

SMART_PLC 在塑封膜包装线中的应用

北新集团建材股份有限公司 涿州分公司，武高峰

摘要： 在本次对塑封膜包装机的升级改造中，使用了 SMART 系列 PLC 的 SR40 型号 CPU 作为控制器，通过对现场设备的 IO 控制以及 MODBUS 协议通信控制，实现了塑封膜包装机的功能，并通过以太网通信实现了与中控室上位机的连接，实现了对温度，速度，以及产量的监控显示，以及必要的修改操作。本次改造，充分发挥了 SR40 型号 CPU 的系统功能，来实现对设备的控制和监控，也使我小型机的功能有了新的认识。

关键词： S7-200 SMART、MODBUS、以太网、塑封膜包装机

一、项目介绍

随着北京市城市产业外迁的大趋势，我们作为占据五环位置的建材企业，开始了企业外迁工作。由于工厂建成时间较长，所以设备的老化问题，已经成为困扰企业正常运转的严重问题；而大量的工控产品的更新换代，也已经严重影响到了企业在备品备件采购方面的工作，许多备品备件不是买不到，就是需要高价购买已经停产的库存产品；并且设备在长期运转过程中，很多暴露出来的设备问题，未进行过全面系统的解决，而随着生产需求的不断提高，节能降耗要求的不断严格，对设备进行一次彻底的更新换代、升级改造成为必然。所以在本次搬迁工作进行的同时，设备改造工作也在紧锣密鼓地进行着。

在本次搬迁工作中，其中在包装岗位，原来有两台小型的欧姆龙 PLC 在使用，分别控制堆垛岗位和封切热缩岗位。目前该型号产品已经被淘汰，而在搬迁后发现，工厂的四台包装机，有两台 PLC 上电后无反应，必须要进行更新换代，重新设计。而在本次改造中，为了节约成本，希望将堆垛和封切热缩岗位的这两套 PLC 合用一台 PLC 进行控制。

二、工艺原理

本包装设备，完成对本厂建材产品的包装，包装使用的是 PE 热缩塑封膜。产品按照一定的数量堆成一垛，之后用塑封膜包裹，将塑封膜切断并分口后，给塑封膜加热使之紧缩包裹产品。也就是说本包装机，主要完成以下三个工艺步骤：

工艺步骤	1、堆垛	2、封切	3、热缩
工艺情形			
工艺作用	将产品按一定数量堆垛。	将塑封膜包裹到产品上，并切开封口。	使塑封膜受热收缩，紧紧包裹产品。
工艺控制	此工段只有输送和气缸动作，属于纯 IO 控制。	此工段有一个封切刀的单回路温度控制，其他为 IO 控制。	此工段有一个塑封箱的单回路温度控制，其他为 IO 控制。
控制方法	通过光电传感器检测产品位置，控制气缸和电气运行	采用温控器单独控制封切刀温度，而其他动作依靠 PLC 完成。	采用温控器单独控制塑封箱温度，而其他动作依靠 PLC 完成。
注意事项	无需进行速度调整，工作速度主要取决于产品进入频率，其他不受影响。	无需速度调整，工作速度取决于产品进入频率，其它不受影响。	需要进行适当的速度调整，保证温度和速度产生良好匹配，保证包装效果，降低能耗。

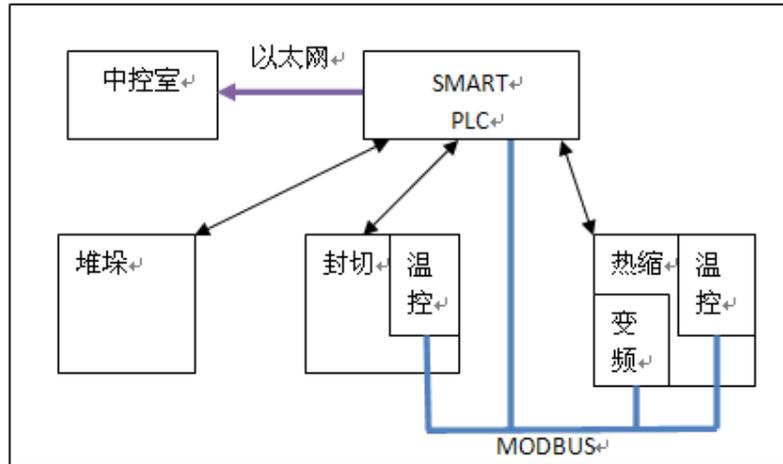
三、方案选型

1、控制方案设计

针对本系统的特点，动作控制频繁，但是点数并不多，所以采用集成了 IO 点的小型 PLC 较为合适。

而较为复杂的温度控制，交给专业的温控表来实现，即节约了 PLC 资源，又降低了设计难度，同时温控表还可兼做设置和显示，而目前很多温控表都集成了 MODBUS 协议，如果 PLC 也支持 MODBUS 协议则系统具备很强的扩展性，同时也可以 MODBUS 协议控制变频器的运行，这样就又省去了一些数字量和模拟量的点，使系统更加简洁。

另外，工厂设有中控室，可以监控生产线大部分设备，像包装这样的独立岗位，过去并未纳入中控范围，这造成了生产管理和统计方面的麻烦，如果能通过以太网进入中控室，则更加完善了中控室系统的功能。



2、IO 表设计及 PLC 选型

根据现场设备，汇总需要输入点 13 个，输出点 12 个，其中两个输出点为 220V 交流输出驱动接触器动作，所以选择继电器输出型的 PLC，根据 IO 点数要求，我们选择了 S7-200 SMART 系列的 SR40 型号 CPU，并根据需求设计了 IO 表。

输入 IO				输出 IO			
序号	名称	IO 地址	备注	序号	名称	IO 地址	备注
1	封切来板光电开关	I0.0		1	封切刀输送	Q0.0	220V~
2	放膜电机光电开关	I0.1		2	风机	Q0.1	220V~
3	封切延时光电开关	I0.2		3	电磁离合器	Q0.4	
4	现场急停 1	I0.3		4	放膜电机	Q0.5	
5	现场急停 2	I0.4		5	推包气缸 1	Q0.6	
6	封切刀手自动切换	I0.5		6	推包气缸 2	Q0.7	
7	封切刀加热	I0.6		7	封切刀动作	Q1.0	
8	封切刀动作	I0.7		8	封切加热指示	Q1.1	
9	封切刀输送	I1.0		9	热缩加热指示	Q1.2	
10	塑封机输送	I1.1		10	封切刀动作指示	Q1.3	
11	塑封机加热	I1.2		11	封切刀输送指示	Q1.4	
12	风机	I1.3		12	热缩输送指示	Q1.5	
13	联动启动	I1.4					

3、其它主要电气设备选型

另外选择了其他主要设备如下：

序号	名称	型号	数量	备注
1	变频器	安川 V1000	1	支持 MODBUS 通信
2	温控表	山武 SDC36	2	支持 MODBUS 通信

4、确定通讯方案

1) 上位机以太网通信方案

本工厂使用的上位机为亚控公司生产的组态王上位机组态软件,经过查找发现组态王已经更新了 SMART 系列 PLC 的驱动, 首先下载驱动安装试验, 确认可以使用组态王软件作为上位机监控软件, 具体情况如下:

驱动名称: S7 TCP.DLL

驱动版本: 60.1.24.30

更新日期: 2013.9.24

驱动备注: S7-200、S7-300、S7-400、S7-300&400 软冗余、S7-400 硬冗余, 支持 200Smart 协议、支持 Smart 和非 Smart 设备混用。

PLC 地址: 192.168.2.1:0

2)、MODBUS 通讯方案

①安川 V1000 变频器和山武 SDC36 温控表具有非常相似的指令结构,能够方便地接入系统。

从站地址	功能码	数据	故障检出
------	-----	----	------

其中功能码如下:

功能码 (16 进制)	功能
03H	读取存储寄存器内容
10H	向多个存储寄存器写入

②安川 V1000 变频器参数设置

NO.	名称	内容	MEMOBUS	备注
b1-01	频率指令选择 1	2: MEMOBUS 通信	180H	
b1-02	运行指令选择 1	2: MEMOBUS 通信	181H	
H5-01	站地址	1H	425H	
H5-02	通信速度	3:9600bps	426H	
H5-03	通信校验的选择	1: 偶校验	427H	
H5-04	检出通信故障后动作选择	0: 减速停止	428H	
H5-05	通讯超时故障 CE 是否有效	1: 有效	429H	
H5-06	通信等待时间	5ms	42AH	
H5-07	RTS 控制有/无	1: 有效	42BH	
H5-09	CE 检出时间	2.0s	435H	

H5-10	输出电压指令单位选择	0:0.1V	436H	
H5-11	通信的 ENTER 功能选择	1: 变更参数同时反映	43CH	
H5-12	运行指令方法的选择	0: FWD/STOP, REV/STOP 方式	43DH	

③山武 SDC36 温控表参数设置

通信种类: 2: MODBUS RTU 形式

机器地址: 2 和 3

传送速度: 1: 9600bps

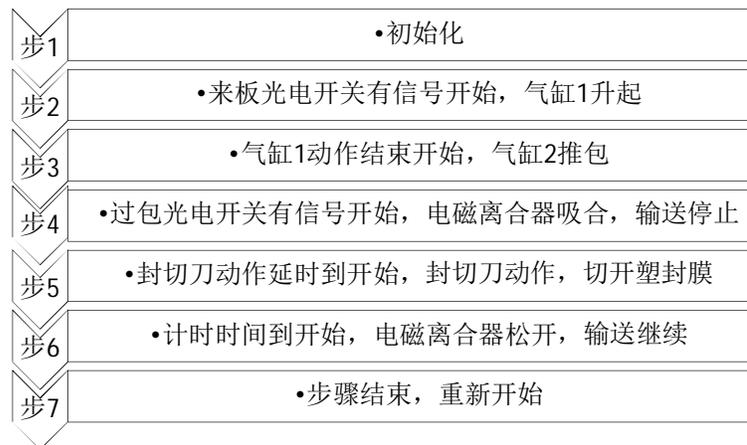
数据长度: 1: 8 位

校验形式: 0: 偶校验

四、编程与调试

1、IO 控制程序编程与调试

塑封膜包装线中封切工序的动作最为复杂, 而且各动作也存在着逻辑关系, 为了准确执行各封切动作, 这里采用了步进控制。



2、MODBUS 通信程序编程与调试

1) 命令数据内容:

①变频器启动命令: 01H、10H、00H、01H、00H、02H、04H、00H、01H、(2) (2) (1) (1)

②变频器停止命令: 01H、10H、00H、01H、00H、02H、04H、00H、00H、(2) (2) (1) (1)

③设定温度写入命令: 02H/03H、10H、23H、8EH、00H、01H、02H、(3) (3) (1) (1)

④温度读入命令: 02H/03H、03H、23H、8DH、00H、02H、(1) (1)

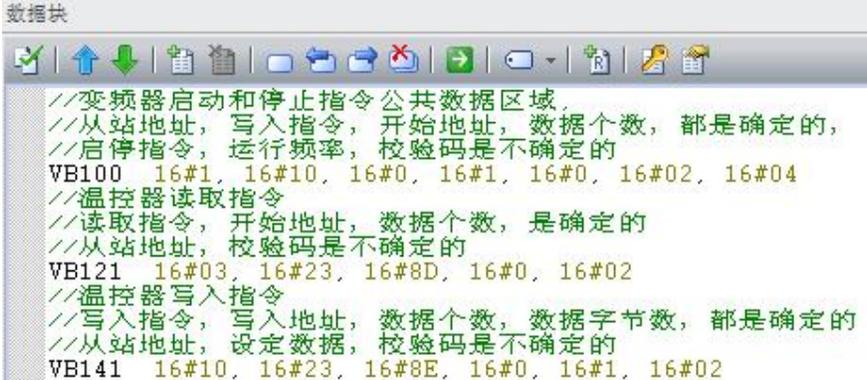
⑤温度读入返回: 02H/03H、03H、04H、(4) (4) (3) (3) (1) (1)

说明:

- (1): CRC-16 校验码
- (2): 频率值
- (3): 温度设定值
- (4) 温度测量值

2) 命令数据的获得方法:

- ①、有些命令数据时不改变的, 这些常量数据通过编写数据块获得



```
数据块
//变频器启动和停止指令公共数据区域
//从站地址, 写入指令, 开始地址, 数据个数, 都是确定的,
//启停指令, 运行频率, 校验码是不确定的
VB100 16#1, 16#10, 16#0, 16#1, 16#0, 16#02, 16#04
//温控器读取指令
//读取指令, 开始地址, 数据个数, 是确定的
//从站地址, 校验码是不确定的
VB121 16#03, 16#23, 16#8D, 16#0, 16#02
//温控器写入指令
//写入指令, 写入地址, 数据个数, 数据字节数, 都是确定的
//从站地址, 设定数据, 校验码是不确定的
VB141 16#10, 16#23, 16#8E, 16#0, 16#1, 16#02
```

- ②、CRC-16 校验码, 要在程序中编写 CRC 程序, 进行计算和比对
- ③、变频器的启停, 频率值, 温度设定值, 根据具体情况给相应地址赋值。

3) 通信程序编写

- ①、端口 0 初始化:

SMB30: 偶校验、8 位数据位、9600bps、自由口协议

SMB87: 不使用 SMB88 检测起始信息、不使用 SMB89 检测结束信息、使用 SMW90 检测空闲状态、使用内部字符定时器、当执行 SMW92 时终止接收、忽略终端条件检测起始信息

SMW90: 空闲线时间>5ms 接收信息为开始

SMW92: 定时器>5ms 停止接收信息

SMW94: 最大字节 50

- ②、通信指令:

通讯指令使用 XMT 和 RCV 指令进行数据的发送和接收。

每秒钟使用指令数据④读取一次温度的设定值和测量值, 如果要修改温度设定值, 可以使用指令③。

当有按下启动停止按钮时, 发送变频器启动指令①和停止指令②, 当修改频率指令时, 根

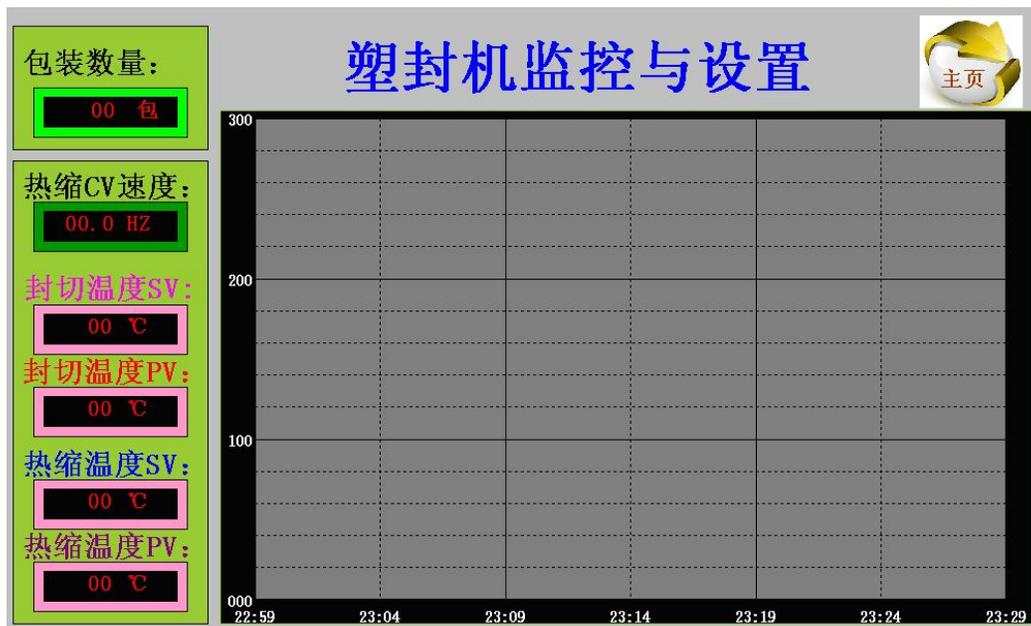
据当前的运行状态输出一次指令①或者②，并发送新的频率值。

3、上位机组态

上位机首先与 PLC 通过网线连接，然后在组态王软件中添加新设备。

上位机画面中监控封切和热缩温度并修改温度设定值，也可以修改热缩输送机的速度，并可显示当班的生产产量。

包装数量每班结束后记录产量，并清零。



五、项目心得体会

S7-200 SMART 麻雀虽小，五脏俱全，本次使用的 SR40 型号 CPU 的 PLC 进行系统设计和编程，整体感觉使用性能良好，很适合在系统点数要求不高的场合使用。与之前的控制系统相比，虽然控制点数上略有减少，但是本体集成的串口为通讯总线的建立提供了非常便利的条件，使得许多较为复杂的设备可以简单地与 PLC 连接，也使得 PLC 本身具有了可以扩展的特性。同时，最值得提出的是以太网口的集成，不但提高了通信的速度，而且使 SMART 系列 PLC 不仅能连接支持以太网口的 HMI，还能与上位机连接，这在小型机领域，确立了其在操作和监控方面具备了不同寻常的表现，也使得我们一直独立的包装系统与中控室之间有了真正的连接和监控。

作者简介

武高峰（1986-），男，电气工程及其自动化专业，长期从事自动化系统的设计开发工作。

参考文献

- 【1】 《数字显示调节器 SDC35/36 使用说明书 详细篇》，山武自动化仪表（上海）有限公司
- 【2】 《安川变频器 V1000 技术手册》，株式会社安川电机
- 【3】 《S7-200 SMART PLC 串口通信说明（图文并茂）》
- 【4】 《S7-200_SMART 系统手册》，西门子（中国）有限公司