

EDA 应用技术

<http://www.phei.com.cn>

基于Automation Studio的 PLC系统设计、仿真及应用

周润景 张丽娜 刘梦男 编著

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



EDA 应用技术

基于Automation Studio的 PLC系统设计、仿真及应用

周润景 张丽娜 刘梦男 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 PLC 控制系统的设计为目标, 分别讲述了 PLC 的开发环境 Automation Studio, 液压和气动动力系统的设计, 电工控制电路的建立, 以及梯形图编程及 SFC (顺序功能图) 编程。结合当前流行的西门子 S7-200, 给出了多个程序设计范例。通过本书的阅读, 读者可轻松掌握 PLC 控制系统的开发方法, 更快速地建立 PLC 液压控制系统、气动控制系统及电气控制系统, 并可使用高级编程语言 SFC、结构文本完成软件的编制。

本书以工程应用为背景, 内容针对性强, 适合从事 PLC 控制工程的技术人员阅读和参考, 也可作为高等学校控制科学和技术类专业的教学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

基于 Automation Studio 的 PLC 系统设计、仿真及应用/周润景, 张丽娜, 刘梦男编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.8

(EDA 应用技术)

ISBN 978-7-121-17924-2

I. ①基… II. ①周… ②张… ③刘… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 191016 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 刘真平

印 刷: 北京京科印刷有限公司
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.75 字数: 403.2 千字

印 次: 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 39.00 元



凡所购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

Automation Studio™是一款创新的系统设计、模拟和文档编制软件，用于设计和支持自动化、液压、气动及电气系统。回路可动态仿真，可观察组件与电路的关系，可以控制实际硬件、剖面组件动态功能。提供强大的元件库，用户只需将其拖曳至工作区，即可快速创建任何类型的系统。系统可由诸如液压、气动、电气之类的单一技术构成，也可由多种技术综合构成，从而为综合系统的建立与仿真提供了便利。

液压系统的作用是通过改变压强增大作用力。一个完整的液压系统由动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件和液压油 5 部分组成。液压系统设计是否合理已随着流体力学、现代控制理论、算法理论、可靠性理论等相关学科的发展及计算机技术的突飞猛进进入到液压仿真技术阶段，且从目前的发展趋势来看，各种液压仿真软件已进入成熟应用阶段。与液压系统的经历相似，气动、电气系统及 PLC 控制系统仿真技术也已成功地应用到了现实的生产、生活中。但大多数成熟软件只包含了部分系统的仿真功能，而对于集自动化技术、计算机技术和通信技术于一体的 PLC 技术，在大系统开发中往往包含多种类型的系统，如既包含液压控制系统，又包含气动、电气系统，这就对系统仿真技术提出了挑战。

本书分别讲解 Automation Studio 单一类型系统的技术和复合系统的使用方法。以实例形式体现方法的应用，并对故障排除及疑难问题给出了相应的解决方案。全书图文并茂，通俗易懂。

Automation Studio 可以进行单一类型的系统仿真，也可以进行复合系统的分析。本书的内容安排如下：

(1) 第 1 章 Automation Studio 入门。主要介绍 Automation Studio 图表编辑环境、管理工具使用方法、项目文件的创建和管理、图表的创建、管理报告的创建及编制，以及 OPC 服务器的设置及链接等。

(2) 第 2 章 液压与气动工作室。主要讲解流体项目的创建、流体系统模拟、组件的描述、组件生成器的属性及液压与气动工作室的特性等。

(3) 第 3 章 电工工作室。主要讲解电工工作室的功能、电缆的管理、黑盒子部件的创建、电工图的创建、错误检验及电工电路图的模拟等。

(4) 第 4 章 顺序功能图。主要介绍顺序功能图的创建方法、SFC 语法、SFC 变量类型及运算符、SFC 语法错误检查、SFC 各组成部分的应用方法和 SFC 的模拟等。

(5) 第 5 章 S7-200 系统。主要讲解 S7-200 的硬件结构、程序执行方式、数据的存取、系统特性及其指令集等。

(6) 第 6 章 PLC 程序设计范例。主要讲解使用 Automation Studio 环境搭建 PLC 硬件系统和软件程序的方法，并通过多个实用案例，如自动感应洗手台、电梯电路、水位监测、便池冲水电路等讲解 Automation Studio 的综合应用。

本书在编写过程中得到了 Automation Studio 软件代理公司北京章宇集电科技有限公司周光甫总经理、冯洁经理、姜勇工程师的大力支持与帮助，在此表示真诚的感谢！

本书由周润景组织编写，其中张丽娜编写了第 6 章的内容，刘梦男编写了第 4 章的内容，张红敏、张丽敏、丁莉、王志军、胡训智、李琳、解倩倩、苏良碧、宋志清、陈雪梅、刘怡芳、赵建凯也参与了有关内容的编写与整理工作，在此一并表示感谢！

在本书的编写过程中，作者虽然力求完美，但由于水平有限，书中不足之处在所难免，敬请指正。



反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E - mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 Automation Studio 入门	1
1.1 图表编辑环境	1
1.2 管理工具	12
1.3 创建并管理项目	19
1.4 创建图表	22
1.5 管理报告	31
1.6 OPC 服务器	32
第 2 章 液压与气动工作室	40
2.1 流体项目的创建	40
2.2 系统模拟	44
2.3 组件描述	50
2.4 组件生成器	57
2.5 液压与气动工作室其他特性	70
第 3 章 电工工作室	73
3.1 电工工作室的功能	73
3.2 电缆的管理	89
3.3 黑盒子	94
3.4 创建第一张电工图	104
3.5 电路模拟	118
第 4 章 顺序功能图	124
4.1 SFC 简介	124
4.2 创建 SFC	126
4.3 SFC 语法	137
4.4 变量	138
4.5 SFC 语法错误检查	143
4.6 SFC 各组成部分应用方法	143
4.7 SFC 状态及错误管理	147
4.8 宏步	148
4.9 分层强制	149
4.10 SFC 模拟	150
第 5 章 S7-200 系统	154
5.1 S7-200 连接	154

5.2	S7-200 程序执行方式	157
5.3	S7-200 数据的存取	159
5.4	S7-200 保存和存储数据	167
5.5	S7-200 的特性	167
5.6	S7-200 指令集	169
第 6 章	PLC 程序设计范例	205
6.1	应用程序设计案例电路	205
6.2	自动感应洗手台电路	214
6.3	马达正反转控制电路	215
6.4	两地控制一灯电路	217
6.5	两个灯一组做跑马灯电路	219
6.6	三地控制一灯电路	220
6.7	三段式开关电路	222
6.8	跑马灯电路	223
6.9	三层电梯电路	225
6.10	水位监测及紧急闪烁指示灯电路	228
6.11	铁卷门控制电路	231
6.12	便池冲水控制电路	233
6.13	圣诞树跑马灯电路	235
6.14	地下停车场出口指示灯电路	236
6.15	感应式自动门电路	238
附录 A	特殊存储器 (SM) 标志位	240
参考文献	244

第1章 Automation Studio 入门

Automation Studio™是一种创新的系统设计、模拟和文档编制软件，用于设计和支持自动化、液压、气动及电气系统。该软件由几个模块和库组成，这些模块也称为工作室，而这些库可以根据用户的具体需要和要求进行添加。每个库包含数百个SO、IEC、JIC 和 NEMA 兼容符号。因此，用户可以选择合适的组件并且将其拖曳至工作区，从而快速创建任何类型的系统。系统可由诸如液压、气动、电气之类的单一技术构成，或者由多种技术综合构成。

Automation Studio™具有编辑、模拟、打印、文件管理和显示功能，还具有访问技术和商业数据的功能。

Automation Studio™使用的步骤如图 1-1 所示。

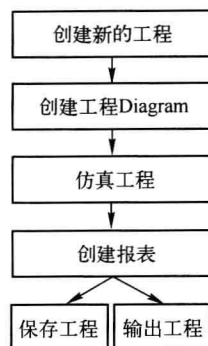


图 1-1 Automation Studio™使用的步骤

1.1 图表编辑环境

启动 Automation Studio 即可进入软件的图表主窗口界面，如图 1-2 所示。

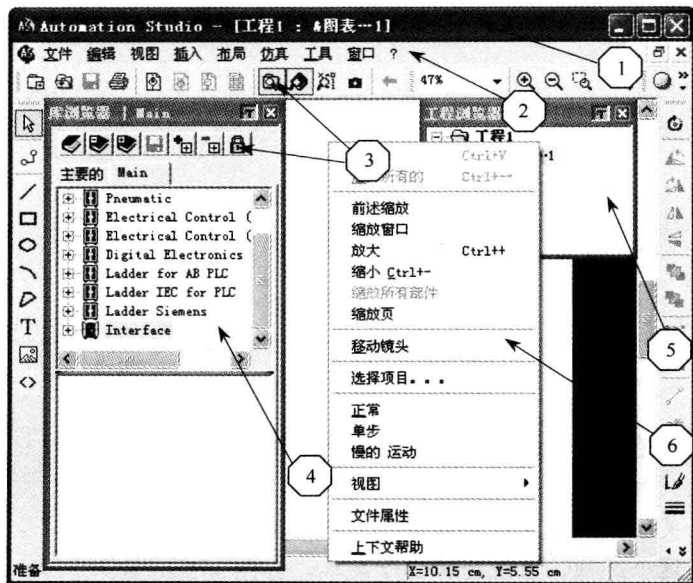


图 1-2 Automation Studio 图表主窗口界面

主界面各元素的名称及其特性如表 1-1 所示。

表 1-1 主界面各元素的名称及其特性

序号	区域或元素	分类	序号	区域或元素	分类
1	标题栏	静态	4	库资源管理器	动态
2	菜单栏	静态	5	项目资源管理器	动态
3	各种工具栏	静态	6	快捷方式菜单	动态

1. 菜单栏

图表编辑器的菜单栏包括九个菜单，如图 1-3 所示。



图 1-3 图表编辑器菜单栏

1) “文件”菜单 由所有与文件管理相关的菜单命令组成（新建、打开、保存和打印），如图 1-4 所示。

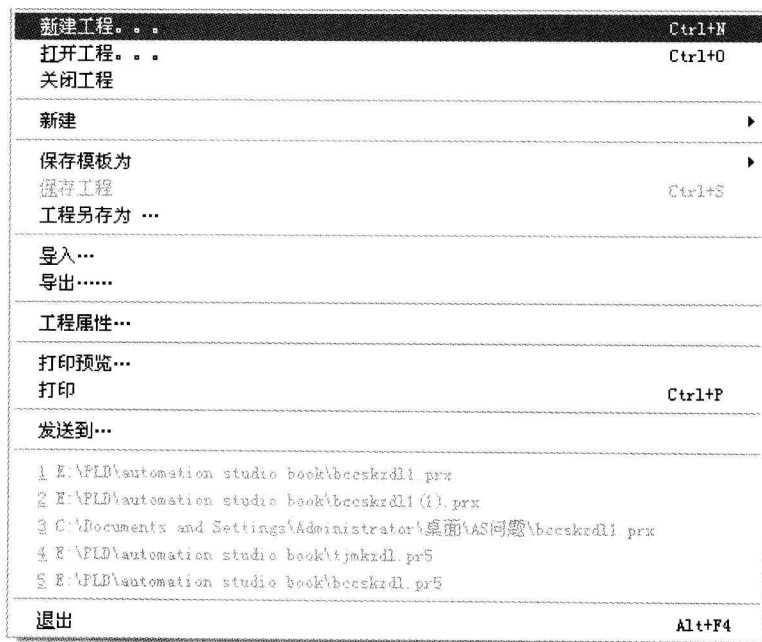


图 1-4 “文件”菜单

- 新建工程...: 基于可用的模板创建一个新工程。
- 打开工程...: 打开一个已有工程。
- 关闭工程: 关闭工程并且保存或者取消对该工程所做的修改。
- 新建: 选定这个选项，系统会弹出子菜单，如图 1-5 所示。

“新建”子菜单各选项含义如表 1-2 所示。

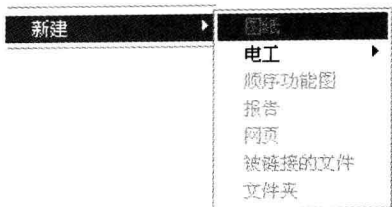


图 1-5 “新建”子菜单

表 1-2 “新建”子菜单各选项含义

选 项	说 明
图纸	创建一页新图纸
电工	插入并创建一个电工项目所需的各种文档（非标准库）
顺序功能图	插入并创建一个新建 SFC（非标准模块）
报告	插入一份材料清单（BOM）或报告型的文档
网页	插入一个网页链接
被链接的文件	打开 Automation Studio™ 文档之外的文档。该文档必须来自正确安装在工作站上的应用程序
文件夹	创建文件夹

➤ 保存模板为：基于图 1-6 所示列表将一个文档保存为一种模板。



图 1-6 “保存模板为”子菜单

- 保存工程：保存一个项目以及对这个项目所做的修改。
- 工程另存为...：采用另外一个名称保存一个项目以及对这个项目所做的修改，而不会影响这个文档的原始版本。
- 导入...：以 GIE（SFC 导入/导出）和 GIG（来自 GRAPHITE 软件）的格式将 SFC 导入。
- 导出...：导出一个项目或一个 SFC。SFC 会以 GIE 格式或一定的 PLC 可识别的格式导出。
- 工程属性...：允许对与当前项目相关的信息进行键入、确认及修改。

2) “编辑”菜单 包括所有与查看和修改文件属性、选定图表上的选项，以及与图表编辑器中选择编辑命令相关的菜单命令。“编辑”菜单如图 1-7 所示。

- 文件属性：用于对与当前项目有关的信息进行查看、键入和修改。用户可以定制自己的图表属性。

3) “视图”菜单 包括所有与修改图表视图属性相关的命令，如图 1-8 所示。

- 前述缩放：用于恢复至上一次的视图比例。



图 1-7 “编辑”菜单



图 1-8 “视图”菜单

- 缩放窗口：用于选定图表的一块区域，并对该选定的区域进行缩放比例的设置。
- 放大：用于增加页面的指定区域视图的缩放比例，范围从 25% 至 800% 的最大值。
- 缩小：用于缩小页面的指定区域视图的缩放比例，范围从 800% 至 25% 的最小值。
- 缩放所有部件：用于查看页面上的所有部件，并且与其在图表上的位置无关。
- 缩放页：允许查看整个页面。
- 移动镜头：用于实时穿过页面并以多向移动查看其内容。
- 网格：用于查看或隐藏用于将符号固定到位的网格。
- 标尺：用于查看或隐藏垂直和水平标尺。
- 接触点：用于查看每个符号在图表上的触点。
- 连接端口：用于查看每个符号在图表上的连接端口。
- 连接端名字：用于查看每个符号在图表上的连接端口的名称。这个命令用于以超链接格式或正常文本格式显示分配的标签名称。
- 元件捕捉：选中时，这个命令可以确保来自库里的符号能够固定在图表的网格上。
- 网格属性：用于对绘画元素的固定属性及网格的颜色进行修改。
- 线跳跃设定：用于选择交叉或连接于一点的两条线条的显示。比单击按钮更为人性化的动态缩放可以通过按住控制键并使用鼠标滚轮实现。

4) “插入”菜单 包括与将绘图元素和文字字段添加进图表相关的命令。这个菜单只有在图表处于运行状态时才可以看到。“插入”菜单如图 1-9 所示。

5) “布局”菜单 包括与图表元素的方向和布局的修改相关的所有命令。这个菜单只有在图表处于运行状态时才可以看到。“布局”菜单如图 1-10 所示。

其对象可以是一个符号、一个组别或是多种元素的组合。如果选择了一个组别，该布局功能应用于该组别的对称轴上和该组别的旋转中心上。如果是多种元素的组合，布局功能将单独应用于选定对象的每个元素上。

选择“布局”选项，即可弹出如图 1-11 所示的对话框。

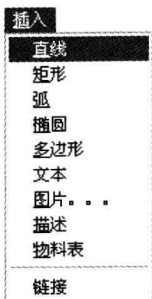


图 1-9 “插入”菜单

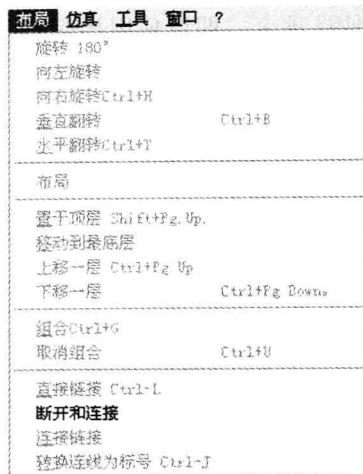


图 1-10 “布局”菜单

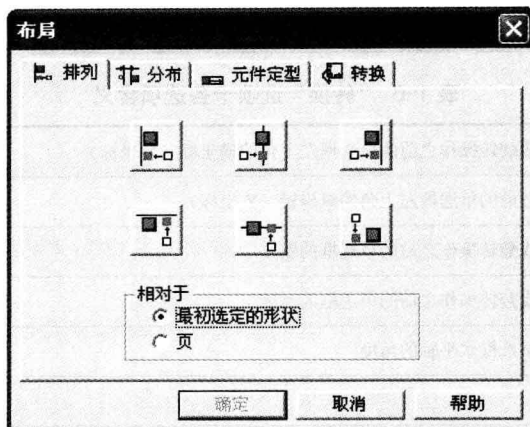


图 1-11 “布局”对话框

其中“排列”选项卡各选项含义如表 1-3 所示。

表 1-3 “排列”选项卡各选项含义

	将选定项目左对齐
	将选定项目在主图中心的垂直轴上对齐
	将选定项目右对齐
	将选定项目顶端对齐
	将选定项目在主图中心的水平轴上对齐
	将选定项目底端对齐
最初选定的形状	当选定这个选项时，主图将成为图表选定的第一个项目
页	当选定这个选项时，主图将占据这个页面

选择其他选项卡，即可使用相应的对齐功能。“分布”选项卡、“元件定型”选项卡及“转换”选项卡各选项含义分别如表 1-4、表 1-5 及表 1-6 所示。

表 1-4 “分布”选项卡各选项含义



	用于平均分隔每个选定组件的所有垂直中轴
	用于平均分隔每个选定组件的所有水平中轴
选择范围	当选定这个选项时，布局将基于第一个选定的项目
页面范围	当选定这个选项时，布局将基于整个页面

表 1-5 “元件定型”选项卡各选项含义






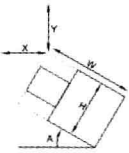
	用于在水平方向上拉伸所有的选定项目，直到其达到主图的尺寸
	用于在垂直方向上拉伸所有的选定项目，直到其达到主图的尺寸
	用于在水平和垂直方向上拉伸所有的选定项目，直到其达到主图的尺寸

表 1-6 “转换”选项卡各选项含义

X	任何旋转或翻转操作之前的单选框左上角的横坐标 (X 坐标)
Y	任何变形之前的单选框左上角的纵坐标 (Y 坐标)
W	任何旋转或翻转操作之前的单选框的宽度
H	任何旋转或翻转操作之前的单选框的高度
A	用于确定单选框水平轴的角度
	水平翻转
	垂直翻转
	例图

6) “仿真”菜单 包括与项目或图表相关的命令。项目或图表的模拟会启动模拟引擎，而模拟引擎会计算并解决绘制的电路图的选定部分，并响应符号的动作和动画。

7) “工具”菜单 包括与软件和字段配置及图表确认相关的命令。

8) “窗口”菜单 提供窗口排列工具。

9) “帮助”菜单 提供相关的帮助信息。

2. 工具栏

工具栏的显示与隐藏的方法如下：

(1) 选择“窗口”→“显示”→“工具栏”，此时将弹出工具选择窗口，如图 1-12 所示。

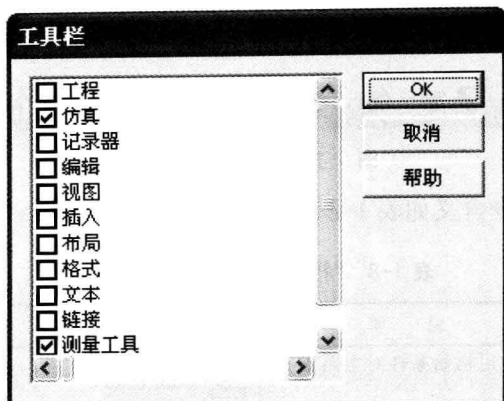


图 1-12 工具选择窗口

(2) 选中工具栏或取消选中。“项目”工具栏中包含的按钮对应于项目资源管理器和图表编辑器中最常用的命令，如图 1-13 所示。



图 1-13 “项目”工具栏

“项目”工具栏各命令含义如表 1-7 所示。

表 1-7 “项目”工具栏各命令含义

命 令	说 明	命 令	说 明
新建项目	创建一个新项目	项目资源管理器	打开或关闭项目资源管理器窗口
打开	打开一个已有项目	库资源管理器	打开或关闭库资源管理器窗口
保存	保存当前项目	目录管理器	允许用户使用目录管理器命令
打印	启动打印序列	变量管理器	打开或关闭变量管理器窗口
新建图表	创建一个新图表（标准）	图片	打开或关闭图片窗口
新建电工技术图表	创建一个新的电工技术图表。这是一个非标准模块，仅当具有适当许可证时可以使用	液体仪表板	打开或关闭液体仪表板窗口
新建报告	创建一个新的材料清单（BOM 或报告类型文件）	后退	允许用户访问上一个超链接
新建 SFC	创建一个新的 SFC。这是一个非标准模块，仅当具有适当许可证时可以使用	前进	允许用户访问下一个超链接

“模拟”工具栏如图 1-14 所示。



图 1-14 “模拟”工具栏

“模拟”工具栏各命令含义如表 1-8 所示。

表 1-8 “模拟”工具栏各命令含义

命令	说明	命令	说明
使用初始条件模拟	使用初始条件对电路进行模拟	选择模拟	在启动模拟时选择已选定的项目
正常	以正常速度模拟电路	选择项目并模拟	打开当前项目中需要模拟的图表的对话框
步进	对电路进行逐步模拟。每一次鼠标单击对应一个环路	绘图仪	打开或关闭绘图仪窗口
慢动	以最低速度模拟电路	电工技术绘图仪	打开或关闭电工技术绘图仪窗口
暂停	中断模拟	手动触发快照	在模拟中触发快照
停止	停止模拟	稳态设定	打开或关闭“稳态设定”对话框并配置所有参数
项目模拟	在启动模拟时选择所有当前项目的图表	打开路径检测工具	检测已打开的允许流动的电路路径
文档模拟	在启动模拟时选择当前图表		

“视频录制”工具栏如图 1-15 所示。



图 1-15 “视频录制”工具栏

“视频录制”工具栏各命令含义如表 1-9 所示。

表 1-9 “视频录制”工具栏各命令含义

命令	说明	命令	说明
异步录制	允许用户开始录制视频	停止	允许用户终止录制并保存创建的 AVI 文件
同步录制	允许用户配置视频的录制以同步模拟的开始与结束	视频录制选项	允许用户配置各个视频录制元素：压缩率、每秒图像以及鼠标光标视觉效果
暂停	允许用户在两个录制模式之间暂停		

“编辑”工具栏如图 1-16 所示。



图 1-16 “编辑”工具栏

“编辑”工具栏各命令含义如表 1-10 所示。

表 1-10 “编辑”工具栏各命令含义

命 令	说 明	命 令	说 明
剪切	移除选定的对象并将其存储在剪贴板中	撤销	取消刚刚执行的动作
复制	复制选定的对象并将其存储在剪贴板中	恢复撤销内容	恢复刚刚取消的命令
粘贴	将剪贴板中的内容添加至图表中	属性	显示组件的属性对话框，显示选定项目的属性

“视图”工具栏如图 1-17 所示。



图 1-17 “视图”工具栏

“视图”工具栏各命令含义如表 1-11 所示。

表 1-11 “视图”工具栏各命令含义

命 令	说 明	命 令	说 明
缩放%	下拉列表允许选定一个预先定义的屏幕图像放大百分比	组件快照	启用或禁用网格组件快照
放大+	放大图表，最大放大百分比为 800%	连接端口	显示或隐藏连接端口
缩小-	缩小图表，最低缩小百分比为 25%	连接端口名称	显示或隐藏连接端口名称
窗口缩放	允许框架配合和选定区域的放大	接触点	显示或隐藏接触点
页面缩放	全屏显示	超链接	以超链接或普通文本形式显示标签名称
缩放所有组件	所有组件的最大可能视图	网格	显示或隐藏网格
缩放页面宽度	显示合适的页面宽度	网格属性	打开网格属性对话框
平移	进入平移模式	组件集成	<p>允许基于“安装编号”和“电路编号”的组件识别和修改。详细信息参见液压、气动工作室用户指南</p> <p>警告：若您使用两种具有不同液体的电路，则这两种电路的组件无法对接。编辑器会认为两种不同的油无法兼容</p>