

## 国6/VI 机动车排放标准 成本效益分析

卫梵斯 邵臻颖

第四节中美机动车污染防治研讨会  
北京  
2014年6月9日



### 主题

- 中国的空气污染问题已迫在眉睫。
- 特别是在城市中，机动车是空气污染的主要来源，且所占的比例还在上升。
- 中国已经在开展和实施各种车辆污染控制项目上做出了惊人的成绩。
- 我们需要做的更多！
- 除了进一步加强项目的实施符合性，实施世界级别的“国6/VI”标准对于长期减排必不可少的。
- 这些标准都具有非常高的经济性。



### 概要

1. 国际清洁交通委员会 (ICCT) 介绍
2. 中国空气污染状况
3. 中国清洁机动车与燃油现状
4. 中国清洁油品和机动车成本效益模型概览
5. 未来政策和情景
6. 结果
7. 总结和结论



1

### 国际清洁交通委员会 (ICCT) 介绍



### ICCT-使命和活动

ICCT的使命是有力改善小汽车、货车、客车和交通系统的环境和效率表现，更好地保护和提高公共健康、环境和生活质量水平。

- 非盈利性研究组织
- 空气污染和气候影响
- 关注政策管制和财政激励
- 活动涵盖航空和海运领域
- 国际拓展，着重放眼最广泛市场
- 十多年的中国经验
- ICCT的创始人迈克尔·沃什先生2010年获得国务院颁发的友好奖



### ICCT-委员会组成

委员会成员由各国机动车领域的领导和专家组成，包括来自中国。

目前中国籍的成员包括汤大纲（环保部机动车排污监控中心），贺克斌(清华大学)，金约夫(中国汽车技术研究中心)，李昆生(北京环保局)。



ICCT 委员会成员  
印度喀拉拉,2012

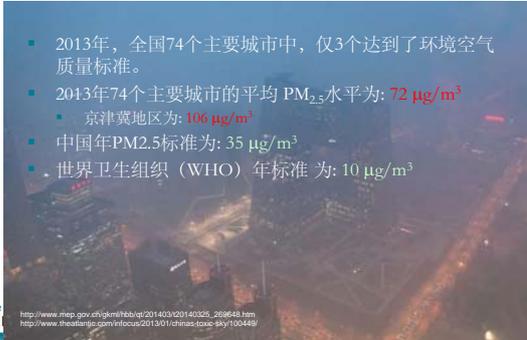


2 | 背景 - 中国的空气污染



### 空气污染问题在中国已迫在眉睫

- 2013年，全国74个主要城市中，仅3个达到了环境空气质量标准。
- 2013年74个主要城市的平均 PM<sub>2.5</sub>水平为: 72 μg/m<sup>3</sup>
  - 京津冀地区为: 106 μg/m<sup>3</sup>
- 中国年PM2.5标准为: 35 μg/m<sup>3</sup>
- 世界卫生组织 (WHO) 年标准为: 10 μg/m<sup>3</sup>



http://www.mhp.gov.cn/jkml/tbb/gd/201403/20140325\_268648.htm  
http://www.theatlantic.com/infocus/2013/01/chinas-toxic-sky/100449/

### 机动车是空气污染的主要来源，且所占的比例还在上升。

- 主要城市汽车排放所占空气中PM<sub>2.5</sub>比例为:
  - 北京: 31%
  - 上海: 26%
  - 广州: 23%
- 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 和 挥发性有机物 (VOCs) 的比例更高





http://bjpub.gov.cn/bjpub/201306/040674398253/index.html  
http://news.feng.com/a/20140417/35834516\_0.shtml  
http://news.sina.com.cn/g/2014-02-14/151029471760.shtml

### 柴油是问题所在……



**Diesel engine exhaust carcinogenic**

10 June 2012 - After a week-long meeting of international experts, the International Agency for Research on Cancer (IARC), which is part of the World Health Organization, today classified diesel engine exhaust as carcinogenic to humans (Group 1), based on sufficient evidence that exposure is associated with an increased risk for lung cancer. Read the press release from IARC on diesel engine exhaust.



### ……特别是柴油重型载货车

柴油重型载货车仅占中国汽车保有量的5% → 却贡献了61%的车辆颗粒物排放

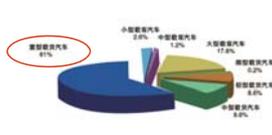



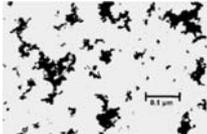
图13 轿车类型的汽车保有量构成      图15 各类型汽车的颗粒物 (PM) 排放量分率

资料来源: 环境保护部

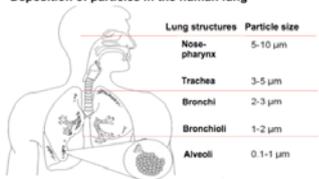


### 柴油煤烟的特征 (又名颗粒物 (PM))

- 柴油颗粒物PM
  - 很小
  - 很危险
  - 且多为黑碳



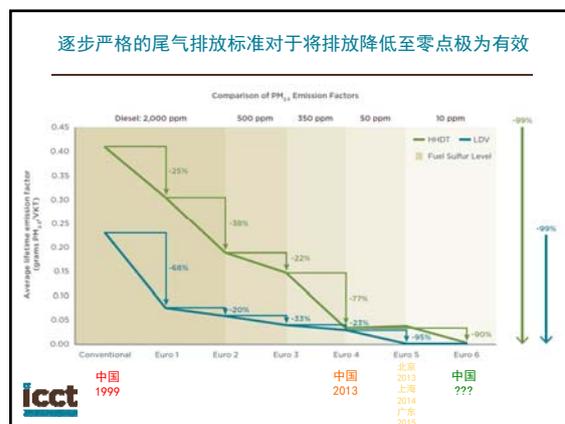
**Deposition of particles in the human lung**



Lung structures	Particle size
Nose-pharynx	5-10 μm
Trachea	3-5 μm
Bronchi	2-3 μm
Bronchioli	1-2 μm
Alveoli	0.1-1 μm



### 3 中国清洁机动车与燃油现状

### 机动车标准

- 从2000年起，中国轻型汽油车迅速从国0过渡至国4，重型柴油车从国0过渡至国III。
- 但是近期国家标准进程放缓，部分原因是对于油品的顾虑。
  - 国IV重型柴油车标准延期2.5年，2013年7月1日才刚刚实行
  - 国4轻型柴油车标准延期3年，预计2015年1月1日实行
  - 国5/V标准有望在2018年前实施
  - 国6/VI标准尚未提上日程
- 重点地区提前实施更加严格的标准

Region	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
China	China I	China II	China III																		
Beijing	China I	China II	China III																		
Shanghai	China I	China II	China III																		
Guangzhou	China I	China II	China III																		
EU27	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4																
USA	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968	US 1968

LDGV: Light Duty Gasoline Vehicle, HDGV: Heavy Duty Gasoline Vehicle



### 燃油标准

- 2013年中国在超低硫油品供应时间上取得突破性进展。
  - 国家层面:
    - 2013年底前供应50ppm汽油; 2014年底前供应50ppm柴油
    - 2017年底前供应10ppm汽柴油
    - 三个重点区域:
      - 2015年底前供应10ppm汽柴油
- 2013年10月，发改委发布油价调整通知—高质量油品的价格将相应提高。这是保证油品如期实施重要的一步。
- 主要进程：油品质量不再是实施更加严格机动车标准的长期阻碍

Region	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
China	500	150	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Beijing	500	150	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Shanghai	500	150	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Guangzhou	500	150	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
EU27	150	150	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
USA	500/500	150	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

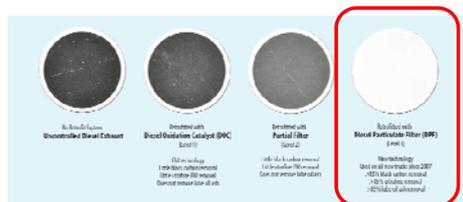


### 国V与国VI标准

- 重型柴油车国VI标准的排放物限值和国V的相比:
  - 氮氧化物 (NOx) 限值从2.0降到了0.4 g/kWh, 降幅为80%
  - 颗粒物 (PM) 限值从0.02降到了0.01 g/kWh, 降幅为50%
- 最重要的是，为了达到颗粒物 (PM) 的限值，柴油车必须安装壁流式柴油微粒过滤器 (DPFs)，该设备可捕获包括黑碳在内的99%的微粒。
- 国VI标准是从根本上消除重型柴油车污染物的关键所在。




### DPF的功效



The diagram illustrates the reduction in particulate matter (PM) emissions. It shows uncontrolled diesel exhaust, a DPF (Diesel Particulate Filter) that captures 99% of particles, and a DPF with a new filter that captures 99.9% of particles. The resulting emissions are significantly lower, with a 99.9% reduction in total particulate matter.



## 现状和未来展望

- 中国进程显著:
  - 国4/IV机动车标准在全国范围内已经就位
  - 国5/V机动车标准2018年将在全国实施
  - 2017年底前全国实施10ppm油品
  - 重点区域将提前行动
- 但是, 必须采取更多措施, 以减少空气污染, 改善公众健康。

4

### 中国清洁油品和机动车成本效益模型概览

## 概况

- ICCT的中国模型是我们全球Roadmap模型的中国定制版
  - 全球Roadmap模型是经过同行审阅, 其模型和相关文件都可公开下载 <http://theicct.org/global-transportation-roadmap-model>
- 三大模块:
  - 排放:** 温室气体和地方空气污染物排放
  - 健康与气候影响:** 过早死亡(寿命损失)和CO<sub>2e</sub>
  - 技术成本:** 机动车和燃油的技术成本
- 基于不同的政策实施日期, 同时运行多种政策方案
- 三大模块将合并用于估计总体的成本收益比例

## 研究范围 - 车型, 燃料和污染物

	当前	未来
车型	道路交通: 乘用车、货车、客车和摩托车	、海运、航空和火车 非道路交通
燃料	汽油、柴油和天然气	作为交通能源的电力
污染物	大气: PM2.5, NO <sub>x</sub> , HC, CO, N <sub>2</sub> O, SO <sub>4</sub>	
	气候: CO <sub>2</sub> , BC, OC, CH <sub>4</sub>	

## 研究范围-地区

- 多个地区模型分别构建; 全国范围的结果为这些个地区之和
- 所选择的区域预期将在未来几年实施区域性的积极行动
- 区域名单:
  - 北京
  - 河北-天津(北京周边)
  - 上海
  - 江苏-浙江(长江三角洲)
  - 广州
  - 深圳
  - 珠江三角洲其他区域
  - 广东省其他区域
  - 全国除以上提及的其他区域
- 各个区域有自己的输入数据, 如人口、行车公里数、排放与油品标准实施日期以及汽车报废方案

## 数据资源

- 全球Roadmap国家层面数据资源:
  - 中国机动车技术与研究中心(CATARC)
  - 清华大学FEEI模型
  - 国际能源局IEA MoMo 模型
- 全球Roadmap定期对数据进行严格的检验
- 中国模型包括从环保部机动车排放控制中心收集到的新的、地级机动车保有量和行驶公里数据
- 排放因子是ICCT基于COPERT设立的
- 目标在于有独立的结果, 但是由当地合作伙伴进行校验
  - 2013年秋季与机动车排放控制中心进行了大量的数据验证
- 校验后的结果使得模型的结果和建议将更容易被中国所接受

### 研究范围-政策

- 严格的新机动车排放标准
- 油品标准
- 淘汰和以旧换新政策
- 油耗标准



### 成本 - 效益的评估

- 成本-效益分析是用来评估公共政策长期影响的成熟框架，且被广泛使用。
- 成本：政府实施新政策所付出的，以及社会执行该新政策所付出的成本。
- 效益：所带来的潜在的经济、环境、公众健康、安全和其他优势。
- 国际上，对严格车辆和油品政策所做的成本效益分析：

Region	Policy	Costs	Benefits	Ratio (Benefits: Costs)	Source
USA	Tier 2	\$5.3 billion	\$25.2 billion	5:1	EPA, 1999
USA	Tier 3	\$1.5 billion	\$6.7-\$19 billion	4:1 to 13:1	EPA, 2014
Mexico	Tier 2 equivalent	<\$1 billion	\$7 billion	8:1	INE, 2006
Sub-Saharan Africa	Low sulfur fuel supply	\$2.7 billion	\$25 billion	9:1	UNEP, 2009
India	Ultra-low sulfur fuel supply and world class emission standards	\$14.2 billion	\$107 billion	8:1	Bansal and Bandivadekar, 2013



### 成本计算

- 成本包括了改进机动车污染控制技术的额外成本，以及提炼更优质燃油的成本（投资和运行成本）。
- 成本是基于已发表的研究，且符合中国国情。
- 车辆技术成本增加的范例：

Fuel	Large Buses		Taxis	Private Cars	Motor-cycles	Light Trucks	Heavy Trucks
	Diesel	Gasoline	Gasoline	Gasoline	Diesel	Diesel	
Euro 1A	\$158	\$142	\$142	\$25	\$150	\$174	
Euro 2A	\$210	\$204	\$204	\$35	\$200	\$232	
Euro 3A	\$653	\$326	\$326	\$51	\$650	\$752	
Euro 4A	\$2,729	\$354	\$354	\$5	\$2,414	\$4,961	
Euro 5A	\$2,958	\$361	\$361	\$54	\$2,632	\$5,384	
Euro 6A	\$4,700	\$381	\$381	\$100	\$4,190	\$8,075	

- 在中国，升级炼油厂来生产10ppm 硫化物燃油所增加的平均成本：
  - 汽油：每升0.7美分(0.04元)
  - 柴油：每升1.7美分(0.11元)



### 健康影响计算

- 计算城市地区暴露的一级PM<sub>2.5</sub> 及其健康影响
  - 预估城市地区的污染排放
  - 将城市排放转化为城市污染浓度
  - 简化方法，使用吸入因子而不是扩散/化学交通模型
  - 基于人口、死亡率基准线、和剂量反应，通过城市浓度的变化估计由此带来的过早死亡的变化
  - 早死亡的经济损失是按照统计生命价值（VSL）方法学估算
  - 因为只考虑了一级PM污染的影响，健康影响的估算是非常保守的



### 5 未来政策和情景

### 未来情景（概况）

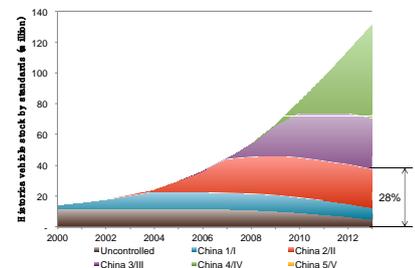
- 目前
  - 除已经实施的政策外没有更多进展（包括原定2013年7月实施的国IV标准）
- 基线
  - 所有已推出或准备推出的政策全面实施（包括预计2018年实施的国5/V标准）
  - 局限性的某些区域的早期行动
  - 局限性的车辆报废/以旧换新方案
- 提升
  - 重点区域在2018年，以及全国范围在2021年内实施国6/VI标准
  - 更大力度的车辆报废/以旧换新方案
- 国际水准
  - 提前实施国5/V标准（全国范围2015年）
  - 提前实施国6/VI标准（重点区域2016年，全国范围2018年）



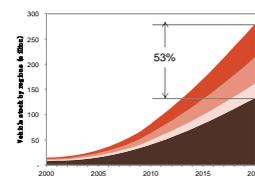
5 | 成果



### 汽车保有量 (根据排放标准的历史数据)



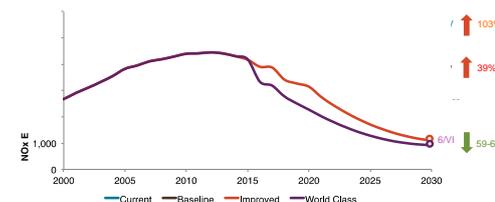

### 机动车市场的发展



- 我们预计~到2020年中国将有2.75亿的汽车
- 地区性关注: 在三大主要区域实施更早、更大力度的行动可以影响中国机动车市场上至少半数车辆



### 排放趋势(全国NO<sub>x</sub>)



- 国5/V标准(基线)能有效的预防污染的长期增长。
- 然而, 国6/VI标准对于实现中长期减排目标是必不可少的。
- 提前实施的影响可一直延续过2030年。



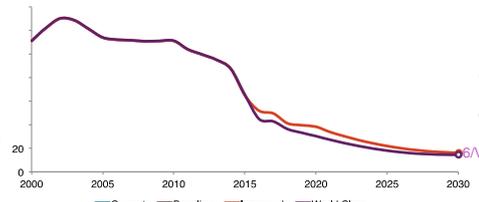
### 排放趋势(全国黑碳)



- 中国已有的政策只能在短期内防止黑碳的再度增长。
- 通过实施国6/VI标准, 到2030年, 约90%的2000年水平的黑碳可以被避免。
- 辅以车辆报废/以旧换新政策, 近期减排效果会更加显著。

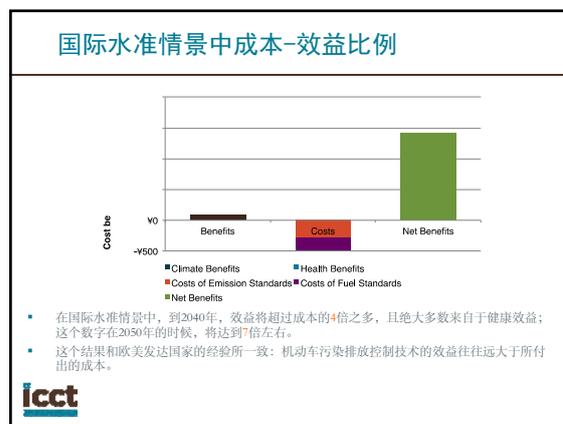
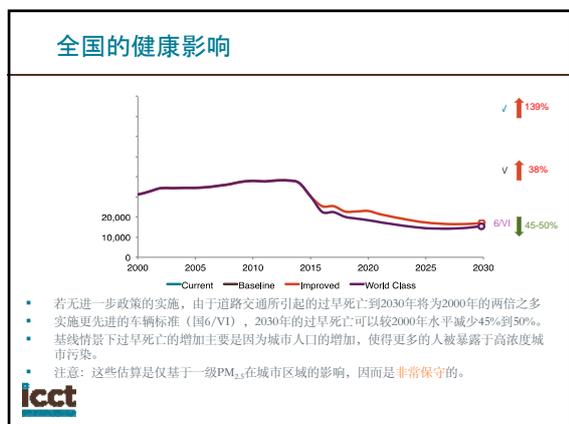


### 排放趋势(全国PM<sub>2.5</sub>)



- 中国现行的政策, 特别是早期的油品脱硫, 已经稳步的减少了车辆PM<sub>2.5</sub>的排放。
- 然而, 只有国6/VI才能带来长期的排放减少。





## 5 总结与结论

icct

- ### 总结
- ICCT已经建立了可靠的模型模拟中国机动车排放政策对排放的影响及其成本与收益。
  - 建立模型的目的在于帮助政策制定者了解更加严格的机动车控制项目的情景所产生的影响。
  - 国5/V标准对于停止中国机动车长期排放增长十分有效。
  - 但是，由于机动车保有量还在继续增长，需要国6/VI标准来实现长期减排。
  - 大力实施报废方案和提早实行区域性车辆标准可以短期内有效快速的减少排放，但是全国国6/VI标准的实施对于长期控制排放来说不可或缺。
  - 保守来看，国6/VI标准的收益与成本比例至少为7比1。
- icct

### 想法小结

- 超低硫油品能够保证国6/VI所配备的过滤器（给柴油车戴口罩），该过滤器可以吸附99%的柴油颗粒物
- 需要戴口罩的是汽车排气管，而不是百姓




icct