

# 基于 Isight 的车辆速比优化匹配设计

余捷

(福建工程学院 机械与汽车工程学院, 福建 福州 350118)

**摘要:** 为进一步提高车辆动力性和经济性, 针对车辆传动系速比进行整车仿真与优化设计。为有效解决多目标优化问题, 将整车动力性指标作为约束条件、经济性为优化目标进行 Cruise 和 Isight 联合仿真。结合某四驱车辆传动比原始数据, 速比优化仿真结果显示, 车辆的性能有较好地提升。

**关键词:** 动力系统; 参数匹配; 优化设计; 仿真分析

中图分类号: U463.21

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2017)01-0026-04

## Optimization matching design for vehicle speed ratios based on the Isight

Yu Jie

(College of Mechanical and Automotive Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

**Abstract:** To further improve the dynamic performance and fuel economy of vehicles, simulation and optimization design for vehicle drivetrain speed ratio was developed. To solve multi-objective optimization problem effectively, the vehicle dynamic performance was considered as constraint condition and the vehicle's economy was taken as the optimization goal to conduct joint simulation based on the Cruise and Isight. As compared with the original ratios of a four-wheel drive vehicle, the optimal simulation results show that the performance of the vehicle is considerably improved.

**Keywords:** drivetrain; parameters matching; optimization design; simulation analysis

变速器速比对于汽车的动力性和经济性有重要影响, 因此, 汽车在动力总成设计上力求速比优化设计使汽车具有更佳和综合性能。考虑到车辆动力性与经济性对速比匹配是互相牵制的优化目标<sup>[1]</sup>, 速比优化属于有约束、非线性、多目标参数优化问题。目前, 解决车辆多目标方法主要有直接法、间接法和智能优化方法等<sup>[2~5]</sup>。为有效解决多目标优化问题, 在分析车辆行驶特性的基础上, 将动力指标作为约束条件, 并以百 km 能耗最低作为优化目标, 利用 Isight 与 Cruise 联合仿真解决优化任务, 研究并验证所采用的匹配及优化

方法的可行性。

## 1 样车整车参数及设计要求

为验证速比优化思想, 选择样车的基本参数及设计要求如表 1、2 所示。

## 2 联合仿真模型搭建

### 2.1 建立 Cruise 整车模型

用表 1 具体参数在 Cruise 中建立模型和设置参数, 如图 1。该模型包括整车、驾驶员、发动机、离合器、变速器、分动器、主减速器、轮胎和制动模

收稿日期: 2016-11-30

基金项目: 福建省教育厅项目(JAT160322); 福建工程学院科研启动基金(GY-Z14006)

通讯作者: 余捷(1984-), 男, 福建福州人, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 车辆动力总成设计。



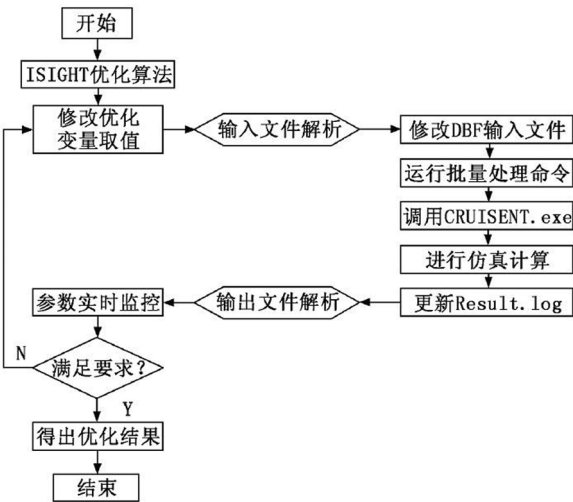


图 3 联合优化流程图

Fig.3 Flowchart of joint optimization

比比值小于等于 1.8,并且随着挡位数的升高相邻两挡传动比逐渐减小,从而提高高档位利用率。

基于如上分析,建立优化数学模型为:

$$\begin{aligned} \text{Min } y &= F(X) = FC_{100} \\ X &= [X_1, X_2, X_3, X_4, X_5] \\ \text{s.t. } g_1(X) &= i_{g1}^* - i_{g1} \leq 0 \\ g_2(X) &= u_{\max}^* - u_{\max} \leq 0 \\ g_3(X) &= t_{0-100 \text{ km/h}} - t_{0-100 \text{ km/h}}^* \leq 0 \\ g_4(X) &= F_t - F_{\varphi} \leq 0 \\ 1.7 &\leq \frac{X_1}{X_2} \leq 1.8 \\ 1.6 &\leq \frac{X_2}{X_3} \leq 1.7 \\ 1.5 &\leq \frac{X_3}{X_4} \leq 1.6 \\ 1.4 &\leq \frac{X_4}{X_5} \leq 1.5 \end{aligned}$$

式中:  $FC_{100}$  为汽车百 km 能耗;  $i_{g1}$  为 1 挡最大爬坡度;  $i_{g1}^*$  为 1 挡最大爬坡度设计值, 30%;  $u_{\max}$  为最高车速;  $u_{\max}^*$  为最高车速设计;  $t_{0-100 \text{ km/h}}$  为 100 km 加速时间;  $t_{0-100 \text{ km/h}}^*$  为 100 km 最高加速时间设计值;  $F_t$  为最大驱动力;  $F_{\varphi}$  为路面最大附着力。

为了提高运算速度,本文采用多岛遗传优化算法进行联合仿真。遗传算法是借助和模仿生物进化适者生存的规律,通过对优化问题的解空间个体进行编码,再对所编码个体种群开展遗传操

作,主要有选择、交叉、变异等,最后通过迭代在新种群中找出最优解或较优解的组合。多岛遗传算法则是对遗传算法进行改进,从而获得更优良的计算效率和全局求解能力。多岛遗传算法将一个种群分成若干子种群——岛,并在每个岛上运用传统遗传算法进行子种群进化。

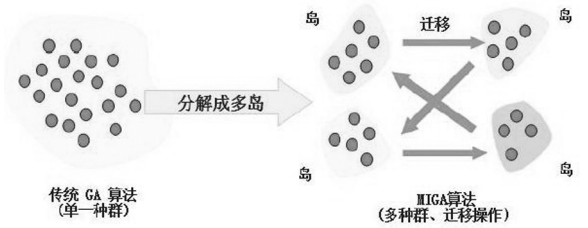


图 4 MIGA 算法中子种群/岛生成原理

Fig.4 Neutron population/island generating principle in MIGA algorithm

3 联合优化仿真结果分析

优化目标值的变化趋势如图 5 所示,其横坐标为迭代次数,纵坐标为 100 km 能耗。表 3 为优化前后各参数对比。

表 3 优化前后对比

Tab.3 Comparison of parameters before and after optimization

参数	优化前	优化后
$i_1$	3.64	3.88
$i_2$	2.42	2.00
$i_3$	1.42	1.41
$i_4$	1.03	1.07
$i_5$	0.90	0.82
$G/i_{g1}$	49.5	53.79
$U_{\max}$	230	224
$t_{0-100 \text{ km/h}^{-1}/\text{s}}$	9.05	9.27
$FC_{100}$	11.43	11.19

由表 3 可以看出,动力性除爬坡度(优化前 49.5%;优化后 53.79%)以外,最高车速和 100 km 加速时间在优化后均下降,但仍然满足表 2 的设计要求。可见,在不改变传动比以外参数的前提下,经济性优化有可能会导致整车动力性表现下降。优化前后的传动比所带来的 100 km 能耗

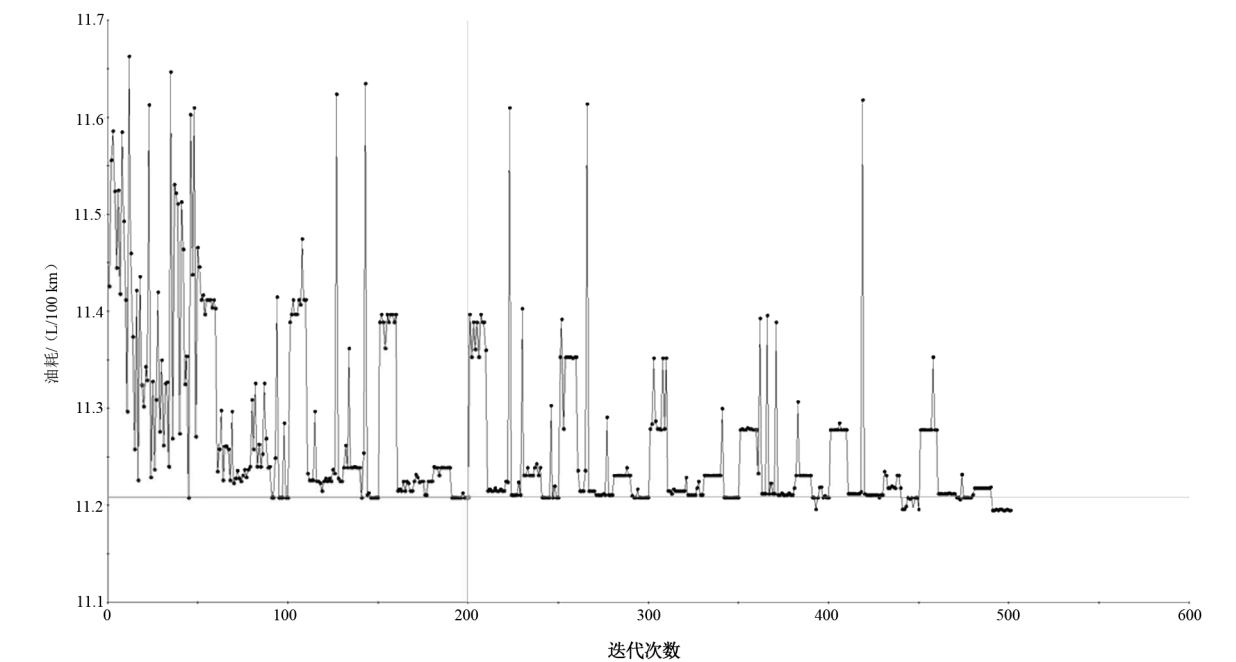


图 5 优化目标计算值变化过程

Fig.5 Chart of optimization goal value calculated

分别为 11.43L 和 11.19L,比优化前减少了 2.1%,  
比优化前减少了 2.1% ,车辆将更加节能。

4 结论

介绍了一种兼顾汽车动力性和经济性的高效  
车辆速比优化匹配方法。利用 Cruise 建立整车仿

真模型,再结合 Isight 的行业软件集成和优化算  
法开展速比优化研究。仿真结果表明,该车的加  
速性能、爬坡性能和最高车速满足设计要求,并且  
经济性在 UDC 工况下百 km 能耗有 2.1%的节油  
效果,也验证了动力系统参数设计的合理性。

参考文献：

[1] 余志生.汽车理论[M].5 版.北京:机械工业出版社,2009.  
[2] 吴峰,赵长禄,朱振夏,等.基于 DOE 和遗传算法的传动系参数优化方法研究[J].车辆与动力技术,2013(2):11-15.  
[3] 陈佼.某城市公交动力传动系匹配优化研究[D].南京:南京理工大学,2014.  
[4] 刘新.纯电动汽车动力参数匹配与仿真研究[D].重庆:重庆交通大学,2013.  
[5] 王华秀,徐勇,杨兴明.整车动力性经济性匹配优化设计方法[J].汽车科技,2013(3):48-53.

(责任编辑：陈雯)