



# 国内基于行人仿真的 地铁站标识系统研究进展与展望

## The Progress and Prospect of Subway Station Sign System Based on Pedestrian Simulation in China

撰文：赖文波，罗诚，杜尉鹏，徐金涛

**[摘要]** 地铁标识系统作为地铁站设计研究的重要部分，近十年来国内成果日益增多。文章通过分析中国知网数据总库相关论文，发现国内基于行人仿真的地铁站标识系统成为研究热点，未来研究应更注重数据的处理，借助仿真平台模拟。

**[关键词]** 地铁站；标识系统；行人仿真

**[Abstract]** The subway station sign system is an important part of the research of the subway station design, and the research results have been increasing since twenty-first century in China. In terms of the number of published papers, the research on the subway station sign system based on pedestrian simulation has become a hot research topic. However, the

domestic research is at the initial stage and the mature research results is relatively small. The researchers should pay more attention to the processing of the data with the help of simulation platform in future.

**[Key words]** Subway station; Sign system; Pedestrian simulation

**[基金项目]** 本研究受 2015 年度教育部人文社会科学研究青年基金项目《基于行人仿真的地铁空间标识系统设计研究》、2014 年度中国博士后科学基金第 56 批面上 1 等资助《基于行人仿真的地铁出入口信息设施设置与空间优化研究》共同资助。

城市地铁因其客运量大、速度快、时间准、污染小、低能耗、安全系数高、乘坐方

便舒适等优点，获得普遍认可，通常被称为绿色交通。自 1863 年伦敦第 1 条地铁（线路长 6.5km）开始运营以来，世界上至今已有 100 多个城市修建了地铁，我国到 2020 年开通地铁的城市将达到 40 个。地铁站作为城市人群密集的公共场所，具有封闭性强、应急疏散难度大等特点。在地铁里发生公共安全突发事件时，地铁站标识疏散系统尤为重要。因此，作为提高地铁站安全使用系数，保障地铁使用者的生命和财产安全的，基于行人仿真的地铁站标识系统研究就显得极为迫切（图 1、2）。

### 一、数据来源与研究方法

为了准确地了解国内关于行人仿真和地铁站的研究动态，本文借助中国知网学术总库（CNKI 总库）学术平台，分别以“地铁



图1 地铁

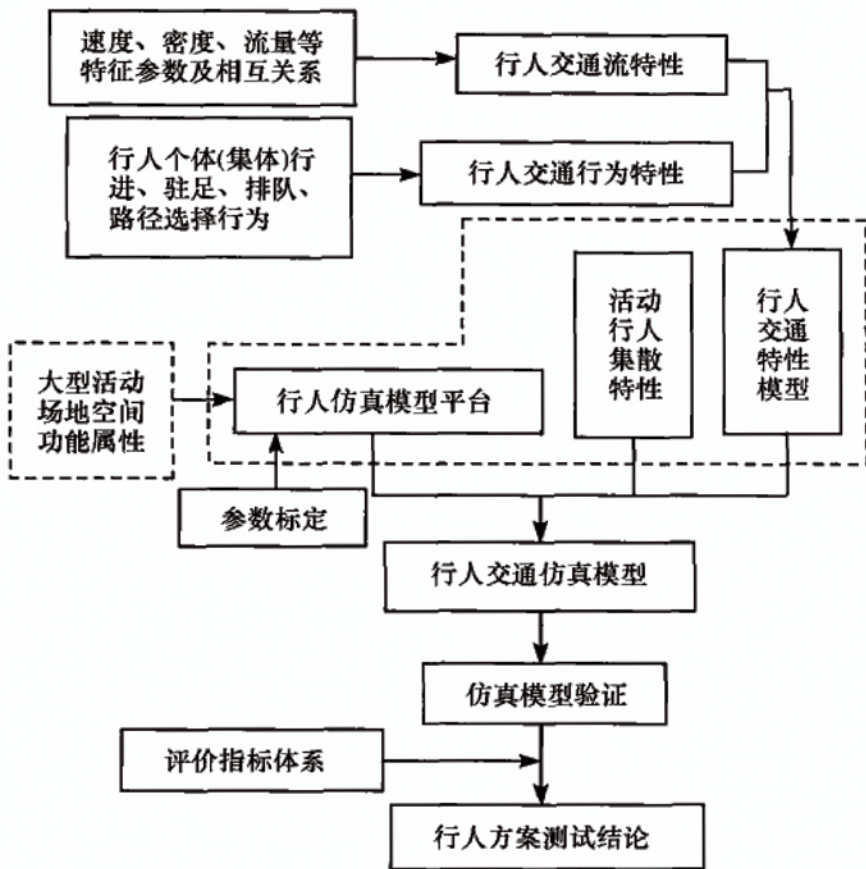


图2 行人仿真测试流程 《大型活动交通组织规划理论与方法》

站行人仿真”、“地铁标识”、“地铁站标识系统”作为主题、关键词、篇名，进行精准匹配检索，合并重复信息，得到近300条检索结果。通过对数据样本的整理，以发表时间、发表期刊、研究层次、被引数量和下载数量为参考进行筛选，对代表性的文献进行梳理，总结了基于行人仿真的地铁站标识系统的研究进展。

## 二、基于行人仿真的地铁站公共区研究总体特征

### (一) 研究时段与特点

根据文献的发表时间和数量特征，关于地铁标识的研究最早见于2005年黄星在《中国标识》上发表的论文<sup>[1]</sup>，至2006年发表的相关文章都为个位数，2007年开始每年都达到10篇以上，相关成果也逐渐丰富，

且在标识系统的导向性、应急疏散以及人性化设计这三个方面研究突出（本文的主要参考文献为2007-2016年期刊文章），而基于行人仿真的地铁站标识系统的相关研究在近年才成为研究热点，内容也集中在乘客疏散领域，文献数量较少。

### (二) 研究人员与机构

通过对发文作者的统计可以看出，研究者主要来自交通、设计以及建筑相关专业院校的学者，也有交通规划机构的工作人员。通过对研究对象的近300条检索结果的发文机构进行分析，可以发现经过十余年的研究，行人仿真和地铁站标识系统研究领域形成了一些实力较强的研究团队，如目前国内从事基于行人仿真地铁站标识系统研究的代表机构为北京交通大学和同济大学。

### (三) 具体研究内容的演进

地铁站标识系统一直是相关研究人员和设计规划人员关注的热点，研究者主要采用调研和理论分析的研究方法，研究成果较丰富。而行人仿真是基于计算机数据处理的交通分析方法，近年来才有研究者将其应用在地铁站的研究中。由此可知，基于行人仿真的地铁站标识系统的研究还处于发展阶段。

## 三、基于行人仿真的地铁站标识系统重点领域研究进展

### (一) 地铁站公共空间分析研究进展

近来有多名学者尝试以空间句法分析方法研究地铁站公共空间，以量化的手段探讨建筑形式、空间构成与人的空间体验之间的关系。如北京工业大学的胡斌<sup>[2]</sup>等选取现实中影响换乘空间导向的三个主要因素：平面布局、流线组织与重要节点设计，并选



图4 广州天河公园地铁规划图

取 Depthmap 中与之对应的三个参数：集成度、可理解度与智能代理人，运用空间句法对北京白石桥南站的换乘空间进行导向性分析，并据此提出相应的优化设计策略。

### （二）地铁站公共空间设计研究进展

地铁站公共空间是联系地铁与城市外部功能空间的必经区域，用以引导和疏散客流。同时，作为联系城市地上、地下空间的节点，其布局、建筑形式与城市功能、规划、景观息息相关。因此，地铁站公共空间设计一直受到国内外相关设计师和学者的高度关注。

设计规范方面，我国第一部地铁设计规范《地下铁道设计规范》(GB50157—92)

于1992年发布，1993年实施。为了适应地铁建设发展的需要，2003年对92年版进行了全面修订并发布，并将规范名称简化为《地铁设计规范》(GB50157—2003)。修订后的规范除对原文进行扩充与深化，又增加了自动售检票等内容(图3)，成为一部地铁建设的跨专业、综合性规范<sup>[3]</sup>。2013年，国家对规范进行了再次修订，即《地铁设计规范》(GB50157—2013)，并于2014年初发布实施<sup>[4]</sup>。虽然在第9.5.3、9.5.4条中对出入口设计进行了更详细的规范，并且继续保持第9.4.4条中“车站内应设置导向、事故疏散、服务乘客等标志”等要求，但尚

未就地铁站公共区的疏散标识如何系统、科学地配置提出更为详细的要求和规范。

设计研究与实践方面，北京城建设计研究总院的叶宁以北京地铁奥运支线为例，从地铁空间中的空间塑造、材料质感、色彩和图案运用、灯光配置以及人性化设施五个方面详细阐述了奥运支线的空间设计<sup>[5]</sup>；北京交通大学的穆明华等通过分析地铁出入口的建筑形式对城市标识性、城市地段归属感、时代特色的影响等不同的视角审视了小体量建筑对于城市设计不可忽略的重要性<sup>[6]</sup>；铁道第三勘察设计院的女利伟以大连地铁为例，通过对城市地域文化特色进行分析、城市功能区分级等，探索了符合城市建设水平及远期发展需要的地铁出入口方案<sup>[7]</sup>；清华大学李光宇对北京地铁站盲道进行调查研究，针对盲人的行为感知和地铁站空间的特点，提出地铁站盲道应该在保证连续性和安全性的基础上融入具有导示性功能的优化设计，方便盲人在地铁站顺利换乘和出站<sup>[8]</sup>。近年来，相关学者已经开始用行人仿真技术指导地铁站的空间设计，如广州地铁设计研究院有限公司的实践团队，以广州地铁多线换乘车站天河公园站为例(图4)，利用行人仿真动力学方法，建立车站行人仿真模型，对初始方案、中间方案及最终方案的车站客流组织进行仿真，通过对仿真结果进行分析，认为贯通式站厅方案客流组织效果较好，进而对站厅和站台设计进行优化调整，调整后的客流仿真结果表明，站厅客流流线清晰，客流组织有序，空间利用率得到提高<sup>[9]</sup>(图5)。

### （三）地铁站的行人仿真研究进展

当前国际上被验证可良好用于行人仿真的模型大约有二十余种，分为宏观、中观、微观三大类。根据仿真机理的不同，微观行人仿真模型又可分为排队网络模型、元胞自

动机模型、社会力模型等。目前，随着全球城市轨道交通的迅速发展，对行人仿真模型的研究成为热点之一。我国在这方面的研究正处于蓬勃发展阶段，而对地铁站行人仿真模拟研究主要集中在运用元胞自动机和社会力模型等微观仿真进行分析的阶段。

以基于元胞自动机模型的研究为例，西安交通大学的赵雪等在分析、总结现有疏散模型的基础上，利用场强理论描述疏散影响因素，建立了地铁车站人员应急疏散模型，研究了疏散人员的路径选择问题及多人争夺同一格点的冲突问题。该模型不仅考虑了疏

散人员的生理、心理特性，而且探讨了车站的环境及引导水平对人员疏散的影响，使模型更具真实性，最后利用 Visual C++ 进行疏散过程的仿真，模拟了地铁疏散的动态过程<sup>[10]</sup>；上海大学的陈然等将地铁站内客流的交织运动简化为连通双通道内两股行人通过瓶颈的情形，采用元胞自动机模型，通过引入背景场，使改进的模型可以刻画地铁站内行人流的运动特征，通过数值模拟对地铁人员疏散进行研究，针对地铁紧急情况下的疏散情形，提出了两种基于元胞自动机的疏散规则，并分别模拟出不同的疏散效率，从



图3 自动售票机

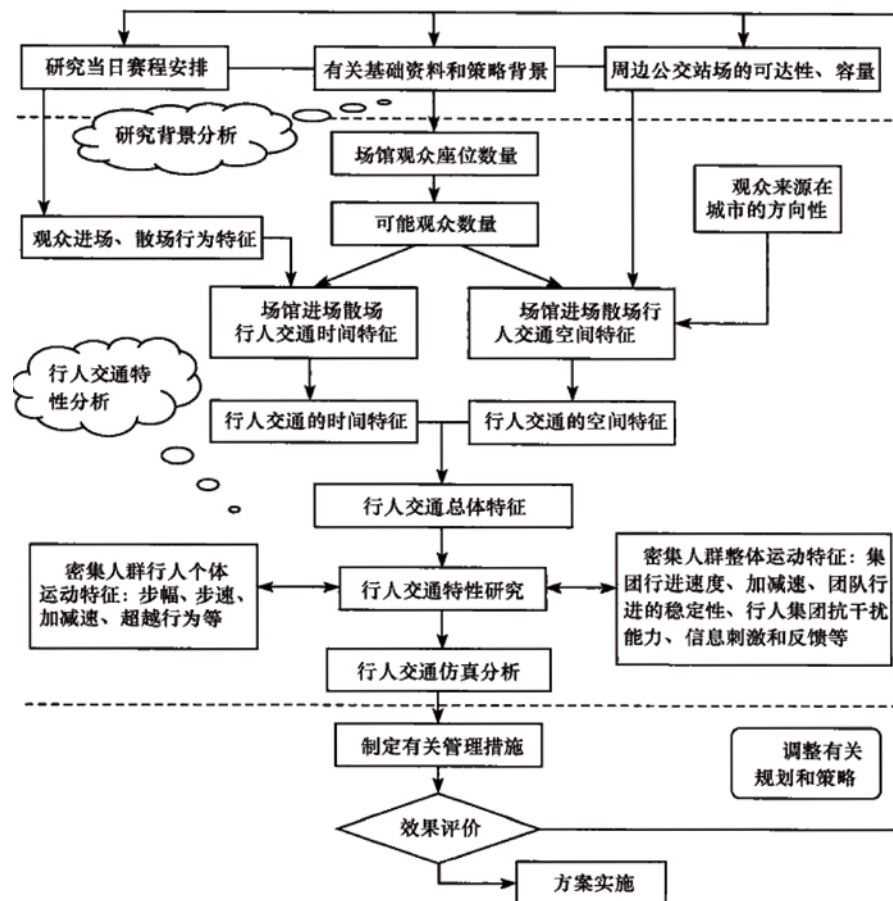


图5 北京奥运场馆行人交通仿真及应用流程图 《大型活动交通组织规划理论与方法》



图6 Anylogic 软件界面

而为指导地铁紧急情况下人员疏散提供理论依据<sup>[11]</sup>。

另外，社会力模型的仿真平台 Anylogic 由于其在仿真效果、技术成熟度、使用的数学模型等方面更有优势，也常常为研究者所使用（图6）。陈立扬等利用 Anylogic 仿两股行人以两种不同方式经过研究区域的清空时间以及瓶颈宽度的影响，实现了地铁站内交织行人流的简化模型和数值模拟<sup>[12]</sup>；中国科学院的刘真余等基于元胞自动机模型真软件对设施布置进行仿真模拟，提出了评价指标人流密度和平均走行时间，以北京地铁动物园站站厅层为对象，依据客流流线、设施布置出现的问题，建立了站厅层内设施布置仿真模型，为实际的站厅层设施布置提供了依据<sup>[13]</sup>。

#### （四）地铁站标识系统的研究进展

##### 1. 导向标识系统的研究进展

地铁站的导向标识系统研究基于通用设

计原则，通常研究者会结合环境行为学和人性化设计的相关理论，提出优化方案。上海交通大学的李睿等以交通流量大、空间复杂、换乘密集的地铁枢纽站上海人民广场站为例，通过对在寻路过程中起到关键作用的标识系统的调查，揭示出人民广场地铁站环境中标识系统的现状以及存在的问题，并提出相应的改进方案<sup>[14]</sup>；西安建筑科技大学汤雅莉等采用动线观察的寻路实验方法研究导

向标识设置问题，针对典型商业交通型地铁站的空间认知、寻路行为、乘客使用心理等因素，探索了影响地铁站商业衔接空间标识设置普遍存在的问题，并提出了一些改善的措施<sup>[15]</sup>。

为了更系统地研究整个地铁站的导向性，相关学者还将地铁站的空间导向结合到地铁站导向标识系统的研究中来。同济大学的米佳等通过调查一定数量的被试在有明确

标识引导和没有明确标识引导下人们的寻路行为，了解空间认知特点、空间特征差异的作用、方向感和转弯次数的关系等，然后利用 SPSS 软件分析调研所得的数据，发现在地下公共空间中的寻路清晰度受标识和环境熟悉度的影响很大，空间特征和导向性次之<sup>[16]</sup>（图 7）。

## 2. 疏散标识系统的研究进展

地铁站疏散标识系统是地铁环境设施的



图 7 北京地铁北土城站标识

重要内容,整体把握地铁宏观环境设施对地铁站疏散标识系统的配置有重要的指导意义与参考价值。北京科技大学的宋波等从受灾人员的角度出发,通过对国内外大中型地铁应急疏散标识系统的现场考察调研,结合地铁规范,从标识的规范性、设置正确性以及色彩影响等方面分析了国内地铁应急疏散标识系统的现存问题,并与国外地铁应急疏散标识系统进行比较研究,提出了优化建议<sup>[17]</sup>。为了研究地铁站的环境设施,相关学者还从地铁站使用人群的角度进行了研究。北京建筑工程学院的刘栋栋等通过对北京南站行人摄像观测和数据统计,共采集了82小时的视频资料,获得数据样本21129条,结合统计分析,得到了北京南站行人特征参数,丰富了多层地下综合交通枢纽行人疏散设计的基础数据,为安全疏散设计提供了参考依据<sup>[18]</sup>。

## 结论与展望

综上所述,国内相关学者(以建筑学、设计学为主)从设计策略的角度对地铁站标识系统进行了大量研究,主要对标识系统的配置和相关设计方法进行分析和探讨。同时有相关研究者(以系统、计算机、防灾学者为主)对地铁站疏散空间研究开始重点关注行人运动规律,并利用计算机仿真技术进行了模型的构建。将行人仿真和地铁站疏散设施结合研究的文献开始出现,但行人仿真与地铁标识系统结合研究的文献相对较少,值得相关学者关注和推动。

我国的地铁建设如火如荼,地铁空间成为城市公共空间重要的组成部分,也是城市市民的不可或缺的生活场景。伴随着公共安全隐患、老龄化等社会背景,人性、科学、合理的地铁站标识系统显得尤为重要。在大数据增强设计的技术趋势下,未来地铁站标

识系统的配置和设计应该由地铁空间设计师与标识设计师、交通规划师等通力合作,结合地铁站乘客使用的大数据,借助仿真平台模拟,为不同特征的地铁站标识系统的配置提供科学依据和技术保障。

## 参考文献:

- [1] 黄星.北京地铁标识导向系统分析[J].中国标识,2005(10):33-37.
- [2] 胡斌,倪振杰,吕元.基于Depthmap的地铁站换乘空间导向性优化设计[J].都市快轨交通,2016,29(1):30-34.
- [3] 于春华,马振海.地铁设计规范[J].铁道标准设计,2007(11):106-108.
- [4] 北京市规划委员会.地铁设计规范(GB50157-2013)[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [5] 叶宁.北京地铁奥运支线空间设计[J].世界建筑,2008(8):84-93.
- [6] 穆明华,张育南.小体量·大建筑——浅谈地铁出入口的形式问题[J].华中建筑,2011(8):37-40.
- [7] 姬利伟.地铁车站出入口设计方法[J].铁道标准设计,2011(7):79-83.
- [8] 李光宇.北京地铁站盲道的优化设计研究[J].设计,2013(6):72-73.
- [9] 孙元广,杨乃莲,史聪灵.基于行人仿真技术的轨道交通多线换乘车站设计研究——以广州天河公园站为例[J].中国安全生产科学技术,2014(10):106-111.
- [10] 赵雪,骆晨,李康.基于元胞自动机的地铁车站应急疏散模型仿真[J].现代交通技术,2013(5):75-77.
- [11] 陈然,李翔,董力耘.地铁站内交织行人流的简化模型和数值模拟[J].物理学报,2012(14):265-273.
- [12] 刘真余,芮小平,董承玮,等.元胞自动机地铁人员疏散模型仿真[J].计算机工程与应用,2009(27):203-205.
- [13] 陈立扬,宋瑞,李志杰,等.基于Anylogic的地铁站厅层设施布置仿真研究[J].交通信息与安全,2013(5):19-24.

[14] 李睿,秦丹尼.上海市人民广场地铁站空间环境中标识系统的调查与分析[J].华中建筑,2010(2):140-143.

[15] 汤雅莉,吉颖.西安地铁商业衔接空间与导向标识系统的调查研究[J].西安建筑科技大学学报,2013,45(5):726-731.

[16] 米佳,徐磊青,汤众.地下公共空间的寻路实验和空间导向研究——以上海市人民广场为例[J].建筑学报,2007(12):66-70.

[17] 宋波,李吉人,汪彤,贾抒.应急预案框架下地铁防灾标识系统优化[J].北京科技大学学报,2007(04):367-372.

[18] 刘栋栋,赵斌,李磊,等.北京南站行人特征参数的调查与分析[J].建筑科学,2011(5):61-66.

赖文波 罗诚 杜尉鹏 徐金涛

华南理工大学