

IEC 625

通用接口及其应用

张礼勇 程玉润 编著

量 出 版 社

IEC 625

通用接口及其应用

张礼勇 程玉润 编著

计量出版社

1985·北京

内 容 提 要

本书从规范到应用、从芯片到系统,全面地阐述了IEC625所推荐的用于自动测试技术的通用接口系统。

全书共分两个部分。前八章解释通用接口规范,其中包括电气、机械、功能特性、设备信息编码格式及接口功能逻辑设计方法,力求通俗易懂。后三章包括仪器的程控化设计,现代大规模集成电路通用接口芯片及仪器BASIC语言等,在编写上尽量做到与实践相结合。

本书可作为推广通用接口技术的教材,也可供高等学校有关专业的师生参考阅读。

IEC 625

通用接口及其应用

张礼勇 程玉润 编著

责任编辑 倪伟清

计量出版社出版

(北京朝内大街11区9号)

煤炭部出版社印刷厂排版

三河县中越南印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 15 3/4

字数 379 千字 印数 1—20 000

1985年6月第一版 1985年6月第一次印刷

统一书号 15210·412

定价 2.90元

前 言

IEC625-GPIB (General Purpose Interface Bus) 是组建现代自动测试系统的重要通用接口技术。它于70年代中期崭露头角,之后,在不到五年的时间内,就以其广泛的通用性,高度的可靠性,无比的灵活性以及巨大的经济性使凡是采用这种通用接口技术的国家与厂商受益不浅。

既然遵守IEC标准是当前我国重要的技术政策之一,因此,推广技术先进、经济效益显著的IEC625就成为在我国发展自动测试系统的当务之急。

我们从1980年初开始接触通用接口技术,三年来做了一点微薄的工作。作为前一阶段工作的总结,为国内推广通用接口的同行们做些贡献以及满足当前高等学校有关专业的急需,就成为编写本书的来由。

由于通用接口技术涉及若干国际规范、微计算机、自动测量、逻辑设计等许多领域,因此,我们的水平与愿望之间存在很大的矛盾。正是在尤德斐副教授的大力支持下,他在繁忙的教学任务与行政工作之余为我们的书稿进行精心地审阅,才得以使这本书敢于问世。

说到底,规范本身只不过是一个大家共同的约定,真正有价值的东西在于推广与应用。在这方面,尽管我们尽了极大的努力,但由于时间和水平有限,仍感到写得不足。一个补救的办法是把更多的实例写在即将出版的由中国仪器仪表协会电磁测量分会主编的自动化丛书的自动测量部分。

万分感谢读者对本书提出批评指正。

编 者

1983年4月于哈尔滨

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 自动测试系统	(1)
§ 1-2 通用接口系统	(1)
§ 1-3 通用性、灵活性、经济性及可靠性	(3)
§ 1-4 GP-IB系统的现状及发展	(4)
第二章 通用接口母线系统结构	(6)
§ 2-1 通用接口母线系统的特点	(6)
§ 2-2 接口功能的设置	(9)
§ 2-3 系统实例	(11)
§ 2-4 母线结构	(13)
§ 2-5 三线互锁联络过程	(16)
第三章 信息的分类及接口信息	(19)
§ 3-1 信息的分类	(19)
§ 3-2 接口信息	(20)
§ 3-3 “多地址”的使用情况	(24)
第四章 自动测试系统的分类及基本操作	(28)
§ 4-1 自动测试系统分类	(28)
§ 4-2 基本操作表	(29)
§ 4-3 中断请求及中断服务	(33)
§ 4-4 远地、本地的交互操作	(36)
第五章 IEC接口功能	(38)
§ 5-1 概述	(38)
§ 5-2 发送器、接收器及译码器	(39)
§ 5-3 接口功能的解释	(41)
第六章 接口功能的逻辑设计	(72)
§ 6-1 时序逻辑电路的设计初步	(72)
§ 6-2 接口功能的逻辑设计	(76)
§ 6-3 其它接口功能的逻辑设计	(82)
第七章 设备的编码及约定格式	(93)
§ 7-1 设备信息的分类	(93)
§ 7-2 信息单元的结构	(94)
§ 7-3 信息的格式	(97)
§ 7-4 数的表示法	(99)
§ 7-5 格式举例.....	(102)

第八章 功能子集	(109)
第九章 通用接口芯片及其应用	(116)
§ 9-1 SM8530B通用接口芯片.....	(117)
§ 9-2 HEF4738通用接口芯片.....	(127)
§ 9-3 MC68488GPIA通用接口芯片	(144)
§ 9-4 通用接口的软件实现.....	(165)
第十章 数字测量仪器的程控化	(180)
§ 10-1 PP8-1型数字频率计的程控化设计	(180)
§ 10-2 PZ-66型数字电压表的程控化设计	(189)
§ 10-3 GSH-208型化学发光法氮氧化物分析器的程控化设计	(195)
§ 10-4 D011程控标准直流源的程控化设计	(202)
§ 10-5 TR7200通用扫描器简介	(209)
第十一章 IEC母线系统的应用	(215)
附 录	(231)
附录 1 IEC规范英文缩写索引	(231)
附录 2 优选SI单位和倍乘因子	(235)
附录 3 IEC的组织	(236)
附录 4 IEC625/IEEE488变换连接器.....	(236)
附录 5 IEC625各功能输出的信息	(239)
附录 6 IEC625与CAMAC比较	(241)
参考资料	(243)

第一章 绪 论

§ 1-1 自动测试系统

如同许多新技术的发展情况一样，自动测试虽然首先在军事工业中得到应用，但真正的广阔天地还在于民用。随着测量对象和测量范围的与日俱增，使得人工测量难以胜任。人们所追求的高精度、高速度、多功能、多参量、低故障、低成本的效果，只有自动测试才能办到。

事实上，要求自动测试的对象有来源于简单的，也有来源于复杂的。前者，如对一台数字万用表的出厂检验，纵然测试手段及测试条件并不复杂，但对其每一种工作模式的每一量程至少要测数十点。生产中的大量测试工作，不仅使人承受繁重的重复劳动，而且也影响劳动生产率。至于复杂对象，如大规模集成电路或功能较强的印刷电路板的测试，要想快速了解印刷板在制造工艺上的缺陷，元器件焊接的虚焊与漏焊，以及通电后的大量动静态参数，人工测试是不可想象的。这就非自动测试不可了。

自动测试系统通常由测量仪器（数字万用表、计数器等等）、记录仪器（打印机、绘图仪等等）和控制仪器（计算机、微计算机等等）构成。这些设备应该如何连接才能成为一个有机的系统呢？实际上，自动测试的过程无非是信息在上述各设备之间的传递，为使各设备之间信息的传递得以顺利进行，必须按照一定的码制（BCD码或者ISO码）、速度（高速或者低速）、电平（TTL电平或者MOS电平）和方式（并行或者串行）来传递，这就需要专用设备在上述各设备之间起协调作用。这一专用设备就是接口（Interface）。在一个测试系统中，包括软件、硬件在内的接口的总体，就称为接口系统（Interface System）。这样，接口系统实际上就成为各设备之间能够进行有效通讯的联络员。

事实上，在自动测试系统的设计中，计算机、测试仪器及记录仪器等都是从市场上选购来的，真正需要设计的却是接口系统。当测试任务改变，所选购诸仪器也不一样，则接口系统就必须重新设计，从而重复工作量大，浪费人力和物力。能否在测控仪器极不相同的系统中采用基本相同的接口系统呢？这就是接口通用化的问题。显然，谋求接口通用化是具有重大意义的工作。

§ 1-2 通用接口系统

事实上，符合上述想法的接口系统早已出现。60年代逐步完善起来的CAMAC (Computer Automated Measurement And Control) 系统就是一例。到目前为止，这一系统虽然可用于工业、医疗、交通管理、公共事业乃至实验室内的测量与控制，但是它主要还是应用于原子能、原子核物理的研究领域之中。因此，CAMAC系统实际上是一个庞大的接口系统，它拥有独立的机柜，装有25个站的CAMAC机箱和大约1200多种CAMAC模件。大量模件的自由选择，保证了该接口系统的充分灵活性，而独立的接口系统的规模，却往往超过测控仪器的规模。图1-1a的并行CAMAC分支公路系统中，一个分支可带7个机箱。而图1-1b的串

行CAMAC系统能带多达62个机箱。它难于充当一般中小型规模的测量仪器、控制仪器及记录仪器之间的接口系统，这就是IEC(International Electrotechnical Commission)考虑制定新的适于上述仪器之间接口系统标准的原因。

1971年5月召开的IEC TC 66专业委员会议上成立了程序装置测量仪器专业组(TC 66/WG3)，1972年6月又提出以下三种系统标准化草案：

- (1) 二进制位并行、字节并行数传方式；
- (2) 二进制位并行、字节串行数传方式；
- (3) 二进制位串行、字节串行数传方式。

嗣后，美国提出以Hewlett Packard公司于1972年开发的所谓HP-IB作为上述标准的基础。这实质上是属于上述(2)的标准方案，其文件序号是66 (Secretariat)21,于1973年8月发行。

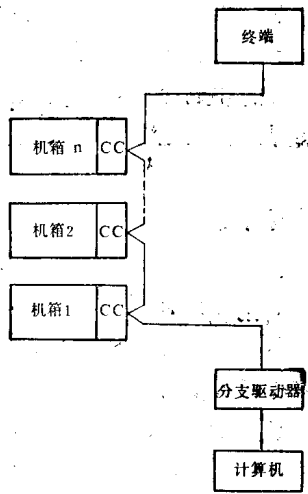


图 1-1a 并行分支CAMAC系统结构

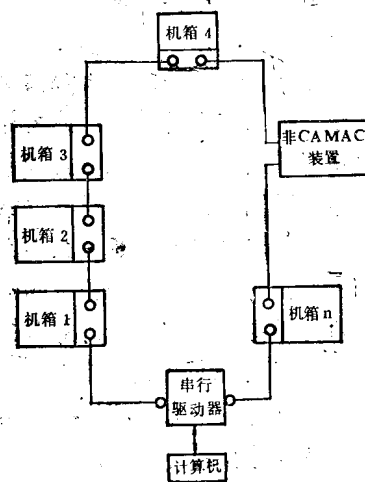


图 1-1b CAMAC串行公路

1973年10月在海牙会议上对上述文件提出各种意见。其结果制定了第二稿文件66 (Secretariat) 24 (1973年3月)与第三稿文件66 (Secretariat) 28 (1974年7月)。

1974年9月在布加勒斯特会议上就这两个文件进行审议，到会国对标准内容难于理解之处做了深入讨论，结果，机械标准的两种方案：24芯连接器 (American Standard) 和25芯连接器 (International Standard) 同时并存。

关于电气功能标准，对1975年11月发表的文件66 (Central Office) 22，按照六个月条例 (6个月内各国应回答赞成否) 各国进行了回答。其结果15国赞成，2国反对。一部分修正方案66 (Central Office) 26被表决通过，1977年9月正式成为IEC标准，即IEC625-1：“通用接口的功能、电气、机械特性”。

另一方面，为了把各种设备的信息编码格式统一起来，在1974年布加勒斯特会议上提出了制定标准的必要性。1976年6月，向各成员国发布了66 (Secretariat) 34文件，1976年10月在赫尔辛基会议上进行了讨论，其结果，于1978年4月印发了66 (Central office) 31文件，即IEC625-2：“编码和格式惯例”。以上就是IEC625——通用接口总线系统诞生的始末。

通用接口的与众不同之处，在于把一个功能完善的印刷电路板（功能标准）置于设备之内，而通过设备后面板上的标准连接器（机械标准）与其他设备交换信息。于是这一标准连接器就成为带有通用接口设备的重要外在标志。那么，如何用这些设备组建成系统呢？只要用国际标准母线把带有通用接口的诸设备互联起来就行了，（这根母线有0.5m、1m、2m、4m四种），为便于设备互联，母线两端的连接器一面是插针，一面是插孔。这就使采用此种接口技术组建系统变得异乎寻常地简单，因此就用“通用接口母线”（General Purpose Interface Bus）来命名这一接口技术，缩记为GP-IB。其典型框图如图1-2所示。

GP-IB的主要特点有：

(1) 象CAMAC系统以小型计算机或中型计算机作为系统控制器一样，GP-IB系统主要以微型计算机作为其系统控制器，前者软件费用大约占60%—80%，而后者却大约为30%以下。一般地说，小型中型计算机的应用，软件是关键，而微型计算机的应用，接口是关键。从这一观点出发，与应用领域更广的微计算机匹配使用的GP-IB系统显然具有更大的生命力。

(2) 接口的通用性，在于把各种测控领域中的设备：电工仪器、热工仪器、分析仪器等组成一个互相联系、互相适应、互相协调的“社会”。它们都能用这一接口系统组成自动测试系统。

(3) 同类设备即使生产于不同国家的不同厂商，但都将由于装备有通用接口而兼容于IEC母线，这就使系统设计者可以任意地选取最理想的设备来组建系统。

(4) 单母线系统可以使信息在母线上做双向、异步互锁的传送。任何两台设备都可以直接交换信息而无需通过母线控制器。同时能广泛兼容不同速度的设备。例如在图1-3所示的系统中，计算机与显示器以高速交换信息，而计算机与打印机则以低速（打印机的速度）来交换信息。

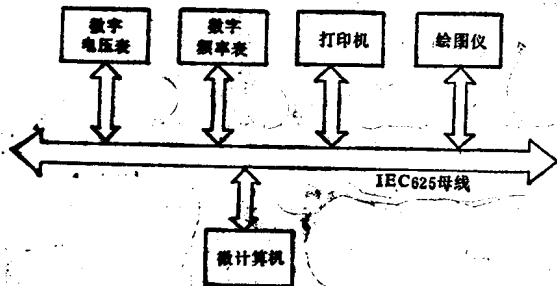


图 1-2 通用接口系统框图

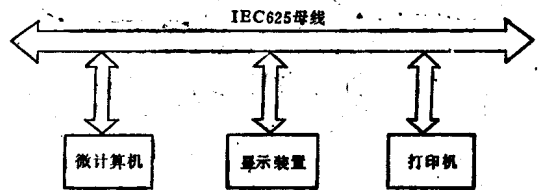


图 1-3 不同工作速度的设备兼容于IEC母线

当前，通用接口母线有下面几种记法：

- IEC 625 BUS 国际标准母线 (International Standard Bus)
- IEEE 488 BUS 美国标准母线 (American Standard Bus)
- HP-IB HP接口母线 (HP Interface Bus)
- GP-IB 通用接口母线 (General Purpose Interface Bus)

§ 1-3 通用性、灵活性、经济性及其可靠性

既然接口功能板被置于设备内部，因此系统设计者就根本不用考虑设计接口的问题，这

就意味着本接口系统适用于该设备所能参与构成的任何系统。其通用性是不言而喻的。

通用接口技术不仅在于组建系统方便,尤其重要的是改建系统的容易。通用接口本身既无自己的机箱,有通用接口的设备也不讲究装入统一的机柜。用这样设备组建的系统才是真正的“积散型”系统,它们“积”成为自动测试系统,“散”可以各自单独使用,表现出无与伦比的灵活性。

一般地说,带有通用接口的设备比不带有通用接口的设备约贵10%,但是由于接口功能板的插件化,用户可以根据实际需要把它当做一个选择件来处理。应该强调指出的是通用接口的经济性乃在于组建、改建系统的简单、迅速,节省人力物力。

从理论上说,在设备内加入哪怕只有一个元器件,其可靠性也会降低,更何况是装入一块接口功能板?但是,功能板在设备离线单机使用时根本不参与工作,所以不存在影响设备可靠性的问题,从系统考虑,无论是通用接口还是专用接口,这部分电路总是不可缺少的。专用接口因系统的不同而各异,所以不利于高度集成化。通用接口则相反,现代大规模集成电路接口芯片不仅减少了接口功能电路的体积,降低了成本,而且大大提高了电路的可靠性。由于通用接口采用了自身特有的三线互锁联络技术(这在下面详细介绍),这就保证了信息在母线上实现准确、可靠无误的传递。

综上所述,从通用性、灵活性、经济性及可靠性诸方面来考察通用接口技术,它是任何专用接口所望尘莫及的。

§ 1-4 GP-IB系统的现状及发展

从IEC625-1及IEC625-2两文件发表以来,GP-IB的发展速度超过了人们的预计,到1980年为止,已有14个国家100多个工厂生产带有通用接口的设备,它被公认为是今后10—15年内自动测试系统发展的方向。其生命力将超越CAMAC系统。

作为GP-IB发源地的美国HP公司及Fluke等大公司,它们所生产的仪器可以说是无不装备通用接口,这些仪器包括信号源、频率综合器、程控电源、字符发生器、时间合成器、数字电压表、数字万用表、计数器、LCR电桥、扫描器、模拟开关、网路分析仪、逻辑状态分析仪、频谱分析仪、绘图仪、仪用磁带机、打印机、A/D、D/A变换器、码制变换器、计算机、微计算机等。

带有通用接口设备已不限于电工测量仪器,许多热工仪器、分析仪器,甚至气象仪器,均装备有通用接口,例如美国热电子公司出厂的多种大气污染监测分析仪器都装备有通用接口。

作为一种自动测试手段,通用接口系统已经深入到各个领域。美国Dana、英国Datron等中小公司几乎所有的产品均装有通用接口。产品种类繁多的Solatron公司,数字仪表的出厂检验装置就是GP-IB系统。法国Schlumberger公司生产的大规模集成电路、印刷电路板测试装置,就是用IEEE 488总线组建成的。荷兰Philips公司是最完全贯彻IEC 625标准的厂家,从大规模接口芯片、IEC625总线到装备有通用接口的测量仪器、记录仪器和带有仪器BASIC的总线控制器,均有产品。

日本是GP-IB发展较晚的国家,但不到两年时间已遍及全国,横河、武田等厂家的产品除袖珍式仪器之外,均带通用接口。

总之,GP-IB系统的产生给自动测试系统带来了十分良好的经济效果,其发展与普及正

方兴未艾。

当然，GP-IB系统在本质上仍然是人工测试的一种模仿。是用电子计算机有效的替代人类对测控仪器进行控制及实现数据处理。可以认为，GP-IB系统尚未充分发挥计算机的能力。现在，人们正在设想把计算机与测控设备融为一体的自动测试系统。在充分发挥计算机效能的同时，还能使测试系统高度简化，进一步降低成本。有关这方面的内容已超越本书范围，这里不再多说。

第二章 通用接口母线系统结构

§ 2-1 通用接口母线系统的特点

一、通用接口母线系统的特点

(1) 信息传递方式是位并行, 字节串行 (Bit parallel, Byte serial)。这主要是指 8 根数据线, 它携带的 8 个位和现代微计算机相兼容, 又恰好相当两个 BCD 码, 而且宜于采用 ISO 编码传送信息。

(2) 母线上联接的仪器设备最多不能超过 15 台。这是对大量自动测试系统统计的结果。由于挂到母线上的发送器和接收器以及终端匹配负载都是据此而设计的, 因此, 要组建超出此设备数量的系统, 尚需采用专门措施。

(3) 目前欧洲、日本等国最常用的通用接口母线(图2-1)有 1 m、2 m、4 m 长三种, 美国尚有 0.5 m 长的母线, 具体型号为:

荷兰飞利浦:

PM 9480 1m IEC 母线
PM 9481 2m IEC 母线
PM 9482 4m IEC 母线
PM 9483 IEC/IEEE 转换连接器

美国HP公司:

10833A 1m IEEE 488 母线
10833B 2m IEEE 488 母线
10833C 4m IEEE 488 母线
10833D 0.5m IEEE 488 母线

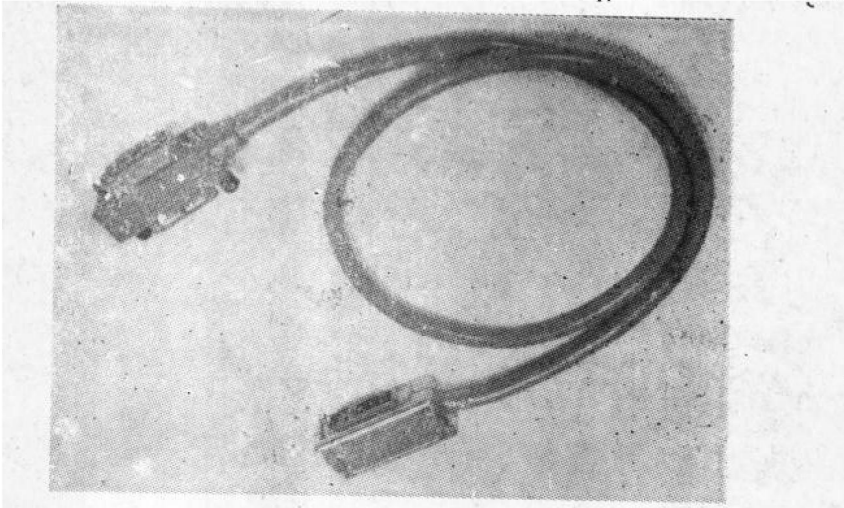


图 2-1 GP-IB 母线外形图

根据规范, 系统母线总长度最好不超过 $2\text{ m} \times$ 设备数, 而总长不允许超过 20 m。这样, 3 台设备不能超过 6 m, 4 台设备不能超过 8 m。如图 2-2 所示。

(4) 最高传送速率为 1 M 字节/s, 但实际应用一般为 10—100k 字节/s。传输速率一

般与系统母线长度及所使用的发送器有关，表 2-1 可供设计时参考。

(5) 每一设备至少拥有一个地址供母线控制器寻址。单字节地址码用一个字节中的 5 个位来表示，因而有效地址为 31 个，双字节则为 $31 \times 31 = 961$ 个。(详见第三章)。

为什么 15 台设备需要这么多地址？原因是，每台设备可以拥有 2 个以上的地址，这些地址除用以区别其它设备之外，尚有某些功能的含义。例如：母线控制器可以用第一地址定义绘图仪的初始位置，用第二地址规定字符的长和高。31 个地址是不够用的，但 961 个地址显然有裕量。

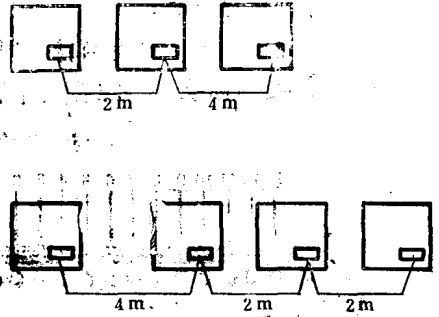


图 2-2 三设备、四设备连接电缆长度示意图

表 2-1

最高字节传输率	最大电缆长	驱动器
250 000 字节/s	20m 或 设备数 × 2m	48mA 集电极开路门
500 000 字节/s	20m 或 设备数 × 2m	48mA 三态门
1 000 000 字节/s	10m 或 设备数 × 1m	48mA 三态门

二、通用接口机械规范要点

机械规范主要规定电缆和连接器的形式，详见 IEC 625-1，简要说明如下：

(1) 为便于设备的互联，每一接插件均为双面结构，一面是插孔，一面是插针，并有

IEC 母线连接器

接点	信号线	接点	信号线
1	DIO1	14	DIO5
2	DIO2	15	DIO6
3	DIO3	16	DIO7
4	DIO4	17	DIO8
5	REN	18	5 地
6	EOI	19	6 地
7	DAV	20	7 地
8	NRFD	21	8 地
9	NDAC	22	9 地
10	IFC	23	10 地
11	SRQ	24	11 地
12	ATN	25	12 地
13	屏蔽		

IEEE 488 母线连接器

接点	信号线	接点	信号线
1	DIO1	13	DIO5
2	DIO2	14	DIO6
3	DIO3	15	DIO7
4	DIO4	16	DIO8
5	EOI	17	REN
6	DAV	18	6 地
7	NRFD	19	7 地
8	NDAC	20	8 地
9	IFC	21	9 地
10	SRQ	22	10 地
11	ATN	23	11 地
12	屏蔽	24	逻辑地

锁定装置保证可靠互联。

(2) 当前世界上使用两种不同的标准：一是 IEC 国际标准——25 芯针形连接器；另一为 IEEE 488 美国标准——24 芯簧片形连接器。如图 2-3 和上页表所示。

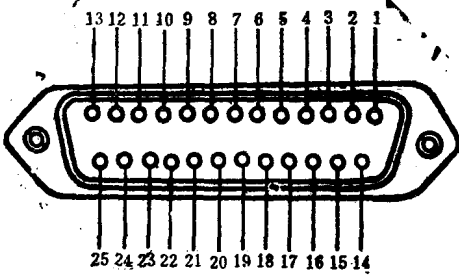


图 2-3a IEC 母线连接器接线图

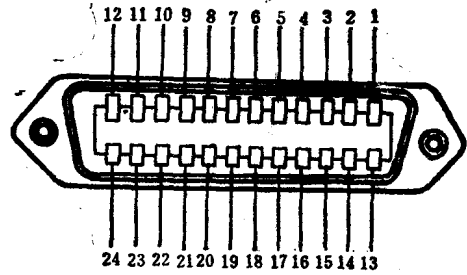


图 2-3b IEEE488 母线连接器接线图

GP-1B 源于美国，以 HP 为首，美国各大公司及日本许多厂家早期产品均使用美国标准，从经济效益考虑，两种标准并存是有利于美国及日本的，但是却不利于使用者去组建测试系统。为解决这一矛盾，出现了两种标准的换接装置。前面说过的 PM9483 型转换连接器就是两台不同标准的设备互联所使用的。

三、通用接口电气规范要点

电气规范主要包括逻辑电平及信息接收发送装置，详见 IEC625-1。简要说明如下：

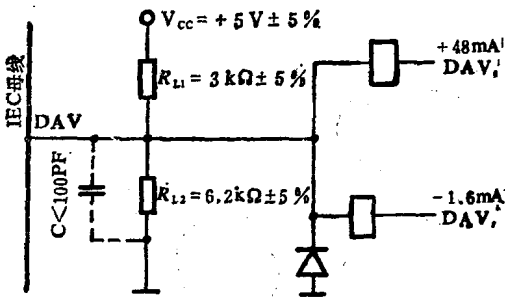


图 2-4 DAV 的接收发送器

图中 R_{L1} 、 R_{L2} 是充分考虑发送、接收电路及长线传输等多种因素推荐的阻值，二极管用于确保母线低电平不超过 0.8V，电容 C 用于消除可能引起的不应有的振荡现象。发送门与接收门在分别满足 +48mA、-1.6mA 的情况下，可以根据需要采用不同类型的门电路。为标志明确，以 DAV (数据有效信号线) 为例，母线上以 DAV 表示，设备内向外发送以 DAV_i 表示，设备内收到以 DAV_r 表示。

四、通用接口功能规范要点

挂接于母线上的仪器设备，在通过标准连接器送出或接收信息时，首先要经过由硬件实现的接口。这一接口实际上由两部分组成，其中一部分随设备的不同而特性各异。例如数字电压表与 SO_2 分析仪，两者的这一部分接口肯定互不相同，我们称之为“设备功能” (Device

(1) 设备内的接口电路正负逻辑均可，母线上应为正电平负逻辑，即：

逻辑“1” $\leq 0.8V$

逻辑“0” $\geq 2V$

应说明的是，母线上采用 TTL 电平，但设备内接口功能的设计却不强调必须用 TTL 电路，只要电平相兼容，设计者有充分选择元件的自由。

(2) 接收发送电路如图 2-4 所示。

function) 或“次级接口”。另一部分是对任何设备都基本相同的部分,称为“接口功能”(Interface function) 或“初级接口”。

对于设备功能,难于在硬件上统一结构,因此只能力求在信息编码格式上统筹考虑,以达编程简单和硬件实现方便(见 IEC625-2),而对接口功能则可以归纳成若干种,并使之通用化。

挂接在 IEC 母线上的设备可能是各种各样的,但就其在母线系统中的作用来说大致可以分成三种:

(1) 讲者 (Talker): 发送数据到其它设备。这主要指测试仪器而言,例如,数字万用表、数字电压表、通用计数器等。

(2) 听者 (Listener): 接收讲者发来的数据,主要指记录仪器而言,例如,打印机、显示器、X-Y 记录仪、直流信号源等。

(3) 控者 (Controller): 负责组织母线上各设备进行数据交换。一个典型的控制序列是先以“初始化”指令来宣布一次自动测量的开始,再发布一系列的命令和地址来任命某一设备为讲者、某些设备为听者,最后用程控命令或程控数据规定各设备的工作模式。典型的控者当然应该是计算机,然而对于一些简单的系统也可以用一台键盘器或顺序控制器充当控者。

应该指出的是:从系统的工作流程来看,任何一台设备在母线上的地位是经常变化的。例如数字电压表,当它向打印机发送测量结果时充当讲者,而当它接收计算机送来的程控指令时则为一个听者。再如微计算机,当它向各设备发号施令时是母线上的控者,当它通过母线向各设备发程控指令时则是一个讲者,而当它听取设备发来的故障汇报时又是一个听者。由此可见:设备在母线上究竟是讲者、听者或控者,取决于它在某一特定时刻在母线上所处的地位。但是我们通常根据一个设备在自动测试系统中经常或主要扮演的角色来命名,例如:数字电压表在系统中多数场合是向其它设备发送数据,我们就称它为讲者;打印机总是接收数据而称它为听者;计算机的主要任务是组织自动测试,所以是控者。还有一些设备如数字纸带记录仪,它充当听者的场合未必少于充当讲者的场合,因此我们称其为讲者或听者都可以。

§ 2-2 接口功能的设置

从上面分析的情况可知,任何一种设备通常不只具备一种能力,例如:一个讲者它不仅具备讲的能力,而且尚需听的能力。再如一个控者仅有控制的能力显然不足,它必须还要有讲的能力和听的能力。在通用接口规范中把这种能力称之为功能。那么一个设备到底应该具备哪些功能呢?请见下页表。

事实上,表中只列举了设备起码应具备的功能。为了用这些设备构成一个完善的自动测试系统,这几个功能显然是不够的。从实现自动测试的需要出发,从大量的实践中归纳出下面 11 种必要的功能*。

(1) 讲功能 (Talk function): 简称 T 功能。为发送测量数据、显示数据、程控指令以及表示设备内部状况的状态字节而设此功能。这是测量仪器所必备的。

* IEC625-1 规定设置 10 个功能,本文为读者理解方便,把控功能分成控功能及系统控功能,故为 11 个功能。

设 备	在母线上的地位	功 能
纸带阅读机	讲 者	讲功能
X-Y记录仪	听 者	听功能
键盘输入机	控 者	控功能, 讲功能
数字电压表	讲 者	讲功能, 听功能
计 算 机	控 者	控功能, 讲功能, 听功能
数字纸带记录仪	讲者或者听者	讲功能, 听功能

(2) 听功能 (Listen function): 简称L功能。为接收从其它设备发来的测量数据、显示数据、程控指令或状态数据而设此功能。这一功能是自动测试系统中每一设备所必须具备的。

(3) 源互锁联络功能 (Source handshake function): 简称SH功能。系统内各设备之间不仅要求能互相发送、接收信息, 还必须保证信息传送的准确、可靠、无误。源互锁联络功能可以起到如下作用: 一个信息发送者只有当探测到所有信息接收者确已准备好接收数据时, 才用一条专用的“数据有效”线的“1”状态(代表符号为 $DAV = 1$)向母线宣布由它放置在数据线上的数据是有效的, 从而允许接收者接收之。同样, 当探测得所有数据接收者均已收到数据时, 又用该线的0状态表示现在数据母线上的数据已经无效($DAV = 0$)。总之, 源互锁联络功能是一种配合控功能及讲功能同步地发送接口信息或设备信息的功能。

(4) 受者互锁联络功能 (Acceptor handshake function): 简称AH功能。此功能与源互锁联络功能相呼应, 其作用在于: 信息接收者应主动用一条专用的“未准备好接收数据”线的0状态($NRFD = 0$)向信息发送者表示已准备好接收数据, 以使信息发送者可发出“数据有效”的1状态。同样, 本功能还可用另一专用的“数据未收到”线的0状态($NDAC = 0$)向信息发送者表示所有设备均已收到数据, 以便发送者将“数据有效”线转为0状态。总之, 受者互锁联络功能是配合听功能接收设备信息及可靠地接收接口信息的功能。

(5) 系统控功能 (System control function): 简称SC功能(拥有此功能的设备可充当系统控者)。这是使系统进入初始化状态的功能, 借助此功能首先向母线上发出“接口清除”脉冲IFC, 使母线上诸设备的接口电路进入初始位置。其次再向母线上发出“远地可能”信号REN(即远地控制可能), 使母线上诸设备具有受控于计算机的可能。显然, 一个自动测试系统中至少应有一个设备具备系统控功能, 除非是一个不需要控者的系统。

(6) 控功能 (Control function): 简称C功能。这是一个负责指挥具体测试过程的功能(拥有此功能的设备可充当负责控者), 控者正是通过此功能向设备发出各种母线命令, 任命讲者、听者、接收中断请求, 进行串行点名与并行点名, 执行中断服务程序, 转移控制权等。

(7) 服务请求功能 (Service request function): 简称SR功能。以上几个功能虽能保证信息自动、准确、可靠、无误的传送, 但尚未考虑到任何设备都不可能在绝对无故障的情况下工作的事实。SR功能的设置, 使设备可以通过本接口功能向控者发出服务请求(溢出、过载、过量程、精度低、程序不明、错码等)。此外, 为提高计算机工作效率, 采用中断方式进行数传(数据要求输入, 要求输出等)也必须设置此功能。

(8) 并行点名功能 (Parallel Poll function): 简称PF功能。当控者通过SRQ线接收到一个服务请求信息后, 就要对诸设备逐个查询, 以查明究竟是哪一设备提出了请求, 这一操作称为串行点名。但由于随机性而可能使这一查询工作一直进行到最后一个设备, 这样就比较费时。本功能的设置正是为补救这一点, 它的任务是定期地一次至少查询八台设备的故障报警情况, 从而迅速地确定有故障的设备。

(9) 远地/本地功能 (Remote/Local function): 简称R/L功能。当设备的工作模式是受面板开关、旋钮控制时称为“本控”, 而通过母线受控于计算机则称为“远控”。远地/本地功能的设置旨在使设备具有选择这两种互相排斥的工作模式。当设备收到来自计算机的“远控”信号时, 面板上除电源开关及“返回本地”开关之外的其它旋钮及开关均将失效。有些设备面板上专设远地/本地开关, 这时可以简单地用远地/本地开关改变工作模式, 从而不设远地/本地功能。

(10) 设备清除功能 (Device clear function): 简称DC功能。设备以此接口功能接收控者发来的母线命令, 把一个、几个或所有设备置于一个预定的初始状态。由于绝大多数设备需要这一初始状态, 因此, 这一功能是十分必要的。

(11) 设备触发功能 (Device trigger function): 简称DT功能。设备以此功能接收控者发来的母线命令, 使一个或几个设备开始一次预定的操作。

以上诸接口功能不能说已是应有的了, 但却能保证相当复杂的自动测试系统正常、准确地工作, 这一点已经在实践中得到了证明。归纳上述诸功能, 如表 2-2 所示。

表 2-2 接口功能库

符 号	名 称	原 文
SC	系统控功能	System control function
C	控 功 能	Control function
T	讲 功 能	Talke function
L	听 功 能	Listen function
SH	源互锁联络功能	Source handshake function
AH	受互锁联络功能	Acceptor handshake function
SR	服务请求功能	Service request function
PP	并行点名功能	Parallel Poll function
R/L	远地/本地功能	Remote/Local function
DC	设备清除功能	Device clear function
DT	设备触发功能	Device trigger function

§ 2-3 系 统 实 例

图 2-5 是直流放大器线性度自动测试系统的框图。精密直流电压源依次增加输出的电压值, 数字电压表则依次测量放大器相应的输出电压, 并将测量数据输送到打字机打印, 整个过程由计算机控制, 直到设定的测点全部测过为止。