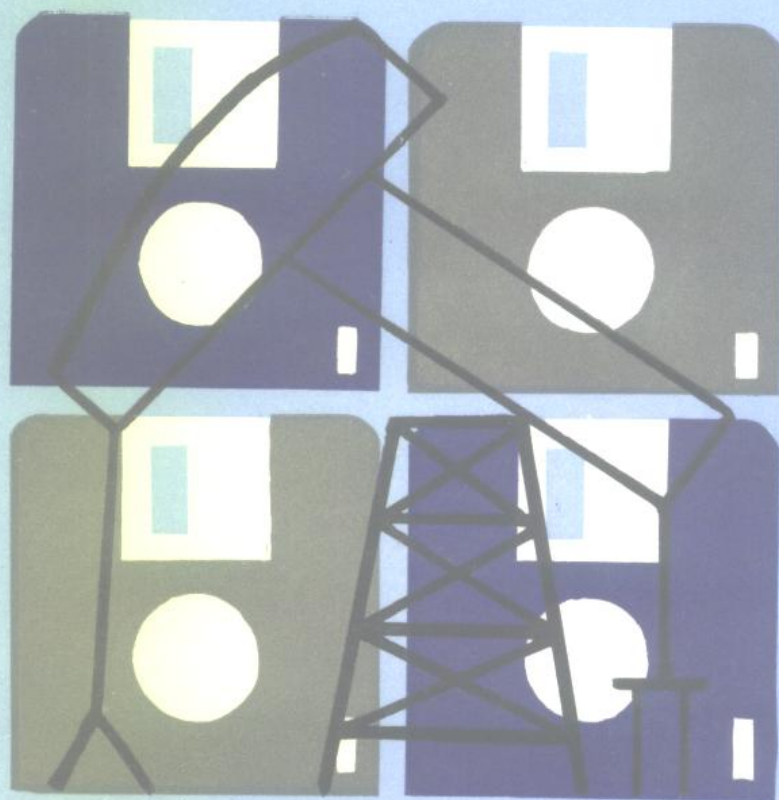


中等专业学校教学用书

微机在采油中的应用

李兰华 主编



石油工业出版社

北京)

内 容 提 要

本书不仅详细叙述微机在采油方面的应用,还就微机的基本结构、接口电路等做了介绍,同时就微机与用户的“连接桥梁”——数据采集部分,做了具体说明。

对于学过计算机语言,并具有一定的计算机知识的读者,该书为其进一步了解微机结构,掌握微机在油田生产实践中的应用,提高工作效率、管理水平打下良好基础。本书既可做为中专学校教材、课外读物,也可做为现场技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微机在采油中的应用/李兰华主编.

北京:石油工业出版社,1996.7

中等专业学校教学用书

ISBN 7-5021-1738-5

I. 微…

II. 李…

III. 石油开采-计算机应用,微型计算机-专业学校-教材

IV. TE35-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 07968 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 7 印张 172 千字 印 1-2000

1996 年 7 月北京第 1 版 1996 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1738-5/TP·15(课)

定价:6.00 元

前 言

本书是根据教学改革的需要,在课程调整中新增设的一门技能应用课,旨在满足培养技能型、应用型人才的需求。在选用书本内容时,进行了大量的现场调研,反复研究先进的文献资料,并在教学实践中进行了探索验证。本书是在华北石油学校校内讲义(李兰华、罗小远编)试用两年的基础上,经石油中专采油专业教育指导委员会研究,按新教学大纲编写而成的。

本书编写分工如下:大庆石油学校王佼科编写第四、第六章,华北石油学校罗小远编写第一章,华北石油学校李兰华编写了其余章节,并负责统纂全书。华北油田副总工程师陈宪侃主审。

由于编者水平有限,实践经验不够丰富,书中难免存在不少缺点、错误,敬请读者批评指正。

编 者

1995.12

目 录

绪论	(1)
第一章 数据采集系统简介	(2)
第一节 传感器	(2)
第二节 数-模(D/A)和模-数(A/D)转换	(8)
第三节 微型计算机的输入/输出接口电路	(11)
第四节 数据采集系统实例	(30)
第二章 抽油井微机管理	(42)
第一节 抽油机井微机诊断技术	(42)
第二节 用单片机测量抽油机平衡	(55)
第三节 抽油井宏观控制简介	(59)
第三章 注水井微机管理	(63)
第一节 系统主要设备及工作原理	(64)
第二节 应用软件	(68)
第四章 井站微机监控系统	(72)
第一节 油田自动管理简介	(72)
第二节 油气自动计量	(74)
第三节 液位自动控制	(78)
第四节 计算机监控系统(SCADA)简介	(81)
第五节 单井微机计量系统	(85)
第五章 动态分析软件设计	(94)
第一节 数据库简介	(94)
第二节 微机在动态分析中的应用	(99)
第六章 微机在采油队生产管理中的应用	(104)
第一节 概述	(104)
第二节 采油队报表信息处理系统简介	(105)
参考文献	(107)

绪 论

当今石油工业已发展成为一个庞大的系统工程,各学科之间是紧密关联又相互制约的。要想得到优化的结果,用人工的方法很困难,必须要借助计算机,充分利用现代计算机网络技术,在数据库的基础上,建立满足各学科要求的应用诊疗库、方法库,在共有的平台上完成系统工程的总任务。

国际油价长期稳定在较低的水平上,但是其它行业的物价在缓慢地上升,因此世界石油行业都面临降低成本的挑战,而国内石油工业面临的经济挑战更加严峻。由于我们石油储量严重不足,储采比只有 17,也就是我们的采油速度必须保持在 2% 以上,这远远高于世界采油区。尽管我国石油人均占有量很低,人均只有 0.1 吨,而石油产品在市场却处于买方市场,国民经济要求我们更多地生产原油,而成本还要大幅度下降。在这样的形势下,必然要充分利用计算机技术,搞好优化,既提高产量,又降低成本。

随着勘探开发领域的不断扩大,找到的新储量有愈来愈深的趋势,如近年来在塔里木、吐哈、四川、华北等油区都在深部地区发现工业油气藏。由于油藏深,油层特性也有变差的趋势。近来找到的储量,低渗透和超低渗透的油田占相当比例,稠油也占一定比例。开发这样的油田,既要保持一定的采油速度,还要降低成本,就必然要采用各种新技术,整体评价,做好规划,只有用好计算机技术才能实现。

石油工业是资金、技术、知识密集型的行业,国民经济发展要求我们到 2000 年时产量最少达到 2 亿吨,而我们的老区各油田大多数已进入高含水期。由于非均质严重,低渗透的层段和区块采出程度很低,要在这方面挖潜,必然要用大量的新技术、新工艺,这就要求我们充分利用好计算机技术,有效地利用所有的信息(资料、数据)系统分析,综合论证,优化出最优的方案,才能最大程度地降低成本,提高质量,增强国产油的竞争力。

近年来,各油区在采油工作中都程度不同地采用了大量的计算机技术,建立了数据库,包括地质动态数据库和工程数据库,同时配套了应用软件。这些数据库主要的功能有:

- (1)完井方面,包括井身结构设计,固井质量评价,射孔设计及质量检验等。
- (2)油藏描述方面,包括孔隙结构描述,双重介质描述,油饱和度和情况产状与分布的描述,残余油饱和度和情况产状与分析,油层保护,地应力研究等,并能绘出各种地质图幅。
- (3)油藏工程方面,包括各种常规油藏工程方法,地质储量和可采储量的计算与核实,动态分析方法,各种数值模拟方法等。
- (4)采油工程(包括注水)压力节点分析(包括油藏压力水平优选),采油方法优选,油水井诊断、预测、设计技术,抽油井宏观控制量分析,防蜡技术等。
- (5)油层改造方面,包括,压裂、酸化、封水、堵水、防砂、侧钻等工艺的设计方法,工艺分析方法和管理工作(包括效果分析)等。
- (6)油气水集输处理的监控和管理技术,操作工艺参数的优选方法等。
- (7)生产管理方面,包括作业计划的编制和实施、记录、生产分析(包括产量分析、经济分析等)。

本书由于课时及篇幅的限制,只就采油方面的某些应用做一概况性的介绍。

第一章 数据采集系统简介

在实际工业生产过程中,涉及到的物理量是很多的,如温度、压力、流量、密度、含水、液位、力、位移等等。这些物理量用传感器变成电量后,都是模拟量,不能直接送到以数字处理为基础的数字计算机中,必须转换成数字量才能输入计算机。这就是我们所说的模数(A/D)转换。

在一个比较繁杂的系统中,往往要求计算机同时处理多个变量。这就需要多路模拟量输入,计算机巡回检测、采样并对每个变量进行控制的系统。本章将对数据采集系统中的各个环节进行详细介绍。

第一节 传 感 器

在计算机检测控制系统中,如果把计算机比作人的大脑,那么,传感器则象人的感官。传感器是计算机信息输入的主要信息源,提供给计算机进行处理和决策所需要的原始信息资料,是现代测控技术的起点。尽管计算机的计算十分精确,其本身却无法追加新的检测信息,也无法消除传感器所引入的误差。换言之,信息的质与量往往是一次性地由传感器的性能所决定的。因此,传感器在很大程度上影响和决定了整个系统的性能。

传感器是自动检测系统和自动控制系统中不可缺少的元件,是采集和传递信息的第一道关口(图 1-1)。

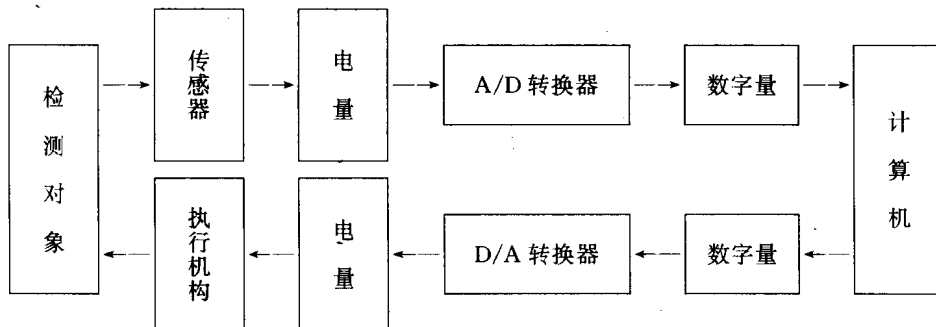


图 1-1 自动检测流程框图

传感器的类型很多,按被测量的物理量的性质可分为:

①机械量传感器。包括力、位移、速度、加速度、几何尺寸、几何形状、振动、粗糙度、产品计数等传感器。

②热工量传感器。包括温度、温差、压力、压差、流量、气体成分等传感器。

③探伤传感器。包括表面探伤、内部探伤等传感器。

在油田实际中,应用最多的是温度传感器、压力传感器、位移传感器及流量传感器等。

制造传感器所用材料,包括金属、半导体、绝缘体、磁性材料、强电介质及超导体等,其中半导体应用最多。

传感器传递的信号,通常是电信号,是与电压、电流、频率呈一定函数关系的变化量。可以是模拟的连续信号、开关信号、数码信号或者调制信号等。

在稳定状态下,输出量 Y 的变化与引起此变化的被测信号 X 变化之比称为灵敏度:

$$K = \frac{dY}{dX}$$

灵敏度 K 也称作元件的传递系数、灵敏系数。

系统对传感器的要求是:

- ①输入、输出信号之间应该有一定的函数关系,一般为单值线性关系;
- ②有较好的灵敏度和精确度;
- ③稳定的特性曲线及较好的重复性;
- ④有一定的动态特性,一般要求较小的时间常数;
- ⑤有较好的抗干扰能力等。

传感器的种类很多,下面简单介绍几种油田常用的传感器。

一、力学量传感器

油田常用的力学量传感器有负荷(压力)传感器、位移传感器等,其核心元件为半导体应变片、压电传感器及电容传感器。

1. 半导体应变片

当向一块单晶半导体沿某一轴向施加一定的载荷而产生应力时,其电阻率发生变化的现象称为半导体的压阻效应。

不同类型的半导体,不同的载荷施加方向,压阻效应是不同的。按一定的晶轴方向在半导体硅锭上切出小条或小薄片,贴在具有一定弹性的基片上,再加上覆盖层,引出引线就制成了半导体应变片。

半导体应变片比金属丝电阻应变片灵敏系数大 50~100 倍,一般在 100~160 之间,因而可测微小的应变,这是它的突出优点。同时具有机械滞后小、体积小等特点。其缺点是热稳定性差、灵敏系统非线性大,因此在使用时需采用温度补偿等措施。

把应变片作检测元件,可测量力、扭矩、加速度、压力等物理量。其方法是,把应变片粘贴在物体表面上,当物体受力发生形变时,该应变片也相应地产生伸缩。因此,只要测定出应变片的电阻变化值 $\Delta R/R$,就可计算出物体的应变 ϵ ,进而就能求出产生应变 ϵ 所受的外力。其公式为

$$K = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\epsilon}$$

由虎克定律: $\sigma = \epsilon \cdot E$ 得物体所受外力:

$$F = \sigma \cdot A = \epsilon \cdot E \cdot A$$

式中 $\Delta R/R$ ——应变片电阻的相对变化率;

K ——应变片灵敏系数;

ϵ ——应变, $\epsilon = \Delta L/L$;

σ ——物体受力方向截面上的应力;

E ——物体材料的弹性模量;

A ——受力面积。

2. 压电传感器

某些介电物质,在沿一定方向对其施加压力或拉力使之变形后,在它的表面上会产生电荷,当外力去掉时,又回到不带电的状态,这种现象称为压电效应。

压电材料可分为两大类:一类叫做压电晶体,如石英晶体(即二氧化硅)、酒石酸钠等;另一类叫做压电陶瓷,如钛酸钡、铌钛酸铅、铌酸铅等。一般压电陶瓷有比较高的压电系数。

当有外力作用在压电材料切片上时,切片两端有电荷 Q_x (或电压) 输出。

$$Q_x = d_x \cdot F_x$$

式中 d_x —— x 轴方向受压缩时的压电系数,它表征压电材料性能。同一材料不同的受力和变形方式其值是不同的。

F_x ——晶体承受的压力。

由此,可以检测出所受压力的大小,当然也可以通过检测元件或其它方法变成力的函数,如加速度、位移等。

压电传感器的输出信号非常微弱,一般要将电信号进行放大才能测量,如图 1-2 所示。

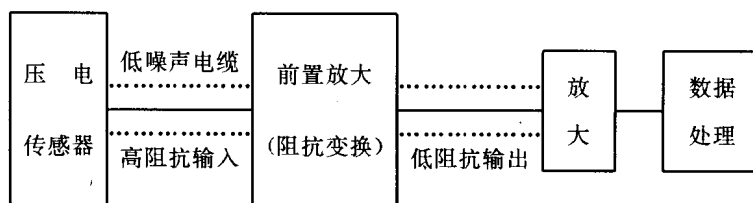


图 1-2

3. 电容传感器

电容传感器可广泛地用于位移、角度、振动、加速度、压力、液面、成分含量等方面的精密测量。

(1) 电容传感器的工作原理

由两块平行极板组成的电容器,当不考虑边缘的电场影响时,其电容量 C 可近似用下式表示:

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d}$$

式中 S ——极板相互遮盖的面积;

d ——极板间的距离;

ϵ ——极板间介质的介电常数。

由此可知,式中三个参数 S 、 d 、 ϵ 中任何一个发生变化,都将导致电容量的变化。电容传感器正是利用这一原理来进行工作的。

(2) 电容传感器的结构类型

电容式传感器元件结构型式很多,概括起来有以下几种:

① 变间隙式:通过改变电容两个极板间的距离 d ,来测量微小的线位移。

② 变面积式:通过改变极板电容两极板的相互遮盖面积来测量较大的线位移、角位移。

③ 变介质式:改变两极间介质性质,如降低介质液面的高、低,可检测液面高度等。

①差动式:可提高传感器的灵敏度。

电容式传感器结构简单、灵敏度高、动态响应好,对使用环境条件要求低,有较好的热稳定性,耐辐射。不足之处是由于连线及支持构件引起电容泄漏,而使转换效益降低,导致误差以及影响输出特性的非线性失真。但若采用运算放大器式测量线路可克服这一缺点。

二、温度传感器

温度是油田生产中的一个重要检测指标。温度传感器的检测元件主要有:

1. 热敏电阻传感器

电阻材料按其电阻的性质可分为金属电阻和半导体电阻两大类。半导体热电阻又称为热敏电阻。不同材料烧制的热敏电阻其特性也不同。热敏电阻大致可分为负温度系数热敏电阻(NTC)、正向特性热敏电阻(PTC)和临界温度电阻(CTR)三类,图1-3显示了这三种热敏电阻的温度特性。

热敏电阻传感器可用于液体、气体、固体、固熔体等方面的温度测量。测量范围一般 $-10\sim 300^{\circ}\text{C}$,也可以做到 $-200\sim 10^{\circ}\text{C}$ 和 $300\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 。

传感器的测量电路,经常采用桥式电路,因为电桥能精确地测量电阻的微小的变化。

2. 热敏二极管

半导体热敏二极管,使用温度范围在 $-50\sim +150^{\circ}\text{C}$ 。在规定的使用温度范围内,这种温度敏感器件具有线性度好、灵敏度高、体积小、响应快、输出电阻低等特点。

使用时,给热敏二极管一个恒定的电流,在热敏二极管两端就会得到一个随温度呈线性变化的电压。但是,热敏二极管直接输出的电压较低,一般只有零点几伏,需经过放大及稳压处理。在使用热敏二极管时,除了保持器件与被测物体之间的良好接触外,器件还应避免强光照射和放射性辐射以及强磁场干扰的测量环境,必要时可用屏蔽式探头。

3. 热电偶

把两种不同的导体或半导体连接构成闭合回路,当两个结点的温度不同时将产生热电动势。将此热电动势用于温度测量的元件称为热电偶。热电偶回路中的热电动势由两部分组成:接触电势和温差电势。

当两种导体接触时,由于二者电子密度不同,电子密度大的导体的电子向另一部分导体扩散,结果丢失电子而带正电荷,得到电子的导体带负电荷,这就形成了接触电势。接触电势的大小取决于两种导体的性质和接触点的温度。温差电势是同一导体两端因温度不同而产生的。在热电偶中,接触电势占的比例大于温差电势。

热电偶具有如下性质:

(1)构成热电偶的两个导体必须是不同的金属材料,如铂铑-铂,铬镍-铂镍等;

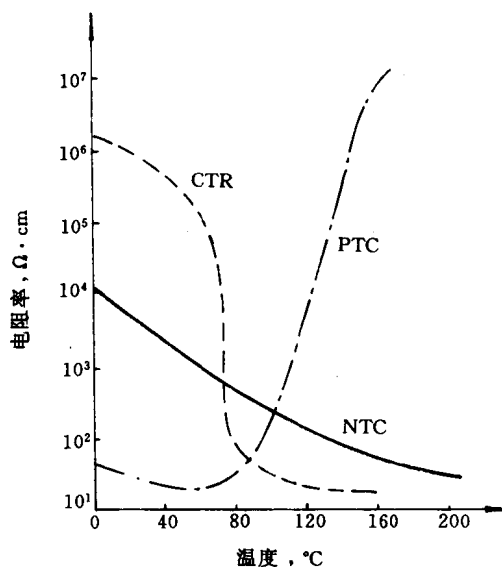


图 1-3 热敏半导体的典型特性

(2) 热电偶两结点热电势与导体材料中间温度无关, 只与结点温度有关;

(3) 中间导体定律: 在热电偶回路中接入第三种材料的导体时, 只要第三种导体两端与热电偶接触的地方温度相同, 则第三种导体的引入不会影响热电势。

在使用中, 热电偶的冷端温度需要经过恒定处理, 以便热电势温度呈单值函数关系。一般是用导线将冷端延伸出来, 连同测量仪表一起放在恒温或温度波动小的地方, 这种导线称为“补偿导线”。

三、流量传感器

油田上常用的计量流量的装置可分为两大类: 一类是速度式流量检测装置, 是一种以测量流体在管道内的流速作为计量流量依据的装置。如节流式、变面积式、电磁式、涡轮式等。另一类是容积式流量检测装置, 是以单位时间内的流体的容积来计量流量的。如椭圆齿轮式、腰轮式流量计等。

流量传感器根据不同的计量流量的装置主要有: 节流式、变面积式和电磁式流量传感器等。

1. 节流式传感器

节流式传感器是利用流体流经节流装置(如孔板、喷嘴等)时产生的压力差来实现流量检测的。如图 1-4 所示。它将压力差转换成电信号, 从而通过电信号的检测计量出流量。

应用广泛的是电感式压差-电转换器, 其原理如图 1-5 所示。在进入膜盒 1 外腔气压 p_1 和进入内腔气压 p_2 的大小发生变化时, 引起膜 1 的变形, 带动处于线圈中间位置的铁芯 5 上下移动, 从而使两个次级线圈 2、4 输出电压发生变化, 其大小与 p_1 、 p_2 差值相对应。

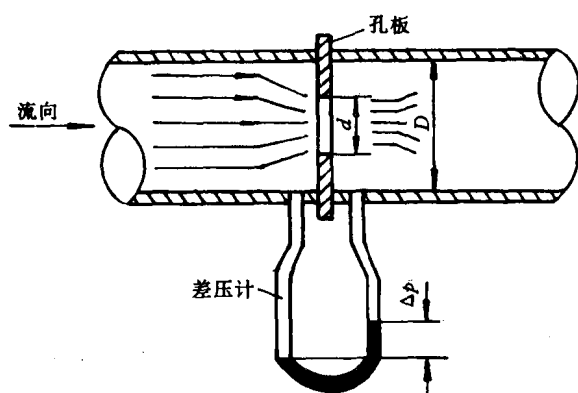


图 1-4 节流式传感器

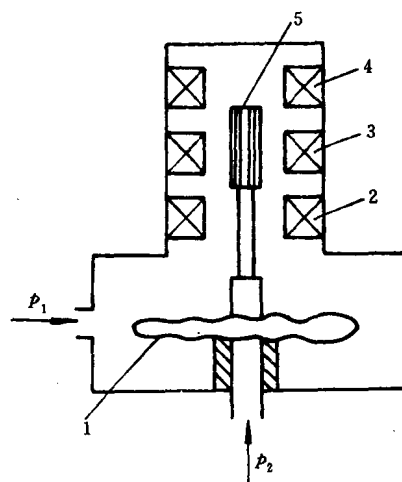


图 1-5 电感式压差-电转换器

1—膜盒; 2—线圈 2; 3—线圈 1; 4—线圈 4; 5—铁芯

2. 浮子式流量传感器(浮子式流量计)

浮子式流量计是一种常用的流量计, 其原理如图 1-6 所示。当流体自下而上流动时, 浮子受流体的作用力而上浮, 流量越大, 浮子上升的越高, 即

$$Q = \alpha \cdot h$$

式中, α 为在一定条件下与流体、浮子、锥形管性质等有关的常数。因此, 只要检测出浮子上升

的高度,便可算出流量 Q 。

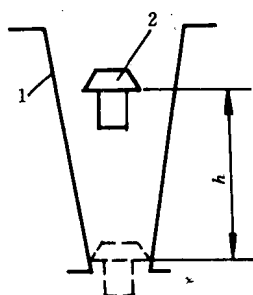


图 1-6 浮子式流量计原理图
1—锥形管;2—浮子

浮子式流量传感器是工业上常用的一种流量检测装置,它具有压力损失小、测量精度高的优点。典型的传感方式有光电转换和磁电转换等。

3. 电磁式流量传感器(电磁式流量检测装置)

电磁流量检测装置可用于液体的流量测量。电磁式流量传感器的特点是:管道内无活动部件,便于清洗,且无机械惯性,压力损失小,反应灵敏,流量测量范围大;流量检测装置的管径小到几毫米,大到 2m 以上;适于一般流量检测,也适于脉动流量及双向流量的测量;检测装置的输出电势与体积流量呈线性关系,而与被测物体的流动状态、温度、压力、地热、密度及粘度等无关;只要导电率在 $20 \sim 50 \mu\Omega/\text{cm}$ 以上的流体,如泥浆、污水、酸、碱、盐溶液或悬浮介质等,均可采用用水标定的电磁流量检测装置测量,而不

必加以修正。但是,不能用于气体、石油及其制品的流量检测。

用这种流量检测装置测量不同流体时,检测装置管内壁应采用不同的绝缘衬里。如检测自来水用天然合成橡胶作衬里;测量酸、碱、盐溶液用聚三氟氯乙烯作衬里;对磨损大的矿浆用耐磨橡胶作衬里等。

电磁式流量检测的原理如图 1-7 所示。当被测介质垂直于磁力线的方向流动时,导电的介质切割磁力线而产生一个感应电势 E_x , E_x 的方向垂直于 v 和 B 所在的平面。

$$E_x = B \cdot D \cdot v$$

式中 B ——磁感应强度;

D ——导体在磁场内的长度,即管径;

v ——导体切割磁力线的速度,即被测介质流经传感器的平均速度。

感应电势 E_x 由两个电极引出,这两个电极装在管子内壁。为了避免导电流体的极化现象,常采用交流磁场,即 $B = B_m \cdot \sin \omega t$,感应电势的瞬时值为:

$$E_i = D \cdot v \cdot B_m \sin \omega t$$

其有效值:

$$E_x = D \cdot v \cdot B$$

$$\text{管内流体的流量 } Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot v \text{ 代入上式得: } E_x = \frac{4B}{\pi D} \cdot Q$$

在测量中,磁感应强度 B 以及管径 D 均为定值,令 $\frac{4B}{\pi D} = K$,则 $E_x = KQ$, K 称为仪表常数。交流电磁传感器在交变磁通穿过产生感应电势,对流体切割磁力线产生的感应电势形成干扰,即形成“干扰电势”。为了消除干扰电势,除了尽量使电极引出线与磁力线平行外,可在其中

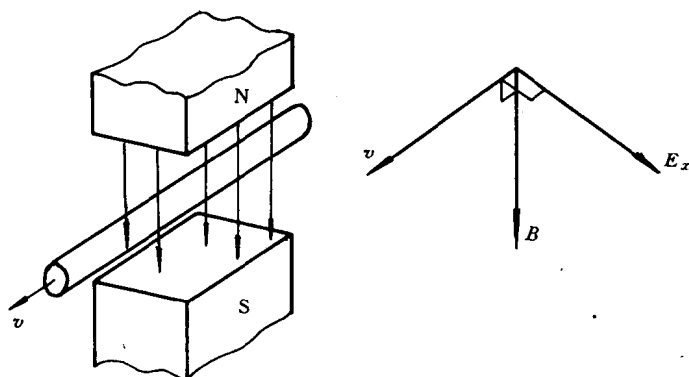


图 1-7 电磁式流量检测原理图

一个电势上引出两根线分别绕过管道形成两个回路,使两个回路内产生的干扰电势相互抵消,从而可消弱干扰电势对感应电势的影响。

第二节 数-模(D/A)和模-数(A/D)转换

在微机应用中,遇到的物理量常具有连续变化的特点,例如,用来对机器进行控制时,所监视和控制的内容通常是速度、位置等参数,它们可以取一定范围内的任意实数值 K 作为模拟量。这些模拟量一般都以某种连续变化的电气参数来表示,例如用电压或电流来表示。用来直接表示模拟量的电压或电流称为“模拟信号”。由于微型计算机本来就是按数字方式工作的,为了用微型计算机处理模拟量,需要采取数-模转换(由数字信号转换成为模拟信号)及模-数转换(由模拟信号转换为数字信号)的措施。

一、数-模转换器

数-模转换的作用是把二进制数字信号转换成模拟信号,它是过程连续控制中的一个重要组成部分。

1. D/A 转换原理

D/A 转换器有并行和串行两种。在工业控制中,主要使用并行 D/A 转换器,故这里只介绍并行 D/A 转换器原理。

并行 D/A 转换器由四部分组成:①电子开关 $K_0 \sim K_7$;②电阻网络;③运算放大器 A ;④标准电压 U_B 。每一位二进制数接一个电子开关,并用二进制数控制电子开关。当 $D_i=1$ 时,把标准电压接入电阻网络,当 $D_i=0$ 时,开关断开。电阻网络把标准电压转换成相应的电流,并将其求和后放大输出。并行 D/A 转换器根据电阻网络的不同,可分为权电阻译码 D/A 转换器、T 型网络 D/A 转换器以及变型权电阻译码 D/A 转换器等。下面以权电阻 D/A 转换器为例,说明 D/A 转换器原理。

权电阻数/模转换器就是将某一数字量的二进制代码各位按它的“权”的数值转换成相应的电流,然后把代表各位数值的电流加起来。一个 8 位的权电阻 D/A 转换器的原理框图如图 1-8 所示。图中左边为二进制数,电路中每一位的电阻值与这一位的“权”相对应,“权”越大,阻值越小。由于阻值和每一位的“权”相对应,所以称为权电阻解码网络。

这是一个线性电阻网络,我们可以应用叠加原理来分析网络的输出电压,即先逐个求出每个开关单独接通标准电压,而其余开关均接地时网络的输出电压分量,然后将所有接标准电压开关的输出分量相加,就可以得到输出电压(二进制数的某一位为“1”时接标准电源,为“0”时则接地),即

$$U_{OUT} \approx \sum_{i=0}^n \frac{a_i 2^i}{2 \times 2^n} U_B = \frac{U_B}{2^{n+1}} \sum_{i=0}^n a_i 2^i \quad (1-1)$$

式中 $\sum_{i=0}^n a_i 2^i$ 为数字量的值,可以用一个符号 D 来表示,此时式(1-1)可写成:

$$U_{OUT} = \frac{U_B}{2^{n+1}} D \quad (1-2)$$

由上述分析看出,权电阻解码网络的本质,就在于它是一个受数字量控制的二进制电阻网络,因此能够产生二进制电压,从而实现了从数字量到模拟量的转换。从理论上来说,只要位数

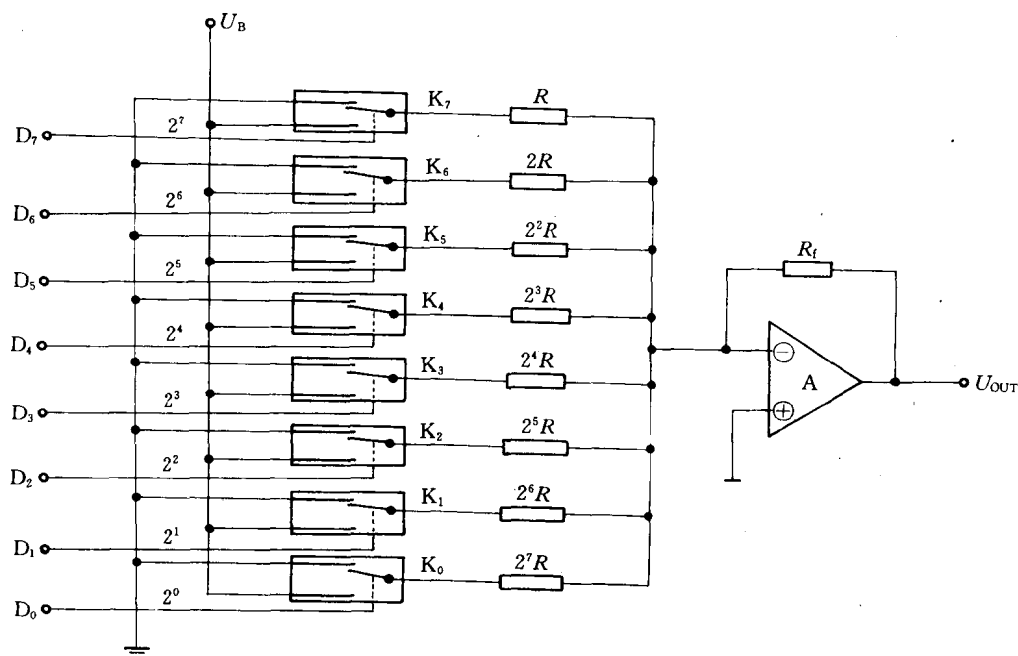


图 1-8 权电阻 D/A 转换器原理图

足够多,这种转换就可以达到很高的精度。由于并行转换器是各位同时转换的,故其转换速度比较快,大约在微秒数量级。

2. 八位 D/A 转换器与 CPU 的接口

八位 D/A 转换器与 CPU 的连接方式有三种:①用锁存器连接;②用 PIO 连接;③直接连接。到底采用哪种方法,应根据各种 D/A 转换器的结构形式以及系统的要求进行选择。

为了节省硬件,对于带有锁存器的 D/A 转换器,可以采用直接连接的方式。例如 DAC0832 与 Z80CPU 的连接如图 1-9 所示。

在此电路中,由于 DAC0832 内部有输入锁存器,所以不需要其它接口片子,可直接与 CPU 数据总线相连,也不需要保持器,只要没有新的数据输入,它就保持原来的输出值。图中 $\overline{WR}_2$ 和 $\overline{XFER}$ 接成低电平,故八位 DAC 缓冲器始终是直通的,因此该电路属于单缓冲锁存器接法。当执行 OUT 指令时 $\overline{CS}$ 和 $\overline{WR}_1$ 为低电平, CPU 输出的数据打入 DAC0832 八位输入锁存器,再经八位 DAC 缓冲器送入 D/A 转换网络进行转换。

二、模-数转换器

模-数转换是将模拟信号(通常是电压或电流)转换成二进制的数字信号。计算机可以把它监视对象的模拟信息通过模-数转换器,变成计算机能接收的数字信息,再加以分析处理。它是计算机监视、控制系统中的重要环节。常用的模-数转换器有三种类型:计数式 A/D 转换器;双积分式 A/D 转换器;逐次逼近式 A/D 转换器。

采用逐次逼近法进行模-数转换,无论在转换速度和精度上都能得到满意的结果,因此,逐次逼近式 A/D 转换器是目前使用最多的一种 A/D 转换器。

1. 逐次逼近式 A/D 转换器原理

逐次逼近式模-数转换器由一个模拟量比较器和一个数-模转换器组成。比较模拟信号输

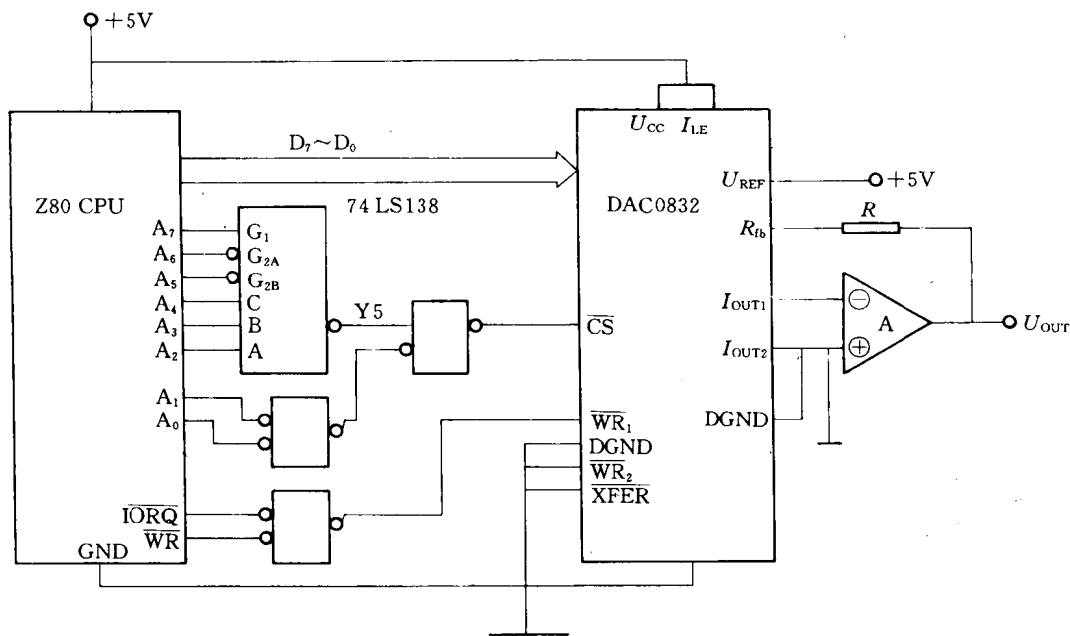


图 1-9 DAC0832 与 Z80CPU 接口电路图

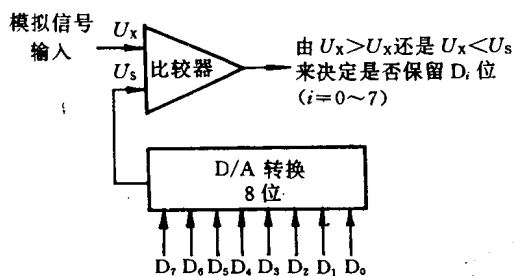


图 1-10 八位 A/D 转换器原理图

入和 D/A 输出的结果去建立每一位的数字值,从高位到低位逐位比较直至比较到最低位为止,从而完成模-数转换。图 1-10 是采用逐次逼近法的八位 A/D 转换器的工作原理图。它的工作步骤如下:

先使八位 D/A 输入的最高位 $D_7=1$,经 D/A 转换后得到 1 个模拟电压 U_s ,与输入电压相比较,若 $U_x > U_s$,则保留这 1 位;若 $U_x < U_s$,则使这 1 位清 0。然后使下一位 $D_6=1$,与上一次的结果一起经 D/A 转换后相比较,若 $U_x > U_s$,则保留 D_6 这一位;若 $U_x < U_s$,则使这 1 位清 0。然后再使下一位 $D_5=1$,与上两次的结果一起经 D/A 转换后与 U_x 相比较……重复这样的过程直至使 $D_0=1$,再与 U_x 相比较,由 $U_x > U_s$ 还是 $U_x < U_s$ 来决定是否保留 D_0 这 1 位。确定 $D_7 \sim D_0$ 每一位数值的过程,实际上是新的试探值和

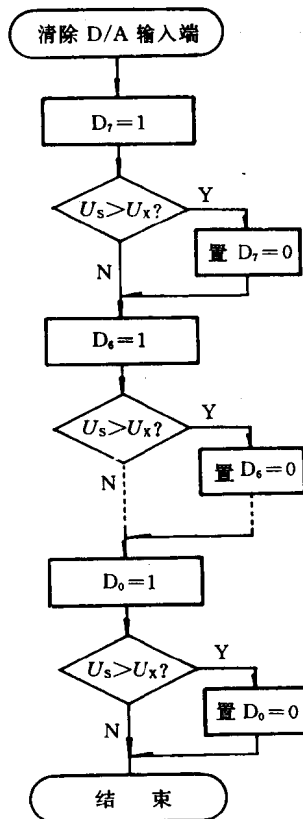


图 1-11 逐次比较过程的流程图

以前结果叠加,经过 D/A 转换后,再与输入模拟电压 U_x 相比较,决定是否保留新的试探值的过程。

这样,经过 8 次比较,在 D/A 输入端的 8 位二进制数值就与输入的模拟量值相对应,即实现了模-数转换。逐次比较过程的流程图如图 1-11 所示。

采用逐次逼近法的 A/D 转换器,它的转换精度等于 $\pm 1/2$ 最低数字位,转换精度取决于逐次比较的速度和位数。目前已有多种型号的单片 A/D 转换器可供选用,其转换速度可以小于几个微秒,转换位数常用的有 8 位、10 位、12 位等。

2. 八位 A/D 与 CPU 的接口

与八位 D/A 转换器一样,八位 A/D 转换器也可采用直接方式,或者通过 PIO 锁存器等与 CPU 进行连接。当 A/D 带有锁存器时,可直接与 CPU 连接,如图 1-12 所示。ADC0808/9 为多通道模/数转换芯片,适用于多通道的数据采集,图 1-12 给出 ADC0808/9 与 Z80CPU 在中断方式下的接口电路。这里,ADC 的片选信号由地址线的低 8 位经译码后给出(本例为 80H)。8 个通道不是象通常采用的由数据线选择,而是由 A_{10} 、 A_9 、 A_8 三位地址线来选择,这样可使程序简单些。ADC0808/9 所需的时钟脉冲,由 Z80CPU 时钟(2MHz)经两次分频后提供(500Hz)。

在 ADC 的 EOC 输出和 CPU 的 $\overline{\text{INT}}$ 输入之间加入的逻辑电路,是为了保证只在转换完成后的 EOC 由低变高时,产生一次真正的中断申请。

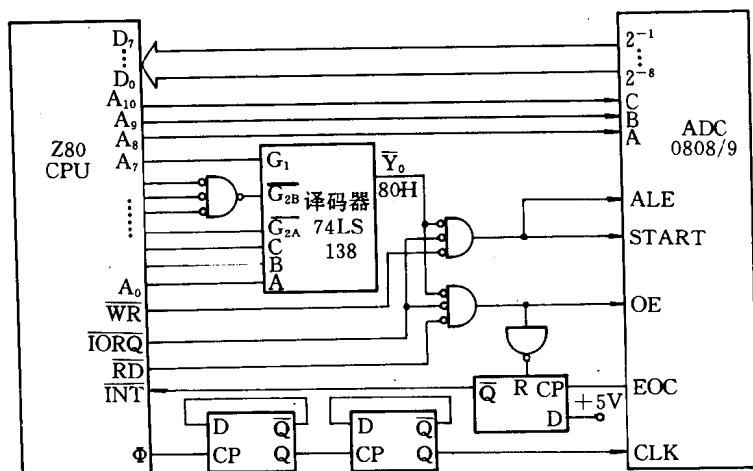


图 1-12 八位 A/D 与 CPU 直接连接线路图

第三节 微型计算机的输入/输出接口电路

一台计算机,除 CPU 及 ROM(RAM) 外,还必须有数据输入和输出的通道,才能对计算机进行操作和输出计算结果。

简易模型机中的输入寄存器 I 和输出寄存器 O 就是最简单的输入/输出通道。由于其输出是一个发光二极管显示器 D,只有一个输出器件,所以输出电路很简单:D 的各个 LED 管直接与输出寄存器各位相连。

现代微型计算机的外接器件(外围设备)很多。输入方面可以有电传打字机、光电输入机及录音机等外围设备。此外,还有传感器信号输入器件等。输出方面可以有阳极射线管(CRT),即电视屏、打字机、录音机等外围设备。此外,也可能有报警、开关量输出等控制电器等。

因此,必须有专用的接口电路以满足这些要求。这些电路必须能:

①确定控制方向:输入还是输出数据。

②确定控制设备号:输入时信息是从什么(第几号)外围设备输入,输出信息是到什么(第几号)外围设备去。

③确定输出量的性质(开关量还是连续量)和时间(定时、循环还是等待条件)。

因此,输入/输出接口电路必须有专用器件。这些器件应可以根据程序来实现上述各种特定的要求。

可以与 Z80—CPU 适配使用的输入/输出接口芯片有两大类:

通用 I/O 芯片——主要有并行 I/O(PIO)、串行 I/O(SIO),以及计数/定时电路(CTC)等。

专用 I/O 芯片——主要有软磁盘控制器、CRT 控制器、键盘接口、键盘/显示器和数据编码接口等。

平时最易接触到的微型计算机为单板计算机。它是将 CPU、RAM 和 ROM、PIO 及 CTC 等装在一块电路板上。在此简单介绍一下 PIO 和 CTC 芯片的结构及使用方法。

一、Z80—PIO 并行输入输出接口简介

1. 概述

Z80—PIO 是一种可编程的并行输入/输出接口芯片,即它的工作可通过程序设计来选择。Z80—PIO 有两个独立的 8 位双向的 I/O 口 A 和 I/O 口 B,它有四种工作方式,即:

①输出方式——方式 0,仅向外部输出数据时用。

②输入方式——方式 1,仅从外部输入数据时用。

③双向方式——方式 2,只有端口 A 可选用。8 位数据需要双向传送时用,它是输入方式和输出方式的组合。

④位控方式——方式 3,可由程序设计规定某些位作为输出线,某些位作为输入线,对设备进行控制。

所有这些方式都配有实现中断所必须的各种信息。

Z80—PIO 有一个突出的特性:外部设备与 CPU 之间的全部数据传送是在中断控制下实现的。

而 PIO 需要外加逻辑,就能自动提供中断矢量。

2. PIO 的结构

PIO 的方框图如图 1—13 所示。它是由 Z80CPU 总线接口、内部控制逻辑、中断控制逻辑、I/O 口 A 和 I/O 口 B 等几部分组成。CPU 总线接口,允许 PIO 不需外加逻辑就能直接与 Z80CPU 相连接。内部控制逻辑使 CPU 数据总线与 I/O 口 A 和 I/O 口 B 同步。两个 I/O 口都用来与外设直接相连接,口 A 和口 B 的工作方式由内部控制逻辑根据 CPU 的编程来决定。

3. I/O 端口结构

PIO 中的每个端口是由 6 个寄存器和“联络”控制逻辑所组成,如图 1—14 所示。

(1)方式控制寄存器

它由 CPU 装入信息(在 PIO 初始化程序时),用以选择端口的工作方式(输出、输入、双向

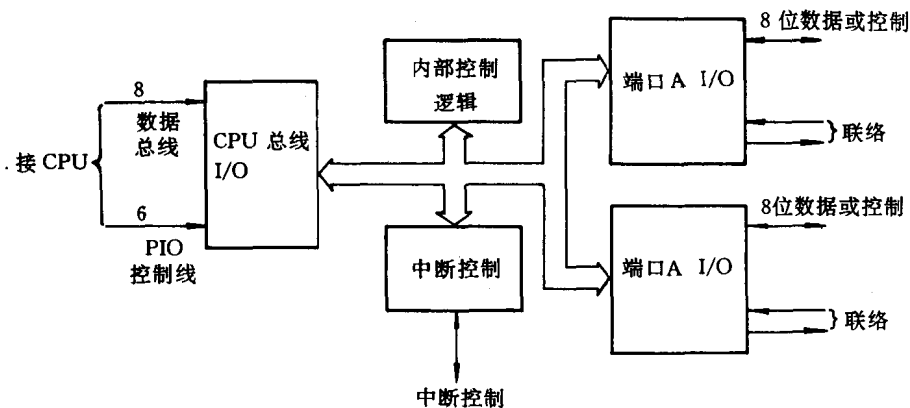


图 1-13 PIO 方框图

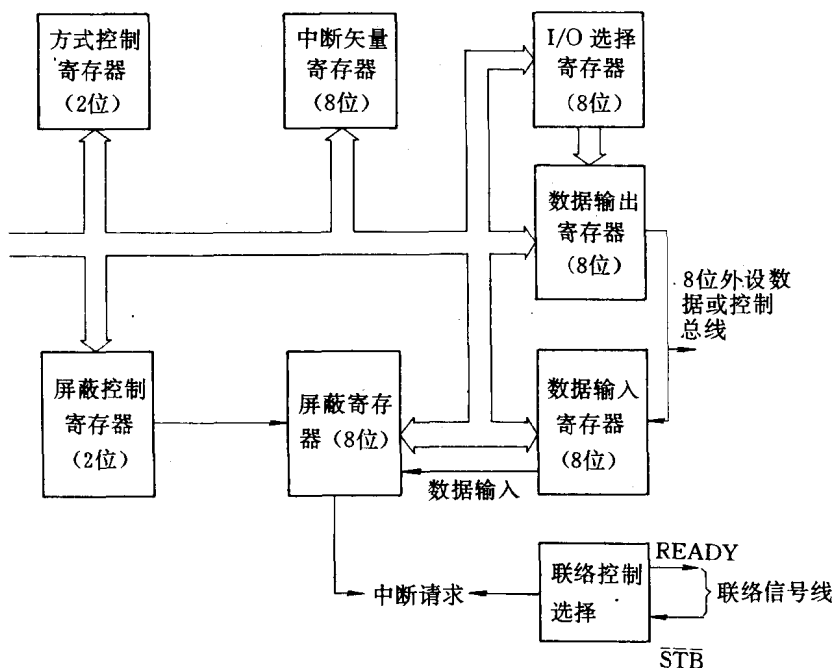


图 1-14 I/O 端口结构图

或位控方式)。

(2) 数据输入和数据输出寄存器

这两个都是八位寄存器, 外设与 CPU 之间全部数据传送, 都是通过这两个寄存器来进行的。数据可随时由 CPU 写入输出寄存器(通过 CPU 的输出指令), 也可随时从输入寄存器中读到 CPU(通过 CPU 的输入指令)。每个端口还有一些联络信号线, 用来控制 PIO 和外设之间的数据传送。

(3) 八位屏蔽寄存器和八位输入/输出选择寄存器

只用于方式 3, CPU 可用程序通过 I/O 选择寄存器来指定端口的每一位作为输入或输出。

在位控方式下, 每一位都可引起中断。屏蔽寄存器可分别对每一位实行屏蔽。可规定当未屏蔽的位中的任一位或全部有效时引起中断。八位屏蔽控制寄存器指定引起中断的有效极性