

高职高专“十二五”电力技术类专业规划教材

# 集散控制系统运行及维护


李杰 主编

JISAN KONGZHI XITONG YUNXING JI WEIHU



www.cmpedu.com

赠电子课件, 习题解答及模拟试卷

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

高职高专“十二五”电力技术类专业规划教材

# 集散控制系统运行及维护

主 编 李 杰  
副主编 张丽红  
参 编 胡德双  
主 审 江 杰



机械工业出版社

本书以热力发电厂及煤化工企业的实际生产过程为基础,内容上以理论与实践相结合进行组织,全书由基础知识篇和实践操作篇两大部分组成:基础知识篇有第1章、第2章;实践操作篇有第3章、第4章、第5章、第6章,即设计了4个典型工作任务(水位控制系统 MCGS 画面组态及其运行与维护、INFI-90 集散控制系统运行及维护、XDPS 系统运行及维护、TDC3000 系统运行及维护)。理论知识以够用为度,实践操作上注重集散控制系统运行、维护及检修职业岗位操作技能。本书特别列举了完成集散控制系统工作任务时所遇到的一些常见故障,并对常见故障进行了分析与处理,为学生如何运用理论知识分析、解决实际问题提供了理论与实践相结合的柔性切入点,强化理论与实践的紧密结合。本书实践注重技能操作,理论突出重点和难点。

本书是作者结合企业现场实际并在自身多年“集散控制系统应用”教学经验基础上编写出的一本理论与实践一体化教材。

本书可作为高职高专电气自动化、生产过程自动化、热工仪表自动化及电力系统自动化专业的“集散控制系统应用”或相近课程的教材,对于广大从事集散控制系统运行、维护的专业技术人员也有一定的参考价值。

为方便教学,本书备有免费电子课件,凡选用本书作为授课教材的教师,均可向出版社索取。咨询电话:010-88379375; Email: cmpgaozhi@sina.com。

## 图书在版编目(CIP)数据

集散控制系统运行及维护/李杰主编. —北京:机械工业出版社, 2011.12

高职高专“十二五”电力技术类专业规划教材  
ISBN 978-7-111-36690-4

I. ①集… II. ①李… III. ①集散控制系统-运行-  
高等职业教育-教材②集散控制系统-维修-高等职业  
教育-教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第250840号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)  
策划编辑:于宁 责任编辑:于宁 曹雪伟  
版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟  
责任印制:杨曦  
北京京丰印刷厂印刷  
2012年3月第1版·第1次印刷  
184mm×260mm·11.5印张·298千字  
0 001—3 000册  
标准书号:ISBN 978-7-111-36690-4  
定价:23.00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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本书以火力发电厂及煤化工企业所用集散控制系统为例，结合高职高专教育的特点，以注重实际能力培养为目标进行编写。

为适应高职高专培养高素质技能型职业岗位专门人才培养目标要求，本书基于火力发电厂、煤化工及钢铁冶炼企业的生产过程归纳并设计了基础知识篇和实践操作篇两部分内容，编写出一本理论与实践一体化教材。本书打破了原有学科系统化模式，使学生在工作任务化的学习过程中获得集散控制系统运行、维护及检修职业岗位专业的操作技能和方法。

本书的特色是为学生提供了完成各种集散控制系统工作任务中可能遇到的一些常见故障，并对此进行了分析与处理，为学生如何运用理论知识分析、解决实际问题提供了理论与实践相结合的柔性切入点，强化理论与实践的紧密结合。本书注重技能操作知识，突出重点和难点，内容中引入当前的新工艺和新技术，体现创造性和应用性人才培养的要求。

本书由承德石油高等专科学校李杰担任主编，河北钢铁集团承德钢铁公司张丽红工程师担任副主编。李杰编写了第2章、第3章、第5章和第6章，张丽红编写了第4章，承德石油高等专科学校的胡德双编写了第1章，李杰负责统稿。本书由内蒙古科技大学的江杰教授担任主审，他对本书的结构及主要技术问题进行了仔细的审阅，在审阅过程中提出了许多宝贵的意见和建议，使本书内容更加严谨，在此深表谢意。

本书在编写过程中，参考了一些同行的著作和火力发电厂、煤化工及钢铁冶炼企业现场实际运行资料，得到了李心刚、胡月红老师及其他同志的帮助与支持，编者在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，一些方面的阐述还不够深入和全面，书中错误不当之处在所难免，恳请大家批评指正。

编 者

# 目 录

前言	
基础知识篇	1
第1章 计算机过程控制系统	
概述	1
1.1 计算机过程控制系统的组成	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 硬件系统和软件系统	2
1.2 计算机过程控制的发展状况	2
1.3 计算机过程控制系统的应用类型	3
1.3.1 数据采集系统	3
1.3.2 直接数字控制系统	3
1.3.3 计算机监督控制系统	3
1.3.4 分级计算机控制系统	4
1.3.5 集散控制系统	4
1.3.6 现场总线控制系统	5
1.4 思考题	5
第2章 集散控制系统导论	6
2.1 集散控制系统的结构组成及特点	6
2.1.1 集散控制系统的结构组成	6
2.1.2 集散控制系统的特点	7
2.2 集散控制系统的硬件结构	8
2.2.1 现场控制站	8
2.2.2 操作站	9
2.2.3 DCS的冗余化结构	9
2.3 集散控制系统的软件结构	10
2.4 集散控制系统组态	10
2.4.1 集散控制系统的硬件组态	11
2.4.2 集散控制系统的软件组态	11
2.5 集散控制系统的基本功能	11
2.5.1 现场控制站的基本功能	11
2.5.2 操作站的基本功能	13
2.5.3 自诊断功能	14
2.6 数据通信技术	14
2.6.1 数据通信原理	14
2.6.2 通信网络	17
2.6.3 通信协议	20
2.6.4 现场总线简介	20
2.7 思考题	23
实践操作篇	24
第3章 水位控制系统 MCGS 画面组态及其运行与维护	24
3.1 水位控制系统 MCGS 画面组态	24
3.1.1 水位控制系统的主控窗口与用户画面组态	25
3.1.2 设备构件动画连接	33
3.1.3 控制策略组态	41
3.1.4 实时曲线与历史曲线显示	44
3.2 水位控制系统运行及维护	47
3.2.1 水位控制系统的结构组成	47
3.2.2 水位控制系统上水箱液位 PID 整定	56
3.2.3 水位控制系统常见故障分析与处理	60
3.3 思考题	61
第4章 INFI-90 集散控制系统运行及维护	62
4.1 INFI-90 集散控制系统的通信网络组装	62
4.1.1 INFI-90 集散控制系统简介	62
4.1.2 INFI-90 集散控制系统的通信网络布线	62
4.1.3 INFI-90 集散控制系统通信模块 NIS 的结构及其硬件组态	64
4.1.4 INFI-90 集散控制系统通信模块 NIS 的使用	67
4.2 INFI-90 集散控制系统的过程控制单元组态与安装	68
4.2.1 多功能处理器模块 MFPO2 的安装与组态	68
4.2.2 MFPO2 的使用与操作	69
4.2.3 模拟输入子模块 ASI02 的硬件组态、安装与连接	70
4.2.4 模拟输出子模块 ASO01 的硬件组态、安装与连接	72

4.2.5 数字输入子模块 DSI02 的硬件组态、安装与操作 .....	74	5.3 XDP5 系统人机接口站的组态与操作 .....	118
4.2.6 数字输出子模块 DSO02 的硬件组态、安装与连接 .....	77	5.3.1 XDP5 系统工程师站的硬件安装 .....	118
4.3 INFI-90 集散控制系统的人机接口站组态与操作 .....	79	5.3.2 XDP5 系统工程师站的软件组态与网络设置 .....	119
4.3.1 INFI-90 集散控制系统工程师工作站的组态 .....	79	5.3.3 XDP5 系统的 DPU 控制组态 .....	124
4.3.2 INFI-90 集散控制系统操作员的组态 .....	80	5.3.4 XDP5 系统操作员站软件的使用 .....	136
4.4 INFI-90 集散控制系统的检修及运行维护 .....	82	5.3.5 XDP5 系统操作员站的画面调用及其操作 .....	138
4.4.1 INFI-90 集散控制系统设备维修规范 .....	82	5.4 XDP5 系统的检修及运行维护 .....	142
4.4.2 INFI-90 集散控制系统运行中常见故障分析与处理 .....	85	5.4.1 XDP5 系统设备规范 .....	142
4.4.3 INFI-90 集散控制系统日常维护及基本防范措施 .....	87	5.4.2 XDP5 系统运行中常见故障及处理对策 .....	146
4.5 思考题 .....	87	5.4.3 XDP5 系统日常维护及基本防范措施 .....	151
<b>第 5 章 XDP5 系统运行及维护</b> .....	<b>89</b>	5.5 思考题 .....	<b>153</b>
5.1 XDP5 系统组成及网络配置 .....	89	<b>第 6 章 TDC3000 系统运行及维护</b> .....	<b>155</b>
5.1.1 XDP5 系统组成 .....	89	6.1 TDC3000 系统的网络配置 .....	155
5.1.2 XDP5 系统通信网络配置 .....	92	6.1.1 TDC3000 系统的局部控制网络及设备 .....	156
5.2 XDP5 系统过程控制站主设备的安装及其接口配置 .....	93	6.1.2 TDC3000 系统的通用控制网络及设备 .....	160
5.2.1 XDP5 系统过程控制站的组装 .....	93	6.2 TDC3000 系统启动 .....	165
5.2.2 XDP5 系统过程控制站 DPU 主处理机的安装 .....	93	6.3 TDC3000 系统的运行维护及常见故障分析与处理 .....	168
5.2.3 XDP5 系统过程控制站通信卡 PDEX344 的安装与使用配置 .....	94	6.3.1 TDC3000 系统设备管理检修规范 .....	168
5.2.4 XDP5 系统过程控制站 I/O 接口卡及端子板的接线 .....	97	6.3.2 TDC3000 系统运行中常见故障分析与处理 .....	174
5.2.5 XDP5 系统过程控制站的电源配置及其安装 .....	108	6.3.3 TDC3000 系统日常维护及基本防范措施 .....	176
5.2.6 XDP5 设备与现场信号的连接 .....	111	6.4 思考题 .....	177
5.2.7 端子柜与控制柜的连接 .....	114	<b>参考文献</b> .....	<b>178</b>

# 基础知识篇

## 第 1 章 计算机过程控制系统概述

**教学目标：**通过本章的学习，使学生全面掌握计算机过程控制系统的基本组成，熟悉计算机过程控制系统的主要应用类型，了解当前计算机控制技术的发展方向。

### 1.1 计算机过程控制系统的组成

#### 1.1.1 基本概念

计算机过程控制系统就是利用计算机（通常称为工业控制计算机）来实现工业过程自动控制的系统。计算机过程控制系统需要有模-数（A-D）转换器和数-模（D-A）转换器这两个环节，其结构框图如图 1-1 所示。

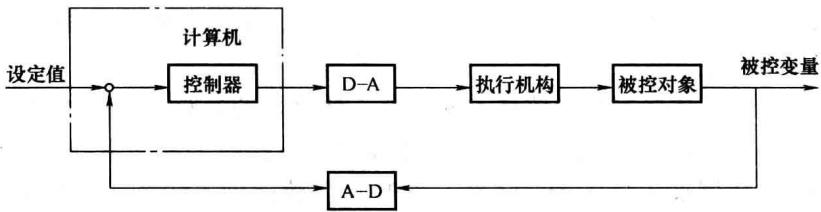


图 1-1 计算机过程控制系统结构框图

计算机过程控制系统的工作原理可归纳为以下三个步骤：

- (1) 实时数据采集 对测量变送装置输出的信号经 A-D 转换后进行处理。
- (2) 实时控制决策 对被控变量的测量值进行分析、运算和处理，并按预定的控制规律进行运算。
- (3) 实时控制输出 实时地输出运算后的控制信号，经 D-A 转换后驱动执行机构，完成控制任务。

上述过程不断重复，使被控变量稳定在设定值上。

虽然工业生产过程形式多种多样，但计算机过程控制系统的组成却基本一致，都是由计算机控制系统和生产过程组成（如图 1-2 所示），而

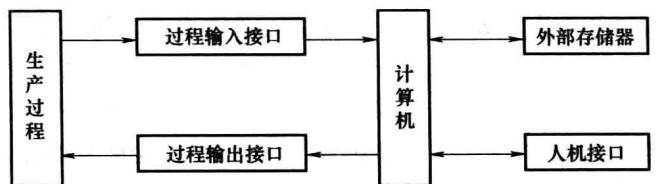


图 1-2 计算机过程控制系统的组成框图

计算机控制系统则由硬件和软件两部分组成。生产过程包括被控对象、测量变送、执行机构、电气开关等装置。

### 1.1.2 硬件系统和软件系统

计算机过程控制系统硬件是指计算机本身及外围设备。硬件包括计算机、过程输入/输出接口、人机接口、外部存储器等。

软件是指能完成各种功能的计算机程序的总和，通常包括系统软件和应用软件。

1) 系统软件一般由计算机厂家提供，是专门用来使用和管理计算机的程序，包括操作系统、监控管理程序、语言处理程序和故障诊断程序等。

2) 应用软件是用户根据要解决的实际问题而编写的各种程序。在计算机控制系统中，每个被控对象或控制任务都有相应的控制程序，以满足相应的控制要求。

## 1.2 计算机过程控制的发展状况

世界上第一台电子计算机于1946年在美国诞生，经过十多年的研究，世界上第一台过程控制计算机于1959年在美国德克萨斯州的Port Arthur炼油厂正式投入运行。该系统控制26个流量、72个温度、3个压力和3个成分。其基本功能是控制反应器的压力使其为最小，确定5个反应器进料量最优分配，并根据催化作用控制热水流量以及确定最优循环。此后，计算机过程控制系统的发展速度异常迅猛，归纳起来大致可以划分为以下四个阶段。

第一阶段，早期的计算机过程控制系统中的计算机采用电子管，不仅运算速度慢，成本高，而且体积大，软、硬件功能差，运行不可靠。所以，仅用于数据处理和操作指导，过程控制仍以模拟调节为主。

第二阶段，随着晶体管等半导体技术的发展，计算机的运算速度和可靠性大幅度提高。1962年英国的帝国化学工业公司(ICI)成功地采用了直接数字控制系统，由计算机控制代替了模拟调节器，数据采集量达到244个，控制阀门数达到129个，控制功能大大地提高了。

第三阶段，20世纪70年代，随着微型计算机的出现，计算机过程控制进入了新时代，1975年美国HoneyWell公司首先推出TDC2000集散型控制系统，标志着从传统的集中控制向集散型控制系统发展；过程控制从单机的监督、直接数字控制发展到集散型控制系统和计算机集成制造系统(CIMS)。

第四阶段，20世纪80年代，超大规模集成电路(VLSI)技术的飞速发展，使得计算机向着超小型化、软件固化和控制智能化的方向发展。20世纪90年代的集散控制系统以计算机集成制造为目标，以新的控制方法、智能化仪表、专家系统和局域网等新技术为手段，实现过程控制自动化与信息管理自动化相结合的管控一体化的综合集成系统。

目前，我国市场上常见的集散控制系统：国外的有美国贝利公司的INFI-90系统、日本横河公司的CENTUM-XL系统、美国西屋电气公司的WDPF系统、美国霍尼韦尔公司的TDC-3000系统等；国内的有浙大中控公司的SUPCON系列集散控制系统以及上海新华控制工程有限公司的XDPS系统等。计算机控制系统中常用的组态软件有：北京昆仑通态自动化软件科技有限公司开发的MCGS、北京亚控科技发展有限公司开发组态王KingView、美国通



用电气公司开发的 Fix6. x、德国西门子自动化与驱动集团开发的 WinCC 以及上海新华控制工程有限公司开发的 XDPS 总控软件 Netwin 等。

随着超大规模集成电路技术、软件智能技术和自动控制理论的发展，计算机过程控制技术将会出现更加惊人的飞跃。

### 1.3 计算机过程控制系统的应用类型

计算机过程控制系统主要可分为六种类型：数据采集系统、直接数字控制系统、计算机监督控制系统、分级计算机控制系统、集散控制系统及现场总线控制系统。

#### 1.3.1 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，为操作人员提供参考，如图 1-3 所示。

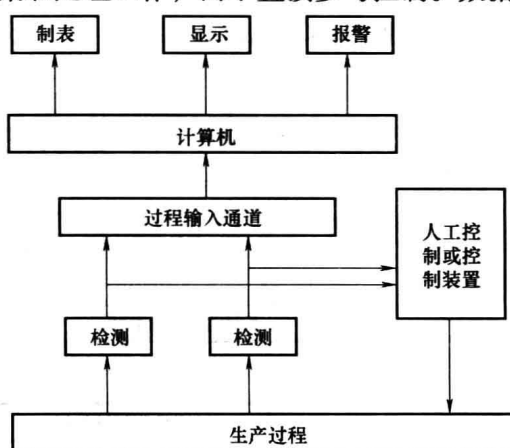


图 1-3 计算机数据处理系统

#### 1.3.2 直接数字控制系统

直接数字控制（Direct Digital Control, DDC）系统的结构框图如图 1-4 所示。计算机通过过程输入通道（模拟量和数字量输入）对控制对象的变量作巡回检测，根据测得的变量，按照一定的控制规律进行运算，计算机运算的结果经过过程输出通道（模拟量和数字量输出），作用到控制对象，使被控变量符合生产过程要求的性能指标。由于 DDC 系统中的计算机直接承担控制任务，所以要求实时性好、可靠性高和适应性强。

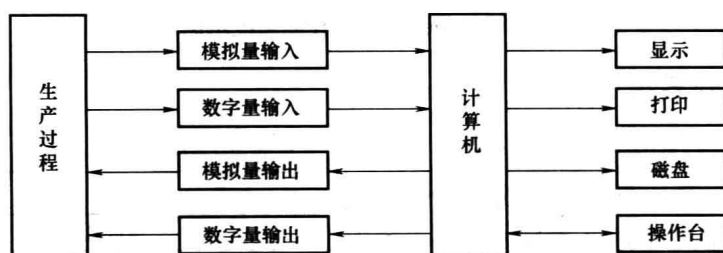


图 1-4 直接数字控制系统的结构框图

#### 1.3.3 计算机监督控制系统

计算机监督控制（Supervisory Computer Control, SCC）系统，简称 SCC 系统，系统结构如图 1-5 所示。SCC 系统是一种两级微型计算机控制系统，其中 DDC 级计算机完成生产过

程的直接数字控制；SCC级计算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级计算机执行。

### 1.3.4 分级计算机控制系统

分级计算机控制系统的特点是将控制功能分散，用多台计算机分别完成不同的控制功能，管理则采用集中管理。图1-6所示的分级计算机控制系统是一个四级系统，可分为以下四级：

- 1) 装置控制级（DDC级）。
- 2) 车间监督级（SCC级）。
- 3) 工厂集中监督级。
- 4) 企业经营管理层级。

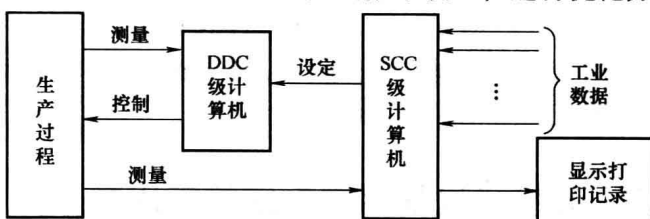


图 1-5 计算机监督控制系统图

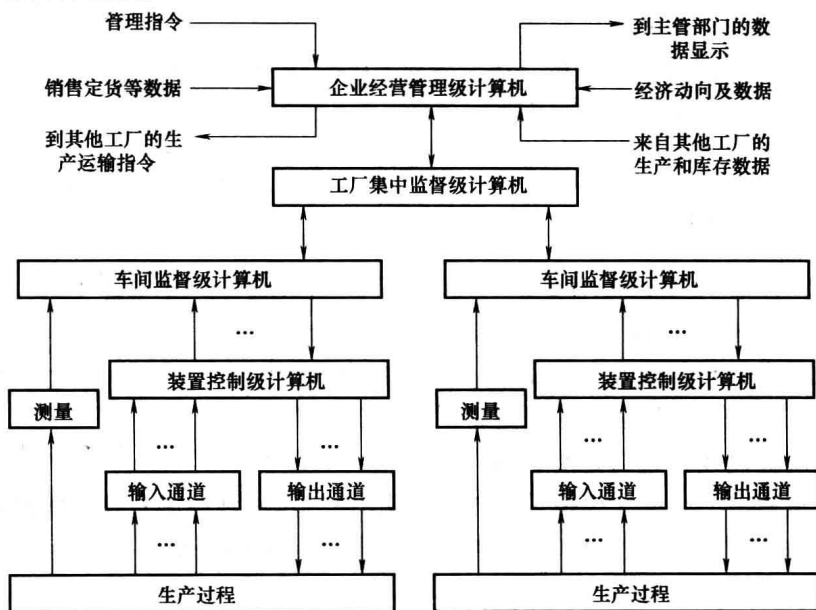


图 1-6 分级计算机控制系统示例

### 1.3.5 集散控制系统

集散控制系统结构图如图1-7所示。

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。

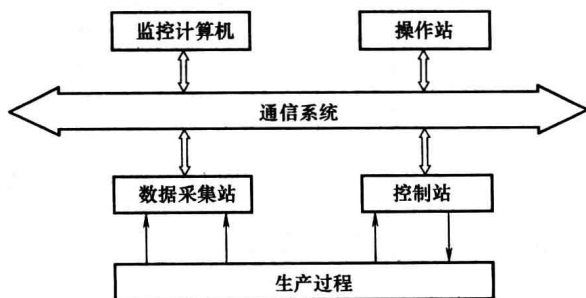


图 1-7 集散控制系统结构图

### 1.3.6 现场总线控制系统

现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, FCS) 是新一代分布式控制结构, 如图 1-8 所示。国际标准统一后, 它可实现真正的开放式互联体系结构。

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。现场总线被称为 21 世纪的工业控制网络标准。

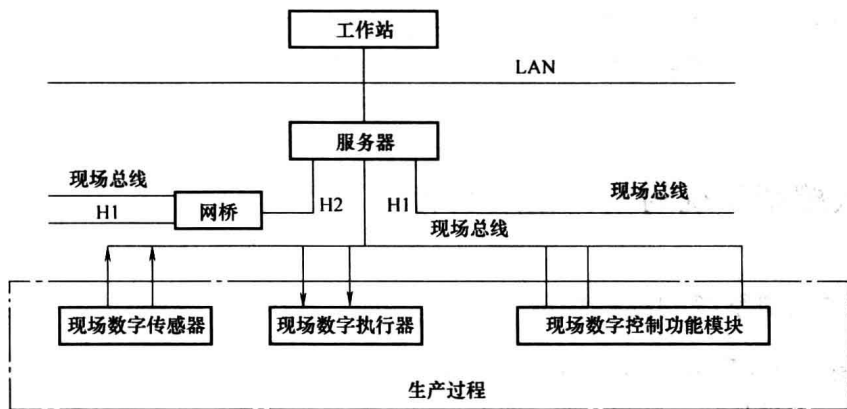


图 1-8 现场总线控制系统

## 1.4 思考题

1. 计算机过程控制系统主要由哪几部分组成? 分别说明它们的功能。
2. 计算机过程控制系统的硬件与软件部分分别包括哪些内容?
3. 计算机过程控制系统主要分为哪几种类型?
4. 列举实例分析说明直接数字控制系统与集散控制系统的优缺点。

## 第 2 章 集散控制系统导论

**教学目标：**通过本章的学习，让学生了解集散控制系统的基本概念，掌握集散控制系统的基本结构组成、基本功能以及各工作站与通信网络的主要作用，了解集散控制系统的软件组态技术，熟悉集散控制系统所采用的数据通信技术，了解现场总线技术的基础内容要点。

### 2.1 集散控制系统的结构组成及特点

#### 2.1.1 集散控制系统的结构组成

集散控制系统（Distributed Control System, DCS）又称分布式控制系统，它是 4C 技术（计算机技术、通信技术、控制技术，图形显示技术）的产物，是通过某种通信网络将现场控制站、操作员站、工程师站联系起来，共同完成分级控制、集中管理的综合控制系统。它的基本设计思想是危险分散、控制功能分散而操作和管理集中。

DCS 是由现场控制站、数据采集站、CRT 显示操作站（工程师站与操作员站）、管理计算机以及高速数据通道等部分组成的，系统利用通信网络将各工作站连接起来，实现集中监视、操作、信息管理和分散控制。集散控制系统可分为 4 级：现场级、控制级、监控级和管理级。图 2-1 为一个 DCS 的典型结构组成图。

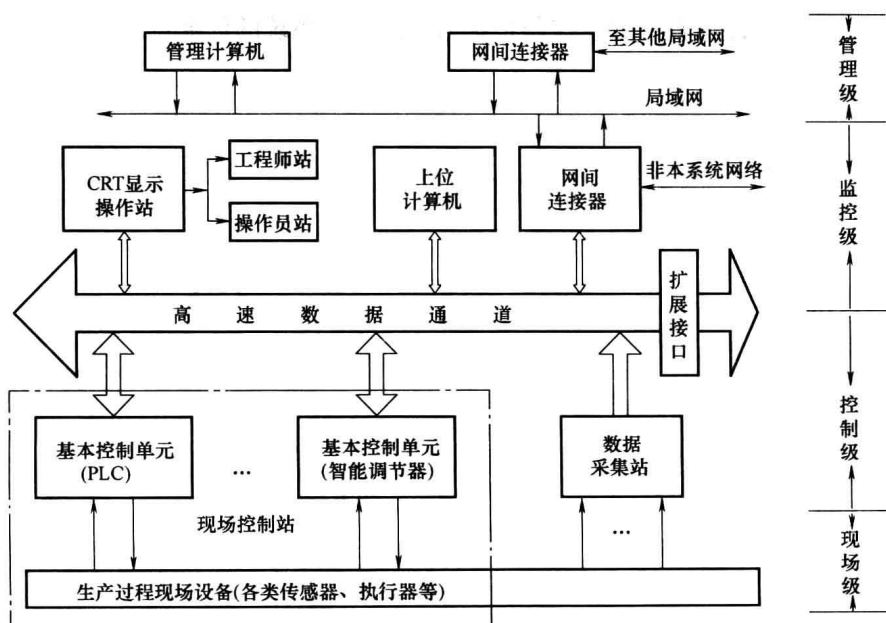


图 2-1 集散控制系统的结构组成

### 1. 现场级

现场级是指完成生产任务所处的工作场所，现场级的设备一般位于被控生产过程的附近。典型的现场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物理量转换为4~20mA或1~5V的标准电信号。

例如变送器输出的4~20mA的电信号送往现场控制站或数据采集站，或者将现场控制站输出的控制量（4~20mA的电信号）转换成机械位移，带动调节阀等调节机构，实现对生产过程的控制。

### 2. 控制级

控制级主要由现场控制站和数据采集站构成。在电厂中，一般把现场控制站和数据采集站集中安装在位于主控室后的电子设备室中。

控制级的主要功能：

- 1) 现场控制站接收由现场设备，如传感器、变送器送来的信号，按照一定的控制策略计算出所需的控制量，并送回到现场的执行器中去。
- 2) 现场控制站可以对生产过程进行监测和控制，输出控制信号，同时完成连续控制、反馈控制、批量控制、顺序控制或逻辑控制功能。
- 3) 实现现场设备及I/O卡件的自诊断功能。
- 4) 它可与监控级或管理级进行数据通信。

### 3. 监控级

监控级的主要设备有操作员站、工程师站和上位计算机等。其中操作员站安装在中央控制室，工程师站一般安装在电子设备室。

- 1) 操作员站是操作员与控制系统交换信息的人机接口设备。运行人员通过操作员站来监视和控制整个生产过程。并且可以随时进行手动/自动控制方式的切换，修改给定位，调整控制量，操作现场设备，以实现对生产过程的干预。
- 2) 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。
- 3) 上位计算机的主要任务是实现对生产过程的监督控制，如机组运行优化和性能计算，先进控制策略的实现等。

### 4. 管理级

管理级包含的内容比较广泛，一般来说，它可能是一个厂长级管理计算机，也可能是经理、总工程师、值班长等行政管理或运行管理人员。

管理级的主要任务是监测企业各部分的运行情况，利用历史数据和实时数据预测可能发生的各种情况，从企业全局利益出发辅助企业管理人员进行决策，帮助企业实现其规划目标。

## 2.1.2 集散控制系统的特点

### 1. 高可靠性

大多数DCS采用成熟技术、模块化技术和冗余技术，具有极高的可靠性。

其可靠性主要表现在：系统结构采用容错设计，所有硬件采用冗余备份设计，具有完善

的系统硬件自诊断功能，配置高性能的元器件。

### 2. 灵活的扩展性

DCS 的硬件、软件的设计均具有标准化、模块化和开放性等特点，可根据用户要求灵活配置成规模不同的系统。系统采用组态方式，通过填写一些表格，即可实现控制回路的修改、系统生成、系统选型等软件设计。

### 3. 完善的自主控制性

DCS 多采用分层式结构，从整体逻辑结构上讲，是一个分支树形结构。按系统结构进行纵向分解，它可分为现场级、控制级、监控级和管理级。各级之间既相互独立又相互联系，每一级又可横向分解为若干个子集。

从功能分散的角度看，纵向分散意味着不同级的设备具有不同的功能，如实时控制、实时监控和生产管理等；横向分散则意味着在同级上的设备有类似的功能。

按照上述思想所设计的 DCS 硬件和软件正是贯彻了既集中又分散的 DCS 设计思想。

### 4. 完善的通信网络

通信网络是 DCS 的神经中枢，各工作站之间通过通信网络传递各种信息来协调工作，以完成控制系统的最优控制和管理。DCS 通过实时性强、安全可靠的工业控制局部网络来实现整个系统的资源共享，将 DCS 与信息管理系统连接起来，就可以扩展成为综合自动化系统。

## 2.2 集散控制系统的硬件结构

### 2.2.1 现场控制站

现场控制站主要由机柜、电源及控制计算机组成。

#### 1. 机柜

现场控制站的机柜内部均装有多层机架，以供安装各种模块（控制模块与通信模块）及电源之用。

#### 2. 电源

为了保证电源系统的可靠性，通常采取以下几种措施。

- 1) 每一个现场控制站均采用双电源供电，互为冗余。
- 2) 如果现场控制站机柜附近有经常通断的大功率用电设备，应采用超级隔离变压器，将其一次、二次绕组间的屏蔽层可靠接地，以克服共模干扰的影响。
- 3) 如果电网电压波动很严重，应采用交流电子调压器，快速稳定供电电压。
- 4) 在石油、化工等对连续性控制要求特别高的场合，应配有不间断供电电源（UPS），以保证供电的连续性。现场控制站内各功能模块所需直流电源一般为  $\pm 5V$ 、 $\pm 15V$ （或  $\pm 12V$ ）以及  $+24V$ 。

#### 3. 控制计算机

(1) CPU 现场控制站大都采用 Motorola 公司 M68000 系列和 Intel 公司 80X86 系列的 CPU 产品。

(2) 存储器 控制计算机的存储器也分为 RAM 和 ROM。

(3) 总线 常见的控制计算机总线有 Intel 公司的多总线 MULTIBUS, EOROCARD 标准的 VME 总线。

(4) 输入/输出通道

1) 模拟量输入/输出通道 (AI/AO)。

2) 开关量输入/输出通道 (SI/SO)。

3) 脉冲输入通道 (PI)。

(5) 通信设备 交换机、modem、集线器等。

(6) 其他设备 外存储器、打印机等。

## 2.2.2 操作站

DCS 操作站一般分为操作员站和工程师站两种。操作站必须配置以下设备。

### 1. 操作台

操作台用来安装、承载和保护各种计算机和外部设备。目前流行的操作台有台式操作台、集成式操作台和双屏操作台等。

### 2. 微处理机系统

一般的 DCS 操作站采用 32 位或 64 位微处理机。

### 3. 外部存储设备

操作站都配有 1~2 个大容量的外部存储设备,有些系统还配备了历史数据记录仪。

### 4. 图形显示设备

当前 DCS 的图形显示设备主要是 LCD (液晶显示器),有些 DCS 还在使用 CRT 显示器。有些 DCS 操作站配备有厂家专用的图形显示器。

### 5. 操作键盘和鼠标

1) 操作员键盘。

2) 工程师键盘。

### 6. 打印输出设备

一台用于打印生产记录报表和报警报表;另一台用来复制流程画面。

## 2.2.3 DCS 的冗余化结构

### 1. 冗余方式

DCS 的冗余技术可以分为多重化自动备用和简易的手动备用两种方式。

(1) 多重化自动备用 多重化自动备用就是对设备或部件进行双重化或三重化设置,当设备或部件万一发生故障时,备用设备或部件自动从备用状态切换到运行状态,以维持生产继续进行。

多重化自动备用还可以进一步分为同步运转、待机运转和后退运转三种方式。

1) 同步运转方式:指两台以上的设备或部件同步运转,执行相同的操作,将它们的输出进行核对,从而确定系统运转操作。

2) 待机运转方式:采用一台设备作为备用,平时使其处于待机状态,在发生故障时,启用备用设备,使运转能继续,这种方式称为一对一的备用方式。

3) 后退运转方式:在正常时使用  $N$  台设备或多重处理机,分别承担各种功能,当其中

之一出现故障时，其他设备或处理机放弃一部分不重要的功能相互备用，这种方式最经济，但相互间必须存在公共部分，因此需要复杂的软件处理。

(2) 简易的手动备用 手动备用方式是采用手动操作方式实现对自动控制方式的备用。当自动控制方式发生故障时，通过切换到手动操作方式，来保持系统的控制功能。

## 2. 冗余措施

DCS 的冗余包括通信网络的冗余、操作站的冗余、现场控制站的冗余、电源的冗余、输入/输出模块的冗余等。

除了硬件冗余外，DCS 还采用了信息冗余技术，就是在发送信息的末尾增加多余的信息位，以提供检错及纠错的能力，降低通信系统的误码率。

## 2.3 集散控制系统的软件结构

所谓软件是指完成各种功能的计算机程序的总和，它是计算机控制系统的神经中枢，整个系统的动作都是在软件程序指挥下协调工作的。

集散控制系统的软件是由实时多任务操作系统、面向过程的编程语言和工具软件等部分组成。

集散控制系统软件通常分为系统软件和应用软件两大类。系统软件一般由计算机厂家提供，专门用来使用和管理计算机本身的程序；应用软件是用户针对生产过程要求而编制的各种应用程序。

集散控制系统（DCS）软件及其基本功能如图 2-2 所示。

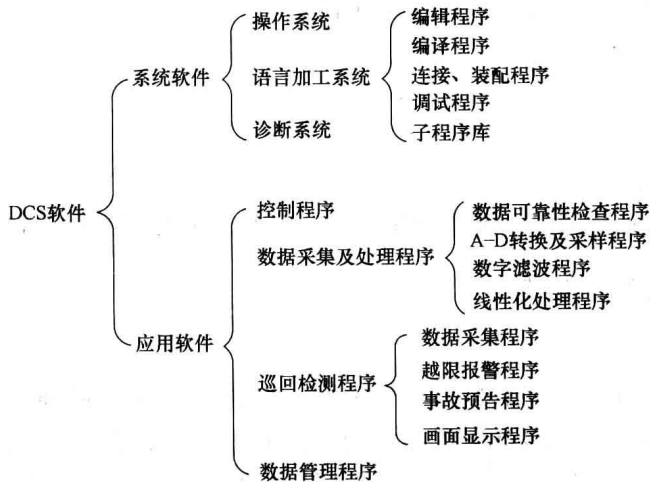


图 2-2 DCS 软件及其基本功能

## 2.4 集散控制系统组态

DCS 组态是指根据实际生产过程控制的需要，利用 DCS 所提供的硬件和软件资源，预先将这些硬件设备和软件功能模块组织起来，以完成特定的任务。这种设计过程习惯上称为组态或组态设计。从大的方面讲，DCS 的组态功能主要包括硬件组态（又称配置）和软件



组态两个方面。

### 2.4.1 集散控制系统的硬件组态

集散控制系统的硬件组态实际上是完成系统设备间的软连接，它是先选择硬件设备，然后在显示器上完成系统硬件的配置，也就是硬件系统的建立（setup）问题，它包括以下几个方面的内容：工程师站的选择（包括机型、显示器尺寸、内存、硬盘容量、打印机等）；操作员站的选择（包括操作员站的个数和操作员站的配置，如显示器是否采用双屏、主机型号、内存配置、磁盘容量的配置、打印机的台数和型号等）；现场控制站的选择（包括现场控制站的个数、地域分布、每个现场控制站中所配的各种模板的种类及块数、电源的选择等）。硬件配置一般根据生产现场具体要求来定。

### 2.4.2 集散控制系统的软件组态

DCS 软件组态包括画面组态和控制组态。画面组态主要完成操作员站上的各种画面及画面间连接；而控制组态是指控制系统软件的生成，包括基本配置组态和应用软件的组态。基本配置组态是给系统一个配置信息，采用面向问题的语言，其方法是填表式语言，可确定系统中各站的个数、组成、索引标志，每个站的最大点数、最短执行周期等；应用软件的组态采用功能块语言，即把常用的运算功能、信号交换功能、PID（比例积分微分）控制功能及其他功能所对应的程序预先固化成 ROM 中的各种模块，然后用最简单的编程语言或图上作业方法将这些模块进行软连接，构成各种控制系统的应用软件，这类应用软件主要用于现场控制层。对于管理层的生产优化或经营优化的管理软件，仍然用高级语言（如 C 语言等）编制。

## 2.5 集散控制系统的基本功能

### 2.5.1 现场控制站的基本功能

#### 1. 反馈控制

##### (1) 输入信号处理

##### 1) 零偏修正。

2) 规格化。模拟信号的规格化，是指将 DC1~5V 的模拟信号经 A-D 转换器转换成规格化的数字量，该规格化的数字量送到计算机直接参与运算。规格化运算式为

$$x = \frac{u - 1}{4}(x_m - x_0) + x_0 \quad (2-1)$$

式中， $x$  为被测对象模拟信号为  $u$  时的规格化值； $u$  为被测对象模拟信号，为 1~5V 直流电压值； $x_m$  为被测对象上限对应的规格化值； $x_0$  为被测对象下限对应的规格化值。

3) 工程量变换。当监控计算机或操作站需显示或打印时，还应将规格化的数据转换成工程量单位值  $y$ ，它按下式进行计算：

$$y = \frac{M(x - x_0)}{x_m - x_0} + y_0 \quad (2-2)$$