GT-DRIVE在传动系统优化中的应用

Optimization of transmission system by Using GT-DRIVE

吕晓明 张贺 陈伟

（长城汽车股份有限公司技术研究院 CAE 部 071000）

摘要：汽车的动力性和燃油经济性是其重要的使用性能之一，直接影响其商品性。本文介绍了长城汽车公司某款小型轿车在传动系统匹配过程中，利用GT-DRIVE优化其主减速比，优选出符合要求的最佳匹配结果。

关键词：动力性　经济性　优化　GT-DRIVE

Abstract：To automobiles, the power performance and fuel economy are the main characters which directly affect its performance in market. This paper introduces the matching process of transmission system and optimizes the final drive reduction ratio for the mini car of GREAT WALL motor company by using GT-DRIVE, and choose the best final drive reduction ratio .

Key words：power performance；economy；optimize； GT-DRIVE

1 引言

随着汽车工业的迅速发展，汽车的作用变得越来越重要，而对其整车性能的要求也更加严格和实际。如何开发出性价比高的实用型汽车，满足用户要求，给汽车设计开发人员提出了新的课题。动力性和经济性两者都是当前购车者购车参考的重要指标，各国政府、汽车制造企业和使用者都高度重视这两项指标。

这时汽车的综合性能变得尤其突出，用GT-DRIVE对不同的主减速器进行对比，使整车的综合性能达到最优化。

2 任务提出

2.1 提出原因

为达到最佳的整车动力性、经济性，通过运用GT-DRIVE软件对匹配四款不同主减速器的汽车进行仿真计算，分析在不同主减速比值情况下整车的动力性、经济性情况，得到经过匹配后综合性能较好的车。

2.2 分析项目

（1）分析整车在相同条件下，使用不同主减速器在60 km/h、90 km/h、120 km/h稳定车速下整车的经济性。

（2）分析在不同主减速比下循环工况油耗值。

（3）分析最高车速、加速时间（原地起步加速时间和超车加速时间）和最大爬坡度综合性能。

3 分析过程

3.1 理论基础

3.1.1动力性分析

汽车的动力性主要由三方面的指标来评定，即：最高车速、加速时间（原地起步加速时间和超车加速时间）和最大爬坡度。装有有级式固定传动比变速器汽车的行驶方程式为：

$$F_t = F_f + F_w + F_i + F_j \tag{1-1}$$

即
$$\frac{T_{tq} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf\cos\alpha + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + G\sin\alpha + \delta m \frac{du}{dt} \tag{1-2}$$

式中，F_t－驱动力，N；　F_f－滚动阻力，N；　F_w－空气阻力，N；

F_i－坡度阻力，N；　F_j－加速阻力，N；　T_{tq}－发动机转矩，Nm；

i_g－变速器传动比；　i_0－主减速器传动比；　η_T－传动系统机械效率；

r－车轮滚动半径，m；　f－滚动阻力系数；　α－道路坡度角；

C_D－空气阻力系数；　A－迎风面积，m^2；　u_a－车速，km/h；

δ－旋转质量换算系数；　$\frac{du}{dt}$－车辆加速度，m/s^2。

功率平衡方程式为：

$$P_e = \frac{1}{\eta_T}\left(Gf\cos\alpha + \frac{C_D A u_a^2}{21.15} + G\sin\alpha + \delta m \frac{du}{dt}\right)\frac{u_a}{3600} \tag{1-3}$$

式中，P_e－发动机功率，kW。

通过上述公式，可以分析汽车在附着性能良好的典型路面（混凝土、沥青路面）上的行驶能力，即确定出汽车在节气门全开时可能达到的加速能力、爬坡能力和最高车速。

3.1.2 燃油经济性分析

燃油经济性常用等速行驶百公里燃油消耗量和多工况循环行驶工况的百公里燃油消耗量来评价。车辆等速燃油消耗量的计算方法：

$$Q_s = \frac{Pb}{1.02 u_a \rho g} \tag{1-4}$$

式中，Q_s —等速燃油消耗量，L/100km；　P —阻力功率，kW；

b —燃油消耗率，g/kWh；　ρ —燃油密度，kg/L。

循环工况的百公里燃油消耗量表示为：

$$Q_s = \frac{\sum Q}{s} \times 100 \qquad (1\text{-}5)$$

式中，Q_s —百公里燃油消耗量，L/100km；

$\sum Q$ —所有过程油耗量之和，L；

s —整个循环的行驶距离，km。

3.2模型建立

输入各个部件的参数，建立动力性和经济性模型，如图 1 动力性模型，图 2 经济性模型。

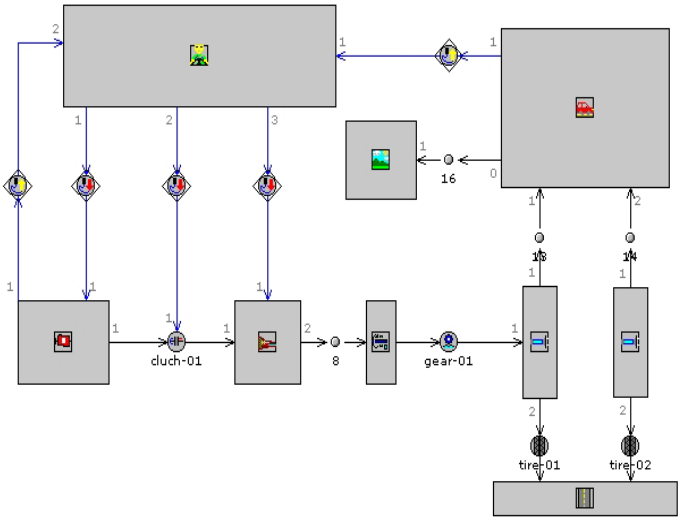

图 1　动力性仿真模

3.3 仿真计算

通过对四款主减速器和整车的匹配计算，得到我们所需要的主减速器，主减速比分别为 4.3，3.9，3.6， 3.3。

4 后处理

通过动力性分析，在后处理中能得到各个挡位下的车速、加速度、爬坡度和功率。在经济性 分析中，循环工况采用ECE-EUDC标准，可以得到循环工况油耗和各速度下的等速油耗，在60 km/h、90 km/h、120 km/h下的等速油耗采用的数据是靠后处理中自动差值得到的，应用插值法取得数据，也可以在Excel工作表中依靠数据得到等速百公里油耗图。

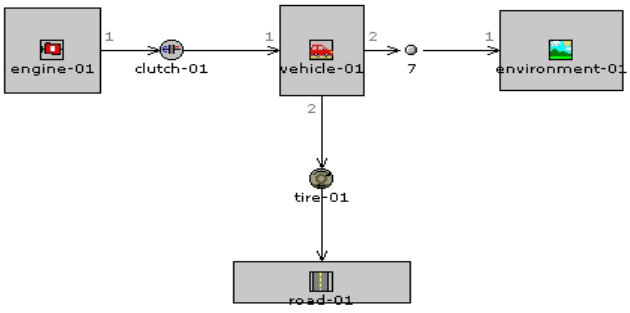

图 2　经济性仿真模型

GT本身输出的油耗曲线单位是km/L，如下图，能很清晰的观察各转速下的油耗。Y轴数值越高，越省油。

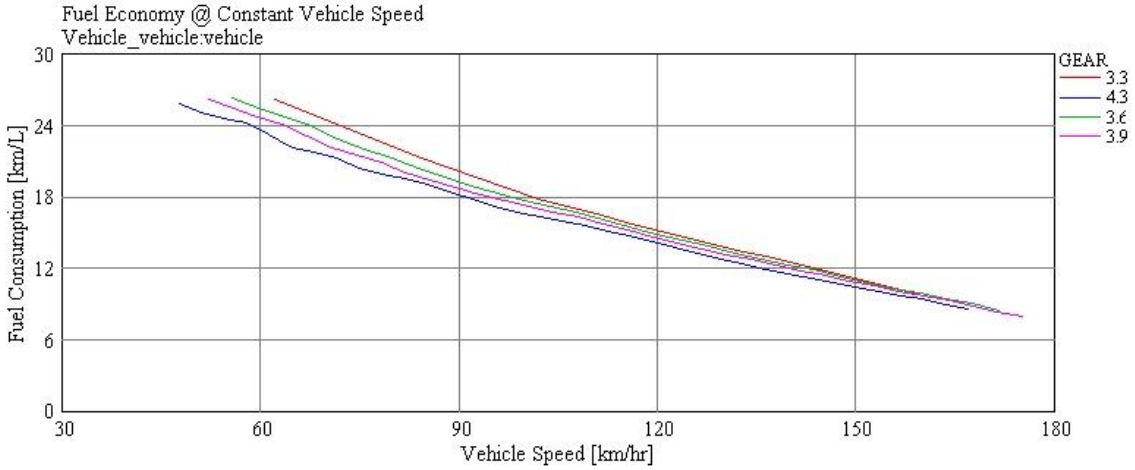

图 3 等速油耗值

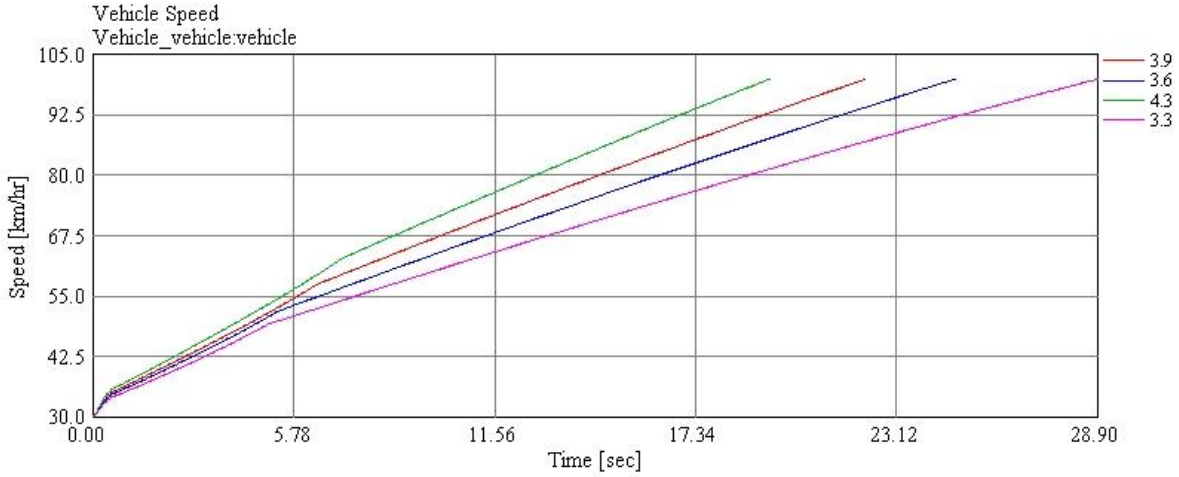

图 4 次高挡超车加速时间

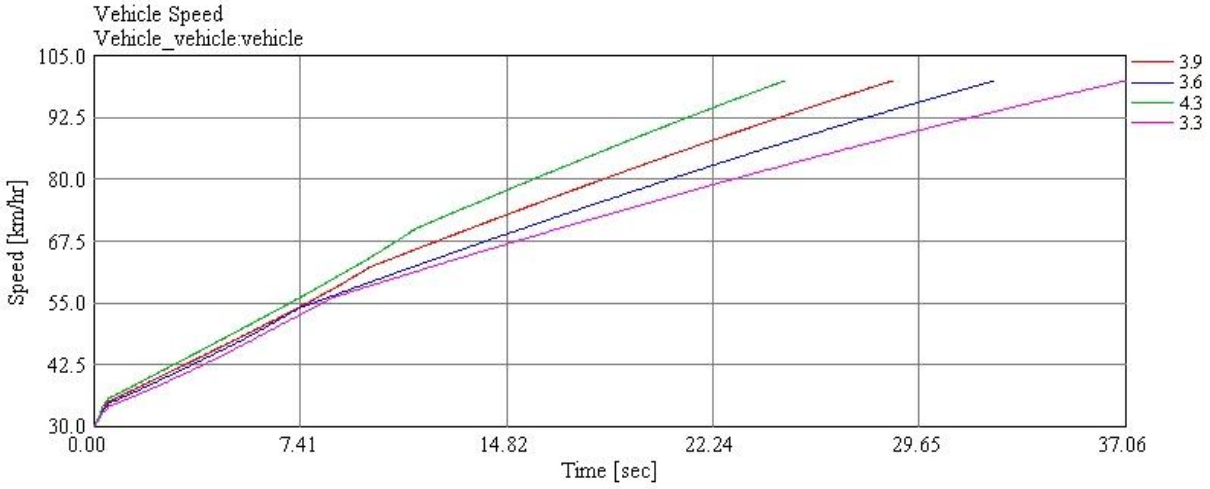

图 5 最高挡超车加速时间

表1 动力性与经济性分析结果

类别	仿真分析项目		分析结果（主减比）			
			4.3	3.9	3.6	3.3
动力性	最高车速(km/h)		170.4	176.2	171.4	160
	最大爬坡度(%)		50.6	45.1	41.4	36.3
	最大加速度(m/s^2)		4.1	3.8	3.5	3.2
	0—100km/h 加速时间(s)		15.93	15.81	16.13	16.5
燃油经济性	等速百公里油耗(L/100km)	60	4.0	3.9	3.7	3.7
		90	5.3	5.2	4.9	4.9
		120	6.8	6.7	6.5	6.5
	循环工油耗(L/100km)		9.1	8.7	8.5	8.1

在评判车辆性能时，经济性和动力性常被认为是互相制约的两个因素。若一味的追求动力性，而选择经济性较差的主减比组合，其动力性能就不会被客户接受，因此综合对动力性和经济性的影响，选择主减比为 3.6 的组合为最终的结果。

通过表格和图片结果对比，动力性最好的主减比为 3.9，经济性最好的主减比为 3.3。因为设计目标最高车速不低于 165 km/h，故排除了主减比为 3.3 的主减速器。在前三者的动力性都满足设计目标的基础上，应选择经济性性能较好的一款，主减比为 3.6 的主减速器虽然动力性能有所下降，但属于可接受范围，而且经济性是三者中最好的。

5 结论

整个过程所进行的工作：

1）利用 GT-DRIVE 软件建立了整车模型。

2）对整车的动力性和燃油经济性进行了仿真分析。

3）分析了四种主减速器与整车匹配结果。

GT-DRIVE 软件能很快建立动力性、经济性分析模型，过程比较简单，实用性强，使用方便，通过变参数计算分析汽车结构参数及运行参数对动力性及经济性的影响程度．从而可为汽车设计提供一定的参考依据。

进行动力性经济性分析所需数据应尽量准确，尤其是发动机万有特性参数数据，否则对分析结果会有很大的影响，我们还需要在这方面加强工作，进一步提高整车匹配分析的能力。

6 参考文献

[1] 余志生,汽车理论(第三版)[M],北京：机械工业出版社,2000

[2] GBT12545.1--12545.2-2001 乘用车及商用车辆燃料消耗量试验方法

[3] GT-ISE Users Manual, Gamma Technologies.Inc

[4] Run Menu Features and Template Reference Manual, Gamma Technologies.Inc