

源于实践 例例精彩

组态软件 MCGS

从入门到监控应用



35例

◎李江全 主编 ◎李丹阳 马强 邢文静 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

组态软件 MCGS 从入门 到监控应用 35 例

李江全 主 编

李丹阳 马 强 邢文静 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书从实际应用出发,通过 35 个典型实例系统地介绍了组态软件 MCGS 的设计方法及其监控应用技术。全书分为两篇:入门基础篇包括组态软件概述,组态软件 MCGS 应用基础及初、高级应用实例;监控应用篇采用组态软件 MCGS 实现多个监控设备(包括三菱 PLC、西门子 PLC、远程 I/O 模块、PCI 数据采集卡等)的模拟电压输入/输出、数字量输入/输出、温度监控等功能。设计实例由设计任务、线路连接、任务实现等部分组成,每个实例均提供详细的操作步骤。

本书内容丰富,论述深入浅出,有较强的实用性和可操作性,可供测控仪器、计算机应用、机电一体化、自动化等专业的学生及工程技术人员学习和参考。

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

组态软件 MCGS 从入门到监控应用 35 例 / 李江全主编. —北京:电子工业出版社, 2015.9

ISBN 978-7-121-26905-9

I. ①组… II. ①李… III. ①工业—自动控制系统—应用软件 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 185857 号

策划编辑:陈韦凯

责任编辑:康 霞

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

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:787×1 092 1/16 印张:17.25 字数:441.6 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:53.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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

组态软件是标准化、规模化、商品化的通用工控开发软件，只须进行标准功能模块的软件组态和简单的编程就可设计出标准化、专业化、通用性强、可靠性高的上位机人机界面工控程序；且工作量较小，开发调试周期短，对程序设计员要求也较低。组态软件是性能优良的软件产品，是开发上位机工控程序的主流开发工具。

近几年来，随着计算机软件技术的发展，组态软件技术的发展也非常迅速，可以说是到了令人目不暇接的地步；特别是图形界面技术、面向对象编程技术、组件技术的出现，使原来单调、呆板、操作麻烦的人机界面变得面目一新。因此除了一些小型的工控系统需要开发者自己编写应用程序外，凡属大中型的工控系统，最明智的办法就是选择一个合适的组态软件。

组态软件 MCGS 具有功能完善、操作简便、可视性好、可维护性强的突出特点，通过与其他相关硬件设备结合，可以快速、方便地开发各种用于现场采集、数据处理和控制的设备，用户只需要通过简单的模块化组态就可构造出自己的应用系统，如可以灵活组态各种智能仪表、数据采集模块、无纸记录仪、无人值守的现场采集站、人机界面等专用设备。

本书从实际应用出发，通过 35 个典型实例系统地介绍了组态软件 MCGS 的设计方法及其监控应用技术。入门基础篇包括组态软件概述，组态软件 MCGS 应用基础及初、高级应用实例；监控应用篇采用组态软件 MCGS 实现多个监控设备（包括三菱 PLC、西门子 PLC、远程 I/O 模块、PCI 数据采集卡等）的模拟电压输入/输出、数字量输入/输出、温度监控等功能。设计实例由设计任务、线路连接、任务实现等部分组成，每个实例均提供详细的操作步骤。

本书内容丰富，论述深入浅出，有较强的实用性和可操作性，可供测控仪器、计算机应用、机电一体化、自动化等专业的学生及工程技术人员学习和参考。

本书由塔里木大学兰海鹏编写第 1、2 章，石河子大学李丹阳编写第 3、4 章，马强编写第 5、6 章，邢文静编写第 7、8 章，李江全编写第 9 章。全书由李江全教授担任主编并统稿，李丹阳、马强、邢文静担任副主编。参与编写、程序调试、资料收集、插图绘制和文字校核工作的人员还有田敏、郑瑶、胡蓉、汤智辉、郑重、邓红涛、钟福如、刘恩博、王平、李伟等。此外，北京昆仑通态、北京研华科技、电子开发网等公司为本书提供了大量的技术支持，编者借此机会对他们致以深深的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥或错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

入门基础篇

第 1 章 监控组态软件概述	1
1.1 组态与组态软件	1
1.2 组态软件的功能与特点	5
1.3 组态软件的构成与组态方式	9
1.4 组态软件的使用与组建	14
第 2 章 MCGS 应用基础	16
2.1 工程管理	16
2.2 构造实时数据库	17
2.3 用户窗口组态	24
2.4 主控窗口组态	30
2.5 设备窗口组态	32
2.6 运行策略组态	36
2.7 脚本程序	39
第 3 章 MCGS 基础应用实例	45
实例 1 数值对象与数据显示	45
实例 2 字符对象与信息提示	50
实例 3 数值对象与实时曲线	54
实例 4 开关对象与开关指示灯	57
实例 5 数值对象与开关对象	60
实例 6 内部数据对象的调用	62
实例 7 流动块构件动画应用	64
实例 8 滑动输入器构件动画应用	66
第 4 章 MCGS 高级应用	69
4.1 数据处理	69
4.2 报警处理	73
4.3 报表输出	77

4.4 曲线显示	84
4.5 配方处理	86
4.6 安全机制	89
第 5 章 MCGS 高级应用实例	95
实例 9 模拟设备的连接	95
实例 10 液位组报警显示	102
实例 11 实时报表与历史报表	106
实例 12 实时曲线与历史曲线	110
实例 13 钢铁配方设计	113
实例 14 简单动画制作	117
实例 15 菜单设计与多窗口操作	120

监控应用篇

第 6 章 三菱 PLC 监控及其与 PC 通信	126
实例 16 三菱 PLC 模拟电压采集	126
实例 17 三菱 PLC 模拟电压输出	135
实例 18 三菱 PLC 开关信号输入	144
实例 19 三菱 PLC 开关信号输出	148
实例 20 三菱 PLC 温度监控	153
知识链接 三菱 PLC 模拟量扩展模块	164
第 7 章 西门子 PLC 监控及其与 PC 通信	169
实例 21 西门子 PLC 模拟电压采集	169
实例 22 西门子 PLC 模拟电压输出	177
实例 23 西门子 PLC 开关信号输入	185
实例 24 西门子 PLC 开关信号输出	189
实例 25 西门子 PLC 温度监控	195
知识链接 西门子 PLC 模拟量扩展模块	205
第 8 章 远程 I/O 模块监控及其与 PC 通信	209
实例 26 远程 I/O 模块模拟电压采集	209
实例 27 远程 I/O 模块模拟电压输出	214
实例 28 远程 I/O 模块数字信号输入	219
实例 29 远程 I/O 模块数字信号输出	223
实例 30 远程 I/O 模块温度监控	227

知识链接 ADAM4000 系列模块软件的安装	233
第 9 章 PCI 数据采集卡监控应用	236
实例 31 PCI 数据采集卡模拟电压采集	236
实例 32 PCI 数据采集卡模拟电压输出	241
实例 33 PCI 数据采集卡数字信号输入	246
实例 34 PCI 数据采集卡数字信号输出	250
实例 35 PCI 数据采集卡温度监控	254
知识链接 研华 PCI-1710HG 数据采集卡软硬件安装	259
参考文献	267

入门基础篇

第1章 监控组态软件概述

监控组态软件在计算机测控系统中起着举足轻重的作用。现代计算机测控系统的功能越来越强,除了完成基本的数据采集和控制功能外,还要完成故障诊断、数据分析、报表的形成和打印、与管理层交换数据、为操作人员提供灵活方便的人机界面等功能。另外,随着生产规模的变化,也要求计算机测控系统的规模跟着变化,也就是说,计算机接口的部件和控制部件可能要随着系统规模的变化进行增减。因此,要求计算机测控系统的应用软件有很强的开放性和灵活性,组态软件应运而生。

近几年来,随着计算机软件技术的发展,计算机测控系统的组态软件技术的发展也非常迅速,可以说是到了令人目不暇接的地步,特别是图形界面技术、面向对象编程技术、组件技术的出现,使原来单调、呆板、操作麻烦的人机界面变得面目一新。目前,除了一些小型的测控系统需要开发者自己编写应用程序外,凡属大中型的测控系统,最明智的办法应该是选择一个合适的组态软件。

1.1 组态与组态软件

1.1.1 组态软件的含义

在使用工控软件时,人们经常提到组态一词。与硬件生产相对照,组态与组装类似。如要组装一台计算机,事先提供了各种型号的主板、机箱、电源、CPU、显示器、硬盘及光驱等,我们的工作就是用这些部件拼凑成自己需要的计算机。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,因为软件都有内部属性,通过改变属性可以改变其规格(如大小、形状、颜色等)。

组态(Configuration)有设置、配置等含义,就是模块的任意组合。在软件领域是指操作人员根据应用对象及控制任务的要求配置用户应用软件的过程(包括对象的定义、制作和编辑,对象状态特征属性参数的设定等),即使用软件工具对计算机及软件的各种资源进行配置,从而达到让计算机或软件按照预先设置自动执行特定任务、满足使用者要求的目的,也就是把组态软件视为“应用程序生成器”。

组态软件更确切的称呼应该是人机界面 (HMI, Human Machine Interface) / 控制与数据采集 (SCADA, Supervisory Control And Data Acquisition) 软件。组态软件最早出现时, 实现 HMI 和控制功能是其内涵, 即主要解决人机图形界面和计算机数字控制问题。

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控制层一级的软件平台和开发环境, 使用灵活的组态方式 (而不是编程方式) 为用户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控制层的各项功能, 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 概念, 组态软件应该是一个使用户能快速建立自己 HMI 的软件工具或开发环境。

在工业控制中, 组态一般是指通过对软件采用非编程的操作方式, 主要有参数填写、图形连接和文件生成等, 使得软件乃至整个系统具有某种指定的功能。由于用户对计算机控制系统的要求千差万别 (包括流程画面、系统结构、报表格式、报警要求等), 而开发商又不可能专门为每个用户进行开发, 所以只能是事先开发好一套具有一定通用性的软件开发平台, 生产 (或者选择) 若干种规格的硬件模块 (如 I/O 模块、通信模块、现场控制模块), 然后再根据用户的要求在软件开发平台上进行二次开发, 以及进行硬件模块的连接。这种软件的二次开发工作就称为组态。相应的软件开发平台就称为控制组态软件, 简称组态软件。“组态”一词既可以用做名词也可以用做动词。计算机控制系统在完成组态之前只是一些硬件和软件的集合体, 只有通过组态, 才能使其成为一个具体的满足生产过程需要的应用系统。

从应用角度讲, 组态软件是完成系统硬件与软件沟通、建立现场与控制层沟通人机界面的软件平台, 它主要应用于工业自动化领域, 但又不仅仅局限于此。在工业过程控制系统中存在着两大类可变因素: 一是操作人员需求的变化; 二是被控对象状态的变化及被控对象所用硬件的变化。而组态软件正是在保持软件平台执行代码不变的基础上, 通过改变软件配置信息 (包括图形文件、硬件配置文件、实时数据库等) 适应两大不同系统对两大因素的要求, 构建新的控制系统平台软件。以这种方式构建系统既提高了系统的成套速度, 又保证了系统软件的成熟性和可靠性, 使用起来方便灵活, 而且便于修改和维护。

现在的组态软件都采用面向对象编程技术, 它提供了各种应用程序模板和对象。二次开发人员根据具体系统的需求, 建立模块 (创建对象) 然后定义参数 (定义对象的属性), 最后生成可供运行的应用程序。具体地说, 组态实际上是生成一系列可以直接运行的程序代码。生成的程序代码可以直接运行在用于组态的计算机上, 也可以下装 (下载) 到其他计算机 (站) 上。组态可以分为离线组态和在线组态两种。所谓离线组态, 是指在计算机控制系统运行之前完成组态工作, 然后将生成的应用程序安装在相应的计算机中; 而在线组态则是指在计算机控制系统运行过程中组态。

随着计算机软件技术的快速发展及用户对计算机控制系统功能要求的增加, 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, 随着计算机控制技术的发展, 组态软件将会不断被赋予新的内涵。

1.1.2 采用组态软件的意义

在实时工业控制应用系统中,为了实现特定的应用目标,需要进行应用程序的设计和开发。过去,由于技术发展水平的限制,没有相应的软件可供利用。应用程序一般都需要应用单位自行开发或委托专业单位开发,这就影响了整个工程的进度,系统的可靠性和其他性能指标也难以得到保证。为了解决这个问题,不少厂商在发展系统的同时,也致力于控制软件产品的开发。工业控制系统的复杂性对软件产品提出了很高的要求。要想成功开发一个较好的通用的控制系统软件产品,需要投入大量人力物力,并需经实际系统检验,代价是很昂贵的,特别是功能较全、应用领域较广的软件系统投入的费用更是惊人。从应用程序开发到应用软件产品正式上市,其过程有很多环节。因此,一个成熟的控制软件产品的推出,一般带有如下特点。

(1) 在研制单位丰富系统经验的基础上,花费多年努力和代价才得以完成。

(2) 产品性能不断完善和提高,以版本更新为实现途径。

(3) 产品售价不可能很低,对一些国外的著名软件产品更是如此,因此软件费用在整个系统中所占的比例逐年提高。

对于应用系统的使用者而言,虽然购买一个适合自己系统应用的控制软件产品要付出一定的费用,但相对于自己开发所花费的各项费用总和还是比较合算的。况且,一个成熟的控制软件产品一般都已在多个项目中得到了成功应用,各方面性能指标都在实际运行中得到了检验,能保证较好地实现应用单位控制系统的目标,同时,整个系统的工程周期也可相应缩短,便于更早地为生产现场服务,并创造出相应的经济效益。因此,近年来有不少应用单位也开始购买现成的控制软件产品来为自己的应用系统服务。

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,其开发时间长、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限制。组态软件的出现,把用户从这些困境中解脱出来,用户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。

采用组态技术构成的计算机控制系统在硬件设计上,除采用工业 PC 外,系统大量采用各种成熟通用的 I/O 接口设备和现场设备,基本不再需要单独进行具体电路设计。这不仅节约了硬件开发时间,更提高了工控系统的可靠性。组态软件实际上是一个专为工控开发的工具软件。它为用户提供了多种通用工具模块,用户不需要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。系统设计人员可以把更多的注意力集中在如何选择最优的控制方法,设计合理的控制系统结构,选择合适的控制算法等这些提高控制品质的关键问题上。另一方面,从管理的角度来看,用组态软件开发的系统具有与 Windows 一致的图形化操作界面,非常便于生产的组织与管理。

由于组态软件都是由专门的软件开发人员按照软件工程的规范来开发的,使用前又经过比较长时间的工程运行考验,其质量是有充分保证的。因此,只要开发成本允许,采用组态软件是一种比较稳妥、快速和可靠的办法。

组态软件是标准化、规模化、商品化的通用工业控制开发软件,只需进行标准功能模块的软件组态和简单编程,就可设计出标准化、专业化、通用性强、可靠性高的上位机人机界

面控制程序，且工作量较小，开发调试周期短，对程序设计员要求也较低，因此，控制组态软件是性能优良的软件产品，已成为开发上位机控制程序的主流开发工具。

由 IPC、通用接口部件和组态软件构成的组态控制系统是计算机控制技术综合发展的结果，是技术成熟化的标志。由于组态技术的介入，计算机控制系统的应用速度大大加快了。

1.1.3 常用的组态软件

随着社会对计算机控制系统需求的日益增加，组态软件也已经形成一个不小的产业。现在市面上已经出现了各种不同类型的组态软件。按照使用对象来分类，可以将组态软件分为两类：一类是专用的组态软件；另一类是通用的组态软件。

专用的组态软件主要是由一些集散控制系统厂商和 PLC 厂商专门为自己的系统开发的，如 Honeywell 的组态软件、Foxboro 的组态软件、Rockwell 公司的 RSVIEW、Siemens 公司的 WinCC、GE 公司的 Cimplicity。

通用的组态软件并不特别针对某一类特定的系统，开发者可以根据需要选择合适的软件和硬件来构成自己的计算机控制系统。如果开发者在选择了通用组态软件后，发现其无法驱动自己选择的硬件，则可以提供该硬件的通信协议，请组态软件的开发商来开发相应的驱动程序。

通用组态软件目前发展很快，也是市场潜力很大的产业。国外开发的组态软件有 Fix/iFix、InTouch、Citech、Lookout、TraceMode 及 Wizcon 等。国产的组态软件有组态王 (Kingview)、MCGS、Synall2000、ControX 2000、Force Control 和 FameView 等。

下面简要介绍几种常用的组态软件。

(1) InTouch。美国 Wonderware 公司的 InTouch 堪称组态软件的“鼻祖”，率先推出的 16 位 Windows 环境下的组态软件在国际上获得较高的市场占有率。InTouch 软件的图形功能比较丰富，使用较方便，其 I/O 硬件驱动丰富，工作稳定，在中国市场也普遍受到好评。

(2) iFix。美国 Intellution 公司的 Fix 产品系列较全，包括 DOS 版、16 位的 Windows 版、32 位的 Windows 版、OS/2 版和其他一些版本，功能较强，是全新模式的组态软件，思想和体系结构都比现有的其他组态软件要先进，但实时性仍欠缺，最新推出的 iFix 是全新模式的组态软件，思想和体系结构都比较新，提供的功能也较完整。但由于过于“庞大”和“臃肿”，对系统资源耗费巨大，且经常受微软的操作系统影响。

(3) Citech。澳大利亚 CIT 公司的 Citech 是组态软件中的后起之秀，在世界范围内发展很快。Citech 产品控制算法比较好，具有简捷的操作方式，但其操作方式更多的是面向程序员，而不是工控用户。I/O 硬件驱动相对比较少，但大部分驱动程序可随软件包提供给用户。

(4) WinCC。德国西门子的 WinCC 也属于比较先进的产品之一，功能强大，使用较复杂。新版软件有了很大进步，但在网络结构和数据管理方面要比 InTouch 和 iFix 差。WinCC 主要针对西门子硬件设备。因此，对使用西门子硬件设备的用户，WinCC 是不错的选择。若用户选择其他公司的硬件，则需开发相应的 I/O 驱动程序。

(5) Force Control。大庆三维公司的 Force Control(力控)是国内较早出现的组态软件之一，该产品在体系结构上具备了较为明显的先进性，最大的特征之一就是其基于真正意义上的分布式实时数据库的三层结构，而且实时数据库结构为可组态的活结构，是一个面向方案的

HMI/SCADA 平台软件。在很多环节的设计上,能从国内用户的角度出发,既注重实用性,又不失大软件的规范。

(6) MCGS。北京昆仑通态公司的 MCGS 的设计思想比较独特,有很多特殊的概念和使用方式,为用户提供了解决实际工程问题的完整方案和开发平台。使用 MCGS,用户无须具备计算机编程知识就可以在短时间内轻而易举地完成一个运行稳定、功能成熟、维护量小,并且具备专业水准的计算机监控系统的开发工作。

(7) 组态王(Kingview)。组态王是北京亚控科技发展有限公司开发的一个较有影响力的组态软件。组态王提供了资源管理器式的操作主界面,并且提供了以汉字作为关键字的脚本语言支持。界面操作灵活、方便,易学易用,有较强的通信功能,支持的硬件也非常丰富。

(8) WebAccess。WebAccess 是研华(中国)公司近几年开发的一种面向网络监控的组态软件,是未来组态软件的发展趋势。

1.2 组态软件的功能与特点

1.2.1 组态软件的功能

组态软件通常有以下几方面功能。

1. 强大的界面显示组态功能

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提供了大量工业设备图符、仪表图符,还提供趋势图、历史曲线、组数据分析图等,既提供所需的组件,又是界面制作向导,提供给用户丰富的作图工具,可随心所欲地绘制出各种工业界面,并可任意编辑,从而将开发人员从繁重的界面设计中解放出来,丰富的动画连接方式,如隐含、闪烁、移动等,使界面生动、直观。画面丰富多彩,为设备的正常运行、操作人员的集中控制提供了极大方便。

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。

组态软件向下应能与低层的数据采集设备通信,向上通过 TCP/IP 可与高层管理网互联,实现上位机与下位机的双向通信。

3. 丰富的功能模块

组态软件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

组态软件配有实时数据库，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

组态软件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，组态软件赋予不同的操作权限，保证整个系统安全、可靠运行。

7. 仿真功能

组态软件提供强大的仿真功能，使系统并行设计，从而缩短开发周期。

1.2.2 组态软件的特点

通用组态软件的主要特点如下。

1. 封装性

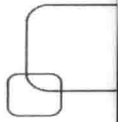
通用组态软件所能完成的功能都用一种方便用户使用的方法包装起来，对于用户，不需掌握太多的编程语言技术（甚至不需要编程技术），就能很好地完成一个复杂工程所要求的所有功能，易学易用。

2. 开放性

组态软件大量采用“标准化技术”，如 OPC、DDE、ActiveX 控件等，在实际应用中，用户可以根据自己的需要进行二次开发，例如，可以很方便地使用 VB 或 C++ 等编程工具自行编制所需要的设备构件，装入设备工具箱，不断充实设备工具箱。很多组态软件提供了一个高级开发向导，自动生成设备驱动程序的框架，为用户开发设备驱动程序提供帮助，用户甚至可以采用 I/O 自行编写动态链接库（DLL）的方法在策略编辑器中挂接自己的应用程序模块。

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 Driver、开放式的数据库和界面制作工具，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. 方便性

由于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确保使用者在生成适合自己需要的应用系统时不需要或者尽可能少地编制软件程序的源代码。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共性问题。

- (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) 为使用者提供灵活、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) 具有与第三方程序的接口，方便数据共享。

在很好地解决了上述问题后，自动化工程设计人员在组态软件中只需填写一些事先设计好的表格，再利用图形功能就能把被控对象（如反应罐、温度计、锅炉、趋势曲线、报表等）形像地画出来，通过内部数据变量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 设备数据发生变化会直接带动被控对象的属性变化，同时在界面上显示。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。

5. 组态性

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的最大特点是从硬件到软件开发都具有组态性，设计者的主要任务是分析控制对象，在平台基础上按照使用说明进行系统级第二次开发即可构成针对不同控制对象的控制系统，免去了程序代码、图形图表、通信协议、数字统计等诸多具体内容细节的设计和调试，因此系统的可靠性和开发速率提高了，开发难度却下降了。

1.2.3 对组态软件的性能要求

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。在具体确定限定时间时，主要考虑两个要素：其一，工业生产过程中出现的事件能够保持多长时间；其二，该事件要求计算机在多长时间必须做出反应，否则，将对生产过程造成影响甚至造成损害。可见，实时性是相对的。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个并行执行的任务,加速程序的执行速度。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,以便在该类事件一旦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,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。

实时性是组态软件的重要特点。在实际工业控制中,同一台计算机往往需要同时进行实时数据的采集,信号数据处理,实时数据的存储,历史数据的查询、检索、管理、输出,算法的调用,实现图形图表的显示,完成报警输出、实时通信及人机对话等多个任务。

基于 Windows 系统的组态软件,充分利用面向对象的技术和 ActiveX 动态链接库技术,极大地丰富了控制系统的显示画面和编程环境,从而方便、灵活地实现多任务操作。

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,则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,要求软件系统稳定、可靠地运行。

如果对系统的可靠性要求得更高,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。

双机热备一般是指两台计算机同时运行几乎相同功能的软件。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,主机、从机可同时操作。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。

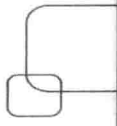
组态软件提供了一套较完善的安全机制,为用户提供能够自由组态控制菜单、按钮和退出系统的操作权限,只允许有操作权限的操作员对某些功能进行操作,防止意外或非法关闭系统,进入研发系统修改参数。

3. 标准化

尽管目前尚没有一个明确的国际、国内标准用来规范组态软件,但国际电工委员会的 IEC61131—3 开放型国际编程标准在组态软件中起着越来越重要的作用。IEC61131—3 提供了用于规范 DCS 和 PLC 中的控制用编程语言,规定了 4 种编程语言标准(梯形图、结构化高级语言、方框图、指令助记符)。

此外,OLE、OPC 是微软公司的编程技术标准,目前也被广泛使用。TCP/IP 是网络通信的标准协议,被广泛应用于现场测控设备之间及测控设备与操作站之间的通信。

组态软件本身的标准尚难统一,其本身就是创新的产物,处于不断发展变化之中。由于使用习惯的原因,早一些进入市场的软件在用户意识中已形成一些不成文的标准,成为某些用户判断另一种产品的“标准”。



1.3 组态软件的构成与组态方式

1.3.1 组态软件的设计思想

在单任务操作系统环境下(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。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”的编程和设计方法,使软件更易于学习和掌握,功能也更强大。

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

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做动画连接。

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,从而每幅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。

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,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,可以大幅度降低成本。

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,因此实时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,又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需的。因此，保存所有的数据是防止丢失信息的最好方法。

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。

1.3.2 组态软件的系统构成

目前世界上组态软件的种类繁多，仅国产的组态软件就有不下 30 种之多，其设计思想、应用对象相差很大，因此，很难用一个统一的模型来进行描述。但是，组态软件在技术特点上有以下几点是共同的：提供开发环境和运行环境；采用客户/服务器模式；软件采用组件方式构成；采用 DDE、OLE、COM/DCOM、ActiveX 技术；提供诸如 ODBC、OPC、API 接口；支持分布式应用；支持多种系统结构，如单用户、多用户（网络），甚至多层网络结构；支持 Internet 应用。

组态软件的结构划分有多种标准，下面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. 以使用软件的工作阶段划分

从总体结构上看，组态软件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的。系统开发环境和系统运行环境之间的联系纽带是实时数据库，三者之间的关系如图 1-1 所示。

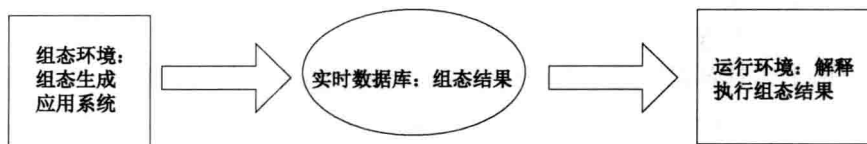


图 1-1 系统组态环境、系统运行环境和实时数据库三者之间的关系

1) 系统开发环境

系统开发环境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进行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在系统运行环境投入实时运行，完成一个工程项目。

一般工程应用必须有一套开发环境，也可以有多套运行环境。在本书的例子中，为了方