

电子仪器接口技术

杨安禄 陈长龄 编著

DIANZIYIYI

JIEKOUJISHU

电子科技大学出版社

电子仪器接口技术

杨安禄 陈长龄 编著

电子科技大学出版社

• 1994 •

[川]新登字 016 号

内 容 提 要

本书从工程应用的观点讲述程控电子设备间互连的数字接口技术。重点讲述 GPIB 数字接口原理与逻辑实现方法;新兴的模块式仪器系统总线 VXIbus 的物理连接层规约和通信、管理规程;作为程控仪器远距离通信媒介的 RS-232C 也被纳入本书研讨的内容。本书是从原理出发,讲述工程应用,对各种数字接口都是首先讲清机械、电气和功能特性,然后举例说明工程实现技术和应用。

本书适于作大学本科或研究生教科书,亦可供有关工程技术人员参考。

0119/62

电子仪器接口技术

杨安禄 陈长龄 编著

*

电子科技大学出版社出版

(成都建设北路二段四号)邮编 610054

电子科技大学出版社印刷厂印刷

四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 15.625 字数 377.2 千字

版次 1994 年 8 月第一版 印次 1994 年 8 月第一次印刷

印数 1—5000 册

ISBN 7-81016-999-3/TN·169

定价:11.00 元

前 言

本书是为高等工科电子类专业本科生和研究生的教学而撰写的教科书。目的在于阐述程控电子测试设备互连的数字接口硬件和软件的原理与设计方法。主要讲述程控电子仪器、测试控制机之间物理连接层相容联接、并进行准确通信的规约与实现技术。本书亦可作为电子设备及系统设计工程师的工程实践用参考书。

本书涉及内容较宽,包括程控电子仪器常用的多种数字接口。第二至第四章讲述 GPIB 数字接口原理、电气、机械与功能特性以及逻辑实现方法。目前,GPIB 仍然是组建台式或机架式自动测试系统的主要数字接口,这是本书的重点。第五章讲述模块式仪器系统的总线接口、器件与通信规程、VXI 仪器与操作、总线系统管理与测试系统控制原理与基本特性。VXIbus 是国外 90 年代初应军用测试系统需求推出组建的高密度、高效率、高可靠、高性能模块式仪器系统的标准数字接口技术,在我国将要推广应用。第六章讲述 RS-232C 数据串行数字接口原理和应用。RS-232C 是为数据终端设备与数据通信设备的匹配联接而设计,目前普遍用作计算机网络物理连接层数字接口;作为自动测试系统远距离通信的媒介,RS-232C 也成为程控电子仪器普遍配置的数据串行通信接口。书中也涉及了 GPIB、VXIbus、RS-232C 不同数字接口系统之间的转换技术,这对于组建、运行混合型自动测试系统网络是十分必要的。

本书各章之间有一定的连贯性,但更具有独立性,适合不同类型和层次的读者学习。读者可根据自己兴趣和需要选择不同章节精读。然而不论哪类读者阅读学习本书时,要求读者已掌握了有关“数字集成电路”和“微型计算机原理”的基础知识。

本书是一本实用工程技术教科书和参考书。各章节不但论述了技术原理,而且还讨论了技术实现措施,最后又举例说明应用。这样组织与择选内容比较符合理论—实践—理论的科学认识方法。

编者多年来从事自动测试系统与接口技术的科研、教学和数字接口国家标准及部标准制订工作;还先后编写了多种相关教材和讲义。随着技术进步和教学的不断深化,编者总结多年科研成果和教学实践之经验,跟踪国外数字接口新技术,吸取多方读者意见之精华,对原讲义进行整理、删减,充实、扩展、提炼,最后凝炼成本书现在呈献给读者的内容。本书第一至第四章由杨安禄撰写,第五至第六章由陈长龄撰写。参加本书编写工作的有邬玉明、陈玉珍等同志。全书成稿之后,张世箕教授对全书的内容选材、章节安排、甚至语言文字都做了校正。在此书出版之机,编者表示诚挚地敬谢!

由于时间紧迫、水平有限,书中会有缺点和不足,甚至是失错,祈望读者给予指正。

编 者

1993 年 10 月于电子科技大学

目 录

第一章 绪论

§ 1.1 概述	1
§ 1.2 接口和接口系统	3
§ 1.3 仪器内部的接口	4
§ 1.4 本课程的目的和任务	5
思考题和练习题	6

第二章 通用接口系统

§ 2.1 概述	7
§ 2.2 通用接口系统的基本特性	9
§ 2.3 母线结构和母线电缆	12
2.3.1 信号线	12
2.3.2 母线电缆和母线接头	15
§ 2.4 接口功能设立和器件功能配置	17
2.4.1 接口功能(Interface Function)	17
2.4.2 仪器内部接口功能配置	20
§ 2.5 三线挂钩	20
§ 2.6 消息编码及传递	23
2.6.1 消息分类	23
2.6.2 消息编码	24
2.6.3 消息传递	28
§ 2.7 常用操作序列	33
2.7.1 初始化序列	33
2.7.2 对仪器寻址及数据传递序列	34
2.7.3 器件清除序列	35
2.7.4 器件触发序列	35
2.7.5 串行查询序列	35
2.7.6 并行查询序列	37
2.7.7 远控/本控序列	38
§ 2.8 器件消息的编码格式	39
2.8.1 消息单元	40
2.8.2 不同类型数据消息单元的具体格式	42
§ 2.9 接口功能状态图	44

2.9.1 受方挂钩(AH)功能的状态图	46
2.9.2 听者功能状态图	49
2.9.3 讲者功能状态图	51
2.9.4 源方挂钩功能状态图	53
2.9.5 控者功能状态图	55
2.9.6 服务请求功能状态图	60
2.9.7 并行查询功能状态图	60
2.9.8 远控/本控功能状态图	62
2.9.9 器件触发功能状态图	63
2.9.10 器件清除功能状态图	63
§ 2.10 功能子集	64
思考题和练习题	70

第三章 接口功能逻辑实现

§ 3.1 概述	71
§ 3.2 母线收发器	72
§ 3.3 多线消息译码器	73
§ 3.4 接口功能逻辑实现	76
3.4.1 无记忆能力的接口功能的逻辑实现	77
3.4.2 有记忆能力的接口功能的逻辑实现	78
§ 3.5 大规模集成电路接口片	79
3.5.1 MC68488 的内部结构	80
3.5.2 MC68488 的外部引线及与 μP 的连接	87
3.5.3 MC68488 编程实例	90
§ 3.6 $\mu\text{PD}7210$	95
3.6.1 $\mu\text{PD}7210$ 的内部方框图及外部引线	95
3.6.2 $\mu\text{PD}7210$ 的内部寄存器	97
3.6.3 $\mu\text{PD}7210$ 与接收/发送门的连接	104
§ 3.7 软接口	106
思考题和练习题	108

第四章 仪器接口电路

§ 4.1 可控直流信号源接口电路	109
§ 4.2 数字多用表接口电路	112
思考题和练习题	117

第五章 一种模块化自动测试系统工业标准总线 VXIbus

§ 5.1 VXIbus 概貌	118
5.1.1 VXIbus 的由来	118

5.1.2	VXIbus 规范的内含	119
5.1.3	VXIbus 测试系统的用户受益	121
§ 5.2	VXIbus 测试系统的结构模型	122
5.2.1	物理结构示意	123
5.2.2	VXIbus 器件模型	123
5.2.3	VXIbus 系统模型	126
§ 5.3	接口功能与特定任务的实现	128
5.3.1	数据传送类接口功能	128
5.3.2	DTB 仲裁类接口功能	130
5.3.3	优先级中断类接口功能	133
5.3.4	0 号槽服务类接口功能	137
5.3.5	系统组态管理类接口功能	140
5.3.6	面向仪器类接口功能信号线	142
5.3.7	VXIbus 信号线简表	145
§ 5.4	VXIbus 器件及其操作	148
5.4.1	VXIbus 器件的一般属性	148
5.4.2	寄存器基器件	153
5.4.3	存储器器件	154
5.4.4	消息基器件	154
5.4.5	扩展器件	162
§ 5.5	器件通信协议	162
5.5.1	VXIbus 系统通信规程层次示意	162
5.5.2	VXIbus 系统寄存器直接读/写层通信规程	164
5.5.3	消息基器件的信号/中断层通信	165
5.5.4	字串行通信协议	166
5.5.5	出错及故障处理	168
§ 5.6	VXIbus 共用系统资源	169
5.6.1	VXIbus 0 号槽器件	169
5.6.2	SC 资源管理器	171
5.6.3	DC 资源管理服务	174
§ 5.7	VXIbus 仪器	176
5.7.1	VXIbus 仪器基本协议	177
5.7.2	VXIbus IEEE488.2 仪器协议	179
§ 5.8	VXIbus 测试系统主控计算机与编程环境	179
5.8.1	内嵌式主控计算机	180
5.8.2	外接式 GPIB 控制器与 488-VXIbus 接口	181
5.8.3	MXIbus 与接口	185
5.8.4	测试编程环境	187
	思考题和练习题	189

第六章 数据串行通信接口系统

§ 6.1 数据串行通信系统的组成模型	190
§ 6.2 标准数据串行通信接口总线	192
6.2.1 RS-232-C 标准规约	192
6.2.2 RS-232-C 的应用	196
6.2.3 对 RS-232-C 的改进	198
6.2.4 20mA 电流环接口	201
§ 6.3 数据串行通信控制规程	202
6.3.1 异步通信控制	203
6.3.2 同步通信控制	204
6.3.3 数据传输中的差错校验	206
§ 6.4 数据串行接口适配器电路的实现	208
6.4.1 用软件控制串行输入/输出	208
6.4.2 通用异步接收发送器(UART)	209
6.4.3 异步通信接口适配器 MC6850ACIA	213
6.4.4 异步通信单元 Intel8250ACE	220
6.4.5 同步/异步通信接口专用片 Z80-SIO	228
§ 6.5 数字式调制解调器	231
6.5.1 数字式频移键控调制解调原理	231
6.5.2 数字式调制解调器 MC6860L	232
§ 6.6 标准接口总线间的转换	235
6.6.1 智能 GPIB-RS232 转接口	235
6.6.2 硬线逻辑转接口	237
思考题和练习题	239

参考文献

第一章 绪 论

§ 1.1 概 述

众所周知,测量是人类认识自然,改造自然的一种手段,通过测量人们可以对客观世界取得定量的信息。仪器是测量中必不可少的工具。电子仪器是利用电子学的理论和技术对电量和非电量进行观察和测量的装置和系统。随着电子技术的发展及其在各方面的广泛应用,对电子测量和仪器提出了更高的要求;测试项目和范围与日俱增,测试精度和测试速度急剧提高。从 60 年代以来,核子物理技术高速发展,航天和航空技术日新月异,大规模集成电路技术更是一日千里地突飞猛进。现代科学的发展使得电子测量的对象越来越复杂,用一台仪器对被测对象的某一参量进行测量的传统方法已经不能适应现代测试的需要;无论是面对一个简单的还是复杂的被测对象,目前,正兴起的测量方法是利用一台仪器或一个测试系统,对被测对象进行众多参数的综合测量,从而能对被测对象作出全面的表征。这种现代化的测量不得不依靠由电子计算机控制的自动测试系统来完成。

就目前的含意来看,自动测试系统无非就是用计算机代替人进行控制和管理的测试系统。图 1.1 是用来鉴定信号发生器各项技术指标的自动测试系统。与人工测试系统相比较,在自动测试系统中所使用的仪器应该是“可编程”的。所谓“可编程”是指测量仪器能接受计算机的编程控制。这种仪器的显著特点是必须具备一个“接口”。计算机可以通过这个接口将各种程控指令送入仪器,以此调整和控制仪器的工作状态。例如在图 1.1 中,计算机欲使频率计的闸门时间调到 $100\mu\text{s}$,就必须通过仪器接口将一条程控指令(比如“T5”)传入频率计。同样,测量仪器有时也需要通过接口传出数据,比如频率计对被测信号发生器的频率进行测量,所得的结果是 102MHz ;频率计欲将这个数据传送到计算机或其他仪器去处理或记录时,也可以通过同一个接口来实现。

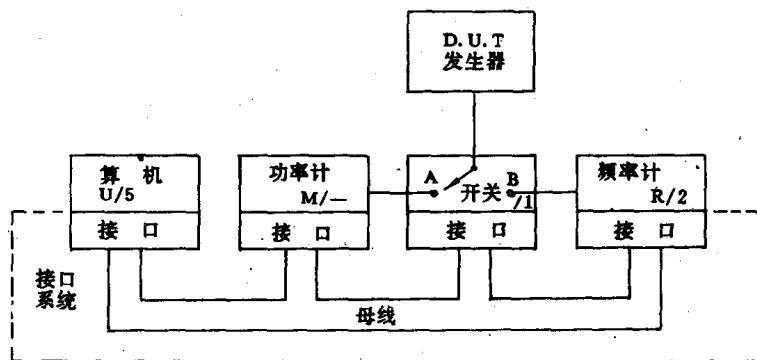


图 1.1 用母线连接的自动测试系统

就可程控仪器的组成来看,虽然“接口”本身只占很小一部分,但是实践证明:组建自动测试系统的关键问题之一就是要解决仪器与仪器之间,仪器与计算机之间的接口技术问题。

早期的自动测试系统,大多是为某种目的而专门组建的,由于可供选择的可编程仪器甚少,测试系统的组建人不得不在选好所需的仪器和计算机之后,专门为它们设计接口。因此,在组建自动测试系统时,耗费在接口方面的人力、物力和财力将是巨大的,而且制作出的接口既无重复性,又无互换性,更不具有通用性。

在60年代中后期,由于近代各种科学技术迅猛发展,在科学研究和工业大生产中,各行各业对自动测试系统的需要量日益增多。虽然可编程仪器的种类也在增多,但由于不同厂家制造仪器的接口未能统一,彼此不能很好兼容。要想利用不尽相容的可编程仪器随心所欲地组建自动测试系统是十分困难的。因此,人们迫切希望采取某些措施,比如制订出一种统一的标准作为设计接口的准绳,以此统一一个国家、一个集团乃至全世界的电子仪器的接口系统,使接口不再是组建系统的难关。为此目的,从60年代以来,世界各国争相研究,先后出现了多种接口标准,包括公司标准、国家标准、集团标准和国际标准。其中最常见的有IEC-625标准,RS-232标准,CAMAC系统标准,IMS标准等。

CAMAC系统标准是1968年欧洲原子能联合委员会公布的一种接口系统标准。CAMAC是英文Computer Automated Measurement And Control的缩写,其意思是:“使用计算机的自动测试与控制”。这一套国际标准接口系统是用于核子物理测试仪器的一种接口系统。

1969年美国原子能委员会颁布了核子仪器模块的标准,即NIM标准。NIM是Nuclear Instrument Module的缩写。NIM标准与CAMAC标准是兼容的。

RS-232C标准是美国电子工业协会EIA(Electronic Industry Association)公布的一种推荐标准,最初是为了促进用公共电话网络进行数据通信而制订的。由于这种接口的结构简单、使用方便,后来广泛地用于计算机、电子仪器和其他电子设备之中。

1975年美国电气及电子工程师学会公布了IEEE488-75标准,在1978年颁布了它的修订版IEEE488-78标准,这是目前广泛采用的一种接口系统标准,其前身为HP-IB。

1977年国际电工委员会公布了IEC625标准。IEC625标准与IEEE488标准几乎完全相同。

1984年和1985年,我国电子工业部和国家标准局先后颁布了SJ2479标准和GB₂₄₉标准,这两项标准均为等效采用IEC625标准。

IEC625标准、IEEE488标准、GB₂₄₉标准和SJ2479标准是同一种标准接口系统,常被称为 GPIB(General Purpose Interfaces Bus),即通用接口。

1987年,IEEE组织又将IEEEstd488-1978略经修改后定名为IEEEstd488.1-1987,也称为IEEE-488.1标准,并增补了标准代码、格式和通信规约等,定名为IEEEstd-488.2。与此同时还出现了SCPI(可编程电子仪器标准代码)*,从而不但在硬件方面,而且在软件方面也实现了接口标准化。

80年代以来,由于电子技术的飞速发展,使电子测量技术和仪器与计算机技术更紧密的结合,从而在80年代中期出现了模块化仪器及VXI总线接口系统(参看第五章)。

1973年东欧经互会集团公布了IMS-1接口标准,以资统一经互会内部的仪器接口,其前身是东德的SI.1标准和SI.2标准。

除上述几种接口系统标准之外,不少的国家(如英国、前西德、前东德、荷兰等)和公司

* 参看张世英等编著的《自动测试系统》。

(如西门子、飞利浦、HP 等)也曾制订过自己的接口标准。

在一段不太长的时间内世界上竟然出现了如此众多的接口标准,可见人们对接口标准化的重视。其目的也无非是希望尽可能统一仪器的接口设计,使各种可控仪器彼此兼容,为组建自动测试系统创造良好的条件,推动自动测试技术的迅速发展。事实也是如此,特别是在解决了接口的国际标准化之后,带通用接口的仪器如雨后春笋般地大量涌现出来。人们可以利用现有的(不论是哪个国家、哪个工厂生产的)可控仪器来随心所欲地组建各种自动测试系统,而在接口硬件方面无需做任何工作。组建自动测试系统就像组建手动测试系统一样的方便、灵活。使人们长期的愿望得以实现,这在很大程度上应归功于接口标准化工作做得很成功。“接口技术”作为一种专门技术受到人们的重视就是必然的,毫不奇怪的了。

§ 1.2 接口和接口系统

接口(Interface)的原意就是“交界面”。设想任何一台仪器(或者其他电子设备)都由一个封闭的几何面将它与外界分隔开来,仪器内部与外界的一切联系都必须穿过这个交界面的某一部分,这部分“交界面”或“区域”就称为“接口”。例如为仪器提供电源所经过的区域称为“电源接口”;高频信号发生器的信号输出或输入所经过的区域可称为“高频接口”;数字信息输入或输出所经过的区域可称为“数字接口”。与数字接口相对应,电源接口、高频接口等传送模拟量经过的区域称为“模拟接口”。从上面所例举的各种接口不难看出:仪器的接口并非只有大小而无厚度的“几何界面”。仪器接口不仅包括与外界联接所必需的电路接插件、信号线等物理实体,而且还包含数据格式、数据编码等必需的信息性内容。

由多台仪器组成测试系统时,各个仪器的接口总合在一起就称为接口系统。如图 1.1 虚线包围的部分便是接口系统。接口系统是自动测试系统内各个仪器之间相互传递信息的渠道、纽带和桥梁。要想让由接口系统互联在一起的各个器件之间能够顺利而准确地进行信息传递,各个仪器的接口之间必须满足下列几个条件。

1. 电气相容

包括在电平、极性、负载能力、驱动能力等一系列电参量之间必须相容或匹配,否则即使勉强将各台仪器联接在一起,也不能顺利运行,严重不匹配时,还会导致器件的损坏。

2. 功能相容

在功能方面,各台仪器之间必须相互配合,比如一台仪器具有发送数据的功能,另一台或另一些仪器必须具有接收数据的功能;否则互联在一起的仪器之间是无法进行正常通信的。

3. 机械相容

机械相容是指仪器联接时使用的接插头的型式、尺寸、接线位置等各个方面必须互相配合,否则两台仪器根本无法接通,更谈不上实现顺利地通信了。

4. 运行相容

相互传递信息的仪器之间,在诸如编码格式、语言种类、数据格式、运行速度等几个方面必须相容。假定仪器之间传递的信息相互不能识别,那么这种信息传递是毫无价值的。运行速度不相容会导致信息丢失,这是十分明显的事。

上述四方面的要求又可称为接口的四个要素。

在本书的后面几章中,我们将会清楚地看到,无论仪器之间的接口系统,还是仪器内部各个单元或插件之间的接口,都是在上述几个方面作出一些明确而具体的规定,在设计仪器电路时,必须遵循这些原则。

§ 1.3 仪器内部的接口

不仅在互联的仪器之间存在接口问题,就是在一台小小的仪器内部各个插件、各种单元电路乃至各个集成电路之间也存在接口问题。不过在传统的仪器内部大多采用分立元件构成单元电路,虽然各单元电路之间也存在如何联接(也就是接口)的问题,但是这种接口往往是比较简单的,一般都在电路设计时已附带解决而不是作为一种专门技术来研究。

自 70 年代初期以来,由于结构简单、体积小、功能卓著、价格低廉的微处理器被大量使用,不仅产生了新一代电子计算机——微型机,也产生了一代新型的电子仪器——智能仪器。就目前的含意来看,所谓智能仪器也就是指微处理器化,或称 μp 化的仪器。在带 μp 的仪器内部,微处理器虽然还不能直接代替传统仪器的硬件电路,如高频振荡器、A/D 变换器、D/A 变换器、交直流转换器等。但是由于 μp 具有强大的计算能力和多种控制能力,因此 μp 引入仪器后替代了传统仪器内部一大堆控制逻辑、运算逻辑和数据处理逻辑。这种替代的结果使仪器的体积缩小,重量减轻,而功能却大大增强了。

与传统仪器相比较,智能仪器从电路程式、控制方式到机械结构等各个方面都发生了根本性的变化。图 1.2 是一台带 μp 的数字式多用表的简化方框图。不难看到,该仪器大体上可以划分成数字和模拟两大部分。

数字部分包括 μp 、ROM、RAM、面板和显示器以及仪器接口等多个单元。各部分的名称和作用如下:

μp :即微处理器。它是仪器的核心,用以管理和控制仪器的全部操作。

ROM:只读存储器。用以保存仪器的管理程序、计算程序、数据处理程序等。按习惯这些程序统称为仪器的监控程序。

RAM:随机存储器。用来存储随时可变的数据,如仪器采集到的数据,输入输出数据或运算中出现的中间数据等。随机存储器也可以用来存放用户程序。

面板和显示器:这是人机对话窗口,又称为人机接口。通过键盘,操作人员可以将各种指令和数据送入仪器,藉以调整和控制仪器的工作状态和工作特性。通过显示器,人们可以观察到仪器的工作状态和测试结果,并能显示和记录输出数据。

仪器接口:包括 RS-232C 和 GPIB 接口,供仪器接收来自远方的各种输入数据。仪器的输出数据也经过仪器接口传送。

模拟部分包括组成数字多用表的传统电路,如 A/D 转换器、交直流转换器、滤波器、欧姆变换器、电流电压变换器,直流信号调节器等多个部分。

为了便于微处理器对各部分电路进行管理和控制,各种单元电路或部件都采用插件式或模块与总线结构,并能接受数字程控。在仪器内部 μp 将各个插件当作存储单元对待。模拟部分还包括模拟总线和供模拟信号输入和输出的接口,常称为模拟接口。

数字部分与模拟部分之间通过数字总线联接。由于模拟部分负载很重以及两部分的地电平不一致,因此 μp 的总线经过缓冲器或隔离器与仪器的数字总线相联。从图 1.2 可以清

楚地看到智能仪器实质上就是一个微处理器系统。按照计算机的习惯划分, μP 与存储器构成主机, 其余部分构成“外围设备”。在仪器工作期间, μP 与存储器之间, 主机与外设之间, 数字部分与模拟部分之间, 乃至各个插件之间都需要频繁地交换信息。这些信息的交换必须通过仪器内部的接口才能实现。

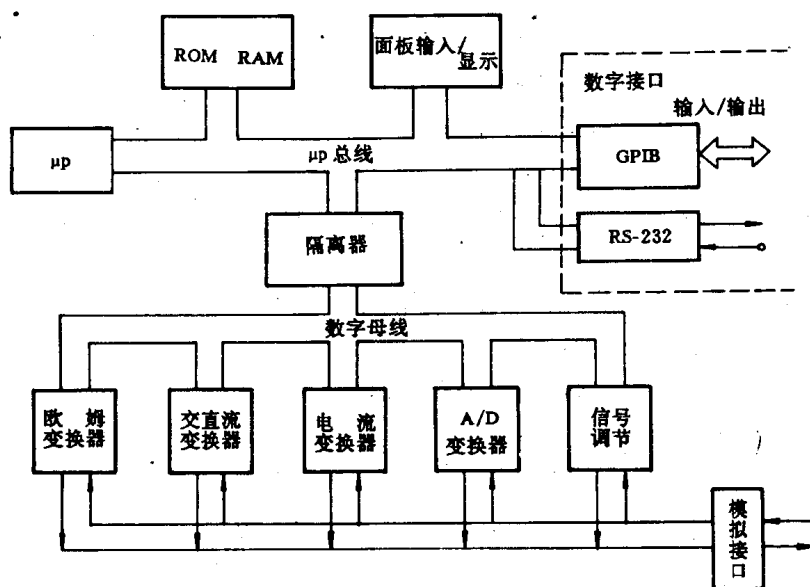


图 1.2 数字式多用表方框图

为了便于利用 μP 来构成各种 μP 系统, 生产 μP 的厂家一般都同时生产了各式各样能与 μP 相配合的大规模集成接口电路, 如串行接口、并行接口、CRT 接口、DMA 接口、定时器调制解调器等。这些标准接口电路可以直接用于仪器之中充当对外接口, 也可以略加扩展成为仪器的一种单元电路。倘若在电路设计中使用现存的接口电路不太合适时, 也可以自行设计各种接口电路, 以求得更好的电路形式和更高的经济效益。

§ 1.4 本课程的目的和任务

如前所述, “接口技术”研究的内容是比较广泛和繁杂的。数字接口和模拟接口; 仪器之间的接口和仪器内部的接口; 串行接口和并行接口; 专用接口和通用接口等都属于接口技术研究范畴。随着电子技术的发展和各种学科互相渗透, “接口”的实际含意还将不断发展和更新。要在一本短短的教科书中包罗万象、面面俱到是不可能的。本课程的任务是讲述“接口”的基本原理, 常用接口电路, 几种接口系统标准以及各种接口之间的转换等。其内容是这样划分的: 第二至四章讲述 GPIB 接口, 第五章讲述 VXI-BUS 接口, 第六章讲述 RS-232C 接口及各种接口之间的转接口。希望通过这门课程的学习, 读者能掌握处理电子仪器中经常遇到的电路与电路、插件与插件、仪器与仪器之间的接口问题, 在此基础上逐步学会处理其他电子设备的接口问题。

在数字接口方面本课程重点讲述当前国际上广泛流行的 GPIB 接口。对 GPIB 接口在电

气、功能、机械、运行等几个方面都将对它们进行详细地讲述。通过这些内容的讲述,读者不仅可以懂得可编程电子仪器的使用要领,而且能够掌握为仪器配置 GPIB 接口的一般技术问题。

在串行接口方面重点讲述 RS-232C 接口。

本课程中不包含 CAMAC 接口,也不包括各种接口系统的软件环境,这些内容在《自动测试系统》中讲述。至于其他接口,如 HP-IL 接口、SI. 1、SI. 2 接口和 IMS 接口等。目前,在我国很少或根本没有使用,在本课程中将不包括这些内容。

本课程以课堂讲授为主,自学为辅。在有条件的地方配合各种实验以培养和提高读者的实践能力,为今后的工作和学习打下更坚实的基础。

思考题和练习题

- 1.1 何谓接口? 何谓接口系统? 何谓接口四要素?
- 1.2 仪器中常用接口有哪几类? 每种接口的作用是什么?
- 1.3 通用接口与专用接口有何区别? 各有什么优缺点?
- 1.4 为什么要实行接口标准?

第二章 通用接口系统

本章讲述可编程测量仪器的一种接口系统或称通用接口系统。也就是著名的 IEC625 国际标准。在我国与之相应的有国家标准局颁布的 GB 249 标准和电子工业部颁布的 SJ2479 标准：“可编程测量仪器的一种接口系统”，在美国将这种接口系统称为 IEEE488.1 标准或 HP-IB。更通用的名称是 GPIB。目前大约有上千种电子仪器和其他设备带有这种标准接口。

本章的主要内容包括通用接口的原理和一般特性；功能和电气特性；母线结构、母线电缆和接插头；消息编码格式惯例和消息传递以及接口系统的控制和管理等有关问题。

§ 2.1 概 述

大家知道自动测试系统是在电子测量仪器和设备的数字化和程控化的不断发展以及电子计算机的应用日益普及的情况下发展起来的。当前人们心目中的自动测试系统虽然仍旧是对人工测试系统的一种模仿，也就是由计算机代替人工管理和控制的测试系统。但是这并不等于将各种可编程仪器和计算机拼凑在一起，就能构成自动测试系统。由于计算机和各种测量仪器在数据的表示方法和传输方式、消息的编码格式和传递速度、逻辑关系和逻辑电平、联接方式和负载能力等各个方面都有相当大的差异，因此要使计算机和可编程仪器组成的自动测试系统能够按照预先编制好的程序有条不紊的运行、完成指定的测试任务，就必须解决仪器与仪器之间、仪器与计算机之间各种信息的传递渠道和传递方法，也就是解决接口系统问题。事实也是如此，从人们研究自动测试的第一天开始也就在着手研究接口技术问题。

在自动测试技术发展初期，由于可供选择的程控仪器种类极少，不足以组成各种自动测试系统。因此，当时的自动测试系统往往是为某一种专用目的而组建的，即带有相当程度的专用性。至于接口系统也就只能根据选定的仪器和计算机以及测试任务的要求专门进行设计。这种接口系统常常被人们称为专用接口系统。显然，专用接口系统既不具有重复性，也不具有互换性，更不具有通用性。组建自动测试系统时，耗费在接口系统方面的人力、物力和财力将是十分巨大的，这就限制了自动测试技术的广泛应用和高速发展。到了 60 年代中期，带接口的可编程仪器已经大量出现，组建自动测试系统变得比较方便了，因此自动测试技术有了进一步的发展。但是，由于各个国家的不同厂家生产的可编程仪器在接口功能、数传速度、数传方式、编码格式和逻辑电平等诸多方面不尽相同。因此，要将若干台彼此不太相容的仪器联成一个系统，还必须为每台仪器设计制造一个专门的接口转换装置以保证系统内能够准确无误地进行信息传递。各种接口转换装置（或称转接口），虽然比仪器接口本身简单，但仍然具有专用性质，同样的仪器在不同的系统内使用时其转接口也不一样。因此利用转接口来实现仪器互相兼容仍然是不方便的。

到了 60 年代末期，人们提出这样的奋斗目标：研究出一种统一的、国际通用的、适合于任何一种自动测试系统中联接任何类型仪器的“标准化接口系统”，世界上各个国家的各个厂

家都按照这种统一的标准来设计可编程仪器的接口,并将其作为仪器的一部分装在仪器内部;组建自动测试系统时,只要用一条条标准的无源电缆将仪器联接起来,再与带接口的计算机或其他控制器联接,便可以随心所欲地组成各种自动测试系统。自动测试系统的组建人在接口系统的硬件方面无需再做任何工作。测试系统解散后,各台仪器又可作为可编程单机或在其他系统中使用。

研究标准接口(或称通用接口)的设想无疑会受到各方面的高度重视和广泛支持。为了实现这一目标,在60年代末和70年代初期世界各国都致力于通用接口技术的研究,并取得了成功。

1972年美国HP公司首先研究成功一种实用的仪器接口系统,该系统采用母线型联接,以异步通信方式并用三线挂钩技术来保证仪器之间能正确地传递信息。从而奠定了通用接口系统的基础。同年秋天,美国咨询委员会将HP公司的这种接口系统推荐给国际电工委员会(IEC),建议作为一种初步的标准化方案。其后为了适应国际标准化的需要,HP公司对原方案作了一些修改,并于1974年定名为HP-IB,意思是HP公司的接口母线。同年9月,IEC的第66(电子测量设备)委员会TC66认可了美国提出的草案文件,并于1975年11月发表决稿:IEC66[中办]22号文件供各会员国表决,1977年10月表决通过后IEC便颁布了IEC625标准:“可编程测量仪器的一种接口系统”。至此一种国际通用的接口标准正式确定下来。

在美国国内也制定了几种名称不同的接口标准。1975年4月美国电气及电子工程师协会颁布了IEEEstd·488-1975,也就是人们常说的IEEE488标准,将HP-IB作为IEEE的标准。1976年1月美国国家标准化研究所(ANSI)颁布了ANSI-MCI·1标准,将IEEE488标准作为美国国家标准。

上述几种标准的基本内容都是相同的,只不过名称不同而已。美国常称为IEEE488标准或HP-IB,在欧洲一般称为IEC-IB或GPIB。

1987年IEEE又将原IEEE-488标准作个别修订定名为IEEE-488·1-1987,并同时颁布了IEEE-488·2-1987标准,对器件消息的编码格式作了进一步的标准化。

我国从1977年开始研究上述几种接口系统,首先由电子工业部组织了相应的委员会,并于1983年制订了电子工业部的部标准SJ2479“可编程电子测量仪器的一种接口系统”,接着国家标准局在1985年颁布了GB_s249国家标准。GB_s249和SJ2479标准均为等效采用IEC625标准,但对母线电缆和插头的规定与IEEE488-1978标准相同。

从上述不难看出,HP-IB,IEC625,IEEE488,GPIB,GB_s249,SJ2479等各种标准的内容几乎完全一致。在本书中出现的上述几种名称均指同一种接口标准。

从根本上讲仪器的接口是与仪器的特性密切相关的。因此要想用一种统一的、包罗万象的接口来适应各种仪器的不同需要是十分困难的,甚至是办不到的!那么通用接口系统又是如何产生的呢?经过长期的研究和实践,人们发现任何一种仪器的接口都可以看成是由两部分组成:一部分是与仪器特性密切相关的接口,本书称为“次级接口”;另一部分是与仪器特性无关的、其他仪器也可能用到的接口,本书称为“初级接口”,次级接口是因仪器而异的,难于实现标准化。初级接口既然为各种仪器必须,又与各种仪器的特性无关,当然可以实现标准化。事实也是如此,所谓通用接口或标准接口仅指仪器的初级接口,而并非仪器的全部接口,这一点应当特别注意。

图 2.1 是用带通用接口的可编程仪器组成的测试系统的示意图。每台仪器可以划分成三个部分：初级接口、次级接口和仪器本体。其中次级接口与仪器本体都是与仪器特性紧密相关的，这两部分合在一起称为器件功能。任何仪器的器件功能都由仪器设计者自行处理，不受接口标准的约束。

初级接口又称为接口功能，对它的设计必须符合有关标准的规定，设计者无权自由行事。否则将与其他仪器不相容，这一点必须牢记。除此之外还必须强调指出，带通用接口的仪器，其接口电路已经装在仪器内部，因而组建自动测试系统时接口系统是看不到的。能看见仅仅是一条条母线电缆和接插头。

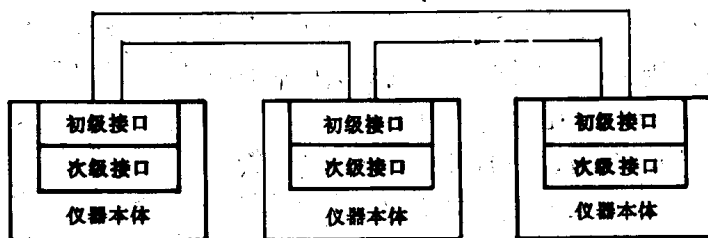


图 2.1 自动测试系统示意图

§ 2.2 通用接口系统的基本特性

如其他接口一样，通用接口系统也是在电气、功能、机械和运行等几方面作出一些适当的规定使它适合各种测试系统的需要。概括起来说通用接口系统具有下述一些特点。

1. 连接方式(母线型)

如图 2.2 所示，测试系统所使用的全部仪器和计算机均通过一组标准母线相互连接。母线型连接具有十分明显的优越性。首先，在于系统的组成比较方便、灵活；少则二三台，多则十几台仪器都可以“并联”在一个系统内，仪器数量可以按需要增减而不影响其他仪器的连接。其次，采用这种连接方式使仪器与仪器之间可以直接“通话”而无须通过中介单元（一般是计算机）。因此在仪器之间相互传递数据时，计算机可以动态“脱机”操作。第三，组建和解散测试系统十分简单，组建系统时，只需用一条条标准母线将有关仪器连接起来；反之，解组系统时也只需将连接仪器的母线拔出，各台仪器又能作为可编程单机或在其他自动测试系统中使用。

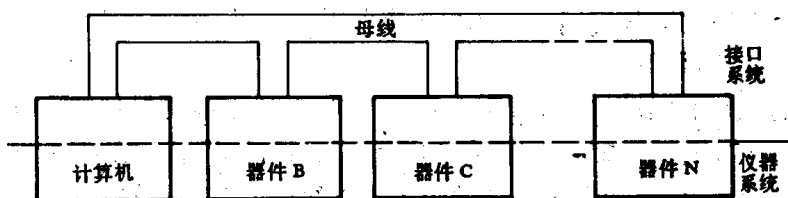


图 2.2 母线型联接