

论坛与资讯

面向中小包装企业的云制造服务平台研发与应用

李明辉, 石宇强, 王俊佳, 蔡炳万

(西南科技大学, 绵阳 621010)

摘要:目的 提高中小包装企业的综合竞争能力,满足客户的个性化需求。**方法** 研发了一种采用多家企业、多个订单、多方协作、多维度服务交易的中小包装企业的云制造服务平台,基于创新智能服务的思想设计出了云制造服务平台的工作流程和核心功能。**结果** 针对云制造服务平台的交易协同逻辑、供需智能匹配方法等关键问题进行了研究,实现了基于关键字的语义智能搜索、交易协同、订单跟踪以及全过程的协同化智能管理。**结论** 以包装产品的研发、设计、生产、销售、物流过程应用为例,仿真分析订单完成效率提升20.5%,提高了整体包装效率、质量与顾客满意度,证明了云制造服务在包装行业的可行性和必要性。

关键词: 包装; 云制造; 服务平台; 应用

中图分类号: TN911.73; TP391.41 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)05-0178-07

Development and Application of Cloud Manufacturing Service Platform for Small and Medium Packaging Enterprises

LI Ming-hui, SHI Yu-qiang, WANG Jun-jia, CAI Bing-wan

(Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

ABSTRACT: This study was aimed to improve the comprehensive competition ability of small and medium-sized packaging enterprise, and meet the personalized needs of customers. A cloud manufacturing service platform was developed for small and medium-sized packaging enterprises using multiple companies, multiple orders, multi-party collaboration, and multi-dimensional service trade. Based on the idea of creative intelligence service, the workflow and core function of the cloud manufacturing service platform were designed. The key problems in the cloud manufacturing service platform such as trading synergy logics and the intelligent matching method of supply and demand were studied, and the semantic intelligent search based on keywords, trading synergy, order tracking and the whole process of collaborative intelligent management were realized. Taking the application in research and development, design, production, sales and logistics process of a packaging product as an example, simulation analysis revealed the order completion efficiency was enhanced by 20.5%, and the overall packaging efficiency, quality and customer satisfaction were improved, proving the feasibility and the necessity of cloud manufacturing services in the packaging industry.

KEY WORDS: packaging; cloud manufacturing; service platform; application

随着我国包装工业体系的不断完善和国民消费水平的不断提高,包装制造业发展突飞猛进,特别是中小型包装制造企业更是量大面广,有力地推动着我国包装工业经济的可持续发展^[1]。

随着信息技术和工业技术的发展,以及以满足客

户个性化需求为企业中心思想的转变,面向智能服务的智能制造成为全球制造业发展的趋势之一^[1]。

云计算将计算资源、存储资源等作为一种专业服务为用户提供个性化特色服务。它由大型专业的网络信息和计算机公司创建计算机存储和计算中心,将

收稿日期: 2015-07-17

作者简介: 李明辉(1989—),男,四川绵阳人,西南科技大学硕士生,主攻企业信息化、工业工程。

这些分散资源虚拟成“云”后进行集中运行、管理和存储。云计算模式为解决当前制造业发展存在的瓶颈问题提供了全新的解决思路^[2]。以云计算的发展为契机,结合制造业的行业特点,云制造这一网络虚拟化制造新模式应运而生。2010年年初,周平在对未来制造业发展走势进行判断时,首次使用了云制造一词。云制造以先进的信息物联网和云计算技术为支撑,以提高全球资源利用率,降低社会整体的资源使用成本为宗旨,以盘活现有制造资源存量为目标,成为一种面向服务制造的新模式,这为制造业发展智能制造,走绿色制造之路提供了机遇和强大的助力^[3]。

可以预见,云制造服务平台的研究与开发将是下一阶段我国制造业信息化的主要方向之一,其核心是盘活社会分散的制造资源存量,针对产业链长、制造周期长、规模大、企业整体协作性差等特点进行研究,云制造服务平台以企业联盟为依托,实现便捷的搜索、知识的聚合与共享、服务资源的优化配置以及企

业间的协同管理与交易^[6]。

1 平台设计方案

平台的核心设计思想是:把复杂多变的企业需求转变为企业订单服务和流程管理服务智能融合在服务平台中,对平台中所有的服务资源实现云计算虚拟化存储,即使同一个企业用户同时访问不同的企业服务资源,也只需登录一次,就可以实现无缝访问,对客户需求的资源进行智能搜索匹配,成功获取需求资源。文中基于包装制造企业行业的特色和生产特点,采用服务资源网络虚拟化智能制造全新模式,以实现关键字的语义智能搜索、交易协同、订单跟踪以及全过程的协同化智能管理^[9]。

基于上述设计思想,开发了中小包装制造企业云制造服务平台软件系统(命名为Packaging Cloud Manu),其系统架构模型见图1。

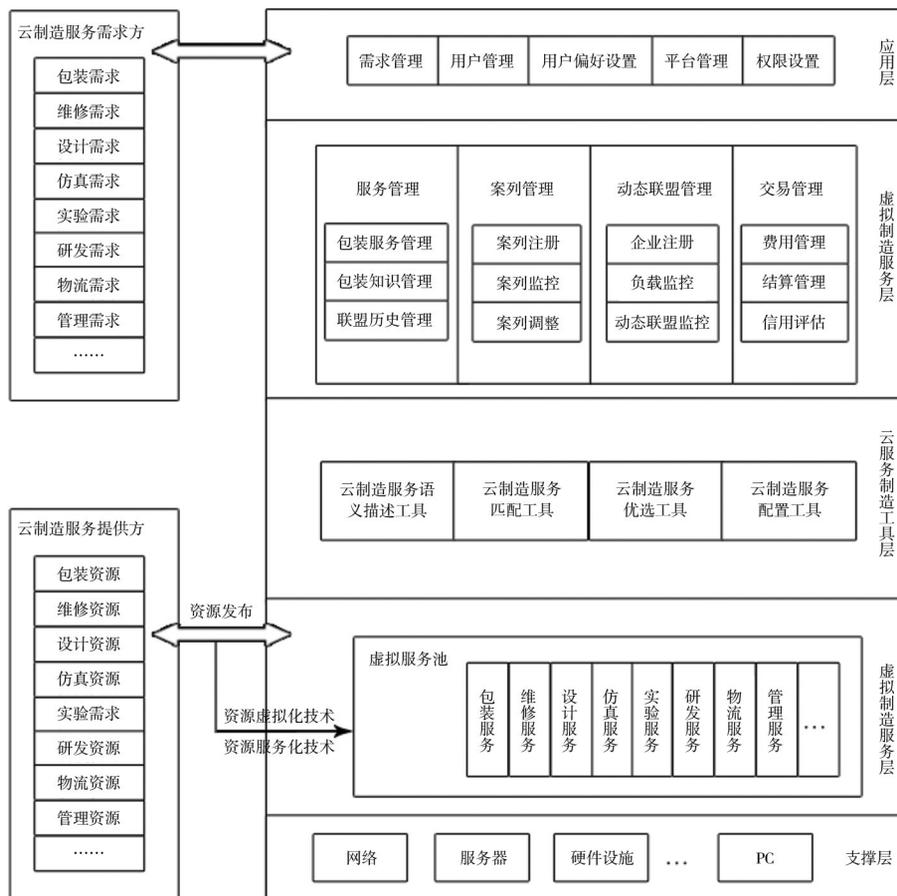


图1 PackagingCloudManu系统架构模型

Fig.1 Architecture model of the PackagingCloudManu system

PackagingCloudManu系统的工作流程如下所述。

1) 企业用户在登录窗口注册,然后访问平台,完

成对企业信息评估,形成信用等级报告,根据初评结果系统判定注册是否成功。

2) 身份核实验证。如果注册成功系统在用户第一次登录系统时将完成身份核对,系统自动进入PackagingCloudManu系统模块。企业用户须在平台的业务智能管理模块中根据自身资源条件选择并确定为提供资源服务方或资源需求方,提交后系统进行识别,发布权限允许企业用户参与云制造服务全程管理。

3) 需方企业在搜索功能模块中发布任务请求,系统将在供需智能匹配引擎的引导下将报价合理、服务能力匹配、信用等级较高、物流便捷的供方企业进行排序供需求方选择。

4) 需方企业(甲方)根据系统对任务的反馈,选择供方企业(乙方)并核实任务订单,确定无误后提交订单,供需双方签订线下合同,系统接受虚拟订单并形成交易日志发送到交易协同逻辑引擎去执行。

5) 系统在在线支付、进度反馈、交货验收和交易评价等交易全过程中,对甲乙双方进行业务流程规范。

2 平台实现的关键技术

2.1 云制造服务的智能匹配方法

在云制造环境下,基于语义的智能匹配方法可以从海量的制造服务中定位符合制造需求的候选制造服务集合。由于云制造环境下的制造服务和制造模式具有资源分布广域性、功能模块异构性、多主体高度协同性、语义逻辑多样性、存储单元独占性、应需求而变的动态性的特点,因此,需要研究一种基于语义的、包容性的、动态的、分布式的、高智能的匹配方法以适应云制造环境下制造服务匹配要求^[10],其核心思想是基于关键字的语义智能服务模块的匹配,即依据系统任务分解支撑模块中的云制造服务语义描述工具、云制造服务匹配工具、云制造服务优选工具、云制造服务配置工具的4种功能类别,将发布服务的输入集合和请求服务的输入集合进行智能分解,形成系统可识别的语义服务模块,再搜索对应的类别关键字进行匹配,并将按照匹配相似度自主排序,并反向核对验证,核对完成后生成相应类别的任务段进行配置,其中涉及的生产加工设备和应用软件、材料及性能标准等各种属性信息全部自动存放在数据库内对应数据表的字段中。

在查询过程中,为了提高针对上述数据库中字段中关键字的命中率,需要在系统已按服务资源类型划分的语义服务模块中寻找同义词和语义蕴含词进行高级检索,并以关键字的语义相似度为查询锁定依

据。具体计算过程如下所述。

假设出现2个关键字 Q_1, Q_2 ,如果 Q_1, Q_2 属于同一服务资源类型的语义模块中,则 $FMatch(Q)=1$,否则为0。同时 Q_1, Q_2 分别有 n 个概念 R_1, R_2, \dots, R_n ,则 Q_1, Q_2 相似度是 $FMatch(Q)$ 与各概念相似度之和的乘积的最大值,即:

$$FMatch = FMatch(Q) \cdot (FMatch(R_1(x_1, y_1)) + FMatch(R_2(x_2, y_2)) + \dots + FMatch(R_n(x_n, y_n)))$$

该算法中的 $FMatch(Q)$ 的同一类服务资源类型可通过具体匹配函数模型 $Decomposition()$ 进行分析。

1) 制造交货期匹配模型: $Deliverycheck(T(50), C(21)) = (\{taskdate(2015-4-10), deliverydays(30), taskarea(Singapore) sdeliveryway(seatransport), deliveryterm(FOB)\}, \{aimfactory(factorylist)\})$ 。

2) 价格匹配模型: $Pricecheck(T(50), C(21)) = (\{aimfactory(factorylist), unitpricemax(13)\}, \{aimfactory(factorylist)\})$ 。

3) 制造类型匹配模型: $Typecheck(T(50), C(21)) = (\{firstlevelfield(Mechanical Enginerring), subfield(stamping), thirdlevelfield(free forging)\}, \{servicetype(freeforging)\})$ 。

4) 制造能力匹配模型: $Charactercheck(T(50), C(21)) = (\{servicetype(freeforging), servicerange(machining), servicerange(heat), servicerange(ultrasonic)\}, \{aimfactory(factorylist)\})$ 。

5) 制造特点匹配模型: $Featurecheck(T(50)C(21)) = (\{aimfactory(factorylist), standard(M21509REV.M), forgingnum(2), specification(1 1, 30"OD x 8.0"LG), material(4130), weight(130 kg)\}, \{aimfactory(aimfactory)\})$ 。

通过函数 $Decomposition()$,可以基于数据库从服务类别、业务内容、资源维度、工序分别依次对客户从Web支撑模块中请求的任务进行分解,依次循环分解,直到分解成云制造虚拟资源池中单个资源能够在5个匹配模型中单独完成的任务,属于 $Decomposition()$ 同一函数模型的服务资源(即 $FMatch(Q)=1$)系统才会默认进行语义相似度计算,否则(即 $FMatch(Q)=0$)分配至其他服务资源函数模型中,再根据相似度进行语义扩展,从而得到最优匹配。基于关键字的语义智能匹配方法满足了云制造环境下服务的高效、准确、智能匹配的要求。

2.2 云制造交易协同智能引擎

设计交易协同智能引擎,可以实现供需双方管理

云制造服务平台中的订单,并实现交易任务的沟通与协调。传统的业务管理模式是非可视化的,不能满足供需双方对业务流程的精确把控。而智能引擎主要是把虚拟订单按照业务类型和内容进行属性划分,根据系统自定义的业务流程属性加入到某一个节点中,使业务流程按照订单约束条件自上而下的独立运转,这套完整的运转体系即智能化管理的纵向管理模式,达到了让需方企业用户(甲方)自己定制和管理本企业,参与到云制造服务中的业务流程的目的。同样针对不同的交易类型和交易额度的高低,其管理模式也是不同的。设计了整体包装外包、部分包装设计服务外包、委托加工3种交易类型,并根据交易额高低考虑不同付款类型,在供需双方在线签订合同时自主选择交易类型和付款方式,系统会调取最佳交易引导模板,对双方交易进行规范并完成交易智能引导服务。

在对纵向业务管理流程同一属性任务的节点按照交易流程从左至右完成智能跟踪与管理,保证了每一个分解任务的可视性,这种引导式管理即为交易任务的横向管理模式。在横向任务管理中为了实现供需双方的协作,需要对订单状态数据进行实时跟踪和

维护,系统会根据交易任务模板生成任务进度表,按照时间要求,自主提示乙方(服务提供方)及时更新完成服务状态信息,同时,只有在甲方(需方企业)对该阶段服务进行评价和确认后,乙方才能进入下一任务节点,并完成本阶段交易付款。通过这种交易权限有序交替,实现了交易任务的协同管理,该过程的数据模型见图2。

3 平台原型的开发

中小包装企业云制造服务平台(即 Packaging CloudManu 系统,简称PCM),在功能上由用户统一管理各专属功能模块。在硬件架构上采用云数据库、云服务器、云存储作为基础支撑系统的构建。

系统采用Java语言编写,支撑服务区域专属描述语言和服务接口描述语言STDL基于XML进行定义,与服务设计对应的GUI使用Swing组件封装实现。系统门户方面基于Ajax框架GWT(Google Web Toolkit)开发,采用Tomcat作为Web应用服务容器。系统中的每个功能区域与模板使用Apache Velocity项目的

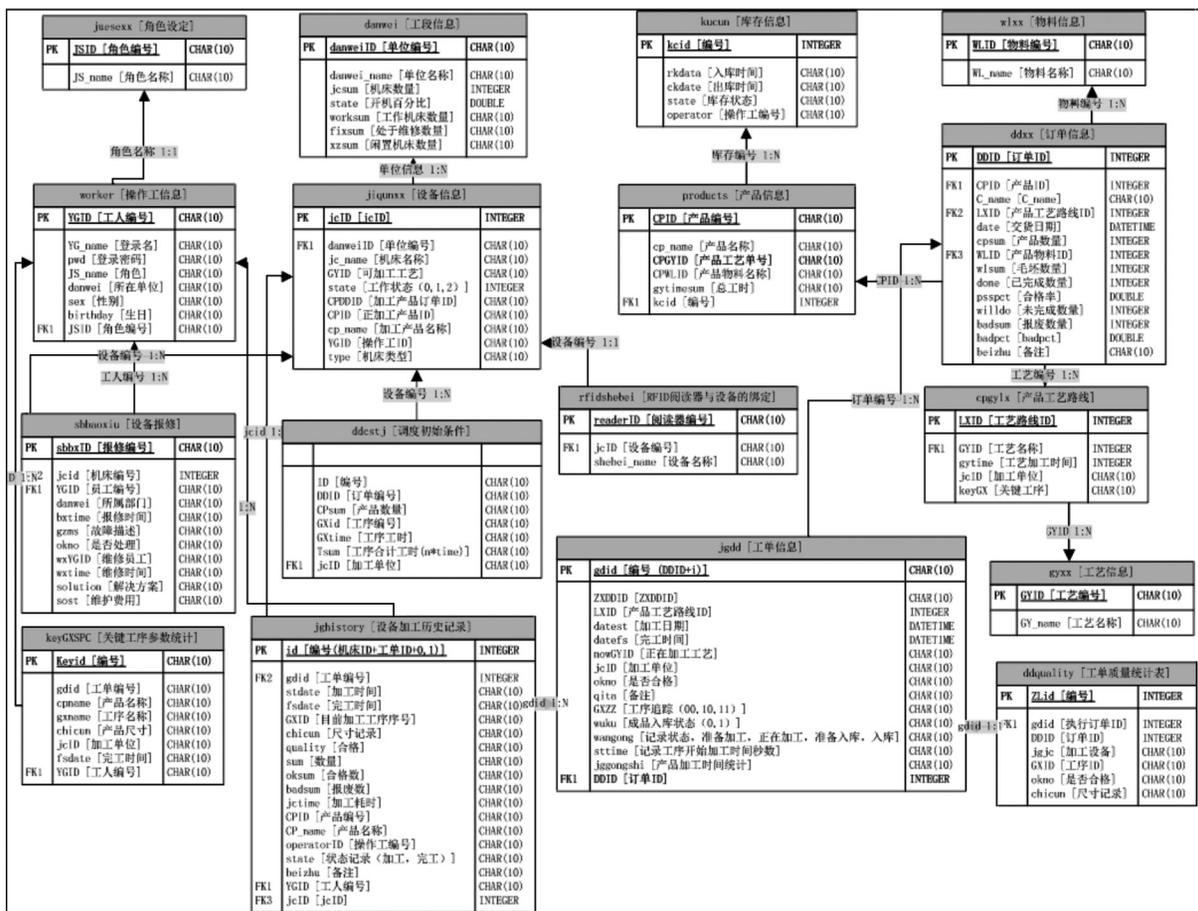


图2 数据模型E-R图

Fig.2 E-R diagram of the data model

Velocity 模板语言 VTL 构建, 并使用 Velocity 模板引擎调用 ANT 的 API 接口实现集成。系统中产生的任何数据进行持久化, 将根据其特点进行分类采用相对应的数据库, 门户采用 Hibernate 框架操作 MySQL 数据库

进行存储, 在 SORCER 中的 SLA 监控器中的 SLA 存储, 则使用轻量级内嵌式数据库 Derby^[13]。RIO IncaX 作为满足 Jimi 设计的服务浏览器使用, 最终开发的系统原型界面见图 3。



图3 PackagingCloudManu 系统主界面

Fig.3 Main interface of the PackagingCloudManu system

4 实际应用案例

对开发的新系统进行验证性应用, 这里以某新型冰箱压缩机发动机包装产品的研发生产过程为例, 来说明其应用情况。

某新型冰箱压缩机发动机包装产品的研发生产全过程涉及: UG 计算机辅助制造加工, 包装仿真测试实验, 数控代码编程等软件资源, 以及各类原材料、生产模具、加工机床、成品测试仪器、仓储库房等大量硬件资源。目前所有的服务资源分散在异地各点, 且这些企业只能提供局部资源用于产品的研发生产, 因此需要在中小包装企业云制造服务平台上进行资源调取、整合, 从而形成从新包装产品的概念设计到产品销售整个产品生命周期的一致、连续、完整的过程。

在 PackagingCloudManu 系统主界面中点击“包装设计”模块后, 需求方在包装产品订单智能管理界面操作, 将需包装产品规格型号及任务量等具体信息上传到自己用户界面, 并提交给系统进行审核, 系统会根据用户上传信息转化为可识别语言, 传递给后台数据处理中心并共享给专家数据库。处理中心会准确调取实用案例供需求方参考, 如无对应成品案例将由

专家库根据系统指令调取知识库信息并根据差异需求输入新知识, 形成全新方案返回给数据处理中心。数据处理中心将数据流传至任务分解池进行任务拆分, 如图 7 所示, 系统审核后根据云制造服务的智能匹配方法将任务分解到各供应商, 供应商登陆系统, 根据线上协定接单, 并签订线下合同, 在云制造交易协同智能引擎的跟踪管理下完成任务。

供需双方的订单博弈参考量为系统专家数据库所提供的方案, 专家数据库依据行业标准与市场动态分析以及供方企业提供经验方案, 由行业专家得出整体包装最优方案, 并进行计算机仿真论证。

某新型冰箱的整体包装生产线包括五楞纸板 (2500 mm 自动瓦楞纸板生产设备), EPE 发泡聚乙烯一体机, 深加工 EPS 保护套装以及说明书附件包装, 根据最优方案进行仿真对比。论证后证明, 加工效率得到显著提升, 成本降幅显著。该方案可为需求方的财务战略提供可靠依据, 并为供应方提供先进技术指导与成本节约, 实现博弈双赢。

同时平台会根据各供应商加工车间的特点, 调取相应数学模型进行车间作业调度分析, 原则上采取工序分割编码或工艺流程划分方式, 把订单加工数据导入矩阵, 设定以最低成本或最少完工时间为目标函

数,通过初试种群的生产、选择、交叉、变异的迭代顺序,得到优化后的调度方案,在云制造交易协同智能引擎的服务中提供给供需双方商定,并绘制出甘特图显示调度方案,见图4。

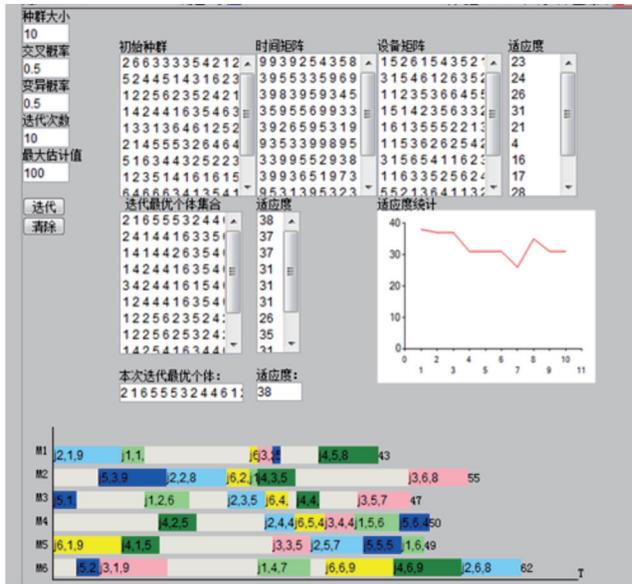


图4 智能车间调度

Fig.4 Smart workshop scheduling

在该平台“包装加工”服务模块上利用云计算集成技术,供需双方可享受在线实时对加工设备的监控,管控生产进度,对异常情况及时作出判断和处理,提高产品质量,见图5。



图5 云计算智能设备状态监控界面

Fig.5 Monitoring interface of cloud computing intelligent equipment condition

平台物流服务中也可以根据供需双方货物存取特点和地理交通等多重因素,智能计算仓储调配及物流运输方案,并对供应链整体提供优化改进方案。

中小包装企业云制造服务平台帮助供需双方实现了从新包装产品的产品设计、成品定型、包装测试到生产制造、货物仓储、销售物流的连续、一致、完整

的可视化过程,通过实际案例应用后分别对供应链、车间生产调度、人机配置、质量管理进行仿真分析,见图6,效率分别提升11.5%,19.8%,29.6%,13%,整个订单任务完成效率提升20.5%。实现了制造服务资源的优化配置以及企业间的协同管理与交易,提高了整体包装效率、质量与顾客满意度。

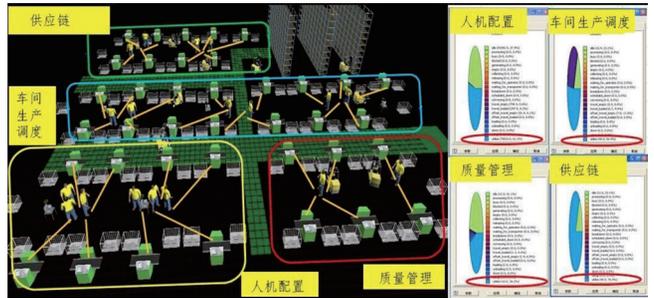


图6 Flexism仿真及运行结果

Fig.6 Flexism simulation and operation results

5 结语

未来云制造服务将在制造业的各个领域发挥主导作用,在包装制造业进行先期探索,对云制造智能匹配方法和云制造交易协同智能引擎等智能服务关键技术进行了研究。开发的PackagingCloudManu平台解决了包装制造资源分散、客户对个性化产品的需求程度高以及产品种类多、订单管理难度大等行业共性问题,证明了云制造服务平台在包装行业的可行性和必要性。

包装行业的云制造服务平台未来将演化为一个功能齐全、智能化程度高、服务一流的大型虚拟制造企业,为平台注册用户从交易管理到售后服务评价一站式服务,成为一个集合各方资源的统一的包装云制造服务商。

参考文献:

[1] 王瑞丽. 我国中小企业融资的SWOT分析[J]. 商场现代化, 2010(27):68—69.
WANG Rui-li. SWOT Analysis of the financing of SMMs[J]. Market Modernization, 2010(27):68—69 .

[2] 王巍,张宇红,徐晓东,等. 面向中小企业的云制造服务模式研究[J]. 机械设计与制造, 2013(9):269—272.
WANG Wei, ZHANG Yu-hong, XU Xiao-dong, et al. Research on Cloud Manufacturing Service Model for the Small and Medium Enterprises[J]. Machinery Design and Manufacture, 2013(9):269—272.

[3] 薛建勋. 云制造资源语义描述与建模[J]. 机械设计与制造,

- 2013(1):248—249.
- XUE Jian-xun. Research on Cloud Manufacturing Service Model for the Small and Medium Enterprises[J]. Machinery Design and Manufacture, 2013(1):248—249.
- [4] 尹超,胡卫民,刘飞. 新产品开发过程应用服务提供平台的运行支持系统[J]. 重庆大学学报, 2008, 31(5):505—510.
- YIN Chao, HU Wei-min, LIU Fei. A Running Support System of Application Service Provider Platforms for New Product Development[J]. Journal of Chongqing University, 2008, 31(5): 505—510.
- [5] 张志宏. 云计算平台管理系统的研究与实现[J]. 电信工程技术与标准化, 2012(4):21—25.
- ZHANG Zhi-hong. Research and Implementation and Cloud Computing Platform Management System[J]. Telecom Engineering Techniques and Standardization, 2012(4):21—25.
- [6] 李伯虎,张霖,王时龙,等. 云制造——面向服务的网络化新模式[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(1):1—7.
- LI Bo-hu, ZHANG Lin, WANG Shi-long, et al. Cloud Manufacturing: a New Service-oriented Networked Manufacturing Model[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(1):1—7.
- [7] 李葆文. 现代设备资产管理[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
- LI Bao-wen. Asset Maintenance Management[M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [8] 朱海平,邵新宇,张国军. 不确定信息条件下的车间调度策略研究[J]. 计算机集成制造系统-CIMS, 2006, 12(10): 1637—1642.
- ZHU Hai-ping, SHAO Xin-yu, ZHANG Guo-jun. Job-shop Scheduling Strategy under Uncertain Information Environment [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2006, 12(10):1637—1642.
- [9] 宋庭新,张成雷. 中小企业云制造服务平台的研究与开发[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(5):6—9.
- SONG Ting-xin, ZHANG Cheng-lei. The Research and Development of Small and Medium-sized Enterprise Cloud Manufacturing Service Platform[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19(5):6—9.
- [10] 杨男. 面向中小企业云制造服务平台关键技术研究[D]. 南京:南京理工大学, 2013.
- YANG Nan. Research on Key Technologies of Cloud Manufacturing Platform Facing to Small and Medium-sized Enterprise [D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2013.
- [11] 夏卿. 新产品开发云制造服务语义匹配方法研究及应用[D]. 重庆:重庆大学, 2013.
- XIA Qing. Research on the Semantic Matching Method for Cloud Manufacturing Service of New Product Development and Its Application[D]. Chongqing: Chongqing University, 2013.
- [12] 黄沈权. 制造云服务按需供应模式、关键技术及应用研究[D]. 杭州:浙江大学, 2013.
- HUANG Shen-quan. On-demand Supply Mode, Key Technologies and Application of Manufacturing Cloud Service[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2013.
- [13] 孔令军. 云制造环境下的涉及资源服务化方法研究[D]. 北京:北京交通大学, 2013.
- KONG Ling-jun. Research on Servitization Method of Design Resources in Cloud Manufacturing Environment[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2013.
- [14] MAHDOKHT Kalantari, MASOUD Rabbani, MAHMOOD Ebadian. A Decision Support System for Order Acceptance/rejection in Hybrid MTS/MTO Production Systems[J]. Applied Mathematical Modelling, 2011, 35: 1363—1377.
- [15] ISARD M, BUDI M, YU Y, et al. Dryad: Distributed Data-parallel Programs from Sequential Building Blocks[C]// Process of the 2nd European Conference on Computer Systems, 2007:59—72.
- [16] VILLAMIZAR J R, COELLI F C, PEREIRA W C A, et al. Discrete-event Computer Simulation Methods in the Optimization of a Physiotherapy Clinic[J]. Physiotherapy, 2011, 97: 71—77.