

（二）广东珠海现代有轨电车

导读：中国城镇化的快速发展带来的交通拥堵和尾气污染问题正在受到越来越多的关注，轨道交通等公共交通方式逐渐成为我国城市交通发展的重点。近些年，珠海市在绿色交通发展方面进行了有益探索，其现代有轨电车的发展不但缓解了交通拥堵的问题，还产生了较好的环境效益，也为珠海市树立了独特的品牌形象，值得中国其他中等城市学习和借鉴。

一、背景介绍

珠海市是我国最早设立的四个经济特区之一，是我国对外联系的重要口岸。在 30 多年的发展过程中，珠海市秉持“交通先行”的指导战略，在对外交通、区域联系交通、城市交通方面均形成了较为完备的体系。但随着城市的快速发展及机动车数量的迅猛增长，珠海市城市交通不可避免地遇到了一些问题。首先是由于山、河、海的自然分割和历史道路建设不足，珠海中心城区道路网密度仅为 3.37 公里 / 平方公里，低于国家规范要求的 7-8 公里 / 平方公里；其次是近 5 年来珠海小汽车的保有量增长速度极快（截至 2013 年，珠海市汽车保有量已达 31 万余辆，其中小型客车保有量 25 万，占汽车总量 80%）。此外，城市交通中心区的交通建设规模不足、分布不合理，城市东西部交通发展不均衡、社区之间联系通道少，交通智能化管理、交通信息整合等也成为制约珠海城市发展的重要因素。

珠海市城市发展正值转型期，面对上述亟待解决的城市交通问题，珠海市急需制定适合自身情况的绿色交通理念，规划绿色交通体系，整合智能交通平台，以适应珠海经济社会发展，打造“生态文明新特区，科学发展示范市”。

二、对策和解决方案

珠海市政府在经过多次专家论证，仔细研究后，反思国内外大城市交通发展的历程，认为要从根本上解决交通拥堵，需要改变“重车轻人”、“车主人辅”的传统交通观念，不仅要增加设施供给，同时要引导人们改变出行方式和习惯。因此，珠海市提出了“以人为本、公交优先、绿色出行”交通发展战略，大力发展资源占用少、低能耗和环保的轨道交通，并完善相应步行、自行车等绿色接驳体系。

与小汽车相比，公共交通具有明显的优势。小汽车交通不仅占用道

路资源，而且需要城市提供额外的停车空间。城市中小汽车乘客人均占用道路空间是公共汽车乘客的 20 倍以上，是自行车使用者的 5-8 倍，是地铁乘客的 90 倍以上。

城市中心区为小汽车提供的停车空间也是巨大的。如果在市中心工作的 1000 个人都采用小汽车上班就需要提供 1.37 公顷的土地作为停车场；如果采用公共交通只需要 15 台公交，而如果采用地铁，只需要一列 8 节编组的地铁。

从运行效率来看，珠海道路交通的运行速度在 25-40 公里 / 小时之间，运行效率较高，但在将来保持这个行车速度的难度极大。目前，中心城区高峰小时平均运行车速约 21-23 公里 / 小时，公交车仅有 18 公里 / 小时，交通敏感点较多。在中心城区 43 个灯控路口中，已经有 21 个在出行高峰期出现交通拥堵，车辆经过时需等待 2 个到 3 个红灯。

从珠海交通现状看，公交单向断面需求在 5000 人 / 小时左右，处在中运量的地面骨干公交服务范围，所以传统的公共交通方式已经不能满足需求。而从人口密度和面积来看，珠海目前还达不到建设地铁的条件。

现代有轨电车是一种零排放、中运量、舒适度高的轨道交通系统，造价一般介于快速公交和轻轨之间，符合珠海交通量级，也能达到珠海环境宜居的要求，并可与城市公共交通共享路权，因为成为珠海市交通现状改造的首选措施。

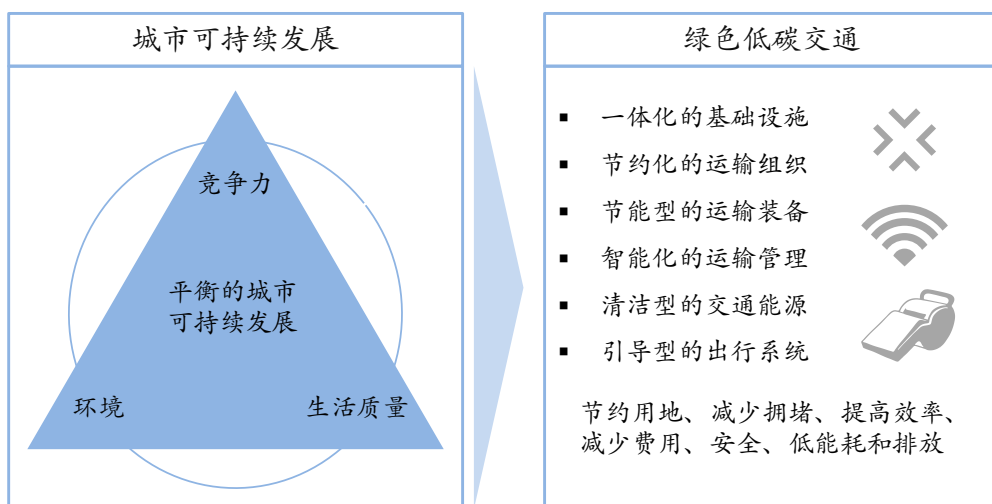


图 1：珠海绿色交通发展研究的基本思路

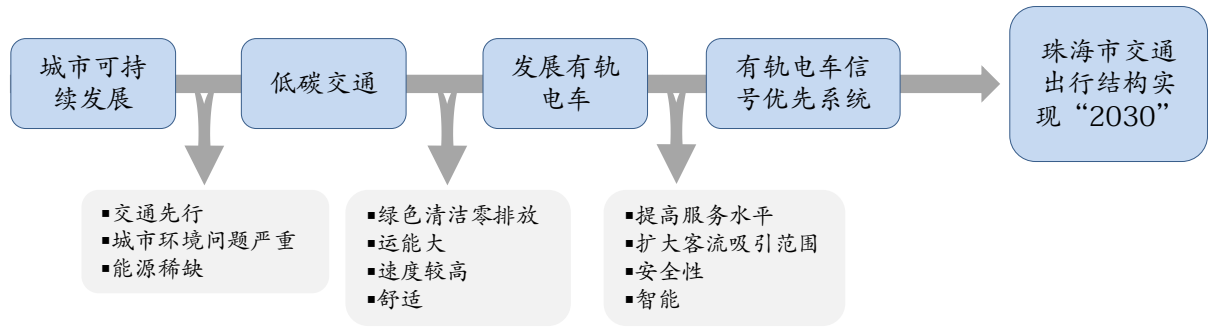


图 2：珠海绿色交通发展研究的基本路线

表 1：不同交通方式基本数据对比表

指标	常规道路公交	快速道路公交	现代有轨电车	轻轨	地铁
运营速度 (km/h)	12-15	20-30	18-25	25-40	25-40
运能 (万人/h)	<0.5	0.8-1.2, 个别 >3	0.8-1.5	1-3	3-6
造价 (亿元/km)	<0.2	0.2-1.0	0.2-0.6	1-2	3-5
相对建设周期	短	较短	较长	较长	长
车辆折旧率	高	较高	低	低	低
能耗	高	较高	较低	低	低
环境污染	高	较高	低	低	低
路权	共享	部分或专有路权	部分或专有路权	专有路权	专有路权

珠海市的现代有轨电车系统情况如下：

1. 现代有轨电车 1 号线

1 号线起点为海天公园站，终点上冲站，总长 8.9km，均为地面线，线路沿梅华路由东向西途经的主要区域有香洲、新香洲、上冲等片区。首期工程全线设车站 14 座，其中岛式车站 9 座，侧式车站 5 座，均为地面站，平均站间距为 0.7 公里；车站采用开放式站台，设计简约；站台设自动售票机、乘客信息系统等服务设施；车站利用地下人行通道和交叉口人行横道线解决行人过街及出入站台的需求。全线设车辆基地 1 处，为翠屏路西侧的上冲车辆段，占地面积约 7.5 公顷；设控制中心一处，位于上冲车辆段内，车辆基地为主城区有轨电车网络共享。为充分利用车辆基地土地资源，通过有轨电车带动周边城市发展，车辆基地进行上盖开发，建设集商业、住宅、办公、交通于一体的城市综合体。车辆方面，采用的是 100% 低地板钢轮钢轨现代有轨电车，车辆长 32 米、宽 2.65 米、最高运行速度 70 公里 / 小时、定员 300 人 / 辆（按 6 人 / 平方米的站立标准估算）。

2. 配套信号控制系统

由于有轨电车的加减速性能相对普通社会车辆差，需要提前制动，对信号控制的要求更高。为了实现目标运营速度，需要通过交通信号优

先缩短运行时间，从而提高有轨电车系统的服务水平，增加其对出行者的吸引力。在有轨电车的运行延误中，约 80% 来自地面交叉口的停车延误，因此降低有轨电车在信号控制交叉口的停车延误，对提高有轨电车的运行速度和服务水平有至关重要的作用。为了提前给有轨电车提供信号，应将地面道路交叉口的交通信号系统与有轨电车的专用信号系统联动以实现有轨电车的安全运营。另一方面，有轨电车的信号优先会造成其它车辆的延误增加，尤其对流量大的相交道路影响较大。这种潜在的负面影响还会扩展到周边区域。因此，在有轨电车建设中，一定要同步实施先进的具有信号优先功能的交通信号控制系统。经过讨论，珠海采用了如下的信号系统方案。



图 3：珠海市现代有轨电车 1 号线

3. 配套综合交通平台

为给珠海交通基础设施精细化规划和有效管理提供支撑，为后续的绿色交通建设提供科学依据，珠海市还建立了一套完善的绿色交通指标体系并搭建城市综合交通信息平台，实现了城市发展概念规划及智能交通系统规划的无缝对接，框架如下：

该平台将有效地对珠海市交通数据进行采集和整合，对城市交通状态进行预测，形成多层次、多手段、动态的交通信息综合体系，满足珠海市智能交通系统多方面的需求。同时，作为体现珠海市智能交通系统整合程度的重要指标，珠海市现代有轨电车信号优先控制系统的规划建设落实了珠海市公共交通优先的政策，完善了城市智能交通系统建设，有效地提高了城市道路通行能力。

三、成效

根据有轨电车项目可行性分析及客流预测，一号线首期将投入 12 辆有轨电车运营，发车间隔为 5 分钟，运输能力将达 0.6-1.5 万人次 / 高峰小时。有轨电车一号线二期工程线路将覆盖 1.7 万居住人口，线路客流覆盖面积同比其他交通方式更为广泛。未来一号线二期工程初期（2019 年）全日客流量将达到 5.56 万人次 / 日，中期（2026 年）



8.40 万人次 / 日，远期（2036 年）11.01 万人次 / 日，同时珠海现代有轨电车采用独立路权辅以交叉口信号优先系统将比常规公交运行提速 30%。在同等运量下，有轨电车采用电力驱动，其能耗约为 0.07 千瓦时 / 坐席乘客，约为 BRT 的 1/4、小汽车的 1/10；运行噪音约为 70db，较机动车低 5-10db。

四、启示和建议

绿色交通是交通运输领域内实现经济与环境协调发展的革新理念，是城市可持续发展的大势所向。珠海市坚持“以人为本、公交优先、绿色低碳”的绿色交通发展战略，在以人为本的大前提下，提出了“优先发展公共交通、倡导慢行交通、建设智能交通、提高运行效率”的珠海市总体交通发展战略。现代有轨电车拥有灵活可调的编组方式、环境友好型的牵引装置、卓越的启动制动性能、人性化的服务设施及形式多样的路权设置，极大地提高了公共交通服务品质，吸引城市居民选择公共交通出行。另外与其配套的信息、信号等智能交通体系同样也是不可或缺的重要组成部分。现代有轨电车正在逐步成为国内中等城市的公共交通工具的重要选择和城市公共交通网络的延伸。作为现代有轨电车在我国中等城市的实践，珠海的经验值得研究。

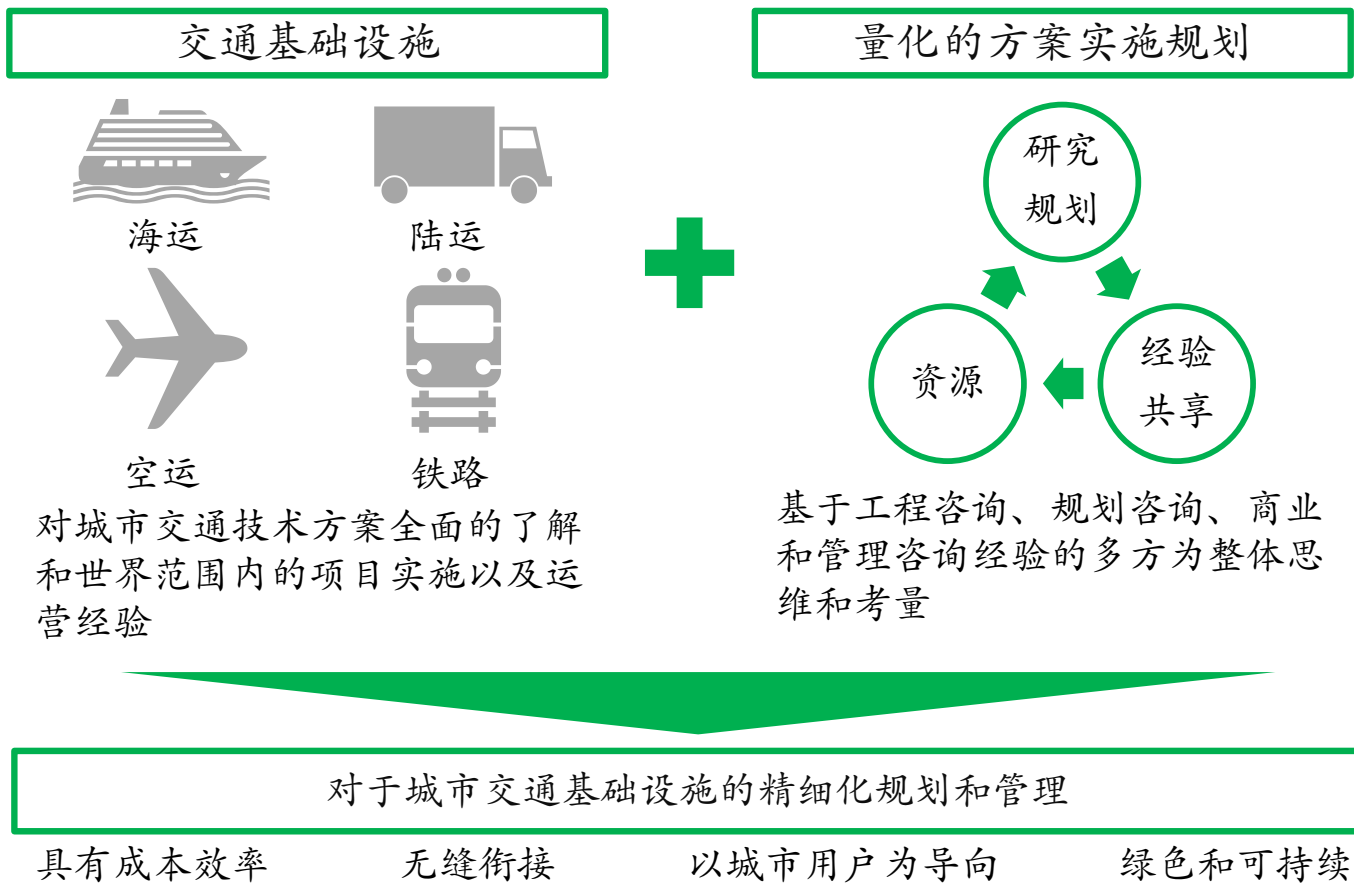


图 4：珠海绿色交通指标体系研究