

城市(群)综合交通系统韧性发展的理念与路径

Concepts and Pathways for the Resilient Development of Urban (Agglomeration) Comprehensive Transportation Systems

李瑞敏

(清华大学交通研究所, 北京 100084)

截至2024年末,中国常住人口城镇化率达到67%,特大及超大城市的数量不断增加,城市已经成为未来中国社会经济发展的核心载体。与此同时,以超大及特大城市为中心形成的城市群或都市圈,正成为“新型城镇化”战略实施的重点区域。在这一发展进程中,各类潜在危机——包括自然灾害、公共卫生事件等大规模风险,以及大型活动、异常事故等局部影响——对城市健康运行构成严峻挑战,亟须提升应对不确定性的能力。

经过数十年快速发展,中国已构建起规模庞大、结构完善的城市综合交通系统。作为支撑城市(群)社会经济生活正常运转的重要基础设施,综合交通系统需要具备应对各类不确定性的强大能力,其韧性水平已成为衡量城市(群)生命力的关键指标。2019年发布的《交通强国建设纲要》明确提出“增强系统弹性”的要求;2021年发布的《国家综合立体交通网规划纲要》进一步强调要“提升交通网络系统韧性和安全性”。这些政策导向表明,韧性建设已从技术层面上升为国家战略。

城市(群)综合交通系统的“综合”特性主要体现在三个方面:多模式协同(涵盖轨道交通、道路、航空、水运等多种运输方式)、多层次覆盖(包括城际、市域、社区等不同空间尺度)、多功能集成(融合运输、物流、信息、能源等多元功能)。这种综合性特征既为系统韧性提升创造了有利条件,也带来了新的挑战。

综合交通系统的韧性可以从5个维度进行评价:基础设施韧性、社会韧性、经济韧性、组织韧性和信息韧性。具体评价指标包括鲁棒性、可靠性、适应性、恢复性等。然而,由于综合交通系统具有多方式交互的复杂性、综合交通枢纽的跨方式性等特点,在韧性评价指标体系的构建方面仍面临诸多挑战。特别是在异常事件情境下,如何准确捕捉需求层的变化特征,成为当前研究的重点和难点。

提升城市(群)综合交通系统韧性需要重点突破三个关键技术:首先是网络建模技术,需要构建能够表征多种交通方式有机融合的网络模型;其次是智能分析技术,要充分利用人工智能、大数据等新兴技术手段;最后是恢复优化技术,要建立基于韧性特征分析的科学恢复策略。

随着电气化、智能化时代的到来,城市(群)综合交通系统正从传统的钢筋混凝土基础设施,向“物理-信息-能源”三元融合的现代生命网络演进。在这一转型过程中,将韧性发展理念深度融入规划、建设、运营、管理的全生命周期,是应对未来不确定性的关键所在。这需要政府、企业、科研机构等多方主体协同发力,共同构建面向未来的韧性交通体系。

收稿日期:2025-04-01

作者简介:李瑞敏(1979—),男,山东莱州人,博士,教授,研究方向为智能交通控制,电子邮箱:lrmin@tsinghua.edu.cn。