



- 请本资料由
- 全球电池网 【[www.qqdcw.com](http://www.qqdcw.com)】
- 中国电动车网 【[www.ddc.net.cn](http://www.ddc.net.cn)】
- 中国电动汽车网 【[www.ddc.net.cn/ev/](http://www.ddc.net.cn/ev/)】

特邀发布, 请尊重作者的版权, 如有转载请标明出处.



同济大学  
TONGJI UNIVERSITY



同济大学汽车学院  
TONGJI UNIVERSITY  
School of Automotive Studies

2011第九届（上海）汽车电子与汽车新能源高峰论坛

# 中国新能源汽车发展的技术路线探讨

同济大学汽车学院

同济大学新能源汽车工程中心

张立军

2011年11月28日



同心同德同舟楫 / 济人济事济天下





# 内容框架



1. 全球汽车工业发展现状与挑战
2. 国际汽车能源动力转型与现状
3. 中国电动汽车发展现状与展望
4. 中国电动汽车技术路线与选择



滑翔伞



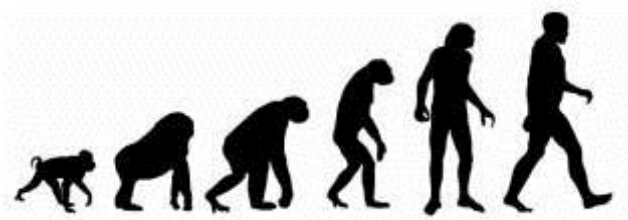
飞机



运载火箭



空天飞机/空间站



独木舟



帆船



航空母舰



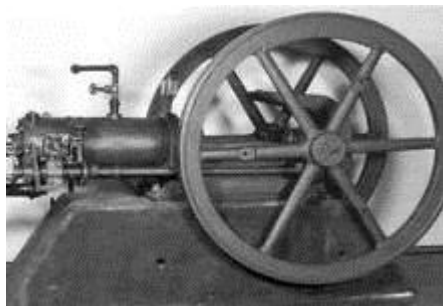
蛟龙号 深海探测器



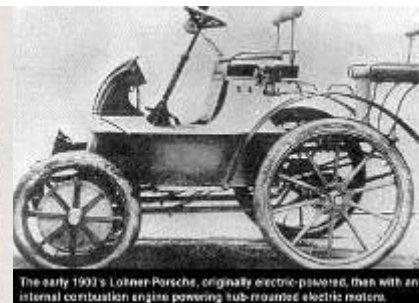
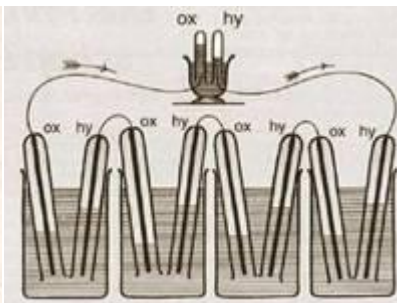
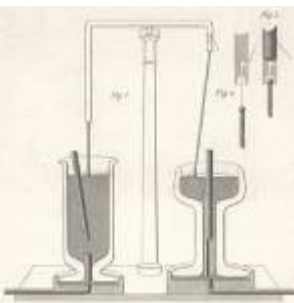
秦陵青铜马车



瓦特/蒸气机→尼古拉斯/蒸汽机汽车（1804）



奥托/四冲程内燃机→奔驰/内燃机汽车（1889）→福特流水线生产（1914）



The early 1900's Lohner-Porsche, originally electric-powered, then with an internal combustion engine powering sub-rotor electric motors.

伏打/电池→法拉第/电机→格鲁夫/燃料电池→特鲁夫/电动车（1881）→波舍尔/混合动力（1889）

■ 2010年汽车总保有量：全球汽车保有量10.15亿辆；中国保有量6539万辆。

■ 2010年全球人均汽车保有量：

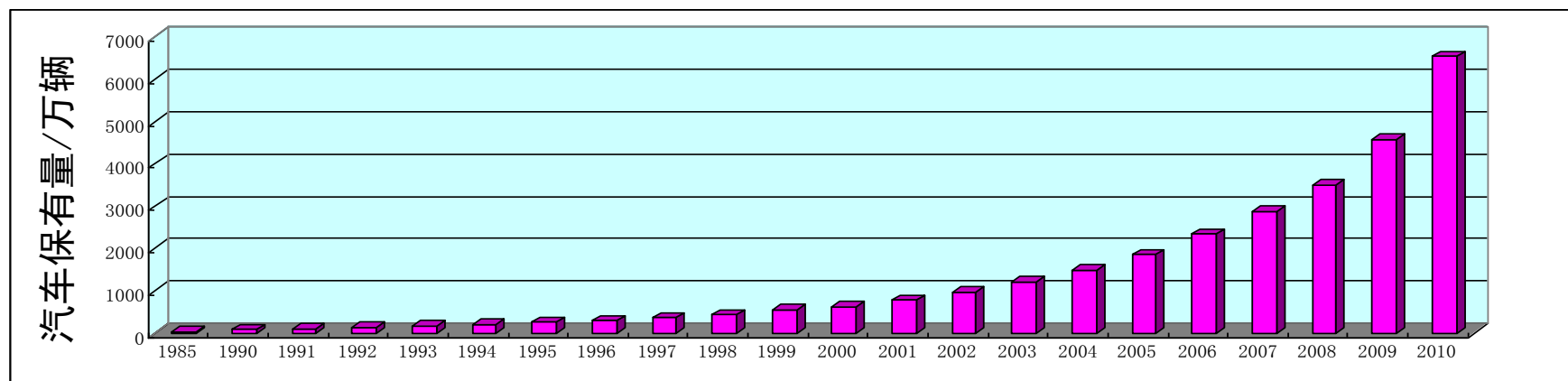
■ 美国 1.30 : 1

■ 意大利 1.45 : 1

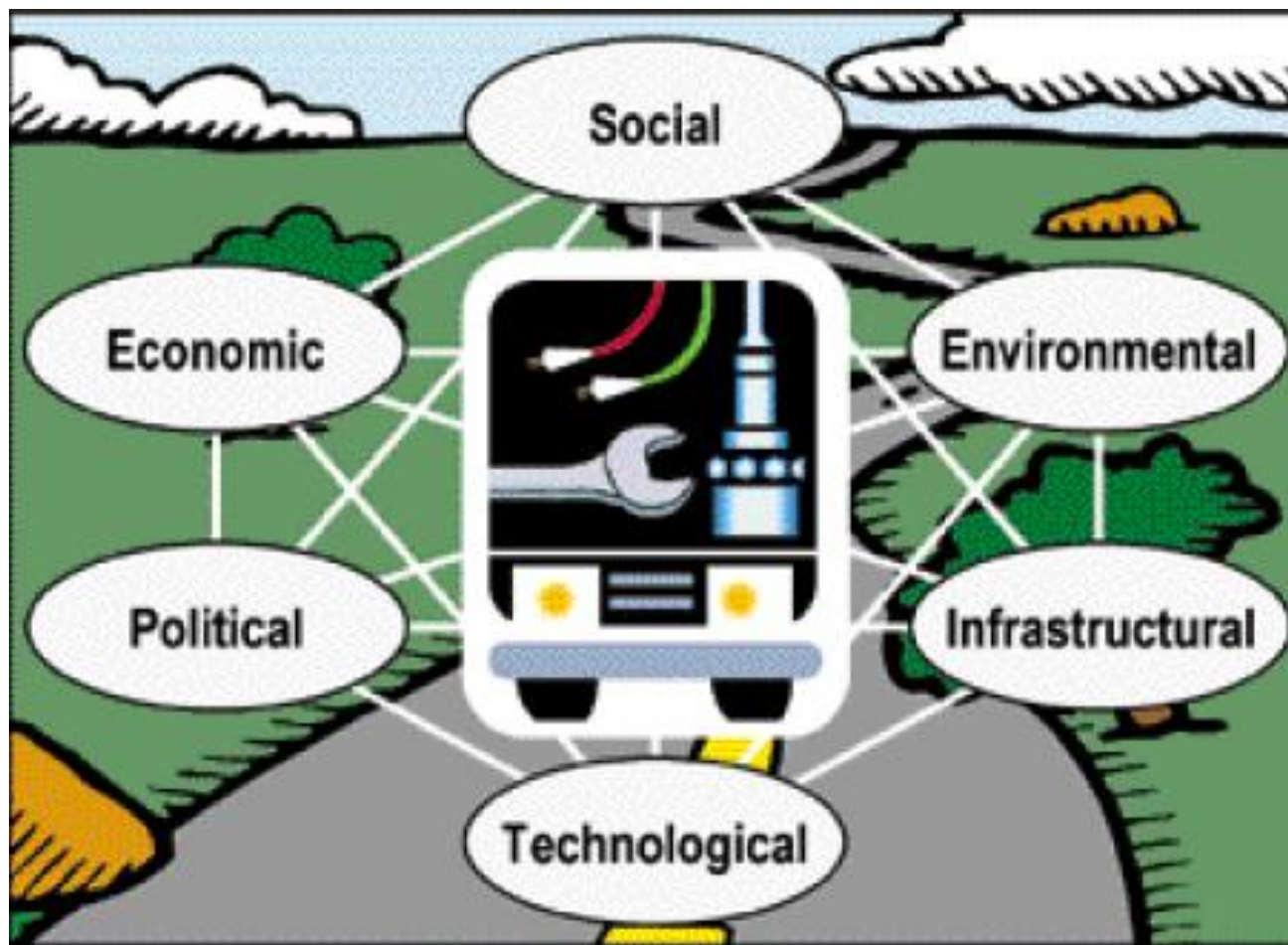
■ 法国、日本和英国 1.70 : 1

■ 中国 17.2 : 1

■ 平均 6.75 : 1



## SEEPIT

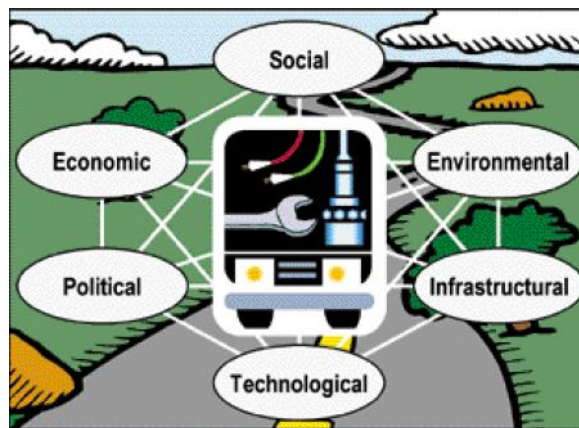


■ Foresight Vehicle Technology Roadmap (Version 2.0) --Technology and research directions for future vehicles

- **Economic** 经济系统相关性，包括与人类生活密切关联的全球、国家、企业及个人的经济状况。

- **Political** 政府机构相关性，包括政策、法规和法律，以及相应的政治引导过程。

- **Social** 社会系统相关性，包括人口统计特征，生活方式期望和选择，机动性需求与行为，工作模式及对身体健康、生命安全与社会安定的期许。

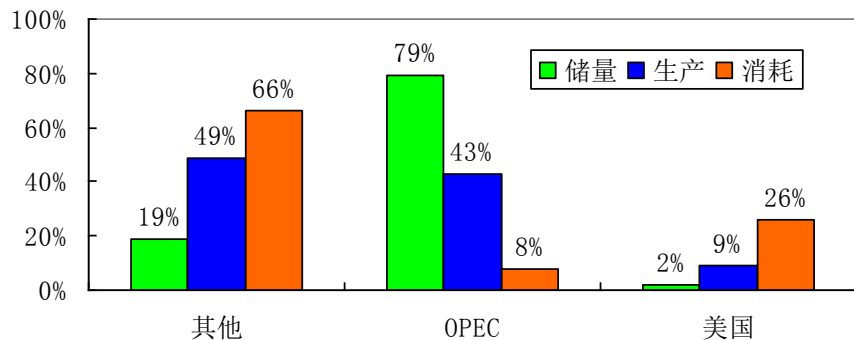


- **Technological** 技术路线相关性，包括开发新型燃料与动力系统、电子与控制技术、新结构与新材料等，以及所涉生产制造方式与商业化模式。

- **Environmental** 自然环境相关性，包括能源的产出与消耗、废物废气排放与污染，以及对人类健康的危害。

- **Infrastructural** 道路交通设施相关性，包括公路与基础设施，以及相关的交通服务、交通信息和交通枢纽等。

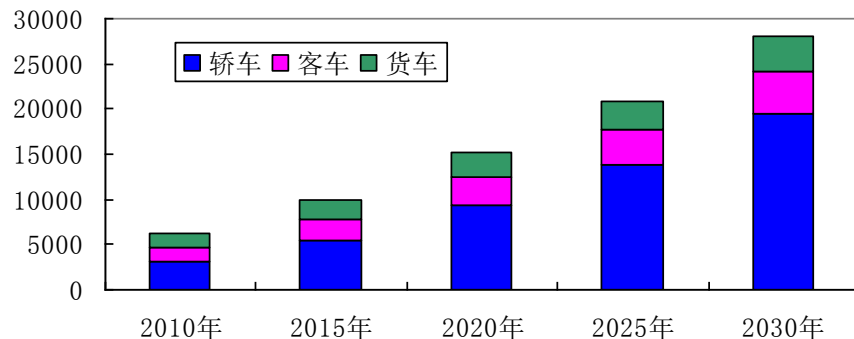
### 全球石油能源储产销分布



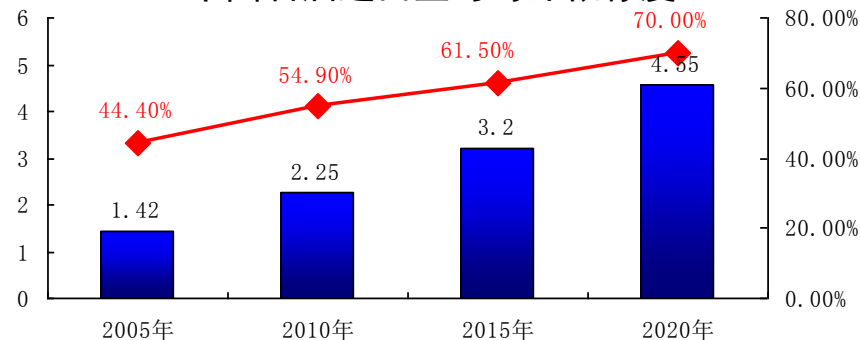
### 中国汽车燃料消耗量预测

年份	汽油消耗量	柴油消耗量	燃油总消耗量
2010	7844	8133	15977
2012	9087	9334	18421
2015	10801	11277	22079
2020	15392	15146	30538

### 中国汽车保有量预测



### 中国石油进口量与对外依存度

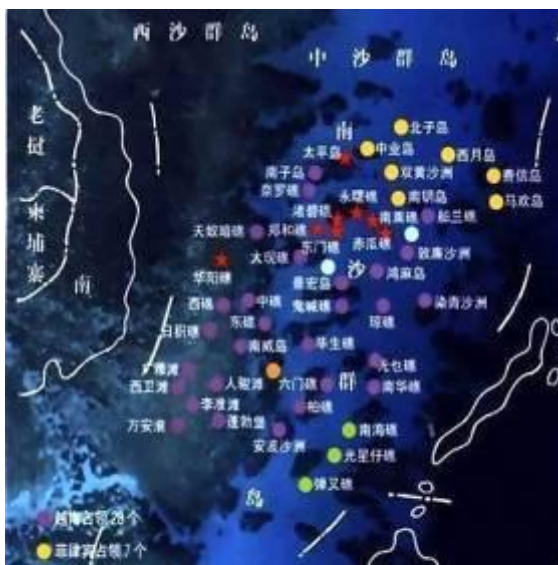


- 全球石油资源分布非常不均匀
- 迅猛增长的汽车产销量与保有量
- 汽车动力对石油资源严重依赖
- 日趋严峻的石油能源进口与依存

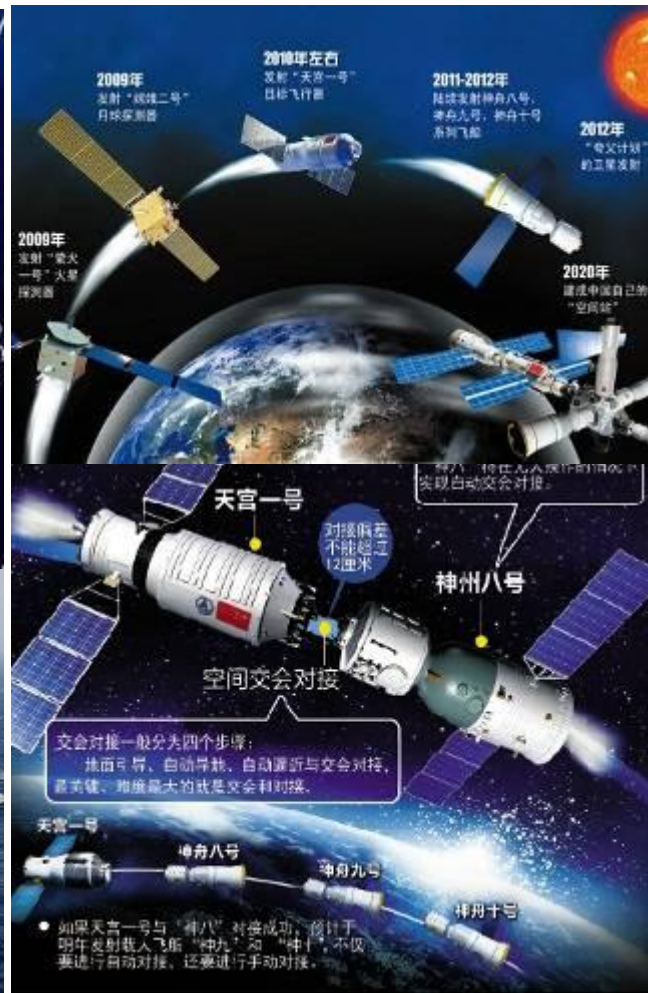
## 海湾战争



## 中国南海局势



## 中国空间站计划



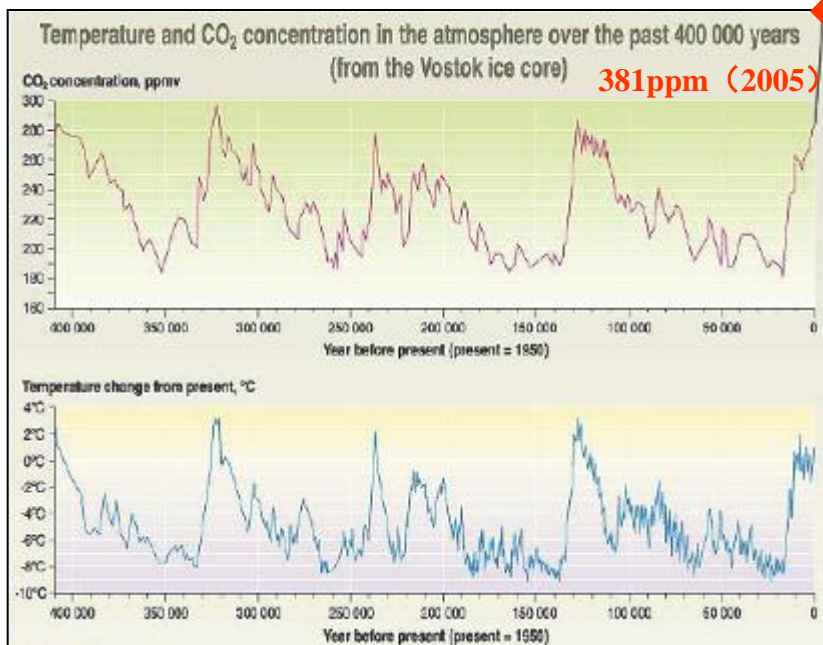
## 中俄输油管线



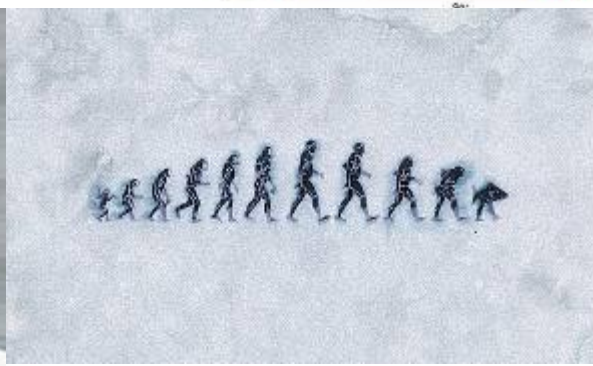
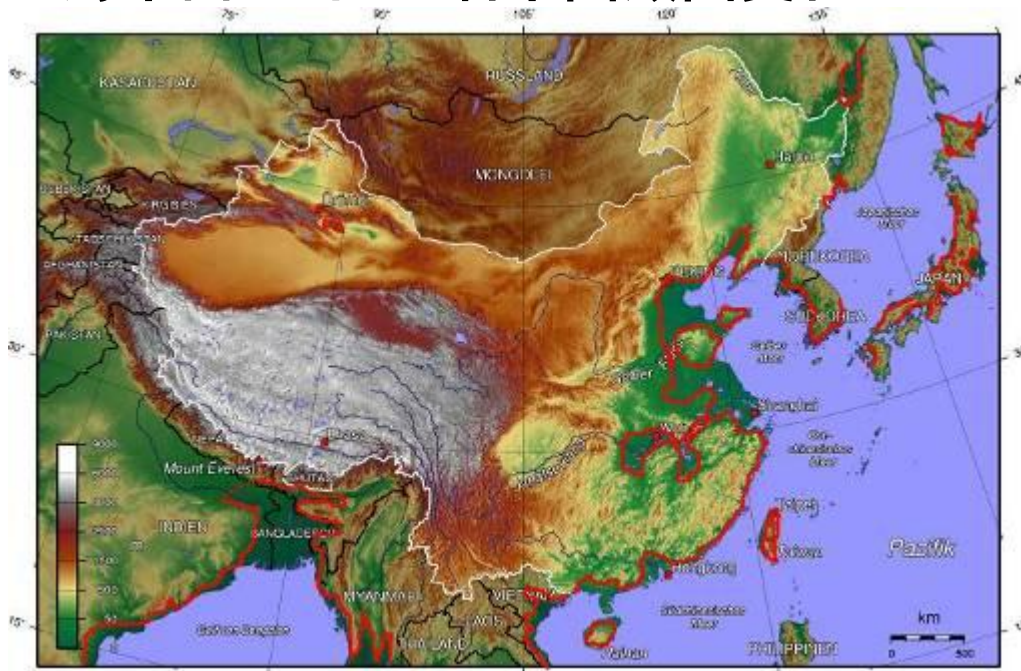
## 中国航母试航



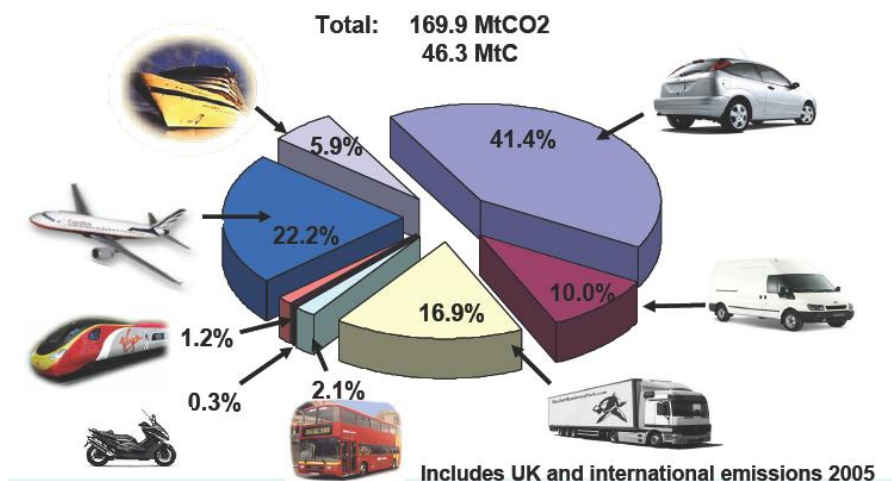
## 大气CO<sub>2</sub>含量与温度变化的关系



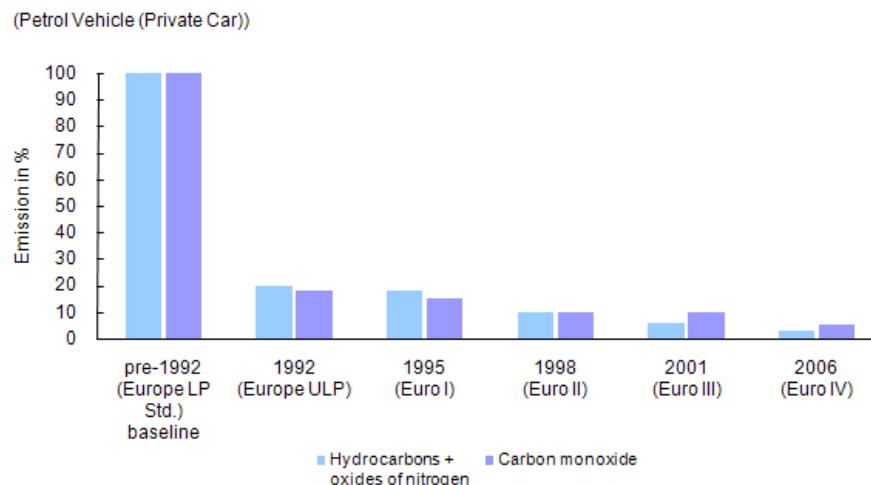
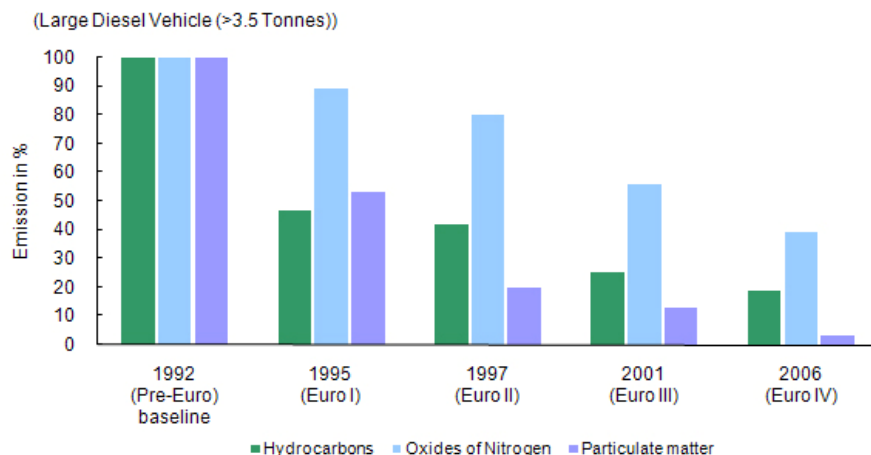
## 海平面上升50m后中国版图变化



## 不同交通方式的碳素贡献量

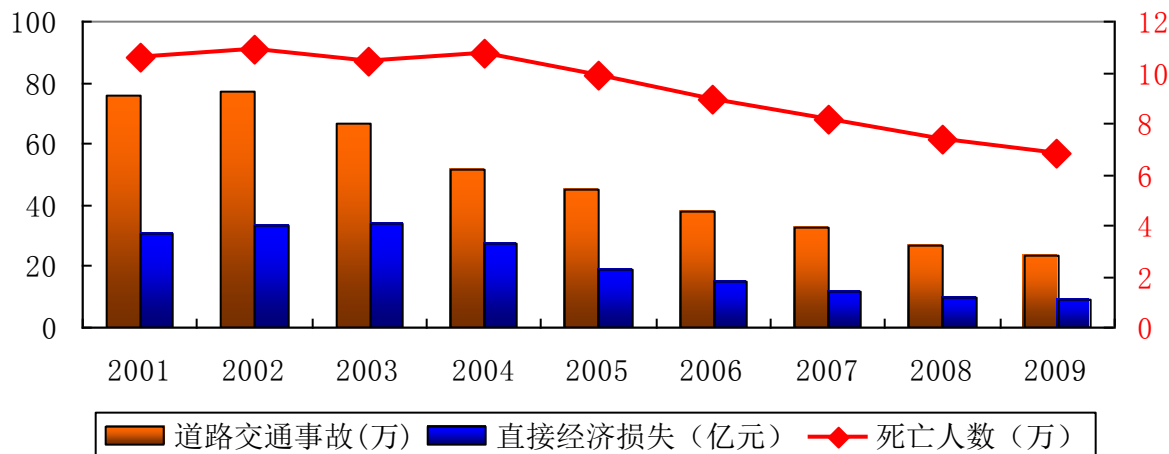
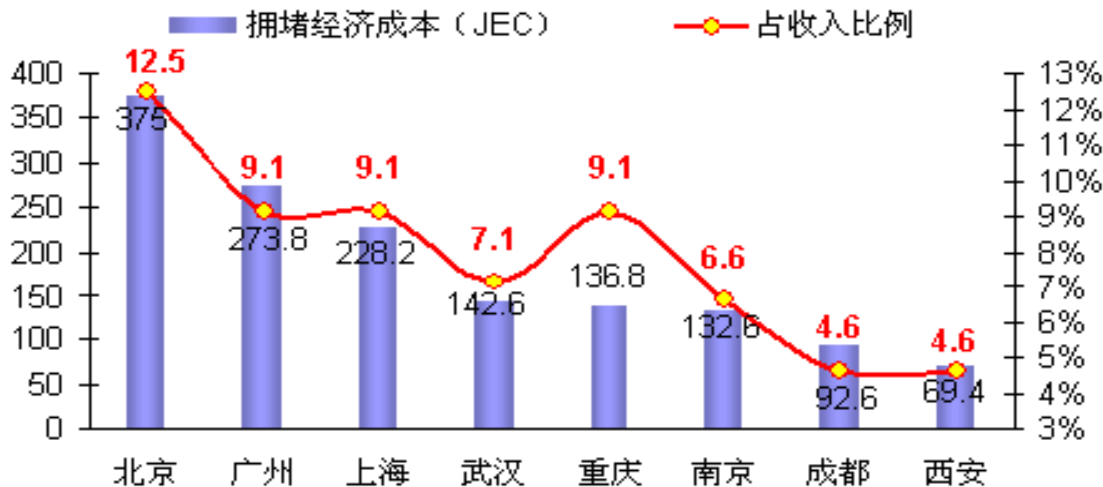


## 欧盟汽车尾气排放限值



### CO<sub>2</sub>减排总体目标:

- 美国: 2016年目标为127g/km
- 欧洲: 2020年目标为95g/km
- 日本: 2020年目标为115.5g/km
- **中国: 2020年目标为120g/km**





# 汽车交通技术变革趋势



## ■ *Energy and power* 能源与动力

- 传统动力汽车的节油技术，替代能源与动力系统，包括混合动力、电动和代用燃料汽车，氢能燃料电池汽车尤其重要

## ■ *Electronics and control* 电子与控制

- 电子与通讯技术，包括处理速度、微型化、性价比等技术性能提升，增加智能控制、远程通讯、信息与服务、车载娱乐与友好界面等，以及与之相适应的通讯设施与系统级控制

## ■ *Advanced structures and materials* 新材料与新结构

- 通过新材料和新结构提高经济与环境效能，包括减少重量和材料消耗，提高强度，降低能量消耗与提升车辆性能
- 轻质合金、聚合物、涂层材料、仿生制造工艺与纳米技术

## ■ *Processes and systems* 过程与系统

- 高效率高效益的汽车工业生产与管理过程及系统，尤其重要的是基础研究、工程设计、新产品开发、生产制造以及售后服务。新型柔性制造技术可能更适应未来的产业链

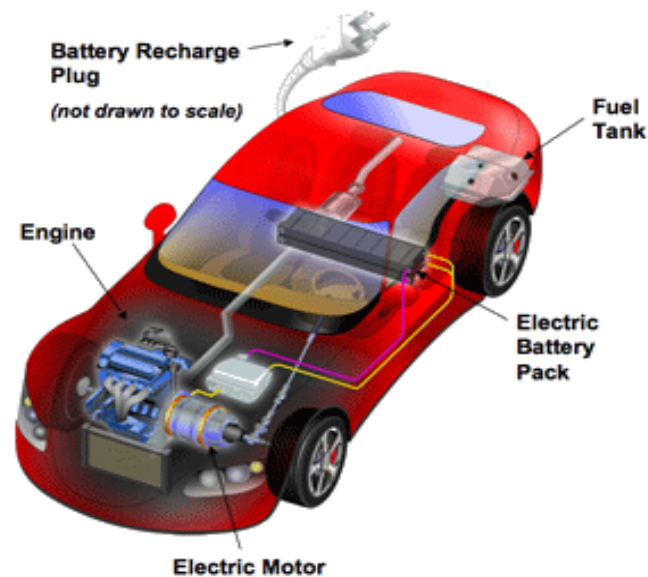
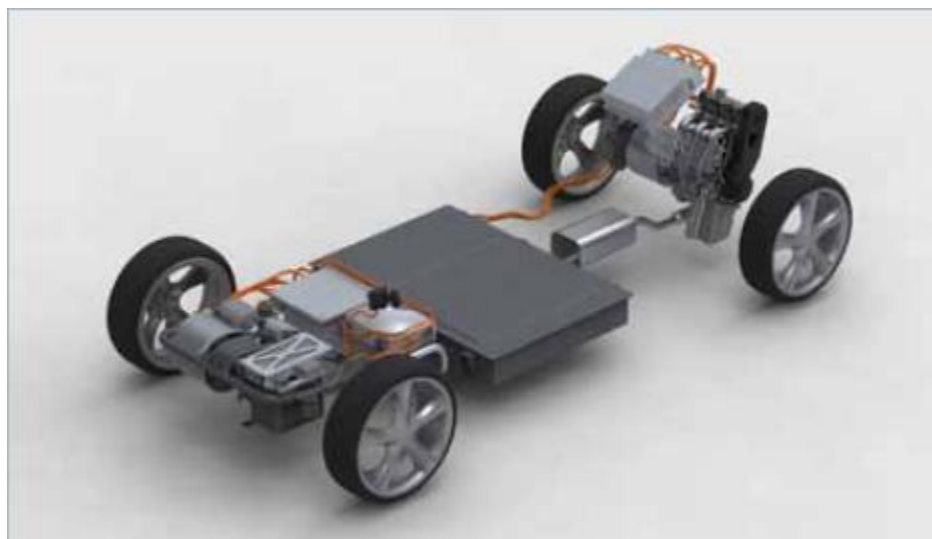
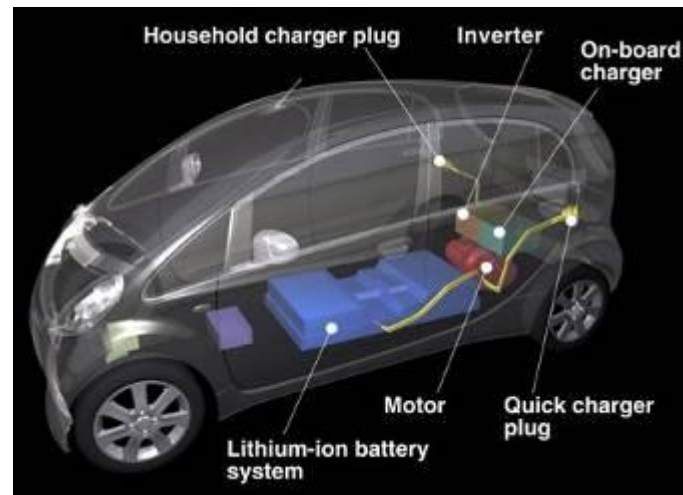
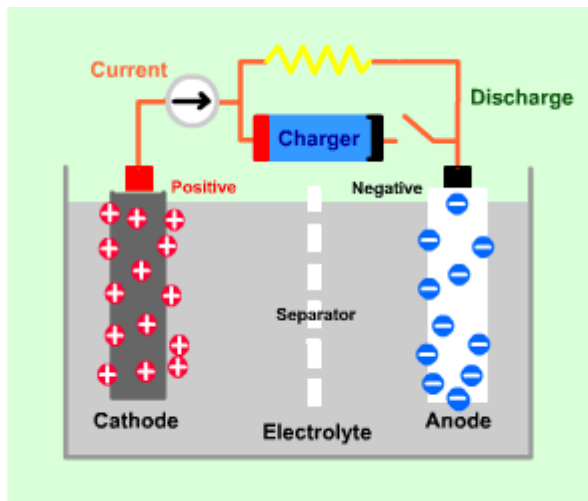
Foresight Vehicle Technology Roadmap (Version 2.0) --Technology and research directions for future vehicles



# 内容框架



1. 全球汽车工业发展现状与挑战
2. 国际汽车能源动力转型与现状
3. 中国电动汽车发展现状与展望
4. 中国电动汽车技术路线与选择



## Engine-powered vehicle



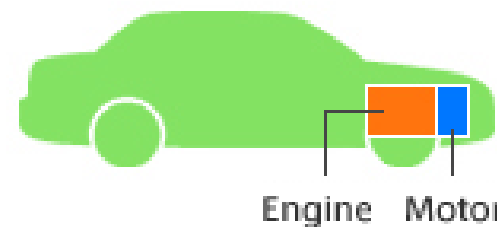
A car powered by an internal combustion engine

## Electric Vehicle



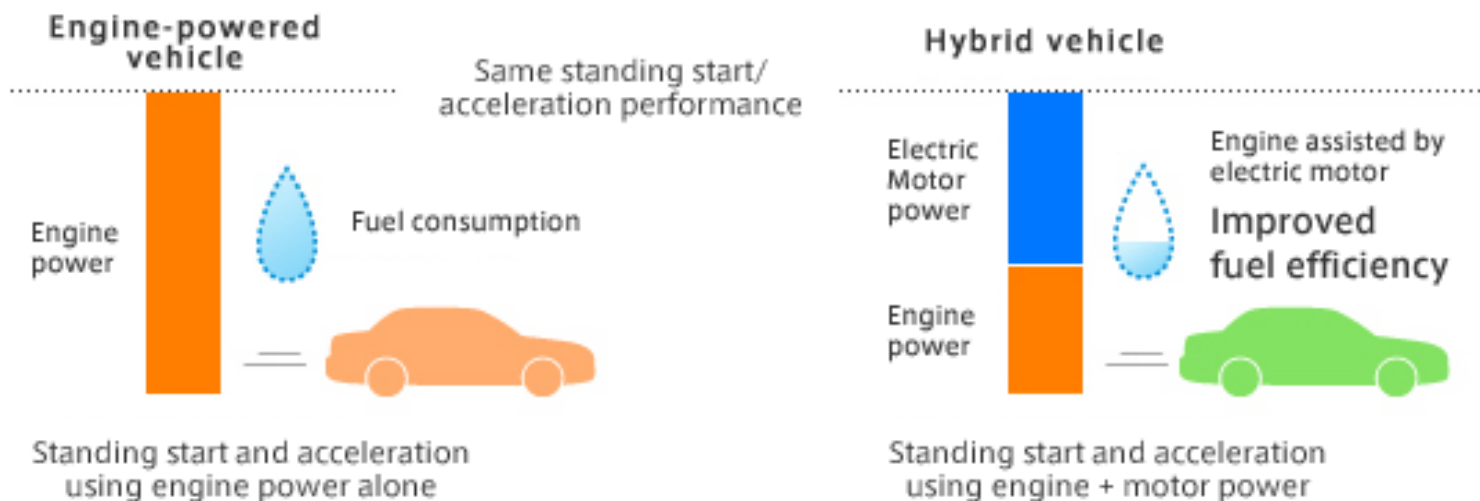
A car powered by an electric motor

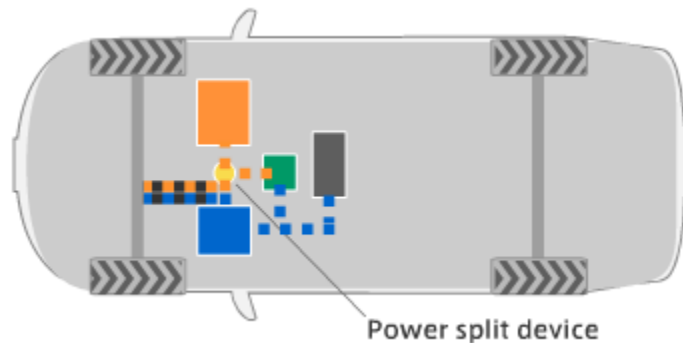
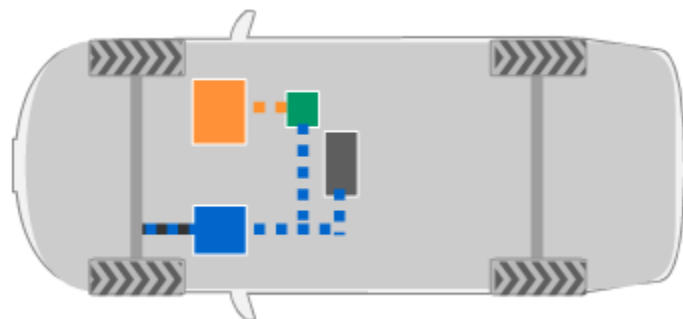
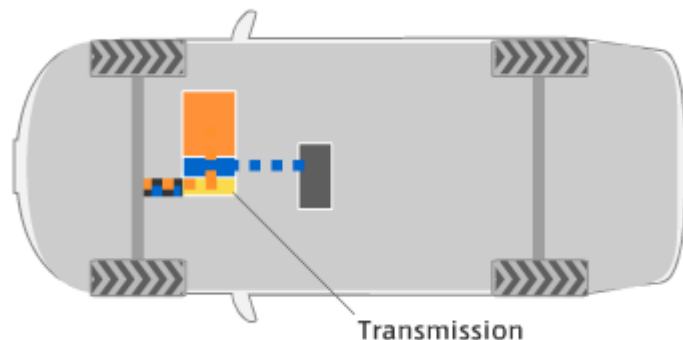
## Hybrid vehicle



A car powered by an engine assisted by an electric motor

### Fuel consumption comparison: engine-powered versus hybrid





■ Engine   
 ■ Motor   
 ■ Generator   
 ■ Battery

Series hybrid power characteristics

$$\text{Motor power} = \text{System output}$$

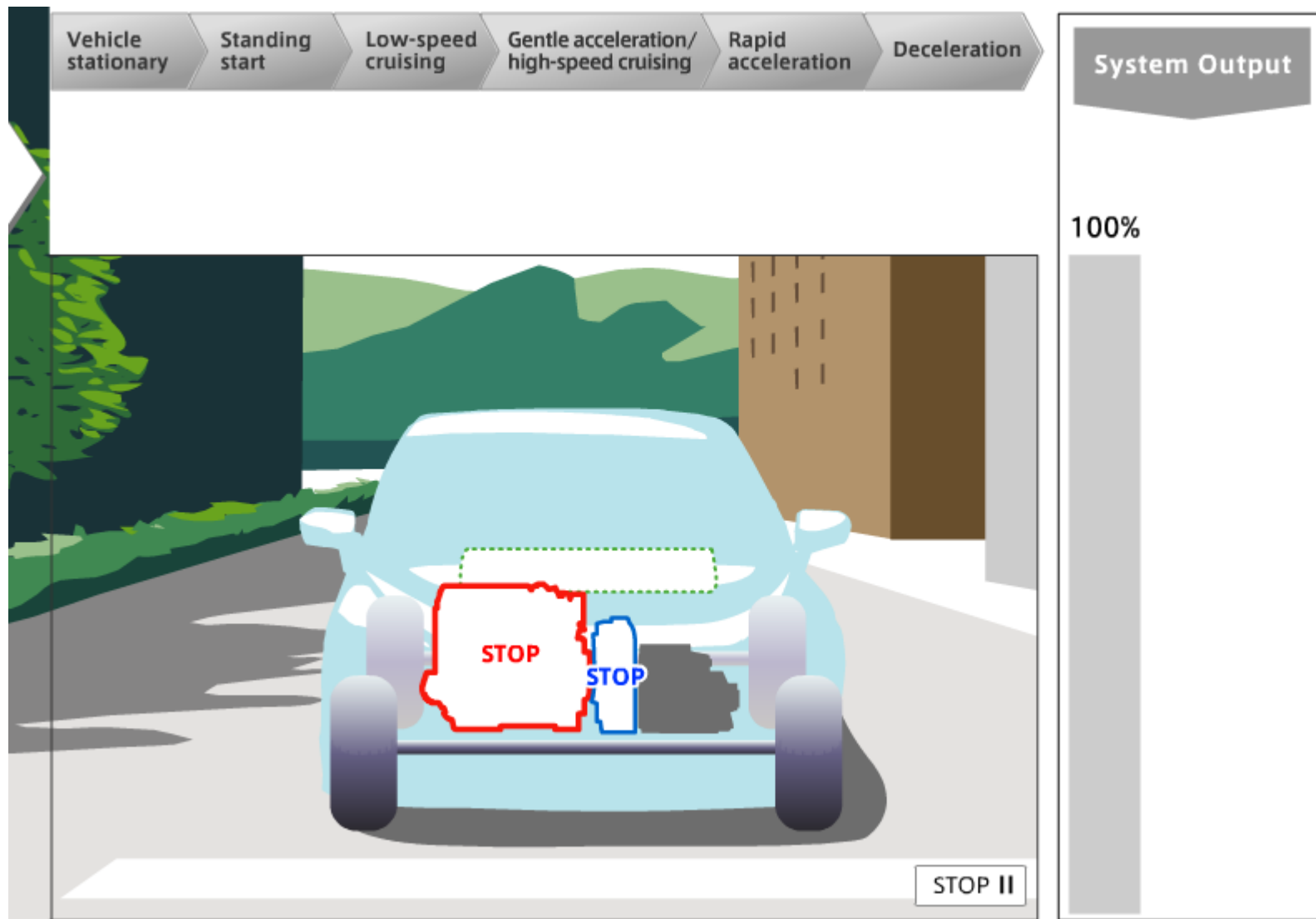
Parallel hybrid power characteristics

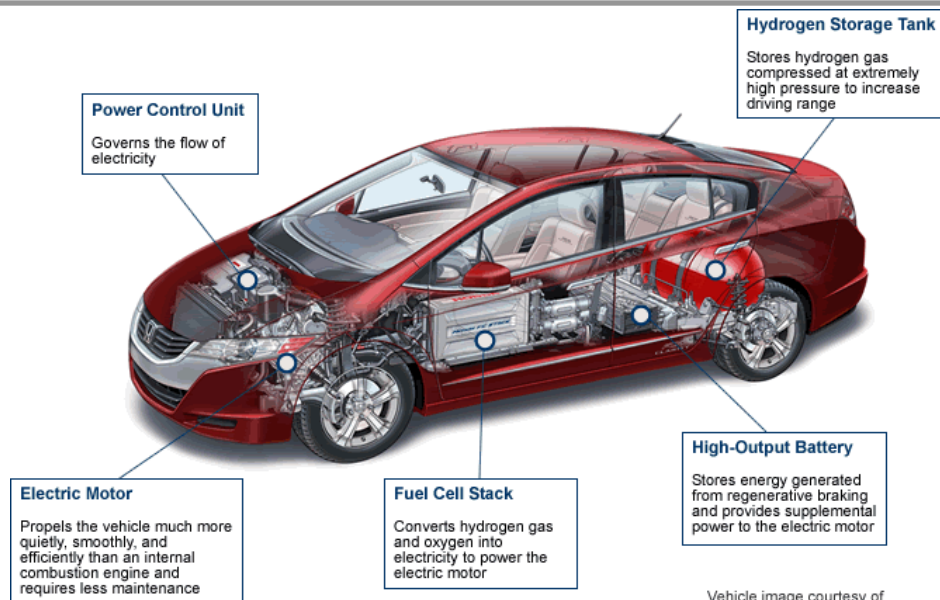
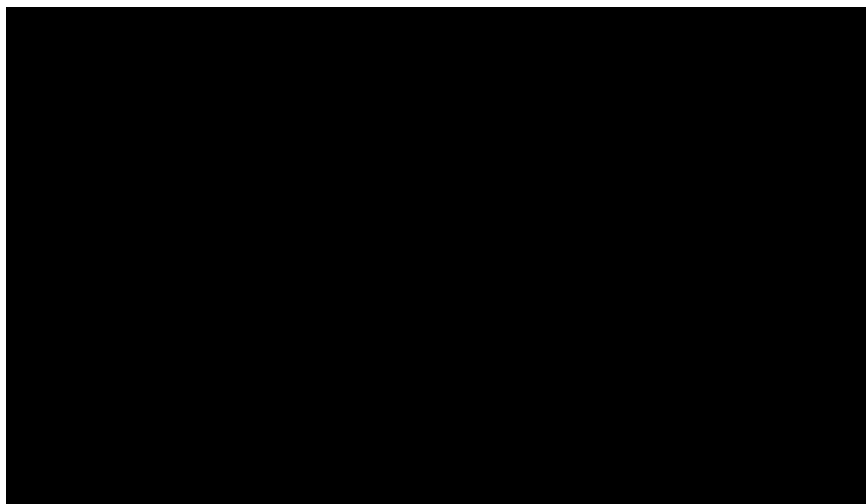
$$\text{Engine power} + \text{Motor power} = \text{System output}$$

Combined hybrid power characteristics

$$\text{Engine power} + \text{Motor power} > \text{System output}$$

The two sides of the equation are not equal because the engine needs to power the generator.





- 燃料电池是一种新型发电装置，由氢气和氧气的聚合反应产生电能，唯一的排放物是纯净水
- 工作温度为 60-80 °C，效率可达40—50%
- 燃料电池发动机结构中只有气体的流动，没有机械的运动，是最理想的车用发动机
- 燃料电池汽车以氢的来源多元化、高效率、零排放等优势而成为21世纪汽车的发展方向

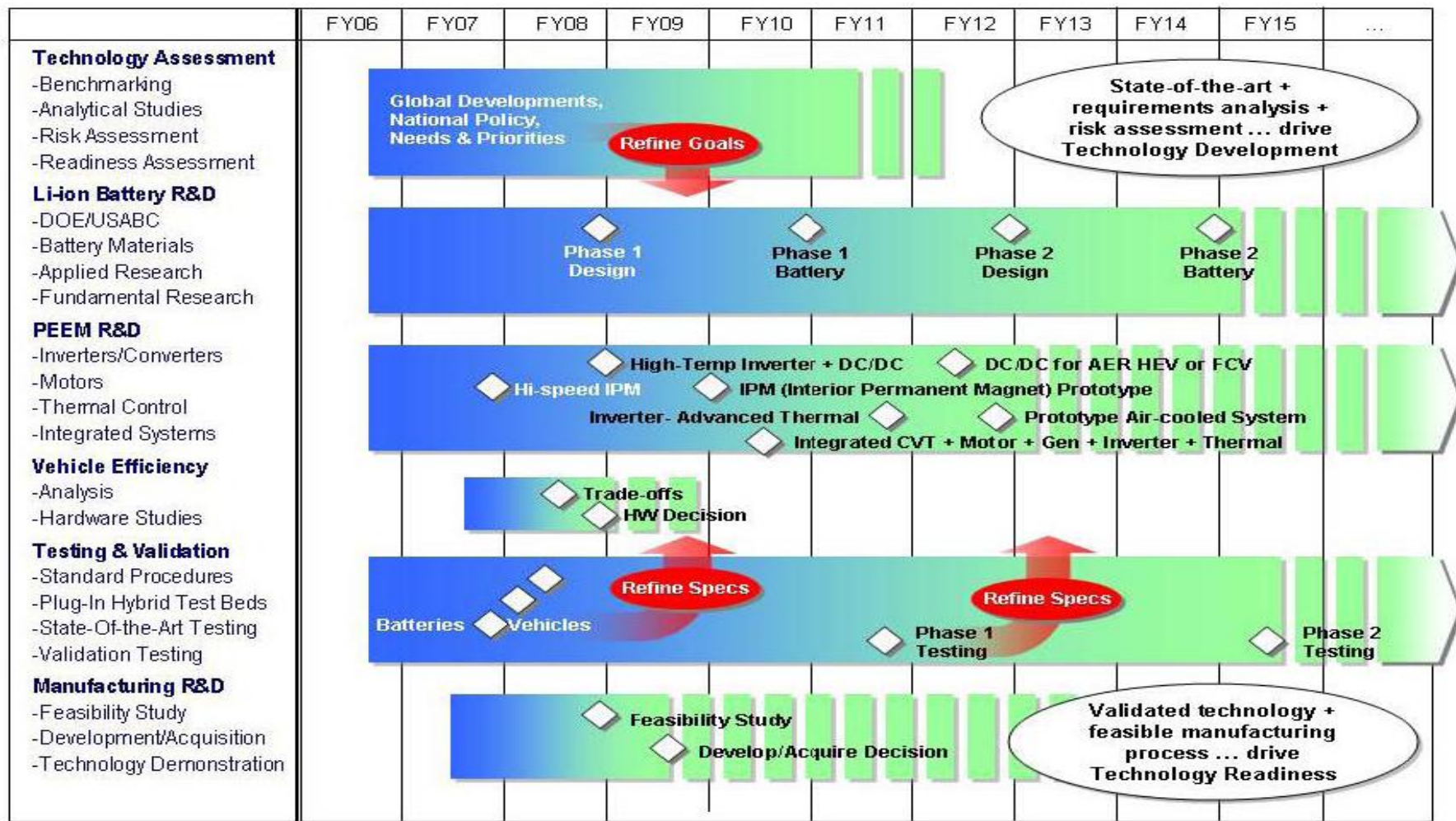


## 发展电动汽车：国家发展战略，保障能源安全，实现低碳经济

- 美国：总统奥巴马部署实施总额为48亿美元（24亿美元国拨）的电池与电动车研发与产业化计划，计划到2015年普及100万辆插电式电动汽车
- 日本：将发展电动汽车作为“低碳革命”的核心内容，计划到2020年普及以电动汽车为主体的“下一代汽车”，总计达到1350万辆
- 德国：于2009年8月发布《国家电动汽车发展计划》，重点发展纯电动车和插电式电动车





国家行动计划的共同特点：政府直接介入，组织能源、交通、制造等多部门联合推动，研发投入、产业布局、政策优惠多管齐下，促进电动车与动力电池、新能源、智能电网等产业的交叉融合与综合发展，打造新兴战略产业链。→汽车产业新高地。

## 以石油安全为第一目标，重点发展PHEV



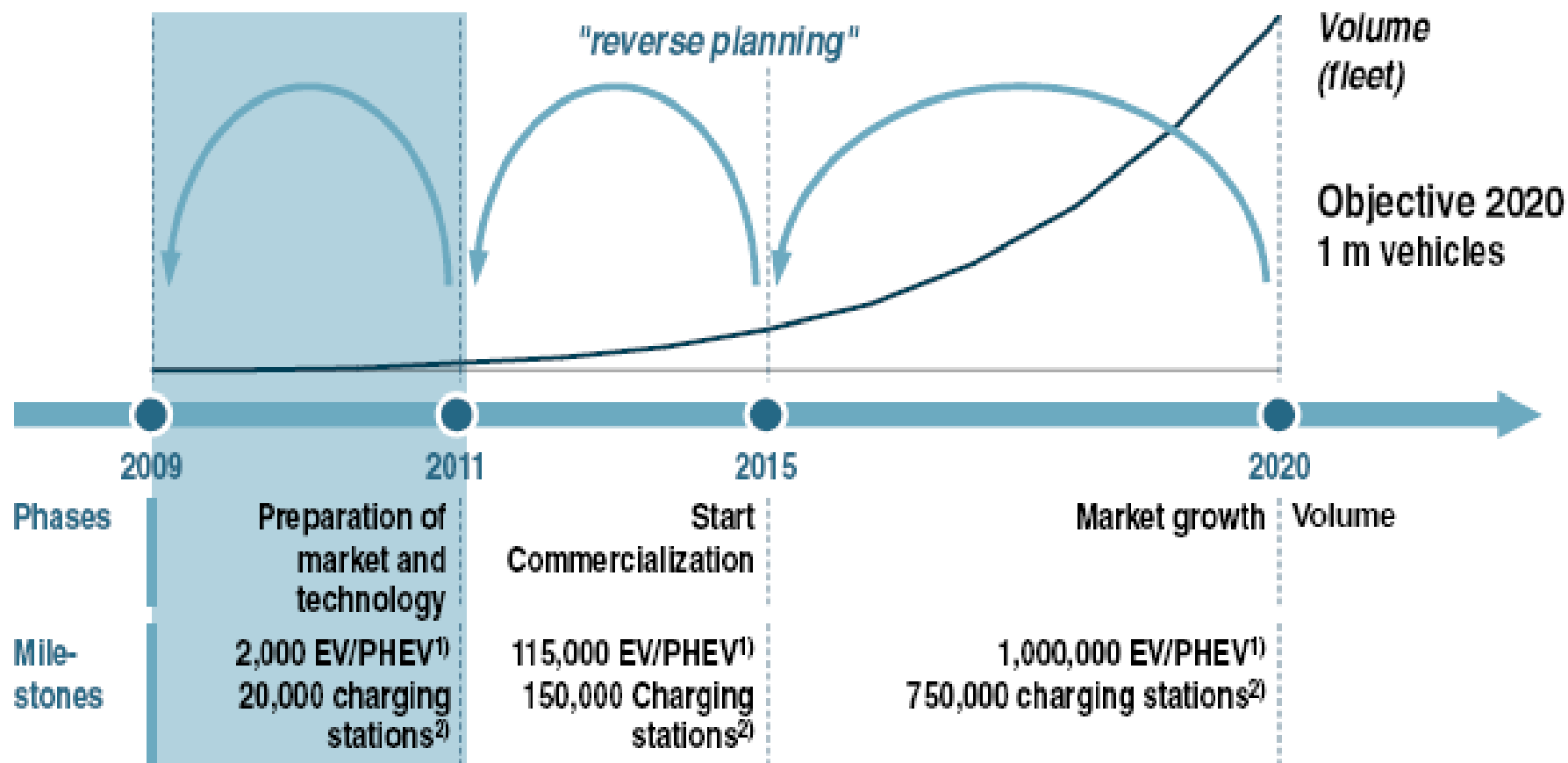
以产业竞争力为首要目标，全面发展3种电动车

## Next-Generation Vehicle

	Gasoline	HEV	EV	PHEV
				
CO2	1	1/2	1/4	1/2~1/3
Cost	1.5MYEN	2.3MYEN	Approx. 4MYEN	Prototype
Fuel cost	8.2YEN/km	4.2YEN/km	2.2 or 0.7YEN/km	3.8 or 2.5 YEN/km
Range	(900km)	(1600km)	< 160km	> 1600km
Infrastructure	OK (gasoline)	OK (gasoline)	electricity	Gas + Elec.
Market	available	available	FY2009~	FY2010~
NOTE1 fuel cost = fuel price / gas millage. Gasoline = 150 YEN/L Electricity = 22YEN/kWh (day) 7YEN/kWh (night)		NOTE2 cruising range was estimated as follows; Cruising range = Tank capacity x gas millage.		

## 以碳素减排为核心目标，高度重视纯电驱动电动车

E-mobility roadmap for Germany: Key milestones per phase



1) Vehicle fleet (cumulated registrations) 2) Number of cumulated charging stations, private power outlets (garage, etc.) not included



# 各国发展战略对比

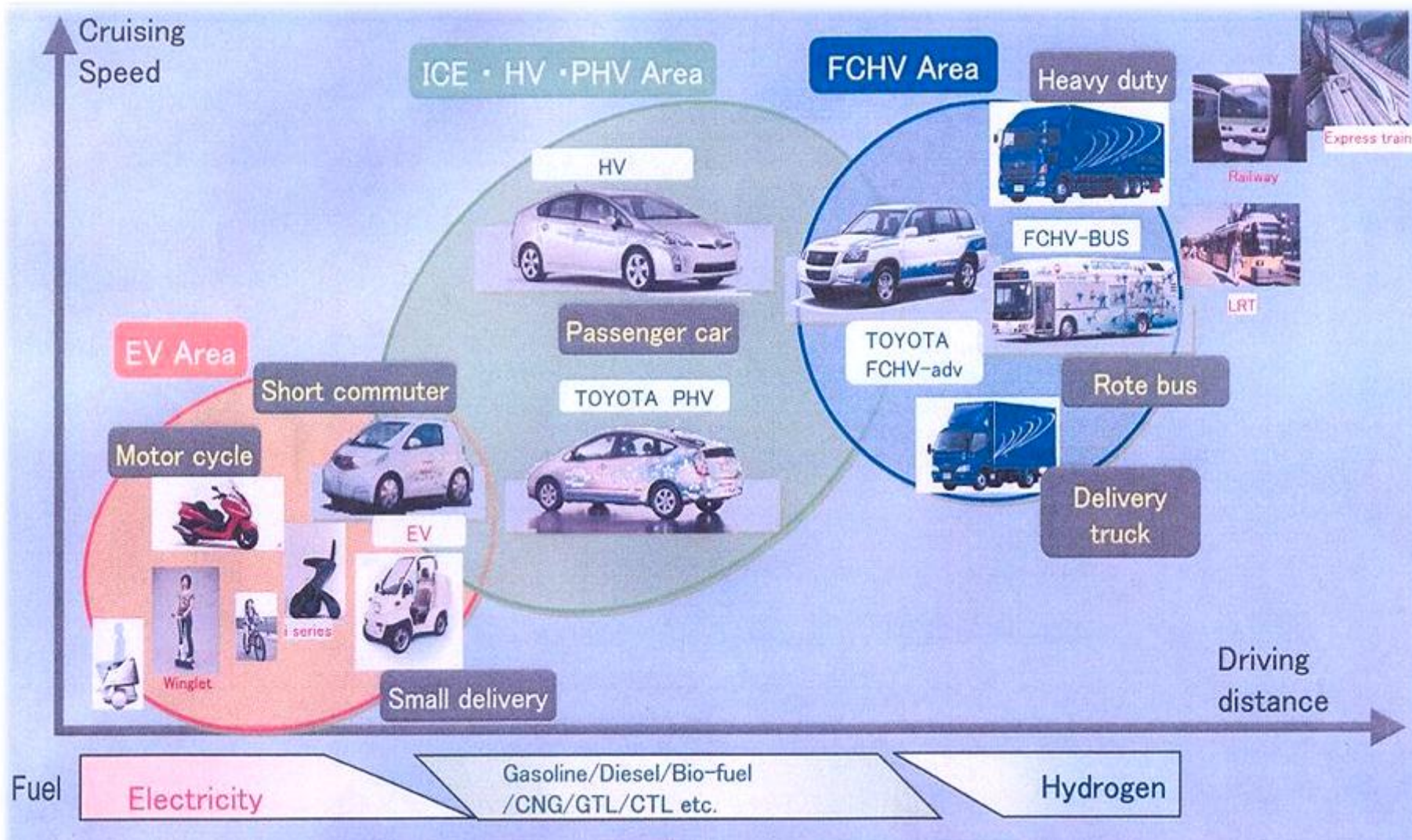


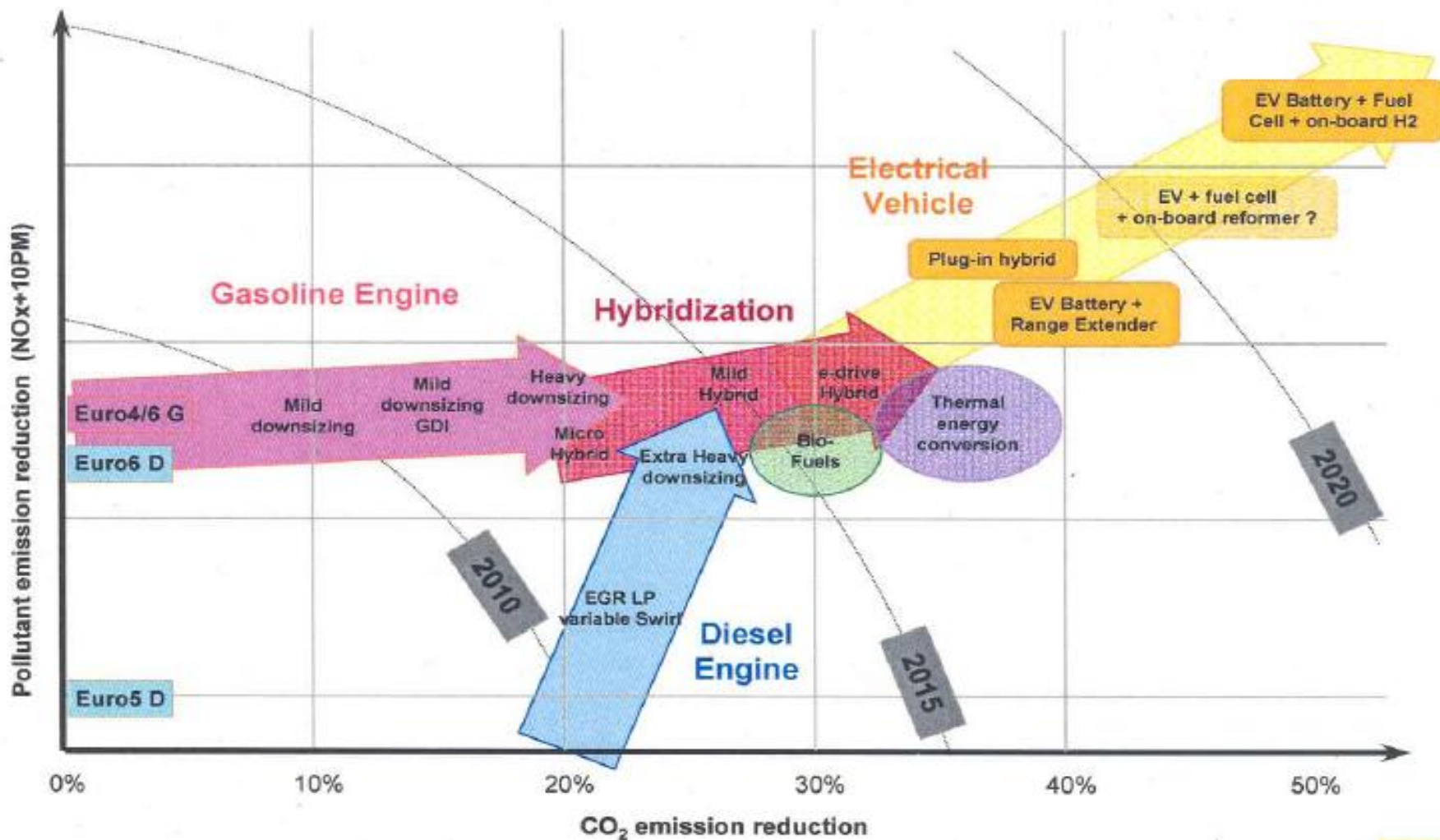
		美国	日本	英国	中国
战略目标		•能源对外依存 •就业	•二氧化碳减排	•二氧化碳减排	•能源安全 •汽车工业跨越式发展
车辆总量目标		到2015年 100万辆上路	在2009财年 100万辆新售		到2011年50万产能
电池资助		15亿美元	500亿日元		5000万人民币支持比克、力神、盟固利(863项目)
购买补贴	总额度		3700亿日元	4亿英镑	数十亿人民币
	车辆类型	•轻型可充电电动车 •低速可充电电动车 •两轮和三轮可充电电动车 •可充电改装升级包	环境友好汽车 (技术无关)	低排放汽车 (技术无关)	•混合动力电动汽车 •插电式混合动力电动汽车 •纯电动汽车 •燃料电池电动汽车
	单车最高额度	7500美元	40万日元 (4200美元)	5000英镑 (8300美元)	纯电动轿车6万RMB(\$8800) 燃料电池轿车25万RMB(\$37k)
	面向消费者	是	是	是	尚未
	补贴分级依据	电池容量	二氧化碳排放		节油率和最大电功率比
基础设施资助		4亿美元	1亿日元	2千万英镑	尚未出台

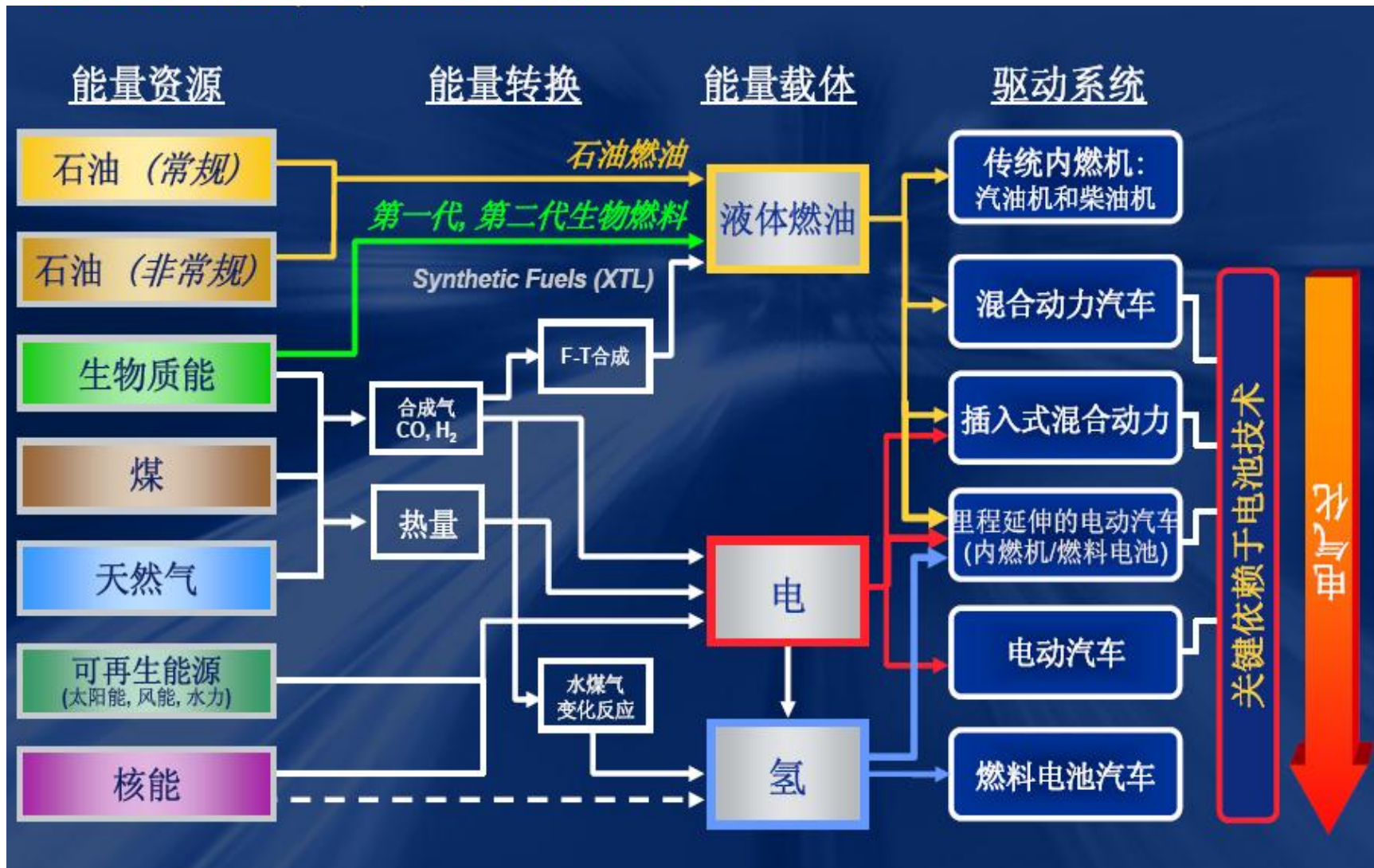


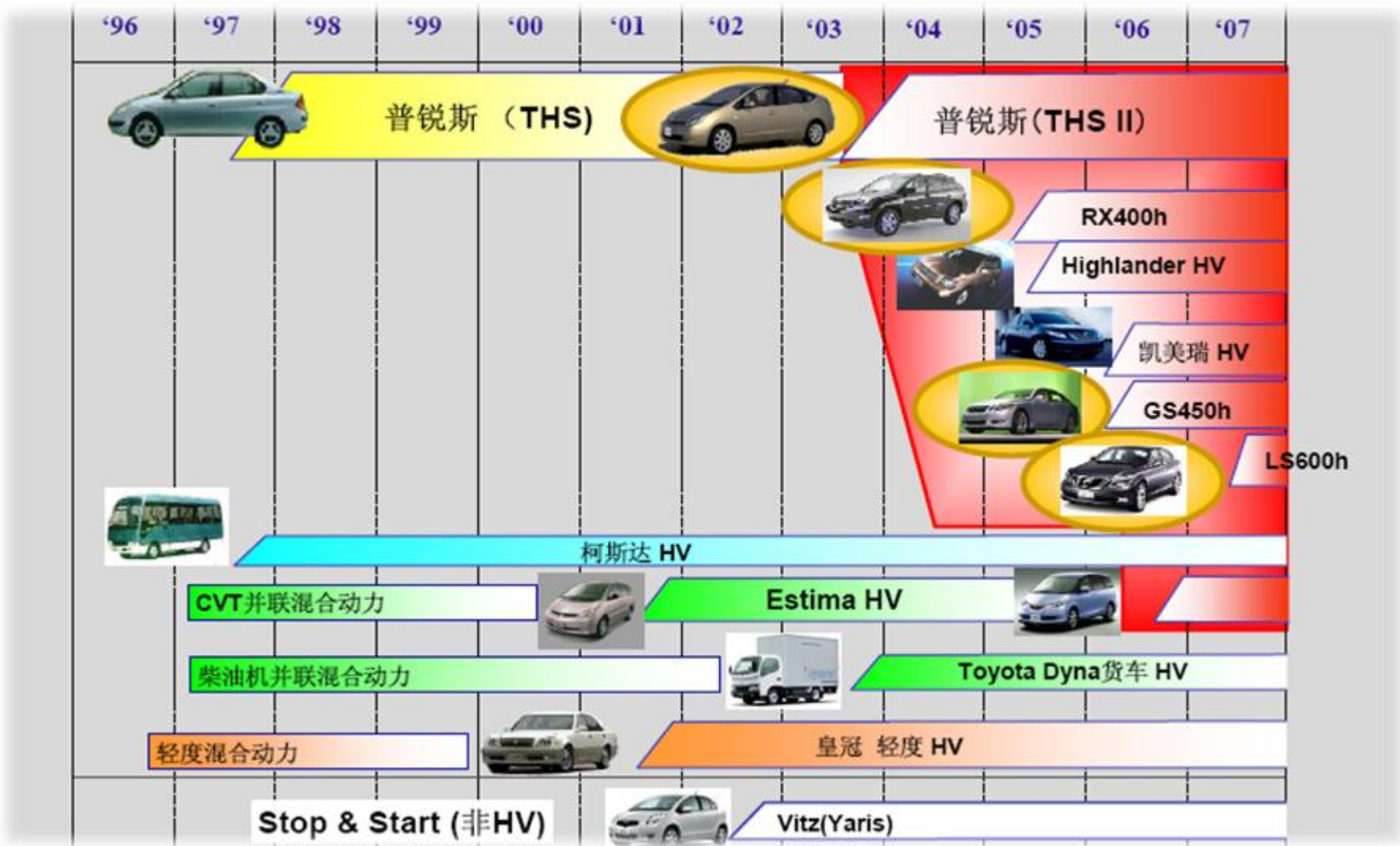
## 发展电动汽车：企业发展战略，保障技术优势，实现市场份额

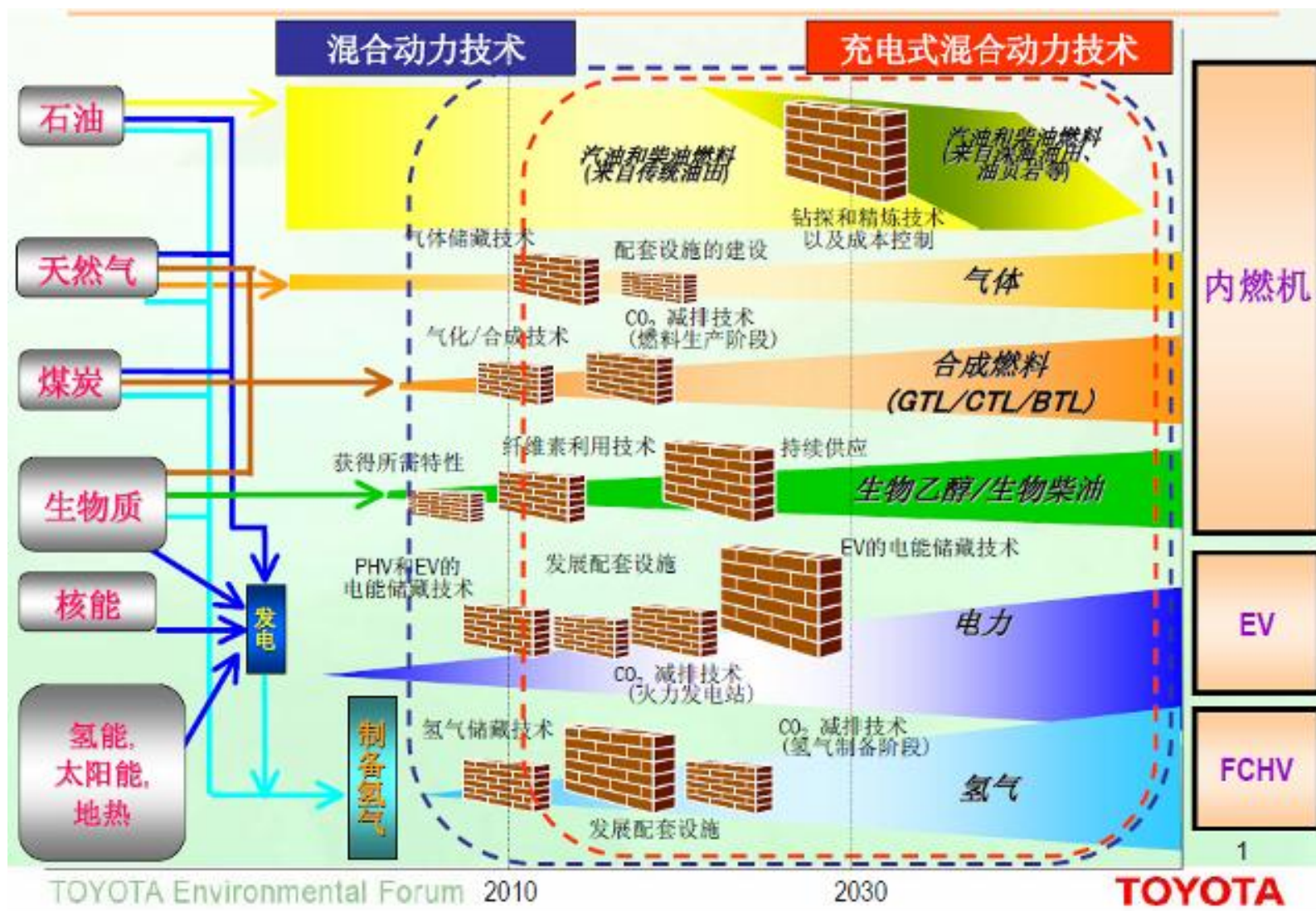
- 随着各国政府和社会各方面对电动汽车发展重视程度的不断提高，技术得到发展，成本得到控制，一批装备了先进动力电池的电动汽车已经进入市场销售
- 混合动力汽车已实现商业化，全球累计销量已超过200万辆，纯电动汽车已实现规模化商业运行，燃料电池汽车已进入租赁市场进行商业示范
- 各大汽车公司相继公布了电动汽车的产品计划与技术路线图，在未来数年投放市场的各类电动汽车新产品多达数十款
- 据国内外多家机构预测：未来五年将迎来一次世界范围内的电动汽车研发与产业化高潮



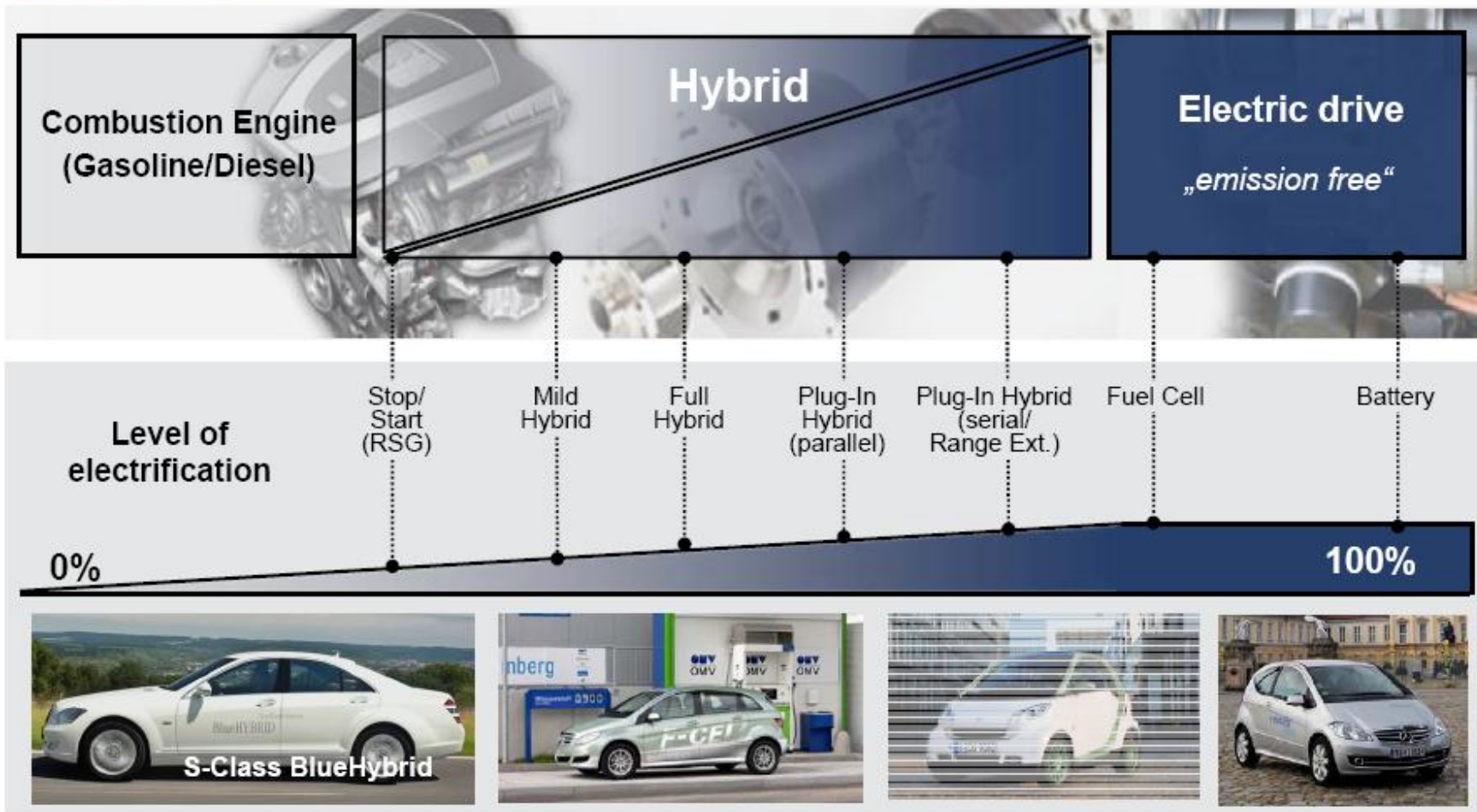








## Future Mobility will be characterized by the Electrification of the Drive Train



## Conclusion and future prospects

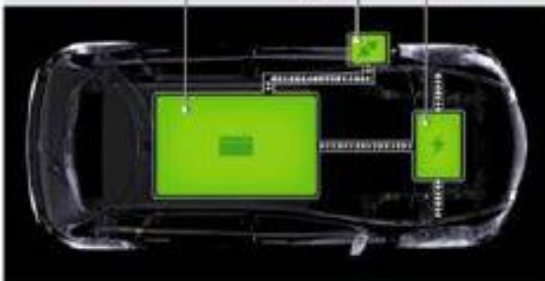
### BlueZERO: Modular Concept for E-Mobility

Daimler's Green Technology



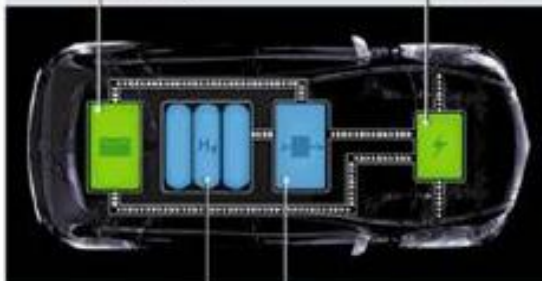
#### E-CELL

High-voltage battery    Charger    Electric motor



#### F-CELL

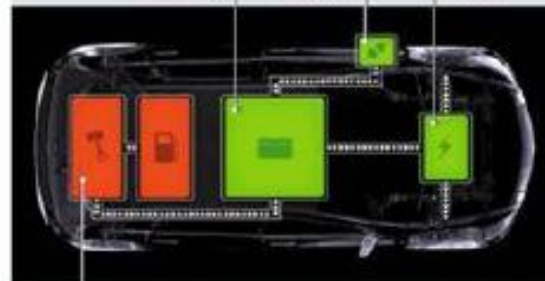
High-voltage battery    Electric motor



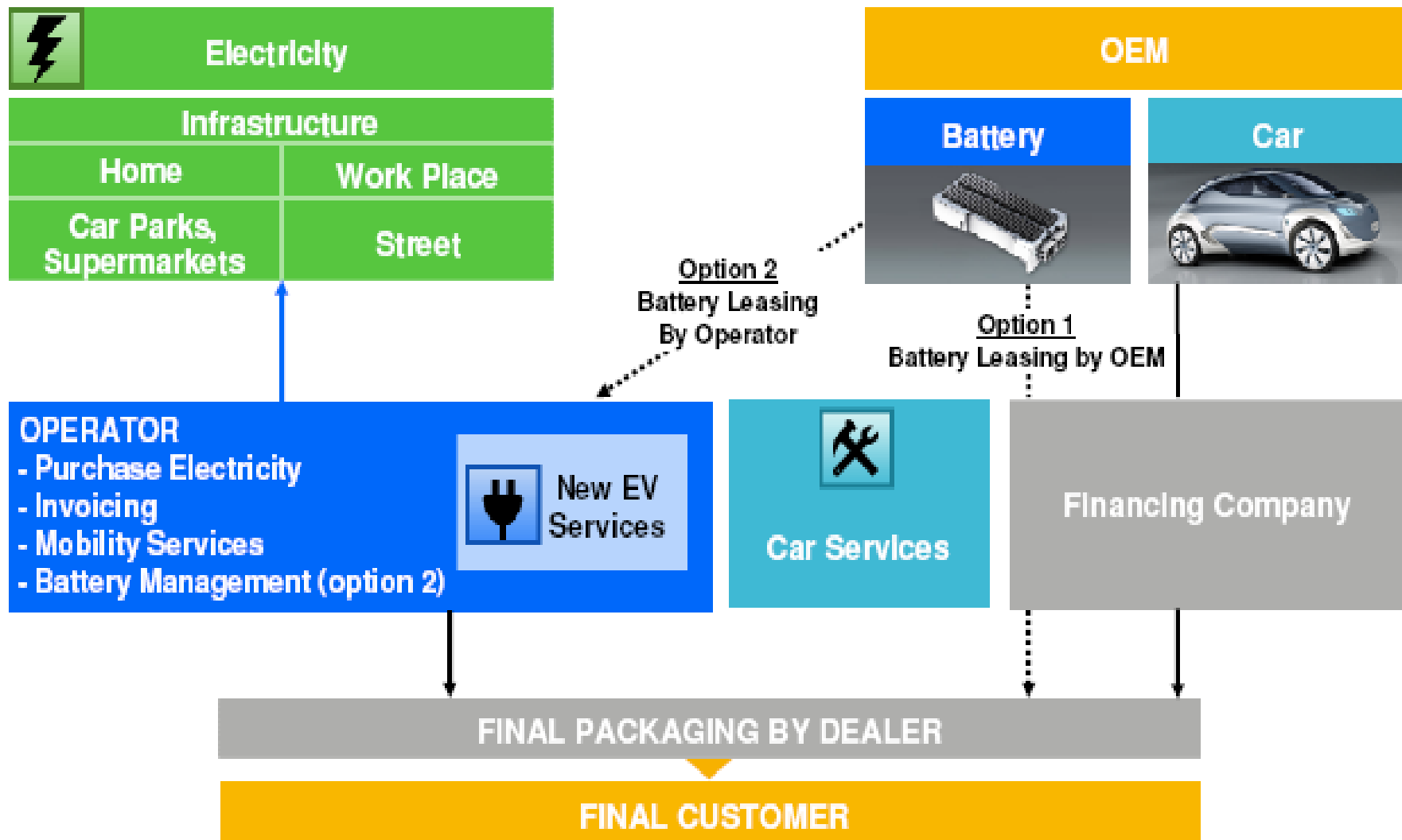
Hydrogen tanks    Fuel-cell stack

#### E-CELL PLUS

High-voltage battery    Charger    Electric motor



Combustion engine (range extender) with fuel tank





# 内容框架



1. 全球汽车工业发展现状与挑战
2. 国际汽车能源动力转型与现状
3. 中国电动汽车发展现状与展望
4. 中国电动汽车技术路线与选择



# 中国电动汽车国家发展计划



“九五”清洁汽车行动  
(替代燃料)

- 第一阶段: 1998-2002
- LPG 出租车
- CNG 城市客车
- 第二阶段: 2003-
- 醇、醚、柴油、生物质等

2003年:  
19万辆出租车和城市客车  
600个 燃气加注站  
每年替代 130 万吨石油

“十五”电动汽车重大科技专项  
“十一五”节能与新能源汽车项目

- EV 2001-2005,  
2006-2010
- 纯电动汽车
  - 混合动力汽车
  - 燃料电池汽车

混合动力汽车实现产业化  
纯电动汽车区域性规模应用  
燃料电池汽车规模化示范应用  
形成电机、电池、燃料电池和控制系统等关键零部件的产业链

科技奥运新能源汽车示范  
科技世博新能源汽车示范  
“十城千辆”示范行动计划

北京和上海等25城市先行  
其中6个城市补贴私人购买

“十二五”电动汽车关键技术  
与系统集成重大项目



# 3纵3横的技术研发布局



## 燃料电池汽车

## 混合动力汽车

## 纯电动汽车

“十五”  
863计划  
《电动汽车》  
重大科技专  
项

十一五863  
计划《节能  
与新能源汽车》  
重大项目

十二五《电  
动汽车》  
重大科技产  
业化工程

燃料电池整车技术

整车标定和匹配

燃料电池发动机

混合动力整车技术

整车标定和匹配

发动机和传动

机电耦合技术

纯电动车整车技术

整车标定和匹配

多能源动力总成控制系统

电机驱动系统和控制单元

DC/DC变换器

ISA/ISG技术

动力电池和电池组管理系统

选择有条件的城市，连续三年组织开展“十城千辆”节能与新能源汽车大规模示范行动。

根据“优先发展公共交通”的原则，重点在公共交通等公共服务体系率先推广使用节能与新能源汽车。

中央和地方财政对公交车、出租车运营单位和其他政府采购部门进行补贴，抵消节能与新能源汽车与传统车的差价。



## 1、新能源城市客车（通过政府补贴推广）



## 2、微混合/轻混合轿车（通过法规在A级以下车中作为标准配制）



## 3、小型电动车（通过制定标准引导产业迅速做大）





# 国内动力电池研究进展



## 国内主要电池企业近期投资与产能建设情况

产品	企业名称	2009年产能 (亿wh)	2010年产能 (亿wh)	投资 (元)
锂离子动力电池	比亚迪	1.12	10	10亿
	天津力神	0.7	10	17亿
	深圳比克	0.6	3	8亿
	哈尔滨光宇	0.2	4	5.6亿
	万向电动汽车	1.28	1.28	4亿
	北京盟固利	3.33	3.33	5亿
	苏州星恒	1.33	3.7	2.5亿
	洛阳天空	0.96	1.9	1.5亿
镍氢蓄电池	湖南科力远公司	0.12	0.12	1.4亿
	中炬森莱	0.24	1.2	3.38亿
	湖南神舟	0.18	0.6	1亿
	江苏春兰	0.57	1	0.6亿
	内蒙古稀奥科	0.24	0.78	0.2亿
<b>合计</b>		<b>10.87</b>	<b>40.91</b>	<b>60.18亿</b>



# 国内电机研究进展



## 中国国内电机企业近期产能与投资情况

- 永磁无刷电机、交流异步电机和开关磁阻电机实现了小批量配套能力
- 永磁电机比功率超过1300w/kg，系统最高效率达93%以上，功率覆盖200kW以下民用电动车辆范围
- 90kW车用永磁驱动电机技术指标接近国际先进水平。系统功率密度 $\geq 1.36\text{kW/kg}$ 、电机峰值效率 $\geq 97\%$ 、高效区（系统 $\geq 80\%$ ） $\geq 70\%$

企业名称	2009年		2010年	
	产能	投资(万元)	产能	投资(万元)
比亚迪	2000	1600	24000	-----
中山大洋电机	500	12600	5000	11000
湖南南车时代	1000 (客车)	2100	5000 (客车)	4000
上海电驱动	12000	3000	50000	6000
天津清源	30000	3000	50000	5500
湘潭电机	10000	1200	10000	4000
浙江尤奈特	12290	4000	100000	5000
襄樊特种电机	电机 3000 控制器1000	896	10000	7800
江苏微特利	300	1400	15000	8100
北京中纺锐力	2000	320	3000	400
合计	7.3万套	3亿元	27.2万套	5.2亿元

- 车用燃料电池可靠性、寿命等方面取得较大进展，经受住科技奥运和科技世博等国际示范应用活动的考验
- 燃料电池发动机输出功率、电堆动态寿命和系统的可靠性、耐久性和低温启动性能，以及环境适应性有一定提高
- 掌握车用百千瓦级燃料电池发动机研发、制造以及测试技术



## 35Mpa车载储氢瓶



铝内胆旋压收口工艺

高压储氢瓶碳纤维缠绕工艺



副产氢气提纯装置



上海国际汽车城安亭加氢站



移动加氢站



# 内容框架



1. 全球汽车工业发展现状与挑战
2. 国际汽车能源动力转型与现状
3. 中国电动汽车发展现状与展望
4. 中国电动汽车技术路线与选择

## 1 电力平衡，高效清洁

- 电可以作为我国汽车主体替代能源。从长远看，即使车用能源全部用电力取代，只占全社会总用电量的10%；
- 电是我国煤基能源汽车应用的各种途径中最为高效清洁的利用方式。即使按照目前我国80%的高煤电比例，同等车重的电动轿车与汽油轿车相比CO<sub>2</sub>也至少降低30%以上。
- 适应可再生能源发展并与智能电网结合，可对电网起到“削峰填谷”作用

## 2 产业雄厚，资源丰富

- 世界最大的轻型电动车生产国和市场，保有量超过1亿
- 锂资源储量居世界第二位；
- 稀土资源储量6588万吨。

## 3 市场巨大，成本优势

- 巨大的多元化市场
- 锂离子动力电池价格为3-5元/Wh，低于欧美日（约7-8元/Wh）
- 稀土永磁电机价格约为目前国际价格的60%

## 4 基础设施改造方便，商业模式新颖灵活

- 城市化建设发展空间巨大，多种灵活的充电运行模式
- 国家电网、普天海油、中国石化等大型国有能源企业积极参与基础设施和网络化能源供给。

条件  
优势

## 燃料电池汽车

- 燃料电池基础材料技术与国外相差较大，燃料电池寿命低于国际先进水平；
- 燃料电池发动机在工程集成技术方面与国际先进水平有较大差距。

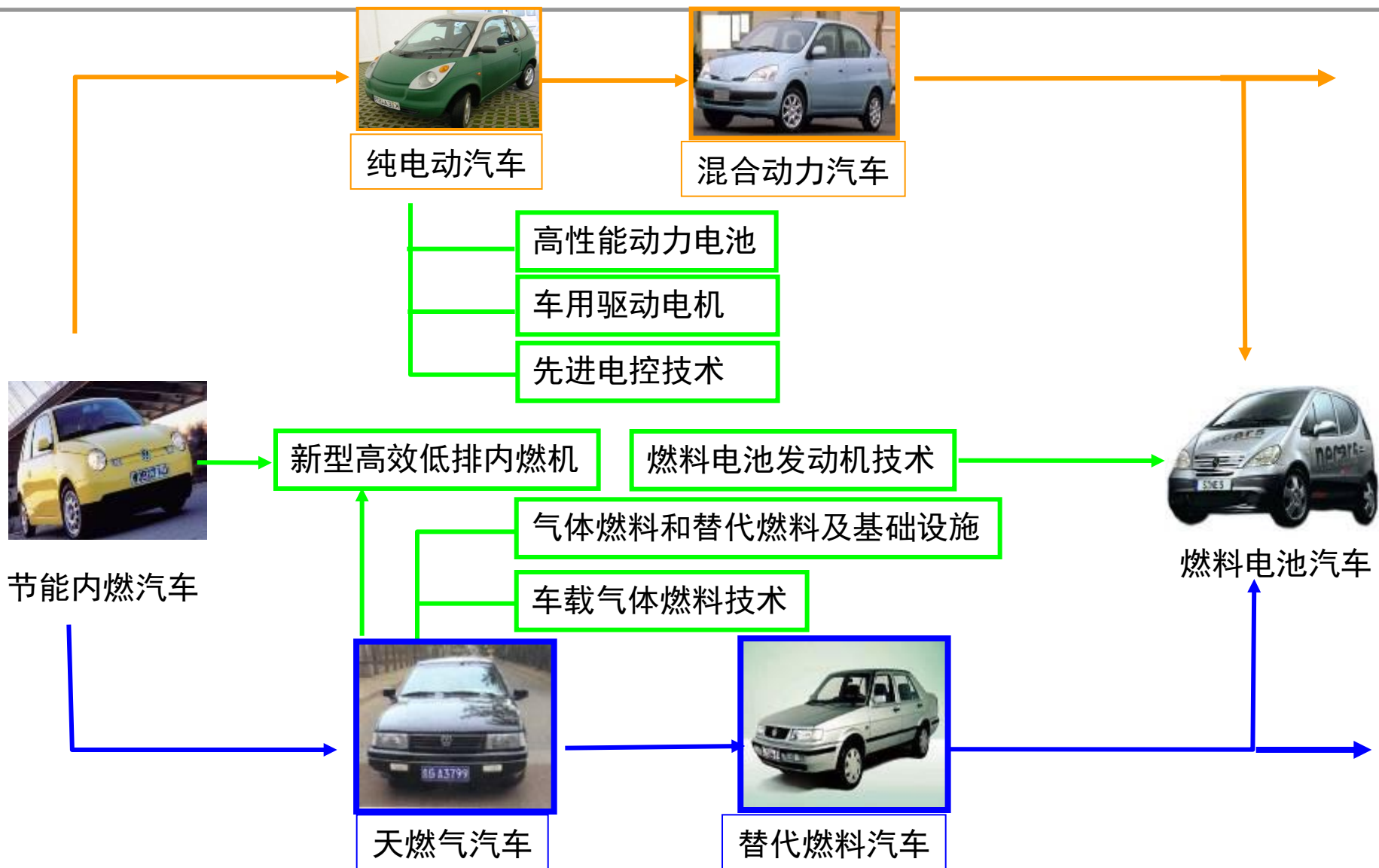
## 纯电动汽车

- 电池成组技术和热管理等系统方面，明显落后于世界先进产品；
- 电机控制核心芯片及封装技术部分依赖进口；
- 高性能纯电动汽车可靠性和工程化能力落后于国外先进水平。

## 混合动力汽车

- 发动机与自动变速箱等技术基础落后；机电耦合系统等混合动力专用技术开发强度不够；
- 弱混合和轻（中）度混合动力轿车的节能减排指标低于国外先进水平；
- 强混合技术仍没掌握。

**基础研究 → 技术攻关 → 产品开发 → 市场应用**





# 电动汽车动力系统平台技术



平台技术	战略规划	战略目标
混合动力汽车平台	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆动力总成机电耦合集成与控制技术；</li> <li>◆先进混合动力发动机设计与控制技术</li> <li>◆传动总成一体化控制技术；</li> <li>◆内燃机—发电机总成设计与控制技术</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆2015年：新一代HEV客车，节油率达到30%以上，新一代HEV乘用车，节油率&gt;40%。</li> <li>◆2020年新一代HEV客车，节油率达到35%，新一代HEV乘用车节油率打50%， Plug-in纯电动续驶里程60km以上。</li> </ul>
纯电驱动汽车平台	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆整车与底盘系统匹配开发技术、轻量化技术</li> <li>◆研究动力系统集成设计、故障诊断、容错控制与电磁兼容技术</li> <li>◆轮边驱动与动力学控制技术</li> <li>◆电池组快速充电及成组更换技术</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆2015年，最高车速&gt;60-100km/h，续驶里程&gt;60-100km。电池组成本低于2元/Wh，寿命&gt;8万公里；</li> <li>◆2020年，最高车速&gt;120km/h，续驶里程&gt;160km。电池组成本低于1元/Wh，寿命&gt;20万公里。</li> </ul>
燃料电池汽车平台	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆整车结构轻量化、振动和噪声，以及整车碰撞安全性技术</li> <li>◆电动智能化底盘一体化综合控制技术</li> <li>◆车载储供氢系统技术</li> <li>◆动力系统集成设计、故障诊断、容错控制与电磁兼容技术</li> <li>◆整车、动力系统与关键部件可靠性、耐久性与寿命预估与试验技术</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆2015年，低温启动：-20° C，燃料电池发动机寿命6万公里，整车成本不高于60万（轿车）/120万（客车）；</li> <li>◆2020年，低温启动：-30° C，燃料电池发动机寿命10万公里，整车成本不高于20万（轿车）/80万（客车）。</li> </ul>

## 动力电池突破计划

电池

模块

控制

检测

标准

•进一步  
•进一步  
•进一步  
•进一步

•循环寿命的测试  
•日历寿命的测试

•动力蓄电池单体系列化及规格化  
•动力蓄电池安全性；  
•动力蓄电池循环耐久性；  
•动力蓄电池系统（含管理系统）

•探索新型材料，提高性能，降低成本

电池系

适应性等

- 近期：重点发展PHEV和EV用锂离子动力电池，侧重发展高能量型电池，兼顾功率型电池。
- 中期：重点发展锂离子动力电池新材料研发，侧重新型电解液锂盐材料、新正负极材料体系的研发，建立车用蓄电池的技术体系和技术储备。



# 燃料电池技术路线



## 关键材料：

- ◆ 炭纸技术
- ◆ 电催化剂的研发
- ◆ 增强型复合质子交换膜技术
- ◆ 金属双极板技术

	参数	2015年	2020年
电堆	比功率	质量比功率：1500W/kg 体积比功率：1500W/L	质量比功率：2000W/kg 体积比功率：2000W/L
	额定工作点	$\geq 0.67 @ / \text{cm}^2$	
	效率	$\geq 45\%$	
	氢气利用率	$\geq 95\%$ （20%标定功率至最大功率工况）	
	寿命	$\geq 5000\text{h}$	

## 系统开发：

- ◆ 可靠性和耐久性
- ◆ 车用适应性技术
- ◆ 环境适应性技术
- ◆ 燃料电池测试
- ◆ 燃料电池标标准

参 数	2015年	2020年
FC系统功率密度	450 W/kg	650 W/kg
FC系统额定功率效率	45-50%	45-50%
FC系统最高工作效率	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$
氢气利用率	$\geq 95\%$	$\geq 95\%$
寿命(平均电压衰减率 $\leq 20\%$ )	$\geq 5000\text{h}$	$\geq 5000\text{h}$
FC系统成本	5000元/kW	1000元/kW

## 电机及控制系统： 电机材料、关键零件 和新技术

### 关键材料研发：

- 适合高速、高密度要求的高导磁材料
- 低成本、高性能及高稳定性的永磁材料
- 耐高电压冲击率，耐高温及温度变化率，满足高密度电机工艺的电磁线
- 车用工况的绝缘和导热材料

### 关键零件研发：

- 汽车用电力电子模块
- 高可靠性电容（包括电解电容与薄膜电容）
- 低成本高可靠传感器及其专用信号处理芯片
- 低成本大容量的接插件
- 大功率高功率密度双向DC/DC变换器

### 新技术开发：

- 无位置传感器矢量控制技术在电动汽车中的应用
- 混合励磁电机技术
- 混联式混合动力双端口电机系统（EVT）
- 电动轮技术
- 直线电机技术

## 电子控制技术

### 动力系统控制

- 发动机控制
- 变速器控制
- 电池管理系统
- 车载网络通讯
- 分布/集成ECU
- 电动空调技术

### 底盘系统控制

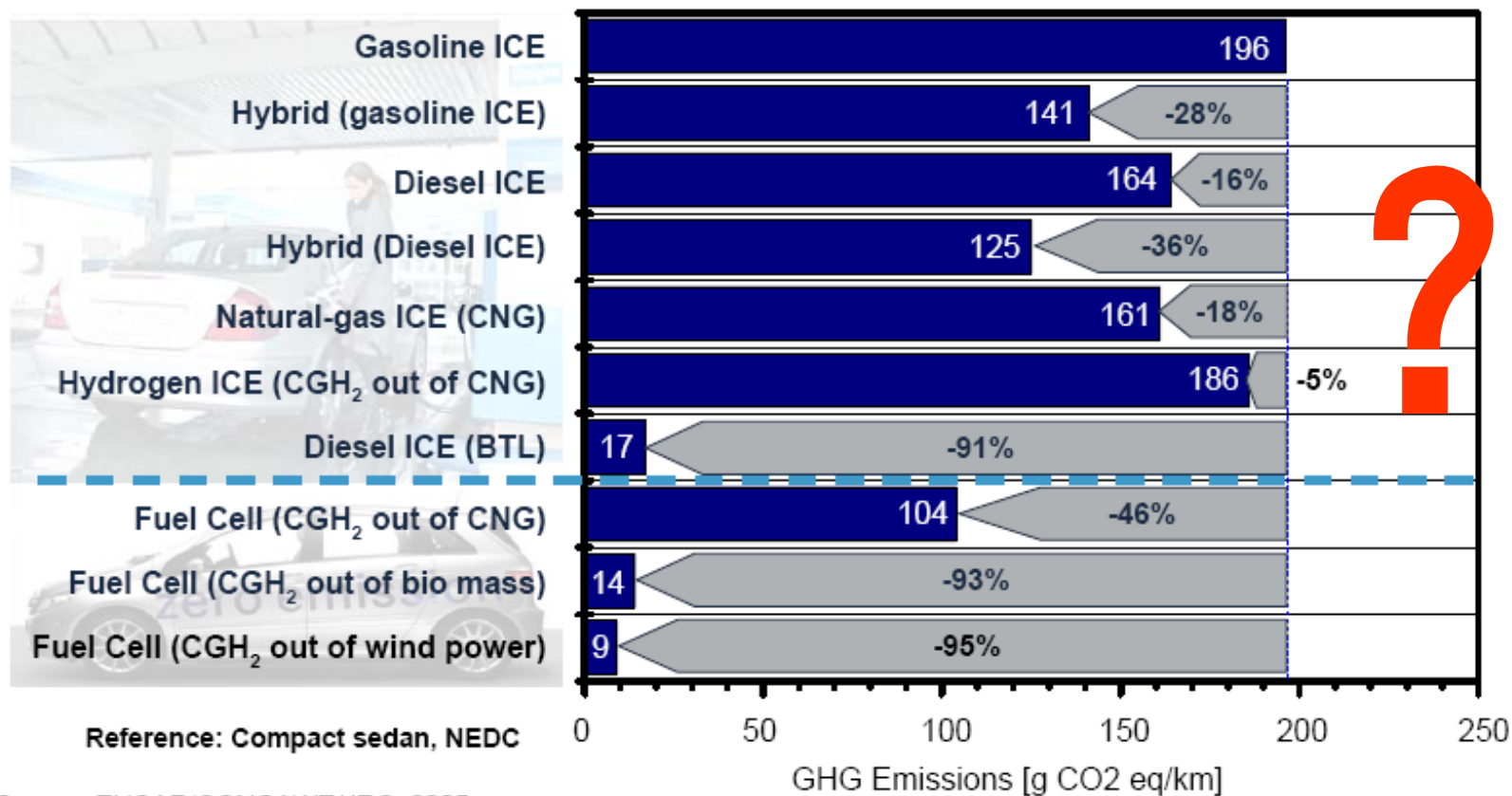
- 底盘综合控制
- 复合制动技术
- 轮边驱动技术
- 电子转向技术
- 主动悬架技术

### 智能化与ITS

- 智能交通技术
- 主被动安全集成
- 车载信息网络
- 能源供给系统信息服务网络
- 驾驶辅助系统

## “Well-to-Wheel” CO<sub>2</sub>-Emissions of Different Propulsion Concepts

**Diesel ICE with bio mass (2nd generation) and Fuel Cell vehicles with Hydrogen have the highest potential to reduce CO<sub>2</sub>-emissions**





同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY



# 衷心感谢您的倾听！



同心同德同舟楫 / 济人济事济天下

