

文章编号: 1002-0411(2001)06-502-06

过程系统 DERP 结构及实现方法研究

张士廉

(中国科学院沈阳自动化所 沈阳 110016)

摘 要: 本文分析了过程(流程)系统的主要特征及与离散制造业 ERP 的差异, 研究并提出了过程系统的系统结构, 提出采用动态企业建模、应用具有通用普遍性的开发和运行平台和以软件开发方法的技术实现策略。按此思想研制过程系统动态 DERP 具有重要的现实意义和广泛的应用价值。^{*}

关键词: 动态企业资源规划; 分布过程控制系统; 制造执行系统

中图分类号: T13P

文献标识码: B

THE STRUCTURE AND IMPLEMENT METHOD FOR PROCESS SYSTEM DERP

ZHANG Shi-lian

(Shenyang Institute of Automation, the Chinese Academy of Sciences 110016)

Abstract: This paper first analyses the main characteristics of process systems and the differences from discrete manufacturing systems. And the paper proposes the architecture for process systems, establishes the design principle of DERP. In the end, the paper presents a technological policy to develop DERP using dynamic enterprise modeling techniques, common platforms and soft component approaches. The development of this DERP system is of great practical value.

Keywords: DERP: dynamic ERP; DPCS: distributed process control system; MES: manufacturing execution system

1 过程(流程)企业系统特点(Character of process enterprise)

1.1 过程(流程)系统的特点

过程(流程)工业涉及的行业十分广泛, 如石化、电力、冶金、造纸、医药等。这些企业生产过程大多为连续型或间歇连续型。它和制造企业的离散型生产方式有很大差异。主要特点如下:

(1) 工艺过程连续, 流程稳定。基本上不涉及制造业中的 CAD/CAPP/CAM/PDM 等计算机辅助设计技术。

(2) 生产过程主要通过调整工艺参数、控制设定点、选择控制优化算法等来控制, 以达到生产过程安全、稳定、均衡、满负荷、优质、高产、低耗、清洁化为目标, 先进过程控制(APC)和生产过程动态监控系统极其重要。

(3) 过程(流程)大都伴有物化反应、生化反应、相变反应等复杂过程, 现场实时数据复杂, 在线检测难度大, 实时数据采集的准确性非常重要。

(4) 生产过程中的关键设施多为大型设备, 如炼铁中的高炉、炼钢中的转炉与电炉、炼油中的常减压及分馏塔等。为保证安全连续生产, 设备的故障智能诊断及维护的重要性更为突出。

(5) 智能化生产资源调度和优化是过程(流程)管理系统的核心。

(6) 主要原料供应为连续型, 如炼油中的原油、炼钢中的铁水, 辅助原料(如催化剂等)为断续补充型。生产过程中的能源供应(电、水、蒸气、风等)也是连续且必须的, 能源管理与节能成为其成本核算的研究课题。物料配方直接影响产品生产, 供应链的管理模式有其新的特点。

(7) 产品虽因物料生成却无机械制造业产品 BOM 结构。产品相对稳定且随生产过程控制参数(温度、压力等)的不同而不同。如炼钢中随温度、含碳量的不同而生产不同的钢种, 炼油中因分馏塔中的压力、温度等参数的差异生产出汽油、煤油、柴油及大量副产品。产品生产计划的制定因无 BOM 虽

^{*} 收稿日期: 2000-09-22
基金项目: 国家自然科学基金课题(79931000)资助

有简化, 但生产过程控制参数及装置的生产能力成为主要约束条件, 因其不确定性而增加了难度。

(8) 产品质量控制, 主要决定于生产过程中控制点工艺参数控制的准确性。

(9) 产品成本管理, 传统上根据产品产值应用比例法进行分配, 并不准确。而基于活动的成本控制因连续生产过程中各类产品(包括副产品)的活动难以准确定义, 导致产品成本控制的难度增大, 这成为又一个重要的研究课题。

(10) 新产品的研制, 主要依靠产品生产工艺参数的改变和仿真。

(11) 过程(流程)系统中的实时数据采集, 建立实时数据库并和生产经营管理中的关系数据库相结合是过程(流程)系统的又一特点。

1.2 过程(流程)企业中 ERP 系统的功能和特点

ERP 仍是过程(流程)企业计算机应用系统的重要组成部分, 它负责企业产品生产计划制定、库存控制和财务管理、生产管理、经营决策等方面的优化。在软件功能上除和离散制造业生产过程的系统功能(如产品生产计划、生产作业计划、物料需求计划、销售管理、采购管理、成本控制、库存管理、财务管理、生产管理和质量控制)基本类同外, 还包括物料配方与平衡管理、计量单位转换管理、联产品及副产品的作业管理, 设施故障智能诊断及分析与维护管理、全局检修计划管理、能源管理与控制等。

过程(流程)系统 ERP 与离散系统 ERP 的差异还表现在: ① 目标差异: 过程(流程)系统中安全、稳定、长期、满负荷、优质、高产、低耗等是其主要的目标。② 生产计划制定方法的差异: 在装置或设备的限定能力约束下制定, 多采用运筹学优化模型法实现。③ 根据产品生产计划确定物料平衡和配方决定

物料需求。④ 产品数据管理中除主产品外, 还需对联产品、副产品、废品、回流物、深加工等管理。⑤ 过程(流程)系统作业计划中没有可供调节的时间。⑥ 信息集成的关键是 ERP 管理数据和过程实时数据的信息集成。

2 过程(流程)系统的系统结构(Structure of process system)

2.1 过程(流程)系统递阶层次结构

过程(流程)系统递阶层次结构, 见图 1 所示, 顶层为企业经营决策层, 根据企业内、外信息, 对企业经营、生产加工、产品生产策略、中长期目标和发展规划提出决策支持, 决策企业经营发展方向, 确定生产产品结构, 以企业为对象, 寻求整体优化, 以取得最大经济效益。第二层为企业管理层, 该层根据企业经营决策层指令进行生产管理, 包括制定产品生产计划, 资源及物资供应计划, 资金运用计划, 设施设备大修计划等, 主要涉及计划、统计、财务、人事、劳资、设施设备、供应、销售、能源和环保等管理部门。第三层为生产指挥调度层, 该层以企业各生产车间和资源保障部门为对象, 根据产品生产计划和系统资源优化模型, 进行生产和资源调度与协调, 确保整个企业各个环节均衡、稳定、高效生产。第四层为过程监控优化层, 该层处于企业车间级, 对生产过程各个主要环节进行监督和控制, 根据生产调度层指令直接指挥生产控制层, 并应用先进过程控制(APC)模型优化过程操作、产品质量控制及过程参数控制和优化。第五层为过程控制层, 该层是生产过程的底层自动化系统, 包括用于主要生产装置的 DCS 系统, 对生产过程进行单元控制、现场控制和实时数据采集。

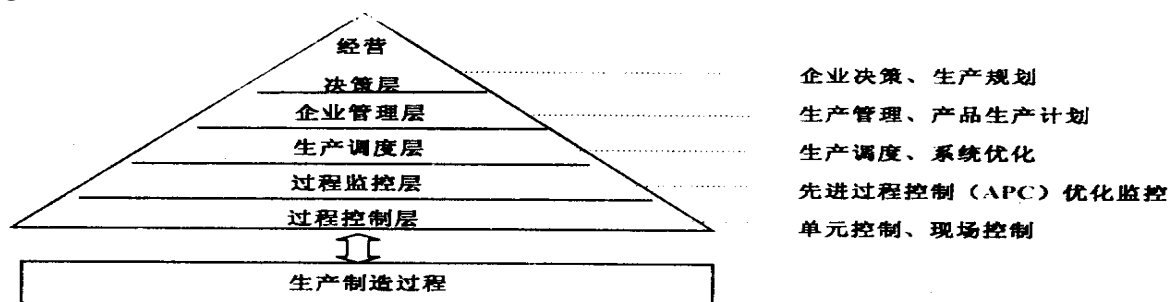


图 1 过程(流程)系统递阶层次结构

Fig. 1 Hierarchy of process system

2.2 过程(流程)系统结构模型

过程(流程)系统按信息(提取)、对象(模型)和

控制过程(功能)构成的结构模型如图 2 所示。信息提取描述了过程系统信息流处理过程, 对象(模型)

描述了过程系统各控制过程处理的对象及模型,而控制过程是过程系统在不同层次根据相应层次提供的信息和对象模型的运行结果决定系统的控制过程

和执行的功能模型,控制输出指令作用于相应的较低层次.

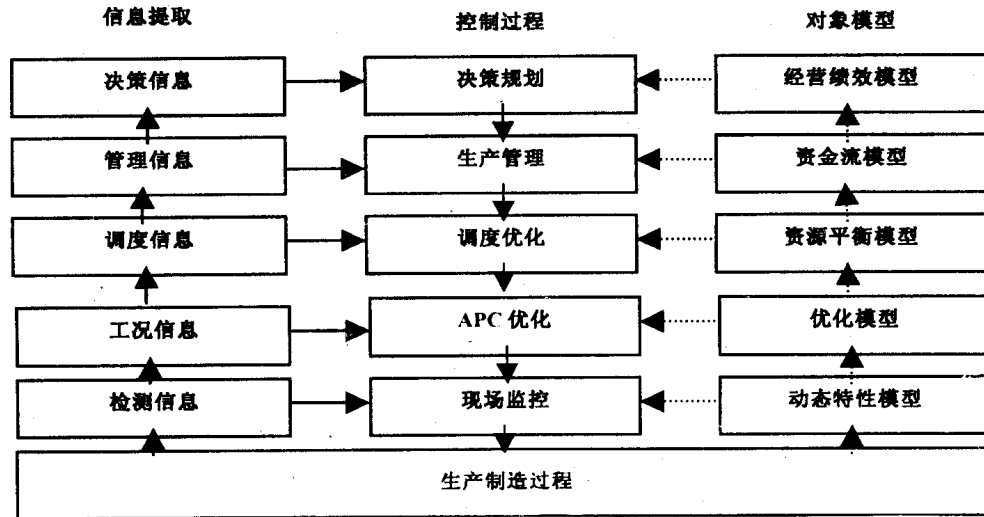


图2 过程(流程)系统结构模型

Fig. 2 Structure model of process system

2.3 过程(流程)系统的三层结构框架

过程(流程)系统的三层结构框架,如图3所示.其中:ERP为过程企业经营决策管理层,MES为制造执行系统层,DPCS为分布过程控制系统层.ERP系统对应企业经营决策层和管理层的功能,主要包括经营决策、生产管理、资源管理、资金管理、能源管理及供应链管理等.覆盖企业级经营管理及车间级管理部门. DPCS系统对应企业过程监控优化层和

过程控制层.它包括先进过程控制、过程优化、动态监控、质量控制、能源控制以及现场动态数据采集等功能,实现分散控制、集中操作、分级管理、系统参数控制. MES对应过程系统生产调度层,处于ERP和DPCS系统之间,负责生产作业计划执行、资源调度优化、物料管理与配方、能源供应控制、操作管理以及必要的信息数据转换等.

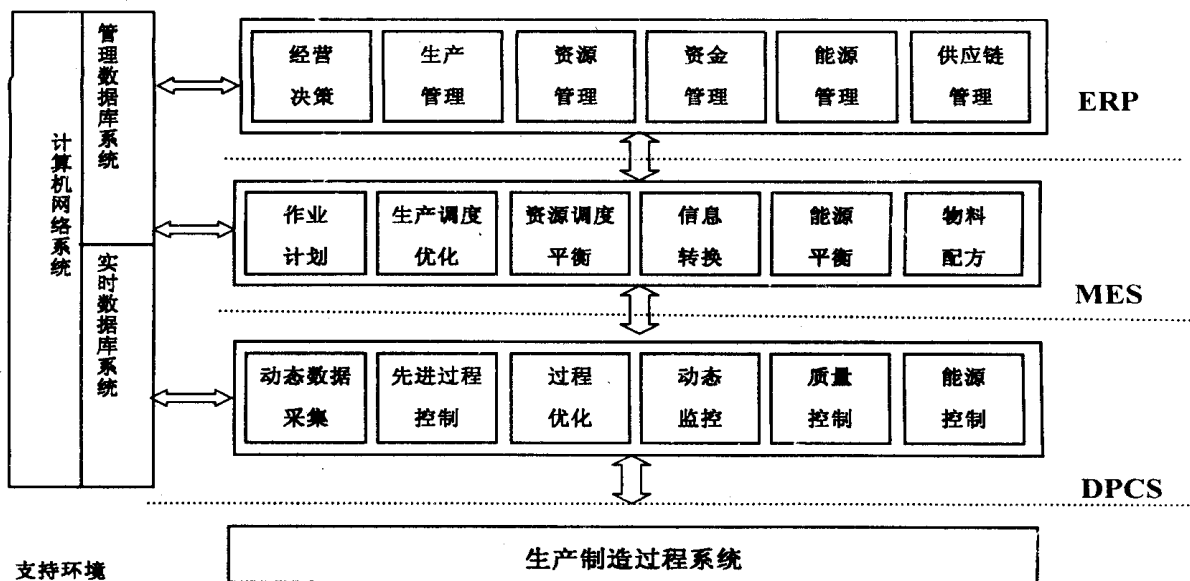


图3 过程(流程)系统三层结构框架

Fig. 3 Three hierarchy framework of process system

3 过程(炼化企业)系统功能与信息集成模型 (Function and information integrated model of process system (Oil refining enterprise))

过程(炼化企业)系统功能与信息集成模型如图4所示. 整个系统模型由经营决策层、生产管理层、生产资源调度层、过程监控与控制层及直接控制层组成. 经营决策层综合国家指令性计划、企业发展目标与规划、新产品研制计划、市场需求预测、企业资源能力、企业资源能力、及经营绩效统计等信息, 根据经营决策模型和领导意向作出企业的经营决策, 形成原油供应计划、设施大修计划及其它经营决策指令给生产管理层. 生产管理层根据经营决策层指

令、企业设备设施能力、设备设施大修计划及产品生产优化模型, 制定产品生产计划并分解为部门或装置的短期作业计划, 同时形成辅助原料供应计划及能源供应计划下达. 资源调度优化层对照各类生产计划, 依据资源调度模型、能源供应模型、物料配方模型约束, 根据系统实际运行资源利用状况, 进行各类资源优化并下达调度指令. 过程监控与控制层接受资源调度优化层下达的宏观的优化调度指令, 根据质量控制模型、智能故障诊断、调合优化模型进行过程优化并进行过程监控或人工干预进行控制参数设置, 还可经过各类先进过程控制算法 (APC) 对过程系统底层进行控制. 最底层为生产过程直接控制主要指生产现场对装置仪表的直接控制.

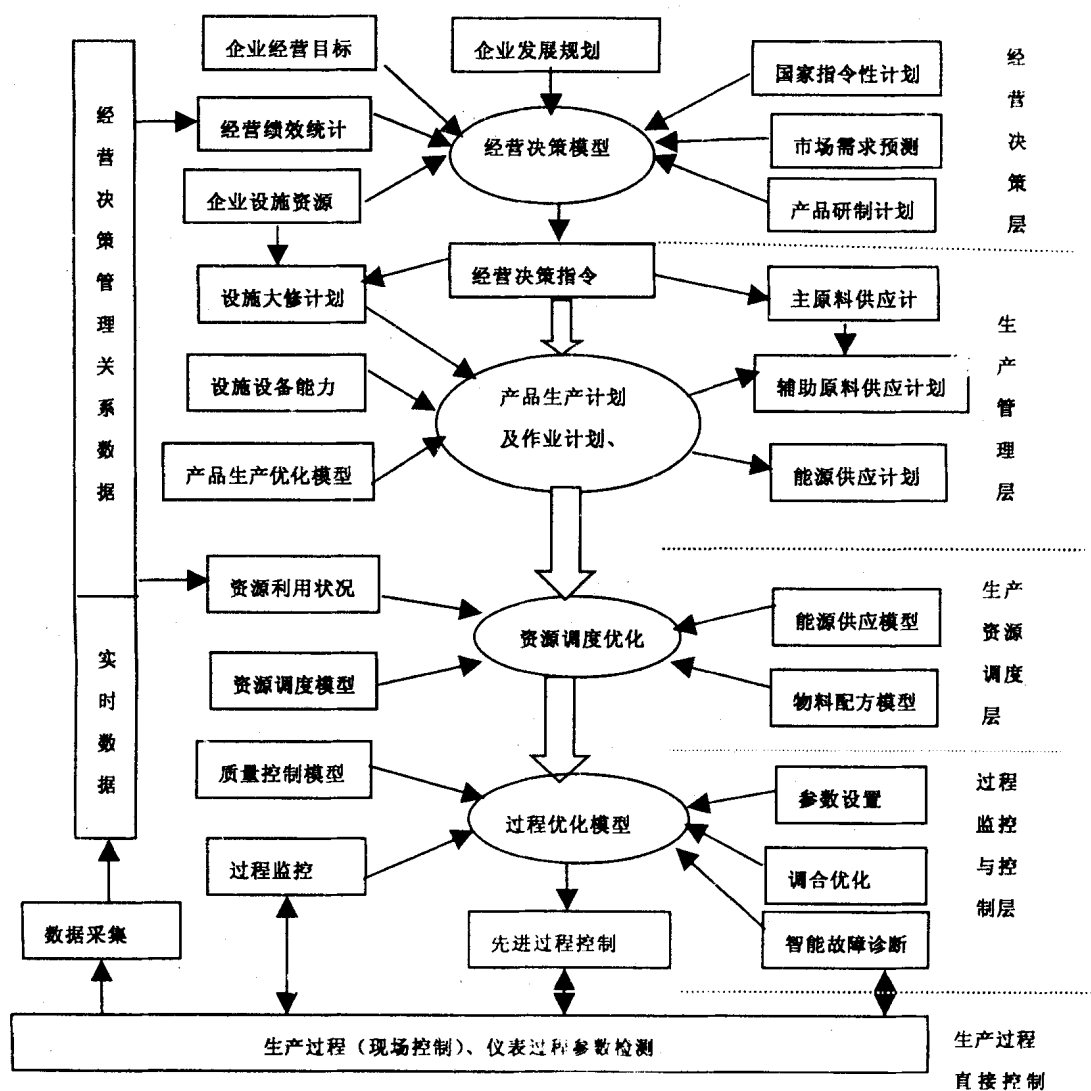


图4 过程(炼化企业)系统功能与信息集成模型

Function and information integrated model of process system (Oil refining enterprise)

4 过程(流程)系统 DERP 实现方法(Implementation method on DERP of process system)

4.1 过程(流程)系统 DERP 规划思想

- 通用性 实现平台无关性. 同一个软构件适用于不同的编程语言、平台、网络、机型, 该构件也可被不同的平台、网络、机器上所调用.
- 先进性 应用面向对象和面向多 Agent 的软件工程开发方法, 进行过程(流程)系统的 DERP 的系统分析、设计.
- 系统的分布性 适应动态联盟虚拟企业的全球化组织模式和供应链管理的新思维、新运作模式, 实现系统的分布性.
- 异构性 应实现与各类操作系统及异构数据库管理系统的互操作.
- 动态可重构性 实现软件重用和动态快速可重构.

4.2 过程(流程)企业动态系统建模

建立动态企业过程模型 DEM (Dynamic Enterprise Modeling)

- 应用 BPR 理论建立过程 workflow 模型.
- 企业过程(流程)参考模型设计.
- 模型仿真分析并改进完善.
- 典型案例模拟测试.
- 审批并实施应用.

4.3 应用软构件开发模式

软构件是一独立、可重用、可互操作的目标代码块. 软构件如同计算机芯片一样在标准软总线上实现即插即用, 易于组装和集成. 这也是实现 DERP 的思想之一. 基于软构件的 DERP 系统开发过程如图 5 所示. 其步骤为: ① 建立 DERP 构件仓库. ② 通过 OOA→OOD→OOP→OOM, 进行构件开发. ③ 构件检索与修改. ④ 构件组合与集成.

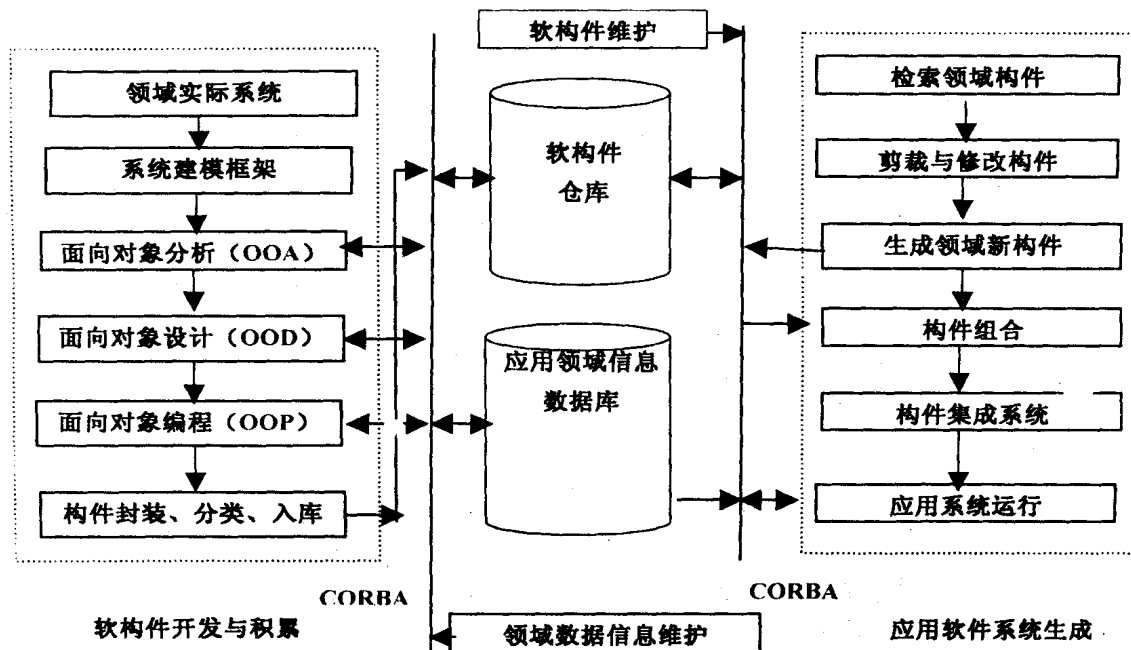


图 5 基于软构件的 DERP 生成系统

Fig. 5 Generated system on DERP based on software component

关于软构件的规划、构建与设计, 因其内容较多, 本文不再赘述.

4.4 互联网及 WEB 技术的运用

局限于企业范围内的传统 ERP 正在通过采用互联网及 WEB 技术向跨越企业范畴发展, 实现其开放性, 是 ERP 的新发展方向. 运用互联网及 WEB 技术可以将与企业产品生产密切相关的供应商关系管理和客户关系管理系统实现的功能融合在扩展的

ERP 中.

4.5 通用化系统支撑平台

通用化系统支撑平台可选择如下:

- INTERNET/Intranet 互联网.
- 网络操作系统, Windows NT 或 Unix (AIX).
- 任一关系数据库系统, 如 ORACLE8i, SQL/Server7, DB2(UDB) 等.

- CORBA 3.0, Java(JDBC).
- 实时数据库系统 TDBMS(如 PI).

. WEB SERVER 软件

CORBA 及 DCOM 提供了构件化标准规范, 可为开发软构件的软总线平台.

5 结论(Conclusion)

面向过程(流程) 系统, 研制开发 DERP 是一种新的思维和尝试, 系统具有动态可重构性. 其动态特性主要体现在:

(1) 过程(流程) 系统的企业动态建模, 以适应客观环境的动态变化.

(2) 应用软构件开发策略实现软件重用和复用.

(3) 采用 CORBA、Java 和 Web 技术, 开发的 DERP 与平台无关, 系统具有通用性和普遍性的特点.

(上接第 501 页)

算子程序包, 领域知识作为另一个层面的知识单独管理. 那么“国民经济辅助决策 GIS”就是综合数据仓库开发平台的一个应用, 如果用这个开发平台实现其它应用只要重新生成领域知识即可.

5 结论(Discussion)

元数据作为数据到信息之间的桥梁, 实现数据管理、数据存取及数据分析的功能, 本文从分析元数据和基础数据分离过程入手, 列举并分析了各种类型的元数据, 从概念层讨论元数据, 给出广义元数据和狭义元数据的定义, 从当前的文献分析可以看出, 多数的研究局限于狭义元数据的表示和管理, 尤其是对数据库中的数据字典的研究较多, 提出广义元数据和狭义元数据的概念, 对元数据的概念扩展, 为数据仓库的应用和开发的提供新的理论, 本文的后续文章将进一步研究广义元数据和狭义元数据的面向对象表示及统一管理方法.

参 考 文 献 (References)

- 1 J Milstead, S Feldman. Metadata Projects & Standards. ONLINE 1999, Jan/Feb 33~ 38
- 2 Working Group Four-Metadata and Data, URL <http://www.nm1.org/HostedByNTA/MassiveDigitalDataSystems/MDDSP/roceedings/44.html>, Feb. 1- 2, 1994, Reston, Va
- 3 Jeff Rothenber, Metadata to Support Data Quality and Longevity. The First Proceeding of Metadata, 1996

(4) 应用互联网和 WEB 技术实现 ERP 的开放性.

可以预见, 以此思想研制的过程系统 DERP 具有广泛的实用价值和应用前景.

参 考 文 献 (References)

- 1 Chai Tianyou, Li Ping, Hua Guiwei. Current research state and policies of process CIMS, CIMS-China' 98
- 2 BAAN: Dynamic Enterprise Modeling, BAAN Software, 1999
- 3 ARIS-Business Process Management, Proseminar on supply chain management & E-commerce, Nov, 1999, Beijing
- 4 宋国宁, 蒋新松. 连续生产过程 CIMS 的研究[J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 1995, 1(1): 12~ 15

作者简介

张士廉(1944-), 男, 高级工程师. 研究领域为现代管理系统工程、计算机集成制造系统, 供应链管理理论与技术应用、人工智能多代理技术等.

- 4 Richard D. Holowczak and Wen_ syan Li. A Survey on Attribute Correspondence and Heterogeneity Metadata Representation, The First Proceeding of Metadata, 1996
- 5 M Drewry, H Conover, S McCoy. Metadata: Quality vs. Quantity. The Second Proceeding of Metadata, 1997
- 6 K Brigitte, G. Olivier. Models for Metadata or Metamodels for Data. The Second Proceeding of Metadata, 1997
- 7 Epaminondas Kapetanios and Ralf Kramer, A Knowledge-Based System Approach for Scientific Data Analysis and the Notion of Metadata, The First Proceeding of Metadata, 1996
- 8 O Mangisengi, A M Tjoa. Metadata for Data Warehousing Using Extended Relational Models, The Second Proceeding of Metadata, 1996
- 9 E Kapetanios, L Schneider. A Conceptual Framework for the Definition and Implementation of a metadata (Knowledge) Base for Atmospheric Research The Second Proceeding of Metadata, 1997
- 10 Epaminondas Kapetanios, A Knowledge-Based System Approach for Scientific Data Analysis and the Notion of Metadata, Internet Resource The First Proceeding of Metadata, 1997
- 11 陈文伟. 数据仓库中的元数据. <http://mum.riverhdpu.edu.cn/doc/cto/jsp001.com/250.html>, 1997

作者简介

吕波(1971-), 女, 博士生. 研究领域为智能化数据库和数据仓库.

王延章(1952-), 男, 教授, 博士生导师. 研究领域为决策支持系统、经济系统分析、人工智能.

王红梅(1968-), 女, 讲师. 研究领域为智能化数据库和数据仓库.