

内容提要：

本章介绍计算机控制系统的基本组成和分类、组态的概念及常用组态软件的功能。

学习目标：

- (1) 了解自动控制系统和计算机控制系统的组成；
- (2) 了解 DAS、DDC 和 DCS 系统的功能与组成；
- (3) 掌握组态的概念和组态软件的特点、组成及功能。

1.1 计算机控制系统

计算机控制就是用计算机控制某种设备使其按照要求工作。机器人、自动化生产线、家用电器等都使用计算机控制。应用计算机参与控制并借助一些辅助部件与被控对象相联系，以获得一定控制目的而构成的系统，被称为计算机控制系统。

1.1.1 自动控制系统的组成

如图 1.1 所示为一般自动控制系统的组成结构，也称闭环控制系统。各部分功能如下所述。

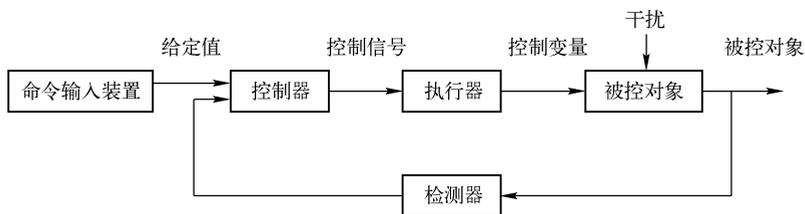


图 1.1 自动控制系统的组成结构

命令输入装置：用于输入启动、停止、复位和给定值等信号给控制器。

控制器：用于接收控制命令、给定值和测量值，计算偏差，计算输出量，输出控制信号（通常为电压、电流等信号）给执行器。

执行器：用于接收控制器的控制信号，并将其转换为阀门开度变化等动作。

被控对象：需要控制的设备参数。

检测器：用于检测被控参数，并将其转换为控制器可以接收的信号（通常为电压、电流等）。

检测器通常由各种传感器、变送器构成。执行器通常是电磁阀、电动调节阀、电动机、风门、电加热器等设备。传感器、执行器一般置于生产现场，和被控对象在一起，也叫现场设备。控制器、操作按钮等命令输入设备、显示器等都置于控制室。如果把控制器比喻成系统的大脑，传感器就相当于它的眼睛，执行器就是手和脚。

闭环控制系统的基本工作过程是：当发生干扰时，被控参数偏离给定值，通过检测器，控制器就能“感知”生产进行的情况，并根据参数实际值与设定值的偏差，按照一定的控制算法发出控制信号。通过执行器，控制器的控制信号被转换成能量的变化，抵消了干扰对被控参数造成的影响，从而使被控参数稳定在规定范围。

如果一个自动控制系统不要检测器，这样的系统称为开环控制系统。开环控制系统方框图如图 1.2 所示。



图 1.2 开环控制系统方框图

1.1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统的控制器全部采用计算机，其结构组成如图 1.3 所示。与一般自动控制系统相比，它增加了输入接口和输出接口，统称输入/输出接口或 I/O 接口。输入接口的主要作用是将检测环节的输入信号（通常为电信号）转换成计算机能够识别的数字信号；输出接口的主要作用是将计算机输出的数字信号转换为电信号输出给执行机构。

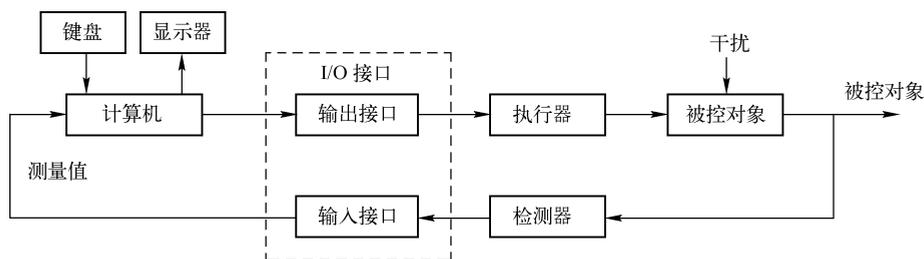


图 1.3 计算机控制系统的结构组成

1.1.3 计算机控制系统的形式

1. 数据采集系统的功能与结构

数据采集系统也称为 DAS—Data Acquisition System。其系统结构如图 1.4 所示。被控对象中待检测的各种模拟量通过传感器和变送器，经 A/D 转换器进入计算机，开关量经



过开关量输入接口（光电隔离）后进入计算机。计算机对各种信号进行采集、处理后，送显示器、打印机、报警器等设备。

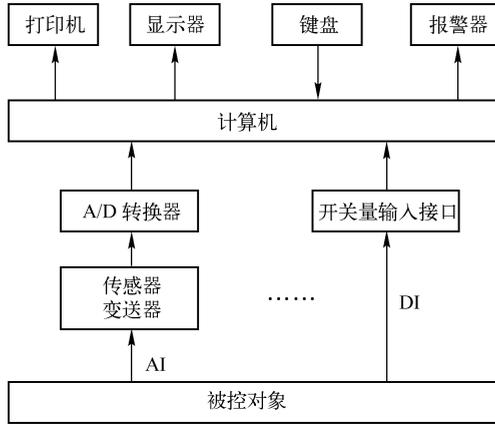


图 1.4 数据采集控制系统 DAS

DAS 系统的特点是只进行参数检测，不进行控制。只有模拟量输入和开关量输入接口。这种系统常用于早期的计算机检测系统中，其优点是可以用一台计算机对多个参数进行巡回采集和处理，显示界面好，便于管理。

2. 直接数字控制系统的功能与结构

直接数字控制系统称为 DDC—Direct Digital Control。其系统结构如图 1.5 所示。计算机既可以对生产过程中的各个参数进行巡回检测，还可根据检测结果，按照一定的算法，计算出执行器应该的状态。DDC 系统的 I/O 接口除了 AI 和 DI 外，还有模拟量输出 (AO) 接口和开关量输出接口 (DO)。

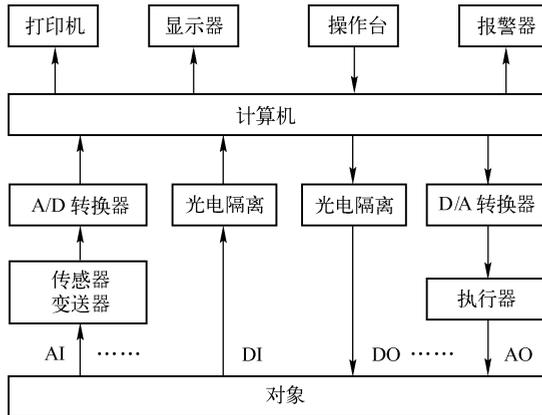


图 1.5 直接数字控制系统 DDC

DDC 控制是真正的计算机控制系统，与 DAS 相比，其特点是既检测，也控制。由于控制算法用程序编制，可以实现继电器和仪表不能实现的许多功能。

通常 DDC 系统的一台计算机可以控制几个到十几个回路。如果系统较大，将过多的

参数集中到一台计算机上进行控制，不仅对计算机的性能提出了较高要求，更重要的是，一旦计算机出现故障，整个系统将受到严重影响。因此 DDC 的控制回路越多，可靠性越差。如果使用几台计算机分别控制不同的回路，可靠性会提高，但由于这些计算机之间相互不连接，它们各自为政，不能进行统筹控制。因此 DDC 适用于控制回路较少的场合。

3. 集散控制系统的功能与结构

集散式控制系统也称为分布式控制系统，简称 DCS—Distributed Control System。

集散式控制常用于较大规模的控制系统中，可以很好地解决 DDC 系统可靠性和统筹性的矛盾。其总体思想是分散控制，集中管理，即用几台计算机分别控制若干个回路，再用一台计算机与这台计算机进行通信，了解各个计算机的工作情况，根据需要向它们发出不同命令。

集散式控制系统的规模可大可小，可以只有两级，也可以有多级。典型的三级结构为过程控制级、控制管理级和生产管理级，如图 1.6 所示。

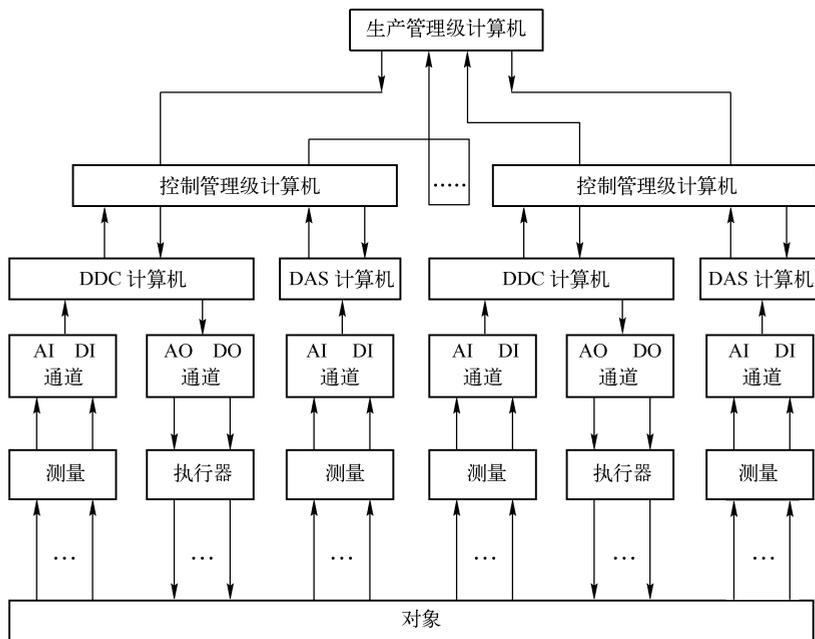


图 1.6 集散式控制系统 DCS

过程控制级由各控制站组成，控制站可以是 DAS、也可以是 DDC，用来进行生产的前沿监测和控制。控制管理级由工程师站、操作员站、数据记录检索站等组成，供工程师进行程序调试；操作员进行生产监控、手动操作、报表打印、数据查询等；生产管理级由生产管理信息系统组成，可进行生产情况汇总与调度。

DDC 和 DAS 计算机通常采用 PLC 或以单片机为核心的职能控制器；管理级计算机常采用工控机（IPC）。



1.2 组态控制技术

1.2.1 组态的概念

组态 (Configuration) 的含义是模块的任意组合。

在计算机控制系统中, 组态含有硬件组态和软件组态两个层面的含义。

所谓硬件组态, 是指系统大量选用各种专业设备生产厂家提供的成熟、通用的硬件设备, 通过对这些设备的简单组合与连接实现自动控制系统。这些通用设备包括控制器、各种检测设备、各种执行设备、各种命令输入设备和各种 I/O 接口设备。

这些通用设备一般都做成具有标准尺寸和标准信号输出的模块或板卡, 它们就像积木一样, 可以根据需要组合在一起。

所谓软件组态就是利用专业软件公司提供的工控软件进行系统程序设计。这些软件提供了大量工具包供设计者组合使用, 因此被称为组态软件。利用组态软件, 工程技术人员可以方便地进行监控画面制作和程序编制。

1.2.2 组态软件的概念与产生背景

在工业控制技术的不断发展和应用过程中, PC (包括工控机) 相比以前的专用系统具有的优势日趋明显。这些优势主要体现在: PC 技术保持了较快的发展速度, 各种相关技术日臻成熟; 由 PC 构建的工业控制系统具有相对较低的拥有成本; PC 的软件资源和硬件资源丰富, 软件之间的互操作性强; 基于 PC 的控制系统易于学习和使用, 可以容易地得到技术方面的支持。在 PC 技术向工业控制领域的渗透中, 组态软件占据着非常特殊而且重要的地位。

组态的英文是 “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组装成自己需要的电脑。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、形状、颜色等。组态的概念最早出现在工业计算机控制中, 如集散控制系统 (DCS) 组态, 可编程控制器 (PLC) 梯形图组态, 而人机界面生成的软件就叫工控组态软件。组态形成的数据只有组态工具或其他专用工具才能识别, 工业控制中形成的组态结果主要用于实时监控, 而组态工具的解释引擎, 要根据这些组态结果实时运行。因此, 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。

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 (Human Machine Interface, 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。在组态软件出现之前，工控领域的用户要么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；要么购买专用的工控系统，通常是封闭的系统，其选择余地小，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、通信及联网、开放数据接口、对输入/输出（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，组态软件将会不断被赋予新的内容。

1.2.3 组态软件的特点与功能

一般来说，组态软件是数据采集监控系统（Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA）的软件平台工具，是工业应用软件的一个组成部分。它具有丰富的设置项目，使用方式灵活，功能强大。组态软件由早先单一的人机界面向数据处理机方向发展，管理的数据量越来越大，实时数据库的作用进一步加强。随着组态软件自身以及控制系统的发展，监控组态软件部分地与硬件发生分离，为自动化软件的发展提供了充分发挥作用的舞台。OPC（OLE for Process Control）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的互连，降低了开发 I/O 设备驱动软件的工作量。I/O 驱动软件也逐渐向标准化的方向发展。

组态软件的主要特点如下：

(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，不需作很多修改就可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 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、具有多媒体功能和网络功能的工程，不受行业限制。

最早开发的通用组态软件是 DOS 环境下的组态软件，其特点是具有简单的人机界面（MMI）、图库、绘图工具箱等基本功能。随着 Windows 的广泛应用，Windows 环境下的组态软件成为主流，与 DOS 环境下的组态软件相比，其最突出的特点是图形功能有了很大的增强。目前看到的所有组态软件都能实现如下的类似功能：

- 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；
- 处理数据报警及系统报警；
- 提供多种数据驱动程序；
- 各类报表的生成和打印输出；
- 使用脚本语言提供二次开发的功能；
- 存储历史数据并支持历史数据的查询等。



1.3 组态软件的系统构成

在组态软件中，通过组态生成的一个目标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，这里以系统环境和成员构成两种标准讨论其体系结构。

1. 以系统环境划分

按照系统环境划分，从总体上讲，组态软件由系统开发环境和系统运行环境两大部分构成。

(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。

2. 以成员构成划分

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以下七大类。

(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，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，并且极易出错。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。

图形界面开发程序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。

I/O 驱动程序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。

扩展可选组件包括以下几种。

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 - 1131 - 3 标准为使用者提供标准的编程环境，共有 4 种编程方式，即梯形图、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，也可以下装（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：



- 可以实现操作站的双机冗余热备用。
- 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。

1.4 组态软件现状和使用组态软件的步骤

1.4.1 组态软件现状和主要问题

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 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、繁冗的上位机的编程开发，而不采用组态软件。

(2) 在很长时间内，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。

(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、决策提供更详细和更深入的数据，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。

目前，应用比较广泛的国外组态软件有 WordWare 的 InTouch、西门子公司的 WinCC、澳大利亚的 CiTech、美国 Interlution 公司的 Fix、意大利 LogoSystem 的 LogView 等。这些软件系统有以下主要功能：

(1) 数据采集与控制信息发送。提供基于进程间通信的数据采集方法（主要表现为开发 DDE 服务程序），并且已开发了常用的多种智能数据采集设备的服务程序。

(2) 报警处理。具有多点同时报警处理功能，提供报警信息的显示和登录，部分提供用户应答功能。

(3) 历史趋势显示与记录。提供基于专用实时数据库的监控点数据的记录、查询和图形曲线显示；同时，针对管理和控制的需要，这些系统还提供以下工业过程控制和管理中相当有帮助的功能：

- 配方管理功能。控制系统按一定的配方完成生产管理。
- 网络通信功能。提供非透明网络通信机制，可以构筑上位机的分布式监控处理功能。

- 开放系统功能。提供基于 DDE 数据交换机制与其他应用程序交换数据，部分提供 ODBC 与其他系统数据库系统连接。

但这些系统在完成以下功能时具有明显的缺陷：

- 与企业 MIS 系统的结合性能差；
- 不具备 GIS 功能；
- 网络通信不透明，不适合开发现代企业基于局域网或专线网的网状层次结构监控管理系统；
- 数据采集速度有待进一步提高；
- 系统事故追忆能力差；
- 缺乏高效能的控制任务调度算法的支持。

另外，针对国内的需要，这些系统还有明显的弱点：

- 本地化差。虽然部分系统已经汉化，但是中国市场中某些行业规范，它们很难满足。
- 价格昂贵。这些系统价格昂贵，很难为国内一般应用所接受。

同国外系统相比，大部分国产通用系统具有较高的性能价格比，本地化能力较强，如三维科技公司的力控、北京亚控科技公司的组态王等。但多数产品仍有诸如与 MIS 集成能力差、GIS 功能薄弱、多任务调度能力差、事故追忆和诊断能力缺乏等致命的弱点，要满足企业级和行业部门级大型集中监控管理 GIS 系统的要求，还需要相当长的时间。而且人力资源以及资金限制使得它们可能在很长时间内只能维持对现有系统功能的维护和补充。在这种情况下，国内对于大型监控项目的开发还需要系统集成公司开发专用的结合 MIS、GIS 和 SCADA 的系统来满足需要。

1.4.2 使用组态软件的一般步骤

如何把具体的工程应用在组态软件中进行完整、严密的开发，使组态软件能够正常工作，主要包括以下几个典型的组态步骤。

(1) 将所有 I/O 点的参数收集齐全，并填写表格，以备在监控组态软件和 PLC 上组态时使用。

(2) 搞清楚所使用的 I/O 设备的生产商、种类、型号、使用的通信接口类型，采用的通信协议，以便在定义 I/O 设备时做出准确选择。

(3) 将所有 I/O 点的 I/O 标识收集齐全，并填写表格，I/O 标识是唯一地确定一个 I/O 点的关键字，组态软件通过向 I/O 设备发出 I/O 标识来请求其对应的数据。在大多数情况下 I/O 标识是 I/O 点的地址或位号名称。

(4) 根据工艺过程绘制、设计画面结构和画面草图。

(5) 按照第一步统计出的表格，建立实时数据库，正确组态各种变量参数。

(6) 根据第一步和第二步的统计结果，在实时数据库中建立实时数据库变量与 I/O 点一对一的对应关系，即定义数据连接。

(7) 根据第 (4) 步的画面结构和画面草图，组态每一幅静态的操作画面（主要是绘图）。

(8) 将操作画面中的图形对象与实时数据库变量建立动画连接关系，规定动画属性



和幅度。

(9) 视用户需求, 制作历史趋势, 报警显示, 以及开发报表系统。之后, 还需加上安全权限设置。

(10) 对组态内容进行分段和总体调试, 视调试情况对软件进行相应修改。

(11) 将全部内容调试完成以后, 对上位软件进行最后完善(如: 加上开机自动打开监控画面, 禁止从监控画面退出等), 让系统投入正式(或试)运行。

1.5 组态软件发展趋势

社会信息化的加速是组态软件市场增长的强大推动力, 很多新技术将不断被应用到组态软件当中, 促使组态软件向更高层次和更广范围发展。其发展方向如下:

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, 而无须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 Interlution、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，以实现生产流程的调整和优化。现有的组态软件对这些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，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 PLC，先进过程控制策略等。软 PLC 产品是基于 PC 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 Moore Process Automation Solutions 公司的 Process-Suite、美国 Wonder ware Controls 公司的 InControl、SoftPLC 公司的 SoftPLC 等。国内还没有推出软 PLC 产品的组态软件，国内组态软件要想全面超过国外的竞争对手，就必须搞创新，推出类似功能的产品。



另外，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，为工厂获得最大理论而实施的运行和控制策略。先进控制策略主要有：双重控制及阀位控制、纯滞后补偿控制、解耦控制、自适应控制、差拍控制、状态反馈控制、多变量预测控制、推理控制及软测量技术、智能控制（专家控制、模糊控制和神经网络控制）等，尤其是智能控制已成为开发和应用的热点。目前，国内许多大企业纷纷投资，在装置自动化系统中实施先进控制。国外许多控制软件公司和 DCS 厂商都在竞相开发先进控制和优化控制的工程软件包。据资料报道，一个乙烯装置若投资 163 万美元实施先进控制，完成后预期每年可获得效益 600 万美元。从上可以看出能嵌入先进控制和优化控制策略的组态软件必将受到用户的极大欢迎。

本章小结

1. 计算机自动控制系统由命令输入装置、检测器、控制器、执行器和被控对象几部分组成。
2. 按照系统的功能，计算机控制系统可分为：数据采集系统（DAS）、直接数字控制（DDC）系统和集散式控制系统（DCS）等。
3. 组态软件的特点：
 - (1) 延续性和可扩充性。
 - (2) 封装性（易学易用）。
 - (3) 通用性。
4. 组态软件的功能：
 - (1) 数据采集与控制信息发送。
 - (2) 报警处理。
 - (3) 历史趋势显示与记录。

习题与思考题

- 1-1 简述计算机控制系统的构成。
- 1-2 按照系统的功能分，计算机控制系统有哪些形式？
- 1-3 简述组态的概念。
- 1-4 组态软件的特点和发展趋势。
- 1-5 简述直接数据控制系统和集散式控制系统的功能。