

Control Systems Engineering

控制系统集成

戴学丰 曲伟建 陆仲达 编著



哈尔滨工业大学出版社

控制系统集成

戴学丰 曲伟建 陆仲达 编著

哈尔滨工业大学出版社

·哈尔滨·

内 容 简 介

借助于组态软件,控制系统工程师可以方便高效地开发 SCADA(数据采集与监控)系统。本书从应用的角度对力控™和 Citect™软件进行较为详细的介绍,内容涉及图形页面的制作、报警、键盘和鼠标命令、历史数据记录、报表生成等功能的使用,以及 I/O 设备及网络配置等。考虑到内容的完整性,最后部分对 SCADA 系统中涉及到的计算机网络技术也做了相应的介绍。

本书内容新颖,同时侧重于工程应用,可作为自动化、计算机、电子信息工程等专业高年级本科生教材,也可作为工程技术人员知识更新的培训用书或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

控制系统集成/戴学丰编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2002.8

ISBN 7-5603-1737-5

I. 控... II. 戴... III. 控制系统-高等学校-教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040621 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

传 真 0451-6414749

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 488 千字

版 次 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-1737-5/TP·173

印 数 1~3 000

定 价 28.00 元

前 言

随着控制、计算机、通信、网络等技术的发展,自动化系统结构正发生着巨大的变化,其中 SCADA(数据采集与监控)系统在企业信息化中起着相当重要的作用。

SCADA 系统的硬件基础主要是微型计算机或计算机网络,而应用软件层的核心是组态软件。组态软件将开发人员从繁重的编写源程序代码的工作中解脱出来,只需要填写一些对话框和进行少量的代码编写就可以开发出稳定可靠的应用系统。利用组态软件,设计者可在计算机中方便地绘制出反映被控对象状态的丰富的图形界面,包括生产过程的模拟显示和各种趋势图;另外,还可以完成设立报警、建立键盘和鼠标命令、记录历史数据和生成报表等功能;更重要的是,组态软件自带的驱动程度使控制系统的集成变得更加容易。

目前市场上组态软件种类繁多,本书选择了两个有代表性的软件进行介绍,即力控™和 Citect™,其中力控™(英文名称 ForceControl™)是国产组态软件的代表,在石油化工等行业有着许多成功的范例;Citect™是澳大利亚 CiT 公司开发的功能十分齐全的监控组态软件,是目前三大工控软件之一,迄今为止,国内还没有介绍该软件的资料。本书从应用的角度对它们进行了较为详细的介绍,考虑到内容的完整性,本书在最后一部分对 SCADA 系统中涉及到的计算机网络也进行了较为详细的介绍。

本书第 1~7 章由曲伟建编写,第 8~11 章由戴学丰编写,第 12~16 章由陆仲达编写。全书由戴学丰统稿。

本书在编写过程中得到了三维公司总裁刘波先生的大力支持,CiT 上海分部的 Kim 先生为本书的编写提供了最新版的软件并提出了许多有益的建议,作者所在单位齐齐哈尔大学各级领导为本书的出版创造了诸多方便条件,在这里,作者向所有关心和支持本书出版的人士表示衷心的感谢。

由于作者学识有限,加之时间仓促,书中难免会有疏漏之处,恳切希望读者提出宝贵意见。

作 者
2002 年 6 月

目 录

第 1 章 ForceControl 开发工具	1
1.1 Draw 导航器	1
1.2 Draw 的常用工具	2
1.3 图形对象	9
1.4 设置系统环境	11
1.5 窗口操作	14
1.6 操纵图形对象	16
1.7 设置图形对象	19
1.8 使用 ActiveX 控件	21
第 2 章 变量组态	26
2.1 创建新变量	26
2.2 变量类别	28
2.3 变量数据源	30
2.4 搜索变量	35
2.5 位号组	39
第 3 章 动画连接与脚本	42
3.1 运动与变色	42
3.2 脚本作用与分类	47
3.3 命令型脚本	48
3.4 脚本编辑器	49
3.5 脚本语法	52
第 4 章 运行与实时数据库系统	54
4.1 运行系统 View	54
4.2 实时数据库基础	57
4.3 点组态	63
4.4 历史数据组态	68
4.5 创建数据连接	70
4.6 实时数据库备份/引入	72
4.7 实时数据库运行	74
第 5 章 标准图形	84
5.1 报警功能	84

5.2	实时趋势	89
5.3	历史趋势	93
5.4	X-Y 曲线	94
5.5	历史报表	97
5.6	总貌	101
5.7	图形模板和子图	104
第 6 章	I/O 设备驱动与网络应用	110
6.1	I/O 设备驱动	110
6.2	网络组态	113
6.3	分布式应用系统	116
第 7 章	力控在油田聚合物注入采油中实现“四遥”	120
7.1	被控对象简介	120
7.2	控制系统的结构	120
7.3	监控系统设计	122
7.4	系统运行情况与展望	123
第 8 章	关于工程的基本操作	125
8.1	Citect 简介	125
8.2	Citect 工程开发概述	128
8.3	编辑工程	129
8.4	过程变量命名	133
8.5	编译和运行系统	136
第 9 章	图形页面	137
9.1	编辑图形界面	137
9.2	页面属性	140
9.3	绘图环境	144
9.4	对象简介	147
9.5	精灵与超级精灵	152
第 10 章	监督与控制功能	157
10.1	定义命令和控制	157
10.2	报警功能	159
10.3	构建事件	162
10.4	使用累加器	163
10.5	记录和趋势数据	164
10.6	报表信息	167
10.7	访问权限	169
10.8	与其它应用交换数据	171
第 11 章	Citect 与 I/O 设备间的通信	175
11.1	Citect 与 I/O 设备通信	175

11.2	与 I/O 设备连接	179
11.3	寄存器和磁盘 I/O 设备	183
11.4	I/O 设备连线	186
11.5	快速通信向导	187
11.6	网络概述	188
11.7	网络设置	193
第 12 章	计算机网络基础知识	198
12.1	计算机网络的概念	198
12.2	计算机网络的产生与发展	199
12.3	计算机网络的组成	204
12.4	计算机网络的体系结构	208
12.5	TCP/TP 协议	213
第 13 章	计算机数据通信	216
13.1	概述	216
13.2	数据传输介质	218
13.3	数据传输技术	221
13.4	异步传输和同步传输	229
13.5	差错控制	230
第 14 章	网络通信协议	233
14.1	物理层	233
14.2	数据链路层	239
14.3	网络层	247
14.4	传输层	259
14.5	高层协议	267
第 15 章	局域网	270
15.1	局域网的特点	270
15.2	局域网标准	273
15.3	以太网	276
15.4	IEEE802.5 与令牌环网	284
15.5	局域网网络操作系统	287
第 16 章	网络互连	298
16.1	概述	298
16.2	网络互连设备	299
16.3	国际互连网 Internet	302
参考文献		313

第 1 章 ForceControl 开发工具

1.1 Draw 导航器

Draw 是 ForceControl 的开发环境，是 ForceControl 应用程序的主要生成工具之一。它依照 Windows 95 和 Windows NT 的 GUI 标准，采用了面向对象的图形技术。

Draw 导航器为用户在 ForceControl 应用程序中漫游提供一种可视化的操作方法，使用导航器可以方便地访问 Draw 的各种对象，包括窗口、变量、脚本系统参数等等。

Draw 支持 32 位 Windows 操作系统图形用户接口的标准功能，包括浮动式工具箱和工具条、鼠标右击操作、下拉菜单、上下文相关帮助等。缺省情况下进入 Draw 开发环境时，诸如工具条、工具箱、导航器等工具会自动显示出来。可以选择显示或隐藏这些工具，或把它们移动到 Draw 主窗口中任意位置。

图 1.1 展示了 Draw 的开发环境。

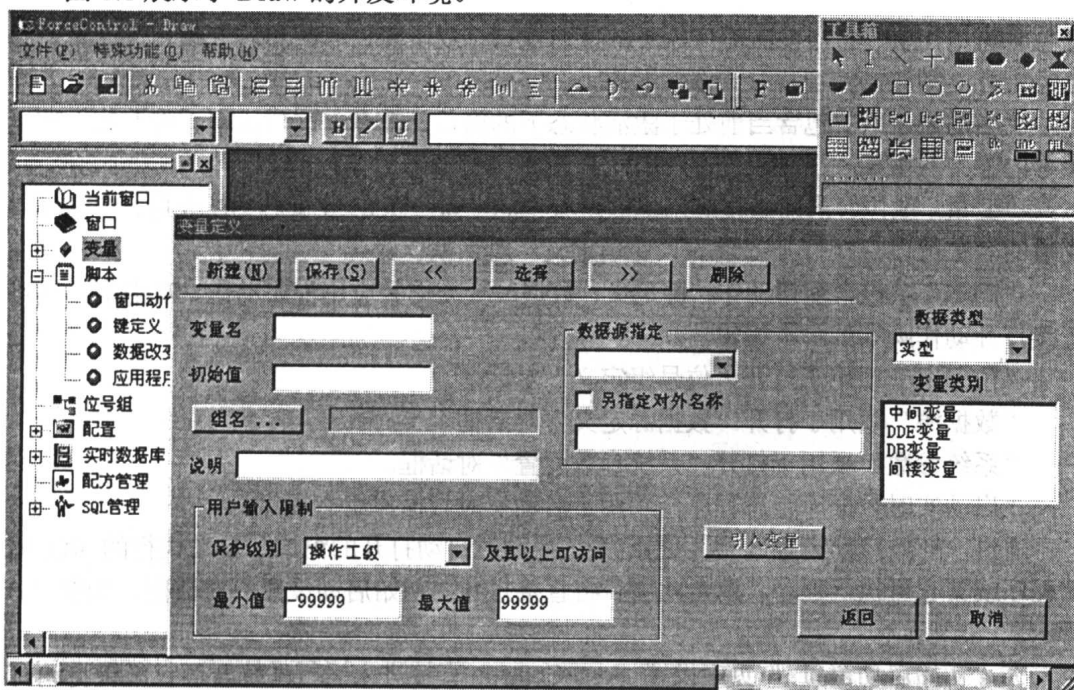


图 1.1 Draw 开发环境

当建立一个新的应用程序，并且是第一次运行时，整个程序将以缺省设置出现。这时有些工具可能处于禁止状态，直到打开一个窗口而且在窗口中的对象被选中时才处于激活状态。

Draw 导航器采用分层的树形结构显示和浏览项目，如图 1.2 所示。

导航器可以“隐藏”，在 Draw 主窗口内任意浮动或停泊，也可以通过拖拽改变其大小。通过激活“特殊功能[F]/导航器”命令显示和隐藏导航器窗口。

下面对导航器的各个项目进行说明：

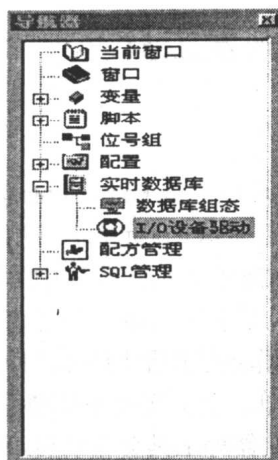


图 1.2 Draw 导航器

“窗口”项包含当前工程应用下的所有窗口。双击窗口名称将打开窗口，如果窗口已经打开，则双击使窗口处于激活状态。

“当前窗口”项包含当前处于激活状态下的窗口的变量、窗口风格、脚本和文档说明等内容。双击某一子项目的名称，可以直接浏览子项目的内容。

“变量”项包含当前工程应用下的所有中间变量、DDE 变量和 DB 变量。双击某一变量的名称可以直接打开变量的“变量定义”对话框。

“脚本”项包含窗口动作、键定义、数据改变动作和应用程序动作。双击某一项将直接打开动作脚本的脚本编辑器。

“位号组”项用于打开“位号组定义”对话框。

“数据源”项用于打开“数据源定义”对话框。

“系统参数”项用于打开“系统参数设置”对话框。

“启动实时数据库组态程序”项用于启动实时数据库组态程序。

通过“初始启动设置”，可以指定系统启动时自动打开的窗口、自动执行的 I/O 驱动程序或其它可执行程序。双击此项目将直接打开“初始启动设置”对话框，如图 1.3 所示。

在“初始启动窗口”页中设置 ForceControl 直接进入运行系统时运行系统自动打开的窗口。单击页面上的“增加[A]”按钮，出现“选择窗口”对话框，如图 1.4 所示。

选择其中一个或多个窗口，单击“确认”按钮返回，页面上即增加了所选窗口的窗口名称。若要删除一个初始启动窗口，则首先选中窗口，然后单击页面上的“删除[D]”按钮，所选窗口即从初始启动窗口的列表中清除。

单击“初始启动设置”对话框上的“初始启动程序”标签，对话框切换到“初始启动程序”页，如图 1.5 所示。

在“初始启动程序”页中设置 ForceControl 直接进入运行系统时运行系统自动启动的应用程序。页面右边的“待选择的程序”列表框中列出了已经安装的 ForceControl 的 I/O 驱动程序名称及描述。选择其中一个 I/O 驱动程序后，单击“增加”按钮，所选取

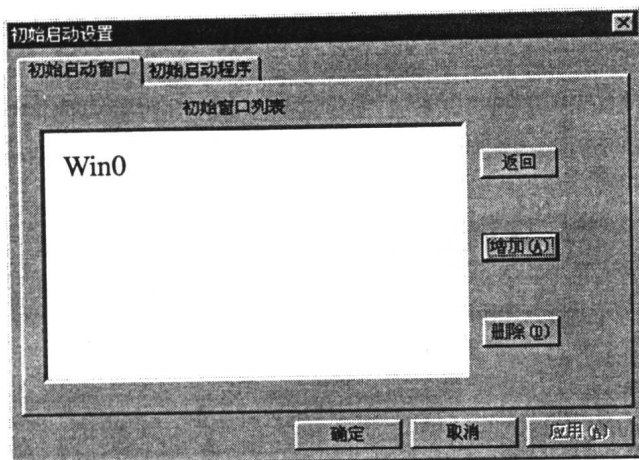


图 1.3 初始启动设置对话框

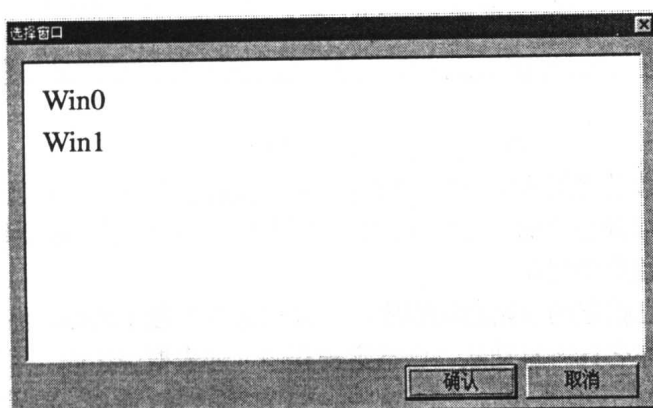


图 1.4 选择窗口对话框

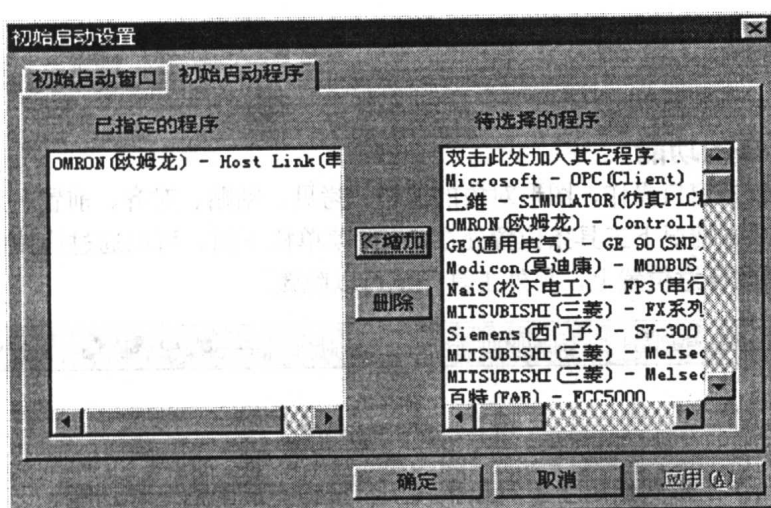


图 1.5 初始启动程序对话框

的 I/O 驱动程序名称自动增加到左边的“已指定的程序”列表框中。然后可以继续指定其它多个 I/O 驱动程序作为初始启动程序。

若要设置除 ForceControl 的 I/O 驱动程序之外的其它应用程序作为初始启动程序，则双击列表框最下面的“...其它程序...”项，出现“打开”对话框，如图 1.6 所示。



图 1.6 打开其它驱动程序对话框

在对话框图中通过浏览选择一个可执行文件，然后单击“打开”按钮，所选的可执行程序的名称自动增加到左边的“已指定的程序”列表框中。然后可以继续指定其它多个可执行程序作为初始启动程序。

若要删除一个已指定的初始启动程序，则首先选中该程序名称，然后单击“删除”按钮，所选取的程序名称将自动从“已指定的程序”列表框中清除。

导航器“I/O 设备驱动”包含了 ForceControl 支持的 I/O 设备，在此处还可以创建、修改和删除一个逻辑设备。

1.2 Draw 的常用工具

1.2.1 工具条的功能

工具条中包括窗口操作，图形对象的剪切、拷贝、粘贴、对齐、前置、后置、镜像等常用操作。缺省情况下工具条位置处在 Draw 菜单栏下面。可以通过拖拽使其浮动在 Draw 主窗口内的任意位置上，另外工具条也可以隐藏。



图 1.7 Draw 工具条

下面以表 1.1 的形式给出了工具条中各工具按钮完成的命令和功能。

表 1.1 Draw 工具条作用一览表

菜 单		功 能	工具位置
文件[F]	新建[N]	创建一个新窗口	1
	打开[O]	打开一个已创建窗口	2
	保存[S]	保存一个窗口内容到文件中	3
编辑[E]	剪切[T]	从窗口中清除当前所选中的对象，并把它拷贝到剪贴板上	4
	复制[C]	把当前所选中的对象拷贝到剪贴板上	5
	粘贴[P]	把剪贴板中的内容粘贴到窗口中	6
操作[O]	左对齐	对齐所有选中对象的左边界	7
	右对齐	对齐所有选中对象的右边界	8
	上对齐	以最顶端对象的上边界为基准，对齐所有对象的上边界	9
	下对齐	以最顶端对象的下边界为基准，对齐所有对象的下边界	10
	左右中心 对齐	对齐所有选中对象的垂直中心线	11
	上下中心 对齐	对齐所有选中对象的水平中心线	12
	中心对齐	对齐所有选中对象的中心点	13
	水平均匀 分布	将选中的一组图形对象在水平方向上均匀分布	14
	垂直均匀 分布	将选中的一组图形对象在垂直方向上均匀分布	15
	水平镜像	将选中的图形对象翻转到其水平镜像位置	16
	垂直镜像	将选中的图形对象翻转到其垂直镜像位置	17
	旋转	将选中的图形对象逆时针旋转 90°	18
	后置	将所选对象置于图形对象层次的最底层	19
	前置	将所选对象置于图形对象层次的最顶层	20
属性[A]	字体	用于改变文本对象的字体	21
	立体	将选中的图形对象变成立体风格	22
文件[F]	进入运行	从开发系统 Draw 中进入运行系统 View	23
特殊功能[F]	重新编译	对当前窗口的所有脚本和相关变量进行重新编译	24

1.2.2 工具箱的功能

Draw 工具箱包含了用于创建各种图形对象以及编辑图形的工具。

激活“特殊功能[F]/工具箱”命令可以显示或隐藏工具箱。工具箱中工具的列数可以通过系统参数“工具箱列数”来指定。图 1.8 是 4 行 8 列的工具箱的外观。

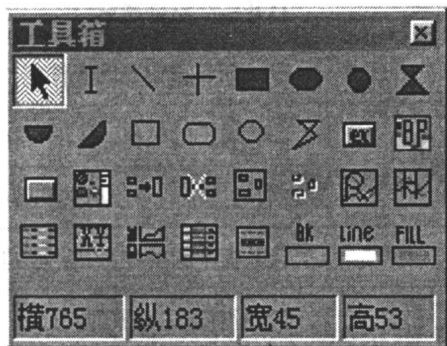


图 1.8 Draw 工具箱

下面描述工具箱中各工具按钮完成的命令和功能。

-  选择器工具，设定当前窗口内的操作为选择模式。
-  文本工具，执行“绘画[D]/文本”命令，用于创建文本。
-  线工具，执行“绘画[D]/线”命令，用于创建线。
-  垂直水平线工具，执行“绘画[D]/垂直水平线”命令，用于创建垂直水平线。
-  矩形工具，执行“绘画[D]/矩形”命令，用于创建填充矩形或正方形。
-  圆角矩形工具，执行“绘画[D]/圆角矩形”命令，用于创建填充圆角矩形或圆角正方形。
-  椭圆工具，执行“绘画[D]/椭圆”命令，用于创建填充椭圆或圆。
-  多边形工具，执行“绘画[D]/多边形”命令，用于创建填充多边形。
-  切工具，执行“绘画[D]/切”命令，用于创建切。
-  饼工具，执行“绘画[D]/饼”命令，用于创建饼。

-  空心矩形工具，执行“绘画[D]/空心矩形”命令，用于创建空心矩形或空心正方形。
-  空心圆角矩形工具，执行“绘画[D]/空心圆角矩形”命令，用于创建空心圆角矩形或空心圆角正方形。
-  空心椭圆工具，执行“绘画[D]/空心椭圆”命令，用于创建空心椭圆或空心圆。
-  多折线工具，执行“绘画[D]/多折线”命令，用于创建多折线。
-  增强型按钮工具，执行“绘画[D]/增强型按钮”命令，用于创建增强型按钮。
-  位图工具，执行“绘画[D]/位图”命令，用于创建位图。
-  按钮工具，执行“绘画[D]/按钮”命令，用于创建按钮。
-  选择子图工具，执行“特殊功能[E]/选择子图”命令，用于选择子图。
-  打成组工具，执行“操作[O]/打成组”命令，用于将选定的一组图形对象打成组。
-  拆开组工具，执行“操作[O]/拆开组”命令，用于将选定的一个图形对象组拆开。
-  打成单元组工具，执行“操作[O]/打成单元”命令，用于将选定的一组图形对象打成单元。
-  拆开单元工具，执行“操作[O]/拆开单元”命令，用于将选定的一个图形对象单元拆开。
-  实时趋势工具，执行“绘画[D]/实时趋势”命令，用于创建实时趋势。
-  历史趋势工具，执行“绘画[D]/历史趋势”命令，用于创建历史趋势。
-  总貌工具，执行“绘画[D]/总貌”命令，用于创建总貌。
-  控件工具，执行“绘画[D]/控件”命令，用于创建 DBCOM 控件。

 图形模板工具，执行“绘画[D]/图形模板”命令，用于创建图形模板。

 历史报表工具，执行“绘画[D]/历史报表”命令，用于创建历史报表。

 报警记录工具，执行“绘画[D]/报警记录”命令，用于创建数据报警记录。

用以上工具创建对象后，可通过鼠标移动对象，也可以通过单击选中对象后，用手柄调整对象外形。

 背景色工具，执行“特殊功能[F]/背景色”命令，用于设置窗口景色，该按钮的底边有一颜色条，用来指示当前的线颜色。

 填充色工具，执行“属性[A]/填充色”命令，用于设置填充体的填充颜色，该按钮的底边有一颜色条，用来指示当前的填充颜色。

右键菜单是 Draw 提供的一个便捷工具。对于 Draw 中的许多对象（包括窗口对象的图形对象），右键菜单中提供了设置对象属性及相关操作的各种命令。

在窗口空白处单击鼠标右键，弹出窗口对象右键菜单，如图 1.9 所示，可在其中选择各项命令。

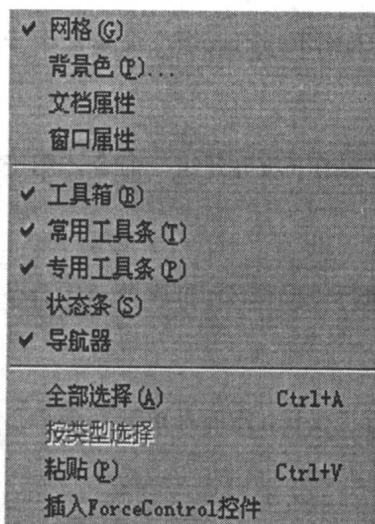


图 1.9 窗口对象右键菜单

选中图形对象后，单击鼠标右键，弹出图形对象的右键菜单，如图 1.10 所示，可在其中选择各项命令。

在 Draw 中，任何涉及文本编辑的输入框里，用鼠标右键单击文本，弹出文本编辑右键菜单，如图 1.11 “演示”下的小窗口所示。可在其中选择各项命令，用于完成文本的剪切、复制、粘贴、删除等操作。

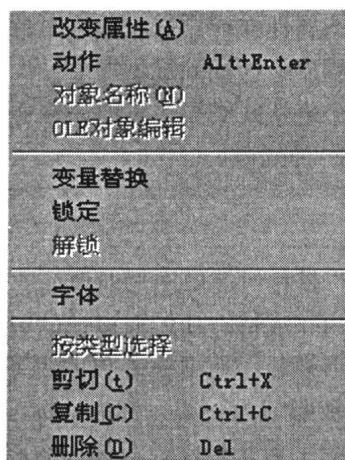


图 1.10 图形对象右键菜单

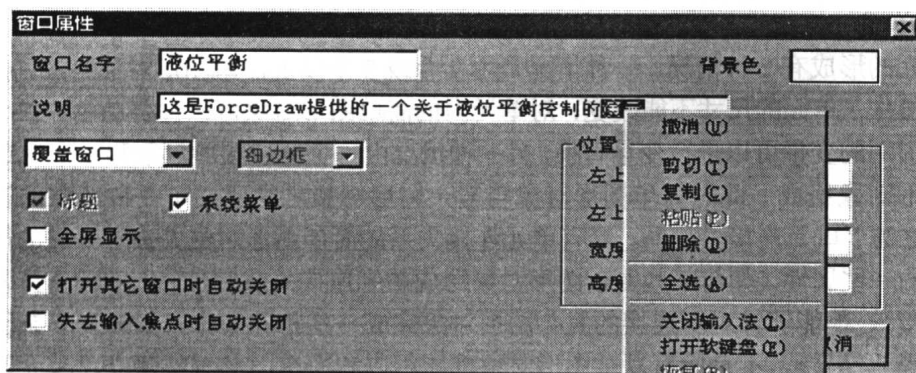


图 1.11 文本编辑右键菜单

1.3 图形对象

在 Draw 中广泛采用了对象的概念，最终生成的 ForceControl 应用程序从外观上来看，主要是由一些窗口构成。窗口本身就是 Draw 的一种对象，称之为窗口对象。窗口的内容由一些简单或复杂的图形构成，如线、填充矩形、报警显示等。我们把这些显示在窗口对象之上的各种图形统称为图形对象。

图形对象包括简单图形对象和复杂图形对象。创建图形对象既可以通过选择“绘图 [D]”菜单中的命令，也可以通过工具实现。

1.3.1 简单图形对象

Draw 有 4 种简单图形对象，即线、填充体、文本和按钮。其中线又包括多种类型，如垂直水平线、多折线等等。填充体也包括多种类型，如矩形、多边形等等。这些简单

图形对象具有各种影响其外观的属性,包括线色、填充色、高度、宽度、方向等等。属性可以是动态的或静态的,静态属性在程序运行期间不能更改;而动态属性则可以将属性值与变量或表达式相连,在程序运行期间动态改变。例如,一个填充体的填充颜色就可以与一个表达式相连,当这个表达式结果为真时,填充颜色变为某种颜色;当表达式结果为假时,填充颜色变为另一种颜色。

1.3.2 复杂图形对象

复杂图形对象的“复杂性”是相对简单图形对象而言的。复杂图形对象或者是由简单图形对象组合而成,或者是为完成特定功能而设计的组件、控件。复杂图形对象中的报警、事件、趋势、总貌、图形模板、历史报表和子图等图形对象,由 ForceContorl 系统提供,用于完成特定功能,被归结为一类,称为“标准图形”。

下面介绍有关复杂图形对象的若干概念,具体内容将在后续章节陆续介绍。

1. 组

组是由 2 个或 2 个以上的简单图形对象组成,作为整体进行操作。组可以按比例改变尺寸,对组可以定义动画连接。

2. 单元

单元的形成有 2 种情况。一种情况是由 2 个或 2 个以上简单图形对象组成,作为整体进行操作。单元的尺寸不能改变,对单元内的简单图形对象可以进行动画连接,动画连接所引用的变量可以进行变量替换。另一种情况由一个复杂图形对象和一个(或多个)简单图形对象组成。此时简单图形对象与复杂图形对象之间建立了一种特殊的连接关系,称之为“单元连接”关系。具有单元连接关系的简单图形对象失去了普通的简单图形对象的一些属性(如与某些复杂图形对象形成单元连接关系后,它们不再支持普通的动画连接),但能够针对所连接的复杂图形对象完成一些特殊操作(如改变复杂图形对象属性等)。另外,不是所有复杂图形对象都能可以和简单图形对象建立“单元连接”关系。

3. 报警

在 Draw 中有 2 种报警,实时报警和历史报警。实时报警是指当前时刻实时数据库中产生的最新的若干条报警,报警信息包括时间、位号、报警状态、报警优先级;历史报警记录是在数据库中发生过报警的记录,报警信息包括时间、位号、报警状态、报警优先级确认信息。

4. 事件

事件系统记录各种系统状态信息以及用户操作信息,并提供对事件记录进行浏览和查询的工具。

5. 趋势

在 Draw 中有 2 种趋势,实时趋势和历史趋势。实时趋势是变量或表达式的值随时间变化所绘出的二维曲线,其属性包括趋势笔的定义、笔的颜色、笔的线宽、时间刻度数、量程刻度数、刻度的颜色、时间标签、量程标签的数量和颜色、背景色、位置、宽度、高度等;历史趋势是变量值在过去一段期间随时间变化所绘出的二维曲线,其属性