

可持续的轨道交通助推城市低碳发展

【香港铁路有限公司】

[摘要]

中国内地正在大力推进新型城镇化的建设，在带动社会和经济发展的同时，也不可避免地产生了人口膨胀过快、环境污染、能源消耗等诸多问题，探索与我国国情相适应的高质量的城市发展模式，实现城市的低碳可持续发展已经成为了我国社会和经济发展中亟待解决的重要问题之一。

城市的低碳可持续发展是城镇化的必然趋势，多年来，中央政府高度重视创新和推动与我国高速发展的城镇化以及我国国情相适应的城市发展模式，提出并坚持倡导“绿色、低碳、可持续”发展的理念，出台多项政策鼓励发展绿色公共交通。中国内地城市有限的地理空间、急剧增长的人口决定了必须通过公共交通来解决城市发展的矛盾，轨道交通在技术、成本、舒适度方面相比其他公共交通方式优势明显，而且能够更加高效地利用城市资源，是迄今为止最为绿色的公共交通方式。

近年来，中国内地的城市轨道交通的建设规模、建设速度在全球城市轨道交通发展史上前所未有，但由于城市轨道交通存在内生效应不足外生效应巨大的天然缺陷，在建设如此巨大的城市轨道交通线网的同时，如何改变观念，重视并解决好城市轨道交通的可持续发展将会是各大城市将要面临的迫切挑战。

香港作为全球可持续发展的典范城市，在过去几十年间的城市发展过程中，成功探索出一条通过轨道交通主导城市发展的思路，既兼顾了最大限度保护生态环境，高效利用城市土地资源，又高效实现了整个城市社会经济的高速发展。作为全球领先的轨道交通运营企业之一，港铁公司在其四十年发展过程中，积极配合香港政府，既实现了城市资源的高效利用，又探索和总结出一整套轨道交通企业可持续发展的模式，除了在香港的发展，港铁公司近十多年来也积极探索开拓国际市场，其在全球各地运营管理的轨道交通线路目前已近十倍于香港本地的线网长度，受到各地的一致好评。港铁公司在香港和全球的成功经验和总结出的模式，对内地城市轨道交通的可持续发展具有较为重要参考价值，其中包括：轨道交通的可持续发展必须做到内外结合、双管齐下，可以通过“全生命周期”防范

风险，“以人为本”提升行业竞争力，“精细化管理”提高效率，“多元化”模式广开源头等来提升企业的内部效应；通过“轨道+社区”的模式使得外部效应内生化；通过 PPP 模式引入竞争机制实现行业的“鲶鱼效应”，降低风险等。

港铁公司将继续加大力度参与中国内地的城市轨道交通建设和发展，有信心为中国内地轨道交通可持续发展做出更多的贡献。

[正文]

中国内地自 20 世纪 90 年代开始，进入了城镇化迅猛发展的阶段，尤其是近几年城镇化率持续加速增长。1990 年我国内地城镇化率仅为 26.4%， “十二五规划” 末则达到了 56.1%， 2019 年末已经达到 60.6%， 提前完成了 “十三五规划” 制定的 60% 的城镇化率目标。不可否认，我国内地的城镇化进程无论是速度还是规模都是世界上其他国家所不可想象的，而且目前的增长势头并无放缓之势，高速的城镇化正在逐步改变我国人民的生活，并深刻影响着我国的经济和社会发展。但我们也应该清醒地认识到，由于大量人口在短期内的快速流动和高度积聚，我国内地的城镇化进程不可避免地面临着人口膨胀、能源消耗、交通拥堵、环境污染等诸多问题的挑战，这也对我国城市的发展模式提出了更高的要求。在不影响我国经济持续稳定发展的前提下，寻求有效的改善措施并建立高质量的城市发展模式也已经成为我国社会和经济发展中亟待解决的重要问题之一。

多年来，中央政府高度重视和推动与我国高速发展的城镇化以及我国国情相适应的城市发展模式，提出并坚持倡导 “绿色、低碳、可持续” 发展的理念，在 “十二五规划纲要” 中提出 “树立绿色、低碳、发展理念；增强可持续发展能力”； “十三五规划纲要” 中则强调 “转变城市发展方式，提高城市治理能力，加大 ‘城市病’ 防治力度，不断提升城市环境质量、居民生活质量和城市竞争力，努力打造和谐宜居、富有活力、各具特色的城市”， 这为我国建设低碳可持续的城市发展模式指明了方向。2012 年国务院发布了 《国务院关于城市优先发展公共交通的指导意见》（国发[2012]64 号），明确提出 “按照资源节约和环境保护的要求，以节能减排为重点，大力发展低碳、高效、大容量的城市公共交通系统，加快新技术、新能源、新装备的推广应用，倡导绿色出行”， 也指明了通过绿色公共交通推进城市低碳发展的重要意义，据此我国各大、中型城市都进一步加快了以城市轨道交通为主的绿色公共交通体系发展的步伐。

一、 轨道交通是城市可持续发展的重要推动力

随着我国内地城镇化进程的快速推进，城市人口急剧增长，城市交通系统无论在硬件基础设施还是软件管理系统上都取得了巨大的发展和进步，尤其是大型城市的机动车保有量 “井喷式” 地增长，剧增的机动车数量固然能够提高人和物的流动效率，给城市和社会带来很多便利，但同时所产生的环境污染、交通拥堵

等消极影响也愈来愈严重，而中国内地大型城市有限的地理空间条件也决定了很难通过扩充交通用地和扩充道路来满足不断增长的交通需求，因此必须充分发挥现有的土地与交通资源的潜力，通过建立安全、高效、快捷、低污染的绿色公共交通系统来解决城市可持续发展中的矛盾。

城市轨道交通作为城市公共交通系统中的一个重要子系统，相比其他常规公共交通方式，除了具备传统的安全、节省能源、污染低等特点外，还具备更多的优势：第一，从技术特征上看，城市轨道交通由于具有专用路权，在封闭的系统内运行，运行速度可以达到常规公交的 2 倍，客运能力则能够达到常规公交的 3~5 倍，具有明显的速度优势和运能优势，尤其是上下班高峰时期表现的会更加突出。第二，从空间上看，城市轨道交通对城市空间的利用更加有效，据 UITP（公共交通国际联合会）的统计，要每小时运送 50,000 人到一个地方，每辆巴士需要 35 米宽的道路，每辆轨道交通车辆则仅需要 9 米宽的路轨，而且作为城市轨道交通重要组成部分的地铁更是可以在建筑群密集的地区大力发展，是最有效最能善用土地的公共交通方式。第三，从成本上看，城市轨道交通和常规公共交通随着承载客运量的增加，其平均成本都能够迅速降低，都具备一定的规模经济效应，而轨道交通由于承载客运量的优势，平均成本下降得更快。第四，从乘坐舒适度来看，城市轨道交通由于在专用行车道上运行，不受其他交通工具干扰，而且受雨雪大风天气的影响较小，准时性和可靠性更高，再加上轨道交通的车辆环境也比较好的，因此对乘客出行带来的舒适感更好。第五，从城市资源的高效利用来看，通过城市轨道交通将居民社区更加有效的连结起来，使得市民的生活、工作等都紧密围绕在城市轨道交通沿线，形成“糖葫芦”串形状的城市格局，能更有效的利用土地，使居民出行更加舒适。综合来看，在人口密度较大的大型城市，轨道交通作为迄今为止最绿色的城市公共交通系统，不仅是改善城市交通拥堵的最佳途径，同时也是实现城市低碳可持续发展的有效途径。

二、 内地城市轨道交通可持续发展面临的挑战

近年来，中国内地城市轨道交通发展迅猛，其建设速度和绝对建设规模在全球城市轨道交通发展史上前所未有。据统计，截至 2019 年末，我国内地开通轨道交通运营的城市已经达到 40 个，运营线路总长度达到 6,736 公里，占到全球运营总里程的 23.9%。虽然我国内地城市轨道交通建设的发展规模和速度已经跃

居世界首位，且仍处于高速发展期中，然而，在城市轨道交通建设的发展质量和效率方面，却仍有很大的提升和改善空间。

轨道交通存在着内生效应不足、外生效应巨大的天然缺陷，其特点是投资额巨大，投资回收期长，投资回报率较低。以中国内地城市的平均水平举例来看，假设一个城市的地铁线网为 300 公里，每公里的初始投资金额平均为 8 亿元（其中机电设备投资及相关的费用占比约为 30%—40%），则线网的总初始投资金额约为 2,400 亿元。那么 30 年的总运营成本估算约为 1,650 亿至 2,400 亿元（不考虑通胀、折旧和财务费用），更新改造及追加投资的总估算成本约为 980 亿至 1,200 亿元（不考虑通胀）。但是由于轨道交通具有一定的公益属性，作为主要营业收入来源的票价往往不能制定过高。据统计，2019 年中国内地城市的轨道交通平均单位人公里运营成本 0.69 元，而平均单位人公里运营收入 0.47 元，其中平均单位票款收入仅为 0.28 元/人公里，轨道交通运营入不敷出的现象非常严重，内生效应明显不足。而就轨道交通外部而言，由于其准公共产品的属性，不仅能够极大的减轻地面交通压力，为城市居民的生活提供便利，而且能够积极引导城市轴向发展，更大程度的节约利用土地，促进轨道沿线商业发展，提升沿线土地的价值，增加城市的经济福利，具有巨大的正外部效应。以香港为例，香港自 20 世纪 60 年代起进入人口快速增长期，至 70 年代城市拥挤度已经非常高。香港政府自 70 年代初开始确立了以轨道交通为主带动城市发展的新模式，发展至今，香港市民的公交出行率超过 90%，而轨道交通在香港公共交通运输中所占比例接近 50%，是世界上效率最高、最繁忙的公共交通网络，不仅为市民提供了快速便捷的公共交通，降低了道路交通的碳排放量，而且通过综合规划使得香港非常有限的土地得到了高效的利用，有效缓解了香港的资源利用难题，最大限度的保护了生态环境。同时，由于轨道交通极强的外部效应，也极大的提升了香港城市的投资环境，促进了城市经济发展。以香港南港岛线为例，由于线路的开通，香港特区政府估计对香港经济和环境所产生的效益、周边土地的价值以及税收方面的收益，总估算会达到 400 亿港币的折现现值，30 年内的总效益估算则能够达到 3,000 亿—4,000 亿港币，由此可见由于轨道交通线路开通所产生的外部效应极强。

由于城市轨道交通内生效应不足、外生效应巨大的天然缺陷，在国内建设规

模巨大的城市轨道交通线网的同时，如何转变观念，重视并解决好城市轨道交通的可持续发展，将会是各大城市将要面临的迫切挑战。

三、 城市轨道交通可持续发展的可行思路

香港是全球城市可持续发展的典范，在过去几十年间的城市发展过程中，成功探索出一条通过轨道交通主导城市发展的思路，实现了最大限度的保护生态环境、高效集约利用城市土地资源、有效拉动城市经济以及创建和谐社区的可持续发展模式。香港人口约 752 万人，地域面积 1,107 平方公里，而建成区面积仅占 24%，在这一有限的土地利用结构上，成功支撑起了香港庞大的居住人口、繁荣的金融商业活动、可为市民共享的生态环境，在城市竞争力和可持续发展方面的排名长期位居全球前列，这都得益于香港政府长期以来对轨道交通主导城市发展模式的大力推动。

香港铁路有限公司（以下简称“港铁公司”）作为香港特区政府控股公司，是香港骨干交通基础设施建设和公共交通运营服务商，是全球领先的跨国轨道交通运营企业之一。在四十年发展过程中，港铁公司积极配合香港特区政府，实现了城市资源的高效利用，而且积极探索通过采用“轨道+社区”模式积极扩大轨道交通的外生效应，内部则践行“全生命周期理念”以及“精细化管理”等措施提升企业自身的内生效应，成功实现了轨道交通企业的可持续发展。

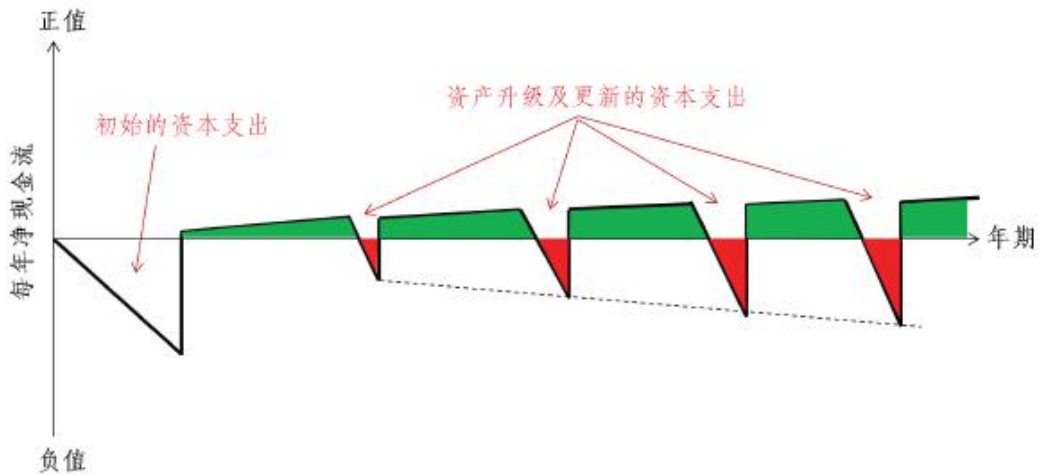
港铁公司在香港和全球投资多年的成功经验和实践模式，对内地轨道交通的可持续发展具有较为重要参考价值，结合中国内地城市的实际，实现内地轨道交通的可持续发展必须做到内外结合，双管齐下：

（一） 有效提升企业内部效应

第一，通过“全生命周期”防范风险。轨道交通运营企业首先要对“全生命周期”内的财务风险有足够的认知和应对，必须对“全生命周期”内的成本有合理的估算，如果只关注前期 3~5 年的建设期内的财务平衡，而对后续运营成本的增加、追加投资和更新改造支出缺乏合理的估算，就会在几十年的运营过程中缺乏健康的现金流，企业就有可能降低运营的服务质量和可靠性，从而导致客流减少，迫使政府无法提高票价进而叠加引发更大的现金流缺口，形成恶性循环，最终影响到轨道交通的可持续性。港铁公司多年来积极倡导并秉持的“全生命周期管理”理念，统筹考虑了轨道交通线路建设及运营期间的所有费用支出（包括

建设成本、财务费用、运营成本以及追加投资和更新改造), 通常以 25—30 年为一个周期, 通过制订整个周期内的财务平衡计划来实现轨道交通的财务可持续。即:

全生命周期成本=初始建设投资+合理的运营维护成本(需考虑通货膨胀和技术更新)+追加投资+更新改造。



图：轨道交通运营企业全生命周期成本

“全生命周期”理念要求内地城市的政府部门和轨道交通企业从可持续经营的角度对全生命周期的总成本进行测算, 并统筹考虑各种短期和长期因素, 做好整个生命周期内的财务平衡计划和风险应对措施, 以实现轨道交通的财务可持续。

其次, 轨道交通企业也要对全生命周期内的收入风险有充分的认识。由于轨道交通的公益属性, 作为主要营业收入来源的票价大多采取政府统一定价模式, 未全面考虑市场因素变化对轨道交通成本的影响, 也忽略了运营企业追求合理利润的要求, 长期来看难以发挥价格对公共运输资源配置的引导作用, 也不利于轨道交通的可持续发展。应该统筹考虑惠民利民、公共财政能力和轨道交通的可持续发展等因素, 充分尊重市场, 建立票价与轨道交通运营成本的联动机制, 根据城市经济发展状况、社会物价水平以及劳动工资水平等因素, 定期对城市轨道交通票价进行合理的调整。以香港为例, 政府制定了以市场化为原则的“可加可减”票价调整机制, 每年自动根据以下调节公式变更票价, 并定期(5年)进行有效性评估:

整体的票价调整幅度 = 0.5 x 综合消费物价指数变动 + 0.5 x 交通行业工资指数变动 - 生产力因素

该机制一方面综合平衡了政府、纳税人、消费者、行业、及其他利益相关方的需求，在票价中公平合理的反应了各项成本变动，另一方面生产力因素这一指标的加入也能够避免出现市民无法接受的大幅度加价的局面。通过建立与物价总水平、居民收入水平以及轨道交通运营成本相适应的票价调整机制，确保了港铁公司能够获得合理的票务收入，降低了全生命周期内营业收入的风险，有助于实现轨道交通的财务可持续发展。

第二，通过“以人为本”提升行业竞争力。城市市民在选择出行方式时，通常会对各种交通方式在时间、成本、舒适性以及便利性等方面进行比较，并选择以最小成本实现最大化效用的方式。港铁公司作为自负盈亏的上市公司，为了提升竞争力，始终将“以人为本”的服务理念贯穿于轨道交通的设计、建设和运营的全过程，采取了各种方法来提升运营服务水平和乘客满意度。如采用同台换乘减少乘客换乘时间和换乘距离，增加换乘便捷和高效性；采用动态调整空调和通风系统提高车站和车厢的舒适度；在市区设立机场快线预办登机行李拖运服务；在轨道交通未覆盖郊区提供终端接驳巴士方便乘客搭乘地铁，在城市商业中心同样提供巴士系统（尤其是通过机场快线终点免费到达各星级酒店）满足庞大的商务人群搭乘轨道交通的日常交通需求；此外，香港各个城市中心区的建筑到轨道交通站点都有“露天”（包括人行道、绿化平台等）及“有顶”（包括空架长廊、行人天桥、地面长廊、地下走廊等）两套行走路线，市民选择港铁公司网络出行，即可实现风雨无阻、畅行无忧。细致多样的便民措施为乘客提供了高效、便捷、舒适的出行体验，从而吸引了更多的香港市民乘坐轨道交通，极大的提高了港铁公司的行业竞争力。

第三，通过“精细化管理”提高效率。目前，内地城市的轨道交通企业大多数仍处于规范化管理阶段，着重于依靠公司规章制度进行内部管理，而精细化管理则能够更多的帮助轨道交通企业提高效率，降低成本。港铁公司通过 40 年的发展，已跨越规范化管理阶段，总结并形成了一整套精细化管理的体系和方法：如精细化的仓储管理，即通过采取不同的库存物料控制办法，确定、分类各种物料消耗数据和维修计划，建立科学的库存管理模型，改变一刀切备品备件比例

的管理办法，从而达到库存最优、降本增效的目的；精细化的资产管理，即实现了轨道交通的维修工作由“计划修”向“状态修”的转变，从而确保资产在全生命周期内的每个阶段都能保持高性能的状态；精细化的乘客管理，即为提高乘客出行体验，港铁公司通过对乘客“离开家—进入车站—上下车—换乘—离开车站”的全程行为进行分析，将乘客出行细节划分为了44个步骤，并对应每一个步骤研究做出改进和优化，从而大大提高了乘客出行的舒适性和满意度。通过“精细化管理”，港铁公司的内部效率也得到了极大的提高。

第四，通过“多元化”模式广开源头。轨道交通由于投资额巨大，且带有一定的公益性，单纯依靠开通运营后的票务收入很难收回投资，而轨道交通作为一种快捷准时的城市交通工具，能够聚集巨大的客流，这无疑能为轨道交通商业带来无所比拟的优势，如果能够充分地将这种地铁客流聚集转化成有效的购买力，必然能成为轨道交通企业除票务收入外的一个有力保障，也有助于轨道交通企业实现以商业营收反哺运营支出的长期可持续发展。港铁公司充分发挥并利用轨道交通的客流聚集优势，大力挖掘轨道交通车站的商业价值，在硬件的现代化和软件的人性化方面为乘客提供舒适和休闲的购物环境，延长乘客的逗留时间，激发乘客驻足购物的潜在需求，进而将流动的乘客转化为有效的购买力。而在车站商业的定位方面，港铁公司结合站点客流的特点进行了深入研究，针对商业区、办公区、住宅区以及高校区等不同的客流特性，采用不同的定位和业态组合，用更加主题鲜明、有特色的车站商业来创造和吸引消费，从而增大轨道交通的商业经营收入。

（二）外部效应内生性

通过推广“轨道+社区”的商业模式，能够增强轨道交通自身的造血功能，实现轨道交通外部效应内生性。由轨道交通企业主导的“轨道+社区”的商业模式，能够集约化利用城市土地，拓展城市空间的范围，特别有利于缓解大城市中心过于拥挤的状态，提高城市土地使用效率和土地利用价值，吸引市民更多的选择在轨道交通网络沿线工作和生活；同时，轨道交通网络沿线社区的高密度开发也能给轨道交通带来更大的客流，增加轨道交通企业的票价收入，形成良性循环。港铁公司经过多年在香港探索出的“轨道+社区”的商业模式和发展理念是香港城市化进程中形成的最重要成果之一，其核心在于把轨道交通的投资建设和沿线土

地的开发升值紧密连结起来，利用物业开发回收的增值部分填补轨道项目的资金缺口，达到合理回报。在这一模式下，港铁公司以该地区没有轨道交通前的地块价值估算，向政府支付地价，在兴建轨道交通的同时与开发商合作开发沿线物业，物业价值因轨道交通发展而提升，然后将物业升值所回收的利润反哺轨道交通的建设、运营和维护。对内地轨道交通的可借鉴意义在于扩大外部效应并不能直接对轨道交通的可持续发展产生贡献，除非是当地政府用外生收益给予补助，必须要自行“引外入内”，才能更好的促进轨道交通的可持续发展。

（三）合理的政府管理机制

从轨道交通的监管角度，通过 PPP 模式引入社会资本，建立适度竞争机制，对轨道交通的可持续发展能够起到事半功倍的效果。目前内地城市基本上都是当地唯一的国有企业垄断着轨道交通的运营，缺乏有效的竞争机制，导致其自身可持续发展的动力不足。通过 PPP 模式引入有长期运营和管理经验的社会资本参与投资、建设和运营当地城市的部分轨道交通线路，并通过适度的行业竞争，让社会资本发挥“鲶鱼效应”，一方面有助于激发不同企业之间的潜力，形成协同效应，降低轨道交通整体的运营成本，提升行业的服务水平；另一方面也能够利用社会资本的风险应对经验对轨道交通全生命周期内的风险进行合理预估和应对，降低轨道交通的风险水平。港铁公司在内地通过 PPP 模式投资建设并运营了北京地铁 4 号线、14 号线、16 号线，杭州地铁 1 号线、5 号线，以及深圳地铁 4 号线（BOT 模式）在内的多个项目，从项目实施的实际效果来看，缓解了当地政府的当期投资压力，有效的平衡了当地政府和企业的风险和收益，节约了风险控制的成本，提升了当地的运营服务效率和服务水平，促进了当地轨道交通行业标准体系的建立和当地政府监管体系的完善。

城市低碳可持续发展是中国新时期城镇化战略的必然需求，轨道交通则是内城市可持续发展的重要推动力，而轨道交通企业自身的可持续发展既需要政府合理的机制保障，也需要轨道交通企业努力降低风险、积极提升自身的可持续发展能力。香港在低碳城市的建设过程中作了有效的探索，轨道交通主导城市发展的模式在香港取得了极大的成功，也对内地城市的可持续发展提供了有益的借鉴。港铁公司作为享有世界声誉的轨道交通运营商，在轨道交通的可持续发展方面积累了丰富的经验，有意愿和能力投身到内地的城镇化建设，未来将继续加大力度

参与中国内地的城市轨道交通建设和发展，也有信心为中国内地轨道交通可持续发展做出更多的贡献。