

地下车库车位布局与交通流线分析研究

孟凡强

中铁四局集团有限公司设计研究院

摘要：随着城市化进程的加速和机动车辆数量的迅速增加，地下车库的设计与管理变得越来越重要。本研究旨在分析地下车库车位布局与交通流线的优化问题，探索如何提升地下车库的使用效率和车辆流动性。通过综合考虑车位配置、入口及出口位置、交通指示标志和行车路径等因素，本文提出了一系列改善措施，以期实现快速、安全和高效的车辆流通。研究采用了模拟仿真、案例分析和比较研究等方法，从而为地下车库的设计与管理提供了科学依据和实践指导。

关键词：地下车库；车位布局；交通流线；效率优化；模拟仿真

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.15.078

引言

在快速发展的城市环境中，地下车库成为解决停车难问题的有效方式。然而，不合理的车位布局和交通流线设计不仅降低了车库的使用效率，也加剧了交通拥堵。本文通过分析地下车库车位布局与交通流线的关系，探讨了优化策略，旨在提高地下车库的运营效率和车辆安全。通过理论与实证分析，本研究为地下车库设计提供了新的视角和解决方案。

一、车位布局优化

（一）车位尺寸标准化

在当前的城市建设和规划中，地下车库的车位尺寸常常因设计标准不统一而导致利用率不高。针对这一问题，提出车位尺寸标准化的建议显得尤为重要。一方面，基于市场上主流车型的尺寸进行调研，建立一个包含小型车、中型车及大型车等多种车型尺寸的数据库。这一数据库能够为车位尺寸的设定提供科学依据。另一方面，结合车库内部结构和可用空间，制定出一套灵活的车位尺寸标准化方案。这套方案不仅要考虑到车位的宽度和长度，还要考虑车辆进出的空间需求，确保在保证车辆安全停放的同时，最大限度地提升空间使用效率。最后，对于特殊车型如残疾人专用车辆、新能源汽车等，应制定专门的车位尺寸标准，以满足不同用户的需求。^[1]通过这三个层面的努力，可以有效提升地下车库的空间利用率，为车主提供更加便捷和高效的停车体验。

（二）灵活车位设计

随着城市交通流量的日益增加，地下车库在不同时间段内面临的车流量存在显著差异。为此，灵活车位设计成了提升地下车库容量的有效策略：通过对地下车库

日常使用情况的监测与分析，确定车流高峰期和非高峰期的时间段。这种监测可以基于车库进出车辆的实时数据，通过数据分析确定高峰期的特征和非高峰期的车流量变化规律；在车流高峰期，可以通过调整车位分割线，将部分大型车位临时转换为小型车位，从而增加车位数量；还可以利用地下车库的其他可用空间，如通道旁边或柱子间的空地，设计成临时车位，以应对高峰期的车位需求；在非高峰期，可根据实际车辆停放情况，适当调整车位配置，保证车库空间的有效利用。这种灵活调整车位的策略，既可以在不同时间段内最大化车库容量，又能保证车辆停放的安全和方便。

（三）残疾人车位分布

在地下车库的设计中，为残疾人车位的合理布局提供足够的关注是提升社会包容性和便利性的重要体现：对于残疾人车位的分布，应遵循靠近电梯或出入口的原则，使得残疾人能够更加方便地进出车库。这一原则的实施需要在车库规划阶段就充分考虑残疾人车位的位置，确保这些车位能够真正发挥其便利性；残疾人车位的尺寸应大于普通车位，以满足残疾人车辆及其辅助设备如轮椅的空间需求。在车位尺寸设计时，除了宽度和长度的考虑，还应考虑车位旁边预留足够的空间，以方便残疾人的上下车；对于残疾人车位的标识和引导，应采取明显易见的标识系统，并在车库入口处和各个关键路口设置清晰的指示牌和地面指引标线，确保残疾人车主能够轻松找到专用车位。通过上述措施的实施，不仅能够保障残疾人车主的停车便利性，也体现了社会对残疾人友好和尊重的态度。

二、入口及出口设计

（一）数量与位置优化

地下车库入口和出口的设计直接影响到车库的通行效率和车辆的流畅度。为此，基于车流量数据进行的数量与位置优化成为提升车库使用效率的关键步骤。通过收集和分析地下车库的车流量数据，包括高峰时段车流量、日均车流量以及特殊时段的车流量变化，可以精确了解车库的使用状况。这种数据分析为确定入口和出口的数量提供了科学依据；另外，位置的优化需要考虑到车库的整体布局、周边道路的交通流向以及可能的拥堵点。通过模拟车辆进出流程，识别并规避潜在的交通冲突区，选择能够最大程度减少车辆交叉和等待时间的入口和出口位置。最后，为了进一步提高车库的进出效率，考虑在车库的不同区域设置多个入口和出口，特别是在大型或多层车库中，这种设计能够显著减少车辆在

内部的行驶距离，缓解车库内部的交通压力。^[2]

（二）分流设计

有效的分流设计是提高地下车库进出效率的重要措施之一。通过设置专用入口和出口为不同类型的车辆（如会员车辆、临时车辆和货车）提供专门的通道，可以有效减少各类车辆在进出口处的交汇和等待，减轻拥堵情况；对于大型车库，可以根据车库的不同区域或楼层，设计专门的入口和出口，这样不仅可以减少车辆在车库内的循环寻找车位的时间，还可以避免不同区域之间车流的交叉，提高车库的整体通行效率；结合智能交通管理系统，如通过预约停车系统指引车辆直接前往预定车位的专用入口，可以进一步优化车辆的分流效果，实现更加高效和有序的车库管理。

（三）智能识别系统

随着智能科技的发展，智能识别系统在地下车库入口和出口的应用日益广泛，极大地提升了车库的运营效率。智能识别系统可以快速识别车辆信息，如车牌号码，实现车辆的自动登记和放行，大幅度缩短了车辆等待的时间；通过与车库管理系统的数据库交换，智能识别系统能够实时更新车位信息，为司机提供即时的车位导航服务，减少车辆在车库内的盲目寻找车位的时间；智能识别系统还可以集成多种支付方式，包括移动支付和自动扣费等，实现无人值守的快速通行，这不仅提升了车辆的进出速度，还为用户提供了更加便捷的支付体验。通过这些智能化的措施，可以有效提高地下车库的安全性、便捷性和经济效益，满足现代城市发展的需求。

三、交通指示与标识

（一）明确指示标志

在地下车库的设计中，明确的交通指示标志和地面标线是保证车辆安全行驶和指引方向的基础。设计清晰可见的交通指示标志需要考虑到标志的视觉效果，包括大小、颜色、字体和图形符号的选择，这些都应该能够在不同的光照条件下清楚地被司机识别。为了达到这一目的，可以采用高反光材料制作标志，并确保标志在车库内部的关键位置，如转弯处、斜坡入口和出口处被合理布置。

地面标线的设计同样至关重要，它不仅需要指示车辆的行驶路径，还应该划分车位边界、行人通道和安全区域。地面标线的材料选择需要具备耐磨损和高可见性的特点，以适应地下车库环境中的低光照条件和车辆行驶的磨损。^[3]通过对地面标线的科学布局，可以有效地指引车辆行驶方向，减少车辆冲突，提高车库的使用效率。

交通指示标志和地面标线的定期维护是保证其有效性的关键。应制定维护计划，定期检查和更新损坏或磨损的标志和标线，确保它们始终保持良好的可视性和指

示性。这种持续的维护工作不仅有助于维护车库的安全秩序，也提升了车库的整体形象和服务质量。

（二）信息化导航系统

信息化导航系统的引入为地下车库的智能化管理和操作提供了有效的解决方案。这种系统通过集成车库内部的车位监测、车辆定位和路径规划功能，能够实时指引车辆快速找到空闲车位。在实施该系统时，首先需要安装车位监测装置，如地磁传感器或视频分析系统，这些装置能够实时收集车位占用情况的数据，并通过后台系统进行分析处理。

随后，通过车库内部的数字显示屏或驾驶员的智能手机应用，将空闲车位的位置信息和最佳行驶路线实时传递给驾驶员。这种信息的实时传递极大地节省了驾驶员寻找车位的时间，提高了车库的使用效率。此外，信息化导航系统还可以提供其他增值服务，如停车预约、电子支付和车辆寻找辅助，进一步提升用户的停车体验。

（三）紧急疏散指示

紧急疏散指示的完善是确保地下车库在紧急情况下人车安全快速疏散的关键。紧急疏散指示系统包括紧急出口的明确标示、疏散路线的指引以及紧急疏散信息的发布设备。设计紧急疏散指示时，（1）首先要确保所有紧急出口和疏散路径符合安全规范，并在车库内部的显眼位置进行标示。这些标示需要采用易于识别的图形和颜色，确保即使在停电或烟雾弥漫的情况下也能清晰可见。（2）疏散路线的规划应避免交叉和拥堵，确保在紧急情况下能够快速平稳地引导人流向安全区域疏散。安装紧急疏散信息发布系统，如电子显示屏和广播系统，能够在紧急情况发生时，迅速发布疏散指令和路线信息，引导人员安全疏散。

四、行车路径规划

（一）最短路径分析

在地下车库中，实现最短路径分析对于减少车辆循环时间和提升车库使用效率至关重要。采用先进的算法模型，如Dijkstra或A*搜索算法，能够在车库内部的复杂路网中计算出从入口到任意车位的最短路径。这种计算不仅考虑了路径的实际长度，还考虑了可能的拥堵情况、转弯限制和速度限制等因素，从而为驾驶员提供最优的行车路线。

进行最短路径分析的第一步是构建一个准确的车库路网模型，包括所有车道、转弯处、斜坡以及入口和出口的位置信息。然后，基于实时车流量数据和车位占用情况，动态调整路径推荐，以避免拥堵区域和已满的停车区域此外，最短路径分析系统还可以集成到车库的信息化导航系统中，通过车库内的指示屏或者驾驶员的智能设备，实时提供导航信息，进一步减少驾驶员寻找车位的时间。

（二）冲突点分析

冲突点分析在地下车库的行车路径规划中起到了关键作用，它旨在识别和优化那些可能导致车辆交叉和拥堵的关键区域。冲突点通常出现在交汇处、转弯点或是入口和出口附近，这些区域的车流交叉会显著增加事故发生风险和车辆停滞的时间。

为了有效识别冲突点，可以采用交通流模拟技术，通过模拟车辆在车库内的运动情况，分析不同时间段内的车流分布和路径交叉情况。基于模拟结果，可以准确地定位到冲突点，并分析其产生的原因，如设计不合理、指示不明确或是车流量过大等。

优化冲突点的策略包括重新设计车库内部的交通布局，增加或调整车道的宽度，设置专用的左转或右转车道，以及改善交通指示标志和地面标线。在一些关键冲突点，还可以考虑设置交通信号灯或人工管理，以调控车流，减少交叉和拥堵。通过这些综合措施，可以显著提高车库内的行车安全性和流畅性。

（三）单向流动设计

单向流动设计是提升地下车库交通流线性并减少交通冲突的有效手段。通过将车库内的车辆行驶方向规划为单向流动，可以减少车辆在寻找车位过程中的相互交叉和逆行，从而降低事故发生率并提升车辆通行效率。

实施单向流动设计首先需要对车库的整体布局进行深入分析，确保单向流动不会导致车辆行驶距离过长或出现死角。单向流动的路径设计应充分考虑到车库的入口和出口位置，以及车位的分布情况，确保驾驶员能够以最少的转弯和最短的距离找到车位。^[4]

通过对最短路径分析、冲突点分析和单向流动设计的深入研究和实施，可以显著提高地下车库的行车效率 and 安全性，为驾驶员提供更加顺畅和便捷的停车体验。这些措施的综合应用，不仅优化了车库内的交通流线，还提升了整个车库的管理水平和服务质量。

五、安全与监控

（一）视频监控系统

部署视频监控系统在地下车库安全管理中发挥着至关重要的作用。（1）通过安装高清晰度的摄像头覆盖车库的每一个角落，包括入口、出口、行车道以及车位区域，能够实时监控车库内的车辆和行人动态。这种全方位的监控不仅可以即时发现异常情况，如未经授权的入侵、车辆盗窃或破坏行为，并迅速响应，还能够为事故和冲突的调查提供准确的视频证据。（2）现代化的视频监控系统还可以集成车牌识别技术和人脸识别技术，进一步提高车库的安全管理水平。车牌识别技术可以自动记录每辆车的进出时间，管理车辆停留时间，以及优化停车费用的计算和收取。人脸识别技术则能够增加车库入口的安全检查，防止未经授权人员进入，确保车库的安全性。（3）视频监控系统还需定期进行维护和

升级，以保证系统的稳定运行和图像的清晰度。通过对摄像头的定期清洁、系统软件的更新以及硬件的检修，可以确保监控系统在关键时刻发挥作用，有效提升地下车库的安全性。

（二）火灾报警与灭火系统

地下车库的火灾安全是设计中不可忽视的重要方面。一方面，部署高效的火灾报警系统是早期发现火情并及时响应的关键。通过在车库的关键位置安装烟雾探测器和温度传感器，可以在火灾发生的初期阶段就检测到异常，从而通过中央控制系统发出警报，迅速启动应急响应机制。另一方面，自动灭火系统，如自动喷水灭火系统和气体灭火系统，根据车库的具体条件和火灾风险评估来选择，是控制火势蔓延和最小化损失的有效手段。自动喷水灭火系统适用于大多数常规火灾情况，而在电气设备多的区域，气体灭火系统则因其不导电和残留物少的特点而更为适用。

结论

通过对地下车库车位布局与交通流线分析的研究，我们发现合理的布局和流线设计对提高车库使用效率和车辆安全性有着重要影响。优化车位布局可以最大化空间利用率，同时考虑不同车辆类型和使用高峰期的变化，可以进一步提升车库容量。入口和出口的合理设计，以及有效的交通分流策略，是减少拥堵、加速车辆流通的关键。清晰的交通指示和标识，配合先进的信息化导航系统，能够指引驾驶者快速找到车位，减少搜索时间。行车路径的科学规划和安全监控系统的完善，不仅可以减少车辆冲突和循环时间，还能确保车库用户的安全。

本研究强调了综合考虑车位布局、入口出口设计、交通指示标识、行车路径规划和安全监控等因素的重要性。未来地下车库的设计与管理应采用更加科学和系统的方法，结合技术创新，实现更高的效率和安全性。此外，持续的研究和实践探索对于适应不断变化的城市交通需求和提高地下车库性能至关重要。希望本研究能为地下车库的优化设计与管理提供有益的参考和指导。

参考文献

- [1] 康抗. 地下车库联络道交通预测方法研究及实例应用[J]. 湖南交通科技, 2016, 42(03): 193-197.
- [2] 戴海龙, 李运明, 杨伟生, 李坚, 谭映军. 现代医院交通流线设计与建设[J]. 解放军医院管理杂志, 2015, 22(11).
- [3] 耿化民. 地下车库建筑与静态交通设计探讨[J]. 低温建筑技术, 2005(03): 10-11.
- [4] 王宝辉. 地下交通系统规划方法研究[J]. 城市道桥与防洪, 2014(04).
- [5] 施孝增. 地下车库联络道通风系统的设计分析[J]. 建筑热能通风空调, 2015, 34(06): 101-104.