

郭芸婕, 李志刚. 新疆兵团农机装备云制造服务平台研究与应用[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(9): 352–356.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.101

# 新疆兵团农机装备云制造服务平台研究与应用

郭芸婕, 李志刚

(石河子大学信息科学与技术学院, 新疆石河子 832000)

**摘要:** 为了推动制造企业实施制造业信息化, 国家启动制造业信息化重大专项, 大力推进制造业信息化关键技术研究及应用示范工程。新疆生产建设兵团作为全国最大的农业企业集团, 具有农机化水平高、农机装备更新快、保有量大等特点, 随着兵团现代化步伐的加快, 在发展现代农业的进程中, 对农机装备提出了更高的要求。为了推动兵团农机装备制造行业向着网络化、智能化以及服务化方向发展, 本研究利用云计算的思想, 结合兵团农机装备制造行业的实际管理需要, 提出了兵团农机装备云制造服务的 5 层体系架构, 详细阐述了其业务流程和基本功能, 最终利用 WEB 和数据库技术, 基于 SOA 搭建了面向农机装备云制造服务的原型系统, 对所提出理论进行了初步验证。通过验证, 农机装备云制造服务平台可以对新疆生产建设兵团的农机装备制造工艺、工序和制造需求等信息进行初步整合, 为兵团农机装备制造企业提供可靠的制造信息服务, 从而为兵团农机制造的发展奠定了基础。

**关键词:** 云制造; 农机装备; 面向服务; 装备制造

**中图分类号:** S126      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0352-05

随着信息技术与制造业的深度融合, 正在引发影响深远的产业变革, 我国制造业大而不强, 自主创新能力强, 急需实现从生产型向服务型、由价值链低端到中高端的转变。《中国制造 2025》提出建立并完善基于“互联网+制造”的生态体系, 推进智能制造, 确定了我国制造业转型升级和创新发展, 实现制造强国的战略目标<sup>[1]</sup>, 其中推动重点的十大领域就包括农机装备制造。在此背景下, 云制造这种面向服务的新型制造模式应运而生。

从“云制造”这一概念的提出至今, 已有部分学者对其进行相关研究。李伯虎等首先提出了云制造的定义和体系结构, 讨论了实施云制造所需攻克的关键技术和所取得的成果<sup>[2]</sup>。张霖等阐述了云制造与现有的几种典型制造模式的联系和区别<sup>[3]</sup>。尹超等在两者的基础上分析了中小企业云制造服务平台的特点, 建立了中小企业云制造服务平台共性关键技术体系框架<sup>[4]</sup>。依照云制造的理论框架, 部分学者提出了具体行业的特色平台。尹翰坤等提出了面向汽车零部件新产品开发的一种云制造服务平台, 并就其系统框架关键技术进行分析, 最后搭建了原型系统<sup>[5]</sup>。向桢等提出了基于 SOA 理念以及支撑技术构建面向服务的数控加工厂云制造平台架构<sup>[6]</sup>。在关键技术方面, 陶飞等设计了制造云管理服务原型系统功能结构, 对基于云制造全生命周期运行的云服务组合需求进行了阐述<sup>[7]</sup>。盛步云等基于云制造服务模式和思想, 开发了一个面向中小企业云制造服务平台的供需智能匹配引擎<sup>[8]</sup>。虽然关于云制造已有一些研究成果, 但由于

云制造提出概念时间尚短, 且目前大多数学者只针对中小企业进行研究, 同时也未在企业的生产制造过程中得到广泛应用。目前云制造朝着以信息技术为核心的智能化与先进制造方向发展, 农机装备制造作为重点发展领域, 其云制造服务平台的研究与应用就显得尤为重要。

据资料显示, 新疆生产建设兵团(以下简称兵团)目前农业机械总动力达 420 万 kW, 拖拉机保有量 10 万台, 其中大中型拖拉机 4.5 万台, 农业机械总值达 100 亿元人民币; 种植业机耕、机播率达 100%; 农机管理标准化团场达到 90% 以上, 农业综合机械化作业水平达到 93%。在以新疆科神农业装备科技开发有限公司、石河子贵航农机装备有限责任公司等骨干企业为龙头的带动下, 兵团农机化水平不断提高。

针对兵团现状, 本研究提出利用云制造技术构建兵团农机装备云制造服务平台, 探讨通过云制造模式的研究应用, 将兵团农机装备制造整合成为一个优质产业信息化集群, 推动传统产业向互联网化转变, 实现产业升级, 促进兵团经济发展。

## 1 云制造

云制造将“软件即服务”理念扩展至“制造即服务”<sup>[9]</sup>理念, 强调的是一种面向服务的、高效低耗和基于知识的网络化智能制造新模式, 它通过实现制造资源和制造能力的流通, 从而达到大规模收益、分散资源共享与协同的制造新模式<sup>[10-11]</sup>, 其运行模式如图 1 所示。

云制造系统中参与角色为: 资源提供者、制造云运营者、资源使用者。云制造资源的提供者将自身的制造资源(包括软资源、硬资源与不确定资源)和制造能力进行感知、虚拟化接入, 以服务的形式提交给制造云, 制造云运营者制定相关的规范和准则, 对服务资源进行管理与维护, 保证能够即时按需提供可靠的制造云服务。云制造资源使用者在海量的云服务中获取所需要的云服务, 并组织企业的制造过程<sup>[12]</sup>。系统运行过程中, 知识为制造资源和制造能力的虚拟化接入和服务

收稿日期: 2016-03-15

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2013BAF020B07)。

作者简介: 郭芸婕(1991—), 女, 硕士研究生, 从事农业信息系统研究。E-mail: 387858397@qq.com。

通信作者: 李志刚, 教授, 博士生导师, 从事制造业信息化研究。E-mail: lzg\_inf@shzu.edu.cn。

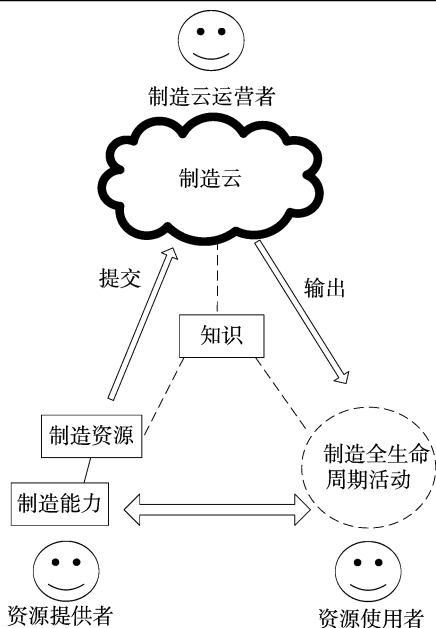


图1 云制造运行模式

化封装提供支持,同时实现系统智能管理等功能。云制造的过程围绕制造全生命周期活动开展<sup>[13-14]</sup>。

## 2 需求及功能分析

兵团是机械化大农业,农业机械化综合水平处于全国领先水平,农机市场潜力巨大,虽然兵团农机装备生产制造有一定的规模,但仍旧存在如下问题:研发能力参差不齐,成果转化能力不强,自主创新能力弱;农机企业规模小、数量多,产品档次低,缺乏知名品牌;生产工艺落后,难以互相借鉴,资源能源利用效率低;信息化水平不高,经营能力不足;农机制造业人才缺乏,技术交流少。农机装备云制造服务平台通过对企业提供有针对性的应用服务,实现企业间的技术和资源共享,降低制造费用,缩短产品开发周期,提高农机装备制造企业的信息化水平,从而提升农机制造企业的整体竞争力。

新疆兵团农机装备云制造服务平台,从制造服务的提供

和使用角度,将云制造用户分为两大类,即云提供端[云制造服务提供者( cloud service provider, CSP),包括设计咨询、加工制造、装配维修、检测认证、回收处理及销售交易等服务者]和云请求端[云制造服务使用者( cloud service demander, CSD),包括技术工艺落后企业、设备缺乏企业、小型规模企业等需求者]。云提供端通过网络向平台提供相应的制造资源和制造能力服务,并通过云端接入技术、资源虚拟化技术、云计算技术等,将云提供端提供的制造资源和服务封装成云制造服务,形成兵团农机装备云制造服务中心。平台根据云请求端用户提交的任务请求,在服务匹配与搜索、优化调度、智能寻租等中间件的支持下寻找符合用户需求的服务并为云制造服务使用者提供服务。平台示意如图 2 所示。

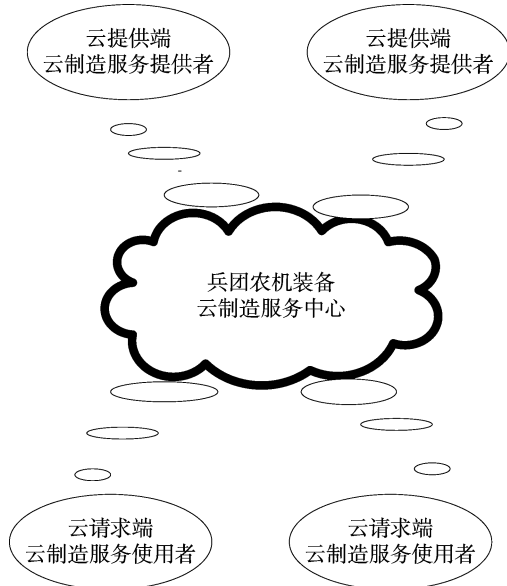


图2 兵团农机装备云制造服务平台示意

兵团农机装备云制造服务平台提供任务管理、服务管理、交易管理及平台管理四大服务管理功能,建立规范、标准、开放的设计咨询、加工制造、装配维修、检测认证、回收处理及销售交易等服务。平台功能模块如图 3 所示。

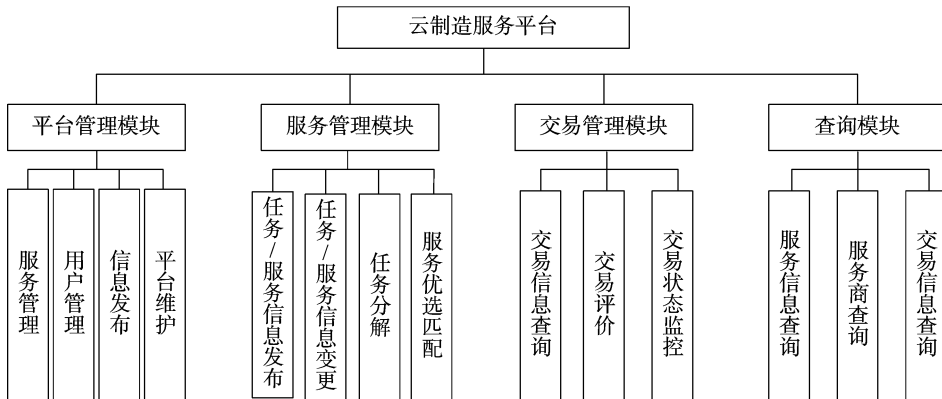


图3 兵团农机装备云制造服务平台功能模块

平台管理模块主要功能包括:用户管理、服务管理、信息发布和平台维护。该模块主要是第三方运营商对平台实施管理的功能。

服务管理模块主要功能包括:任务/服务信息发布、任务/

服务信息变更、任务分解、服务优选匹配。该模块主要是对制造云服务进行管理。

交易管理模块主要功能包括:交易信息查询、交易评价和交易状态监控。该模块主要是对企业双方在平台中的一系列

交易活动进行管理。

查询模块主要功能包括:服务信息查询、服务商查询和交易信息查询。该模块主要实现用户在平台中对特定信息搜索查询的功能。

### 3 兵团农机装备云制造服务平台技术体系研究

#### 3.1 设计理念

云制造从根本上讲是一种面向服务的架构(service oriented architecture,SOA)<sup>[15]</sup>,其开放式网络化制造模式决定了云制造服务平台的设计必须是一种开放式、松耦合、层次化、面向服务的组件化的系统。“业务服务化”是 SOA 指导思想,系统中的每一个功能模块都存在业务驱动、业务流程、业务矩阵

3 个重要的功能要素,系统通过这 3 个功能要素把独立的功能模块有效组合到一起,实现静态功能模块的高效运动<sup>[16]</sup>。

兵团农机装备云制造服务平台采用 SOA 理论为设计理念,利用虚拟化技术,整合制造能力和资源,为用户提供便捷的服务。平台将所有业务分为多个服务,这些服务被抽象到一个统一域中使用,各服务之间又彼此独立,当业务需求改变时,这些服务被重构为新的解决方案,使系统今后的优化、扩展变得灵活简单。

#### 3.2 体系架构

兵团农机装备云制造服务平台包括物理层、资源层、功能层、业务层和应用层 5 个层面。平台体系架构如图 4 所示。

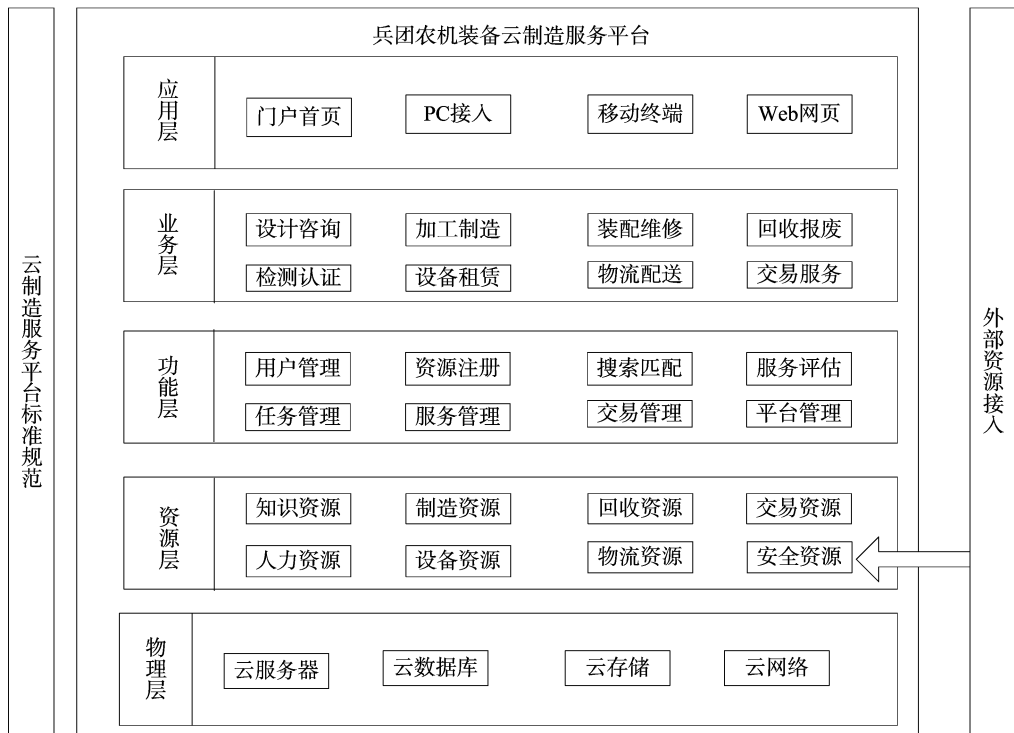


图4 兵团农机装备云制造服务平台体系架构

物理层是平台运行的基础层,主要为平台提供云服务器、数据库、存储和网络等基础支撑环境。资源层将全疆各地的农机装备制造生命周期涉及到的各类资源,通过资源转换汇集、分类融入平台,如知识资源、制造资源、回收资源、交易资源、人力资源、设备资源、物流资源及安全资源等,外部资源须经过安全资源接入到平台。功能层基于各类虚拟化资源,为平台提供至关重要的多项功能,包括用户管理、资源注册、搜索匹配、服务评估、任务管理、服务管理、交易管理、平台管理等。业务层提供设计咨询、加工制造、装配维修、回收报废、检测认证、设备租赁、物流配送、交易服务等服务组件部署组合及业务规则的支撑,并通过调用平台的核心功能,实现云制造服务平台与多方资源便捷的协同合作。应用层为农机装备云制造服务需求方和资源方提供统一安全便捷的用户界面,用户可以在不同地点通过多种途径登录平台。

#### 3.3 制造任务分解

农业机械根据农业生产特点和各项作业的特殊要求而专门设计制造,其种类繁多、使用分散、环境恶劣、需求多变。农

业机械及其零部件的标准化、通用化和系列化,是保证产品质量、降低生产成本、便于供应配件和维修的重要措施。因此,农业机械制造与通用机械制造既有共同点又存在自身的特殊性。云制造环境下,用户对农机装备制造云服务的请求任务变得较为复杂,涉及制造活动的全生命周期,包括设计、加工、装配、维修以及与制造相关的其他活动。兵团农机装备云制造任务分解如图 5 所示。

#### 3.4 业务流程

农机装备云制造平台用户(服务提供者和服务使用者)注册登录平台后可以进行农机装备需求发布或农机装备服务注册,系统对云服务知识库不断进行更新,新的农机装备制造云服务被集中到制造云池中。首先,用户提交的请求任务,根据农机装备任务分解标准被解析分解。此后,经过智能匹配算法服务处理与服务优选,进入服务执行,完成农机装备制造的任务请求。最后,用户根据服务执行反馈的结果对服务进行评价。基于云制造系统中复杂任务均要被分解为一系列的相互独立、可执行的具体任务这一要求,农机装备云制造任

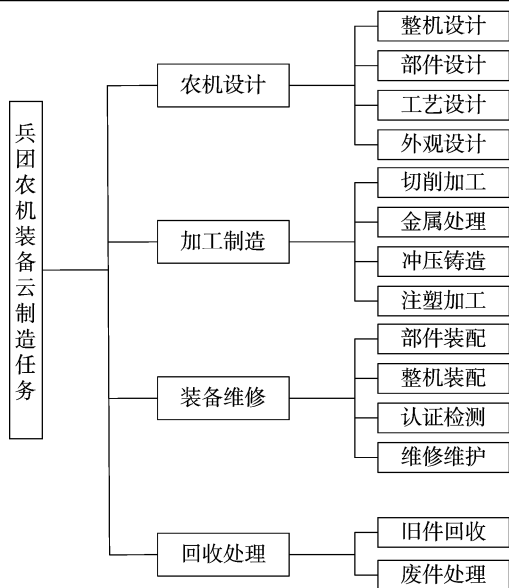


图5 兵团农机装备云制造任务分解

务的形式化描述必须从任务的基本信息、功能需求、过程模型及服务质量 4 个方面予以明确与规范,从而保证这些任务被制造云服务执行的有效性。兵团农机装备云制造业务流程如图 6 所示。

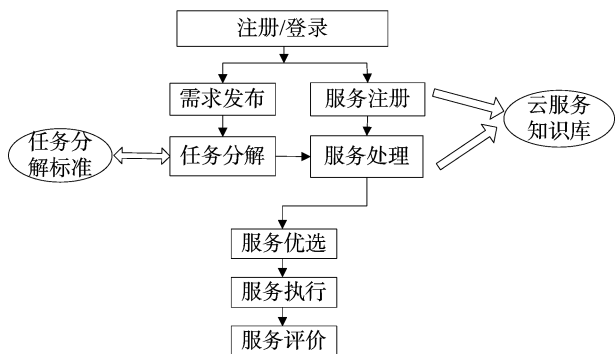


图6 兵团农机装备云制造业务流程

### 3.5 服务优选

云制造的服务优选过程可简化为目标函数的求解最大值过程。根据一般 Web 服务的 QoS 模型,制造服务共有属性为制造费用( $P$ ),制造时间( $T$ ),信誉度( $R$ ),可靠度( $Re$ ),服务质量( $Q$ ),在候选服务集合中,子需求任务的 CM 的需求值为  $T_{\max}, P_{\max}, R_{\min}, Q_{\min}, Re_{\min}$ 。因此优选过程可看作在已有的候选集合中选取各满足要求的需求值进行相互组合求解的问题。本文利用遗传算法的群体搜索特性寻找满足约束条件的最优解,其目标函数可定义为:

$$\max(A = \frac{1}{T} \times \frac{1}{P} \times R \times Re \times Q)。$$

其中各变量约束条件为:

$$T|T_{\max}, P|P_{\max}, R > R_{\min}, Re|Re_{\min}, Q|Q_{\min}。$$

## 4 原型系统验证

为验证农机装备云制造的相关理论研究,兵团农机装备云制造服务平台采用 B/S 架构,以 MSVS2008 为系统代码开发环境,使用 MSSQLServer2008 数据库,以 PhotoshopCS5 为平

面设计处理工具,初步对兵团农机装备云制造服务平台进行了原型系统的搭建,部分数据源码如下:

```
#region 得到流水号
/// < summary >
/// 得到流水号
/// < /summary >
/// < param name = "SYID" > 系统编号 < /param >
/// < param name = "MDID" > 模块代码 < /param >
/// < param name = "TPID" > 类别代码 < /param >
/// < returns > 当前单证流水号 < /returns >
public string GetFlowNo( string SYID, string MDID, string
TPID)
{
try
{
StringBuilder SQLString = new StringBuilder();
SQLString. AppendFormat( "SELECT FNNTT + FNMYM + MX-
NO FROM CA13NR WHERE SYID = '{0}' AND MDID =
'{1}' AND TPID = '{2}' ", SYID, MDID, TPID);
string MaxNo = objSql. GetDataFiled( SQLString. ToString
()). Trim(). ToString(). Trim();
return MaxNo;
}
catch( Exception)
{
throw;
}
}
#endregion//得到流水号
```

平台部分功能界面如图 7、图 8 所示。图 7 为服务搜索界面,用户可以通过左边的服务分类选项,对每个类别的制造服务进行搜索,也可以通过输入所需服务的关键字对服务进行搜索,搜索出的结果会显示在下方页面中,用户点击搜索结果即可进入该服务的详细介绍页面。多种服务查询搜索的方式使用户使用更方便快捷。

图 8 为服务商选择界面。用户可以根据服务来搜索提供此项服务的制造商有哪些,也可以直接输入制造商的名称进行搜索。搜索结果显示在下方页面中,同时显示该制造商在平台中的交易量、综合评价以及所在区域。用户点击搜索结果即可进入选中制造商的详细介绍界面,服务商的搜索功能可以让用户更直观明了地了解制造商各方面信息,从而选择适合的服务商。

## 5 结束语

对兵团农机装备云制造服务平台建设需求、技术体系进行了研究,提出了包括物理层、资源层、功能层、业务层和应用层在内的 5 层体系架构,通过分析兵团农机装备制造业的业务流程及制造任务,构建了平台的功能结构,完成基于 SOA 的面向农机装备制造的云制造服务平台的原型系统建设与应用验证。

兵团农机装备云制造服务平台以“互联网+产业链”为



图7 服务搜索界面



图8 服务商选择界面

核心设计思想,能够服务于管理部门、科研单位以及农机制造企业,有效整合兵团农机装备制造制造业,实现传统产业向互联网化转变,为兵团农机装备云制造系统实现奠定基础。

参考文献:

[1] 国务院网站. 国务院关于印发《中国制造 2025》的通知(国发[2015] 28 号)[EB/OL]. (2015-10-02)[2016-02-14]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content\\_9784.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm).

[2] 李伯虎,张霖,王时龙. 云制造——面向服务的网络化制造新模式[J]. 计算机集成制造系统,2010,16(1):1-7.

[3] 张霖,罗永亮,范文慧,等. 云制造及相关先进制造模式分析[J]. 计算机集成制造系统,2011,17(3):458-468.

[4] 尹超,黄必清,刘飞,等. 中小企业云制造服务平台共性关键技术体系[J]. 计算机集成制造系统,2011,17(3):495-503.

[5] 尹翰坤,尹超,龚小容,等. 汽摩零部件新产品开发云制造平台总体框架及关键技术[J]. 计算机集成制造系统,2013,19(9):2332-2339.

[6] 向桢,高宏力. 基于 SOA 的数控加工厂云制造平台架构[J]. 制造业自动化,2015,37(2):90-95.

[7] 陶飞,张霖,郭华,等. 云制造特征及云服务组合关键问题研究[J]. 计算机集成制造系统,2011,17(3):477-486.

[8] 盛步云,张成雷,卢其兵,等. 云制造服务平台供需智能匹配的研究与实现[J]. 计算机集成制造系统,2015,21(3):822-830.

[9] 杨海成. 云制造是一种制造服务[J]. 中国制造业信息化,2010(6):22-23.

[10] 马刚. 云制造的体系结构及平台实现技术研究[D]. 重庆:重庆大学,2013:4-5.

[11] Suci G, Halunga S, Apostu A, et al. Cloud computing as evolution of distributed computing - a case study for SlapOS distributed cloud computing platform[J]. Informatica Economic, 2013, 17(4):109-122.

[12] Lartigau J, Nie L S, Zhan D C, et al. Business process interoperability to support order processing in a cloud manufacturing environment [C]//Proceedings of the I - ESA Conferences 5. Shanghai, China, 2012.

[13] 李伯虎,张霖,柴旭东. 云制造概论[J]. 中兴通讯技术, 2010, 16(4):5-8.

[14] 唐国纯,罗自强. 云制造的体系结构研究[J]. 制造业自动化, 2012, 34(9):85-87.

[15] Josuttis N M. SOA in practice[M]. Cambridge: O'Reilly Media, 2007:47-56.

[16] Linthicum D S. Cloud computing and SOA convergence in your enterprise: a step-by-step guide[M]. Boston: Pearson Education Inc, 2010.