

项目二

信号传输与接口技术

工业现场传感器与仪器仪表、PLC、DCS 等控制系统经常由于系统干扰,有源信号、无源信号、有源负载、无源负载的信号冲突,以及阻抗匹配问题而无法正常工作。信号从工业现场提取之后并不能被控制系统直接应用,需要经过适当变换成为控制系统能够识别的信号,这种变换在工业复杂的电磁环境中尤其需要高可靠性,所以在工业中经常使用专用的转换模块。正确选择隔离放大器变送器能有效解决信号干扰、阻抗匹配和信号源与控制系统的冲突问题。

工业中的基本数字连接采用数字信号,而传感器多采用模拟量,如 $4\sim 20\text{ mA}$ 的电流或 $0\sim 5\text{ V}$ 的电压信号,随着控制系统的数字化,将模拟量和数字量在一定精度上进行相互转换是控制的基础。A/D 和 D/A 转换模块是工业中经常使用的模块,使用这些模块将特殊量程的变量转换为数字量的标准工业信号,可方便地与数显仪表或转换器进行可靠连接,从而实现检测和控制功能。

任务一 变送器和变送模块

知识目标

通过变送器的应用,理解变送器对于工业信号标准化的意义,熟悉变送器的工作原理、各种信号变换模块的控制标准化的数据及显示正确的数据,方便检测和控制。

技能目标

掌握变送器一般应用电路以及内部的结构和使用环境分析,掌握变送器的设置方法,掌握常用设置和计算,掌握变送器接口的一般分布和符号意义。

知识链接

一、变送器

变送器又称模拟信号隔离放大器,属于模拟信号调理的范畴。模拟信号隔离放大器能



有效保护各级控制回路,消除或减弱环境噪声对测试电路的影响,抑制公共接地、变频器、电磁阀及浪涌脉冲对设备的干扰,同时对下级设备具有信号限压、扼流的功能。对于有些环境恶劣的工业现场,控制系统错综复杂,高温、振动、潮湿和干扰信号并存,所以通过隔离放大器将输入/输出模拟信号进行放大、转换、远传且各系统回路完全隔离,是当今自动化控制系统中抗干扰的有效措施之一。在自动控制中的信号顺序为:信号源—传感器—变送器—运算器—控制器—执行机构—控制输出。

隔离变送器的工作原理是首先将传感器、仪器仪表、PLC 等发送与接收的标准信号或温度、位移、频率、转速等专用信号通过半导体器件进行调制,再由光感或磁感器件进行隔离转换变送,然后进行解调还原成精度、线性度一致的原有信号或变换成其他信号,同时对隔离前后信号的工作电源进行隔离处理,以保证信号输入、信号输出与辅助电源,即变换前后的信号、电源、地之间隔离。

1. 变送器原理

变送器是基于负反馈原理工作的,其构成原理如图 2-1 所示,它包括测量部分(输入转换部分)、放大部分、反馈部分和调零部分。测量部分一般是传感器,将需要的信息经过调零和反馈干预后传递至放大部分,最终成为标准信号。

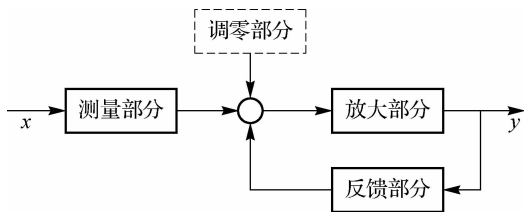


图 2-1 变送器原理示意图

一般的标准信号如表 2-1 所示。除了表中的信号外,还有一些其他信号,如 0~20 mA 的信号,现在已经很少使用。

表 2-1 工业中的常用标准信号

信号形式	量 程
电压	0~5 V
电压	0~10 V
电压	-10~10 V
电压	0~12 V
电流	4~20 mA

变送器的输出信号与输入信号的关系如图 2-2 所示,基本上呈直线,结合图 2-1 可以看出,调零部分实际上是调节图形中的原点,而反馈和放大部分实际上是调节直线的斜率。最终可以得到较好的线性度指标。事实上,大多数变送器是可以进行调节的,某些比较先进的变送器还可以用软件进行调节。

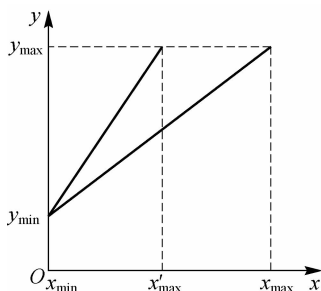


图 2-2 变送器信号输出

变送器的信号电路如图 2-3 所示,由信号输入隔离、电量转换电路和输出电路三个部分组成。信号输入隔离可以将工业现场环境与后续测量电路分隔开,这样既能保证电路的安全,又可以保证稳定传输,在很多情况下采用的是光电隔离方式;电量转换电路主要指放大、反馈和调零部分电路,是电量转换的主要部分;输出电路主要作用是不影响前面的电路。

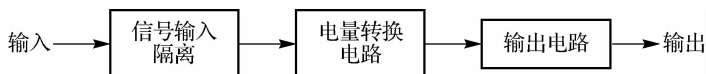


图 2-3 变送器的信号电路

2. 变送器的种类

变送器的种类很多,用于工控仪表上的变送器主要有温度变送器、压力变送器、流量变送器、电流变送器、电压变送器等。

变送器在仪器、仪表和工业自动化领域中起着举足轻重的作用。与传感器不同,变送器除了能将非电量转换成可测量的电量外,一般还具有一定的放大作用。

1) 压力变送器

压力变送器也称差变送器,如图 2-4 所示,它主要由测压元件传感器、模块电路、显示表头、表壳和过程连接件等组成。它能将接收的气体、液体等压力信号转变成标准的电流、电压信号,以供给指示报警仪、记录仪、调节器等二次仪表进行测量、指示和过程调节。

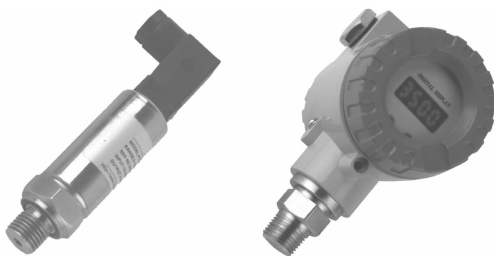


图 2-4 压力变送器

压力变送器的测量原理为:流程压力和参考压力分别作用于集成硅压力敏感元件的两端,其压力差使硅片变形(位移很小,仅微米级),以使硅片上用半导体技术制成的全动态惠斯通电桥在外部电流源驱动下输出正比于压力的毫伏级电压信号。由于硅材料的强性极佳,所以输出信号的线性度及变差指标均很高。工作时,压力变送器将被测物理量转换成毫



伏级的电压信号,并送往放大倍数很高而又可以互相抵消温度漂移的差动式放大器。放大后的信号经电压电流转换器变换成相应的电流信号,再经过非线性校正,最后产生与输入压力呈线性对应关系的标准电流电压信号。

压力变送器根据测压范围可分成一般压力变送器(0.001~20 MPa)和微差压变送器(0~30 kPa)两种。

2) 一体化温度变送器

一体化温度变送器一般由测温探头(热电偶或热电阻传感器)和两线制固体电子单元组成,如图 2-5 所示。采用固体模块形式将测温探头直接安装在接线盒内,从而形成一体化的变送器。一体化温度变送器一般分为热电阻和热电偶两种类型。



图 2-5 温度变送器

热电阻温度变送器由基准单元、R/V 转换单元、线性电路、反接保护、限流保护、V/I 转换单元等组成。测温热电阻信号转换放大后,再由线性电路对温度与电阻的非线性关系进行补偿,经 V/I 转换电路后输出一个与被测温度呈线性关系的 4~20 mA 的恒流信号。

热电偶温度变送器一般由基准源、冷端补偿、放大单元、线性化处理、V/I 转换、断偶处理、反接保护、限流保护等电路单元组成。它将热电偶产生的热电势经冷端补偿放大后,再由线性电路消除热电势与温度的非线性误差,最后放大转换为 4~20 mA 的电流输出信号。为防止热电偶测量中由于电偶断丝而使控温失效造成事故,变送器中还设有断电保护电路。当热电偶断丝或接触不良时,变送器会输出最大值(28 mA)以使仪表切断电源。

一体化温度变送器具有结构简单、节省引线、输出信号大、抗干扰能力强、线性好、显示仪表简单、固体模块抗振防潮、有反接保护和限流保护、工作可靠等优点。

一体化温度变送器的输出为统一的 4~20 mA 信号;可与微机系统或其他常规仪表匹配使用。也可根据用户要求作成防爆型或防火型测量仪表。

3) 液位变送器

(1) 浮球式液位变送器。浮球式液位变送器如图 2-6 所示,由磁性浮球、测量导管、信号单元、电子单元、接线盒及安装件组成。

一般磁性浮球的比重小于 0.5,可漂于液面之上并沿测量导管上下移动。导管内装有测量元件,它可以在外磁作用下将被测液位信号转换成正比于液位变化的电阻信号,并将电子单元转换成 4~20 mA 或其他标准信号输出。该变送器为模块电路,具有耐酸、防潮、防振、防腐蚀等优点,电路内部含有恒流反馈电路和内保护电路,可使最大输出电流不超过 28 mA,因而能够可靠地保护电源并使二次仪表不被损坏。

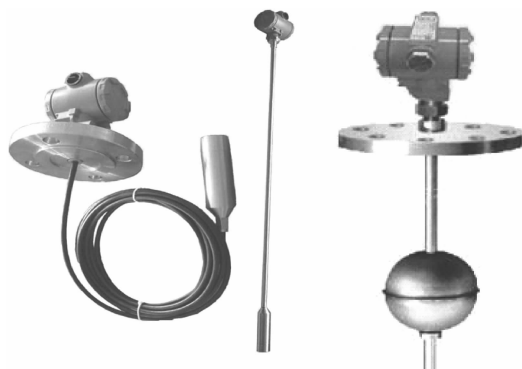


图 2-6 浮球式液位变送器

(2)浮筒式液位变送器。浮筒式液位变送器将磁性浮球改为浮筒,它是根据阿基米德的浮力原理设计的。浮筒式液位变送器是利用微小的金属膜应变传感技术来测量液位、界位或密度的。它在工作时可以通过现场按键来进行常规的设定操作。

(3)静压式液位变送器。静压式液位变送器利用液体静压力的测量原理工作。它一般选用硅压力测压传感器将测量到的压力转换成电信号,再经放大电路放大和补偿电路补偿,最后以 4~20 mA 或 0~10 mA 电流方式输出。

4) 电容式物位变送器

电容式物位变送器适用于工业企业在生产过程中进行测量和控制生产过程,如图 2-7 所示,主要用作导电与非导电介质的液体液位或粉粒状固体料位的远距离连续测量和指示。



图 2-7 电容式物位变送器

电容式液位变送器由电容式传感器与电子模块电路组成,它以两线制 4~20 mA 恒定电流输出为基型,经过转换,可以用三线或四线方式输出,输出信号形成为 1~5 V、0~5 V、0~10 mA 等标准信号。电容传感器由绝缘电极和装有测量介质的圆柱形金属容器组成。当料位上升时,因非导电物料的介电常数明显小于空气的介电常数,所以电容量随着物料高度的变化而变化。变送器的模块电路由基准源、脉宽调制、转换、恒流放大、反馈和限流等单元组成。采用脉宽调制原理进行测量的优点是频率较低、对周围无射频干扰、稳定性好、线性好、无明显温度漂移等。

5) 超声波变送器

超声波变送器分为一般超声波变送器(无表头)和一体化超声波变送器两类,一体化超声波变送器较为常用。

一体化超声波变送器由表头(如 LCD 显示器)和探头两部分组成,如图 2-8 所示。



图 2-8 一体化超声波变送器

这种直接输出 4~20 mA 信号的变送器是将小型化的敏感元件(探头)和电子电路组装在一起,从而使体积更小、重量更轻、价格更便宜。超声波变送器可用于液位、物位的测量和开渠、明渠等流量测量,并可用于测量距离。

6) 智能变送器

智能变送器由传感器和微处理器(微机)组成,如图 2-9 所示。它充分利用了微处理器的运算和存储能力,可对传感器的数据进行处理,包括对测量信号的调理(如滤波、放大、A/D 转换等)、数据显示、自动校正和自动补偿等。

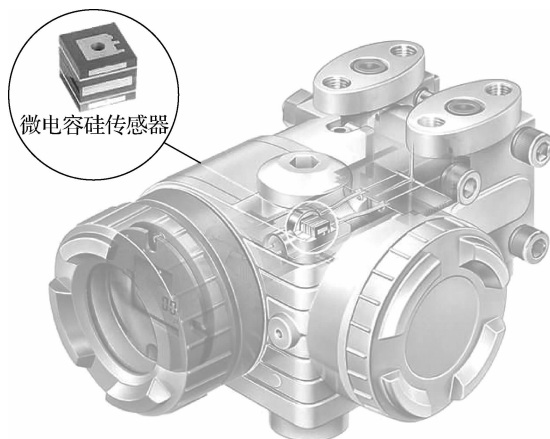


图 2-9 智能变送器

微处理器是智能变送器的核心。它不但可以对测量数据进行计算、存储和处理,还可以通过反馈回路对传感器进行调节,以使采集的数据达到最佳。由于微处理器具有各种软件和硬件功能,所以它可以完成传统变送器难以完成的任务。智能变送器降低了传感器的制造难度,并在很大程度上提高了传感器的性能。另外,智能变送器还具有以下特点。



- (1)具有自动补偿能力,可通过软件对传感器的非线性、温漂、时漂等进行自动补偿。
- (2)可自诊断,通电后可对传感器进行自检,以检查传感器各部分是否正常,并做出判断。
- (3)数据处理方便、准确,可根据内部程序自动处理数据,如进行统计处理,去除异常数值等。
- (4)具有双向通信功能。微处理器不但可以接收和处理传感器数据,还可将信息反馈至传感器,从而对测量过程进行调节和控制。
- (5)可进行信息存储和记忆,能存储传感器的特征数据、组态信息和补偿特性等。
- (6)具有数字量接口输出功能,可将输出的数字信号方便地与计算机或现场总线等连接。

二、变送模块

变送器往往与传感器作成一体,以方便信号转换,传输尽可能真实的信息,但是在工业现场环境中,更为方便的是将传感器的信号进行标准化转换,这时需要转换模块来完成转换功能,这种模块称为变送模块,某些场合还需要进行隔离,称为隔离模块。事实上,在信号调理中隔离变送模块的使用可在相当程度上增加信号的稳定性和安全性,并能在不同制式信号之间相互转换,已经成为工业控制领域中不可或缺的基础部件。下面以研华 ADAM-3013 热电阻信号变送模块为例,介绍变送模块的一般用法。

如图 2-10 所示为研华热电阻变送模块的示意图,在使用时只要将变送模块安装在导轨上,将热电阻引线接至输入端口,在输出端口就会输出 $0\sim 5\text{ V}$ 或其他标准信号。



图 2-10 研华 ADAM-3013 热电阻变送模块

具体参数如表 2-2 所示。

表 2-2 研华 ADAM-3013 的参数

参 数	指 标
输入连接方式	二、三、四线制连接
输入范围	$0\sim 5\text{ V}$ 、 $0\sim 10\text{ V}$ 、 $0\sim 20\text{ mA}$
精度	$\pm 0.1\%$
最小敏感输入	$\pm 30\text{ ppm}$ (百万分之)全量程
隔离电压	1 000 V

续表

参 数	指 标
电源电压	DC 24 V
正常工作温度范围	0 °C ~ 70 °C
带宽	4 Hz
电力消耗	0.95 W

变送器的接线方式一般可分为三种,如图 2-11 所示。

从热电阻引线方式上来看,二线制方式是热电阻两端各连一根导线,这种引线方式简单、费用低,但是引线电阻随环境温度的变化会带来附加误差。只有当引线电阻 r 与元件电阻 R 的值满足 $2r/R \leq 0.001$ 时,引线电阻的影响才可以忽略。

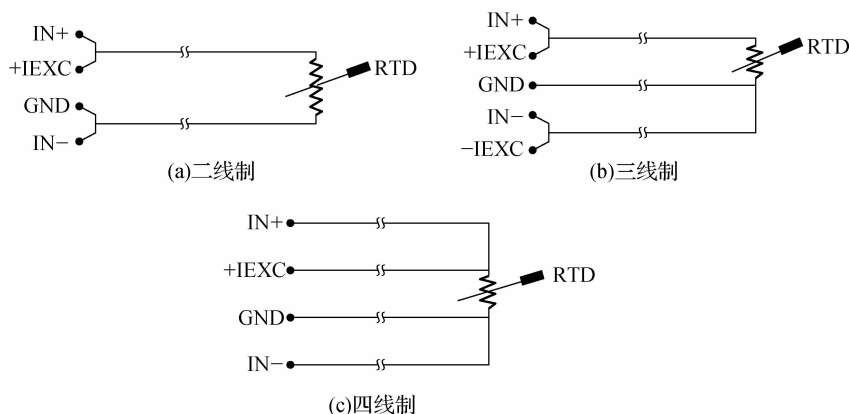


图 2-11 温度变送模块的接线方式

(1)三线制。在热电阻的根部的一端连接一根引线,另一端连接两根引线的方式称为三线制,这种方式通常与电桥配套使用,可以较好地消除引线电阻的影响,是工业过程控制中最常用的引线电阻。

(2)四线制。在热电阻的根部两端各连接两根导线的方式称为四线制,其中两根引线为热电阻提供恒定电流 I ,把 R 转换成电压信号 U ,再通过另两根引线把 U 引至二次仪表。可见这种引线方式可完全消除引线的电阻影响,主要用于高精度的温度检测。

热电阻常采用三线制接法。采用三线制是为了消除连接导线电阻引起的测量误差。这是因为测量热电阻的电路一般是不平衡电桥。热电阻作为电桥的一个桥臂电阻,其连接导线(从热电阻到中控室)也成为桥臂电阻的一部分,这部分电阻是未知的且随环境温度变化,从而造成测量误差。采用三线制,将导线一根接到电桥的电源端,其余两根分别接到热电阻所在的桥臂及与其相邻的桥臂上,这样消除了导线线路电阻带来的测量误差。工业上一般采用三线制接法。热电偶产生的是毫伏信号,不存在这个问题。

变送模块的接线定义如图 2-12(a)所示。其中,9 和 7 是电源正极,10 和 12 为电源负极,8 和 11 为输出,1~6 由输入线制决定。变送模块的输入和输出由图 2-12(b)中的拨码开关 SW_1 和 SW_2 决定,其中,拨码开关拨动到 ON 位置为 1,否则为 0。 SW_2 决定了热电阻的

输入方式,如表 2-3 所示,表中的 α 值为温度系数。相应地,5 位 SW_1 组合拨码开关决定了输出方式和范围,如表 2-4 所示。

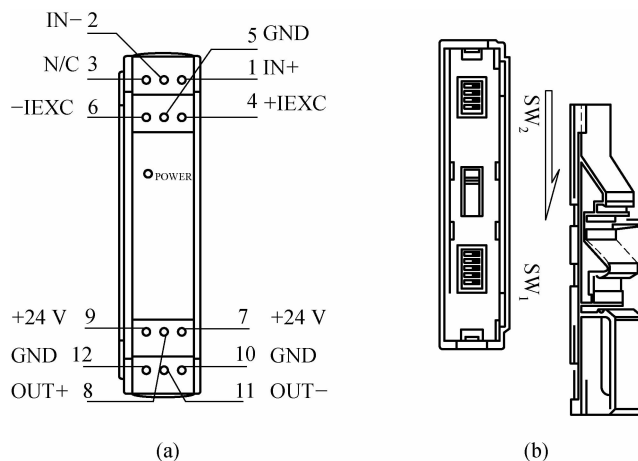


图 2-12 变送模块的接线定义

表 2-3 变送模块的输入信号范围设定(4 位 SW_2)

范 围	1	2	3	4
PT100($\alpha=0.00385$) -100 °C ~ 100 °C	1	1	1	1
PT100($\alpha=0.00385$) 0 °C ~ 100 °C	0	1	1	1
PT100($\alpha=0.00385$) 0 °C ~ 200 °C	1	0	1	1
PT100($\alpha=0.00385$) 0 °C ~ 600 °C	0	0	1	1
PT100($\alpha=0.00385$) -100 °C ~ 0 °C	1	1	0	1
PT100($\alpha=0.00385$) -100 °C ~ 200 °C	0	1	0	1
PT100($\alpha=0.00385$) -50 °C ~ 50 °C	1	0	0	1
PT100($\alpha=0.00392$) -100 °C ~ 100 °C	1	1	1	0
PT100($\alpha=0.00392$) 0 °C ~ 100 °C	0	1	1	0



续表

范 围	1	2	3	4
PT100($\alpha=0.003\ 92$) 0 °C~200 °C	1	0	1	0
PT100($\alpha=0.003\ 92$) 0 °C~600 °C	0	0	1	0

表 2-4 变送器的输出设置(5 位 SW_i 开关组合)

范 围	1	2	3	4	5
0~5 V	1	0	1	0	0
0~10 V	1	0	1	0	1
0~20 mA	0	1	0	1	0

需要说明的是,变送模块的测量温度范围依赖于热电阻的量程,表中的温度范围是模块本身的工作温度范围。

实训一 变送模块的使用

一、实训目标

通过使用热电阻传感器的变送模块,熟悉和掌握一般变送原理和操作方法,能够根据信号要求选择适当的变送模块。

二、实训内容

使用如图 2-13 所示的热电阻传感器测量水的温升曲线。假设沸水温度是 100 °C,可以通过这个温度对传感器的信号进行校准。在测量中,也可以配合使用温度计进行温度曲线的校准。



图 2-13 热电阻传感器

将传感器按照表 2-3 和表 2-4 的指示,使用二线制方法连接 PT100 热电阻,调整拨码开关 SW₁ 和 SW₂,设定输入温度范围为 0 °C~100 °C,输出电压值为 0~10 V。

使用如图 2-14 所示的加热系统加热水,并采用温度计测量温度值。在加温过程中,每隔一段时间使用万用表测量输出的电压值,对应每一个电压值记录温度,并使用坐标纸描述

其测量系统的线性度。

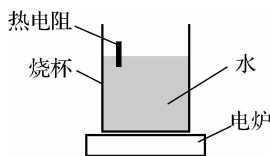


图 2-14 温升检测系统示意图

三、需用器材

试验需用器材如表 2-5 所示。

表 2-5 试验需用器材清单

器 材	选型建议
热电阻传感器	PT100, 0 °C ~ 100 °C
变送模块	研华 ADAM-3013, 1 只
电炉	400 W
烧杯	1 L
开关电源	24 V, 50 W
万用表	1 只
温度计	1 只
导线	若干
纸笔	若干, 为坐标纸

四、操作步骤

(1) 按照二线制, 短接变送模块中 IN+ 和 +IEXC 端口, 以及 GND 和 IN- 端口, 将上述两根引线分别接入热电阻的两个引线中, 并使用万用表检查引线连接是否良好。将 24 V 开关电源的正极接入 24 V 端口, 将 GND 电源接口接入开关电源的负极。

(2) 调整 SW₂ 至 PT100, 0 °C ~ 100 °C 挡位, 调整 SW₁ 至 0 ~ 10 V 电压挡位。

(3) 按照图 2-14 所示, 使用电炉加热烧杯中的清水, 将热电阻浸入水中, 并配合使用温度计伸入水中记录温度。

(4) 每隔一段时间, 使用万用表测量输出的电压值, 并同时记录此时温度计的显示温度, 直至水沸腾一段时间。

(5) 使用坐标纸, 以 x 轴为温度值, 以 y 轴为电压值, 描点并连线测试此测量系统的线性度。



五、注意事项

(1) 变送模块的信号输入电路在模块的一端, 不能将短路线引入另外一端中的电源 GND。

(2) 变送模块不能沾水, 因此应该将模块与烧杯隔开一定距离, 以避免短路和烧杯附近的温度影响。

(3) 变送模块应与强电电路分离, 以保证信号不受外界电磁场影响, 如果无法隔离, 则需要电磁屏蔽保护金属软管安装。

任务二 数/模转换



知识目标

数字量对于现代控制和测量技术极其重要, 数字量可以直接输入工业计算设备中并参与决策, 而模拟量大多是传感器的输出量, 很多电机控制器的输入信号也是模拟量, 这时需要将数字量转换成模拟量。理解数/模转换的基本原理, 并能够计算数/模转换之后的信号误差。



技能目标

工业中的数/模转换多用于工业计算控制和检测, 如 PLC 的流量检测控制和工业计算机控制电机转速等。能够正确应用数/模转换的方法进行测量和控制。



知识链接

一、数/模转换和模/数转换

在各种仪器仪表和控制系统(含微型计算机的数据采集及控制系统)中, 与被检测或被控制量有关的参量, 往往是一些与时间呈连续函数关系的模拟量, 如温度、流量、压力、物位、成分、重量、速度等。在数字化检测及数据处理系统中, 尤其是利用微型计算机进行实时数据处理或实时控制时, 所加工的信息总是数字量, 所以都需要将输入的模拟量转换成数字量。而当计算机处理后的数字输出用于控制执行机构时, 由于大多数执行机构, 如电动执行机构和气动执行机构等, 只能接收模拟量, 所以, 还必须把数字量转换成模拟量, 以便送入执行机构, 对被控对象进行控制和调节。前者称为模/数(A/D)转换, 后者称为数/模(D/A)转换。实现相应转换功能的设备称为 A/D 转换器和 D/A 转换器。

1. D/A 转换

D/A 转换电路分为并行和串行两种。并行 D/A 转换电路是将数字量各位代码同时转换。因此转换速度较快, 但使用的元件多、成本高。串行 D/A 转换电路, 其数字量各位代码是串行输入的, 在时钟脉冲的作用下, 控制转换电路一位接一位地工作, 其转换速度比并行转换慢得多, 但电路简单, 使用方便。下面介绍并行处理方法。

如图 2-15 所示, 权电阻 D/A 转换电路又称权电阻解码网络, 它是由许多电阻组成的网络, 这些电阻的阻值与二进制数码每位的权有关, 转换电路的名称即由此而来。权越大, 对

应位的电阻越小,在输出端产生的模拟电流就越大。网络的输出端接有用运算放大器构成的缓冲器,它可以使输出的模拟电压不受负载变化的影响,又可以通过改变负反馈电阻来调节转换系数,使之满足实际需要。 V 为基准电压源。权电阻按两位数配置,更多位数权电阻依次除以 2。

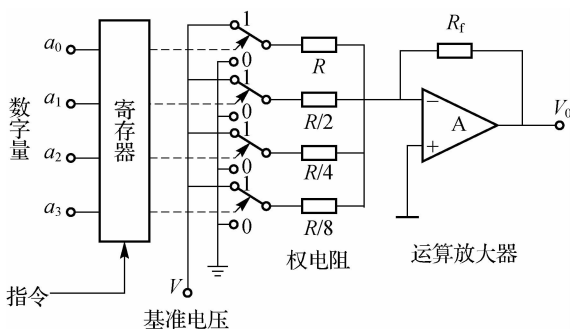


图 2-15 四位 D/A 转换

每只权电阻的一端接有双向开关。二进制数码从低位到高位分别控制双向开关。当数码为 0 时,开关与地相接;当数码为 1 时,开关与基准电源 V 相连,输出模拟量电压。单个位中只能等于 0 或者 1,即开关量。

这种转换电路的电阻网络中的电阻值是各不相同的,当位数较多时,阻值的分散性很大。为保证转换器的精度,对各电阻的阻值要求都很精确。这就给生产(尤其是整体集成)带来了很大的困难。为克服这个缺点,可以采用在权电阻之间加电阻,即所谓的 T 电阻方法。

D/A 转换电路的主要性能指标如下。

- (1) 分辨率。分辨率是指输入量的最低位数字(LSB)变化所引起的输出模拟量的变化。
- (2) 绝对精度。绝对精度是指 D/A 转换器对应于给定的满刻度数字量,其实际输出与理论值之间的误差。
- (3) 转换时间。转换时间是指 D/A 转换器数据变化量是满刻度时,达到终值 $1/2$ LSB 时所需要的时间。转换时间与所用元件有关,尤其是双向开关和运算放大器。

一般使用数/模转换需要集成芯片。D/A 转换芯片就是将 T 形电阻、双向开关和某些功能电路集成在单一的芯片上。根据实际应用的需要,不同型号的 D/A 转换芯片具有各种特性和功能。例如,从性能来看,有通用的 DAC0808 系列(8 位,转换时间 $0.15 \mu\text{s}$)、高速的 DAC0800 系列(8 位, $0.1 \mu\text{s}$)、高分辨率的 DA7546(16 位, $10 \mu\text{s}$)等。从应用来看,可选择输出电压极性的 AD7524、AD7542,以及芯片内带有输入锁存器且可与 CPU 数据总线直接相连的 DAC0830 系列等。

各种不同型号的芯片由于其基本功能相同,都是把数字量转换为模拟量,所以它们的功能管脚基本相同,包括数字量的输入端和模拟量的输出端。许多 D/A 芯片内设置了输入数据锁存器,这是因为 CPU 输送数据到 D/A 芯片输入端时,仅在 CPU 输出指令写操作的瞬间内数据才能在输入端保留,当该写操作命令撤销时,数据线上的数据立即消失,这样就不能得到时间上连续的模拟信号。如果具有输入数据锁存器,就可利用片选信号选通锁存器,以保证 CPU 送来的数据保持到新的数据到来为止。



2. A/D 转换

A/D 转换就是把连续变化的模拟电量转换成数字量。由于模拟量主要是电压,所以这里主要讨论电压-数字的转换。

A/D 转换的分类方法很多,按转换方式可分为直接法和间接法两类。直接法是把电压直接转换为数字量,如逐次比较型 A/D 转换器。这类转换是瞬时比较,转换速度快,但抗干扰能力差。间接法是把电压转换成某一中间量,再把中间量转换成数字量。目前使用较多的是电压-时间(V-T)间隔型和电压-频率(V-F)型两种,它们的中间转换量分别是 t 和 f 。实现这类转换的方法较多,如双积分型、脉冲调宽型等。这类转换是平均值响应,抗干扰能力较强,精度高,但转换速度较慢。

A/D 转换的方法虽然有多种,但常用的是逐次比较型和双积分型两种,在与计算机连接时,多用前一种转换器;在组成单板式仪表时,多用后一种转换器。本节主要介绍逐次比较型 A/D 转换器以说明 A/D 转换过程原理。

如图 2-16 所示是逐次比较型 A/D 转换器的简化框图。它是一个具有反馈回路的闭环系统,包括四个基本部分:D/A 转换器、数码设定器、电压比较器和控制器。电路的工作原理是由数码设定器给出二进制数,经 D/A 转换为模拟电压,这个反馈电压作为比较标准电压,与输入的模拟电压在比较器中进行比较,比较结果通过控制器去修正输入 D/A 转换器的数字量。这样逐次比较,直到加到比较器两个输入端的模拟量十分接近为止,此时数码设定器输出的二进制数就是对应于输入模拟量的数字量。这种方法也称为逐次逼近法。它的转换精度主要取决于 D/A 转换器和比较器的精度。

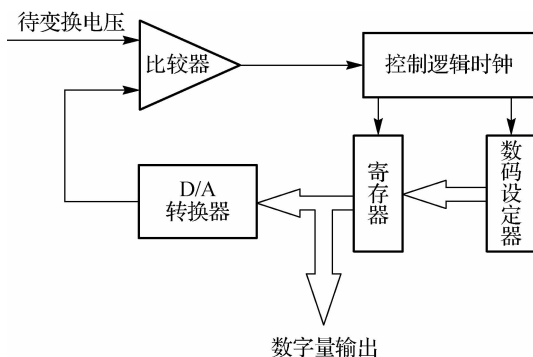


图 2-16 逐次比较型 A/D 转换器

A/D 转换的主要性能指标如下。

(1)分辨率。A/D 转换器的分辨率是指转换器的输出每改变 1 LSB 所对应的输入模拟电压的最小变化量。

(2)精度。A/D 转换器的精度是指对应于一个给定的数字量的实际模拟输入值与理论模拟输入值之差。这一差值也称为绝对误差。当它用百分数表示时,称为相对精度或相对误差。误差的主要来源有量化误差、零位误差、非线性误差等。量化误差是指 A/D 转换器输出的量化值与输入模拟值之间的误差,是对模拟数值进行离散取值而引起的误差。提高分辨率可减小量化误差。

(3)转换时间与转换速率。A/D 转换器完成一次转换所需要的时间为 A/D 转换时间,



转换速率是转换时间的倒数,一般位数越多,转换时间越长。

除以上主要技术指标外,其他性能指标可以从产品手册中查到。

A/D 集成芯片种类繁多,按其变换原理划分主要有逐次比较式、双积分式、量化反馈式与并行式等。其中,逐次比较式 A/D 转换器是目前种类最多、数量最大、应用最广的 A/D 芯片,如 ADC0804、ADC0809、ADC0816 等。而双积分式 A/D 转换器的性价比高,外接元件数目少,使用方便,可组成各类单板式数字仪表及低速数据采集系统,如 ICL7106、MCL4433、ICL7135 等。这类转换器的输出数据常以 BCD 码或数码管七段码格式给出,以便与数字显示器件相接。

二、数/模转换模块

随着物联网的兴起,数/模(D/A)转换已经向生活资料领域发展。如图 2-17 所示,一个 D/A 转换模块带有 485 接口(一种多机串行接口)输出,可以由控制机(如 PLC 等)发出命令,取得某个设备号上的检测数据,然后发送控制信号至电机驱动器或者显示器中。事实上,很多需要模拟量检测的设备均可以这种模块为媒介将信息传递给计算设备(如单片机),以实现各种自动化功能。485 总线是可以将 256 个设备使用两根双绞线进行联网的总线形式,将在后面的章节中加以详细介绍。

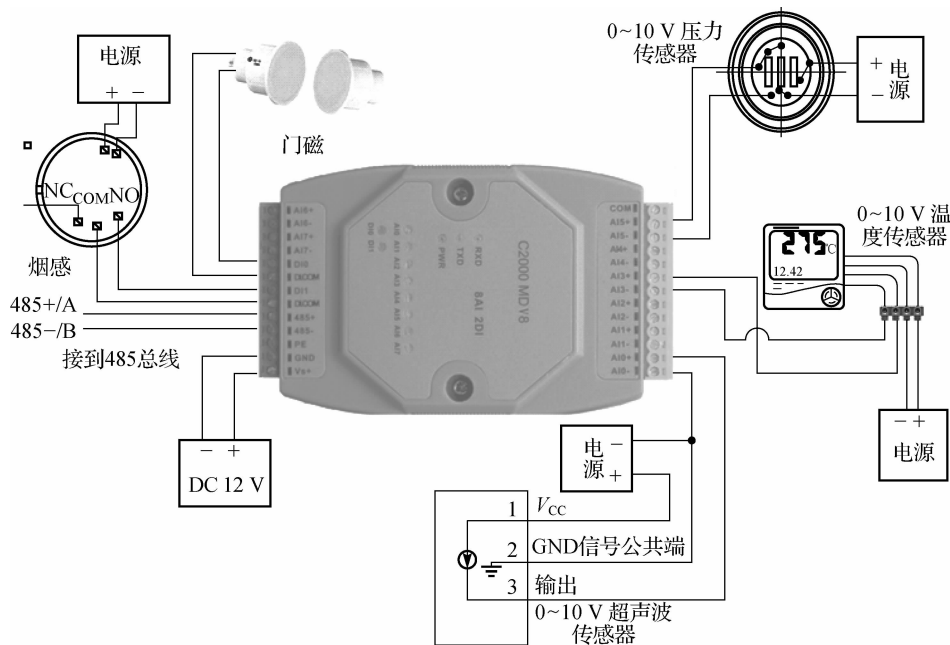
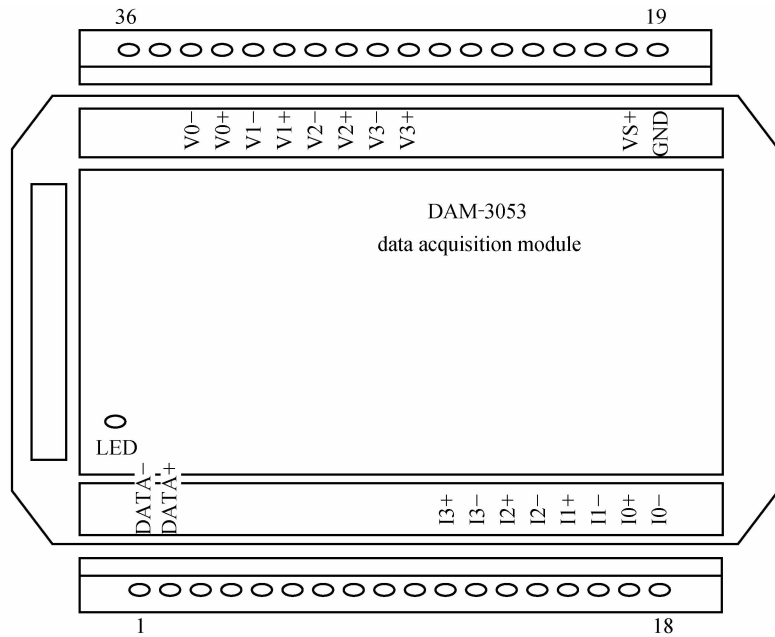
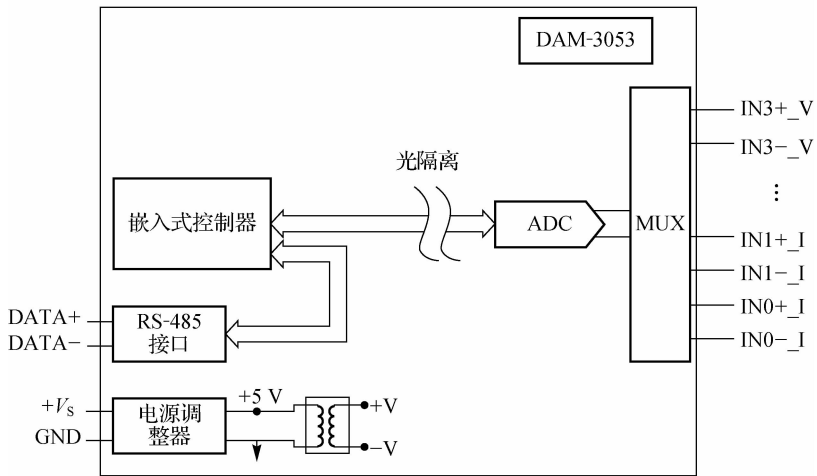


图 2-17 D/A 转换模块的网络化示意图

如图 2-18 所示是阿尔泰公司的 485 D/A 转换模块 DAM-3035,其中图 2-18(a)是外形结构图,图 2-18(b)是内部结构原理图,图中的定义如表 2-6 所示。



(a)外形结构图



(b)内部结构原理图

图 2-18 阿尔泰的 D/A 转换模块

表 2-6 DAM-3053 的端子定义表

端 子	名 称	说 明
1	DATA-	RS485 接口信号负
2	DATA+	RS485 接口信号正
11	I3+	模拟量输入 6 通道正端(电流)
12	I3-	模拟量输入 6 通道负端(电流)

续表

端子	名称	说明
13	I2+	模拟量输入 4 通道正端(电流)
14	I2-	模拟量输入 4 通道负端(电流)
15	I1+	模拟量输入 2 通道正端(电流)
16	I1-	模拟量输入 2 通道负端(电流)
17	I0+	模拟量输入 0 通道正端(电流)
18	I0-	模拟量输入 0 通道负端(电流)
19	GND	直流电源输入地
20	VS+	直流正电源输入
27	V3+	模拟量输入 7 通道正端(电压)
28	V3-	模拟量输入 7 通道负端(电压)
29	V2+	模拟量输入 5 通道正端(电压)
30	V2-	模拟量输入 5 通道负端(电压)
31	V1+	模拟量输入 3 通道正端(电压)
32	V1-	模拟量输入 3 通道负端(电压)
33	V0+	模拟量输入 1 通道正端(电压)
34	V0-	模拟量输入 1 通道负端(电压)

使用时应将模块的硬件连接好,如电源正极连接至 20 号端子上,电源负极连接至 19 号端子上,485 总线端子连接至双绞线上,测量值为电压的接线,如图 2-19 所示。图中的传感器正极连接至 IN_x+_V 上,负极连接至 IN_x-_V 上。需要说明的是,连接接线需要使用 27~34 号端子。相应地,测量值为电流的接线如图 2-20 所示。

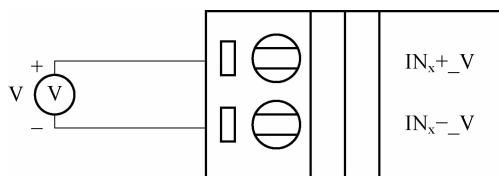


图 2-19 电压连接

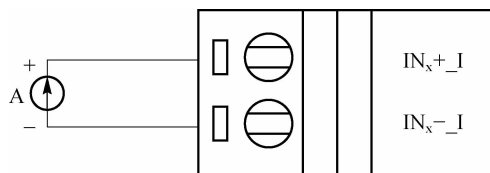


图 2-20 电流连接



硬件除了需要连接传感器外,还需要连接 PLC 等总线控制设备及显示设备。在 PLC 控制 485 总线情况下,首先由 PLC 发出指令读取 D/A 转换模块中的传感信号,然后将读取到的信号送至显示设备中,如有需要,还可以将此信号作为控制的依据信号,如液位传感器中的模拟电压信号可以反映液位的高低,使用此信号可以控制 PLC 中的逻辑输出信号,从而控制抽水泵的启闭,以达到控制要求。在编写程序前,需要将各个设备,如 D/A 转换模块、显示终端和 PLC 等的设备号设置好,以方便编写 PLC 程序。

实训二 PLC 变送模块的使用

一、实训目标

通过使用 PLC 的模拟量变送模块,初步认识变送模块从模拟量到数字量的变化过程,熟悉一般情况下的硬件连接和软件设置方法。

二、实训内容

一般的 PLC 均有模拟信号输入的模块,如台达的 ES2 型 PLC 带有模拟量转换模块 DVP04AD-E2,模拟量输入模块接收外部 4 点模拟量信号输入(电压或电流皆可),将之转换成 16 位的数字量信号。使用者可经由配线选择电压输入或电流输入,并可透过主机以 FROM/TO 指令来读写模块内的数据,或者以 MOV 指令直接读取对应通道的平均值。如图 2-21 所示为 PLC 用 D/A 转换模块 DVP04AD-E2 型产品。

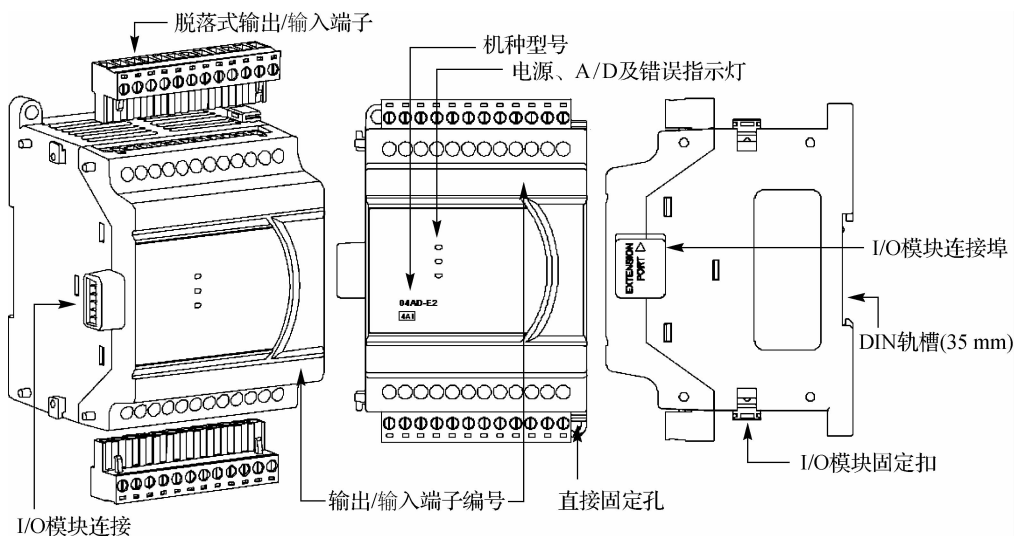


图 2-21 PLC 用 D/A 转换模块

电源配线如图 2-22 所示,上面为电压输入,下面为电流输入,使用这种配线方式非常简单,在使用时只需要将传感器的正极接入 V1+ 端子,负极接入 V1- 端子(电压输入)。与主机连接使用专用的连接线(生产商提供)。

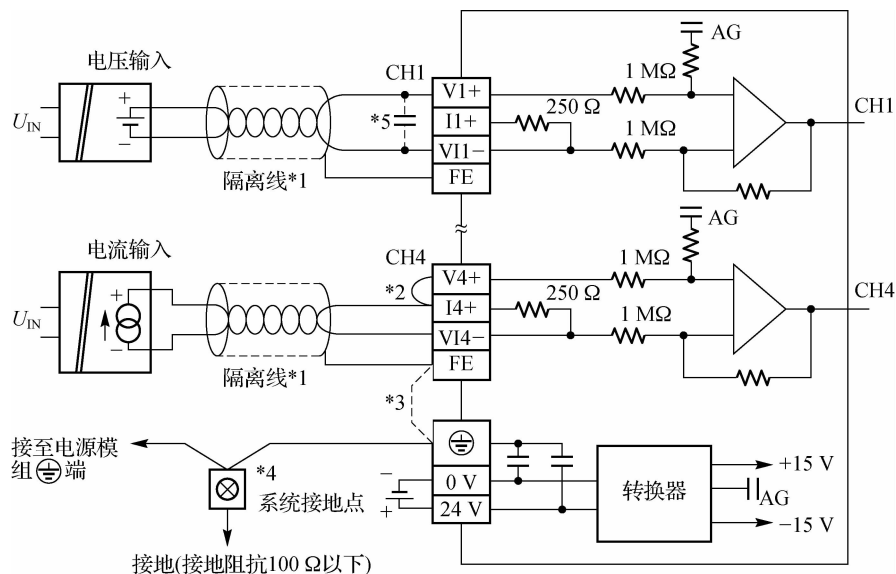


图 2-22 D/A 转换模块的配线图

在使用软件编写之前,需要对控制寄存器进行设置,首先设置通道的输入方式如下。

- (1)模式 0(H'0000):电压输入($\pm 10\text{ V}$)。
- (2)模式 1(H'0001):电压输入($\pm 5\text{ V}$)。
- (3)模式 2(H'0002):电压输入($0\sim +10\text{ V}$)。
- (4)模式 3(H'0003):电压输入($0\sim +5\text{ V}$)。
- (5)模式 4(H'0004):电流输入($\pm 20\text{ mA}$)。
- (6)模式 5(H'0005):电流输入($0\sim +20\text{ mA}$)。
- (7)模式 6(H'0006):电流输入($4\sim +20\text{ mA}$)。

然后设置通道的平均值显示次数,即每采集数据多少次后进行平均输出。在数据输入时,在 PLC 中地址为 D9900~D9999 的寄存器将反映数据变化。

为了进一步了解 PLC 变送模块的使用方法,采用一台可调电压的线性电源(或者直流电源)作为信号发生器,如图 2-23 所示,按照上述方法连线,然后通过改变电压,观察 PLC 中 D9900 的变化情况。

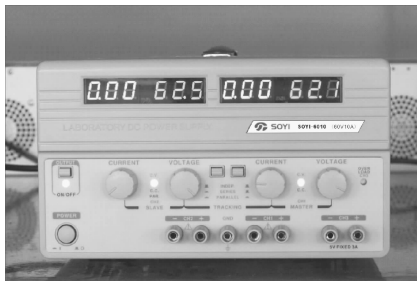


图 2-23 线性直流电源



三、需用器材

试验需用器材如表 2-7 所示。

表 2-7 试验需用器材清单

器 材	选型建议
电源	直流可调 0~10 V
变送模块	台达 DVP04AD-E2
PLC	台达 ES2 系列,带专用编程线
计算机	带串口

四、操作步骤

(1)首先按照要求连接 D/A 转换模块和 PLC,将 PLC 中输出 24 V 电源的正极连接至转换模块的电源正极。将线性电源的电压调至最低,然后将线性电源的正负极分别连接至 D/A 转换模块的通道 CH1 中。PLC 中的电源应连接至 220 V 的交流电中。

(2)安装软件 WPLSoft_V2.36。

(3)使用专用串口线连接 PLC 和计算机,并在软件中进行联机测试,直至连接成功。

(4)设置参数使得 CH1 通道可以进行 -10~10 V 的转换,并任意编写一个语句,进行编译和下载,使得 PLC 能够正常运行。

(5)进入联机调试模式,找到 D9900 寄存器,并调节线性电源中的电压,观察 D9900 寄存器中的变化。

五、注意事项

(1)变送模块的电源应为 24 V,不得与 220 V 交流电源混连。

(2)线性电源中的电压调整不应超过 10 V,否则可能超过电压的接受范围。

(3)电路连接应检查是否有短路现象,然后通电。



思考与练习

1. 说明变送模块的主要性能特点。

2. 结合 DAM-3035 变送模块设计一个系统,使用 PLC 和 485 接口的显示器进行模拟量的测量显示。