

# 智能网联测试道路 AVP 停车场布局优化研究

杨涛<sup>1</sup> 刘前瑞<sup>1</sup> 陈强<sup>1</sup> 李爱东<sup>2\*</sup>

1. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司;

2. 武汉理工大学智能交通系统研究中心

DOI: 10.12238/ems.v6i11.10040

**[摘要]** 结合宁波市“智慧设施+智能汽车”示范工程建设,以智能网联测试 AVP (Automated Valet Parking) 停车场建设项目为例,从系统功能和系统架构两个方面分析了 AVP 停车场概况,并分析了智能网联测试 AVP 停车场优化布局方法,为后续其他 AVP 停车场建设方案提供参考和借鉴。

**[关键词]** 智能网联; AVP 停车场; 自主代客泊车; 设计

## Research on Optimization of AVP Parking Lot Layout for Intelligent Networked Testing Roads

Yang Tao<sup>1</sup> Liu Qianrui<sup>1</sup> Chen Qiang<sup>1</sup> Li Aidong<sup>2\*</sup>

1. China Municipal Engineering Zhongnan Design and Research Institute Co., Ltd.

2. Wuhan University of Technology Intelligent Transportation System Research Center

**[Abstract]** Based on the construction of the “Smart Facilities+Intelligent Vehicles” demonstration project in Ningbo City, this paper takes the construction project of Automated Valet Parking (AVP) parking lot for intelligent network testing as an example, analyzes the overview of AVP parking lot from the aspects of system function and system architecture, and analyzes the optimization layout method of AVP parking lot for intelligent network testing, providing reference and inspiration for other AVP parking lot construction plans in the future.

**[Keywords]** intelligent networking; AVP parking lot; Autonomous Valet Parking; Design

## 引言

随着互联网、大数据、云计算在智慧交通建设中的应用[1-4],自主代客泊车 AVP (Automated Valet Parking) 停车场的建设也得到了快速发展。AVP 停车场是指通过感知通信设备对停车场进行改造,可以使得搭配了高精度地图、V2X 通信以及先进的自动驾驶算法的汽车能够在停车场内完成低速自动行驶、自主避障、智能搜索车位和车辆泊入/泊出相关功能。

本文梳理了智能网联测试 AVP 停车场概况和分析了停车场布局优化方案,可为 AVP 停车场的设计理论指导和工程参考。

## 1 AVP 自主代客泊车系统

### 1.1 AVP 自主代客泊车系统

#### 1.1.1 AVP 系统功能

AVP (Automated Valet Parking) 指自主代客泊车系统可实现车辆召唤和自动泊车两个基本的场景。即使用者可通过在线 APP 实现车辆的泊车与召唤,在开启泊车功能后,车辆可通过车端配备的功能,实现全程自主寻径,完成自动寻找空闲车位和一键泊车入库;在通过在线 APP 启动一键召唤功能后,用户可提前召唤车辆自动驶出,前往指定位置等待。

代客泊入功能: 驾驶员下车后通过手机 APP 激活 AVP

代客泊入功能,此后驾驶员可离开。车辆在下载的地图区域内自动行驶,根据驾驶员的要求搜索车位泊入,或前往固定车位、系统推荐车位进行泊入,整个过程场端服务器辅助车辆定位及环境感知。

代客泊出功能:驾驶员使用手机 APP 远程激活代客泊出功能,车辆自动行驶至固定位置,整个过程场端服务器辅助车辆定位及环境感知。

除了上述两个基本的功能外,停车场还应具备在完成智慧化改造路段任意地点召唤 AVP 的功能,与接驳公交车的联动功能,停车场网联安全预警、避障功能,自主充电功能,无感支付功能等。

### 1.1.2 AVP 系统架构

基于场端配备的基础设施与配备自动驾驶汽车功能融合的自动代客泊车系统架构[5],主要子系统有线上交互终端 APP、代客泊车车辆、智慧停车场等,具体如图 1

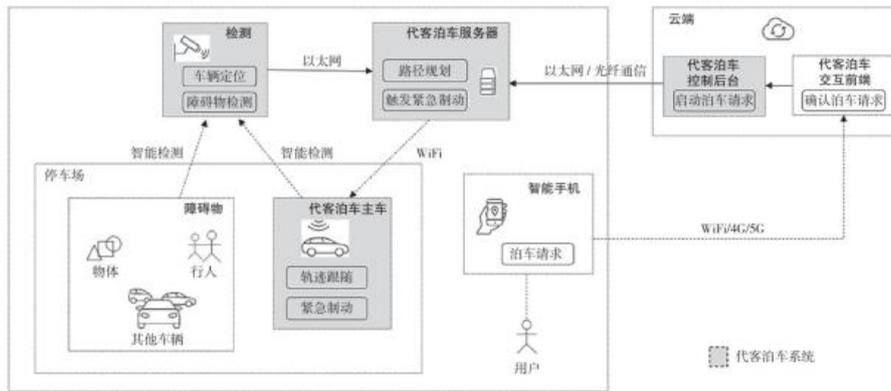


图 1 AVP 泊车系统架构

### 1.2 AVP 系统方案

以 AVP 车辆泊入为例,其具体流程如下:

(1) 智慧停车平台接入场端设备,获取场端车位占用情况信息;

(2) 用户通过智慧停车 APP 查看场端空余车位,并预约场端空余停车位,由智慧停车平台基于用户申请预约的停车位记录并下发控制车位锁对车位进行锁定;

(3) 当 AVP 车辆行驶入停车场固定乘客下车位时,用户下车,通过操控泊车 APP 进行停车泊入操作,泊车 APP 与平台交互向车辆下发执行 AVP 指令,车辆接收并执行;

(4) AVP 车辆在执行泊入功能时,将路径引导请求发送至车辆 OBU 侧,由车辆 OBU 将路径引导请求基于车路协同方式广播至智能路侧单元 RSU 侧,RSU 通过平台数据

所示。具体为:

(1) 线上交互终端 APP:基于用户的智能手机或车辆的中控 HMI 屏幕,可实现 AVP 停车场和车辆的交互环境,用户可以使用 APP 实现代客泊车功能,并对泊车过程进行跟踪;

(2) 代客泊车主车:具备感知、定位与通信功能及智能驾驶功能的车辆,可实现车辆与 AVP 停车场的实时通信,接收 AVP 停车场装载的代客泊车服务器发送的车辆路径规划及停车控制命令;

(3) AVP 停车场:指具备感知及通信功能,可实现 AVP 功能及流程的停车场;

(4) 代客泊车控制后台:具有交互前端、数据存储及计算功能的平台,用户通过移动设备与云端代客泊车交互前端进行通信,对车辆泊车状态进行查看,并可实现控制泊车开始或取消。

库比对车辆编号,确认 AVP 车辆预约车位,并基于预约车位及道路状况作为引导路径;

(5) 场端智能路侧单元(RSU)基于车路协同方式对外广播引导路径信息,智能车载单元 OBU 在接收场端引导信息后反馈至车辆控制系统,车辆按照引导路径执行 AVP 泊入功能,行驶至对应停车位,并基于车端高精度地图驶入车位中。

## 2 智能网联测试AVP停车场布局优化设计

### 2.1 设计原则

在进行 AVP 测试停车场设计时,应遵循以下原则[6]:

(1) 根据 AVP 功能的需要设置,满足 AVP 系统要求、城市规划及交通管理部门的要求,其中,AVP 系统的功能及组成应满足 CSAE 156-2020 的有关规定;(2) 合理确定 AVP 测试停车场的规模及停车场车位指标;(3) AVP 测试

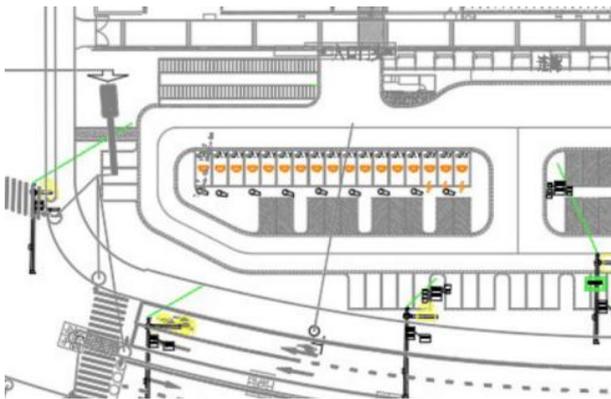
停车场内交通流线组织必须明确; (4) AVP 测试停车场设计必须综合考虑场地路面结构、照明、绿化、排水及必要的附属设施的设计; (5) AVP 测试停车场设计以近期为主, 并为远期的发展预留场地。

## 2.2 AVP 停车场场地设计

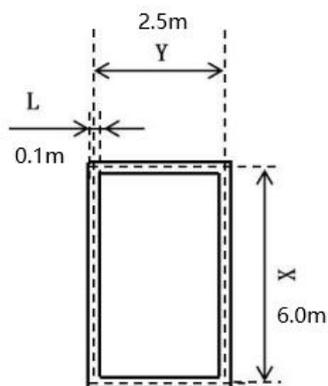
根据停车场的建筑类型, AVP 停车场主要可分为地上停车场、地下停车场、机械式立体停车库等类型[6], 现阶段 AVP 测试停车场主要以地上停车场为主, 地上停车场可分为路侧停车场和路面停车场两种形式。

### 2.2.1 AVP 停车场总平面设计

路面停车场位于滨海路小学停车场, 为节省运营成本, 根据路面停车场附近道路日平均交通流量分析计算, 共设置 17 个路面停车列位作为 AVP 项目试点停车位, 停车位宽度 2.5m, 停车位长度或深度为 6.0m, 停车位边界线宽度为 0.1m, 平面布局设计示意图如图 2 所示。



(a) 平面布局示意图



(b) 垂直车位设计

图 2 路面 AVP 停车场平面布局示意图

### 2.2.2 出入口设计

停车场出入口设置应充分考虑所接入的城市道路等

级, 优先选择设置在较低等级的城市道路上, 并应符合交通组织的需要; 停车场出入口的起坡点面向城市道路时, 出入口起坡点与城市道路红线的距离应大于 8.0m, 车库出入口起坡点至小区主要道路和地库通道的安全距离应大于 5.5m, 平行城市道路或与城市道路斜交时, 其缘石切点与城市道路红线的距离应大于 5.0m; 机动车停车库出入口之间的同侧和异侧净距均不应小于 5.0m。

### 2.2.3 车道设计

车道一般要求为试验车道表面应无明显的凹坑、裂缝等不良情况, 车道路面应干燥; 机动车道宽度范围为 3.0m~5.0m, 车道标线宽度范围 0.1m~0.2m; 弯道半径应不低于车辆最小转弯半径; 当连接道的坡道纵向坡度大于 10% 时, 坡道上、下端均应设缓坡坡段, 其直线缓坡段的水平长度应不小于 3.6m, 缓坡坡度应为坡道坡度的一半; 曲线缓坡段的水平长度应不小于 2.4m, 曲率半径不应小于 20m, 缓坡段的中心为坡道原起点或止点。

## 3 结语

本文结合宁波市“智慧设施+智能汽车”示范工程中智能网联测试 AVP 停车场项目的实际情况, 分析 AVP 停车场设计的关键问题, 以提高项目设计方案的整体质量与效益, 面向公众打造智慧交通和智慧城市体验场景, 实现智慧运营及成熟方案复制, 将杭州湾新区示范区打造为国内领先的智能网联应用示范区。

### [参考文献]

- [1] 新华网. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL], 2021-03-13.
- [2] 孙其博, 刘杰, 黎薛, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述 [J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33 (3): 1-9.
- [3] 石建军, 李晓莉. 交通信息云计算及其应用研究 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2011, 11 (1): 179-184.
- [4] 赵娜, 袁家斌, 徐晗. 智能交通系统综述 [J]. 计算机科学, 2014, 41 (11): 7-11.
- [5] 吴金友. 自动代客泊车商业模式研究 [J]. 交通运输, 2022, 35 (S1): 310-314.
- [6] 冯涛, 李继. 重庆地铁富华路地下停车场设计研究 [J]. 科技与创新, 2022 (13): 27-29.