

轮机自动控制系统

林叶春 陈文涛 张俊 主编
周明华 主审



上海浦江教育出版社

轮机自动控制系统

林叶春 陈文涛 张 俊 主编
周明华 主审



上海浦江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

轮机自动控制系统/林叶春,陈文涛,张俊主编. —上海:上海浦江教育出版社有限公司,
2014.3

ISBN 978-7-81121-332-4

I. ①轮… II. ①林… ②陈… ③张… III. ①轮机—自动控制系统 IV. ①U664.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 038901 号

上海浦江教育出版社出版

社址:上海海港大道 1550 号上海海事大学校内 邮政编码:201306
电话:(021)38284910(12)(发行) 38284923(总编室) 38284916(传真)
E-mail: cbs@shmtu.edu.cn URL: <http://www.pujiangpress.cn>

上海图宇印刷有限公司印装 上海浦江教育出版社发行

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:27.75 字数:658 千字

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑:黄丽芬 封面设计:赵宏义

定价:78.00 元

内 容 摘 要

本书共分 12 章,主要包括:微机控制系统与工业控制技术;自动控制系统基础;传感器与测量技术;船舶机舱重要参数的监测;船舶机舱监测与报警系统;船舶蒸汽锅炉自动控制系统;机舱辅机控制系统;机舱反馈自动控制系统;船舶主机遥控系统;主机遥控系统实例分析;智能柴油机控制系统;电力推进控制系统。

本书是普通高等院校轮机工程和船舶电子电气工程专业教学的配套教材之一,是针对高等院校轮机工程和船舶电子电气工程专业本科教学,也可用于相关专业课程的参考教材,还可供船舶轮机自动化技术人员自学使用。

前言

Preface

本书是为轮机工程和船舶电子电气工程专业及其相关的专业的学生而编写的。本书注重系统性和实用性,面向社会需求,以培养应用型的高级轮机工程技术人才为目标,力求简明扼要、通俗易懂,有较强的针对性、适用性和先进性。

本书由上海海事大学的林叶春、陈文涛、张俊任主编,王海燕、常勇、李精明任副主编,周明华主审。全书共分12章:第一章微机控制系统与工业控制技术;第二章自动控制系统基础;第三章传感器与测量技术;第四章船舶机舱重要参数的监测;第五章船舶机舱监测与报警系统;第六章船舶蒸汽锅炉自动控制系统;第七章机舱辅机控制系统;第八章机舱反馈自动控制系统;第九章船舶主机遥控系统;第十章主机遥控系统实例分析;第十一章智能柴油机控制系统;第十二章电力推进控制系统。第二章和第九章的第一节~第六节由陈文涛编写,第十章、第十一章由张俊编写,第一章和第九章的第七节由王海燕编写,第三章由常勇编写,第十二章由李精明编写,其余部分由林叶春编写。参加本书编写工作的还有孙永明、李品友、刘冲、武起立、李军军、甘世红、陈军、岳虎、陈泰山、姜军、韩冲等。全书由林叶春统稿。

本书在编写和出版过程中,得到了上海海事大学教务处、商船学院,以及上海浦江教育出版社、中远上海远洋公司技术部和“育明”轮等有关单位和部门领导的鼎力支持和悉心指导,得到了上海海事大学领导和商船学院同仁的帮助和支持,特别是得到兄弟院校同仁及国家海事中心高级轮机长黄党和的指导 and 大力支持,在此向以上单位和个人一并致以诚挚的谢意。

由于本书内容涉及面广,加之编者的水平有限、经验不足,难免有不当和误漏之处,敬请同行和读者批评指正。

编者
2013年10月

目录 Contents

第一章 微机控制系统与工业控制技术	(1)
第一节 微机控制系统	(1)
第二节 嵌入式系统及应用	(18)
第三节 可编程序控制器控制技术	(23)
第四节 船舶计算机网络基础知识	(45)
复习思考题	(66)
第二章 自动控制系统基础	(67)
第一节 自动控制系统的基本知识	(67)
第二节 自动化仪表简介	(74)
第三节 调节器	(79)
第四节 执行器	(95)
第五节 闭环自动控制系统的调节器参数调整	(100)
复习思考题	(104)
第三章 传感器与测量技术	(105)
第一节 传感器概述	(105)
第二节 船舶常用传感器	(107)
第三节 变送器	(121)
第四节 光电编码器	(131)
复习思考题	(134)
第四章 船舶机舱重要参数监测	(136)
第一节 曲轴箱油雾浓度监测报警装置	(136)
第二节 主机气缸压力检测系统和柴油机轴承磨损监测系统	(142)
第三节 油水分离器及其油份浓度检测	(146)
复习思考题	(148)
第五章 船舶机舱监测与报警系统	(150)
第一节 船舶机舱监测与报警系统的基础知识	(150)
第二节 单元组合式监测与报警系统	(155)

第三节 网络型监测与报警系统	(157)
第四节 船舶火灾自动报警系统	(184)
复习思考题	(197)
第六章 船舶蒸汽锅炉自动控制系统	(198)
第一节 锅炉水位的自动控制	(199)
第二节 蒸汽压力的自动控制	(202)
第三节 燃烧时序控制	(208)
第四节 船舶蒸汽锅炉的安全保护	(218)
第五节 SAACKE 型辅锅炉控制系统	(219)
复习思考题	(223)
第七章 机舱辅机控制系统	(224)
第一节 燃油净油单元的自动控制系统	(224)
第二节 自清洗滤器的自动控制	(240)
第三节 阀门遥控与液货舱的遥测	(242)
第四节 焚烧炉的控制系统	(250)
第五节 船舶制冷系统的自动控制	(252)
第六节 船舶空调的电气控制系统	(269)
复习思考题	(277)
第八章 机舱反馈自动控制系统	(278)
第一节 柴油机气缸冷却水温度自动控制系统	(278)
第二节 燃油供油单元及其自动控制系统	(284)
复习思考题	(294)
第九章 船舶主机遥控系统	(295)
第一节 主机遥控系统的基础知识	(295)
第二节 主机遥控系统的主要气动元件	(301)
第三节 车钟系统及操作部位的转换	(309)
第四节 主机遥控系统的控制功能	(313)
第五节 主机遥控系统的电/气转换装置和执行器	(331)
第六节 船舶主机气动操纵系统	(334)
第七节 变距桨自动遥控系统	(342)
复习思考题	(347)
第十章 主机遥控系统实例分析	(348)
第一节 微机控制型主机遥控系统	(348)

第二节	PLC 控制的主机遥控系统	(359)
第三节	数字调速系统	(361)
第四节	主机安全保护系统	(375)
第五节	现场总线型主机遥控系统	(378)
	复习思考题	(396)
第十一章	智能柴油机控制系统	(397)
第一节	智能柴油机的共轨技术	(397)
第二节	ME 系列柴油机智能控制系统	(399)
第三节	RT-flex 型智能控制系统	(406)
	复习思考题	(411)
第十二章	电力推进控制系统	(412)
第一节	电力推进系统的组成与特点	(412)
第二节	电力推进系统的控制	(420)
第三节	电力管理系统(PMS)	(428)
	复习思考题	(431)
参考文献		(432)

第一章 微机控制系统与工业控制技术

第一节 微机控制系统

微机(Microcomputer)产生于 20 世纪 70 年代初期,其微处理器(Microprocessor)采用大规模或超大规模集成电路技术。到 70 年代中期,微机就开始应用于船舶机舱的集中监测系统。如今,微机技术已经渗透到船舶自动化领域的方方面面,从单台设备的自动控制到机舱设备的分布式监控,再到全船的网络化管理,都已经离不开微机。

一、微机的结构组成

如图 1-1 所示,微机由微处理器、总线、存储器、输入/输出接口(I/O 接口)和输入/输出设备(I/O 设备)等五部分组成。其中,微处理器包含运算器和控制器,通过地址总线(Address Bus, AB)、数据总线(Data Bus, DB)和控制总线(Control Bus, CB)与存储器、I/O 接口相连;存储器包括随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)和只读存储器(ROM),分别用于存储数据和程序;微处理器通过 I/O 接口与 I/O 设备进行数据交换。微机体系结构的主要特点就是采用总线结构,通过总线将微处理器、存储器、I/O 接口电路连接起来,而外围输入或输出设备则通过 I/O 接口实现与微处理器的信息交换。总线是指微机中各功能部件间传送信息的公共通道,它是微机的重要组成部分,其物理上可以是带状的扁平线,也可以是印刷电路板上的一层极薄的金属连线,系统中各部件都是“挂”在总线上的,所有的信息都通过总线传送。根据所传送信息的内容与作用不同,总线可分为数据总线(DB)、控制总线(CB)和地址总线(AB)三类。

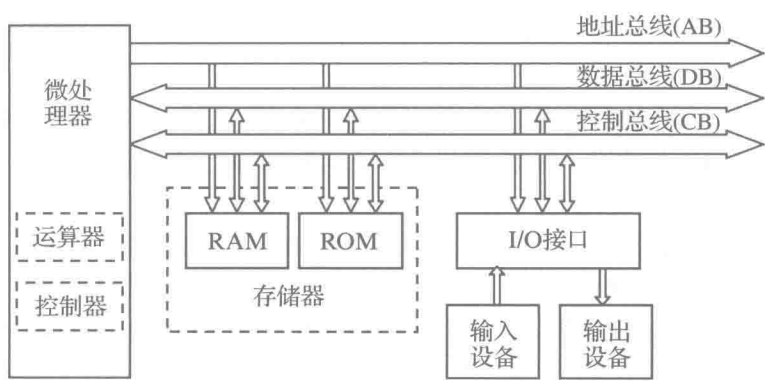


图 1-1 微机结构框图

1. 微处理器

1) 控制器

控制器协调整个微机的有序工作,是微处理器的指挥控制中心。其组成包括指令寄存器(Instruction Register, IR)、指令译码器(Instruction Decoder, ID)和操作控制器(Operation Controller, OC)。控制器按时钟脉冲依次从存储器中取出指令,放在 IR 中,通过指令译码确定应该进行的操作,再通过 OC,向相应的部件发出控制信号。各条指令集合在一起,由微处理器依次执行,即微处理器根据预先编好的程序完成指定的任务。

控制器执行一条指令的第一步,是由程序计数器(Program Counter, PC)给出该指令的地址,并寄存到地址寄存器(Address Register, AR)中,地址寄存器把这个地址码通过 AB 送至存储器的地址译码器,从该地址的存储器中取出指令放在 IR。由于指令的第一个机器周期取出的是操作码而不是数据,所以这一个字节的信息经数据寄存器送至 IR,而不是送到累加器或通用寄存器。控制器将寄存在 IR 的操作码进行译码,通过可编程序逻辑阵列,按照时序发出执行指令所需的各种控制命令。当一条指令执行完后,再次进入下一条取指令的阶段,开始前述过程,一直循环进行。如果程序的最后一条指令是跳转到程序的开始或程序指定处,程序又开始新一轮循环工作。

2) 运算器

运算器在控制器的控制下,对二进制数进行算术和逻辑运算。运算器通常由算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU)、累加器(Accumulator, A)、通用寄存器(HL)和标志寄存器(Flag, F)等部件组成,其中:ALU 是运算器的核心,在控制信号的作用下可完成加、减、乘、除四则运算和各种逻辑运算;累加器 A 配合 ALU 工作,与运算的一个操作数一起送给 ALU 进行运算,并存储 ALU 的运算结果;通用寄存器 HL 可寄存参与运算的一个操作数,或寄存 ALU 运算的中间结果,或寄存参与运算的一个操作数所在存储单元的地址;标志寄存器 F 用于记录运算结果的状态特征,如结果为零、正、负、溢出等。

3) 寄存器阵列

寄存器阵列也称寄存器或寄存器组,是微处理器内部的一组 RAM 单元,可以单个使用,也可以成对使用(即寄存器组),甚至有些可以按位使用。有些被定义为特定的名称,称特殊寄存器,用于如定时器设定、中断设定等。特殊寄存器寄存的是微处理器的基本信息,也是微处理器的重要资源。

4) 内部总线

内部总线是连接微处理器内部各个功能部件之间的一组板内公共信号线,可以传输数据、地址或控制信息。但在同一时刻,总线上流动何种信息,由指令决定。

2. 存储器

存储器是微机的存储和记忆部件,用以存放数据和程序,又叫内存或主存。

1) 内存单元的地址和内容

内存是由一个个内存单元组成的,每一个内存单元中一般存放一个若干位的二进制信息。内存中存放的数据和程序从形式上看都是二进制数。8 位二进制数被称为 1 个字节(Byte, B);2 个字节,即 16 位二进制数称为字(Word, W);2 个字,即 32 位二进制数称为双字(Double Word, DW)。

内存单元的字节总数称为内存的容量。 2^{10} (即 1 024) 个字节称为 1 千字节, 记作 1 KB; 2^{10} KB 称为 1 兆字节, 记作 1 MB; 2^{10} MB 称为 1GB; 2^{10} GB 称为 1TB。

每个内存单元依次按地址来存放和管理, 微机通过地址即可找到相应的内存, 并对其进行操作; 所以, 内存单元的地址和内存单元的内容是两个完全不同的概念。

2) 内存的操作

微处理器对内存的操作有读、写两种, 所谓读、写操作都是针对微处理器来说的。读操作是微处理器将内存单元的内容取出和送入微处理器内部寄存器, 而写操作是微处理器将其内部信息传送到内存单元。显然, 写操作的结果改变了被写单元中原有内容, 而读操作则不改变被读单元中原有内容。

3) 内存的分类

按工作方式不同, 内存可分为两大类, 即 RAM 和 ROM。按写入方式的不同, 内存又可分为只读存储器 (ROM)、可编程只读存储器 (PROM)、可擦除可编程只读存储器 (EPROM)、电可擦可编程只读存储器 (EEPROM 或 E^2 PROM) 和 FLASH 存储器。

RAM 可以被微处理器随机地读和写, 所以又称为读写存储器, 这种存储器用于存放用户装入的程序、数据及部分系统信息, 当机器断电后, 所存信息消失。

ROM 中的信息只能被微处理器读取, 不能由微处理器任意写入, 当机器断电后, 信息并不丢失。所以, 这种存储器主要用来存放那些固定不变、不需修改的程序和数据。ROM 中的内容是由生产厂家或用户使用专用设备写入固化的。

PROM 允许用户根据需要来编写 ROM 中的内容, 但只允许编程一次。PROM 一旦写入信息后, 就具有永久固定的内容, 只能读出, 不能重写。

EPROM 可以多次改写, 并可通过紫外线照射擦除存储器的原来信息, 之后可重新写入。

EEPROM 是用电来擦除存储器的原来信息, 而不需要紫外线光源, 且断电信息不会丢失, 使用起来很方便。当需要擦除或修改时, 可通过加入相应的电压及控制信号来改写某一个字节的内容或擦除全部内容。像对 RAM 操作一样, 只是擦写过程要比 RAM 慢得多。

FLASH 存储器又称闪存, 结合 ROM 和 RAM 的长处, 不仅具备 EEPROM 的性能, 还会因断电而丢失数据, 同时可以像 RAM 一样快速读取数据, U 盘和 MP3 用的就是这种存储器。由于闪存编程速度快、容量大, 因此得到广泛的应用, 目前主要用来构成存储卡, 现已大量用于笔记本电脑、数码相机、MP3 播放器等设备中。闪存如用作内存, 可存放程序或微机的 BIOS 等基本信息。

3. I/O 接口

I/O 接口是微机控制系统与外部设备之间的桥梁, 外部输入设备和输出设备要通过 I/O 接口才能与计算机进行信息交换, 完成实际工作任务。常用输入设备有键盘、鼠标器、扫描仪等; 常用输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。磁盘和光驱既是输入设备, 又是输出设备, 可读取, 也可写出。与微处理器相比, 使用 I/O 接口的主要原因是: 外设的工作速度较低; 外设的数据类型不同, 外设处理的信息有数字量、模拟量、开关量、脉冲量等, 而微机只能处理数字量; 外设的时钟源不一致; 外设的电平与微处理器的不一致。

因此,微机不能直接与外设连接和交换信息,需设计一个“接口电路”以实现隔离主机与外设之间的电气连接;向外设传输控制信号和接收外设的状态信号;实现数据类型与电平的转换。

由于 I/O 接口电路处于 DB 和被选用的外设之间,用以控制被选用的外设读出或写入数据。而计算机采用三组总线,所有器件都挂在同一组 DB 上。为了保证微处理器与被选中的存储单元进行数据传输,对未被选中的存储单元需要断开连接。因此,任何直接挂在 DB 上的器件(存储器、I/O 接口电路)的输出都必须设有三态输出缓冲器,在未被选用时,保持为高阻状态,即虽然连接在总线上,但是实际上是不通的。

如图 1-2 所示的三态输出缓冲器(三态门)是专为总线结构而设计的。三态门有三种状态,即输出 1 状态、输出 0 状态及处于高阻抗状态(也称第三态)。图中 $\bar{E}$ 是控制端,对于未被选中的器件, $\bar{E}=1$,两组场效应管 T1 和 T2 均截止。

这时不论输入信号 A 是 0 还是 1,不影响输出端 Y。外界信息的变化,即 Y 的变化也不会影响器件的状态 A 变化,此时三态门处于高阻抗状态,器件是不会与数据总线发生任何联系的。当 $\bar{E}=0$ 时,该三态门被打开,对应的器件被选中,其输出端 Y 与器件的状态 A 相同,即 $Y=A$ 。

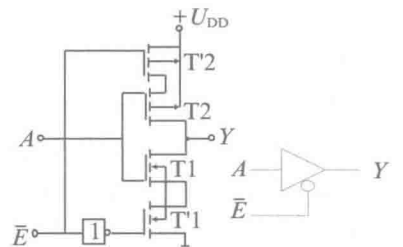


图 1-2 三态门电路及其逻辑符号

而由于选中使能信号 $\bar{E}$ 具有排他性,其他设备则处于高阻态,从而保证微处理器控制选中后数据来源的唯一性。

不同的外设选中信号采用不同的地址,即不同的外设片选信号 $\overline{CS}$ 由不同的地址产生。但有的外设可能占用很多个地址,除片选信号外,还需要对应的地址信号,所以常用一段空闲的高位地址来译码产生外设对应的一个片选信号,而外设地址的片选信号与 AB 的低位对应。所以片选信号 $\overline{CS}$ 常由高位地址译码产生,任意时刻只有一个译码输出有效,具有排他性,用于区别不同的存储体。

4. 三总线结构

三总线指的是微机控制系统中连接微处理器与存储器和 I/O 接口的 3 组总线,它包括 DB, AB 和 CB。图 1-1 中,三总线都画成宽线,表示不止 1 根线,至少包含 2 根以上。其中, DB 宽度取决于微处理器的数据宽度,一般为 8 的倍数,如 8 位、16 位和 32 位等,用来传输数据信息,它是双向总线,微处理器既可通过 DB 从内存或输入设备读入数据,又可通过 DB 将内部数据送至内存或输出设备。AB 是单向的,其宽度取决于微处理器的寻址能力,对于 8 位机而言,AB 宽度一般为 16 位,用于指明与微处理器交换信息的内存单元或 I/O 设备。CB 是各种控制信号和状态信号的集合,包括微处理器向外设发出命令信号和外设向微处理器发出中断请求等信号,用来传送控制信号、时序信号和状态信息等。CB 中每根控制线的方向是一定的、单向的,在图 1-1 中将 CB 画成双向,是因为将之视为一个整体。

5. 典型的计算机系统

微机控制系统是以微处理器为核心,配以相应的存储器、I/O 接口、外围设备、电源、辅助电路,再根据要求在存储器内装载程序软件来构建的。

微机的软件是为了运行、管理和维护微机而编制的各种程序的总和。软件和硬件是微

机控制系统不可分离的两个重要组成部分。软件包括系统软件和应用软件,系统软件是指不需要用户干预的,为用户程序的开发、调试以及运行等服务的程序,它是计算机裸机与应用程序及用户之间的桥梁。系统软件主要包括操作系统(Operating System, OS)和系统应用程序。操作系统是控制微机本身的资源(如微处理器、存储器及 I/O 设备等),用于提供人-机接口和管理计算机的所有硬件与软件资源。其中,最为重要的核心部分是常驻监控程序,微机起动后常驻监控程序始终存放在内存中,它接收用户命令,并执行相应的操作。操作系统还包括用于执行 I/O 操作的 I/O 驱动程序,每当用户程序或其他系统程序需要使用 I/O 设备时,通常并不是该程序执行 I/O 操作,而是由操作系统利用 I/O 驱动程序来执行任务。操作系统是计算机系统的控制和管理中心,从资源角度来看,它具有处理机、存储器管理、设备管理、文件管理等 4 项功能。系统应用程序是指为了完成某项或某几项特定任务而被开发运行于操作系统之上的计算机程序,常常作为用户应用软件与操作系统间的接口服务程序而被使用。

应用软件就是用户为解决各种实际问题而自己编写的程序,可用来编写用户软件的语言有机器语言(Machine Language)、汇编语言(Assembly Language)和高级语言(High Level Language)等。

图 1-3 所示即为典型微机控制系统,中间是由微处理器、组成内存的 ROM 和 RAM 构成的主要内部设备。左边为计算机的外部设备,包括打印机(PR)、显示屏(CRT)、键盘(KB)以及外存储磁带或软盘硬盘(HD),通过相应的接口与计算机的内部总线相连。右边为被控对象,包括传感器、信号调理电路、信号驱动电路、执行器等,处理的信号有模拟量、数字量、开关量及脉冲量 4 种形式。在右边的接口通道中,包括输入接口通道和输出接口通道,配合相应的传感器电路和输出执行回路。

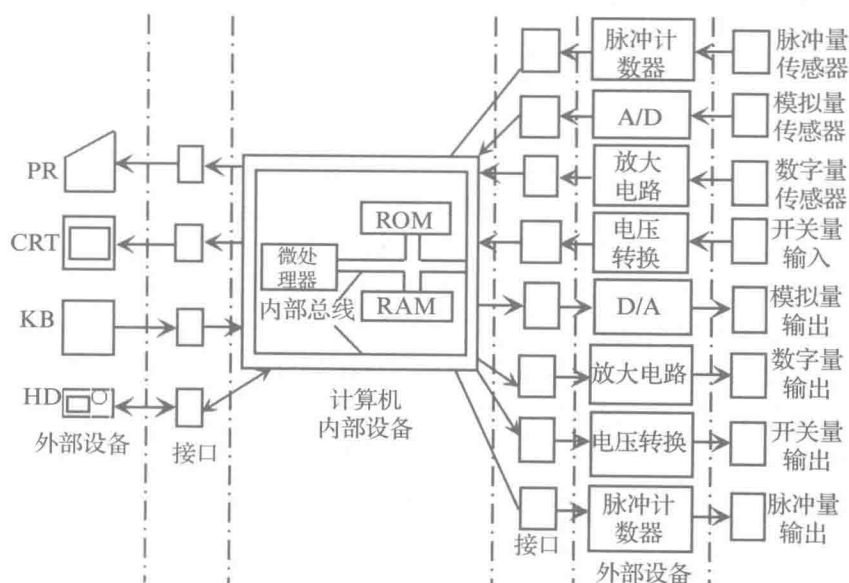


图 1-3 典型微机控制系统

针对具体应用对象,图 1-3 所示的微机控制系统可能有变化,如有的简单的系统输入设备只有 1 个,有的输出设备有 1 个或几个。在典型的微机控制系统的结构基础上,可以根据用户的需要作适当的调整,并配以合适的软件来完成用户的实际需要。

二、I/O 接口电路

微机 I/O 接口技术是采用硬件与软件相结合的方法,确保微处理器与外设进行最佳耦合与匹配,以便实现高效、可靠的信息交换。接口电路有些是比较简单的,也有些是非常复杂的,有些复杂程度往往不亚于微处理器。目前,微机中常采用大规模集成电路制成的可编程接口芯片。

1. I/O 接口电路的分类

按照是否可以编程来看,I/O 接口电路可以分为简单和可编程接口电路。按照信息处理来分,I/O 接口电路可以分为数据信息、状态信息和控制信息接口电路,数据信息接口电路又可分为模拟量、数字量、开关量、脉冲量等 4 种接口形式,具体 4 个数据信息量定义如下:

1) 模拟量

模拟量即连续变化的量。如温度、压力、速度、位移、电流、电压等物理量,对于非电量输入,可先通过相应的传感器转换成电量,对于非标准信号,应先通过信号调理电路转换为标准的 0~5 V 或 4~20 mA 信号。对于模拟量输入,要经过模数(A/D)转换;对于模拟量输出,要经过数模(D/A)转换。

2) 数字量

数字量即按一定的编码标准(如二进制格式或 ASCII 码标准),由若干位数(如 8 位、16 位、32 位)组合表示的数或字符。其中的每 1 位可以为 0 或 1,每 8 位(或 16 位、32 位)的组合表示 1 个数或字符。在工业控制中,常使用绝对值编码器来检测角度,如 10 位二进制数字量可表示 1 转有 1 024 份,精度为 0.35°。

3) 开关量

开关量即用 1 位二进制数表示 2 种状态的量。如用“1”表示“开”“通”“启”,用“0”表示“关”“断”“停”等。开关量也可理解为数字量的 1 个特例(1 位数字量),或称为逻辑量。

4) 脉冲量(脉冲信号)

瞬间突然变化、作用时间极短的电压或电流称为脉冲信号。可以是周期性重复的,也可以是非周期性的或单次的。脉冲信号是一种离散信号,最常见的脉冲波是矩形波(即方波)。

微处理器与外设交换数据信息过程中的联络信息(也称“握手”信号)被称为状态信息。微处理器通过对状态信息的读取,可掌握其工作状态,从而决定自身的工作节奏。如微处理器要向打印机输出数据,若微处理器通过读取打印机的状态信息得知其尚未准备好,则暂缓送数,先去处理别的任务,待读到打印机准备好后的状态信息后再送数。因此,了解状态信息是微处理器与外设之间正确进行数据信息交换的重要前提。

控制信息是微处理器发给外设的命令信息,如设置外设的工作模式、控制外设的开始和停止等。

2. I/O 接口电路的功能

1) 速度匹配

微处理器运行速度与速度相对较慢的外部设备在传送数据方面是存在矛盾的,比如,微

处理器输出一组数据是微秒级的,在 DB 上这个信息稍纵即逝。换言之,外设还未来得及读取,信息已消失。为此,需要设置锁存器作为接口电路,把 DB 瞬间出现的信息锁存起来。这样,慢速的外部设备就有充足的时间来完成这个信息的操作。

2) 地址译码和设备选择

所有的 I/O 接口电路都是通过三组总线与微处理器连在一起的。所有的输入接口都把数据放到总线上,而所有的输出接口都从 DB 上取数据,微处理器输出的数据是要送到对应设备接口的,如果不加选择,则会造成数据传输的混乱。因此,I/O 接口电路必须根据地址来产生一个选择信号,即要有译码功能,在微处理器发出的地址信息后,各 I/O 接口电路都将进行地址译码,哪个 I/O 接口地址与微处理器发的地址一致,则哪个 I/O 接口才会被选中,则该接口与微处理器接通,微处理器与该接口进行数据传送。当接通时,微处理器通过控制总线发读信号 $\overline{RD}$ 或写信号 $\overline{WR}$,决定被选中的 I/O 接口是把数据放在 DB 上还是从 DB 上取数据。其他 I/O 接口则处在高阻抗状态,即与 DB 脱离。

3) 模拟量和数字量转换

在用微机组成的控制和监测系统中,现场采集的数据除开关量可用 0 或 1 来表示开关状态外,大量的的是运行参数连续变化的量,其参数值的大小一般用电压或电流这一模拟量形式表示且,且必须通过 I/O 接口电路把这一模拟量转变成微处理器能接受的数字量。另外,微处理器输出的信息是数字量,用二进制的数字量来显示这个参数值是很不方便的。同时,如果微处理器要控制一个调节阀的开度变化,必须把微处理器输出的数字量经 I/O 接口电路转变成模拟量。把模拟量转换成数字量的电路称为 A/D 转换电路;把数字量转换成模拟量的电路称为 D/A 转换电路。

4) 电平和功率的匹配

微处理器常用的工作电压是 5 V,而外部设备工作电压与微处理器是不同的,常用的是 24 V DC,有的输出设备还要求有较大的功率,因此,绝大多数外部设备是不能直接与微处理器进行数据传送的,必须经 I/O 接口电路,把输入信号的电压转换成微处理器能接受的电压范围。对输出设备来说,经输出接口电路接收到微处理器送来的信息,要转换成输出设备的工作电压并进行功率放大。另外,为保证微处理器的正常工作,也必须将外围设备与微处理器隔离,防止外部故障对微处理器造成影响。所以,系统需要 I/O 接口电路实现电平转换、信号隔离和功率匹配。

5) 为微处理器提供外部设备的状态信号

由于微处理器对数据传送和数据运算的速度极高,而外部设备比较慢,这样,微处理器要从某个外部设备读取数据时,这个外部设备必须准备好,否则微处理器就不能读取这个外部设备的数据。当微处理器要把数据写到外设时,该外部设备必须是空闲的,如果该外设正在工作,处在忙的状态,或锁存器、缓冲器已有待执行的数据,即是满数据状态,微处理器是不能向该外部设备写数据的,这种“准备好”“闲”“忙”“满”等状态信息也必须由 I/O 接口电路提供。

6) 信息串并行传送的转换

有些 I/O 设备与微处理器之间是用串行通信的,但微处理器是并行的,且一次处理 8 位二进制数。这样,I/O 接口电路必须使这两种信息传送的格式相匹配。当外部设备以串行方式送来数据时,该接口电路能一位一位地接收,然后转成并行的数据送微处理器。当微处

理器要把数据写到外部设备时,该接口电路能并行接收微处理器送来的数据,然后再一位一位地向外部设备发送。这种数据传送方式在远距离通信中采用比较多。

3. 微处理器与外设间的接口电路

三个 I/O 接口的典型结构如图 1-4 所示。微处理器与外设经过 I/O 接口交换信息,即微处理器通过 DB, AB 和 CB 与 I/O 接口连接,以实现与外设交换数据信息、状态信息和控制信息。在可编程的接口电路中,一般都设有数据寄存器、状态寄存器和控制寄存器,可分别对这三种不同性质的信息进行锁存和处理。因此,一个外设往往要占用几个端口,即数据端口、状态端口、控制端口等。微处理器对外设的控制或微处理器与外设间的信息交换,实际上就转换成微处理器通过 I/O 指令读/写外设各端口的数据,只是对不同的端口,读/写的信息性质也不同。在状态端口,读入的数据表示外设的状态信息;在控制端口,写出的数据表示微处理器对外设的控制信息;只有在数据端口,才是真正地进行数据信息的交换。

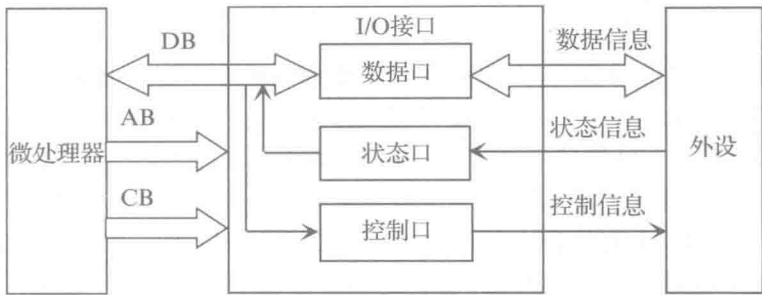


图 1-4 I/O 接口的典型结构

1) 开关量输入接口

在工业控制设备中,开关量往往来自控制台或控制箱的按钮、转换开关、继电器或来自现场的行程开关等的触点,而且伴有不同的电平输出和干扰噪声,因此必须经过电平转换电路,将触点的通断转换成计算机电路能够接受的逻辑电平,同时还要考虑滤波、去抖动以及信号隔离等措施,常用的微机工作电平是 TTL(Transistor-Transistor Logic)电平。 $TTL \geq 2.4\text{ V}$ 为高电平,表示逻辑“1”; $TTL \leq 0.4\text{ V}$ 为低电平,表示逻辑“0”。

图 1-5 所示电路是 1 个采用 74LS373 锁存器进行开关量输入的典型接口电路。图中, S7~S0 代表 8 个外部设备的开关状态,经光电隔离转换电路后送至锁存器的输入端。锁存器输入端的状态反映开关的状态,当 S7 接通时,光隔离器输出“0”(低电平),经反相后为“1”(高电平)。由于计算机的数据宽度一般都是 8 的整数,因此一般把需要输入的开关量按每 8 个为 1 组进行组合。这样计算机每次输入的实际上是 8 个开关量。图 1-5 中的 74LS373 锁存器的 11 脚 LE 端已接 +5 V(高电平),8 个输入端的信息可以直接进入锁存器内部,但什么时候可以送至输出端,则由微处理器根据程序指令来控制。

当微处理器执行某条指令,需要对这组开关量进行输入时,通过地址译码使图中的片选线为低电平(逻辑“0”),由于微处理器执行的是输入指令(即读操作), $\overline{RD}$ 为低电平(逻辑“0”),或门输出逻辑“0”,锁存器的输出允许端 1 号脚 $\overline{OE}$ 有效,锁存器内部已输入的信息有效送至输出端,再经由 DB 送入微处理器。

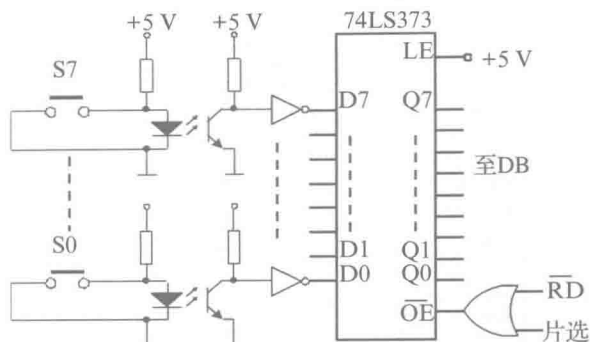


图 1-5 开关量输入接口电路

开关量输入的结果是以字节的形式出现的,字节中每位的状态(即是 0 还是 1)反映开关的状态(即是断开还是闭合)。例如,若某次输入的结果为 11H(00010001B),则说明 S0 和 S4 是闭合的,其余开关都是断开的。

2) 开关量输出接口

开关量输出用于控制外部设备的起停或状态指示等。通常有晶体管输出、晶闸管输出和继电器输出等形式。为保证计算机安全、可靠的工作,输出部分要加光电隔离电路,同时为了驱动继电器或其他执行部件,输出通道一般都要设置功率放大电路。

图 1-6 所示为几种典型的开关量输出电路。其中,图 1-6(a)为采用 74HC373 锁存器作为输出接口的 TTL 电平输出电路,输出可以直接驱动发光二极管(LED)等低功率负载。锁存器的锁存端 C(即前述的 LE)由片选线和 $\overline{\text{WR}}$ 经或非门控制,输出控制端 $\overline{\text{OE}}$ 接地,输入端来自微处理器 DB,输出端经光电隔离后控制 8 个指示灯的状态。当计算机对片选地址执行写操作时,片选线和 $\overline{\text{WR}}$ 同时为 0,或非门输出 1,将来自 DB 的写出内容送入锁存器,由于输出控制端接地,使得锁存器输出端 $\overline{\text{OE}}$ 始终有效,因此送入锁存器的内容直接到达输出端,经光电隔离后控制各个指示灯的状态。

从图 1-6(a)不难看出,输出字节中,状态为 0 的位将使相应的指示灯点亮,状态为 1 的位则使指示灯熄灭。以 D7 位为例,若 $D_0=0$,则 $Q_0=0$,光隔离器中的发光管点亮,与其配对的晶体管导通,集电极接地,指示灯 H0 点亮;反之,若 $D_0=1$,则 $Q_0=1$,发光管关断,晶体管截止,指示灯 H0 熄灭。

图 1-6(b)为开关量的晶体管输出原理,D 端为输出接口电路输出的某个字节位,或为 0,或为 1。若 $D=1$,则经反相后使光隔离器中的发光管点亮,与其配对的晶体管导通,晶体管 T 也导通,负载 R_L 得电;反之,晶体管 T 截止, R_L 失电。它适用于控制板外供电的继电器和电磁阀等的电磁线圈,板外电源必须是直流电源。

图 1-6(c)为开关量的继电器输出原理。与晶体管输出的区别在于晶体管 T 驱动的是继电器 K,对板外输出的是继电器 K 的触点。由于是触点输出,外界负载 R_L 既可以是直流电源也可以是交流电源。