

# 美国道路重型发动机管理发展进程

第四届中美机动车污染防治研讨会  
美国环保局  
交通与空气质量司

## 道路重型发动机工业

- 在美国, 重型车是指最大额定总质量(GVWR)在8501磅以上的车辆。
  - 一些GVWR在8501 – 14,000磅之间的车辆可以选择通过乘用车和轻型卡车实验流程来进行认证
    - 重型皮卡和厢式货车与轻型车相类似
  - 对所有> 14,000磅的车辆进行发动机实验
    - 作业车辆
      - 小型运输卡车、垃圾车、校车、短途巴士
    - 长途运输
      - 长途牵引车车头
- 在美国有10 -12家生产企业进行认证
  - 每年400,000-500,000台发动机
  - 30-40个发动机系族
  - 占排放清单中颗粒物约占20%, 氮氧化物约占35%

2014年6月9日

美国环保局

2

## 排放标准涵盖的车辆分类

### 小型重型柴油发动机 8,500 – 19,500磅 GVWR



皮卡



厢式货车

### 中型重型柴油发动机 19,500 – 33,000磅 GVWR



作业卡车



快递卡车

### 大型重型柴油发动机 > 33,000磅 GVWR



垃圾车



长途运输卡车

## 重型发动机标准发展历程

- 1970-1973年, 仅对柴油机实施不透光烟度要求, 所采用的实验工况一直沿用至今
- 1974年 – 5年10万英里的使用寿命周期内, 排放标准满足HC+NOx (16 g/hp-hr)和CO (40 g/hp-hr) 标准
  - 13工况、10非怠速工况、稳态实验
- 1978年, 更低的NOx、HC和CO排放标准
  - 也可以选择遵守较低的NOx标准, 但同时执行较高的CO标准
- 1985年, 通过新的瞬态测试工况, 提出 10.7 g/hp-hr NOx, 1.3 g/hp-hr HC和15.5 g/hp-hr CO的标准要求
  - 使用寿命周期
    - GVWR > 33,000磅的大型重型车发动机 - 8年, 290,000 英里
    - GVWR在19,500到33,000磅之间的中型重型车发动机 - 8年, 185,000英里
    - GVWR < 19,500磅的小型重型车发动机- 8年, 110,000 英里
- 1988年首次对柴油发动机提出颗粒物标准 - 0.60 g/hp-hr
- 1988-1990年开发首款电控重型柴油机

2014年6月9日

美国环保局

4

## 重型柴油机标准发展历程

- 1990年 - NO<sub>x</sub>标准低至10.7至6.0 g/hp-hr
- 1991年 - 5.0 的NO<sub>x</sub> 标准, 0.25的PM标准
  - 新低硫燃料, 300-500ppm柴油燃料
  - NO<sub>x</sub>和PM排放的平均化、排放额储存及交易 (ABT)
- 1994年 - 新的0.10 g/hp-hr的PM标准
  - 首次引用柴油车氧化催化器 (DOCs)
- 1998年 - 新的4.0 g/hp-hr的NO<sub>x</sub>标准
  - 停止使用机械式喷油的发动机
- 1998年重型车/发动机认证法规
  - 大量生产企业仅在检测实验环节排放控制能够达标, 而实际使用过程中的NO<sub>x</sub>排放要高出2-3倍
  - 因此出台了NTE排放上限标准并增加了补充排放实验
  - 要求生产企业提前进行2004标准认证

2014年6月9日

美国环保局

5

## 重型柴油机标准发展历程

- 2002年 - 认证法规对生产企业增加了2.5 NMHC +NO<sub>x</sub>标准要求
  - 首次在柴油发动机上应用废气再循环 (EGR)技术
    - 允许部分发动机仅依靠DOC而不采用EGR达标
- 2004年 - 所有生产企业必须满足2.5 NMHC +NO<sub>x</sub>标准
  - 大型重型发动机的全使用寿命周期延长至10年、43.5万英里或2.2万小时
    - 小型和中型重型发动机的使用寿命也延长至10年, 但里程规定不变
- 2007年 - 0.01及0.14 g/hp-hr的PM标准, 并逐步实施0.20 g/hp-hr的NO<sub>x</sub>标准
  - 壁流式DPFs
  - 在2004-2010年期间, 所有生产企业都要认证NO<sub>x</sub>标准
    - 更高的EGR流量率
    - 损失至高3%的燃油经济性
  - 在瞬态实验基础上增加了补充排放实验和设置NTE排放上限
- 2007年 - 生产企业针对气态污染物实施在用车/发动机测试
  - 采用车载排放测量系统 (PEMs)检测在用车是否满足NTE标准要求

2014年6月9日

美国环保局

6

## 重型柴油机标准发展历程

- 2010年 – NOx标准降至0.20 g/hp-hr并全面
  - 选择催化还原(SCR)
    - 如果SCR停止工作, 重型车将被限制在5英里/小时的速度
- 2010年 – 开始引入重型车车载诊断系统 (OBD)
- 2014年 – 针对重型发动机及车辆提出温室气体标准
  - 对作业车辆和牵引车发动机及整车提出了不同的独立标准
  - 车辆标准是基于模型减排而并非对车辆的实际测量
    - 通过应用各项技术在模型中实现温室气体减排

2014年6月9日

美国环保局

7

## 重型柴油车排放标准

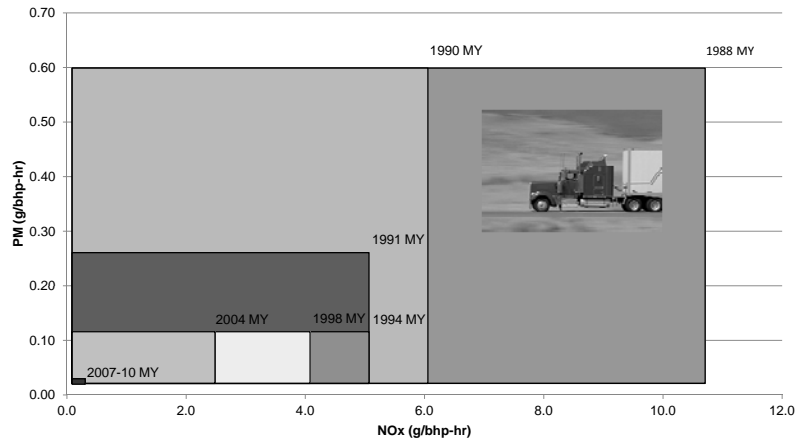
年份	NOx	HC+NOX	HC	PM	CO	排放控制	柴油燃料
1974		16			40		硫含量 2000-5000 ppm
1979		10	1.5		25		
1985	10.7		1.3		15.5		
1988	10.7		1.3	0.60	15.5		
1990	6.0		1.3	0.60	15.5		
1991	5.0		1.3	0.25	15.5		硫含量 300-500 ppm
1994	5.0		1.3	0.10	15.5	柴油车 氧化催化	
1998	4.0		1.3	0.10	15.5	电控	
2004		2.5		0.10	15.5	共轨喷油 EGR	
2007	0.20 50%	2.5 50%	0.14	0.01	15.5	柴油车颗粒物 捕集器	硫含量<15 ppm
2010	0.20		0.14	0.01	15.5	SCR	

2014年6月9日

美国环保局

8

## 重型柴油车排放标准



2014年6月9日

美国环保局

9

## 2007-2010之间的标准是主要的质变

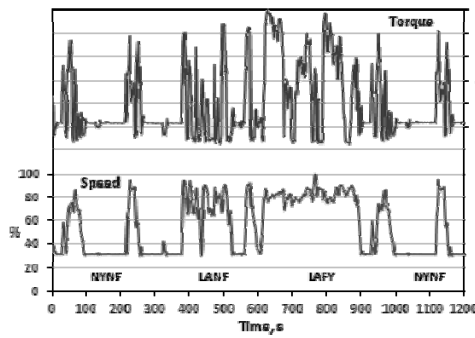
- 之前的标准都仅着力于发动机的改进
- 一种新的途径:将车辆和燃料视为一个整体,从而获得大幅减排
- 低硫燃料为应用先进后处理技术提供了基础
  - 柴油车颗粒物捕集器
  - NOx催化装置
- 实现颗粒物和氮氧化物减排95%以上
- 衍生的次级受益也很大
  - 在卡车上实施的管理方案衍生出许多其它平行方案
    - 非道路柴油机(农业、建筑)、火车、船舶、老旧卡车自愿性改造
  - 道路低硫柴油燃料的应用使轻型柴油车也可以满足严格的乘用车排放标准

2014年6月9日

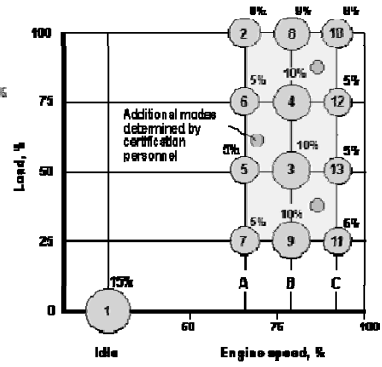
美国环保局

10

## 认证实验工况



FTP



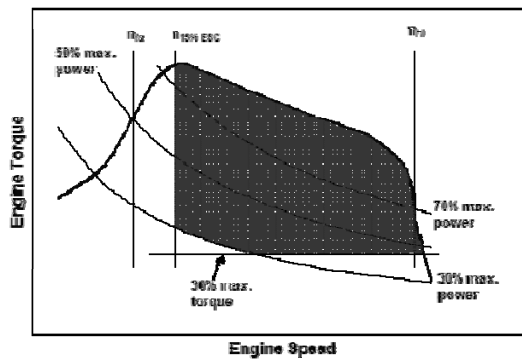
SET

2014年6月9日

美国环保局

11

## NTE 控制区域



2014年6月9日

美国环保局

12