令，用来从 371B 请求信息。在控制器发送质询命令后，它必须从 371B 获得响应，下面的实例是 IBM PC 使用 HOR? 质询命令：

IBM PC:

```
150   WRT$="HOR?"
160   CALL IBWRT(DSO%,WRT$)      'Send query.
170   RDS$+SPACES(100)
180   CALL IBRD(DSO%,RDS$)       'Input responses.
```

Hewlett Packard 2001300 Series:

```
150   DIM SET$(100)
160   OUTPUT 710;"HOR?",END
170   ENTER 710;SET$
```

在这些例子中，串定维为 100 字符，用以存储进来的信息。控制器经总线将 HOR? 发送到 371B，位置在主地址 10。控制器随后指定地址 10 为讲者并输入字符为目标变量 SET\$。下面示出可能的响应，一个 18 个字符的串。变量 SET\$，现在包括的这个字符串，示出当前水平控制的状态。

HORIZ COLLECT:1E-1

大多数指令都有对应的质询命令。表 4-3 示出质询响应如何自各个控制器进行输入。

表 4-3：控制器输入句法

Controller Language	Input Command
IBM PC with BASICA	IBRD\$(DSO%,RD\$)
HP 200/300 SERIES BASIC	INPUT 710;S\$,END
HP 9825/200-SERIES HPL	red 710,S\$

371B GPIB 的一个普遍用法是存储前面板设置以便日后调用。这些存储的设置随后被用来设置曲线图仪，以备重复特定的测试。此过程是通过使用一个质询命令来获取来自 371B 的一个代表前面板设置的 ASCII 串来完成。稍后，这个相同的设置可以通过将存储串经总线送回到 371B 来恢复。

Storing Settings for the 371B.（存储 371B 设置）当某设置被传输时，它必须首先被移到前面板。在从那儿移至控制器或至大容量存储器。图 4-5 示出传输路由和命令。

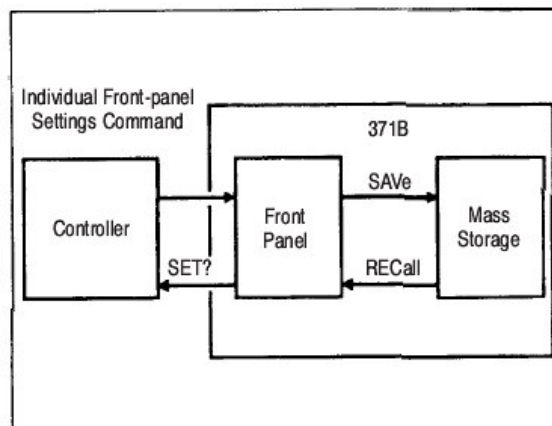


图 4-5 设置的传输

要将 371B 前面板设置数据送回控制器，使用 SET? 质询并将响应放进串变量或变量可占用多达 500 个字符。再从存储它们的所有有效中介上，例如磁带或磁盘，送到控制器。

IBM PC:

注意: **BASICA** 最大字符串被限制为 255 个字符, 这样 **IBRD** 命令就必须执行两次来占满此设置串可能延伸的整个的长度。

```

400  WRT$="SET?"           'Set up query command string.
410  RD $=SPACES(250)      'Assign space for a 250 character
                             response string.
420  RD2$=SPACES(250)      'Assign space for a 250 character
                             response string.
430  CALL IBWRT(DSO%,WRT$) 'SEND QUERY.
440  CALL IBRD(DSO$,RD$)   'Input response for first 250
                             characters.
450  CALL IBRD(DSO%,RD2$)  'Input response for remaining
                             characters.

```

Hewlett Packard 2001300 Series:

```

400  DIM SET$(500)
410  OUTPUT 710;"SET?",END
420  ENTER 710;SET$

```

当然, 经控制器存储的设置串, 是可以修改的。使用正确的串操纵命令搜索, 修改或替换部分串。确定结果串满足组成整个串的 21 个单独命令的句法要求, 且按正确的顺序。

要将当前的面板设置保存在大容量存储器内, 选择正确的设置, 1 到 70 的存储位置号, 然后发送 **SAVE <number>** 命令, 此处<number>是用来识别设置存储位置的。

Loading Setting into the 371B. (将设置加载到 371B) 要反相上述经控制器存储的设置过程, 简单地从存储位置取相应的设置串, 并将串送回 371B。不必有前缀或其它命令, 因设置串是由变化的命令组成, 当必须断开设置串时, 如在 **BASICA** 中, 一般当分号出现或分号取消时, 断开产生。

下面的实例使用上面实例中保存的设置串:

IBM PC:

```

700  CALL IBWRT(DEV%,SETA$)
710  CALL IBWRT(DEV%,SETB$)

```

Hewlett Packard 2001300 Series:

```

700  OUTPUT 710,SET$,END

```

如果设置被存储在大容量存储器内, 必须清楚使用的 80 存储位置。然后发送命令 **RECall<NR1>**, 此处号<NR1>用来识别存储位置。

这些程序可以很快地改变设置，而不出现错误，操作者不得不进行几个手动设置。一种提醒操作者必须做什么的方法是使用 371B 屏幕的文本显示区域发送信息。使用 TEXT<string>命令发送多达 24 个字符的正确信息。

Data Storage and Transfer (数据存储和传输)

一旦 371B 完成了测量所需的设置，下一步是使用已知的数字存储的优势来采集和存储数据。由控制器将其存储在其它媒介上，与其它数据进行比较，计算，显示。图 4-6 示出数据传输可能的路由。

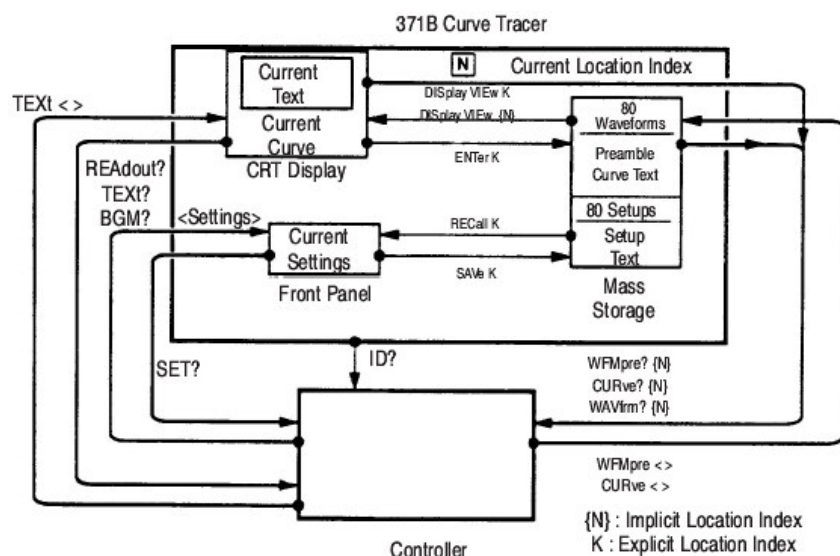


图 4-6 GPIB 控制下的数据传输

大多数情况下，使用 371B 采集的数据包括两部分，二者由仪器自动来完成，首先将必须的刻度系数和其它参数编成一串字和数字。这些字是英文且被标准化了，所以它们还可通过计算机来阅读（读取）。这部分数据被叫做前缀。

第二部分采集数据被数字化并被编码成显示曲线。该部分将曲线转换为一系列代表曲线上各序列点的水平和垂直位置的二进制数字。与前缀一起完整描述显示曲线。

Acquiring Data Within the 371B. (采集 371B 内的数据) 要采集数据，将显示功能设到存储方式，经总线完成此操作的命令是 DISPlay STORe。在此点，参数当前的设置被记录下来，同时正在显示的曲线被数字化。现在它们可经总线复制到控制器。

Data Structure. (数据结构) 前缀和曲线各为八位字节串。前缀是一个 ASCII 字母, 数字, 和标点符号串。一个字节表示一个字符。曲线的主要部分是一个二进制编码数字序列, 它由一个 25 个字符的 ASCII 串为前缀, 用来识别曲线。

曲线数据串代表 371B 显示, 显示内的每一个数据点由 10-bit 水平和 10-bit 垂直位置说明 (描述)。水平和垂直位置各编码为数据串内一对字节。这样, 每一个数据点有四个字节。因, 一个显示可以有 1 到 1024 个数据点, 曲线数据可以包括 4 到 4096 字节。此外, 在串开头有两个字节用于字节计数; 一个字节在结尾用于检查和值, 最大值 4099 字节。

数字以 (数字) 二的补充二进制格式进行编码。低序八位存储在第二个字节, 而 (数字) 二的高序位存储在第一个字节的低序位置。符号位填充高序字节的剩余位。

Moving Waveform Data to the Controller (将波形数据移到控制器)

波形数据分两部分: 前缀和曲线数据从 371B 传输到控制器, 发送命令质询 WFMpre? 响应将是一个包含了 17 参数的串, 每一个参数都由一个标签和数值对表示。遵循指示到控制器的命令质询来输入响应。允许的串长约位 320 个字符。

Transferring the Curve. (传输曲线) 当向控制器传输波形时, 它必须首先被显示; 当波形自控制器传输时, 它必须直接进入大容量存储器, 此路由和命令示于图 4-7。

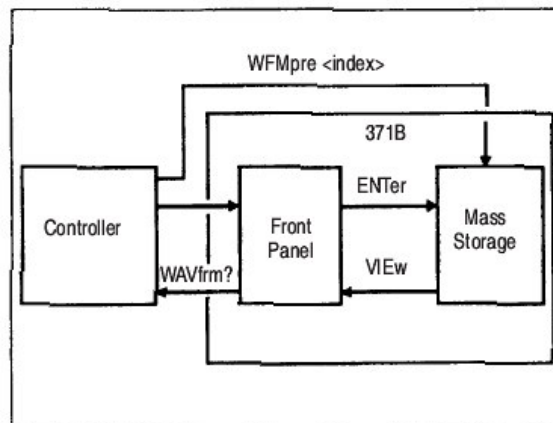


图 4-7 波形传输

要以 Store (存储) 或 View (视图) 方式将显示复制到控制器, 首先发送 WFMpre? 质询传送前缀。然后发送 CURve? 质询传送曲线。

要将大容量存储器数据复制到控制器，首先发送 **DISplay VIEw:<index>** 命令来显示存储曲线的索引位置。然后发送 **WFMpre?** 质询传送显示前缀。最后，发送 **CURve?** 质询传输该位置曲线。另一个命令，**WAVfrm?**，结合 **WFMpre?** 和 **CURve?** 功能同时返回整个显示，前缀加曲线，二者之间使用 ASCII 分号。

对曲线数据，一般说来，规定串长度约为 4125 个字节。响应将是一个短的识别曲线的 ASCII 串，跟着是两个字节表示的数据点数，4096 字节代表实际的曲线数据，和一个检查和（一个二进制字节）。

Transferring the Waveform to Mass Storage.（将波形传到大容量存储器）在总线控制下存储数据的另一个可能是将波形放进大容量存储的波形存储位置。使用 **ENTer<NR1>** 命令，此处数字 **<NR1>** 是存储位置索引。

Load Data from the Controller.（由控制器加载数据）将显示数据动控制器移到 371B 波形存储位置，17 到 80，要求放置一张未锁的软盘。

注意：以存储方式从 371B 被传输数据不能再加载到 371B。

Loading the Preamble.（加载前缀）命令 **WFMpre<string>**，此处 **<string>** 是一个波形前缀，将被加载到 371B。前缀将被存储在大容量存储器位置，由 **WFID INDEX** 串部分指示。

Loading the Curve.(加载曲线)

注意：当将显示数据发送到 371B 时，目标是大容量存储位置，由先前的传输前缀设置。

要将一曲线从控制器发送到 371B，使用 **CURve<string>** 命令，此处 **<string>** 由一个短的 ASCII 串及随后的一个二进制字节串组成。

Transferring Other Types of Data（传输其它类型数据）

尽管波形是开发使用 371B 的主要数据，由其它两种类型数据：光标读出值和文本。

Transferring the Cursor Readout.(传输光标读出值)位于显示上的点光标位置点可以根据显示单元表示。该数据要求使用 **REAdout?** 命令，响应是 **REAOUT** 加上一对数字，根据其物理单位给出光标位置：水平位置以伏表示；垂直位置以安培。使用活动的 f 线光标，响应 **REDOUT?** 质询 II 光标梯度以欧姆的缩写“OHM”，水平截听用伏。窗口光标的使用类似，但读出值根据最近的手动设置，而不管其是来自矩形窗口的右上角还是左下角。

Transferring Text. (传输文本) 虽然与数据的意义不同, 在文本显示区域内的信息可以使用 TEXT? 质询命令经总线阅读。文本还可使用 TEXT 命令以显示替代, 如本局 Command List (命令列表) 部分的讲解。

Device-Dependent Message Format (器件相关信息格式)

器件相关信息在仪器和控制器间有两种传输方法:

- 设置仪器控制。
- 要求和返回仪器状态。
- 要求, 返回, 和发送波形。
- 要求和返回其它测量结果。

大信息以 ASCII 字符串发送; 而代表曲线组的数据则以二进制编码数字系列发送。

命令是从控制器发送到仪器。每一个都以被叫做标题的关键字开始, 后面通常跟随一个变元作为更详细的指令。关键字用作命令标题, 变元是与仪器控制和功能相关的助记符。多个指令可以作为一条信息发送。许多指令标题可以使用附加问号 (?) 发送, 当其就确定信息提交仪器时, 以质询进行识别。

响应质询, 或对仪器包含的状态信息或或对测量的数据。一般来说, 状态信息由命令使用的相同关键字组成。器件相关信息不光由字组成, 还包括部分曲线数据。

每一个信息结尾使用信息终止符, 这点在前面讨论过。在大多数情况下, 控制器或其语言均会注意信息终止符, 一旦选择和设置, 就不再关注。

Command Message Formats (命令信息格式)

371B 曲线图仪器, 与其它泰克仪器的 GPIB 相同, 遵循泰克标准编码和格式惯例。每一个命令都以一个关键字标题开始, 通常跟在一个或多个关键字后变元会进一步规定将要采取的行动。选择的命令关键字要尽可能地易于理解, 而允许对熟悉的使用可缩短大部分字符, 仅用几个字符 (表示)。句法还被标准化以使命令更易学。

在本节的大部分内容中, 标题关键字和变元以大小写字母组合列出。仪器接收所有缩写标题, 而变元包括至少所有以大写字母示出的字符。我们以大写字母示出, 仅为强调。在许多情况下, 命令可以用各种有效方法表达。下面是 INIt 命令的所有有效版本, 它是用来在 371B 加电后, 重置 371B 为初始状态。

```
INI
INrr
Ini
Init
ini
init
inIT
```

本节的 **Command List**(命令列表)部分讲解 371B 命令和质询。在命令列表中，每一个命令和质询元素都以表格形式列出。第一栏列出标题关键字；第二栏列出与命令相关的变元；第三栏若必须，列出有联系的变元。简短说明和实例示于最后栏。

Headers. (标题) 每一个命令至少有一个标题。

<header>

每一个命令标题都是唯一的，在某些情况下，它是调用命令所必须的。例如：

INIt

注意:CURSor 可缩短到仅包括四个字符。三个字符 CUR 会被译为 CURve。

Arguments (变元) 许多命令在标题后附加变元来准确说明需要做什么。如果有许多命令，而只有一个标题，标题后至少有一个空格。否则 371B 会将所有空格，线馈进，和标记视作“白空格”而在分析来自控制器的信息时将其忽略。例如：

<header><argument>

在某些情况下，变元简单到单独的一个字或数据。例如：

```
CURSor OFF
RQS on
PKPower 3000
```

Linked Arguments. (有联系的变元) 在其它情况下，变元本身要求其它的变元。当变元要求变元时，冒号连接两个变元；由此，我们叫第二个变元为有联系的变元。

<header> <argument>:<linked argument>

```
DISplay INVert:ON
VERt COLlect:1.0E+0
WFMpre NR.PT:512
```

Queries. (质询) 对大多数命令都存在对应的质询由标题关键字加问号组成。在关键字的最后字符和问号间不要加放空格。

371B 的质询必须要有一个标题和问号, 尽管被调用的响应往往较多。

<header>?

ID?

HOR?

DEB?

STPgen?

Query:

STP?

Typical Response:

STPGEN NUMBER: 5,PULSE:OFF,
OFFSET: 0.00,INVERT:OFF, MULT:OFF,
CURRENT: 1.0E-3

Multiple Arguments. (多变元) 一个标题可以有多个变元, 相连的变元必须由分号分开。

<header> <first arg>:<link arg>, <second arg>:<link arg>

STP CUR: 2E-3, MUL:ON, NUM:5

DIS VIE:16, REF:ON

Numeric Arguments Formats (数字变元格式) 许多命令都由数字变元。数字是十进制值。它们以三种不同格式表示, 代表<NR1>, <NR2>, 和<NR3>。这些格式示出表 4-4。

表 4-4: 数字变元格式

Symbol	Number Format	Examples
<NR1>	Integer	+1, 2, -1, -10, 0
<NR2>	Explicit decimal point	-3.2, +5.1, 1.2, .0, 0.
<NR3>	Floating point, exponential, or scientific notation	-12.3 E -2, .005E-6, 0.000E-3, 6.7E+4, 2.35E-3, 0.E0, 125E-6

Generally:

An <NR1> argument must be sent to the 371B in that format (i.e., without a decimal point).

An <NR2> argument may be sent to the 371B in either <NR2> or <NR1> format.

An <NR3> argument may be sent in <NR3>, <NR2> or <NR1> format.

Examples of these argument formats are shown in Table 4-5.

表 4-5: 变元格式实例

Command	Valid Forms
RECall <NR1>	REC 12
DISplay VIEw: <NR1>	DIS VIE: 7
STPgen OFFset: <NR2>	STPGEN OFFSET: 5 stp off: 3.5
VERt COLlect: <NR3>	VER COL: 2 VER COL: 0.5 vert collect: 1.5E-2

Multiple-Command Messages. (多命令信息) 多命令可以包括在一条信息中, 用分号分开的两个单独的命令。命令实例以不同格式示范 371B, 大小写情况没有差别。

<first command>;<second command>;<third command>

```
PKPOWER 30;CSPOL NPN;MEASURE SINGLE
pkpow 30;cspol npn;meas single
PKP 30;CSP NPN;MEA SIN
CURSOR OFF;HORIZ STPGEN:1.0E+0;STPGEN NUMBER:3
```

使用多命令信息, 信息终止符是必须的, 在信息结尾处。此外, 大多数控制器和其语言注意这点。

Other Message. (其它信息) 除接收命令和质询 371B 可接收数据和发送质询响应。数据和响应可以很短 (一个字和一个数字) 或相当长 (前面板的全部设置)。测量信息也可短 (一个字或一个数字) 或长 (整个显示)。

ASCII strings. (ASCII 串) 如前所述, 不以 ASCII 串发送的器件相关信息仅是曲线使用的二进制数据。其它所有到或自 371B 的信息, 都是由与应用参数相关的数字或关键字组成的 ASCII 串。

Key word message (关键字信息) 如例, 关键字以简单的响应交换结果, 如下:

```
Query:      PST?
Response:   STATUS BUSY
```

接下来的另一个实例, 这是一个更长响应的结果。

```
Query:      STP?
Response:   STPGEN OUT:ON, NUMBER:2, OFFSET:1.5,
            INVERT:OFF, MULT:OFF, VOLTAGE:200.0E-3
```

Number message. (数字信息) 除那些代表曲线的数字外, 其它数字均以 ASCII 字符串发送。某些控制器会明确地要求将其转为数字值, 在计算中使用。其它控制器或语言会提供一个更为直接的转换。

Preambles. (前缀) 前缀对截听跟随其后的曲线数据内的数字信息是必须的。在前缀范围内, 规定 26 个参数。头十个是 371B 曲线图示仪所独有的, 它们作为与 WFID: 标签有联系的子串被包括。另 16 个参数包括十个固定值和六个随发送的具体数据变化的参数。

在 WFID: 标签范围内, 参数经修剪来分割, 而整个字串由一对双问号限制。大多数 WFID: 串都有严格的定义, 每一个参数值以固定的字段长度进行调整 BGM 值除外, 它可在字段长度内变化。

前缀的其余部分使用标准的标点符号。冒号连接每一个参数标签和其对应值及各个标签和以逗号分割的值对。

完整的前缀可以是这样的:

```
WFMPRE WFID:"INDEX 3/VERT 500MA/ HORIZ 1V/STEP 5V/OFFSET
0.00V/BGM 100mS/VCS 12.3/TEXT /HSNS VCE",ENCDG:BIN,
NR.PT:3,PT.FMT:XY,XMULT:+1.0E-2,XZERO:0,XOFF:
12,XUNIT:V,YMULT:+5.0E-3,YZERO:0,YOFF:12,YUNIT:A,BYT/
NR:2,BN.FMT:RP,BIT/NR:10,CRVCHK:CHKSMO,LN.FMT:DOT
```

Curves. (曲线) 曲线数据组通常比任何其它种类要长的多。典型地, 一组曲线数据约为 4122 字节, 大多数字节是二进制编码数字。像这样, 大多数串数据是不可以直接读取的, 必须由控制器译解。

例如:

```
CURVE CURVID:"INDEX 9",%NNXXYYXXYY...XXYYC
```

此可如下拆分, 以 25 各自符的 ASCII 串开始:

```
CURVE CURVID:"INDEX 9",%
```

随后是一系列的二进制字节。头二字节给出的数据字节数, 加一 (典型地 4097) :

```
NN
```

然后达 4096 字节。曲线上 1024 数据点的每一个都由四个字节表示, 两个表示 X 坐标的 10 为, 两个表示 Y 坐标的 10 位:

```
XXYYXXYY...XXYY
```

最后一个字节是先前 4098 数据字节的检查和。

371B GPIB Commands (371B GPIB 命令)

Introduction(介绍)

371B GPIB 命令分为三类，前面板控制命令，显示数据和 CRT 读出值 I/O 命令，和系统命令。每一类都有几个命令群，按功能分类。

Front Panel Control Commands and Queries (前面板控制命令和质询)

前面板相关命令和质询分组如下：

Display Controls
Cursor Controls
Collector Supply Controls
Step Generator Controls
Configuration
Measurement
Others

表 4-6 示出前面板控制与 GPIB 命令的关系。

表 4-6：前面板控制的 GPIB 命令与质询

371B Control	Command	Query	Group
CRT Controls			
NON STORE/STORE/VIEW	none	none	none
Intensity			
REF Intensity	none	none	none
READOUT Intensity	none	none	none
FOCUS	none	none	none
GRAT ILLUM	none	none	none
POSITION	none	none	none
TRACE ROTATION	none	none	none
Measurement Controls			
REPEAT	MEAsure	MEAsure	Miscellaneous
SINGLE	MEAsure	MEAsure	Miscellaneous
SWEEP	MEAsure	MEAsure	Miscellaneous
Memory Controls			
Memory location number	Selected only as an argument when saving and recalling settings or waveforms.		
Setup Controls			
SAVE	SAVe	none	Miscellaneous
FORMAT	none	none	none

Command Reference (命令参考)

371B 包括九个功能组的命令和质询：

- 集电极电源：控制和报告集电极电源设置。
- CRT 读出值传输：读和写显示文本和报告光标读出值。
- 光标：控制和报告光标位置和设置光标方式。
- 仪器参数：初始化，故障排除，和状态报告。
- 其它：控制和报告测量方式，和报告输出连接器状态，存储和调用前面板设置。
- 状态和事件：控制和报告服务请求和事件码。
- 波形传输：存储和调用波形。

表 4-8 示出九个组及每组命令。各个命令的详细说明按顺序列在此表。

“Command Index (命令索引)” (表 4-8 后) 以字母排列列出所有命令和质询并给除说明 (讲解) 所在的页。

表 4-8：命令和质询组

Query Group	Command
Collector	CSPol
	CSPol?
	CSOut?
	PKPower
	PKPower?
	VCSpply
	VCSpply?
CRT Readout Transfer	BGM?
	REAdout?
	TEXT
	TEXT?

Service Requests (服务请求)

371B 使用的标准 GPIB 状态和错误报告系统发送截听信息到总线上服务请求线置位控制的总线。此 SRQ (服务请求) 信息指示已出现的状态错误或变化。

Handling Service Requests (处理服务请求)

要维修一个中断，控制器论询总线仪器。仪器置位的 SRQ 返回状态字节，它指示服务请求产生的事件类别。每一个服务请求在论询响应后自动被清除。如果有多于一个的报告事件，仪器重新置位 SRQ 直到所有未定事件报告完成（可能发生的所有状态字节的完整列表可在表 4-9 中找到）。

在 371B 状态字节论询后，控制器可以获得有关服务请求事件的更为详细的信息，通过发送 Evt? 质询。对 Evt? 质询的响应是一个事件码，它是一个 <NR1> 数字对应已经产生的具体条件。表 4-10 列出 371B 返回的事件码。

状态子和事件码若不立即阅读和清除，可稍后访问。在多事件情况下，仅最近的状态字节和一个未定事件被保存。事件码被保存在 1-deep，后进先出 (LIFO) 缓冲器内以备日后调用。

下面的编程部分讲解服务请求如何根据对应的状态字节和事件码来处理服务请求。状态字节和事件码被打印在控制器显示上，以跟踪仪器状态。

IBM PC: (This is for use with the auto-serial-poll flag disabled in the National instruments GPIB card configuration file.)

```

800      REM *** SIMPLE SRQ HANDLER FOR 371B ***
810      CALL IBRSP (BD%, SPR%)
820      WRT$="EVENT"
830      CALL IBWRT (BD%, WRT$)
840      RD$=SPACES (100)
850      CALL IBRD (BD$, RD$)
860      PRINT "STATUS=";SPR%,"EVENT=";RD$

```

Hewlett Packard 200/300 Series:

```

800      REM *** SIMPLE SRQ HANDLER FOR 371B ***
810      STB=SPOLL (DEV)          ! poll device
                                   previously
                                   defined.
820      OUTPUT DEV;"EVENT?",END
! Send "EVENT?"
                                   query
830      ENTER DEV:EVENT$
840      PRINT "STATUS=";STB;" EVENT=";EVENT$
                                   ! Show status and
                                   event.

```

Masking Service Requests (屏蔽服务请求)

操作完成服务请求是服务请求的特定类型，报告（通讯）某些仪器过程已经完成。这些 OPC 服务请求表示 371B 已经完成一个操作并准备进入下一个操作。

通常我们并不希望中断服务请求程序或 OPC 服务请求。（无论）屏蔽哪种服务请求，在将屏蔽去除前，371B 都不会将其置位。此屏蔽使用 RQS 和 OPC 命令来完成。

RQS ON 使能 371B 在报告事件时，置位 SRQ。若此功能关闭，仍可积累，多达 10 个事件，（再）相继使用 EVEnt? 质询，事件可能会被退回。

OPC ON 使能 371B 视操作完成（情况），电路开关状态变化，或互锁系统状态变化，置位 OPC SRQ。

注意：RQS? 和 OPC? 质询响应仅表示功能是否有效（使能）还是失效（中断）。它们不给出任何状态或事件信息。