

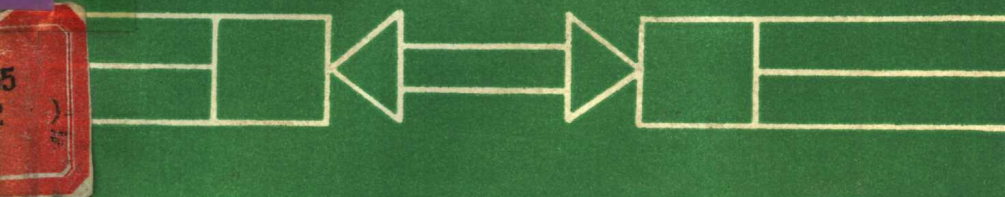
[英] 马丁·考尔诺摩斯 著

电脑控制的测试与设备

——通用接口总线导论——

李中年 薛令瑜 解金芳 译

钟声淦 校



武汉测绘科技大学出版社

[英] 马丁·考尔诺斯 著

电脑控制的测试与设备

——通用接口总线导论——

李中年 薛令瑜 解金芳 译

钟声淦 校

武汉测绘科技大学出版社

8880000
**COMPUTER CONTROLLED
TESTING AND INSTRUMENTATION**

An Introduction to the

IEC-625, IEEE-488 bus

Martin Colloms

Pentech Press Ltd.

(London, Plymouth)

电脑控制的测试与设备

——通用接口总线导论——

〔英〕马丁·考尔诺摩斯 著

李中年 薛令瑜 解金芳 译 钟声淦 校

责任编辑：季 文

武汉测绘科技大学出版社出版发行

(武汉市珞喻路39号)

武汉工学院印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.4 字数 150千

1990年12月第1版, 1990年12月第1次印刷

印数 0 001—2 000

ISBN 7-81030-052-0/T·11 定价: 2.70元

内 容 简 介

通用接口总线(GPIB),也称为IEC—625,IEEE—488总线,是现在国际上所公认的标准接口,事实上,新设计的测试设备都将与其联用。本书对此总线作了全面完整、通俗易懂的介绍,以解答自动控制中需要软联接的测试设备在使用新型GPIB测试系统时所发生的若干问题。

头两章对GPIB及其结构作一概略介绍后,接着较详细地论述了有关总线性能、规格、电缆和硬件的考察问题,然后推荐软件。第三章中全面地讨论了控制器的要求,并举出了许多现代仪器设备的有关例子。第四章中叙述了有关软件应用的实例。第五章中介绍了GPIB系统外围设备的联接和比较特殊的控制器,并附有形影图。最后一章中讨论了总线问题和编程疑难问题后,便引伸到检测故障的方法,并以总线分析仪和总线扩展器完结此章。有用的附录资料包含有数据码与接口、GPIB设备制造厂家一览表、所推荐的单位及符号、术语汇编及接口功能的使用说明。

本书主要为研究、应用测试设备的工程师、技术员、商业经营师以及电子学、仪表学、控制工程学等学科的大学生们所作。

译 序

这本书译自英国学者 Martin Colloms 所著《COMPUTER CONTROLLED TESTING AND INSTRUMENTATION》一书。Martin Colloms先生在电子学、电声学、仪表仪器学和控制工程学等学科方面造诣很深,是这些学科方面好几部著作的作者,也是这些学科方面著名的学者与专家。

此书是一部关于应用微电脑控制测试系统的专著,侧重于通用接口设备与接口技术的论述。其特点是:内容精炼、体系新颖、文笔严谨、论述简明、实例完善、图文并茂。当今国内尽管有关微电技术的文献为数不少,然而象这样一类在测试系统方面应用微电技术的专著,国内尚不多见。此书不仅是测试技术研究者与应用者、测试设备研制者与使用者的一本实用文献,而且也是电子学、仪表仪器学、控制工程学等学科的大学生和研究生们的良师益友。

本书由李中年、薛令瑜、解金芳三人翻译,全书由李中年统稿、定稿。闵巧云描绘书中全部插图。华中理工大学钟声沅教授对全书进行了认真的校订,在此我们表示衷心的感谢!

限于译者的水平,加之仓猝而成,译文中如有错误和不妥之处,敬希读者不吝指正。

译者

一九八九年十二月于武汉

序

通用接口总线,即 GPIB,起步于七十年代,曾在一些国家试用过,现已国际标准化,其用途越来越广泛,最适用于数据测试设备和遥控接口系统。现在对于一千种不同类型的测试设备与电脑装置,总线是兼容的,并且已制造出测试仪的最新设计产品,以适应于 IEC—625;IEEE—488 总线,与控制、测试系统或测试设备经营相关者,都应当懂得 GPIB 的功能,效益及其奥妙性。

近几年来,小型电声学实验室工作中也涉及到了 GPIB,我深体倍觉到:有关 GPIB 论题信息的发表太缺少了。除了制造厂家所需专业化文献外,看来绝大多数用户所需要的是:关于 GPIB 应用原理及其应用设施这两者的概观专著。这本书的目的就是为此。本书对 GPIB 及其应用作了全面的、易懂的介绍,以解答使用新型 GPIB 测试系统时所发生的若干问题。

本书头两章对 GPIB 及其结构作一概略介绍后,接着详细论述有关总线性能规格,电缆及其硬件的考察问题,最后推荐软件。第三章完整地阐述了控制器要求,并举出了许多现代仪器设备的有关例子。第四章叙述了关于一些软件例子的应用。第五章阐述了 GPIB 系统外围设备的联接和比较特殊的控制器,并且附有形影图。最后一章中讨论了总线问题和编程疑难问题后,便引伸到检测故障的方法,并以总线分析仪和总线扩展器完结此章。

有用的附录资料包含有数据代码与接口,GPIB设备制造
厂家一览表,所推荐的单位及符号,术语汇编和接口功能的
使用说明。

马丁·考尔诺摩斯

目 录

序

第一章 通用接口总线(GPIB) 引论	(1)
一、自动测试	(1)
二、GPIB	(3)
三、发送器—接受器—控制器	(5)
四、总线及兼容器件	(7)
五、总线操作的异常问题	(9)
六、标准代码及格式	(10)
七、测试仪功能的增扩	(10)
八、出错信号	(11)
九、简单指令程序	(12)
第二章 GPIB 的硬件结构、操作系统和编程代码	(13)
一、引言	(13)
二、物理—电学元件	(13)
三、接口功能	(17)
四、代码格式	(37)
第三章 GPIB 电脑控制器的性能、应用及设置	(45)
一、通用控制器的要求	(45)
二、控制器的属性	(49)
三、低档控制器	(52)
四、模块化控制器	(66)
五、低档专用GPIB	(67)
六、中档设备	(70)
七、高速16位控制器	(76)

八、图形控制器.....	(78)
九、新型高档专用测试控制器.....	(79)
十、控制器与系统购置的考虑.....	(84)
第四章 受控系统 & 软件实例	(87)
一、引言.....	(87)
二、利用 GPIB 控制器增扩测试仪功能.....	(88)
三、完整的音频测试系统.....	(105)
四、其它接口的使用.....	(108)
五、控制器或测试仪如何支配.....	(112)
第五章 测试仪、外围设备与总线	(114)
一、测试装置的设施.....	(114)
二、总线的运用.....	(118)
三、外围设备.....	(127)
四、扩展器.....	(134)
五、发展动向.....	(135)
第六章 编程疑难问题、总线分析仪和扩展器	(136)
一、引言.....	(136)
二、编程疑难问题.....	(136)
三、总线分析仪.....	(140)
四、扩展器.....	(146)
参考文献	(153)
附录 1：数据代码与接口.....	(155)
附录 2：GPIB 设备的制造厂家.....	(157)
附录 3：推荐的单位及符号.....	(177)
附录 4：IEC—625，IEEE—488 助记符及其定义.....	(180)
附录 5：术语汇编.....	(185)
附录 6：接口功能的使用说明.....	(195)

出并送出的主数据。因此，在增加测试范围，提高测试精度和测试效率的同时，测试成本也会相应增加。因此，在测试系统设计中，必须综合考虑测试成本与测试效率的关系，力求在保证测试质量的前提下，最大限度地降低测试成本。

第一章 通用接口总线(GPIB)引论

通用接口总线(GPIB)是一种用于连接多个仪器的总线系统，它能够实现仪器之间的数据交换和控制。GPIB总线具有传输速率高、接口简单、易于扩展等优点，广泛应用于实验室和工业测试领域。

一、自动测试

电子测试中所涉及到的设备，正是引人注目的 高档设备，也是现代测试系统的奥妙之处。这些设备的价格与奥妙性，这些年来虽然都在增长，但行家们运用它们时，对其功用需求却越来越不满足。一种解决问题的方案是：降低系统的价格，增强系统的灵活性，以尽量满足用户之需求，系统设备实行组合装置——IEEE—448总线正是如此约定的。手工测试装置包含一系列昂贵的测试仪和传感器。一个有经验的手工操作者，具体实施一测试细则时，也要付出相当费时的工序，诸如测试仪安装调整、校准检查、联线改装和测取读数，这些事宜通常都要记录在报告中。对比之，就速率、兼容性和操作者技能而言，自动测试(ATE)系统的优点是：快速省力，显而易见，但是，自动测试系统的价格可能昂贵得多。为了准确地适应测试工序之要求，将测试操作系统的工作编成所需的程序，由一小型专用电脑来控制。无疑，这样一套装置是相对固定的，在可能承担附加任务之前，往往需由专家进行改造设计和重新编程。尽管如此，由于对高档产品，需要进行多步、多样的测试，即要涉及到大量的测试项目，所以对这种场合而言，专用自动测试系统不

但行之有效，而且费用也合算。现在，已经生产出许多种用于测试装置的大规模集成器件，其中都具有自动测试系统的主要生长区。

传统的ATE系统，通常使用单一的机内联络接口，以发送、引导指令和数据到此系统的各个部件：诸如数字式电压表、频率计数器等等，并且这些控制线，即总线，一般与其它厂家的总线是不兼容的。

分立测试仪同总线接口部件结合起来也是便利的。众所周知的例子：来自于各种数字式仪表的输出数据都涉及到BCD（二进制编码的十进制），从电压表到计数器，RS232，通常采用字母数字混合编制的数，传输到如打印机这类的外围设备。RS232还用在以约定的方式驱动小型“智能”测试系统、特定暂存器等多种专用装置，如图1.1(a)所示。

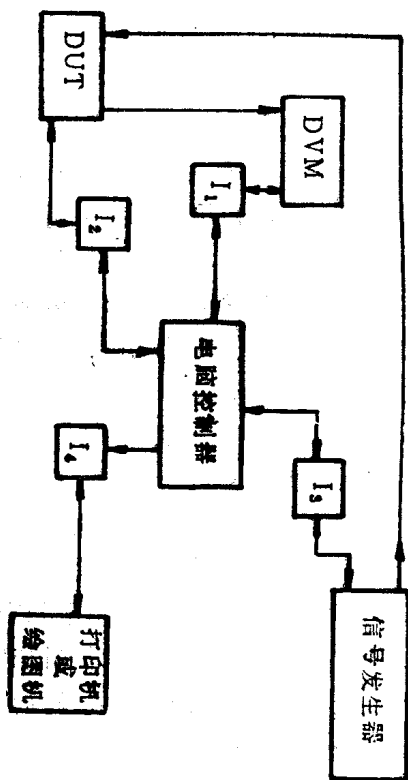


图1.1(a) 老式测试控制系统的结构：许多器件定向于接口和分立总线电缆，各个所需的I/O服务由具有复杂程序的控制支配（ $I_1 \sim I_4$ 为分立接口）

二、 GPIB

对 GPIB 要求具有广泛的通用性, 测量与测试设备的制造厂家当然是明白的, 美国一家第一流的生产厂家已经带头开发了一种逻辑功能可多可少的综合性接口联络系统的设计, 称为 HPIB (Hewlett-Packard Interface Bus), 如图 1.1(b) 所示。到了七十年代初期, 其他一些主要公司也大都承认和接受了 HPIB, 接着, 由 IEEE (电气与电子工程师协会 (美国)) 和 IEC (国际电工委员会) 专业集团的人员负责进行研制, 并于 1975 年宣

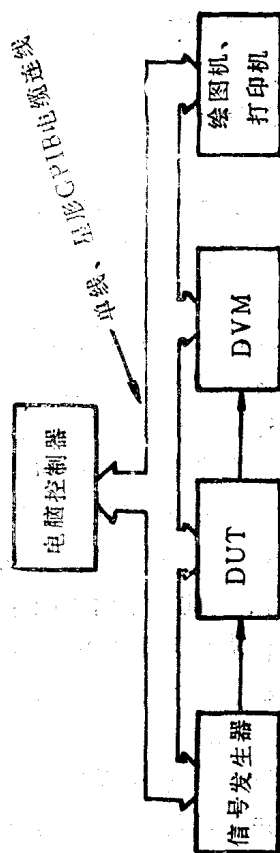


图 1.1(b) GPIB 设备的结构, 只有一个 GPIB/c 接口并具有优化程序的服务系统

布作为可程序测试仪的数字接口标准总线 (IEEE-488) 1978 年进行了较小的更改修正, 这一段时期为国际标准化的 IEC625:2 所囊括垄断, 但是 HPIB 仍被其商标所有者采用, 另外还命名有 GPIB 通用接口总线和 ANSI (美国国家标准协会) MC1.1-1975。在欧洲, IEC 牌号是通用的 (这要采用

不同类型的接插件)，并且通称为IEC—TC66/IEC—625，它和上述的GPIB将在本书中被统称为GPIB，这就是本书上下文中所述的总线*。可以预料，IEC有关文献将会简明地提供两种类型的接插件，既匹配、又非常简单，这已是预先考虑之中的事。

GPIB是这样设计的一种接口：它允许一公用联络线路上的仪器同时相互电气联接，并含有一个电脑控制器的接口，做得十分轻便灵巧，控制器控制着测试仪的操作情况，并控制它们进行测量。然后，便将所得结果数据，经总线直接传送到打印机或控制器，以观察显示、存贮或处理。设置一被测产品的完整测量程序，便可支配、控制测试仪组合装置。

在图1.2所示的装置中，以一简单程序就能操纵可编程振荡器，输出一指定电压电平到DUT（被测器件）放大器，即在一些离散频率上进行测试。在各级数字式电压表上读取被测器件的输出电平。此电平由电脑存贮之。增益与频率的关系数据同扫描/衰减判定程序中的参考数据比较后，结果便可确定，并用数字形式打印出来，或者以惯用的幅—频响应曲线形式自动描绘出来。

当一测试装置不是长久需用时，用后，可将此装置的各部件简单清通，并同其它部件一起进行改编，加上一新程序，便可形成一新装置，或者也可以分别利用各分离部件进行常规工作。

原先的GPIB标准规定：包括电脑控制器在内，GPIB最多联接十五个测试仪或器件（关于这些器件数目的扩展和辅助地址，在第二章中均有论述）。GPIB具有按序传送数据的

• 英国IEC—625的实施器件为BS6146

本领，依各部件的操作情况，分别访问和扫描它们。给出所拟定的语法，加上标准的总线管理命令，GPIB操作运行起来，就好像控制器与其服务部件之间存在一个活动交链环。

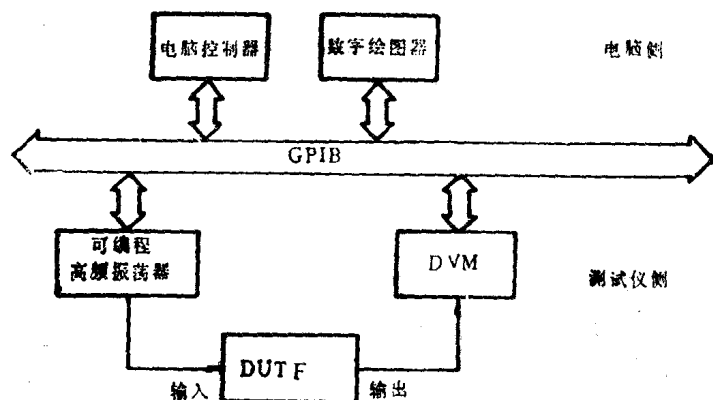


图1.2 关于幅频特性测量的总线测试系统

虽然与GPIB相联的部件通常是测试仪，然而计算机的外围设备将变得更加通用，其范围从大容量存贮部件，如盒式磁带存贮器或磁盘存贮器扩展到字母数字打印机的数字图形描绘器。

三、发送器—接受器—控制器

关于GPIB部件的权能，可分为：“发送器”，例如具有数据输出的简易数字式电压表；“接受器”，它只能接受来自GPIB的数据，例如打印机，和“控制器”，它支配、管理GPIB上的信息联络，以适当的命令，定时定序地校正系统操作。发送器/接受器可作为被控器，而更确切地说，它是一种

相当复杂而又高级的测试仪器，具有接受程序和编排指令的能力，当它编址作为接受器后，又可作为发送器输出所测得的数据(见图1.3)。

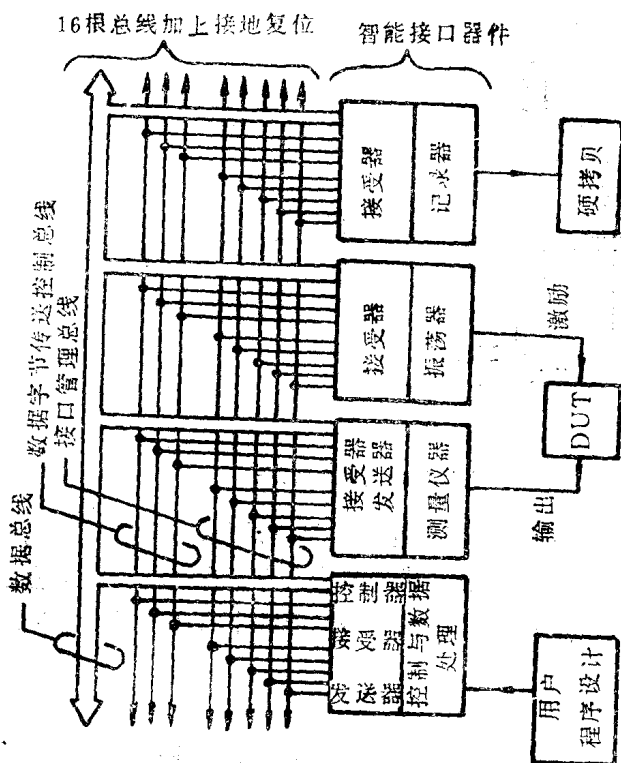


图1.3 GPIB

大量廉价的电脑控制器配合GPIB工作通常是很方便的，因其采用一种简单的英文形态编程语言，形如BASIC (Beginners Allpurpose Symbolic Instruction Code)语言，这种语言比较容易使用，也比较容易修改程序。

GPIB接法是很容易的,使每个接点经由一同步连接器,如果对电缆线长度选择得当,则既可成直线接法,又可成星形接法。

四、总线及兼容器件

在总线的若干特性中,下列几点值得一提:

(1) GPIB能快速工作,其每秒传送的字节数可以高达1M。

(2) 具有不同数据速率的测试仪可以互连,一般是不成问题的。

(3) 在某些实际场合中,没有控制装置也是可行的,接口的“高智能”允许某些类别的测试仪之间直接耦合。

通过插入一个GPIB接口,使得各个总线兼容器件都能相应满足接口标准要求,GPIB接口本身通常就是一个相当复杂的微处理器,诚然,直到最近,仍对接口推行高档价格,影响和阻碍了它在各方面的用途,然而,高性能的测试仪更昂贵;随着为GPIB接口技术要求所设计的廉价的专用大规模集成芯片的出现,无疑,上述局面是不会长久的。

除了接口所需求的功能外,每个测试仪还具有其自身专用器件开发利用的功能,此功能与接口功能无关。接口的类型也取决于总线所接器件的类型,例如,宽行打印机这一简单部件所具有的要求就不同于频率计数器。后者能接受命令数据和输出的测量结果,而打印机原则上只需接受数据,自动打印之。

总线器件的分类是根据它们的作用与设置,依照普通基准划分的,比如接受器,相对于总线而言,它还可接受来自

于其它信息源的数据。这类器件包括：诸如一些简易打印机，显示器和信号源，还包括一些可编程电源。有些发送器实质上就是测量仪器，诸如一些频率计数器，数字式电压表，分析仪等等，并且它们还能发送数据到其它一些器件，如发送数据到电脑或打印机。控制器控制总线上的数据信息流，并能对一个或多个接受器和发送器发信号。此外，控制器还能发出总线处理所需的专用命令。通常，控制器功能是合并电脑中的，并且电脑往往是微型台式电脑，但是某些测试仪中也可含有控制器的功能，如果应用场合允许和需要它。

控制器的作用相当于一个维持秩序的主席，它支配操纵着器件之间信息的联络。为此，各个器件必须具有一个唯一的地址或名字，这在GPIB说明书中已写出。设置总线要很好地遵循所定规则：即在同一时刻，总线上仅允许一个发送器可以发送，而无论多少处都可以同时接受。自动调整数据速度或数据流量，以适合所需信息的接受器能接受或能捕获的最低限速度的信息。这一操作是在总线上的各信息组被传送完以后，利用这些接受器的信号（“接受信息”），由有效信息交换程序完成的。

当实际控制器的许多必要条件被采纳时，发送器/接受器/控制器的差别将会变得模糊不清。当编制程序遥控一测试仪时，控制器必须具有发送环节，还要附加接受环节，以便通过此响应测试仪向总线读取信息。通过给接口的发送口和接受口提供各自分离的地址，便可对某一给定部件，以发送方式和接受方式同时进行操作。尽管这是很少见的。通常，在发送时，中止接受条件是自动设定的。现在许多测试仪都符合这种发送器/接受器的造型，例如，大多数的测量仪器是可编程的，既能“听”：接受指令，又能“讲”：输出数据。