

基于知识工程的真空镀膜机模块化设计系统^①

金鑫¹, 仲梁维¹, 吕亮¹, 夏正行²

¹(上海理工大学机械工程学院, 上海 200093)

²(上海民之智能科技有限公司, 上海 200093)

摘要: 提出了一种真空镀膜机的模块化设计方法, 这种方法以专家系统和案例库为支撑, 构建基于知识工程的真空镀膜机模块化设计系统。论述了数据库和案例推理方法为基础的专家系统, 并且讨论了知识体系的结构, 模块化设计方法以及案例推理的方法。由基础设计参数、设计约束、设计规则寻找最适合的型号和配置。通过设计后的数据到专家系统中寻找型号, 再从案例库中获得此型号配置, 并自动生成设计式样书和物料清单等, 解决了目前 CAD 技术在真空镀膜机设计过程中存在的错误以及数据共享的问题, 实现了结构设计、工艺设计、产品数据管理一体化过程。

关键词: 真空镀膜机; 知识工程; 专家系统; 案例推理; 模块化设计; CAD

Modular Design System for Vacuum Coating Machine Based on Knowledge Engineering

JIN Xin¹, ZHONG Liang-Wei¹, LV Liang¹, XIA Zheng-Xing²

¹(Department of Mechanics, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

²(Shanghai Minzhi Intelligence Science & Technology Ltd, Shanghai 200093, China)

Abstract: This paper proposes a modular design method of Vacuum Coating Machine based on expert systems and case base. It builds a modular design system of Vacuum Coating Machine based on knowledge engineering. This paper discusses expert systems based on data base and CBR, and discusses Knowledge structure, the modular design method and the method of CBR. It searches for the most suitable type and configuration according to the basic design parameter, designs restriction and regulation. After calculation, it looks for type from expert systems, and then get the configuration from case base, then generates design specifications and BOM. This design solves the calculation and data sharing during problems on the vacuum coating machine design with CAD technology. And it realizes that structural design, process design, product data management integration.

Key words: vacuum coating machine; knowledge engineering; expert system; CBR; modular design; CAD

1 引言

真空镀膜机是电子工业元器件生产和研制过程中广泛使用的设备, 随着冶金、化工、电子等行业的飞速发展, 越来越多的企业需要使用真空镀膜设备, 真空镀膜设备的需求量不断增加, 因此对真空镀膜设备产品的多样性、瞬变性提出了更高的要求, 目前真空镀膜机的设计还停留在手工设计阶段, 大多以现有的成熟产品为参考, 按照相似性进行局部仿造设计, 真空镀膜机知识管理的落后导致了知识关系的割裂, 造成了技术易流失和知识难以共享的问题, 削弱了企业技

术开发能力。国外对产品功能模块划分方法的研究较早, 早在 1999 年, P.Gu 提出面向产品全生命周期的模块划分方法^[1], 但该方法需要构造大量的相关矩阵, 工作量大, 算法复杂, 而且最终的模块划分依赖于设计师的工作经验、个人素质和知识面等, 近几年国内外模块化设计方法的研究已经取得了一定的进展, 并广泛应用于各种产品设计中^[2,3], 但大部分研究都是利用 CAD、CAE 软件进行产品建模、计算机仿真和受力分析等, 尚不能与设计业务流程紧密结合, 计算机支持系统对于产品设计过程中所需知识的获取、组织、传

^① 基金项目: 上海市教委重点学科建设项目(J50503)

收稿时间: 2011-11-13; 收到修改稿时间: 2011-12-14

递及运用能力仍停留在较低水平, 这些都是制约产品创新的瓶颈问题, 为了实现对以往设计经验及知识的继承和重用, 将知识工程(Knowledge based Engineering, KBE) 技术应用到真空镀膜设备设计中。建立了真空镀膜设备模块化设计系统体系结构, 针对真空镀膜设备领域知识特点, 运用面向对象及产生知识表示模式建立了丰富的知识库^[4,5], 并将实例推理技术应用于真空镀膜设备设计中。以 VB.NET 为平台开发了基于 KBE 的真空镀膜设备模块化设计系统, 实现了真空镀膜设备零部件设计和配置方案设计的模块化过程, 积累了设计经验和知识, 缩短了产品生命周期。

2 真空镀膜机模块化设计系统结构

真空镀膜机模块化设计系统是以知识库和专家系统为核心, 由方案实例库、产品模型库、产品数据库和标准库构成的知识库, 集成计算机辅助设计(CAD)和物料清单(Bill of Material, BOM)管理技术^[6], 为镀膜机设计人员提供一种镀膜机开发设计平台, 能够不断使用并更新企业已有的知识、模型、经验、数据等资源。根据真空镀膜机总体设计的特点, 提出如图 1 所示的真空镀膜机模块化设计系统。

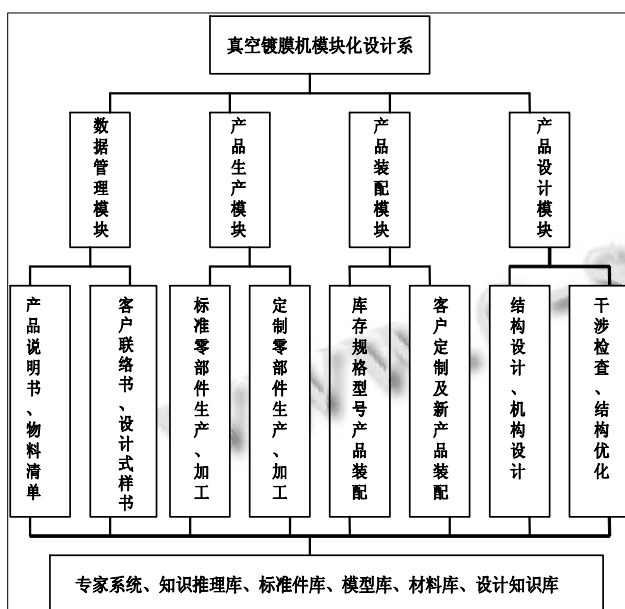


图 1 真空镀膜机模块化设计系统结构

系统基于 C/S 结构, 数据库放在服务器中, 各个子系统根据关系数据库和角色库, 实现了数据的共享和规范的修改, 以达到数据完整性高、一致性高、

冗余度低等特点。为了保证系统的有序进行, 系统配有几种不同的角色, 根据角色进入各自的客户端, 把部件的设计传到专家系统中, 其他部件设计者能够查看。总体设计尺寸传送到专家系统, 生产部门进入角色后可以查看这些结构数据, 装配部门可以进入角色查看设计部门的工程图和相关文档。对各个角色进行权限管理和注册管理。结合安全控制和容错技术, 提高系统的安全性和稳定性, 防止非法利用。

3 真空镀膜机模块化设计知识体系

知识工程是人工智能在处理知识信息方面的发展, 它主要研究如何应用计算机来表达知识, 进行问题的智能求解。知识工程的研究使人工智能的研究从理论转向了应用。根据镀膜机的结构、机构组成和运行机理, 对镀膜机的结构体系做较为全面、系统而深入的研究。根据镀膜机的设计规范, 进行各机构和结构规范设计和标准零部件的选取, 作为专家系统中的知识库和推理机。专家系统由模型库、标准库等知识库和推理机模块组成。真空镀膜机模块化设计知识体系如图 2 所示。

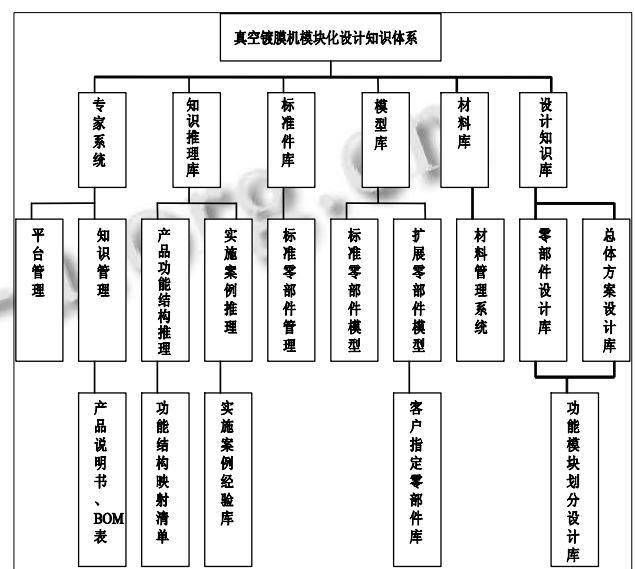


图 2 真空镀膜机模块化设计知识体系

针对真空镀膜机设计领域知识的特点, 采用功能模块化设计方法^[7]可以全面、有效地描述真空镀膜机设计领域知识, 提出以面向对象为主、产生式规则为辅的知识表达方法, 将客观事物和规则的属性以及他们的行为特性封装起来, 并通过对象之间的继承关系

和约束关系来表示它们的结构和联系。

4 基于案例推理的真空镀膜机模块化设计

根据复杂产品在模块化设计中的功能-结构关系,将基于案例推理(Case Base Reasoning, CBR)技术^[8,9]应用在真空镀膜机设计过程中,在推理过程中,给定专家系统约束参数,返回案例库,与案例库中的案例进行匹配,得出问题的一般解或者特殊解,如有不相符合的参数结果可进行修改约束参数,再次进行推理,得到最终方案。新实例经过验证后可存储为新事例,用于下一次的 CBR 推理。因此在运行过程中,实例库将逐渐增大,实例命中率必然提高,推理速度也会得到提高。

镀膜机有九大组成部分:真空室、排气系统、开关、基板、蒸发源、离子源、水晶、测量设备、备用零件及其他。其中镀膜机知识规则主要来源于手册知识和专家经验,采用产生式规则表示。

产生式规则即基于规则的产生式系统,是专家系统最基本的结构。

基本形式:if <前提> then <结论>

如果前提满足,则可得结论或者执行相应的动作,即后件由前件来触发。所以,前件是规则的执行条件,后件是规则体。

产生式规则由三部分组成:

① 综合数据库,存放问题求解过程中当前信息的数据结构。

② 产生式规则,对知识进行合理的组织和管理。

③ 控制策略即搜索策略,决定了产生式系统求解问题时所采用的搜索方法。

推理方法:

推理时首先依据设计要求从规则库中选择相应的规则,将其前提同当前动态数据库中的事实/数据进行模式匹配,如果匹配成功,则把该规则的结论放入当前动态数据库,或执行规则所规定的动作,如果匹配失败,则返回修改约束,再次进行推理,得到最终方案。

以蒸发源案例推理举例:

蒸发源主要部件有电子枪,一般配有两部电子枪,并分别配有坩埚台。常用电子枪规格有 BS-6003DGN 和 JEBG-102UHO 两种,坩埚台有水冷环形式和水冷 P 点式。坩埚台驱动方式有伺服驱动和感应驱动。以电

子枪规格为起始推理特征,根据设计实例库,查询出匹配坩埚台形式,再以坩埚台形式为推理特征,再次查询,得出坩埚台驱动方式。

部分推理规则如下:

(1) 一级推理:if 电子枪规格选用 BS-6003DGN 形式 then 坩埚台选用水冷环形式

二级推理:if 坩埚台选用水冷环形式 then 坩埚台驱动方式选用伺服驱动

(2) 一级推理:if 电子枪规格选用 JEBG-102UHO 形式 then 坩埚台选用水冷 P 点式

二级推理:if 坩埚台选用水冷 P 点式 then 坩埚台驱动方式选用感应驱动

5 基于知识的模块化设计系统

利用基于知识的模块化设计技术,将知识的推理和计算融入镀膜机设计中,建立知识约束模型,实现参数和知识共同驱动镀膜机各部件的设计,较好地解决传统设计存在的不足,加快产品的开发效率,降低开发成本,产品质量也得到大大提高。

设计流程如图 3 所示:

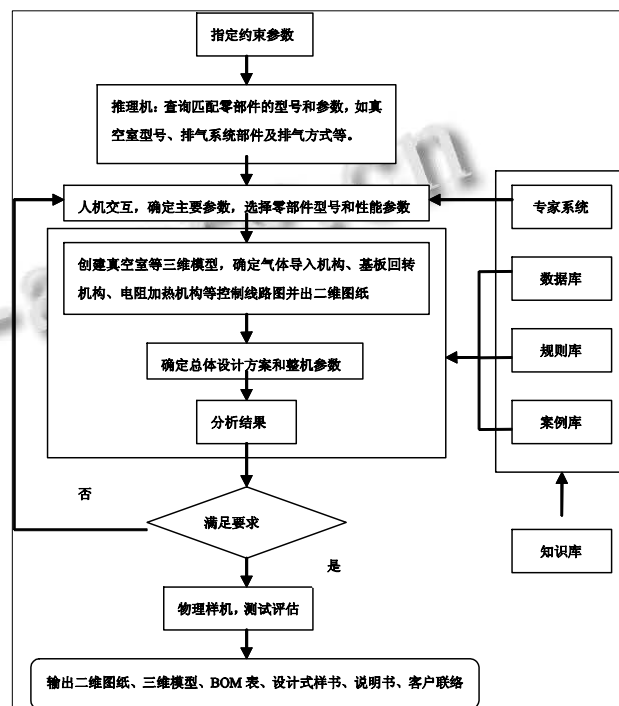


图 3 基于知识工程的真空镀膜机模块化设计流程

此系统开发环境是 Visual studio 2005, 三维软件基于 PRO/E, 数据库软件基于 SQL sever2005。由专

家系统从知识库中将参数读取,利用系统可以修改模型库中模型尺寸参数,自动生成新的几何模型,再由规则库和推理机加载选定工况、约束情况,确定气体导入机构、基板回转机构、电阻加热机构等控制方案,最后输出结果文件。

图 4 为真空镀膜机产品配置方案设计系统界面。

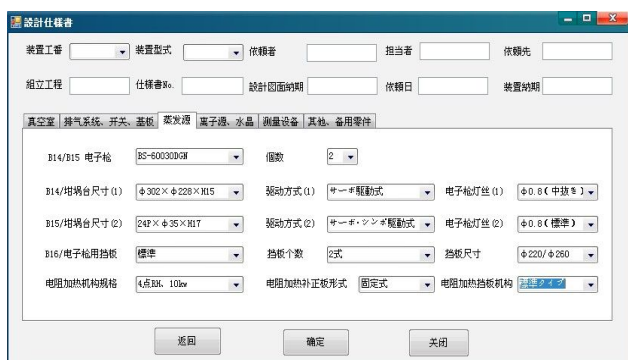


图 4 真空镀膜机产品配置方案设计系统

根据实际要求或客户指定电子枪规格,专家系统从案例库中查询案例,推理得出坩埚台类别和尺寸,并可以自动推理出最优驱动方式也可以手动选择,包括电子枪挡板、加热机构类型等,形成一套完善的、准确的配置方案。

6 结论

研发了基于知识工程的真空镀膜机模块化设计系统,根据客户的需求,设定约束条件,通过知识库、模型库系统实现真空镀膜机的知识和设计经验的重复

使用,产生真空镀膜机的总体配置方案,并由配置方案提供驱动参数,再对模型进行修改,自动装配到总体配置的参数模型中。并自动生成物料清单、产品设计式样书、客户联络书等文件。利用此设计系统,大大缩短了真空镀膜机的设计周期,节约了设计成本,并对企业知识的积累起到了积极的促进作用。

参考文献

- 1 Gu P, Sosale S. Product modularization for life cycle engineering. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. 1999,15:387-401.
- 2 张松林. 机械产品两种模块化设计方法. *交通与计算机*, 2001, 3.
- 3 高飞,肖刚,等. 产品功能模块划分方法. *机械工程学报*, 2007, 43(5):29-35.
- 4 江伟光,武建伟. 面向知识工程的产品信息模型. *农业机械学报*, 2008, (7):133-138.
- 5 夏正行,仲梁维,朱娟. 基于知识工程的岸桥数字化样机设计系统. *计算机系统应用*, 2011, 20(5):1-5.
- 6 于晓,仲梁维,等. 基于产品的 BOM 自动生成方法. *精密制造与自动化*, 2006, (3).
- 7 Gershenson JK, Prasad GJ, Zhang Y. Product modularity: definitions and benefits. *Journal of Engineering Design*, 2003, 14(3):295-313.
- 8 江志农,徐文明. 基于 CBR 的旋转机械故障诊断专家系统的设计. *组合机床与自动化加工技术*, 2011, 8(8):43-51.
- 9 郑甲红,郭文举,等. 基于 CBR 的机械系列产品模块化设计. *机械设计与制造*, 2009, 3(3):245-258.

(上接第 94 页)

- 3 宗群,窦立谦,刘文静,王维佳. 鲁棒优化与多智能体协调的电梯群控调度. *计算机集成制造系统*, 2008, 14(3):563-567.
- 4 杨祯山,张筠莉. 电梯群控系统的结构及其技术发展趋势. *中国电梯*, 2010, 21(1):14-19.
- 5 Hirasawa K, Eguchi T, Zhou J, Yu L, Hu JL, Markon S. A double-deck elevator group supervisory control system using genetic network programming. *Applications and Reviews*, 2008, 38(4):535-550.
- 6 Yu L, Mabu S, Zhang TT, Eto S, Hirasawa K. Multi-car elevator group supervisory control system using geneticne-

work programming. 2009 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC 2009). 2009: 2188-2193.

- 7 罗飞,许玉格,曹建忠. 基于目的层预约的电梯群控系统建模与控制. *控制与决策*, 2006, 21(10):1159-1162.
- 8 王遵彤,纪德法,乔非,吴启迪. 基于 MAS 技术的电梯群控系统建模及 agent 协商机制与梯群调度算法. *控制与决策*, 2007, 22(10):1184-1188.
- 9 王遵彤,孙栋,乔非,吴启迪. 分布式电梯群控系统多目标调度算法. *控制与决策*, 2010, 27(5):602-608.