

国外城市轨道交通经济研究简要回顾

A Brief Review of Overseas Economic Researches on Urban Rail Transit

刘 志

(世界银行,美国华盛顿特区 20433)

LIU Zhi

(The World Bank, Washington DC 20433, USA)

摘要: 面对中国城市轨道交通快速发展的现状,指出有必要重视城市轨道交通经济的实证研究,探索轨道交通市场的特征以及经济规律。简要回顾了发达国家尤其是美国城市轨道交通的兴衰,探讨了交通经济经典著作《城市交通问题》的主要观点、离散选择模型在城市轨道交通规划中的应用及其重要参数的经济含义。最后,追溯了发展中国家城市轨道交通发展中面临的财务问题以及私营部门参与的经验。

Abstract: In the context of rapid urban rail development in China, this paper emphasizes the importance of empirical research on the market characteristics and economics of urban rail transport. The paper starts with a brief overview of the rise and fall of urban rail transport in developed countries, especially in the U.S. This is followed by a discussion of the key findings of "Urban Transportation Problem"—a classic study in transport economics, the application of discrete choice models in urban rail planning, and the economic implications of key model parameters. The paper also reviews the financial problems of urban rail development in developing cities and their experiences in private sector participation.

关键词: 交通经济;城市轨道交通;离散选择模型;价格弹性系数;出行时间价值

Keywords: transportation economics; urban rail transit; discrete choice model; price elasticities; value of travel time

中图分类号: F57

文献标识码: A

收稿日期: 2009-02-06

作者简介:刘志(1961—),男,广东中山人,博士,交通经济专家,主要研究方向:交通经济、城市经济、投资项目评估等。E-mail:Zliu@worldbank.org

随着人均收入的增长与城市化进程加快,中国城市轨道交通已进入快速发展阶段。从北京市地铁1号线建设开始,城市轨道交通发展已有几十年的历史,但大规模的网络建设则是在近些年,并仅限于几个特大城市。随着越来越多的城市发展轨道交通,中国有必要重视城市轨道交通经济的实证研究,对现有经验进行科学总结,并与国外经验进行比较,探索轨道交通的特征以及经济规律。鉴于此,本文对国外城市轨道交通经济研究的历史与成果进行简要介绍,以供参考。

1 发达国家城市轨道交通的兴衰

国外城市轨道交通的发展始于伦敦,第1条地铁线路于1863年开通运营。随后,欧美国家许多大城市相继建设了地铁或有轨电车系统。西方发达国家城市轨道交通发展经历了100多年的历史,这不禁使很多发展中国家发问:发达国家100多年前能做到的事,我们为什么不能做到?毫无疑问,在当今世界,仅仅是建设轨道交通系统并投入运营,大多数国家都能做到。关键问题是,轨道交通是不是解决城市交通问题的有效手段?如何规划、建设、经营才能使巨大的投资真正发挥不可替代的作用?

“替代”是国外轨道交通经济研究的核心论题。必须认识一个事实,西方早期的轨道交

通系统是在小汽车和后来的公共汽车问世之前发展起来的,当时主要的出行方式是步行和马车。轨道交通作为唯一的长距离、大容量快速公共交通工具,自然占领了一个庞大且不断增长的市場,其建设面临的融资问题自然也就不如今天突出。然而,随着公共汽车的发展、小汽车的普及,轨道交通市場受到强大的冲击。

在美国,除了少数人口密度高的特大城市外,轨道交通经历了一段由盛到衰的过程。在汽车出现时纽约市已发展至一定规模,市中心区高密度的土地利用长期支撑着已有轨道交通系统的运营。而美国西部许多大城市是在汽车时代到来之后才大规模发展起来的,小汽车的方便灵活使轨道交通难以竞争。同时,小汽车使城市家庭进入郊区享受独户庭院式的生活成为可能。卡车货运的出现,使工业发展不再依赖水运,而可以建立在郊区土地便宜的地方。由此产生的低密度居住与就业地点的空间分布,又反过来促进小汽车的普及。美国西部许多城市轨道交通因经营不善而拆除,直至今天,仍能看到一些城市道路上遗留废置的轨道。此外,小汽车的进一步普及,也逐渐导致公共汽车市場萎缩与经营维艰。

北美之外情况则不一样,西欧和日本的城市轨道交通长盛不衰。这很大程度上归因于城市历史悠久,高密度的建成区早已成形。更重要的是,西欧和日本长期实行较高的燃油税,通过价格抑制小汽车的使用,从而使公共交通有比较稳定的市場。

2 城市轨道交通经济实证研究

2.1 《城市交通问题》研究成果及影响

美国城市轨道交通由盛至衰的发展历史引起了一些经济学家的深思,1965年,哈佛大学经济系教授约翰·迈耶和约翰·卡恩以及卡耐基梅隆大学工程系教授马丁·沃尔合著了《城市交通问题》一书,这是城市交通经济学的开山之作^[1]。《城市交通问题》首先研究何种经济因素驱动城市土地利用与交通的动态关系。它从微观角度入

手,考虑城市家庭(即就业者与居住者的统一体)如何综合选择居住地点与出行方式。前提假设是,选择结果是由居住与交通总成本最低化而决定的。居住成本取决于城市土地市场价格空间分布规律,离城市中心(主要就业地点)越近,土地与住宅价格越高,但日通勤交通费用越低。另一个因素是家庭对居住环境的偏好:中心城区人口密度大,住房昂贵,面积偏小;郊区地价便宜,住房大而新,有充足的阳光与空间供孩子享受。美国家庭的一个共同偏好是宁愿多花费时间在交通上,也要享受郊区健康的居住环境。由于这些微观层面强大经济因素的推动,美国城市向郊区化迅猛发展。有人会问:为什么在西欧和日本等发达国家的城市,郊区化没有像美国的城市那么强烈呢?这是因为美国人均收入相对较高,人少地多,郊区地价便宜,而且汽油价格低廉。其实,郊区化在西欧城市与日本都存在,只是其发展速度与规模相对较低而已。

面对北美城市低密度郊区化发展的现实,《城市交通问题》认为,土地利用有耐久性,一旦形成,不易改变,改建的成本极高。短期内,城市交通市場受土地利用耐久性的制约,公共政策应该审视何种出行方式或组合能够最有效地服务城市交通市場。《城市交通问题》着眼于城市交通市場中最重要的子市場,即郊区与城市中心之间的通勤。这个子市場决定了城市交通早晚高峰期间的流量,而高峰期流量正是交通系統容量最重要的决定因素。这个子市場可定义为3个环节的组合:①郊区居住区与城市中心之间的长距离交通走廊运输(line haul);②居住区交通向走廊的聚集(residential collection);③城市中心交通从走廊向终点的分散(downtown distribution)。这一概念的引进,在大规模计算机支撑的交通数学模型问世之前,使复杂的城市交通供求关系的量化分析成为可能。《城市交通问题》在高密度和低密度城市典型的交通需求(即单方向每小时客流量)前提下,分析以下几种交通供给方式的每乘客经济成本:①小汽车门到门出行;②交通走廊采用轨道交通(可细分为地铁与轻轨);③交通走

廊采用高速公路上运行的公共汽车(expressway fliers)。后两种方式涉及到居住区内与城市中心区内的出行方式选择(如步行、小汽车换乘公交,区内公交穿梭)。分析结果表明,各种方式的每乘客经济成本随单向每小时客流量的增长而变化。当高峰小时单向交通量达到相当高的水平时,大容量快速公共交通才有竞争力。需指出的是,这里的经济成本指全社会(包括公共部门、私有部门与出行者)为某种方式出行需付出的资源代价(主要包括投资成本、车辆运营成本、个人出行时耗等)。

《城市交通问题》认为,大多数美国城市密度较低,适合发展大容量快速公交的走廊不多,在这些城市,小汽车出行是最经济的。在一些交通密度稍大的交通走廊,利用高速公路运行的公共汽车比轨道交通更为经济。只有极少数情况,如纽约高密度的中心城区,地铁才有经济效率和竞争力。这一观点受到了一些质疑,其中一个主要质疑是该研究没有考虑小汽车对环境的负面影响。由此,加州大学伯克利分校的奇勒和史摩尔于1975年发表了一项以旧金山数据为基础的分析^[2]。研究结果表明,考虑环境污染因素,小汽车的比较成本增加,但增加幅度仍然不能改变其在低密度城市中明显的经济成本优势。

然而,这些重要的研究成果并没有改变美国许多大城市建设轨道交通的热情。究其原因美国联邦政府于1964年颁布的“城市公交法案”。最开始美国联邦政府通过征收燃油税获取稳定的资金来源,用于建设州际高速公路。建设高峰阶段过后,燃油税收入大于建设资金需求。此时,联邦政府也认识到小汽车的普及导致城市公交衰退。为了扶持公共交通,“城市公交法案”规定,联邦政府补贴各地公交固定资产(如车辆与基础设施)投资的2/3。到20世纪70年代,联邦政府将补贴内容扩展至公交运营亏损。这项法案导致两个结果:①城市公交低效扩充,低效运营,越扩充运营亏损越大;②许多大城市投入大量的人力物力进行轨道交通项目规划设计。这些城市也认识到,发展投资巨大的地铁难以通过联

邦政府审批,因此,很多人口密度较低的城市都集中力量筹划轻轨项目。多年之后,一些建成的轻轨线路经营效果并不好。哈佛交通经济学家戈麦斯·伊瓦涅斯教授写了一篇著名的文章,对几条新建轻轨线路的绩效进行了详细的评估,有趣的是,他利用英文中“轻”与“光”的一字多义,给文章取了一语双关的题目:“光明轨道的阴暗面”(A Dark Side to Light Rail)^[3]。

《城市交通问题》一书问世至今已近半个世纪,对轨道交通在北美低密度城市中的局限性提出的结论,一直受到许多政客和轨道交通商业利益集团的攻击。近年,由于国际上对全球气候变化趋势的认同以及国际原油价格爆长,城市轨道交通再次成为规划的热点。这个趋势无可非议,这与《城市交通问题》并非背道而驰,这是因为此书提供了一个严谨的城市交通经济分析框架。一本学术著作的价值不一定在于其结论的持久性,而在于其方法框架的适用性与持久性。正如一个数学方程,重要的不是其结果,而是其方程结构。

2.2 交通规划模型与轨道交通客流预测

由于城市轨道交通规划的需要,城市交通规划模型得到进一步的开发和应用。这些模型以OD调查数据为基础,对出行生成、出行分布、方式划分与交通分配四阶段进行模拟。这4阶段不仅一环扣一环,而且具有复杂的相互作用关系。许多城市为此配备了雄厚的规划技术力量,并雇用一批专业咨询专家。然而,构建模型是一个复杂的过程,将模拟结果做得与现状观测数据逼真并不难,但利用现状数据拟合出一个数学模型来反映令人可信的家庭出行方式选择的经济规律,则是一个不易解决的问题。

四阶段模型中,最为重要的是出行方式选择。常用的方法是离散选择模型(discrete choice model)中的多项Logit模型(multinomial logit model)以及以其为基础而深化的其他模型,如巢式Logit模型。早在20世纪60年代,美国一位工程教授就发现利用多项Logit模型能比较方便地

表示交通方式划分。然而多项 Logit 模型得到经济学界与交通学界的青睐, 主要归功于加州大学伯克利分校经济系教授丹尼尔·麦克法登(Daniel L. McFadden)。他对模型的本质进行了深刻的研究, 证实该模型表示的是人们在离散选择行为中追求随机效用最大化的结果。这一研究成果为经济学中常见的离散选择行为(如选择出行方式、选择学业、选择职业等)研究提供了具有深刻经济含义的工具, 大力推动了若干应用经济学分支的发展。为此, 麦克法登于2000年荣获诺贝尔经济学纪念奖。

对离散选择模型在交通分析中的应用贡献最大的学者是麻省理工学院的本-阿基华教授。他的专著《离散选择分析》^[4]至今仍是最经典最受欢迎的教科书。该书深入浅出, 对离散选择模型的性质进行详尽的阐述, 通过实例介绍此类模型在处理各种复杂方式选择问题中的应用, 并指出应用中易出现的误区。离散选择模型一般建立在抽样问卷调查(如OD调查)数据基础上, 了解被调查者的经济、就业、家庭、居住状况以及实际的出行方式选择(RP数据)。当一个城市为第一条轨道交通线路进行可行性研究时, 问卷调查得不到出行者轨道交通方式选择的实际数据, 只能得到一些意向性的信息(SP数据), 即在某种假设的票价水平上, 人们是否愿意使用轨道交通。针对SP数据模拟实际选择结果准确性较差的问题, 本-阿基华教授提出了一种可靠的、能综合利用RP数据与SP数据的建模方法^[5]。此外, 一些社会调查专家, 逐步摸索出如何通过巧妙构思的调查问卷, 使得到的SP数据尽可能接近实际选择结果。

然而, 这些建模方法在实践中不一定被科学地应用。1989年, 美国交通部研究员当·彼克瑞尔发表了一篇研究报告^[6], 将许多城市轨道交通项目规划的乘客量、建设成本预测值与项目建成后的实际乘客量和建设成本相比较, 发现了一个共同的趋势, 即建设成本总是被低估, 而乘客量总是被高估。显然, 这种趋势不能归结于数学模型的局限性, 如果数学模型会导致预测值的偏

差, 偏差方向应该是随机的。彼克瑞尔将上述趋势归因于联邦政府的轨道交通建设费用补贴政策, 许多城市为了得到这些来自全国而不仅是本地纳税人的资金, 有意无意地朝乐观方向进行预测。约翰·卡恩教授在一篇文章中^[7], 以事实依据揭示了达拉斯市在进行轨道交通规划时故意误导公众, 让公众投票支持市政府的建设项目。卡恩教授多次到美国国会和州议会作专家听证, 使立法者了解城市交通与土地利用之间关系的复杂性以及不同出行方式的经济效率。

2.3 重要规划参数

为了科学地审视各城市针对轨道交通系统的规划与可行性研究, 北美许多交通经济专家对城市交通市场的供求关系做了深入广泛的研究。包括针对某个城市的深入研究, 也包括不同城市、不同系统之间的比较研究。这些研究成果加深了人们对城市交通市场一些共同特点的认识。如公共交通需求价格弹性系数, 大量研究表明, 需求价格弹性系数介于-0.2~-0.5, 这意味着如果公共交通票价降低1%, 乘客量会增加0.2%~0.5%。这个参数很重要, 可以显示票价补贴政策的结果: 票价降低之后, 会有多少新增的乘客量? 会带来多少运营亏损(亦即所需财政补贴)? 需求价格弹性系数的绝对值小于1, 是因为城市交通需求函数的影响变量很多, 包括个人出行时耗(等车时间、乘车时间、换乘时间)、舒适程度、服务准点率以及票价。由于票价是许多变量中的一个, 而且不一定是决定性变量, 另外, 可代替交通方式的存在以及人们对某种惯用出行方式的依赖性, 使得公交票价政策难以大幅度地增加公交需求。

另一个重要参数是公交需求服务弹性系数。大量研究表明, 公交需求服务弹性系数一般为0.4~0.6, 这意味着如果公交服务总量增加1%, 乘客量将增加0.4%~0.6%。需求服务弹性系数一般小于1, 这是因为每个城市第1条轨道交通线路都选在密度最高的交通走廊, 第2条选在次高密度的走廊, 以此类推。有这样一种常见观点,

轨道交通乘客量低是因为只有一两条线路，尚不成网，成网后乘客量必然增加许多。需求服务弹性系数显示，当线路增加时，乘客量会增加，但不会同幅度增加。如果实际乘客量超幅度增加，则要仔细观察系统外的影响因素，如城市人口增长、人均收入增加、路面交通状况恶化、燃油价飞涨等。

出行时间价值是许多交通经济学家研究的课题。人们在出行时耗与费用之间常进行权衡决定选择何种出行方式。比如，收入高的白领比收入低的蓝领更倾向于选择快速的交通工具。利用居民出行调查数据，就可以构建多项Logit模型估算时间价值。模型中人们选择某种出行方式的概率取决于各方式效用函数值的相对大小。如果假设某种方式效用函数值不变，则可计算该方式的技术特征参数(如等车时间、乘车时间、换乘时间、步行时间、拥挤程度)与费用之间的数量转置关系。大量研究表明，通勤出行时间价值一般为出行者每小时收入的30%~60%。更深的研究表明，等车时间价值比乘车时间价值大，这反映了人们等车时的焦虑。而换乘时间价值更大，因为换乘时面临的随机因素更多，焦虑也更大。轨道交通往往牵涉到方式之间或轨道交通线路之间的换乘，在规划中如果将乘车时间与换乘时间一视同仁则会过高估计客流量。美国的交通经济专家往往通过检验规划中使用的出行方式划分模型参数评价客流预测的可靠程度。可见，对出行方式选择行为的经济研究，不仅能提高轨道交通规划和客流预测的质量，也能减少规划中出现的误导行为。

3 发展中国家城市轨道交通财政问题

20世纪70年代中期，城市轨道交通建设的世界格局开始发生变化。一些新兴工业国家面临经济快速增长与城市化带来的交通压力，开始考虑规划建设轨道交通。以新加坡为首，随后拉美、东亚、中东一些国家与地区相继建设了城市轨道交通系统。这些城市人口密度都比美国大多

数城市要高，并具备若干适合轨道交通发展的交通走廊，但人均收入较低，票价承受力不高，以致一些系统不能自负盈亏，陷入了长期依赖补贴的状况。许多发展中国家也在考虑筹建轨道交通，对此，世界银行并不支持。原因是发展中国家财政拮据，财政力量集中于中央政府，而地方政府则基本上没有收入基础，若长期依赖中央政府补贴建设经营轨道交通，会造成长期低效经营而产生财政黑洞，也会削弱其他方面急需的财政支持(如医疗卫生、儿童教育)。同时，世界银行也看到，许多发展中国家城市并不是因为缺乏轨道交通，而是因为管理不善造成交通拥堵。这些城市主干路通行能力绰绰有余，但缺乏基本的交通管理法规与技能，对公共交通的潜力认识不足，造成道路低效使用。有些城市贪大求全、好高骛远，力所能及的事不去做好，偏要做力所能及的事。因此，世界银行于20世纪80年代提出的城市交通政策报告^[8]，鼓励发展中国家城市脚踏实地，引进现代实用的交通管理方法，大力发展常规公共交通，并逐步建立城市财政体系，为以后发展大容量快速公共交通系统打下财力基础。在世界银行的指导下，巴西和南美洲一些国家的城市摸索出一些相当成功的公交优先方法，如公交专行线、公交专用道。这些做法后来进一步演化为快速公交(BRT)。运作良好的BRT承担的客流量可相当于轻轨，而且建设与运营成本很低，不失为交通走廊从普通公共汽车转化为轨道交通的有效过渡方式。

进入20世纪90年代，随着经济全球化的迅速发展，一些发展中国家迅速步入中等收入国家行列，其城市化进程也在加速。为了使中央政府集中力量管理国家层面的事务，并让城市有更多的自主权管理城市层面的事务，越来越多的国家实施了财政放权化，一些特大城市具备了建设轨道交通的基本能力。世界银行对形势认真审视后，在2002年城市交通政策报告《畅通城市》中^[9]，对轨道交通成为可持续城市土地利用发展中心纽带这一重要作用表示认可，但同时强调轨道交通规划不仅要考虑中产阶级的出行需求，而

且要考虑低收入阶层的出行需求。值得一提的是,世界银行对城市加强机构管理能力、提高交通建设运营经济效率的必要性所持的一贯态度没有改变。此外,世界银行鼓励发展中国家城市探索通过特许(concession)模式引进私营部门融资和经营,将政府包揽规划、融资、建设、经营管理的做法转化为政府规划、采购(即由政府采购私营服务)以及监管的做法,以克服地方财政的不足。

由私营部门建设经营城市轨道交通的做法,在欧美国家由来已久,在19世纪末、20世纪初就已出现。当时,由于小汽车与公共汽车尚未出现,轨道交通是垄断行业,有利可图,私营部门愿意进入。由此摸索出一系列通过政府特许模式由私营部门建设经营轨道交通的做法。至20世纪80~90年代,一些发展中国家因财政拮据试图通过特许模式在政府包揽的基础设施行业中引进私营资金,私营部门的参与深度依各城市甚至各项项目的具体情况而定。如曼谷的高架轨道(Skytrain)系统,完全由私营资金建设与运营,而曼谷的地铁蓝线则是中央政府负责建设,由私营企业提供车辆并经营整个系统。

发展中国家的大胆尝试,业绩成败不一,有的相当成功,有的问题百出,最终由政府收归国有。2005年,英国交通咨询专家罗杰·阿尔波特对曼谷、吉隆坡和马尼拉的几条私营部门参与的轨道交通线路进行了系统的比较研究^[10],认为这些轨道交通线路在经济上是成功的,但在财务上却是失败的。尤其是曼谷的高架轨道系统,已成为维系曼谷市中心商业区的交通命脉。然而,投资者亏损严重,直至最近在债务结构重组之后,资金运作的紧张状况才有所缓和。阿尔波特在结论中特别提到政府应在规划与综合交通政策中发挥作用,以保证私营轨道交通的建设与运营有一个公平的竞争环境。2005年,泰国政府取消燃油价格补贴,使曼谷的轨道乘客量有明显增加,这是公平竞争环境有利于提高轨道交通运营效率的一个例子。近些年,国际上对私营部门建设经营基础设施的经验总结越来越多,这也是交通经济研究关注的一个课题。一个共识是:一个财务

上成功的私营轨道交通项目必须首先是经济上可行的,在此前提下,如果财务状况确实不能完全吸引私营部门单独进入,可考虑采用公私合作伙伴(public-private partnership)方式引进私营部门资金和经营能力。

4 结语

中国国情与欧美发达国家很不一样,人多地少,城市化发展速度快,在国民经济和人均收入快速增长阶段却面临着节能减排的巨大压力。在这种情况下,城市高密度、紧凑型、集约化发展是明智的选择。这样的土地利用格局需要大容量快速公共交通系统支撑,因此,城市轨道交通发展前景可观。然而,轨道交通投资巨大,规划、融资、建设、运营管理等方面涉及的问题复杂,必须通过严谨的城市交通经济实证研究,深入了解我国城市交通市场的特点与规律、以及各种交通方式的成本结构,为轨道交通的规划、可行性研究与决策打下坚实的科学基础。在此基础上,快速提升城市交通OD调查、交通建模、替代方案经济分析、财务分析以及项目评审工作的水平。

后记: 谨以此文深切怀念导师约翰·卡恩教授(1935—2003)。

参考文献:

References:

- [1] John R Meyer, John F Kain, Martin Wohl. *The Urban Transportation Problem*[M]. USA: Harvard University Press, 1965.
- [2] Theodore Keeler, Kenneth Small, Associates. *The Full Costs of Urban Transportation, Part III: Automobile Costs and Final Intermodal Cost Comparisons*[R]. Berkeley: University of California, 1975.
- [3] Jose A Gomez-Ibanez. A Dark Side to Light Rail? The Experience of Three New Transit Systems[J]. *Journal of American Planning Association*, 1985, 51(3): 337-351.

(下转第32页)