

152

152

# **XDPS 分散控制系统**

何衍庆 陈积玉 俞金寿 编著

**化学工业出版社**  
工业装备与信息工程出版中心  
·北 京·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目(CIP)数据**

**XDPS 分散控制系统/何衍庆, 陈积玉, 俞金寿编著.**  
北京: 化学工业出版社, 2002.6  
ISBN 7-5025-3749-X

I. X… II. ①何…②陈…③俞… III. 综合分散型  
控制系统, XDPS IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014624 号

---

**XDPS 分散控制系统**

何衍庆 陈积玉 俞金寿 编著

责任编辑: 刘 哲 辛 田

责任校对: 陶燕华

封面设计: 朱晓林

\*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行  
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京市云浩印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 26¼ 字数 646 千字

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3749-X/TP·307

定 价: 60.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 目 录

<b>第 1 章 分散控制系统概述</b> .....	1
1.1 分散控制系统的 <b>特点</b> .....	1
1.1.1 递阶控制系统.....	2
1.1.2 分散控制.....	2
1.1.3 自治和协调性.....	3
1.1.4 开放系统.....	3
1.2 分散控制系统的 <b>功能</b> .....	4
1.2.1 现场控制级的功能.....	4
1.2.2 过程装置控制级的功能.....	4
1.2.3 车间操作管理级的功能.....	5
1.2.4 全厂优化和调度管理级的功能.....	5
1.3 XDPS 分散控制系统 <b>简介</b> .....	5
1.3.1 XDPS 分散控制系统的基本结构.....	6
1.3.2 XDPS 分散控制系统的软件.....	10
1.3.2.1 操作员站软件.....	10
1.3.2.2 工程师站软件.....	13
1.3.2.3 历史数据站软件.....	14
1.3.2.4 DPU 软件.....	15
1.3.2.5 GTW 软件.....	16
1.4.3 XDPS 分散控制系统的 <b>特点</b> .....	17
1.4 分散控制系统的 <b>发展方向</b> .....	18
1.4.1 综合自动化和开放系统.....	18
1.4.2 现场总线控制系统.....	19
<b>第 2 章 XDPS 分散控制系统的硬件</b> .....	20
2.1 DPU 分布式处理单元.....	20
2.1.1 DPU 分布式处理单元.....	20
2.1.2 PDEX344 卡.....	23
2.1.3 BC 站控制卡.....	24
2.1.4 输入输出卡件.....	25
2.1.4.1 AI 模拟量输入卡.....	26
2.1.4.2 AO 模拟量输出卡.....	28
2.1.4.3 SOE/DI 开关量输入卡.....	29
2.1.4.4 DO 开关量输出卡 (DO-251).....	30
2.1.4.5 DO 开关量输出卡 (DO-340).....	31
2.1.4.6 PI 开关量计数卡.....	32

2.1.4.7	LC 双回路控制卡	33
2.1.4.8	LC-S 伺服控制卡	34
2.1.4.9	SMC 脉冲量计数和测频卡	35
2.1.4.10	MCP 测速卡	36
2.1.4.11	MCP-OPC 高速采样卡	36
2.1.4.12	OPC 超速控制和超速保护卡	37
2.1.4.13	VCC 阀门伺服控制卡	38
2.1.4.14	LPC 逻辑保护卡	39
2.1.4.15	SYN 同期控制卡	43
2.1.4.16	BZT 备用电源自投保护卡	44
2.1.5	XDPS 系统的输入输出端子板	45
2.1.6	位总线 (Bitbus)	49
2.1.6.1	8044 内部结构	50
2.1.6.2	位总线通讯标准	50
2.1.6.3	RS-485 接口电路	51
2.1.6.4	XDPS 分散控制系统中位总线的实现方法	52
2.1.7	电源	52
2.2	人机接口站 MMI	53
2.2.1	工业控制计算机	53
2.2.2	网卡	55
2.2.3	信息输入输出设备	57
2.2.3.1	键盘	57
2.2.3.2	鼠标或球标	60
2.2.3.3	显示器	60
2.2.3.4	打印机	61
2.2.3.5	磁和光记录设备	62
2.2.3.6	手操器	62
2.3	通讯系统	65
2.3.1	以太网	65
2.3.1.1	以太网的结构分层	65
2.3.1.2	以太网的物理层	66
2.3.1.3	以太网的逻辑链路层	68
2.3.2	Intranet 网和 Internet 网	68
2.3.2.1	TCP/IP 协议	68
2.3.2.2	网络拓扑结构	72
2.3.2.3	Windows NT	73
2.3.2.4	Intranet 和 Internet 的构成	73
2.3.3	现场总线	74
2.3.3.1	Type 1	76
2.3.3.2	Type 5	77

2.3.3.3	HART 协议 .....	78
2.4	系统硬件的抗干扰技术 .....	79
2.4.1	过程通道的抗干扰 .....	79
2.4.2	微处理器的抗干扰 .....	80
2.4.3	系统的供电和接地 .....	80
2.4.4	提高系统可靠性的其他措施 .....	81
<b>第 3 章</b>	<b>XDPS 分散控制系统的软件</b> .....	<b>83</b>
3.1	DPU 软件 .....	83
3.1.1	点目录组态文件 .....	83
3.1.2	点组定义文件 .....	86
3.1.3	功能模块 .....	87
3.1.3.1	网络功能模块 .....	90
3.1.3.2	过程输入输出功能模块 .....	92
3.1.3.3	页间传递的功能模块 .....	95
3.1.3.4	模拟函数功能模块 .....	96
3.1.3.5	时间过程函数功能模块 .....	98
3.1.3.6	控制算法功能模块 .....	104
3.1.3.7	逻辑运算功能模块 .....	115
3.1.3.8	操作器功能模块 .....	121
3.1.3.9	特殊功能模块 .....	130
3.1.3.10	页内作用功能模块 .....	133
3.1.3.11	模糊控制用的功能模块 .....	134
3.1.4	DPU 的组态 .....	134
3.1.4.1	组态环境 .....	135
3.1.4.2	控制组态工作 .....	136
3.1.5	输入输出驱动程序 .....	142
3.2	MMI 软件 .....	143
3.2.1	基本图像和图库 .....	143
3.2.2	过程画面的建立和合成 .....	172
3.2.2.1	过程画面的设计 .....	173
3.2.2.2	过程流程图中数据的显示 .....	174
3.2.2.3	动态键的设计 .....	176
3.2.2.4	操作键盘上用户定义键的设置 .....	176
3.2.2.5	图形显示的界面设置 .....	177
3.2.3	预定义的显示软件 .....	178
3.2.3.1	自检 .....	179
3.2.3.2	单点显示 .....	183
3.2.3.3	数据库一览 .....	185
3.2.3.4	报警一览 .....	192
3.2.3.5	报警历史 .....	197

3.2.3.6	趋势显示 .....	202
3.2.3.7	条件触发 .....	211
3.2.4	数据报表和报警 .....	216
3.2.4.1	数据的收集和再现 .....	216
3.2.4.2	历史数据和日志记录器 .....	222
3.2.4.3	周期和触发报表记录器 .....	224
3.2.4.4	报表打印 .....	229
3.3	GTW 软件 .....	230
3.3.1	基于 VDPU 的 I/O 驱动方式 .....	231
3.3.2	基于 XDPS 实时数据库接口的网关软件驱动方式 .....	231
3.4	系统软件的抗干扰技术 .....	232
3.4.1	数字滤波技术 .....	232
3.4.1.1	算术平均滤波 .....	232
3.4.1.2	中值平均滤波 .....	233
3.4.1.3	限幅滤波 .....	233
3.4.1.4	高通、低通和带通滤波 .....	233
3.4.1.5	移动平均滤波 .....	234
3.4.2	开关量信号的软件抗干扰技术 .....	234
3.4.3	指令冗余技术 .....	234
3.4.4	软件陷阱技术 .....	235
3.4.5	软件容错技术 .....	235
3.4.6	软件安全保护技术 .....	236
3.4.7	软件消抖动技术 .....	237
<b>第 4 章</b>	<b>系统的安装、调试和维护 .....</b>	<b>238</b>
4.1	系统的安装 .....	238
4.1.1	硬件的安装和接线 .....	238
4.1.1.1	设备与现场信号的连接 .....	238
4.1.1.2	端子柜与控制柜的连接 .....	252
4.1.1.3	控制柜内的连接 .....	252
4.1.1.4	MMI 的连接 .....	256
4.1.1.5	接地 .....	257
4.1.2	MMI 软件的安装 .....	259
4.1.3	DPU 软件的安装 .....	263
4.1.4	MMI 软件参数设置 .....	267
4.1.5	DPU 的启动 .....	270
4.2	系统的调试 .....	272
4.2.1	硬件的调试 .....	272
4.2.1.1	分布式处理单元 DPU 的调试 .....	272
4.2.1.2	输入输出卡件的调试 .....	274
4.2.2	软件的调试 .....	319

4.3 系统的维护	319
4.3.1 输入输出卡件的维护	319
4.3.2 DPU 的维护	321
4.3.3 MMI 的维护	321
4.3.4 通讯系统的检查	322
<b>第 5 章 系统的操作和显示</b>	<b>323</b>
5.1 系统的启动操作	323
5.2 系统工具的操作和显示	326
5.2.1 用户登录和退出	326
5.2.2 基本操作和显示	327
<b>第 6 章 XDPS 分散控制系统的应用示例</b>	<b>329</b>
6.1 大型电站 300MW 机组热工控制一体化中的应用	329
6.1.1 大型电站机组的特点及对控制系统的要求	329
6.1.2 一体化 DCS 系统的特点	330
6.1.3 一体化 DCS 系统子系统简介	331
6.1.3.1 单元机组的协调控制系统	331
6.1.3.2 数据采集系统	332
6.1.3.3 给水全程自动控制系统	332
6.1.3.4 锅炉炉膛安全监控系统	333
6.1.3.5 顺序控制系统	333
6.1.3.6 汽轮机数字式电液控制系统	334
6.1.3.7 电气设备控制系统	335
6.1.4 某大型电站 300MW 机组的热工控制一体化控制系统	335
6.1.4.1 系统结构	336
6.1.4.2 数据采集系统	337
6.1.4.3 单元机组的协调控制系统	338
6.1.4.4 给水全程控制系统	339
6.1.4.5 炉膛安全监控系统	340
6.1.4.6 顺序控制系统 (SCS)	341
6.1.4.7 汽轮机数字式电液控制系统	342
6.1.4.8 给水泵汽轮机数字式电液控制系统	345
6.1.4.9 电气设备控制系统	347
6.2 监控和数据采集系统中的应用	347
6.2.1 监控和数据采集系统的功能	348
6.2.2 某电厂升压站计算机监控和数据采集系统	348
6.3 电厂仿真培训系统	350
6.3.1 仿真培训系统的类型	350
6.3.2 仿真培训系统的主要功能	351
6.3.3 仿真培训系统的构成	352
6.4 转炉炼钢控制系统中的应用	354

6.4.1	纯氧顶吹转炉炼钢过程简介	355
6.4.2	转炉的终点控制	355
6.4.3	转炉分散控制系统的构成	355
6.4.4	氧枪枪位控制和加料系统控制	356
6.4.5	一次除尘和煤气回收控制	357
6.5	电厂 SIS 中的应用	358
6.5.1	厂级实时监控信息系统的功能	358
6.5.2	厂级实时监控信息系统的设计	359
6.5.3	电厂厂级实时监控信息系统的实现	360
6.5.4	厂级实时监控信息系统的构成	360
6.6	配电网自动化中的应用	362
6.6.1	XDAMS-400 自动化管理系统简介	362
6.6.2	上海市黄浦区配网自动化一期工程介绍	363
6.6.2.1	配电自动化系统的硬件构成	363
6.6.2.2	配电自动化系统的软件配置	366
6.7	造纸生产过程中的应用	369
6.7.1	制浆车间的应用	369
6.7.2	造纸车间的应用	370
6.7.3	碱回收车间的应用	371
6.7.4	某造纸厂的主要控制系统	371
6.8	大型循环流化床锅炉控制系统中的应用	372
6.8.1	循环流化床锅炉控制的特点	372
6.8.2	燃烧部分的控制系统分析	374
6.8.3	炉膛安全监控系统 FSSS	375
6.8.4	450t/h 循环流化床锅炉控制系统简介	376
6.9	化工厂水厂中的应用	377
6.9.1	系统概述	377
6.9.2	系统功能	377
附录		379
附录 1	输入输出卡件	379
1.	XDPS-400 I/O 卡件	379
2.	AI 模拟量输入卡	380
3.	SOE/DI 开关量输入卡	381
4.	AO 模拟量输出卡	383
5.	DO 开关量输出卡	383
6.	PI 脉冲量输入卡	385
7.	SMC 脉冲量计数卡	386
8.	LC 双回路控制卡	386
9.	LC-S 伺放控制卡	388
10.	MCP 测速卡	389



11. MCP-OPC 高速采样卡 .....	390
12. VCC 阀门伺服控制卡 .....	391
13. BC 站控制卡 .....	392
14. BC 网络型站控制卡 .....	393
15. BZT 备用电源自投保护卡 .....	394
16. LPC 逻辑保护卡 .....	395
17. OPC 超速控制和超速保护卡 .....	396
18. SYN 同期控制卡 .....	397
19. 3C-GMA 模拟量手操器 .....	398
20. 3C-DMA 开关量手操器 .....	399
附录 2 分布式处理单元 DPU .....	400
附录 3 人机接口站 MMI .....	402
参考文献 .....	404

# 第 1 章 分散控制系统概述

分散控制系统 (Total Distributed Control System) 是以微处理器为基础的集中分散型控制系统。1975 年第一套分散控制系统 TDCS-2000 问世以来, 分散控制系统已经在工业控制的各个领域得到了广泛应用, 越来越多的仪表和控制工程师已经认识到分散控制系统必将成为过程工业自动控制的主流, 在计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 和计算机集成过程系统 CIPS (Computer Integrated Process System) 中, 分散控制系统将成为主角, 发挥它们的优势。

当今, 生产分散控制系统的生产厂家已达数百家之多, 产品的类型也多种多样, 但其构成原理和功能却具有共同的特点。不管分散控制系统的规模有多大, 有多少功能, 其基本构成都可分为分散过程控制装置、操作管理装置和通讯系统等三部分, 其功能分为连续控制、批量控制和离散控制等几类。分散过程控制装置是分散控制系统与生产过程间的界面。生产过程的各种过程变量通过分散过程控制装置转化为操作监视的数据, 操作的各种信息也通过分散过程控制装置传送到执行机构。在分散过程控制装置内, 包括模拟量和数字量的采集、转换, 控制算法的运算, 及输入输出信号的滤波和限幅等运算。操作管理装置是操作人员与分散控制系统间的界面。操作人员通过操作管理装置了解生产过程的运行状况, 通过它发出操作指令给生产过程, 生产过程的各种过程变量的数据在操作管理装置上显示, 以便于操作人员的监视、操作和控制。通讯系统是分散过程控制装置与操作管理装置间信息传递和交流的桥梁。它把分散过程控制装置所获得的生产过程数据传送到操作管理装置, 同时, 把操作管理装置上操作人员的操作指令送到分散过程控制装置, 并通过分散过程控制装置送到执行机构。

有些分散控制系统产品在分散过程控制装置内增加了现场装置级的控制装置和现场总线的通讯系统, 有些分散控制系统产品则在操作管理装置内增加了综合管理级的控制管理一体化的装置和工厂或公司级的通讯网络。这些分散控制系统使系统的分级增加, 控制功能更分散, 集中管理功能也得到增强, 满足了过程控制和管理等不同层次的要求。但是, 从系统总体结构来看, 它们主要还是由三大基本部分组成。

随着计算机技术的发展, 网络技术、半导体集成技术、显示技术、控制技术及其他高新技术的发展, 分散控制系统也得到了飞速发展, 它不仅向深度和广度发展, 而且使系统的互可操作性和不同制造厂商产品的可互联等特性得以实现, 使分散控制系统从自动化的孤岛向开放系统进军。它不仅能用于生产过程的控制, 还能通过集成管理实现全厂或全公司的综合自动化, 甚至可以通过互联网进行信息交流。

## 1.1 分散控制系统的特点

分散控制系统能在短短几十年内得到如此飞速的发展, 其原因是它具有优良的特性。它从模拟控制仪表发展而来, 但却具有模拟仪表无法比拟的优点。例如, 它连接方便, 显示方式灵活, 显示内容多样, 软连接方式提供了更改方便的优点等。而与计算机集中控制系统比较, 它又具有危险分散、功能分散、操作管理集中等优点。因此, 从分散控制系统问世以来,

它就得到了各行各业、各个领域的操作人员、设计人员和管理人员的好评，并得到了广泛的应用。

### 1.1.1 递阶控制系统

分散控制系统是递阶控制系统（Hierarchical Control System）。它在垂直方向和水平方向都是分级的。最简单的分散控制系统至少在垂直方向分为二级，即一个操作管理站和一个分散过程控制装置。随着分散控制系统规模的扩大，分级范围在垂直方向和水平方向扩大。垂直方向的分级指将操作优化级、自学习和自适应级扩展到分散控制系统中，水平方向的分级是各个分散过程控制级间信息相互协调的分级。一般应用中，分散控制系统把管理级仅限于操作管理级，随着 CIMS 的推广，把控制和管理结合，使计划、销售、管理和控制一体化的广义分散控制系统得到广泛应用。

递阶控制系统的优点是各个分级具有各自的分工范围，它们相互协调。协调由上一级完成，下级数据传送到上一级，由上一级根据生产要求进行协调，并把协调后的指令送达各有关的下一级，再由下一级实现。分散过程控制装置是自治的系统，它采集生产过程的各种数据，按控制要求输出有关信号，送执行机构完成控制操作。由于在各个分散控制装置间既有分工，又有联系，同时，各自能根据上一级的协调来完成各自的任务，因此，它们又是相互联系和制约的，这样，整个系统能在优化的操作条件下运行。

与模拟电动仪表相比，模拟电动仪表相互间的协调和制约较难解决，系统控制方案的更新也较困难，各级的相互联系虽然可通过仪表信号间的串联或并联来实现，但是受到输出阻抗和输出功率的限制，并且这种连接的更改十分困难。

与计算机直接数字控制（DDC）系统相比，计算机直接数字控制系统组成的某些部件的故障将造成整个系统的瘫痪。由于系统没有分级，系统中各个组成部分具有相同等级，各级间数据由同一 CPU 处理，虽然可进行优先级分配，但是系统调整较困难。此外，因为没有分级，对系统整体的可靠性要求大大提高，而系统的危险性也相应增大。

### 1.1.2 分散控制

分散控制（Distributed Control）是分散控制系统（Distributed Control System，即 DCS）的另一特点，分散是针对集中而言的。在计算机控制系统应用的初期，控制系统集中在一个计算机中实现，用一个计算机完成所有的操作监督和过程的控制。分散的含义不单是分散控制，它还包含其他意义。例如，人员分散、地域分散、功能分散、危险分散、设备分散及操作分散等。分散的目的是提高设备的可利用率。

集中式计算机控制系统是在中央控制室集中控制的基础上发展而来。在中央控制室，各种过程参数经检测、变送后集中送到中央控制室，在控制室的仪表盘上集中显示或记录，对重要参数还通过控制器进行控制，输出的信号被送到现场执行机构完成控制操作。操作人员在中央控制室通过仪表盘上的仪表来监视和操作，大大方便了操作过程，对信息管理也有较好的效果。但是这种控制方式也带来了一系列的问题，首先是计算机一旦发生故障，将使生产过程全线瘫痪，为此，危险分散的想法就提了出来，冗余的概念也产生了。但是，用一个同样的计算机控制系统作为原系统的冗余后备，无论从经济上还是从技术上都是行不通的。对计算机功能的分析表明，如果在过程控制级或现场控制级对控制系统进行分散，把过程控制和操作管理分散是可能和可行的。其次，随着生产规模的扩大，设备的安装越来越复杂，把地域上分布范围很广的各过程参数集中到一个中央控制室，也是不经济的，操作管理也会不方便。因此，地域分散和人员分散也提了出来。地域的分散对计算机控制提出了分散控制

的要求，人员的分散与管理的分散密切相关，而地域的分散也与设备的分散有必然的联系。此外，在集中的计算机控制系统中，操作人员的操作是在不同的显示屏前完成各自的操作，因此，操作的分散和多用户多进程的计算机操作系统等要求也被提出了。

通过对集中计算机控制系统的分析，人们认识到分散控制系统是解决集中计算机控制系统不足的较好途径。在实践中，人们对分散控制的应用有了进一步的认识，现场总线控制系统的诞生就是对分散控制系统认识的升华。在现场总线控制系统中，把控制级从过程控制级下移到最下一级即现场控制级，从而实现了彻底的分散。

### 1.1.3 自治和协调性

分散控制系统的各组成部分是各自为政的自治（Autonomous）系统。它们各自完成各自的功能，相互联系和协调。分散过程控制装置是一个自治系统，它完成生产过程的数据采集、信号处理、计算和数据输出的功能。操作管理装置是一个自治系统，它完成数据显示、操作监视和操作数据的发送等功能。通讯系统则完成操作管理装置与分散过程控制装置间的数据传输，实现上一级与下一级间的协调及同级间数据的协调。分散控制系统的自治和协调性使分散控制和递阶协调控制得以实现。

分散的基础是被分散的系统应是自治的系统。递阶分级控制的基础是被分级的系统是相互协调的系统。

在分散控制系统中，分散的内涵十分广泛。例如，分散数据库、分散控制功能、分散数据显示、分散通讯、分散供电、分散负荷等，它们的分散是相互协调的分散，即在分散中有集中的管理、集中的控制目标、集中的显示屏幕、集中的通讯管理等，它们为分散进行协调和管理工作。因此，分散的各个自治系统是在统一的集中管理和协调下各自分散工作的。没有自治和协调就没有分散控制，没有自治和协调就不能进行递阶分级控制。

### 1.1.4 开放系统

开放系统（Open System）是以规范化与实际存在的接口标准为依据而建立的计算机系统、网络系统及相关的通讯系统。早期的分散控制系统是自动化孤岛，各个分散控制系统制造厂商的产品各自为政，不同厂商的产品不能互操作、互连，成为“自动化孤岛”。为得到开放性，分散控制系统经历了不断改进或重新设计的过程，现在，分散控制系统已成为开放系统的主流产品。

开放系统的基本特征如下。

（1）可移植性（Portability） 可移植性指第三方的应用软件能很方便地在系统所提供的平台上运行，有时可能有小的修改。它也包含程序的可移植性、数据的可移植性和人员的可移植性等。从系统应用来看，各个制造厂分散控制系统软件有了相互移植的可能。软件的可移植性也带来了安全性的问题，因此，应采用相应安全措施。可移植性能保护用户已有资源，减少应用开发时间和费用，减少维护人员的培训费用。

（2）互操作性（Interoperability） 开放系统的互操作性指不同的计算机系统与通讯系统能互相连接；通过互联，能正确有效地进行数据的互通；在数据互通的基础上能协同工作，共享资源，完成应用功能。

网络上的节点通过互操作性，能对网络上其他节点的数据、资源和处理能力等实现共享。在现场总线控制系统中，各种现场总线仪表也能互换或替换，而不必考虑是否是原制造厂商的产品。

（3）可适宜性（Scalability） 系统对计算机的运行要求越来越宽松。某些较低级别系统

中运行的应用软件能在高级别的计算机系统中运行，适应性提高。同样，版本高的系统软件也能适用于低级别版本的系统中。

(4) 可用性 (Availability) 系统的用户对产品的选择，不必考虑是否是原系统制造厂商的产品，只要符合标准的其他制造厂商产品都可选用，使用户选择产品的灵活性大大提高。

分散控制系统是开放系统，它具有开放系统的所有特征，使分散控制系统的应用、选择、产品的更换等变得方便。

## 1.2 分散控制系统的功能

分散控制系统的问世标志仪表计算机控制系统进入一个崭新的历史时期。在它的发展过程中，分散控制系统与初期的产品已大不相同，但是，它的基本构成没有变化。分散控制系统由过程分散控制装置、操作管理装置和通讯系统组成。

分散控制系统的功能分层是分散控制系统的体系特征。它充分反映了分散控制系统的分散控制、集中管理的特点。按照功能分层的方法，分散控制系统可分为现场控制级、过程装置控制级、车间操作管理级、全厂优化和调度管理级等。在分散控制系统中，信息一方面自下而上逐渐集中，同时，它又自上而下逐渐分散，这就构成了分散控制系统的基本结构。

### 1.2.1 现场控制级的功能

随着现场总线标准的实施，在分散控制系统中，最低层的现场控制级得以实现。这时，分散控制系统成为现场总线控制系统 FCS (Fieldbus Control System)。在现场总线控制系统中，现场控制级是极重要的部分。在分散控制系统中，现场控制级的功能在分散过程控制装置实现。

根据现场总线的网络结构，现场控制级可组成星型、树型和总线型的网络拓扑结构。现场总线智能仪表和设备使得在现场控制级就能实现原来要在过程控制级才能实现的各种功能。现场控制级的特征主要表现为：

- 多信息系统；
- 系统的自诊断和自校正功能更强；
- 系统具有更高的可靠性和精确度；
- 维护和校验更方便；
- 互操作性；
- 多端存取；
- 低的成本和安装费用。

随着现场总线标准的执行，现场控制级的功能更完善。主要包括：

- 采集过程数据，直接进行数据转换；
- 双向多变量的数字通讯；
- 输出过程的操作指令，进行直接数字控制；
- 完成与过程装置控制级的数据通讯；
- 实现对现场控制级设备的监测和诊断。

### 1.2.2 过程装置控制级的功能

过程装置控制级是分散控制系统的关键部分。它的性能关系到分散控制系统实时性和控制质量好坏以及管理决策的正确性。过程装置控制级的功能在分散过程控制装置实现。大多数分散控制系统采用分散过程控制装置和它的输入输出卡件组成过程装置控制级。过程装置

控制级的特点是：

- 高可靠性和强实时性；
- 控制功能强；
- 通讯信息量大，通讯速度高。

它的功能主要包括：

- 采集过程数据，进行数据转换和处理；
- 数据监视和存储；
- 实施连续、离散和批量、顺序控制等运算和输出控制；
- 数据和设备的自诊断；
- 数据通讯。

### 1.2.3 车间操作管理级的功能

车间操作管理级以中央控制室的操作站为中心，辅以打印机、拷贝机等外部设备组成。

它是人机联系的界面。因此，它的主要特征是：

- 采用共用显示的方式在屏幕上显示过程和数据；
- 操作方便，简捷；
- 存储数据量大，显示信息量大；
- 具有报警和故障诊断的处理；
- 实现数据通讯。

在简单的优化控制系统中，车间操作管理级也实现优化运算和控制功能。车间操作管理级的主要功能包括：

- 数据显示和记录；
- 过程操作（含组态操作、维护操作）；
- 数据存储和压缩归档；
- 报警、事件处理和诊断；
- 系统组态、维护和优化处理；
- 数据通讯；
- 生产报表打印和画面硬拷贝。

### 1.2.4 全厂优化和调度管理级的功能

全厂优化和调度管理是从系统观点出发，从全厂的原料到产品销售，从订货、库存到交货、生产计划，进行一系列的优化协调，使成本下降、产品产量和质量提高。该级的功能主要是：

- 优化控制；
- 协调和调度各车间生产计划和各有关部门的关系；
- 主要数据的显示、存储和打印；
- 数据通讯。

## 1.3 XDPS 分散控制系统简介

XDPS (Xin Hua Distributed Processing System) 分散控制系统是由新华控制工程有限公司推出的分散控制系统。它是以工业控制计算机 (IPC: Industrial Personal Computer) 为基础的高性能、高质量、低成本、配置灵活的分散控制系统。

从1988年向巴基斯坦出口3×210MW机组的第一套计算机过程监控系统DAS-100开始,该公司在十几年中,取得了飞速的发展。通过CPU和通讯接口等系统的升级,目前已生产XDPS-400、DEH、MEH等产品,并形成系列产品,尤其在电力、冶金、石化、造纸、建材等工业过程的控制领域得到广泛应用,此外,在供电、水处理、油田和楼宇自动化及远程调度和控制等领域也取得了良好的应用效果。XDPS-400系统在50MW、100MW、125MW、200MW、300MW和600MW等机组上广泛应用的实践表明,该分散控制系统已能与国外的分散控制系统具有相似的功能,其特性与国外产品相当,在人机界面和组态等特性方面还超过部分进口产品,并已成为国内电站300MW火电机组的国产品牌产品。该产品被国家科技部、对外贸易经济合作部等五个部委评为“国家重点新产品”,成为国内开发的同类控制系统中可靠性最高、技术最为成熟的一种分散控制系统产品,并将越来越多地替代国外进口的分散控制系统。

在市场经济的竞争中,XDPS分散控制系统以质量和技术取胜,以服务为本,取得了飞速发展,近年来,产品不仅在国内有了较高的知名度,而且打入了国际市场。目前,产品已遍布全国20多个省市,并出口巴基斯坦、孟加拉、马来西亚、伊朗等国。XDPS分散控制系统产品不仅通过了ISO9001质量管理的国内认证。而且也获得了ISO9001的国际认证。此外,XDPS-400系列输入输出卡件的电磁兼容性也通过国际权威测试机构ITS公司的CE-EMC认证测试,并取得证书。

### 1.3.1 XDPS分散控制系统的基本结构

与一般分散控制系统相同,XDPS分散控制系统也由分散过程控制装置、操作管理装置和通讯系统三部分组成。在XDPS分散控制系统中,分散过程控制装置称为分布式处理单元(DPU),操作管理装置称为人机接口(MMI),它可以是操作员站(OPU)、工程师站(ENG)、历史数据站(HSU)或计算站(CAC)。通讯系统采用在工业过程控制领域已得到广泛应用的以太网通讯系统,因此,符合国际标准化组织(ISO)提出的开放系统互连(OSI)参考模型的标准,符合IEEE的通讯规范和TCP/IP通讯协议等。图1-3-1是XDPS-400分散控制系统的结构示意图。

(1) 通讯系统 在XDPS分散控制系统中,采用冗余的实时通讯网络组成MMI与DPU之间、DPU之间或MMI之间的通讯网络,用于高速传递实时数据、组态信息和控制指令等。1:1冗余的网卡和1:1冗余的总线通讯电缆、传输出错检测等技术的应用,使网络的任一故障都不会影响系统的通讯,使分散控制系统的安全性和可靠性得到增强。实时数据网采用符合IEEE802.3广播通讯协议的以太网,传输速率达10Mbps/100Mbps(根据采用的网卡和通讯电缆确定),通讯介质可以是无源的同轴电缆(通常采用细缆)或光缆。最多连接的节点可达250个,节点之间距离185m(细缆),加中继器后节点之间的通讯距离可达925m。系统可定义多达64000个全局实时检测点。

信息数据网络采用单网,用于连接MMI的各种站点(如工程师站ENG、操作员站OPU、历史数据站HSU等),为MMI提供快速高效的信息传输通道,用于操作系统支持的文件传送及打印共享。信息数据网通过路由器还能连接高层或外部网络、厂级MIS信息管理网络。采用的通讯协议是TCP/IP,通讯传输速率达10Mbps/100Mbps或更高(例如,使用千兆以太网)。

XDPS分散控制系统低层通讯,采用高速串行总线的位总线(BitBus),它用于将分散过程控制装置DPU与输入输出单元连接。在位总线中,传递实时数据及控制操作指令,对软件

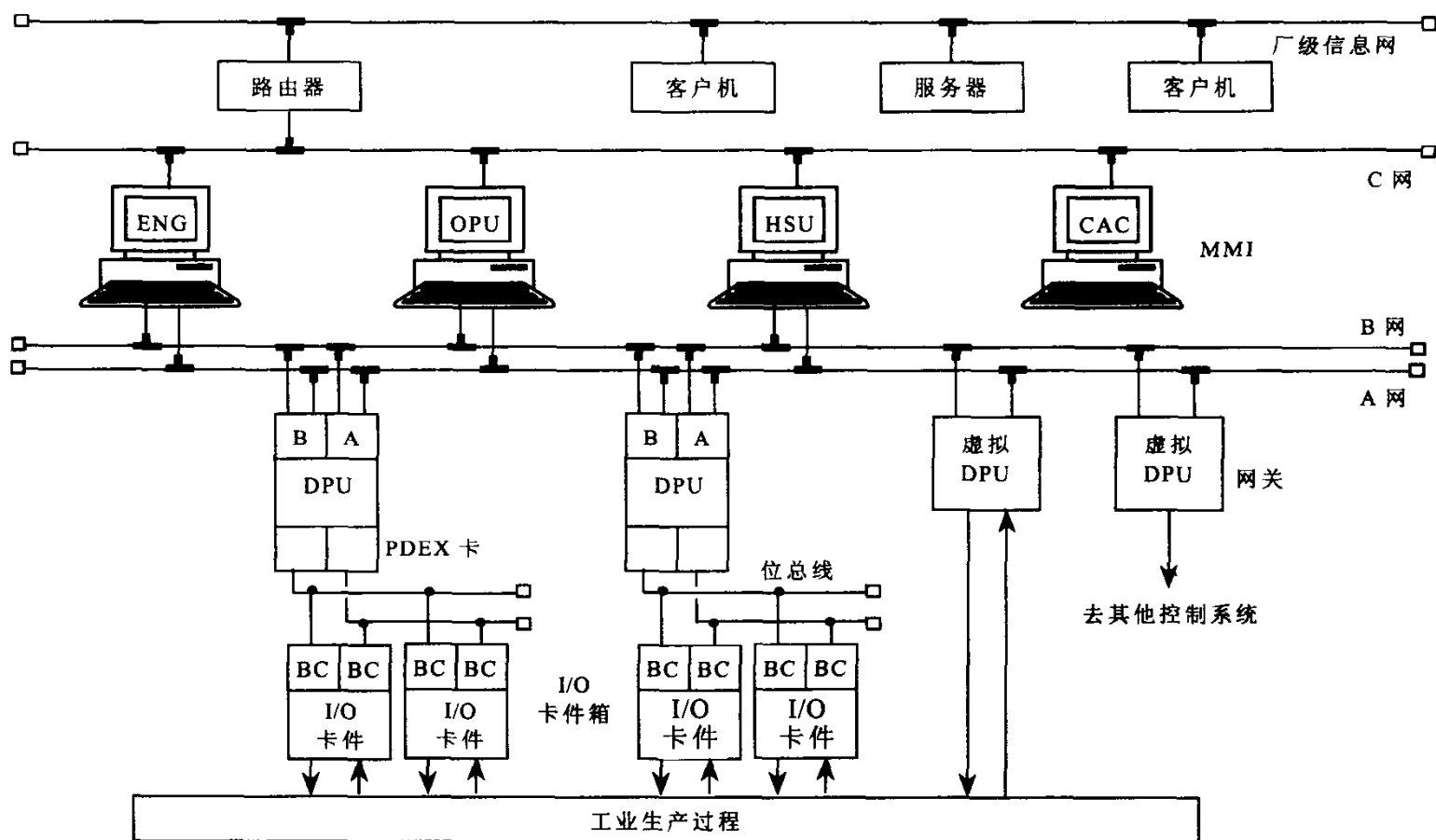


图 1-3-1 XDPS-400 分散控制系统的结构示意图

进行检错和纠错，提高了系统可靠性。1:1 冗余的位总线、DPU 的冗余配置及可选的输入输出卡件冗余配置，使控制级的通讯系统有极高的可靠性和安全性。此外，在输入输出卡件采用的光电隔离、硬件滤波等抗干扰措施，也大大提高了系统的安全性。根据位总线的通讯规范，最多可连接 250 个节点，通讯协议符合 EIA RS-485 规范，通讯传输速率为 375kbps~2Mbps，最大通讯距离达 1.2km，通讯介质是屏蔽双绞线 STP，采用命令/响应通讯方式，主从式通讯结构。

(2) 分布式处理单元 DPU 分布式处理单元 DPU 是 XDPS 分散控制系统中的分散过程控制装置，用于存储系统信息和过程控制策略及数据。通过冗余的实时数据通讯网络，DPU 与 MMI 节点或其他 DPU 节点连接；通过输入输出通讯网络，DPU 与输入输出站节点连接，从而提供了双向的信息交换。DPU 用于实现各种先进控制策略、完成过程数据采集、常规控制、顺序控制和先进控制、专家系统、智能控制等高级控制，并且能根据用户的不同控制要求完成特殊的控制策略。

DPU 的硬件采用工业计算机，主处理器是 Pentium233，内存 16/32MB，机内插有冗余的系统通讯用网络通讯卡，与输入输出节点通讯的位总线通讯卡，及 24MB 的可读写快闪存储器 DOC，机内通讯采用 ISA 总线。

DPU 可选用 1:1 冗余配置或单机配置，冗余 DPU 能在一个周期内实现无扰动切换。冗余的系统网络和冗余的实时数据网络使 DPU 具有良好的通讯可靠性。所采用的可读写永久存储器 DOC 是闪烁存储器 (Flash)，没有可活动的部件，可靠性高，它用于存储系统文件和组态数据文件，支持控制策略的上装和下装。每个 DPU 可以挂接 4~8 个输入输出站，每个输入输出站可连接 12 块输入输出卡件。远程通讯能力达 1.2km。

DPU 的软件是新华控制工程有限公司自主开发的 RMX-X 实时多任务操作系统，具有任务调度功能，最多可选择 8 种不同扫描周期，从 0.05s 到 10s，增量是 0.05s。其中，模拟量



的扫描周期最快可达 100ms，开关量的扫描周期最快可达 50ms，支持的高速事件顺序 SOE 的记录分辨率小于 1ms。DPU 软件支持 100 余种预定义的控制算法模块，用于控制组态，实现所需的控制策略；可执行页多达 999 页，每页可设置 999 个控制算法模块；页执行周期可在 0.05s 到 10s 之间选择；支持用户自定义的控制算法模块；支持模拟、数字输入输出及事件的顺序记录；虚拟的 DPU 软件能方便地用于独立控制器、监督控制和数据采集 SCADA 和远程终端单元 RTU 等。

DPU 提供的预定义控制算法模块有各种 PID、自整定控制模块、算术逻辑运算、模拟量手操器、开关量手操器、超前滞后、数字逻辑等模块。它的事件顺序序列 SOE 分辨率小于 1ms，为提高对事故的识别提供了检测和分析的依据。DPU 软件提供了与 C 语言的接口，用户可方便地生成自己的特殊控制算法，例如状态反馈控制、预测控制或模糊控制算法等。

为了适应不同应用的需要，DPU 的功能可以扩展。通过标准总线（例如，ISA、PCI 总线）和串行接口（例如，RS-485、RS-232、PROFIBUS、HART），采用不同的驱动程序，XDPS 分散控制系统的 DPU 还能与不同制造厂商的其他输入输出卡件、现场智能仪表、可编程程序控制器等连接，系统的硬件和软件无需更改，从而缩短了应用开发时间，节省了投资费用。因此，XDPS 分散控制系统具有很强的应用于各种控制和信息处理场合的适应能力。

XDPS 分散控制系统设计的虚拟 DPU 软件为实现全部或部分 DPU 功能的计算机或软件包提供了工具。在 XDPS 分散控制系统中，非标准的输入输出接口计算机、与外部控制系统接口的专用计算机都被定义为虚拟 DPU (VDPU)。MMI 站支持虚拟 DPU 的映射功能，通过通讯接口可以将非 XDPS 系统的控制设备或现场智能仪表在逻辑上映射为系统的一个 DPU 节点，这样，与操作本系统的其他 DPU 节点一样，可以方便地对这些虚拟 DPU 节点进行操作和控制，因此，XDPS 分散控制系统具有很强的适应能力，适用于各种控制领域的应用。

(3) 人机接口站 MMI XDPS 分散控制系统的操作管理装置称为人机接口站 MMI，它采用高性能的 Windows 95/NT 作为操作平台，采用高可靠性的 PC 工作站，用户能直接和实时获得生产过程的实时运行数据，安全有效地对整个生产过程进行监视、操作、控制和管理。在 XDPS 分散控制系统中，根据安装的软件不同，MMI 站可分为操作员站 (OPU)、工程师站 (ENG)、历史数据站 (HSU) 和计算站 (CAC) 等。

操作员站 OPU 是操作员与生产过程连接的界面，在 XDPS 分散控制系统中，OPU 站采用工业控制计算机，主机是 Pentium 233 工作站，内存 2M，硬盘 1GB，采用冗余的网络卡与实时数据网络连接，同时，通过单网与信息数据网 (C 网) 连接。监视器可根据用户要求配置，从 17 英寸到 21 英寸，还可根据用户要求选用更大尺寸的监视器，监视器的分辨率是 1248×1024 或 1600×1200，刷新速率 5Hz。操作键盘可以是该公司的触摸式薄膜键盘或标准的 101 键 PC 机键盘，输入装置还有鼠标或球标。设置了并行和串行接口、以太网接口等，可连接 4 台打印机，用于实时数据和报表的打印、报警打印和其他信息记录。OPU 站采用汉化的 Windows 95/NT 软件，可显示三维空间画面。

操作员站的图形响应速度小于 1s；动态图像的刷新速率小于 1s；能进行多种信息的直接调用；具有高分辨率的图形实时数据显示和历史数据显示；屏幕采用软手操，可直接实现对生产过程的操作和控制；能在线检索、显示和打印历史数据；能在线进行报表、成组和棒图显示及定义；具有多级安全限制、多级系统自诊断，诊断的层次有数据通讯网、节点、输入输出卡件和通道等；能完成高分辨率的图形彩色拷贝；在全汉化的操作盘上支持中英文显示