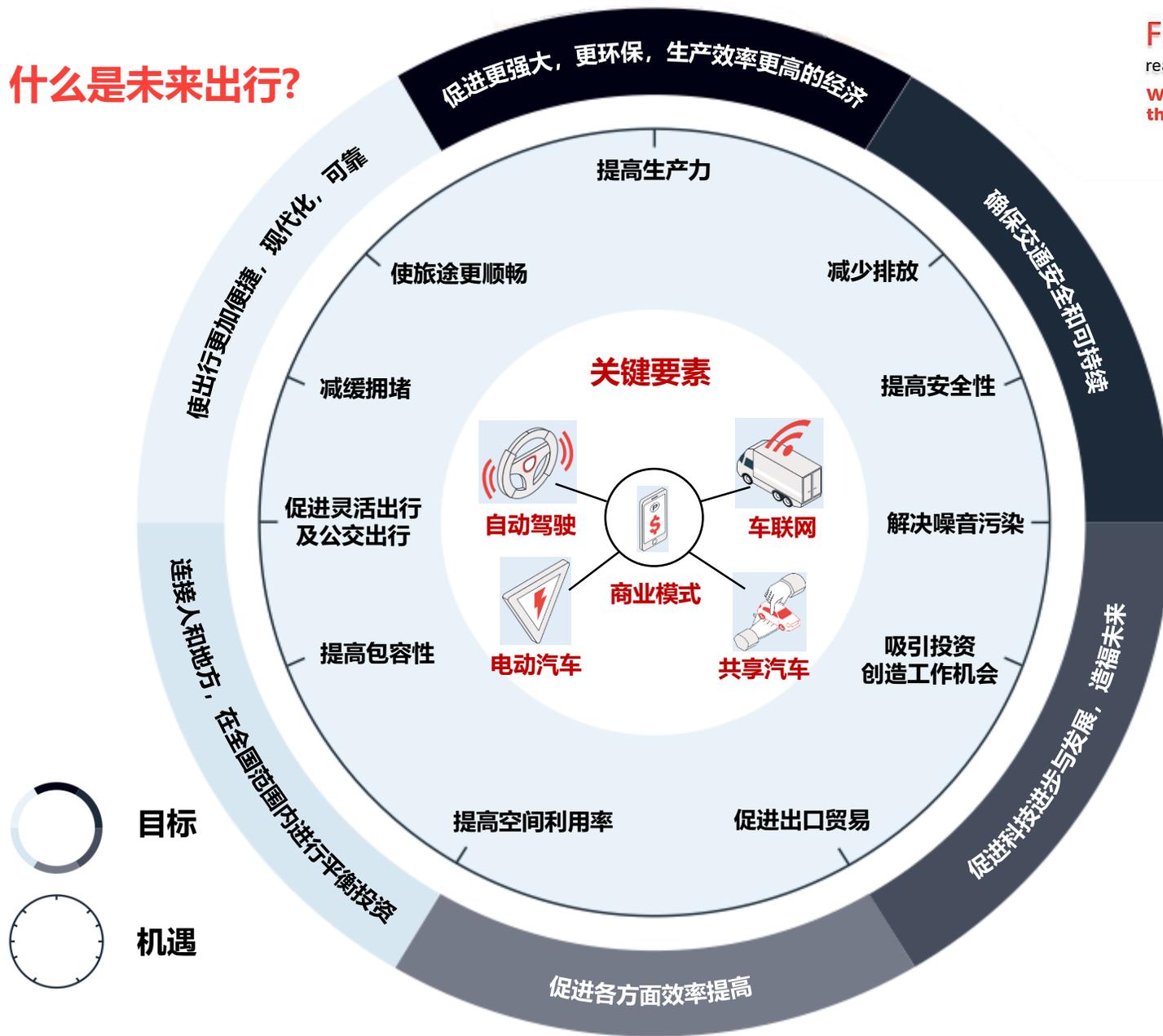


The image is a composite background. The left side shows a group of people in a meeting, with a woman in the foreground looking towards the right. The right side shows a low-angle view of a modern building's facade with a grid of windows. A large white curved shape is overlaid on the building facade. The text is in red and positioned in the lower-left area.

**长三角生态绿色示范区
需求响应式公交发展思路**

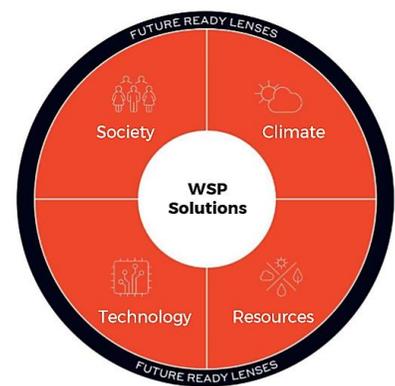
WSP

什么是未来出行？



Future Ready is WSP's global innovation programme to help our projects be ready for tomorrow's world as well as today

WSP Solutions can expand on your existing strategy, looking toward the future through the lenses of societal, technological, resource and climate trends.



- Improve the livelihood, safety, and quality of life for communities.
- Improve business environments, attract investments and make doing business easier.
- Support resiliency and sustainability initiatives, increase footfall and support active transportation.
- Drive efficiency and maximize investments by extending the life of infrastructure assets.

高效
包容
持续

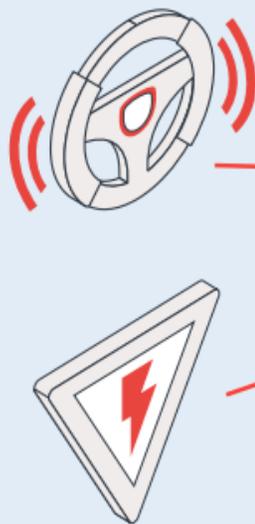


未来出行的关键要素是什么？

各要素之间的**组合**
将形成**不同的**
新交通模式，
提供独特的**价值**。

自动驾驶

有时被称为“无人驾驶”，但实际上具有许多水平的自动化，自动化技术已经出现了数十年，并将越来越多地影响所有类型的轻型和重型车辆。

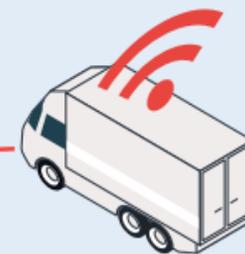


电动车辆

随着人们对汽油和柴油车对当地和更广泛的空气质量的影响得到了更好的理解，从内燃发动机转向电动汽车以及其他未来形式的推进的政治支持在全球范围内正获得发展。

车联网

新的和现有的连接形式为进一步使用安全相关功能以及实时和离线信息提供了潜力，这将使那些使用网络以及负责网络运行和维护的人受益。

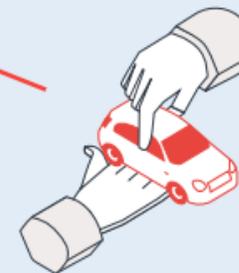


商业模式

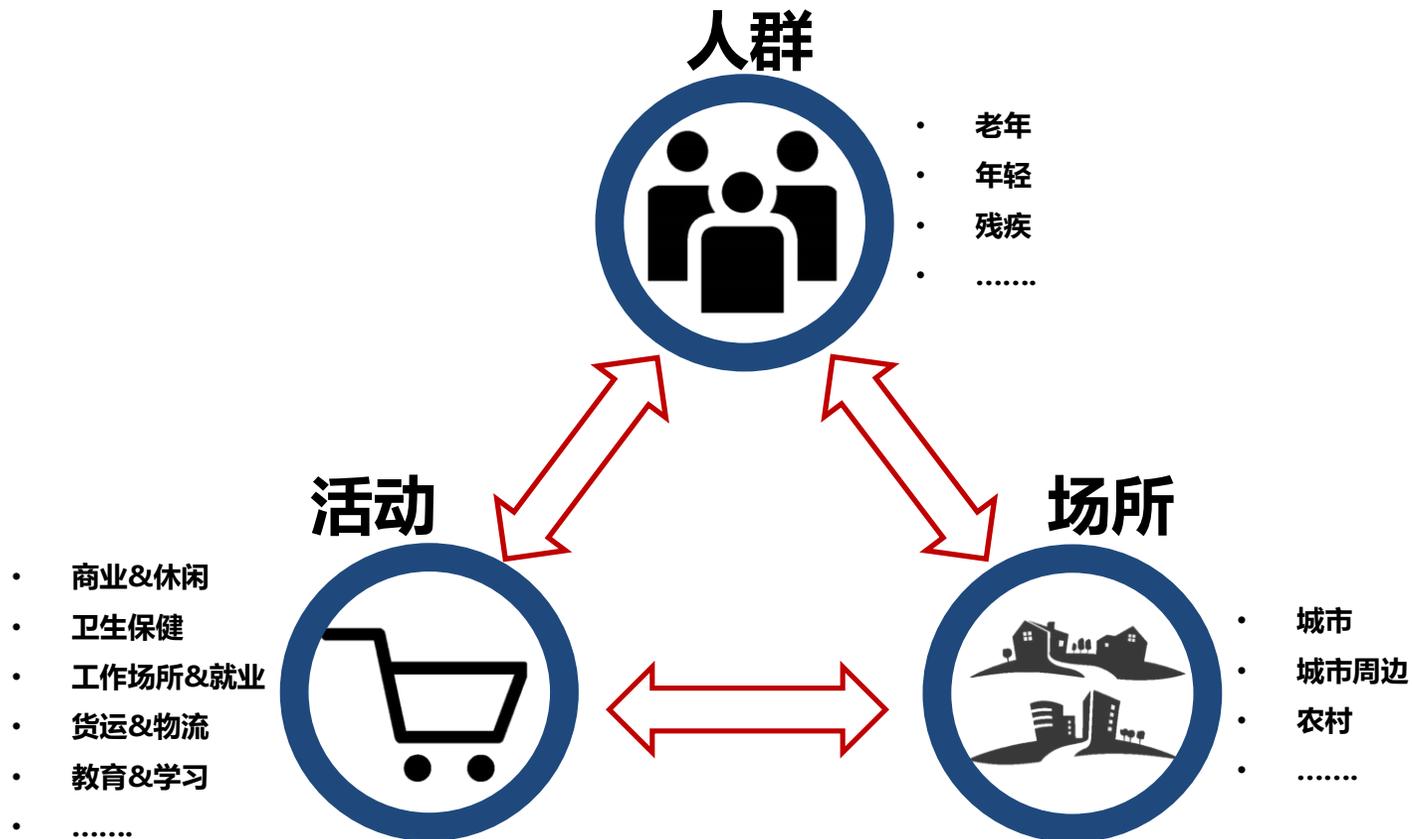
该要素对于成本（包括实际成本和预期成本）以及创造经受住时间考验的变更的能力至关重要。这需要富有想象力，快速和果断的行动。

共享使用

该要素是场所变更的核心，并且特别与车辆所有权有关，并且在一定程度上朝着共享出行而远离私家车所有权的方向发展。



未来出行需求是什么？



多样

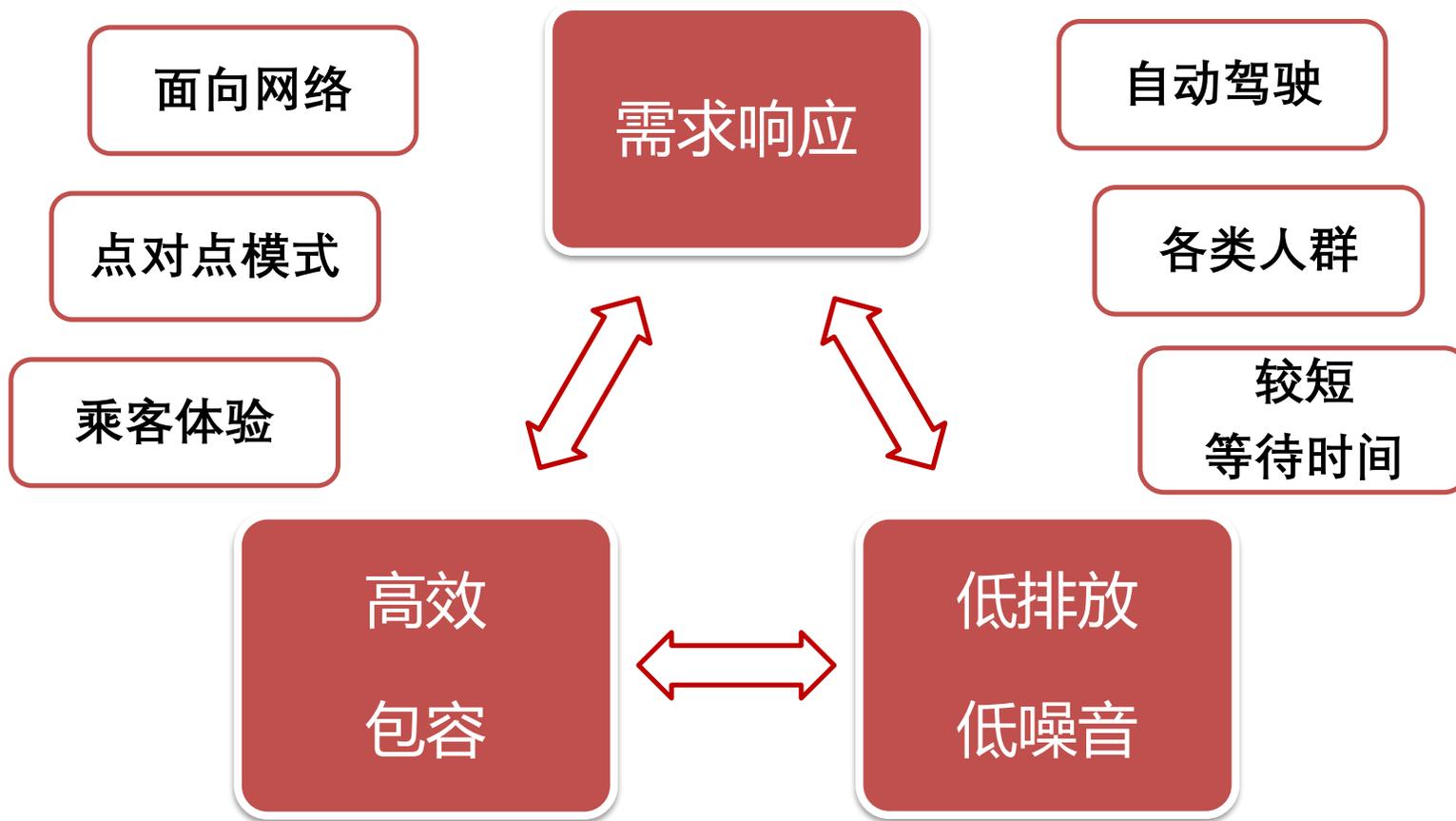
动态

交叉

如果可以实现以下这些**对乘客具有吸引力的技术，形成超越传统的公交系统，那么私家车就能真正被替代。**

- 网络具有服务于“分散”需求或“多对多”起点/目的地的能力
- 非常短的等待时间
- 上下车站之间的直达旅行
- 即使车辆速度不是特别快，也会产生相对较快的旅行速度
- 使用简单，无需了解其路线/服务结构即可充分利用网络

未来出行的供给特点是什么？



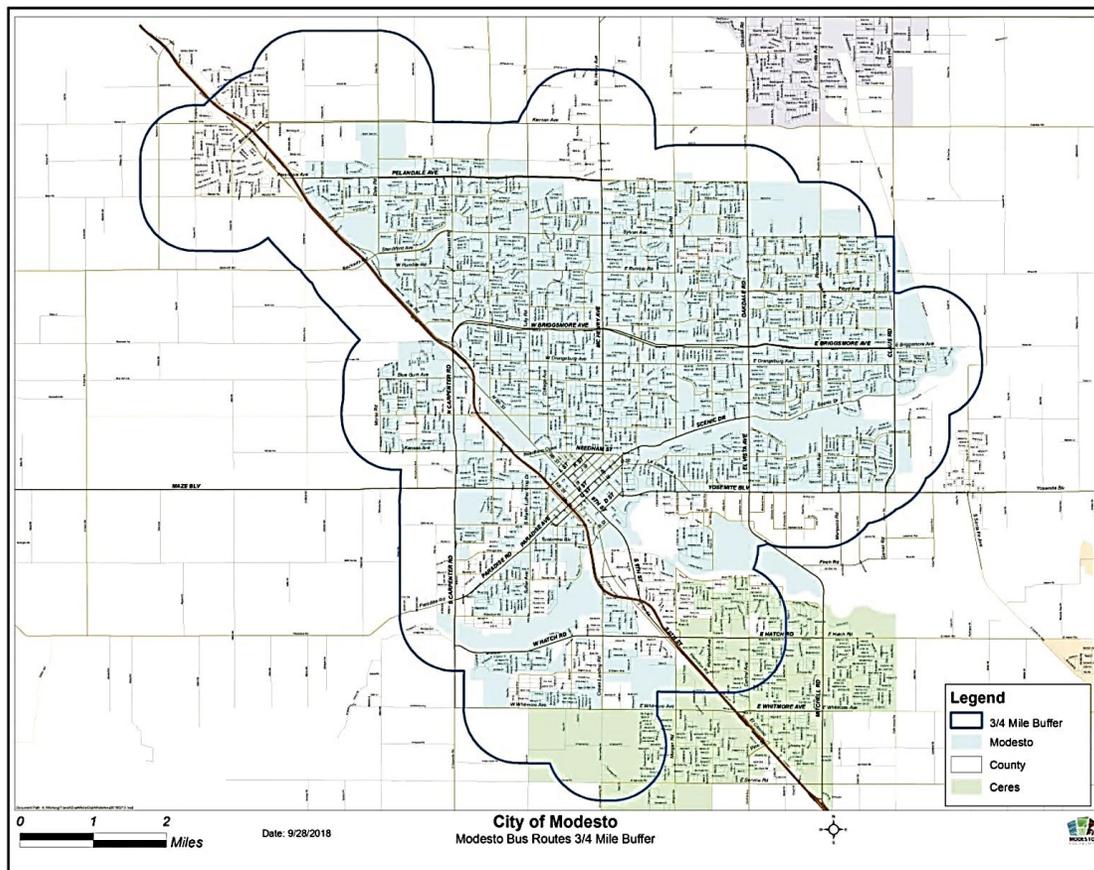
年份	学者/研究人员	文献
1978	DAGANZO C F	<i>An approximate analytic model of many-to-many demand responsive transportation systems</i>
1984	DAGANZO C F	<i>Checkpoint dial-a-ride systems</i>
2002	FU L P	<i>Scheduling dial-a-ride paratransit under time-varying, stochastic congestion</i>
2003	DESSOUKY M, RAHIMI M, WEIDNER M	<i>Jointly optimizing cost, service, and environmental performance in demand-responsive transit scheduling</i>
2003	CORDEAU J F, LAPORTE G	<i>A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial-a-ride problem</i>
2003	DESSOUKY M, PALMER K, ABDELMAGUID T	<i>Benchmarking Best Practices of Demand Responsive Transit Systems</i>
2004	DIANA M, DESSOUKY M M	<i>A new regret insertion heuristic for solving large-scale dial-a-ride problems with time windows</i>
2005	CRAINIC T G, MALUCELLI F, NONATO M	<i>Meta-Heuristics for a Class of Demand-Responsive Transit Systems[J]. Informs Journal on Computing</i>
2006	QUADRIFOGLIO L, HALL R W, DESSOUKY M M	<i>Performance and Design of Mobility Allowance Shuttle Transit Services: Bounds on the Maximum Longitudinal Velocity</i>
2007	QUADRIFOGLIO L A D M	<i>An insertion heuristic for scheduling Mobility Allowance Shuttle Transit (MAST) services</i>
2008	Quadrifoglio L , Dessouky M M	<i>Sensitivity Analyses over the Service Area for Mobility Allowance Shuttle Transit (MAST) Services</i>
2008	ZHAO J, DESSOUKY M	<i>Service capacity design problems for mobility allowance shuttle transit systems</i>
2009	QUADRIFOGLIO L, LI X	<i>A methodology to derive the critical demand density for designing and operating feeder transit services</i>
2010	LI X, QUADRIFOGLIO L	<i>Feeder transit services: Choosing between fixed and demand responsive policy</i>
2012	NOURBAKHS S M, OUYANG Y	<i>A structured flexible transit system for low demand areas</i>
2012	Mulley C, Nelson J, Teal R, et al.	<i>Barriers to implementing flexible transport services: An international comparison of the experiences in Australia, Europe and USA</i>
2012	Davison L, Enoch M, Ryley T, et al.	<i>Identifying potential market niches for Demand Responsive Transport</i>
2012	Derek Edwards	<i>Comparing fixed-route and demand-responsive feeder transit systems in real-world settings</i>
2014	QIU F, LI W, ZHANG J	<i>A dynamic station strategy to improve the performance of flex-route transit services</i>
2014	Davison L, Enoch M, Ryley T, et al.	<i>A survey of Demand Responsive Transport in Great Britain</i>
2015	QIU F, LI W, HAGHANI A	<i>An exploration of the demand limit for flex-route as feeder transit services: a case study in Salt Lake City</i>
2016	Kashani, Z. N., et al.	<i>Comparing demand responsive and conventional public transport in a low demand context</i>
2016	Amirgholy, M. and E. J. Gonzales	<i>Demand responsive transit systems with time-dependent demand: User equilibrium, system optimum, and management strategy</i>
2017	MASMOUDI M A, BRAEKERS K, MASMOUDI M, et al.	<i>A hybrid Genetic Algorithm for the Heterogeneous Dial-A-Ride Problem</i>

年份	学者/研究人员	文献
2001	谢成辉, 杨冰	《城市公共交通发展新趋势》
2002	杨冰, 宋俊	《论发展门到门公共交通》
2005	相伟等	《城镇公交线网布局与衔接模式研究》
2007	杨海军	《基于快速需求响应的城市公巧交通在线调度方法研巧》
2007	张超, 杨晓光, 庄斌	《基于宏观仿真模巧的公交线网评价模型》
2008	胡非与, 徐建闽, 孙超	《论发展基于 GIS-PT 和 GPS 的需求响应式公共交通研究》
2008	陈红等	《城镇公交线网布局优化方法研究》
2008	武睿, 陆建	《张家港市城乡公交一体化的线网规划研究》
2009	杨海军, 贺国光	《基于快速需求响应的城市公交在线调度方法研究》
2009	简佑芸	《需求反应式公车系统的之可行性研究》
2009	云亮, 蒋阳升, 宋雪梅	《机动式辅助客运系统 (MAST) 及其研究进展综述》
2010	沈昱关, 函非	《响应需求公交系统分析与实施要点研究》
2011	吴丽荣	《响应需求的园区巴士实时调度模型研究》
2012	王颖	《需求响应型公共交通系统框架设计及适应性评价关键技术研究》
2012	魏天娇, 周磊山	《基于关键客流密度选择支路公交运营模式的方法》
2012	钟媚	《辅助客运系统的发展及其在我国的应用》
2013	肖景文	《城市偏远区域需求响应式运输与常规公交的对比研究》
2013	徐康明, 李佳玲, 冯浚等	《定制公交服务初探》

年份	学者/研究人员	文献
2014	吴丽荣	《考虑乘客等待行为的柔性路径公交车实时调度方法》
2014	潘述亮, 俞洁, 卢小林, 等	《灵活型公交服务系统及其研究进展综述》
2014	张娴	《灵活型公共交通系统综合评价体系研究》
2014	王力生, 帅斌	《需求响应式公交系统路径优化算法》
2014	戎丽霞	《分时段考虑的需求不确定车辆调度问题》
2014	张敏捷, 冯偲, 吕晨曦, 郭璘	《定制公交线路优化模型及求解算法》
2015	高煦明	《固定站点需求响应式接驳公交调度模型研究》
2015	潘述亮	《面向换乘站点的灵活型公交微循环系统设计理论与方法研究》
2015	邱丰	《可变线路式公交运营调度与模式优化研究》
2015	薛明, 许德刚	《基于云网格集成调度的防拥堵车辆路径规划算法》
2015	安健, 姚广铮, 孙玲, 张栋	《北京市定制商务班车乘客支付意愿研究》
2015	杨得婷	《定制公交票价制定与运营相关问题研究》
2016	卢小林, 潘述亮, 邹难	《复杂路网下灵活接驳公交路径优化研究》
2016	王姣	《定制公交行车站点规划与时刻表编制研究》
2016	李艳梅	《定制公交系统线网构建方法研究》
2017	芒烈	《面向轨道交通站点的需求响应型接驳公交系统调度方法》
2018	郑汉, 张星臣, 王志美	《混合车型需求响应公交服务定制问题研究》
2018	柳伍生, 周向栋, 贺剑	《基于多需求响应的定制公交绿色线网优化》

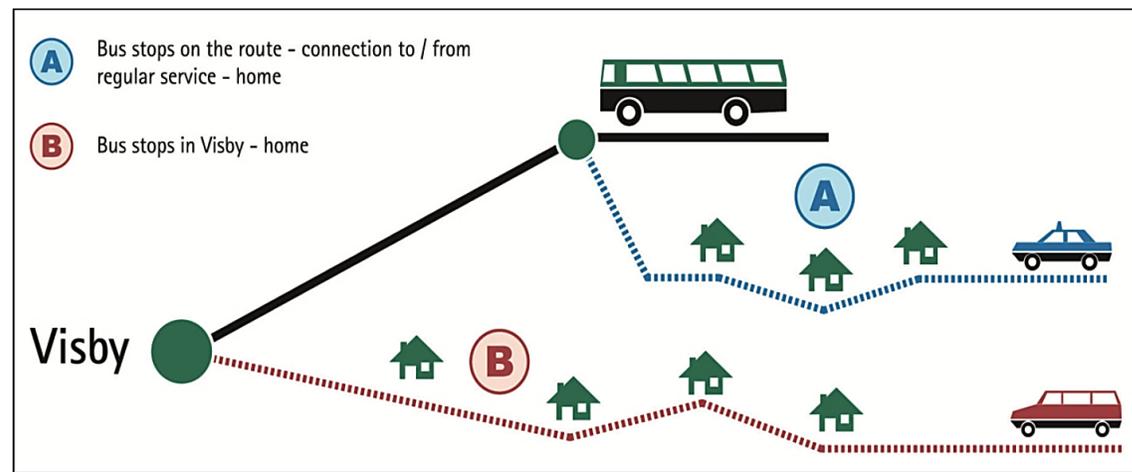
加拿大

- 在整个Modesto (**低需求区域**) 的Modesto Area Express公交系统服务区域的3/4英里内提供始发至目的地**辅助运输服务**。
- 主要以完全式 (**完全替代常规公交**) 需求响应式公交运营模式为主。
- 主要服务人群
 - **美国残疾人法注册人群 (ADA)**
 - **高龄 (65+) 市民**



瑞典

- 瑞典南部城市Plustrafik, **人口密度非常低**, 约10.2人/平方公里。
- 服务模式分两类:
 - 结合原公交路线并以DRTS弹性路线作为**接驳运输服务**;
 - 将原本无路线服务区域以DRTS弹性路线提供**门到门运输服务**, 扩大运输服务范围。
- 主要服务人群
 - **老年居民**



Plustrafik DRTS提供的运输服务种类

人口密度较低, 出行需求较分散的地区, 适宜发展以需求为导向的运输服务。

青岛真情巴士&滴滴动态公交

概况

- 2019年初推出，中国首个“微循环”网约动态巴士
- 依靠大数据分析，依托滴滴出行App平台，根据需求动态发车
- 先期在青岛西海岸运行，辐射84个公交站点，可以任意两点自由组合，实现点对点直达

优点

- 实时约车、动态线路、拼乘接送
- 快速实现公交运力资源动态调配，实现全局效率最优
- 对于出行者来说，期间可根据乘客需求变化和道路拥堵状况实时更新最优路径，保障出行效率

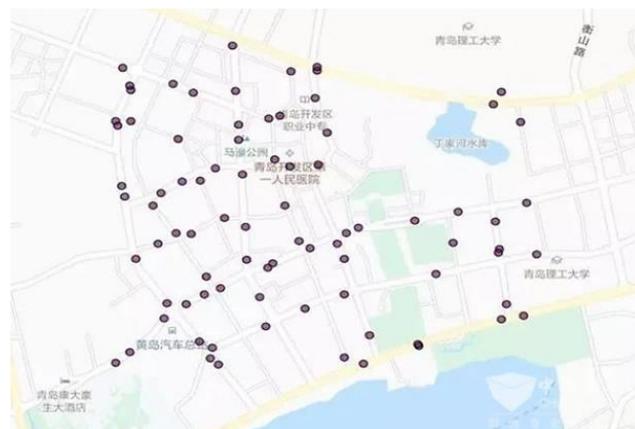
多样化运营模式

不同公交出行场景下可能适合设计不同的公交产品模式来服务。

- 对于**客运站枢纽疏散**场景，开通**分时段班次动态线路**。青岛西站出站乘客呼叫预约，系统根据不同上下车站点，动态聚合，规划动态路线，将乘客疏散到下边的大片区域。
- 对于**大学城区域**，投入**中小巴运营，固定站点，完全不固定线路**。片区内乘客可实时呼叫或者预约，系统实时聚合匹配，实时生成动态路线，司机按照系统派发任务，按顺序接送乘客。



滴滴DRT服务



青岛西海岸新区动态巴士接驳站点分布



DRTS在中小型偏远城市 —— 广东省云浮市的适用性案例研究

➤ 城市概况

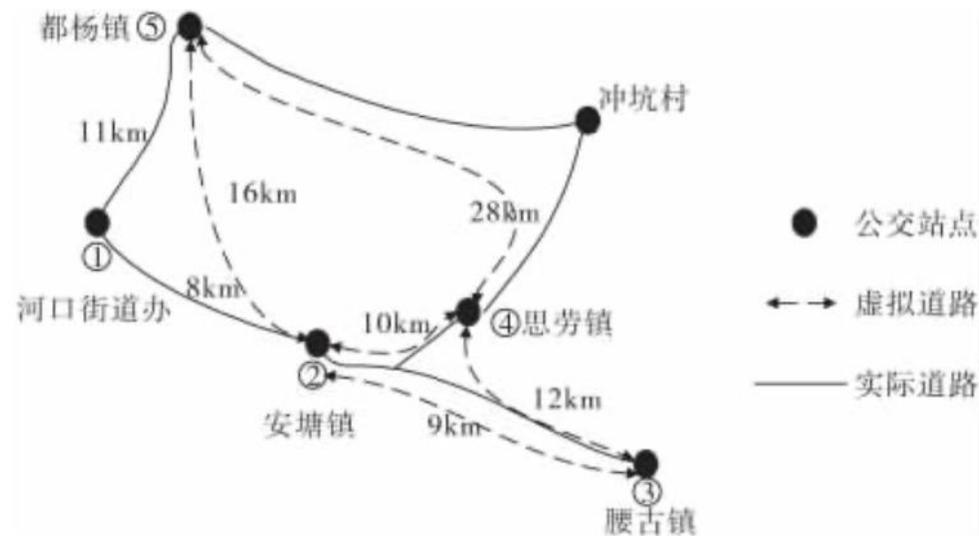
- 中小型城市，市常住人口数236.01万人；
- 云浮市境内云城区现辖4个街道、3个镇，总面积2762km。云浮市山区面积占60.5%，丘陵面积占30.7%，是典型的山区市。

➤ DRTS运营模式选择

- 既有集聚度高的**交通走廊**，又有客流量少、需求分散的**低密度需求地区**；
- 对于**交通走廊**，通勤乘客居多，且客流时间分布具有显著的超高峰、高峰和平峰特征；
- 对于**需求分散的低运输需求地区**，选择性乘客居多，且主要为老人、妇女和小孩，客流时间分布特征为无峰型，公交车空载率高；
- 因此，拟在该区域内选定**接驳式线路运营模式**。

➤ 研究结论

- 根据DRTS的特征，在Dijkstra最短路径算法的基础上修改得DRTS的路径算法，并通过MATLAB运行，得出了各方案的具体路径。通过经济效益分析，可对DRTS在偏远地区应用的经济指标量化，得出最优运营模式及其具体线路方案。
- 算例表明该运营模式**可降低乘客出行成本**，且较传统公交模式而言**节约运营成本**。
- **将DRTS应用于中小型城市偏远地区，既能改善从业者无法收支平衡，服务质量水平不断降低的现状，又能为中小型城市跨越式发展和城镇化过程中的城乡客运一体化发展提供一种新思路。**

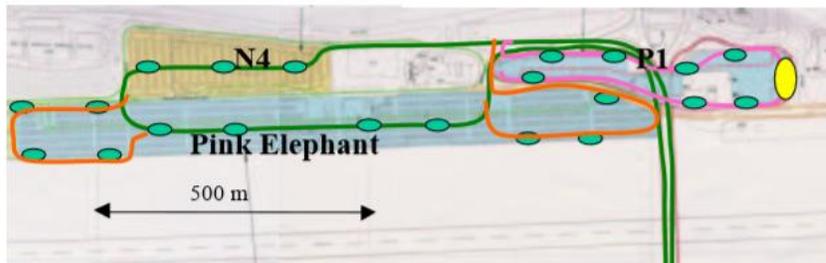


票价 OD	云城	河口	安塘	都杨	思劳
云城	—	2	5	5	6
河口	43	—	3	3	3
安塘	24	8	—	4	2
都杨	50	12	9	—	3
思劳	25	6	11	11	—

云城区部分地区路网、居民OD出行量及票价

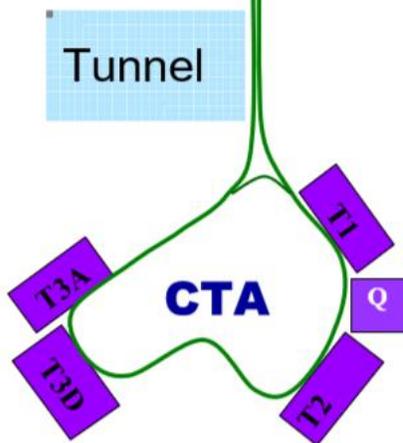
来源：肖景文, 帅斌. DRTS在中小型城市偏远地区的应用研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2013, 32(06): 1210-1214+1259.

Heathrow



ULTra connects three northside passenger and staff car parks to Central Terminal Area (Terminals 1, 2 and 3)

PRT guideways carried in existing sidebores alongside main road access tunnel



7.6 kms guideway, 2.4 kms elevated, 27 stations (simple berths in car parks), 78 vehicles



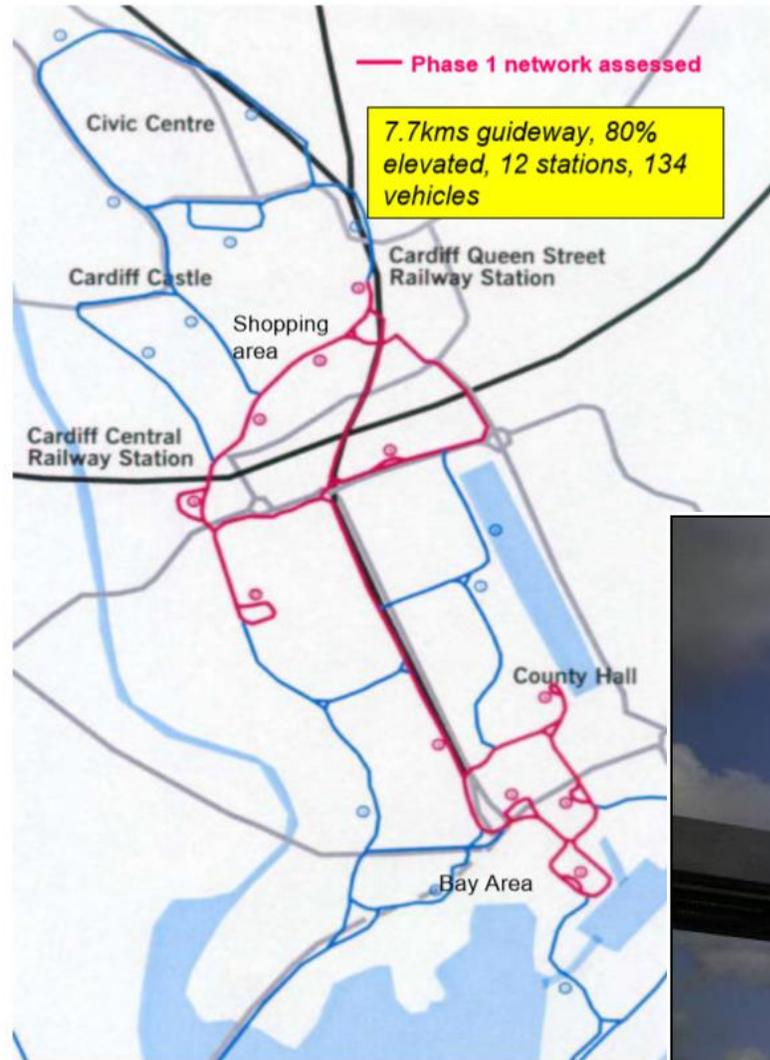
ULTra vehicle running at Heathrow Airport

Cardiff

capital city of Wales, is rapidly redeveloping its old docklands with shops, leisure facilities, offices and homes. PRT provides high quality access to the Bay Area, with fast, non-stop, no-waiting and private access direct to the major attractions.

Phase 1 network (red) assessed in detail – blue shows envisaged future expansion.

Transit time from Central Station to the Bay Area is about 5 minutes. £1 fare assumed



ULTra vehicle at Cardiff

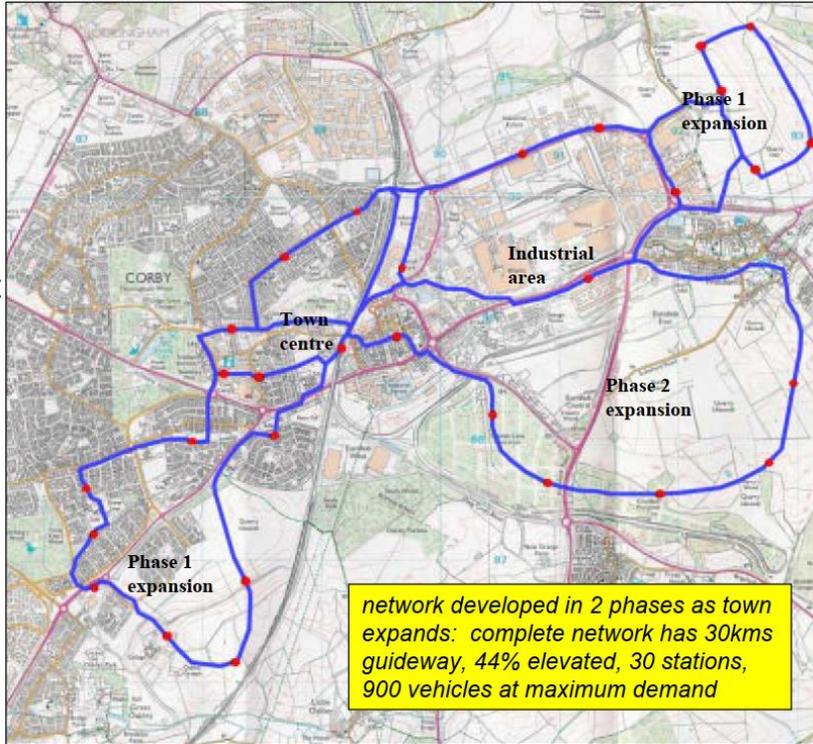


Cardiff Test Track: elevated section, aerial view

CORBYP

has seen much of its traditional industry vanish, but is rapidly modernising. It plans much new development on greenfield sites, and the town centre is to be renewed.

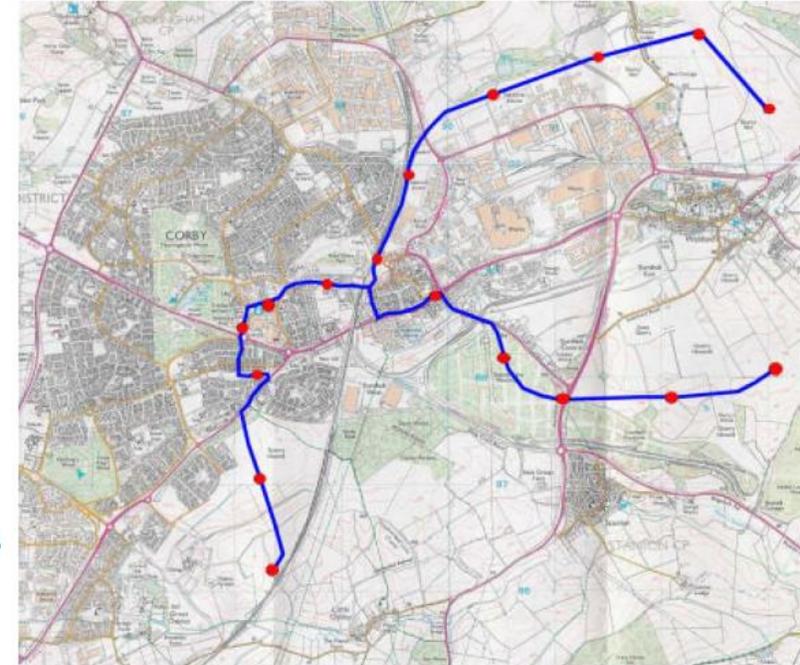
A recent study evaluated a proposal for conventional LRT, giving opportunity for direct comparison of PRT with LRT



PRT vs LRT serving the same areas

Colin Buchanan & Partners had recently analysed a proposed LRT system for Corby. The same trip matrices and modal split model were used to provide comparison on exactly the same basis.

Developed in two phases, the full system has 28.4 kms of track



Both PRT and LRT serve same catchment area, but ULTra's loops improve access for passengers on edges of area compared with corridor LRT.

Although the guideway costs of ULTra are much less than those of LRT, PRT attracts almost twice as many riders as LRT and therefore requires much higher vehicle capacity. The requirement for 895 vehicles makes the overall investment similar to that for LRT, but the performance is much superior.



▪ *The pilot network*

Daventry is now set to move swiftly on with the procurement of the first part of its PRT network as a pilot for the exploration of issues such as the suitability of the system for the journey to school, the likelihood of cab sharing, the modal penalty, the control system, the actual costs and construction problems and the dangers of vandalism. On the assumption that these problems prove not to be insuperable, PRT will then be confirmed as a form of urban public transport capable of providing a genuine and commercial alternative to the car in areas largely laid out for the car, and thus able to deliver on a commercial basis substantial reductions in carbon emissions.

Malcolm Buchanan

Colin Buchanan

成本估算结果：

- 在政府规定的60年时间范围内进行汇总和折现，该网络能够获得可观的运营利润，前提是其票价远高于目前的平均公共汽车票价80便士。
- 票价为1.60英镑时需求仍然很大，运营盈余估计几乎足以支付全部资金成本，与电车和导向巴士的财政预测相比，这是一个值得重视的结果。
- **据判断，假如有这样一个网络，城镇公共汽车服务将可以被取消。**
- 与最好的公交替代方案相比，该系统在财政上取得明显成功的原因在于其在汽车方面更具竞争力。比如Daventry几乎没有交通堵塞，开车10分钟就可以到达镇上的任何地方，然而有些旅程靠公共汽车可能需要一个多小时。该系统没有汽车快，但它比公共汽车快得多，也更方便。
- **这预示着，在交通拥堵更加普遍和严重的城镇引入该系统，将取得成功。**

亚洲首个！天府国际机场的PRT快来了！

2017年，

民航局和省政府联合批复，

天府国际机场PRT工程初步设计通过评审。

这预示着成都即将成为

全球第二座、亚洲第一座

配置PRT系统的机场的城市。

据城城了解，目前该项目已经落地，一期将引进26辆PRT小车。也就是说，在不久的将来，我们就能在成都天府国际机场感受这项便捷的技术！



△图据北京城建

有轨需求响应公交系统国内案例

线路全长约4.8公里，位于航站楼GTC连廊处，只需约5分钟，便可抵达航站楼。

一个车厢可以乘坐4-6人，前面四个座位乘坐旅客，后面两个座位堆放行李。





车辆的主要特点

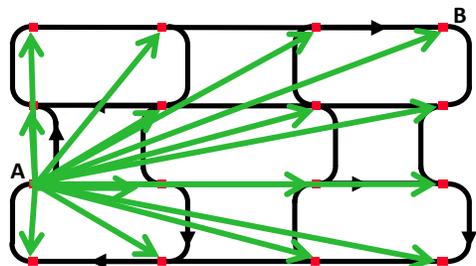
- 小型轻型车辆，通常可载**2-20人**；
- **自动驾驶**；
- 在**高架、地面或地下**的专用轨道上进行无人驾驶操作；
- **车站**位于运行轨道外，可能位于建筑物内；
- **等待时间短**；
- **各种轨道类型**，从混凝土上的橡胶轮胎到钢轨上的传统钢轮，到磁悬浮，甚至是真空管技术；
- **电源形式多样**，从电池到直线感应电机；
- 以**非常短的车头时距**运行（通常为2秒），以达到所需容量，并（有时）减少空气阻力；
- **转向灵活**；
- 轨道**运行速度范围广**，从30公里/小时到200公里/小时。



系统要素



1. 车辆: 小, 全自动驾驶, 有空调, 电动车, 实现场地零排放。



2. 基础设施: 轻, 灵活 & 美观的导轨, 车站成本较低且可以设在任何需要的地方。



3. 控制系统: 不再是人等车, 而是车等人; 无需换乘, 无需了解服务路线。

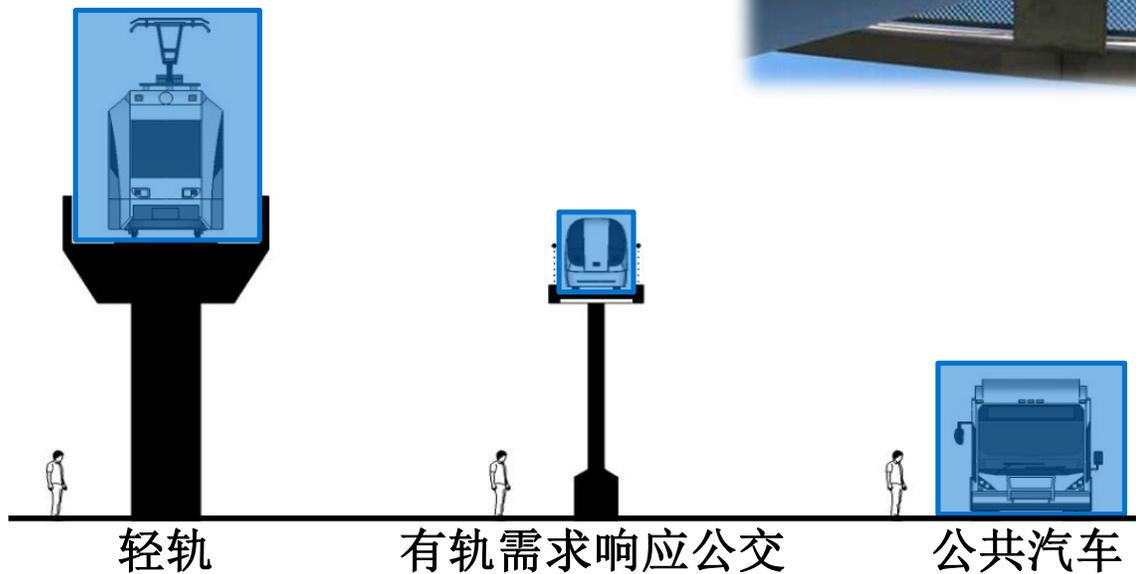
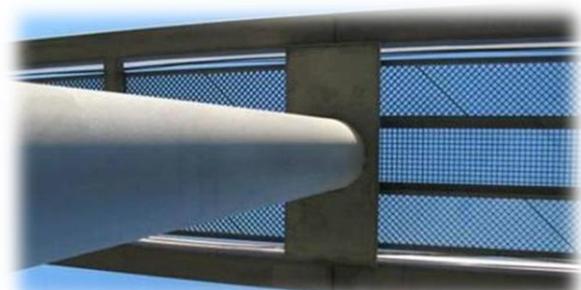


系统优点

- 服务
 - 可预测性
 - 候车时间短
 - 直达
 - 用户体验良好
- 环境
 - 减少排放 – NOX, CO2, PM10
 - 减少小汽车出行量



系统空间要求

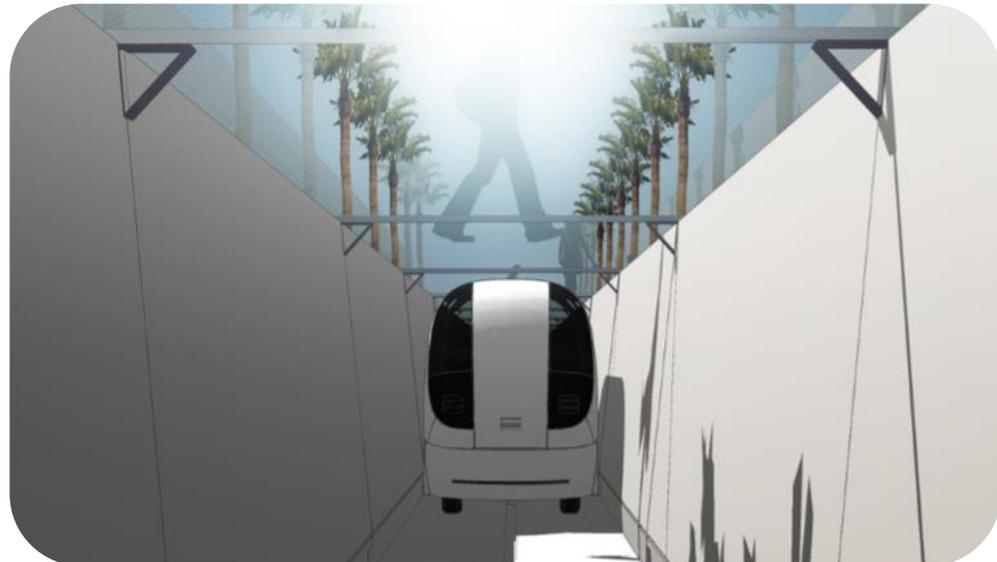


- 高架导轨比其他交通方式占用的空间要少得多。
- 轻型、静音、零排放的车辆可以在建筑物内行驶。
- 车站和导轨设计可依现场情况而定。

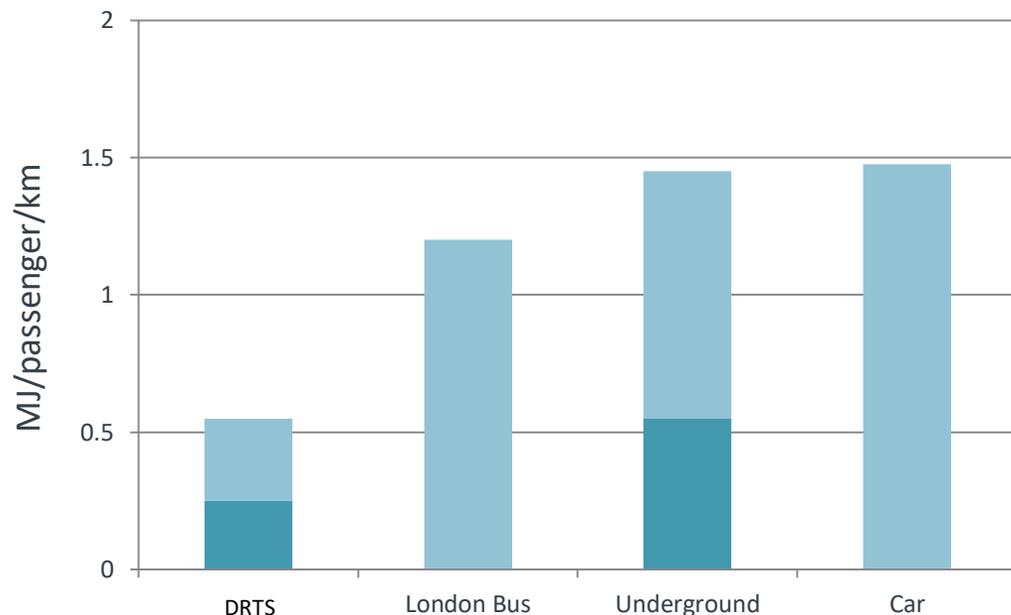


系统的可实施性

- **设计灵活** - 无约束车辆具有高度转弯能力，允许高效的车站和灵活的路线选择。
- **运量水平相匹配的运输能力**（车队规模）**大** - 提供更好地与预期需求。
- **成本低** - 与基础设施较重、较为不灵活的大型车辆系统相比，该系统的安装成本非常低。



环境友好



英国数据

假设:

- 平均载客量
- 良好的车轮 (深色阴影 - 仅直接用电)

- 轻型电动车辆
- 有用户时才会启动
- 需求
- 避免停车再启动的能源浪费
- 场地零排放
- 低外部噪音

比汽车运输的碳效益高70%

比轨道交通/公共汽车碳效益高50%

示范区启动区 便捷、安全、绿色、智能、高效交通体系

绿色出行
优先

无障碍环
境导向

数字化与
智能化

未来出行=高效+包容+持续

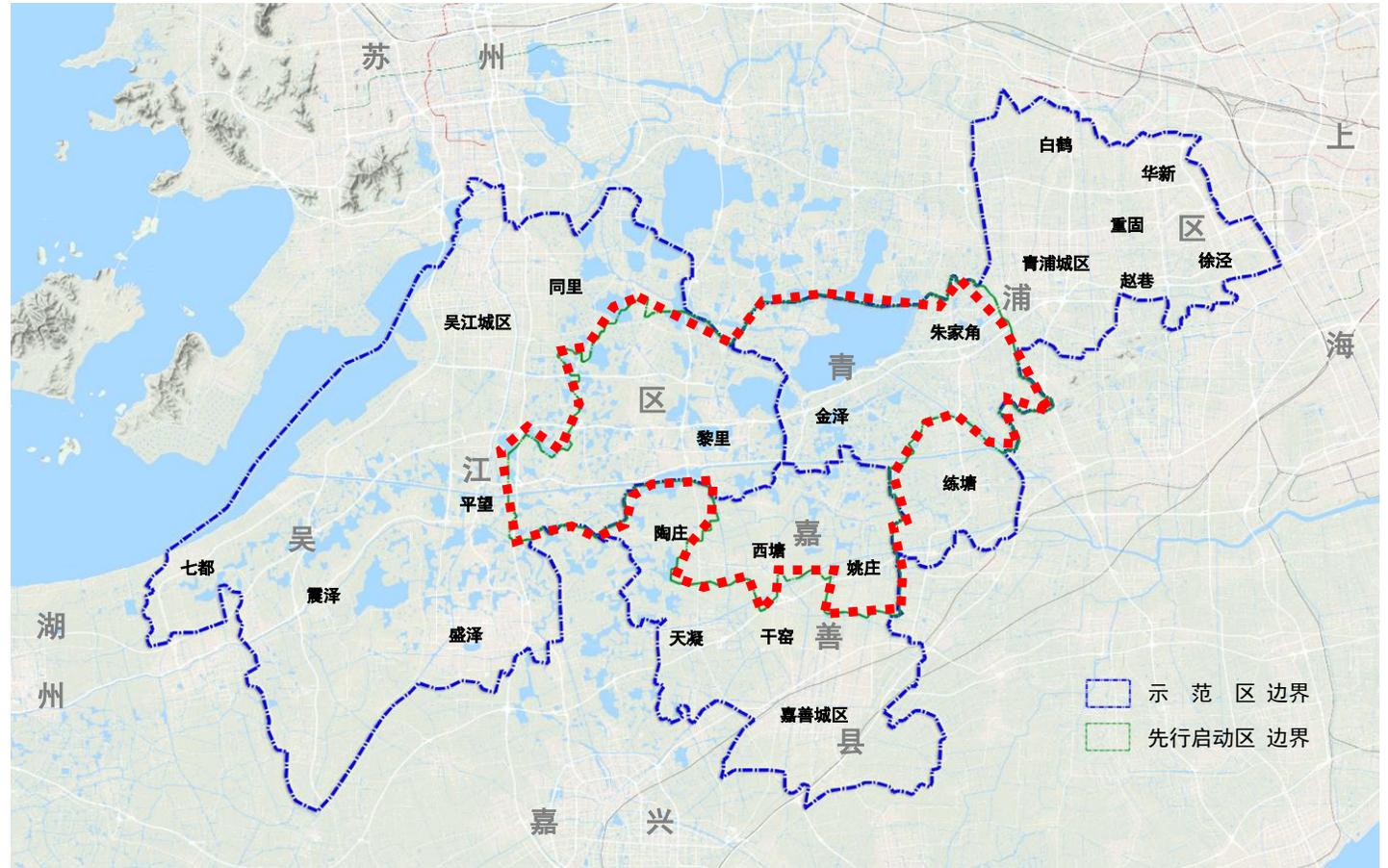
规划范围和期限

□ 规划范围

- 与国土空间规划一致。
- 示范区两区一县约2400km²;
- **先行启动区：朱家角、金泽、黎里、西塘、姚庄5镇660km²。**
- 规划研究范围拓展至都市圈及长三角更大区域。

□ 规划期限

- 规划期限为2019-2035年。
- 其中，现状年为2019年，近期至2025年，远期至2035年，远景展望至2050年。



趋势与要求

□ 空间布局

● 《总体方案》

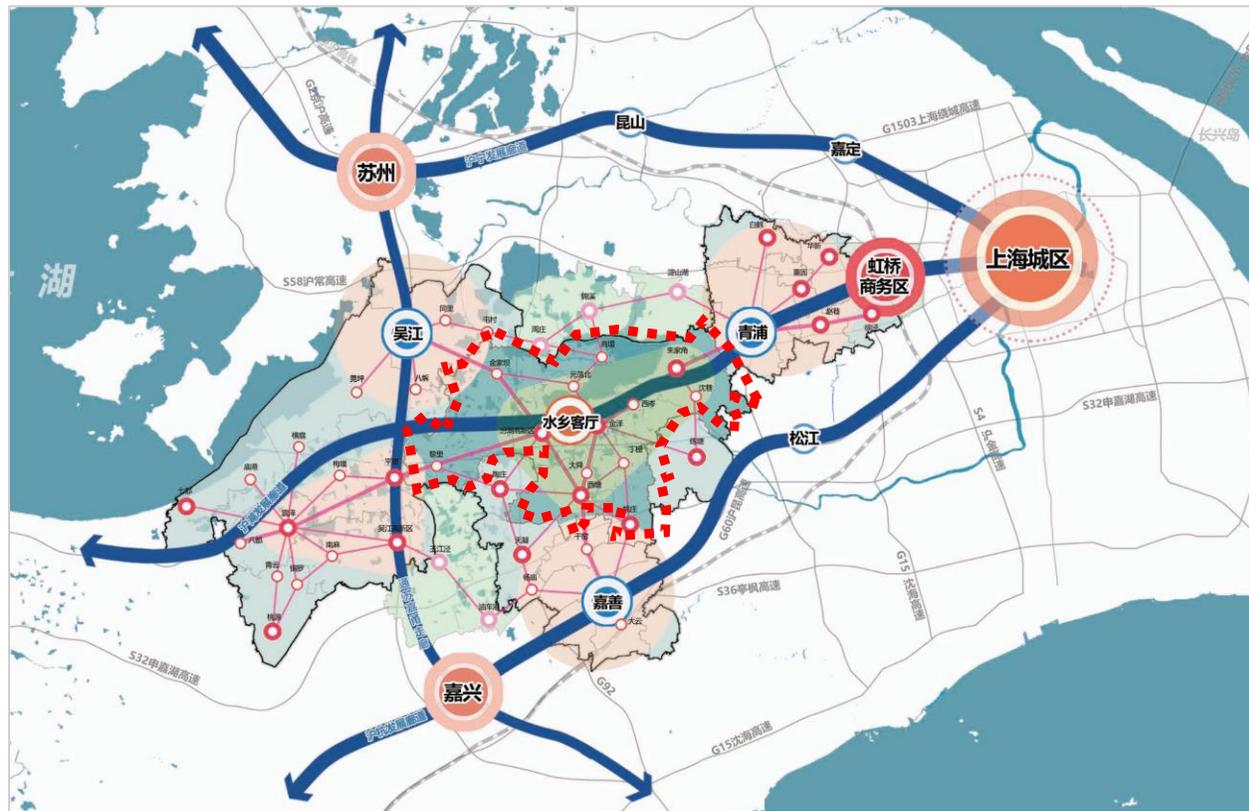
形成“两核、两轴、三组团”的功能布局

- “两核”：环淀山湖区域和虹桥区域。环淀山湖区域作为创新绿核、虹桥区域作为动力核。
- “两轴”：沿沪渝高速和通苏嘉高速的两条创新功能轴。
- “三组团”：以青浦新城、吴江城区、嘉善新城等节点为支撑的城市功能组团。

● 《国土空间规划》

“多中心、网络化、融合式”

“一核四带、一厅五片、小镇网络、风景链接”
的城乡空间格局

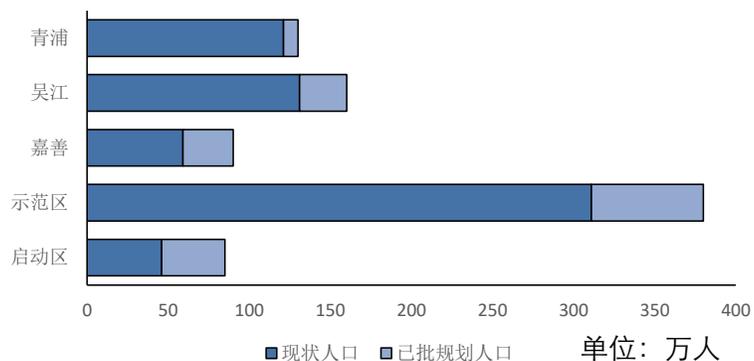


趋势与要求

人口和用地

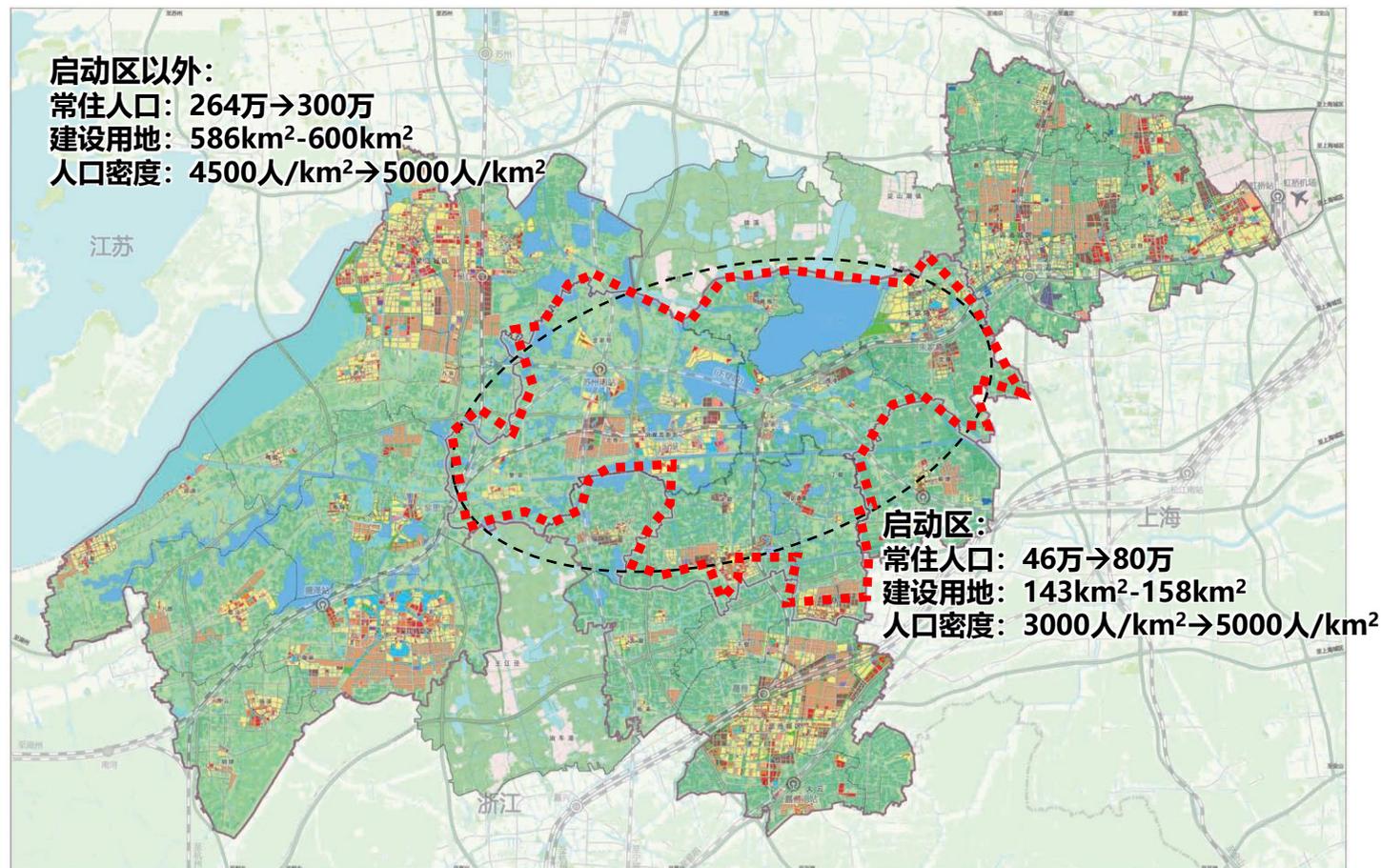
● 常住人口略有增长

- 现状：310万；规划380万（+23%）
- 其中启动区：现状46万，规划不超80万
- 服务人口按450万人考虑。



● 建设用地规模基本锁定

- 现状：729km²；规划758km²
- 其中启动区：现状143km²，规划158km²



交通设施现状

交通基础

总体判断：示范区交通（含既定规划）骨干系统基本形成，具备较好发展基础。

● 铁路轨道

● 铁路

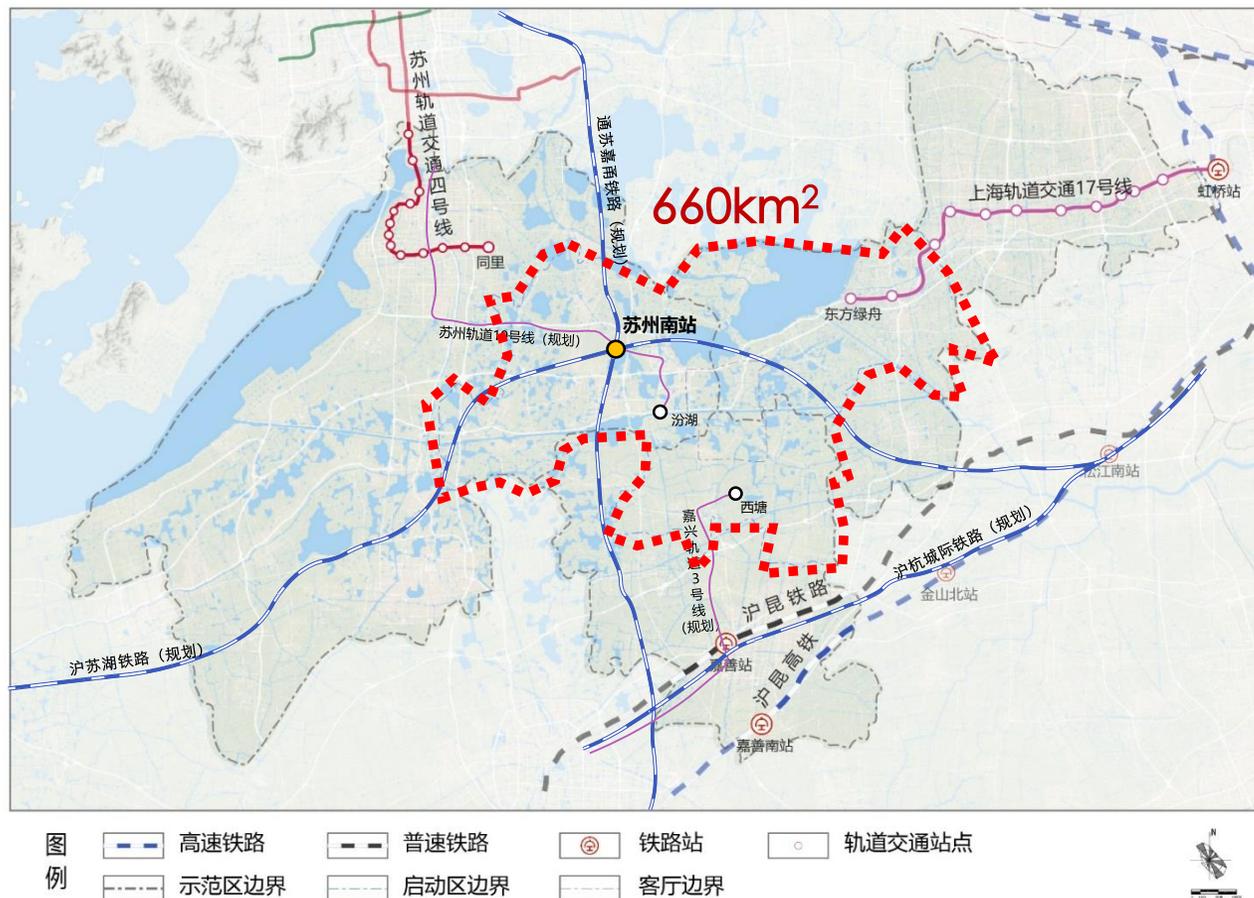
示范区现状铁路主要经过嘉善境内，服务沪杭方向为主，分别是**沪昆铁路**（客货混行）设嘉善站、**沪昆高铁**设嘉善南站。

中长期铁路网规划明确有沪苏湖铁路、通苏嘉甬铁路，在示范区（先行启动区内）相交设苏州南站。相关省市各自规划有城际轨道。

● 城市轨道

示范区现状有2条城市轨道交通线路。其中，上海轨道交通17号线西起东方绿舟，东至虹桥枢纽，主要服务青浦沿线及与上海主城区联系；苏州轨道交通4号线主要服务吴江沿线及与苏州主城区联系。

苏州、嘉兴规划有城市轨道线路至示范区（苏州10号线<规划研究>、嘉兴3号线<规划研究>）。

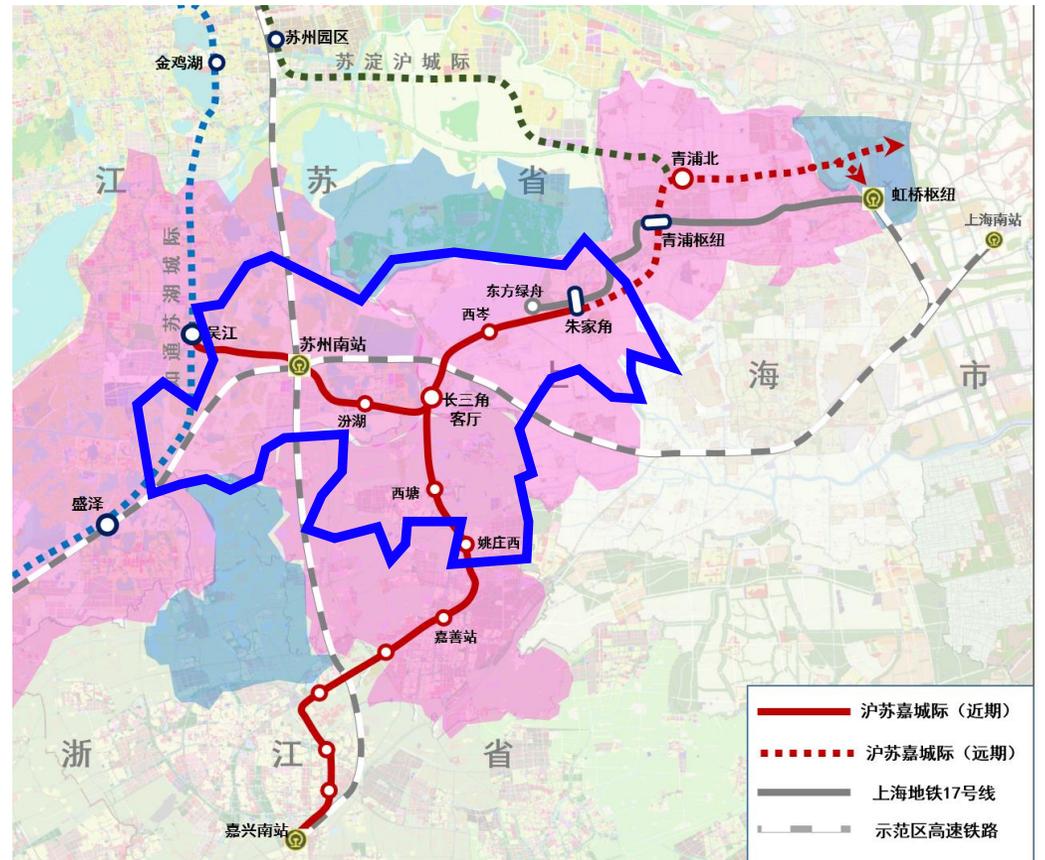


交通设施规划

公共客运系统

□ 系统构成与功能

系统	功能
高速铁路	融入长三角及国家高铁网，服务示范区至长三角区域及全国联系，兼顾与上海、苏州、嘉兴等周边城市（重要枢纽）快速直连，高铁平均站间距在30km-60km，以服务商务、旅游等客流为主。
城际轨道	服务示范区各组团之间及与周边城镇联系，城际轨道平均站间距在5km-20km，城镇内部适当缩短站间距，服务商务、休闲客流的同时兼顾跨区通勤客流。
城市轨道	服务青浦、吴江、嘉善城区沿线及与各自中心城市上海、苏州、嘉兴之间的联系，城市轨道平均站间距在1km-2km，以服务集中城市化地区的出行为主，并与城际轨道相衔接，服务沿线各镇快速接入城际通道，不建议示范区轨道系统按城市轨道制式和标准直接对接。
中低运量公交	包括 <u>中运量公交</u> 、 <u>区域公交</u> 、 <u>常规公交</u> 、 <u>响应式公交</u> 等系统，以服务示范区各组团内部短途出行为主，并为高铁、城际及城市轨道提供接驳。其中： <ul style="list-style-type: none"> 中运量公交服务示范区各组团内部重要客流走廊； 有轨的需求响应公交系统式， 常规公交是青浦、吴江、嘉善城区公交的基础； 响应式公交服务作为示范区公交系统的重要补充，服务低密度区域、为随机性强的分散客流提供定制化、个性化公交服务。

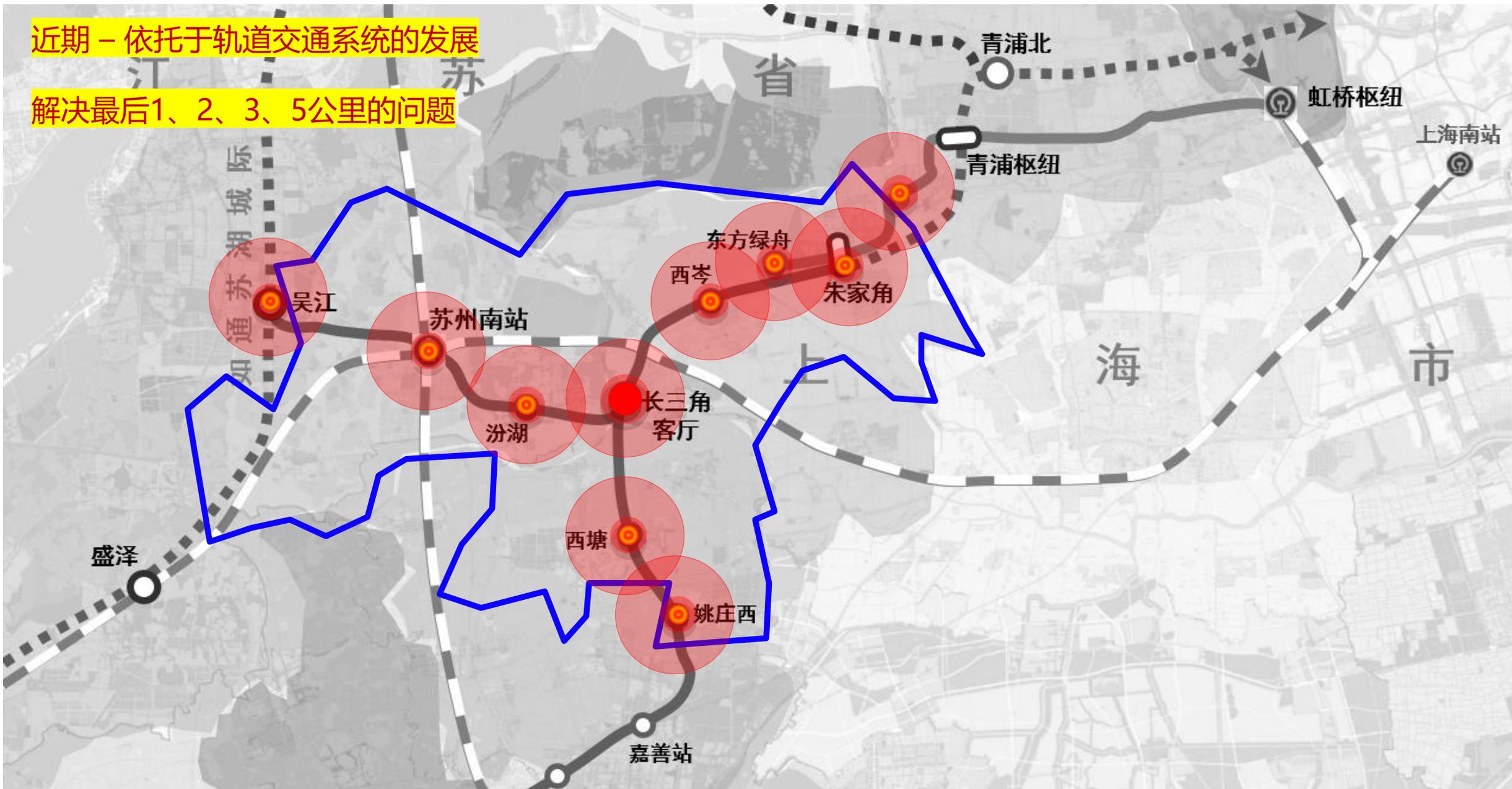


城际轨道

长三角示范区：有轨的需求响应式公共交通系统方案设想

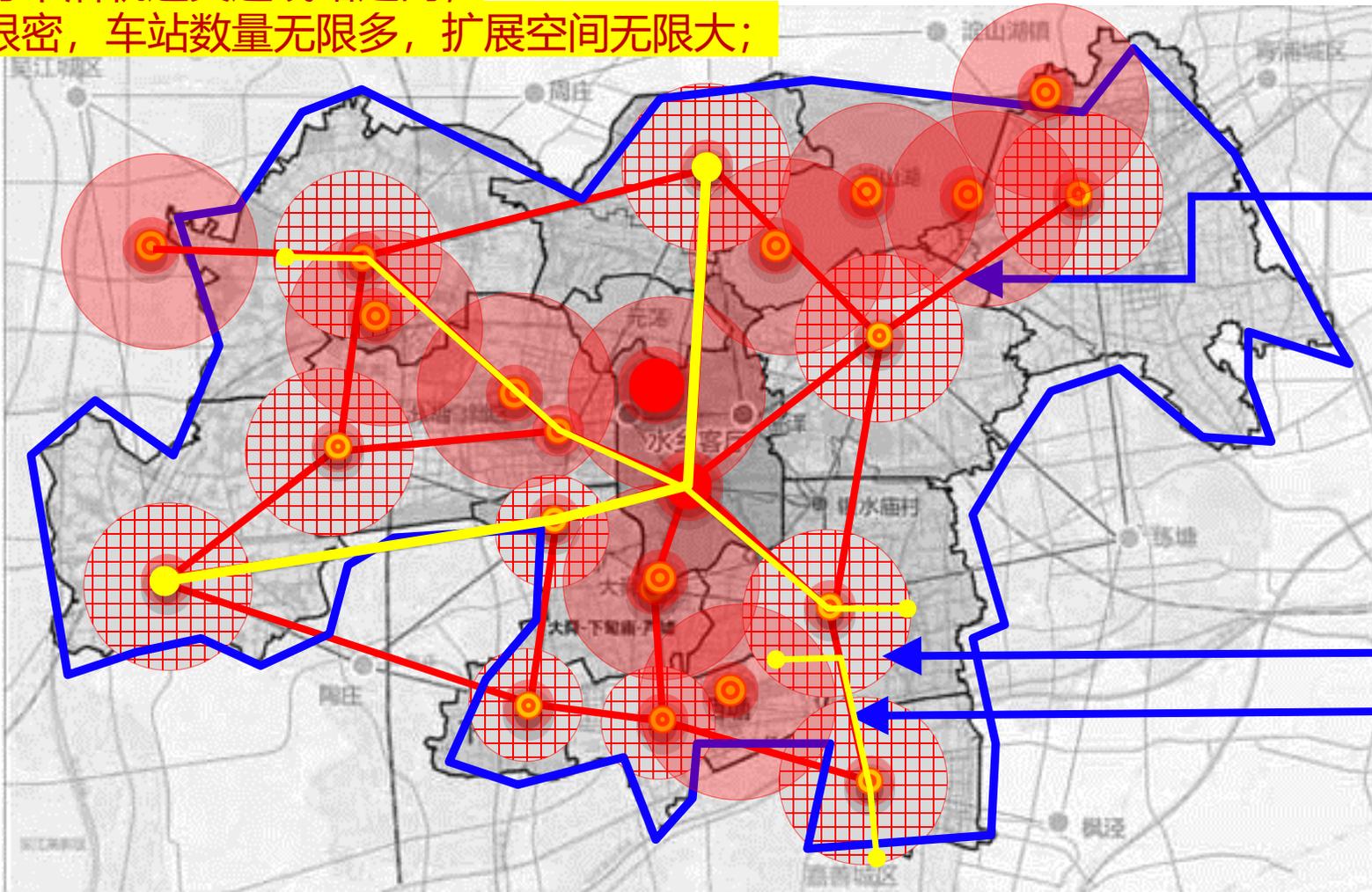
近期 - 依托于轨道交通系统的发展

解决最后1、2、3、5公里的问题

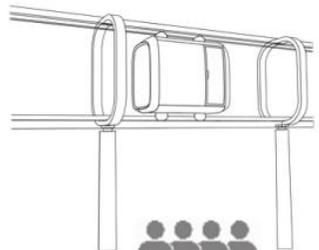


长三角示范区：有轨的需求响应式公共交通系统方案设想

远期 - 将更多人口聚集的区域纳入到系统内，可独立成网；
主网走向可不沿轨道交通线路走向；
支网可无限密，车站数量无限多，扩展空间无限大；



水乡客厅特色分区 文化古镇型特色分区 生态宜居型特色分区 特定功能型特色分区

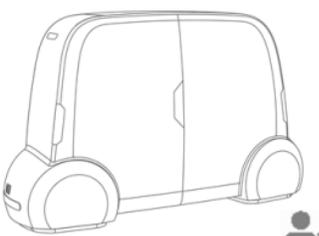


10-20人

轻量捷运系统

多人 / 货运

主网运行



4-6人

封闭载具

双轮 / 货运

全网运行



需求响应公交需进一步研究的问题：

- ✓ **专有路权**问题（土地使用规划调整？）
- ✓ **运营**模式、车辆调度等问题（动态有机生长）
- ✓ 项目**初期的投融资**模式（启动机制）
- ✓ 项目长期**可持续的商业模式**（网络生长力）



wsp.com

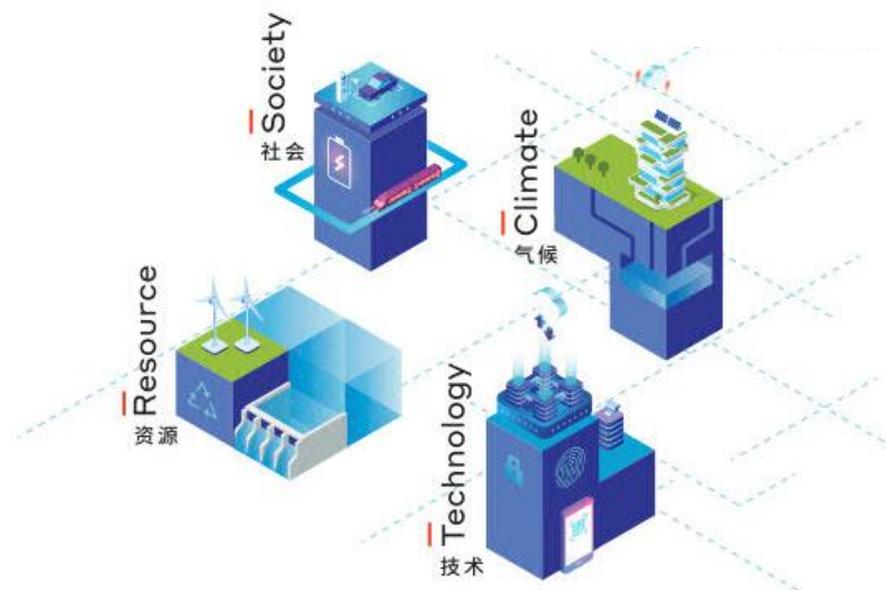
预见未来 设计未来

“
We see the future
more clearly and
design for it today



By integrating engineering with smart technologies, WSP delivers Future Ready transport & infrastructure, property and buildings and sustainable development and environment projects that improve navigation and safeguard assets, also resilient and financially sound.

We analyze future trends through 4 lenses.
我们透过四大视角分析未来趋势。



Find out more
了解更多



Contact us
联系我们

