

基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台设计

卢洋洋¹, 薛广月², 孙汉昌², 谢清霞²

(1.中交信捷科技有限公司, 北京 100011;

2.中国交通通信信息中心, 北京 100011)

摘要: 分析集装箱多式联运的发展趋势, 针对现阶段集装箱运输智能化、信息化发展的迫切需求与面临的网络瓶颈, 以卫星通信、物联网、大数据技术为依托, 面向多式联运各相关方, 构建一套开放、中立、安全可信的集装箱追踪监管、信息共享与应用服务平台。平台可为铁、公、水、航等不同承运载体、承运单位提供集装箱在途追踪监测数据与定制化应用服务, 有效提升多式联运业务衔接效率, 具有重要的经济与社会效益, 为打造高效现代物流系统提供支撑。

关键词: 天基物联网; 集装箱; 多式联运

中图分类号: TN393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-8930.20200215

Design of Multimodal Transport Information Service System Based on Space-Based Internet of Things

LU Yangyang¹, XUE Guangyue², SUN Hanchang², XIE Qingxia²

1.China Transport InfoJet Technologies Co. Ltd., Beijing 100011, China

2.China Transport Telecommunications & Information Center, Beijing 100011, China

Abstract: With the statement of container multimodal transport development tendency and network bottleneck hindering information and intelligence evolution, an open, neutral, safe, and credible multimodal transport information service platform based on spaced internet of things and big data technologies was introduced. This platform can provide container tracking, supervision and other comprehensive application services for different freighters such as railway, road, water and air transportation etc., effectively improving the efficiency of multimodal transport service. The platform will bring vital economic and social benefits and provide support for establishing modern logistics system.

Keywords: spaced-based internet of things, container, multimodal transport

1 引言

集装箱运输作为一种高效的运输方式, 已经成为国际贸易的主要运输途径, 2019年全球集装箱海运量为1.96亿TEU(国际标准箱单位), 增速2%^[1]。随着国内区域经济、物流的发展以及集装箱应用的普及, 内贸集装箱近年来呈持续增长状态^[2]。多式联运是由两种及以下的交通工具相互衔接、转运而共同完成的运输过程, 多式联运的货物主要为集装箱货物, 具有集装箱运输的特点。加快多式联运发展是提高运输效率, 降低企业物流成本和物流企业运输成本的重要举措, 对推动物流业降本增效和交通运输绿色低碳发展, 完善现代综合交通运输体

系具有积极意义。自2016年交通运输部等18个部门印发了《关于进一步鼓励开展多式联运工作的通知》, 到2018年国务院办公厅印发《推进运输结构调整三年行动计划(2018-2020年)》的通知, 均明确提出加快多式联运发展, 建设全国多式联运公共信息平台, 推动信息共享, 实现部门间、运输方式间的信息交换共享, 提升物流信息服务水平。一系列突破性的政策和举措, 以空前力度推动集装箱多式联运进入提速发展时期^[3]。

集装箱多式联运业务模式中, 在途集装箱通常在全球不同国家行政区域、港口堆场、集散地、运输载体及承运人之间交互, 流程周期长, 环节复杂, 因此能够提

供位置追踪、状态监控的集装箱在线追踪管理系统对货物安全、公共安全、供应链效率提升愈发重要。近年来受到国内外货主、航运物流企业的青睐，国内外企业纷纷展开积极的研究、探索与布局，集装箱多式联运物流追踪监控服务步入了产业化、规模化的快速发展阶段^[4-8]。

天基物联网覆盖地域广，可实现全球覆盖，且能够全天候工作，能够有效解决当前全球集装箱多式联运在大范围、跨区域、恶劣海上环境的数据传输问题^[9-12]。近年来，随着小卫星技术与商业航天的发展，卫星制造与发射成本越来越低，且以集装箱追踪监控为典型的物联网业务对卫星链路带宽和时效性要求都不高，进一步降低了星座组网、运营的门槛。因此除了传统老牌卫星运营商继续扩大现有卫星物联网业务以外，越来越多的初创卫星企业开始进入物联网卫星业务领域。未来用于全球集装箱多式联运物流追踪业务的天基网络资源将更加丰富，成本将进一步降低，基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务应用与市场前景充满潜力。

2 天基物联网集装箱多式联运综合信息服务平台

2.1 系统概述

基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台，能够根据客户业务需求和网络条件，接入不同天基卫星通信网络（北斗短报文、天地一体化信息网络^[12]、海事卫星、天通卫星、低轨卫星），利用智能终端全程跟踪监控集装箱在港口堆场、公路运输、铁路运输、内陆水运、近海/远洋海运等全部运输过程与环节的位置和

状态。在运输过程中，平台可定时或按需为船公司、船代、货代、商检、货主、客户、海关、边检、物流公司等机构推送货物的位置、状态数据。

集装箱智能终端采集上报的数据，通过不同类型的天基物联网传输汇聚到多式联运综合应用服务平台，数据通过清洗、协议适配、信息提取及大数据处理后，通过互联网、政务外网或专网为用户、多式联运相关承运单位、政府监管部门提供直观的供应链管理、行业监管等综合性大数据服务。

基于天基物联网的全球集装箱多式联运追踪系统应用如图1所示。

2.2 平台架构

基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台架构包括终端采集层、传输链路层、网络接入层、数据资源层、运营服务层以及应用服务层，服务覆盖多式联运途中主要环节的相关参与方。基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台架构设计如图2所示。

（1）终端采集层：由模块化设计的集装箱智能终端，如普通干箱、冷链运输集装箱、LNG罐式集装箱等系列化、型谱化终端产品构成。基于模块化、标准化的设计，终端可灵活选用不同网络类型的通信模组。

（2）传输链路层：提供终端的空中接口接入，支持不同的天基物联网，如北斗短报文通信网络、Inmarsat M2M网络、天通卫星以及目前正在建设中的低轨卫星物联网星座。表1是对不同天基资源从覆盖范围、终端尺寸、成本、资费方面的比较分析，低轨卫星物联网因其

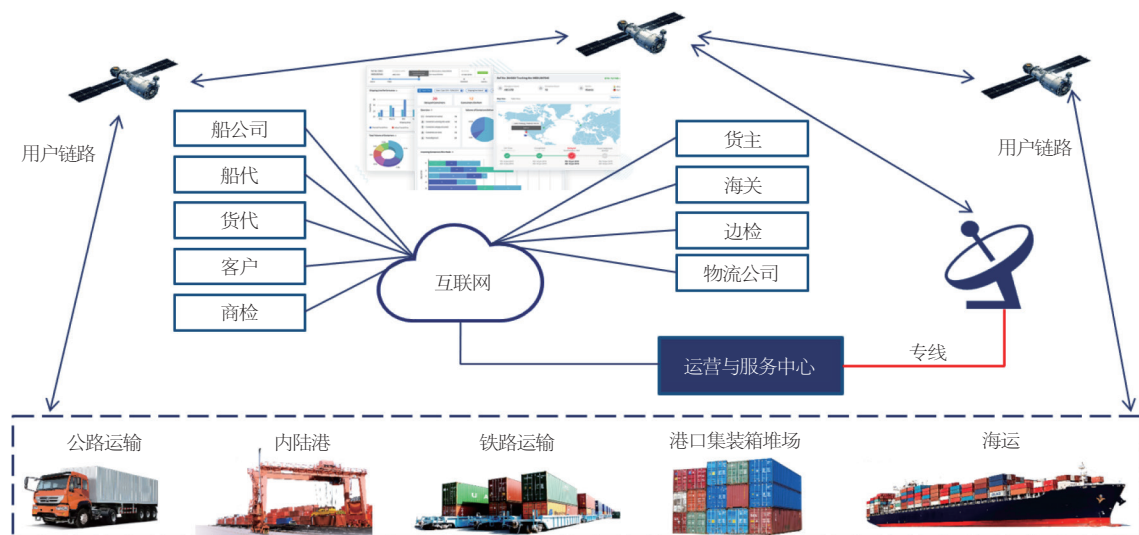


图1 基于天基物联网的全球集装箱多式联运追踪系统应用

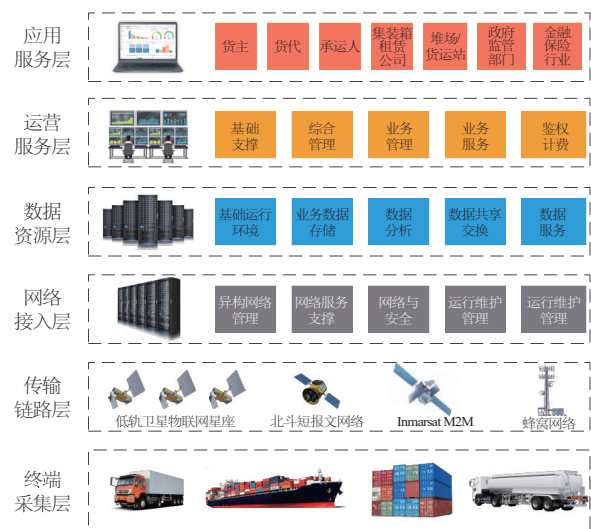


图2 基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台架构设计

表 1 可用天基资源类型比较

关键能力	Inmarsat M2M	北斗短报文	天通卫星 (物联网)	Ka/Ku VSAT 网络	低轨卫星
轨道类型	GEO	GEO/MEO	GEO	GEO	LEO
覆盖范围	高纬度以外	高纬度以外	近海	近海	全球覆盖
终端尺寸	中等	中等	中等	小	小
终端独立性	独立工作	独立工作	独立工作	非独立、自组网	独立工作
平均功耗	中等	中等	中等	低	低
成本及资费	高	较低	较低	中等	低
网络成熟度	成熟网络	成熟网络	规划建设	成熟网络	规划建设

具有全球覆盖、终端尺寸小、功耗低等特性具有较大的应用前景。

（3）网络接入层：终端采集数据的接入与分发网络，提供不同空间链路关口站基础数据的汇聚接入、实现集装箱追踪监测业务数据在政务外网、互联网、交通行业专网等不同安全等级的网络域分发，此外还为平台提供网络安全支撑。

（4）数据资源层：提供各类数据资源的存储、分析、管理和共享分发服务及主题数据、关系数据、规则

引擎等算法工具支撑，由基础数据库、业务数据库、共享数据库、主题数据库、规则数据库等组成。

（5）运营服务层：主要用于完成订阅用户、入网终端的管理与服务，提供用户管理、权限管理、鉴权计费、系统日志管理、系统监控管理等平台基础管理功能。

（6）应用服务层：利用智能终端采集的数据，结合多式联运具体业务需求，为用户（如，货主、货代、承运人、集装箱租赁公司、港口堆场、货运站），政府监管部门以及金融保险相关行业提供基于不同数据要素、数据维度、时间跨度与表现形式的系列化服务与数据展现，如集装箱跟踪、集装箱调度、供应链管理、市场运行监测、行业预测、效能评估等综合性服务。

2.3 平台设计

根据上述架构设计，基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台具体组成包括型谱化智能终端、综合云服务中心与应用服务系统，此外还包括行业应用分析与效能评估系统以及标准规范体系相关内容。

基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台组成如图3所示。

（1）智能终端：终端采用标准化、模块化设计，主要由以下5个组成部分：网络通信模块（北斗短报文、地面蜂窝、Inmarsat M2M及其他卫星网络模组，可选）、无线自组网模块，北斗模块，控制与数据处理模块，传感模块以及电源模块。其中，控制与处理模块包括内置传感器和外部传感器接口，冷链运输集装箱、LNG罐式集装箱等特种箱可根据终端工作环境、安装位置、安全等级要求在核心模块的基础上进行功能扩展与结构设计，具体见表2。

（2）综合业务云服务中心：采用SaaS技术，通过网络接入分系统、数据资源分系统、业务支撑分系统面向各类用户直接提供云服务，客户无须进行软件的部署与维护，通过互联网或政务专网直接进行数据与应用服务获取。

网络接入分系统主要包括终端接入子系统、数据分发子系统及安全保障子系统，主要用于提供对来自不同天基物联网集装箱的终端的注册、接入和连接管理，并为不同层级的客户或政府监管部门提供分析处理后的数据推送与接口服务。此外，安全保障子系统还为整个平

表2 各型谱集装箱智能终端功能设计

型谱	基础功能 (定位+六轴传感)	扩展功能 (箱锁)	扩展功能 (温度、湿度监测)	扩展功能 (温度、液位、压力、流量监测)	网络模块 (天基物联+蜂窝+自组网)	适用场景
普通干箱	★	★			★	公/海/铁联运
冷链运输集装箱	★	★	★		★	
LNG罐式集装箱	★			★	★	

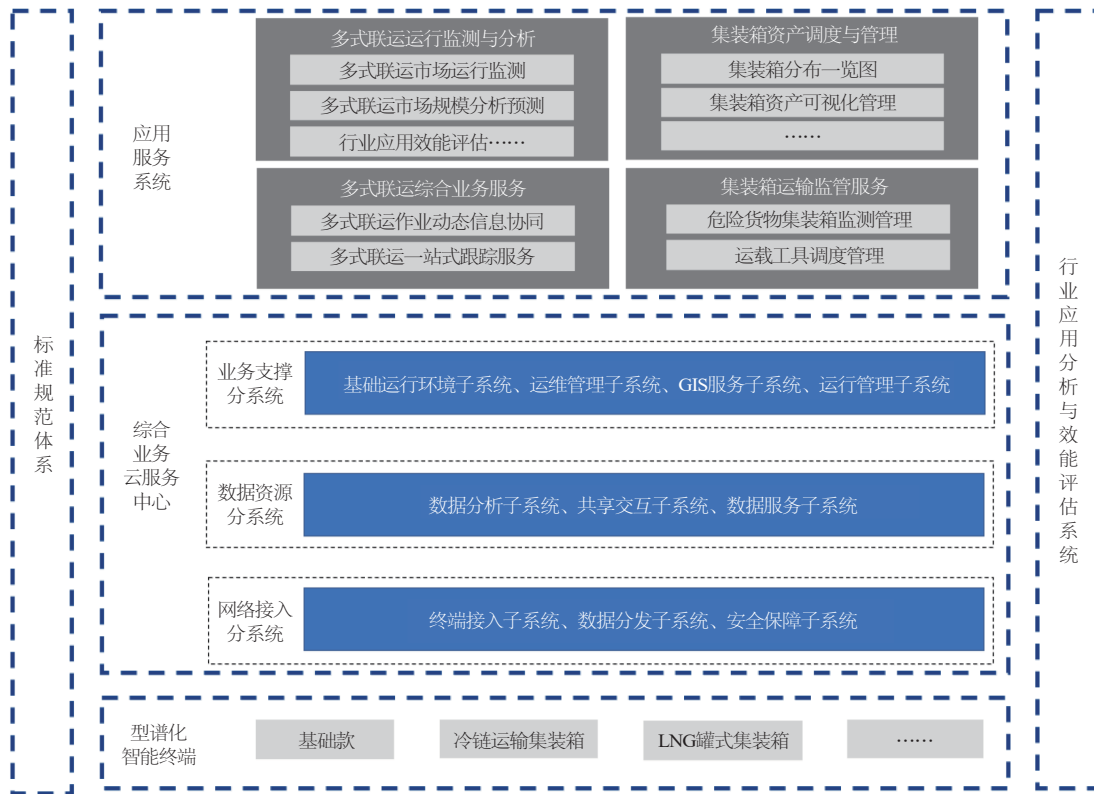


图3 基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台组成

台提供健全的安全策略及保护机制。

数据资源分系统主要由数据分析子系统、共享交互子系统、数据服务子系统组成。数据资源分系统可对集装箱的基本信息、状态位置，多式联运业务相关的运单信息、车辆信息、船舶信息、公/铁/水/航业务数据、港口业务数据及其他各类相关数据进行关联、标准化分类、元数据构建，并开展数据清洗、存储、分析等操作，最终高效实现集装箱多式联运业务数据的共享与交换。

业务支撑分系统由基础运行环境子系统、运维管理子系统、GIS服务子系统、服务支撑软件环境及运行管理子系统组成，为平台提供服务器网络设备、数据库管理软件、消息中间件、地图服务等基础设施环境及包括用户管理、设备管理、系统日志管理、监控管理在内的平台运行管理基础功能模块。

(3) 应用服务系统：全球集装箱多式联运业务涉及政府部门、货主、货代、运输企业、港口、货物中转站、集装箱租赁企业、集装箱追踪业务服务商等多个参与主体，不同的参与主体关注的要素、数据要素、数据维度、时间跨度、数据表现形式以及软件运行平台各不相同，

因此应用服务系统主要针对不同的应用场景及用户需求提供系列化应用服务软件，如多式联运运行监测与分析软件、集装箱资产调度与管理软件、多式联运综合业务服务软件、集装箱运输监管服务软件等。

(4) 行业应用分析与效能评估系统：天基物联网与集装箱多式联运在国内属较为新兴的技术与产业模式，处于建设的初步阶段。因此对天基物联网服务交通物流行业的综合能力和效能进行评估具有重要意义。通过评估体系的构建对技术能力、服务能力、物流与监管服务效率等内容展开评估，为标准制定、产业化推广及政府规划决策提供支撑。

(5) 标准规范体系：各航运企业、箱管企业、集装箱制造商、天基物联网运营商以及终端制造商均从不同的角色站位出发，开展了行业探索与布局^[9]。交通运输行业用户与终端规模大，开展统一的终端技术标准、平台接口标准、多式联运服务标准以及数据规范等标准体系的建设，有利于构建良好的产业协作生态，有效避免未来产生封闭式的数据“孤岛”，实现信息在更广泛的集装箱多式联运生态系统成员间的交换共享。

3 效益分析

3.1 经济效益

(1) 直接市场收益

在全球海运及内陆集运市场需求推动下,近年来集装箱的年出货量都在几百万TEU量级,货运集装箱寿命通常为10~15年,市场存量及增量规模非常可观。集装箱多式联运综合信息服务平台能够加速智能集装箱产业化发展,从而在终端销售、网络运营、服务运营方面带来巨大的市场收入。

(2) 潜在的行业经济效益

除上述终端销售、网络运营、服务运营产生的直接市场收益以外,集装箱多式联运综合信息服务平台能够助力运输行业的信息化升级,促进新的商业模式发展,从而为整个行业带来潜在效益提升,包括形成新的“物流+金融”融资模式、产生新的集装箱运输与销售模式,如集装箱的共享与分时租赁,刺激现有集装箱销量和集装箱运输的普及。

3.2 社会效益

集装箱多式联运综合信息服务平台的建设和应用带来的社会效益主要体现在以下几个方面。

(1) 提高运输集装箱化率,促进公转铁、公转水

通过对集装箱运输过程的全程跟踪,能够提升铁、公、水、航等不同运输方式间的衔接效率,提高货物运输集装箱化率,促进公转铁、公转水,支持交通运输行业结构性节能减排。

(2) 加强安全监管,提高应急能力

对集装箱或罐体运输的危化品分布、状态的全程实时监管与预警,能有效降低运输、仓储环节的事故风险。在重大事故或灾害发生时,能够为应急管理部门提供区域范围内在途或仓储的危化品集装箱实时信息,为政府疏散调度、应急响应提供决策支撑。

(3) 延长集装箱使用寿命、提高利用率、节能环保

利用平台提供的集装箱智能监控服务,相关企业能够有效管理全国乃至全球范围的集装箱,精细投放、合理运维,有效提升集装箱管理水平,延长使用周期、提高利用率,减少集装箱的损耗,避免资源浪费。

4 结束语

基于天基物联网的集装箱多式联运综合信息服务平台利用新一代卫星通信技术,助力集装箱多式联运信息化、智能化的升级发展,提升多式联运衔接效率,实现行业赋能。通过全球多式联运集装箱追踪业务开展与应用服务效能的评估,探索构建全球物流智能感知体系,

推动物流可视化、服务便捷化、资源共享化的“卫星物联网+物流”新模式的发展,实现交通物流领域新技术、新标准的应用与建立。

参考文献:

- [1] 蔡敬伟. 2019年全球集装箱船市场形势与后市展望[J]. 世界海运,2020,43(2):1-6.
CAI J W. Global container ship market in 2019 and forecast[J]. World Shipping, 2020,43(2):1-6.
- [2] 吴慧鑫. 中国集装箱运输和多式联运发展趋势[J]. 中国港口,2019(6):51-53.
WU H X. Development trend of container transport and multimodal transport in China[J]. China Ports, 2019(6):51-53.
- [3] 李牧原, 罗先立. 中国多式联运发展现状及趋势[J]. 中国远洋海运,2019(3):68-70+11.
LI M Y, LUO X L. Development trend of multimodal transport in China[J]. Maritime China, 2019(3):68-70+11.
- [4] 袁沐, 刘宝新, 刘焱. 美军开展集装箱多式联运的做法及启示[J]. 物流技术与应用,2019,24(4):148-150.
YUAN M, LIU B X, LIU Y. Enlightenment on the American military container multimodal transport[J]. Logistics & Material Handling, 2019,24(4):148-150.
- [5] 邓延洁, 倪鹏, 蒋鑫, 等. 内河水上危险货物集装箱运输监测系统研究[J]. 交通信息与安全,2011,29(5):99-105.
DENG Y J, NI P, JIANG X, et al. Container monitoring system for inland water transport of dangerous goods[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2011,29(5):99-105.
- [6] 聂健波, 吕洁印, 周受钦, 等. 基于低轨卫星和窄带物联网的智能冷链运输终端系统[J]. 计算机系统应用, 2019,28(4):119-124.
NIE J B, LV J Y, ZHOU S Q, et al. Intelligent cold chain transportation terminal system based on LEO satellite and narrow-band internet of things[J]. Computer Systems & Applications, 2019,28(4):119-124.
- [7] 任晓周, 谌建飞, 王永建, 等. 集装箱远程实时安全监测系统[J]. 电子设计工程, 2019,27(1):116-122.
REN X Z, CHEN J F, WANG Y J, et al. Remote real-time safety monitoring system of containers[J]. Electronic Design Engineering, 2019,27(1):116-122.
- [8] 管练武, 周璇, 高延滨, 等. 基于北斗卫星导航系统及无线通信的海运集装箱全球监控跟踪系统设计[J]. 水运管理, 2018,40(11):34-36+39.
GUAN L W, ZHOU X, GAO Y B, et al. Design of global

monitoring and tracking system for maritime container based on Beidou and wireless communication systems[J]. Shipping Management, 2018,40(11):34-36+39.

[9] QU Z, ZHANG G, XIE J. LEO satellite constellation for Internet of things[J]. IEEE Access, 2017:18391-18401.

[10] 王晓海. 天基物联网技术发展与应用研究[J]. 卫星与网络, 2017(8):64-69.

WANG X H. Research on the development and application of space-based internet of things[J]. Satellite & Network, 2017(8):64-69.

[11] 柳罡, 陆洲, 周彬, 等. 天基物联网发展设想[J]. 中国电子科学研究院学报, 2015,10(6):586-592.

LIU G, LU Z, ZHOU B, et al. Research on development of the space-based internet of things[J]. Journal of CAEIT, 2015,10(6):586-592.

[12] 吴巍. 天地一体化信息网络发展综述[J]. 天地一体化信息网络, 2020,1(1):1-16.

WU W. Survey on the development of space-integrated-ground information network[J]. Space-Integrated-Ground Information Networks, 2020,1(1):1-16.

[作者简介]



卢洋洋（1986-），男，博士，中交信捷科技有限公司副主任工程师，主要从事卫星导航、卫星通信在交通、能源行业中的应用研究工作。



薛广月（1982-），男，博士，中国交通通信信息中心运输信息化事业部副总工程师，高级工程师，主要从事卫星应用、北斗导航、信息融合、交通运输大数据等研究工作。



孙汉昌（1981-），男，博士，中国交通通信信息中心运输信息化事业部高级工程师，主要从事交通运输行业卫星应用研究工作。



谢清霞（1989-），女，硕士，中国交通通信信息中心运输信息化事业部副主任工程师，主要从事水运信息化、道路运输信息化等研究工作。