文章编号：1003-1421(2026)07-0171-11
引用格式：袁林，林嘉仪，郎春，等. 铁路运输业新质生产力发展水平测度与障碍因子诊断[J]. 铁道运输与经济，2026，48(7)：171-181.
YUAN Lin，LIN Jiayi，LANG Chun，et al. Measurement and Diagnosis of Obstacle Factors for Development Level of New Quality Productivity in Railway Transportation Industry[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(7)：171-181.

铁路运输业新质生产力发展水平测度与障碍因子诊断

袁　林[1,2]，林嘉仪[1]，郎　春[1]，倪少权[3]，程　刚[1]

(1.西藏大学 工学院，西藏 拉萨　850000；2.西藏大学 生态环境学院，西藏 拉萨　850000；
3.西南交通大学 交通运输与物流学院，四川 成都　610031)

摘　要：为揭示我国铁路运输业新质生产力的发展水平及其障碍因子，研究首先从生产力要素视角界定铁路运输业新质生产力内涵，其次构建基于“新质劳动者—新质劳动资料—新质劳动对象”框架的铁路运输业新质生产力发展水平评价指标体系，然后采用博弈论EWM-CRITIC-TOPSIS法与障碍度模型，对2006—2024年我国铁路运输业新质生产力进行发展水平测度与障碍因子诊断。结果表明，新质生产力水平在考察期内以年均6.294%的增速逐年递增，其中新质劳动者、新质劳动资料和新质劳动对象子系统的年均增速分别为7.241%，6.325%，6.301%；新质劳动资料是一级核心障碍因子；单位运输装备产出、科技论文数、客货比结构、从业人数的障碍度呈现逐年快速上升态势。研究能够为提升铁路运输业的新质生产力发展水平提供理论参考。

关键词：铁路运输；新质生产力；组合赋权；TOPSIS模型；障碍因子
中图分类号：U2-9　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20250902002

Measurement and Diagnosis of Obstacle Factors for Development Level of New Quality Productivity in Railway Transportation Industry

YUAN Lin[1,2]，LIN Jiayi[1]，LANG Chun[1]，NI Shaoquan[3]，CHENG Gang[1]

(1. School of Engineering, Xizang University, Lhasa 850000, Xizang, China; 2. School of Ecology and Environment, Xizang University, Lhasa 850000, Xizang, China; 3. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan, China)

Abstract: To reveal the development level and obstacle factors of new quality productivity in China's railway transportation industry, this paper first defined the connotation of new quality productivity in the railway transportation industry from the perspective of productivity elements. Subsequently, an evaluation index system for the development level of new quality productivity in the railway transportation industry was constructed based on the framework of "new quality workers, new quality means of labor, and new quality subjects of labor". Then, the game theory-based EWM-CRITIC-TOPSIS method and an obstacle degree model were employed to measure the development level and diagnose the obstacle factors of new quality productivity in China's railway transportation industry from 2006 to 2024. The results show that the level of new quality productivity increases annually during the study period, with an average annual growth rate of 6.294%; among the subsystems,

收稿日期：2025-09-02　　**修订日期**：2026-05-18
通信作者：程刚(1981—)，男，四川泸州人，西藏大学工学院教授。
基金项目：拉萨市科技计划资助项目(LSKJ202462)

new quality workers, new quality means of labor, and new quality subjects of labor achieve average annual growth rates of 7.241%, 6.325%, and 6.301%, respectively; new quality means of labor is the first-level core obstacle factor; the obstacle degrees of unit transportation equipment output, number of scientific papers, passenger-freight ratio structure, and number of employees show a rapid upward trend year by year. The research results can provide theoretical references for enhancing the development level of new quality productivity in the railway transportation industry.
Keywords: Railway Transportation; New Quality Productivity; Combination Weighting; TOPSIS Model; Obstacle Factor

0　引言

新质生产力是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生的先进生产力形态。新质生产力的提出，为理解产业发展新动能和构建现代化产业体系提供了新的理论视角。铁路运输业作为基础性、先导性和战略性产业，发展新质生产力是响应国家战略、支撑经济高质量发展、提升产业链韧性和实现绿色转型的内在要求[1]。2026年全国铁路监督管理工作会议明确部署当前要推动发展新质生产力，加快铁路现代化产业体系建设。然而，面对既有发展模式的路径依赖，如何系统推动形成具有高科技、高效能、高质量特征的新质生产力，成为铁路现代化产业体系建设中亟待破解的关键命题。在此背景下，科学测度铁路运输业新质生产力的发展水平，精准识别制约其跃升的关键障碍因子，不仅有助于为其制定适配性提升策略提供决策依据，也有助于推动行业转型升级。

既有新质生产力研究围绕其内涵特征、实证测度及实现路径等方面开展了有益探索。在内涵特征上，学者们从不同理论视角对新质生产力进行了解读。韩文龙[2]基于政治经济学角度认为新质生产力的“新”体现为要素构成新和具体表现新，“质”体现为新本质、高质量和高品质；袁芳[3]基于马克思主义生产理论，认为新质生产力作为全新的生产力形态，是传统生产力在数字时代的跃升。在此基础上，学者们还将新质生产力理论延伸至具体情境，王家庭等[4]从区域维度提出，科技创新是核心要素，数字经济提供动力，现代化产业体系是载体，绿色发展是价值追求；李海舰等[5]从产业形态维度提出，新质设施产业、新质能源产业、新质生成产业与新质业态产业共同构成了数智时代产业创新的质变形态；赵楠等[6]聚焦交通运输领域，指出交通运输新质生产力是由科技创新和运营模式创新引起的生产力组成要素质态变化。在实证测度上，学者们从不同空间尺度和行业领域对新质生产力进行了量化研究。从省域尺度看，吉雪强等[7]采用熵权法(EWM)–优劣解距离法(TOPSIS)对我国省域新质生产力发展水平进行测度，揭示了“东高西低”的区域分化特征；王家庭等[4]将研究尺度下沉至市域层面，同样证实了这一空间格局的稳健性。从行业领域看，Sha等[8]、Hua等[9]采用EWM–TOPSIS、综合客观准则赋权(IDOCRIW)–理想平均距离偏好排序(PROBID)模型，分别对海洋新质生产力、新能源汽车企业新质生产力发展水平进行了测度；赵楠等[6]面向港口企业，采用层次分析法(AHP)–熵权法对其新质生产力发展水平进行测度，证实了水运领域新质生产力水平的持续上升态势。在实现路径上，学者们提出构建技术创新、要素配置、产业升级协同体系[10]，以新型基础设施建设为基础、劳动对象新需求为牵引、新质研发为支撑、新型生产关系变革为手段的提升路径[6]。

聚焦铁路运输业，部分研究已关注到高速铁路对新质生产力的赋能作用。谢立伟等[11]指出高速铁路物流通过技术革新、业态整合和全要素配置优化，促进其新质生产力发展。程保全等[12]证实高速铁路开通通过科技知识溢出、人力资本重构和产业结构升级，赋能城市新质生产力。此外，围绕铁路数字化[13]、智能化[14]和绿色化[15]的专题研究也日益丰富。然而，专门针对铁路运输业新质生产力的系统性研究较为匮乏，一是缺乏其内涵阐释；二是缺乏融入新质要素的综合评价指标体系；三是制约其提升的核心障碍尚不明朗，政策建议难以做到精准靶向。为此，研究首先从生产力要素视角界定铁路运输业新质生产力的基本内涵；其次构建基于“新质劳动者—新质劳动资料—新质劳动对象”框架、

包含25个三级指标的评价指标体系；然后采用博弈论EWM-CRITIC-TOPSIS模型，对2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平进行测度；最后引入障碍度模型识别关键制约因素，提出提升路径建议。

1　铁路运输业新质生产力的内涵与评价指标体系的构建

1.1　铁路运输业新质生产力的内涵

依据马克思主义生产力理论，生产力是由劳动者、劳动资料、劳动对象三要素构成的有机整体[16]。其中，劳动者是生产过程的主体和能动力量，劳动资料是劳动者置于自己和劳动对象之间、用以传导劳动的对象物，劳动对象是劳动者通过劳动资料将劳动施加于其上的一切物质。生产力发展的历史，本质上就是三要素持续升级、协同演化的历史。新质生产力是创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径，具有高科技、高效能、高质量特征，符合新发展理念的先进生产力质态。从构成要素看，新质生产力是以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵，以全要素生产率大幅提升为核心标志。早期铁路劳动者规模庞大且依赖体力与手工技能，劳动资料以机械化的机车车辆、钢轨及人工调度系统为主，劳动对象侧重旅客和货物的物理位移。在创新驱动下，我国铁路运输业正经历现代化产业体系的深度升级，其生产力三要素发生了系统性变革，实现了从传统要素向新质形态的根本性转变。“十四五”时期，我国铁路新装备新技术加速突破，路网规模质量持续提升，运输服务水平不断提高，铁路运输业新质生产力的高科技、高效能、高质量特征集聚显现。

当前，铁路劳动者已由“规模与人工”转向了“素质与潜能”的全面提升，劳动资料由机械化转向数字化、智能化的升级，劳动对象由物理位移拓展到数据流、能源流，新质要素的优化组合跃升推动了铁路运输业由“规模扩张”向“质量效能”的转型发展。据此，研究将铁路运输业新质生产力界定为：以创新为根本动力，以全要素生产率大幅提升为核心标志，以新质劳动者为能动主体、新质劳动资料为技术载体、新质劳动对象为价值载体，三要素优化组合跃升的先进生产力质态。基于上述内涵界定，铁路运输业新质生产力要素呈现以下4个基本特征。

（1）新质劳动者不再是传统意义上以重复性操作为主的铁路职工，而是具备复合知识结构、持续学习能力与技术创新潜能的高素质人力资本集合。他们是驾驭数智化装备、驱动技术创新的能动主体。

（2）新质劳动资料不再是传统意义上钢轨、机车车辆、车站等物理设施的简单堆砌，而是物理基础设施与数字基础设施深度融合、装备体系与控制系统协同演进的智能化劳动工具体系，是技术革命性突破的载体。

（3）新质劳动对象不再是传统意义上被简单位移的“旅客”和“货物”，而是依托高品质运输服务实现价值增值的客货流，以及运输过程中伴生的数据流、能源流。劳动对象从被动位移客体向主动价值创造载体的转变，反映了新质生产力在价值形态上的深刻变革。

（4）铁路运输业新质生产力是新质劳动者、新质劳动资料、新质劳动对象三者协同演进、相互赋能的系统工程。高技能劳动者运用数智化装备实现精准操控，数智化劳动资料重构运输组织方式与安全管控模式，高质量运输需求反过来牵引技术与人力资本的持续升级。这种“人—物—客体”的闭环互动关系，构成铁路运输业新质生产力形成的内在机理，推动全要素生产率系统性提升。

1.2　评价指标体系的构建

根据铁路运输业新质生产力的基本内涵，参考既有新质生产力测度研究成果[17-19]，遵循科学性、系统性、可量化性等原则，从新质劳动者、新质劳动资料、新质劳动对象3个维度，兼顾投入与产出、数量与质量、效率与绿色，选取25项指标，构建铁路运输业新质生产力发展水平评价指标体系如表1所示。

（1）新质劳动者。新质劳动者是发展新质生产力的第一资源与核心要素，需要规模庞大、素质过硬的劳动者队伍，并通过培训创新持续提升知识技能与生产效率。据此选取劳动者规模与素质、培训

表1　铁路运输业新质生产力发展水平评价指标体系

Tab.1　Evaluation index system for development level of new quality productivity in railway transportation industry

一级指标	二级指标	三级指标	指标解释	属性
新质劳动者	劳动者规模与素质	从业人数	国家铁路职工总数，万人	正向
		技能人员占比	技能人员数/从业人数，%	正向
		大专及以上学历占比	铁路职工技能人才中具有大专及以上学历的占比，%	正向
	培训与创新潜能	员工培训覆盖率	接受专业化培训的员工比例，%	正向
		R&D人员全时当量	研究与开发机构R&D人员全时当量，人年	正向
	劳动者生产效率	人均旅客周转量	年旅客周转量/从业人数，亿人公里/万人	正向
		人均货物周转量	年货物周转量/从业人数，亿t·km/万人	正向
新质劳动资料	基础设施与装备水平	主要运输装备总数	机车、车辆等数量总和，辆	正向
		CTC调度台数量	调度集中系统设备数，台	正向
		GSM-R网络覆盖里程	铁路无线通信网络GSM-R覆盖总里程，km	正向
		电气化铁路里程占比	电气化铁路里程/总铁路里程，%	正向
		复线铁路里程占比	复线铁路里程/总铁路里程，%	正向
		高速铁路里程占比	高速铁路里程/总铁路里程，%	正向
	投资能力与资本密度	R&D经费内部支出	研究与开发机构R&D经费内部支出，万元	正向
		年固定资产投资额	铁路固定资产投资总额，亿元	正向
		劳动资料资本密度	年固定资产投资额/从业人数，亿元/万人	正向
	科技创新水平	科技项目奖励	国家级和国铁集团级获奖项目数，项	正向
		专利授权数	铁路领域年度专利授权数，件	正向
		科技论文数	铁路重大科技论文数，篇	正向
新质劳动对象	运输规模与效率	年旅客周转量	总客运量×平均运距，亿人公里	正向
		年货物周转量	总货运量×平均运距，亿t·km	正向
		单位运输装备产出	换算周转量/主要运输装备总数，亿t·km/辆	正向
	运输结构与绿色水平	客货比结构	年旅客周转量/年货物周转量，%	正向
		单位能耗水平	机车综合能耗/换算周转量，kgce/(万t·km)	负向
		单位碳排放强度	CO_2排放量/换算周转量，kg/(万t·km)	负向

与创新潜能、劳动者生产效率，测度新质劳动者水平[19-20]。在从业人数基础上，引入“技能人员占比”和“大专及以上学历占比”反映规模与素质，以体现人才结构高级化[19]。培训与创新潜能由员工培训覆盖率、R&D人员全时当量构成，分别反映人力资本更新投入强度和创新创造潜能。劳动者生产效率作为全要素生产率的重要组成，选取人均旅客周转量和人均货物周转量衡量。

（2）新质劳动资料。新质劳动资料是改变劳动对象的物质要素。铁路基础设施与装备水平决定运输安全效率与服务质量，其建设和技术变革依赖战略性投资与科技创新，故选取基础设施与装备水平、投资能力与资本密度、科技创新水平，测度新质劳动资料水平。基础设施与装备水平包括主要运输装备总数、CTC调度台数量、GSM-R网络覆盖里程、电气化铁路里程占比、复线铁路里程占比、高速铁路里程占比。其中，主要运输装备总数反映移动劳动资料总体规模；CTC及GSM-R是调度智能化与通信现代化的核心劳动资料；电气化率、复线率及高速铁路占比直接关联运输能力和效率。投资能力与资本密度由R&D经费内部支出、年固定资产投资额、劳动资料资本密度构成，反映创新资金支持、技术装备更新速度和资本有机构成高度。科技创新水平由科技项目奖励、专利授权数、科技论文数衡量[19]。

（3）新质劳动对象。新质劳动对象是劳动过程的基础与直观体现。我国铁路特别是高速铁路运营里程攀升，带来运输规模、效率提升及运输结构和绿色水平优化，体现了高效能、低成本、低排放的交通新质生产力特征[6]。因此，以运输规模与效率、运输结构与绿色水平测度新质劳动对象水平。其中，运输规模与效率由年旅客周转量、年货物周转量、单位运输装备产出构成，分别代表产出总量和移动劳动资料使用效率，共同反映集约化增长。运输结构与绿色水平由客货比结构、单位能耗水平、单位碳排放强度构成，分别反映响应客货运输需求的动态调整能力及节能减排成效。

2　研究方法与数据来源

2.1　博弈论EWM-CRITIC法

博弈论EWM-CRITIC法是一种将均衡思想与客观赋权相结合的先进组合赋权方法，该方法将EWM法和CRITIC法的结果进行优化组合，既能充

分利用原始数据的信息量，又能规避指标重复或冲突带来的干扰，能够更为科学地测度新质生产力的发展水平[21]。其计算步骤为：首先依据min-max准则构建原始数据标准化矩阵$\boldsymbol{R}=(r_{ij})_{m\times n}$，其次运用公式(1)和公式(2)依次计算EWM法权重和CRITIC法权重，然后构造基本权重向量集$\boldsymbol{U}=\begin{bmatrix} w_1^E & \cdots & w_n^E \\ w_1^C & \cdots & w_n^C \end{bmatrix}$，运用公式(3)计算EWM法和CRITIC法的优化线性组合系数，最后对优化线性组合系数进行归一化，运用公式(4)计算各指标的组合权重。

$$w_j^E=\frac{1-e_j}{\sum_{j=1}^{n}(1-e_j)} \tag{1}$$

式中：w_j^E为指标j的熵权；e_j为指标j的熵。

$$w_j^C=\frac{\sigma_j\theta_j}{\sum_{j=1}^{n}(\sigma_j\theta_j)} \tag{2}$$

式中：w_j^C为指标j的CRITIC权重；σ_j为指标j的对比强度；θ_j为指标j的冲突性。

$$\min\left\|\sum_{k=1}^{2}a_k w_k^T-w_k\right\| \quad k=1,\ 2 \tag{3}$$

式中：a_k为优化线性组合系数；w_k为第k种方法的权重。

$$w_j=a_1^* w_j^E+a_2^* w_j^C \tag{4}$$

式中：w_j为指标j的组合权重；a_1^*，a_2^*为优化线性组合系数的归一化值。

2.2　组合赋权-TOPSIS模型

基于TOPSIS模型对新质生产力进行测度是学术界普遍运用的一种方法，该方法对评价指标间与决策单元间的差异具有较高的辨识度，能够为测度新质生产发展力水平提供科学依据[7-8]。然而，传统TOPSIS和EWM-TOPSIS、CRITIC-TOPSIS等赋权法存在权重主观、无法全面平衡数据离散性与相关性等特点，故研究采用博弈论EWM-CRITIC-TOPSIS法对铁路运输业新质生产力发展水平进行测度，该方法通过博弈论实现权重的最优融合，兼顾数据离散性与指标冲突性，能更科学刻画新质生产力系统的复杂特征[21]。其计算步骤为：首先基于博弈论EWM-CRITIC组合权重构建加权标准化决策矩阵$\boldsymbol{V}=(v_{ij})_{mn}=(w_j\cdot r_{ij})_{mn}$，其次运用公式(5)和公式(6)计算各指标的正负理想解，然后运用公式(7)和公式(8)计算各样本与指标正负理想解的欧氏距离，最后运用公式(9)计算各样本的相对贴近度。

$$v_j^+=\max\left(v_{1j},\ v_{2j},\ \cdots,\ v_{ij}\right) \tag{5}$$

式中：v_j^+为指标j的正理想解；v_{ij}为原始数据加权标准化值。

$$v_j^-=\min\left(v_{1j},\ v_{2j},\ \cdots,\ v_{ij}\right) \tag{6}$$

式中：v_j^-为指标j的负理想解。

$$S_i^+=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(v_j^+-v_{ij}\right)^2} \tag{7}$$

式中：S_i^+为样本i与指标j正理想解的欧式距离。

$$S_i^-=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(v_j^--v_{ij}\right)^2} \tag{8}$$

式中：S_i^-为样本i与指标j负理想解的欧式距离。

$$N_i=\frac{S_i^-}{S_i^++S_i^-} \tag{9}$$

式中：N_i为样本i的相对贴近度。

2.3　障碍因子诊断模型

铁路运输业是一个复杂系统，其新质生产力的形成与提升受制于多维要素的联动影响，不同要素对系统贡献程度及其对目标实现的阻滞程度存在显著差异。为此，研究借鉴障碍因子诊断模型识别影响铁路运输业新质生产力发展水平的关键因素，具体计算如公式(10)所示[22]。

$$h_j=\frac{(1-r_{ij})\omega_j}{\sum_{j=1}^{n}\left((1-r_{ij})\omega_j\right)}\times 100\% \tag{10}$$

式中：h_j为指标j的障碍度；ω_j为指标j的贡献度。

2.4　数据来源

选取2006—2024年作为研究时段，数据主要来源于《中国铁道年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》和《中国统计年鉴》，其中R&D人员全时当量、R&D经费内部支出、CTC调度台数量和GSM-R网络覆盖里程等缺失个别数据，为确保其准确性和可解释性，采用回归插值法进行补充。

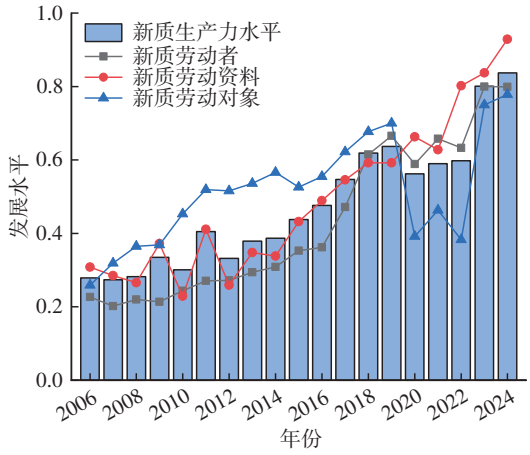
3　铁路运输业新质生产力发展水平测度结果及障碍因子分析

3.1　发展水平测度结果与分析

3.1.1　总体发展水平分析

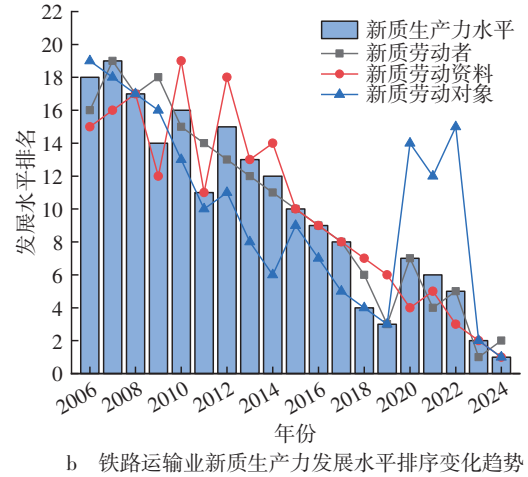
基于获取数据，运用公式(9)计算得到2006—

2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平及其排序变化趋势如图1所示。由图1可知，考察期内我国铁路运输业新质生产力水平显著上升，发展水平指数由2006年的0.279上升至2024年的0.837，年均增长率为6.294%，呈现出稳健向上的发展态势，这一增长轨迹表明，我国铁路运输业在过去近20年间，经历了从传统生产力向新质生产力的系统性跃迁。分阶段来看，2006—2010年处于平稳起步期，发展水平年均增速为1.916%，新质要素积累缓慢。2011—2019年处于加速提升期，发展水平年均增速为5.824%，与当期高速铁路大规模投运、技术创新密集期高度吻合。2020—2022年处于波动调整期，受新冠疫情冲击，发展水平指数从2019年的0.637降至2020年的0.562后回升至2022年的0.598，呈现“V型”波动。2023—2024年处于质变突破期，发展水平指数跃升至2024年的0.837，标志着新质生产力进入全面爆发阶段。



a　铁路运输业新质生产力发展水平变化趋势

a　Development level change trend of new quality productivity in railway transportation industry



b　铁路运输业新质生产力发展水平排序变化趋势

b　Ranking change trend of development level of new quality productivity in railway transportation industry

图1　2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平及其排序变化趋势

Fig.1　Development level and ranking change trend of new quality productivity in China’s railway transportation industry from 2006 to 2024

3.1.2　子系统发展水平分析

新质劳动者子系统实现了从初期发展瓶颈向后期增长极的演化跃迁，其发展水平指数从2006年的0.227增至2024年的0.799，年均增速为7.241%。究其原因，得益于“人才强路”战略的持续推进，截至2024年，全路技能人才总量达到130万人，其中高技能人才占比51.9%，超社会企业平均水平21.9个百分点。伴随着《国铁集团党组关于加强新时代铁路技能人才队伍建设的意见》(铁党办〔2023〕21号)等文件的印发、铁路“新八级”职业技能等级制度的建立，标志着铁路高技能人才已从传统的劳动力成本端转化为驱动铁路运输业新质生产力发展的核心要素与活力源泉。

新质劳动资料子系统已达到高度新质水平，其发展水平指数从2006年的0.308增至2024年的0.929，年均增速为6.325%。究其原因，得益于铁路运输业长期以来的资本投入、技术升级改造及数智化转型，在“十四五”时期，我国已建成全球最大高速铁路网和先进的铁路网，高速、高原、高寒、重载铁路技术保持领先，智能化、绿色化技术快速发展。新质劳动资料由“量的积累”到“质的飞跃”，体现了铁路运输业不再仅仅是支撑国民经济的基础设施，而是凭借高水平的科技含量和高效率的运营能力，成为了驱动经济社会高质量发展的核心引擎和技术高地。

新质劳动对象子系统发展水平指数从2006年的0.259增至2024年的0.778，年均增速为6.301%，后期呈现出明显的波动特征。其中，2006—2019年期间发展水平整体呈现逐年上升轨迹，年均增速为7.948%，究其原因当期完成了大规模铁路建设，尤其是高速铁路网投入运营，运输能力与效率得到大幅提升，而2013年后的货运改革与“公转铁”等政策又推动了运输结构优化与服务升级，加之持续的电气化建设改造有效提升了铁路绿色水平。受新

冠疫情影响，2020—2022年期间客运量跌落、货运需求波动，运输周转量大幅下滑，致使发展水平下降，反映了该子系统对经济周期和突发事件的敏感性。2023年后发展水平回升，源于疫后运输需求释放、多式联运协同发力、货运向现代物流转型推进。

整体而言，子系统水平在发展趋势上呈现出高度协同演进特征，新质劳动者的能动作用、新质劳动资料的技术支撑与新质劳动对象的需求牵引三者间形成良性互动，印证了新质生产力系统的内生耦合机制。这种协同效应表明，铁路新质生产力的跃迁并非单一要素的线性突破，而是依托智能装备升级、运输结构优化与人力资本增值的多元共振，进而驱动全要素生产率系统性提升。

3.2　发展水平障碍因子分析

3.2.1　一级指标障碍因子及其变化分析

2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平一级指标障碍度及其排序如图2所示。由图2可知，2006—2019年一级指标障碍度排序为新质劳动资料>新质劳动者>新质劳动对象，2019年后受新冠疫情影响，排序出现明显波动。整体而言，铁路运输业新质生产力一级障碍因子在考察期内呈现结构性变化特征。其中，新质劳动资料障碍度从2006年的48.584%降至2024年的20.633%，由首要瓶颈转为基础支撑，反映基础设施建设和装备技术升级基本完成；新质劳动对象障碍度从2006年的24.378%升至2024年的46.220%，由末位障碍跃居首要矛盾，揭示产出效能提升、运输结构优化与市场适配成为新质生产力提升的核心攻坚方向；新质劳动者障碍度变化较为稳定，始终为基础性制约因素。

3.2.2　总体关键障碍因子及其变化分析

2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平前10位障碍因子如表2所示。由表2可知，我国铁路运输业新质生产力发展受R&D经费内部支出、单位运输装备产出、R&D人员全时当量等因素的制约，影响排名前10位障碍因子的障碍度均值合计达到58.194%，表明该10个指标在考察期内为影响铁路运输业新质生产力水平的关键障碍因子。结果显示，R&D经费内部支出与R&D人员全时当量分别排名第一和第三，凸显出创新驱动核心要素投入不足。单位运输装备产出、年旅客周转量、人均旅客周转量、客货比结构及人均货物周转量5项指标的障碍度均值合计为27.319%，反映出生产要素配置效率与产出质量受限。科技论文与专利授权数障碍度均值合计占10.310%，反映出科研成果转化能力薄弱。此外，从业人数进入障碍因子前10，反映出现有人力资源与新质生产力发展需求的不匹配。上述结果表明，铁路运输业新质生产力的形成，首先离不开科技创新投入的核心驱动，以突破技术瓶颈；其次离不开生产要素的高效配置，以提升全要素生产率；再者离不开科研成果的产业化转化，以实现创新价值；此外，更离不开高素质

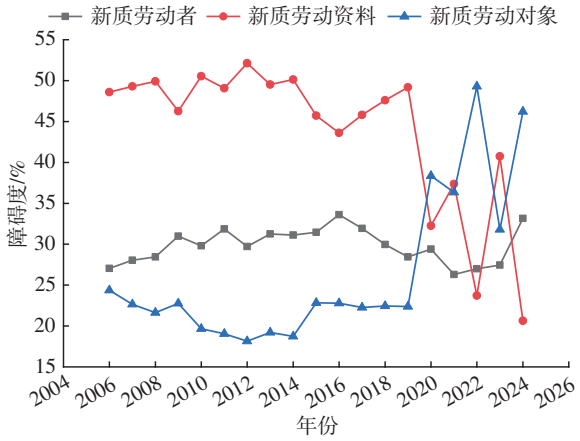


图2　2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平一级指标障碍度及其排序

Fig.2　Obstacle degree and ranking of first-level indicators for development level of new quality productivity in China's railway

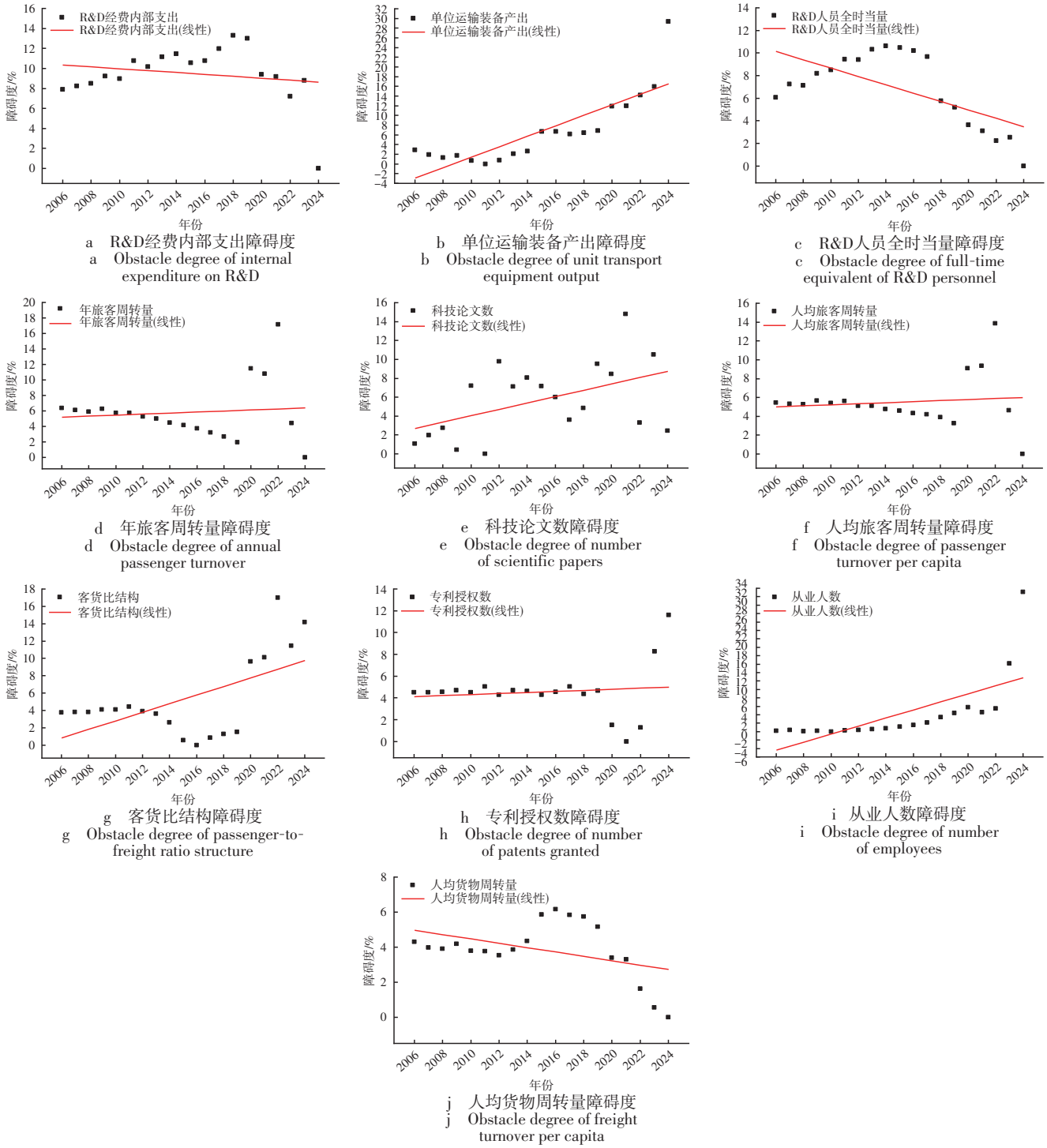
表2　2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平前10位障碍因子

Tab.2　Top 10 obstacle factors for development level of new quality productivity in China's railway transportation industry from

指标排序	障碍因子	障碍度均值/%
1	R&D经费内部支出	9.496
2	单位运输装备产出	6.849
3	R&D人员全时当量	6.822
4	年旅客周转量	5.794
5	科技论文数	5.742
6	人均旅客周转量	5.524
7	客货比结构	5.298
8	专利授权数	4.568
9	从业人数	4.247
10	人均货物周转量	3.854

新型劳动者的支撑，以驾驭智能化装备与复杂运营网络。由此可见，铁路运输业新质生产力的跃升，不能仅靠单一环节的改进，而是需要从加大高质量创新投入、优化要素配置效率、打通成果转化链条、提升劳动者素质等多个维度进行系统性突破。

为进一步了解关键障碍因子的变化趋势，引入linest函数对前10位障碍因子进行分析，得到2006—2024年我国铁路运输业新质生产力关键障碍因子变化趋势如图3所示。由图3可知，单位运输装备产出、年旅客周转量、科技论文数、人均旅客周转



a　R&D经费内部支出障碍度
a　Obstacle degree of internal expenditure on R&D

b　单位运输装备产出障碍度
b　Obstacle degree of unit transport equipment output

c　R&D人员全时当量障碍度
c　Obstacle degree of full-time equivalent of R&D personnel

d　年旅客周转量障碍度
d　Obstacle degree of annual passenger turnover

e　科技论文数障碍度
e　Obstacle degree of number of scientific papers

f　人均旅客周转量障碍度
f　Obstacle degree of passenger turnover per capita

g　客货比结构障碍度
g　Obstacle degree of passenger-to-freight ratio structure

h　专利授权数障碍度
h　Obstacle degree of number of patents granted

i　从业人数障碍度
i　Obstacle degree of number of employees

j　人均货物周转量障碍度
j　Obstacle degree of freight turnover per capita

图3　2006—2024年我国铁路运输业新质生产力关键障碍因子变化趋势

Fig.3　Change trend of key obstacle factors of new quality productivity in China's railway transportation industry from 2006 to 2024

量、客货比结构、专利授权数和从业人数7个指标的障碍度呈现向上发展态势，尤其是单位运输装备产出、科技论文数、客货比结构及从业人数4个指标，说明这些障碍因子对铁路运输业新质生产力发展的制约作用日益加重，需引起高度重视。与此同时，R&D经费内部支出、R&D人员全时当量及人均货物周转量3个障碍因子的障碍度总体呈现逐年下降趋势，说明这些方面的短板在考察期内得到了不同程度的缓解，但对铁路运输业新质生产力的发展仍存在一定的限制作用，需持续关注。

3.2.3　阶段性关键障碍因子及其变化分析

2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平各阶段前5位障碍因子如表3所示。由表3可知，2006—2010年期间，创新投入不足是首要制约，同时客运需求与运力匹配问题初显；GSM-R网络覆盖里程进入前5，反映这一时期铁路移动通信系统建设尚处初级阶段，基础设施配套滞后。2011—2015年期间，两大创新投入因子障碍度较前期明显增加，表明随着铁路运输业的快速发展，对科技创新的需求更加迫切，而投入未能同步跟进；科技论文数首次进入前5，显示科研产出开始受到关注，但也反映出知识生产与产业需求可能存在脱节。2016—2020年期间，R&D经费内部支出持续位居首位；装备产出效率问题开始超越人员投入成为第二大障碍，表明既有装备技术水平或利用效率难以适应生产力提升需求；货运效率问题逐渐显现。2021—2024年期间，前5项指标的障碍度总和高达61.758%，呈现高度集中化特征。装备效率问题成为最大瓶颈，人力资源配置与客货运结构失衡问题急剧恶化，反映出铁路运输业在新质生产力发展阶段面临深层次的结构性矛盾。整体来看，创新投入在前期始终是核心障碍，但后期相对位次被装备产出效率超越，表明制约重心从“要素投入不足”转向“投入产出效能偏低”。结构性矛盾在后期集中爆发，反映了人力配置与运输结构失衡加剧。与此同时，还长期伴随着一定的科研成果转化压力。

4　结论与建议

考察期内我国铁路运输业新质生产力水平整体稳步上升，子系统增幅排序为新质劳动者>新质劳动资料>新质劳动对象。一级障碍因子在2006—2019年排序为新质劳动资料>新质劳动者>新质劳动对象，2020—2024年出现明显波动，新质劳动资料由主导转为阶段性波动，新质劳动对象的约束作用增强。排名前10的关键障碍因子中，单位运输装备产出、科技论文数、客货比结构和从业人数障碍度呈现逐年快速上升态势，R&D经费内部支出、R&D人员全时当量及人均货物周转量障碍度呈现逐年下降趋势。当前制约铁路运输业新质生产力发展的核心困境在于要素产出效能偏低、要素结构配置失衡、创新成果与产业循环脱节三重问题交织。基于此，研究通过构建“要素升级—结构优化—功能提升”框架，提出以下提升路径。

（1）要素升级。以数字孪生与智能装备驱动劳动资料效能跃升。推进覆盖核心装备全生命周期的数字孪生平台建设，将传统维修升级为状态修与预测性维护；借鉴朔黄铁路等智能调度经验，推广路网级智能调度系统[23-24]，释放设施潜在

表3　2006—2024年我国铁路运输业新质生产力发展水平各阶段前5位障碍因子

Tab.3　Top 5 obstacle factors at each stage for development level of new quality productivity in China's railway transportation industry from 2006 to 2024

指标排序	2006—2010年		2011—2015年		2016—2020年		2021—2024年	
	障碍因子	障碍度均值/%	障碍因子	障碍度均值/%	障碍因子	障碍度均值/%	障碍因子	障碍度均值/%
1	R&D经费内部支出	8.551	R&D经费内部支出	10.815	R&D经费内部支出	11.685	单位运输装备产出	17.874
2	R&D人员全时当量	7.420	R&D人员全时当量	10.049	单位运输装备产出	7.607	从业人数	14.847
3	年旅客周转量	6.053	科技论文数	6.426	R&D人员全时当量	6.880	客货比结构	13.170
4	人均旅客周转量	5.423	GSM-R网络覆盖里程	5.070	科技论文数	6.483	年旅客周转量	8.093
5	GSM-R网络覆盖里程	5.192	人均旅客周转量	5.034	人均货物周转量	5.254	科技论文数	7.774

价值。

（2）结构优化。推动人力资本与运输市场动态适配。实施“铁路数字化转型人才再造计划”，可借鉴南宁高速铁路基础设施段“订单式”培养模式引导传统岗位向新质岗位转型；建立“需求响应式”客货分时运行图系统，利用大数据预测客货流高峰，探索动态通过能力分配机制。

（3）功能提升。构建创新链与产业链的价值转化机制。改革科研绩效评价体系，将专利转化成交额、运营成本节约额等纳入考核；落实中试基地建设部署，围绕CR450等重大工程组建概念验证中心，打通从实验室到产业化的标准化中试桥梁。

（4）系统协同。要素升级为结构优化提供技术支撑，结构优化为要素升级提供需求牵引，功能提升为前2层注入持续创新动能。通过“要素—结构—功能”协同演进，推动铁路运输业新质生产力从“点状突破”迈向“网状协同”的整体跃迁。

参考文献：

[1] 许媛媛. 以新质生产力赋能高质量发展 加快实现铁路高水平科技自立自强[N]. 人民铁道，2024-07-29(1).

[2] 韩文龙. 新质生产力的政治经济学阐释[J]. 马克思主义研究，2024(3)：100-115.
HAN Wenlong. Political Economy Interpretation of New Quality Productive Forces[J]. Studies on Marxism，2024(3)：100-115.

[3] 袁　芳. 新质生产力理论对马克思生产力理论的创新性发展[J]. 学术界，2024(8)：51-58.

[4] 王家庭，王浩然，孙荣增. 中国市域新质生产力水平测度评价及其时空格局[J]. 经济地理，2025，45(6)：67-78.
WANG Jiating，WANG Haoran，SUN Rongzeng. Measurement and Spatio-Temporal Pattern of the New Quality Productive Forces at the Municipal Level in China[J]. Economic Geography，2025，45(6)：67-78.

[5] 李海舰，赵　丽. 新质生产力的三维界定：要素形态、产业形态、经济形态[J]. 经济纵横，2024(10)：35-45.
LI Haijian，ZHAO Li. Delineation of New Quality Productive Forces in Three Dimensions：Factor Forms，Industrial Forms，and Economic Forms[J]. Economic Review Journal，2024(10)：35-45.

[6] 赵　楠，潘梦婷，真　虹. 交通运输新质生产力发展的理论逻辑与实现路径[J]. 中国公路学报，2025，38(1)：294-303.
ZHAO Nan，PAN Mengting，ZHEN Hong. Theoretical Logic and Implementation Pathways in the Development of New Quality Productive Forces in Transportation[J]. China Journal of Highway and Transport，2025，38(1)：294-303.

[7] 吉雪强，贺志浩，李卓群，等. 省域新质生产力发展水平测度、时空特征及其影响因素[J]. 经济地理，2024，44(11)：104-112.
JI Xueqiang，HE Zhihao，LI Zhuoqun，et al. Measurement，Spatiotemporal Characteristics and Influencing Factors of Development Level of New Quality Productive Forces at the Provincial Level[J]. Economic Geography，2024，44(11)：104-112.

[8] SHA X J，TANG H M，WANG Y T. Research on the Measurement and Spatio-Temporal Evolution of Marine New-Quality Productivity in China[J]. Frontiers in Marine Science，2025，12：1551481.

[9] HUA G Z，ZENG F L，SUN H P. Analyzing New Quality Productive Forces in New Energy Vehicle Companies Based on a New Multi-Criteria Decision Analysis Model[J]. World Electric Vehicle Journal，2024，15(11)：503.

[10] 韩　融，翟　云，栗伊萱. 数字化绿色化协同赋能新质生产力发展的理论机理与实现路径[J]. 电子政务，2025(7)：16-26.

[11] 谢立伟，席江浩，王荧荧. 高铁物流促进现代物流新质生产力发展的机制与路径研究[J]. 区域经济评论，2025(6)：60-66.
XIE Liwei，XI Jianghao，WANG Yingying. Research on the Mechanism and Path of High Speed Rail Logistics Promoting the Development of New Quality Productive Forces in Modern Logistics[J]. Regional Economic Review，2025(6)：60-66.

[12] 程保全，陈叶璐，孙晓天，等. 高铁开通赋能城市新质生产力的作用机理与异质性研究[J/OL]. 铁道科学与工程学报. [2026-01-01]. https：//doi. org/10. 19713/j. cnki. 43-1423/u. T20251199.
CHENG Baoquan，CHEN Yelu，SUN Xiaotian，et al. Mechanisms and Heterogeneity of High Speed Rail's Empowerment of Urban New Quality Productivity[J/OL]. Journal of Railway Science and Engineering. [2026-01-01].

https：//doi. org/10. 19713/j. cnki. 43-1423/u. T20251199.

[13] 蒋　辉. 数字中国战略下发展铁路数字经济的顶层研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(8)：1-7.
JIANG Hui. Top-Level Research on Developing Railway's Digital Economy under Digital China Strategy[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(8)：1-7.

[14] 王小书，史天运，吕晓军，等. 铁路智能客站数字孪生模型研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(5)：78-88.
WANG Xiaoshu，SHI Tianyun，LYU Xiaojun，et al. Digital Twin Model of Intelligent Railway Passenger Stations[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(5)：78-88.

[15] 叶善椿，何景师，肖　斌. 我国铁路货运效率与绿色物流发展耦合协调研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(2)：120-127.
YE Shanchun，HE Jingshi，XIAO Bin. Coupling Coordination of Railway Freight Efficiency and Green Logistics Development in China[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(2)：120-127.

[16] 马克思，恩格斯. 马克思恩格斯全集[M]. 中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局，译. 北京：人民出版社，2003.

[17] 韩文龙，张瑞生，赵　峰. 新质生产力水平测算与中国经济增长新动能[J]. 数量经济技术经济研究，2024，41(6)：5-25.
HAN Wenlong，ZHANG Ruisheng，ZHAO Feng. The Measurement of New Quality Productivity and New Driving Force of the Chinese Economy[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics，2024，41(6)：5-25.

[18] 蒙昱竹，郝振龙，王明月. 新质生产力的时空差异、影响因素和提升路径[J]. 地域研究与开发，2025，44(3)：1-7，15.
MENG Yuzhu，HAO Zhenlong，WANG Mingyue. Research on Spatial and Temporal Differences，Influencing Factors and Promotion Paths of New Quality Productivity[J]. Areal Research and Development，2025，44(3)：1-7，15.

[19] 庄定鹏，廖东声. 新质生产力：水平测算、演变格局与收敛规律[J]. 工业技术经济，2024，43(11)：3-12.
ZHUANG Dingpeng，LIAO Dongsheng. New Quality Productivity：Level Assessment，Evolution Patterns，and Convergence Laws[J]. Journal of Industrial Technology and Economy，2024，43(11)：3-12.

[20] 安博文，许培源，卢一夫，等. 新质生产力推动经济高质量发展：动力源泉与区域协调[J]. 工业技术经济，2025，44(3)：14-23.
AN Bowen，XU Peiyuan，LU Yifu，et al. Addressing High-Quality Economic Development through New Quality Productivity：Sources of Power and Regional Coordination[J]. Industrial Technology & Economy，2025，44(3)：14-23.

[21] 赵建吉，闫明涛，王艳华. 新质生产力发展水平测度：指标与数据[J]. 河南大学学报(社会科学版)，2024，64(6)：7-13，152.
ZHAO Jianji，YAN Mingtao，WANG Yanhua. Measurement of the Development Level of New Productive Forces：Indicators and Data[J]. Journal of Henan University (Social Sciences)，2024，64(6)：7-13，152.

[22] 樊艳翔，贺　苗，褚星波，等. 新质生产力水平测度、演化及障碍度识别[J]. 地域研究与开发，2025，44(6)：1-10.
FAN Yanxiang，HE Miao，CHU Xingbo，et al. Measurement and Evolution of New Quality Productivity Level and Obstacle Identification[J]. Areal Research and Development，2025，44(6)：1-10.

[23] 马珺杰，闫　凡，张　强，等. 重载铁路电务设施设备智能运维平台关键技术研究[J]. 铁路物流，2025，43(8)：47-53.
MA Junjie，YAN Fan，ZHANG Qiang，et al. Key Technologies of Intelligent Operation and Maintenance Platform for Electrical Facilities and Equipment in Heavy-Haul Railway[J]. Railway Logistics，2025，43(8)：47-53.

[24] 张　岩，樊笑棋，李叶俊. 朔黄铁路列车运行自动调整系统研究[J]. 铁路物流，2026，44(4)：41-49.
ZHANG Yan，FAN Xiaoqi，LI Yejun. Research on Automatic Adjustment System for Train Operation of Shuohuang Railway[J]. Railway Logistics，2026，44(4)：41-49.

(责任编辑　李丹丹)