

# 城市客车行驶工况数据分析

丛孟营, 李庆磊, 徐永平

(潍柴动力股份有限公司, 山东 潍坊 261000)

**摘 要:**以济南城市客车行驶工况为研究对象,通过使用数据监测记录仪采集发动机的运行数据,利用以数理统计相关理论为指导的解析方法和应用计算机辅助软件 Matlab,从整车动力性和经济性角度对车辆行驶工况进行详细的数据分析,并总结归纳出适合城市客车行驶工况的良好驾驶操作习惯。

**关键词:**城市客车; Matlab; 行驶工况; 数据分析

中图分类号: U469.13

文献标志码: B

文章编号: 1006-3331(2014)03-0059-04

## Data Analysis of City Buses Running States

Cong Mengying, Li Qinglei, Xu Yongping

(Weichai Power Co., Ltd, Weifang 261000, China)

**Abstract :** Taking Jinan city buses running states as research objects, and using the detection recorder to collect the engine running data, the authors apply the mathematical statistics theory as a guide to carry out a detailed analysis of the collected data with the analytical method and the application of computer software Matlab, and summarize the suitable for city bus driving conditions of good driving habits operation for vehicle power and economy.

**Key words:** city bus; Matlab; running state; data analysis

车辆运行包含宏观与微观两个方面。宏观是指整车的区域运行环境会使车辆本体系统处于某种运行规律;而微观则指因整车运行规律的影响,从而要求发动机长期处于该运行工况的响应规律。无论是从宏观还是微观方面研究,均需要大量数据进行支持,故此数据分析工作需长期进行并归纳总结,然后从中建立车辆行驶工况和发动机运行循环工况<sup>[1]</sup>。现阶段用于我国的行驶工况循环均引用欧洲 ECE、美国 FTP 等标准工况,但这样对于描述我国自身车辆行驶工况的有效性和可信度得不到充分认证,这样在指导我国城市客车动力总成匹配工作过程中会存在一定的误导性<sup>[2]</sup>。

### 1 车辆运行数据处理

本文针对匹配我公司某机型 199 kW 柴油机的济南城市客车为研究对象,按照试验规划-数据采集-数据分析-工况合成-工况验证的基本方法,利用我公司自主研发的共轨引数据记录仪器进行数据采集,通过对数据分析形成有效的车辆行驶工况片段作为基准谱,为利用 Cruise 软件建立车辆匹配仿真模型,为城市

客车循环工况基准谱的经济性、动力性仿真匹配分析打下基础<sup>[3]</sup>。

车辆运行过程数据采集频率为 1 Hz,因此,在数据采集阶段会记录大量的数据,需要从中提取和车辆行驶工况相关的宏观数据及发动机运行的微观数据,然后再从复杂的数据中归纳总结驾驶员操作习惯对城市客车运行的经济性和动力性的影响。

1) 畸点数据的剔除。由于车辆运行过程中数据监测仪一直处于采集状态,这样会导致在数据样本中存在许多畸点。在运用 Matlab 程序分析时,占用相当部分内存,降低数据分析效率。数据监测仪采用 CAN 通讯协议的方式,当车辆出现一些特殊故障时,使得通讯数据溢出,这样就不可避免地会影响数据分析的准确性。因此,需要对所记载的全部变量制定有效数据范围,将超出范围的畸点数据全部剔除<sup>[4]</sup>。

2) 特征数据的提取。利用数理统计相关理论对采集的试验数据进行有目标性的提取和分析。提取所有试验数据中的档位、平均车速、最大车速、速度标准差、最大加速度、最大减速度、平均行驶车速、加速度标准差、

**作者简介:**丛孟营(1984-),男,硕士研究生,2013年前从事整车动力总成优化匹配研究工作,2013年后从事柴油机新产品开发工作。

加速比例、减速比例、匀速比例、怠速比例、平均加速度、平均减速度、发动机转速 1 000~1 500 r/min 的时间比例、车辆速度 0~10 km/h 的时间比例等 16 个行驶工况特征值,依次取定步长为 1 800 s 的候选循环工况,提取各个循环工况的特征值,然后将各循环工况的特征值与

总试验数据的特征值求相关,最后将相关系数最大的候选循环工况作为能够反映济南城市客车实际行驶特征的城市客车行驶循环工况<sup>[5]</sup>。

3) 根据上述数据处理原则,两条路线数据样本及处理结果如表 1 所示。

表 1 样本数据处理

路线	车辆编号	样本容量	有效样本	矩阵容量	矩阵数	最大相关系数	最大相关矩阵序
2	5039	327 675	327 600	1 800	182	0.998 5	149
18	4872	314 706	313 200	1 800	174	0.994 9	94

## 2 行驶工况数据分析

### 2.1 发动机运行状况区域

在为期连续 19 天时间的数据采集过程中,共执行采集频率为 1 Hz,有效数据样本共计 314 706 个。以 1 800 s 为循环时间分割原始数据,共计 174 个样本矩阵,使用 313 200 个数据。为保证矩阵的统一性,将原始数据末尾 1 506 个数据抛弃。依据行驶工况的数据关系特征,求取各矩阵特征值,其中第 94 个矩阵与原始数据特征值最为接近,相关系数为 0.994 9<sup>[6]</sup>。

发动机运行工况数据点分布如图 1 所示。可以看出,发动机运行转速主要集中在 700~1 100 r/min,扭矩主要集中在 200~800 N·m。

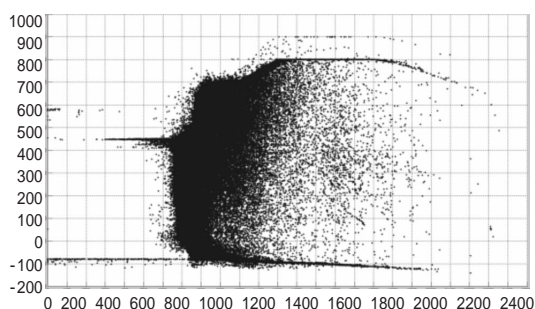


图 1 发动机运行工况数据点分布图

### 2.2 发动机转速分布

图 2 是城市客车发动机转速分布比率。从中可看出,发动机转速绝大部分集中在 600~1 200 r/min 内,其中以 700~800 r/min 比重最大(发动机怠速数据标定值为 750 r/min),即发动机转速处于中低转速时间比较长,车辆对于发动机的需求为低速输出状态更多一些。由此可以反映出这两车驾驶员均有意识地将发动机转速控制在低速区域内,减少发动机在单位时间内总的喷油量。

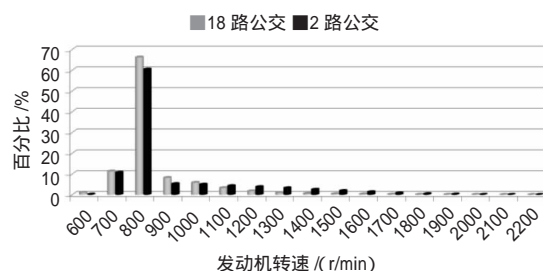


图 2 城市客车发动机转速分布比率

### 2.3 发动机怠速情况

发动机怠速包含停车怠速和行车怠速两种状态。停车怠速时间一般是在乘客上下车、等待红灯、交接车等因素积累总和。行车怠速时间则主要是由于空档滑行因素积累总和。如果是带档滑行,整车倒拖发动机,发动机转速会由高到低的一个变化过程。作为城市客车而言,影响停车怠速时间的主要因素为乘客上下车和等待红灯的时间。图 3 是两路城市客车运行工况发动机转速统计图。可以看出,此两路城市客车大部分时间处于空档滑行和停车怠速两个状态。

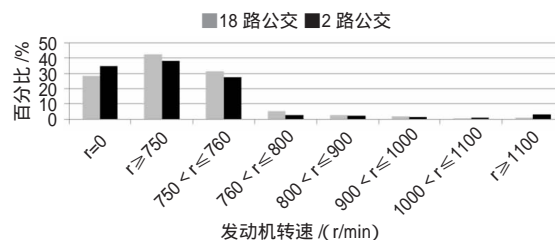


图 3 两路城市客车运行工况发动机转速统计

### 2.4 油门踏板开度

图 4 是两路城市客车油门踏板开度使用分布图。可以看出,驾驶员未踩下油门踏板的时间占绝大多数,反映出城市客车发动机经常处于怠速或停车状态。从油门踏板各开度区间所占比值分析,两车驾驶员对油门踏板踩下角度控制得很好,说明两车驾驶员在这一方面的驾

驶习惯都相对良好。

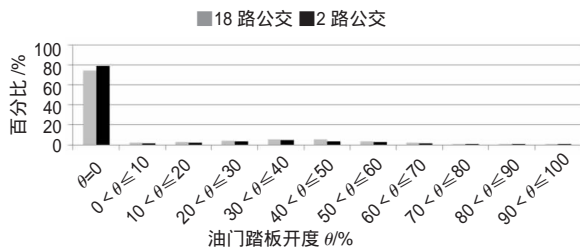


图4 两路城市客车油门踏板开度使用分布图

## 2.5 档位使用情况

图5是两路城市客车档位使用比率。可以看出2路城市客车驾驶员习惯使用二档和三档,不习惯使用一档、四档和五档;18路城市客车驾驶员习惯使用三档和四档,不习惯使用一档、二档和五档;在车辆档位的使用过程中,空档使用比例在30%左右,占比例最大,这充分说明车辆处于停车怠速时间较长。2路城市客车空档使用比例为37%,明显高于18路城市客车的空档比例29%,说明2路城市客车滑行时间比较长。

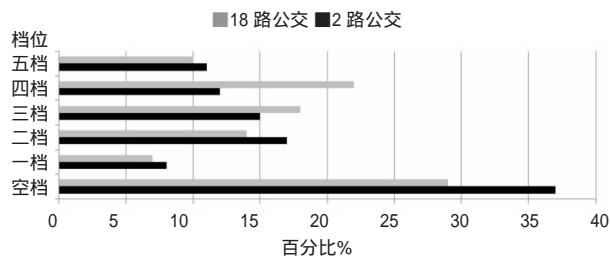


图5 两路城市客车档位使用比率

## 2.6 常用车速情况

图6是两路城市客车车速使用比率分布图。可以看出,城市客车车速主要集中在10~50 km/h区域,符合城市内红绿灯多、车流量大、交通拥挤的特点。其中车速经常处于10~40 km/h状态下,表明车辆在路线上受车流量等因素影响,导致运行速度不是很快。多数情况下,车辆车速为零(停车怠速),该状态比例接近30%,反映出在路线上车辆停靠站次数、等待红绿灯时间比较多。

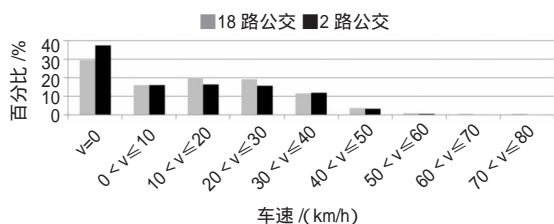


图6 两路城市客车车速使用比率分布图

## 2.7 燃油消耗统计情况

所选车辆每天往返3~4次,基本涵盖了路线上早中晚三个时间段的客流高峰、非高峰状态。在历经19天后,车辆的行驶里程与燃油消耗如表2所示。

表2 行驶里程和燃油消耗量参数

路线	2	18
单循环里程/km	25	28.46
发动机型号	某机型 270PS	某机型 270PS
车身自重/kg	17 500	18 000
总里程/km	1 715.365	1 741.421
油耗/L	612.5	485
百公里油耗/(L/100 km)	35.71	27.85

从上述油耗数据宏观来看,除去驾驶员驾驶习惯外,线路因素影响占据绝对位置,成为影响油耗的首要因素。

## 2.8 车辆行驶工况

图7是2路城市客车行驶工况;图8是18路城市客车行驶工况。

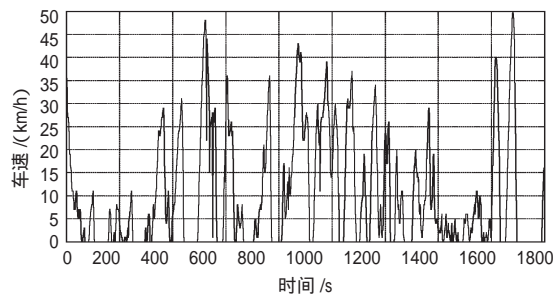


图7 2路城市客车行驶工况

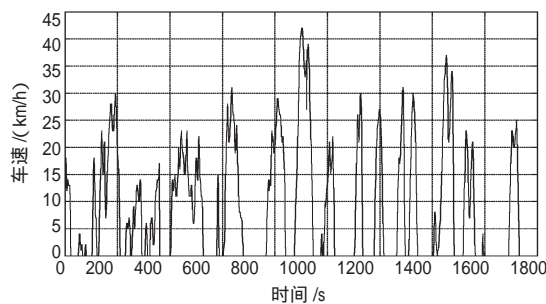


图8 18路城市客车行驶工况

可以看出,样本车辆运行过程中加减速频繁。18路城市客车运行速度在30 km/h左右开始减速,2路城市客车运行速度在25 km/h左右开始减速。即在两个站点之间车辆速度提不上来,因而也就要求发动机在短时间内将车速提升到一个速度值,然后开始滑行至下一个站点。总体来看,对于城市客车需要将发动机低速扭矩增大,以保证车辆出站后起步加速性能。低速扭矩加大后,又可以

通过降低滑行怠速标定值来降低燃油消耗<sup>[7-8]</sup>。

根据以上所采集到的城市客车的实际行驶工况,将提炼出的工况片段作为基准谱输入 Cruise 软件,进行整车动力性、经济性的匹配仿真分析,作为动力总成的选型设计依据,其仿真结果将更为准确和贴近实际车辆的运行情况。

### 3 结 论

在城市客车运行路况的复杂多变、车辆不同配置参数的条件下,驾驶员的驾驶习惯会成为城市客车行驶工况差异化的主要因素。因此,除了优化发动机和整车配置之间良好的匹配外,驾驶员也应在使用过程中摸索适合车辆经济性能最佳的操作习惯。为实现在现有车辆配置的基础上,达到最优节能减排效果,城市客车驾驶员应在以下几个方面注意车辆的驾驶操作:

1) 在安全条件下,进出公交站时,应尽量降低刹车使用频次。减少刹车操作也就等同于将车辆的动能得到合理利用,使得发动机为克服车辆前进惯性力的燃料得到节省。

2) 车辆带档滑行的合理利用。城市客车多采用电控发动机,电控发动机通过数据标定可以实现发动机特定转速以上带档滑行区间将燃油喷射过程切断,实现燃料零消耗,因此,带档滑行是不费油的,对节能亦有很大帮助。由于带档滑行致使车辆滑行距离相对短,因此,实际行驶时,应根据路况灵活运用。

3) 行驶过程中应及时换挡。车辆行驶过程中,合理

及时地换挡,可以使得发动机常用工况维持在发动机的经济油耗区域。发动机在台架上标定万有曲线时,最内里圈表示燃油消耗率最低,转速和扭矩的配比合理,发动机的负荷率也相对较高。

4) 行驶过程中对油门踏板的操作应尽量“温柔”。车辆起步过程应缓慢平稳加速,切忌粗暴操作。另外,对前方路况应及时判断,谨慎控制油门踏板的开度,真实感受发动机对油门踏板的响应特性。

#### 参考文献:

- [1] 步曦.上海市市区乘用车行驶工况的研究[D].上海:同济大学,2004.
- [2] 李孟良.典型城市车辆实际行驶工况的研究[R].天津:中国汽车技术中心,2004.
- [3] 马志雄.典型城市城市客车行驶工况开发及研究[D].武汉:武汉理工大学,2004.
- [4] 《汽车工程手册》编辑委员会.汽车工程手册:试验篇[K].北京:人民交通出版社,2000.
- [5] 杨延相,蔡晓林,杜青,等.天津市道路汽车行驶工况的研究[J].汽车工程,2002,24(3).
- [6] 郭宝玉,袁翔,孙香梅,等.纯电动汽车变工况运行能效分析[J].公路与汽运,2012,(3).
- [7] 何仁,舒昌洪.汽车行驶工况的统计分析[J].江苏理工大学学报,1998,(6).
- [8] 单飞,王国伟.基于行驶工况的单车燃油消耗微观模型[J].公路与汽运,2011,(6).

修改稿日期:2014-02-25

(上接第 55 页)

#### 参考文献:

- [1] 魏哲,强毅.汽车儿童约束系统技术法规和标准研究[J].机械工业标准化与质量,2008,(12).
- [2] 高新华,卢礼华,刘昌权,等.儿童座椅固定点布置[J].汽车科技,2008,(5).
- [3] 毛星子.ISOFIX 儿童约束系统固定装置的技术要求及对比分析[J].客车技术与研究,2013,35(6):54-58.
- [4] FMVSS 225.Child Restraint Anchorage Systems[S].
- [5] TP-225-01.Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration Laboratory Test Procedure for FMVSS 225 Child Restraint Anchorage Systems April 11,2005.
- [6] ADR 34/01 Child Restraint Anchorages and Child Restraint An-

chor Fittings[S]. 2005.

- [7] ECE R14.Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regard to Safety-belt Anchorages.ISOFIX Anchorages Systems And ISOFIX Top Tether Anchorages[S].
- [8] 唐波,赵晓红.关于儿童座椅 ISOFIX 装置的开发[J].汽车与配件,2012,(14).
- [9] GB 14166-2013 机动车乘员用安全带、约束系统、儿童约束系统和 ISOFIX 儿童约束系统[S].北京:中国标准出版社,2013.
- [10] GB 14167-2013 汽车安全带安装固定点、ISOFIX 固定点系统及上拉带固定点[S].北京:中国标准出版社,2013.

修改稿日期:2014-03-03