引文格式：王家慧,范雪婷,王帅辉,等. 城市国土空间监测体系下的交通网络通达覆盖性分析[J]. 地理空间信息, 2026, 24(6):145-150. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2026.06.026

城市国土空间监测体系下的交通网络通达覆盖性分析
——以徐州市为例

王家慧[1,2]，范雪婷[1,2]，王帅辉[1,2]，李倩楠[1,2*]
（1. 江苏省基础地理信息中心，江苏 南京 210013；2. 江苏省自然资源厅自然资源监测重点实验室，江苏 南京 210013）

摘　要：基于徐州市城市国土空间监测成果，从城市内部交通设施覆盖水平、城际连通水平、交通网络便捷度3个方面构建了交通网络通达覆盖指标体系，对各区县的交通网络通达覆盖性的现状及分布规律进行分析：①在城市内部交通覆盖水平上，睢宁县最低，泉山区最高，两者相差0.84；②在城际连通水平方面，仅有泉山区和睢宁县低于全市平均水平0.35；③在交通网络便捷度方面，泉山区、铜山区、云龙区均不足0.5。徐州市内部交通网络通达性不均匀，在进一步交通规划建设中，徐州市应注重道路规划的均衡性，提高主城区交通规划建设。

关键词：城市国土空间监测；指标体系；城市内部交通设施覆盖水平；城际连通水平；交通网络便捷度
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）06-0145-06

Analysis of Traffic Network Accessibility and Coverage Under the Urban Territorial Spatial Monitoring System: A Case Study of Xuzhou City, Jiangsu Province, China

WANG Jiahui[1,2], FAN Xueting[1,2], WANG Shuaihui[1,2], LI Qiannan[1,2]
(1. Provincial Geomatics Center of Jiangsu, Nanjing 210013, China;
2. Key Lab of Natural Resources Monitoring, Department of Natural Resources of Jiangsu Province, Nanjing 210013, China)

Abstract: Based on the urban territorial spatial monitoring outcomes of Xuzhou City, Jiangsu Province, China, we constructed an accessibility and coverage index system for transportation network from three aspects, such as the level of internal urban transportation facility coverage, inter-city connectivity level, and transportation network convenience, and analyzed the current status and distribution patterns of accessibility and coverage of transportation network in each district and county. The results show that ① in terms of internal urban transportation coverage, Suining County has the lowest level, while Quanshan District has the highest, with a difference of 0.84 between them. ②Regarding inter-city connectivity, only Quanshan District and Suining County are below the citywide average level of 0.35. ③For transportation network convenience, Quanshan District, Tongshan District, and Yunlong District all score below 0.5. The accessibility of Xuzhou City's internal transportation network is unevenly distributed. In future transportation planning and construction, Xuzhou City should focus on achieving greater balance in road planning and enhancing transportation planning and development in the central urban areas.

Key words: urban territorial spatial monitoring, index system, internal urban transportation facility coverage level, inter-city connectivity level, transportation network convenience

交通网络是一个城市的基本要素，是城市经济发展运行的基本载体[1-2]。城市交通网络的连通性水平不仅是一个城市的现代化程度的体现，还是城市宜居性的主要保障[3-4]。在一定意义上，交通网络是一个城市经济发展的命脉[5-7]。2015年，国务院组织开展完成地理国情普查，随后进行年度常态化监测[8]。2022年，围绕部“两统一”职责履行，自然资源部组织开展城市国土空间监测，要求在2020年地理国情监测成果路网数据基础上，常态化监测更新路网数据[9]。

交通网络的通达性是影响城市功能用地联系程度的重要因素[10]，城市交通网络的发展与城市发展的密切相关[11]，直接影响着城市社会经济发展。国内外学者不仅从区域交通网络通达性进行研究[12]，还拓展到城市扩张、城市规划、区域经济一体化等多方面综合分析评价[13-14]。

徐州市是全国综合交通枢纽城市之一，在“十三五”“十四五”交通规划以及徐州市国土空间总体规划（2021—2035年）中，强调要强化综合交通体系，

项目来源：自然资源部2024年度部省合作项目（2024ZRBSHZ044）。
第一作者简介：王家慧（1994—），硕士，工程师，从事自然资源调查监测工作，E-mail：1178296929@qq.com。
通信作者：李倩楠（1991—），硕士，工程师，从事自然资源调查监测工作，E-mail：yaogan1126@163.com。

巩固国家综合交通枢纽地位。本文基于徐州市2023年城市国土空间监测成果，从城市内部交通设施覆盖水平、城际连通水平、交通网络便捷度3个方面，采用城区道路网密度、轨道交通站点800 m半径服务覆盖率、公共交通场站面积占比、城区道路面积率、铁路网密度、等级公路网密度、高速公路网密度、乡村道路网密度、居民地与一级公路之间距离、居民地与二级公路之间距离、居民地与高速公路之间距离等11个二级指标构建交通网络通达覆盖性指标体系，分析徐州市及其各区县交通网络通达性，为交通规划和实施提供科学依据。

1 研究方法

1.1 指标体系构建

交通网络通达覆盖性是交通网络结构完善程度、交通方式组合合理性、交通网络便利性的综合反映，可为交通网络规划建设和运营组织提供理论依据。本文着眼于城市互联互通，从地理空间的角度出发，构建城市内部交通设施覆盖水平、交通网络密度、网络便捷度3个一级指标，针对每一个一级指标，分别构建二级指标，对指标的内涵给出明确定义[15]。具体指标如表1所示。

表1 交通网络通达覆盖性指标

一级指标	二级指标	计算方法	监测范围
城市内部交通设施覆盖水平	城区道路网密度/(km/万km^2)	城区快速路及主干路、次干路、支路总里程/城区工作范围面积	城区工作范围
	轨道交通站点800 m半径服务覆盖率/%	轨道站点800 m半径范围所覆盖的住宅用地、商服用地、工业用地、科教文卫用地的覆盖率	城区工作范围
	公共交通场站面积占比/%	公共交通场站用地/城区工作范围面积	城区工作范围
	城区道路面积率/(km/%)	轨道交通用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地/城区工作范围面积	城区工作范围
城际连通水平	铁路网密度/(km/万km^2)	铁路线路长度/行政区范围面积	全域
	等级公路网密度/(km/100 km^2)	一级公路、二级公路、三级公路、四级公路和高速公路长度/行政区范围面积	全域
	高速公路网密度/(km/100 km^2)	高速公路线路长度/行政区范围面积	全域
	乡村道路网密度/(km/100 km^2)	乡村道路长度/行政区范围面积	全域
交通网络便捷度	居民地与一级公路之间距离/km	居民地与一级公路之间欧氏距离的平均值	全域
	居民地与二级公路之间距离/km	居民地与二级公路之间欧氏距离的平均值	全域
	居民地与高速公路之间距离/km	居民地与高速公路之间欧氏距离的平均值	全域

1.2 服务区分析

服务区分析算法是指给定一节点位置和一权值的限制范围，求出所有在限制范围内从该阶段出发所能到到达的节点。这些结果节点组成了一个区域称为起始节点的服务区。服务区分析算法实际上是求出一系列的在给定权值范围内的路径。它也是使用最小生成树算法，对节点的遍历设置权限值限制，来控制算法遍历的节点个数。服务区分析算法主要应用在土地规划建设方面，它能够计算出一个服务场所所能覆盖的区域范围，供决策者使用。本文采用服务区分析方法计算轨道交通站点800 m半径服务覆盖率，用于评估城市内部交通设施的覆盖水平。

1.3 数据标准化

交通网络通达覆盖性指标较为复杂，距离、密度、覆盖率、占比等指标的计量单位各不相同。为了简化数量较多的单指标分析结果，采用熵值法计算综合指标，消除多指标评价带来的不同量纲的影响。熵值法是根据指标信息熵的大小对指标客观赋权的一种方法，信息熵越小，代表该指标离散程度大，所含的信息就多，所赋予的权重就越大。熵值法可以避免主观赋权方法的主观性偏误，又可以避免信息缺失。计算公式如下：

1）原始数据归一化：

针对正向指标：

$$X_{ij}^{'}=\frac{\left[X_{ij}-\mathrm{MIN}\left(X_j\right)\right]}{\mathrm{MAX}\left(X_j\right)-\mathrm{MIN}\left(X_j\right)} \tag{1}$$

针对负向指标：

$$X_{ij}^{'}=\frac{\left[\mathrm{MAX}\left(X_j\right)-X_{ij}\right]}{\mathrm{MAX}\left(X_j\right)-\mathrm{MIN}\left(X_j\right)} \tag{2}$$

式中，X_{ij}为原始指标值；$\mathrm{MAX}(X_j)$，$\mathrm{MIN}(X_j)$分别为指向v项指标中的最大与最小值。由于标准化后会出现0值，因此对标准化后的数据平移：

$$X_{ij}^{''}=X_{ij}^{'}+0.001 \tag{3}$$

2）计算第j项指标的熵值e_j：

$$e_j=-k\sum_{j=1}^{m}\left(X_{ij}^{'}+1\right)\ln\left(X_{ij}^{'}+1\right) \tag{4}$$

式中，$k=1/\ln m$，$0\leqslant e_j\leqslant 1$

3）计算指标权重：

$$w_j=(1-e_j)\Big/\sum_{j=1}^{m}(1-e_j) \tag{5}$$

4）计算最终的统计测度：

$$M_j=\sum_{j=1}^{m}w_jX_{ij}^{''} \tag{6}$$

2　研究区与数据

2.1　研究区概况

徐州古称彭城，全市总面积11 765 km²，现辖2市3县5区。截至2023年底，常住人口约902.85万。徐州位于我国华北地区，地处苏鲁豫皖四省接壤地区，拥有承东接西、沟通南北、双向开放、梯度推进的战略区位优势，是江苏省重点规划建设的4个特大城市和三大都市圈核心城市之一；交通网络发达，素有“五省通衢”之称，是全国重要的交通枢纽。目前徐州已构建形成铁路、航空、公路、水运、管道“五通汇流”的现代化立体交通体系，全国高速铁路和普通铁路在徐州呈“双十字交叉”，当前正在形成“米字型”高铁枢纽。如图1所示。



图1　徐州市交通概况示意图

审图号：苏C(2024)08

2.2　数据来源

本文采用的数据为徐州市2023年城市国土空间监测数据，该数据是根据《自然资源部办公厅关于开展2023年上半年自然资源监测工作的通知》（自然资办发〔2023〕22号）《自然资源调查监测司关于印发2023年城市国土空间监测技术方案的通知》（自然资调查函〔2023〕13号）和《江苏省自然资源厅关于开展2023年城市国土空间监测工作的通知》（苏自然资函〔2023〕548号）的相关要求组织生产。其中，全域是指徐州市行政区范围，城区工作范围以按照《城区范围确定规程》（TD/T 1064–2021）划定的城区范围及所辖区2022年度国土变更调查确定的城市（201，含201A）范围的并集为监测范围，不包括县和县级市。徐州市10个区（县、市）中，仅鼓楼区、云龙区、贾汪区、泉山区、铜山区、睢宁县含有城区工作范围。

3　结果与讨论

3.1　城市内部交通设施覆盖水平

3.1.1　城区道路网密度

徐州市城区道路网密度为3.84 km/万km²，根据2023年城市国土空间监测中的城区范围，丰县、沛县、新沂市、邳州市无城区范围，因此，这4个市县未计算城区道路网密度。

徐州市主城四区道路网密度较高，其中，泉山区城区道路网密度最高，为5.25 km/万km²；铜山区较低，为3.41 km/万km²，贾汪区道路网密度低于主城四区，但高于睢宁县。睢宁县城区道路网密度最低，为0.44 km/万km²，睢宁县城区范围较小，该城区范围内主要为徐州观音机场用地，因此，城区道路网密度较低。如图2所示。

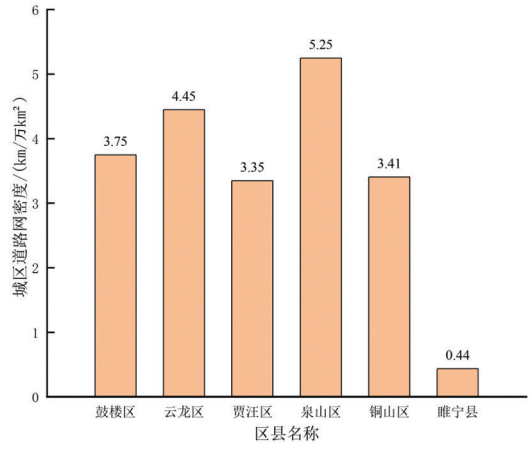


图2　城区道路网密度

3.1.2　轨道交通站点800 m半径服务覆盖率

轨道交通站点主要包括地铁站、轻轨站等，截至2023年底，徐州已开通地铁1号线、2号线以及3号线一期，覆盖区域为鼓楼区、云龙区、泉山区、铜山区，1号线经过鼓楼区、云龙区、泉山区、铜山区，2号线经过鼓楼区、云龙区、泉山区，3号线一期经过鼓楼区、泉山区、铜山区，鼓楼区地铁站9座，云龙区地铁站14座，泉山区地铁站14座，铜山区铁站10座，鼓楼区和云龙区共有地铁站4座，因此，云龙

区轨道交通站点800 m半径服务覆盖率最高，贾汪区睢宁县无轨道交通站点，覆盖率为零。整体而言，徐州市轨道交通站点800 m服务半径覆盖率为5.18%，略低于全省平均水平。

3.1.3 公共交通场站面积占比

公共交通场站主要包括公共汽车站、公共电车站/公共汽（电）车停车场（库）、出租汽车集中营业站（候客站）等，仅在城区工作范围内细化采集。如图3所示。

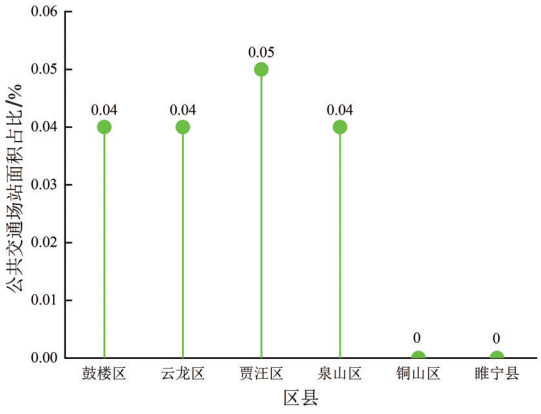


图3 公共交通场站面积占比

3.1.4 城区道路面积率

城区道路主要包括轨道交通用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地等，根据城区道路面积率计算方法，获取徐州市各区县城区道路面积率，其中，丰县、沛县、新沂市和邳州市无城区监测范围。云龙区城区道路面积率最高，为12.98%；其次是鼓楼区，为10.99%；睢宁县和贾汪区较低，分别为1.39%、5.85%。从整体上看，徐州市城区道路面积率为10.29%，略低于全省平均水平，城区道路设施需进一步完善。

综合城区道路网密度、轨道交通站点800 m半径服务覆盖率、公共交通场站面积占比、城区道路率，得到徐州市和区县城市内部交通设施覆盖水平指数，如图4所示。

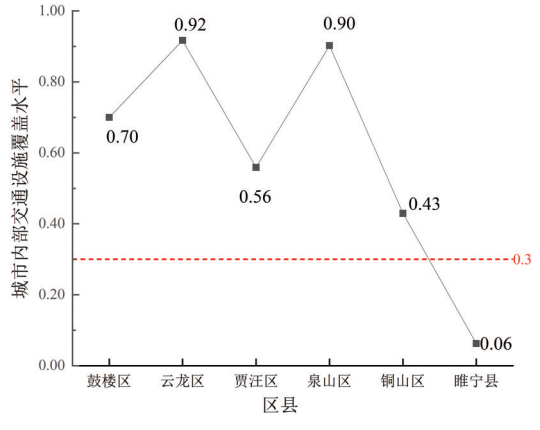


图4 城市内部交通设施覆盖水平

3.2 城际连通水平

3.2.1 铁路网密度

2023年，徐州市铁路网络密度为0.07 km/万 km²，各区县铁路建设存在发展不平衡、不充分的问题，徐州市鼓楼区、云龙区等主城区铁路建设比较完善，铁路网密度较高，均在0.1 km/万 km²以上，丰县、沛县、睢宁县、邳州市铁路建设较为薄弱，铁路网密度较低，均低于0.05 km/万 km²，其中，丰县最低，仅为0.06 km/万 km²；其次为邳州市，为0.13 km/万 km²。徐州市铁路以中心城区为中心，向各市县发散，其中，从中心城区向北的铁路，主要在沛县境内，由沛县向丰县方向发散，因此，丰县境内铁路较短，整体铁路网密度全市最低。如图5所示。

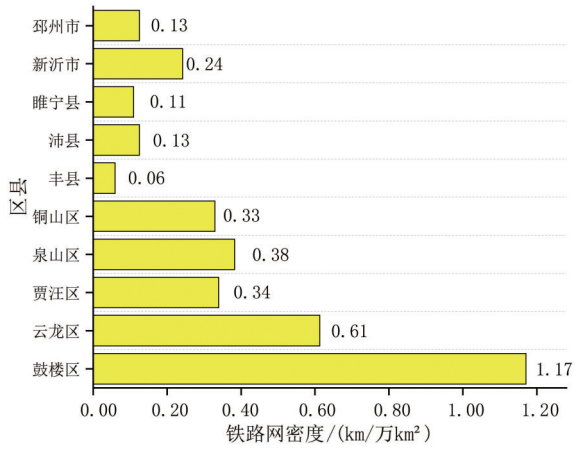


图5 铁路网线密

3.2.2 等级公路网密度

2023年，徐州市等级公路网密度为0.96 km/100 km² 邳州市、贾汪区、新沂市等级公路网密度均超过1 km/100 km²。其中，邳州市最大，为3.3 km/100 km²；云龙区、鼓楼区、泉山区、沛县等级公路网密度较低，不足0.8 km/100 km²；云龙区最低，仅为1.93 km/100 km²。

等级公路网密度整体呈现出主城区低、县（市）高的特点，鼓楼区、云龙区、泉山区、丰县等级公路分布较少，而邳州市、新沂市、沛县等级公路分布较为密集。如图6所示。

3.2.3 高速公路网密度

2023年，徐州市高速公路网密度为0.04 km/100 km²，未达到全省平均水平（根据2023年城市国土空间监测路网数据），在支撑全市和全省区域协调发展战略的实施方面仍需进一步加强。分区县看，鼓楼区、云龙区、新沂市、铜山区4个区（市）的高速公路网络密度高于0.06 km/100 km²，其中鼓楼区高速公路网密度最大，达到0.24 km/100 km²；泉山区、丰县较低，均不足0.02 km/100 km²；睢宁县、贾汪区、沛县、邳州

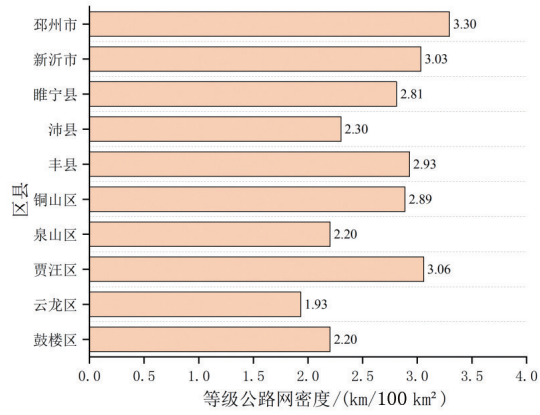


图6　等级公路网密度

市4个县市在0.02～0.04 km/100 km²之间。泉山区高速公路网密度为零，主要是高速公路主要以城区为环，向四周辐射，连通主城区和市辖县（市）以及其他城市，且泉山区作为徐州市中心城区，位于环内，中间有云龙湖，对于高速公路南北、东西的贯通具有一定的影响，因此，泉山区内未修建高速公路。

3.2.4　乡村道路网密度

乡村道路网络密度是乡村道路长度与该区域面积的比值，它在一定程度上可以反映区域内乡村道路网络覆盖的健全程度。2023年，徐州市乡村道路网密度为1.78 km/100 km²，新沂市、丰县、贾汪区、铜山区乡村道路网密度较高，均大于2 km/100 km²，泉山区、云龙区、鼓楼区较低，均不足1 km/100 km²，主城区城市道路建设相对完善，因此乡村道路建设较为薄弱。如图7所示。

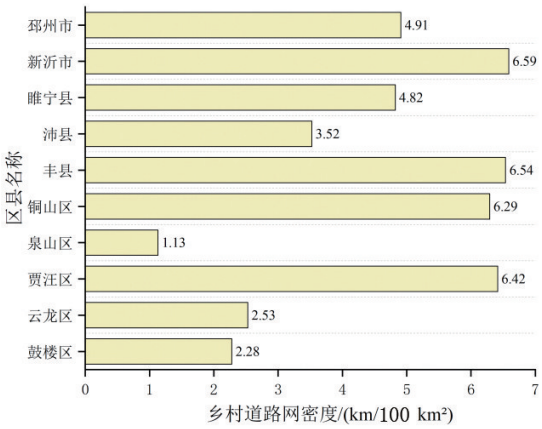


图7　乡村道路网密度

综合铁路网密度、等级公路网密度、高速公路网密度、乡村道路网密度四项指标，徐州市城际连通水平为0.35，全省城际连通水平指数均值为0.39，略高于市均值。其中，新沂市、铜山区、贾汪区、鼓楼区、丰县、邳州市、睢宁县城际连通水平均高于0.5，路网较为完善，泉山区、沛县、云龙区城际连通水平相对较低，均不足0.5，其中泉山区和沛县较低，仅为0.11和0.30，低于全市平均水平和全省平均水平，需进一步加强路网建设，提高城际连通水平。

3.3　交通网络便捷度

交通网络便捷度是指居住地与不同等级公路之间欧氏距离的均值，其中，居住地为年度变更调查数据中的城镇住宅用地，等级公路为城市国土空间监测公路线层数据。

3.3.1　与一级公路之间距离

由图8可知，云龙区、泉山区、铜山区、鼓楼区、沛县的一级公路建设较为完善，与居民地之间的距离均小于2 km；邳州市、新沂市、丰县的居民地与一级公路之间距离相对较远，均大于徐州市均值2.15 km，其中，邳州市和新沂市远大于徐州市均值，需要进一步加强公路建设，减少居民地与一级公路之间的距离，提高居民出行便捷度。

3.3.2　与二级公路之间距离

由图8可知，贾汪区、沛县、邳州市、铜山区、新沂市的二级公路建设较为完善，与居民地之间的距离均小于徐州市均值1.84 km；贾汪区一级公路建设相对较少，在全市处于最低水平。综合居民地与一级公路之间的距离，鼓楼区、泉山区、云龙区、丰县的居民地与一级公路之间距离相对较远，均大于2.5 km，其中，鼓楼区和泉山区远大于徐州市均值。

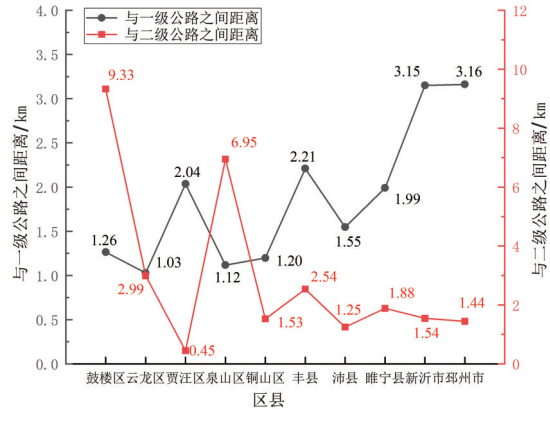


图8　居民地与一、二级公路之间距离

3.3.3　与高速公路之间距离

铜山区和新沂市的高速公路建设较为完善，与居民地之间的距离均小于徐州市均值7.09 km；沛县、丰县、邳州市、贾汪区的居民地与高速公路之间距离相对较远，均大于10 km，其中，沛县居民地与高速公路之间的距离最远，高达11.77 km；泉山区作为主城区，内部无高速公路过境。

综合居民地与一级、二级、高速公路之间距离3个指标。全市交通网络便捷度指数均值为0.46，全省均值为0.65，与市均值相差较大。其中，丰县和新沂市交通网络便捷度较高，均高于市均值和省均值；邳

州市、鼓楼区、贾汪区、沛县、睢宁县相对较高，高于市均值，但低于省均值，泉山区、铜山区、云龙区低于全市均值，均不足0.4，其中泉山区和铜山区需要进一步加强交通网络建设，提高本区域内交通便捷度。

综合城市内部交通设施覆盖水平、城际连通水平、交通网络便捷度3个一级指标，如图9所示。全市交通网络通达覆盖性平均指数为0.41，仅有泉山区和沛县低于徐州市均值，其余区县均高于市均值，其中鼓楼区、云龙区、新沂市和邳州市均大于0.60。全省交通网络通达覆盖性指数均值为0.51，高于徐州市均值，相较于省均值，泉山区、沛县、睢宁县较低，需进一步在交通方面加大投入和改进措施，以提升交通网络的整体质量。

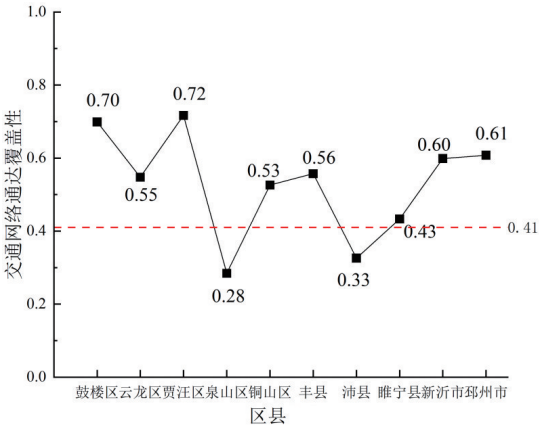


图9 交通网络通达性

徐州市规划形成“两环两横四纵四射两联三控”的高速路网布局，全市域高速公路总里程达到约800 km。同时根据江苏省十四五规划，徐州市将重点补充南京都市圈、淮海经济区等高度城镇化地区的高速公路联络线，提升网络联通水平和瓶颈路段畅通水平，加强公路网与城镇节点、旅游景区、综合交通枢纽的衔接，提升农村公路网络化水平和通达深度，推动“四好农村路”高质量发展，服务乡村振兴战略。根据2023年路网数据统计，徐州市域高速公路总里程为478.02 km，与《徐州市国土空间总体规划（2021—2035年）》规划的800 km具有一定差距，在后续城市建设中，需要加强高速公路规划与建设，完善干线公路网络，提升覆盖和服务水平。

4 结 语

利用徐州市城市国土空间监测数据，从城市内部交通设施覆盖水平、城际连通水平、交通网络便捷度3个维度构建交通网络通达覆盖指标体系，采用服务区分析、欧氏距离和数据标准化等方法进行评价。结果表明：睢宁县城市内部交通覆盖水平最低（0.06），云龙区、泉山区最高（0.92、0.90）；城际连通水平方面，泉山区（0.11）和睢宁县（0.30）低于全市平均，新沂市（0.77）和铜山区（0.74）最高；交通网络便捷度方面，泉山区、铜山区、云龙区低于0.5，邳州市、丰县、鼓楼区等高于0.55。整体看，主城区内部覆盖较好但乡村道路和高速公路密度不足，外围区县铁路、等级公路密度偏低，居民地与高等级公路距离差异显著。

参考文献

[1] 宋法奇,张时智,晏王波,等. 徐州市交通网络发展空间格局变化监测分析[J]. 地理空间信息,2018,16(3):94-96

[2] 陈少沛,李勇,庄大昌,等. 广东区域公路网络的城市通达性度量及空间特征分析[J]. 地球信息科学学报,2014,16(6):907-914

[3] 李红,李晓燕,吴春国. 中原城市群高速公路通达性及空间格局变化研究[J]. 地域研究与开发,2011,30(1):55-58

[4] 俞芬. 湖州市推进城乡一体化发展的交通网络通达性研究[J]. 中国高新科技,2023,29(14):58-60

[5] 刘辉,申玉铭,孟丹,等. 基于交通可达性的京津冀城市网络集中性及空间结构研究[J]. 经济地理,2013,33(8):37-45

[6] 廖创场,李晓明,洪武扬,等. 交通流空间视角下粤港澳大湾区网络结构多维测度[J]. 地理研究,2023,42(2):550-562

[7] 张浩,周忠发,李永柳,等. 贵州省道路网络通达性时空演变格局研究[J]. 测绘工程,2022,31(4):67-74

[8] 国务院关于开展第一次全国地理国情普查的通知[EB/OL]. (2013-03-05) [2025-05-05]. https://www.gov.cn/zwgk/2013-03/05/content_2346074.htm

[9] 自然资源部.自然资源部办公厅关于开展2022年上半年自然资源监测工作的通知:自然资办发〔2022〕21号[EB/OL]. (2022-06-24)[2024-11-15]. https://gi.mnr.gov.cn/202206/t20220624_2739800.html

[10] 蔡新沧. 福建省主要城市道路网密度特征分析[J]. 福建建筑,2024,41(8):112-118

[11] 彭浩翔. 徐州市公共交通网络特性分析与优化[D]. 徐州:中国矿业大学,2023

[12] 武凯华,李朝奎,刘俊杰,等. 空间句法理论在城市交通网络分析中的应用[J]. 测绘科学技术学报,2018,35(6):637-642

[13] 梅志雄,徐颂军,欧阳军,等. 近20年珠三角城市群城市空间相互作用时空演变[J]. 地理科学,2012,32(6):694-701

[14] 李维庆,杜晶,张璇,等. 长江经济带交通网络通达性监测分析[J]. 应用科学学报,2018,36(6):978-986

[15] 自然资源部办公厅.市级国土空间总体规划编制指南(试行)[S].