

电子计算机应用系列教材

# GP-IB通用接口与 自动测试系统

张宜生 王运赣 编著



科学出版社

73.879

548

电子计算机应用系列教材

①

# GP-IB 通用接口与自动测试系统

张宜生 王运赣 编著

科学出版社

1989

## 内 容 简 介

本书重点介绍 GP-IB 通用接口在自动测试系统中的应用,同时还深入浅出地介绍了 GP-IB 通用接口的原理和功能。全书共六章,第一章介绍 GP-IB 通用接口系统的产生和发展,第二至第四章介绍 GP-IB 通用接口标准规范、接口功能和工作原理,第五章介绍用 GP-IB 接口组装的自动测试系统的特点和基本操作,第六章用实例介绍 GP-IB 接口在自动测试系统中的应用。

本书可作为从事电子仪器及电子测量工作的工程技术人员培训教材,也可作为大专院校仪器仪表及电测专业师生的教学参考书。

## 电子计算机应用系列教材 GP-IB 通用接口与自动测试系统

张宜生 王运禧 编著

责任编辑 魏 玲

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

湖北省黄石市软科学应用技术开发中心激光照排

湖北省黄冈县印刷厂印刷

科学出版社发行 科学出版社计算机技术图书发行部总经售

1989年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1989年5月第一次印刷 印张:7 1/8

印数:00001—15,000 字数:148,000

ISBN7-03-001341-7/TP·69

定价:2.70元

主持编著单位:国务院电子信息系统推广应用办公室

组织编著单位:

广东、广西、上海、山东、山西、天津、云南、内蒙、  
四川、辽宁、北京、江苏、甘肃、宁夏、江西、安徽、  
河北、河南、贵州、浙江、湖北、湖南、黑龙江、福建、  
新疆、广州、大连、宁波、西安、沈阳、武汉、青岛、  
重庆、哈尔滨、南京等 35 省、市、自治区、计划单列市

电子振兴  
计算机领导小组办公室  
科技工作

(按笔划顺序排列)

电子计算机应用系列教材联合编审委员会名单

(以姓氏笔划为序)

主 编 审 委 员:

王长胤\* 苏世生 何守才 陈有祺 陈萃荫\* 邹海明\* 郑天健  
殷志鹤 童 癸 赖翔飞 (注“\*”者为常务主编)

常务编审委员:

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 于占涛 | 王一良 | 冯锡祺 | 刘大昕 | 朱维华 | 陈火旺 | 陈洪陶 | 余 俊 |
| 李 祥 | 苏锦祥 | 佟震亚 | 张广华 | 张少润 | 张吉生 | 张志浩 | 张建荣 |
| 钟伯刚 | 胡秉光 | 高树森 | 徐洁盘 | 曹大铸 | 谢玉光 | 谢育先 | 韩兆轩 |
| 韩培尧 | 董继润 | 程慧霞 |     |     |     |     |     |

编 审 委 员:

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王升亮 | 王伦津 | 王树人 | 王振宇 | 王继青 | 王翰虎 | 毛培法 | 叶以丰 |
| 冯鉴生 | 刘开瑛 | 刘尚威 | 刘国靖 | 刘晓融 | 刘德镇 | 孙令举 | 孙其梅 |
| 孙耕田 | 朱泳岭 | 许震宇 | 何文兴 | 陈凤枝 | 陈兴业 | 陈启泉 | 陈时锦 |
| 邱玉辉 | 吴宇尧 | 吴意生 | 李克洪 | 李迪义 | 李忠民 | 迟忠先 | 沈林兴 |
| 肖金声 | 苏松基 | 杨润生 | 吕福德 | 张志弘 | 张银明 | 张 勤 | 张福源 |
| 张翼鹏 | 郑玉林 | 郑 重 | 郑桂林 | 孟昭光 | 林俊伯 | 林钧海 | 周俊林 |
| 赵振玉 | 赵惠涛 | 姚卿达 | 段银田 | 钟维明 | 袁玉馨 | 唐肖光 | 唐骅全 |
| 徐国平 | 徐拾义 | 康继昌 | 高登芳 | 黄友谦 | 黄 侃 | 程锦松 | 楼朝城 |
| 潘正运 | 潘庆荣 |     |     |     |     |     |     |

秘 书 组:

秘 书 长:胡茂生  
副秘书长:何兴能 林茂荃 易 勤 黄雄才

## 序

当代新技术革命的蓬勃发展,带来社会生产力新的飞跃,引起整个社会的巨大变革。电子计算机技术是新技术革命中最活跃的核心技术,在工农业生产、流通领域、国防建设和科学研究方面得到越来越广泛的应用。

党的十一届三中全会以来,特别是赵紫阳总书记发表迎接世界新技术革命挑战的著名讲话以来,我国计算机应用事业的发展是相当迅速的。到目前为止,全国装机量已突破三十万台,十六位以下微型计算机开始形成产业和市场规模,全国从事计算机科研、开发、生产、应用、经营、服务和教学的科技人员已达十多万人,与1980年相比,增长了近八倍。他们在工业、农业、商业、城建、金融、科技、文教、卫生、公安等广阔的领域中积极开发应用计算机技术,取得了优异的成绩,创造了显著的经济效益和社会效益,为开拓计算机应用的新局面作出了重要贡献。实践证明,人才是计算机开发应用的中心环节。我们必须把计算机应用人才的开发与培养放在计算机应用事业的首位,要坚持不懈地抓往人才培养这个关键。

从目前来看,我国计算机应用人才队伍虽然有了很大的发展,但是这支队伍的数量和质量还远不适应计算机应用事业发展的客观需要,复合型人才的培养与教育还没有走上规范化、制度化轨道,教材建设仍显薄弱,培训质量不高。因此,在国务院电子信息系统推广应用办公室领导、支持下,全国三十四个省、市、自治区、计划单列市计算机应用主管部门共同组织118所大学和科研单位的400多位专家、教授编写了全国第一部《计算机应用人才培训大纲》以及与之配套使用的电子计算机应用系列教材,在人才培训和开发方面做了一件很有意义的工作,对实现培训工作规范化、制度化将起到很好的推动作用。

《计算机应用人才培训大纲》和电子计算机应用系列教材贯穿了从应用出发、为应用服务,大力培养高质量、多层次、复合型应用人才这样一条主线。大纲总结了近几年各地计算机技术培训正反两方面的经验,提出了计算机应用人才的层次结构、不同层次人才的素质要求和培养途径,制定了一套必须遵循的层次化培训办学规范,编制了适应办学规范的“课程教学大纲”。这部大纲为各地方、各部门、各单位制定人才培养规划和工作计划提供了原则依据,为科技人员、管理人员以及其他人员学习计算机技术指出了努力方向和步骤,为社会提供了考核计算机应用人才的客观尺度。“电子计算机应用系列教材”是培训大纲在教学内容上的展开与体现,是我国目前规模最大的一套计算机应用教材。教材的体系为树型结构,模块化与系统性、连贯性、完整性相兼容,教学内容注重实用性、工程性、科学性,并具有简明清晰、通俗易懂、方便教学、易于自学等特点,是一套很好的系列教材。

这部大纲和系列教材的诞生是各方面团结合作、群策群力的结果,它的公开出版和发行,对计算机应用人才的培训工作将起到积极的推动作用。希望全国各地、各部门、各单位广泛运用这套系列教材,发挥它应有的作用,并在实践中检验、修改、补充和完善它。

通过培训教材的建设,把培训工作与贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育

• • •

和科技人员继续工程教育等制度相结合,逐步把计算机应用人才的培训工作引向规范化、制度化轨道,为培养和造就大批高素质、多层次、复合型计算机应用人才而努力奋斗,更好地推动计算机应用事业向深度和广度发展。

李祥林

一九八八年十月十七日

## 前 言

GP-IB 通用接口是组建现代自动测试系统的标准接口,也是构成近代电子测量技术自动化、智能化的重要支柱之一。随着我国测试技术的现代化,接受并推广 GP-IB 接口势在必行。考虑到目前国内尚缺少系统介绍 GP-IB 的著作,我们结合近年来的科研工作,编写了《GP-IB 通用接口与自动测试系统》一书。

本书力求深入浅出地介绍 GP-IB 接口原理、IEC625 规范以及 GP-IB 接口功能,重点介绍 GP-IB 接口在自动测试系统中的应用。全书共六章,第一章介绍 GP-IB 通用接口系统的产生和发展,第二至第四章阐述 GP-IB 接口标准规范、接口功能和工作原理,第五章介绍用 GP-IB 接口组装的自动测试系统的特点和基本方法,第六章用实例介绍 GP-IB 接口在自动测试系统中的应用。

使用本书作教材时,要求读者具备电子测量仪器,微型计算机原理和 BASIC 语言方面的知识,本课程的参考学时为 30~40 学时。

本书由华中理工大学张宜生担任主编。第一至第五章由张宜生、王运麟编写,第六章由张宜生、邹春安编写,徐恕宏担任主审。

由于编者水平所限,书中难免还存在一些缺点和错误,希望广大读者批评指正。

# 目 录

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第一章 概述                       | 1   |
| 1.1 通用接口系统                   | 1   |
| 1.2 GP-IB 接口系统的现状及发展         | 2   |
| 1.3 系统示例                     | 2   |
| 第二章 GP-IB 的总线                | 4   |
| 2.1 总线系统                     | 4   |
| 2.2 接口功能及子集                  | 6   |
| 2.3 GP-IB 总线结构               | 9   |
| 2.4 三线应答过程                   | 11  |
| 2.5 GP-IB 接口功能状态图            | 13  |
| 第三章 GP-IB 接口信息               | 25  |
| 3.1 接口信息的分类                  | 25  |
| 3.2 多线接口信息                   | 25  |
| 3.3 信息编码                     | 26  |
| 第四章 GP-IB 接口芯片及应用            | 29  |
| 4.1 通用接口芯片                   | 29  |
| 4.2 通用接口芯片的应用                | 32  |
| 4.3 简易 GP-IB 接口              | 36  |
| 第五章 自动测试系统及其基本操作             | 41  |
| 5.1 自动测试系统的分类                | 41  |
| 5.2 基本操作表                    | 43  |
| 5.3 串行点名 and 并行点名            | 45  |
| 第六章 GP-IB 总线系统的应用            | 49  |
| 6.1 多通道数据采集及处理系统             | 49  |
| 6.2 双通道波形测量与处理系统             | 65  |
| 6.3 频率响应分析系统                 | 75  |
| 6.4 用 GP-IB 总线组成的动态分析实验室     | 85  |
| 附录 1 IEC 规范英文缩写索引            | 88  |
| 附录 2 接口功能子集表                 | 92  |
| 附录 3 远地信息编码表                 | 96  |
| 附录 4 ASC II /ISO 码和 IEEE 编码表 | 99  |
| 主要参考文献                       | 100 |

# 第一章 概述

## 1.1 通用接口系统

测试技术已经广泛应用于科学研究和生产领域。人们在追求测量的高精度、多功能、高可靠性和低成本的同时,愈来愈认识到实现自动测试的必要性。

在测试设备中,通用测量仪器占有很大的比例。如果将通用的测量仪器(例如数字电压表、数字频率计、数字存储示波器等)和控制仪器(例如计算机、数字控制器等)组成测量系统,便可以实现自动测试。从本质上讲,自动测试的过程就是信息按一定的规则在上述各设备之间传递的过程。因此,就需要一种能在各设备之间起协调作用的专用装置。我们把这种专用装置称作接口。在测试系统中,我们把由接口硬件及相应软件组成的总体称为接口系统。

早在 60 年代,就出现了与当时的计算机水平相适应的 CAMAC(Computer Automated Measurement and Control)接口系统。该系统主要用于原子核物理的研究领域,它具有独立的机框和种类齐全的模板,从而保证了该接口系统具有很大的灵活性。但是,这种独立接口系统的规模往往超过了测量仪器本身的规模,因而使其应用受到了限制。

GP-IB(General Purpose Interface Bus)通用接口系统与 CAMAC 接口系统有很大不同,它的硬件集中在一块印制电路板上,该板置于设备内,并通过标准连接器与其它设备交换信息。这种标准连接器成为带有通用接口设备的外在标志。

由于 GP-IB 接口是在微型计算机迅速发展的时期产生的,因此它具有以下特点:

(1)GP-IB 系统主要以微型计算机作为系统控制器。CAMAC 的软件费用占总费用的 60~80%,而 GP-IB 的软件费用只占总费用的 30%左右。

(2)由于接口通用,可以将不同类型的仪器设备组合在一起,形成理想的自动测试系统。

(3)不需要经过总线控制器,任意两台设备均可以直接交换信息,使信息在母线上做双向、异步传送。

经过近年来的发展,通用接口系统母线已于 1978 年正式成为 IEC 标准总线,但各国厂家仍保留了各自的习惯叫法:

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

## 1.2 GP-IB 接口系统的现状及发展

自从 1977 年和 1978 年相继发表了 IEC 625-1 和 IEC 625-2 两个文件以来,GP-IB 的电气功能和编码格式得到了统一,并被各国承认。到 1980 年为止,据不完全统计,已有 14 个国家的 100 多个公司生产了带有通用接口装置的仪器设备,GP-IB 接口系统已经被公认为今后 10 年自动测试系统的发展方向。它的发展速度远远超过了人们的预计,表现了极为强大的生命力。

以 GP-IB 的带头厂家——美国 Hewlett-Packard 公司和美国 Fluke 仪器公司为例,它们生产的仪器,如电工测量仪器仪表、热工仪表、分析仪器仪表等均装备有 GP-IB 通用接口。

随着 GP-IB 接口系统成为异军突起的自动测试手段,它已经迅速深入到各个领域。英国 Solartron 公司、法国 Schlumberger 公司和荷兰 Philips 公司以及丹麦 D&K 公司都成为全力贯彻 IEC625 标准的厂家。不但它们的产品装备有通用接口,而且这些产品的出厂检验、生产过程中的测试装置中也采用了 GP-IB 接口系统。

1980 年以后,日本有关厂家普遍采用了 GP-IB 接口系统。如日本横河-北辰计测工业公司、岩崎通信机器厂、武田理研工业公司等厂家的产品,基本都带有 GP-IB 接口。

由于微型计算机的发展,人们希望能用计算机代替人的工作,如对测量仪器进行自动控制管理、对测量数据进行自动处理等。然而 GP-IB 接口系统在本质上仍然是对人工测试的一种模仿,所以 GP-IB 接口系统还不能充分发挥计算机的各种功能。只有当计算机与测试设备融为一体之后,自动测试系统的效能才会得到进一步的发展。

## 1.3 系统示例

具有 GP-IB 通用接口系统的仪器种类繁多,它们的接口功能有的十分完善,有的则比较简单。对某一具体仪器设备来说,接口功能的能力基本上与仪器设备的特性相适应。

图 1.1 是一个由数字万用表 DMM8502 和一台 EG3003 微型计算机组成的自动数据测量及处理系统。这两台仪器通过 GP-IB 接口相连接。该系统中计算机起控制数字万用表的作用, DMM8502 数字万用表的工作状态,以及何时做何工作,全要由计算机规定。计算机可以向 DMM8502 发出各种命令,如选择测量类型(直流、交流、电阻等)、量程范围、采样速率等。计算机又可以接收 DMM8502 的测试数据、状态信息及各种比例系数,用以计算分析处理。

图 1.2 是由 SS5802 数字存储示波器、HP 喷墨打印机和一台 HP9816 计算机组成的

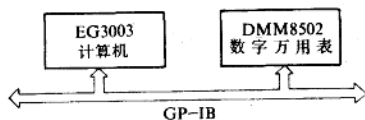


图 1.1 数据测量及处理系统

波形记录及数据处理系统。该系统中 SS5802 数字存储示波器、HP 喷墨打印机受 HP9816 计算机控制。计算机按一定的程序命令 SS5802 做何种工作,命令 SS5802 按指令的设置状态进行测量、命令 SS5802 把测试数据传送

给计算机。当计算机收到 SS5802 发送来的数据之后,对数据进行计算处理,将数据和波形用 HP 喷墨打印机打印出来,显然,打印机只能按计算机的命令工作,而不能反过来控制计算机。

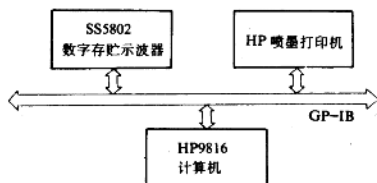


图 1.2 波形记录及数据处理系统

由于用 GP-IB 接口组合的系统中的各台仪器设备都是可以分开独立进行工作的通用仪器设备,所以图 1.1 和图 1.2 所示系统中的 SS5802 示波器、DMM8502 数字万用表、HP 喷墨打印机和 HP9816 计算机可以重新组合成图 1.3 所示的功能更强的系统,由计算机编制的程序控制各仪器进行工作,完成所需的测试任务。

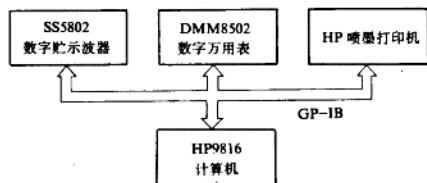


图 1.3 重新组合的自动测试系统

由上述可见,使用 GP-IB 接口系统十分灵活、方便。由于 GP-IB 接口装在仪器设备的内部,所以系统的设计者不用考虑接口设计等方面的问题,GP-IB 接口系统适于组建各种自动测试系统,同时也使得改建系统变得十分容易。

GP-IB 接口具有通用、灵活、经济等一系列优点,为其它任何专用接口所不及。

## 第二章 GP-IB 的总线

本章着重介绍 GP-IB 通用接口系统的基本特性,总线结构以及基本工作原理。

### 2.1 总线系统

在通用接口总线上,信息传输方式是“位并行、字节串行”。总线系统有 8 根数据线,它们与微型计算机的 8 位数据线兼容,相当于两个 BCD 码,适合采用 ISO 编码传送信息。总线最多可联接 15 台设备,国际上常用的接口电缆长度有 1m、2m 和 4m 三种。其具体型号、规格由厂家自定。根据 GP-IB 接口规范,系统总线电缆的总长度不允许超过 20m。母线的最高传送速率为 1M 字节/秒,通常用到 10~100K 字节/秒。

由于每台设备至少要有一个地址总线供控制器寻址使用,所以当采用单字节中的 5 位作地址码时,有效地址为 31 个,而双字节地址为  $31^2=961$  个。

#### 1. 机械规范

IEC 625-1 文件对通用接口的机械规范有明确规定,现对规定中的主要部分——电缆和连接器的形式说明如下:

(1) IEC-625-1 规定,为了保证设备互联,每一接插件均为双面结构,即一面是插孔,另一面是插针,并有锁定装置。

(2) 在机械规范中允许两种标准存在:IEC 国际标准和 IEEE 488 美国标准。二者的差别在于,IEC 标准规定的连接器是 25 针形,而 IEEE 488 规定为 24 芯簧片形(见图 2.1)。这两种不同标准的系统之间的连接,可以用 IEC/IEEE 转换连接器实现。而有些厂家的产品则同时具有上述两种不同的连接器,使用更方便些。

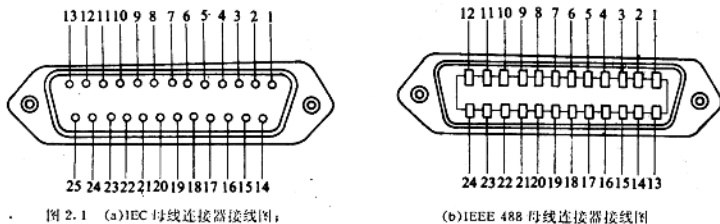


图 2.1 (a) IEC 母线连接器接线图;

(b) IEEE 488 母线连接器接线图

IEC 和 IEEE 488 总线连接器的信号线和接点号规定见表 2.1。

表 2.1 连接器的信号线和接点号规定

(a) 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   |     |      |

(b) IEEE 4C8 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  |

## 2. 电气规范

在 IEC 625-1 文件中对通用接口系统的电气规范有明确说明,这里只介绍逻辑电平及信息的接收发送电路。

(1) 逻辑电平:设备内部接口的电平允许正负逻辑电平,但总线上规定正电平负逻辑,即:

逻辑“1” $\leq 0.8V$

逻辑“0” $\geq 2V$

(2) 接收、发送电路:接收发送的基本电路如图 2.2 所示。图中二极管  $D$  用于限幅,保证总线的低电平 $\leq 0.8V$ 。电容  $C$  用于消除脉冲振荡,发

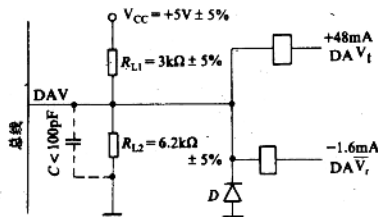


图 2.2 DVA 的接收、发送器

送、接收门电路电流应满足 $+48\text{mA}$ 和 $-1.6\text{mA}$ 。

### 3. 功能规范

系统具有设备功能(Device Function)和接口功能(Interface Function)。其中设备功能因设备的不同而各不相同。接口功能对于任何设备都基本相同。连接在 GP-1B 总线上的设备是各种各样的,但它们在总线系统中的地位可分为以下三种:

(1)讲者:发送数据到总线上的其它设备上去。如数字万用表、数字存储示波器等。

(2)听者:通过总线接收讲者发来的数据。例如数字打印机、数字绘图仪、直流信号源等。

(3)控者:对连于总线的各种设备进行控制、管理,实现数据交换。控者可以任命某一设备为讲者(实现讲功能),另一设备为听者(实现听功能)。典型的控者可以是计算机,也可以是一键盘控制器或顺序控制器。

当然,任一设备相对母线的地位是可以改变的。例如数字电压表,当它向数字打印机发送测量结果时充当“讲者”,而当它接受计算机发送来的控制指令时,则处于“听者”地位。由此可见设备的地位取决于它在某一特定时刻相对总线的地位。

## 2.2 接口功能及子集

实际上一种设备通常不只具有一种能力,例如,一个讲者不仅有“讲”的能力,而且需要“听”的能力。这种能力称之为“功能”。

一种接口功能对信息的处理能力又可能是多种的,一种接口功能赋予设备各种能力的不同组合,称为该功能的子集。

### 1. 接口功能

IEC 625-1 文件规定,通用接口系统应当有十种功能,每种接口功能都给予设备一定的能力。灵活应用这十种功能,就可以完成常规测试任务,甚至十分复杂的测试任务。这十种标准接口功能的名称、表示符号见表 2.2。

表 2.2 通用接口的十种标准接口功能

| 功能名称  | 符 号 | 英 文                         |
|-------|-----|-----------------------------|
| 控     | C   | Control function            |
| 讲     | T   | Talk function               |
| 听     | L   | Listen function             |
| 源应答   | SH  | Source handshake function   |
| 受应答   | AH  | Acceptor handshake function |
| 服务请求  | SR  | Service request function    |
| 并行点名  | PP  | Parallel poll function      |
| 远地/本地 | RL  | Remote/Local function       |
| 设备触发  | DT  | Device trigger function     |
| 设备清除  | DC  | Device clear function       |

(1)控功能(C): 对系统整体进行控制。可以发出各种命令,发出听者或讲者的地

址,还能接受讲者或听者的请求,接受讲者或听者发来的信息。它使系统的通讯能够有序地进行,并能够在通信中断后重新建立起有序的信息流。

(2)讲功能(T): 根据控者的命令发出数据、程控指令以及设备内部状态字节。在一个系统中可以有多个讲者,但是在某一时刻只允许有一个讲者工作。(3)听功能(L): 接受从其它设备发来的测量数据、程控指令或状态数据。在一个系统中可以同时有多个听者,例如两台数字电压表同时接受一个讲者的命令而工作。

(4)源应答功能(SH): 它与控功能及讲功能相配合,以便同步发送信息。当一个信息发送者探测到所有信息接受者确已准备好接收数据时,源应答功能使“数据有效”线的状态为“1”(DAV=1),即通知由它放置在数据线上的数据是有效的,从而允许接受者接收。当它探测到所有数据接收者都已收到数据时,又使“数据有效”线变为“0”状态(DAV=0),从而表示数据总线上的数据已经无效。

(5)受应答功能(AH): 使信息接收者能用“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,从而使信息发送者可以发出“数据有效”(DAV=1)信号。同样,可以在另一条专用线上的“0”状态(NDAC=0)向信息发送者表示所有的设备均已收到数据,使发送者将“数据有效”线转为“0”状态。

源应答功能用一条专用线(DAV)向受应答功能发送数据有效/无效信息,而受应答功能利用两条专用信号线(NRFD和NDAC线)向源应答功能发出是否已准备好,以及是否已经收到了数据的信息。这种利用三条信号线进行应答的技术,称为“三线应答技术”或“三线挂钩技术”。

上述五种功能是 GP-1B 系统的最基本的、也是必不可少的功能,为了便于应用,它们的作用列于表 2.3。

接口具备了上述五种基本功能后,系统就可以进行数据传递,并实现自动测试。若再具有下述五种功能则可以使系统能力加强,并且更为灵活、可靠。

(6)服务请求功能(SR): 上述的五种功能虽然能保证信息自动传递,但并没有考虑到设备可能在工作中发生故障,也不知道何时发生故障。这类事件的发生事先是无法估计的,只有当事件发生之后才能向控者报告并请求处理。SR 功能的设置,使设备可以通过接口向控者发出服务请求。SR 功能采用中断方式进行数据的输入/输出管理,提高了控者(一般为微型计算机)的工作效率。

表 2.3 通用接口必备的五种功能

| 功能名称 | 符 号 | 作 用                                                     |
|------|-----|---------------------------------------------------------|
| 控    | C   | 使设备能向其它装置发送地址、命令,控制系统的运行,并且有并行点名的能力。                    |
| 讲    | T   | 当设备被设置为讲者时,使设备具有通过接口向其它设备发送数据,以及与请求服务功能(SR)共同响应串行点名的能力。 |
| 听    | L   | 当设备被设置为听者时,它可以通过接口接受从另一个设备发来的数据。                        |
| 源应答  | SH  | 与受应答(AH)协调信号的异步传递,使设备能够发送多线信息。                          |
| 受应答  | AH  | 与源应答(SH)协调信号的异步传递,使设备能够接受多线信息。                          |

(7)并行点名功能(PP): 当控者通过请求服务线 SRQ 收到服务请求后,便对各设

备逐一查询,以确认提出请求的设备。这种串行点名的方法有时过于冗长,而并行查询(PP 功能)可以同时查询 8 台设备。所以可在不超过两次的查询中找到任何请求服务的设备,从而迅速地确认有故障的设备或装置。

(8)远地/本地功能(RL): 当设备受面板开关、控制键操纵而进行工作时,称“本地”,当设备通过 GP-IB 总线受控制器(如计算机)操纵而进行工作时,称“远地”。工作中只能选择这两种方式中的一种。当设备收到“远地”信号后,设备的面板开关、控制键均被封锁。有些设备的面板上专设有“远地/本地”开关,可用手拨动这种开关来改变工作方式,故不必再设“远地/本地”功能。

(9)设备触发功能(DT): 具有该项功能的设备收到控者发来的命令后,随即使一个或多个设备起动,开始预定的操作。

(10)设备清除功能(DC): 若设备的接口具有该项功能,当它收到发来的命令后,可将指定的设备设置到一预定初始状态。

后五种功能的作用列于表 2.4。

表 2.4 接口功能

| 功能名称  | 符 号 | 作 用                                     |
|-------|-----|-----------------------------------------|
| 服务请求  | SR  | 使设备能够向控者用异步方式提出服务请求。                    |
| 并行点名  | PP  | 使设备不必在讲者状态即可对控者的并行查询作出响应。               |
| 远地/本地 | RL  | 使设备在两种工作方式中作出选择——本地(由面板控制)或远地(由接口命令控制)。 |
| 设备触发  | DT  | 使设备能单独或成群地开始工作。                         |
| 设备清除  | DC  | 使设备恢复到初始状态。                             |

以上十种接口功能虽不十分完善,但却能满足自动测试系统的基本要求。使用者可以选择所需要的功能,而不一定要追求全面。例如,对于只听的设备(如打印机、信号源),常用 AH、L、RL、DT 几种功能的组合;对于既能听又能讲的设备(如数字多用表、信号分析仪等),常用 AH、SH、L、T、SR、PP、DT 功能的组合。

## 2. 接口功能子集

有些功能具有功能子集,如控功能就有 28 个子集。有些功能只有一个子集,这就是功能本身,如 SH、AH、SR 和 DT 功能。表 2.5 中列出了接口功能的功能子集,并对其作了简要的说明。

表 2.5 接口功能的功能子集

| 功能名称 | 功能子集       | 作 用                      |
|------|------------|--------------------------|
| 讲    | 基本讲者       | 使一设备向另一设备发送数据。           |
|      | 只 讲        | 使设备在无控者的系统中工作。           |
|      | 自身为听地位时,不讲 | 当设备在讲时,又被要求听,则设备的讲地位被撤消。 |
|      | 串行点名       | 向控者请求服务,并送出状态数据给控者。      |
| 听    | 基本听者       | 使一设备接受另一设备发来的数据。         |
|      | 只 听        | 使设备在无控者的系统中工作。           |
|      | 自身为讲地位时,不听 | 当设备在听时,又被要求讲,则设备的听地位被撤消。 |

| 功能名称  | 功能子集   | 作用                           |
|-------|--------|------------------------------|
| 控     | 系统控者   | 作为系统的控者,可发出 IFC 或 RFN 信息。    |
|       | 接口消除   | 使系统控者发出 IEC 信息,从而使各接口功能复位。   |
|       | 发远地控制  | 使系统控者将各设备设置为远地控制方式。          |
|       | 响应服务请求 | 使控者能响应设备发来的请求服务信号。           |
|       | 发接口信息  | 使控者能根据其设备的功能向总线发多线接口信息。      |
|       | 受控     | 使一设备能从控者手中接收到对总线的控制权。        |
|       | 控制转移   | 使控者能把对总线的控制权传递给另一设备或自身。      |
|       | 并行点名   | 使控者能主动启动并行查询过程。              |
| 远地/本地 | 同步受控   | 使控者对总线同步地取得控制,保证数据传递不受破坏。    |
|       | 远地/本地  | 使设备能在本地/远地控制方式间进行转换。         |
| 并行点名  | 本地封锁   | 使本地封锁的 RTL 无效。               |
|       | 基本并行点名 | 使设备能响应控者,向控者发回并行点名响应(PPR)信息。 |
| 设备消除  | 并行点名组态 | 使设备能对受控者实行并行查询编组。            |
|       | 基本设备消除 | 使设备能响应“设备消除”信息,回复到初始状态。      |
|       | 指定设备消除 | 使指定的设备响应“选择设备消除”信息,回到初始态。    |

## 2.3 GP-IB 总线结构

GP-IB 总线共有 16 根信号线,按功能可分为三组,即数据总线、三线应答系统和基本接口管理总线(图 2.3)。

### 1. 数据总线

数据总线包括 8 根数据输入/输出线(DIO1~DIO8),用于双向、异步互锁地传递信息、数据或命令。

(1)数据:传送数据字节、状态字节和程控指令,这时 ATN(注意线)线为高电平(ATN=0)。其中数据字节指测量数据,它们被讲者发送给某个听者或多个听者。状态字节表明设备当前的工作状态。程控指令是控者向受控设备发出的控制信息。

(2)命令:传送用于控制接口功能的专用总线命令、讲地址、听地址等。

上述两种信号均采用 ISO7 位码(ASCII),第 8 根信号线被用作奇偶校验或者不用。

### 2. 三线应答系统

三线应答系统用以保证听、讲和控功能的信息传递准确、可靠。

(1)数据有效线(Data Valid):简称 DAV 线,为 SH 功能专用。当信息发送者的 SH 功能使总线的 DAV=1 时,则当前在数据总线上的数据可以被信息接收者接收。

(2)未准备好接收数据线(Not Ready For Data):简称 NRFD 线,为 AH 功能专用。当母线上所有接收者均已做好接收数据准备时,接收者的 AH 功能使总线 NRFD=0,这时发送者在数据总线上的数据生效。

(3)数据未收到线:简称为 NDAC 线,也是为 AH 功能专用。当总线上所有信息接收者均已收到数据后,它们的 AH 功能使 NDAC=0,放弃总线上已过时的数据。