

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2020.10.015

城市级智慧停车建设探讨

——以上海市奉贤区为例

李英¹, 黄健¹, 曹平², 吴韶龙³(1.中国联合网络通信有限公司上海市分公司, 上海市 200000; 2.上海奉贤停车产业发展有限公司, 上海市 201499;
3.上海苏通信息科技有限公司, 上海市 200063)

摘要:介绍了智慧停车基本概念和国内外智慧停车发展现状及案例,重点以上海市奉贤区城市级智慧停车平台建设为例,探讨了智慧停车平台的总体架构设计及系统模块功能,总结了智慧停车平台的主要创新点及建设营运以来所取得的成效。探讨内容可为我国城市级智慧停车的进一步发展完善提供学习和借鉴经验。

关键词:城市停车;智慧停车;平台架构;系统功能设计

中图分类号:U491.7

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2020)10-0054-04

0 引言

随着我国城市的快速发展,居民收入不断提高、消费水平逐步增长,我国机动车保有量也在快速增长。据公安部统计,2019年全国新注册登记机动车3214万辆,机动车保有量达3.48亿辆^[1]。然而,由于停车设施建设的滞后,城市停车矛盾日益凸显。据住建部统计数据测算,我国大城市小汽车与停车位的平均比例约为1:0.8,中小城市约为1:0.5,而发达国家的水平约为1:1.3,我国停车位缺口超过5000万个,而每年还要新增2000万个泊位的需求^[2]。我国停车位缺口越来越大,伴随而来的是停车位不足,交通堵塞、秩序混乱等问题日益严峻,严重制约了城市可持续发展,已成为当前我国许多城市建设和经济社会和谐发展的顽瘴痼疾^[3]。

未来我国汽车保有量还将持续增加,在车多位少的大背景下,解决停车位供需不平衡的关键在于提高供给端的供应,具体来讲包括停车场新增供给、现有停车场改造以及基于互联网等技术来提高车位的利用率^[4]。随着互联网、大数据等技术的发展,无论是新建车位、存量改造还是提高车位利用率,都是在朝着智能化、智慧化的方向发展,智慧停车将成为解决城市停车供需不平衡的主要途径。中国交通部发布的《数字交通发展规划纲要》,提出以“数据链”为主线,推进先进信息技术与交通运输的深度融合,发展智慧停车、车

联网、网约车和共享单车等交通新业态的应用,以实现现代交通运输体系的数据驱动^[5]。智慧停车已经成为停车行业的主要发展需求,同时也体现了“智慧城市”的未来导向。智慧停车是传统停车与人工智能、新互联技术相结合的产物,是停车行业发展的必然趋势,也是当前城市发展的主要需求,具有巨大的市场空间。据前瞻产业研究院统计数据预测,2020年我国智慧停车市场规模可达到154亿元^[6]。

本文以上海奉贤区城市级智慧停车平台建设为例,探讨城市级智慧停车的规划设计、总体架构、系统功能及平台建设和运营等,为我国城市级智慧停车的进一步发展和完善提供实践经验。

1 智慧停车发展现状

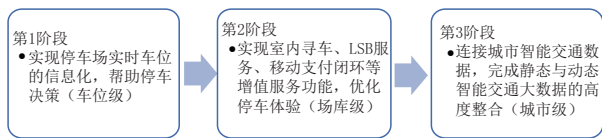
智慧停车是以停车位资源为基础,将无线通信、移动终端、GPS、GIS等技术综合应用于城市停车位的采集、管理、查询、预订与导航服务,使城市停车设施运营实现数字化云平台管理,并使城市汽车出行可通过云平台实现停车位精准预知与引导,进而实现城市停车资源的标准化管理与高效利用,实现停车位资源利用率的最大化、停车效率的最优化、停车场利润的规模化和车主停车一站式服务的便利化^[6]。根据停车设施信息化的程度,智慧停车的发展可以概括为3个发展阶段^[7],如图1所示。目前,绝大部分国家和地区的智慧停车行业发展处于第2阶段。

1.1 国外智慧停车的发展

欧洲、美国、日本从20世纪后期开始陆续发

收稿日期:2020-04-03

作者简介:李英(1981—),女,本科,工程师,从事智慧城市应用、物联网应用、5G产业链发展等工作。

图1 智慧停车发展阶段^[7]

展智能交通系统(ITS)。ITS的发展带动了智慧停车的发展,物联网、移动互联网、大数据等技术的发展又促进了智慧停车的快速发展^[6-7]。美国智慧停车行业中,停车诱导、车位预定、代客泊车和电子付费等领域已经有了较为成熟的应用,如ParkMe、ParkNow等公司在这些领域发展处于前列^[6]。日本的智慧停车发展程度也达到较高水平,日本几乎所有的停车场都实现了停车诱导、实时信息查询、无人值守和自主缴费。日本智慧停车代表企业Park24,是日本最大的停车管理公司,运营的停车位占全日本经营性停车位的11%。在2003年,Park24引进TONIC在线服务平台,通过联网运营、停车大数据挖掘,提高经营效率,拓展在线增值服务,开启了智慧停车业务的探索^[6]。欧洲人口集中度较高、交通拥堵、停车贵、停车难等问题突出,对于智慧停车的需求更大。欧洲智慧停车主要是围绕停车场运营打造生活与出行生态的闭环,即在发展智慧停车行业时,将其与智慧交通、绿色环保等多个行业相结合,共同发展^[6]。

1.2 国内智慧停车的发展

我国停车行业发展始于20世纪80年代,改革开放后,停车管理逐步出现,以纯人工管理为主。20世纪90年代起至2008年,出入口停车收费管理开始出现,以人工收费管理为主。自2009年开始,随着我国机动车保有量的快速增长,出入口停车收费管理模式已经不能满足日常管理需求,逐步出现了智能化管理设备,可看作智慧停车的初级阶段。而后随着技术的发展,逐步将电子支付、数字化管理方式引入到停车场管理中,实现了停车场的智慧化初级改造。再之后,随着互联网、大数据、物联网、云计算等技术的发展,停车管理逐步形成以“人、车、场”为中心的大数据应用,体现在拥堵预警、智慧诱导、车位预约、车位共享、用户行为预判等,实现停车场的智慧化中级改造^[7-9]。目前,国内许多研究机构和企业在此基础上进行再延伸,与自动驾驶、车联网、车路协同、共享出行等模式或技术进行深度融合,构建城市级智慧停车信息管理服务平台。

2 奉贤区城市级智慧停车研究

2.1 研究背景

随着小客车保有量增长迅速,上海市奉贤区“停车难”问题已经日益凸显,主要体现在:(1)公共停车泊位总体较少,且分布不均,服务范围有限,老城区停车难问题突出;(2)停车数据无法共享,停车场数据不联网、不互通,数据无法整合共享,每个停车场都是“信息孤岛”,市民无法快速地实时获取剩余停车位信息。上海市奉贤区2040总规编制中,将智慧停车项目列为《奉贤区推进智慧城市十大民生项目建设工作实施方案》中加快推进的2017年~2019年智慧城市建设十大民生项目之一,重点要求整合区内停车资源,实现网上动态查看预约、自动识别车牌进出场;提高停车位流转率,减少车辆寻找车位的时间及绕行距离,实现停车诱导和无感支付;实现全景视屏识别、车牌自动识别、智能语音提示灯功能的智能化停车管理。

在这样的背景下,上海市奉贤区智慧停车建设项目应运而生,旨在构建城市级智慧停车系统,建设系统型的静态交通信息化平台,通过信息化手段的实施,加强停车信息的服务与引导,促进奉贤区停车供需的动态调控与及时对接,提高停车效率与泊位利用率,实现静态交通与动态交通的和谐发展。

2.2 总体架构设计与系统设计

2.2.1 总体架构设计

根据上海市奉贤区智慧城市-智慧停车系统项目特点,对项目整体进行合理的安排部署与设计,项目整体分为:信息采集层、网络协议及存储层、平台层、应用层。图2为项目总体架构设计。

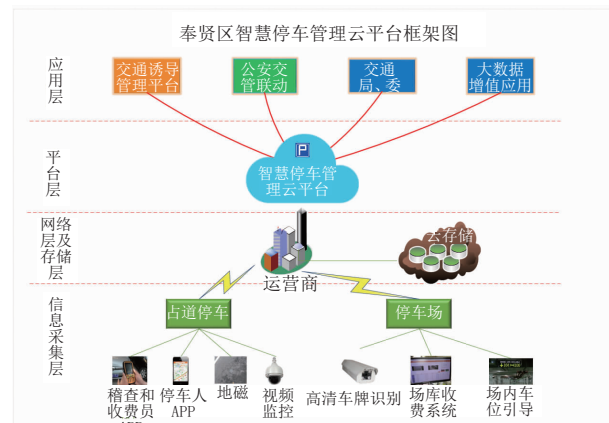


图2 上海市奉贤区城市级智慧停车项目总体架构

各层主要功能及核心技术如下:

(1)信息采集层。信息采集层又可称为感知

层,主要对占道停车及停车场的信息进行采集。由基本的感应器件以及感应器件组成的网络两大部分组成。核心技术包括射频技术、新兴传感技术、无线网络组网技术、现场总线控制技术、物联网传感技术等;涉及的核心产品包括传感器、电子标签、传感器节点、无线路由器、无线网关等。该层中,稽查和收费员APP、停车人APP、地磁设备(支持NB-IoT)、视频监控等对占道停车信息进行采集;通过高清车牌识别相机、场库收费系统、场内车位引导等对封闭式停车场的信息进行采集。

(2)网络层及存储层。网络层和存储层主要是对信息的传输与存储。其核心技术主要采用NB-IoT物联网传输技术;存储方面采用云存储方式进行数据存储,保证数据的实时更新及数据存储安全性、完整性。

(3)平台层。平台层面向云环境中的应用提供应用在线开发、测试和运行过程中所需要的基础服务,包括Web和应用服务器、消息服务器以及管理支持服务如应用部署、应用性能管理、使用计量和计费等。平台层所提供的服务是在云计算环境中开发、测试、运行和管理应用服务所需要的基本功能。平台层以平台软件和服务为核心,用户通过相应的编程模型和API来建立应用和发布。通过奉贤区智慧停车静态管理云平台将存储信息进行整合发布到应用层。

(4)应用层。应用层也称为应用实体,它由若干个特定应用服务元素和1个或多个公用应用服务元素组成。每个服务为元素提供特定的应用服务。公用应用服务元素提供1组公用的应用服务。应用层主要包括:交通诱导管理平台、公安交管联动、交通局、交通委、大数据增值应用等。

2.2.2 平台各功能子系统设计

上海市奉贤区静态交通管理平台能够综合管理道路停车、场库停车和停车诱导等系统,支持各场景停车业务管理与服务需求,支持区静态交通大数据应用与决策支持。平台前端可利用NB-IoT传感技术、视频信息采集、手机移动端等技术进行实时信息采集、传输、存储。图3为平台系统功能模块图。

平台按子系统划分主要包括:智能停车服务与管理子系统、停车诱导子系统、道路停车管理与收费系统和场库收费系统等。按服务功能考虑,具体包括:停车资源管理、驾驶人停车微信服务、停车巡管移动管理、停车运营监控管理、财务管理、停车设备设施管理、停车大数据分析与决策支持、系统管理与支撑系统、接口系统等。

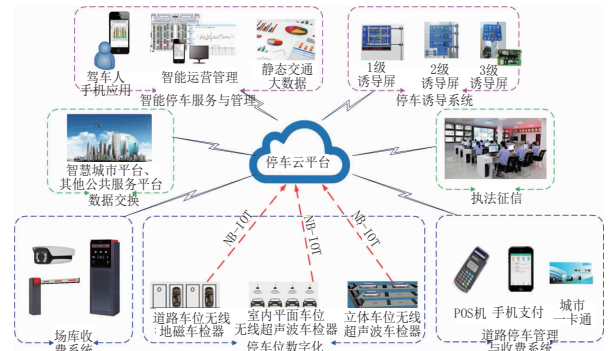


图3 上海市奉贤区静态交通管理平台系统功能模块示意图

(1)停车资源管理功能包括:实现全区道路停车和场库停车资源的可视化管理;实现全区停车资源动态信息管理;按照城市、城区、道路、泊位等级别关系实现基础数据的管理功能;停车场权属单位、位置、基础信息的资源管理;按照组织机构实现停车管理人员的管理;管理设备的信息化管理等。

(2)驾驶人停车微信服务功能包括:实现微信用户的注册、登录,车牌号码绑定、解绑;实时停车位信息远程查询、行车导航功能;用户可以自助停车缴费和补缴,移动支付;可以进行历史订单、信息查询;通过微信查询共享停车位的分布、收费费率、占用状况;通过微信服务进行共享停车的网上预约、下单和缴费;通过微信服务对停车服务提出意见与投诉等。

(3)停车稽查员移动端管理功能包括:对停车路段经营收费费率进行查询;对当前位置路段的收费情况进行查询;稽查人员签到、签退管理;管理停车管理人员;现场处置停车纠纷和投诉等。

(4)停车管理员移动端管理功能包括:管理人员的签到、签退管理;车辆到达和车辆离开等消息通知给管理员,实现对资源占用的可视化管理;协助停车人下单停车,规范和维护停车秩序;管理异常停车状况,及时补充异常状况的原因;违章停车协查管理;对于没有缴费或者黑名单里面的停车人进行重点关注,追缴管理等。

(5)停车运营监控管理功能包括:实现停车定价动态管理、计费规则管理;管理部门可以实现对计价参数、节假日、收费规则的灵活设置;对停车业务规则、业务流程进行管理;订单管理,能够从多个维度对正常订单、异常订单等进行管理,例如可以按照是否缴费、缴费方式、道路还是场库类型进行管理;实现月卡管理,如可以根据需要动态定义月卡类型,能够开通和关闭月卡的使用,对月卡到期的预期提醒;停车白黑名单管理;通过系统对停车运营人员进行车位监控调度和指

挥等;系统自动将欠费人员、欠费情况推送到停车人移动端等。

(6)停车财务管理功能包括:收费资金管理,如收费渠道、应收实收、明细、汇总等;清分结算,包括现金、微信、支付宝、公交卡及银联卡等多种支付方式的对账、清分和结算等。

(7)停车设备设施管理功能包括:能够对车位检测器、PDA 停车设备设施进行基础信息管理,例如设备编号、所属辖区运营管理负责人、启用日期、生产厂家等;实现对设备设施在线运行实时监控;设备设施远程故障定位、修复、维护报警;设备设施巡检、维护记录管理等;对运维工单进行管理,设备维护功能是道路停车管理系统中对现场设备施工的安装与维护的管理,主要包含设备安装、设备维护、设备监控、巡检终端管理等。

(8)大数据分析决策支持模块:该模块能够根据前端采集的实时数据进行大数据分析,形成停车动态、停车资源空置与利用、车主用车行为、车主消费习惯等多维度运营分析报表;提供基于实时数据统计分析的多维度精准停车运营分析报表;停车收费、收入的明细、多维度分析、趋势与预测分析;停车规划、静态交通规划等决策支持分析报告等。

(9)停车诱导管理功能包括:停车诱导可视化;远程监控信息管理;诱导屏与手机端实时信息发布管理等。

平台具有足够的开放性和延展性,可便捷与第三方平台进行数据对接交互,未来还将实现包括停车共享、新能源充电桩接入等新应用功能。

2.3 平台创新点

上海市奉贤区城市级智慧停车云平台具有以下创新亮点:

(1)具有良好的扩展性和定制性,能够适配多种接口协议,同时实现与停车诱导子系统之间的联动,与奉贤区其他政务管理平台做好数据对接。平台设立中台系统,将多方资源进行整合,实现大数据分析,设立完整的数据保障体制,利用多种方式保证数据的完整性。

(2)建立了奉贤区“1 个子系统 +2 套发布体系 +3 级诱导”的停车诱导系统,统筹管理停车场的车位资源,搭建线上线下信息互通平台。采用先进无线通讯方式,实现整个区域无缝隙覆盖,即点一面结合的不同层次的系统,为出行者提供“全程诱导”服务。

(3)提供了实时动态、可查询可追溯的道路停车难点区域的数据和视频相结合的管理手段,除

了实时掌握停车位情况,也为远程管理提供了强大的扩展可能性。

(4)采用先进的 NB-IoT 物联网技术进行数据传输,实现终端与静态交通平台之间的数据实时通讯连接,有效保证传输数据的可靠性,并通过物联网专用 APN 和端到端加密机制实现可靠可信加密安全要求。

2.4 建设效果

上海市奉贤区智慧城市-智慧停车系统项目立足于民生保障、经济发展、政府管理与服务以及运营企业管理的实际需求,实现城市管理部门、停车场运营企业及市民使用者三者共赢。

据上海人民政府网、东方卫视、搜狐网、中国停车网等媒体网站报道,项目自应用以来取得了良好的效果,奉贤区道路停车位周转率提高,驾驶人找车位方便快捷,道路停车利用率显著上升,路面交通畅通了很多,大大缓解了老城区内的停车难问题。

3 结语

本文以上海市奉贤区城市级智慧停车平台建设为例,介绍了城市级智慧停车平台的总体架构设计、系统模块主要功能、平台创新点、平台建设运营以来所取得的成效。后续将从三方面开展研究:(1)不断丰富停车业务场景,包括封闭停车场的接入、旅游景区停车接入,使区停车平台边际效益不断扩大;(2)引入更加完善的地磁与视频联动技术方案,推动无人值守,降低运营成本;(3)与市智慧平台对接,融合进入市一网通办应用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国公安部. 全国私家车保有量首次突破 2 亿辆, 66 个城市汽车保有量超过百万辆[EB/OL].<https://www.mps.gov.cn/n2254314/n6409334/c6852472/content.html>, 2020-1-8/2020-3-19.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 国新办举行推进城市停车场和电动汽车充电基础设施建设政策吹风会[EB/OL].http://www.mohurd.gov.cn/jsbflld/201509/t20150925_225054.html, 2015-9-25/2020-3-19.
- [3] 前瞻产业研究院. 2019 年中国智慧停车行业市场现状及发展趋势分析[EB/OL].<https://bg.qianzhan.com/trends/detail/506/190820-0c57f84c.html>, 2019-8-20/2020-3-19.
- [4] 杜华英,文祝青,余可春.智慧停车场的研究与设计[J]. 现代计算机(专业版), 2015(9): 63-66.
- [5] 中华人民共和国交通运输部. 关于印发《数字交通发展规划纲要》的通知[EB/OL].http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/28/content_5415971.htm, 2019-7-28/2020-3-19.
- [6] 前瞻产业研究院. 2020 年~2025 年中国智慧停车行业市场前瞻与投资战略规划分析报告[R]. 深圳:深圳前瞻资讯股份有限

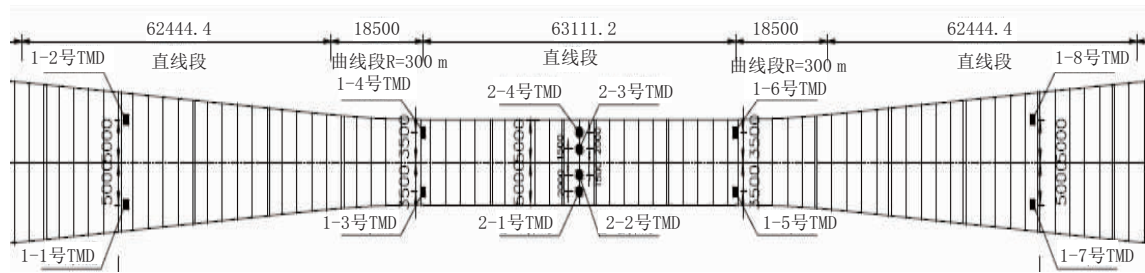


图6 TMD系统布置图(单位:mm)

表5 TMD系统参数表

TMD类型	质量/kg	刚度/(N·m)	阻尼系数/(Ns·m)
1	600.96	116 515.50	723.77
2	1 322.34	110 778.60	1 046.86

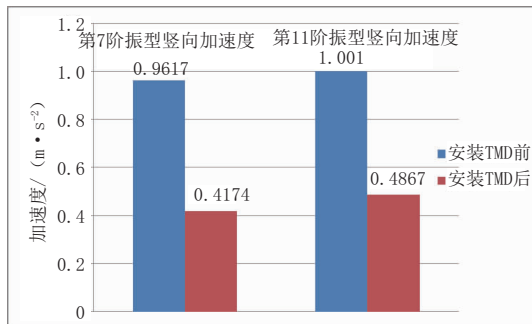


图7 安装TMD前后主梁峰值加速度对比

由图7可以清楚看出,对于第7阶振型,安装TMD后的主梁加速度峰值为安装前的43.4%,加速度等级为“最佳”;对于第11阶振型,安装TMD后的主梁加速度峰值为安装前的48.6%,加速度等级为“最佳”,说明该TMD系统具有较好的减振效果。

6 结语

本文采用全桥连续行人流模型,结合德国EN03(2007)人行桥指南,阐述了“南京眼”步行桥人致振动舒适性的评估过程,并根据评估结果采取了减振措施。结果表明,该人行桥在竖向一阶步行荷载作用下,舒适度评价指标为“差”,在使用TMD系统后,舒适度评价指标均可达到“最佳”,验证了该系统的有效性和可靠性。

参考文献:

- [1] DALLARD P, FITZPATRICK A J, FLINT A, etc. The London Millennium Footbridge[J]. The Structural Engineer, 2001, 79(22): 17-33.
- [2] 可路, 王达磊, 陈艾荣. 景区大跨径人行索桥人致振动响应研究[J]. 公路交通科技, 2013(11): 101-105.
- [3] 钱骥, 孙利民. 大跨径人行桥人致振动舒适性评估及减振措施[J]. 上海交通大学学报, 2011(5): 677-681.
- [4] FELDMANN M, HEINEMEYER C, LUKIC M, etc. Human-induced Vibration of Steel Structures: Design of Footbridges Guideline, RFS2-CT-2007-00033[R]. Luxembourg: European Commission, 2008.
- [5] 韩大章, 戴捷, 李正, 等. 南京青奥标志——“南京眼”青奥公园步行桥设计[A]. 江苏省公路学会. 江苏省公路学会2014年学术年会论文集[C]. 2014.
- [6] British Standard 5400, British Standards Institution. Steel, concrete and composite bridges: Specification for loads[S].

(上接第57页)

- 公司, 2019.
- [7] 天风研究. 智慧停车: 百亿赛道群雄逐鹿, “头号玩家”谁主沉浮? [EB/OL]. https://www.sohu.com/a/240897818_772357, 2018-7-13/2020-3-19.
 - [8] 刘凯. 我国智慧停车行业发展策略研究[J]. 企业科技与发展, 2019(6): 38-39.

- [9] 阳卫文. 城市智慧停车现状及存在的问题分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2018(10): 114-115.
- [10] 张磊. 智慧停车在智慧城市建设中的发展与应用前景[J]. 中国安防, 2019(10): 55-57.
- [11] 朱昊, 冯淑媛, 刘涛. 上海智慧停车建设和发展运行模式探讨[J]. 交通与运输, 2016(增刊2): 100, 106-108.