

双驱动电动汽车动力参数匹配与优化方法

崔伟¹,熊会元^{1,2},于丽敏¹

(1.中山大学 工学院,广东 广州 510006;2.东莞中山大学研究院 广东 东莞 523808)

摘要:双驱动是提高电动汽车整车性能的有效方式,提出了一种基于正交试验法的电动汽车双驱动动力参数匹配与优化方法。方法基于车辆性能需求对系统参数进行匹配计算,依据主要道路工况需求功率统计确定电机驱动功率匹配范围,制定双电机驱动与能量回馈策略;然后基于正交试验优化方法,以车辆综合性能最优为目标,对参数进行优化设计,通过对影响因素进行敏感度分析和极差分析获得最优方案。最后以双驱动电动中巴为实例进行仿真验证,结果表明:双驱动动力系统可较好地提升整车性能,可作为双驱动动力系统快速匹配优化设计方法。

关键词:电动汽车;双驱动;正交优化

中图分类号:TH16;U462.1;N94 文献标识码:A 文章编号:1001-3997(2016)11-0001-03

Matching and Optimization of Powertrain Parameters for Dual-Drive Electric Vehicle

CUI Wei¹, XIONG Hui-yuan^{1,2}, YU Li-min¹

(1.School of Engineering, Sun Yat-Sen University, Guangdong Guangzhou 510006, China;
2.Institute of Dongguan-Sun Yat-Sen University, Guangdong Dongguan 523808, China)

Abstract:An effective matching and optimization method of powertrain parameters for dual-drive electric vehicle based on orthogonal test was put forward in order to promote the vehicle comprehensive performance. Firstly, calculated the powertrain parameters and made them satisfy the requirements of the vehicle comprehensive performance. Determined the range of the two motors and created a strategy for the operation and energy recovery of the two motors based on the statistics of the power needs of vehicle driving cycles. Secondly, created the optimization model of powertrain parameters based on orthogonal test and set the vehicle comprehensive performance as the target, then conducted the sensibility analysis and the range analysis of factors and got the optimal solution. In the end, took an electric bus for example, built the matching and optimization model. The simulation results showed that the vehicle comprehensive performance can be promoted, which proved the effectiveness of the method.

Key Words:Electric Vehicle; Dual-Drive Electric Vehicle; Orthogonal Test

1 引言

纯电动汽车整车性能的提高不仅依赖于电机、蓄电池技术,还受动力总成及其控制技术、传动系统匹配优化、能量回馈及控制策略等影响,需进行综合分析优化。文献^[1]提出在电动汽车设计过程中,需进行系统参数优化,以提高车辆整车性能;文献^[2]主要针对前轴驱动的电动汽车进行了参数匹配优化;文献^[3]对一种新型的动力传动装置参数进行匹配计算;文献^[4]基于正交试验理论,对单轴并联式混合动力汽车的部件参数进行优化;文献^[5]将多指标正交优化设计理论应用于对并联式混合动力汽车电辅助控制策略参数的研究;文献^[6]利用正交试验设计方法,对动力系统参数进行优化。上述方法主要针对单电机或混合动力汽车,前、

后桥双电机驱动动力系统能显著增加车辆的动力,并大幅提高能量回馈效率,应用日益增多,需要一套对应的匹配优化方法。后桥双电机驱动动力系统能显著增加车辆的动力,并大幅提高能量回馈效率,应用日益增多,需要一套对应的匹配优化方法。后桥双电机驱动动力系统能显著增加车辆的动力。

2 动力系统参数匹配优化方法

匹配优化方法流程,如图 1 所示。首先通过对整车的动力性能需求和经济性要求确定整车所需动力和能源需求;以国内外工况为基础,统计分析电机需求功率分布及分配范围;制定双电机的驱动和制动能量回馈策略,基于综合性能最优的正交试验优化算法,实现双电机动力系统参数优化。

来稿日期:2016-05-18

基金项目:广东省战略性新兴产业核心技术攻关(2012A010702001);东莞市重大科技专项(2011215155)

作者简介:崔伟,(1990-),男,江苏南京人,硕士研究生,主要研究方向:电动汽车集成仿真与优化;

熊会元,(1973-),男,湖北人,博士研究生,副教授,主要研究方向:电动汽车整车集成技术

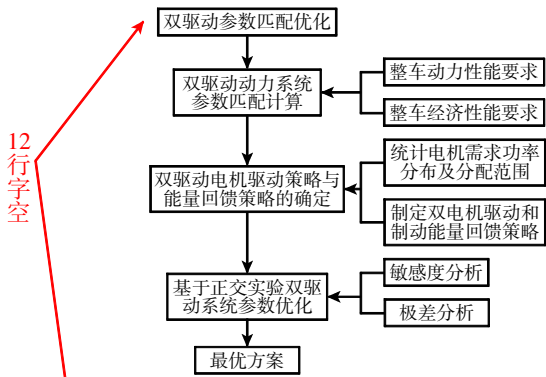


图 1 双驱动参数匹配流程图

Fig.1 Dual-Drive Powertrain Parameters Matching Flow Chart

2.1 双驱动动力系统参数匹配计算

参数匹配计算是以整车动力性能和续航里程为指标对动力系统参数进行基础设计,确定动力系统的电机参数、电池参数及传动比参数。疲劳试验台总体结构,如图 2 所示。

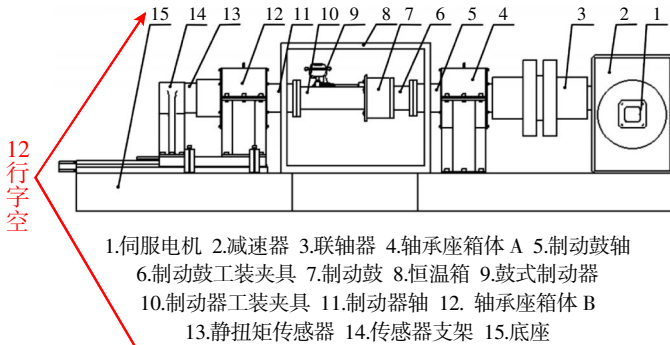


图 2 疲劳试验台总体结构

Fig.2 Overall Structure of Fatigue Test Bench

2.1.1 电机参数匹配

电机特征参数有:额定转速、最高转速、额定功率、峰值功率等,通过最高车速、最大爬坡度、加速性指标来确定。

(1)最高转速 n_{max} 由最高车速决定:

$$n_{max} \geq \frac{v_{max} i_0}{0.377r} \quad (1)$$

式中: v_{max} —最高车速; i_0 —减速器传动比; r —轮胎半径,基速比取 2。

(2)峰值转矩要满足最大爬坡和加速性能转矩需求:

$$T_{max} \geq \frac{r}{\eta_i i_0} \left(mgf \cos \alpha_{max} + mg \sin \alpha_{max} + \frac{C_D A v_p^2}{21.15} \right) \quad (2)$$

$$T_{max} \geq \frac{r}{\eta_i i_0} \left(\delta m \frac{du}{dt} + mgf + \frac{C_D A v_a^2}{21.15} \right) \quad (3)$$

式中: α_{max} —最大爬坡度; v_p —爬坡速度; f —滚动阻力系数; C_D —空气阻力系数; A —迎风面积; η_i —传动系数效率。

计算出不同工况下每个时刻的需求功率,绘制出需求功率图,并统计出不同工况下需求功率的分布情况,据此确定两个电机的额定功率。选取多个国内外循环工况进行统计,计算出不同工况下每个时刻的需求功率,绘制出需求功率图,并统计出不同工况下需求功率的分布情况,据此确定两个电机的额定功率。根据踏板开度变化率 a 和车速 V 识别驾驶员意图和车辆动力需求,判断出车辆的运行状态(加速、爬坡、匀速行驶态、减速),确定双电机的驱动模式,如表 1 所示。

表 1 双电机的驱动策略

Tab.1 Operation Strategy of Dual-Drive Powertrain

踏板开度变化率 a	车速 $V(i)$	驱动模式	经济型电机	动力型电机
$a > 0$	$V(i+1) > V(i)$	加速模式	ON	ON
	$V(i+1) < V(i)$	爬坡模式	ON	ON
$a = 0$	$V(i+1) = V(i)$	匀速模式	ON	OFF
$a < 0$	$V(i+1) < V(i)$	减速模式	OFF	OFF

(3)峰值功率 P_{max} 需同时满足整车最高车速、爬坡性能和加速性能需求,平板与大地的接触力主要集中在平板中心位置,导致可控震源激发的地震波信号在大地空间分布不均匀,在平板中心位置下方的大地所受到的激震力较大,而平板四周下方的大地所受到的激震力较小,引起输出信号的畸变。平板与大地的接触力主要集中在平板中心位置,导致可控震源激发的地震波信号在大地空间分布不均匀,在平板中心位置下方的大地所受到的激震力较大,而平板四周下方的大地所受到的激震力较小,引起输出信号的畸变。转动惯量和阻尼系数的辨识,如图 3 所示。加工曲面,如图 4 所示。

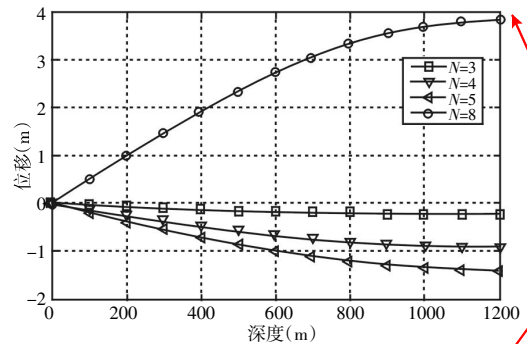


图 3 不同的冲次对抽油机位移随深度变化的影响

Fig.3 Different Effects of Stroke for Pumping

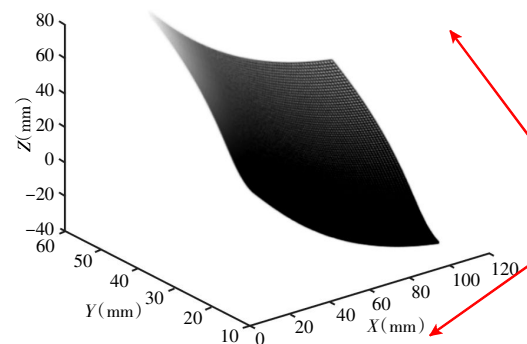


图 4 加工曲面

Fig.4 Sculptured Surface

2.1.2 动力电池参数匹配

电池匹配要保证汽车的动力性能和续航里程的要求。根据功率需求,电池单体数目须满足结构改进后,平板中心变形的等值线依然呈现椭圆状,但椭圆的长短轴之比结构改进前明显减小。由此可知,新结构的平板长宽方向上变形差异也得到了显著的减小。结构改进后,平板中心变形的等值线依然呈现椭圆状,但椭圆的长短轴之比结构改进前明显减小。由此可知,新结构的平板长宽方向上变形差异也得到了显著的减小。

结构改进后,平板中心变形的等值线依然呈现椭圆状,但椭圆的长短轴之比结构改进前明显减小。由此可知,新结构的平板长宽方向上变形差异也得到了显著的减小。超声波泄漏检测系统软件操作界面,如图5所示。



图5 淹没环境高压水射流破碎混凝土实验设备
Fig.5 Experiment Device of Removing Concrete

2.1.3 传动比计算匹配

平板在一个周期的动态液压载荷作用下发生了中心向和上下的变形,且下半周期的变形量约为上半周期的两倍。因此,平板的变形在动态液压载荷作用的上下周期存在差异,从而影响可控震源控制系统对输出信号的控制,造成信号畸变。平板在一个周期的动态液压载荷作用下发生了中心向和上下的变形,且下半周期的变形量约为上半周期的两倍。

2.1.4 基于工况需求功率统计双电机功率分配

选取多个国内外循环工况进行统计,并统计出不同工况下需求功率的分布情况,据此确定两个电机的额定功率。轴向柱塞泵运动模型,如图6所示。

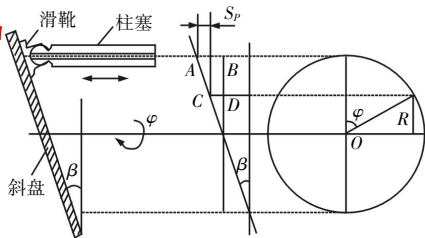


图6 轴向柱塞泵运动模型
Fig.6 Motion Model of Axial Piston Pump

3 双电机的驱动与制动能量回馈策略

3.1 双电机的驱动策略

双轴电驱动电动汽车可充分利用驱动电机的快速响应特性,自由地调节前后轴的制动力分配,使前后轴的制动力按照理想制动力分配曲线(I线)分配更易实现^[7]。双轴电驱动电动汽车可充分利用驱动电机的快速响应特性,电驱动电动汽车可充分利用驱动电机的快速响应特性,自由地调节前后轴的制动力分配,故基于制动力分配曲线(f线)和I线确定制动力的分配范围,并采用最优回馈能量控制方式回收更多的制动能量。平板在一个周期的动态液压载荷作用下发生了中心向和上下的变形,且下半周期的变形量约为上半周期的两倍。因此,且下半周期的变形量约为上半周期的两倍。因此,平板的变形在动态液压载荷作用的上下周期存在差异,从而影响可控震源控制系统对输出信号的控制,造成信号畸变。上升过程受力分析,如图7所示。

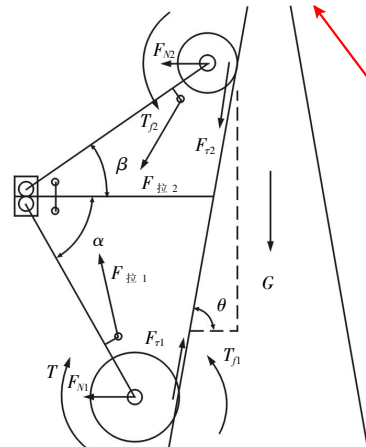


图7 上升过程受力分析
Fig.7 Rising Force Analysis Process

4 结论

通过对国内外道路工况的统计,更加快速且真实的找出双驱动参数匹配的优化范围,并制定两个电机的驱动策略和制动能量回馈策略;并制定两个电机的驱动策略和制动能量回馈策略;同时可综合所有参数各水平下的情况,使得优选结果具有全面、简便的特点。

参考文献

- [1] Janiaud N, Vallet F X, Petit M. Electric Vehicle Powertrain Simulation to Optimize Battery and Vehicle Performances[C]. Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), 2010: 1-5.
- [2] Karamuk M.A Survey on Electric Vehicle Powertrain Systems [C]. Electrical Machines and Power Electronics and 2011 Electro-motion Joint Conference (ACEMP), 2011 International Aegean Conference on IEEE, 2011: 315-324.
- [3] 王峰,方宗德,祝小元.纯电动汽车新型动力传动装置的匹配仿真与优化[J].汽车工程, 2011, 33(9): 805-808.
(Wang Feng, Fang Zong-de, Zhu Xiao-yuan. Matching, simulation and optimization of the new power transmission device for an electric vehicle[J]. Automotive Engineering, 2011, 33(9): 805-808.)
- [4] 高爱云,王邦军,郭志军.并联混合动力系统参数匹配优化研究[J].机械设计与制造, 2014, 11(7): 235-238.
(Gao Ai-yun, Wang Bang-jun, Guo Zhi-jun. Study on optimization for parameters of powertrain system of parallel hybrid electric vehicle[J]. Machinery Design & Manufacture, 2014, 11(7): 235-238.)
- [5] 杨观赐,李少波,唐向红.基于多指标正交实验的并联混合动力汽车控制策略参数分析[J].计算机应用, 2012(11): 3047-3049.
(Yang Guan-ci, Li Shao-bo, Tang Xiang-hong. Control strategy parameter analysis of parallel hybrid electric vehicles based on multi-index orthogonal experiment[J]. Journal of Computer Applications, 2012(11): 3047-3049.)

文中页边距:上空:30mm;下空 17.5mm;
左空 17.5mm;右空 17.5mm
行距为:固定值 15 磅
文中分栏为 2 栏,栏边距:5mm
文中所有标点符号全部用全角

10
行
字
空

9
行
字
空

14
行
字
空