

文章编号: 1003-1421(2026)10-0155-10

引用格式: 吴刚, 王洪业, 俞海萍, 等. 基于OSDM模型的国际票务系统技术与实现[J]. 铁道运输与经济, 2026, 48(10): 155-164.
WU Gang, WANG Hongye, YU Haiping, et al. Research and Implementation of International Ticketing System Technology Based on OSDM[J]. Railway Transport and Economy, 2026, 48(10): 155-164.

基于OSDM模型的国际票务系统技术与实现

吴 刚, 王洪业, 俞海萍, 李贝贝, 李天翼

(中国铁道科学研究院集团有限公司 电子计算技术研究所, 北京 100081)

摘 要: OSDM模型是UIC制定并发布的铁路客票销售与分销技术解决方案标准。通过研究OSDM模型在支撑国际铁路票务客运产品统一销售服务方面的技术特征, 分析模型以产品与行程为核心的数据模型设计, 以及在支持产品多样性、不同票制、组合票价、跨境联运等方面的业务适用性, 提出面向“一带一路”共建国家铁路票务多元化需求, 遵循行业国际标准, 基于OSDM模型和模块化、服务化设计理念, 采用微服务架构分布式技术, 构建功能覆盖票务生产管理、多渠道票务销售和站车登乘服务全流程可弹性扩展的铁路票务系统。研究实践表明, 基于标准化、模块化服务架构设计的铁路票务系统具备广泛的适用性, 符合“一带一路”共建国家铁路票务系统应用基本需求。

关键词: OSDM; UIC; 铁路票务系统; 国际铁路标准; 模块化服务架构

中图分类号: U293.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20250529003

Research and Implementation of International Ticketing System Technology Based on OSDM

WU Gang, WANG Hongye, YU Haiping, LI Beibei, LI Tianyi

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

Abstract: OSDM, built and promulgated by the International Union of Railways (UIC), serves as a technical solution standard for railway ticket sales and distribution. The technical OSDM characteristics in supporting the unified sales service of international railway ticketing and passenger transport products were investigated. On this basis, the data model design centered on products and offers was analyzed, along with its technical applicability in supporting product diversity, various ticket types, combined fares, and cross-border combined transport. Additionally, a scalable railway ticketing system designed to address the diversified country demands along the “Belt and Road Initiative” was proposed. Based on OSDM as well as modular and service-oriented design principles, the system employs microservice architecture and distributed technologies to comprehensively cover ticket production management, multi-channel ticket sales, and station/onboard boarding services by following international industrial standards. Research and practice indicate that the railway ticketing system designed with standardized, modular, and service-oriented architecture exhibits strong applicability, meeting the fundamental application requirements for railway ticketing systems in “Belt and Road” countries.

收稿日期: 2025-05-29 修订日期: 2026-08-25

基金项目: 中国铁道科学研究院集团有限公司科研项目(2024YJ225)

Keywords: OSDM; UIC; Railway Ticketing System; International Railway Standards; Modular and Service-Oriented Architecture

0 引言

中国铁路12306客票系统是目前世界上最大的票务在线交易平台之一,支撑着我国14亿人的出行服务。伴随“一带一路”倡议的持续深入推进,由我国承建的中老铁路(昆明—万象)、雅万高速铁路(雅加达—万隆)相继开通运营,新业务场景对铁路票务系统建设提出了新的要求,诸如支持营销机制的多渠道票务分销、长途车与短途通勤车混合联运、客运增值服务等特色需求,符合国际标准和当地法规,以及适应国外人群出行特征等。研究和借鉴国际铁路联盟(International Union of Railways, UIC)等国际标准,充分分析国外铁路行业在客运产品、销售流程、车票制式、票价机制、跨境运输等方面的应用需求,基于国内铁路票务系统成功实践,研究提出普遍适用的国际铁路票务系统和技术解决方案,有助于提升我国铁路技术应用国际竞争力,更好服务“一带一路”共建国家铁路项目建设。

1 OSDM模型

开放销售和分销模型(Open Sales and Distribution Model, OSDM)是UIC于2020年发布的铁路解决方案国际标准之一^[1-2]。OSDM模型是由UIC成员和票务技术供应商、欧盟旅游技术公司、旅游运营商协会成员共同联合研发的,旨在为铁路客票产品销售提供开放的技术规范和可操作的标准业务模式。OSDM模型的核心目的:一是简化和改善旅客出行车票预订业务流程,实现开放式互联互通;二是降低营销部门和铁路承运人工作复杂度和经营成本^[3]。

OSDM模型定义了铁路客票产品销售与分销业务过程,基于一组开放的服务接口向旅客提供便捷的车票预订、预订履约、退票、升舱等服务^[3]。OSDM模型平台系统于2020年10月开始研发,基于云架构提供软件即服务(SaaS)解决方案,平台于2021年8月开始应用在铁路客运行业中。2024年10月,UIC更新了OSDM标准3.4版本^[4]。OSDM模型技术标准的框架主要由标准体系、业务需求、角色模型、业务能力、关键实体模型、数据结构、服

务规约、技术原则、数据编码、非功能性最佳实践以及程序应用接口(API)等核心内容组成,OSDM模型核心内容如图1所示^[3]。



图1 OSDM模型核心内容

Fig.1 OSDM core content

1.1 应用场景

OSDM模型主要服务于铁路客票产品的销售和分销业务场景,业务参与者主要有票务资源供给方(Fare Provider)、零售商(Retailer)、代理分销商(Distributor)、承运人(Carrier)和用户(乘客或购票人)等^[3]。票务资源供给方和承运人,一般情况下是铁路资产的拥有者和运营管理部门,主要职责是管理票务资源、客运产品、计价规则、销售规则、清分核算等。代理分销商,是通过与一个或多个票务资源供给方合作,提供产品组合销售服务的商业机构。通过第三方分销商代理销售铁路客运产品是国际上较为普遍的业务模式。OSDM模型业务组织关系如图2所示。

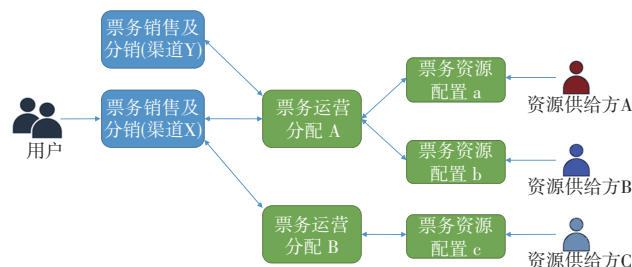


图2 OSDM模型业务组织关系

Fig.2 OSDM business organization relationship

1.2 模型设计

OSDM模型定义了3类客运产品,分别是车票、可预订资源(如席位等)和增值服务(如餐食等)。车票分为非预订票和预订票。非预订票不限定车次,在一定时间范围内有效;预订票限定车次和乘车时间。OSDM模型支持在产品基础价格上增加额外手

续费,同时支持产品折扣优惠以及折扣卡。产品价格可根据参数灵活定义,包括线路、车次、列车等级、乘客类型等。

OSDM 模型的票制种类支持电子票、纸质票,票制遵循 UIC IRS90918-9 技术标准,提供多种车票介质服务,介质类型涵盖诸如 RCT2、RCCST、UIC_PDF、PDF_A4、PKPASS、Ticketless 等^[5]。车票安全提供了基于 SiP(Security in Paper)、SiD(Security in Data)和 SiS(Security in System)多种机制,遵循 UIC IRS90918 技术标准。客运增值服务内容包括行程中随身携带宠物、自行车、摩托车等物品,预订车上餐食、Wi-Fi 等服务项目。

OSDM 模型定义销售流程主要环节包括:①搜索行程;②得到并预订行程;③确认预订;④出票;⑤退票或改签。OSDM 模型提供了开放的统一功能服务接口,包括基于线路和时刻表的行程搜索、客运产品及价格和优惠搜索、图形选座位、预订订单确认、车票退票和改签等。OSDM 模型定义和维护了业务流程中核心实体的状态模型,确保在销售过程中业务状态的一致性。OSDM 模型支持基于一个或多个资源供给方提供的客运产品资源,向旅客提供产品组合销售,同时管理乘客信息以及优惠折扣和投诉等^[3]。

OSDM 模型对票务业务框架中的关键业务实体做了定义,包括行程订单、子行程订单、客运产品和产品价格等 4 部分^[3]。通常情况下,一次行程订单包含一次由出发地至目的地的全旅程,跨越一个或多个位移区段,由一个或多个子行程订单组合而成。子行程订单与客运产品是一一对应关系。同时,行程订单的总价格是一个或多个产品价格的计算组合。OSDM 模型业务实体关系如图 3 所示。OSDM 模型对票务业务关键业务实体的设计映射了现实中复杂业务场景的特征,从而可以最大程度地满足和适应可能的业务需求变化。

为了满足产品销售过程的灵活性和效率要求,在 OSDM 模型中关键数据对象做了冗余设计。例如,票价数据实体除了包含与产品销售相关的属性如金额、席别、承运人条件、服务级别等之外,还包括产品的销售条件如退票和换票的条件规则、优惠折扣条件等,以及制票的相应条件如车票安全属



图3 OSDM模型业务实体关系

Fig.3 OSDM business entity relationships

性、有效时间等。乘客在 OSDM 模型中也是一个抽象概念,同时包括人和物,乘客类型有儿童、成年、老人、家庭、残疾人、行包、宠物、自行车等^[3]。

OSDM 模型设计遵循“Zalando RESTful API and Event Guidelines”规范,基于 Json 标准数据格式,同时满足 SaaS 平台部署和应用要求^[4]。

1.3 特点分析

OSDM 模型是铁路票务销售业务模型,在客运产品设计、产品组合销售、价格机制、跨境业务、增值服务等多方面适应铁路行业发展,具有一定的国际化特征^[6]。由于 OSDM 模型仅限于销售业务,且未涵盖支付、定期票等,因此 OSDM 模型并不能满足铁路票务从生产运营管理到销售服务的全过程需求。综合分析,OSDM 模型特点如下。

(1) 独立的票务销售业务模型。OSDM 模型是独立的票务销售和分销业务模型。模型系统通过接入一个或多个票务资源方系统,基于共享数据和服务接口,面向旅客提供包括车票、增值服务等客运产品的组合销售服务。OSDM 模型满足票务多渠道服务需求,尤其符合第三方分销渠道的业务需求。在 OSDM 模型中,独立的客运产品和行程服务设计,将产品的销售过程与票务生产组织和售后服务过程分隔开,从而提供更多的业务灵活性。

(2) 规范化客运产品设计。OSDM 模型定义了车票、可预订资源和增值服务等 3 类客运产品。不同客运产品间关联关系包括可选、强制、包含等,对于满足旅客长途旅行、近郊通勤等不同需求,以及不同车型混合运输客运组织需求,提供了灵活性。OSDM 模型遵循 UIC 发布的票制和车票安全技术标准,为全流程客运产品服务提供了条件。此外,对于定期票、计次票以及以智能卡为载体的“即付

即走”客运产品，OSDM 模型未提供设计支持。

(3) 满足跨境运输业务需求。OSDM 模型灵活定义了线路区段、客运产品和票价之间的关系，以及线路连接点、虚拟车站等，以支持跨区域不同计价规则的组合计算，从而满足跨区域多种客运产品的销售需求。OSDM 模型提供了多币种、税率、服务费、折扣优惠等满足跨境运输需求的票价机制。OSDM 模型遵循的数据编码、数据安全、票制等国际标准和规范为跨境客运服务提供了条件。

(4) 票价机制灵活。满足营销需求的产品价格是多样的，OSDM 模型定义了不同维度的产品价格属性，包括区域限制条件、所允许的服务范围、乘客类型条件、售后条件、承运人限制、折扣卡规则、行李适用条件、有效期等。同时，为了提供灵活快捷的票价服务，OSDM 模型提供了 2 种票价管理模型，分别是聚类模型(Clustering Model)和组合模型(Combining Model)，可根据运营需求配置灵活应用。

(5) 开放的技术标准。OSDM 模型是 UIC 主导开发的铁路票务销售解决方案技术标准，模型参考了 UIC、欧洲铁路联盟以及其他国际组织开放的技术标准，模型应用具有一定的规范性。此外，OSDM 模型基于 SaaS 平台的系统源代码已开源，技术资料方便使用者获取。

2 基于 OSDM 的国际票务系统设计与实现

我国于 2011 年 6 月上线铁路互联网售票系统，售票主要以对号入座的预订票为主，票务系统经过长期运营积累了大量成功实践经验^[7]。伴随“一带一路”倡议持续推进，国际项目如中老铁路票务系统、斯里兰卡国家铁路智能票务系统等对票务系统应用提出了诸多新挑战和新要求^[8-9]。

相较于国内铁路票务系统，受行业发展水平差异、运营主体差异、人群出行习惯和市场化机制等因素影响，国外铁路票务需求更具多样性，主要体现在灵活的分销和票价机制、多样化的客运产品、不同的票制、个性化的登乘服务等。例如，在马来西亚有多家铁路运营企业负责城际、通勤、城市地铁等不同线路的票务运营，彼此通过分销机制实现互通互售，实施不同的营销策略。印度尼西亚铁路除官方售票渠道外，还有多家代理分销渠道提供组

合票务服务。斯里兰卡铁路长途车和市郊通勤车实施统一的票务销售，除预订票和通勤票外，还包括季票、公职人员票、增值服务以及“即付即走”车票等多种客运产品需求；斯里兰卡车站许多是开放式站台，乘车检票并不强制，持票乘车更多依靠乘客自觉习惯。此外，受宗教文化影响，一些国家铁路设有独立的女性车厢，性别等因素会作为购票时的个性化选座条件。在票制、数据规范等方面，UIC 等国际标准受到诸多国家的普遍认可。

OSDM 模型提供了一个独立的铁路票务销售解决方案，模型支持多类型客运产品、灵活的票价和营销策略，满足多个经营实体和票务多渠道分销机制，以及支持跨境运输需求等。但同时 OSDM 模型并没有完整覆盖铁路票务系统应用的全场景业务，在构建一个铁路票务系统时，除了满足票务销售业务需求外，同时还需要支持票务资源方的后台生产作业和运营管理、收入账务管理、车站及列车旅客登乘服务，以及在线支付、“即付即走”车票等全流程票务业务。

借鉴 OSDM 模型在客运产品设计、灵活的票价机制、标准化的票制等方面的特点，以及独立自主的票务销售服务设计框架；同时，结合我国铁路客票系统在库存管理、电子客票应用等方面统一管理的成功实践，面向国外铁路票务业务的具体需求，融合模块化、服务化等技术设计原则，设计构建适应国际铁路全场景复杂业务的综合票务系统。

2.1 关键需求

面向“一带一路”共建国家的铁路票务系统应用需求，首先是满足全场景、全流程铁路客运票务服务和运营作业管理需求；其次是满足不同国家和地区铁路行业发展水平所带来的业务多元化差异需求，同时兼顾当地铁路客运服务场景和人群出行习惯的特点；此外，在一定程度上系统可适应未来行业可持续发展的要求。综合分析，国际票务系统的关键需求主要包括以下内容。

(1) 完整覆盖票务业务全场景。一是面向生产作业的运营管理业务，主要包括列车和库存管理、客运产品和票价管理、渠道管理、收入统计、收益管理等；二是面向旅客的票务服务业务，主要包括票务销售服务、乘车检票和登乘服务、电子客票服

务、在线支付等。

(2) 支持多元化客运产品。满足不同地区铁路票务由于行业发展水平差异、运营特点不同等带来的多元化客运产品需求。鉴于运输线路、列车类型、服务等级等不同因素,国外铁路行业通常是多种客运产品统一混合经营,涉及长途车预订票、短途通勤票、周期性月票和季票,以及满足特定条件的公职人员票等。此外,客运增值服务也是铁路运输企业提升服务质量、增加运输收入的主要客运产品。

(3) 提供多种售票渠道。票务系统销售渠道除车站窗口、网站和智能手机App等主流渠道外,支持银行网点、超市、旅行社等第三方代理渠道实现票务分销,是国际上较为普遍的应用需求。此外,“即付即走”作为一种便捷的乘车方式和特殊票种,通过集成智能卡、电子钱包等终端应用实现旅客自助便捷乘车,在铁路通勤出行方面有广泛应用需求。

(4) 支持灵活的票价机制。票价作为票务业务的核心内容,除了按里程计价、站间一口价等基础定价规则外,基于当地法律法规票价组成还包括增值税、附加费等计价类目,以及符合特定条件的折扣优惠等。

(5) 满足营销需求。营销需求包括基于收益分

析的库存管理和销售策略、节假日出行优惠策略、产品组合优惠策略等,可以按乘客类别(如学生、政府职员)、销售时间、线路区域等多类型条件定义优惠规则,同时支持权益叠加等执行策略。

(6) 提供个性化选座。满足旅客个性化选座需求,旅客可以通过车厢位置等特征条件以及车厢位图动态选择预订的座位。

(7) 符合国际标准,满足跨境运输需求。票务系统需满足跨区域客运产品的计价和销售需求,支持多币种及汇率转换等需求。同时,在数据规范、车票票制等方面遵循行业国际标准。

2.2 总体设计

完整的铁路票务系统总体业务涵盖铁路票务运营管理和客票销售与登乘服务的全过程^[10],功能范围包括多渠道售票服务、站车检票和验票服务、时刻表管理、行程规划、票价管理、库存管理、收益分析、财务核算、用户管理及日常运营其他业务功能,并且涉及内、外部系统对接和票务专用设备应用。系统主要用户包括运营管理人员、车站工作人员、分销代理商、购票人和乘客等。

铁路票务系统应用架构如图4所示,其中代理分销渠道、“即付即走”、增值服务等应用是国际票

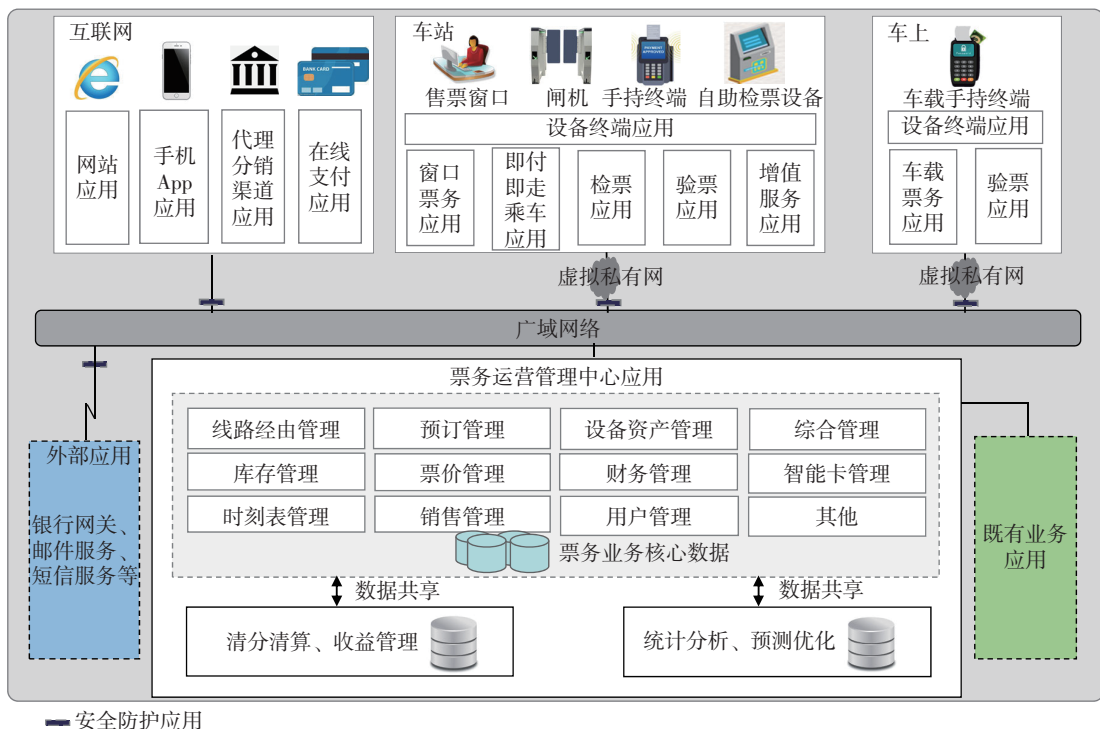


图4 应用架构

Fig.4 Application architecture

务的典型场景应用。

针对国际票务系统面临的多样化应用需求，实现标准化、可复用、弹性可扩展、稳定高效的系统是总体设计的关键。综合我国铁路票务系统实践经验，借鉴OSDM模型设计范式和行业标准，国际票务系统总体设计如下。

(1) 模块化业务架构设计。票务系统整体上采用面向服务的模块化设计，以提升系统迭代重构效率，适应需求变化对系统灵活性、可扩展、稳定性等方面的要求。票务系统顶层设计分为客运产品及媒介、客票销售与旅客服务、票务生产运营与管理、外部应用和既有业务应用等5个业务域。根据业务边界和责任主体不同，采用结构化方法进行业务分解，拆分业务核心模块为独立的子系统，由子系统提供高内聚低耦合的组件化服务，每个子系统提供类似OSDM模型的自主性服务。

模块化设计的关键是实现功能解耦和自主性。在分析设计过程中，平衡模块运行效率、容错粒度、构建成本、运维效率等关键因素，合理定义模块责任边界和上下文，持续优化模块规模和功能范围是模块化设计的重点。在技术层面，应用数据冗余设计、接口服务化、分布式事务、异步通信、微

服务技术框架等关键技术实现业务功能的独立封装和高效应用。

票务系统业务架构如图5所示。

客票销售与旅客服务层面，系统模块按照业务场景和服务流程进行纵向切分，模块功能主要体现在对票务服务能力的封装和应用，包括不同渠道的售票业务、在线支付、检票和验票、“即付即走”乘车业务，以及旅客忠诚度管理等。借鉴OSDM模型设计理念，业务域内的模块具备一定的服务自主性，拥有独立的数据、应用逻辑和运行环境，能够满足业务在一定范围内独立运行和横向扩展。诸如，在产品价格目录数据相对稳定的情况下，子系统自主实现销售通勤票、定期票等业务；基于SiD和票制安全策略，子系统提供离线检票和验票服务；基于智能终端和电子钱包应用，子系统自主实现“即付即走”乘车业务等。

票务生产运营与管理层面，系统遵循中心化设计原则，提供统一的库存管理、电子客票服务，模块按照票务运营生产过程功能边界横向切分，功能主要体现在系统功能的组件化实现和部署，包括时刻表管理、库存管理、产品管理、票价管理、行程规划、票价计算、交易服务、登乘服务、用户管理

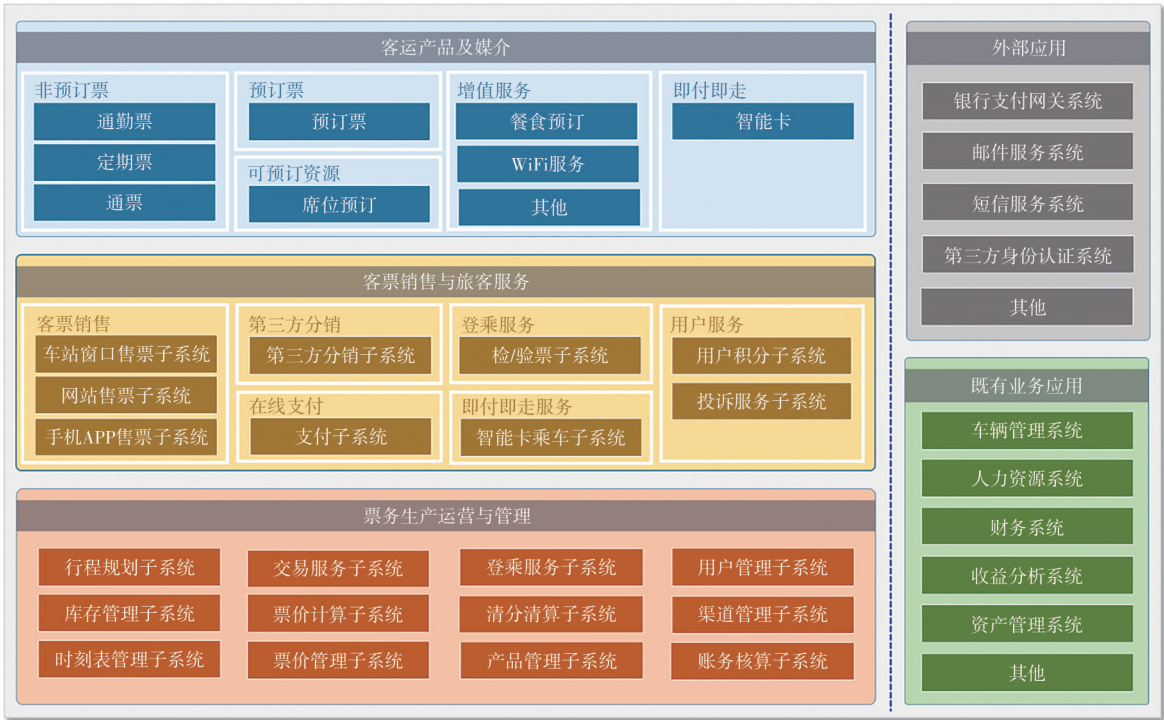


图5 业务架构

Fig.5 Business architecture

等功能。模块可按照业务管理职责进一步分解为粒度更小的子模块。在中心化设计原则下，数据库采用分区设计，规避由于数据高度共享可能带来的逻辑强耦合。

客运产品与媒介层面，模块根据车票介质应用场景划分，包括面向不同渠道票务服务应用集成和人机交互业务模块等，系统基于终端应用、SDK库封装和标准化票制等业务数据。此外，系统通过外部接口模块实现与金融支付平台、邮件服务、短信服务和第三方身份认证平台等外部业务对接，兼顾与既有应用系统的信息融合和业务扩展。

(2) 标准化票制。车票是旅客乘车凭据。票制标准化可以增强票务业务的互操作性，更好地实现票务全链路业务融合。借鉴我国铁路电子客票设计规范和 UIC 国际标准灵活尺寸车票(Flexible Size Ticket, FST)规范，车票票面数据结构设计包括条形码、车票信息、预订信息、安全及法规信息等^[5]。车票通过条形码非对称加密算法数字签名、安全元素以及唯一车票 ID 等防止被篡改。车票介质主要以普通热敏纸和智能手机为载体，同时满足电子客票应用需求^[11]。车票信息数据结构做弹性冗余设计，兼容通勤票、预订票、定期票、通票等多个票种。票面样例图如图 6 所示。

车票条形码采用灵活内容条形码(Flexible Content Barcode, FCB)标准规范。FCB 是 UIC 定义的铁路票务应用条形码技术标准之一^[12]，是一种结构化的、可灵活扩展和编码的条形码，支持不同票种的数据存储。车票条形码数据结构包括二维码头、核心数据和车票数据 3 部分。车票数据可根据业务需要自定义弹性扩展，主要内容包括票种、席别、乘车站、达到站、乘车日期和时间、车次、票价、座位号、乘客信息、增值服务等。车票条形码可兼容纸质票和电子票，提供基于数字签名技术的安全防护，满足车票 SiD 或 SiS 安全验证需求；同时，作为车票信息的访问入口，基于条形码和人机交互界面提供便捷的旅客服务^[13]。

(3) 统一的票务销售流程服务。预订票、非预订票、增值服务等客运产品在销售流程上有共同点，同时也存在差异。诸如作为附属产品，增值服务须与特定列车和旅客行程关联，在购票时允许选



图6 票面样例图
Fig.6 Ticket layout sample

择性购买或与车票绑定销售。通勤票通常不限定列车车次和乘车时间，车票在乘车当日全天有效。售票流程设计兼顾不同客运产品在不同业务场景的需求，统一提供完整、灵活的应用服务。售票主流程包括搜索行程及产品、预订行程、确认订单、支付、制票，以及售后环节的退票、改签、续费、注销等业务环节；分支流程是对主流程的扩展，包括搜索经由、搜索产品、获取车厢位图、获取优惠、计算票价、锁定座位、重新制票、生成电子车票、消息提醒、获取支付方式、支付确认、重新支付等子流程，业务流程图如图 7 所示。

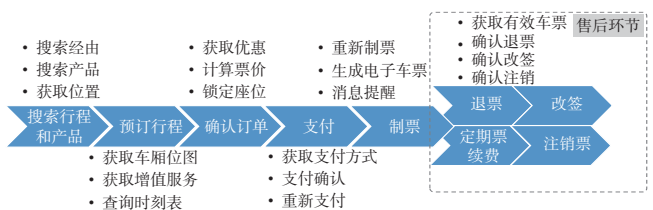


图7 业务流程图
Fig.7 Business flowchart

票务销售每一步流程对应一组系统资源访问接口。为实现业务流程服务的自主性和可复用，在技术层面，通过事件驱动、异步消息以及 OpenAPI 标准化接口设计^[4]，实现流程服务的互操作性；通过数据分级缓存、分布式事务和补偿机制等技术，实现服务“状态”的外置化和一致性控制，满足服务无状态设计要求，从而降低服务依赖，提升流程的灵活性。

(4) 满足营销需求票价设计。借鉴 OSDM 模型的客运产品和票价设计，票价的组成结构包括基础票价、税费、附加费和折扣优惠。票价与车票唯一关联，是一系列票价规则和产品营销策略的实例化结果。由于产品营销策略随市场需求动态变化，因而票价须在售票过程中实时计算。票价支持多币种，支持跨不同计价区段、不同类型产品的组合计价。此外，票价包含产品优惠条件以及售后条件，这些条件往往是营销规则的一部分，决定产品售后服务范围。产品优惠条件包括乘客类型、折扣卡、节日优惠等；售后条件则定义了产品售后的业务范围，诸如车票是否允许改签、是否允许退票及退票服务费比例等。

(5) 符合国际主流行业标准。系统设计在推广应用我国铁路票务相关标准的基础上，对接应用国际相关行业主流技术标准。诸如，在线支付业务遵

循国际金融支付卡行业数据安全标准(Payment Card Industry Data Security Standards, PCI DSS)；涉及个人隐私数据保护和处理时，遵循国际铁路运输委员会(CIT)发布的标准《国际铁路客运隐私保护与个人数据处理指南》；基础数据编码诸如国家、货币、性别等，参考 UIC 和国际标准化组织(ISO)相关数据编码标准等。

2.3 技术实现

近些年微服务和虚拟化技术在国际上得到广泛应用。微服务是一种将应用程序拆分成多个独立构建的小型服务的技术架构模式，借助虚拟化和容器化技术，每个微服务实例可以实现独立快速部署和扩展、升级。针对国际票务系统多元化应用需求，采用微服务架构和虚拟化技术，能提升系统的灵活性，便于系统弹性扩展。国际票务系统采用 Java 和开源技术路线，基于 Spring Boot 技术框架进行系统开发。总体技术架构如图 8 所示。

系统应用 Spring Boot、Vue 等技术框架和 PostgreSQL 数据库技术实现程序构建，采用 Docker 容器封装微服务及其依赖配置，通过 RESTful API 与 gRPC 协议实现服务间高效通信。同时，系统应用 Kubernetes 技术组件实现容器集群的自动化编排、资源调度和弹性管理。Kubernetes 是由

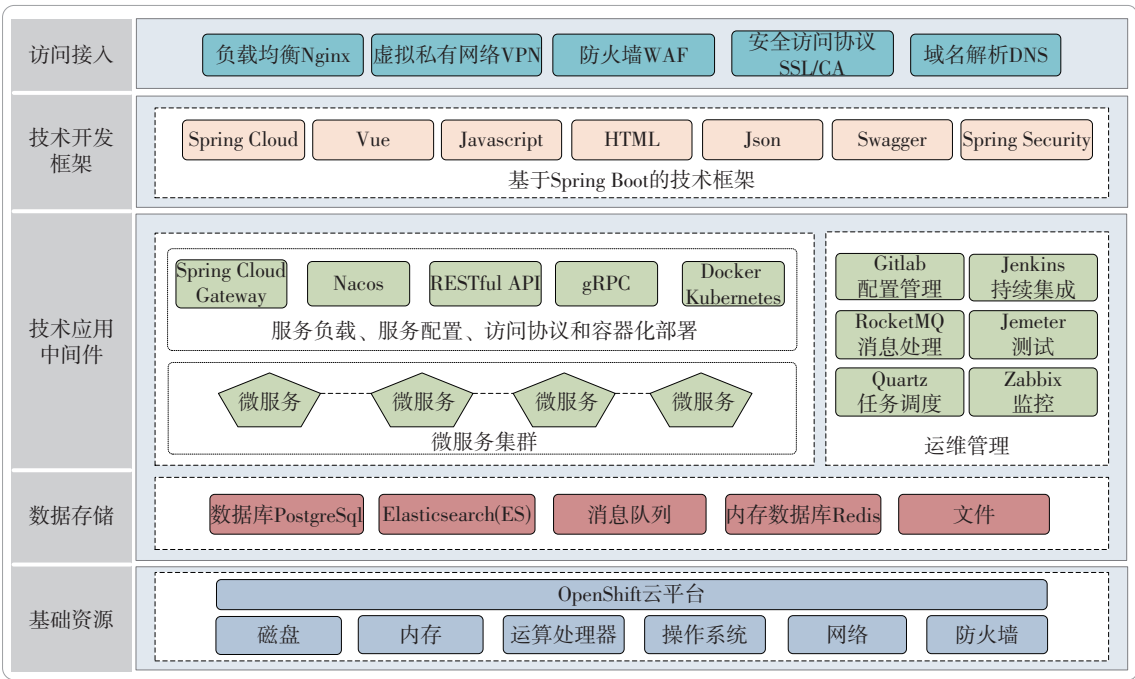


图 8 总体技术架构
Fig.8 Overall technical architecture

Google公司于2014年开源的容器化技术平台。在提升系统性能方面，系统采用命令查询职责分离(Command Query Responsibility Segregation, CQRS)技术方案，利用内存数据库Redis、分布式日志处理组件(Elasticsearch Logstash Kibana, ELK)，以及基于消息的数据同步机制，实现读写分离架构模式，提升系统实时交易处理能力和系统灵活性。

在技术应用层面，国际票务系统需考虑国内外技术生态差异，提前规避技术路线风险。诸如由RedHat公司推出的容器化云平台OpenShift在国际上有普遍应用^[15]，在国内应用较少，国内一些流行的微服务技术组件在OpenShift平台上无镜像服务支持，如Nacos、RocketMQ等需单独构建。国外一些企业级系统应用考虑安全性、可维护等因素，客户要求基础应用软件采用行业较新的正式版本，诸如Java开发环境选择JDK21版本等。

2.4 数据结构

按照业务域模块化设计，系统数据结构关键实体包括列车信息、线路区段、库存信息、产品信息、车票、预订信息(席位)、增值服务、票价信息、

行程订单、乘客信息、交易信息、支付信息、车票介质、智能卡信息、检票和验票信息等几大类核心数据，数据结构如图9所示。库存信息、产品信息和票价信息是票务生产运营的核心数据，行程订单和车票介质是面向旅客提供票务服务的核心数据。

2.5 系统应用

采用模块化和微服务技术架构设计开发的铁路票务系统在斯里兰卡国家铁路智能票务系统项目上得到实施和应用。系统以国内铁路票务技术应用为基础，遵循国际标准和当地技术标准及要求，按照当地实际需求定制研发，基于OpenShift云平台资源实现容器化部署和应用。系统在2024年8月一期工程率先完成销售通勤票业务功能并上线运行，实现互联网和手机APP销售电子客票，在斯里兰卡340余个车站部署手持智能终端设备和站台检票设备实施乘车检验票服务，系统应用取得了良好效果。

3 结束语

通过研究OSDM模型特点，针对国外铁路票务系统应用的实际需求，提出了借鉴UIC等国际标

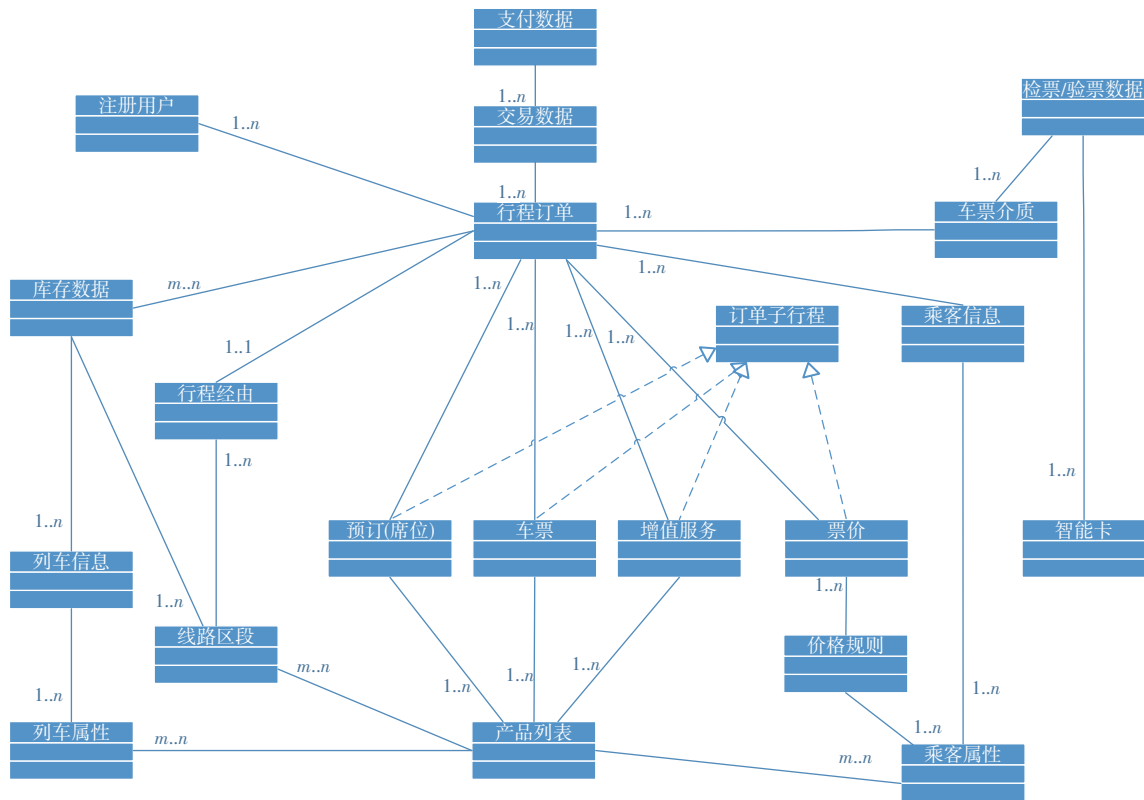


图9 数据结构
Fig.9 Data structure

准,结合国内实践的成功经验,构建满足“一带一路”共建国家铁路票务运营与服务多元化需求、具有广泛适用性的铁路票务系统及整体技术解决方案。随着“一带一路”倡议的不断深入,我国铁路票务系统在迎接国际化发展所带来机遇的同时,也面临国际项目在需求多样化、环境差异、标准规范等方面的诸多挑战。未来,在铁路票务系统国际化应用不断拓展和深入的背景下,积极参与国际组织技术标准的制订和修订,将更有助于提升我国铁路票务系统国际化应用水平和影响力^[16-17]。

参考文献:

- [1] 国际铁路联盟项目. OSDM 开放销售和分销模型[EB/OL]. (2010-09-01)[2024-12-08]. <https://uic.org/projects/osdm>.
- [2] 国际铁路联盟标准化. 国际铁路系统解决方案[EB/OL]. (2018-06-14)[2025-01-08]. <https://uic.org/standardisation/irs>.
- [3] 国际铁路联盟. 开放销售和分销模型: IRS 90918-10[Z]. 巴黎: 国际铁路联盟, 2024.
- [4] 国际铁路联盟. OSDM 模型 3.4 版[EB/OL]. (2024-10-18)[2025-01-08]. <https://osdm.io/osdm/update/2024/10/18/OSDM-V3.4-released/>.
- [5] 国际铁路联盟. 系统发行的铁路客票样式: IRS 90918-8[Z]. 巴黎: 国际铁路联盟, 2019.
- [6] 徐世东, 郭德华, 张继光. UIC 标准与欧洲铁路标准融合研究[J]. 标准科学, 2021(5): 124-128.
XU Shidong, GUO Dehua, ZHANG Jiguang. Study on the Relationship of UIC Standards and European Standards about Railway[J]. Standard Science, 2021(5): 124-128.
- [7] 黄 欣, 单杏花. 12306 客票系统促进铁路客运服务高质量发展、助力铁路现代化建设的重要经验和启示[J]. 理论学习与探索, 2025(1): 23-27.
HUANG Xin, SHAN Xinghua. The Experience and Enlightenment of 12306 Promoting the High-Quality Development of Railway Passenger Service and Railway Modernization Construction[J]. Theory Studying and Exploration, 2025(1): 23-27.
- [8] 牛青坡, 刘文韬, 李天翼, 等. 中老铁路客票系统设计[J]. 铁道运输与经济, 2022, 44(11): 38-43.
NIU Qingpo, LIU Wentao, LI Tianyi, et al. Design of Ticketing System for China-Laos Railway[J]. Railway Transport and Economy, 2022, 44(11): 38-43.
- [9] 高 松, 张志强, 刘文韬, 等. 中老铁路客票系统互联互通分析与设计[J]. 铁道运输与经济, 2022, 44(11): 51-55.
GAO Song, ZHANG Zhiqiang, LIU Wentao, et al. Connectivity Analysis and Design of Ticketing Systems for China-Laos Railway[J]. Railway Transport and Economy, 2022, 44(11): 51-55.
- [10] 阎志远, 单杏花, 游雪松, 等. 铁路客票系统 7.0 架构设计[J]. 铁路计算机应用, 2024, 33(8): 6-11.
YAN Zhiyuan, SHAN Xinghua, YOU Xuesong, et al. Architecture Design for Railway Ticketing and Reservation System 7.0[J]. Railway Computer Application, 2024, 33(8): 6-11.
- [11] 单杏花, 张志强, 宁 斐, 等. 中国铁路电子客票关键技术应用与系统实现[J]. 中国铁道科学, 2021, 42(5): 162-173.
SHAN Xinghua, ZHANG Zhiqiang, NING Fei, et al. Key Technology Application and System Implementation of China Railway Electronic Ticket[J]. China Railway Science, 2021, 42(5): 162-173.
- [12] 国际铁路联盟. 铁路客票数字安全元素: IRS 90918-9[Z]. 巴黎: 国际铁路联盟, 2022.
- [13] 吴 刚, 刘 强. 国际票务条形码技术标准与应用研究[J]. 铁道运输与经济, 2025, 47(3): 102-110.
WU Gang, LIU Qiang. UIC Standard and Application of Ticketing Barcode[J]. Railway Transport and Economy, 2025, 47(3): 102-110.
- [14] OpenAPI 官网. OpenAPI 规范[EB/OL]. [2025-04-18]. <https://www.openapis.org>.
- [15] 红帽产品. OpenShift 产品[EB/OL]. (2022-09-26)[2025-04-18]. <https://www.redhat.com/en/technologies/cloud-computing/openshift>.
- [16] 井国庆, 张红平, 王浩宇, 等. 国际铁路标准发展趋势与建议[J]. 铁道工程学报, 2022, 39(11): 100-105.
JING Guoqing, ZHANG Hongping, WANG Haoyu, et al. Trends and Suggestions to the Development of International Railway Standards[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2022, 39(11): 100-105.
- [17] 夏 炎. 国际铁路联盟(UIC)标准化现状研究及合作建议[J]. 铁道标准设计, 2019, 63(5): 178-182.
XIA Yan. Research on International Railway Union(UIC) Standardization and Advice for Cooperation[J]. Railway Standard Design, 2019, 63(5): 178-182.

(责任编辑 吴文娟)