

基于 S7-300 与 MM440 间 DP 通讯的 三相交流电机控制系统设计

1 分析被控对象与明确控制任务

1.1 分析被控对象

本次实验目的是建立 S7-300 与 MM440 变频器的 PROFIBUS-DP 通讯,通过 PLC 对变频器进行操作,从而使变频器能够按预期目的对电机进行控制。

该系统的被控对象为西门子厂商的三相交流异步电动机,主要铭牌参数如表 1 所示。

表 1 三相异步电动机主要参数

型号 3~Mot 1LA7083-4AA10			
额定频率	50Hz	额定功率因素	0.80
功率	0.75KW	额定转速	1395r/min
接线方式	三角型 Δ	星型 Y	
额定电压	230V	400V	
额定电流	3.36A	1.93A	
电压范围	220V~240V	380~420V	
电流范围	3.72A~3.82A	2.12A~2.17A	

此次实验的三相交流电源从变频器引至电动机,电动机采用星型接线方式。三相交流电源在进入变频器前使用断路器和接触器将电源与变频器隔开,并用 ET200M 的一个 DI 口控制该接触器的开合。

系统接线总体结构图如图 1.1 所示。

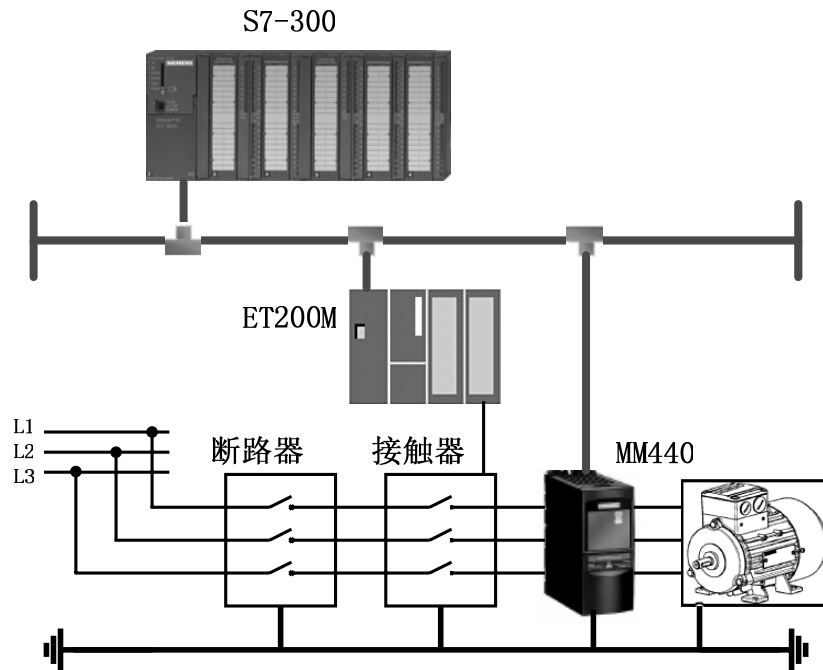


图 1.1 系统接线总体结构图

1.2 明确控制任务

控制任务是 S7-300 通过 DP 通讯口，操作 MM440，实现电机的启动、停机、正转、反转、变速和正反向点动，并读取电机当前电压、电流及频率值。

2 控制任务的分解与被控对象的描述

2.1 控制任务的分解

可以按通讯的性质将控制任务划分为两大部分。

第一部分是 S7-300 通过 DP 控制 MM440 参数，以实现电机的启动、停机、正转、反转、变速和正反向点动。

第二部分是 S7-300 通过 DP 读取 MM440 参数，读取控制电压、电流及频率。

2.2 被控对象的描述

对电动机的操作工艺流程图如图 2.1 所示，可以完成启动、停机、正转、反转、变速及正反向点动功能，操作面板使用触摸屏实现。

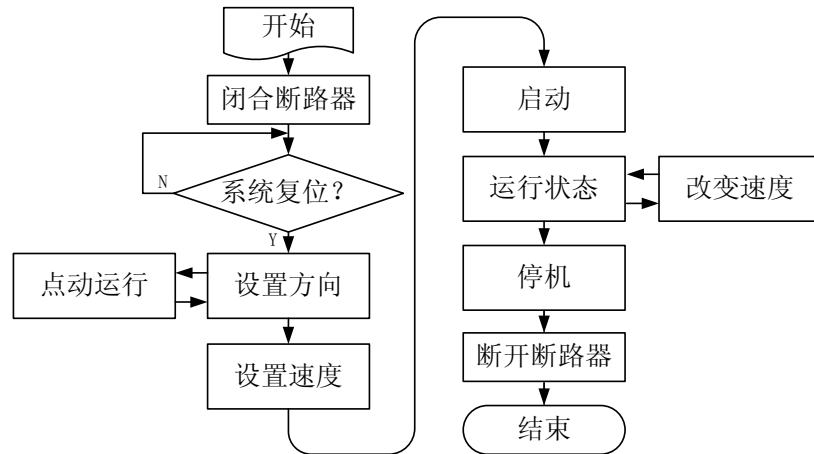


图 2.1 操作工艺流程图

3 系统硬件设计

3.1 操作面板设计

操作面板使用触摸屏实现，主要由操作部件和显示部件组成。使用 Wincc Flexible 实现的控制面板如图 3.1、图 3.2 以及图 3.3 所示。

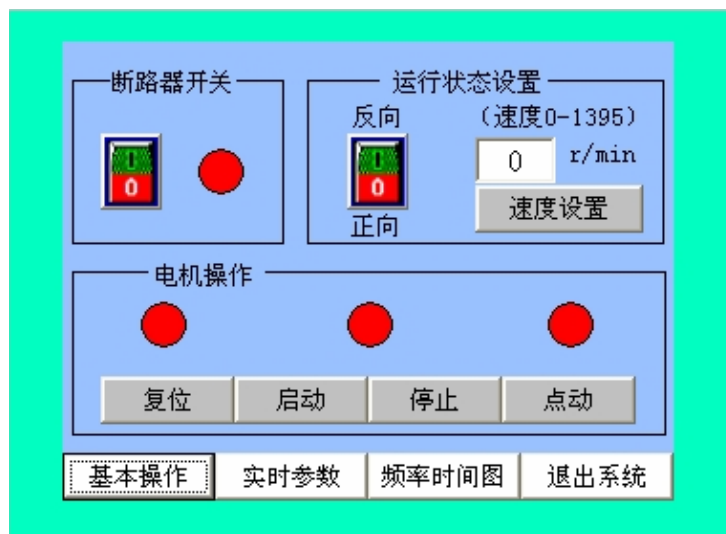


图 3.1 基本操作面板

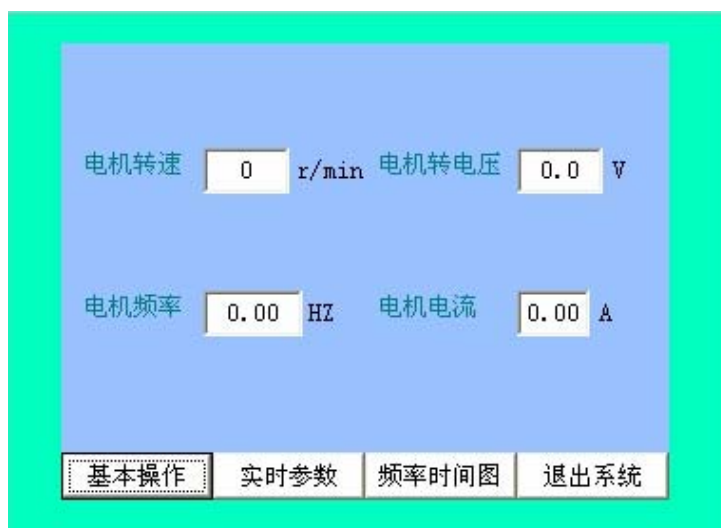


图 3.2 实时参数面板

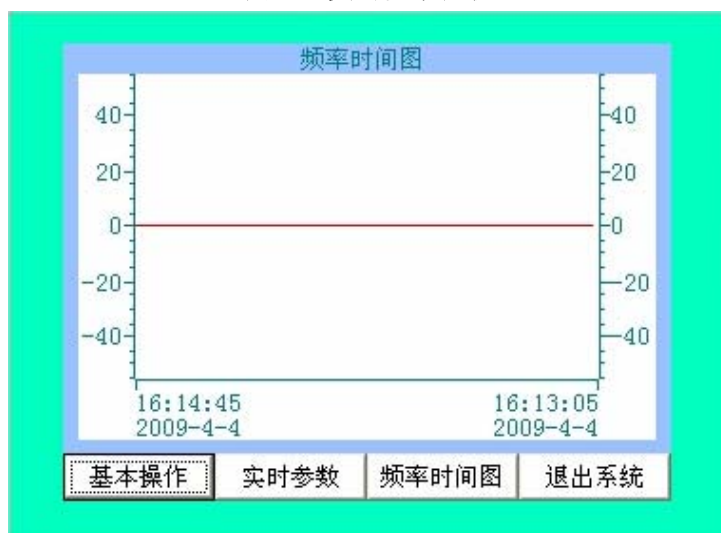


图 3.3 频率时间图面板

1. 操作部件

- 断路器开关
闭合时断路器闭合，断开时断路器断开；
- 复位按钮
对系统进行一次初始化，并建立通讯；
- 转向设置开关
闭合时电机转向为正向，断开时点击转向为反向；
- 预设速度框
用来填入希望达到的速度；
- 设置速度按钮
使预设速度生效；
- 启动按钮

使电机按设置速度启动；

- 停机按钮

使电机停转；

- 点动按钮

按下时，电机按设定方向以变频器中设置的固定速度转动，放开即停机；

2. 显示部件

- 断路器状态灯

反映断路器当前状态，闭合亮，断开灭；

- 电机运行指示灯

反映电机运行状态，运行时亮，停止时灭；

- 电机转速表

显示电机当前速度；

- 电机电压表

显示电机当前电压；

- 电机电流表

显示电机当前电流；

- 变频器频率表

显示变频器当前输出频率；

- 频率时间图（f-t 图）

纵轴为频率，横轴为时间，用来绘制频率历史曲线，频率与速度成正比。

3.2 实验室系统硬件结构设计

实验室系统硬件总体结构设计如图 3.4 所示。由三部分组成：监控单元、控制单元和现场设备。

1. 监控单元

使用西门子的 SIMATIC PANEL 触摸屏实现。

2. 控制单元

使用 S7-300 和 MM440 实现对电机的控制。

3. 现场设备

三相异步交流电动机。

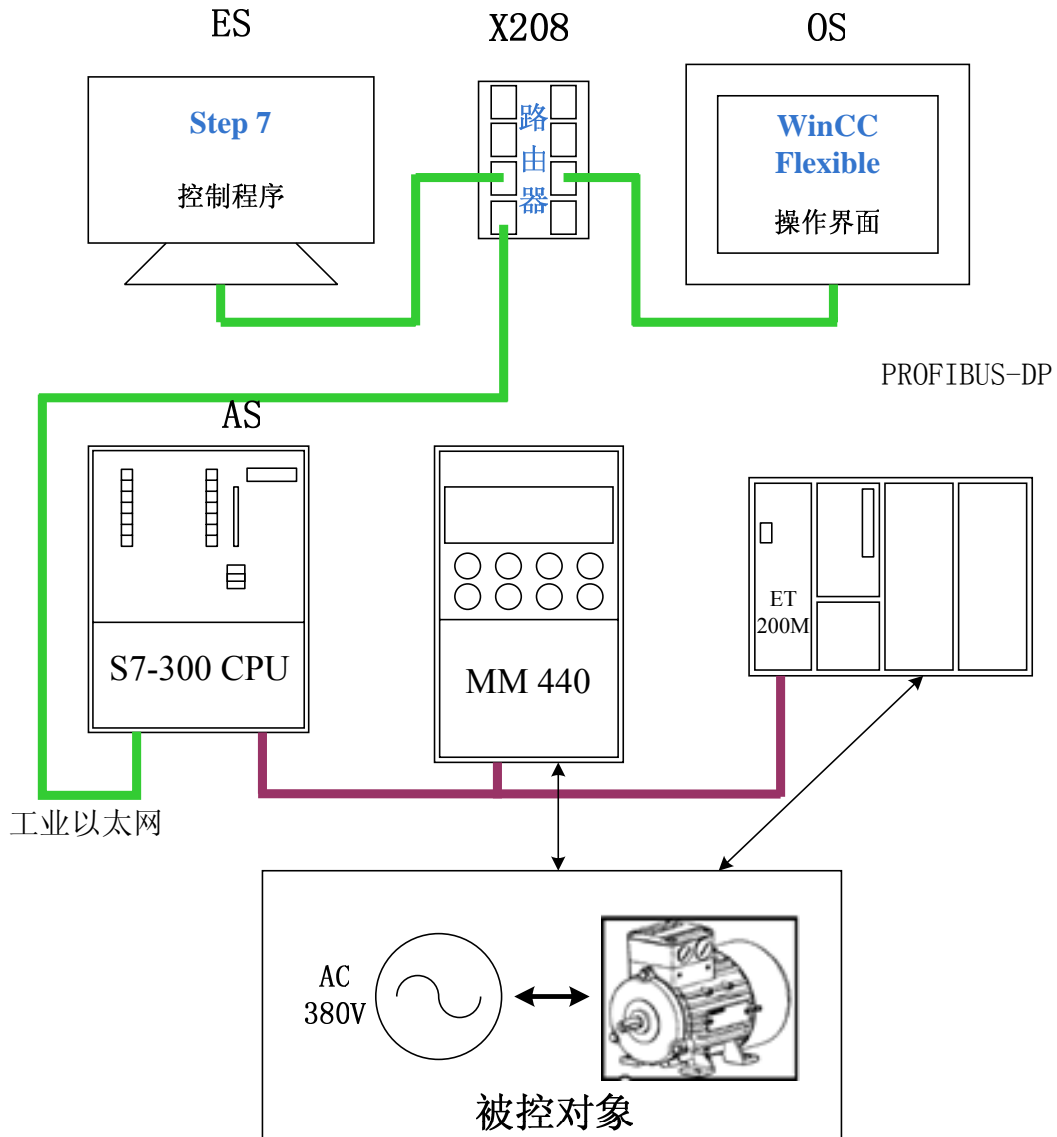


图 3.4 实验室系统硬件总体结构图

3.3 系统硬件组态

1. 组态主站

打开 SIMATIC MANAGER，通过 FILE 菜单选择 NEW 新建一个项目，在 NAME 栏中输入项目名称，将其命名为 S7300_MM440，在下方的 Storage Location 中设置其存储位置，如图 3.5 所示。项目屏幕的左侧选中该项目，在右键弹出的快捷菜单中选择 Insert New Object 插入 SIMATIC 300 Station，如图 3.6 所示，可以看到选择的对象出现在右侧的屏幕上。

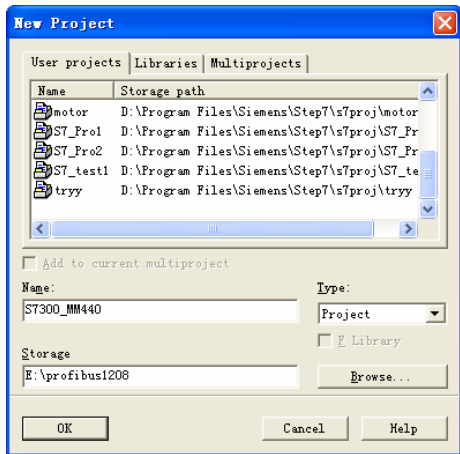


图 3.5 新建项目

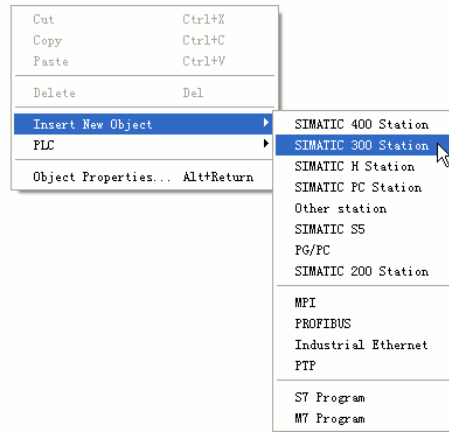


图 3.6 插入 S7-300 站

双击 MPI/DP 槽，在弹出窗口“Interface”→“Type”中选择“PROFIBUS”，然后点击“Properties”，如图 3.7 所示点击“New”新建一条 DP 总线，并设置地址为 2。点击“Properties”，弹出如图 3.8 所示窗口，选择 DP 类型，并设置传输速率为 1.5Mbps。

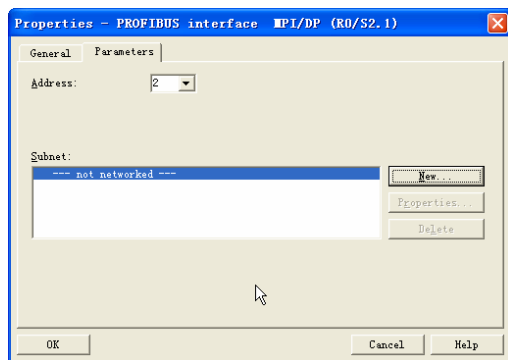


图 3.7 新建 PROFIBUS 总线

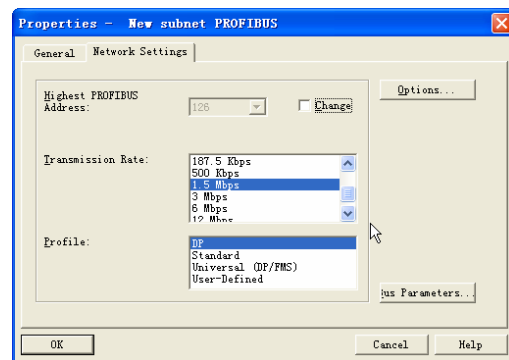


图 3.8 设置属性

打开 SIMATIC 300 Station，然后双击右侧生成的 Hardware 图标，在弹出的 HW config 中进行组态，在菜单栏中选择“View”选择“Catalog”打开硬件目录，按订货号和硬件安装次序依次插入机架、电源、CPU 以及 I/O 模块，如图 39 和图 3.10 所示。

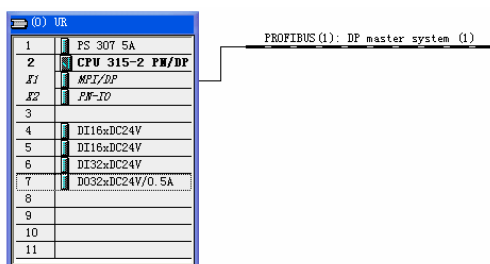


图 3.9 组态主站

S...	Module	Order number	F...	M...	I...	Q...
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EH13-0AB0	V2.3			
3	MPI/DP				2047*	
4	FM-IO				2046*	
5	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			8...7	
6	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			4...5	
7	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			0...3	
8	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				0...3

图 3.10 各模块详细信息

此处不需要对触摸屏进行组态，其组态在 Wincc Flexible 里完成。

2. 组态从站

在 DP 总线上挂上远程 I/O 模块，设置从站地址为 3，并在其上加入相应 I/O 模块。

在 DP 总线上挂上 MM440，并组态 MM440 的通讯区，通讯区与应用有关。MM440 采用通用串行接口协议，其报文结构将在软件部分讲述。由程序操作的通讯数据通过参数标识符值 PKW 和过程数据 PZD 传递，最长使用的是中 PKW 为 4 个字（8 个字节），PZD 为 2 个字（4 个字节）的固定长度报文，即 PPO1 类型，因此组态 MM440 的地址分别对应读写 PKW 和 PZD。

组态 MM440 步骤如下：

- ① 打开硬件组态，在右侧选择“PROFIBUS DP”→“SIMOVERT”→“MICROMASTER 4”，添加到 DP 总线上，如图 3.11。
- ② 在弹出窗口中选择地址为 4，如图 3.12 所示。
- ③ 选择“MICROMASTER 4”→“4 PKW, 2 PZD (PPO 1)”，添加到从站中，如图 3.13 所示。
- ④ 从站组态完成，设置地址，PKW 读为 IB288~IB295，PZD 读为 IB296~IB299，PKW 写为 QB272~QB279，PZD 写为 QB280~QB283，如图 3.13。

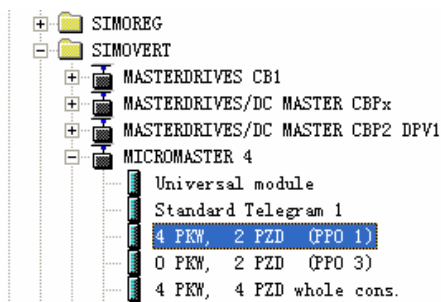


图 3.11 插入 MM440 从站

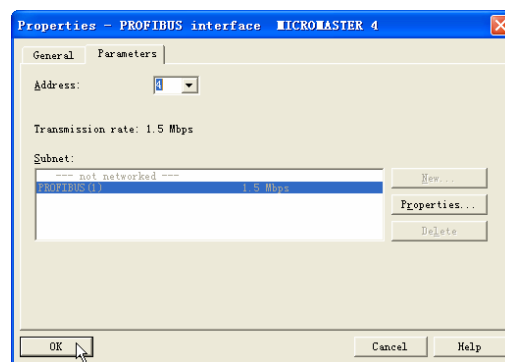


图 3.12 设置 MM440 从站地址

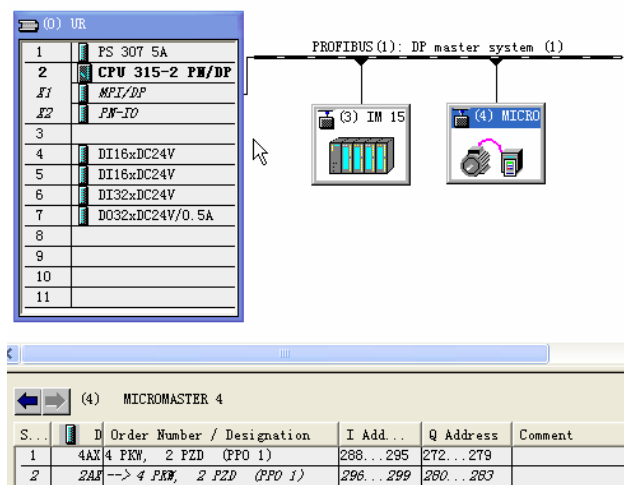


图 3.13 组态从站

3.4 MM440 参数设置

使用变频器前应该先进行相关参数的设置，包括快速调试以及通讯相关参数设置。

进行快速设置时应将 P0010 设置为 1，并设置 P0003 来改变用户访问级，最后将 P3900 设置为 1，完成必要的电动机参数计算，并使其它所有的参数恢复为工厂设置。快速设置参数如表 3.1 所示。

表 3.1 快速设置参数表

P0003	参数	内容	缺省值	设置值	说明
1	P0100	使用地区	0	0	欧洲：功率单位 KW 频率缺省值 50Hz
3	P0205	应用领域	0	0	恒转矩
2	P0300	电机类型	1	1	异步电动机
1	P0304	额定电压	230	400	额定电压为 400V
1	P0305	额定电流	3.25	1.93	额定电流为 1.93A
1	P0307	额定功率	0.75	0.75	额定功率为 0.75KW
2	P0308	功率因素	0.00	0.80	$\cos\phi=0.80$
2	P0310	额定频率	50.00	50.00	额定频率为 50.00Hz
1	P0311	额定速度	0	1395	额定速度为 1395r/min
3	P0320	磁化电流	0.0		由变频器自行计算
2	P0335	冷却方式	0	0	自冷
2	P0640	过转因子	150	150	电机过载电流限幅值为

					额定电流的 150%
1	P0700	命令源	2	6	COM 链路的通讯板 (CB) 设置
1	P1000	频率设定选择	2	6	通过 COM 链路的 CB 设定
1	P1080	最小频率	0.00	0.00	允许最低的电动机频率
1	P1082	最高频率	50.00	50.00	允许最高的电动机频率
1	P1120	斜坡上升时间	10.00	10.00	电机从静止状态加速到最高频率所用的时间
1	P1121	斜坡下降时间	10.00	10.00	电机从最高频率减速到静止状态所用的时间
2	P1135	OFF3 斜坡下降时间	5.00	5.00	参数发出 OFF3 命令后, 电机从最高频率减速到静止状态所用的时间
2	P1300	电机控制方式	0	0	线性特性的 V/f 控制
2	P1500	转矩设定值	0	0	无主设定值
2	P1910	自动检测方式	0	0	禁止自动检测方式

与通讯配置相关参数设置如表 3.2 所示, 参数由 P0003 和 P0004 过滤。

表 3.2 通讯配置参数表

P0003/ P0004	参数	内容	缺省值	设置值	说明
2/20	P0918	PROFIBUS 地址	3	4	地址值为 4
3/7	P719	命令和频率 设定值的选择	0	0	命令和设定值都 使用 BICO
2/20	P927	参数修改设置	15	15	使能 DP 接口更改参数

4 系统软件设计

4.1 MM440 通讯协议

MM440 采用 PROFIBUS-DP 与 S7-300 连接, 在 DP 现场总线上使用的是 PROFIBUS-DP 协议, MM440 中通过选择通讯面板 (CB) 来实现该功能, 下面

将对两者间通讯相关帧内容进行介绍。

4.1.1 通讯帧的结构

在变频器 DP 现场总线控制系统中，S7-300 与 MM440 间用户数据交换的帧主要使用的是有可变数据字段长度的帧（SD2），它分为协议头、用户数据和协议尾，如图 4.1 所示，其中用户数据属于我们需要了解的。

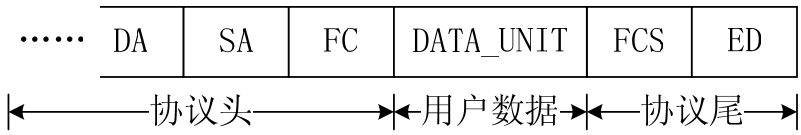


图 4.1 通讯帧的结构

4.1.2 用户数据详细说明

用户数据结构被指定为参数过程数据对象（PPO），有的用户数据带有一个参数区域和一个过程数据区域，而有的用户数据仅由过程数据组成。变频器通讯概要定义了 5 种 PPO 类型，如图 4.2 所示。

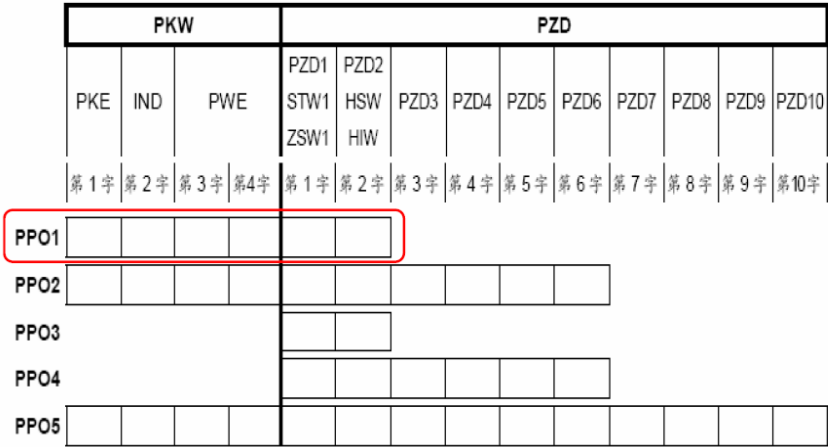


图 4.2 用户数据结构

MM440 仅支持 PPO 型 1 和型 3，此处选取的是通讯的 PPO1 类型，包含 4 个字的 PKW 数据和 2 个字的 PZD 数据，数据格式如图 4.3 所示。下面介绍分别数据类型的具体内容。

PKW				PZD	
PKE	IND	PWE		PZD1 STW ZSW	PZD2 HSW HIW
第1字	第2字	第3字	第4字	第1字	第2字

PKW: 参数标识符值

STW: 控制字

PZD: 过程数据

ZSW: 状态字

PKE: 参数标识符

HSW: 主设定值

IND: 索引

HIW: 主实际值

PWE: 参数值

图 4.3 PPO1 类型数据格式

1. PKW区

PKW 区前两个字 PKE 和 IND 的信息是关于主站请求的任务或应答报文，PKW 区的第 3、第 4 个字规定报文中要访问的变频器的参数。P2013 选择可变长度模式（默认值 127），主站只发送 PKW 区任务所必需的字数，应答报文的长度也只是需要多长就用多长，这里主站只使用 4 个字 PKW。

(1) PKE

该字的结构如表 1 所示。其中 AK 标识分任务和应答模式，表 2 仅列出常用的表示说明。PNU 存放要访问的变频器的参数号，当参数超过一定范围时，还以 IND 中数据位索引。

表 4.1 PKE 字结构

位	标识	功能
15-12	AK	任务或应答识别标记 ID
11	SPM	保留为 0
10-0	PNU	基本参数号

表 4.2 任务 AK 说明

AK	说明
1	请求参数数值
2	修改参数数值（单字）
3	修改参数数值（双字）

表 4.3 应答 AK 说明

AK	说明
2	传送参数数值（单字）
3	传送参数数值（双字）

表 4.4 IND 说明

位	说明
15-12	PNU 扩展
11-8	保留为 0
7-0	下标

(2) IND

PNU 扩展以 2000 个参数为单位，大于等于 2000 则加 1。下标用来索引参数下标，没有值则取 0。

(3) PWE

PWE 的两个字是被访问参数的数值 MICROMASTER4 的参数数值，它包含有许多不同的类型，包括整数、单字长、双字长、十进制数浮点数以及下标参数，参数存储格式和 P2013 的设置有关，可参见变频器手册。

(4) 举例

① 读出参数 P0700(700=02BChex)的数值；

PLC→MICROMASTER4（请求）：12BC000000000000

MICROMASTER4→PLC（应答）：12BC00000002

应答报文告诉我们 P0700 是一个单字长的参数数值为 0002 hex。

② 读出参数 P2010[下标 1] (2010=00A 和 IND 的位 15 置 1)的数值；

PLC→MICROMASTER4（请求）：100A800100000000

MICROMASTER4→PLC（应答）：243A000042480000

应答报文告诉我们这是一个双字长参数数值为 42480000（IEEE 浮点数），可以转换为十进制数形式显示。

③ 把参数 P1082 的数值修改为 40.00 (40.00=42200000 IEEE 浮点数)；

Step1

PLC→MICROMASTER4（请求）：143A000000000000

MICROMASTER4→PLC（应答）：243A000042480000

应答识别标志 2 表明这是一个双字参数，所以我们必须采用任务识别标志 3 修改参数数值双字。

Step2

PLC→MICROMASTER4（请求）：343A000042200000

MICROMASTER4→PLC（应答）：243A000042200000

确认这一参数的数值已修改完毕。

2. PZD区

通讯报文的 PZD 区是为控制和监测变频器而设计的，可通过该区写控制信息和控制频率，读状态信息和当前频率。

(1) STW

当通过 PLC 对变频器写入 PZD 时，第 1 个字为变频器的控制字，其含义如表 5 所示。一般正向启动时赋值 0X047E，停止时赋值 0X047F。

表 4.5 控制字说明

位	功能	0	1
00	On(斜坡上升)/OFF1(斜坡下降)	否	是
01	OFF2：按惯性自由停车	是	否
02	OFF3：快速停车	是	否
03	脉冲使能	否	是
04	斜坡函数发生器(RFG) 使能	否	是
05	RFG 开始	否	是
06	设定值使能	否	是
07	故障确认	否	是
08	正向点动	否	是
09	反向点动	否	是
10	由 PLC 进行控制	否	是
11	设定值反向	否	是
12	未使用		
13	用点动电位计(MOP)升速	否	是
14	用 MOP 降速	否	是
15	本机/远程控制	P0719 下标 0	P0719 下标 1

(2) HSW

当通过 PLC 对变频器写入 PZD 时，第 2 个字为主设定值，即设定的变频器主频率。如果 P2009 设置为 0，数值是以十六进制数的形式发送，如果 P2009 设置为 1 数值是以绝对十进制数的形式发送。

ZSW

当通过 PLC 读变频器 PZD 时，第 1 个字为变频器状态字，其含义如表 4.6 所示。

表 4.6 状态字说明

位	功能	0	1
00	变频器准备	否	是
01	变频器运行准备就绪	否	是
02	变频器正在运行	否	是
03	变频器故障	否	是

04	OFF2 命令激活	是	否
05	OFF3 命令激活	否	是
06	禁止 on(接通)命令	否	是
07	变频器报警	否	是
08	设定值/实际值偏差过大	是	否
09	PZDI(过程数据)控制	否	是
10	已达到最大频率	否	是
11	电动机电流极限报警	是	否
12	电动机抱闸制动投入	是	否
13	电动机过载	是	否
14	电动机正向运行	否	是
15	变频器过载	是	否

(3) HIW

当通过 PLC 对变频器写入 PZD 时，第 2 个字为运行参数实际值，通常把它定义为变频器的实际输出频率，通过 P2009（如上所述）进行规格化。

(4) 举例

① 正向运行，频率 40.00Hz；

Step1

PLC→MICROMASTER4（请求）：047E3333

MICROMASTER4→PLC（应答）：FB310000

设置速度，并检测变频器是否处于准备运行状态，应答数据提示我们，当前频率状态正常，方向设置为正向，并且速度为 0。

Step2

PLC→MICROMASTER4（请求）：047F3333

发送控制命令，启动变频器控制电机。

② 变频器正向点动；

Step1

PLC→MICROMASTER4（请求）：047E0000

MICROMASTER4→PLC（应答）：FB310000

检测变频器是否处于准备运行状态，应答数据提示我们，当前频率状态正常，方向设置为正向，并且速度为 0。

Step2

PLC→MICROMASTER4（请求）：057E0000

发送命令，使点动机点动运行，正向点动运行频率由 P1058 决定。

4.2 PLC 控制程序设计

电机操作包含复位、启动、停机、点动以及电机状态的读取，可将程序按不同电机操作划分程序。为使程序更容易理解，下面将首先对与程序相关的内容进行介绍，接着总体阐述各部分间的逻辑关系，然后对每部分分别进行详细介绍。

4.2.1 SFC14、SFC15 介绍

许多复杂功能的 DP 从站，如闭环控制器或电气驱动等，它们通常不能用简单的数据结构来完成这些任务，这些 DP 从站需要更大的输入和输出区域，而且在这些 I/O 区域中的信息常常是相连不可分割的。并且 STEP7 中的 I/O 存取命令不允许用单字节、单字或双字命令去存取具有 3 个或大于 3 字节的相连续的 DP 数据区域（模块）。因此，为了存取这种封闭结构的相连续的数据区域，使用系统功能函数 SFC 14(DPRD_DAT)和 SFC 15(DPWR_DAT)。

为了读一个 DP 从站相连续的输入数据区域，使用系统功能函数 SFC 14(DPRD_DAT)。如果一个 DP 从站有若干个相连续的输入模块，则必须为所要读的每个输入模块分别安排一个 SFC14 调用。表 4.7 中列出了 SFC14 的输入和输出参数。

表 4.7 SFC14 参数表

参数	说明	数据类型	存储器区域	描述
LADDR	INPUT	WORD	I,Q,M,D,L(不变的)	用 HW Config 组态的 DP 从站的输入模块开始地址规定。 (十六进制格式)
RECORD	OUTPUT	ANY	I,Q,M,D,L	所要存储用户数据的目的区域
RET_VAL	OUTPUT	INT	I,Q,M,D,L	SFC 状态返回值

SFC15 用来输出连续数据区域，输入和输出参数与 SFC15 相似，LADDR 为目的输出数据地址，RECORD 为希望输出数据存储区。

返回值 RECORD 可以用来判断读写数据是否发生错误,以及发生何种错误,如果无错误发生,返回值为 W#16#0000,其它状态可参阅手册说明。

4.2.2 数据块 DB1

S7-300 与 MM440 的通讯主要是对 4 个字 PKW 和 2 个字 PZD 进行读写,为使程序编写更为方便,可在程序中开辟一块静态存储空间,即 DB1,用来存放要读写的数据,数据块格式与 PKW 和 PZD 的结构相似,如图 4.4 所示,读写区域分开。

Address	Name	Type	Initial value
0.0		STRUCT	
+0.0	PKE_R	WORD	W#16#0
+2.0	IND_R	WORD	W#16#0
+4.0	PKE1_R	WORD	W#16#0
+6.0	PKE2_R	WORD	W#16#0
+8.0	PZD1_R	WORD	W#16#0
+10.0	PZD2_R	WORD	W#16#0
+12.0	PKE_W	WORD	W#16#0
+14.0	IND_W	WORD	W#16#0
+16.0	PKE1_W	WORD	W#16#0
+18.0	PKE2_W	WORD	W#16#0
+20.0	PZD1_W	WORD	W#16#0
+22.0	PZD2_W	WORD	W#16#0
=24.0		END_STRUCT	

图 4.4 OB1 结构图

4.2.3 程序总体设计

程序总体流程图如图 4.5 所示,PLC 上电后程序开始循环执行,断路器闭合后,进行复位操作,即可对电动机进行相应控制,同时 T1 以 0.5s 的频率触发,刷新当前电压、电流以及频率值。

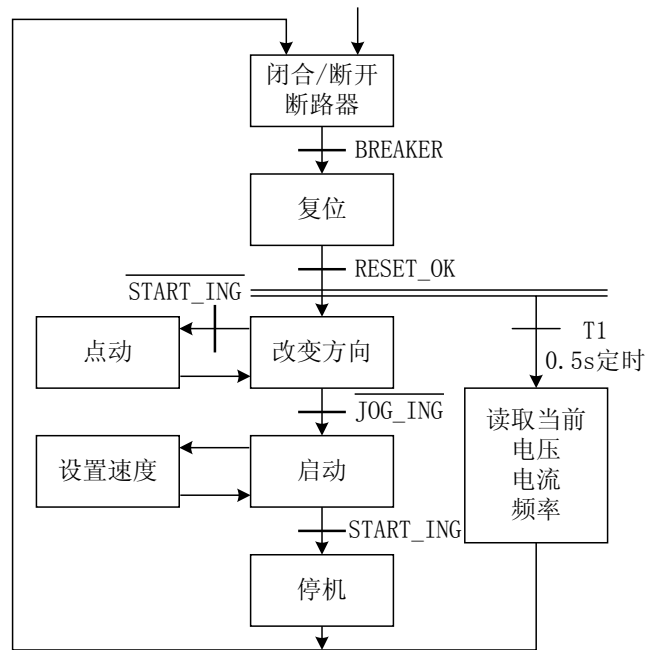


图 4.5 程序总体流程图

4.2.4 程序符号表

在 Step 编写的符号表如图 4.6 所示。

Symbol	Address	Data typ	Comment
TURN_ON	M 30.0	BOOL	断路器关
RESET	M 30.1	BOOL	复位
RESET_SEND	M 30.2	BOOL	触发初始化通讯
RESET_OK	M 30.3	BOOL	复位完成
FORWORD_BACKWORD	M 30.5	BOOL	0正转/1反转
START	M 31.0	BOOL	启动
START_SEND1	M 31.1	BOOL	触发启动通讯1
START_ING	M 31.2	BOOL	电机运行中
START_SEND2	M 31.3	BOOL	触发启动通讯2
SET_SPEED	M 31.4	BOOL	设置速度
SET_SPEED_SEND	M 31.5	BOOL	触发设置速度通讯
STOP	M 32.0	BOOL	停机
STOP_SEND	M 32.1	BOOL	触发停机通讯
JOG	M 32.2	BOOL	点动
JOG_UP	M 32.3	BOOL	点动开始脉冲
JOG_DOWN	M 32.4	BOOL	点动结束脉冲
JOG_ING	M 32.5	BOOL	点动状态
VOLTAGE_SEND	M 33.1	BOOL	触发读取电压通讯
CURRENT_SEND	M 33.2	BOOL	触发读取电流通讯
FREQUENCE_SEND	M 33.3	BOOL	触发读取频率通讯
ZERO_SPEED	M 33.4	BOOL	速度为0状态
VOLTAGE	MD 40	REAL	电压
CURRENT	MD 44	REAL	电流
FREQUENCE	MD 48	REAL	频率
S_F	MD 60	DINT	中间换算存储区
SP_REAL	MD 64	REAL	中间换算存储区
SPE_FRE	MW 34	INT	速度值
SPEED	MW 36	INT	设置速度值
CUR_SPEED	MW 38	INT	实时速度
CYCL_EXC	OB 1	OB 1	通讯数据块
BREAKER	Q 4.0	BOOL	断路器
DPRD_DAT	SFC 14	SFC 14	读DP从站数据
DPWR_DAT	SFC 15	SFC 15	写DP从站数据

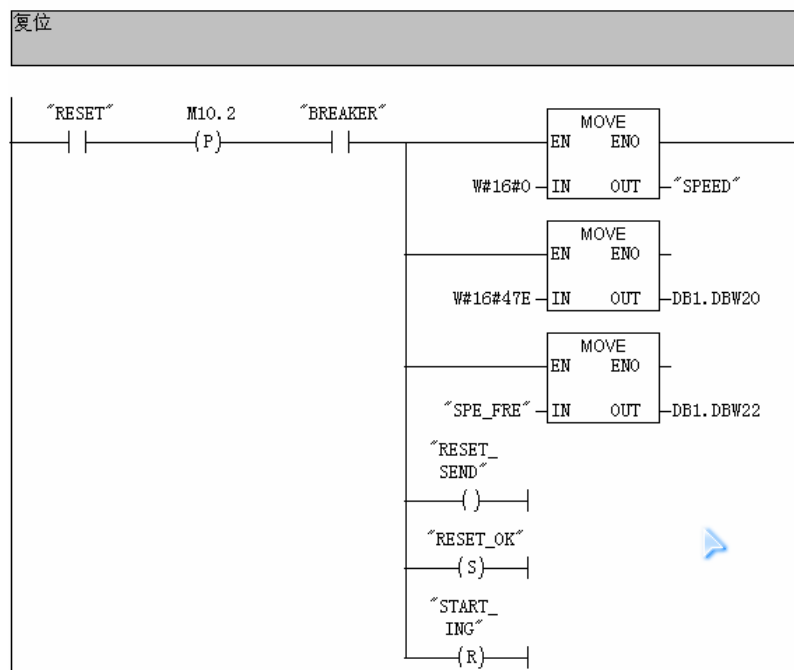
图 4.6 程序符号表

4.2.5 复位

复位按钮（RESET）被按下，当断路器（BREAKER）已经闭合，则触发一次脉冲，进入复位完成状态（RESET_OK），给期望速度（SPEED）赋值为 0，

并对 DB1 中要发送的 PZD 区赋控制字 (047Ehex) 和主设定值 (0)，然后触发一个复位通讯脉冲 (RESET_SEND)，调用 SFC15 和 SFC14 进行通讯操作，写的操作地址从 280 (118hex) 开始 4 个字节，读的操作地址从 296 (128hex) 开始 4 个字节，变频器 I/O 地址参见组态部分图 3.10 所示，程序如图 4.7 所示。

Network 3: 初始化程序



Network 4: 初始化程序

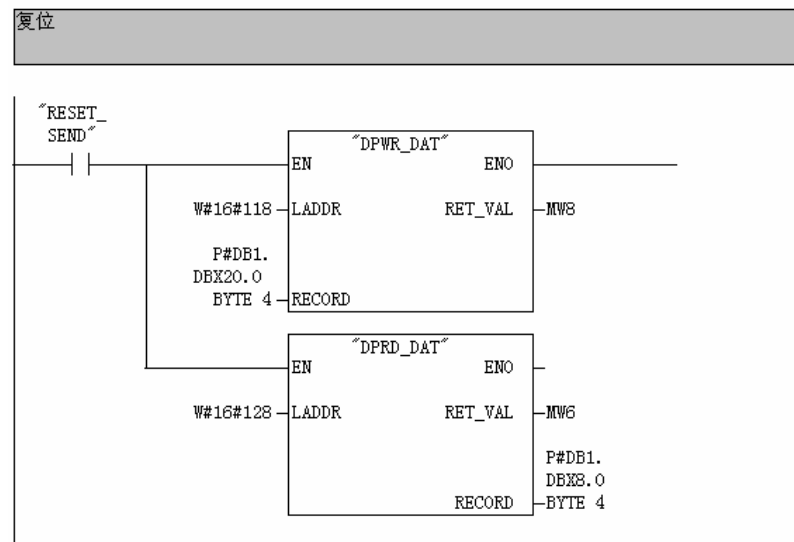


图 4.7 复位程序

4.2.6 设置方向

在复位完成后，可通过方向开关 (FORWORD_BACKWORD) 改变电机的转动方向，当断开为正方向，闭合为负方向。方向开关操作 PZD 中控制字的 11

位 (DB1.DBX20.3)，这里要注意的是程序中字的存储方式是高字节存放低地址，低字节存放高地址，位都是从高到低对齐。方向设置可以在几种方式下完成：电机启动前、电机运行中以及电机点动前。程序如图 4.8 所示。

Network 5: 电机操作程序

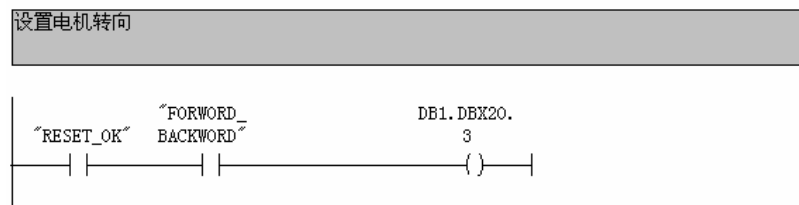


图 4.8 设置方向程序

4.2.7 设置速度

按下设置速度按钮 (SET_SPEED)，能够给期望速度赋值，并触发一个速度改变通讯脉冲 (SET_SPEED_SEND)，当电机处于运行状态时，将建立一次通讯改变转速。变频器使用的 V/f 控制，速度是与频率成正比的，例如本电机的额定频率是 50Hz，该频率下对应的额定转速为 1395r/min，当频率为 40Hz 时，转速对应为 1116r/min。要注意的是，传送 W#16#4000 给主设定值，对应的频率为 50Hz。程序如图 4.9 所示。

Network 6: 电机操作程序

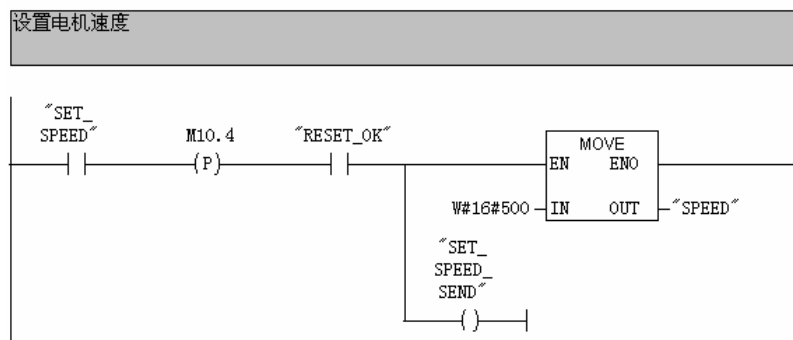
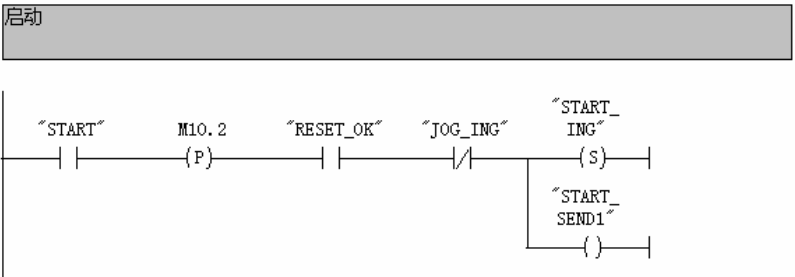


图 4.9 设置速度程序

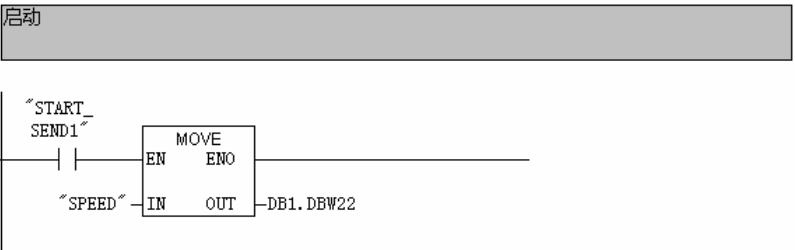
4.2.8 启动

在复位完成后，按下启动按钮 (START)，进入运行状态 (START_ING)。启动分两个步骤，首先让电机处于准备运行状态，触发启动通讯脉冲 1 (START_SEND1)，写 PZD 中控制字为 047Ehex，主设定值为期望频率，并发送；当读回状态字为正方向 FB31hex (-1231) 或反方向 BB31 (-17615) 时，触发启动通讯脉冲 2 (START_SEND2)，写控制字为 047Fhex，主设定值为期望频率，此后电机开始运行。程序如图 4.10 所示。

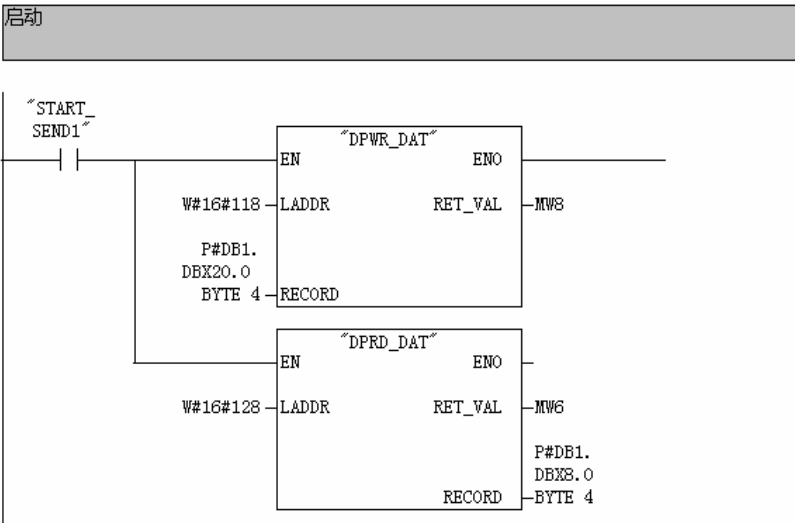
Network 7 : 电机操作程序



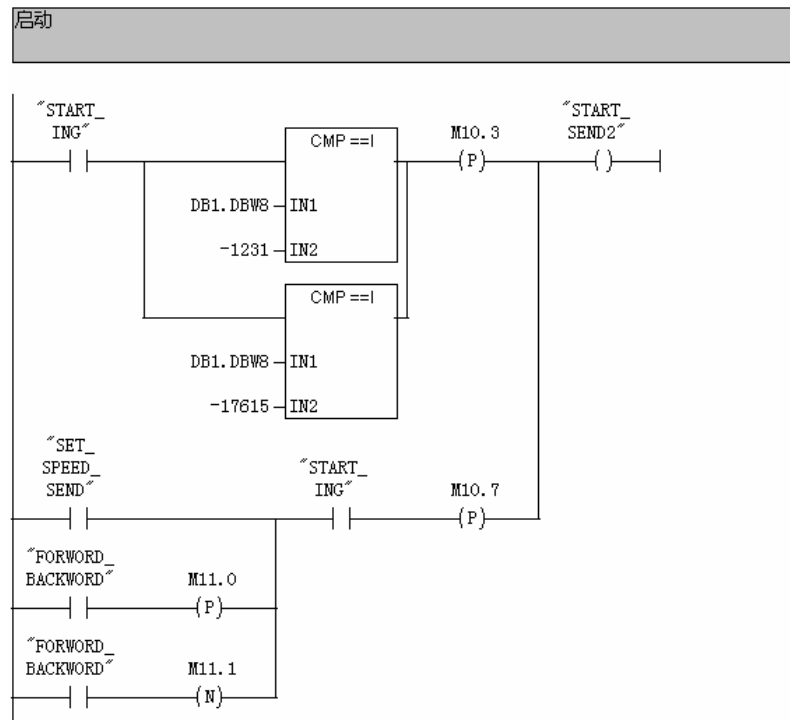
Network 8 : 电机操作程序



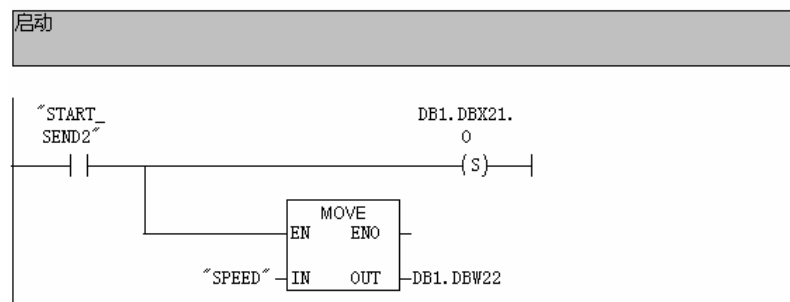
Network 9 : 电机操作程序



Network 10: 电机操作程序



Network 11: 电机操作程序



Network 12: 电机操作程序

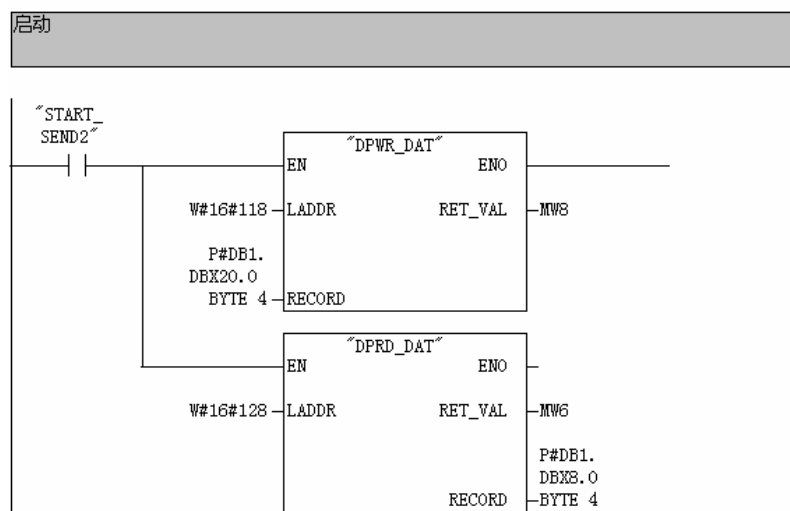
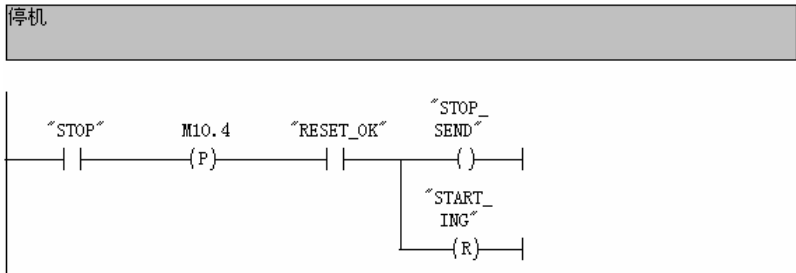


图 4.10 启动程序

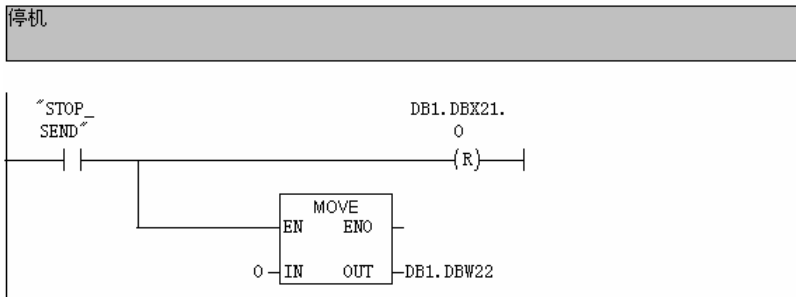
4.2.9 停机

运行状态下点击停机按钮，将复位运行状态，并触发停止通讯脉冲（STOP_SEND），写 PZD 中控制字 047Ehex 以及主设定值 0，电机停止运行。程序如图 4.11 所示。

Network 13: 电机操作程序



Network 14: 电机操作程序



Network 15: 电机操作程序

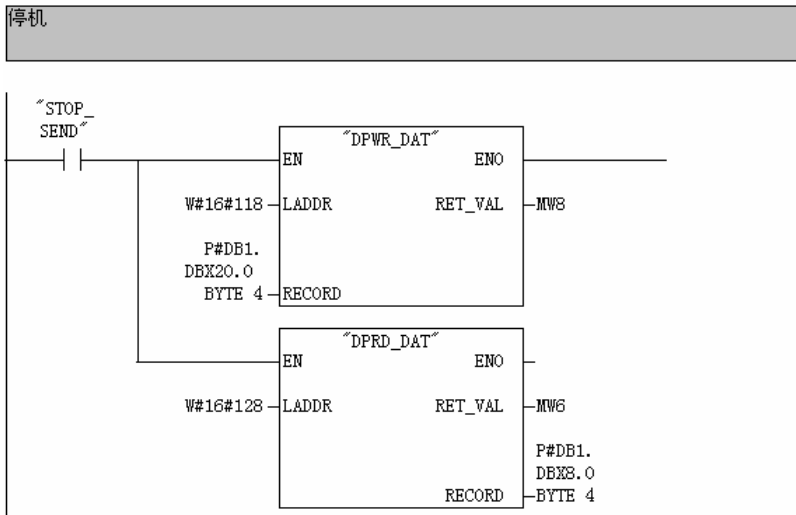


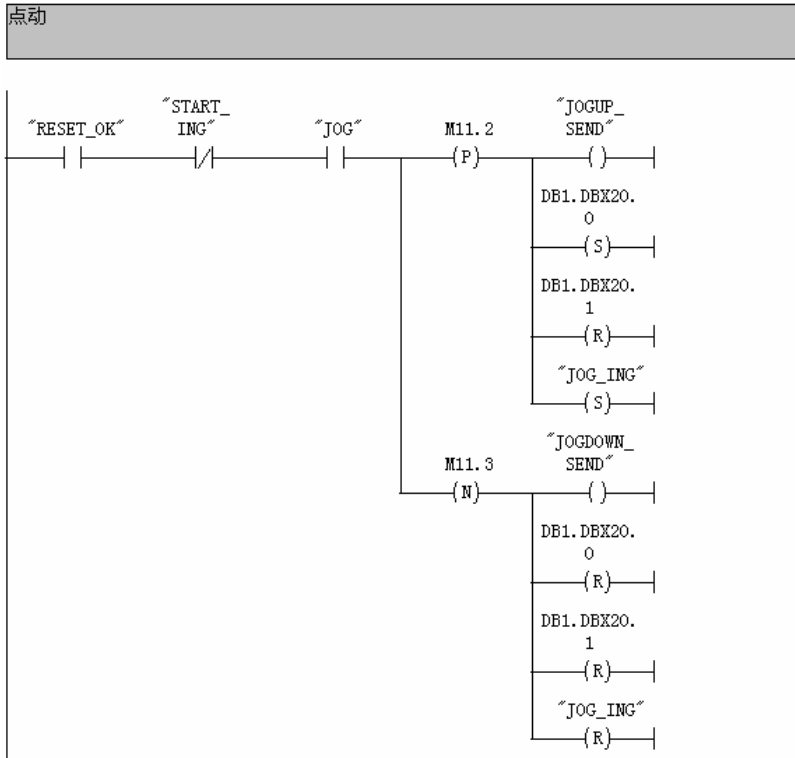
图 4.11 停机程序

4.2.10 点动

当复位完成，并且电机不处于运行状态下时，可以按下点动按钮（JOG），检测到按钮按下，触发一个上升沿脉冲，此时将进入点动状态（JOG_ING），设置 PZD 中控制字第 8 位为 1，第 9 位为 0，并触发电动开始脉冲（JOGUP_SEND），

发送控制字，点动的方向由方向开关决定。当点动按钮松开时，触发一个下降沿脉冲，将点动状态（JOG_ING），控制字第 8 和第 9 位复位，并触发点动结束脉冲（JOGDOWN_SEND），发送控制字。程序如图 4.12 所示。

Network 16 : 电机操作程序



Network 17 : 电机操作程序

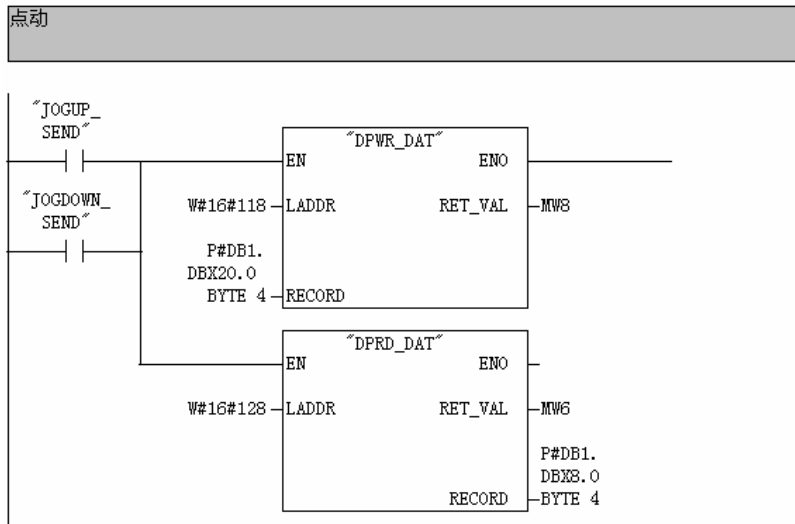


图 4.12 点动程序

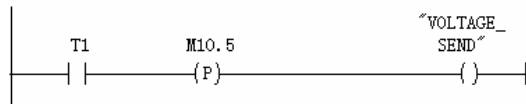
4.2.11 读取当前电压、电流以及频率

该部分的功能是以 0.5s 的频率刷新当前电压、电流以及频率的值，变频器当前电压、电流以及频率是以 32 位浮点数的形式存储于参数 r0025、r0027 和

r0021。T1 每隔 0.5s 将触发一个上升沿脉冲，首先触发一个读电压脉冲（VOLTAGE_SEND），给 PKW 的 4 个字赋值（1019000000000000hex），存储于 DB1.DB12 开始的 8 个字节中，并建立一次通讯，当读回的 PKW 中 PKE 为 8217（2019hex）时，说明读取过程成功，将读取电压值（DB1.DB4~DB1.DB7）存储到电压值（VOLTAGE）中，紧接着触发一个读电流脉冲（CURRENT_SEND），根据上述原理再依次读电流和频率值。

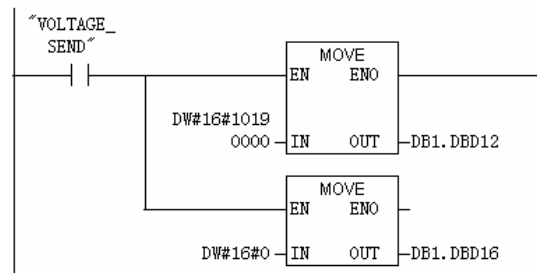
Network 19: 读当前电压、电流、频率

设置500ms脉冲



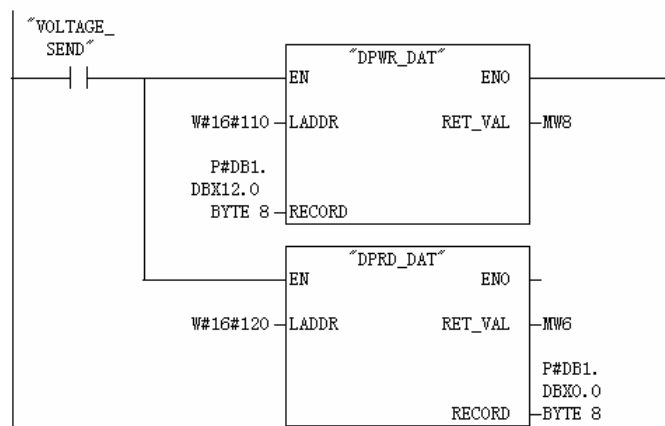
Network 20: 读当前电压、电流、频率

读电压



Network 21: 读当前电压、电流、频率

读电压



Network 22: 读当前电压、电流、频率

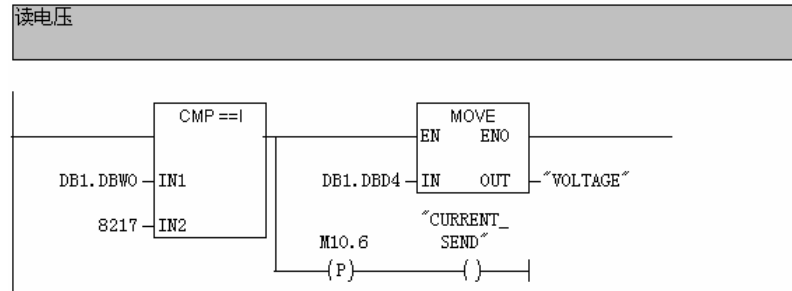


图 4.12 读电压程序

4.3 WinCC Flexible 监控程序设计

4.3.1 基本控件

1. 开关
按一下将变量置位，按两下将变量复位。
2. 按钮
按下时将变量置位，释放时将变量复位。
3. 显示灯
由红绿两个圆组成，根据状态，显示不同颜色的圆。
4. 数据输入框
与需要设定的值相关联，单击时会弹出设定键盘。
5. 数据显示框
可选择显示的格式。
6. 报表图
改变横纵轴的坐标以及显示参数。

4.3.2 变量表

与控件相关联的变量表如图4.1所示，控件通过该表与程序建立连接关系。

Button_Jog	连接_1	Bool	M 32.2	1	100 ms
Button_Reset	连接_1	Bool	M 30.1	1	100 ms
Button_SetSpeed	连接_1	Bool	M 31.4	1	100 ms
Button_Start	连接_1	Bool	M 31.0	1	100 ms
Button_Stop	连接_1	Bool	M 32.0	1	100 ms
Dig_F	连接_1	Real	MD 48	1	1 s
Dig_I	连接_1	Real	MD 44	1	1 s
Dig_SetSpeed	连接_1	Int	MW 36	1	1 s
Dig_Speed	连接_1	Int	MW 38	1	1 s
Dig_U	连接_1	Real	MD 40	1	1 s
Enable_Breaker	连接_1	Bool	M 33.4	1	100 ms
LED_Breaker	连接_1	Bool	Q 4.0	1	1 s
LED_Jog	连接_1	Bool	M 32.5	1	1 s
LED_Motor	连接_1	Bool	M 31.2	1	1 s
LED_Reset	连接_1	Bool	M 30.3	1	1 s
Switch_Breaker	连接_1	Bool	M 30.0	1	1 s
Switch_Conver	连接_1	Bool	M 30.5	1	1 s

图4.12 变量表图

4.3.3 显示界面

显示界面与第三部分的控制面板相同。

5 程序调试

程序调试分为两个部分，包括 PLC 中程序调试，以及触摸屏程序调试。

5.1 PLC 程序调试

PLC 程序调试可按表 5.1 的步骤进行，这里将对正确操作和误操作的结果进行分析，验证程序的可靠性。

表 5.1 正确操作步骤表

步骤	操作内容	结果分析
Step1	闭合断路器开关	断路器闭合，变频器得电；
Step2	按下复位按钮	变频器状态正常；
Step3	设置转向为正向	电机方向为正；
Step4	输入速度并设置	速度被赋值；
Step5	按下启动按钮	变频器频率变为设置值，电机开始正向转动；
Step4	输入速度并设置	变频器频率变为设置值，电机转速改变；
Step5	设置反向	变频器频率变为负设置值，电机转向变反；
Step6	停机	变频器频率降为零，电机停止运行；
Step7	设置转向为正向	电机方向为正；
Step8	按下点动按钮	电机按点动速度运行；
Step9	松开点动按钮	电机停止运行；
Step10	断开断路器	断路器断开，变频器失电；

表 5.2 误操作步骤表

步骤	操作内容	结果分析
Step1	断路器未闭合前 执行任何操作	系统没有反应；
Step2	未进行复位前 启动电机	电机无法启动；
Step3	未进行复位前 点动电机	电机无法点动
Step4	电机运行过程中 断开断路器	电机停止运行，变频器报错；
Step5	电机运行过程中 按下复位按钮	系统进入复位状态，电机停转；
Step6	电机运行过程中 按下点动按钮	电机正常运行，点动无效；

5.2 触摸屏程序调试

触摸屏程序可以在 PC 机上调试，同时可打开 Step 7 的在线调试功能，在触摸屏上执行相应操作，观察对应变量的变化状态，调试示意图如图 5.1 所示。

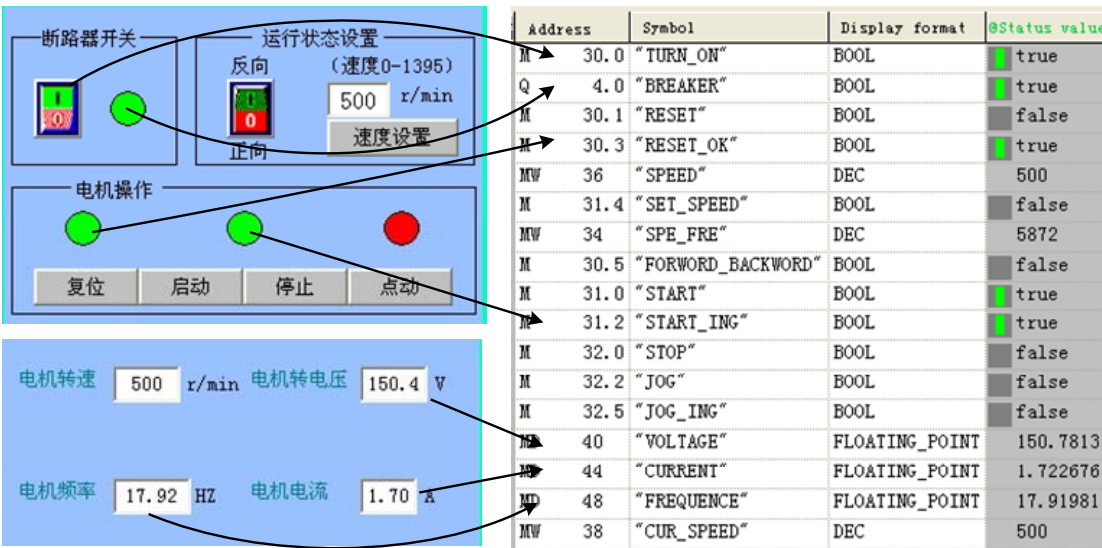


图5.1 触摸屏调试示意图

5.3 总体调试

将触摸屏程序下载入 SIMATIC PANEL 中，执行相应操作，观察控制效果，图 5.2、图 5.3 及图 5.4 为调试过程图，可以发现结果与预期相同，本系统设计完成。

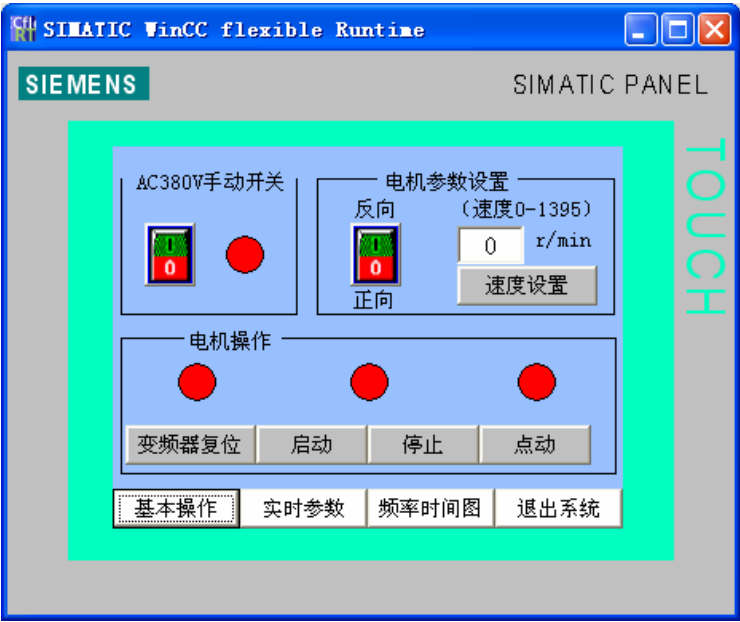


图5.2 触摸屏基本操作界面图

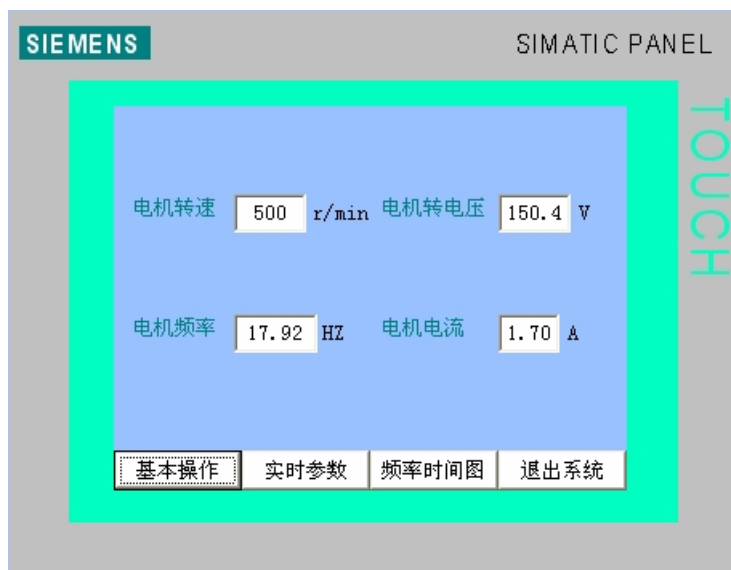


图 5.3 触摸屏实时界面图

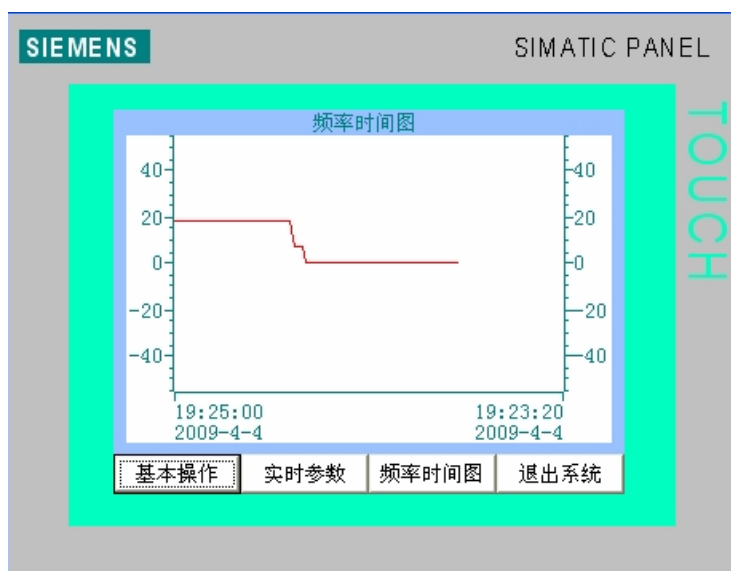


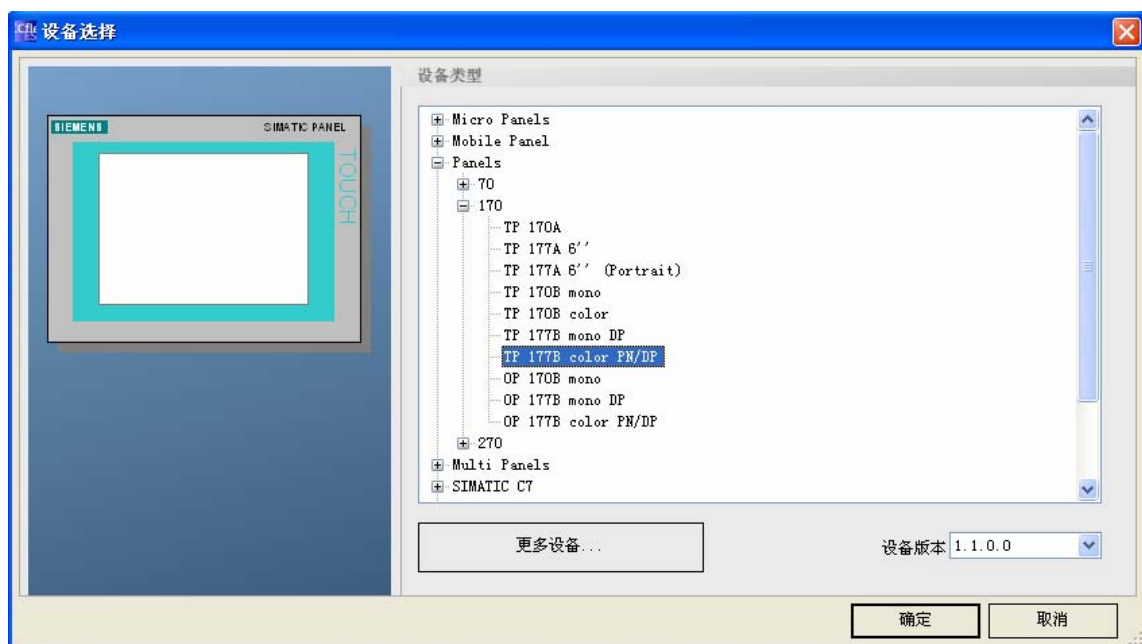
图 5.4 触摸屏频率时间界面图

触摸屏项目建立:

1、选择项目->新建

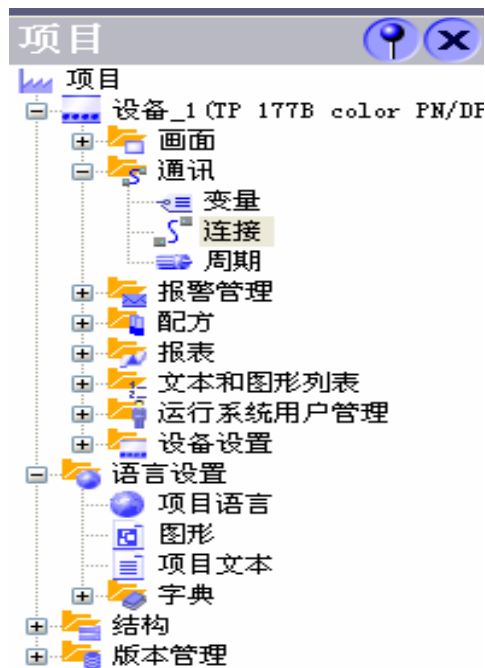


2、选择 HMI 产品型号 (TP 177B Color PN/DP):

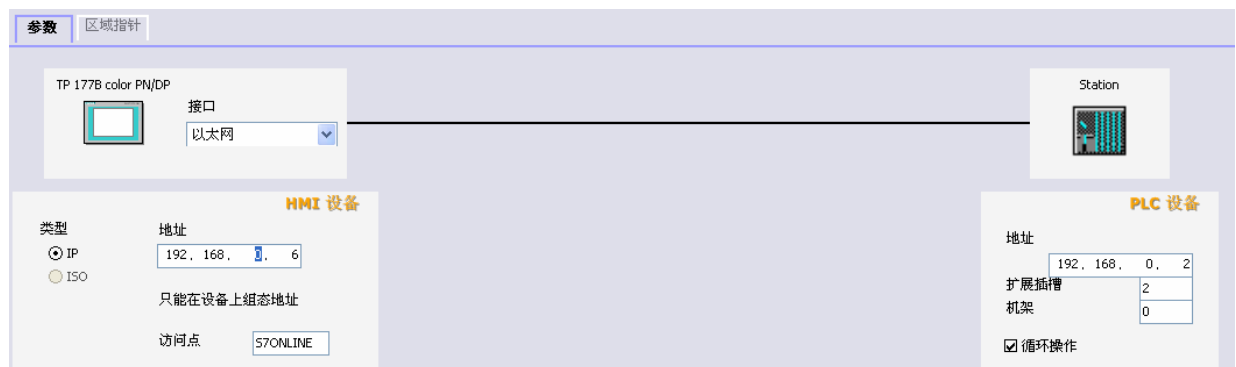


3、触摸屏通信连接设置

双击项目下的通讯->连接

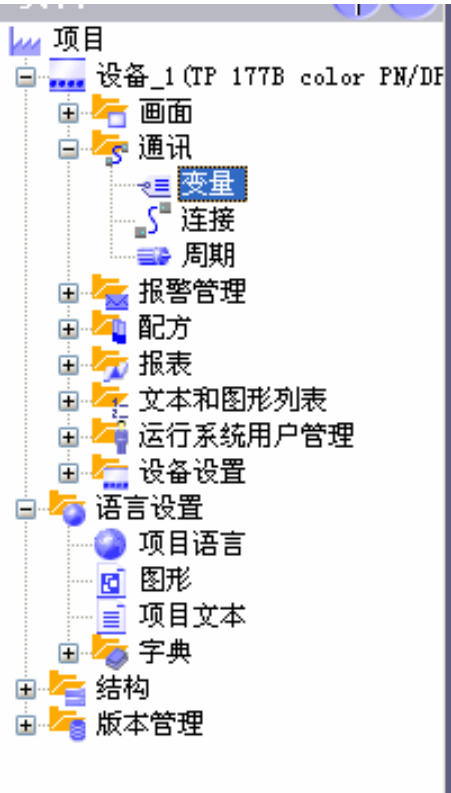


设置 IP 如下图所示:



4、建立变量表:

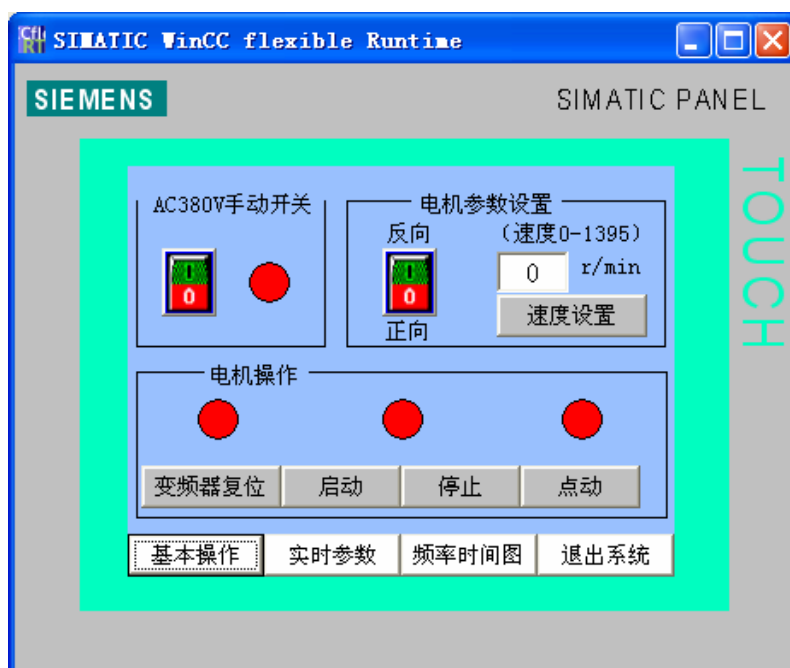
双击项目下的通讯->变量



建立 HMI 外部变量：

名称	连接	数据类型	地址	数组计数	采集周期
Button_Jog	连接_1	Bool	M 32.2	1	<未定义采集周...
Button_Reset	连接_1	Bool	M 30.1	1	<未定义采集周...
Button_SetSpeed	连接_1	Bool	M 31.4	1	<未定义采集周...
Button_Start	连接_1	Bool	M 31.0	1	<未定义采集周...
Button_Stop	连接_1	Bool	M 32.0	1	<未定义采集周...
Dig_F	连接_1	Real	MD 48	1	1 s
Dig_I	连接_1	Real	MD 44	1	1 s
Dig_SetSpeed	连接_1	Int	MW 36	1	1 s
Dig_Speed	连接_1	Int	MW 38	1	1 s
Dig_U	连接_1	Real	MD 40	1	1 s
Enable_Breaker	连接_1	Bool	M 33.4	1	100 ms
LED_Breaker	连接_1	Bool	Q 4.0	1	1 s
LED_Jog	连接_1	Bool	M 32.5	1	1 s
LED_Motor	连接_1	Bool	M 31.2	1	1 s

5、操作界面设计



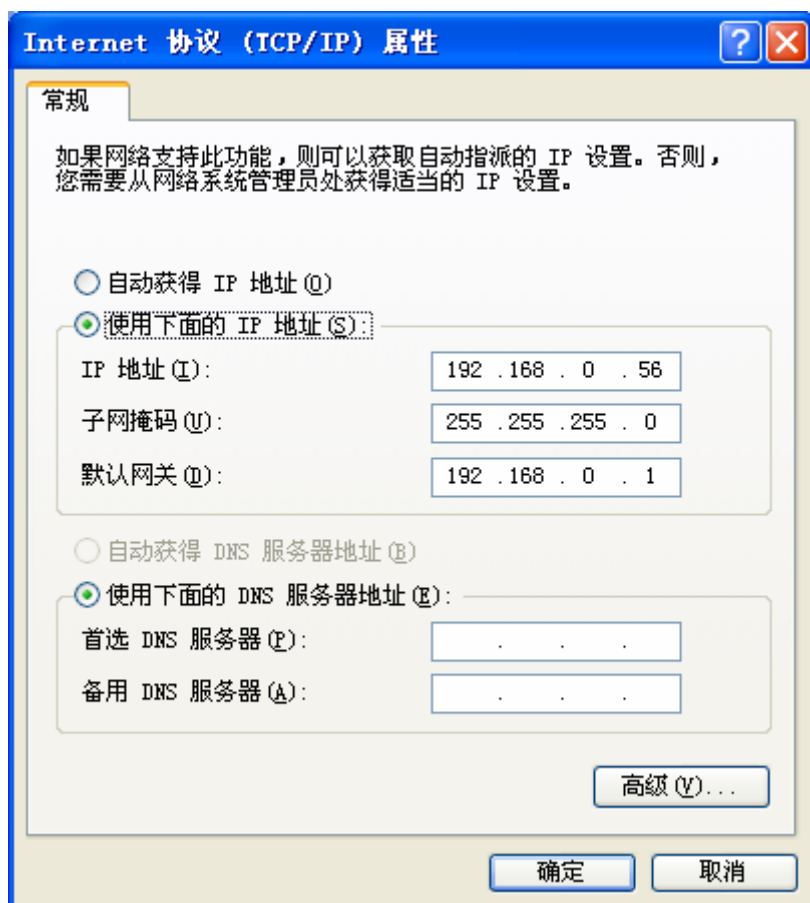
触摸屏连接设置：

1、按照图 3.4 硬件连接后。

2、修改 PG 上的 IP。

进入控制面板->网络连接

双击“本地连接”->属性，双击 Internet 协议(TCP/IP)，改为如图所示：



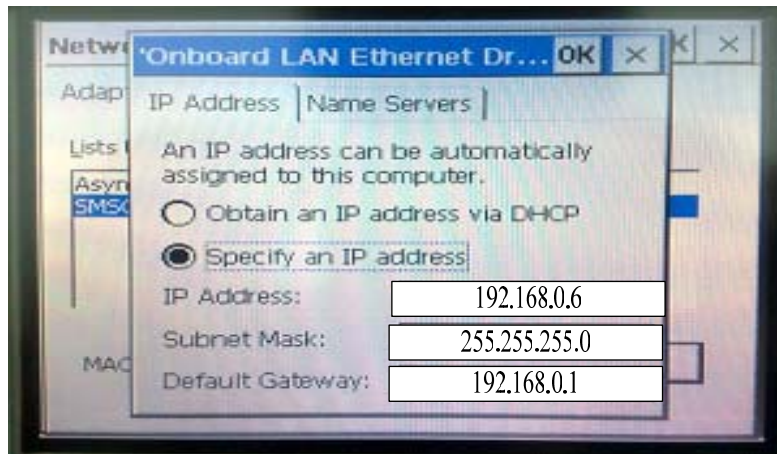
3、在触摸屏上修改通信方式为 Ethernet。

打开触摸屏，点击“Control panel”->Transfer，选择通信协议为 Ethernet 如图所示：



4、设置触摸屏的 IP 地址

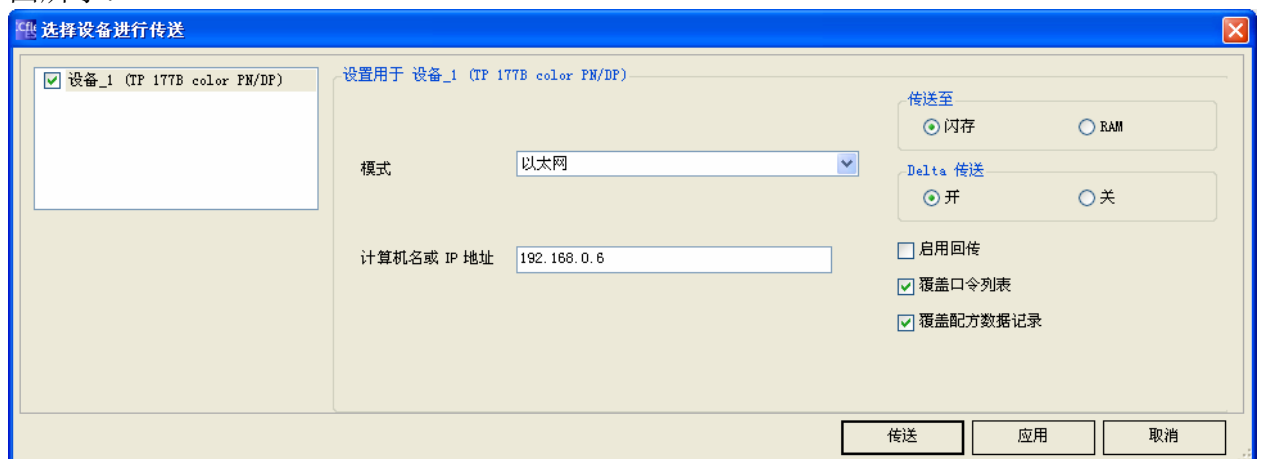
点击上图的 Advanced，修改 IP 如图所示：



5、下载

触摸屏退回到主界面，点击 Transfer

同时，在 PG 的 WinCC flexible 上，点击“项目”->“传送”->“传送设置”，如图所示：



点击传送即可。