

中国车用燃油低硫计划分析

贺克斌 教授
清华大学

2005.07.14

主要内容

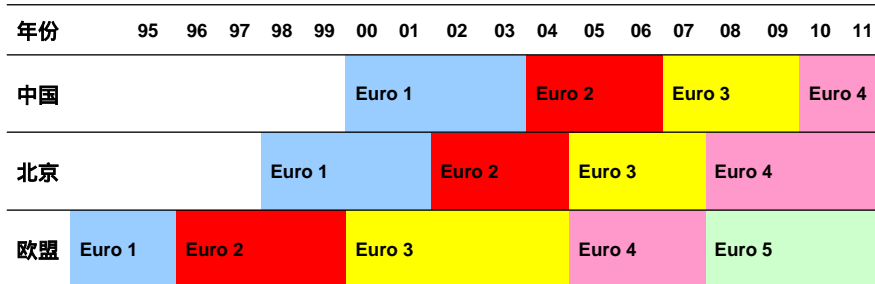
- 背景
- 需要回答的问题
- 分析方法
- 方案设计及分析
- 结论

本工作旨在为政府部门制定相关计划和政策提供技术支持

合作单位：

- 清华大学
- 中国环境科学研究院
- 中国石化科学研究院

中国机动车排放标准不断加严

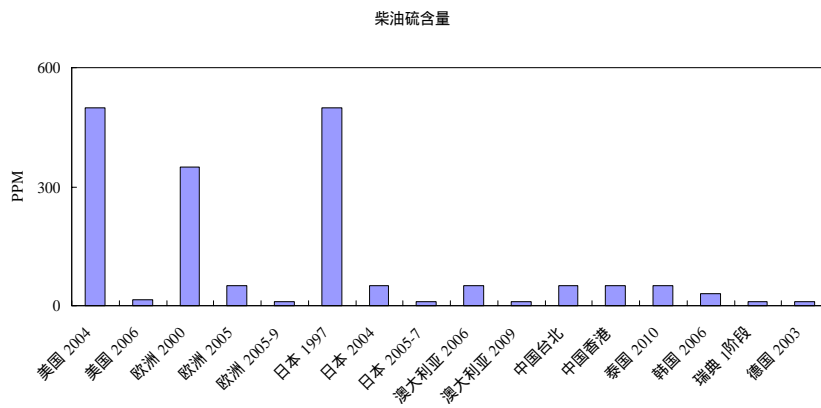


- 我国已实施机动车排放国一、国二标准，并已发布中国三、四标准。
- 北京等城市标准实施较全国提前一步。

燃油硫含量对机动车排放的影响

- 高硫含量会加速催化剂的老化，降低催化剂的效率。增加CO、HC、NO_x和有毒有害物质的排放
- 机动车超细颗粒物的产生与硫含量有显著的关系
 - 硫含量为350ppm和40ppm的柴油相比，前者会生成粒径小于20纳米的二次颗粒物，对健康产生不利影响
 - 丹麦的车用柴油硫含量从500ppm降至50ppm时，超细颗粒物浓度与NO_x浓度的比值有较大

世界范围内的燃油低硫化进程



- 国际上许多国家已开展车用燃油低硫化工作
- 部分国家的车用柴油硫含量限制在50ppm，一些国家限制在10ppm

世界范围车用油品标准

国家	标准	日期	硫含量 (ppm)
美国	汽油	2004	120
	Tier 2 – 汽油	2006	80 (30 ppm avg.)
	重型车用柴油	2006	15
欧洲		2002	350(D) 150(G)
	98/70/EC EURO4	2005	50
	Amendment to 98/70/EC	2009	10
日本	全国标准	2004	50
	东京现有低硫油		50
香港	全国鼓励 – 柴油	2000	50
	标准 – 汽油	2001	150
澳大利亚	汽油	2005	150
	柴油	2006	50

中国车用油品质量标准

- 在油品质量控制方面，我国已经发布了
 - 《车用无铅汽油17930-1999》
 - 《轻柴油252-2000》
 - 《车用汽油有害物质控制标准GWKB1-1999》(2000年1月1日实施)
- 北京等部分城市提前进行了燃油低硫化的工作

我国车用油品标准 vs. 欧洲标准

GB 17930-1999车用无铅汽油

指标	单位	GB 17930	Euro-I	Euro- II	Euro-III	Euro-IV
硫	mg/kg	800	500	500	150	50

GB 19147-2003车用柴油标准

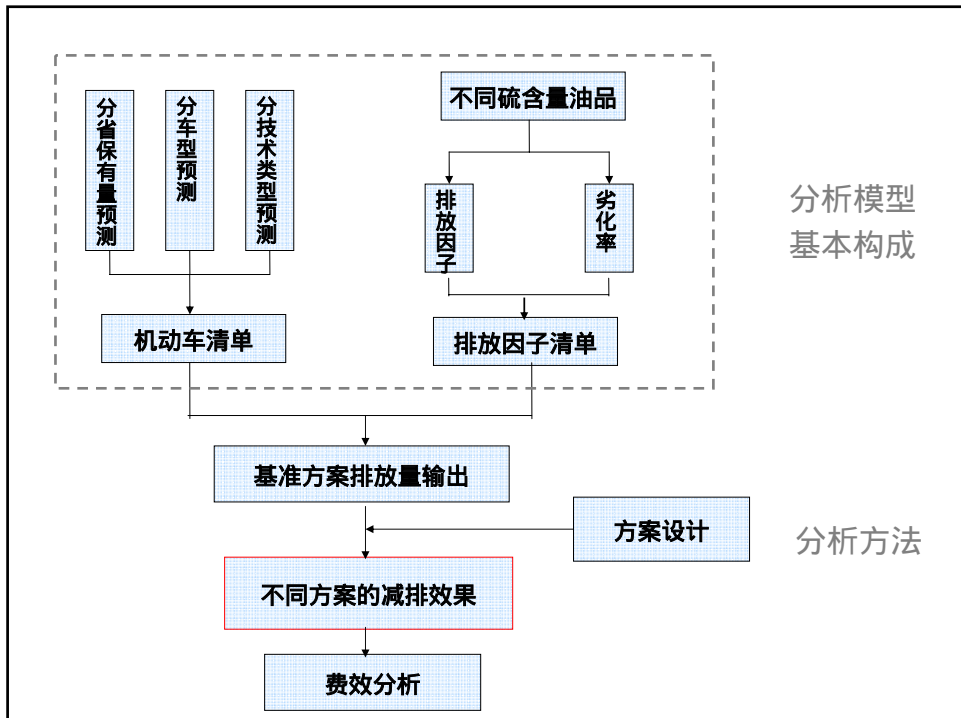
指标	单位	GB 19147	Euro-I	Euro- II	Euro-III	Euro-IV
硫	mg/kg	500	500	500	350	50

燃油低硫化的意义

- 提高催化剂效率，减少机动车污染物排放
- 与新车排放标准相匹配，保证污染控制新技术的应用
- 促进在用车，特别是重型柴油车的的控制技术改造
- 与国际接轨，提高新车和炼油产品的国际竞争力

2. 需要回答的问题

- 可能性
 - 中国的车用燃油低硫化分几步走？
 - 各步骤的实施时间和实施范围如何确定？
- 可行性
 - 各方案的减排效果，健康效益和经济效益评估
 - 各方案的石油炼制成本评估
 - 各方案管理和操作的可行性



3. 分析方法

开发了一套模型，可：

- 计算至2020年，全国分省的逐年不同技术类型（Euro0-Euro5）的车辆保有量
- 模拟各种低硫化计划情景下的逐年机动车污染物排放量
 - 不同实施时间表
 - 不同实施地域
 - 不同目标车型

4. 方案设计及分析

方案设计原则：

- 借鉴国际经验
- 结合中国情况
- 参考多方意见
- 考虑可操作性

方案设计的基本考虑

- 借鉴欧洲燃油标准各阶段限值，实施时间与中国机动车污染排放标准相配套。
- 加装柴油催化氧化器（DOC）的欧三柴油车要求硫含量低于350ppm，我国欧三柴油车不强制要求加装DOC。但欧洲经验表明部分欧三柴油车加装DOC。
- 石化行业提出，全国范围车用燃油从欧2至欧4标准只有5年时间，较为紧迫，可否分地区实现？
- 新车对燃油硫含量较为敏感，可否先满足新车需求？

方案一：

- 车用燃油标准各阶段硫含量限值采用欧洲标准
- 实施步骤北京提前，全国其它地区统一随后实施

方案一：

北京

- 汽油

- 2005年 硫含量 \leq 150ppm
- 2007年 硫含量 \leq 50ppm

- 柴油

- 2005年 硫含量 \leq 350ppm
- 2007年 硫含量 \leq 50ppm

全国

- 汽油

- 2005年 硫含量 \leq 500ppm
- 2007年 硫含量 \leq 150ppm
- 2010年 硫含量 \leq 50ppm

- 柴油

- 2005年 硫含量 \leq 500ppm
- 2007年 硫含量 \leq 350ppm
- 2010年 硫含量 \leq 50ppm

方案一优缺点分析

- 1— 低硫化相对彻底
- 2— 与排放标准同步
- 3— 方案简洁，便于管理
- 4— 初始投资大，对石化行业有一定的压力
- 5— 地域限制较强，过渡期不能解决京车外地用油问题

方案二：

- 以欧洲标准为基础进行调整，去掉车用柴油硫含量为350ppm的欧3油标准，即直接由欧2油标准（500ppm）跳至欧4油标准（50ppm）
- 实施步骤北京提前，全国其它地区统一随后实施

方案二：

北京

- 汽油

- 2005年 硫含量 \leq 150ppm
- 2007年 硫含量 \leq 50ppm

- 柴油

- 2005年 硫含量 \leq 350ppm
- 2007年 硫含量 \leq 50ppm

全国

- 汽油

- 2005年 硫含量 \leq 500ppm
- 2007年 硫含量 \leq 150ppm
- 2010年 硫含量 \leq 50ppm

- 柴油

- 2005年 硫含量 \leq 500ppm
- 2010年 硫含量 \leq 50ppm

方案二优缺点分析

1 — 基本与排放标准同步

2 — 为石化行业节省设备改造费用

3 — 为达到柴油50ppm赢取足够的准备时间

4 — 没有充分论证柴油硫含量350ppm对欧3车减排的影响

5 — 排放控制效果受到一定程度的影响

方案三：

- 车用燃油标准各阶段硫含量限值采用欧洲标准，即与方案一相同
- 实施步骤分三步走：
北京——上海、广州——全国其它地区
- 即全国的燃油质量标准的实施晚于方案一

方案三：

北京

• 汽油

- 2005 硫含量 \leq 150ppm
- 2007 硫含量 \leq 50ppm

• 柴油

- 2005 硫含量 \leq 350ppm
- 2007 硫含量 \leq 50ppm

上海、广州

• 汽油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2007 硫含量 \leq 150ppm
- 2010 硫含量 \leq 50ppm

• 柴油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2007 硫含量 \leq 350ppm
- 2010 硫含量 \leq 50ppm

全国其它地区

• 汽油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2010 硫含量 \leq 150ppm
- 2012 硫含量 \leq 50ppm

• 柴油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2010 硫含量 \leq 350ppm
- 2012 硫含量 \leq 50ppm

方案三优缺点分析

1 — 对重点城市空气质量的改善具有较大作用

2 — 近几年内，低硫油需量减少，减轻石化行业压力

3 — 为石化行业改造留有充分的空间

4 — 全国其它地区新车没有配套油品

5 — 排放控制效果受到一定程度的影响

方案四：

- 车用燃油标准各阶段硫含量限值采用欧洲标准，即与方案一相同
- 实施步骤分三步走：
北京——全国其它地区新车——全国其它地区所有车
- 即全国在用车的燃油质量标准的实施晚于方案一

方案四：

北京

• 汽油

- 2005 硫含量 \leq 150ppm
- 2007 硫含量 \leq 50ppm

• 柴油

- 2005 硫含量 \leq 350ppm
- 2007 硫含量 \leq 50ppm

其它地区新车 所有车

• 汽油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2007 硫含量 \leq 150ppm
- 2010 硫含量 \leq 50ppm

• 柴油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2007 硫含量 \leq 350ppm
- 2010 硫含量 \leq 50ppm

• 汽油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2010 硫含量 \leq 150ppm
- 2012 硫含量 \leq 50ppm

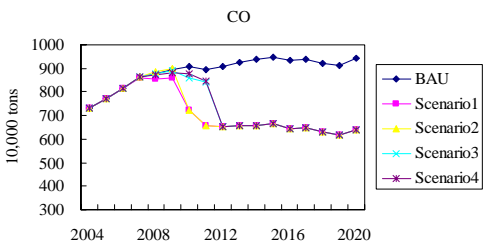
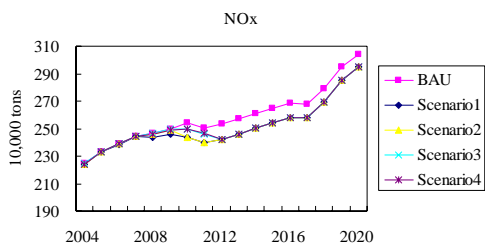
• 柴油

- 2005 硫含量 \leq 500ppm
- 2010 硫含量 \leq 350ppm
- 2012 硫含量 \leq 50ppm

方案四优缺点分析

- 1 — 有重点地配备低硫油，基本能够配合排放标准
- 2 — 低硫油需求量减少，减轻石化行业压力
- 3 — 加油站需要改造，供油体系复杂，标号过多
- 4 — 对新车是否使用低硫油的管理、监督困难
- 5 — 放弃了旧车使用低硫油带来的减排效益

各方案NO_x CO年排放量



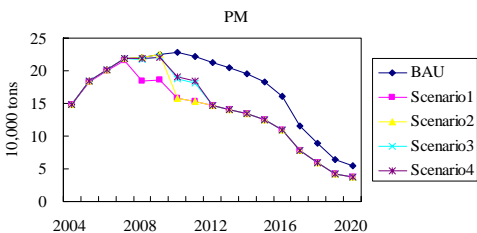
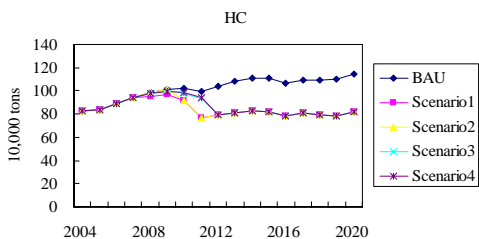
NO_x

- 相对基准方案，各方案的NO_x均有一定程度的降低
- 方案一、二在2012年前的NO_x降低效果最显著，约6%

CO

- 各方案CO降低都比较显著。2011年，方案一降低约28%
- 2007-2010年，方案一、二比方案三、四有明显的减排效果

各方案HC PM年排放量



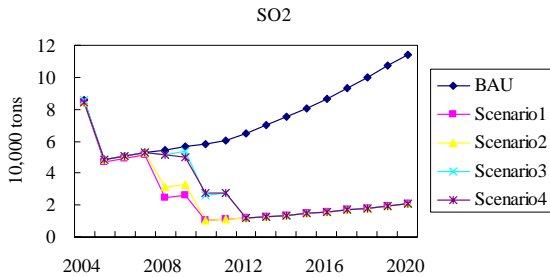
HC

- 各方案对HC的控制均有一定效果，可抵消因机动车保有量增加带来的HC排放量增加
- 方案一、二在2012年前的HC减排效果最为显著，约为20%

PM

- 各方案的PM减排效果均非常显著
- 2007-2010年，方案一的减排效果最为明显，达到30%

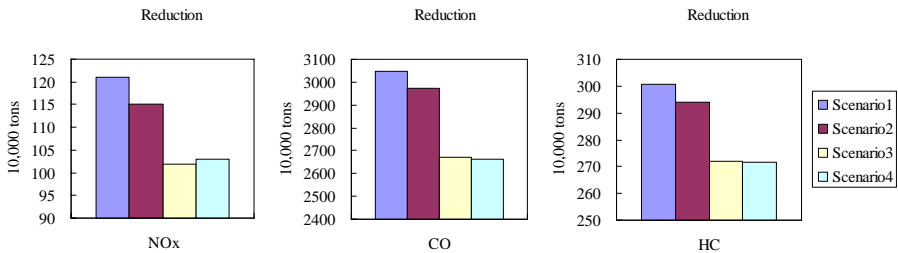
各方案SO₂年排放量



SO₂

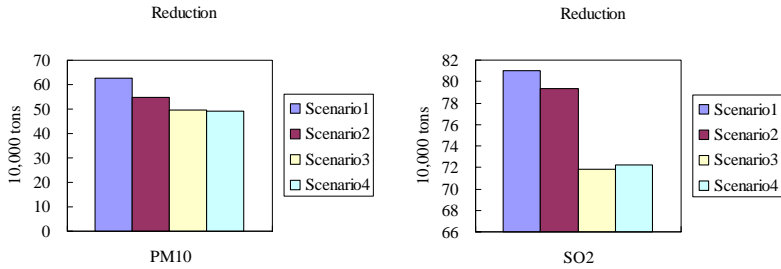
- 各方案对SO₂的控制效果都是显而易见的，可以逐步减少SO₂的排放量
- 四个方案减排的“阶梯”不同，就累积量来说方案一最佳

减排效果比较



- 方案一有明显的减排效果，NO_x, CO, HC, PM的减排量分别达到2004年民用汽车排污总量的0.5, 4.2, 3.6, 4.2倍
- 方案一、二NO_x, CO, HC的减排量较方案三、四高出约16,400,30万吨，减排优势集中在2008-2012年。

减排效果比较



- 方案一具有明显的PM减排潜力，PM减排量比方案二高20%，相当于全国一年的汽车颗粒物排放
- 四个方案对于SO₂排放均有一定程度的减少

方案比较

指标	减排效果	初始投资	是否需要加油站改造	是否便于油品管理	是否便于车辆监督	是否方便新车异地行
方案一	好	大	否	是	是	否
方案二	较好	中	否	是	是	否
方案三	一般	中	否	否	是	否
方案四	一般	中	是	否	否	否

结论

- 中国已在控制机动车污染方面加快步伐，随着机动车污染控制标准的进一步严格，车用燃油低硫化已经迫在眉睫
- 仅从减排效果来讲，方案一最佳
- 制订中国车用燃油低硫计划，需要综合考虑减排、成本、管理等各种因素，需要政府、石油行业、汽车行业等的紧密合作

感谢：

美国能源基金会对本工作的支持！

Thanks!