



一汽新能源汽车发展战略及技术研发实践

刘明辉

中国第一汽车股份有限公司技术中心

2011年09月07日

1

中国汽车产业低碳问题分析

2

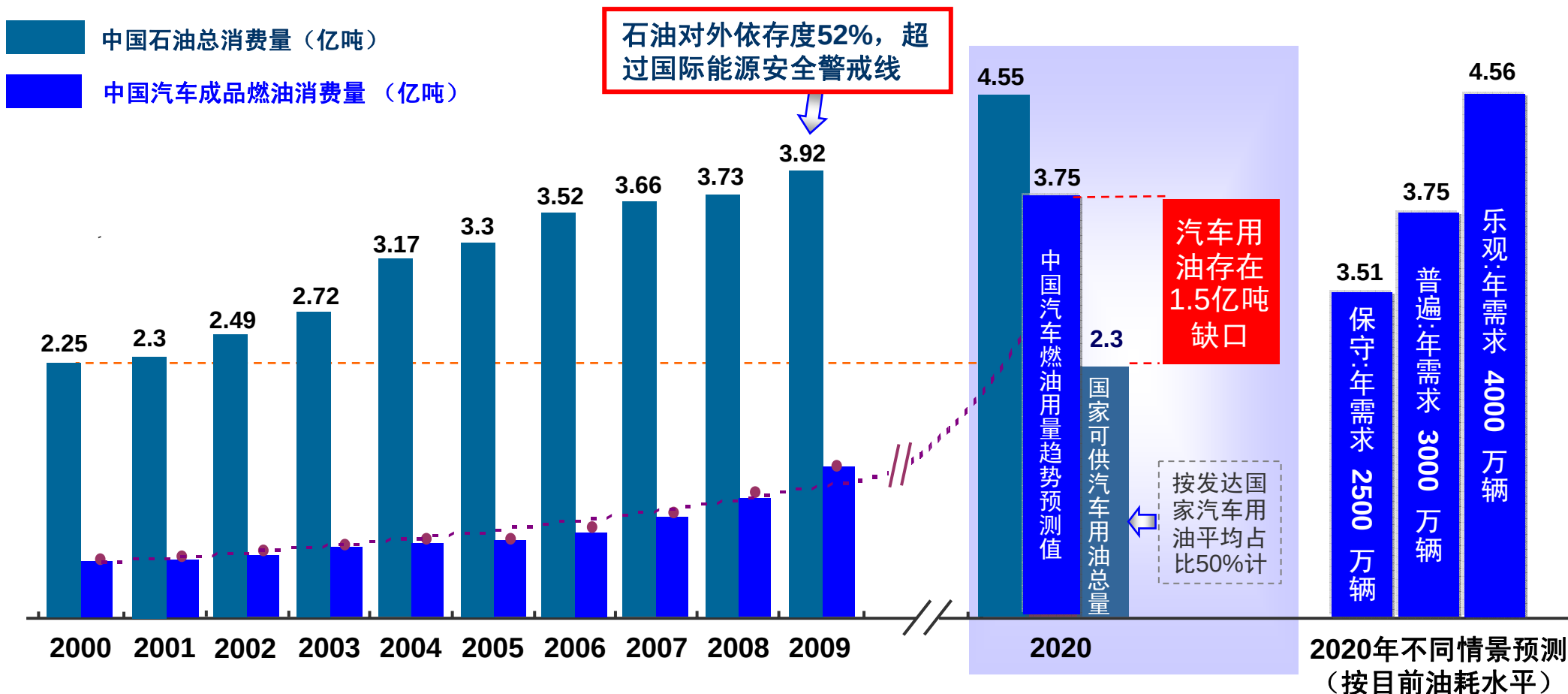
一汽集团新能源汽车发展战略

3

一汽新能源汽车技术研发实践

1. 中国汽车产业低碳问题分析

1.1 中国汽车工业发展与石油资源短缺的挑战

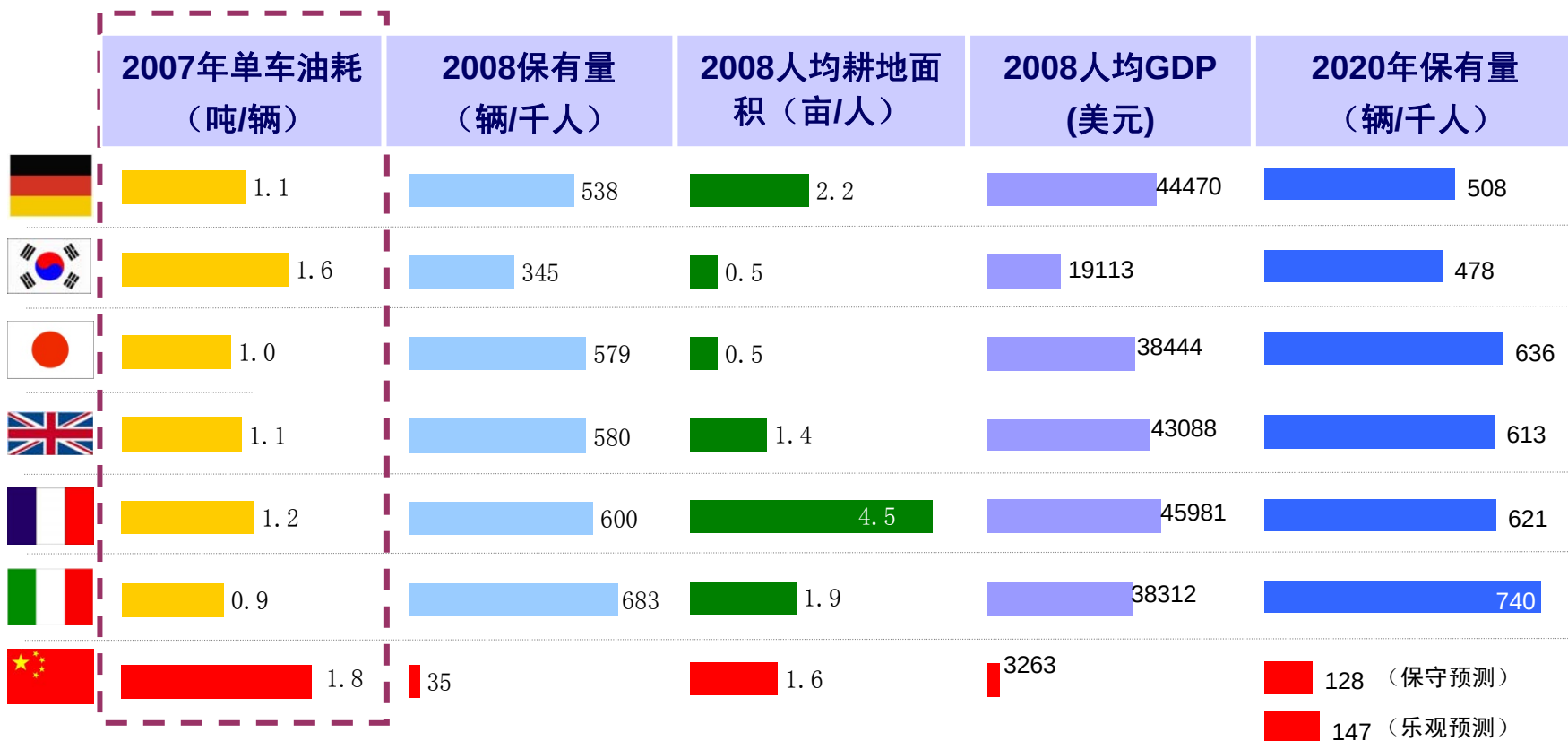


注：2005年前数据来源于VDA

- **发展：**中国汽车用油增长快、占比大，预测到2020年达到3.5~4.5亿吨
- **挑战：**中国汽车产业要可持续发展就必须通过低碳化技术弥补高于1.5亿吨的汽车用油缺口

1. 中国汽车产业低碳问题分析

1.1 中国汽车工业发展与石油资源短缺的挑战



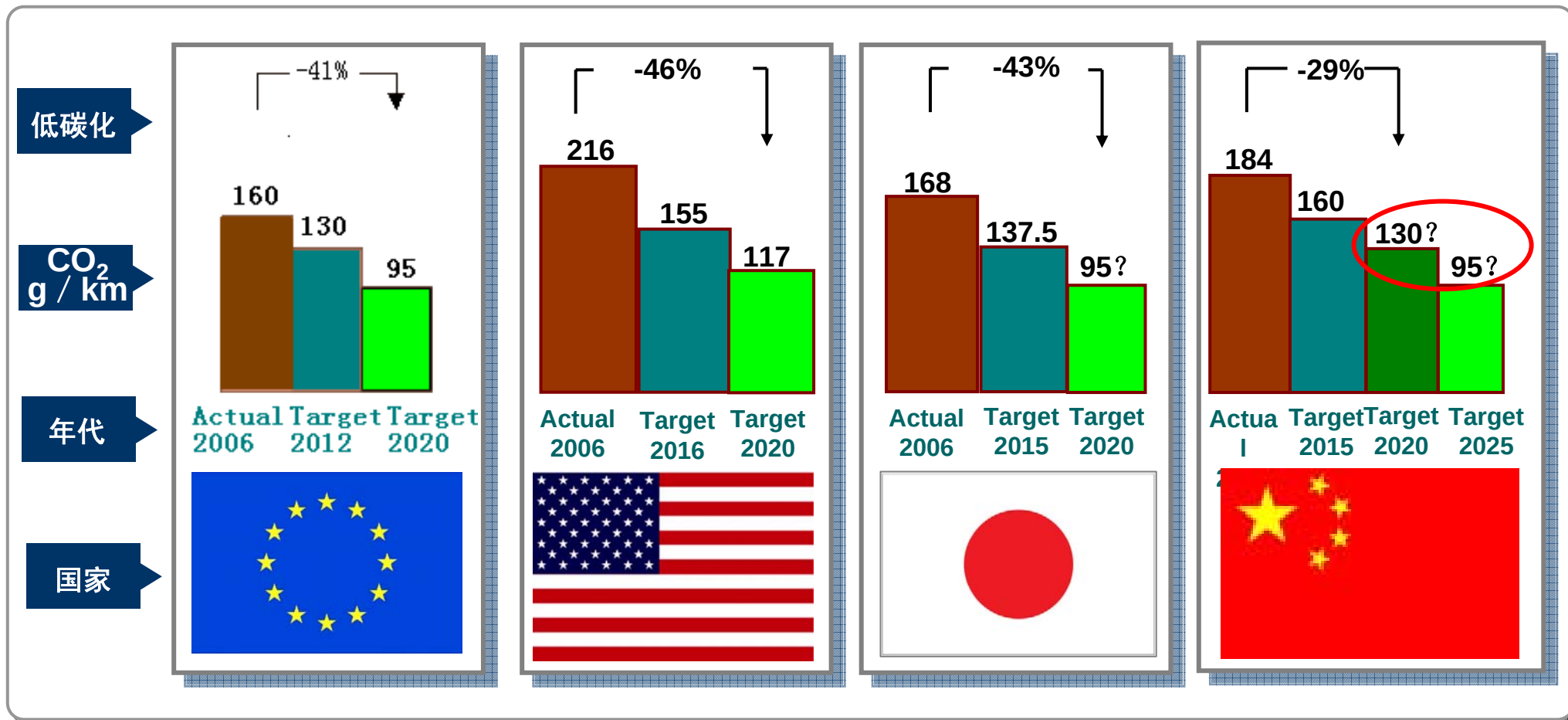
注：单车油耗和2020总油耗根据VDA数据计算所得

注：本观测值已考虑三阶段技术进步

- 发展：中国汽车单车油耗远高于发达国家水平，是日本的1.8倍，如此难以维系高保有量
- 挑战：若中国实施汽车低碳化技术使单车油耗达到日本07年水平，2020年将节油1.2亿吨

1. 中国汽车产业低碳问题分析

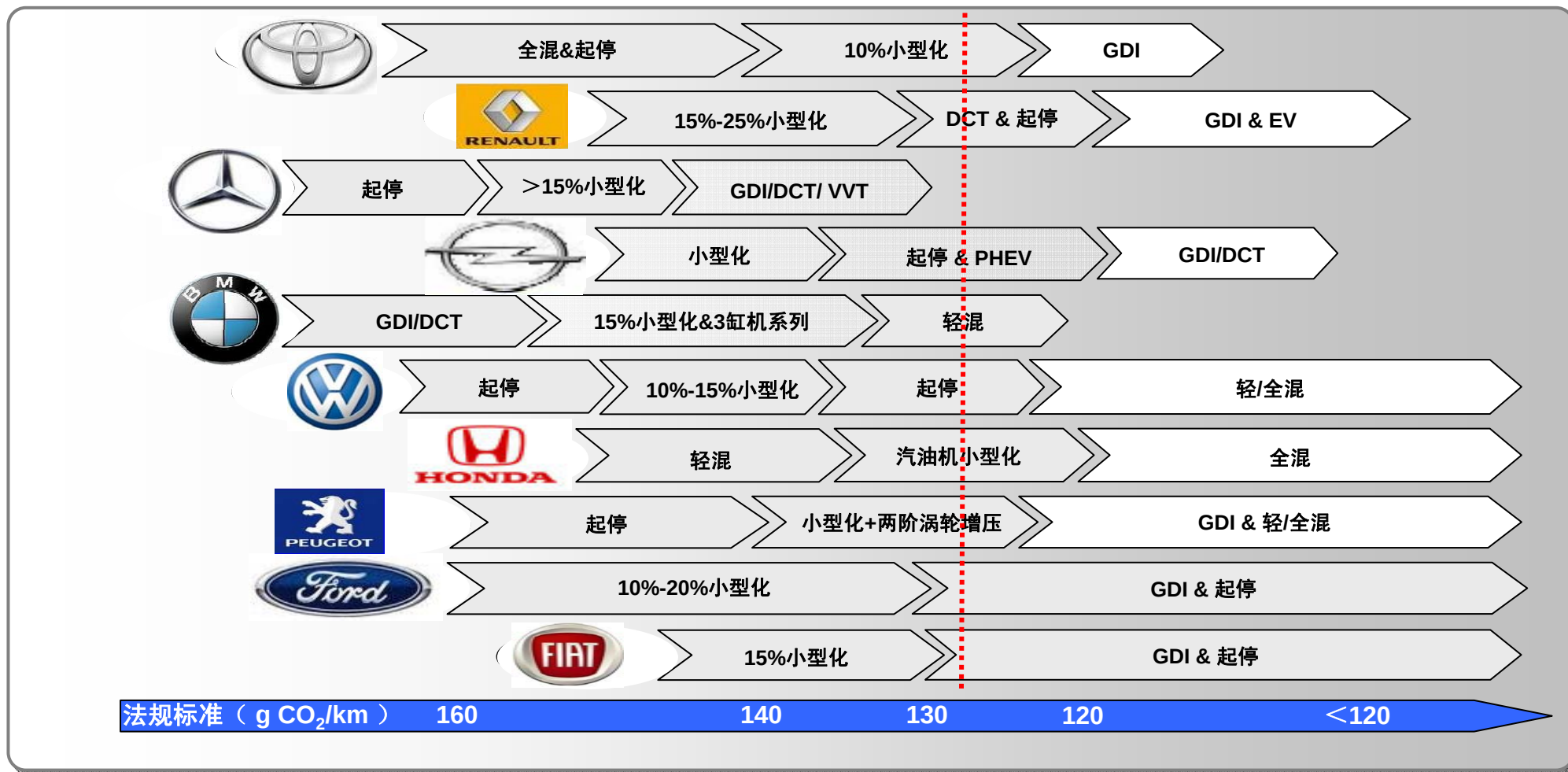
1.2 世界各国汽车业CO₂排放法规



- 发展：未来十年为减少温室气体污染，各汽车大国均制定了严格的乘用车CO₂排放法规
- 挑战：未来十年低碳化是全球汽车新的和最具挑战的法规约束

1. 中国汽车产业低碳问题分析

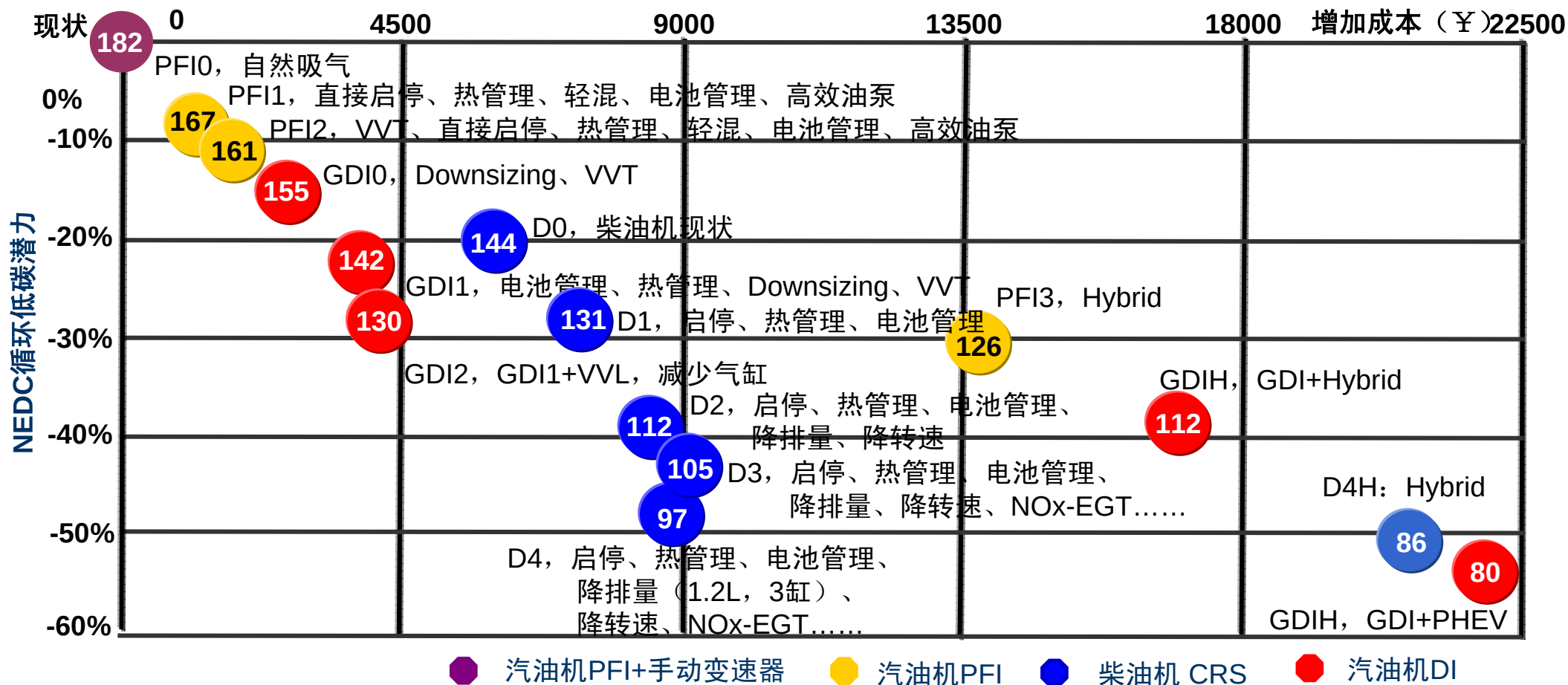
1.3 世界主要汽车公司低碳技术路线分析



- 在CO₂法规的驱动下，全球主要汽车厂商均提出了节能低碳的技术路线
- 新能源汽车是低碳问题的主要解决方案

1. 中国汽车产业低碳问题分析

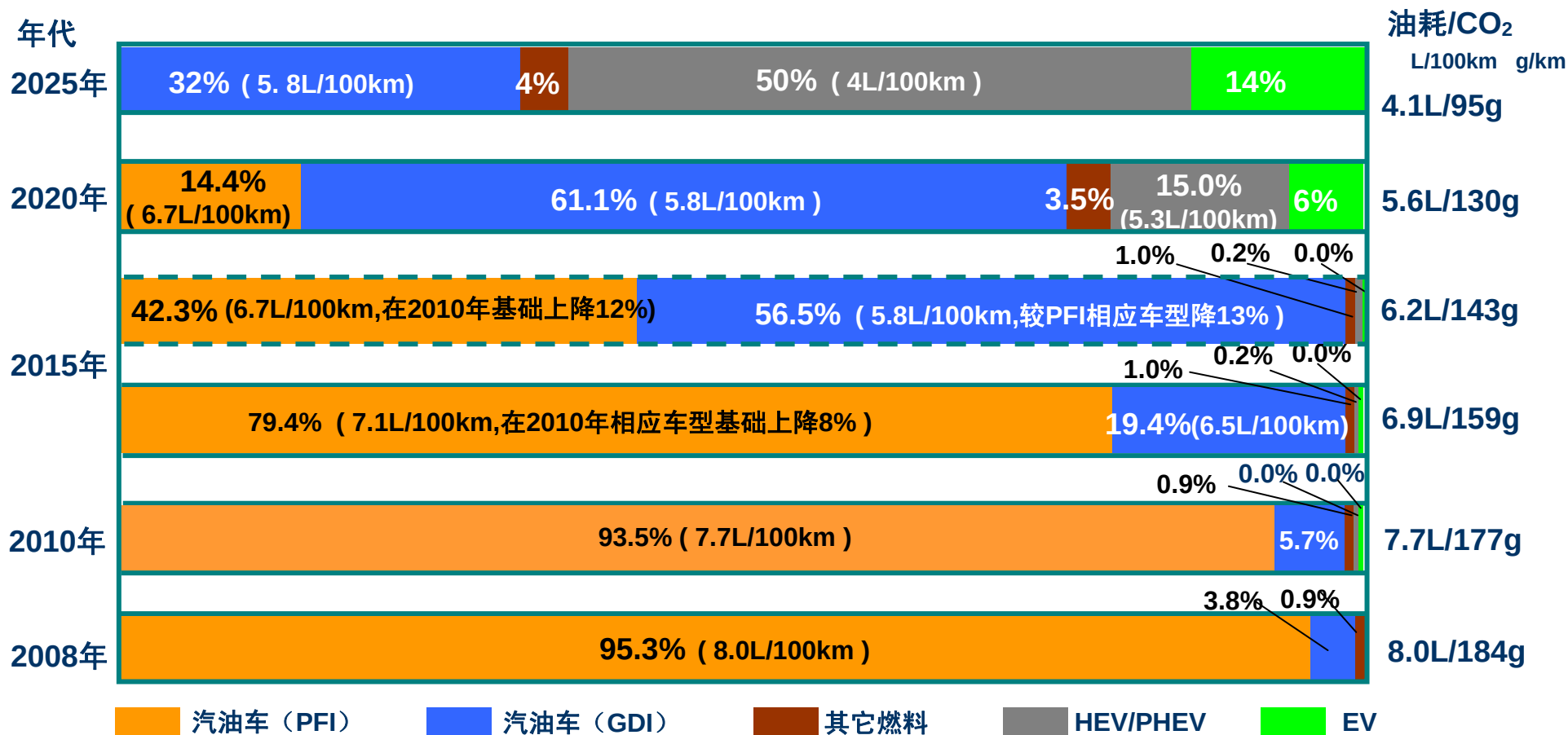
1.4 中国汽车产业低碳技术路线分析— 各种动力总成低碳潜力分析



传统内燃机的高效化与电驱动系统的科学结合是中国汽车低碳化的关键技术路线

1. 中国汽车产业低碳问题分析

1.4 中国汽车产业低碳技术路线分析— 解决方案



- 过去十年中国自主轿车开发和投产了大量CO₂排放较高的PFI汽油机产品
- 未来五到十五年中国汽车工业面临结构性的电动化产业调整

1

中国汽车产业低碳问题分析

2

一汽集团新能源汽车发展战略

3

一汽新能源汽车技术研发实践

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

2.1 一汽集团面向低碳的“蓝途”战略



传统动力低碳节能技术和新能源汽车技术并举的“蓝途”战略

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

2.1 一汽集团面向低碳的“蓝途”战略

“蓝途”战略：新能源汽车技术战略

经济上可行 技术上可能 环境上可容

商用车板块

密切关注氢燃料
生物燃料技术

乘用车板块

BEV
(纯电动)

HEV
(混合动力)

BEV
(纯电动)

PHEV
(插电式)

HEV
(混合动力)

公交12米

城市物流车

森雅

A000

A0

B50

B70

C131

一汽新能源汽车技术战略的总体思想：“经济上可行、技术上可能、环境上可容”

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

2.1 一汽集团面向低碳的“蓝途”战略

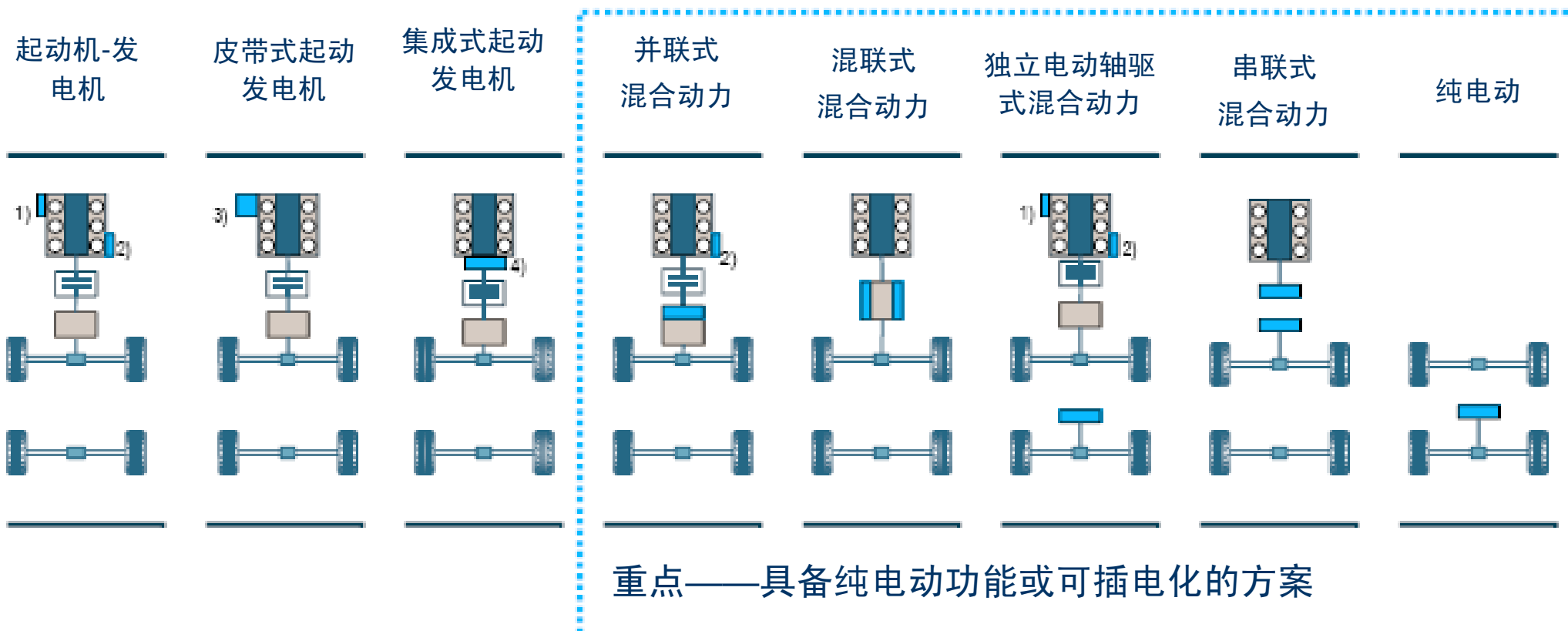
五大战略					
整车平台	核心总成	核心零部件	核心支撑	新能源汽车	
打造支撑集团发展的战略性产品平台及核心整车平台	集团继续建设核心总成战略资源，统一谋划，统一调配	零部件体系要向高技术含量、高附加值的产品结构调整	核心技术支撑包括产品开发技术和产品制造技术两方面	突破核心技术，加速商品开发，掌控关键部件资源	

六大体系任务					
研发体系	自主乘用车体系	自主商用车体系	合资合作体系	核心零部件体系	新能源汽车体系
整合研发资源、强化研发管理、不断提高研发效率、保持国内领先的自主创新能力与水平	做好基础平台、拓展平台车系、打造核心车型、做强动力总成、提升品牌溢价能力	调整中重型产品结构、掌控核心技术、调整生产布局、提升产能、发展全系列轻型商用车产品	培育并形成自主的产品开发能力，加大对自主体系的支撑力度	培养一汽核心零部件体系能力、提高自主产品的核心竞争力	加速新能源车商品化开发、强化新能源汽车研发能力建设

新能源汽车技术已被列为一汽“五大战略”之一和“六大体系任务”之一

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

2.2 一汽新能源汽车技术路线---面临多种可选技术路线



 发动机
  变速器
  离合器
  电机

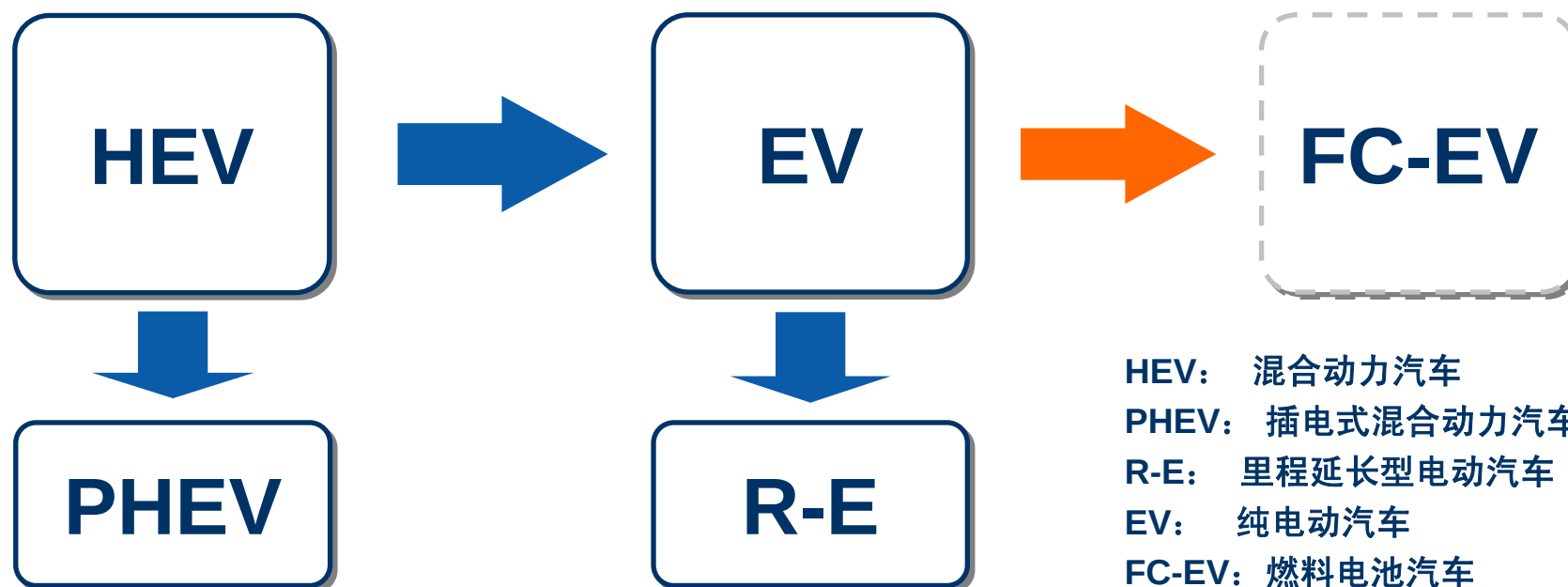
1) 发电机 2) 起动机 3) 皮带式启动/发电机 4) 集成式启动发电机

资料来源：罗兰贝格

具备纯电动功能或可插电化的方案是优选技术路线

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

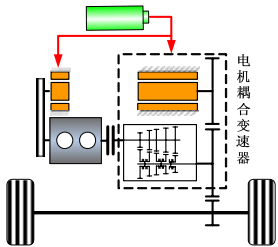
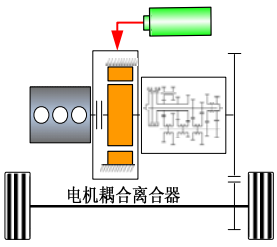
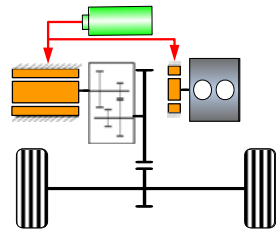
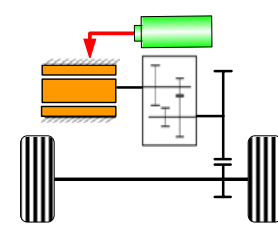
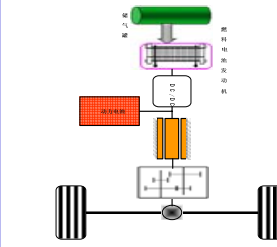
2.2 一汽新能源汽车技术路线



- 实现节能低碳：满足国家中长期《乘用车燃料消耗量限值》标准要求
- 逐步电驱动化：根据动力电池技术成熟和成本可接受程度，逐步开发相应新能源车型
- 核心技术自主：关键总成、核心技术自主掌控
- 面向未来汽车：社会、家庭、汽车低碳一体化

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

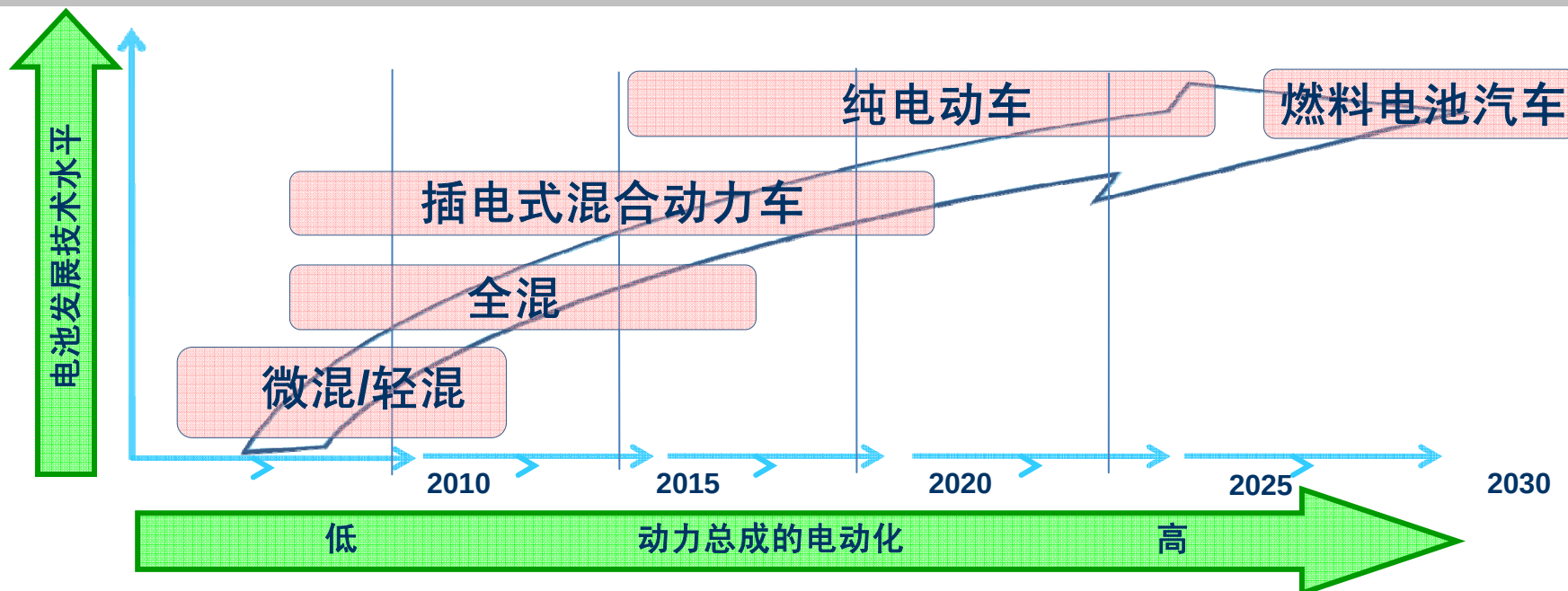
2.3 一汽新能源汽车发展原则

技术路线		HEV/PHEV	HEV/PHEV	RE	EV	FCEV
构型定义						
功能	怠速起停	√	√	-	-	-
	纯电动行驶	√	√	√	√	√
	行车发电	√	√	-	√	√
	联合驱动	√	√	-	-	√
	制动能量回收	√	√	√	√	√
	外接充电	(-) / √	(-) / √	√	√	√
低碳水平		>35% / >50%	>35% / >50%	60%	>100%	100%

根据各种电动汽车技术路线，制定一汽电动汽车动力系统构型方案，满足整车低碳水平

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

2.3 一汽新能源汽车发展原则

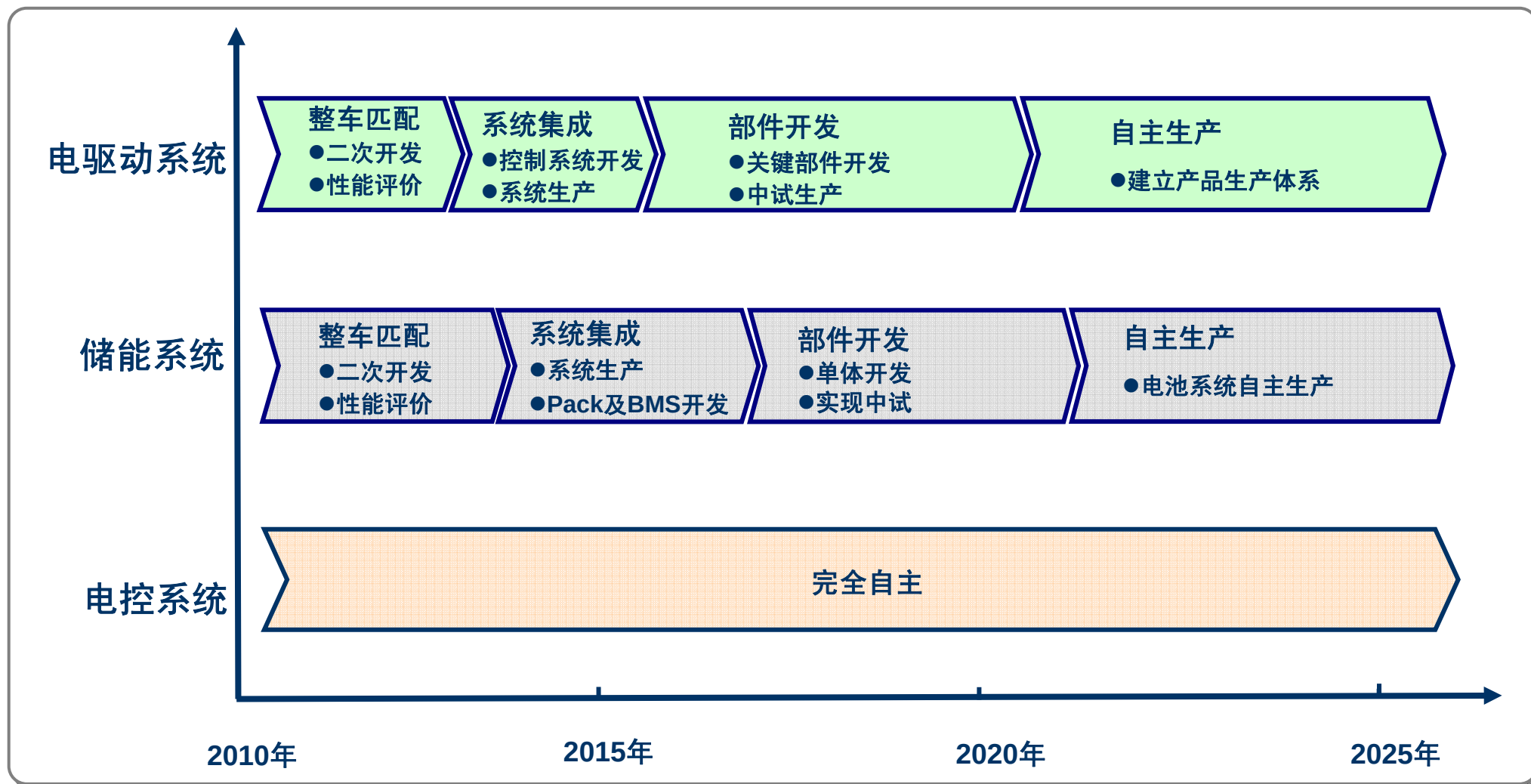


HEV、PHEV及EV构型特点 △：一般 ○：较好 ◎：好										
特点 分类	发动机启停	纯电动 里程	总续驶 里程	再生 制动	充电 时间	排放性 能	节油效 果	充电设 施依赖	产业化 潜力	成本 增加
HEV	◎	△	◎	△	-	△	△	◎	◎	◎
PHEV	◎	○	◎	○	○	○	○	○	○	○
EV	-	◎	△	◎	△	◎	◎	△	△	△

根据动力电池技术成熟和成本可接受程度，逐步开发相应新能源车型

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

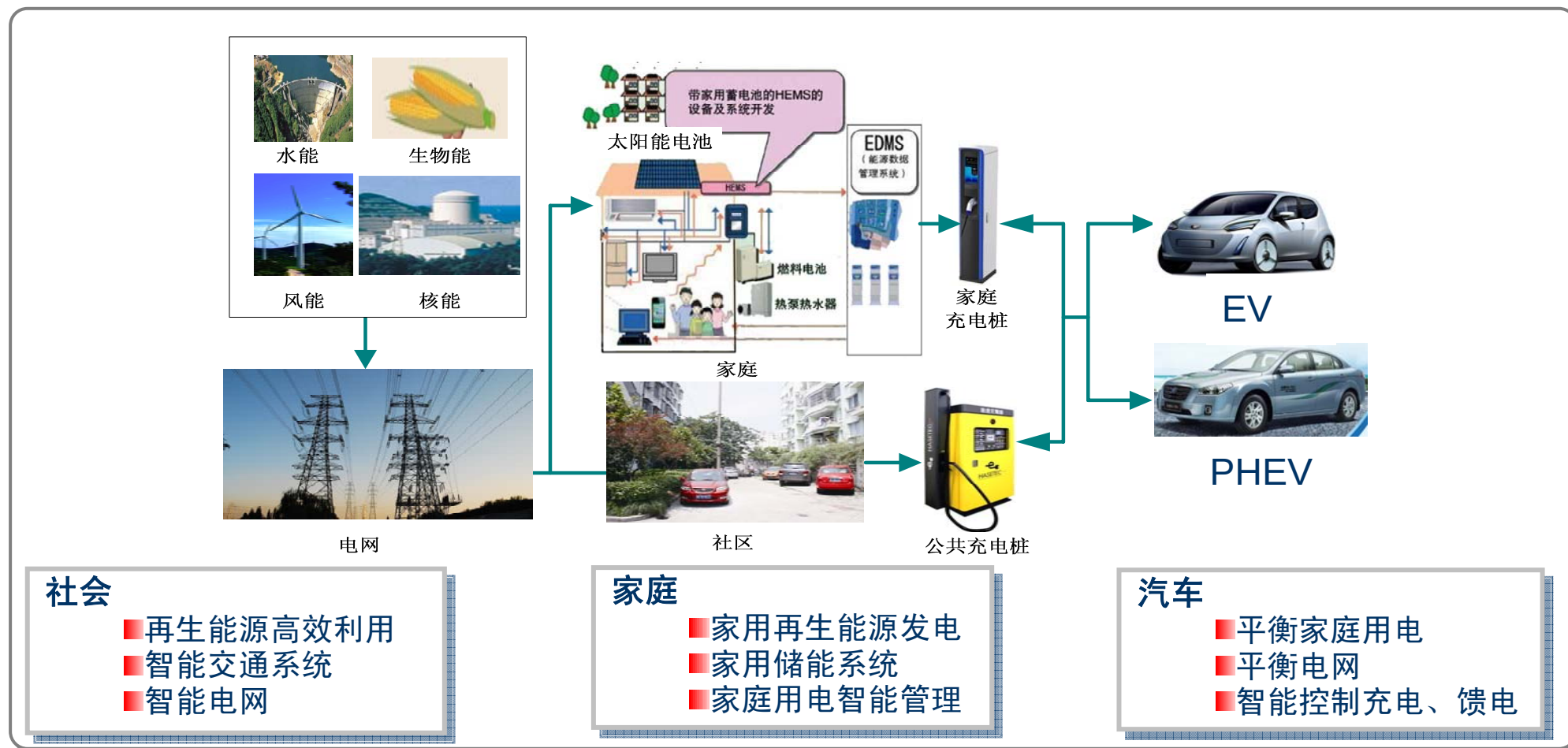
2.3 一汽新能源汽车发展原则



逐步实现核心技术自主掌控、关键总成自主开发

2. 一汽集团新能源汽车发展战略

2.3 一汽新能源汽车发展原则



- 社会、家庭、汽车一体化是未来低碳社会的综合解决方案
- PHEV/EV是汽车发展的最终趋势

1

中国汽车产业低碳问题分析

2

一汽集团新能源汽车发展战略

3

一汽新能源汽车技术研发实践

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.1 一汽混合动力轿车— 研发历程

1998-2000



红旗串联功能车

2002-2005



红旗混联性能车

2006-2008



奔腾混联性能车

2009-2013



奔腾混联产品车

历时十余年自主开发，一汽混合动力轿车开发技术趋于成熟

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.1 一汽混合动力轿车— 奔腾B70HEV



整车产品描述:

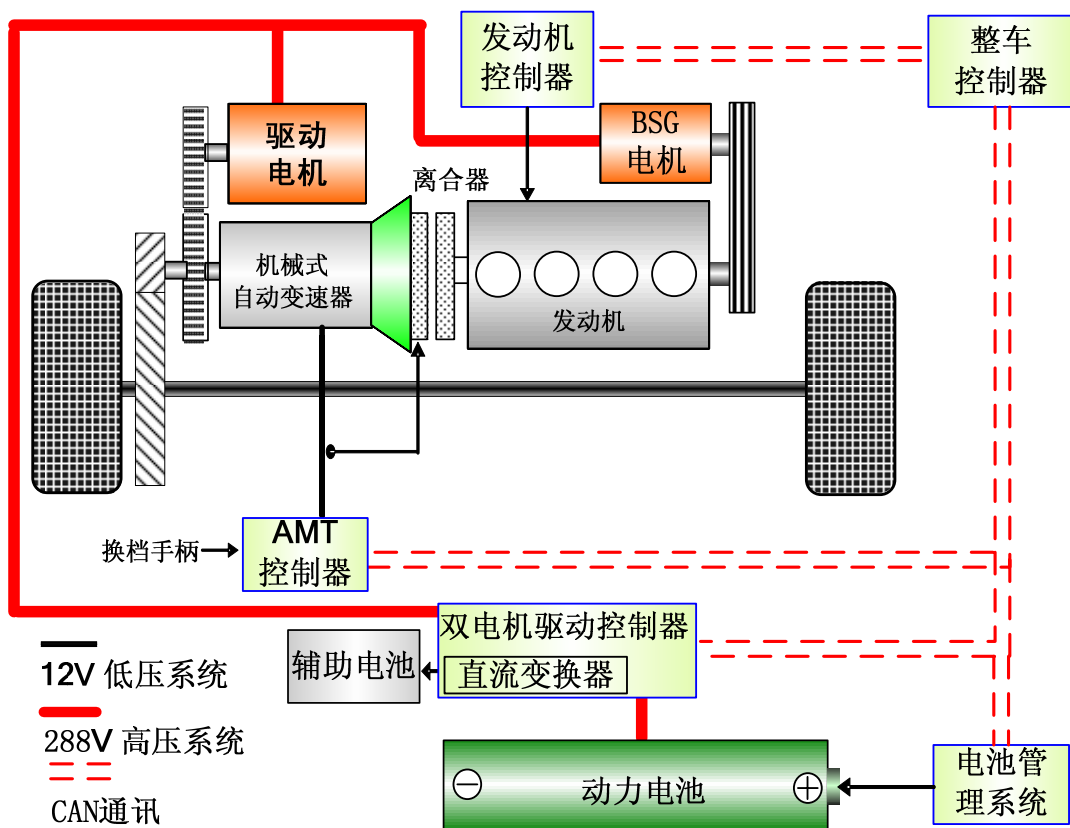
- 采用FAW-TMH深度混合动力系统
- 满足欧洲 2015年的CO₂排放限值
- 整车价格20万元以内
- 可PHEV化

项目		参数
车辆	长/宽/高(mm)	4705/1782/1465
	整备质量(kg)	1520
总成	发动机	CA4GA5H 4缸 1.5L
	变速器	5AMT
	驱动电机	永磁同步 40kW
	电池组	300 V / 5.3Ah/锂电
功能		发动机起停,纯电动, 助力,再生制动
性能	最高车速(km/h)	180
	加速性(s) (0-100 km/h)	10.5
	NEDC油耗 (L/100km)	5.9

开发计划：2011完成性能样车开发；2013年实现SOP

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.1 一汽混合动力轿车— 奔腾B70HEV技术创新



一汽双电机深度混合动力系统FAW-THM™



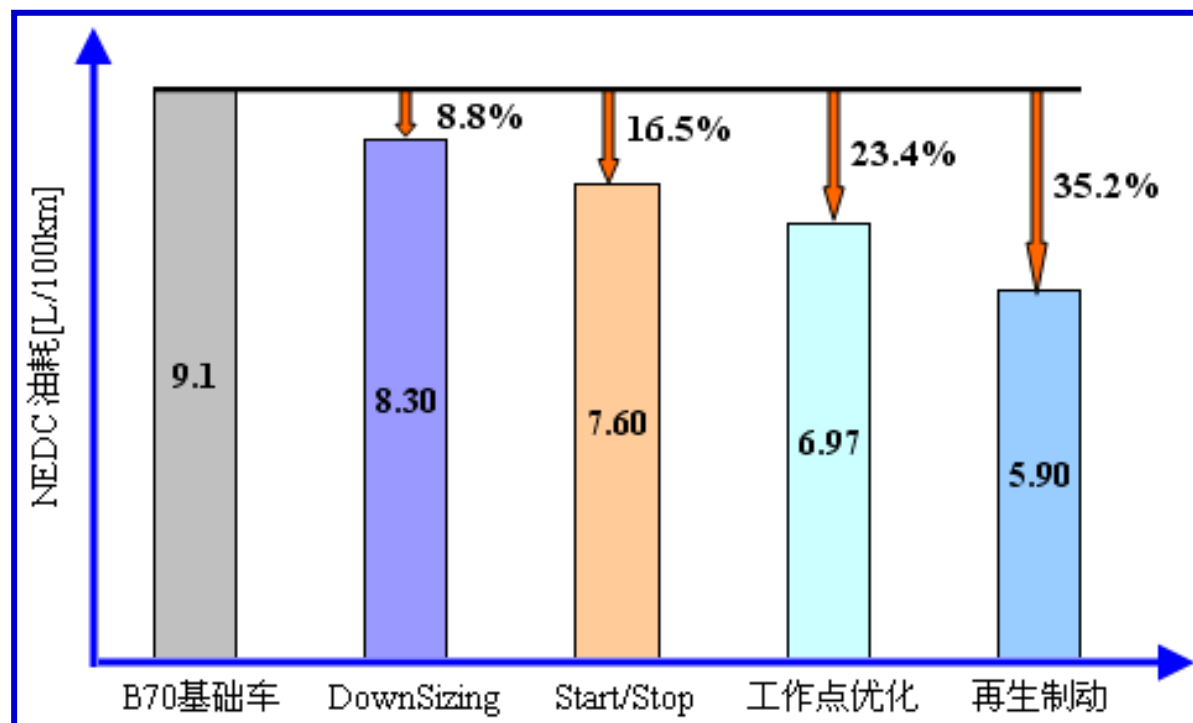
中国一汽自主双电机混合动力系统构型TMH™与丰田PRIUS对标得出的技术先进性为：

- ①. 汽车动力源完全解耦— 发动机、电动机、发电机三大动力源可独立工作，使动力混合应用最灵活；
- ②. 可实现相同的混合度— 具备“无怠速、减小发动机排量和制动能量回收”三大混合动力节油功能；
- ③. 制动能量回收效率更高— 主电机与变速器输出轴直接传动，车轮制动能量传递与变速器挡位无关。

实现动力系统构型原始创新，取得国、内外发明专利

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.1 一汽混合动力轿车— 奔腾B70HEV研发成果



功能	对比车型	Down Sizing	Start/Stop	工作点优化	再生制动	总节油效果
节油贡献率	B70基础车	8.8%	7.7%	6.9%	11.8%	35.2%

■ 经国际权威TUV认证：B70HEV轿车NEDC油耗5.9L/100km

■ B70HEV轿车满足欧洲2015年CO₂排放130g /km 标准，达到国际先进水平

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.1 一汽混合动力轿车— 奔腾B70HEV生产情况

■ 中试

- 一汽技术中心具备新能源轿车中试能力，可进行总成试制、车身改制、整车装配、下线检测等中试工作
- 中试能力为300辆/年

■ 产业化

- 2010年，一汽新能源公司成立
- 2011年，形成新能源轿车小批量生产能力
- 2013年，达到单班10000辆/年



中试装配线

- 建立中试装配线，满足整车产品开发
- 成立一汽新能源汽车公司，满足小批量生产，2013年实现批量生产

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.1 一汽混合动力轿车— 奔腾B50PHEV



整车产品描述:

- 采用FAW-TMH动力系统平台
- 100km/h以下纯电动行驶
- NEDC工况，纯电续驶里程大于40km

项目		参数
车辆	长/宽/高(mm)	4600/1785/1435
	整备质量(kg)	1634
总成	发动机	CA4GA5H 4缸1.5L
	变速器	5AMT
	驱动电机	永磁同步 40kW
	电池组	320 V / 35Ah锂电
功能		发动机起停,纯电动, 助力,再生制动
性能	最高车速(km/h)	180
	加速性(s) (0-100 km/h)	10.5
	NEDC油耗 (L/100km)	3.2

2011年8月22日产品下线，首批车定向投放用户，实现小批量生产与销售。

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.2 一汽混合动力客车— 研发历程

2002-2003



功能样车

2004-2006



性能样车

2007-2008



定型样车

2009-2012

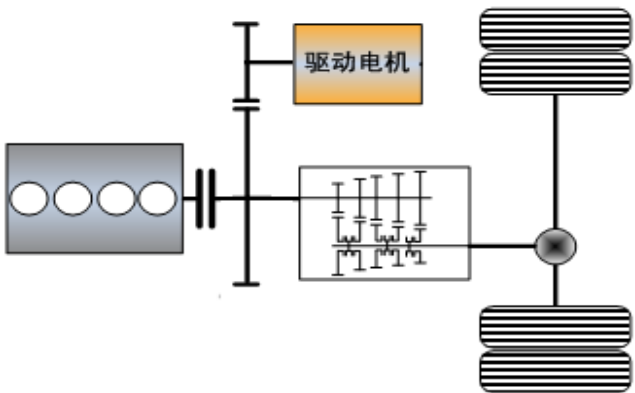


产品样车

在10-12米的公交客车上自主完成了功能样车、性能样车、定型样车和产品样车开发

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.2 一汽混合动力客车——一代12米混合动力公交客车



整车产品描述:

- 单电机中度混合，节油超过25%。
- 适合商用卡车和客车平台。

项目		参数
车辆	长/宽/高(mm)	11995X2546X3200
	整备质量(kg)	12050
总成	发动机	162 kW @ 2500 rpm
	机电变速器	5AMT
	电机1	90 kW @ 3600 rpm
	电池组	336 V / 40 Ah NiMH
功能		发动机Start/Stop, 联合驱动, 制动能量回收
性能	最高车速(km/h)	>80
	0-50km/h加速性(s)	<30
	城市油耗(L/100km)	<30 (节油>25%)
示范运行		大连、长春、昆明

开发计划：2009年小批量市场投放，2010年实现批量生产

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践



- 已投放大连、长春、昆明等城市482辆混合动力客车，国内总量第一。
- 此外，成都、无锡等均有采购计划或意向。

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

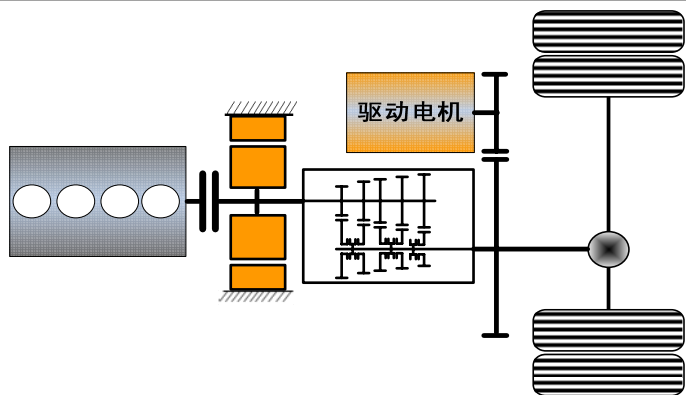
3.2 一汽混合动力客车——一代12米混合动力公交客车



- 2010年“解放牌混合动力客车项目”获第一汽车集团公司科技创新一等奖。
- 2010年“解放牌混合动力客车项目”获吉林省科技进步一等奖。

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.2 一汽混合动力客车— 二代12米混合动力公交客车



整车产品描述:

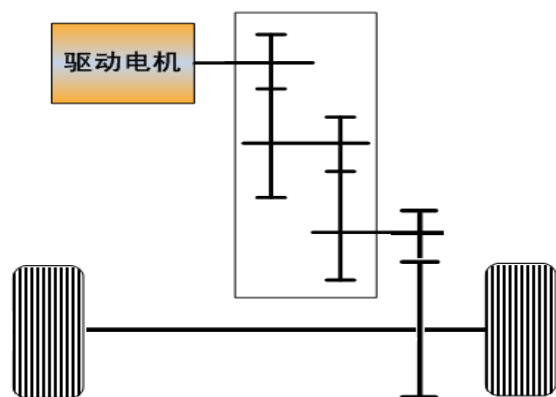
- 双电机深度混合, 节油超过35%
- 适合商用卡车和客车平台

项目		参数
车辆	长/宽/高(mm)	12000/2500/3200
	整备质量(kg)	11300
总成	发动机	国4 118kW
	机电变速器	5AMT
	电机1	30kW / 300Nm
	电机2	80kW / 480Nm
	电池组	360V / 30Ah锂电
功能		发动机起停,纯电动, 助力,再生
性能	最高车速(km/h)	>80
	0-50km/h加速性(s)	<30
	城市油耗(L/100km)	<25 (节油>35%)

开发计划: 2012年完成功能车开发, 2014年完成性能样车开发, 2015年实现SOP

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.3 其他开发车型— B50EV纯电动轿车



整车产品描述:

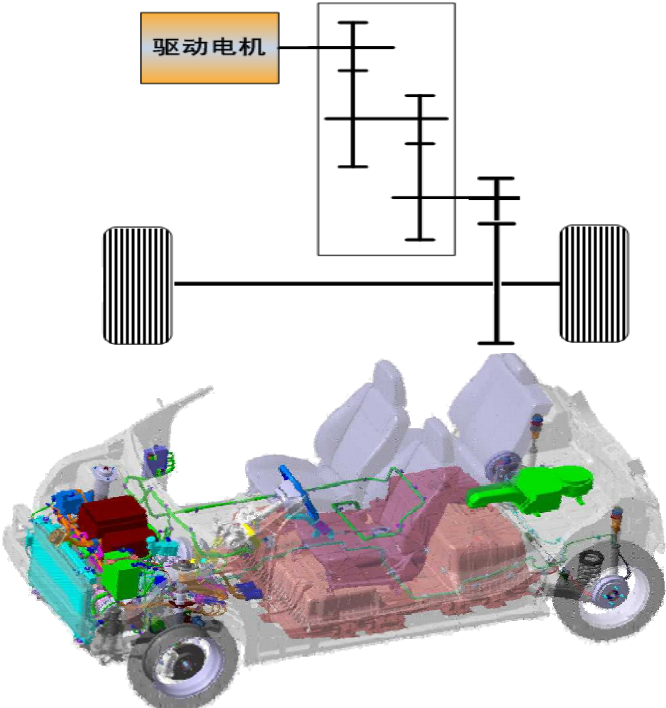
- 动力系统搭载设计
- 满足近期示范运行

项目		参数
车辆	长/宽/高 (mm)	4600×1785×1435
	整备质量 (kg)	1536
总成	减速器速比	8.28
	驱动电机	210Nm/90kW
	电池组	336 V /60Ah锂电
功能		慢充 (6~8h), 快充 30min (80%SOC)
性能	最高车速 (km/h)	>130
	0-100Km/h加速性 (s)	< 13
	耗电[NEDC] (kWh/100Km)	<16
	NEDC续驶里程 (Km)	> 120

开发计划: 2011年完成性能样车开发; 2012年底实现SOP

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.3 其他开发车型— A0 EV纯电动轿车



项目		参数
车辆	长/宽/高 /mm	-
	整备质量/kg	1100
总成	减速器速比	单级减速8.28
	驱动电机	170Nm/60kW
	电池组	336V / 60Ah 锂电
功能		慢充（6~8h），快充30min（80%SOC）
性能	加速性/s（0-100 km/h）	< 14
	NEDC电耗 kWh/100km	<15
	纯电动续驶里程（NEDC)/km	160 （可满足98%的用户需求）

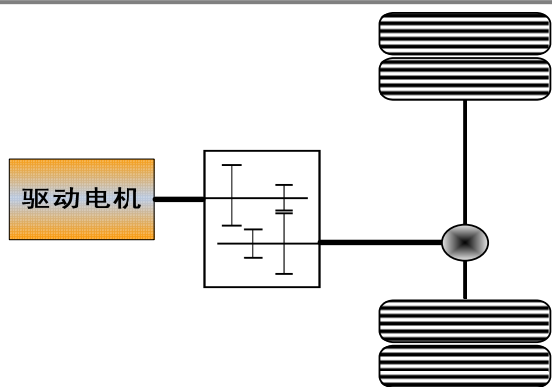
整车产品描述:

- 全新开发，包括造型、底盘一体化，
- 小尺寸大空间，集先进功能与性能于一体

开发计划：2011完成机械模型车开发；2013年完成功能样车开发；2014年完成性能样车开发；2015年SOP

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.3 其他开发车型— 12米纯电动公交客车



整车产品描述:

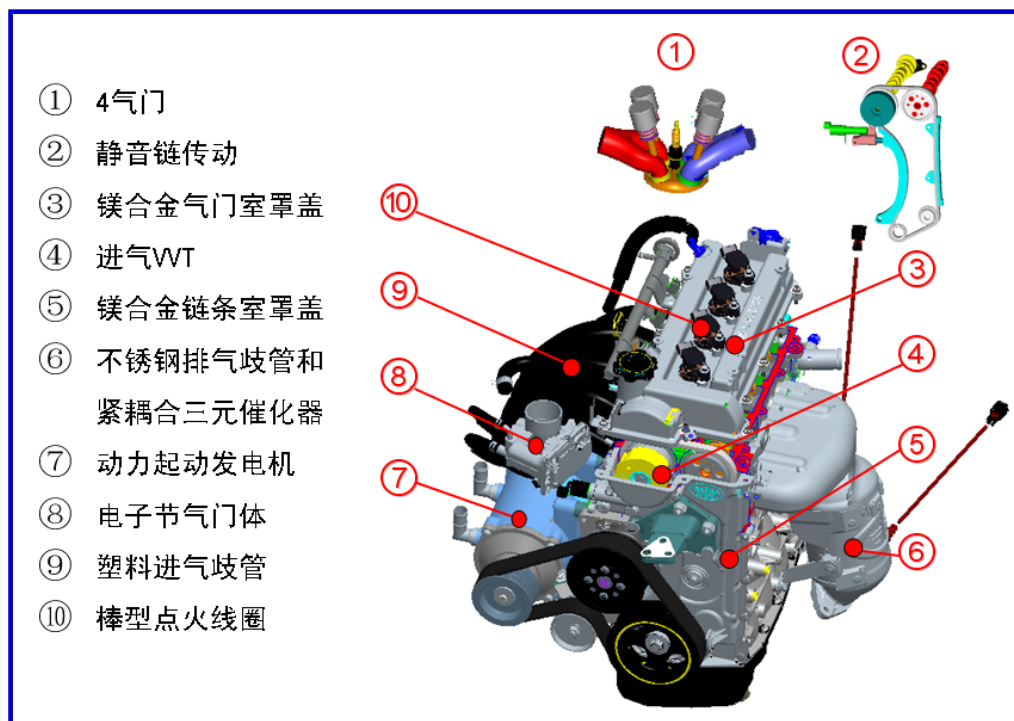
- 搭载成熟电机系统和先进的电池系统
- 适用于城市公交客车

项目		参数
车辆	长(mm)	11900
	整备质量(kg)	11300 (+1500)
总成	驱动电机	80 / 150kW
	电池组	384V / 360Ah 锂电
	减速器	6.333
功能		正常充电6~8h 纯电动、再生制动
性能	最高车速(km/h)	80
	0-50km/h加速性(s)	25
	城市工况续驶里程(km)	>120

2011完成功能样车开发；2012年完成性能样车开发，2013年实现SOP

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——混合动力专用发动机

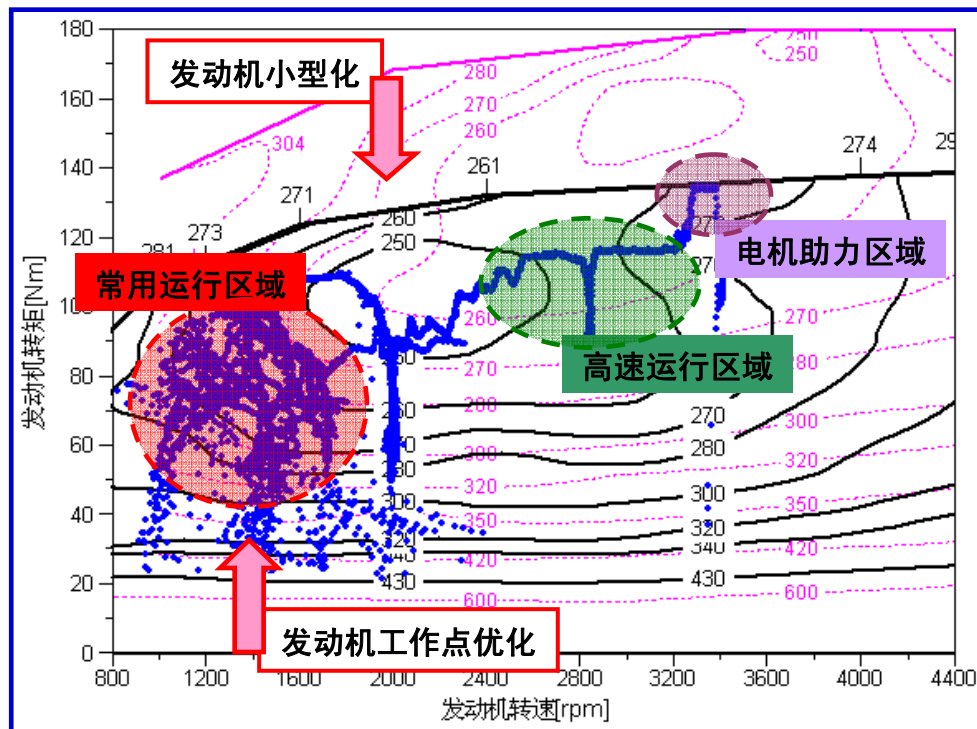
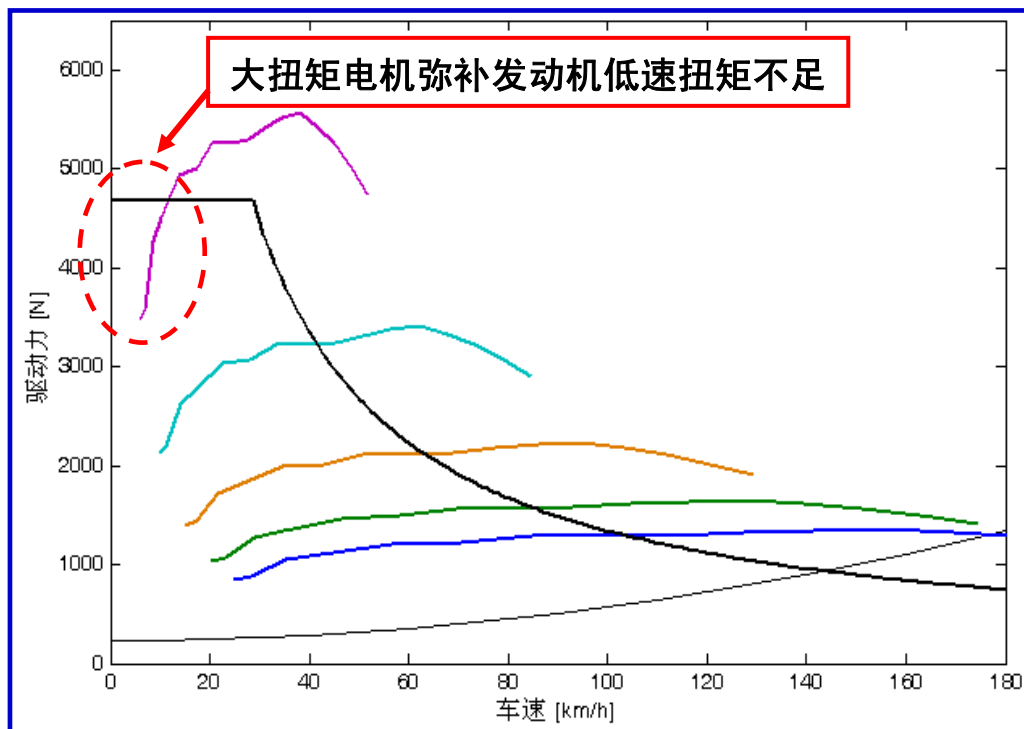


技术参数	排量 (L)	1.497
	型号	CA4GA1H
	峰值扭矩 (Nm/rpm)	135/4400
	峰值功率 (kW/rpm)	75/6000
	最高转速 (rpm)	6000
	升功率 (Kw/L)	50
	升扭矩 (Nm/L)	90

- 双顶置凸轮轴、电子节气门、进气VVT等结构紧凑1.5升发动机
- 采用带传动BSG电机
- 达到国IV排放和低油耗发动机性能

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

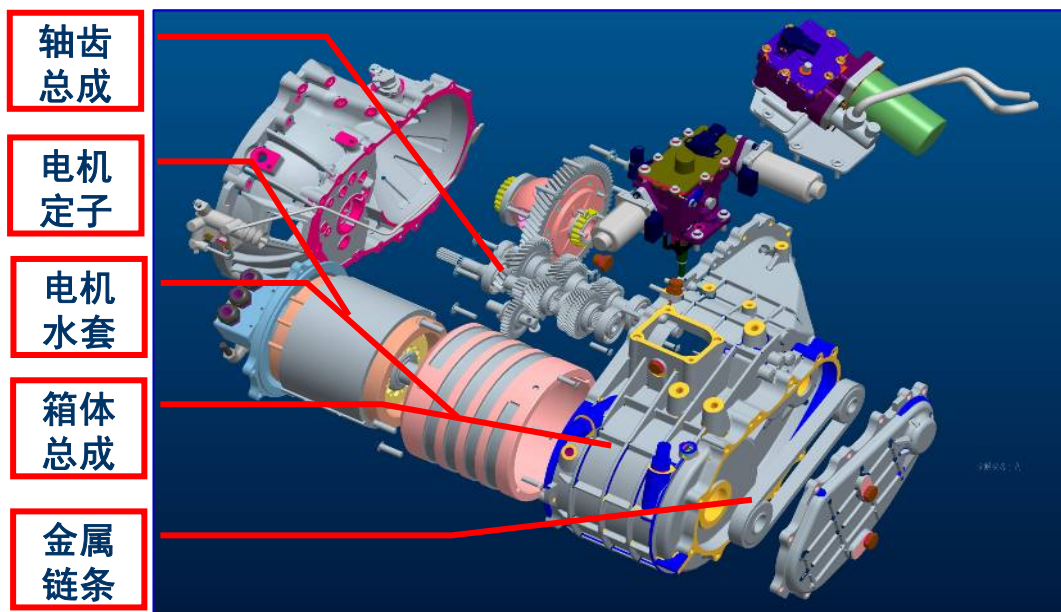
3.4 关键技术开发——混合动力专用发动机



- 大扭矩驱动电机补偿发动机低速扭矩不足，提高车辆起步性能；
- 发动机小型化，提高发动机工作负荷率；
- 采用发动机高速起动、快速暖机、高怠速发电等控制技术；

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——电机耦合变速器

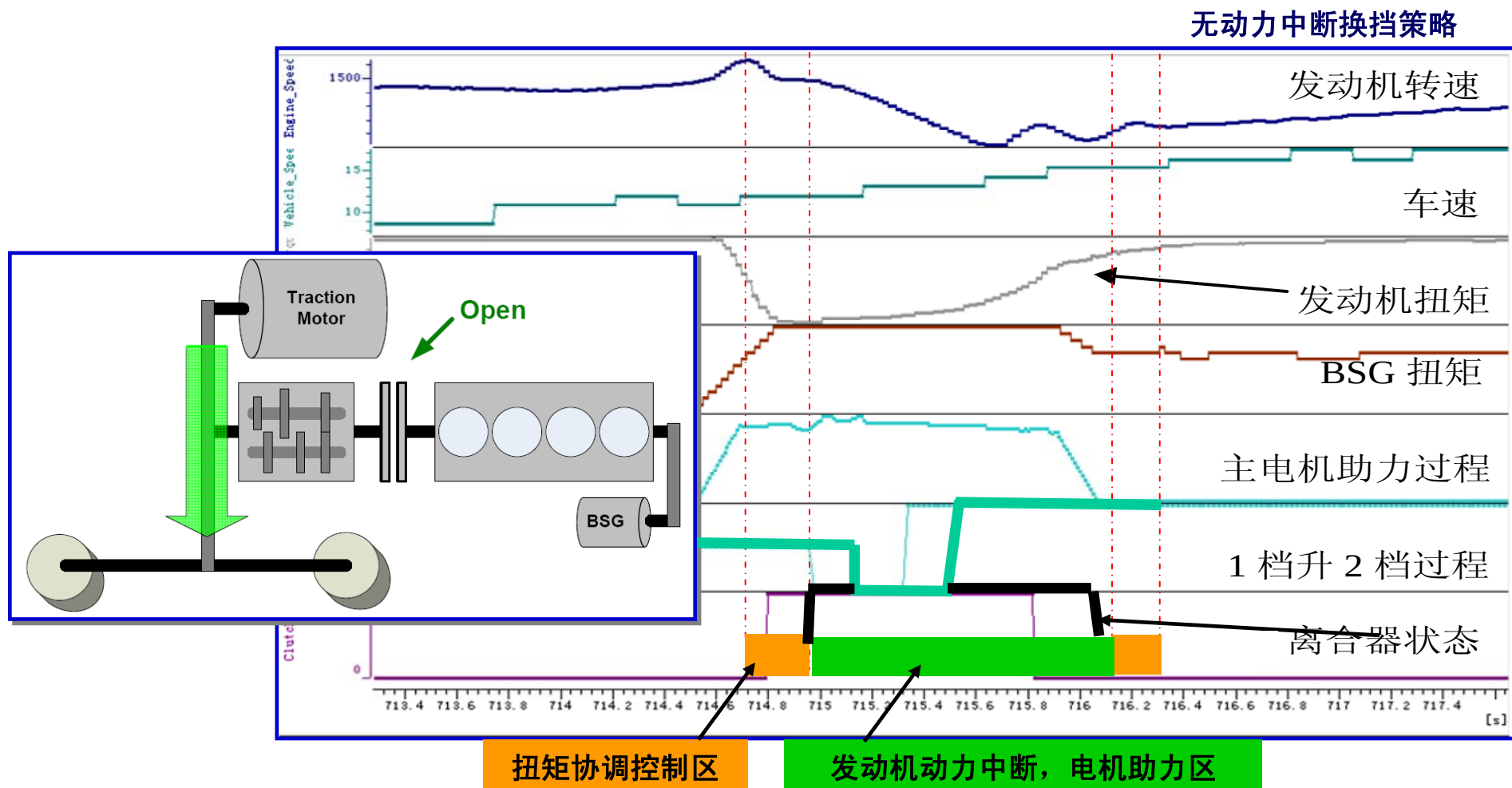


技术参数	变速器型式	机械式自动变速器
	型号	5T150AMT
	最大输入扭矩 (Nm)	150
	变速器三轴中心距 (mm)	65/123/186.16
	电机与变速器二轴中心距 (mm)	242.4
	各档速比 (1/2/3/4/5/R)	3.091 / 1.895 / 1.241 / 0.919 / 0.756 / 3.214
	主减速比	4.313

- 创新设计压入式薄壁水套，使水冷电机与机油润滑的变速器轴齿能紧凑集成在单一箱体中；
- 开发出强力金属静音链传动结构，使高速电机轴与低速变速器轴紧凑连接并输出扭矩300Nm
- 电机与变速器输出轴连接传动设计，成功地解决了传统AMT换挡动力中断

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——电机耦合变速器

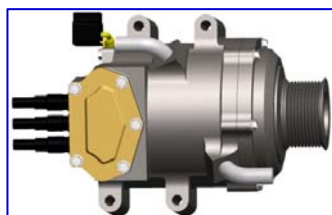


换挡无动力中断控制, 改善了AMT换挡品质, 提升了整车驾驶平顺性

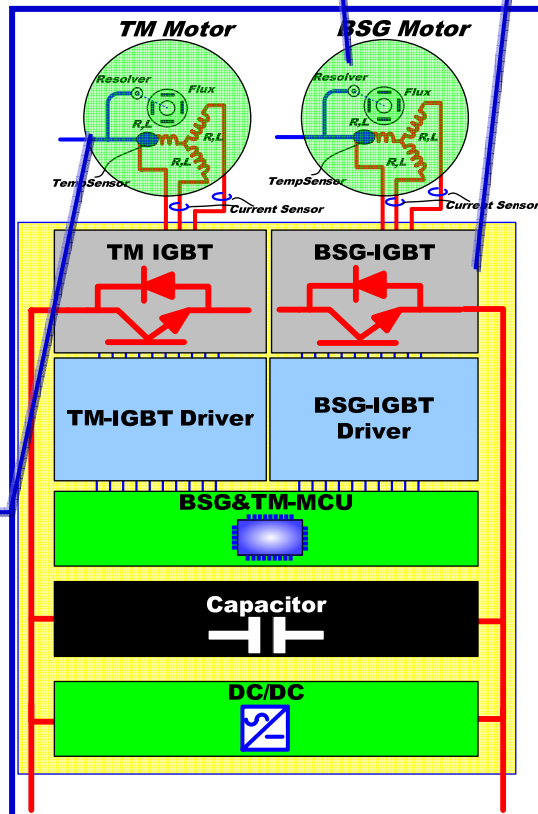
3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——动力电机系统

起动发电机



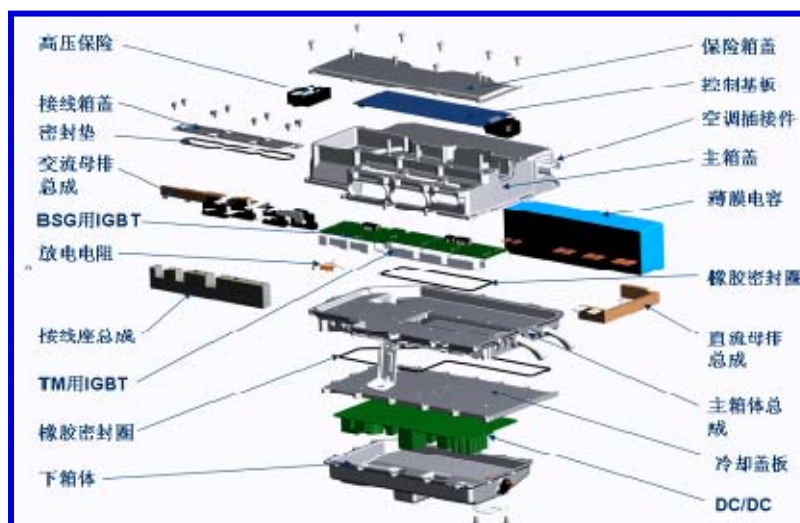
主驱动电机



IPU



- 32位控制系统
- 集成直流变换和双电机驱动控制功能
- 防护等级IP66，水冷双侧共用
- 功率:82 (20+60+2)kVA
- 体积: 13.5L
- 重量: 14.5kg
- 功率体积密度: 6.07kVA/L

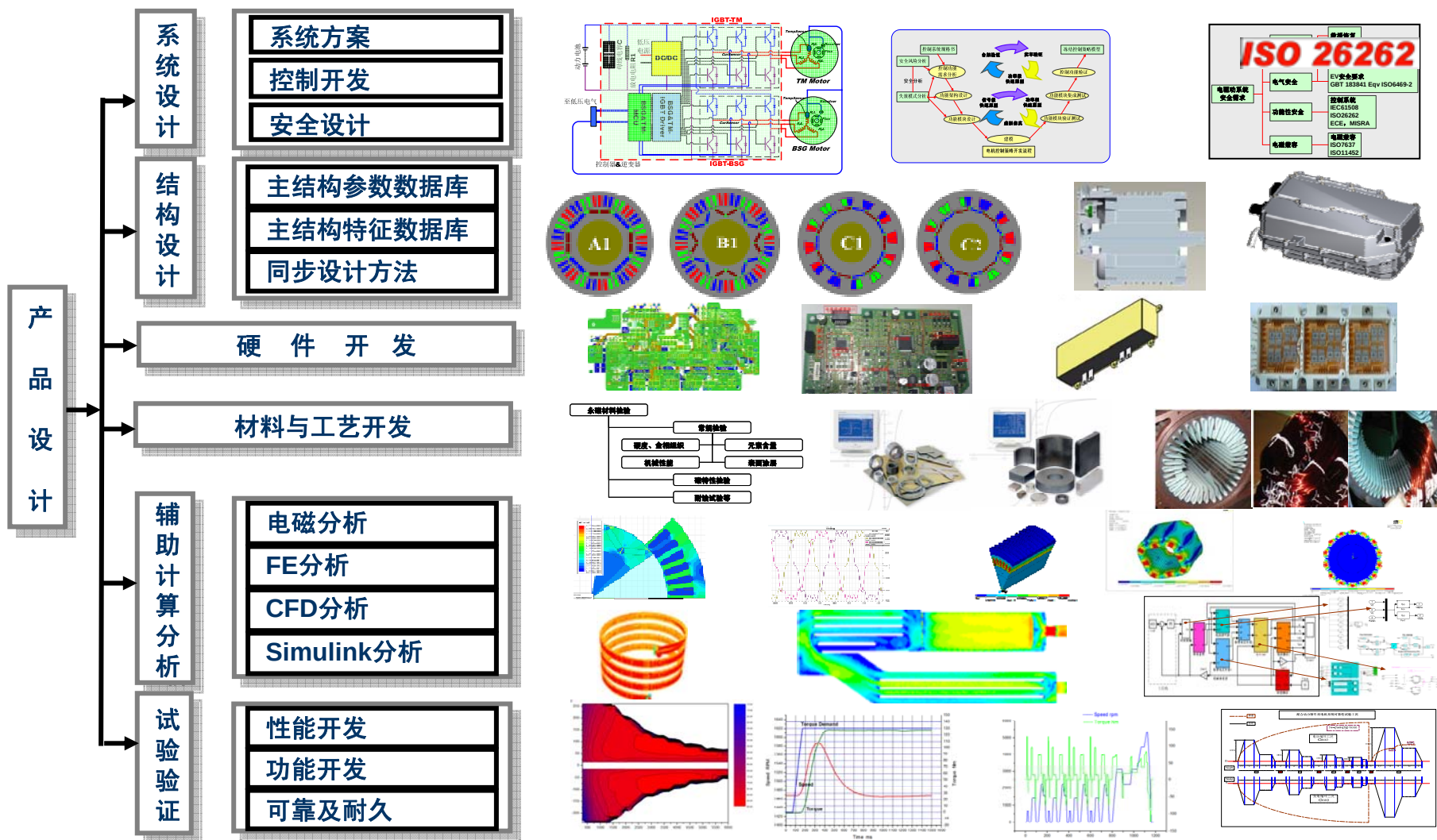


IPU结构图

基于整车E/E方案，完成了集成直流变换单元、电动空调配电的双电机驱动控制器开发，技术指标国内领先

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

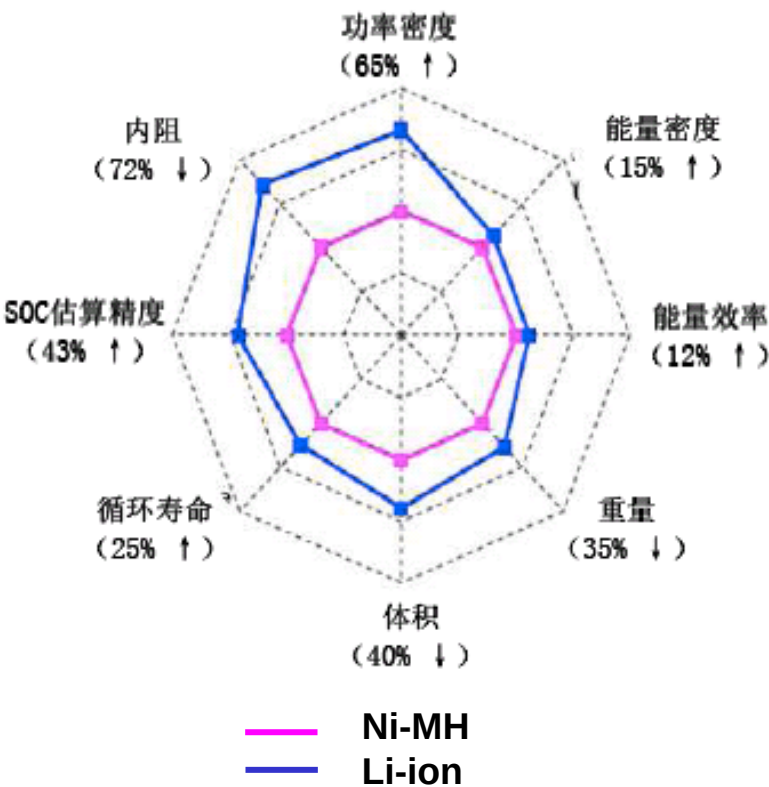
3.4 关键技术开发——动力电机系统



3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——动力电池系统

FAWB70HEV电池系统参数		
分类	项目	技术指标
电池	额定容量	5.3Ah
	标称电压	300V
	放电功率	41kW
	充电功率	31kW
	体积	90 L
	重量	48kg
	冷却方式	强制风冷
	SOC范围	30%-70%
	系统内阻	<0.3 Ω
	自放电率	3%
	充放电能量效率（1C）	95%
	使用寿命（USABC）	10年/24万公里
BMS	绝缘要求（500V, 温度 25℃, 湿度 60%）	> 5M Ω
	SOC精度	≤ 5%
	绝缘检测精度	±10K
	风机控制	PWM

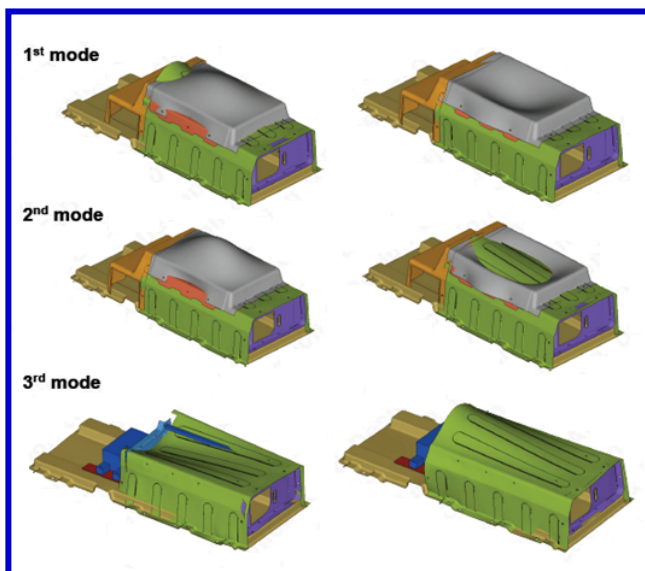


采用先进的锂离子电池，制定系统产品定义。功率密度、SOC精度等指标达到国际先进水平

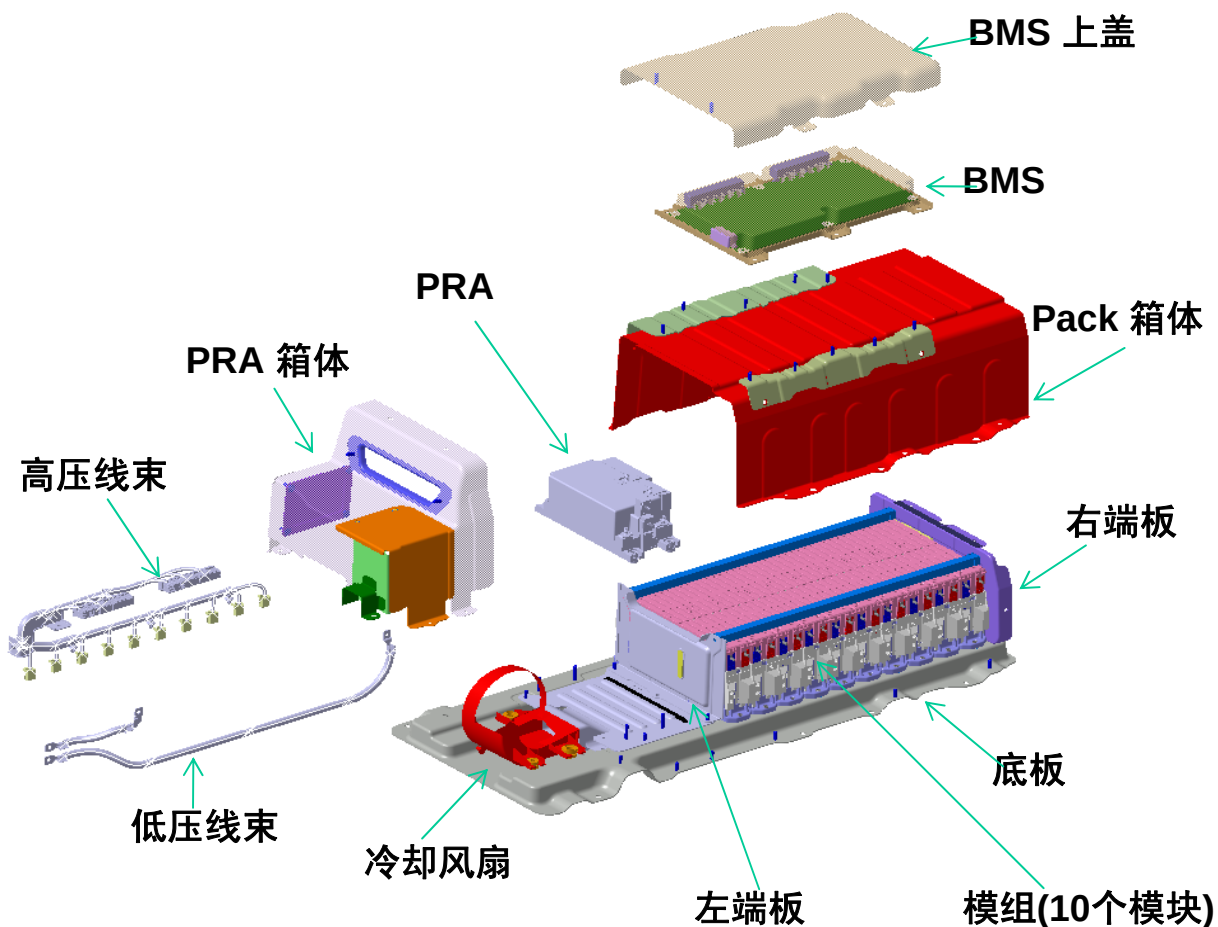
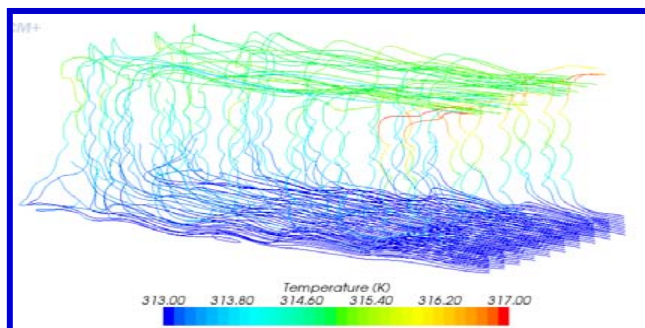
3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——动力电池系统

模态分析



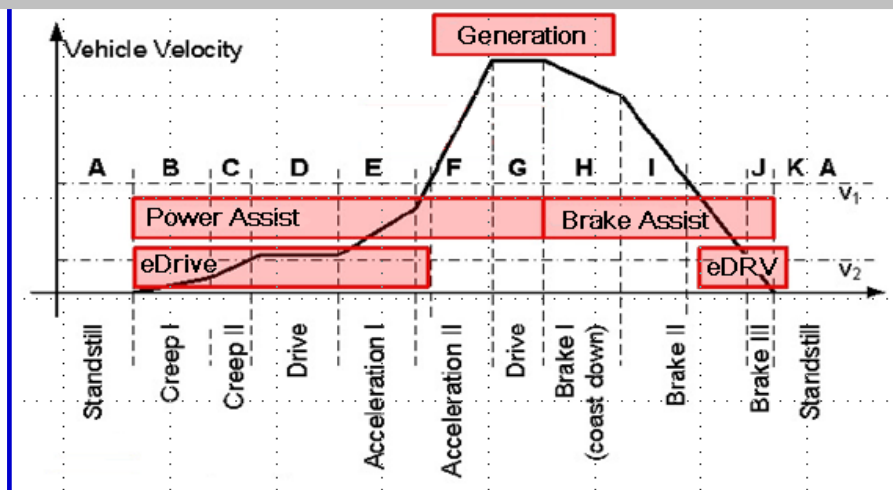
温度场分布



采用CAE、CFD辅助计算技术，完成电池系统在整车的搭载设计

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——整车控制



车辆行驶模式

	ENG Torque	TM Torque	BSG Torque	ENG Status	Clutch Status
Electric Drive	0	+	0	OFF	OPEN
Series Mode	+	+	-	ON	OPEN
Engine Drive	+	0	0	ON	CLOSED
Driving Charge	+	0	-	ON	CLOSED
Boost	+	+	0	ON	CLOSED
Recuperation	0	-	0	OFF	OPEN
Motoring	-	-	0	ON	CLOSED
Idle Charge	+	0	-	ON	OPEN
Powertrain Off	0	0	0	OFF	OPEN

动力总成工作模式

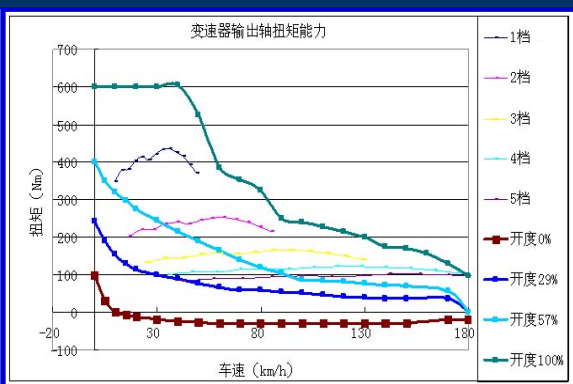
	Stop	Creep I	Creep II	L-Drive	Acc I	Acc II	H-Drive	Brake I	Brake II	Brake III
Electric Drive	-					-	-	-	-	-
Engine Drive	-					-	-	-	-	-
Series Mode	-					-	-	-	-	-
Recuperation	-	-	-	-	-	-	-			
Motoring	-	-	-	-	-	-	-			
Driving Charge	-					-	-	-	-	-
Boost	-	-	-	-				-	-	-
Idle Charge		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Powertrain Off		-	-	-	-	-	-	-	-	-

控制模式分析

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

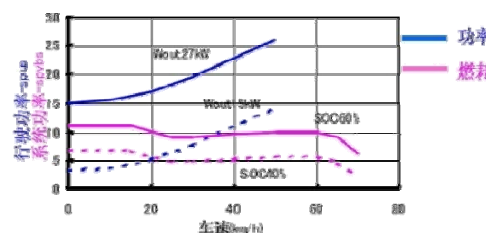
3.4 关键技术开发——整车控制

识别驾驶员需求扭矩

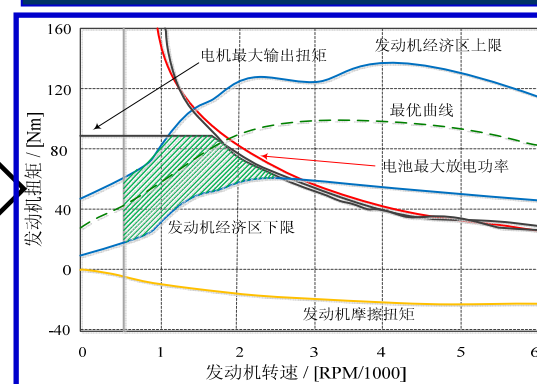


判断纯电动驱动或发动机驱动

发动机的启动停止由驱动力要求、能耗、暖风、发动机预热等多种因素判断 (SOC低, W_{out} 小的时候发动机容易启动)



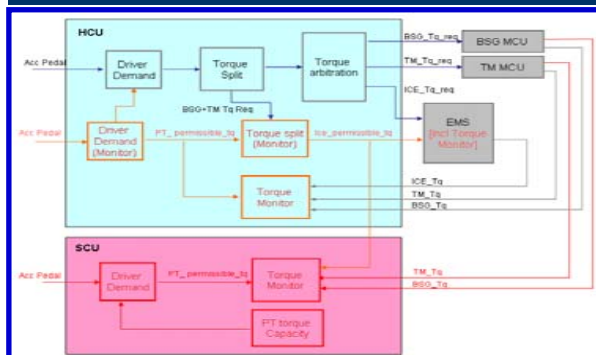
驱动力分配



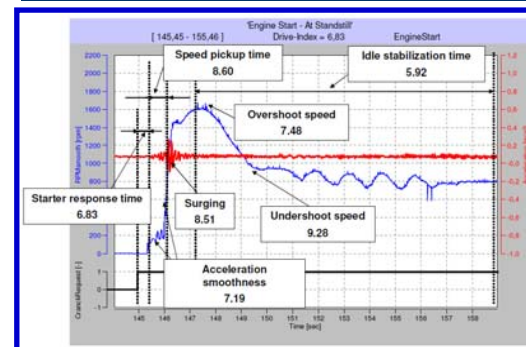
控制扭矩输出

- 发动机扭矩
- TM扭矩
- BSG扭矩

扭矩安全监控

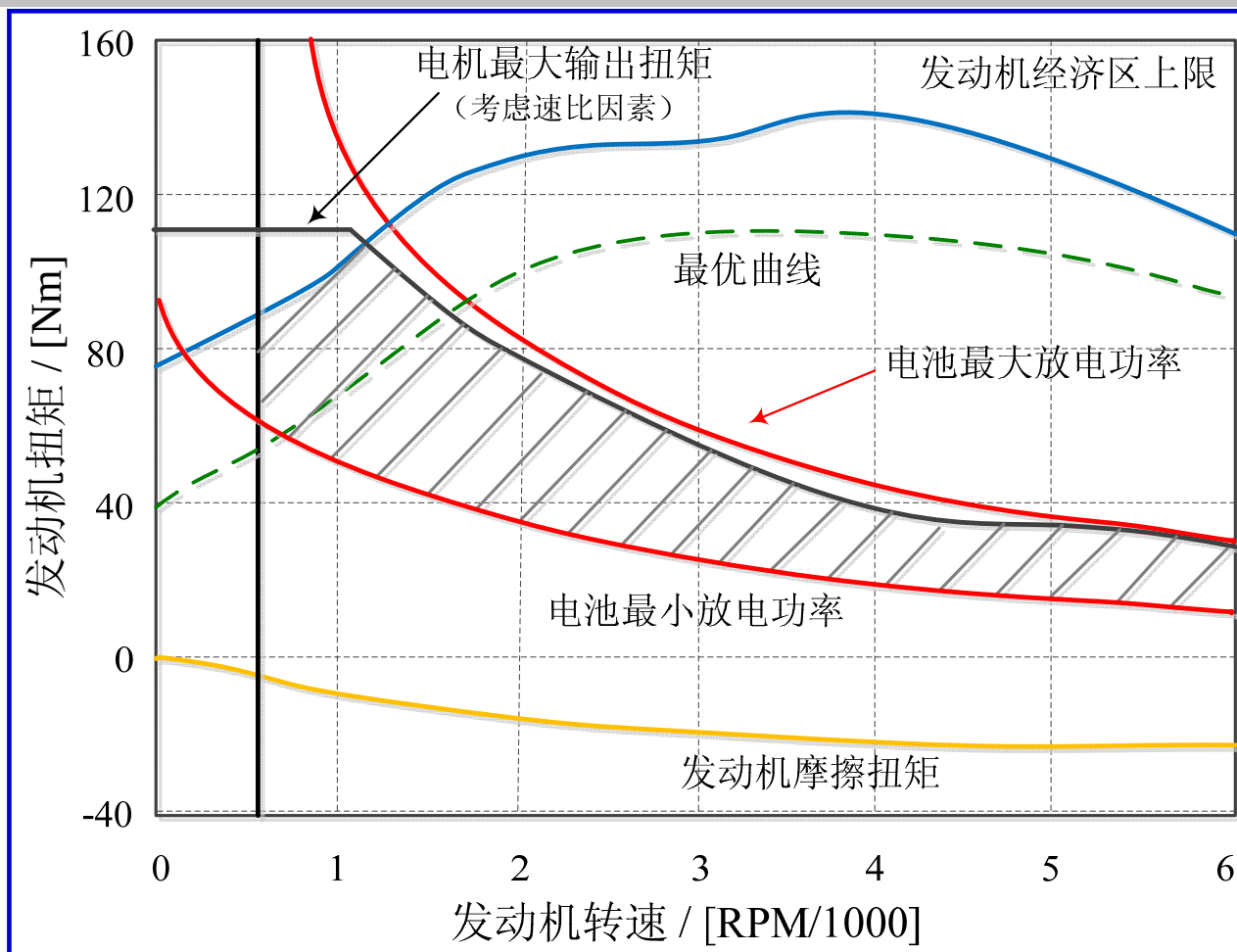


扭矩动态协调



3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——多能源管理策略

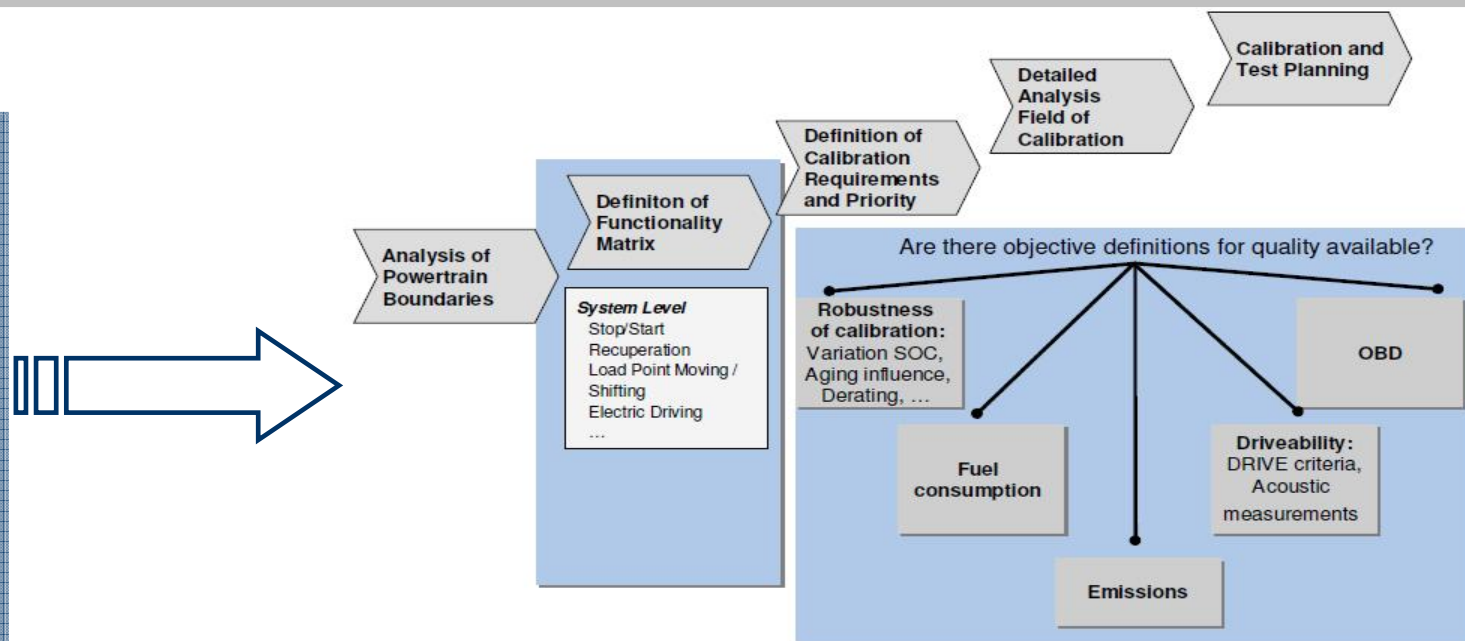


根据发动机、电机、电池工作特性，实现对动力系统的高效率管理

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——整车标定

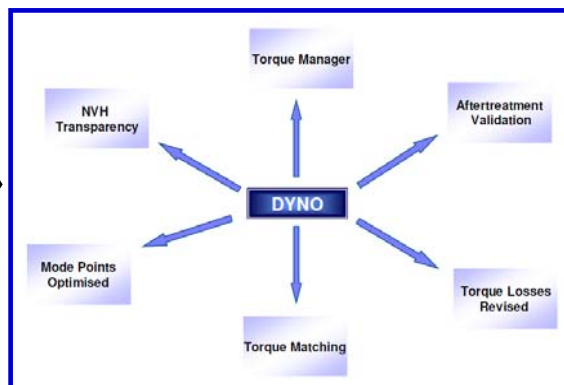
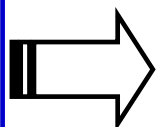
- 基础数据标定
- 驾驶性标定
- 排放标定和经济性标定
- OBD标定
- 环境适应性标定
- 标定验证



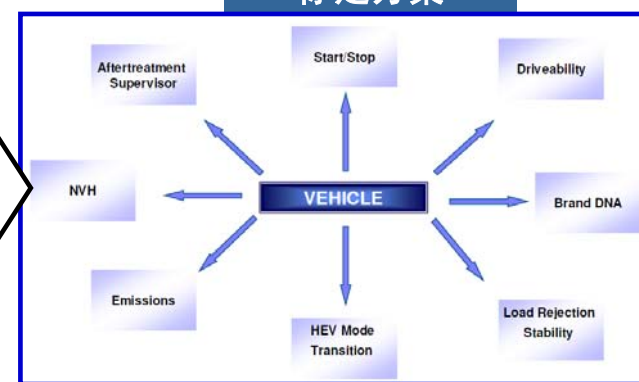
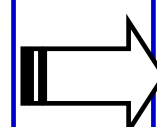
标定方案



离线标定



试验台标定



实车标定

3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——整车标定

驾驶性标定

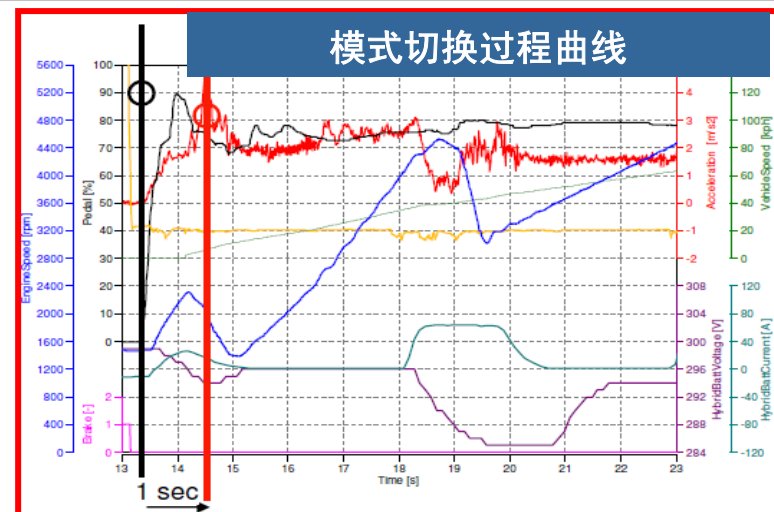
- 考虑SOC因素的多参数换挡策略，减小SOC对整车性能的影响
- 总成系统效率标定，确保模式切换过程中驱动扭矩一致性
- 通过加速踏板变化率优化标定Boost过程，更好响应加速意图
- 模式切换过程标定，快速响应驾驶员意图

经济性、排放标定

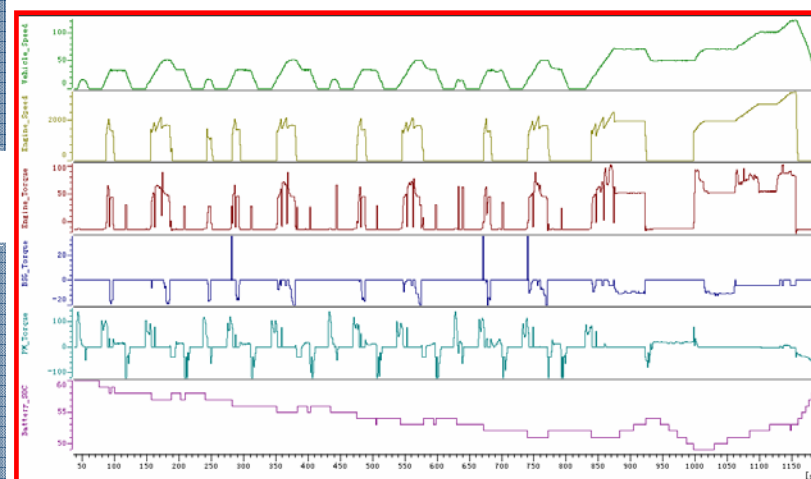
- 通过BSG快速启动标定，优化发动机启动过程
- 通过扭矩分配功能标定，优化发动机负荷率
- 在满足制动需求和安全前提下，优化电机制动能量回收过程

环境适应性标定

- 考虑电机、电池高低温特性的车辆运行工况标定
- 考虑电机、电池高低温特性的整车输出功率标定
- 高海拔地区考虑气压对电机、电池性能影响的标定



经济性标定试验曲线



3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——试验技术

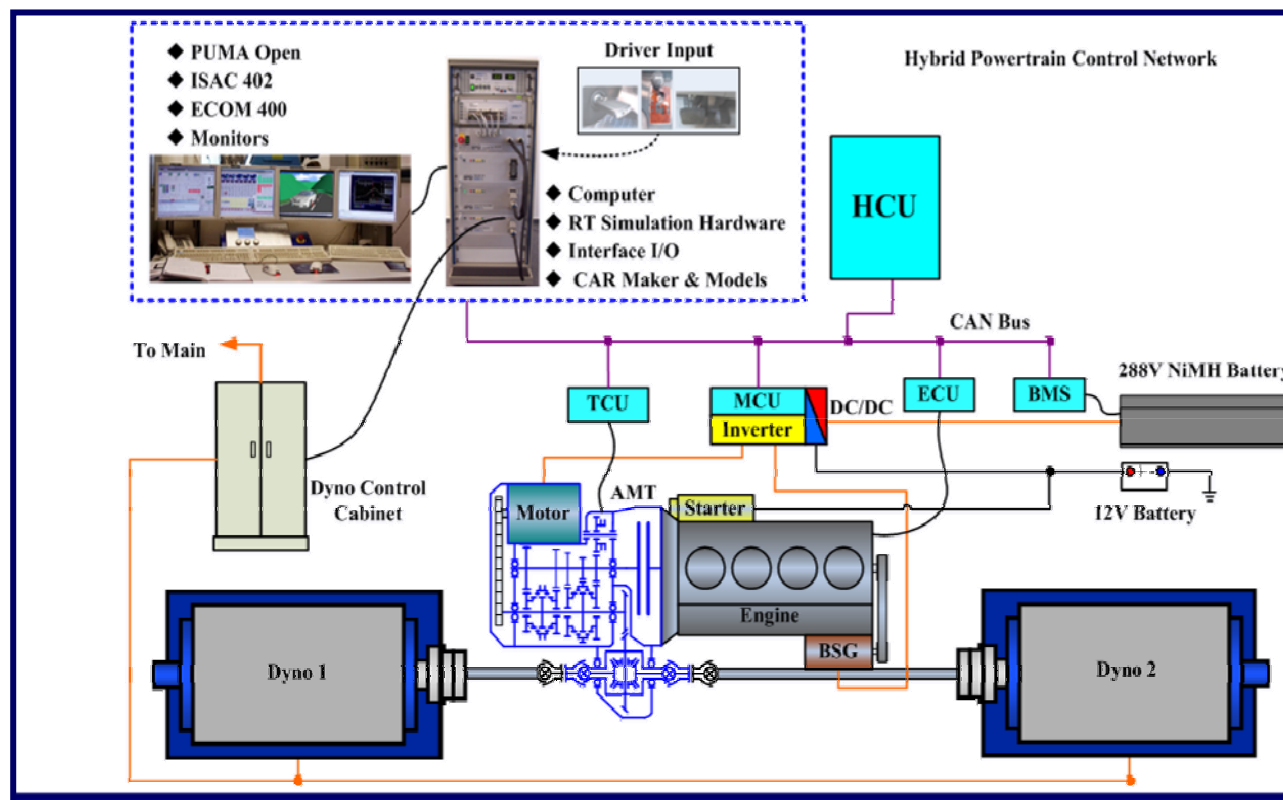
先进性

- T型双测功机结构
- 配备实时仿真计算机
- 虚拟动力总成及道路负荷
- 真实部件与实时仿真联合测试

主要功能

- 整车性能开发
- 总成虚拟开发
- HCU硬件在环测试
- 整车控制参数标定
- 工况循环自动测试

建立中国首个混合动力总成动态性能试验室



3. 一汽集团新能源汽车技术研发实践

3.4 关键技术开发——试验技术



建立了完善的试验开发体系



关爱自然 服务社会

CARE THE NATURE AND SERVE THE SOCIETY

——让汽车更清洁 更节能

Contribute cleaner and more energy saving vehicles

