

大数据环境下新一代城市交通综合评估技术研究

丘建栋 陈蔚 宋家骅 段仲渊 赵再先

【摘要】城市蔓延、轨道成网、用地开发约束，大城市综合交通迈入巨复杂阶段，传统的交通模型体系和评估技术面临四个关键问题：如何拓展评估边界？如何深化评估技术？如何提升评估频率？如何延伸评估视角？通过深度挖掘交通运行产生的多源异构数据，建立集统计、关联、预测于一体的交通大数据分析平台和专题评估子系统，形成面向多层次、多领域应用需求的一体化综合交通模型体系，支持城市交通综合评估技术“从城市到区域、从宏观到微观，从静态到动态，从土地到环境”的四大转变。

【关键词】大数据；交通模型；综合评估技术；交通与土地；交通与环境

1 引言

城市交通综合评估是一切城市交通规划、建设和政策制定的工作基础。在国家推进公共服务的“专家领衔、公众参与、科学决策”背景下，急需提升量化的交通需求分析和预判能力，改进规划设计技术方法和评估体系。

但是随着城市规模快速扩张、城市蔓延发展、轨道成网运营、用地开发约束等制约条件，大城市综合交通迈入巨复杂阶段，传统城市交通评估技术体系面临如何拓展评估边界、如何深化评估技术、如何提升评估频率和如何多元视角评估等四个关键问题。在复杂的城市交通发展背景条件下，使用传统的调查和数据分类统计，建立“四阶段”宏观模型等技术方法，已经不能适应新时期对于城市交通综合评估的要求，传统技术手段正面临变革。

大数据作为近年来国际研究发展的新热点，把相关传统领域数据量大、价值较低的数据联系起来，提供了从“数据存储——数据分析——趋势预测”全新研究思路，为新一代城市交通综合评估技术的升级再造提供了方法和路径。

2 交通领域大数据组成及特征

2.1 大数据基本概念

大数据(Big Data, Mega Data)，或称巨量资料，指的是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产⁰。

2008年8月，大数据由牛津大学教授 Viktor Mayer 最早提出，在他编写的《大数据时代》⁰中大数据指不用随机分析法（抽样调查）这样的捷径，而采用所有数据进行分析处理。大数据有4V特点，即 Volume（大量）、Velocity（高速）、Variety（多样）、Value（价值）⁰。

大数据的基本概念主要包括：

- 1、绝不是有很多数据就叫大数据；
- 2、大数据“更加关注相关性，而不是关注因果”；
- 3、大数据关联与挖掘后，把孤立的数据联系起来，能相对完整描述一个对象；
- 4、大数据主要是用来作预测的，大数据会告诉你未来的结果。

因此，业界共识：大数据 = 海量数据 + 分析方法 + 预测结果。

2.2 交通大数据组成

除居民出行调查、道路交通量调查等传统调查方法以外，多渠道的交通数据来源将为交通模型提供多元的海量的非关系型数据。这些数据最初用于其他目的，而后被引入到交通分析评估当中。交通大数据可分为六大类：

- 人的移动数据：主要包括手机信令、位移、导航软件、叫车软件等；
- 车的移动数据：主要包括出租车、公交、客车、货车的 GPS 移动数据；
- 定点检测数据：主要包括地感线圈、地磁数据、视频控制、车牌识别、交通特殊吸引点的门禁流量等；
- 交通收费数据：主要包括停车收费数据、联网收费数据、IC 卡数据、出租客运、公路与铁路车站收费数据等；
- 交通安全数据：主要包括交通事故类型、事故处理及位置等数据；
- 传统基础数据：主要包括用地规划、交通网络、社会经济和交通需求等。

为应对交通大数据的井喷式发展，国内大城市相继成立城市级的信息中心。例如，深圳市成立综合交通运行指挥中心，统筹全市交通数据资源，标准化存储和加工 TB 级/日的海量数据，为政府及技术单位提供良好的数据基础。

2.3 交通大数据特征

- 客观性：大部分数据不需要访问被调查者，而是由传感器主动获取，保证了数据的客观性，静默者可以被发现；
- 多元性：不同渠道的数据从不同的方面反映交通特征，数据之间可以相互校核；
- 稳定性：可以在多个时段对调查目标反复验证，降低极端数据的干扰；
- 准确性：缩减了人工抽样、访问、填写、录入等环节，提高数据准确性；
- 廉价性：数据获取成本较传统调查低廉，检测设备一次投入可反复使用，而大量数据原用于其他目的，经数据转换后可成为交通分析数据源。

2.4 交通大数据应用现状

尽量大数据在交通领域中的应用刚刚兴起，国内大城市的交通研究机构、高德百度等地图公司、京东阿里等电商企业均开展的实际应用。尤其是国内主要的交通研究机构，逐步开始利用交通大数据，变革传统的调查方法，交通分析开始由抽样数据分析到全样数据分析的转变。

2006 年，深圳市城市交通规划设计研究中心建立“深圳市城市交通仿真系统”，是国内较早运用动态数据，实时评估交通运行状态的城市⁰；

2010 年，北京交通发展研究中心推出“北京市道路交通指数”，把复杂的道路评估用简单的指数形式呈现给政府和市民，交通数据由政府走向民间⁰；

2014 年，百度推出春运迁徙地图，依托强大的地图和用户的移动数据，给用户带来及时、全面的春运出行信息，帮助用户更好的规划自己的归程；

2014 年，高德交通季度分析报告，基于海量历史路况数据，分析出不同区域在不同时间段内的拥堵延时指数，首次推出主要城市拥堵延时指数排名⁰。

运用城市运行产生的多源大数据，包括浮动车 GPS、公交 IC 卡、固定检测线圈（视频）、车辆识别系统、手机移动数据，在一定程度上代替原有大规模的交通调查方式，有效节省了城市交通分析的成本并提升了工作效率。同时，传统调查无法实现的调查，如长时间不间断的调查、公交 IC 卡和手机的追踪等，通过大数据挖掘方可得以实现。

但是我们也看到，针对大数据在交通分析领域的应用，总体上看在某些点上取得了一定突破，而尚未从整体上把握城市交通综合评估技术的趋势要求，从完整性、方向性和用户需求等角度把握评估的发展方向。因此构建系统梳理交通规划决策的实际需求，构建新一代的城市交通综合交通评估技术体系有着重要意义。

3 新一代城市交通综合评估技术研究

3.1 概述

一般而言，城市交通综合评估主要包括城市综合交通的发展现状评估、实时运行状态评估、发展趋势预判、多方案战略测试评估等方面内容。国内主要城市均相后基于“四阶段”理论，建立了市区宏观交通模型，用于综合交通规划、专项规划和政策研究提供分析依据。而模型的数据获取方法一般采用传统的居民出行调查、人工流量调查方法等；模型的评估范围一般也仅限于市区一级和交通内部的评估。

如果说大数据推动数据获得方式的转变是技术变革，那么大数据带来城市交通综合评估

技术的转变，进而推动规划设计、政策研究的思路转变，则是社会变革。新一代城市交通综合评估技术，将从评估边界、评估深度、评估频率和评估视角等方法取得新的突破。

3.2 新一代评估技术的总体框架

图 1 从立体的角度，阐述到城市交通综合评估从城市到区域、从宏观到微观、从静态到动态和从土地到环境的四大转变：

- 如何拓展评估边界？城市→区域→都市圈
- 如何深化评估技术？宏观→中观→微观
- 如何提升评估频率？静态→动态→融合
- 如何多元视角评估？土地→交通→环境

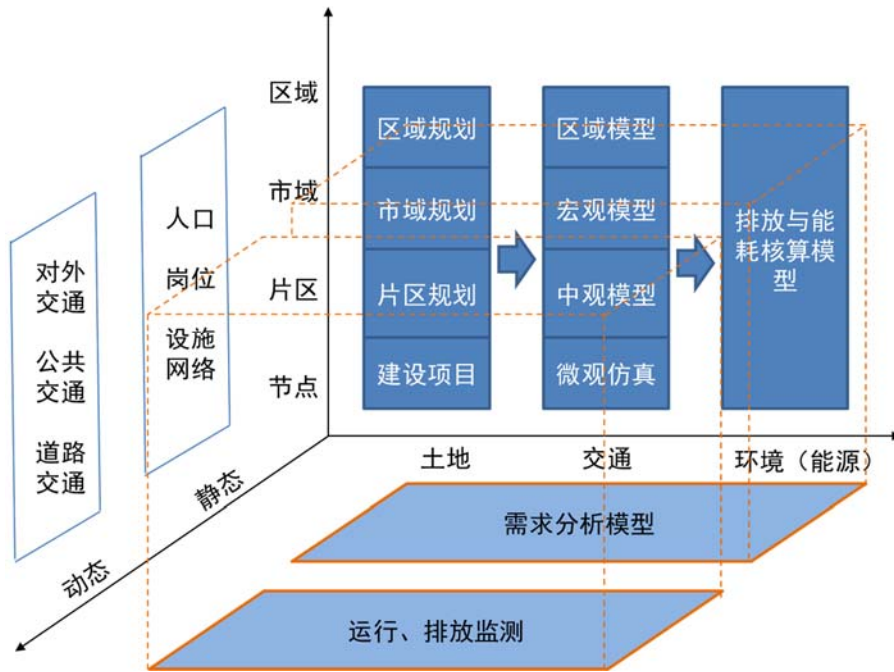


图 1 城市综合交通评估的立体维度转变

按照“数据—模型—评估—决策”总体思路，系统建立城市交通综合评估技术体系框架。总体包括四个部分，即多元融合的大数据中心、多层次一体化交通模型系统、多视角交通综合评估技术、多用户决策支持与信息服务平台。

新一代城市交通综合评估技术体系的逻辑框架图 2 所示。其中，多元融合数据中心是系统基础，多层次一体化交通模型是核心技术，多视角交通综合评估是方法手段，多用户决策支持与信息服务平台是终端应用。

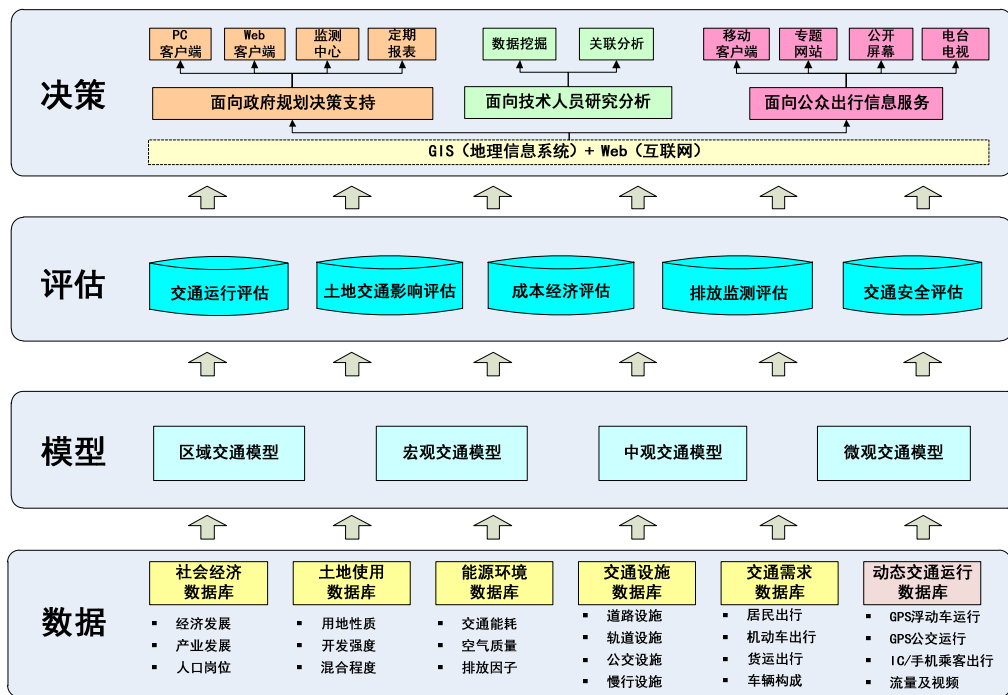


图2 新一代城市交通综合评估技术框架图

3.3 主要技术与理论方法

大数据的引入，新一代城市交通综合评估技术的核心交通模型机制得到进一步的革新，核心模型在空间范围和时间维度均得到深度拓展，涉及的理论与技术主要包括：

- 城市与区域一体化模型衔接的理论，出行概念的新定义；
- 宏观、中观、微观交通模型尺度的无缝转换，混合模型的同时存在；
- 可以细分出更多的人群，出行目的概念新定义；
- 为非集计模型的标定提供更多样本和影响因素；
- 推动基于活动链的交通需求预测技术的发展；
- 在传统核查线等数据基础上，发掘更多的交通数据校核方法，如车速校核、停车位供给等对小汽车出行的校核；
- 进一步延伸核心模型的评估领域，如土地、环境、安全、经济和运营等。

下面将针对以上部分理论与技术做重点剖析。

3.4 依托大数据融合，有效地拓展评估边界，实现由城市到区域的评估技术转变

突破模型界限，建立区域（战略）—市域（宏观）—分区（中观）—节点（微观）多空间层次、一体化交通模型系统。城市模型向省域（区域）模型的转变。引用手机数据、高速公路联网收费、公路客运、铁路客运等数据，支持建立基于人的大区域出行频次确定、目的地选择等模型关键参数的标定。

根据当前城市化范围拓展、都市圈及城镇群发展形势要求，突破传统交通模型市域范围界限，深圳市根据城市发展需求，相继探索建立了深莞惠、珠三角、广东省域交通模型框架，初步支撑了区域性交通发展政策、战略通道规划建设评估。

3.5 依托大数据挖掘，深化评估技术，实现由宏观至中微观的评估技术转变

利用精细化的建筑普查和用地规划数据，建立针对片区的中观交通模型。全局采用中观（车队）仿真，显著提高仿真效率。局部采用微观（个体车辆）仿真，提高仿真精度，二者混合仿真，实现效率与精度平衡。

适应片区精细化城市规划管理需要，创新性提出中观交通模型建设技术流程及标准，研究开发了片区中观交通模型，在片区交通改善方案评估、建设项目交通影响评估等方面发挥重要作用。传统模型重点关注高峰时段的评估，大数据的融合与挖掘，可以将综合评估从传统的工作日高峰小时扩展到任意时间，满足节假日等特殊时刻的预测需求。

3.6 依托大数据监测，提升评估频率，实现由静态到动态的评估技术转变

提升模型时效，建立动静态数据融合的交通模型系统。利用浮动车 GPS 数据和流量检测数据，建立交通运行指数。实时评估道路、公交运行状况。支持交通评估由按年度评估至实时评估的转变。

传统交通模型一般基于居民出行调查等静态数据建立，一般应用期限为 5 年，每年更新一次，更新频率较慢，实效性不高，难以适应城市快速发展要求。引入大数据后，将显著提升综合评估的频率。例如将动态数据融入仿真计算模型，充分利用动态数据实时性高、更新频率快、数据量大、覆盖面广的特点，通过基础数据更新及时校核交通模型，使模型更真实模拟实际交通状况，提高了模型精度与时效性。

3.7 依托大数据关联，拓展评估视角，实现从单一内部视角向上下游等外部多元视角的延伸

延伸模型功能，建立集土地、交通、经济、环境、运营等多功能于一体、复合型交通模型系统。利用土地规划数据、浮动车 GPS 数据和城市交通模型，从交通的源头开始，建立土地与交通反馈模型；从交通的外部影响分析，建立交通排放监测平台、交通与经济收益分析平台、交通运营与管理分析系统等，实现交通的源头分析及从内部到外部影响的评估。

城市交通与土地、经济、环境等诸多因素密切相关，交通发展关注重点正日益从交通本身向交通与相关因素的协同作用转变。针对传统模型主要专注单一交通因素评估的不足，本系统根据当前城市及交通可持续发展趋势要求，建立了集土地、交通、经济、环境等多功能于一体、复合型交通模型系统，模型的功能大大强化，实现了多方面、多视角交通评估分析，

提高交通模型评估的科学性和客观性。

- 交通的上游研究：主要包括交通与土地利用一体化研究，交通政策与机动车拥有研究，TOD 导向的人口岗位研究等；
- 交通的下游研究：交通与排放，交通安全评价体系，交通与经济收益分析，交通运营等。

4 应用实践

深圳市依托交通大数据的融合与挖掘，相继建立了一体化多层次交通模型体系、覆盖全市域的道路交通运行指数系统、交通排放监测平台和城市交通仿真系统（关键走廊、枢纽和轨道站点等），改进了交通规划技术支持、增强交通决策管理方法和提升交通信息化服务水平，有力支撑了近年来深圳的城市交通发展。

4.1 改进交通规划技术支持

（1）交通规划技术流程再造。传统交通规划建立在间隔时间较长的大规模城市综合交通调查基础之上，规划时效性低。通过融入实时采集的动态交通信息，建立多层次一体化的仿真模型平台，将仿真技术手段城市交通规划设计、运行评价、方案技术比选以及交通规划政策决策中，建立基于动态信息的动态交通规划技术流程，推进交通规划从静态规划到动态规划转变，提高了城市交通规划决策的科学性和整体效率。

（2）区域战略交通分析与片区精细化交通分析技术支持。既有模型体系对于支持区域战略分析和片区精细化分析方面存在不足。需要在市域宏观模型的基础上，重点开发建立区域和中观模型。区域交通模型重点用于都市圈、区域性交通发展政策、跨境重大设施规划等技术分析，如图 3 所示。中观交通模型重点用于片区层面交通改善措施、规划方案分析，交通设施设计详细交通分析等。区域模型和中观模型的建立，完善了多层次的交通模型系统，形成完整的交通规划技术支持体系，满足不同空间层次的交通规划技术支持要求。

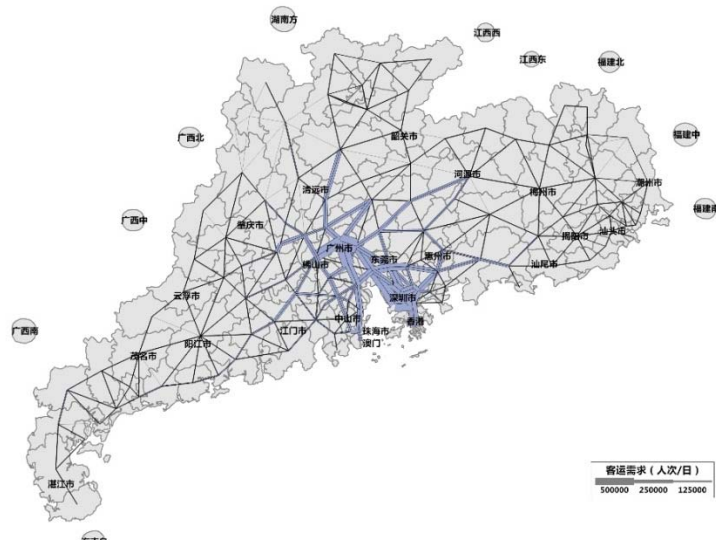


图3 区域交通模型：跨境战略交通分析

4.2 增强交通决策管理方法手段

(1) 交通运行实时动态监测。通过建立道路交通运行指数系统，全面监测城市整体交通运行水平、评估分析分片区、地段、道路的交通状况，日常交通运行指数的变化规律。作为交通环境评估工作的重要依据，深圳市首次在国内建立交通碳排放监测平台⁰，实现对全市范围不同区域道路交通排放指标、水平的动态监测，见图4。交通实时动态监测为政府部门选择交通改善片区、制定停车收费政策、需求管理政策等决策，以及交通应急指挥等提供重要依据。



图4 深圳市交通排放监测平台

(2) 决策预案多因素综合评估。依靠多维度交通模型系统及交通评估技术，对交通决策预案进行多视角、多因素的综合评估分析，改变当前项目决策重点依靠交通评估为主，缺

乏环境、成本、运营、安全等方面评估情形，使评估决策更加科学合理。在进行停车收费及调价机制等重大政策评估中，除分析政策的交通影响因素外，对政策带来的经济、环境等方面的影响进行了全面综合评估。例如，新一代城市交通综合评估技术有力地支持了深圳市路内和路外停车政策制定的全过程，并探索建立了停车收费与道路交通指数的动态调整机制。

例如停车错峰方案的测试：7:00~7:30 驶入的按 7 折征收；7:00 前驶入的按 6 折征收；19:30~20:00 驶出的按 7 折征收；20:00 后驶出的按 6 折征收；7:30 前驶入、19:30 后驶出，期间连续停车的按 5 折征收，测试结果见图 5。

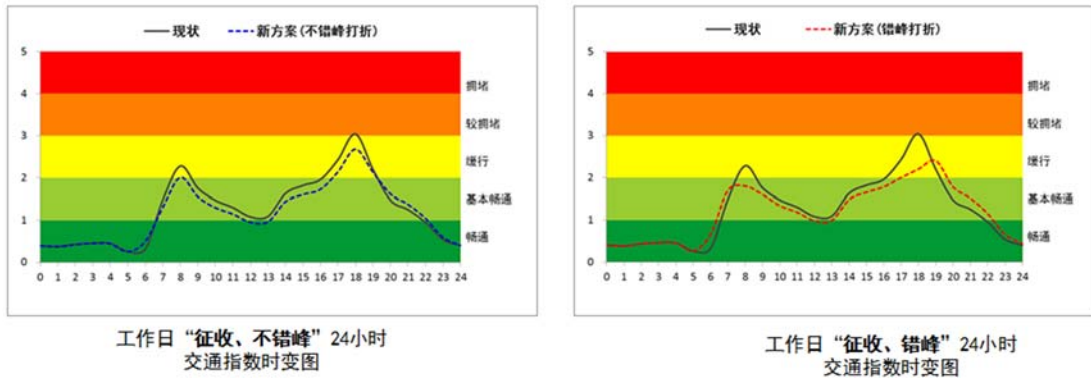


图 5 深圳市停车政策比选方案评估

(3) 交评项目规范化管理。通过建立交通影响评价应用管理平台，统一交评基础数据要求、统一技术方法流程、统一输出文件格式，实现交评技术工作的标准化和规范化，提高工作效率，保障交评技术工作的可信度。评估结果通过标准化报告文件格式输出，可直接作为交评项目上报政府审批的文件材料，规范交评项目审批。通过交通影响评价应用管理平台，实现政府由以往定性、经验式管理向定量科学化管理转变，提升政府建设项目管理水平。

4.3 提升交通信息化服务水平

(1) 多渠道实时交通信息发布。深圳市交通运行指数系统已经通过电视、网站、微博、彩信等多种渠道对外进行发布实时交通，见图 6。交通排放通过专题网站进行发布，并与相关技术单位建立二次开发接口。社会各界可以通过上述各种途径获取交通运行信息。

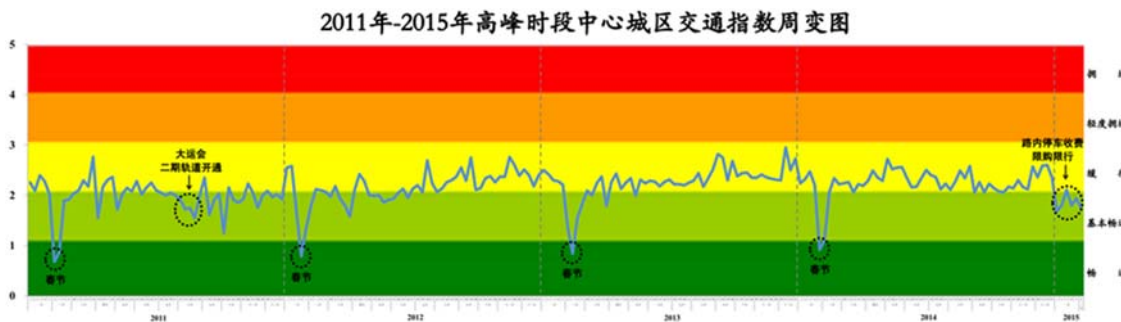


图 6 近五年交通指数周变图与特殊情况分析

(2) 出行路径规划与动态诱导。1) 行前路径规划：用户在出行前可通过交通指数系统选择出行路径，根据出行者出行起终点选择，系统将为用户推荐合理出行路径。2) 出行中动态路径诱导：对于长距离、长时间的出行，行前规划的出行路径的交通状况可能变化显著。通过大数据平台建立基于多源数据融合的可变虚拟信息板（VMS），用户在出行过程中，系统将根据道路交通运行状况的变化，动态调整用户出行路径，使用户在整个出行过程中全程避免拥挤路段，出行路径始终保持最优，见图 7。

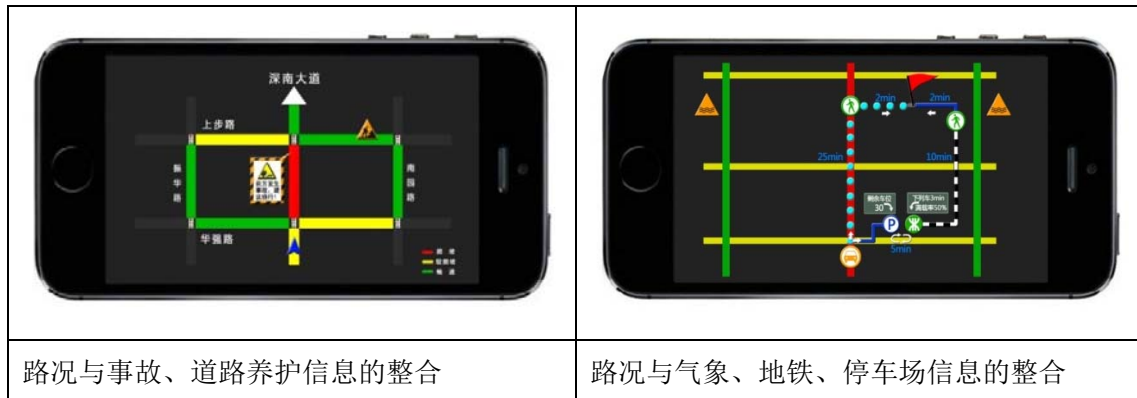


图 7 交通大数据环境下多源信息整合的定向诱导平台（VMS）

4.4 经济与社会效益

(1) 节约政府投资：针对政府投资重大基建项目进行交通、经济、成本等方面的综合评估，使项目建设决策（是否要建）更加科学合理，建设方案得到优化，节约了政府投资建设资金，提高了资金使用效益。

(2) 减少出行成本：提高市民出行对交通信息服务的认知度，改变市民出行习惯。通过合理的出行路径、方式、时间等规划，节约出行时间成本和费用成本。

(3) 提高行业效益：提高交通规划设计行业工作效率；降低运输企业运输成本，提高经营效益；

(4) 降低环境影响：依托大数据建立的交通运行指数信息发布均衡道路交通分布，降低交通拥堵程度，减少机动车污染物排放；依托大数据建立的交通排放监测平台采取道路交通管理措施，减少中心区交通排放，改善城市中心区环境质量。

5 结论与展望

通过深度挖掘交通运行产生的多源异构数据，建立集统计、关联、预测于一体的交通大数据分析平台和专题评估子系统，形成面向多层次、多领域应用需求的一体化综合交通模型体系，支持城市交通综合评估技术“从城市到区域、从宏观到微观，从静态到动态，从土地到环境”的四大转变。大数据在深圳市近五年的城市交通综合评估中得到了较好地应用与实

践。展望未来，综合交通评估将在交通安全、交通环境及交通运营等角度切入，进一步深化与拓展城市交通综合评估技术。

【参考文献】

- [1] 杨旭, 汤海京, 丁刚毅.数据科学导论: 北京理工大学出版社,2014.
- [2] 宋清辉.大数据正改变我们的未来,2014.
- [3] 大数据技术与产品回顾.TechTarget 数据库,2014.
- [4] 林群,关志超等.深圳市城市交通仿真系统.深圳市城市交通规划设计研究中心[R].2006.
- [5] 郭继孚,温慧英等.北京市道路交通指数研究.北京交通发展研究中心[R].2011.
- [6] 高德公司.高德交通季度分析报告[R],2014.
- [7] 张晓春,宋家骅等.深圳市道路交通运行指数研究及发布方案.深圳市城市交通规划设计研究中心[R].2012.
- [8] 张晓春,段仲渊等.深圳市交通排放监测平台及发布方案.深圳市城市交通规划设计研究中心[R].2014.

【作者简介】

丘建栋，男，研究生，深圳市城市交通规划设计研究中心，高级工程师。电子信箱：
qjiandong@163.com