



北京交通大学  
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY

2024年4月

科技

Monthly Report  
on Science and Technology

# 工作月度简报

思源 / 交融 / 创新

School of

Traffic and Transportation

交通运输学院

SINCE — 1896



## 运输人物

### ● 张星臣：三尺讲台育桃李，一片丹心铸栋梁

张星臣，生于1960年，河南民权人。国家“万人计划”教学名师，教育部高等教育评估委员会委员、教育部高等学校教学指导委员会交通运输类专业教学指导委员会主任委员，北京交通大学交通运输学院教授、博士生导师。



一支粉笔，两袖清风，三尺讲台，四季晴雨。张星臣教授从教三十余载，始终坚持立德树人根本任务，做有理想信念、有高尚道德情操、有扎实学识和仁爱之心的大先生。作为一线教学工作者，长期专注于教书育人和教学改革，获评国家级教学成果奖一等奖等多项重要荣誉。作为北京交通大学交通运输工程一级学科责任教授（自2017至2022年），设计学科的发展规划、建设目标、实施路径等，交通运输工程学科2018-2021年连续4年软科排名蝉联全球第一；作为教育部交通运输类专业教学指导委员会主任委员，在兄弟院校通过报告会、讲座、咨询等形式指导一流本科专业建设，效果显著。

#### 立德树人、课堂铸魂，课程思政树立时代风尚

作为课程负责人，张星臣教授牵头建设《城市轨道交通运营管理》《交通运输系统最优化理论与方法》和《管理运筹学》三门课程，他深度挖掘专业课程中蕴含的思想政治教育资源，发挥课程思政的育人功效，构建案例类型丰富、逻辑层次递进、专业内容与育人内容相互支撑的课程内容体系，使专业课与学生思政教育同向同行，将交大人“爱路报国”的红色传统融入每位学子的血脉基因，形成协同效应。

(1) 在《城市轨道交通运营管理》课程建设中，融入工程观与核心价值观培育案例，提升学生的专业理解能力；融入交通强国建设战略案例，呼应民族自信心；融入城轨票制票价社会公益性和公平性案例，培育公共意识；融入基于安全事件案例教学的职业素养和社会责任感教育案例，培养职业精神等，用生动易解的案例将思政建设巧妙地融入课堂教学，将国家意识、大局意识、工匠意识、团队意识厚植学生内心，培养学生爱国奉献的精神品格、严谨求实的学术风格、坚韧顽强的工作作风，达到润物细无声的教学效果。

《城市轨道交通运营管理》课程获得国家级课程思政示范课，《交通运输系统最优化理论与方法》课程获得北京市课程思政示范课。

(2) 2021年6月，张星臣教授组织召开全国交通运输类专业课程思政研讨会并作主题报告，获得200余名参会教师的高度称赞，并受邀在教育部教师网络培训中心、新华网、全国高校质量保障机构联盟面向各高校教师分享经验做法，起到了很好的辐射示范作用。

## 运输人物

### 学生中心、产出导向，教学建设凸显国家一流

张星臣教授长期坚持投入教学改革研究，对接国家重大需求，突出行业特色，先后主持交通运输专业综合改革项目(2012-2015)，国家教育体制改革试点项目“探索行业高校产学研联合培养人才的模式和机制”研究(2012-2016)、“行业特色大学国际化人才培养试点改革”研究(2012-2016)，北京市重点教改项目“面向国家重点行业和区域经济发展的品牌专业建设研究与实践”(2014-2016)，教育部新工科项目“现代交通背景下交通运输工程新工科复合人才培养模式探索与实践”(2018-2020)、“交通运输类专业校企合作新工科人才培养实践创新平台建设的探索”(2020-2022)，参与教育部新工科项目“新工科背景下的交通运输类专业工程教育三级认证标准构建”(2020-2022)，累计覆盖学生 12579 人，参与联合培养企业 65 家，取得很好的改革试点成效。近五年来，共获得国家级教学成果一等奖 1 项、二等奖 2 项，北京市教学成果特等奖 2 项、一等奖 2 项。

(1) 在专业建设中，基于学生中心、产出导向、持续改进三大理念全面改革专业建设，交通运输专业从 2007 年率先获得工程教育专业认证，现已通过四轮专业认证，使得专业质量水平和学生能力产出处于持续改进的螺旋式上升态势，保障专业始终处于国家一流水平。交通运输专业于 2019 年获得国家首批一流专业建设点，2020 年由张星臣教授牵头申报，入围北京市 50 个重点建设的一流专业，获得北京市 200 万专业建设经费支持；2022 年张星臣教授牵头的交通运输专业虚拟教研室获教育部首批虚拟教研室建设试点。

(2) 在课程建设中，基于毕业要求达成性评价指标点，对负责的课程内容进行全面梳理，引入轨道交通最新运营管理技术和运输能力研究成果，融入国外先进理论和模型思维，撰写了教材“城市轨道交通运营与管理”。引入复杂工程问题典型案例，采用研究型教学，强化学生工程问题识别、表达和分析能力，工程方案解决能力，工程问题建模能力和运用现代工具解算能力的培养，取得较好的效果。

(3) 在教学方法改革中，根据不同课程和对象进行三种教学方法探索，针对《管理运筹学》MOOC 平台全面推行翻转课堂教学改革，强化数理逻辑运用训练导向；针对《城轨运营》课程和《交通最优化理论与方法》课程采用研究性教学，推行研讨课堂、陈述辩论课堂和质疑报告课堂，同时推进考试改革，采用多阶段持续考核模式效果显著。《交通博览》《高速铁路纵横》曾获国家级视频公开课，《城市轨道交通运营管理》获评国家级精品课程和国家级线上一流课程，《管理运筹学(A)》获评国家级线上线下混合一流课程及北京市优质课程(重点)。

## 运输人物

### 人才汇聚、科研创新，交通强国服务重大需求

张星臣教授长期从事交通运输工程领域的相关研究，有良好的研究基础和技术储备。主持和参加 50 余项科研项目，包括：科技部“973”、“863”项目，国家自然科学基金项目，铁路总公司项目和北京市项目等。长期从事综合交通运输组织优化领域研究，研究问题主要涉及铁路运输组织方案、重载铁路运输能力、交通运输过程管控与优化、交通运输需求特征和分布规律、交通运输资源与设备布局、交通运输网络优化、民用航空流量分析、城市轨道交通运营管理等多方向的应用基础研究，基于学科的积累，申请人在交通运输系统能力计算、利用、储备与加强方向已经形成优势特色。

近年来，张星臣教授在国内外学术刊物及国际、国内学术会议上发表论文百余篇。目前担任《铁道学报》、《同济大学学报》、《系统仿真学报》和《中国铁路》等杂志审稿专家，教育部研究生学位中心博士论文评审专家，以及自然科学基金和国家科技奖评审专家。

讲坛之上，传道授业，讲坛之下，良师益友。在多年的教书育人中，张星臣教授团队始终秉持尊师重教爱学生的文化。一是注重队伍建设，打造优秀育人团队。张星臣教授始终坚持以身作则，多上课、多听课，关心年轻教师发展，通过集体备课、相互听课等质量保障措施，锤炼造就了一支国家级教学团队。二是紧抓学生团队，不断提升学生的工程素养和科研能力，近 5 年作为团队总指导，指导学生获得全国竞赛奖 4 项，省部级竞赛奖 3 项；坚持在毕业前给团队毕业生上一堂如何做事、做人，如何成才的面对面谈心课，指导学生扣好工作新征程的第一颗扣子。多年来团队共有百余名研究生毕业，90%以上毕业生在交通运输相关领域工作，涌现出王军、丁茂廷等行业模范，为交通强国战略实施贡献了一大批优秀人才。

以拼搏为槌杵，化艰难为钟磬。张星臣教授带领团队成员以责任书写教育强国的壮丽篇章，努力在交通强国的新征程上跑出“加速度”。道阻且长，行则将至；行而不辍，未来可期。作为一名老交大人，张星臣教授至今仍奋斗在科研、育人一线，他坚信交通强国、教育强国的路会有曲折，但也充满希望……

## 本月成果

### ● 项目：

2024年4月共完成科研项目立项**22**项。

其中：北京市自然科学基金“面上”项目**1**项，国家重点研发计划-任务**1**项，省部级纵向项目**5**项，知识产权许可项目**1**项。。

### ● 专利：

2024年4月新提交专利申请**14**项，已获得授权专利**12**项。

### ● 软件著作权：

2024年4月新提交软件著作权申请**10**项，已获得授权软件著作权**7**项。

## 学术活动

### ● 刘追明教授聘任仪式暨学术报告交流会成功举行

2024年4月24日上午，我校兼职教授聘任仪式在8教8415会议室成功举行，聘任北京京港地铁有限公司总经理刘追明为我校兼职教授。

聘任仪式结束后，刘追明教授为交通运输学院师生做了题为《提升资产管理效益，迈向可持续发展》的学术报告，结合其丰富的城市轨道交通运营管理经验，详细讲

解了轨道交通运营面临的挑战、资产全寿命周期管理、运行组织优化管理、新技术及节能在地铁中的应用等内容。



### ● 中国综合交通研究中心在大连海事大学举行学术交流活动

2024年4月20日，我校中国综合交通研究中心毛保华教授、陈绍宽教授、陈垚副教授及研究生10余人一行赴大连海事大学，与综合交通运输协同创新中心匡海波教授、贾鹏教授团队在大连东北亚国际航运中心研究院鲲鹏大讲堂联合举办了主题为“数智港航与新质生产力创新”的学术交流活动，来自上海海事大学、大连海事大学、长安大学、南京航空航天大学、北京交通大学等高校的专家与学者40余人参加了本次活动。



## 成果分享——科研获奖

### ● 城市轨道交通多维融合评价体系和关键技术研发与应用

北京交通大学交通运输学院**毛保华教授和许奇副教授团队**联合北京城建设计发展集团股份有限公司线网规划团队，针对城市轨道交通线网规划与城市总体规划融合等问题开展研究，在围绕轨道交通与城市规划融合、既有线改造与城市更新互动、轨道交通运营与城市交通特征匹配、轨道交通动态仿真与城市多源数据协同等方面取得创新性成果，**该成果“城市轨道交通多维融合评价体系和关键技术研发与应用”获2021年北京市科学技术进步奖二等奖。**

具体研究研究内容如下：

(1) 创立“多层次、六维度、三十六项指标”的轨道交通多维融合评价体系，构建量化评价方法，填补了国内空白。在国内 10 多个城市推广应用，取得了良好经济社会效益。

(2) 基于 Node-Place-Ridership 模型，构建既有线改造与城市更新融合的评价体系，构建了“拆分+扩能+利旧+新建”相结合的既有线综合改造技术。应用于北京地铁 1 号线与八通线贯通运营改造和 13 号线扩能改造，实现了新中国第一条地铁 1 号线为改善与城市融合关系的成功改造，首创“拆分+扩能+利旧+新建”相结合的综合运能提升技术，开创了我国城市轨道交通发展史上新的里程碑。

(3) 提出了轨道与城市多维融合的网络化运营组织优化技术和与产业经济融合的客货运组织优化技术。提出基于多交路、多编组、快慢车及过轨运营等主要网络化运营技术的轨道交通负荷均衡方法，突破了既有研究方法多局限于单一线路的弊病。提出轨道交通货运增值服务模式，推动了北京地铁疫情期间超常超强运行图和大兴机场线行李托运组织技术的实际应用。

(4) 建立了多维融合评价的多源大数据应用技术，研发了城市轨道交通动态仿真平台，实现了轨道交通多维融合的综合评价应用。

本项目取得国家发明专利 6 项，软件著作权 5 项，形成国家、北京、雄安标准规范各 1 部，出版专著 1 本。本项目的技术创新点在国内 40 多个城市 180 多个项目得到推广和应用，技术创新点贡献的直接经济效益项目收入超过 3 亿元，社会效益超过 30 亿元，获得时任北京市委书记蔡奇、住建部部长王蒙徽、交通部副部长王志清、刘小明等领导的多次肯定和批示。

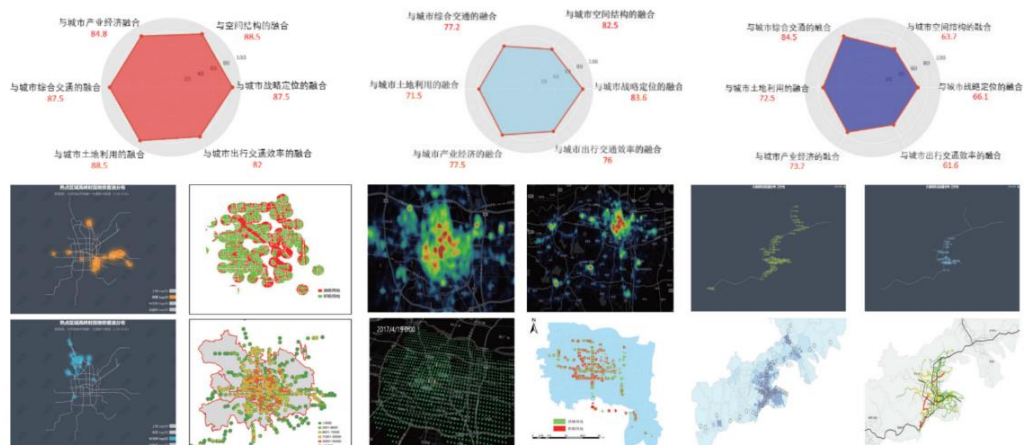


图 1 获奖证书（左）、超大城市、特大城市及中等 I 型城市评估指标体系（右）

# 成果分享——科研项目

## ● 节能低碳下的运输组织关键技术研究与应用

在国家自然科学基金项目资助下，北京交通大学交通运输学院**柏赞教授团队**针对节能低碳下的运输组织关键技术研究与应用问题开展研究，揭示了基于能量产生、传输、消耗和反馈全过程的城市轨道交通牵引能耗流向分布机理及关键影响因子，定量分析了多编组、多交路、不均衡运输与快慢车等运输组织策略的节能效益，研发了城市轨道交通运行图节能优化系统，实现节能导向下的列车到发时分自适应调整。**该成果“城市轨道交通规划设计运营节能运行关键技术研究与应用”获中国交通运输协会科学技术奖二等奖。**

课题聚焦牵引节能的角度研究运输组织关键技术及应用，提升轨道交通绿色化水平。对牵引能耗机理进行深入探讨，构建了轨道交通全过程牵引节能理论、方法及综合评价体系。提出了车辆制式、车辆编组、动拖比、最高旅行速度等多个维度的节能策略。定量刻画了不同节能运输组织策略-列车牵引能耗-乘客服务水平三者间的影响关系。研发了城市轨道交通列车运行图节能优化系统。项目所提出的地铁列车运行图节能优化方法应用于广州地铁，实现了需求导向下的运能安排精细化管控和列车安全节能运行。

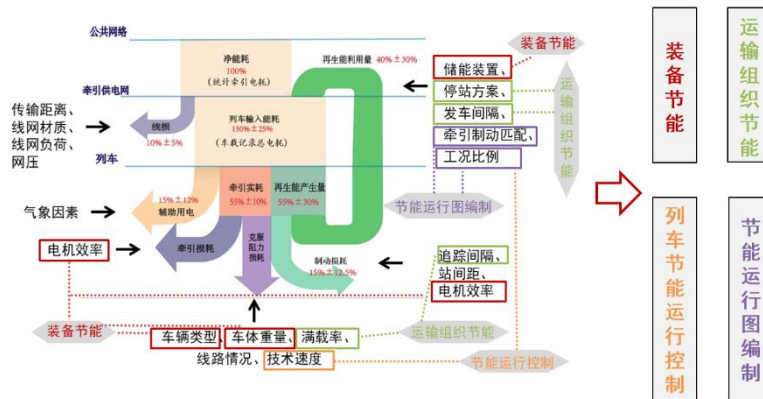


图 1 牵引能量流向图及能耗关键影响因子



图 2 奖励证书（左）、应用效果和社会评价（右）

## ● 轨道交通发展与土地利用一体化研究

在中央高校基本科研基金项目（批准号：2023YJS134）和国家自然科学基金（批准号：71621001）资助下，北京交通大学交通运输学院**许奇副教授团队**针对土地利用/建成环境影响轨道交通客流分布的因果效应识别问题开展研究，阐述了不同尺度下建成环境影响城市轨道交通客流的因果互动机理。**该成果以“Causality between multi-scale built environment and rail transit ridership in Beijing and Tokyo”为题，于2024年发表在《Transportation Research Part D: Transport and Environment》期刊上（交通领域顶刊，影响因子 7.6），**论文链接: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104150>。

城市交通与土地利用是维持城市运行的关键要素，二者之间亦存在复杂的互动关系。很少有研究从线路尺度和因果角度对其进行分析。为了填补这一空白，本研究以北京和东京为例，提出了线路尺度建成环境要素的刻画方法，并利用贝叶斯网络的结构学习算法实现多尺度建成环境与轨道交通站点乘降量之间的因果发现，接着通过以控制混淆变量为目的的广义倾向得分匹配模型来估计重要建成环境对客流的因果效应。研究表明，在建成环境指标体系中，引入线路尺度指标丰富了建成环境的诠释角度，拓展了建成环境与客流研究的宽度。线路尺度指标的引入可以分析轨道交通线路沿线整体建成环境水平对线路内站点的影响，有助于城市轨道交通沿线的一体化开发。另外，论文证实了站点与线路尺度的建成环境对客流有明显的非线性因果关系。通过结合高斯贝叶斯网络模型与广义倾向得分匹配模型构建了分析变量间定量因果关系的方法，探究了站点与线路多尺度建成环境对北京与东京两座城市轨道交通站点乘降量的因果关系。该研究思路为后续研究提供了新的分析方法，有助于因果分析方法在交通领域的进一步拓展深入。

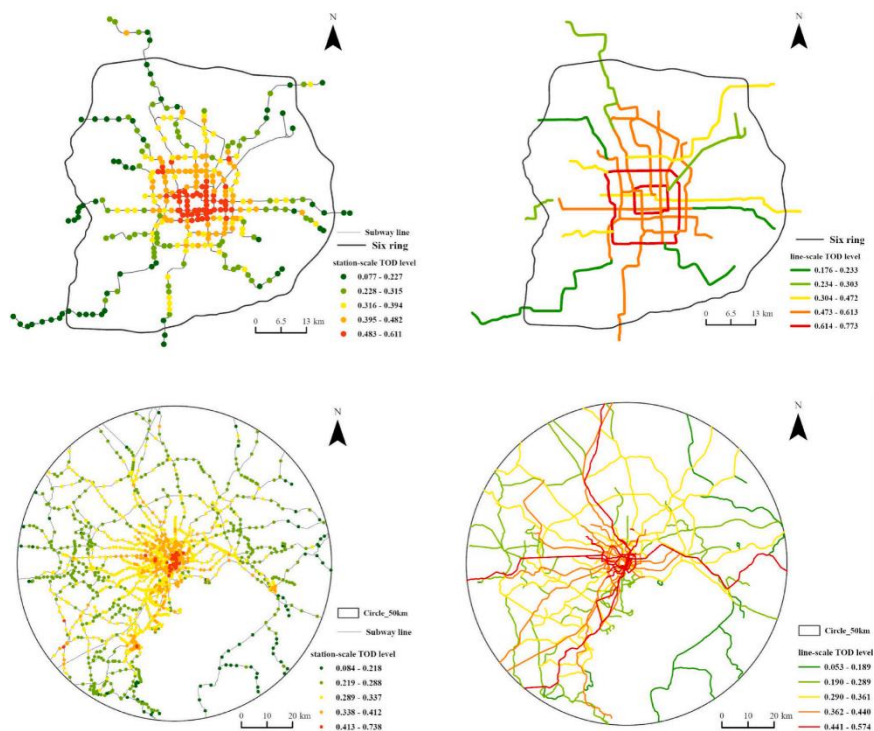


图 1 车站和线路尺度北京和东京的 TOD 发展水平



## 城市轨道交通纵断面优化设计研究

在国家自然科学基金项目资助下，北京交通大学交通运输学院柏赞教授团队针对城市轨道交通纵断面优化设计问题开展研究。该成果形成论文“Optimizing vertical alignment of underground metro for energy saving of train operation”，于2023年发表在《Energy》期刊上（能源电力领域顶刊，影响因子8.857），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127295>。获批国家发明专利一项《一种地铁纵断面设计和节能操纵方案优化方法及装置 ZL 2020 1 1276145.6》。

城市轨道交通纵断面设计方案对运营期列车牵引能耗有很大影响。针对广泛采用盾构法施工的城市轨道交通地下线路，在充分考虑设计规范要求、施工条件和列车运行约束的基础上，建立了以区间变坡点数量与位置为决策变量的线路纵断面优化模型，并设计定制的启发式算法求解区间最优纵断面设计方案，从而实现列车双向运行能耗最小。国内地铁线路案例分析表明，优化后的纵断面设计方案较人工设计方案的平均节能率超过5%。文章总结了城市轨道交通纵断面节能设计的一般原则，给出不同区间长度和高程差下的纵断面设计形式推荐表。

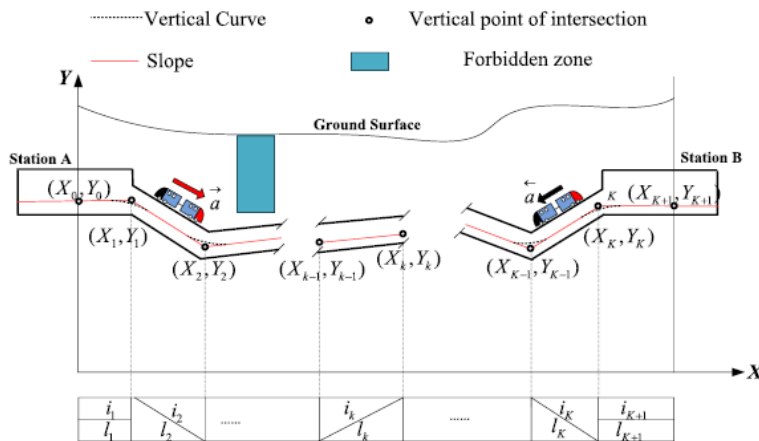


图1 城市轨道交通节能纵断面设计示意图



图2 专利授权书

## ● 城市轨道交通纵断面优化设计研究

在国家自然科学基金项目（批准号：71971016）资助下，北京交通大学交通运输学院**柏赞教授、陈垚副教授**团队针对城市轨道交通纵断面优化设计问题开展研究，利用动态规划方法设计了城市轨道交通纵断面与列车速度位移曲线的两阶段优化方法。该成果以“**Optimization of metro vertical alignment for minimized construction costs and traction energy: A dynamic programming approach**”为题，于2023年发表在《**Tunnelling and Underground Space Technology**》期刊上(土木工程领域顶刊，影响因子6.9)，**论文链接**: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2022.104722>。

城市轨道交通线路纵断面设计方案对线路建设成本和列车牵引能耗显著影响。文章以包括建设成本与牵引能耗成本在内的综合成本最小为优化目标，建立了线路纵断面与列车运行速度控制曲线的综合优化模型，决策线路变坡点的数量、位置以及列车速度位移曲线；设计了一种基于动态规划(DP)的迭代优化算法。该算法对线路变坡点进行网格化划分，并采用基于后向搜索的DP算法寻求最优纵断面设计方案。以国内某城市地铁为背景进行了案例测试，结果表明：与现有启发式算法相比，文章算法在计算时间和求解质量方面表现更优；相较于人工设计方案，文章所优化的纵断面方案可有效节省线路建设成本和列车牵引能耗。

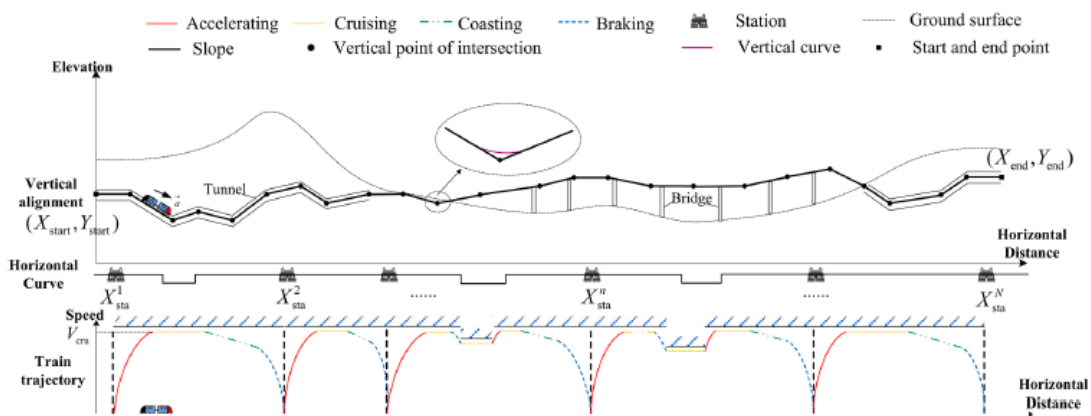


图1 城市轨道交通纵断面设计示意图

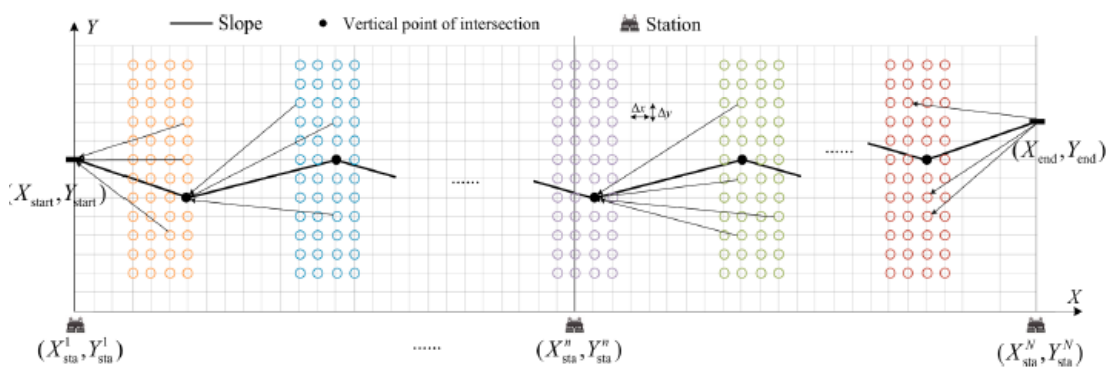


图2 城市轨道交通纵断面设计示意图

## ● 轨道交通系统维修计划优化方法研究

在国家自然科学基金（批准号：71571015、71621001）资助下，北京交通大学交通运输学院**陈绍宽教授、毛保华教授团队**针对轨道交通机车系统的维修计划优化问题展开，研究内容涉及多部件系统维修计划构建问题，通过建立可靠性模型来描述机车系统在不完美维修条件下的多阶段连续退化过程，提出了一种在更新周期内安排维修计划动态策略，并在扰动后调整维修计划的机会模型。**该成果以“Optimum opportunistic maintenance schedule over variable horizons considering multi-stage degradation and dynamic strategy”为题，于2022年发表在《Reliability Engineering and System Safety》期刊上（可靠性工程与安全领域顶刊，影响因子8.1），**论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108572>。

适合的维修计划对于大规模、复杂的多部件系统（例如轨道交通机车）长期低风险运行、实现高可用性和确保经济效益至关重要。在更侧重于考虑维修成本影响时，机会维修是一种行之有效的解决方案。然而，当前广泛采用的单级预防性维修活动和仅考虑单级退化过程限制了机会维修的发展和应用。为解决这一问题，本项工作探索了嵌入多级退化过程的完美和不完美维修活动的多级预防性维修策略。首先建立了一个可靠性评估模型来描述不完美维修影响的多阶段退化过程；然后提出了一个机会维修模型以确定系统中组件的可靠性比例阈值。基于此在机会维修模型中设计了一种灵活的动态维修策略，以协调系统维修计划和部件层面的维修活动。本文设计了结合差分进化的改进混合遗传算法对所建优化模型进行求解。通过对在役机车系统的案例研究，证明了本文研究方法的有效性、通用性和鲁棒性。该项研究成果可为轨道交通系统机车系统的维修计划制定与优化提供理论方法借鉴。

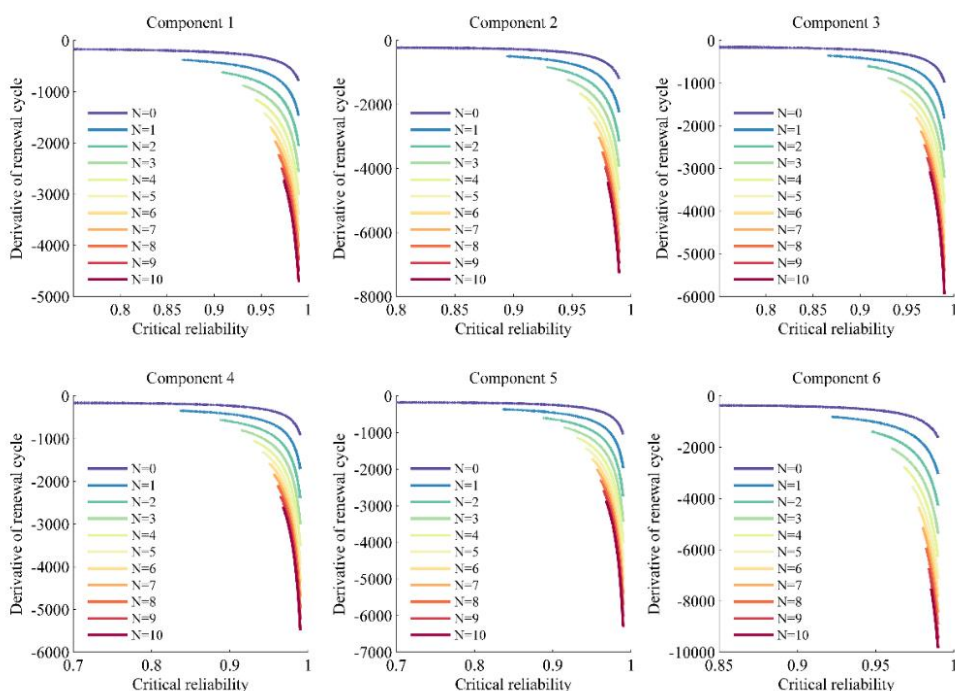


图1 考虑临界可靠性的更新周期变化数值分析

## 成果分享——科研论文

### ● 即时订单与预约订单混合下的自动驾驶共享车辆动态调度决策管理

在国家自然科学基金项目（批准号：72101019）资助下，北京交通大学交通运输学院陈垚副教授团队与新加坡国立大学 LIU Yang 教授针对自动驾驶共享汽车(SAV)的动态调度问题开展合作研究，利用近似动态规划方法设计了非短视的车辆动态调度决策管理方法。该成果以“Real-time dispatch management of shared autonomous vehicles with on-demand and pre-booked requests”为题，于 2024 年发表在《Transportation Research Part A》期刊上（交通运输领域顶刊，影响因子 6.4），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104021>。

自动驾驶共享汽车系统为共享汽车与自动驾驶技术的结合。文章探讨了即时订单与预约订单混合下自动驾驶共享车辆的动态调度问题，设计了基于近似动态规划(ADP)的建模框架，构造了实时场景下车辆订单分配和空车调度决策的优化模型与求解方法。首先利用近似动态规划框架将实时问题划分为一系列基于时间阶段的子问题，并采用车辆时空网络建立当前时间下的车辆调度模型。由于在随机条件下动态规划模型中的状态值函数存在维数过高的问题，文章提出分段线性函数进行状态值函数的近似刻画。为了标定近似状态值函数中的参数，提出了基于对偶信息的 DualT 和 DualNext 算法。此外，文章提出一种将预约订单信息纳入 ADP 方法的前瞻策略，以提高实时决策正确性。基于 Brooklyn 开放出租车数据进行了数值实验，验证了 ADP 方法的有效性。

表 1 不同 ADP 方法效果对比

Comparisons of different ADP approaches.		DualT		DualNext	
		ADP	ADP with lookahead	ADP	ADP with lookahead
0% instance	Reward	2639.3	2516.2	2618.5	2664.9
	Fulfillment rate	94.11%	86.01%	93.07%	91.82%
	Relocation trips	229.0	89.7	276.0	187.8
20% instance	Reward	2642.8	2598.2	2620.7	2729.9
	Fulfillment rate	94.43%	89.49%	94.32%	95.38%
	Relocation trips	287.6	169.3	346.8	266.2
40% instance	Reward	2653.9	2668.1	2609.0	2757.9
	Fulfillment rate	95.23%	92.18%	92.99%	96.51%
	Relocation trips	326.0	229.7	350.5	311.7

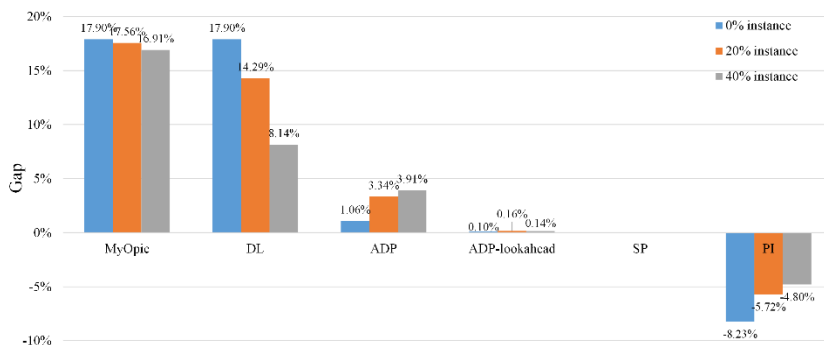


表 2 不同调度策略的效果对比

## ● 交通可达性研究

在国家自然科学基金项目（批准号：71621001）资助下，北京交通大学交通运输学院许奇副教授团队针对十五分钟城市背景下基础医疗服务的可达性评估问题开展研究，设计了改进的三步移动搜索法。该成果以“Measuring the dynamic accessibility to COVID-19 testing sites in the 15-min city: A focus on service congestion and mobility difference”为题，于2023年发表在《Journal of Transport Geography》期刊上（交通地理/城市规划领域顶刊，影响因子6.1），论文链接：<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103670>。

便捷地获得基础医疗服务等基本城市服务是实现15分钟城市目标的关键。然而，到目前为止，很少有研究在可达性建模中充分考虑到服务设施的拥挤程度和不同年龄群体之间的移动性差异。因此，本文提出了改进的三步移动搜索法（3SFCA），该方法考虑了设施的动态拥挤程度，并区分了不同年龄群体的步行和骑行速度差异。本文将这一方法应用于深圳核酸检测点的可达性评估中，并使用Lorenz曲线和Spearman相关系数分别评估横向公平性和纵向公平性。研究表明，15分钟城市目标下的核酸检测点分布实际上更符合20分钟城市的情况。可达性在整个城市分布较为分散，且在西部和东部边缘地区变化更为显著。在公平性方面，考虑到儿童和老年人的移动性较差，整体可达性分布更不公平。此外，纵向公平的结果还表明罗湖区应更多地优先考虑这些弱势群体。这些发现有助于城市规划者和政策制定者改善15分钟城市中基础服务资源的分配和管理，并实施更有效的措施以应对不确定的未来。

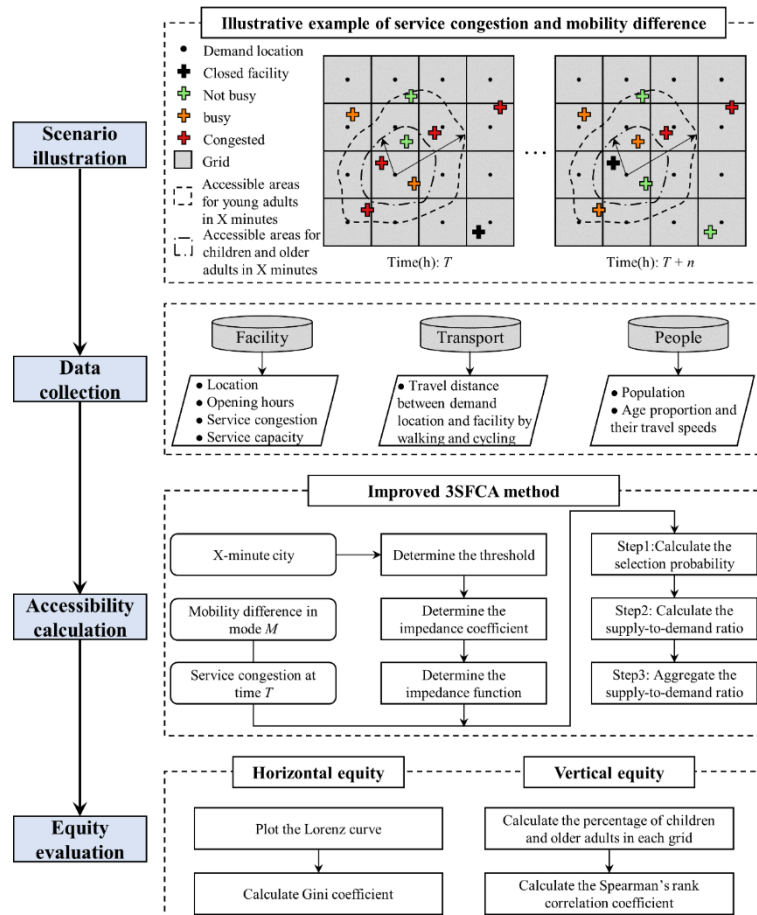


图1 技术路线图

## 成果分享——科研论文

### ● 自动驾驶共享电动汽车系统规划与运营综合优化

在国家自然科学基金项目（批准号：72101019）资助下，北京交通大学交通运输学院**陈焱副教授**与**新加坡国立大学 LIU Yang 教授**针对自动驾驶共享电动汽车(SAEV)系统规划与运营优化问题开展合作研究，设计了 SAEV 系统的充电设施与车辆运营的综合优化决策方法。该成果以“Integrated optimization of planning and operations for shared autonomous electric vehicle systems”为题，于 2023 年发表在《Transportation Science》期刊上（交通运输领域顶刊，影响因子 4.6），论文链接：<https://doi.org/10.1287/trsc.2022.1156>。

自动驾驶共享电动汽车(SAEV)是汽车产业“电气化”“智能化”“网联化”“共享化”发展的体现。文章首次建立了“多状态”时间-空间-电量的三维标准化网络，用于刻画自动驾驶共享电动汽车的运营调度与快慢充电管理；构建了订单需求随机波动下充电设施规划与车辆运营调度的两阶段随机规划模型，在考虑车辆派单、空车调度与充电管理决策基础上，对各运营区域内的快慢充充电桩选址与数量进行布局；设计与启发式算法结合的两相位 Benders 分解算法，用于模型的高效求解，并提出了改进的 Pareto-optimal Benders 割平面生成策略等加速技术；以上海共享汽车系统为背景，进行了模型与算法的案例测试，测试结果表明快慢充协调布局可提高系统运营效益，研究方法可为共享车辆系统的充电设施规划提供决策支持。

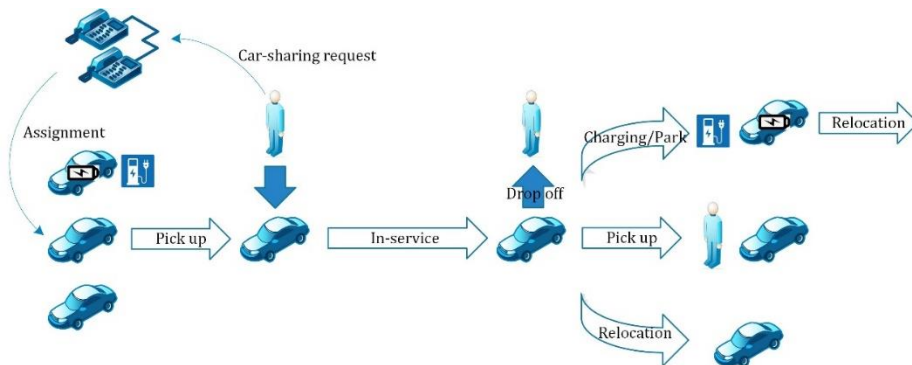


图 1 自动驾驶共享电动汽车的运营调度过程

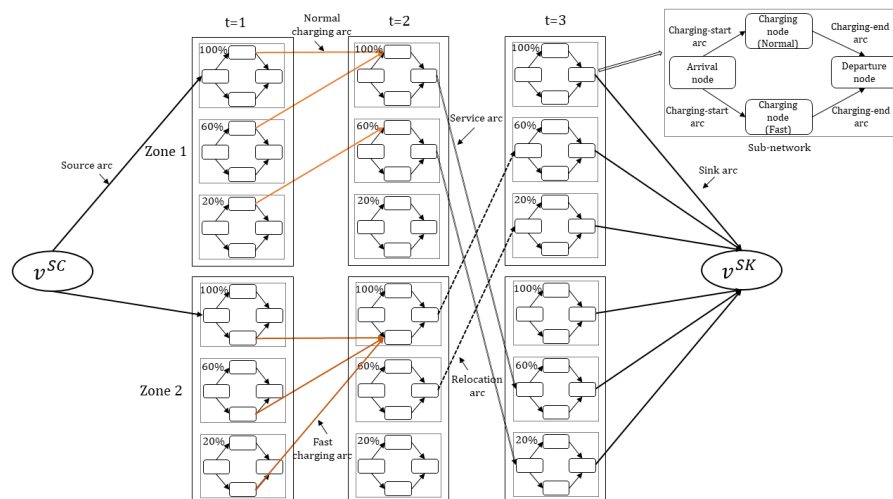


图 2 “多状态”时间-空间-电量网络

## 成果分享——行业标准

### ● 城市轨道交通牵引能耗限额标准

北京交通大学交通运输学院**陈垚副教授、柏赞教授团队**针对城市轨道交通牵引能耗限额及计算方法开展研究，设计了城市轨道交通牵引能耗限额及计算方法标准（标准号：DB11/T 2045-2022）。

在交通行业节能降碳考核不断加严的背景下，城市轨道交通企业对于列车牵引能耗效率的要求不断提升，现有国家、行业相关标准不能满足工作需求。**本标准规定了城市轨道交通牵引能耗限额的基本要求、牵引能耗限额及计算方法，适用于北京市地铁、磁浮、现代有轨电车线路的牵引能耗限额及计算。**首先，从城市轨道交通线路制式、系统设计、设施装备、运营组织和外部环境五方面，通过仿真计算和统计方法，进行了城市轨道交通牵引能耗影响分析。结合北京城市轨道交通实际运营情况，构建了基于线路制式、车型和最高运行速度的线路分类方法，提出了平均站间距修正系数和平均满载率修正系数，进而提出了基准限额和修正系数相结合的牵引能耗限额计算方法。通过理论研究、仿真分析，并结合限额取值原则和北京地铁历史能耗数据，确定各类线路牵引能耗的基准限额、站间距影响修正系数和满载率影响修正系数。根据北京地铁历年能耗数据，对线路牵引能耗进行评价，验证了牵引能耗限额及计算方法的有效性。

ICS 03.220.20  
CCS R 80  
备案号：94923-2023

# DB 11

## 北京市地方标准

DB11/T 2045—2022

### 城市轨道交通牵引能耗限额及计算方法

The quota and calculation method of traction energy consumption in urban rail transit

图 1 城市轨道交通牵引能耗限额及计算方法标准



欢迎扫码留下您的联系方式，期待与您的合作及交流



交通运输学院官网

联系我们：

黄老师：010-51687075，[huangmc@bjtu.edu.cn](mailto:huangmc@bjtu.edu.cn)

孙老师：010-51687075，[rjsun@bjtu.edu.cn](mailto:rjsun@bjtu.edu.cn)

学院官网：<http://trans.bjtu.edu.cn/cms/>