

The Operation Mode and Practice of
Mass Rail Transit



城市轨道交通运营 发展模式与实践

李妍 著

中国建筑工业出版社

城市轨道交通运营发展模式与实践

李 妍 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通运营发展模式与实践/李妍著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2012. 8
ISBN 978-7-112-14554-6

I. ①城… II. ①李… III. ①城市铁路—交通运营
发展—研究—中国 IV. ①F572. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 183337 号

本书主要介绍了轨道交通可持续发展模式的内涵和基本框架, 提出了轨道交通在经济可持续、社会可持续、环境可持续三个方面的发展目标, 确定了保证轨道交通可持续发展的三个关键问题, 即站点周边的土地使用问题、投融资模式问题及推进政策问题。针对这三个问题, 首先, 根据三个可持续发展目标建立了一个两级轨道交通站点步行范围内土地利用规划模型及优化方法; 其次, 建立了适合我国交通特点和 TOD 社区特点的交通方式划分与交通分配联合模型; 然后, 建立了多元化轨道交通投融资模式, 通过量化轨道交通带来了外部效益及其具体受益方, 确定出适当的“效益返还”机制; 最后, 采用系统动力学建立了轨道交通系统的宏观模型, 并利用元胞自动机建立土地使用情况微观模拟模型加以补充, 从而构建了轨道交通运营发展模型, 较好地解决轨道交通发展过程中遇到的周边土地利用问题、投融资问题及相关政策问题, 保证轨道交通的可持续发展。

本书适用于轨道交通运营机构从业人员、城市交通管理人员、交通经济管理研究人员、高校相关专业的本科生及研究生。

责任编辑: 田启铭 李玲洁
责任设计: 董建平
责任校对: 肖 剑 陈晶晶

城市轨道交通运营发展模式与实践

李 妍 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京永铮有限责任公司制版
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 880 × 1230 毫米 1/16 印张: 8 1/4 字数: 201 千字

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-14554-6
(22634)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

城市交通是城市经济和社会发展的基础，不同的交通系统决定了不同的城市空间拓展模式和城市土地利用方式。虽然发展城市大运量快速公共交通系统势在必行，我国城市轨道交通（Mass Rail Transit, MRT）也进入了快速发展时期，但对于轨道交通建设和经营这样一项耗资巨大、社会影响深远、投资难以回收的复杂系统工程，如何保证轨道交通的可持续发展已经成为许多城市发展必须面临的课题。轨道交通自从其出现以来，就表现出对城市空间、土地开发的导向作用，同时由于需要大规模的客流支持，又表现出对土地开发依赖性的双重特点。鉴于轨道交通可持续发展的必要性和迫切性、轨道交通发展与其周边土地利用的紧密联系，本书从我国国情出发，以深圳市为例，在综合分析轨道交通可持续发展目标的基础上，从影响轨道交通发展的主要方面入手，建立了基于交通导向土地开发的综合轨道交通可持续发展模式，以期为我国轨道交通的可持续发展提供可借鉴的理论和方法。

本书在深入分析国内外相关研究成果的基础上，总结了轨道交通可持续发展、公共交通导向的土地开发（Transit-Oriented Development, TOD）模式、轨道交通投融资模式及政策方面的现状、不足和可以借鉴的经验，然后在此基础上界定了轨道交通可持续发展模式的内涵和基本框架，提出了轨道交通在经济可持续、社会可持续、环境可持续三个方面的发展目标，确定了保证轨道交通可持续发展的三个关键问题，即站点周边的土地使用问题、投融资模式问题及推进政策问题。针对这三个问题，首先，根据这三个可持续发展目标建立了一个两级轨道交通站点步行范围内的土地利用规划模型及优化方法——先确定出研究范围内的土地开发类型和开发密度；其后，建立了适合我国交通特点和 TOD 社区特点的交通方式划分与交通分配联合模型，以进行 TOD 规划结果的交通需求预测，验证规划结果的合理性；然后，为了实现轨道交通的经济可持续，将其外部效益转化为内部效益，建立了多元化轨道交通投融资模式，通过量化轨道交通带来了外部效益及其具体受益方，确定出适当的“效益返还”机制；最后，通过综合分析轨道交通系统的内部因素和外部环境，结合宏观仿真方法和微观仿真方法，采用系统动力学建立了轨道交通系统的宏观模型，采用元胞自动机建立土地使用情况微观模拟模型加以补充，从而构建了轨道交通系统政策仿真模型以确定出合理的政策，保证轨道交通的可持续发展。最后进行的实证研究表明，本书建立的轨道交通运营发展模型可以较好地解决轨道交通发展过程中遇到的周边土地利用问题、投融资问题及相关政策问题。

研究不甚成熟，仅代表一家之言，如有错漏，还请读者批评指正。

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 研究背景及问题的提出	1
1.2 研究的目的和意义	2
1.2.1 研究的目的	2
1.2.2 研究的意义	2
1.3 国内外的研究现状及深圳市轨道交通发展现状	4
1.3.1 轨道交通可持续发展的研究现状及分析	4
1.3.2 TOD 模式的研究现状及分析	5
1.3.3 轨道交通投融资模式的现状及分析	7
1.3.4 轨道交通政策的现状及分析	9
1.3.5 深圳市轨道交通发展现状及存在的主要问题	12
1.4 主要研究内容和方法	14
1.4.1 主要研究内容	14
1.4.2 研究方法	15
第2章 轨道交通可持续发展模式及理论基础	17
2.1 轨道交通可持续发展模式理论模型	17
2.1.1 轨道交通可持续发展的内涵	17
2.1.2 轨道交通可持续发展模式的基本结构	17
2.1.3 轨道交通可持续发展模式的关键因素	18
2.2 轨道交通可持续发展模式建立的关键技术	19
2.2.1 TOD 理论	19
2.2.2 遗传算法	23
2.2.3 交通分配方法	25
2.2.4 系统动力学	28
2.2.5 元胞自动机	30
2.3 轨道交通可持续发展模式构建过程	31
2.4 本章小结	31
第3章 基于可持续轨道交通的 TOD 规划模型	33
3.1 SRC-TOD 模式规划原则	33
3.1.1 中美城市发展背景对比分析	33
3.1.2 基于轨道交通可持续发展的中国 TOD 模式	34
3.2 问题描述及研究方法确定	36
3.3 站点周边土地规划模型的建立	37
3.3.1 变量定义及相关参数确定	37
3.3.2 模型建立及算法设计	44

3.4 交通需求预测模型的建立	48
3.4.1 交通需求预测模型的目标	48
3.4.2 交通模式和出行者类别的确定	49
3.4.3 交通方式划分与交通量分配联合模型的建立	51
3.4.4 交通量分配模型求解算法	54
3.5 本章小结	55
第4章 多元化轨道交通投融资机制的建立	56
4.1 轨道交通产品的本质	56
4.1.1 准公共产品	56
4.1.2 规模经济效应	56
4.1.3 正外部效应	57
4.2 轨道交通外部效益分析	57
4.2.1 轨道交通所产生的效益	57
4.2.2 效益量化模型的建立	59
4.3 多元化融资机制的建立	66
4.3.1 建立轨道交通专项基金	66
4.3.2 建立专项税收制度	69
4.3.3 促进私人部门参与	69
4.3.4 采用创新性金融手段	70
4.3.5 实施联合开发策略	72
4.4 本章小结	73
第5章 可持续轨道交通政策仿真研究	74
5.1 系统边界及反馈关系分析	74
5.1.1 城市轨道交通系统内部反馈关系	75
5.1.2 城市轨道交通系统与外部环境	76
5.2 轨道交通系统动力学模型的建立	77
5.3 元胞自动机模型的建立	80
5.3.1 土地利用 CA 模型的特点	80
5.3.2 土地变化影响因素分析	81
5.3.3 CA 模型的建立	82
5.4 模型检验要求及政策仿真目标	83
5.4.1 模型真实性检验	83
5.4.2 政策仿真目标	83
5.5 本章小结	84
第6章 轨道交通可持续发展模式实例分析	85
6.1 深圳地铁3号线简介	85
6.2 TOD 规划方案的确定	86
6.2.1 土地使用类型的确定	86
6.2.2 土地使用密度的确定	88
6.2.3 TOD 规划方案交通协调性验证	88
6.3 轨道交通外部效益分析	92

6.3.1 乘客受益程度及返还方式	92
6.3.2 地面道路使用者受益程度及返还方式	92
6.3.3 政府受益程度及返还方式	92
6.3.4 对周边物业价值提升及返还比例确定	92
6.4 政策仿真分析	96
6.4.1 系统动力学模型部分	96
6.4.2 CA 模型部分	97
6.4.3 政策仿真结果分析	102
6.5 本章小结	103
附录 1 土地使用类型目标函数 M 文件	104
附录 2 土地使用类型寻优遗传算法程序	110
附录 3 土地使用密度目标函数 M 文件	112
参考文献	118
后 记	123

第1章 绪 论

1.1 研究背景及问题的提出

古今中外的历史和实践都证明，一个国家或地区的经济、政治、文化和社会生活等各个方面的发展，在很大程度上都取决于交通运输业的发展程度。随着我国城市规模和经济建设的飞速发展，城市化进程日益加快，我国城市正经历着规模扩张、机动化加速和功能广泛化、复杂化，随之也产生了一系列问题。比如机动车保有量迅猛增加，城市人口急剧增长，大量流动人口涌入城市，人员出行日渐增多，物资交流更为频繁，交通需求急剧增长，使城市交通面临着严峻的局势，也影响了居民生活质量的提高，减弱了城市对农村剩余劳动力的吸纳能力，降低了投资者对这些城市投资环境的评价，限制了城市的进一步发展。因此重新思考城市交通运输方式的发展方向已成为我国城市发展中迫切需要解决的问题。

从可持续发展的角度出发，城市交通各种运输方式都应当向高效节能型转变，由鼓励小汽车发展转向更加低耗能、高运量的公共交通。公共交通是城市的命脉，是解决一系列交通问题和促进城市交通可持续发展的关键所在。一个现代化的大城市，必须具备四通八达、畅通无阻的公共交通网络。我国和世界其他各国的经验都说明，仅仅依靠常规公共汽车，很难提高整个公共交通系统的分担比重。此外，交通方式的选择决定着中心城区、郊区和其他周边城市的连通度，仅仅依靠高速公路并不能解决众多市民的交通联系需求。因此必须依靠快速、大运量的轨道交通发展，轨道交通建设对于城市外围新城的开发具有极大的促进作用。

我国的基本国情和轨道交通的自身优势决定了轨道交通在可持续城市交通中的重要地位。但轨道交通发展过程中所伴生的众多问题不容忽视。一方面，城市轨道交通有着显著的社会效益和外部效益，提高了城市的可达性，为城市提供了发展的基础和持续的动力，为沿线土地带来了不断增值的空间；另一方面，巨大的建设投资、较高的运营成本和定位于公共产品的票价政策，导致绝大部分城市轨道交通的内部效益不好，使城市轨道交通建设的投资主要依靠政府解决，庞大的资金压力使政府财政承受了很大的经济负担，影响了新线路建设的速度。目前，我国修建轨道交通的城市还比较少，而且大部分已修建轨道交通的城市都没有达到线网规模要求，轨道交通在城市交通中发挥的作用还很有限。

因此，如何促进轨道交通的可持续发展，实现“投资—建设—运营—盈利—再投资”的良性循环，并且按照可持续发展的要求，保证轨道交通在社会、经济、环境等方面的协调发展，已经成为我国各大城市发展过程中必须面对的一项重大课题。

深圳市地处广东省南部，毗邻香港特别行政区，是我国经济发展速度最快的城市之一。从1979年建市以来，全市年均生产总值增幅高达27.4%，属于典型的快速城市化地区，随着经济的快速发展，人口数量也快速增长。城市经济和人口的快速增长，使深圳市的交通需求显著增加，城市交通拥挤、交通污染严重、私人小汽车数量快速增加等问题越来越严重。面对日益严峻的城市交通问题，深圳市政府提出了“公交优先”的策略，尤其重点发展城市轨道交通。基于这一需求，本书在深圳市重点课题《深圳市总体规划修编（2006~2020年）》之“基于快速交通网络的住房发展”专题研究工作的基

础上,以深圳市为例,进行了我国轨道交通可持续发展模式的相关研究。

1.2 研究的目的和意义

1.2.1 研究的目的

面对严峻的能源和土地问题,城市交通应向可持续方向发展已经是全球达成的共识。城市轨道交通或具有城市轨道交通服务特性的系统在未来大城市交通中的主导地位已经基本确立。目前,许多特大城市的轨道交通系统已经进入快速建设阶段。作为一种快速、大运量的交通方式,轨道交通表现出对城市空间、土地开发的导向作用,同时由于需要大规模的客流支持,又表现出对土地开发依赖性的双重特点。然而,有不少已建成的城市轨道交通远未达到设计客流量,周边地区空间发展基本未考虑和轨道交通站点的衔接,土地使用和空间环境的状况并不容乐观。这就造成城市交通可持续发展的悖论,这里既有价格、换乘组织的问题,更深层次的是如何组织城市空间模式适应轨道交通发展的问题。同时,轨道交通的建设和运营也面临着很大的资金压力,如何将轨道交通所带来的外部效益和社会效益转化为内部效益,保证轨道交通的可持续发展,是我国许多城市面临的一项重大课题。

鉴于城市土地利用与轨道交通之间存在很强的相互影响、相互作用,大力发展公共交通导向的土地开发模式已经成为许多城市发展的共识。在北美、欧洲及亚洲一些城市都有了不同程度的实践和应用,其效果不一而足。TOD模式在我国的应用还处于初始阶段,因此,总结国外成功和失败的经验,根据我国城市的特点,建立适合中国城市的TOD模式,从而建立我国轨道交通可持续发展模式,可谓势在必行。

本书的研究工作主要基于建立我国轨道交通可持续发展模式的目标。具体而言,是为了建立适合中国城市特点的TOD模式,确立适当的轨道交通站点周围土地的开发模式,合理地组织轨道交通周围的空间模式,确定合理的土地利用结构和开发密度;量化轨道交通所带来的外部效益,建立有效的融资机制及融资比例;并制定出适当的政策加以引导和推进。

选取深圳市作为典型案例主要基于以下四个原因:

(1) 深圳市经济发展迅速,常住人口所占比例大,人口机械增长速度快。目前城市交通的问题已逐渐凸显出来,但还不十分严重,在小汽车交通还未发展之前,研究如何促进快速公共交通——轨道交通的发展有着很强的现实意义。

(2) 深圳市城市轨道交通有了一定的发展,但距离达到线网规模还有很大的差距,城市轨道交通发展的空间非常大,而且深圳市政府也正在积极开展轨道交通二期工程的建设,同时还在探索城市轨道交通的发展方式,进行了很多有益的探索,比如地铁四号线的BOT(Build-Operation-Transfer,建设—运营—转让)模式建设,以及市区两级政府分散融资等。因此,深圳市有着较好的轨道交通发展模式探索的基础。

(3) 深圳市房地产市场化程度很高,房地产市场交易活跃,对政策、配套及市场变化反应敏锐,这为城市轨道交通的效益量化模型提供了很好的基础。

(4) 深圳市素有“改革实验室”之称,是我国改革开放的窗口,经常进行制度创新、管理创新;市民平均年龄全国最低,接受新政策的能力较强;同时金融业也有了一定的发展。这些都为轨道交通推进政策的研究奠定了很好的基础。

1.2.2 研究的意义

城市交通系统是城市发展的基础和前提。当前,我国城市交通发展处于转型时期,城市交通系统

已不堪承受小汽车快速增长的沉重负担,交通及环境问题成为许多大城市的顽疾,城市轨道交通的发展是解决这一问题的重要手段。

轨道交通因其容量大、速度快的特点,大大提高了周围土地的可达性,改善了城市交通结构和交通条件。但是轨道交通也存在着建设及运营成本过高、难以自负盈亏的尴尬局面,限制了轨道交通的建设和发展。因此,进行我国可持续轨道交通模式的研究有着理论上和实践上的双重意义。

1. 研究的理论意义

(1) 有利于完善轨道交通可持续发展理论

通过将可持续发展理念与轨道交通结合起来,建立轨道交通可持续发展模式,确定了轨道交通的发展方向 and 理念。

(2) 丰富了复杂性算法在轨道交通可持续发展模式中的应用研究

通过采用遗传算法、元胞自动机和系统动力学方法,进行适合中国轨道交通可持续发展模式的设计,具有丰富复杂性算法、系统科学方法和轨道交通发展模式的双重意义。

(3) 有助于完善轨道交通外部效益理论

轨道交通虽然有诸多优点,但因其建设成本十分高昂,国家在进行投资时常常十分慎重,建设资金的筹措常常面临困难,即便建成运行以后,仅靠其票价往往无法平衡运营成本。因此,建立轨道交通外部效益量化模型,对探索轨道交通新的发展模式有着非同寻常的意义。

(4) 有助于促进轨道交通的系统研究

通过构建城市轨道交通系统与城市其他系统的反馈模型,可以深入研究影响城市轨道交通发展的关键因素和相互作用机理。以往关于城市轨道交通系统与城市其他系统的研究,一般都站在宏观的角度上,所建立的模型多为宏观的相互作用模型。本研究将在深入研究这两个系统的内部变量、外部影响因素及其相互关系的基础上,构建详细的、多层次的系统反馈模型。为深入研究二者关系,促进轨道交通系统协调发展奠定理论基础。

2. 研究的实际意义

(1) 为轨道交通周边土地规划提供了可供参考的规划方法与原则

目前,对于 TOD 规划方法的研究仍处于起步阶段,而我国对于轨道交通周边土地利用方面的研究,多停留在对国外成果的引进和概念分析的层面。本书基于轨道交通可持续发展理念,建立可具操作性与实用性的“中国可持续轨道交通的 TOD 规划模式”,从而为轨道交通周边土地规划提供参考。

(2) 为我国城市轨道交通投融资提供可借鉴的方法

城市轨道交通的投融资问题一直是困扰各大城市轨道交通发展的主要难题,以往单一的“政府投资+贷款”的投融资模式阻碍了城市轨道交通线网建设的速度。本书通过对轨道交通外部效益的深入分析,建立了多元化的轨道交通投融资模式,为我国城市的轨道交通投融资提供可供参考的方法。

(3) 建立轨道交通可持续发展的政策仿真系统,为相关政策的制定提供了有力的技术支持

TOD 策略及轨道交通投融资模式的推行往往需要政府政策的促进,不同政策的实施效果往往需要很长时间才能显现出来,政策产生效果的好坏,则已成为不可逆转的事实。本书采用系统动力学方法对城市交通系统及其影响因素进行仿真分析,对相关政策进行仿真实验,从而预测宏观政策的实施效果,提出有效的政策建议。

1.3 国内外的研究现状及深圳市轨道交通发展现状

1.3.1 轨道交通可持续发展的研究现状及分析

MRT (Mass Rapid Transit, MRT) 是一种快捷高效、安全舒适、节能环保的城市公共客运交通方式,是城市地下铁路(地铁)、轻型轨道(轻轨)、单轨交通、有轨电车、新交通(New transit system, NST)、高速磁浮列车和市郊(郊区)列车(通勤列车)等轨道交通的统称。MRT在保证城市土地的集约化开发利用、引导和改善城市空间结构、解决城市交通拥挤问题、促进沿线房地产增值、推动沿线经济的繁荣以及促进城市社会、经济和环境协调发展等方面,都具有极其重大的作用。同时MRT也具有建设资金大、运营成本高、建设周期长等缺点。

现代可持续发展的思想主要源于20世纪70年代初关于“增长极限”的讨论。可持续发展(Sustainable Development, 或称永续发展)是1987年联合国世界发展与环境委员会(World Commission on Environment and Development, WCED)发表《我们共同的未来》(Our Common Futures)报告中首先阐述的观念,该观念不仅在世界各国引发了广泛的影响,同时也成为全世界最重要的思潮之一。WCED在报告中,定义可持续发展为:能满足当代的需要,同时不损及未来世代满足其需要之发展。

目前,关于可持续轨道交通方面的研究较少,相关研究主要集中于可持续交通方面。可持续发展的交通是建立在可持续发展理念的基础之上的。可持续发展的交通研究以20世纪90年代的三部著作为代表:John Whitdegg在1993年所著的《可持续未来的运输:欧洲实例》,David Banister和Kenneth Button所著的《运输、环境与可持续发展》,Gary Haq在1997年所著的《面向可持续的运输规划:英国和荷兰的比较》,以及世界银行在1996年所做的报告《可持续运输:政治变革的关键》。在这些著作中,对可持续交通的概念、内容和政策都做了较为详细的阐述,为今后的研究打下了基础。但在将可持续发展的理念转化为可操作的理论并用于指导交通建设和管理方面,仍处于摸索阶段。目前,围绕交通可持续发展的研究已成为各国交通运输业发展的一个重点,我国在此方面的研究和探索也方兴未艾。

比较有代表性的是世界银行对可持续发展交通系统做出的定义,包括以下三方面的内容:

(1) 经济以及财政的可持续发展性。“为取得经济以及财政方面的可持续发展性,交通系统必须保持低成本,而且能够对不断变化的需求迅速做出反应。”

(2) 环境的可持续发展性。“交通系统可能会给周边环境带来很大影响,因此在系统设计时,必须考虑环境方面的因素。更好地利用现有资源且成本较低的技术将是必要的,但是仍然还不够。需要采取更多的战略行动以更好地利用土地以及对需求进行更为严格的管理,其中包括对空气污染和交通拥堵进行收费来调节公共交通与私人交通的价格。”

(3) 社会的可持续发展性,或者说公平性。“制定交通战略时必须考虑为弱势群体提供更为便捷的,接近就业、教育以及医疗场所的方式。”此外,客户满意度必须是建立可持续发展社会交通系统的主要考虑因素之一。

由于轨道交通容量大、人均能耗低等特点,轨道交通一直都是可持续交通主要的发展方向之一,因此,很少有人关注轨道交通的可持续发展问题。虽然关于可持续交通方面的研究很多,也较为深入,涉及交通领域的众多方面。但轨道交通不同于普通的城市交通,其快速、大运量的特点使其可持续发展对城市发展有着更深层次的意义。但目前关于可持续轨道交通的研究很少,在这些为数不多的研究中,陈强提出了轨道交通可持续性评价指标、规划原则和发展策略;Todd Goldman等探讨了实施可持

续城市交通的四个关键要素；David A. Hensher 进行了基于可持续发展理念的城市公共交通绩效评价；Black J. A. 等建立了可持续城市交通的绩效评价指标及方法。

由此可以看出，当前可持续轨道交通研究主要集中在可持续性评价方面，而对其如何实施没有较为深入的探讨，在国内更为少见。本书将对此进行深入、全面的探讨。

1.3.2 TOD 模式的研究现状及分析

1. 国外及地区的研究现状

对 TOD 的研究最早起源于美国。在美国，以公共交通为主的情况曾经非常普遍，但自从 1960 年通过联邦资助公路建设法案，小汽车逐渐成为城市的主要交通工具。而随着汽车工业的发展，以小汽车为主导的交通模式逐渐取代了以公共交通为主导的交通模式。到了 20 世纪末期，当人们惊觉城市无休止地蔓延、交通堵塞不断加重、可负担住房的短缺、环境污染日益加重及城市中心地区的衰落，TOD 的理念再次走进了专家学者的视野。美国逐渐兴起了一个新的城市设计运动——新传统主义规划 (New-traditional Planning)，即后来演变为更为人知的新城市主义 (New Urbanism)。城市规划界针对“蔓延增长”模式提出了“精明增长”理念 (Smart Growth)。TOD 作为其中最重要的规划手法开始在理论与实践中得到研究和应用。

“以公交为导向的发展”思想由加州大学伯克利分校的卡尔索普 (Peter Calthorpe) 等提出。最早体现在他们进行的一个名为“步行地带” (Pedestrian Pocket, PP) 的研究课题中。1989 年，他们出版了一本小册子《步行地带》，其提倡在区域层面上，通过一个交通系统联系起一串住宅、零售、工作、办公、日常事务管理、娱乐、公园等相对独立且具有一定职能分工的活动区。活动区被控制在一定的规模内，距离交通换乘点半径一般在 400m 以内。

“TOD”是“步行地带”概念的延伸和具体应用之一，由卡尔索普等人于 20 世纪 90 年代初提出。它与“步行地带”开发模式最大的不同就是后者强调通过一个交通系统联系各个具有一定职能的活动区，而“TOD”则在于强调社区“多样性” (Diversity)，强调功能上的“多样性”与服务于“多样性”的人群，即由公共交通系统联系一系列功能混合、紧凑发展的活动区，活动区的半径控制在 600m (10min 步行时间) 以内。

TOD 策略逐渐得到了学术界认同，并在美国的一些城市得到推广应用，如旧金山海湾地区 (San Francisco Bay Area)、华盛顿 (Washington D. C.)、亚特兰大 (Atlanta) 和圣迭戈 (San Diego) 等。截至 2002 年，全美已经有一百多个 TOD 项目坐落于城市的重、轻轨和通勤的铁路车站旁。同时，节点以及 TOD 走廊开始或者已经形成，例如阿灵顿县的 Rosslyn-Ballston 发展轴和洛杉矶好莱坞地区的 Western Vermont 区。另外，全美已经进行了一百多个联合开发项目。

在社会和公众生活方面，TOD 的发展带来了很大的影响，许多学者进行了这方面的研究。因为 TOD 的实施可以节约出行时间，同时提高可达性，所以从理论上来说，这些好处将会带来土地价值的提升及房屋租金的提高。成功的 TOD 将会明显减少人均机动车出行量，影响人们的出行方式，从而减少能源消耗、交通堵塞等社会问题。Kittleson (1999)、Rood (1999) 和 Cervero (2004) 研究了公共交通的服务质量因素对出行类型的影响；Kuby、Barranda 和 Upchurch (2004) 评估了美国城市站点周围环境对轻轨乘坐率的影响，他们发现可达性因素的重要性，包括雇佣情况、人口状况、租住比例、大巴线路、停车场情况及集中程度等。据计算，平均每 100 个工作职位产生 2.3 个日出行，每 100 个居民产生 9.3 个日出行，每 100 个停车位产生 77 个出行，每 1 个公交大巴吸引 123 个出行；Cervero (2004) 构建了一个模型来预测提高住宅和商业类房产的密度，并考量了提高车站周边人行便利程度对公共交通乘坐率的影响。如果每英亩增加 10 到 20 个单元，公交乘坐率将由 20.4% 提高到 24.1%，

而且如果实施行人友好设计,将达到27.6%;Renne(2005)发现美国城市在过去30年里公交乘坐率下降得很快,从1970年的19%降到2000年的7.1%。但是在103个TOD区域内,则是从1970年的15.1%上升到了16.7%。而在公交优先政策主导的城市,如波特兰和华盛顿特区,这种增长更为明显;Bunt和Joyce(1998)的研究表明,在车站1000m距离范围以内,家庭的平均机动车拥有率要比远离车站的家庭低31%。

一些学者进行了TOD实施效果评价的研究。Schlossberg(2004)描述了TOD开发效果评价的方法,考虑了两个美国城市在进行了TOD开发前后城市结构、站点的步行可达性、公交使用和社会人口等方面的变化。他们发现许多公交站点没有设置在最佳步行可到达的位置,而那些机动车导向的街道是最明显的步行障碍;Niles和Nelson研究了决定TOD成功的关键因素及衡量标准。

还有少数研究涉及具体的TOD规划设计模型方面,台湾的冯正民等应用线性规划方法,进行了以运营单一目标的公共交通走廊的土地使用计划,建立了一个两阶段土地使用及交通网络设计模型;林桢家建立了考虑到开发密度限制的TOD规划模型,结合可持续发展和TOD理念,探讨了公共交通车站周边土地使用的多目标规划;Kaneko&Fukuda提出了基于TOD理念的道路路网容量与未来人口增加的二阶规划模式。

2. 我国的研究和实践情况

跟国外的深入研究及广泛应用相比,由于长期实行开发导向的交通模式(DOT),我国TOD策略的应用程度参差不齐,并且缺乏可操作的,适合我国的TOD模式。

与此同时,很多国内外的学者也越来越多的注意到中国的发展对未来全球环境的影响。据研究表明,因城市人口迁移和增长,中国未来30年的新开发量将占到其所有总建成环境的50%以上,每年约有800~1000万户的新开发项目。开发模式的区别,也必然产生交通模式的巨大差异。为了避免中国成为下一个“小汽车模式”的受害者,许多城市如上海、天津、深圳等城市已经着手进行MRT站点周围的TOD策略研究和规划。

2004年秋季,加州伯克利大学环境设计学院和天津城市规划设计研究院共同研究中国天津的TOD原型和原则,并推荐实施的政策架构。其目标是通过与中国伙伴之间的协作,建立未来5年中5000~10000户规模的TOD邻里社区示范模式。通过经验积累,中国将在制度和政治层面上广泛实施这些模式,以实现一个更为持续的未来。

另外,我国也有一些学者进行了TOD方面的研究。这类研究多为定性的分析或者国外成果的介绍。定量研究方面,骆汉宾和聂规划分析了武汉轨道1号线联合开发的情况,针对其存在的问题提出了政策建议;韩春素以石家庄为例,量化分析了城市轨道交通项目建设和运营的经济、社会效益;陈运来和骆汉宾提出了轨道交通与土地联合开发规划,探讨了联合开发规划的形成机制、工作流程和主体内容,提出了联合开发规划实施效益的评价方法。

综合以往国内外研究的成果,关于TOD的研究主要集中于内涵界定、规划基本原则、实施手段及效果评估及少量的具体规划模式研究,具体分类如表1-1所示。

综观这些文献可以发现,关于轨道交通对于周边房地产价值影响的文献很多,但相对而言,研究TOD社区的高密度和土地混合使用程度对轨道交通效益的影响则比较少;研究TOD模式对公交乘坐率影响的文献很多,但对其他方面的影响,如可支付住房供应、土地集约利用的影响则很少;很多研究涉及站点地区的TOD规划策略,这些研究主要集中于三方面:提高开发强度以提高乘坐率、混合使用土地以提高公共交通便利和便于行人的设计以利于使用公共交通。但只有少数研究涉及具体的规划方法,而且这些规划模式只讨论了TOD规划的某一方面,缺乏对综合因素影响下的考虑,而且目前尚无关于土地使用类型和使用密度的综合TOD规划模型。

TOD 理论与实践研究分类

表 1-1

类 型	文 献	主 要 成 果
规划理论	Calthorpe (1992, 1993, 2001); Lefaver S. (1997); Bernick M. (1997); Robert Cervero. (1997); Salvesen D. (1996); Douglas Porter. (1997); John Scandola, Ned Conroy. (1999); Colin Ashton-Graham, Gary John (2005)	对 TOD 的内涵和研究范围加以界定, 提出了与公共交通实质关联、开放范围在 400~800m 的半径内、混合使用土地及有利于公共交通等几个规划特点
规划原则	Calthorpe (1993, 2001); Marya Morris (1996); Pushkarev Boris (1977); Hank Dittmar (2004)	对 TOD 的基本结构及最低密度要求加以限定, 但无具体的确定方法及实证研究
实施手段	Nelson&Nygaard Consulting (2002); Bernick, Freilich Robert H. (1998)	根据以往经验对实施方法和手段提出建议, 提出如联合开发、私人参与等方法
效果评估	Cervero R. (1994); Arrington, G. B., Parker, T. (2001); John L. Renne. (2005); Paul Bunt (1998); Calthorpe (1993); Schlossberg (2004); Niles& Nelson	评价了 TOD 所能带来的各种影响及作用; 实施效果评价; 衡量 TOD 成功的标准
理念应用	骆汉宾 (2006); 韩春素 (2005); 陈运来 (2005); Morris (1996); Dittmar&Ohland (2004); Nelson&Nygaard (2002); ARC (2001); Zhang Ming (2006); Peter Newman (2005); 何恒光 (2006)	对 TOD 理念的应用情况进行了研究
规划模式	冯正民, 张昭云 (1993); Lin, J. J&Feng, C. M (2003); J. J. Lin, C. C. Gau (2006); Kaneko&Fukuda (1999)	具体规划模式的探索, 实例操作, 大部分研究主要针对台湾地区

同时, 由于我国快速公共交通系统的建设相对国外起步晚, 只在少数几个大城市进行了兴建, 且总体长度远远落后于国外同类城市, 轨道交通周边土地的开发问题近几年才逐渐引起重视。因此, TOD 方面的研究还处于比较初级的阶段, 多数是定性研究, 缺乏较深入的定量分析与绩效评价。

虽然以往的文献可以为 TOD 研究提供一定的参考, 但仍有许多不足之处, 具体如下:

(1) 文献中关于 TOD 的规划理念、原则和特性, 均是基于西方低密度的现状提出来的。而我国人口密度大, 人均可支配收入较低, 公交乘坐率很高, 因此, 我国实施该模式的出发点和目的与西方国家有着很大的区别。所以这方面的研究还有待进一步深入。

(2) 在目前的 TOD 规划理念和设计原则中, 大部分研究是以站点周边土地为研究对象的, 较少考虑 TOD 社区与整个城市和区域未来发展的协调。

(3) 目前所进行的研究主要从理念、框架及预期效益处着手, 只有基本结构部分较为完整, 其他方面尚无深入探讨, 且较少涉及较为具体的规划及实施方案。

因此, 本书在建立适合国内城市 TOD 模式的同时, 要注意解决该模式存在的一些问题及没有很好解决的部分。既要保证充足的客流, 又要进行合理的、适度高密度的土地开发, 以避免过分拥挤。

1.3.3 轨道交通投融资模式的现状及分析

轨道交通的投融资模式主要界定谁来进行投融资、如何投融资 (融资手段及资金来源) 以及项目建成后如何经营运作, 即不同的轨道交通的投融资模式主要体现在其投融资主体、所有权、融资手段及经营主体的差异上。当前存在的主要投融资模式包括:

(1) 完全政府主导型, 即政府投融资及政府经营

轨道交通早期建设时, 世界上大多数国家均采用此模式, 如纽约、柏林、巴黎、莫斯科、首尔等。

早期我国城市轨道交通的投资也是完全依赖政府,如北京最早的两条地铁完全由中央政府投资建设,上海的1号线和5号线完全由地方政府投资建设。目前,中国城市轨道交通的投资主体仍是各级政府,融资方式也相对单一,基本采取国家预算内资金、国内贷款和利用外资三种形式。

具体方式主要是以地方政府财政资金为主导的财政投融资模式,即由政府组建项目法人责任制公司,政府向项目公司注入部分财政资金作为建设项目的自有资金,沿线各区以建设项目的动拆迁工程折算出资,资金缺口由政府作为信贷担保人,以公司名义向银行贷款和进行其他融资活动。除上海的原地铁1号线、2号线以外,项目公司的资本结构中股权资金和债务资金的比例一般为4:6。如上海地铁1号线北延伸项目、M7线项目,实际资产负债率达到60%以上。这一资本结构,形成了我国现有的城市轨道交通高负债经营的基本特点。

(2) 半市场化运作型,即政府投融资,私人部门参与运营管理

新加坡地铁即采用这种模式,新加坡地铁由新加坡国土运输局建设完成后交付运营公司使用,其建设资金全部来自于财政支出。

(3) 项目融资型,即建设主要靠私人融资,政府授以特许经营权并到期回购

北京地铁建设首次在奥运支线工程尝试采取BT(Build-Transfer,建设—转让)模式运作,即由招标方通过公开招标的方式确定建设方,由建设方负责项目资金筹措和工程建设,项目建成竣工后由招标方进行回购。北京地铁4号线是国内轨道交通建设中首个以公私合营的模式(Public Private Partnership, PPP)进行建设运营的项目。

深圳地铁4号线一期工程已经由深圳市政府投资建设完成,二期工程采用BOT(Build Operate Transfer)方式,确定由香港地铁公司完成4号线二期工程。根据签署的协议,香港地铁公司在深圳成立项目公司,以BOT方式投资建设4号线二期工程,具体经营模式是“地铁+沿线物业综合发展经营”模式。香港地铁的深圳项目公司负责二期工程的建设 and 全线的运营。自4号线二期通车之日始,全线将由香港地铁公司成立的项目公司统一运营,该公司拥有30年的特许经营权。此外,香港地铁还获得4号线沿线290万m²建筑面积的物业开发权。在整个建设和经营期内,项目公司由香港地铁公司绝对控股,项目公司自主经营、自负盈亏,运营期满,全部资产无偿移交深圳市政府。

(4) 政府监控下的市场化,即投资主体多元化,运营引入市场机制

“公私合营”是一种典型的模式,即由政府与企业共同出资建立地铁公司,负责地铁的投资、建设和运营,东京、伦敦就是采用该模式。伦敦地铁的建设投资来源一般有政府投资、地方公共团体投资、银行贷款、债券、轨道交通建设附加费和轨道交通营业收入等;日本城市轨道交通投融资方式主要有政府补助方式、利用者负担、受益者(或原因者)负担、发行债券、贷款五大类。不同投融资方式有不同投融资主体。

另外一种有效的方式是资产上市模式,如香港和新加坡。香港地铁在2000年10月发行股票上市,政府向公众直接出售23%的股权,股票融资达94亿港元,实现了投资主体的多元化。该种模式适合轨道交通形成一定资产规模的城市。

上海市轨道交通建设采用的是商业化模式,使融资压力和融资风险得到合理的分摊。其主要做法是将项目的投资、建设、运营和监管分配给不同的主体。其融资手段也开始多元化,采用了发行债券、贷款融资、土地入股等手段。1998年上海城市建设投资开发总公司为城市交通建设发行了债券,发行总量为5亿元3年期、5年期。浦东建设债券用于地铁2号线建设,及时缓解了资金严重紧张的困境。这不仅是吸引居民投资的最好手段,也可以大量吸纳一些特殊的机构,比如社保基金、保险基金等资金,投向轨道交通建设。

(5) 完全市场化型,即投资和运营均由私人集团承担

泰国曼谷 Skytrain 轻轨线路采用了此种模式。轻轨建设成本的 55% 来自贷款，而贷款中 70% 是美元形式的贷款。政府不提供建设资金、不分担主要项目风险，但提供项目沿线工程用地、线路延伸的优先权、运营前八年免税等优惠政策。

经过一段时间的运营，这种模式显示出了它的弊端，给泰国轨道交通带来了严重的后果：私人公司自身资本积累难以满足轨道交通项目建设需要的巨额投资资金；运营亏损严重，难以获得新的贷款和债务发行额度，无法为二期的扩建项目投资，整个轨道交通经营陷入困境。

从目前的轨道交通投融资模式可以看出，轨道交通的建设和运营不应由政府完全主导，但也不能完全市场化，而应该建立适当的机制使外部效益得以返还，并采用多元化、多渠道的融资手段。

1.3.4 轨道交通政策的现状及分析

1. 国（境）外相关政策

（1）TOD 方面

许多地区推出了政策或者工作手册来促进 TOD 的发展，如美国西雅图市的 Puget Sound 区专门推出了 TOD 的工作手册。有些学者，如 Porter 回顾了地方政府和交通机构所推出的相关政策和法案。以下是美国所实施的部分相关政策及实施效果的评价。

美国的交通发展经历了 20 世纪 30 年代前以就业为导向的时期及二战后的 20 世纪 50 年代到 80 年代以国家州际高速公路建设为核心的公路交通大发展时期，到 20 世纪 90 年代进入以可持续发展为目标的综合运输发展阶段。以 20 世纪 90 年代通过的多模式地面交通效率法案（The Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991, ISTEA）和 21 世纪交通平等法案（Transportation Equity Act for the 21st Century, TEA-21）为里程碑，这两个法案鼓励交通计划和投资方面更加柔性化与和谐发展，建立安全、环保及交通导向的社区。这对 TOD 的产生和发展都起到了一定的推动作用。除此之外，还有一些专门推动 TOD 的政策，如：

1) 新联合开发政策（New Joint Development Policy）：联邦公共运输管理局（Federal transit administration, FTA）在 1997 年重新修改了联邦一般准许规则（Federal Common Grant Rule），开启了一个崭新的公共交通联合开发阶段。这个新的指导方针，允许交通管理机构在不改变联合开发性质和公交社区的前提下，销售土地所有权，不必上缴其投资回报。在过去，交通管理机构销售停车用地或者其他辅助土地给私人开发商的时候，必须向美国财政部上缴收益。因此，这个新规定促进了公交系统进行联合开发项目，而不必着重考虑税收的问题，把重点放在了“最高及最好的公交利用”上。

2) 交通、社区及系统保全项目（Transportation and Community and System Preservation Pilot Program, TCSP）。这个计划给社区和公交机构整合交通和土地使用提供资助，以加强交通系统和土地利用的联系。近年的一个受赠者是新泽西公交机构，TCSP 项目赠与了 81 万美元来帮助 11 个市，以加强车站地区和周围社区联系的战略。

其他推崇“公交优先”的地区也都采取了相应的政策促进当地居民更多使用公共交通。比如新加坡为了限制小汽车的使用，采取了一系列的税费政策，采取的主要政策和效果如表 1-2 所示。这些政策和项目的实施，对于各国交通的可持续发展和 TOD 模式的推动都起到了一定的作用。但对不同城市的影响有很大的不同，有的城市实施效果很好，达到了预期的效果，小汽车使用率降低，公共交通乘坐率明显提高，如加利福尼亚州和波特兰市；但在一些城市效果却不明显，并没有多大程度地改变人们的出行习惯。

新加坡公共交通相关政策及效果

表 1-2

采 取 措 施	效 果
小汽车固定收费：汽车税和附加税；关税；登记费以及附加费；配额系统；岛内进出收费；燃油控制费（离开新加坡油箱必须加满 $>3/4$ ，回新加坡油箱不得 $>1/2$ ）（原因在于马来西亚的油价远低于新加坡）； 小汽车使用收费：燃油税、停车费； 小汽车外部影响收费：拥挤收费；年度养路费（根据排量）	有效降低小汽车使用，提高公共交通乘坐率；725公顷电子道路计费区实施的第一年：交通量下降24%；平均高峰时速：由32km/h提高到42km/h

(2) 投融资方面

这方面的政策主要涉及以下几个方面：融资渠道、各类资金比例和资金使用方向（如用于优化交通结构、改进土地利用及各种交通设施之间的连接等）。一些大城市采取的轨道交通投融资政策如表1-3所示。

各大城市轨道交通投融资政策

表 1-3

城市名称	政府投资部分	社会融资部分	社会融资基础
新加坡	上市前，承担100%建设投资；上市后，向公众出售33.7%的股权	企业负责运营投入	以其他公交盈利弥补运营亏损
首尔	早年承担100%投资，包括承担还本付息的贷款；近年投资新线承担80%	后期引入私营机构承担，占总投资20%的机电设备投资	政府对运营亏损进行补贴
东京	中央和地方政府共同承担100%建设投资	企业负责运营投入	隧道、轨道、车站等资产作为市政道路类资产，不计企业资产和计提折旧；辅以财政补贴等
香港	上市前，政府全额投入建设和运营；上市后，政府先期的投入折成股本，约占总股本的76%，其余由企业负责	企业负责运营投入和新线建设投资	沿线物业发展支持企业高额盈利，融入社会直接和间接资本
巴黎	投资80%	企业负责运营和设备更新的投入	政府对票价实行补贴
纽约	承担100%的建设投资和运营投入	无	无

在轨道交通建设初期和高速增长时期，政府投融资都发挥着主要作用。如北京地铁建设初期政府投资比例高达100%，香港地铁政府投融资占77%，巴黎占80%，英国曼彻斯特占90%，新加坡占到了100%。在地铁完成大规模建设而进入成熟期后，其中一些城市的地铁也同时形成了相应的获利模式，使之有了市场化的基础。在此基础上，政府再通过向其他投资人出售股权的方式，收回一部分建设资金。

最具代表性的是香港和新加坡。香港地铁在2000年10月发行股票上市，政府向公众直接出售20%的股权，收回资金约300亿元。新加坡政府也在对地铁重组基础上，收回了部分建设资金。

香港地铁制定合理的融资模式进行融资。首先，从财务的角度达到融资风险最低。如在借款利率浮动方面，确定最优的定息借款和浮动利率借款的比例；在外汇风险方面，制定可容许的外汇浮动范围，选择适宜的外汇币种，在借款期限的制定上，长期借款和短期借款合理分布，防止还款期限的集中。其次，香港地铁能够利用国际金融市场的新兴金融工具融入资金，如发行环球债券、中期票据、