

“十三五”普通高等教育规划教材

组态软件 WinCC 及其应用

第2版

刘华波 何文雪 王雪 编著



含电子课件

<http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”普通高等教育规划教材

组态软件 WinCC 及其应用

第2版

刘华波 何文雪 王雪 编著

机械工业出版社

本书由浅入深地介绍西门子公司的组态软件 WinCC，注重示例，强调应用。全书共分为 14 章，分别介绍了组态软件的基础知识、WinCC 的变量、画面的组态、用户管理、脚本使用、报警记录、变量记录、报表系统、开放性接口、系统组态、智能工具、WinCC 的选件和诊断等。

本书可作为高等院校自动化、电气等相关专业的教材，也可作为职业学校学生、工程技术人员的培训用书，对西门子自动化系统的用户也有一定的参考价值。

本书配套授课电子课件，需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载，或联系编辑索取（QQ：2399929378，电话 010-88379753）。

图书在版编目（CIP）数据

组态软件 WinCC 及其应用 / 刘华波，何文雪，王雪编著. —2 版. —北京：机械工业出版社，2018.7

“十三五”普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-60953-7

I. ①组… II. ①刘… ②何… ③王… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 217393 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：时 静 责任校对：张艳霞

责任印制：孙 炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018 年 10 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·474 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-60953-7

定价：55.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务

服务咨询热线：(010) 88379833

读者购书热线：(010) 88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：www.cmpbook.com

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

金 书 网：www.golden-book.com



前 言

组态软件是伴随着分散控制系统的出现及计算机控制技术的发展走进工业自动化领域的，并逐渐发展成为独立的自动化应用软件，是自动化控制系统的重要组成部分。

西门子公司的 SIMATIC WinCC 集成了 SCADA、脚本语言和 OPC 等先进技术，为用户提供了 Windows 操作系统环境下使用各种通用软件的功能，继承了西门子全集成自动化系统技术先进、无缝集成的特点。此外，WinCC 还是西门子 DCS 系统 PCS7 的人机界面核心组件，也是电力系统监控软件 PowerCC 和能源自动化系统 SICAM 的重要组成部分。本书第 1 版已问世九年，在此期间，西门子又针对市场需求开发了部分新产品，编程软件也有了版本升级改进，故进行修订是很有必要的。

本书主要介绍 WinCC 的功能和应用方法，全书共分为 14 章。第 1 章主要介绍组态软件的发展及其特点以及 WinCC 的概述；第 2 章介绍了 WinCC 中的变量并通过简单的示例介绍 WinCC 的使用；第 3 章详细介绍了 WinCC 中画面的组态方法；第 4 章介绍了用户管理器的使用；第 5 章介绍了 WinCC 中脚本系统的使用；第 6~8 章分别介绍了报警记录、变量记录和报表系统的使用；第 9 章介绍了多语言项目的组态；第 10 章通过多个示例演示了 WinCC 的开放性，特别是 OPC 技术的运用；第 11 章简单介绍了 WinCC 中复杂系统的组态；第 12 章介绍了 WinCC 附带的一些智能工具；第 13 章介绍了 WinCC 的选件；第 14 章简要介绍了 WinCC 中的诊断技术。

第 2 版由刘华波、何文雪和王雪共同编写。刘华波负责第 1、3、5、8、10、11、12、13、14 章，王雪负责第 2、4、6、7、9 章，何文雪参与了第 10、11、12、13、14 章，学生于洋对全书例子进行了测试。全书由刘华波统稿。

本书的出版得到了多方面的帮助与支持，西门子（中国）有限公司的元娜、王政、何海昉等各位同仁给予了大力支持，提供了大量技术资料，提出了宝贵建议。机械工业出版社时静编辑也提出了很多有价值的编写及修改建议。此外，本书受到青岛大学教学研究与改革项目及电工电子国家级实验教学示范中心（青岛大学）资助，在此一并表示衷心的感谢。

本书的编撰注重理论和实践的结合，强调基本知识与操作技能的结合，书中提供了大量的示例，很多示例取自 WinCC 的帮助系统——WinCC Information System，读者在阅读过程中应结合帮助加强练习，举一反三，系统掌握。

因作者水平有限，书中难免有错漏及疏忽之处，恳请读者批评指正。

作者 E-mail: liuhuabo1979@163.com。

编 者

目 录

前言	
第1章 概述	1
1.1 组态软件的产生与发展	1
1.1.1 工业过程控制系统的发展	1
1.1.2 组态软件的产生及发展	2
1.1.3 组态软件的定义	3
1.1.4 组态软件的功能	3
1.2 组态软件的特点	4
1.2.1 组态软件的特点与优势	4
1.2.2 组态软件的发展趋势	5
1.2.3 使用组态软件的一般步骤	6
1.3 当前的组态软件	7
1.4 WinCC 概述	9
1.4.1 WinCC 的体系结构	9
1.4.2 WinCC 的性能特点	11
1.4.3 WinCC 的安装	12
1.4.4 WinCC 的授权	13
1.5 习题	15
第2章 项目入门	16
2.1 WinCC 项目概述	16
2.1.1 WinCC 项目管理器	16
2.1.2 建立或打开项目	18
2.1.3 WinCC 项目类型	19
2.1.4 项目属性	21
2.1.5 复制项目	21
2.1.6 移植项目	22
2.2 变量管理	23
2.2.1 外部变量	24
2.2.2 内部变量	28
2.2.3 系统信息	29
2.2.4 结构变量	29
2.2.5 通信诊断	30
2.3 建立一个画面	31
2.4 设置起始画面及运行界面	32
2.5 运行项目	35
2.6 使用内部变量仿真器	36
2.7 习题	37
第3章 画面的组态	38
3.1 图形编辑器概述	38
3.1.1 图形编辑器的组成	39
3.1.2 画面的基本操作	44
3.2 画面对象的属性	46
3.3 组态动态的几种方法	47
3.3.1 组态对话框	47
3.3.2 动态向导	49
3.3.3 动态对话框	51
3.3.4 直接连接	56
3.3.5 变量	59
3.3.6 C 动作	61
3.3.7 VBS 动作	66
3.3.8 一些概念的说明	69
3.4 画面模板	70
3.4.1 用户自定义对象	70
3.4.2 画面原型	72
3.4.3 使用变量前缀的画面窗口	73
3.4.4 使用动态向导的画面窗口	76
3.5 控件的使用	79
3.6 库	80
3.7 为对象生成帮助提示	83
3.7.1 显示和隐藏帮助文本	83
3.7.2 弹出式操作帮助	84
3.7.3 指定时间之后关闭帮助窗口	85
3.7.4 输入检查帮助	86
3.8 习题	87
第4章 用户管理器	88
4.1 用户管理器概述	88
4.2 组态用户管理器	90
4.2.1 创建组和用户	90
4.2.2 添加授权	91

4.2.3 插入删除授权	92	6.1.1 归档	137
4.3 组态对象的权限	92	6.1.2 消息及确认	137
4.4 组态登录和注销对话框	93	6.1.3 消息的结构	139
4.4.1 使用热键	94	6.2 报警记录编辑器简介	139
4.4.2 脚本编程	94	6.3 组态消息系统	140
4.5 使用与登录用户相关的内部变量	95	6.3.1 组态消息块	140
4.6 使用变量组态登录	96	6.3.2 组态消息类别	141
4.7 用户管理器应用实例	97	6.3.3 组态系统消息	143
4.7.1 实例 1	97	6.3.4 模拟量报警	143
4.7.2 实例 2	98	6.3.5 组态单个消息	144
4.8 习题	99	6.4 组态报警显示	146
第 5 章 全局脚本	100	6.4.1 在画面中组态控件	146
5.1 ANSI-C 脚本	100	6.4.2 组态用于测试的画面	148
5.1.1 C 语言基础	100	6.4.3 运行项目	149
5.1.2 WinCC 中的 C 概述	106	6.5 WinCC 报警控件标准函数的使用	150
5.1.3 全局脚本 C 编辑器	107	6.6 习题	151
5.1.4 创建函数	109	第 7 章 变量记录	152
5.1.5 创建动作	110	7.1 变量记录的基本概念	152
5.1.6 使用诊断输出窗口	113	7.1.1 变量记录的归档方法	152
5.1.7 在函数或动作中使用动态链接库	115	7.1.2 变量的分类	153
5.2 VBS 脚本	117	7.1.3 事件	153
5.2.1 VBS 基础	117	7.1.4 周期	153
5.2.2 过程、模块和动作	120	7.1.5 归档的分类	154
5.2.3 全局脚本 VBS 编辑器	121	7.1.6 记录	154
5.2.4 创建过程	122	7.2 组态变量记录	154
5.2.5 创建动作	122	7.2.1 组态定时器	155
5.2.6 调试诊断 VBS 脚本	123	7.2.2 创建过程值归档	156
5.2.7 WinCC VBS 参考模型	125	7.2.3 创建压缩归档	158
5.2.8 VBS 例子	126	7.2.4 归档备份	159
5.3 VB for Application	130	7.2.5 计算归档数据库的尺寸	161
5.3.1 VBA 对象模型	131	7.3 输出变量记录	162
5.3.2 VBA 编辑器	131	7.3.1 趋势的显示	162
5.3.3 在图形编辑器中使用 VBA	133	7.3.2 在画面中组态控件	166
5.3.4 在其他编辑器中使用 VBA	136	7.3.3 运行项目	171
5.4 习题	136	7.3.4 添加按钮来控制趋势图	172
第 6 章 报警记录	137	7.4 使用函数趋势控件	172
6.1 组态报警的相关概念	137	7.5 习题	174
		第 8 章 报表系统	175

8.1	组态布局	176	10.3.3	用 VBA 组态 ActiveX 控件	217
8.1.1	页面布局编辑器	176	10.4	利用脚本实现开放性数据 交换	217
8.1.2	行布局编辑器	179	10.4.1	VBScript 实现开放性数据 交换	218
8.2	组态打印作业	180	10.4.2	C-Script 实现开放性数据 交换	219
8.3	组态报表	184	10.5	OPC 应用	220
8.3.1	组态报警消息顺序报表	184	10.5.1	WinCC 中的 OPC	221
8.3.2	组态变量记录运行报表	188	10.5.2	OPC 规范	221
8.3.3	行式打印机上的消息顺序 报表	191	10.5.3	OPC 应用举例	223
8.3.4	通过 ODBC 接口在报表中打印外 部数据库中的数据	193	10.6	WinCC 数据库直接访问 方法	229
8.4	WinCC 报表标准函数的 使用	195	10.6.1	使用 ADO/OLE-DB 访问归档 数据库	230
8.5	习题	195	10.6.2	使用 WinCC OLE-DB 访问 WinCC 数据库的方案	230
第 9 章	多语言项目	196	10.6.3	ADO/WinCC OLE-DB 数据库访问 举例	232
9.1	多语言项目概述	196	10.7	习题	235
9.1.1	WinCC 中的语言支持	196	第 11 章	系统组态	236
9.1.2	组态多语言项目的前提	197	11.1	WinCC 客户机/服务器组态	236
9.1.3	组态多语言项目的步骤	198	11.1.1	WinCC 客户机/服务器结构	236
9.1.4	安装语言和设置字体	198	11.1.2	多用户系统组态	238
9.2	使用文本库	199	11.1.3	分布式系统组态	242
9.2.1	编辑文本库	200	11.1.4	冗余系统组态	246
9.2.2	翻译文本库的文本	201	11.2	WinCC 浏览器/服务器结构	246
9.3	报警记录中的多语言消息	202	11.2.1	WinCC Web Navigator Server 可 组态的系统结构	247
9.4	多语言项目的报表	203	11.2.2	安装	249
9.4.1	创建多语言项目文档	203	11.2.3	组态 Web 工程	250
9.4.2	输出运行系统中的多语言 报表	203	11.2.4	WinCC/Dat@Monitor 功能 概述	257
9.5	图形编辑器的多语言画面	204	11.3	习题	259
9.6	多语言项目应用实例	205	第 12 章	智能工具	260
9.7	习题	206	12.1	变量模拟器	260
第 10 章	WinCC 的开放性	207	12.2	变量导入/导出	262
10.1	OLE 应用	208	12.3	动态向导编辑器	263
10.2	API 应用	209	12.3.1	动态向导编辑器概述	263
10.3	使用 ActiveX 控件	216			
10.3.1	在 WinCC 中直接插入 ActiveX 控件	216			
10.3.2	用 VBScript 访问 ActiveX 控件	217			

12.3.2 示例	266	集成	284
12.4 WinCC 交叉索引助手	267	14.2.1 集成的优点和先决条件	284
12.4.1 WinCC 交叉索引助手概述	267	14.2.2 在 SIMATIC 管理器中管理 WinCC 项目和对象	284
12.4.2 使用交叉索引助手	267	14.2.3 在 SIMATIC 管理器中创建 WinCC 应用程序	286
12.5 习题	269	14.2.4 使用 SIMATIC 管理器导入 WinCC 项目	290
第 13 章 WinCC 的选项	270	14.3 在 STEP 7 项目和库之间操作 WinCC 项目	290
13.1 用户归档	270	14.4 使用 WinCC 对象	291
13.1.1 用户归档编辑器	271	14.5 传送变量、文本和报表给 WinCC	294
13.1.2 用户归档控件	274	14.5.1 编译 OS	294
13.1.3 用户归档脚本函数	277	14.5.2 如何显示传送的变量	296
13.2 过程控制选项	279	14.5.3 显示所传送的消息和文本	297
13.3 顺序功能图表	280	14.6 习题	298
13.4 习题	280	参考文献	299
第 14 章 全集成自动化	281		
14.1 全集成自动化概述	281		
14.1.1 TIA 的统一性	282		
14.1.2 TIA 的开放性	283		
14.2 WinCC 在 SIMATIC 管理器中的			

在 20 世纪 90 年代初期,一些工厂企业的生产过程实现了较老化的局部自动化,此时,生产现场仍有许多设备采用机械式仪表和分离单元型分位表(多数为气动仪表)等进行了控制,此外,还利用 PLC 和 DDC 等技术完成生产和电子技术的不断发展,开始大量采用气动、电动机、PLC 等技术,并采用 DDC 技术对许多设备进行控制,计算机控制系统开始应用于过程控制,它是在过程控制领域,以控制对象、

PLC 和 DDC 技术,向过程控制开发、应用和推广。对工厂或整个工艺过程因集中控制成为可能,随着 20 世纪中期,集散控制系统(Distributed Control System, DCS)的开发和应用到了自动控制器的一个重要阶段,标志着过程控制自动化技术、计算机技术、网络技术等相结合,成为技术控制与过程控制融为一体,其组成示意图如图 1-1 所示。它由下列各子系统共同构成,它们一般与计算机通过接口计算机实现了集中。



图 1-1 集散控制系统结构示意图

第1章 概述

1.1 组态软件的产生与发展

1.1.1 工业过程控制系统的发展

工业过程是由一个或多个工业装备组成的生产工序，其功能是将进入的原料加工成为下道工序所需要的半成品材料，多个生产工序构成了全流程生产线。工业过程控制系统的最终目标是实现全流程生产线综合生产指标的优化。

20 世纪 40 年代之前，多数工业生产过程处于手工操作状态，人们主要凭经验、用手方式去控制生产过程。如生产过程中的关键参数靠人工观察，生产过程中的操作也靠人工去执行，劳动生产率是很低的。

自 20 世纪 40 年代以来，自动化技术获得了惊人的发展，在工业生产和科学发展中起着关键的作用。

20 世纪 50 年代前后，一些工厂企业的生产过程实现了仪表化和局部自动化。此时，生产过程中的关键参数普遍采用基地式仪表和部分单元组合仪表（多数为气动仪表）等进行显示；进入 20 世纪 60 年代，随着工业生产和电子技术的不断发展，开始大量采用气动、电动单元组合仪表甚至组装仪表对关键参数进行显示，计算机控制系统开始应用于过程控制，实现直接数字控制和设定值控制等。

20 世纪 70 年代，随着计算机的开发、应用和普及，对全厂或整个工艺流程的集中控制成为可能。20 世纪 70 年代中期，集散控制系统（Distributed Control System, DCS）的开发问世受到了工业控制界的一致青睐。集散控制系统是把自动化技术、计算机技术、通信技术、故障诊断技术、冗余技术和图形显示技术融为一体的装置，其组成示意图如图 1-1 所示。结构上的分散使系统危险分散，监视、操作与管理通过操作计算机实现了集中。

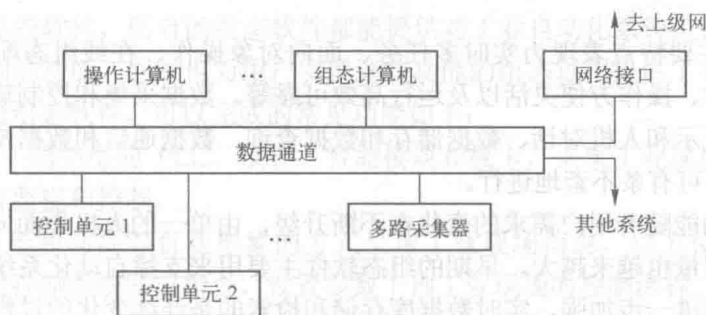


图 1-1 集散控制系统结构示意图

组态软件是伴随着 DCS 的出现走进工业自动化应用领域的，并逐渐发展成为第三方独立的自动化应用软件，尤其是 Windows 操作系统的广泛应用，有力地推动了基于个人计算机的组态软件的发展和普及。

目前，大量的工业过程控制系统采用上位计算机加可编程序控制器（SCADA-PLC）的方案以实现分散控制和集中管理。其中，安装了组态软件的上位计算机主要完成数据通信、网络管理、人机交互和数据处理的功能；数据的采集和设备的控制一般由 PLC 等完成。

21 世纪以来，过程控制系统向着智慧优化控制的方向发展，具有自适应、自学习、安全可靠、优化运行的智能化控制系统理论与技术成为过程控制新的研究方向和研究内容。工业过程智慧优化控制将控制（控制、优化、故障诊断与自愈）、计算机（嵌入式软件、云计算）和工业互联网的计算资源与工业过程的物理资源紧密结合与协同，在控制、优化、故障诊断与自愈控制等功能、自适应、自学习、可靠性和可用性等方面远远超过今天的工业过程优化控制系统。

1.1.2 组态软件的产生及发展

在组态软件出现之前，大部分用户是通过第三方软件（如 VB、VC、Delphi、PB 甚至 C 语言等）编写人机交互界面（Human Machine Interface, HMI），这样做存在着开发周期长、工作量大、维护困难、容易出错、扩展性差等缺点。

世界上第一款组态软件 InTouch 在 20 世纪 80 年代中期由美国的 Wonderware 公司开发。80 年代末，国外组态软件进入中国市场。90 年代中后期，国产组态软件在市面出现。起初，人们对组态软件处于不认识、不了解阶段，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编程开发，也不采用组态软件；此外，早期进口的组态软件价格都偏高，客观上制约了组态软件的发展。

随着经济的发展，人们对组态软件的理念有了重大改变，逐渐认识到组态软件的重要性，组态软件的市场需求增加；一些组态软件的生产商加大了推广力度，价格也做出了一定的调整；再加上微软 Windows 操作系统的推出为组态软件提供了一个更方便的操作平台，组态软件在国内获得认可，开始广泛应用。现在，组态软件已经成为工业过程控制中必不可少的组成部分之一。

组态软件类似于“自动化应用软件生成器”，根据其提供的各种软件模块可以积木式搭建人机监控界面，不仅提高了自动化系统的开发速度，也保证了自动化应用的成熟性和可靠性。

组态软件的主要特点表现为实时多任务、面向对象操作、在线组态配置、开放接口连接、功能丰富多样、操作方便灵活以及运行高效可靠等。数据采集和控制输出、数据处理和算法实现、图形显示和人机对话、数据储存和数据查询、数据通信和数据校正等任务在系统调度机制的管理下可有有条不紊地进行。

组态软件的功能随着用户需求的变化在不断升级，由单一的人机界面向数据处理机方向发展，管理的数据量也越来越大。早期的组态软件主要用来支撑自动化系统的硬件，而现在实时数据库的作用进一步加强，实时数据库存储和检索的是连续变化的过程数据，故组态软件在一个自动化系统中发挥的作用越来越大。

1.1.3 组态软件的定义

组态软件是一种面向工业自动化的通用数据采集和监控软件，即 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 软件，亦称人机界面或 HMI/MMI (Human Machine Interface/Man Machine Interface) 软件，在国内通常称为“组态软件”。

“组态 (Configuration)” 的含义是“配置”、“设定”、“设置”等，是指用户通过类似“搭积木”的方式完成自己所需要的软件功能，通常不需要编写计算机程序，即通过“组态”的方式就可以实现各种功能。此“组态”过程可看做是“二次开发”过程，组态软件也称为“二次开发平台”。

“监控 (Supervisory Control)”，即“监视和控制”，指通过计算机对自动化设备或过程进行监视、控制和管理。组态软件能够实现对自动化过程的监视和控制，能从自动化过程中采集各种信息，并将信息以图形化等更易于理解的方式进行显示，将重要的信息以各种手段发送给相关人员，对信息执行必要的分析、处理和存储，发出控制指令等。

组态软件提供了丰富的用于工业自动化监控的功能，根据工程的需要进行选择、配置建立需要的监控系统。组态软件广泛应用于机械、钢铁、汽车、包装、矿山、水泥、造纸、水处理、环保监测、石油化工、电力、纺织、冶金、智能建筑、交通、食品、智能楼宇等领域。

组态软件既可以完成对小型自动化设备的集中监控，也能由互相联网的多台计算机完成复杂的大型分布式监控，还可以和工厂的管理信息系统有机整合起来，实现工厂的综合自动化和信息化。

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 1-2 所示。

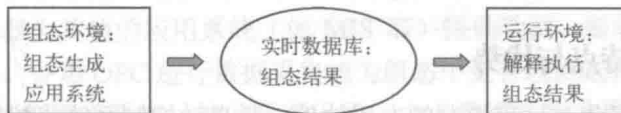


图 1-2 系统组态环境、运行环境和实时数据库的关系示意图

1.1.4 组态软件的功能

作为通用的监控软件，所有的组态软件都能提供对工业自动化系统进行监视、控制、管理和集成等一系列的功能，同时也为用户实现这些功能的组态过程提供了丰富和易于使用的手段和工具。利用组态软件，可以完成的常见功能如下：

① 可以读写不同类型的 PLC、仪表、智能模块和板卡，采集工业现场的各种信号，从而对工业现场进行监视和控制。

② 可以以图形和动画等直观形象的方式呈现工业现场信息，以方便对生产过程的监视；也可以直接对控制系统发出指令、设置参数干预工业现场的控制流程。

③ 可以将控制系统中的紧急工况（如报警等）通过软件界面、电子邮件、手机短信、即时消息软件、声音和计算机自动语音等多种手段及时通知给相关人员，使之及时掌控自动

化系统的运行状况。

④ 可以对工业现场的数据进行逻辑运算和数字运算等处理，并将结果返回给控制系统。

⑤ 可以对从控制系统得到的以及自身产生的数据进行记录存储。在系统发生事故和故障的时候，利用记录的运行工况数据和历史数据，可以对系统故障原因等进行分析定位、责任追查等。通过对数据的质量统计分析，还可以提高自动化系统的运行效率，提升产品质量。

⑥ 可以将工程运行的状况、实时数据、历史数据、警告和外部数据库中的数据以及统计运算结果制作成报表，供运行和管理人员参考。

⑦ 可以提供多种手段让用户编写自己需要的特定功能，并与组态软件集成为一个整体运行。大部分组态软件提供通过 C 脚本、VBS 脚本或 C# 等来完成此功能。

⑧ 可以为其他应用软件提供数据，也可以接收数据，从而将不同的系统关联和整合在一起。

⑨ 多个组态软件之间可以互相联系，提供客户端和服务器架构，通过网络实现分布式监控，实现复杂的大系统监控。

⑩ 可以将控制系统中的实时信息送入管理信息系统，也可以反之，接收来自管理系统的管理数据，根据需要干预生产现场或过程。

⑪ 可以对工程的运行实现安全级别、用户级别的管理设置。

⑫ 可以开发面向国际市场的，能适应多种语言界面的监控系统，实现工程在不同语言之间的自由灵活切换，是机电自动化和系统工程服务走向国际市场的有利武器。

⑬ 可以通过因特网发布监控系统的数据，实现远程监控。

1.2 组态软件的特点

1.2.1 组态软件的特点与优势

组态软件是数据采集与过程控制的专用软件，是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，其预设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。概括起来，组态软件有如下特点。

(1) 功能强大

组态软件提供丰富的编辑和作图工具，提供大量的工业设备图符、仪表图符以及趋势图、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、菜单、按钮、信息区、工具栏、滚动条等；画面丰富多彩，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；具有强大的通信功能和良好的开放性，组态软件向下可以与数据采集硬件通信，向上可与管理网络互联。

(2) 简单易学

使用组态软件不需要掌握太多的编程语言技术，甚至不需要编程技术，根据工程实际情况，利用其提供的底层设备（PLC、智能仪表、智能模块、板卡、变频器等）的 I/O 驱动、

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复杂工程。

(3) 扩展性好

组态软件开发的程序，当现场条件（包括硬件设备、系统结构等）或用户需求发生改变时，不需要太多的修改就可以方便地完成软件的更新和升级。

(4) 实时多任务

组态软件开发的程序中，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可以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，因此极大地提高了系统的可靠性和开发速率，降低了开发难度，可视化图形化的管理功能方便了生产管理与维护。

1.2.2 组态软件的发展趋势

随着信息技术的不断发展和控制系统要求的不断提高，组态软件的发展也向着更高层次和更广范围发展。

① 多数组态软件提供多种数据采集驱动程序，用户可以进行配置。驱动程序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。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。服务器与客户机之间通过 DCOM 接口进行通信，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，故服务器和客户机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；而作为客户机的组态软件则可以通过 OPC 与各厂家的驱动程序无缝连接，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。随着支持 OPC 的组态软件和硬件设备的普及，使用 OPC 进行数据采集成为组态中更合理的选择。

② 脚本语言是扩充组态系统功能的重要手段。大多数组态软件提供了两种脚本语言：一是内置的 C、Basic 语言；二是采用微软的 VBA 的编程语言。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。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，并使用 VBA 程序对这些对象进行访问。

③ 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本身。增加功能最常用的手段是 ActiveX 组件的应用，所以更多厂商会提供完备的 ActiveX 组件引入功能及实现引入对象在脚本语言中的访问。

④ 组态软件的应用具有高度的开放性。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。这就需要组态软件大量采用“标准化技术”，如 OPC、ODBC、OLE-DB、ActiveX 和 COM/DCOM 等，使得组态软件演变成软件平台，在软件功能不能满足用户特殊要求时，可以根据自己的需要进行二次

开发。

⑤ 与 MES 和 ERP 系统紧密集成。经济全球化促使每个公司都需要在合适的软件模型基础上表达复杂的业务流程，以达到最佳的生产率和质量。这就要求不受限制的信息流在公司范围内的各个层次朝水平方向和垂直方向不停地自由传输。ERP 解决方案正日益扩展到 MES 领域，并且正在寻求到达自动化层的链路。自动化层的解决方案，尤其是 SCADA 系统，正日益扩展到 MES 领域，并为 ERP 系统提供通信接口。SCADA 系统管理过程画面，因而能直接访问所有的底层数据；此外，SCADA 系统还能从外部数据库和其他应用中获得数据，同时处理和存储这些数据。所以，对 MES 和 ERP 系统来说，SCADA 系统是理想的数据源。在这种情况下，组态软件成为中间件，是构造全厂信息平台承上启下的主要组成部分。

⑥ Internet 模式的组态软件。现代企业的生产已经趋向国际化、分布式的生产方式，而 Internet 是实现分布式生产的基础。组态软件将从原有的局域网运行方式跨越到支持 Internet。使用这种瘦客户方案，用户可以在企业的任何地方通过简单的浏览器，输入用户名和口令，就可以方便地得到现场的过程数据信息。这种 B/S (Browser/Server) 结构可以大幅降低系统安装和维护费用。

⑦ 发展与硬件结合的组态软件。组态软件与 PLC、现场总线、基于 PC 的控制器、专用控制装置、小型 DCS 等实施捆绑式发展，提升小型应用系统的水平；发展与第三方工具软件的组合应用，如 Matlab、LabVIEW 等，实现在多任务控制内核的牵引下，提供强大的函数库、方法库的集合应用；发展某些专业领域专用版的组态软件，如电梯自动监控、动力设备监控、轨道交通信号监控等。

⑧ 触摸屏人机界面是组态软件发展的一个重要方向。西门子公司的 WinCC V7.4 中已经实现了部分功能的可触摸化，WinCC Runtime 支持常规的触控操作，例如：通过滑动操作更换图片；通过两根手指拖拽实现缩放；长按对象或链接打开快捷菜单。

此外，组态软件还需要开发更多的控制算法，比如一些特殊的、先进的控制算法，以扩大其应用范围；融入辨识建模、自整定技术、自适应整定算法、故障诊断、安全评价等更高级的功能，进一步增强其应用能力。

1.2.3 使用组态软件的一般步骤

组态软件一般通过 I/O 驱动程序以周期性或非周期性的采样形式从 I/O 接口设备上实时地获取被控对象的运行数据，一方面对数据进行必要的加工处理，以图形或曲线方式显示给操作人员，以便及时监视被控对象的运行工况；另一方面对数据进行深层次的运算，以一定的控制规则通过 I/O 设备操作执行机构，以便控制被控对象的运行工况。此外，还需要对历史数据进行储存、查询和显示，对报警信息进行记录、管理和预警，对表格进行处理、生成和输出。这些相互交叠的工作流程靠组态软件的四大功能模块——通信组件、I/O 驱动、实时数据库和图形界面经严密协调合作完成。其中，通信组件包括通信链路、通信协议、数据校错等；I/O 驱动包括 I/O Server、寻址程序、量程变换、采样校对等；实时数据库包括 I/O Client、实时数据内核、数据冗余、控制算法、报警处理、历史数据等；图形界面包括数据接口、图形显示、曲线显示、报警表示等。在内核的引擎下，通过高效的内部协议，相互通信，共享数据，协作完成这些功能流程。

针对具体的工程应用，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，典型的组态步骤如下：

1) 将所有 I/O 点的参数整理齐全，并以表格的形式保存，以便在组态软件组态和 PLC 编程时使用。

2) 明确所使用的 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 设备时做出正确配置。

3) 将所有 I/O 点的 I/O 标识整理齐全，并以表格的形式保存。I/O 标识是唯一确定一个 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。

4) 根据工艺过程绘制、设计画面结构和画面框架。

5) 按照第 1 步统计的参数表格，建立实时数据库，正确组态各种变量参数。

6) 根据第 1 步和第 3 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 点的一一对应关系，即定义数据连接。

7) 根据第 4 步的画面结构和画面框架组态每一幅静态画面。

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，设定动画属性和幅度等。

9) 根据用户需求，制作历史趋势，报警显示以及开发报表系统等，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，视调试情况对组态的软件进行相应修改。

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

1.3 当前的组态软件

目前世界上有不少专业厂商(包括专业软件公司和硬件/系统厂商)生产和提供各种组态软件产品，国内也有不少组态软件开发公司，故市面上的软件产品种类繁多，各有所长，需要根据实际工程需要加以选择。

1. 国外组态软件

(1) InTouch
Wonderware 是全球工业自动化软件的领先供应商。Wonderware 公司的 InTouch 软件最早进入我国。在 20 世纪 80 年代末、90 年代初，基于 Windows3.1 操作系统的 InTouch 软件就令人耳目一新。InTouch 图形界面的美观性一般，粘贴位图的操作较为烦琐，复杂的功能(如报表等)需要借助其他工具。I/O 外部变量和内部变量都算作点数，价格比较高。

(2) iFIX

Intellution 公司以 Fix 组态软件起家，Fix6.x 软件提供工控人员熟悉的概念和操作界面，并提供完备的驱动程序(需单独购买)。Intellution 将新的产品系列命名为 iFIX，在 iFIX 中，Intellution 提供了强大的组态功能，但新版本与以往的 6.x 版本并不完全兼容。原有的 Script 语言改为 VBA，并且在内部集成了微软的 VBA 开发环境，但是，Intellution 并没有提供 6.1 版脚本语言到 VBA 的转换工具。在 iFIX 中，Intellution 的产品与 Microsoft 的操作系统、网络进行了紧密的集成。Intellution 也是 OPC (OLE for Process Control) 组织的发起成

员之一。iFIX 的 OPC 组件和驱动程序同样需要单独购买。

(3) Citect

悉雅特集团 (Citect) 是世界领先的提供工业自动化系统、设施自动化系统、实时智能信息和新一代 MES 的独立供应商。Citech 也是较早进入中国市场的产品。Citech 具有简洁的操作方式, 提供了类似 C 的脚本语言进行二次开发, 其操作方式更多的是面向程序员而非工控用户。该产品已被施耐德公司收购。

(4) WinCC

西门子公司的 WinCC 也是一套完备的组态开发环境, 主要配合该公司的自动化硬件产品, 结构复杂, 功能强大。WinCC 包括一个脚本调试环境, 内嵌 OPC 支持, 可对分布式系统进行组态。

(5) RSView32

RSView32 是美国罗克韦尔自动化公司的基于组件的用于监视和控制自动化设备和过程的人机界面软件。RSView32 通过开放的技术达到与罗克韦尔软件产品、微软产品和其他应用软件间空前的兼容性。

(6) TraceMode

TraceMode 适用于分布式控制系统的开发, 是俄罗斯最畅销的工业控制组态软件。其中包括: 分布式控制系统整体开发解决方案、方案自动建立、提供信号处理和控制的原始算法、立体矢量图形、统一网络时间和独创的管理工作站图表数据回放技术。TraceMode 是将 SCADA 和 Softlogic 集成为一体的工控软件。

2. 国内组态软件

(1) 组态王

组态王 KingView 由北京亚控科技发展有限公司推出, 其特点是简单易用, 易于进行功能扩展, 有良好的开放性, 支持众多的硬件设备。

(2) 力控

北京三维力控科技有限公司的 ForceControl (力控) 是国内较早出现的组态软件之一, 是一个生产智能化与业务可视化的综合生产管理平台。

(3) WebAccess

研华公司的 Advantech WebAccess 是首家完全基于 IE 浏览器的 HMI/SCADA 监控软件, 其最大特点就是全部的工程项目、数据库设置、画面制作和软件管理都通过 Internet 或 Intranet 在异地使用标准的浏览器完成。研华 WebAccess 软件是研华物联网应用平台解决方案的核心, 为用户提供一个基于 HTML5 技术用户界面, 实现跨平台、跨浏览器的数据访问体验。

(4) MCGS

MCGS 通用版组态软件是北京昆仑通态自动化软件科技有限公司开发的一款组态软件, 界面友好, 内部功能强大, 系统易于扩充。

此外, 国内的组态软件还有 Controx (开物)、易控、杰控 (Fame View)、世纪星以及紫金桥组态软件等。

1.4 WinCC 概述

1996年,西门子公司推出了 HMI/SCADA 软件——视窗控制中心 SIMATIC WinCC (Windows Control Center),它是西门子在自动化领域中的先进技术与 Microsoft 相结合的产品,性能全面,技术先进,系统开放。WinCC 除了支持西门子的自动化系统外,可与 AB、Modicon、GE 等公司的系统连接,通过 OPC 方式,WinCC 还可以与更多的第三方控制器进行通信。目前,已推出 WinCC V7.4 版本。本书将对 WinCC V7.4 的功能和应用详细介绍。

WinCC 需要使用 32 位版本的 Microsoft SQL Server 2014 Service Pack 2 数据库进行生产数据的归档。WinCC 安装时自动包括 SQL Server。同时,WinCC 具有 Web 浏览器功能,管理人员在办公室就可以看到生产流程的动态画面,从而更好地调度指挥生产。

作为 SIMATIC 全集成自动化系统的重要组成部分,WinCC 确保与 SIMATIC S5、S7 和 505 系列的 PLC 连接的方便和通信的高效;WinCC 与 STEP 7 编程软件的紧密结合缩短了项目开发的周期。此外,WinCC 还有对 SIMATIC PLC 进行系统诊断的选项,给硬件维护提供了方便。

WinCC 集成了 SCADA、组态、脚本语言和 OPC 等先进技术,为用户提供了 Windows 操作系统环境下使用各种通用软件的功能,继承了西门子的全集成自动化(TIA)产品的技术先进和无缝集成的特点。

WinCC 运行于个人计算机环境,可以与多种自动化设备及控制软件集成,具有丰富的设置项目、可视窗口和菜单选项,使用方式灵活,功能齐全。用户在其友好的界面下进行组态、编程和数据管理,可形成所需的操作画面、监视画面、控制画面、报警画面、实时趋势曲线、历史趋势曲线和打印报表等。它为操作者提供了图文并茂、形象直观的操作环境,不仅缩短了软件设计周期,而且提高了工作效率。

1.4.1 WinCC 的体系结构

WinCC Explorer 类似于 Windows 中的资源管理器,它组合了控制系统所有必要的数
据,以树形目录的形式分层排列存储。WinCC 分为基本系统、WinCC 选件和 WinCC 附件。

WinCC 基本系统包含以下部件,其体系结构如图 1-3 所示。

(1) 变量管理

变量管理器(Tag Management)管理着 WinCC 中所有使用的外部变量、内部变量和通讯驱动程序等。WinCC 中与外部控制器没有过程连接的变量叫做内部变量,内部变量可以无限制使用。与外部控制器有过程连接的变量叫做过程变量,也称为外部变量。

(2) 图形编辑器

图形编辑器(Graphics Designer)用于设计各种图形画面。

(3) 报警记录

报警记录(Alarming Logging)用于采集和归档报警消息。

(4) 变量记录

变量记录(Tag Logging)用于处理测量值的采集和归档。

(5) 报表编辑器