

# 计算机控制的测试与仪器

IEC-625: IEEE-488总线概论

英 马丁·科罗姆斯 著

曹志刚 乐正友 译

电子工业出版社

TP334  
5

# 计算机控制的测试与仪器

IEC-625: IEEE-488总线概论

〔英〕 马丁·科罗姆斯 著

曹志刚 乐正友 译

曹



电子工业出版社

JS458/18

Martin Colloms

COMPUTER CONTROLLED TESTING  
AND INSTRUMENTATION

An introduction to the IEC-625:

IEEE-488 Bus

PENTECH PRESS Limited 1983

计算机控制的测试与仪器

IEC-625, IEEE-488总线概论

〔英〕马丁·科罗姆斯 著

曹志刚 林正友 译

责任编辑：路石

\*

电子工业出版社 (北京市万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

海丰印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.25 字数: 140千字

1985年11月第1版

1985年12月第1次印刷

印数: 8000册 定价: 1.40元

统一书号: 15290·283

## 内 容 简 介

本书是一本关于通用接口总线 (GPIB) 入门、应用的参考书。前两章在对 GPIB 及其结构进行一般性介绍的基础上, 比较详细地研究了总线规范、电缆接口、硬件以及软件建议。第三章讨论了各类控制器的性能和应用。第四章列举了控制系统及应用软件的实例。第五章综述与 GPIB 系统和控制器有关的外设。最后一章说明在总线应用中出现的问题及其诊断方法。

本书实用性较强, 所涉及的应用面较广, 有较多的硬件、软件示例。

本书可供从事控制、测量、仪表的工程技术人员, 从事微机应用研究的科技人员、以及订购和使用仪器的有关人员阅读参考。

## 译 者 序

随着现代科学技术的发展，对自动测试系统的要求与日俱增。目前，通用接口总线（GPIB）是自动测试系统中应用最为广泛、性能较为优良的接口总线，它已被确定为国际标准。采用这种接口总线，可以很方便地将各种测试仪器灵活地连接成一个在微计算机或微处理器控制下的自动测试系统。近年来出现的新型测试仪器大都备有这种接口总线，许多微计算机也带有这种接口总线，然而，至今国内外系统地叙述这种通用接口总线的书籍很少，为了尽快地向国内读者介绍这方面的知识，我们翻译了这本小册子。

本书可供从事控制、测量、仪表、微机应用研究的科技工程人员以及订购和使用新型电子测试仪器的有关人员阅读参考。

曹志刚翻译前言、第二、五、六章以及附录一、三、四；乐正友翻译第一、三、四章和附录五、六，并整理全文；诸庆麟付教授、朱家维付教授先后审阅了全文。

由于译者水平有限，错误之处难免，恳请读者批评指正。

译 者

1984年12月

# 前 言

在本世纪七十年代初研制出来的通用接口总线(GPIB)已发展为若干国内和国际标准,从而成为在仪器的数据采集和远程控制中使用得最广泛的、最好的接口系统。目前已有上千种不同类型的仪器和计算机设备是总线兼容的,而且大部分新产品都采用IEC-625;IEEE-488总线。与控制、测试系统或订购使用仪器有关的每个人都应该了解 GPIB,知道它的功能、优点及其复杂性。

多年来,我在一个小型电声实验室工作的过程中,一直与GPIB打交道,我开始强烈地感到,在GPIB这个课题方面缺少已出版的书籍。除了制造厂家本身的专用资料之外,看来还需要一本专门介绍GPIB理论和其广泛应用的书籍。因此,本书的目的是全面地介绍这种总线,并试图回答实现一个新的GPIB测试系统时出现的许多问题。

本书前两章对GPIB及其结构进行一般性介绍,并比较详细地研究总线规范、电缆接口、硬件及软件建议。第三章讨论对控制器的要求,并给出很多现代控制器的实例。第四章叙述控制系统的若干应用及其软件实例。第五章综述与 GPIB 系统、特别是与控制器有关的外部设备及其未来的发展。最后一章讨论总线上出现的问题、编程中的障碍以及故障诊断方法,并以总线分析器和扩展器结束这一章。

书后附有一些有用的资料,包括:数据代码和接口、GPIB设备的生产厂家清单、建议采用的单位和符号、IEC-

**625:IEEE-488助记符及定义，术语汇编以及接口功能的能力说明。**

**马丁·科罗姆斯**

# 目 录

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 第一章 GPIB概论.....                | (1)  |
| 一、自动测试 .....                   | (1)  |
| 二、通用接口总线 (GPIB) .....          | (8)  |
| 三、讲者—听者—控制器 .....              | (5)  |
| 四、总线和兼容设备 .....                | (7)  |
| 五、总线运行异常 .....                 | (9)  |
| 六、标准代码和格式 .....                | (10) |
| 七、仪器性能的增强 .....                | (11) |
| 八、错误标志 .....                   | (11) |
| 九、简单的命令程序 .....                | (12) |
| 第二章 GPIB结构: 硬件、操作、编程和代码 .....  | (13) |
| 一、引言 .....                     | (13) |
| 二、GPIB的物理和电气性能 .....           | (13) |
| 三、接口功能 .....                   | (19) |
| 四、代码和格式 .....                  | (38) |
| 第三章 GPIB计算机控制器: 性能、应用和装置 ..... | (45) |
| 一、控制器的一般要求 .....               | (45) |
| 二、控制器属性 .....                  | (49) |
| 三、低价格控制器 .....                 | (52) |
| 四、模块化控制器 .....                 | (63) |
| 五、低价格的GPIB专用控制器 .....          | (65) |
| 六、中等价格的设备 .....                | (69) |
| 七、较高速的16位控制器 .....             | (72) |
| 八、具有图形显示的控制器 .....             | (74) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 九、先进的测试专用控制器 .....                | (75)  |
| 十、关于购置控制器和系统的考虑 .....             | (81)  |
| 第四章 控制系统和软件示例 .....               | (84)  |
| 一、引言 .....                        | (84)  |
| 二、通过GPIB控制器增强设备性能 .....           | (85)  |
| 三、完整的音频测试系统 .....                 | (100) |
| 四、其它接口的应用 .....                   | (104) |
| 五、是控制器命令还是仪器命令 .....              | (108) |
| 第五章 仪器、外围设备和总线 .....              | (110) |
| 一、概述 .....                        | (110) |
| 二、总线实现 .....                      | (114) |
| 三、外围设备 .....                      | (124) |
| 四、扩展器 .....                       | (132) |
| 五、未来的发展 .....                     | (133) |
| 第六章 编程造成的意外停机、总线分析仪和扩<br>展器 ..... | (134) |
| 一、引言 .....                        | (134) |
| 二、编程造成的意外停机 .....                 | (134) |
| 三、总线分析仪 .....                     | (137) |
| 四、扩展器 .....                       | (145) |
| 文献资料 .....                        | (153) |
| 附录1 数据代码和接口 .....                 | (153) |
| 附录2 GPIB 设备的生产厂家(略) .....         | (154) |
| 附录3 建议采用的单位和符号 .....              | (155) |
| 附录4 IEC-625; IEEE-488助记符及定义 ..... | (157) |
| 附录5 术语汇编 .....                    | (164) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 附录6 接口功能的能力说明..... | (173) |
| 汉英名词对照及专用名词 .....  | (179) |
| 参考资料 .....         | (189) |

# 第一章 GPIB概论

## 一、自动测试

众所周知,电子测试需要较高的费用和复杂的现代测试系统。这种费用和复杂性还在逐年增加,而操作这些系统所需的熟练技术人员却日益不足。因此,减少系统费用,增加系统的灵活性以及不需要有熟练的操作人员这种解决办法具有极大的价值,而IEEE-488总线正是这种解决办法的希望所在。

手动操作的测试装置是由一组昂贵的测试仪器和信号源组成的。一个熟练的操作人员在手动测试时需要进行无数道费时的步骤,如仪器调整,校准,接插件/电缆转换及读数。通常,这些步骤都写在一个报告文件中。与手动测试相比较,自动测试系统(ATE)在速度、一致性和操作技巧方面的优越性是显而易见的,但这种系统可能非常昂贵。自动测试系统受一台小型专用计算机控制,并依据为满足具体的产品测试步骤需要而编制的专用程序运行。这种系统结构固定,在承担不同的任务以前往往需要由专家作较大的变动和重新编程。然而,在测试高档产品时,如果其测试步骤需要反复进行或者有大量的项目需要测试,则自动测试系统具有较强的能力和经济效益。目前,对正在生产的、种类繁多的大规模集成电路产品进行测试是这种系统的一个主要发展领域。

ATE系统一般使用独特的内部通信接口来对该系统中的不同设备（如数字电压表，频率计数器等）进行数据和命令的传送与控制，但是，各厂家制定的这些控制线或总线一

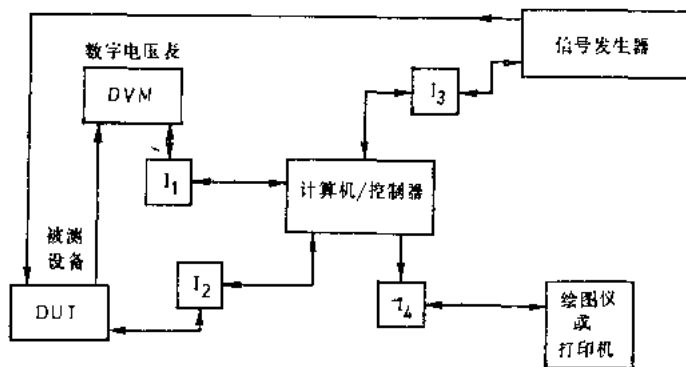


图1.1(a) 早期受控测试系统的结构。大多数的设备都有接口，并有不相同的总线电缆。控制器通过复杂的程序为每一台设备所需要的I/O服务（ $I_1 \sim I_4$  是各自的接口）

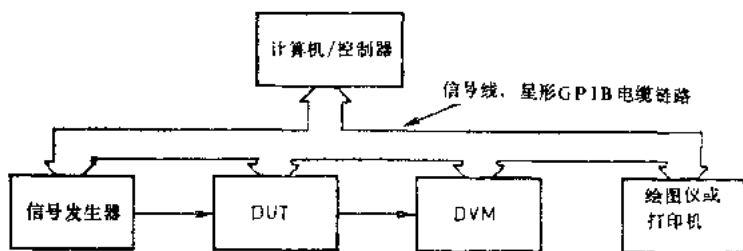


图1.1(b) GPIB设备的配备。利用合理的编程，可以只用一个GPIB I/O端口的服务系统

般互不兼容。

市场上可以买到装有总线接口单元的单台设备，例如用来从电压表、计数器等各种数字仪器输出数据的BCD(二进制编码的十进制数)转换器，以及常用来把字符数据传送到外设(如打印机)的RS-232接口设备。在一定条件下，RS-232还可用来驱动小型“智能”测试系统，特别是较快、较专门的测试系统(图1.1(a))。

## 二、通用接口总线 (GPIB)

显然，对生产测量和测试设备的厂家来说，需要生产更通用和更有智能性的产品，美国的一家较大工厂迈出了开创性的一步，他们研制了一种合理的，多少有些智能性的接口通信装置——HPIB (Hewlett-Packard接口总线) (图1.1(b))。这种装置早在1970年就得到其它一些主要公司的广泛接受，随后，IEEE和IEC专业小组成员又对这种装置进行了研究，并于1975年把它提出来作为IEEE-488标准，1978年又对这个标准作了较小修订，其内容和国际标准IEC 625-2相同。但HPIB仍为其商标拥有者采用；其它的名称还有GPIB (通用接口总线) 和 ANSI MCI.1-1975<sup>(1)</sup>。在欧洲则用通用的标记IEC表示 (它采用不同型式的连接插头) 并称之为IEC-TC625/IEC-625，本书将把这个名称和GPIB都叫做GPIB，或者叫做总线<sup>(2)</sup>。预计，IEC不久将为这两

---

(1) ANSI为美国国家标准协会—译注

(2) BS6146是IEC-625的英国仪器

种型式的连接器制定文件，而这两种连接器的转接是比较简单的。

GPIB是一种接口装置，它允许设备同时互连在公共通信线路上，其中包括一台计算机控制器。控制器能方便地管理仪器运行状态并指挥仪器完成测量任务，所测得的数据可通过总线直接传送到打印机或控制器上显示、存储或处理。控制器也能管理多组仪器，这样就能对被测产品建立完整的测试程序。

在图1.2的结构配置中，一个简单的程序就能命令可编程信号源在所需要的频率点上输出已设定好电平值的电压信号到被测放大器，而且，在每一个频率点上，数字电压表能读出被测设备的输出电平值，并由计算机将这些电平值存储。然后，可将这些与频率有关的增益值与程序中预置的参考值相比较，以判断被测设备是否合格，也可将这些数据打

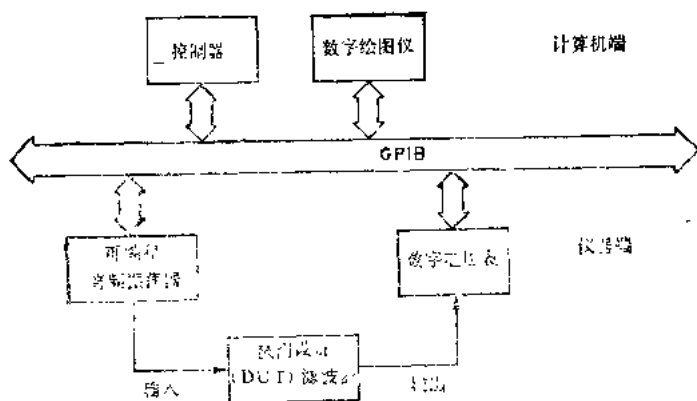


图1.2 测量幅度、频率的总线测试系统

印出来，或以通常采用的幅度-频率曲线形式自动画出图形。

当所配置的测试系统不再需要时，可将其各个设备拆除，而拆下的设备可和另外的设备及一个新程序一起重新组成一个新的测试系统，也可以将这些设备仅作为一般的测量仪器单独使用。

在基本的GPIB标准中至多允许包括计算机/控制器在内的15台仪器互连（在第二章，将叙述通过二次寻址可使这个数目得到扩展）。这个标准的内容包括数据有序传送的方法，设备分别寻址的方法、以及对各设备运行状态进行扫描的方法。最近，有关语法及标准总线管理命令的建议已经提出，因此，GPIB将在控制器和由控制器管理的设备之间作为一个有活力的互连链路。

GPIB上的设备一般是测试仪器，然而，计算机外设也正在成为GPIB上较常见的设备，这些外设的范围从大容量存储部件，如盒式磁带及磁盘，到字符-数字打印机和数字绘图仪。

### 三、讲者—听者—控制器

根据与GPIB有关的设备功能，可将设备分类为“讲者”、“听者”、“控制器”。讲者能输出数据，如简单的数字电压表（DVM）；听者只能从GPIB接收数据，如打印机；控制器能管理GPIB上的通信，以使系统按适当的命令正确运行。讲者/听者可以是一台控制器，但更明确地说，它是一台完善的仪器，当它作为听者被寻址时，它能接收程序和量程指令；而当它作为讲者被寻址时，它能输出数据

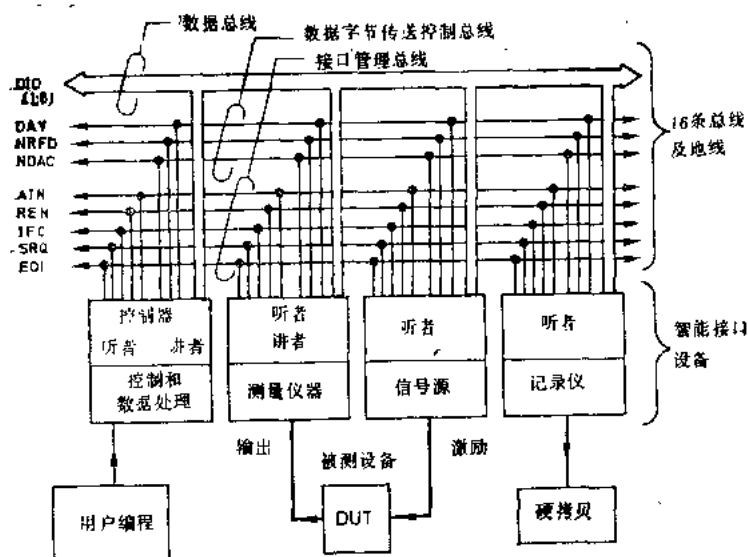


图1.3 GPIB

(图1.3)。

大量廉价的计算机控制器在用到 GPIB 功能时，一般都相当方便，它们使用一种和简单英语相似的编程语言——BASIC（初学者通用符号指令码）语言，因此，控制器的使用和重新编程都比较容易。

通过每条链路上可以锁紧的连接器的，很容易实现 GPIB 的连接，而且只要仔细选择电缆长度，则线形和星形两种连接方式都可采用。

## 四、总线和兼容设备

在总线的许多属性中应注意以下几点:

(1) GPIB具有较高的工作速率,其传输速率能达到1兆字节/秒。

(2) 不同数据速率的设备一般可以互连而不会产生问题。

(3) 在某些情况下,没有控制设备的系统也能工作,接口的“高智能”允许某些设备直接通信。

为符合接口标准的要求,每一台与总线兼容的设备都应通过其机内的GPIB接口互连,一般,这种接口本身是一种相当复杂的、采用微处理器的部件。的确,直到最近,由于实现这个接口的成本高,使它不能在任何方面都得到应用而仅用于成本较高的高性能设备。然而,随着为GPIB接口而设计的、廉价的专用大规模集成电路(LSI)芯片的出现,这种情况已经发生了改变。

每台仪器除所需的接口功能外,还具有它本身的专门功能,这些专门功能的拟定与接口功能无关。接口形式还取决于连在总线上的设备类型,例如,象行式打印机那样的简单部件,它和频率计数器相比就有不同要求。后者能接收量程选择命令并输出测量结果,而打印机基本上只需接收数据,然后自动打印。

对总线而言,在通常概念上,根据总线设备的需要和条件,可将总线设备分类为听者,讲者,控制器。听者能接收来自其它信号源的数据,如简单的打印机、显示器、信号源