



# 内燃机的未来展望

中日节能·环境综合论坛

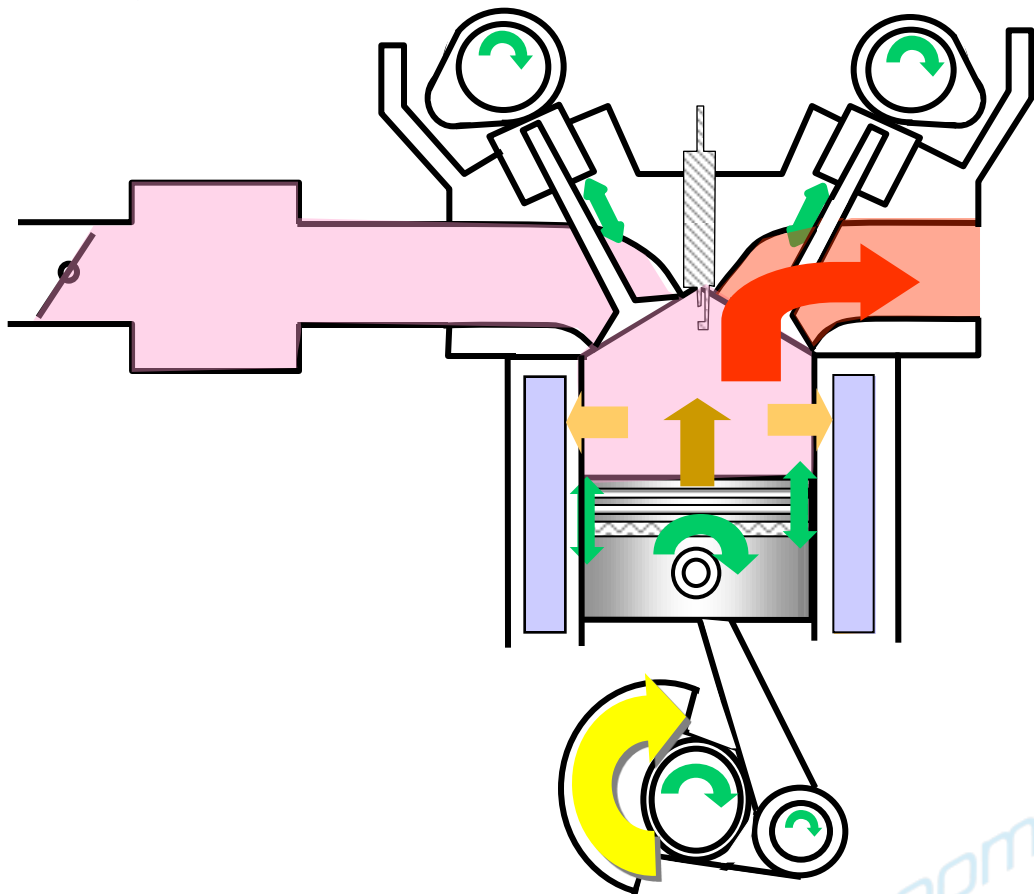
2015年11月29日

人见光夫

马自达汽车株式会社

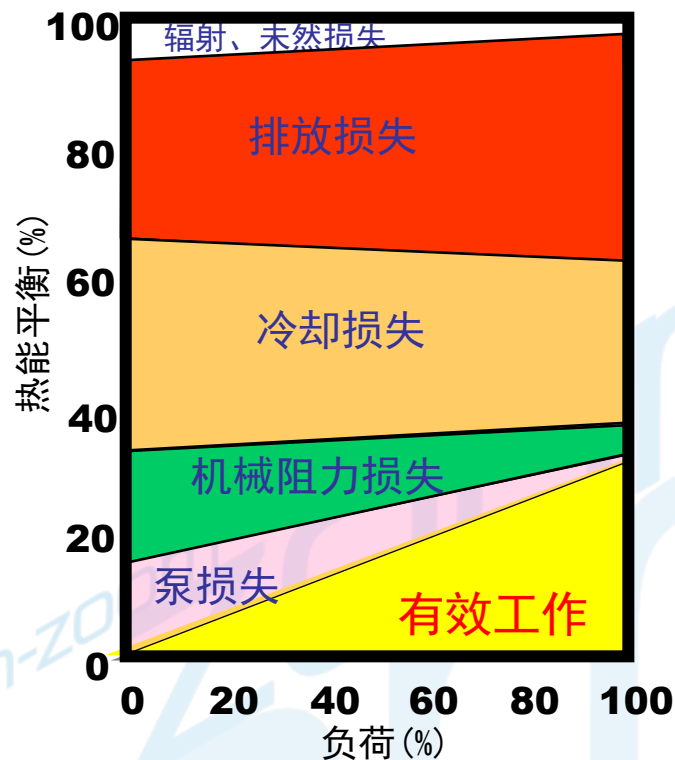
# 改善热效率

## 内燃机的效率改善



## 内燃机的各种损失

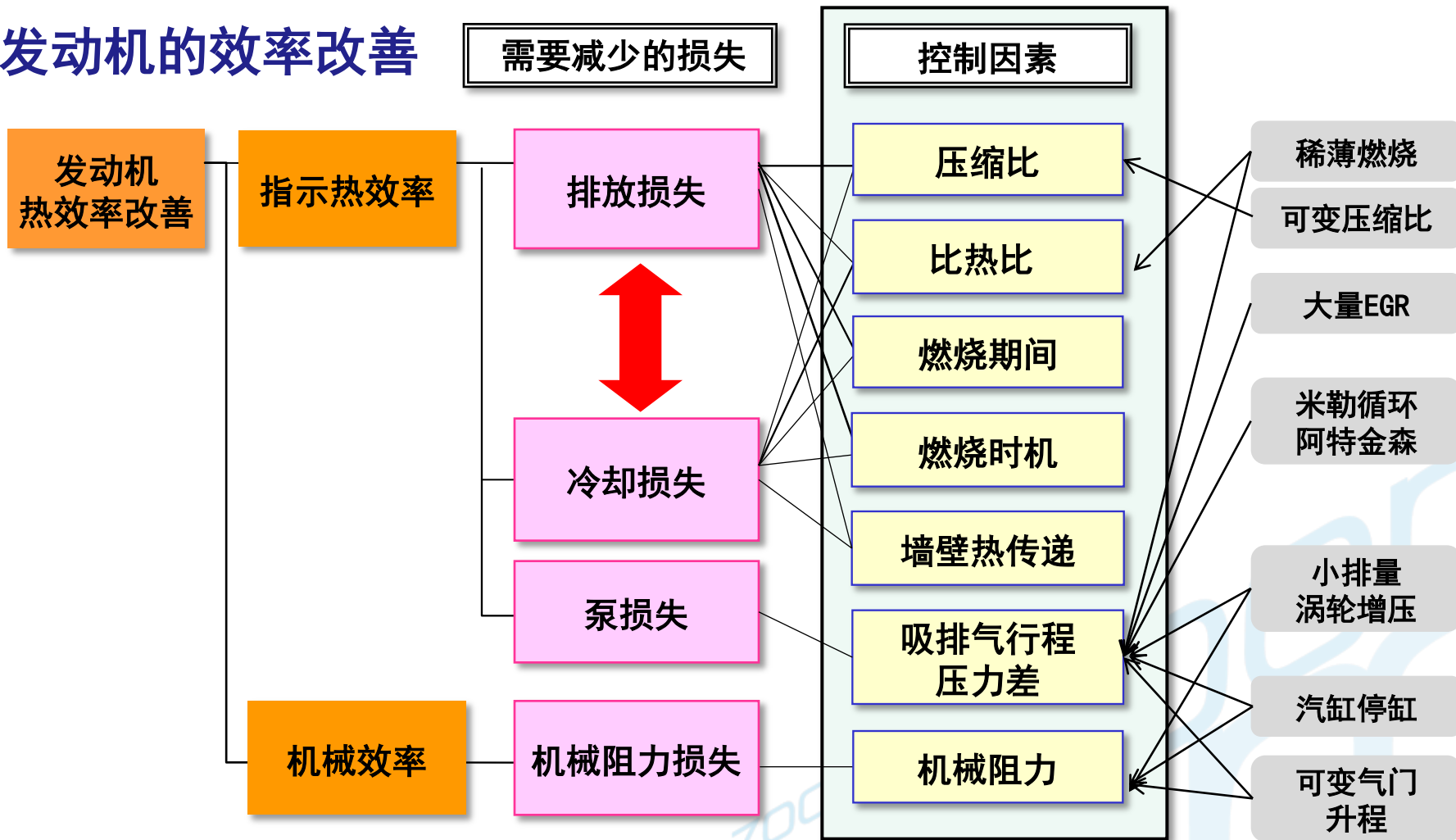
热能平衡 vs. 负荷



内燃机的效率改善 = 降低排放损失、冷却损失、泵损失、机械阻力损失

# 改善热效率

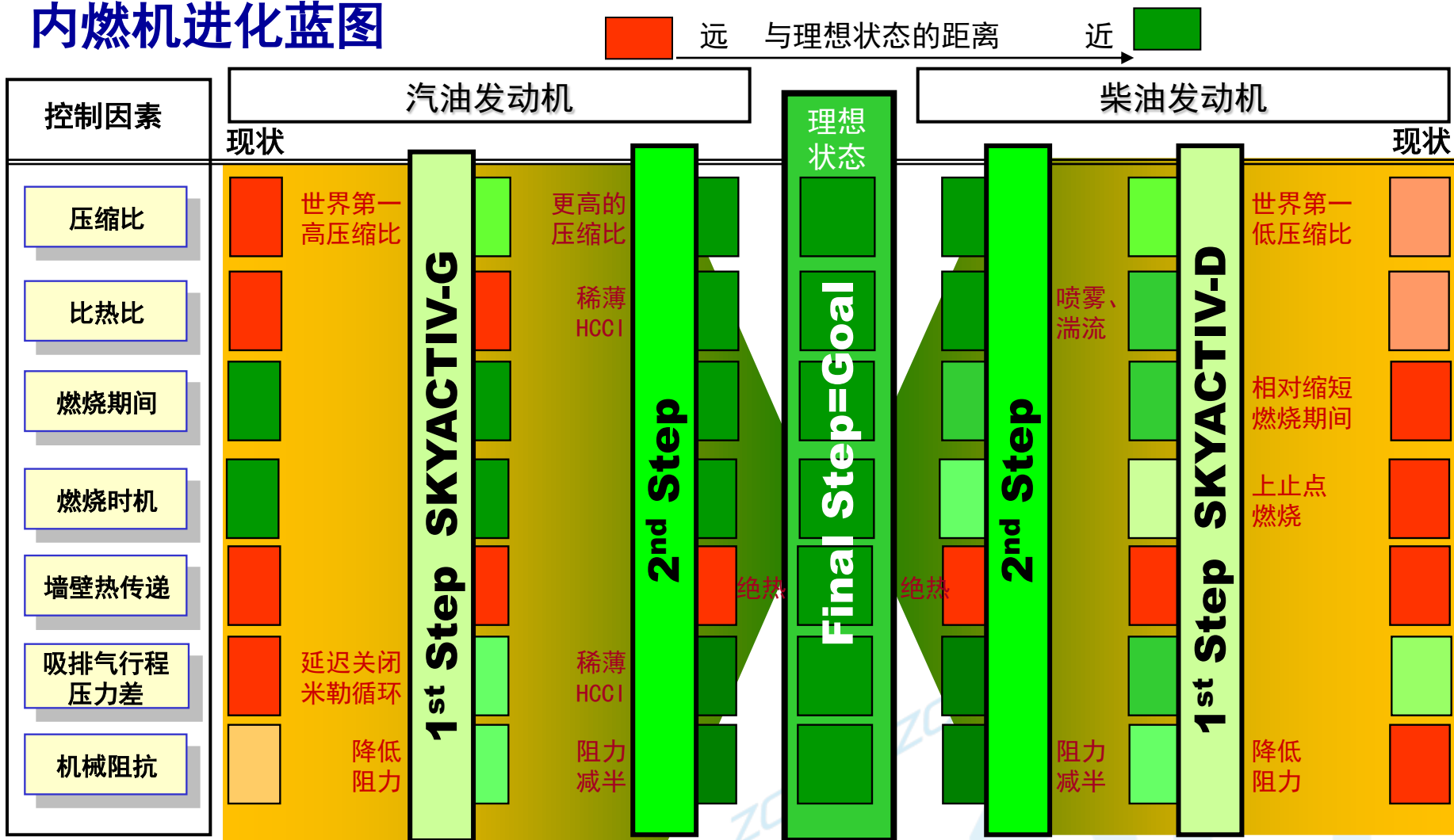
## 发动机的效率改善



改善效率 = 尽量让可以控制的因素接近理想状态

# 改善热效率

## 内燃机进化蓝图

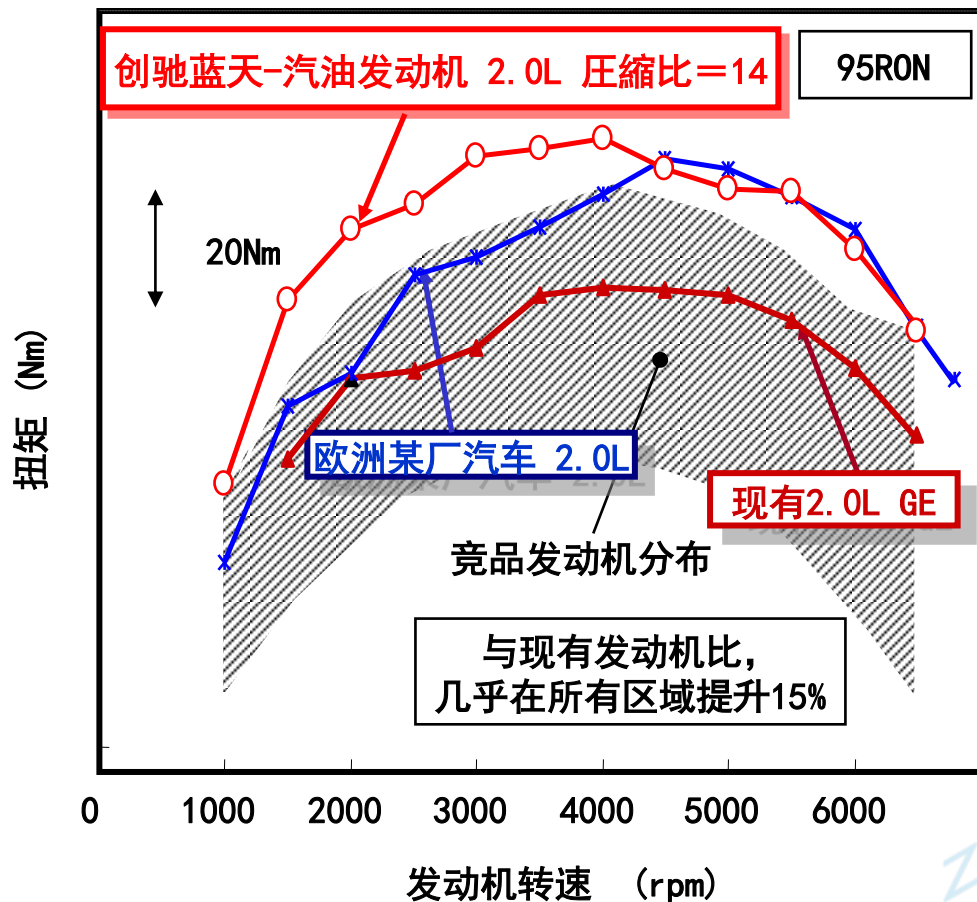


汽油发动机与柴油发动机奔向同一方向

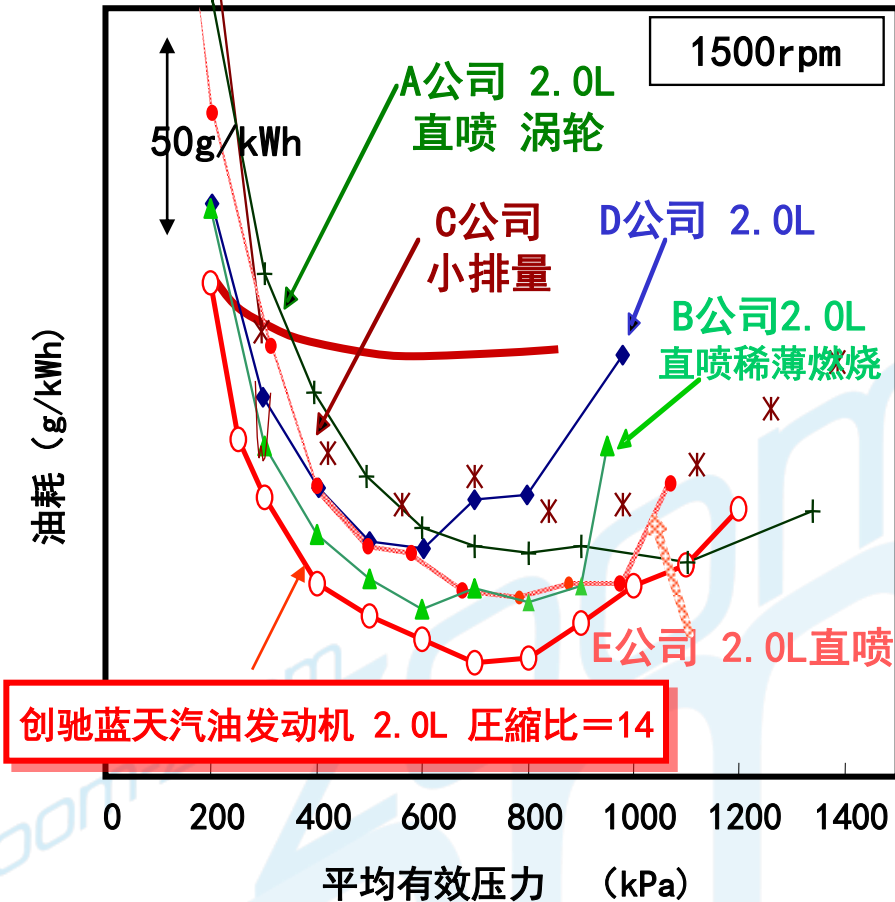
# 改善热效率

## 第一步 汽油发动机

### 输出性能



### 燃油性能



各界人士赞赏点:

通过高压压缩比大幅度提升低中速扭矩, 油耗也得到大幅度改善。

# 内燃机的目标

= 实现CO2排放量与电动汽车同水准

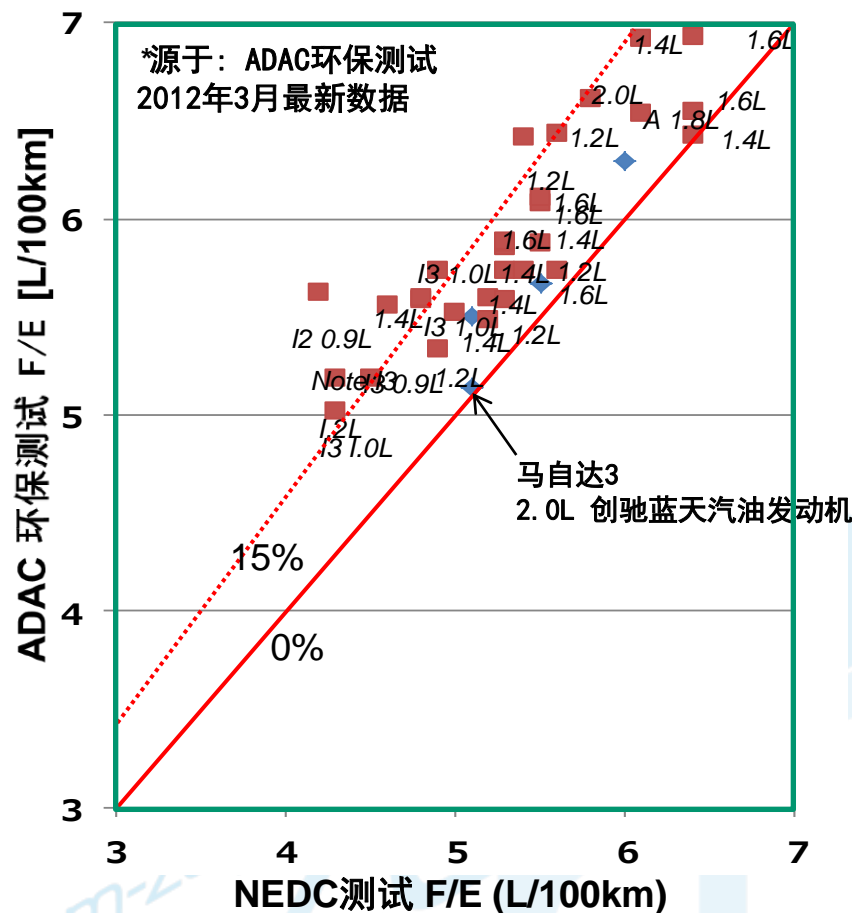
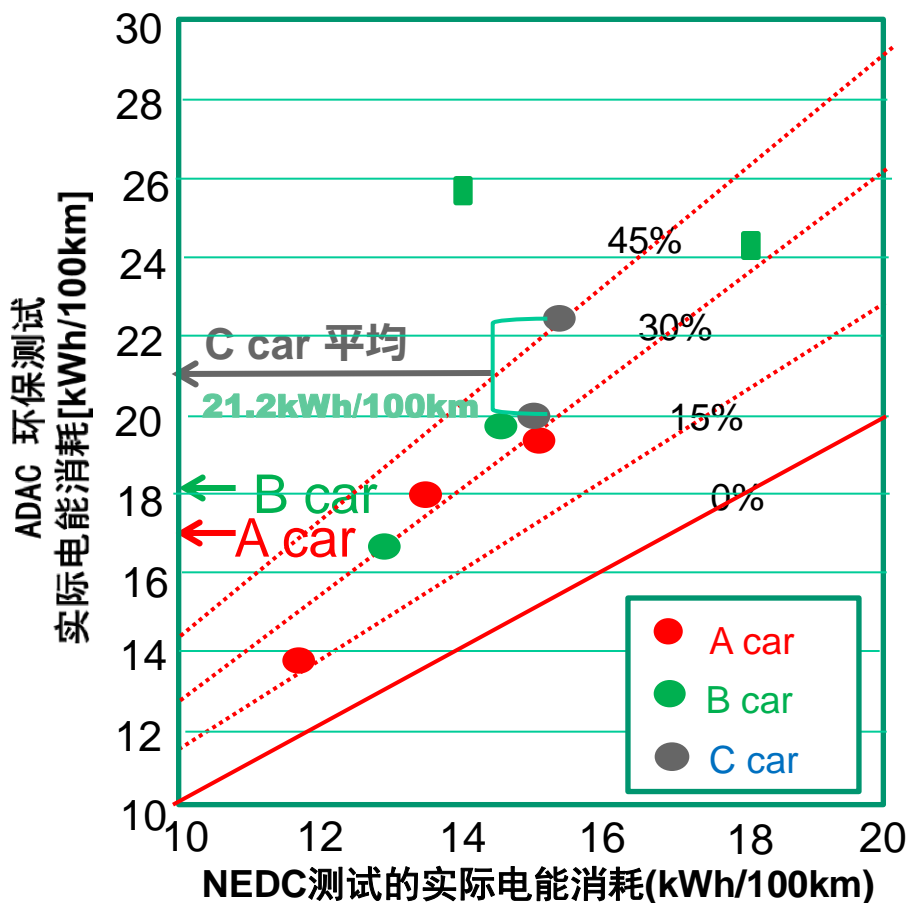
zoom-zoom

# 改善热效率 Next Step

## 内燃机汽车的实际油耗改善目标

※NEDC: 新欧洲标准行驶循环油耗测试方法

※ADAC: 德国汽车协会



**与按照模式进行测试的油耗数值相比，实际油耗有很大差异**

C级电动汽车的实际电能消耗：21.2kWh/100km.

C级创驰蓝天发动机搭载车辆的实际油耗：5.2L/100km

# 改善热效率 *Next Step*

## 内燃机汽车的实际油耗改善目标

C级电动汽车的实际电力消耗量：21.2kWh/100km.

C02换算：发电时世界平均C02排放单位为 0.5kgC02/kwh  
 $0.5 \times 21.2 = 10.6 \text{kg-C02/100km}$

如果考虑到锂离子电池的生命周期，实际C02排放单位为  
 $10.6 + 1 = 11.6 \text{kg-C02/100km}$

C级创驰蓝天技术搭载车辆的实际油耗：5.2L/100km

C02换算：14.8kg-C02/100km

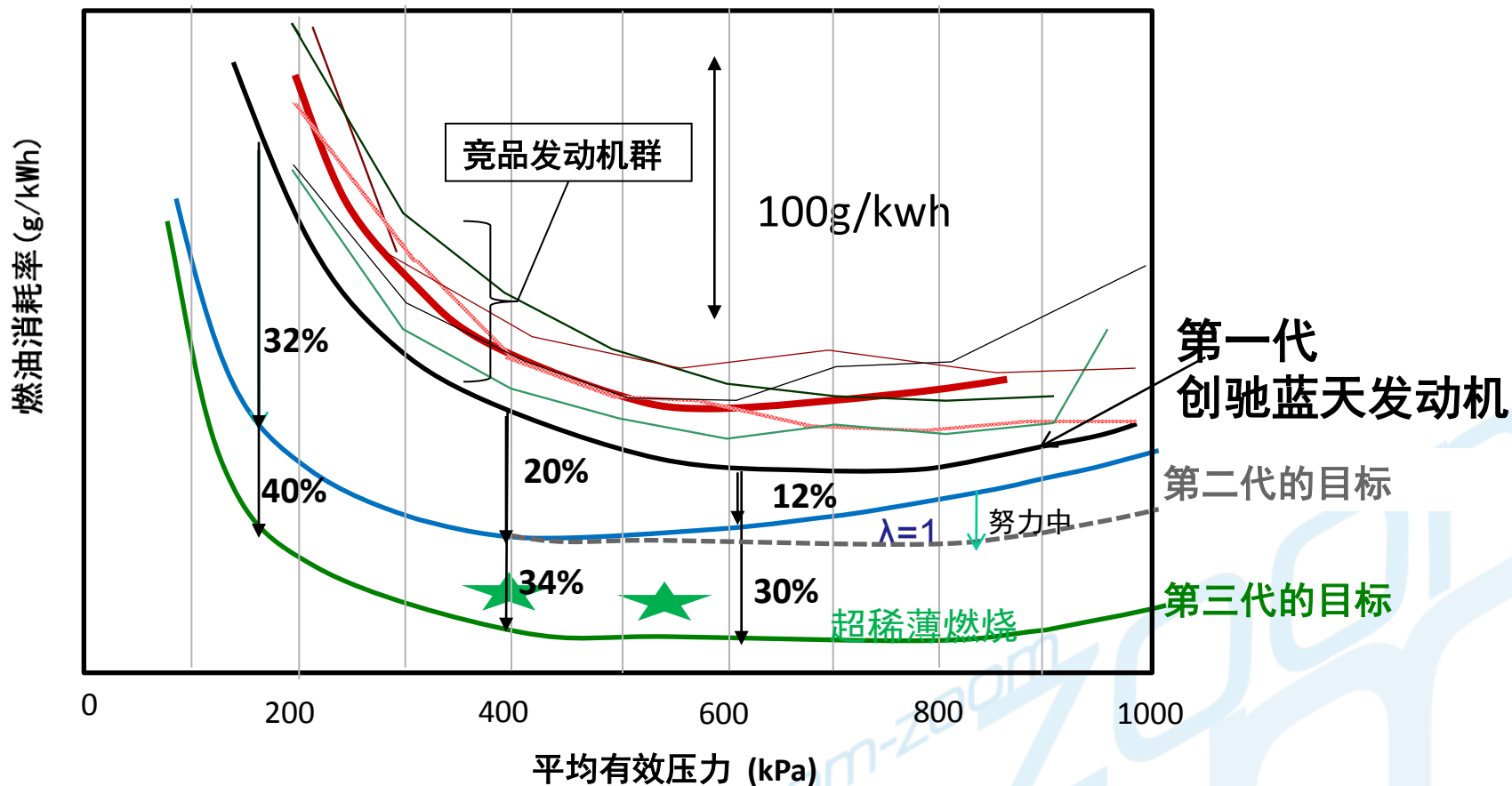
如果将内燃机排放量14.8kg改善为10.6~11.6kg的程度，  
就实现了与电动汽车同水准的C02排放，也就是需要改善油耗  
 $(10.6 \sim 11.6) / 14.8 = 22 \sim 28\%$

**结论：**在现在的发电方法不改变的前提下，将内燃机的实际油耗改善大约25%，就可以实现C02的排放量与电动汽车同水准。



# 改善热效率 *Next Step*

## 有效热效率



实际油耗降低25%，就可以实现与电动汽车相同水准的CO2排放目标。

排气量应该是什么样的状态？

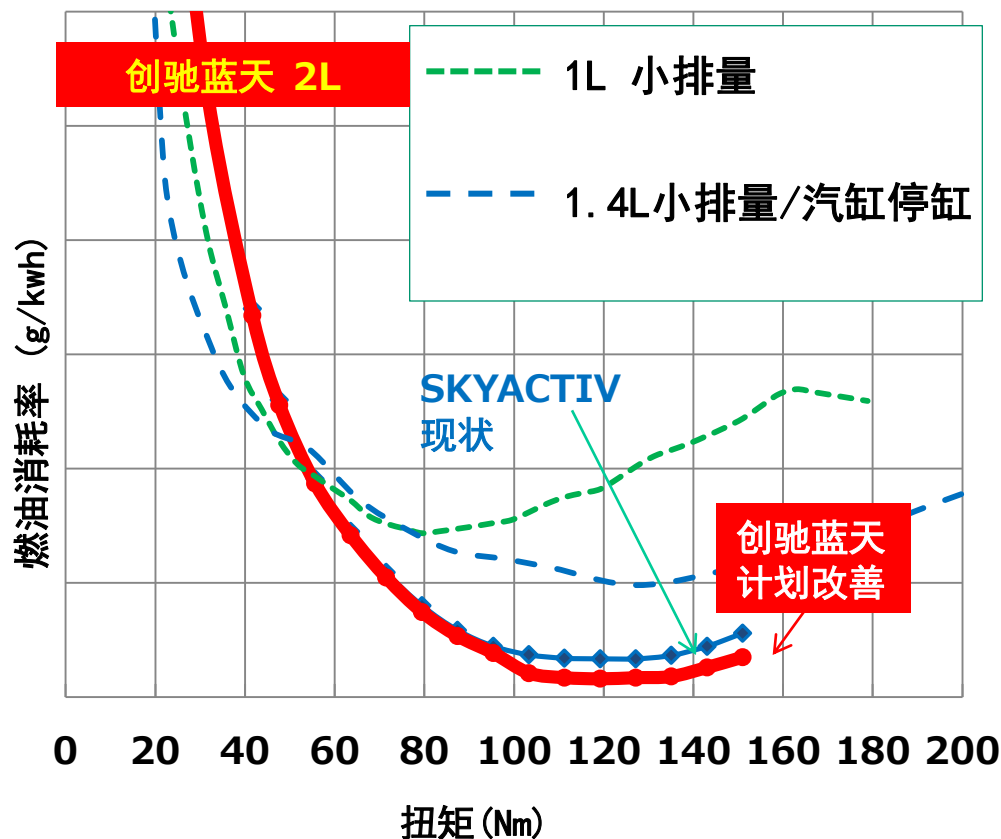
zoom-zoom

# 排气量应该是什么样的状态？

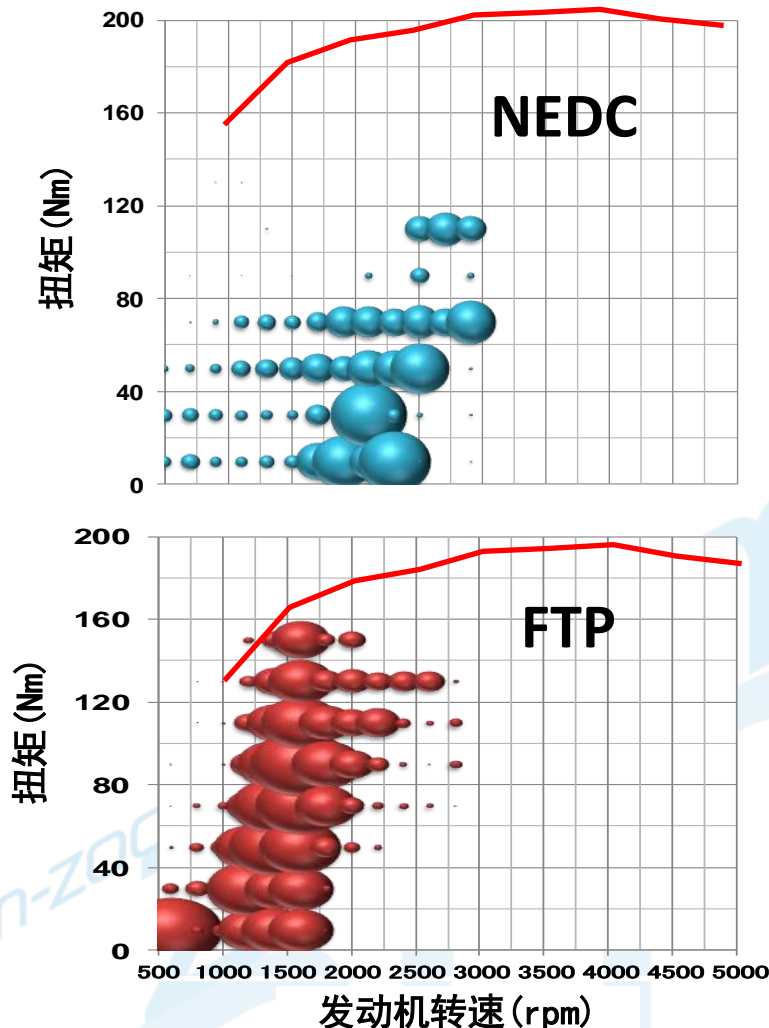
## 2L创驰蓝天与小排量的对比

### 燃料消耗率比较

1500rpm 95RON



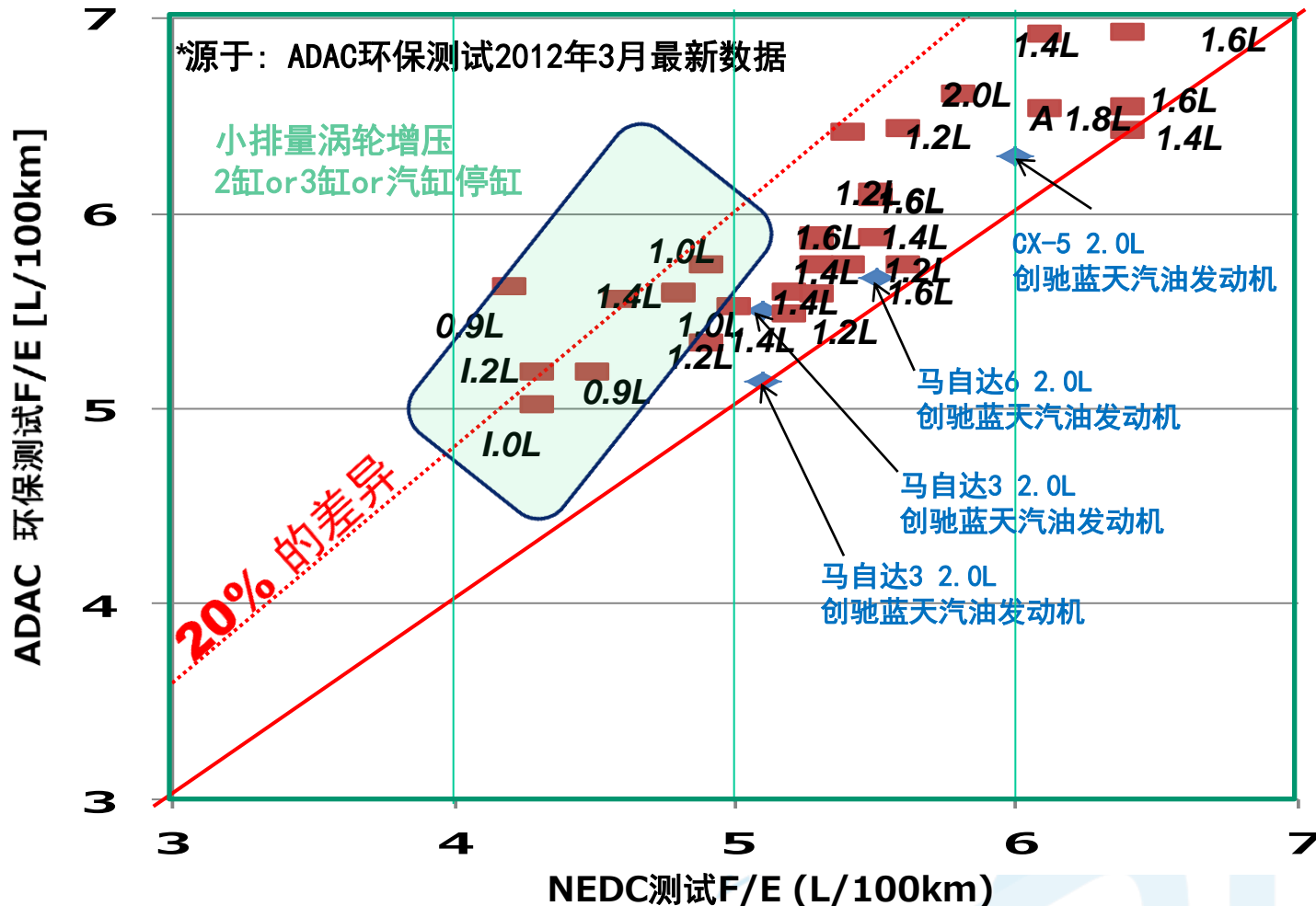
## 燃料消耗量分布图



3缸1.0L及4缸1.4L小排量涡轮增压发动机，只是在低负荷状态燃油性能较好。而欧洲NEDC测试模式有很多是低负荷状态，所以对小排量涡轮增压发动机比较有利。

# 排气量应该是什么样的状态？

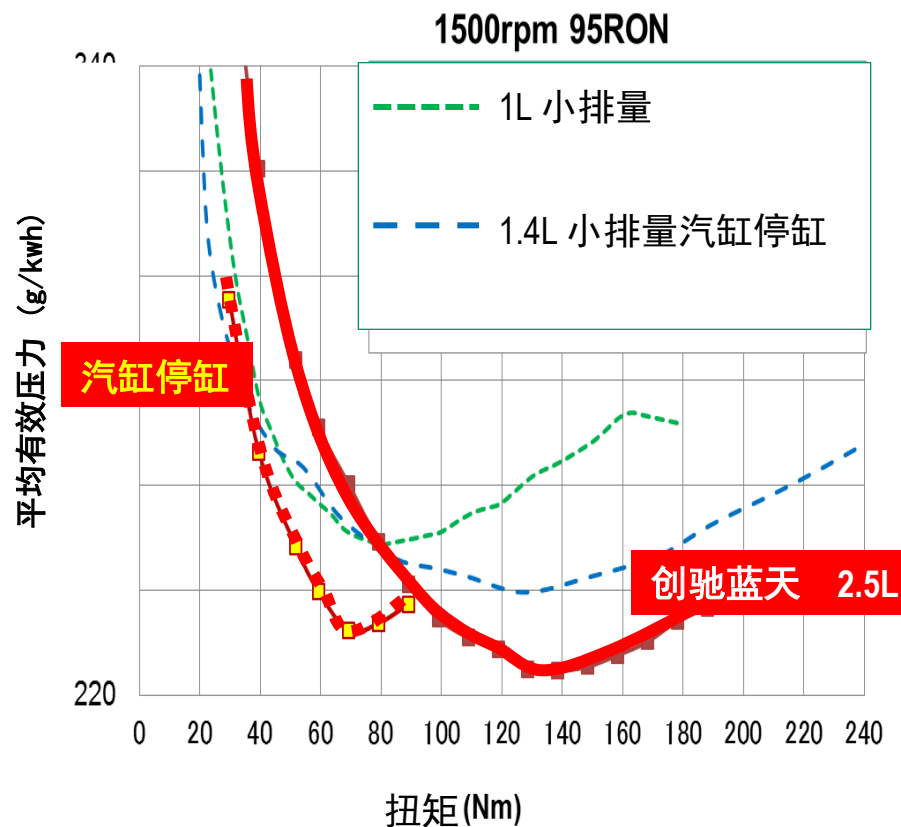
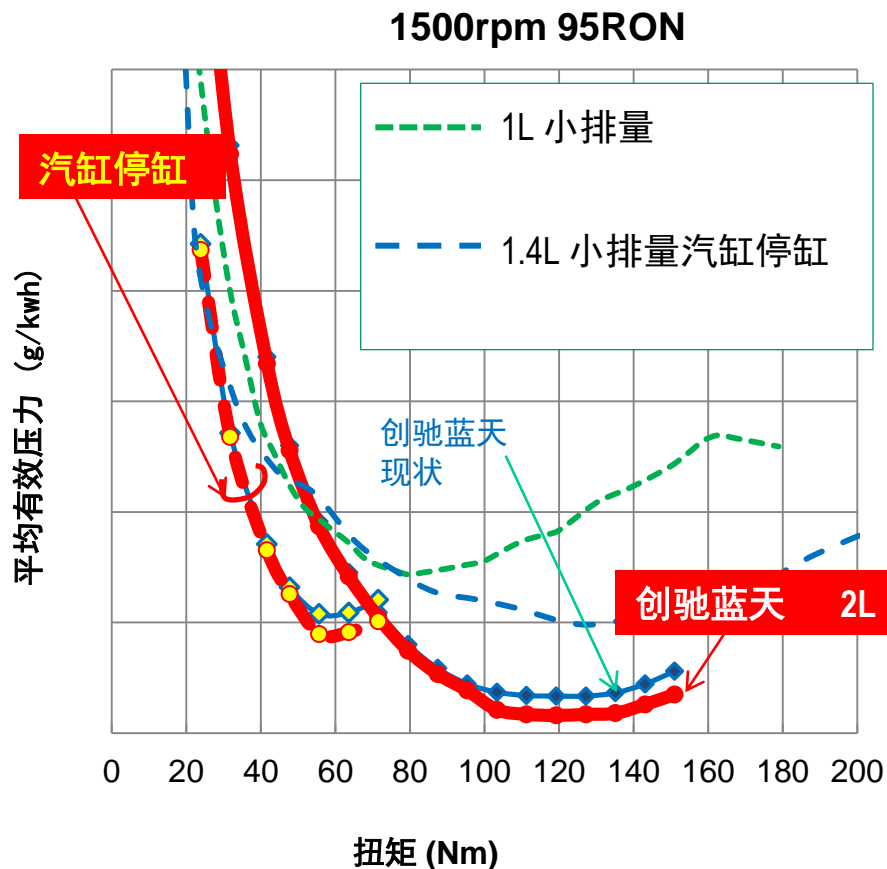
## 实际油耗



虽然模式油耗测试方法不利于创驰蓝天发动机（与小排量涡轮增压发动机相比），但是，实际油耗却比较优秀。

# 排气量应该是什么样的状态？

## 2&2.5L创驰蓝天与1L、1.4L小排量涡轮增压的对比



2.0L创驰蓝天发动机，在所有区域完全战胜3缸1L及4缸1.4L的小排量涡轮增压发动机，即使是2.5L也是胜算。

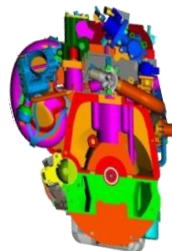
# 排气量应该是什么样的状态？

## 成本

发动机本体  
(直喷)



涡轮增压发动机



涡轮增压器

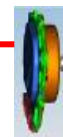
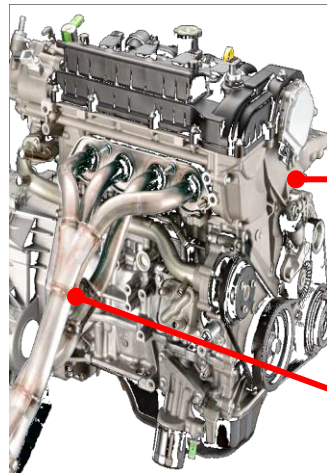


中冷器&管道



强化活塞、连杆、曲轴、汽缸体、汽缸盖

创驰蓝天汽油发动机



电动 VCT

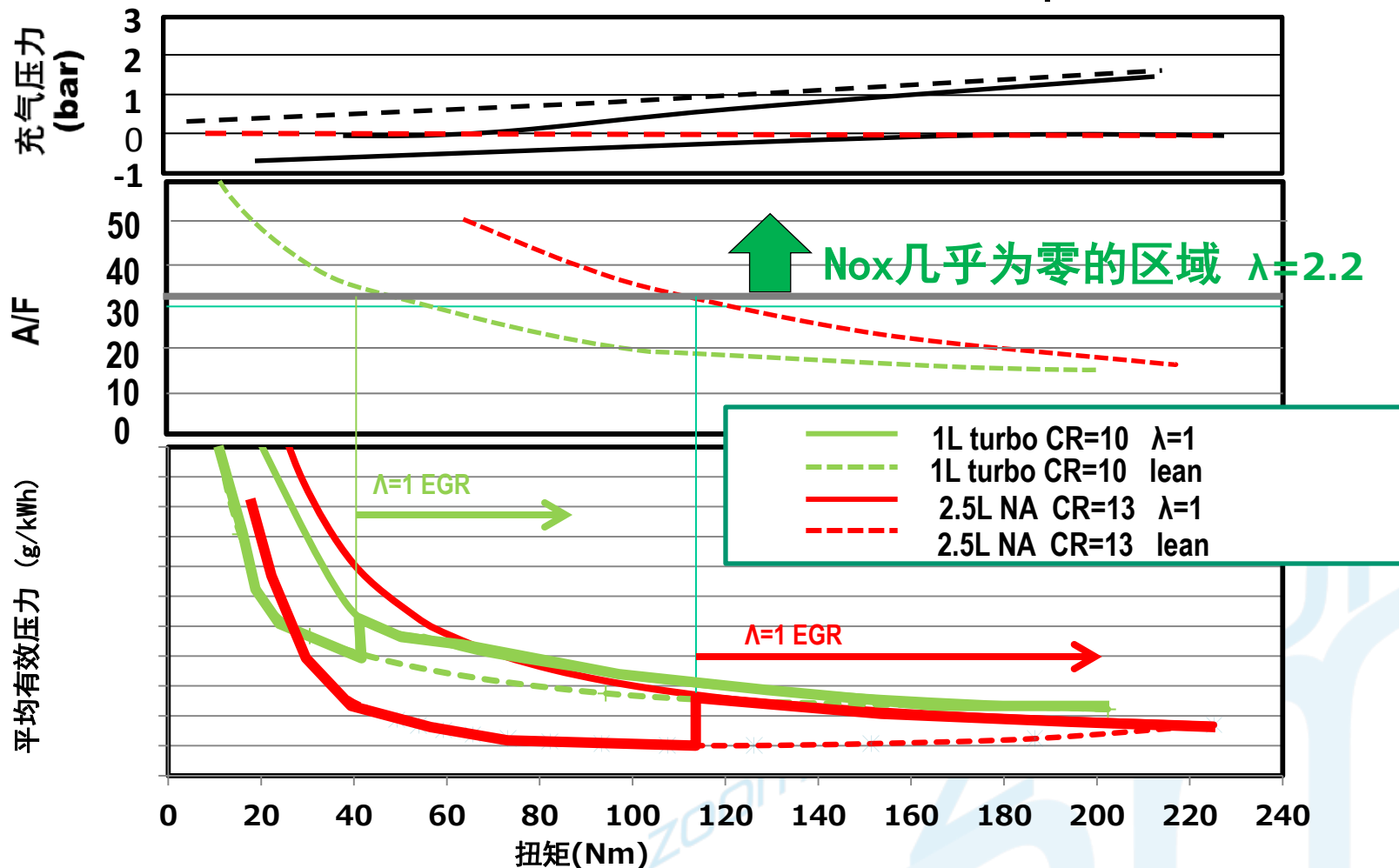
4-2-1 排气系统

涡轮增压发动机需要涡轮增压器、中冷器等装置，所以比自然吸气发动机成本高。

# 排气量应该是什么样的状态？

## 排气量与今后的热效率改善潜力

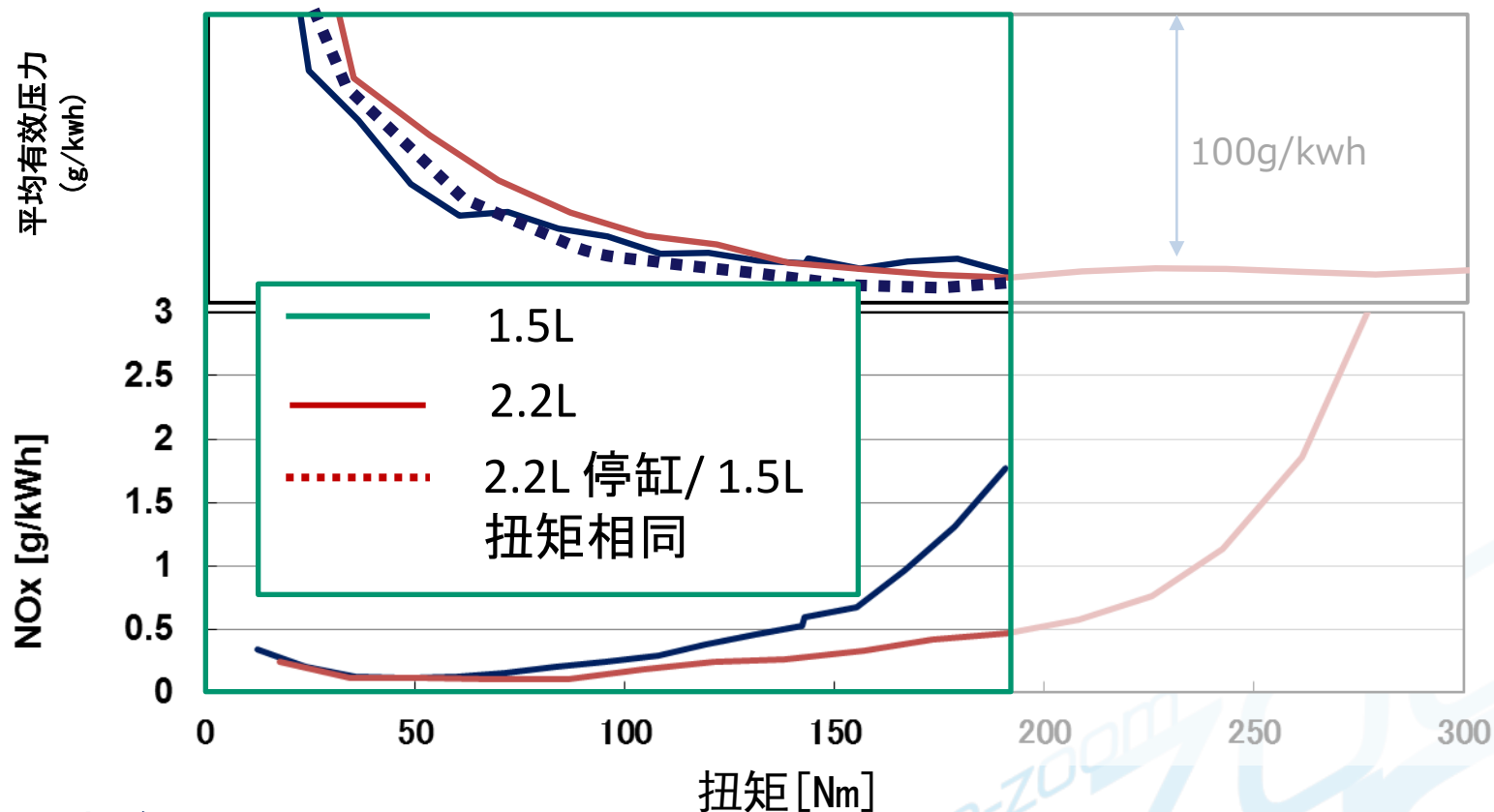
2000rpm



大排气量自然吸气比小排量涡轮增压的低油耗稀薄燃烧区域大，所以排气量就是无需追加成本的涡轮增压器。

# 排气量应该是什么样的状态？

## 柴油发动机与排气量



大排气量

→ 低阻力、低NO<sub>x</sub>、高响应、低成本尾气排放处理

大排气量就是无需追加成本的高响应增压器及尾气排放装置。



# 对电动汽车的考察

zoom-zoom

# 对电动汽车的考察

## 等价能源比较 (源于欧洲C级汽车的实际油耗比较)

5. 5L (汽油) = 5L (柴油) = 21.2kwh (电能)

	2013年度消耗量 (万 k L/年)	石化燃料 CO2排放量换算 (亿t/年)	电动汽车 电力消耗换算
汽油	5,680	1.32	2190亿kwh
柴油	2,435	0.64	1032亿kwh
		1.96	3222亿kwh

送电及充电损失为10%，故所需电量为  $3222 \div 0.9 = 3580$  亿kwh

2011年日本发电CO2排放单位为 0.47 CO2-kg/kwh

CO2换算：  $3580 (\text{亿kwh}) \times 0.47 (\text{kgCO}_2/\text{kwh}) = 1.68$  亿t

2015年现状 0.57CO2-kg/kwh

CO2换算：  $3580 (\text{亿kwh}) \times 0.57 (\text{kgCO}_2/\text{kwh}) = 2.04$  亿t

如果按照现在的发电方式进行计算，电动汽车几乎没有意义。  
与2011年(福岛地震前)相比，2015年发电CO2排放增加大约15%，  
所以只要改善内燃机就可以轻松超越电动汽车。

# 案例分析

如果将现在运输方面使用的燃料的一半，使用可再生能源发电而产生的电能代替。

3580亿kwh的一半1790亿kwh的电能由可再生能源发电

发电比率： 太阳光85%、风力15%

发电量： 太阳光1520亿kwh、风力270亿kwh

稼动率： 太阳光13%、风力20%

需要增加的发电设备容量：

太阳光：  $1520 \div 365 \div 24 \div 0.13 = 1$ 亿3000万kw

风力：  $270 \div 365 \div 24 \div 0.2 = 1500$ 万kw

# 对电动汽车的考察

大约1亿吨/年的CO2削减效果

应该选择哪一个？

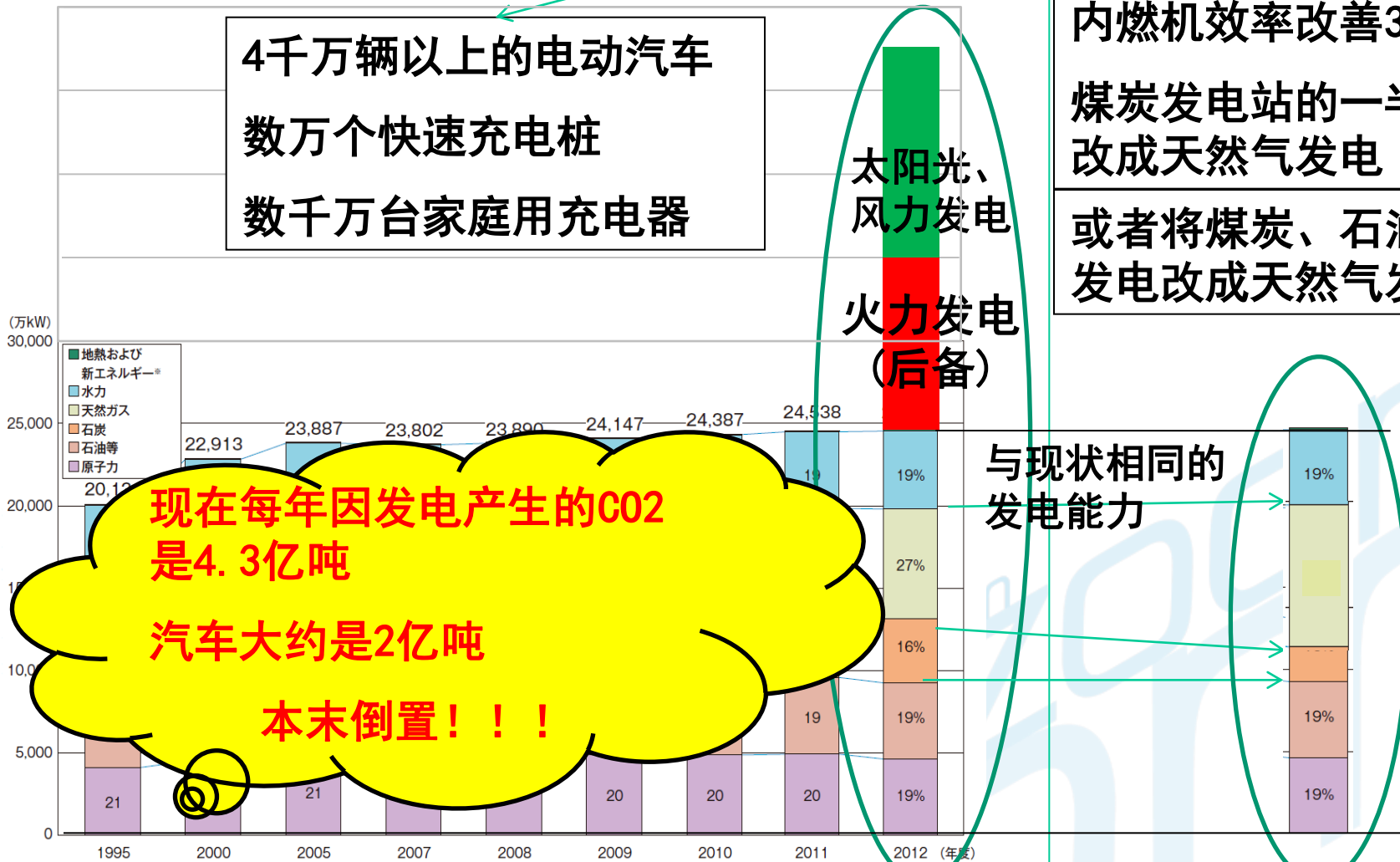
4千万辆以上的电动汽车  
数万个快速充电桩  
数千万台家庭用充电器

内燃机效率改善30%

煤炭发电站的一半  
改成天然气发电

或者将煤炭、石油  
发电改成天然气发电

发电设备容量



# 总结

内燃机还有30%以上的改善余地，从实际油耗与电耗的well to wheel CO2排放量来看，完全可以实现与电动汽车相同水准。

⇒应该推进重视这方面的政策，为寻找真正可持续能源争取时间。

## 建议

- 小排量低税金这种税制是低成本油耗改善及Nox削减的大障碍。
  - 出现新环境技术时，不要用测试模式油耗来推算效果，而是要考虑实现环境改善时的状态，应该检证该技术是否切实可行。
    - ⇒为了削减XX%现在用于运输的燃料，需要电动汽车、氢电池汽车多少辆？需要增加多少发电能力、氢气制造能力？这些现实吗？
  - 德国等还没有普及电动汽车，在试验测试阶段的运营成本，电动汽车比汽油车辆改善不到30%。
    - ⇒如果普及后征收电力税，再加上昂贵的发电设备的话，就几乎得不到改善。
    - ⇒按照以上逻辑思维得到的结论也许就不是采用PHEV，而是要考虑其他对策。
- (当然首先要有用CO2零排放的发电方法支撑大量的电动汽车消耗的切实可行的方案。)

谢谢大家!

