

混合动力客车开发关键技术研究

RESEARCH ON KEY TECHNOLOGY OF HYBRID ELECTRIC VEHICLE

中国第一汽车集团公司技术中心

R&D CENTER CHINA FAW GROUP CORPORATION

刘明辉 赵子亮

LIU MINGHUI ZHAO ZILIANG

2006年7月 北京

JULY. 2006 Beijing

- 前言
- 整车集成开发技术
- 整车控制技术
- 专用总成技术
- 动力电机与电力电子技术
- 动力电池与管理系统技术

■ 前言

■ 整车集成开发技术

■ 整车控制技术

■ 专用总成技术

■ 动力电机与电力电子技术

■ 动力电池与管理系统技术

能源安全和环境压力是未来汽车技术发展的主要驱动力

公众的关注



能源因素

- 主要石油产地不稳定的局势影响石油供应的安全（例如：中东）
- 从商业角度看，目前尚无其它可替代石油的资源



环境因素

- 由于道路运输而带来的日益增长的温室气体排放导致全球气候变暖
- 由于尾气排放导致部分城市地区的污染日益严重

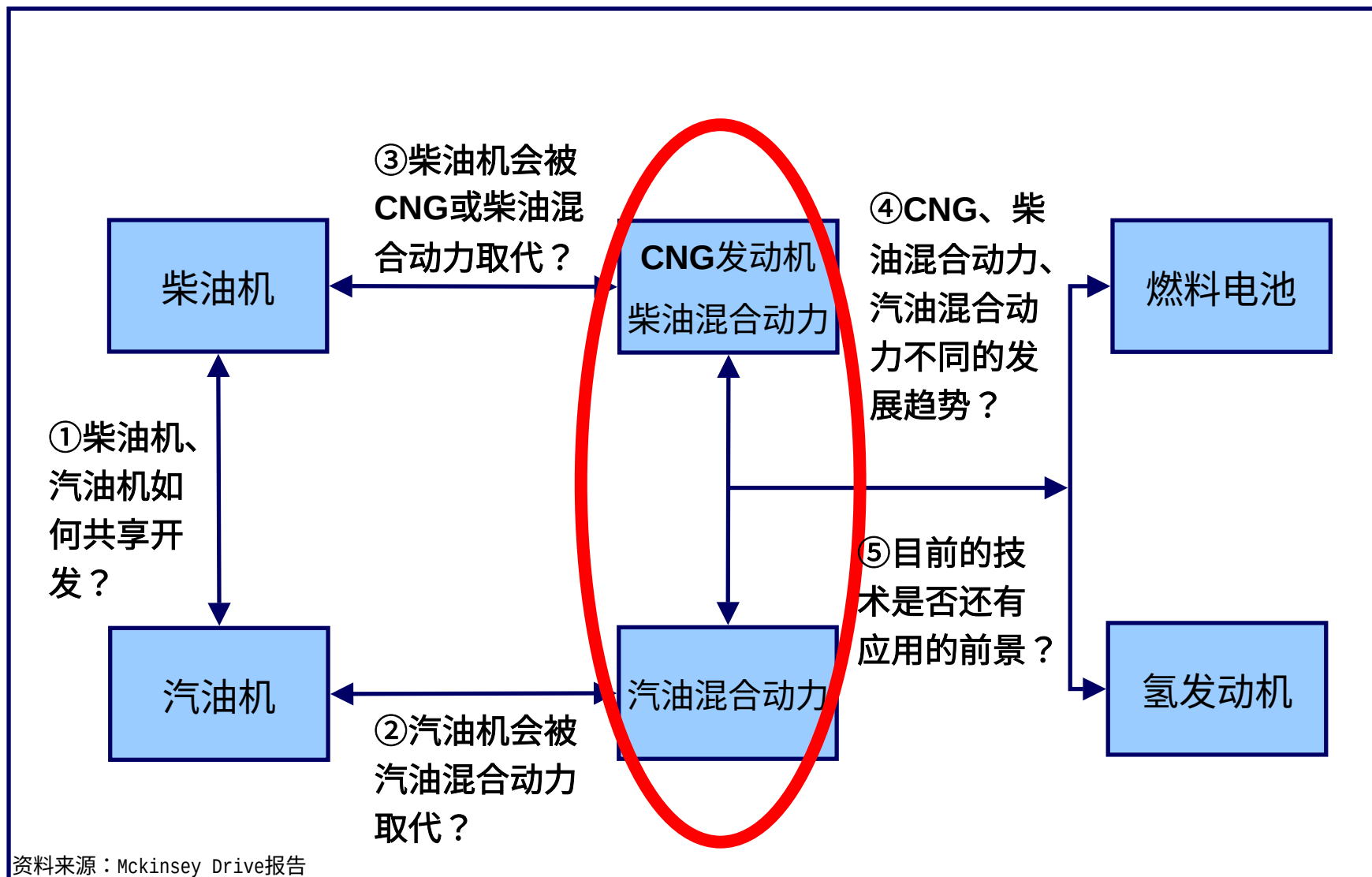
汽车工业面临的挑战

- 燃油价格的居高不下
- 摆脱石油依赖进口的政策压力导致汽车燃油消费法规出台（例如：增加燃油税）

- 在CO2、污染物和噪声排放方面严格的法规可能会与不同的燃油税赋结合在一起

杠杆

- 提高传统车动力传动系统的燃油效率和排放水平
- 采用具有低排放、低油耗的替代动力传动系统



前言---一汽混合动力客车研发



研发历程

通过三轮样车开发，完成产品定型、公告，开始示范运行。

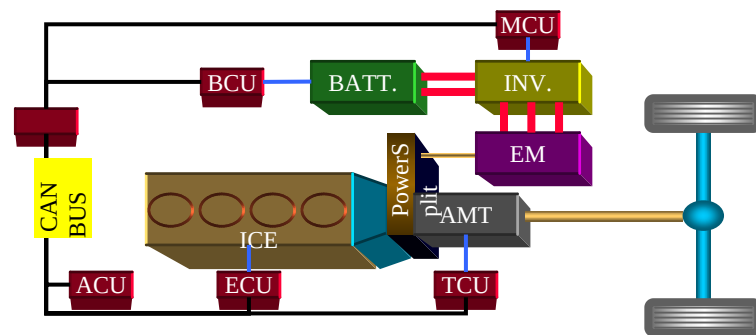


技术特征

- ❖ 动力总成成为双轴并联结构，采用电控发动机、AMT自动变速器、交流感应电机、镍氢动力电池组。
- ❖ 动力性与传统车相当；经济性提高38%，排放降低30%。

研发成果

- ❖ 自主开发了整车控制器、电控发动机、自动变速箱等关键总成，形成了HEV总成产品平台。
- ❖ “产学研”联合攻关，开发了满足整车要求的国产电机及电池系统产品。
- ❖ 掌握了混合动力汽车整车开发技术、控制系统开发技术、试验匹配和标定技术。
- ❖ 开发了11米和10米两种车型，整车技术指标达到国内领先水平，整车及关键总成具备了产业化条件。

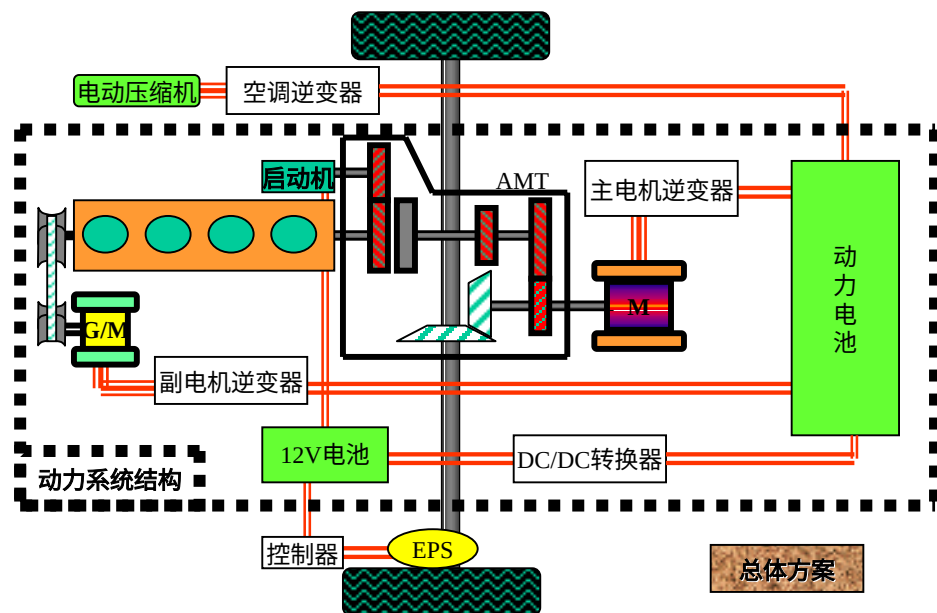


主要工作

- ❖ 通过三轮样车开发，整车技术指标达到开发要求。
- ❖ 动力总成成为双电机混联结构，采用电控发动机、AMT自动变速器、交流感应电机、镍氢动力电池组。
- ❖ 动力性与传统车相当；经济性提高45%，排放降低30%。

研发成果

- ❖ 自主开发了具有发明专利权的双电机混联整车构型，掌握了混合动力汽车整车开发技术、控制系统开发技术。
- ❖ “产学研”联合攻关，为关键总成满足整车要求并实现产业化进行深入研究。
- ❖ 整车性能指标具有国际水平，掌握了混合动力轿车产品设计与开发技术，为一汽在“十一五”期间进行混合动力轿车产品开发奠定了技术基础。



- 整车集成开发技术
- 整车控制技术
- 专用总成技术
- 动力电机与电力电子技术
- 动力电池及管理系统技术

■ 前言

■ 整车集成开发技术

■ 整车控制技术

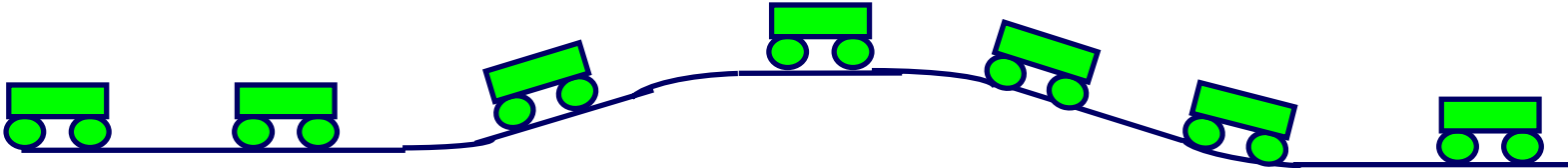
■ 专用总成技术

■ 动力电机与电力电子技术

■ 动力电池与管理系统技术

1. 整车构型和功能
2. 汽车行驶工况开发
3. 整车性能模拟
4. 整车性能测试与评价
5. 整车高压安全与EMC

序号	控制策略	功能具体描述	节油贡献度(%)
1	发动机启停	1、消除停车时的发动机怠速，降低油耗	3-5%
2	纯电动驱动	1、车辆低速行驶时，电机驱动，解决发动机小负荷运行的低效率问题 2、发动机停机，达到零油耗和排放	5-10%
3	电机助力	1、急加速、大油门行驶时，电机助力，保证必需的加速性 2、利于发动机维持在经济区运行 3、后置电机可以保持动力无中断，改善平顺性	5-8%
4	发动机单独驱动	1、正常行驶发动机单独驱动（发动机Downsizing）	5-10%
5	发动机驱动并充电	1、发动机驱动，同时，电机发电，维持发动机工作在经济区 2、电池充电，维持电量平衡	5-7%
6	再生制动	1、滑行、制动时，电机按比例再生发电，充分回收制动能量 2、对轿车，更需要与ABS/EBS协调控制	7-10%



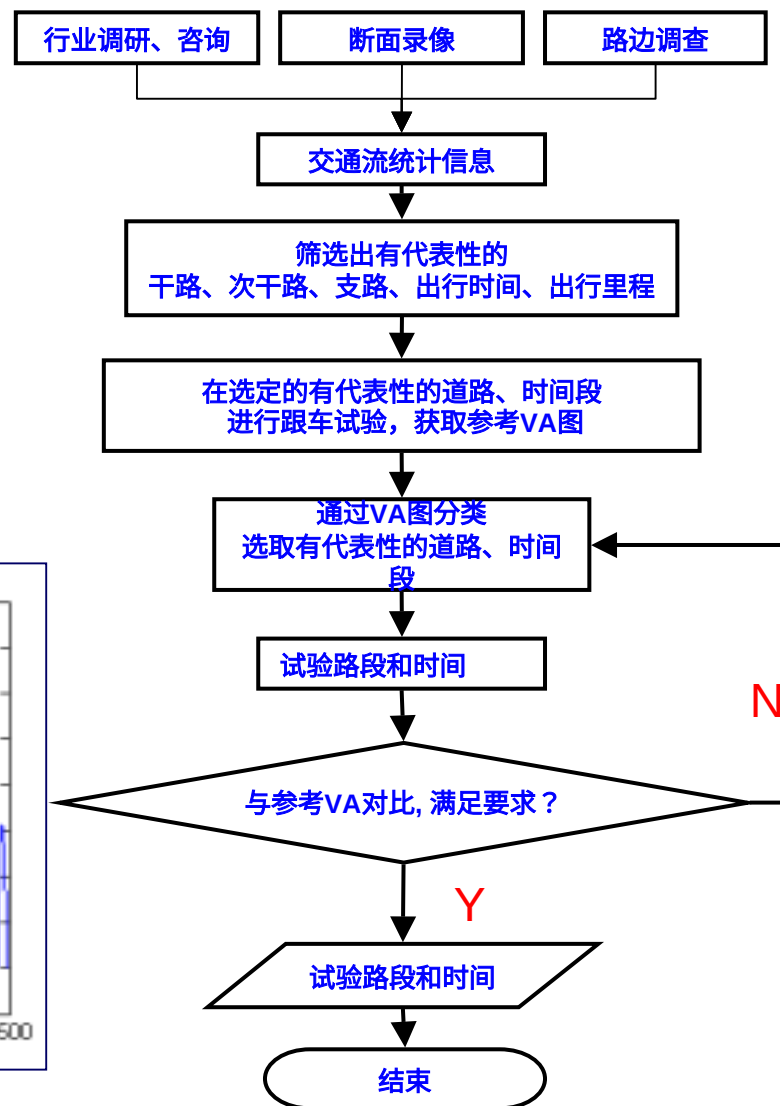
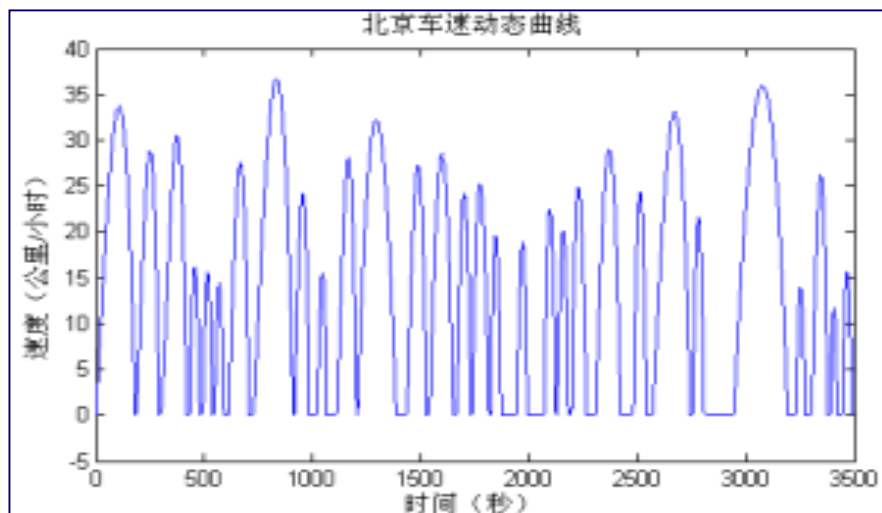
起步 低速行驶 加速行驶 巡航 滑行 制动 停止

■ 已有工况

- 美国纽约城市循环工况
- 日本的10.15
- 欧洲的ETC循环

■ 工况开发技术

- 动力传动系开发的基础
- 数据库



■ 整车性能仿真平台

- Matalab /Simulink/Stateflow

- Advisor

- Cruise

■ 性能预测

- 动力性

- 经济性

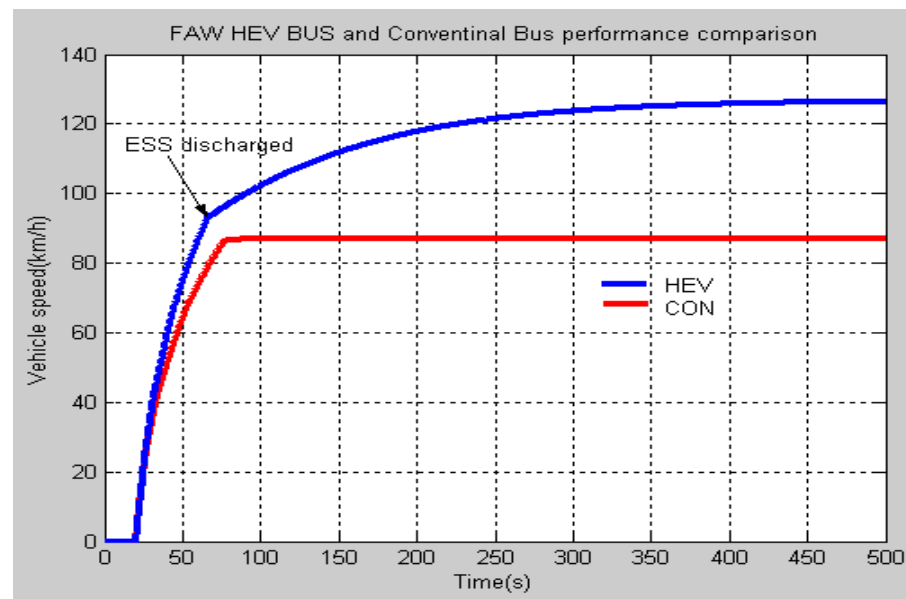
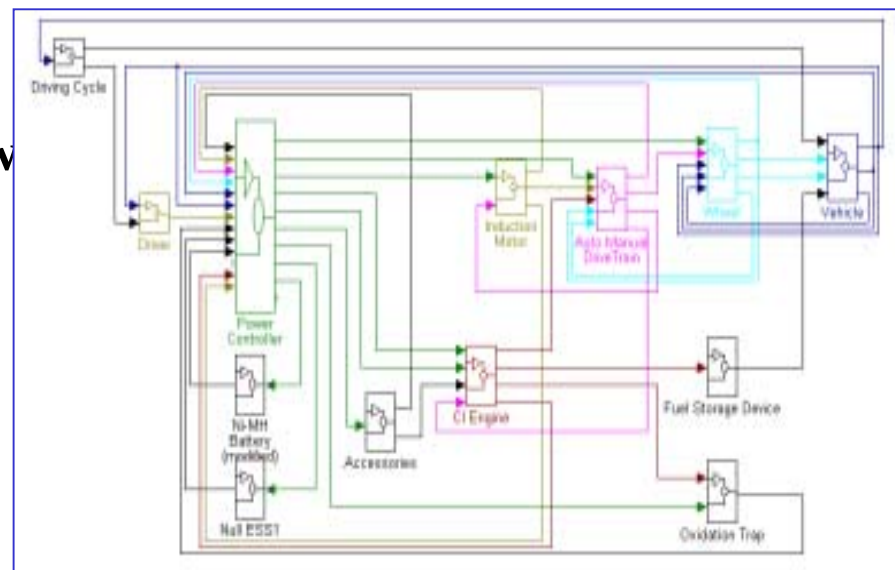
- 排放

■ 性能控制

- 动力总成构型

- 总成参数匹配

- 控制策略



■ 试验方法

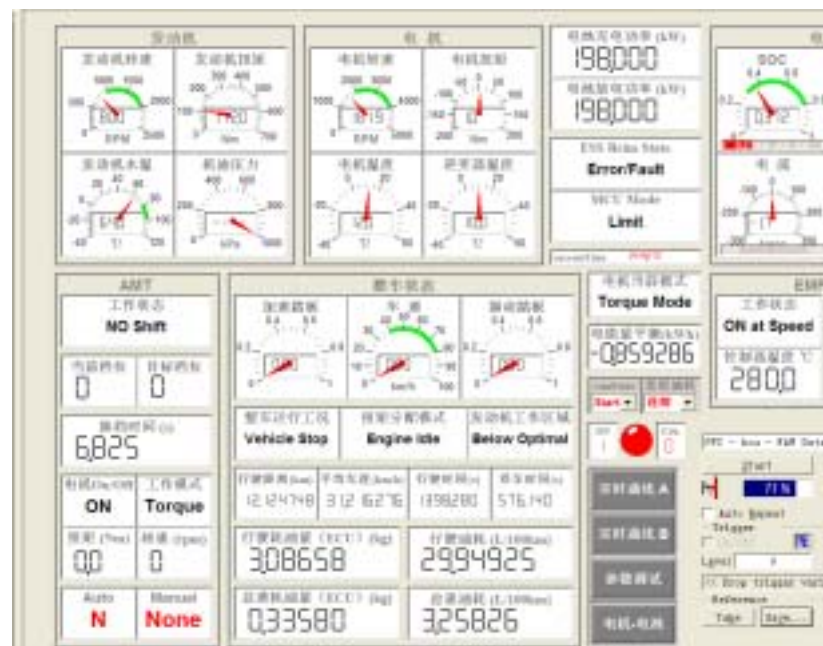
- 动力性
- 经济性
- 排放

■ 试验评价指标

- 0-50Km/h加速时间
- 直接挡加速时间
- 坡路行驶能力
- 。。。

■ 试验开发方法

- 动力总成试验
- 整车转鼓试验
- 整车道路试验
- 用户使用试验



转鼓试验

■ 高压安全

■ 整车高压安全满足GB/T19751-2005

测试方法和手段、整车高压安全的FMEA分析

■ 部件高压安全

整车技术要求的分解、测试方法和手段、供应商培育

■ 借鉴国际标准和领域的经验

■ 电磁兼容性

■ EMC与EMI

■ 整车测试和分析手段

■ 部件技术要求确定和相关测试手段

■ 前言

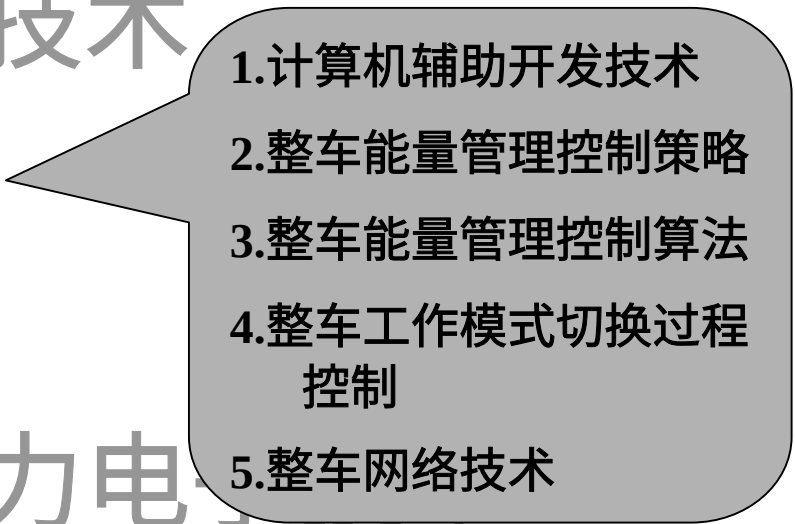
■ 整车集成开发技术

■ **整车控制技术**

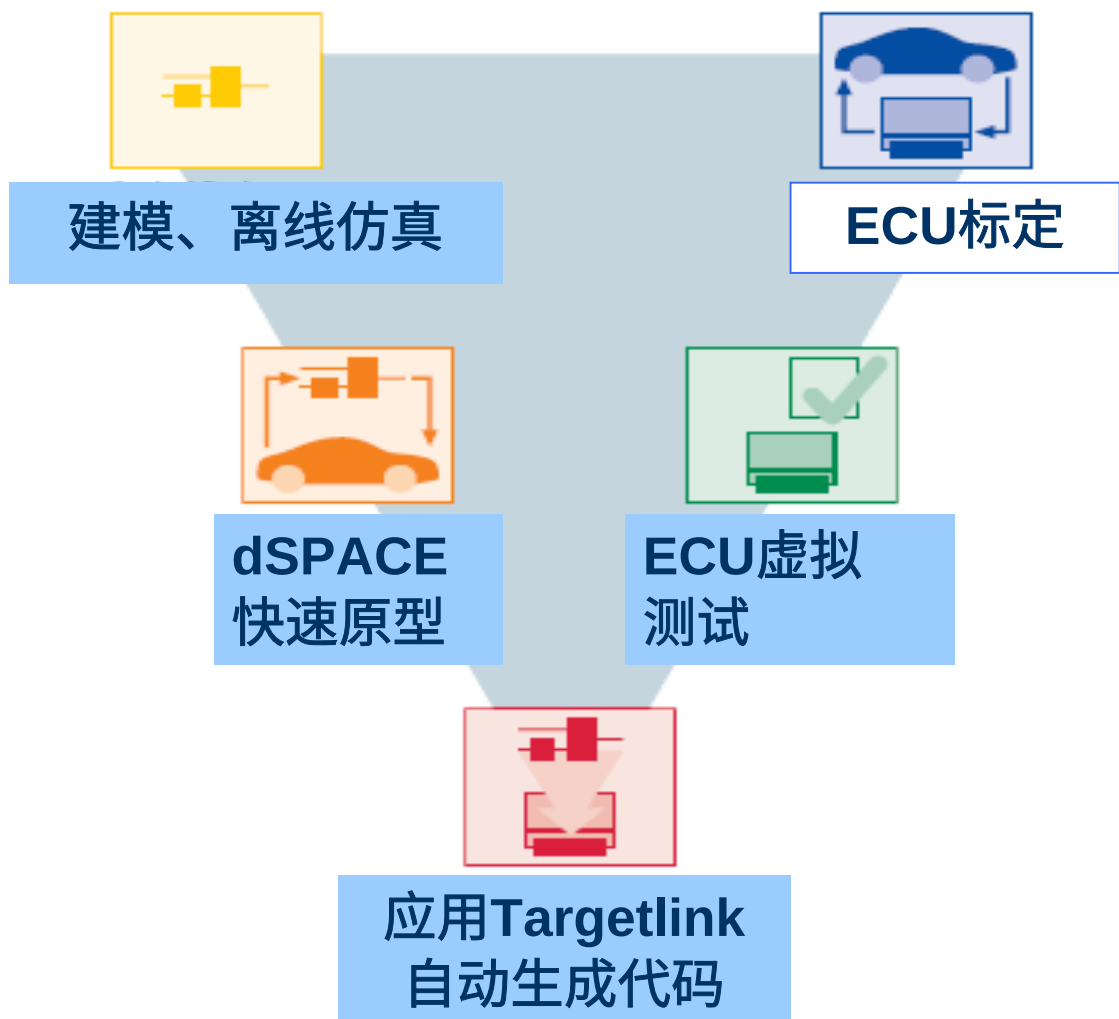
■ 专用总成技术

■ 动力电机与电力电子控制技术

■ 动力电池与管理系统技术

- 
1. 计算机辅助开发技术
 2. 整车能量管理控制策略
 3. 整车能量管理控制算法
 4. 整车工作模式切换过程控制
 5. 整车网络技术

■ 控制系统开发过程



■ 整车工作模式

- 发动机单独驱动
- 发动机驱动并充电
- 电机助力
- 发动机ON/OFF
- 滑行时的再生制动
- 再生制动
- 电起车
- 电机起机
- 纯电动

■ 优化方法

- 模拟开发（基于Matlab/Simulink/Stateflow 控制器软件开发）
- 试验开发

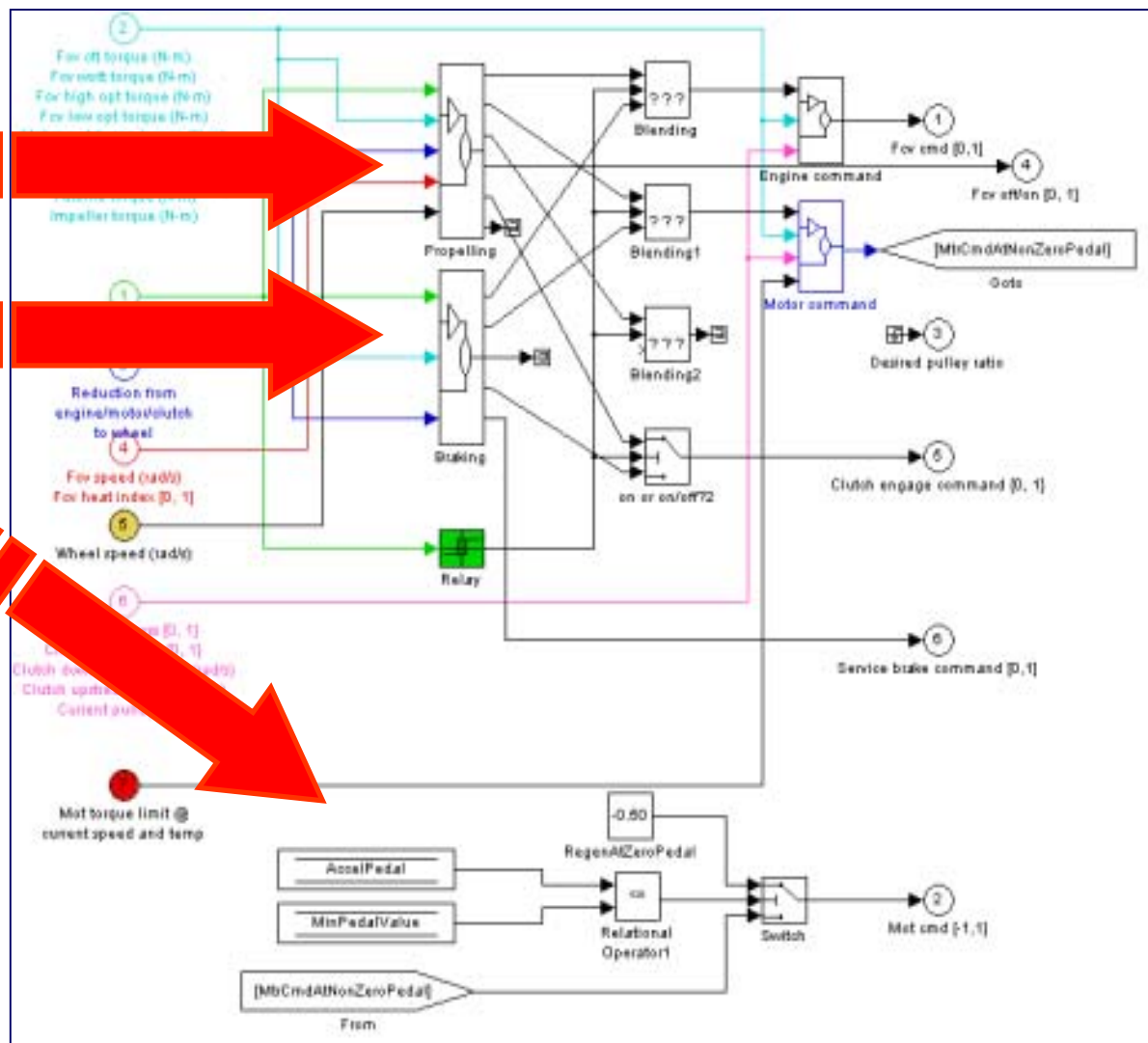
	选择			
	0	1	2	3
发动机状态	发动机 ON/OFF	车速为零，发动机关闭，否则为开		
高负荷	增加发动机功率，同时电机助力	保持发动机在高效率区，同时电机助力		
低负荷 – 电机能满足道路需求	保持发动机在高效率区，同时给电池充电	发动机单独工作	发动机怠速满足附件	发动机关闭– 纯电动
低负荷 – 电机不能满足道路需求	保持发动机在高效率区，同时给电池充电	发动机单独工作		

功率分配

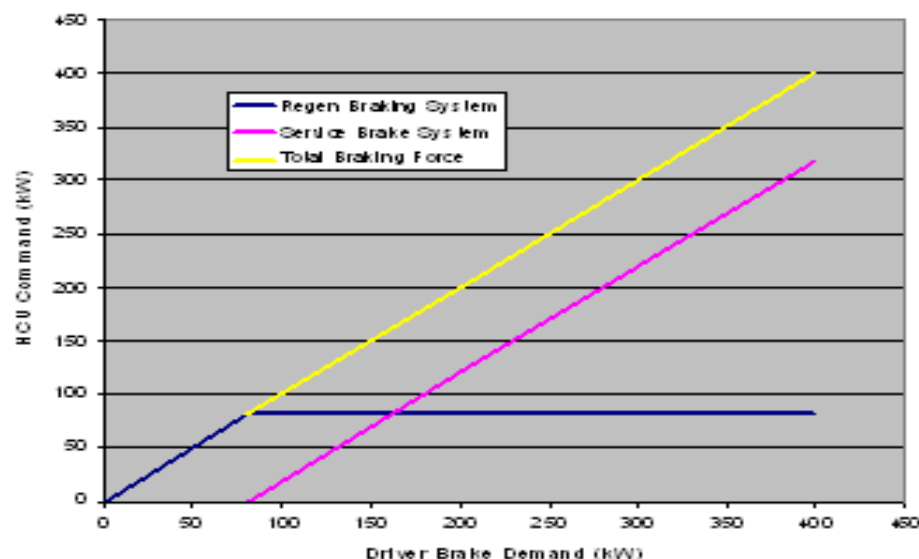
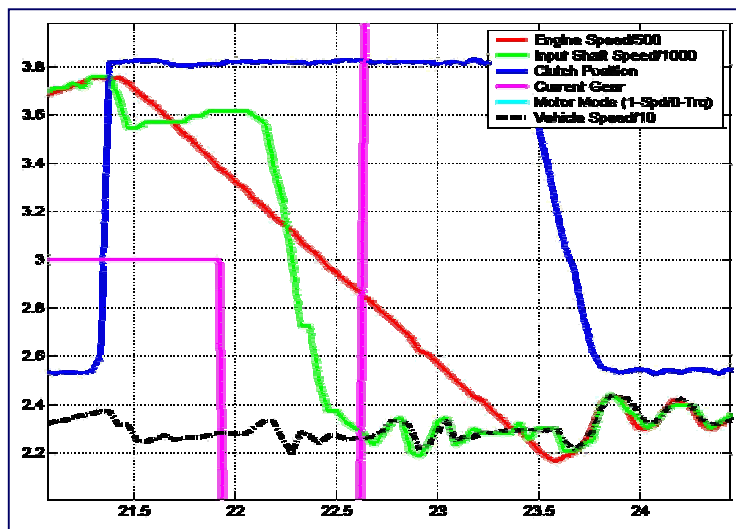
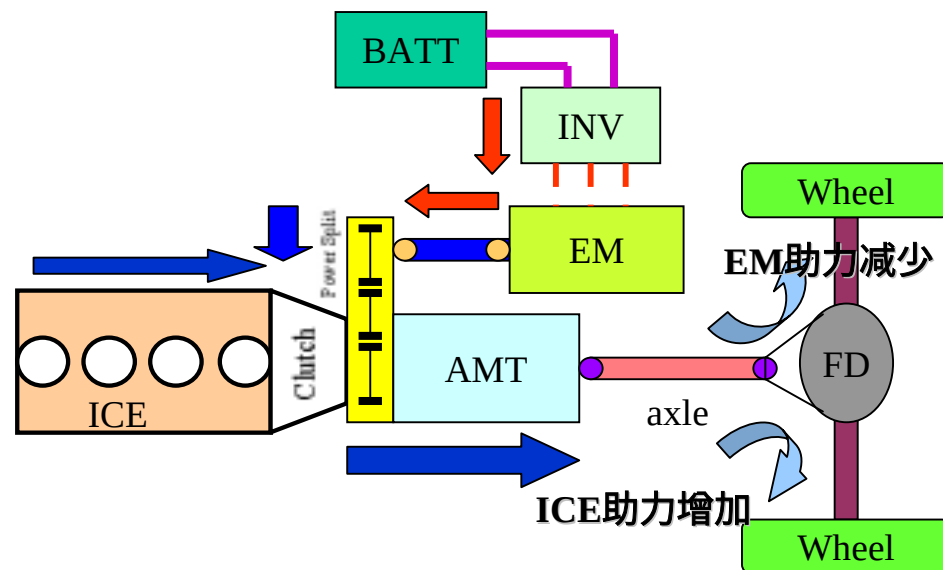
■ Propelling驱动

■ Braking制动

■ CostDown滑行



- 发动机和电动力平滑过渡
- 换挡过程控制
- 制动过程综合控制



■ 前言

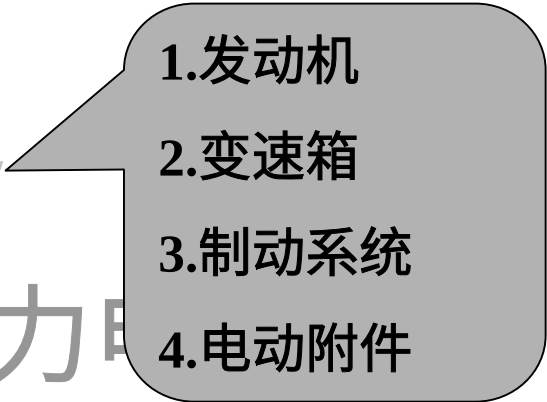
■ 整车集成开发技术

■ 整车控制技术

■ **专用总成技术**

■ 动力电机与电力电子

■ 动力电池与管理系统技术

- 
1. 发动机
 2. 变速箱
 3. 制动系统
 4. 电动附件

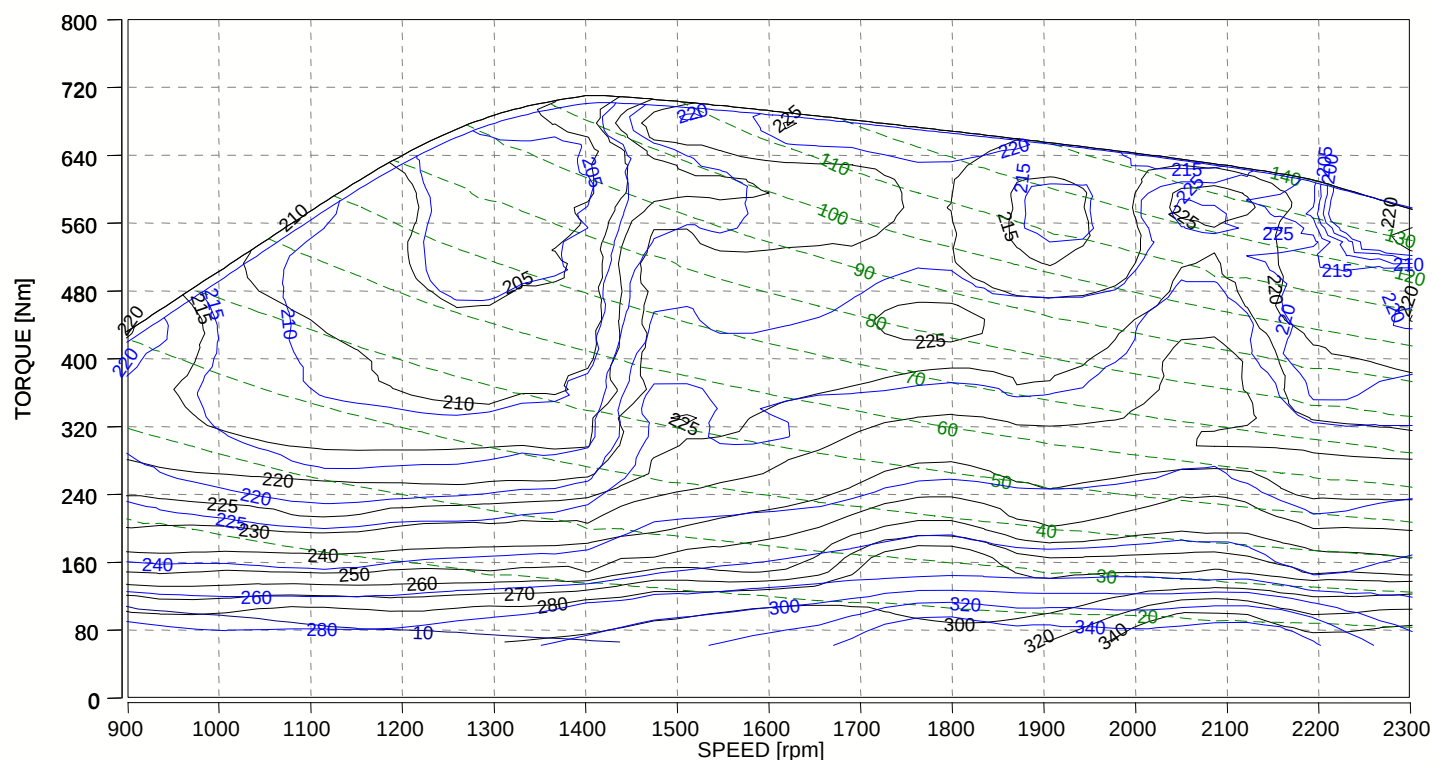
■ 设计原则

- 经济性优先
- 优化特定工作区域
- 适应频繁起停

■ 燃油经济性优化

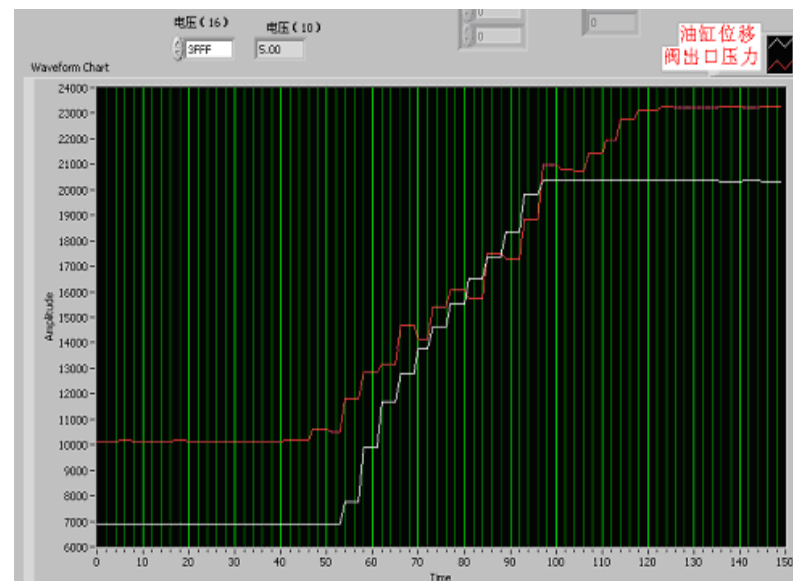
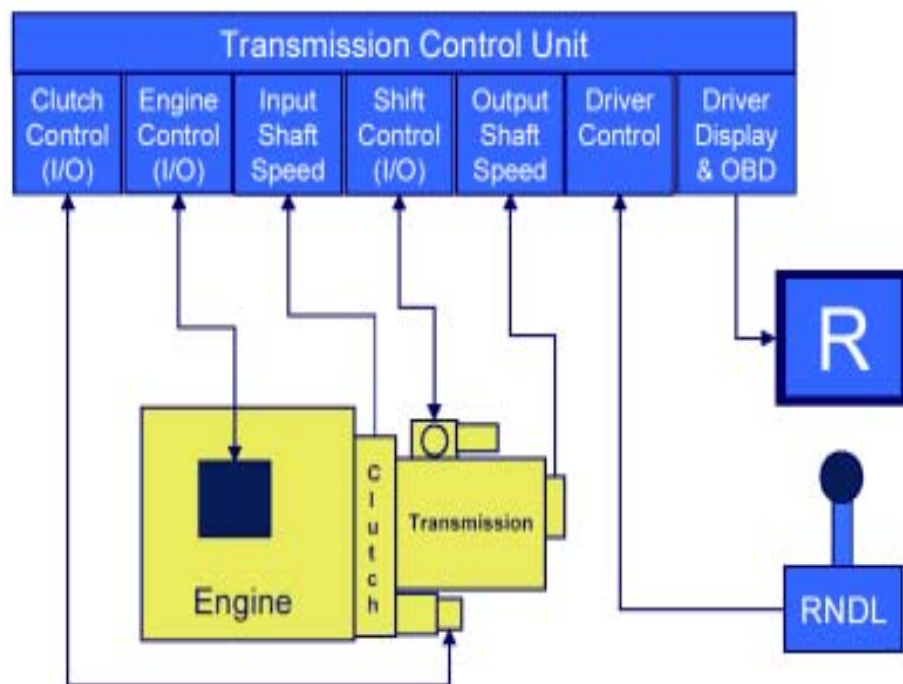
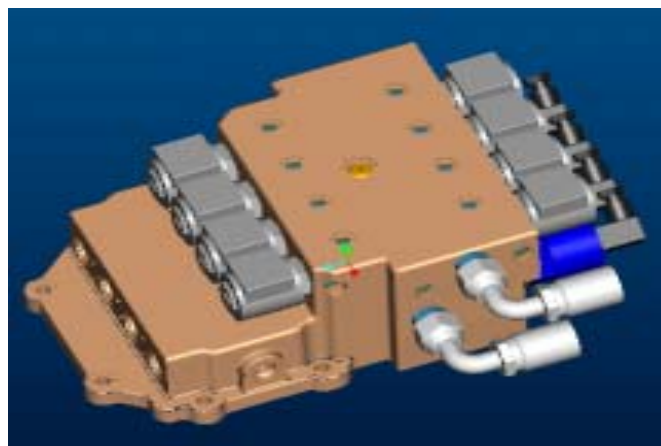
- 燃烧系统设计
- 电控系统匹配标定
- 采用新的燃烧循环

优化后与优化前（蓝色）油耗对比



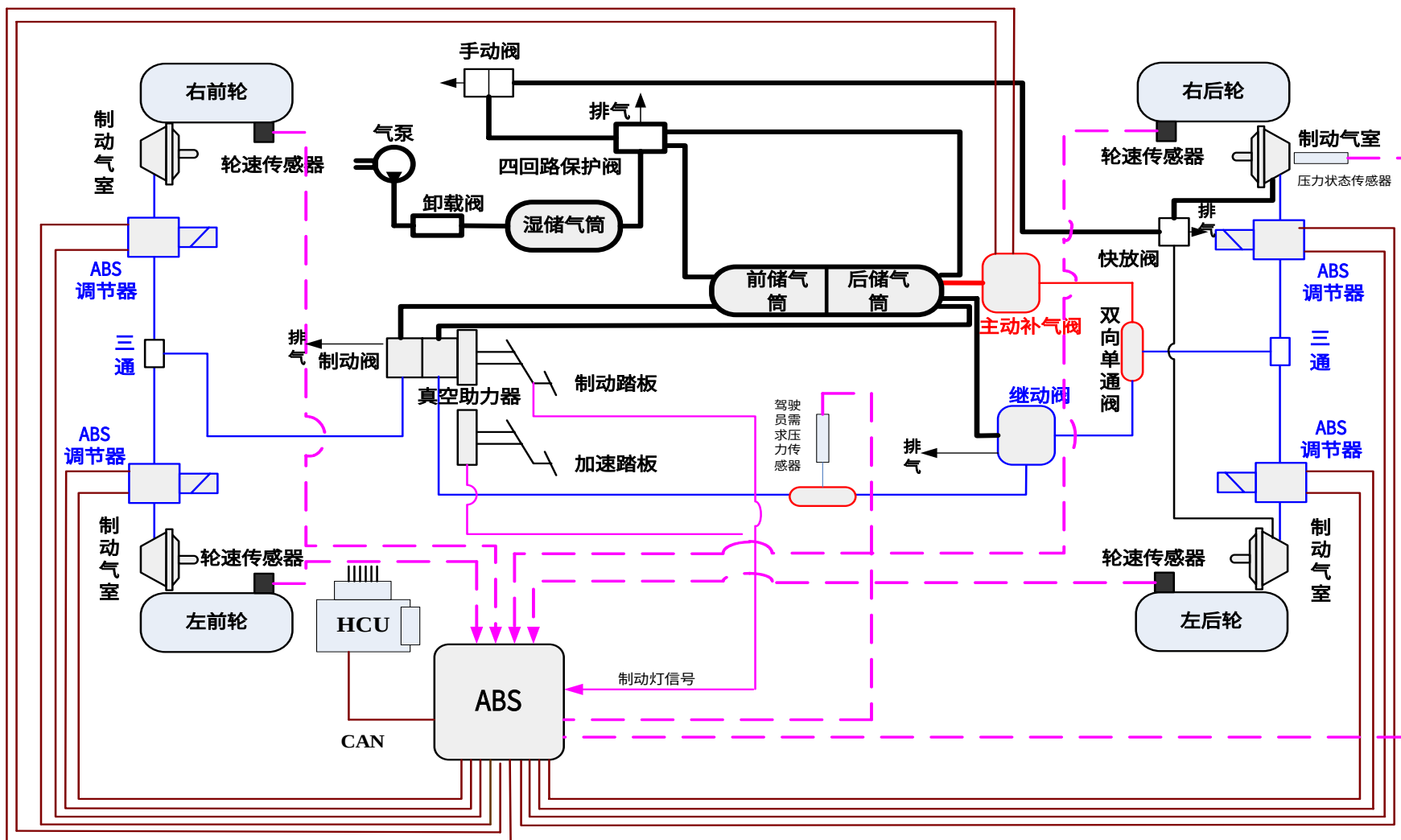
专用总成技术---变速箱

- AMT技术
- TCU控制系统

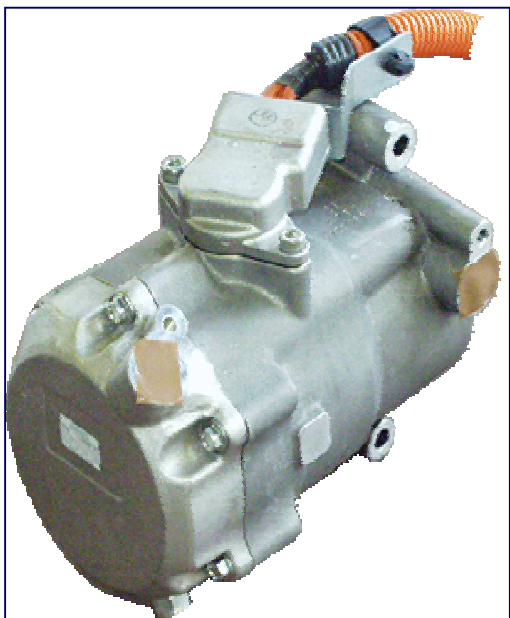


■ 制动系统的改进设计

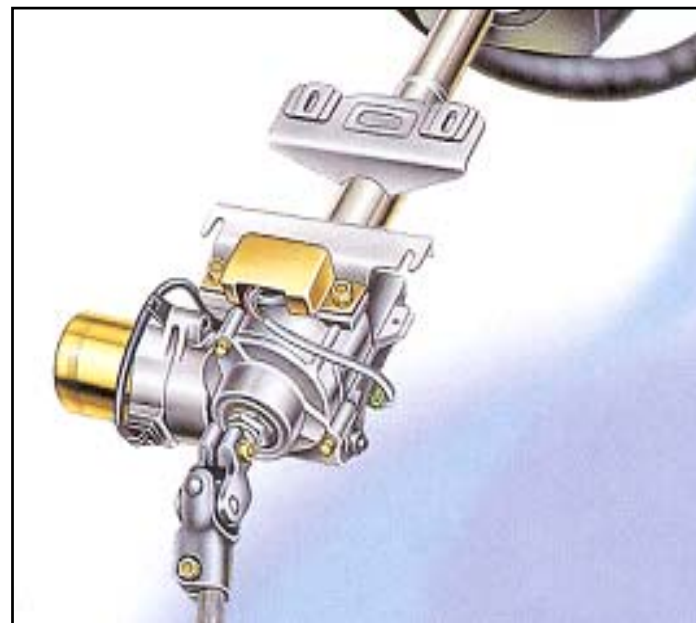
■ ABS控制策略



- 转向、制动、离合器的操纵助力
- 电动空调



电动空压机

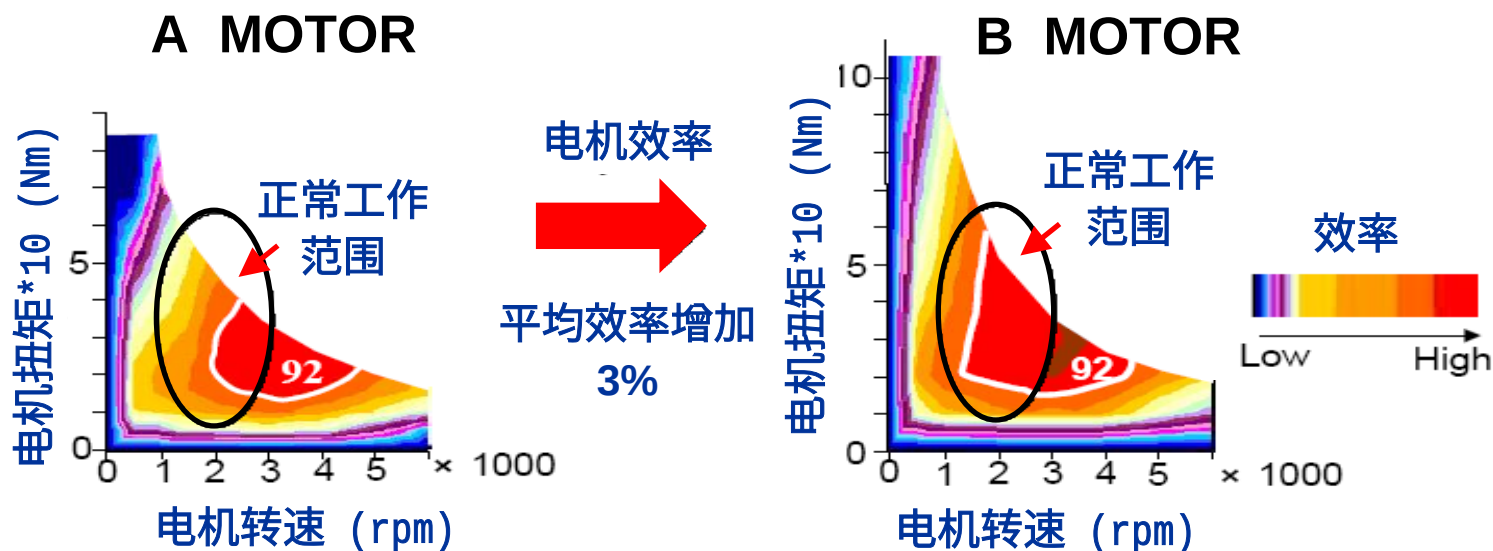


电动转向

- 前言
- 整车集成开发技术
- 整车控制技术
- 专用总成技术
- **动力电机与电力电子技术**
- 动力电池与管理系统技术

■ 技术要求

- 高性能、低重量和小尺寸；
- 具有低速大扭矩和高速恒功率的特点；
- 在较宽的转速范围内有较高的效率；
- 响应特性好；
- 能适应频繁的起停、能够实现电动和发电状态的切换；
- 噪声小；
- EMC等。



关键技术

■ 电机控制技术

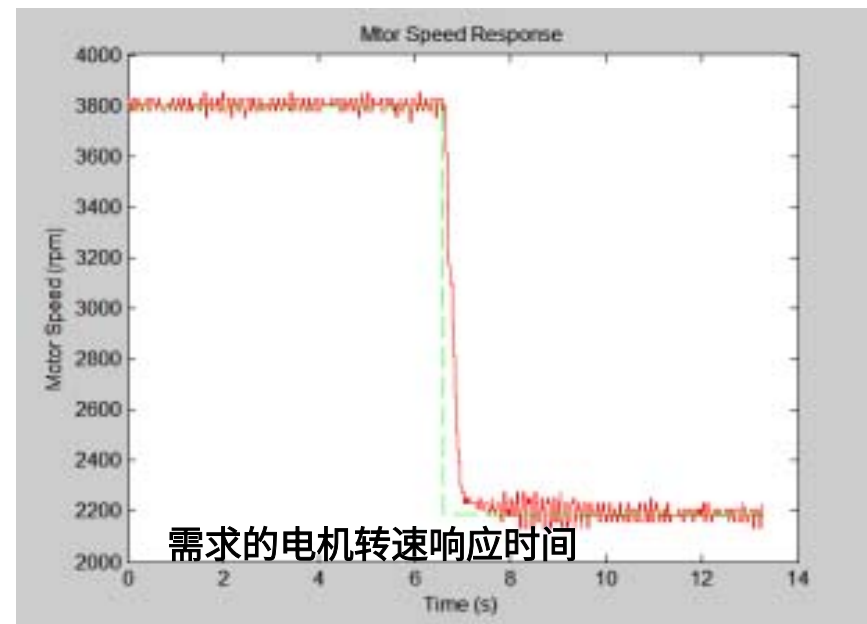
- 电机动态响应特性
- 故障诊断功能

■ 产品化技术

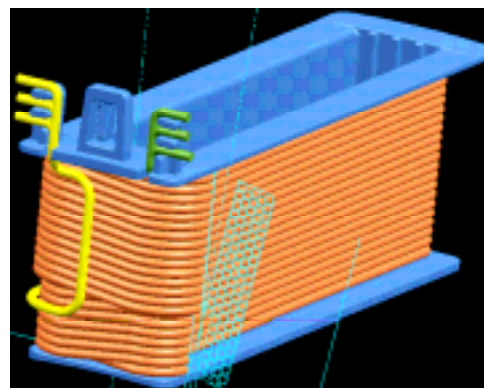
- 重量、NVH、EMC和可靠性控制
- 工艺性开发
- EMC特性、高压安全和防护等级
- 低成本技术

■ 关键部件的成本和可靠性

- 旋转变压器或编码器
- IPM (IGBT) 功率模块



① 关键部件技术



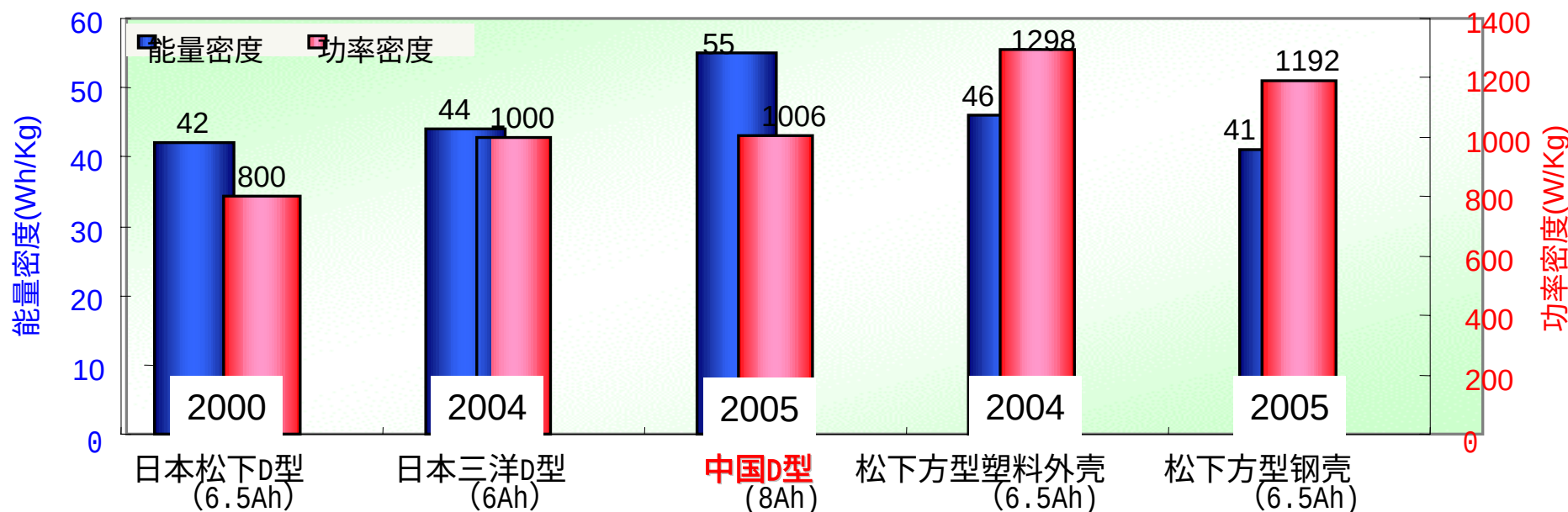
② 专用芯片技术



- 前言
- 整车集成开发技术
- 整车控制技术
- 专用总成技术
- 动力电机与电力电子技术
- **动力电池与管理系统技术**

■ 技术要求

- 高性能、低重量和小尺寸；
- 大功率充放电能力；提高电池的快速充电能力
- 充放电效率高；
- 寿命长（性能稳定性好）；
- SOC的精度高，稳定性好；
- 电磁辐射尽量小；
- 成本低。



资料来源：“十五”863电动汽车专项报告

关键技术

- 提高SOC精度和稳定性
- 大功率充放电能力和充放电效率
- 产品化设计与验证
 - 工艺性
 - 可靠性
 - EMC和高压安全
- 使用寿命
- 降低成本。



SOC突发跃变



产品电池包装

总 结 --- 混合动力汽车技术构成



传统汽车技术

混合动力技术

整车集成技术

- ❖ 整车构型与功能
- ❖ 行驶循环工况
- ❖ 整车性能仿真
- ❖ 整车测试与评价
- ❖ 高压安全与 EMC

整车电子控制技术

- ❖ 整车工作模式控制
- ❖ 工作模式切换控制
- ❖ 计算机辅助开发
- ❖ 整车网络

专用总成技术

- ❖ 发动机
- ❖ AMT
- ❖ 动力合成箱
- ❖ 电动附件
- ❖ 制动系统综合控制

动力电机及电力电子

- ❖ 电机系统结构设计
- ❖ 电机系统可靠性
- ❖ 电机系统的EMC
- ❖ 电机系统技术要求
- ❖ 电机系统仿真与测试
- ❖ 电机系统响应特性

动力电池及管理系统

- ❖ 电池系统结构设计
- ❖ 电池系统可靠性
- ❖ 电池系统的EMC
- ❖ 电池SOC精度
- ❖ 电池系统技术要求
- ❖ 电池充放电特性
- ❖ 电池系统响应特性



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

