

# 城市停车诱导信息系统理论动态研究

周智勇<sup>1</sup> 陈峻<sup>2</sup> 王炜<sup>2</sup>

1. 广州市市政园林局, 广州 510060

2. 东南大学, 交通学院, 南京 210096

**摘要:** 本文按照配备停车诱导信息系统条件下停车选择模型、显示优化技术、设计思想和管理规定三方面阐述了国外城市停车诱导信息系统理论研究的既有成果, 从结构组成探讨、服务功能和显示技术、相关模型三方面概括了国内对该系统研究的基本情况。国外在该领域研究实践的广度和深度都领先于国内。总结了目前理论研究存在的不足。最后提出了停车小区和停车片区的新概念, 并对未来城市停车诱导信息系统理论研究动态进行展望。

**关键词:** 城市停车诱导信息系统; 停车小区; 不足; 理论发展;

中图分类号: U491

文章编号: A

文章编号: 1672-4747(2006)01-0005-07

## Theory Trend Research on Urban Parking Guidance and Information System

ZHOU Zhi-yong<sup>1</sup> CHEN Jun<sup>2</sup> WANG Wei<sup>2</sup>

1. Bureau of City Engineering and Gardening

of Guangzhou Municipality, Guangzhou 510060, China

2. Transportation College,

Southeast University, Nanjing 210096, China

**Abstract:** In this paper, according to the parking choice models with parking guidance and information system (PGIS), vision and optimization technique, design idea and management regulation, the authors discussed the existed overseas results about theory research on urban PGIS. Domestic basic theory research circs on urban PGIS are also generalized from structure, service function, vision technology and correlative models. Overseas research

收稿日期: 2005-7-9.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 50308005)

作者简介: 周智勇(1972-), 男, 江西吉安人, 东南大学工学博士, 工程师, 研究方向为交通运输规划与管理。

on urban PGIS is advanced in width and depth than the domestic one. The scarcities in present theory research are summed up. At the end of this paper, some new concepts about parking sub-area and parking piece area are put forward, and the theory trend researched on urban PGIS in the future are prospected.

Key words : Urban parking guidance and information system , parking sub-area , theory development , scarcities

## 0 引言

城市可持续发展的要求和交通智能化、信息化的大环境无疑改变了传统的静态交通理论框架,赋予了城市车辆停放研究全新的内涵。如何采用以信息技术为代表的发达的现代科学手段合理引导优化停车选择行为,调节停车供需趋于平衡,已成为交通运输规划与管理领域关注的热点。

通过设置城市停车诱导信息系统(Parking Guidance and Information System, 以下简称“PGIS”),能够促进不同区位、规模、类型的城市停车设施在时间和空间上均衡利用,提高包括动态交通在内的整个城市交通系统的运行效率,改善停车场的经营状况,发挥帮助商业区域增加经济活力等方面的重要作用。实践必须依靠理论指导。因此,城市 PGIS 理论研究越来越受到各国交通工程界人士的重视。

本文将简述国内外城市 PGIS 理论研究的既有成果,在此基础上,分析其发展动态。

## 1 城市 PGIS 理论国外研究进展

总体上,发达国家的城市 PGIS 理论研究跟随着该系统的应用步伐前进。国外城市 PGIS 的发展和应用于欧洲、美国、日本等为典范<sup>[1]</sup>。1971年,德国的亚琛(Aachen)市在主要的交叉路口对市内的12处停车场设置了光电显示的停车诱导标志,被公认为是世界上最早的 PGIS<sup>[2,3]</sup>。从那时起,国外的学者们结合实践过程,经过长期认真的反复调查总结,逐步深入进行理论研究,获得了一批有价值的学术成果。

### 1.1 配备 PGIS 条件下停车选择模型

20世纪80年代末90年代初开始,国外提出了一些关于停车诱导信息的选择模型。例如,Polak和Axhausen(1989年)开发的CLAMP模型<sup>[4]</sup>在欧洲城市用于广泛的停车政策分析,Young(1991年)提出的PARKSIM模型<sup>[5]</sup>定位在小汽车停车场内进行停车搜寻。这些模型普遍假设驾车者可以获得完整的停车信息,不过没有涉及次优化选择决策的问题。

日本学者室町泰德(1991年)等人利用关于停车等待时间和停车场选择的调查结果,建立了6个含有不同变量的停车场选择模型,用于分析停车使用的动态特征来评价 PGIS 的引入效果<sup>[6]</sup>。

澳大利亚墨尔本大学学者 Russell G. Thompson和他的跨国合作者们是 PGIS 领域具有代表性的研究者<sup>[1]</sup>。Thompson和Richardson(1998年)建立了驾车出行者选择停车场的行为模型。他们定义了一个分层次的搜索过程,突破了前期学者们作出的驾车者在停车选择时可以获得完整信息的假设,估计了包括可达性、等待时间、直接的和出口费用在内的小汽车停车场的效用值,使用排队长度和离开率参数阐明了小汽车停车场的非确定属性,认为个体驾车者停车选择集的组成和规模由停车场的内部因素决定,更接近实际情况<sup>[7]</sup>。该模型的处理程序有起始的知觉、以前出行的观察和当前出行的观察3个分离的输入来源,直到期望的收获值小于继续搜索的费用时,才中止搜索。他们采用Logit模型估算了不同种类停车设施被选择的可能性。驾车者停车选择时的搜索知觉与他们以前的和当前的经验相联系,但模型的应用结果表明,由于停车场内在的非确定属性,就平均水平而言,经验并没有显著影响停车场的选择效率——长期经

验不一定导致更好的选择。

意大利专家 Mauro Dell'Orco、Michele Ottomanelli 和 Domenico Sassanelli (2003 年) 在概率论的框架内发展数学模型, 借以提高用户在不完全信息非确定性条件下停车选择过程中的准确度<sup>[8]</sup>。他们通过模糊集表达停车费用情况, 采用乐观和悲观的观点区分了用户最佳停车选择的可能性和必然性的概念, 以付费停车的价格结构、非法停车的控制区、到最终目的地距离、停车设施的拥挤水平元素构成矢量  $A(S_j)$ , 在提供选择的停放和选择的概率之间进行比较, 按照非确定性一致的准则确定停车选择的概率。该模型适合模拟信息对用户选择的影响, 比较清楚地反映了停车、交通系统状态和人类自然的非确定性。

## 1.2 显示优化技术

Thompson 等 (1998 年) 在位于日本东京中心的新宿区对驾车者进行了 PGIS 的有关询问调查, 另外在 Osaka 和 Utsunomiya 两个城市作了附加研究<sup>[9]</sup>。根据调查结果, 通过准平方检验和二项式 Logit 方法归类总结, 他们分析出不同的个人属性 (年龄、性别等) 和不同的出行特征 (出行目的、出行频率、出行起点、工作日或周日出行等) 条件下, 驾车者对可变信息板 (Variable Message Sign, 以下简称为“VMS”) 的意识、关注、理解、领会、使用会表现不同特点, 二者密切相关。他们发现, 除了外地车辆, 很多不常出行的驾车者很少注意 VMS; 出行频率低的驾车者由于缺乏经验而更希望获得等待时间信息。为此, 作者认为应制作尺寸较大的 VMS 并放置在突出的位置, 其内容设置应具有针对性, 以满足各类驾车者的信息期望和接受程度。

Thompson、Takada 和 Kobayakawa (2001 年) 在原有研究的基础上继续探索, 通过改进城市 PGIS 的显示优化技术, 发展了新的停车选择行为模型<sup>[10]</sup>。他们设法使驾车者接收到停车场的预告等待时间, 同时预测 VMS 对城市交通系统整体运行的影响, 对于停车高需求时段发挥更明显的诱导作用。模型假设未观察到 VMS 的驾车者根据停车场实际的利用率, 和接收到 VMS 信息的驾车者一样, 都能察觉停车场的

等待时间; 假设机动车进入城市中心区后即使原先选择停车场的状况与最初从 VMS 得到的信息有所差别, 驾车者也不会改变停车选择。该论文仅针对路外停车场, 不考虑非法停车, 建立了使排队时间和车辆出行里程最小的目标函数, 基于出行方式、驾车者特性、停车场属性以及 VMS 上提供的停车泊位信息, 分析它们与停车场车辆到达率之间的关系; 采用简化的遗传算法, 显著减少了排队时间和车辆出行距离。他们设想采用在城市不同区位的 VMS 上发布不同的停车信息的方法, 以达到引导交通流和停车泊位利用的双重均衡, 产生多种环境效益的目的; 这已经在离东京以西约 50 km 的 Tama New Town 的 PGIS 当中付诸应用。

## 1.3 设计思想和管理规定

欧洲城市 PGIS 的设计思想<sup>[11]</sup>包括不同的类别。在“描述法”设计当中, 设计者试图通过系统向驾车者提供尽可能多的停车信息, 强调给驾车者更多的选择机会; 在“规定法”设计当中, 设计者只提供驾车者应知道的停车信息, 强行限制驾车者的选择机会, 大部分的停车决策权被 PGIS 掌握。

日本东京新宿区配备的 PGIS 算法相对简单。根据路网的特点, 将停车场综合分区, 采用多阶段的信息诱导方法<sup>[12]</sup>, 计算出到各个停车场的基本诱导路径, 由入口 VMS 引导驾车者到下一个空闲停车场。

德国柏林市的停车场管理规定<sup>[13]</sup>, 停车场内停车率达 90% 时, 路边的诱导系统即标示该停车场停车位已满, 保障后续进入的车辆有适当的周转率。

## 2 城市 PGIS 理论国内研究概况

20 世纪 90 年代初我国交通工程学界才初步引进智能运输系统 (Intelligent Transportation System, 以下简称为“ITS”) 的概念和技术<sup>[14,15]</sup>。作为 ITS 子系统的 PGIS 在国内的起步更晚, 接近上世纪末才呈现雏形。和先进国家相比, 我国城市 PGIS 由于实践应用上基础薄弱、经验欠缺、资金不足和管理体制不完善, 存在明显的差距。实践技术的落后使得国内的

理论研究暂时局限在基本层面，难以全面深入。

### 2.1 结构组成研究

徐岩宇(1996年)定性论述了基于VMS显示的PGIS的结构组成<sup>[16]</sup>。他将PGIS分为信息提供设备、信息收集设备、通信控制设备和中心处理单元4部分,属于信息提供设备的VMS根据安装位置和显示内容有郊区、城区、单独引导和停车场入口4类。

田地(1998年)提出采用计算机网络系统管理城市停车场<sup>[17]</sup>。该系统由停车资源管理子系统和停车场管理子系统组成,前者对全市停车车位资源实行计算机管理,通过公共信息网向全市发布城市停车和车位状况信息。

吴涛(2000年)通过集中总结欧洲、日本和美国等先进国家的PGIS技术应用情况<sup>[11]</sup>,研究了系统的结构、设计和控制方法,提出预报系统、车载引导系统、预出行信息系统、预定系统4个发展方向。

刘斯瑞、缪立新(2002年)引入新理念,宏观论述了典型的PGIS结构主要由路边VMS、停车场的计数装置、控制中心和通信网络4个部分组成。介绍了智能停车诱导系统(Intelligent Parking Guidance System,简称为“IPGS”)框架结构图,该系统由主控制中心、分控中心、智能停车场计数装置、车载GPS(Global Position System,全球定位系统)定位及接收装置、VMS和通信网络组成,采用Mapinfo Professional 6.0作为GIS(Geographical Information System,地理信息系统)开发平台,空间数据统一用Mapinfo表以文件形式管理,各种数据分层管理。采用MS SQL Server、Sybase等大型数据库,用关键字建立空间数据与属性数据的连接。对比了IPGS与PGIS的明显不同之处<sup>[12]</sup>:前者对驾驶者的诱导主要通过车载GPS定位及接收装置,其可变信息VMS只作为诱导的辅助手段,来引导未安装车载装置的车辆;后者在结构上大大优化,通过中央控制中心直接控制VMS,前者则采用两层次控制中心平台的设计(如图1所示),实现了停车管理和停车诱导两大功能在结构上的分离;各分区相对独立,通过统一的接口交换信息。

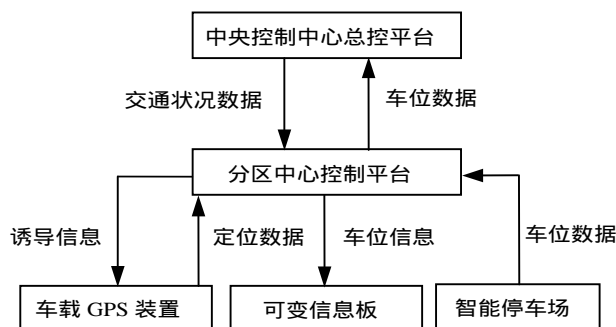


图1 IPGS组成结构图

Fig.1 Structure of IPGS

### 2.2 PGIS服务功能和显示技术研究

袁文平、蒲琪(1999年)对城市PGIS的规划步骤、系统的服务功能等总体构想进行了初步的定性分析。他们提出“一个较大的停车诱导系统应能够把停车区域内的停车库集结在一起”;按照停车场所在的区位,“停车诱导系统可以按三个等级来显示信息”;认为“交通流的转移不能期望通过停车诱导系统来实现”<sup>[18]</sup>;城市PGIS应与其它规划有机联系,不能单独地考虑其交通诱导效果。

邹贞元、徐亚国、安实等(2000年)是目前为止国内研究PGIS比较全面的学者<sup>[1]</sup>。他们对比了VMS泊位模式和时间模式显示各自的优势和不足,认为同时包括两方面的信息有助于驾车者出行参考<sup>[19]</sup>。

关宏志等(2003年)从PGIS总体规划设计的角度,结合ITS,讨论了信息采集、信息处理、信息传输、信息发布4个结构部分的功能,提出停车诱导的策略;说明了诱导对象区域分区的必要性,提出了分区范围“限制在6~8个街区以内,最好在边长为500m左右矩形区域内;使主要服务对象(如大型商业设施)均匀分布在各个小区,一个小区内包括的服务对象设施不宜过分集中;每个小区内的停车场容量和停车需求大致相等”等基本原则,认为“PGIS所服务的停车场的数量应在10个以上而每个停车场应不少于30个车位”<sup>[20]</sup>;讨论了停车诱导信息的设置标准,建议诱导信息板按预告性、街区和单独停车场三级分层设置,提供了诱导信息板尺寸设计简图和文字、符号、底色表示法。

张翔等(2003年)按照交通出行者、交通管理者、城市规划者的三方面需求,通过PGIS定位和关系简图,初步定性讨论了信息采集、信息处理与分析、信息提供、信息服务等功能设计;比较了驾车者出行前和出行中信息需求的内容<sup>[21]</sup>,提出了按区域处理停车信息、分层次发布停车信息的构想。

### 2.3 PGIS 相关模型

邹贞元、徐亚国、安实等(2000年)参照国外经验和国内城市的经济、交通现状,提出了我国城市PGIS的建立方案和模拟模型<sup>[19]</sup>。他们建议将PGIS配备分论证、储备、试验、推广4个阶段进行;比较了技术引进方案和自主开发方案的优劣特点;分析了从政府财政收入中划拨专项建设基金、从各运营停车场所得收入中提取、对车辆征收一定金额的专项费用以及前三者综合的4种资金来源选择方案的可行性;介绍了独立方式和分区方式两种系统选择模式的特点和适用范围;在一些简化的假设条件前提下,采用车辆行驶距离、驾车者步行距离、等待时间和停车费用4个模拟指标,引入排队论建立了停车模型。

刘斯瑞、缪立新(2002年)假定用户都使用IPGS并且完全接受其诱导<sup>[12]</sup>,根据不同的停车控制策略,初步研究了用户最优、系统最优和用户系统均衡三种应用模型。

## 3 目前存在的不足

国外在静态交通领域研究和实践的广度及深度上都远远领先于国内。发达国家当前已配备了大量的城市PGIS投入运行,但由于其发展历史短、使用的非确定性强,世界上的PGIS理论研究还非常有限,产生的成果资料相对较少,系统的专题研究基本处于空白。目前主要存在以下不足:

(1)对信息化条件下车辆停放的基本特性缺乏认识,有关PGIS方面的专门调查非常奇缺;

(2)没有区分用户出行前和出行途中停车信息需求、停车选择决策的不同规律,不少学者采用驾车者出行后不会改变停车选择的假设条件来简化问题,和

实际情况难以相符;

(3)PGIS服务功能不全面,设计内容有待强化;

(4)信息标识不统一,实时传输显示优化技术尚需提高;

(5)没有成熟的理论用于整合现有的停车资源,当城市某区域范围内一个或若干个停车场因泊位已满或关闭无法提供停车服务时,无法及时引导车辆充分利用周边其他具备空闲泊位的停车设施;

(6)未形成合理的PGIS效果评价指标和评价方法,无法准确评判PGIS所发挥的实际作用,难以给PGIS未来的技术改进和市场发展提供指导。

## 4 研究动态展望

PGIS虽然是ITS和ATIS的分支之一,但其自身具有鲜明的特点,而且相对独立,需要解决或改进的问题还很多。笔者经过系统的研究分析,先提出停车分区和停车片区的概念<sup>[1]</sup>:它们都由一些停车服务小区的全部或部分组成。前者是为实现城市停车信息采集、处理和传输设置的控制固定范围内的中级管理层;而后者则出于灵活共享某小区周边一定范围内的停车资源考虑,按各小区具体的区位确定,相邻的片区之间允许存在重叠,并不以有形的固定边界来区分。

根据我国特有的动静态交通状况,在此对PGIS未来的研究动态展望如下:

(1)选择合适的对象和地点,以问卷调查和现场观测记录为基础,初步掌握信息化条件下停车行为特征及驾车者对PGIS的反应特征的基本规律。

(2)根据驾车者出行前的停车行为和对PGIS的反应特征,研究PGIS出行前子系统的框架构建和多种方式的服务功能设计,体现城市实时停车信息和用户出行前个性化意愿的理想衔接。

(3)建立PGIS出行前智能停车选择数学模型,提供计算方法,采用合适的评价方法为所建议的停车选择方案决策排序。

(4)根据驾车者出行途中的停车行为和对PGIS的反应特征,研究PGIS的车载设备配置功能以及在

区域(近郊区和主城区入口、停车换乘枢纽)、线路(中心城区干道、平面交叉口)和停车场入口等3级主要区位的道路出行途中信息传输显示优化技术,形成有层次的出行途中诱导子系统,反映城市实时停车信息和用户出行途中个性化意愿的交互式链接。

(5) 研究 PGIS 道路 VMS 的规范化设计,促进标识统一化,提高可识别性。

(6) 建立出行途中车辆停放的接受条件模型。引入运筹学的排队论和生灭过程分析车辆到达目的停车场享受停车服务的概率。

(7) 提出城市内停车小区、分区和片区划分原则,采用在城市的不同区位显示不对等信息的方法,研究

分散首选停车场的可能性,发挥停车预调度作用,预先使驾车者出行途中的首选停车选择趋于均布。

(8) 利用 PGIS 打造静态交通网络,在城市停车片区范围内共享停车资源。建立 PGIS 停车片区停车调度的数学模型,提供计算方法,采用合适的评价方法为所建议的调度方案排序。当一个或若干个停车场因泊位已满或关闭无法提供停车服务时,实行停车调度,指引车辆选择片区的其余停车场停放。

(9) 确定有代表性的 PGIS 评价指标,建立合理、有效的技术经济评价体系和评价模型。

以上内容的研究工作路线逻辑框图可参照图 2<sup>[1]</sup>进行。

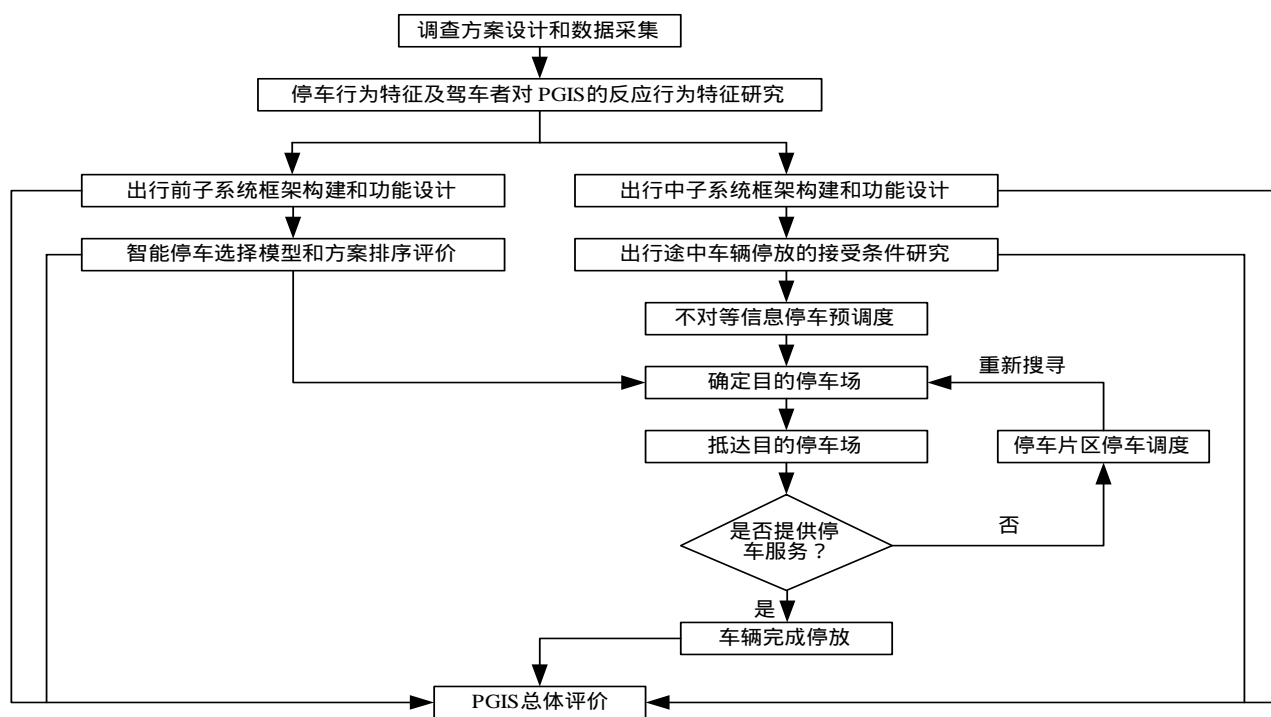


图 2 展望的未来研究工作路线逻辑结构

Fig.2 Logic structure of the future research on PGIS

参考文献

[1] 周智勇. 城市停车诱导信息系统功能设计及关键模型研究. 博士学位论文. 东南大学. 2004.  
 [2] 王 炜, 过秀成等编著. 交通工程学[M]. 南京: 东南大学出版社, 2000.  
 [3] 佳 隆, 王丽颖, 李长荣主编. 都市停车库设计[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1999.  
 [4] Polak, J. and Axhausen, K. W. CLAMP : a macroscopic simulation model for parking policy analysis[C]. Presented to the 68th Annual Meeting, Transport Research Board, 1989, Washington DC.

下转第 23 页

- University of Surveying and Mapping, 2000, 25(3): 226-231.
- [13] Zhu S Y, Wang W, Deng W, et al. Research on traffic network reliability and access road algorithm[J]. China journal of highway and transport., 2000, 13(1): 91-94.
- [14] Wang J C, Mao H C, Yang D Z. United Structure of Point-Arc for Network Graph and It's Application in GISs Shortest Path Searching[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2000, 29(1): 47-51.
- [15] Liu C Q. Traffic equilibrium assignment model special for urban road network[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2003, 20(6): 97-100.
- 
- 上接第10页
- [5] Young , W. PARKSIM 1.1 users manual [M]. Department of Civil Engineering , 1991 , Monash University.
- [6] 室町泰徳, 原田昇, 吉田朗. 駐車需要の時間変動を考慮した駐車場選択モデルに関する研究[C]. 1991 年度第 26 回日本都市計画学会学術研究論文集. 1991.
- [7] Thompson ,R. G., Richardson ,A. J. A parking search model [J]. Transportation Research , 1998 , Part A32 ( 3 ) : 159-170.
- [8] Mauro Dell'Orco , Michele Ottomanelli , Domenico Sassanelli. Modelling uncertainty in parking choice behaviour [CD-ROM] [C]. 82<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board , 2003 : 1-20.
- [9] Thompson , R. G., Kunimichi Takada , Satoru Kobayakawa. Understanding the demand for access information [J]. Transportation Research , 1998 , Part C6 ( 3 ) : 231-245.
- [10] Thompson , R. G., Kunimichi Takada , Satoru Kobayakawa. Optimisation of parking guidance and information systems display configurations[J]. Transportation Research , 2001 , Part C9( 1 ) : 69-85.
- [11] 吴涛编译. 停车引导和信息系统——ITS 在停车领域的應用[J]. 国外公路 , 2000 , 20 ( 2 ) : 4-6.
- [12] 刘斯瑞, 缪立新. 智能停车诱导信息系统[J]. 中国物流与采购 , 2002 , ( 24 ) : 24-26.
- [13] 李秀敏. 德、法两国交通停车系统面面观[J]. 北京规划建设 , 2002 , ( 5 ) : 26-29.
- [14] 崔艳萍, 唐板敏, 武 旭. 中国智能交通发展战略研究的思路及内容探讨[J]. 交通运输系统工程与信息 , 2003 , 3 ( 2 ) : 28-31.
- [15] 黄 卫, 陈里得编著. 智能运输系统( ITS )概论[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
- [16] 徐岩宇. 车辆停车引导与信息系统[J]. 自动化博览 , 1996 , ( 5 ) : 29-30.
- [17] 田 地. 城市停车场计算机管理系统[J]. 现代交通管理 , 1998 , ( 6 ) : 16-17.
- [18] 袁文平, 蒲 琪. 停车诱导信息系统浅探[J]. 中国市政工程 , 1996 , ( 2 ) : 14-15.
- [19] 邹贞元, 徐亚国, 安 实等著. 城市静态交通管理理论与应用[M]. 广州: 广州出版社, 2000.
- [20] 关宏志, 刘兰辉, 廖明军. 停车诱导系统的规划设计方法初探[J]. 公路交通科技 , 2003 , 20 ( 1 ) : 136-139.
- [21] 张 翔, 彭国雄, 林 瑜. 停车管理信息系统设计研究[J]. 综合运输 , 2003 , ( 3 ) : 54-55.