

地下停车场交通诱导信息设置优化

甄云竹, 康金龙, 李英帅*, 淡 叶

南京工业大学交通运输工程学院, 江苏 南京

收稿日期: 2021年10月23日; 录用日期: 2021年11月16日; 发布日期: 2021年11月23日

摘 要

为了改善城市化进程中地下停车场停车难、寻车难等现象,对地下停车场的区域划分、交通流线设计以及诱导标志设置等交通设计信息进行了优化设置。选取南京某地下停车场进行调研,在区域划分上提出基于使用者需求的分区方式,在交通流线设计上采用区域间主要道路应用双行交通,区域内部寻找车位的支线道路应用单行交通的设计方式,在诱导信息设计上提出诱导灯箱与墙面、柱面标志的趣味性优化方案。对交通流线的设计进行vissim仿真,证明该流线设计能有效减少地下停车场的交通冲突点,改善使用者的体验感。研究成果可为地下停车场区域的交通管理和规划设计提供理论依据。

关键词

交通工程, 地下停车场, 优化设置, vissim仿真, 交通诱导信息

Optimisation of Traffic Guidance Information Settings in Underground Car Parks

Yunzhu Zhen, Jinlong Kang, Yingshuai Li*, Ye Dan

School of Transportation Engineering, Nanjing Tech University, Nanjing Jiangsu

Received: Oct. 23rd, 2021; accepted: Nov. 16th, 2021; published: Nov. 23rd, 2021

Abstract

In order to improve the phenomenon of parking difficulty and car-searching difficulty in underground parking lot in the process of urbanization, the traffic design information such as regional

*通讯作者。

division, traffic flow design and induction sign setting was optimized. An underground parking lot in Nanjing were selected for investigation, a zoning method based on the needs of users in the regional division was put forward. In the design of traffic flow line, the design of two-way traffic is adopted for the main road application between regions, and the design method for one-way traffic is applied to the regional road applications in search of parking spaces. Besides, interesting optimization schemes in inducing light boxes, wall and cylinder signs in the design of induction information were proposed. The design of traffic flow line has been simulated by vissim, which proves that the design of the flow line can effectively reduce the traffic collision points in underground parking lots and improve the user's experience. The research results can provide theoretical basis for traffic management, planning and design in underground parking areas.

Keywords

Traffic Engineering, Underground Car Park, Optimised Settings, Vissim Simulation, Traffic Guidance Information

Copyright © 2021 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

江苏作为国内发展较好的省份之一,城市化率逐年攀升,由2020年的63.89%提升至2021年的73.44%,并有逐年上升的趋势。在城市化进程中,为节约用地,高效节能、集合多用途的商业综合体的发展形势向好。与此同时,城市汽车保有量增多导致商业综合体配建的停车空间停车难现象非常突出,流线不流畅、标志指示不清、停车环境体验较差等问题的存在亟待解决。

针对停车场存在的问题,国内外学者对地下停车场的交通诱导信息进行研究。在停车场内交通组织方式的研究中,杨碧云[1]对驾驶者和行人在停车场内部选择路线时的心理及行为特征进行分析,提出在平面和空间上错开进出流线的基本设计方法,大大提高了停车场内动线的效率,但在与智能化的结合上有所欠缺;随后,赵怀柏等[2]对交通流线进行研究,更改了传统的交通流线设计方式,能提高地下停车场停车效率。在标志研究方面,陈俊等[3]提出驾驶人对交通标志信息的短时记忆衰减规律符合艾定浩斯遗忘曲线;随后,吴娇蓉等[4]根据空间感知特性,建立流线可见度指标,提出轨道站内交通导向标志布局合理性量化评价分析方法。

本文考虑如今停车空间使用者提出的问题,单纯添加额外诱导标识无法真正缓解矛盾[5]。因此,论文将从地下停车空间的流线分区设计、诱导标志优化入手以人性化设计的原则对商业综合体配建地下停车空间的诱导信息的优化设置进行研究。

2. 停车流程分析

在停车场停车有一些固定的流程,论文将这些流程总结出来并概括了每个节点需要的诱导信息。

如图1所示,驾驶人在城市道路上行驶产生停车需求时,会寻找道路上的停车场标志,根据标志的指引进入停车场的入口,驶入停车场,选择有空位的停车楼层,寻找空闲的车位,并达到车位处完成停车行为;下车后,驾驶人寻找商业过渡空间或商业电梯,完成娱乐或工作后再次返回停车场,根据之前的记忆或者智能寻车系统寻找车辆,再根据诱导信息的指引选择出口并驶出停车场,完成本次停驶过程。

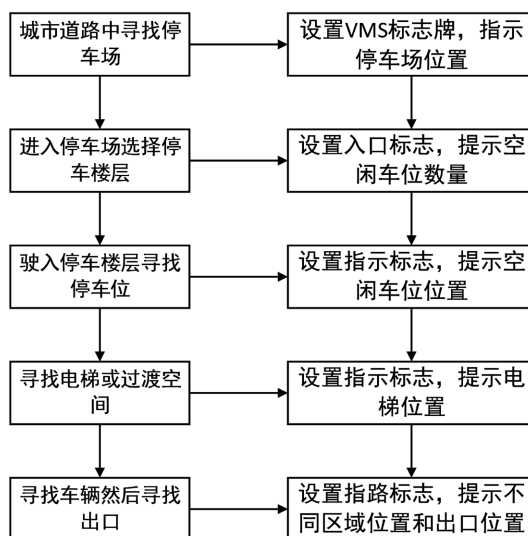


Figure 1. Parking process
图 1. 停车流程

3. 地下停车场车位区域划分方式

传统的停车场区域划分方式以停车场的内部道路布局或停车场的平面形式进行划分, 亦或者根据停车位数量均分的原则划分为主, 但这样的划分方式对使用者的实际需求考虑不足, 论文对此进行了优化。

停车场内车辆的使用需求是尽快完成停车行为; 行人的使用需求依据停驶过程分为两种, 一种是寻找电梯, 另一种是寻找车辆[6]。此外, 商业配建停车场的使用者还有工作人员, 这类车主存在停车时间较长、停车区域相对固定的特点。

基于以上需求, 论文提出一种新的停车场区域划分的方式: 以进出口的空间位置以及区域的不同商业性质为指标进行分区设计, 以南京建邺区金鹰世界商业综合体配建的地下停车场进行分析。如图 2 为该地下停车场的平面图。黄色框选的部分为写字楼区域, 由于此区域停放车辆一般为固定车辆, 交通环境复杂, 因而将此部分单独划区, 以达到降低交通事故的发生的目的; 出入口在图中以白色圆圈表示, 根据出入口的位置进行坐标构建, 完成分区设计, 如图 3 所示。



Figure 2. Original mode of partition
图 2. 原分区方式



Figure 3. Improved mode of partition
图 3. 改进后的分区方式

改进后的区域划分方式将固定车辆停放区域与正常顾客停放车辆的区域划分开，减少了两者的冲突。同时，以出入口位置划分后，每个区域都有距离较近的出入口，驾驶人无需穿越无关区域进出停车场，减少了不同区域间车辆的冲突。除以上分区方式外，论文还提出一种符合人性化设计的色彩及标志物设计体系。

1) 颜色选择：在不同的分区区域用不同颜色的颜料对墙体进行涂刷，采用高饱和度的颜色或灯光标志区域内交通流线，这样既能达到明确区分不同区域的效果，还能正确指引车辆的行驶路线。同时，从心理学角度分析，色彩丰富的地下停车场可以有效地缓解环境带给人们的紧张恐惧，不安的心理感受[7]。

2) 标志物选择：考虑情感与文化因素，结合所在城市的特色文化及历史建筑物等对标志物进行设计。以南京市举例，在地下停车场区域划分设计时，可以根据南京的一些景点来命名，例如夫子庙、美龄宫、中山陵、栖霞山等，将这些景点简化为不同区域的标志及命名，可以有效提高顾客的记忆效果。

4. 地下停车场交通流线优化设计

停车场的结构设计对停车效率的影响至关重要，合理的停车场结构布局可以让停车场车位的利用达到最优。然而，在对停车场的结构进行设计时，需考虑诸多特殊的制约因素，例如规划空间地质问题的制约、地下空间内其他用途占地的影响等，这些问题都会使地下停车场的结构和空间布局产生变化。而停车场内部交通流线的设计可以弥补由于停车场结构不规整导致的停车效率下降问题[8]。

4.1. 流线设计原则

现有的停车场流线设计一般是由建筑设计师基于停车场的空间形式进行设计，因此往往忽略停车场内部静态交通的要求[9]。在国内针对停车场交通流线设计标准不足，因此本文将基于以下原则对停车场流线进行设计：

- 1) 减少人流线与车辆流线的冲突点；
- 2) 减少车辆间的冲突点，以保证安全；
- 3) 重视整体性，满足车辆往返寻找车位的需求。

4.2. 停车场交通流线设计方法研究

在调研过程中发现，地下停车场的流线设计常采用单向与双向交通混合的形式以调节交通量，但却存在流线设计混乱而导致驾驶人迷失方向驶离停车场的情况。

单向交通的优点在于减少交通冲突点，但停车位的可达性差；双向交通满足停车位的通达性，但易产生交通冲突，因此，停车场内的行车流线设计方法宜采用区域间主要道路采用双向交通，区域内部寻找车位的支线道路采用单行交通的形式。

4.3. 流线优化设计方案仿真

综上得到论文针对南京某地下停车场重新设计的流线，即在停车场区域间主要道路上采用双向行驶的疏导方式，在车位附近道路采用单向行驶的导流方式，如图4所示。为验证其效果，利用 vissim 8 学生版对提出的方案进行车流仿真和延误时间、排队长度数据评价，并与对照组实验(如图5全单行对照组、图6全双行对照组)进行对比，得到相关结论。由于国家对地下停车场的速度限制为 5 km/h，且地下停车场多为小型汽车，因此对车速与车型进行参数设计，建立仿真流线图如下：

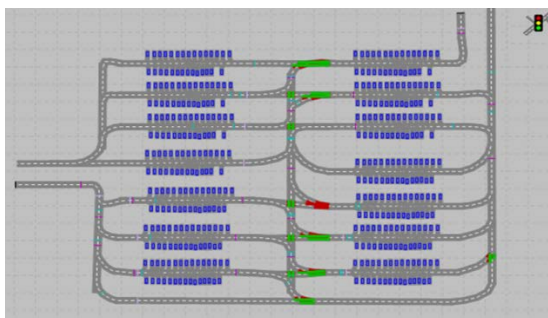


Figure 4. Streamline diagram of mixed operation scheme
图 4. 混行方案流线图

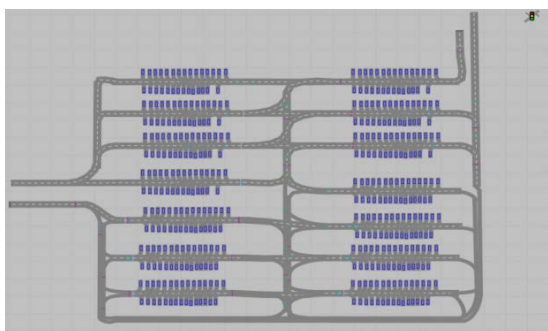


Figure 5. Control group of all single line
图 5. 全单行对照组

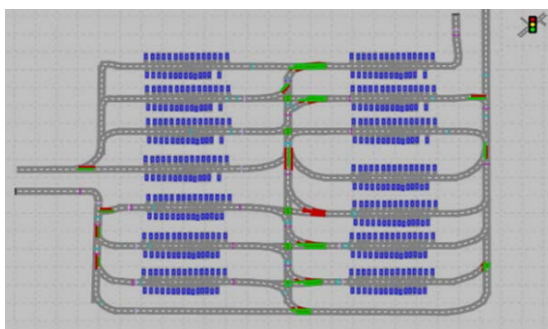


Figure 6. Control group of all double line
图 6. 全双行对照组

利用 vissim 中行程时间检测器功能在停车场进出口以及停车场分区域的进出口处添加控制点, 可记录车辆自进入到驶出地下停车场的的时间, 以及其在停车区域的行程时间和延误。

利用 vissim 中排队长度计数器功能在商场及停车区域的出入口处设置计数器, 统计排队长度。

调整车速、小轿车的比例等影响因子, 经过多次仿真实验, 并对 vissim 中生成的仿真图、延误时间(如图 7 所示)、排队长度(如图 8 所示)进行分析, 多次实验结果表明, 混合形式的交通流线冲突点比单行对照组多, 但是行车延误、排队长度等指标比全单行或全双行在整体上有明显优势。因此, 将不同区域混合形式流线设计应用于地下停车场的效果较好。

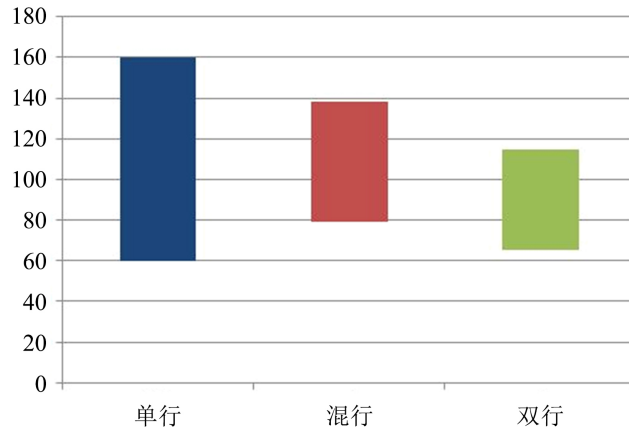


Figure 7. Delay time comparison

图 7. 延误时间对比图

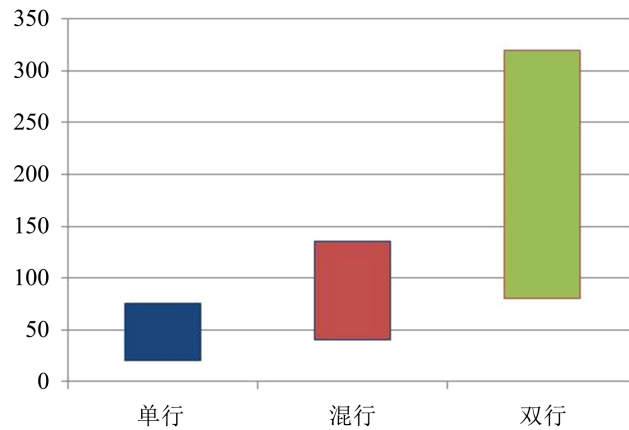


Figure 8. Comparison diagram of maximum queue length

图 8. 最大排队长度对比图

5. 地下停车场诱导标志设置优化

地下停车场是一个相对封闭的环境, 并且存在柱森林这样的特殊结构, 因此地下停车场的诱导标志在引导方向上对驾驶员的影响不可忽视。而现今停车场设计中繁多的标志类型以及设计不统一的诱导信息, 都给驾驶人的停驶过程带来了很大的不利影响[10]。

将停车场标识依据一定的标准进行分级, 有利于地下停车场针对不同诱导信息选择不同形式的诱导标志。对标识进行分级不仅能提高诱导标志系统的层次性, 还能加强其引导作用。停车场信息系统按照

信息层级的高低可以分为四级。分别如下：

第一级引导标志包括停车场名称、入口指示标志、停车场分区地图、各区域车位数、停车场改道标志等；

第二级引导标志包括停车场楼层总索引、停车场公共服务设施(洗手间、电梯等)、停车场交通流线地面标识、进入和退出指令、停车场各楼层索引及平面图；

第三级引导标志包括地面标线、车位前的编号、停车缴费电子信息、设施单元介绍牌；

第四级引导标志包括停车场内所有的提示警示标识和临时标识。

5.1. 诱导灯箱的设置

诱导灯箱这类标志是地下停车场交通诱导标志系统的主体[11]，由于其常悬挂于空中，遮挡物较少，指示方位的效果好，因而在停车场内诱导灯箱的设置十分重要。

因此，论文提出在停车场的各个交叉路口的上方设置车辆诱导灯箱。除此之外，诱导灯箱上应该设置停车场主要区域及设施的信息，特别是出口、停车场区域分区信息、停车位数量，而这些信息的设置位置都各不相同。

具体到不同区域的诱导灯箱设计，论文提出，首先，区域的指示标志应该在每一个诱导灯箱上都存在，以便于驾驶员找到自己的目的地对应的区域；出口信息应该在重要的交叉口进行提示，这两种诱导信息所占版面范围应该较大一些，可以放置在诱导灯箱的两侧采用黄色或金色等鲜艳的颜色进行提示。

其次，诱导标志设计将停车位数量信息应该在每一分区的入口流线处进行标志，以保证驾驶员对停车路线做出合理规划，为从源头上避免交通冲突点的产生。特别的，诱导灯箱上还可以添加距离较近的商业电梯、写字楼或酒店等商业建筑所在的位置，以达到指示建筑的作用，如图9所示。



Figure 9. Schematic diagram of induction lamp box
图9. 诱导灯箱示意图

5.2. 墙面、柱面诱导标志设置

墙面和柱面的诱导标志在地下停车场诱导标志体系中是相对杂乱、无序的[12]，但墙面与柱面诱导标志最大的优势在于可使用的面积大、连续性好，因此一般在诱导信息系统中作为其他诱导标志的补充，对某些需要强调的位置进行特别标注。

从驾驶人角度出发，墙面或柱面上的信息能够补充诱导灯箱之间的无指引方向的路径，例如商场的写字楼、酒店的位置。从行人视角来看，在墙面或柱面上应添加停车场平面图，便于行人满足定位与找路的多方需求。总而言之，墙、柱面应该标有主要设施的位置，例如电梯、出入口以及停车场分区的信息。

对于柱面的诱导信息设置，论文提出在不同的面上设置不同的信息。具体而言，在与停车场内的道路相邻接的柱面上设置与方位相关的指示标志，例如停车场平面图、所在的区域、电梯等设施的指示标志等；在与停车位相邻接的柱面可以设置缴费二维码等与驾驶人相关的标志。具体如图10所示。

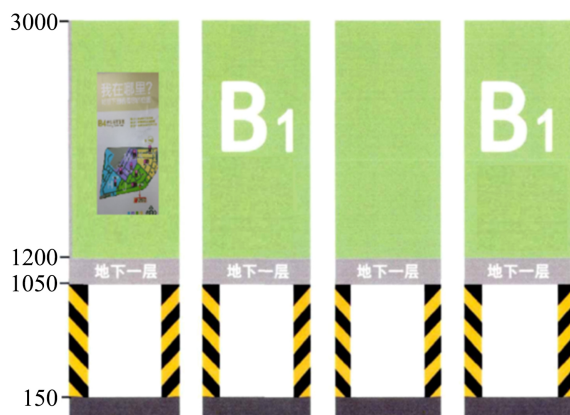


Figure 10. Wall sign style
图 10. 墙面标志式样

5.3. 地面诱导标志设置

地下停车场中，由于道路与停车位之间的空间占有率与地面有很大差别，因此对车辆道路等进行改进，以及为行人设计专门化的地面诱导标志具有其必要性。

论文参考了国外某停车场的设计，将目前的划漆标线换为可发亮的 LED 灯带，不仅可以指引驾驶人的前进方向，还可以实现照明功能，帮助驾驶人顺利完成停车行为[13]；对于单个车位，论文提出在车位前或车位前端喷绘车位的编号或编码的方式，以便驾驶人能顺利的找到车辆；对于人行道，可以依照不同区域划分的颜色进行人行横道以及人行道的颜色喷绘，在保障行人在停车场移动的安全性的同时增加趣味性，进而促进商业综合体的整体经济发展。

6. 结论

随着城市的发展，商业综合体将会成为集休闲、娱乐、办公等为一体的人流聚集中心，地下停车场作为城市道路与商业综合体的过渡空间，是使用者对商业综合体的第一印象，而停车场内流畅的线性以及清晰的标志可以保证使用者出行的安全性与便利性。因此论文对于地下停车场的诱导信息设置进行了优化。

- 1) 对地下停车场空间进行停车区域划分，并采用不同色彩以及命名方法增加使用者的记忆点；
- 2) 对地下停车场的交通流线提出区域间双向形式，区域内单向行驶的设计方法，提高各个区域的可达性，并利用 VISSIM 进行仿真以验证其可行性；
- 3) 对交通诱导标志分级利用不同类型的诱导信息板进行布设。

基金项目

南京工业大学青年教师科研启动基金(3827400205)。

参考文献

- [1] 杨碧云. 大型停车场分区及流线优化设计[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州交通大学, 2020.
- [2] 赵怀柏, 苏贵民. 地下停车场交通组织形式优化方法[J]. 交通与港航, 2020, 7(4): 55-63.
- [3] 陈俊, 邵海鹏, 陈红, 等. 与交通标志信息有关的驾驶人短时记忆衰减研究[J]. 城市交通, 2009, 7(2): 81-85.
- [4] 吴娇蓉, 胡山川, 陈振武. 基于运动空间视觉感知的导向标志布局评价[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2011, 39(8): 1167-1172+1176.

-
- [5] 裴玉龙, 张馨予. 基于视认特性的指路标志版面不同区域视认效果研究[J]. 森林工程, 2020, 36(4): 109-115.
 - [6] 熊思敏. 日本地下商业街停车场案例分析[J]. 交通与运输, 2021, 37(1): 96-99.
 - [7] 关伟. 驾驶员对交通标志的视觉信息认知过程实验研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京工业大学, 2014.
 - [8] 左秀峰, 沈万杰. 基于 Floyd 算法的多重最短路问题的改进算法[J]. 计算机科学, 2017, 44(5): 232-234+267.
 - [9] 张玉杰, 田硕. Dijkstra 优化算法在停车场车位引导系统中的应用[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(1): 191-193.
 - [10] 郭展宏, 马殷元, 杨志雄, 郭夜啼. 改进 Dijkstra 算法在停车场车辆泊车路径搜索中的应用[J]. 传感器与微系统, 2020, 39(6): 158-160.
 - [11] 董洁雯. 粒子群算法在大型停车场车位诱导中的研究与应用[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2013.
 - [12] 王泓, 郑苦苦, 王波. 地下停车诱导系统设计探讨[J]. 山东建筑大学学报, 2007(3): 211-213.
 - [13] 闫彬, 周继彪, 过年生, 邵海鹏. 毗邻隧道群出口的交通标志设置研究[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2013, 32(3): 85-89.