

文章编号: 0253-2468(2000)-03-0312-04

中图分类号: X511

文献标识码: A

香港城区汽车行驶工况的研究

赵 慧¹, 张镇顺², 熊永达³ (1. 天津大学内燃机国家重点试验室 天津, 300072; 2. 香港理工大学机械工程系; 3. 香港理工大学土木工程系)

摘要: 对香港的汽车行驶工况进行了研究. 将一套汽车行驶速度和尾气排放浓度的测量系统安装在一辆轻型车上, 选择两个代表性路线研究了香港地区的行驶模式. 得出了一个基于实际汽车速度的行驶工况, 这个行驶工况与美国、日本、欧洲已有的行驶工况有很大不同. 建议香港地区车辆排放检测法规中采用该行驶工况.

关键词: 行驶工况; 车辆排放; 排放检测

Development of a driving cycle for automotive emission evaluation

ZHAO Hui¹, CHEUNG C S², HUNG W T³ (1. National Engine Combustion Lab, Tianjin University, Tianjin 300072; 2. Department of Mechanical Engineering, The Hong Kong Polytechnic University; 3. Department of Civil and Structure Engineering, The Hong Kong Polytechnic University)

Abstract: The driving pattern was studied in Hong Kong along two representative routes using a test van equipped with all the instruments required for recording traffic modes and measuring exhaust emissions of the van. A real-run based driving cycle has thus been developed to simulate actual driving conditions with respect to exhaust emissions. In comparison with the existing driving cycles of developed countries, the driving cycle has significantly different average speed and relative time spent under acceleration and deceleration. The cycle may be used as a standardized method to evaluate emission level of vehicles and automobile engines and effect of various measures on its improvement.

Keywords: driving cycle; vehicle emissions; exhaust emission evaluation

汽车排放已经成为我国城市大气污染的一个主要来源, 汽车尾气中的一氧化碳(CO), 氮氧化物(NO_x), 碳氢化合物(HC)和微粒等对人体的危害较大, 有的成分还具有致癌作用. 我国对汽车排放的控制越来越严格. 汽车排放的检测是在专门的实验室进行的, 由在转鼓试验台上按事先给定的行驶模式模拟汽车在实际道路行驶中的状况. 通过定容取样系统(CVS)测定各种排放物的质量. 其中的行驶模式就称为行驶工况(driving cycle), 它代表了车辆在被检测地区的道路行驶中典型的车速变化规律. 不同国家或地区由于道路交通和车辆状况的不同, 具有不同的行驶工况. 美国、欧洲、日本是汽车排放法规非常完善的国家或地区, 它们的行驶工况也较为成熟. 我国迄今为止还没有普遍接受的标准行驶工况, 这对我国排放法规的执行带来很大困难. 香港作为一个国际大都市, 汽车排放污染也很严重, 本文研究了香港的交通模式, 得出了一个基于实际运行状况的行驶工况, 并将这个行驶工况与美国、欧洲、日本的行驶工况进行了比较.

1 路线选择和道路车辆检测方法

道路车辆检测是在香港岛中环区和九龙旺角区. 中环是典型的商业金融发达地区和居民

收稿日期: 1999-01-21; 修订日期: 1999-07-08

作者简介: 赵慧(1970—), 男, 副教授

密集区,旺角是典型的老城区,道路较窄.这两个地区是香港公路交通最为拥挤的地区.选择道路分别是两个区的典型道路.测量的时间大多选择在上班高峰期,早晨 7:00—10:00,因为这个时段汽车行驶速度较慢,汽车排放较严重.在不同的日期选择相同路线行驶,并且使车辆跟随车队速度,尽量不超车.

2 测量装置及使用车辆

测量用车为日本丰田的 Hiace 型客货两用轻型车,双排六座,手动变速,发动机排量为 2100 mL,水冷式柴油机.发动机转速和汽车传动轴的转速用两个红外光电传感器和转速计测量,用 PICO 数据采集系统采进手提电脑中,由传动比和轮胎直径即可算出车辆速度.用 FLUX-2000 型气体分析仪采集汽车尾气中的 CO, CO₂, NO_x, HC 的浓度,该仪器同时给出由气体浓度计算出的空燃比值,用自编软件进行数据采集.排放的分析结果另文发表^[1,2].各种仪器所用电源由干电池提供,用逆变器将直流电转化为交流电.

3 数据分析方法及行驶工况的获得

行驶工况是指一段车速变化历程,它的主要参数,如平均车速、怠速行驶时间等应和所在地区的实际交通状况一致或尽量接近.要得到行驶工况,首先必须有大量实测的车速变化数据,然后按一定的标准用数学方法从这些原始数据中提炼出有代表性的行驶工况.在分析车速的数据时,要用到以下的几个概念.怠速模式:车速为零的行驶状态;加速模式:车辆速度变化值为正,且大于 1 m/s^2 的行驶状态;减速模式:车辆速度变化值为负,且绝对值大于 1 m/s^2 的行驶状态;匀速模式:车辆速度变化的绝对值小于或等于 1 m/s^2 的行驶状态;一个完整的行驶周期是指在速度时间变化曲线上,以怠速模式开始,又以怠速模式结束的任何一段(不含怠速段).在以下准则数的计算中将剔除任何不完整的行驶周期.扩展行驶周期是指由一个完整的行驶周期加上它前面的一个怠速段构成的一个行车历程.

为了便于比较行驶工况与道路试验之间的差别,采用 9 个准则数来评价行驶工况.其中 v_1 :整个行驶工况的平均速度, km/h; v_2 :实际行车时的平均车速(不包括怠速模式), km/h; a :所有加速模式的平均加速度, m/s^2 ; d :所有减速模式的平均加速度, m/s^2 ; c :完整行驶周期的平均时间长度(从启动到停车行驶的平均时间), s; P_i :怠速模式的时间百分比; P_a :加速模式的时间百分比; P_d :减速模式的时间百分比; P_e :匀速模式的时间百分比.

九龙和香港岛这两个地区的交通环境不同,各自的行驶模式也不同,图 1 至图 4 用 9 个准则数的值将在香港各次测量的结果及平均值与已有发达国家的行驶循环进行了比较.其中,第 1 到第 8 次是在九龙测量的,第 9 到第 17 次测量是在香港岛进行的.图 1 中每个工况的左边是 v_1 ,右边是 v_2 ,图 2 中左边是 a ,右边是 d .

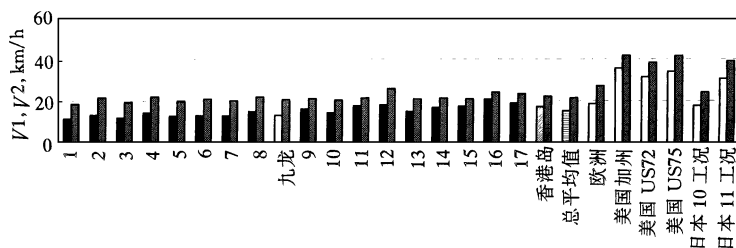


图 1 平均速度

Fig. 1 Average speed

从这些图可以看出,怠

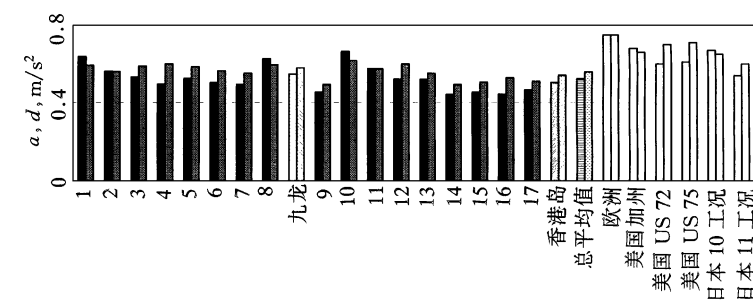


图 2 平均加速度和平均减速度

Fig. 2 Average acceleration of all the acceleration phase and average deceleration of all the deceleration phase

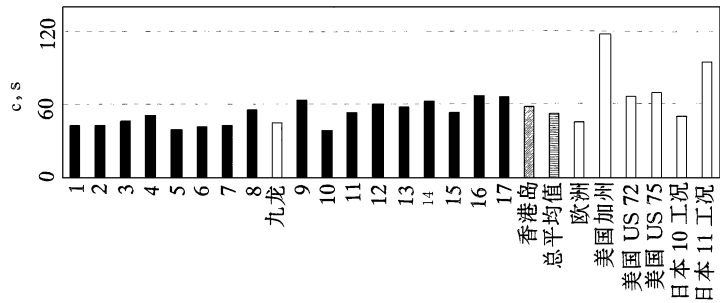


图 3 一个行驶周期的平均时间

Fig. 3 Average time period of a driving period

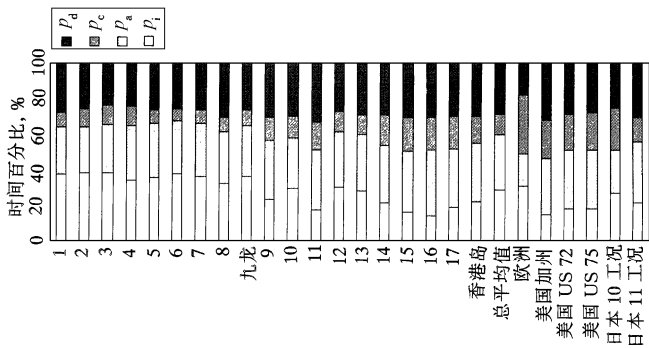


图 4 不同行驶模式的时间百分比

Fig. 4 Time percent of the different driving pattern

从图 3 中可以看出, 一个完整行驶周期的平均行驶时间 c 依然是港岛的比九龙的长, 香港的 c 的总平均值和欧洲、日本 10 工况的接近.

图 4 是实验得出的不同行驶模式的时间百分比, 对于急速模式所占的比例 (P_i) 来说, 欧洲和日本 10 工况行驶工况的值与香港的总的平均值接近, 而比美国和日本 11 工况的值大. 香港

速模式所占比例较高, 匀速模式较少, 说明香港的交通拥挤, 红绿灯也较多. 另一方面, 九龙和香港岛的交通模式之间也有较大的差别. 港岛区的平均车速 v_1 和平均实际车速 v_2 都比九龙高, 港岛的急速所占比例远小于九龙区, 而匀速行驶比例则较大. 这主要是因为两个区的信号灯或路口的数目不同, 九龙约有 509 处信号灯, 比香港岛高 1 倍, 车辆一次启动所行驶的路程缩短了, 因而平均车速减小, 加减速时间增多.

与发达国家已有的行驶工况相比, 本文所得到的香港的行驶模式平均车速较低, 主要原因就是国外的行驶工况大多包括高速公路段, 而本文则将重点放在城市中心的交通密集区. 香港的总的平均速度 v_1 和实际平均车速 v_2 与欧洲及日本 10 工况的值相接近, 美国 3 个行驶工况的平均速度都远高于香港, 说明美国高速公路所占的比例较大, 而欧洲、日本和香港的道路交通较类似. 香港交通的平均加速度 a 和平均减速度 d 略小于欧美日行驶工况的值, 一般认为, 这两个值与车辆的性能关系较大, 和驾驶员的习惯也有关.

的加速和减速模式所占的比例 (P_a 和 P_d) 和已有行驶工况之间相差很小. 匀速行驶模式在香港交通中所占的比例太小, 基本上是已有行驶工况的一半.

4 香港行驶工况的获得

获取行驶工况的总的思路就是从已测得的大量实际行车速度中提炼出一段速度变化曲线, 使得这段曲线能反映实测数据的特点. 本文所采取的方法如下.

首先, 把每一次测量的速度曲线分成一个个扩展行驶周期 (参见第 2 部分的有关定义), 按顺序给 17 次测量中的每一个扩展行驶周期编号, 每次测量中这样的扩展行驶周期大概有 100 多个. 然后, 从这些扩展行驶周期中任意选出 20 个, 组成一个预备行驶工况, 计算这个预备行驶工况的 9 个准则数. 如果这些准则数的值与平均值都相差 5% 以内, 就接受它为行驶工况, 否则再重新选取. 当然, 这个行驶工况不是唯一的, 可以得出多个行驶工况. 因为行驶工况是检测汽车排放时作为实验室的标准驾驶模式, 所以最佳行驶工况应该根据排放水平与各个准则数的关系源确定. 经统计分析发现, 平均速度 v_1 、平均试验速度 v_2 、总速行驶时间 P_1 和平均加速度 a 对排放的影响排在 9 个准则数的前 4 位, 这 4 个准则数就作为最后的行驶工况. 图 5 是整理得到的香港城区的行驶工况, 表 1 是该行驶工况与实际得到的 9 个准则数的比较. 可以看出, 二者的偏差很小, 所得的行驶工况能反映香港城区的实际道路交通状况.

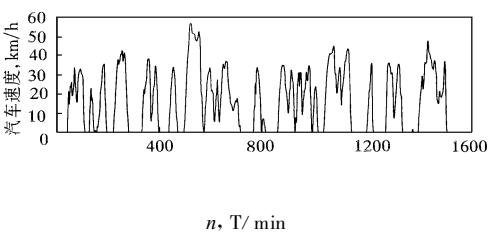


图 5 香港城区的行驶工况

Fig. 5 Driving cycle of the Hong Kong urban area

表 1 香港城区行驶工况与实测数据的比较

Table 1 Comparison of the assessment criteria between the measured data and driving cycle obtained

准则数	v_1 , km/h	v_2 , km/h	a , m/s ²	d , m/s ²	c , s	P_1 , %	P_a , %	P_e , %	P_d , %
实测数据	15.33	21.42	0.524	0.558	52.32	28.73	30.67	11.92	28.66
行驶工况	15.44	21.53	0.531	0.567	51.90	29.33	31.11	11.03	29.67

5 结论

(1). 在香港的两个典型地区测量了大量的实际行车速度, 试验的重复性较好. (2). 引入 9 个准则数用以评价香港城区的交通模式. 香港的交通有如下几个特点: 总速时间长, 加速减速频繁, 很少匀速行驶, 行车速度远比美国的低, 和欧洲以及日本城区的交通模式较接近. 香港岛的交通比九龙地区的好, 主要表现在平均车速较高, 这主要是由于道路状况引起的. (3). 从实测数据中任意选取 20 个扩展行驶周期, 并比较 9 个准则数的值, 得到了香港城区的行驶工况. 建议香港地区车辆排放检测法规中采用该行驶工况.

参考文献:

[1] Zhao Hui, Cheung Chun shun. Investigation of motor vehicle on-road exhaust emissions behavior[J]. The Journal of Combustion Science and Technology, 1999, 5(1): 100—107

[2] Cheung Chun shun, Zhao Hui. Detemination of the emission factors of motor vehicles in Hong Kong from the on-road emission measurements[J]. Transaction of CSICE, 1999, 17(1): 47—53