

集散控制系统框架和
原理 / DCS系统应用
的现场总线与网络技
术 / 集散控制系统监
控组态软件的原理和
应用 / 集散控制系统
仪表 / 集散控制系统
经典应用案例

集散控制系统 应用技术

韩 兵 编

XITONG YINGYONG JISHU
JISAN KONGZHI



化学工业出版社

集散控制系统 应用技术

韩 兵 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

7

图书在版编目 (CIP) 数据

集散控制系统应用技术 / 韩兵编. —北京: 化学工业出版社, 2011.8

ISBN 978-7-122-11034-3

I. 集… II. 韩… III. 集散控制系统 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 067145 号

责任编辑: 宋 辉

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 王素芹

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 451 千字 2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言 FOREWORD

集散控制系统（DCS）技术与产品在工业生产与民用工程自动化应用中占主要地位。随着生产过程工艺技术不断更新和产品质量不断提高，各种类型、不同功能和大小规模的集散控制系统在各个领域得到了更广泛的应用。进入 21 世纪以来，不但工业生产离不开集散控制技术，而且我们生活的各个方面也越来越与集散控制系统相关。随着控制系统技术不断发展，特别是自动化和信息化的不断融合，集散控制系统变得越来越重要。例如，在大型公众文化文艺活动中，大规模的灯光和道具背景都可以采用集散控制系统来实现控制。由于具有数字控制、网络通信、监控组态和决策信息处理的功能，集散控制成为了工业和工程控制系统的主要应用形式。集散控制系统在航空航天工程、能源工程、石油与化学工程、生产流水线、制造过程、交通车辆控制、工程测量系统、安全监控系统、环境工程中起着重要的作用。

集散控制系统应用对象广泛，控制系统结构复杂，全球重要企业的集散控制产品众多，从事控制系统应用的工程技术人员开发、应用和维护集散控制有很多问题需要解决。大多数集散控制应用工程师是由企业进行专门的培训来掌握 DCS 的，而这往往只针对单一系统产品。为了帮助现场工程师和技术人员进一步掌握 DCS 技术和应用，我们编写了此书，特别介绍了集散控制系统的监控组态软件和应用设备。本书也可作为大专院校相关专业的教学用书或参考书。全书共分 5 章，包括集散控制系统概论、现场总线与网络技术、集散控制系统监控组态软件、集散控制系统仪表、集散控制系统应用案例。

在本书的编写过程中，潘雷、时红军参加了部分工作，在此表示感谢；同时对提供资料的单位和个人表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 集散控制系统概论

Page 001

1.1 集散控制系统的体系结构	1
1.2 集散控制系统网络与通信	2
1.2.1 企业网络信息系统	2
1.2.2 企业集散控制系统 (DCS)	7

第 2 章 现场总线与网络技术

Page 014

2.1 现场总线的基本概念	14
2.1.1 现场总线分布式网络系统	14
2.1.2 现场总线自动控制系统	15
2.2 现场总线的特点	15
2.2.1 现场总线系统的结构特点	15
2.2.2 现场总线系统的技术特点	16
2.3 现场总线的类型	17
2.3.1 现场总线的标准	17
2.3.2 现场总线开放系统互连模型基础	17
2.4 现场总线协议规范	19
2.4.1 FF 现场总线协议规范	19
2.4.2 LonWorks 现场总线协议规范	23
2.4.3 PROFIBUS 现场总线协议规范	24
2.4.4 CAN 现场总线协议规范	27
2.4.5 DeviceNet 现场总线协议规范	29
2.4.6 HART 的现场总线协议规范	33
2.4.7 Modbus 的现场总线协议规范	35
2.4.8 ASi 的现场总线协议规范	39
2.5 全球重要企业的现场总线系统	42
2.5.1 罗克韦尔 (Rockwell) 集散控制系统	42
2.5.2 西门子集散控制系统	49
2.5.3 ABB 现场总线控制系统	54

2.5.4 施耐德集散控制系统	56
2.5.5 三菱集散控制系统	59
2.5.6 欧姆龙 (OMRON) 集散控制系统	63
2.5.7 中科博微集散控制系统	66
2.5.8 浙大中控集散控制系统	69

第 3 章 集散控制系统监控组态软件

Page 072

3.1 监控组态软件的结构	72
3.1.1 系统监控组态软件组成	73
3.1.2 组态软件的数据流	73
3.2 监控与组态软件图形界面	74
3.2.1 监控组态软件图形功能	74
3.2.2 监控组态软件图形组态内容	75
3.2.3 监控组态软件图形组态技术	80
3.3 DCS 监控与组态软件网络通信	82
3.3.1 监控系统组态通信方式与实现方法	82
3.3.2 监控软件与现场设备之间的通信	88
3.3.3 监控与组态软件的 OPC 通信	90
3.4 DCS 监控与组态软件的组态	92
3.4.1 监控组态软件的系统组态	92
3.4.2 现场总线监控组态软件的变量组态	94
3.4.3 现场总线监控组态软件的消息组态	99
3.4.4 DCS 监控组态软件的设备组态	104
3.5 全球重要企业的监控组态软件	107
3.5.1 FOXBORO——I/A Series	107
3.5.2 NI——LabVIEW	110
3.5.3 Intellution——iFIX	113
3.5.4 亚控科技——组态王	115

第 4 章 集散控制系统仪表

Page 121

4.1 过程控制现场总线仪表	121
4.1.1 现场总线温度测量仪表	121
4.1.2 现场总线压力测量仪表	126
4.1.3 现场总线流量测量仪表	135
4.1.4 现场总线变量转换仪表	139
4.2 运动控制现场总线仪表	147
4.2.1 位置测量与控制仪表和设备	147
4.2.2 速度测量与控制仪表和设备	151

4.3 人机交互现场总线仪表 166

4.3.1 人机界面仪表 166

4.3.2 编程器与组态设备 172

第 5 章 集散控制系统应用案例

5.1 集散控制系统在钢铁工业中的应用 177

5.1.1 集散控制在系统干熄焦系统中的应用 177

5.1.2 钢铁集团公司高炉集散控制系统 179

5.1.3 集散控制系统在热轧机上的应用 182

5.1.4 钢铁企业中板厂集散控制系统 185

5.2 集散控制系统在化工生产过程中的应用 190

5.2.1 集散控制系统在丁二烯生产装置中的应用 190

5.2.2 集散控制系统在焦化厂制苯生产中的应用 196

5.2.3 集散控制系统在锅炉过程控制中的应用 202

5.3 DCS 在能源工程中的应用 228

5.3.1 集散控制系统在电厂的应用 228

5.3.2 集散控制系统在热能网行业的应用 245

5.4 集散控制系统在工业制造中的应用 249

5.4.1 JVH 工程公司汽车部件制造机器的现场总线应用 249

5.4.2 BOPP 薄膜生产线集散控制系统应用实例 260

5.5 集散控制系统在环境工程中的应用 265

5.5.1 水处理厂集散控制系统应用 265

5.5.2 自来水厂集散控制系统应用 268

参考文献

第1章

集散控制系统概论

1.1 集散控制系统的体系结构

与以往的控制系统相比，集散控制系统具有以下结构特点。

(1) 功能分层体系

根据集散控制系统的设计思想，层次化分充分体现了集中操作管理和分散控制的原则，成为集散控制系统的重要体系特点。按照集散控制系统的规模和实际工艺需要可以将功能体系分成以下 2~5 层，将满足工厂自动化信息系统的基本功能要求，功能结构如图 1.1 所示。

战略决策层
经营管理层
生产管理层
综合自动化层
现场设备层

图 1.1 DCS 功能分层

① 现场设备层 直接与各种现场设备（如仪表、控制器）相连，实施监测、控制、诊断和保护，同时通过现场总线与综合自动化层交换信息。

② 综合自动化层 包括监控计算机，操作站及工程师站。综合监控各种设备信息，集中显示操作，进行控制回路组态和参数修改，完成过程控制任务，优化过程处理（自适应控制，优化各单元内装置等）。

③ 生产管理层 管理计算机完成比控制系统更宽的操作和逻辑分析功能，协调各单元级的参数设定，实施协调策略等，进行生产调度和生产计划的实施。

④ 经营管理层 居于工厂系统的高层，它的管理范围很广，包括工程技术、经济、商业事务等方面，实现企业资源计划 ERP 的任务。

⑤ 战略决策层 战略决策是战略管理中极为重要的环节，其起着承前启后的枢纽作用。战略决策依据战略分析阶段所提供的决策信息，包括行业机会、竞争格局、企业能力等方面。战略决策要综合各项信息确定企业战略及相关方案。战略实施则是更详细地分解展开各项战略部署，实现战略决策意图和目标。

对于某一具体集散控制的应用来说，并非一定具有 5 层功能不可，大多数应用于中、小规模的控制系统的只有 1~3 层。少数情况使用到第 4 层的功能。在大规模的控制系统中才应用完全 5 层规模。就世界上的优秀集散控制系统产品来看，多数局限在第 1~4 层，带第 5 层的

系统已经与市场 and 全球经济紧密相连。

(2) 容错能力

集散控制系统具有很高的可靠性,广泛采用了容错、冗余技术,具有自动报警和故障诊断功能,此外还具有软、硬件自诊断功能,使设备的故障率大为下降,且故障后修复快,提高了设备维护的效率,保证了安全生产的运行。

(3) 通信功能强

集散控制系统是由多台微处理器以数据通信的形式,通过高速公路相连而构成的一个完整的综合自动控制系统,系统内数据共享,可节约大量控制电缆、一次元件和变送器等,简化各子系统之间的接口,并减少备品配件的品种和数量,降低维护、管理的工作量和费用。

(4) 功能齐全

集散控制系统功能齐全,人机界面友好,它的集中操作显示功能,精简了常规监视仪表,为运行人员提供了综合性的画面和信息,有利于全面掌握和分析工况,以及对整个生产过程的操作控制。从计算机事件顺序记录和事故追忆打印中,可迅速判断并处理事故,恢复运行,减少停机时间。

(5) 扩展方便、组态灵活

控制系统扩展方便,组态灵活、直观,便于控制方案的调整,能方便地实现许多复杂控制功能,提高控制品质,而且系统易于调试。

(6) 节省成本增加效益

采用集散控制系统以后设备主要参数的控制精度及自动系统的投入率均有较大幅度提高,同时可以节省成本,大大提高企业的经济效益。

1.2 集散控制系统网络与通信

1.2.1 企业网络信息系统

可以简单地说,以企业网络技术构建的运作企业内部的管理信息系统,就是 Intranet。它通过 Intranet 的开放性及建置的弹性,达到企业整体效益的提高。Intranet 是利用 Intranet 的技术和设备,为某一行业或企业提供综合性服务的计算机信息网络,一个组织机构中的信息和数据得以交换的系统。正如 Intranet 是在不同的组织机构中传输信息和数据的系统那样,它包括了在一个企业内部交换信息所涉及的各个方面,如工具、程序和协议等。由于企业性质的不同和需要的不同,不同的企业有不同的 Intranet 组成结构。一般 Intranet 由网络、电子邮件 E-mail、万维网 WWW、远程登录 Telnet、文件传输 FIP 组成。除上述组成部分外,一般网络还有即时通信、新闻组、公告栏等功能。客户端的软件有操作系统、浏览器、网络应用软件,如搜索引擎等。服务器端的应用层:超文本语言(HTML)、公共网关接口(CGI)、超文本传输协议(HTTP)和 Java 等。Web 服务器:可使用的软件有 Communications Server 和 Microsoft Intranet Information Server 等。数据库: Microsoft SQL、Oracle、Sybase、Informix 等。网络操作系统: UNIX 和 Windows Server 等。

Intranet 在企业的应用一般包括以下几个方面:企业内部主页、通信处理、支持处理、产品规划处理、运行处理、市场和销售以及客户处理等。企业内部主页(Hompage)主要介绍企业的情况,如企业的历史、宗旨、规章制度、组织结构、黄页(客户、厂商、员工电话簿)和

服务、工具和资源等。这些信息放在网络服务器上,供企业内部共享。通信处理有组织机构间的通信和个人间的通信两类。前者包括公务合作和部门之间的通信,后者用于个人通信或工作小组内的通信。组织机构的通信又分三类,即企业的快报、公告栏、新闻等,经营单位或部门通信,以及企业的信息库。用于个人之间或小组内通信的最常用工具是电子邮件,此外,还有新闻组、谈话和视频会议系统(Video Conference)。支持处理用于企业内部,包括人事处理、财务处理、信息系统和技术支持、法律事务及基础设施的规划和建设等。产品规划处理是企业经营的核心部分,它和企业的经营目标有关,同时也是企业专有的。为了竞争需要,一般都属于内部使用,不被外界共享,其内容大致可分研究规划和工程两部分。运行处理也是企业经营的核心,包括采购、电子数据交换 EDI、库存管理、制造以及专门的服务规划等。市场和销售处理包括销售和市场策略、产品方向、市场研究信息、产品目录和说明、技术规范和需求、竞争能力的信息、价格清单、促销计划等。由于竞争的原因,这些信息一般也不提供外界共享。客户支持通过企业的 Web 主页给客户的信息,提供客户和产品规划者联系的通道,以改善产品质量,将企业内部数据库通过 Intranet 供给客户使用。

1.2.1.1 企业网络系统功能

企业网络系统的设计原则是实现企业发展和建设的战略目标。企业资源计划(ERP)最初是美国著名的 IT 分析公司 GartnerGroup 根据企业发展和企业对供应链管理的需求提出的概念,经历了从封闭式 MRP 到 MRP II 再到 ERP 的三个发展阶段。ERP 拓展了 MRP II 的管理范围,将供应商和企业内部的采购、生产、销售以及客户紧密联系起来,集成了企业内部的其他管理功能如人力资源、质量管理、决策支持等,可对供应链上的所有环节进行有效管理,并支持国际互联网(Internet)、企业内部网(Intranet)和外部网(Extranet)、电子商务(E-Business)等,实现对企业的动态控制以及多种资源的集成与优化,达到企业资源合理、高效利用的目的。ERP 融合了企业管理的先进思想与信息技术的最新成果,不仅是一种功能软件,而且也是先进管理思想的体现。ERP 有 4 种模式。

(1) ERP 系统定制规划模式

ERP 不仅是一个技术应用软件系统,而且是一种管理思想的体现,其主体是管理应用模式,其建立的基础是软件规划技术。它的规划应结合企业所处的行业背景、管理水平及运营方式来进行,实施与应用需要企业在管理思想和管理手段上有所突破,在管理流程上加以重组。因此,那些有能力自行组织力量规划 ERP 系统的企业,要根据本企业所处的行业特点并结合自身的运营方式来设计规划真正适合自己的 ERP 管理模式。而对一些大的软件开发商而言,也应该考虑其所开发的软件的使用对象,为不同类型的企业提供所需的合适的 ERP 应用软件系统。

(2) 分布式应用和体系化管理模式

ERP 不仅适用于大型工业企业,同样也可以在中小企业管理中发挥作用。在市场经济条件下,无论中小企业还是大型企业,都要在开放的市场中公平竞争,全面提高企业的竞争能力无疑是企业管理的核心。企业要生存、发展,要赢得市场,应采取能实时控制整个组织体系、减少中间环节、提高企业应变能力的经营策略,实现整体化分布式的管理模式。因此,作为管理工具的 ERP 系统必须从应用模型和技术手段两个方面来完善解决分布式应用和体系化管理相结合的要求,实现企业内部各管理机构信息的动态交换和管理。ERP 软件还应该能够实现企业内部财物、采购、生产以及销售等过程的统一化与标准化,及时协调与供应商和客户的业务,准确、有效地处理企业范围内的采购、调配和物流等业务,使企业的资金、

物流实现实时监控与管理,实现对整个企业的统一规划,提高企业整体竞争力。

(3) 以业务流程重组为基础构建 ERP 管理模式

业务流程重组(Business Process Reengineering)概念最初是美国前 MIT 教授 Micheal Hammer 与 CSCIndex 首席执行官 James Champy 在《公司重组:企业革命的宣言》中提出的。ERP 是一种改进哲理,它以作业为中心,摆脱了传统组织分工理论的束缚,采用顾客导向、组织变通、员工授权等形式,正确运用信息技术,以适应快速变动的环境。我国企业的管理水平与国外先进水平存在很大的差距,在应用 ERP 系统前需要对以往的业务流程进行重新改造或调整,以适应计算机信息处理的特点与工作方式的要求。企业实施 ERP 管理系统,应根据计算机数据化管理的特点,对企业传统的经营机制、业务流程、组织结构、管理职能、规章制度等进行改造,建立先进的企业业务流程管理模式。根据流程范围和重组特征,可以在以下几个层次上进行业务流程重组:职能机构内部的业务流程重组,理顺企业职能机构内部的具体职责和业务,做到机构不重叠,业务不重复;职能机构部门之间的业务流程重组,企业可以根据其具体活动的需要,打破部门之间的界限,实现业务流程重组管理,这可以大幅度地缩短新产品的开发周期。企业与企业之间的业务流程重组,在新的竞争方式和经济环境下,企业与企业之间不仅需要竞争,更需要创造双赢的合作,因此,这一层次的重组是非常必要的。这类 ERP 是目前业务流程重组企业管理最高层次,也是 ERP 的最终目标。

(4) 面向供应链管理的 ERP 模式

供应链管理也是提高企业竞争力的重要因素。企业要具有较强的竞争力,就要求处于供应链上的每一个组成部分都有责任和义务保持供应链中信息流、物流、资金流的顺畅流通并提高其效率。企业的产品与行业特征以及经营范围等因素决定了其供应链的结构。一般而言,产品科技含量越高,创新越快,越需要市场响应能力高的供应链结构,而越是日用型的通用产品,越需要效率高的供应链结构。无论是 ERP 设计商还是自行组织力量开发 ERP 的企业,供应链结构设计都是供应链管理中最复杂也是最灵活的一步。设计供应链结构一般应遵循以下原则:简单实用;应用性强;有相当的弹性;有发展、系统、全面的观点。ERP 应用中应注意的问题作为为企业提供解决方案的管理模式,ERP 与其他现代管理思想和信息技术之间是相辅相成、互为前提的。企业要成功运用 ERP 应做到以下几点:企业应转变经营观念,具备新的管理思想与经营理念。我国企业在转制过程中遇到了许多困难和压力,但同时也存在许多机遇。建立现代企业制度、转变产权制度已经为我国企业解决了一些管理问题,但为了更好地参与国际市场竞争,企业在管理中还需要引入更加规范、科学的管理思想与手段。

1.2.1.2 企业网络数据库系统

数据集成环境建设是企业信息化的基础性工作。建设高水平的数据环境,可使企业信息资源得到充分的开发和利用。企业集成信息系统的主要内容是数据的标准化、规范化和信息资源管理数据集成,从而建立和运行集成化的数据信息系统。信息资源管理要求必须从简单数据文件和应用数据库的低水平数据环境,进一步发展到以主题数据库和数据仓库为主的高水平数据环境。实际生产过程和应用工程的信息集成系统建设经验说明,分析对企业数据环境建设的总体要求,可以建设一个高水平的数据仓库环境体系。

(1) 企业数据环境分类

① 数据文件(data files) 其特征是根据应用需要,由系统分析员和程序员分散地设计各种数据文件。在数据库技术得到广泛应用的今天,这类数据环境在企业计算机信息系统中所占比例较少。

② 应用数据库(application databases) 使用数据库管理系统(DBMS), 分散的数据文件为分散的应用而设计。虽然这类数据环境使用了 DBMS, 数据有了一定的独立性, 但不能真正独立于具体的应用, 有了新的应用需求就有了新的数据库产生, 必然使数据的存储出现极大的冗余, 数据的一致性和完整性也很难得到保证, 最终可能引起数据管理的混乱。

我国大中型企业应用信息系统已有十几年的历史, 现在的信息系统大都由原先的单个应用项目扩充而来, 没有进行总体数据规划, 企业为了进一步发展, 必须对这种数据环境进行改造。许多企业与研究机构和公司合作实施 CIMS 工程, 在总体规划的基础上, 已经建立起了生产车间管理信息系统、质量管理体系、物资管理系统、生产计划调度系统和办公管理系统等信息系统, 具备了很高的信息化水平。该企业的基础自动化水平较高, 但上层信息系统之间的信息集成和互操作却不多, 在数据资源的深度挖掘和全局利用方面显得能力不足。

③ 主题数据库(subject databases) 其数据独立于具体的应用, 数据类型不频繁变化, 而使用数据的处理功能却可以经常变化。新的应用项目不再建立新的数据库, 而是从共享的数据库中提取所需要的信息, 因此数据的一致性和完整性得到了较好的保证。由于要建成这种数据库需经过严格的数据分析和数据建模, 实施时间可能较长, 但维护成本很低, 投入使用之后, 可以大大加快应用项目的开发速度和用户与数据库的交互, 是我国企业目前进行信息系统集成化建设必须重点建成的数据环境。例如, 某炼油化工有限公司是一个大型石化企业, 生产流程复杂, 数据源丰富, 包括生产实时数据、油品质量数据、油品罐存数据、设备管理数据和经营管理数据等。可以选取其中几个主题, 如生产实时数据或质量数据, 建立主题数据库。

④ 数据仓库(data warehouse) 是面向主题的、集成的、稳定的、不同时间的数据集合, 用于支持经营管理中决策的制定过程, 它是主题数据库的集成。数据仓库作为企业级应用, 涉及的范围和投入的成本常常是巨大的, 它的建设很容易形成高投入、慢进度的大项目, 这样的背景使数据集市(data mart) 应运而生。数据集市是一种更小、更集中的数据仓库, 它为企业提供了一条部门/ 工作组级的分析数据的廉价途径。数据集市应该具备的特性包括规模小、面向特定的应用、面向部门/ 工作组、快速实现、投资规模小、易使用、全面支持异构机平台等。

第三类和第四类数据环境是一个高水平的数据环境, 又称为高级数据环境。一个高效率的企业应该具有第三类和第四类数据环境, 以保证良好的数据基础。但是, 主题数据库和数据仓库并不是信息的堆积, 而是信息资源的深入开发。对于石化企业, 其数据环境的一个鲜明特点就是生产过程中产生了大量的实时数据, 并由实时数据库加以管理。实际企业的生产车间通用信息集成系统可很好地建立起实时数据和关系数据之间的交互, 使基础自动化数据能够和企业的上层信息系统应用结合起来。

(2) 企业数据库体系化环境建设

企业数据库体系化环境就是在一个企业内, 由各种面向事务处理的 OLTP(online transaction process)数据库及各级面向主题的数据仓库所组成的数据环境, 在这个数据环境中建立和进行一个企业从联机事务处理到企业管理决策的所有应用。数据库体系化环境的构成是广泛的, 除要建立各级数据库和数据仓库外, 还要对各面向应用的数据库之间、各级数据仓库之间、数据库与数据仓库之间的界限和相互联系作出合理划分和明确描述; 对在不同数据库或数据仓库上的数据处理和应用作出明确的定义和划分; 对软硬件资源及人员的配置作出明确规定等, 以使这个体系化环境成为一个结构清晰、层次分明、联系明确、有序运行的

有机整体。从总体上看,操作型数据环境存放的是当前的细节性数据,用于支持高性能的事务处理,是分析型数据环境的数据源;分析型数据环境除了要存储大量的历史数据外,还存有各种级别的导出数据,用于支持企业内的各种分析处理;数据从操作型环境经过整理、综合、集成进入数据仓库。启发式分析是千变万化的,不可能要求一个单一层次的数据仓库完全符合各种各样的分析需求,而数据仓库的主题需要不断完善,不断调整,导出的综合数据的内容和形式也要灵活多变。另外,随着数据不断载入,数据仓库将越来越庞大,分析工作若完全基于单一层次的数据仓库,性能将十分低下,因而对于分析型数据环境,需要建立多层次的数据仓库。全局数据仓库存储的是从操作型数据环境集成而来的,按照面向主题组织的历史的、细节的和适度综合的数据,它独立于任何应用逻辑,负责为其他各级数据仓库多维数据库提供集成的、一致的数据;部门数据仓库按照部门或业务领域分析需求从全局数据仓库抽取数据,数据组织一般与分析应用逻辑结合起来,有利于提高分析效率。主要用来支持企业中一个或几个相关部门的业务分析、控制和决策;个人数据仓库按照特殊的启发式分析需求,从全局数据仓库、部门数据仓库临时抽取数据,按分析的特定需要组织数据,以提高分析效率。它面向企业中的高层管理人员,支持企业进行战略决策所需的复杂分析工作。

(3) 企业数据仓库建设实施方案

以企业 ERP 和 CIMS 工程及其生产车间通用信息集成系统为背景,研究企业数据仓库建设的总体方案。企业开发数据仓库首先需要统筹规划,尤其是采用自底向上的开发策略,更需要规划企业全局的数据模式。该阶段的主要工作包括选择数据仓库的拓扑结构。数据仓库的拓扑结构有 4 种,即集中式企业级数据仓库、独立型部门级数据集市、分布式数据仓库、数据仓库与数据集市混合型。企业网络的数据库如图 1.2 所示。大型企业一般选择数据仓库和数据集市的混合结构。因为大型企业数据丰富,物流复杂,分析所用数据来源广泛,利用混合结构可以保证先建立起各个相对较简单的数据集市,然后在此基础上搭建起数据仓库。选择开发策略。常用的开发策略有 3 种,即自顶向下方法、自底向上方法、自顶向下和自底向上相结合的方法。自顶向下的实现方法首先在原始数据源的基础上导出数据,建立企业级数据仓库,然后根据需要导出部门级和个人级数据仓库。该方法自上而下进行总体设计和实施,有利于保证各级数据仓库的一致性,但是周期长、费用多、难度大。在这种形式下,面向主题的 DW 和面向应用的数据环境共存,构成一个多层次的体系化环境,可以进行从 OLTP 到 DSS 的所有应用。自底向上方法的核心思想是从最迫切的部门(或主题、区域等)需求出发建立小型数据仓库(数据集市),以最小的投资在最短的时间获得所需的回报。在此基础上,

不断进行扩充、完善,最后实现企业级的数据仓库。该方法面向特定需求和应用,规模小、投资小、见效快,方便了部门层次的使用。在建立数据集市时具有全局观念,便于以后的集成。

数据集市的快速开发特性是解决企业需求的既快捷又节省投资的方案,但数据集市的简单堆积或将数据集市连接在一起,并不能构成企业级数据仓库。因为如果没有全局的组织规划和数据集市建模,设计时不考虑跨部门的信息需求,则所建立的数据集市之间将产生零碎且模式不一致的数据,这将妨碍将来需要跨部门信息的应用开发。因此,企业可利用自顶向下的方法规划整个企业的数据仓库,利用自底向上的

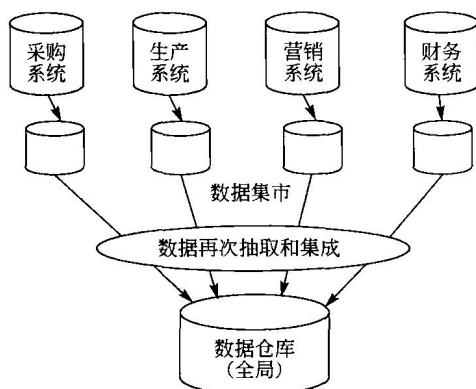


图 1.2 企业网络的数据库

方法快速开发数据集市。

选择实现范围。在总体规划时确定总方向和目标后,必须选定一个能快速为企业带来效益的有限的实现范围,即确定最初的实现范围。就某炼油化工有限公司的实际情况,选择了生产数据作为数据仓库主题。因为该主题是信息系统集成的基础,有了它才有进一步的应用。生产数据表中累积性质的数据具备统计意义,操作型数据(瞬时数据)具备分类意义。

(4) 集散控制系统为数据库提供了生产数据

生产和工程现场提供的实时数据是企业管理生产过程、实现市场目标的基础。由于建立了现场总线系统,生产过程的工艺参数、实时状态、生产进度和设备运行状态都可以有效地进行信息交流。这使得过去不能进行的高级优化、工程管理、故障诊断得以进行,极大地提高了生产的安全性和经济效益。

近年来,由于现场总线控制系统提供了大量数据,数据挖掘得到了极大的关注,其主要原因是企业保存的大量的实时数据和历史数据,可以被广泛地使用,并迫切需要将这此数据转换成有用的信息和知识。获取的知识可以广泛用于各种应用,包括商务管理、生产控制、市场分析、工程设计和科学探索等。最近,分布式数据挖掘(DDM)吸引了不少研究者的目光,并取得了一些进展。他们提出了一些分布式数据挖掘算法和一些分布式数据挖掘体系。所谓分布式数据挖掘就是使用分布式算法,从逻辑上或物理上分布的数据源中发现知识的过程。

面向数据源分布的数据挖掘研究得到了如此的重视是因为以下几个因素:数据挖掘的目标是大规模的数据集,而在现实环境中,绝大部分的大型数据库都是以分布式的形式存在的,因此,提出新的分布式数据挖掘系统的体系结构是非常必要的;在数据挖掘系统中,经常需要来自不同站点的数据库中的数据,这就使得数据挖掘系统必须具有分布式挖掘的能力,同时也应根据分布式数据挖掘的特点设计出新的分布式数据挖掘算法。

1.2.2 企业集散控制系统(DCS)

工业控制系统的发展趋势主要表现为:控制面向多元化,系统面向分散化,即负载分散、功能分散、危险分散和地域分散。分散式工业控制系统就是为适应这种需要而发展起来的。这类系统是以微型计算机为核心,将计算机技术、自动控制技术、通信技术、人机交互技术和传感转换技术紧密结合的产物。它在适应范围、可扩展性、可维护性以及抗故障能力等方面,较之分散型仪表控制系统和集中型计算机控制系统都具有明显的优越性。

集散控制系统 DCS 也称分布式控制系统(Distributed Control System, DCS; Total Distributed Control System, TDCS),国内习惯叫 DCS。传统简单的 DCS 系统结构如图 1.3 所示。

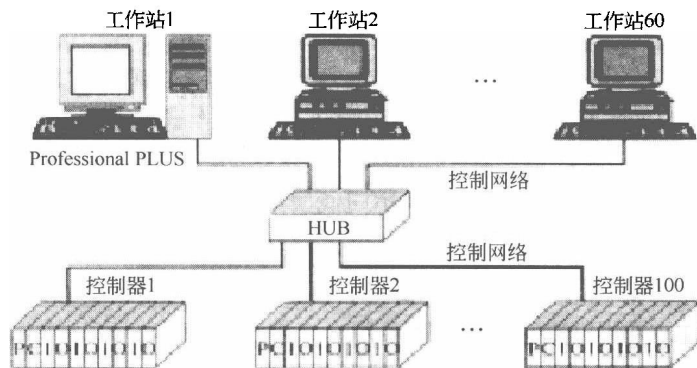


图 1.3 集散控制系统结构

集散控制系统的核心思想是集中管理、分散控制，即管理与控制相分离，上位机用于集中监视管理功能，若干台下位机下放分散到现场实现分布式控制，各上下位机之间用控制网络互连以实现相互之间的信息传递。因此，这种分布式的控制系统体系结构有力地克服了集中式数字控制系统中对控制器处理能力和可靠性要求高的缺陷。

遗憾的是，传统 DCS 厂家控制通信网络采用各自专用的封闭形式，不同厂家的 DCS 系统之间以及 DCS 与上层 Intranet、Internet 信息网络之间难以实现网络互联和信息共享。在这种情况下，用户对网络控制系统提出了开放化和降低成本的迫切要求。基于上述原因和多种信息技术的需求，建立包括现场总线在内的分布式企业信息系统十分重要。

1.2.2.1 集散控制系统网络结构

经过多年的发展，利用集散控制系统技术的工业控制网络逐步演变、简化为三个基本层次。这其中，罗克韦尔（Rockwell）公司的三层网络结构比较具有代表性。罗克韦尔自动化系统结构包含三个网络层，即信息层（Ethernet）、控制层（ControlNet）和设备层（DeviceNet）。

这种开放型的自动化结构，通过设备网网络、控制网网络、信息网网络以及这些网络的节点，提供各种连接，以满足不同的需要。某些应用只需设备网或控制网，其他一些应用需要其中两类或所有三层网络，可以根据实际应用的需要选择相应的设备来完成系统集成。三层网络的结构如图 1.4 所示。

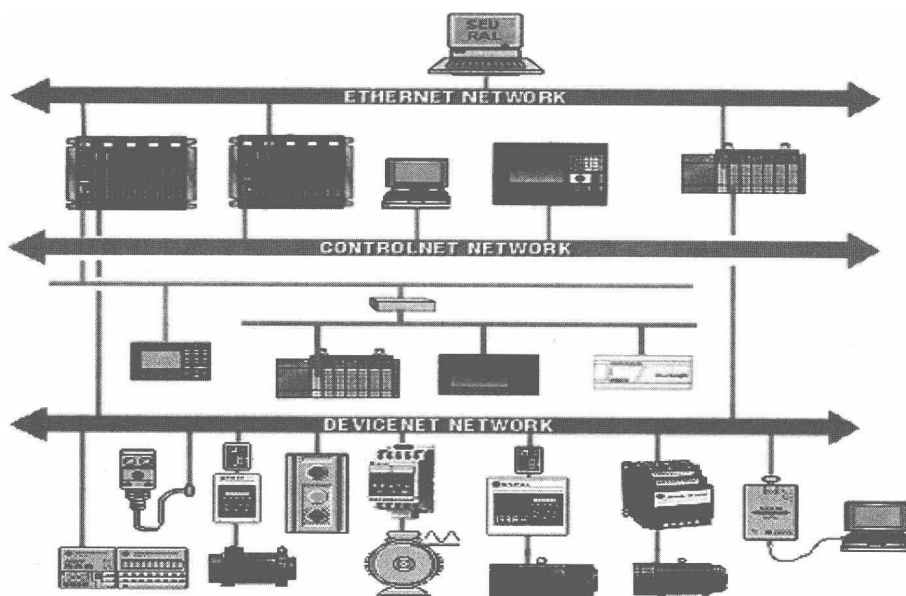


图 1.4 罗克韦尔自动化三层网络结构

（1）信息层（以太网）

信息层提供上层计算机系统通过以太网访问低层的数据。这一层采用符合公共标准传输控制协议 TCP/IP 协议的以太网。信息层采用以太网结构，以太网（以太网）是最著名的几种局域网之一，应用范围很广，它不仅是一种主要的办公自动化局域网，而且在工业控制网中也有一定的应用。采用 CDSA/激光唱碟存取这种控制技术，控制协议为传输控制协议 TCP/IP。以太网在工业控制网络结构中有两种不同类型的应用：一类是把以太网用在系统复合型结构的通信网络中管理子网，传送生产管理信息；另一类是把以太网当作控制网络使用，

即把所有的工作站直接挂在以太网上用来传送过程数据。

(2) 控制层 (ControlNet)

控制层在各个 PLC 之间以及各智能化控制设备之间进行控制数据的交换、控制的协调、网上编程和程序维护、远程设备的配置和排查错误,也可以连接各种人机界面产品进行监控。控制网网络 (ControlNet) 是 20 世纪 90 年代以及以后的自动化及控制网络,该网络集中网络的优点于一身,拥有输入输出, PLC 互锁,对传信息传输以及在同一网上编程的功能。这是一种对于用信息传送有时间苛刻要求的,高速确定性网络。同时,它允许传送无时间苛刻的报文数据,但不会对有时间苛刻要求数据传送造成冲击。它为对等通信提供实时控制和报文传送服务。作为控制器和输入输出设备之间的一条高速通信链路,它综合了现有的远程输入输出和 DH+ 链路的功能。控制网网络能与各种设备相连接,包括个人计算机、控制器、操作员界面、拖动装置等。

(3) 设备层 (DeviceNet)

在罗克韦尔的三层网络结构中,设备层是比较容易理解的一层,也是设计网络的基础。它位于工业现场,是罗克韦尔三层网络的最底层,是用来挂各种实际运作的终端设备的网络。它将低层的设备直接连接到控制器上,这种连接无需通过输入/输出模块,消除昂贵的布线。设备网网络是一个开放型的、符合全球工业标准的通信网络,它通过一根电缆可编成一个网络,从传感器、电动机启动器、按钮、简易操作员界面以及拖动装置这样的设备读取信息,比如读取传感器的开/关状态,报告电动机启动器的工作温度和负载电流,改变拖动装置的减速率,调整传感器的灵敏度等,对于设备网的具体产品有不同的功能。在采集各种现场设备的有效数据后,设备网直接为高层的控制器提供控制数据,并对各设备进行配置和监视。

这个开放的网络在各种厂家的设备间提供了互用性,可以运行多种厂商生产的设备,用户可以连接 64 个逻辑节点 (2048 个设备) 到一个设备网网络,每个设备都有唯一的站点号,可通过硬件拨码开关设定速率和节点号,也可以通过软件实现,不同设备有不同设定方法。设备网可在带电情况下或不需要编程工具就可拆卸和更换网上设备,这是其显著的优点之一。

1.2.2.2 集散控制系统网络通信

(1) 现场总线协议通信

控制及信息协议 (CIP) 是罗克韦尔自动化公司开发的专为工业应用开发的应用层协议。是 DeviceNet、ControlNet 以及 Ethernet/IP 的共同应用层, CIP 协议的推出,首先解决了罗克韦尔网络解决方案中各种数据传输的各种问题,降低了网络集成的难度。

在 CIP 协议中,根据所传输的数据队传输服务要求的不同,把报文分为两种,显式报文和隐式报文。显式报文用于传输对时间没有苛求的数据,如程序的上传和下载,系统维护故障诊断,设备配置,这种报文包含解读该报文所需的信息。隐式报文用于传输时间有苛求的数据,如 I/O,实时互锁,这种报文不包含解读该报文所需的信息,其这些信息一般在网络配置时就已建立。

在网络底层协议的支持下, CIP 用不同报文传输显式或隐式报文。

DeviceNet 给予不同类型的报文不同的优先级,隐式报文使用优先级高的报文,显式报文使用优先级低的报文。

ControlNet 在预定的时间段发送隐式报文,在非预定时间段发送显式报文。

Ethernet/IP 用 TCP 来传输显式报文,以 UDP 来发送隐式报文。

在 CIP 协议进行通信前,在收发双方必须建立起连接,获得针对这一通信过程的唯一的连接标识符 CID,通过获取 CID,连接报文就不必包含与连接有关的所有信息。

对应于 CIP 的显式和隐式报文传输,CIP 有显式和隐式连接方法。如在节点 A 和节点 B 之间建立显式连接过程中,A 节点是以广播方式发一个要求建立显式连接的未连接报文,网络上的所有节点在接收到该请求并判断是否发给自己的,目的节点 B 在接收到该报文后,其 CUMM 作出相应,以广播方式发出一个包含 CID 的未连接响应报文,节点 A 在接收到该报文后,得知 CID,建立显式连接。而隐式连接的建立是在网络配置时建立的,需要更多显式报文传输服务。

在 CIP 协议中,又将连接分为多层次,自上而下为应用连接、传输连接和网络连接。一个传输连接在一个或两个网络连接的基础上建立,应用连接在一个或两个传输连接的基础上建立。

在 CIP 协议下,接收节点之间是基于生产者/消费者模型进行数据通信。在 CIP 网络上的节点既可以是客户也可以是服务器,或兼而有之,服务器“消费”请求报文,同时“产生”响应报文,客户“消费”响应报文,“生产”请求报文。当 CIP 通信协议中的数据单向传输时,不属于客户或服务器,是单纯的生产者或消费者。

在 CIP 的隐式报文传播中采用了生产者/消费者模型,可使用多播方式,而显示报文传播是基于源/目的地模型,只采用点对点方式。

在 CIP 中,还可以使用不同的通信模型:主从、多主、对等或三种模型的任意组合。

主从通信方式下,网络节点地位不平等,网络由一个主节点和若干从节点组成。多主通信模式下,网络中有多个节点。对等通信模式下,网络上的各个节点的地位是平等的。

通过支持多种 I/O 数据触发方式,如位选通、轮询、状态改变和循环,通过选择合理的 I/O 数据触发方式,可显著地提高 CIP 协议网络的利用率。控制及信息协议(CIP)通信模型如图 1.5 所示。

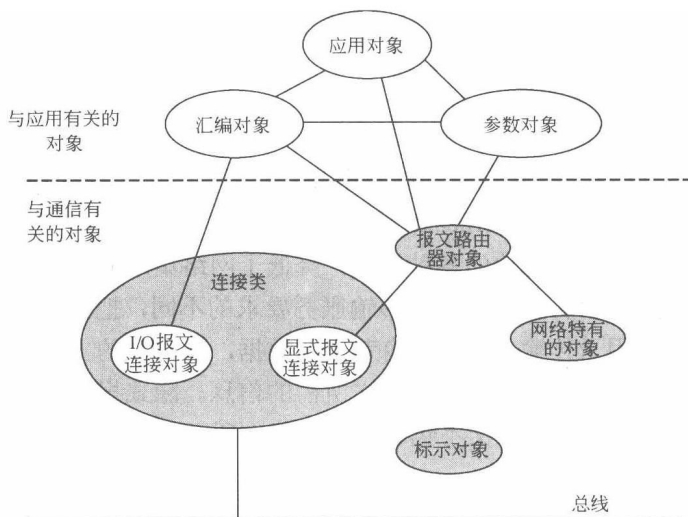


图 1.5 控制及信息协议 (CIP) 通信模型

在 CIP 规范中,通过使用 OOP 技术来描述 CIP 对象,使得 CIP 具有相当好的移植性,方便 DeviceNet、ControlNet 和 Ethernet/IP 三者的数据交换在 CIP 对象中,有与通信相关的对