

某款整车动力性经济性分析及优化

拓海东 骆富贵 贺翀 康艳伟

海马轿车有限公司 发动机开发部

摘要: 动力性和燃油经济性是车辆性能的重要评价指标。本文利用 GT-DRIVE 建立了整车仿真模型, 进行动力性、经济性计算。基于此模型, 本文在原有主减速比的基础上改进了主减速比, 仿真结果显示, 改进后的主减速比, 在 NEDC 循环工况下油耗有所降低。

关键词: 动力性 经济性 GT-DRIVE 主减速比优化

ABSTRACT: Dynamics and fuel economy are two important evaluation indexes of the vehicle performance. The vehicle model was established by GT-DRIVE in this paper, which was calculated the vehicle performance and fuel consumption. Based on this model, We improved the fuel economy through optimizing the final ratio. The simulation results showed that the NEDC fuel consumption reduced owing to the optimization of the final ratio.

Key words: Performance Fuel Economy GT-DRIVE Final Ratio Optimization

1 概述

动力性和燃油经济性是车辆性能的重要评价指标。汽车的整车性能不仅仅取决于其装载的发动机性能, 一台发动机既是具有良好的性能, 如果没有一个与之合理匹配的传动系, 也不能充分发挥其性能。寻找动力性和燃油经济性之间的平衡, 是各个厂家关注的问题。传统的动力总成匹配一般采用试验的方法, 符合标准的试验结果是真实有效的, 但其缺点是周期长、花费高。仿真的优势在于计算周期短、可重复性高, 利用仿真模拟计算对样车进行改造和优化不仅可以缩短开发周期, 还可以节约开发经费。

本文是以公司某款发动机与某款车型为研究对象, 提出一种基于实际的驾驶循环的以经济性为目标的动力传动系参数优化方法。利用 GT-SUITE 软件建立整车静态和动态仿真模型, 同时利用软件自带的 DOE 功能对动力传动系参数进行优化, 力求在保证整车动力性能的前提下降低整车油耗。

2 模型建立及校核

2.1 任务描述

用 GT-SUITE-MP 对某款发动机匹配某款整车进行建模分析, 主要计算其动力性、经济性。

并对计算结果与试验结果进行对比分析，得到仿真计算与试验值之间的差别，并计算出仿真误差。

2.2 边界条件

表 1 整车参数表

参数	数值	单位
整车整备质量	1391	Kg
半载质量	1571	Kg
满载质量	1766	Kg
迎风面积	—	m ²
轮胎滚动半径	—	mm
轴距	—	mm
动力系统传动效率	—	—
发动机 MAP 图	数值输入	—
变速箱速比	一档	—
	二档	—
	三档	—
	四档	—
	五档	—
	六档	—
主减速比	3.895	—
滑行曲线	—	—

2.3 模型建立

2.3.1 整车模型的建立

根据提供的主要参数，建立动力性模型如下图 1 所示。

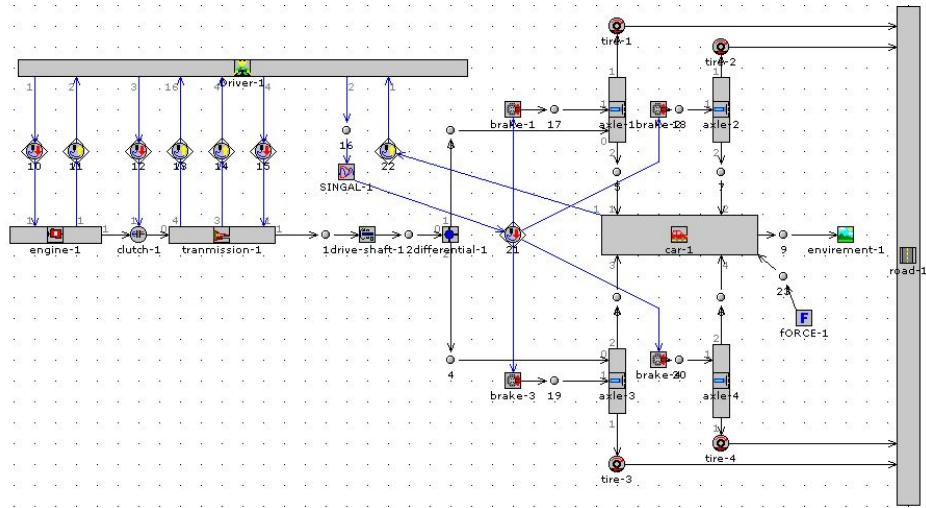


图 1 动力性模型

经济性模型如下图 2 所示。

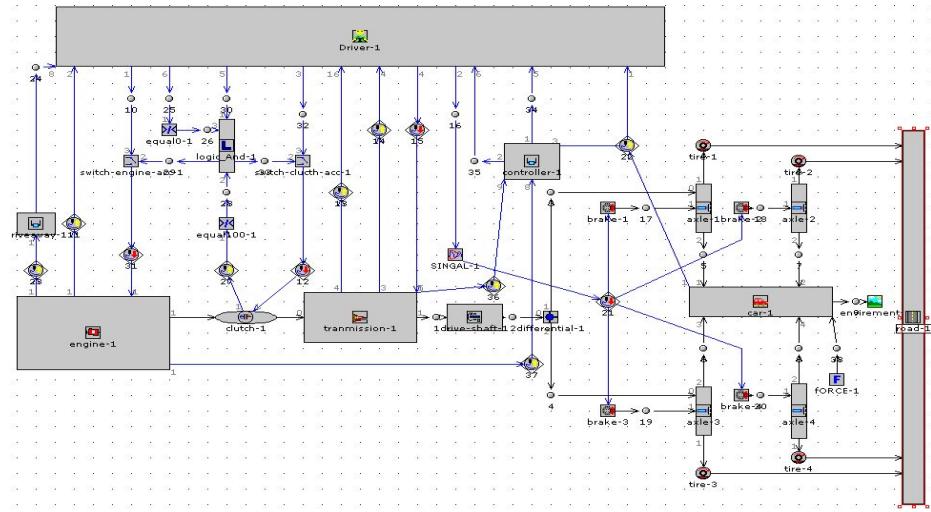


图 2 经济性模型

2.3.2 边界条件

整车基本参数以及发动机 MAP 图按实际提供参数输入，风阻和滚阻系数按照整车提供滑行曲线输入。

2.3.3 计算模型的建立

动力性仿真采用的是动力学计算模式，即正向计算模式，在该模式下，用户输入的是发动机油门位置、离合器位置、制动器位置和换挡规律等，求出车辆的动态反应。实际上就是由加速的动作控制车辆的运动。

油耗计算也采用动力学计算模式，该模式下，是通过驾驶员的输入动作，控制发动机油门位置、离合器位置、制动器位置和换挡规律，使其相互配合得出我们想要的车辆动态响应，从而计算百公里油耗。

2.4 计算结果与试验结果对比分析

计算结果与试验结果对比如下表 2。

表 2 对比结果

计算项目		仿真值	试验值
最高车速 (Km/h)	五档	202	188
	六档	191	180
最大爬坡度		>40%	>40%
0~100Km/h加速时间 (s)		11.23	11.80
0~400m加速时间 (s)		18.08	18.00
60Km/h~100Km/h加速时间 (s)	四档	9.83	9.80
	五档	14.25	14.80
综合油耗 (L/100Km)		7.61	7.8

由上表计算结果与试验结果对比分析，可以看出计算结果与试验结果整体上都比较接近。对于最高车速，仿真值比试验值偏大，主要考虑，仿真所用的滚阻与风阻是用试验测到的滑行曲线表示的。而滑行曲线是从 125Km/h 滑行得到的，但最大车速远远大于 125Km/h，并且随着速度的增加，滚阻与风阻会急剧增加，仿真所用的数据是拟合得到的，与真实值可能存在偏差。

综上分析，仿真结果是合理可信的，所建立的模型精度也在一定的范围内，能够用于进一步的分析。

3 模型的优化分析

由于需要进一步降低整车油耗，故对整车质量和油耗进行了进一步优化，优化后整车整备质量 1290Kg，滑行曲线也比上次优化很多。下面的分析是基于上述校核后的模型，仅仅改过整车质量和滑行曲线后进行的分析。

3.1 分析结果

3.1.1 动力性分析

(1) 整车功率平衡图如下图 3 所示。

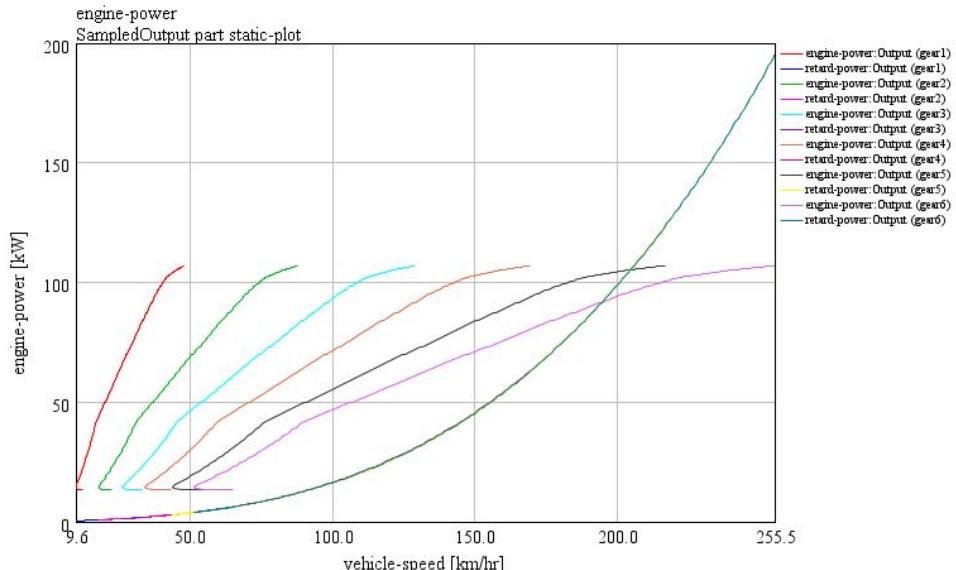


图 3 功率平衡图

由上图看出整车最大车速为五档 204Km/h。

(2) 最大爬坡度计算结果如下图 4 所示。

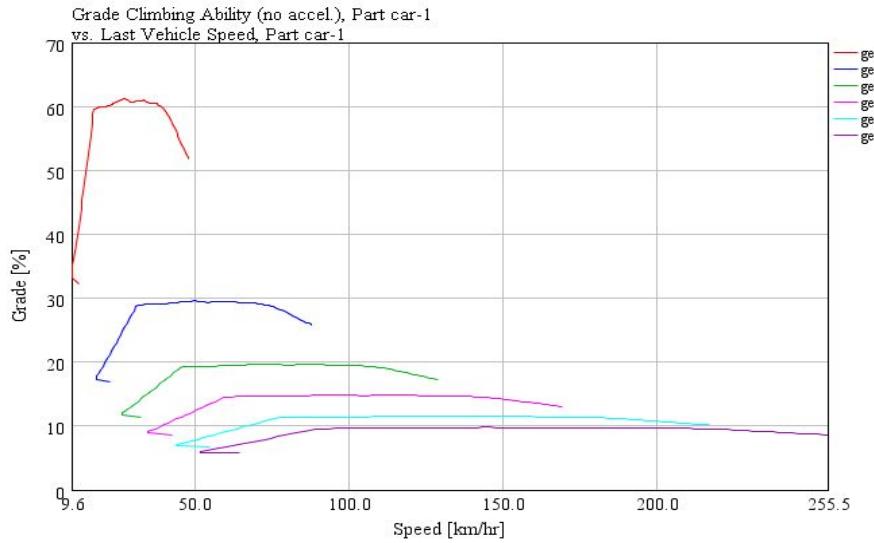


图 4 最大爬坡度

由上图看出理论上整车最大爬坡度可以达到 60%以上，但是考虑实际的轮胎与地面的附着力以及轮胎是否打滑，实际上整车最大爬坡度不可能这么大，但肯定大于 35%。

(3) 0 到 100Km/h 加速时间结果如下图 5 所示。

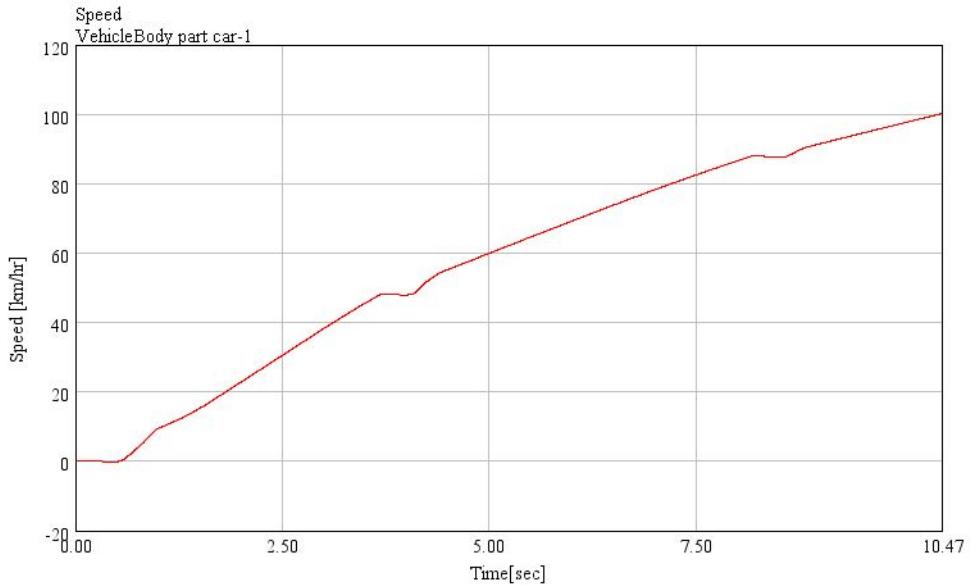


图 5 加速时间

可以看出整车 0 到 100Km/h 加速时间 10.47s，且是在三档达到的。

(4) 超越加速时间如下图 6 所示。

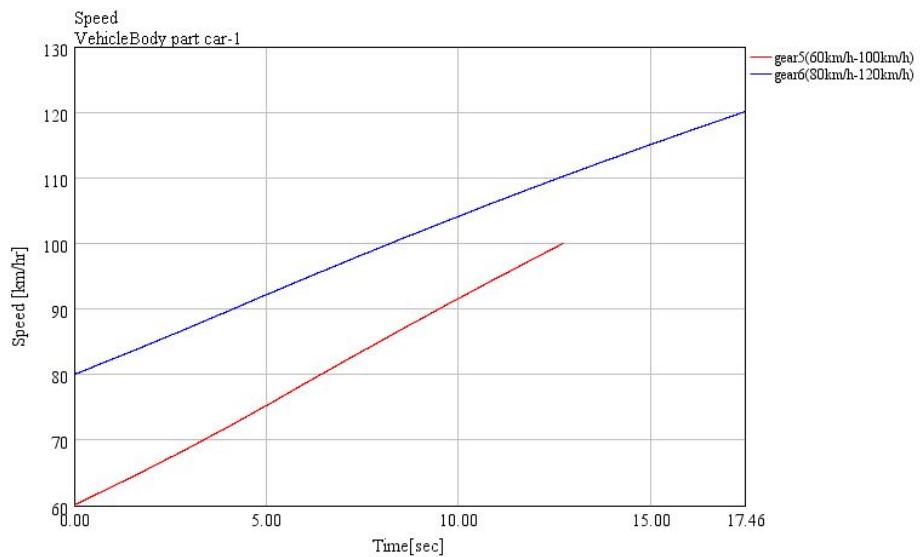


图 6 超越加速时间

五档 60Km/h 加速到 100Km/h 超越加速时间为 12.75s；

六档 80Km/h 加速到 120Km/h 超越加速时间为 17.46s。

3.2.2 经济性分析

整车经济性结果如下表 3 所示。

表 3 经济性结果

等速百公里油耗 (L/100Km)	五档	60Km/h	4.05
	六档	80 Km/h	4.62
		100 Km/h	5.80
		120 Km/h	7.29
市区工况 (L/100Km)			8.83
郊区工况 (L/100Km)			6.04
综合油耗 (L/100Km)			7.08

由上表看出整车综合油耗为 7.08L/100km。

其中 NEDC 工况整车运行速度如下图 7 所示。

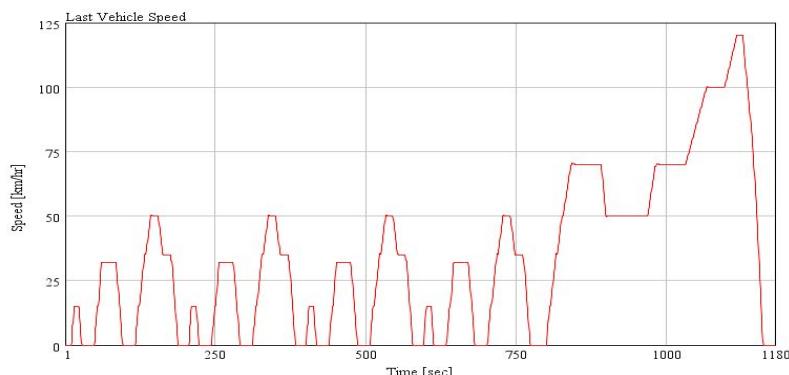


图 7 NEDC 车速

上图为 NEDC 整车运行工况，其中前四个工况为 ECE 工况，最后一个工况为 EUDC 工况。

3.3 主减速比优化

主减速比对整车动力性和经济性影响都很大，小的主减速比可以得到更好的油耗但动力性会变差，而大的主减速比整车动力性会变好但油耗会增大。所以可以通过优化主减速比来寻找一个平衡，使整车在保证动力性的前提下油耗最低。

本次仿真整车主减速比为 3.895，现在原主减速比基础上，每隔 0.2 计算一个主减速比，主要计算了主减速比为 3.495、3.695、3.895 和 4.095 的整车动力性和经济性，计算结果如下表 4 所示。

表 4 不同主减速比计算结果

主减速比		3.495	3.695	3.895	4.095
计算项目		仿真值	仿真值	仿真值	仿真值
最高车速 (km/h)	五档	199	202	204	205
	六档	182	189	194	199
最大爬坡度		>35%	>35%	>35%	>35%
0~100km/h 加速时间 (s)		10.70	10.60	10.47	10.33
60km/h~100km/h 加速时间 (s)	五档	15.68	14.03	12.75	11.74
80km/h~120km/h 加速时间 (s)	六档	21.93	19.37	17.46	15.98
等速行驶百公里燃油消耗量 (L/100km)	五档	60km	3.88	3.95	4.05
		80km	4.54	4.57	4.62
		100km	5.65	5.72	5.80
		120km	7.21	7.24	7.29
市区工况 (L/100km)			8.39	8.58	8.83
郊区工况 (L/100km)			5.88	5.95	6.04
综合油耗 (L/100km)			6.81	6.93	7.08

本次仿真综合考虑整车的动力性和经济性，建议主减速比选取 3.695。

4 结论

- 1 运用 GT-DRIVE 建立模型，模型精度满足实际工程的需要，可以为后续整车与发动机的匹配提供参考；
- 2 整车整备质量和滑行曲线对整车动力性和经济性影响很大，故要尽可能的降低整车整备质量和滚阻风阻系数；
- 3 随着主减速比的增加，整车动力性会提升但油耗也会增加，故要综合考虑整车的动力性和经济性，在这两者之间选择一个平衡。

5 参考文献

- [1] 周龙宝, 高宗英. 内燃机学. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [2] 陈家瑞. 汽车构造. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] Gamma Technologies. GT-SUITE. Control tutorials, 2009.
- [4] Gamma Technologies. GT-SUITE. Vehicle Driveline and HEV Tutorials, 2009.
- [5] 余志生. 汽车理论. 北京: 机械工业出版社, 2010.