

1 SIMOTION MCC 编程概述

MCC 是 SIMOTION 的一种图形化编程语言，具有使用方便，易于理解，上手快的特点。MCC 是一种类似流程图的编程方式，只需在 MCC 命令中输入必要的参数就可以完成复杂的操作指令，从而大大简化了程序的复杂程度。MCC 特别适用于顺序执行的运动控制程序。

2 SIMOTION MCC 编程界面

2.1 MCC 程序的编辑界面

MCC 编辑器的界面分为 5 个部分，项目浏览区，菜单，工具栏，状态栏和工作区。

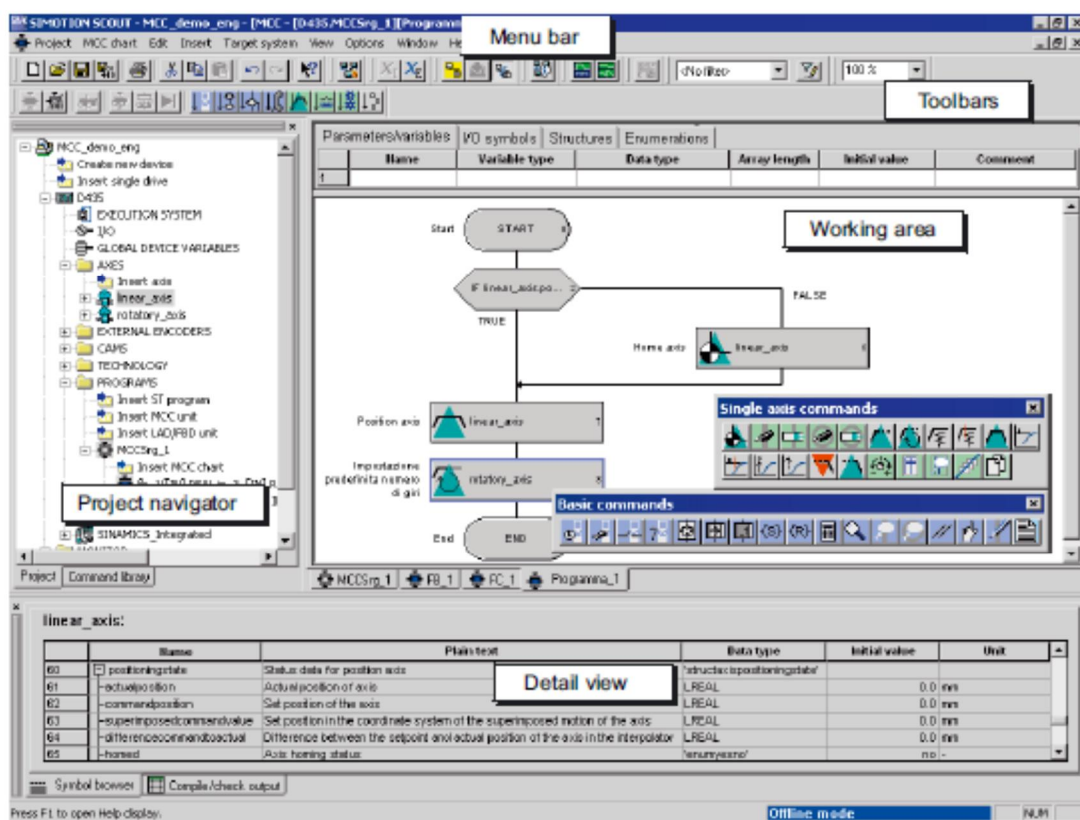


图 1 MCC 编辑器的界面

对 MCC 编辑器可以有以下操作：

1. 可以在菜单中选择 View > Maximize Working Area 或 View > Maximize Detail View 来最大化工作区或状态栏。还可以用 View >Detail View 或 View > Project Navigator 来关闭某个区域。
2. 可以在工具栏 Zoom Factor 中选择 MCC 程序显示的比例。或者按住 Ctrl 同时滚动滑轮改变 MCC 图的大小。

3. 双击项目浏览区的 MCC 图或 MCC 源文件可以打开程序。如果有几个 MCC 图或 MCC 源文件同时被打开，可以用下面的方法查看某个程序：

- 选择工作区下方的标签。
- Windows 菜单下选择某个程序。
- 项目浏览区双击某个程序。

2.2 MCC 编辑器的设置

可以通过菜单 Options > Settings，MCC editor 标签改变 MCC 编辑器的属性。

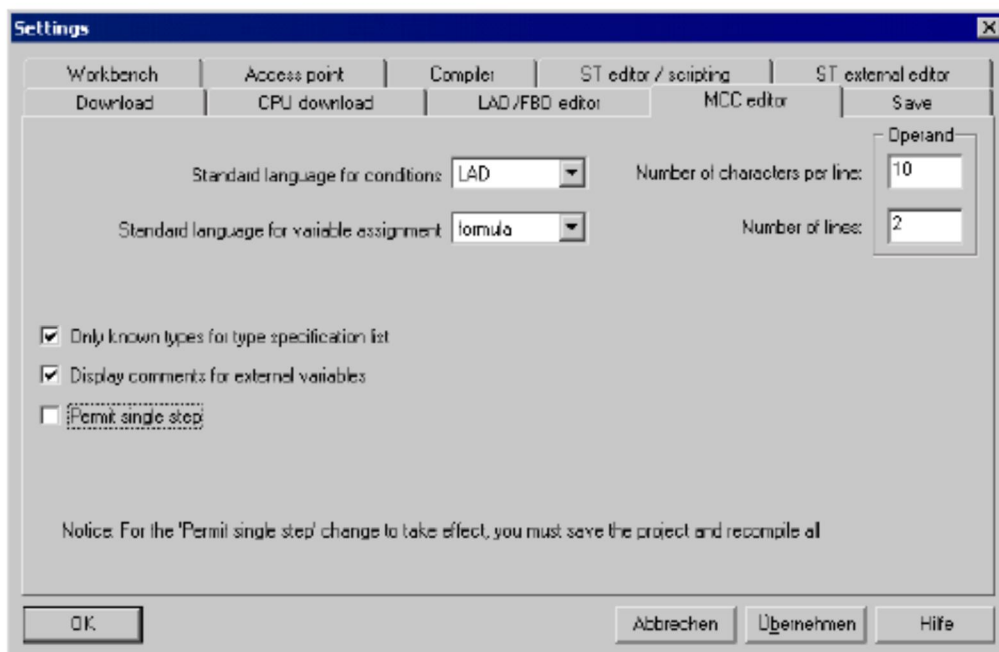


图 2 MCC 编辑器的设置

在此对话框里可以设置：

- 条件表达式的标准语言：LAD 或 FBD 或 formula
- 变量定义的语言：LAD 或 FBD 或 formula
- 在类型列表里只显示已知的类型：
 - 如果选择了此选项，声明列表只包括同一个MCC源文件或者链接的源文件或库中的函数块。
 - 如果不选择此选项，声明列表包括了项目中所有的函数块。
- 允许单步运行

2.3 帮助

在线帮助可以通过多种方式调出：

- 帮助菜单，包括：
 - 帮助主题
 - 内容相关帮助
 - 使用入门
- 使用参数设置窗口中的帮助按钮
- 使用F1键调出帮助
- 使用组合键 Shift+F1 调出内容相关帮助

3 MCC 源文件和 MCC 图

3.1 概述

MCC 源文件位于工程浏览器中 SIMOTION 设备的 Programs 文件夹下，是进行编译的最小单位。MCC 图是 MCC 源文件下的程序单元（包括程序 Program，函数 FC 或函数块 FB），位于工程浏览器的 MCC 源文件下。一个 MCC 源文件可以包含多个 MCC 图。

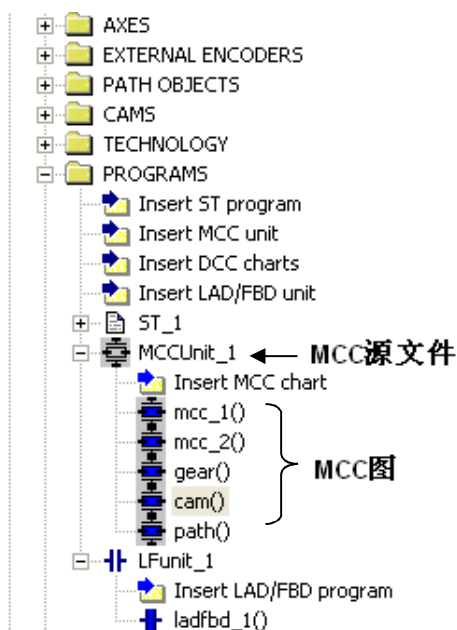


图 3 MCC 源文件和 MCC 图

3.2 MCC 源文件

3.2.1 插入 MCC 源文件

可以用下面的方式插入 MCC 源文件：

- 在项目浏览器中，PROGRAMS 文件夹下双击 Insert MCC Unit。

- 选择 PROGRAMS 文件夹，通过菜单选择 Insert-> Program -> MCC Unit。
- 右击 PROGRAMS 文件夹，通过背景菜单选择 Insert new object -> MCC Unit。

在弹出的对话框中输入 MCC 源文件的名称，名称由字母 (A - Z, a - z)，数字 (0 - 9)，或下划线组成，但是必须是字母或下划线开始。不区分大小写。允许的名称的长度与 SIMOTION kernel 的版本有关：

- 版本 V4.1 及以上 SIMOTION kernel: 最多 128 个字符
- 版本 V4.0 及以下 SIMOTION kernel: 最多 8 个字符

并且命名在此 SIMOTION 设备中必须是唯一的。

还可以输入作者或者版本信息。如果有必要，选择编译器标签对源文件的编译器进行设置。

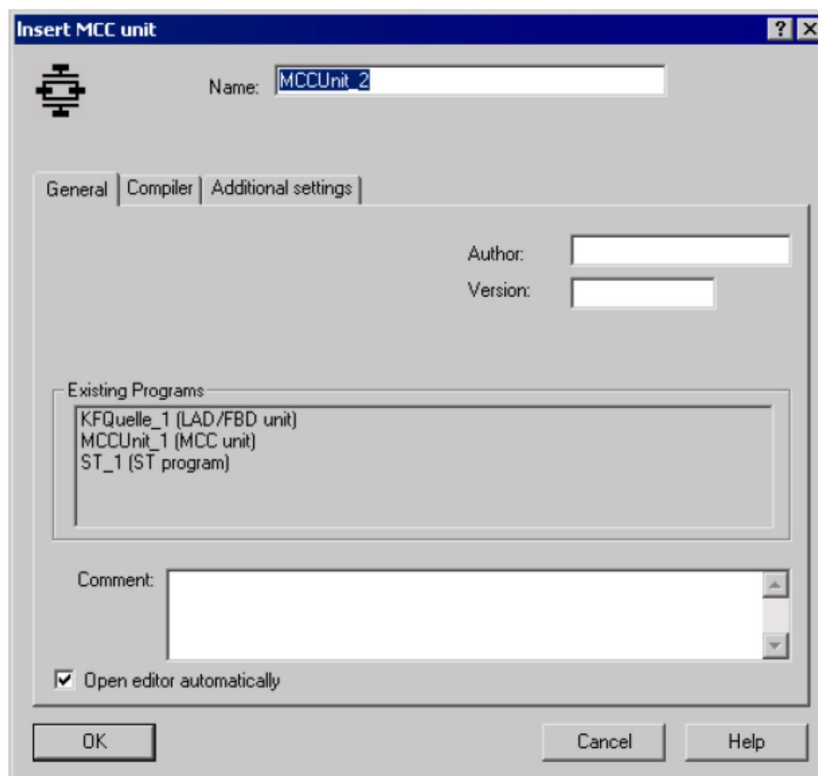


图 4 插入 MCC 源文件

3.2.2 MCC 源文件的编译

通过下面的方式编译MCC源文件：

- 在MCC源文件工具栏中选择编译按钮。
- 菜单中选择 MCC Unit > accept and compile 或者 MCC chart > accept and compile 。
- 在项目浏览窗口中，右击要编译的源文件，选择accept and compile。

编译的错误和报警信息显示在屏幕下方输出框的Compile/check output 标签中。可以双击某错误信息来定位程序出错的地方，从而对程序进行修改。

MCC工具栏:

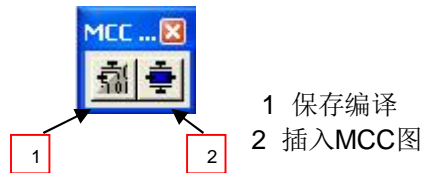


图 5 MCC 源文件工具栏

3.2.3 剪切, 拷贝, 删除 一个 MCC 源文件

在项目浏览窗口选中某个MCC源文件后，可以通过背景菜单或编辑菜单完成MCC源文件的剪切, 拷贝和删除操作。

3.2.4 MCC 源文件的密码设置

选中某个 MCC 源文件，右击，在弹出的菜单中选择 know-how protection->set。

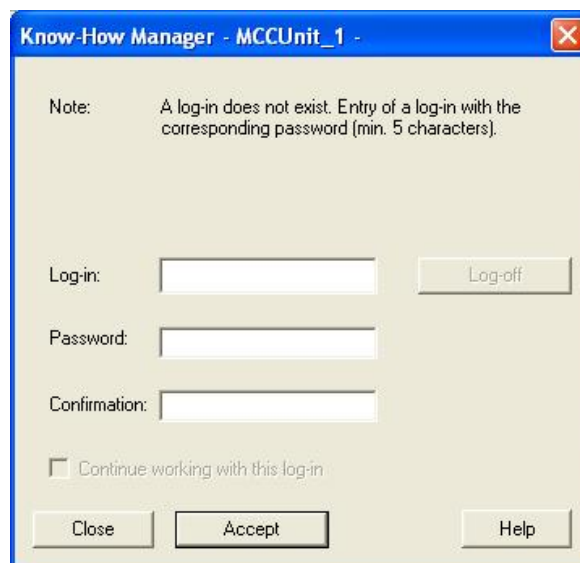


图 6 MCC 源文件的加密设置

在弹出的对话框中设定登录名和密码。

设置完毕再次启动项目时密码起作用，需要输入之前设置的用户名和密码才能打开此 MCC 源文件。

3.2.5 导出和导入 MCC 源文件

通过导入，导出操作可以把某个 MCC 源文件单独保存，并复制到其他项目中。

1. 把 MCC 源文件导出成 ST 语言格式的文本文件：选择 MCC 源文件右击选择 Export as ST。
2. 导入 ST 文本文件：右击 PROGRAM 文件夹选择 import external source->ST source。
3. 导出成 XML 文件：Expert > Save Project and Export Object。
4. 导入 XML 文件：Expert > Import Object。

3.3 配置编译器

可以对编译器的选项进行全局设置和本地设置。

1. 全局设置：针对此项目中所有编程语言

选择 Tools > Settings，选择 Compiler 标签对编译器选项进行设置。

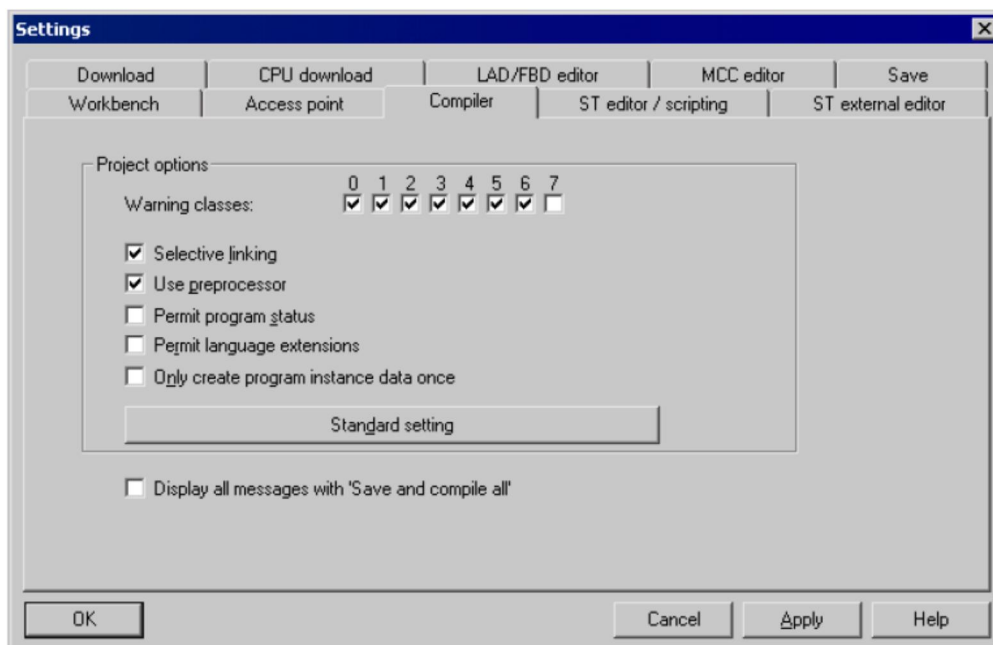


图 7 编译器的全局设置

2. 本地设置：只对本 MCC 源程序的编译设置，可以覆盖掉全局设置。
右击 MCC 源文件，选择属性，选择编译器标签修改设置。

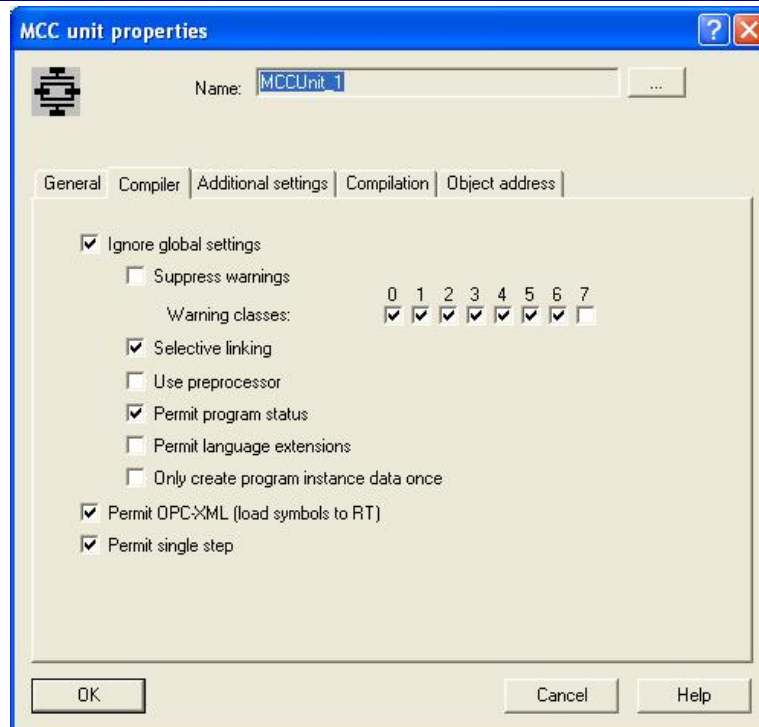


图 8 编译器的本地设置

3. 编译器设置的选项

- 忽略全局设置 **Ignore global settings:**

选中: 下面的本地设置起作用, 全局设置被忽略。

未选中: 全局设置起作用, 下面的复选框用灰色标记。

- 选择编译器报警输出的范围 **Suppress warnings:**

选中: 报警输出设置使用全局设置中的设置。

未选中: 编译器根据报警等级选择输出报警信息。

- 报警等级 **Warning classes:** 只有在 **Suppress warnings** 未激活时有效。

选中: 编译器输出此等级的报警信息。

未选中: 编译器不输出此等级的报警信息。

- 选择性链接 **Selective linking:**

选中: 生成可执行程序时删除未使用的代码。

未选中: 生成可执行程序时保留未使用的代码。

- 使用预处理器 **Use preprocessor:**

选中: 使用预处理器。

未选中: 不使用预处理器

- 使能程序状态 **Enable program status:**

选中: 生成附加的程序代码来监控程序的变量。

未选中: 不监控程序状态。

- 允许语言扩展 **Permit language extensions**

选中: 允许与IEC 61131-3不一致的语言。

未选中: 只运行符合IEC 61131-3的编程语言。

- 只生成程序实例一次 **Only create program instance data once**

选中: 程序的本地变量只在程序的用户存储区中存储一次。

未选中: 程序的本地变量存储在相应的任务的用户存储器中。

- 使能OPC-XML **Enable OPC-XML**

选中时符号信息被保存于SIMOTION 设备中 (函数_exportUnitDataSet 和 _importUnitDataSet 要求此设置)

- **Permit single step**

选中时产生额外的代码使能程序的单步监控。

3.4 MCC 图

3.4.1 插入一个 MCC 图

可以用下列方法插入一个MCC图:

- 在项目浏览框中在MCC 源文件下双击插入MCC图。
- 菜单中选择 **Insert > Program > MCC chart** 。
- 右击MCC源文件选择 **Insert new object > MCC chart** 。

在弹出的对话框中输入MCC源文件的名称，名称的命名原则同MCC源文件。选择插入的MCC图的类型，程序、函数或是函数块。如果要使程序能在其他的程序中使用则要选择 **Exportable**复选框。还可以输入作者或者版本信息。

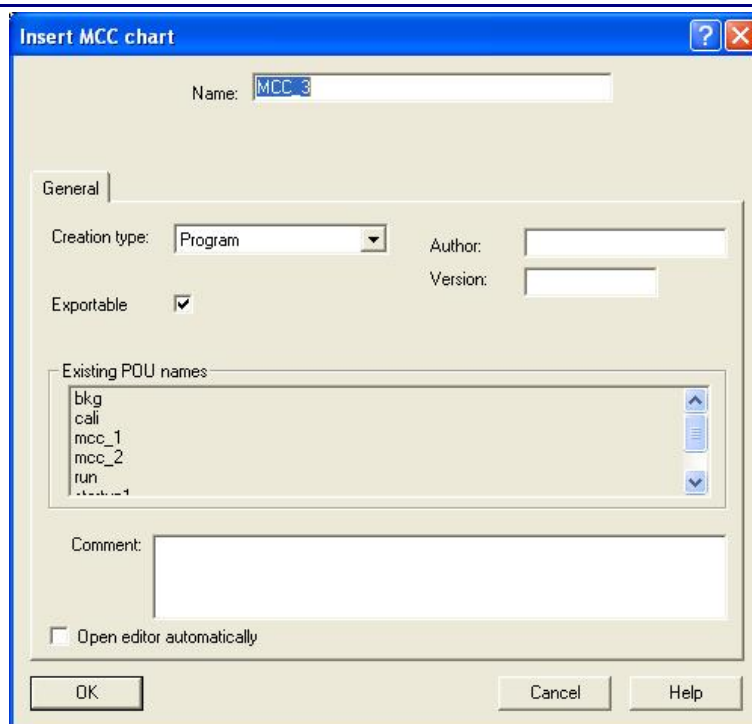


图7 插入MCC图

MCC图不能单独编译，必须与MCC源文件中的其他MCC图一同编译。同MCC源文件一样，MCC图也可以进行拷贝、剪切、粘贴和删除操作。还可以在项目中导入或导出MCC图。

3.4.2 设置 MCC 图在 MCC 源文件中的顺序

MCC 图在MCC源文件中的顺序对于编译很重要，比如一个函数必须在调用前被声明。可以在项目浏览框中选中MCC图，在快捷菜单中选择UP或Down调整顺序。

4 MCC 命令的使用

4.1 概述

每个 MCC 程序已包含了开头和结尾。在这两头之间写入 MCC 命令。程序按指定的顺序执行。

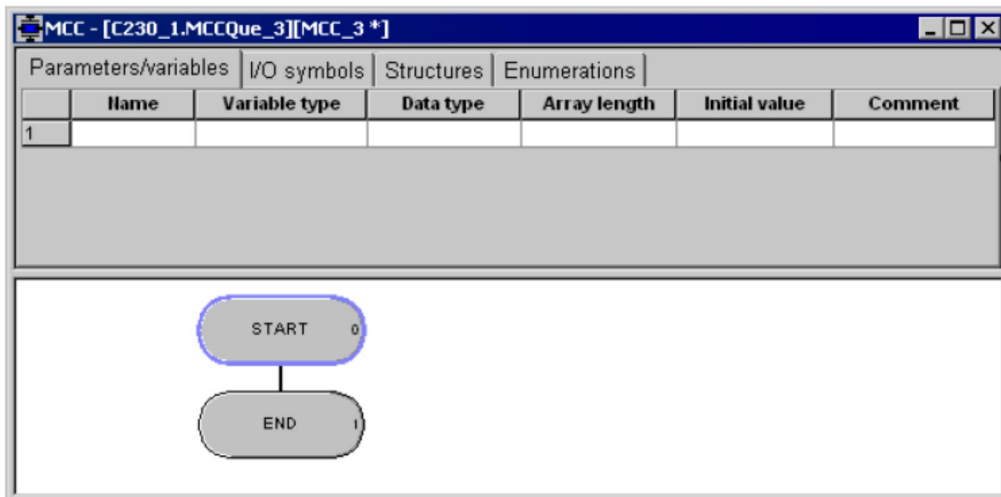


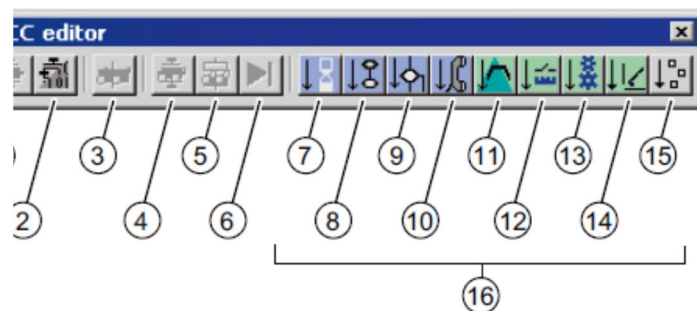
图 8 空的 MCC 图

4.2 MCC 命令

有两种方式插入 MCC 命令：

1. 菜单 MCC Chart > Insert 插入 MCC 命令。
2. MCC 编辑器工具栏

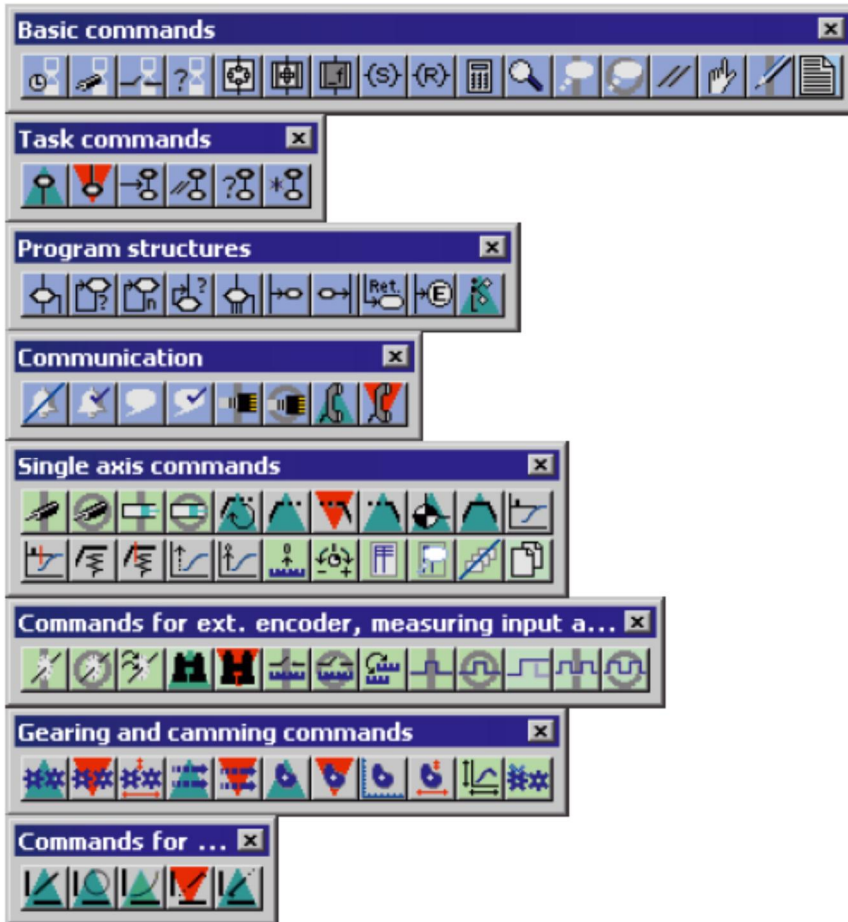
工具栏中包含了完整的命令集合，命令被分为若干个命令组，如下图。每个命令组用一个按钮表示，光标放到该按钮上时，该组命令会显示出来，然后就可以单击相应的命令将之插入到程序中。



- ,2 保存编译
- ,3 程序状态
- ,4 监控
- ,5 使能单步运行
- ,6 下一步
- ,7 基本命令
- ,8 任务命令
- ,9 程序结构
- ,10 通讯
- ,11 单轴命令
- ,12 编码器，测量输入和凸轮输出
- ,13 同步命令

- ,14路径插补命令
- ,15重要的命令
- ,16命令组

下图是展开的 MCC 命令组：



下图显示了如何用工具栏在程序中插入一个 MCC 命令。选中要插入 MCC 命令的位置，在工具栏中点击相应的命令。

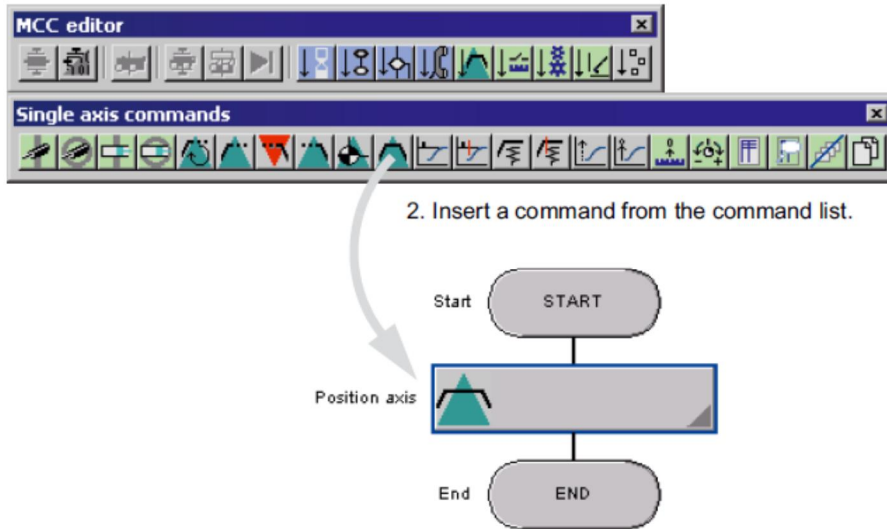


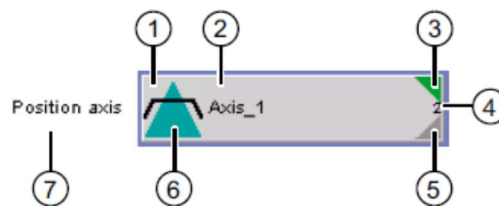
图 9 插入一个 MCC 命令

4.3 MCC 命令的组成

MCC 程序的起始和终止节点用椭圆表示，条件跳转指令用菱形表示，其他的 MCC 命令用矩形块表示。MCC 命令用图形符号表示命令的功能，不同颜色可以区分命令的类型。

- 浅蓝色：基本命令
- 白色：子模块
- 绿色：开始命令
- 红色：停止命令

以下是一个典型的 MCC 命令：



- ,1 已设置断点
- ,2 TO 的名字
- ,3 命令包含有注释
- ,4 命令的编号
- ,5 此命令未填写参数，或参数不正确
- ,6 命令符号
- ,7 简短的注释

4.4 为 MCC 命令加注释

有三种方法为 MCC 命令加注释：

1. 加入 Command block，用专用的命令输入注释
2. 简短注释，直接点击前面的文本进行修改
3. 命令注释，右击想要添加注释的命令选择 Insert comment

4.5 选择，拷贝，删除，剪切，粘贴 MCC 命令

鼠标单击选择 MCC 命令，或拖动鼠标选择多个命令，可以进行拷贝，删除，剪切，粘贴操作。

4.6 隐藏/显示 MCC 命令

为了测试程序可以把一些命令隐藏起来，隐藏的命令不被执行。选择 MCC 命令，在快捷菜单中选择 Mask in 或 Mask out。

4.7 创建模块

为了使程序的结构更加清晰，可以使用模块。模块由一系列的 MCC 命令组成，在 MCC 程序中显示为一个命令，可以进行拷贝粘贴，可多次使用。

有 2 种创建模块的方法：

1. 用工具栏插入一个空的模块，双击打开，编写程序。
2. 选中已经编好的命令右击选择 Create Module，生成模块。如图 10。

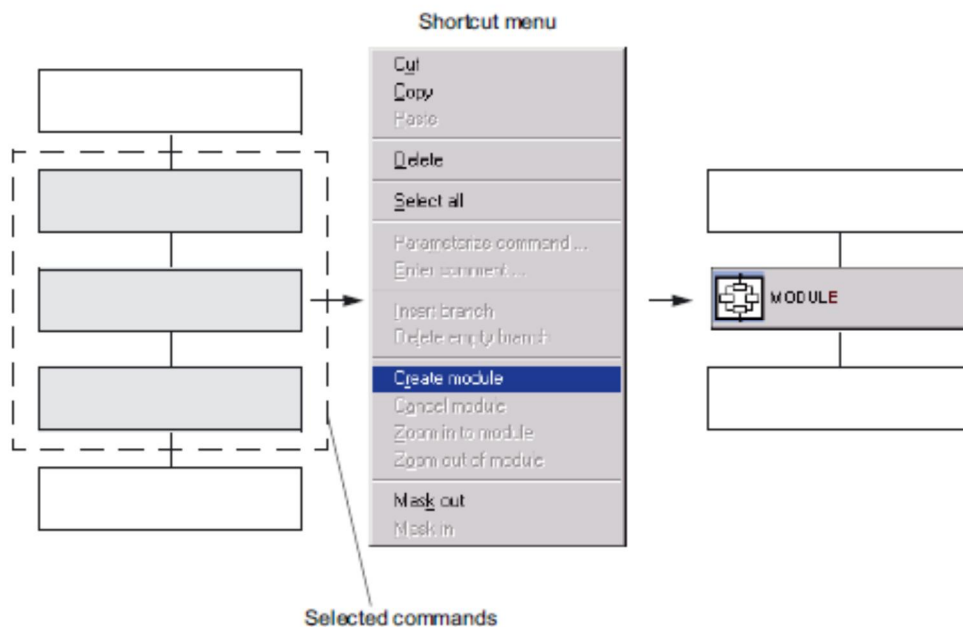


图 10 创建 MCC 命令模块

双击模块的命令，或者在快捷菜单中选择 **Zoom in to Module** 可以打开模块，模块里的程序用圆形图案作为起始和结尾。双击圆形的图案或者在快捷菜单中选择 **Zoom out of module** 回到原程序。

如果想取消模块化可以在快捷菜单中选择 **cancel module**，模块里的程序会直接显示出来。

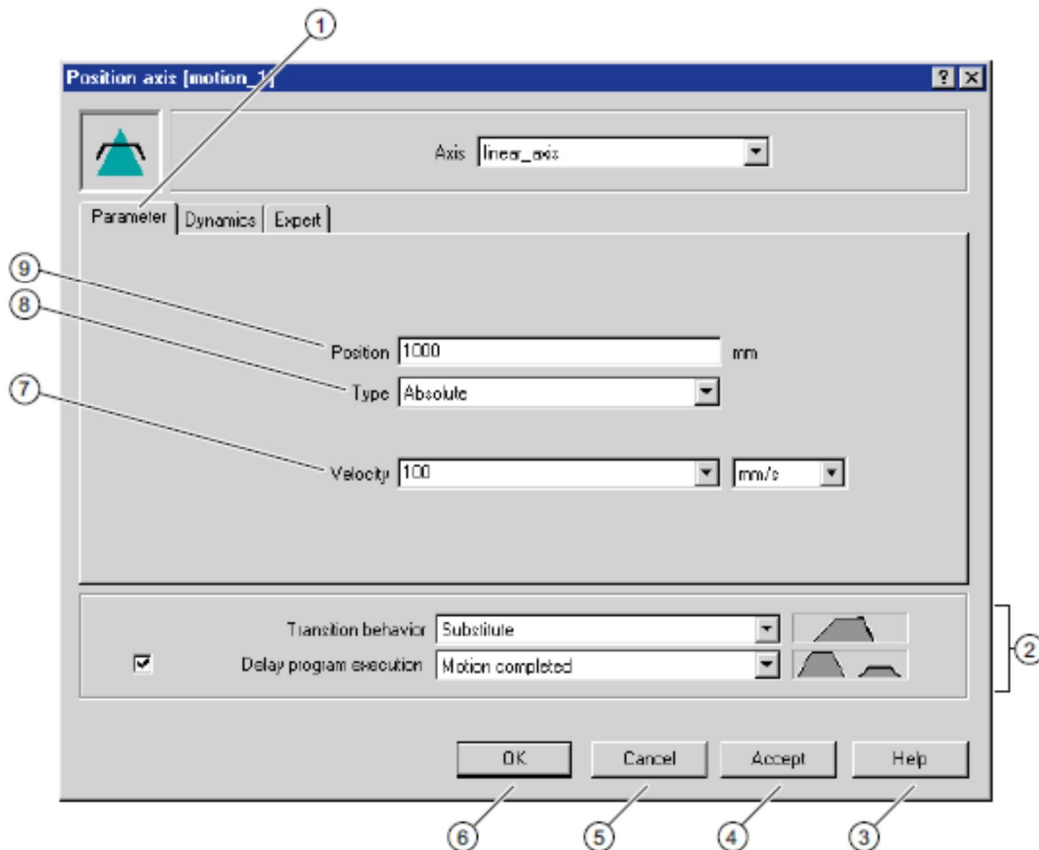
4.8 MCC 命令的参数化窗口

所有的 MCC 命令都有相应的参数化窗口，双击该命令或者在快捷菜单中选择 **Parameterize Command** 可以打开参数化窗口。在打开参数化窗口后，可以进行其他操作。

下面是一个典型的参数化窗口。

在窗口的最上端选择命令的操作对象，中部有几个标签，一般只需填写第一个标签 **parameter** 中的内容，其他标签内容是可选的，或者有默认值。

窗口的下部是过渡行为设置和程序延时模式。



- ,1 标签选择
- ,2 过渡行为和程序延时模式
- ,3 在线帮助
- ,4 应用参数
- ,5 关闭窗口，放弃设置的参数

- ,6 应用设置的参数关闭窗口
- ,7 可编辑列表选择框
- ,8 列表选择框
- ,9 输入框

图 11 MCC 命令参数化窗口

输入框中可输入的类型包括：

- 值：软件会检查输入的值是否超限，提示框里会显示可输入的值的范围。变量包括全局设备变量或 IO 变量，也可以通过拖拽的方式输入。

- 公式：从命令库中拖拽命令或函数到输入框中。

列表选择框提供了几个不同的选项。

常用的选项有：

- **Default**：使用配置 TO 时的预设值
- **Last programmed**：上次的编程值用做参数值。
- **Last programmed velocity**：只对速度有效。上次编程的速度值。
- **Current**：只对速度有效。实际的轴的速度值用做参数值。

可编辑输入框：可以在下拉列表框中选择某个选项。也可以直接输入值。

单位：选择前面参数的单位：

- 配置 TO 时的物理单位
- %参数默认值的百分比

4.9 动态标签

大部分的运动控制命令的参数对话框中都包含了动态参数标签。这里可以指定速度曲线的类型以及相关的加速度，减速度和 jerk。

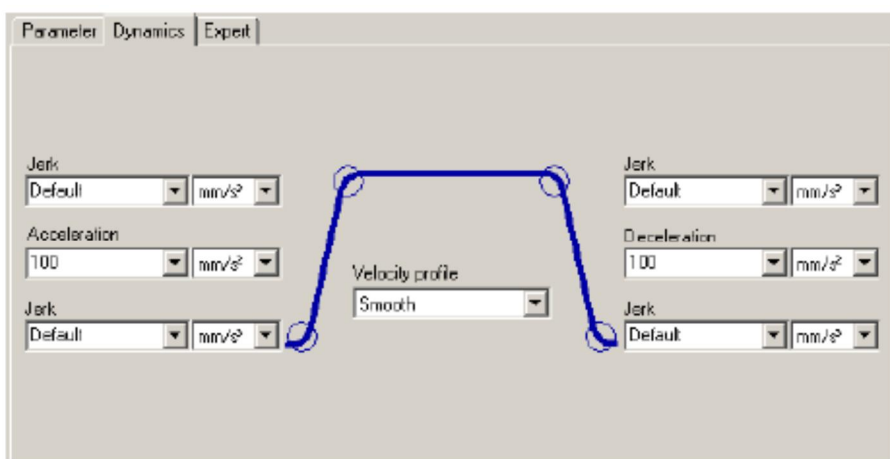


图 12 MCC 命令的动态标签

4.10 Expert 标签

大部分的运动控制命令都有 Expert 标签，不同的命令略有不同。可以设置：

- 定义 CommandID 类型的变量，用于对命令的监控
- 影响参数对话框的配置数据和变量
- 定义命令的返回值变量

4.11 过渡行为和程序延时设置

4.11.1 过渡行为

对于运动控制命令，可以指定轴的当前命令的过渡行为。下表列出了可以设置的过渡行为（粗线是编程命令，细线是激活的命令）。

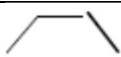



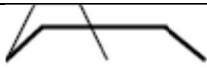

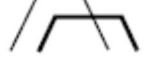
过渡行为	图形	描述
替代 Substitute		立即执行编程命令。当前命令被放弃。
附加 Attach		编程的命令附加在当前命令后面，挂起的命令会被执行
附加并删除挂起的命令 Attach, delete pending command		编程的命令附加在当前命令后面，挂起的命令会被取消
融合 Blending		当当前命令减速时平滑过渡到编程命令。
叠加 Superimose		编程的命令叠加到当前命令。

表 1 过渡行为的设置

4.11.2 程序延时设置

勾选此选项来决定下一个命令什么时候被激活。否则下个命令立即被执行或者当前命令进入到命令缓冲区时执行。MCC 主要用于顺序控制，因此默认此选项是被激活的。

程序延时	图形	描述
运动开始 Motion start		当前的运动开始后开始下一条命令。
加速结束 Acceleration end		当前的运动加速结束后开始下一条命令。
速度到达 Speed/velocity reached		当前的运动速度到达后开始下一条

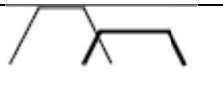


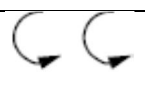

		命令。
开始减速 Start of deceleration phase		当前的运动开始减速时开始下一条命令。
设定值插补结束 End of setpoint interpolation		设定值插补结束后开始下一条命令。
运动结束后轴停止 Motion is finished Axis stopped		当前命令结束后开始下一条命令。
轴同步后 Axis synchronized		轴同步后开始下一条命令。
回零后 Axis homed		轴回零后开始下一条命令。

表 2 程序延时设置

5 MCC 编程

5.1 变量定义

变量可以在符号浏览器中或 MCC 源文件的变量声明表或 MCC 图的变量声明表中定义。这里只介绍在 MCC 源文件或 MCC 图中的变量定义。

5.1.1 定义单元变量

单元变量在 MCC 源文件中声明。根据定义变量的位置不同，变量的有效范围也不同：

- 在接口区定义

变量在整个源文件中有效，而且变量可以被 HMI 设备访问，连接后还可以被其他的源程序访问。接口变量定义的最大长度是 64K。

- 在实现区定义变量

定义的变量只在此源文件中有效。

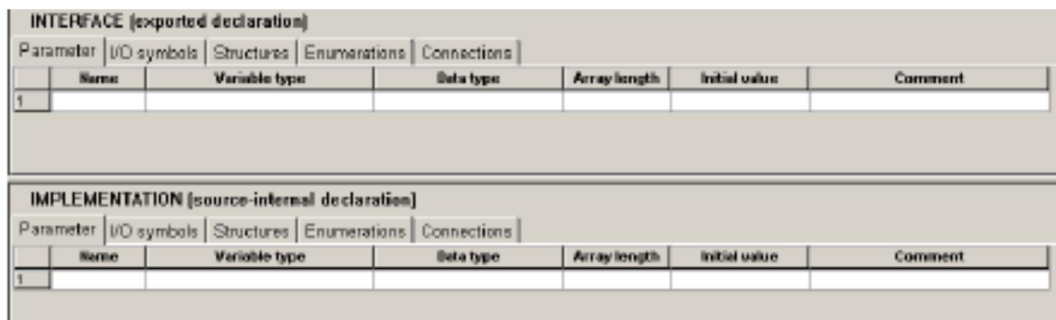


图 13 定义单元变量

5.1.2 定义临时变量

临时变量只能在定义它的程序单元（程序，FC，FB）中被访问。

打开 MCC 图在上面的变量定义区定义变量。

Parameters/variables					I/O symbols					Structures					Enumerations									
					Name					Absolute identifier					Data type					Comment				
1					io_var					%GB4					BYTE									
2																								

图 14 定义临时变量

5.2 链接源程序和库

在变量声明表中可以定义连接属性。这样可以允许此源程序访问其他程序接口区中定义的变量，函数，函数块等。

- 如果在接口区内设置 **conection** 标签项，被连接的程序的变量可以再被连接到其他源程序。选择需要连接源程序类型和名称。
- 如果在实现区内设置 **conection** 标签项，被连接的程序的变量不能再被连接到其他源程序。

5.3 子程序

需要复用的程序可以编写在子程序中，供其他程序调用。子程序被调用时，程序从当前的任务转到子程序中的命令，子程序执行完毕回到原来的程序。

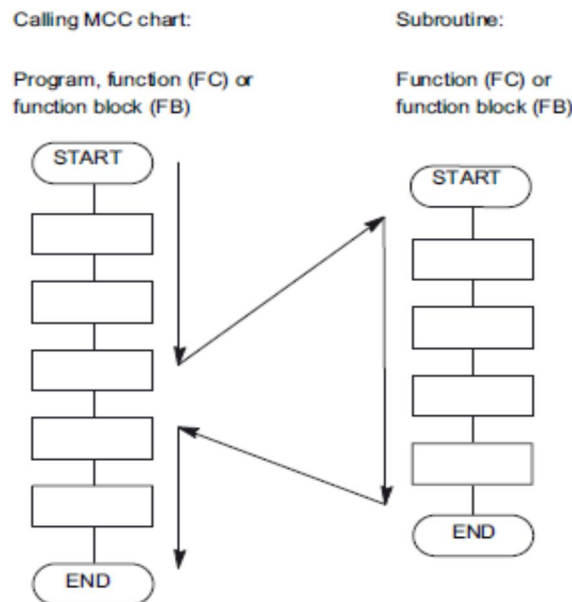


Figure 4-25 Execution of a subroutine

图 15 MCC 子程序

5.3.1 子程序包括函数 (FC) 和函数块 (FB)

FC 是不带静态数据的子程序，也就是说函数执行完毕后所有变量的值都不被保存。在下次函数被调用时变量被初始化。

FB 是带静态数据的子程序，FB 程序执行结束后本地数据保持不变，只有明确被声明为临时变量的数据不被保存。

使用 FB 之前要定义 FB 的实例，即定义 FB 类型的变量。可以定义几个独立的 FB 实例。

5.3.2 主程序和子程序之间的参数传递

FC FB 用输入，输入输出，输出类型的变量来传递数据。这些变量可以在 FC FB 中定义。

- 输入参数: VAR_INPUT
- 输入输出参数: VAR_IN_OUT
- 输出参数 (只对 FB 有效): VAR_OUTPUT

在调用 FB FC 时，指定输入或输入输出参数的值，传递数据到子程序。

FC 可以指定返回值，返回值的类型在 FC 定义时指定。

FB 可以用输入输出参数，或输出参数来返回数据。输出数据可以随时被访问。

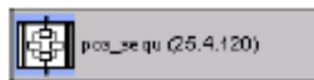
5.3.3 插入 FC FB

建立 FB FC 块的步骤同建立 MCC 程序类似。

1. 插入 MCC 图。
2. 在类型中选择 Function 或 Function block。
3. 如果选择了 Function，需要选择返回的变量类型 (<->表示无返回值)。
4. 如果建立的 FC FB 需要在其他的源程序中被调用，则勾选 Exportable 选项。
5. 编写程序。

FC 中用函数名=表达式的形式来传递返回数据。FB 块中可直接对输出变量赋值。

5.3.4 FB FC 的调用



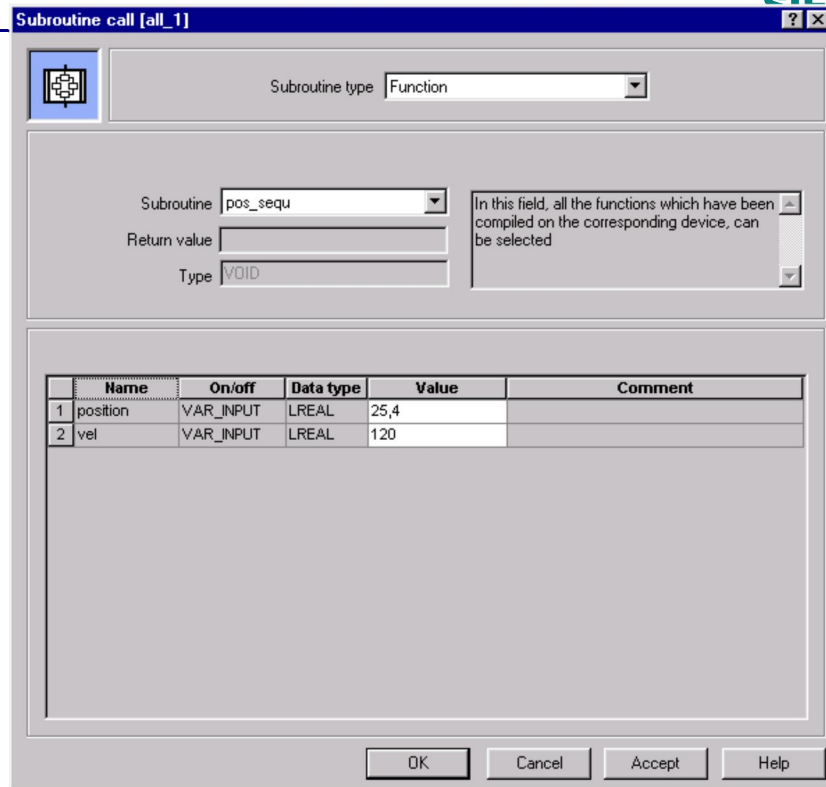


图 16 子程序的调用

在 MCC 的工具栏中可以选择子程序调用命令。打开参数输入窗口可以选择建立的 FB FC 程序或者库中的 FC FB。下面的赋值表中可以输入值或表达式。

5.4 系统函数使用

在项目浏览窗口中选择命令库标签显示可用的系统函数。可以直接拖动函数到输入表达式的地方。

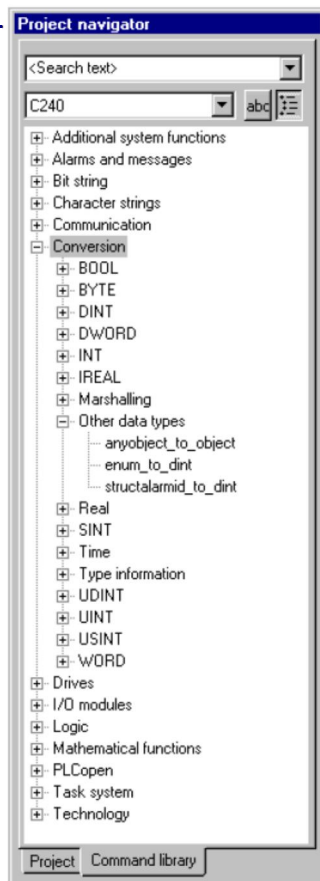
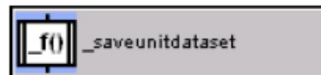


图 17 系统函数

还可以用 MCC 系统函数调用命令调用系统函数。



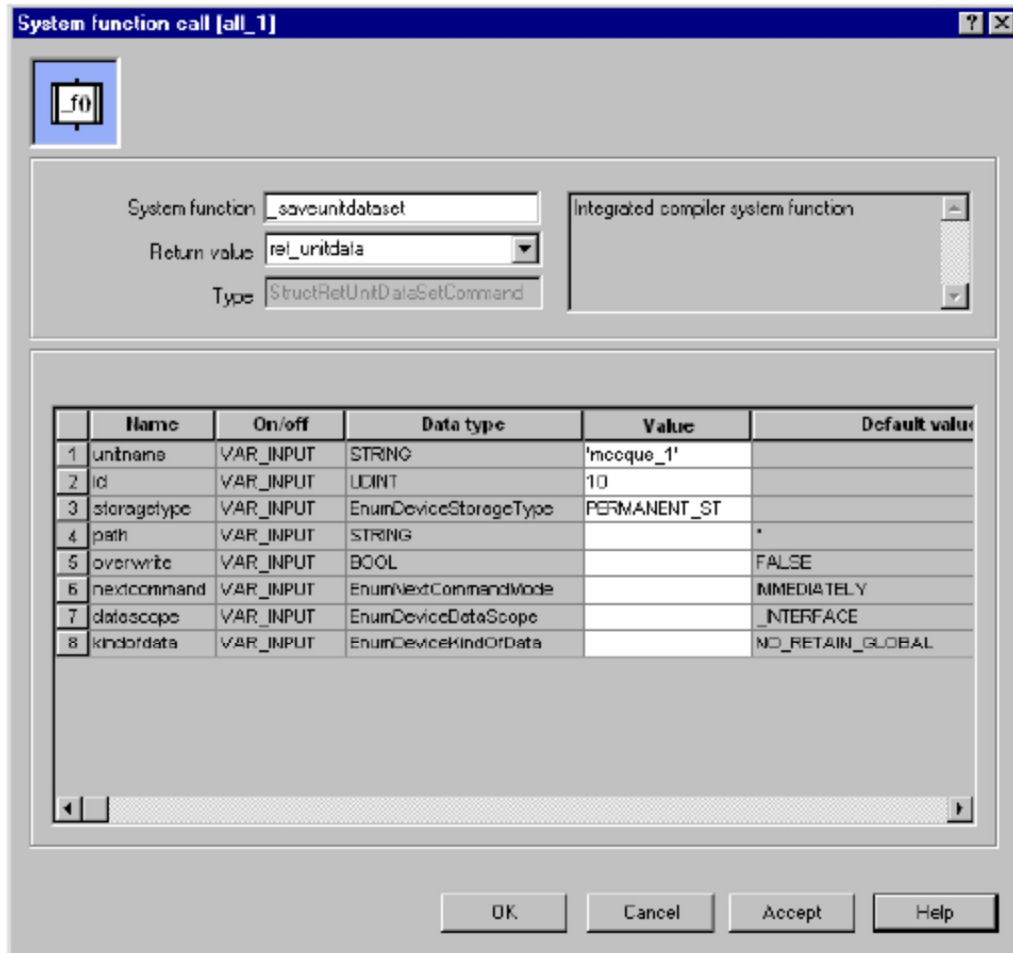


图 18 MCC 系统函数调用

6 MCC 程序的调试

与其他编程方法相比 MCC 有自己特有的调试方法。

6.1 跟踪程序的执行

跟踪功能显示程序的运行状态，使能时会增加通讯负载。在程序运行时才能使能或不使能此功能。此功能被使能时，当前被激活的命令会用黄色标识，在这种状态下不能修改程序。

- 只对分配到执行系统的程序有效。
- 打开想要跟踪的程序选择 MCC chart > Monitor。
- 再次选择 MCC chart > Monitor，取消跟踪功能。

6.2 程序的单步执行

使能此功能前要打开要监控的 MCC 图，选择 MCC chart > Properties。勾选 Single step。编译下载程序。在线后选择 MCC chart > Single step。

只有 MCC 程序被分配到唯一的任务时可以设置为单步模式。在用户使能下一步之前程序被挂起，下一步将要被执行的命令用浅蓝色表示。当前正在执行的命令用黄色标识。这种状态下不能修改程序。使能单步功能只对单个 MCC 图有效。

6.3 程序状态

程序状态可以用来监控下面命令的变量：

- IF: Program branch
- WHILE: Loop with condition at the start
- UNTIL: Loop with condition at the end
- ST zoom

此功能在编译时要产生额外的代码。

为了使能此功能，SIMOTION 设备的快捷菜单中选择改变操作模式，选择测试模式。打开 MCC 源文件的属性在选项菜单中使能程序状态监控 **Permit program status**，然后编译下载。

在线运行程序，打开 MCC 图双击打开 IF，WHILE，UNTIL，ST zoom 功能块，选择 MCC chart > Program status 对程序监控，再次选择停止程序监控。