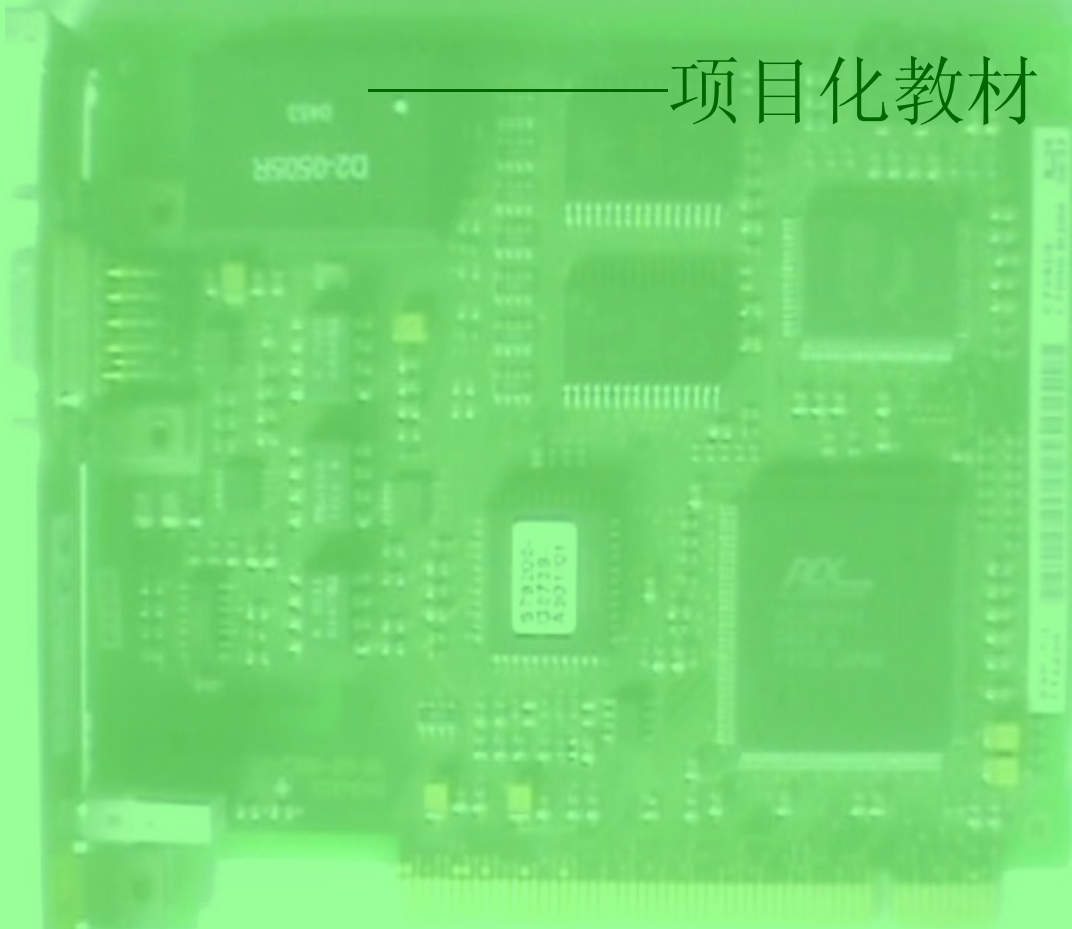


健雄职业技术学院

《PLC 技术与应用》

——项目化教材



机电工程系电气自动化技术教研室 编

项目五 特殊指令及应用

项目教学目标

通过本模块的学习要求学生：

1. 理解中断的含义和中断指令的用法；
2. 学会编制中断程序；
3. 理解温度等工程量的测量与控制的基本方法，学会使用硬件手册进行模拟量模块的选择；
4. 学会利用向导进行 PID 和 PTO/PWM 编程

任务 1 故障报警

一、任务要求

设计一个报警程序，要求当报警源（温度高于 160℃）出现时，给出灯光闪烁和蜂鸣器报警信号，当复位时，灯光常亮，蜂鸣器停止。

二、任务分析

报警程序在实际控制系统中必不可少，它可以提示操作人员在系统某些急需处理的问题或故障出现时，及时加以处理，以避免故障扩大甚至系统瘫痪。报警程序的调用和闪烁时间的控制方法很多，本任务中要求通过中断的方法来实现。设想通过两个中断程序分别来置位和复位报警灯，形成闪烁的效果，当系统复位时中止中断程序的执行。当然闪烁的效果也可以由一定占空比的脉冲来实现。

三、知识链接

中断是什么？

中断是计算机实时控制、高速处理或自由通讯中不可或缺的一项技术，在控制系统执行更深的程序过程中，如系统出现异常情况或用特殊请求（中断源）时，系统将暂时中断现行的程序，而自动响应中断服务程序（简称中断子程序），当中断服务程序处理完成，系统自动返回原程序的中断处继续执行。

S7-200 系列可编程控制器最多有 34 个中断源，分为三大类：通信中断、I/O 中断和时基中断。

（1）通信中断

在自由口通信模式下，用户可通过编程来设置波特率、奇偶校验和通信协议等参数。用户通过编程控制通讯端口的事件为通信中断。

（2）I/O 中断

I/O 中断包括外部输入上升/下降沿中断、高速计数器中断和高速脉冲输出中断。S7-200 用输入（**I0.0**、**I0.1**、**I0.2** 或 **I0.3**）上升/下降沿产生中断。这些输入点用于捕获在发生时必须立即处理的事件。高速计数器中断指对高速计数器运行时产生的事件实时响应，包括当前

值等于预设值时产生的中断，计数方向的改变时产生的中断或计数器外部复位产生的中断。脉冲输出中断是指预定数目脉冲输出完成而产生的中断。

(3) 时基中断

时基中断包括定时中断和定时器 T32/T96 中断。

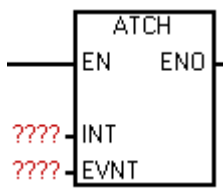
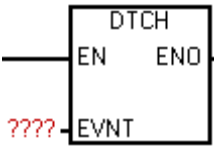
定时中断用于支持一个周期性的活动。周期时间从 1 毫秒至 255 毫秒，时基是 1 毫秒。使用定时中断 0，必须在 **SMB34** 中写入周期时间；使用定时中断 1，必须在 **SMB35** 中写入周期时间。将中断程序连接在定时中断事件上，若定时中断被允许，则计时开始，每当达到定时时间值，执行中断程序。定时中断可以用来对模拟量输入进行采样或定期执行 PID 回路。

定时器 **T32/T96** 中断指允许对定时间间隔产生中断。这类中断只能用时基为 1ms 的定时器 T32/T96 构成。当中断启用后，且前值等于预置值时，执行所连接的中断程序。

中断指令

中断指令有 4 条，包括开、关中断指令，中断连接、分离指令。指令格式如表 5-1.1 所示。

表 5-1.1 中断指令格式

指令名称	允许中断	禁止中断	中断连接	中断分离
LAD	(ENI)	(DISI)		
STL	ENI	DISI	ATCH INT, EVNT	DTCH EVNT
操作数及数据类型	无	无	INT: 常量 0-127 EVNT: 常量, CPU 224: 0-23; 27-33 INT/EVNT 数据类型: 字节	EVNT: 常量, CPU 224: 0-23; 27-33 数据类型: 字节

1. 允许/禁止中断指令

允许中断 (ENI) 指令全局性允许所有中断事件。禁止中断 (DISI) 指令全局性禁止所有中断事件，中断事件的每次出现均被排队等候，直至使用全局开中断指令重新启用中断。

PLC 转换到 RUN (运行) 模式时，中断开始时被禁用，可以通过执行开中断指令，允许所有中断事件。执行关中断指令会禁止处理中断，但是现用中断事件将继续排队等候。

2. 中断连接/分离

中断连接指令 (ATCH) 指令将中断事件 (EVNT) 与中断程序号码 (INT) 相连接，并启用中断事件。

分离中断 (DTCH) 指令取消某中断事件 (EVNT) 与所有中断程序之间的连接，并禁用该中断事件。



提示：一个中断事件只能连接一个中断程序，但多个中断事件可以调用一个中断程序。

四、任务实施

建立中断程序

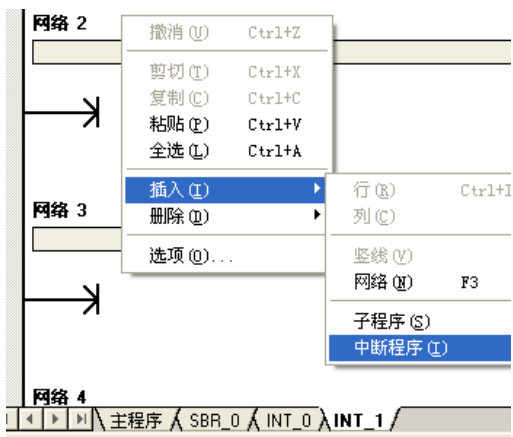
方法 1: 从“编辑”菜单→选择插入 (Insert) → 中断 (Interrupt)。



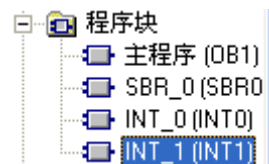
方法 2: 从指令树, 用鼠标右键单击“程序块”图标并从弹出菜单→选择插入 (Insert) → 中断 (Interrupt)。



方法 3: 从“程序编辑器”窗口, 从弹出菜单用鼠标右键单击插入 (Insert) → 中断 (Interrupt)。



执行以上任一操作后, 程序编辑器更改为新中断程序窗口显示, 在程序编辑器的底部会出现一个新标签, 代表新的中断程序, 右击此标签, 可根据需要重命名。程序块中会自动添加



此中断程序（见右图）。

I/O 点分配

见表 5-2（设定报警源是温度值过高）

表 5-1.2 任务 1 的 I/O 地址分配表

类型	地址	对应元件(符号)	功能备注
输入端口(DI)	I0.0	SB1	试灯按钮
	I0.1	SB2	试声按钮
	I0.2	SA1	复位开关
输入端口(AI)	AIW0		温度采样
输出端口(O)	Q0.0	KA1	蜂鸣器
	Q0.1	KA2	灯
中间单元	VW102		报警源

系统连接

系统接线方法见图 5-1.1

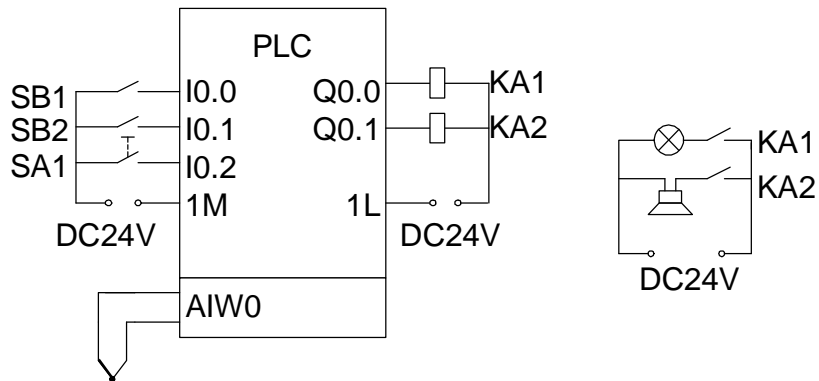


图 5-1.1 系统连接简图

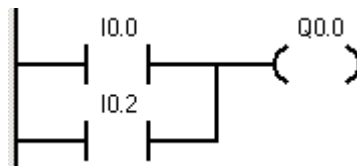
温度值采样

(热电阻和热电偶外形图)

利用定时中断 0（中断号为 10）每 200ms 采样一次（采样周期要适当，周期短，实时性好但占用系统资源多，周期长，实时性差但系统负荷轻，一般采样物理量惯性大，周期应较长，系统要求的控制精度高，则周期应短），通过模拟量输入端 AIW0 采样，温度值赋值给 VW102。设所用温度传感器的测温范围是 0~200℃，所采样值为单极性，进行工程标定。

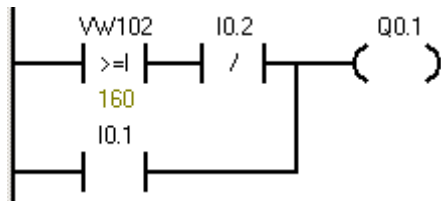
控制程序及分析

主程序 OB

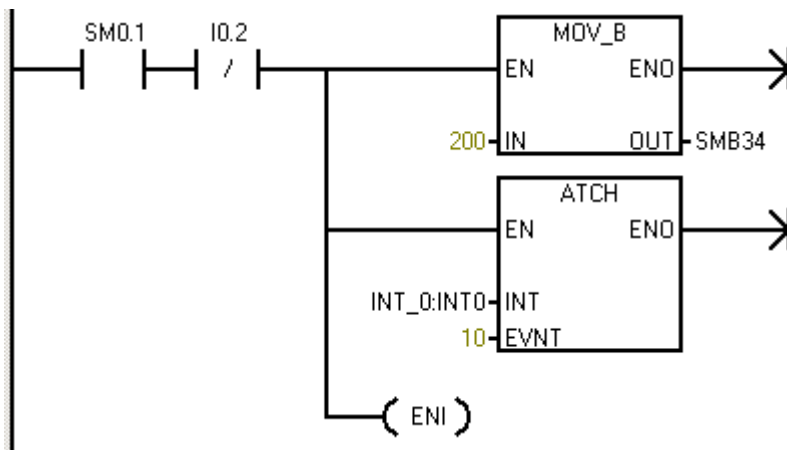


网络 1 试灯/复位后灯常亮

网络 2 试声/复位后声音解除

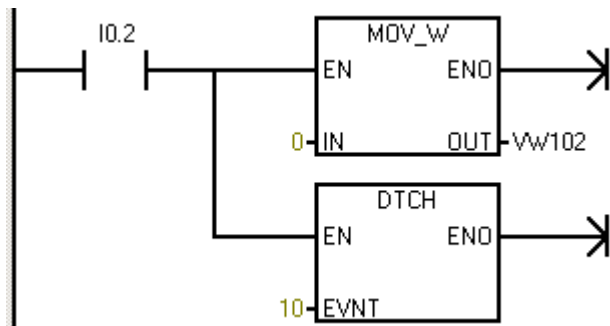


网络 3 利用定时中断进行数据采集



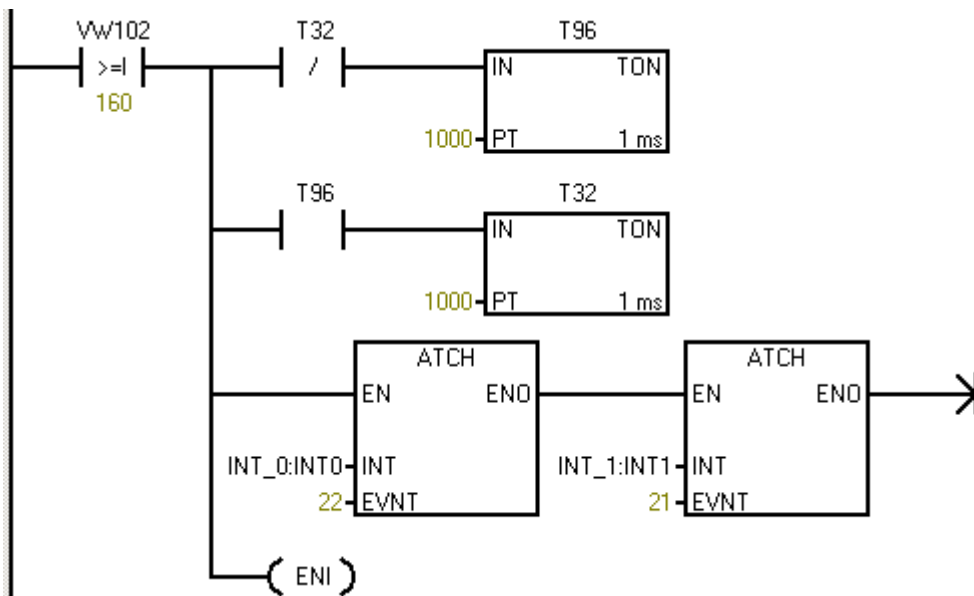
EVNT=10 对应定时中断 0，如果用 EVNT=11，则定时值赋值给？

网络 4 复位后温度值清零，并分离中断连接



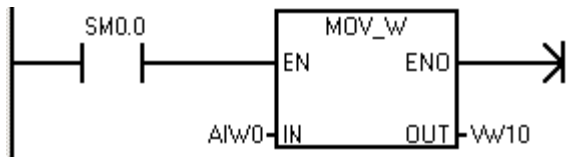
中断分离与中断禁止指令功能有什么不同？

网络 5 温度高于160℃时，利用两个定时器中断实现灯光的闪烁，周期为2s

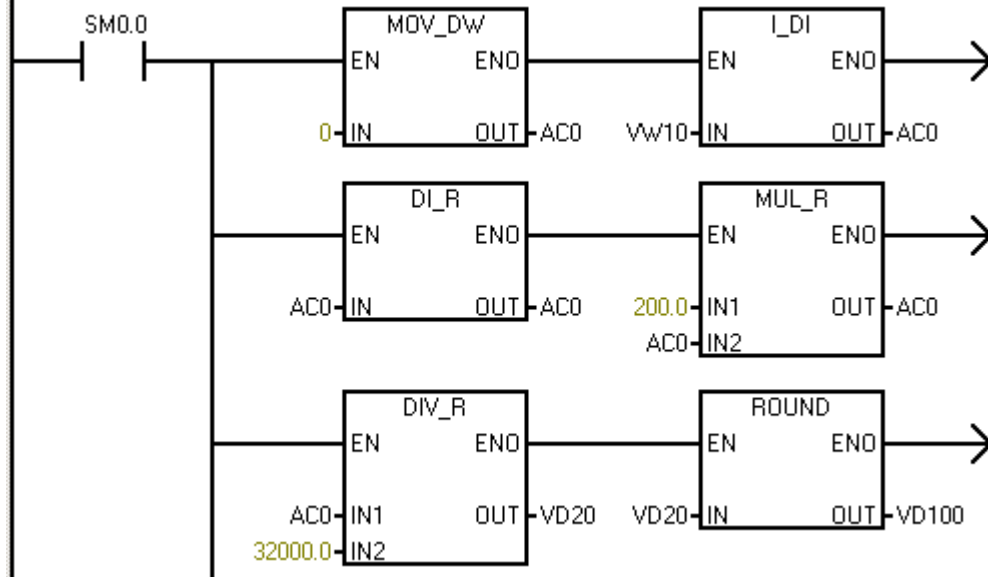


定时中断程序 INT_0

网络 1 每200ms采样一次

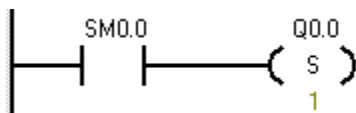


网络 2 将采样值转换成温度值，并保存在VW102中



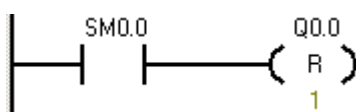
定时器中断程序 INT_1

网络 1 灯亮



定时器中断程序 INT_2

网络 1 灯灭



五、知识与能力拓展

1. 中断程序与子程序的执行方式有什么不同?

子程序的执行必须在程序中有调用该子程序的指令，中断程序的执行不需要调用，而是取决于中断源是否产生和中断是否允许。

一个中断事件只能连接一个中断程序，但多个中断事件可以调用一个中断程序。而一个条件可以调用几个子程序，且一个子程序可以由不同的条件来调用。

中断程序的执行不受 CPU 扫描周期的约束，可适应对内部或外部特定重要事件快速反应的要求，而子程序的执行占用 CPU 的扫描周期，故对不需要经常执行的功能由子程序来

实现，仅在需要时加以调用，可缩短扫描周期，提高系统的快速响应性。

2. 中断优先级和排队等候

优先级是指多个中断事件同时发出中断请求时，CPU 对中断事件响应的优先次序。S7-200 规定的中断优先由高到低依次是：通信中断、I/O 中断和定时中断。每类中断中不同的中断事件又有不同的优先权，如表 5-1.3 所示。

一个程序中总共可有 128 个中断。S7-200 在各自的优先级组内按照先来先服务的原则为中断提供服务。在任何时刻，只能执行一个中断程序。一旦一个中断程序开始执行，则一直执行至完成。不能被另一个中断程序打断，即使是更高优先级的中断程序。中断程序执行中，新的中断请求按优先级排队等候。中断队列能保存的中断个数有限，若超出，则会产生溢出。中断队列的最多中断个数和溢出标志位如表 5-1.4 所示。

表 5-1.3 中断事件及优先级

优先级分组	组内优先级	中断事件号	中断事件说明	中断事件类别	
通信中断	0	8	通信口 0: 接收字符	通信口 0	
	0	9	通信口 0: 发送完成		
	0	23	通信口 0: 接收信息完成		
	1	24	通信口 1: 接收信息完成	通信口 1	
	1	25	通信口 1: 接收字符		
	1	26	通信口 1: 发送完成		
I/O 中断	0	19	PTO 0 脉冲串输出完成中断	脉冲输出	
	1	20	PTO 1 脉冲串输出完成中断		
	2	0	I0.0 上升沿中断	外部输入	
	3	2	I0.1 上升沿中断		
	4	4	I0.2 上升沿中断		
	5	6	I0.3 上升沿中断		
	6	1	I0.0 下降沿中断		
	7	3	I0.1 下降沿中断		
	8	5	I0.2 下降沿中断		
	9	7	I0.3 下降沿中断		
	10	12	HSC0 当前值=预置值中断		高速计数器
	11	27	HSC0 计数方向改变中断		
	12	28	HSC0 外部复位中断		
	13	13	HSC1 当前值=预置值中断		
	14	14	HSC1 计数方向改变中断		
	15	15	HSC1 外部复位中断		
	16	16	HSC2 当前值=预置值中断		
	17	17	HSC2 计数方向改变中断		
	18	18	HSC2 外部复位中断		
	19	32	HSC3 当前值=预置值中断		
	20	29	HSC4 当前值=预置值中断		
	21	30	HSC4 计数方向改变		
	22	31	HSC4 外部复位		
23	33	HSC5 当前值=预置值中断			

定时中断	0	10	定时中断 0	定时
	1	11	定时中断 1	
	2	21	定时器 T32 CT=PT 中断	定时器
	3	22	定时器 T96 CT=PT 中断	

表 5-1.4 中断队列的最多中断个数和溢出标志位

队列	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226 和 CPU 226XM	溢出标志位
通讯中断队列	4	4	4	8	SM4.0
I/O 中断队列	16	16	16	16	SM4.1
定时中断队列	8	8	8	8	SM4.2

3. 温度的测量与控制

工程上常用的测温方法是利用热电阻和热电偶。

热电阻（如 Pt100）是利用电阻值随温度的变化而变化的原理制成的，将温度量转换成电阻量的传感器。温度变送器通过给热电阻施加一已知的电流激励，测出其两端电压的方法，得到与其阻值成比例的电压或电流信号。

小知识：

PT100，又叫铂电阻，热电阻，是一种温度传感器，铂电阻温度系数为 $0.0039 \times / ^\circ\text{C}$ ， 0°C 时电阻值为 100Ω ，电阻变化率为 $0.3851\Omega/^\circ\text{C}$ 。

铂电阻温度传感器精度高，稳定性好，应用温度范围广，是中低温区（ $-200^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ ）最常用的一种温度检测器。



图 5-1.2 三线式 Pt100 热电阻和装配式热电偶

按 IEC751 国际标准，温度系数 $\text{TCR}=0.003851$ ，Pt100（ $R_0=100\Omega$ ）、Pt1000（ $R_0=1000\Omega$ ）为统一设计型铂电阻。

三线制 PT100 要求引出的三根导线截面积和长度均相同，测量铂电阻的电路一般是不平衡电桥，铂电阻作为电桥的一个桥臂电阻，将导线一根接到电桥的电源端，其余两根分别接到铂电阻所在的桥臂及与其相邻的桥臂上，当桥路平衡时，导线电阻的变化对测量结果没有任何影响，这样就消除了导线线路电阻带来的测量误差，所以工业上一般都采用三线制接法。

参数：

探头长度：50mm/100mm/150mm/200mm 可选

探头直径： $\Phi 5\text{mm}$

安装方式：标准 M8*1.0 螺纹固定

引线长度：标准 2m（需要延长时需加专用屏蔽线）

测温范围： $-200\sim 400^\circ\text{C}$

热电偶是根据热电势的原理工作的。如图 5-1.3，将两种不同材料的导体焊接在一起（热端），当连接点与另一端（冷端）的温度不同时，会在两冷端间产生由温差导致的电势差。当热电偶的冷端温度保持不变时，电势差的大小与热端的温度成一一对应关系。温度变送器

通过测量电热差的大小，输出与热端温度成比例的电压或电流信号。

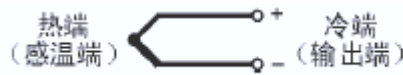


图 5-1.3

上述标准的电压或电流信号，通过 PLC 的模拟量输入模块的 A/D 转换功能，输出与温度成正比的数字量（CPU 只能接收并处理数字量），实现温度的测量。

如需要温度的闭环控制，则通过 CPU 将测量值与设定的温度进行比较，并按某种规律（如 PID）对差值进行运算，将结果传送给模拟量输出模块，利用其 D/A 转换功能得到一定的电压或电流信号，用来控制执行装置（如通过电动阀的开度，调节天然气的流量），实现对温度的闭环控制。（其他工程量的测量和控制方法亦同）

4. 模拟量的转换

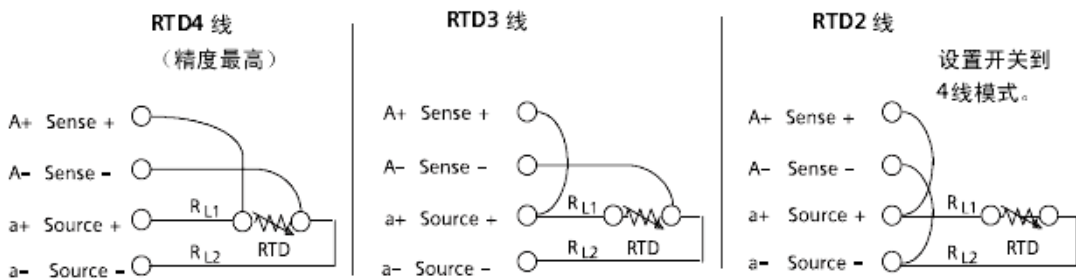
实际控制的工程量，与在编程时所必须用到的参数（数字量）之间应该对应起来，才能实现物理和量的控制。如量程为 0~1000℃ 的温度变送器输出信号为 DC4~20mA，模拟量输入模块将 0~20mA 转换为单极性的数字量（0~32000），如转换后得到的数字量为 T，则 T 所对应的温度值是多少？

因为 4~20mA 的模拟量对应的数字量为 6400~32000，即 0~1000℃ 对应于 6400~32000，则

$$t = \left[\frac{1000 - 0}{32000 - 6400} \times (T - 6400) \right] = \frac{10}{256} (T - 6400) ^\circ\text{C}$$

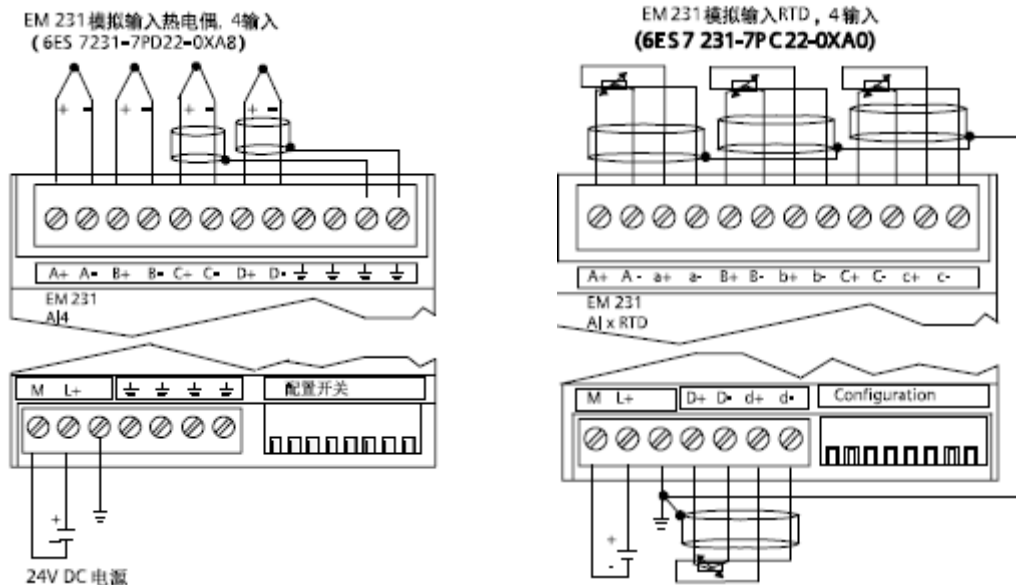
5. 模拟量模块的接法

常用的模拟量模块有 EM231、EM232 和 EM235 三种类型（详见 S7-200 硬件手册）。对于专用测出温的热电阻和热电偶扩展模块，其接线方法如图 5-1.4、5-1.5。

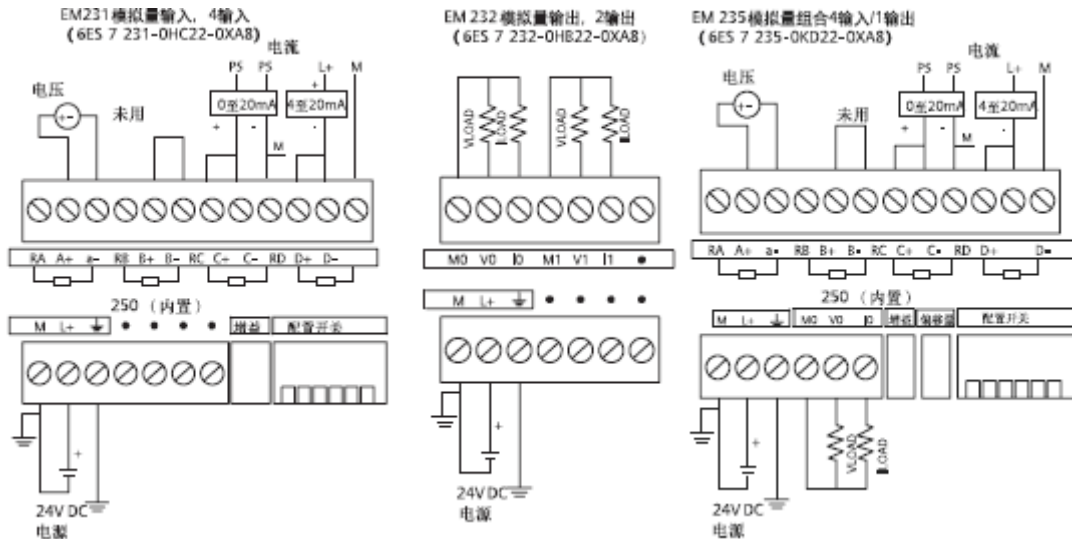


注：RL1 = 从 a+ 端子到 RTD 的导线电阻 RL2 = 从 a- 端子到 RTD 的导线电阻

图 5-1.4 热电阻扩展模块与传感器的接线图



普通模块量模块的接线方法如图 5-1.6



a.输入模块

b.输出模块

c.输入/输出模块

5-1.6 普通模拟量扩展模块接线图

六、练习与思考 5-1

1. 用定时中断实现周期为 2 秒的高精度定时（定时中断的设定时间最长为 255ms），每 2 秒完成一次 VB10 加 1 的任务。

参考程序：//主程序 OB1

```
LD SM0.1
MOVB 0,VB0
MOVB 250,SMB35
ATCH INT_0,11
ENI
//中断程序 INT_0
LD SM0.0
INCB VB0
LDB= 8,VB0
MOVB 0,VB0
INCB VB10
```

2. 自动开关的常开辅助触点接于 I0.0,当自动开关跳闸时要求通过中断使 Q1.0 置 1 实施报警,重新合上后 Q1.0 清 0 报警解除,程序如何编写?当自动开关的常开辅助触点接于 I0.2 时程序如何修改?此常开辅助触点还可以接于哪些点,以实施中断连接?

参考程序：主程序 OB1

```
LD SM0.1
ATCH INT_0,0
ATCH INT_1,1
```

ENI

//中断程序 INT_0

LD SM0.0

RI Q1.0,1

//中断程序 INT_1

LD SM0.0

LD SM0.0

SI Q1.0,1

3. 量程为 0~1000℃ 的温度变送器，其输出为 DC4~20mA 的标准电流信号，模拟量输入模块将 0~20mA 转换为 0~32000 的单极性数字量信号，设转换后得到的数字量值为 N，求 N 代表的温度值是多少？
4. 利用系统的特殊存储器(SM0.5)编程实现任务 1 故障报警程序中的报警灯闪烁。
5. 利用定时中断功能指令，实现 100ms 定时计数功能。

参考程序//主程序

LD SM0.1

CALL SBR_0

//中断初始化子程序

LD SM0.0

MOVD 0,VD20

LD SM0.0

MOVB 100,SMB34

ATCH INT_0,10

ENI

//中断程序 INT_0

LD SM0.0

+D 1,VD20