

浦东机场货运道路通行能力需求分析及智慧扩容策略研究

刘艺¹, 刘灿¹, 于棋峰², 游克思¹

[1. 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092; 2. 上海海事大学, 上海市 201306]

摘要: 随着全球化和经济一体化的推进, 航空货运作为全球供应链中的关键环节, 其战略地位日益凸显。空港货运道路的通行能力是影响航空货邮吞吐量的关键因素。以上海浦东国际机场(简称“浦东机场”)货运道路为研究对象, 通过调研分析机场货邮吞吐量的发展现状、周边货运道路集疏运设施和集疏运通道流量分布现状, 采用GM(1, 1)灰色预测模型, 对机场货邮吞吐量进行预测, 进而对货运道路交通量进行预测。结果显示, 浦东机场周边货运道路存在交通运行不畅、交通拥堵严重等问题。到2030年, 浦东机场预测货邮吞吐量比规划货邮吞吐量少121万t, 且规划货运量时的货运交通量比预测货运量时的货运交通量多465 pcu。按照机场总体规划, 机场当前货运设施和货运道路通行能力均存在较为明显的缺口。基于此, 提出近、中、远期智慧扩容策略, 以提升浦东机场货运道路的通行能力, 对于提升浦东机场货运道路的通行能力、实现智慧扩容、保障全球产业链供应链的稳定具有重要的实践意义。

关键词: 货运道路; 通行能力; 灰色预测; 智慧扩容; 浦东机场

中图分类号: TU997

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)09-0078-07

Analysis on Demand for Traffic Capacity of Cargo Roads at Pudong Airport and Research on Intelligent Expansion Strategies

LIU Yi¹, LIU Can¹, YU Qifeng², YOU Kesi¹

[1. Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China]

Abstract: As globalization and economic integration continue to advance, the air cargo has become an increasingly significant component of the global supply chain. The traffic capacity of airport cargo roads is a key factor that affects the air cargo throughput. Taking the cargo roads of Shanghai Pudong International Airport as the research object, the development status of the airport cargo throughput, and the current situation of the flow distribution of the surrounding cargo road collection and distribution facilities and the collection and distribution channels are investigated and studied. The GM (1, 1) gray prediction model is employed to predict the cargo and mail throughput of the airport, and then predict the traffic volume of cargo road. The results indicate that the cargo roads surrounding Pudong Airport face problems such as inefficient traffic operations and severe traffic congestion. By the year 2030, it is projected that the cargo and mail throughput of the airport will be 1.21 million tons less than the planned cargo and mail throughput, and the cargo traffic volume when planning the cargo volume is 465 pcu more than that when predicting the cargo volume. According to the overall planning of the airport, there are significant gaps in both the current cargo facilities and the traffic capacity of the cargo roads. Therefore, the intelligent expansion strategies are proposed for the short term, medium term and long term to enhance the traffic capacity of cargo roads of Pudong Airport, which has the important practical significance for improving the traffic capacity of cargo roads of Pudong Airport, achieving the intelligent expansion, and ensuring the stability of global industrial and supply chains.

Keywords: cargo roads; traffic capacity; gray prediction; intelligent expansion; Pudong Airport

收稿日期: 2025-01-02

基金项目: 上海市2022年度“科技创新行动计划”社会发展科技攻关项目(22dz1203403)

作者简介: 刘艺(1979—), 男, 博士, 高级工程师, 从事智慧交通、地下空间设计及咨询工作。

通信作者: 于棋峰(1984—), 男, 博士, 讲师, 从事智慧交通及港口集疏运研究工作。电子邮箱: qfyu@shmtu.edu.cn

0 引言

在全球化和经济一体化的背景下, 航空货运作为全球供应链中的关键环节, 其战略地位日益凸显^[1]。2021年, 上海市货物运输量达到13.2亿t, 其中, 航空货运量达到436.6万t, 浦东机场货邮到发

量达到398.3万t,占上海机场货邮吞吐量的91%,在全国排名第一、世界排名第三。浦东机场作为我国重要的国际航空货运枢纽,承担着巨大的国际货运任务,其货运道路的通行能力直接关系到区域乃至全球供应链的稳定和效率^[2]。然而,随着货运量的快速增长,加之交通管控措施和道路运输限制等因素,浦东机场地面集疏运不畅,影响了货运站的运行效率。因此,研究浦东机场货运道路的通行能力需求,预测货邮吞吐量并分析货运道路的运输需求,对于提升浦东机场货运道路的通行能力、实现智慧扩容具有重要的实践意义^[3]。

随着航空货运量的快速增长,关于航空货运的相关研究也逐渐增多。现有的相关研究主要体现在以下方面,如针对预测方法的研究^[4-5]、信息技术在航空港的应用研究^[6-7]、基础设施建设研究^[8]、航空货运的可持续性研究^[9]等。国内关于机场货运量的预测研究主要集中在预测方法的探讨和应用方面。例如,有研究综述分析了机场货运量的影响因素及现有预测方法的特点,包括计量经济法、客带货指标法、客货比法和案例类比法等^[10]。这些方法通过分析社会经济发展情况、旅客吞吐量与货邮吞吐量的关系,以及类似机场的发展规律来进行预测。在信息技术应用方面,国内航空港已开始充分利用条形码技术、数据库技术、电子定货系统、电子数据交换、企业资源计划等信息技术,不断完善航空物流信息系统,加快信息化发展,充分利用物联网技术提升我国航空货运的物流效率^[11-12]。相较而言,国外航空港早已充分利用先进的信息技术,不断提升航空货运的物流效率^[13]。在航空货运量预测模型方面,有研究提出基于SARIMA和RBF神经网络的机场货运量预测模型,该模型结合了季节性ARIMA模型预测机场货运量的线性部分和RBF神经网络模型预测的非线性部分,提高了预测精度^[14]。

机场货运智慧扩容的研究现状涵盖了多个层面,包括智慧机场体系框架构建、信息技术应用链的形成、数据中台建设、数字化技术应用等^[15]。在智慧机场体系框架方面,研究者们提出包括业务生产设施、业务生产设备、业务协调中心和交通运输工具在内的物理实体,以及生产运行保障用户、管理用户与社会用户等用户类型,划分了空中管理、飞行区管理、旅客服务、航空物流等九大功能域^[15]。信息技术应用链的研究强调传感技术、网络技术、大数据技术及人工智能在航空物流信息系统中的应用。这些技

术的应用对于提升机场货运道路的通行能力至关重要,有助于形成完整的物联网信息技术链条^[16]。数据中台是机场数字化转型的基础,也是数据赋能智慧机场建设、推动数据要素在机场中应用的手段^[16]。数字化技术的应用,推动了机场货运道路智慧扩容的实践。通过数字化转型,机场能够提升运行效率和服务质量,增强旅客的出行体验和货物的运输体验^[16]。

综上所述,国内外在机场货运量预测、信息化技术应用、智慧机场管理和建设,以及多式联运等方面,均有深入研究和实践,这些研究为浦东机场等机场的智慧扩容提供了理论基础和技术支持。机场货运道路智慧扩容的研究现状涵盖了从基础架构到先进技术应用的多个层面,旨在通过智慧化手段提升机场货运的效率和可靠性,以适应未来航空货运的增长和挑战。然而,现有研究较少基于机场货运量预测开展机场货运道路通行能力的需求分析;同时,主要是在机场运营管理及货物全链条跟踪管理方面进行智慧化、数字化扩容,针对机场货运道路的系统性智慧扩容策略研究相对较少。本文通过分析浦东机场货运量的发展现状,了解浦东机场货运道路设施的现状情况。基于浦东机场近20年的货邮吞吐量统计数据,预测其近10年的货运量变化情况,并在此基础上,分析浦东机场货运道路通行能力需求情况,进而提出近、中、远期浦东机场货运道路智慧扩容策略。本研究对于提升浦东机场货运道路的通行能力、实现智慧扩容、保障全球产业链供应链的稳定、提升城市核心竞争力和抗风险能力具有重要意义。

1 浦东机场货运道路集疏运现状及问题

1.1 货邮吞吐量发展现状

在经济全球化、区域经济一体化及产业结构升级的推动下,航空运输业迎来了前所未有的发展机遇。近年来,航空运输凭借其快速直达、高效率、安全性强及较低的包装要求等独特优势,促使航空货运量实现了迅猛增长。对浦东机场过去20年(2003—2023年)的货邮吞吐量进行统计分析,不难发现浦东机场航空货邮吞吐量的快速增长态势(见图1)。从2003年的119万t激增至2023年的344万t,年均增长率达到9.45%。特别是在2003—2010年这一时期,浦东机场的货邮吞吐量增长了近三倍,年均增长率高达24.49%。2010年,得益于上海世博会的举办,浦东机场的航空货运量实现了27%

的同比增长,这一显著增幅主要是由于世博会吸引了大量的客流和物流。然而,2019—2020年,货邮吞吐量出现了小幅下降。2021年之后,货运量开始显著回升,但在2022年又遭遇了明显下降,这主要是由于突发公共卫生事件对全球航空货运市场造成的持续冲击。随着突发公共卫生事件逐渐得到控制和全球经济的复苏,当前浦东机场的航空货运量增长已回归到正常水平。目前,浦东机场的货运量在全国排名第一、全球排名第三,仅次于美国孟菲斯机场(388.12万t)和中国香港机场(432.99万t),体现了浦东机场在全球航空货运领域的重要地位。

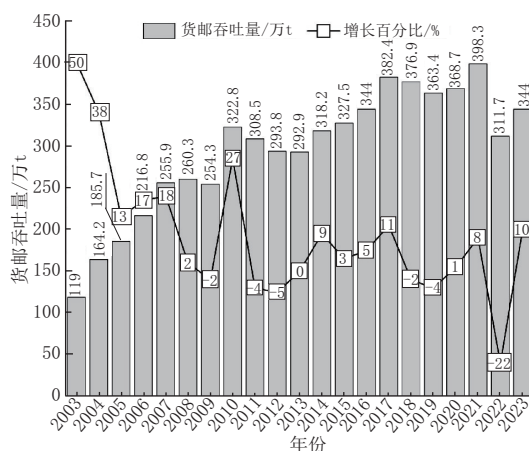


图1 浦东机场近20年货邮吞吐量变化情况

1.2 货运道路集疏运设施

目前,浦东机场的货运设施主要包括3大货运区(一期货运区、东货运区、西货运区)、一个保税区、两个海关监管仓库、各货运代理公司(简称“货代公司”)在机场红线内外设置的代理点仓库,以及连接各个货运区域的道路设施(见图2)。从功能上讲,一期货运区和东货运区以处理客带货业务为主,西货运区以处理全货机为主,同时在第四跑道东侧预留了货运发展用地。主要的货运道路有机场大道、河滨西路、纬十一路及经一路等。机场货运主要从北侧进出,主要进场道路包括机场大道、航城路、施新路、闻居路等。机场大道和航城路是货运区对外联系的东西向道路,其中机场大道为双向6车道,主要发挥上海绕城高速(G1503)与机场货运区的联系作用,是机场进出外围地区的快速通道。航城路为双向四车道,是机场内部各货运区之间,以及机场货运区与相邻集镇的交通连通通道,是地区性的主要道路之一。与机场区域紧邻的上海绕城高速、迎宾高速、申嘉湖高速和两港大道分别为城市道路系统中的快速路和高速公路,便于对外联系,可通过这些道

路与长三角其他省、市相连。

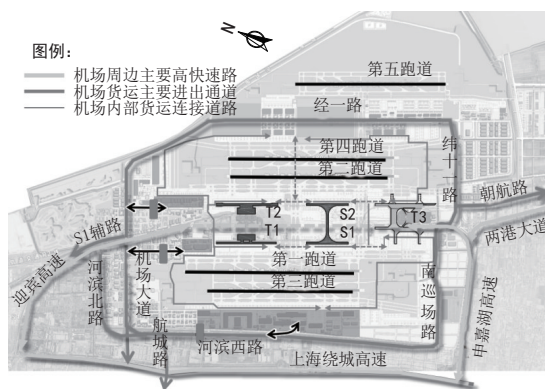


图2 机场主要货运道路分布

机场的主要对外出口有北、西、南三个方向。北进口通过迎宾大道接入北进场路,主要为客运服务。西进口包括机场大道和闻居路,机场大道与绕城高速相连,作为一期货运区对外的货运通道,主要解决一期货运区和东货运区的对外交通;闻居路立交接入机场内部的闻居路,为货运服务,也可作为西货运区的主要通道之一。南进口通过机场高速公路接入南进场路,主要为客运服务。西货运区的货运流主要通过西、南两个方向解决,北出口作为货运流的紧急补充出口。机场对外的三个方向出口均可以接入就近的高速路网,北侧为迎宾高速,西侧为上海绕城高速公路,南侧为申嘉湖高速公路。因此,浦东机场现有集散通道主要包括:华夏高架路(南段)—迎宾高速—北进场路、龙东高架路—上海绕城高速—北进场路,以及华夏高架路(东段)—迎宾高速—北进场路三条通道。

1.3 货运集疏运通道流量分布现状

通过分析进入浦东机场的货运车辆GPS流量数据,发现大多数货运车辆(约91%),选择通过外环高速或华夏高架路东段汇聚至迎宾高速公路,进而前往浦东机场。相较之下,经由龙东高架至绕城高速的集散通道仅承载了浦东机场货运车辆流量的5%。此外,绕城高速浦东机场以南的部分也分担了4%的货运流量。具体来看,外环高速南段承载了通往浦东机场的货车流量中的66%,而东段则承担了59%的流量(见图3)。在这些车辆中,有一部分是由外环南段出发,经过东段,先到达外高桥保税区后再继续前往浦东机场。

1.4 货运道路集疏运现状问题

现有货运集散通道虽主要有三条,但由于S32、G1503为收费高速公路,机场对外货运交通集中于S20,造成S20货运压力较大。目前,S20道路的交通

流量较大,时常发生拥堵状况,不能满足机场货运高效集散的要求。此外,机场货运区形成“四区两仓”,一期货运、东货运区、西货运与海关监管仓库之间都会产生多次货运交通。然而在货运区进行海关监管时,又要求货运车辆载货进、空车出,因此,货代公司如需要将货物运往不同的货运区,就需要调配至少两辆货车,空载率较高。



图3 浦东机场集疏运通道流量分布情况

不同的货车往返于各货运区与各货代公司物流中心之间,增加了机场工作区内的路面交通流量,占用了道路资源,引发各货运区路段与海关监管仓库出入口的交通拥堵问题。且“四区两仓”的出入口都直接设置在道路上,根据货运组织流程,货车进入海关监管仓库和货运区时,需要办理各项手续且流程较为烦琐,势必造成车辆排队,并影响货运设施周边的道路通行。进出货运设施车辆、排队车辆与道路正常通行车辆之间易造成冲突,引起道路拥堵。此外,机场内部多数道路设计为人非共板,无非机动车道,有机非混行违章现象,存在交通隐患。远期机场与保税区货单手续联系量大,大量助动车和电动车在机动车道上穿行,极易引发交通事故。

2 浦东机场货运需求预测

2.1 货运量预测

灰色预测理论是一种处理不确定性信息的系统预测方法,它通过少量的、不完全的信息建立数学模型进行预测。这种方法适用于数据量少、信息不完全的情况,因此,在社会、经济、科技等领域得到广泛应用。GM(1,1)模型是灰色预测中常用的模型之一,是一个一阶线性微分方程模型。使用该模型进行预测时,首先需要进行数据检验与处理。具体来讲,就是对原始数据列进行级比检验,确保数据适合建立GM(1,1)模型。如果级比值落在可容覆盖区间内,则可以进行建模;如果不在,则需要对数据进行适当的变换处理。其次,需要对原始数据进行累加生成,形成新的数据序列,进而建立微分方程模型,

并通过最小二乘法等统计方法进行模型参数估计。最后是模型精度检验。灰色模型的精度检验通常包括相对误差大小检验法、关联度检验法和后验差检验法。后验差检验法是一种常用的方法,通过计算模型预测值与实际值之间的差异,评估模型的预测精度。

2.1.1 灰色预测级比检验

本文基于浦东机场2003—2023年的货邮吞吐量历史数据,采用GM(1,1)灰色预测模型对其货邮吞吐量进行预测。表1显示了灰色预测的级比检验结果。

表1 浦东机场年货邮吞吐量GM(1,1)灰色预测模型的级比检验结果

年份	原始值	级比值λ	原始值平移转换shift值 (shift=796)	转换后的级比值λ
2003	119	—	915	—
2004	164	0.726	960	0.953
2005	186	0.882	982	0.978
2006	217	0.857	1 013	0.969
2007	256	0.848	1 052	0.963
2008	260	0.985	1 056	0.996
2009	254	1.024	1 050	1.006
2010	323	0.786	1 119	0.938
2011	309	1.045	1 105	1.013
2012	294	1.051	1 090	1.014
2013	293	1.003	1 089	1.001
2014	318	0.921	1 114	0.978
2015	328	0.97	1 124	0.991
2016	344	0.953	1 140	0.986
2017	382	0.901	1 178	0.968
2018	377	1.013	1 173	1.004
2019	363	1.039	1 159	1.012
2020	369	0.984	1 165	0.995
2021	398	0.927	1 194	0.976
2022	312	1.276	1 108	1.078
2023	344	0.907	1 140	0.972

级比值λ是相邻两年原始值的比率,即前一年货邮吞吐量与当年货邮吞吐量的比值,能够反映浦东机场货邮吞吐量的年度增长趋势。2023年的级比值为0.907,意味着2022年的货邮吞吐量是2023年的90.7%,2023年的货邮吞吐量有显著增长。从级比值λ来看,货邮吞吐量在大多数年份呈现增长趋势,但也有几年出现下降或波动,特别是2022年的原始级比值λ为1.276,远高于其他年份,表明原始数据没有通过级比值检验。因此,需进行平移转换,平移转换通常用于稳定数据序列,使其更适合GM(1,1)模型。转换后的级比值λ是相邻两年平移

转换值的比率。如果比原始级比值更接近1,表明转换后的数据序列更稳定,更符合指数增长的假设。从表1中可以看出,转换后的级比值 λ 在大多数年份接近1,表明平移转换有助于稳定数据,使其更适合GM(1,1)模型。上述原始级比值在进行平移转换后,最小值为0.938,最大值为1.078,转换后的级比值均在可容覆盖区间[0.913,1.095]内,意味着本数据适合进行GM(1,1)模型构建。

2.1.2 预测模型精度检验

采用后验差检验法对构建的模型进行检验,结果如表2所列。其中,发展系数 a 反映了数据的变化趋势,灰色作用量 b 则反映了数据的增长幅度。在本模型中, a 值接近于0,表明数据的增长趋势较为平缓;而 b 值较大,说明模型预测的未来值会有较大增长。后验差比 C 值越小,表示模型的拟合效果越好。本模型中, C 值为0.184 9,小于0.35,说明模型的拟合精度较好。小误差概率 p 值反映了模型预测的可靠性, p 值越大,表示模型预测的可靠性越高。在本模型中, p 值为0.81,说明模型的预测结果具有较高的可信度。

表2 模型的后验差检验结果			
发展系数 a	灰色作用量 b	后验差比 C 值	小误差概率 p 值
-0.008 5	1 001.795 8	0.184 9	0.81

采用上述构建的GM(1,1)灰色预测模型,对2024年浦东机场的货邮吞吐量进行预测,结果如表3所列。通过分析预测结果发现,尽管模型预测存在一些波动,但在多数年份的预测结果是可接受的。具体来说,模型在2007年、2008年、2014年和2020年的预测结果相对准确,残差较小,相对误差和级比偏差也处于较低水平。然而,模型在2004年、2005年、2010年、2017年和2022年的预测结果偏差较大,这些年份的相对误差超过10%,表明模型在这些年份未能准确捕捉到实际的货邮吞吐量变化。特别是在2022年,相对误差和级比偏差都显著偏高。这可能是由于当年发生了影响货邮吞吐量的突发公共卫生事件,这些因素在模型中未能得到充分体现。总体而言,GM(1,1)模型在预测浦东机场货邮吞吐量时,虽然在某些年份表现不佳,但在大多数年份能够提供有用的预测结果(见表3)。

为进一步验证模型的精度,本文利用浦东机场2024年1月至9月的实际货邮吞吐量数据,对模型预测结果进行验证,将2024年浦东机场货邮吞吐量的月平均值与基于预测结果计算的月平均值进行对

表3 模型预测结果					单位:万t
年份	原始值	预测值	残差	相对误差	级比偏差
2003	189.9	119	0	0.000%	—
2004	164.2	217.892	-53.892	32.861%	0.268
2005	185.7	226.558	-40.558	21.805%	0.111
2006	216.8	235.298	-18.298	8.432%	0.136
2007	255.9	244.113	11.887	4.643%	0.145
2008	260.3	253.004	6.996	2.691%	0.007
2009	254.3	261.97	-7.970	3.138%	-0.032
2010	322.8	271.013	51.987	16.095%	0.207
2011	308.5	280.133	28.867	9.342%	-0.054
2012	293.8	289.331	4.669	1.588%	-0.06
2013	292.9	298.608	-5.608	1.914%	-0.012
2014	318.2	307.964	10.036	3.156%	0.071
2015	327.5	317.4	10.600	3.232%	0.022
2016	344.0	326.917	17.083	4.966%	0.038
2017	382.4	336.515	45.485	11.907%	0.092
2018	376.9	346.195	30.805	8.171%	-0.022
2019	363.4	355.958	7.042	1.940%	-0.047
2020	368.7	365.804	3.196	0.866%	0.008
2021	398.3	375.735	22.265	5.594%	0.065
2022	311.7	385.75	-73.75	23.638%	-0.287
2023	344.01	395.851	-51.851	15.073%	0.085

比。经预测,2024年上海浦东机场的货邮吞吐量为406.04万t,其月平均货邮吞吐量为33.84万t。而经计算,浦东机场2024年1月至9月的平均货邮吞吐量为30.68万t,两者的相对误差为10.28%。相对误差稍微超过10%,说明模型总体上能够较为准确地反映实际情况。

2.1.3 模型预测结果

利用所构建的GM(1,1)模型对浦东机场2035年的货邮吞吐量进行预测,结果如图4所示。预测结果显示,至2030年浦东机场的货邮吞吐量为469万t。而根据《上海浦东国际机场总体规划局部调整》(2019),2030年浦东机场货邮吞吐量规划为590万t,按目前的预测结果看,近期2030年浦东机场的货邮吞吐量难以达到规划的货邮吞吐量,存在121万t的差距(见图4)。预测模型采用了实际的历史数据,而这些历史数据隐含了当前浦东机场货运基础设施不足、全球经济波动、区域竞争加剧和技术创新缓慢等因素的影响。货运基础设施处理能力不足限制了货物的流通量,全球经济不确定性抑制了货物的流通增长,区域港口竞争可能分散货运量,而技术创新不足则限制了机场货运的长期竞争力。因此,按照当前的发展情况,且不做进一步改进和扩容,到2030年,浦东机场预测货邮吞吐量比规划货邮吞吐量少

了121万t。需要通过一定的扩容方案来提升浦东国际机场的货运承载力,从而满足其规划需求。

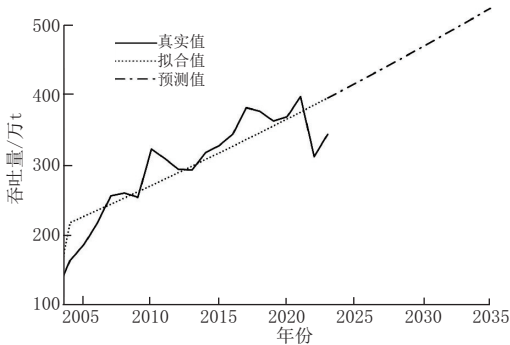


图4 浦东机场货邮吞吐量模型拟合和预测结果

2.2 货运交通量预测

参考文献资料^[17],根据公式(1)建立货运量和交通量之间的关系模型,得出货运交通量。

Y = (Q_d · j · ξ · C · D) / (B · (1 - α) · β) (1)

式中:Y为高峰小时机场货运交通量,pcu;Q_d为机场年平均日进出口货运运输量,t;j为高峰日货运量系数,是高峰日货运量与日平均货运量的比值;推荐高峰日货运量系数为1.1~1.2,这里取1.15;ξ为高峰小时货运系数,是高峰小时货运量与日平均货运量的比值。根据第一、第二海关监管仓库的记录数据,并参考相关文献资料,认为合理的高峰小时货运量系数为0.10~0.13,这里取0.12。C为车型分布比例,C为矩阵,记录各车型的货运量与货运总量的比值。经调查,在浦东机场的货运集疏运道路中,轻型货车、中型货车、重型货车分担的货运载重量分别为:21.9%、73.6%、4.5%;D为车型折算系数,D为矩阵,记录各车型的车型折算系数。根据中华人民共和国交通运输部制定的《公路交通情况调查统计报表制度》规定的车辆折算系数,取小货车、中货车、大货车的折算系数分别为1.0、1.5和2.0。B为货车额定吨位,B为矩阵,记录各车型的额定吨位,t。根据调查所得的货车车型进行统计,较为合理的额定吨位为轻型货车1.6t、中型货车9.65t、重型货车13.91t。α为货车空载率,取值0.3;β为货车满载率,根据调查数据测算结果,现阶段车辆满载率为0.8左右。

根据以上换算公式,以及2030年规划货运量计算,浦东国际机场货运区高峰小时产生的货运道路交通量为2268pcu;按照2030年预测货运量计算,浦东国际机场货运区高峰小时货运道路交通量为1801pcu,规划货运量时的货运交通量比预测货运量时的货运交通量多465pcu。因此,从浦东机场货运区高峰小

时货运道路交通量来看,如果不新建货运道路,当前的货运道路高峰小时内还需要额外多承担465pcu的交通量。经调查,机场主要货运道路,如速航路、机场大道、河滨西路、航城路/基地三路、海天一路、东远航路、G5103绕城高速出入口路段的道路通行能力分别为1473、2057、1496、1478、2067、813和2066pcu。因此,单从规划货运交通量的角度看,到2030年,浦东机场现有主要的货运道路已经无法满足货运交通运输的需求,再考虑客运交通量,这些道路必须进行扩容,以满足快速增长的客货运交通量需求。同时,通过预测的货运交通量可以发现,除机场大道和绕城高速出入口段的货运交通量还能满足预测的货运交通运输需求外,其余道路均无法满足货运交通运输需求。因此,需要对现有道路进行扩容,以提升快速增长的客货运交通运输需求。

3 浦东机场货运道路智慧扩容思考

按照浦东机场货运量发展预测及规划需求,现有货运集疏运道路无法满足快速增长的客货运需求,特别是货运量的增长需求。因此,浦东机场货运道路亟须扩容。同时,考虑到“双碳”目标和国内国际“双循环”新发展格局对集装箱运输提出的新挑战,传统扩容方式已难以满足需求。面对这一形势,浦东机场集疏运道路亟须整合新技术,通过融合创新,实现智慧扩容。当前,在全球化进程深入推进与大数据、人工智能、物联网等技术蓬勃发展的背景下,航空港集疏运系统面临着转型升级的新挑战和新机遇。数智赋能、自动驾驶、地下物流等是航空港货运物流转型升级的重要新质生产力,对于降低物流成本、提高经济运行效率具有重要意义。为此,本文结合国内外相关研究与实践,思考了浦东机场货运道路的智慧扩容策略。

近期以数智化提升策略为主,聚焦既有集疏运道路,提升其主动安全管控效能,打造“点一线一面”三维立体主动管控体系,包括关键位置“疏点”、路段级“畅线”和区域级“平网”。通过智慧站点应用场景和干线主动管控应用场景,实现规模化推广应用,探索路段级智慧扩容策略,实现保安全、疏拥堵、强效能的目标。其中,数智化提升应用场景具体应包括交通状态全息感知、伴随式信息服务、车道级诱导管控、突发事件智能诱导、主动安全管控等。

中期以技术与模式的融合创新提升策略为主,技术上采用自动驾驶集卡技术,模式上采用“货运枢

纽+专用车道”的“点—线”集疏运模式,形成车路协同自动驾驶赋能的“港区—专用车道—货运枢纽”的“点—线—点”一体化集疏运模式,提升集疏运道路的自动化、智能化、集约化水平,实现公路集疏运承载力的大幅提升。同时,采用分时段、全时段、独享制、共享制等不同运营管理模式、不同交通流组织模式等,充分发挥新型集疏运模式的货运运输效率,从而提升浦东机场货运道路的运输效能。

远期以“数智扩容+物理扩容”的融合创新提升策略为主,具体建设和发展融合自动驾驶技术与地下物流系统技术的地上、地下复合式立体货运廊道的集疏运模式,提升集疏运道路体系的全天候、全要素、全场景应用水平,实现集疏运道路的全面提升。

此外,可以开展空铁联运模式,采用货运专用高铁,开行货运专列的模式。通过编制货运列车运营组织方案,独立于客运外,单独组织车辆开行。空铁联运货物主要类型以高附加值、国际转运货物为主,包括商务文件、衣服鞋帽、电子产品,以及生鲜产品、精密机械等,且重量集中在1.5~5.0 kg范围内,体积普遍较小。

4 结 语

本文通过对浦东机场货邮吞吐量的历史数据进行深入统计分析,全面审视了机场货运量的发展现状。同时,通过实地调研,分析了机场周边货运道路的运行状况,并运用GM(1,1)灰色预测模型,对机场至2035年的货邮吞吐量变化趋势进行科学预测。基于预测结果,本文进一步估算了机场货运道路的交通流量,并提出有针对性的智慧扩容策略。研究揭示出浦东国际机场现有货运集疏运道路无法满足日益增长的客货运需求,特别是货运量的激增,导致机场周边货运道路面临严重的交通拥堵问题。此外,现有的机场设施和货运道路通行能力也难以匹配浦东机场2030年的总体规划需求,迫切需要进行智慧化扩容。本文提出的策略涵盖了近期的数智化提升、中期的技术与模式融合创新,以及远期的数智扩容与物理扩容的融合创新,旨在通过智慧化手段,提高机场货运的效率和可靠性。

本研究存在一些局限性。一是预测模型主要依

赖于历史数据,可能未能充分预见未来可能发生的突发事件,如突发公共卫生事件、经济波动等,这些因素可能对货运量产生显著影响;二是智慧扩容策略的实施需要跨部门合作和大量的资金投入,本文未能深入探讨具体的实施机制和资金来源筹措。未来的研究可以从以下两个方向进行拓展:一是纳入更多的影响因素,如全球经济形势、政策变化等,从而对货运量预测模型进行优化;二是研究智慧扩容策略的实施机制,包括政策支持、资金筹措和跨部门合作等。

参考文献:

- [1] 徐岚,张晴.航空货运经济的发展路径及策略探讨[J].民航学报,2020,4(5):5-9.
- [2] 莫辉辉,胡华清,王姣娥.中国货运航空企业发展过程及航线网络演化格局[J].地理研究,2017,36(8):1503-1514.
- [3] 李红启,简晓荣,刘寅莹,等.中国民航货运量预测规则集及其应用[J].中国民航大学学报,2017,35(3):54-58.
- [4] 文军.基于灰色马尔可夫链模型的航空货运量预测研究[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2010,34(4):695-698.
- [5] 周叶,肖灵机.基于ARIMA模型的我国航空货运量预测分析[J].南昌航空大学学报(社会科学版),2010,12(3):22-27.
- [6] 陈根土,钟娟娟.数字化技术在智慧机场中的应用[J].长江信息通信,2022,35(1):140-143.
- [7] 任杰,卓海晖,张玄弋.数字化信息技术在智慧机场中的应用[J].机电信息,2020(36):80-81.
- [8] 成玮,梁星羽,曲文博,等.我国临空经济区航空货运设施专业化发展及提升路径:以鄂州花湖机场为例[J].可持续发展,2022,12(3):547-553.
- [9] 徐昊,潘斐,张德阳,等.双循环视域下航空货运枢纽机场的建设规划[J].中国航务周刊,2024(41):49-51.
- [10] 李诺.民用机场货运吞吐量影响因素及预测方法综述[J].城市建设理论研究(电子版),2015,5(26):1428-1429.
- [11] 程东浩,黄燕,周丹.新业态视角下我国航空货运发展对策研究[J].民航管理,2024(2):30-34.
- [12] 尹纯建.我国机场货运设施现状评价及相关建议[J].空运商务,2022(3):26-29.
- [13] 曹映.我国航空货运信息化发展现状与策略[J].中国航务周刊,2021(50):56-57.
- [14] 邢志伟,李学哲,罗谦,等.基于SARIMA和RBF神经网络的机场货运量预测[J].中国民航大学学报,2016,34(5):51-55.
- [15] 张锐,黄卫,郭建华,等.智慧机场体系框架研究与设计[J].中国公路学报,2024,37(3):382-394.
- [16] 曾德麟,蔡家玮,欧阳桃花.数字化转型研究:整合框架与未来展望[J].外国经济与管理,2021,43(5):63-76.
- [17] 张怀容.考虑出行链的城市货运量与交通量的转换模型研究[J].交通运输工程与信息学报,2012,10(4):110-115.