

DCT 混合动力汽车系统匹配与仿真

System Matching and Simulation of Hybrid Electric Vehicle with Dual Clutch Transmission

刘荣伟 陈长红

吉利汽车研究院

摘要: 以匹配 DCT 的传统汽车为研究车型, 根据整车基本参数及动力性能参数, 确定电机和动力电池的参数。基于 GT-SUITE 仿真软件平台, 结合 MATLAB/simulink, 对整车的动力性及经济性进行仿真。仿真结果表明该动力系统的匹配合理并满足整车动力性及经济性要求。

关键词: GT-SUITE HEV DCT MATLAB/simulink 仿真分析

Abstract: To match the DCT traditional car models for the study, according to the vehicle basic parameters and dynamic performance parameters to determine the parameters of the motor and the battery. Based on GT-SUITE simulation software platform, combined with MATLAB / simulink, the vehicle's dynamic and economy simulation. Simulation results show that a reasonable match of the power system and meet the vehicle dynamic and economy requirements.

Key words: HEV GT-SUITE DCT MATLAB/simulink Simulation Analysis

1 前言

按《节能与新能源汽车产业发展规划(2012-2020年)》^[1]确定了从推广普及混合动力汽车开始, 逐渐过渡到纯电动汽车和插电式混合动力, 最终由纯电动主导的渐进式发展路线; 且同时指出, 2015 年我国乘用车产品平均燃料消耗量要降至 6.9 升/100 公里, 2020 年将至 5.0 升/100 公里。由此看出插电式混合动力未来将占有很大市场份额, 同时对油耗的要求将越来越高; 按目前市场上已有的插电式混合动力汽车的节油率看, 开发插电式混合动力汽车是很好的解决方案。

同时文献[2]中指出对插电式混合动力汽车进行补贴, 只要纯电驱动行驶里程大于 50km 就给 3.5 万元/辆的补贴。开发插电式混合动力汽车可以解决未来更高的油耗限值标准, 同时可以降低整车成本。因此以匹配 DCT 的某车型作为研究对象。

2 DCT 混合动力结构

按文献[3]对 DCT 的结构形式进行了分析, 结合市场上应用较为多见的主要类型如图 1:

图中 A 类型为电机前布置, B 类型为电机后布置, C 类型为 DCT 改制型, 目前 C 类型由于其控制及改制都较为困难, 因此应用较为少, 现以 C 类型 DCT 构型为研究对象, 进行混合动力匹配仿真。

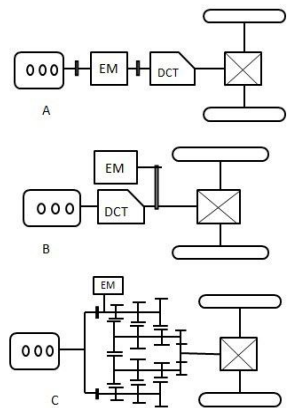


图 1 DCT 混合动力类型

3 动力系统参数设计

3.1 整车参数及性能目标

某车型基本参数见表 1，整车质量增加了电机、电池等高压附件的重量。

表 1 整车参数表

技术参数	数值
整备质量, kg	1390
满载质量, kg	1750
轮胎滚动半径, m	0.317
滚动阻力系数	0.015
风阻系数	0.31
迎风面积, m ²	2.3
传动系效率	0.92

表 2 纯电驱动动力性能设计目标

参数	数值
最高车速, km/h	≥120
10km/h ¹ 最大爬坡度, %	≥15
纯电动续驶里程, km	≥50

3.2 电机参数确定

驱动电机功率的选择要满足车辆行驶的最高车速、最大爬坡度时所需要的指标^[4]。包括最高车速功率 P_1 、最大爬坡度功率 P_2 ：

$$P_1 = \frac{1}{\eta_T} \left(mgf + \frac{\rho_a C_D A}{2} V_{\max}^2 \right) V_{\max}$$
$$P_2 = \frac{1}{\eta_T} \left(mgf \cos \alpha + \frac{\rho_a C_D A}{2} V_b^2 + mg \sin \alpha \right) V_b$$

式中， η_t 为机械传动系统效率； ρ_a 为空气密度； δ 为车辆旋转质量换算系数，取 1.25； V_b 驱动电机基速对应的车速； V_f 加速结束后的车速； $V_{\max}$ 为最高车速。

驱动电机峰值功率 $P_{\max}$ 应取上述 2 种功率的最大者，即 $P_{\max} \geq (P_1, P_2) = 22 \text{ kW}$ ；其额定功率 P_{rated} 可由公式 $P_{\max} = \lambda P_{\text{rated}}$ 计算，式中 λ 为电动机的过载系数，一般取值 1.5~2.5。

电机的转速需大于发动机的转速 6000rpm，且考虑其过载因素，其最高转速需 $\geq 7000\text{rpm}$ 。

选择市场成熟电机产品，有某厂商的电机符合标准，其参数如表 3：

表 3 电机参数

功率，kW	25/41
转矩，Nm	100/180
最高转速，rpm	7000

3.3 电池参数确定

目前电池材料种类繁多，此处的研究对象以应用成熟的锂离子电池为主；

对动力电池作主要动力源进行参数选择时，要满足在纯电动情况下电动机的功率需求和达到规定续驶里程的能量需求，以保证整车动力性和续驶能力。

按文献[5]的计算方式，计算得出电池参数图表 4；

表 4 电池参数

电池材料	磷酸铁锂
总能量，kWh	10.1
电压范围，V	260 -400

4 整车模型搭建

利用 GT-SUITE 软件仿真平台，结合 MATLAB/simulink 搭建整车仿真模型如图 2：

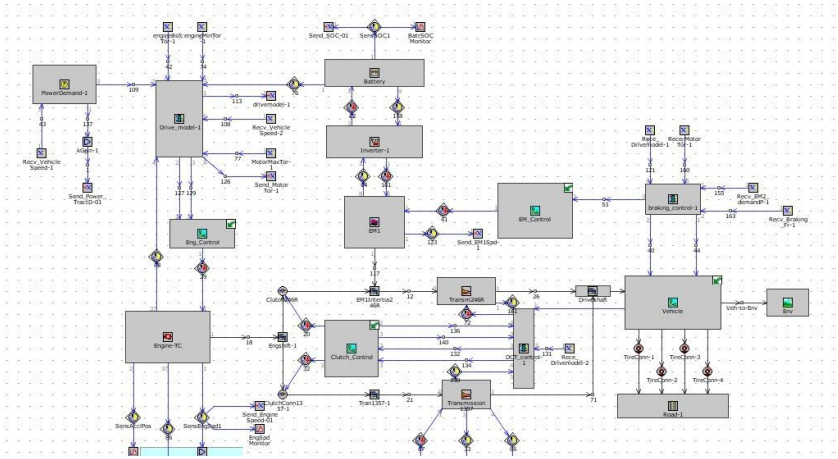


图 2 整车仿真模型

4.1 控制策略

按文献[4][6]的控制策略形式,在MATLAB/simulink上搭建整车驱动模式,如图3:

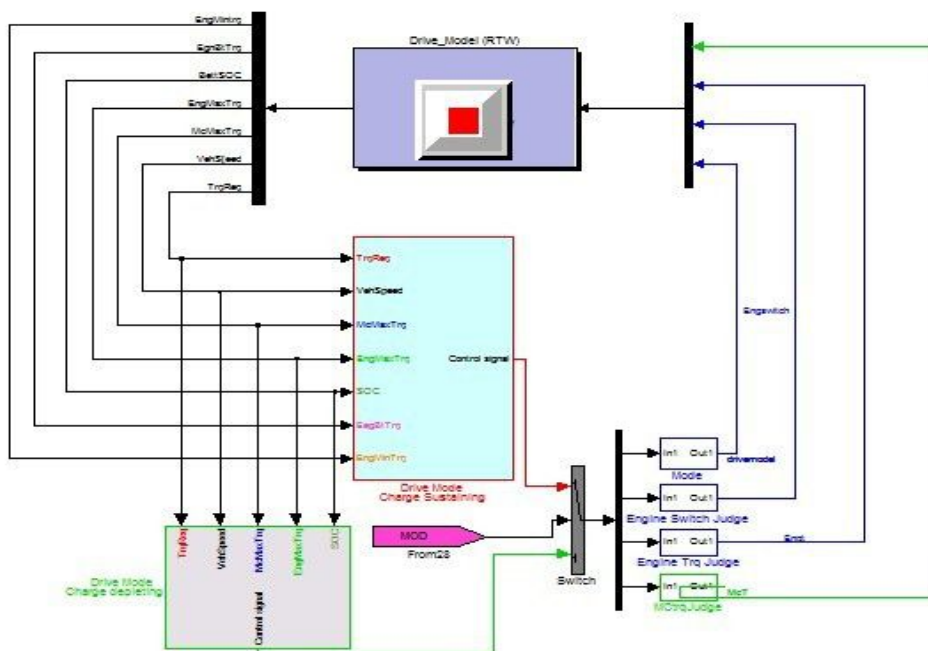


图 3 整车控制策略

4.2 制动能量回收

按文献[7]的制动能量回收策略如图4, 建立再生制动控制策略模型, 如图5。

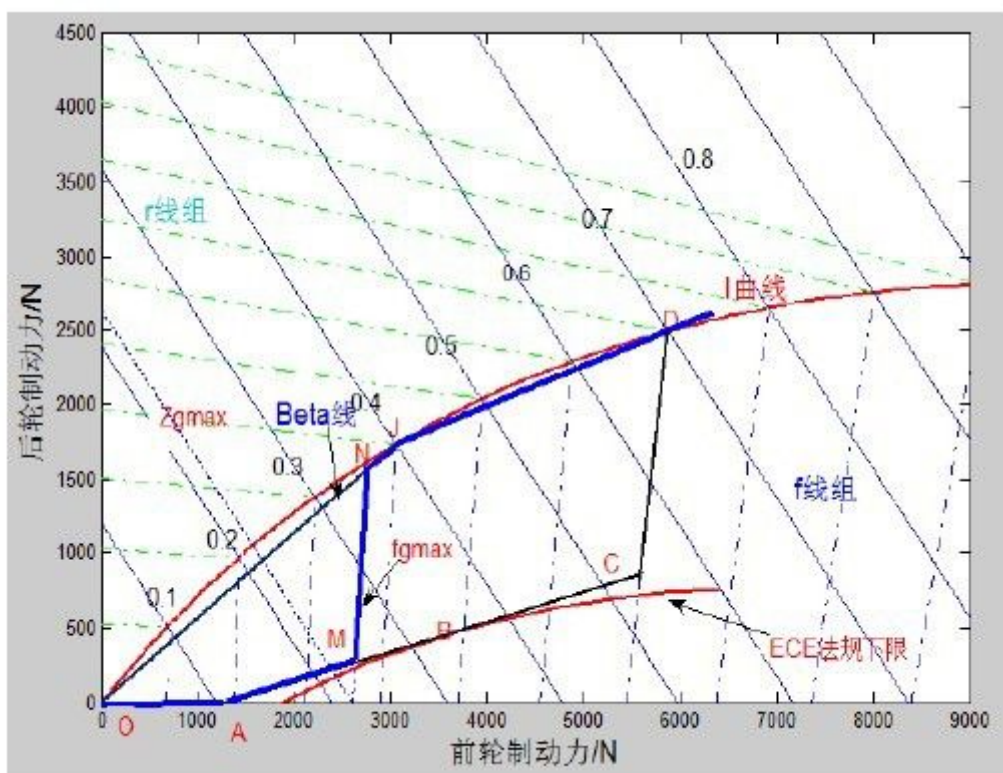


图 4 制动力分配原则

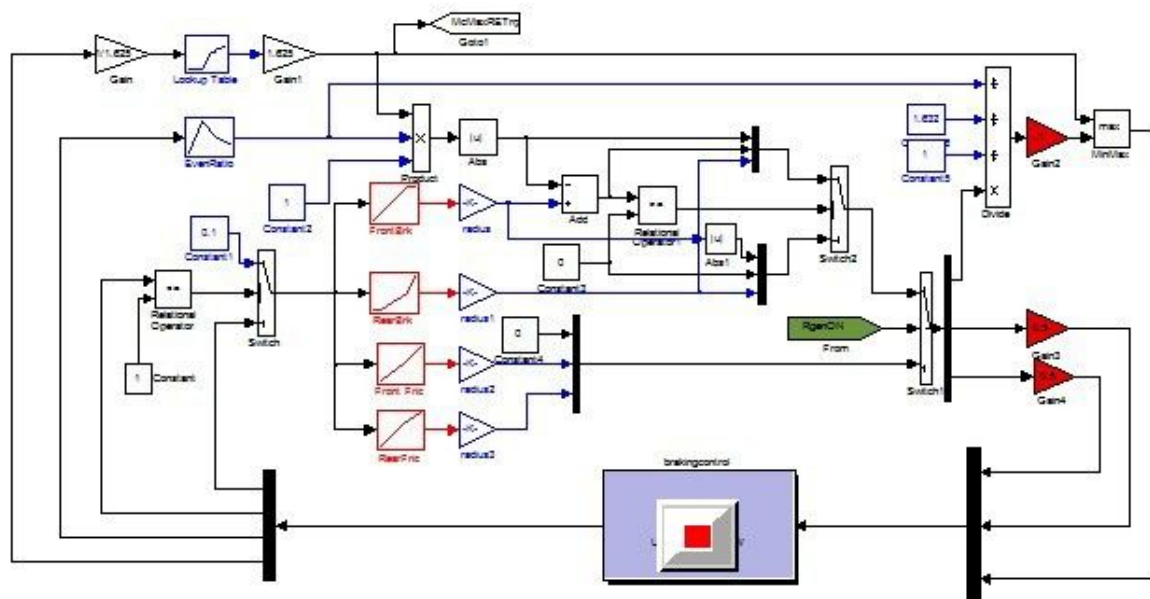


图 5 制动能量回收模型

4.3 DCT 控制策略

利用现开发的 DCT 控制策略进行修改,在其基础上根据整车控制需求更改控制模型,如图 6.

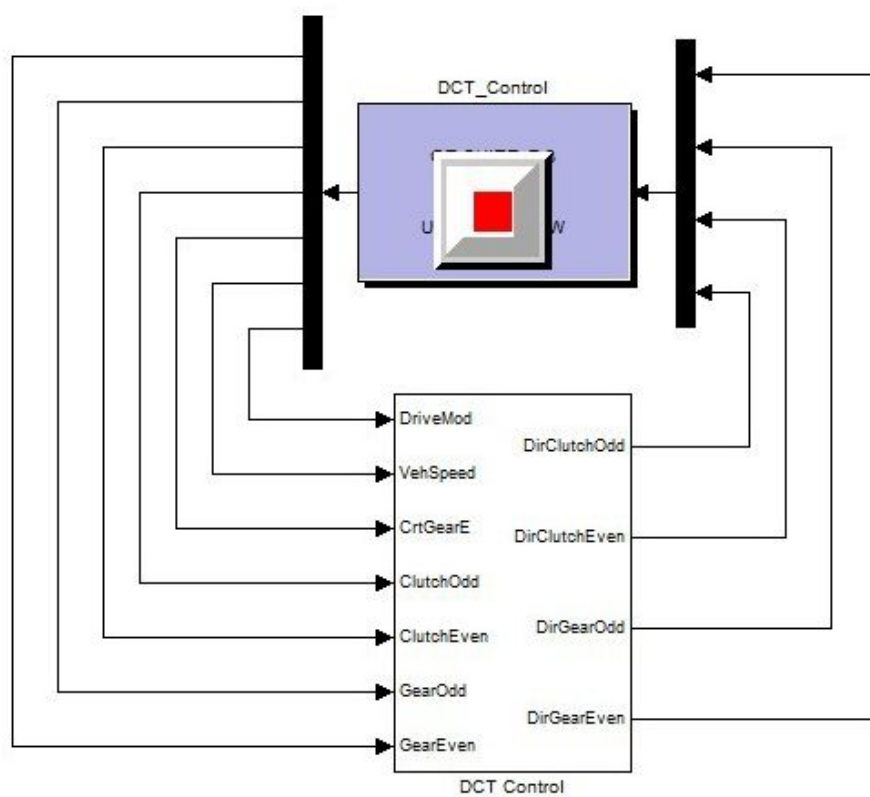


图 6 DCT 控制模型

5 仿真分析

通过 GT-SUITE 仿真平台，进行动力性及经济性仿真。经济性分析在 NEDC 循环工况上进行，仿真得到整车的动力性较原基础车型更高，经济性较原来提高了 31.8%。

表 5 性能对照表

		DCT 混合动力性能	原传统车性能
动力性	最高车速, km/h	186	169
	加速时间 (0-100km/h), s	9.1	11.5
	最大爬坡度, %	≥35	≥30
经济性	百公里油耗, L/100km	5.3	7.8
	纯电行驶里程, km	51.5	—
	节油率, %	31.8	

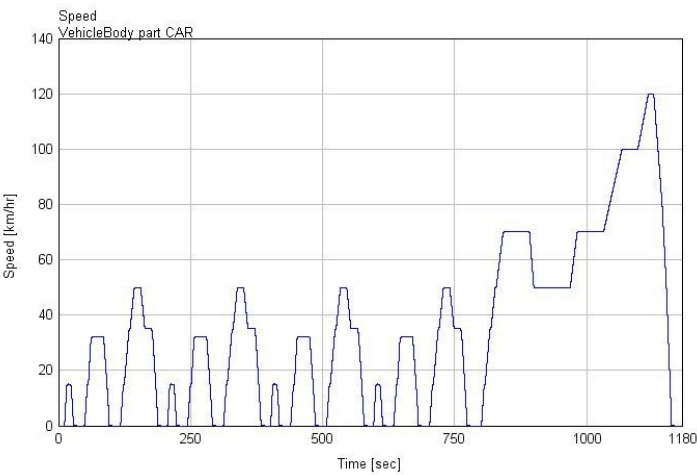


图 6 运行工况图

6 总结

本文基于匹配 DCT 的传统汽车为基础车型，开发混合动力汽车，对电机、电池进行了匹配。在 GT-SUITE 仿真软件平台上，结合 MATLAB/simulink 搭建整车模型，进行了动力性及经济性能仿真；仿真结果表明开发的混合动力汽车动力性较基础车型有明显的增强，且节油率达到 31.8%，说明整个系统匹配满足开发需求。

7 参考文献

[1] 节能与新能源汽车产业规划 (2012-2020 年)。
[2] 《关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知》(财建〔2013〕551 号)。
[3] 王 琪,赵治国,陈海军,刁威振 DCT 混合动力汽车构型分析 第五届国际汽车变速器和电驱动技术研讨会优秀论文选登 2013(5)

- [4] 倪光正, 倪培宏, 熊素铭 《现代电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池车-基本原理、理论和设计》 机械工业出版社 2010. 6。
- [5] 刘晓康, 汪 斌, 余向东, 吴杰余 并联式混合动力 电动汽车电池参数优选 汽车工程, 2013, 29 (7).
- [6] 周能辉, 赵春明, 辛明华, 李磊, 夏超英 插电式混合动力轿车整车控制策略的研究 汽车工程 2013, 35 (2).
- [7] 陈长红 增程式电动汽车控制策略的研究 辽宁工业大学硕士学位论文 2013.