

市政道路路线设计探讨

陈 江

西安市政设计研究院有限公司 陕西 西安 710068

摘要：市政道路是城市交通的核心载体，其路线设计质量直接决定通行安全与生态效益。传统设计模式存在线形优化不足、多专业协同不畅等问题，难以适配现代城市发展需求。本文以路线设计为核心，系统梳理安全优先、因地制宜等基本原则与线形连续等理论框架，深入分析平纵横断面及协同设计的关键要素与优化策略，探讨BIM、海绵城市等智能与绿色技术的应用路径。研究成果为提升道路设计科学性与可持续性提供参考。

关键词：市政道路；路线设计；优化策略；技术应用

引言：市政道路作为城市交通的“血脉”，其路线设计直接决定出行安全、通行效率与城市发展质量。随着城市化进程加快，传统设计模式面临交通需求增长、生态保护加强、技术迭代升级的多重挑战，单纯满足基础功能的设计已难以适配现代城市发展诉求。从线形组合的科学性到多专业协作的顺畅性，从资源消耗的控制到风险应对能力的提升，都对路线设计提出更高要求。因此，系统研究设计原则、关键要素及创新技术，构建全面的设计体系，成为推动市政道路工程高质量发展的重要课题。

1 市政道路路线设计的基本原则与理论框架

1.1 设计原则

安全性是路线设计的首要原则，直接关联行车与行人保障。设计需通过优化平纵线形指标降低风险，如控制平曲线半径避免操作失误，合理设置竖曲线保障坡度过渡平稳，同时确保充足行车视距，减少预判盲区。以人为本原则聚焦出行体验，充分考量驾驶员心理状态，在线形复杂路段通过科学设计引导预判，避免引发紧张或烦躁情绪。经济性与合理性原则要求在满足功能基础上控制成本，结合地形地貌选择最优方案，节约资源并降低后续维护投入。灵活性原则则强调避免机械套用标准，当高指标可能破坏环境或导致造价激增时，可在采取安全措施后合理调整，实现设计与实际的平衡^[1]。

1.2 理论框架

线形连续理论是核心基础，以设计速度为基准参数，确保平纵线形指标均衡协调。通过控制曲率变化率在合理范围，避免曲率突变引发驾驶风险，同时实现平竖曲线优化组合，形成流畅的立体线形。运行速度与设计速度的匹配性检验，是评价路线可靠性的关键手段。交叉口优化理论聚焦交通节点效率，基于交通流量分析规划车道数量与分配方案，明确车流轨迹以减少相互干

扰，同时兼顾非机动车与行人通行空间。合成坡度稳定理论通过平衡横向超高与纵向坡度，避免坡度过大导致侧滑或过小造成积水，保障行车稳定性。这些理论相互支撑，与设计原则共同构建起科学的设计体系，确保市政道路既满足交通核心需求，又契合城市生态与生活品质要求。

2 市政道路路线设计的关键要素与优化策略

2.1 平面线形设计

平面线形作为道路的“骨架”，其设计以保障行车轨迹连续、视觉引导清晰为核心目标，主要由直线、圆曲线和缓和曲线三大要素构成，各要素的合理组合与参数控制是设计的关键。（1）直线段设计需避免极端情况，过长的直线易导致驾驶员注意力分散、车速失控，过短则会使线形频繁转折，增加操作负担。因此优化时需根据交通流量与设计速度，控制直线长度在合理范围，通常在城市建成区可适当缩短直线段，通过平缓转折引导驾驶专注度；在郊区路段则可适度延长直线，提升通行效率。（2）圆曲线的核心参数是半径，半径选择需平衡行车安全与地形适应性，半径过小会产生过大离心力，增加车辆侧翻风险，过大则可能导致路线偏离合理走向，增加工程量。优化策略上，应优先选用大于不设超高的最小半径值，在地形受限区域需设置足够的超高来抵消离心力，同时配套设置加宽段，满足车辆转弯时的横向空间需求。缓和曲线作为直线与圆曲线的过渡段，其长度需保证曲率变化均匀，使驾驶员能平稳完成转向操作，通常缓和曲线长度应与设计速度匹配，确保离心加速度变化率控制在舒适范围内。（3）平面线形优化还需强化视距保障，通过调整路线走向或清除障碍物，确保驾驶员在任何路段都能获得足够的停车视距和会车视距。同时注重线形组合的协调性，避免出现“小半径曲线接长直线”“连续急弯”等不良组合，形成

“直线-缓和曲线-圆曲线-缓和曲线-直线”的流畅序列,让驾驶操作与视觉感知形成良性互动^[2]。

2.2 纵断面设计

纵断面设计聚焦道路竖向高程控制,核心要素包括纵坡、坡长和竖曲线,其设计质量直接影响行车安全、排水效率与车辆能耗。(1)纵坡设计需兼顾动力性能与排水需求,最大纵坡应根据设计速度、车辆类型综合确定,针对城市道路中小型汽车占比高的特点,纵坡不宜过大,避免车辆爬坡动力不足或下坡制动负荷过重;同时纵坡也不能过小,需保证路面排水坡度不小于0.3%,防止雨水淤积影响路面寿命与行车安全。(2)坡长限制是纵断面优化的重要环节,连续上坡过长易导致发动机过热,连续下坡则可能引发制动失效,因此需根据纵坡大小严格控制坡长。优化策略上,可采用“长坡段分段设缓坡”的方式,在长上坡中设置平缓坡段供车辆休息,长下坡中设置避险车道与减速带,同时通过坡长与坡度的反向搭配,即陡坡对应短坡长、缓坡对应长坡长,实现行车安全与通行效率的平衡。(3)竖曲线作为连接不同纵坡的过渡要素,分为凸形和凹形两种,其半径与长度直接影响行车舒适度与视距。凸形竖曲线需保证足够半径以避免视线遮挡,确保驾驶员能提前发现前方路况;凹形竖曲线则需控制离心力,避免车辆颠簸与灯光照射盲区。优化时应使竖曲线与平面曲线协同配合,优先采用“平曲线与竖曲线重合”的组合方式,避免出现“平曲线暗弯与凸形竖曲线叠加”的不良情况,同时通过计算行车视距与离心加速度,确定最优的竖曲线参数。此外,纵断面设计还需结合地下管线分布,预留足够的管线埋设空间,避免反复开挖对道路结构造成破坏。

2.3 横断面设计

横断面设计决定道路的横向空间分配,直接关系到各类交通参与者的通行权益,其核心要素包括车道宽度、路肩、中央分隔带、路拱横坡及边坡防护,设计需体现“分道行驶、安全隔离、排水畅通”的原则。(1)车道宽度设计需根据交通组成与行驶速度精准匹配,城市主干道因大型车辆与高速行驶需求,车道宽度可设为3.5-3.75米;支路以小型车为主,车道宽度可控制在3.25-3.5米,在空间受限区域可通过优化车道标线,实现宽度资源的高效利用。(2)路肩与中央分隔带的优化设计是安全保障的重要环节。路肩作为紧急停车与养护作业空间,应设置足够宽度,硬路肩宽度通常不小于1.5米,同时配备排水设施与警示标识;中央分隔带需根据道路等级选择合适形式,快速路宜采用实体隔离,如绿化带或

防撞护栏,减少对向车流干扰,支路可采用标线分隔以节约空间。路拱横坡设计需兼顾排水与行车稳定,双向车道通常采用双面坡,横坡坡度控制在1.5%-2.5%,单向车道采用单面坡,确保雨水快速排入边沟,避免路面积水。(3)边坡防护与生态融合是横断面优化的延伸要求,在地形起伏路段,边坡坡度需根据地质条件确定,土质边坡宜缓、岩质边坡可适当加陡,同时采用植草、喷浆等防护措施防止水土流失。优化策略上,可将边坡防护与城市绿化结合,选择本土植被营造生态边坡,既提升道路景观性,又增强边坡稳定性。横断面设计还需预留非机动车道与人行道空间,通过设置隔离栏与绿化带,构建“人车分流、机非分离”的安全通行环境^[3]。

2.4 多专业协同设计

市政道路路线设计并非孤立的工程环节,而是涉及多个专业的系统工程,多专业协同设计能有效避免设计冲突、降低工程风险,其核心在于建立“信息共享、同步优化、责任共担”的协作机制,关键协同专业包括给排水、电力通信、绿化景观及交通工程等。(1)给排水专业与路线设计的协同重点在于排水系统衔接,路线纵断面设计需为雨水管预留足够覆土深度,横断面中的边沟与雨水井位置需匹配路面排水方向,避免出现排水死角,同时通过联合勘察,确定管线与道路基础的安全距离,防止管线沉降影响道路结构。(2)电力通信专业的协同核心是管线路由优化,路线设计需为地下管线预留专用管沟,避免管线与道路桩基、边坡支护结构冲突。协同过程中,可采用BIM技术构建三维模型,将路线设计与管线布置同步整合,直观呈现空间关系,提前发现并解决交叉冲突。(3)绿化景观专业的协同则聚焦生态与美观的平衡,路线平面线形应避免让现有古树名木,横断面中的绿化带宽度需与道路等级匹配,主干道可设置宽幅绿化带提升生态效益,支路则采用“小灌木+草坪”的简约模式,同时通过协同设计使道路边坡绿化与周边植被衔接自然,形成连续的生态廊道。(4)交通工程专业的协同贯穿设计全过程,平面线形设计阶段需结合交通流量预测确定交叉口形式,纵断面设计需匹配交通标志的设置高度与视距要求,横断面设计需根据交通组织方案分配车道功能。优化策略上,建立多专业联合评审机制,在方案初步完成后组织各专业进行交叉审查,针对冲突点共同制定优化方案,例如通过调整路线纵坡解决管线覆土不足问题,通过优化横断面车道分配满足交通组织需求。同时利用信息化工具实现设计数据实时共享,确保各专业设计始终基于统一的基础参数,提升协同效率与设计精度^[4]。

3 市政道路路线设计的创新趋势与技术应用

3.1 智能化设计技术

智能化技术为路线设计提供了数据驱动的解决方案，核心在于通过数字工具实现设计全流程的精准化与高效化。（1）BIM（建筑信息模型）技术构建的三维道路模型，可整合地形、地质、管线等多源数据，直观呈现路线与周边环境的空间关系，避免传统二维设计中的空间冲突隐患。设计人员通过模型可实时调整平纵线形参数，同步生成工程量统计与结构分析报告，大幅缩短设计周期。（2）数据与人工智能的应用则聚焦于设计优化的科学性，通过分析区域交通流量、车速分布等历史数据，智能预测未来交通需求，为路线走向、车道数量分配提供量化依据。车路协同技术的前置融入，使路线设计需预留智能设备安装空间，如路侧单元（RSU）的布设位置需与线形视野匹配，确保车辆与基础设施的实时通信。数字孪生技术进一步实现设计与运维的衔接，通过构建与实体道路同步更新的虚拟模型，为后期路线优化提供持续的数据支撑。

3.2 绿色低碳设计理念

绿色低碳已成为路线设计的核心价值导向，通过理念革新与技术应用降低工程全生命周期的生态影响。（1）在路线选型阶段，采用生态敏感性分析技术，优先避让古树名木、湿地等生态敏感区域，通过优化平面线形减少对自然地形的切割，降低土方开挖量。材料选择上推广再生建材应用，如再生沥青、透水混凝土等，既减少资源消耗，又降低生产环节的碳排放。（2）海绵城市技术的融合是低碳设计的重要实践，路线横断面中设置植草沟、透水铺装与人行道蓄水模块，实现雨水就地渗透、净化与利用，减少市政排水系统负荷。道路绿化设计强调乡土化与功能性，选用耐旱、耐污染的本土树种构建沿线绿廊，既提升碳汇能力，又降低后期养护的水资源消耗。低噪声沥青路面（OGFC）的应用则通过优化混合料级配，降低行车噪声3-5dB(A)，兼顾生态效益与居住舒适度^[5]。

3.3 弹性与韧性设计

弹性与韧性设计聚焦道路系统应对风险的适应能力，确保在极端天气、地质变化等突发状况下仍能维持基本通行功能。（1）在纵断面设计中，适当提高低洼路段的高程基准，结合历史降雨数据优化坡长与坡度，避免暴雨天气导致的路面积水。路基设计采用改良技术，如膨胀土路基掺入石灰提升承载稳定性，减少地质沉降对路线线形的破坏。（2）路线布局的冗余设计增强系统弹性，通过加密支路网络构建多路径通道，当主干道因故障中断时，可快速分流交通。防护设施的韧性优化体现在材料与结构选择上，如采用抗冲击的波形梁护栏与柔性防护网，在保障安全的同时降低维修成本。路线设计需预留远期拓展空间，如在横断面中预留轨道交通接口，避免后期改造对道路功能的影响，实现工程的可持续性。

结束语：市政道路路线设计是兼具技术性与综合性的系统工程，其发展始终围绕安全、高效、生态的核心目标不断演进。本文所阐述的设计原则与理论为实践提供基础指引，关键要素的优化策略解决了设计中的核心问题，而多专业协同与创新技术应用则为设计升级提供路径。未来，路线设计需进一步深化技术融合，将智能化工具、低碳理念与韧性思维更紧密结合，实现从“功能设计”向“品质设计”的跨越，让市政道路不仅承载交通功能，更成为支撑城市宜居、可持续发展的重要基础设施。

参考文献

- [1] 聂宗乾. 市政道路路线设计可靠性与安全性强化探讨[J]. 砖瓦世界, 2023(11): 165-167.
- [2] 王卫中. 市政道路路线线形设计要点的探讨[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(7): 79-80.
- [3] 吕静雅. 市政道路工程规划及其路线设计要点探索[J]. 中国住宅设施, 2025(4): 196-198.
- [4] 赖廷仪, 陶星光. 市政道路路线设计可靠性与安全性分析[J]. 四川建材, 2024, 50(6): 230-232.
- [5] 张伟. 市政道路交通规划设计与道路路线设计研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(30): 1164-1165.