

面向钢铁企业的分布式智能化管理信息系统 YHWG^{*}

周 立 周 斌 曾荣仁 刘 波

(国防科学技术大学计算机系 长沙 410073)

摘 要 我们开发的“分布式智能化管理信息系统 YHWG”由钢种辅助设计专家系统、转炉炉衬监测诊断专家系统和低合金钢及转炉炉衬信息管理系统等部分组成, 目前已在武汉钢铁公司得到应用, 取得了良好的经济效益。

关键词 客户/服务器, 智能, 基于事例推理

分类号 TP391

YHWG— Distributed Intelligent Management Information System for Iron&Steel Corporations

Zhou Li Zhou Bin Zeng Rongren Liu Bo

(Department of Computer, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract We have developed the distributed intelligent management information system YHWG for the iron&steel corporations. This system is composed of the steel-variety-aid-designing-expert system, the refractory-brick-monitoring and diagnostic expert system, and the low-alloy steel & refractory lining management information system. Now this system has been in use in Wuhan Iron&Steel Corporation, and has made big profit for it.

Key words client/server, intelligent, CBR

信息高速公路的提出和多媒体技术的发展使一度步入低谷的人工智能出现了新的生机。在网络计算环境下, 智能化管理信息系统(IMIS)、智能化决策支持系统(IDSS)、计算机支持的合作工作(CSCW)和分布式多媒体应用等的巨大需求, 开始成为客户/服务器计算技术发展所面临的新的机遇和挑战。

为了加快企业管理和生产管理自动化的步伐, 武汉钢铁公司计划把全公司的各个炼

* 836 高技术课题资助项目
1996 年 8 月 20 日收稿

钢厂、各个部门和重点实验室全面联网,把有关人、财、物的各个信息孤岛集成为一个客户/服务器结构的综合性智能化信息管理系统,为各个层次的管理者提出相应的信息服务。我们与武汉钢铁公司武汉钢铁研究所合作,在我们研制的 YHCS 分布式客户/服务器计算机系统上,开发了面向钢铁企业多个产研部门的“分布式智能化信息管理系统 YH-WG”。

1 系统的总体结构

我们研制的面向钢铁企业的“分布式智能化信息管理系统 YHWG”,是由钢种辅助设计专家系统、转炉炉衬监测诊断专家系统和低合金钢及转炉炉衬信息管理系统等部分组成。其总体结构如图 1 所示。

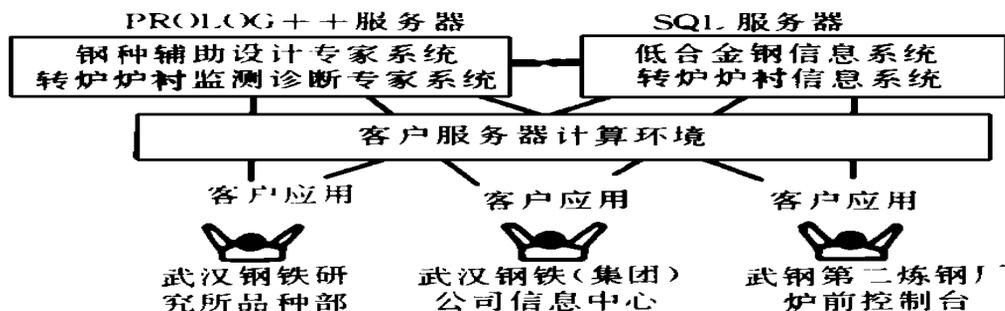


图 1 系统的总体结构

钢种辅助设计专家系统的功能包括:新钢种的辅助设计、轧制工艺设计、工艺优化和钢种信息分析支持等。所谓新钢种的辅助设计是指,根据新钢种的性能要求,在已有的成熟钢种的基础上,运用专家知识,进行新钢种的成分设计和相应的轧制工艺设计。轧制工艺设计是指根据钢坯的化学成分及钢板的性能指标设计相应的轧制工艺;工艺优化是根据钢板的性能要求,对钢坯的成分及轧制工艺进行优化;钢种信息分析支持则包括多种支持钢种专家进行钢种信息分析工作的必备工具。

转炉炉衬监测诊断专家系统的功能主要是,实时接收由炉前的红外测温探头测出的炼钢时转炉炉内温度值,并进行实时监测。如果温度值超过了警戒温度,则立即以多媒体形式进行声、像报警,指出转炉炉衬的故障部位,并给出相应的监测报告和监测意见。该系统的另一功能是对转炉炉衬的故障进行诊断,它根据相关数据资料及用户对系统提问的回答,使用存放在 Prolog++ 服务器中的专家知识,进行逻辑推理,得到相应的故障诊断结果。

低合金钢及转炉炉衬信息管理系统提供了有关低合金钢的性能、成分、工艺和组织结构,以及有关转炉炉衬的设计要求、各类标准、性能指标、成本和市场等信息的多媒体信息查询和管理。

2 钢种辅助设计专家系统的设计与实现

2.1 系统结构

逻辑上,系统由图形用户界面、新钢种辅助设计模块、工艺设计模块、工艺优化模块、钢种信息分析支持模块、异种数据库互操作接口、数据库及相应的 DBMS 构成。系统的整体结构如图 2 所示。

在选择实现方案时,我们充分考虑了企业的特点及系统的可扩充性,决定将系统建立在客户/服务器环境下,在客户端实现新钢种辅助设计、工艺设计、工艺优化及钢种信息分析支持等功能,并为用户提供方便、直观的图形界面,在服务器端完成对数据、事例的存放。本着“立足于具有开放特征的主流技术,将 AI 技术溶于主流技术之中”这一技术路线,在数据库的选取上,我们选择了 Sybase 作为主要的工程数据库,同时也兼顾到企业中运用较广泛的 FoxPro、Lotus 等。

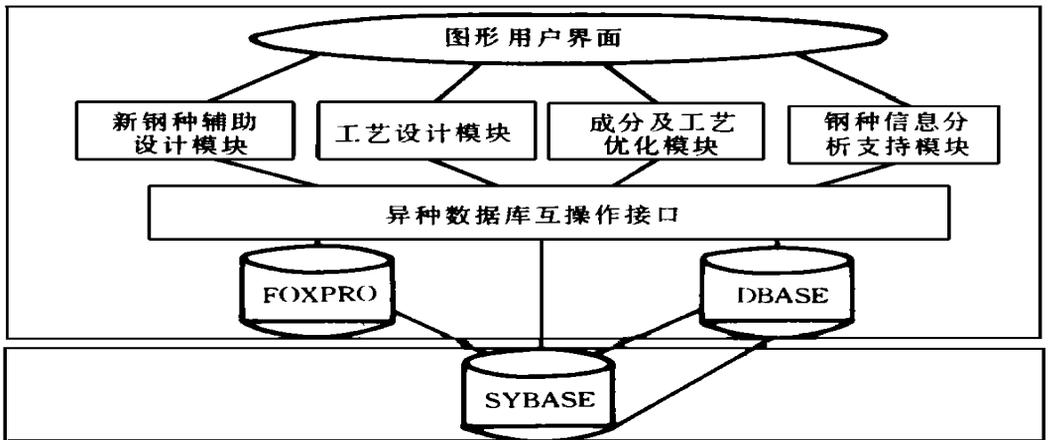


图 2 系统的逻辑结构

2.2 有关模块的功能描述及实现策略

在介绍各模块的功能之前,首先简述炼钢、轧钢的大致过程,明确有关的领域概念及术语。

铁矿石等原料经过炼钢炉的炼制,浇铸成指定规格的钢坯,钢坯的化学成分直接影响到由它轧制出的钢板的性能指标,这称为钢板的成分控制。

钢坯在进入轧机之前将被加热至一定的温度,该温度(粗轧温度)将直接影响到轧制后钢板的性能;在轧制过程中,将对钢坯(钢板)进行温度(终轧温度)控制,以调节钢板的性能;在卷取过程中的温度(卷取温度)控制也将影响钢板的性能。制约钢板性能的因素还有冷却方式(包括前端冷却、后端冷却等等)以及冷却时间。

2.2.1 工艺设计模块

工艺设计模块的功能就是根据钢坯的化学成分,分析数据及用户对钢板的性能要求,设置相应的轧制工艺。

设计轧制工艺需要有大量经验知识,这是由轧制过程本身的复杂性造成的。领域专家们目前还无法找到描述这一复杂过程的数学模型,基本上依靠过去的经验完成对各项工艺参数的设置。这一思维方式恰恰与 CBR 相吻合,因而在这一模块的功能实现上,我们采

用了 CBR 的有关技术与方法。

轧制工艺的设计方案包括方案名、钢种号、钢板厚度、钢板性能、钢坯成分及轧制工艺等部分。由于不同的钢种及钢板厚度对轧制工艺的要求相差较大,因此,我们根据不同的钢种及钢板厚度,定义了不同的原型事例,用这些原型事例来刻画相应类型的钢板的轧制方案的共性及相关的领域知识。

在系统中,有关的原型事例及基本事例由分层规则组织成树形结构,如图 3 所示。

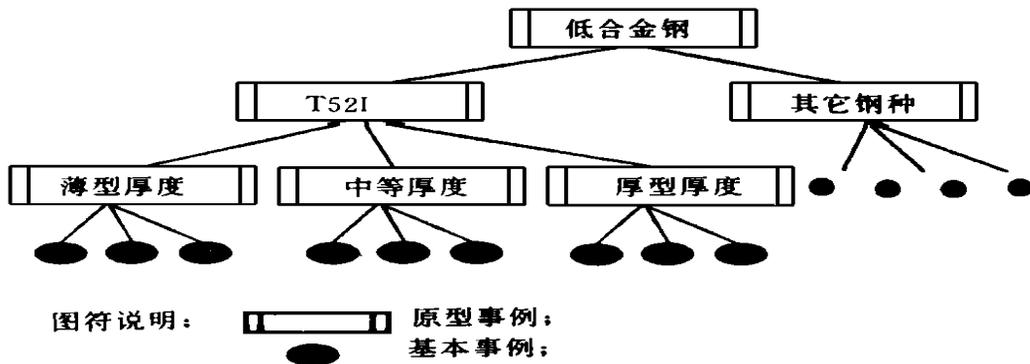


图 3 原型事例的树形结构

2.2.2 成分及工艺优化模块

在实际的生产过程中,由于杂质及测量误差等因素,使得从实际生产中得到的数据都带有一定的“噪声”。成分及工艺优化模块的功能是试图对大量的轧制工艺设计方案进行某种分析和处理,去除噪声,建立成分、工艺及性能间的近似数学模型。

这一模块是将钢板的性能视为决策目标,将化学成分、工艺条件视为决策变量,利用多目标决策的有关理论和技术实现的。

3 转炉炉衬监测诊断专家系统的设计与实现

3.1 问题分析

该系统的任务主要有两个:

(1) 监测 在温度异常时能迅速做出是否停炉的决定,同时应能向转炉操作人员提供本次冶炼的基本情况。

(2) 诊断 判断是何种原因造成的异常。

监测与诊断专家系统,一直是 Prolog 和 Clips 等 AI 工具擅长的。在“转炉炉衬监测诊断专家系统”中,我们选用了 Prolog 作为诊断子系统的编程语言。这类系统的特点,与以往的有些不同。即其中包含了大量对数据的操作与处理:转炉中冶炼的钢的钢种不是唯一的,相应地,炉衬用的耐火材料的型号也应有针对性地使用。转炉各个部分的警戒温度与耐火材料警戒厚度也不尽相同。冶炼的基本情况,转炉情况以及耐火材料的出厂检验结果、入厂检验结果、企业标准、国家标准等大批数据,都是要考虑用到的。由于这些数据数量大,又可能经常变动,全部放入数据库中是合适的,既便于管理维护,又能与企业中原有的数据库衔接。

3.2 设计与实现

对异常的监测与诊断, 涉及三类人: 炉前操作人员、数据管理人员和监测诊断专家。现在我们试图用专家系统作为人类专家的助手, 因此得到图 4 的系统设计结构。

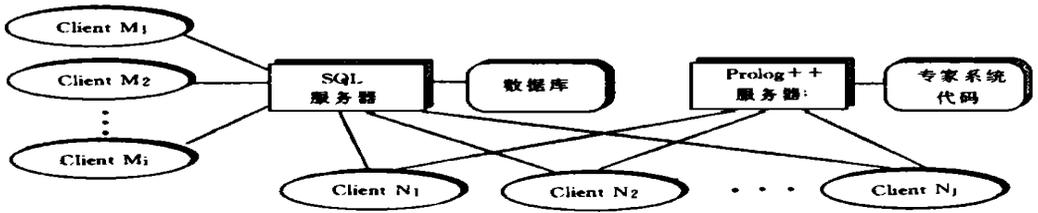


图 4 转炉炉衬监测诊断系统

Client $M_1, \dots, Client M_i$ 是数据库的管理程序, Client N_1 至 Client N_j 是炉前操作人员面对的应用软件。由于炉前操作人员和数据管理人员地理上分布, 每个 Client N_x 对应一个转炉, 因此数据库服务器与 Client N_x 处于不同计算机上, 它们之间由网络连接。一般而言, 数据库服务器和其所带的库在一台高性能机器上, Prolog++ 服务器也可以放在一台机器上。

至于诊断, 由 Prolog 程序完成。Prolog 程序与 Prolog++ 服务器置于一台机器上, 诊断的基本过程是这样的: 出现异常的转炉对应的 Client N_x 通过与炉前操作人员的交互, 将相关数据通过数据库服务器从库中提出, 以事实形式加入到 Prolog 程序中。Prolog 程序运行完成, 将结果返回 Client N_x 。Client N_x 将诊断结果存入 failrec 表中。

Client M_y 的功能为: 管理维护库中数据。亦可访问 failrec 表, 了解历次故障情况。

4 结论

我们开发的面向钢铁企业多个产研部门的“分布式智能化管理信息系统 YHWG”, 在钢铁生产的多个环节中发挥作用, 为企业带来明显的经济效益。例如钢种设计部门的钢种设计辅助决策系统可以利用 Prolog++ 智能服务, 进行钢种成份设计、工艺设计和优化, 并以此指导物资中心准备生产物资, 指导钢厂生产; 各炼钢厂则可利用 Prolog++ 智能服务, 共享转炉炉衬监测诊断专家系统, 对转炉的某些异常情况进行实时监测和诊断, 管理决策者和科研人员则可利用数据服务器上的低合金钢及转炉炉衬信息管理系统, 共享信息, 协同工作。

参考文献

- 1 Hirata T, et al. An expert system for large scale fault diagnosis in steel manufacturing. Proc. of the first World Congress on Expert Systems, Orlando, 1991
- 2 Watson, Marir F. Case-based reasoning: a review. The Knowledge Engineering Review, 1994, 9

(责任编辑 张静)