# 面向柔性装配的制造执行系统任务管理的研究与实现

# 摘 要

XXXX.

**关键词：柔性装配；制造执行系统；SaaS；微服务；**

# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景及意义

近年来，随着互联网信息时代的进步和先进制造技术的发展，全球工业技术水平、发展模式迎来了重大变革。德国提出“工业4.0”计划通过智能制造刺激制造业的发展。欧盟提出“2020增长战略”重点发展智能制造核心技术。韩国、日本等也纷纷提出发展智能制造相应的战略措施。我国在2015年推出了“中国制造2025”战略强调发展智能制造的重要性。

为了顺应智能制造的发展需要，全球制造企业正在从传统的“制造+销售”生产模式向“技术+管理+服务”的复杂生产模式转型，服务化是制造业发展趋势之一。制造业的全球化、一体化促使现代制造业不得不考虑在制造网络中，通过整合跨企业制造资源来实现制造资源和制造能力的共享、协调，建立灵活、动态适应的大型网络服务平台。在这种背景下，李伯虎院士提出了云的概念，将现有的制造业信息化技术与云计算、物联网等高新技术进行融合，将制造资源和制造能力服务化后进行集中管理，用户通过网络即时获取制造资源或者制造能力，实现制造资源和hi早能力的高效共享和协同。云制造的应用将会推进制造业信息化的发展，促进中国制造2025的实现。

然而，云制造服务体系中面临众多的挑战，开发一个大规模复杂的协同应用，需要考虑云计算环境下协同技术的具体实现，一般制造领域的软件开发商显得捉襟见肘。当前云计算服务大致分为三类：基础设施即服务（IaaS）、平台即服务（PaaS）和软件即服务（SaaS）。IaaS服务主要是在云资源层和云系统层展开。PaaS服务主要是在软件层展开，依托于云系统层下的基础资源。SaaS服务相对于IaaS和PaaS而言，主要针对云应用软件层提供服务[1]，SaaS服务是面向整个区域的分布式应用服务,可以充分实现区域内的制造资源的共享,解决制造资源不完备的问题。

现代装配制造企业的生产完全以市场需求为导向，随着客户需求的个性化日益提高，企业一般采用多品种小批量的生产方式。为了加快市场需求的相应。企业不再以单一产品装配功能为主，实现了多企业联合生产，共享生产资源和功能。但是传统的装配制造执行系统不支持多企业联合生产的生产模式，具有局限性，不能适应现代生产装配需求，现代装配制造业急需将制造执行系统部署在云上，根据不同生产企业的需要定制制造执行系统的各个服务，同时协作装配生产。目前，国内制造业装配自动化实现水平不一，针对不同装配产品的装配流程也都不尽相同，基于云服务的制造执行系统的研究还不完善，因此对制造执行系统的设计提出了新的要求与挑战。

综上所述，传统的柔性装配制造执行系统已经不能满足现代装配生产信息化的需求，亟需将装配制造执行系统部署在云上。本课题提出将装配制造执行系统应用SaaS模式部署到云环境上。结合工厂实际生产情况，对柔性装配任务管理模型进行研究，验证装配制造执行系统SaaS化的可行性。

现状：

SaaS是21世纪开始兴起的一种全新的软件应用模式[2]，随着面向中小企业的ASP（Application Service Provider，应用服务提供商）平台框架应用的成熟而崛起。

目前，国内制造业装配自动化实现水平不一，针对不同装配产品的装配流程也都不尽相同。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 复杂产品装配生产的研究现状

### 1.2.2 柔性制造执行系统研究现状

### 1.2.3 SaaS服务发展研究现状

### 1.3 研究内容与章节安排

本文的研究内容主要是围绕基于SaaS应用模式的柔性装配制造执行系统展开，

构建统一的装配制造执行系统任务管理的统一模型，利用微服务的系统框架将制造执行系统的模块拆分成不同的服务，根据不同制造企业现代化智能化程度和业务提供不同的服务配置功能。基于SaaS应用模式，将制造执行系统部署在云上，为

本文的具体研究内容如下：

第一章，绪论。首先论述本文的研究背景和研究意义，然后对SaaS和柔性装配制造执行系统的国内外研究现状进行分析，并且进行了相关比较。之后阐述了文章研究的主要内容和章节安排，并由此得出了课题研究的技术路线。

第二章，基于SaaS的应用软件开发模式和关键技术。首先介绍了SaaS的基本概念、优势和成熟度模型，并且简单介绍了基于云计算的另外两种模式——IaaS和PaaS。之后从SaaS化软件研究方法展开，结合柔性装配制造执行系统的业务需要，分析基于SaaS模式柔性装配制造执行系统的服务定制化和多租户管理的关键技术和具体实现。

第三章，基于SaaS的装配任务管理模式的系统架构设计。首先从框架实现的角度，设计SaaS化柔性装配制造执行系统的整体技术方案，选择微服务的技术框架来实现SaaS模式。然后介绍微服务各个模块的功能，并且根据微服务系统框架思路，结合柔性装配任务管理业务流程，将系统划分成各个系统服务模块。最后研究在微服务框架下的各个服务模块远程调用的方法。

第四章，基于SaaS的装配任务管理系统功能开发。首先分析柔性装配制造执行系统各服务模块的业务流程，结合SaaS模式的设计方法，构建各个服务的功能模型。然后结合多租户的设计原则，参考PSLX中对任务管理各个模型的定义，建立SaaS下的柔性制造系统的统一信息模型。最后建立柔性装配系统的过程模型，并且对传统的MRP算法做出了改进。

第五章，系统实现与验证。

第六章，总结与展望。对全文的研究进行总结并且对未来的工作进行展望。

全文的技术路线结构如图所示。

①基于SaaS化的MES系统设计与研发

②微服务框架系统设计与实现

③柔性装配MES任务管理的SaaS应用模式研究

④柔性装配MES任务管理应用实例验证

## 1.4 本章小结

基于当前国内柔性装配和制造执行系统研发的大背景，提出基于SaaS的制造执行系统的需求。

# 第二章 基于SaaS的应用软件开发模式和关键技术

## 2.1 SaaS应用模式

### 2.2.1 SaaS模式基本概念（基本概念，包括IaaS和PaaS的简单介绍）

### 2.2.2 SaaS模式优势

### 2.2.3 SaaS成熟度模型

### 2.2.4 基于云计算的其他服务模式

## 2.2 SaaS软件开发方法研究

### 2.2.1 服务定制化

### 2.2.1.1 服务定制化需求分析

①从组织维度，不同的组织（车间、工段、班组等）需要不同的系统功能。

②从业务维度，不同的人员角色需要配置当前人员需要的系统功能。

③从功能维度，根据不同工厂装配自动化的实现程度，配置系统功能。

### 2.2.1.2 微服务系统架构实现（如何拆分）

采用微服务的系统设计方案，将柔性装配任务管理系统拆分出不同的服务模块，保证服务的可用性，服务之间数据的一致性。

防止陷入微服务模式化陷阱。

### 2.2.1.3 系统服务拆分（结合业务角度）

将系统划分为：订单任务管理服务、生产计划管理服务、生产指令管理服务、任务执行管理服务。通过服务的定制化为租户配置需要的业务服务功能。

### 2.2.1.4 服务配置

拆分出不同的业务，从组织、业务和功能角度为定制服务的角色分配系统功能。

## 2.2.2 SaaS多租户管理

### 2.2.2.1 功能需求分析

①借助云平台，实现资源共享和软件服务。

②不同租户之间协同合作

### 2.2.2.2 数据模型设计（数据一致性、数据隔离性、数据传播、数据分组）

数据一致性：保证数据在不同服务之间数据的正确性。

数据隔离性：将不同租户之间的数据分离开。

数据传播：实现不同租户之间协作装配。

数据分组：保证不同租户之间数据资源共享。

### 2.3.3 多租户协作装配过程设计

## 本章小结

# 第三章 基于SaaS的装配任务管理模式的系统架构设计

## 3.1 总体设计方案

分析SaaS应用模式的特点，采用微服务的系统框架来实现SaaS的应用模式

## 3.2 微服务框架设计

### 3.2.1 微服务研究概述

### 3.2.2 微服务模块划分

### 3.2.3 负载均衡 Ribbon

### 3.2.3 容错保护 Hystrix

### 3.2.4 网关服务 Zuul

### 3.2.5 分布式配置中心 Config

## 3.3 系统功能拆分（如何拆分，怎么实现系统调用）

### 3.3.1订单任务管理服务

### 3.3.2生产计划管理服务

### 3.3.3生产指令管理服务

### 3.3.4任务执行管理服务

## 3.4 本章小结

# 第四章 基于SaaS的装配任务管理系统功能开发

## 4.1 柔性装配任务管理需求分析

## 4.2 柔性装配任务管理功能模型

### 4.2.1 订单任务管理服务

### 4.2.2 生产计划管理服务

### 4.2.3 生产指令管理服务

### 4.2.4 任务执行管理服务

## 4.3 柔性装配任务管理信息模型

### 4.3.1 订单任务信息模型

### 4.3.2 生产计划信息模型

### 4.3.3 生产指令信息模型

### 4.3.4 任务执行信息模型

## 4.4 柔性装配任务管理过程模型

### 4.4.1 总体过程模型

### 4.4.2 任务执行过程模型

## 4.5 MRP算法优化（适应SaaS化的需求）

### 4.5.1 MRP算法理论研究

①MRP算法需求分析

②传统的MRP算法的相关介绍

③在SaaS应用模式下的对MRP提出的新要求（能够适应不同装配模式的要求）

### 4.5.2 算法参数配置

### 4.5.3 不同模块下算法的适应性

### 4.6.4 数据一致性

## 本章小结

# 第五章 系统实现与验证

## 5.1 系统开发环境与技术

### 5.1.1 系统开发环境

### 5.1.2 系统运行环境

## 5.2 系统架构与关键模块实现

### 5.2.1 SaaS服务订制化

### 5.2.1 订单管理

①订单数据集管理

②订单和计划数据集关联

### 5.2.2 计划管理

①计划数据集管理

②物料需求计划MRP改进

③计划和生产指令数据集关联

### 5.2.3 生产指令管理

①生产指令数据集管理

②生产指令和生产任务数据集关联

③生产指令层级关联

### 5.2.4 生产任务管理

①生产任务数据集管理（AO，FO）

②生产任务完工反馈管理

## 5.3 系统核心功能展示

①SaaS化多租户应用展示

②SaaS化定制服务展示

③业务功能展示（从下达订单到任务完工反馈整个流程的展示）

## 本章小结

# 第六章 总结与展望

# 致谢

# 参考文献

**参考文献**

[1] 邢蕊. 基于SaaS的天津市制造业信息化平台的研究[D]. 天津理工大学, 2012.

[2] 陈鹏，薛恒新. 面向中小企业信息化的SaaS应用研究[J]. 中国制造业信息化. 2008(01): 10-13.

**校对报告**

当前使用的样式是 [北京航空航天大学学报]

当前文档包含的题录共2条

有0条题录存在必填字段内容缺失的问题

所有题录的数据正常