

江苏省多式联运信息化平台中港口数据互联技术的应用与实践

邱鹏飞

江苏港口物流集团有限公司，江苏南京，中国

【摘要】在多式联运发展背景下，港口作为核心枢纽，其数据孤岛问题严重制约运输效率提升。本文以江苏省多式联运信息化平台建设项目为研究对象，聚焦港口数据互联技术这一小切口，分析港口数据互联的核心需求，阐述数据采集、标准构建、共享交换及安全保障四大关键技术的应用路径，并结合项目实践验证技术应用效果。研究表明，通过港口数据互联技术，可实现港口与铁路、公路、海关等系统的数据互通，助力多式联运“一单制”落地，为港口信息化转型提供可借鉴的技术方案。

【关键词】多式联运；港口信息化；数据互联；数据标准；区块链安全

1. 引言

1.1 研究背景

国家“一带一路”和长江经济带发展战略，使多式联运成为优化运输结构降低运输成本的重要方式。江苏作为长三角地区最发达的省份之一，境内具有连云港、南京港、苏州港等多个大型港口，预计2023年全省多式联运集装箱发送量将达232万标箱、全年中欧班列开行2123列。长期以来，我省港口与其他各种交通运输方式（铁路、公路、民航）及海关、检验检疫等信息系统之间信息壁垒林立，导致货流、流等情况无法可查、通关不快、调度不力等诸多弊端。

江苏省多式联运信息系统建设工程的“江苏联运平台”项目整体体系架构为“1+3+N”，其中“1个数字底座”用于打通港口和其他重要交通节点间的信息壁垒，因此，如何基于港口数据连结技术的问题解决，成为实现多式联运“软连通”的关键方式，也成为推动港口从传统装卸中心向现代化物流中心转变的主要路径。

1.2 研究意义

本文所讨论的主要是基于港口数据共享来弥补多式联运信息的理论缺失，并为此提供相关的理论依据，同时结合江苏省联合运输服务平台的具体实施，把其对数据采集、数据标准化、数据共享、数据安全的应用过程做了详细介绍，可为国内其他省市开展多式联运平台建设项目提供港口数据共享的技术参考与推广，进而促进我国多式联运数据化的建设与发展。

1.3 研究内容与方法

本文通过对江苏省联运网络的研究，重

点阐述对港口间信息互联互通在技术上研究了联运的需求分析、关键技术路径设计，包括数据采集、建立标准、资源互换、安全保障等，以实践证明技术效果的方式展开。采用案例分析的方法，结合江苏联运网络具体项目规划、实际数据运行记录及实际运营效果，详细说明港口间互联互通技术实现的过程及真实效果。

2. 江苏联运平台中港口数据互联的核心需求

江苏联运平台涵盖公路、铁路、水陆、空等众多运输方式，其中，港口是综合多种运输方式的枢纽，由此带来的数据互联互通需求多源于业务协同、监管便捷、企业服务这三部分，细分为四大类需求。

2.1 多源数据采集需求

海港正常业务产生的数据种类多样，从货柜、船舶、作业、场地等方面获取的，而且大部分是从各自不同系统中产生的。从业务系统经验上，搜集的关键海港基础数据主要包括以下三大类：一是货物集装箱数据，如集装箱号、类型、状态、运行状态、箱内货物信息；二是船舶数据，如船名、航次、航路、预计到达时间（ETA）、实际开航时间（ETD）、航线、航向等；三是作业数据，如港口作业信息、集装箱进出港时间计划、泊位安排、报关相关报单信息[1]。另外，还应与现有业务系统如集装箱管理系统、码头操作系统、物联网设备如龙门吊传感器、闸口扫描设备进行关联，以达到实时、全天候地获取数据的目的。

2.2 数据标准统一需求

解决各个港口系统之间、各系统之间的数据格式不一致、标准化程度差异大的问

题。如江苏省内两个主要港口连云港和苏州港集装箱箱号编码规则差异、船舶作业数据列表定义差异问题导致两者之间不能相互获取共享信息。通过前期对江苏联运平台建设的调研发现，“运输订单数据”在港口到铁路间就存在超过12个数据列未统一（如铁路“货票号码”与港方的“订舱号码”）。因此，建立统一的港口数据标准，清晰界定数据码表、数据元素描述定义、数据元素形式定义，使“每一串数字来自同一个源头，可以被不同的地方复用”，成为跨系统数据交换的基础[2]。

2.3 跨主体数据共享需求

多式联运的运输组织涉及货主、货代、码头、铁路、海关等多个主体，所以需要确保码头的大量数据能为这些主体多个系统的使用。从应用的角度来看，一种是码头与铁路的共享，例如当码头堆场收到集装箱时，这些数据必须尽可能快速地共享给铁路用于配车；二是码头和海关的数据共享，例如集装箱到达的信息必须尽可能快地分享给海关，以便可以做到“到达前申报，到达后检查”；三是码头与货主之间的数据共享，例如货物装载情况、泊位等等相关信息需要分享给货主以便于货主能够了解便于掌握其物流进度[3,4]。现行的共享模式往往是采用传统的纸质文档交接或一对一的接口方式，效率低并且可靠性较低，为此需建立共享的大规模数据交互标准体系。

2.4 数据安全可信需求

海港数据中既包含客户订舱信息、港口运营成本等商业机密数据，又存在一些涉及安全敏感信息如危化品相关信息，分享数据时数据的安全性、可信性都要得到保证。当江苏联运网络搭建后，一方面多数企业担心数据泄露问题，另一方面海关等相关监管机构则提出不能够修改和跟踪数据。如集装箱装载的危化品数据被篡改后会产生监控缺口；集装箱物流轨迹无法跟踪，也就很难分辨失物责任归属。为此，要实现海港间数据联网，必须要兼顾“安全传输”与“可信存储”。

3.江苏联运平台中港口数据互联的关键技术路径

针对上述需求，江苏联运平台以“数字底座”为核心，构建了“采集-标准-共享-安全”四位一体的港口数据互联技术体系，具体技术路径如下：

3.1 多源数据采集技术：全场景覆盖与实时接入

基于物联网+接口接入的双重获取手段，对所有港口信息进行全面、实时地获取，尽可能覆盖所有种类港口信息源。

为满足港口实际作业的需要，我们已经实施了物联网监控系统，自动化收集信息。首先，在卡口集装箱进出口放置车辆和集装箱号识读仪（以高清相机+OCR识别为识别方法），可以自动识别进出口作业时所使用的集装箱编号、车辆车牌信息及进出日期，准确率可达99.2%，替代原有手工输入效率提高了80%左右。其次，在起吊装运机械设备（龙门吊、码头吊等）上安装传感器，以便获取起吊装运状况（起升吨数、起吊次数）、耗能信息，并实现在线监控装卸过程。第三，堆场设置了GPS定位仪，获取集装箱具体位置信息，误差在10米以内，解决了货箱“找不着”的难题[5,6]。

为适应既有作业系统，应提供统一标准的接口实现大量数据批量导入。江苏联运平台支持多种类型接口，包括REST API、FTP、数据库直接连接等，可兼容常用的港口系统，如集装箱管理系统（CMS），可提供集装箱箱号、类型及货物信息等结构化数据，接口请求返回时间控制在一秒钟之内。二是通过江苏联运平台匹配码头操作系统（TOS），可以获取船舶靠泊、装卸作业的相关数据，这些数据信息更新周期为5分钟。三是通过江苏联运平台实现与船舶代理系统对接，可提取船舶航次、预计开到港信息、预计开离港等信息，可实现实时同步船舶状态。对于存在落后系统，没有统一接口时，利用中间件提取数据，存在很多种做法，可以是利用日志分析技术、数据库同步（如OGG实时同步技术），保证数据接入的覆盖率为100%。

3.2 港口数据标准体系：从基础编码到应用规范

由江苏联运平台和江苏省港口集团、苏交科集团搭建的数据标准化系统从底层到顶层构成从简单到复杂的23个具体规范处理数据统一化的问题。

制定港口核心信息的编码标准实现“一源同码”。例如，在集装箱编码标准中采用“ISO6346”的国际标准（共11位数字和字母，其中前4位为箱主代码，第5位为设备类别代码，第6至11位为箱号代码，最

后一位为校验码)以及“江苏省内箱的状况编码”(如:“01”表示“准备装上船”,“02”表示“已装上船”),并在船舶编码标准中采用“IMO 编号”作为唯一的船舶标识,并将其与船舶名称、航次等进行关联,避免由于名称存在多个而导致的数据混乱问题。

规定数据列及格式,实现“传递一致性”的要求,编写了《江苏省多式联运港口数据元规范》一书,清晰地阐明了关键数据元素“集装箱运输订单数据”的156个数据元素含义、类型、大小、限制性等。以“预定船舶号码”为例,该数据标准对“集装箱运输订单数据”所列“预定船舶号码”一栏规定长度为18位(港口编号6位+时间8位+流水号4位)、形式为字母数字型组合;以“货品总重量”举例,该标准规定“集装箱运输订单数据”所列“货品总重量”数据单位为公斤,数据表现形式为浮点型,且保留小数点后一位数,并采用JSON作为数据交换规范,采用HTTPs作为数据交换模式来确保数据传输的一致性。

制定和完善数据生命周期管理规范,通过数据管理实现高品质的数据,发布《江苏省多式联运港口数据质量管理规范》,提出数据质量检查评估的实施方法与判别标准及评分方式:完备性要求集装箱的关键信息完整无误;准确性要求对箱号的识别率要求大于或等于99.7%;及时性要求船舶到发时间信息更新的延迟时间小于等于10分钟。并建立数据质量稽查系统,根据数字基础设施上的数据管理模块可以不断更新和监控数据,一旦检测到有问题就会及时通知数据质检人员进行更正。

3.3 跨主体数据共享技术:基于中台的共享交换机制

为实现海港信息及多主体系统之间的有效共享,“江苏联运平台”采用了“数据中台+API网关”的共享模式代替以往的单线连接,主要由三层构成。

依托电子码头数据港处理、分析前端采集到的码头原始数据,将其转换为规范化的数据服务,例如将进出港集装箱量和中转班轮班列数进行组合为“铁水联运货源数据包”;将船名班次(ETA)与海关关单进行组合为“通关准备情况数据包”等,利用此中心建立统一标准化的面向数据服务接口,如“集装箱在港在途位置查询接口”“船舶

到港预警接口”“港口作业进程通知接口”等,已建立28种不同类型的码头数据服务,可满足超过90%的公共共享场景需求[7,8]。

通过API网关对共享接口进行统一接入管理,解决“多角色连接难”的难题。API网关有3个特点:一是单点接入,提供唯一的接入帐户给货物所有人、铁路公司、海关等各种角色,所有共享接口都需要单点接入,避免了直接跳转到后台;二是鉴权控制,遵照“最小权限原则”限制对角色的访问,如货物所有人只能访问归属他的集装箱信息,海关人员能访问所有危险货物的集装箱信息;三是访问控制,限制每种角色接口的调用次数(如非紧急情况,一般情况下,货物所有人每分钟最多调一次“集装箱查询接口”),保证中心机房的安全及稳定。江苏联合运输服务平台API网关开通后,其提供给港口的共享接口调用成功的比例从原来的85%提升至现在的99.5%。

为应对不同的分享需求,提供“主动订阅”和“主动推送”两种选择。“按需订阅”主要面向公司客户,如货主和货代,其可通过网络入口或者API接口选择所需要的数据(如每天早上9:00发送公司集装箱作业情况),系统自动向其推送相关结果。“主动推送”则针对监督合作机构,如海关、铁路,会推送一些重要信息到其系统,无须他们主动查询。例如,将港口发送到南京海关“单一窗口”的集装箱到港消息,时间在5分钟以内,有助于提升海关的作业效率,提高了30%通关速度。

3.4 数据安全保障技术:区块链+隐私计算的双重防护

针对海港信息交互安全可靠的问题,江苏交通路网利用区块链与联邦学习的技术,构建“信任证明存储+安全计算”的防御体系。

搭建了以联盟链形式保存数据的技术平台,对部分要素进行上链保存,如集装箱运输委托单、港口作业单、通关凭证等信息要素,该区块链平台采用“PBFT共识机制”,参加机构为江苏省港口集团、南京海关、上海铁路监管部门等12家单位,保证数据不可篡改和可溯源。譬如说一个集装箱进入到港口数据上链后,如果想在其他节点上进行数据修改,其他所有的节点都会对此次修改行为进行保存和溯源,能够找到实施

记录和修改人员；若货主需要核验集装箱数据真实有效性，可通过区块链可以验证其数据真伪性，避免因“数据篡改”导致的弊端。江苏联合物流平台区块链底层运行启动后，数据被篡改的可能性为0，数据可信度为100%。

针对重点数据，通过保密计算技术实现“见数据不见数值”的目标。首先，采用联邦学习方式，在不泄露原始数据的前提下，与其他部委，如口岸、海关、铁路等开展数据研究，例如开展“铁水联运时效影响因素分析”，港口提供操作数据，铁路提供物流数据，在各自位置上建立模型，对模型参数进行互换不交换原始数据，避免泄露数据；其次采用同态加密方式，对重要的局部信息进行加密，其他参与方只能看到经过加密的数值，只有使用授权密钥方才能看到原始数值。例如将货物的实际价值传输给海关，海关只能确认数值满足规则，无法了解实际数值，从而保障货主商业秘密[9]。

除了技术层面的安全措施外，还发布了针对港口数据的的安全管理办法，该管理办法涵盖了收集、保存、应用等场景。数据在采集阶段对物联网设备进行了实名认证，避免非法设备的接入；数据在传输阶段运用了国家密钥算法（SM4），确保数据安全，避免数据在传递过程中被非法窃取；数据保存阶段对重点数据进行去标识化处理，即在个人ID上抹除六位，货物价格中仅保留前几位；而在应用阶段，设置了一套数据访问访问记录，记录了每个用户访问情况，其历史记录至少保证了六个月以上以便追溯[10]。

4.江苏联运平台港口数据互联技术的应用效果

2025年10月江苏联运平台上线，年底在连云港港口、苏州港口、南京港口等八个关键节点港口开展港口数据互通技术应用，通过对真实运营数据的测试，验证了技术应用了提升效能、降低成本、改善服务的效果。

4.1 多式联运效率显著提升

打破“数据孤岛”后，港口间的数据互通技术有效提升了多式联运全流程的协同价值：铁海联运情况下的港口和铁路的数据互通，使得铁路货运调配原本4h的调配时长缩短至1h；连云港港到徐州铁路中心“海铁联运班列”的准点到达率由原75%上升到92%。口岸通关时间上，港口数据与关区

“单一窗口”的数据实现实时交互，“提前申报，抵港验放”的目标得以实现，集装箱进出口通关时长分别下降为原来的24h和12h，达到长江三角洲的最优水平。

4.2 企业物流成本有效降低

通过港口数据互联整合，促进数据信息共享及资源科学配置，协助企业降低其物流成本。从客户的反馈信息来看，客户可通过此平台得知集装箱位置的更新，避免不必要的“堆场空等”，可使货物进港入库时间平均提前1.5天，并减少物流存储成本；对港口运营而言，利用数据的互联来调整装卸机械配置可使龙门吊工作效率提升10%，同时降低装卸一个集装箱的成本到8块钱，连云港港可减少运营成本200多万；由于数据的共享而避免了再使用纸质文件的传递，代理的手续办理费率可下降30%，每笔交易可节省至少20元手续费。

4.3 政府监管与决策能力增强

政府部门通过港港数据共享平台进行精准化的管理与精准化的决策指导。江苏省交通厅实时掌握全省港口的集疏运数据，可以实现即时、直观地了解集装箱吞吐量、海铁联运量、通检率等关键性指标，由此成立“集疏运运控中心”，对问题响应时间由此前的“天”提升到了“小时”级别。例如2017年11月发现苏苏州地区前往上海的水路转运货物运量出现了异常性下滑，分析问题系港口数据传输滞后所致，在两小时之内恢复了港港数据同步，保证了运输平稳。另外，基于港港数据进行累加，形成评价多式联运成效的“多式联运效益评估模型”，可以定量地估算集装箱多式联运比例提升1个百分点时，全省的社会物流总成本可以减少大约0.9亿元左右，从而为我们的政策制定工作提供参考。

4.4 行业示范效应初步显现

“港口数据联通”技术已经在《江苏省实施铁水联运高质量发展实施方案（2023—2025年）》中，作为科技上创新性、实用性最高的技术方案被纳入，计划在2026年年初的长三角多式联运协同发展大会上被国家有关部委采纳。成为多在地港口及包括江苏省、上海市、浙江省在内的多个省市在铁路、港口和海关的信息互联互通的技术示范点，在长三角区域多式联运平台推广使用，并支持江苏省成功创建“国家多式联运示范工程”，成为国内首个做到“港口-铁路-海

关”互联互通的地区，为行业提供样板。

5. 结论与展望

5.1 研究结论

本研究以江苏联合运输服务平台为对象，选取港口数据链接技术这一细分领域的研究视角，得出以下结论：（1）港口数据链接是多式联运信息化的关键抓手，其主要驱动因素包括业务合作、管理增益和客户增值服务，并具体体现在数据采集、数据标准化、数据共享和数据保护 4 方面的诉求；

（2）打造“数据采集-标准化-共享-安全防护”的数据链接一体化技术框架，以解决港口数据链接问题，采用物联网和接口匹配实现海量数据采集，采用多标准系统确保数据标准化，采用数据中心和 API 门户实现高效信息共享，采用区块链和私有算法实现数据安全；（3）港口数据链接技术的应用可显著提升多式联运的效益，有效降低企业成本，加强政府管理，具有较好的应用推广价值。

5.2 未来展望

随着多式联运大数据的发展，海港数据连通技术将呈现出“人工智能化、跨区域和业务升级”的趋势：一是“人工智能化”，借助 AI 技术预测船舶到港时间、优化装卸生产计划，实现“预见式调度”；二是“跨区域连通化”，推动江苏港口与长江大三角、国内其他省区之间的港口数据共享，实现“中国港口数据云”；三是“业务创新升级”，基于港口数据的跨区域互联创新开展新业务、新模式，如依托港口货物数据开展库存抵押贷款，实现港口数字价值变现。

未来，我们要不断完善和发展我们的港口数据标准体系，做好跨部门、跨地区的数据协作机制建设，并加强数据安全保护、个人信息保护技术研究工作，使得港口间信息

共享从“能用”向“好用、能放心用”前进，进而为推动多式联运的高质量发展提供更多科技保障。

参考文献

- [1] 李超.信息化技术优势及其在港口工程项目中的应用[J].中华建设, 2024, (06): 36-37.
- [2] 李腾飞, 刘加强, 时虎, 等.数字孪生技术在危化品港口信息化建设中的应用研究[J].通信与信息技术, 2025, (04): 32-35.
- [3] 赵欢.港口航道工程信息化建设现状及问题分析[J].中国航务周刊, 2025, (11): 54-56.
- [4] 史名镛.会计信息化视角下港口物流企业资金管理研究[J].质量与市场, 2025, (08): 128-130.
- [5] 柴雅文.智慧港口信息化建设面临的挑战及应对措施[J].世界海运, 2025, 48(06): 14-20.
- [6] 赵欢.港口航道工程信息化建设现状及问题分析[J].中国航务周刊, 2025, (11): 54-56.
- [7] 王丽.基于航运信息平台数据赋能青岛港航产业的策略研究[J].中国市场, 2025, (15): 195-198.
- [8] 苏汉柱, 林景标, 冯国劲, 等.港口基础设施维护信息化管养平台的应用研究[J].中国水运, 2025, (17): 45-47.
- [9] 王小寒, 靳志宏.海铁联运港站共享堆场的箱区分配及转场联合优化[J].交通运输系统工程与信息, 2024, 24(5): 283-294.
- [10] 刘双赫.S 航运企业多式联运效率研究[D].辽宁工程技术大学, 2023.