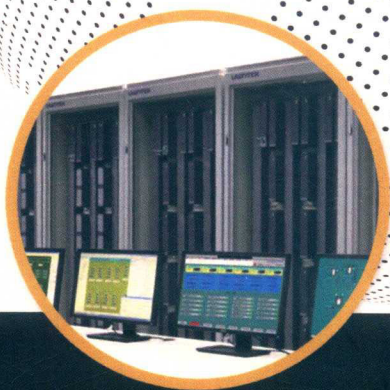




全国高职高专院校示范专业规划教材

# 集散控制系统 应用维护技术

黄建华 张德泉◎主 编  
邹益民◎主 审



- 集散系统结构功能、组态设计、运行操作、安全维护等四大方面知识和技能
- 紧跟行业应用，突出技能培养
- 免费电子教学课件、习题答案、网络资源



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>

全国高职高专院校示范专业规划教材

# 集散控制系统应用维护技术

黄建华 张德泉 主 编

张贵强 郑 怡 参 编

邹益民 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书基于工作过程对专业人员的理论知识和实际操作技能的需要,结合作者多年的课程改革经验进行编写。本书共分7章,主要介绍了DCS的基础知识和典型DCS的基本结构、功能、操作方法和DCS系统组态、系统维护方法,以及现场总线技术、安全仪表等方面的知识,并结合实际操作案例,介绍了DCS的应用技术。集散控制系统应用维护技术课程作为院级网络精品课和资源共享课,具有内容丰富、技术先进、可同时满足不同读者需求的课程资源,能够适应一体化授课新模式。

本书可作为高职院校工业过程自动化、自动控制、仪表自动化和化工操作人员培训等相关专业的教材和培训资料,也可作为社会人员学习使用集散控制系统的参考书。

本书配有免费的电子教学课件,请登录华信教育资源网 [www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn) 注册下载。

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

集散控制系统应用维护技术/黄建华,张德泉主编. —北京:电子工业出版社,2018.4

ISBN 978-7-121-33913-4

I. ①集… II. ①黄… ②张… III. ①集散控制系统—高等学校—教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第060105号

策划编辑:刘少轩(liusx@phei.com.cn)

责任编辑:底波

印 刷:北京京华虎彩印刷有限公司

装 订:北京京华虎彩印刷有限公司

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:15.75 字数:403千字

版 次:2018年4月第1版

印 次:2018年4月第1次印刷

定 价:39.80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)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn),盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式: [liusx@phei.com.cn](mailto:liusx@phei.com.cn)。

# 前 言

本书突破了传统教材的编排模式,基于工作过程对专业人员的理论知识和实际操作技能的需要,主要介绍了 DCS 的基本知识和典型 DCS 的基本结构、功能、操作方法和 DCS 系统组态、系统维护方法,以及现场总线技术、安全仪表等方面的知识,并结合实际操作案例,介绍了 DCS 的应用技术。近几年来,通过集散控制系统应用维护技术课程网络精品课和资源共享课的建设,我们以行业、企业需求为驱动力,以最新的高职教学改革理念为指导,借鉴国内外先进教学经验,整合国内外最新资料,通过系统化设计,建成了具有内容丰富、技术先进、功能强大,可同时满足不同读者需求的网络学习系统平台,丰富了课程内容,突破了时空限制,方便了读者学习和资料查询,有助于读者工作能力的提升,适应了当前线下教师教学和线上学员学习相结合的新模式,促进了教学方式的改革,改善了教学效果。

本书由黄建华、张德泉任主编,张德泉编写了 3.2 节和 6.2 节;郑怡编写了 1.1 节、1.2 节和第 5 章;张贵强编写了 1.3 节和第 2 章;黄建华编写了其余章节内容及各章节的练习题,并负责全书统稿。

由于编写时间仓促,所有资料均由教学过程中整理而来,加上编者的认识水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请专家和读者批评指正。

本书可作为高职院校工业过程自动化、自动控制、仪表自动化和化工操作人员培训等相关专业的教材和培训资料,也可作为社会人员学习使用集散控制系统的参考书。

编 者

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 绪论 DCS 应用技术概述 .....         | 1  |
| 第 1 章 集散控制系统基础知识 .....      | 9  |
| 1.1 集散控制系统的结构与功能 .....      | 9  |
| 1.1.1 集散控制系统的体系结构 .....     | 9  |
| 1.1.2 现场控制站 .....           | 11 |
| 1.1.3 操作站 .....             | 13 |
| 1.1.4 集散控制系统软件 .....        | 15 |
| 1.1.5 冗余技术 .....            | 17 |
| 1.2 DCS 信号处理过程 .....        | 19 |
| 1.2.1 信号处理过程 .....          | 19 |
| 1.2.2 输入信号处理 .....          | 20 |
| 1.2.3 数字滤波 .....            | 22 |
| 1.2.4 输出信号处理 .....          | 24 |
| 1.2.5 报警处理 .....            | 26 |
| 1.2.6 PID 控制算法 .....        | 27 |
| 1.3 集散控制系统的数据通信系统 .....     | 29 |
| 1.3.1 数据通信技术 .....          | 30 |
| 1.3.2 通信网络结构 .....          | 33 |
| 1.3.3 通信协议 .....            | 36 |
| 1.3.4 常用网络协议 .....          | 38 |
| 1.3.5 IP 地址 .....           | 42 |
| 1.3.6 通信网络安装 .....          | 43 |
| 1.3.7 网络设备 .....            | 45 |
| 1.3.8 ping 命令使用方法 .....     | 46 |
| 1.3.9 水晶头制作 .....           | 47 |
| 第 2 章 现场总线技术及应用 .....       | 51 |
| 2.1 现场总线概述 .....            | 51 |
| 2.2 几种典型的现场总线 .....         | 54 |
| 2.3 现场总线控制系统构成原理 .....      | 59 |
| 2.4 Delta V 现场总线控制系统 .....  | 62 |
| 第 3 章 JX-300XP 集散控制系统 ..... | 69 |
| 3.1 JX-300XP 系统结构与功能 .....  | 69 |
| 3.1.1 JX-300XP 系统总体结构 ..... | 69 |

|        |                             |     |
|--------|-----------------------------|-----|
| 3.1.2  | 操作节点 .....                  | 70  |
| 3.1.3  | 控制节点 .....                  | 71  |
| 3.1.4  | XP243X 主控制卡 .....           | 79  |
| 3.1.5  | 数据转发卡 .....                 | 82  |
| 3.1.6  | 通信接口卡 .....                 | 84  |
| 3.1.7  | 电源指示卡、电流信号输入卡、电压信号输入卡 ..... | 86  |
| 3.1.8  | 热电阻信号输入卡 .....              | 88  |
| 3.1.9  | 脉冲量输入卡 .....                | 91  |
| 3.1.10 | 其他卡件 .....                  | 93  |
| 3.2    | JX-300XP 系统组态概述 .....       | 100 |
| 3.2.1  | 组态相关概念 .....                | 100 |
| 3.2.2  | JX-300 组态软件 .....           | 103 |
| 3.2.3  | SCKey 系统组态软件 .....          | 106 |
| 3.2.4  | 组态操作的实质 .....               | 109 |
| 3.3    | JX-300 主机设置与用户授权的组态 .....   | 112 |
| 3.3.1  | JX-300 总体信息组态 .....         | 112 |
| 3.3.2  | 控制站主机设置 .....               | 112 |
| 3.3.3  | 其他功能 .....                  | 114 |
| 3.4    | JX-300XP 控制站组态操作方法 .....    | 117 |
| 3.4.1  | 了解控制站组态 .....               | 117 |
| 3.4.2  | 控制站组态的基本操作 .....            | 118 |
| 3.4.3  | 自定义变量 .....                 | 125 |
| 3.4.4  | 系统控制方案组态 .....              | 126 |
| 3.4.5  | 折线表定义 .....                 | 133 |
| 第 4 章  | JX-300XP 操作组态 .....         | 136 |
| 4.1    | JX-300XP 操作站组态 .....        | 136 |
| 4.1.1  | 操作站组态概述 .....               | 136 |
| 4.1.2  | 操作站组态设置 .....               | 137 |
| 4.2    | JX-300XP 实时监控软件操作 .....     | 148 |
| 4.2.1  | JX-300XP 实时监控软件简介 .....     | 148 |
| 4.2.2  | JX-300XP 实时监控软件操作画面 .....   | 150 |
| 4.2.3  | DCS 操作员主要工作及注意事项 .....      | 158 |
| 第 5 章  | JX-300XP 系统组态案例 .....       | 161 |
| 5.1    | DCS 系统组态案例 .....            | 161 |
| 5.2    | 系统硬件配置 .....                | 163 |
| 5.3    | 组态操作 .....                  | 168 |
| 5.4    | 画面制作 .....                  | 184 |
| 5.5    | 建立流程图文件 .....               | 189 |

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 5.6   | 报表制作及运行 .....         | 193 |
| 第 6 章 | 安全仪表系统 .....          | 196 |
| 6.1   | 安全仪表系统基本知识 .....      | 196 |
| 6.2   | 安全等级及标准 .....         | 200 |
| 6.3   | Tricon 控制器 .....      | 202 |
| 6.3.1 | Tricon 控制器的结构 .....   | 203 |
| 6.3.2 | Tricon 模件 .....       | 204 |
| 6.3.3 | Tricon 控制器机架 .....    | 206 |
| 6.3.4 | Tricon 控制器的维护 .....   | 209 |
| 6.4   | 安全仪表系统应用案例 .....      | 210 |
| 6.4.1 | 工艺简介 .....            | 210 |
| 6.4.2 | 系统配置 .....            | 211 |
| 6.4.3 | 系统软件 ELOP II 介绍 ..... | 211 |
| 第 7 章 | DCS 维护技术 .....        | 219 |
| 7.1   | DCS 维护方法 .....        | 219 |
| 7.2   | DCS 的维护内容 .....       | 220 |
| 7.2.1 | 日常维护 .....            | 221 |
| 7.2.2 | 预防性维护 .....           | 221 |
| 7.2.3 | 故障维护概述 .....          | 223 |
| 7.2.4 | 故障维护 .....            | 224 |
| 7.3   | DCS 系统调试 .....        | 226 |
| 7.4   | JX-300 维护应用 .....     | 229 |
| 7.4.1 | 主控制卡故障诊断 .....        | 229 |
| 7.4.2 | 组态出错清除组态模式 .....      | 230 |
| 7.4.3 | 主控制卡冗余说明 .....        | 231 |
| 7.4.4 | 卡件工作状态分析 .....        | 231 |
| 7.4.5 | 实训装置上电与断电恢复 .....     | 232 |
| 7.5   | 监控操作维护 .....          | 233 |
| 7.6   | 安全栅 .....             | 235 |
| 7.7   | DCS 故障诊断实训 .....      | 237 |
| 参考文献  | .....                 | 241 |

# 绪论 DCS 应用技术概述

|      |                   |
|------|-------------------|
| 学习内容 | 1. DCS 基本概念。      |
|      | 2. 自动化技术的发展史。     |
|      | 3. DCS 应用技术主要内容。  |
| 操作技能 | 1. DCS 实物认识与安装调试。 |
|      | 2. DCS 一般操作方法。    |

## 1. 集散控制系统简介

集散控制系统是 20 世纪 70 年代中期发展起来的以多台微型计算机为基础的分散型综合控制系统。“集”代表集中操作、管理、监视；“散”代表分散危险、分散控制。它是控制技术、计算机技术、通信技术与 CRT 技术的结晶。

它不仅能实现过程控制和管理，还具有综合信息管理能力，满足了现代化工等行业对自动化生产的新要求，它的优点如下。

- (1) 人一机联系好，便于集中操作管理，分散控制。
- (2) 控制系统结构灵活，易于扩展。
- (3) 具有良好的性能价格比。
- (4) 操作简单方便。
- (5) 安全可靠性强。

## 2. 自动化技术的发展史

自动化技术发展至今分别经过了人工、电动（气动、液动）、计算机（DDC、SCC、PLC、DCS、FCS）三个阶段，其中人工阶段的自动化技术结构简单、功能单一、劳动强度大；气动表出现于 20 世纪 50 年代前，常规控制简单、投资少，但控制质量不高；电动表（如 DDZII、DDZIII）出现在 20 世纪 60~70 年代，能完成复杂控制，质量较高，但投资大，故障较多；1946 年计算机以及微机的出现，随着其性能的提高，价格逐渐下降，应用越来越广泛。随着大工业生产对自动化技术要求的提高，随之出现了集散控制系统（DCS），DCS 的作用如图 0-1 所示。

集散控制系统在 20 世纪 70 年代由微机控制（DDC-SCC），其危险高度集中，20 世纪 80 年代时因微机控制改进为分布式后，随即分散了危险性，到了 20 世纪 90 年代，集散控制系统发展为 FCS、CIMS、管控一体化，它覆盖了操作层、管理层、决策层，是信息时代企业发展的总方向。如图 0-2 所示是化工企业的装置概览，如图 0-3 所示为大家展示了 DCS 的监控操作室。

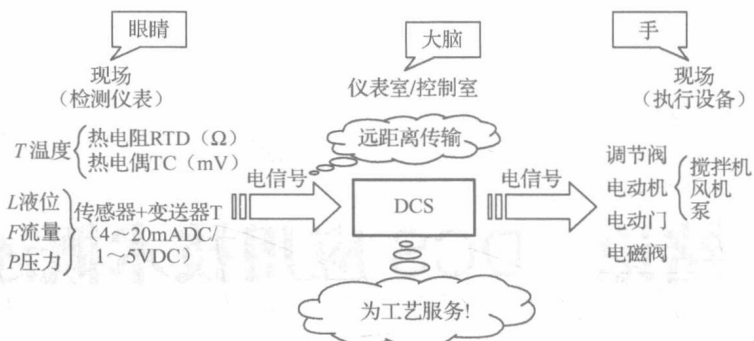


图 0-1 DCS 的作用



图 0-2 化工企业的装置概览

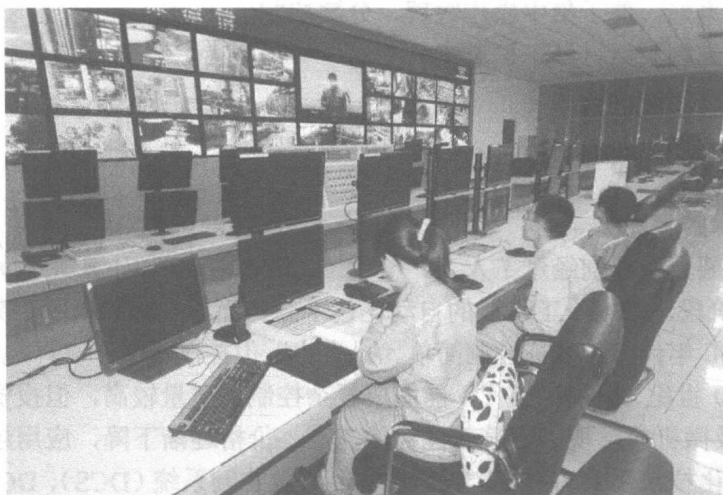


图 0-3 DCS 监控操作室

### 3. 计算机控制系统分类

根据计算机控制系统的应用特点、控制功能和系统结构，计算机控制系统主要分为 6 种类型：数据采集系统、直接数字控制系统、计算机监督控制系统、分级控制系统、集散型控制系统及现场总线控制系统，如图 0-4 所示。

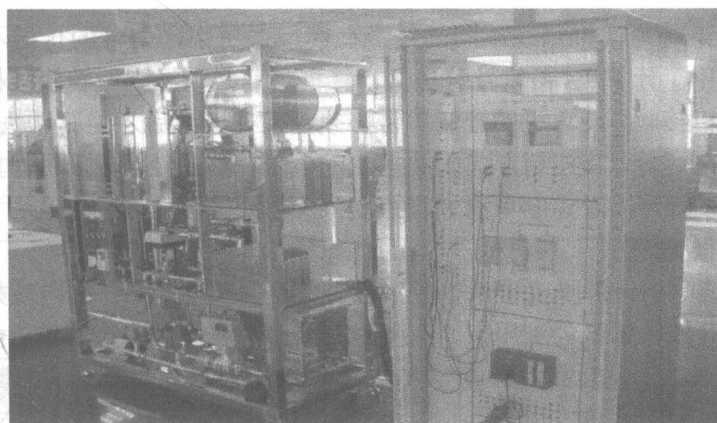


图 0-4 计算机控制系统与装置

### (1) 数据采集系统

在数据采集系统中，计算机只承担数据的采集和处理工作，而不直接参与控制。数据采集系统对生产过程各种工艺变量进行巡回检测、处理、记录以及变量的超限报警，同时对这些变量进行累计分析和实时分析，得出各种趋势分析，为操作人员提供生产参考，如图 0-5 所示。

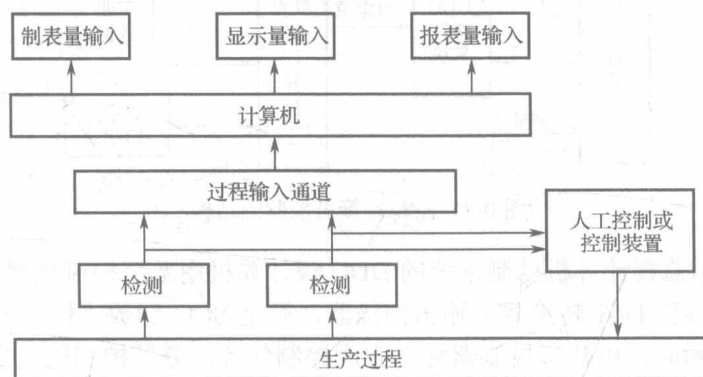


图 0-5 计算机数据处理系统

### (2) 直接数字控制系统

直接数字控制系统 (Direct Digital Control, DDC) 的结构如图 0-6 所示。计算机通过过程输入通道对控制对象的变量做巡回检测，根据测得的变量，按照一定的控制规律进行运算，计算机运算的结果通过过程输出通道送往执行机构，作用到控制对象，使被控变量达到性能指标要求。DDC 系统属于计算机 (微机) 闭环控制系统，是计算机在工业生产中最普遍的一种应用方式。

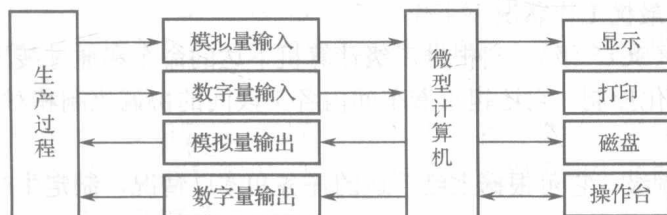


图 0-6 直接数字控制系统结构

直接数字控制系统与模拟系统不同的是,在模拟系统中,信号的传送不需要数字化,而数字系统中由于采用了计算机,在信号传送到计算机之前必须经模数转换将模拟信号转换为数字信号才能被计算机接收,计算机的控制信号必须经数模转换后才能驱动执行机构。另外,由于是用程序进行控制运算,其控制方式比常规控制系统灵活且经济。采用计算机代替模拟仪表控制,只要改变程序就可以对控制对象进行控制,因此计算机可以控制几百个回路,并可以对上下限进行监视和报警。

由于 DDC 系统中的计算机直接承担控制任务,所以要求 DDC 实时性好、可靠性高且适应性强。为了充分发挥计算机的利用率,一台计算机通常要控制多个回路,由于工业生产现场环境恶劣、干扰频繁、危险性高,那就要求合理地设计应用软件,提高可靠性和安全性。

### (3) 监督计算机控制系统

监督计算机控制系统(Supervisory Computer Control, SCC)的结构如图 0-7 所示。SCC 系统是一种两级微型计算机控制系统,其中 DDC 级微机完成生产过程的直接数字控制,SCC 级微机则根据生产过程的工况和已定的数学模型,进行优化分析计算,产生最优化设定值,送给 DDC 级执行。

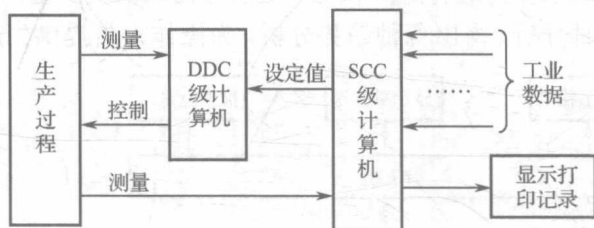


图 0-7 监督计算机控制的结构

把如图 0-6 所示监督计算机控制系统的 DDC 级计算机用数字控制仪器代替,再配以输入采样器、A/D 转换器和 D/A 转换器、输出扫描器,便是 SCC 加数字控制器的 SCC 系统。当 SCC 计算机出现故障时,由数字控制器独立完成控制任务,分散控制比较安全可靠。

### (4) 分级控制系统

生产过程中既存在控制问题,也存在大量的管理问题。DDC 或 SCC 控制方式由于任务过于集中,一旦计算机出现故障,将会造成系统崩溃。现在,由于计算机价格低廉且功能完善,由若干台微处理器或计算机分别承担部分控制任务,代替了集中控制的计算机。这种系统的特点是将控制功能分散,用多台多级计算机分别完成不同的控制功能,管理则采用集中管理。由于计算机控制和管理范围的进一步缩小,使其系统应用灵活方便,可靠性提高。如图 0-8 所示的分级计算机控制系统是一个四级系统。

① 装置控制级(DDC 级)。对生产过程进行直接控制,如进行 PID 控制或前馈控制,使所控制的生产过程在最优工作状况下工作。

② 车间监督级(SCC 级)。它根据厂级计算机下达的命令和通过装置控制级获得的生产过程数据,进行最优化控制。它还担负着车间内各工段间的协调控制和对 DDC 计算机级进行监督的任务。

③ 工厂集中控制级。它可根据上级下达的任务和本厂情况,制定生产计划、安排本厂工作、进行人员调配及各车间的协调,并及时将 SCC 级和 DDC 级的情况向上级报告。

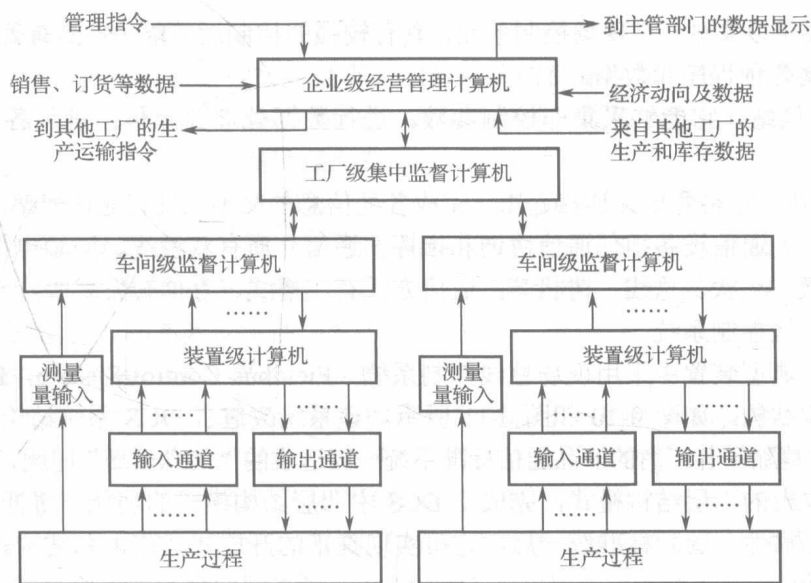


图 0-8 分级控制系统

④ 企业 ERP 管理级。制定长期发展规划、生产计划、销售计划，发命令至各工厂，并接受各工厂、各部门发回来的信息，实现全企业的总调度。

#### (5) 集散控制系统

集散控制系统以计算机为核心，把过程控制装置、数据通信系统、显示操作装置、输入/输出通道、控制仪表等有机地结合起来，构成分布式结构系统。这种系统实现了地理上和功能上分散的控制，又通过通信系统把各个分散的信息集中起来，进行集中的监视和操作，并实现高级复杂规律的控制。其结构如图 0-9 所示。

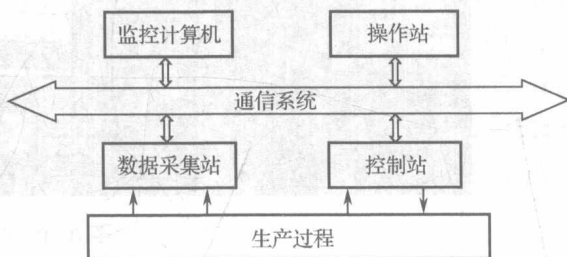


图 0-9 集散控制系统结构图

集散控制系统是一种典型的分级分布式控制结构。监控计算机通过协调各控制站的工作，达到过程的动态最优化。控制站则完成过程的现场控制任务。操作站是人机接口装置，完成操作、显示和监视任务。数据采集站用来采集非控制过程信息。集散控制系统既有计算机控制系统控制算法先进、精度高、响应速度快的优点，又有仪表控制系统安全可靠、维护方便的优点。集散控制系统容易实现复杂的控制规律，系统是积木式结构，结构灵活，可大可小，易于扩展。

DCS 各部分功能如下。

① 监控计算机（上位机）。它是系统的主机，是工厂级管理系统，比操作站高。它主要可以实现：综合监视全系统的各单元，管理全系统各处资源，实现最优化控制和管理；进行大型复杂运算具有多入/多出功能。

② 操作站。它是人一机接口装置，配有彩显 LED、各种键盘、鼠标、打印机等硬设备。它主要可以实现：对系统进行组态和编程；显示各种工业流程图和生产报表；打印各种生产报表和数据；执行对过程监视控制操作。

③ 控制站。它相当于单回路或多回路装置，一般由 CPU、ROM/RAM、I/O、A/D、D/A

等组成。它主要可以实现：是现场控制单元，具有较强的控制运算能力；具有处理各种测量信息的能力，存储各种程序和数据。

④ 数据采集站。它能够采集非控制参数，进行数据处理并上传；满足各系统对信息的需求。

⑤ 数据通道。它将各单元连接起来，完成各处信息的交换；具有通信速率高、组织灵活、资源共享的特点。通信设备担任通信协调和指挥。通信介质有双绞线、同轴电缆、光缆三种；网络结构有星状、环状、总线、树状等；通信方式有广播式、存储转发式等。

#### (6) 现场总线控制系统

在现代化工典型装置中采用现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS)，它是新一代分布式控制结构，如图 0-10 和图 0-11 所示。该系统改进了 DCS 系统结构，将控制和危险进一步分散，消除了各厂商的产品通信标准不统一而造成的“信息孤岛”问题，采用工作站—现场总线智能仪表的二层结构模式，完成了 DCS 中四层结构模式的功能，降低了系统成本，提高了系统的可靠性。国际标准统一后，它可实现真正的开放式互连体系结构。

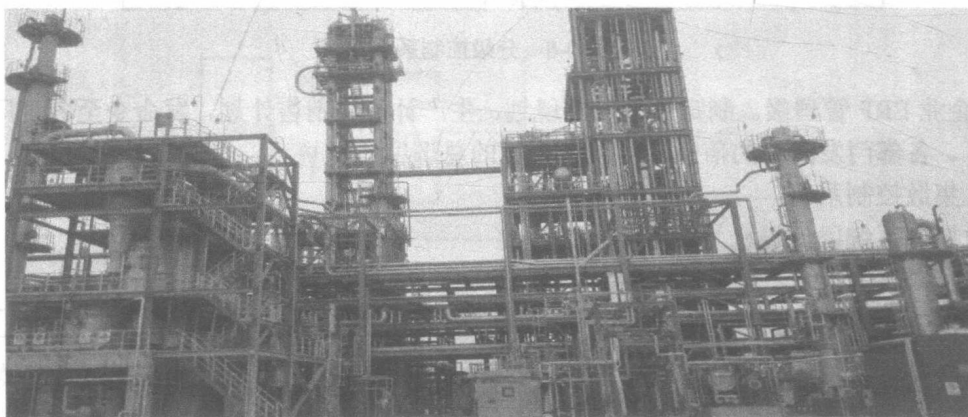


图 0-10 化工典型装置

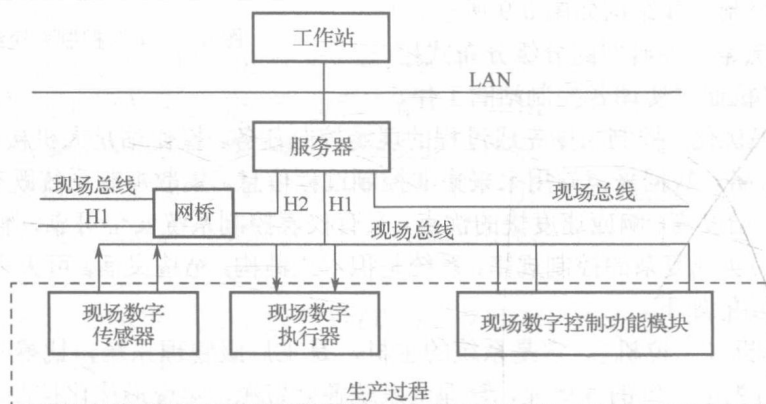


图 0-11 现场总线控制系统的结构

现场总线是连接工业现场仪表和控制装置之间的全数字化、双向、多站点的串行通信网络。近年来，由于现场总线技术的发展，智能传感器和执行器也向数字化方向发展，用数字信号取代了 4~20mA DC 模拟信号，为现场总线的应用奠定了基础。



#### 4. DCS 系统维护技术

DCS 系统维护技术主要进行故障处理、保持系统的良好运行状态、优化系统。正确有效地系统维护方法能保证系统良好的运行状态,提高系统的可靠性和稳定性,提高系统的运行效率,为企业实现安全、高效生产提供有力支持。

DCS 系统维护技术主要有三大内容。作为一名维护技术人员,第一要了解 DCS 的结构与功能,熟悉常见的五六种品牌;第二要针对具体控制系统,完成 DCS 系统设计、组态与操作(即组态内容及操作步骤);第三要结合工厂实际,维护系统,分析解决各种出现的系统故障,保证生产的正常运行(即实际动手能力)。

#### 5. 本书的主要内容、学习要求和方法

互联网时代是一个全新的时代,它为教育活动提供了新的环境和机会,增加了师生平等交流、相互学习的平台。设立了目标,打开了视野,树立了自学信心,教学相长,相互促进,激发同学们分析问题和解决问题的能力,对培养创新型、应用型人才具有重要意义。本书主要介绍 DCS 的基本知识和典型 DCS 的基本结构、基本功能,操作使用方法和软件组态、系统维护方法等方面的知识,并结合实际案例,介绍 DCS 的应用技术。通过本课程的学习和师生交流互动,掌握 DCS 的基本构成、功能特性和实际应用知识,了解 DCS 的设计思想,并通过课后的实验实训,培养学习新知识、掌握新技能、解决工程实际问题的能力。

在学习本课程时,应当首先掌握本课程所需知识如自动化知识,尤其是化工自动化原理、控制工程、检测仪表知识和调表知识,较高的专业英语水平,熟练的计算机操作知识和必要的 DCS 基础知识,然后从一种较典型的 JX-300 DCS 入手,了解其设计思想、技术特点和发展趋势结构特点,掌握其基本结构功能特性,通过实验实训,掌握系统组态方法、基本运行操作方法以及其维护技术等实践技能,培养学生个性化的知识结构、能力结构和综合职业素质,有助于学生工作能力的提升。在此基础上,了解并初步掌握其他类型的 DCS,并通过分析和比较,总结 DCS 共性知识,举一反三,逐步加深印象,充分理解其技术内涵,更全面地掌握其应用技术。



### 练习题

#### 一、填空题

1. 集散型控制系统采用( )分散、控制分散,而( )和管理集中的基本设计思想,形成“集中管理、分散控制”的结构形式,适应现代化的生产和管理要求。
2. 集散型控制系统是计算机技术、通信技术、CRT 显示和控制技术发展的产物,英文简称为( )。
3. 集散型控制系统的回路控制功能主要由( )来完成。
4. 集散型控制系统中所有的现场控制站、操作员站均通过数字( )网络实现连接。
5. 集散型控制系统(TDC300)中,PCU 指( )单元,PIU 指( )单元,DH 指( )通路,OS 指( ),MC 指( )。
6. 试列举三种典型的 DCS 系统名称( )、( )、( )。
7. 集散型控制系统发展历程的第( )代指 1980 年到 1985 年。
8. 集散型控制系统按功能分层的层次结构,从下至上依次分为( )控制层、( )

监控层、( )管理层和( )管理层。其中,数据采集是( )控制层的任务,市场和用户分析是( )管理层的任务。

9. 一个最基本的 DCS 应包括四个大的组成部分:至少一台( )站,至少一台( )站,一台( )站( ),一条系统网络。

10. DCS 的软件构成包括控制层软件、监控软件、( )。

11. DCS 有一系列优点,主要表现在以下六个方面:( )、自治性和协调性、灵活性和扩展性、先进性和继承性、可靠性和适应性、友好性和新颖性。

12. 在 DCS 中,控制算法的( )是在工程师站上完成的,工作人员对现场设备的( )是在操作员站上完成的。

## 二、简答题

1. 什么是集散控制系统?其基本设计思想是什么?

2. 画出系统框图,并简述计算机控制系统各部分的硬件组成和完成的功能。

3. 简述计算机控制系统的分类。

4. 简述直接数字控制系统的特点。

5. 简述集散控制系统的五部分组成与功能。

6. 画出典型 DCS 的体系结构图并说明各组成部分的作用。

7. 简述计算机控制系统的组成,并画出系统框图。

8. 简述 SPC 控制系统的特点。

9. 简述 DCS 的结构与功能。

10. DCS 应用技术主要包括哪些内容?

11. 在 DCS 应用技术教学过程中有哪些学习方法?

12. 我们为什么要学习 DCS?

13. 在 DCS 应用技术教学过程中有哪些要求?

14. 在自动化专业课程中,DCS 课程的地位如何?

15. 谈谈你对 DCS 的认识。

# 第1章 集散控制系统基础知识

## 1.1 集散控制系统的结构与功能

|      |                              |
|------|------------------------------|
| 学习内容 | 1. 掌握典型 DCS 系统整体硬件结构与功能。     |
|      | 2. 掌握典型 DCS 各种组态软件、监控软件操作方法。 |
|      | 3. 了解冗余技术。                   |
| 操作技能 | 1. 现场控制站的认识。                 |
|      | 2. 操作站的认识与操作。                |
|      | 3. 常用软件安装与操作。                |
|      | 4. 冗余的识别。                    |

### 1.1.1 集散控制系统的体系结构

如图 1-1 所示为一个 DCS 的典型体系结构。按照 DCS 各组成部分的功能分布,自下而上分别是现场控制级、过程控制级、过程管理级和经营管理级。与这四层结构相对应的四层局部网络分别是现场网络(Field Network)、控制网络(Control Network)、监控网络(Supervision Network)和管理网络(Management Network)。

#### 1. 现场控制级

现场控制级设备直接与生产过程相连,是 DCS 监控的基础。现场控制级设备是各类传感器、变送器和执行器,它们将生产过程中的各种工艺变量转换为适宜于计算机接收的电信号(如常规变送器输出的 4~20mA DC 电流信号或现场总线变送器输出的数字信号),送往过程控制站或数据采集站等;过程控制站又将输出的控制器信号(如 4~20mA DC 信号或现场总线数字信号)送到现场控制级设备,以驱动控制阀或变频调速装置等设备,实现对生产过程的控制。现场控制级设备的任务主要有以下几个方面。

- ① 完成过程数据采集与处理。
- ② 直接输出操作命令、实现分散控制。
- ③ 完成与上级设备的数据通信,实现网络数据库共享。
- ④ 完成对现场控制级智能设备的监测、诊断和组态等。

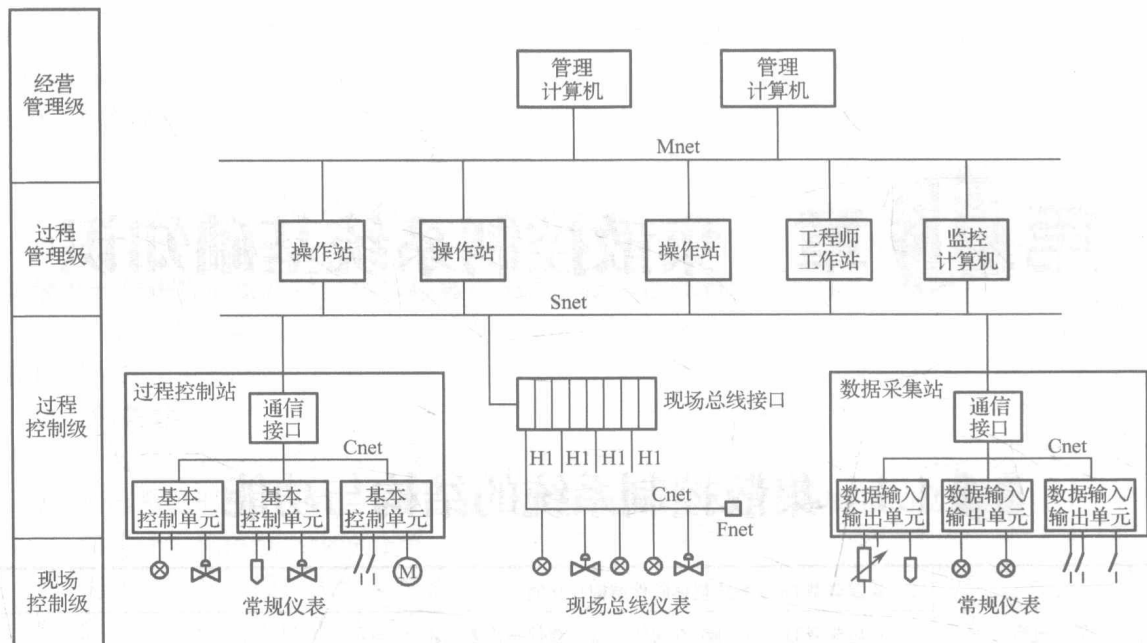


图 1-1 集散控制系统的体系结构

现场网络的信息传递有三种方式，第一种是传统的模拟信号（如 4~20mA DC 或者其他类型的模拟量信号）传输方式；第二种是全数字信号（现场总线信号）传输方式；第三种是混合信号（在 4~20mA DC 模拟量信号上，叠加调制后的数字量信号）传输方式。

## 2. 过程控制级

过程控制级主要由过程控制站、数据采集站和现场总线接口等构成。在 DCS 中，各种现场检测仪表（传感器、变送器等）送来的过程信号均由过程控制级各单元进行实时的数据采集，滤除噪声信号，进行非线性校正及各种补偿运算，折算成相应的工程量，根据组态要求还可进行上下限报警及累积量计算。所有测量值和报警值经过通信网络传送到操作站，供实时显示、优化计算、报警打印等。在过程控制单元，根据过程控制组态，还可进行各种闭环反馈控制、批量控制与顺序控制等，并可接收操作站发来的各种手动操作命令进行手动控制，从而提供了对生产过程的直接调节控制功能。

过程控制站接收现场控制级设备送来的信号，按照预定的控制规律进行运算，并将运算结果作为控制信号，送回到现场的执行器中去。过程控制站可以同时实现反馈控制、逻辑控制或顺序控制等功能。

过程控制级的主要功能表现在以下几个方面：一是采集过程数据，进行数据转换与处理；二是对生产过程进行监测和控制，输出控制信号，实现反馈控制、逻辑控制、顺序控制和批量控制功能；三是现场设备及 I/O 卡件的自诊断；四是与过程操作管理级进行数据通信。

## 3. 过程管理级

过程管理级的主要设备有操作站、工程师站和监控计算机等。操作站是操作人员与 DCS 相互交换信息的人机接口设备，是 DCS 的核心显示、操作和管理装置。工程师站是为了控制工程师对 DCS 进行配置、组态、调试、维护所设置的工作站。工程师站的另一个作用是对各种设计文件进行归类和管理，形成各种设计、组态文件，如各种图样、表格等。监控计算机的