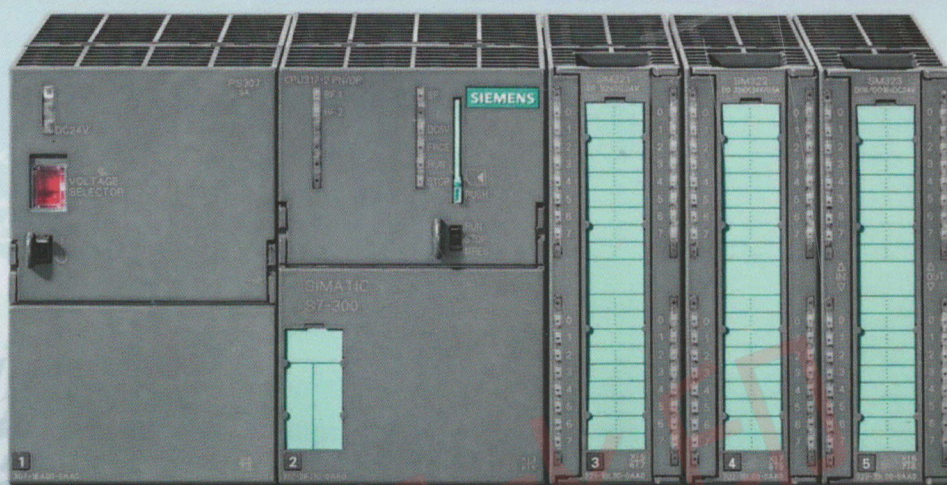




智能制造领域  
高素质技术技能人才培养系列教材

INTELLIGENT  
MANUFACTURING

► 微课视频版



# 西门子S7-300 PLC 应用技术

姚昕 葛昆 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件、思考与练习  
答案、模拟试卷及答案等



与前述相反。因此在控制环节中，该电路可实现信号互锁。

### 2.1.4 PLC 程序设计方法——转换法

PLC 程序设计中的梯形图语言是一种与继电器控制系统电路相似的设计方法。如果用 PLC 改造原有的继电器控制系统，可以根据系统要求的控制功能，将继电器控制系统电路图“翻译”成梯形图，即用 PLC 的外部硬件接线图和梯形图软件来实现继电器控制系统的功能。

这种设计方法一般不需要改动控制面板，保持了系统原有的外部特性，操作人员不用改变长期养成的操作习惯。

在分析 PLC 控制系统的功能时，可以将它想象成一个继电器控制系统中的控制箱，其外部线路描述了这个控制箱的外部接线，梯形图是这个控制箱的内部“线路图”，梯形图中的输入位（I）和输出位（Q）是这个控制箱与外部世界联系的“输入/输出继电器”，这样就可以用分析继电器控制系统电路图的方法来分析 PLC 控制系统。在分析时，可以将梯形图中输入位的触点想象成对应的外部输入器件的触点，将输出位的线圈想象成对应的外部负载的线圈。外部负载的线圈除了受梯形图的控制外，还可以受外部触点的控制。

继电器控制系统电路图交流接触器和电磁阀等执行机构如果用 PLC 的输出位来控制，则它们的线圈接在 PLC 的输出端。按钮、控制开关、限位开关、光电开关等用来给 PLC 提供控制命令和反馈信号，它们的触点接在 PLC 的输入端，一般采用常开触点。继电器控制系统电路图中的中间继电器和时间继电器的功能用 PLC 内部的存储器位（M）和定时器（T）来完成，它们与 PLC 的输入位、输出位无关。

## 2.2 任务1：三相异步电动机起停 PLC 控制的设计与仿真

### 2.2.1 任务要求

设计并实现一个三相异步电动机的启动、保持、停止控制系统。电动机采用全压启动方式，通过触点的串并联实现控制要求。

控制要求：程序在运行时按下启动按钮 SB0，电动机启动并连续运行；按下停止按钮 SB1，电动机停止运行；具有短路保护和过载保护等必要的保护措施。

### 2.2.2 任务分析

#### 1. 硬件电路分析设计

(1) 主电路 根据控制要求，电动机起停控制主电路如图 2-7 所示。电路特点如下：

- 1) 主电路中交流接触器 KM 控制电动机 M 的启动与停止。
- 2) 电动机 M 由热继电器 FR 实现过载保护。

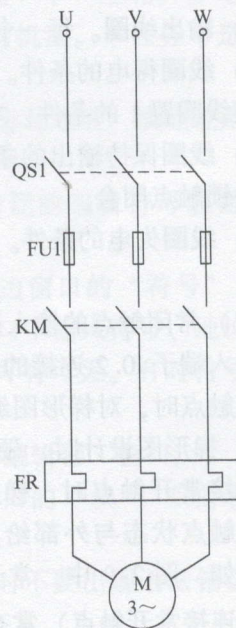


图 2-7 电动机起停控制主电路



3) QS1 为电源总开关, 既可完成主电路的短路保护, 又能起到分断三相交流电源的作用, 使用和维修方便。

4) 熔断器 FU 实现电动机主电路的短路保护。

(2) PLC 控制的 I/O 端口分配表 根据控制要求, 三相异步电动机起保停 PLC 控制的 I/O 端口分配表见表 2-5。

表 2-5 三相异步电动机起保停 PLC 控制的 I/O 端口分配表

输 入	I 端	输 出	Q 端
起动按钮 SB0	I0.0	继电器 KM 线圈	Q0.0
停止按钮 SB1	I0.1		
热继电器触点	I0.2		

(3) PLC 控制的输入/输出电路

根据 PLC 控制的 I/O 端口分配表, 设计 PLC 控制的输入/输出电路, 如图 2-8 所示。电路特点如下:

1) PLC 采用继电器输出, PLC 输出回路的电源采用 AC 220V。

2) 在 PLC 输入回路中, 信号电源由 PLC 本身的 DC 24V 直流电源提供。

## 2. 软件程序设计

(1) 基本电路因素分析 三相异步电动机起保停电路是梯形图中最典型的基本电路, 它包含了如下几个因素:

- 1) 输出线圈。每一个梯形图逻辑行都必须驱动输出线圈, 本例输出线圈为 Q0.0。
- 2) 线圈得电的条件。梯形图中触点的组合 (触点串联或并联等) 线圈得电的条件, 也就是使线圈置 1 的条件, 本例为按钮 I0.0。
- 3) 线圈保持输出的条件。触点组合中使线圈得以保持的条件, 本例为 I0.0 与 Q0.0 组成的自锁触点闭合。
- 4) 线圈失电的条件。触点组合中使线圈由 ON 变为 OFF 的条件, 本例为 I0.1 常闭触点断开。

(2) 常闭触点的输入处理 在图 2-8 电动机起保停 PLC 控制的输入/输出电路中, 硬件接线输入端子 I0.2 连接的是热继电器 FR 的常闭触点。硬件接线的输入端子在连接常开触点或常闭触点时, 对梯形图编程设计的影响如下:

1) 梯形图设计时, 硬件电路某个输入端子连接常开触点时, 梯形图对应该输入端子的触点状态与外部给定信号的状态一致。例如, 图 2-9 中, 常开触点 I0.0 (硬件电路连接常开触点) 常态下, Q0.0 失电; 常开触点 I0.0 按下时, Q0.0 得电。

2) 梯形图设计时, 硬件电路某个输入端子连接常闭触点时, 梯形图对应该输入触点的

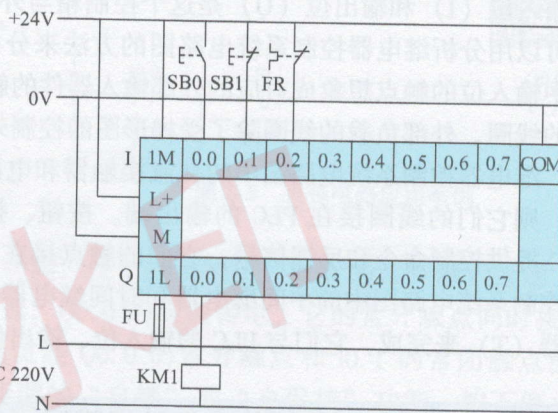


图 2-8 电动机起保停 PLC 控制的输入/输出电路

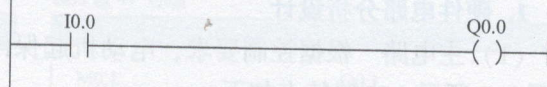


图 2-9 硬件常开触点梯形图举例



触点状态与外部给定信号的状态相反。例如,图 2-10 中,常开触点 I0.1 (硬件电路连接常闭触点) 常态下, Q0.1 得电;常开触点 I0.1 按下时, Q0.1 失电。

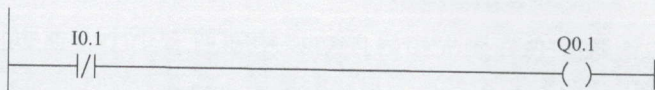


图 2-10 硬件常闭触点梯形图举例

在本任务中,根据控制要求,采用自锁电路完成设计,梯形图如图 2-11 所示。注意,热继电器输入触点 I0.2 在硬件接线时连接常闭触点,在梯形图中采用常开触点。

程序段 1: 标题:

电动机起保停

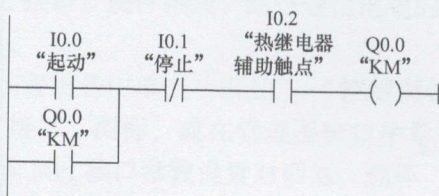


图 2-11 三相异步电动机起保停电路梯形图

### 2.2.3 任务解答

#### 1. 硬件电路接线

根据任务分析中的图 2-7、图 2-8 硬件电路主电路及 PLC 控制的输入/输出电路进行接线。

#### 2. 软件程序编制

(1) 创建项目并组态硬件 利用菜单栏的新建项目向导新创建一个“三相异步电动机起保停控制”项目, CPU 选择与硬件型号、订货号及版本号统一的机型。本任务中选用型号为 CPU314C-2DP 模块, 注意修改默认的输入、输出地址编号。

(2) 定义符号表 每个输入/输出都有一个由硬件配置定义的绝对地址。该地址是直接指定的, 如 I0.0。该地址可以用用户所选择的任何符号名替换。

在梯形图程序中用绝对地址进行编程不利于记忆, 因此在编程前编辑符号表是有必要的。

选中 SIMATIC 管理器左边窗口的“S7 程序”文件夹, 双击右边窗口的“符号”图标, 弹出“符号编辑器”窗口, 如图 2-12 所示。在“符号编辑器”窗口中输入符号、地址、数据类型和注释, “数据类型”不需要输入即可自动生成, “注释”可有可无。有时符号编辑器会自动生成几行符号, 可以在下一行开始添加用户自定义符号。

单击保存按钮, 保存已经完成的输入或修改, 然后关闭“符号编辑器”窗口。

(3) 在 OB1 中创建梯形图程序 选中 SIMATIC 管理器左边窗口的“块”, 双击右边窗口的“OB1”图标, 打开编程窗口, 如图 2-13 所示。

在该窗口程序编辑区输入图 2-11 所示程序, 注意在输入程序时不要出现语法错误, 程序输入完成后单击保存按钮。



## ▶ 西门子 S7-300 PLC应用技术

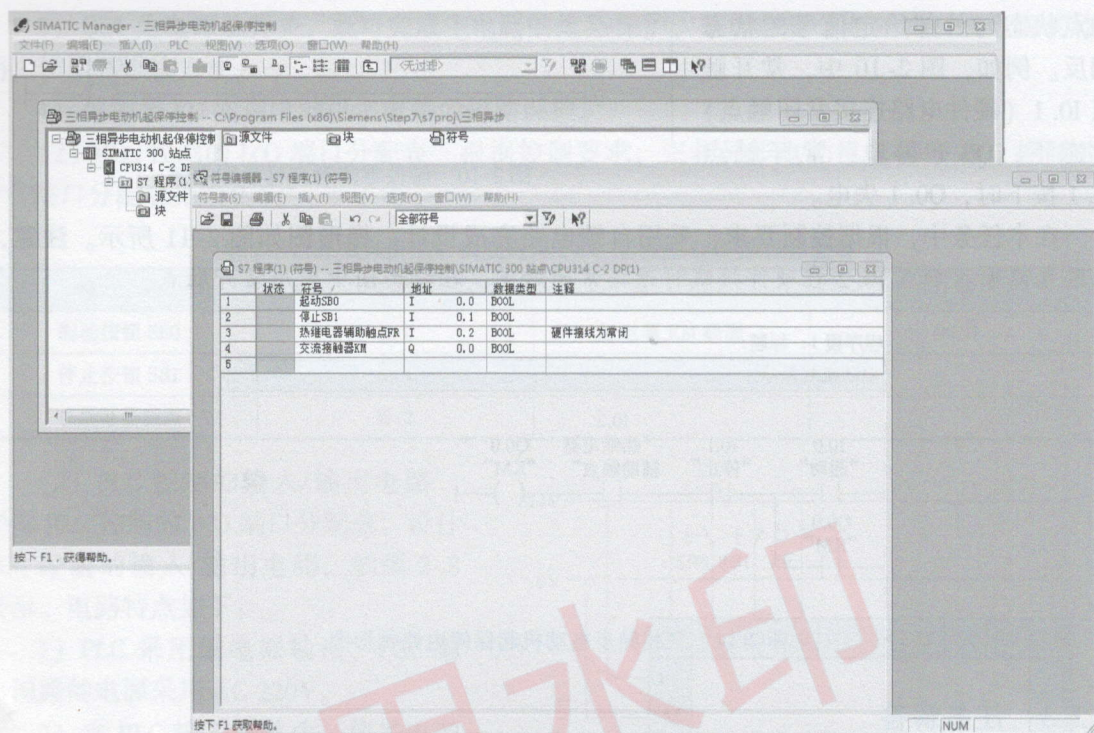


图 2-12 “三相异步电动机起保停控制”符号编辑器窗口

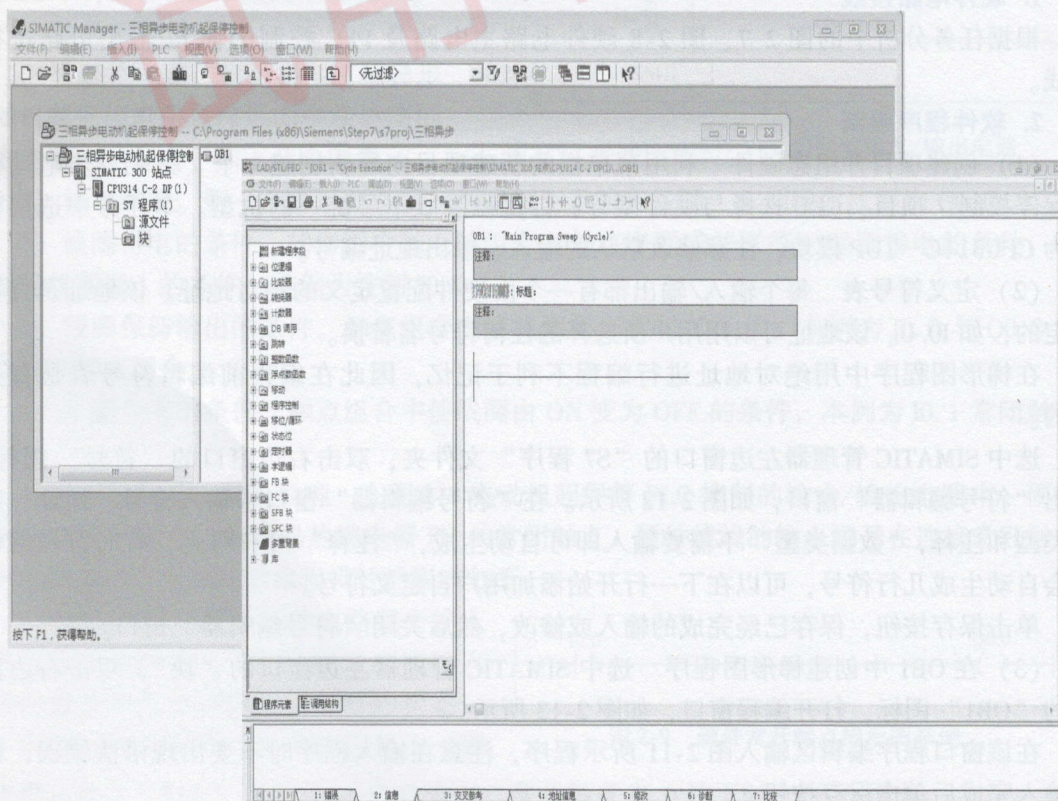


图 2-13 LAD/STL/FBD 编程窗口



### 3. 下载与调试程序

(1) 建立在线连接 在 STEP7 的 SIMATIC 管理器中保存的程序先保存在编程设备 (PG/PC) 中, 建立的是离线窗口, 所看到的是计算机上保存的项目信息并未下载到 PLC 的 CPU 中。将 STEP7 与 CPU 成功建立连接后, 才会生成在线窗口, 显示通信得到的 CPU 上的项目结构, 将编程设备中的程序下载到 CPU 后, 程序才能使用。

要实现编程设备与 PLC 之间的数据传送, 首先要正确安装 PLC 硬件模块, 然后选用编程电缆 (如 USB-MPI 电缆或 PROFIBUS 总线电缆) 将 PLC 与编程设备连接起来。本任务采用 MPI/PC 适配器和电缆连接编程设备与 PLC, 然后通过在线 (ONLINE) 的项目窗口访问 PLC。


1) 设置 PG/PC 接口。硬件接线: 通过通信电缆的接口连接编程设备 (如 PC) 的 COM 口和 PLC 的 MPI 口。



软件设置: 在编程设备中单击“开始”→“控制面板”命令, 用鼠标左键双击控制面板中的“设置 PG/PC 接口”图标, 或在管理器窗口中单击“选项”→“设置 PG/PC 接口”命令, 进入 RS-232 和 MPI 接口参数设置对话框。选择“PC Adapter(MPI)”选项, 然后单击“属性”按钮。

在“MPI”选项卡中设置 MPI 接口参数, 注意不要修改 CPU 上 MPI 口波特率 (固定值为 187.5kbit/s) 的出厂值和默认值 (在“网络设置”选项组中)。如果是 PC Adapter(Auto) 模式, 则选择“地址: 0”和“超时: 30s”。

在“本地连接”选项卡中设置 RS-232 接口参数, 正确连接计算机的 COM 口 (RS-232), 选择 RS-232 的通信波特率为 19200bit/s 或 38400bit/s, 这个数值必须和 MPI/PC 适配器上开关设置的数值相同 (开关拨动后必须重新上电后才能生效)。

完成设置后即可实现编程设备 (PC) 与 PLC 的通信。



2) 在线窗口和离线窗口。单击 STEP7 的 SIMATIC 管理器工具条中的在线按钮 , 打开在线窗口。该窗口最上面的标题栏出现蓝色背景。选中左边窗口的“块”, 则右边窗口将列出大量的系统功能块 (SFB)、系统功能 (SFC)、当前 CPU 的系统数据和用户编写的“块”。在线窗口显示的是 PLC 中 CPU 内的内容, 离线窗口显示的是编程设备中的内容。

可以利用 SIMATIC 管理器工具条中的  在线按钮和  离线按钮, 或管理器中的“窗口”菜单来切换在线窗口和离线窗口。

#### (2) 下载和上传

1) 下载: 第一步, 接通 PLC 电源, 将 CPU 模式选择为“STOP”模式。

下载用户程序之前要将 CPU 中的用户存储器复位, 清空 CPU 的用户存储区。复位过程如下: 将模式选择开关从“STOP”位置拨到“MRES”位置, 待“STOP”指示灯慢速闪烁两次后松开模式选择开关, 开关自动回到“STOP”位置。再将模式选择开关拨到“MRES”位置, “STOP”指示灯快速闪动, 待其常亮时表示 CPU 已被复位。

第二步, 下载程序, 选中管理器左边窗口的“块”对象, 单击工具条中的  按钮, 将下载所有的块和系统数据。选中站点对象后单击  按钮, 可以下载整个站点, 包括硬件组态信息、网络组态信息、逻辑块和数据块, 也可以只选择部分块进行下载。





## ► 西门子 S7-300 PLC 应用技术

2) 上传: 在 STEP7 中生成一个空的项目, 执行菜单命令 “PLC” → “将站点上传到 PC”, 选中上传的站点, 单击 “确定” 按钮, 将上传站点上的系统数据和块。上传的内容保存在打开的项目中, 该项目原来的内容被覆盖。



(3) 程序调试 完成硬件接线和组态、软件程序编辑后, 将 PLC 主机上的模式选择开关拨到 “RUN” 位置, 运行指示灯亮, 表示程序开始运行, 有关设备将显示运行结果。按下起动按钮, 交流接触器 KM 得电, 电动机起动; 松开起动按钮后, KM 保持闭合, 电动机连续运行; 按下停止按钮, KM 失电, 电动机停止。


### 4. 用 PLCSIM 仿真调试程序

S7-PLCSIM 是西门子公司开发的 PLC 模拟软件, 可以用它代替 PLC 的硬件来调试用户程序。安装 PLCSIM 以后, SIMATIC 管理器工具栏上的  按钮的由灰色变为深色。如果没有安装许可证密钥, 第一次单击该按钮打开 PLCSIM 时, 将会出现激活对话框, 选中 “S7-PLCSIM”, 激活后按钮颜色变为深色, 单击它将激活 14 天的使用许可证密钥。

(1) 打开仿真软件 PLCSIM 单击  按钮, 打开 S7-PLCSIM 后, 系统自动建立了 STEP7 与仿真 PLC 的 MPI 连接。

刚打开的 PLCSIM 窗口中, 只有自动生成的 CPU 视图对象 (见图 2-14)。选择它上面的 “STOP” “RUN” 或 “RUN-P” 复选框, 可以令仿真 PLC 处于相应的运行模式。单击 “MRES” 按钮, 可以清除仿真 PLC 中已下载的程序。

(2) 下载用户程序和组态信息 单击 S7-PLCSIM 工具栏上的  和  按钮, 生成 IBO 和 QBO 视图对象 (如需将视图对象中的 QBO 改为 QB4 (见图 2-15), 回车后更改才生效)。

下载之前, 应打开 PLCSIM。选中 SIMATIC 管理器中的 “三相异步电动机起保停控制” 项目, 单击工具栏上的  按钮, 将 OB1 和系统数据下载到仿真 PLC 中。在调试过程中, 如果 CPU 在 “STOP” 模式下, 则可单独下载硬件组态或程序块。

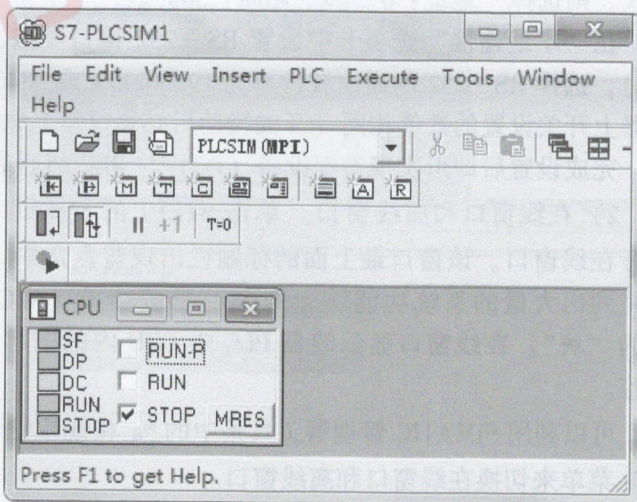


图 2-14 PLCSIM 界面

(3) 用 PLCSIM 的视图对象调试程序 调试程序的步骤如下:

1) 将 CPU 切换到 “RUN” 或 “RUN-P” 模式。

2) 选中视图对象 IBO 中的第 0 位, 对应小方框中出现 “√”, 则 I0.0 变为 “1”, 模拟了按下起动按钮操作。再单击一次, 对应小方框中 “√” 消失, 则 I0.0 恢复为 “0”, 模拟了松开起动按钮操作。观察 QBO 中对应的 Q0.0 的状态: “√” 出现表示 Q0.0 得电, “√” 消失表示 Q0.0 失电。仿真结果如图 2-16 所示。



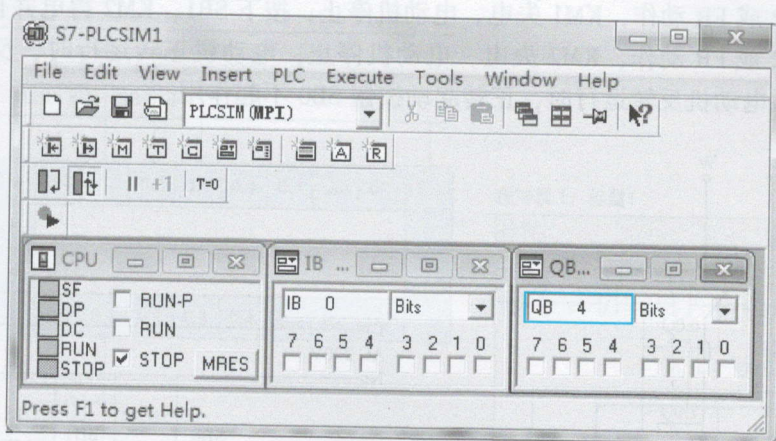


图 2-15 QB0 修改后的界面

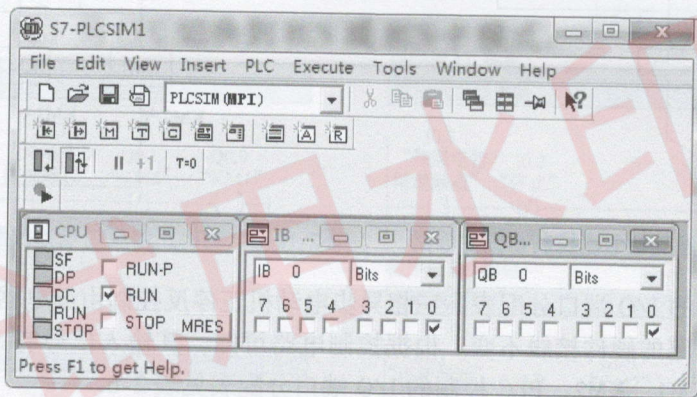


图 2-16 “三相异步电动机起停控制”电路仿真结果

## 2.3 任务2：三相异步电动机正停反 PLC 控制的设计与仿真

### 2.3.1 任务要求

设计并实现一个三相异步电动机的正停反控制系统。电动机采用全压起动方式，利用转换法设计，将三相异步电动机的继电器控制系统转换为 PLC 控制系统，通过接触器 KM1 和 KM2 改变三相电源的相序，从而实现电动机的正停反控制。

控制要求：当系统停止后，按下正转按钮，电动机正转；当系统停止后，按下反转按钮，电动机反转；电动机正反转实现互锁；电动机过热后停止运转。

### 2.3.2 任务分析

#### 1. 硬件电路分析设计

(1) 电动机正停反继电器控制转换为 PLC 控制分析 图 2-17、图 2-18 所示为三相异步电动机正停反的继电器控制系统电路图。其中，KM1 是正转接触器，KM2 是反转接触器；SB0 为正转按钮，SB1 为反转按钮，SB2 为停止按钮。按下 SB0，KM1 得电并自锁，电动机