

吹膜设备制造业客户服务管理系统设计

孙靖寰¹, 郑武胜¹, 王梓辉²

(1. 广东金明精机股份有限公司, 广东 汕头 515000 ;
2. 深圳智汇云端软件技术有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 : 针对吹膜设备制造业传统服务模式中售前响应慢、设备监控分散、售后流程繁琐、配件采购不便等痛点, 本文设计并实现了一套面向客户全生命周期的客户服务管理系统。系统采用微服务架构与边缘计算融合方案, 集成大语言模型智能客服、AI 图像识别配件选购、设备智能监控、数字化售后服务四大核心模块, 构建边云协同的数据处理体系。每台设备配置独立的边缘计算机承担监控、计算与预警职能, 可脱网运行并将关键状态、报警事件、汇总数据上报云端数据库。系统支持 Web 端与微信小程序双端访问, 预期支持百余台设备并发监控与数百用户并发访问, AI 客服响应时间控制在秒级, 配件图像识别准确率超过 90%, 为同类装备制造企业的服务数字化转型提供了可参考的实施路径。

关键词 : 吹膜设备; 客户服务管理; 微服务架构; 边缘计算; 人工智能

引用论文 : 孙靖寰, 郑武胜, 王梓辉. 吹膜设备制造业客户服务管理系统设计 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(9):31-35.

中图分类号 : TQ320.66

文献标识码 : B

文章编号 : 1009-797X(2026)09-0031-05

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.09.006

0 引言

吹膜设备是塑料包装产业的核心装备。随着包装行业升级, 客户对设备运行稳定性、售后服务响应速度、配件采购便捷性的要求日益增长, 但行业整体仍处于设备销售为主、服务收入为辅的初级阶段, 普遍存在售前响应慢、设备监控缺失、售后流程繁琐、配件采购不便等痛点^[1]。工业互联网、人工智能、边缘计算等技术日趋成熟, 中国制造 2025 与智能制造能力成熟度模型等国家层面标准框架陆续发布^[2], 为装备制造业服务数字化提供了技术路径与能力对标。

本文将微服务架构、大语言模型、物联网、AI 图像识别、边缘计算等主流数字化技术融入工业设备服务场景, 基于吹膜设备行业具体业务实践给出完整方案, 可为同类装备制造企业提供可借鉴的实施模板。

1 相关技术与理论基础

1.1 微服务架构

微服务架构将系统拆分为独立、松耦合的服务模块, 与容器编排、服务网格、可观测性等云原生技术结合后已成为企业级复杂业务系统的主流架构选择^[3]。本系统按业务领域将售前咨询、设备监控、售后服务、配件商城、培训服务等拆分为独立服务, 通过 API 网关统一对外提供能力。

1.2 边缘计算与工业物联网

边缘计算将部分计算任务下沉到数据源附近, 显著降低数据传输时延、减少云端负载, 适合实时性高、网络条件不稳定的工业现场^[6]。MQTT 协议作为工业物联网事实标准, 与边缘计算结合可构建边云协同的数据处理体系^[7]。

1.3 人工智能服务技术

人工智能在客户服务领域主要体现为两类能力: 基于大语言模型的自然语言理解与生成能力, 支撑智能客服、文档问答、选型推荐等场景; 基于深度学习的图像识别能力, 用于配件识别、缺陷检测等工业场景。

1.4 智能制造能力框架

智能制造能力成熟度模型国家标准将企业智能制造能力划分为五个等级, 为企业评估数字化水平、规划能力建设路径提供框架^[3]。本系统在系统集成、数据贯通、设备互联等维度的设计上参考了相关能力要求^[8]。

作者简介 : 孙靖寰 (1987-), 男, 学士, 电气工程师、大数据开发部总监, 主要从事吹膜设备自动风环控制系统迭代升级、设备数字化系统设计研发工作。

2 系统需求分析

2.1 行业痛点分析

售前服务依赖人工，响应慢且专业能力差异大。设备监控数据分散于不同系统，客户难以远程查看，故障处理多在发生后介入。售后服务依赖电话、微信等传统方式，工单流转不透明，故障排查依赖资深工程师经验。配件识别依赖口头描述或型号查找，效率低且易出错。

2.2 用户角色与功能需求

系统服务六类用户角色：潜在客户关注产品咨询与选型建议；设备操作工关注实时状态、故障排查与培训资源；设备管理员关注运行报表、维保计划与配件采购；售后服务工程师关注工单接收与服务记录；配件销售员关注订单处理与发货跟踪；系统管理员关注权限配置与系统运维。

围绕客户全生命周期，系统提供五大核心功能：售前咨询、设备智能监控、数字化售后、智能配件商城、统一认证。各模块实现要点见第四章。

2.3 非功能需求

性能上，系统需支持百余台设备并发监控与数百用户并发访问；页面加载时间控制在秒级；API 响应毫秒级；AI 问答响应 30 s 以内。

可靠性上，系统采用边缘计算架构：每台设备配置独立的边缘计算机承担监控、采集、计算、预警等核心职能，将关键状态、报警事件、汇总数据上报云

端数据库，并具备脱网运行能力，在网络中断时仍可独立完成监控与预警，显著降低云端服务器压力与网络依赖。

数据上，设备运行数据需长期保存。安全上，数据传输 HTTPS 加密，敏感信息加密存储，建立基于用户身份识别与最小权限原则的访问控制机制。系统 7×24 h 稳定运行，预留标准化 API 接口便于扩展。

2.4 系统集成需求

系统需与企业现有平台数据互通：与设备数据平台通过 MQTT 协议同步实时数据；与数字化说明书平台共享设备与文档关联关系；与 ERP 系统同步客户、设备、库存数据，实现配件订单下推；与官网集成统一 AI 客服窗口与服务入口。

3 系统总体设计

3.1 架构设计理念

系统采用前后端分离的微服务架构。各业务模块独立部署、独立升级；前端支持 Web 端与微信小程序双端访问；构建数据中台实现核心数据统一管理；预留标准化 API 接口便于系统集成。

3.2 云边端协同总体架构

系统采用吹膜设备—边缘计算机—云数据库—云服务器—云平台浏览器五级边云协同架构（见图 1），数据流自下而上汇聚，命令流自上而下发。

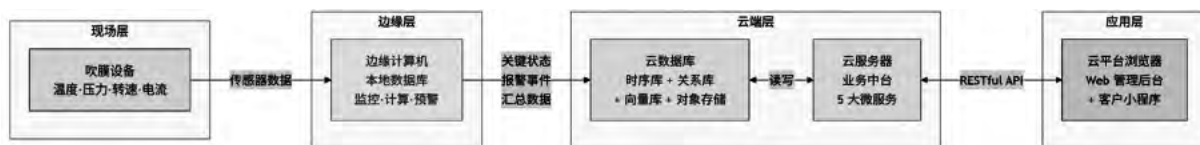


图 1 系统边云端协同架构

现场层为吹膜机组与传感器；边缘层每台设备配备一台工控机作为边缘计算机，承担数据采集、本地存储、实时计算、异常预警等核心职能；云端层由云数据库与云服务器组成，云数据库汇聚边缘主机的关键状态、报警和汇总数据，云服务器承载业务中台五

大微服务；应用层通过 Web 管理后台与客户小程序提供服务入口。

3.3 核心模块设计

五大核心模块的功能定位与价值如表 1 所示。

表 1 系统五大核心模块功能与价值

模块	核心能力	业务价值
售前咨询中心	AI 智能客服、智能选型、考察预约	提升响应效率，降低人工成本
设备智能监控中心	实时监控、异常预警、预测性维护、OEE 分析	设备状态透明化，减少非计划停机
数字化售后服务中心	服务工单、AI 问答、视频指导、在线培训	售后流程标准化，提升服务效率
智能配件商城	AI 图像识别、智能推荐、在线下单	简化采购流程，提升交易转化
统一认证	统一身份认证、最小权限控制	保障系统安全，简化用户使用

各模块实现要点：售前咨询以 AI 智能客服为核心，基于大语言模型与领域知识库构建，支持 7×24 h 多模态交互，复杂问题转接人工；选型向导通过引导式问卷收集参数，基于规则引擎推荐机型。设备监控在边缘侧实时采集传感器数据并按预设算法进行状态评估与异常检测，预警通过现场声光与短信、微信双通道推送；云端汇聚关键状态供历史查询、趋势分析与跨设备对比。售后服务工单系统实现报修到评价的全流程闭环（见表 2）；AI 设备问答基于知识图谱整合说明书、故障案例、维修手册，无法解答时自动转人工。配件商城通过 AI 图像识别实现拍照找配件，结合设备运行时长、浏览历史、故障工单多维度智能推荐，订单支持微信支付与对公转账，电子签收后自动更新设备维保记录。统一认证实现 Web 端与小程序端统一登录，遵循最小权限原则分配访问范围。

表 2 服务工单状态流转

状态	操作方	主要操作	异常分支
待受理	客户	提交工单	取消 → 已关闭
已受理	客服	审核确认	驳回 → 已关闭
已派工	客服	选择工程师	重新派工
服务中	工程师	现场处理	服务失败
待评价	客户	评分与评价	—
已完成	系统	工单归档	—

3.4 数据层设计

关系型数据库存储客户档案、设备档案、工单、订单、配件等核心业务数据；时序数据库存储设备高频时序数据；缓存数据库用于热点数据加速；对象存储承载图片、视频、文档等非结构化数据；向量数据库支撑 AI 智能客服与图像识别的相似度检索。数据中台通过统一数据模型与主数据管理机制将分散在各业务系统中的客户、设备、订单数据进行集中治理与标准化处理，确保一个客户、一台设备、一张工单、一笔订单在系统中具有全局一致的标识与状态视图。

4 关键技术与设计要点

4.1 大语言模型的工业垂直化应用

通用大语言模型在工业垂直领域应用时面临专业术语理解深度不足、输出稳定性难以保证两大挑战。本系统采用检索增强生成（RAG）技术：将吹膜设备的产品手册、故障案例、工艺标准构建为向量知识库；用户提问时先通过语义检索匹配相关知识片段，再将检索结果与问题一起送入大模型生成回答，从而将大模型从自由发挥约束到基于知识。实现上选用中文场

景的 Embedding 模型进行向量化，部署分布式向量数据库支撑高并发检索；通过提示词模板约束输出格式；设置置信度阈值与敏感问题过滤机制，在模型判断可信度不足时自动转接人工客服；建立对话日志的持续反馈机制实现系统持续优化。

4.2 边云协同的数据处理

设备运行数据具有高频、海量、时序敏感的特点。本系统采用边缘优先、云端汇总的两级处理架构：边缘计算机承担数据采集、本地存储、实时计算、异常预警等核心职能，可在网络中断时独立完成监控与预警任务；云端数据库汇聚来自各边缘主机的关键状态、报警事件、汇总数据，支撑历史查询、趋势分析、跨设备对比等高级应用。这种边云协同架构既满足工业现场对实时性与可靠性的严格要求，又通过将计算任务下沉到边缘侧显著降低云端服务器压力与网络带宽占用，特别适合工业现场网络条件不稳定的现实环境。

4.3 AI 图像识别在配件选购的应用

工业配件图像识别面临样本少、类间差异小、类内差异大的挑战。本系统采用目标检测与分类网络相结合的两阶段方案：第一阶段定位配件并提取外观特征，第二阶段判断具体型号与规格。为提升识别准确率，系统结合 OCR 技术识别配件铭牌文字，与图像识别结果交叉验证。训练阶段通过数据增强扩充样本；部署阶段采用模型服务化方式，响应时间毫秒级；建立用户反馈闭环支持模型周期性迭代。

4.4 微服务治理策略

服务注册与发现采用服务注册中心实现实例动态管理；配置中心统一管理各环境配置，支持动态更新；熔断降级机制防止单服务故障引发雪崩；分布式事务机制处理跨服务数据一致性问题，特别是在工单创建、订单提交等核心业务场景中保障数据完整性。

5 系统实现

后端选用 Java 生态与 Spring Boot、Spring Cloud 生态，原因是企业级生态成熟、组件丰富、人才储备充足。前端选用 Vue 3 与 Element Plus 构建 Web 管理后台，客户小程序采用微信原生开发，数据可视化选用 ECharts。数据库方面，MySQL 满足事务与复杂查询，InfluxDB 支持设备高频数据写入与查询，Redis 支持高并发访问，对象存储选用兼容 S3 协议的分布式系统，消息队列选用 RabbitMQ。容器化方面，Docker 打包应用，Kubernetes 进行容器编排与集群

管理, 实现弹性伸缩、滚动更新与故障自愈。

设备实时监控实现路径: 边缘计算机通过 MQTT 协议按设定采样频率采集传感器数据, 按预设算法进行状态评估与异常检测, 预警通过本地声光与远程短信、微信双通道推送; 关键状态与汇总数据上报云端时序数据库。AI 智能客服实现路径: 用户请求经 API 网关路由至对话服务, 对话服务调用 Embedding 服务将问题向量化, 在向量数据库中检索相关知识片段, 将检索结果与对话历史组装为提示词, 送入大模型服务生成回答。服务工单实现路径: 客户提交工单后系统自动生成工单编号, 客服受理工单并派工, 工程师更新服务状态并填写服务报告, 客户收到完成通知后进行评价。

6 结论与展望

本文针对吹膜设备制造业客户服务的行业痛点, 设计并实现了一套基于微服务架构与 AI 技术的客户服务管理系统。系统整合售前咨询、设备监控、售后服务、配件商城、在线培训五大核心模块, 通过与企业现有系统的集成, 实现客户全生命周期的数字化、智能化服务。创新点体现在: 将大语言模型与工业知识库结合应用于专业领域智能问答; 将边缘计算与云计算结合构建边云协同的数据处理体系; 将 AI 图像识别应用于工业配件选购。

系统在以下方向仍有提升空间: 一是数字孪生方向, 基于设备实时数据构建设备数字孪生体, 实现远程诊断、虚拟调试与预测性维护; 二是预测性维护升级方向, 将基于规则的提醒机制升级为基于机器学习与设备大数据的故障预测模型; 三是生态平台化方向, 向产业链上下游开放 API, 构建吹膜设备产业互联网生态; 四是 AR 远程协助方向, 在工程师远程指导现场操作时引入 AR 技术, 将抽象指引转化为直观可视化操作引导。

参考文献:

- [1] 博研咨询. 2025 年中国塑料吹膜机行业市场前景预测 [R]. 北京: 博研咨询, 2025.
- [2] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向 [J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2 073—2 078.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 智能制造能力成熟度模型: GB/T 39116—2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [4] 苗翠芬. 人工智能与制造业服务化 [J]. 经济与管理研究, 2023, 44.(7): 22—39.
- [5] 冯志勇, 徐砚伟, 薛霄, 等. 微服务技术发展的现状与展望. 计算机研究与发展 [J]. 2020, 57(5): 1 032—1 061.
- [6] 王其朝, 金光淑, 李庆, 等. 工业边缘计算研究现状与展望. 信息与控制, 2021, 50(3): 257—274.
- [7] 陶永, 蒋昕昊, 刘默, 等. 智能制造和工业互联网融合发展初探. 中国工程科学, 2020, 22(4): 10—17.
- [8] 李培根, 高亮. 智能制造概论 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2021.

Design of customer service management system for blown film equipment manufacturing industry

Sun Jinghuan¹, Zheng Wusheng¹, Wang Zihui²

(1. Guangdong Jinming Precision Machinery Co. LTD., Shantou 515000, Guangdong, China;

2. Shenzhen Zihui Cloud Software Technology Co. LTD., Shenzhen 518000, Guangdong, China)

Abstract: This paper addresses the pain points in the traditional service model of the blown film equipment manufacturing industry, such as slow pre-sales response, scattered equipment monitoring, cumbersome after-sales processes, and inconvenient accessory procurement. It designs and implements a customer service management system that spans the entire customer lifecycle. The system adopts a microservices architecture combined with edge computing, integrating four core modules: intelligent customer service powered by a large language model, AI image recognition for accessory purchases, intelligent equipment monitoring, and digital after-sales service, to establish a data processing system that facilitates edge-cloud collaboration. Each device is equipped with an independent edge computer to handle monitoring, computing, and alert functions, capable of operating offline and reporting critical status, alarm events, and aggregated data to the cloud database. The system supports access through both the web and WeChat mini-programs, with the

Key words: film blowing equipment; customer service management; microservices architecture; edge computing; artificial Intelligence



The 7.6 billion deal is finalized! Pirelli's shareholding structure is set to undergo a reshaping

作为全球顶级高端轮胎制造商，倍耐力股权更迭牵动整个轮胎行业。这场横跨多国资本的博弈落幕，也为中资海外制造业投资、跨国轮胎企业股权治理提供新的观察样本。

(R-03)

