

电气信息工程丛书

SIEMENS 西门子公司重点推荐图书

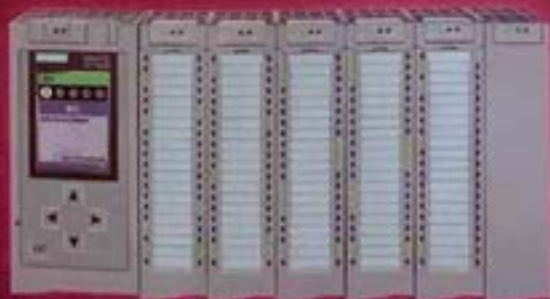


联袂推介

S7-1200/1500 PLC

应用技术

廖常初 主编



赠送两张超值 DVD 光盘：

- STEP 7专业版V13 SP1+博途V13 SP1 UPD9
- S7-PLCSIM V13 SP1 及其 UPD1
- 50个多媒体视频教程与80个例程
- 40多本中文用户手册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



第4章 S7-1200/1500 的用户程序结构

4.1 函数与函数块

4.1.1 生成与调用函数

1. 函数的特点

2.2.3 节简单介绍了用户程序的结构。S7-1200/1500 的用户程序由代码块和数据块组成。代码块包括组织块、函数和函数块，数据块包括全局数据块和背景数据块。

函数 (Function, FC) 和函数块 (Function Block, FB) 是用户编写的子程序，它们包含完成特定任务的程序。FC 和 FB 有与调用它的块共享的输入、输出参数，执行完 FC 和 FB 后，将执行结果返回给调用它的代码块。

STEP 7 V5.5 将 Function 和 Function Block 翻译为功能和功能块。

设压力变送器的量程下限为 0 MPa，上限为 High MPa，经 A-D 转换后得到 0~27648 的整数。下式是转换后的数字 N 和压力 P 之间的计算公式：

$$P = (\text{High} \times N) / 27648 \quad (\text{MPa}) \quad (4-1)$$

用函数 FC1 实现上述运算，在 OB1 中调用 FC1。


2. 生成函数


打开 STEP 7 的项目视图，生成一个名为“函数与函数块”的新项目（见随书光盘中的同名例程）。双击项目树中的“添加新设备”，添加一块 CPU 1214C。

打开项目视图中的文件夹“\PLC_1\程序块”，双击其中的“添加新块”（见图 4-1），打开“添加新块”对话框（见图 2-18），单击其中的“函数”按钮，FC 默认的编号为 1，默认的语言为 LAD（梯形图）。设置函数的名称为“计算压力”。单击“确定”按钮，在项目树的文件夹“\PLC_1\程序块”中可以看到新生成的 FC1。

3. 生成函数的局部变量

将鼠标的光标放在 FC1 的程序区最上面标有“块接口”的水平分隔条上，按住鼠标左键，往下拉动分隔条，分隔条上面是函数的块接口 (Interface) 区（见图 4-1），下面是程序区。将分隔条拉至程序编辑器视窗的顶部，不再显示接口区，但是它仍然存在。

在接口区中生成局部变量，后者只能在它所在的块中使用。在 Input（输入）下面的“名称”列生成输入参数“输入数据”，单击“数据类型”列的  按钮，用下拉式列表设置其数据类型为 Int（16 位整数）。用同样的方法生成输入参数“量程上限”、输出参数（Output）“压力值”和临时数据（Temp）“中间变量”，它们的数据类型均为 Real。

用鼠标右键单击项目树中的 FC1，单击快捷菜单中的“属性”，选中打开的对话框左边的“属性”，用鼠标去掉复选框“块的优化访问”中的勾。单击工具栏上的“编译”按钮 ，成

功编译后 FC1 的接口区出现“偏移量”列，只有临时数据才有偏移量。在编译时，程序编辑器自动地为临时局部变量指定偏移量。

函数与函数块		计算压力			
名称	数据类型	偏移量	默认值	注释	
1	Input				
2	输入数据	Int			
3	量程上限	Real			
4	Output				
5	压力值	Real			
6	InOut				
7	<新增>				
8	Temp				
9	中间变量	Real	0.0		
10	Constant				
11	<新增>				
12	Return				
13	计算压力	Void			

图 4-1 项目树与 FC1 接口区的局部变量

函数各种类型的局部变量的作用如下。

- 1) Input (输入参数): 用于接收调用它的主调块提供的输入数据。
- 2) Output (输出参数): 用于将块的程序执行结果返回给主调块。
- 3) InOut (输入/输出参数): 初值由主调块提供, 块执行完后用同一个参数将它的值返回给主调块。

4) 文件夹 Return 中自动生成的返回值“计算压力”与函数的名称相同, 属于输出参数, 其值返回给调用它的块。返回值默认的数据类型为 Void, 表示函数没有返回值。在调用 FC1 时, 看不到它。如果将它设置为 Void 之外的数据类型, 在 FC1 内部编程时可以使用该输出变量, 调用 FC1 时可以在方框的右边看到它, 说明它属于输出参数。返回值的设置与 IEC 6113-3 标准有关, 该标准的函数没有输出参数, 只有一个与函数同名的返回值。

函数还有下面两种局部数据。

1) Temp (临时局部数据): 用于存储临时中间结果的变量。同一优先级的 OB 及其调用的块的临时数据保存在局部数据堆栈中的同一片物理存储区, 它类似于公用的布告栏, 大家都可以往上面贴布告, 后贴的布告将原来的布告覆盖掉。只是在执行块时使用临时数据, 每次调用块之后, 不再保存它的临时数据的值, 它可能被同一优先级中后面调用的块的临时数据覆盖。调用 FC 和 FB 时, 首先应初始化它的临时数据 (写入数值), 然后再使用它, 简称为“先赋值后使用”。

2) Constant (常量): 是在块中使用并且带有声明的符号名的常数。

4. FC1 的程序设计

首先用 CONV 指令将参数“输入数据”接收的 A-D 转换后的整数 (0~27648) 转换为实数 (Real), 再用实数乘法指令和实数除法指令完成式 (4-1) 的运算 (见图 4-2)。运算的中间结果用临时局部变量“中间变量”保存。STEP 7 自动地在局部变量的前面添加 # 号, 例如“#输入数据”。

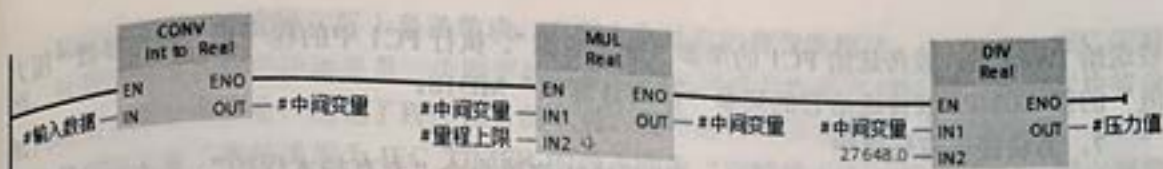


图 4-2 FC1 的压力计算程序

5. 在 OBI 中调用 FC1

在变量表中生成调用 FC1 时需要的 3 个变量（见图 4-3），IW64 是 CPU 集成的模拟量输入的通道 0 的地址。将项目树中的 FC1 拖放到右边的程序区中（见图 4-4）。FC1 的方框中左边的“输入数据”等是在 FC1 的接口区中定义的输入参数和 InOut 参数，右边的“压力值”是输出参数。它们被称为 FC 的形式参数，简称为形参，形参在 FC 内部的程序中使用。别的代码块调用 FC 时，需要为每个形参指定实际的参数，简称为实参。实参在方框的外面，实参（例如“压力转换值”）与它对应的形参（“输入数据”）应具有相同的数据类型。STEP 7 自动地在程序中的全局变量的符号地址两边添加双引号。

实参可以是变量表和全局数据块中定义的符号地址或绝对地址，也可以是调用 FC1 的块（例如本例的 OBI）的局部变量。

9	压力转换值	Int	%IW64
10	压力计算值	Real	%MD18
11	压力计算	Bool	%I0.6

图 4-3 PLC 变量表

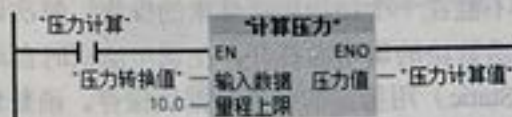


图 4-4 OBI 调用 FC1 的程序

块的 Output（输出）和 InOut（输入/输出）参数不能用常数来作实参。它们用来保存变量值，例如计算结果，因此其实参应为地址。只有 Input（输入参数）的实参能设置为常数。

6. 函数应用的实验

选中项目树中的 PLC_1，将组态数据和用户程序下载到 CPU，将 CPU 切换到 RUN 模式。

在 CPU 集成的模拟量输入的通道 0 的输入端输入一个 DC 0~10V 的电压，用程序状态功能监视 FC1 或 OBI 中的程序。调节该通道的输入电压，观察 MD18 中的压力计算值是否与理论计算值相同。

也可以通过仿真来调试程序。选中项目树中的 PLC_1，单击工具栏上的“开始仿真”按钮，出现 S7-PLCSIM 的精简视图。将程序下载到仿真 PLC，后者进入 RUN 模式。单击精视图右下角的按钮，切换到项目视图（见图 4-5）。双击打开项目树中的“SIM 表 1”，在表中输入有关的变量。

名称	地址	显示格式	监视/修改值	位	一致修改
-----	%IB0	十六进制	16#40	<input type="checkbox"/>	16#00
			13824	<input checked="" type="checkbox"/>	13824
压力转换值	%IW64	DEC+/-	13824	<input type="checkbox"/>	0
压力计算值	%MD18	浮点数	5	<input type="checkbox"/>	

图 4-5 S7-PLCSIM 的 SIM 表 1

勾选 IB0 所在行 I0.6 对应的小方框，I0.6 的常开触点接通，调用 FC1。在第二行的“一致修改”列输入 13824（27648 的一半），单击工具栏上的“修改所有选定值”按钮，13824

被送给 IW64 后, 被传送给 FCI 的形参“输入数据”。执行 FCI 中的程序后, 输出参数“压力值”的值 5.0MPa 被传送给它的实参“压力计算值” MD18。

7. 为块提供密码保护

用鼠标右键单击项目树中的 FCI, 执行快捷菜单命令“专有技术保护”, 单击打开的对话框中的“定义”, 在“定义密码”对话框中输入密码和密码的确认值。两次单击“确定”按钮后, 项目树中 FCI 的图标变为有一把锁的符号, 表示 FCI 受到保护。双击打开 FCI, 需要在出现的对话框中输入密码, 才能看到程序区的程序。

用鼠标右键单击项目树中已加密的 FCI, 执行快捷菜单命令“专有技术保护”, 单击打开的对话框中的复选框“隐藏代码”, 去掉其中的勾。输入密码, 单击“确定”按钮, FCI 的密码保护被解除。项目树中 FCI 的图标上一把锁的符号消失。

块加密后, 需要关闭 TIA 博途, 再打开后才能对关闭前加密的块解除密码。

4.1.2 生成与调用函数块

1. 函数块

函数块 (FB) 是用户编写的有自己的存储区 (背景数据块) 的代码块, FB 的典型应用是执行不能在一个扫描周期结束的操作。每次调用函数块时, 都需要指定一个背景数据块。后者随函数块的调用而打开, 在调用结束时自动关闭。函数块的输入、输出参数和静态局部数据 (Static) 用指定的背景数据块保存。函数块执行完后, 背景数据块中的数值不会丢失。

2. 生成函数块

打开项目“函数与函数块”的项目树中的文件夹“\PLC_1\程序块”, 双击其中的“添加新块”, 单击打开的对话框中的“函数块”按钮, 默认的编号为 1, 默认的语言为 LAD (梯形图)。设置函数块的名称为“电动机控制”, 单击“确定”按钮, 生成 FB1。去掉 FB1 “优化的块访问”属性。可以在项目树的文件夹“\PLC_1\程序块”中看到新生成的 FB1 (见图 4-1)。

3. 生成函数块的局部变量

打开 FB1, 用鼠标往下拉动程序编辑器的分隔条, 分隔条上面是函数块的接口区, 生成的局部变量见图 4-6, FB1 的背景数据块见图 4-7。

电动机控制				
	名称	数据类型	偏移量	默认值
1	Input			
2	起动按钮	Bool	0.0	false
3	停止按钮	Bool	0.1	false
4	定时时间	Time	2.0	T#0ms
5	Output			
6	制动器	Bool	6.0	false
7	InOut			
8	电动机	Bool	8.0	false
9	Static			
10	定时器DB	IEC_TIMER	10.0	
11	Temp			
12	Constant			

图 4-6 FB1 的接口区

电动机数据1				
	名称	数据类型	偏移量	默认值
1	Input			
2	起动按钮	Bool	0.0	false
3	停止按钮	Bool	0.1	false
4	定时时间	Time	2.0	T#0ms
5	Output			
6	制动器	Bool	6.0	false
7	InOut			
8	电动机	Bool	8.0	false
9	Static			
10	定时器DB	IEC_TIMER	10.0	

图 4-7 FB1 的背景数据块

IEC 定时器、计数器实际上是函数块，方框上面是它的背景数据块。在 FB 中，IEC 定时器、计数器的背景数据块如果是一个固定的数据块，在同时多次调用 FB1 时，该数据块将会被同时用于两处或多处，这犯了程序设计的大忌，程序运行时将会出错。为了解决这一问题，在块接口中生成了数据类型为 IEC_TIMER 的静态变量“定时器 DB”（见图 4-6），用它提供定时器 TOF 的背景数据，其内部结构见图 4-8。每次调用 FB1 时，在 FB1 不同的背景数据块中，不同的被控对象都有保存 TOF 的背景数据的存储区“定时器 DB”。

4. FB1 的控制要求与程序

FB1 的控制要求如下：用输入参数“起动按钮”和“停止按钮”控制 InOut 参数“电动机”（见图 4-9）。按下停止按钮，断开延时定时器（TOF）开始定时，输出参数“制动器”为 1 状态，经过输入参数“定时时间”设置的时间预设值后，停止制动。

名称	数据类型	偏移量	默认值
Static			
定时器DB	IEC_TIMER	10.0	
ST	Time	0.0	T#0ms
PT	Time	4.0	T#0ms
ET	Time	8.0	T#0ms
RU	Bool	12.0	false
IN	Bool	12.1	false
Q	Bool	12.2	false



图 4-8 定时器 DB 的内部变量

图 4-9 FB1 的程序

在 TOF 定时期间，每个扫描周期执行完 FB1 之后，都需要保存“定时器 DB”中的数据。函数块执行完后，下一次重新调用它时，其 Static（静态）变量的值保持不变。所以“定时器 DB”必须是静态变量，不能在函数块的临时数据区（Temp 区）生成数据类型为 IEC_TIMER 的变量。


函数块的背景数据块中的变量就是它对应的 FB 接口区中的 Input、Output、InOut 参数和 Static 变量（见图 4-6 和图 4-7）。函数块上述的数据因为用背景数据块保存，在函数块执行完后也不会丢失，以供下次执行时使用。其他代码块也可以访问背景数据块中的变量。不能直接删除和修改背景数据块中的变量，只能在它对应的函数块的接口区中删除和修改这些变量。

生成函数块的输入、输出参数和静态变量时，它们被自动指定一个默认值（见图 4-6），可以修改这些默认值。局部变量的默认值被传送给 FB 的背景数据块，作为同一个变量的启动值。可以在背景数据块中修改上述变量的启动值。调用 FB 时没有指定实参的形参使用背景数据块中的启动值。

5. 在 OBI 中调用 FB1

在 PLC 变量表中生成两次调用 FB1 使用的符号地址（见图 4-10）。将项目树中的 FB1 拖放到程序区的水平“导线”上（见图 4-11）。在出现的“调用选项”对话框中，输入背景数据块的名称。单击“确定”按钮，自动生成 FB1 的背景数据块。为各形参指定实参时，可以使用变量表或全局数据块中定义的符号地址，也可以使用绝对地址，然后在变量表中修改自动生成的符号的名称。

6. 调用函数块的仿真实验

选中项目树中的 PLC_1，单击工具栏上的“开始仿真”按钮，打开 S7-PLCSIM。将程

序下载到仿真 PLC，使后者进入 RUN 模式。在 S7-PLCSIM 的项目视图打开项目树中的“SIM 表 1”，在表中生成 IB0 和 QB0 的 SIM 表条目（见图 4-12）。

名称	数据类型	地址
启动按钮 1	Bool	%I0.0
停止按钮 1	Bool	%I0.1
1号设备	Bool	%Q0.0
制动 1	Bool	%Q0.1
启动按钮 2	Bool	%I0.2
停止按钮 2	Bool	%I0.3
2号设备	Bool	%Q0.2
制动 2	Bool	%Q0.3

图 4-10 PLC 变量表

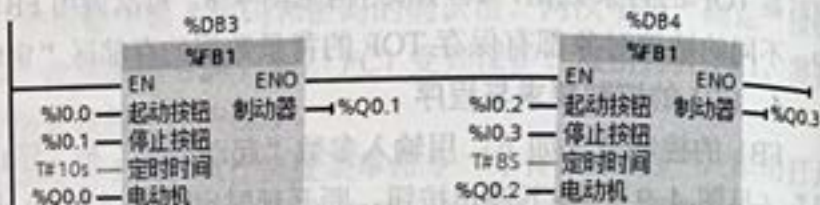


图 4-11 OBI 调用 FBI 的程序

两次单击 I0.0（启动按钮 1）对应的小方框，Q0.0（1 号设备）变为 1 状态。两次单击 I0.1（停止按钮 1）对应的小方框，Q0.0 变为 0 状态，Q0.1（制动 1）变为 1 状态。经过参数“定时时间”设置的时间后 Q0.1 变为 0 状态。可以令两台设备几乎同时起动、同时停车和制动延时，图 4-12 是两台设备均处于制动状态的 SIM 表。

名称	地址	显示格式	监视/修数值	位	一致修改
▶	%IB0	十六进制	16#00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	%QB0	十六进制	16#0A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

图 4-12 S7-PLCSIM 的 SIM 表 1

7. 处理调用错误

作者最初编写的 FB1 没有生成参数“定时时间”。在 OBI 中调用符号名为“电动机控制”的 FB1 之后，在 FB1 的接口区增加了输入参数“定时时间”，OBI 中被调用的 FB1 的字符变为红色（见图 4-13 中的左图）。右键单击出错的 FB1，执行快捷菜单中的“更新块调用”命令，出现图 4-13 所示的“接口同步”对话框，显示出原有的块接口和增加了输入参数后的块接口。单击“确定”按钮，“接口同步”对话框消失。OBI 中调用的 FB1 被修改为新的接口（见图 4-13 中的右图），程序中 FB1 的红色字符变为黑色。需要用同样的方法处理图 4-11 右边的 FB1 的调用错误。

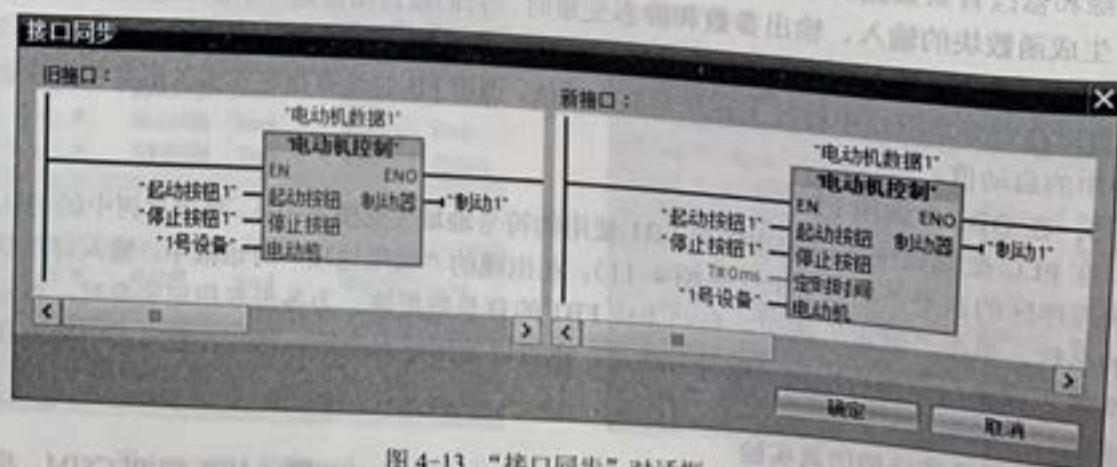


图 4-13 “接口同步”对话框