

高等院校信息技术规划教材

工业组态软件实用技术



龚运新 方立友 编著
孙长庚 审



清华大学出版社

高等院校信息技术规划教材

工业组态软件实用技术

龚运新 方立友 编著
孙长庚 审

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是近十年来在全国各地进行现场培训的教材基础上修改而成,是国内第一本由大专院校、组态软件开发公司、使用单位联合编写的教材。采用实例编写,内容详实,配有多媒体光盘,直观形象,通俗易懂。本书以一种组态软件为蓝本,全面具体介绍了组态软件的使用方法。

本书可作为相关专业的教材,也可作为组态软件自学教材或培训教材,和从事工控应用开发的工程技术人员参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

工业组态软件实用技术/龚运新,方立友编著. —北京:清华大学出版社,2005.9

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 7-302-11500-1

I. 工… II. ①龚… ②方… III. 过程控制软件—高等学校—教材 IV. TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 087669 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 王敏稚

文稿编辑: 霍志国

印 装 者: 北京市昌平环球印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 17 字 数: 395 千字

版 次: 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11500-1/TP·7548

印 数: 1~3000

定 价: 28.00 元(含光盘)

编委会名单

主 任： 李文忠

副主任： 王正洪 鲁宇红 焦金生

成 员： （按拼音排序）

常晋义	邓 凯	范新南	高佳琴	高玉寰	龚运新
顾建业	顾金海	林 罡	刘训非	马正华	沈孟涛
王继水	王 骏	王 晴	王志立	吴访升	肖 玉
杨长春	袁启昌	张旭翔	张 燕	赵明生	郑成增
周凤石					

策划编辑： 张 龙 袁勤勇

序

preface

在科教兴国方针的指引下,我国高等教育进入了一个新的历史发展时期,招生规模和在校生数量都有了大幅度的增长。我们在进行着世界上规模最大的高等教育。与此同时,对于高等教育的研究和认识也在不断深化。高等学校要明确自己的办学方向和办学特色,这既是不断提高高等教育水平的必然要求,更是高校不断发展和壮大必须首先考虑的问题。

教育部领导明确提出要有相当部分的高校致力于培养应用型人才,此类院校在计算机教学中如何实现自己的培养目标,如何选择适用的应用型教材,已成为十分重要和迫切的任务。应用型人才的培养不能简单照搬研究型人才的培养方案,要在丰富的实践基础上认真总结,摸索新形势下的教学规律,在此基础上设计相关课程、改进教学方法,同时编写应用型教材。这一工作是非常艰巨的,也是非常有意义的。

在清华大学出版社的大力支持和配合下,于2003年成立了应用型教材编委会。编委会汇集了众多高校的实践经验,并经过集中讨论和专家评审,遴选了一批优秀教材,希望能够通过这套教材的出版和使用,促进应用型人才培养的实践发展,为建立新的人才培养模式做出贡献。

我们编写应用型教材的主要出发点是:

- (1) 适应教育部对高等教育的新要求,以及市场对应用型人才需求量的不断增加。
- (2) 计算机科学技术不断更新,发展速度加速,教材内容和教学方式将适时更新和改进。
- (3) 教育技术的发展,对教材建设提出了更高的要求,教材将呈现出纸介质出版物、电子课件以及网络学习环境等相互配合的立体化形态。

(4) 突出应用,增强实训,根据不同的专业要求,加强针对性,使理论与实践紧密结合。

从上述各点出发,我们将努力建设一套全新的、有实用价值的应用型计算机教材。经过参编教师的努力,第一批教材已经面世。教材将滚动式地不断更新、修正、提高,逐渐树立起自己的品牌。希望使用本系列教材的广大师生不断反馈各类意见,以便继续修订,逐步建设具有应用型特色的精品教材。

李文忠

2005年8月

前言

foreword

目前,组态技术在各行各业得到了广泛应用,且发展迅速。组态技术发展迅速的主要原因是 PC 机大众化和组态软件的普遍使用。组态软件是用计算机语言编写的能将各种控制硬件(工业 PC 机、各种控制板卡、PLC、模块、单片机、数字仪表)组合到一起,形成一个大的能进行实时监控的系统专业应用软件。组态软件将复杂的工控技术,特别是将繁重而冗长的编程简单化,使得工控开发变得简单而高效,且大幅度缩短了开发时间,使工控技术得到了快速发展。

在中国,有很多公司和单位开发组态软件,目前 ForceControl 组态软件占有较大市场份额,组态软件都可运行于 Windows 98/NT/2000 等多种操作系统,集动画显示、流程控制、数据采集、设备控制与输出、网络数据传输、工程报表、数据与曲线等诸多强大功能于一身,并支持国内外众多数据采集与输出设备,广泛应用于石油、电力、化工、钢铁、矿山、冶金、机械、纺织、航天、建筑、材料、制冷、交通、通信、食品、制造与加工、水处理、环保、智能楼宇、实验室等多种工程领域。使用组态软件,用户可以方便地构造适应自己需要的数据采集系统,在任何需要的时候把生产现场的信息实时地传送到控制室,保证信息在全厂范围内的畅通。

组态软件的网络功能使企业的基层和其他部门建立起联系,现场操作人员和工厂管理人员都可以看到各种数据。管理人员不需要深入生产现场,就可以获得实时和历史数据,优化控制现场作业,提高生产率和产品质量。

组态软件易于学习和使用,拥有丰富的工具箱、图库和操作向导,开发容易、开发时间短,既可以节省大量时间,又能提高系统性能。

组态软件是一个多而杂的大系统,组态技术是一门实践性综合



性很强的技术,它要有计算机、网络、数据库、通信技术、接口板卡、PLC、传感技术、数字电路、电器控制、电力电子知识作为基础。必须通过一系列的实验、理论联系实际,才能学好、学懂。作者集多年理论培训教学、实验教学、产品开发的经验,完全摒弃了以前那种理论与实验分开的思维模式,将实验、理论、产品开发三者有机结合,采用实例教学方式,使学习更加轻松容易。教学中充分利用多媒体技术、网站等现代教学手段,使本书概念清晰、直观明了、易学易懂。

随书配套有由龚运新、马国华策划的光盘,光盘包含“力控”监控组态软件 PCAuto 3.6 限时版(运行 2 小时),以及该软件的多媒体演示的各种资料等。

作 者

2005 年 8 月

目录

Contents

第 1 章 工业组态软件及发展 1

- 1.1 工业组态软件的发展概况 1
 - 1.1.1 工业组态软件的发展过程 1
 - 1.1.2 工业组态软件的主要特点 2
 - 1.1.3 对工业组态软件的性能要求 3
- 1.2 工业组态软件的系统构成 6
- 1.3 工业组态软件的设计思想 9
 - 1.3.1 概述 9
 - 1.3.2 工业组态软件的设计思想 9
- 1.4 组态软件的使用方法介绍 11
 - 1.4.1 软件安装与启动 11
 - 1.4.2 工程管理器 11
 - 1.4.3 应用工程项目开发过程 14
- 习题 15

第 2 章 创建一个简单工程 16

- 2.1 创建简单工程概述 16
 - 2.1.1 工程总体概况 16
 - 2.1.2 使用组态软件的一般步骤 18
- 2.2 开发环境 20
 - 2.2.1 数据库概述 20
 - 2.2.2 创建数据库点参数 21
 - 2.2.3 定义 I/O 设备 22
 - 2.2.4 数据连接 23
- 2.3 创建窗口 25
- 2.4 创建图形对象 25
- 2.5 动画连接 27
- 2.6 运行 30

2.7 创建实时趋势	31
2.8 创建历史报表	34
习题	36
第3章 变量	37
3.1 变量类别	37
3.1.1 窗口中间变量	37
3.1.2 中间变量	38
3.1.3 间接变量	38
3.1.4 数据库变量	38
3.1.5 系统变量	40
3.2 定义新变量	40
3.3 变量的位处理	43
3.4 删除变量和搜索被引用变量	43
3.4.1 删除变量	43
3.4.2 搜索被引用变量	43
习题	45
第4章 实时数据库系统	46
4.1 基本概念	46
4.2 数据库管理器 DbManager	48
4.2.1 导航器与点表	48
4.2.2 工具条	48
4.3 菜单	49
4.3.1 点	49
4.3.2 工程	66
4.3.3 工具	68
4.4 数据库状态参数	69
习题	69
第5章 动画制作	70
5.1 动画制作概述	70
5.1.1 动画连接的种类划分	70
5.1.2 参与动画连接的主体变量	71
5.1.3 建立动画连接的基本步骤	71
5.2 动画制作	72
5.2.1 对象的拖动连接	72
5.2.2 对象的触敏动作连接	74

5.2.3	对象尺寸及位置连接	75
5.2.4	对象颜色变化连接	78
5.2.5	百分比填充连接	80
5.2.6	数值输入输出连接	81
5.2.7	显现/隐藏连接	88
5.3	动画连接应用实例	89
5.3.1	油罐液面升降效果	89
5.3.2	油泵、阀门的启停画面	90
5.3.3	制作液面变化动画效果	90
5.3.4	制作利用滑动输入器控制油罐的液面画面	91
5.3.5	利用旋转仪表控制液位画面	92
5.3.6	油罐油量显示画面	92
	习题	94
第6章	动作脚本	95
6.1	动作脚本简介	95
6.1.1	如何选择脚本	95
6.1.2	脚本编辑器	96
6.2	动作脚本类型	98
6.2.1	图形对象动作脚本	98
6.2.2	应用程序动作脚本	99
6.2.3	窗口动作脚本	100
6.2.4	数据改变动作脚本	100
6.2.5	键动作脚本	102
6.2.6	条件动作脚本	102
6.3	动作脚本语言	103
6.3.1	变量和常数	104
6.3.2	操作符	104
6.3.3	表达式	107
6.3.4	赋值语句	107
6.3.5	注释	108
6.3.6	程序结构	108
6.4	对象字段属性	113
6.5	函数	114
6.5.1	预设函数	114
6.5.2	自定义函数	115
6.6	调试脚本	117
	习题	118



第7章 分析曲线	119
7.1 实时趋势	119
7.1.1 创建实时趋势	119
7.1.2 组态方法	121
7.2 历史趋势	122
7.2.1 创建历史趋势	122
7.2.2 组态方法	122
7.2.3 趋势控制	125
7.2.4 动作脚本控制	126
7.3 变量组	126
7.3.1 定义变量组	127
7.3.2 使用变量组	127
7.4 X-Y曲线	128
7.4.1 创建X-Y曲线	128
7.4.2 X-Y曲线组态	129
习题	131
第8章 数据报表	132
8.1 历史报表	132
8.1.1 创建历史报表	132
8.1.2 历史报表组态	133
8.1.3 查询历史报表	135
8.1.4 手动打印报表	135
8.1.5 自动打印报表	136
8.1.6 自绘历史报表表头	136
8.2 万能报表	136
8.2.1 基本概述	136
8.2.2 报表介绍	137
8.2.3 基本操作	141
8.2.4 历史数据表达式	142
8.2.5 公式生成器	143
8.2.6 报表变量	144
8.2.7 注意事项	144
8.2.8 操作技巧	145
8.3 总貌报表	146
8.3.1 创建总貌报表	146
8.3.2 总貌报表组态	146
8.3.3 用脚本控制总貌报表	147

习题	148
第 9 章 报警和事件	149
9.1 报警处理过程	149
9.2 报警区域	149
9.3 报警类型和优先级	150
9.4 报警状态	151
9.5 报警组态	151
9.5.1 报警记录	151
9.5.2 创建报警记录	152
9.5.3 报警记录组态	152
9.6 改变显示区域	154
9.7 确认报警	154
9.8 查询历史报警	155
9.9 系统报警记录	156
9.10 报警组件	157
9.10.1 组态环境	157
9.10.2 运行环境	159
9.11 事件	160
9.12 显示事件记录	161
9.13 日志事件	161
9.14 报警和事件输出	163
习题	163
第 10 章 配方及内置函数	164
10.1 配方概念	164
10.2 配方组态	164
10.3 配方函数	166
10.4 内置数据表	166
10.4.1 定义内置数据表	167
10.4.2 内置数据表绑定	169
10.5 相关函数	169
10.6 表格控件	171
10.6.1 定义表格控件	171
10.6.2 其他操作	173
10.6.3 相关函数	173
习题	174



第 11 章 运行系统	175
11.1 标准菜单	175
11.2 自定义菜单	177
11.3 安全管理	179
11.3.1 系统安全管理	179
11.3.2 数据安全 管理	179
11.3.3 工程加密	183
11.4 运行参数	184
11.5 其他设置	186
习题	186
第 12 章 控件及对象组件	187
12.1 OLE 控件	187
12.1.1 OLE 控件管理	187
12.1.2 用动作脚本控制 OLE 控件	189
12.1.3 力控 OLE 控件	190
12.2 Windows 控件	192
12.3 内部组件	198
12.3.1 温控曲线	199
12.3.2 增强 XY 曲线	202
12.3.3 立体棒图	206
习题	207
第 13 章 I/O 设备驱动	208
13.1 I/O 设备通信	208
13.2 I/O 设备管理	209
13.2.1 新建 I/O 设备	209
13.2.2 设备参数说明	210
13.2.3 修改或删除 I/O 设备	211
13.2.4 引用 I/O 设备	211
13.3 运行参数	212
13.3.1 启动驱动程序	212
13.3.2 设置驱动程序	212
13.3.3 监视驱动程序日志	213
习题	214

第 14 章 外部接口及通信	215
14.1 DDE	215
14.1.1 本地 DDE 设置	215
14.1.2 远程 NETDDE 配置	221
14.2 OPC	222
14.2.1 OPC 概述	222
14.2.2 OPC 基本概念	223
14.2.3 OPC 体系结构	224
14.2.4 力控 OPC 客户端使用	225
14.2.5 力控 OPC 服务器使用	228
14.2.6 网络 OPC 使用	229
14.3 SQL 访问	231
14.3.1 概述	231
14.3.2 数据表模板	232
14.3.3 数据表绑定	233
14.3.4 SQL 函数	234
14.4 pFieldComm 通信协议转发器	235
14.4.1 适用范围	235
14.4.2 功能特点	235
习题	239
第 15 章 分布式网络及 WWW 应用	240
15.1 网络通信方式	240
15.2 远程数据源	242
15.3 网络变量	242
15.4 网络数据库连接	243
15.5 网络通信程序	244
15.6 通信服务程序 Port Server	244
15.7 双机冗余	247
15.8 WWW 网络应用	249
习题	252

第 1 章

chapter 1

工业组态软件及发展

1.1 工业组态软件的发展概况

1.1.1 工业组态软件的发展过程

新型的工业组态软件是伴随着计算机技术的突飞猛进发展起来的。20 世纪 60 年代虽然计算机开始涉及工业过程控制,但由于计算机技术人员缺乏工厂仪表和工业过程的知识,导致计算机工业过程控制系统在各行业的推广速度比较缓慢。20 世纪 70 年代初期,微处理器的出现,促进了计算机控制走向成熟。微处理器在计算能力、数据处理能力提高的同时,计算机的硬件成本大大下降,计算机体积减小,PC 机广泛使用。在这种情况下,很多从事控制仪表和原来一直从事工业控制计算机的公司先后推出了新型控制系统,这一历史时期较有代表性的是 1975 年美国 Honeywell 公司推出的世界上第一套 DCS TDC-2000,而随后的 20 年间,DCS 及其计算机控制技术日趋成熟,得到了广泛应用,此时的 DCS 已具有较丰富的软件,包括计算机系统软件(操作系统)、工业组态软件、控制软件、其他辅助软件(如通信软件)等。

这一阶段虽然 DCS 技术、市场发展迅速,但软件仍是专用和封闭的,除了在功能上不断加强外,软件成本一直居高不下,造成 DCS 在中小型项目上的成本过高,使 DCS 在中小型应用项目上很难推广。20 世纪 80 年代中后期,随着个人计算机的普及和开放系统(Open System)概念的推广,基于个人计算机的监控系统开始进入市场,并发展壮大。工业组态软件作为个人计算机监控系统的重要组成部分,比 PC 监控的硬件系统具有更为广阔的发展空间。

这是因为:

(1) 很多 DCS 和 PLC 厂家主动公开通信协议,加入“PC 监控”的阵营。目前,几乎所有的 PLC 和一半以上的 DCS 都使用 PC 作为操作站。

(2) 由于 PC 监控大大降低了系统成本,使得市场空间得到扩大,从远程监控(如防盗报警、江河汛情监视、环境监控、电信线路监控、交通管制与监控、矿井报警等)、数据采集与计量(如居民水电气表的自动抄表、铁道信号采集与记录等)、数据分析(如汽车/机车自动测试、机组/设备参数测试、医疗化验仪器设备实时数据采集、虚拟仪器、生产线产品质量抽检等)到过程控制,几乎无处不用。

(3) 各类智能仪表、调节器和现场总线设备可与工业组态软件构筑完整的低成本自动化系统,具有广阔的市场空间。

(4) 各类嵌入式系统和现场总线的异军突起,把工业组态软件推到了自动化系统主要位置,工业组态软件越来越成为工业自动化系统中的灵魂。

工业组态软件之所以同时得到用户和 DCS 厂商的认可有以下几个原因:

(1) 微型计算机操作系统日趋稳定可靠,实时处理能力增强且价格便宜。

(2) 微型计算机的软件及开发工具也非常丰富,使工业组态软件的功能强大,开发周期相应缩短,软件升级和维护也较方便。

所以,新型的工业控制系统正以标准的工业计算机软、硬件平台构成的集成系统取代传统的封闭式系统,它们具有适应性强、开放性好、易于扩展、经济、开发周期短等鲜明优点。通常可以把这样的系统划分为控制层、监控层、管理层 3 个层次结构。

其中,监控层对下连接控制层,对上连接管理层,它不但实现对现场的实时监测与控制,且常在自动控制系统中完成上传下达、组态开发的重要作用。监控层的硬件以工业级的微型计算机和 workstation 为主,目前更趋向于工业 PC 机。

组态软件是指数据采集与过程控制的专用软件,它们是在自动控制系统监控层一级的软件平台和开发环境中能以灵活多样的组态方式(而不是编程方式)提供良好的用户开发界面和简捷的使用方法,其预设置的各种软件模块可以非常容易地实现和完成监控层的各项功能,并能同时支持各种硬件厂家的计算机和 I/O 设备,与高可靠的工控计算机和网络系统结合,可向控制层和管理层提供软、硬件的全部接口,进行系统集成。

目前的多数工业组态软件是在 Windows 3.1 或 3.2 操作系统下逐渐成熟起来的,国外少数工业组态软件可以在 OS/2 或 UNIX 环境下运行。目前绝大多数工业组态软件都运行在 Windows 98/NT 环境下。较理想的环境是 Windows NT 或 Windows 2000 操作系统,因为其内核是原来的 VMS 的变种,可靠性和实时性都好于 Windows 98。

工业组态软件的开发工具以 C++ 为主,也有少数开发商使用 Delphi 或 C++ Builder。一般来说,使用 C++ 开发的产品运行效率更高,程序代码较短,运行速度更快,但开发周期要长一些,其他开发工具则相反。

1.1.2 工业组态软件的主要特点

工业组态(Configuration)为模块化任意组合。工业组态软件主要特点如下:

(1) 延续性和可扩充性。用通用工业组态软件开发的应用工程项目,当现场(包括硬件设备或系统结构)或用户需求发生改变时,不需做很多修改而方便地完成软件的更新和升级。

(2) 封装性(易学易用)。通用工业组态软件所能完成的功能都用一种方便用户使用的方法包装起来,用户不须掌握太多的编程语言技术(甚至不需要编程技术),就能很好地完成一个复杂工程所要求的所有功能。

(3) 通用性。每个用户根据工程实际情况,利用通用工业组态软件提供的底层设备(PLC、智能仪表、智能模块、板卡、变频器等)的 I/O Driver、开放式的数据库和画面制作工具,就能完成一个具有动画效果、实时数据处理、历史数据和曲线并存、具有多媒体功