

案例解说

组态软件典型控制应用

六种典型控制系统，贴近工程实践

●单片机 ●PLC ●PCI数据采集卡
●USB数据采集板 ●远程I/O模块 ●智能仪器



配套光盘 超值配套光盘

- ◆
- ◆ 程序运行录屏——录制程序的运行过程，便于读者了解程序操作使用方法。
- ◆ 系统测试录像——录制、讲解系统的硬件组成，以及软件、硬件测试过程。
- ◆ 丰富学习资源——提供各公司硬件驱动程序、手册，以及图片等丰富资源。

李江全 王玉巍 张鸿琼 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

案例解说控制应用精品丛书

案例解说组态软件 典型控制应用

李江全 王玉巍 张鸿琼 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从工程应用的角度出发,通过6种典型的计算机控制系统(包括基于单片机、PLC、PCI数据采集卡、USB数据采集板、远程I/O模块、智能仪器),使用目前流行的工控组态软件KingView,对工业控制系统中的4类典型应用,即模拟量输入(AI)、模拟量输出(AO)、数字量输入(DI)和数字量输出(DO)的程序设计方法进行了详细的讲解。

本书内容丰富,每个案例提供具体的设计任务、详细的操作步骤,注重解决工程实际问题。可供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的大学生学习计算机控制技术,也可供计算机控制系统研发的工程技术人员参考。

为方便读者学习,本书提供超值配套光盘,内容包括所有案例的源程序、软硬件资源、程序运行录屏、系统测试录像等。

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

案例解说组态软件典型控制应用/李江全等编著. —北京:电子工业出版社, 2011.3
(案例解说控制应用精品丛书)
ISBN 978-7-121-13098-4

I. ①案… II. ①李… III. ①过程控制软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第041911号

责任编辑:陈韦凯

特约编辑:钟永刚

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:506千字

印 次:2011年3月第1次印刷

册 数:4000册 定价:49.00元(含光盘1张)



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

计算机控制技术在通信、遥感、无损检测、智能仪器、工业自动控制等工程领域有着广泛的应用。在开发计算机控制系统时，程序设计是很多技术人员要面临的问题。在高校和科研院所，有众多的研究人员在使用各种计算机控制系统，他们都迫切需要相关的书籍来学习相关的编程技术。

组态软件是标准化、规模化、商品化的通用工控开发软件，只需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，因此，组态软件是性能优良的软件产品，成为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，凡属大中型的工控系统，最明智的办法应该是选择一个合适的组态软件。

本书从工程应用的角度出发，通过 6 种典型的计算机控制系统（包括基于单片机、PLC、PCI 数据采集卡、USB 数据采集板、远程 I/O 模块、智能仪器），使用目前流行的工控组态软件 KingView，对工业控制系统中的 4 类典型应用，包括模拟量输入（AI）、模拟量输出（AO）、数字量输入（DI）和数字量输出（DO）的程序设计方法进行了详细的讲解。

淡化理论，建立控制系统整体概念，以工程实践为主，硬件系统设计采用“搭积木”方式，突出程序设计，重在功能实现，有较强的实用性和可操作性，这些都是本书的特色。

为方便读者学习，本书提供超值配套光盘，内容包括所有案例的源程序、软硬件资源、程序运行录屏、系统测试录像等。

本书由东北农业大学张鸿琼编写第 1、2 章，石河子大学王洪坤编写第 3 章，李霞编写第 4 章，王玉巍编写第 5、6 章，龚立娇编写第 7 章，李江全编写第 8 章及附录；全书由李江全教授担任主编并统稿，王玉巍、张鸿琼担任副主编。参与编写、程序设计等工作的人员还有田敏、李宏伟、郑瑶、郑重、朱东芹、任玲、汤智辉、胡蓉、王平等老师。电子开发网、北京研华科技、西安达泰电子、石河子大学电气工程实验中心等单位或公司为本书的编写提供了宝贵的技术支持和帮助，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。

作者

2010 年 10 月

目 录

第 1 章 监控组态软件概述	1
1.1 组态与组态软件	1
1.1.1 组态软件的含义	1
1.1.2 采用组态软件的意义	3
1.1.3 常用的组态软件	4
1.2 组态软件的功能与特点	5
1.2.1 组态软件的功能	5
1.2.2 组态软件的特点	6
1.3 组态软件的构成与组态方式	7
1.3.1 组态软件的系统构成	7
1.3.2 常见的组态方式	9
1.4 组态软件的使用	11
1.4.1 组态软件的使用步骤	11
1.4.2 组态工控系统的组建过程	12
1.5 组态软件的发展方向	12
第 2 章 KingView 软件的基本使用	15
2.1 建立工程	15
2.1.1 新建工程	15
2.1.2 添加工程	17
2.1.3 工程操作	18
2.1.4 工程浏览器	21
2.2 设计画面	24
2.2.1 新建画面	24
2.2.2 图库管理器	27
2.3 定义变量	28
2.3.1 变量的类型	29
2.3.2 变量的基本属性配置	30
2.3.3 变量的报警属性配置	32
2.3.4 变量的记录和安全属性配置	33
2.3.5 定义变量举例	34
2.4 动画连接	35
2.4.1 动画连接的含义与特点	35
2.4.2 动画连接的类型	36
2.4.3 动画连接举例	38



2.5 命令语言	39
2.5.1 命令语言的形式	39
2.5.2 命令语言对话框	41
2.5.3 命令语言的句法	42
2.5.4 命令语言应用举例	43
2.5.5 观看运行画面	43
2.6 I/O 设备通信	45
2.6.1 KingView 中的逻辑设备	45
2.6.2 KingView 与 I/O 设备通信	46
2.6.3 KingView 对 I/O 设备的管理	47
2.6.4 KingView 对 I/O 设备的配置	49
2.6.5 开发环境下的设备通信测试	50
第 3 章 基于单片机开发板的控制应用	52
3.1 单片机概述	52
3.1.1 单片机的组成	52
3.1.2 常用的单片机系列	54
3.1.3 单片机的开发工具	55
3.1.4 单片机的特点及应用	56
3.2 系统设计说明	57
3.2.1 设计任务	57
3.2.2 硬件系统	58
3.2.3 组态王设置	60
3.3 数据采集与控制程序设计	61
3.3.1 模拟量输入	61
3.3.2 模拟量输出	75
3.3.3 数字量输入	87
3.3.4 数字量输出	98
第 4 章 基于 PLC 的控制应用	107
4.1 PLC 概述	107
4.1.1 PLC 的构成	107
4.1.2 PLC 的技术特点	109
4.1.3 计算机与 PLC 的连接	110
4.2 串口总线概述	111
4.2.1 RS-232C 串口通信标准	111
4.2.2 串口通信线路连接	113
4.2.3 个人计算机中的串行端口	115
4.2.4 串口通信调试	116
4.3 系统设计说明	119



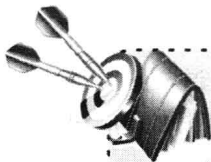
4.3.1	设计任务	119
4.3.2	硬件系统	120
4.3.3	组态王设置	128
4.3.4	仿真 PLC	130
4.4	数据采集与控制程序设计	131
4.4.1	模拟量输入	131
4.4.2	模拟量输出	146
4.4.3	数字量输入	154
4.4.4	数字量输出	162
第 5 章	基于 PCI 数据采集卡的控制应用	171
5.1	数据采集卡概述	171
5.1.1	数据采集系统的含义与功能	171
5.1.2	数据采集系统的组成与特点	173
5.1.3	数据采集卡的组成与功能	175
5.1.4	数据采集卡的类型与性能指标	177
5.1.5	数据采集卡的选择	180
5.2	系统设计说明	181
5.2.1	设计任务	181
5.2.2	硬件系统	181
5.2.3	组态王设置	186
5.3	数据采集与控制程序设计	187
5.3.1	模拟量输入	187
5.3.2	模拟量输出	194
5.3.3	数字量输入	198
5.3.4	数字量输出	201
第 6 章	基于 USB 数据采集板的控制应用	205
6.1	USB 总线概述	205
6.1.1	USB 的基本概念	205
6.1.2	USB 的总线结构	206
6.1.3	采用 USB 总线的数据采集系统	208
6.2	系统设计说明	210
6.2.1	设计任务	210
6.2.2	硬件系统	211
6.3	数据采集与控制应用程序设计	213
6.3.1	模拟量输入	213
6.3.2	模拟量输出	217
6.3.3	数字量输入	220
6.3.4	数字量输出	223



6.3.5 温度测控	226
第 7 章 基于远程 I/O 模块的控制应用	235
7.1 集散控制系统概述	235
7.1.1 集散控制系统的体系结构	235
7.1.2 集散控制系统的特点	237
7.1.3 中小型 DCS 的基本结构	239
7.1.4 RS-485 串口通信标准	239
7.2 系统设计说明	241
7.2.1 设计任务	241
7.2.2 硬件系统	241
7.2.3 组态王设置	252
7.3 数据采集与控制应用程序设计	254
7.3.1 模拟量输入	254
7.3.2 模拟量输出	257
7.3.3 数字量输入	261
7.3.4 数字量输出	264
第 8 章 基于智能仪器的控制应用	268
8.1 智能仪器概述	268
8.1.1 智能仪器的组成	268
8.1.2 智能仪器的功能	269
8.1.3 智能仪器的特点	271
8.2 组态王的 Internet 应用	271
8.2.1 网络连接说明	272
8.2.2 组态王的 Web 功能介绍	273
8.3 系统设计说明	274
8.3.1 设计任务	274
8.3.2 硬件系统	274
8.4 温度测量与控制程序设计	280
8.4.1 单台智能仪器温度测控	280
8.4.2 多台智能仪器温度测控	287
8.4.3 网络温度监控	293
附录 A 控制系统的输入与输出	299
附录 B 常用内部函数	303
参考文献	307



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。此外,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,就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,基于此,组态软件应运而生。

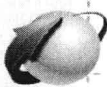
近几年来,随着计算机软件技术的发展,计算机测控系统的组态软件技术的发展也非常迅速,可以说是到了令人目不暇接的地步,特别是图形界面技术、面向对象编程技术、组件技术的出现,使原来单调、呆板、操作麻烦的人机界面变得面目一新。目前,除了一些小型的测控系统需要开发者自己编写应用程序外,凡属大中型的测控系统,最明智的办法应该是选择一种合适的组态软件。

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。在软件领域内,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,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 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。

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去进行开发。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的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,构建新的控制系统的平台软件。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)到其他的计算机(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以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,需要投入大量的人力物力,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,一般具有如下特点:

(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,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,虽然购买一套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多个项目中得到了成功的应用,各方面的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,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,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。另外,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,使用前又经过了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大，组态软件也已经形成了一个不小的产业。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，例如，Honeywell 的组态软件、Foxboro 的组态软件、Rockwell 公司的 RSView、Simens 公司的 WinCC、GE 公司的 Cimplicity。

通用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。如果开发者在选择通用组态软件后，发现其无法驱动自己选择的硬件，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”，该公司率先推出的 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 Windows 版、32 位 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，提供的功能也较为完整。但由于过于“庞大”和“臃肿”，对系统资源耗费巨大，而且经常受微软操作系统的影响。

(3) Citech。澳大利亚 CIT 公司的 Citech 是组态软件中的后起之秀，在世界范围内扩展得很快。Citech 产品控制算法比较好，具有简洁的操作方式，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。德国西门子公司的 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) ForceControl。大庆三维公司的 ForceControl（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 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



具备计算机编程的知识,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。该软件是研华(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的功能。

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,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的方便。

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

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。

1.2.2 组态软件的特点

通用组态软件的主要特点分别介绍如下。

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，因此易学易用。

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的表格，再利用图形功能就把被控对象（如反应罐、温度计、锅炉、趋势曲线、报表等）形象地画出来，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最大的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。

1.3 组态软件的构成与组态方式

1.3.1 组态软件的系统构成

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。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。

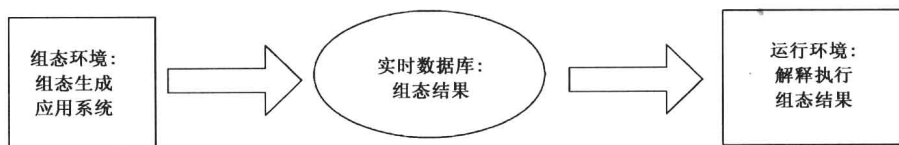


图 1-1 系统组态环境、系统运行环境和实时数据库三者之间的关系

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，为了方便，我们将开发环境和运行环境放在一起，通过菜单限制编辑修改功能而实现运行环境。

一套好的组态软件应该能够为用户提供快速构建自己的计算机控制系统的手段。例如，对输入信号进行处理的各种模块、各种常见的控制算法模块、构造人机界面的各种图形要素、使用户能够方便地进行二次开发的平台或环境等。如果是通用的组态软件，还应当提供各类工控设备的驱动程序和常见的通信协议。

2. 按照成员构成划分

组态软件因为功能强大，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。

组态软件必备的功能组件包括如下 6 个部分。

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：要进行组态数据的备份；需要引用以往成功项目中的部分组态成果（如画面）；需要迅速了解计算机中保存了哪些应用项目。虽然这些工作可以用手动方式实现，但效率低下，极易出错。有了应用程序管理器的支持，这些工作将变得非常简单。

2) 图形界面开发程序

图形界面开发程序是自动化工程设计人员为实施其控制方案，在图形编辑工具的支持下进行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

I/O 驱动程序是组态软件中必不可少的组成部分,用于 I/O 设备通信,互相交换数据。DDE 和 OPC 客户端是两个通用的标准 I/O 驱动程序,用来支持 DDE 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 客户端则多数单独存在。

1.3.2 常见的组态方式

下面介绍几种常见的组态方式。由于目前有关组态方式的术语还未能统一,因此,本书中所用的术语可能会与一些组态软件所用的有所不同。

1. 系统组态

系统组态又称系统管理组态(或系统生成),这是整个组态工作中的第一步,也是最重要的一步。系统组态的主要工作是对系统的结构及构成系统的基本要素进行定义。以 DCS 的系统组态为例,硬件配置的定义包括:选择什么样的网络层次和类型(如宽带、载波带);选择什么样的工程师站、操作员站和现场控制站(I/O 控制站)(如类型、编号、地址、是否为冗余等)及其具体的配置;选择什么样的 I/O 模块(如类型、编号、地址、是否为冗余等)及其具体的配置。有的 DCS 的系统组态可以做得非常详细。例如,机柜、机柜中的电源、电缆与其他部件,各类部件在机柜中的槽位,打印机及各站使用的软件等,都可以在系统组态中进行定义。系统组态的过程一般都是用图形加填表的方式。

2. 控制组态

控制组态又称控制回路组态,这同样是一种非常重要的组态。为了确保生产工艺的实现,一个计算机控制系统要完成各种复杂的控制任务。例如,各种操作的顺序动作控制,各个变量之间的逻辑控制及对各个关键参量采用各种控制(如 PID、前馈、串级、解耦,甚至是更为复杂的多变量预控制、自适应控制)。因此,有必要生成相应的应用程序来实现这些控制。组态软件往往会提供各种不同类型的控制模块,组态的过程就是将控制模块与各个被控变量相联系,并定义控制模块的参数(例如,比例系数、积分时间)。另外,对于一些被监视的变量,也要在信号采集之后对其进行一定的处理,这种处理也是通过软件模块来实现的。因此,也需要将这些被监视的变量与相应的模块相联系,并定义有关的参数。这些工作都是在控制组态中来完成。

由于控制问题往往比较复杂,组态软件提供的各种模块不一定能够满足现场的需要,这就需要用户作进一步的开发,即自己建立符合需要的控制模块。因此,组态软件应该能够给用户相应的开发手段。通常可以有两种方法:一是用户自己用高级语言来实现,然后再嵌入系统中;二是由组态软件提供脚本语言。

3. 画面组态

画面组态的任务是为计算机控制系统提供一个方便操作员使用的人机界面。显示组态的工作主要包括两个方面:一是画出一幅(或多幅)能够反映被控制的过程概貌的图形,