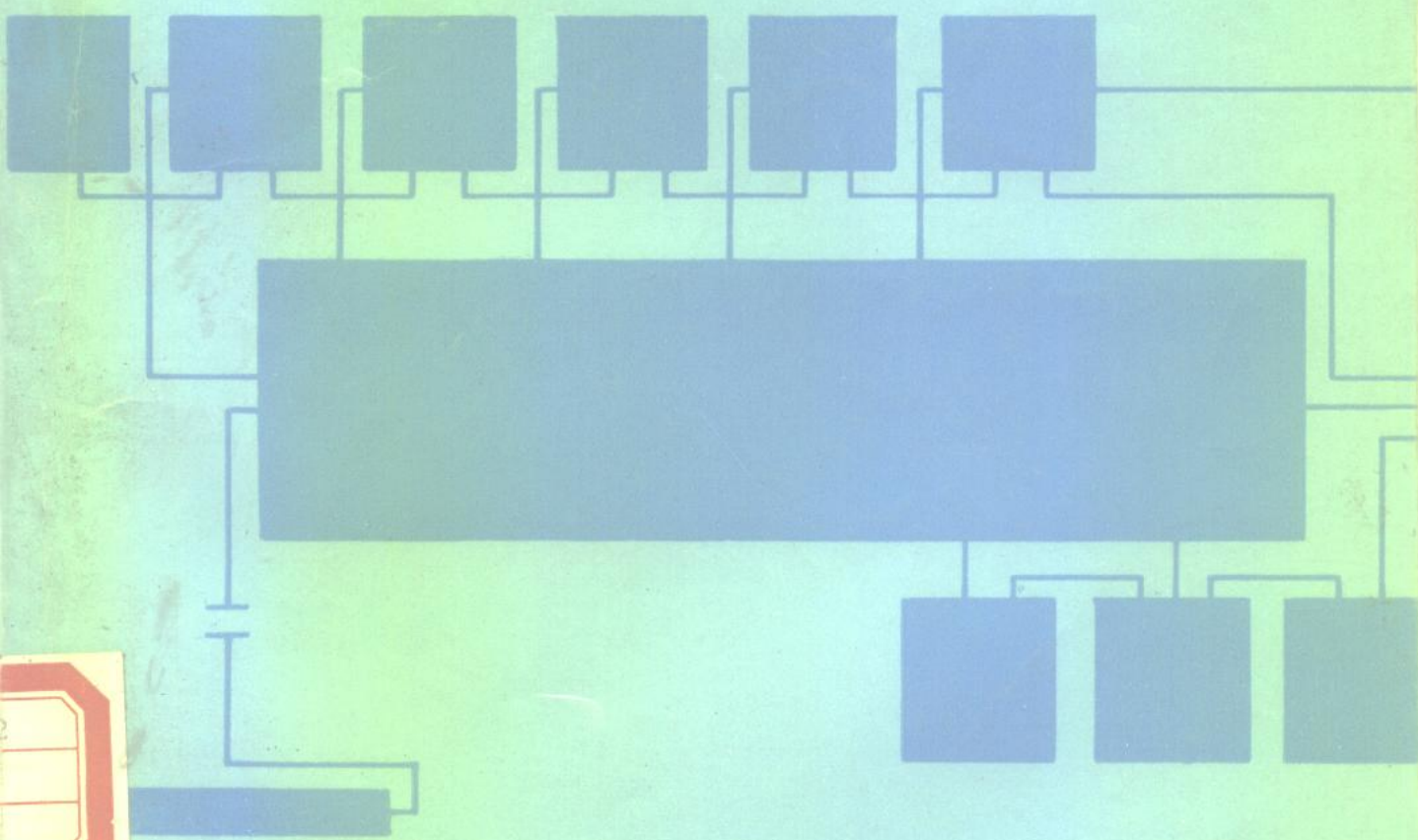


仪器接口技术及 自动测控系统

宋俊寿 编著



重庆大学出版社

73.812
238

仪器接口技术及自动测控系统

宋 俊 寿 编著

重庆大学出版社

仪器接口技术及自动测控系统

宋俊寿 编著

责任编辑 韩洁

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆大学出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 343千

1991年1月第1版 1991年1月第1次印刷

印数: 1-3200

标准书号: ISBN 7-5624-0345-7 定 价: 3.99元

TN·20

内 容 提 要

本书对仪器接口技术及自动测试与测控系统进行了较为全面、深入的论述。全书6章分为3大部分。第1部分(1至4章)叙述了仪器接口技术的基本理论和设计程控仪器接口的主要方法;第2部分(第5章)描述了组建自动测试与测控系统和编制系统测控软件的方法;第3部分(第6章)阐述了CAMAC(计算机自动测量及控制)组件化仪器的结构及工作原理, CAMAC测控系统语言及应用。

本书可作为高等学校电气、电子、仪器仪表及自动化类有关专业本科学生及研究生的教学用书或教学参考书,也可供从事测控技术和仪器仪表及其他与此有关的广大工程技术人员参考阅读。

0074/1

前 言

随着计算机技术、测试与仪器仪表技术的不断发展和更新换代,各种形式的多功能、高速度、多用途、高精度的自动测试与控制系统应运而生,并得到了飞速的发展。将不同规模的计算机引入仪器仪表,视不同需要组成繁简不一的自动测控系统,使之具有自动测量及量程切换、自校、自检、自诊断、自动数据处理、自动数字显示和打印等多种功能。显然,这样的自动测控仪器或系统,是现代工业、农业、商业、医疗卫生、交通管理、环境保护和宇航等国民经济各部门所迫切需要的。因此,了解和掌握这样的自动测控系统及与此有关的仪器接口技术的工作原理及设计方法,对于从事测量和控制以及新仪器仪表研究开发的科学工作者和工程技术人员来说,无疑是十分重要的。

作者根据多年来从事教学、科研工作所掌握和搜集到的大量资料编写而成的《仪器接口技术及自动测控系统》一书。出版前已在重庆大学电磁测量技术及仪表专业本科生及部分研究生中使用过多遍,并作过多次修改和补充。本书内容分为3部分:第1部分(1至4章)叙述可编程测量仪器接口技术的基本理论和方法,包括通用接口(即IEC-625或IEEE-488)系统的功能规范、母线结构、信息编码、传递和接口功能状态图及逻辑电路设计,并在此基础上详细阐述了设计程控仪器通用接口的4种不同方法。第2部分(本书的第5章)叙述以组建带通用接口的程控仪器为主的自动测控系统的方法,包括系统软硬件选择、随系统控制器(即计算机)而异的接口编程语句的规则和测控软件的编制方法。第3部分(本书的第6章)较全面和深入地叙述了CAMAC(计算机自动测量和控制)组件化仪器及其测控系统的基本理论和方法,包括CAMAC系统的结构、工作原理, CAMAC测控系统的语言和CAMAC测控系统的组建及应用。

本书承蒙重庆大学朱麟章教授主审,吴言荪副教授也审阅了本书的部分初稿,他们对本书的编写及书稿内容提出了很多宝贵的建议和意见,颜凤琴副教授协助整理了本书的初稿及有关资料,在此对他们表示感谢。由于作者水平有限,本书虽经多次修改,但错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1989年12月

目 录

前 言

第一章 概 论..... (1)

§ 1-1 自动测试及自动测控系统 (1)

§ 1-2 仪器接口与接口系统的基本概念 (2)

§ 1-3 仪器接口技术与自动测控系统的发展概况 (4)

第二章 可编程测量仪器的接口系统..... (7)

§ 2-1 概 述 (7)

§ 2-2 可编程测量仪器的功能规范 (8)

§ 2-3 接口母线 (10)

§ 2-4 信息的分类及传递 (15)

§ 2-5 信息的编码 (19)

第三章 接口功能状态图及其逻辑电路设计..... (31)

§ 3-1 概 述 (31)

§ 3-2 设备触发功能 (DT功能) (33)

§ 3-3 设备清除功能 (DC功能) (35)

§ 3-4 听者功能和扩大听者功能 (L和LE功能) (36)

§ 3-5 讲者功能和扩大讲者功能 (T和TE功能) (40)

§ 3-6 源挂钩功能 (SH功能)、受者挂钩功能 (AH功能) 及三线挂钩过程..... (44)

§ 3-7 远地/本地功能 (R/L功能) (49)

§ 3-8 控者功能 (C功能) (51)

§ 3-9 服务请求功能 (SR功能) 及控者的串行点名过程 (56)

§ 3-10 并行点名功能 (PP功能) 及控者的并行点名过程 (58)

§ 3-11 接口功能子集及功能配置 (61)

第四章 程控仪器接口的设计方法..... (63)

§ 4-1 概 述 (63)

§ 4-2 用中、小规模集成电路设计程控仪器接口 (67)

§ 4-3 用大规模通用接口集成电路设计程控仪器接口 (73)

§ 4-4 用计算机软件设计程控仪器接口 (105)

§ 4-5 用软、硬件结合法设计程控仪器接口 (108)

第五章 自动测控系统的组建..... (119)

§ 5-1 概 述 (119)

§ 5-2 测控计算机及接口编程语句 (120)

§ 5-3 接口编程语句及测试 BASIC 语言的应用举例..... (132)

§ 5-4 自动测控系统组建举例	(141)
第六章 CAMAC 组件化仪器及自动测控系统	(148)
§ 6-1 概 述	(148)
§ 6-2 CAMAC数据路结构及工作原理	(154)
§ 6-3 CAMAC串行公路接口系统	(164)
§ 6-4 CAMAC并行公路接口系统	(171)
§ 6-5 CAMAC测控系统的语言	(178)
§ 6-6 CAMAC自动测控系统的应用举例	(194)
附 录	(199)
附录一 接口功能子集表	(199)
附录二 HP-3478A 数字万用表程控命令表	(203)
附录三 IEC-625.接口状态及信息英文缩写释义一览表	(206)
参考文献	(210)

第一章 概 论

§1-1 自动测试及自动测控系统

众所周知,人们无论从事科学研究、工程设计或工业生产,都要通过大量测试取得客观事物的正确量值,从而了解事物的本质。但过去多年来,传统的测试技术都是分别用单个仪器仪表对被测对象进行测量,再由人工处理各种测量结果。

随着近代工业和科学技术的发展,测试任务和测控对象变得越来越复杂,对测试速度和测试精度的要求也越来越高,这就促使从事计量测试和仪器仪表研究的科学工作者们不断地探索新的测试理论、方法、新的测试设备,从而推动自动测控科学和仪器仪表技术不断地向新的领域发展。

近几十年来,不论是航空、航天电子学系统和卫星通讯系统的设计和调试,或是工艺过程的自动测控、多点重复测试和动态校准等都远非人工测试所能胜任,因此发展自动测试就势在必行。所谓自动测试就是改变过去传统的人工测量、记录、处理方法,使整个测量过程完全由计算机控制,通过各种仪器设备对不同被测量对象进行自动测量、自动数据处理和自动显示、打印等,给出测量结果。把各种仪器设备(如控制器——计算机、测量仪器——数字万用表、记录仪器——打印机等)按一定方式联接在一起,完成上述自动测量和控制任务的系统就称为自动测控系统。这里所谓的“按一定方式联接”就是后面要介绍的仪器接口和接口系统。

自动测控系统是计算机技术与自动测试技术相结合的产物。它有许多突出的特点,这些特点主要是依靠计算机的高速度的数据处理能力,控制能力和信息存贮能力所取得的。归纳起来主要有以下几个方面:

1. 高速度

由于整个测控过程是在计算机按预先编制好的程序控制下自动进行的,因此自动测试的速度要比手动、目测、笔算的测试方法快许多倍。如我国国家计量院的光电光波比长仪测量1m的线纹尺,过去3个人要用一星期的检定时间和近一个月的计算时间,现在用自动测试和自动数据处理,仅用11分钟就可完成全部测试和计算任务。

2. 高精确度

由于自动测控系统中测试和计算的速度都很高,因此在测试过程中可以通过多次重复测量取平均测量结果来减小随机误差的影响,通过自校准技术对测量结果进行误差修正来减小系统误差;而且由于测试过程完全按预定程序进行,不需人为参与,从而避免了测量过程中的人为误差;另外还由于测量速度快,可避免环境变化对测量结果的影响,从而可以实现测量结果的高精确度。

3. 具有自校、自检和自诊断的功能

自动测控系统的自校准,是指将自动校准时测得的误差因子存入计算机内存中,然后根据误差因子对每次测量结果进行修正,以清除测量的系统误差。系统还可以按预先编制的程

序进行自检和自诊断,自动检定本身各项指标是否合格,系统各部分工作是否正常等。如果检测到系统某一部分出现了某种故障,系统能自动发出警告信号,并以文字和数字形式显示故障代号。

4. 测量结果的显示方式多样化

在测试过程中,测试结果的显示方式,可以根据系统的设备情况,先由程序规定,即系统既可给出最终结果,又可给出中间结果,可以由显示器显示数字、字符、图形,也可以由打印机打印出数据和表格,或由绘图仪绘出图形。

5. 操作简便

虽然组建一个自动测控系统的技术很复杂,即既要进行测试任务的分析,仪器(包括控制器)和接口系统的选择,又要准备软件系统和编制应用测控软件,但这些工作一经完成后,自动测控系统的一切工作就是按照预先编制好的测控程序进行,很少需要人的参与。所以操作人员的工作就十分简单,即只需接入被测器件和接通电源,无需操作人员具有很高的理论水平和熟练的测试技巧。

§1-2 仪器接口与接口系统的基本概念

一、仪器接口

接口是自动测控系统一个很重要的组成部分,它是各仪器间的连接设备,通过它可以把系统中的所有仪器设备联接成一个有机的整体。接口由许多信息传输线及逻辑电路组成。接口要解决信息的传送和处理问题,如信息的传递方式(串行还是并行),信息的编码格式(ISO码或者BCD码),信息传递速度(高速或者低速)和逻辑电平(TTL电平或者MOS电平)等。只有在接口设计时正确考虑和解决上述问题,接口才能完成对信息传递中的发展、接收、编码和译码等任务。

仪器一般有3种测量接口,即BCD接口、RS232C接口和IEC-625(或IEEE-488)接口。在传统的数字仪器设计中,为了输出数据和实行远控,仪器普遍采用专用的I/O接口插件和BCD并行接口,对系统传来的输入信息进行译码并执行指令,然后以二进制数据或以二——十进制数据形式输出测量的数据信息。BCD并行接口是以数值为对象,以硬件为主体的接口,这种接口没有实现标准化,连接插座、电缆和信号电平等随厂家而异,因此若要将有这种接口的仪器连成系统,就必须专门设计适配器和专用语言进行“对话”,所以BCD接口方式不适合于组建自动测控系统。

RS232C是数据终端设备与数据通信设备之间的串行接口,它是由美国电子工业协会(Electronic Industries Association)实现标准化的。RS232C接口所用的信号分为数据信号和定时信号,数据线是串行的。在测量仪器中,这种接口用于作为终端设备与其他设备间的单线连接。RS232C与BCD接口一样,仪器与计算机或终端设备只能一对一连接,如图1-1所示,因此不能用它来形成一个完善的自动测控系统。

IEC-625(或IEEE-488)接口发源于美国HP(Hewlett Packard)公司,后相继为美国电气及电子工程师协会(IEEE)和国际电工委员会(IEC)接受为程控仪器和自动测控系统的标准接口。IEC接口仪器采用接口母线形式互相连接,其连接形式如图1-2所示,这种系统包

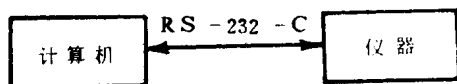


图1-1 仪器与计算机单独连接

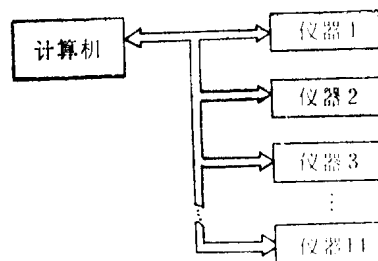


图1-2 IEC接口系统仪器连接示意图

括计算机在内最多可连接15台设备。

表1-1列出了3种接口的主要特性。在3种接口中，虽然IEC-625接口技术最复杂，但由于优点多，使用方便，应用范围广，因此本书将主要讨论这种接口及有该接口的仪器所组成的自动测控系统。至于BCD和RS232C接口的有关知识，读者可参阅微型计算机原理等有关书籍。

表1-1 3种接口的比较

	BCD 接口	RS232C 接口	IEC-625 接口
连接仪器数	2 台	2 台	多台（最多15台）
数据传送方式	位并行、数字并行	位串行字节串行	位并行字节串行
传送时序方式	同 步	同 步	异 步
传 送 方 向	单 向	双 向	双 向
最大传送速度	1M 数据/s	9600位/s	500kB/s
最长的传输距离	几 米	100m 左右(用MDM可延长)	20m
使用 码 制	BCD码	ASCII	ASCII
数 据 线 数	4 × (数字位数)	2	8
信 号 电 平	不定、一般为TTL电平	非TTL电平 +3~+25V -3~-25V	TTL 电 平

二、接口系统

在一个自动测控系统中，各仪器接口的总体就称为接口系统（Interface System）。它主要包括接口和母线两部分，母线是一条多芯无源电缆线，供信息传输，自动测控系统中的所有仪器都并接于母线上。图 1-3 是一个典型的自动测控接口系统示意图，从图中可以看出接口系统在一个自动测试过程中所起的重要作用。该系统主要是对被测器件进行电压和频率的自动测量，其测量过程大致为：作为控制器的计算机根据预先编好的测控程序，首先指令程控电源和频率合成器工作，以便让它们分别送给被测器件所需的工作电源和激励信号，然后指令数字电压表和数字频率计数对被测器件输出信号的幅值和频率进行测量，最后指令打印机对测量数据（或经过计算机处理后的数据）进行打印。在整个测量过程中，计算机向各仪器发的接口命令和程控命令，以及仪器送给计算机或打印机的测量数据，都是通过接口系

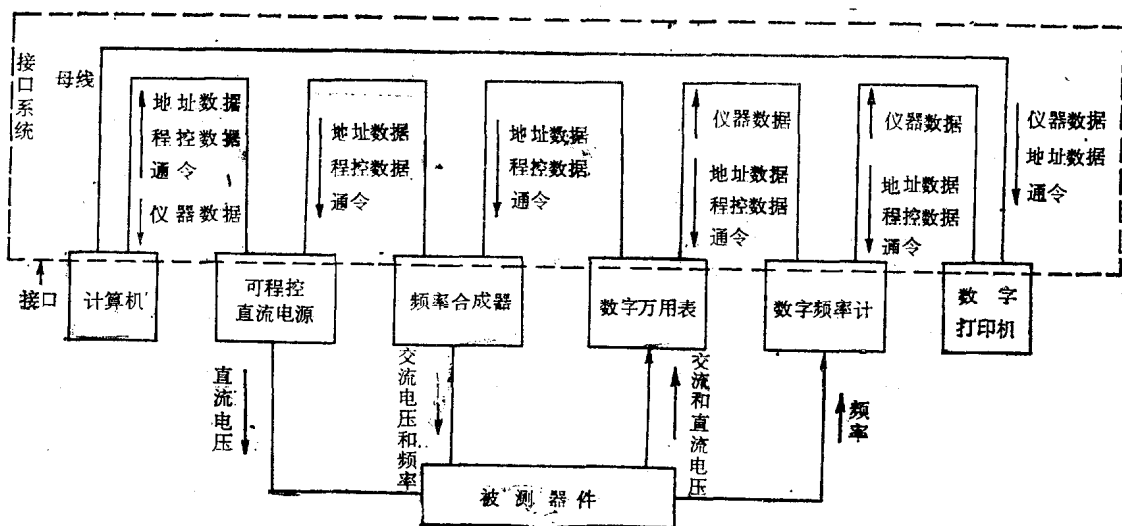


图1-3 自动测控接口系统图

统传递的。

上述由可编程测量仪器和标准的无源母线所组成的接口系统（如图1-3）称为GP-IB（或IEEE-488或IEC-625）接口系统，它主要用于实验室组建仪器数目不多、数据传输距离不大的中小型自动测控系统。对于数据量很大、数据传输速率很高和系统庞大的科学实验则必须采用CAMAC接口系统。另外，在工业测控领域中还正在推广应用PROWAY（Process Data Highway）接口系统和STD总线系统。

§1-3 仪器接口技术与自动测控系统的发展概况

自动测控系统的发展经历了如下的几个阶段。第1阶段为50年代初到60年代中期，这一阶段所应用的自动测控系统是将不同输入输出电路的几种可编程仪器总装在一起，为进行某种专门测量而组建的，因此必须用一种专门的接口转换装置才能把计算机和各种可编程仪器联接起来。这种转换装置包括计算机和程控仪器各自的接口电路，它们分别被装在一块印刷电路板上。每一块电路板称为一个接口卡片，插在专用的接口卡片箱内的一条槽中。这类接口箱和接口卡片都是为专用的系统设计制造的，因此不能通用。因为接口不能通用，组建一个自动测控系统不仅耗资巨大而且要花相当长的时间。

第2阶段是60年末期。在此时期，美国HP公司研制出了一种新型的接口系统，并生产了与之相适应的计算机。新的接口系统的特点是把接口卡片箱装在专用的计算机内，该公司生产的程控仪器相应的接口卡片便可插入该卡片箱中。但这种接口系统只适用于HP公司生产的计算机和程控仪器，如果选用其它厂家生产的仪器时，还得重新设计接口，因此具有一定的专用性。

由于各厂家生产的仪器接口结构不统一，给使用者带来了很大困难。因为要想把不同厂家生产的仪器组装到所需要的自动测试或过程控制系统中去时，往往要花很大力气去设计制造联接它们的特殊接口电路，因此人们提出了接口标准化的要求。

第3阶段是70年代以后，美国和欧洲都开始研究自动测控系统的接口标准化问题，希望

研制出一种适用于任何自动测控系统的通用的标准化接口系统,以便世界各国都能按同一接口标准来设计可控仪器的接口电路。美国 HP 公司在原设计的接口电路基础上,首先提出了接口标准化方案,该方案经进一步修改和完善,于1974年正式命名为 HP-IB (这里的IB即接口母线 Interface Bus)。该接口系统有很多优点(如采用了积木式结构,易于组成所需要的自动测控系统;使用灵活、方便、价格低廉),因此得到了美国电气与电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers)和国际电工委员会(International Electrotechnical Commission)等组织的承认,并分别命名为 IEEE-488 和 IEC-625 标准,通称 GP-IB,即通用接口母线标准。这些标准经进一步补充完善,于1979年形成“可控测量仪器的接口系统”的 IEC625-1-79 文本,1980年又形成“可控测量仪器信息编码格式约定”的 IEC 625-2-80 文本。这两个文本都是国际标准,世界上任何厂家只要按这些标准生产测量仪器,都可被用来组建自动测控系统。我国是 IEC 组织的参加国,所以于1984年正式颁布 ZBY207·1-84 (相当于 IEC625-1-79) 和 ZBY207·2-84 (相当于 IEC625-2-80) 文本,作为中华人民共和国专业标准,1985年又升级为国家标准 GBn249-85,正式公布实施,这对发展我国的仪器接口技术及自动测控系统起了很大的推动作用。

在仪器接口技术及自动测控系统方面,目前国际上除了正在推广应用的 IEC-625 (或 IEEE-488) 通用接口标准系统外,另一种接口系统 (CAMAC 系统) 也正在得到越来越广泛的应用。CAMAC (Computer Automated Measurement And Control) 是“计算机自动化测量和控制”的英文首字母。自动控制接口系统首先由欧洲核电子标准 (ESONE) 委员会研制,主要用于核物理电子测量。到1975年,欧洲 CAMAC 协会 ECA、美国电气及电子工程师协会 (IEEE) 和“国际电工委员会 (IEC) 相继采纳 CAMAC 标准。经进一步完善,于1982年正式发表了诸如“组件仪器和数字接口系统”、“串行数据公路接口系统”、“CAMAC 系统中的数据块传递”等 7 个 CAMAC 标准文本。CAMAC 系统不仅能自动和快速地测量大量电量和非电量,而且有数据采集、记录、监控处理、调节、控制和远传等多种功能。CAMAC 系统为组件式结构,组建任何一个系统,只需改变组件 (Module) 的类型和数量以及所用的程序,因此具有高度的灵活性和通用性。正是由于 CAMAC 系统具有如此强的功能和上述的许多优点,因此自从 CAMAC 问世以后,各国均积极采用与推广,现已成为国际标准。它除了大量用于原子能和核物理研究领域外,也开始被广泛应用于工业过程控制、医疗卫生、交通管理、数字仪器设备的数据处理系统和实验室自动化等各个方面。值得指出的是, CAMAC 主要是用来组建高速大规模测控系统,而对大多数一般的自动测控系统来说,如 GP-IB 的接口功能够用,则不必用 CAMAC 系统了。另外 GP-IB 接口系统也可与 CAMAC 接口系统互联,该 GP-IB 系统则认为是 CAMAC 的子系统。

由接口系统发展所经历的 3 个阶段看出,第1、2阶段发展起来的接口系统往往是为了一种测试目的而专门设计的,不具有通用性。在第3阶段,形成、并得到广泛应用的通用接口系统,虽有许多优点,但建立在该接口系统基础上的自动测控系统,在本质上仍然是人工测控的一种模仿,是用计算机代替了人工测控的各个步骤,未在测试方法上进行重大变革。因此近年来,许多科学工作者又在开始进行新的自动测控系统的研究,力图充分发挥计算机的软、硬件功能,使计算机除了担任系统控制和进行数据处理外,其本身也成为测量功能的一个主要组成部分而与测量系统完全融合成为一体。可以预料,未来的测控系统不仅能大大简化系统本身的结构,而且还会引起传统测试技术的彻底变革。

80年代开始,美国的个人仪器系统是自动测控系统的最新形式。所谓个人仪器(Personal instrument),就是用个人计算机控制多个“仪器”,而这些仪器与传统的概念已完全不同,它们本身大都不带机箱与显示装置,而是以插件板或插件卡的形式作为个人计算机的附件,通过计算机的内部接口电路把计算机与各仪器插件卡连接起来,构成一个小型的自动测控系统,其最简单的结构形式如图1-4所示。

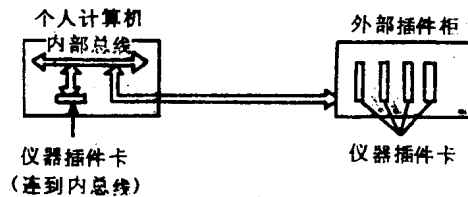


图1-4 个人仪器系统结构

个人仪器系统的最大特点就是计算机参与测试,即集控制、计算与测试于一体,利用一台个人计算机承担起每个仪器插件中全部微处理器的任务,同时发挥主控计算机的各种功能。个人计算机软硬件配备齐全,特别是软件丰富,开发新的软件也容易,因此个人仪器可以充分利用这些资源。个人仪器系统的这一特点,不仅使用户可以使用各种应用软件,而且很容易实现由用户定义的测试与测控系统的功能,从而使效率达到最佳值。另外个人仪器系统还具有结构简单、成本低、易于制造、便于改进和使用方便等优点。个人仪器系统正得到迅速发展,目前它还很不完善,因此本书将不把重点放在个人仪器系统上,而是着重叙述目前在国外已得到广泛应用、我国也正在大力推广应用通用接口系统和CAMAC测控系统。

第二章 可编程测量仪器的接口系统

§2-1 概 述

前章已经提到,国际电工委员会(IEC)经过多年的努力,制订了通用接口系统的国际标准 IEC-625,形成了比较完善的“可编程测量仪器的接口系统”两个文本。文本对标准通用接口系统应具备的功能规范、电气规范、机械规范和信息编码格式都作了较为详细的叙述。本章的目的就是对这些规范(或规定)进行较全面的介绍,以期有益于组建自动测控系统和程控化仪器仪表(或智能化装置)接口设计或应用方面工作的科学工作者们。

接口系统是为系统中各仪器提供一种有效的通信联络,以保证信息交换和传递能正确无误地进行。因此,IEC-625 标准对接口系统的机械性能、电气性能和接口功能作了严格的规定,对信息传输方式及编码和设计相互兼容的接口功能电路等都提供了一套简便而又有效的方法。归纳起来,通用接口系统有如下几个基本特性。

1. 接口功能

具有10种接口功能,这10种接口功能可以满足一般自动测控系统数据传输的要求,在实际的测量仪器中,应该根据仪器功能的具体情况选配其中的一部分,不一定每种仪器的接口部分都必须配置全这10种接口功能。

2. 设备连接

母线电缆由16根信号线和9根地线构成,系统中的所有仪器均直接并联在母线上,由于受驱动器负载能力(48mA)的限制。并接在母线上的仪器总数不能超过15个。如果需要增加仪器的件数,则必须采取另外的措施。

3. 数据传输

一个自动测控系统的数据传输距离总长度(即用来将系统中各设备联接起来的电缆线的总长度)最大为2m乘系统中的设备数目(如3台不超过6m,4台不超过8m)。数据传输的最高速率为250kB/s(使用48mA集电极开路驱动器),或500kB/s(使用48mA三态驱动器),若用三态驱动器及其它一些相应措施,数据传输最高速率也可达1MB/s。数据传输方式是以位(bit)并行、字节(Byte)串行、三线挂钩和双向异步的传输方式进行。

4. 地址容量

每一程控仪器均设有一地址选择器(由地址检测电路组成),供母线控制器寻址该仪器。其地址容量为:单字节地址码用一个字节中的5位来表示,故有效地址为31个,若31个地址不够用,则可用双字节地址(称扩大地址),其容量则为 $31 \times 31 = 961$ 个。

5. 逻辑电平

在母线电缆上所传输的信息采用负逻辑,即高电平($\geq 2.0V$)为逻辑“0”态或假态;低电平($\leq 0.8V$)为逻辑“1”态或真态。

从上述基本特性看出,通用接口系统具有简单、方便和易于实现等特点,只要程控仪器设备具有上述特性的标准化接口,在组建自动测控系统时,仅需用一根无源母线将它们联接起来即可,以后要做的工作就是编制系统测控软件。

§2-2 可编程测量仪器的功能规范

一、功能分类

自动测控系统中的不同仪器设备具有不同的功能,这些不同的功能又都是可以被程控的。它们能够发挥可编程作用,是由于在设计制造这些仪器时,除了设计不同仪器具有不同的功能外,还给它们配备了某些可编程的功能。因此任何一台可编程仪器设备就其具备的功能来说,可以分为如下两个部分(或两个区域)。

1. 设备功能 (Device Function)

设备功能是实现设备本身基本工作特性的一种能力。设备不同,其设备功能区域的范围、目的、内容和构造(如模拟信号测量能力、量程、工作模式等)也不同。设备功能与设备本身的特性紧密相关,随仪器而异,是无法统一的,所以在接口系统中,对设备功能不能也无必要作统一规定,而留给仪器设计人员自己去考虑。

2. 接口功能 (Interface Function)

接口功能是设备提供系统进行程控操作的基本环节。设备通过它在系统中接收、处理和发送信息。接口功能由每台设备的内部逻辑电路(或软件)来实现,它与设备功能或设备特性是无关的,因此接口功能能够实现标准化、通用化。

顺便指出,有时我们把程控设备接口中与设备功能有关的部分称为次级接口,把与设备功能无关的部分称为初级接口。初级接口电路设计将遵循标准化接口功能,而次级接口由于是因仪器不同,故设计的次级接口电路是千差万别的。这些问题我们将在以后的有关章节中进行详细的叙述。

二、接口功能设置

为了能将各种不同的仪器设备以最简单的形式联接成系统,在各设备间进行信息的交换和传递,就必须为接口系统设置一套标准化的接口功能,以满足测控系统的上述通信要求。从实现自动测控的需要出发,通用接口系统设置了10种接口功能。下面分别说明这些功能。

1. 讲者或扩大讲者功能 (Talker or Extended Talker Function), 简称T或TE功能。

自动测控系统最基本的操作之一就是发送信息,因此讲者功能就是使设备具有发送各种信息的能力。当系统中具有讲者功能的设备被控者寻址为讲者后,它将向系统中的其它设备发送各种不同的信息。

2. 听者或扩大听者功能 (Listener or Extended Listener Function), 简称L或LE功能。

听者功能也是自动测控系统的最基本操作之一,因为系统内的任何通信不外乎是发送和接收,所以作为表示接收功能的听者功能是整个自动测控系统必不可少的。当系统中具有听者功能的设备被控者寻址为听者后,它就能接收来自讲者或控者的有关信息。

3. 控者功能 (Controller Function), 简称C功能。

自动测控系统是在控制器的指挥下进行工作的,因此接口系统必须设置一个控者功能。具有控者功能的设备(如计算机)按照预先编制好的测控软件控制整个自动测控系统的工

作, 如向系统中的其它设备发送各种接口信息、响应服务请求、进行串行点名、或根据需要对各台设备进行并行点名。

4. 源挂钩功能 (Source Handshake Function), 简称SH功能。

有了上述 3 种功能虽然可以在接口系统中自动传递信息了, 但不能保证信息准确无误地进行传递, 所以还必须采用“三线挂钩技术”来实现信息正确可靠地双向异步传递。源挂钩功能就是从三线挂钩技术出发设置的一个功能, 它配合控者功能和讲者功能向系统中的其它设备发送接口信息或设备信息。源挂钩功能利用它占有的信号线中的一条专用“数据有效”线来标志母线上传递的信息是否有效, 只有母线上的信息有效, 接受者才能接收, 否则不能接收。

5. 受者挂钩功能 (Acceptor Handshake Function), 简称AH功能。

受者挂钩功能同样是为保证信息正确传递的三线挂钩技术需要而设置的接口功能, 它配合听者功能正确接收来自母线上各种有关的接口信息和设备信息。该功能利用其占有信号线中的两条专用线, 即“未准备好接收数据”线和“数据未收到”线向源功能标明接收设备是否准备好接收数据和是否接收完数据。若该专用线标明受者全部准备好了接收, 源功能才宣布发送到母线上的信息有效, 若标明接收数据的设备全部接收到了数据, 源功能则利用其数据有效线宣布数据无效。

上面的 5 种功能是接口系统中的主要功能, 有了这 5 种功能, 在正常情况下信息就可以进行正确无误地传递了。为了使自动测控系统更加完善, 以便能处理测量过程中产生的一些特殊问题, 接口系统还设置了下面 5 种辅助的专用的功能。

6. 服务请求功能 (Service Request Function), 简称SR功能。

如果测试过程中, 系统的某个设备出现问题 (如过载、程序不明或打印机无纸等), 设备就可利用其所配置的服务请求功能和它所占用的专用“服务请求”信号线, 向控制器报告。控者收到服务请求信息后, 就立即中断系统当前的正在进行的工作而转向对服务请求的处理。控者首先依次查询系统中的每台设备, 判断是哪一台设备出现了故障, 然后再进一步了解是什么样的故障。这种由控者依次查询服务请求的方法称为串行点名 (Serial Poll)。

7. 并行点名功能 (Parallel Poll Function), 简称PP功能。

由于串行点名是对系统中的设备逐个进行点名寻查故障, 这就有可能点到14次 (如果系统中除控者外有14台设备) 才能找到故障源。为了克服串行点名过程冗长, 迅速查出故障设备, 又增设了一种并行点名功能。控者利用并行点名功能, 定期对系统内的 8 台设备进行查询, 这样就能迅速地找出故障源。

8. 远地/本地功能 (Remote/Local Function), 简称R/L功能。

具有该功能的设备可以有两种工作模式, 仪器的工作既可以人工操作仪器面板, 控制本地工作状态 (即本地控制), 也可以受系统中的控制器 (通常为计算机) 通过程序控制远地工作状态 (即远地控制)。当设备收到控者发出的“远控”信号时, 设备面板上的开关 (除电源开关外) 全部失去作用, 设备便处于远控工作状态, 因此设置R/L功能后, 仪器便可根据需要在远控工作和本控工作之间进行切换。

9. 设备触发功能 (Device Trigger Function), 简称DT功能。

具有触发功能的设备可以接收来自母线的触发信息, 并在设备中进行相应的触发操作。在需要进行触发操作 (如数字电压表在接收来自母线的触发信号后, 才开始A/D转换并进行

一次电压的测量)的仪器接口电路里,必须设置DT功能。

10.设备清除功能(Device Clear Function),简称DC功能。

配置了DC功能的设备,可以接收来自控者发出的清除命令,对设备进行清除,使之回到初始状态(如显示器或计数器复0)。由于大多数设备都需要回复到初始状态的操作,因此在设备中设置清除功能是非常必要的。

上述10种接口功能是IEC-625标准规范的一部分,实践表明,这10种接口功能完全可以使任何程控仪器设计和自动测控系统正确、可靠地工作。这10种接口功能组成一个接口功能库,如表2-1所示,设计者可以根据所设计的仪器的特性、用途等进行选择。

表2-1 接口功能库

名	称	符 号
源 挂 钩	Source Handshake	SH
受者挂钩	Acceptor Handshake	AH
讲者(或扩大讲者)	Talker(or Extended T.)	T(TE)
听者(或扩大听者)	Listoner(or Extended L.)	L(LE)
服务请求	Service Request	SR
远地/本地	Remote/Local	R/L
并行点名	Paralell Poll	PP
器件清除	Device Clear	DC
器件触发	Device Trigger	DT
控 者	Controller	C

§2-3 接口母线

接口母线是自动测控系统中用来传递各种信息的重要工具,因此其结构不仅要考虑与传输信息密切相关的接口功能的设置,而且还要考虑到信号传输时的电气特性和将母线接入系统的机械特性。根据IEC-625标准规定,母线是一条24芯的无源电缆线,其中16条为信号线,其余为逻辑地线或屏蔽线。

一、信号线

信号线共有16条,每根信号线都有它特定的含义和用途。根据各信号线的不同用途,将16根信号线分为数据输入输出线、管理线和挂钩线3组,如图2-1所示。

1.数据输入输出线

8根数据输入输出母线(DI01-DI08)用来传递系统内的各种远地多线信息,它们包括由控者发出的各种接口信息,如通令、址令、地址和副令;由讲者发出的各种设备信息,如程控命令、测试数据和状态字节。