

# 基于GIS的城市轨道交通网络优化研究

孙伟东

浙江幸福轨道交通运营管理有限公司 浙江 温州 325000

**摘要：**随着城市化进程的快速发展，城市轨道交通在缓解交通压力、提高出行效率方面发挥着至关重要的作用。为了更好地满足日益增长的出行需求，本研究借助地理信息系统（GIS）技术，对城市轨道交通网络的优化进行了深入研究。本文详细探讨了GIS在数据集成、空间分析、客流预测等方面的应用，并提出了针对性地优化策略。通过本文的研究，旨在为城市轨道交通的可持续发展提供有力支持。

**关键词：**GIS；城市轨道交通；网络优化；数据集成；空间分析

## 引言

随着城市化进程的推进和人口的不断增长，城市交通问题日益凸显。城市轨道交通，作为一种高效、环保的公共交通方式，受到了广泛关注。然而，随着轨道交通网络的不断扩张，如何确保其高效、安全地运行，成了一个亟待解决的问题。GIS技术，凭借其强大的数据处理和空间分析能力，为城市轨道交通网络的优化提供了全新的视角和解决方案。

### 1 GIS技术在城市轨道交通网络优化中的深度应用

#### 1.1 多源数据集成与高效管理

在城市轨道交通网络优化中，GIS技术的多源数据集成与高效管理能力发挥着至关重要的作用。随着信息技术的迅猛发展，城市轨道交通的运营和管理涉及的数据种类日益繁多，这些数据包括但不限于遥感影像、地形图、交通流量统计、乘客流量统计、列车运行状态、设备运行状态等。如何高效地整合这些数据，为轨道交通的规划和运营提供决策支持，成了一个重要的技术挑战。GIS技术的出现，为这一问题提供了有效的解决方案。GIS不仅能够轻松地整合来自不同来源、不同格式的数据，还能确保数据的准确性和时效性。例如，通过将遥感影像数据与地形图数据叠加，可以更为准确地分析轨道交通线路的地理环境和空间布局；通过将交通流量数据与乘客流量数据相结合，可以更为深入地了解轨道交通网络的客流特征和运行效率。更为重要的是，GIS技术还能实现数据的高效管理。通过构建一个全面、准确的数据平台，规划者和管理者可以实时监控轨道交通的运行状态，包括列车的运行位置、速度、载客量等关键信息。这些信息不仅有助于及时发现并解决问题，如列车晚点、客流拥堵等，还能为轨道交通网络的优化提供有力的数据支持<sup>[1]</sup>。此外，GIS技术还具有强大的数据分析和可视化功能。通过对集成后的数据进行深入挖掘和

分析，可以发现轨道交通网络中的瓶颈和问题区域，从而提出针对性地优化建议。同时，利用GIS的可视化功能，可以将分析结果以直观、易懂的方式呈现出来，帮助决策者更好地理解数据、把握问题、做出决策。

#### 1.2 高级空间分析与三维可视化

在城市轨道交通网络优化中，GIS技术的高级空间分析与三维可视化功能被广泛应用，并发挥着举足轻重的作用。空间分析作为GIS的核心功能之一，能够深入挖掘地理空间数据的潜在信息，为轨道交通网络的规划和优化提供科学依据。利用GIS的可达性分析功能，我们可以精确地评估城市轨道交通站点与服务区域的连接性。通过计算乘客从出发地到目的地的便捷程度，可以发现网络中的可达性瓶颈，从而指导新线路的规划或现有线路的调整，确保轨道交通服务能够覆盖更广的区域，提高市民的出行效率。路径分析则是基于网络数据集，为乘客提供最优的出行路线。GIS能够综合考虑多种因素，如旅行时间、换乘次数、站点停靠时间等，为乘客规划出最为高效、便捷的出行路径。这种分析在轨道交通网络复杂、换乘站点众多的城市中尤为重要，可以有效减少乘客的出行时间和成本。网络分析则更为宏观，它着眼于整个轨道交通网络的性能和效率。通过网络分析，我们可以评估网络的连通性、覆盖率和运行效率，发现网络中的关键节点和薄弱环节，为网络的优化和改造提供数据支持。与此同时，三维可视化技术为规划者和管理者提供了一种全新地观察和理解轨道交通网络的方式。通过将轨道交通网络与城市三维地形、建筑模型等相结合，可以生成逼真的三维场景，使规划者和管理者能够更加直观地了解轨道交通网络的布局和运行状况。这种可视化方式不仅提高了信息的传递效率，还能帮助决策者更快地发现问题、提出解决方案。

#### 1.3 精准客流预测与动态模拟

在城市轨道交通网络中，精准的客流预测是规划和优化工作的基石。基于GIS的客流预测模型在这方面展现了其独特的优势。该模型融合了时空数据，包括历史客流记录、站点周边的土地利用情况、人口分布、就业情况等，再配合先进的算法，如时间序列分析、回归分析、机器学习等，从而能够精准地预测各站点的客流情况。这种预测不仅考虑了日常的客流变化，还能应对特殊事件，如节假日、大型活动等对客流的影响。有了这些数据，规划者和管理者可以更为准确地了解未来的客流需求，为轨道交通的运营和调整提供有力的数据支撑。除了客流预测，GIS技术还支持动态模拟功能。通过模拟不同运行策略下的客流变化，我们可以预见各种优化措施可能带来的效果。例如，当考虑调整列车发车间隔、改变站点布局或引入新的线路时，动态模拟可以帮助我们预测这些变化会对客流产生怎样的影响。这种模拟功能允许规划者和管理者在实施优化措施之前进行“试错”，从而避免可能出现的问题，确保优化措施能够达到预期的效果。这大大降低了决策的风险，并提高了轨道交通网络的运营效率和乘客满意度<sup>[2]</sup>。此外，基于GIS的客流预测与动态模拟还可以帮助决策者制定应急预案。在面临突发事件或异常情况时，通过模拟客流的变化，我们可以迅速制定出最为合适的应对策略，确保轨道交通网络的稳定运行。

## 2 城市轨道交通网络优化的具体策略

### 2.1 线路规划与调整

线路规划与调整是城市轨道交通网络优化的关键环节，而GIS技术的空间分析功能在这一过程中起着至关重要的作用。通过对现有线路的空间分析，我们能够精确地识别出网络中的瓶颈和问题区域。例如，某些站点可能因客流量过大而导致列车拥挤，乘客等待时间过长；或者某些区域的线路覆盖不足，导致市民出行不便。基于GIS的空间分析结果，我们可以有针对性地规划新线路或对现有线路进行微调。在规划新线路时，GIS技术可以帮助我们综合考虑多种因素，如地形条件、人口密度、就业分布等，从而确保新线路的合理性和高效性。通过对线路的精细规划，我们可以有效提高网络的整体覆盖率，使更多的市民能够享受到轨道交通的便捷。同时，对现有线路的微调也是不可忽视的环节。例如，在某些客流量大的站点，我们可以考虑增加列车停靠次数或调整列车运行时间，以缓解客流压力。此外，对于某些低效或冗余的站点，我们也可以考虑进行合并或取消，以提高网络的运行效率。在线路规划与调整过程中，我们还需要充分利用GIS技术的可视化功能，对规划方案进行

三维模拟和评估。通过直观的视觉呈现，我们可以更好地理解规划方案的实际效果，及时发现并解决潜在的问题。基于GIS技术的线路规划与调整策略，旨在提高城市轨道交通网络的整体性能和效率，确保客流的均衡分布，为市民提供更加便捷、高效的出行服务。通过科学地规划和调整，我们可以不断优化城市轨道交通网络，推动城市交通的可持续发展。

### 2.2 站点布局与功能优化

站点布局与功能优化是城市轨道交通网络优化的重要组成部分。它直接关系到乘客的出行体验和轨道交通网络的运营效率。通过深入分析客流数据和乘客的出行需求，我们可以更加科学地设置站点的位置和数量，以及优化站点的功能布局。首先，客流数据的深入分析是站点布局优化的基础。利用GIS技术，我们可以精确地获取每个站点的客流量、客流流向和客流时间分布等信息。这些数据不仅可以帮助我们了解乘客的出行需求和出行规律，还可以为我们提供科学的决策依据。在高客流区域，增设站点或扩大站点规模是非常必要的。这样可以有效缓解现有站点的客流压力，提高乘客的出行效率。同时，新站点的设置也需要综合考虑周边的土地利用情况、交通配套设施以及未来的城市规划等因素，以确保站点的可持续性和高效性。除了站点位置和数量的优化，站点功能布局的完善也是至关重要的。一个功能齐全、布局合理的站点可以提供更好的乘客服务，提升乘客的出行体验。例如，我们可以根据乘客的需求，在站点内设置合理的导向标识、无障碍设施、自动售票机、公共卫生间等设施，以满足不同乘客群体的需求。此外，为了提高站点的运营效率，我们还可以考虑引入智能化技术，如自动扶梯、自动检票系统等，以减少人工操作，提高站点的通行效率。同时，站点内的商业设施和服务设施也可以进行合理规划，以满足乘客的多样化需求，提升站点的综合服务能力<sup>[3]</sup>。站点布局与功能优化是城市轨道交通网络优化的关键环节。通过深入分析客流数据和乘客需求，科学设置站点位置和数量，以及完善站点功能布局，我们可以为乘客提供更加便捷、舒适的出行环境，推动城市轨道交通网络的持续发展。

### 2.3 智能运力调配与管理

在城市轨道交通网络中，智能运力调配与管理对于优化运营和提高乘客满意度至关重要。GIS技术在这方面发挥着举足轻重的作用，为轨道交通的智能化管理提供了强有力的技术支持。借助GIS技术，运营者可以实时监控列车的运行状态和客流情况。这种实时监控能力是通过列车上的定位系统以及站点和车厢内的传感器来实

现的。通过这些设备，我们可以精确地掌握每一列列车的实时位置、速度以及车厢内的乘客数量等信息。有了这些实时数据，运营者就可以根据客流需求和列车运行状态，动态地调整列车的运行间隔和编组方式。例如，在高峰时段，当某个线路的客流量激增时，我们可以增加该线路的列车班次，以缩短乘客的等待时间。同时，我们还可以根据实际需要，调整列车的编组方式，比如将短编组列车改为长编组列车，以容纳更多的乘客。此外，GIS技术还可以与其他智能化系统相结合，如自动售票系统、安检系统等，实现信息的互联互通。这样，我们就可以根据乘客的购票信息和安检情况，进一步优化列车的调度和运力分配。通过智能运力调配与管理，我们不仅可以确保列车的准时率和运行效率，还能显著提高乘客的出行体验。乘客可以更加准确地掌握列车的到站时间和车厢内的拥挤程度，从而做出更加合理的出行选择。这种智能化的运力调配与管理模式，不仅提高了轨道交通的运营效率，也提升了城市轨道交通系统的服务质量和乘客满意度，是城市轨道交通网络优化的重要策略之一。

### 3 未来展望与挑战

随着科技的飞速发展，GIS技术在城市轨道交通网络优化中的应用正日益广泛和深入。未来，我们有理由期待GIS技术能够与大数据、云计算、物联网等前沿科技更加紧密地融合，推动轨道交通网络管理走向更加智能化、高效化的新阶段。①大数据技术的引入将为GIS提供更丰富、更精确的数据支持。通过收集并分析海量的轨道交通运行数据、乘客出行数据等，我们可以更深入地洞察轨道交通网络的运行规律和乘客出行习惯，从而制定更为精准的优化策略。②云计算的强大计算能力将使得GIS的空间分析和数据处理更加高效。借助云计算

平台，我们可以快速地处理和分析大量的空间数据，为轨道交通网络的实时监控和动态调整提供有力支持。③物联网技术的普及将使得轨道交通网络的各个组成部分实现智能互联。通过物联网技术，我们可以实时监控列车、站点、信号系统等关键设施的状态，及时发现并解决问题，确保轨道交通网络的稳定运行。然而，技术创新带来的不仅仅是机遇，同时也伴随着挑战。数据安全和隐私保护是我们必须面对的重要问题。随着数据量的不断增加，如何确保数据的安全存储和传输，防止数据泄露和滥用，将是我们需要重点关注的问题。同时，我们也需要在保护个人隐私和合理利用数据之间找到平衡点，确保在推动轨道交通网络优化的同时，充分尊重和保护乘客的隐私权。GIS技术在城市轨道交通网络优化中的应用前景广阔，但也面临着诸多挑战。我们需要不断探索和创新，充分发挥GIS技术的优势，为轨道交通网络的持续发展贡献力量。

### 结语

本研究通过深入探讨GIS技术在城市轨道交通网络优化中的应用，揭示了其在数据集成、空间分析、客流预测等方面的巨大潜力。通过实施针对性地优化策略，我们可以有效提高城市轨道交通网络的运行效率和服务质量，为城市的可持续发展做出积极贡献。

### 参考文献

- [1]柳建伟,王晓南.城市区域快线轨道交通网络复合优化[J].城市建筑,2021,18(30):187-189.
- [2]程驰尧,车能冶.基于后向加边算法的城市轨道交通网络弹性优化研究[J].交通运输工程与信息学报,2022,20(04):88-99.
- [3]商阔.基于多维运筹函数的城市轨道交通网络优化设计[J].科技创新与应用,2021,11(21):111-113+119.