

# 重庆数智化运营赋能超大城市公交高品质出行实践研究

李慧珠, 韩雪枫, 郑 勇

重庆公共交通运营有限公司, 重庆

收稿日期: 2026年3月28日; 录用日期: 2026年5月28日; 发布日期: 2026年7月29日

## 摘 要

公共交通是超大城市现代化治理的核心民生载体, 更是提升市民出行品质、构建绿色交通体系的关键抓手。重庆作为典型山地超大城市, 受地形地貌约束, 存在道路资源紧缺、客流潮汐波动显著、多元出行竞争激烈等特征性难题, 传统公交粗放式运营模式已无法适配精细化、品质化、智能化的城市交通治理需求。本文以山地超大城市公交数智化转型为核心议题, 聚焦两大核心研究问题: 一是山地超大城市公交数智化转型存在哪些区别于平原城市的独特困境与挑战; 二是重庆数智化运营架构如何针对性破解山地公交运营痛点、提升交通系统韧性与出行品质。研究采用单案例研究法, 以重庆公交数智化转型实践为研究样本, 系统梳理其数智化建设架构、落地成效与核心成果, 深度剖析转型过程中面临的现实瓶颈, 结合国内外标杆城市智慧公交建设经验开展对比讨论, 提出适配山地超大城市的公交数智化优化升级对策。

## 关键词

公交数智化, 高品质出行, 交通韧性

## A Study on the Practice of Chongqing's Digital and Intelligent Operation Empowering High-Quality Public Transportation in a Megacity

Huizhu Li, Xuefeng Han, Yong Zheng

Chongqing Public Transportation Operation Co., Ltd., Chongqing

Received: March 28, 2026; accepted: May 28, 2026; published: July 29, 2026

## Abstract

Public transportation is a core public service carrier for the modern governance of megacities and a key tool for improving the quality of citizens' travel and building a green transportation system. As a typical mountainous megacity, Chongqing faces unique challenges due to its topographical constraints, including scarce road resources, significant fluctuations in passenger flow, and intense competition from diverse travel options. The traditional extensive public transportation operation model is no longer suitable for the refined, high-quality, and intelligent needs of urban transportation governance. This paper focuses on the digital and intelligent transformation of public transportation in mountainous megacities, addressing two core research questions: first, what unique dilemmas and challenges exist in the digital and intelligent transformation of public transportation in mountainous megacities compared to those in plains cities; and second, how can Chongqing's digital and intelligent operation architecture specifically address the pain points of mountain public transportation operation and improve the resilience and quality of the transportation system. This study employs a single-case study method, using Chongqing's public transport digital transformation practice as a research sample. It systematically reviews its digital construction architecture, implementation results, and core achievements, deeply analyzes the practical bottlenecks faced during the transformation process, and conducts comparative discussions with the experiences of leading cities in smart public transport construction both domestically and internationally. Finally, it proposes strategies for optimizing and upgrading public transport digitalization in mountainous megacities.

## Keywords

Public Transportation Digitalization, High-Quality Travel, Transportation Resilience

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在数字经济深度渗透城市治理各领域的时代背景下，数智化转型成为传统公共交通行业应对发展挑战、优化系统运行、提升服务效能的核心路径[1]。山地超大城市受地形限制、空间布局碎片化、客流分布不均衡等先天条件制约，公交运营调度、线网布局、安全管控、服务供给难度远高于平原城市，传统公交运营模式的局限性日益凸显。

重庆作为西部核心超大城市与典型山地城市，城市道路坡度大、路网结构复杂、组团式城市布局特征突出，公交运营长期面临运力调配难、拥堵常态化、偏远区域覆盖不足、安全风险点位多等现实问题[2]。为适配城市发展节奏与市民出行升级需求，重庆公交依托数字城市建设机遇，以数据要素为核心驱动力，重构运营、安全、服务全链条业务模式，系统性优化山地公交运营体系，持续提升运营效率与服务品质，推动公共交通成为市民主流出行选择，适配居民多元化、高品质的出行需求。

## 2. 文献综述与核心概念界定

### 2.1. 文献综述

#### 1) 国内研究现状

国内智慧公交研究伴随数字城市、交通智能化建设持续深化，现有研究主要围绕智慧公交体系构建、

技术应用、运营优化、服务升级四大维度展开[3]。学界普遍认为,大数据、人工智能等数字技术是破解传统公交运营粗放、服务单一、效率偏低等问题的核心手段。部分学者聚焦超大城市公交治理,提出数智化转型是超大城市破解交通拥堵、优化公共服务、提升治理能力的关键路径[4]。

在区域实践研究中,国内多数研究以上海、北京、广州等平原超大城市为样本,总结平原城市公交线网优化、智能调度、客流疏导的成熟经验。针对山地城市公交数智化的专项研究相对薄弱,现有成果多为零散的技术应用总结,缺乏系统性的模式梳理、问题剖析与优化体系构建,尚未形成适配山地超大城市地形特征、客流特征、运营特征的数智化转型理论与实践范式,为本研究留下了重要的研究空间。同时,现有研究多侧重成效总结,缺乏对转型瓶颈、场景适配短板、数据治理缺陷的深度剖析,也缺少国内外城市的横向对比分析,研究深度与系统性有待提升。

## 2) 国外研究现状

国外智慧公交研究与实践起步较早,欧美、新加坡等发达国家及城市依托成熟的信息技术与城市治理体系,形成了标准化、精细化、智能化的公交运营模式。早期研究聚焦交通智能化设备落地与技术应用,20世纪70年代起,欧美多国率先开展智能交通、自动驾驶公交相关技术研发,为智慧公交发展奠定技术基础。现阶段国外研究重点集中在数据驱动的运力优化、出行效率提升、交通韧性构建、公共交通可持续发展等维度。

新加坡以全域交通统筹规划为核心,出台《陆路交通发展总体规划》[5],明确公共交通出行效率量化指标,通过统一数据平台整合轨道、公交、慢行交通数据,实现多交通方式协同调度,重点解决城市通勤效率问题,其目标实现85%的公共交通使用者可在60分钟内完成出行,大幅缩小公共交通与私家车的出行时效差距。伦敦、纽约等国际化城市侧重智慧监控与客流精细化管理,依托全域交通感知设备、智能站牌、动态监测系统,实现公交车辆实时定位、到站精准预报、拥堵动态预警,同时通过公交专用道智能化管控、高峰运力动态调配,提升公交通行效率与系统稳定性。整体来看,国外智慧公交研究侧重技术标准化、服务精细化、数据一体化,适配平原规整化城市布局,针对山地复杂地形的定制化研究相对匮乏[5]。

## 2.2. 核心概念界定

### 1) 公交数智化

公交数智化是数字经济与公共交通行业深度融合的新型发展模式,是以大数据、人工智能、物联网、云计算等数字技术为支撑,通过全域感知、数据汇聚、智能分析、动态调控,实现公交运营、安全、服务、管理全流程数字化、智能化升级的转型过程。区别于传统信息化建设,公交数智化核心在于数据赋能业务变革,打破传统人工经验驱动的运营模式,以数据驱动线网优化、运力调度、安全防护、服务升级,实现公交系统从被动适配需求向主动响应需求、从粗放管理向精细化治理的转型。本文中重庆“1+2+N+1”数智化架构,是山地城市公交数智化的本土化创新实践,实现了感知、平台、应用、服务的全链条闭环。

### 2) 交通韧性

交通韧性是城市韧性的核心组成部分,指城市交通系统在面对客流波动、道路拥堵、突发风险、地形约束等内外部干扰时,具备的抗冲击、自适应、快速恢复、动态优化的能力。对于山地超大城市公交系统而言,交通韧性主要体现为:高峰客流疏运能力、复杂路况下的运力适配能力、安全风险主动防控能力、突发状况应急处置能力、偏远区域服务稳定供给能力。重庆公交数智化转型通过全域数据监测、智能动态调度、全链条安全管控,有效缓解山地地形带来的交通不确定性,降低拥堵、事故等风险影响,持续强化公交系统的稳定性与适配性,实现交通韧性的系统性提升[6]。

### 3. 研究设计

#### 3.1. 研究方法

本文采用单案例研究法，选取重庆公交数智化运营实践作为核心研究案例。选择依据如下：第一，重庆是国内最具代表性的山地超大城市，地形约束、城市布局、客流特征极具特殊性，其公交运营困境在全国山地城市中具有典型性；第二，重庆公交构建的“1+2+N+1”数智化运营模式为国内首创，落地成效显著，获评多项国家级、市级典型案例，具备较高的研究价值与推广价值；第三，案例数据完整、实践周期清晰，能够支撑研究对实践成效、转型问题、优化路径的系统性分析。通过单案例深度剖析，提炼山地超大城市公交数智化转型的共性规律与个性化经验。

#### 3.2. 研究问题

结合文献梳理与行业现状，本文明确两大核心研究问题：第一，相较于平原超大城市，山地超大城市公交数智化转型存在哪些地形约束、运营管理、服务适配层面的独特挑战。第二，重庆独创的“1+2+N+1”数智化运营模式，通过何种技术路径、业务改造、服务创新，针对性破解山地公交运营痛点、提升交通韧性与出行品质。

### 4. 重庆公交数智化运营实践与成效

#### 4.1. 构建数字化转型顶层架构，建立稳健的数字基础设施

重庆公交结合山地城市公交运营复杂特征，创新搭建适配本地场景的“1+2+N+1”数字化转型架构，系统性完善智慧公交运行基础体系，为全业务智能化升级提供支撑。架构中“1”为全域终端感知体系，通过布局海量智能终端，实时采集车辆、站点、道路、客流、路况等全维度基础数据，破解山地城市路况复杂、信息感知不全的难题。

“2”为云平台和数据中台两大数字化基础底座，云平台可适配高并发、大容量的公交业务运行需求，为多场景数字化应用提供稳定的算力支撑、数据存储与安全保障；数据中台实现全维度公交数据汇聚整合，打破传统系统独立运行形成的信息壁垒，遵循“一数一源”原则确立数据标准与责任主体，实现跨部门、跨业务的数据共享与协同应用，解决山地公交多场景、多环节数据割裂问题。

“N”为多领域数字化应用体系，围绕运营调度、安全管控、机务保障、乘客服务、综合管理五大核心领域，聚焦山地公交治理难点，搭建多跨协同的智能应用场景，实现业务全流程智能化升级。所有数字化应用依托统一门户对外服务，内部以移动端“重庆公交生产助手”、PC端“数字公交业务管理平台”为员工办公入口，外部以“愉约出行”平台为乘客服务总入口，实现内外业务高效协同、服务精准触达。

#### 4.2. 聚焦效率提升，优化公交运营供给体系

依托大数据挖掘与智能分析技术，重庆公交搭建科学化线网评价与动态调整体系，深度解析市民出行轨迹、客流时空分布特征，精准匹配多层次出行需求，推动线路布局从被动适配客流向主动预判、动态优化转变，针对性破解山地城市组团式布局导致的客流分散、线路适配性不足问题。

**数据说明：**2020~2025年累计优化线路800条次、减少低效运营里程2亿公里、开行微循环线路114条、轨道接驳占比82.4%、2025年日均客流348万人次，数据来源于重庆公交年度运营统计报告，度量方法为全线路运营里程核算、客流终端实时统计、线网优化台账汇总。通过精细化线网调整，以适度的车辆运营规模承载高强度客流，大幅提升资源利用效率。同时，全面推行区域集中智能调度，调度覆盖率达100%，发车准点率较传统人工调度模式提升15%；搭建重点区域客流疏运智能系统，针对山地城市



高峰拥堵、客流骤增等问题精准投放运力，有效平抑客流波动，增强公交系统运行稳定性与抗干扰能力。

### 4.3. 坚守服务适配原则，升级便民服务体系

针对山地城市新兴片区、偏远片区人口分散、常规公交覆盖难度大、出行便捷度低的痛点，重庆公交创新推出响应式公交服务模式，采用“固定区域、灵活线路”的运营方式，开通线上预约、线下招手双重乘车渠道，实现运力按需调配，有效填补偏远区域公交服务空白，提升公共交通服务的均衡性与精细化水平。

**数据说明：**响应公交已覆盖曹家湾等 9 个片区，配置 39 台专用运力，累计服务乘客超 250 万人次，乘客平均在车时长 7.2 分钟，群众满意度 99%，数据来源于重庆公交便民服务专项统计报表，通过乘客出行终端数据、问卷调查、服务台账综合核算。同时，升级“愉约出行”一站式智慧服务平台，实现公交到站精准预报全覆盖，预报准确率 100%，移动支付覆盖率 98%，彻底优化市民候车、乘车体验。贴合差异化出行需求，开通通勤、学生、旅游观光、定制出行等特色线路 130 余条，年运送定制客流 2600 余万人次。2024 年乘客满意度 87.2 分，数据来源于重庆市交通行业公共服务满意度专项测评报告，采用标准化问卷调研、抽样统计方式得出。截至 2024 年，重庆公交乘客满意度连续十年稳步提升，公共交通市场吸引力持续增强。

### 4.4. 强化智能安全管控，完善风险防控体系

依托物联网与人工智能技术，重庆公交率先实现全市公交高精度定位与 AI 智能监控全覆盖，构建事前预警、事中管控、事后复盘的全链条数字安全管控体系，推动安全管理从传统人工被动防控向智能主动防控转型，精准适配山地城市多弯道、陡坡、风险路段多的安全管控需求。通过可视化安全管理平台，实时识别风险路段、驾驶员违章操作、车辆异常状态等安全隐患，实现风险精准定位与及时处置。

**数据说明：**近五年道路一般责任事故降幅 44%，数据来源于重庆公交安全运营年度台账与交通管理部门事故统计数据，以年度责任事故发生数量为核心度量指标，逐年对比核算得出，智能化管控有效降低了山地公交运行安全风险，强化了交通系统韧性。

## 5. 重庆公交数智化转型面临的现实挑战

### 5.1. 多元出行市场竞争持续加剧

随着网约车、私家车、共享出行等多元化出行方式快速普及，城市公共交通客流被持续分流。当前市民出行需求逐步向个性化、舒适化、定制化升级，传统公交标准化、普惠化的服务模式适配性不足。同时，山地超大城市核心区域道路拥堵常态化，复杂路况对公交智能调度、动态运力调配的实时性、精准性要求更高，现有运营体系难以完全适配市场竞争与复杂场景的双重挑战。

### 5.2. 数据治理体系建设仍有短板

重庆公交传统业务系统建设时序不一，整体呈现“烟囱式”分散架构，各系统数据标准不统一、数据接口不互通，存在局部信息孤岛问题。目前全要素数据感知体系尚未完全覆盖山地复杂路段、偏远站点等特殊场景，部分碎片化出行数据、路况数据未能有效采集整合。线网规划、运力调配仍存在经验化决策成分，数据动态分析、快速迭代调优能力不足，海量数据资源的潜在价值未能充分释放，难以完全支撑精细化、智能化治理需求。

### 5.3. 新技术场景化应用深度不足

当前人工智能、大数据等数字技术在重庆公交领域的应用多集中于单点试点场景，尚未形成体系化、

全场景的深度集成应用模式。面对重庆超大体量的公交运行规模(日均 380 万人次客流、8000 余台运营车辆、日均运行里程超 130 万公里),现有技术体系在复杂山地交通环境下的动态调度、主动安全防护、精准服务匹配等核心能力仍有欠缺,对大规模、高动态、复杂场景的实时监测、智能干预、快速响应能力有待进一步提升。

## 6. 讨论

### 6.1. 重庆山地公交数智化模式的独特性

相较于平原超大城市,重庆公交数智化转型的核心特征是地形适配性、场景定制化。平原城市智慧公交建设侧重全域标准化、规模化布局,核心解决拥堵疏导、运力均衡问题;而重庆立足山地组团式城市布局、路况复杂、客流分散的特征,打造“感知全覆盖 + 数据全整合 + 场景定制化”的“1 + 2 + N + 1”架构,创新响应公交、微循环线路、山地智能调度等特色场景,针对性解决偏远区域覆盖难、复杂路况管控难、碎片化客流适配难等独特问题,形成了区别于平原城市的山地公交数智化治理模式,是超大城市公交精细化治理的本土化创新。

### 6.2. 与国内外标杆城市智慧公交实践对比

#### 1) 与新加坡智慧公交对比

新加坡作为城市治理精细化标杆,其智慧交通体系以全域统筹、标准统一、多模式协同为核心优势,依托统一交通数据平台,实现轨道、公交、慢行交通的数据互通与运力联动,通过量化出行效率指标倒逼服务升级,整体系统协同性极强。但新加坡城市体量大、地形平坦、路网规整,无需适配复杂山地场景,场景适配性相对单一。反观重庆,在多地形、大体量、大客流的复杂条件下,实现了公交数智化全场景落地,且创新了响应公交等定制化服务模式,但在多交通方式数据深度协同、出行效率量化管控体系方面,仍可借鉴新加坡的标准化治理经验。

#### 2) 与伦敦智慧公交对比

伦敦智慧公交建设聚焦安全防护与客流精细化疏导,依托全域智能感知设备,实现公交运行全流程可视化监测,重点强化高峰时段拥堵管控与安全风险预警,城市公共交通服务稳定性强。但其城市客流波动相对平缓,无山地地形带来的突发路况风险。重庆在安全智能防控、客流疏运方面已实现对标跟进,但在新技术体系化集成、复杂场景智能干预的精准度上,与伦敦成熟体系仍存在差距。

#### 3) 与国内平原超大城市对比

北京、上海等平原超大城市智慧公交侧重规模化线网优化、主干路运力升级,依托规整路网实现标准化智能调度。而重庆的核心优势在于复杂场景适配能力,针对山地城市痛点打造的微循环线路、响应公交模式,为全国山地城市提供了全新思路,但在数据治理标准化、新技术全域规模化应用方面,落后于一线平原城市。

### 6.3. 数智化措施对交通韧性的作用机制

结合重庆实践可发现,公交数智化转型从风险防控、运力适配、服务保障、系统自愈四个维度提升交通韧性。一是事前智能感知风险,通过 AI 监控、全域路况监测,提前识别山地路段安全隐患与拥堵风险,提升系统抗风险能力;二是事中动态调配运力,依托大数据客流分析,精准匹配潮汐客流、碎片化客流,缓解山地交通供需失衡问题;三是事后复盘优化迭代,通过数据全生命周期分析,持续优化线网布局与调度模式,实现系统自适应升级;四是填补服务空白,通过响应公交、微循环线路,保障偏远区域出行稳定性,提升公共交通系统的整体韧性与普惠性。

## 6.4. 现有模式的局限性与优化空间

综合对比分析可知,重庆公交“1+2+N+1”模式具备极强的山地场景适配性,但仍存在明显短板:一是数据治理标准化程度不足,数据价值挖掘不充分;二是新技术应用碎片化,未形成体系化赋能效应;三是多交通方式协同机制不完善,公轨联动、全域交通一体化治理能力有待提升。后续需对标国内外标杆经验,补齐标准化、体系化、协同化短板,进一步完善山地超大城市公交数智化治理体系。

## 7. 公交数智化高质量发展对策建议

### 7.1. 夯实数字化基础,强化技术支撑能力

持续深化数据中台迭代建设,统一全业务数据采集标准、破除剩余业务壁垒,构建覆盖车、站、路、人、场的全域数据资源池,全面实现数据一数之源、全域共享共用。搭建模块化、可视化人工智能技术开发底座,优化算力资源配置,推动 AI、大数据技术从单点试点向全场景、体系化集成应用升级,提升复杂山地交通场景下的智能监测、动态干预、快速响应能力,适配超大客流、复杂路况的运行管控需求。

### 7.2. 提升数据治理能力,充分释放数据价值

建立数据采集、审核、存储、应用、迭代的全生命周期治理机制,统一各类业务指标统计口径,严格把控数据采集质量与更新效率。搭建企业级公交数据资产目录,实现数据资源规范化、资产化管理。推动“数据+AI”双向赋能,构建数据驱动的决策闭环,以海量出行数据、运营数据、安全数据为支撑,实现线网动态调优、运力精准匹配、风险精准预警,充分释放数据要素价值,提升公交治理科学化水平。

### 7.3. 深耕场景应用,赋能核心业务升级

依托人工智能技术深化线网智能优化与全域动态调度,构建公交、轨道、慢行交通协同服务体系,实现多交通方式运力精准匹配、客流高效疏运。升级全链条主动安全防控系统,完善山地特殊路段风险预警机制,构建事前预警、事中管控、事后复盘的安全管控闭环。深度挖掘市民出行差异化需求,持续拓展定制通勤、校园通勤、适老化便民、旅游接驳等特色服务,推动公交服务从基础普惠覆盖向精细化、品质化、个性化升级,全面提升山地超大城市公交出行品质与系统韧性。

## 8. 结语

数字化、智能化升级是城市公共交通行业适配时代发展、应对行业挑战、优化服务体系的必然趋势,也是山地超大城市破解公交治理难题、提升交通韧性的核心路径。重庆公交立足山地城市特征与超大城市治理需求,通过构建“1+2+N+1”数智化运营体系,完成了从传统粗放运营向智慧精细治理的跨越式升级,有效破解了山地公交运营效率偏低、服务覆盖不均、安全风险突出等行业痛点。

经过长期创新探索,重庆公交数智化转型相关创新实践价值与行业示范价值得到充分认可。未来,重庆公交将持续深化数字技术与公交业务的深度融合,持续补齐技术、数据、场景应用短板,持续优化公交运营与服务体系,以数智化赋能超大城市公交高质量发展,为宜居、韧性、智慧城市建设提供坚实的公共交通支撑,为全国山地超大城市公交数智化转型提供可复制的实践经验。

## 参考文献

- [1] 汪玉凯. 全域数字赋能超大城市现代化治理研究:以重庆实践探索为例[J]. 社会治理, 2024(5): 15-25.
- [2] 曾铮. 组团式山地城市公交适应性及运输效率评价[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2014.
- [3] 王晨艳. 城市公交企业数智化转型方向、原则、内涵和实施路径——南京公交数智化转型践行记述[J]. 城市公

- 
- 共交通, 2024(10): 9-11.
- [4] 薛园, 金晶. 数字化转型视角下公交企业发展策略研究[J]. 物流科技, 2023, 46(12): 59-62.
- [5] 新加坡陆路交通管理局. 陆路交通发展总体规划[R/OL].  
[https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltagov/who\\_we\\_are/statistics\\_and\\_publications/master-plans/pdf/LTMP-Report.pdf](https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltagov/who_we_are/statistics_and_publications/master-plans/pdf/LTMP-Report.pdf), 2026-07-28.
- [6] 李鹏程. 重庆公交数智化架构及其效能[J]. 城市公共交通, 2025(1): 19-20.