

自动化工程师职业培训丛书

工业组态 技术基础及应用

薛迎成 舒 锋 王瑞臣 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



附光盘
CD-ROM

自动化工程师职业培训丛书

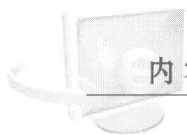
工业组态 技术基础及应用

薛迎成 舒 锋 王瑞臣 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书为《自动化工程师职业培训丛书》之一。

目前组态技术在各行各业得到了广泛应用且发展迅速,工程技术人员迫切需要一本系统讲述组态软件原理及其应用的入门培训教材,为他们提供理论和实践上的指导。本书正是为满足这一需求,在总结作者多年理论教学和长期工程实践的基础上编写而成的。

本书主要介绍了市场上应用广泛的 KingView、iFIX、WinCC、InTouch 组态软件的实际工程应用和详细组态过程。采用实例详解的方法,以大量图形的形式深入浅出地介绍了组态软件与 PLC 联合应用的案例,并结合电气控制和工艺来讲述,所有案例全部源自实际工程。

本书配套光盘提供了书中全部实际工程的案例文件,包括 PLC 程序、组态程序、工程电气设计图纸、相关工程资料,具有极高的参考价值。

本书可作为工程技术人员自学组态软件和 PLC 编程的读物,也可作为高等院校和职业院校电气工程及自动化、工业自动化、应用电子、计算机应用、机电一体化及相关专业的教材或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业组态技术基础及应用 / 薛迎成, 舒锋, 王瑞臣编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

(自动化工程师职业培训丛书)

ISBN 978-7-5083-8477-1

I. 工… II. ①薛… ②舒… ③王… III. 工业—自动控制系统—应用软件—技术培训—教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 019573 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷

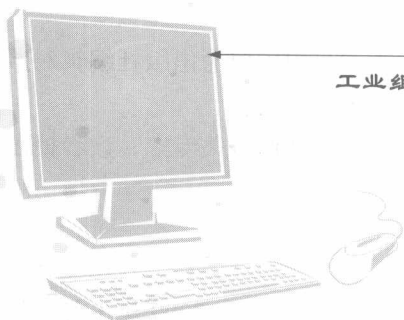
787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.5 印张 547 千字

印数 0001—3000 册 定价 42.00 元 (含 1CD)

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



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、智能模块、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。

目前组态技术在各行各业得到了广泛应用且发展迅速，工程技术人员和管理人员、利用自动化手段实现更高管理目标的决策者迫切需要一本系统讲述组态软件原理及其应用的指导教材，为他们提供理论、实践上的指导。本书正是为满足这一需求，在总结作者多年理论教学和长期工程实践的基础上编写而成的。

本书站在满足工程需求的角度，对监控组态软件产生、发展的技术背景及发展趋势做了介绍，介绍了常用监控组态软件的基本原理，着重介绍了 KingView、iFIX、WinCC、InTouch 的实际工程应用和详细组态过程。希望这本书能对监控组态软件的普及与工程应用起到促进作用。

全书可分为 3 个部分，共 13 章。其中，第 1 部分即第 1~5 章，介绍了常用监控组态软件的基本原理；第 2 部分即第 6~12 章介绍 KingView、iFIX、WinCC、InTouch 实际工程应用；第 3 部分即第 13 章介绍监控组态软件与常用 PLC 的 OPC 通信。

本书特色：

(1) 工程实例丰富，轻松上手。本书实例全部来源于实际工程实例，由简单到复杂，让读者一读就会，并能起到举一反三的作用。

(2) 考虑到读者大多是组态软件的初学者，本书在阐述软件功能、使用方法的同时，引入必要的理论知识，配合实例，引导读者由浅入深地掌握组态软件技能。

(3) 本书配套光盘提供了书中全部实际工程实例文件，包括 PLC 程序、组态程序、工程电气设计图纸、相关工程资料，具有极高的参考价值。

(4) 面向就业、提高技术。随着近几年工业制造业的迅猛发展，以自动化控制核心——PLC 为中心相关的软件和硬件也蓬勃发展起来，PLC 编程和维护人员的社会需求量猛增。本书既适合于刚刚涉及这一行业而不知如何入门的读者，也适合于提高组态技术的工程师，本书的实际工程程序和资料，可以节省他们很多时间。

(5) 由于组态软件实际应用时，与 PLC 和电气控制密切相关，本书在介绍组态软件时，都是结合 PLC 程序和工艺来讲述的。

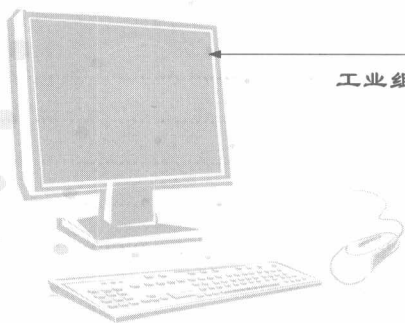
在本书编写过程中，得到了亚控、西门子、三菱、盐城长城等单位的大力支持。本书第 1 章由舒锋编写，第 4 章由王瑞臣编写，其余章节由薛迎成编写。胡国文教授审阅了全部书稿并提出了很多宝贵的意见，盐城长城的王柏、张领提供了许多资料，崔旭兰、薛文青

参加了本书大量文稿的整理和校对工作，在此表示感谢！中国电力出版社编辑对原稿给予了大量斧正和修改，在此一并表示感谢！

限于作者水平和时间，书中还有很多不足之处，热情欢迎有关专家、读者提出批评建议，以便进一步修订、改正。

作 者

2009年1月于盐城



前 言

第一章 组态软件介绍	1
第一节 什么是组态软件	1
第二节 工控软件系统主要特性	2
第三节 组态软件的功能和特点	2
第四节 组态软件的系统构成	4
第五节 工业监控组态软件的产生	5
第六节 组态软件发展趋势	7
第七节 几种知名组态软件的概述	14
第二章 组态王基础	17
第一节 概述	17
第二节 定义外部设备和数据变量	18
第三节 常用动画属性的介绍	21
第四节 命令语言概述	26
第五节 报警和事件	27
第六节 曲线的一般介绍	29
第七节 报表系统	30
第八节 组态王使用的数据文件	31
第三章 组态软件 WinCC 基础	33
第一节 WinCC 组态软件概述	33
第二节 使用 WinCC 进行组态	34
第三节 使用变量	46
第四节 图形编辑器的元素和基本设置	48
第五节 使用对象	49
第六节 动态化过程画面	53
第七节 WinCC 过程通信	55
第四章 组态软件 iFIX 基础	59
第一节 系统功能	59
第二节 iFIX 中的节点	61
第三节 理解数据库	61
第四节 数据库组态	63
第五节 I/O 驱动器	69

第六节 使用 SCU 配置 iFIX	72
第七节 报警	78
第八节 历史数据趋势	80
第五章 组态软件 InTouch 基础	82
第一节 概述	82
第二节 标记名字典	83
第三节 动画链接	87
第四节 InTouch 脚本 QuickScript	89
第五节 报警/事件	93
第六节 实时趋势和历史趋势	95
第七节 I/O 通信	96
第六章 洋河污水处理厂自动控制系统	99
第一节 洋河污水处理厂的工艺流程	99
第二节 控制系统总体设计	99
第三节 电气控制设计	101
第四节 PLC 控制设计	105
第七章 组态王在洋河污水处理厂集散控制系统中的应用	113
第一节 中央控制室 CRT 显示及控制功能	113
第二节 建立洋河污水处理厂监控组态程序的步骤	114
第三节 定义洋河污水处理厂监控系统外部设备和数据库	115
第四节 开始主画面制作	125
第五节 工艺流程图画面制作	127
第六节 格栅控制画面制作	135
第七节 刮泥机回流泵控制画面制作	137
第八节 提升泵闸门控制画面制作	140
第九节 报表画面制作	142
第十节 报警画面制作	149
第十一节 帮助画面和退出系统画面制作	154
第十二节 组态王与 S7-300 PLC 设备的连接	156
第十三节 S7-300 模拟量在组态王读取	160
第八章 WinCC 在污水处理厂计算机控制系统的应用	164
第一节 污水处理工艺流程	164
第二节 污水处理设备控制要求	164
第三节 污水处理电气部分	166
第四节 PLC 程序	170
第九章 污水处理厂 WinCC 组态	177
第一节 创建污水处理厂计算机控制系统设计项目	177
第二节 创建污水处理厂控制系统 WinCC 变量标签	179
第三节 污水处理厂监控画面页眉的制作	184
第四节 综合工房画面的制作	188

第五节	隔油沉砂池和混凝反应池的画面制作.....	199
第六节	实时和历史报警的实现	202
第十章	基于 iFIX 的氧化沟工艺污水处理自控系统.....	212
第一节	污水处理系统工艺流程	212
第二节	污水处理控制要求	213
第三节	污水处理控制系统组成	215
第四节	污水处理控制系统的 PLC 站设计	216
第十一章	氧化沟工艺污水处理自控系统 iFIX 组态.....	228
第一节	备份与恢复工程	228
第二节	创建变量和通信连接	233
第三节	初始画面的制作	242
第四节	粗格栅进水房画面制作	246
第五节	细格栅及旋流沉砂池画面的制作	253
第六节	氧化沟 A 画面的制作	255
第七节	二沉池画面的制作	258
第八节	贮泥池及污泥泵站画面的制作	259
第九节	脱水机房和加氯间画面的制作	260
第十节	报警画面的制作	262
第十一节	趋势曲线制作和报表制作	272
第十二章	InTouch 在污水处理三期工程中的应用	280
第一节	水处理控制系统描述	280
第二节	创建污水处理 InTouch 工程	289
第三节	创建 InTouch 工程标记名	290
第四节	开始画面制作	296
第五节	进水泵房画面制作	297
第六节	实时趋势和历史趋势	302
第七节	报警系统	306
第八节	InTouch 应用程序列表及属性	309
第十三章	组态软件和 PLC 通过 OPC 通信	310
第一节	OPC 的优越性	310
第二节	OPC 的基本结构	311
第三节	组态软件之间 OPC 通信	313
第四节	iFIX 通过 Simatic Net OPC Server 与 S7-300 的通信	318
第五节	iFIX 通过第三方 OPC 服务器与施耐德 Modicon PLC 通信	320
第六节	S7-200 通过 OPC 与 WinCC、iFIX 通信	322
第七节	InTouch 通过第三方 OPC 服务器与西门子 PLC 通信	329
第八节	iFIX 通过第三方 OPC 服务器与西门子 PLC S7-300 通信	333
第九节	WinCC 通过 RSLinx OPC 与罗克韦尔 PLC 通信	341
参考文献		349

第一章

组态软件介绍

⑦第一节 什么是组态软件

在使用工控软件时，我们经常提到“组态”一词，“组态”英文是“Configuration”，其意义究竟是什么呢？简单地讲，组态就是用应用软件中提供的工具、方法，完成工程中某一具体任务的过程。

与硬件生产相对照，组态与组装类似。如要组装一台电脑，事先提供了各种型号的主板、机箱、电源、CPU、显示器、硬盘、光驱等，我们的工作就是用这些部件拼凑成自己需要的电脑。当然软件中的组态要比硬件的组装有更大的发挥空间，因为它一般要比硬件中的“部件”更多，而且每个“部件”都很灵活，因为软部件都有内部属性，通过改变属性可以改变其规格（如大小、性状、颜色等）。

组态的概念最早出现在工业计算机中，如 DCS（集散控制系统）组态、PLC（可编程控制器）梯形图组态。人机界面生成软件就叫工控组态软件。其实在其他行业也有组态的概念，人们只是不这么叫而已。如 AutoCAD、Photoshop、PowerPoint 都存在相似的操作，即用软件提供的工具来形成自己的作品，并以数据文件保存作品，而不是执行程序。组态形成的数据只有其制造工具或其他专用工具才能识别。但是不同之处在于，工业控制中形成的组态结果是用在实时监控的。组态工具的解释引擎，要根据这些组态结果实时运行。从表面上看，组态工具的运行程序就是执行自己特定的任务。

在组态软件出现之前，工控领域的用户通过手工或委托第三方编写 HMI 应用来实现某一任务，都是通过编写程序（如使用 BASIC、C、FORTRAN 等）来实现的，开发时间长，效率低，可靠性差；或者购买专用的工控系统，通常是封闭的系统，选择余地小，往往不能满足需求，很难与外界进行数据交互，升级和增加功能都受到严重的限制。组态软件的出现，把用户从这些困境中解脱出来，可以利用组态软件的功能，构建一套最适合自己的应用系统。随着它的快速发展，实时数据库、实时控制、SCADA、通信及联网、开放数据接口、对 I/O 设备的广泛支持已经成为它的主要内容。随着技术的发展，监控组态软件将会不断被赋予新的内容。

虽然说组态就是不需要编写程序就能完成特定的应用。但是为了提供一些灵活性，组态软件也提供了编程手段，一般都是内置编译系统，提供类 BASIC 语言，有的甚至支持 VB。

总之，组态软件是指一些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，使用灵活的组态方式，为用户提供快速构建工业自动控制系统监控功能的、通用层次的软件工具。组态软件应该能支持各种工控设备和常见的通信协议，并且通常应提供分布式数据管理和网络功能。对应于原有的 HMI（人机接口软件）的概念，组态软件应该是一个使用户能快速建立自己的 HMI 的软件工具或开发环境。

⑦第二节 工控软件系统主要特性

工业控制软件系统主要包括系统软件、工控应用软件和应用程序开发环境三大部分。其中，系统软件是其他两者的基础和核心，因而系统软件设计性能的优劣将直接影响应用软件的开发质量。工控应用软件主要是根据用户工业控制和管理的需求而生成的，因此具有专用性。从工控软件系统发展历史和现状来看，工控软件系统应具有六大主要特性：

(1) 开放性。这是现代控制系统和工程设计系统中一个至关重要的指标。开放性有助于各种系统的互连和兼容，它有利于设计、建立和应用为一体（集成）的工业思路的形成与实现。为了使系统具有良好的开放性，必须选择开放式的体系结构、工业软件和软件环境，这已引起工控界人士的极大关注。

(2) 实时性。工业生产过程中的主要特性之一就是实时性，因此相应地要求工控软件系统应具有较强的实时性。

(3) 网络化集成化。这是由工业过程控制和管理趋势所决定的。

(4) 智能化。这是目前软件产业，甚至是整个计算机工业的发展趋势。

(5) 人机界面更加友好化。这不仅是指像菜单驱动所带来的方便的操作，还应包括设计和应用两个方面。

(6) 多任务性和多线程性。现代控制和管理软件所面临的工业应用对象不再是单一任务或线程，而是较复杂的多任务系统，因此，如何有效地控制和管理这样的系统仍是当前工控软件主要的研究对象。为适应这种要求，工控软件，特别是底层的工控系统软件必须具有此特性，如多任务实时操作系统的研究和应用等。

⑦第三节 组态软件的功能和特点

1. 通用组态软件特点

随着工业自动化水平的迅速提高，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，种类繁多的控制设备和过程监控装置在工业领域的应用，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，当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，导致其开发周期长；已开发成功的工控软件又由于每个控制项目的不同而使其重复使用率很低，导致它的价格非常昂贵；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，则必须同其他人员或新手进行源程序的修改，因而更是相当困难。通用工业自动化组态软件的出现为解决上述实际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。

通用组态软件主要特点如下。

(1) 延续性和可扩充性。用通用组态软件开发的应用程序，当现场（包括硬件设备或系统结构）或用户需求发生改变时，不需作很多修改就能方便地完成软件的更新和升级。

(2) 封装性（易学易用）。通用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，对于用户，不需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 驱动程序、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、具有多媒体功能和网络功能的工程,不受行业限制。

(4) 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。

组态控制技术是计算机控制技术发展的结果,采用组态控制技术的计算机控制系统最大的特点是从硬件到软件开发都具有组态性,因此系统的可靠性和开发速度提高了,开发难度却下降了。组态软件的可视性和图形化管理功能也为生产管理与维护提供了方便。

2. 组态软件的功能分析

组态软件指一些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,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,它解决了控制系统通用性问题。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 产品,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。

组态软件通常有以下几方面的功能。

(1) 强大的画面显示组态功能。目前,工控组态软件大都运行于 Windows 环境下,充分利用 Windows 的图形功能完善,界面美观的特点,可视化的 IE 风格界面、丰富的工具栏,操作人员可以直接进入开发状态,节省时间。丰富的图形控件和工况图库,既提供所需的组件,又是画面制作向导。丰富的作图工具,可使用户随心所欲的绘制出各种工业画面,并可任意编辑,从而将开发人员从繁重的画面设计中解放出来。丰富的动画连接方式,如隐含、闪烁、移动等,使画面生动直观。

(2) 良好的开放性。社会化的大生产,使得系统构成的全部软硬件不可能出自一家公司的产品,“异构”是当今控制系统的主要特点之一。开放性是指组态软件能与多种通信协议互联,支持多种硬件设备。开放性是衡量一个组态软件好坏的重要指标。组态软件向下应与低层的数据采集设备通信,向上能与管理层通信,实现上位机与下位机的双向通信。

(3) 丰富的功能模块。提供丰富的控制功能库,满足用户的测控要求和现场要求。利用各种功能模块,完成实时监控、产生功能报表、显示历史曲线、实时曲线、提供报警等功能,使系统具有良好的人机界面,易于操作。系统既可适用于单机集中式控制,DCS 分布式控制,也可以是带远程通信能力的远程测控系统。

(4) 强大的数据库。配有实时数据库,可存储各种数据,如模拟量、离散量、字符型等,实现与外部设备的数据交换。

(5) 可编程的命令语言。有可编程的命令语言,使用户可根据自己的需要编写程序,增强图形界面。

(6) 周密的系统安全防范。对不同的操作者,赋予不同的操作权限,保证整个系统的安全可靠运行。

(7) 仿真功能。提供强大的仿真功能使系统并行设计,从而缩短开发周期。

(8) 组态软件的控制功能。随着以工业 PC 为核心的自动控制集成系统技术的日趋完善和工程技术人员使用组态软件水平的不断提高,用户对组态软件的要求已不像过去那样

主要侧重于画面,而是要考虑一些实质性的应用功能,如软件 PLC、先进过程控制策略等。

⑦第四节 组态软件的系统构成

在组态软件中,通过组态生成的一个应用项目在计算机硬盘中占据唯一的物理空间(逻辑空间),可以用唯一的名称来标识,就被称为一个应用程序。在同一计算机中可以存储多个应用程序,组态软件通过应用程序的名称来访问其组态内容,打开其组态内容进行修改或将其应用程序装入计算机内存投入实时运行。

组态软件的结构划分有多种标准,这里以使用软件的工作阶段和软件体系的成员构成两种标准讨论其体系结构。

1. 组态软件的结构划分

以使用软件的工作阶段划分,也可以说是按照系统环境划分,从总体上讲,组态软件是由两大部分构成的。

(1) 系统开发环境。它是自动化工程设计工程师为实施其控制方案,在组态软件的支持下应用程序生成工作所必需依赖的工作环境。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。

系统开发环境由若干个组态程序组成,如图形界面组态程序、实时数据库组态程序等。

(2) 系统运行环境。在系统运行环境下,目标应用程序被装入计算机内存并投入实时运行。系统运行环境由若干个运行程序组成,如图形界面运行程序、实时数据库运行程序等。

组态软件支持在线组态技术,即在不退出系统运行环境的情况下可以直接进入组态环境并修改组态,使修改后的组态直接生效。

自动化工程设计工程师最先接触的一定是系统开发环境,通过一定工作量的系统组态和调试,最终将目标应用程序投入实时运行,完成一个工程项目。

2. 组态软件的成员构成划分

组态软件因为其功能强大,而每个功能相对来说又具有一定的独立性,因此其组成形式是一个集成软件平台,由若干程序组件构成。其中必备的典型组件包括:

(1) 应用程序管理器。应用程序管理器是提供应用程序的搜索、备份、解压缩、建立新应用等功能的专用管理工具。在自动化工程设计工程师应用组态软件进行工程设计时,经常会遇到下面一些烦恼:经常要进行组态数据的备份;经常需要引用以往成功应用项目中的部分组态成果(如画面);经常需要迅速了解计算机中保存了哪些应用项目。虽然这些要求可以用手工方式实现,但效率低下,极易出错。有了应用程序管理器的支持,这些操作将变得非常简单。

(2) 图形界面开发程序。它是自动化工程设计工程师为实施其控制方案,在图形编辑工具的支持下图形系统生成工作所依赖的开发环境。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图形运行环境运行时使用。

(3) 图形界面运行程序。在系统运行环境下,图形目标应用系统被图形界面运行程序装入计算机内存并投入实时运行。

(4) 实时数据库系统组态程序。有的组态软件只在图形开发环境中增加了简单的数据管理功能,因而不具备完整的实时数据库系统。目前比较先进的组态软件(如力控等)都

有独立的实时数据库组件，以提高系统的实时性，增强处理能力。实时数据库系统组态程序是建立实时数据库的组态工具，可以定义实时数据库的结构、数据来源、数据连接、数据类型及相关的各种参数。

(5) 实时数据库系统运行程序。在系统运行环境下，目标实时数据库及其应用系统被实时数据库系统运行程序装入计算机内存并执行预定的各种数据计算、数据处理任务。历史数据的查询、检索、报警的管理都是在实时数据库系统运行程序中完成的。

(6) I/O 驱动程序。这是组态软件中必不可少的组成部分，用于和 I/O 设备通信；互相交换数据，DDE 和 OPC Client 是两个通用的标准 I/O 驱动程序，用来和支持 DDE 标准和 OPC 标准的 I/O 设备通信。多数组态软件的 DDE 驱动程序被整合在实时数据库系统或图形系统中，而 OPC Client 则多数单独存在。

(7) 扩展可选组件。

1) 通用数据库接口 (ODBC 接口) 组态程序。通用数据库接口组件用来完成组态软件的实时数据库与通用数据库 (如 Oracle、Sybase、Foxpro、DB2、Infomix、SQL Server 等) 的互联，实现双向数据交换，通用数据库既可以读取实时数据，也可以读取历史数据；实时数据库也可以从通用数据库实时地读入数据。通用数据库接口 (ODBC 接口) 组态环境用于指定要交换的通用数据库的数据库结构、字段名称及属性、时间区段、采样周期、字段与实时数据库数据的对应关系等。

2) 通用数据库接口 (ODBC 接口) 运行程序。已组态的通用数据库连接被装入计算机内存，按照预先指定的采样周期，对规定时间区段按照组态的数据库结构建立起通用数据库和实时数据库间的数据连接。

3) 策略 (控制方案) 编辑组态程序。是以 PC 为中心实现低成本监控的核心软件，具有很强的逻辑、算术运算能力和丰富的控制算法。策略编辑/生成组件以 IEC 61131-3 标准为使用者提供标准的编程环境，共有 4 种编程方式：梯形图、结构化编程语言、指令助记符、模块化功能块。使用者一般都习惯于使用模块化功能块，根据控制方案进行组态，结束后系统将保存组态内容并对组态内容进行语法检查、编译。

编译生成的目标策略代码既可以与图形界面同在一台计算机上运行，也可以下载 (Download) 到目标设备 (如 PC/104、Windows CE 系统等 PC-Based 设备) 上运行。

4) 策略运行程序。组态的策略目标系统被装入计算机内存并执行预定的各种数据计算、数据处理任务，同时完成与实时数据库的数据交换。

5) 实用通信程序组件。实用通信程序极大地增强了组态软件的功能，可以实现与第三方程序的数据交换，是组态软件价值的主要表现之一。通信实用程序具有以下功能：①可以实现操作站的双机冗余热备用；②实现数据的远程访问和传送，通信实用程序可以使用以太网、RS-485、RS-232、PSTN 等多种通信介质或网络实现其功能。实用通信程序组件可以划分为 Server 和 Client 两种类型，Server 是数据提供方，Client 是数据访问方，一旦 Server 和 Client 建立起了连接，二者间就可以实现数据的双向传送。

⑦第五节 工业监控组态软件的产生

1. 工业监控组态软件的产生

“组态”的概念是伴随着集散型控制系统 DCS 的出现才开始被广大的生产过程自动化

技术人员所熟知的。由于每一套 DCS 都是比较通用的控制系统,可以应用到很多的领域中,为了使用户在不需要编代码程序的情况下便可生成适合自己需求的应用系统,每个 DCS 厂商在 DCS 中都预装了系统软件和应用软件。而其中的应用软件,实际上就是组态软件,但一直没有人给出明确的定义,只是将使用这种应用软件设计生成目标应用系统的过程称为“组态(Config)”或“做组态”。

监控组态软件是面向监控与数据采集(SCADA)的软件平台工具,具有丰富的设置项目,使用方式灵活,功能强大。监控组态软件最早出现时,HMI 或 MMI 是其主要内涵,即主要解决人机图形界面问题。随着它的快速发展,实时数据库、实时控制、SCADA、通信及联网、开放数据接口、对 I/O 设备的广泛支持已经成为它的主要内容。随着技术的发展,监控组态软件将会不断被赋予新的内容。

世界上第一个把组态软件作为商品进行开发、销售的专业软件公司是美国的 Wonderware 公司,它于 20 世纪 80 年代末率先推出第一个商品化监控组态软件 InTouch。此后监控组态软件在全球得到了蓬勃发展,伴随着信息化社会的到来,监控组态软件在社会信息化进程中将扮演越来越重要的角色,每年的市场增幅都会有较大增长,未来的发展前景十分看好。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,促进了计算机控制走向成熟。首先,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 Honeywell 公司推出的世界上第一套 DCS DC-2000。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)、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。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(OpenSystem)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,第一,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。第二,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。第三,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。第四,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,组态软件越来越成为工业自动化系统中的灵魂。

2. 组态软件的中国史

组态软件产品于 20 世纪 80 年代初出现,并在 20 世纪 80 年代末期进入我国。但在 20

世纪 90 年代中期之前,组态软件在我国的应用并不普及。究其原因,大致有以下几点:①国内用户还缺乏对组态软件的认识,项目中没有组态软件的预算,或宁愿投入人力物力针对具体项目做长周期的繁冗的上位机的编程开发,也不采用组态软件。②在很长时间里,国内用户的软件意识还不强,面对价格不菲的进口软件(早期的组态软件多为国外厂家开发),很少有用户愿意去购买正版软件。③当时国内的工业自动化和信息技术应用的水平还不高,组态软件提供了对大规模应用、大量数据进行采集、监控、处理并可以将处理的结果生成管理所需的数据,这些需求并未完全形成。

随着工业控制系统应用的深入,在面临规模更大、控制更复杂的控制系统时,人们逐渐意识到原有的上位机编程的开发方式对项目来说是费时费力、得不偿失的,同时,MIS(管理信息系统, Management Information System)和 CIMS(计算机集成制造系统, Computer Integrated Manufacturing System)的大量应用,要求工业现场为企业的生产、经营、决策提供更详细和深入的数据,以便优化企业生产经营中的各个环节。因此,在 1995 年以后,组态软件在国内的应用逐渐得到了普及。

组态软件市场在中国开始有较快的增长大约始于 1995 年底~1996 年。国产化的组态软件产品也正在成为市场上的一支生力军,近年来比较出名的产品有组态王、世纪星、MCGS、力控等等,市场占有率越来越大。

国外专业软件公司的组态软件产品目前占据着一部分中国市场,主要产品包括:美国 Wonderware 公司的 InTouch、美国 Intellution 公司的 FIX、澳大利亚 CiT 公司的 Citech 等等。

近年来一些国外著名硬件或系统厂商亦推出了日趋成熟的组态软件产品,如美国 GE 公司的 Cimplicity、美国 AB 公司(Rockwell 自动化)的 RSView、德国西门子的 WinCC 等。这些组态软件,已一改过去仅为其本身硬件配套的 OEM 形式或面孔,通过大力加强对其他硬件产品的驱动支持和软件内部的各种功能,而发展成为专业化的通用组态软件。

3. 组态软件功能的变迁

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。最早的组态软件用于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。一方面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。

实时数据库的作用将进一步加强。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。

在最终用户的眼里,组态软件在一个自动化系统中发挥的作用逐渐增大,甚至有的系统根本就不能缺少组态软件。这其中的主要原因是软件的功能强大,用户也存在普遍的需求,广大用户在厂家强大的宣传攻势面前逐渐认清了软件的价值所在。

⑦第六节 组态软件发展趋势

一、总的发展趋势

组态软件是工业应用软件的一个组成部分,其发展受到很多因素的制约。归根结底,应用的带动对其发展起着最为关键的推动作用。

未来的传感器、数据采集装置、控制器的智能化程度越来越高,实时数据浏览和管理的需求日益高涨,有的买主甚至要求在自己的办公室里监督订货的制造过程。有的装置直接内嵌“Web Server”,通过以太网就可以直接访问过程实时数据。即使这样,也不能认为不再需要组态软件了。

用户要求的多样化,决定了不可能有哪一种产品囊括全部用户的所有要求,直接用户对监控系统人机界面的需求不可能固定为单一的模式,因此直接用户的监控系统是始终需要“组态”和“定制”的。这就导致组态软件不可能退出市场,因为需求是存在的。

类似 OPC 这样的组织的出现,以及现场总线、尤其是工业以太网的快速发展,大大简化了异种设备间互连、开发 I/O 设备驱动软件的工作量,I/O 驱动软件也逐渐会朝标准化的方向发展。

二、组态软件的功能特点及其发展方向

目前所有组态软件都能完成类似的功能,比如,几乎所有运行于 32 位 Windows 平台的组态软件都采用类似资源浏览器的窗口结构,并且对工业控制系统中的各种资源(设备、标签量、画面等)进行配置和编辑;都提供多种数据驱动程序;都使用脚本语言提供二次开发的功能,等等。但是,从技术上说,各种组态软件提供实现这些功能的方法却各不相同。从这些不同之处,以及 PC 技术发展的趋势,可以看出组态软件未来发展的方向。

1. 数据采集的方式

大多数组态软件提供多种数据采集程序,用户可以进行配置。然而,在这种情况下,驱动程序只能由组态软件开发商提供,或者由用户按照某种组态软件的接口规范编写,这为用户提出了过高的要求。由 OPC 基金组织提出的 OPC 规范基于微软的 OLE/DCOM 技术,提供了在分布式系统下,软件组件交互和共享数据的完整的解决方案。在支持 OPC 的系统中,数据的提供者作为服务器(Server),数据请求者作为客户(Client),服务器和客户之间通过 DCOM 接口进行通信,而无需知道对方内部实现的细节。由于 COM 技术是在二进制代码级实现的,所以服务器和客户可以由不同的厂商提供。在实际应用中,作为服务器的数据采集程序往往由硬件设备制造商随硬件提供,可以发挥硬件的全部效能,而作为客户的组态软件可以通过 OPC 与各厂家的驱动程序无缝连接,故从根本上解决了以前采用专用格式驱动程序总是滞后于硬件更新的问题。同时,组态软件同样可以作为服务器为其他的应用系统(如 MIS 等)提供数据。OPC 现在已经得到了包括 Intellution、Simens、GE、ABB 等国外知名厂商的支持。

随着支持 OPC 的组态软件和硬件设备的普及,使用 OPC 进行数据采集必将成为组态中更合理的选择。

2. 脚本的功能

脚本语言是扩充组态系统功能的重要手段。因此,大多数组态软件提供了脚本语言的支持。具体的实现方式可分为三种:一是内置的类 C/Basic 语言;二是采用微软的 VBA 的编程语言;三是有少数组态软件采用面向对象的脚本语言。类 C/Basic 语言要求用户使用类似高级语言的语句书写脚本,使用系统提供的函数调用组合完成各种系统功能。应该指明的是,多数采用这种方式的国内组态软件,对脚本的支持并不完善,许多组态软件只提供 IF...THEN...ELSE 的语句结构,不提供循环控制语句,为书写脚本程序带来了一定的困难。微软的 VBA 是一种相对完备的开发环境,采用 VBA 的组态软件通常使用微软的 VBA 环境和组件技术,把组态系统中的对象以组件方式实现,使用 VBA 的程序对这些对象进

行访问。由于 Visual Basic 是解释执行的, 所以 VBA 程序的一些语法错误可能到执行时才能发现。而面向对象的脚本语言提供了对象访问机制, 对系统中的对象可以通过其属性和方法进行访问, 比较容易学习、掌握和扩展, 但实现比较复杂。

3. 组态环境的可扩展性

可扩展性为用户提供了在不改变原有系统的情况下, 向系统内增加新功能的能力, 这种增加的功能可能来自于组态软件开发商、第三方软件提供商或用户自身。增加功能最常用的手段是 ActiveX 组件的应用, 目前还只有少数组态软件能提供完备的 ActiveX 组件引入功能及实现引入对象在脚本语言中的访问。

4. 组态软件的开放性

随着管理信息系统和计算机集成制造系统的普及, 生产现场数据的应用已经不仅仅局限于数据采集和监控。在生产制造过程中, 需要现场的大量数据进行流程分析和过程控制, 以实现对生产流程的调整和优化。现有的组态软件对大部分这些方面需求还只能以报表的形式提供, 或者通过 ODBC 将数据导出到外部数据库, 以供其他的业务系统调用, 在绝大多数情况下, 仍然需要进行再开发才能实现。随着生产决策活动对信息需求的增加, 可以预见, 组态软件与管理信息系统或领导信息系统的集成必将更加紧密, 并很可能以实现数据分析与决策功能的模块形式在组态软件中出现。

5. 对 Internet 的支持程度

现代企业的生产已经趋向国际化、分布式的生产方式。Internet 将是实现分布式生产的基础。组态软件能否从原有的局域网运行方式跨越到支持 Internet, 是摆在所有组态软件开发商面前的一个重要课题。限于国内目前的网络基础设施和工业控制应用的程度, 笔者认为, 在较长时间内, 以浏览器方式通过 Internet 对工业现场的监控, 将会在大部分应用中停留于监视阶段, 而实际控制功能的完成应该通过更稳定的技术, 如专用的远程客户端、由专业开发商提供的 ActiveX 控件或 Java 技术实现。

6. 组态软件的控制功能

随着以工业 PC 为核心的自动控制集成系统技术的日趋完善和工程技术人员的使用组态软件水平的不断提高, 用户对组态软件的要求已不像过去那样主要侧重于画面, 而是要考虑一些实质性的应用功能, 如软件 PLC, 先进过程控制策略等。

软 PLC 产品是基于 PC 机开放结构的控制装置, 它具有硬 PLC 在功能、可靠性、速度、故障查找等方面的特点, 利用软件技术可将标准的工业 PC 转换成全功能的 PLC 过程控制器。软 PLC 综合了计算机和 PLC 的开关量控制、模拟量控制、数学运算、数值处理、通信网络等功能, 通过一个多任务控制内核, 提供了强大的指令集、快速而准确的扫描周期、可靠的操作和可连接各种 I/O 系统及网络的开放式结构。所以可以这样说, 软 PLC 提供了与硬 PLC 同样的功能, 而同时具备了 PC 环境的各种优点。目前, 国际上影响比较大的产品有: 法国 CJ International 公司的 ISaGRAF 软件包、PCSoft International 公司的 WinPLC、美国 Wisdom Control Intellution 公司的 Paradym-31、美国 MooreProcess Automation Solutions 公司 ProcessSuite、美国 Wonderware Controls 公司的 InControl、SoftPLC 公司的 SoftPLC 等。

随着企业提出的高柔性、高效益的要求, 以经典控制理论为基础的控制方案已经不能适应, 以多变量预测控制为代表的先进控制策略的提出和成功应用之后, 先进过程控制受到了过程工业界的普遍关注。先进过程控制 (Advanced Process Control, APC) 是指一类在动态环境中, 基于模型、充分借助计算机能力, 为工厂获得最大利益而实施的运行和控