



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

中国新能源汽车技术路线展望

主讲教师：赵治国 教授

Professor Zhiguo Zhao

培训时间：2019年11月30日

Training time: November 30th, 2019

部分材料来源：欧阳明高院士在世界新能源汽车大会（WNEVC）上的发言

中国新能源汽车技术路线经历了四个发展阶段：

- ◆ **2005年：**国家中长期科技发展规划确立了节能与新能源汽车战略（低能耗与新能源汽车）；
- ◆ **2012年：**国务院发布的《节能与新能源汽车发展规划2012-2020》确立了“纯电驱动”技术转型战略；
- ◆ **2014年：**发展新能源汽车受到中央领导核心的重视，习近平总书记亲自确定了发展新能源汽车的汽车强国战略，开启了中国新能源汽车产业化新阶段；
- ◆ **2018年11月：**全国政协召开“促进新能源汽车产业健康发展”双周座谈会，一些委员建议研究制定面向2035年新能源汽车发展战略规划，尽快明确分类别、分地区的禁售燃油车时间表，稳定产业发展预期，开启了新一轮战略讨论的序幕。

内容提要

一、纯电动力技术路线展望

二、混合动力技术路线展望

三、燃料电池技术路线展望

四、电动化与新能源融合发展展望

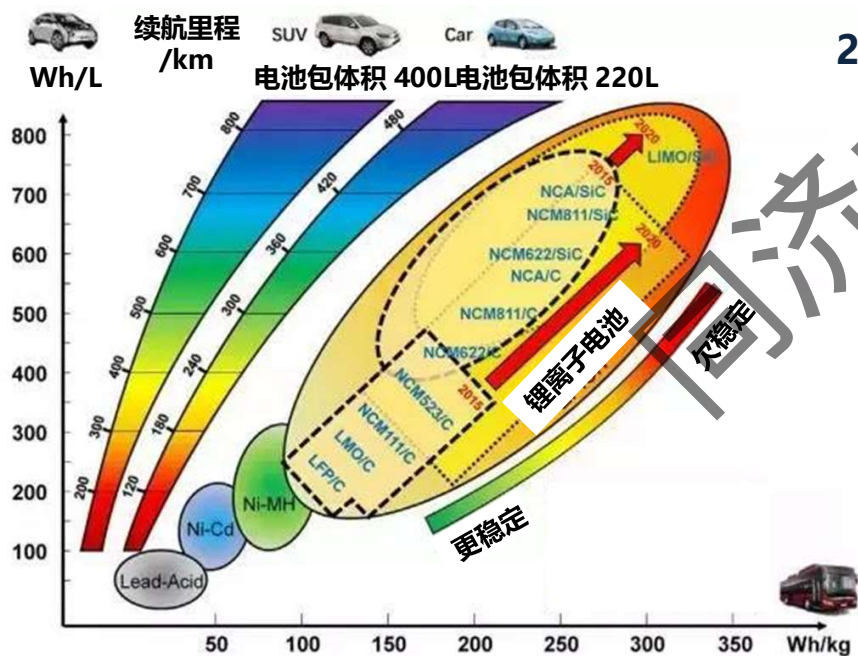
纯电动技术路线展望

动力电动能量密度展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

2008年锂离子动力电池应用于电动汽车10多年来，实际装车产品能量密度从100瓦时/公斤提升到了250瓦时/公斤，实现了蓄电池领域百年来革命性突破。



	方壳/软包	2015
	方壳/软包	2020E
	圆柱	2015
	圆柱	2020E

宁德时代方形软包电池

重量比能量304(Wh/kg)

体积比能量743(Wh/L)

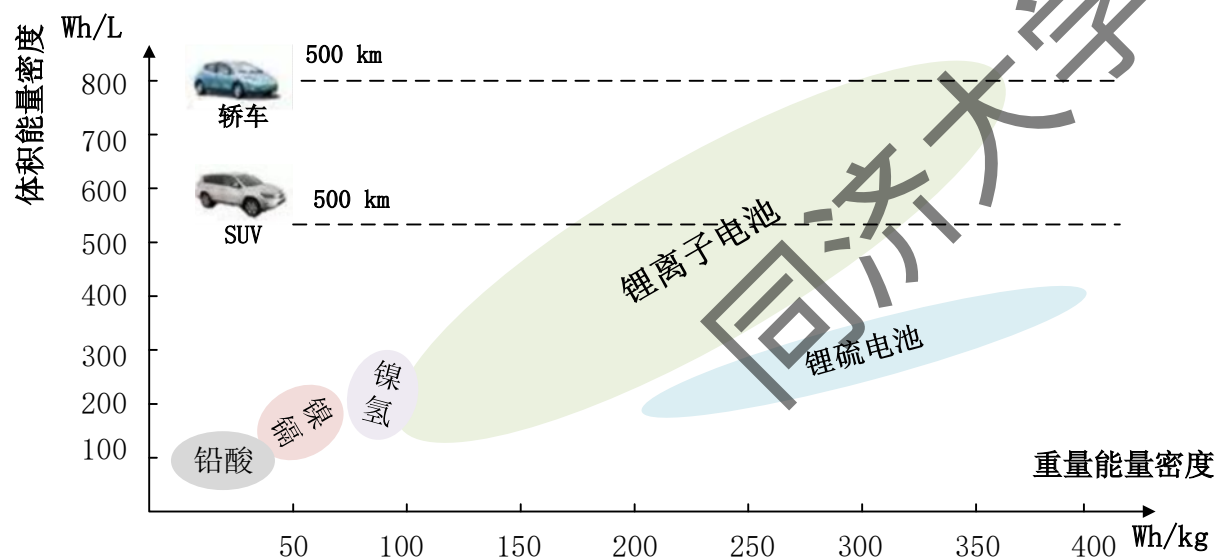
2019投入市场

来源: Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review

纯电动技术路线展望

动力电动能量密度展望

- 从车用角度看，体积能量密度显得更为重要，锂离子电池具有优势；
- 从体积能量密度看，其它高比能量电池如锂硫电池难以车用。



宁德时代方形软包电池

重量比能量304(Wh/kg)

体积比能量743(Wh/L)

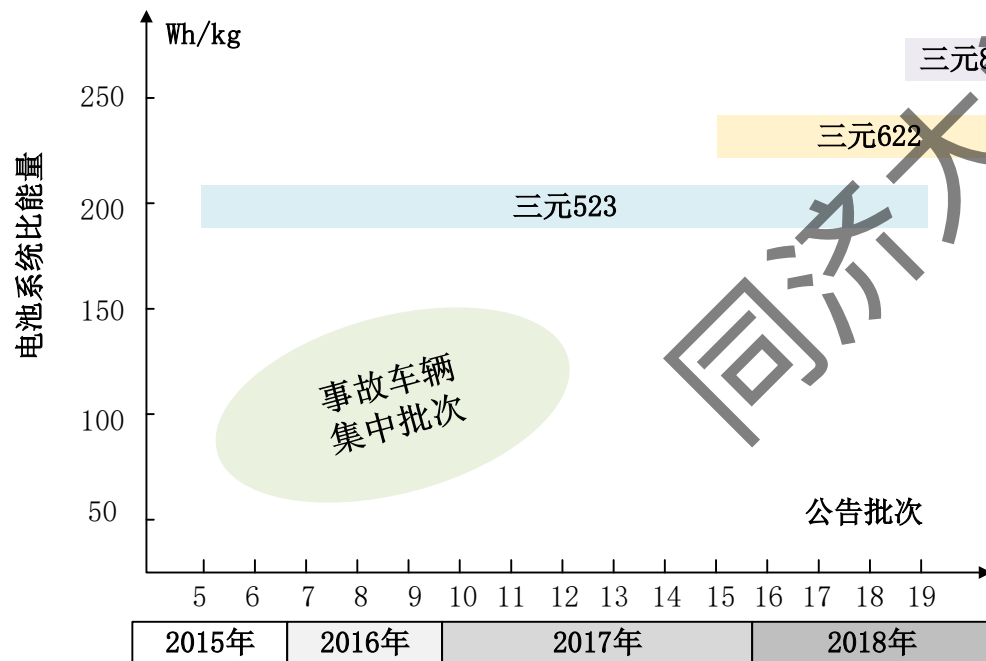
2019投入市场

国际著名电池专家Jeff Dahn：锂离子电池很难在体积能量密度上被击败。

纯电动技术路线展望

高能量密度动力电池安全性挑战

- 锂离子电池具有成为动力电池主流技术的潜质和前景；
- 瓶颈是高比能量锂离子电池的安全性。



来源：工业和信息化部《新能源汽车推广应用推荐车型目录》



同济大学
TONGJI UNIVERSITY



纯电动技术路线展望

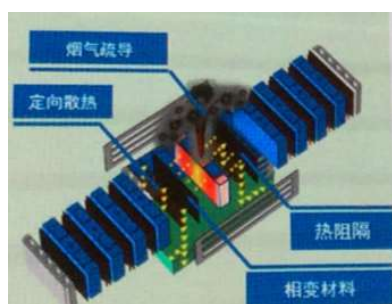


同济大学
TONGJI UNIVERSITY

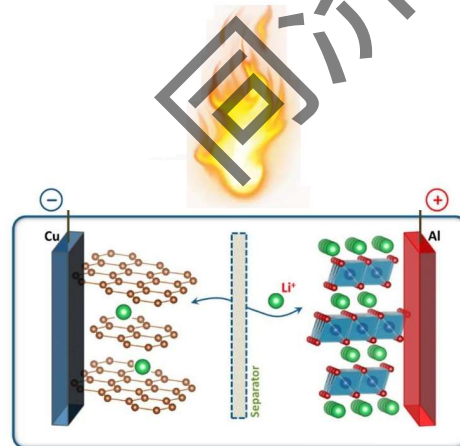
高能量密度动力电池安全性出路

- 目前，完全杜绝单体电池热失控不太现实；
- 电池系统热-机-电设计与控制技术可以防止热失控诱发与蔓延；
- 从长计议，从改善电池本征安全性出发，发展新型固态电解质电池。

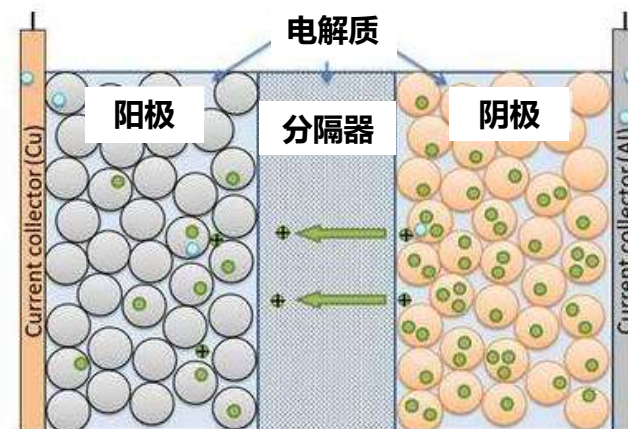
系统级热失控防控技术 Tesla专利



热失控时有机电解液喷出 遇火星即引燃



使用固态电解质替代有机电解液 彻底解决电解液燃烧的本征安全问题



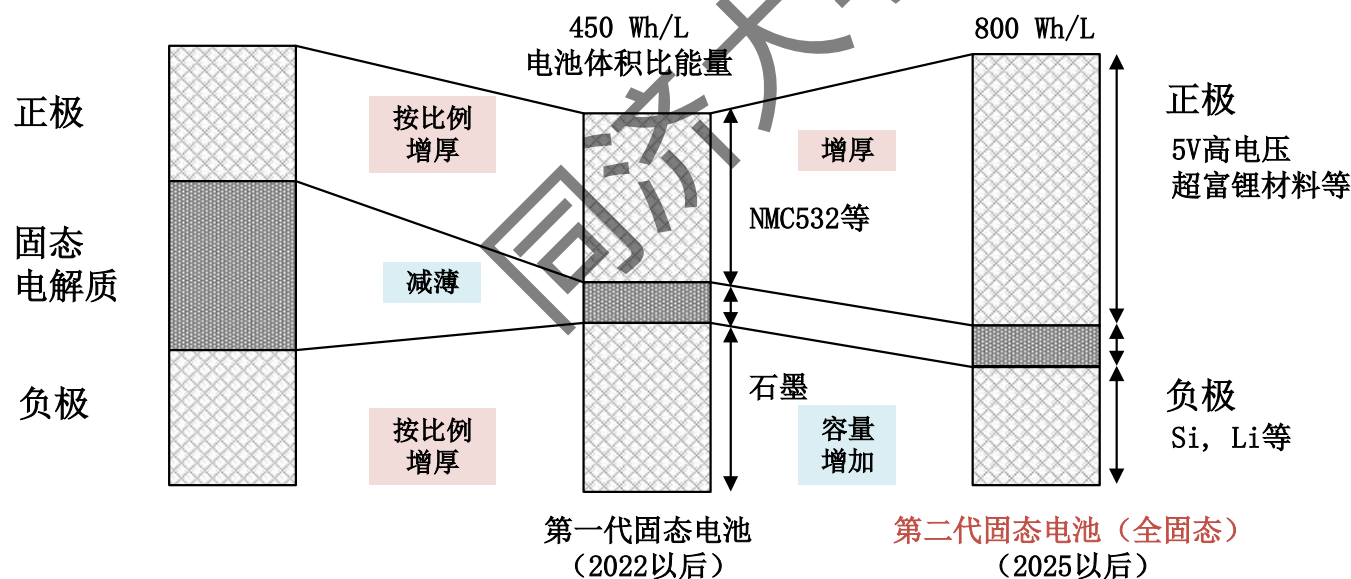
纯电动技术路线展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

下一代动力电池主攻目标

- 日本为应对中国和韩国电池产业崛起，自2017年起举全国之力研发下一代固态电池，每年仅政府投入经费就达50-100亿日元；
- 美国和欧洲原有电池产业薄弱，也正在全力开发新一代固态电池，以实现超越；
- 中国电池产业虽取得暂时优势，但国际竞争压力巨大，需全力追赶固态电池前沿技术。



日本下一代固态电池国家研发计划目标

纯电动技术路线展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

中国动力电池技术路线图展望

- 正极减钴到无钴、负极加硅、电解质减少有机溶剂，逐步向全固态方向发展

电池		2015年	2020年	2025年	2030年
单体电池	比能量	180Wh/kg	300Wh/kg	400Wh/kg	500Wh/kg
	比功率	800W/kg	1000W/kg	1300W/kg	1500W/kg
	循环	2000周	1000周	2000周	2000周
	成本	1.8元/Wh	0.8元/Wh	0.6元/Wh	0.6元/Wh
电池体系	分类	锂离子电池	新型锂离子电池		革新性锂离子电池
	正极	三元材料	高镍三元	富锂锰基固溶体	高容量富锂正极
	负极	石墨烯材料	硅/碳负极	高容量硅/碳负极	硅负极
	电解液	碳酸脂类有机电解液	耐高压有机电解液，逐步提高浓度		全固态电解质
	隔膜	聚烯烃类隔膜	耐高温隔膜		

—— “十三五” 国家重点研发计划《新能源汽车》总体专家组、2018年1月

纯电动技术路线展望



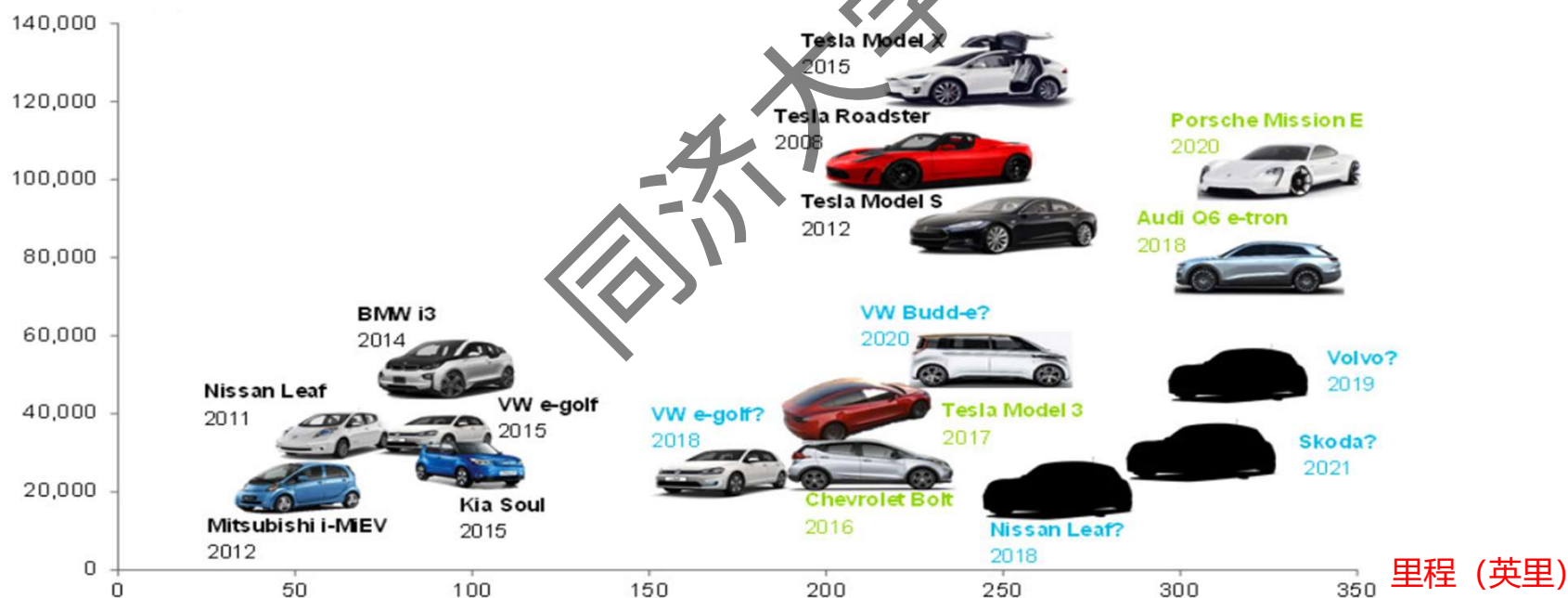
同济大学
TONGJI UNIVERSITY

电动汽车实际使用的里程瓶颈

- 续驶里程已从5年前150公里普遍提高到300公里以上，但实际续驶里程低于期望值；
- 实际续驶里程对气温和驾驶风格过于敏感。靠增加电池加大续驶里程不是根本出路；

价格 (美元)

主流技术路线是提高电动汽车能效和充电便利性



<https://www.vox.com/energy-and-environment/2016/9/23/13018294/electric-cars-price-range-one-chart>

纯电动技术路线展望

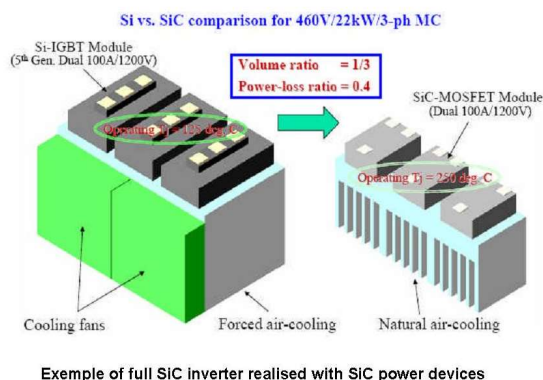


同济大学
TONGJI UNIVERSITY

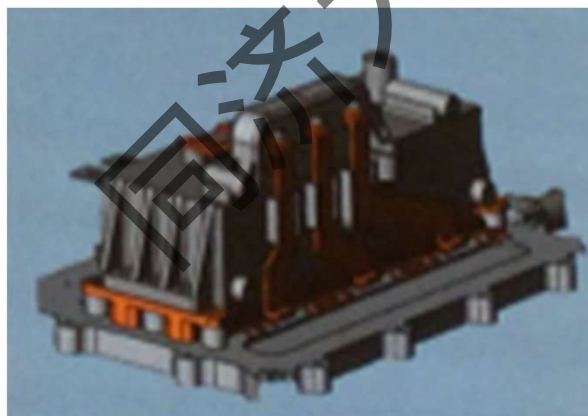
高效电驱动系统核心技术变革

- 2020-2025年之间，电驱动系统将在高速化、高效化、小型化方面出现技术飞跃；
- 以碳化硅为代表的新一代高频高效电力电子将普及应用，推动电机朝小型高速低成本方向发展；

自主SiC器件及高密度全SiC电机控制器取得突破



自主IGBT及高功率密度电机控制器取得重大进展



高密度驱动电机实现量产 三代样机峰值功率 达到4.4kW/kg



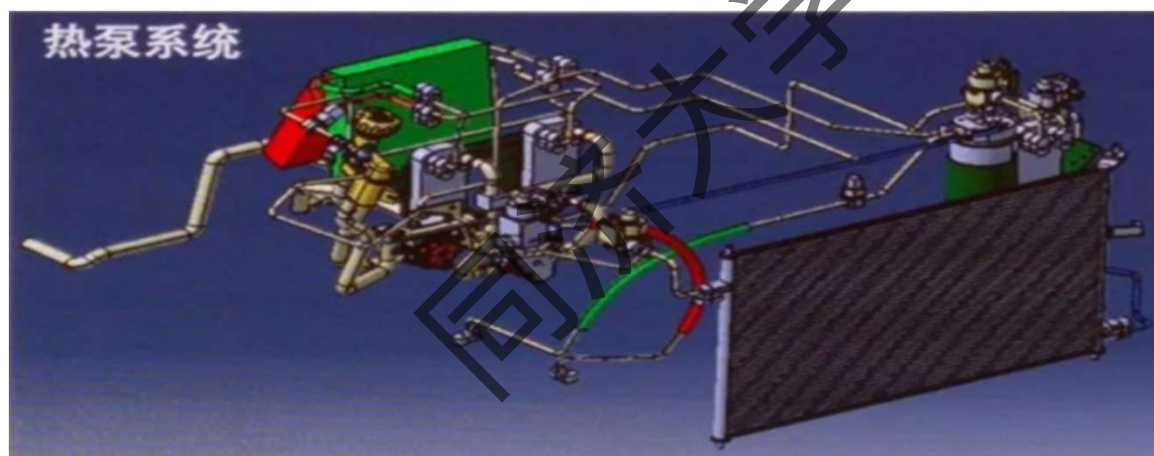
美国能源部2025年极具挑战性目标：电机50千瓦/升、电机控制器100千瓦/升



纯电动技术路线展望

高效热管理系统核心技术变革

- 在热管理方面，新一代热泵空调技术已取得重要突破，开始产业化推广；
- 热泵空调的普及应用将进一步提升纯电动汽车环境适应性和能效；
- 将使冬季低温环境下续驶里程损失比现有车型降低**2/3**。



- 在-25℃环境中，CO2热泵系统运行对续航里程的影响**13.4%**；在相同的使用条件下，水热PTC对续航里程的影响高达**40 %**；
- 热泵系统的升温速度比水热PTC快（舒适性更好）；
- 在相同的制热需求下，热泵的耗电量远低于水热PTC。

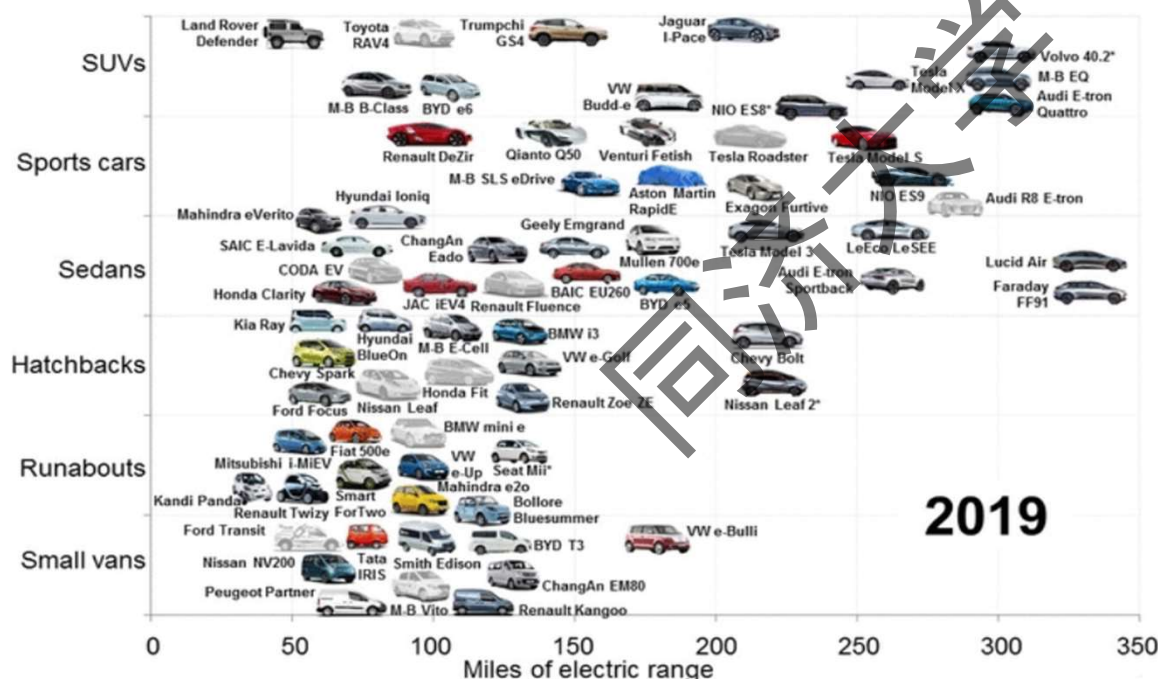
纯电动技术路线展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

整车能效优化集成技术突破

- 电耗是整车集成技术水平的最重要指标，电动车节能比燃油车更重要，应采用法规管理；
- 日产聆风车型成为标杆——小型纯电动汽车NEDC工况测试百公里电耗接近10千瓦时。



第一代日产聆风

续航175km(NEDC);
电池系统能量24kWh;

第二代日产聆风

2018年续航378km
(NEDC工况);

电池系统能量40kWh;

第三代日产聆风

2020年续航550km(JC08)
电池系统能量60kWh;

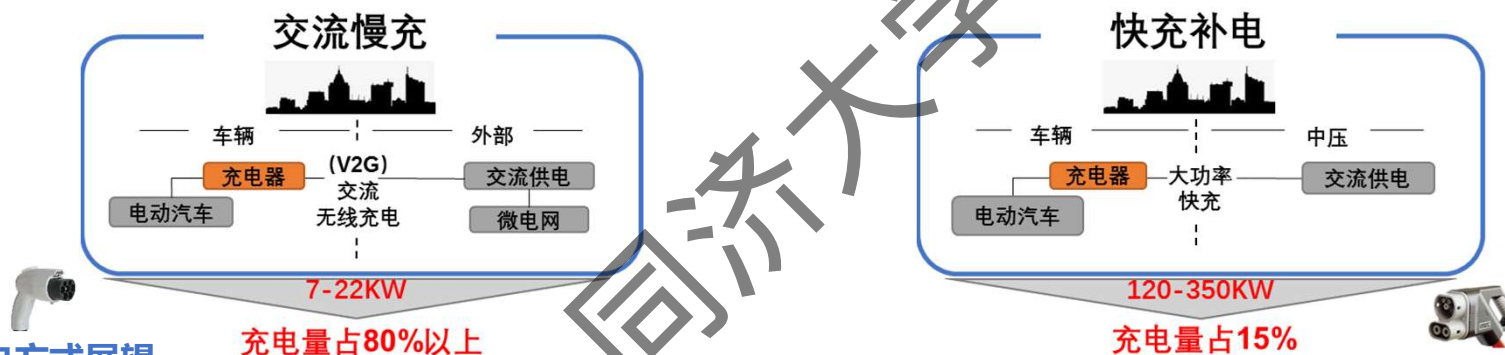
纯电动技术路线展望:

充电体系建设与快充技术突破



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

- 我国现有配电符合与电压制式非常适合小功率慢充，尽快使现有电动乘用车交流慢充桩做到每车必装，成为主体供电模式，未来成为能源互联网的终端节点；
- 10-15分钟快充充电适合用作应急手段，现有直流大功率快充和换电等代价太大，还不理想。预计今后5-7年新一代与储能结合并安全可靠地快充补电技术将会出现。



电动乘用车充电方式展望

关键指标	未来2-3年	未来3-5年	未来5-10年
充电时间	白天快充: 30分钟 (40%SOC) 夜间慢充: 5-8小时	白天快充: 30分钟 (60%SOC) 夜间慢充: 5-8小时	白天快充: 15分钟 (75%SOC) 夜间慢充: 5-8小时
快充场景	城市公共快充站, 高速快充站, 出租车专营场站	城市公共快充站 (功率平衡控制), 高速快充站, 出租车专营场站	城市公共快充站, 高速快充站, 出租车专营场站
充电模式	夜间慢充为主, 日间快速补电为主	夜间慢充为主, 日间快速补电为主, 长途快充	夜间慢充为主, 停车即充, 电能交互交易, 长途超级快充

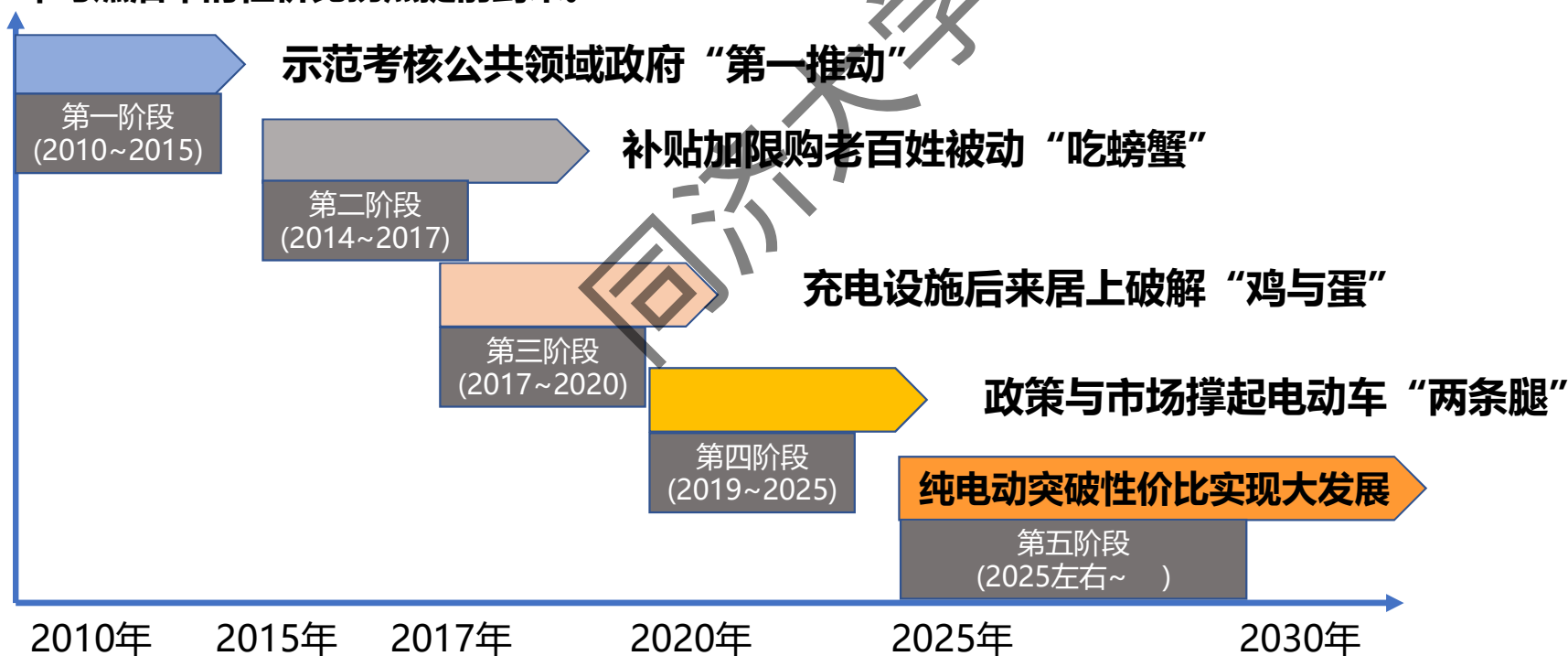
纯电动技术路线展望

电动汽车市场化路线图展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

- 研究结果显示：2025年，电池系统价格将达到100美元左右；基于全生命周期成本计算，纯电动汽车与燃油车相比将具备性价比优势；
- 2020年，世界上最严排放法规国六标准将在国内实施，燃油汽车成本将上升，可能使新能源汽车与燃油车的性价比拐点提前到来。





纯电动技术路线展望

电动汽车市场化路线图展望

- 豪华电动跑车——豪华电动轿车——紧凑型电动轿车(纯电动战略逐步成熟)
- 市场开放与技术竞争将加强技术创新、加速市场推广、加快成本下降

Tesla Roadster



Tesla Model S



特斯拉带来重大机遇和挑战,

- 纯电动不是收缩和退缩
- 而是抓住机遇直面挑战

Tesla Model 3



Model3全面升级了动力系统核心技术:

- 比能量300瓦时/公斤新一代21700型动力电池
- 转速18000转/分的永磁电机和新型碳化硅器件
- 全新一代自动驾驶硬件平台和智能化系统

内容提要

一、纯电动技术路线展望

二、混合动力技术路线展望

三、燃料电池技术路线展望

四、电动化与新能源融合发展展望



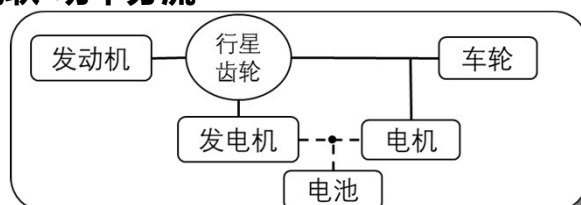
混合动力汽车:常规混合动力技术路线

- 常规混合动力由日本引领，丰田、本田、日产分别开发了代表深度混合技术
- 三种不同构型混合动力均得到相似的节油率，并非功率分流一条路

丰田 Prius HV THS



混联-功率分流



■ 丰田THS系统采用功率分流构型

是常规混合动力国际标杆，量产时间早，保有量大

■ 本田iMMD系统使用串并联构型

实现升档混联，兼顾动力性和经济性，结构紧凑，集成度高

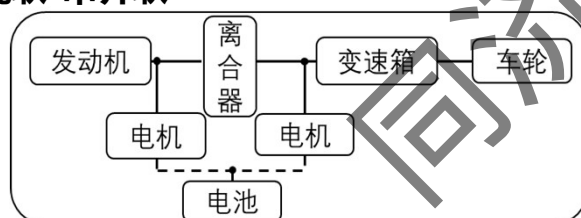
■ 日产e-Power系统采用串并联构型

结构简单，集成了高效零部件，其能效与市场接受度和丰田功率分流式混合动力竞争激烈

本田 Accord iMMD



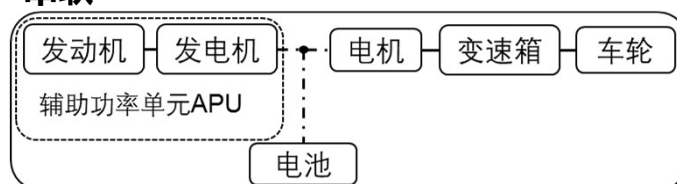
混联-串并联



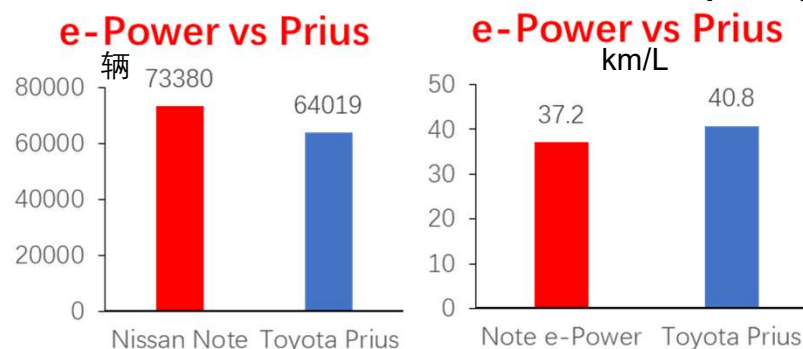
日产 Note e-Power



串联



日本市场销量(2018上半年) JC08工况油耗(2017)

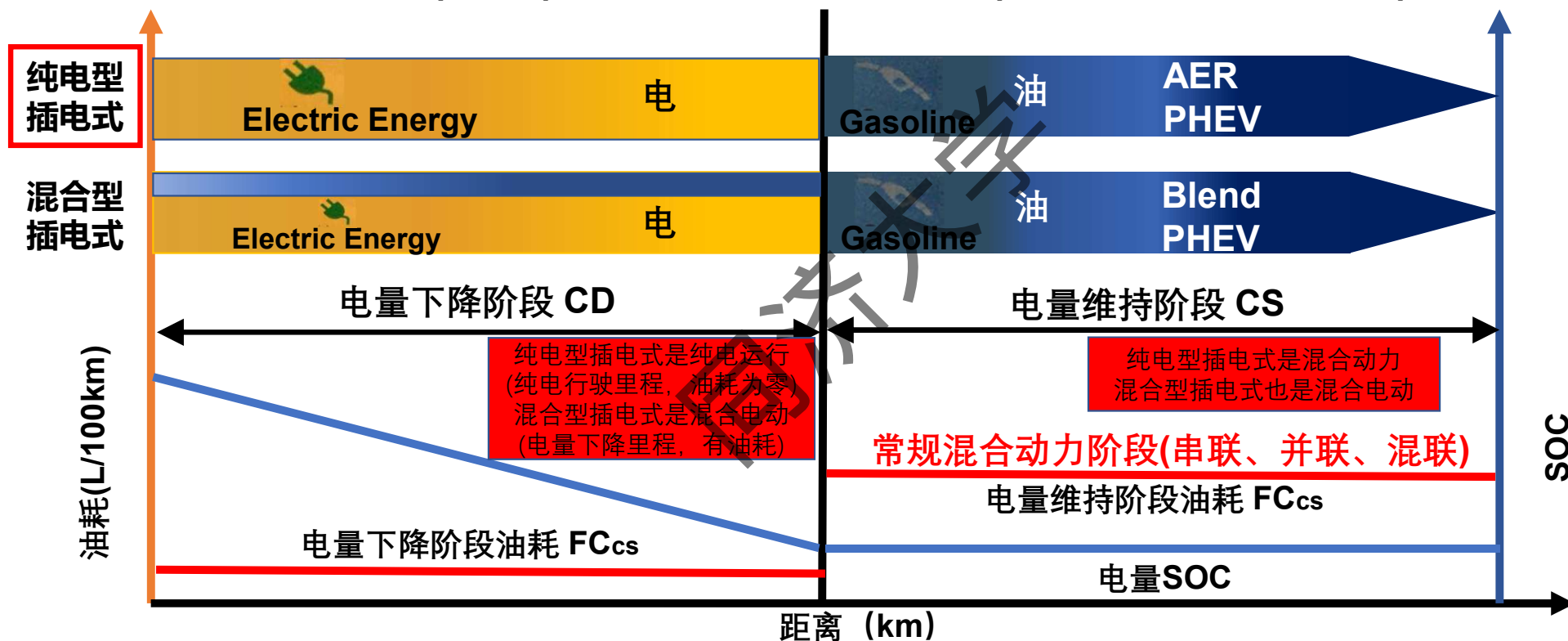


混合动力汽车：插电式混合动力技术路线



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

◆ 插电式混合动力(PHEV)：可以外接充电的混合动力(常规混合动力不外接充电)



**纯电型插电式混合动力：城区短途用电、高速长途用油，节油80%以上
(按中国乘用车出行特征)**

混合动力汽车：混合动力综合技术路线



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

从外在功能和内在结构两个维度看混合动力技术路线

功能 结构	常规混合动力 HEV	插电式混合动力 Plug-in HEV	
		混合型Blend PHEV	纯电型AER PHEV 中国相对优势
串联	 日产 Note e-Power	 传祺 GA5 PHEV	 宝马 i3 PHEV <div>增程式电动汽车</div>
并联	 本田Civic Hybrid	 宝马 i8 PHEV	 比亚迪 秦 PHEV
混联	 丰田 Prius HV	 丰田 Prius PHEV	 雪佛兰 Volt PHEV



混合动力汽车：纯电型插电式混合动力技术路线

纯电型插电式的不同构型在电量下降阶段都是纯电动模式，即在城市工况下就是纯电动车

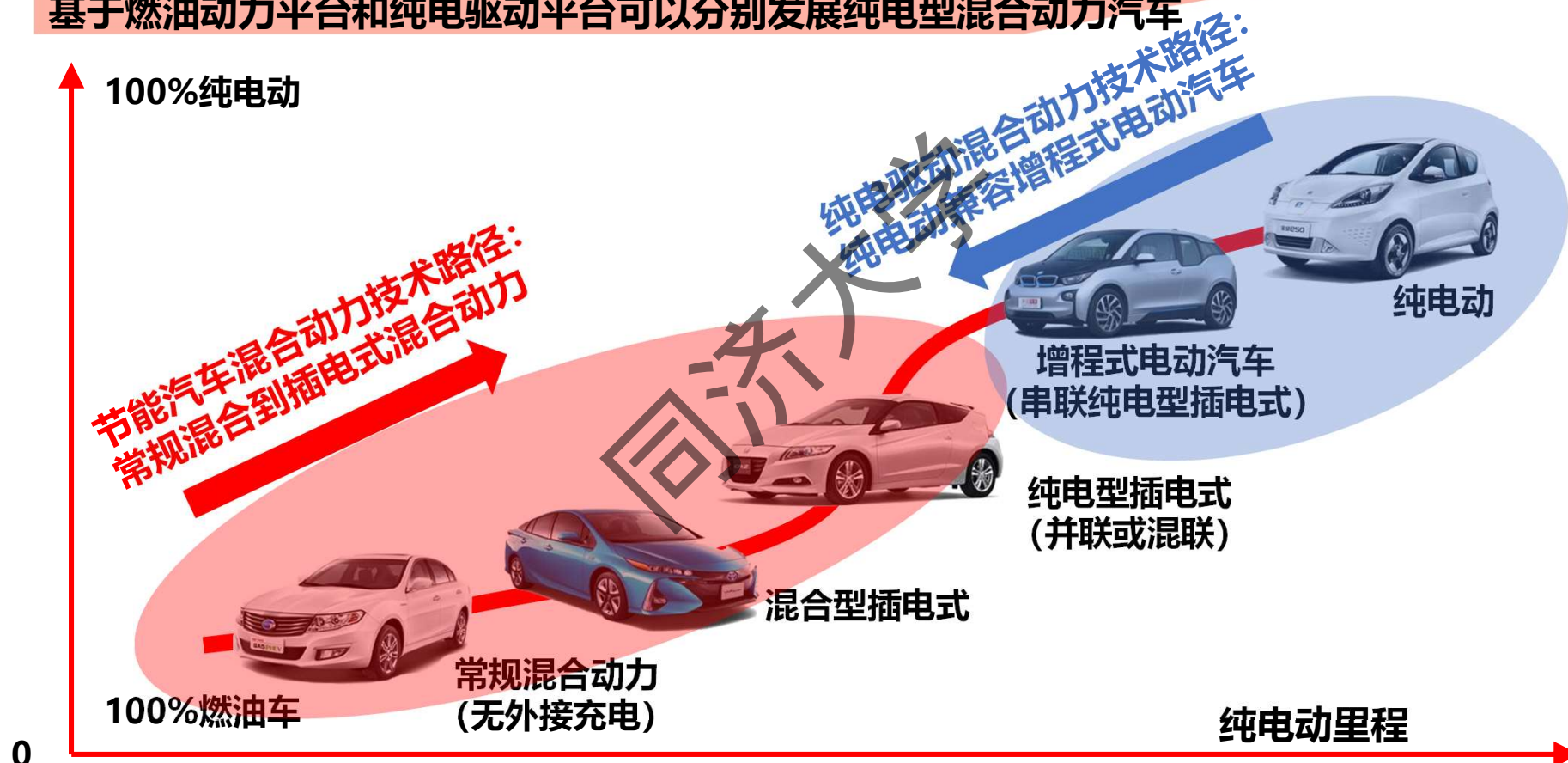
串联型		并联型(P2 P2.5 P3)	
构型图			
成本	动力系统中包含两个电机及驱动减速器	动力系统中包含一个电机及变速器	
动力	混动模式下，最大驱动功率等于驱动电机功率	最大驱动功率是发动机和驱动电机功率之和（并联混合）	
能效	先由发动机发电，再由电动机驱动车辆	发动机直驱辅以电动机直驱	

混合动力汽车：混合动力技术路线实施路径



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

基于燃油动力平台和纯电驱动平台可以分别发展纯电型混合动力汽车



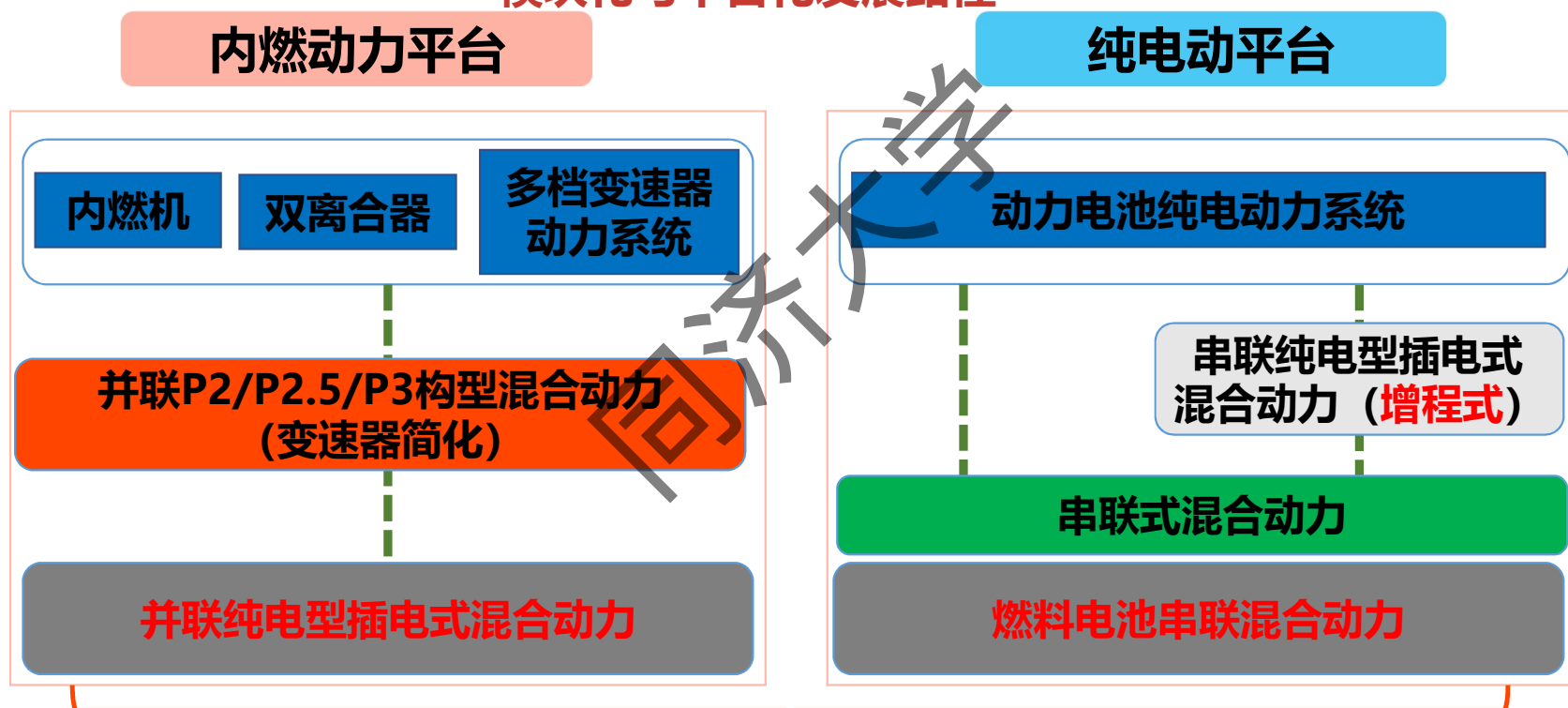
混合动力汽车：混合动力技术路线实施路径



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

纯燃油动力到混合动力平滑过渡及电动动力与混合动力无缝衔接的关键

模块化与平台化发展路径



中国混合动力技术的特色和优势仍然是纯电驱动 (纯电驱动包括纯电动但不等于纯电动)

混合动力汽车：内燃发动机技术挑战与前景



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

国内水平

国内混动车型发动机普遍沿用传统车用汽油机进行简单技术升级，压缩比10.0左右，少见高压缩比(≥ 12.0)混合动力专用汽油机，有效热效率水平与传统机相当，一般在35~37%，与国际一流水平相比存在较大差距

国际水平

发动机	峰值有效热效率	技术特征
大众1.5L TSI (涡轮增压直喷)	38%	高压压缩比12.5+阿特金森循环+可变截面增压器+电控热管理模块+全变排量机油泵+低摩擦+停缸
现代1.6L GDI (自吸式直喷)	40%	高压压缩比13+阿特金森循环+冷EGR+双节温器+两级变排量机油泵+低摩擦
丰田2.5L Dynamic Force Engine(自吸式GDI+PFI)	41%	高压压缩比14+阿特金森循环+双喷射+电控热管理模块+冷EGR+连续可变机油泵+低摩擦

内燃机效率极限

柴油机热效率(CI)有效热效率($\eta_{\text{net,max}}$)=

燃烧效率($\sim 98\%$) \times 循环热效率($\sim 62\%$) \times 机械效率($\sim 90\%$)
=55% (稀燃)

汽油机热效率(SI)有效热效率($\eta_{\text{net,max}}$)=

燃烧效率($\sim 96\%$) \times 循环热效率(51~58%) \times 机械效率($\sim 90\%$)
=45% (当量比) \sim 50%(稀燃)

混合动力汽车：混合动力发动机技术路线展望

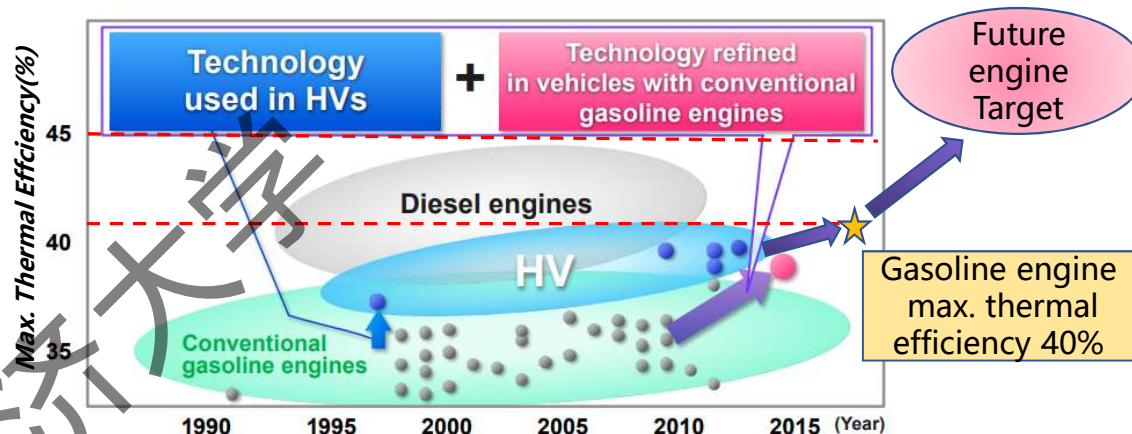


同济大学
TONGJI UNIVERSITY

● 混合动力汽油机峰值有效热效率将超过45%

- 压缩比: ~17
- 稀释点燃(增压+EGR)
- 稀释压燃(GCI/HCCI)

序号	技术措施	效率(%)	提升效率
0	PFI(基准)	36.94	—
1	DI(直喷)	37.97	1.01
2	EGR(废气再循环)	39.03	1.06
3	Lean burn(稀燃)	39.63	0.60
4	Lean boost(稀燃增压)	41.43	1.80
5	Lean boost + EGR	42.38	0.95
6	Lean boost + EGR + RON95 + CR16	42.77	0.39
7	High S/B ratio(长冲程)	44.85	2.08
8	Low friction(低摩擦)	46.83	1.98
9	High T/C efficiency(高效涡轮增压器)	48.44	1.61
10	Heat insulation(绝热)	50.12	1.64



丰田 41%有效热效率
Dynamic Force Engine



马自达公布第二代创驰蓝天技术
采用均质冲量压燃(HCCI)技术
2020年实现有效热效率50%

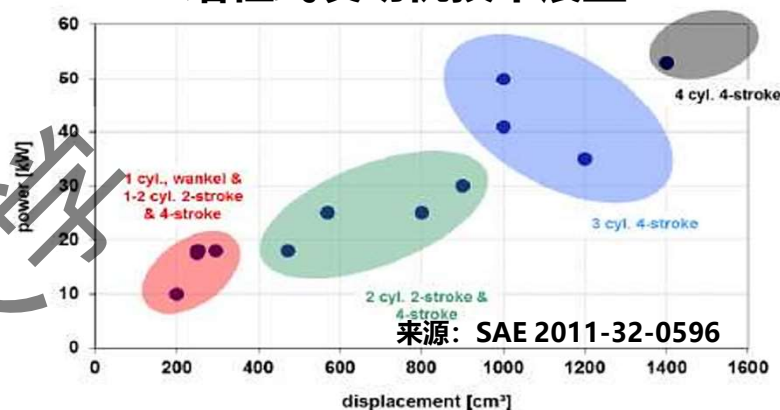
混合动力汽车：小功率增程器发动机技术展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

- ◆ 小排量低功率(<20kW):
单缸转子发动机或1~2缸二冲程或四冲程汽油机
- ◆ 中排量中功率(15~35kW):
2缸二冲程或四冲程汽油机
- ◆ 大排量大功率(35~60kW):
3缸或4缸二冲程或四冲程汽油机

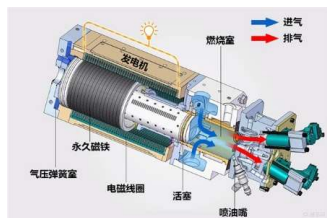
增程式发动机技术展望



二冲程发动机



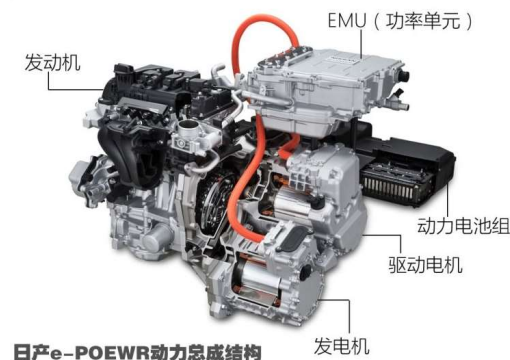
转子发动机



自由活塞式
发动机

小排量四冲程发动机

- ◆ 成本较低、可靠性好
- ◆ NVH、紧凑性好
- ◆ 经济性和排放性能较好
- ◆ 比功率较大



日产e-POEWR动力总成结构

Nissan e-Power

内容提要

一、纯电动技术路线展望

二、混合动力技术路线展望

三、燃料电池技术路线展望

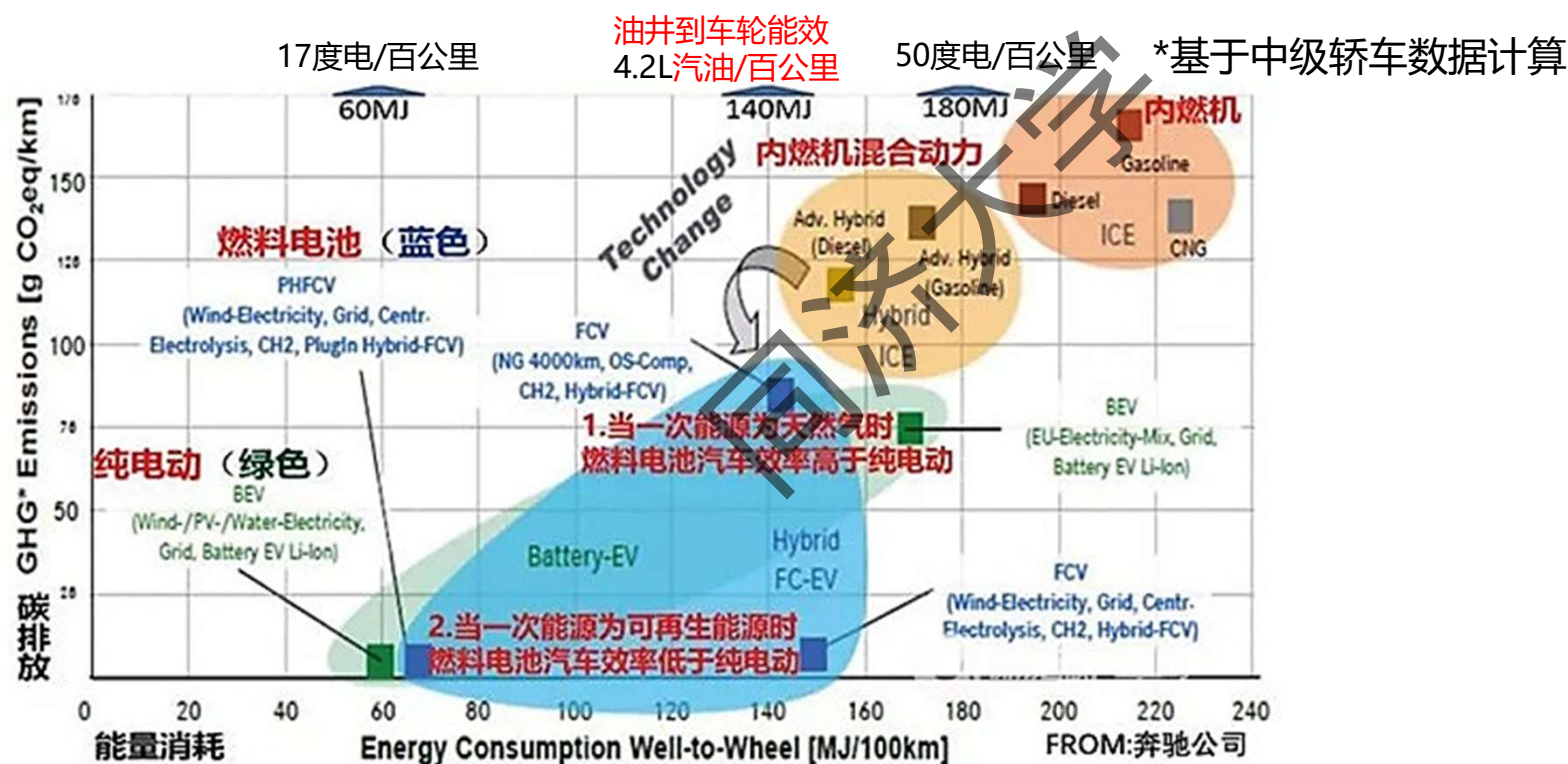
四、电动化与新能源融合发展展望

燃料电池：效益定位

- ◆ 纯电动和燃料电池技术路线明显优于内燃机和常规混合动力技术路线；
- ◆ 燃料电池和纯电动技术路线的比较则取决于一次能源的来源；
- ◆ 只有基于可再生能源，才能实现近零排放。



同济大学
TONGJI UNIVERSITY



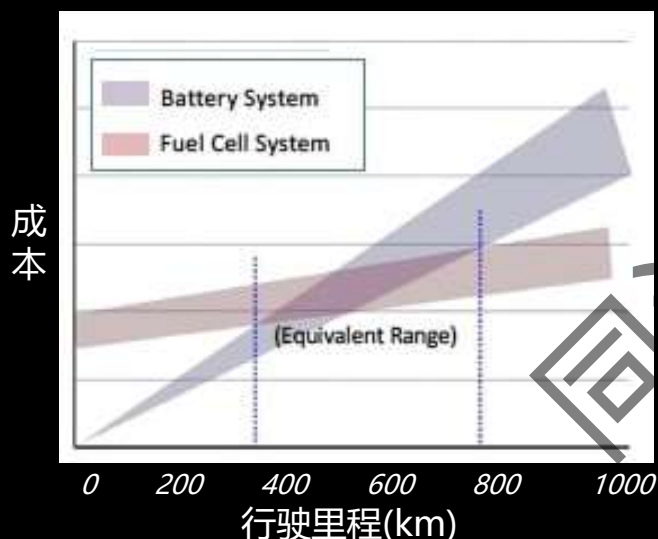
燃料电池：技术定位



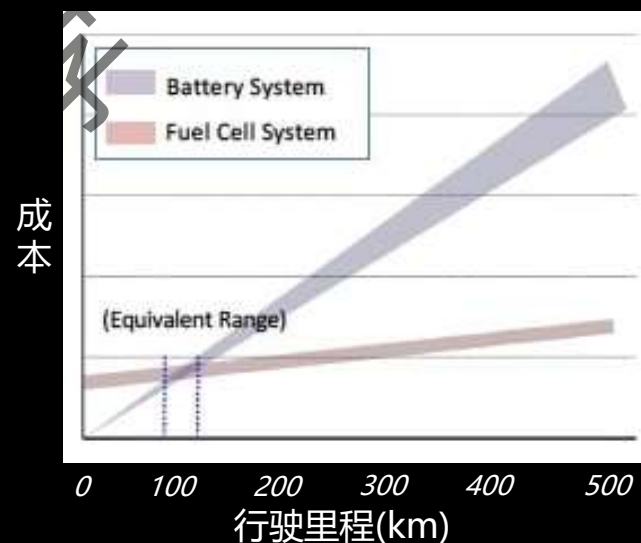
同济大学
TONGJI UNIVERSITY

燃料电池与纯电动比较的成本平衡点：乘用车500公里左右；商用车100公里左右

乘用车(如轿车)



商用车(如大客车、大卡车)



*燃料电池系统成本：燃料电池系统+高压电池+储氢系统
纯电驱动系统成本：电动车电池系统

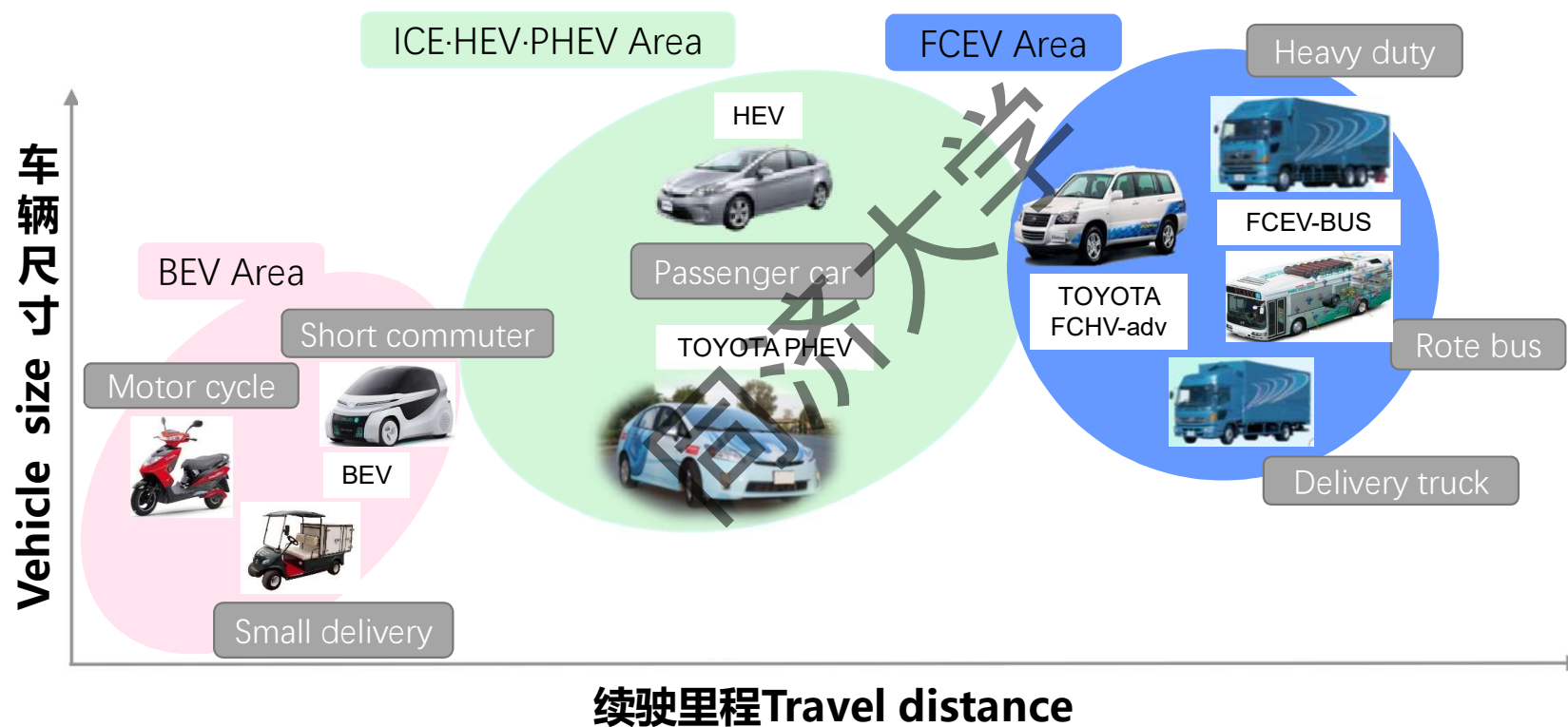
- 氢燃料电池系统更适合替代柴油机
- 锂离子电池系统更适合替代汽油机

燃料电池：应用定位



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

燃料电池动力系统是卡车和公路客车等长途重载运输的最佳选择



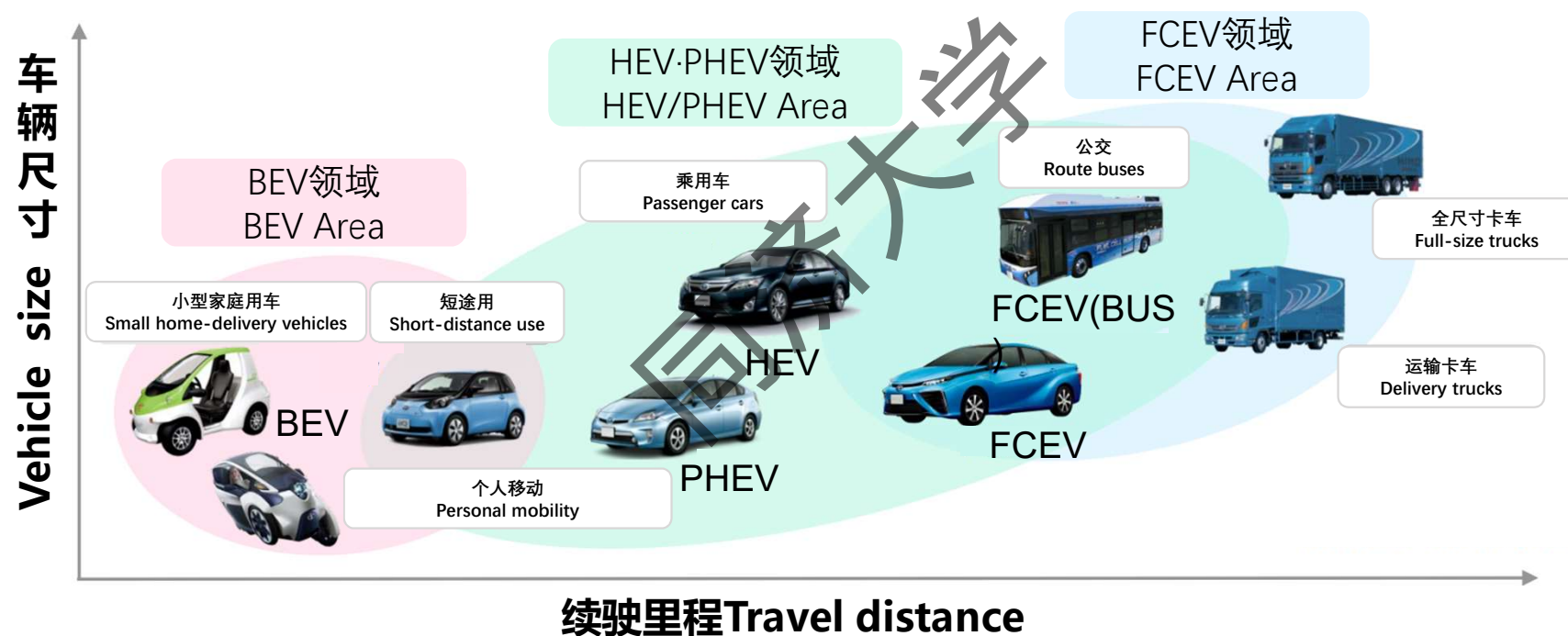
From 丰田公司2009

燃料电池：应用定位



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

燃料电池动力系统是卡车和公路客车等长途重载运输的最佳选择



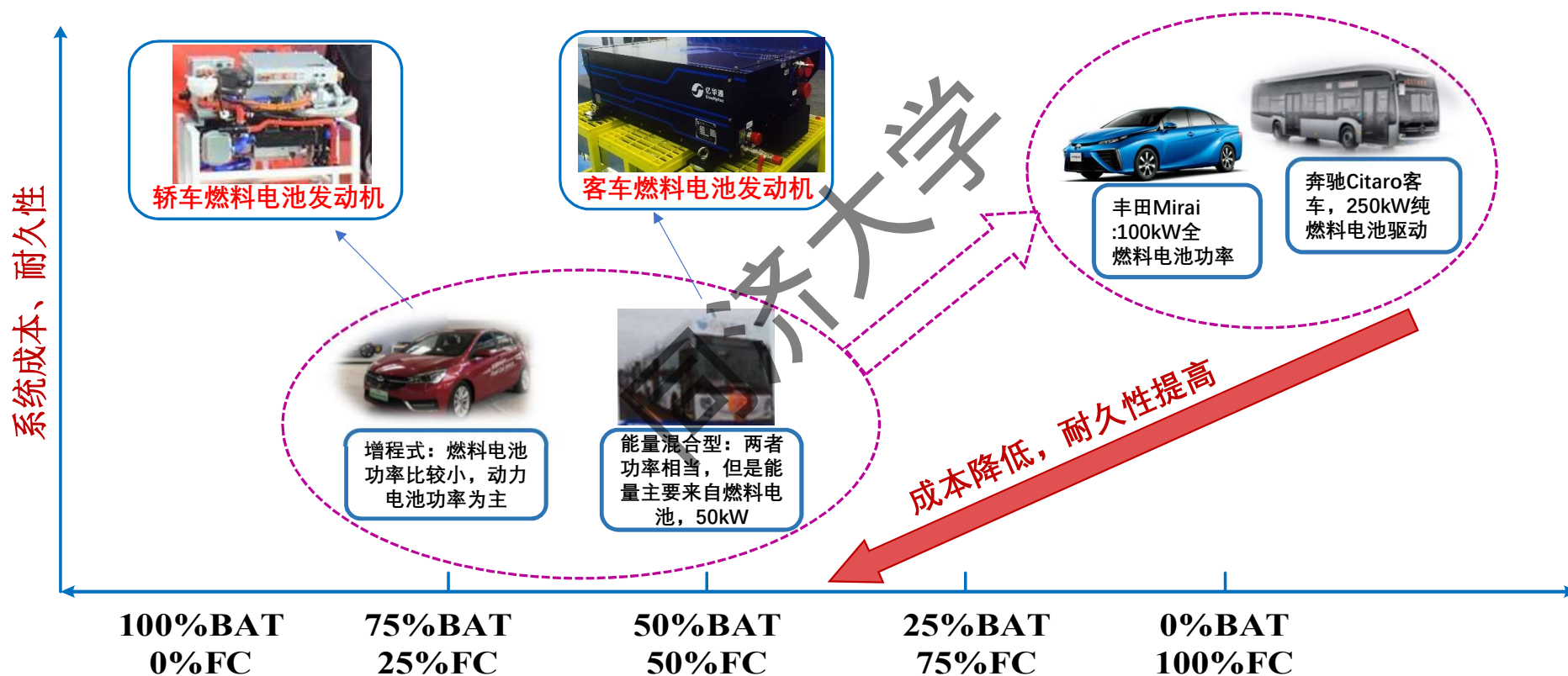
From 丰田公司2018

燃料电池：中国特色技术路线



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

燃料电池-动力电池混合型动力系统技术启动中国燃料电池汽车商业化进程



2016年中国燃料电池商用车商用化开始，2017年成为中国燃料电池汽车全方位商业化的元年

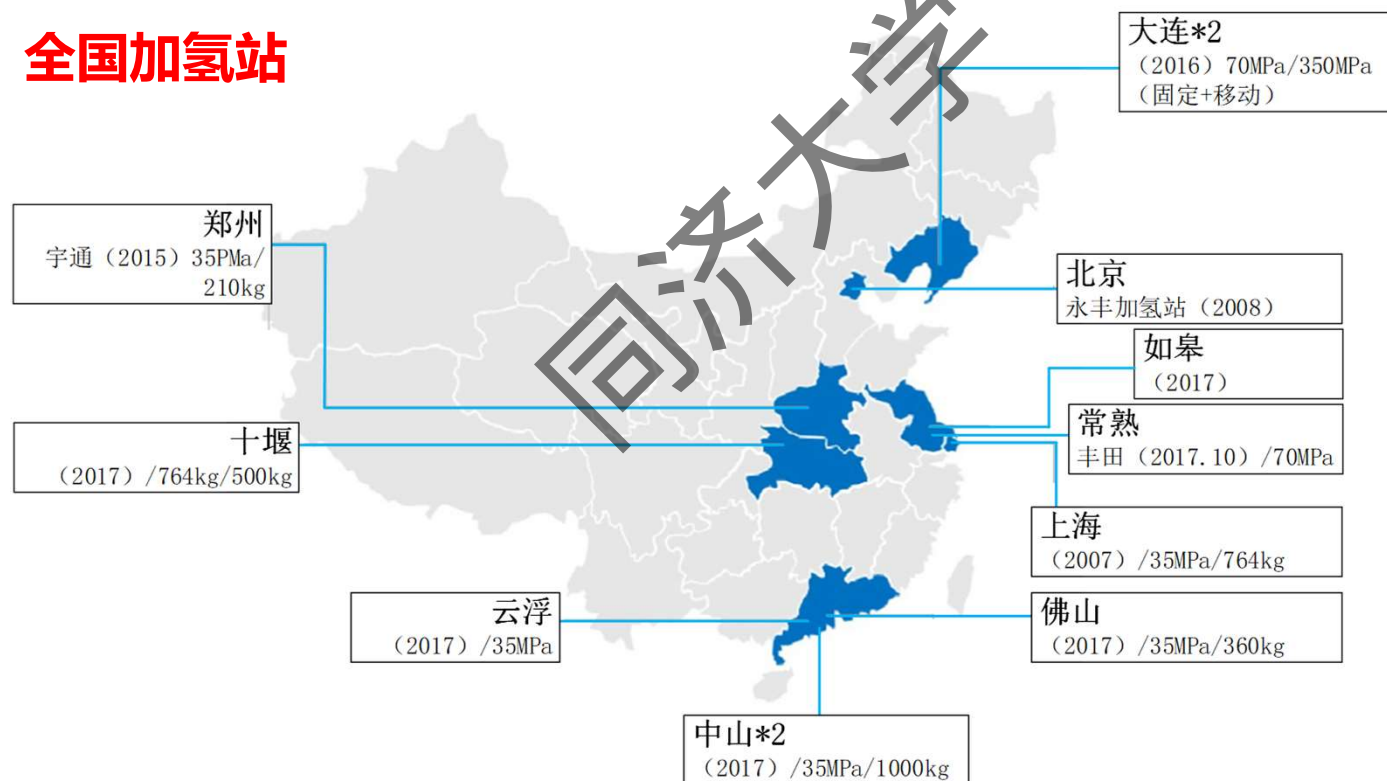
燃料电池：中国特色技术路线实施成果



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

2017年底累计运行车辆近千辆，运营加氢基础设施12座；2018年燃料电池公告车型超过80款，年产超过1500辆。

全国加氢站

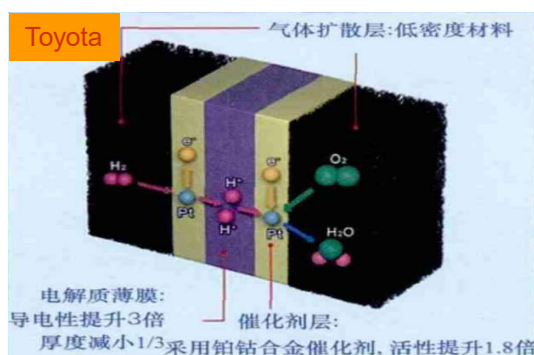


燃料电池：主要挑战——燃料电池膜电极和空压机



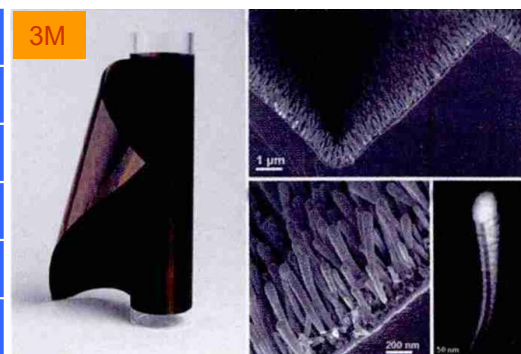
同济大学
TONGJI UNIVERSITY

低成本、长寿命、高性能MEA

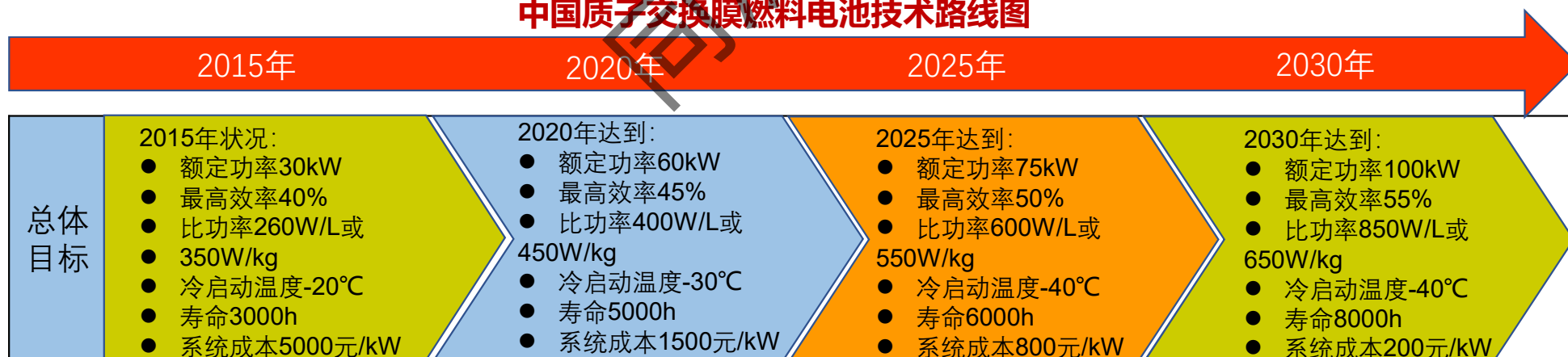


MEA Progress

- 1st: 热压法膜电极 (PTFE)
- 1.5th: 热压法膜电极 (Nafion)
- 2nd: 三合一膜电极 CCM
- 2.5th: 梯度化膜电极
- 3rd: 有序化膜电极



中国质子交换膜燃料电池技术路线图



燃料电池：主要挑战——车载储氢氢能技术



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

低成本、高能量密度的车载储氢技术：从700大气压高压气氢到中压深冷气氢？

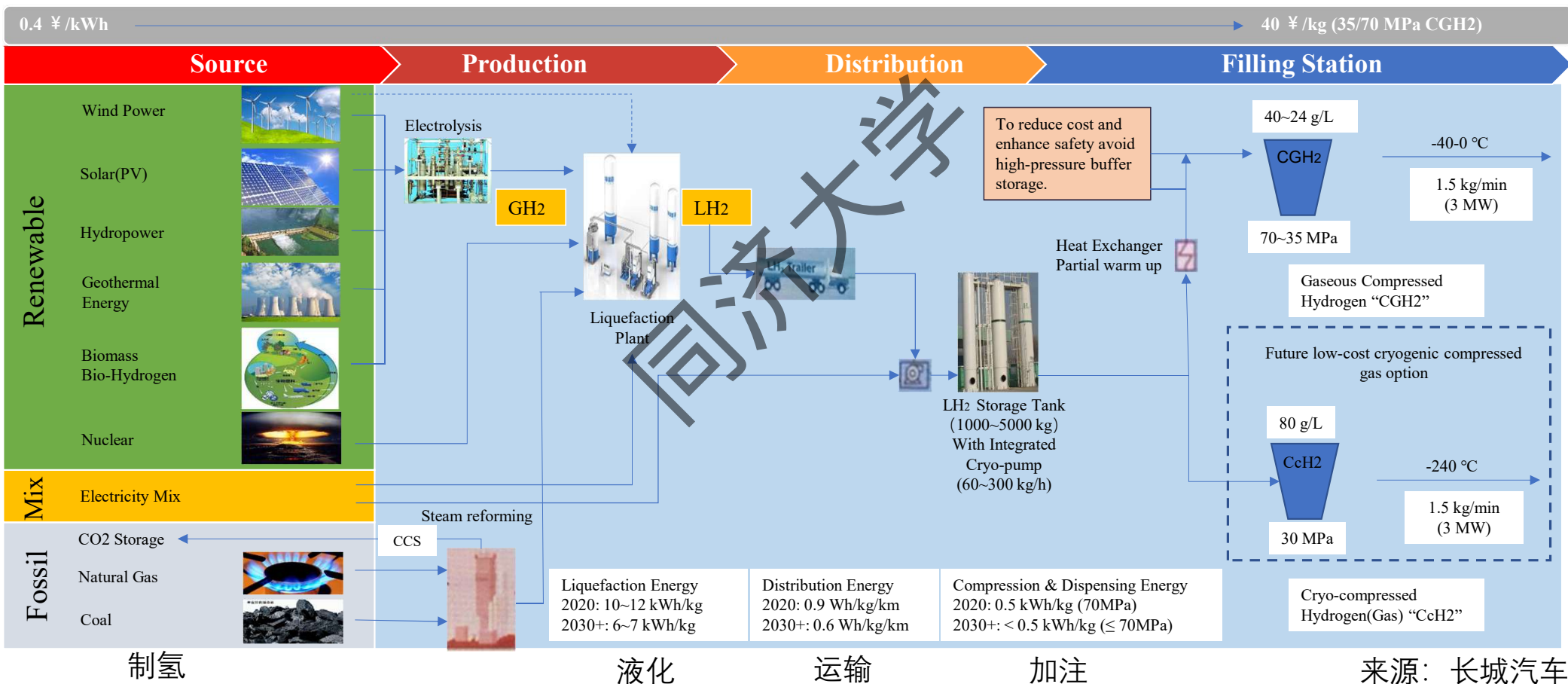
	35 MPa CGH ₂ Storage	70 MPa CGH ₂ Storage	Medium Pressure Cryogenic Gas Hydrogen
System View			2025~2030 年 
Operating Pressure	35 MPa	70 MPa	35 MPa
Operating Temperature	-40°C~+80°C	-40°C~+80°C	-240°C~+80°C
Storage Capacity (E Segment Car)	2~4 kg	4~6 kg	6~10 kg
Hydrogen Storage Energy Density	0.5 kWh/L	0.8 kWh/L	1.2 kWh/L
Refueling Time (for 5 kg of Hydrogen)	< 5 min	< 5 min	< 5 min
Refueling Station Energy (for Compression, Per-cooling, Heating)	4~6 kWh/kg H ₂	5~10 kWh/kg H ₂	< 1 kWh/kg H ₂
Hydrogen Leakage (Blow-off, Diffusion, Seal Leakage)	< 1% per year	< 1% per year	< 2% per year
Cost of Storage (Battery Equivalent/ including Fuel Cell Efficiency)	19~26 €/kWh	24~32 €/kWh	27~35 €/kWh

燃料电池：主要挑战——氢燃料成本



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

目前的氢能技术落后于燃料电池技术，需要全链条各环节氢能科学与技术的新突破



燃料电池：我国氢燃料电池汽车技术路线展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

燃料电池汽车相比纯电动汽车的产业化进程约晚10年左右

标志车型：燃料电池城市客车

燃料电池混合动力成熟商用车是市场启动，累计5000-10000辆。

燃料电池发动机：

- 冷启动温度 $\leq -30^{\circ}\text{C}$
- 最高效率
 $\geq 45\%$ (乘用车)
 $\geq 50\%$ (商用车)
- 质量功率密度
 $\geq 450 \text{ w/kg}$ (乘用车)
 $\geq 300 \text{ w/kg}$ (商用车)
- 体积功率密度
 $\geq 400 \text{ w/L}$ (乘用车)
- 寿命
 $\geq 5000 \text{ h}$ (乘用车)
 $\geq 10000 \text{ h}$ (商用车)

2020

标志车型：燃料电池大型SUV

燃料电池汽车基本成熟，规模化推广累计达到5-10万辆。

燃料电池发动机：

- 冷启动温度 $\leq -40^{\circ}\text{C}$
- 最高效率
 $\geq 50\%$ (乘用车)
 $\geq 60\%$ (商用车)
- 质量功率密度
 $\geq 550 \text{ w/kg}$ (乘用车)
 $\geq 400 \text{ w/kg}$ (商用车)
- 体积功率密度
 $\geq 600 \text{ w/L}$ (乘用车)
- 寿命
 $\geq 6000 \text{ h}$ (乘用车)
 $\geq 20000 \text{ h}$ (商用车)

2025

标志车型：燃料电池卡车

新一代氢能技术突破，氢燃料电池技术在交通和能源领域推广应用达100万辆。

燃料电池发动机：

- 冷启动温度 $\leq -40^{\circ}\text{C}$
- 最高效率
 $\geq 55\%$ (乘用车)
 $\geq 60\%$ (商用车)
- 寿命
 $\geq 8000 \text{ h}$ (乘用车)
 $\geq 30000 \text{ h}$ (商用车)
- 车载储氢
 80 g/L

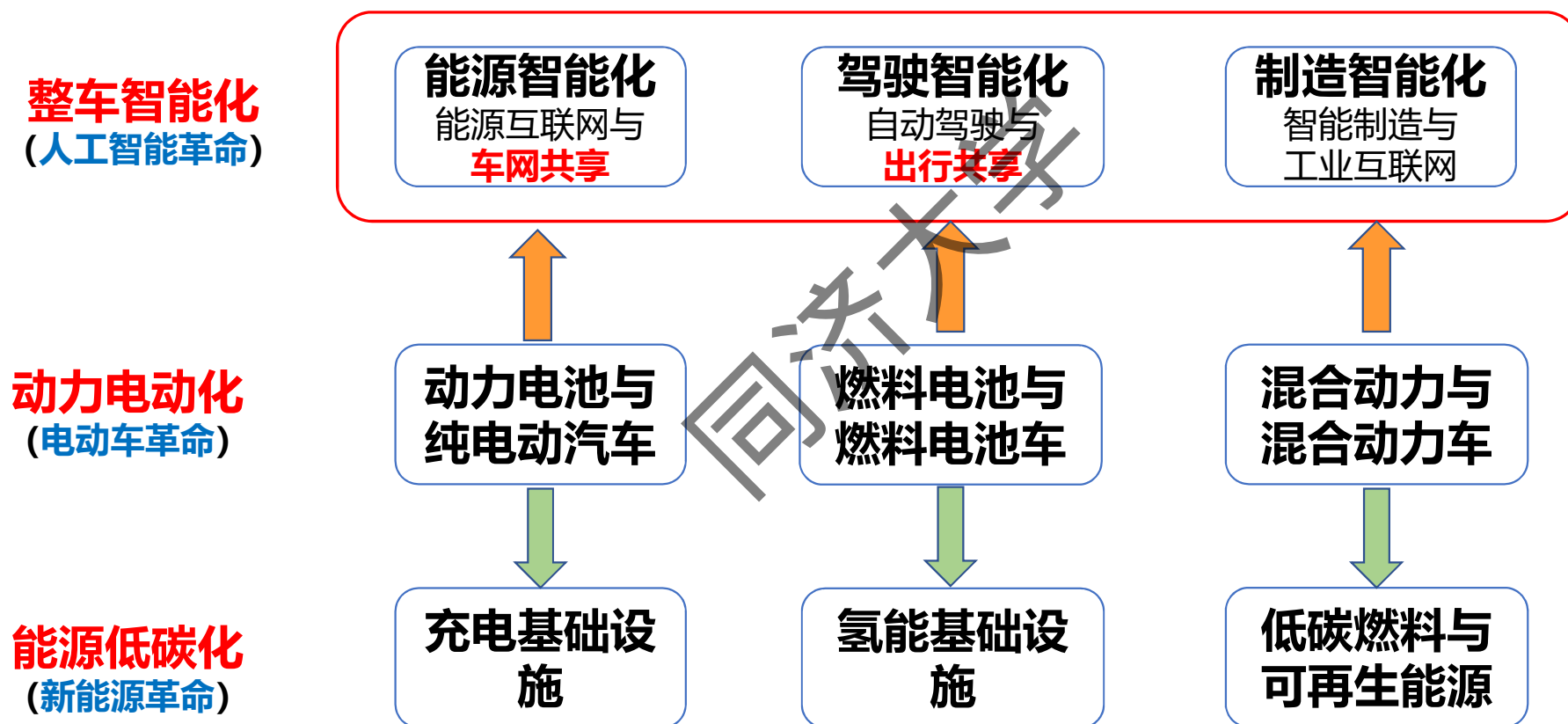
2030

中国燃料电池的产业链还很薄弱，但产业化态势全球最佳，已经吸引了全球相关资源的深度参与，预计在今后5~10年有可能达到与目前中国锂离子电池国际地位相当的水平。

新能源动力系统长期发展宏观路线图



同济大学
TONGJI UNIVERSITY



内容提要

一、纯电动动力技术路线展望

二、混合动力技术路线展望

三、燃料电池技术路线展望

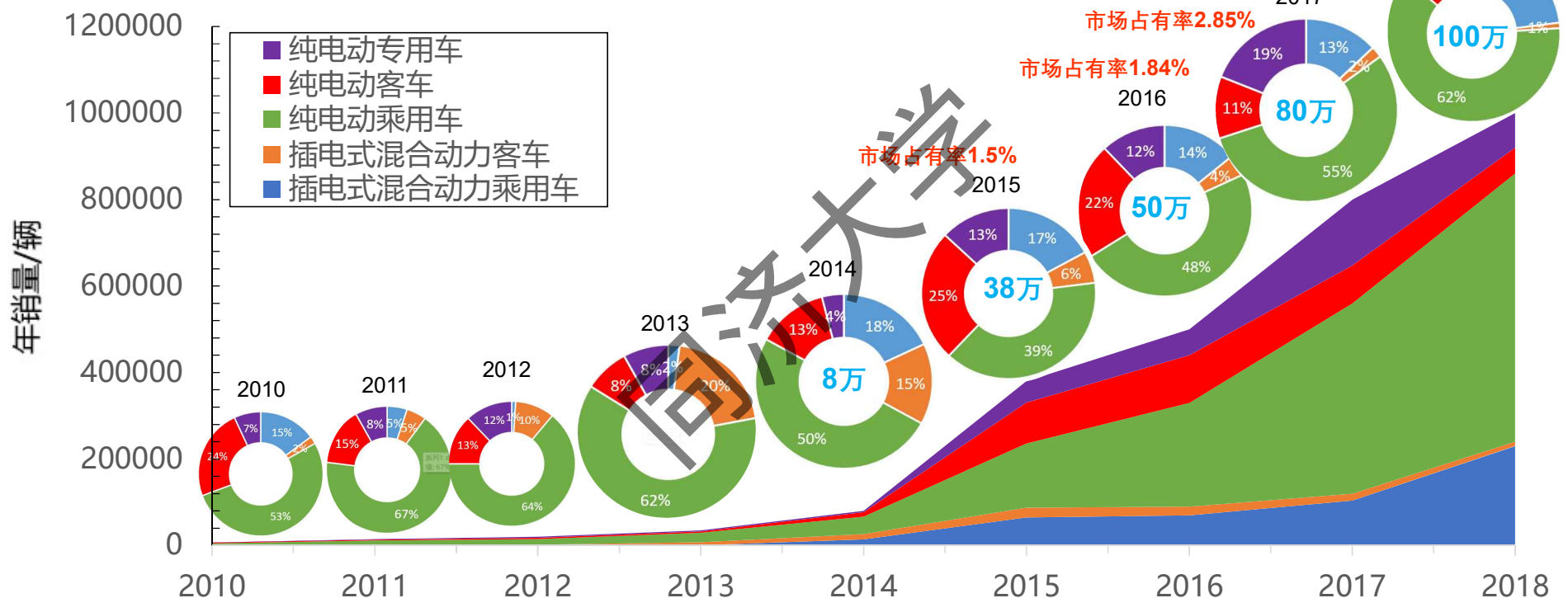
四、电动化与新能源融合发展展望

中国新能源汽车市场增长历程



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

电动车革命发展迅猛，中国首次在全球率先成功大规模导入高科技民用大宗消费品



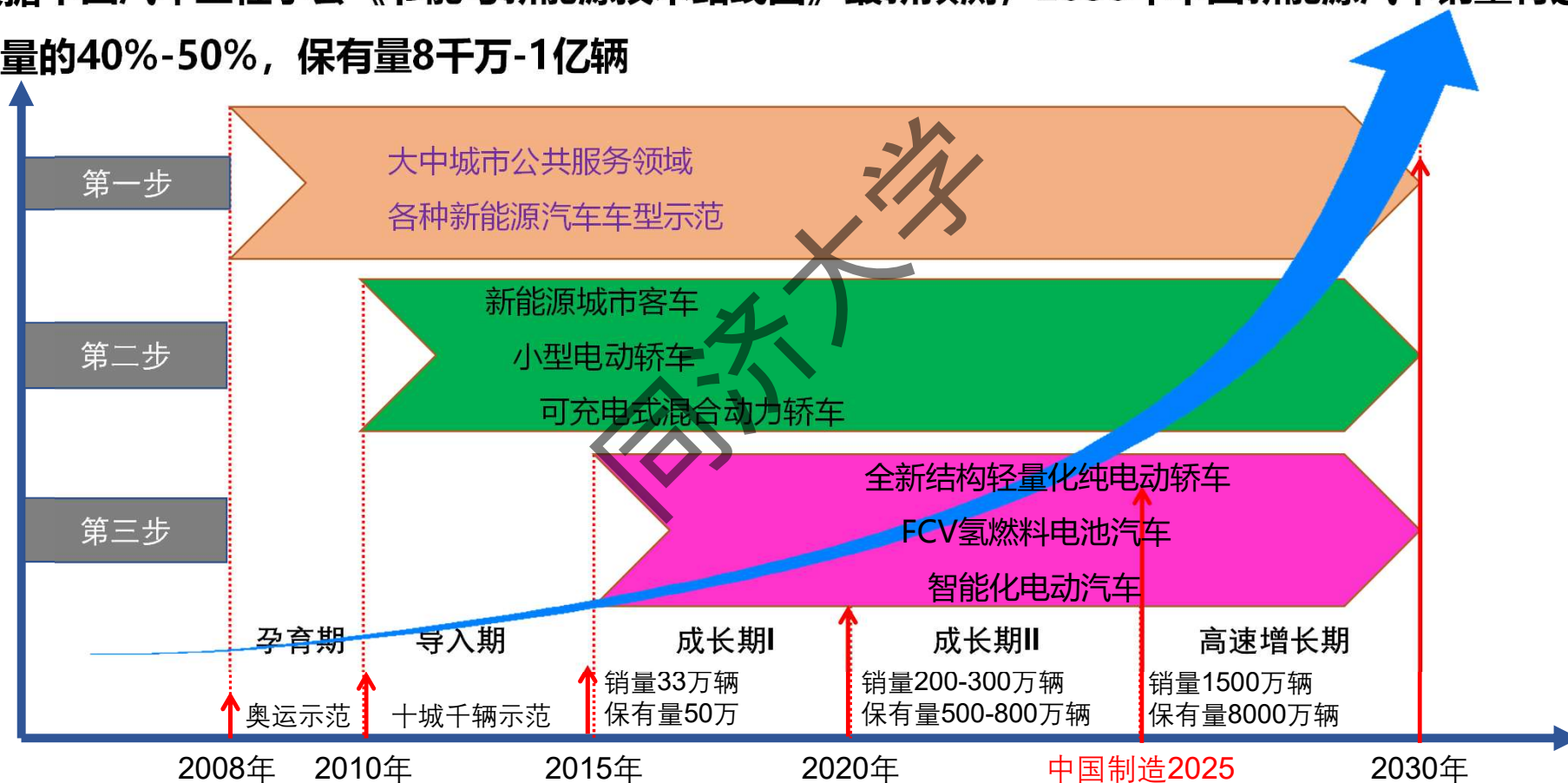
从2011到2017年，年产量从7千辆发展到80万辆；保有量从1万辆提升到180万辆，均占全球50%以上，处于领先地位。2018年年产量达到125万辆

中国汽车电动化进程预测



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

根据中国汽车工程学会《节能与新能源技术路线图》最新预测，2030年中国新能源汽车销量将达到汽车总销量的40%-50%，保有量8千万-1亿辆



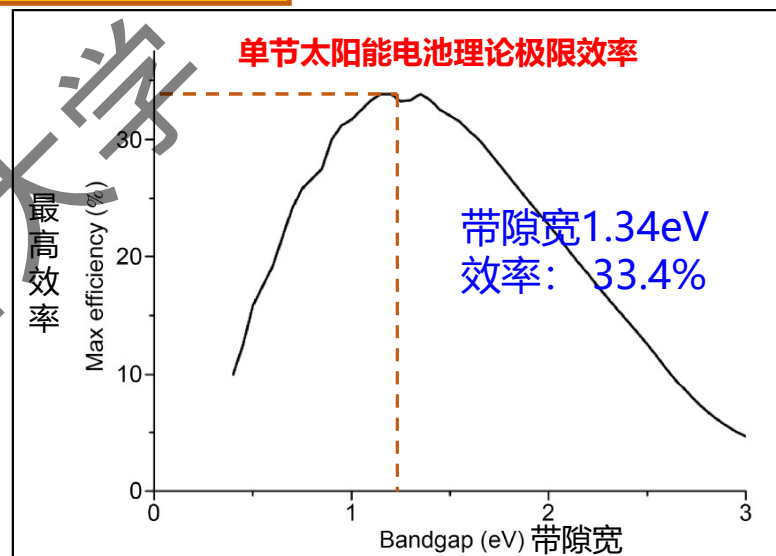
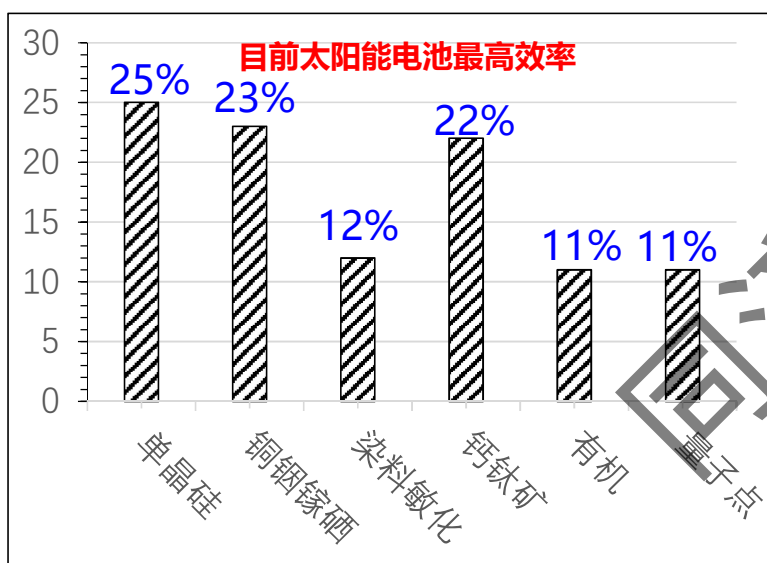
用电动汽车推动新能源革命



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

- 第三代光伏电池技术正在兴起、效率潜力巨大

下一步目标：接近30%光伏效率



典型单节自然光太阳能电池理论效率33.4%，即S-Q效率极限，主要原因是有些光子能量低于半导体材料的带隙能量时不被吸收，超过时则以热量损失。如果通过材料表面处理等手段提高光吸收率并减少热量损失标准单节太阳能电池的效率极限可达到44%。

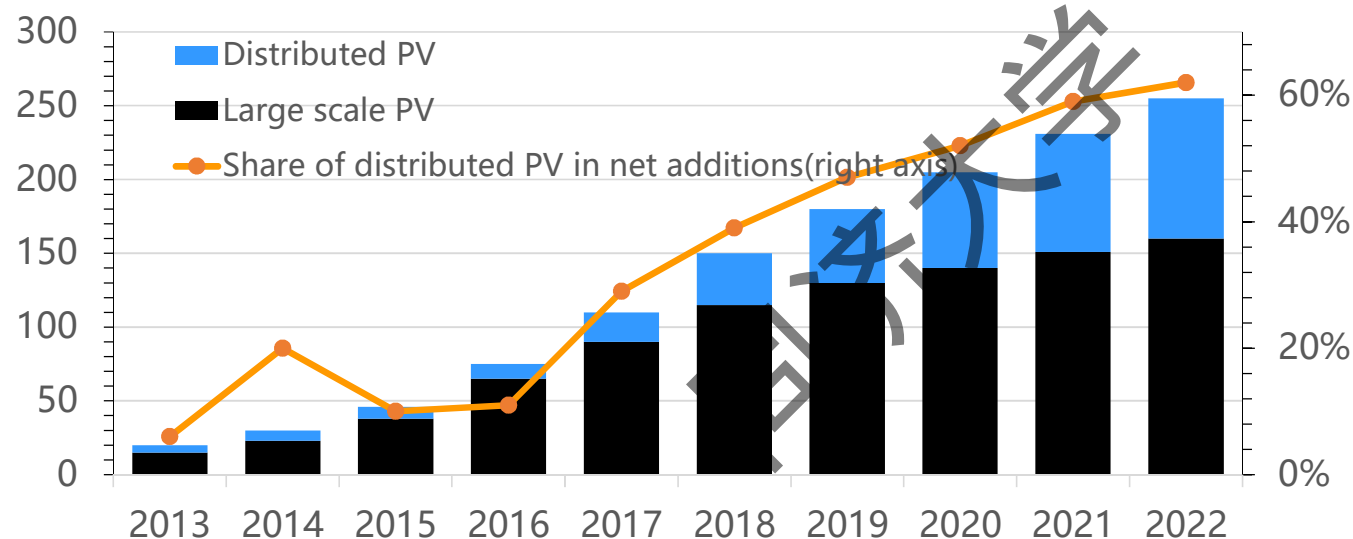
用电动汽车推动新能源革命



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

● 中国光伏产业突飞猛进、分布式光伏引领发展

中国光伏年度增长预测及分布式光伏份额



- IEA预测到2020年分布式光伏将成为中国光伏的主体
- 2018年中国光伏1.5亿千瓦，2020年将达到2.5亿千瓦以上，年增5千万千瓦

分布式光伏与中国汽车分布式储能组合能源系统将构建未来能源交通体系

电动汽车新能源发展技术路线展望



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

分布式光伏、储能动力电池、氢燃料电池及电动汽车相互需要：四位一体的新能源大系统

- 2030年中国**非化石能源发电占比达到50%**（发改委、能源局2016）---**新能源汽车占比40%~50%**
- 2030年电动车保有量将达到**8千万~1亿辆**（使用全国发电量的**7%左右**）
- 车载动力电池的能量将达到**50亿度电左右**（2017中国每天的总用电量约为**140亿度**）
- 车载动力电池的充放电总功率将达到**10亿~200亿千瓦**（2017年中国全部装机容量为**17亿千瓦**）

公共快充
补电站数量

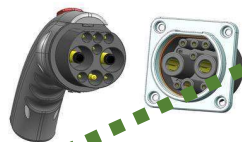
300万

推广：

- 自用桩大规模增长，成为轿车主流充电方式
- 加快充电基础设施改造，提高电压到700V，扩建快速充电基础设施建设

研究：

- 研究以大功率快充为代表的各类充电技术、无线充电、交流快充；
- 开展V2G小规模示范（以及V2X各类技术研究）；

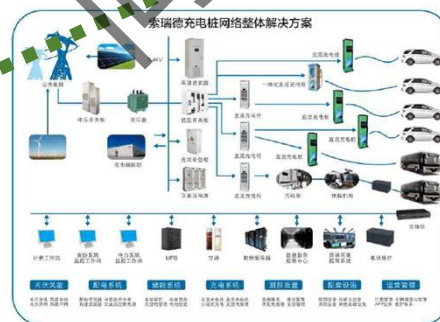


推广：

- 示范新一代充电技术
- 大规模V2G示范应用

研究：

- 电动汽车充电与新能源智能化关键技术



推广：

- 推广新一代充电技术，大规模基础设施改造

研究：

- 实现新能源智能化，满足乘用车快速补电需求



目前（小于60kW）

2020（小于150kW）

2025（小于350kW）

2030

新能源汽车展望vision2025



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

电动化:

- 锂离子电池:** 单体350瓦时/kg; 系统250瓦时/kg; 价格降到100美元/千瓦时;
- 纯电动汽车:** 50度电、200kg重电池跑400-500公里、购-用车综合成本与燃油车相当;
- 燃料电池车:** PEM燃料电池技术成熟、350公里以上轿车车型可能比纯电动有车价优势;

新能源:

- 可再生能源:** 光伏发电价格与煤电相当; 分布式能源形成规模;
- 充电基础设施:** 各种充电技术成熟并兼容、基础设施比较普及, 满足电动汽车需求;
- 能源互联网:** 适合中国国情的V2G主流技术和主流商业模式形成, 业态进入成长期;

智能化:

- 自动驾驶:** L1、L2级成为标配; L3级规模商业化; L4/L5级进入市场;
- 智能制造:** 基于主动避撞和电动底盘平台, 车身轻量化、造型个性化、制造数字化;
- 智能网联:** 车联网与交通网联化、网上定制与销售、共享出行生态;

2025年左右是全方位突破的关键转折点

- 新能源汽车1.0 (2015-2025)** 电动汽车 (BEV、PHEV、FCHEV、车辆互联网与辅助驾驶)
- 新能源汽车2.0 (2020-2030)** 新能源电动汽车 (1.0+EV/PV、充电互联网与V2G)
- 新能源汽车3.0 (2025-2035)** 新能源智能化电动汽车 (2.0+无人驾驶功能)



同濟大學
TONGJI UNIVERSITY

谢谢

Thanks for listening!