

SIEMENS

SIEMENS

SIMATIC
S7-200 与 S7-300 应用论文集

SIMATIC S7-200 与 S7-300 应用论文集

2002.4



目 录

西门子 S7200 系列 PLC 在棉纺细纱机电气控制系统中的应用	1
西门子 S7200PLC 在剑杆织机电气控制系统中的应用	4
西门子 PLC、触摸屏和变频器在牵伸卷绕机上的应用	7
S7-200 在 FA218 梳棉机上的应用	9
西门子 S7-200PLC 在 FA709 并纱机上的应用	11
CPU226 系列 PLC 在假捻变形机上的应用	14
电子凸轮—适用于细纱机卷绕成形，满足高速落筒要求	17
火燃切割机速度跟踪控制	22
S7-200 在 W28Y-16C 数控立体弯管机上的应用	25
西门子 S7-200PLC 在“抽油泵泵体珩磨机”中的应用	28
S7-200 PLC 在自动扶梯中的应用	31
西门子可编程控制器在电梯远程监控系统中的应用	34
西门子 S7-200PLC 在提升机自动控制中的应用	36
S7-200 系列可编程控制器和 TD200 文本显示器 在大型塔式起重机电力矩保护及自动变速驱动控制系统中的应用	38
S7 200 在主动式波浪补偿起重机中的应用	44
西门子 S7-200 PLC 在镍网镀槽中的应用	48
西门子 S7-200 PLC 在新型电除尘器电磁振打控制中的应用	52
西门子 S7-200 可编程序控制器在冶金除尘系统中的应用	55
采用 SIMATIC S7-200PLC 及扩展模块提高铝连铸连轧生产线自动化技术水平	59
西门子 S7-200 PLC 在铝电解工业控制中的应用	62
S7-200 在柴油机电站自动控制中的应用	70
用西门子 S7-200 可编程序控制器设计无功功率自动补偿控制器设计方案	72
可编程控制器 S7200 在直流屏中的应用	76
西门子 S7-200 在多台水泵循环工作中的应用	78
S7-200PLC 在铁路供水系统中的应用	80
S7200PLC 在无人抄表系统中的应用	83
配料自动控制系统	89
S7-200 系列 PLC 在动态计量领域的应用	92
S7200 在道路灯光控制系统中的应用——浦东国际机场主进场路道路照明控制系统	95
西门子 S7-200 系列 PLC 在机场助航灯光系统中的应用	99
S7-200 在模块式空调机中的应用	102
S7-200 在浇模型冰淇淋生产线上的应用	106
基于 PLC 的烘丝机电控系统设计与实现	110
西门子 S7-200PLC 在谷物冷却机上的应用	115
可编程控制器在德黑兰地铁车辆轴承清洗机中的应用	118

S7-200 在调频广播发射机上的应用	121
应用 S7-200 控制真空烘干炉	127
基于 MODBUS 协议 PLC 通信的模块化实现	130
用 S7-300 实现 K2511A-FD 牵伸卷绕机的机电一体化	135
西门子 S7-300PLC 在油墨配料系统中的应用	137
西门子 S7-300 PLC 在唐钢连铸电气控制系统中的应用	141
S7-300 在新钢 70 吨电炉脉冲除尘器的应用	146
SIMATIC S7-300 PLC 在宜宾水厂自动控制系统中的应用	151
基于西门子 SIMATIC S7-300 的注模工业机器人控制系统	157

西门子 S7200 系列 PLC 在 棉纺细纱机电气控制系统的应用

刘 君

FA506 细纱机性能优良、操作方便，机电一体化程度高，具备：纺纱参数设定、显示、纺纱过程自动控制、定长落纱、锭子速度曲线控制等功能。可按设定条件对纺纱过程的锭速、牵伸倍数、细纱号数、捻度等进行计算并自动显示，并依据机上各部分传感器自动协调控制。特别是定长落纱和自动落纱，大大降低操作者劳动强度；锭子曲线控制提高了纱线的质量和保证了纱锭成型，提高了全机的产量。

一、系统概述

FA506 细纱机电气控制系统具备了纺纱过程所需的自动开车、钢领板自动升降、中途停车后自动跟踪开车、自动落纱、自动留头等功能外，还能设定显示纺丝的工艺参数，实现定长落纱和锭子速度曲线控制以及班产累计等功能。电气控制系统包括：传动部分、数据检测部分、三自动检测部分、变频器锭子速度曲线控制、可编程控制器部分、TD200 单元及数字通讯控制部分。

二、系统硬件

1. 传动部分：

包括主电机、吸风电机、钢领板升降电机、自动润滑装置、自动清洁装置、变频器、落纱电源、各种开关等。

2. 数据检测部分：

该部分由主轴、前罗拉、后罗拉传感器组成。功能为自动检测纺纱过程中主轴、前后罗拉的运行数据，为计算班产、锭速、牵伸倍数、细纱号数、捻度等工艺参数以及为锭子速度曲线控制提供数据。

3. 三自动检测部分：

该部分由关主电机、下钢领板、刹车传感器构成。其作用为当落纱开始后能自动适位停车，自动留头，为重新开车降低断头创造条件。

4. 变频器锭子速度控制：

该部分由变频器、锭子传动部分、主电机构成。其作用是变频器依据 PLC 传输的锭子速度控制曲线自动调整锭子运行，提高纱线质量和产量。

5. 可编程控制器部分：

该部分由西门子 S7216 主机构成，完成全机开关量输入、数据检测以及计算和过程控制，实现纺纱过程自动化和对机器运行情况进行监控。

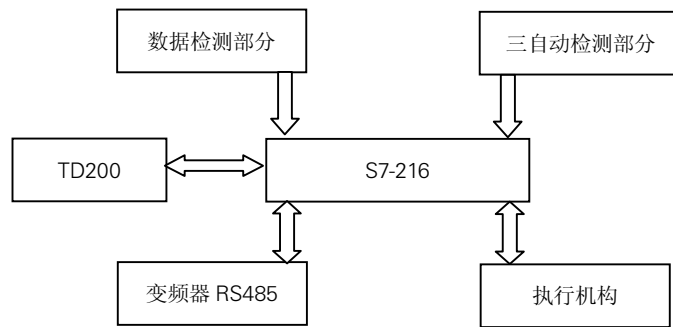
6. TD200 参数设定显示单元：

TD200 与 PLC 之间以 PPI 协议通讯，完成纺纱过程工艺参数显示设定，可直接设定锭子运行曲线，实现控制柔性化。

7. 数字通讯部分：

该部分由 PLC 的 Port0、Port1 口、TD200 和变频器的 RS485 部分构成，Port0 口与 TD200 以 PDI 协议

通讯完成参数设定显示，Port1 口与变频器的 RS485 以自由口协议通讯完成锭子运行曲线控制，数字通讯高精度、高可靠性和低成本极大地提高了机器性能比和市场竞争能力。



系统结构框图

三、系统软件

FA506 细纱机电气控制系统软件分为：控制部分、参数设定显示部分、计算采样部分、数字通讯部分和锭子运行曲线部分。

1. 控制部分：

为软件主程序部分，主要依据系统开关量和传感器的输入完成纺纱过程自动控制。

2. 参数设定显示部分：

主要依据 TD200 配置完成参数设定显示菜单，共计设计菜单画面 44 幅，完成总产、班产累计显示、换班设定、锭子速度、前罗拉速度、牵伸倍数、捻度、千锭小时产量、细纱号数等参数显示，以及 23 幅参数设置画面，可完成参数的设定、错误设置提示等功能，共编辑系统键 5 个共 8 组。其功能为：

- | | | | |
|----------------|-----------|----------------|-----------|
| F1: A 班班产 | F2: B 班班产 | F3: C 班班产 | F4: D 班班产 |
| SHIFT+F1: 总产显示 | | SHIFT+F2: 换班设定 | |
| SHIFT+F3: 参数显示 | | SHIFT+F4: 参数设定 | |

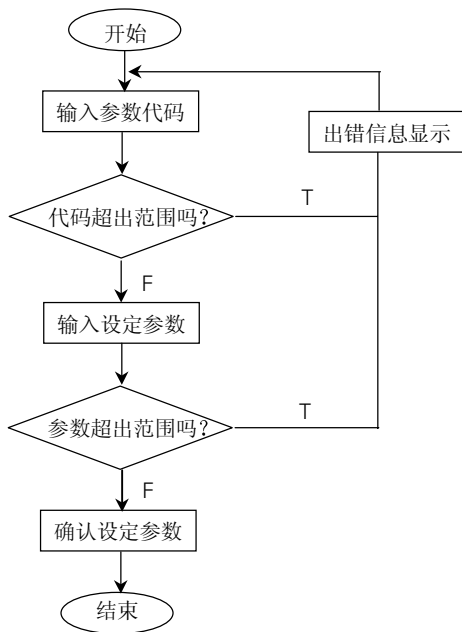
其中参数设定菜单程序结构框图如下。

3. 计算采样部分：

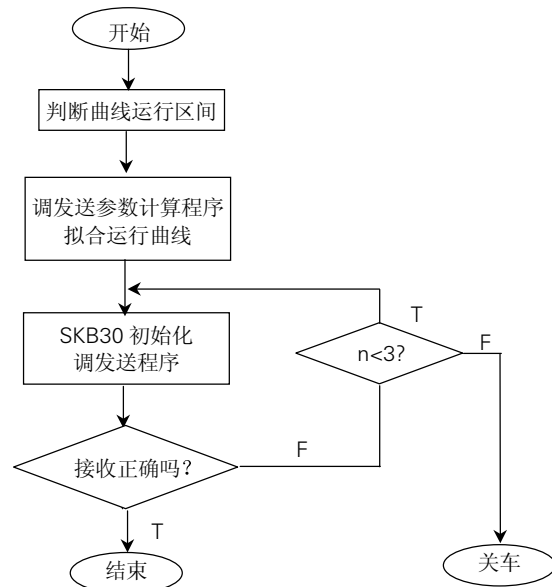
主要依据主轴、前罗拉、后罗拉数据检测传感器采样结果以及设计参数完成系统计算，用以完成各类显示参数的计算及定长落纱等功能。

4. 数字通讯部分和锭子运行曲线部分：

主要采用自由口通讯协议完成与变频器的数据传输。SMB30 自由口通讯控制寄存器设置为自由口通讯方式后程序通过接收中断和发出中断以及发送指令 XMT 控制通讯口的操作。在自由口通信方式下通信方式由程序梯形图控制。SMB30 还定义了波特率、校验方式和数据长度。为了使锭子运行曲线平滑，在设定的点与点之间采用数学建模的方法拟合发送参数，该部分程序框图如下：



参数设置程序框图



参数发送程序框图

四、数字通讯应用特点

该控制系统最大特点是应用数字通讯方式完成 TD200 与 PLC 以及 PLC 与变频器之间的数据传输。以往我们进行锭子速度曲线控制时只能选用模拟量来控制变频器运行，这样增加硬件成本且控制精度较低。采用数字通讯后，由于介质为 RS485，所以硬件仅为 一根屏蔽线，且抗干扰能力增强，为实现联网传输控制参数提供了条件，降低了控制成本。数字通讯要求软件设计严谨，软件编制达 5K。

五、应用效果

FA506 型细纱机控制系统前身采用 PLC 开关量控制和外协参数仪构成，全机控制精度低，可靠性和抗干扰性能差，系统成本较高。采用西门子 S7200 系列 PLC 构成控制系统后，全机控制采取数字通讯方式，控制精度高，可靠性和抗干扰性能较优，利用“提高软件设计水平来降低硬件投入”原则，极大降低了系统成本，单机实现成本降低达控制系统的 10%左右，极大提高了产品盈利能力，从 97 年以来公司累计生产达 2000 多台。由于其优异的性能被中国纺机总公司列为 99 年 30 万锭出口项目棉纺细纱唯一入选机型，产品性能达到国际水平，深受国内外用户欢迎，市场前景十分广阔。

西门子 S7200PLC 在剑杆织机电气控制系统中的应用

李增润 程芝芳 韩宝利

G1724A 剑杆织机性能优良，结构紧凑，操作方便，自动化程度高；具有断经断纬自动定位停车，自动寻纬，电子选色选纬和电子多臂等功能，可按设定条件对织机的运行、停止、送经、送纬、自动寻纬、棕框动作等进行灵敏准确地监测和控制，以保证织机各部分协调可靠地工作，为提高织造质量和减轻操作者的劳动强度创造了条件。

一、系统要求

G1724A 型剑杆织机电气控制系统除具有一般中档剑杆织机的电子选色选纬、断经断纬自动停车等功能外，还增加了电子多臂控制功能；此外，还能设定显示织机的织布工艺参数，实现机器的定长落布和班产累计等功能。为实现所有这些功能，整个电气控制系统包括：电源控制部分、纬纱检测部分、经纱检测部分、离合制动部分、可编程控制器部分、GP 触摸屏单元部分。

二、硬件配置

1. 电源控制部分

该部分包括 380V/220V、140VA/24V、20VA，380V/（100、150、200）V、110VA/60V、100VA/22V、90VA 两个变压器及 24V 开关电源、各种开关等。

2. 纬纱检测部分

该部分由探纬器、纬纱信号处理板及纬选传感器组成。其功能为：当纬纱经过探纬器时，探纬器检测纬纱的状态，并将纬纱状态转化为 0~6mA 的模拟信号，输入到纬纱信号处理板；同时，纬选传感器也将一检测信号输入到纬纱信号处理板；纬纱信号处理板将这两个信号整形，放大，并加以比较，从而判断出纬纱是无纬、单纬还是多纬，并将判断结果信号送给可编程控制器；这一信号与装在织机右前方的纬断定位停车开关的信号组合后发出停车信号，使织机在 305° 至 312° 定位停车。

3. 经纱检测部分

该部分包括停经片、经断定位停车开关等。经断时，停经片将断经检测电路接通，发出断经信号给可编程控制器，此信号与装在织机右前方的经断定位停车开关发出的信号经可编程控制器逻辑处理后送出停车信号，使织机在最大 320° 定位停车（使用防开车痕装置），如果不使用防开车痕装置，则停机位置可能是 313° 至 320°，也可能是 5° 至 20°。

4. 离合制动部分

该部分由离合器、制动器及离合制动电路板等组成，能够实现离合器、制动器的得失电控制，此外，离合制动电路板还负责给选纬器提供+24V 电源。

5. 可编程控制部分

该部分由西门子 PLC216 主机和三块扩展模块组成，进行全机开关量输入、输出的控制，输入及输出总的点数共计 64 点，其中输入点数为 32 点，输出点数 32 点，实现织机的手动/自动启停、点动/自动开车，手动/自动找纬，适位停车、电子选色选纬及电子多臂等功能，并对全机进行自动监控。

6. GP 触摸屏单元

选用面向现代化工业控制的触摸式显示器 GP，与 PLC 之间以通讯形式进行各种织布工艺参数的显示、设定，尤其是可直接设定电子选色选纬和电子多臂所需的各种工艺参数，取代传统的纹板选色和机械多臂功能，实现了柔性化，操作方便、快捷。

三、软件的编制

G1724A 型剑杆织机的自动化水平较以往织机有较大提高，主要体现在实现了电子选色选纬、电子多臂功能和自动找纬功能。

1. 电子选色选纬

当织物花样编制完成后（有关参数通过在 GP 显示屏上设定保存），选纬器执行机构的动作顺序也就确定了。安装在织机上的选色传感器 1 和选色传感器 2 结合产生选色控制信号和纬数管理信息。

当织机正转时，两个传感器信号如图 1 所示：

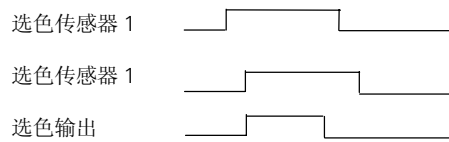


图 1 选色传感器正转信号示意图

织机每正转一周，纬纱计数加一，纬数和色号将根据编程内容作正向调整。

当织机反转时，两个传感器信号如图 2 所示：

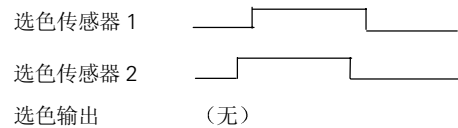
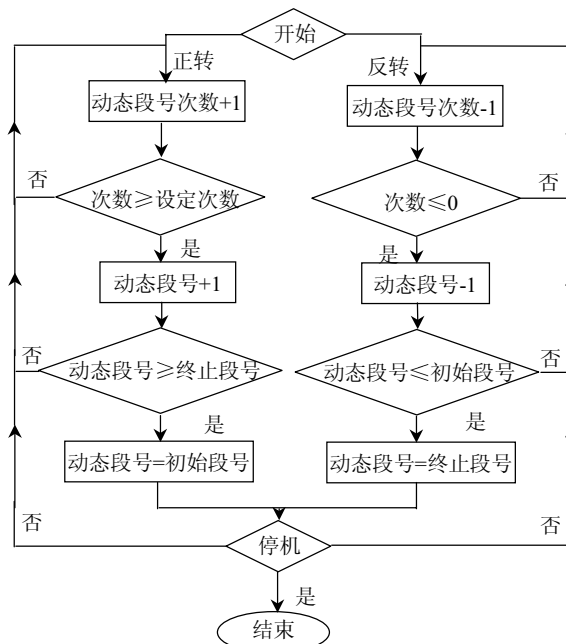


图 2 选色传感器反转信号示意图

织机每反转一周，纬纱计数减一，纬数和色号将根据编程内容作反向调整。

电子选色选纬流程图如图 3 所示。



2. 电子多臂

在 GP 显示屏上输入棕框动作数据，程序根据安装在多臂机上的两个传感器 C1、C2 完成棕框的动作。两个传感器的时序图如图 4 所示：

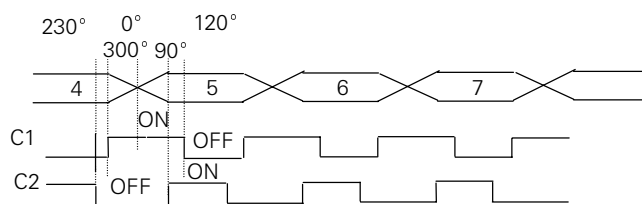


图 4 电子多臂传感器时序图

程序中判断织机正反转两种不同情况，结合两个传感器信号，通过 PLC 给电子多臂的电磁铁提供输出，以控制棕框的动作满足织造要求。

电子多臂的时序图如图 5 所示。

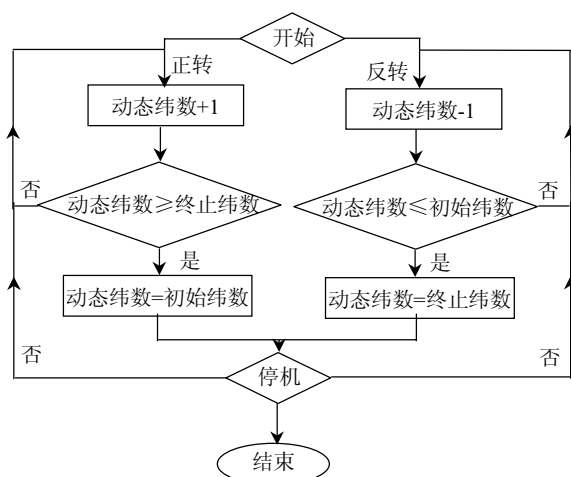


图 5 电子多臂流程图

四、应用特点

在程序的编制过程中，我们充分发挥了西门子 PLC 的软件强大功能和丰富的指令如地址指针的概念及其累加器 AC0、AC1、AC2、AC3，进行直接寻址和间接寻址，很好地解决了 GP 画面数量不足和数据处理的问题，实现了电子选色选纬功能和电子多臂功能，其中电子选色选纬的画面为 1100 幅，其中电子多臂的画面为 1100 幅；此外，我们还应用了西门子 PLC 的强大通讯协议——PPI 协议，很好地解决了 PLC 和 GP 之间的通讯问题，使得两台设备之间的通讯如此简单地就可实现，只需通讯线一根和软件加以设定即可；我们还充分应用了西门子 PLC 的软件的各种灵活多样的指令设计出了一个模块化、结构化的程序，使得程序具有良好的可读性、可移植性、可维护性；同时，通过合理的程序设计使得程序具有良好的实时性，解决了由于程序容量较大带来的系统实时控制的困难，程序容量为 6.5K。

五、应用效果

目前 G1724A 型剑杆织机已形成批量生产，电子选色选纬和电子多臂控制均由自己设计，成本低，且操作界面友好，实际表明，以西门子 PLC 为核心控制的剑杆织机电气系统，运行稳定、可靠，具有较高的机电一体化水平，深受用户欢迎，具有广阔的市场前景。

西门子 PLC、触摸屏和变频器在牵伸卷绕机上的应用

杨德明 曲晓明

KJKV528 型牵伸卷绕机集机、电、气、仪于一身，具有高纺速、大卷装、人机对话友好、纺丝工艺弹性化等特点，是一台自动化程度非常高的新机型。

一、全机技术要求

该机为双面纺丝型，由 24 节 144 锭组成。在机械设计上，针对目前化纤厂纺丝多品种、小批量，变化工艺频繁的特点，取消传统的车头箱齿轮传动，首次采用单轴单控的无级变速传动技术，即全机的罗拉、热盘、冷盘、摩擦辊等传动部件按左、右侧分别由 8 台同步电机传动，左、右槽筒各由一台异步电机传动。根据以上要求，电气控制系统应具备以下功能：

1. 控制全机程序动作，包括开车、关车、满管自停、报警自停等；
2. 具备人机对话功能：能够设置和显示工艺参数，并能根据工艺的要求在触摸屏上修改纺丝工艺参数；
3. 全机中 PLC（可编控制器），触摸屏及十个变频器进行网络通信，这样使设计更为简捷，在编制纺丝工艺时更为柔性化；
4. 由于变频器采用三角波控制，使丝饼成型具有防叠丝功能。

二、硬件配置

根据设计要求，综合机器的先进性、可靠性和成本因素，硬件采用了如下配置：

1. 人机对话界面采用带 RS485 通讯口的西门子 TP27 触摸显示屏；
2. 无级调速装置选用分辨率为 0.01HZ 的 MMV 型西门子变频器，可使电机的转速精确达到 0.3rpm，从而使牵伸倍数和卷绕张力的误差控制在 0.2% 以内。
3. 控制核心选用西门子 S7-216CPU 型 PLC 及 EM232 模拟输出模块，由于 CPU216 具有 2 组通讯口，因此 PLC 与触摸屏、变频器三者之间采用网络通讯可简化硬件结构，节约成本，充分保证系统的可靠运行。

三、编程

系统采用网络通讯模式，故选用 CPU216 作上位机，10 台变频器作下位机，网络间的站址分配为：TP27 站址为 1，PLC 站址为 2，左、右罗拉变频器站址分别为 3、4，左、右热盘变频器站址为 5、6，左、右冷盘站址为 7、8，左、右摩擦辊站址为 9、10，左、右槽筒站址为 11、12，使 PLC 和变频器之间建立上、下位机关系。CPU216 的一组通讯口以 USS 协议与变频器进行通讯，另一通讯口与触摸显示屏进行点对点（PPI）通讯。在实际操作时，工艺参数由触摸屏键入并通讯进入 PLC 进行工艺运算，PLC 将计算结果按站址传输给各台变频器和 EM232 模拟模块，EM232 将 PLC 输入的数据转换成三角波模拟电流，输入给 2 台槽筒变频器，从而产生防叠丝干扰频率。

1. 人机界面

人机对话界面是用户设定工艺参数的关键，在系统中共有 4 组主菜单，分别为“系统管理”、“参数设定”、“状态显示”、“帮助信息”。

- (1) “系统管理”是出于工艺的保密性和系统的安全性而设置的口令体系，以防止非法操作；

(2) “参数设定”即工艺参数的设定，分左、右侧，包括纺丝速度、预牵伸比、主牵伸经、松弛比、槽筒转速、调幅量、调幅周期、满管时间、关车方式选择、工艺配方存储等工艺参数；

(3) “状态显示”画面显示机器运行时各变频器的频率和故障报警信息；

(4) “帮助信息”是供用户解决问题用的，选择这组菜单，用户可得到“报警信息”的解决方法。

2. 网络通讯

当系统上电后，PLC 首先判断网络中的 TP27 是否存在并与之产生通讯，通讯成功，则 PLC 依次尝试对本网络中站址为 3~12 的十台变频器进行通讯，并且将每台变频器与 PLC 通讯的结果显示出来。当硬件检测成功后，触摸屏上给出“系统检测成功，允许启动”提示；否则给出相应错误及“系统检测未成功，禁止启动”提示。用户可按“帮助”按钮得到更具体的信息（包括怎样排除故障）。

在开车纺丝前，工艺员应正确设定“参数设定”菜单中的所有参数。“参数设定”画面采用口令保护，非该口令持有人员将无法进入此画面。出于用户系统的安全、可靠性考虑，“参数设定”画面中的参数只有在系统停止运行时才允许用户进行修改，在系统处于运行状态时，“参数设定”画面中的参数将被锁定，禁止修改。

3. 子程序

(1) 满管长度

根据“参数设定”菜单设定的“旦数”、“卷重”、“纺丝速度”数值，PLC 进行满管长度的计算，然后将计算结果送入显示缓冲区进行显示，同时送入长度存储单元作为 CPU216 满管控制用。当机器开车纺丝时，PLC 即开始计算纺丝的长度，当计算的满管长度到达后，PLC 将产生停机信号，关闭系统。

(2) “软件三角波”功能

在纺丝卷绕过程中，筒子表面后一层丝圈叠压在前一层丝圈，形成叠丝，严重影响丝饼质量。为了解决叠丝问题，需在槽筒运行的速度上叠加一个扰动速度，扰动速度是以三角波形式变化的，通过软件控制 EM232 输出三角波电流叠加于变频器的模拟量输入口 1 而实现。三角波的幅度和周期是可以改变的，一般情况下，其变化幅度为槽筒速度的 1~5%，变化周期为 15~30S。

四、使用变频器时应注意的问题

1. 三角波模拟电流是输入给槽筒变频器的模拟量输入口 1 的，因此必须结合实际运行情况，设定变频器的参数 P021~P024。

2. 西门子变频器对输入的电机技术参数要求非常严格，在电机运行前，必须正确设定电机的技术参数，且应进行自动测定（P088=1），否则会导致电机运行不稳定，甚至损坏元器件。

五、结束语

在使用变频器 PLC 方面，我们已经有多年的经验，但 PLC（可编控制器），触摸屏及十个变频器进行网络通信是一个难点。我们经过调研、咨询后，采用了西门子 S7-200PLC 作为控制部分的核心，其构成为 CPU216 的一组通讯口以 USS 协议与变频器进行通讯，另一通讯口与触摸显示屏进行点对点（PPI）通讯。工艺参数由触摸屏键入并通讯进入 PLC 进行工艺运算，PLC 将计算结果按站址传输给各台变频器和 EM232 模拟模块，EM232 将 PLC 输入的数据转换成三角波模拟电流，输入给 2 台槽筒变频器，从而产生防叠丝干扰频率。

目前，第一台 KJKV528-24S 牵伸卷绕机已在上海金山石化研究所安装并一次开车纺丝成功。由此可见，西门子触摸屏、PLC 及变频器网络通讯控制技术，性能可靠，控制精确，人机对话友好，很值得在其它控制领域大力推广和应用。

S7-200 在 FA218 梳棉机上的应用

赵文寿

1. 概况

FA218 高产梳棉机是我厂为清梳联配套的关键设备。采用触摸屏为人机界面，由于采用了西门子 S7-200 系列 PLC 可编程控制器为控制系统，以电动机和变频器为主要控制对象，具有操作简单，控制可靠，维护方便，项目开发速度快，性能价格比高等优点，因而具有很强的市场竞争力。

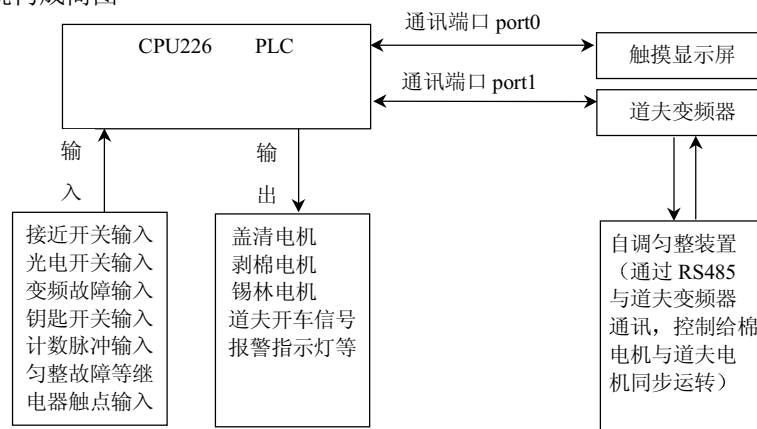
2. 系统要求

FA218 高产梳棉机具有断条自停、满桶自停、刺辊失速自停和堵管自停等控制功能，通过触摸显示屏，可以实时监控梳棉机的运行状态，以及当前定长、条速、产量、刺辊速度等工作参数的显示。通过触摸显示屏，可以进行棉纺工艺参数的设定，包括工作班次的设定，刺辊速度的预置，每米条重设定，满桶报警和预报警长度的设定，以及对各班产量清零等操作。道夫速度的控制则通过触摸显示屏设定后，采用 PLC 的自由口通讯模式与道夫变频器通讯，控制道夫变频器运行频率及其动作逻辑。

3. 硬件配置

控制系统需要两个脉冲计数器分别对刺辊转速和出条速度进行高速计数，它们共占用 CPU226 PLC 的 I0.6 和 I1.2 两个输入点，加上其它限位开关输入共需 17 个输入点，输出点共需 10 个。同时，触摸显示屏和道夫变频器与 PLC 通讯各需一个通讯口，PLC 控制系统选用 6ES7216-2BD21-0XB0 CPU。

电气控制系统构成简图



4. 软件的编制

4.1 系统上电初始化

系统上电后，在 PLC 第一个扫描周期内分别对工作参数、时钟中断 1、高速计数器 HC1（刺辊测速计数）和 HC2（定长计数）及对通讯端口 port1 和通讯收发用的数据缓冲器参数进行初始化。

4.2 工作参数的设定

在触摸屏的工作参数设定画面里进行工作班次、刺辊预置速度、满桶定长、定长预报警和棉条每米条重等参数的输入设定，上述参数存入 PLC 相应的数据寄存器。

4.3 刺辊速度和出条速度等工作参数的检测与计算

刺辊测速脉冲和定长计数脉冲分别由高速计数器 HC1 和 HC2 进行高速计数，同时，当 250 毫秒时钟中断 1 每产生四次中断（即 $250 \text{ 毫秒} \times 4 = 1 \text{ 秒}$ ）时，在中断程序中读取 HC1 和 HC2 的计数值后，即可计算刺辊速度和出条速度参数。同时，在 PLC 每个扫描周期中，根据高速计数器 HC1 和 HC2 的值，即可计算棉条长度，产量等工作参数并在显示屏上显示。由于 CPU226 PLC 具有浮点运算功能，因而计算结果和控制具有很高的精度。

4.4 PLC 与道夫变频器的通讯

PLC 与道夫变频器采用自由口通讯模式通讯，控制道夫变频器运行频率及其动作逻辑。该功能由发送控制命令字符串子程序和接收字符中断程序完成，在 PLC 发送控制命令字符串通讯时，均回读变频器状态，以检查通讯发送是否正确完成；在发生通讯出错时，系统可以有 3 次通讯重试次数，从而确保系统安全与可靠的运行。

5. 总结

由于 FA218 高产梳棉机采用触摸显示屏为人机界面，西门子 CPU226 PLC 可编程控制器为控制系统，系统具有操作简单，控制可靠，性能价格比高等优点，现已批量投产进入市场，满足了用户需求，深受用户好评。

西门子 S7-200PLC 在 FA709 并纱机上的应用

赵晋芬

一、控制要求概述

FA709 是一种新型的单锭单电机并纱机，每个锭位单独由一台电机驱动其独立的卷绕及横动成形装置，把 3 根纱并成 1 股卷绕成筒。要求每锭电机单独起动运转单独停止并制动，对每一锭进行单独测速、计长、断头自停、满管自停，每一锭的并纱速度、计长等数据要显示出来，对每一锭能进行参数设定、清零等等。另外，还要四班转换计产，单锭开车与自动开车的选择转换。为了改善成形还要求 4 动程修正的软边控制和防重叠控制。

二、硬件设计

单锭单电机的控制特点决定了这种并纱机的电气控制量大面广、布线繁杂，因而电气结构设计就显得尤为重要。如果采用传统的集中控制，把所有的电气元件都安装在一个电气箱里，这样的电气箱必定十分庞大。每一锭都有多股导线与电气箱连接，全机的走线数量就相当可观，这会给安装、调试、维修带来不便。鉴于这种分析，我们采用分布式控制、集中屏幕显示的模式，成功地解决了这些矛盾。

根据并纱机 4 锭为一节的结构特征，我们把 4 锭作为一个单元，配置一个可编程控制器（PLC），对每锭的输入输出信号进行控制并采集处理每锭的纺纱数据。每锭的数据则采用屏幕集中显示的方式，各 PLC 之间通过串行通讯，把每锭的数据传输到显示屏里进行显示。第一节里的 PLC 选用 216 作主机，其余各节均用 214 作从机。主机还与显示屏通讯，通过操作显示屏，向主机传输各种命令，主机根据命令再与各从机交换信息，从而完成人机对话。

系统结构如图 1 所示：

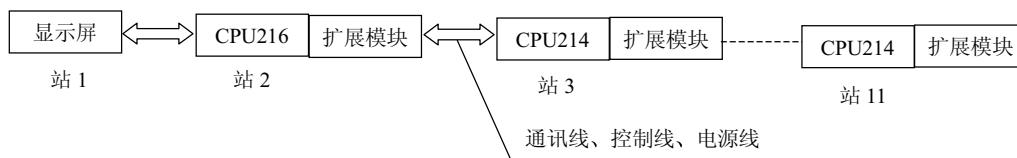


图 1

每一锭的电路原理如图 2 所示。

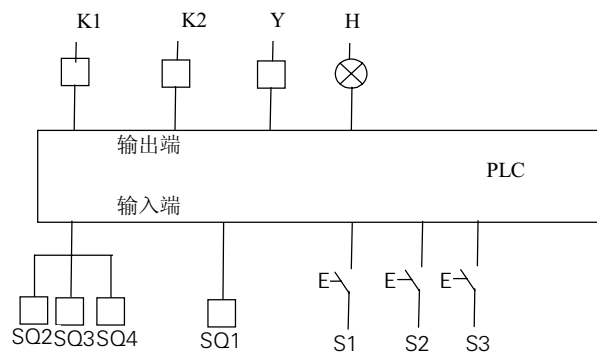


图 2

SQ1: 速度传感器, 用来检测并纱速度及计长。

SQ2~SQ4: 探纱传感器。并纱机最多可并 3 股纱, 其中有一股断头就必须停车, 因此共需 3 只传感器, 它们的输出端并联后输入 PLC。

S1: 单锭开车按钮。

S2: 单锭停车按钮。

S3: 单锭清零按钮。

K1: 单锭电机的电源开关。

K2: 单锭电机的制动电源开关。

Y: 切纱器, 发生断头时将其余未断纱切断。

H: 指示灯, 闪烁时作断头指示, 常亮为满筒指示

每锭占用 5 个输入点, 4 个输出点, 4 锭共计 20 个输入点, 16 个输出点, 配置 1 个 PLC 和 1 个 8 输入 8 输出的扩展模块, 全机 40 锭, 共用 10 个 PLC 和 10 个扩展模块, 输入输出共计 360 点, 10 个 PLC, 1 个显示屏组成 PPI 的通讯网络。

三、软件设计

随着电子技术的不断发展, PLC 也在更新换代。西门子 S7-200PLC 完全具备了单片机的功能, 控制、数据处理、通讯、指令执行速度等都可与单片机相媲美, 因此在设计中, 可以充分发挥软件的作用, 以节省硬件资源。

系统软件大体分为三个部分: 控制、数据处理、通讯。控制程序比较直观, 它是根据 PLC 输入输出的配置情况及其逻辑关系编制出来的, 其中 4 动程修正的软边功能和防重叠功能, 就是充分发挥软件优势而实现的。

数据处理程序比较复杂, 每锭都要检测并纱速度, 累计并纱长度、监测比较落纱长度及记录班产, 速度传感器 SQ1 就是测速、计长的信号源。由于并纱速度快, 速度传感器发出的信号频率很高, 所以 PLC 采用中断方式进行采集。每当中断程序里计满 10 个脉冲时, 便在主程序里根据数学模型计算、累加一次长度。累加够 10 米时刷新一次内存, 同时在显示屏上递增 10 米。并纱速度一般在 600 米/分左右, 合 1 秒钟 10 米, 也就是说显示屏大约 1 秒钟变换一次长度, 看起来比较舒服。并纱速度是用定时法检测的, 时间定为 1 秒, 即 1 秒钟取 1 次中断程序里对 SQ1 的脉冲计数, 经计算、转换得出并纱速度, 它也是 1 秒钟刷新 1 次。把全机各锭计长相加作为班产, 每千米刷新 1 次。

PLC 之间进行通讯是一个新的课题。我们采用的是分散采集处理数据, 集中屏幕显示的结构模式, 因此各 PLC 里的数据都必须经通讯传输到显示屏里才能进行显示, 而且人机对话也在显示屏上进行, 各种操作命令、设定参数也要用通讯下达给各 PLC。因此, 通讯是关键, 在 FA709 并纱机里, 我们之所以选用西门子 S7-200PLC, 就是因为它具有性能良好、使用方便的通讯功能, 否则, 我们的设计方案将难以实现。在通讯网络里, 每个 PLC 构成一个通讯站, 使用一个站号。选用第一节里的 PLC 作为主机, 其余各 PLC 均为从机, 构成点对点 (PPI) 的串行通讯模式, 主机 PLC 还与显示屏进行 1 对 1 的通讯。当要显示某一数据时, 例如显示某锭的并纱长度, 把锭号从显示屏输入到主机, 主机根据锭号计算出该锭所在 PLC 的站号, 然后与其通讯, 将其存储器中的长度数据读到主机中来, 尔后显示屏与主机通讯, 把数据传输到显示屏里并显示出来, 这样就完成了一次数据的传输与显示。如果不进行其他操作, 需要一直显示这锭长度, 那么主机就不间断地与该站进行通讯, 把该锭的即时长度读入主机并刷新显示屏, 显示屏上显示的就是每 10 米递增 1 次的即时并纱长度。对于设定参数, 在设定完成时, 主机将自动与各 PLC 通讯, 把设定数据及时传递过去。

考虑到通讯程序大、种类多的特点, 我们根据数据的类型、数据的传输方向, 把通讯程序进行分类, 编成若干不同的子程序, 供通讯时调用, 使这部分程序简洁使实用, 可读性好。并纱机主机整个程序长度约为 5.5K

字节，从机程序约为 2.4K 字节。

四、结束语

单锭单电机式的纺织机械是人们向往已久的产品，西门子 S7-200PLC 这一高科技的电子产品使它成为现实。这种富有创意的设计为精确的数字化控制与智能化管理提供了条件，使我们的并纱机登上一个新台阶，在世界处于领先地位。

CPU226 系列 PLC 在假捻变形机上的应用

刘炎斌

概述

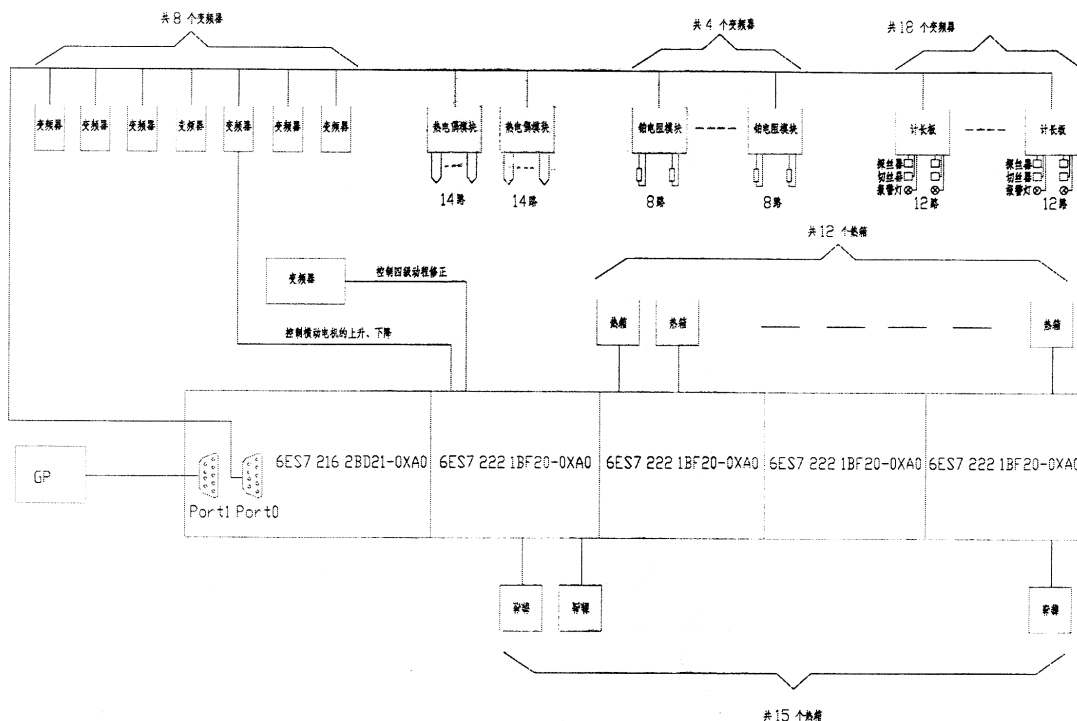
JWFK6-10 型新型假捻变形机是在继承 FK6-900 型高速弹力丝机优点的基础上进一步提高纺丝速度，增加单机产量，降低生产成本，减少劳动用工和能源消耗而设计的，其纺丝速度为 1000 米。主要工艺过程是：喂丝 上热箱加热 假捻 下热箱加热定型 上油 卷绕。在卷绕的过程中还要加上防迭和防硬边功能，以及对每一锭具有计长功能。

1. 系统要求

JWFK6-10 型假捻变形机全机 216 锭，由 9 节组成，每节 24 锭，左右侧各 12 锭。要求高精度控制各 W1、W2、W3、W4 罗拉及磨擦盘的转速，对横动电机的控制要有三角波，卷绕要有四级动程修正。控制 27 个热箱，使其精度在 $\pm 1\% \text{ } ^\circ\text{C}$ 。在计长方面要求有定长定重设定，每锭有单独计长，断头停计清零，满管报警。在屏幕上设定和显示工艺、温度、每锭重量及故障报警等。

2. 硬件配置

根据 JWFK6-10 型新型假捻变形机的工艺要求，电气控制上，采用西门子 S7-200PLC (6ES7-216BD21-0XB0) 为主机以及四个晶体管输出的扩展模块 (6ES7-222-1BF20-0XA0)，分别对十台变频器、四个 HMA 铂电阻采集模块、两个 RM410 热电偶采集模块、十八个计长板 (12 锭 \times 18 = 216 锭)、二十七个加热器以及其他一些电器设备进行控制，显示器采用 TP-27-10 触摸屏人机界面。



3. 软件编制

3.1 数据的传输

系统采用一台 CPU226 和一台 TP-27-10 触摸屏与其他设备进行数字通讯，即从显示器输入工艺参数，由 TP 经 Port1 口传给 PLC，PLC 通过计算，在由 Port0 口将数据发送给各个变频器和计长板来控制电机转速和满管报警时间。在从变频器、HMA 铂电阻采集模块、RM410 热电偶采集模块和计长板接收回有关数据，通过计算传给 TP，并显示出来。Port1 口采用 PPI 协议，Port0 口采用自由口协议。将需要传输的数据放入数据存储器（V 存储器）。整个过程采用每隔 100 毫秒发送（XMT）一次，接收采用接收中断方式，及发送完一组数据后，过 100 毫秒发送（XMT）第二组数据，并在这 100 毫秒内处理完其中断程序。在发送（XMT）数据前关闭所有接收中断，发送后在通过发送中断程序打开接收中断同时关闭发送中断程序。

为了简化软件设计，根据不同类型数据的传输，编成几个子程序，在需要时调用。

3.2 PID 控制

机器通电后，开始对 18 个上热箱和 9 个下热箱进行加热，当有一个上热箱加热到距设定温度相差 5℃时，停止对上热箱加热，开始进行 PID 调节加热。下热箱也是如此。PID 控制程序放入一个子程序（SBR7）中，采用定时中断控制，每 10 秒对一个热箱进行加热控制，共 27 个热箱。

先将铂电阻采集模块（HMA）上采集回的数据（ASCII 码）转换为 BCD 码在转换为温度值，温度值再加上补偿值后放入*VD4000 所指向的 V 存储器，此值为 PV 值，设定值为 SV，SV-PV=En，存入*VD4100 所指向的 V 存储器，E（n-1）存入*VD4120 所指向的 V 存储器，E（n-2）存入*VD4130 所指向的 V 存储器。根据增量式 PID 控制算法：

$$\Delta U_i = U_i - U_{(i-1)} = K \{ [E_i - E_{(i-1)}] + T_s / T_i * E_i + T_d / T_s [E_i - 2E_{(i-1)} + E_{(i-2)}] \}$$

算出一个值，然后再乘上一个系数转换为通断时间，放入 VW3140，来控制热箱的加热时间。

3.3 定长定重

根据计长板的协议，先将设定重量转换为时间，放入 VD1570 存储器，VD1570 送入 VD2004，再将 VB2005 左移 2 位，V2006.7 和 V2006.6 分别放入 V2005.1 和 V2005.0，V2005.7 置 0，将 VB2006 左移 1 位，V2006.7 置 0，V2007.7 放入 V2006.0，再将 V2007.7 置 0。然后将 VB2005、VB2006、VB2007 相加，和放入 VB2008，然后根据计长板的协议，将数据分别发送给每个计长板。读回来的数据采用与上述方法相反的算法进行数据处理，转换为时间，再乘上分特数和系数转换为重量。

3.4 卷绕的防叠及防硬边控制

卷绕的防叠及防硬边控制是纺丝过程中很主要的环节，它直接关系到产品的成型质量，为了防止卷装上出现叠丝现象，在横动运动速度上加上一个干扰值，使横动速度形成一个均匀的三角波，以此来改变丝线卷绕的交叉角，达到防叠的目的。用 PLC 的 Q2.2、Q2.3、Q2.4 分别接到变频器 U5 的数字输入端子，分别控制其相对加速、相对减速、斜坡时间 2，电机上升/下降的时间及幅度可通过 PLC 给变频器进行通讯，将这些参数传给变频器的 209、210、219 参数，即 Q2.4 为 1，变频器 U5 的斜坡时间改为与启动时不同的时间，Q2.2 为 1，Q2.3 为 0 时，电机速度开始上升，Q2.2 为 0，Q2.3 为 1 时，电机速度开始下降，电机上升/下降的时间及幅度可通过 PLC 给变频器进行通讯，将这些参数传给变频器的 209、210、219 参数，如此周而复始，便形成一个均匀的三角波。

另外，为了防止丝线在卷绕上出现硬边，需要通过改变卷装两端丝的位移大小来实现，即四级动程修正。动程修正要与横动电机的上升下降配合使用，用 PLC 的 Q2.0、Q2.1 接到变频器 U9 的正转端子（FWD）和反

转端子 (REV)，刚开车低速时，Q2.0 为 1，电机正转，链条上的铁片靠近接近开关后停止，即起始点位置，电机停转。上高速后动程修正开始运行，横动电机下降开始，第一级 T1 计时开始，计时到，动程修正电机开始反转、横动电机第二次下降开始时，第二级计时 T2 开始，同时动程修正电机正转，链条上的铁片靠近接近开关后停止，T2 时间到，开始第二次动程修正，共四级。

4. 结束语

随着科学技术的不断发展，纺机的控制也越来越复杂，这就要求 PLC 的控制功能强、通讯可靠性高、应用灵活方便，可以应用在不同的环境调节下，并能与任何人机界面相连，西门子 S7-200PLC 就具有这种性能，是工控机无法相比的。JWFK6-10 型假捻变形机应用这套控制系统，能保证机器稳定可靠的运行，一定会同 FK6-900 一样，具有很大市场。

电子凸轮—适用于细纱机卷绕成形，满足高速落筒要求

王彦增

摘要

该文首先总结了传统细纱机用来实现卷绕成形的机械凸轮所控制钢领板的运动方法.由于机械凸轮实现的纺纱成形，落筒速度范围只能在 600 到 1000 米/分钟，该文给出了利用西门子 CPU224 包络表技术制作的“电子凸轮”，落筒速度范围可达到 1200 到 2000 米/分钟，满足了用户高速落筒的要求，大大的提高了高速落筒设备利用率。

一、卷绕成形凸轮所控制的钢领板运动规律

在传统的细纱机中，卷绕成形凸轮的作用是控制钢领板的升降运动，使卷绕机构能在纱管的圆锥表面上卷绕成等螺距旋线。要进行电子凸轮设计，首先要研究达到这一目的机械凸轮所控制的钢领板运动规律。

在纺纱过程中，钢领板每一升降用的时间与前罗拉吐纱长度有关。

钢领板每一升降前罗拉吐纱长度 L 为：

$$L=7809*ZG/ZF \quad \text{式中：} ZG、ZF \text{ 为卷绕齿轮。}$$

钢领板每一升降用的时间 T 的计算方法为：

$$T=L/(VL*\pi*df) \\ =7809*ZG/(ZF*VL*\pi*df)$$

其中： VL 为前罗拉转速

df 为前罗拉直径

因此成形凸轮的转速 Φ_t 为：

$$\Phi_t=360*ZF*VL*\pi*df/(7809*ZG)$$

为了在纱线卷绕过程中相邻层层次分清而不紊乱，以利退绕时不易脱圈断头，要求钢领板在上升和下降时的速度快慢不相同（一般升慢而降快），这样就能使上升时的螺距和下降时的螺距疏密不等。螺距小，即卷绕密的，称为卷绕层；螺距大，即卷绕稀的，称为束缚层。卷绕层和束缚层交替相间，就能使层次分清不乱。若将上升的时间设定为下降时间的三倍。则上升时间 t 的变化范围为：0 到 $3/4T$ ，下降时间 t 的变化范围为：0 到 $1/4T$ 。

钢领板上升运动规律：

1. 上升位移计算

$$X \uparrow =H0/(R-r0)*[R-(R^2-(R^2-r0^2)*\Phi \uparrow /270)^{.5}]$$

式中： $H0$ ：钢领板的短动程

R ：最大卷绕半径

$r0$ ：纱管直径

将 $\Phi \uparrow =\Phi_t*t$ 带入上式

$$X \uparrow =H0/(R-r0)*[R-(R^2-(R^2-r0^2)*\Phi_t*t /270)^{.5}]$$

对上式求导则可求的上升速度公式：

2. 上升速度计算

$$\begin{aligned}
V \uparrow &= (X \uparrow)' \\
&= \{-H_0/(R-r_0) * [R-(R^2-r_0^2) * \Phi t^t / 270]^0.5\}' \\
&= H_0/(R-r_0) * (R^2-r_0^2) / (R^2-(R^2-r_0^2) * \Phi t^t / 270)^0.5
\end{aligned}$$

纲领板下降运动规律:

1. 下降位移计算

$$X \downarrow = H_0/(R-r_0) * [R-(R^2-r_0^2) * \Phi \uparrow / 90 + r_0^2]^0.5$$

将 $\Phi \downarrow = \Phi t^t$ 带入上式

$$X \downarrow = H_0/(R-r_0) * [R-(R^2-r_0^2) * \Phi t^t / 90 + r_0^2]^0.5$$

对上式求导则可求的下降速度公式:

2. 下降速度计算

$$\begin{aligned}
V \downarrow &= (X \downarrow)' \\
&= \{-H_0/(R-r_0) * [R-(R^2-r_0^2) * \Phi t^t / 90 + r_0^2]^0.5\}' \\
&= H_0/(R-r_0) * (R^2-r_0^2) * \Phi t / 90 / [(R^2-r_0^2) * \Phi t^t / 90 + r_0^2]^0.5
\end{aligned}$$

知道了纲领板位移变化的规律, 根据机械传动尺寸, 就可以转换到成形转子中心的位置上, 做出成形凸轮曲线, 但还有其他情况需要考虑, 下面对级升机构进行讨论。

纲领板级升 Y 的计算

$$Y = 10.9956 * n / Z_n$$

式中: $n = 0.2788 * \text{tex}^2 / \sin \gamma$

$$Z_n = 200$$

$$\gamma = \arctan(R-r_0) / H_0$$

tex 为细纱号数

$$\begin{aligned}
Y &= 10.9956 * 0.2788 * \text{tex}^2 / \sin \gamma / 200 \\
&= 0.0153 * \text{tex}^2 / \sin \gamma
\end{aligned}$$

纲领板的级升保证造成纲领板上升动程的增加, 从而能达到落纱时纲领板下降的自动化要求。纲领板最快上升、下降速度 V_{\max} :

$$\begin{aligned}
V_{\max} &= 13/16 * 9/38 * 1/40 * 1500 * 140 * \Pi / 1000 \\
&= 3.17 \text{ 米/分钟}
\end{aligned}$$

二、机械卷绕成形凸轮控制纲领板运动存在的问题

以上给出了机械凸轮所控制纲领板在纺纱过程中全部运动规律的数学计算模型. 在成形凸轮运转过程中, 可明显地看到在桃尖处(凸轮最大半径处)凸轮受到冲击, 而在桃底处(凸轮最小半径处)出现凸轮停顿的现象.

通过观察分析, 可以认识到, 桃尖冲击现象是由于在桃尖前后凸轮所受作用力矩的方向改变产生了倒顺变化而引起的. 这一现象的内因是有关各零件之间的传动间隙. 解决该问题, 要求在实际应用中, 加重平衡重量, 使其尽量接近升降部件的自重, 缓和桃尖处的冲击.

至于桃底处的情况确有所不同, 虽然同样存在因力矩的方向改变产生了倒顺变化问题, 但通过实际观察, 发现问题的关键是纲领板等升降部件的呆滞停顿. 该原因除了传动之间的间隙外, 更重要的还有那些非刚性件的变形问题, 其中主要的是由链条松紧变化所引起的. 解决该问题, 要求成形凸轮设计时, 要考虑链条等非刚性零件的张弛所造成的纲领板缩短量, 而加以补偿. 通常通过在桃底部将凸轮半径缩小, 加快纲领板由降往生转换的速度的设计方法来解决.

机械成形凸轮由于上述原因, 造成的纺纱成形, 只能满足的落筒速度范围在 600 米/分钟到 1000 米/分钟

之间.现在用户要求落筒速度达 1200 米/分钟到 2000 米/分钟之间, 如果通过机械凸轮设计来解决该问题, 由于存在零件加工周期以及试验周期等因素的制约, 再加上非刚性零件的张弛所造成的随机性, 根本不能及时彻底解决该问题.在这种情况下, 我们提出了“电子凸轮”的设计方法.

三、电子凸轮的实现方法

在上面研究纲领板的运动规律时, 我们知道机械凸轮以一个确定的角速度旋转, 导致纲领板在上升的过程中, 速度是由慢到快;而在下降的过程中, 速度由快到慢.

假设升降速比为 3, 也即 $\Phi \uparrow / \Phi \downarrow = 3$

而 $\Phi \uparrow + \Phi \downarrow = 360$ 度, 故可得: $3\Phi \downarrow + \Phi \downarrow = 360$

$\Phi \downarrow = 90$ 度, $\Phi \uparrow = 3\Phi \downarrow = 270$ 度.

也就是说纲领板上升一个升程, 机械凸轮旋转了 270 度;而纲领板下降一个降程, 机械凸轮旋转了 90 度. 由于角速度一定, 所以纲领板在上升或下降时, 虽然不同时刻位移量不一样, 但凸轮每转过 1 度, 纲领板所走位移用的时间是一样的.根据这一原理, 我们就可以用西门子 PLC 的包罗表技术来实现“电子凸轮”的制作.具体实现方法见程序清单.

(一) 硬件要求:

1. 控制系统配置

①SIMATIC S7-224 DC/DC/DC

②显示器:中文 TD200

③开关电源: 220VAC/24VDC

④三洋伺服一套:

马达型号 P50B08100HXS00

伺服型号 PY2A030

伺服电机转一圈用脉冲设定为 500

⑤1: 300 的机械减速箱一套。蜗轮直径为 111.5 毫米

2. 输入信号:

I0.0: 保留

I0.1: 高速起动

I0.2: 保留

I0.3: 伺服准备好

I0.4: 点动纲领板升

I0.5: 点动纲领板降

I0.6: 保留

I0.7: 车尾准备好

I1.0: 纲领板上限

I1.1: 纲领板下限

I1.2: 开风机

I1.3: 中途停车

I1.4: 紧急停车

I1.5: 中途落纱

3. 输出信号

- Q0.0: 高速脉冲输出
- Q0.1: 保留
- Q0.2: 纲领板方向
- Q0.3: 主马达开
- Q0.4: 主马达停
- Q0.5: 保留
- Q0.6: 大纱信号
- Q0.7: 保留
- Q1.0: 伺服准备好指示
- Q1.1: 车尾准备好指示

(二) 程序说明:

从功能上可以分为参数设定、计算，手动操作及自动操作三部分，下面一一加以说明。

1. 参数设定

(1) 最大动程: 单位: 毫米, 出厂值: 200

用来设定纲领板最大动程, 设定范围为 1.0 到 230。

(2) 落纱速度: 单位为米/分钟, 出厂值: 3.17

用来设定纲领板最大落纱速度, 设定范围为 1.0 到 3.17。

(3) 捻度: 单位为捻/米, 出厂值: 1100

用来设定细纱捻度, 设定范围为 200 到 1800。

(4) 细纱号数: 单位为 tex, 出厂值: 13

用来设定纺纱支数, 设定范围为 10 到 100。

(5) 卷绕齿轮 ZF: 单位: 个, 出厂值: 52

(6) 卷绕齿轮 ZG: 单位: 个, 出厂值: 70

(7) 卷绕直径: 单位: 毫米, 出厂值: 39

(8) 纱管直径: 单位: 毫米, 出厂值: 20

(9) 锥角: 单位: 度, 出厂值: 23.333

不同的纺纱线密度, 纲领直径及纱管直径所用的卷绕齿轮的选择不同。细纱机说明书详细给出了 ZF/ZG 的计算方法, 罗列的数据已忽略锭带滑溜及细纱捻缩的影响, 由于成形还受卷绕密度等因素的影响, 并且机械上所提供的齿轮有限, 所以用机械上调换齿轮时只能取计算值靠近的数值, 现在改用“电子凸轮”后 ZF、ZG 取值可不受这方面的限制, 调整“电子齿轮”ZF、ZG 的值满足成形要求即可。

(10) 低速: 单位: HZ, 出厂值: 30

(11) 高速: 单位: HZ, 出厂值: 50

(12) 中速: 单位: HZ, 出厂值: 40

控制系统在纺纱过程中分小纱、中纱、大纱三个阶段分别可以以低速、高速、中速三档速度运行, 既照顾到小纱时方便生头, 大纱时预防断头, 并且也充分考虑到了提高生产效率。低速、高速、中速运行可由用户自由选择。

(13) 管底位置: 单位: 毫米, 出厂值: 35.0

用来设定纺纱管底位置, 设定范围: 30 到 48

2. 参数计算

参数设定完成后, 要求控制系统掉电, 然后再从新上电, PLC 即可自动生成“电子凸轮”轨迹。在程序中

升降速比定为 1:3, 将控制纲领板上升和下降的曲线各分成 90 份。这样控制纲领板上升和下降包络表的段数均为 90。在纲领板上升时, “电子凸轮” 将转过 270 度。“电子凸轮” 每转过 3 度, 所走的位移即为包络表中的一段脉冲个数, 根据纲领板上升的位移可用 $X \uparrow$ 公式可以计算出来。“电子凸轮” 的角速度是一定的, “电子凸轮” 每转过 3 度, 所用的时间是一样的。知道了“电子凸轮” 转一圈用的时间 T , 就可以求出纲领板上升用的时间, 包络表中每一段脉冲的周期值也可以计算出来。

同样的方法, 我们可以生成控制纲领板下降用包络表的数据。在纲领板下降时, “电子凸轮” 转过 90 度, “电子凸轮” 每转过 1 度, 所走的位移即为包络表中的一段脉冲个数, 根据纲领板下降的位移可用 $X \downarrow$ 公式可以计算出来。考虑到细纱机的适位中途停车, 我们将控制下降的包络表生成两个, 第一个包络表走降程的 1/3, 第二个包络表走降程的 2/3。需要适位停车时, 纲领板走完第一个包络表的脉冲数后即发停车信号。

当纲领板在下限位时, 按下低速起动按钮, 纲领板会快速升至始纺位置; 而当中途落纱按钮按下或纲领板运行的高度超过落纱位置时, 纲领板会快速降至下限位。这两个动作的处理, 均采用了包络表技术。

3. 手动操作

为了方便细纱机调试, 为用户提供了点动纲领板升降的功能。点动纲领板升时, 纲领板向上限位传感器 ON。否则, 禁止点动纲领板升。同理, 点动纲领板降时, 纲领板向下限位传感器 ON。否则, 禁止点动纲领板降。

自动操作

细纱机开车分始纺开车、中途开车、紧急停车或自动运行过程中突然掉电后再开车三种情况。

①始纺开车

当低速起动按钮按下时, 纲领板向下限位 OFF, 执行始纺开车动作。纲领板快速升至始纺位置, 然后发出主马达起动信号。然后纲领板执行降处理, 降程走完, 再执行升程处理。如此循环往复。

②中途开车

在纲领板自动运行过程中, 按下中途停车按钮, 纲领板在执行完第一降程处理后, 停在降程的 1/3 处。主马达也将停止。

③紧急停车或自动运行过程中突然掉电后再开车

在纺纱过程中, 难免存在突然掉电停车或由于特殊原因而采取紧急停车, 如果这两种情况下, 没有人为的因素去改变纲领板的位置, 再次按下低速起动按钮时, 纲领板将在所记忆的位置往下走。走完降程后, 再执行升程处理。

四. 结束语

“电子凸轮” 的制作, 彻底改变了传统的纺纱成形工艺。不仅大大缩短了新产品试验、开发的周期, 而且加快了新产品生产的速度, 及时满足了用户高速落筒的要求。该技术已成功地应用到了我厂供新疆 20000 锭细纱机的产品设计中。用户界面设计采用西门子中文 TD200 技术, 极大的方便了用户的使用。该技术完全可以推广到气流纺、倍捻机等纺纱成形控制场合。

火燃切割机速度跟踪控制

于长江

一、概述

本文叙述在冶金企业炼钢厂连铸机上采用 S7-200 型 PLC 对火燃切割设备进行改造的一种自动控制设计方法，取拉坯速度转化为控制切割时间，钢坯定尺准确，可靠性高，节约能源，经济效益好。从该 PLC 性能看它具有很强的灵活性，可以适应多种多样的自动化领域。

二、工艺和实际自动化要求

1. 一炼钢厂方坯连铸机三机三流，120mm 方坯，拉坯速度 1.6 米/分~3.0 米/分变化。铸坯切断采用火燃切割，各流装有互相独立的切割车，其电气控制部分自成系统。

2. 改造前该设备采用 C60P 型 PLC 控制，现场每流采用四个行程开关检测各个位置，因此故障率高，定尺准确率 90%，燃气浪费严重。

3. 机械工艺设备工作原理（以一流为例）

(1) 火燃切割装置是自动准确按定尺切断铸坯，然后由辊道传送至冷床，每流 PLC 控制对象是：夹坯电磁阀、松夹电磁阀、复位电磁阀、燃气电磁阀、预热氧电磁阀、高压氧电磁阀。

(2) 定尺信号出现时，电磁液压阀控制夹坯液压缸动作，使切割车夹脚夹住钢坯与其同步向前行驶，进入预热区。

(3) 同时燃气和预热氧的气体电磁阀打开，切割枪点火对钢坯进行预热。

(4) 预热区过后切割氧电磁阀打开，切割枪进行横向摆枪切割。其中摆枪由机械斜导轨控制，摆枪切割速度与切割车速度成正比。

(5) 铸坯切断后，燃气丙烷、预热氧气、高压氧气电磁阀断电，关闭切割枪，然后松夹电磁液压阀动作，松开切割车夹脚，小车脱离钢坯。

(6) 复位电磁阀控制复位液压缸动作，推切割车至初始位。

4. 改造的目的和工艺要求

(1) 减少设备故障率，提高钢坯定尺准确率。

(2) 降低由于切断位置行程开关坏或不准造成燃气氧气浪费。

(3) 设备现场取消所有行程开关和线路。

(4) 随时可以转为手动控制，对铸坯进行任意切割。

(5) 适应拉坯速度变化，能可靠切断。

(6) 先关闭气体后松夹脚，防止切割坯头。

三、系统硬件配置

每流数字量输入 7 点，模拟量输入 1 点，数字量输入 9 点，三流共用试灯 1 点，考虑留有一定输入输出，以备增加某种功能或使用过程中输出点损坏之用，选下列配置。数字量输出选继电器型输出，容量 2A，可直接带负载。

CPU214，输入位试灯按钮，备有高速计数器输入，输出位三个流的状态指示灯 EM233 8I/O，为一流控

制设备开关量输入输出。

EM233 16I/O，为二、三流控制设备开关量输入输出。

EM231，为一、二、三流拉速模拟量输入，其输入值取主电室 PLC 模拟量输出模板（0~10V）。

SITOP 电源，因硬件配置所需容量超出 CPU214 传感器电源额定值而增设的外部 24VDC 电源，它为所有输入和输出继电器线圈提供电压。

PK 板，是使定尺碰球信号过度到 PLC 输入。

电阻、电容，为输出继电器控制直流电源保护，抑制过电压。

PLC 输出是执行电磁阀和状态指示灯，由于电磁阀类型不同，故采用两种电源。其中燃气、预热氧气、切割氧气电磁阀采用 220VAC 电源；夹紧、松夹、返回电磁阀、状态指示灯采用 24VDC 电源。

四、程序编制和功能应用

取消各位置行程开关后，每流切割铸坯工作过程的一个周期，各步骤均以时间在程序中控制，其中切割时间是变量，它跟踪拉坯速度，切割后自动关闭切割枪。用 CPU214 的模拟电位器实现线性微调。一流用 SMB28，二、三流用 SMB29。

用 PC 机，采用 STEP-7 Micro/DOS 软件编程，下载 CPU214 程序存储器中，全部程序由 1 个主程序和 6 个子程序组成。

主程序将累加器和变量存储区清零，调用子程序。

子程序 SBR1 和 SBR4 为一流火燃切割装置工作程序，SBR4 被 SBR1 调用，用于确定该流的切割时间 T38 的设定值。

子程序 SBR2 和 SBR5 为二流火燃切割装置的工作程序，SBR5 被 SBR2 调用，用于确定该流的切割时间 T39 的设定值。

子程序 SBR3 和 SBR6 为二流火燃切割装置的工作程序，SBR6 被 SBR3 调用，用于确定该流的切割时间 T42 的设定值。

下面仅以一流为例作部分程序说明，二、三流原理与一流相同。

子程序 SBR1 是编制一流各输入输出逻辑关系，设置计时器 T37、T38、T33、T34、T101，按步实现工作过程。

1. 自动状态时，设置 T37，10 秒，可以解决铸坯切断后，辊道向前传送，碰球与钢坯接触时不再次切割，需等钢坯离开碰球后，下次切割才具备条件。

2. 自动位，定尺信号来时，产生自动标志 M0.1，在切割时间 T38 内生成夹紧标志 M0.3、燃气标志 M0.4、预热氧标志 M0.5、T34 延时 3 秒生成高压氧标志 M0.6。

3. 若切割时间 T38 的设定值 VW100 到，产生停止切割标志 M0.2，产生停止执行时间 T33，8 秒，其间产生松夹标志 M1.0，返回标志 M1.1 结束标志 M0.7。T101，2 秒是为先关断火焰后松开夹脚，防止余气切割坯头。

4. 各输出继电器由相应标志驱动。

5. 手动状态时输入按钮直接对各标志操作。

6. 特殊标志 M0.5 用于状态指示灯条件不满足时闪亮。

子程序 SBR4，通过对模拟量 AIW0 的处理存于变量存储器 VW100 中。

首先对模拟量作滤波处理，由于操作过程中的拉速不稳定，取某一时刻速度值会给真实拉速值带来误差，可取两秒内平均值作实际速度值。若程序扫描周期 2ms，则将扫描 1000 次累加值平均，可保证输入速度的稳定性。

拉坯速度 m/分	0	1	2	3	4	5	6
模板电压 V	0	1.66	3.33	5	6.66	8.32	10
输入数字	0	5330	10660	16000	21330	26660	32000

T38 的设定值 VW100 计算公式如下：

$$VW100 = \frac{10}{\frac{AC1/1000}{32000.0}} + \frac{SMB28}{2}$$

10——由机械摆枪结构决定。

AC1——速度数字累加值。

SMB28——模拟电位器参数值。

1/32000.0——标准化分辨率。

六、使用效果

1. 从设备调试投入运行半年情况看，由于现场不装设任何开关和线路，未发生一起电气故障。
2. 系统切割时间跟踪拉坯速度反比例关系准确，适应拉速变化的需要。
3. 系统能够在铸坯切断后及时关闭丙烷气、氧气，与原来比减少浪费 1/4。
4. 定尺率由原来的 90%提高到 99.5%。
5. 经济效益：
 - a. 按年产钢 17 万吨计算，定尺不准量=170000×(99.5%-90%)=16150 吨
 - b. 超长定尺按 50%计算，超长不准量=16150×50%=8075 吨
 - c. 按每吨切头损失 1/10 计算，切头量=8075×0.1=807.5 吨
 - d. 钢坯价按 1600 元/吨，废钢价 800 元/吨，年效益=807.5×(1600-800)=64.6 万元
 - e. 燃气由 3.2 元/吨降至 2.4 元/吨，年效益=170000×(3.2-2.4)=13.6 万元
 - f. 累计年效益=64.6+13.6=78.2 万元。

S7-200 在 W28Y-16C 数控立体弯管机上的应用

赵文寿

概况

W28Y-16C 数控立体弯管机采用触摸显示屏为人机界面，西门子 CPU216 PLC 可编程序控制器为控制系统，以电磁阀和矢量型变频器为主要控制对象，系统具有操作简单，控制可靠，控制精度高，性能价格比较高，因而具有很强的市场竞争力。

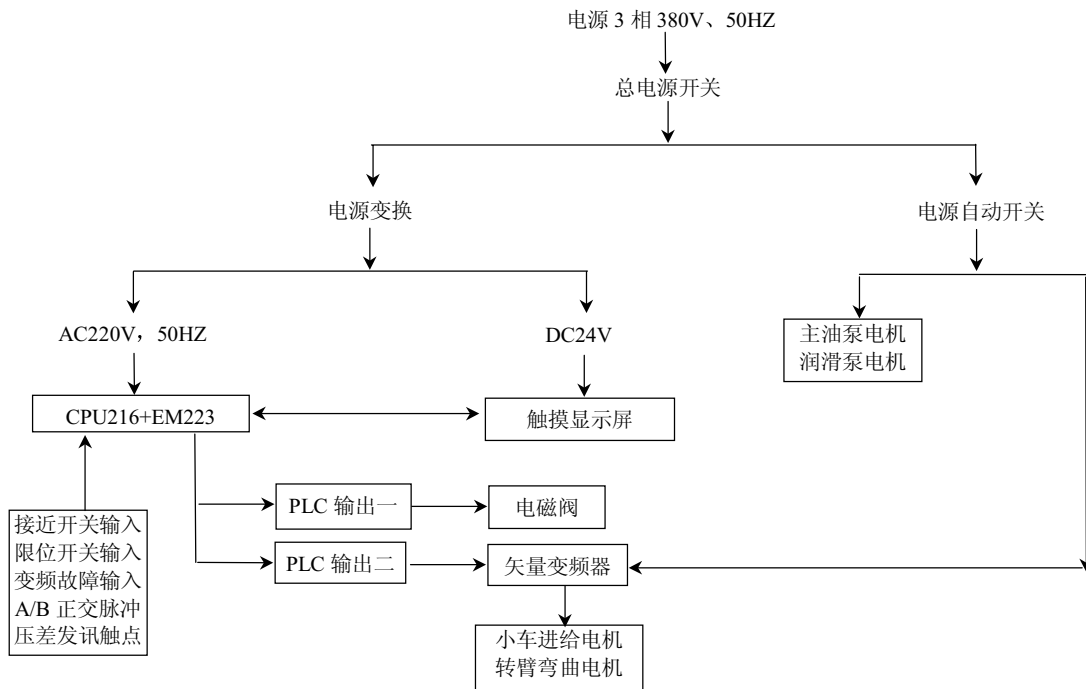
1. 系统要求

W28Y-16C 数控立体弯管机系统提供 50 个管号文件参数的设定，每个管号文件可设置 15 个弯头参数，各液压机构的动作和小车进给运动通过触摸显示屏菜单可分别进行点动调整，在弯管模式下可自动控制弯管的工作流程和运行状态的显示及故障的诊断，同时空间转角则通过手动转轮来实现。整个系统要求操作简单，人机界面友好，控制可靠。

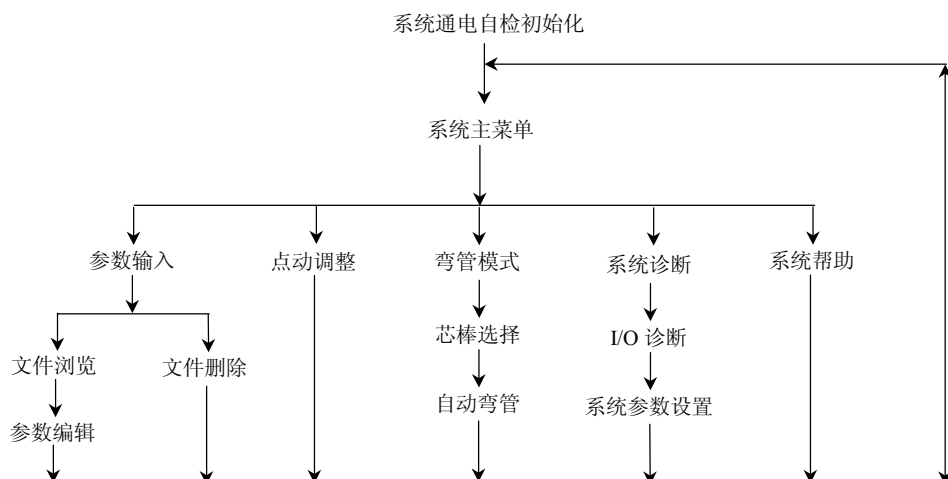
2. 硬件配置

控制系统需要两个 A/B 脉冲正交计数器分别对弯曲轴坐标和小车进给坐标进行高速计数，它们共占用 CPU216PLC 的 I0.6、I0.7 和 I1.2、I1.3 四个输入点，转臂零位和小车零位分别占用 CPU216 PLC 的 I0.1、I0.2 两个输入点。在执行机械初始化时，该两个输入点上升沿产生中断对两个 A/B 脉冲正交计数器进行坐标零位设定，加上其它限位开关输入共需 31 个输入点，输出点共需 22 个。PLC 控制系统选用 6ES7216-2BD00-0XB0 CPU 与 6ES7223-1PH00-0XA0 扩展模块。

3. 电气控制系统构成简图



弯管机菜单系统框图



4. 控制系统软件的编制

4.1 PLC 控制系统软件系统的初始化

由于控制系统需要两个 A/B 脉冲正交计数器分别对弯曲轴坐标和小车进给坐标进行高速计数，PLC 控制系统软件系统初始化时，首先对 HSC1 和 HSC2 进行计数模式的设置；同时对当前管号文件的管形参数传送到参数缓冲区，进行初始化设置。

4.2 管形参数的输入

由于控制系统需存储 50 个管号文件参数的设定，每个管号文件可设置 15 个弯头参数，通过 PLC 对管号文件参数判定，对管号文件存储状态寄存器进行置位或复位操作设定管号文件的存储状态：即哪些管号文件无参数输入，哪些管号文件已有参数输入，并通过触摸屏用不同的颜色显示其存储的状态。在参数输入时，运用 PLC 提供的数据块传送指令，即可方便实现参数编辑缓冲区与目标参数存储区相互传送。在参数输入时，通过 PLC 运算，对所输入的参数进行合理性校验，以达到系统的可靠控制。

4.3 转臂弯曲轴和小车进给坐标原点的设定

转臂零位和小车零位分别占用 CPU216 PLC 的 I0.1、I0.2 两个输入点，在执行机械初始化时，该两个输入点上升沿产生中断对两个 A/B 脉冲正交计数器进行坐标零位设定，即可实现转臂弯曲轴和小车进给坐标原点的设定。由于采用了 PLC 的 I/O 中断功能，从而保证转臂弯曲轴和小车进给坐标原点的设定精度。

4.4 转臂弯曲角度与小车进给坐标的控制

该弯管机系统提供在管子冷态环境下，使管子弯曲成型。通过转臂弯曲和小车的进给机构与空间转角机构，以及其它液压机构的动作，可以使管件弯曲成所需要的空间立体管件。转臂的弯曲和小车的进给运动通过 PLC 对矢量变频控制，进而达到控制交流电机的加减速运动，从而控制弯曲轴和小车进给的运动精度。空间转角机构则通过手动来实现。由于 CPU216 PLC 具有浮点运算指令，能保证弯曲轴和小车进给运动实现高精度的位置定位控制。

5. 控制系统的帮助功能

通过触摸显示屏，可以显示机床的使用说明和操作方法，为用户提供方便快捷的系统帮助功能。

6. 总结

由于西门子 CPU 216 PLC 提供了两个 A/B 脉冲正交计数器和 I/O 中断等特殊功能，以及丰富的指令系统和浮点运算能力，象 W28Y-16C 数控立体弯管机这样较复杂的控制系统，以前需要由特殊模块或者需要在工业控制计算机才能实现的功能，现在可以在一台西门子 CPU216 PLC 上实现。

由于 W28Y-16C 数控立体弯管机采用触摸显示屏为人机界面，西门子 CPU 216 PLC 可编程序控制器为控制系统，系统具有操作简单，控制可靠，控制精度高，性能价格比较高等优点，该产品投产进入市场后，满足了用户需求，深受用户好评。

西门子 S7-200PLC 在“抽油机泵体珩磨机”中的应用

张润锋

一、概述

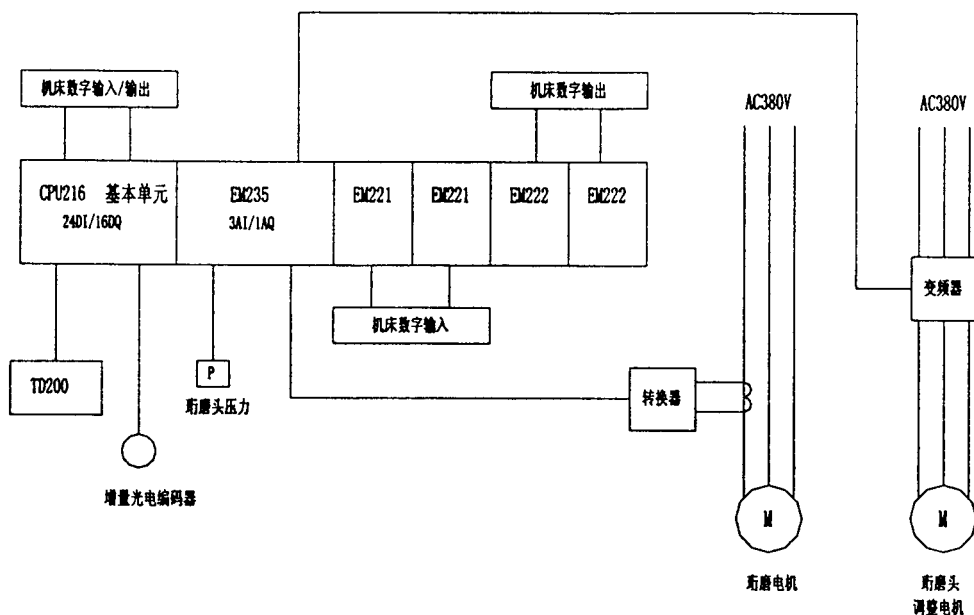
抽油机泵体珩磨机，是生产石油抽油机泵体不可缺少的设备。由于石油抽油机泵体长度很长，一般都在 7 米以上，各项要求精度高，加工难度大，采用以往的珩磨机械，效率低，质量得不到保证。使泵体的加工成本很高。为了解决这些矛盾，我们对珩磨机进行了改进，尤其是在控制系统上，更换先进可靠的 PLC，使之具有完善的控制。

改进的控制系统采用西门子 S7-200 系列小型可编程控制器，该 PLC 具有程序容量大、运行速度快、编程灵活、多种中断，性能优良、且价格低等优点，配合西门子 TD200 文本显示器，可实现现场人机对话，使 PLC 功能得到充分的发挥，操作更加灵活。

二、系统组成

整个设备由：珩磨机构（珩磨头、珩磨杆及珩磨主轴电机），珩磨移动机构（液压油泵、液压旋转马达及传动机构），珩磨头调整机构（静压油缸、压力调整电机及变频器），泵体固定夹紧机构及液压站、电气控制台等组成。

系统组成请参见：图一



图一

根据珩磨机设备对系统的各项指标及程序容量等要求，控制器的主体采用西门子 S7-200 系列中的 CPU216

型基本单元。通过其中一个 PPI 接口安装西门子 TD200 文本显示器，可显示珩磨机的主要运行参数，进行机床的各种参数设置。根据机床的控制要求，扩展模块采用二块 EM221 数字输入模块和二块 EM222 数字输出模块，以及一块 EM235 模拟量输入/输出模块。

三、工作原理

通过 TD200 文本显示器可对泵体的珩磨长度，珩磨次数、位置及珩磨头修正速度、修正位置和压力进行设定、调整，并可在生产中进行动态显示。

由联结在珩磨杆的增量式光电编码器，经过 CPU216 型高速计数器及接口，确定珩磨的位置，显示分辨率为 0.1mm。

EM235 模拟输入、输出单元，具有三个模拟输入、一个模拟输出，分辨率 12 位，完全满足检测和控制要求。在本控制中，共使用两个模拟输入、一个模拟输出。其中一个模拟输入检测珩磨头与壳体之间的压力，另一个模拟输入通过安装在珩磨主轴电机的电流互感器，测量其工作电流。PLC 综合其模拟输入信号及给定值，确定泵体该部位的几何精度及光洁度，确定珩磨状态，如没达到精度要求，发出调整珩磨机头的指令，给出珩磨头的修正值、修正速度。

EM235 的模拟输出口为交流变频器的控制信号，变频器驱动的交流电动机，是专为调整珩磨头而设置的。根据 PLC 的运算指令，变频器随时启动、停止电机，并改变电机的运行速度，调整珩磨头的工作状态，使其与泵体始终处于最佳压力。

四、软件设计

为方便编程及调试，控制程序结构化，共有以下几个主要部分组成：

A. TD200 文本显示器动态显示，参数设置程序

动态显示：

珩磨位置 S (0-9000mm)：显示珩磨头工作泵体的文字。

珩磨次数 N (0-99)：表示泵体已珩磨完成的次数。

珩磨头的压力 P (0-5Mpa)：显示珩磨与泵体间的压力。

珩磨主电机电流 I (0-40A)：显示珩磨泵体时，主电机的工作电流。

调整电机速度 V (0-2000 转/分)：显示调整珩磨头工作压力时，调整电机的运行速度。

参数设置：

珩磨长度 l：设定被加工泵体的长度（最大 9000mm）

珩磨次数 n：设定珩磨泵体的次数（最大 99）

珩磨头工作压力 p：设定珩磨头与泵体间工作标准压力（1.5-2.5Mpa）

珩磨主电机电流 I：根据泵体材料及工作压力，设定珩磨主电机的工作电流（26-34A）

调整电机速度 v：设定调整珩磨头工作压力电机的运行速度（500-1500 转/分）

这些数据存放在变量存储器（V）中，V 存储器的数据根据 PLC 的指令，部分可以设为保护型，即写入内置的 EEPROM 中，部分只能写入 RAM 中。因此，参数设置的数据，存在 V 存储器的可保护区，动态显示的数据存在 V 存储器的不可保护区。

B. 高速计数器应用位置检测程序

增量编码器的信号与 PLC 高速计数器 HSC1 连接，检测珩磨位置。程序编制时，将高速计数器 HSC1 初始化为模式 9，即为 A/B 脉冲正交计数器。为提高分辨率，HSC1 高速计数器设为 4X 工作模式。

CPU216 型 PLC 的高速计数器 HSC1 的计数脉冲频率为 20kHz 计数容量达 32 位，完全满足设备的动态

要求。

C. 模拟输入滤波程序

考虑现场的干扰问题，模拟输入滤波采用中值平均滤波方法。CPU216 中的定时中断，可在其生产的中断程序中完成固定周期的采样。在计算程序中以 12 个采集到的数据，为一个数据块进行处理，去掉其中最大值和最小值之后平均，实际运行是边采样，边处理数据。

D. 各给定值、反馈值运算比较程序

由 TD200 文本显示器设定的参数，为系统 PLC 运行的给定值。由压力传感器及电流传感器，分别检测的珩磨头工作压力和珩磨主机电流的模拟信号，通过模拟输入，经 A/D 转换后，由 PLC 读取数据，根据这两个反馈数据与给定值的运算、比较，确定被加工工件的精度及光洁度。

高速计数器 HSC1 设为 A/B 脉冲正交计数器工作模式，对采用增量式编码器来测量长度，是非常适合的。编码器采用 500 脉冲，A、B 相光电增量式编码器。同时将计数器设为 4X 方式，即脉冲上升、下降沿，均为计数有效沿。这样既降低了成本又提高了精度。编码器安装在珩磨杆移动机构上，分辨率为 0.01mm。PLC 将读到的 HSC1 数据，进行运算比较，确定设备的运行状态，将数据送至 TD200 显示器显示。

E. 模拟输出控制调整电机程序

珩磨头工作压力的调整，是由调整电机旋转，改变珩磨头静压油缸活塞位置，从而实现压力调整。调整电机采用普通交流异步电动机，转速由变频器控制，PLC 的模拟单元 EM235 模拟输出控制变频器的输入，调整电机的转速及起动停止。

F. 一般逻辑及保护程序

机床的其它逻辑输入及保护，由 PLC 数字输入/输出和相应程序完成。

五、结束语

该控制系统，充分发挥了 S7-200 PLC 的优异性能，即测控系统简单、紧凑、可靠，操作简单方便，造价低廉等。该珩磨机在东北某石油机械厂投入运行后，控制精确、操作简单、生产效率高，这对于西门子 S7-200 PLC 在抽油泵体珩磨机新型珩磨设备中的推广应用具有重要意义。

S7-200 PLC 在自动扶梯中的应用

李钰桥

一、概述

自动扶梯是一种可以连续运行的客运工具，目前正广泛使用在地铁、机场、商场等客流量大的场所。

以前，我厂自动扶梯电气系统是采用“继电器逻辑”控制，虽然其控制逻辑已经比较精练、严密，但由于其逻辑控制部份是由继电器触点实现的，故障率较高，而且控制柜布线复杂，给确定故障范围，查找故障带来较大困难。

为解决这一问题，提高扶梯质量，我们采用西门子公司 S7200 系列的 CPU214 做为控制核心，对自动扶梯进行了改进。由于西门子的 CPU214 控制可靠、价格较低，使我厂扶梯既提高了品牌质量，又取得了良好的经济效益。

二、自动扶梯电气系统简介

扶梯控制部份主要集中在扶梯上水平段，骨架内的扶梯控制柜中，扶梯靠一台交流电动机牵引，运行速度为 0.5M/S，另外，扶梯还设置了十几个安全开关、扶梯监控、照明、电铃、自动润滑等装置。

（一）主要功能

扶梯有两种运行状态：检修点动运行和用钥匙开关控制的正常运行。用钥匙控制时，扶梯启动采用星三角降压启动，启动时先星形启动 5 秒后转为三角形运行。而检修控制时只能以星形运行，此时钥匙开关控制失效，以保障维修人员的安全。

（二）安全保护

扶梯在下列状态均会自动停止运行：

1. 当安全开关之一动作时。
2. 相序监控器监测到错相或缺相时。
3. 电流过大，热继电器动或断路器动作时。
4. 当按下停止按钮时。
5. 当梯级运行速度高于或低于额定速度 20%时。
6. 扶梯未能正常进行星三角转换时。
7. 扶梯启动未能在规定时间内达到额定速度时。

8. 当使用钥匙启动扶梯时，需人工复位到中间位置，否则扶梯运行 20 秒后自动停机并报警，避免发生意外伤人事故。

（三）自动润滑装置

自动润滑装置是按照如下设置好的程序工作的：当扶梯运行累计到 30 小时后，自动润滑 90 秒，如果润滑器油箱的油位低于下限时，润滑器会自动停止工作，直到重新加油后方可工作。

（四）电铃

电铃起如下作用：

1. 对扶梯上电及安全电路复位，起提示作用。
2. 对扶梯监控器所能显示故障以外的故障起提示作用。

电铃响声与扶梯有关故障存在如下对应关系：

- (1) 首次送电或安全回路复位，发出响 0.5 秒，停 0.5 秒的声响，共持续 5 秒钟。
- (2) 安全回路开路，连续响 10 秒。
- (3) 钥匙没复位，响 2 秒停 4 秒，直到复位为止。
- (4) 润滑器缺油，响 2 秒停 7 秒，直到加足油或扶梯断电为止。
- (5) 扶梯两次启动间隔 20 秒时间到，响 1 秒，提示可以再次启动了。

三、系统设计

在进行系统设计时要考虑许多因素，首先是要有利于提高整个系统的可靠性指标，以满足工业现场对低故障率的要求，因此，我们选择 PLC 做为控制核心。其次是进行性能价格比分析，在满足使用功能的情况下，尽可能选经济实用的。通过对几个主要 PLC 品牌的调研，最后，西门子公司的 S7200 系列 CPU214 以其功能、I/O 点数、体积小、价格等主要指标，具有较强优势被我厂选用。

西门子公司的 S7200 系列 CPU214 具有以下特点：

1. 214PLC 的用户程序和部分数据存放在 EEPROM 中，无需用锂电池进行掉电保护。手持编程器 PG702 中的用户程序和部分数据也可存放在其 EEPROM 中，使用起来十分方便。
2. 具有一个存储卡插孔，需要装载程序时，只需将已存入程序的存储卡插入 PLC 后再上电，几秒钟后断电并把存储卡拔下，存储卡上的程序就自动装入 PLC，这一功能为我厂进行批量生产或更新程序提供了很大方便。
3. 利用 S7-200 编程软件，可方便地在电脑上进行编程及存储，并可通过 PPI 电缆实现电脑与 PLC 之间的通讯。
4. 具有两个模拟电位器，可实现以下功能，例如：对计数器或定时器的给定值进行预设置，该功能对参数的具体确定很有帮助。并可方便地实现对一些随季节变化的参数的调整。
5. 具有三级口令保护功能，防泄密。

四、控制程序设计

控制程序的设计必须充分考虑对人身安全的保障，此外，在设计中注意程序逻辑是和时序相关时，可编程序控制器都采用顺序扫描工作方式，工作时其程序被逐行扫描执行，这样就有了先后次序，往往会出现这样的现象；将一个程序中的一行或数行语句移到别的位置后会得到不同的结果。

在程序编程方面，系统程序是根据自动扶梯标准的要求和原继电器逻辑电路设计经验编制而成，虽然该应用软件只是采用了 PLC 一些常用的指令，但其同硬件共同产生的综合效果则是以往传统继电器逻辑电路无法达到的。

下面举几个具体应用作简易阐述：

1. 上电时将内部标志位清零，这一程序是十分重要的，它能有效地防止由于突然上电使扶梯自动启动，造成人员伤害。
2. 上电时若启动用的钥匙开关没有复位，则扶梯不应启动，只有将钥匙开关复位后再次旋转扶梯才能启动。
3. 用电铃的不同声响代表不同的故障。
4. 对扶梯梯级运行速度进行测速。
5. 用计数器和计时器组合工作，扩大计时器的计时范围。
6. 在 PLC 剩余 2 个输入点中，笔者将其充分利用，当测速系统出现故障时将其分别短接，以便于区分不

西门子可编程控制器 在电梯远程监控系统中的应用

蒋华安

电梯远程监控系统由监控室计算机、调制解调器、前端采集装置及有线电话网组成，如图（一）所示。

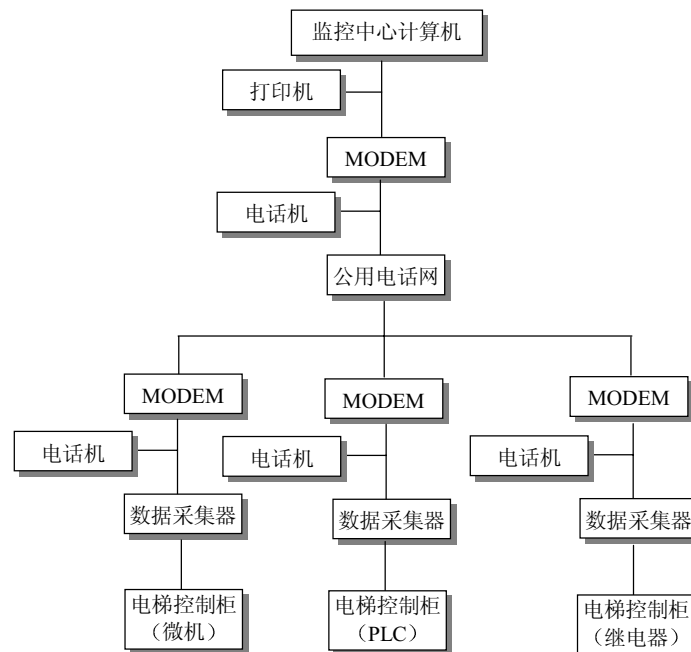
采用电梯远程监控系统的目的就是为减少电梯的故障率。本系统可以提前发现电梯故障隐患或及时发现电梯故障，并直接通知电梯维修人员 BP 机及监控室计算机，使维修人员能够以最快的速度赶到故障电梯现场进行维修。根据 BP 机的提示，维修人员能够迅速找到故障原因，并及时排除电梯故障。当遇到疑难问题时，维修人员可以请监控室技术人员对电梯进行远程诊断。因此本系统可以降低电梯故障率，并大大提高电梯维修单位的维修水平和素质。而在电梯远程监控系统中前端采集装置起着重要的作用。

前端采集装置的主要作用是：

- (1) 自动区别电梯故障状态、故障已修复状态及无故障状态三种状态；
- (2) 自动向电梯维修人员 BP 机报警；
- (3) 自动向监控室计算机报警；
- (4) 自动检测电话线占线，无拨号音等特殊情况并处理

上述功能全是由西门子可编程序控制器实现的。

西门子可编程控制器不仅能够实现由上位机拨号与远端可编程控制器的连接及信息的传输，而且还能够实现由远端可编程控制器主动拨号与上位机的连接及信息的传输。



图（一）

由于西门子可编程控制器具有拨号功能，因此使本系统拥有了自动向电梯维修人员 BP 机报警及自动向监

控室计算机报警的重要功能。这两项功能的实施使得在电梯维修保养上提高了质量和效率。在实际应用中这项功能为电梯维修人员提供了很多帮助。由于能够在 BP 机上直接看到何时何地电梯出现了何种故障，并且 BP 机上的显示与实际故障相同，因而得到了电梯维修人员的欢迎。

除具有拨号功能外，西门子可编程控制器工作稳定性强也为本系统长期可靠的工作提供了保障。

根据电梯维修行业的实际情况，在编写可编程序控制器程序的时候考虑到了以下几个问题。

(1) 区分故障状态、无故障状态及故障已修复状态三种状态的必要性。

远程监控系统中监控室计算机监控上百台甚至更多的电梯。当某一台电梯发生故障后，前端采集装置先向电梯维修人员 BP 机报警，再向监控室计算机报警。为了不占用监控室计算机监控其它电梯的电话线，前端采集装置主动挂断电话，等待维修人员修复电梯。电梯远程监控系统的根本目的是减少电梯的故障率，提高维修人员的维修水平，故障已修好状态使前端采集装置在电梯故障被修复后向监控室计算机报告，监控室计算机根据故障发生时间及故障已修好时间可以统计维修人员修复电梯所用的时间，这是对电梯维修单位的维修人员的督促及其维修水平的检验。

因此，故障已修好状态，故障状态及无故障状态这三种状态必不可少。

(2) 前端采集装置先向维修人员的 BP 机报警，再向监控室计算机报警。

向维修人员 BP 机报警的目的是使电梯维修人员能够及时了解到何时何地电梯出现了何种故障，并以最快的速度修复故障电梯。

向监控室计算机报警的目的是使监控室计算机统计整个系统上百台电梯的故障发生情况，同时，技术人员可以通过监控室计算机更详细地了解电梯发生故障的原因，对维修人员进行远程指导。

由于监控室计算机监控的电梯数量多，这样就很难避免监控室电话占线，就会延误前端采集装置向维修人员 BP 机报警，从而延长了从电梯故障发生到维修人员得到故障信息的时间。先让维修人员得到故障信息是首要的，因此使前端采集装置先向维修人员报警是必要的。

(3) 电话线无拨号音、占线的处理是必要的。

由于本系统采用有线公用电话网进行数据传递，因此在报警过程中遇到占线、无拨号音的情况是很常见的。尤其是安装在电梯机房的电话线往往受到分机的干扰，若不处理无拨号音的现象，那么电梯故障信息就发送不出去。因此，前端采集装置检测到无拨号音的现象就会挂断电话，并自动重新发送故障信息，直到将故障信息发送出去为止。

由于监控室电话线将接收上百台电梯的报警，因此，监控室电话线占线是难免的，若前端采集装置不检测占线现象，那么故障信息就不能正确传送给监控室计算机。因此，前端采集装置检测到占线时就会挂断电话，并自动重新发送故障信息，直到将故障信息发送出去为止。

正是由于西门子可编程控制器具有较强的功能才使本系统中的前端采集装置具有这些实用的功能。

西门子 S7-200PLC 在提升机自动控制中的应用

刘振全

一、概述

由于电梯造价昂贵，维护费用高，使得提升机在一些单纯提升货物的场所仍有着广泛的应用。提升机控制系统一般设计都很简单，在一固定地点作点动控制，且提升速度较慢，使用起来不太方便。有的电控系统虽然设计较完善，但于采用了很多中间继电器作为控制转换元件，故障率高，可靠性差。

本人用性价比很高的 S7-200PLC 作为核心控制部件，用电梯用双速曳引机作动力机械，设计了一套三层站功能完备的提升机。该提升机具有类似电梯的自动定向、自动变速、自动平层功能，相关控制按钮设置在各层站，任一层站控制按钮均可控制轿箱驶向预定层站，并有紧急停车、连续/点动转换，层站信号指示功能。

二、控制系统硬件构成

根据控制要求，输入需 14 点，输出需 10 点，因而选型号为 6ES7214-1BC01-0XBO 的 PLC 作为核心部件。驱动电动机工作的上行、下行、快车、慢车四只交流接触器，先由 PLC 驱动四只 24 伏小继电器，再由这四只小继电器驱动接触器。I/O 分配如下表：

I/O 分配表

输入		输出	
地址	功能	地址	功能
I0.1	1 层指令	Q0.0	上行驱动
I0.1	2 层指令	Q0.1	下行驱动
I0.2	3 层指令	Q0.2	快车驱动
I0.3	连续/点动转换	Q0.3	慢车驱动
I0.4	1 层平层	Q0.4	1 层站指示
I0.5	2 层平层	Q0.5	2 层站指示
I0.6	3 层平层	Q0.6	3 层站指示
I0.7	急停复位	Q0.7	异位停车指示
I1.0	急停	Q1.0	连续指示
I1.1	一层下行变速	Q1.1	点动指示
I1.2	二层下行变速		
I1.3	二层上行变速		
I1.4	三层上行变速		
I1.5	点动/连续复位		

为避免轿箱冲顶或蹲底，在主电路中采用机械操纵式极限开关作为超极限限位用。曳引机电磁抱闸要求用 110 伏直流供电。在系统中设 380V/220V、110V、63V 1KVA 控制变压器一只，110 经桥式整流后作为抱闸电源，220V 作为 PLC 电源，6.3V 作为信号指示用。在变压器 380 伏侧设一带锁电源开关，作为控制系统电源开关用。

三、控制系统软件编程思路及说明

根据控制要求和 I/O 地址分配表，程序设计说明如下：

在程序的开始部份，设置了紧急停车及复位控制。在任何情况下，一旦与急停输入点 I1.0 相连的开关闭合，急停状态标志位 M1.0 被置位，将切断楼层指令输入、上、下行驱动、快、慢速驱动输出，使提升机无条件停止。

在程序段 2，主要是考虑在提升机运行过程中，若发生停电或因某种原因采用紧急停车，使轿箱处在非正常平层位置，此时输入楼层指令，上、下行定向系统将无法识别是上行还是下行指令，有可能发生错误动作或使电源短路。有了异常停控制，当轿箱在非正常平层位置时，M2.1 标志位置位条件满足，M2.1 被置位，M0.3 也被置位，点动运行指示灯点亮，此时，一楼、三楼指令输入自保持切断，二楼指令输入、快速运行控制也被切断。此时，三楼指令按钮自动转换为上行点动指令按钮，一楼指令按钮自动转换为下行点动指令按钮。操纵轿箱运行到正常平层位置后，M2.1 置位条件被破坏，再按点动/连续复位按钮，系统恢复连续运行模式。

段 3 是为检修设备方便而设置。

段 4、段 5 为信号指示。

段 6、段 7、段 8 为楼层指令输入控制，其动作条件必须满足：1. 无急停命令输入；2. 轿箱未停在本层；3. 其它层站指令输入也未工作。该段程序为定向系统和快速运行控制提供动作条件，同时点亮选择的楼层指示灯。自保持由 M 标志位实现。该程序的动作由平层信号 M0.0 或 M0.1 或 M0.2 破坏动作条件而停止。

段 9、段 10、段 11 为平层控制，当提升机运行到预定楼层时，平层开关动作，M0.0 或 M0.1、或 M0.2 被置位，将导致至楼层指令输入、上、下行定向控制的动作条件被破坏而使轿箱准确停于预定楼层位置。

段 12、段 13 为自动定向控制，此段程序的作用是使提升机具有自动定向功能。其定向条件是提升机轿箱必须停于正常平层位置，即 M0.0 或 M0.1、或 M0.2 总有一个是被置位的。动作的条件是无急停命令输入，未处于连锁控制状态。

段 14 至段 17 为变速控制。与输入点 I1.0 至 I1.4 相连的任一点变速开关输入时，就有相应的变速置位标志被置位，快速控制输出被禁止，同时使慢速控制产生输出。

段 18 为快速运行控制。动作的条件是：无急停命令输入；无点动命令输入；慢速运行标志未置位。当上行或下行标志被置位时，快速运行输出产生。

段 19 为慢速运行控制。其产生输出的条件是：无急停命令输入；快速运行标志未被置位；上行或下行标志已被置位。这样，当相应的楼层变速控制被置位时，使快速运行输出被禁止，慢速运行输出产生。

由于强电部份比较简单，本文不作论述。

四、总结

西门子 S7-200PLC 在众多的 PLC 控制器中，是一款性价比很高的 PLC 控制器，本控制系统用该 PLC 作为核心控制部件，使得提升机具有自动定向、自动换速、自动平层的特点，同时使电控元件之间的接线十分简洁，和用中间继电器实现该系统功能相比，控制系统的可靠性大为提高。用 S7-200PLC 实现此类自动控制，具有很大的实用价值。

S7-200 系列可编程控制器和 TD200 文本显示器 在大型塔式起重机力矩保护及 自动变速驱动控制系统中的应用

张炳义

一、概述

大型塔式起重机一般指起升高度大于 50 米，起重能力为 75 吨以上的起重机。起重机的起重量与吊钩至塔架回转中心距离（通常称为起重机的工作幅度）的乘积是起吊重量对起重机造成的力矩，对这个力矩进行实时在线检测的装置称为力矩保护装置。传统起重机的起升（或下降）速度采用按其最大起重量设计的定速驱动方式，而起重机的长期工作负荷不足其最大起重量的三分之一，所以此类起重机的工作效率很低。

现代信息技术的三大基础是信号的采集、信号的传输和信号的处理三个方面。传统的力矩保护装置在重量信号的采集上采用在起重机的钩头安装一个机械式的力传感器，利用其机械受力变形产生电信号。信号的处理采用模拟放大器放大，再利用发光二极管或数码管为操作者提供显示和对起重机的起重量进行限制。在工作幅度信号的采集中一般采用电位器传感，利用电位器滑动触点随吊臂的变化得到的电信号经处理后来提供显示或保护信号。

本文就是针对传统力矩保护装置的问题，跳出原传感方式的桎梏，成功地利用了跨学科的应用技术。在信号的采集方面，将起重机的吊重量测试问题转换成电机输入功率的测试问题，将起重机工作幅度的测试问题转换成吊臂与水平夹角的余弦值测试问题。在信号的处理过程中，采用 SIEMENS S7-200 系列的 CPU-214、EM235、TD200 的巧妙组合，不仅精确地解决了信号处理逻辑运算等原力矩保护装置最感头痛的问题，而且与西门子矢量控制型变频器（SIEMENS SIMOVERT MASTER DRIVES VECTOR CONTROL 32-1TG60）和整流回馈单元（RECTIFIER/REGENERATING UNIT33-1EE85-1AA0）组成了大型塔式起重机主钩自动变速驱动控制系统。使塔式起重机这一传统的重要工程机械，在保护技术方面实现了与现代化技术的同步，在控制技术方面达到了当今传动控制技术的国际先进水平。

二、重量信号的检测

大型起重机（以塔式为例）的机械结构示意图如图 1 所示。传统力矩保护装置的作用就是对起重机不同工作幅度 L 下由吊钩重物 G 通过起重臂对塔架产生的弯矩进行保护，以绝对保证起重机在最大机械承受能力下可靠地工作。原力矩保护装置的重量传感器一般要装在定滑轮和起重臂之间。本文所述的非接触式力矩保护装置在传统力矩保护意义的基础上又增加了新的含义。

从物理学的功能原理可知，起重机的主钩驱动系统的能量平衡方程式为

$$\frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + mgx = E_{in} - E_{loss} \quad (1)$$

式中：第一项是重物 G （质量为 m ）在起重时的动能，第二项是位能，两项之和应该等于系统输入的总电能和系统总损耗能量之差。

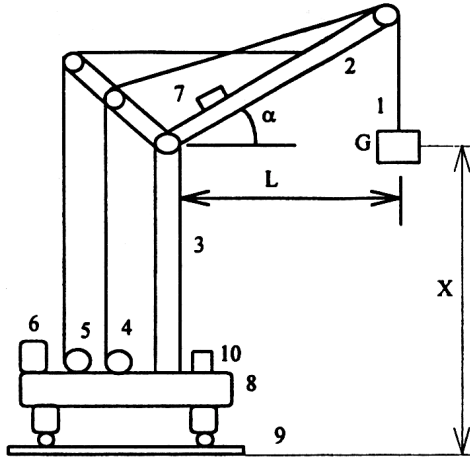


图 1 大型塔式起重机结构示意图

图中：1 吊钩及重物；2 起重臂；3 塔架；4 主钩驱动及卷筒；5 变幅驱动及卷筒；
6 配重；7 旋转变压器；8 回转平台；9 行走轨道；10 操作室
G 重物的重量 (吨)；L 工作幅度 (米)；X 重物的重心至地面的高度 (米)

(1) 式两侧对时间求导数，可得

$$mg \frac{dx}{dt} = P_{in} - P_{loss} \quad (2)$$

式中： $\frac{dx}{dt}$ 是主钩的运动速度，稳态时为常数。因而，重物重量的测量完全可以等效成主钩驱动电机的输入有功功率和系统的总损耗功率的测试问题。

输入有功功率 P_{in} ，恰好可以利用功率变送器测得。总损耗功率 P_{loss} 可以通过试验的方法确定。等式 (2) 是针对提升时列出，下降时 P_{loss} 将反号。当系统吊同一重物以相同的速度提升和下降时，可有 (3) 式存在

$$P_{loss} \frac{P_{imu} - P_{ind}}{2} \quad (3)$$

式中： P_{imu} 是提升时系统的总输入功率；而 P_{ind} 为下降时的总输入功率。

利用 (3) 式可以用试验的方法得到一条关于 P_{imu} 和 P_{ind} 的关系曲线，在实际工作中只要测得输入功率即可通过这个函数关系确定对应的 P_{loss} 大小。再通过 (2) 式即可知道重物的大小。

利用这种方法测得的不仅是重物的重量，而且包含着整个拖动机械传动系统的运行情况，如：机械润滑情况，卷筒上钢丝绳的排布情况，减速机齿轮的啮合情况以及主拖动电机的工作情况，甚至系统承受的风载荷等的非正常变化都将直接导致主拖动电机输入功率的变化。这些非正常情况在起重机运行过程中的任何一种变化，都会直接威胁工作的安全性。而这些非正常情况的变化，对于传统的力矩保护装置来说，是无能为力的。然而，本装置采用测电机输入功率的方法，无论何种情况地非正常变化，都可以在本测试方法中反映出来。

三、幅度信号的检测

传统力矩保护装置中的幅度测量一般采用在起重臂上安装一个电位器或是用机械的方法。用机械的方法比较简单，但显得粗糙，而且精度也较差。电位器的方法是利用电位器滑动触点随起重臂的角度变化来测量吊臂的幅度，此法仍然不可避免地存在着寿命和精度问题。因为电位器中心滑动点信号一般是线性输出，对于吊臂的角度变化来说需要转换，这就不可避免地存在着转换精度问题。另外电位器中心点必然存在着机械接触，环境变化和常期磨损也会直接影响其寿命。

本文研究的新型力矩保护装置采用旋转变压器作为角度检测元件，其电气接线原理如图 2 所示。定转子之间有如下的数学关系

$$u_{R1} = k_u u_{s1} \cos \theta \quad (\text{V}) \quad (4)$$

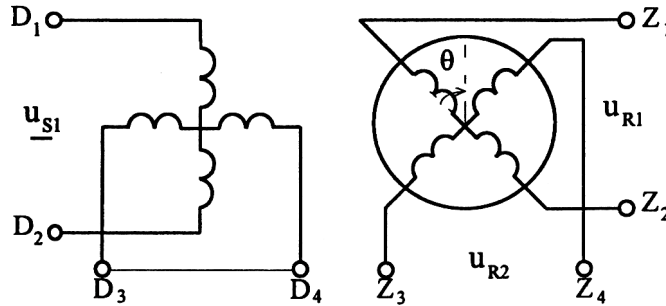
$$u_{R2} = -k_u u_{s1} \sin \theta \quad (\text{V}) \quad (5)$$

式中： u_{s1} 定子所加电压激励信号的有效值；

u_{R1}, u_{R2} 转子感应电压信号的有效值；

θ 定、转子绕组轴线间的夹角；

k_u 定转子绕组之间的信号传输比。



图中：

$D_{1, 2, 3, 4}$ 为定子绕组的四个端点

$Z_{1, 2, 3, 4}$ 为转子绕组的四个端点

图 2 旋转变压器电气接线原理图

从 (4) 式可见，旋转变压器转子感应信号的有效值与夹角 θ 的余弦成正比。因此只要在水平放置时将夹角 θ 调整成 0 度，再将旋转变压器安装在起重臂上，则起重臂与水平方向的夹角即是 θ ，而起重机的工作幅度就可以直接利用运算得到。由于旋转变压器定、转子之间没有直接的机械接触，转子是由轴承支撑，所以避免了电位器方式由滑动点接触导致的使用寿命低问题，同时也避免了电位器检测方式中的非线性运算问题，可通过 (6) 式直接得到 $\cos \theta$ 值。旋转变压器一般是常用于军事项目的检测元件，其测试精度可以小于 0.01。

从 (4) 式可得

$$\cos \theta = \frac{u_{R1}}{K_u u_{s1}} \quad (6)$$

由于可以直接利用检测到的转子电压 u_{R1} 和定子电压 $K_u u_{s1}$ 的大小，将这两个模拟量可以直接送入 PLC 的 EM235 A/D 口转换，计算其比值既是要求的 $\cos \theta$ 值，从而避免了余弦值的非线性运算或查表等带来的误差。

四、检测信号的处理

SIEMENS S7-200 系列 CPU214 可编程控制器 (PLC) 是德国西门子公司推出的适用于小型系统的紧凑型产品。其最大特点是具有灵活组合的对外输入输出接点和 A/D、D/A 转换端子，这给他在检测和控制领域的应用提供了良好的可操作平台。其内部可支持直接刷新输出，即输出点的命令结束后立即更新；支持浮点运算，给应用带来极大方便。本系统以 CPU214 可编程控制器 EM235 A/D 转换模块以及 TD200 文本显示器的硬件组成电路如图 3 所示。

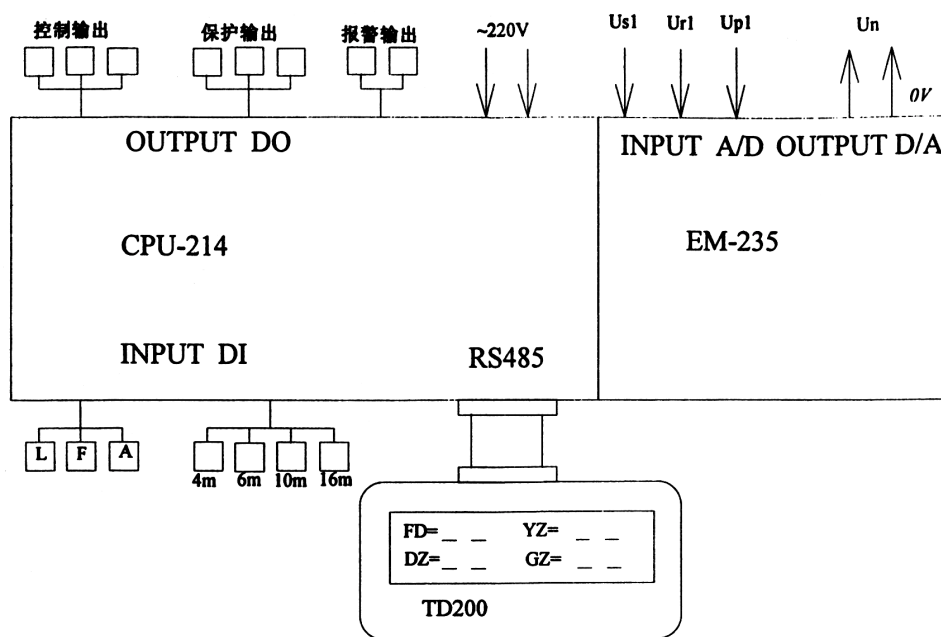


图3 硬件组成电路

CPU214 的输入信号为，L 是主钩提升信号，F 是下降信号，A 是外部报警信号，4m、6m、10m 和 16m 分别是起重机 (QTS31500) 的四个机械挡位信号。控制输出信号包括起重机吊钩传动主电路的三个接触器控制。保护输出是三组保护触点，用于故障状态下切除主电路和控制电路等。报警输出是声音报警信号和光报警信号，用于提示操作人员。A/D 转换模块 EM235 的输入信号 V_{p1} 是功率变送器的输出信号，即重量输入信号； U_{s1} 和 U_{r1} 分别是旋转变压器的定子和转子电压有效值。RS485 是 S7-200 系列可编程控制器的一大特色，通过该口用户可以方便地对系统进行编程，并可利用该口实现通讯或对系统的运行情况进行显示。本系统是利用该口与其配套的 TD200 袖珍显示器进行系统的运行工况显示，和报警内容提示，共显示四条信息，分别为起重机的幅度 (FD)、再该幅度下的允许起重量 (YZ)、实际吊重量 (DZ) 和故障代码 (GZ)。在已知系统的重量信号，可以根据 (2) 式的结果，即起重机设计时的恒功率原理来确定主钩电机的速度。

$$mgv=C \quad (7)$$

式中： v 主钩速度； C 与功率大小有关的常量。

CPU214 根据重量信号的大小，利用 (7) 式，得到主钩的速度信号，再通过 EM235 的 D/A 口送入矢量控制变频器的速度给定端，利用变频器实现主钩的变速驱动控制。由于本控制信号的采集、传输和处理都是按预先的编程自动完成的，所以称为自动变速驱动系统。

五、软件框图

由于 S7-200 系列可编程控制器具有方便的编程平台，所以程序的组合逻辑几乎可以任意编制。本系统的计算和控制逻辑框图如图 4 所示。

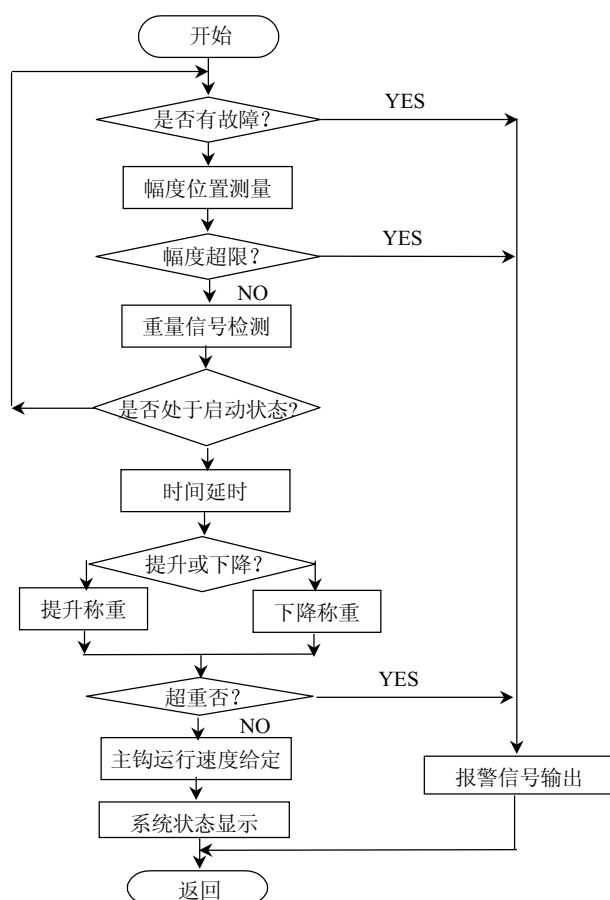


图 4 软件框图

六、样机测试结果

本装置研制的样机已在东电二公司大连华能电厂扩建工地的 QTS31500 塔式起重机上进行了安装试验。该机由于被改装，所以其最大起吊高度由原 110 米变成 95 米，最大起重能力由原 125 吨变为 80 吨。

起重机吊标准配重和实测显示以及误差数据如表 1 所示。

表 1 起重机吊标准配重和实测显示以及误差数据表

序号	标准配重 (吨)	测试显示 (吨)	误差 (%)
1	10	10.2	2
2	30	30.5	1.7
3	50	50.8	1.6

从表 1 反映的数据看，起重机的起重量越小时，相对误差越大，主要原因是起重量小时，钢丝绳以及机械等因素的影响也相应增长所致。

工作幅度地测试是将吊钩落下，用米尺由人工来校正的。其数据如表 2 所示。

表 2 工作幅度测试数据表

序号	米尺测量 (米)	测试显示 (米)	误差 (%)
1	27.5	27.31	0.69
2	37.6	37.32	0.74
3	49.8	49.39	0.82

从表 2 反映的米尺测量和测试显示数据是非常接近的，说明采用旋转变压器来测量起重机的工作幅度，是非常精确的。

七、结论

采用测电机输入功率的方法来测定起重量是一种新的观念，它不仅能在起重机机械运转和润滑等情况正常条件下，精确地测量起重机的负荷，而且可以包含起重机非正常工作的情况。因为主传动机械部分的任何不正常运行都会在电机上反映出来，所以采用这种方法在实际意义上已经将力矩保护的概念扩展到包括机械运转情况在内了。采用旋转变压器来测量起重机的工作幅度，克服了电位器测试方法的不足，提高了测试精度。并且现场安装调试方便。利用 S7-200 可编程控制器，不仅给信号的处理带来极大的方便，而且可根据起重机的吊重情况确定并给出主钩的速度信号，实现了自动变速驱动。

本文研制的新型非接触式力矩保护装置无论从原理上，还是从可靠性和精确度方面，都具有创新和提高，为解决大型起重量力矩保护这个棘手问题提出了一个新的思路和方法。在实际使用中具有可靠性高，精确度高，安装十分方便，价格低等特点。自动变速驱动可平均提高主钩的工作效率一倍以上。

S7 200 在主动式波浪补偿起重机中的应用

李清璞 孙虹

1. 概述

在海上两船靠泊，并由起重机将货物由母船吊装到另一船上时，由于海浪的作用引起两船甲板的相对起伏，从而导致货物与接收船甲板相撞而造成损失。主动式波浪补偿起重机检测两船甲板的相对起伏，通过控制液压伺服机构使货物与甲板的相对起伏随动，货物以匀速降落到接收船甲板，从而避免了货物的撞击。

主动式波浪补偿起重机的控制系统是以 S7200-CPU224 为核心构成的。

2. 主动式波浪补偿的实现及工作过程

2.1 主动式波浪补偿的实现

主动式波浪补偿起重机由塔身、上下折臂、旋转支承、回转马达、起货绞车、补偿油缸、补偿滑块、比例阀、测量绞车、控制器及配套的液压站组成。

安装在臂架上的测量绞车用于测量两船垂向的相对位移，与测量索同轴安装旋转编码器，当两船距离增大时，测量索被拉出，编码器正转；当两船距离减小时，测量索自动收紧，编码器反转，PLC 对编码器计数从而测量两船相对位移变化。

当两船垂向距离减小时，测量绞车的编码器检测位移变化，控制器采样并经计算后输出比例阀开度信号，控制伺服油缸伸出，则货物被提升，提升的位移和速度与船距变化的位移和速度相同；而当两船垂向距离增大时，货物也以相同的位移及速度被放下。此时，无论船体怎样升沉，货物相对接收船始终是静止的，驾驶员操纵起货绞车，货物以匀速安全地降落到甲板上，从而实现了波浪补偿。

2.2 波浪补偿起重机的工作过程

2.2.1 起吊货物

起重机旋转、变幅，并从母船货舱中起吊货物。

2.2.2 至接收船甲板上方

起重机回转、变幅，将货物运到接收船卸货区域上方，适当放下起升索，使货物保持安全高度。

2.2.3 拴挂测量索

测量绞车放索并使测量索拴挂在接收船甲板后，收索并保持恒张力伺服状态。

2.2.4 起动波浪补偿

起动波浪补偿后，系统以波谷位置作为起动零点，即接收船达到最低点并开始上升时，伺服油缸伸出开始补偿行程。

2.2.5 卸货

波浪补偿起动后，无论船体怎样运动，货物与接收船始终保持静止，这时，操纵起货绞车，即可使货物落在甲板上。

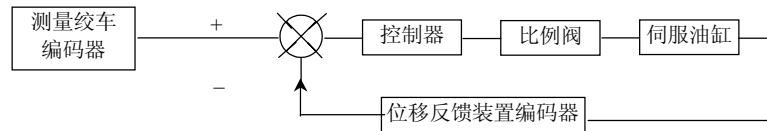
2.2.6 复位

货物落在甲板后，摘下货钩，停止自动补偿，手动复位伺服油缸，开始下一次吊装作业。

3. 波浪补偿控制系统的组成及硬件配置

3.1 波浪补偿控制系统的组成

波浪补偿控制系统以测量绞车编码器的脉冲信号作为系统输入，以伺服油缸位移（脉冲信号）作为反馈输入，CPU224 对系统输入及反馈输入计数、量化，并由算法计算比例阀的开度信号，通过模拟量输出扩展模块输出-10V~+10V 模拟信号控制比例阀开度，驱动伺服油缸伸出、回缩，控制原理图如下图所示。



3.2 系统主要硬件配置

以 CPU224 为控制主机，扩展一个 EM232 模拟量输出模块。

3.2.1 系统 PLC 开关量输入端子定义

- I0.0——补偿起动/停止开关
- I0.1——油缸手动复位开关
- I0.2——油缸手动伸出开关
- I0.3——为 HSC4 保留
- I0.4——为 HSC4 保留
- I0.5——空
- I0.6——HSC1 脉冲输入
- I0.7——HSC1 脉冲输入
- I1.0——空
- I1.1——空
- I1.2——HSC2 脉冲输入
- I1.3——HSC2 脉冲输入
- I1.4——起货绞车限位
- I1.5——油缸下限位

3.2.2 系统开关量输出端子定义

- Q0.0——步进电机脉冲输出（调试用）
- Q0.1——步进电机脉冲输出（调试用）
- Q0.2——比例阀启动开关
- Q0.3——空
- Q0.4——补偿标志灯
- Q0.5——油缸正程标志灯
- Q0.6——油缸负程标志灯
- Q0.7——空
- Q1.0——空
- Q1.1——空

3.2.3 系统 PLC 模拟量输出定义

- AQW0——比例阀开度

4. 控制算法及程序结构

4.1 模糊控制算法

模糊控制是一种基于实际效果的控制，对系统参数变化不敏感，它通过状态判断、动态预测，采用表示知识的语言规则和模糊推理，对各类复杂的系统具有较好的适应性和良好的控制性能。波浪补偿起重机工作条件多变，影响因素多，很难用精确的数学模型描述，存在参数时变，负载扰动以及被控对象的严重非线性、强耦合等不确定因素，而且对快速相应性、适应性有较高的要求，适于采用模糊控制方式。

模糊控制的核心是知识库的建立，知识库就是操作者的操作经验。在知识库中，知识的表示多为基于 IF（条件）-THEN（结论）的产生式规则，条件为控制量的控制要求，结论为控制执行量。

模糊控制器的控制规则完全来源于人的手动控制策略，建立模糊控制规则的过程就是用语言去归纳手动控制策略的过程。制定规则的指导思想为：

a. 当误差为负大时，若当误差变化为负，这时误差有增大的趋势，为尽快消除已有的负大误差抑制误差变大，所以控制量的变化取正大。

b. 当误差为负而误差变化为正时，系统本身已有减少误差的趋势，所以为尽快消除误差且又不超调，应取较小的控制量。当误差为负大且误差变化为正小时，控制量的变化取为正中。若误差变化正大或正中时，控制量不宜增加，否则造成超调会产生正误差，因此这时控制量变化取为 0 等级。

c. 当误差为负中时，控制量的变化应该使误差尽快消除，基于这种原则，控制量变化选取同误差为负大时相同。

d. 当误差为负小时，系统接近稳态，当误差变化为负时，选取控制量变化为正中，以抑制误差往负方向变化；若误差变化为正时，系统本身有趋势消除负小的误差，选取控制量变化为正小即可。

经过计算机离线推理，得到如下表所示的模糊查询表。

U EU	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
-6	-7	-6	-7	-6	-7	-6	-7	-6	-1	-1	-1	0	0
-5	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-1	-1	-1	-1	0	0
-4	-7	-6	-7	-6	-4	-4	-4	-4	-4	-4	0	0	0
-3	-6	-6	-6	-6	-3	-3	-3	-3	-3	0	0	0	1
-2	-4	-4	-4	-3	-4	-4	-1	0	0	2	1	2	1
-1	-4	-4	-4	-3	-4	-4	-1	0	0	2	1	2	1
0	-4	-4	-3	-3	-1	-1	0	1	1	3	3	4	4
1	1	2	1	2	0	0	1	-4	-4	-3	-4	-4	-4
2	1	2	1	2	0	0	-1	-4	-4	-3	-4	-4	-4
3	1	0	0	0	-3	-3	-3	-3	-3	-6	-6	-6	-6
4	0	0	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-6	-7	-6	-7
5	0	0	-1	-1	-1	-1	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
6	0	0	-1	-1	-1	-6	-7	-6	-7	-6	-7	-6	-7

在控制过程中，对误差和误差变化率进行离散化，论域为[-6, 6]，在线查询模糊查询表，对控制量进行量化处理并由模拟量输出模块转换输出

4.2 输入信号的滤波校正

由于波浪运动的随机性及严重非线性，对脉冲计数输入的滤波校正是必须的。

4.2.1 补偿原点的确定

根据实际经验实验结果确定，当输入脉冲值达最大值，而反馈输入为零值，此时的输入脉冲值为参考原点，以后每采样周期输入脉冲与该值之差并交换符号后，作为输入设定值。

4.2.2 输入波形校正

对输入编码器每一采样周期值与上一采样值之差进行分析，差值小于某值时，作为输入波形顶点；差值为负值时，置正程标志；差值为正值时，置负程标志，差值绝对值大于某值时，限制该值。输入波形经校正后，为近似的正弦波。其差值赋予速度的物理意义，作为系统的前馈输入。

4.3 模糊控制量的在线查询

由于 PLC 运算速度、内存有限，在线模糊推理是不现实的，但经系统仿真并得到模糊在线查询表后，由 PLC 进行查表运算则非常理想。

模糊在线查询表为二维表结构，横坐标为误差离散量，论域为[-6, +6]，纵坐标为误差变化率离散量，论域也是[-6, +6]，系统对输入设定值，系统变量运算后得到误差，误差变化率并离散化，即可查询在线模糊输出值。

模糊变量表设计为段页结构，表内有 13 个段，每段内有 13 个页址，以误差变化率为偏移量求得，计算式为：

表中值+52×误差离散值+4×误差变化率离散值

4.4 主程序结构

STEP 7-Micro / Win32 丰富的指令系统为控制程序的模块化及子程序多重嵌套提供了有力支持、使用户程序结构严谨、层次分明、可读性好。

在手动控制模块中检测油缸手控开关位置，设定值输出至 AQW0，控制伺服油缸的伸出、回缩。

当补偿开关启动时，I0.0 的上升沿调用初始化子程序，初始化 HSC1 及 HSC2，建立与采样处理程序的中断连接。在采样处理程序中，完成定时采样并计算系统给定值、反馈值及前馈输入。

在自动补偿时，如油缸持续零位，则判断系统故障，系统以开环模式工作，前馈输入值乘以开环放大倍数直接控制比例阀开度。如油缸有动作，则进入闭环控制模式，系统以闭环模糊控制方式作。

5. 结束语

由于西门子 S7200 系列 PLC 已获劳氏船级社认证，以该 PLC 构成的波浪补偿起重机控制系统可直接应用于各型干货船上。该系统历经台架试验及海上试验，证明系统稳定可靠，响应快，补偿精度高，提高了船用起重机的作业性能和适用范围。

西门子 S7-200 PLC 在镍网镀槽中的应用

吴学军

一、控制对象和控制任务的描述

镍网在印染行业有着非常广泛的应用。镍网生产工艺比较复杂，产品质量要求高，如各种生产参数控制不好，则废品率较高，影响产量和效益。以前生产中采用过一些智能仪表，但由于现场环境比较恶劣，因而故障率较高，影响了生产，而且功能、精度等也不能满足生产要求。

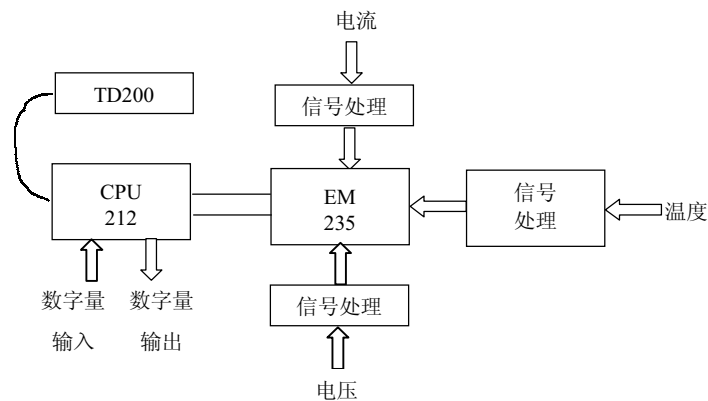
镍网的生产过程是在铜模上电镀镍，这个过程是在电镀槽中完成的。此项目的控制任务大致是：

1. 根据所产镍网型号的不同，现场设置电镀所需的安培小时数，然后开始电镀，同时累计安培小时数，达到设定值时，开始降低电镀电流，降到较小值时停电镀电源。
2. 根据生产工艺，要定时（安培小时累计数确定）定量（控制定量泵）地向电镀槽中加添加剂。
3. 镍网电镀槽的温度自动控制。为防止人为提高电镀电流提高电镀速度，影响产品质量，控制中还设置了过载保护。

注：安培小时——单位，电流（安培）与时间（小时）的乘积。

以下简称：安时，AH。

二、控制系统硬件构成说明



1. 西门子产品：

PLC： CPU212（6ES7 212-1BA10-0XB0）

模拟量输入：EM235（6ES7 235-0KD00-0XA0）

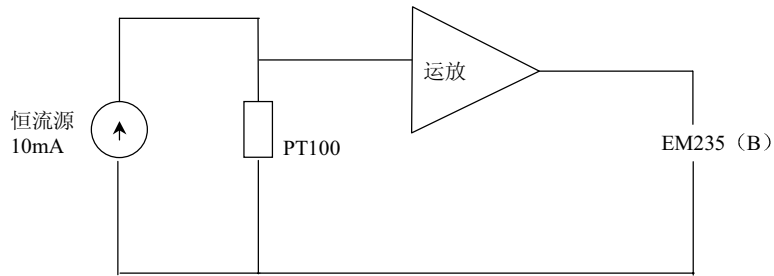
模拟量输入范围：0-+5V

文本显示器：TD200

2. 模拟量的采集电路

1) 电流（0-3000A）：分流器 0-75mV 直流信号经放大、隔离成 0-5V 信号至 EM235（A）端。

2) 温度（0-100 度）：热电阻 PT100 由 10mA 恒流源供电，PT100 的端电压经放大后加至 EM235（B）端。为便于计算，减少程序量，调整运放的放大倍数，使温度在零度和 100 度时，PT100 的端电压值经 A/D 转换后的数值差为 1000，即温度 0-100 度对应数字量为 2597-3597，分辨率为 0.1 度。如下图：

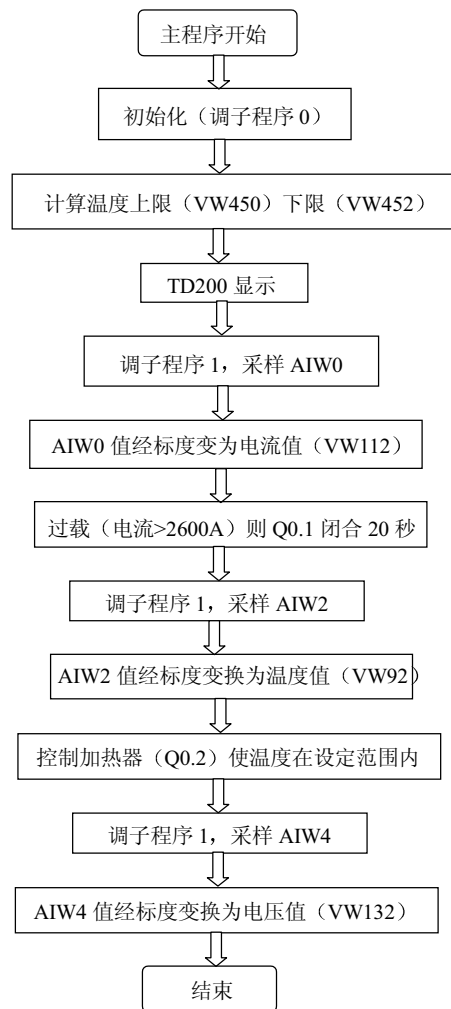


3) 电压 (0-40V): 电镀电源电压 (0-40V) 经电阻分压、隔离后接至 EM235 的 (C) 端。

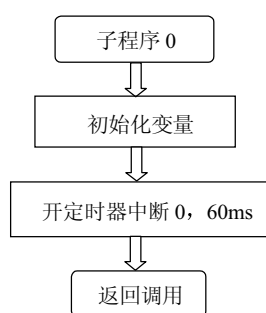
三、控制系统软件编程思路说明

1. 本系统程序由两个子程序和一个中断程序构成。简要程序框图如下:

1) 主程序



2) 子程序 0: 上电初始化, 仅首次扫描运行。

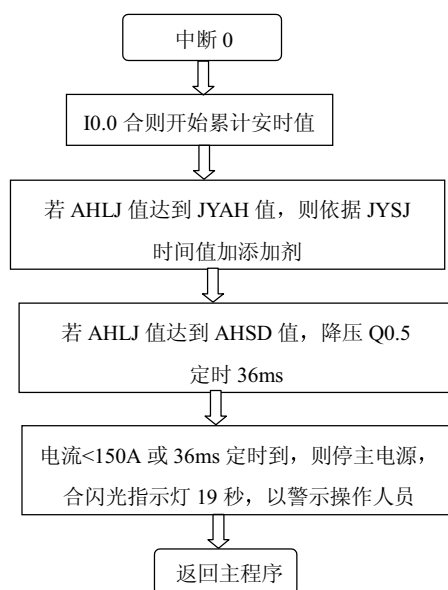


3) 子程序 1:

子程序 1 用 STEP7 Micro 的指令向导中的“模拟输入滤波”完成的，不再详述。

4) 中断程序 0:

此程序任务是计算安时累计值，并控制向镀槽中添加添加剂，以及控制电镀过程的结束。



注: a) 计算安时累计值的程序注解

此系统程序的重点在于安时累计值的计算, 60ms 中断计算一次安时值并累计, 60ms 时间的安时累计值为: $\text{电流值 (A)} \times (60/3600000) \text{ 小时} = \text{电流}/60000 \text{ (安时)}$ 使用 CPU212 的指令不便于直接计算, 本程序采用这样的方法: 每次中断累加电流值, 累加值每超过 60000 就将安时累计值加上 1。

b) 安时累计达到设定值时, 启动降压伺服电机, 降到较小电流停主电源, 是为了防止下次开电源时, 很大的电流会对电镀电源造成冲击, 损毁设备。如果降压伺服电机有故障, 不能降低电流则 36ms 后停主电源。

四、总结

1. 此控制系统的难点在于掉电后数据的保存。此前, 曾试用单片机完成此任务, 但由于现场环境较为恶劣, 干扰强, 使用很不理想, 尤其是短期掉电情况下, 数据经常丢失。使用西门子的 S7-200PLC 组成九套这样的系统, 由于其具有掉电数据保存功能, 及其可靠性, 所以设置参数从未丢失。经过近半年的实际运行, 效果十分满意。我参加竞赛的一个目的就是这一性价比很高的产品介绍给更多的同行, 并与他们交流使用心得。

2. 电流、温度、电压的模拟输入滤波也可通过生成三个子程序来完成, 但程序量大。经过分析, 在子程

序的基础上增加了入口和出口参数，这样电流、温度和电压输入滤波便可通过更改出入口参数，使用同一个子程序，大大节省了程序量。

3. 西门子 S7-200 系列 PLC 功能强大，编程方便，且具有友好的操作显示面板，配置十分灵活。在小型工业控制方面有着广阔的应用天地，应为小型控制系统的首选设备。在今后的几个项目中将以 PLC 取代单片机作为首选。

西门子 S7-200 PLC

在新型电除尘器电磁振打控制中的应用

刘 强

一、概述

电除尘器广泛应用于电力、冶金、建材等部门。在灰尘通过电除尘器时，被电离的粉尘吸附在极板、极线上，需要周期性地粉尘振打下来，以提高除尘效率。随着各国环保产业的发展和各种新技术的推广应用，电除尘器的研制应用在日新月异地提高和完善着。国外某新型电除尘器，以其优异的性能迅速推广应用。但其振打方式与传统的切向振打方式有所不同，采用的是顶部电磁振打方式，对每个极板、极线的振打都可达到十分精确的程度，每个阳极板的前后两侧均可单独控制，对每个电场的各阳极板可按正向或反向顺序振打，能有效地防止二次扬尘。除尘器维护方便，本体可长期运行，只须定期检查维护除尘器壳体外的电磁振打器（电磁锤）即可。

在交流电经全波整流后，成为脉动直流，由控制信号确定可控硅的导通时间，决定输出脉冲个数。当脉动直流通过振打器线圈时，铁心被吸起，断电时，由于重力作用，铁心下落形成振打力，振打力的大小由直流脉冲个数精确控制，脉冲个数越多，振打力越强。因此通过改变控制信号的时间长度即可改变振打力大小。

由于需要控制多达数百个振打器，控制过程比较复杂，控制器必须有极高的可靠性，对于振打参数设置需要简单方便，并要求具有故障实时检测等功能。现国内某公司已引进该电除尘器技术，而进口的电磁振打控制器价格昂贵，限制了其应用推广，研制配套的振打控制器十分重要。

二、组成原理

控制器要能恶劣环境下不间断运行，对可靠性要求较高。西门子 S7-200 系列小型可编程控制器价格低、性能优良，具有程序容量较大、运行速度快、多种中断、编程灵活等优点，该 PLC 和西门子 TD200 文本显示器配合使用，使该机的功能更加完善。

256 个输出点分为 16×16 的矩阵，由 PLC 输出 4×4 的行列信号，再经光电隔离、4-16 译码器、总线驱动电路等转换为 16 行 \times 4 列的 TTL 电平信号。PLC 采用基本配置（晶体管输出型）即可满足输出点数要求，既可使输出点达到数百个，又能有效地降低 PLC 成本。为使输出的行列地址稳定，行列信号和使能信号分时送出及结束，由使能信号精确控制输出时间长度来决定脉冲个数。振打控制器输出箱共有 16 个输出板，每个板均有一个 16 进制板地址，由比较器将板地址和列信号比较决定输出板是否选通，选通信号控制输出板上 16 个选通电路，若对应行信号为 1，则该选通电路选通，再经光电隔离触发对应的可控硅。在每一瞬间只有一个输出点在输出。

由于该控制器程序量较大，因此选用 CPU216 型，程序中主要包括振打周期计算，输出锤号计算，读写设备状态表，行列地址输出，定时中断，输入中断，通信中断，参数设置及显示等部分。

三、控制方案及软件设计

1. 控制过程

各电磁振打器按电场的分布情况排列分组，多达 30 组，每组振打器（振打带）按各自的规律周期性地运

行。在任意瞬间，只有一个电磁锤在工作，根据其所处位置不同，振打力强度要求也不同。

在实际运行中，发现一些除尘器存在着下料灰斗容量有限的情况，这时如果短时间内阳极板振打下来的灰尘较多，有可能发生堵塞现象。因此在设计中采用了间隔振打，同一电场中每个电磁锤并不是连续振打，而是按每次相隔若干电磁锤，使每个灰斗下料均匀，能有效地避免灰斗堵塞，能更好地适合现场情况。在不同情况下，可以选择间隔振打和连续振打。在振打顺序上分为正向振打和反向振打，满足多种情况要求。控制器有 4 组不同的振打运行参数表，分别在正常运行、强制清灰、除尘器 A 室单独振打、B 室单独振打时使用。

考虑到每个电磁锤可能存在性能和安装上的差异，在脉冲个数相同时，振打力未必相同，因此在 PLC 内存中设有脉冲个数修正表，将 256 个输出点的每个脉冲修正个数依次列表，使控制器具有脉冲数修正功能，使每个电磁锤的振打力均可调整， N 号锤脉冲个数=振打带基本脉冲个数+N 号修正值。

为检查每一个电磁锤的性能，控制器还设有测试功能。在安装调试时，由 TD200 键入输出锤号和脉冲个数后，即可对该锤进行测试，由 TD200 显示回路状态，是否有短路或开路故障。

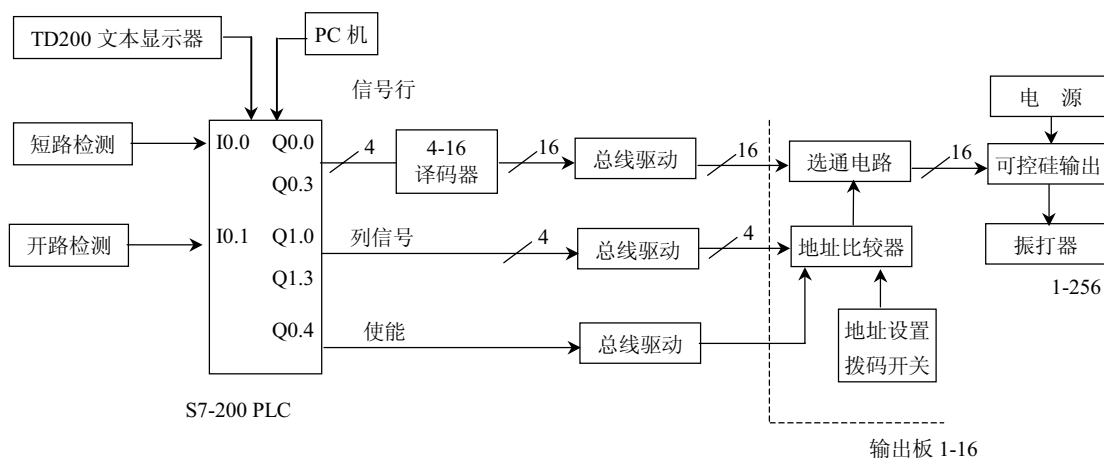


图 1 控制器组成

2. 振打力精度要求

振打强度由脉冲个数决定，一般为 5-12 个，脉冲个数对振打力影响很大，最多只允许 1 个脉冲个数误差。主控制器输出的矩形波时间长度必须十分精确。在本控制器中采用时钟中断，在程序中采用中断程序调用和立即输出等方法，使得使能信号时间误差小于 1 毫秒，精确地控制了脉冲个数，完全满足了振打力精度要求。

3. 故障检测和保护电路

由于有数百个电磁锤在工作，系统的安全运行显得十分重要。利用 PLC 的输入中断功能，可及时检测每个输出回路的开路、短路的故障，根据对应的输出锤号，PLC 将相应的电磁锤状态写入内存中振打器运行状态表和故障状态表的相应位置。若连续两次检测到某一输出回路有故障，则以后将停止该回路的输出。为防止输出回路因短路而造成设备损坏，在主回路中采用了硬件保护电路，在检测到短路故障时，立即关闭主回路的固态继电器，在极短的时间内保护了电力元件。并且在每一个输出可控硅的两端均并联了阻容保护电路，使设备能在电网经常受到干扰的场合安全运行。

4. 参数设置组态及通讯

在参数组态方面，分安装组态和运行组态，安装组态用于根据各种型号除尘器的振打器分布，设定输出点

位置，输出间隔数；运行组态用于振打参数设置，如振打周期、间歇时间、脉冲个数等。

该振打控制系统相关的参数很多，将参数分类后，按相应顺序逐个设置。采用低成本的 TD200 文本显示器后，振打参数设置变得十分直观，各参数信息均可清楚显示，按相应键即可完成参数修改。所有振打参数均可通过 TD200 写入 PLC 内部 EEPROM 内长久保存。

为适应大量参数的设置和修改，本控制器还采用了计算机进行参数设置，编制了系统组态软件，运行于 Windows95 操作系统，使参数组态变得更加方便，PC 机同 PLC 进行串行通讯，并设计了严格的通讯协议，满足了传输可靠性要求。

S7-200 系列 PLC 具有自由通讯口，可由用户自主编制通讯协议及相关通讯程序，由于振打控制程序量较大，并且通信程序占用 PLC 有限的内存，因此通信程序必须简洁高效。在本控制器中，PLC 始终作为从机，根据上位机发出的各种命令进行应答。通讯协议中，@表示起始字符，\$表示结束字符，变量类型中 w 表示字型，b 表示字节型，采用 ASCII 码累加和校验。在发送前，各数据（包括变量地址、变量值、累加和）均转换为 ASCII 码。在接收后再将 ASCII 码转换为实际数据。通讯协议如下：

1. PC 机从 PLC 读取变量值

a. PC 机读取变量值：

起始字符/命令字符/变量类型/变量地址/累加校验和/结束字符

如@pw33700500\$表示读取 VW3370 的值，累加和是 0500。

b. PLC 发送变量值：

起始字符/变量值/变量值（重复发送）/结束字符

如@0000100001\$表示变量值是 1，PC 将接收到的两个变量值进行比较，若两值相等，则认为接收正确。

采用此方式是为简化 PLC 通信过程而设计，实际使用后证明简单可靠。

2. PC 机向 PLC 发送变量值

a. PC 机发送变量值：

起始字符/命令字符/变量类型/变量地址/变量值/累加校验和/结束字符

如@fw3260000000728\$表示发送给 VW3260 的值 0，累加和是 0728。

b. PLC 发送确认字符串：@K\$，K 为确认字符。

四、结束语

本振打控制器充分发挥了 S7-200 PLC 的优异性能，并极大地降低了 PLC 成本，投入运行后证明具有可靠性高、控制精确、操作简单等特点，对于新型电除尘设备的推广应用具有重要作用。

西门子 S7-200 可编程序控制器 在冶金除尘系统中的应用

王长安 李居士

冶金烟尘是污染大气的重要因素，随着鞍钢平炉改转炉及其配套设施的相继完工，周围的大气质量有了明显的提高。应该指出，西门子的 S7-200PLC 在其中起到了关键的作用。由于除尘系统对该装置的巧妙应用，使除尘的质量、能耗等指标得到了可靠的保证。

一、工艺描述与控制任务

除尘系统主要由鼓风机、除尘器、除尘罩、管道、阀门、控制设备等组成。本系统包括两组共五个工位（见图 1）。

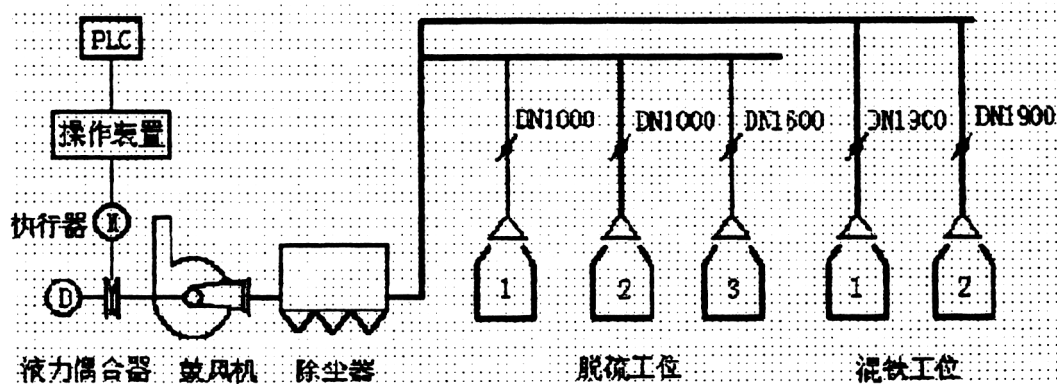


图 1 工艺组成流程图

其中混铁炉系统含两个工位，每个工位由一个 DN1900 阀门控制该工位进入或退出除尘状态。脱硫系统含三个工位，三个工位分别由一号 DN1000、二号 DN1000、三号 DN1600 阀门控制各工位进入或退出除尘状态。

操作制度为：工位运行则阀门全开（由脱硫、混铁系统控制，极限开关状态送本系统），工位停运则阀门全关；混铁、脱硫两系统不同时运行；混铁系统只要有一个工位运行（即一个阀门打开）风机则全速运行；脱硫系统具有六种不同的负荷风量组合，用简化直径合成表示分别为：0（所有阀门都关）、1000、1600、2000、2600、3600（所有阀门都开）。这样与混铁系统共同有七种不同的组合，相应七种不同的风机转速（风量）要求。以往是人工根据不同的运行工位指示灯状态，用手操器控制电动执行器和液力偶合器调节风机风量，以满足各种工位组合的风量要求，从而达到要求的除尘效果。

控制系统给 PLC 的任务是：识别七种不同的组合；自动输出不同的相应电流给执行器，从而使系统得到七种相应的转速风量。并且要求七种输出随时可调、可设定。

二、控制系统组成

除上述液力偶合器、执行器外，系统另由 S7-200PLC（含 CPU214、模出模块 EM232）工位指示灯、设

定操作按钮、极限开关、手操器（作手动备用和输出指标）、转速表等组成（图 2 所示）。

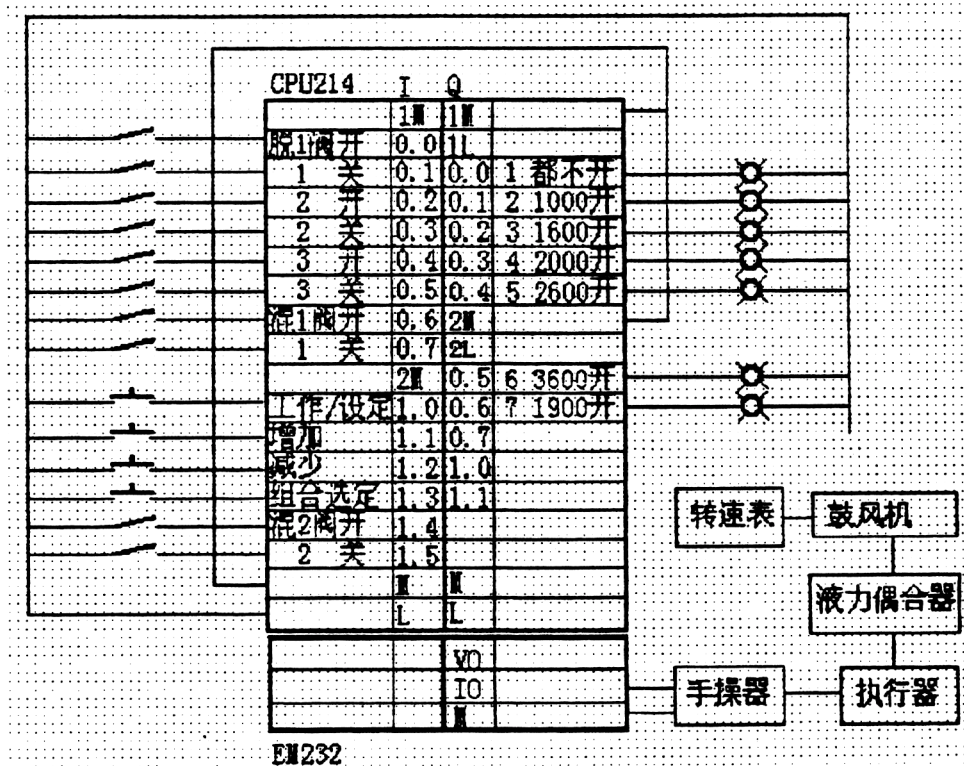


图 2 控制系统组成原理图

三、控制说明

1) 设定

在线情况下：按下工作/设定锁定按钮；点动阀组合转速选定按钮；停留在某一组合位上（由指示灯指示）输出变量存储器等待予置累加（减）；按动增（减）按钮同时观察转速表、手操器示值及除尘效果，将予置值停留在最佳处。

2) 工作

PLC 判定现在的工位组合；调用予置变量输出给执行器；使系统按予定转速风量运行。见流程图（图 3）。

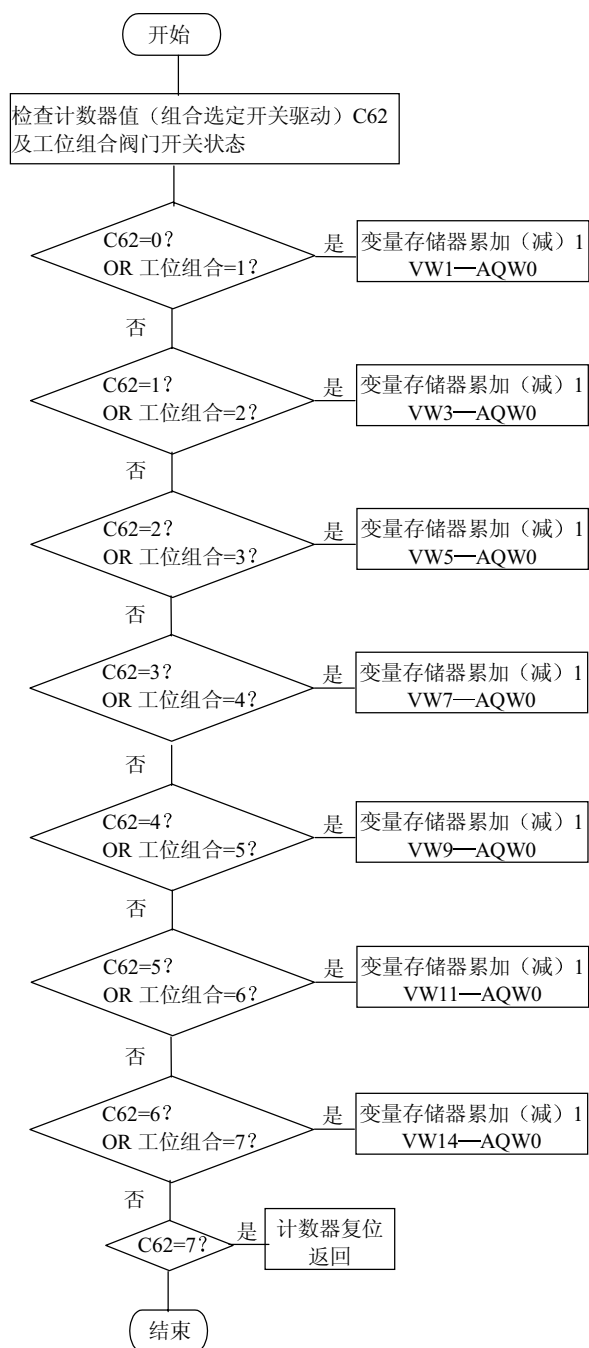


图3 控制流程框图

3) 关键

- (1) 组合选定由循环计数器实现
- (2) 予置数由变量累加 1 实现

四、总结

常规的多工位除尘系统应付负荷的变化比较困难。每当工位组合变化时，靠人工手调操作器控制风机转速

及风量。由于组合变化频繁，故工作量很大，且因人而异，除尘质量随机性强。往往为了保证除尘效果尽量采用大风量，这样无疑带来了能源的浪费。

采用本系统后，既可以在试车时一次性将各种组合风量设定好，又可在生产后随时在线调整，且产生记忆，将此组合风量作为今后的给定值。

归纳本系统特点如下：

- 1) 可手动方便的给系统产生设定
- 2) 对最终组合手操有记忆功能
- 3) 性能价格比好，仅为单回路控制器价格的一半

本系统的难点及技巧在于：

- 1) 用简单的人机接口（按钮、指示灯）实现手动予设定。
- 2) 设定累加利用 PLC 的固有扫描频率，每周期变量存储器增（减）1，为防止变化过快，用 SM0.5 控制，使其速度减半。

采用 SIMATIC S7-200PLC 及扩展模块 提高铝连铸连轧生产线自动化技术水平

宋国强

一、概述

1. 连铸机是我公司铝连铸连轧生产线的重要设备之一，担负着公司年产一万吨铝杆生产任务，该设备性能的优劣将影响铸锭的质量，直接影响到连轧机轨制铝杆的质量，铝杆产品质量的好坏，将使我公司产品钢芯绞线、铝绞线及各类铝导体线芯质量受到严重的影响。

2. 连铸机主要由结晶轮、机械传动、直流电机及传动等部分组成。该机传动控制电器部件是 70 年代末的电器产品。可控硅直流控制柜长期使用，整机老化，结构、性能等技术指标已远远落后，性能不稳定，造成控制部件失控，结晶轮转速不稳定且随负载变动而变化，铸锭不均匀。电机工作环境恶劣，温度高，水蒸气、湿度大，冷却水没有水位自动控制装置，经常淹没电机，使设备不能正常工作。结晶轮转速稳定性直接关系到铸锭质量，连铸机转速不稳定，造成铝杆质量不稳定，而且连铸机与连轧机之间的速度跟踪全部靠人工手动调节，操作者根据连铸机和连轧机之间铸件张力的松紧程度，手动调节连铸机、连轧机速度，整个生产过程需要操作者始终高度集中，职工劳动强度大。另一方面操作者容易疲劳，精力稍不集中，容易判断失误，调节不当，易造成铸件拉断或堆积。

二、方案确定及实施

1. 为改善现场工人的劳动强度，减少停产时间及维修维护工作量，提高产品的产量和质量，对连铸机电气控制系统进行自动控制改造，在改造项目中，连铸机机械部分基本不变，只改造连铸机电气控制部分和驱动部分，采用交流变频调速方式。

2. 连铸机控制部分要求：

- (1) 电动机实现无级调速。
- (2) 连铸机速度自动跟踪轧机速度。
- (3) 连铸机自动、手动选择功能。
- (4) 连铸机正、反转功能。
- (5) 连铸机转速、电流现场数字显示。
- (6) 调速比为 100: 1。
- (7) 电网电压变化 $\pm 5\%$ ，频率变化 $\pm 0.5\text{HZ}$ ，负载变化 $\pm 20\%$ ，温度变化 $\pm 10^\circ\text{C}$ 时，系统静态误差 $\leq 0.1\%$ 。
- (8) 冷却水水位自动控制。
- (9) 具有完善的故障显示和诊断功能。

3. 硬件配置

(1) 依据生产工艺及设备技术要求，在保证系统性能可靠的前提下，尽量压缩投资，实现高性能低价格，我们选用 Siemens 公司的小型 PLC 和交流变频调速器实现连铸机自动控制，并配有连铸机转速、电流的数字显示屏幕。连轧机反馈回来的转速信号，以电量变送器进入扩展模块，通过 PLC 内部程序运算后，主扩展模块模拟输出端输出给变频器外部模拟信号接收端，通过变频器调节电动机转速，达到跟随连轧机速度的目的，

冷却水水位自动控制主压力传感器，测量水位变化情况，并输出 4-20mA 模拟信号进入扩展模块经 PLC 内部程序运算，主 PLC 输出开关信号控制水泵的启动停止。

(2) 可编程序控制器 (PLC) 扩展模块

可编程序控制器 (PLC) 选用 SIMATIC S7-200 的 CPU214，该 CPU 指令处理周期短，每执行 1K 语句仅需要 0.8ms，并有浮点数学运算，加、减计数器同时运行，硬件、定时控制中断，内部数据和信息采用后备锂电池保存，保存时间 1 年。CPU214 最多可扩展 12 路模拟量，64 路开关量（扩展模块选用 EM235 模拟量输入/输出模块，3 路输入，1 路输出）。可以满足连铸机电机和 2 台水泵电机的自动控制任务。

(3) 交流变频调速器

交流电机驱动器选用 SIMTIC 全数字交流变频调速器 MM400/3，用于驱动 Y 系列 4KW 的交流电机。该变频器的额定电压 380V，最大电流 9A。输入交流电压允许变化范围±15%，频率允许变化范围为 45-60HZ，过载能力为额定电流的 150%，工作温度在额定电流工作时为 0-45℃之间，输出不受影响，该驱动器可以通过软件组合调节功能，实现连铸机与轧机之间速度跟随。

(4) 连铸机电气控制系统框图（见附图一）

4. 软件的功能

(1) 强劲的编程、调试功能：

Siemens 公司提供了丰富的系统软件支持，使用方便，界面友好，为编制应用软件提供了可靠的保证。S7-200 的编程软件指令十分丰富，简单易学不仅菜单及信息全部中文提示，也可用中文进行注释。该软件可用于程序输入、编辑、注释、打印，以及运行调试，故障诊断等，既可以在联机情况下直接在 PLC 中编程，也可以在离线状态下编程。

(2) 冷却水位自动控制

根据压力传感器检测液位的高低，输出 4-20mA 模拟信号送入扩展模块 EM235 输入端，经 PLC 内部程序运算，由 PLC 输出开关信号控制水泵工作状态。可控制液位保持在某一高度段内，实现水位自动控制。

(3) 连铸机自动控制

当铸机工作在自动状态，由连铸机速度反馈电压信号，经电量变送器隔离变换，送入扩展模块 EM235 输入端，经 PLC 内部程序识别、判断、运算后，由扩展模块模拟量输出端，输出 0-10V 电压模拟控制信号，控制连铸机变频器，调节电动机转速。

(4) 故障诊断显示

操作台有故障指示灯。连铸机过压、过流、欠压、超负荷等故障保护及故障自动记忆功能，水位超限、水泵故障报警等，实现水位水泵智能化处理。

(5) 程序流程框图。（见附图二）

三、效果

1. 改造完成后，自 98 年元月投入使用后取得了良好的效果，解决了连铸机速度不稳的问题。实现了由操作者凭经验控制到定量数字控制的转变。提高了公司设备的科技含量，填补了线缆行业交流变频调速技术及可编程序控制器 PLC 在铝连铸机上应用的空白，为公司应用现代科技改造旧设备创出了一条新路。

2. 经济效果

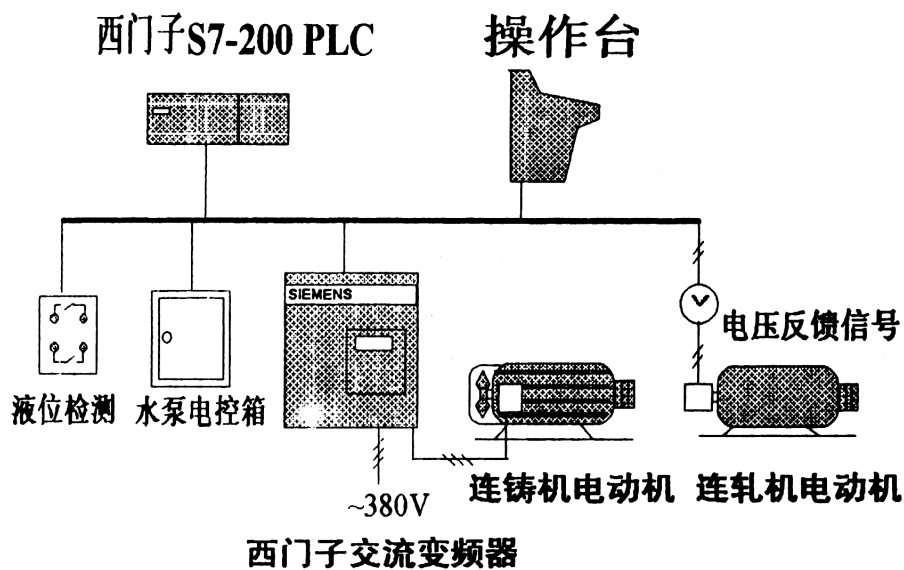
铝杆产品质量稳定提高，尤其是机械性能的均匀程度，保证了钢芯铝绞线及各类铝线芯导体的质量。直接经济效益：

改造前废品铝杆数量（1997 年 1 月至 7 月）174361kg

改造后废品铝杆数量（1998 年 1 月至 7 月）37020kg

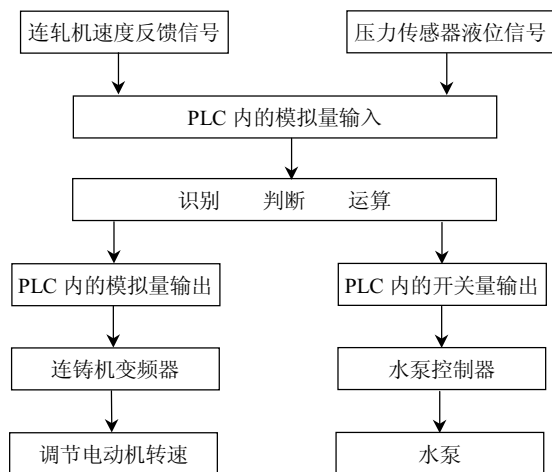
减少废品铝杆损失价值 $(174361-37020) \times 1.52$ 元（每公斤铝杆价值）=208.76 万元。

改造后减少因水淹电机转速失控等设备故障而停产 7 个班次，与同期相比较，多生产铝杆 7×17 （每班定额产量）=119 吨。多创产值 119×1.52 （每吨铝杆价值）=180.88 万元。节约维修费用 0.7 万元，直接经济效益达 390 万元，其间接效益和社会效益更大。



连铸机电气控制系统框图

附图一



附图二

西门子 S7-200 PLC 在铝电解工业控制中的应用

马少仿 边 岩 梁 岗 宋向东

一、前言

我国传统的铝电解生产自动控制一直沿用集中式控制方案：即将各个控制对象—电解槽的各种信号全部连接至微机房，采用大型高成本的控制机（下位机）对各电解槽进行集中巡回检测控制。上位机在机房内通过短距离的 RS-232 或 RS-485 通讯线与下位机连接从而实现对整个生产控制进行监控管理。

近来，由于国家产业政策结构的调整及环保政策的要求，国内所有的电解铝厂都着手对电解槽进行技术改造，由于改造后的电解槽（预焙槽）生产工艺的特别要求，新的铝电解生产控制均采用分布式控制方案：即现场每台电解槽采用一台对应的槽控机（从站）进行控制，全厂所有的槽控机通过通讯总线连接至管理计算机（主站）以进行监控，从而实现完整的分布式控制。最近，我单位采用 SIMENSE SIMATIC 200 PLC 及 PROFIBUS 现场总线技术成功研制开发了“ICS2000 铝电解工业控制系统”，首次将德国西门子的产品与技术应用于我国铝电解工业自动化领域并取得很好的现场使用效果。

二、控制方案

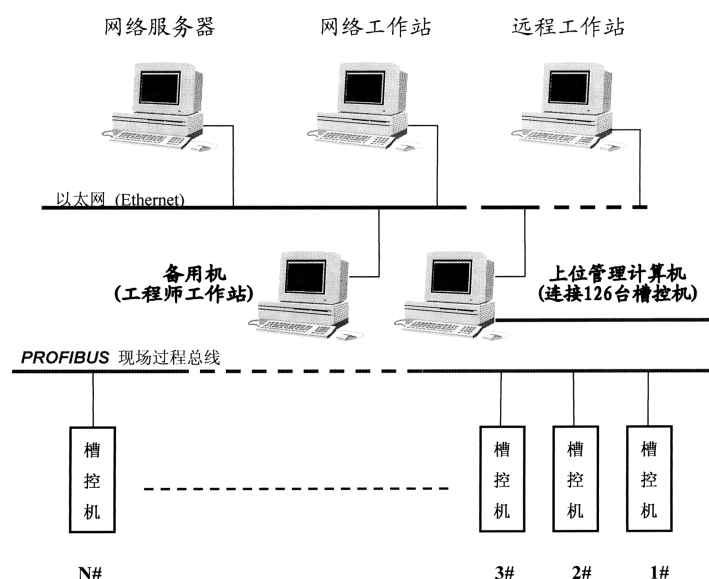
由于预焙槽复杂的生产工艺要求控制系统具有很强的实时性，所以应在现场采用分散控制的方式，用一台槽控机（控制单元）控制相应的电解槽。铝电解工业现场环境十分恶劣，几万甚至十几万安培强大的电解电流产生极大的电磁场，形成很强的电磁干扰；电解厂房内烟雾弥漫，伴有一氧化碳、氟化物粉尘的腐蚀且温度很高。考虑到运行环境的苛刻性，控制系统的主控制器应采用运算速度快、实时性好、质量可靠、可长时间无故障运行的工业 CPU 模块。另外，大量的电解槽数目意味着控制系统包含众多的从站（一般铝厂拥有上百台电解槽），所以连接各控制单元的通讯应具有速度快、安全可靠、带载能力强等现场总线的特点。

综上所述，我们选择集成度高、质量可靠、技术先进、提供 PROFIBUS - DP 接口的 SIMATIC 215 CPU 模块并采用西门子 LOGO! 电源供电，通讯采用先进的 PROFIBUS 现场总线技术，从而构成真正的 FCS（Field Control System）现场总线控制系统。与国内其它两种控制系统相比（1、采用传统的 STD V40 CPU 和 BitBus 总线；2、采用 GE 90 系列 PLC 和 RS-422 通讯总线），该方案科学先进合理并具有最佳的性能价格比。

三、系统结构

整个系统是由分布于各电解槽旁的“ICS2000 智能槽控机”（从站）和管理计算机(上位机、主站)及其所嵌入的管理网络（Microsoft Windows NT）组成，各槽控机与管理计算机由 PROFIBUS 现场过程总线网络连接，构成完整的两级网络（过程控制级和网络管理级）FCS（Field Control System）现场总线控制系统。

“ICS2000 铝电解工业控制系统”结构如图：



系统具有以下特点：

1) 系统采用 SIMATIC S7-215 PLC 可编程控制器作主控制器，质量可靠，可长时间在恶劣的铝电解工业现场正常运行。

2) 系统采用 PROFIBUS 现场过程总线技术，使各从站（槽控机）与主站（管理计算机）之间通讯安全快速高效，主站管理机可每隔一秒钟显示所有电解槽的各种信息。上位机采用西门子 CP5613 通讯网卡，可同时连接多达 126 台槽控机，通讯功能极其强大。

3) 高精度的输入信号采集技术，抗干扰数据隔离采集通道

利用 S7-215 PLC 的高速计数器功能，将现场的模拟信号转变为频率数字信号（V/F 转换）进行采集，确保模入信号的精度。

4) 可在线修改控制软件

通过 S7-200 编程电缆在槽控机不停止运行的同时可在线修改控制软件及各种控制参数。

5) 系统中相对独立的控制单元

当主站（上位机）或通讯线路出现故障时，各从站（槽控机）可独立完成全部自动控制任务。

6) 完善的在线智能控制技术

能实现对电解槽进行在线“模糊控制”和“自适应控制”。“ICS2000 智能槽控机”控制软件（采用西门子 STEP7 语言编制）包含完整的“浓度控制”算法，当主站（上位机）或通讯线路出现故障时可独立完成对电解槽的“模糊控制”与“自适应控制”。

7) 全 DIN 导轨化设计、无焊点设计

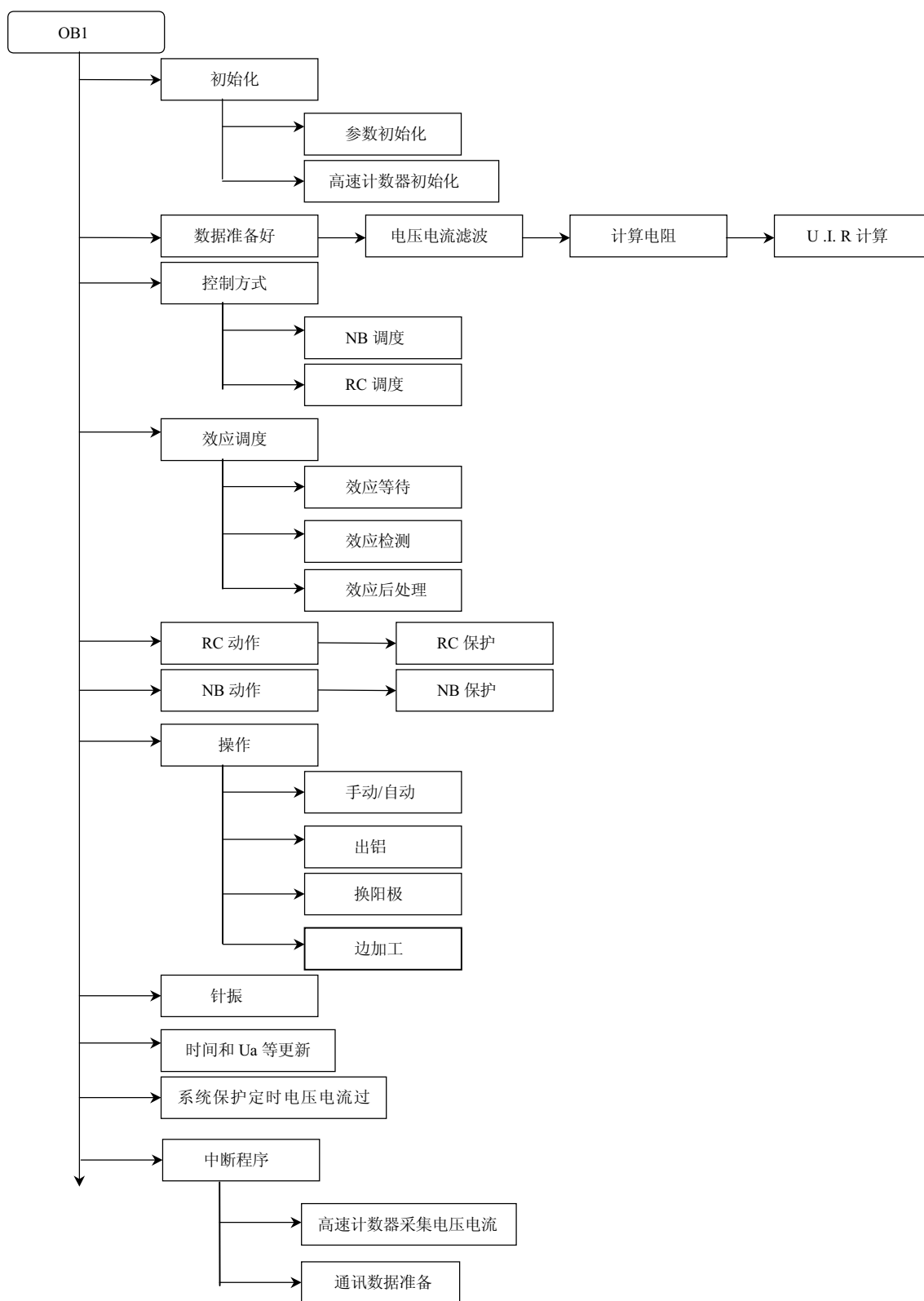
8) 功能强大的实时监控 HMI 软件（人机界面）

采用 Microsoft VB6.0 语言自行开发的全中文 32 位 Windows 环境下先进的实时监控软件（ICS2000 生产控制管理系统），提供 PROFIBUS 通讯驱动技术、多媒体技术、网络数据库共享技术及动态数据交换技术。

9) 可方便的嵌入管理网络，实现厂级生产信息管理。

四、控制系统软件

控制系统软件在 STEP 7 MicroWIN32 环境下编制而成，系统软件组成框图如“图 1”所示：



图一 系统软件框图

“ICS2000 智能槽控机” 控制系统软件主要包括以下几个模块：电解槽数据采集及处理，槽内阻控制，阳极效应处理，电压针振处理，出铝换极边加工控制，加料控制，氧化铝浓度控制，阳极升降控制及保护，电压电流等系统保护。

（一）电解槽数据采集和处理模块

本软件模块的功能是把各电解槽槽电压和系列电流进行采集和转换。由于铝电解生产过程中常常会出现特殊现象：即发生阳极效应，此时槽电压高达几十伏，本系统设计时没有采用模拟量模板采集现场信号，而是采用自行开发的 V/F 转换模板将电压、电流信号采集进来，并转换成频率信号，并通过 S7-215 提供的 20KHZ 高速计数器采集到 CPU 中进行处理，具体方案见“图二”：

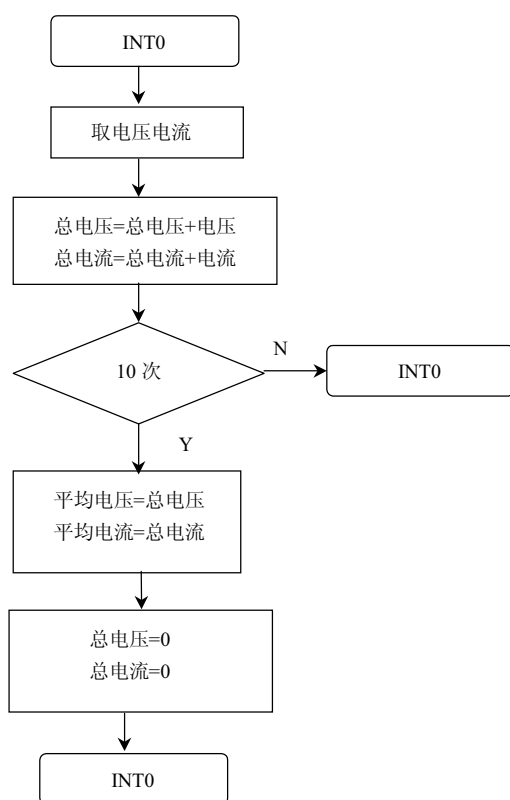


图 2 电压电流采集方案流程图

（二）槽内阻控制模块

电解槽的节能控制是以保持电解槽的热量平衡为目的，由于无法对电解槽的温度进行直接测量，所以在实际生产控制中用槽电压来观测电解槽的生产状态。但由于受供电系统的影响，通过电解槽的系列电流常常是变化的，在槽内阻不变的情况下，根据欧姆定律：系列电流的变化必定引起槽电压的变化，所以仅用槽电压作为控制目标参数便无法实现电解槽的热平衡，而以槽电阻为控制目标参数就可以达到目的。电解槽的热量是因强大电流流过电解槽时由槽电阻产生的，它与槽电阻和电流平方成正比，通过对槽电阻的控制就可以实现对电解槽的热量进行控制（当电流波动大时，引入功率补偿算法）。电解槽电阻受极距和电解质浓度的影响，可以通过升降阳极和打壳下料来控制。当正常生产情况下电解质浓度变化不大，槽电阻主要受极距影响，可以通过调节极距达到控制槽电阻从而实现控制电解槽热量平衡的目的。在本系统中是这样实现的：把 V/F 转换器采入的值送入 PLC，CPU 将测定值与设定值相比较，若需要调整，则通过阳极升降信号向阳极发出动作信号，驱动

电机动作。动作时间通过槽内阻的变化来计算。

电解槽槽电阻用下列公式计算：

$$R_0 = \frac{U_0 - E_0}{I_0} \quad \text{式 (1-1)}$$

$$R_r = \frac{U - E}{I} \quad \text{式 (1-2)}$$

$$R_r = R_0 + R_a + R_t + R_i + \Delta R \quad \text{式 (1-3)}$$

式 (1-1) 中 U_0 、 I_0 、 E_0 分别为槽电压，系列电流，反电势设定值，式 (1-2) 中 U 、 I 、 E 分别为槽电压，系列电流，反电势实际值，由式 (1-3) 可得： $\Delta R = R_r - R_0 - R_a - R_t - R_i$ ；当 $\Delta R > 0$ 时阳极下降；当 $\Delta R < 0$ 时阳极上升。这样可实现在正常情况下，自动调节槽内阻，使槽电压保持在设定范围内。动作时间是由下列公式计算：

$$T_a = \frac{\Delta R}{K_r} \quad \text{式 (1-4)}$$

$$T_{ra} = K_p \cdot T_a \quad \text{式 (1-5)}$$

式 (1-4) 中 K_r 为电阻变化率； T_a 为阳极动作时间；式 (1-5) 中 T_{ra} 为阳极实际动作时间； K_p 为下降或上升补偿参数； K_p 是为了考虑重力对阳极的影响而引入的参数，一般上升时 $K_p=1$ ，下降时 $K_p=0.7$ 。

(三) 氧化铝浓度控制模块

本模块主要包括氧化铝浓度的自适应控制，模糊控制，自寻优控制。由于电解槽中 Al_2O_3 浓度的在线检测尚不可能，而槽电阻的变化与氧化铝浓度的变化有一定的关系。在一个较短的时间（例如一小时）内阳极位置不动，阳极消耗速度大体与铝水平增长速度相等，极距是恒定的，那么这期间槽电阻的变化就间接反映出槽内氧化铝浓度的变化，图 3 为氧化铝浓度和槽内阻间关系的一般规律。

由于世界上各国都选择了较低 Al_2O_3 浓度一侧的曲线作为加料控制的范围。因为氧化铝在此段不易在槽中产生沉淀，槽电阻斜率较大，易于 PLC 检测和识别，故把氧化铝浓度控制在 1.5~3.5% 范围作为控制目标。

● 自适应控制

由于采用氧化铝浓度较低一侧的槽电阻曲线作为浓度的代用值，将 1.5~3.5% 的范围作为控制目标；使用过量加料和欠量加料不断转换的方法保持浓度处于持续，合理的波动之中；利用槽电阻上升或下降斜率值的大小来判定浓度处于何段范围，从而决定向过量或欠量转换。本系统把槽电阻斜率值从高到低分成六个等级 S1-S6，分别对应不同的氧化铝浓度区。计算出来的电阻变化率若在低浓度区则通过缩短加料间隔增加加料次数来实现过量加料；电阻变化率若在高浓度区则通过增加加料间隔减少加料次数来实现过量加料，形成一种从低浓度区到高浓度区，然后在从高浓度区到低浓度区的一种循环加料模式，这样的循环可以使浓度在 1.5~3.5 之间动态波动，产生明显的槽电阻斜率值变化，便于 PLC 检测和识别。

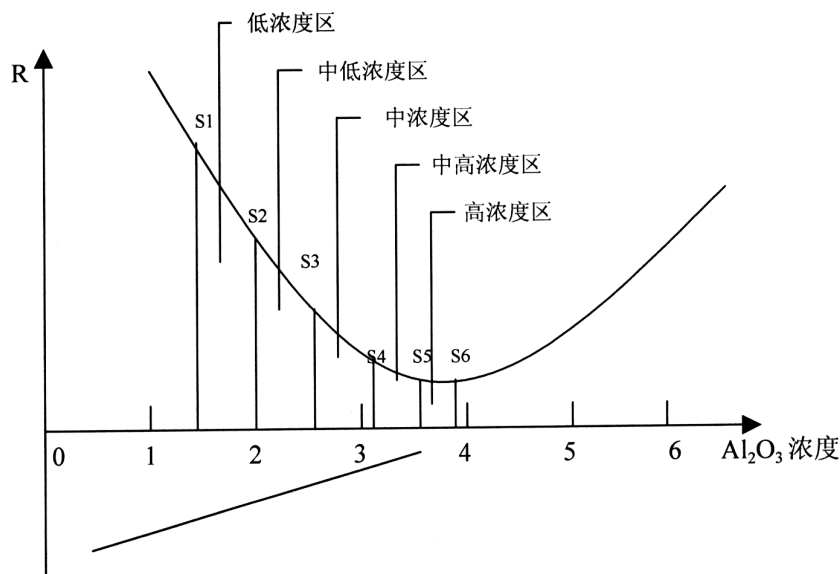


图3 槽电阻曲线斜率与氧化铝浓度变化的关系

模糊控制

因为槽电阻与电解槽温度间是一个非线性大时滞关系，同时有与电流相关，所以很难用精确的数学模型来描述，仅用槽电阻的值来控制电解槽的热平衡是有局限性的，为此在设计程序时引进“模糊控制”来实现电解槽的热平衡控制，当有干扰时能快速平稳地调节阳极，达到新的热量平衡。

模糊规则推理运算有许多方法，在本系统里采用的是“最大—最小推理法 (MAX-MIN Inference)”。它的推理过程如下：1) 同一规则的输入相“与”，求出前件的隶属度值。2) 前件的隶属度值与后件隶属函数进行“MIN”运算。3) 对所有规则的结论取“MAX”，得到模糊推理结果，也就是输出的隶属度函数。

由模糊推理得到的结果仍是语言表达的输出，如进行控制还必须转变为精确值的输出。本系统采用最常用的重心法，其关系表达式为：

$$z = \frac{\sum \mu(z_i) * z_i}{\sum \mu(z_i)} \quad \text{式 (1-6)}$$

分析铝电解过程，取槽电阻和系列电流为模糊控制器的输入，阳极升降电机正反转时间为模糊控制器的输出，首先进行数据处理：由电解槽设定值可求得标准槽电阻，我们设定 $I_0=60000A$ 、 $E=1.6V$ 、 $U_0=4.3V$ 时，用下式求得标准槽电阻 R_0 ：

$$R_0 = \frac{4.3V - 1.6V}{60000A} \approx 45\mu\Omega \quad \text{式 (1-7)}$$

采集到电解槽电压 U 和系列电流 I ，经“式 (1-2)”可得出槽电阻 R ，再求出电阻变化率，将 r 电阻变化率，分成三个语言变量的模糊子集，分别为低，中，高；电阻变化率定义为“过低”、“低”、“中低”、“中”、“中高”、“高”、“过高”。每个模糊子集的隶属度用列“表 1”给出，对另一输入电阻变化率趋势，分成三个语言变量的模糊子集，电阻变化率输入各模糊子集的隶属度值见“表 2”。

表 1 槽电阻变化率隶属度表

	过低	低	中低	中	中高	高	过高
低	100	90	70	30			
中		20	50	100	40	10	
高			10	30	70	90	100

表 2 趋势隶属度表

	走低	中	走高
走低	80	60	
中	40	100	40
走高		40	80

注：表中空白值为“0”

输出 Z 为加料多少，这里综合“表 1”、“表 2”，得出“表 3” 的加料控制判断，其中 more、nor、less 分别代表过量正常欠量加料。

表 3 加料控制判断

	低	中	高
变低	more	nor	nor
不变	more	nor	less
变高	nor	nor	less

● 自寻优控制

自寻优控制主要是针对效应前后是如何控制氧化铝浓度而设计的。

1) 效应等待中效应没有发生。程序视这种情况为加料过量，所以加料间隔自动加长一个定值 2%~5%，以减少加料量，同时效应间隔自动加 24 小时。

2) 效应在未进入效应等待期间发生，则程序判定为加料不足，自动把加料间隔缩短一个定值 3%左右，以增加加料量。

四) 加料控制模块

本模块包括正常情况下的加料间隔控制和出铝，换极，边加工等特殊工艺下的加料自动控制。

在正常情况下，程序会根据浓度辨识结果进行相应的模糊控制或自适应控制（进行正常、过量、欠量加料）。

在出铝、换极、边加工等特殊工艺下的加料自动控制。

在发生阳极效应时，自动进行 8 次打壳加料作业。

五) 出铝，换极，边加工控制模块

出铝、换极、边加工作业后，按各自的工艺要求，将槽电压保持一段时间，然后分三个时间段将槽电压自动降至设定值范围内，何时恢复自动打壳下料听从现场工艺安排。

六) 电压针振处理

针振是由于某种原因造成槽内铝液波动引起的电压波动。如何判断针振呢？程序求出最近 10 次的槽内阻平均值的方差，然后与规定值相比较，若大于规定值则发生针振。当出现电压针振时，程序自动提高极距（对应提高槽电压 200mV）以消灭针振现象。

七) 阳极升降保护和系统保护

阳极升降在铝电解生产中是一个十分关键的步骤。上升或下降期间，若电机到时不能停止，会导致离极或阳极坐到槽底，造成重大事故。对此，本系统在软硬件上设定了多道防护装置。在软件上包括“阳极升降”的最大时间保护；槽电压急上急下时不发“阳极升降”命令保护；阳极上升下降互锁保护；阳极上升、下降接触器粘连及不动作保护。

控制系统软件还提供了槽电压、系列槽电流上下限的保护，打壳、下料继电器粘连或不动作的保护；380V、220V 掉电检测及报警；出铝、换极、边加工、打壳、下料按钮粘连的保护。

S7-200 在柴油机电站自动控制中的应用

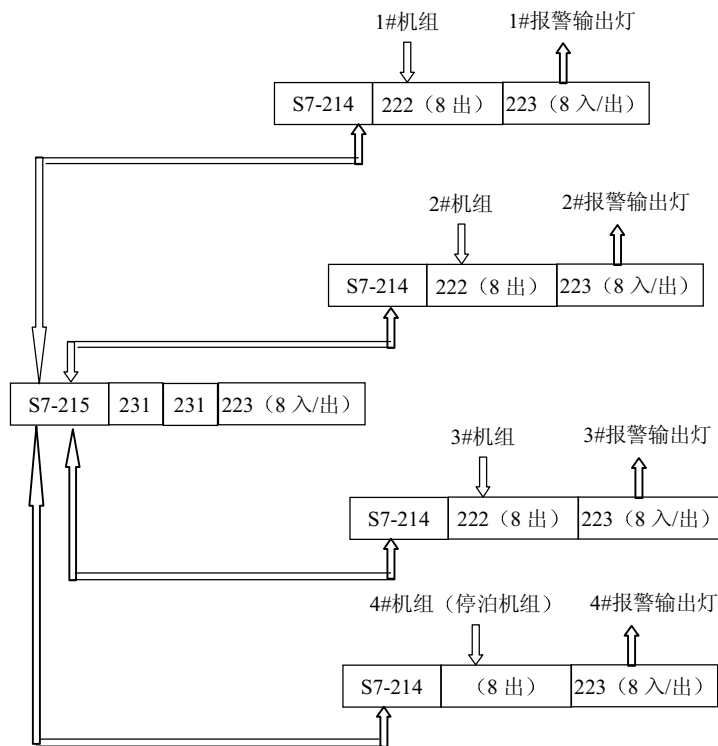
董秋芬

由我公司开发研制的全自动多台柴油发电机组控制装置是一种功能齐全的控制装置。该装置能用于多机组的船舶电站及陆用电站的自动控制；能实现电站各机组的自动启动，自动投网。机组自动停机；运行机组的各种机电参数自动监测，故障自动报警处理；整个电站可根据功率大小原则自动增减运行机组台数；能对大功率负荷进行投入控制（即重载询问）；在电站发生过载时，能自动进行卸载，最大可能保证电站的连续运行；还能根据机组故障程度，实现不停电换机等。所有这些控制功能全由西门子 S7-200 可编程控制器来完成。

一、装置的组成

本文以控制三台主柴油发电机组和一台停泊柴油发电机组为例介绍装置的组成。这样的装置已在实际中使用，证明效果较好。与以往我们设计自动控制装置具有更高的先进性和可靠性。本装置采用分布式，分为上位机和下位机，上位机（一台 S7-215）负责处理整个电站系统工作的协调性，下位机（四台 S7-214）各自处理每台机组的启动、停机和报警等。

首入机组的选择可通过自动控制装置操作面板上转换开关人为选择。



二、程序设计

由于自动控制装置按设计要求有如下特点：

- (1) 当自动控制装置处于机旁操作时，自动控制装置上位机、下位机只对故障作声光报警即可。

(2) 当自动控制装置处于遥控状态时，上位机只对故障信号作声光报警，而下位机不仅要作故障信号作声光报警外，而且要执行自动控制装置的操作面板上的遥控启动、停机操作。此时下位机不受上位机控制。

(3) 当自动控制装置处于自动状态时，上位机除了对故障信号作声光报警外，还要对三台下位机（除停泊机组外）进行管理；下位机除了对故障信号作声光报警外，还要把机组的故障信号传送给上位机，同时接受上位机的管理。

上位机即 PLC5 主要程序如下：

CALL K1: 初始化
CALL K2: 测量 5 点模拟量
CALL K4: 自动状态下，汇流排失压处理程序
CALL K5: 自动状态下，功率增大后需增机处理程序
CALL K6: 自动状态下，功率减小后需减机处理程序
CALL K7: 自动状态下，电网中运行机组故障处理程序
CALL K8: 重载问询处理程序

下位机即 PLC1~PLC4 程序相同，主要程序如下：

CALL K1: 初始化
CALL K7: 一般报警点的监测，试报警灯，消音、复位
CALL K4: 三次启动程序
CALL K5: 停机程序
CALL K6: 自动遥控状态报警处理
CALL K9: 机组发生 A 类故障处理
CALL K12: 启动失败，投入失败停机处理程序

三、装置中应用到指令有：

高速计数器、模拟量采集、开关量采集、比较指令、循环指令、运算指令、移位指令、数据转换指令、时间中断、定时器、实时时钟。上位机的程序为 7K 字节，四台下位机的程序为 3K 字节。

四、结束语

由于整个控制装置控制功能较多而且复杂，幸亏采用了西门子 S7-200 系列的可编程，才得以实现整个控制功能。S7-200 优势在：

- (1) 程序编写方便，指令丰富。
- (2) 性能价格比优，各项性能指标均有提高。
- (3) 结构紧凑。
- (4) 可靠性大大提高。

用多台 PLC 组成分布式方式在柴油机电站的自动控制中是一种既经济又可靠的模式。该装置已得到了用户的好评，为我们以后利用 S7-200 开发新产品开了个好头。

用西门子 S7-200 可编程序控制器设计 无功功率自动补偿控制器设计方案

韩春晖

一、引言

长期以来，无功功率自动补偿控制器的自动投切一直以电子线路投切控制器来实现，由于电子线路对工作环境、电源电压要求高且可靠性差，所以虽然价格便宜，但很少能够长期可靠地应用于生产实际中。以致于如今的自动补偿大都仍以人工投切为主。

随着可编程序控制器（即：PLC）技术的广泛应用，PLC 的价格已大幅度下降。PLC 工作时性能稳定，采用了光电隔离等多种抗干扰、提高可靠性的新技术。尤其是西门子公司新近推出的 S7-200 系列，其模拟量单元价格便宜，为用 PLC 设计制造自动补偿控制器的推广提供了保障。

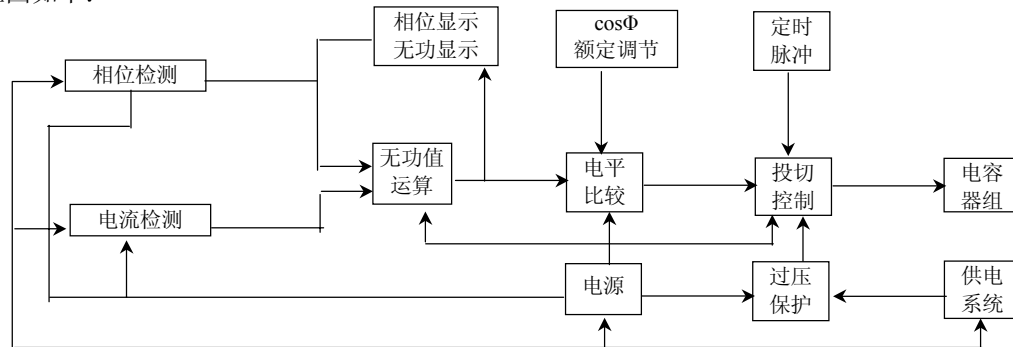
S7-200PLC 软硬件设计先进，使用高品质材料和电子器件，具有更高的可靠性和更丰富的性能。其硬件体积小，重量轻，安装方便，容易维护，采用固定式结构结合模块式扩展的结构方式，具有可观的经济性和更强的适用性。

二、电子式无功功率自动补偿控制器的主要结构及优缺点

虽然其种类、型号各异，但其主要功能大体如下：

- * 检测功率因数值的检测单元
- * 转换单元将其转换为电压值或电流值
- * 点评比较部分，将检测到的信号与调节的额定值进行比较
- * 投切控制部分，根据比较结果，控制器电容器投切
- * 过压保护部分，过压时自动切断控制器，以免被损坏

原理框图如下：

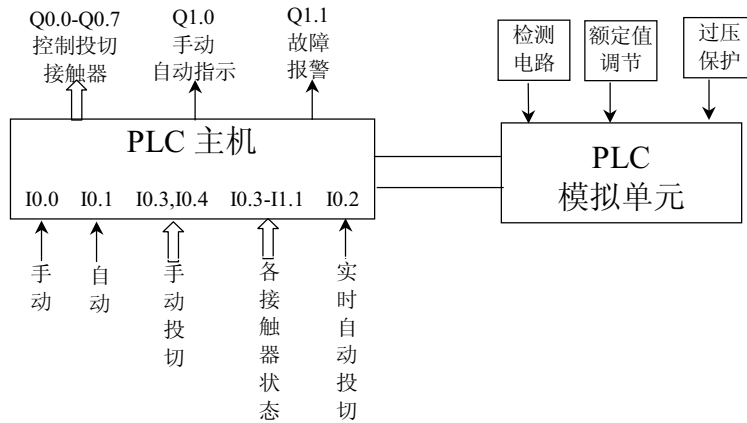


主要缺点：

- * 电子线路受外界干扰及灰尘等因素影响易出故障。
- * 由于各部分控制功能全由电子线路实现，器件多，过程复杂，难于快速准确找到故障点。
- * 当检测电路及无功运算等电路出现故障时，缺少投切保护功能。
- * 当接触器或继电器粘连时，无法及时报警并且必要时同时实现保护。

三、用 PLC 实现的投切电路结构及原理

结构原理大体如下：

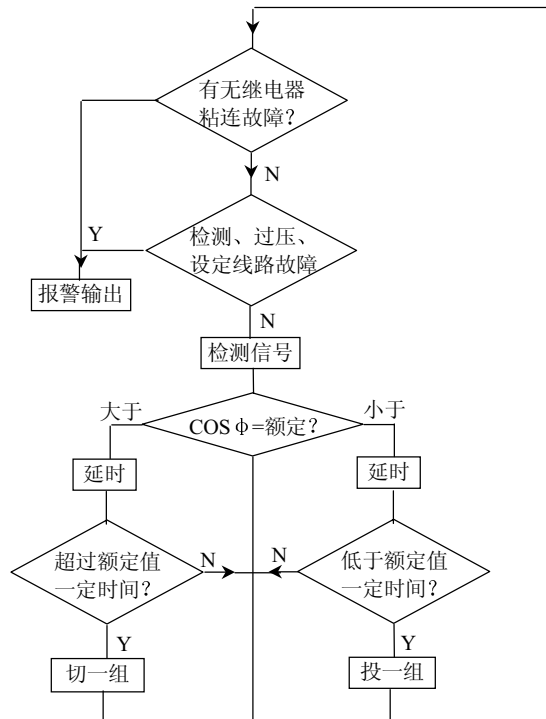


以上线路结构，无功功率自动补偿装置变得条理清晰，易于理解，并且在原自动投切、手动投切的基础上，利用 PLC CPU 内部的日历时钟可以实现实时自动投切控制。当检测电路或模拟单元出现故障时，可以按实时时间自动投切。如果用户单位每天的工作大体一致，那么实测作出功率因素曲线后，可以不用模拟单元，只用图中虚线内的简单结构就可以实现自动投切。

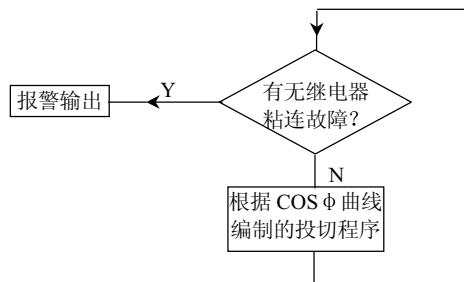
四、自动投切程序设计

为了使大家更好地理解用 PLC 实现的自动投切程序流程，根据实现的不同功能，我将其分成几部分给出：

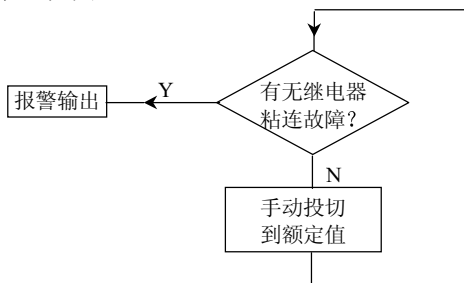
(1) 自动程序流程图



(2) 实时自动程序流程图



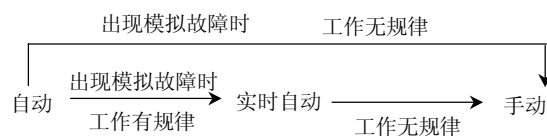
(3) 手动投切程序流程图



五、系统可靠性处理措施

硬件方面：

1. 为了避免 PLC 输出接点被大电流接触器启动电流烧损，可采用中间继电器过渡。
2. 该系统有完善的应急措施，以保证系统基本上在任何情况下都能够使用，流程如下：



3. 将接触器的常闭接点作为接触器的状态输入 PLC，可实现继电器动作异常保护，并且可以克服使用常开接点保护的一些缺陷。比如，比如接触器或继电器动作时接点卡住，常开接点不闭合，常闭接点又不断开，此种情况只有用常闭接点才能实现保护。

4. 西门子公司的产品历史悠久，质量可靠，用其 PLC 作为系统的核心原件，可大大降低系统的故障率。

5. PLC 本身采用的光电隔离等抗干扰技术也是硬件线路所无法比拟的。

软件方面：

1. 一切中间处理过程软件方式实现，大大简化了系统，降低了故障率。
2. 继电器粘连后的报警输出及跳闸处理（可根据具体情况编制只报警不跳闸）可以让维修人员及时处理故障，从而可以避免功率因素补偿过多等多种故障发生。
3. 当检测、设定、过压保护线路故障时，如果软件编制完善，可以避免系统误动作，以免故障扩大化。
4. 系统故障时或 PLC 故障时，软件可以保证系统停止输出，避免误动作。

六、后记

虽然，用 PLC 实现无功功率自动补偿成本较高，但从其系统的可靠性及实现的经济价值来看是大有裨益的。

用 PLC 软件实现补偿的过程，其可以根据具体要求编制软件，这是电子式等硬件线路无法与之相比的。而且，如果真的用硬件线路实现用 PLC 系统完成的完善的保护功能，那么它的成本要远远高于本系统，其可靠性也要远远低于本系统，难于应用于生产。

与电容器手动投切相比，虽然本系统投入了几千元的成本，但手动投切只是早送晚切，功率因数数值根本不能随时调整，平均值只能达到 0.6-0.75 左右，我们可以以一个负荷为 1 万千瓦（设备容量）的中型企业为例，假设其手动投切可以使功率因数数值达到 0.75，那么根据计算：

$$S=10000\text{KW}, \cos\Phi=0.75, \cos\Phi=0.85, R_{\text{线路}}=2\Omega$$

$$S=U \cdot I \cdot \cos\Phi \quad I=S / (U \cdot \cos\Phi)$$

用于线路发热的功率：

$$P_{\text{损}}=I^2 \cdot R_{\text{线路}}=S^2 \cdot R_{\text{线路}} / (U^2 \cdot \cos^2\Phi)=10000^2 \cdot 2 / (380^2 \cdot \cos^2\Phi)=30.39 / \cos^2\Phi$$

当功率因数达到 0.95 时，线路损耗为：31.99KW

全年损耗为：31.99*2032（小时）=65000 度

当功率因数达到 0.85 时，线路损耗为：35.75KW

全年损耗为：35.75*2032（小时）72644 度

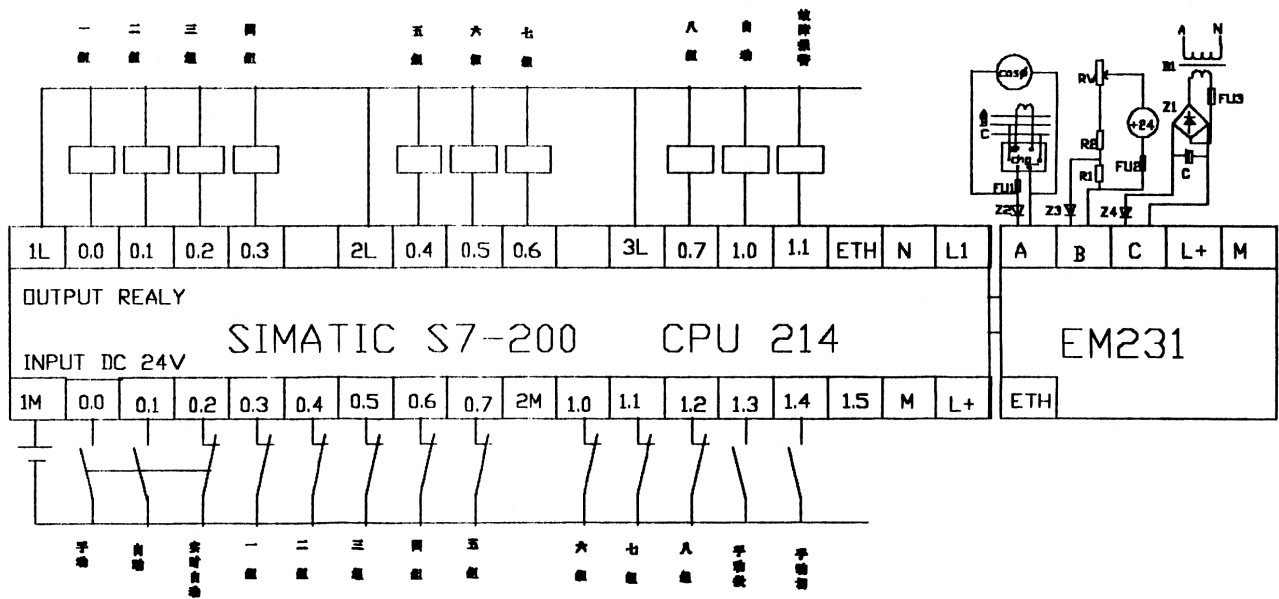
当功率因数达到 0.75 时，线路损耗为：40.52KW

全年损耗为：40.52*2032（小时）=82336.64 度

当功率因数达到 0.65 时，线路损耗为：46.75KW

全年损耗为：46.75*2032（小时）=94996 度

由以上数字可见，完全可以用一年节约的电费安装四、五个这样的无功功率自动补偿控制器。



无功功率自动补偿原理图

可编程控制器 S7200 在直流屏中的应用

潘家祥

PGD5 系列程控免维护直流电源屏，使用了西门子公司 S7200（CPU214、CPU216）系列可编程控制器（以下简称 PLC）作为主控件，代替原来 PGD2 系列直流屏中繁锁的逻辑控制、模拟运算，使免维护直流屏的性能更可靠，控制更精确。使系统能直接通过 RTU 进行远程控制，也可通过 PLC 的自由口同 PC 机通讯或通过 MODEM 同 PC 机进行远程通讯。如配上 TP27（或 TP7）加上汉字显示可方便的在本地查看和更改系统各种参数，使操作更简捷、直观。

装置的组成：

根据设计要求，在每套直流系统中，PLC 主要进行以下功能处理：

1. 接收系统的各种开关量信号（含手动输入信号）
2. 接收系统的各种模拟量信号；
3. 输出各种开关量和模拟量控制信号；
4. 与上位机进行通讯，以实现四遥功能（遥控、遥测、遥调、遥信）。

5. 通讯方式

A. 通讯物理接口：

非隔离 RS-485，通讯距离 1000 米。

B. 通讯方式：

在处理通讯方式时，首先是要设置通信双方协议，即通讯初始化（包括波特率的设定、奇偶校验、数据格式等）。

在这里采用异步串行通讯方式，通讯速率采用 9600dps、无奇偶校验、8 位数据位、1 位起始位、1 位停止位。

C. 传送信息代码：

STX 局号 方向 地址 数据高 8 位 数据低 8 位 校验码

STX: 02H

局号: 02H

方向: 接收为 01H，发送为 00H

地址: 接收时为接收数据存放地址，发送时为发送数据起始地址

数据: 接收时为接收数据，发送时为发送数据的长度，此时高 8 位为 0

校验码: 信息段中各代码（除本身外）的异或

在这里利用 S7-200 提供的接收、发送中断的功能，可以随时接收来自上位机发送的控制信号，PLC 从现场接收来的数据也可以定时或随时地送往 TP27 和机发送的控制信号，PLC 从现场接收来的数据也可以定时或随时地送往 TP27 和上位机。整个程序采用 S7-200 梯形图语言编制。由于 PLC 能够定期地检查 I/O 模块的状态，从而实现了现场数据在扫描周期阶段的自动处理并随时发送数据至上位机；PLC 可通过接收中断来随时响应上位机的控制信号来实现人机对话。例如 PLC 程序对上位机发送的“控制整流器遥控启动”信号产生中断并检查所接收字符，若该字符要存放的地址为 VB50（其余地址功能详见附一）且值为‘1’，其内容则为遥控启动控制整流器，PLC 将 Q0.0 置‘1’，由中间继电器驱动交流接触器使控制整流器得电启动。具体详见程序。

总结:

在未使用 PLC 以前,直流屏中逻辑控制只能依靠中间继电器进行转换,更换成 PLC 后,省略了许多繁琐的中间控制环节和屏体空间;延时操作也只有依靠延时继电器进行延时,运行既不可靠延时也不精确,更换成 PLC 后,大大增加了延时的可靠性和精确性;直流屏中的模拟量控制(如稳压、限流、调压等)大多采用运放结合分离元件进行计算和控制,其间存在着温漂和元器件变值等不稳定因素,导致运算的错误和控制的偏差,更换成 PLC 后,不仅提高了运算和控制的精确度,而且使遥调、遥测变得更容易、方便,还增加了与上位机直接通讯的功能,使无人值班变电站更趋于完整。

西门子 S7-200 在多台水泵循环工作中的应用

黄颂民

前言

在给水处理行业中，不论是在送水、取水、还是在排水等不同的系统里，经常会遇到在同一系统中配置多台水泵工作的情形，特别是一些大、中型的工程里，多台水泵的配置更是处处可见。

一、循环工作要求

系统多台水泵的配置，系统多台水泵的运行，不论是在工艺上，还是在控制上，势必会对系统中水泵运行的控制提出一个共同的、优化的要求，这个要求就是循环工作。所谓循环工作，它不仅仅是一般意义上水泵开停顺序的变换，它更是加入了诸如所有水泵机组均参与循环工作，无备用机组概念；某一机组在起动前或在运行中若处于或出现手动或故障状态，循环工作将按顺序起动其下位的一正常“待命”机组予以替代运行；系统允许一定数量（小于系统总机组数）的机组处于手动或故障状态；系统循环工作时间可根据实际应用情况随意设定；系统循环切换时，根据不同的应用要求，均可由用户在现场调节、设定相关参数，以期对开机、停机进行恰当的协调配合，达到水泵循环切换时，系统水压的稳定性不受明显影响。在可编程控制器（PLC）出现之前，上述完善的循环工作要求是无法靠传统的继电器控制线路来完成的，当时，循环工作只能通过手动转换开关一次性选择水泵固定的起/停顺序和备用水泵的机号，甚至在 PLC 出现初期，一些 PLC 控制系统也未能实现真正意义上的循环控制。

二、循环工作原理

要达到一个系统控制的目的，在程序编制方面的方法多种多样，但所编制的程序应力求简练、优化。同样，循环工作在 PLC 编程上也可由多种方法予以实现，其最常见的方法便是对系统中机组的工况进行逐个的逻辑判断，用以确定最终的控制输出。该方法在系统机组数较少的情况下（通常少于 4 台），还能较繁琐的完成循环控制，但在系统机组数较多的情况下，这种方法便是不可取的，甚至是无能为力的。为此，循环控制系统需要找到一种较为普遍适用于不同机组数循环工作的编程解决方案。笔者通过一段时间的摸索和实践，找到了一种行之有效的方法。下面就此方法原理作一简要说明（仅以 4 台水泵机组为例，且选择西门子 S7-200 作为本系统的控制 PLC）。

首先，笔者在程序中应用多个 PLC 内部变量存储器（V）分别作为系统机组当前开机顺序控制字节（VB200-VB203）；系统机组前次开机顺序控制字节（VB300-VB303）；系统机组当前输出映象控制字节（VB400）；系统机组前次输出映象控制字节（VB401）。在程序初始化时，VB200-VB203 分别被置为 1, 2, 4, 8，其对应为 1#-4#机组的原始开机顺序。在正常情况下，4 个当前顺序控制字节将分别与对应的机组开机输入（I0.0-I0.3）进行“与”操作，并将 4 个结果再相“或”，相“或”后的结果最终送至当前输出映象控制字节（VB400），VB400 的低 4 位将逐位对应于 PLC 的 4 个输出（Q0.0-Q0.3），并在输出子程序中予以输出。当系统循环计时到时，程序将前次开机顺序控制字节（VB300, VB301, VB302, VB303）的内容分别送至当前开机顺序控制字节（VB203, VB200, VB201, VB202），以完成开机顺序循环刷新一次的要求，同样，刷新后的当前开机顺序控制字节（VB200-VB203）又将分别与对应的机组开机输入（I0.0-I0.3）进行逻辑运算，最终得到当前输出映象控制字节（VB400）的结果，并在输出子程序中予以输出。编程原理示意图见图一。

三、循环工作的应用

下面就给水排水行业中循环控制应用较多的系统加以简介，并对其应用的某些工作要求作一说明：

1. 恒压供水系统（见图二）

恒压供水作为行业中节能降耗，减少管网事故，实现现代化生产和科学管理，而成为了日益被推广的新技术、新系统，该系统的作用且日益被人们所认识和肯定。

在恒压供水系统中，通常是用一台变频器（带 PID 调节）去调节一台对应的调速水泵，并且也输出系统中多台恒速泵开/停的控制信号。当然，系统中多台恒速水泵也就需要得到完善的定时循环控制。恒压供水系统中，恒速泵的循环控制除多台水泵机组的开/停顺序能被定时循环外，还应着重考虑顺序循环时，被切换的水泵机组之间的开/停顺序能被定时循环外，还应着重考虑顺序循环时，被切换的水泵机组之间的开/停时间配合。由于各水泵机组中内含相关阀门操作，其机组真正开、停均存在着不同时间的延时，故为避免在机组循环切换时，总管上的水压变化不至于太大，采取必要的开机，停机时间协调措施，以尽量保证水压的稳定，同时在水泵机组切换时，循环控制系统还应对变频器输出的不真实的恒速泵控制信号予以一定时限的“屏蔽”，以保证循环切换的稳定和系统正常运行。

2. 排水泵控制系统（见图三）

排水系统通常也是由多台水泵机组所构成，一般排水泵开/停控制是由设在集水井的液位测控仪来完成的。现以 4 台机组构成的控制系统为例，当液位低于下限时，所有水泵机组停止工作，当液位分别为中限 1、中限 2、中限 3、上限时，系统对应开 1 台、2 台、3 台、4 台水泵机组，在排水泵的循环控制系统中，除了通常的循环要求外，还应特别重视系统对任意故障或手动机组的识别，自动跳开故障或手动状态的机组，而起动下位“待命”机组。

3. 取水泵控制系统（见图四）

多台取水泵的开/停数量常常是由就地手动或远程调度来加以确定，其水泵机组循环工作的控制要求与排水泵控制系统相同。

四、循环控制系统的配置

下面仅就取水泵控制系统硬件配置作一简要介绍（4 台水泵机组）

首先，在系统控制硬件选择上，通过多方面比较，结合系统的工艺要求和控制要求，可编程控制器（PLC）选择为西门子新型的 S7-200 系列，CPU 为 214，该 PLC 标准配置为 14 点输入，10 点输出。取水泵 PLC 控制系统原理图见图五。

系统开关量输入（DC）：开 1#机组；开 2#机组；开 3#机组；开 4#机组；静音/试验；系统开/停；1#机组手动/故障，2#机组手动/故障；3#机组手动/故障；4#机组手动/故障。

系统开关量输出（REALY）：开 1#机组；开 2#机组；开 3#机组；开 4#机组；系统声报警；系统光报警；系统运行；风扇。

另外，在系统外围硬件选择上，应选择质量上乘的产品，具体的选择可参见其它相关文章。

结束语

水泵循环工作的实现方法不仅局限于给水排水行业，而且在其它行业的控制领域里，在多台设备的循环控制中也都是可借鉴的。以循环工作原理编制的控制软件，既可单独应用而构成多台设备运行的调度控制系统，又可作为一子程序参与系统的联动控制。

随着近年来新型 PLC 的不断推出，其性能价格比进一步的提高，以 PLC 为基础的新的控制思想，新的控制实现方法，新的编程技巧将层出不穷，我们相信，在自动控制领域 PLC 的应用前景将是十分广阔的。

S7-200PLC 在铁路供水系统中的应用

侯根算 姜和俊

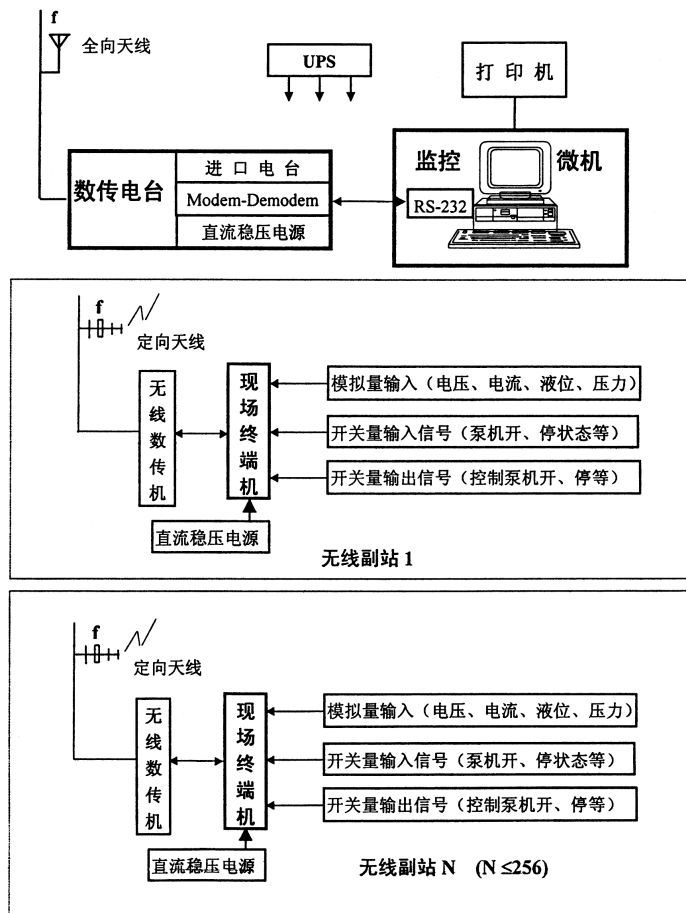
一、概述

某铁路供水系统由分布在十几公里内 10 个深井取水泵站、4 个增压泵站、多个储水池、水塔及用户管网组成。整个供水系统的高低落差达 150 米，由于供水系统的组成及地形结构的特殊性，采用传统人工监控手段，给生产管理、供水调度带来诸多不便。

为适应生产管理的需要，该系统实施了微机监控。微机监控系统采用主从结构、分布式无线实时监控方式（简称 SCADA），它能实时监测供水系统的主要工艺参数（如压力、流量、水位、电压、电流等），控制深井泵、增压泵的开停，监视泵机的运行状态，同时提供生产管理所需的报表、曲线、数据查询等功能。它的运行对供水系统的安全生产、科学调度有着重要的意义。

二、组成

如图一所示，该系统主要由监控中心、无线通信系统、现场监控终端、传感器及仪表四部分组成。



图一 系统组成原理如图

监控中心：由 UPS、无线数传机、全向天线、模拟屏及微机组成，主要完成各现场终端数据的实时采集、监测、控制、数据存储、打印报表、数据查询等功能。

无线通信系统：监控中心与各泵站终端之间采用无线方式通讯。监控中心为主动站，其它终端副站为被动从站，该系统采用无线电管理委员会给定的数据频率，以一点对多点的方式与从站通讯，监控中心为全向天线，各副站为定向天线。

现场监控终端：核心为 PLC，是一个智能设备，它有自己的 CPU 和控制软件，主要完成现场的数据采集、转换、存储、报警、控制等功能，并通过无线信道与监控中心微机进行数所通信。根据监控中心的命令分别完成系统自检，数据传送、控制输出等任务。

传感器及仪表：是 PLC 监测现场信号的“眼睛”，现场所有信号都需经过传感器及仪表的转换，才能输出标准信号，被 PLC 终端所接受。系统主要测量电压、电流、液位、压力、流量及耗电量等参数。

三、现场 PLC 终端

现场 PLC 监控终端是工业现场与监控之间中心的桥梁纽带，一方面它采集现场仪表、变送器、设备运行状态等信号，另一方面它又与监控中心通讯，执行有关命令，现场终端一般无人值守。因此，终端机的性能和系统对系统的可靠性影响很大。经充分论证，选用西门子 S7-200 系列 PLC 作现场终端具有较高的性能价格比，它具有易扩展、性能优、体积小等特点，非常适合小规模的现场监控。

1. PLC 硬件设计

现场某一终端需测控开关输入信号 12 路，开关输出信号 14 路，模拟量输入信号 9 路。因此，我们选用 S7-214 基本单元，一块继电器输出扩展单元（EM222），三块模拟量输入扩展单元（EM231）。这样系统共有开关输入 14 路，开关量输出 18 路，模拟量输入信号 9 路，满足现场要求。

2. 通讯接口

S7-214 PLC 基本单元提供一个 RS-485 接口，为了与无线信道的数传机（电源、Modem、进口电台三者合一）相连，我们专门设计了 RS-485 接口的专用 Modem，并采用光电隔离技术，使二者在电气上完全独立，避免相互干扰。通信协议采用 S7-200 系列特有的自由口通信模式，由于数传机发射时需要 RTS 信号，而 RS-485 接口又不提供 RTS 信号，解决这个问题有两种方法。其一，由无线 Modem 根据 PLC 的发射信息产生 RTS 信号，这就要求该 Modem 必须智能化，同时 PLC 在发送信息之前需先与 Modem 通信，让其输出 RTS 信号，并回送 RTS 已产生信息，然后 PLC 再发送现场信息。其二，采用 PLC 的某一 I/O 输出点，产生 RTS 信号，由 PLC 在发送信息前先接通接点，控制数传机发射，延时一段时间后（电台建立载波时间），再发送信息。后一种方法简单、实用，较好的解决了无线通信的接口问题。

3. 抗干扰设计

为提高系统的可靠性，现场终端、数传机、PLC、直流稳压电源及部分变送器装于一个控制柜内，各部分相对独立，便于维护。PLC 开关量输入、输出与现场之间加继电器隔离，模拟信号采用信号隔离器和配电器隔离，电源采用隔离变压器供电，以减小电源“噪声”，同时系统设置良好的接地。

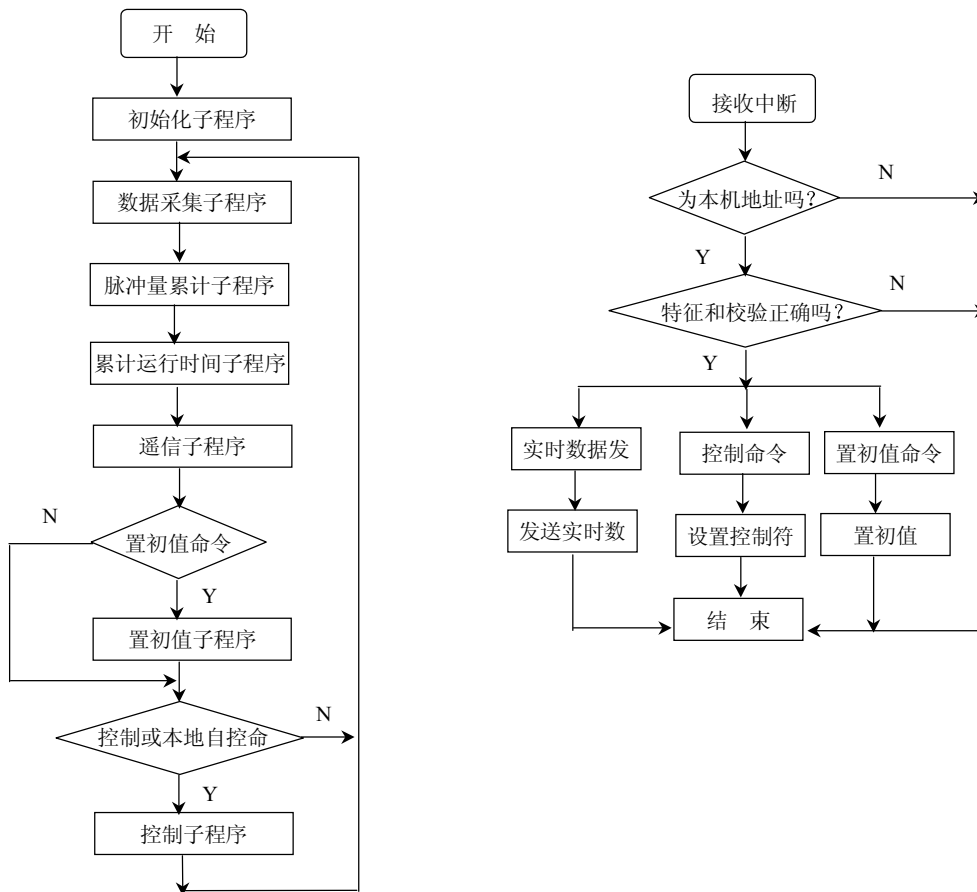
四、PLC 软件设计

PLC 终端软件采用梯形图语言编写，为提高终端的抗干扰能力，软件设计中采用了数字滤波，故障自检、控制口令等措施，保证控制操作的正确性和可靠性。程序设计采用模块化，功能化结构，便于维护、扩展。终端软件主要由下列模块组成：

1. 初始化程序：设定各寄存器、计数器、PLC 工作模式、通信方式等参数初始值。
2. 数据采集子程序：对各路模拟量数据采集、滤波、平均等处理。

3. 累计运行时间子程序：对泵机等设备的运行时间进行累计。
4. 脉冲量累计子程序：对电耗、流量、仪表的输出脉冲进行累计，并进行标度变换。
5. 遥信子程序：检测电机、阀门、报警开关等设备的运行状态。
6. 置初值子程序：由监控中心对时间、电耗、流量等累计参数按用户的要求设定初始值。
7. 故障自检子程序：检测 PLC 的故障信息、校验信息，并发往监控中心。
8. 控制子程序：根据监控中心的命令，或现场自控条件输出相应的操作。
9. 通讯子程序：完成与监控中心的各种通信功能。

软件流程见图二，其中通讯程序中，接收命令采用中断处理，通过 ATCH 指令使中断事件 8 在接收不同特征命令下执行不同的程序。对串行通信的超时限制则通过设定内部定时中断来控制，其事件号为 10，定时时间由 SMB34 的值确定。为减少通信的误码，采用偶校验及异或和双重校验措施。



图二 PLC 软件流程图

五、结语

本系统在软、硬件方面采取了多种措施，特别是现场终端选用了 S7-200 PLC，提高了系统的可靠性，在铁路供水系统取得了较好的应用效果。本系统将无线通讯与 S7-200 PLC 有机的结合，解决了现场分布较散、距离较远、范围较大的系统监控问题，在供水、供电、供气、油田、气象、水文水利等部门有较好的应用前景。

S7200PLC 在无人抄表系统中的应用

摘要

介绍 S7200PLC 在无人抄表系统中作为小区采集器与远程监控主机、单元采集器及手操器以自由口方式进行通讯的分布式网络系统的实现方法。另外，还介绍了一些编程技巧。

1. 概述

无人抄表系统是由远程监控主机、小区采集器、单元采集器及用户水表组成的四级网络系统。用户水表将用水量以脉冲信号的形式传给单元采集器，单元采集器将用水量进行累计并存储，同时将与之连接的所有水表的累计水量通过总线传给小区采集器，小区采集器又可通过有线或无线（超短波、扩频电台）的方式与远程监控主机连接。该系统实时的将用户用水量上传至监控主机，具有实时采集、数据备份、故障报警、水费查询、水费催缴等功能。本文主要讲述 S7200PLC 作为单元采集器在该系统中的应用。

2. 系统组成

简单的说，无人抄表系统由远程监控主机、小区采集器、单元采集器（S7200PLC）及用户水表组成。

1. 用户水表

用户水表是一种带脉冲输出的计量表，流过一定水量时输出一个脉冲（例如：0.1 立方米/脉冲）。水表由电池或小区采集器供电。

2. 单元采集器

单元采集器带有多路脉冲信号输入端，每个端口可与一个用户水表相连。单元采集器读入各端口的脉冲信号，进行累计，并存入采集器中的 EPROM 中永久保存。同时，采集器带有一个 RS485 通讯口，可将各累计水量传送给小区采集器（S7200PLC）。一台单元采集器可以下接 255 个用户水表。

3. 小区采集器（S7200PLC）

小区采集器选用 S7CPU226，它带有两个 RS485 通讯口，通过一个通讯口可与多个单元采集器构成总线型网络，读取各单元采集器的数据。若发现某采集器无响应或数据变化异常，还将触发故障报警。CPU226 的另一个通讯口可通过有线或无线的方式与营业大厅的监控主机进行通讯，亦可直接与手操机连接，将存档数据上传。

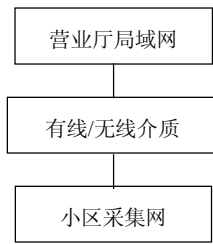
4. 远程监控主机（营业厅中心管理计算机）

远程监控主机是本系统的管理核心，可通过有线或无线方式连接各小区采集器，定时/随时远程抄收各小区的数据；能对整个系统进行管理，对所抄数据进行处理、显示，并根据用户的需要设计相应的管理软件。

实时检测各采集器和用户水表，若发现某采集器或用户水表无响应或数据变化异常，将触发故障报警。

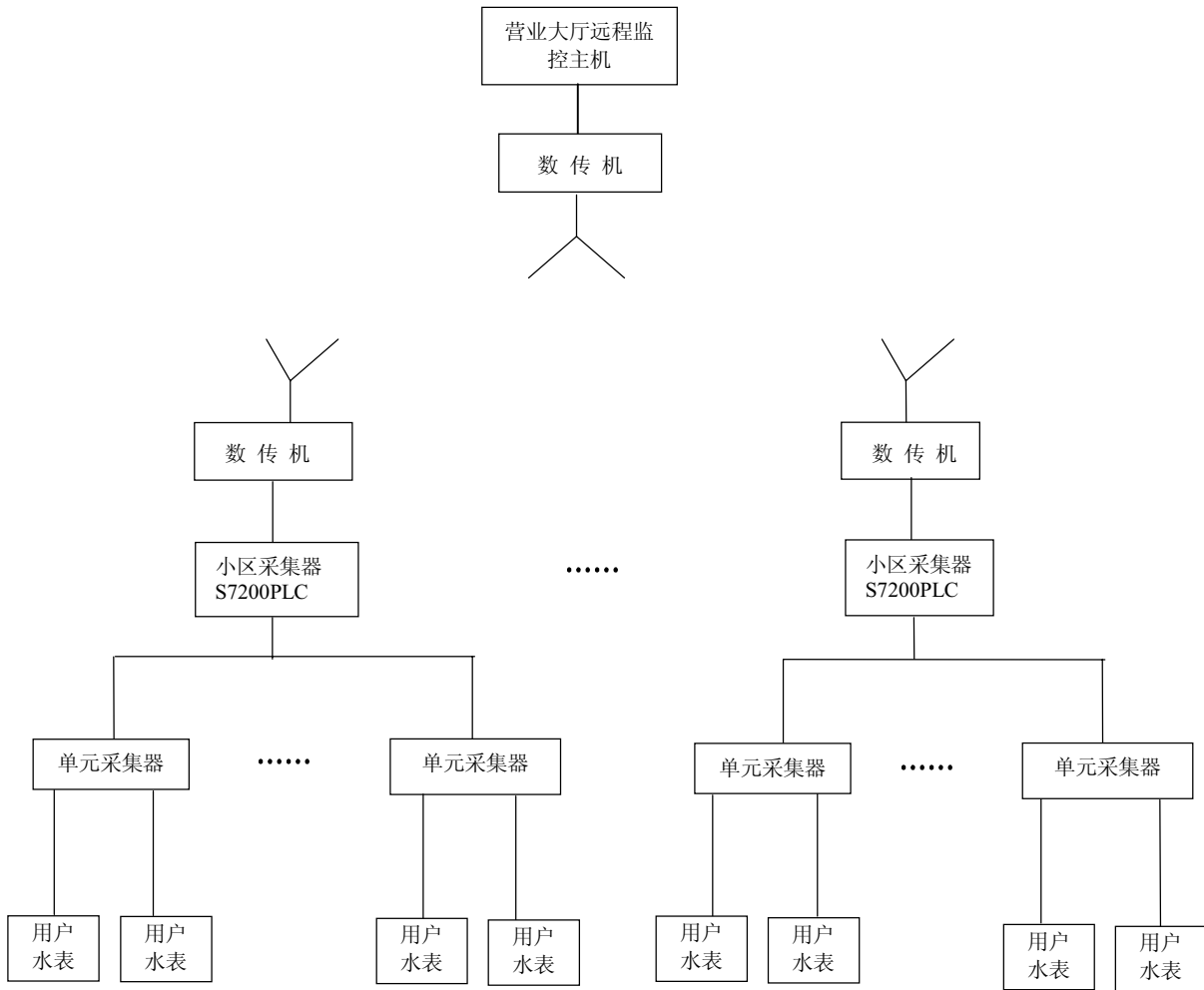
3. 网络集成方案

无人抄表系统由营业厅局域网和小区采集网组成。参见图一：



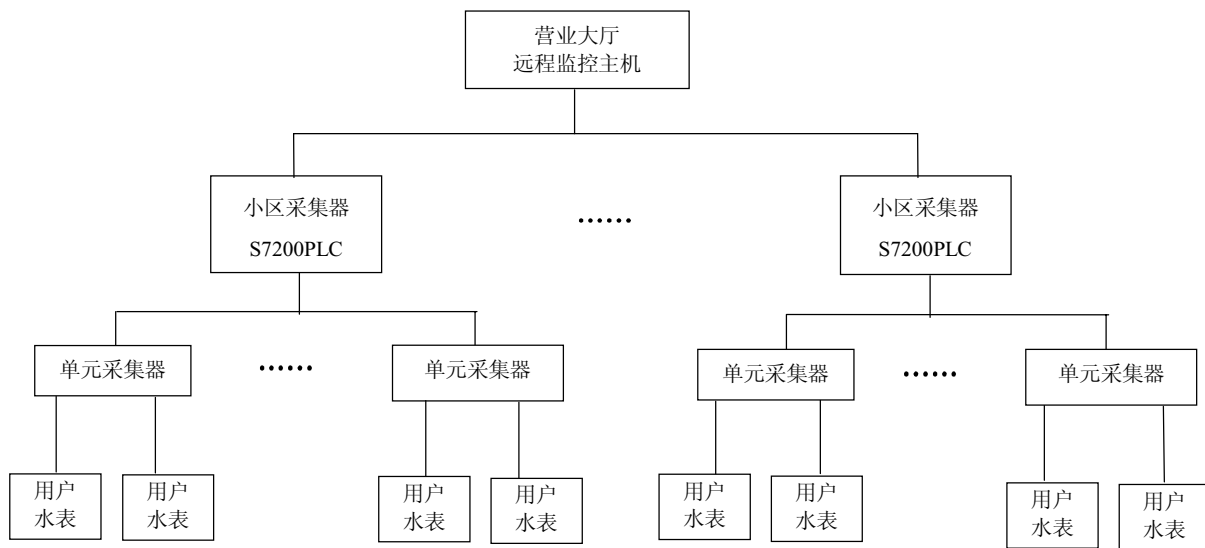
图一

1. 远程监控主机通过无线方式与小区采集器进行通讯。见图二：



图二

2. 远程监控主机通过有线方式与小区采集器进行通讯。见图三：



4. 系统功能

4.1 远程监控主机

4.1.1 远程监控主机的功能

1. 数据接收、处理

实时轮询或定时查询各小区采集器的数据；自动检查数据帧格式，并进行校验；加注时标，自动存储。

2. 数据库管理

100%的数据完整性。数据库管理包含原始数据库、历史数据库等的形成，数据的检索、查询等。

3. 数据输出

可通过显示器、打印机、模拟屏或投影机输出图形、报表、数据等。也可挂电话查询功能。

4. 故障报警

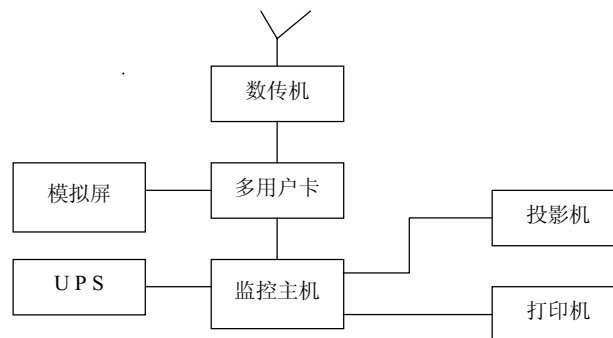
若采集器或某用户水表无数据，实现自动声光报警

5. 联网通讯

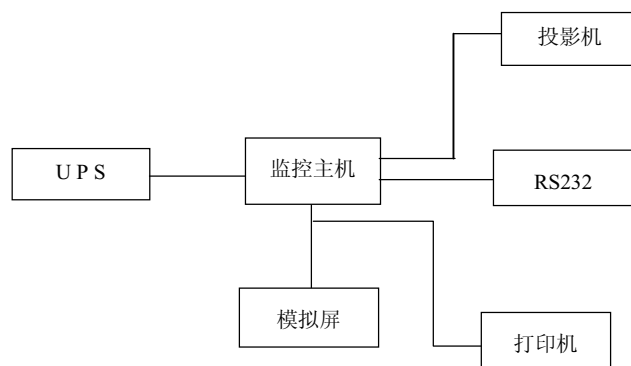
可接入局域网或广域网实现数据共享。

4.1.2 结构图

1. 无线连接



2. 有线连接



4.2 小区采集器 (S7200PLC)

4.2.1 小区采集器的功能

1. 数据接收

能实时或定时地对所下辖的单元采集器抄表，自动存储并处理其采集的数据。

2. 数据上载

可上载数据给营业大厅或下载数据到掌上机上。

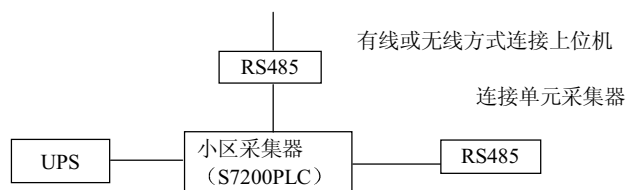
3. 初始化

可通过小区采集器设置各单元采集器和水表的初始状态。

4. 故障报警

自动检测单元采集器的状态和用户水表，若发现某采集器或某用户水表无响应，则自动报警。

4.2.2 结构图



4.3 单元采集器

4.3.1 单元采集器的功能

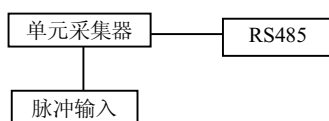
1. 数据接收、累计

单元采集器可实时地采集用户水表的脉冲信号并转换成相应的度数，且进行累计，自动存储。

2. 数据的上载

当小区采集器或营业大厅发出轮询信号时，能及时地将累计数据上传。

4.3.2 结构图



4.4 用户水表

具有脉冲信号输出的水表即可。

5. 小区采集器的编程

小区采集器采用 S7226PLC 以自由口方式与远程主机以及单元采集器进行通讯。

1. 与远程主机通讯:

PLC 与远程主机通讯时作为从站，远程主机以轮询的方式访问各 PLC，进行读写操作。通讯协议如下：

读命令（主机——►PLC）:

FEH、FEH（报文头）

DA（目的地址）

SA（原地址）

01H（读命令）

CHECKCODE（校验：DA、SA 和 01H 的异或和）

读命令响应（PLC ——► 主机）:

A5H、A5H（报文头）

DA

SA

81H（读命令响应码）

LEN1、LEN2（数据长度，LEN1=LEN2）

DATA（数据）

CHECKCODE（校验：数据的异或和）

写字节命令（主机——►PLC）

FEH、FEH（报文头）

DA

SA

02H（写字节命令）

STARTADR（起始字节）

LEN1、LEN2（数据长度，LEN1=LEN2）

DATA（数据）

CHECKCODE（校验：DATA 和 LEN 的异或和）

写位命令（主机——► PLC）

FEH、FEH（报文头）

DA

SA

03H（写位命令）

STARTADR（起始字节）

DATA1（若 DATA2 为 00H 则将 DATA1 与该字节相与

DATA2 若 DATA2 为 01H 则将 DATA1 与该字节相或）

CHECKCODE（校验：STARTADR、DATA1 和 DATA2 的异或和）

2. 与单元采集器通讯:

PLC 与远程主机通讯时作为主站，PLC 以轮询的方式访问各单元采集器，读取各单元采集器中的流量累计值。通讯协议如下：

读命令（PLC ——►单元采集器）:

FEH、FEH (报文头)
DA (目的地址)
SA (原地址)
01H (读命令)
CHECKCODE (校验: DA、SA 和 01H 的异或和)
读命令响应 (单元采集器 → PLC):
A5H、A5H (报文头)
DA
SA
81H (读命令响应码)
LEN1、LEN2 (数据长度, LEN1=LEN2)
DATA (数据)
CHECKCODE (校验: 数据的异或和)

系统运行时, PLC 通过 PORT0 口与远程主机通讯, 通过 PORT1 口与单元采集器通讯。PLC 对单元采集器进行轮询, 在与两个单元采集器通讯的间隙中, 允许 PORT0 口接受中断, 接受远程主机的读写命令, 并触发定时器, 时间到后屏蔽 PORT1 口, 与下一单元采集器通讯。

六、编写 PLC 通讯程序时需注意的问题

编写 PLC 通讯程序是该系统编程中的一个重要部分。自由口方式的通讯数据处理要由中断程序来完成。一般来讲, 为了提高整个系统的效率, 能在中断程序中处理的程序应尽量放在中断程序中编写。然而, 中断程序过长也将导致接受数据处理不及时或堆栈溢出, 严重的将造成死机现象。笔者在该程序编写的初期就遇到过此类问题。解决这个问题的办法就是在程序中多设置几个中断处理事件, 例如:

首先打开 Port0 口接收中断, 并开放中断处理事件 1。接收到的前两个字节在中断处理事件 1 中处理, 若这两个字节为报头 (FEH、FEH), 则开放中断处理事件 2, 否则仍处于中断处理事件 1 中。在中断处理事件 2 中判断地址和指令类型 (读、写), 若地址与本机地址相符, 则根据指令类型开放相应的中断处理事件。否则, 重新开放中断处理事件 1, 回到最初状态。这样做的好处在于提高了通讯程序的效率。因为, 在通讯的大部分时间里总线上的数据都不是命令码, 针对于某一个 PLC 的命令码更是少之又少。所以, 一旦接收到不是自己想要的的数据时应立即跳出, 返回到初始状态。

另外, PPI 电缆在切换收/发数据状态时需要一些时间, 在收到读指令后立即发送数据容易造成误码, 若在发送前加一段延时, 效果会好得多。

七、结束语

通过将 S7200PLC 应用于无人抄表系统, 证明了西门子 PLC 使用方便、灵活、性能稳定可靠, 可应用于多种场合、多种系统, 取得了明显的经济效益和社会效益。

配料自动控制系统

刘延京

1. 概述

本文介绍的配料自动控制系统，采用德国西门子的 S7-200 可编程序控制器组成下位机，台湾研华公司的 IPC-610 工控机作为上位机，已成功地应用于云南麒麟塑化集团云南麒麟塑料制品有限公司的 PVC 发泡板、发泡管、异型材生产线。

该配料系统的生产过程全部由可编程序控制器 S7-200 完成。即将配料生产工艺配方输入到称重计量仪表中，由称重计量仪表动态检测电子秤称重传感器的信号，并将控制信号传送给可编程序控制器，再由可编程序控制器产生各执行机构的控制命令来实现配料生产的自动化，从而提高配料的生产效率。

2. 系统功能

配料系统的主要功能是多种原料经过上料系统进入各自的料仓以后，按照生产配方给定的原料配比从各料仓添加到电子秤中进行计量称料，再送入热冷混合机中混合搅拌，并相应控制物料混合搅拌时的温度，以保证物料混合均匀和混合料的特性达到生产工艺的要求，最后将混合好的混合料供 PVC 发泡板、发泡管、异型材三条生产线使用。因此，配料系统所需要解决的主要问题包括：

- 实时采集各电子秤称重传感器的称重信号。
- 根据称重信号和生产配方产生螺旋送料器、电子秤阀门等的控制信号。
- 动态检测和处理配料过程中可能出现的各种故障。
- 下位机与上位机通讯。
- 上位机集中监控。

配料时，称重仪表采集电子秤称重传感器的信号，借助于配方给定的原料配比产生执行机构的控制命令，并通过可编程序控制器控制各料仓的螺旋送料器、电子秤阀门和热冷混合机阀门的启停和开闭；通过检测电机保护装置、阀门位置开关状态获取电机、阀门的运行和故障情况，并可在电气控制柜模拟显示操作屏上显示或上位机监视器上显示。

图 1 给出了配料自动控制系统结构示意图，分为发送上料、配料计量、物料混合、提升供料四个部分，各部分既可独立工作，也可相互配合自动工作，还可以在脱离上位机的情况下正常工作。配料自动控制系统的组成如下：

1.3.1 系统一：发送上料系统。其功能是将一楼发送上料操作室内的 PVC 树脂输送到三楼的三个储料仓中。采用正压密相气力输送方式。该系统由压缩空气充气管道、除尘投料器、正压气力发送罐、排气阀、充气阀、入料阀、出料阀、气刀阀、除尘电机、振打电机等组成。采用 1#PLC 进行逻辑控制。

1.3.2 系统二：主料、辅料、微量料配料计量系统。其功能是将主料（PVC 树脂）和多种辅料按生产工艺配方分别计量，然后输送到 1#混合机中。该系统由 1#主料秤、辅料秤、微量料步进投料器组成。采用 2#PLC 进行逻辑控制。

1.3.3 系统三：2#主料、辅料配料计量系统。其功能是将主料（PVC 树脂）和多种辅料按生产工艺配方分别计量，然后输送到 2#混合机中。2#混合机处理完毕的成品料用小车存放，供给挤出机生产 PVC 发泡管材使用。该系统由 2#主料秤、辅料人工投料器组成。采用 3#PLC 进行逻辑控制。

1.3.4 系统四：3#主料、辅料配料计量系统。其功能是将主料（PVC 树脂）和多种辅料按生产工艺配方分别计算，然后输送到 3#混合机中。3#混合机处理完毕的成品料用小车存放，供给挤出机生产 PVC 异性材使用。该系统由 3#主料秤、辅料人工投料器组成。采用 3#PLC 进行逻辑控制。

1.3.5 系统五：挤出机供料系统。其功能是使用真空提升风机将混合料仓中的成品料输送到挤出机料斗中，供给挤出机生产 PVC 发泡板材使用。该系统由混合料仓底部闸板阀、振动筛、过渡料箱、挤出机真空吸粉箱、挤出机真空提升风机等组成。采用 3#PLC 进行逻辑控制。

1.3.6 系统六：1#混合机控制系统。其功能是将系统二输送来的主料、辅料、微量料，在 1#混合机中进行搅拌混合、升温、冷却降温处理，再将处理完毕的成品料排放到过渡料仓中。该系统由 1#混合机中的热混机和冷混机以及入料阀、排料阀、反吹阀等组成。采用 4#PLC 进行逻辑控制。

1.3.7 系统二补充部分：混合料仓供料系统。其功能是当 1#混合机处理完毕的成品料存放在过渡料仓中时，使用真空提升风机将过渡料仓中的成品料输送到混合料仓。该系统由 1#混合机冷混机底部的过渡料仓、混合料仓真空吸粉箱、混合料仓真空提升风机、补气阀等组成。采用 3#PLC 进行逻辑控制。

1.3.8 系统七：上位机与下位机联网通讯系统。其功能是上位机使用 PC/PPI 电缆与三台 SIMATIC S7-214 的 PPI 通讯口联网通讯，采用 ASCII 协议。一台 SIMATIC S7-214 的 PPI 口连接一台 TD200 文本显示器。

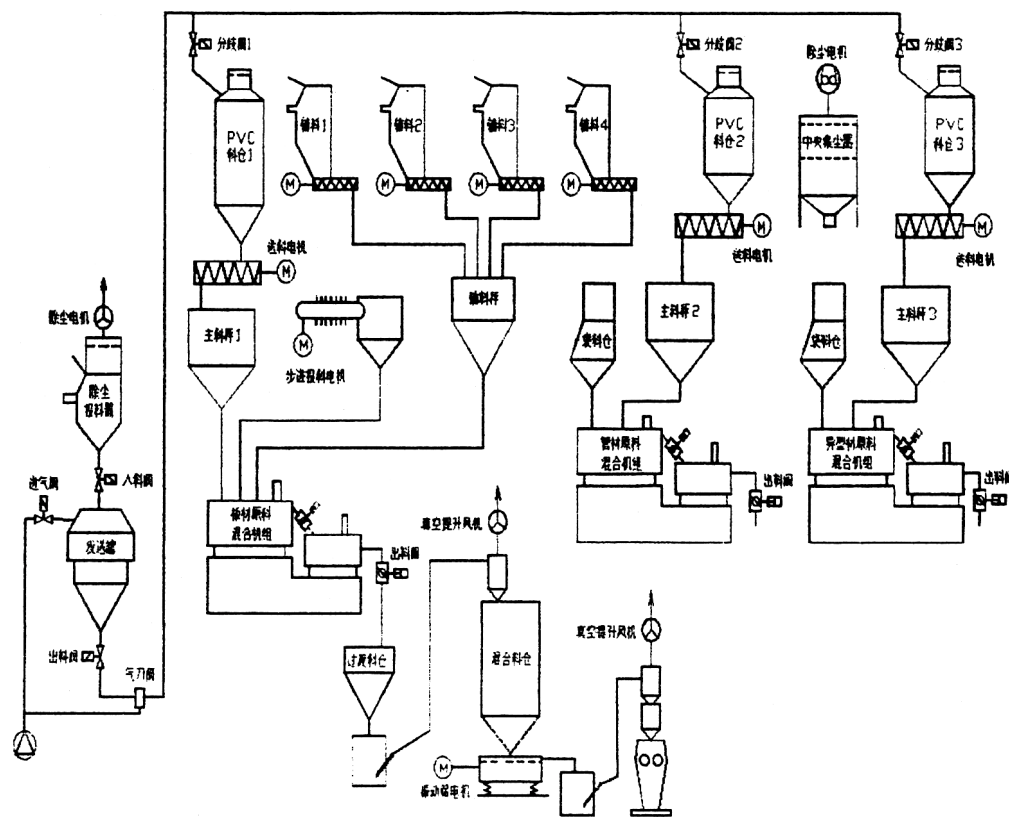


图 1 配料自动控制系统结构示意图

3. 硬件要求

站 0 为上位机，使用一台 IPC-610 工控机：CPU 为 586-120，16MB 内存，C104A 四口 RS232C 通讯卡用于上位机与称重仪表间的通讯，PC/PPI 电缆用于上位机将 RS232C 转换为 RS485 与可编程序控制器间的通讯，一个 Genie for Windows 95 组态编程软件。

站 2 是 1#PLC，使用一台 S7-214，三台 8 点数字量输入模块 S7-221，二台 8 点数字量输出模块 S7-222，一个网络连接原件 S7-972。

站 3 是 2#PLC，使用一台 S7-214，二台 8 点数字量输入模块 S7-221，三台 8 点数字量输出模块 S7-222，一个网络连接原件 S7-972。

站 4 是 3#PLC，使用一台 S7-214，三台 8 点数字量输入模块 S7-221，二台 8 点数字量输出模块 S7-222，一个网络连接原件 S7-972。

站 5 是 4#PLC，使用一台 S7-214，二台 8 点数字量输入模块 S7-221，二台 8 点数字量输出模块 S7-222，一台 3 路模拟量输入模块 S7-231。

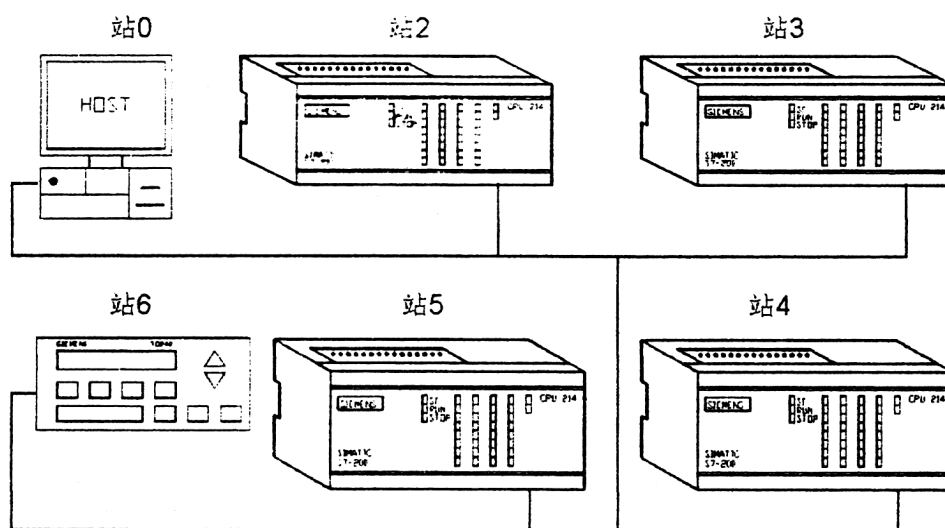
站 6 是现场操作/显示屏，使用 TD200 文本显示器 S7-272。

十二个称重传感器为以色列 TEDEA 公司产品，每台电子秤上装有三个称重传感器，量程范围为 0~100 公斤，精度为 $\pm 0.75\%FS$ 。

四台香港志美公司生产的 CB920 称重仪表检测四台电子秤，每台称重仪表可进行四组份配料，具有快、慢速加料控制输出，电阻应变片式称重传感器输入，同时显示毛重、净重值，带自动清零功能，测量精度为 0.1%，带标准 RS232C 通讯接口。

三台天津生产的温度传感器为硅半导体测温+变送器，一体化设计结构，测温范围为 0~150℃，精度为 $\pm 0.3\%FS$ ，标准输出信号为 4~20mADC，输入到模拟量输入模块 S7-231。

4. 配置图



S7-200 系列 PLC 在动态计量领域的应用

李 悦

一、概述

本应用是以 S7-200 系列中的 CPU216（或者 CPU226）为计算控制核心，完成烟机皮带秤的动态计量与控制。

本控制系统由 CPU216（或者 CPU226）、EM235 数据采集单元、触摸屏、西门子变频器（MMV）等组成。在实现皮带秤的动态计量与控制过程中充分运用了 S7-200 系列 PLC 的浮点运算、高速计数、PID 计算、自由通讯、时间中断等功能。

本系统控制内容较复杂，程序量大；在应用过程中除充分运用了 S7-216 的功能和资源，还解决了以下问题：确立动态计量模型的难题、PLC 的 AD 精度较低和计量精度要求高（0.1%）的矛盾以及中断程序数据共享、PID 参数选取、变频器对模拟量的干扰等问题。

本项目的 PLC 应用程序采用模块化结构，方便阅读、修改和节选应用；为参加本次竞赛又添加了详细的注释，编程思路、方式、以及功能实现均在程序注释中给以说明。此外，全部程序已经过近两年的实践检验，可以直接应用。

烟机皮带秤是烟草机械中用于实现动态计量称重、定量打包、流量配比等功能的设备，具有精度要求高、机械结构复杂、控制内容多、难度大等特点。在动态计量领域，专用衡器仪表一直占主导地位，以往的烟机皮带秤也多采用专用仪表，具有系统复杂、可靠性差、无法实现一些复杂的控制功能、维修率高等缺点；只有少数皮带秤采用 PLC 控制，但都是中型 PLC，成本较高。98 年初，我们通过认真研究 S7-200 系列 PLC 的功能、特点，成功的开发出采用 S7-216 作为控制核心的动态计量控制系统，从而替代了以往的单片机系统和中型 PLC 系统。该系统通过了国家计量鉴定，在国内同类设备中达到领先水平，到目前为止已经有近 50 套设备成功地应用于多家烟厂，两年的现场实践证实该系统运行稳定、可靠，维修率几乎为 0，大大降低了成本。

虽然本项目是应用在烟草行业，但是其计量方法、数学模型和程序同样适用于其它动态计量任务；稍加修改即可以用于包装秤、动态复检秤、计数秤、配料秤、核子秤等。因此，在很少应用 PLC 的衡器领域具有较高的推广价值。

二、系统组成

本控制系统以 CPU216（或者 CPU226）作为计算控制核心；采用了 EM235 数据采集单元；以 GP370 触摸屏作为人机接口，并可以现场改变计量功能；采用西门子变频器（MMV）作为执行单元。

三、应用范围

本文所提供的计量方法、数学模型和程序适用于所有动态计量任务；根据具体要求稍加修改，即可应用于其它动态皮带秤、螺旋秤、包装秤、动态复检秤、计数秤、配料秤、核子秤等工业计量秤。

四、动态计量控制及烟机皮带秤特点简介

1. 所谓动态计量就是要在物料运动过程中实现以下几个方面的功能：
 - 计量功能：动态计量最基本的功能。计量流过皮带物料的总累计量，并实时显示流量。

- 定量包装功能：在完成计量的同时，根据预先设置的“包重值”自动完成定量包装。
- 恒流功能：在完成计量的同时，根据预先设置的流量值自动调整皮带的速度，使流过皮带的物料流量受控。分为主动型和从动型。

2. 烟机皮带秤的特点：

- 计量精度要求高（国家标准是 1%，0.5%；而烟草行业要求 0.5%，0.25%）。
- 机械结构复杂：由于计量要求高，所以具有实现恒张力等机械结构。
- 具备自动调偏功能：由于皮带保持恒张力，所以很容易“跑偏”，因此皮带要具备自动调偏功能，为了降低调整的频率，我们采用了“趋势调偏”，充分利用了 PID 运算能力。
- 具备自动校量功能：长期连续计量要求皮带秤具有自动校正计量准确性的功能，具体实现是通过电动推杆自动加码、卸码。

五、电子皮带秤基本计量原理和动态计量数学模型

1. 原理

在皮带秤类动态计量过程中，最基本的原理是根据称重传感器的荷重值计算出“单位长度”上的物料平均重量，再测出“单位时间”皮带所经过的长度，这样就可以计算出“单位时间”内通过的物料重量，如果把“单位时间”细分到很短的时间段（我们选择 100ms），那么各段的总累加值即可以近似于真实的累计值。

2. 分解动态计量模型，定义如下参数：

- 砝码重量（Wm）：为了在长期使用过程中自动校验计量结果的准确性，在秤体的一侧挂上可以自动挂卸的砝码，用它的重量作为对比值来修正称重传感器的时飘。单位：克。
- 速度系数（K1）： $K1=2500/158$ （脉冲数/毫米），其中旋转编码器转盘的周长是 158 毫米，每周的脉冲数是 2500 个。
- 整圈脉冲数（MCP）：皮带转过一圈所发出的脉冲数。考虑到校验过程中皮带的均匀性，计量鉴定规程中规定必须在整数圈内完成各种测试。

- 当量重量（Kz）： $Kz=Wm/(N1-N0)$ 。其中：

Wm：砝码的重量（克）

N1：挂码后用校量的方法得到的码值（重量传感器的 AD 数）

N0：皮重码值

- 称量系数（Kp）： $[(\text{码值} \times \text{脉冲数}) / \text{克}]$ 用 Kp 表示

$$Kp = K1 \times L0 / Kz$$

L0：对于单辊皮带秤，L0 为称量段皮带长度的一半（mm）

为了减少每个周期的计算量，事先计算出 Kp 以供 100ms 中断程序使用。

3. 动态计量模型和功能实现方法如下：（利用上述参数）

- 100ms 累计量计算公式

每个周期（100ms）的累计量 = （100ms 的脉冲数 × 重量的 AD 码值）/ Kp。

100ms 的脉冲数：测速编码器每 100ms 的计数值

重量的 AD 码值：重量传感器的 AD 数

- 总累计量计算

将每个 100ms 累计量进行累加即可得到总累计量。

- 瞬时流量计算

瞬时流量就是每秒钟的累计量，并经过单位变化将（克/秒）换算为（公斤/小时）。

- 流量控制

通过变频器调整皮带机的速度实现流量控制。

- 定量打包

根据预先设置的包重值发出打包信号控制相应的机械结构实现定量打包功能。

- 流量配比控制

如果多台设备联网且相互控制可以实现流量配比。

六、S7-200 系列 PLC 应用经验

结合具体应用过程中出现的问题积累了如下经验：

1. 关于中断程序数据共享问题

必须考虑中断事件异步特性的影响，例如中断程序中用到 VD200，而主程序中组成 VD200 的 VW200 和 VW202 分别是其它两个不同的计算结果，如果中断发生在两个计算的中间时刻，那么中断的 VD200 就有可能不是您所希望的。

解决的办法是把可能被中断打断的变化程序放到中断程序里处理。

2. 关于 PID 参数的选取

结合自己的电机转速控制，我采取了首先关闭微分，只是通过改变积分时间的办法来测试，在认为效果比较好的时候再加上微分提高动态效果，试验的办法是通过触摸屏的趋势曲线来观察效果，经过多次试验我选用了如下参数： $K_c=0.25$ ， $T_s=0.1$ ， $T_i=0.01$ ， $T_d=0.0005$ 。实践证明取得了很好的效果。

3. 变频器对模拟量的抗干扰

在应用 EM235 的过程中出现了变频器的启动数据“跳字”的现象，通过试验和参考 S7-200 手册，最终通过将 235 的 M 端接地，将变频器到电机的电源线改为屏蔽线，并且双端接地，使问题得到解决。

4. 关于数制

在使用 DIGITAL 公司的 GP370 时，开始的时候双字的高低位定义规则和 S7 的定义正好相反。得出的结论是：在 PLC 和触摸屏交换数据时如果要用到 32 位的双字一定要在 PLC 中进行交换。

5. 定义数据的类型要充分考虑实际可能的数据范围

在定义流量的时候为考虑到会出现负数的可能，秤工作在零点的时候负流量的出现是正常现象。由于在触摸屏里把定义为无符号数，结果出现了屏幕显示“巨大流量”的现象。

6. 尽量采用新版的编程软件，可以提高效率，易于修改便于阅读。

7. PLC 解决计量问题的主要矛盾是 PLC 的 AD 的精度太低，无法满足 0.1% 的精度要求，而专用计量模块价格昂贵；我们解决的办法是应用衡器仪表的专用技术开发出专用变送器（目前国内市场上几乎没有同类产品），通过 PLC 的开关量入采集数据。这样即满足了计量精度的要求，又充分发挥了 PLC 的稳定、快速、灵活的特性。

S7200 在道路灯光控制系统中的应用

——浦东国际机场主进场路道路照明控制系统

金 涛

一、前言

市区路灯是上海重要的城市基础设施之一，但是，除了 80 年代曾对上海市区主要道路路灯进行过以光控和钟控为主的分散就地控制改进之外，市区路灯控制管理的技术手段长期未得到应有的提高。

当进入 90 年代后，随着电子技术的发展，PLC 在控制技术中的应用越来越广泛，路灯控制中也引入这一技术。用西门子 S7200 开发的 SDA 可编程控制仪是路灯控制系统的终端，用于定时控制、数据采集及处理，并具有事件监视，显示功能。它可以用于多路开关控制及开关量数据采集、处理及显示。产品结构简单，安装方便，能适应多种复杂的环境。

二、系统要求

基本要求：

- 1) 主进场路照明控制系统实现 J1、J2、J3 变电所供电的照明控制。
- 2) 照明控制采取程序控制和环境光控相结合，以程序控制为主的原则。
- 3) 在各道路照明变电所均设置照明控制器，并相互联网，实现系统内同步开灯、同步关灯。
- 4) 每个照明控制网络中由一台控制器被设置为主控制器，主控制器监测环境光，并通过联网线路将数据传递给系统内的其他控制器。主控制器还作为系统的时间基准，为系统内的其他控制器对时。
- 5) 各种照明设施具有不同的控制要求，照明控制器必须为这些照明设施设置不同的控制程序。
- 6) 照明控制器由所在变电所的两段母线通过电源自动切换箱供电。

特殊要求：

- 1) 照明控制器每隔十天设置一套开关时间表，作为基本程序表。
- 2) 路灯、装饰照明、广告照明、绿化照明的开灯时间依次间隔五分钟，关灯顺序相反。当照度监测装置失效，或联网通讯系统失效时，照明控制器按基本时间程序表运行。照明控制器在发出开灯或关灯的指令时，对每一回路的控制要间隔五秒钟。
- 3) 当环境光照度低于 50LX 并持续五分钟以上，照明控制器发出开灯指令，在基本程序表规定的开灯时间段内，当环境光照度高于 70LX 并持续五分钟以上时，照明控制器发出关灯指令。
- 4) 当变电所只有一段母排供电时，切除并禁止广告、绿化照明供电，优先保证道路照明供电。

三、硬件配置

由于各种路灯、广告照明、绿化照明等照明设施具有不同的控制要求，照明控制器必须为这些照明设施设置不同的控制程序，所以 J1、J2、J3 各站的软件各不相同且控制点数各不相同。其中 J1 站路灯控制输出 10 路，广告照明控制输出 8 路，绿化照明控制输出 6 路共计 24 路；J2 站路灯控制输出 8 路，广告照明控制输出 8 路，绿化照明控制输出 8 路共计 24 路，J3 站路灯控制输出 8 路，广告照明控制输出 8 路，绿化照明控制输出 8 路共计 24 路。由于三个站之间距离分别为 900 米和 800 米，所以通讯网络中需要增加中继器。整个配置

如下:

J1: 216 一个、TD200 一个、EMM222 一个、SITOP POWER 6EP1 333 (5A) 一个。

J2: 216 一个、TD200 一个、EMM222 一个、EMM231 一个、NETWORK REPEAT 一个、SITOP POWER 6EP1 333 (5A) 一个。(主站)

J3: 216 一个、TD200 一个、EMM222 一个、SITOP POWER 6EP1 333 (5A) 一个。

通讯电缆 2KM。

四、程序设计

路灯早期控制的两种方法存在着各自不同的缺陷。

首先是钟控。钟控主要存在两方面的问题: 1. 由于当时使用 220V 电源的电子钟受电压变化的影响大, 在路灯开关的瞬间, 电压的升降会影响电子钟的精确度, 日积月累造成很大的时间误差; 2. 上海所处的地理位置决定了上海是一个四季分明的地区。因此, 上海一年中黑夜时间的长短随四季发生着具大变化, 一年中黑夜时间最长的一天和最短的一天要相差 4 个小时以上。而电子钟只能设定一个固定的开关时间, 如此大的变化, 显然不是它所能胜任的。如果按最长的黑夜时间开关灯, 要浪费大量电力资源。如果按最短的黑夜时间开关灯, 又会造成许多时间该亮不亮的结果。这一缺陷只能靠人工不断去修正, 但是上海城区范围广大, 势必投入大量人力、物力。

其次是光控。光控主要存在的问题是受环境影响大。不同的安装位置, 甚至灰尘的积累, 都会影响光控探头的感光度, 造成开关灯时间的误差。此外感光器件是离散度很大的器件, 处于明暗交替的临界点时, 当照明度下降, 感光器件开始工作, 打开路灯。但一旦路灯打开, 照明度上升, 感光器件又会关闭路灯。如此重复直至灯光与自然光的照度低于感光器件的开关范围。这一过程要重复几次至二十几次。这样连续开关路灯, 对路灯的电器设备、电网, 尤其是对灯泡产生了巨大的冲击。缩短了灯泡寿命, 容易造成设备老化、损坏。

选用 S7200 开发路灯控制终端从开始就注意到了以前的问题。因此从硬件设计选配开始就针对这些问题, 提出了高要求。直接选择了工业级产品作为主机。由于是成熟的工业产品, 首先排除了手工生产所造成的质量问题。特别是作为工业级产品, 解决了许多在复杂环境发生的问题。

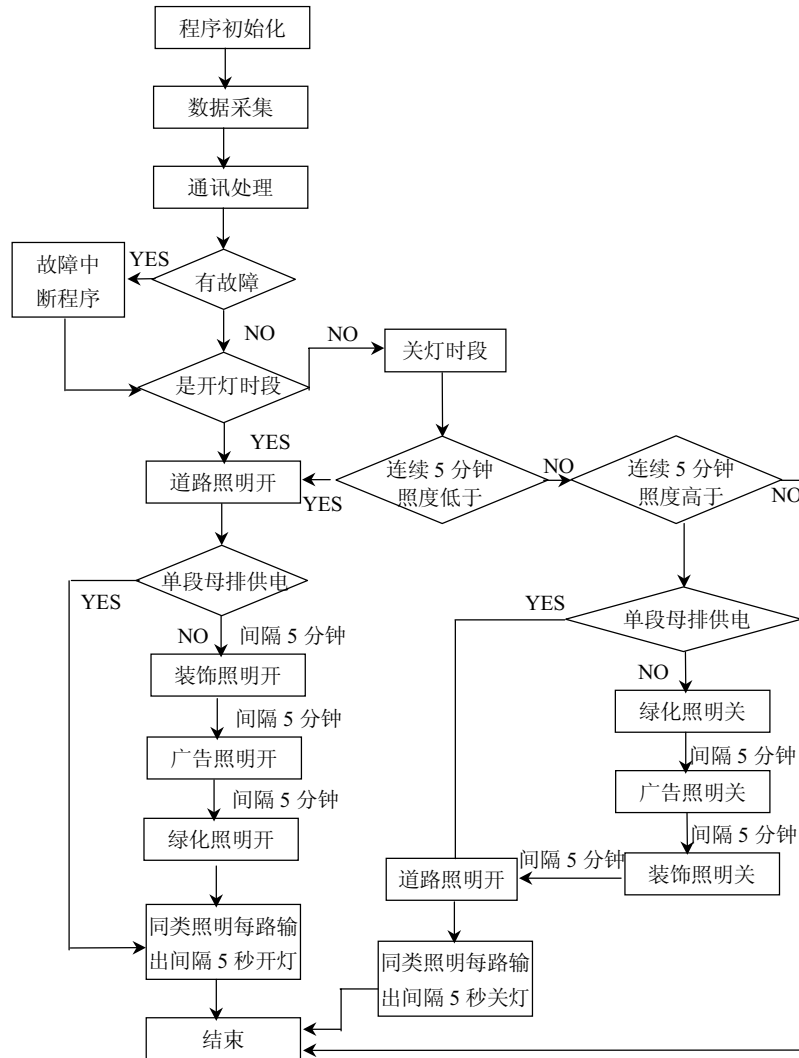
作为路灯控制系统的终端, S7200 首先遇到的是震动、潮湿、温度变化和电源干扰。因为线路板采用多层板制作技术, 高集成度芯片, 机器焊接, 所以有很强的抗震能力。而且它的环境工作温度为-10℃到+65℃, 空气中饱和湿度达到 90%时也能正常工作。在开关路灯瞬间, 实测得 2700V 左右的脉冲电压干扰, 在实验室使用高频干扰仪开至最大, 以 3500V/nS 的脉冲模拟实验, 它仍然正常工作。这一系列数据表明, 从硬件功能上 S7200 完全符合路灯控制要求。

软件功能上 SDA 可编程控制仪不光着重解决以往路灯控制遇到的问题, 还增加了事件的记录、显示功能, 便于日后查找问题、分析问题。作为路灯控制终端, 它可记录一年路灯开关的时间表, 并根据时间表上当天的记录, 按时开关路灯。并且提供一路手动开头, 可在现场人工控制开关路灯, 便于白天路灯检修。此机还保留了一路光控模拟量输入信号, 可根据光控仪提供的天空亮度信号开灯或关灯。本机内部还可记录最近的二百条开关量输入变化事件和三十条断电和上电事件, 可由此提供事后检查及记录。本机联接显示器后, 可在现场调整时间, 观测所记录的事件。

在浦东国际机场主进场路道路照明控制系统的应用上充分利用了 S7216 的一些特点, 首先 S7216 具有两个基本 PPI 通讯口, 一个接 TD200 做显示器接口 (PORT1), 另一个接 PPI 网络 (PORT0)。此外这一系统通讯距离超过 1000 米, 同时数据传递量较少, 只有主站向从站一秒传送一次时间和一路模拟量值, 所以利用 S7200 的 PPI 协议加上 S7300 系列中的 485 中继器, 很简单就达到了系统要求。其次利用 S7216 中的 5K 数据区, 很好达到了数据记录、存储、显示的功能。

五、程序框图

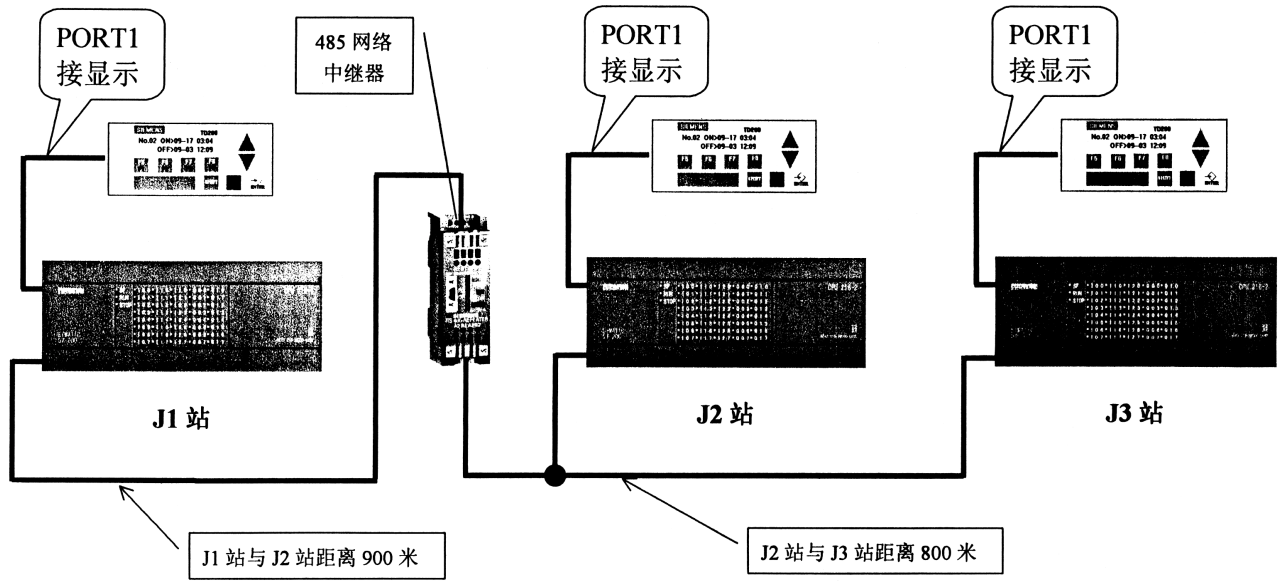
照明控制流程图



六、结束语

虽然 S7200PLC 系统目前在浦东国际机场、沪宁高速公路、上海内环线、上海南北高架道路、上海延安路高架道路、上海外滩景观灯光、浦东新区景观灯光、虹桥开发区景观灯光等重要的路灯、景观灯光控制项目中发挥了重要作用，体现了自身良好的品质。特别是随着上海的道路交通体系从平面交通向立体交通转变的格局的形成，对市区路灯照明的可靠性提出了更为严格的要求，尤其在高架道路上，如果大面积路灯不亮对行车安全所构成的严重威胁是难以估量的，本系统的推广应用将有效地避免路灯大面积不亮现象的出现。

PLC 网络结构图



西门子 S7-200 系列 PLC 在机场助航灯光系统中的应用

仲 川

助航灯光系统作为民航机场航空器进近目视系统是机场保障正常运行的重要环节之一。笔者单位为民航总局审定认可的机场地面专用设备生产厂家，长期为机场配套助航灯光控制设备，即机场助航灯光调光器 CCR，现已开发到第三代 CCR-95 型产品。95 型设备采取了调光器与升压变压器集中的一体化设计，在可靠性、实用性等方面有了很大提高，但根据机场电气设备使用设计上的冗余要求，我们采用西门子新型的 200 系列 PLC（可编程控制器），利用其强大的功能，开发研制出调光器高压切换系统（SOC-98）作为 95 型调光器配套辅助产品，将调光器切换功能独立，用于助航灯光重要回路的冗余热备份控制，实现故障发生时的快速自动切换功能，充分保障灯光回路的正常工作。

一、系统描述

机场助航灯光调光器通常位于机场跑道两端的灯光变电站，由塔台空管人员进行远程控制或电话通知灯光站工作人员进行本地控制。本切换系统即位于灯光变电站，与 95 型调光器配套使用。

切换系统（按四主一备情况考虑）出一台高压切换控制柜，一台备用调光器，控制电缆及灯光电缆组成，高压切换控制柜包含 PLC 及扩展单元，真空交流接触器，中间继电器及辅助器件等。系统控制核心选用的西门子 S7-200 系列 PLC 具有极高的性能/价格比，尤其表现在：高可靠性、操作便捷、易于掌握、强劲的通讯能力和扩展模块。特别适用于机场复杂环境下的检测、监测等自动化控制。

切换系统在机械结构上，系统采用框架式结构，拆装简单，接插快捷，便于安装维护。

切换系统在控制方式上，系统采用自动和手动两种方式，自动为由 PLC 控制，用于日常的工作状态；手动为纯硬件机械控制，用于系统初始调试或自动控制失常等紧急情况使用。

切换系统在整体结构上，系统采用模块化设计，各职能单元功能独立，从一主一备到四主一备，均可根据用户实际需要而定。

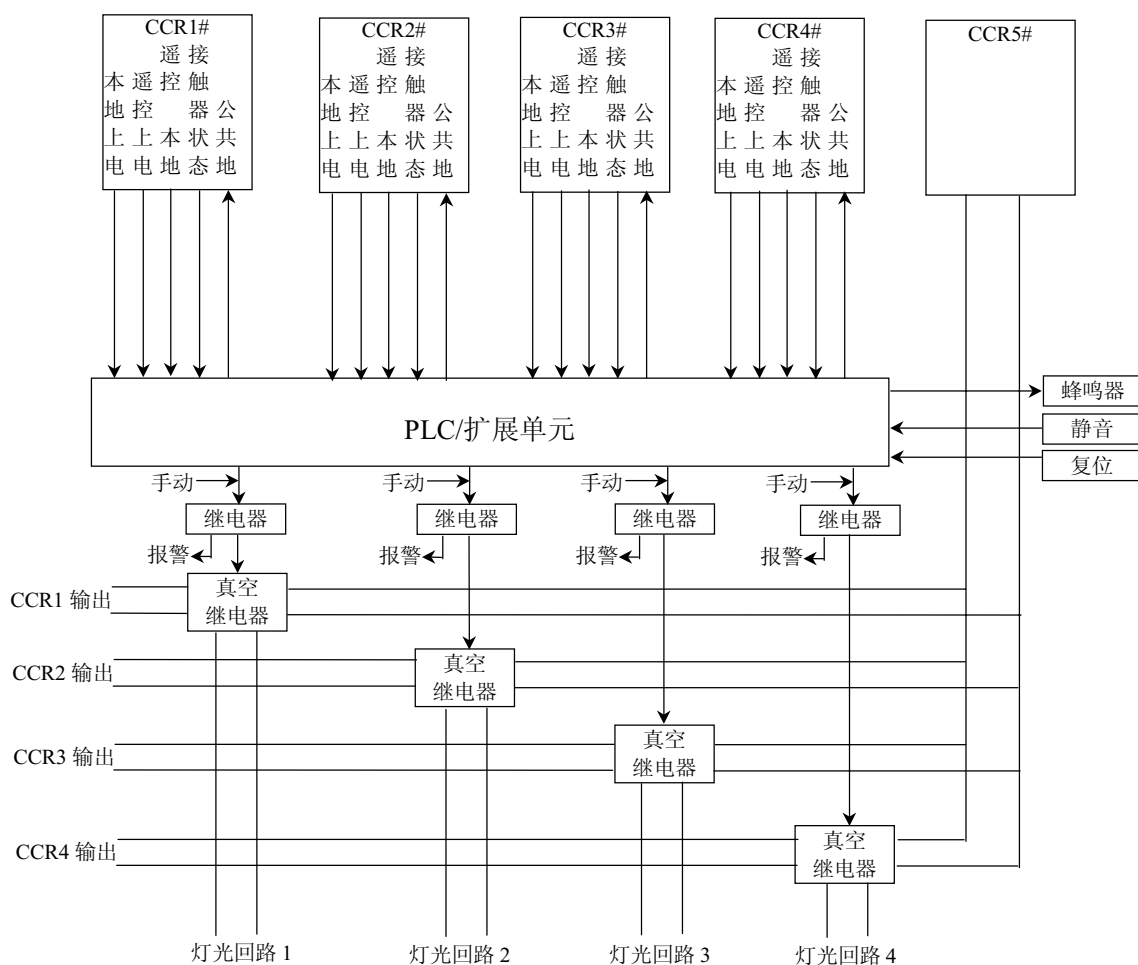
切换系统在技术性能上，系统能对灯光回路地址，光级，系统状况，发生故障的回路和光级进行实时监测，发现故障使备机快速投入运行，并在切换时有相应的声光报警提示。

二、工作原理

切换系统工作原理如图示，当四台主 CCR 正常运行时，切换控制器分别对其进行循环检测，由 PLC 对各主 CCR 状态（包括各机地址，光级，运行情况等）进行监视；当控制器检测到主 CCR 故障时，会迅速对故障信息进行判断，并执行相应切换动作，将故障信息通知备用调光器监控单元，并以此启动备用 CCR，同时触发声光报警，提示故障回路，直至进行消音和系统复位操作后系统恢复正常

鉴于目前各机场具体情况不同，灯光回路数量差别较大，I/O 点数不确定，利用 PLC 丰富的扩展模块进行组合，通常采用 CPU224/226 扩展相应数量的 EM221/EM222/EM223 模块。

切换系统软件上采取了模块化设计，具有很高的灵活性，可根据实际情况现场进行整改。



切换系统工作原理框图

三、系统功能

1. 切换功能

1) 手动切换: 在本地或遥控状态下, 可进行手动切换, 主要在调试时的非故障状态下或紧急情况下进行切换使用。

2) 自动切换: 在系统运行期间, 当主调光器发生故障时, 备用调光器能在 0.5 秒内进行切换, 代替主机工作。

注: 切换条件

A. 本地控制时, 主 CCR 开机而调光器主接触器未吸合;

B. 遥控控制时, 有遥控开机和光级命令而 CCR 主接触器未吸合。

3) 光级跟踪: 切换时, 要求切换后光级与切换前相同, 这包括两种情况:

CCR 为本地状态和 CCR 为遥控状态; 切换后遥控控制仍能进行, 即切换系统能自动接收遥控命令。

2. 切换复位

当切换发生后, 将负载切回主调光器。该功能通常是在主调光器修好后使用。

3. 本地控制

与主调光器遥控/本地状态相对应，切换系统也有遥控/本地状态，并与切换时主调光器的遥控/本地状态保持一致。当切换系统处于本地状态时，可以通过面板上的光级控制开关进行控制。

4. 报警功能

系统发生切换时，切换系统有声光报警提示，能提示故障回路号，并能进行声音复位。

5. 互锁功能

- 1) 切换回路的主备 CCR 不能同时给同一灯光回路上电；
- 2) 任一回路切换时，其它回路均不能进行切换。

6. 电源保护

切换系统所有工作电源全部采用备用 CCR 电源，并且为达到高可靠性要求，可采用分散 UPS。

7. 兼容功能

- 1) 系统应能进行功能扩展，从一主一备到四主一备均适用；
- 2) 系统 FAA 标准接口 (+24V) 及 RS-485 口兼容；
- 3) 系统应适用现型 CCR 及新型 CCR，并保留监控系统控制接口；
- 4) 系统应即能控制高压切换，又能控制低压切换；
- 5) 系统应对 8.33A/6.6A 型号调光器均适用。

四、总结

由于系统是应用于民航机场这种特殊场合，强磁场工作环境，并且要保持 24 小时不间断运行，发现故障快速切换，其可靠性和安全性是极为重要的。基于此，我们选用了西门子 S7-200 系列 PLC，充分利用其可靠性高、运算速度快、体积小、抗干扰能力强的特点，使我们的问题得到圆满解决。

随着 CCR-95 型调光器在民航机场的普及，高压切换系统已陆续在民航烟台航站、汕头航站、杭州萧山机场和长沙黄花机场等单位投入运行，保持连续工作，状态稳定，得到用户的充分肯定。希望通过我们的努力，不断把新技术、新产品应用到机场的实际工作中，使飞行安全得到彻底保障。

S7-200 在模块式空调机中的应用

张彦丁 斌

一、概述

吉荣牌机房专用模块机组是专用于程控交换机、计算机、数据处理中心等电子设备机房的空调设备。通过使用 SIEMENS 公司生产的 S7-200 中的 CPU216 控制器的网络通讯功能，对组合模块进行全天候自动控制，实现智能化无人操作管理。

二、系统硬件配置

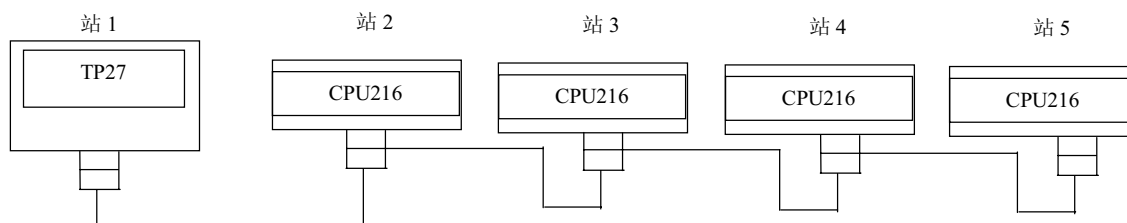
S7-200 通讯端口采用 RS-485 信号标准 9 针 D 型连接器，同时西门子提供了两种类型的网络连接器，你可以很轻松的把多台设备连到一条总线上，这些连接器有一个开关，可以选择网络所需的合适偏置的终端匹配。（具体连接方式见《S7-200 可编程序控制器系统手册》）

根据上述特点以及吉荣牌机房专用模块机组的结构控制特点，我们采取两种不同的控制方案。

方案 1：一台 TP27 直接与四台 CPU216 相连，四台 CPU216 分别控制一个模块单元，各自独立运行，控制程序之间无关联，TP27 通过网络直接与每台 PLC 通讯交换数据。（此种方式最多连接四台 PLC）

此方案的硬件配置为 TP27 一台、CPU216 四台，分别配有一个模拟量扩展模块 EM235、温湿度传感器及相应的电器控制部分。由于此方案中 TP27 直接与每台 PLC 通讯，其优点在于可靠性高，其中一个模块单元出现故障后不会影响其它模块单元运行；同时由于每个模块单元需要一套完整的控制系统，成本相对较高，而且此方案 TP27 最多能直接与四个 PLC 相连。

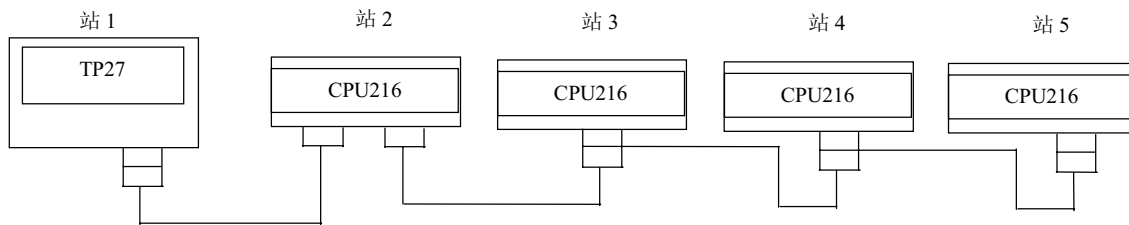
具体连接方式如下图：



方案 2：一台 TP27 直接与其中一台 PLC 相连，以这台 PLC 为桥梁，其他三台 PLC 通过这台 PLC 与 TP27 交换数据，通讯通过网络读/写指令来实现，程序即可独立运行又可以四台相联系。（这种方式没有使用中继电器可以直接连接 31 台 PLC，加上中继电器可以扩展至 125 台）

此方案的硬件配置为 TP27 一台、CPU216 四台，其中一台控制模块单元为主模块单元，配有一个模拟量扩展模块 EM235、温湿度传感器及相应的电器控制部分。由于此方案中 TP27 直接与主模块单元交换数据，主模块单元的 PLC 通过网络读写与其它 PLC 通讯，因此其优势在于成本相对较低，可以连多台 PLC，结构灵活；但同时随着 PLC 数量的增加，网络通讯速率降低，出现异常的可能性也会相应增加，系统可靠性就相对低一些。

具体连接方式如下图：



三、输入输出信号

I0.0 风机过载	I0.1 风压故障	I0.2 水流开关故障
I0.3 压缩机过载	I0.4 压缩机高低压保护	I0.5 压机油压保护
I0.6 冷凝风机过载	I1.3 整机温度过高	I1.4 加湿器故障
I1.5 用户故障连锁	I1.6 过滤网堵塞	I1.7 积水报警
Q0.0 送风机启动	Q0.1 压缩机启动	Q0.2 冷凝风机启动
Q0.3 供液阀	Q0.7 加热器 1	Q1.0 加热器 2
Q1.2 加湿器	Q1.3 总故障输出	Q1.4 除湿阀

四、以方案二为主说明控制要求及方法

1. 系统控制要求

- i 根据当前温湿度及设定温湿度对系统采取相应控制措施。
- ii 具有故障检测与报警功能，能查询当前故障和历史故障。
- iii 系统具有定时控制，能自动开/关机组。
- iv 四台压缩机要求有轮换功能。

2. 触摸屏 TP27 要求

- i 能查看各模块的输入输出状态。
- ii 查看当前报警和历史报警。
- iii 显示当前温湿度，并能查看温湿度曲线。
- iv 对温湿度设定等参数能进行修改。
- v 能开/关机组，并能进行定时设定。

3. 控制方法的实现

i 机组运行控制程序的实现

温湿度探头采样进来的是 0-5V 的信号，分别对应 0-50℃与 0-100%。计算公式为： $T=A/32000 \times 50$ ； $H=A/32000 \times 100$ （A 表示采样值）。然后根据温湿度设定值控制压缩机、加热器、加湿器的运行。

ii 报警处理

在 TP27 的报警信息栏里写上如下信息：

- 0001 模块 1 送风机过载
- 0002 模块 1 风压故障
-
- 0017 模块 2 送风机过载
- 0018 模块 2 风压过载

.....

对于历史故障，在 TP27 里的 list(history alarm)中写上：

1 模块 1 送风机过载

2 模块 1 风压故障

.....

13 模块 2 送风机过载

14 模块 2 风压故障

.....

48 模块 4 积水报警

iii 设定温湿度等参数、当前温湿度读取的处理

在主模块中，将采样得到的温湿度值用网络写指令写入从模块。在从模块中，用网络读指令读取温湿度设定值等其他一些参数设定值。

iv 压缩机轮换处理

在从模块中，用网络写指令将压缩机运行时间写入主模块，在主模块中，根据每台压缩机运行时间，分别列出四种不同的压缩机启动顺序分别进入四个不同的控制子程序。

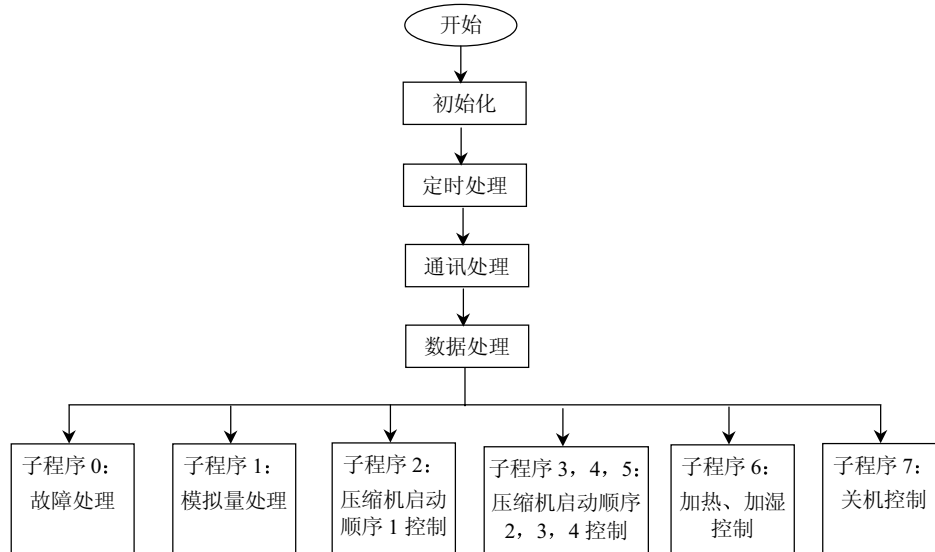
v 输入、输出状态处理

在每个从模块中分别列出它的输入输出状态，再用网络写指令写入主模块中。

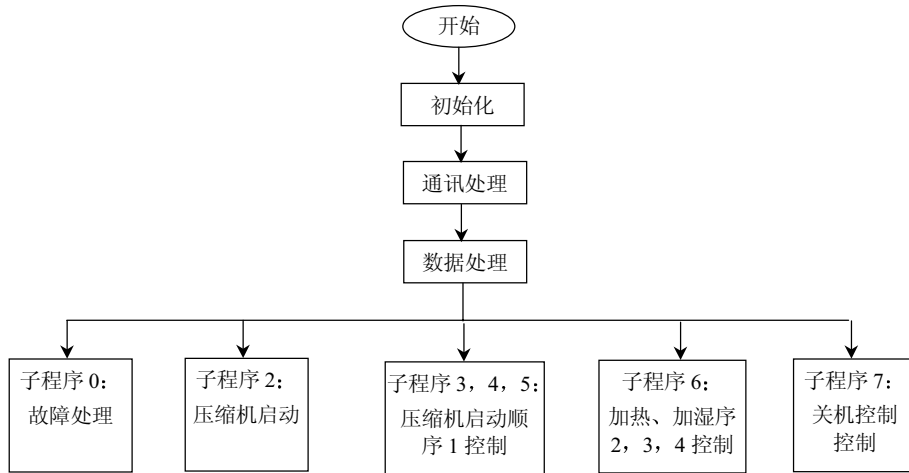
在 TP27 中再做一个模块选择点，根据用户选择模块，将相应模块的 I/O 状态信息调入触摸屏 TP27 上。

五、流程图

主模块：



从模块:



六、结论

对于模块式空调单元，其特点在于单台结构简单，组合方式灵活多样，可以满足不同用户的不同需求，西门子 PLC 模块式的设计、灵活多样的组网方式恰好符合模块式空调单元的控制要求。吉荣牌机房专用模块机组采用西门子控制器及相应组网方式后，能很好的达到控制要求，充分体现模块式空调机组的优点，完成其相应的功能。

S7-200 在浇模型冰淇淋生产线上的应用

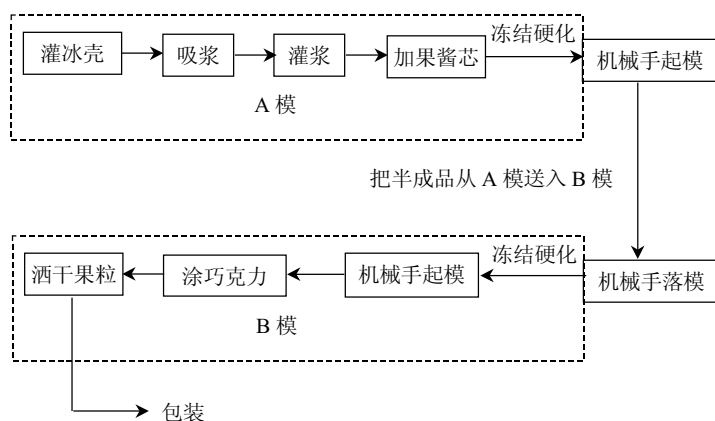
朱 磊

0. 引言

冰淇淋生产设备按其后续成型工艺，可分为浇模成型，挤压成型，灌装成型三大类。其中，浇模成型类生产线能生产外形多样的带棒类产品，因此其在冰淇淋生产设备中占有最大的市场份额。

浇模成型自动生产线自八十年代中期以来，逐步进入我国。我厂是国内专业制造冰淇淋生产设备的制造厂家。八十年代后期，在消化吸收了国外自动雪糕机的先进技术的基础上，试制成功了第一代花色雪糕生产线。进入九十年代后，随着工业自动化程度的不断提高，并根据冰淇淋制造厂商的要求，浇模机的功能越来越多，工艺流程也越来越复杂。国际上的浇模成型机根据这一新的特点，已广泛的采用 PLC 技术，如意大利 Sidam 公司于 1997 年推出的 Supper Polo14 型自动雪糕生产线。它以能生产外观新颖奇特的产品为特色，在浇模机类的冰淇淋生产设备上取得了突破。

我们在分析了国内的冷饮市场后认为外观独特的雪糕一定能吸引市场消费，因此决定研制开发技术，功能相当于 Sidam 公司的 Supper Polo14 型的新一代浇模成型机 YL7B-10000。



图（一） 生产工艺流程

1. 控制要求和设计思想

1.1 顺序控制

根据雪糕的成型工艺，整条生产线需要能完成如图（一）的工艺流程。

图中的每一道工艺均由气缸来推动完成。气缸的动作时间由 PLC 的输出来控制。对于比较复杂的动作，需几个气缸的动作组合完成时，PLC 需保证各气缸按次序准确无误的动作，并最终复位，等待下一动作信号。为了使 PLC 对各气缸的判断有所依据，需在气缸的动作极限位置加位置信号，将位置信号接入 PLC 的输入点，使 PLC 随时能判断气缸所处位置。

1.2 同步控制

浇模成型机生产出的雪糕最终要送入包装机进行包装，这就要求包装机和浇模机之间的速度要求匹配。包装机的速度由变频器来控制，而浇模机内部没有电机。经过考虑，决定采用 PLC 来控制变频器的速度，同时在包装机的入口处设一允许进入信号，这样就可以解决包装机的连续速度与浇模机的间隙动作之间的速度配合问题。

1.3 多功能选择

根据设备的设计要求，新一代浇模机除具备原有浇模机的所有功能外，还需增加插圆棒，AB 模交换，三色灌浆等一系列新增功能。其中 AB 模交换是一项新的工艺技术，即在生产过程中经过两道冻结成型工艺。这样在浇模成型机上能生产的雪糕品种就大大增加。在软件设计上就提出了通用性的要求，即满足客户对各种不同功能小车任意组合（这样才可能生产出花色标新立异的雪糕产品）。

1.4 自适应控制

新的浇模成型机在速度控制上要求有自动调节速度的功能。有了这一功能可降低对操作工人的操作要求，使设备在不同的工况环境以最佳速度运行。例如，当设备出现故障时，PLC 需对故障种类进行判断，对于那些必须停车的故障立即实施停车处理，否则就容错运行，同时给出故障点提示，提醒操作人员需及时处理。另外，由于工况的不稳定，如供气量不稳定等原因造成设定速度不能达到，则 PLC 自动降低设备的运行速度，直至能稳定运行为止。

1.5 人机界面

新一代浇模成型机除了新增功能外，将集成一切已开发的各项功能。按传统设计，将产生许多不利因素。首先在控制箱面板上需安装许多按钮（一个功能安装一个相应的开关按钮），这样会形成一庞大而繁琐的控制面板。其次，功能增加的同时，工作参数的调整数量也相应增加。第三，功能增加使设备上的工位增多，这样对故障的排除提出了新的要求。在正常生产时发生故障，不能因为排除故障而停顿太长的时间，否则，已经在生产线上的冰淇淋半成品将全部浪费，更不能因为找不到故障点而使生产停止。

根据上述要求，若采用触摸屏，一切问题都可迎刃而解。首先，可以根据不同的操作功能，将按钮分别设计在不同屏幕当中，根据操作要求，通过屏幕转换来加以解决。对于各种运行参数的修改和设定（包括脉冲气时间长短，灌浆时间长短，实际运行速度，各功能部件的选用情况等），也可以将其设计在屏幕上进行显示和调整。进入正常运行后，还可以根据实际的工况环境，对一些参数进行调整。其次，可为查找故障提供相应的提示。在屏幕界面的设计时，先将每一功能部件均简化成示意图，图中将各信号点在相应部位列出，当设备有故障时，通过程序判断将相应部件的画面在屏中自动显示出来，帮助操作人员到相应的工位上去找故障点，这样就能迅速、准确排除故障，减少因查找故障点时间过长而造成的平均产量下降。

除此之外，用触摸屏还可以带来以下的便利。例如，在设备调试期间，调试人员可根据部件示意图的动态效果，在屏上观察各个部位的运行状况，由此来判断各输入输出点的接线是否正确，给调试带来便利。在正常生产期间，操作人员也可直接通过查看屏幕来了解设备的运行状况。

2. 硬件配置

根据系统的控制要求，并借鉴国际上同行业的 PLC 设备使用情况，以较后采用了 SIEMENS 的 S7-200 系列作为整条生产线的中央控制。首先是由于 S7-200 系列 PLC 结构小巧紧凑，性能可靠，是性价比相当高的产品；其次，其功能齐全，有丰富的指令集，能帮助我们实现对信号的特殊处理，另外其有很强的通讯能力和组网能力，能够在大规模的 PLC 之间建立通讯，形成网络，为今后对生产车间的集中控制和全自动化管理的实施提供可能。

根据目前控制要求，选用 PLC 配置如下：

CPU216：CPU 单元，集高密度输入输出和两个自由通讯口，一个通讯口与人机界面相连，另一个可用作与包装机变频器 RS485 相连的通讯口，控制包装机的速度。

EM221：8 点输入扩展模块。

EM223-1PH：8 点输入/8 点输出扩展模块。

TP7：人机界面

3. 程序设计

根据系统的工艺流程和控制要求，程序框图如图（二）。

3.1 建立时序模型

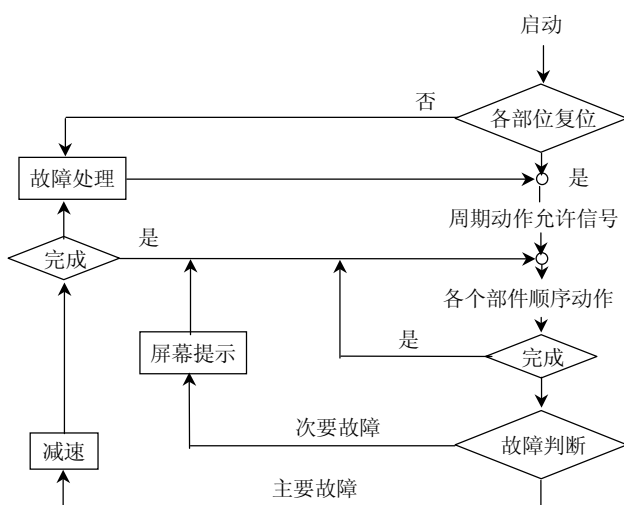
根据设备的实际动作规则及可能发生的情况，建立一动作时序图，软件的设计和开发就基于这个时序图。为了提高设备的生产率，慢速运行时，顺序动作的执行机构在快速运行时由于动作周期的变化而成为同时动作，时序图会发生变化，由此必须为每一执行机构使用一数据量，以表明动作执行情况。根据状态及其变化来确定下一步的动作。

3.2 状态监视

为每一执行机构设定一数据量，记录其动作过程，其状态量由位置信号和动作信号组成。当人机界面调用该执行机构的示意图时，此状态量为示意图提高显示依据，当故障发生时，此示意图将被用来提示故障点的实际状态，并给出提示信息。

3.3 故障提醒

当发生故障后，人机界面必须给与明确的指示。根据故障的性质分为两类，确定为二个优先级。优先级高的故障发生时，应首先被提示，并加以排除。同等级别的故障将根据发生的先后给予显示。某些特殊故障发生时，只给与显示而不停车。



图（二）

4. 遇到的问题及解决方法

4.1 示意图的动画效果

考虑到采用触摸屏作为本设备的操作模板，为了便于操作人员了解设备运行情况，为设备的各个部件设计了动态效果图（由于 TP7 屏幕较小，整条生产线的动态图无法显示）。首先把各个分解动作图以 BMP 格式存入，再使用 TP7 应用软件中的状态图功能，这样 CPU 运行后，各状态量就决定了所要显示的图形。状态量变化了，相应的图形也跟着变化，这样就产生了动画的效果，使操作直观性大大增加。

4.2 故障显示

在程序调试中发现，如果 CPU 上电后就立即出现故障，或在上电前故障已经存在的情况下，TP7 将不显示故障画面，而故障输出点却有输出。这样造成了报警灯闪烁但没有故障画面显示的情况。因此必须在程序中对这部分加以弥补。即在有故障点输出时，须判断一下当前的屏幕显示内容，若没有故障画面输出，须将相应故障画面送入当前显示单元。

故障发生后，在报警画面上 TP7 只提供应答键功能。若故障未排除，按应答键也可将报警画面消除，显然这对于设备的故障排除不利。解决方法是在报警画面中一按钮，只有当故障排除后，按此按钮才能将当前报警画面消除。

4.3 仿真调试

由于浇模成型机是比较大型的设备（占地面积为 14 米×2 米）在研制开发初期不可能在设备上进行调试。为了缩短软件调试周期，采用了仿真调试。具体方法是：根据工艺流程，对现场的信号进行模拟，现场模拟信号由另一台 PLC（S7-214）来完成，这样就可以使用户程序连续运行，达到在设备上进行调试的效果。

在调试过程中，改变仿真程序中的信号发生时间参数，可以模仿设备动作的执行情况，对于调试用户程序中的故障处理部分十分有益。同时，为缩短上机调试时间打下基础。

5. 应用结果

通过采用该控制系统，使我厂对用 S7-200 系列 PLC 进行组态有了切身的体会。扩展灵活，为浇模机功能的进一步增加提供了方便。虽然电气方面的成本投入有所增加，但是 PLC 技术的运用极大地提高了产品的自动化程度，可满足今后工艺上提出的新的要求。另外，PLC 技术的运用使产品的技术含量大幅提高，大大提高了设备的附加值，同时也延缓了竞争对手的仿造速度，为产品进一步扩大市场份额创造了条件。

产品投入市场后，客户反映热烈，尤其是在设备维护的问题上反映良好。许多顾客在购买设备前普遍对设备的维修都有顾虑。首先在冷饮车间空气湿度较高，环境恶劣，对电气设备不放心，但经过长期的 24 小时不间断运行后，他们放心了。其次对故障排除不放心，YL7B-10000 无论从机械上还是电气上，其设计都是全新的，对设备的维护没有把握是客户中普遍存在的问题。但是通过使用后，良好的人机界面使他们放心了。故障点迅速准确地在工作屏上指出，大大降低了对维护人员的技术水平要求，同时减少了平均故障排除时间，为正常生产提供了强有力的保障。

目前，YL7B-10000 浇模成型机已投入批量生产，从 98 年底至 99 年 6 月已积累完成产值三千多万元，为企业创造了良好的经济效益。

基于 PLC 的烘丝机电控系统设计与实现

潘国良

1. 概述

在制丝生产中，烟丝的干燥是一道极其重要的工艺，烘丝的质量不仅关系到烟丝填充率的高低，还直接影响到卷烟的吸味及生产效益，烟丝的含水率控制是整个制丝生产工艺流程中及其重要的一项工艺指标。在以往的生产工艺中尽管设置了烘丝机电控系统，但由于其结构复杂，电路设计多为分立元件，逻辑控制为常规继电器器件，设备运行不稳定，维护困难，人机交互界面差，在实际使用中很少用自动控制方式对烟丝进行干燥，经加工后的烟丝含水率波动性大，极易造成烟丝松散或霉变。为此，在自动化制丝生产中，必须对烘丝机进行自动控制，采用计算机技术、先进的控制理论对烘丝机进行检测与控制，以达到自动稳定烟丝出口含水率的目的。

2. 烘丝机系统组成及工作过程

2.1 烘丝机本体及其关联设备

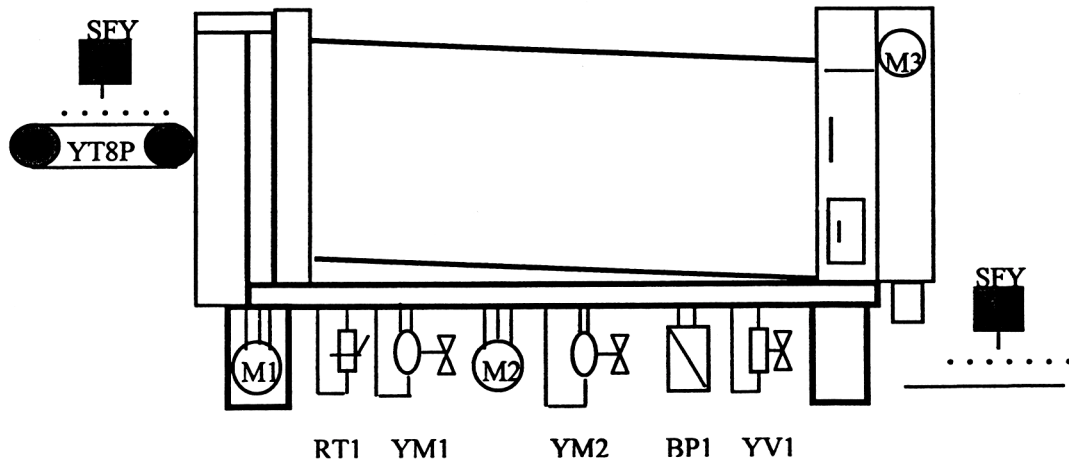


图 1 烘丝机本体及其关联设备组成图

图中：

YT8P——控制型电子皮带秤，提供烟丝流量和最小称重信号；

SFY——红外水份仪，检测烘丝机入（出）口烟丝水份；

M1、M2、M3——分别为烘丝机本体中滚筒、热风风机、汽箱除尘电机；

YV1——筛网吹风电磁阀；

RT1——铂电阻，检测热风温度；

YM1——电动角执行器，调节热风温度；

YM2——电动调节阀，调节蒸汽压力；

BP1——压力变送器，检测蒸汽压力。

烘丝机是通过蒸汽加热烘筒来干燥烟丝的，吹入的热空气使烟丝翻腾，受热均匀并带走水蒸气。

干燥烟丝的热能由两路供给，一路是经过电动调节阀控制的进入烘筒内异型薄板热交换器的蒸气，通过改变阀门的开度来改变进入热交换的蒸气压力，使筒壁温度改变。蒸汽阀门的开度是由 PLC 根据入口烟丝流量、入口烟丝水分、出口烟丝水分及烘丝机的工作状态进行综合运算的结果来确定的。

另一路是由电动角执行器控制的热空气，沿烟丝流向（顺流式）或逆烟丝流向（逆流式）吹入烘筒，使烟丝悬浮翻滚受热均匀带走水蒸气。

烘筒的转速是由控制器根据烘丝机的工作状态来决定的，速度的稳定是由变频器来保证的。

2.2 系统工作原理

物料从前室进料口进到烘筒内，由于烘筒的转动使物料在烘筒中滚动前进，一直到后室的出料口落下。物料在烘筒中向前运动时，蒸汽由管路系统送至旋转接头进到烘筒内的薄板中，不断地给烟丝间接加热；同时热空气也从前室（烘梗丝机）或后室（烘叶丝机）进到烘筒内，与物料进行热交换，加快干燥，以确保物料干燥均匀。烘烤过程中产生的湿热空气和粉尘由除尘系统的风机抽到除尘器中除尘后排放。

烘丝机正常工作过程是在系统开启后，经过 20~30 分钟的系统预热，这时称重输送带应开始并连续供应均匀的待烘干的烟丝，系统检测到有烟丝输入，则自动转到起动工作状态，在连续供丝的情况下，此状态持续一定的时间（T1），此后系统自动转入到自动工作状态，这就是正常工作状态，直至生产结束，输送带终止送料。

当系统检测到入口无料时，自动转入短期中断状态，此状态若超过时间 T2，系统转入长期中断控制处理，此过程超过了时间 T3，系统转入快速倒料过程，经时间 T4 后，系统转入预热状态直至关机。

在生产中偶然断料，系统一旦检测到入口无烟丝就迫使系统进入中断处理，如果断料时间小于 T2 又来料时，则自动恢复工作状态，超过此时间，系统作长期中断处理，工作流程如下。

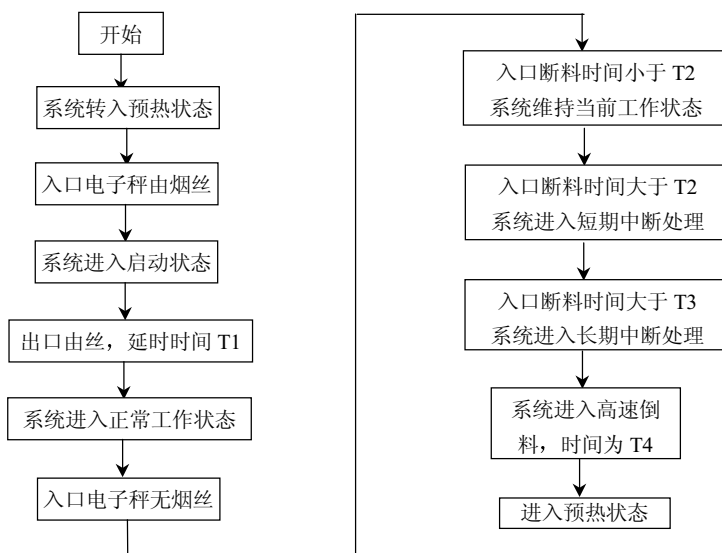


图 2 烘丝过程工作流程

3. 系统技术设计要求

3.1 技术参数指标

- 3.1.1 控制预热起动，正常工作；
- 3.1.2 对出口物料含水率设定和调整；
- 3.1.3 对生产工艺参数自动记录；
- 3.1.4 控制烘后物料含水率标准偏差 $\pm 0.5\%$ 。

3.2 系统主要功能

3.2.1 检测功能

系统能实时检测入口烟丝流量、入（出）口烟丝水分、蒸汽压力、热风湿度、阀门开度值等工艺参数。

3.2.2 显示功能

系统能实时显示所检测到的各项工艺参数及工作运行图表；要包括：

- a) 工况流程图；
- b) 工作参数设定表；
- c) 运行参数棒图；
- d) 工艺参数记录图；
- e) 运行参数历史趋势图；
- f) 故障诊断信息寻迹图。

3.2.3 控制功能

烘丝控制是一个多输入、多输出、滞后特性明显的特定对象，除要求系统硬件配置高可靠，软件编制针对性强外，对于现场工艺生产条件也有一定要求。这就是饱和蒸汽压力 1.0~1.2MPa，压缩空气应干燥清洁，入口蒸汽压力 0.6~0.8MPa，烟丝流量有较长时间的持续稳定期。对于烘丝滚筒转速的控制，以基本稳定的方式根据不同的工作状态设有三种工作转速，即预热（低速）、工作（中速并在一定范围内可调）、倒料（高速）三档，滚筒转速调节既可自动也可手动。主回路（蒸汽压力）控制是根据 PLC 实时采集到的现场工艺参数进行综合运算、处理后控制蒸汽阀门开度。完成对烟丝的快速烘干定型，控制烘后物料含水率在规定的标准偏差范围内。

3.2.4 诊断功能

为便于设备操作人员及维护人员能实时了解其运行状况，出现故障能迅速处理，在该系统中增设故障诊断功能。

系统故障有设备自身（包括硬件电路损坏和软件运行出错）及外围（检测元件和执行机构）两大类，在该系统中，用户可根据工作菜单录迹到与 PLC 有电气连接的元、部件的故障，方便用户用好、管好设备。

4. 系统硬件配置及功能实现

4.1 系统硬件配置

根据特定控制对象和系统技术设计要求，采用西门子 S7-200 系列可编程控制器 CPU216 为工作主机，并选用相应的接口模块作为系统硬件配置，该 PLC 具有功能齐全、配置灵活、运行可靠等优点，广泛应用于工控产品中。使用 PLC 作系统硬件配置，还可大大减少中间接触部件，简化布线、优化设计、提高了设备的可靠性。

在人机交互的操作和显示界面上，采用 TP37 彩显触摸屏为上位机，实现全程汉字人一机对话式触摸操作，在线运行配方参数设定和信息查询。

对烘丝滚筒转速的控制采用进口变频器调速，变频器具有安装、操作简便，机械特性硬，调速范围宽，调

速精度、功率因素、效率高等优点。滚筒电机为普通交流异步电动机，用户使用及维护方便。

结构上采用封闭式整机结构，有滤尘网的风扇通风，防护等级满足 IP54 要求。系统硬件组成如图 3 所示。

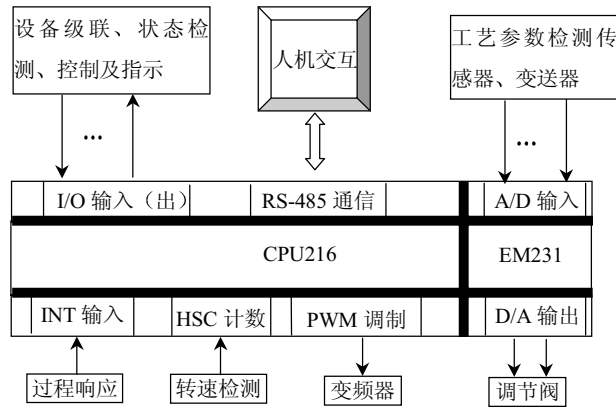


图 3 系统硬件配置原理框图

4.2 控制通道主回路——蒸汽压力调节

烘丝机正常生产时，进入烘筒内的热风温度和滚筒转速基本保持恒定，影响烘丝机出口烟丝水分的主要因素是蒸汽压力的波动以及入口烟丝流量和水分的变化。为实时有效地控制烘丝机出口烟丝水分值在规定的误差范围内，在此分别引入蒸汽压力、出口烟丝水分负反馈控制回路和入口烟丝流量、水分的前馈控制，蒸汽压力调节控制系统构成如图 4 所示。

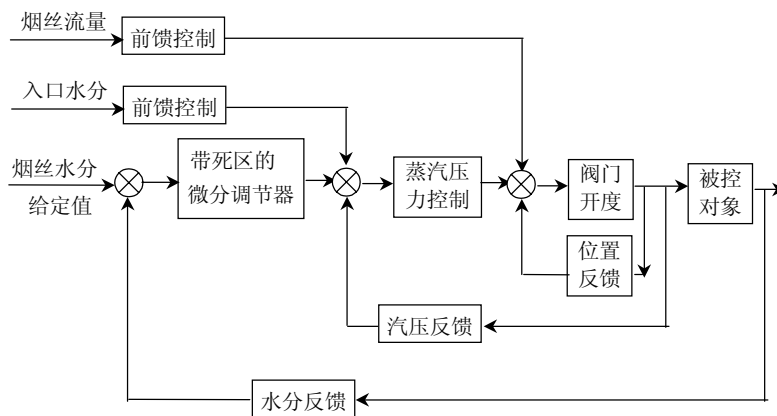


图 4 蒸汽压力控制系统框图

4.3 人机交互主画面设计

系统操作、显示人机交互界面的软件设计是基于 Windows95 环境下，利用 ProTool 组态软件以填入式对话建立目标，将所需要的功能模块放置在策略编辑器中，按照工艺要求所需的逻辑将其连接，分别对每个功能文档进行配置，即在相应的对话框中选择参数，然后定制最终的动态显示画面，用于显示设备状态、操作指示、

参数设定、工况流程、报警信息等。本系统人机交互主画面如图 5 所示。

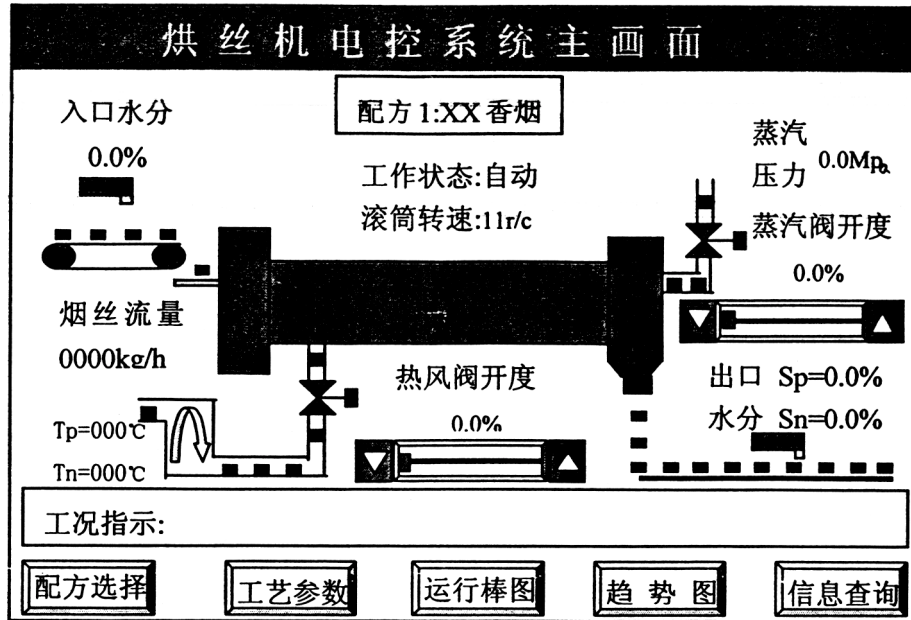


图 5 系统显示、操作主画面

5. 结束语

该系统自投入运行以来，以其灵活性、可靠性、方便性而深受用户好评。实践证明，由于 S7-200 系列 PLC 具有体积小、系统集成度高（电源、主机、机架、开关量输入输出、高速计数等功能集成一体）、组态灵活、接线简单、安装方便、抗干扰性能强等特点，可进行系统柔性设计，与同性能的产品相比性价比高。特别是触摸面板（HMI）的应用，使工业控制系统设计更为便捷，在市场经济的今天，无疑将增强产品的竞争力。

西门子 S7-200PLC 在谷物冷却机上的应用

管 超

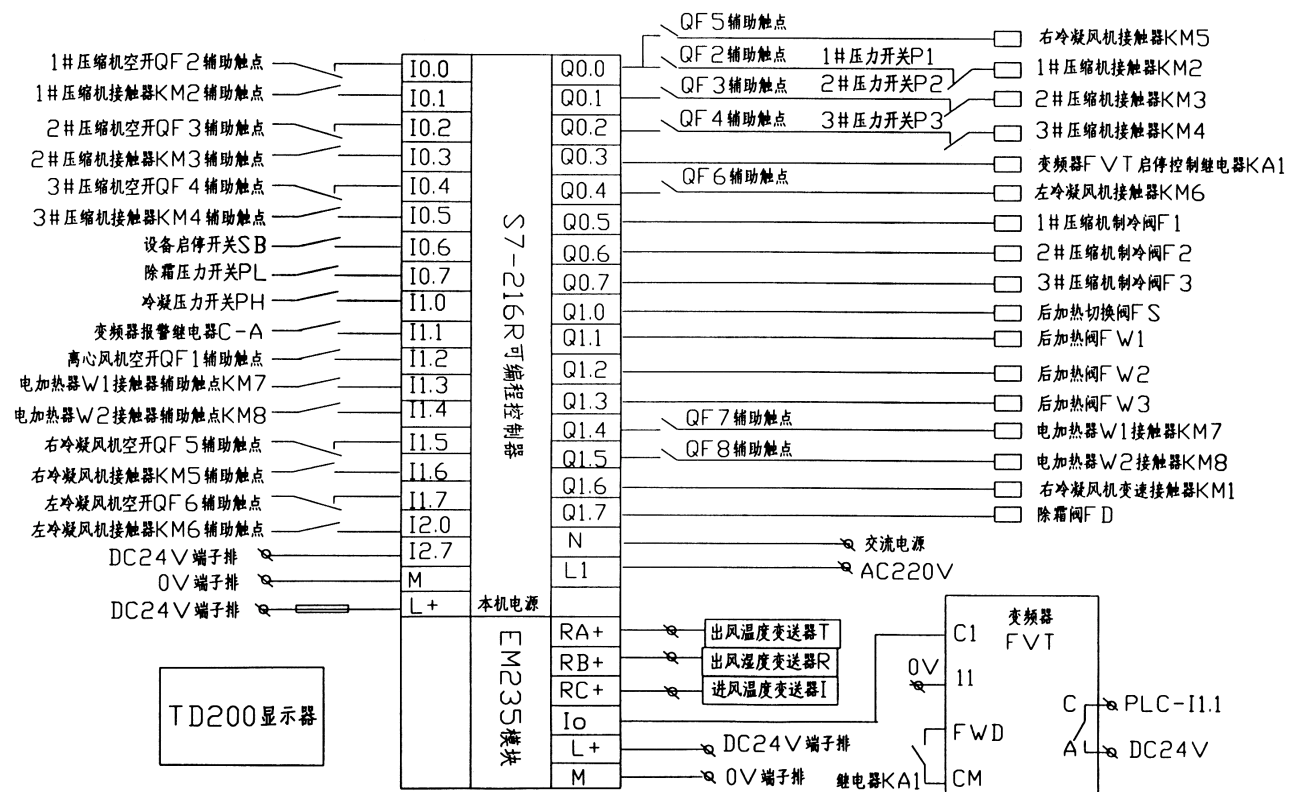
一、概述

随着近几年国家对我国储粮设施的大力投资，新建储备库大多配备了绿色储粮关键设备中的谷物冷却机。我们选用 S7-200PLC 作为主控单元，迅速出色地完成了多种机型的试制工作，成功地实现了该设备的国产化大批量生产。该设备自动化程度高，可在春夏秋冬全天候长时间可靠运行。

二、控制系统的硬件配置

根据设备要求，我们经过多种选型方案比较，决定选用西门子 S7-200PLC 作为主控单元，结合适当的电气系统设计，完全能够满足设备当时和以后系统软件升级的要求，硬件配置及控制系统示意图如下：

主机模块 CPU-216R（继电器型），模拟量 I/O 模块 EM235 和人机界面 TD200 各一只。



三、谷物冷却机组的控制要求

谷物冷却机为可移动式冷却机组，其功能是将空气经过冷却和降湿调节，向仓库内吹入适合所存放谷物特性的一定温度和湿度的空气，实现谷物的低温储藏。设备由三级独立的制冷系统，离心风机及除湿系统构成，要求操作简单，可长时间无人看守全天候自控运行，且国家产品标准要求控制精度高；运行全程内温度平均值

为设定值 ± 0.3 度以内，湿度为设定值 $\pm 3\%$ 以内。操作人员可根据谷物情况，设定出风湿度和出风湿度两个参数，设备控制系统在环境气候温湿度参数发生变化后，能够自动调节风量和加热除湿级别，确保出风温度、湿度维持在设定的控制范围内，并且能控制三级制冷系统的自动上载和卸载。此外，设备还应具有以下功能：

- a. 防止错误操作：如压缩机再启动延时保护，相关设备互锁等；
- b. 故障诊断处理：如故障点及类别报告，故障设备互锁等；
- c. 手动单点控制：以供设备调试及维修之用；
- d. 关键参数显示，设定及保存等。

四、程序设计及主要功能

系统按功能设计为主程序及 23 个子程序。

主程序由初始化，模拟量采集，设备启动，设备停机，温度控制，湿度控制，以及实时处理子程序组成。

实时处理子程序包括功能键处理（参数设定，保存及其合理范围控制等），故障报警处理（连锁停机及故障原因显示等），主要元件状态显示，湿度控制档位输出，制冷系统上载卸载控制，冷凝风机变速控制，除霜控制，控制周期处理及环境温度过高处理等子程序。

设备实现了以下主要功能

a. 操作人员可通过 TD200 设定目标参数及相关控制参数，查看设备实际运行状态。PLC 通过控制各系统制冷阀，控制制冷压缩机及其冷凝风机对应接触器，以及变频器启停继电器，实现设备的顺序启动或停机。采用顺序启动方式，使整机的启动电流大幅减小。

b. 通过 EM235 模拟量模块实时监测实际出风温度及湿度值。CPU 根据实际温度值与用户设定目标值比较后的差值，以变频方式对离心风机转速，即通风量进行相应调节，来实现温度控制；CPU 根据实际湿度值与用户设定目标值比较后的差值，通过控制后热阀组和电热组件通断时间，实现系统对湿度的精细调节。系统根据设备运行状态，对出风温湿度自动采取相应的分段调节方式，进一步提高了控制精度和设备运行的稳定性。

c. 系统通过监测三台制冷压缩机及其冷凝风机空开的 ON-OFF 状态，对各制冷系统相关设备进行正常连锁启停和故障连锁；同时监测各制冷压缩机及其冷凝风机，以及电加热器对应各接触器的 ON-OFF 状态，结合空开的 ON-OFF 状态，可判断各制冷压缩机是否运行正常或发生压力超限保护，或电加热是否发生过载保护；系统监测直流 24V 电源状态和离心风机空开及变频器故障继电器状态，当发生过载时，进行连锁停机；当上述设备发生故障时，系统通过 TD200 以信息条方式向用户定位报告故障原因。

d. 系统可根据冷凝压力控制冷凝风机转速，实现系统压力的相对稳定；亦可监测除霜压力以进行系统除霜操作。如果设备在一定时间内无法将温湿度控制在设定的目标范围内，系统将自动执行停机保护程序，以防止将不符合要求的风送入粮仓。

e. 系统可根据用户设定，在环境温度超过某温度预定值后，实行设备暂停运行，直到环境温度重新低于该温度值，再自动重新启动运行，以此实现通风过程的经济运行。系统还可根据进风温度值及系统运行状态，进行压缩机自动上载卸载操作，以平衡能量输出。

f. 系统能在运行时间达到用户设定值后自动停机，并具有再开机自动延时保护功能。系统在不同环境温度启动时，会自动选择启动频率，并自动记载启动和停机时刻的主要参数，供用户查验。

g. 系统实时显示各主要参数值（如出风温湿度，进风温度，后热档位，运行时间，离心风机当前运行频率等），控制柜内各主要电气元件通断及后热阀组的开闭状态；允许用户修改和永久保存多项主要控制参数值，并在各参数被修改时进行数值的合理范围自动限制。

h. 系统还提供各主要设备单元的单机手动控制功能，供设备调试或维修使用。系统对有关主要参数和功能控制实施权限控制，以防非法操作。

五、总结

该设备的主要控制对象是出风温湿度，要求在全天候条件下实现较高精度的自动调节，以便达到用户设定的温湿度目标值，另外系统还要处理较多的控制参数设定及其合理范围限制，显示相当数量的元件状态和设备报警信息，任务难度是较大的。要完成这样的精细调控，不仅要求 PLC 本身的功能强大，还需要设计人员进行十分复杂的 PLC 编程，而没有足够的程序存储空间这类编程是无法实现的；由于设备在体积上的考虑，要求控制系统必须具有较小的体积；另外在保证高性能的前提下，要尽量降低系统的总体成本。两年前 CPU-216R 的推出，为我们当时的系统设计提供了上佳的选择。该型 PLC 结构紧凑，功能强大，性价比高，特别是其大容量程序存储的优点在应用中得到了充分体现，使我们得以在控制系统设计时，不仅用较小的体积实现较完善的功能，还降低了产品可观数额的成本，而且在随后的 S7-200 新品升级中顺利地將主控单元升级为 CPU-226R，并方便地实现了中文显示，令操作界面更贴近用户，从而使我们的设备在激烈竞争中迅速处于领先地位。在我们随后 200 多台批量应用中，S7-200PLC 的优异表现亦令人印象深刻。我们研制的谷物冷却机设备经国家检测机构测定和国家组织的实仓运行测试结果证明，其系统控制精度达到并优于国标性能要求，系统运行稳定可靠，获得了专家和用户好评。

可编程控制器在德黑兰地铁车辆轴承清洗机中的应用

徐 贺 姜 涛

1. 前言

地铁车辆滚动轴承清洗机是为德黑兰地铁客车 42724QT、152724QT 型轴承进行除锈、清洗的设备。它可以对轴承外圈进行除锈，采用热水溶液和清洗剂对轴承（轴承内圈清洗应在其它设备中完成）进行压力清洗，清水漂洗，热风烘干、压力油洗等工序，最终使轴承无油污、锈迹，达到检修要求的清洁度。

由于该设备是出口产品，因此对整机的要求比较高。尤其是对电控系统要求，体现在以下几方面：

1.1 可靠性

必须保证设备在大修周期内无大故障，在工艺检修作业时工作稳定可靠。因此对控制方案，器件的选择与配置，抗干扰措施等均有较高要求。

1.2 人机界面友好

要求人机界面简洁明了，最好采用溶汇人机工程学和工业设计理念的傻瓜式人机界面。

1.3 设备的维护性

必须提供良好的维护性能。例如快速调换器件，良好的器件及布线识别，经济而又适合的操作空间等等。

2. 轴承清洗机电控系统上的几方面措施与对策

2.1 设备的可靠性对策

考虑到环境的潮湿，采取如下对策：

- (1) 电控柜与清洗主机相分离，杜绝水的泄漏和喷溅以防电器件受潮。
- (2) 合理布局电控柜，留出合理通风空间；
- (3) 在柜内加装带滤网的通风扇，加装带滤网的百叶窗等；
- (4) 加强管道布线和设备连线时的防水处理；
- (5) 针对现场实际，留出可变高度的走行式电控柜地脚；

为加强系统的内在可靠性，加强了以 PLC 为核心的抗干扰措施。如：

- (1) 带有印刷电路板的器件加装防振胶垫，电控柜地脚加防振垫；
- (2) 保证 PLC 电控柜机和 PLC 本身的正确接地。单独设置专用地线；
- (3) 合理排布柜内器件布局，实行强弱分离；交流与直流分离；输入与输出分离；PLC 远离动力线、交流线和继电器；
- (4) 加强隔离与屏蔽，在 PLC 电源入口处布置隔离变压器以去除常模干扰和共模干扰；采用金属网隔离等；
- (5) 合理采用导线型，区别不同情况分别采用双丝线，单端接地屏蔽线等等。

2.2 关于人机界面友好的对策

在满足功能的前提下，尽量引入工业设计的理念，以工业设计的方法和手段，使产品的形态与功能、结构和工艺以及人——机——环境达到协调统一。

考虑到诸多相关因素，例如，机器的颜色是否对伊斯兰教徒有忌讳；电控柜外观比例、色彩是否协调等等。考虑到人出口设备的人——机——环境的关系，也应做相应处理，例如：

- (1) 电控柜的操作面板高度应符合伊朗等中西亚地区人的平均身高，使操作者操作便捷、不费力；
- (2) 操作台面板尽量采用“傻瓜式设计”，带有各种指示和英文说明，有自动流程和手动流程的线条设计，使操作者一目了然；而其功能排序严格按照工艺流程的次序。
- (3) 急停按钮放置在距其它按钮较远且醒目的地方；
- (4) 电控柜的布置要既利于观察电器件的执行情况，又要方便地观察工件在设备中的情况。

2.3 关于设备的易维护性的对策

考虑到伊朗地铁运营的实际，提高设备的易维护性尤为重要。

- (1) 电控柜内设有放置调试用编程器的可拆卸托架；
- (2) 电控柜内设置供照明和连接电烙铁用的插座；
- (3) 经常拆卸线缆处的端子体积要大些，可靠性要高，因此选用 phoenix 的 UK 系列端子，对于电磁阀的输出部分，选用 UK 系列带熔断器的断子。既增加了可靠性，又减少了体积。
- (4) 采用线槽+导轨+背板的布线方式，方便器件的更换和临时连接调试线；同时不影响设备外观。
- (5) 在电控柜外侧装设专用大连接器和主机设备相连，便于排错和运输，也便于联机调试等等。

2.4 在设计上保证一定冗余

针对可能出现的各种问题，提出应对各种故障的方案、兼容考虑各种方案。

其次采取相应措施，例如，配电柜内易损件处给予一定数量的备用器件，以方便现场立即更换，快速恢复到工作状态；同时，可以设计出冗余的端子和跳线器相结合，以实现不同的控制和自检功能。在 PLC 上也采用调试程序和工艺运行程序相结合方式，或者更换 PLC 的 E²PROM 来实现不同的控制流程。

2.5 轴承清洗机电控的基本构成与功能

控制系统由电气控制柜和外部电气执行元件构成。电控柜包括柜体、操作面板、配电盘、接线端子、接插件等构成。其方案一电气原理图如图 3-5 所示。

本机采用可编程控制器 S7-200 系列的 216 加上扩展模块 16 入 16 出的 6ES7-223-1PL00-0XA0 和 8 入 8 出的扩展模块 6ES7-223-1PH00-0XA0。采用灯 H9, H11, H12 编码来显示故障类型。因而故障的定位须靠使用说明书上的说明来一一对应解释。

为保证 24VDC 的供电，选用西门子公司的 SITOP 电源，额定电流 5A。如图 3-5 所示，洗涤剂泵电机采用 Y-Δ 启动器，由外部手动控制，其它的电机亦如此。在自动循环流程中，用电磁阀来控制相应的液流喷出或关闭。

为抗干扰考虑，在 PLC216 的电源输入端采用自耦变压器来抑制来自交流电源的干扰。

为维修方便考虑，在电控柜内安装交流 220V 的电源插座 PLUG，供照明灯 HE1 电烙铁使用。

洗涤剂泵电机，驱动电机等均采用断路器保护的方式以减少空间体积。

上电开关 S 通过接触器 K 来供给继电器组和电磁阀组电源。

KM1, KM7, KT1, KM8 组成 Y-Δ 启动器。KT 为电子式时间继电器 H5CN 的线圈。

KM2-KM6 为继电器线圈，1DT-14DT 为电磁阀线圈。

面板上的复位按钮 RESET，用于在手动过程中，把各执行器件（包括机械执行器件）回复到初始位置。

急停按钮 EMERGENCY STOP，用于在运行过程中，紧急停止。

面板上的三个信号灯 H9、H11、H12 组成故障显示器，以编码形式定位故障类型。

灯测试按钮 SA17 能在停止模式下，使所有面板上的信号灯以 1 秒钟的间隔闪烁，从而诊断灯的好坏。

对于各电磁阀，采用 RC 吸收网络和压敏电阻来施过压保护。

自动模式下的开始按钮 SA16 用来开始自动流程。

系统共有三种工作模式：由转换开关 SAI 实现。

手动模式：在此模式下，按下任何一个按钮都将产生一个相对应的动作。主要是由于调试和设备维修。当然，按照操作面板上的流程指示，也可以采用手动方式完成整个工作流程。

停止模式：在此模式下，提供系统测试功能。

自动模式：在此模式下，系统的运行由外部输入状态信息及设定的程序所控制。此模式是本系统日常正常工作模式，在选择按钮 SAI 旋到自动模式后，旋动自动启动按钮 SA16 自动工作流程就开始，系统自动完成整个清洗机的复位，主定时时间参数输入（主定时器由人工输入后被记忆，即使掉电也可保持设定定时范围为 0-10 分钟）及计时，各工序流程的进行以及故障信息显示等等。一旦主定时时间到，整个流程自动结束。

方案二，如图 3-6 所示，采用文本器 TD200 代替信号灯 H9、H11、H12 来显示故障信息。仍采用电子式时间继电器来输入设定的时间参数。该方案有如下特点：

(1) 良好的定时器设定界面：所采用电子式时间继电器 H5CN 是 OMRON 公司的产品，计时范围 0.001 秒至 99 小时 59 分钟，精度为 $\pm 0.005 \pm 0.03S$ ，寿命为 10×10^6 操作，是 UL 和 CSA 认证的产品。该定时器采用 BCD 码拨盘，设定简单明了：该定时器的设定参数不会因掉电而消失；同时，可在线修改定时参数。而如果采用 TD200 文本显示器来输入参数，并由 216 内部的定时器来定时，使得整个参数设定过程太复杂，对于地铁现场的操作工人而言，未免太不方便。

(2) 采用 TD200 文本显示器来显示信息，容量大，最多可显示 80 条信息，界面直观明了；

(3) 比较方案一和方案二，可以看出，方案二节省了一个 8 入 8 出的扩展模块 6ES7-223-1PH00-0XA0，而增加了一个 TD200 文本显示器来显示信息。从成本上来讲，略有增加。

(4) 利用 TD200 文本显示器还可以用它的功能实现 PLC216 的 I/O 点的诊断，从而测试 PLC216 的各个输入和输出的实际功能。

(5) 利用 TD200 文本显示器可以使用 F1-F8 实现不同控制方案的切换。

(6) 利用 TD200 文本显示器可以修改控制的过程变量，以方便设计者现场整定参数。

3. 结论

经过试验以及国际商检，本机的综合性能均达到了设计要求，得到了伊朗业主的认可。

经过这次德黑兰地铁国际中标设备的开发设计，我们有以下体会：

(1) 在方案选择上，一定切合标书，有针对性地做到不漏项。

(2) 在系统功能设计上，切合标书尽量运用最新科技成果的独到功能。

(3) 在电控器件选择上，尽可能地选择国际上著名公司的产品。例如，这次选用的西门子，法国 TE 的产品，在商检中均免检。

S7-200 在调频广播发射机上的应用

黎明

1. 前言

近年来广播电视发射技术有了飞跃的发展，发射机朝着高效率、全固态化、智能化方向发展；国外新型发射机的控制系统多以单片机为核心构成，具有高度的智能化和可靠性，以 HARRIS 公司生产的 PLATINUM CD-Z10 调频发射机为例，其控制器由 7 片 16 位单片机构成分级的控制系统，大多数故障均能自动切换备份或降功率运行，使发射机具有很高的可靠性；通过诊断显示屏可设发射机参数、测量所有发射机运行数据、查看故障记录等，控制器具有 RS-232 接口，可连接 Modem，通过电话线即可实现计算机远程监控；或将 RS-232 转换成 RS-422/485 使多台发射机方便的构成现场控制网络，实现发射台集中监控。

国内各发射机生产厂近年也开发了很多新型发射机，但控制系统多采用逻辑电路构成，电路复杂、可靠性低、控制功能简单，遥控接口也是功能简单，使用起来很不方便，或不具备遥控接口，与国外先进的设备相比，单控制功能上就存在很大的差距。随着微电子技术的进步，PLC（可编程逻辑控制器）向小型化、高性能方向发展；应用 PLC 控制器开发功能强大、价格低廉的广播电视发射机控制器已经成为可能，在我台调频发射台自动控制系统中，针对两部陕西广播通讯设备厂（762 厂）生产的 FM-103E-1（4CX15000 电子管末级）的 10KW 调频发射机，应用 PLC 开发了一种调频发射机控制器，控制器具有本地手动控制、自动定时开关机控制、完善的保护功能和计算机连网远程监控等功能，满足了发射机自动控制、远程监控的要求。用于直接代替原机的控制器，于 99 年 7 月投入运行至今，运行稳定可靠，取得了很好的效果。

2. 控制器硬件电路设计

PLC 是针对工业控制领域设计的产品，其可靠性是很高的，用其开发控制的系统，只要恰当的选择外围原器件，加上合理的接口电路设计，整个系统的可靠性也是很高的。本文所述的控制器由于是在原机上进行改造，因此，设计接口电路时尽可能和原机一致，只重新设计了控制器面板；计算出所需的输入/输出点数，选择相应的 CPU 模块和扩展模块。

2.1 开关量输入

2.1.1 面板命令开关量输入

控制器面板的操作模式选择开关，手动控制操作开关等开关按钮的开关量输入，用于向 CPU 输入相关的操作、功能选择命令，共有 6 个开关量输入。

- (1) “本地/自动”工作方式选择，“0”=本地，“1”=遥控
- (2) “灯丝预热”开关，用于手动开机时灯丝预热。
- (3) “上高压”开关，用于手动开机时上高压。
- (4) “通讯模式”选择，在控制器内，用于选择通讯模式。
- (5) “自动热备”，自动开关机时，使处于备机状态的发射机自动预热灯丝。
- (6) “复位”，用于复位。

2.1.2 状态、故障、连锁等开关量输入

用于发射机的工作状态检测、故障检测等开关量。

- (1) “阴流/帘栅流”过流，接阴流和帘栅流过流继电器常闭接点串接，以节省 PLC 输入。
- (2) “风良好”，风接点输入。
- (3) “偏压正常”，偏压接触器 J3 辅助接点。
- (4) “上高压完成”，高压二档接触器 JC2 的辅助接点。
- (5) “风机过热”，风机的热继电器。
- (6) “外部连锁”，主要用在同轴开关切换时，封锁高压。
- (7) “紧急开机”（本机作为备机，主机故障时开启本机。）
- (8) “天线位置”，检测天线是否到位（天线在本机时为“1”）。

2.2 模拟量输入

发射机工作时主要的电压、电流、功率等参数值的采样输入，同时也是控制器判断发射机是否在正常工作状态的依据。选取了以下 8 个主要参数作为模拟量采样输入，所有参数经接口电路和归一化调整变换成+5V 或 -5V 的电压输入。

- (1) 偏压取样
- (2) 帘压取样
- (3) 高压取样
- (4) 反射功率
- (5) 帘流取样
- (6) 输出功率
- (7) 阴流取样
- (8) 灯丝电压

2.3 开关量输出

开关量输出为继电器常开接点。

2.3.1 发射机控制输出

用于控制器对发射机的操作控制。

- (1) 开风机。
- (2) 合灯丝一档、偏压。
- (3) 合灯丝二档。
- (4) 合高压一档。
- (5) 合高压二档。
- (6) 激励封锁（激励器控制）。

2.3.2 发射机状态、报警指示

控制器面板的发射机工作状态指示、故障及报警指示。

- (1) 灯丝正常、预热完成指示。
- (2) 阴流过流报警指示。
- (3) 总报警指示，同时作为要求倒机的“倒机信号”输出。
- (4) 驻波比过高指示。
- (5) 风良好指示，接到风接点，不占用 PLC 输出。
- (6) 偏压正常指示，接到偏压接触器辅助接点，不占用 PLC 输出。
- (7) 高压正常指示，接到高压接触器辅助接点，不占用 PLC 输出。

2.4 PLC 模块的选择

该控制系统共需开关量输入 DI×14 点，开关量输出 DO×10 点，模拟量输入 AI×8 点，选用西门子（SIEMENS）S7-200 系列 CPU224 加四模拟量输入模块 EM231 两块构成，可选 TD200 文本操作显示面板作为本地操作时校正时钟、设置开关机时间、显示工作参数、显示故障记录使用。

CPU224（AC/DC/RLY 型）主要参数：

开关量输入：DI×14 点，光电隔离 24V 直流输入，分两组 8 点/6 点。

开关量输出：DO×10 点，继电器输出，分三组 4 点/3 点/3 点。

程序空间（永久保存）：4096 字

数据空间（永久保存）：2560 字

时钟（时钟精度）：25℃时，2 分钟/月。

电源：85~264VAC/47~63Hz

通讯口：RS-485 一个，最高波特率 38.4k，距离 1200 米。

EM231 模拟量输入 AI4×12Bits 主要参数：

模拟量输入点数：4 路

A/D 转换精度：12 位

输入阻抗： $\geq 10M\Omega$

输入范围 电压（单极性）0-10V/0-5V

电压（双极性） $\pm 5V/\pm 2.5V$

电流 0-20mA

TD200 文本操作面板：

文本显示区：TD200 有一个可显示两行信息，每行 20 个字符的背光液晶（LCD）显示器，可显示通过 RS-485 口从 S7-200 接收的信息。

按键：TD200 有 9 个按键，其中 5 个键提供预定义的上、下文有关的功能，其余 4 个键用户可以定义其功能。

通讯端口：是一个 9 针 D 型连接器，用配备的 TD/CPU 电缆把 TD200 连接到 S7-200 CPU。

TD200 特点： 显示从 S7-200CPU 读来的信息。

可以调整（设定）选定的程序变量值。

提供强制/非强制 I/O 的功能。

提供为具有实时时钟的 CPU 设置时间和日期的功能。

3. 控制器功能

有手动/自动定时（远程）控制模式，可在本地手动开关机控制，也可由内部时钟自动定时控制或由远程自动控制。

监测保护功能，每一步操作都要及时检查其结果是否正常，发现异常停止继续操作并发出报警/倒机信号（可连接到同轴开关控制系统，用于倒换同轴开关）。

联网通讯功能，最长达 32 个从站的单主机 RS-485 网络，由上位主机对发射机进行集中监控；通过连接 Modem，可在任何地方用电话线对发射机进行监控和软件更新。

有自动热备份功能，为双机备份系统设计，当本机处于备机状态时，如开启自动热备份功能，到预定的开机时间，发射机自动预热灯丝，并处于灯丝预热完成的待机状态。

紧急开机功能，本机处于备机状态时，如接到外部倒机命令，灯丝预热 2 分钟，快速开启发射机。

停电快速开机，不论在手动状态、自动定时及远程遥控开机状态，外电停电恢复供电后，控制器能根据停电的时间快速开启发射机；停电时间在 60 秒内灯丝预热 5 秒，即可快速开机；停电时间大于 60 秒时灯丝预热 2 分钟；在自动定时状态，停电后恢复供电时，如已到关机时间，则发射机处于关机状态。对于雷雨季节电网的短暂跌落可快速恢复播出，大大减少停播时间。

三次过流保护，阴流/帘栅流过流时，封锁激励和高压 2 秒，并点亮过流指示灯，然后重新上高压、开激励，在 30 秒内如发生三次过流，则封锁激励、关闭高压，发出报警、倒机信号。

驻波比过高保护，反射功率超过预设值时，封锁激励 1 秒，点亮反射报警指示灯，在 10 秒内如出现两次反射过高，则封锁激励、关闭高压，发出报警、倒机信号。

电子管栅阴碰极保护，利用电子管栅阴碰极时栅流反向，在加偏压后即可检测出电子管栅阴碰极故障，关闭偏压和灯丝，发出报警、倒机信号。

本地操作显示，在不具备上位计算机控制网络时，将通讯口设置成 DP 模式，连接 TD200 操作显示面板，由 TD200 进行时钟、开关机时间等参数的设置，同时 TD200 还可显示时模拟量读数及故障记录；使发射机可独立工作于自动定时模式。

“生命支持”（最低保护）模式，在模拟量输入模块故障时，程序能自动取消模拟量的采样，在没有模拟量检测保护的“生命支持”模式下工作；将故障写入故障记录表供上位计算机查询或由 TD200 显示。

4. 控制器软件设计

发射机开关机控制流程是典型的逻辑控制，开关机控制程序等逻辑关系明确的程序用梯形图语言编写；通讯中断程序、CRC 校验程序等用语句表（STL）编写，程序主要功能和编程的难点分述如下。

4.1 快速重开机

发射机在外电短暂跌落后快速开机恢复播出，对于广播电台来说具有重大意义；用传统的逻辑电路来实现该功能，电路复杂，缺乏灵活性；SIEMENS CPU224 内部自带时钟，断电后时钟及程序变量靠超级电容可保持 100 小时，利用该特性，可以很容易的完成该功能；主程序中每 1 秒钟读一次时钟，每次读时钟时将时钟保存在一个 old_time 的中间变量中，上电初始化时，首先读当前时钟与 old_time 比较，即可判断出本次上电是否为异常开机以及发射机断电的时间，从而根据不同的情况给灯丝预热定时器设定一个适当的时间。

4.2 电子管栅阴碰极检测

电子管栅阴碰极故障，是电子管衰老和损坏的主要故障表现，在大多数情况下都是加高压后，高压过流时才发现是电子管栅阴碰极，使高压、帘栅压回路承受不必要的过流、过压等异常状态，有时还可能使器件损坏故障扩大，导致不必要的损失；本控制器将栅流采样的模拟量输入模块设置为双极性电压输入，程序中通过检测栅流的反向来判断栅阴碰极故障，在电子管预热加偏压阶段就可自动检测出栅阴碰极故障，从而采取相应的保护，避免了高压、帘栅压回路的过流冲击，减少了可能的器件损坏。

4.3 三次过流保护及驻波比保护

三次过流保护程序，在高压或帘栅压回路过流时只是短暂的封锁高压和激励，希望过流只是瞬间发生，封锁后发射机如能正常工作，30 秒后程序清除过流指示，只在故障记录表中保存故障记供查询；如在 30 秒内连续发生三次过流，关闭高压、封锁激励、点亮过流指示灯、发出报警和倒机信号。

驻波比达到设定值时，点亮反射过高指示灯，封锁激励 1 秒，希望反射过高只是瞬间发生，发射机如能正常工作，在 10 秒内不再发生反射过高，则清除反射过高指示，只在故障记录表中保存故障记供查询；如在 10 秒内连续两次发生反射过高，则关闭高压、封锁激励、点亮反射过高指示灯、发出报警和倒机信号。

4.4 模拟量采样的软件滤波

在开发的初期，用的是 CPU214 模块，CPU224 模块还没有推出，程序中设计了数字滤波器，模拟量采样用多次采样的平均值，以消除模拟量采样值的干扰；SIEMENS 在 2000 年初推出的 CPU224 系列模块，其模拟量输入模块 EM231 可设置软件滤波，采样次数可在 2-256 次之间设定，由 EM231 自动完成，程序中省去大量耗时的数字运算，优化了程序，加快了程序的运行速度。

4.5 通讯

在使用上位计算机的情况下，通讯口设置为自由口通讯模式，使用 PROFIBUS 协议，可将多台控制器（每台控制器有不同的地址）连接到一个 RS-485 网络上，由上位计算机进行集中监控，上位计算机完成时钟校正、开关机时间设定、读取并显示所有状态、模拟量数据及故障记录。

不具备上位计算机网络或单机工作时，通讯口设置为 DP 模式，连接一个 TD200 文本操作显示面板，TD200 可以完成时钟校正、开关机时间设定、显示所有模拟量数据及故障记录，发射机可以在不需要其他设备的情况下，实现自动定时开关机。

两种通讯模式由 PLC 的“通讯模式”I1.3 进行选择，I1.3 = “0”，程序初始化通讯口为自由口模式 PROFIBUS 协议，I1.3 = “1”，程序初始化通讯口为 DP 协议。通讯口初始化放在开关机流程之后，可加快对故障的响应速度并使上电初始化不被通信中断。

S7-200 编程软件包 STEP7 MicroWIN32 支持远程 Modem 连接，通过公用电话网可实现远程拨号连接，对 PLC 的程序进行远程修改和下载（参见图 3）。

S7-200 的通讯口不带隔离，使用的是 SN75176 RS-485 收发器芯片，抗冲击能力差，99 年 8 月我们在发射台使用的 3 台 CPU214 由于雷电感应，两台 CPU 的 RS-485 收发器损坏，将损坏的 SN75176 换成具有瞬变电压抑制能力的 SN75LBC184，SN75LBC184 引脚和 SN75176 兼容，可直接带换，我们将 3 台 CPU 的 SN75176 芯片全部更换成 SN75LBC184 经过几次雷电后，通信口照样完好。

4.6 “生命支持”模式

通过读取 CPU 模块 SM 特殊寄存器，可诊断出扩展模块的状态和错误，当模拟量输入模块发生故障时，程序跳过模拟量检测和保护，在最低保护的情况下维持发射机工作，我们把这种工作模式称为“生命支持”模式。

4.7 故障记录

在 CPU 变量存储器中，设置故障记录表，将故障类型、故障发生的时间（时：分：秒）存入故障记录表中，供上位计算机查询或由 TD200 操作面板的 LCD 显示器显示。

4.8 TD200 的配置

该控制器设计时是作为下位从机来使用，时钟的设定、开关机时间的修改、模拟量的显示都是由上位来完成。现该控制器已被发射机生产厂采用，作为一个产品来说，使用发射机的用户可能没有上位监控计算机，因此，增加 TD200 作为发射机面板的参数设置、模拟量显示、故障显示，由 I1.3 来切换通讯口的工作模式；使没有上位计算机时，使用 TD200 也能设置时钟，使发射机能独立工作于自动定时模式。

用 TD200 向导来配置 TD200，TD200 设置成可修改时钟、带口令保护、每条信息 20 字符；F1 键为故障复位，F2 键为时钟显示开关，F3 键为断电时刻显示开关，F5 键为开关机时间设置。

TD200 现已采用了中文版产品，中文显示更适合于发射机上用，发生故障时显示更加直观明了，便于发射机值班人员快速的对发射机的故障进行处置。

5. 后记

SIEMENS 公司的 S7-200 系列 PLC 是小型化产品中性能较好的一种，其设计紧凑体积小，强大的指令，丰富的 CPU 类型和扩展模块，尤其是 CPU 模块内集成了实时时钟，使其适合于广播电视发射机的自动控制应用。SIEMENS 提供的编程软件包，功能强大，使系统的开发变得非常容易。

本文所述的控制器是针对 762 厂的 FM-103E-1 型发射机开发的，该型号发射机在运行的有将近 100 部，希望本文所述的控制器对其他兄弟台在开发该发射机的自动控制系统时有一定的帮助借鉴作用。如要将该控制器进一步的完善，在连接上位计算机的同时本地使用 TD200 作模拟量显示和故障诊断，只需将 CPU224 换成具有两个通讯口的 CPU226，将两个通讯口设置成不同的通讯模式。如需要更多的开关量输入 / 输出点数，可增加开关量输入输出扩展模块。

PLC 可广泛应用于广播电视发射台的各种设备控制，用 PLC 完全可取代传统的继电逻辑控制，并且 PLC 所具有的强大功能可实现很多继电逻辑控制系统所无法实现的控制功能。对于发射机生产厂家，控制系统的技术水平往往决定发射机的档次，将 PLC 用于发射机控制系统中，可大大提高产品的可靠性，同时也是提高发射机技术水平和档次的最快速和有效的方法。

应用 S7-200 控制真空烘干炉

魏福通

一、设备简介

我单位在承接的修船任务中，经常要对一些船用大、中型电器设备进行清洗、烘干及恢复绝缘，为此特制造了一台真空烘干炉。炉体直径 3 米，高 4 米，内置数百千瓦的电加热器，与之配套的有真空泵、冷却水泵、热交换器及若干个电磁阀，控制要求很复杂。

在设计控制系统时，我们考虑到若使用继电器线路控制，元件多，线路复杂，因而成本高，可靠性低。若使用一台 S7-200 可编程序控制器，就可以完成控制，且可降低成本，提高可靠性。

二、系统运行程序要求

(一) 首先启动冷却水泵。

(二) 当冷却水泵启动成功后，冷却水压力高于 0.01MPa 后，两次点动真空泵，每次运行 2 秒停 3 秒，这是为了润滑真空泵的需要。然后正式启动真空泵，连续运行。

(三) 真空泵连续运行 5 秒后，打开真空阀，烘干室开始抽真空。

(四) 当烘干室真空高于-0.055MPa 后自动启动加热器。

(五) 当真空高于-0.093MPa 后发出停泵指令。

停泵指令：立即停止真空泵

立即关断真空阀

立即打开管路通气阀，避免真空泵向管道反抽。

停泵指令发出 5 秒后，停止水泵。

停泵指令发出 10 秒后，复位停泵指令，同时关闭管路通气阀，作好再次启动真空泵的准备。

(六) 真空系统的自动控制：

1. 当真空系统启动完成后，如果真空度高于-0.092MPa 自动按照（五）程序停止泵系统。

2. 如果真空低于-0.06MPa 时自动按照（一）~（三）程序启动真空系统。

这样就使真空自动维持在-0.06~-0.092MPa 范围内。

(七) 烘干室温度的自动控制：

A. 烘干室温度自动控制的投入条件是：

1. 真空度高于-0.055MPa。

2. 必须投入烘干室自动控制。

3. 真空泵入口处介质温度必须低于 45℃。

不满足以上条件则自动切除加热器及温度自动控制。

B. 温度控制范围：

当温度低于 90℃时自动投入加热器。

当温度高于 120℃时自动切除加热器。

(八) 报警系统：

以下报警均设有记忆程序，如要消除报警需按撤消报警按钮才能消除报警。

1. 当冷却水压力低于 0.003MPa 且在真空泵运行中，发出水压低报警。（水压低灯光闪烁同时报警蜂鸣器响）
2. 当烘干室温度超过 125℃时发出炉温高报警。（温度高灯光闪烁同时报警铃响）
3. 当烘干室温度超过 135℃时发出炉温超高报警。（温度高灯光闪烁同时报警铃响）
4. 当真空泵入口空气温度超过 40℃时发出介质温度高报警。（介质温度高灯光闪烁同时报警蜂鸣器响）
5. 当真空泵入口空气温度超过 45℃时发出介质温度高报警。（介质温度高灯光闪烁同时报警铃响）

（九）保护系统：

1. 真空泵由于过荷热继电器动作发出停泵指令。
 2. 水泵由于过荷热继电器动作发出停泵指令。
 3. 冷却水压力低于 0.003MPa 且延迟 2 秒后发出停泵指令。
- 以上三条所发停泵指令，均按程序（五）停止水泵及真空泵。
4. 当烘干室真空度低于-0.04MPa 时切除加热器。
 5. 当真空泵入口温度超过 45℃时切除加热器。
 6. 当烘干室温度超过 125℃及 135℃时均切除加热器。

（十）停止烘干系统的工作

当检测被烘干的器件绝缘达到要求后，可按停止烘干系统的按钮来停止烘干系统的工作。

停止烘干系统的动作程序如下：（自动处理）

1. 切除自动控制系统。
2. 切除加热器。
3. 按程序停止真空泵及水泵。
4. 延迟 30 分钟后打开烘干室通气阀，破坏烘干室真空。

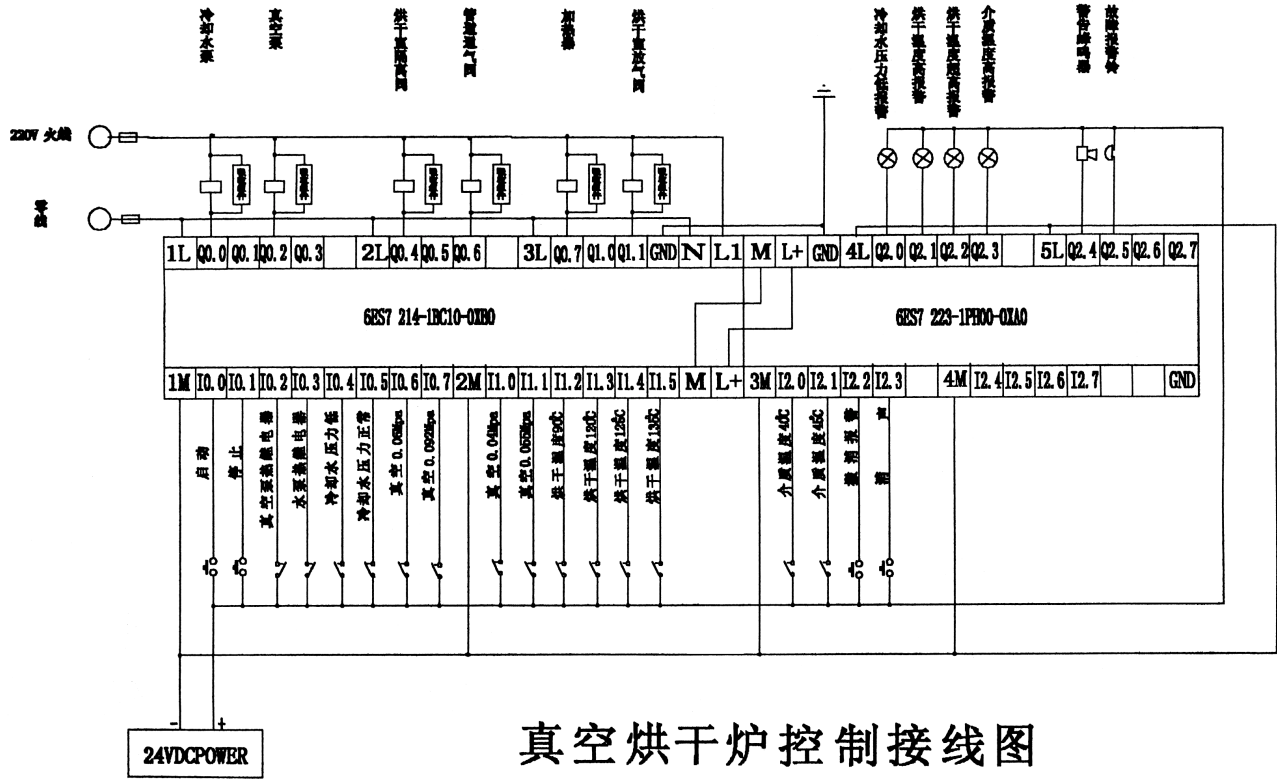
三、控制系统的硬件配置

PLC 硬件配置采用 CPU214，外加 8 输入、8 输出扩展模块各一台。设置了冷却水压力、真空度、温度传感器，重要部分采用双套不同型号传感器，作为 PLC 的输入信号。其输出部分，报警灯和铃等直接接出，其它均通过中间继电器控制以减轻负荷，线圈部分均设有灭弧装置。

四、结语

整个真空烘干炉已于 98 年末交工，经过近一年的使用证明：我们所设计和制作的控制系统工作是可靠的，性能是优良的，整个控制系统好用、易用。

从设计和制造真空烘干炉控制系统的过程中我们体会到，西门子 S7-200PLC 控制器是一种非常好用的控制设备，它工作可靠，成本低廉，性能优异。用西门子 S7-200PLC 控制器可以制造出非常出色的控制系统。



基于 MODBUS 协议 PLC 通信的模块化实现

刘新华 王仲东 黄 剑

摘要

本文介绍了 S7-200 系列 PLC 在水电站集散监控系统中网络通信的程序设计，对 PLC 的组网特点和 MODBUS 协议下 PLC 通信程序的模块化设计作了详细阐述。

关键词

PLCMODBUS 协议模块化设计

一、引言

目前新一代 PLC 不仅能实现一般的逻辑控制，还具备了包括模拟量在内的数值处理和网络通信等功能。通信能力的增强，使 PLC 可通过网络构成分布式系统从而便捷地完成复杂的控制要求。PLC 组网的主要形式可以有以下几种类型：

1. 通过 PLC 开发商提供的系统协议和网络适配器，构成特定的公司内部网络。其特点是网络协议不公开，必须使用该厂商配套提供的支持相应协议的外设和上位机组态软件。如西门子公司 PPI 协议下令牌环网和 AB 公司 DH+，ControlNet 等网络。

2. 面向开放的工业现场总线，构成基于现场总线的集散控制网络。如西门子 S7-200 系列 PLC 可通过 PROFIBUS-DP 通信口接入 PROFIBUS 现场总线网络。其特点是通过总线的通信能力，可大大扩展 PLC 的控制能力和范围。

3. 通过标准的 RS485 串行通信网络和自定义或自主选择的通信协议，构成 PLC 及工控机的分布式网络。

在实际应用中，综合系统开发成本和功能适用性等多方面指标和要求，方案 3 往往具备较好的灵活性和性价比，因而在国内相关系统的设计中得到较广泛的应用。

本文基于江西上饶下会坑水电站集散监控系统的设计，介绍在方案 3 思路下，采用 MODBUS 协议的 PLC 通信程序模块化的实现方法。

二、应用背景

上饶下会坑水电站装机容量为 2×8 MW，在县电网中担任调频、调峰任务。

电站厂级网络采用 IEEE802.3 以太网结构，用于各个现地控制单元 LCU 之间，LCU 与管理站、工程师站之间的通信联系；设备层测控网采用标准 RS485 串行通信网络，在 LCU 与 PLC、智能仪表之间建立通信联系。设备层部分网络结构如图 1。

系统采用西门子公司 S7-200 紧凑型 PLC，CPU 模块为 CPU214，扩展模块则根据各现地控制单元的 I/O 类型和数目进行具体选择和搭配，包括 EM221（8DI）、EM223（16DI/16DO）和 EM231（3AI）。系统 PLC 控制部分由五个 S7-200 PLC 机架组成，每个机架由一个 CPU214 和相应的扩展模块序列构成，通过 ADAM4520RS232/485 转换器经上位工控机的 MOXA 串口扩展卡各自同四个工作站连接，承担对水电站的两个机组、公用设备、同期屏和升压站的控制和数据采集任务。

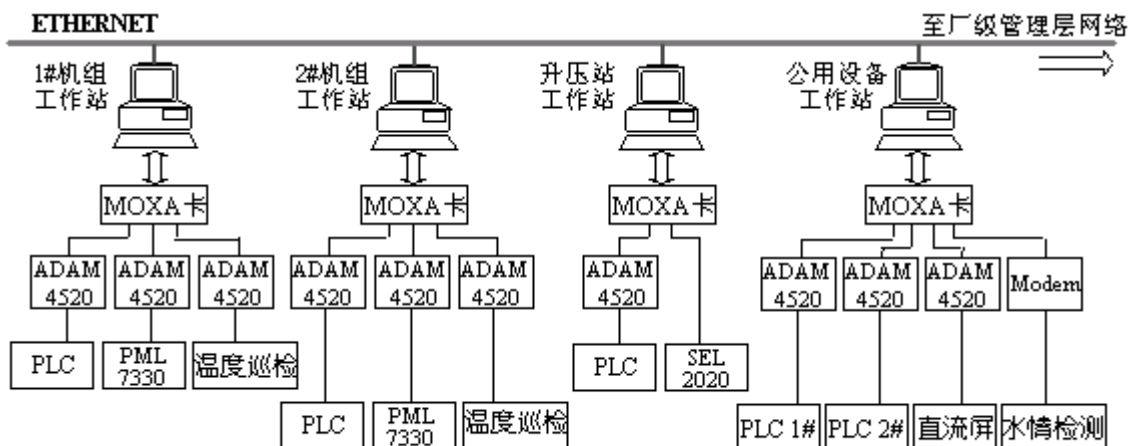


图 1 设备层拓扑结构示意图

S7-200 系列 PLC 的通信口分三种工作方式：PPI 方式、Freeport(自由口)方式和 PROFIBUS-DP 方式。其中 Freeport(自由口)方式可以使 PLC 在程序员自行设计的通信协议下工作。本系统即采用自由口方式，为具备良好的开放性，通信采用的是 MODBUS 协议。

三、MODBUS 协议

MODBUS 协议是 GOULD 公司为工业控制而设计的，在大量应用中已被证明是一种可靠有效的工业控制系统通信协议，得到包括西门子、Honeywell, PML 等众多硬件厂商的支持，本系统中的电量采集仪表 PML7330 采用的也是这一通信协议。

MODBUS 的数据传输为主/从式，报文形式为请求/响应帧方式。每次通信均由主机发起，不需握手。主机发出请求帧后，等待从机返回响应帧直至响应时间超时。对于广播报文从机不返回响应帧。在 RS485 等允许多个站点的网络中，至多只能有一个从站响应主站的请求。MODBUS 协议可使用 ASCII 和 RTU 两种传输模式，本系统支持的为 RTU 格式。

功能号	MODBUS 规约下的功能	功能号	MODBUS 规约下的功能
01	读取输出线圈状态（位序列操作）	07	读取异常事件状态
02	读取输入点状态（位序列操作）	08	追忆诊断测试（检查通信连接）
03	读取内部寄存器内容	11	读取通信事件计数器和状态字
04	读取输入寄存器内容	12	读取通信事件记录
05	强制单个输出线圈	15	强制多个输出线圈
06	刷新单个寄存器内容	16	刷新多个寄存器内容

(表 1)

MODBUS 系统间的数据交换的类型由功能号（FCs）控制，见表 1。本系统所支持的功能号是 03 和 16，其帧格式如下：

功能 03 请求帧：

域	从机号	功能号	起始寄存器号(X)	寄存器数(N)	CRC 校验和
字节数	1	1	1	1	1

从机号：网络中各子站的唯一标识号，用于确定目的站从机，有效范围 1-247；

起始寄存器号：期望读入的寄存器顺序序列中的第一个寄存器的编号；

寄存器数：期望读入的寄存器顺序序列的寄存器数目。

功能 03 响应帧:

域	从机号	功能号	字节数	寄存器 X#---寄存器(X+N-1)#	CRC 校验和	
字节数	1	1	1	2*N	1	1

字节数: 随后寄存器数据域的字节总长度;

寄存器 X#---寄存器(X+N-1)#: 从机返回的以 X 为起始寄存器,顺序排列的 N 个寄存器的数据, 寄存器数据以字为单位。

功能 16 请求帧:

域	从机号	功能号	起始寄存器号(X)		寄存器数(N)		字节数
字节数	1	1	1	1	1	1	1
寄存器 X#---寄存器(X+N-1)#					CRC 校验和		
2*N					1	1	

寄存器 X#---寄存器(X+N-1)#: 主机欲刷新的以 X 为起始寄存器,顺序排列的 N 个寄存器的写入数据, 以字为单位。

功能 16 响应帧格式与功能 03 请求帧相同, 返回已刷新的寄存器序列的起始号和数目。

四、PLC 通信程序的模块化实现

PLC 部分的上位机驱动程序和 PLC 通信程序, 均遵循 MODBUS 协议的规范, 采用主从方式, 以上位机作为主机发起通信, 从站 PLC 则始终处于被动状态, 随时准备响应来自上位机的通信请求。各 LCU 中的 PLC 除通信外, 还有各现地设备自动控制的任务。PLC 程序存储器一般容量有限 (SM214 为 2K 个字), 故在用户程序量较大的情况下, 对如何有效利用有限的程序空间应给予足够的重视和考虑。本系统中的 PLC 程序开发均采用模块化的子程序结构。即整体功能由多个功能相对独立的子功能组合实现, 每个子功能由若干个任务单一的子程序构成。

PLC 通信功能程序包括中断接收模块、帧处理模块、CRC 校验模块、通信初始化模块、通信寄存器刷新模块和对以上五模块进行组织的通信总调度模块。

1. 通信初始化模块 (SBR1)

PLC 的通信以“接受请求帧→返回响应帧”为一个通信循环, 每次循环之前均通过初始化模块对通信工作区中的各中间变量和标志进行复位操作, 并将中断服务程序连接至串口中断事件。串口及从机号的设置放在开机初始化中, 在第一个扫描周期时执行。本系统串口设置寄存器 SMB30 的控制字为 9, 即采用自由口方式, 波特率为 9600bps, 字符长度 8 位, 无校验。

2. 通信寄存器刷新模块 (SBR4)

通信寄存器是上位机程序同 PLC 进行数据交换的桥梁。PLC 将其 I/O 点状态存入相应通信寄存器, 上位机通过读取这些寄存器的内容获得 I/O 信息; 上位机亦通过对某些寄存器写入特定的控制值, 使 PLC 根据这些寄存器值作出响应动作, 实现控制命令的执行。通信寄存器列表在项目开发中以公共文档的形式进行定义, 内容以字为单位, 作为上位机和 PLC 程序对信息内容判断的依据。在 PLC 中对于上传的状态数据, 需按照定义, 实时进行对应寄存器的刷新, 以随时准备将数据提供给上位机。这是此模块的功能。

3. 中断接收模块 (INT0)

SM214 通信端口 (Port0) 提供接收和发送两个串行通信中断, 本模块为接收中断 (事件号 8) 的中断服务程序, 用以接收来自上位机的请求帧数据, 组织成帧后提供给帧处理模块。程序在 V 变量区设置了一段帧数据区, 并定义一个成帧标志。帧数据区中的各字节单元所代表的意义遵照 MODBUS 帧格式的规范, 当接收数据被判断有效后, 存入对应其所在帧相应位置的内存单元。请求帧功能号不同, 帧数据区中的有效数据长度亦

不同。当请求帧已被 PLC 完整接收后，则置成帧标志，准备进入帧处理模块。

4. 帧处理模块 (SBR2)

成帧标志置位后，帧处理模块开始对请求帧进行处理。下面以功能 03 为例，说明其处理步骤和方法：

图 2 所示的 V 变量序列(VB1124-VB1400)即为帧数据区，中断接收模块已经按功能 03 请求帧的格式将数据存放在 VB1124-VB1131 中，如图 2-(1)。

帧处理模块将首先对 VB1124-VB1129 段数据进行 CRC 运算，运算通过调用 CRC 校验模块完成。运算结果与接收到的 CRC 值 (VW1130) 进行比较，如不相同则说明通信出错，退出帧处理模块，放弃出错帧；如果两者一致，则确认数据接收无误，可进行下一步处理，准备形成响应帧。响应帧仍在帧数据区内构造，首先将待上传的寄存器内容的总字节长度存入 VB1126，即响应帧的第 3 个字节 (第 1、2 字节响应帧与请求帧相同，保留不变)；再使用块传输指令，将请求帧中指定的寄存器内容从相应通信寄存器移入 VB1127 开始的 V 变量序列中。如 N=2，则响应帧如图 2-(2)，最后调用 CRC 校验模块计算 VB1124-VB1130 数据段的 CRC 值，存入 VW1131。响应帧形成以后，计算帧长存入 VB1123，使用通信发送命令 XMT 把全帧从串口发送出去，指令为：XMTVB1123, 0。

对于功能 16 请求帧也采用类似步骤处理，不同的是将接收到的寄存器值刷新 PLC 内的相应通信寄存器。

5. CRC 校验模块 (SBR3)

这个模块是根据上位机 VC 语言环境下的 CRC 生成程序用 S7-200 的语句表指令改写的，S7-200 的循环、移位指令以及地址指针的间接寻址能力为运算的实现提供了良好的支持。程序定义了专门的变量区用以传递调用参数及返回校验结果。

6. 通信总调度模块(SBR5)

通信调度模块作用在于将 PLC 通信部分功能归并为一个调用单元，作为一个功能模块提供给 PLC 的主程序，处理流程如图 3。

PLC 在每次扫描中均执行这一模块，完成通信方面的处理工作。模块设置一个通信超时标志，当请求帧尚未接收完毕，而后续字节超过 20ms 仍未到达，则断定通信出错。出错则丢弃本帧，调用通信初始化模块进行工作区复位，准备下一次通信。

	功能03 请求帧	功能03 响应帧
VB1124	从机号	从机号
VB1125	功能号	功能号
VB1126	起始寄存器号	字节数
VB1127	寄存器	寄存器
VB1128	寄存器	1 #
VB1129	数目(N)	寄存器
VB1130	CRC	2 #
VB1131	校验和	CRC
VB1132	unused	校验和
VB1133	unused	unused
.....
	(1)	(2)

图 2

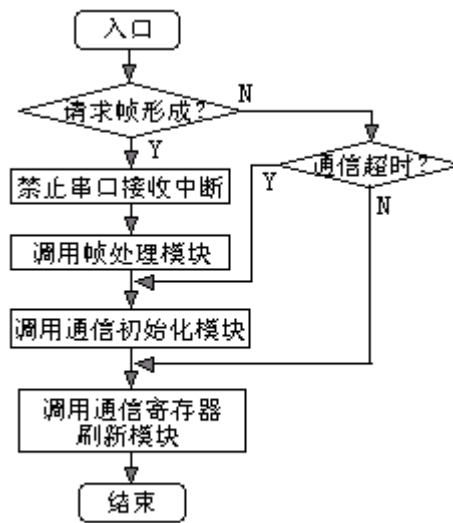


图 3

五、结束语

目前,下会坑水电站集散监控系统正处于调试阶段。作为 PLC 控制部分网络实现的软件基础,本文所介绍的 PLC 通信程序在现场联调中表现出了较理想的性能和良好的可维护性。现场上位机驱动程序实测数据如下:

遥控命令传送时间: 250-251ms;

遥测数据传送时间: 240-241ms(传送数据量为 8 个字节)

420-421ms(传送数据量为 40 个字节)

在通信响应时间和数据传输正确率等各技术指标上完全达到系统的设计要求,充分体现出了 S7-200 系列 PLC 强大的通信能力和在分布式工控系统中良好的适应性。

用 S7-300 实现 K2511A-FD 牵伸卷绕机的机电一体化

张志勤 岳 斌 辛良茂

K2511A-FD 型牵伸卷绕机是经纬纺机股份有限公司开发的新型化纤设备，主要用于涤纶二步法生产工艺中的牵伸卷绕工序。由纺丝机纺出的涤纶原丝经本机牵伸定型并卷绕成形，使其具有一定的纤度，强度，伸度及其它物理性能和一定的卷绕容量，以满足整经，机织等下道工序的要求。该机具有高纺速、大卷装的特点。

一、系统介绍

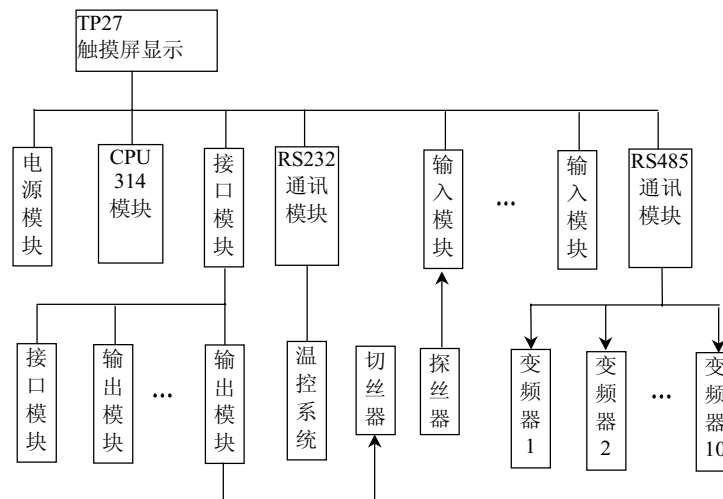
标准机型全机共 144 锭，机器型式为双面式，双牵伸区，二层卷绕，每侧 12 节，每节 6 锭。24 台冷盘电机、24 台热盘电机、24 台槽筒电机分两侧各由两台变频器控制，可分节起动；2 台摩擦辊电机、2 台罗拉电机按左右侧分别由两台变频器控制，分两侧起动。

二、硬件组成

控制核心选用具有多种功能的模块化可编程控制器 SIEMENS S7-300，选用 CPU314、CP340 RS232 通讯模块、CP340 RS485 通讯模块构成网络系统的上位机，通过通讯方式控制 10 台变频器运行及槽筒变频器产生防叠三角波，控制温控系统的数据采集、设定，与触摸屏通讯，通过人机界面对话，进行各种工艺参数的设定与显示；主机通过数字量输入模板 SM321 实现探丝器信号的检测，通过继电器输出模板 SM322 控制切丝器、电磁阀，实现断丝指示及满管后推出丝柄。

显示部分从操作的简便性、可靠性出发，选用了西门子触摸屏 TP27-10”；

变频器选用德国 LENZE 82XX 系列。



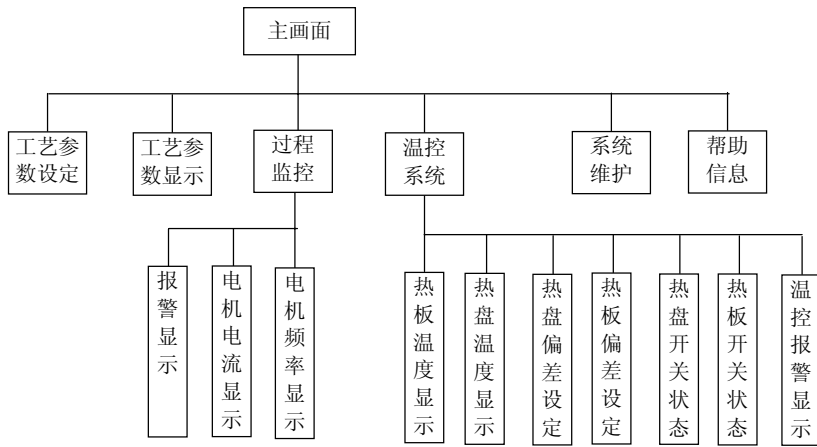
图一 系统硬件结构

三、软件编程

软件部分主要由触摸屏程序和 S7-300 PLC 软件组成。

1. 触摸屏程序由 Protool 组态软件完成。人机界面采用中文菜单，界面友好，操作方便，功能较强。画

面结构主要如图所示：



图二 显示画面

关于显示单元的几点说明：

- a. 报警功能：故障发生后可记录故障，提示故障内容、原因、故障发生时间等。
- b. 口令管理：为系统的安全性和工艺参数的保密性考虑，设置了不同级别的口令，适用于不同的操作人员。
- c. 帮助信息：提供了硬件维护、变频器参数说明及常见故障处理方法等，极大地方便了用户。

2. S7300 的软件编程采用模块化结构设计，使软件结构更为简洁，可移植性好，便于修改和调试。主控程序协调各个模块按顺序运行。其中温控系统与 PLC 之间数据传送及 PLC 与触摸屏之间数据传送量较大，为了不影响 PLC 与变频器之间通讯，主控程序就协调了 PLC 与温控系统之间通讯和 PLC 与变频器之间通讯的时间关系。各个模块的功能如下：

a. PLC 与 10 台变频器之间通过 RS485 串行通讯：PLC 将触摸屏设定的工艺参数，经过公式计算，把频率、加减速等参数传入变频器。变频器将报警信号传入 PLC。通讯协议使用 ASCII 字符协议，波特率：9600bps，7 位 ASCII，1 位停止位，1 位起始位，1 位奇偶校验位（偶校验）。

由于卷绕成形需要，槽筒、摩擦辊电机需加防叠三角波，三角波由 PLC 程序产生，防叠幅度、防叠周期均通过人机界面设定。程序框图如图三所示。

b. PLC 与温控系统的单片机之间通讯：将 144 锭热板、热盘的温度值通过 RS232 串行通讯送入 PLC，PLC 将温度设定值、各锭偏差值、开关状态设定通过 RS232 通讯送入温控系统的单片机系统，进行温度控制。通讯协议采用 ASCII 字符协议。

c. PLC 与触摸屏 TP27 之间通过 MPI 协议通讯，进行各种工艺参数的设定、显示，热盘、热板温度值的设定与显示，报警显示等。

d. 单锭计长，定长自动落纱。探丝器检测到的信号进入输入模块，PLC 判断该锭是否有丝，若有丝，开始计长；若断丝或到达满管长度后切丝器动作，并且推出气缸。

西门子 S7-300PLC 在油墨配料系统中的应用

达朝平

摘要

本文主要介绍了可编程控制器在称量控制系统中的应用。通过对系统硬件设计方法和程序设计思路的介绍,文章从设计及应用的角度介绍了一套由 PLC、上位机、称重仪表和变频器等组成的实用的配料混合控制方案。该系统采用 PLC 控制技术,变频调速控制技术,再加上预测自适应控制方式,使整个自动化配墨系统完全达到了配墨精度要求。

关键词:配料混合;称重仪表;可编程控制器;变频调速

一、概述

油墨配料计算机控制系统是在总结国内外相似产品的基础上研制生产的一种新型油墨配料计算机控制系统。它采用多台计算机进行控制,整个系统可靠性高、调试简单、使用和维修方便。它填补了国内油墨配料系统的空白。

随着印刷行业的蓬勃发展,业户对印刷质量、防伪等许多方面的高要求,使油墨生产厂家的配方工艺需要很高的技术才能满足社会的需求。目前这种高技术、高科技含量的多彩色、变色油墨的生产在国内外还是靠人工配制,由于彩色粉末在配制中易飞扬、污染大、工作环境恶劣,这严重影响到配墨工人的工作情绪,因此,人为因素成了决定配料精度的关键因素,以致于经常出现配制出的油墨不合格,油墨质量的稳定性差,从而,造成了大量的人力、物力浪费。由于原料中彩色粉料、油的品种多,物料性质差异大,而且称量范围宽、精度高,以前只能靠人工来配墨,这种生产方式不仅生产率低、污染环境、浪费严重,而且也达不到文明化、规模化的生产。因此严重制约了油墨的发展。

自动油墨配料系统的研制成功完全解决了人工配墨所带来的问题。采用 PLC 控制技术,以变频调速器为主要执行器件,再加上预测自适应控制方法,整个自动化配墨系统完全达到了精度要求。此系统利用变频调速技术控制电机使之启动/停止平稳,低速性能好,对系统的冲击量小,由 PLC 实现整个系统的逻辑控制,使之给料、称量准确,小车运行定位准确可靠,同一品种油墨的一致性,效率高,污染小,运行可靠,维护方便,自动化程度高,大大减少了人为因素,改善了企业的工作环境。

本系统适用于印刷行业的自动配料。少作改变后,可为橡胶、化工等行业自动化配料之用。

1. 控制对象:油墨配料系统。

2. 根据上位机计算机下传的配方数据,称量小车自动移动到所要称量物料的位置,自动进行油墨配制,当称量完一个料,计算机自动存储称量的实际数据及误差,以备以后检查、打印、统计等。

3. 控制系统构成:以 S7-300 PLC 为中心,上位机与 PLC 之间采用 MPI 网络联接,PLC 与高精度称重仪表之间由 PROFIBUS-DP 网络联接,称重仪表是系统中的一个从站,此部分的组态软件信息由称重仪表公司提供,在组态前将此信息拷到 SIEMENS\STEP7\AS7DATA\GSD 下,再启动 STEP7 管理软件-硬件组态-OPTIONS-UPDATEDDB FILES,然后在硬件组态中 PROFIBUS-DP 上加入 ADDITIONAL FIELD DEVICES 的相应设备,SIMENSE STEP7 即可认识这个外公司产品的网络连接,我们取 I/O 23WRD 数据方式。高精度称重仪表与精密称台之间用 IDNET 网络方式联接,此网络将数字重量信号传到称重仪表,高精度称重仪表再将此数字重量信号传到 PLC 和上位机,进行控制、记录和显示。上位机软件采用 SIEMENS 的 WINCC 作监控画面,配方数据的输入、修改、管理、报表数据的管理等工作均由 FOXPRO6.0 编制的软件完成,这两种软件之间通过 WIN95

的 MICROSOFT EXCEL 联络。以变频调速器为主要执行器件，再加上预测自适应控制方式，整个自动化配墨系统完全达到了精度要求。

4. 控制系统软件编程思路说明

自动油墨配料控制系统由计算机、PLC 控制系统、给料控制系统、小车定位控制系统组成。设计框图如图 1 所示。

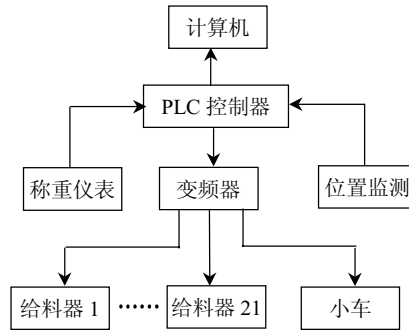


图 1

本系统彩色粉末有 21 种，油料 7 种，现场以 4 个物料罐为一组安装，共 7 组，成一字形排列，变频调速器驱动带有高精度秤台的装载小车，根据配方要求，小车来回在物料罐下面的导轨上运行。油料罐和粉料罐的控制要求不同，分别描述如下：

(1) 油料罐

每个油料罐上的控制点有：高、低料位计、快、慢加热器阀、热传感器、缓气阀、快、慢加料阀各控制点之间的配合是：

1. 当低料位计检测到油料液面位置低于低位时，油泵自动进行加油，同时打开缓气阀；当高料位计监测到油料液面位置高于高位时，油泵停止加油，并关闭缓气阀。

2. 油料达到自动称量的流动度的温度范围是不同的，若温度低流动性就差，不能进行自动称量；若高于最高限太多，有的油料就会发生化学变化以至于变质，最严重的结果是油料性质被破坏而不能再用，因此必须进行温度控制，才能保证在要求的范围内。油温由接到模拟量模块的热传感器来监测。当油温低于低限时，快、慢加热器同时打开，进行快速加温，以缩短加温时间；当油温高于低限时，关快加热器阀，当油温高于高限时，关慢加热器阀，停止加温；虽然温升是一个慢过程，会出现超调，但油料对温控的要求不是特别高，我们采用了一般的开关量控制方式。

3. 自动给料时，根据实际经验设定一个切换值，并给一个提前量值。在称量过程中，当物料设定值与秤中实际值的差值大于切换值时，快、慢给料阀同时打开，当此差值小于切换值时，关快给料阀，只开慢加料阀；当此差值小于提前量时，关慢给料阀。当慢给料阀关后，延时 4s，检查秤中的实际值情况，若称量不够，点动慢进料；若称量超差，则自动报警，需由人工来处理；提前量值可根据实际称量误差进行自动修正，以便于下次准确称量。

(2) 粉料罐

粉料罐上的控制点有：加料门、除尘风机、气动除尘阀、除尘器、低料位计、给料蝶阀、大小两台电机、自动破拱阀 4 只。各控制点之间的配合是：

1. 低料位时，给出物料过少信息提示，由人工完成加料工作。加料门安装有行程开关，打开加料门时，PLC 检测到此开门信号，然后打开除尘风机，同时打开本粉料罐的气动除尘阀，开始除尘工作，防止加料时彩色粉末飞扬，污染环境。当加完物料关加料门后，延时 4S，开除尘器反吹阀时间 40S，但到 35S 时，除尘风

机停止工作，时间到 40S 后，停气动除尘阀，并关除尘反吹阀。

2. 给料时，必须先打开给料蝶阀，然后给料控制器才能工作，给料控制器由两种直径不同的螺杆组成，直径分别为 $\Phi 200\text{mm}$ 和 $\Phi 80\text{mm}$ ，大螺杆由 2.2KW 电机带动，小螺杆由 0.75KW 电机带动。自动给料时，为了达到进料时即快又准的要求，根据实际经验设定四个切换值，并给一个提前量值，共有五种进料速度。控制回路、进料顺序与上相同，高速进料时，大电机驱动大螺杆运动，频率为 100HZ；中速进料时，大电机驱动大螺杆，频率为 50HZ；中速进料时，大小电机同时驱动大小螺杆运动，频率为 30HZ，低速时，小电机驱动小螺杆运转，频率为 30HZ，低低速时，小电机驱动小螺杆运转，频率为 10HZ。当差值小于提前量时，关小螺杆和给料蝶阀。当给料蝶阀关后，延时 4s，检查秤中的实际值情况，若称量不够，小螺杆和给料蝶阀点动慢进料；若称量超差，则进行报警由人工来处理；提前量值可根据实际称量误差进行自动修正工作，以便于下次准确称量。

3. 在称量的过程中要计算出物料的下料速率，如果小于某一特定数值，则认为物料在灌中已经结块或结拱，PLC 依次启/停料仓四周的气缸，振动物料破拱，使物料下料正常。当下料速度达到或超过某一值时，停止启/停气缸的动作。

二、技术难点

(1) PLC 部分：

1. 小车定位走位控制

要求小车在物料罐下面的导轨上来回运行，小车定位必须准确可靠。在自动工作方式下，装载小车按照上位机配方设定的顺序，根据配方物料位置，根据距离远近，PLC 通过计算第一个要到达的位置及距离，控制变频调速器驱动小车启动/停止，多段速度切换运行；并在距要到达的工位一定的距离时按一定的速率开始减速，以保证到达工位时的速度为零或接近于零，到达要求的定位点时变频停止提供直流电压，变频的能耗电阻开始制动工作（时间 2S），使小车准确定位。这样可以减小对导轨的磨损、减小对装载小车的冲击，可以延长整个系统的使用寿命并提高定位的准确性，保证准确停位。在完成要处理的工作任务后，按照要求以一定的速度驶向下一个要到达的工位，依次到达要到达的工位。小车轨道上有 9 个接近开关起定位作用，其中两个起保护作用的接近开关安装在导轨的两端，主要作用是防止运载装置冲出导轨，保证整个系统的正常工作。

2. 动态称量监测控制

由于物料罐多，现场以 4 个物料罐为一组安装，共 7 组，成一字形排列，导轨长，实际工程中做不到导轨的所有位置一样水平；在秤过程中要除尘工作，除尘罩安装位置的差异对秤的影响也不一样，即零点值变化较大。但客户要求称量精度不能下降，在不同的位置，在称量以前，除尘风机开以后，通过 PROFIBUS 网络，在高精度称重仪表中对秤做一次自动去皮处理。然后在动态中完成物料的自动称量工作。

3. 第三方产品的 PROFIBUS 网络连接及对第三方设备的控制

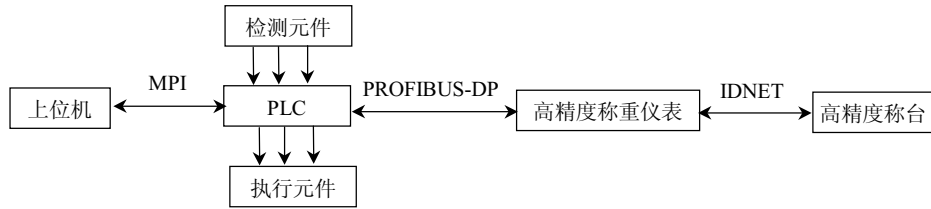
通过 PROFIBUS 网络协议将称重仪表的称重数据、状态位读入 PLC，参与称量控制及判断过程状态，形成一个闭环控制系统。根据称量控制的具体需要，PLC 向称重仪表发送去皮、清皮等命令，实现生产的高度自动化。

(二) 上位机部分：几种软件之间的数据传递。上位机与 PLC 之间数据通讯由 WINCC 的 S7MPI 协议来完成，由于 WINCC 的配方编辑及管理、报表打印等功能达不到客户的所有要求，这部分的功能用 VISUAL FOXPRO6.0 软件编制，这两种软件之间通过 WIN95 的 MICROSOFT EXCEL 建立联结。由于所购买的 WINCC 开发授权是 128 点的，而实际需求模拟量 106 点，数字量 500 点，两者之间相差很多。通过对数据的详细分析，对一些数据作了分类，即四个误差值合用一个 32 位无符号变量，温度的上下限值合用一个 32 位的无符号变量，同一类型的数字量 32 个合用一个 32 位无符号变量，其他数字量 16 个合用一个 16 位无符号变量。

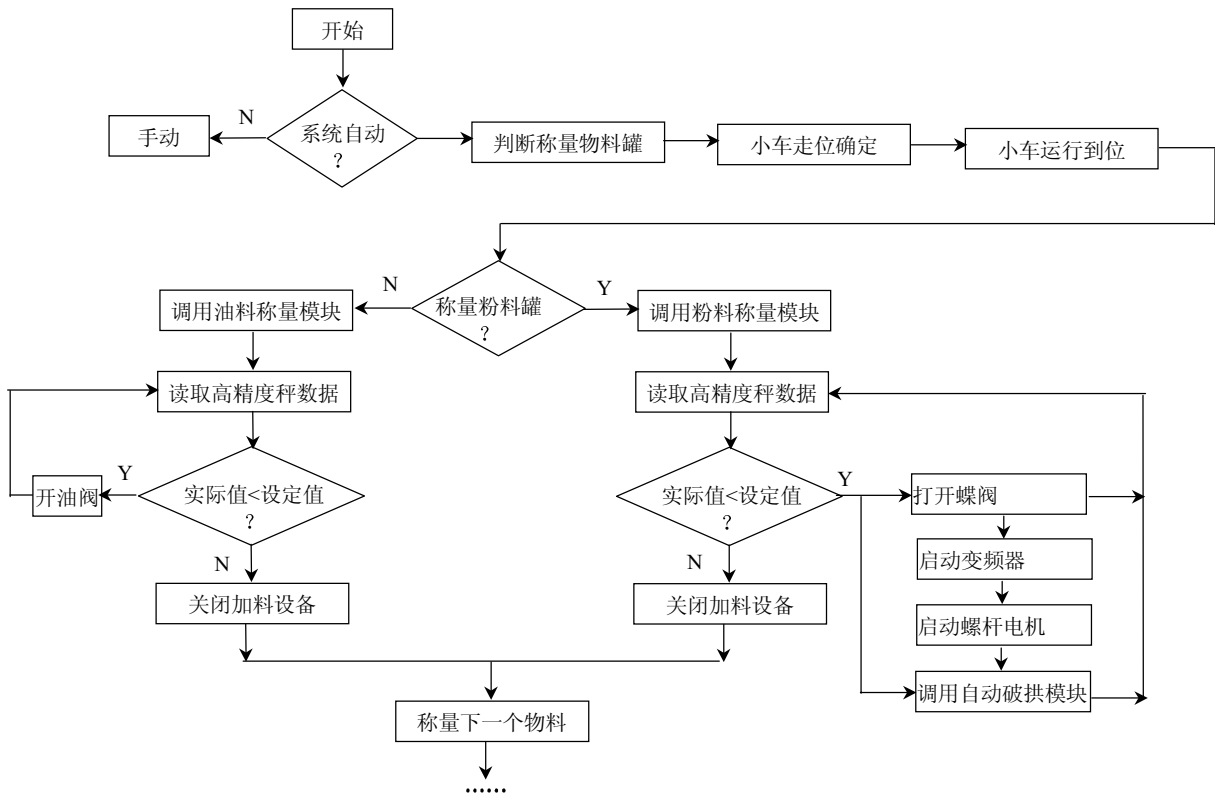
通过简化合并后，模拟量 106 个，数字量 21 个；虽然 WINCC 的编程量大了很多，但所需的 TAG 量就够了，基本达到了系统的要求。

三、控制网络

本计算机控制系统分为三层关系（如图示），第一层为 S7 MPI 网络，上位机对下位机进行统一管理，对配方、批料、产量报表的存储、打印和统计，传送称量配方给下位机，启动称量操作，用 WINCC 在线监视下位机的各运行状态，下位机分别对配料系统进行现场控制；第二层为 PROFIBUS-DP 网络，PLC 对高精度称重仪表进行现场控制，从高精度称重仪表取得现场高精度秤的称重值，进行自动称量操作，并向高精度称重仪表发出各种控制命令。第三层是现场检测、测量、执行元件。通过各元器件测量、检测现场情况，传给下位机，下位机通过计算后将运行结果传给执行机构，并使其做出相应的动作。高精度称重仪表与现场的高精度秤台通过 IDNET 网络联接，高精度秤台自带校验砝码，分辨率 10g。



四、编程思路



西门子 S7-300 PLC 在唐钢连铸电气控制系统中的应用

王 丰 程国安

提高连铸自动化水平,对保证铸坯质量、提高连铸机的劳动生产率、增加铸机的金属收得率起着至关重要的作用。唐钢新一炼钢厂的两台 8 机 8 流小方坯 (135mm×135mm, 150mm×150mm) 连铸机是为 2×120t 顶吹转炉配套而建。由于连铸机流数多 (共 16 流),设计拉速高 (最高可达 4.5m/min),生产场地设计局促,生产流程如果完全由人工手动控制容易造成铸坯输送紧张以致不畅,这一问题在短铸坯的生产中尤为严重。因此,在连铸生产过程中实现全自动控制非常重要。

1. 控制对象及控制任务

连铸电气控制系统由公用 PLC 和流用 PLC 两部分组成。公用 PLC 的控制对象包括拉矫液压站、推钢机及步进式翻转冷床。其中,拉矫液压站的控制包括 3 台油泵 ($M_1\sim M_3$) 的启停控制、油泵电磁溢流阀的通断控制、油箱油温控制以及液位高低限和油泵起动故障的声光报警;而对于推钢机及步进式翻转冷床,主要是控制推钢机械的前进/退回及冷床正反转的起/停动作。流用 PLC 的控制对象为引锭杆、火焰切割机、辊道及翻钢机,主要控制自动送引锭及引锭杆的自动存放,切割机的全自动/半自动切割,剪前 I 组辊道、剪后 II 组 III 组辊道以及冷床 IV 组辊道的自动起/停,翻钢机的翻起/退回,1[#]~3[#]活动挡板的升/降动作等。

2. 控制系统硬件构成

连铸电气控制系统由两台上位机、一台编程器及 18 套西门子 S7-300PLC 组成。上位机为研华工控机,配置为 PII333/64MB/4.3G/24XCD-ROM/54cm NEC CRT/EPSON LQ-1600KIII 打印机。编程器采用配置为 PII300/32MB/4.3G/24XCD-ROM/31cm CRT 的 Compaq 笔记本电脑。PLC 编程软件为 STEP7 V4.02,人机界面软件为 WinCC V4.0,系统中文平台为 ChineseStar 3.0 For Windows NT。

公用 PLC 采用 CP314 中央处理单元,由接口模板 IM360 和 IM361 实现中央机架和扩展机架之间的数据传送,由 CP342-5 通讯模板建立 S7-300 PLC 与 Profibus-S7 网络的联接。I/O 模块为 9 块 SM321-1FF 数字输入模块及 6 块 SM322-1HF 数字量输出模块。流用 PLC 设计为一台 PLC 单独控制一流设备,其构成与公用 PLC 的不同之处在于:(1)流用 PLC 使用 2 个扩展机架;(2)I/O 模块为 10 块 SM321-1FF,1 块 SM321-1BH,9 块 SM322-1HF。

3. 连铸电气控制系统主要软件设计

3.1 拉矫液压站的控制设计

自动时,选择某一台油泵作为主工作油泵。当系统压力 $\leq 5.5\text{MPa}$ 时,与主泵对应的电磁阀得电,油泵向系统供油;当系统压力 $\geq 7\text{MPa}$ 时,电磁阀失电,油泵停止供油。在此期间,如果压力 $\leq 4\text{MPa}$,则表明一台油泵已无法满足系统对压力的需要,于是,相应的从泵自动启动(为了便于控制和操作做如下规定: M_2 为 M_1 的从泵, M_3 为 M_2 的从泵, M_1 为 M_3 的从泵)。另外,为了保障异常状况时的设备安全,在油泵和电磁阀的控制回路中串入了油箱液位低限信号,以保证管路泄漏严重而造成低液位报警时,15 分钟后油泵和电磁阀自动关闭。此时,不但在拉矫液压站进行声光报警,而且在上位机的监控画面中也予以显示报警信息。为了避免液压油中的杂质造成干簧管液位计低限位的误动作,设计只有持续 5s 的液位低限信号才作为有效信号使用。

3.2 引锭杆工作过程的控制设计

自动送引锭开始时，引锭杆存放电机正转，计时器 T_8 、 T_4 开始计时，同时拉矫辊和脱矫辊自动抬起。当引锭杆头部越过拉矫辊 200mm 时，1#限位开关动作，拉矫辊自动压下，拉矫机反转运行，计时器 T_9 、 T_3 开始计时。引锭杆存放电机于 T_3 计时结束时停止。如果 1#限位开关故障，则在 T_4 计时结束时停止引锭杆电机。当 T_9 计时结束时，拉矫机自动停止，引锭杆被送至工艺所要求的位置。至此，自动送引锭过程结束。如果在自动送引锭开始后 T_8 所计时间内，拉矫辊压下或拉矫机反转输出继电器尚未反馈拉矫辊压下或拉矫机反转的动作信号，则强行结束自动送引锭过程，同时进行故障声光报警。

正常浇铸开始时，当引锭杆行至 2#限位天关时，脱矫辊压下，引锭杆存放电机反转，同时计时器 T_{15} 开始计时。至 3#限位开关或 T_{15} 计时结束时，引锭杆存放到位，引锭杆存放电机自动停止。至此，生产流程进入正常拉坯阶段。

3.3 铸坯切割过程的设计

图 1 给出了铸坯切割过程控制设计的程序框图。由框图可以看出，在切割机自动工作状态下，铸坯切割分为自动和半自动两种方式。自动方式的切割指令为定尺仪发出的定尺信号；半自动切割方式为当铸坯达到定长时，人为发出切割指令，从而实现切割全过程。

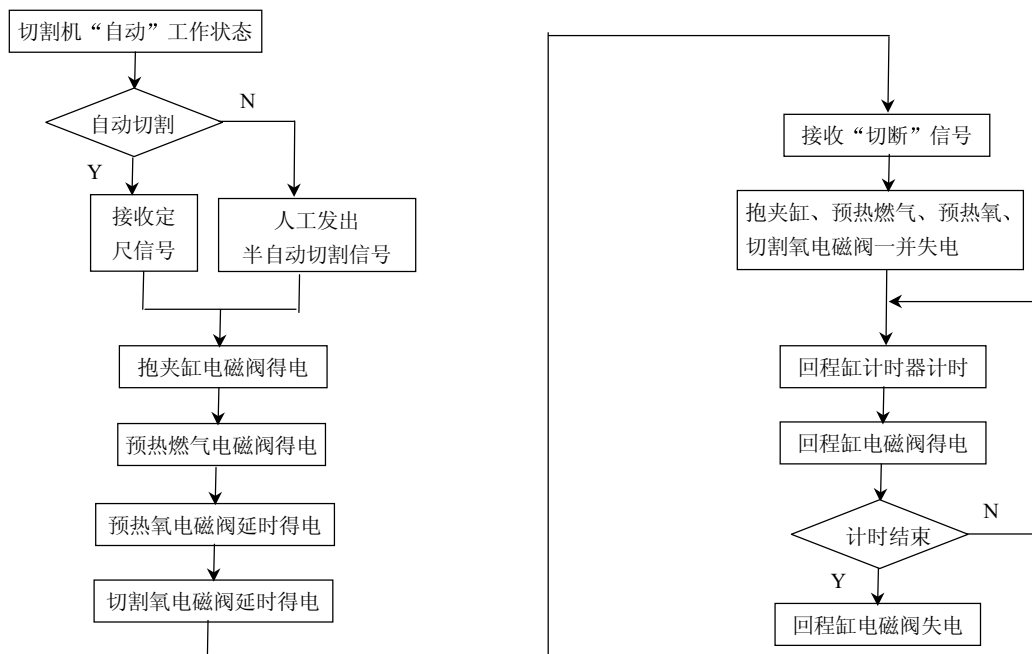


图 1 铸坯切割过程程序框图

3.4 辊道输送及翻钢过程的控制设计

辊道输送系统分为剪前 I 组辊道、剪后 II 组 III 组辊道及冷床 IV 组辊道。剪前 I 组辊道主要用于连铸浇钢结束时的尾坯处理，因此在软件中仅做正反转互锁设计。图 2 为剪后 II 组、III 组辊道、冷床 IV 组辊道及翻钢过程的控制框图。由图中可见，生产不同长度的铸坯（长铸坯 12m，短铸坯 3.2m），辊道及翻钢机的程序设计亦有所不同，即长铸坯的输送及翻钢控制仅使用 3#控制挡板及 1#活动挡板的动作信号，短铸坯辊道及翻钢机的控制设计则使用了 1#~3#控制挡板及 1#~3#活动挡板动作信号（1#~3#控制挡板及 1#~3#活动挡板按铸坯输送方向依次布置）。

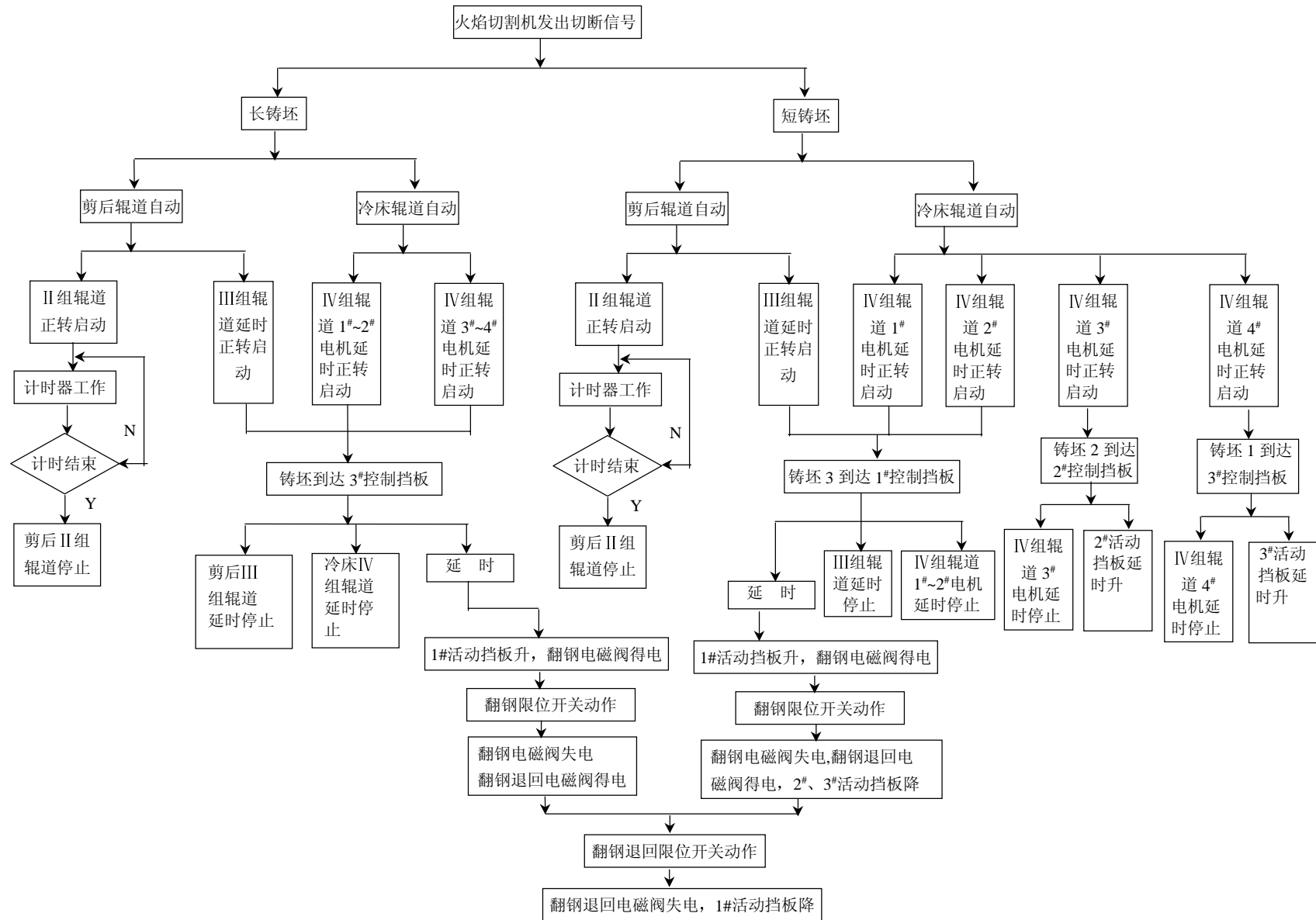


图2 辊道输送及翻钢过程控制框图

3.5 推钢机的控制设计

推钢机控制的设计思想主要基于安全联锁方面的考虑：

(1) 步进式翻转冷床工作时，禁止推钢机推钢；(2) 为了避免推钢机动作时推头与正在翻钢过程中的翻钢机冲突，在推钢机进行推钢时，翻钢机禁止翻钢；(3) 推钢机完成一个推钢周期后，解锁对翻钢机的动作封锁，翻钢机可以进行下一个翻钢过程；(4) 推钢机的工作行程由主令控制器的推钢接点和退回接点控制。

3.6 步进式翻转冷床的软件设计

步进式翻转冷床的反转一般仅用于缩短冷床上铸坯的存放间隔，冷床的正转动作则可以实现铸坯输送，图 3 为冷床正转的控制程序框图。冷床的正反转停止动作由安装在减速机轴上的主令控制器的正反转接点进行控制。由于停止在上齿位的冷床会阻碍推钢机的推钢操作，因此要保证冷床停止时停在下齿位，这一控制任务通过精确调整主令控制器接点来实现。在该系统中，主令接点调整为打开时冷床动作，闭合时冷床停止。

冷床处于自动工作方式时，如果冷床在推钢机退回后马上动作，则会与推钢机发生碰撞，造成设备损坏，所以，程序中设计推钢机退回动作一段时间（计时器 T_{21} ）后，冷床方可连续正转。为了保证控制的确定性和可靠性，设计中使用的是推钢机退回的输出信号，而非输入信号。程序中的冷床正转动作时间（ T_{22} ）是根据冷床电机转速、减速机减速比及主令控制器减速比等技术参数进行计算而得到的，以确保冷床连续正转 8 周，从而完成一次最多 8 根铸坯的输送工作。程序设计还保证了主令接点的闭合动作将立即停止冷床，从而避免了在控制冷床停止时，电机的惯性造成主令接点旋即打开从而使得冷床继续动作而无法停下来的情况。

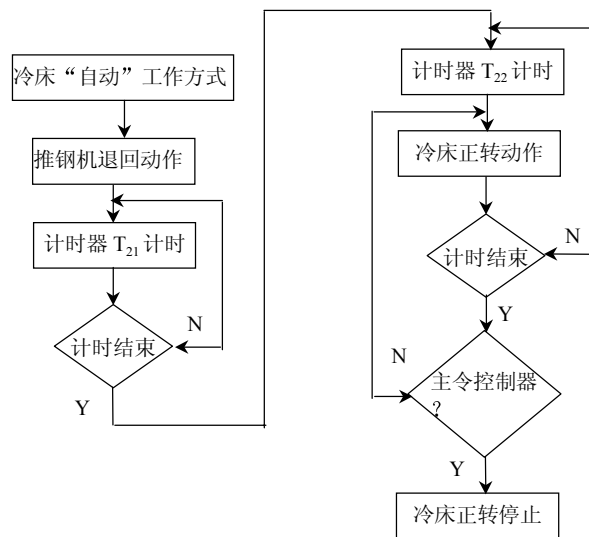


图 3 步进式翻转冷床程序框图

4、总结

连铸系统的主要特点也是控制难点主要有两个方面，一是要切实保证操作的安全性，这一点在引锭杆工作过程的控制中尤为突出，因为如果引锭杆控制不当，会导致巨大的经济损失，严重的还会危及人身安全，因此在程序设计中采用了限位开关和时间联锁的双重控制方案，即在正常情况下，由限位开关的动作控制引锭杆存放电机停止；当限位开关失灵时，则由计时器完成这一功能，从而确保了控制的可靠性。S7-300 PLC 功能齐全的计时器指令为这一功能的实现带来设计上的便利；二是复杂的联锁关系，如必须在闭锁现场操作箱和平台

操作箱的前提下才能在操作台进行自动送引锭操作，而当引锭杆工作方式转为手动时，应该自动解除对现场操作箱和平台操作箱的操作闭锁；又如，为了避免推钢机推头动作时与正在翻钢过程中的翻钢机冲突，在翻钢机的控制中，设计了翻钢机翻钢后的动作自锁和推钢机完成一个推钢周期后对翻钢机的操作解锁，等等。在该系统中，诸如此类的复杂的联锁关系还有很多，借助于 S7-300 PLC 的闭锁及解锁指令可以很方便、灵活地实现这些复杂的联锁任务，从而确实保证了控制的严谨与可靠。

另外，S7-300 PLC 丰富的网络功能可以充分满足不同控制系统的需求。S7-300 PLC 既有快速响应远程 I/O 的 Profibus-DP 网络，又有采用西门子内部优化协议-S7 functions 协议的 Profibus-S7 网络，等等。在该系统中，由于公用 PLC 与流用 PLC 在控制功能上相对独立，而且彼此之间需要互相传送数据，因此不宜于采用主从方式的 DP 网络结构，故采用了 Profibus-S7 网络。公用 PLC 与流用 PLC 的 CP314 中央处理单元均由 CP342-5 模块建立与网络的连接，因此，2 台公用 PLC、16 台流用 PLC 及 2 台上位机均为 Profibus-S7 上的主站，各站之间的通信由 FDL (fieldbus data link) 完成，通过 FDL 便利的连接组态和简单的编程工作，很容易地实现了连铸控制系统的要求。

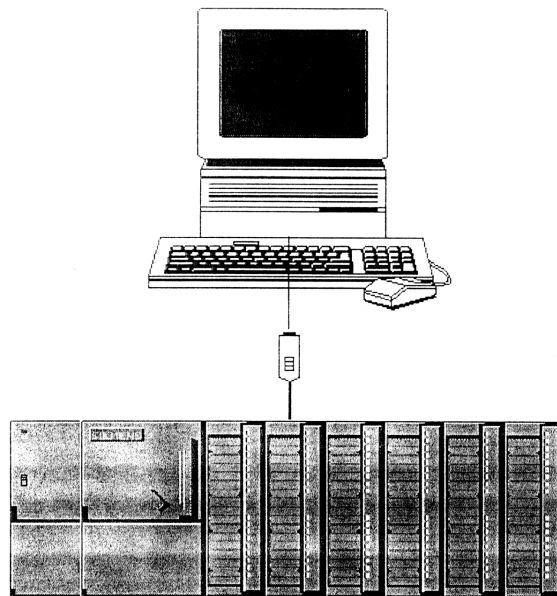
唐钢连铸电气系统于 1999 年 6 月一次热试成功，而且已稳定、可靠、有效地运行了一年多的时间。实践证明，该系统设计合理，安全可靠，减轻了工人的劳动强度，提高了生产效率，同时也充分地证明，西门子 S7-300 PLC 在唐钢连铸电气控制系统中的应用是非常成功的。

S7-300 在新钢 70 吨电炉脉冲除尘器的应用

陆伟宏

大型脉冲布袋除尘器的优点是，处理烟气量大、净化效率高、清灰效果好，但使用的清灰阀较多、电机数量增加，对除尘器的控制要求严格，因此，我们在新钢 70 吨电炉长袋脉冲除尘器的控制采用下位机 PLC 可编程控制器、上位机用工控机加图形软件监控，除尘器运行可靠、操作简单、设定参数方便、采用计算机自动跟踪记录及自动故障保护。

系统由 Siemens 公司的 S7-300 系列 PLC 和一台工业计算机构成，看下图：



系统中的上位计算机主要完成：物理设备的运行状态和过程在 CRT 上动态模拟显示；报警信号的记录；参数的设定和修改等等。PC 必须在 PLC 正常运行的情况下才能可靠运行。

一、系统实现了除尘器清灰系统和输灰系统的自动控制和监控，主要包括如下功能：

1. 多种控制方式：

系统可以根据需要实现定时控制、定阻控制和手动控制三种方式；

2. 灵活的操作方式：

系统可以实现上位机操作、控制柜面板操作和就地手动操作；

3. 报警功能：

当提升电机、埋刮板电机、绞笼电机等设备不能正常启停时；储灰仓达到高料位；除尘器入口温度超过设定值或者主风机意外停机时，系统发出声光报警，同时上位机中的相应图标闪烁以指示报警并自动记录报警表内；

4. 简单、方便的参数设定：

脉冲阀喷吹时间、粉尘沉降时间、喷吹间隔时间等待时间等参数可以在上位机中设定；

大间隔等待时间既可以在上位机设定也可以在 PLC 柜中的设定开关设定。

二、控制过程

依次合上低压柜 1 内的电源总开关；控制电源开关，PLC 柜上控制电源指示灯亮；启动上位机；

1. 手动功能：

将 PLC 柜面板上的“定时/手动/定阻”开关切换到“手动”位置；依次将低压柜 1、2、3 面板上的“手动/自动”开关切换到“手动”位置；

输灰系统及绞笼电机等设备的启停：

输灰系统及绞笼电机是由 12 条螺旋输送机、3 条埋刮板机、1 台提升机、HC 单机等

1) 按下面板上的提升机“启动”按钮即可启动提升机；按下面板上的提升机“停止”按钮即可停止提升机；

2) 其它设备如埋刮板、绞笼电机、除尘器摇震电机的启停过程和提升机类似；

清灰过程的启停：

除尘器本体双排 12 大室分别是 1, 2……, 1 大室上箱中间加隔板又分为 1A, 1B, 2A, 2B, ……,

1) 按下“1A7A 手动”启动按钮，即启动第一室的清灰过程：

清灰过程如下：

a) 关闭 1A、7A 室排气阀；

b) 5 秒钟后，开始启动脉冲阀进行喷吹清灰，每两个脉冲阀间隔时间为 10 秒钟；

c) 第 11 个脉冲阀喷吹结束，进入粉尘沉降时间；

d) 粉尘沉降结束，打开排气阀，1A7A 室手动清灰结束。

e) 其它室的手动清灰操作和“1A7A”室相类似。

注：

*上述清灰过程中的时间值均可以在上位机中修改。有关上位机的详细情况参见“上位机操作说明书”

*同时只允许一个室处于清灰状态，也就是说，在某一室正处于清灰状态时，即使按下了其它室的手动清灰按钮，也无法启动。

*要想停止某室的清灰过程，请将 PLC 柜面板上的“手动/自动”开关切换到“自动”状态即可。

2. 自动功能：

自动控制分定时控制和定压控制两种方式：

1) 定时功能：

将 PLC 柜面板上的“定时/手动/定阻”开关切换到“定时”位置；依次将低压柜 1、2、3 面板上的“手动/自动”开关切换到“自动”位置（必须同时将低压柜 1、2、3 面板上的“手动/自动”开关同时打倒“自动”位置）；

a) 按下 PLC 柜面板上的“自动启动”按钮或者上位机上的“自动启动”按钮即可自动启动输灰系统和清灰过程；

b) 按下 PLC 柜面板上的“自动停止”按钮或者上位机上的“自动停止”按钮即可自动停止输灰系统和清灰过程；

c) 自动循环过程如下：

- 启动提升电机；
- 10 秒钟后，启动集合理刮板；
- 10 秒钟后，启动 1#、2#埋刮板；

- 10 秒钟后，启动 1#、7#绞笼电机；
- 5 秒钟后，开始启动“1A7A”室清灰过程，清灰过程和手动操作相同；
- “1A7A”室清灰结束 10 秒钟后，开始启动“1B7B”室清灰过程，清灰过程和手动操作相同；
- “1B7B”室清灰结束后 20 秒钟，停止 1#、7#绞笼电机；
- “1B7B”室清灰结束后 10 秒钟，启动 2#、8#绞笼电机……
- ……
- 直至“6B12B”室清灰结束后 20 秒钟，停止 6#、12#绞笼电机；
- 6#、12#绞笼电机停止后，延时 3 分钟，停止 1#、2#埋刮板；延时 1 分钟停止集合理刮板；延时 1 分钟停止提升电机；
- 提升电机停止后，进入大间隔延时……
- 大间隔结束后，再一次自动启动输灰系统和清灰过程，如此往复。

注：

- *自动循环过程中的时间值只是参考值，实际时间值根据工艺要求可以随时在上位机中灵活修改；
- *第 X 室绞笼电机在“XAYA”室开始清灰以前启动，在“XBYB”室清灰结束后延时 20 秒钟停止；
- *在自动循环过程中，如果上一级设备如：集合理刮板故障停机，则所有下级设备全部停机，包括 1#、2#埋刮板和绞笼电机，而清灰过程则继续进行；故障设备恢复正常后，顺序启动下级设备，绞笼电机在每个小室开始清灰以前启动。
- *在输灰系统的设备没有全部启动时按下“自动停止”按钮，立即停止所有设备；在输灰系统启动完毕后按下“自动停止”按钮，则立即停止清灰过程，按与启动过程方向相反的顺序依次停止输灰系统设备。
- *只有在所有设备全部停止后，才能重新启动系统自动循环。
- *在任何时候按下“紧急停止”按钮，系统复位，所有设备立即停止输出。

2) 定阻功能：

将 PLC 柜面板上的“定时/手动/定阻”开关切换到“定阻”位置；依次将低压柜 1、2、3 面板上的“手动/自动”开关切换到“自动”位置（必须同时将低压柜 1、2、3 面板上的“手动/自动”开关同时打倒“自动”位置）；

3) 压差达到设定上限时：

- a) 按下 PLC 柜面板上的“自动启动”按钮或者上位机上的“自动启动”按钮即可自动启动输灰系统和清灰过程；
- b) 按下 PLC 柜面板上的“自动停止”按钮或者上位机上的“自动停止”按钮即可自动停止输灰系统和清灰过程；
- c) 自动循环过程与“定时控制”相同；
- d) 在“6B12B”室清灰结束后；
如果压力差还没达到压力下限，则返回到“1A7A”室继续清灰；如果压力差已经达到压力下限，则依次停止绞笼、1#、2#埋刮板、集合理刮板和提升机。
- e) 压力差再一次达到压力上限时，系统重新启动输灰系统和清灰过程。

注：

- *自动循环过程中的时间值只是参考值，实际时间值根据工艺要求可以随时在上位机中修改；
- *第 X 室绞笼电机在“XAYA”室开始清灰以前启动，在“XBYB”室清灰结束后延时 20 秒钟停止；
- *在自动循环过程中，如果上一级设备如：集合理刮板故障停机，则所有下级设备全部停机，包括 1#、2#埋刮板和绞笼电机，而清灰过程则继续进行；故障设备恢复正常后，顺序启动下级设备，绞笼电机在每个小室

开始清灰以前启动。

*在输灰系统的设备没有全部启动时按下“自动停止”按钮，立即停止所有设备；在输灰系统启动完毕后按下“自动停止”按钮，则立即停止清灰过程，按与启动过程方向相反的顺序依次停止输灰系统设备。

*只有在所有设备全部停止后，才能重新启动系统自动循环。

*在任何时候按下“紧急停止”按钮，系统复位，所有设备立即停止运行。

3. 报警功能

一旦系统产生故障信号，立即发出声光报警，其中电铃常响，而指示灯闪烁。

此时，按下 PLC 柜面板上的“报警消除”按钮，电铃声音解除，指示灯常亮；如果发生其它报警则再次发出声光报警。所有故障都消失后，指示灯灭。

故障信号的类型有：

*提升机、埋刮板、绞笼电机的接触器不能正常工作；

*除尘器入口温度过高；

*主风机停机；

*储灰仓高料位；

注：

要详细了解故障类型和产生的时间，查看上位机“报警汇总”画面。

4. 储灰仓摇震电机

储灰仓仓顶除尘器的摇震电机，在输灰系统的提升电机启动后每隔 10 分钟，运行一次，每次运行时间为 10 秒钟。

5. 当系统处于过滤状态而主风机停止运转时，启动一次清灰过程。

6. 参数设定过程

*大间隔时间设定：

将 PLC 柜内的“大间隔设定”选择开关打倒 PLC 侧，则大间隔时间可以由“大间隔时间设定”开关来设定：

开关 4	开关 3	开关 2	开关 1	时间值
OFF	OFF	OFF	OFF	30 分
OFF	OFF	OFF	ON	30 分
OFF	OFF	ON	OFF	60 分
OFF	OFF	ON	ON	90 分
OFF	ON	OFF	OFF	120 分
OFF	ON	OFF	ON	150 分
OFF	ON	ON	OFF	180 分
OFF	ON	ON	ON	210 分
ON	OFF	OFF	OFF	240 分
ON	OFF	OFF	ON	270 分
ON	OFF	ON	OFF	300 分
ON	OFF	ON	ON	330 分
ON	ON	OFF	OFF	360 分
ON	ON	OFF	ON	390 分
ON	ON	ON	OFF	420 分
ON	ON	ON	ON	450 分

将 PLC 柜内的“大间隔设定”选择开关打倒上位机侧，则大间隔时间可以由上位机任意设定；

*其它参数的设定：

脉冲阀喷吹间隔时间、脉冲阀喷吹时间、粉尘沉降时间、两室间隔时间等等参数只能在上位机中设定。

有关上位机参数设定的详细说明，请参阅“上位机操作说明书”。

7. 上下位操作说明：

“手动/自动”的选择和“定时/手动/定阻”控制方式的选择只能在 PLC 柜面板和低压柜面板上实现，上位机只能监视这两种状态，而不能进行状态切换。

其它如“自动启动”、“自动停止”“手动清灰”等操作即可以在 PLC 柜面板上也可以在上位机上进行操作。紧急停止只能在 PLC 柜面板上操作。

三、关机过程

1. 先停止输灰系统和清灰过程；
2. 如果上位机处于运行状态，则先退出监控系统，关闭上位机；
3. 关闭系统控制电源开关；
4. 关闭系统总电源开关；

四、控制系统维护

1. 环境温度较高时，可以打开 PLC 柜顶部的冷却风扇，使 PLC 工作在适当的环境下；
2. PLC 柜和低压柜的安装场所不得有剧烈震动；不得有导电、易爆炸、有腐蚀的气体尘埃；相对湿度不得超过 85%更不得有凝结水，否则必须加相应的防范措施。

3. S7-300

CPU 的程序和数据是靠锂电池保存的。在 50%上电率的情况下，建议每隔一年更换一次锂电池，更换锂电池时必须在 CPU 上电的情况下进行；否则将造成程序和数据丢失；如果超过一年没有更换锂电池，则必须随时注意 S7-300 CPU 上的电池指示灯。如果指示灯为红色，则须立即更换锂电池。

五、结论

综上所述，随环保事业的迅猛发展，大型脉冲布袋除尘器在防尘领域中得到广泛应用，长袋脉冲除尘器的微机控制技术发展前景非常宽广，在各工业粉尘点不同场合，根据所选的除尘器，以及其工艺特性来选择合理的控制方式，一定能够取得可靠运行效果。

SMATIC S7-300 PLC 在宜宾水厂自动控制系统中的应用

秦青松 王 亮

一、系统概述

宜宾市第四水厂按 10 万吨/日供水规模设计，全厂自动控制系统采取“集中监测、分散控制”的方式，由中央监控站和八个分控站（取水泵房分控站、加氯系统分控站、预沉池分控站、沉淀池分控站、V 型滤池分控站、鼓风机房分控站、变配电及送水泵房分控站、加药系统分控站）组成全厂工业局域网。每个分控站采用 PLC 可编程控制器对全厂生产过程进行监测控制管理，PLC 通过工业局域网将全厂的生产情况传送至中央监控站的计算机系统。

二、系统选型及特点

根据我公司长期从事水务建设工程安装、调试及选型的经验总结，我们在认真分析比较国内外知名公司工控产品的基础上，选用了西门子公司的 SMATIC S7-300 可编程控制器和 IBM 原装多媒体计算机构成自控系统，再配以先进的 WINCC 监控软件，实现水厂监控系统的各项功能，能完全满足全厂自动控制系统的要求。

1. SMATIC S7-300PLC，作为西门子公司的新一代产品，具有以下特点：

- 功能强：极强的计算性能，完善的指令集，MPI 接口和通过 SIMATIC NET 联网的网络能力，功能更强。
- 快速：指令处理极其快速，功能强大的 CPU 只需 0.3ms 就可处理 1024 个二进制语句，在面向字处理方面也同样表现出色。
- 通用：高性能模板和六种 CPU 适用任一应用场合；模块可扩展至 3 个扩展机架；集成了 MMI（人机界面）接口电路；用户友好的 WINDOWS STEP7 编程。
- 全集成：全部模块化，运行可靠，性能价格比高。

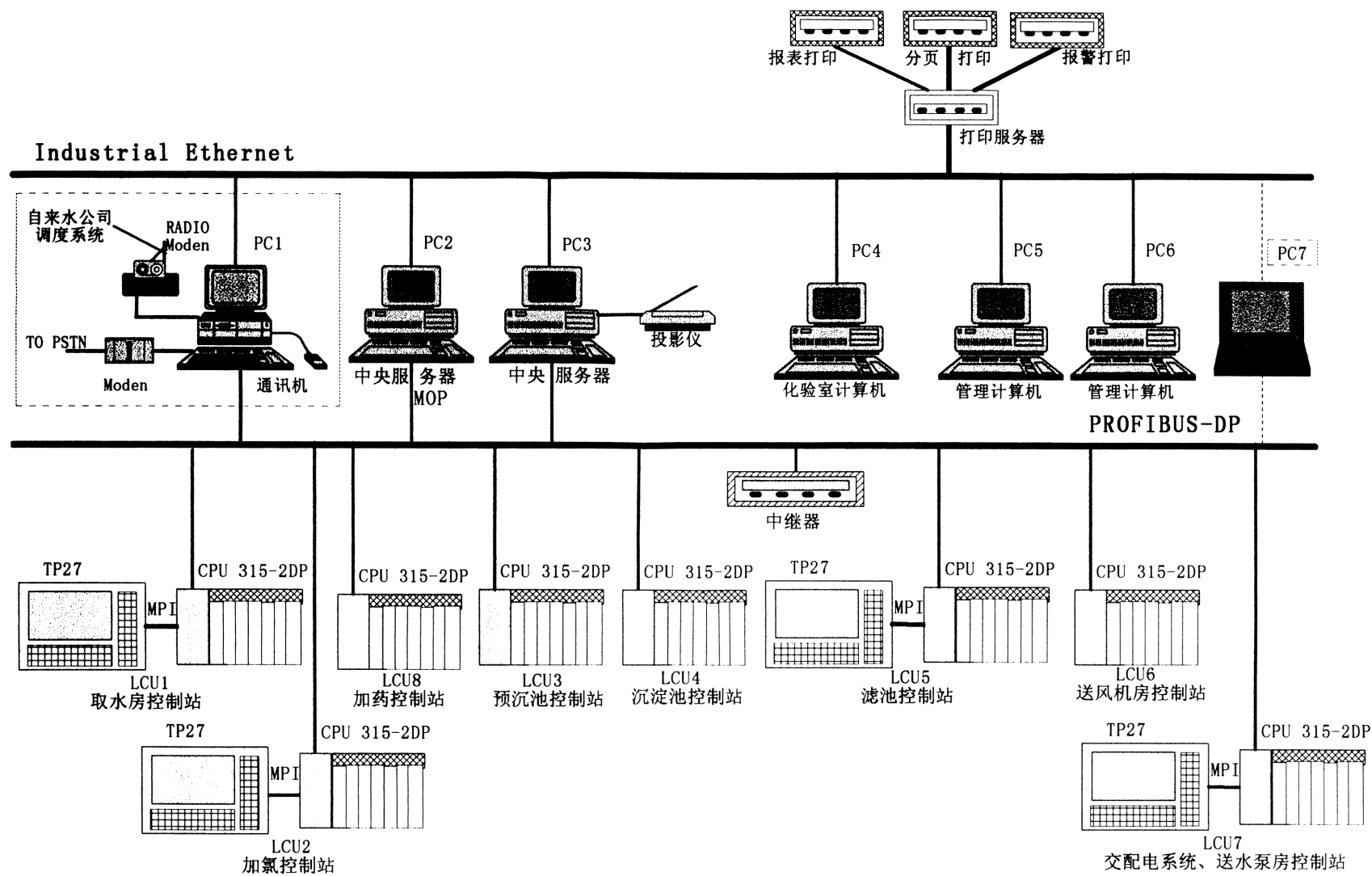
2. 上位监控软件 WINCC。WINCC 是西门子公司推出的组态软件平台，它使用方便，可构造灵活的界面和强大的功能，用 WINCC 组态软件能开发出较强的组合画面。

- 快速灵活的画面切换
- 灵活有效的报警方式
- 强大的功能和简单直观的操作方式
- 灵活实用的设置功能
- 实用的管理功能

三、系统结构与配置

系统配置图如下：（插图 1）

本系统是一个基于 PROFIBUS 现场总线的分布式控制系统。系统最低层是设备控制层，主要完成生产设备的现场控制与监测。第二层是监控层，主要完成全厂水处理系统的在线监测，并向设备控制层下达控制指令。第二层向上可连接到公司级管理层 MIS 系统，接收其下达的任务，同时也可向 MIS 系统提供水厂的生产数据。



自动控制系统图

1. 监控层（调度中心）

本系统监控层采用 WinCC 组态软件，它承担了数据管理、工厂数据采集、报警、趋势、数据记录及中文报表等工作。在中央监控室设有大屏幕投影设备和操作员工作站，操作员通过操作终端详细了解全厂生产运行情况，并可下达操作控制指令，指挥全厂生产，实现全厂自动化控制。

调度中心主要完成以下功能：

控制操作：在中央控制室能对全系统被控设备进行在线实时控制，如启停某一设备，手动或自动执行顺序控制，PLC 控制方式的切换及对现场 PLC 参数设定值的修改等。

显示功能：用图形实时地显示各 PLC 站被控设备的运行工况；动态显示水处理工艺流程图，并能在流程图上选择弹出多级细部详图；动态显示各种模拟信号、开关信号、各类累计量信号等的数值和范围清单，通过按钮、开关、信号灯、颜色、百分比、填充等手段实时生动地表示出来。

数据管理：能建立生产数据库、操作信息库、故障信息库。

数据处理：利用实时数据和历史数据，计算主要生产指标，并进行配水电耗和单位配水电耗及成本分析。

报警功能：当某一模拟量（如：流量、压力等）测量值超出给定范围或某一开关量（如：电机启停、阀门开关等）发生变位时，可根据不同的需要发出不同等级的报警。如输入到报警表、屏幕显示报警信息、打印机输出报警信息、声光报警，并可依据报警信息推出相应的动态画面。

报表功能：即时报表、日报表、月报表、年报表。

安全功能：按不同操作级别分级加密，并记录操作人员工号和所有操作信息。

打印功能：可以实现报表和图形打印以及各种事件和报警实时打印。

2. 设备控制层

本系统设备控制层采用西门子 PROFIBUS-DP 现场总线，共分为 8 个 PLC 分控站。

2.1 取水泵房控制站 LCU1

取水泵房控制站为 1#PLC，用于取水泵房的监测。

监测的信号为：阀门工况、水泵工况、断路器分合、温度巡检、吸水井液位、进厂水流量、浊度、PH 值、河水液位等。

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 操作面板 TP27
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 模拟输入模块 6ES73317KF010AB0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备

规格：800×500×2000

机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

2.2 加氯控制站 LCU2

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 操作面板 TP27

- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 模拟输入模块 6ES73317KF010AB0
- 模拟输出模块 6ES73325HD010AB0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备
规格：800×500×2000
机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	4	3	44	26

2.3 预沉池控制站 LCU3

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备
规格：800×500×2000
机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	0	0	16	123

2.4 沉淀池控制站 LCU4

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 模拟输入模块 6ES73317KF010AB0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备
规格：800×500×2000
机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	5	0	32	68

2.5 滤池控制站 LCU5

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 操作面板 TP27
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 模拟输入模块 6ES73317KF010AB0
- 模拟输出模块 6ES73325HD010AB0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备
规格：800×500×2000
机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	9	4	49	22

2.6 鼓风机房控制站 LCU6

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备
规格：800×500×2000
机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	0	0	80	34

2.7 变配电系统及送水泵房控制站 LCU7

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 操作面板 TP27
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 模拟输入模块 6ES73317KF010AB0
- 模拟输出模块 6ES73325HD010AB0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备

规格：800×500×2000

机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	10	2	72	26

2.8 加药控制站 LCU8

——硬件配置

- CPU 315-2DP
- 数字输入模块 6ES73211BL000AA0
- 数字输出模块 6ES73221BL000AA0
- 模拟输入模块 6ES73317KF010AB0
- 模拟输出模块 6ES73325HD010AB0
- 机架 6ES73901AF300AA0
- 机柜及附属设备

规格：800×500×2000

机柜内包括：空开、走线槽、接线端子、接地线、UPS 及报警器等。

——I/O 信号统计

类型	AI	AO	DI	DO
信号类型	4~20mA	4~20mA	24VDC	24VDC
数量	20	6	104	63

四、结束语

本系统自动化程度较高，数据采集量大，控制站多，系统可靠性要求较高。但通过采用 SIEMENS 的产品和技术，系统基本达到设计要求，运行效果较好。

基于西门子 SIMATIC S7-300 的注模工业机器人控制系统

彭 刚 黄心汉 潘炼东 王 敏 胡 剑 陈 标 李健辉

摘要

采用西门子 SIMATIC S7-300 可编程控制器开发了注模工业机器人控制系统。通过替换原有的单板机控制系统，提高了系统自动化水平、可靠性和抗干扰能力。首先介绍了系统的控制对象和控制任务，然后着重探讨了系统的体系结构以及硬件、软件的设计方案和实现。

关键词

可编程控制器，工业机器人，注模，自动控制

1. 引言

过去的工业控制系统，几乎是由清一色的继电器控制回路构成。近年来，由于世界电子技术突飞猛进的发展，特别是微处理器和数字技术的发展已使可编程控制器（简称 PLC）的性能和功能有了很大的提高。PLC 是一种以计算机技术为基础的，专为工业环境设计的数字运算控制装置。具有功能齐全、使用方便灵活、可靠性高、抗干扰能力强及易于维护维修等优点。它不仅可替代传统的继电器控制系统，还可构成复杂的工业过程控制网络，已成为当代工业自动化的主流。

监控系统是生产过程的核心。由 PLC 组成的过程级控制系统，不但要采集现场数据，反映现场设备的状态，更为重要的是能够根据得到的信息自动地控制生产过程的顺利进行，而且当系统出现异常故障时能作出特殊处理。一旦处理结束，要能切换到自动控制状态。本文首先简要地描述了系统的控制对象和控制任务；然后介绍了注模工业机器人控制系统的组成；根据生产过程的工艺流程和要求，讨论系统的体系结构以及硬件、软件的设计方案和实现。

2. 系统概述

机器人是工业自动化的典型实例。在浇注生产线上采用工业机器人可消除繁重的工作、实现好的规律性和浇注质量。原有的注模机器人控制系统采用意大利 CANNON 公司的 Z-80 单板机控制系统。由于使用年限的缘故，系统已经完全老化和落后，加之现场恶劣的环境，经常出现工作异常、不稳定的情况。常常需要人工完成注模工作，不仅劳动强度大，生产效率低，而且不能确保浇注质量，影响生产任务的顺利完成，无法满足生产要求。因此系统的改造势在必行。根据注模工业机器人生产线的功能要求、工艺要求以及安全规范，结合项目所要达到的技术目标，我们采用先进的德国西门子 SIMATIC S7-300 可编程控制器、SIMODRIVE 611A 交流伺服驱动模块以及 1FT5 交流伺服电机，完成注模工业机器人的控制以及浇注全过程的自动控制，确保浇注任务的正常完成。

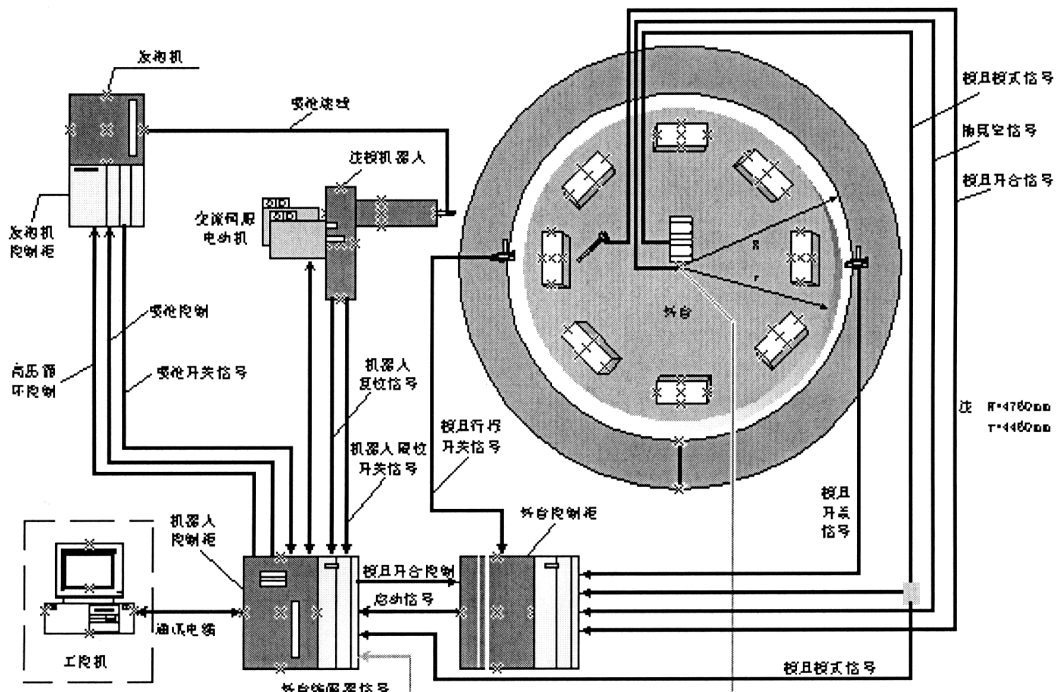
3. 系统组成和工艺流程简介

3.1 系统组成

系统由注模机器人本体及其驱动机构、机器人控制柜、开合模机构、转台及其控制柜、发泡机及其控制柜、工控机和喷枪等组成，系统结构如图 1 所示。

注模机器人具有三个自由度，其驱动装置采用先进的交流伺服控制技术。机械手末端装有一喷枪，用于浇

注 PU 发泡料。在机器人本体上有六个限位开关，以检测动作是否越限，如果越限，则出错指示灯亮，并紧急停车。



机器人控制柜是注模工业机器人控制系统中的核心设备，其作用有：完成机器人的高精度定位控制；根据不同的模具规划相应的浇注路径；对发泡机进行高压循环控制，并控制喷枪的开启向模具中浇注发泡料；控制模具的开合；检测现场各种数字量、开关量；故障报警和状态指示以及完成与上位工控机的通讯等。

发泡机完成发泡原料的合成，经机器人控制柜的高低压循环控制，并配合大小活塞的动作，发泡原料由经喷枪完成浇注任务。

铸台上有种八个发泡模腔和多种开关。发泡模腔用于模具的注模成形。机器人控制柜通过检测各种开关的状态，按照一定的控制流程，使浇注过程有规律的顺利进行。这些开关主要包括模具行程开关、模具模式开关、抽真空开关、模具开合开关以及模具开关等。

3.2 系统工艺流程

工艺过程如图 2 所示。首先清理发泡模腔，使模具腔面光滑以便于喷脱模剂；接着将表皮放入模腔，按压并开真空定位；然后将骨架放入模内，将 PU 发泡料均匀浇入模腔；待合模熟化 4~6 分钟后，开模取件；最后，将零件放入工位器具硬化（后熟化），半小时后再修边并装上附件，经检验合格放入成品架。

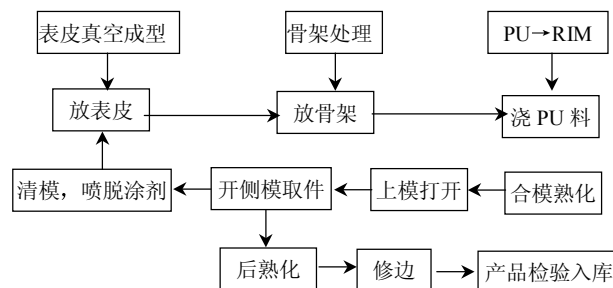


图 2 工艺过程流程图

其中，浇注 PU 发泡料环节直接想象制成品的密度、硬度和产品成本。浇注量和浇注时间应遵循以下几个原则：

1. 通过调整浇注量来控制产品的整体硬度。浇注量即要保证充分填满，又要保证飞边最少；
2. 通过调整浇注量来消除产品的收缩和鼓包等缺陷；
3. 浇注时间应和合模时间互相配合，保证小于发泡机完成高压循环时间。

4. 控制系统硬件配置

在深入分析研究原有系统的结构、注模机器人和工作台的控制性能以及加工工艺流程与要求的基础上，采用先进的交流伺服控制技术和模块化结构，设计和研制了一套能满足注模机器人与旋转工作台控制和注模加工工艺要求的新型注模机器人控制系统。系统主要硬件配置如下：

4.1 PCL 配置

监控系统的 PLC 采用 SIEMENS 的 SIMATIC S7-300，它是一种积木式结构，系统构成和扩展都十分方便。主要配置如下：

1. 中央处理模块（CPU）：选用 CPU314。
2. 数字量输入模块（DI）：选用 SM321，共 3 块（16 点输入/块），处理 41 点输入信号。
3. 数字量输出模块（DO）：选用 SM322，共 2 块（16 点输出/块），处理 26 点输出信号。
4. 功能模块：选用 FM357，完成定位和连续路径控制。
5. 通信模块：选用 CP5611 卡（安装在上位工控机上），RS485 接口。波特率为 187.5K，传输距离可达 50m。完全满足现场需要。
6. 电源模块：选用 PS 307-1E5A，提供系统电源。其他的装置的信号都是通过数字量或开关量点对点入与 PLC 连接。

4.2 交流伺服系统配置

交流伺服系统采用 SIEMENS SIMODRIVE 611A 驱动模块和 1FT5 交流伺服电机。

4.3 工控机配置

工控机采用研华 IPC-610，与 S7-300 可编程控制器构成 PCS 系统。通过 CP5611 卡，以 RS485 方式完成 S7-300 PLC 与工控机的通讯。主要完成下列任务：传送现场监控数据；运行监控；故障记录和排除提示；参数设置；生产数据管理和处理；图形化示教和离线编程。

5. 控制系统软件构成

系统软件包括下位机 PLC 控制软件和上位机人机界面软件。组态软件为 STEP7 V5.0 及 WINCC V5.0。其中，STEP7 V5.0 完成系统组态和编程；WINCC V5.0 用于系统现场监控，实现人机界面。

5.1 下位机 PLC 控制软件

下位机 PLC 控制软件用来完成生产工艺的全部任务，该软件开发的好坏直接关系到自动化工程的成败问题。采用 SIEMENS 公司 STEP7 V5.0 工具包开发梯形图控制软件。

系统主要输入输出信号时序如图 3 所示。

1. 转台向机器人控制柜传送模具模式信号
2. 机器人控制柜向发泡机发出高压循环控制信号

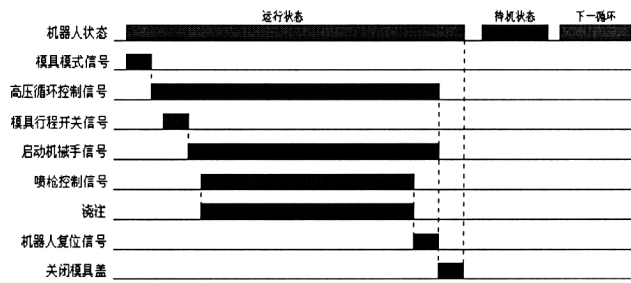


图3 系统主要输入输出信号时序图

3. 转台向机器人控制柜传送模具行程开关信号
4. 机器人控制柜向机器人发出启动信号，机械手到达第一浇注点
5. 机器人控制柜向发泡机发出喷枪控制信号，根据模具模式，按预先设定的浇注程序完成浇注
6. 浇注完毕，机械手回原点，向机器人控制柜发出复位信号
7. 机器人控制柜向发泡机发出退出高压循环状态
8. 机器人控制柜向转台发出关闭模具模腔信号，结束此循环。

根据以上注模机器人控制系统的主要 I/O 信号时序和互相关系，写出 PLC 各输出和输入信号的逻辑关系，再由逻辑关系转化为梯形图。PLC 控制程序的总体结构框图如图 4 所示。

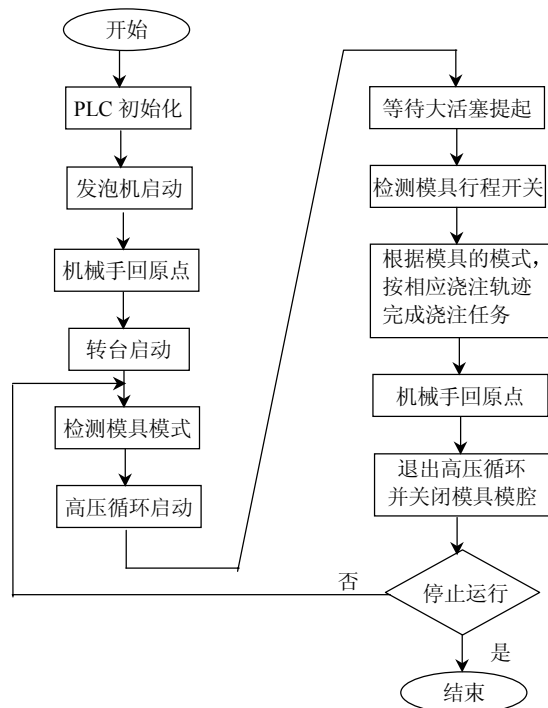


图4 PLC 控制程序结构框图

5.2 上位机人机界面软件

上位工控机人机界面软件在 WIN98 环境下运行，利用组态软件 WINCC V5.0 提供的驱动程序，通过 CP5611 卡与下位 S7-300 PLC 进行数据通讯，包括数据采集和发送数据/指令；下位 S7-300 PLC 则通过 MPI 接口与上位工控机交换数据，这种方式使通讯程序和组态软件构成一个完整的系统，保证了系统高效率地运行。

通过人机界面,可实现对整个系统的动态监控管理,故障报警,工况记录和机器人图形示教等功能。包括:

1. 形象直观的现场监控画面。可对现场进行概貌显示、工况模拟显示以及故障声光报警等。
2. 参数设置画面。提供了进行参数调整的友好界面,是操作者进行参数修改和设定的环境。
3. 故障记录画面。记录运行过程中的异常故障,并把相关信息存放在故障数据库中。
4. 数据管理和分析画面。通过建立生产数据库和故障数据库,存储生产原始数据,供统计分析用。如计算模具的生产总量、各种模具的生产量、故障次数等。
5. 机器人示教画面。通过图形化的示教画面,使操作者可以轻松地对注模机器人进行示教。

4. 结论

注模工业机器人控制系统构成复杂,控制任务多,逻辑繁琐。即要实现对机器人的控制、浇注路径的规划、高精度的定位控制,又要完成现场各种数字量、开关量的检测以及对周边设备,如发泡机,转台的控制。采用功能强、安全系数高的德国 SIEMENS SIMATIC S7-300 可编程控制器,研制开发的注模机器人控制系统完全能满足机械手与旋转工作台的控制和注模工艺的要求,实现了注模工业机器人的自动控制以及浇注全过程的协调控制,系统性能优良,操作使用方便可靠,确保了浇注任务的正常完成。与原有系统相比,整个系统设计更加合理先进、可靠性高,并且节省了维修开支,经济效益十分显著。

而且,通过的预留通信接口,可与工业以太网或现场总线,如 PROFIBUS 的互联,构成分布式测控系统,实现无人监控,提高生产管理水平。

西门子(中国)有限公司

北京

北京市朝阳区望京中环南路7号
邮政信箱:8543
邮编: 100102
电话: 010-64721888
传真: 010-64739213

上海

上海市浦东新区浦东大道1号
中国船舶大厦7-11楼
邮编: 200120
电话: 021-58882000
传真: 021-58793104

广州

广州市先烈中路69号
东山广场16-17层
邮编: 510095
电话: 020-87320088
传真: 020-87320084

沈阳

沈阳市和平区南京北街206号
城市广场写字楼第二座14-15层
邮编: 110001
电话: 024-23341110
传真: 024-23341107

大连

大连市西岗区新开路99号
珠江国际大厦1809-1810室
邮编: 116011
电话: 0411-3699760/3609638
传真: 0411-3609468

武汉

武汉市汉口江汉区建设大道709号
建银大厦18楼
邮编: 430015
电话: 027-85486688
传真: 027-85486668

成都

成都市人民南路二段18号
川信大厦18/17楼
邮编: 610016
电话: 028-6199499
传真: 028-6199355

重庆

重庆市渝中区邹容路68号
大都会商厦18层08A-11
邮编: 400010
电话: 023-63828919
传真: 023-63702886

昆明

昆明市青年路395号
邦克大厦26楼
邮编: 650011
电话: 0871-3158080
传真: 0871-3158093

深圳

深圳市深南大道6008号
深圳特区报业大厦28层南A,B区
邮编: 518009
电话: 0755-3516188
传真: 0755-3516527

福州

福州市东街96号
东方大厦15楼
邮编: 350001
电话: 0591-7500888
传真: 0591-7500333

厦门

福建省厦门市嘉禾路321号
汇腾大厦15-02室
邮编: 361012
电话: 0592-5201408
传真: 0592-5204535

济南

山东省济南市泺源大街22号
中银大厦18楼
邮编: 250063
电话: 0531-6998118/6413984
传真: 0531-6413242

西安

中国西安长乐西路8号
香格里拉金花饭店310/312室
邮编: 710032
电话: 029-3245666
传真: 029-3248000

长春

吉林省长春市西安大路9号
长春香格里拉大饭店809室
邮编: 130061
电话: 0431-8981100
传真: 0431-8981087

长沙

湖南省长沙市五一一路160号
银华大厦2218室
邮编: 410011
电话: 0731-4411115
传真: 0731-4414722

南京

南京中山东路90号
华泰证券大厦20层
邮编: 210002
电话: 025-4560550
传真: 025-4511612

杭州

杭州市延安路511号
元通大厦518室
邮编: 310006
电话: 0571-85100416
传真: 0571-85067942

天津

天津市河西区南京路20号
金皇大厦3320室
邮编: 300202
电话: 022-23322525
传真: 022-23328833

青岛

青岛市香港中路76号
青岛颐中假日酒店写字楼707室
邮编: 266071
电话: 0532-5735888/5718888
传真: 0532-5769963

无锡

无锡市中山路218号
无锡锦江大酒店25楼
邮编: 214002
电话: 0510-2736868
传真: 0510-2768481

哈尔滨

哈尔滨市香坊区中山路93号
保利科技大厦511室
邮编: 150036
电话: 0451-2393128
传真: 0451-2282828

乌鲁木齐

乌鲁木齐市西北路39号
邮编: 830000
电话: 0991-4581660
传真: 0991-4581661

JVS

售后服务中心
西门子工厂自动化工程有限公司
北京市朝阳区东直门外京顺路7号
邮编: 100028
电话: 010-64610005
传真: 010-64632976

SIAS

上海西门子工业自动化有限公司
上海市延安西路1599号
怡翔大楼5层
邮编: 200050
电话: 021-32200899
传真: 021-62135538

技术培训

北京: 010-64721888-3718
010-64392860
上海: 021-62132050-306
广州: 020-87320088-2279
武汉: 027-85486688-6601
哈尔滨: 0451-6413050
重庆: 023-63828919-25

技术资料

北京: 010-64721888-3726

技术支持

北京
电话: 010-64738566
传真: 010-64731096
E-mail: adcs@pek1.siemens.com.cn
上海: 021-58795255
广州: 020-87323967
成都: 028-6200939
大连: 0411-3699760-40

用户咨询热线

电话: 010-64731919
E-mail: calldesk@pek1.siemens.com.cn

www.ad.siemens.com.cn

如有变动, 恕不事先通知

西门子(中国)有限公司

订号: E20001-H5120-C400-X-5D00
1437-905105-0402

