



# 基于车载测试的柴油车排放研究

姚志良

北京工商大学

2017.11.9

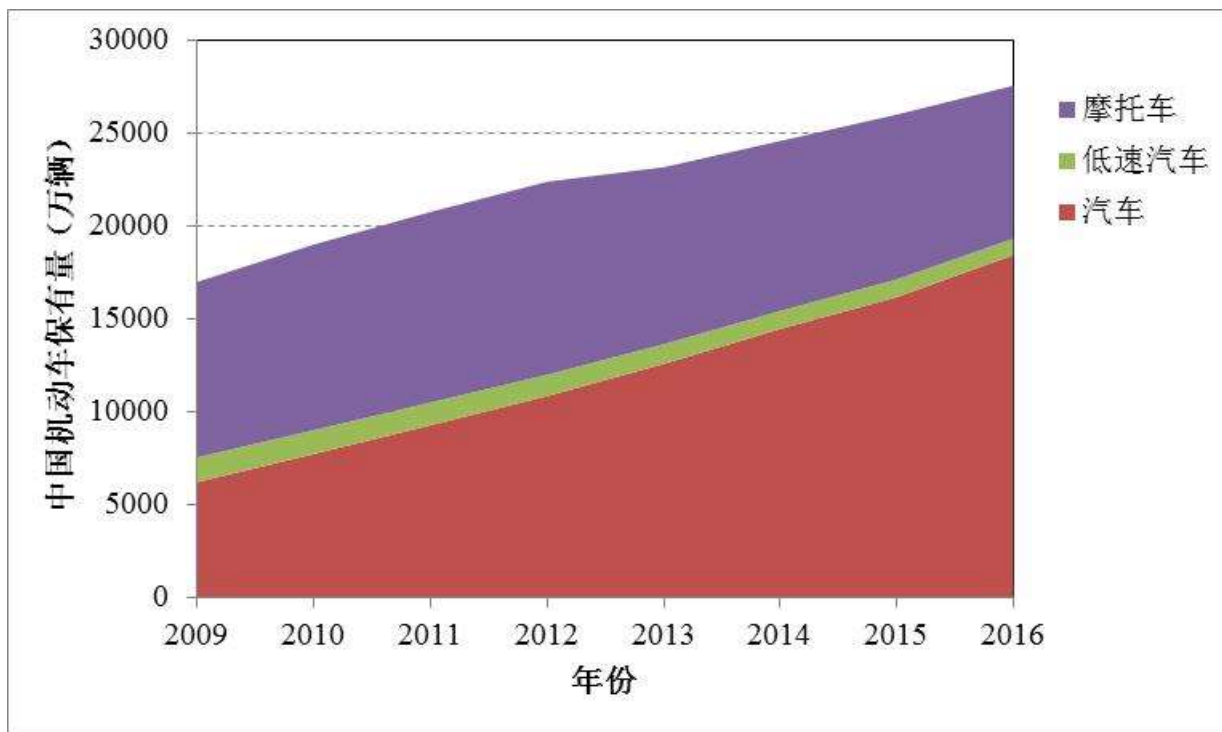


# 主要内容

- 一、研究背景及目的**
- 二、实际道路车载排放测试**
- 三、柴油车实际道路NO<sub>x</sub>排放特征分析**
- 四、柴油车实际道路PM<sub>2.5</sub>组分排放特征分析**
- 五、主要结论**

# 研究背景

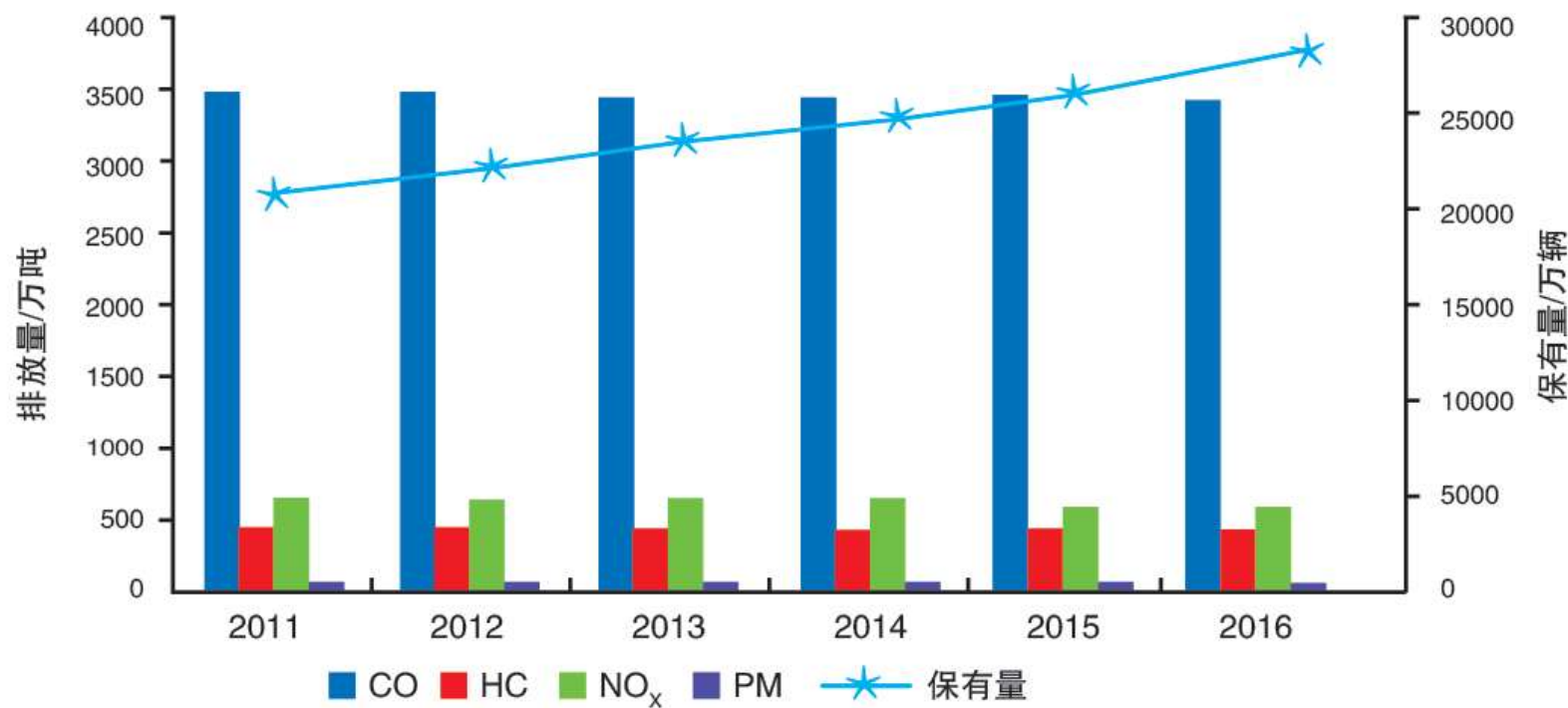
- 截止到2016年底，我国机动车保有量突破2.7亿辆，其中，汽车保有量增长迅速，达1.8亿辆。



数据来源：环保部

# 研究背景

- 2011年-2016年，各污染物呈降低趋势，但降幅不大，排放总量仍然较高



数据来源：环保部

# 研究背景

部分城市**PM2.5源解析**结果显示：**机动车**是城市大气PM2.5的重要来源，**贡献13%-41%**



# 研究背景

## 机动车排放计算方法

### ➤ 基于保有量的方法

$$E = P \times VKT \times EF$$

### ➤ 基于车流量的方法

$$E = q \times l \times EF$$

# 研究背景

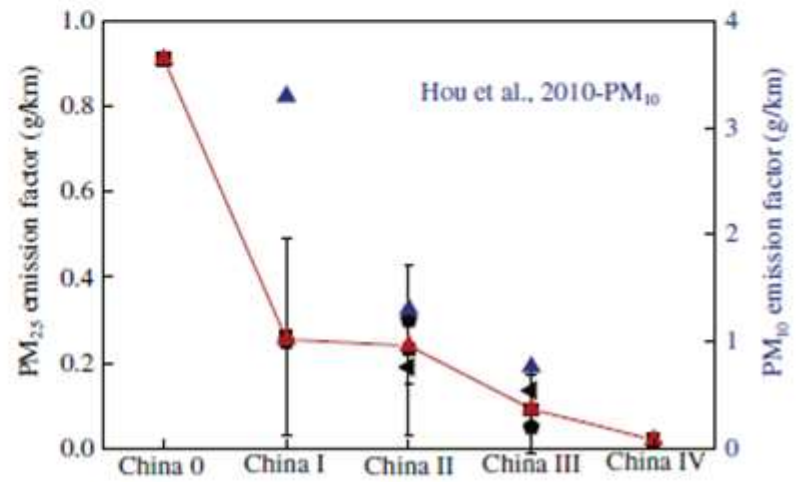
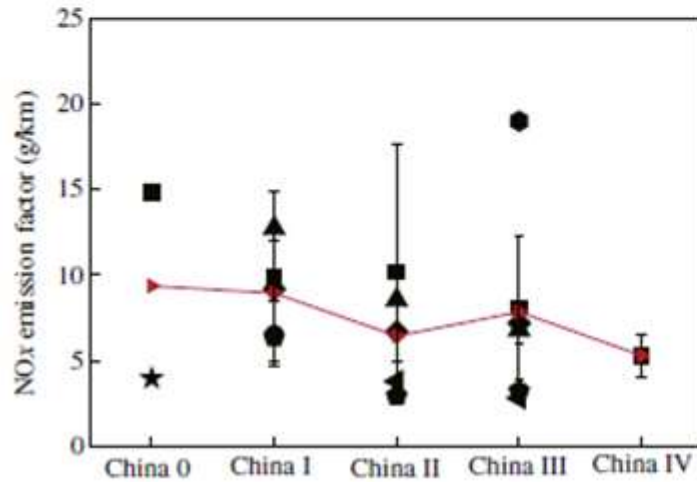
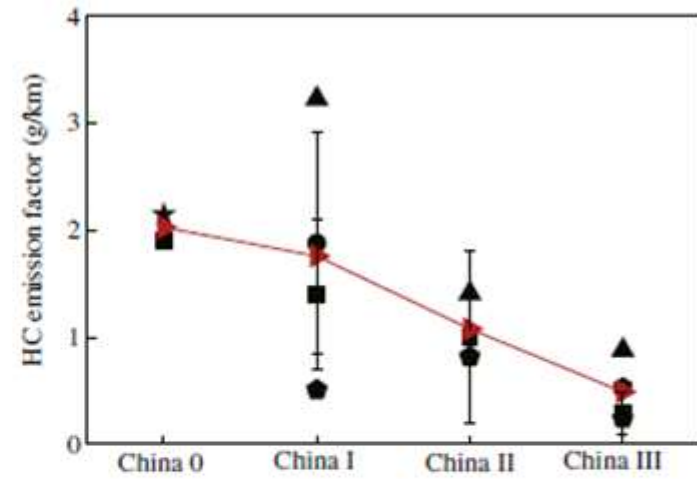
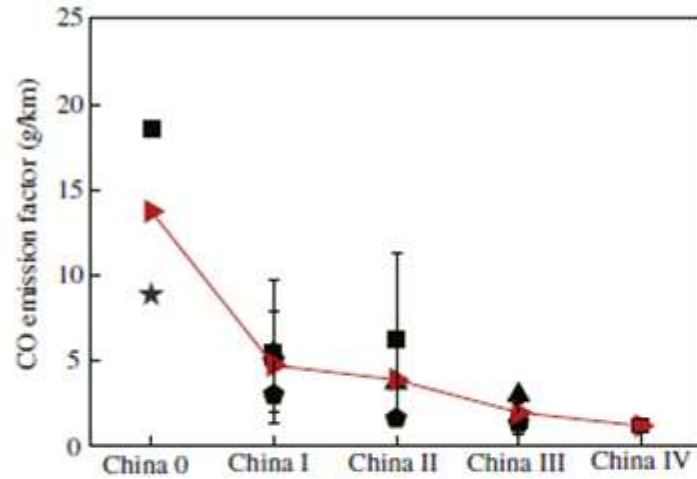
## 机动车排放因子测试方法

- 台架测试
- 隧道实验
- 遥感测试
- 跟车测试
- 车载测试

# 研究背景

Data sources are from:

■ Huo et al., 2012    ▲ Hou et al., 2010    ● Xue, 2010    ● Chen et al., 2007    ◆ Wu et al., 2012  
★ Huang et al., 2007    ● Li et al., 2009    ▲ Gao, 2008    —●— Average



# 研究目的

- 针对国三国四柴油车排放NO<sub>x</sub>开展研究，  
了解NO<sub>x</sub>实际道路排放特征
- 针对PM<sub>2.5</sub>，获取实际道路柴油车  
PM<sub>2.5</sub>化学组分排放特征

# 主要内容

**一、研究背景及目的**

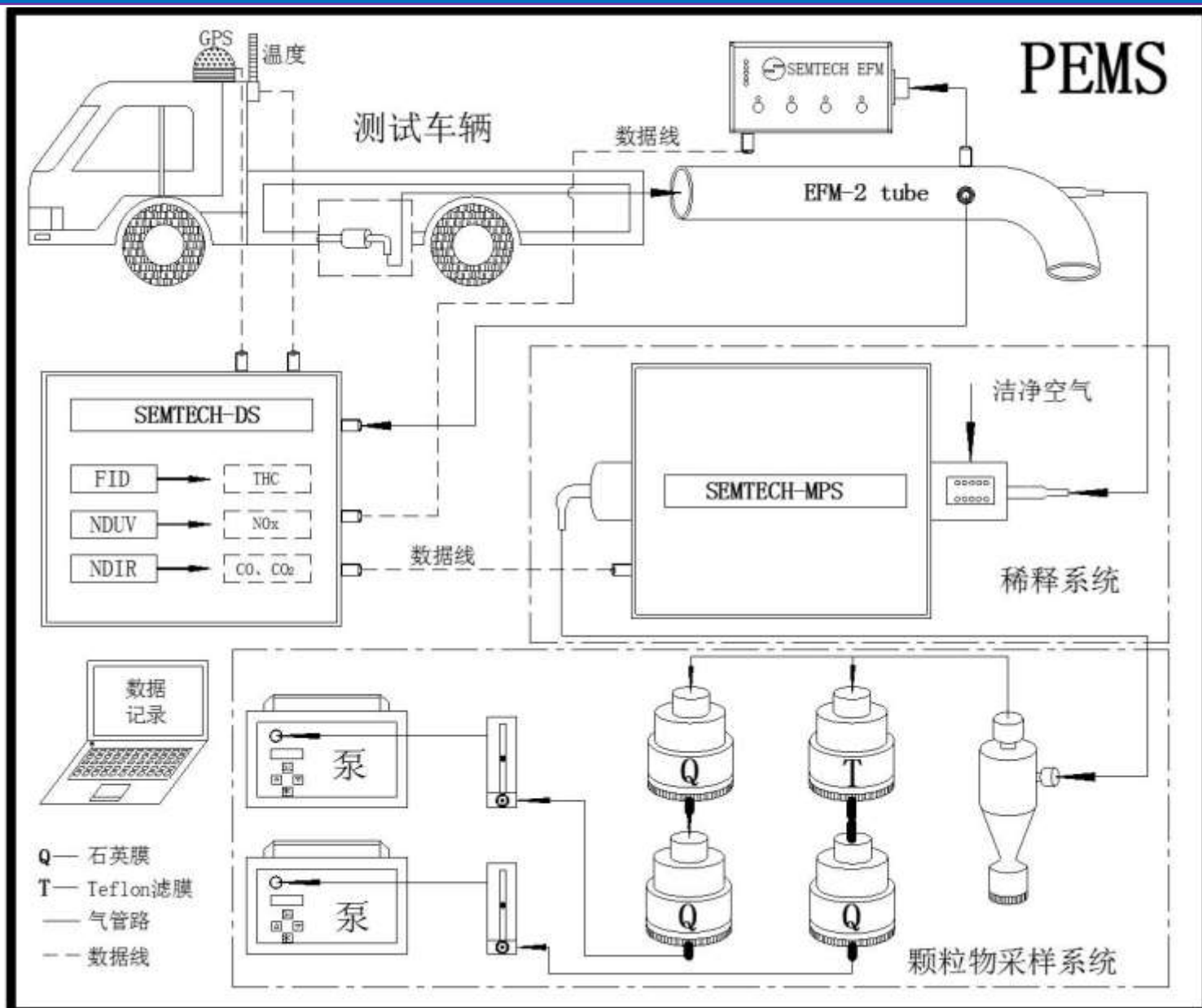
**二、实际道路车载排放测试**

**三、柴油车实际道路NO<sub>x</sub>排放特征分析**

**四、柴油车实际道路PM<sub>2.5</sub>组分排放特征分析**

**五、主要结论**

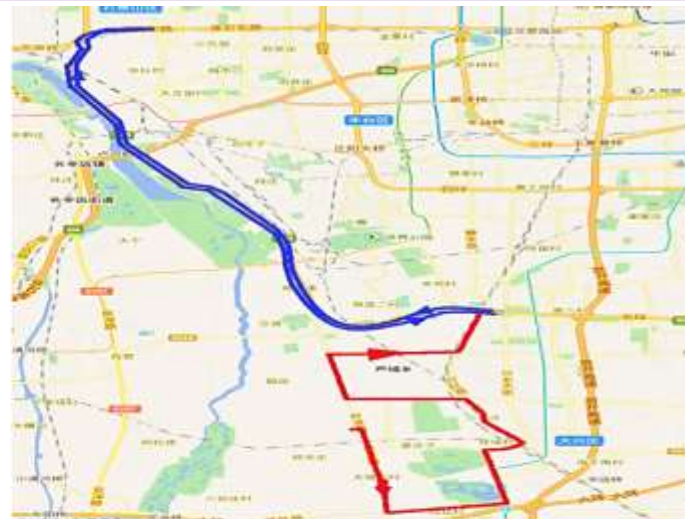
# 测试系统



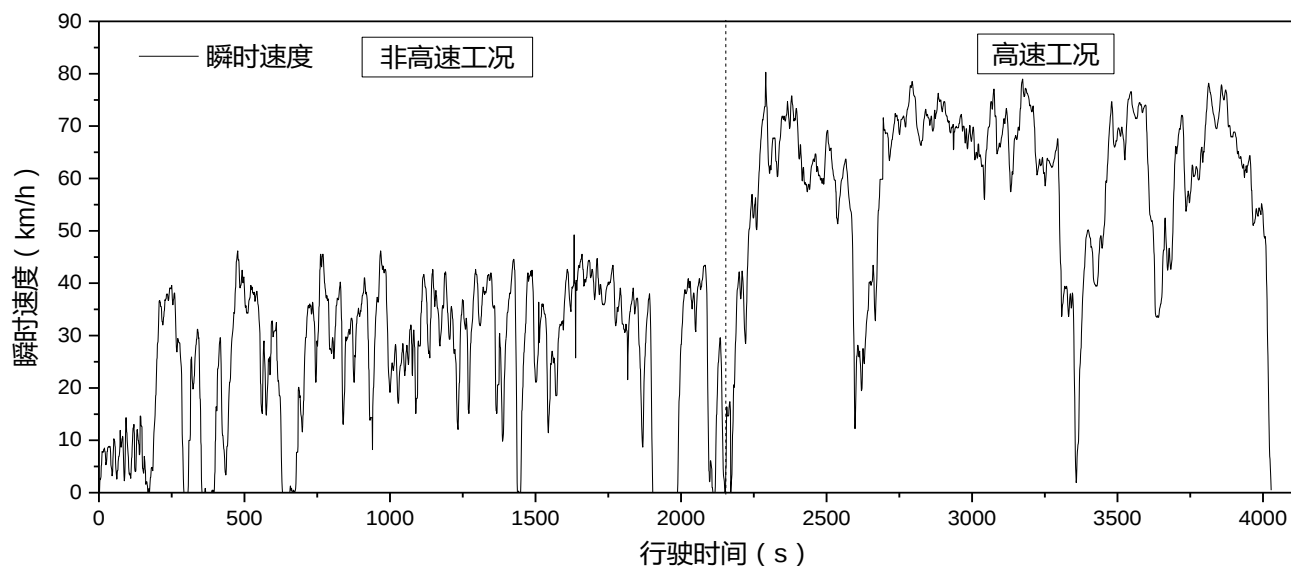
# 测试路线



轻、中型车行驶路线



重型车行驶路线



# 测试车辆

| 测试<br>编号 | 车辆<br>类型 | 发动机<br>标准 | 生产<br>年份 | 车辆<br>型号              | 发动机<br>型号     | 总重<br>(kg) | 发动机功率<br>(kW) | 发动机排气量<br>(L) | 行驶里程<br>(km) |
|----------|----------|-----------|----------|-----------------------|---------------|------------|---------------|---------------|--------------|
| #1       | 轻型车      | 国III      | 2011     | BJ5040XXY13           | 4D26          | 4344       | 68            | 2.59          | 66494        |
| #2       |          |           | 2012     | BJ5049V8BEA           | ISF3.8s3141   | 4490       | 105           | 3.76          | 71011        |
| #3       |          |           | 2012     | BJ5049V8BD6-FD        | ISF2.8s3129T  | 4390       | 96            | 2.76          | 152059       |
| #4       |          |           | 2014     | BJ5049XXY-AA          | 4J28TC        | 4330       | 81            | 2.771         | 867          |
| #5       |          | 国IV       | 2014     | HFC5048XXYP71K1C2     | HFC4DA1-2C    | 4495       | 88            | 2.8           | 13625        |
| #6       |          |           | 2014     | HFC5048XXYP71K1C2     | HFC4DA1-2C    | 4495       | 88            | 2.8           | 18621        |
| #7       | 中型车      | 国III      | 2012     | BJ5129VECEG           | ISF3.8s3168   | 11995      | 125           | 3.76          | 62381        |
| #8       |          |           | 2013     | HFC5061XXYKT          | CY4102-C3D    | 5665       | 80            | 3.856         | 68837        |
| #9       |          |           | 2011     | BJ5051VBBFA-S3        | CY4102-C3C    | 5200       | 88            | 3.856         | 85348        |
| #10      |          |           | 2014     | BJ5099XXY-FB          | ISF3.8s4R154  | 5495       | 115           | 3.76          | 997          |
| #11      |          | 国IV       | 2014     | BJ5099VECED-FB        | ISF3.8s4R154  | 9495       | 115           | 3.76          | 4199         |
| #12      |          |           | 2014     | BJ5099VECED-FB        | ISF3.8s4R154  | 9495       | 115           | 3.76          | 31492        |
| #13      | 重型车      | 国III      | 2009     | BJ5253VMCHL-S         | ISDe185-30    | 25000      | 136           | 6.7           | 140260       |
| #14      |          |           | 2011     | DFL5160XXYBX7         | EQH160-30     | 15900      | 118           | 4.75          | 153997       |
| #15      |          |           | 2009     | BJ5253VMCHL-S         | ISDe185-30    | 25000      | 136           | 6.7           | 327408       |
| #16      |          | 国IV       | 2014     | DFL1120B18            | EQH160-40     | 13580      | 118           | 4.752         | 23968        |
| #17      |          |           | 2014     | CA5168XXYPK2L2E4A80-3 | BF4M2012-16E4 | 15800      | 121           | 4.04          | 24066        |
| #18      |          |           | 2013     | CA5168XXYPK2L2E4A80-3 | BF4M2012-16E4 | 15800      | 121           | 4.04          | 63309        |

注：国IV标准柴油车尾气处理装置：氧化型催化转化器（DOC）、颗粒氧化型催化器（POC）、废气再循环系统（EGR）、选择性催化还原装置（SCR）。轻型车（POC+DOC+EGR）、中型车（POC+DOC+EGR）、重型车（SCR）

# 主要内容

**一、研究背景及目的**

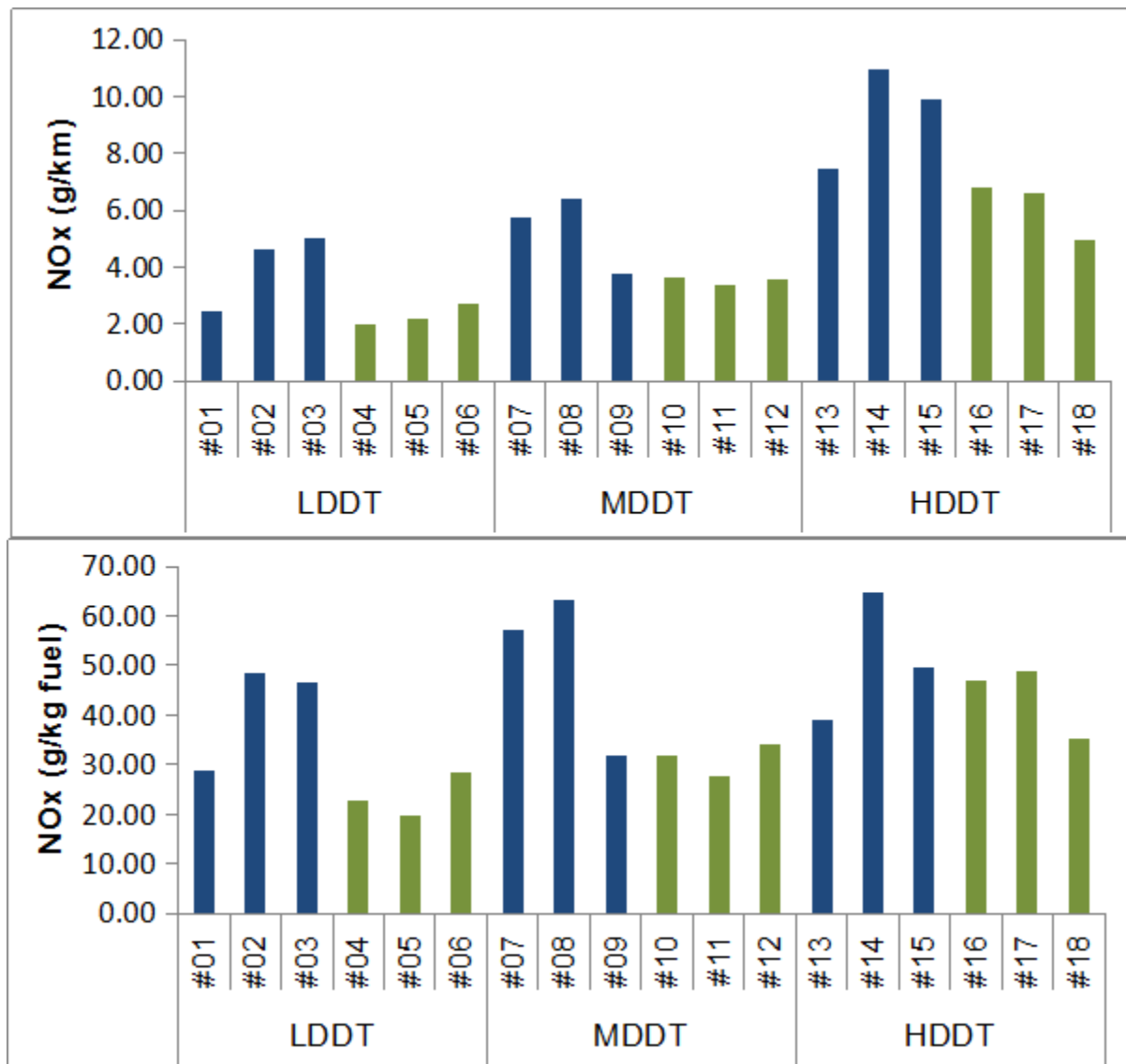
**二、实际道路车载排放测试**

**三、柴油车实际道路NO<sub>x</sub>排放特征分析**

**四、柴油车实际道路PM<sub>2.5</sub>组分排放特征分析**

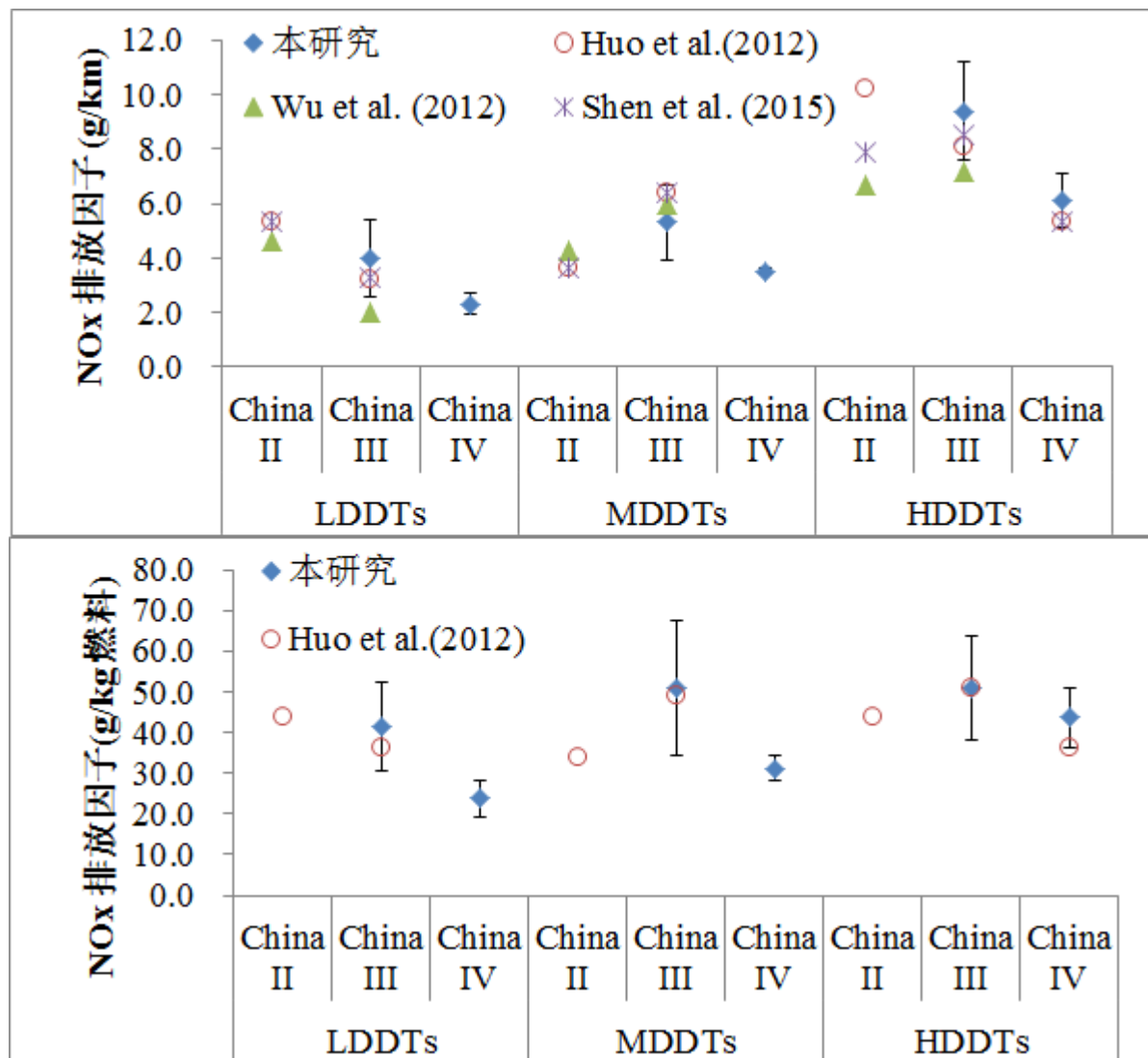
**五、主要结论**

# 实际道路NOx排放测试结果



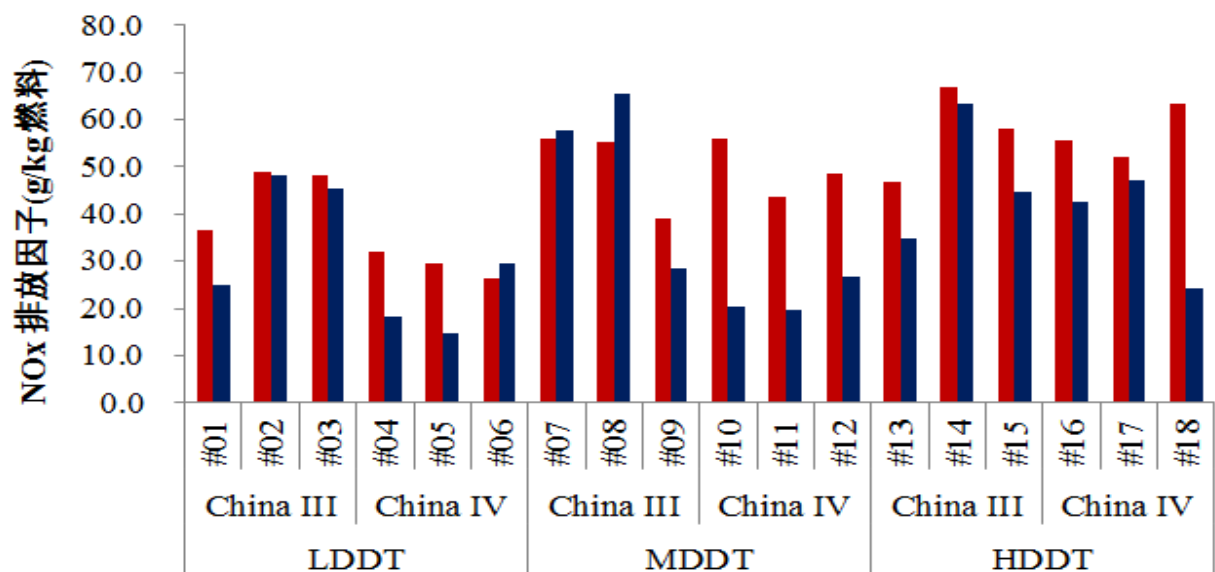
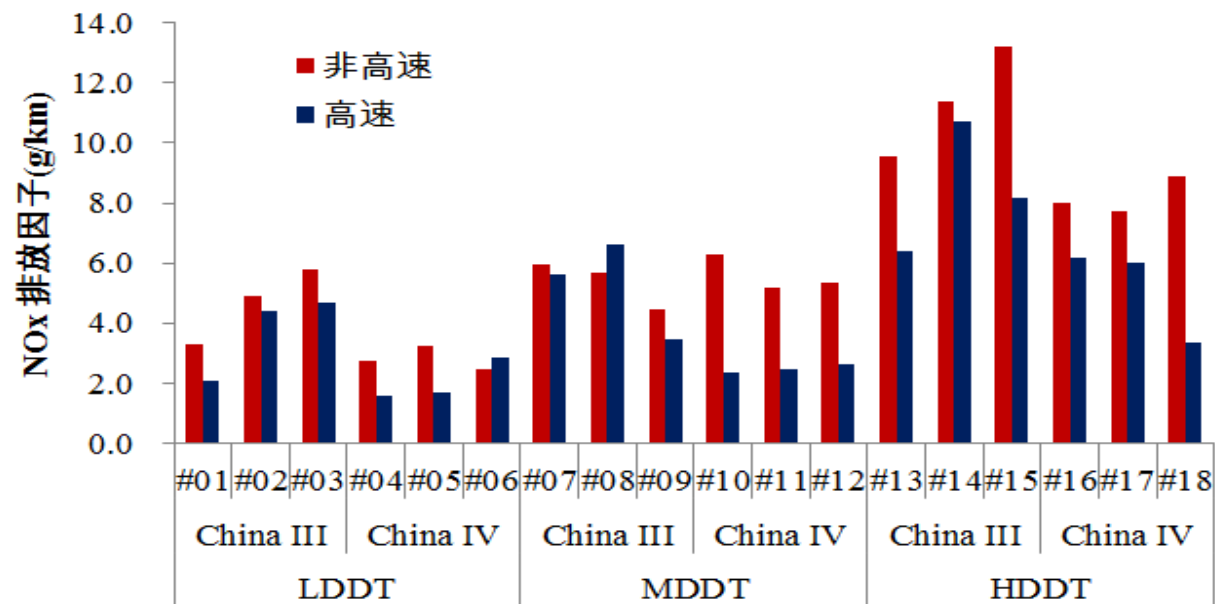
➤ 相同车型国四车辆相比国三车辆，基于里程和基于燃料的NOx排放因子均呈下降趋势。

# 与文献结果对比



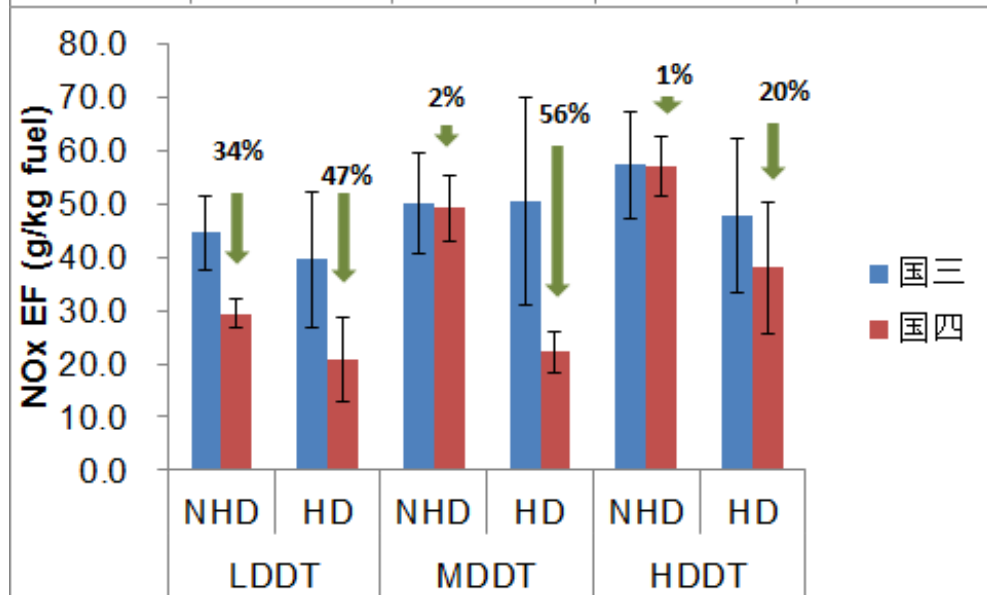
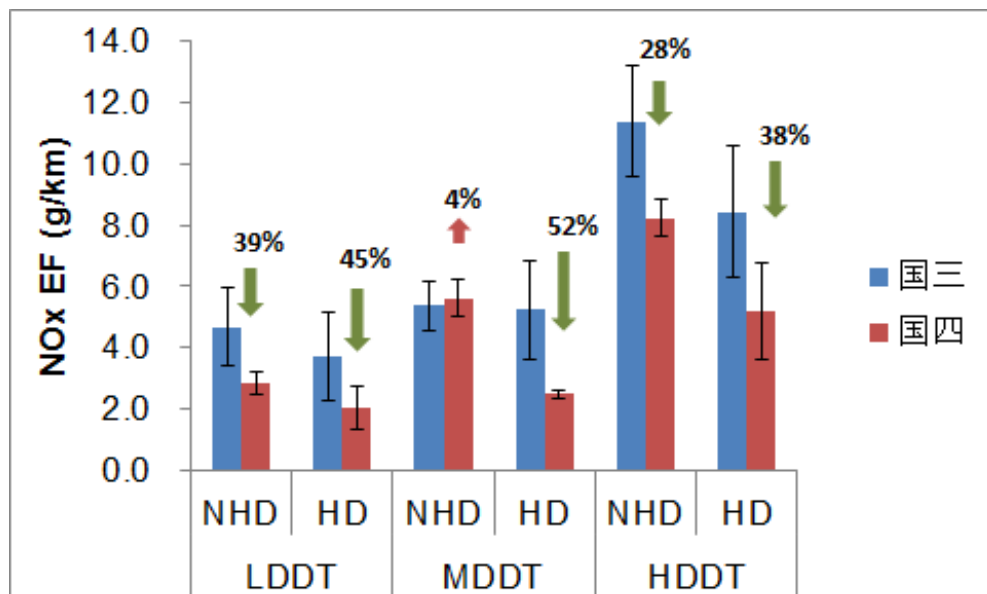
- 国三测试车辆 NOx排放因子与文献报道结果接近；
- 国四车辆相较国二车辆，基于里程的NOx排放因子呈明显下降趋势，但基于燃料的结果降幅不大。

# 行驶工况对NOx排放的影响



- 总体而言，高速工况下测试车辆基于里程和基于燃料的NOx排放因子明显低于非高速工况的结果；
- 非高速工况的NOx排放因子平均是高速工况的1.5倍左右。

# 行驶工况对NOx排放的影响



➤ 相比于国三测试车辆，国四车辆高速工况下基于里程和基于燃料的NOx排放因子降幅明显，而非高速工况下的降幅相对较小。

# 主要内容

**一、研究背景及目的**

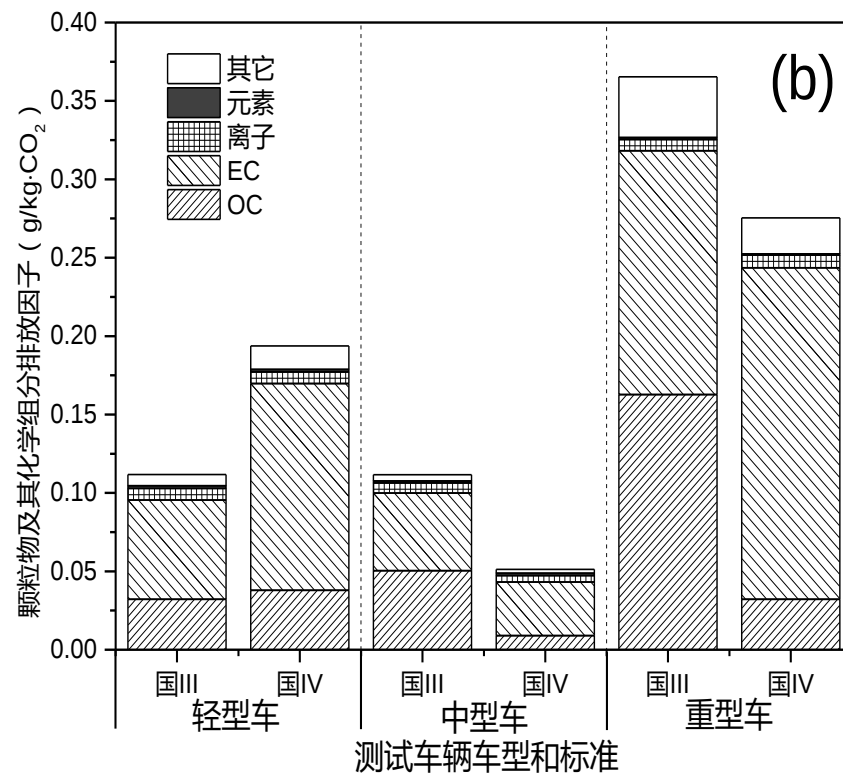
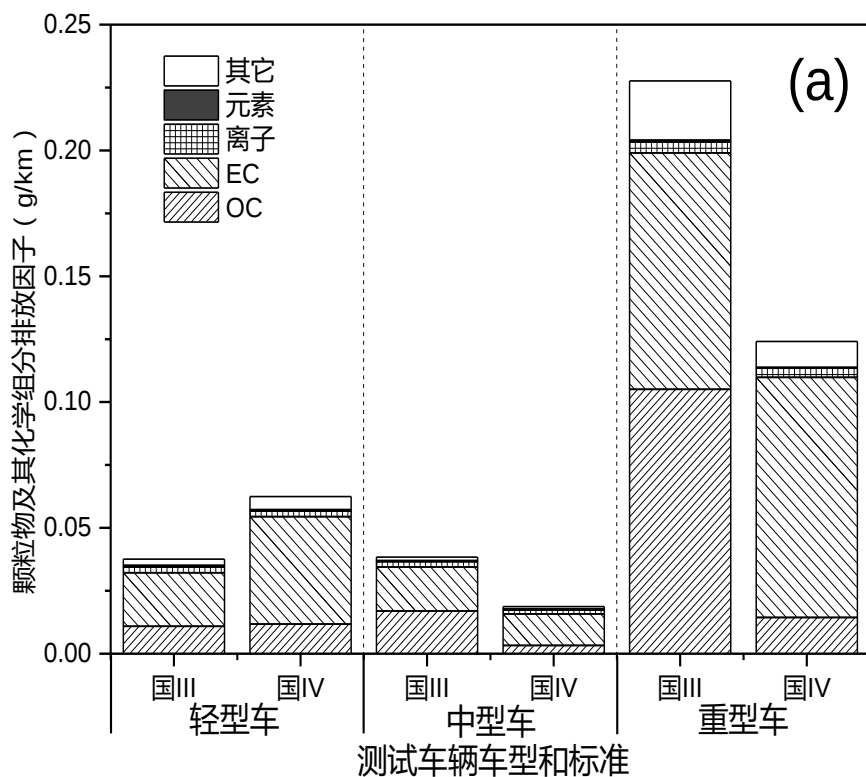
**二、实际道路车载排放测试**

**三、柴油车实际道路NO<sub>x</sub>排放特征分析**

**四、柴油车实际道路PM<sub>2.5</sub>组分排放特征分析**

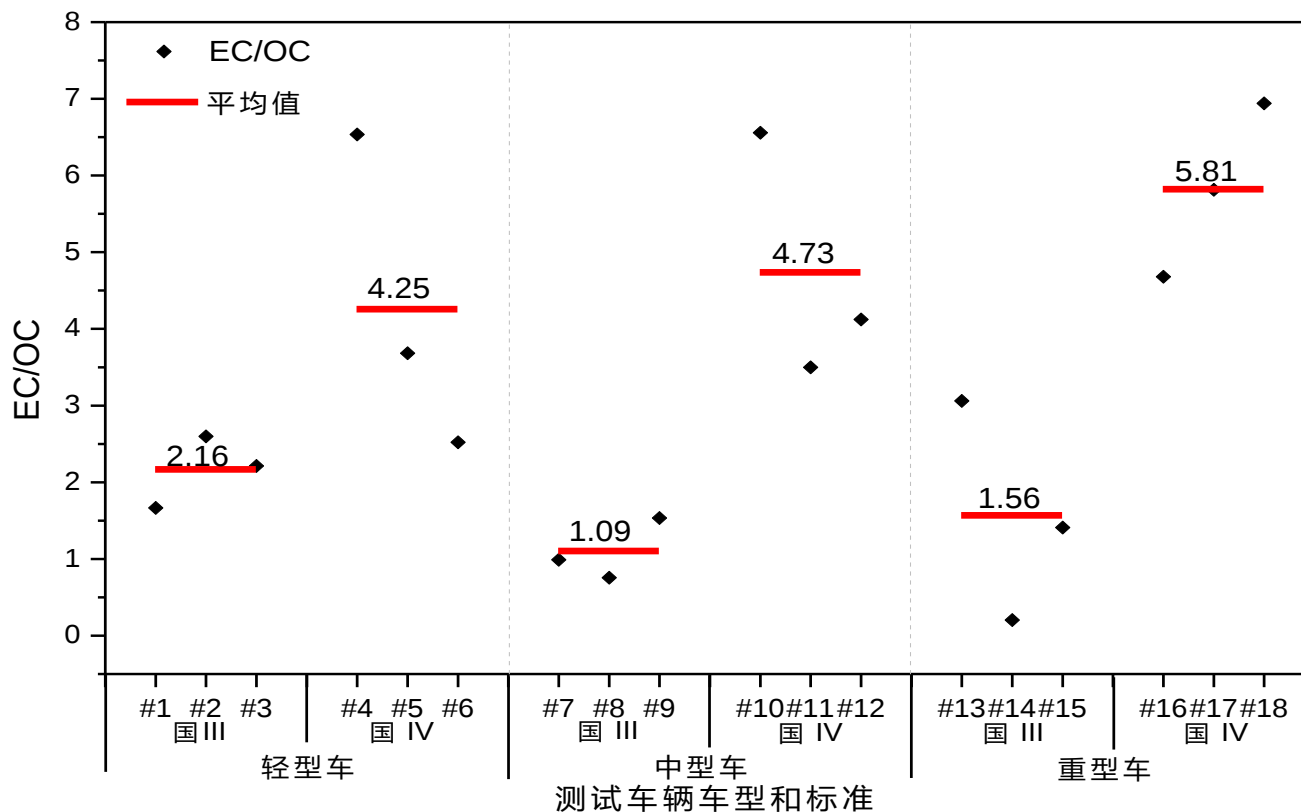
**五、主要结论**

# 实际道路PM2.5化学组分排放结果



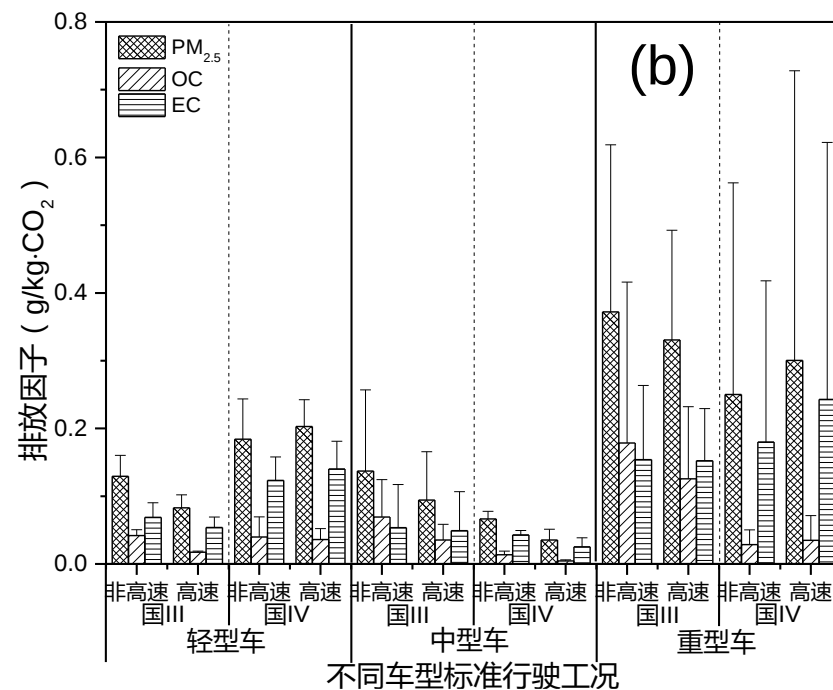
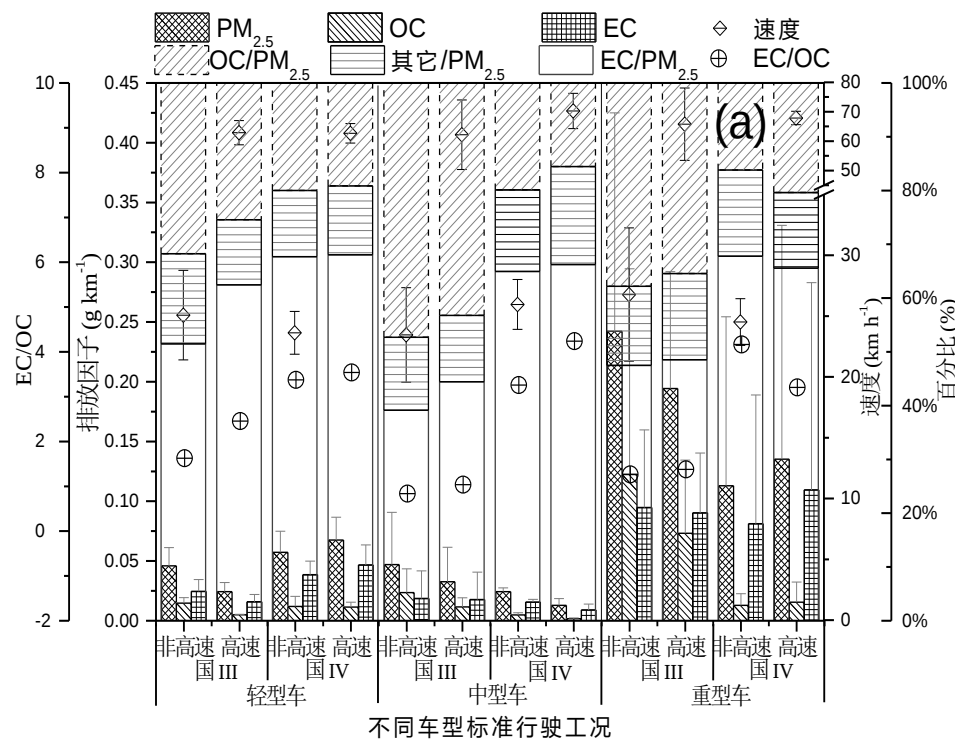
- 颗粒物中碳质组分约占87% ( 其中OC约占32% , EC约占55% )、离子约占3.2%、元素约占0.6% ;
- 对于中型和重型车 , 随着排放标准加严 , PM2.5及其组分呈降低主要是由于OC降低所致。

# 实际道路PM2.5化学组分排放结果



- 国四柴油车EC/OC明显高于国三车辆，主要是由于发动机技术的更新和尾气处理装置的应用所致；DOC可以通过氧化有效的降低OC的排放，对应较大的EC/OC比值。

# 行驶工况的影响



- 除个别标准车型外，相同标准和车型 $PM_{2.5}$ 和OC基于里程和 $CO_2$ 排放因子从非高速工况到高速工况呈现降低趋势；
- EC/OC比值从非高速到高速呈增长趋势，这主要是由于颗粒物中有机碳的降低造成的。

# 主要内容

- 一、研究背景及目的**
- 二、实际道路车载排放测试**
- 三、柴油车实际道路NO<sub>x</sub>排放特征分析**
- 四、柴油车实际道路PM<sub>2.5</sub>组分排放特征分析**
- 五、主要结论**

# 主要结论

排放清单角度：

有必要开展本地化行驶工况和排放因子测试

排放管理角度：

有必要加强实际道路车辆排放的监管

- 国四相对国三车辆非高速工况下的NO<sub>x</sub>降幅低于高速工况
- 高速工况下EC/OC比值高于非高速工况
- 同一技术同一车型车辆之间排放因子存在较大差异，本研究存在一定不确定性，有条件建议开展更多样本测试

# 致谢

- 国家自然科学基金面上项目(41275124)
- 北京市自然科学基金面上项目(8142011)
- 清华大学环境学院

# 发表论文

- Yao, Z., Wu, B., Wu, Y., Cao, X., & Jiang, X. (2015). Comparison of nox emissions from china iii and china iv in-use diesel trucks based on on-road measurements. *Atmospheric Environment*, 123, 1-8.
- Wu, B., Shen, X., Cao, X., Yao, Z., & Wu, Y. (2016). Characterization of the chemical composition of pm 2.5, emitted from on-road china iii and china iv diesel trucks in beijing, china. *Science of the Total Environment*, 551-552, 579.

**谢谢！**

**欢迎大家批评指正！**

**Email:**

**yaozhl@th.btbu.edu.cn**