

第3章 输入输出接口技术

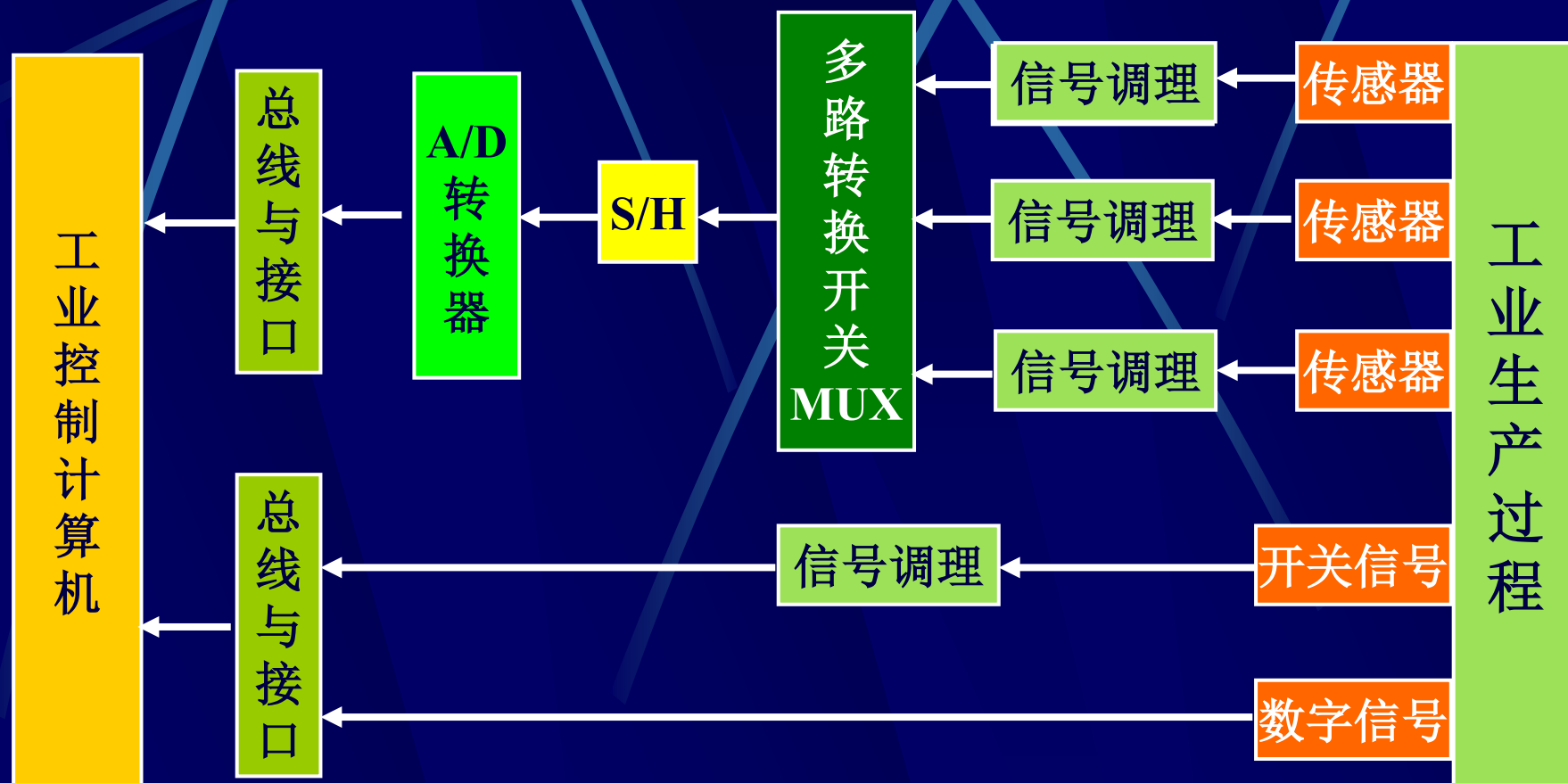
- 模拟量输入接口技术
- 模拟量输出技术
- 开关量输入/输出技术

输入输出接口概述

计算机控制系统的输入输出接口(经常被称作生产过程通道)是计算机与生产过程或外部设备之间交换信息的桥梁,也是计算机控制系统中的一个重要组成部分。工业过程控制的计算机,必须实时地了解被控对象的情况,并根据现场情况发出各种控制命令控制执行机构动作,如果没有输入输出接口的支持,计算机控制系统就失去了实用的价值。

3.1 模拟量输入接口技术

输入通道的结构原理



模拟量输入接口概述

在计算机控制系统中，模拟量输入接口是实现数据采集的关键，它的任务是工业生产控制现场送来的模拟信号转换成计算机能接收的数字信号，完成现场信号的采集与转换功能。模拟量输入接口一般由接口电路、控制电路、模/数转换器和电流/电压(I/V)变换器等构成，其核心是模/数转换器，简称A/D；通常也把模拟量输入接口简称为A/D通道。

传感器

传感器的作用：主要是将物理信号转变为电信号。

工业过程中主要的物理参数有：

{ 温度
压力
流量
物位（液位）
机械量
成分

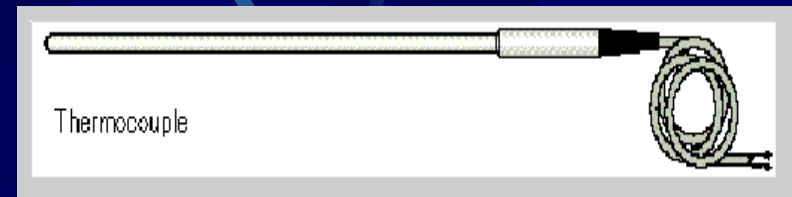
温度传感器

热电偶：测温范围宽，一般为 $-50^{\circ}\text{C} \sim +1600^{\circ}\text{C}$ ，常用于高温测量或精度要求不高的场合，此外由于材料较柔软，便于折弯，因此可以对物体表面温度进行测量。用热电偶测温时，要对其进行冷端补偿。其常用型号有：**K、J、T型等**

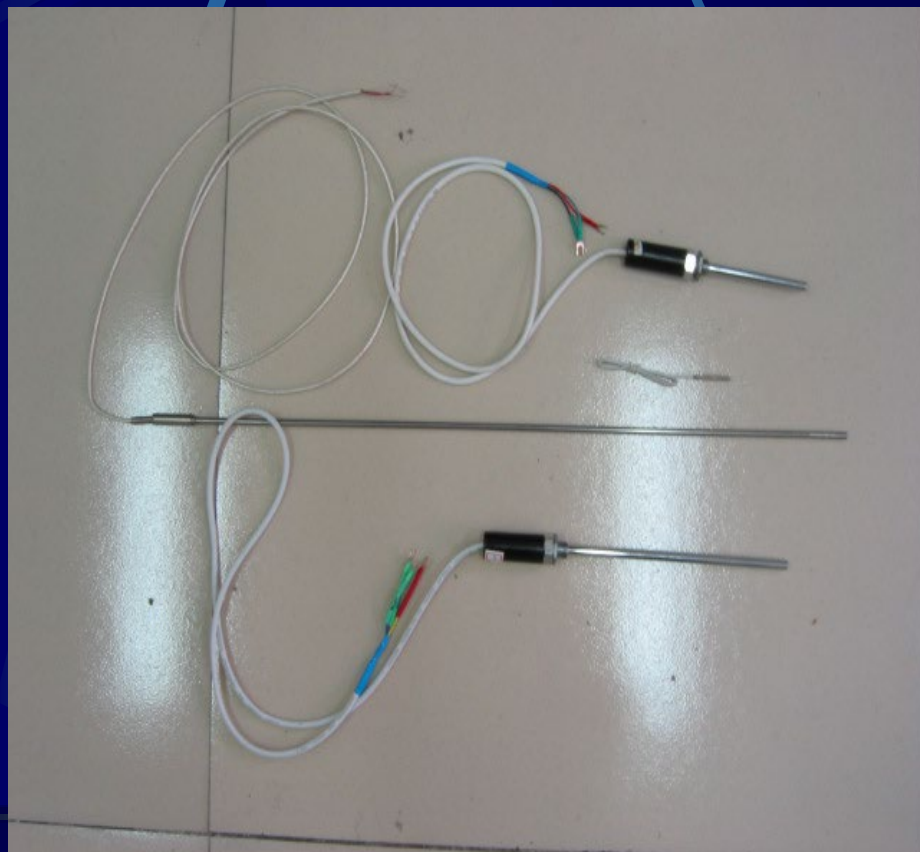
K型热电偶： $-200 \sim 1000^{\circ}\text{C}$
 $\pm 3^{\circ}\text{C}, \leq 400^{\circ}\text{C}$
 $\pm 0.75\%, > 400^{\circ}\text{C}$

J型热电偶： $-200 \sim 1200^{\circ}\text{C}$
 $\pm 1.1^{\circ}\text{C} \sim 2.2^{\circ}\text{C}$

T型热电偶： $-200 \sim 200^{\circ}\text{C}$
 $\pm 1.5\%, -200 \sim 50^{\circ}\text{C}$
 $\pm 0.75\%, 50 \sim 200^{\circ}\text{C}$



热电阻：精度高，性能稳定，测温范围宽，一般为 **$-200^{\circ}\text{C} \sim +600^{\circ}\text{C}$** ，工业中精确测温大多用该类传感器。其类型有：**Pt100**、**Pt50**、**Cu50**等。工业**A**级的**Pt100**，精度为 **$\pm 0.15^{\circ}\text{C}$** （标定前）



热敏电阻

NTC（负温度系数）型的电阻式温度传感器，其阻值高，反应灵敏，但非线性化强烈，性能不稳定，一般用于非重要的场合。其常用的型号为**502AT**。



集成温度传感器

特点：灵敏度高，线形好，体积小，直接输出电信号或数字信号，使用方便，精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，其常用的型号为AD590和DS18B20。

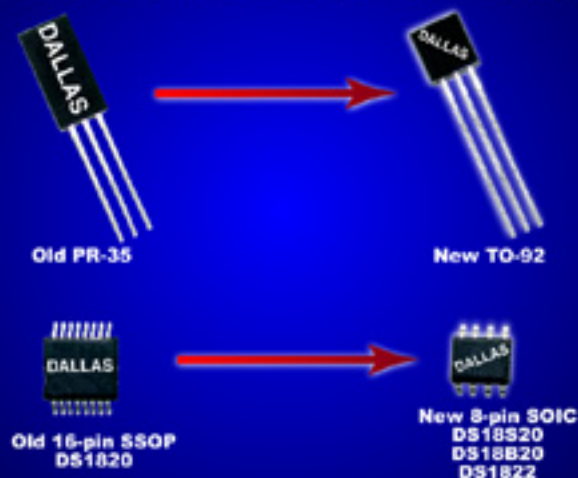
DS18B20

测量温度范围为：

$-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ ，

在 $-10 \sim +85^{\circ}\text{C}$ 范围内，精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

1-Wire Thermometer Packaging



压力传感器

表压或绝压压力传感器:

KYB18G型压力传感器:

测量范围: 0~4MPa

基本测量精度: 0.25%



压差传感器

1151型压差传感器:

- 测量范围: $-10\sim 100\text{kPa}$
- 基本测量精度: 0.25%
- 不确定度: $\leq \pm 500\text{Pa}$



微压差传感器

B0300型压差传感器（扩散硅型）

- 测量范围： 0~500Pa
- 基本测量精度： 0.15%



大气压力传感器

PTB100型压力传感器:

- 测量范围: 80~106kPa
- 基本测量精度: $\pm 30\text{Pa}$



流量传感器

涡轮型流量传感器:

LWGY-50A型涡轮流量传感器

- 测量范围: $0\sim 4\text{m}^3/\text{h}$
- 基本测量精度: 1.5%



旋涡流量传感器

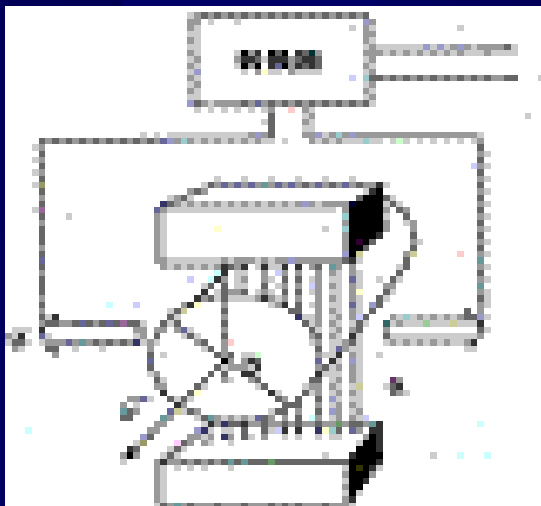
在流体中插入一个圆柱体或角柱体，则会从其两侧交替地产生旋涡。在一定的条件下，这些旋涡的发生频率与流速成正比。本流量计就是应用这个原理，通过测试旋涡的频率，实现流量测量的。

YF100型旋涡流量计
基本测量精度： 1%



电磁流量传感器

LDCK型电磁流量计
基本测量精度： **0.5%**



超声波流量传感器

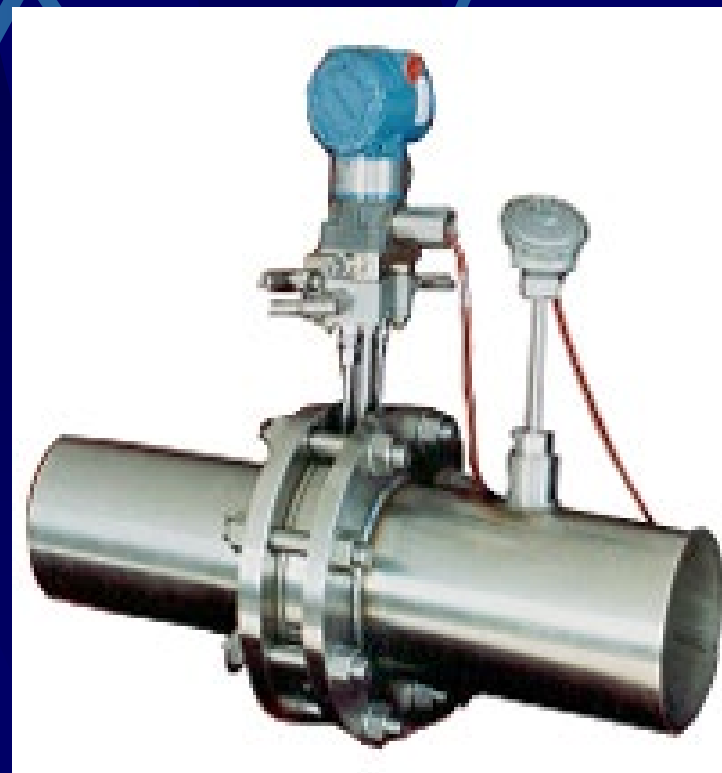
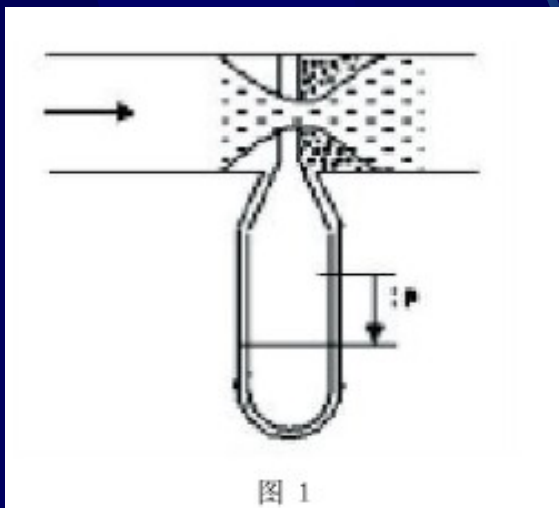
1010SN型超声波流量计
基本测量精度： 0.5%

根据检测的方式，可分为传播速度差法、多普勒法、波束偏移法、噪声法及相关法等不同类型的超声波流量传感器。



孔板式流量传感器

HZKL-M型孔板式流量计
基本测量精度： 1%



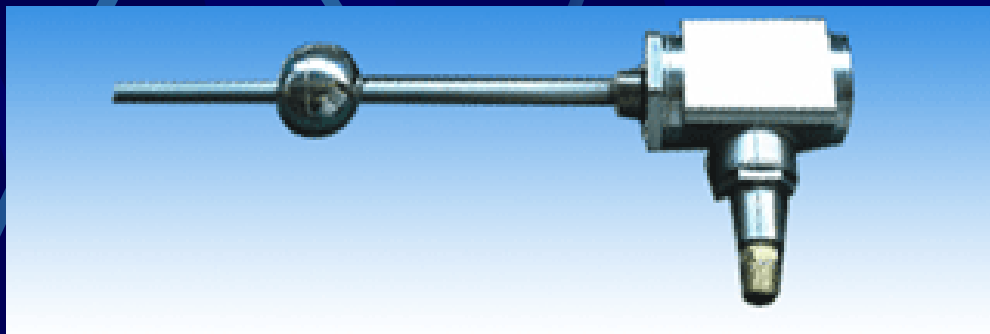
液位传感器

磁致伸缩液位传感器：

测量范围：**0.2~5m**

基本测量精度：**0.05%**

磁致伸缩液位计适合于高精度要求的清洁液位的液位测量，精度达到**1mm**，最新产品精度已经可以达到**0.1mm**。



压力型液位变送器

JYB-K*-型液位变送器**

量 程： 0-0.5m,4m,100m

**精度： A级 $\leq \pm 0.25\%$
B级 $\leq \pm 0.5\%$**

JYB-K*L**不带显示和接线盒



JYB-K*Y3**



JYB-K*L**不带显示



JYB-K*L**带显示



信号调理

信号调理的作用：主要是将传感器送来的非标准电信号转变为标准的电信号，即变送器所做的工作。

常见的标准信号：

0~10V

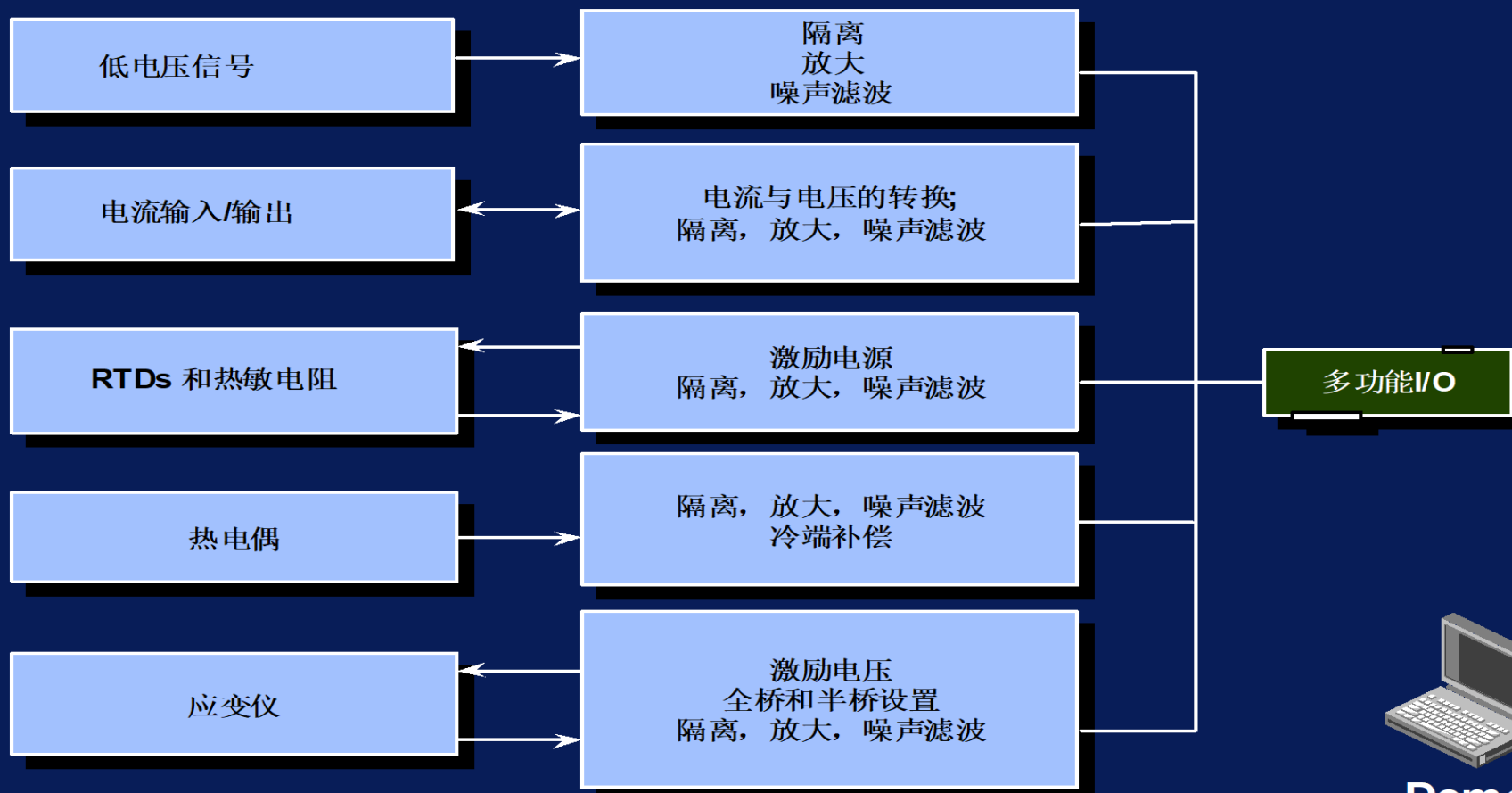
0~5V

4~20mA

1~5V

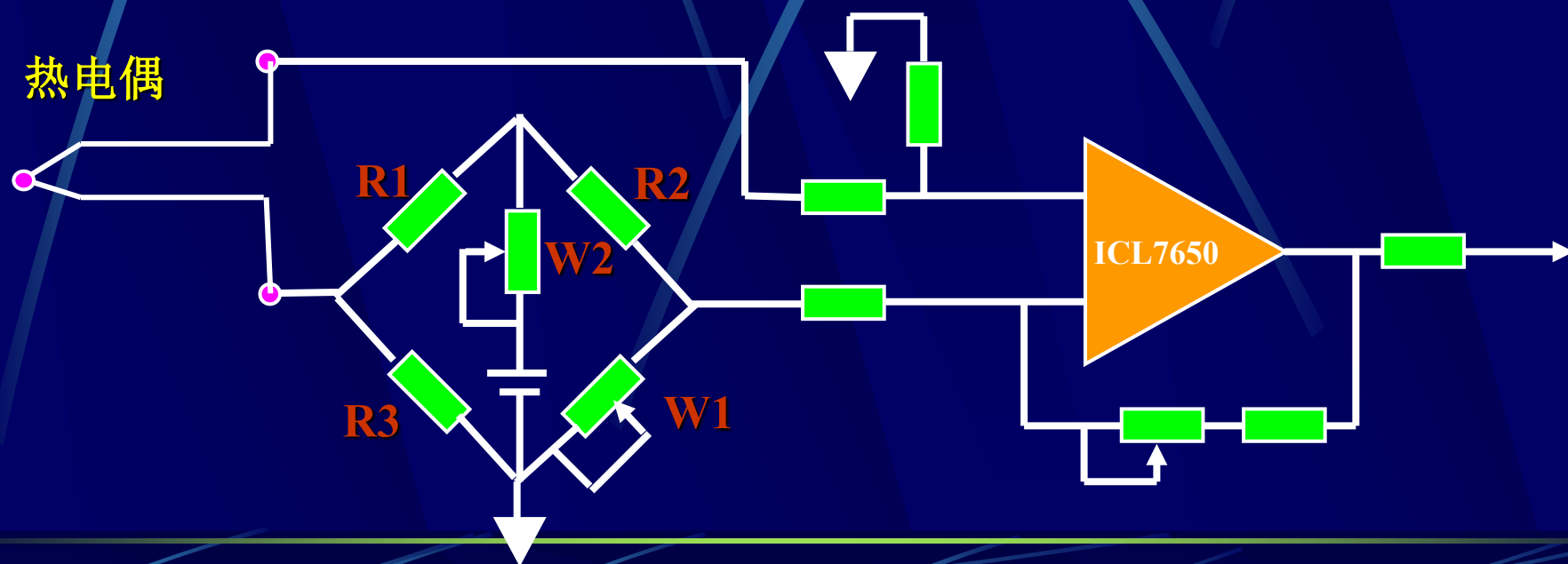
模拟信号调理的作用

模拟信号调理

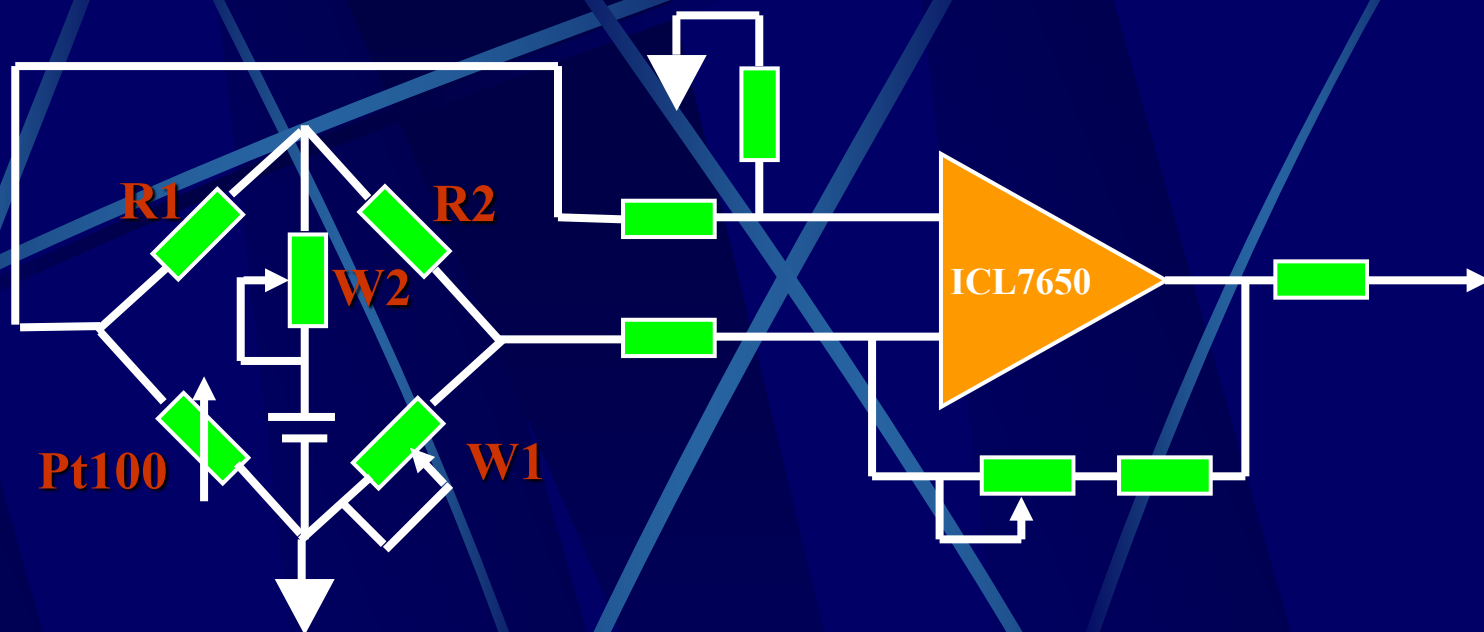


温度传感器的信号调理

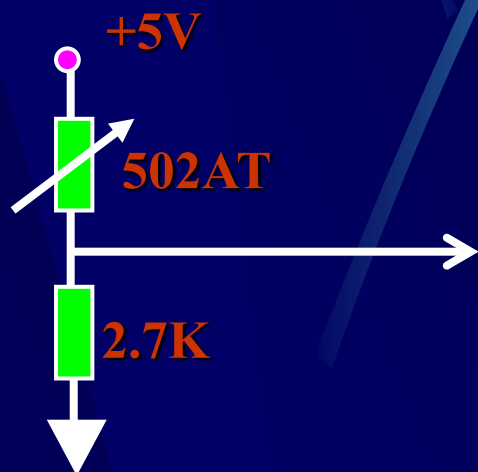
绝大多数传感器均有相应的变送器，但温度传感器的调理电路往往需自己制作，当然也有现成的产品，但价格较高。常见的温度调理电路采用桥式电路原理进行测量。



热电阻



热敏电阻



调理模块产品

Signal Conditioning eXtensions for Instrumentation (SCXI)



DAQ卡的前端信号调理模块



泛华测控 / Pansino

调理模块的选择

传感器和信号

- 热电偶
- **RTDs**
- 热敏电阻
- 应变仪
- 电压信号
微伏，毫伏，伏
- 电流信号
4—20 mA, 0—20 mA
- 数字信号

信号调理

多路复用

放大

隔离

滤波

传感器激励

冷端补偿



调理模块的其它性能

可扩展，最多到3,072通道

紧凑，在7英寸空间可达384个通道

灵活，可以和最新的采集卡，软件，和计算机配合工作

高速，和E系列的采集卡配合扫描速度达333KHz

设置方便

结构开放

A/D转换器

A/D转换器是将模拟电压或电流转换成数字量的器件或装置，它是一个模拟系统和计算机之间的接口，它在数据采集和控制系统中，得到了广泛的应用。

3.1.1 模拟量输入通道

变送器输出的信号为0~10mA或4 ~ 20mA的统一信号，需要经过I/V变换变成电压信号后才能处理。对于电动单元组合仪表，DDZ—II型的输出信号标准为0~10mA，而DDZ—III型输出信号标准为4~20mA。

3.1.2 PLC模拟量输入通道

SIMATIC S7—300是德国西门子公司推出的模块化小型PLC。

PLC功能强、速度快、扩展灵活，它具有紧凑的、无槽位限制的模块化结构。

它的主要组成部分有导轨(RACK)电源(PC)、中央处理单元CPU模块、接口模块(IM)、信号模块(FM)等。

通过MPI网的接口直接与编程器PG、操作员面板OP和其他S7—PLC相连。

S7—300的模拟量输入(简称模入AI)
模块SM331的两种规格型号:

8*12位模块, 是8通道的输入模块,

2*12位模块, 是2通道的输入模块。

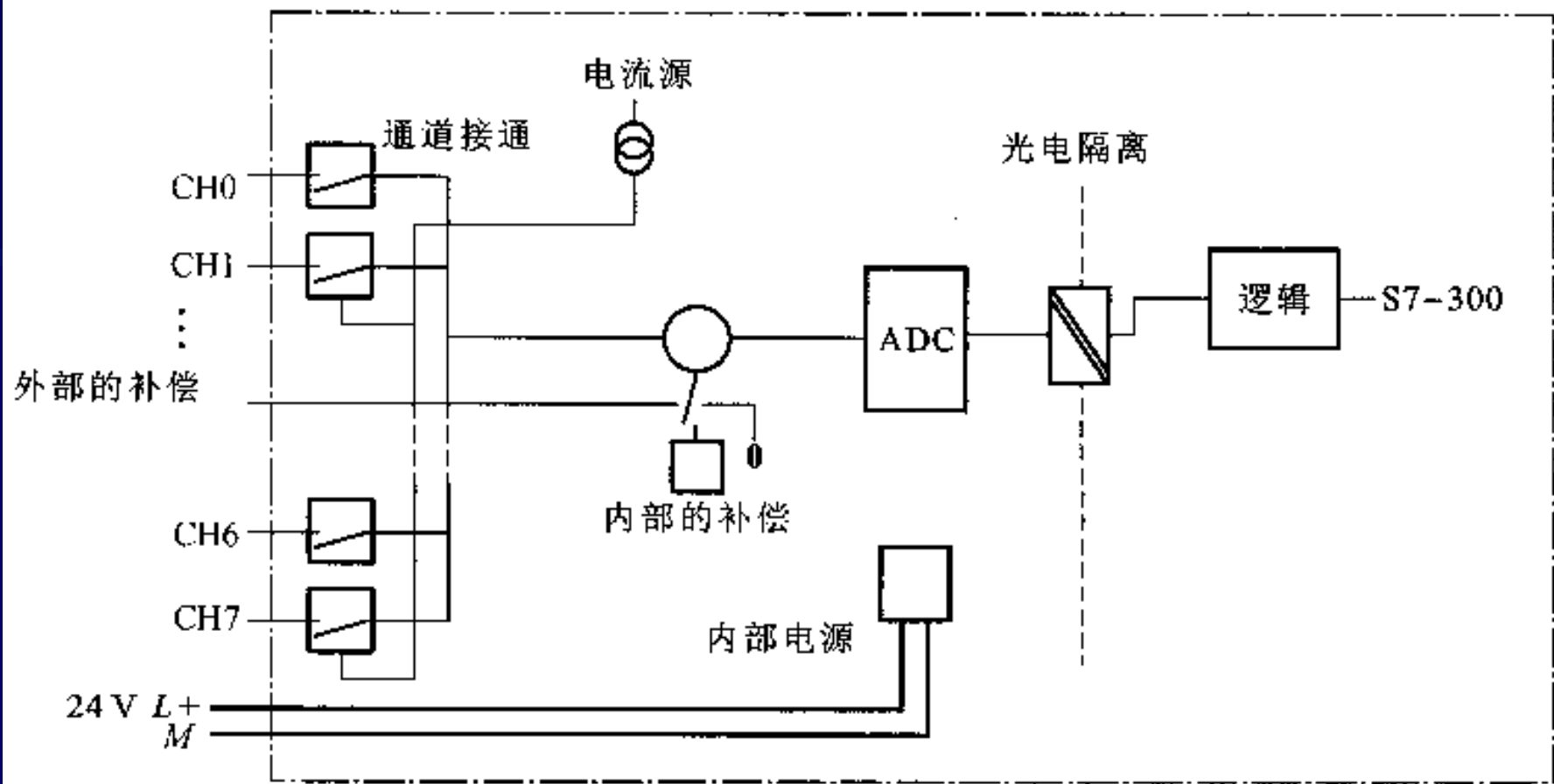


图 3.18 SM331 8×12 模拟量输入模块的电气原理图

SM331模入模块主要由A / D转换部件、模拟切换开关、补偿电路、恒流源、光电隔离部件、逻辑电路等组成。

A / D转换部件是模块的核心，其转换原理采用积分方法，积分时间直接影响到A / D转换时间和A / D转换的精度。

被测模拟量的精度是所设定的积分时间的正函数，也即积分时间越长，被测值的精度越高。

SM331可选四档积分时间：2.5ms、16.7ms、20ms、100ms，相对应的以位表示的精度为：9、12、12、14位。

每一种积分时间有一个最佳的噪声抑制频率 f_0 ，以上四种积分时间分别对应400Hz、60Hz、50Hz、10Hz。

例如A / D的积分时间设为20ms，则它的转换精度为12位，此时对频率为50Hz的噪声干扰有很强的抑制作用。

在我国为了抑制工频及其谐波的干扰，一般选用20ms的积分时间。

SM331的转换时间包括由积分时间决定的基本转换时间和用于电阻测量、断线监视的附加转换时间。

对应上述四种积分时间的基本转换时间分别为3ms、17ms、22ms、102ms。
电阻测量的附加转换时间为1ms
断线监视的附加转换时间为10ms
电阻测量和断线监视都有的附加转换时间为16ms

SM331的8个模拟量输入通道共用一个积分式A / D转换部件，即通过模拟切换开关，各输入通道按顺序一个接一个地转换。

某一通道从开始转换模拟量输入值起，一直持续到再次开始转换的时间称**模入模块的循环时间**，它是模块中所有活动的模拟量输入通道的转换时间的总和。

实际上，循环时间是对外部模拟量信号的采样间隔。

对于一个积分时间设定为20ms，8个输入通道都接有外部信号且都需断线监视的SM331模块，其循环时间为

$$(22+10)*8\text{ms}=256\text{ms}$$

因此，对于采样时间要求更快一些の場合，优先选用二输入通道的SM331模块。

SM331的每两个输入通道构成一个输入通道组，可以按通道组任意选择测量方法和测量范围。模块上需接DC 24V的负载电压L+，有反接性保护功能。

对于变送器或热电偶的输入具有短路保护功能。模块与S7—300CPU及负载电压之间是光电隔离的。

3.2 模拟量输出接口技术

模拟量输出接口的任务是把计算机输出的数字量信号转换成模拟电压或电流信号，以控制调节阀或驱动相应的执行机构，达到计算机控制的目的。

3.2.1 D/A转换器主要参数

D / A转换器的主要性能参数:

- ①分辨率
- ②转换时间
- ③精度
- ④线性度

3.2.2 D / A的输入输出特性

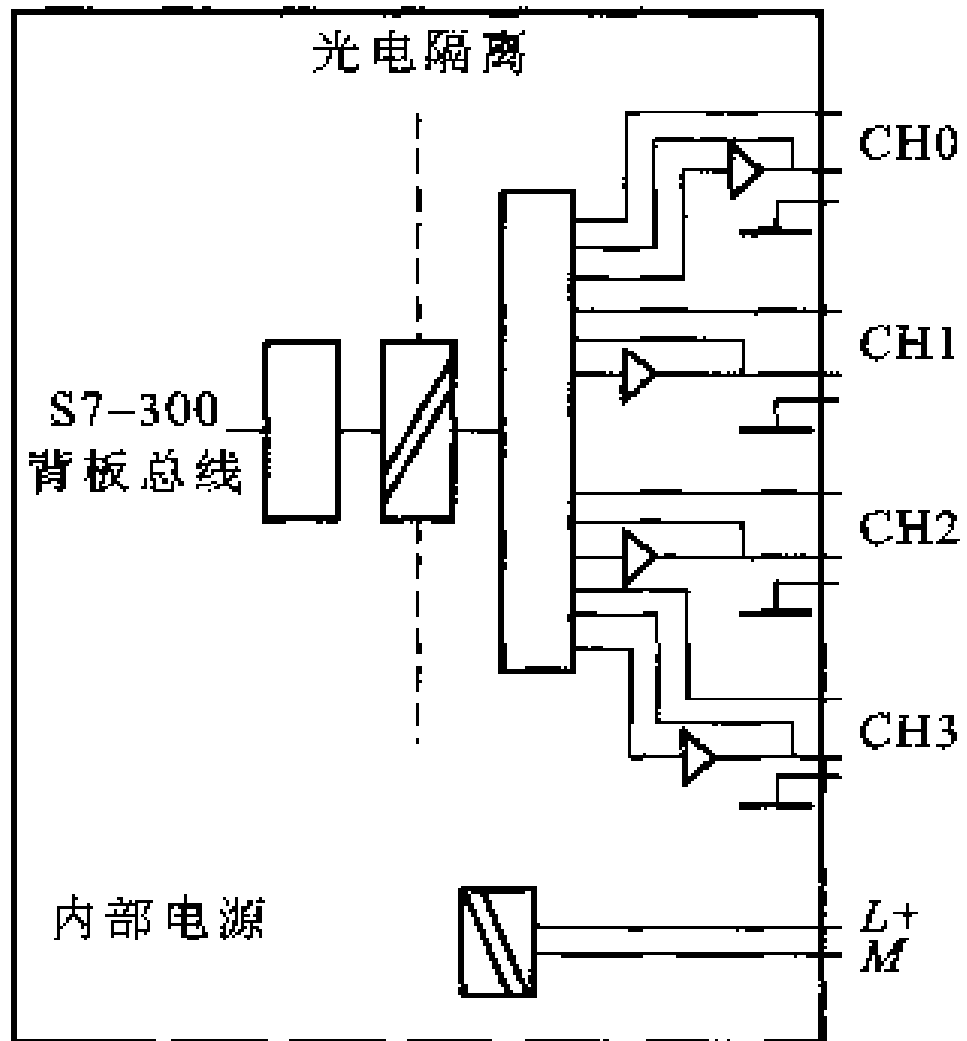
- ①输入缓冲能力
- ②数据的宽度
- ③电流型还是电压型
- ④输入码制
- ⑤单极性输出或者双极性输出

3.2.3 PLC模拟量输出通道

S7—300的SM332有2X12位和14X12位两种形式的模块。前者是2通道的模拟量输出模块(简称模出AO;)，后者是4通道的模拟量输出模块，除了输出通道数不同外，两种模块工作原理、特性、参数等都完全一样。

SM332 4X12位模块上有4个通道，每个通道都可单独编程为电压输出或电流输出，输出精度12位，模块对CPU背板总线和负载电压都有光电隔离。

(1) 模拟量输出通道的转换、循环和响应时间



单元电气原理图

所有通道的 M_{ANA} 在内部连接在一起

图 3.29 SM332AO 4×12 位模块
电气原理图

(2)SM332与负载 / 执行装置的连接

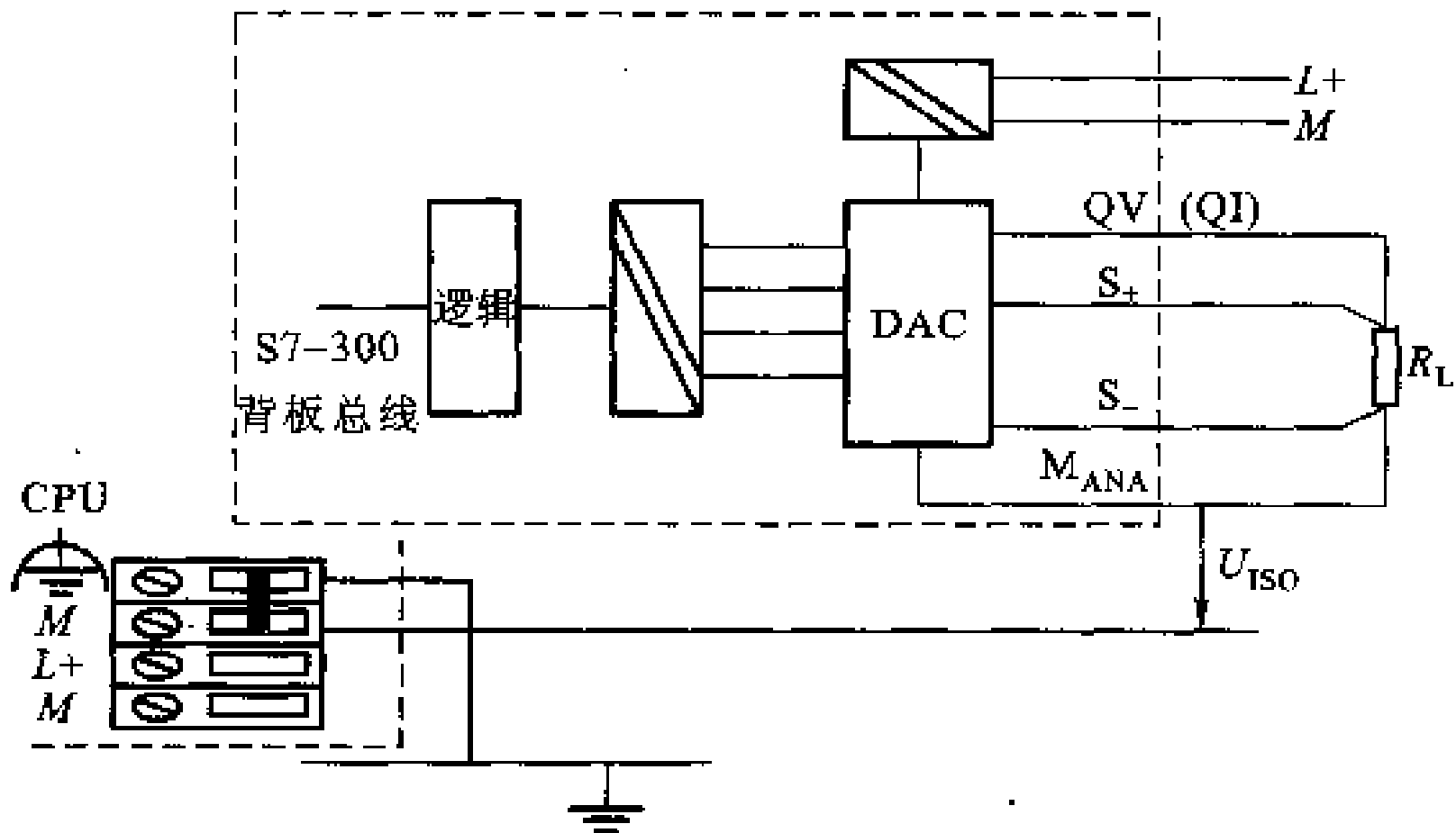


图 3.30 通过 4 线回路将负载与隔离的模出模块相连

SM332可以输出电压，也可以输出电流。在输出电压时，可以采用**2线回路**和**4线回路**两种方式与负载相连。采用**4线回路**能获得比较高的输出精度。

如图**3. 30**所示。检测线**S+**和**S-**直接接到负载上。这样，在负载端直接测量和校准电压。采用**2线回路**时，**S+**和**S-**可以保持开路，但是输出精度不如**4线回路**高。在电流输出方式时，将负载连接到**QI**和**M_{ANA}**上即可。**QI**和**QV**实际上是同一个端子。

3.3 开关量输入输出通道

用两种状态来表示的量称为开关量。数字量的输入输出同样称为开关量。

按类型分有电平式和触点式两种，电平式为高电平或低电平；触点式为触点闭合或触点断开。按电源分有有源和无源两种，有源即直接提供高、低电平，无源即提供物理触点，或感应器件等。

3.3.1 开关量输入 / 输出通道的一般结构形式

开关量输入/输出通道一般由三部分组成：**CPU**接口逻辑、输入缓冲器和输出锁存器、输入 / 输出电气接口亦即开关量输入信号调理和输出信号驱动电路。

一般情况下，各种开关量输入/输出通道的前两部分往往大同小异，所不同的主要在于输入/输出(I / O)电气接口。典型的开关量输入/输出通道结构如图3. 31所示。

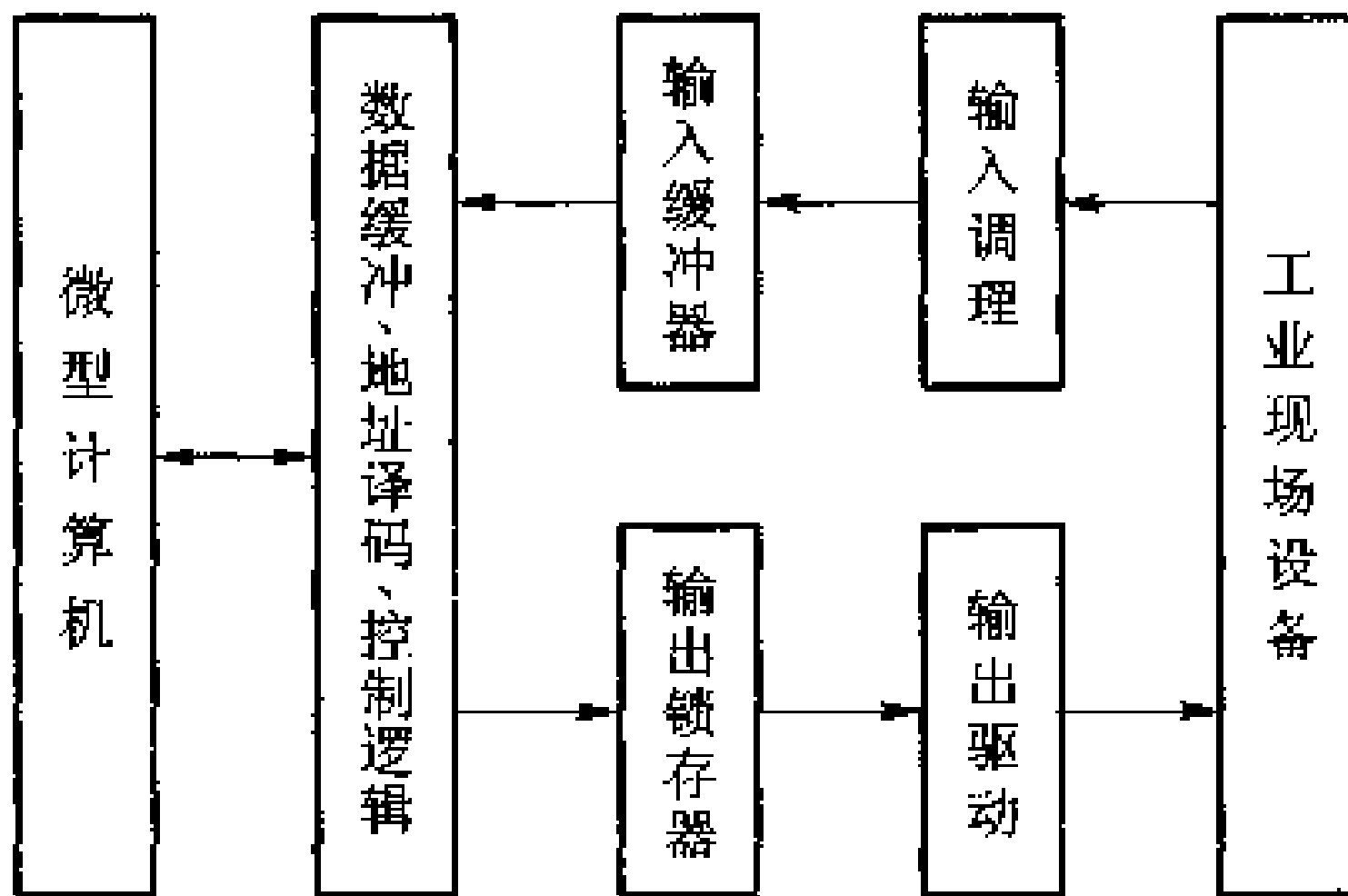


图 3.31 典型的开关量输入/输出通道结构图

1. CPU接口逻辑

这部分电路一般由数据总线缓冲器 / 驱动器、输入/输出口地址译码器、读、写等控制信号组成。

2. 输入缓冲器和输出锁存器

输入缓冲器是对外部输入的信号起缓冲、增强以及选通的作用，CPU通过读缓冲器输入数据。输出锁存器的作用是锁存CPU送来的输出数据，供外部设备使用。

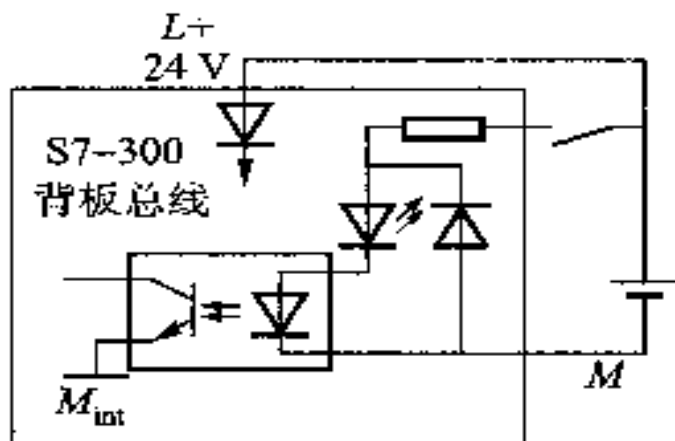
3. I / O电气接口

典型的开关量输出/输入电气接口的功能主要是滤波（开关信号在传输过程中受噪声的影响较大，设计时应有一定的噪声容限。并隔离公共接地，以防止开关信号状态的误动作。）、电平转换、隔离和功率驱动等。

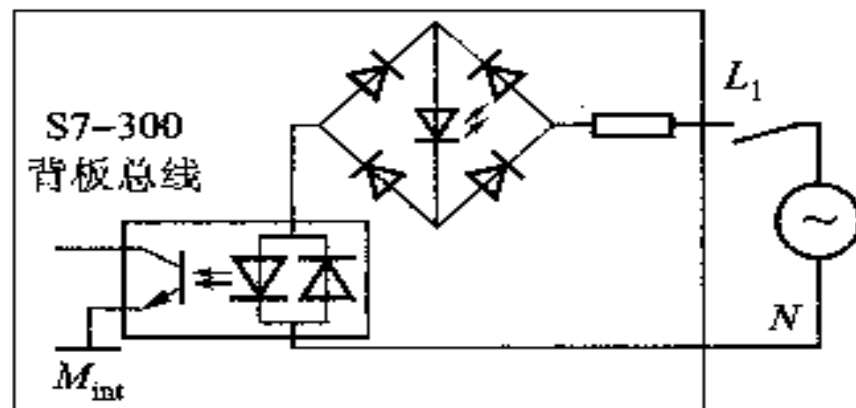
3.3.2 PLC开关量输入输出通道

S7—300有多种型号的数字量I / O模块：数字量输入模块SM321、数字量输出模块SM322、数字量I / O模块SM323等。

(1)SM321数字量输入模块



(a) 直流输入方式



(b) 交流输入方式

图 3.42 数字量输入模块的电气原理图

对现场输入元件，仅要求提供开关触点即可。输入信号进入模块后，一般都经过光电隔离和滤波，然后才送至输入缓冲器等待CPU采样。采样时，信号经过背板总线进入到输入映像区。

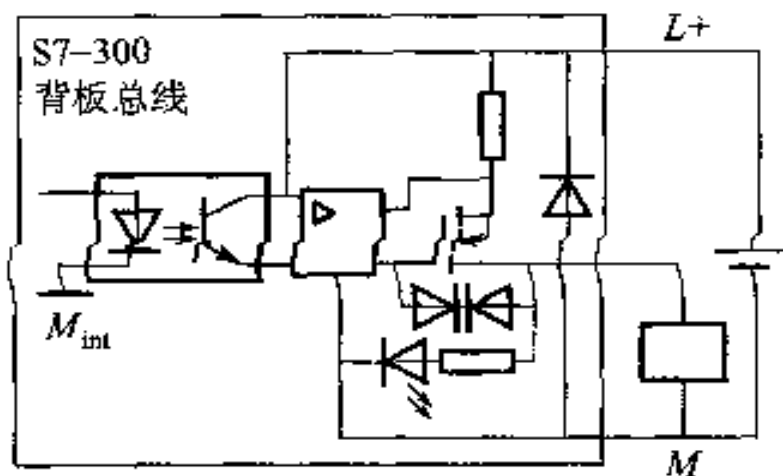
数字量输入模块SM321有四种型号可供选择：

- ① 直流16点输入
- ② 直流32点输入
- ③ 交流16点输入
- ④ 交流8点输入模块

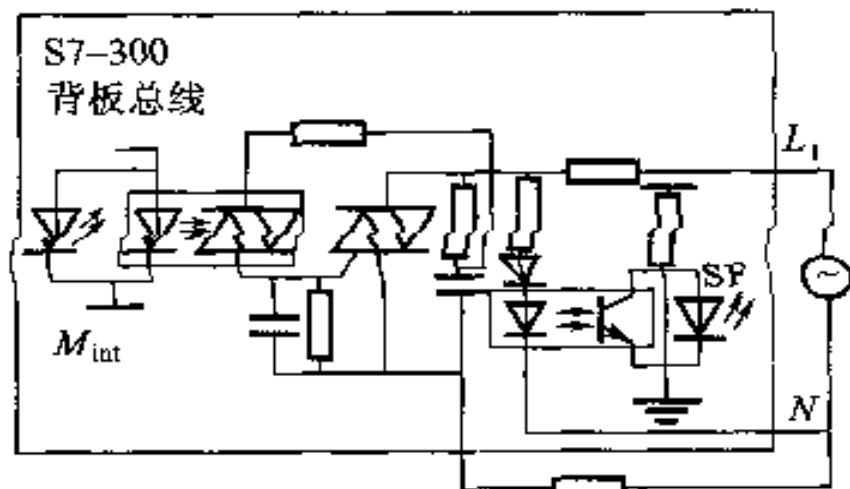
模块的每个输入点有一个绿色发光二极管显示输入状态，输入开关闭合即有输入电压时，二极管亮。

(2)SM322数字量输出

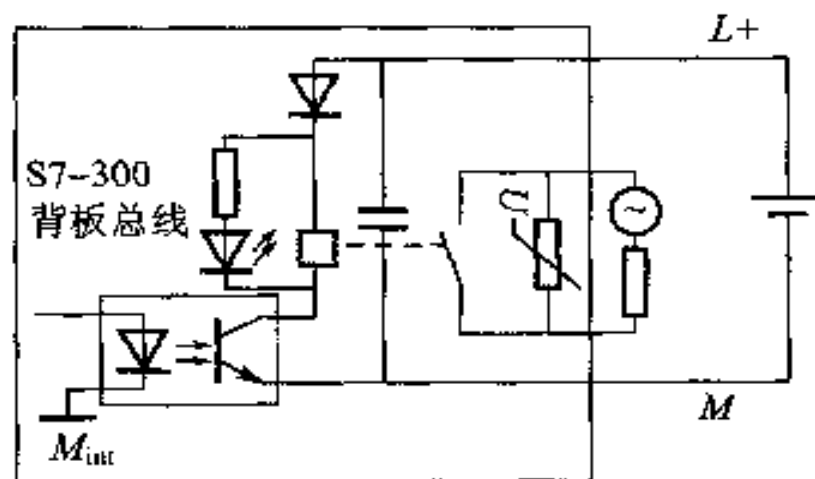
SM322数字量输出模块将S7—300内部信号电平转换成过程所要求的外部信号电平，可直接用于驱动电磁阀、接触器、小型电动机、灯和电动机启动器等。按负载回路使用的电源不同分为：直流输出模块、交流输出模块和交直流两用输出模块。按输出开关器件的种类不同又可分为：晶体管输出方式、晶闸管输出方式和继电器触点输出方式。晶体管输出方式的模块，只能带直流负载，属于直流输出模块；晶闸管输出方式属于交流输出模块；继电器触点输出方式的模块属于交直流两用输出模块。从响应速度上看，晶体管响应最快，继电器最慢；从安全隔离效果及应用灵活性角度看，以继电器触点输出型最佳。



(a) 功率场效应晶体管输出方式



(b) 晶闸管输出方式

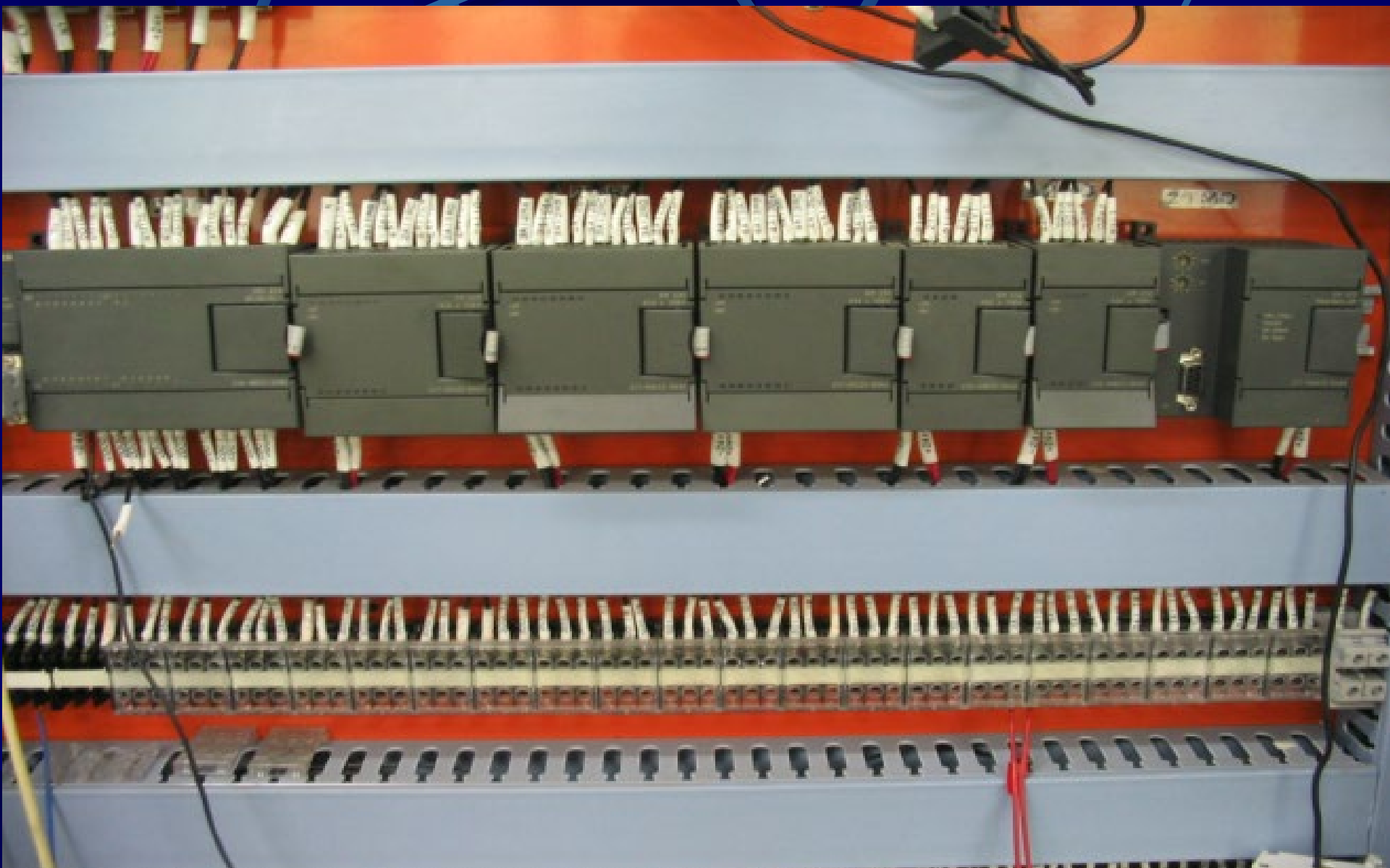


(c) 继电器触点输出方式

图 3.43 数字量输出模块的电气原理图

数字量输出模块SM322有七种型号输出模块可供选择，即16点晶体管输出、32点晶体管输出、16点晶闸管输出、8点晶体管输出、8点晶闸管输出、8点继电器输出和16点继电器输出模块，模块的每个输出点有一个绿色发光二极管显示输出状态，输出逻辑1时，二极管发光。

3.4 S7-200硬件配置



3.5 S7-300硬件配置



补充：数字控制系统的信号

