

跨境电商数据交换 二级节点架构设计与效能验证

文 ◆ 中国电子口岸数据中心满洲里分中心 张柏林 姜晓龙

引言

近年来，跨境电子商务进出口规模持续快速增长，已成为我国对外贸易发展的核心推动力。在这种背景下，加快国际贸易数字化转型升级，采用跨境电商这种新业态已势在必行，因此根据《国家口岸管理办公室关于复制推广借鉴优化口岸营商环境促进跨境贸易便利化改革措施的通知》等相关政策要求建立口岸数据共享机制，并能够使海关、税务、外汇等部门间实现信息数据互换互通^[1]。在此基础之上，打造由政府主导、企业参与、技术支撑的数据共享生态体系，助力满洲里发展成为向北开放的跨境电商核心枢纽，亟待建立跨境电商专用数据交换二级节点（以下简称“二级节点”）。通过标准化的数据交互和信息共享，确保企业、监管部门和服务机构之间的业务数据安全传输和高效协作，进而推动智慧海关监管体系建设。

1 系统建设意义

（1）政策落地的关键载体。实现一站式申报、无纸化流转的

跨境电子商务业务，通过建设跨境电商二级节点使企业通关申报时间压缩 40% 以上，有效降低跨境电子商务企业的制度性交易成本，更好地贯彻“放管服”要求。

（2）数据互通的核心枢纽。打通“关一税一汇一企”四位一体的实时交互网络，实现海关、税务、外汇、商务等部门监管系统和电商企业、物流企业、支付平台的数据链连通，有效解决传统模式下数据重复填报、多头对接的痛点。

（3）安全便利的重要保证。利用智能路由和负载均衡技术^[2]，在保证系统每天都能处理 10 万票以上通关单的稳定运行的情况下，运用加密技术和区块链存证构建数据传输安全屏障，保障订单、支付单等敏感信息传送的安全性。

2 系统功能定位

二级节点要充分结合跨境电子商务的业务发展趋势，做好基于多源数据接入适配、与海关总署系统深度对接、全流程业务单证处理等功能于一体的软硬件一体化系统数据交换平台建设工作。

2.1 多源数据接入适配

支持企业通过 API 接口、文件传输、消息队列等多路径接入，兼容 XML、JSON、Excel 等主流数据格式，实现订单、运单、支付单等业务数据的标准化采集。基于数据交换平台身份标识（DXPID）和数字证书为企业提供身份认证，对接入企业的基本信息、资质文件以及接口权限等进行全生命周期管理。

2.2 总署系统深度对接

根据《海关预录入系统技术规范》和《跨境电子商务统一版数据接口标准》要求，通过海关专用网络与海关总署跨境电子商务统一版系统直连，实现清单、税单、入库单等申报数据的实时上传与回执反馈。集成数字证书加密模块实现数据双向加密传输，全方位保障数据传输过程的保密性、完整性与抗抵赖性。

【作者简介】张柏林（1978—），男，内蒙古赤峰人，本科，助理工程师，研究方向：计算机网络安全管理。

【通讯作者】姜晓龙（1977—），男，山东临沂人，本科，高级工程师，研究方向：数据库软件设计与开发。

2.3 全流程业务单证处理

可对 12 类核心业务单证进行自动化处理，涵盖交易、物流和监管三大类别，包括订单、运单、支付单等单证。单证格式转换引擎能够把企业自定义格式转换为海关标准报文，内置逻辑校验规则，自动完成订单金额和缴费单金额一致性校验以及运单物流状态与清单通关状态联动校验。

3 系统架构设计

3.1 接入层

系统为适配不同企业系统的技术架构，提供多协议接入网关，支持 HTTP/HTTPS、Web Service 等主流通信协议。深度融合 DXPID 认证中心，实现对企业接入的“注册—认证—授权”全流程管理，确保仅备案企业可接入数据交换通道。

3.2 处理层

数据转换引擎可实现 XML 与 JSON 格式之间的互相转换、进行字段映射以及报文拼接。规则校验引擎内置海关规则库和业务逻辑规则库，支持规则库的动态更新。加解密引擎使用国密 SM2 算法进行数字签名、SM3 算法进行哈希校验以及 SM4 算法进行数据加密^[3]，以满足海关对数据安全的管控要求。

3.3 传输层

核心交换总线采用企业服务总线技术，用来实现不同系统间的松散耦合连接，支持数据异步传输和可靠消息队列机制。智能路由系统通过算法动态计算最优传输路径，根据目标系统的负载状况自动调整路由策略，支持断点续传和超时重传机制。

3.4 应用层

系统管理模块提供节点配置、接入软件管理和模板化配置。监控分析模块实现对线程状态、报文处理日志和异常预警等进行实时监控，生成可视化报表。统计追溯模块支持按企业、时间、单证类型统计报文处理量，提供单条报文全链路追溯功能。

4 系统功能技术实现

4.1 系统处理流程设计

相对于传统的点对点数据交换模式，二级节点采用中心化枢纽和流程引擎架构^[4]，实现跨系统数据的高效流转，有效避免接口重复开发、数据标准不统一等问题。

4.1.1 企业申报阶段

企业通过地方平台上传业务报文，附带企业 CA 证书和报文哈希值，确保数据未被篡改。若出现订单金额与支付单金额不符情况，则由三级节点进行前置校验，自动返回错误提示至企业端。

4.1.2 节点中转阶段

三级节点将经过验证的报文格式转变为统一标准，在报文通过 VPN 加密通道传输至二级节点之前附加区域标记和时间戳信息，报文的完整性由二级节点校验，随后将启动后续处理流程。

4.1.3 总署对接阶段

二级节点负责将报文转换为符合海关统一版系统要求的 EBXML 格式，调用数字证书接口生成加密传输包，并通过电子口岸专网上传至海关总署系统，同步获取申报回执。

4.1.4 反馈闭环阶段

二级节点对回执数据进行解析，生成包含通关结果的反馈报文，经三级节点转发至地方平台，系统自动记录全流程处理日志，包括各节点的处理时间、操作人员以及数据变化细节等内容，供后续审计和分析。

4.2 核心功能模块实现

4.2.1 系统管理模块

节点配置子模块支持多节点协同工作配置，当主节点出现故障时自动切换到备用节点，以此保障系统的高可用性。接入软件管理子模块建立接入软件库，记录每个接入系统的技术文档、接口地址以及负责人信息，并支持通过可视化界面完成接入配置，降低企业对接技术门槛。

4.2.2 资源管理模块

连接池动态管理子模块采用数据库连接池与 API 连接池技术，对企业系统和海关系统的连接进行统一管理，避免频繁创建或销毁连接导致的性能损耗。责任链引擎设计子模块为预设数据校验、格式转换、加密处理到路由分发责任链，每个环节都可独立配置，且允许通过拖拽组件的方式自定义处理流程。

4.2.3 传输管理模块

智能报文处理子模块提供报文“草稿—提交—处理—完成—异常”5 种状态管理，支持对异常报文进行批量重发。终端接入管控子模块接入企业提交的《跨

境电商企业资质证书》等文件，经人工审核通过后分配唯一终端标识。系统资源配置子模块支持传输协议、持久化方式以及自定义过滤规则，用来适配不同的业务场景。

4.2.4 路由管理模块

动态路由策略子模块设置优先海关专网和次选互联网加密通道的分级路由规则，当专网出现故障时自动切换至备用通道，从而保障数据传输的连续性不受影响。路由可视化监控子模块实时显示各节点的连接状态，可通过点击节点获取当前的传输速率、报文积压量等详细信息。

4.2.5 监控管理模块

线程深度监控子模块实现对数据处理线程状态的实时追踪，对潜在的异常阻塞或资源过载问题进行预警。异常智能诊断子模块记录报文传输异常信息，支持对异常原因的分析和快速修复，构建异常代码库，实现异常解决方案的自动关联，切实提高故障处理效率。系统性能统计子模块通过可视化手段展示数据传输量、耗时、成功率等关键指标，

为系统优化提供坚实的数据支持。

4.2.6 统计分析模块

业务量多维分析子模块具备根据企业类型、商品类别、贸易国别等维度进行交叉分析的能力，生成内容详尽的数据透视表。流程追溯审计子模块提供报文编号检索功能，通过输入清单编号审查申报业务的完整处理日志，包括每次数据转换的前后对比、操作人员账号、处理耗时等关键信息。

5 系统应用成效

5.1 监管效能提升

通过实施一次性申报、一次性核查、一次性放行的流程，企业申报所需时间得以显著缩短，平均申报时长从 4h 降低至 2.4h，通关效率实现 40% 的提升。数据准确性由原来的 85% 提高至 99% 以上，有效减少人工审核的工作量，进而释放海关监管资源。

5.2 企业成本降低

针对重复填报问题的解决，企业每票申报成本从先前的 50 元减少至不足 20 元，预计年节约成本超过 500 万元。数据传输安全性得到显著提升，数据泄露事件减少使贸易风险降低超过 70%。

5.3 产业生态构建

促进更多电子商务企业入驻满洲里，预计在接下来的三年内，区域跨境电子商务交易额的年均增长率将达到 25%，进而推动物流、支付等相关配套产业的发展，构建可复制的陆路口岸数据交换节点建设模式，为边境口岸的发展提供参考。

结语

满洲里口岸跨境电商数据交换二级节点通过构建标准化、智能化的数据交互和信息共享机制，有效破除口岸通关数据共享难问题，为跨境电子商务监管创新以及产业发展提供坚实的技术支撑。系统上线后，口岸通关效率将会显著提高，企业运营成本将会大幅降低，跨境电商环境将会进一步优化，有力助推满洲里口岸建设成为国家向北开放的数字贸易重要高地。今后，需持续关注技术进步与业务需求的演变，通过动态优化和生态整合，实现数据价值的深度挖掘和跨境贸易的高质量发展。■

引用

[1] 国家口岸管理办公室.关于复制推广借鉴优化口岸营商环境促进跨境贸易便利化改革措施的通知[Z].2021.

[2] 苏富林,冯桂莲.端到端时延下网络多路径负载均衡算法仿真[J].计算机仿真, 2023,40(2):429-433.

[3] 丁鹏鸽.国密算法SM3和SM4在车载安全通信中的优化与实现[D].西安:长安大学,2024.

[4] 张书豪.服务互联网中业务流程调度方法研究与系统实现[D].北京:北方工业大学,2024.

