

城市轨道交通

对城市发展与环境 影响研究

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
DUI CHENGSHI FAZHAN YU HUANJING YINGXIANG YANJIU

林逢春

曾智超

著

中国环境科学出版社

城市轨道交通对城市发展 与环境影响研究

林逢春 曾智超 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通对城市发展与环境影响研究/林逢春,
曾智超著. —北京:中国环境科学出版社, 2009
ISBN 978-7-80209-631-8

I. 城… II. ①林…②曾… III. ①城市铁路—
影响—城市经济—经济发展—研究②城市铁路—影响—
城市环境—研究 IV. U239.5 F290 X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 055559 号

责任编辑 刘 瑾
责任校对 尹 芳
封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2009 年 5 月第 1 版
印 次 2009 年 5 月第 1 次印刷
开 本 880×1230 1/32
印 张 6.25
字 数 165 千字
定 价 28.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

城市交通系统在城市发展中占有举足轻重的地位。任何一个城市的健康发展都离不开一个畅通的城市交通系统。我国城市当前面临的最大问题即是交通拥堵、住房紧张以及环境污染。城市轨道交通系统在上世界上很多城市得到发展，并取得了成功。我国 20 世纪 60 年代开始在部分大城市中进行城市轨道交通的建设，如今已有一定数量的线路开通运行。

住房、环境和交通是影响城市发展的三个要素，尤以交通为甚。城市轨道交通对城市发展与城市环境的影响是多方面的。轨道交通是城市交通的主干，其发展直接影响城市的整体布局和功能定位，并对城市的未来产生深远的影响。城市轨道交通建设带动沿线土地开发，使大量功能设施和居民聚集在沿线两侧，在城市形态结构演化中有着重要的诱导作用。例如上海地铁 1 号线的建设运营就明显推动了城市向南的定向发展。轨道交通对房地产价格有重要影响，近年来轨道交通已经成为决定上海房价的一个重要因素。轨道交通在缓解城市交通问题的同时，将会对城市环境带来较大的影响。城市地面或者高架轨道交通将对沿线居民和办公场所产生较大的噪声影响，地下轨道交通将对线路上方建筑物产生一定的振动影响。随着上海市轨道交通明珠线（地铁 3 号线）的运行，其噪声和振动扰民问题成为目前环境问题投诉的热点。此外，轨道交通与地面交通换乘场站的建设将使公共车辆局部集中，加重局部地区交通尾气污染。

轨道交通及其诱发的一系列土地开发、商业活动、人口疏散

和积聚等对城市发展产生累积影响,具有高度的不确定性,因此在轨道交通建设之前是难以分析或预测其影响程度的。轨道交通尤其是地面或者高架轨道交通对沿线的噪声和振动影响虽然能够进行定量预测,但是居民的心理承受能力和可接受的影响水平却较难判定;轨道交通站点诱发的局部交通尾气聚集效应同样具有较高的不确定性,在轨道交通建设之前的环境影响评价工作中对这一问题研究较少或未考虑。

本书是国家自然科学基金(项目编号 40201047)和教育部人文社会科学研究“十五”规划项目(编号 01JC630006)“中国城市轨道交通对城市发展与环境总体影响的实证研究”的研究成果。全书以系统学和累积效应分析的思想,分析、识别轨道交通对城市发展和城市环境的影响,构建了城市轨道交通影响后评价指标体系与评价方法;在理论分析基础上,以上海市地铁1号线、2号线和轨道交通明珠线为例,对轨道交通的多方面影响及其累积效应进行调查研究和后评价,在此基础上提出了利用发挥轨道交通有利影响及避免或者减轻不利影响的措施,探讨利用城市轨道交通促进城市可持续发展的途径。

目前正值我国城市轨道交通建设热潮之际,已有城市轨道交通线的特大城市,开展轨道交通对城市发展与环境总体影响尤其是诱发性累积影响的调查和后评价具有重要意义。上海市轨道交通影响后评价的结果可供今后城市规划工作者尤其是城市轨道交通网规划人员参考借鉴,以便在规划中更好地协调城市轨道交通与城市发展的关系,发挥轨道交通对城市的带动作用和对城市结构调整的诱导作用,同时避免轨道交通对城市环境的负面影响。由于交通工程尤其是轨道交通对城市发展和城市环境有多方面的重大影响,在我国开展交通战略环境影响评价是非常必要的。本书也可为开展轨道交通规划或建设项目环境影响评价的有关人员提供参考。

在完成研究工作的初期调研过程中,作者及课题组其他成员对上海市交通局信访办和规划建设处、上海市轨道交通管理处、

上海市公共交通客运管理处、上海市申通地铁有限公司经济管理处、上海市环保局信访办、监督管理处和污染控制处等相关部门进行了走访和调研,得到了相关人员的热情接待和大力帮助,为研究工作的顺利开展奠定了基础。上海市环境保护局王珏处长帮助课题组联系了上述相关部门,使课题组调研工作得以顺利完成。

在开展上海市轨道交通明珠线噪声、振动以及景观等影响调查过程中,访问和调查了沿线的大量居民、师生和办公楼内办公人员。他们不仅认真填写了调查表,而且同意课题组调查人员在房间内进行列车噪声影响监测,保证了关于轨道交通明珠线噪声、振动和景观影响的第一手数据的获得。在此对所有接受过调查的居民、师生和办公人员表示真诚的感谢!

在购买上海市的遥感影像资料过程中,华东师范大学地理系吴健平教授提供了无私的帮助。协作单位上海市环境监测中心的魏海萍高工和卞清根先生对轨道交通与地面公交换乘场站区域进行了夏、秋、冬三个季节的环境空气质量调查,并及时提供了监测数据,保证了相关研究的顺利完成。

华东师范大学环境科学系王海怀、沈渊杰、陈小华同学参加了上海市轨道交通明珠线噪声、景观及沿线房地产价格影响调查与评价;研究生陈静参与完成了上海市轨道交通网络的社会效益评估研究;华东师范大学环境科学系 20 多位博士和硕士研究生历时两周,在上海市范围内完成了 1100 份调查问卷,为上海市轨道交通网络的社会效益评估作出了重要贡献。

最后,对曾经为“中国城市轨道交通对城市发展与环境总体影响的实证研究”项目的完成提供过帮助的所有人员表示衷心感谢!

林逢春

2009 年 2 月 10 日

目 录

第 1 章 城市轨道交通概述	1
1.1 城市轨道交通的诞生	1
1.2 城市轨道交通的类型	2
1.3 国外城市轨道交通发展模式与发展趋势	3
1.3.1 轨道交通敷设模式(地下、地上)	5
1.3.2 城市轨道交通的系统化及轨道交通方式选择	7
1.3.3 轻轨是城市轨道交通的重要组成部分	8
1.3.4 轨道交通建设模式	8
1.3.5 轨道交通运营模式	9
1.3.6 城市轨道交通路网结构	9
1.4 国外城市发展与城市轨道交通发展简介	11
1.5 我国城市轨道交通发展	13
1.5.1 我国城市轨道交通发展	13
1.5.2 上海市城市轨道交通	14
第 2 章 城市轨道交通对城市发展和环境影响因子的识别	17
2.1 影响概述	17
2.2 对于城市发展的影响	18
2.2.1 城市形态及结构	18
2.2.2 沿线土地利用	23
2.2.3 沿线房地产价值	26
2.2.4 城市人口分布	28

2.3 对于城市环境的影响	29
2.3.1 振动	31
2.3.2 噪声	32
2.3.3 城市空气质量	34
2.3.4 城市景观	36
第3章 城市轨道交通影响后评价指标体系及评价方法	40
3.1 城市轨道交通影响后评价目的	40
3.2 评价流程	41
3.3 评价指标体系的建立	42
3.3.1 评价指标建立的原则	42
3.3.2 评价指标建立的基本思想	43
3.3.3 指标体系的确立	43
3.4 评价方法的建立	45
3.4.1 遥感与 GIS 技术方法	45
3.4.2 公众参与	56
3.4.3 视觉景观评价方法	63
3.4.4 现场监测调查方法	67
3.5 关于评价标准的探讨	68
第4章 实证研究：上海市轨道交通对城市发展影响后评价	71
4.1 上海市已建轨道交通概述及后评价范围	71
4.2 城市轨道交通社会效益的评估	73
4.2.1 CVM 评价方法简介	73
4.2.2 CVM 在轨道交通社会效益评估方面的应用	77
4.2.3 小结	86
4.3 城市形态和结构	86
4.3.1 评价基础	86
4.3.2 上海市整体形态发展	87
4.3.3 沿线城区扩展	93

4.3.4 小结	98
4.4 沿线土地利用	99
4.4.1 评价基础	99
4.4.2 沿线土地的利用类型	100
4.4.3 沿线土地利用强度	103
4.4.4 小结	107
4.5 城市人口分布	107
4.5.1 评价基础	107
4.5.2 上海市整体人口变动	108
4.5.3 地铁沿线闵行区人口变动	112
4.5.4 小结	114
4.6 房地产价值	115
4.6.1 研究中所考虑的房地产价格影响因素	115
4.6.2 调查方案	116
4.6.3 调查结果	117
4.6.4 小结	125
第 5 章 实证研究：上海市轨道交通对城市环境影响后评价	127
5.1 上海市轨道交通对城市环境影响后评价范围	127
5.2 轨道交通明珠线噪声、振动影响后评价	128
5.2.1 噪声影响后评价目的	129
5.2.2 噪声影响后评价方法及调查、评价范围和对象	129
5.2.3 噪声影响后评价结果	132
5.2.4 小结与建议	147
5.3 城市轨道交通与地面交通换乘场站空气污染评价	148
5.3.1 城市轨道交通与地面交通换乘场站空气 污染评价	150
5.3.2 空气质量与交通流量相关性分析	154
5.3.3 小结	161
5.4 城市景观	162

5.4.1 评价方法	163
5.4.2 问卷调查结果	166
5.4.3 照片评分结果	169
5.4.4 小结	173
5.5 综合评价	174
第 6 章 结论与建议	176
参考文献	180

第1章 城市轨道交通概述

1.1 城市轨道交通的诞生

世界上第一条有轨公共马车线于 1827 年出现在纽约百老汇大街上。1853 年, 法国工程师卢巴 (E.Loubat) 将它引入巴黎, 它比无轨电车更有效、更舒适, 因而大受欢迎。1879 年大巴黎已有 38 条有轨公共马车路线。有轨公共马车是现代城市轨道交通的雏形。

法国工程师克里佐 (M.de Kerizouet) 曾于 1845 年向巴黎市政府提出过修建地下铁道计划, 但因 1848 年发生法国大革命而告吹, 19 世纪 60 年代法国工程师又想象出城市高架铁路。凡尔纳 (J.Verne) 在《八十天环游地球》中对此曾有十分精彩的描述。伦敦是世界上地铁的诞生地。一条由英国律师皮尔逊 (C.Pearson) 鼓动并投资建设的地下城市铁路 (Metropolitan Railway) 于 1863 年 1 月 10 日正式通车运营。该地铁线路从帕丁顿 (Paddington) 到弗灵顿 (Farrington), 总长 6 km。动力是向英国铁路公司租借的蒸汽机车。皮尔逊因此被誉为“地铁之父”; “Metro”成了世界上绝大多数国家城市轨道交通的标志和代号。早期的地铁由蒸汽机车牵引, 为了排放烟雾, 车站没有顶棚。虽然当时地铁设施简陋, 而且污染严重, 但由于它不像地面道路那样拥堵, 受到了上班族的欢迎 (孙章, 2004)。

1890 年, 第一条电气化地铁开通, 地铁进入电力牵引时代。由于环境大为改善, 地铁显示出了强大的生命力。在此之前, 除伦

敦的地下铁道外,只有纽约于 1870 年在第九大街上建造了高架城市铁路,1890 年以后,建造地铁的城市开始多了起来。据日本地铁协会统计,到 1999 年全世界已有 125 个城市建成地铁,线路总长度超过 7 000 km,发达国家的主要大城市如纽约、芝加哥、伦敦、巴黎、柏林、东京、莫斯科等已经完成了地铁网络的建设。此外,华盛顿、马德里、斯德哥尔摩、大阪、首尔、墨西哥城的地下铁道运营线路也超过了 100 km。

1.2 城市轨道交通的类型

现代城市轨道交通可以分为地铁、轻轨、市郊铁路、有轨电车、磁悬浮列车及其它交通系统(马沂文,2003)。

地铁(Metro, Underground railway, Subway)。地下铁道最初产生于英国伦敦,由蒸汽机驱动,而第一条电力驱动的地下铁道是 1890 年在伦敦开通的。我国最早的地下铁路在北京于 1969 年建成并通车,2003 年底,国内几个大城市如北京、上海、广州等已有约 250 km 地铁在运营。许多地铁在建设时为了降低工程造价,在地铁线路延伸至市郊时纷纷采用地面或者高架铺设技术。我国《工程建设标准强制性条文》中对地铁的定义为:城市中修建的在全封闭线路上,采用专用轨道、专用信号、独立经营的大运量城市轨道交通系统,单向高峰小时客运能力一般在 30 000 人次以上,线路通常设在地下的隧道内,有时也延伸到地面或者架设在高架桥上。所以,“地铁”的概念不仅仅是地下铁道的简称,而是指某一类具有相同运行性质和特点的铁道运输方式。纽约、旧金山以及中国香港也称其为“大容量轨道交通系统”(Mass Rail Transit)或“快速交通系统”(Rapid Transit System)。

轻轨交通(Light Rail Transit, LRT)。轻轨交通是一个范围比较宽泛的概念,它的原来定义是指采用轻型轨道的城市交通系统。轻轨最初确实使用的是轻型钢轨,而如今的轻轨已采用与地铁相同质量的钢轨。所以,目前国内外都以客运量或车辆轴重(每根轮轴

传给轨道的压力)的大小来区分地铁和轻轨。轻轨现在指的是运量或车辆轴重稍小于地铁的轻型快速轨道交通。在我国《城市轨道交通工程项目建设标准》(试行本)中把每小时单向客流量为 0.6 万~3 万人次的轨道交通定义为中运量轨道交通,即轻轨。

市郊铁路(Suburban Railway)。市郊铁路起源于第二次世界大战前城市间的铁路运输,主要为通勤者服务,故也称通勤铁路(Commuter Rail)。市郊铁路是沟通城市边缘与远郊区的交通方式,与城间铁路(Inter-city Rail)类同。由于市郊铁路服务于人口密度相对稀疏的郊区,站间距离比市区大,使得列车运行速度提高很多,其最高速度可达 100 km/h 以上。

有轨电车(Trolley Car)。新型有轨电车是介于公共汽车和地铁之间的一种中低运量的轨道交通系统。现代有轨电车不同于原有轨电车,它除保留全地面、不封闭、无信号等原有轨电车特点外,还对轨道结构按国际通用标准进行改造。它对于中小城市单向运量为 15 000 人/h 的线路具有良好的经济性。

磁悬浮列车(Maglev Train)。磁悬浮列车的基本原理是:利用电磁力克服重力,使列车在轨道上悬浮,并利用线性电机推动其前进。

轨道交通的形式还有许多,如单轨铁路(Monorail)又称独轨铁路,单轨铁路一般使用道路上部空间,故土地占用少,视野开阔,利于城市观光。日本等国家近几年还建设有“新交通系统(New Traffic System)”,即无人驾驶的小型轨道交通列车,用于区域交通和旅游观光。

1.3 国外城市轨道交通发展模式与发展趋势

世界上第一条地下铁道于 1863 年 1 月 10 日在伦敦建成,至今已有 136 年的历史。据有关资料统计,从 1863 年到 1899 年有 7 个城市修建了地铁,从 1900 年到 1949 年世界上又有 13 个城市修建了地铁。第二次世界大战后,伴随着各国城市的快速发展,地铁发展极为迅速。据日本地铁协会统计,到 1999 年全世界已有 115 个

城市建成了地铁，线路总长度超过了 7 000 km。其中英、美、法、德、日、西班牙以及俄罗斯等发达国家所属 20 个城市在第二次世界大战前就开始了地铁建设，到 1999 年末，总里程达 2 840 km 左右，其中一半以上为第二次世界大战后建设的。全世界其他 95 个城市的地铁均为战后所建，总里程约为 4 200 km。全世界近 7 000 km 地铁约有 5 600 km 是战后建成的，占 80%（孙章，2003）。

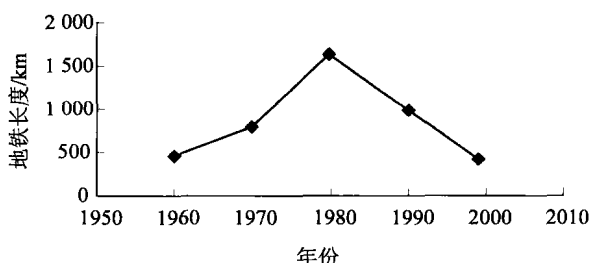


图 1-1 世界地铁的建设状况

从图 1-1 中可以看出，第二次世界大战后经过短暂的经济恢复后，地铁建设随着全世界经济起飞而启动、加快。20 世纪 70 年代和 20 世纪 80 年代是各国地下铁道建设的高峰。发达国家的主要大城市如纽约、华盛顿、芝加哥、伦敦、巴黎、柏林、东京、莫斯科等已基本完成了地铁网络的建设。但后起的中等发达国家和地区，特别是发展中国家地铁建设却方兴未艾。如亚洲共有 26 个城市有地铁。除了东京与大阪在第二次世界大战前就建有地铁外，其余 24 个城市均是在战后建成的。

事实上东京和大阪的大部分地下铁道也是在 20 世纪 60 年代以后建成的（东京在第二次世界大战前建成 16.5 km，战后建成 213.8 km；大阪在第二次世界大战前仅建成 8.8 km，战后建成 84.2 km）。因此，亚洲的地下铁道兴建高潮大体比欧美发达国家兴建高潮晚 10 年，中国香港也是如此。而我国除北京外其他大城市地铁建设晚 20~30 年。可以肯定地讲，21 世纪将是发展中国家修建地下铁道的高潮（图 1-2）。

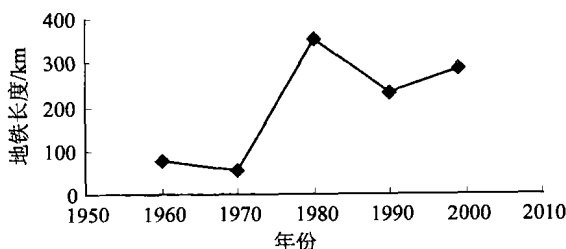


图 1-2 战后亚洲地下铁道建设状况

1.3.1 轨道交通敷设模式（地下、地上）

城市轨道交通的敷设模式一般可分为地下线、地上线，其中地上线包括地面线和高架线。世界上很多城市，包括许多经济发达和注重环保的国家和地区，他们的轨道交通并不是都选择在地下，相反，都具有相当比例的地上线，其中高架线路比重较大（表 1-1、表 1-2）。世界上很多城市轨道交通都充分利用城市地理条件及城市功能区布局，采取了地下—高架—地面这样一种多平面、多层次的线路形式。

表 1-1 世界部分国家的城市轨道交通线路敷设情况

(20 世纪 90 年代中期)

国家	线路总长/km	地上线的比例/%
英国	498.5	62.7
比利时	165.9	90.8
法国	292	18.5
苏联	502.6	28.2
德国	1 327.3	66.6
美国	1 529.3	73.2
意大利	120.8	38.7
墨西哥	172.5	41.4
瑞典	225.6	72.5

国家	线路总长/km	地上线的比例/%
巴西	133.9	73.0
韩国	146.8	34.6
日本	574.5	37.9

表 1-2 世界部分城市的城市轨道交通线路敷设情况
(20 世纪 90 年代中期)

城市	线路总长/km	地上线的比例/%	城市人口/万人
伦敦	429	60.4	670
开罗	28	83.9	830
莫斯科	241.6	26.6	880
巴黎	199	12.1	604
纽约	443.2	41.8	730
柏林	134	32.8	340
墨西哥城	158	39.8	919
波士顿	124.5	80.7	260
东京	230.3	14.8	830
芝加哥	173	89.6	370
首尔	120.7	20.5	891.6
华盛顿	112	42.9	330
里约热内卢	23	48.6	580
名古屋	67.9	100	220
圣保罗	43.6	43.8	850
大阪	105.8	10.6	260
加尔各答	10	100	730
新加坡	67	71.6	260
台北	88	46.6	272
香港	43	20.9	350
马尼拉	14	100	800
维也纳	74.8	63.6	150

表 1-1、表 1-2 均引自：谢理，邓毛颖，林小华. 城市快速轨道交通走出地面的思考. 热带地理, 2000, 20 (3): 180-184.

1.3.2 城市轨道交通的系统化及轨道交通方式选择

城市轨道交通经过 100 多年的发展, 已形成一个系统。它包括市郊铁路、地下铁道、轻轨交通、单轨(独轨)运输、新交通系统、线性电机牵引运输系统、有轨电车等子系统(表 1-3)。

表 1-3 城市轨道交通系统主要技术参数

类型	运营速度/ (km/h)	最小行车 间隔/min	编组/ 辆	线路	平均站距/ m	运输能力/ (万人次/h)
市郊铁路	35~40	2	4~10	全封闭	1 000~3 000	5~8
地下铁道	25~40	1.5	4~10	全封闭	800~1 000	4~6
轻轨	25~35	2	2~3	专用道	500~800	1~4
单轨	25~30	1	4~6	高架	500~1 000	1~1.5
新交通	20~30	2	4~6	高架	500~1 000	0.8~1.5
线性电机 牵引系统	25~35	1.5	4~6	全封闭	800~1 000	1~3
有轨电车	15~20	1	1~2	混合交通	400~800	0.3~1

引自: 孙章, 轨道交通展望. <http://www.bjsubway.com/cns/dtwh/dtabc/2006/12/31/2771.html>.

城市规划交通的选择常用下列方法:

(1) 根据客运需求对各种轨道交通类型性能指标优缺点进行对比确定

在城市轨道交通方式选择上, 国外大多是以高峰小时客流量的需求, 并根据各种轨道交通工具的适应范围来确定。

(2) 按城市人口规模直接选用城市轨道交通方式

由于高峰小时客流量的大小与城市人口规模有直接关系, 因此, 有些国家是按城市人口规模直接选用城市轨道交通方式。如人口超过 100 万, 单向高峰流量 20 000 人/h 以上, 就可以建设地铁。

(3) 根据环境保护需要选用城市轨道交通方式

欧洲大多数发达国家的城市轻轨运输系统, 并不是因为道路交通拥堵而建, 而是更侧重于环境保护的需要, 鼓励市民少用私家小