

# 交通节能减排智能化监测与排放模型 技术及应用

北京市交通行业节能减排中心

程颖

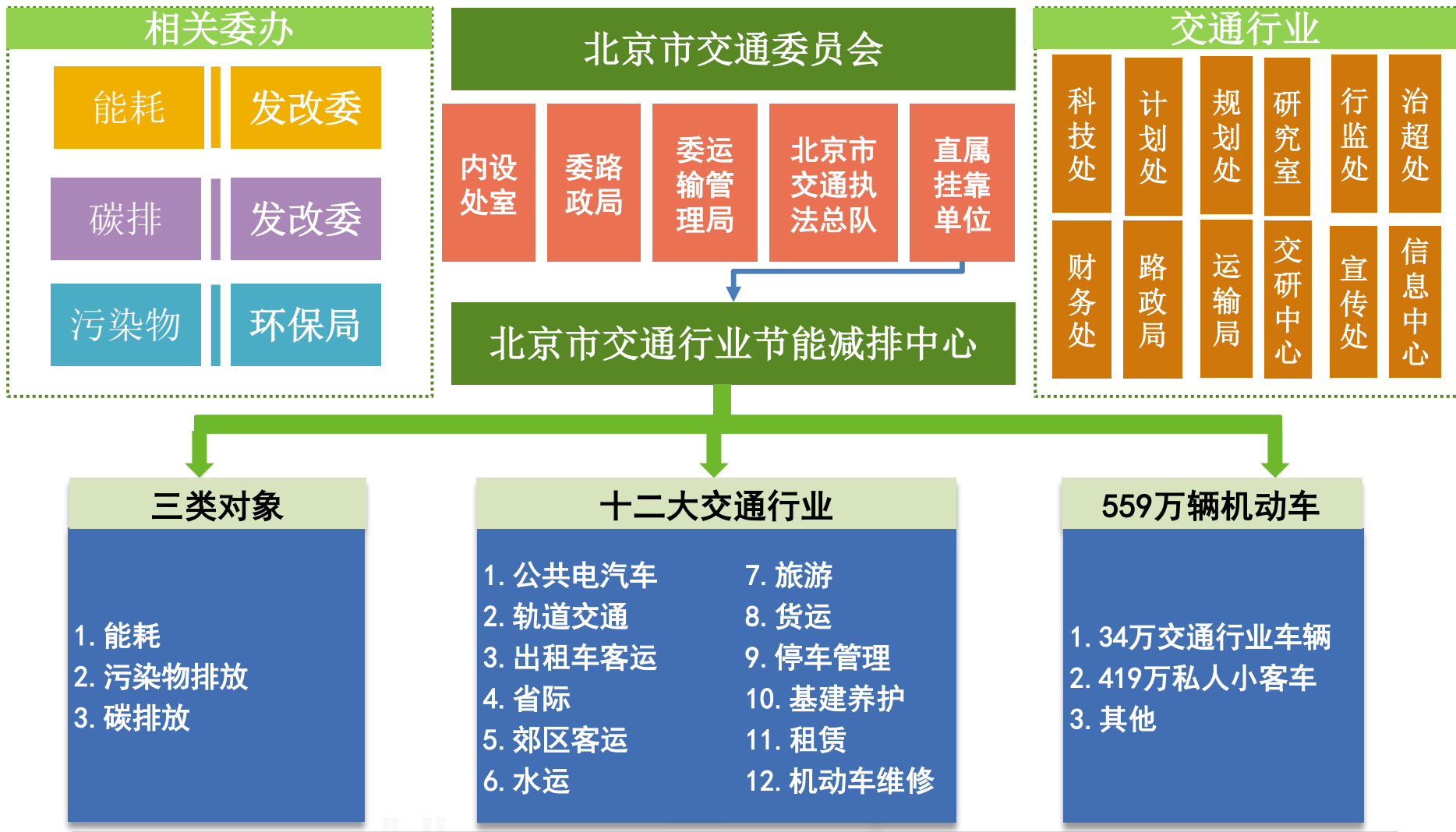
2016年3月4日

成立于2012年6月，北京市交通委员会直属事业单位

通过辅助决策管理、开展科研攻关、服务行业企业，致力于在交通领域促进资源节约、改善空气质量、应对气候变化方面发挥积极作用



## 北京交通节能减排工作体制



全面启动覆盖“**能耗、燃油、污染物排放、碳排放**”，能够实现“**可分析、可追溯、可分解可考核、可预测可预警**”的统计监测体系。



- 
- 一、背景情况
  - 二、关键技术与创新点
  - 三、应用效果
  - 四、未来展望

# 一、研究背景

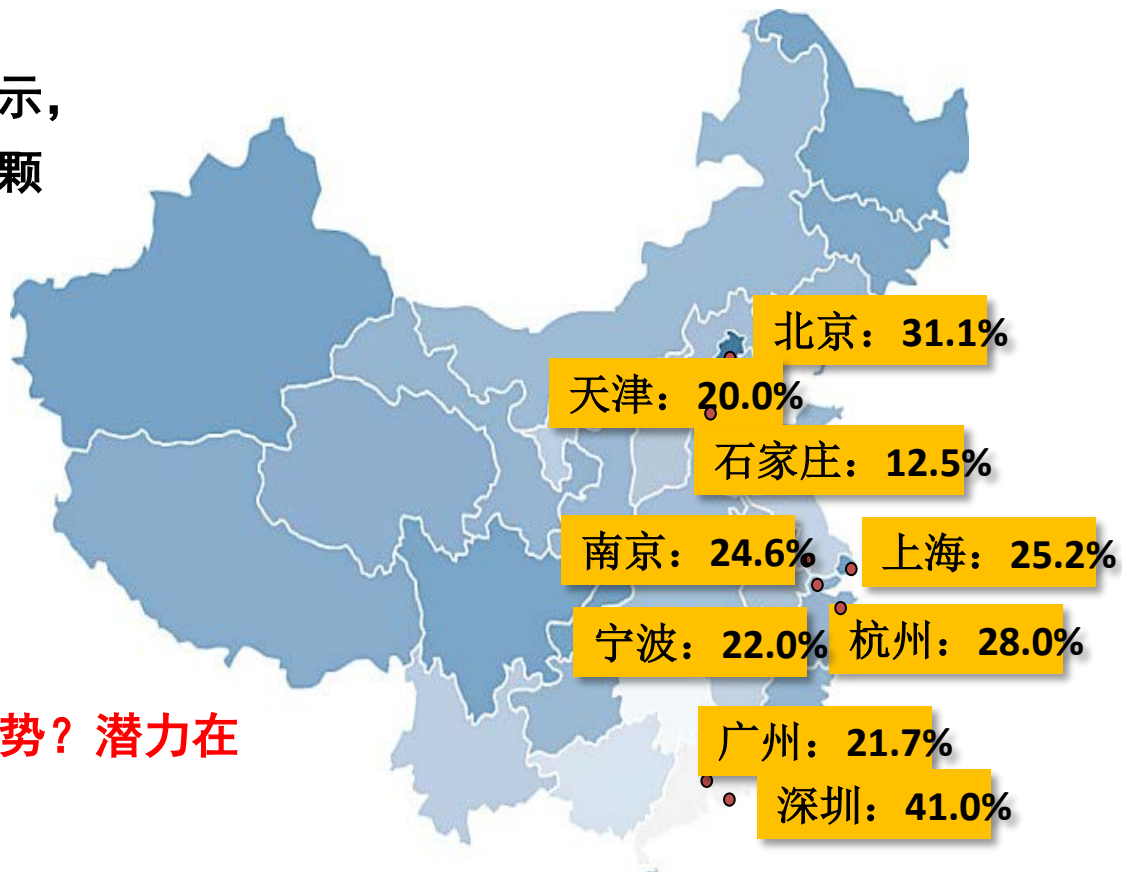


与**交通拥堵**类似，**能源环境问题**是大城市面临的又一“**城市病**”

➔ **环保部门**：PM2.5源解析结果显示，  
交通排放占**20%-40%**，是大城市颗粒物的**最主要来源**

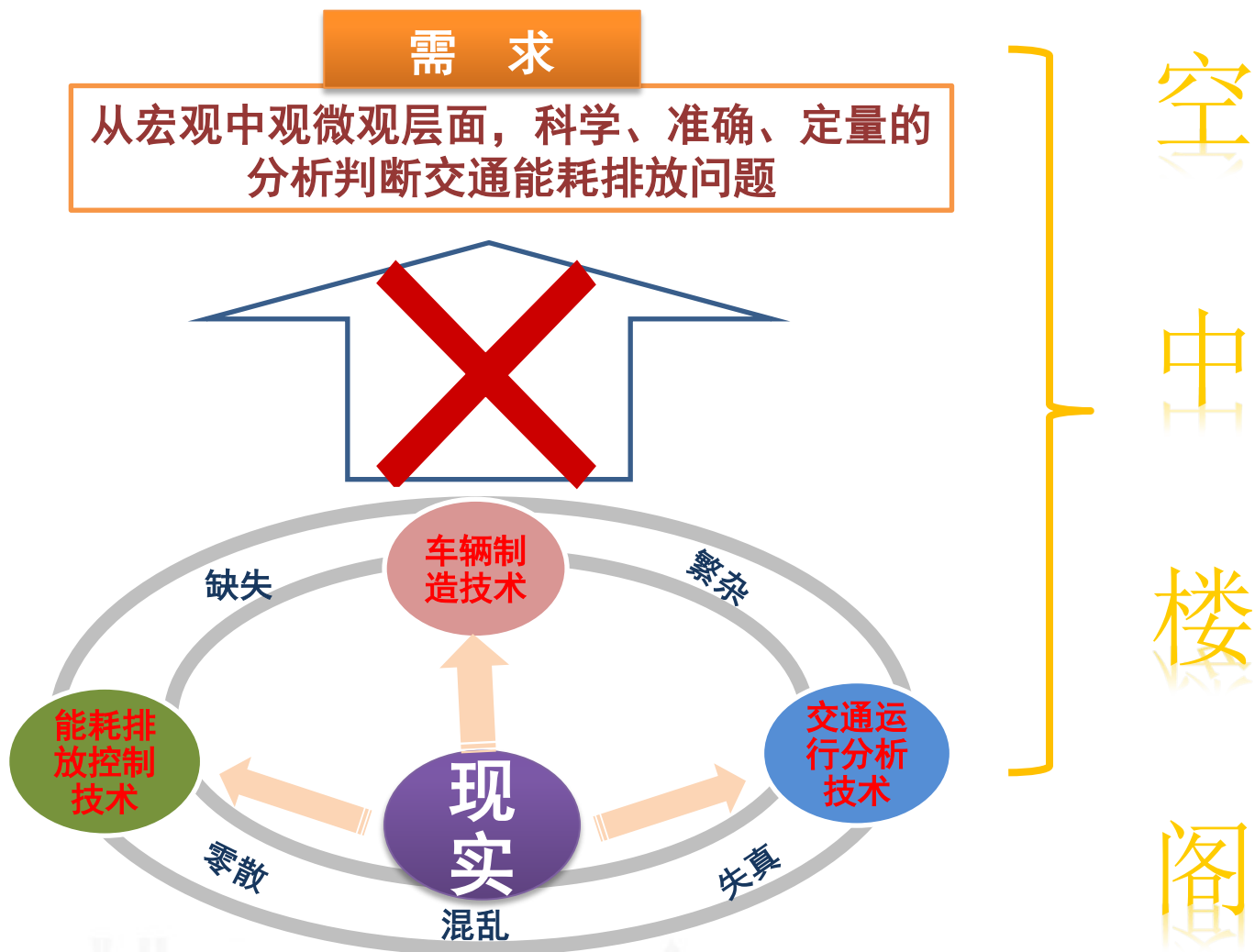
➔ **统计部门**：中国能源消耗**40亿吨**标煤，其中交通运输与社会交通能耗占比接近**20%**

➔ **交通系统**：**真实情况？构成？趋势？潜力在哪里？**



# 一、研究背景

## 交通领域能耗排放监测难在哪里？



# 一、研究背景



决策者

管理者

研究者

企业

公众

交通节能减排统计监测智能化监测分析系统

科学、精准的核算与评估模型技术

基于时间维度的宏观核算清单模型

基于空间维度的中观路网评估模型

基于时空维度的单车监测分析模型

以车辆为单位的多维数据感知技术

基于OBD和时空定位的能耗感知技术

基于检测和工况数据的排放感知技术

基于车辆状况和工况数据的驾驶行为感知技术

海量高频的多源异构数据采集、存储与清理

实时交通运行

车辆微观能耗

车辆微观工况

时空定位信息

车辆基础状态


污染物排放库

能耗排放检测数据

交通节能减排智能监测分析技术

总体思路



- 
- 一、背景情况
  - 二、关键技术与创新点
  - 三、应用效果
  - 四、未来展望

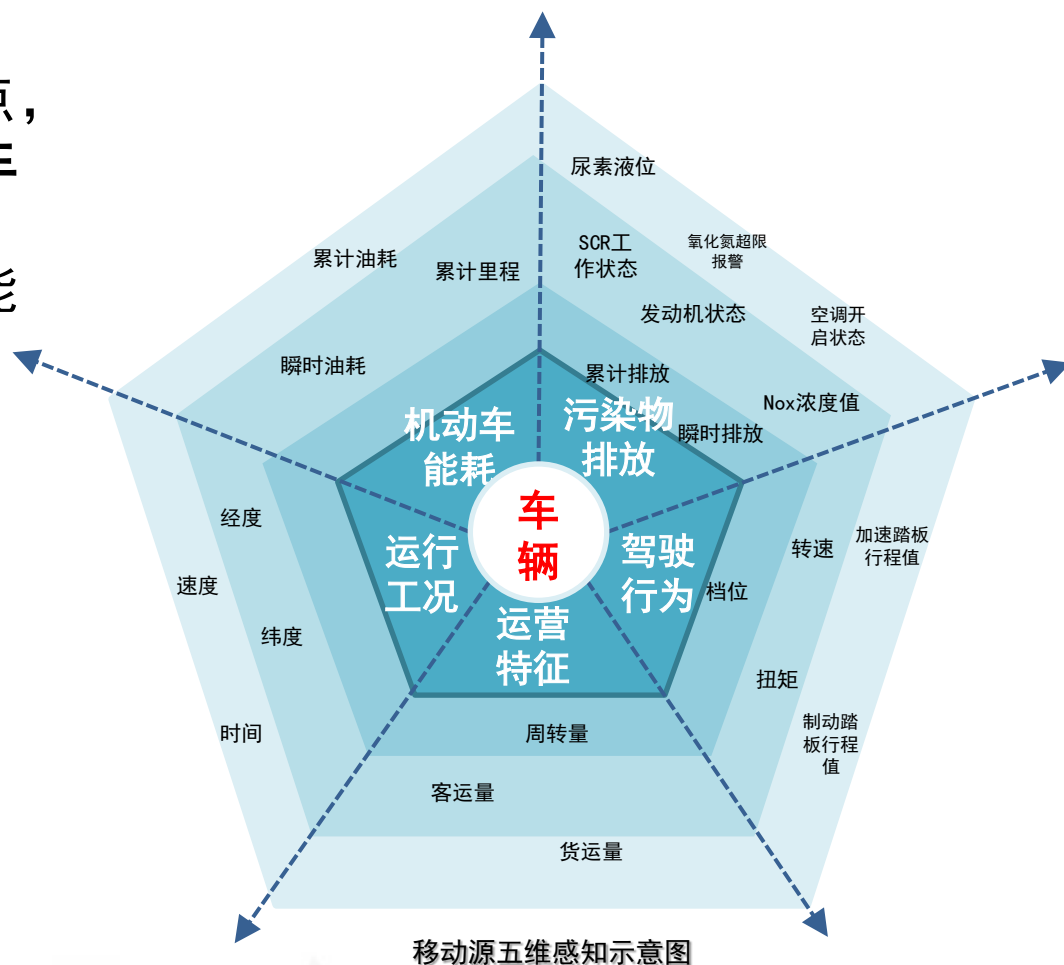
- 1、首创了基于单车的**机动车能耗排放多维感知技术**
- 2、首创了基于大数据的**三层次交通能耗排放模型体系**，满足支持不同尺度的交通能耗排放决策管理需求
- 3、自主研发基于高时空分辨率的微观驾驶行为关键参数提取技术，**首创面向矫正的驾驶行为评价方法**
- 4、建成国际首个集微观监测、宏观分析、政策评价及决策支持于一体的**交通节能减排智能化监测分析平台**

### 1、首创了基于单车的**机动车能耗排放多维感知技术**

以**车辆基础特征**为坐标原点，以**时间**为坐标，同步感知**机动车能耗、污染物排放、运行工况、运营特征和驾驶行为**等五维节能减排关键信息

**核心：**

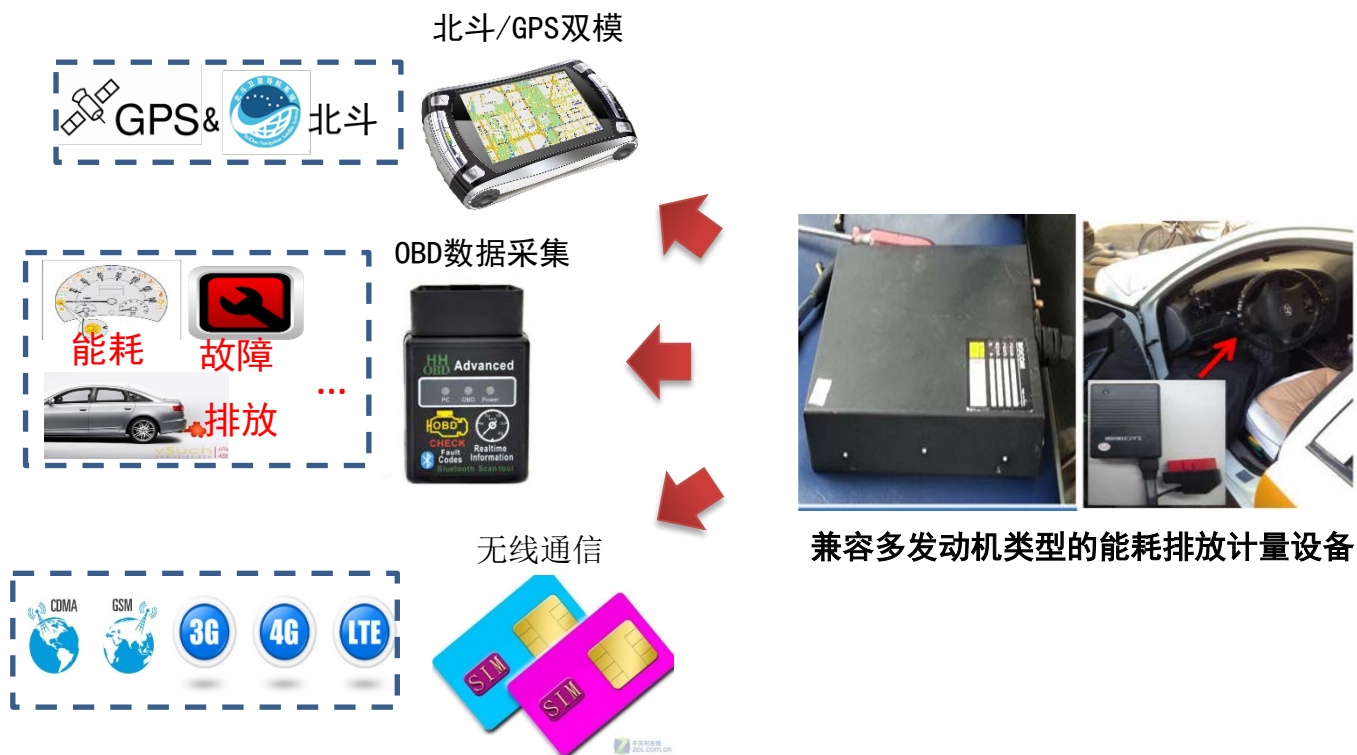
- (1) 能耗综合指标直接感知
- (2) 污染物指标间接感知



## 二、关键技术与创新点

### 1、首创了基于单车的机动车能耗排放**多维感知技术**

(1) 自主研发了国内首个兼容多种发动机类型的高精度监测器具，  
实现**车辆能耗综合指标的直接感知**



## 二、关键技术与创新点

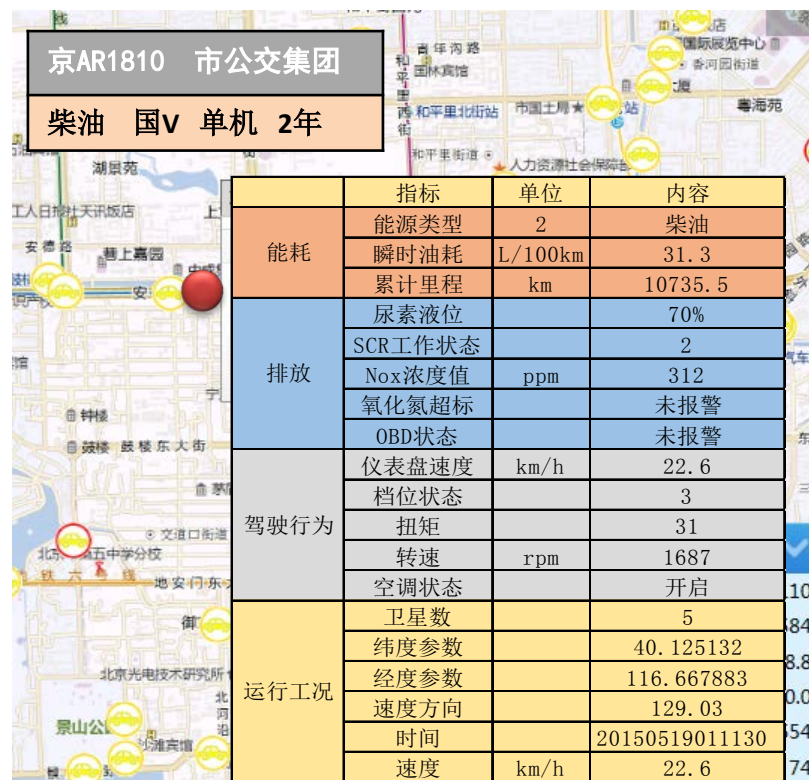


### 1、首创了基于单车的机动车能耗排放**多维感知技术**

(1) 自主研发了国内首个兼容多种发动机类型的高精度监测器具，**实现车辆能耗综合指标的直接感知**

#### 技术先进性

- 兼容多种发动机类型，覆盖车型达**11类39种**（康明斯、依维柯、玉柴、现代等）
- 实现了**动态能耗、驾驶工况、排放工况、定位信息等**4类26项指标的直接感知，是传统器具的**3-4倍**
- 监测**偏差在3%以内**（同类器具20%以上），达到计量要求



## 二、关键技术与创新点



### 1、首创了基于单车的机动车能耗排放**多维感知技术**

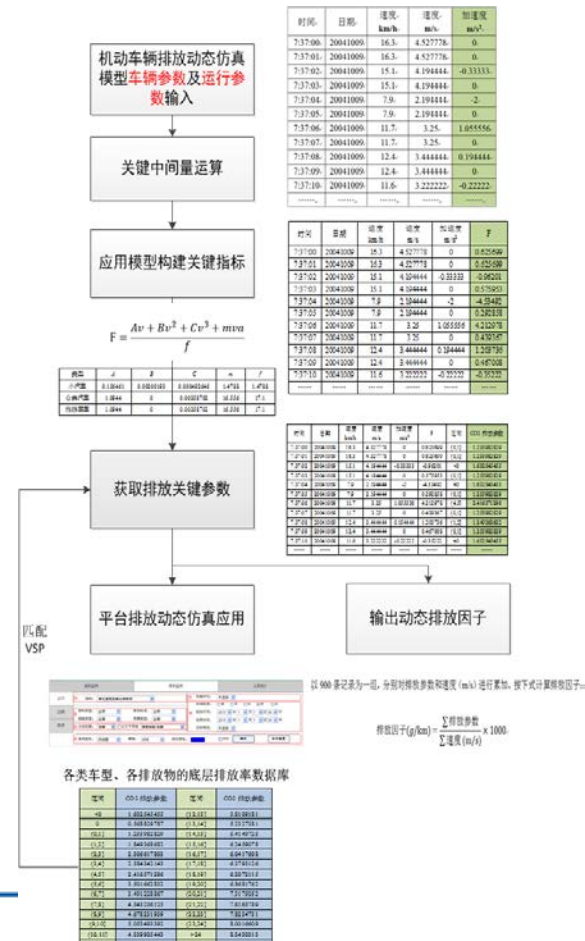
(2) 引入了国际先进的VSP理论，首创了基于大数据的车辆排放动态模拟技术，实现了**车辆实时污染物排放的间接感知**

$$VSP (STP_t) = \frac{Av_t + Bv_t^2 + Cv_t^3 + mv_t a_t}{f_{scale}}$$

其中， $v_t$ : 速度(m/s);  $a$ : 加速度(m/s<sup>2</sup>);  $m$ 、 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $f$ 为固定值

### 技术要点:

- **参数提取:** 基于车辆实际运行大数据，依据VSP理论，采用车载排放获取技术，提取车辆运行的工况参数
- **排放图谱:** 利用国际先进的PEMS车载排放采集技术，充分考虑车型、里程劣化、排放劣化等影响因素，积累本地化的车辆排放率修正图谱
- **实时匹配:** 通过感知车辆实时运行工况信息，匹配得到污染物排放数据，实现车辆实时排放感知



## 二、关键技术与创新点

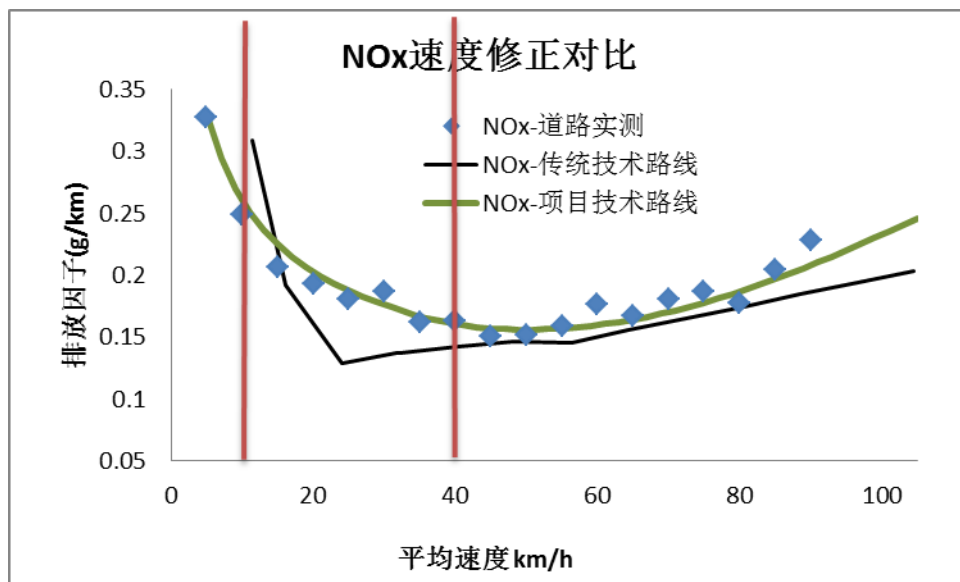


### 1、首创了基于单车的机动车能耗排放**多维感知技术**

(2) 引入了国际先进的VSP理论，首创了基于大数据的车辆排放动态模拟技术，实现了**车辆实时污染物排放的间接感知**

#### 技术先进性

- 与相比传统模型，**排放模拟与真实值偏差由40%降低至5%**
- 模拟精度达到秒级，可与能耗计量设备采集频度相匹配，一定程度**解决了车载器具无法直接监测污染物的问题**



国III轻型汽油车城市快速路工况

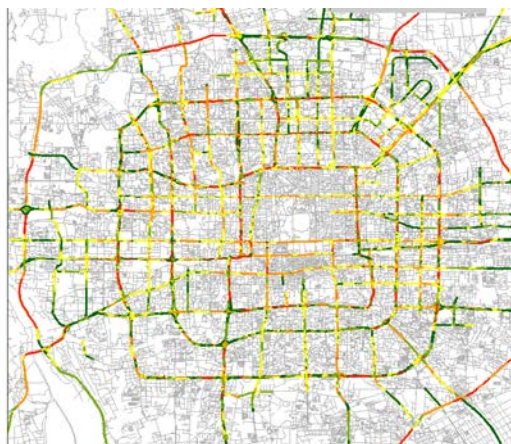
### 2、首创了基于大数据的多层次交通能耗排放模型体系，满足支持不同尺度的交通能耗排放决策管理需求

基于时间维度的宏观核算清单模型



基于车辆特征刻画和水平参数提取技术，实现**机动车能耗排放总量的快速评估与预测**

基于空间维度的中观静态、动态路网评价模型



与交通模型紧密衔接，实现**17万条路段**交通能耗排放评估与预测

基时空维度的单车监测分析模型



基于能耗排放感知技术，实现**单车能耗排放动态监测分析**



### 2、首创了基于大数据的四层次交通能耗排放模型体系，满足支持不同尺度的交通能耗排放决策管理需求

#### 技术先进性：

a

通过宏观模型，真正**基于移动源能耗排放微观监测大数据**得到**宏观统计预测指标**，实现了微观监测对宏观决策的有效支持

#### ➤ 宏观层面

- 车型结构划分（284种）
- 车辆行驶里程（动态）
- 车辆行程速度（动态）
- 综合排放因子

b

宏、中观模型的**关键参数数量是传统模型的5-8倍**，对多类交通节能减排政策高度敏感

#### ➤ 中观层面

- 车型结构划分（284种）
- 车辆行驶里程（动态）
- 车辆行程速度（动态）
- 路网车型结构（动态）
- 路网交通流量（动态）
- 速度排放因子

c

在模型校核过程中首次实现了宏、中、微观**三层次数据关联校核**，确保了各层次数据结果的一致性

#### ➤ 微观层面

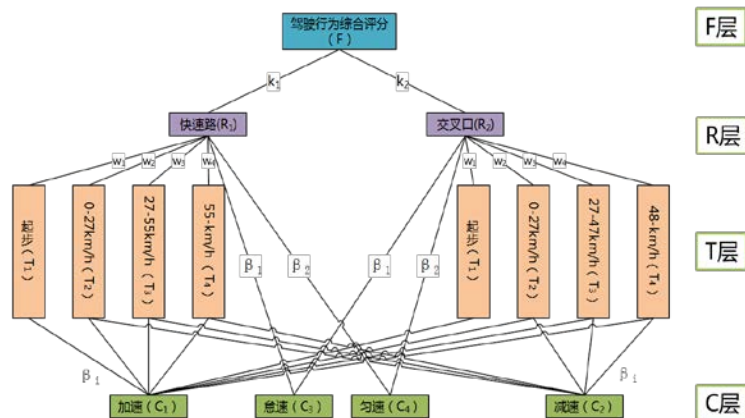
- 车辆微观工况（动态）
- 能耗监测（动态）
- 车辆关键排放状态
- 排放率数据

### 3 自主研发基于高时空分辨率的微观驾驶行为关键参数提取技术，首创**面向矫正的驾驶行为评价方法**

基于车辆运行大数据，提取各类驾驶行为关键参数，输入四层次综合评价模型得到驾驶员评估报告，并以此为依据确定相应培训方式和教程

#### 技术先进性

- 效果指标从能耗**扩展至污染物排放**
- 以**行为矫正**为目的，关键参数扩展为32个，**是传统模型8-10倍**，行为识别和评价结果更为精确
- 创新性地建立了四层次评价模型，较传统单层级模型**更能准确定位行为矫正潜力环节**



$$F = k_1 R_1 \left( \sum w_i T_i \left( \sum \beta_j C_j \right) \right) + k_2 R_2 \left( \sum w_i T_i \left( \sum \beta_j C_j \right) \right)$$

其中， $F$ 为驾驶员的驾驶行为综合评分值；

$k$ 为不同道路条件下的贡献率占比；

$w$ 为不同交通条件下贡献率的占比；

$\beta$ 为不同车辆工况条件下贡献率的占比

### 4、建成国际首个集微观监测、宏观分析、政策评价及决策支持于一体的交通节能减排智能化监测分析平台

- 实现了交通能耗排放**实时监测—宏观分析—政策评价—决策支持**功能
- 集成了40余个多源异构数据，近100TB数据量；
- 积累了5万典型交通能耗排放特征图谱；



## 二、关键技术与创新点



决策者

管理者

研究者

企业

公众

交通节能减排统计监测智能化分析系统

科学、精准的核算与评估模型

基于时间维度的宏观核算清单模型

基于空间维度的中观路网评估模型

基于时空维度的单车监测分析模型

以车辆为单位的多维数据感知技术

基于OBD和时空定位的能耗感知技术

基于检测和工况数据的排放感知技术

基于车辆状况和工况数据的驾驶行为感知技术

海量高频的多源异构数据采集、存储与清理

实时交通运行

车辆微观能耗

车辆微观工况

时空定位信息

车辆基础状态

污染物排放库

能耗排放检测数据

交通节能减排智能监测分析技术

- 
- 一、背景情况
  - 二、关键技术与创新点
  - 三、应用效果
  - 四、未来展望

### 三、应用效果



- 率先在**特大型城市**得到较长时间的应用和验证，得到交通运输部和北京、天津、河北等多个地方政府部门高度评价



# 三、应用效果



**得到统计部门的高度认可。**北京市已依托此技术**对交通能源统计核算方法进行了重大变革**，在全国率先实现了基于车辆监测的交通能耗统计核算

- 2014年初，市统计局、市交通委联合印发《**北京市交通行业能耗统计调查工作实施方案**》，将基于车辆监测数据的能耗统计核算方法正式应用到统计工作中
- 交通重点行业企业通过交通节能减排监测分析平台自动获得得到本企业月度能耗数据，并上报统计局

北京市交通委员会  
北京市统计局 文件

京交科发〔2014〕171号

北京市交通委员会 北京市统计局  
关于印发《北京市交通行业能耗统计  
调查工作实施方案（2015-2017）》的通知

各有关单位：

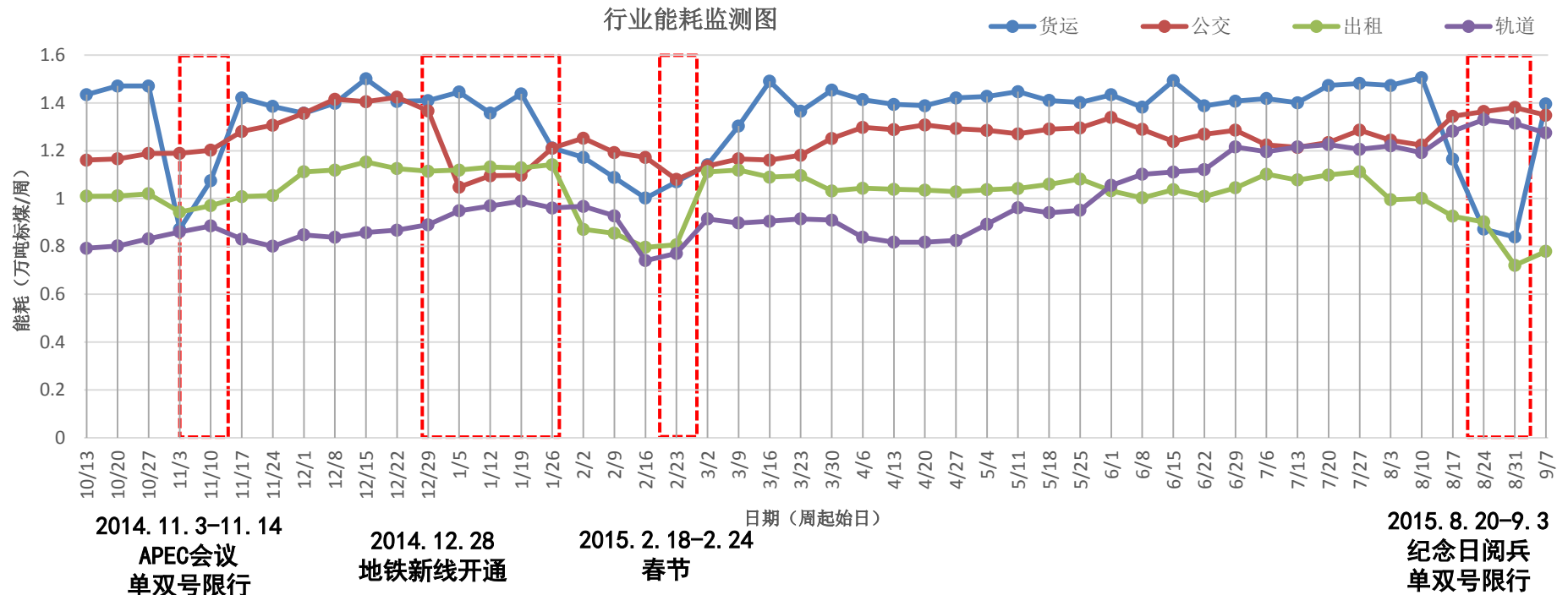
为落实《北京市2013-2017年机动车排放污染控制工作方案》工作要求，提高交通行业节能减排统计能力，促进交通节能减排统计工作科学化、规范化、制度化，支撑国家、北京市提出的节能减排考核目标量化评估。现印发《北京市交通行业能耗统计调查工作实施方案（2015-2017）》，请遵照执行。

北京市交通行业能耗统计调查工  
作实施方案（2015-2017）

# 三、应用效果



## 1、实现了北京市能耗排放的长期监测及变化趋势分析，为政府决策提供支撑



	APEC	地铁新线开通	春节	纪念日阅兵
货运	降低	不变	降低	降低
公交	增长	降低	增长	增长
出租	不变	不变	降低	降低
轨道	增长	增长	增长	增长

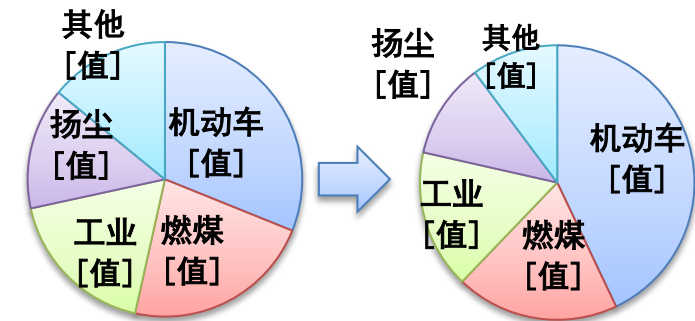
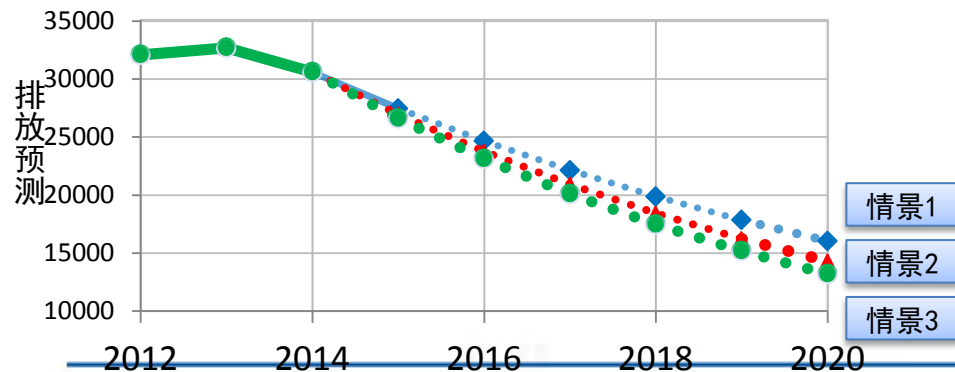
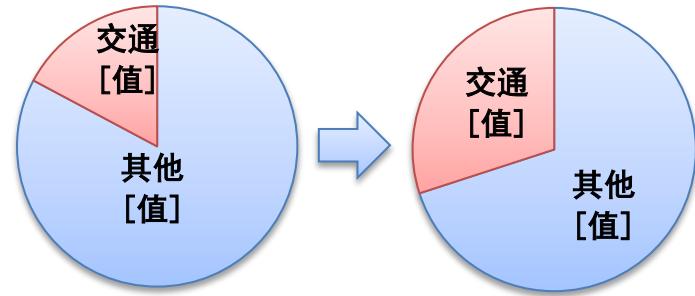
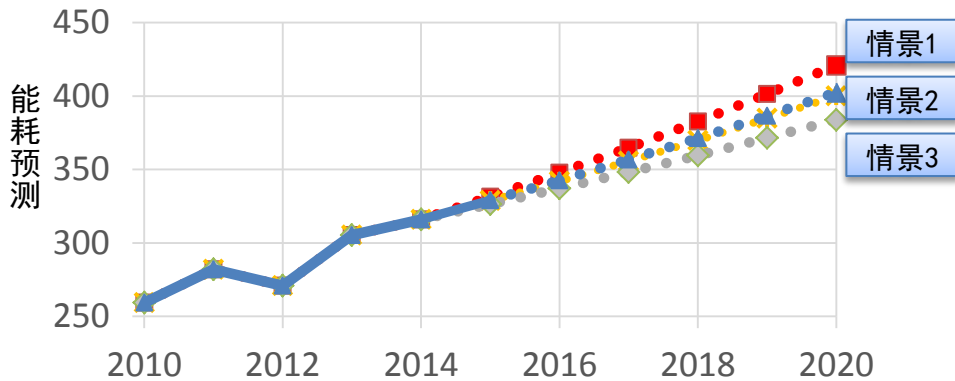


# 三、应用效果



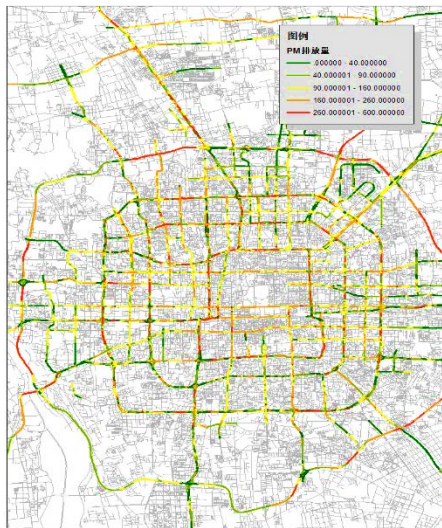
## 1、实现了北京市能耗排放的**长期监测及变化趋势分析**，为政府决策提供支撑

因具备科学预测分析交通能耗排放综合指标能力，可对各措施进行量化评估，北京市在**交通十三五规划**体系中设置了交通节能减排专项规划

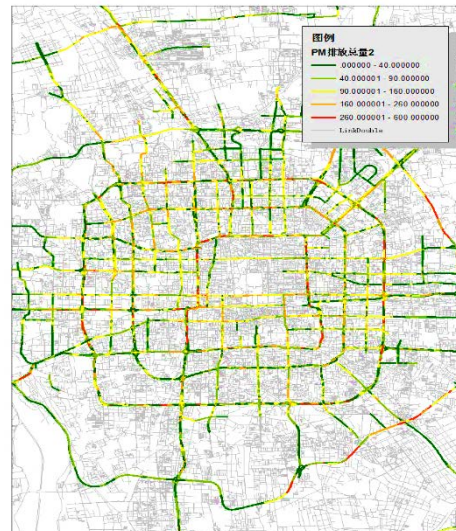


## 2、为政府**重大节能减排政策措施**提供决策支持

**例1：**APEC会议和阅兵期间交通综合措施实施前，均进行了不同限行措施方案的污染物排放预测，其结果直接影响了最终政策方案中的**车辆停驶措施**。



2014年11月基础限行政策下预测排放情况



限行方案1  
污染物排放情况  
三环内PM2.5降低20%



限行方案2：  
污染物排放情况  
三环内PM2.5降低40%

## 3、多渠道多方式共享交通能耗排放数据，服务政府决策

### 系统实时接入：

北京市交通运行协调指挥中心TOCC

北京市1+4+N能源监测平台

北京工业大学交通协同创新平台

### 系统数据服务：

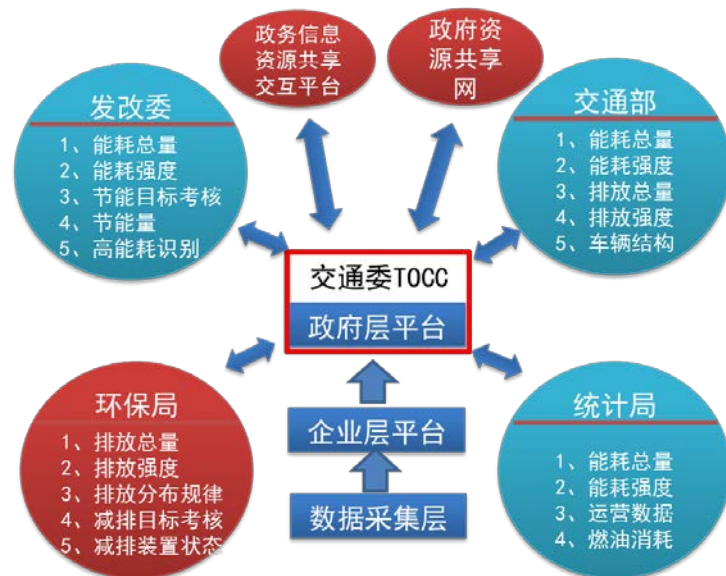
交通运输部；

北京市发展和改革委员会

北京市统计局；

北京市环境保护局

重点用能企业



## 4、多渠道多方式共享交通能耗排放数据，服务企业

**例1：**多个出租企业开始应用交通智能化统计监测技术建立数据平台，提高了能耗排放监测能力

### 北京北汽出租汽车集团有限责任公司



#### 关于实施北汽集团能耗统计及监测平台项目的决定

2012年11月20日，北京北汽出租汽车集团有限责任公司（以下简称“公司”），召开第31次总经理办公会，会议原则上开展建设北汽集团能耗统计及监测平台，纪要如下：

一、依据《节约能源法》、《资源节约型环境友好型公路水路交通发展政策》等相关法律法规要求，公司原则上同意开展北汽集团能耗统计及监测平台的建设。

二、北汽集团能耗统计及监测平台项目旨在实现公司出租、旅游车辆能耗及车辆运行状态的监控与统计分析，并和北京市交通行业节能减排中心系统实现联网，项目总投资约为2241万元，实施年限为2013年至2015年。

三、项目资金筹措方面，拟从“北京市节能减排及环境保护专项资金”及“交通运输节能减排区域试点项目”等多个渠道争取，其余部分由公司自筹。

四、同意委托第三方开展项目可研报告编制工作。

二〇一二年十一月二十日



北汽出租监测平台立项文件

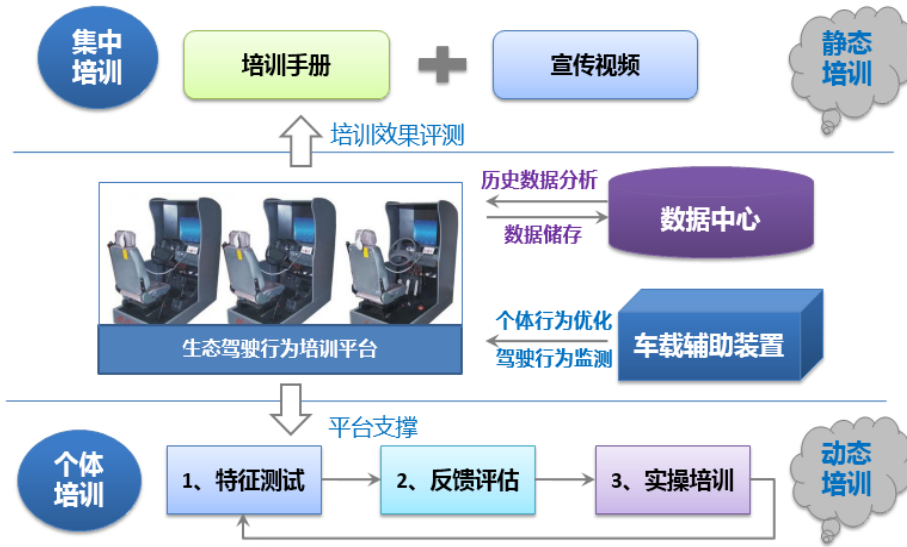
# 三、应用效果



## 4、多渠道多方式共享交通能耗排放数据，服务企业

### 例2：节能减排驾驶培训

- 已形成多个培训教程，初步被纳入到交通行业驾驶员培训体系，前期培训结果显示能耗降低为7%
- 与相关企业合作开发建设培训基地。



驾驶行为培训体系



培训教材和培训实景

# 三、应用效果



## 5、已启动京津冀地区交通节能减排智能化监测分析体系建设工作

### 北京市交通委员会文件

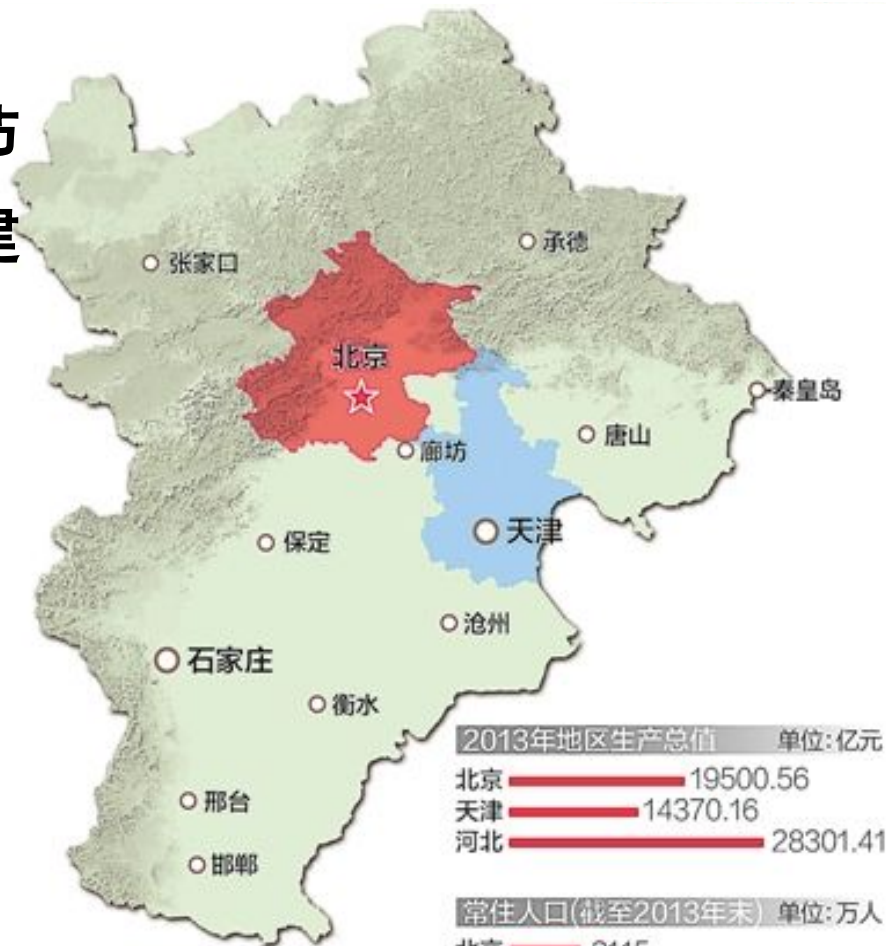
京交计发〔2015〕99号

北京市交通委员会关于印发京津冀区域协同发展交通一体化领导小组工作规程（2.0版）及2015年京津冀交通一体化重点任务的通知

路政局，运输管理局，交通执法总队，交研中心，委直属各单位，委机关各处室：

《京津冀区域协同发展交通一体化领导小组工作规程》（2.0版）及《2015年京津冀交通一体化重点任务》（以下简称《2015

30	推进京津冀多式联运和甩挂运输示范工程，实施厢式货车标准化工程
31	促进内陆无水港与天津河北出海港口协同发展，打造北京便捷出海口，加快无水港建设
32	推进区域运输信息互联互通。进一步健全京津冀交通部门与铁路、民航、邮政等部门的联动协调机制，实现交通信息共享，编制京津冀交通信息化发展规划
33	发展公交优先的城市交通，提高线网密度、站点覆盖率，提升公交出行分担比例
34	推广新技术及节能环保、再生建材，循环利用筑路材料，推进三地交通运输能耗统计与环境监测工作



2013年地区生产总值 单位:亿元



常住人口(截至2013年末) 单位:万人



与长三角和珠三角的比较

京津冀人均GDP是长三角的77.5%  
珠三角的63.6%

地均GDP  
(每平方公里土地创造的GDP)  
是长三角的51.4%  
珠三角的31.1%

面积 单位:万平方公里



## 经济效益

### ■ 节约人工成本、时间成本。

全市交通企业约7700家，以每家1-2人完成数据统计工作和填报工作计算，每年节约人工达**9240人**（以平均每家企业投入1.2人）

### ■ 带动相关产业发展。

项目中使用的能耗计量监测设备使用效果良好，相关企业自行投入购买扩大监测规模，采购相关设备，为设备厂商提供累计**3491万元的经济效益**

年份	栏目	新增产值 (万元)	新增利润 (万元)
2013年		2423	710
2014年		4504	1439
2015年		4040	1342
累计		10967	3491


### ■ 推动交通企业精细化管理，降低运营成本。

以出租行业为例，驾驶行为培训后，节能效果达到7%，可实现司机月均减少能耗成本444.5元。全出租行业拥有出租车6.7万辆，超过10万名司机，仅出租行业每年可节约能耗成本**5300万元**。

## 社会效益

- (1) 积累了自2013年以来的北京12大行业交通能耗排放数据库，有效地提高了决策效率和科学化水平。
- (2) 为国家节能减排“十三五规划”等政策提供了科学依据，科学、准确、及时的分析和预测能耗排放量
- (3) 为APEC会议、抗日战争胜利日阅兵等重大活动期间交通污染排放治理措施提供支持。
- (4) 提高交通运输企业自身节能减排能力和水平



- 
- 一、背景情况
  - 二、关键技术与创新点
  - 三、应用效果
  - 四、未来展望

在大数据时代，交通节能减排的评估工作也将面临数据的压力，不只是量，还有来源。未来面向多源异构的整合，更是需要满足宏、中、微观各层次评估的数据需求。未来还需着重开展以下工作：

(1) 每年持续开展排放数据测试采集，不断补充交通行业的车辆排放特征数据，支持宏、中、微观的节能减排评估工作，能够为行业制定目标和规划服务

(2) 结合北京市交通领域统计监测平台的后续建设，开展动态交通排放模型的研发与应用

(3) 研究交通排放贡献与交通环境容量问题，开展机动车污染源扩散机理的研究，建立能够综合考虑各项因素的交通PM2.5减排决策支持系统，以从多维度评价交通排放

(4) 针对交通影响因素方面，进一步整合交通、排放、公安、手机等各类不同来源数据，构建面向政策敏感、出行相关联的交通出行数据，服务于市民出行



汇报结束，谢谢！