

# 城市轨道交通线路设计中的调线调坡技术研究

李其武

天津通达宏远工程技术咨询有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i2.6528

**[摘要]** 随着城市化的快速发展,城市轨道交通已成为解决城市交通拥堵的重要手段。城市轨道交通线路设计是一个复杂的工程技术问题,其中调线调坡是确保线路安全、高效运营的关键技术之一。本文旨在探讨城市轨道交通线路设计中调线调坡的设计原则、工程实施时序及技术方法,以提高城市轨道交通系统的整体性能和乘坐舒适度。

**[关键词]** 城市轨道交通; 线路设计; 调线调坡; 设计原则; 技术方法

## Research on route and slope adjustment technology in urban rail transit line design

Li Qiwu

Tianjin Tongda Hongyuan Engineering Technology Consulting Co., Ltd., Tianjin 300000, China

**[Abstract]** With the rapid development of urbanization, urban rail transit has become an important means to solve urban traffic congestion. The design of urban rail transit lines is a complex engineering and technical problem, in which line and slope adjustment is one of the key technologies to ensure the safe and efficient operation of the line. The purpose of this paper is to discuss the design principles, engineering implementation timing and technical methods of urban rail transit line design, so as to improve the overall performance and riding comfort of urban rail transit system.

**[Key words]** urban rail transit; circuit design; line and slope adjustment; design principles; Technical approach

### 引言

城市轨道交通作为解决大城市交通拥堵的有效手段,其线路设计的合理性直接影响到整个系统的运行效率和安全性。调线调坡作为线路设计中的一项重要技术,要求设计者不仅要考虑到线路的运营效率,还要兼顾乘客的舒适度和安全性。

#### 1 城市轨道交通线路设计要点

城市轨道交通作为现代城市公共交通的重要组成部分,其线路设计具有极高的实用性和复杂性。在设计过程中,需要综合运用多学科知识,充分考虑地形、地质、城市规划、乘客流量等多方面因素,以实现高效、安全的公共交通服务。

##### 1.1 地形与地质因素

(1) 地形地貌: 地形地貌对轨道交通线路走向和站点布局有重要影响。设计时要充分考虑地形特点,如山地、平原、水域等,以便合理规划线路走向,降低工程难度和建设成本。

(2) 地质条件: 地质条件是轨道交通线路安全性的重要因素。在设计过程中,要详细调查沿线地质状况,如地层、岩性、断裂带等,以确保线路稳定性和安全性。

##### 1.2 城市规划因素

(1) 城市发展战略: 城市发展战略对轨道交通线路布局具有指导意义。设计时要紧密结合城市发展规划,确保线路与

城市空间结构相协调,促进城市经济社会发展。

(2) 土地利用: 轨道交通线路沿线土地利用状况对站点布局和客流需求有直接影响。设计时要充分考虑土地利用规划,提高线路运营效益。

##### 1.3 乘客流量因素

(1) 客流预测: 准确预测乘客流量是轨道交通线路设计的关键。设计时要充分考虑沿线人口、就业、居住、商业等因素,确保线路能够满足未来客流需求。

(2) 换乘站点设置: 合理设置换乘站点可以提高轨道交通网络的运营效率。在设计过程中,要充分分析乘客出行需求,优化换乘站点布局。

##### 1.4 线路走向与坡度设计

(1) 线路走向: 线路走向应尽可能满足客流需求,减少乘客出行时间。设计时要结合城市空间结构和客流分布,选择最短路径作为线路走向。

(2) 线路坡度: 线路坡度对轨道交通运营能耗和乘客舒适度有重要影响。设计时要根据地形地貌和工程条件,合理规划线路坡度,降低运营成本。

总之,城市轨道交通线路设计是一项系统性、综合性极强的工程,需要充分考虑地形、地质、城市规划、乘客流量等多

方面因素。通过合理规划线路走向、站点位置及线路坡度，实现高效、安全的公共交通服务，为我国城市发展贡献力量。

## 2 调线调坡设计概述

### 2.1 调线调坡设计流程

调线调坡设计流程是铁路线路设计中的一项重要环节，其主要目的是在保证运营安全的前提下，提高乘客的乘坐舒适度和优化整体的运营成本。这一流程主要包括初步设计、详细设计、施工图设计等阶段。

#### 2.1.1 初步设计阶段

在初步设计阶段，设计人员需根据铁路线路的基本参数，如线路长度、地形地貌、地质条件、车站分布、运输需求等，进行综合分析。主要任务是确定线路的走向、海拔高度、曲线半径、坡度等关键技术指标，同时兼顾工程投资和经济效益。此外，还需对线路的平、纵断面进行初步设计，以满足运营安全、舒适度和成本优化的要求。

#### 2.1.2 详细设计阶段

在详细设计阶段，设计人员需要根据初步设计确定的关键技术指标，进行更为深入的研究。主要包括优化线路平、纵断面设计，使之更加符合运营安全和舒适度的要求；对特殊地段（如桥梁、隧道、道岔等）进行精细化设计，确保其结构安全和使用性能；对轨道、信号、电力、通信等工程进行设计，以满足铁路线路的正常运营需求。

#### 2.1.3 施工图设计阶段

在施工图设计阶段，设计人员需根据详细设计成果，编制详细的施工图纸。施工图应包含线路、桥梁、隧道、道岔、轨道、信号、电力、通信等专业的施工详图，为施工单位提供明确的施工依据。此外，还需编制相关工程的技术规格、施工组织和质量验收标准等文件，以确保工程质量和进度。

## 2.2 调线调坡设计原则

在城市交通工程中，线路的调整和坡度的设计是至关重要的环节。合理的调线调坡设计不仅可以确保运营的安全性，还能提高乘客的舒适度，同时兼顾工程的经济性。因此，在进行调线调坡设计时，需要遵循以下基本原则：

(1) 确保运营安全为首要原则：在任何情况下，都要将运营安全放在第一位。这意味着在设计过程中，要充分考虑线路的平稳性、坡度的合理性以及相关设施的可靠性。通过严格的安全标准，确保线路在运营过程中能够安全稳定地运行，防止发生安全事故。

(2) 兼顾乘客舒适度：在保证安全的前提下，要关注乘客的舒适度。合理的线型和坡度设计可以降低乘客在行驶过程中的不适感，提高出行品质。这需要在线路设计和坡度设置上做到平滑过渡，避免剧烈颠簸和坡度过大造成的不便。

(3) 考虑工程经济性：在确保安全和乘客舒适度的条件下，还需关注工程的经济性。这意味着在设计过程中，要充分考虑成本效益，选用经济适用、性价比高的设计和施工方案。此外，还要注重长期的运营维护成本，确保项目在整个生命周

期内具有良好的经济效益。

(4) 符合城市规划和环保要求：调线调坡设计应符合城市总体规划的要求，充分考虑地形地貌、土地利用、配套设施等因素。同时，要注重环保，遵循绿色设计理念，减少对周边环境的影响，实现可持续发展。

(5) 适应市场需求和未来发展趋势：设计时要充分了解市场需求，优化线路和坡度设置，以满足不同乘客的出行需求。同时，要具有前瞻性，考虑未来发展趋势，为线路的扩展和升级预留空间。

(6) 突出人性化设计：在调线调坡设计中，要注重人性化设计，满足不同乘客的出行需求。例如，为老年人、残疾人和携带行李的乘客提供便利的设施和服务。

## 3 城市轨道交通线路设计中调线调坡的原因分析

城市轨道交通作为现代城市公共交通的重要组成部分，其线路设计直接影响着运营效率、乘客舒适度以及工程投资和建设成本。在线路设计过程中，调线调坡是一项关键任务，对于确保线路的合理性、安全性和经济性具有重要意义。城市轨道交通线路设计中调线调坡的原因如下。

### 3.1 提高运营效率

(1) 优化线路走向：调线调坡可以优化轨道交通线路的走向，使得线路更加适应城市发展需求，提高运营效率。通过调整线路走向，可以更好地连接城市重要区域，满足乘客出行需求，促进城市交通拥堵问题的缓解。

(2) 缩短行车间隔：调线调坡可以优化列车运行图，缩短行车间隔，提高线路通过能力。在保证安全的前提下，通过调整线路坡度、曲线半径等参数，实现列车的快速运行，提高轨道交通的运营效率。

### 3.2 确保线路安全性

(1) 适应地形地貌：城市地形地貌复杂，调线调坡可以确保轨道交通线路适应不同地形地貌，降低工程风险。例如，通过调整线路高程，可以避免线路穿越地质灾害频发的区域，降低安全隐患。

(2) 防止洪水影响：调线调坡可以有效防止洪水对轨道交通线路的影响。通过提高线路标高或调整线路走向，避免穿越洪水高风险区域，确保线路安全。

### 3.3 降低工程投资和建设成本

(1) 优化工程方案：调线调坡可以优化工程方案，降低轨道交通建设成本。通过合理调整线路走向、车站布局等，减少工程量，降低投资成本。

(2) 利用地形优势：调线调坡可以充分利用地形优势，降低土石方工程量。例如，在山地城市建设中，通过调整线路坡度，合理利用地形，减少土石方工程，降低建设成本。

### 3.4 提高乘客舒适度

(1) 优化线路曲线：调线调坡可以优化轨道交通线路的曲线，提高乘客舒适度。通过调整曲线半径、缓和曲线等，降低列车在行驶过程中的侧向加速度，使乘客感受到更加平稳的

行驶。

(2) 合理布局车站：调线调坡可以合理布局轨道交通车站，提高乘客出行便捷性。通过优化车站分布，使乘客能够更加方便地到达目的地，提高轨道交通的吸引力。

#### 4 城市轨道交通线路设计中的调线调坡技术方法

城市轨道交通线路设计中的调线调坡技术方法在整体设计过程中发挥着至关重要的作用。技术方法主要包括线路走向优化、坡度调整、线路平面和纵向设计相结合等手段。这些技术方法的核心目标是通过科学的方法和技术手段，实现线路设计的最优化，从而为城市轨道交通的稳定运行提供坚实的基础。

##### 4.1 线路走向优化

在进行轨道交通线路走向的优化时，必须全面细致地考虑一系列关键因素，以确保线路设计既经济又高效，同时对环境的影响降到最低。线路走向优化中需要考虑因素如下：

(1) 地形地貌分析：地形地貌是影响线路走向的首要因素之一。山地、平原或河流等自然地理特征直接影响隧道的挖掘、桥梁的建设以及线路的平直度。选择一条能够有效适应地形地貌的线路走向，可以大幅降低施工难度和成本。

(2) 地质条件调研：地质条件决定了施工的安全性和稳定性。进行详细的地质勘察，了解土壤类型、地下水位、岩石硬度等信息，对预防施工期间的地质灾害、选择合适的施工方法以及确保长期运营的安全性都至关重要。

(3) 城市发展规划研究：轨道交通的建设不仅要满足当前的交通需求，还应预见未来的城市发展趋势。线路走向需要与城市总体规划协调一致，促进城市功能区的互联互通，支持城市扩展与可持续发展。

(4) 土地利用考量：土地资源是有限的，线路走向的优化需要充分考虑土地的现状利用情况和潜在价值。尽可能避开高价值土地，比如文化遗址、自然保护区等，以减少工程成本和对环境的破坏。

(5) 环境保护要求：在线路走向的选择过程中，必须严格遵守环境保护的相关法律法规，评估工程对生态环境的影响，并采取必要的保护措施。例如，通过隧道或桥梁跨越敏感区域，以减少对生态系统的干扰。

(6) 运行效率提高：合理的线路走向不仅能减少建设和维护成本，还能提高轨道交通的运行效率和乘客的出行便利。这包括考虑线路的直线度、坡度、弯道半径等因素，以确保列车可以高速、安全运行。

综上所述，线路走向优化是一个复杂而全面的过程，涉及到多方面的考虑。通过科学合理地规划线路走向，不仅可以节约成本，还能提升轨道交通系统的整体性能和对环境的友好度，最终实现轨道交通线路设计的最优化。

##### 4.2 坡度调整

坡度调整是轨道交通设计中的一个关键环节。合理的坡度不仅能够降低列车运行过程中的能耗，提高列车的运行速度，还能够增强轨道结构的稳定性和安全性。在进行坡度调整时，需要考虑以下几个关键因素：

(1) 地形地貌：地形是决定坡度设计的首要因素。在山区或多起伏地区，坡度设计需要考虑地形的限制，以确保列车能够安全运行。在平原地区，虽然地形限制较少，但也要考虑到排水等因素，适当设计坡度。

(2) 线路长度：线路的总长度会影响坡度的设计。对于长距离线路，设计师可能会选择较为平缓的坡度，以减少列车在上坡时的能耗和在下坡时的制动需求。而短线路因为长度限制，可能需要采用较陡的坡度以满足高度变化的需求。

(3) 列车性能：不同类型的列车（如高速列车、城市轨道交通、货运列车等）有不同的动力特性和制动能力，这些都需要在坡度设计时考虑。例如，拥有强大动力系统的列车可以应对较陡的坡度，而某些货运列车因为较重的载重量，可能需要较为平缓的坡度。

(4) 运行速度：预期的列车运行速度也会影响坡度的设计。高速运行的列车对坡度的敏感度较高，因此需要更为精细的坡度调整以保证安全和舒适性。

(5) 安全和舒适性：列车在行驶过程中，坡度变化对乘客的舒适感有直接影响。此外，过陡的坡度可能会对列车的稳定性和安全性造成威胁。

在设计坡度时，通常采用一系列的工程计算和模拟测试，以确定最佳的坡度配置。这包括使用软件工具进行动力学模拟，以及参考相关的工程标准和经验数据。通过这些方法，可以确保轨道交通系统在运行过程中达到高效、节能的目标，同时确保旅客的安全和舒适。

## 5 结论

综上所述，调线调坡是城市轨道交通线路设计中的一个重要环节，直接关系到线路的运营效率和乘客的乘坐体验。通过合理的设计原则和先进的技术方法，可以有效提升城市轨道交通系统的整体性能和服务水平。未来，随着技术的不断进步，调线调坡技术将更加成熟，为城市轨道交通的发展提供更加坚实的技术支撑。

### [参考文献]

[1] 吴世泽.城市轨道交通调线调坡设计思考[J].城市轨道交通研究,2023,26(03):247-252.

[2] 罗江胜,庄威,柴家远.城市轨道交通工程调线调坡原因分析及对策[J].城市轨道交通研究,2022,25(03):171-173.

[3] 杜昊璇.城市轨道交通施工完成后的调线调坡设计研究[J].地下工程与隧道,2015,(02):52-55+59+67.

[4] 苟波.城市轨道交通调坡调线工作的建议和思考[J].科技创新与应用,2018,(28):183-184.