



21 世纪高等院校电气工程与自动化规划教材

21 century institutions of higher learning materials of Electrical Engineering and Automation Planning

Technology and Application of Monitor
Configuration

监控组态技术 及应用

范国伟 主编

王伟 任小平 副主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



21 世纪高等院校电气工程与自动化规划

21 century institutions of higher learning materials of Electrical Engineering and Automation Planning

Technology and Application of Monitor
Configuration

监控组态技术 及应用

范国伟 主编

王伟 任小平 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

821820210

图书在版编目 (CIP) 数据

监控组态技术及应用 / 范国伟主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2015.8
21世纪高等院校电气工程与自动化规划教材
ISBN 978-7-115-39483-5

I. ①监… II. ①范… III. ①监控系统—电子组态—高等学校—教材 IV. ①TP277

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第141220号

内 容 提 要

计算机的组态技术可帮助技术人员比较快捷地实现自动控制, 是当前自动控制工程中普遍采用的技术之一。本书主要介绍组态技术的设计和制作方法, 突出这项技术的工程性和应用性。全书共分 15 章, 内容包括组态软件概述, 初识工控组态软件, 组态的变量, 实时数据库系统, 动画制作, 脚本系统, 分析曲线, 趋势、报表、报警组态画面的生成, I/O 设备通信, 后台组件的操作, 运行系统及安全管理, 控件及复合组件对象, 外部接口及通信, 力控组态软件的应用和实训组态项目, 力求使读者一学就懂、一学就会。

本书实用性强, 可作为本科院校和职业院校电气自动化、机电一体化等专业的教材, 也可供工矿企业、设计和科研单位的工程技术人员参考, 还可作为相关专业人员的培训教材。

-
- ◆ 主 编 范国伟
副 主 编 王 伟 任小平
责任编辑 邹文波
执行编辑 税梦玲
责任印制 沈 蓉 彭志环
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.75 2015 年 8 月第 1 版
字数: 491 千字 2015 年 8 月河北第 1 次印刷
-

定价: 48.00 元

读者服务热线: (010) 81055256 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

监控组态技术是适合我国工业结构转型所需的自动化技术之一，其发展与自动化控制技术和计算机网络技术的发展密不可分。具有远程监控、数据采集、数据分析、过程控制等强大功能的组态软件，在自动化系统中占据了主力军的位置。

本书依据行业实践所涉及的技术标准和规范，在安徽工业大学自动化专业、电气工程及其自动化专业、测控技术与仪器专业学生的实训和课程设计的教学基础上编写而成。书中介绍了组态技术的设计和制作方法，以具体的“案例”为基础，对理论知识做“淡化”处理，对实际技能做“强化”处理，突出了这项技术的工程性和应用性，旨在使读者迅速掌握并灵活运用这一技术。

本书取材新颖，实用性较强，较紧密地结合了工程实际应用，同时运用了先进的计算机组态控制技术，将理论知识与技能训练有机地结合起来，让读者“在做中学，在学中做，做学结合，以做为主”。

本书由安徽工业大学工商学院范国伟任主编、安徽工业大学电气信息学院王伟和马鞍山市当涂职业技术中心任小平任副主编，安徽工业大学工商学院硕士豆勤勤和史彦参加了编写工作。本书的编写得到了北京三维力控科技有限公司的授权，三维南京办事处的马春晖工程师为本书提供了很多案例，同时，安徽职业技术学院程周教授审阅了全部书稿并提出了很多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中不当之处，恳请各位读者批评指正。

编者

2015年2月

目 录

第 1 章 组态软件概述	1	2.2 进入工程开发环境	15
1.1 工控组态软件	1	2.2.1 创建一个新的应用	15
1.1.1 工控组态软件的现状	1	2.2.2 编辑监控组态软件的一般 步骤	17
1.1.2 用户对组态软件的需求	3	2.3 开发环境	19
1.2 组态软件功能的发展	3	2.3.1 数据库概述	19
1.2.1 监控组态软件的发展趋势	4	2.3.2 创建数据库点参数	20
1.2.2 国际化及入世的影响	5	2.3.3 定义 I/O 设备	21
1.3 工控组态软件的组成及特点	6	2.3.4 数据连接	21
1.3.1 工控组态软件的组成	6	2.4 创建窗口	23
1.3.2 工控组态软件的特点	7	2.4.1 创建图形对象	23
1.3.3 组态软件的设计思想	7	2.4.2 动画连接	25
1.4 对组态软件的要求	8	2.4.3 数据传送的运行	27
1.4.1 实时多任务	8	2.4.4 创建实时趋势	28
1.4.2 高可靠性	9	2.4.5 创建历史报表	30
1.4.3 标准化	10	2.4.6 制作动画连接	32
1.4.4 组态软件的数据流	10	2.4.7 脚本动作	34
1.5 力控组态软件	10	2.4.8 开发系统的运行	35
1.5.1 力控组态软件的发展	10	本章小结	36
1.5.2 力控组态软件五大组成 部分	12	思考题	37
本章小结	12	第 3 章 组态的变量	38
思考题	13	3.1 变量的类型	38
第 2 章 初识工控组态软件	14	3.1.1 窗口中间变量	38
2.1 力控组态软件的安装	14	3.1.2 中间变量	39
2.1.1 安装要求	14	3.1.3 间接变量	39
2.1.2 安装内容	14	3.1.4 数据库变量	39
2.1.3 安装使用注意事项	15	3.1.5 系统中间变量	40

3.2 定义新变量	40	5.2.2 动画连接的删除方法	72
3.3 搜索被引用变量和删除变量	42	5.3 鼠标动画	72
3.3.1 搜索被引用变量	42	5.4 颜色动画	76
3.3.2 删除变量	42	5.5 尺寸动画	79
本章小结	43	5.6 数值动画	81
思考题	43	本章小结	85
第4章 实时数据库系统	44	思考题	86
4.1 基本概念	45	第6章 脚本系统	87
4.2 数据库管理器 DbManager	46	6.1 脚本系统简介	87
4.2.1 导航器与点表	47	6.1.1 动作脚本的类型	88
4.2.2 菜单和工具栏	47	6.1.2 动作脚本的创建方式	88
4.2.3 基本参数	52	6.1.3 脚本编辑器的使用	88
4.2.4 报警参数	54	6.1.4 脚本编辑器的自动提示 功能	95
4.2.5 数据连接	55	6.1.5 脚本编辑器的语法格式	95
4.2.6 历史参数	56	6.2 动作脚本分类介绍	96
4.2.7 数字 I/O 点	57	6.2.1 图形对象动作脚本	96
4.2.8 累计点	58	6.2.2 应用程序动作脚本	97
4.2.9 控制点	59	6.2.3 窗口动作脚本	98
4.2.10 运算点	61	6.2.4 数据改变动作脚本	98
4.2.11 组合点	62	6.2.5 键动作脚本	99
4.2.12 雪崩过滤点	62	6.2.6 条件动作脚本	99
4.2.13 自定义类型点	64	本章小结	100
4.3 DbManager/工程	64	思考题	100
4.3.1 DbManager 管理功能	64	第7章 分析曲线	101
4.3.2 数据库系统参数	65	7.1 趋势曲线	102
4.3.3 退出	65	7.1.1 创建趋势曲线	102
4.4 DbManager/工具	65	7.1.2 显示设置	102
4.4.1 统计	66	7.1.3 曲线设置	105
4.4.2 选项	67	7.2 曲线模板	107
4.5 数据库状态参数	67	7.3 X-Y 曲线	108
4.6 在监控画面中引用数据库 变量点	68	7.3.1 曲线的创建	108
本章小结	69	7.3.2 显示设置	108
思考题	69	7.4 温控曲线	110
第5章 动画制作	70	7.5 关系数据库 XY 曲线	114
5.1 动画制作概述	71	7.5.1 概述	114
5.2 动画连接创建和删除方法	71	7.5.2 快速入门	114
5.2.1 动画连接的创建方法	71	本章小结	118

思考题	118	10.12 时间调度	164
第 8 章 趋势、报表、报警组态画面的生成	119	10.13 语音报警	166
8.1 实时趋势和历史趋势	119	10.14 手机短信报警	168
8.1.1 创建趋势	119	本章小结	170
8.1.2 设置趋势图属性	120	思考题	170
8.1.3 设置趋势通用属性	121	第 11 章 运行系统及安全管理	171
8.1.4 设置时间属性	121	11.1 运行系统	171
8.1.5 快速添加曲线	122	11.1.1 进入运行系统	172
8.2 专家报表	123	11.1.2 运行系统的管理	172
8.2.1 创建专家报表	123	11.1.3 运行系统参数设置	174
8.2.2 专家报表编辑	123	11.1.4 开机自动运行	177
8.3 报警	125	11.2 安全管理	177
8.3.1 报警概述	125	11.2.1 用户访问对象管理	177
8.3.2 报警设置	125	11.2.2 用户级别及安全区的配置方法	179
8.3.3 报警查询	125	11.2.3 用户系统权限配置	183
本章小结	126	11.2.4 系统安全管理	185
思考题	127	11.2.5 工程加密	186
第 9 章 I/O 设备通信	128	11.3 进程管理	186
9.1 I/O 设备管理	129	本章小结	190
9.2 I/O 设备通信配置	131	思考题	190
9.3 设备冗余	139	第 12 章 控件及复合组件对象	191
9.4 设备通信离线诊断	140	12.1 ActiveX 控件	191
9.5 I/O 设备的运行与监控	141	12.1.1 使用 ActiveX 控件	192
本章小结	145	12.1.2 用动作脚本控制 ActiveX 控件	193
思考题	145	12.2 复合组件	196
第 10 章 后台组件的操作	146	12.2.1 复合组件基本属性	196
10.1 截图组件	147	12.2.2 Windows 控件	197
10.2 E-mail 控件	148	12.2.3 多媒体	205
10.3 语音拨号	150	本章小结	211
10.4 配方	151	思考题	211
10.5 批次	155	第 13 章 外部接口及通信	212
10.6 系统函数组件	159	13.1 DDE	212
10.7 定时器	161	13.1.1 力控监控组态软件作 DDE 客户端	213
10.8 逐行打印	161	13.1.2 力控监控组态软件作 DDE 服务器	216
10.9 计时器	161		
10.10 键盘	162		
10.11 累计器	163		

13.1.3 远程 NETDDE 配置	219
13.2 OPC	221
13.2.1 OPC 概述	221
13.2.2 OPC 特点	222
13.2.3 OPC 基本概念	222
13.2.4 OPC 体系结构	223
13.2.5 力控 OPC 作客户端	224
13.2.6 力控 OPC 作服务器	226
13.2.7 网络 OPC	228
本章小结	238
思考题	238
第 14 章 力控组态软件的应用	239
14.1 加油站进销存监控系统	239
14.1.1 油品参数检测控制	239
14.1.2 计算机监控管理	240
14.1.3 系统特点	242
14.2 工业锅炉控制系统	242
14.2.1 现场条件与改造内容	242
14.2.2 系统设计	243
14.2.3 软件设计说明	244
14.2.4 PLC 控制算法设计	245
14.3 工业除尘控制系统	247
14.4 高炉煤气采集控制系统	250
14.5 智能楼宇太阳能监控系统	255

本章小结	259
思考题	260
第 15 章 实训组态项目	261
15.1 智能楼宇供配电系统的监控组态	261
15.2 保安系统的监控组态	267
15.3 消防系统的监控组态	270
15.4 智能化楼宇的综合布线	272
15.5 智能化楼宇的空调系统	274
15.6 智能化楼宇物业管理系统	276
15.7 智能楼宇的可视对讲系统	277
15.8 锅炉监控系统组态设计	278
15.8.1 设计要求	278
15.8.2 设计步骤	279
15.8.3 创建 I/O 设备驱动	281
15.8.4 I/O 点配置	281
15.8.5 动画连接	283
15.8.6 趋势曲线绘制	286
15.8.7 专家报表绘制	288
15.8.8 报警配置	289
15.8.9 运行测试	290
本章小结	291
思考题	291

【本章学习目标】

- (1) 了解工控组态软件的基本概念。
- (2) 了解工控组态软件的发展情况。
- (3) 了解工控组态软件的组成和互相联系。
- (4) 了解力控组态软件的简要情况。

【教学目标】

(1) 知识目标：了解工控组态软件的基本概念、力控组态软件的简要情况，以及工控组态软件的发展情况和互相联系。

(2) 能力目标：通过力控组态软件的演示，初步形成对组态软件的感性认识，培养学习兴趣。

【教学重点】

工控组态软件的基本概念。

【教学难点】

工控组态软件的作用。

【教学方法】

参观法、实验法、演示法、讨论法。

1.1 工控组态软件

随着我国工农业生产结构的转型，科学技术需要不断发展和创新，计算机知识已渗透于众多专业与领域，成为了工程技术人员一项必须掌握的技能。计算机控制技术是各专业教学的重要环节，科学地进行实训过程是工程技术人员必备的技术素质。为突破传统的学科教育对学生技能培养的局限，本书从提高学生的全面素质出发，重在培养学生的应用能力和增强学生在实践中分析与解决问题的能力。

什么是组态？简单地讲，组态就是用计算机应用软件中提供的工具、方法来组建各种控制画面和静、动态控制状态，完成工程中某一具体任务的过程。简单地理解，就是不再需要学习计算机语言编程设计，只要学会运用某些组态软件的应用，便能进行各种控制过程的监控设计。

1.1.1 工控组态软件现状

组态软件大约在 20 世纪 80 年代在国外出现，在国内的发展也仅有十几年的时间。监控组态软件是伴随着计算机技术的突飞猛进发展起来的。60 年代，虽然计算机开始涉足工业过程控制，但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系统在各

行业的推广速度比较缓慢。70 年代初期,微处理器的出现促进了计算机控制技术走向成熟。微处理器在提高计算能力的基础上,大大降低了计算机的硬件成本,缩小了计算机体积,很多从事控制仪表和原来一直就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就是 1975 年美国霍尼韦尔公司推出的世界上第一套 DCS TDC-2000。而随后的 20 年间,集散型控制系统(Distributed Control System, 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)、组态软件、控制软件、操作站软件、其他辅助软件(如通信软件)等。而“组态”的概念是随着 DCS 的出现才逐渐被广大的生产过程自动化技术人员熟知的,因此需从 DCS 的发展中去了解组态的发展,下面进行简单介绍。

控制系统使用的各种仪表中,早期的控制仪表是气动 PID 调节器,后来发展为气动单元组合仪表,50 年代后出现电动单元组合仪表,70 年代中期随着微处理器的出现诞生了第一代 DCS。在这一阶段,虽然 DCS 技术和市场发展迅速,但 DCS 软件仍是专用和封闭的,除了功能上不断加强外,软件成本一直居高不下,造成 DCS 在中小型项目上的单位成本过高,使一些中小型应用项目不得不放弃使用 DCS。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。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,从无人值守的远程监视(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 PC-based 设备可与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,把组态软件推到了自动化系统主力军的位置,组态软件逐渐成为工业自动化系统中的灵魂。

组态软件之所以同时得到用户和 DCS 厂商的认可有以下 2 点原因。

(1) 个人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) 个人计算机的软件及开发工具丰富,使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。

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。一般来讲,使用 C++ 开发的产品运行效率更高,程序代码较短且运行速度更快,但开发周期要长一些,其他开发工具则相反。

2011 年自动化行业最具影响力品牌评选报告的组态软件排名如表 1-1 所示。

表 1-1 组态软件排行榜

序号	国内品牌	国外品牌
1	亚控科技(组态王)	GE (IFIX)
2	三维力控(力控组态)	WONDERWARE (INTOUCH)
3	九思易(易控组态)	西门子(WINCC)

1.1.2 用户对组态软件的需求

随着工业自动化水平的迅速提高,以及计算机在工业领域的广泛应用,人们对工业自动化的要求越来越高,且种类繁多的控制设备和过程监控装置在工业领域的应用,也使得传统的工业控制软件已无法满足用户的各种需求:在开发传统的工业控制软件时,工业被控对象一旦有变动就必须修改其控制系统的源程序,致使其开发周期变长;已开发成功的工控软件由于每个控制项目的不同而导致重复使用率很低,因此它的价格非常昂贵;在修改工控软件的源程序时,倘若原来的编程人员因工作变动而离去时,则必须由其他人员进行源程序的修改,更是增加了困难。工业自动化组态软件的出现为解决上述实际工程问题提供了一种崭新的方法,因为它能够很好地解决传统工业控制软件存在的种种问题,使用户能根据自己的控制对象和控制目的任意组态,完成最终的自动化控制工程。

中国的现代化建设正处于上升期,新项目的启动、基础设施的改造都可能需要组态软件,另一方面,传统产业的改造、原有系统的升级和扩容也需要组态软件的支撑。在有些应用领域,自动监控的目标及其特性比较单一(或可枚举,或可通过某种模板自定义、添加、删除和编辑)且数量较多,用户希望自动生成大部分自动监控系统,例如在电梯自动监控、动力设备监控、铁路信号监控等应用系统。这种应用系统具有一些“傻瓜”型软件的特征,用户只需用组态软件做一些系统硬件及其参数的配置,就可以自动生成某种特定模式的自动监控系统,如果用户对自动生成的监控系统的图形界面不满意,还可以进行任意修改和编辑,这样既满足了用户对简便性的要求,又配备了比较完善的编辑工具。

因此,组态软件一方面为最终用户节省了系统投资,另一方面也为用户解决了实际问题。

但是,组态软件的灵活程度和使用效率是互相矛盾的,虽然组态软件提供了很多灵活的技术手段,但是在多数情况下,用户只使用其中的一小部分,而使用方法的复杂化又给用户熟悉和掌握软件带来很多不必要的麻烦,这也是现在仍然有很多用户还在自己用 VB 编写自动化监控系统的主要原因。

目前,组态软件多用于过程工业自动化,因此很多功能没有考虑其他应用领域的需求,例如:化验分析(色谱仪、红外仪等,包括在线分析)、虚拟仪器、测试(如测井、机械性能试验、碰撞试验等的记录与回放等)、信号处理(如记录和显示轮船的航行数据,如雷达信号、GPS 数据、舵角、风速)等。这些领域大量地使用实时数据处理软件,而且需要人机界面,而现有组态软件目前不能充分满足这些系统的要求,因此在这些领域中仍然是专用软件占统治地位。随着计算机技术的飞速发展,组态软件应该更多地总结这些领域的需求,设计出符合应用要求的开发工具,可进一步减少这些行业在自动测试、数据分析方面的软件成本,提高系统的开放性能。

1.2 组态软件功能的发展

组态软件功能的发展由单一的人机界面朝数据处理机方向发展,管理的数据量越来越大。最早的组态软件用来支撑自动化系统的硬件,那时候,硬件系统如果没有组态软件的支撑就很难发挥作用,甚至不能正常工作。现在的情况有了很大改观,软件部分地与硬件发生分离,大部分自动化系统的硬件和软件现在不是由同一个厂商提供,这样就为自动化软件的发展提供了可以充分发挥作用的舞台。

组态软件功能的发展随着实时数据库的不断发展将进一步加强。实时数据库存储和检索的是连续变化的过程数据,它的发展离不开高性能计算机和大容量硬盘,现在越来越多的用户通过实时数据库来分析生产情况、汇总和统计生产数据,作为指挥、决策的依据。

组态软件发展到现在功能已经非常完善,其所具功能主要有以下几个方面。

(1) 组态软件完善,功能多样。组态软件提供工业标准数学模型库和控制功能库,组态模式灵活,能满足用户所需的测控要求。组态软件对测控信息的历史记录进行存储、显示、计算、分析、打印,界面操作灵活方便,具有双重安全体系,数据处理安全可靠。

(2) 丰富的画面显示组态功能。组态软件提供给用户丰富方便的常用编辑工具和作图工具,提供大量的工业设备图符、仪表图符,还提供趋势图、历史曲线、组数据分析图等;提供十分友好的图形化用户界面(Graphics User Interface, GUI),包括一整套 Windows 风格的窗口、弹出菜单、按钮、消息区、工具栏、滚动条、监控画面等。因此,组态软件为设备的正常运行、操作人员的集中监控提供了极大的方便。

(3) 强大的通信功能和良好的开放性。组态软件向下可以通过 Winteligent LINK、OPC (Object Linking and Embedding for Process Control, 过程控制用 OLE) 等与数据采集硬件通信,向上通过 TCP/IP、以太网与高层管理网互联。对于动态数据交换机制(Dynamic Data Exchange, DDE)或 OPC 数据源,“标记/数值”对的列表会被传给 DDE 或 OPC 服务器和客户机(server/client),在服务器里写操作可能会组合在信息包里(取决于服务器的执行)。在数据库编辑器里添加了 Browse OPC Server Space OPC 地址浏览器,方便与 OPC 数据源的连接。

(4) 多任务的软件运行环境、数据库管理及资源共享。组态软件基于 Windows NT、WindowsXP 和 Windows 2000,充分利用面向对象的技术和 ActiveX 动态连接库技术,极大地丰富了控制系统的显示画面和编程环境,从而方便灵活地实现了多任务操作。ActiveX 对象是一个由第三方供应商开发的、可以直接使用的软件组件。RSView32 可以通过它的属性、事件和方法来使用它所提供的功能。嵌入一个 ActiveX 对象,然后设定其属性或指定对象事件,该对象就可以与 RSView32 交互作用了。信息通过 RSView32 标记(Tags)在 ActiveX 对象和 RSView32 之间传递。

1.2.1 监控组态软件的发展趋势

1. 组态软件作为单独行业的出现是历史的必然

市场竞争的加剧使行业分工越来越细,“大而全”的企业将越来越少(企业集团除外),每个 DCS 厂商必须把主要精力用于他们本身所擅长的技术领域,巩固已有优势,如果还是软硬件一起做,就很难在竞争中取胜。今后社会分工会更加细化,表面上看来功能较单一的组态软件,其市场才刚被挖掘出一点点,今后的成长空间还相当广阔。

组态软件的发展与成长和网络技术的发展与普及密不可分。曾有一段时期,各 DCS 厂商的底层网络都是专用的,现在则使用国际标准协议,这在很大程度上促进了组态软件的应用。例如,在大庆油田,各种油气处理装置都分布在总面积约 3000km² 的油田现场,要想把这些装置的实时数据进行联网共享,在几年前是不可想象的,而目前通过公众电话网,用调制解调器或 ISDN 将各 DCS 装置连起来,通过 TCP/IP 协议完成实时数据采集和远程监控就是一种可行方案。力控组态软件已经在该项目中成功投用,成为国内规模最大的 HMI/SCADA 应用范例。

2. 现场总线技术的成熟更加促进了组态软件的应用

应该说现场总线是一种特殊的网络技术,其核心内容一是工业应用,二是完成从模拟方式到数字方式的转变,使信息和供电同在一根双绞电缆上传输,还要满足许多技术指标。同其他网络一样,现场总线的网络系统也具备 OSI 的 7 层协议,在这个意义上讲,现场总线与普通的网络系统具有相同的属性,但现场总线设备的种类多,同类总线的产品也分现场设备、

耦合器等多种类型。在未来几年,现场总线设备将大量替代现有现场设备,给组态软件带来更多机遇。

3. 能够同时兼容多种操作系统平台是组态软件的发展方向之一

可以预言,微软公司在操作系统市场上的垄断迟早要被打破,未来的组态软件也要求跨操作系统平台,至少要同时兼容 Win NT 和 Linux/UNIX。

很多新的技术将不断地被应用到组态软件当中,组态软件装机总量的提高会促进在某些专业领域专用版软件的诞生,市场被自动细分了。为此,一种称为“软总线”的技术将被广泛采用。在这种体系结构下,应用软件以中间件或插件的方式被“安装”在总线上,并支持热插拔和即插即用。这样做的优点是:所有插件遵从统一标准,每个插件开发人员之间不需要协调;插件的专用性强,一个插件出现故障不会影响其他插件的运行。XML 技术将被组态软件厂商善加利用,来改变现有的体系结构,它的推广也将改变现有组态软件的某些使用模式,满足更为灵活的应用需求。

运行时组态是组态软件新近提出的概念。运行时组态是在运行环境下对已有工程进行修改,添加新的功能。它不同于在线组态,在线组态是在工程运行的同时,进入组态环境,在组态环境中对工程进行修改,而运行时组态是在运行环境中直接修改工程。运行时组态改变了以往必须进入复杂的组态环境修改工程应用的历史,给组态软件带来了新的活力,并预示着组态软件新的发展方向。

组态工程师可以在构建工程后,有预见地设计出该工程的扩展工具。扩展工具用来生成扩展工程时所需的画面、画面中的构件、连接的硬件设备、新的测点等。扩展工具完全是跟该工程或该应用领域相关的,工具一般只包含针对该应用的有限的几种部件,但是却能够满足该工程以后的扩展。因为让技术人员(非组态工程师)掌握这些工具比掌握包罗万象的开发环境要容易得多,因此用户自己稍加指导就很容易完成工程的后期维护工作了。另外,由于扩展工具只提供有限的功能,这样用户犯错误的机会也就小多了。

1.2.2 国际化及入世的影响

长期以来,中国的组态软件市场都是由国外的产品唱主角,中国本土的组态软件进入国际市场还有很长的路要走,需要具有综合优势。中国的工程公司、自动化设备生产商在国际市场取得优势对组态软件进入国际市场也具有一定的推动作用。相信民族组态软件的崛起是迟早的事情。

随着祖国社会进步和信息化速度的加快,组态软件将赢得巨大的市场空间,这将极大地促进国产优秀组态软件的应用,为国产优秀组态软件创造良好的成长环境,促进国有软件品牌的成长和参与国际竞争。

组态软件事业的发展也加剧了对从事组态软件开发与研制的人才的需求。国内的组态软件经历了从无到有的曲折过程,目前则面临着如何在未来的竞争中取胜、如何制定未来的发展战略、如何开拓国际市场等一系列新的问题。组态软件涉及自动控制理论及技术、计算机理论及技术、通信及网络技术、人机界面技术(即所谓的 CRT 技术)等多个学科,对开发人员的软件设计、理论及实践经验都有很高的要求,广大的在校相关专业大学生、研究生面临着从事该项事业的难得机遇。

组态软件和 IT 类软件不同,它有自己的特殊性,具有系统的概念,使用范围也不是很广,面临的国际竞争没有其他类似办公软件或操作系统那样激烈,因此中国的本土软件很容易崛起。但毕竟我们是跟在国外产品的后面发展起来的,要想超过国外的竞争对手,就必须坚持走好自己的道路,尽量减少效仿,突出特色,以客户需求为中心,积极创新。

1.3 工控组态软件的组成及特点

1.3.1 工控组态软件的组成

组态软件最突出的特点是实时多任务。例如，数据采集与输出、数据处理与算法实现、图形显示及人机对话、实时数据的存储、检索管理、实时通信等多个任务要在同一台计算机上同时运行。

组态软件的使用者是自动化工程设计人员，组态软件的主要目的是使用户在生成适合自己需要的应用系统时不需要修改软件程序的源代码，因此在设计组态软件时应充分了解自动化工程设计人员的基本需求，并加以总结提炼，重点、集中解决共性问题。下面是组态软件主要解决的问题。

- (1) 如何与采集、控制设备间进行数据交换。
- (2) 使来自设备的数据与计算机图形画面上的各元素关联起来。
- (3) 处理数据报警及系统报警。
- (4) 存储历史数据并支持历史数据的查询。
- (5) 各类报表的生成和打印输出。
- (6) 为用户提供灵活、多变的组态工具，可以适应不同应用领域的需求。
- (7) 最终生成的应用系统运行稳定可靠。
- (8) 具有与第三方案的接口，方便数据共享。

自动化工程设计技术人员在组态软件中只需填写一些事先设计的表格，再利用图形功能把被控对象（如反应罐、温度计、锅炉、趋势曲线、报表等）形象地画出来，并通过内部数据连接把被控对象的属性与 I/O 设备的实时数据进行逻辑连接。当由组态软件生成的应用系统投入运行后，与被控对象相连的 I/O 设备数据发生变化后直接会带动被控对象的属性发生变化。若要对应用系统进行修改，也十分方便，这就是组态软件的方便性。

从以上可以看出，组态软件具有实时多任务、接口开放、使用灵活、功能多样、运行可靠的特点。

无论是美国 Wonderware 公司推出的世界上第一个工控组态软件 Intouch 还是现在的各类组态软件，从总体结构上看一般都是由系统开发环境（或称组态环境）与系统运行环境两大部分组成。系统开发环境是自动化工程师为实施其控制方案，在组态软件的支持下应用程序的系统生成工作所必须依赖的工作环境，通过建立一系列用户数据文件，生成最终的图形目标应用系统，供系统运行环境运行时使用。系统运行环境是将目标应用程序装入计算机内存并投入实时运行时使用的，是直接针对现场操作使用的。系统组态环境和系统运行环境之间的联系纽带是实时数据库，它们三者之间的关系如图 1-1 所示。



图 1-1 系统组态环境、系统运行环境和数据库关系图

组态软件由“组态环境”和“运行环境”两个系统组成。两部分互相独立，又紧密相关。其具体功能和相互联系如图 1-2 所示。

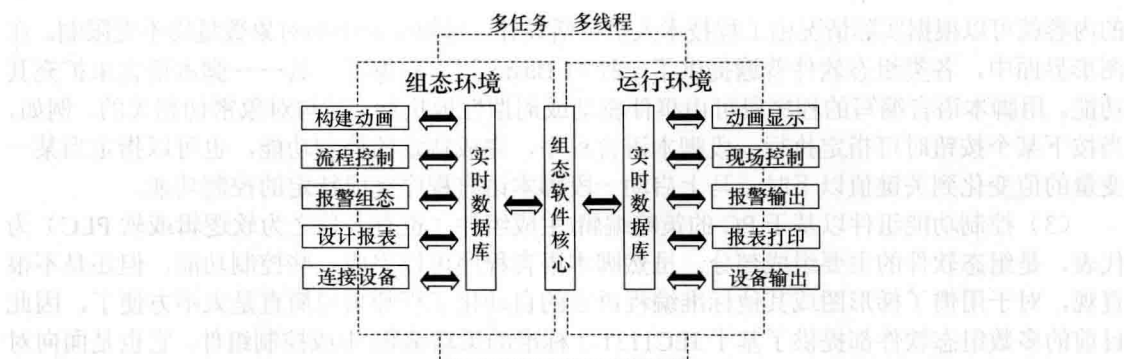


图 1-2 系统组态环境和系统运行环境之间的联系

1.3.2 工控组态软件的特点

在不同的工业控制系统中，工控软件虽然完成的功能不同，但就其结构来说，一般具有如下特点。

(1) 实时性。工业控制系统中有些事件的发生具有随机性，要求工控软件能够及时地处理随机事件。

(2) 周期性。工控软件在完成系统的初始化工作后，随之进入主程序循环。在执行主程序过程中，如有中断申请，则在执行完相应的中断服务程序后，继续主程序循环。

(3) 相关性。工控软件由多个任务模块组成，各模块配合工作，相互关联，相互依存。

(4) 人为性。工控软件允许操作人员干预系统的运行，调整系统的工作参数。在理想情况下，工控软件可以正常执行。

1.3.3 组态软件的设计思想

在单任务操作系统环境下（例如 MS-DOS），要想让组态软件具有很强的实时性，就必须利用中断技术，这种环境下的开发工具较简单，软件编制难度大，目前运行于 MS-DOS 环境下的组态软件基本上已退出市场。

在多任务环境下，由于操作系统直接支持多任务，组态软件的性能得到了全面加强。因此组态软件一般都由若干组件构成，而且组件的数量在不断增长，功能不断加强。各组态软件普遍使用了“面向对象”（Object Oriented）的编程和设计方法，使软件更加易于学习和掌握，功能也更强大。

一般的组态软件都由下列组件组成：图形界面系统、实时数据库系统、第三方程序接口组件、控制功能组件。下面将分别讨论每一类组件的设计思想。

(1) 在图形画面生成方面，构成现场各过程图形的画面被划分成 3 类简单的对象：线、填充形状和文本。每个简单的对象均有影响其外观的属性。对象的基本属性包括：线的颜色、填充颜色、高度、宽度、取向、位置移动等。这些属性可以是静态的，也可以是动态的。静态属性在系统投入运行后保持不变，与原来组态时一致。而动态属性则与表达式的值有关，表达式可以是来自 I/O 设备的变量，也可以是由变量和运算符组成的数学表达式。这种对象的动态属性随表达式值的变化而实时改变。例如，用一个矩形填充体模拟现场的液位，在组态这个矩形的填充属性时，指定代表液位的工位号名称、液位的上下限及对应的填充高度，就完成了液位的图形组态，这个组态过程通常叫作动画连接。

(2) 在图形界面上还具备报警通知及确认、报表组态及打印、历史数据查询与显示等功能。各种报警、报表、趋势都是动画连接的对象，其数据源都可以通过组态来指定，这样每个画面

的内容就可以根据实际情况由工程技术人员灵活设计, 每幅画面中的对象数量均不受限制。在图形界面中, 各类组态软件普遍提供了一种类 Basic 语言的编程工具——脚本语言来扩充其功能。用脚本语言编写的程序段可由事件驱动或周期性地执行, 是与对象密切相关的。例如, 当按下某个按钮时可指定执行一段脚本语言程序, 完成特定的控制功能, 也可以指定当某一变量的值变化到关键值以下时, 马上启动一段脚本语言程序完成特定的控制功能。

(3) 控制功能组件以基于 PC 的策略编辑/生成组件 (也有人称之为软逻辑或软 PLC) 为代表, 是组态软件的主要组成部分。虽然脚本语言程序可以完成一些控制功能, 但还是不很直观, 对于用惯了梯形图或其他标准编程语言的自动化工程师来说简直是太不方便了, 因此目前的多数组态软件都提供了基于 IEC1131-3 标准的策略编辑/生成控制组件, 它也是面向对象的, 但不唯一地由事件触发, 它像 PLC 中的梯形图一样按照顺序周期地执行。策略编辑/生成组件在基于 PC 和现场总线的控制系统中是大有可为的, 可以大幅度地降低成本。

(4) 实时数据库是更为重要的一个组件, 因为 PC 的处理能力太强了, 因此实数据库更加充分地表现出了组态软件的长处。实时数据库可以存储每个工艺点的多年数据, 用户既可浏览工厂当前的生产情况, 也可回顾过去的生产情况, 可以说, 实时数据库对于工厂来说就如同飞机上的“黑匣子”。工厂的历史数据是很有价值的, 实时数据库具备数据档案管理功能, 工厂的实践告诉我们: 现在很难知道将来进行分析时哪些数据是必须的, 因此, 保存所有的数据是防止丢失信息的最好的方法。

(5) 通信及第三方程序接口组件是开放系统的标志, 是组态软件与第三方程序交互及实现远程数据访问的重要手段之一, 它有几个主要作用。

- ① 用于双机冗余系统中, 主机与从机间的通信。
- ② 用于构建分布式 HMI/SCADA 应用时多机间的通信。
- ③ 在基于 Internet 或 Browser/Server(B/S) 应用中实现通信功能。

通信组件中有的功能是一个独立的程序, 可单独使用; 有的则被“绑定”在其他程序当中, 不被“显式”地使用。

1.4 对组态软件的要求

1.4.1 实时多任务

实时性是指工业控制计算机系统应该具有的、能够在限定的时间内对外来事件做出反应的特性。这里所说的“在限定的时间内”, 具体地讲是指限定在多大的时间以内呢? 在确定限定时间长度时, 主要考虑两个要素: 其一, 根据工业生产过程出现的事件能够保持的时间长度; 其二, 该事件要求计算机在多大的时间以内必须做出反应, 否则将对生产过程造成影响甚至造成损害。工业控制计算机及监控组态软件具有时间驱动能力和事件驱动能力, 即在按一定的周期时间对所有事件进行巡检扫描的同时, 可以随时响应事件的中断请求。

实时性一般都要求计算机具有多任务处理能力, 以便将测控任务分解成若干并行执行的任务, 加速程序执行速度。

可以把那些变化并不显著、即使不立即做出反应也不至于造成影响或损害的事件, 作为顺序执行的任务, 按照一定的巡检周期有规律地执行, 而把那些保持时间很短且需要计算机立即做出反应的事件, 作为中断请求源或事件触发信号, 为其专门编写程序, 以便在该类事件出现时计算机能够立即响应。如果由于测控范围庞大、变量繁多, 这样分配仍然不能保证所要求的实时性时, 则表明计算机的资源已经不够使用, 只得对结构进行重新设计, 或者提高计算机的档次。

现在举一个实例, 以便能够对实时性有具体而形象的了解。在铁路车站信号计算机控制

系统（在铁路技术部门，通常称作铁路车站信号微机联锁控制系统）中，利用轨道电路检测该段轨道区段内是否有列车运行或者停留有车辆。轨道电路是利用两条钢轨作为导体，在轨道电路区段的两端与相邻轨道电路区段相连接的轨缝处装设绝缘，然后利用本区段的钢轨构成闭合电路。装设轨道电路后，通过检测两条钢轨的轨面之间是否存在电压而检知该轨道电路区段是否有列车运行或停留有车辆。在实际运用中，最短的轨道电路长度为 25m，而最短的列车为单个机车，它的长度为 20m（确切地讲，这是机车的两个最外方的轮对之间的距离）。当机车分别按照准高速（160km/h）运行和高速（250km/h）运行时，通过最短的轨道电路区段所需要的时间分别计算如下

$$t_1 = (25 + 20) / (160 \times 1000) \times 3600 = 1.01\text{s}$$

$$t_2 = (25 + 20) / (250 \times 1000) \times 3600 = 0.648\text{s}$$

如果计算机控制系统使用周期巡检的方法读取轨道电路的状态信息，则上面计算出的两个时间值就是巡检周期 T 的限制值。如果巡检周期大于这两个时间值而又不采取其他措施，则有可能遗漏掉机车以允许的最高速度通过最短的轨道区段这个事件，从而造成在计算机系统看来，好像机车跳过了该段短轨道电路区段的情况发生。

1.4.2 高可靠性

在计算机、数据采集控制设备正常工作的情况下，如果供电系统正常，当监控组态软件的目标应用系统所占的系统资源不超负荷时，则要求软件系统的平均无故障时间（Mean Time Between Failures, MTB）大于 1 年。

如果对系统的可靠性要求更高，就要利用冗余技术构成双机乃至多机备用系统。冗余技术是利用冗余资源来克服故障影响从而增加系统可靠性的技术，冗余资源是指在系统完成正常工作所需资源以外的附加资源。说得通俗和直接一些，冗余技术就是用更多的经济投入和技术投入来获取系统可能具有的、更高的可靠性指标。

以力控软件运行系统的双机热备功能为例，可以指定一台机器为主机，另一台作为从机，从机内容与主机内容实时同步，主、从机可在同时操作。从机实时监视主机状态，一旦发现主机停止响应，便接管控制，从而提高系统的可靠性。

实现双机冗余可以根据具体设备情况选择如下几种形式。

（1）如果采集、控制设备与操作站间使用总线型通信介质如 RS485、以太网、CAN 总线等，两台互为冗余设备的操作站均需单独配备 I/O 适配器，直接连入设备网即可。

① 开始运行时从机首先向主机数据库注册，向主机发送同步请求。

② 当主机正常工作时，从机不断向主机发送请求。

③ 当主机正常工作时，从机不进行任何运算，I/O SERVER 不启动，但是可以接受用户操作，操作结果直接送往主机。

④ 当主机在一定时间内（超时时间）不响应从机的同步请求时，从机便接管控制，停止向主机发送同步请求，启动 I/O SERVER。这时从机将变为主机。

⑤ 当故障主机重新启动后，发现从机已经转为主机，将自行转为从机，并以从机方式工作，也可以手工切换回主机方式。

（2）如果采集、控制设备与操作站间通信使用非总线型通信介质如 RS232，在这种情况下，一方面可以用 RS232/RS485 转换器使设备网变成总线型网，前提是设备的通信协议与设备的地址、型号有关，否则当向一台设备发出数据请求时会引起多台设备同时响应，容易引起混乱。在这种情况下软件结构依旧使用上面的方式。另一方面，也可以在 I/O 设备中编制控制程序，如果发现主机通信出现故障，马上将通信线路切换到从机。