

基于供需适应性分析的综合交通基础设施发展研究

李茜^{1*}, 卢春房², 陆化普³, 张永波³, 桂嘉伟¹

(1. 国家发展和改革委员会综合运输研究所, 北京 100038; 2. 中国工程院, 北京 100088
3. 清华大学交通研究所, 北京 100084)

摘要: 综合交通基础设施是综合交通运输体系的组成部分, 是经济社会发展的先行资本, 是交通强国建设的硬件基础。本文立足交通强国战略背景, 梳理了我国综合交通运输发展的现状、问题, 运用利用率指标, 系统量化分析了铁路、公路、水运、民航的供需适应性, 提出了综合交通基础设施发展的目标方向、建设重点和对策建议。研究认为, 我国综合交通基础设施已基本适应经济社会发展, 但是距离《国家综合立体交通网规划纲要》提出的“交通运输全面适应人民日益增长的美好生活需要”还存在差距; 在不同运输方式中, 适应性不足的有民航、城际铁路、普通国道。结合综合交通基础设施的适应性分析, 明晰了综合交通基础设施的发展思路、建设重点, 提出了优化综合交通基础设施需求评估机制、项目立项决策机制、强化一体规划建设统筹机制等对策建议, 为综合交通基础设施高质量发展提供参考。

关键词: 综合交通基础设施; 适应性分析; 铁路; 公路; 水运; 民航

中图分类号: U116.1; F512.3 **文献标识码:** A

Development of Integrated Transport Infrastructure Based on Supply-Demand Adaptability Analysis

Li Qian^{1*}, Lu Chunfang², Lu Huapu³, Zhang Yongbo³, Gui Jiawei¹

(1. Institute of Comprehensive Transportation, National Development and Reform Commission, Beijing 100038, China;
2. Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China; 3. Institute of Transportation Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The comprehensive transport infrastructure is an important component of the comprehensive transport system and is vital for economic and social development. This study reviews the current situation and problems of comprehensive transport development in China, quantifies the supply-demand adaptability of railways, highways, water transport, and civil aviation by using the utilization index, and proposes the development direction, construction focus, and policy suggestions for the transport infrastructure. The research indicates that China's transport infrastructure can basically adapt to economic and social development, but still cannot “fully adapt to people's growing needs for a better life”, a target proposed in the *Planning Outline for a Comprehensive National Transport Network*. Among the different modes of transport, civil aviation, intercity railways, and common national highways are the ones with insufficient adaptability. Combined with the adaptability analysis of the infrastructure, this study clarifies the ideas and focuses of transport infrastructure construction and proposes to optimize the demand assessment, project decision, and integrated planning and construction mechanisms of the

收稿日期: 2024-09-30; **修回日期:** 2024-12-01

通讯作者: *李茜, 国家发展和改革委员会综合运输研究所研究员, 研究方向为综合交通运输发展战略、规划、政策;

E-mail: 1765214270@qq.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“综合交通运输体系效率提升战略”(2022-PP-06)

本刊网址: sscae.engineering.org.cn

comprehensive transport infrastructure.

Keywords: integrated transport infrastructure; adaptability; railways; highways; water transport; civil aviation

一、前言

综合交通运输体系是现代经济社会发展的基石,由基础设施及装备、运输组织和服务、运输治理三个子系统紧密构成。其中,基础设施作为经济社会发展的先行资本,是供给侧交通强国建设的硬件基础。改革开放以来,我国秉持交通基础设施适度超前发展理念,以“中国速度”建成了综合能力世界领先的交通基础设施网,实现了交通运输速度、效率和可达性的历史性跨越,支撑了全球第二大人口国家、第二大经济体的客货流活动,在建设交通强国的道路上更进一步,成为我国实现现代化进程中的“开路先锋”。

《交通强国建设纲要》提出,到2035年基本建成交通强国^[1]。《国家综合立体交通网规划纲要》提出,到2035年基本建成便捷顺畅、经济高效、绿色集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量国家综合立体交通网,实现国际国内互联互通、全国主要城市立体畅达、县级节点有效覆盖,有力支撑“全国123出行交通圈”和“全球123快货物流圈”;交通基础设施质量、智能化与绿色化水平居世界前列;交通运输有力保障国家安全,支撑我国基本实现社会主义现代化等战略任务^[2]。

我国交通基础设施发展取得巨大成就,建成的综合立体交通网络已基本适应经济社会发展,但是距离《国家综合立体交通网规划纲要》^[2]提出的交通运输全面适应人民日益增长的美好生活需要还存在差距,交通基础设施供给对于运输需求在不同时空、区域和质量方面还有诸多不适应之处,综合交通基础设施投资质量与效率也有待进一步提升。

立足我国交通强国战略背景,本文梳理综合交通发展现状、问题,对综合交通基础设施供给对于运输需求的适应性进行量化分析,在此基础上结合未来交通运输需求发展趋势,进一步明晰交通基础设施发展方向和建设重点,并提出相关对策建议,为相关决策提供参考。

二、综合交通运输发展现状及存在的问题

(一) 我国综合交通运输发展现状

1. 已形成领先世界的交通基础设施和运输服务网络

我国交通基础设施条件不断改善,截至2023年年底,全国综合交通运输网络总里程超 6×10^6 km(包括城市道路、城市轨道交通,不含民航和沿海运输),基本形成以“十纵十横”综合运输大通道为骨干的“通道+枢纽+网络”的交通基础设施体系。根据国家统计局年度数据、城乡建设统计年鉴等统计资料^[3-6],我国运输线路总里程规模、高速铁路和高速公路里程、沿海港口总吞吐能力、内河通航里程、城市轨道运营里程以及港口万吨级泊位数量等均位居世界第一。

2. 客货运输规模质量居于世界前列

我国综合交通运输服务规模、质量、效率稳步提升,多项客货运输规模全球领先。国家统计局年度数据显示^[3],2023年铁路、公路、水运、航运四种运输方式全年完成客运量93亿人次,完成旅客周转量28 610亿人km;完成营业性货运量 5.47×10^{10} t,完成货物周转量 $2.477 45 \times 10^{13}$ t km。其中,我国铁路客运周转量,公路完成旅客运输周转量、客运量、货运量、货物运输周转量,港口货物吞吐量和集装箱吞吐量等均位居世界第一;铁路客运量、铁路货运周转量、民航客运量、民航运输周转量等位居世界第二^[3-5]。

从不同客运方式看,除铁路客运量、旅客周转量总体保持增长态势外,其他运输方式的客运需求尚未恢复到2019年的水平,特别是公路营运性客运需求呈现大幅下降态势。与此相对,小汽车客运量快速增长。交通运输部发布的《2023年交通运输行业发展统计公报》^[6]显示,2023年跨区域人员流动量为612.88亿人次,比2022年增长30.7%。扣除营业性客运量,推算出非营业性小客车出行量为455.45亿人次,增长27%。货运除航空货运量外,各种运输方式的货运量和货物周转量持续增长。2019—2023年货运量和货物周转量年均增速分别为4.3%和5.6%。除航空外,其他运输方

式的货运量和货物周转量仍保持中速、中高速增长。

3. 交通设施和装备技术水平世界领先

我国铁路公路等基础设施建设水平迈入世界先进行列，基础设施数字化程度亦不断提升。交通基础设施网、运输服务网、信息网、能源网“四网融合”获得初步发展。智慧公路、智能铁路、智慧航道、智慧港口、智慧民航、智慧枢纽、智慧邮政建设稳步推进。以高速列车、大功率机车、自动驾驶车辆、电动车、C919大型客机、无人机为代表的一批具有自主知识产权的高性能交通装备技术达到世界先进水平。行业数据中心和网络安全体系基本建立，科技创新支撑能力显著提升，前瞻性技术应用水平居世界前列，交通系统效能整体提升。

4. 交通发展模式更加绿色集约

交通基础设施的规划、设计、建设、运营、管理、养护各环节贯彻生态优先与绿色发展的理念，实施“避让-保护-修复”的绿色发展模式，集约节约利用线位、桥位、岸线、空域等交通资源。积极推进交通基础设施全生命周期管理，“重建设、轻管养”逐步向“建设与管养并重”转变。建设一批铁路及公路的路侧光伏项目、“分布式光伏+储能+微电网”的综合交通枢纽场站项目，探索交通基础设施网与能源网的融合发展，交通运输装备绿色水平世界领先。

5. 交通治理能力现代化发展取得显著成效

综合交通运输的治理能力更加完备。各种运输方式一体融合发展、交通基础设施投融资和管理运营养护等领域法律法规和标准规范更加完善，综合交通运输一体化融合发展程度不断提高，市场化改革持续深化，多元化投融资体制更加健全。交通基础设施投融资改革深入推进，逐步从完全依赖政府财政资金的单一化投融资模式向“中央投资、地方筹资、社会融资、利用外资”的多元化投融资模式转变。

（二）我国综合交通运输发展存在的问题

1. 综合交通基础设施布局 and 结构有待优化

我国综合交通基础设施布局与结构仍需优化。在布局方面，尽管综合交通骨架已初步构建，但主要干线运能紧张、质量不高的问题依旧突出，东部沿海及中部经济发达地区的综合运输大通道能力亟待增强，城乡、区域交通一体化进程也需加速。结构性矛盾显著，陆路交通干线与支线、高速与普速

发展不协调，港口、机场功能定位模糊，存在同质化竞争。综合交通枢纽的物理空间衔接不畅，客运换乘距离长、不紧密，服务水平有待提高，特别是高铁、城际、市郊和城市交通枢纽融合不足。货运枢纽铁路专用线“最后一千米”衔接问题突出，通道资源集约节约利用能力不足。交通基础设施网、运输服务网、信息网、能源网“四网融合”处于起步阶段，仍有待更深入的融合。

2. 运输组织服务一体化水平有待提升

在客运方面，不同线路间需多次购票、重复安检，导致服务体验不佳。在货运方面，各种运输方式在技术、装备标准、运输及保险规则与法规体系等方面缺乏有效的衔接机制，多式联运、联程联运发展滞后。各运输物流环节信息共享不足，难以实现“一票制、一单制、一箱制”以及物流全程可视化服务，影响了运输效率与客户满意度。此外，运输服务管理也存在不足，如服务信息透明度不高等。

3. 管理体制机制有待完善

部分行业市场开放度有限，公平准入机制尚不完善。这一问题不仅限制了市场资源的优化配置，还容易滋生区域垄断现象。区域垄断现象的存在，进一步加剧了市场的不公平性，导致资源配置的扭曲和消费者利益受损。受各种运输方式间的体制机制影响，各种运输方式服务规则衔接互认难。这一问题的根源在于不同运输方式之间的管理体制和运营规则缺乏统一性与协调性。由于各种运输方式在服务标准、操作流程、信息共享等方面存在差异，导致货物和旅客在跨方式运输时面临诸多不便。同时，“信息孤岛”现象和“数字鸿沟”问题也依然存在，不同运输方式之间的信息共享程度低，导致运输效率低下和成本上升。

三、综合交通运输供需适应性分析

（一）铁路供需适应性分析

铁路供需适应性可采用铁路通过能力利用率和列车能力利用率两个指标来体现。铁路通过能力利用率指线路能力最小区段的实际通过列车对数与通过能力之比。高速铁路在评估能力利用率时还需要考虑维修天窗时间、参考行车方案等。随着我国铁路网的大规模建设，以及电气化、提

高牵引质量和缩短追踪时间间隔等技术的不断提升,铁路通过能力已由全面紧张转化为部分重点通道、局部区域、个别时段的能力紧张。铁路列车能力利用率反映的是铁路列车的满载率。基于数据的可得性,本研究以2019年铁路通过能力利用率进行适应性分析。

1. 普速铁路供需适应性分析

根据《铁路基础设施适应性评价》^[7],2019年普速铁路能力紧张区段占全国普速铁路网的14%,主要集中在繁忙干线通道、煤运通道和进出关通道、进出藏通道、进出西南地区部分通道上。京沪线、京广线、陇海线、京哈线等4条繁忙干线基本全线能力紧张,通过能力紧张区段(通过能力利用率大于80%的区段)里程分别占全线的79.3%、95.8%、71.3%和60.1%^[7]。普速铁路供需适应性存在两极分化,能力紧张区段约为14%,大部分区段供给能力充裕。

2. 高速铁路供需适应性分析

高速铁路通过能力利用率总体不高。2019年,我国高速铁路能力紧张(利用率达到80%以上)区段里程仅占全国高速铁路网的3%,主要集中在京沪高铁徐州至蚌埠段、京广高铁长沙以南段、沪昆高速铁路沪杭段;能力利用率70%以上的区段里程占比仅为9%左右,74%的高速铁路区段能力利用率不到50%^[7]。综上所述,高速铁路较普速铁路能力更加充裕,供需适应性较好,能力紧张区段仅占3%。

3. 城际铁路供需适应性分析

《铁路基础设施适应性评价》^[7]显示,截至2020年年底,我国城际铁路运营里程为3800 km左右,京津冀、长三角、粤港澳、成渝四大城市群部分铁路线路利用率较高,对需求的适应性有待提升。相较于普速铁路和高速铁路,城际铁路发展相对不足,四大城市群城际铁路对需求的适应性存在提升空间。

(二) 公路供需适应性分析

公路利用率以饱和度表示,是实际折算交通量与通行能力(适应交通量)的比值。总体看,我国公路基本适应经济社会发展,但依然存在利用率整体不高等问题。

1. 分等级公路供需适应性分析

《2019中国交通运输统计年鉴》^[8]数据显示,

2018年高速公路、普通国道、省道的饱和度分别为0.44、0.6和0.53;根据中国公路学会数据,2022年高速公路、普通国道、省道的饱和度分别为0.36、0.46和0.39。从不同等级公路看,普通国道的饱和度高于高速公路的饱和度。

2. 分地区公路供需适应性分析

根据各省(自治区、直辖市)2018年交通饱和度数据与其公路里程数据^[8]加权平均测算出我国不同区域公路交通饱和度情况(见图1)。东部沿海地区的公路饱和度较高。高速公路在东部、中部、西部、东北地区的交通饱和度分别为0.6、0.39、0.37和0.24;普通国道在东部、中部、西部、东北地区的饱和度分别为0.83、0.7、0.42和0.43;省道的饱和度基本在高速公路和普通国道之间。由图1可见,东部沿海地区的公路饱和度高于中部、西部及东北地区。

3. “六主轴”高速公路供需适应性分析

根据《高速公路基础设施适应性评价》^[9]研究成果,《国家综合立体交通网规划纲要》中的六主轴高速公路饱和度为0.614(按里程加权平均);其中,饱和度超过1(实际交通量已经达到和超过适应交通量)的路段为2799 km,饱和度在0.64~1的路段为5791 km,饱和度在0.63及以下的路段为13 120 km,占比分别为13%、27%、60%。饱和度较高的线路主要分布在长三角、珠三角、京津冀、成渝城市群。由此可见,“6主轴”高速公路饱和度在几大城市群较高,适应性有待提升。

(三) 水运供需适应性分析

1. 港口供需适应性分析

港口或码头基础设施的适应度是指港口或码头的能力除以港口或码头吞吐量的比值,该值在

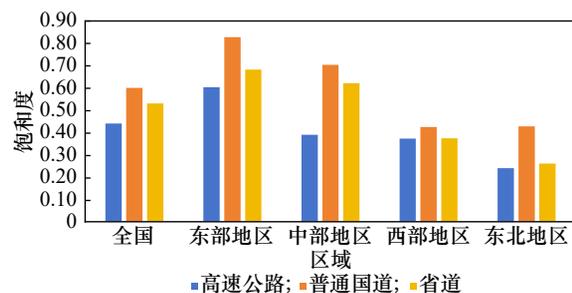


图1 2018年不同区域公路交通饱和度情况

注:根据《2019中国交通运输统计年鉴》数据制图。

1~1.2为基本适应，1.2~1.3为适度超前。根据《水运“十四五”发展规划》^[10]，2020年我国沿海港口通过能力适应度大于1，沿海大型专业化码头通过能力适应度也大于1，港口能力基本适应。随着一系列水运重大工程的建设，2023年我国港口适应度大于1.2，适度超前于经济社会发展^[11]。

综上所述，我国港口吞吐能力基本适应需求，个别港口在部分货类码头依然能力偏紧，易产生“船等码头”现象，影响船舶使用效率提高。

2. 内河供需适应性分析

目前我国内河发展还有诸多短板，三级及以上航道占比偏低。截至2022年年底，《国家综合立体交通网规划纲要》中的高等级航道还有超过9000 km未达标。同时，船闸、升船机等通航建筑物的通过能力影响内河通航能力，桥梁、河流水位、长江口赶潮等因素也会影响内河的通航能力。

(四) 民航供需适应性分析

1. 机场客运设施供需适应性分析

2019年，按照机场客运设施的设计容量，我国241个机场客运设施利用率达0.99^[12]（如果按照机场最大起降能力，其利用率为0.49）；货运容量利用率为0.62，可完全满足航空货邮运输需求。截

至2019年年底，我国41个枢纽机场共有61条跑道能够保障年起降915万架次，2019年共完成起降794.6万架次，跑道总体利用率达86%，枢纽机场承担了全国民航客、货业务量的83.4%和95.1%；繁忙时段（7~22时）跑道时刻利用率约为0.82，其中10个机场时刻利用率超过0.9，28个机场小时容量利用率超过0.8，时刻资源非常紧张，处于饱和/超负荷运行状态（见图2）。

在航站楼方面，枢纽机场的航站楼总面积为 $1.498 \times 10^7 \text{ m}^2$ ，设计容量基本与业务量持平，考虑航站楼容量具有一定弹性，短期内不会成为制约机场发展的关键因素。

在停机位方面，枢纽机场共建成停机位4655个，保障能力约14.7亿人次，总体能够满足旅客出行需求，但部分机场的停机位保障能力不足。

综上所述，机场跑道设施饱和运行，不适应性突出，部分机场的停机位保障能力不足，航站楼基本适应需求。

2. 空域资源供需适应性分析

近年来，我国通过科学确定空域等级、类型和空中交通服务方式，加强军民航协调，实行空域动态管理，实现航路扩容增效等，在一定程度上缓解了当前空域运行不畅的现象^[13]。然而依然存在以下

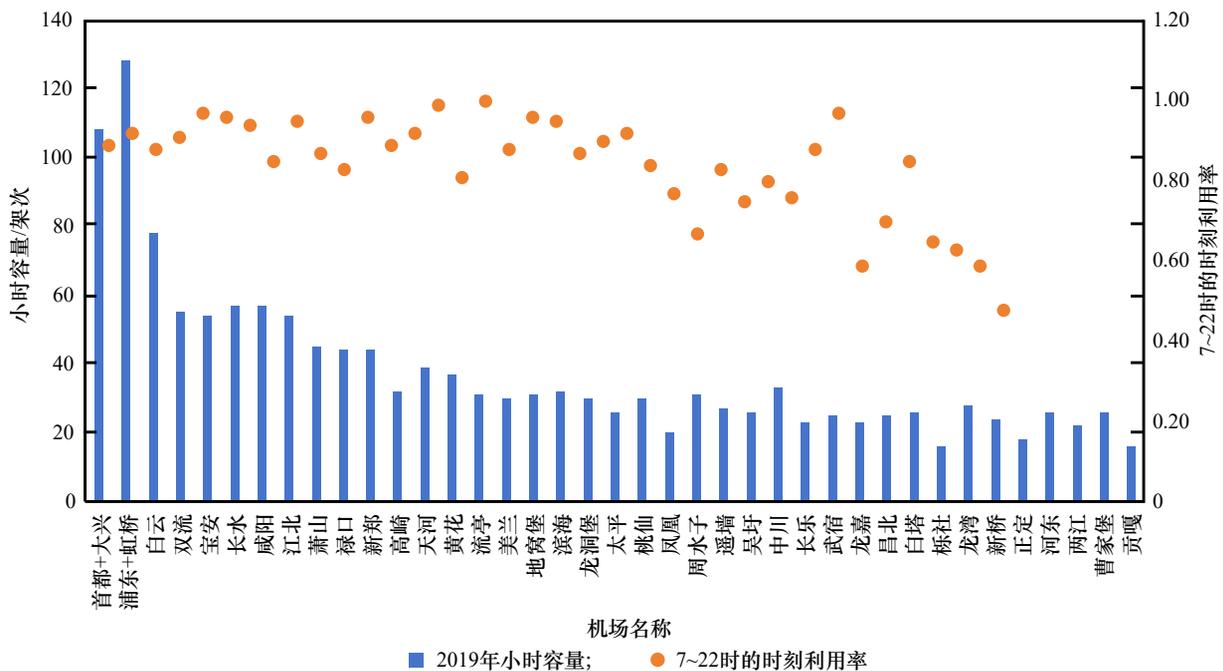


图2 2019年全国41个国际及区域枢纽机场时刻利用情况

问题：一是国家空域管理体制和组织方式未得到改善，空域资源协调机制有待提高，民航增加使用空域仍然比较困难；二是空域灵活使用尚处于萌芽状态，预战术协调机制和空域灵活使用信息平台尚未建立，空域使用效率难以提高。

（五）综合交通运输供需适应性总体评价

《国家综合立体交通网规划纲要》中确定的“6轴7廊8通道”主骨架的基础设施能力，2018年的利用率（不含保障线路）总体平均为52%，其中铁路、公路设施的能力利用率分别为0.5、0.54。从能力利用率看，我国交通运输基础设施已基本适应经济社会发展，但在不同时空、区域的适应性存在差异。不同运输方式中，适应性不足的有航空、城际铁路、普通国道；在需求高峰的“春运”“十一”长假等高峰需求时段基本能实现“走得了”，但方式选择和质量的韧性仍待加强；京津冀、长三角、粤港澳、成渝四大城市群还存在基础设施利用饱和度较高的现象；在“双碳”战略目标要求下，供需匹配还存在结构优化的空间。

四、综合交通基础设施发展思路和建设重点

（一）综合交通基础设施发展思路

在新发展阶段，秉持新发展理念，充分考虑实际现状和发展需要，优化调整交通基础设施发展规模、网络结构、技术标准等，与资源环境承载能力相适应，与财政能力相协调，科学把握建设规模、速度，全面提升交通基础设施网络的整体效率和质量水平，建设安全、便捷、高效、绿色、经济、包容、韧性的可持续交通体系。

除国土安全、基本民生等保障线路，如进藏进疆通道外，其他线路规划建设应以效率效益为依据。投资重点应更加注重统筹新线建设与既有设施提质改造并重的投资策略、利用效能评估从单一交通方式向综合交通方式转变，新时代综合交通运输整体发展重点将转变为“强功能、提效率、补短板”。

（二）综合交通主骨架建设重点

1. 强化“6轴”快速运输网络建设

在《国家综合立体交通网规划纲要》的基础上，优化调整国家综合立体交通网“6轴7廊8通

道”主骨架布局。适度增加国家战略和区域发展迫切需要、经济可行的重大项目，适当调减原规划中部分不适合建设或应为规划研究的线路。

完善、延伸“6轴”，优化提高建设标准，加强四大城市群间“6轴”的多通道、多路径的快速联通功能。谋划连接长三角、珠三角和京津冀城市群时速400 km/h以上的沿海高速轨道交通通道项目；加强沿海、沿江、沿（黄）河、京广深、西部陆海新通道等战略骨干高速通道的多通道支撑能力，进行铁路复线、复复线建设，以及繁忙路段多路径、高标准的高速公路建设；加强长江、西江、京杭大运河等高等级航道建设及三峡二通道谋划；强化航空体系的快速联通；带动形成以“6轴”为骨干，“轴-网-线-点”高效联动，覆盖中东部地区的快速综合立体交通运输系统。

2. 实施“7廊8通道”补短板

“7廊8通道”能力基本适应经济社会发展，仅对能力紧张路段进行扩能改造，包括京哈走廊北京—秦皇岛、大陆桥走廊太原—乌兰察布段和京延通道的北京—承德段的综合运输通道。

此外，在西部地区，以铁路客货共线解决中短距离客货流需求，以“公路+航空运输”解决长距离客货需求。在人口分散布局、没有大宗货物运输需求的地区，优先发展“航空+普通公路”的综合运输发展模式，满足出行和货运需求。对于边远地区，有一定货运需求的地区，以客货共线的铁路方式解决运输需求。

3. 持续推进综合枢纽一体融合

一是客运枢纽。以国际性、全国性、区域性、地区性综合交通枢纽城市为重点，实行站城一体融合发展、综合交通枢纽的一体融合，以及长途运输、中途运输和城市交通不同空间范围的客货运输的无缝衔接、高效融合。加强中心城市与枢纽机场的轨道交通衔接，年航空业务量人次达千万级的民航机场，应规划建设轨道交通连接所在城市。将城市外围高铁站引入中心城区，进行综合立体改扩建。强化客运枢纽与城际交通、城市交通系统的衔接，打造一体化的综合交通枢纽系统。充分借鉴东京等国外都市圈的发展经验，利用城市更新、铁路枢纽改扩建、市域（郊）铁路建设契机，加强整合，明确互联互通技术要求，加强“四网融合”，实现各种运输方式无缝衔接、乘客同站、立体换乘。

二是货运枢纽。完善综合交通枢纽空间布局，推进国家物流枢纽建设，尽快补齐综合货运枢纽、疏港铁路、内陆港的“中间一公里”和“最后一公里”基础设施短板，完善货运综合交通枢纽功能。

（三）综合交通方式基础设施建设重点

1. 铁路基础设施建设重点

一是优化“八纵八横”高铁网布局。《国家综合立体交通网规划纲要》^[2]提及“八纵八横”高铁网布局，谋划连接长三角、珠三角和京津冀城市群的时速400 km以上的沿海高速轨道交通通道建设。加强沿海、沿江、京广深等战略骨干通道的高速铁路复线、复复线建设。按照《关于进一步做好铁路规划建设工作的意见的通知》（国办函〔2021〕27号）^[4]要求，既有高速铁路能力利用率不足80%的，原则上不得新建平行线路。

二是针对能力紧张的普速铁路进行补短板。我国以煤炭、钢铁、矿石、建材等为代表的大宗散货运输需求将面临达峰，因此大规模建设普速铁路的必要性不强。建议对于普速铁路的能力紧张区段，包括繁忙干线通道、煤运通道和进出关通道、进出藏通道、进出西南地区部分通道中具备扩能改造条件的既有线路，或对线路能力紧张的瓶颈区段，如黔桂线上的“贵阳—洛满”瓶颈路段优先安排扩能改造。

三是加强四大城市群的城际铁路网建设。加强粤港澳大湾区、京津冀、长三角、成渝四大城市群的城际铁路网加密建设，实现与干线铁路、市域（郊）铁路、城市轨道交通等多层次轨道交通系统的多模式运营。加强城市群、都市圈等主要城镇化地区对外多向联通能力和区内快速轨道交通连接。提高城市群既有铁路和通道利用效率，综合考虑利用富余能力开行城际、市域（郊）列车、错峰开行高密度通勤列车和普速长途列车。

2. 公路基础设施建设重点

一是推进高速公路繁忙路段扩容改造。推进饱和度高于80%的交通繁忙高速公路路段的扩容改造及新建平行线路。鼓励有条件路段优先采用扩容改造方案。除能力紧张区段外，建议收紧地方高速公路的建设审批权限，逐步减少地方高速公路新建项目投资。

二是加强国/省道建设。普通国省干线公路的

能力利用率高于高速公路，整体在0.6左右，其中天津、河北、山西、广东、上海、河南、浙江、山东等东中部省市普通国道饱和度在0.8以上。建议优化国/省道投融资补贴倾斜机制，加强国/省道的新建及升级改造。其中，东中部地区普通国道基本达到二级路标准，西部普通国道结合地形地质条件和交通需求，合理确定技术标准，提升干线路网运行效率。适应“交通+”旅游融合发展需要，推进连接风景名胜区、国家公园等普通国/省道建设。

三是加强农村公路建设。推动乡镇对外公路升级改造，提高农村公路的通达性、安全性，有条件地区推动乡镇对外双通道建设，在乡镇与县城、临近国省干线之间形成便捷连通与快速集散，提高乡镇地区交通基础设施韧性和冗余度。有序实施建制村通双车道公路建设和过窄农村公路拓宽改造。继续推进农村公路通村工程、较大人口规模自然村（组）通硬化路。将边远地区农村公路建设与搬迁移民工程相融合，统筹发展。推进公路与产业融合发展，加快乡村产业路、旅游路、资源路建设，助力美丽乡村建设。

3. 水运基础设施建设重点

水路运输基础设施是投资小、收益大、投入产出比较高的运输方式。借鉴国外不让船等码头的理念，应从提高水路运输整体效率的角度，围绕《国家综合立体交通网规划纲要》的规划目标，进一步完善水路基础设施建设，提高设施的适应性。重点推动长江三峡等拥堵瓶颈的第二通道建设。充分发挥沿海、长江、西江、珠江、京杭大运河的水运能耗低、运能大等比较优势，推进高等级内河航道水系成网，推进内河港与海港联动，做好多式联运、江海直达等运输组织模式，从设施、组织管理、政策、机制等方面全面落地，推进沿海港口集群化发展。

4. 民航基础设施建设重点

一是加大机场设施的建设投资力度。当前我国机场的通达覆盖率仍不高，利用率饱和度高，应继续加大机场设施的建设投资力度。基于2035年人均航空出行次数将由2019年的0.6次增长到2035年的1次^[5]，增速超过其他营运性运输方式，建议从提高覆盖度和枢纽机场能力两方面加强规划。推进能力紧张枢纽机场的改扩建，扩大优质增量供给，扭

转机场设施建设普遍滞后发展需求的局面。优化东部城市群的机场群布局和层级结构，区分国际枢纽、国家枢纽、城市群枢纽等层级结构，提升旅客航空出行便捷性。在中西部地区，以经济适用为原则，完善非枢纽机场建设。在西南、中南、新疆、黑龙江、内蒙古等人口分散且没有大宗货物的城市，以经济适用为原则，提高支线机场的覆盖度，优先发展“航空+公路”的综合运输发展模式，满足快速出行和货运需求。

二是支持各类机场提质增效。发挥存量资源潜力，支持各类机场提质增效。加强多跑道、多航站区机场运行管理模式研究，着力提升机场运行效能。强化机场群、繁忙机场终端区空域资源供给，提高空地资源匹配程度。积极推广机场新技术、新技术的应用，充分挖掘机场管理潜能。

三是强化机场与其他交通方式的衔接，发挥综合交通组合效率。完善机场地面综合交通网络，重点推进机场与轨道交通网的衔接。国际枢纽机场应联通干线铁路/城际铁路/市域（郊）铁路/城市轨道交通，有效辐射周边 800~1000 km 范围内的地区。区域枢纽机场应尽可能联通干线铁路/城际铁路/市域（郊）铁路/城市轨道交通，有效辐射周边 300~500 km 范围内的地区。其他年旅客吞吐量 1000 万人次以上的机场应尽可能联通市域（郊）铁路或城市轨道交通。对于年旅客吞吐量可达到 3000 万人次及以上的机场，宜充分预留干线铁路或城际铁路等建设通道。少数具备条件的支线机场也应尽可能联通轨道交通。

（四）推进综合交通系统智慧化、绿色化建设

交通的高效运行依赖于基础设施与交通载运工具的协同演进，两者相辅相成，共同构成完整的交通生态系统。综合交通系统通过数字化与智能化建设，可显著提升运行效率与速度，突破基础设施供给能力瓶颈。具体措施涵盖缩短高速铁路发车间隔、增加飞机起降频次，以增强交通运输适应性。同时，加速智慧公路、铁路、航道、航空、道路及地铁等智能交通基础设施建设，推动智能网联汽车发展，提升新型基础设施水平与服务能级。深入推进“四网融合”，即交通基础设施网、运输服务网、能源网及信息网的深度融合，实现信息、交通与能源流的高效协同，构建安全、

便捷、高效、绿色、经济、包容且韧性强的现代化综合交通运输体系。

五、促进综合交通基础设施高质量发展的对策建议

（一）优化主要通道内综合交通基础设施需求评估机制

交通基础设施项目建设需求评估应立足通道整体利用率，并结合人口变动趋势进行综合考量。在评估过程中，不仅要关注当前的交通流量与需求，更要预测未来的发展趋势，确保项目建设的前瞻性与可持续性。为响应国家战略与区域发展需求，应适度增加经济可行的重大项目，同时调减综合利用率低、投资效益差的项目，以避免资源的浪费与低效使用。

在新线需求评估和规划建设的立项决策中，应以所处通道的综合交通体系运输需求为标准，全面、系统地考虑综合交通体系的供求关系以及各交通方式之间的供求关系。通过综合权衡论证，科学判断项目建设的必要性与建设时机，确保项目的顺利实施与高效运营。

（二）优化主要通道内综合交通基础设施项目立项决策机制

构建交通基础设施规划和标准体系，按照高质量发展要求和现实条件，根据供需匹配情况调整并优化相关规划，深化投资审批制度改革，科学把握建设规模、速度，精选项目，全面提升交通固定资产投资的整体效率和质量^[6]。以通道综合交通基础设施整体运输能力为评价标准，分析判断供求关系，深入论证建设的必要性和建设时机。

对通道内综合运输方式能力利用率高于 0.85 的能力紧张区段，优先考虑现有设施扩能改造升级，重视通过数字化、智能化技术应用提升运输能力，并按照适度超前原则科学规划新线项目；对通道内个别方式能力利用率高于 0.85、整体低于 0.85 的区段，尽量通过价格手段、科技手段和市场机制开展各运输方式间的能力综合调配，原则上不新建项目；对通道内综合运输方式能力利用率低于 0.6 的过剩区段，可运用先进科技手段提升运输效能，但应严格限制新建项目或扩能改造，避免出现全通道

设施能力过度富余的情况。此外,新建项目的建设标准应根据运输需求确定,避免标准过高造成投资浪费。

(三) 强化综合交通一体规划建设统筹机制

根据健全新型基础设施融合利用机制、健全重大基础设施建设协调机制^[16]的总要求,以综合需求评估为基础,加快推动建立公铁一体化规划建设统筹机制,制定公铁一体化规划设计标准规范及实施细则,根据建设时序采用合建或预留模式,实现用地资源节约、通道集约使用。

在城市综合交通枢纽的规划设计及建设过程中,应前瞻性地统筹各交通方式的一体化需求,将站城融合理念深入实施,促进多运输方式在交通枢纽内的深度融合。具体而言,应推动长途运输、中途运输与城市交通在不同空间范围内的客货运输实现无缝衔接与高效融合,构建起覆盖广泛、衔接顺畅、服务高效的现代化综合交通体系。

利益冲突声明

本文作者在此声明彼此之间不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: September 30, 2024; **Revised date:** December 1, 2024

Corresponding author: Li Qian is a research fellow from the Institute of Comprehensive Transportation, National Development Reform Commission of China. Her research fields include development strategy, planning, and policies for comprehensive transportation. E-mail: 1765214270@qq.com

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Strategy for Improving the Efficiency of Comprehensive Transportation System” (2022-PP-06)

参考文献

- [1] 中共中央 国务院. 交通强国建设纲要 [EB/OL]. (2019-09-19)[2024-10-05]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm. The Central Committee of the Communist Party of China, the State Council of the People's Republic of China. Traffic power construction program [EB/OL]. (2019-09-19)[2024-12-01]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm.
- [2] 中华人民共和国交通运输部. 国家综合立体交通网规划纲要 [EB/OL]. (2021-02-25)[2024-10-05]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202102/t20210225_3527909.html. Ministry of Transportation of the People's Republic of China. National comprehensive three-dimensional transportation network planning of China [EB/OL]. (2021-02-25)[2024-10-05]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202102/t20210225_3527909.html.
- [3] 国家统计局. 国家数据 [EB/OL]. (2023-12-31)[2024-10-05]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202102/t20210225_3527909.html.

html.

National Bureau of Statistic. National data [EB/OL]. (2023-12-31)[2024-10-05]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202102/t20210225_3527909.html.

- [4] 住房和城乡建设部. 中国城乡建设统计年鉴 2023 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2024. Ministry of Housing and Urban-Rural Development. China urban and rural construction statistical yearbook 2023 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2024.
- [5] 世界银行统计网站 [EB/OL]. (2023-12-31)[2024-10-05]. <https://data.worldbank.org/indicator/IS.RRS.GOOD.MT.K6?skipRedirection=true&view=map>. World bank group [EB/OL]. (2023-12-31)[2024-10-05]. <https://data.worldbank.org/indicator/IS.RRS.GOOD.MT.K6?skipRedirection=true&view=map>.
- [6] 中华人民共和国交通运输部. 2023年交通运输行业发展统计公报 [EB/OL]. (2024-06-18)[2024-10-05]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202406/content_6957901.htm. Ministry of Transportation of the People's Republic of China. Statistical bulletin on development of transportation industry in 2023 [EB/OL]. (2024-06-18)[2024-10-05]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202406/content_6957901.htm.
- [7] 中国铁路经济规划研究院有限公司运输研究所, 国家发展和改革委员会综合运输研究所. 铁路基础设施适应性评价 [R]. 北京: 中国铁路经济规划研究院有限公司运输研究所, 国家发展和改革委员会综合运输研究所, 2022. Transport Research Institute of China Railway Economic Planning and Research Institute Co., Ltd., Comprehensive Transport Research Institute of National Development and Reform Commission. Railway infrastructure adaptability evaluation [R]. Beijing: Transport Research Institute of China Railway Economic Planning and Research Institute Co., Ltd., Comprehensive Transport Research Institute of National Development and Reform Commission, 2022.
- [8] 中华人民共和国交通运输部. 2019中国交通运输统计年鉴 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2021. Ministry of Transport of the People's Republic of China. 2019 China transportation statistical yearbook [M]. Beijing: People's Communications Press, 2021.
- [9] 长安大学运输科学研究院, 国家发展和改革委员会综合运输研究所. 高速公路基础设施适应性评价 [R]. 北京: 长安大学运输科学研究院, 国家发展和改革委员会综合运输研究所, 2022. Research Institute of Transportation Science, Chang'an University, Institute of Comprehensive Transportation, National Development and Reform Commission. Adaptability evaluation of highway infrastructure [R]. Beijing: Research Institute of Transportation Science, Chang'an University, Institute of Comprehensive Transportation, National Development and Reform Commission, 2022.
- [10] 中华人民共和国交通运输部. 水运“十四五”发展规划 [EB/OL]. (2022-01-29)[2024-10-05]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202204/t20220407_3649837.html. Ministry of Transport of the People's Republic of China. “14th Five Year” Plan for water transport development [EB/OL]. (2022-01-29)[2024-10-05]. <https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/>

- 202204/t20220407_3649837.html.
- [11] 贾大山, 徐迪, 蔡鹏. 2023年沿海港口发展回顾与2024年展望 [J]. 中国港口, 2024 (1): 6–16.
Jia D S, Xu D, Cai P. Review of coastal port development in 2023 and prospect in 2024 [J]. *China Ports*, 2024 (1): 6–16.
- [12] 中国民航科学技术研究院, 国家发展和改革委员会综合运输研究所. 民用运输机场适应性评价研究 [R]. 北京: 中国民航科学技术研究院, 国家发展和改革委员会综合运输研究所, 2022.
China Academy of Civil Aviation Science and Technology, Institute of Comprehensive Transportation, National Development and Reform Commission. Adaptability evaluation of civil transport airports [R]. Beijing: China Academy of Civil Aviation Science and Technology, Institute of Comprehensive Transportation, National Development and Reform Commission, 2022.
- [13] 李家祥. 世界民用航空与中国民用航空的发展 [EB/OL]. (2009-06-19)[2024-10-05]. http://www.caac.gov.cn/XWZX/MHYW/200906/t20090619_12358.html.
Li J X. The world and the development of civil aviation of China civil aviation [EB/OL]. (2009-06-19)[2024-10-05]. http://www.caac.gov.cn/XWZX/MHYW/200906/t20090619_12358.html.
- [14] 国务院办公厅. 转发国家发展改革委等单位关于进一步做好铁路规划建设工作的意见的通知(国办函〔2021〕27号) [EB/OL]. (2021-03-15)[2024-10-05]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/29/content_5596585.htm.
General Office of the State Council. Notice of forwarding opinions of National Development and Reform Commission and other units on further improving railway planning and construction(State Council Letter〔2021〕NO.27) [EB/OL]. (2021-03-15)[2024-10-05]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/29/content_5596585.htm.
- [15] 傅志寰, 孙永福. 交通强国战略研究—第一卷 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2019.
Fu Z H, Sun Y F. Research on the strategy of China's transportation power (volume 1) [M]. Beijing: People's Transportation Press, 2019.
- [16] 《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》辅导读本 [M]. 北京: 人民出版社, 2024.
Guide to the decision of the Central Committee of the Communist Party of China on further deepening reform and promoting Chinese style modernization [M]. Beijing: People's Publishing House, 2024.