

General Situation of Automobile Energy Consumption Test Cycle

Hong Li

Shanghai motor vehicle testing and Certification Technology Research Center Co., Ltd., Shanghai, 201805, China

Abstract

With the rapid development of new energy vehicles, the market share is growing, and consumers are increasingly recognizing new energy vehicles. When choosing new energy vehicles, consumers should first consider the new energy battery life, and the different working condition curve directly affects the endurance test. At present, the energy consumption cycle curves include NEDC (new European driving cycle), wltc (worldwide harmonized light vehicles test cycle) cycle, American cycle, Japan cycle, CLTC cycle curve, etc. In this paper, the purpose of this paper is to survey the cycle of automotive energy consumption, through the analysis of the characteristics of various cycles, hoping to provide technical reference for automobile manufacturers and related testing researchers.

Keywords

Nedc; Wltc; American cycle; Japan cycle

汽车能耗测试循环工况概况

李红

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司, 中国·上海 201805

摘要

新能源车发展迅速, 市场保有量越来越大, 消费者对新能源车也越来越认可。消费者在选购新能源车的时候, 首要考虑新能源续航, 而工况曲线的不同直接影响续航测试。目前, 能耗循环曲线有 NEDC 循环 (New European Driving Cycle- 新型欧洲驾驶循环)、WLTC (Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle- 世界协调测试循环工况) 循环, 美国循环工况、日本循环工况、CLTC 循环工况曲线等。论文旨在概况汽车能耗循环工况, 通过浅析各种循环工况特点, 希望能为汽车生产企业和相关检测研究人员提供技术参考。

关键词

NEDC; WLTC; 美国循环工况; 日本循环工况

1 引言

为了在试验台上再现汽车的实际运行情况, 针对不同情形 (如城市、车型等) 开发了各种汽车测试 (运行) 况。测试工况又称运转循环, 它被广泛用于评估车辆污染物排放量和燃油消耗量以及新车型的技术开发, 甚至测定在交通控制方面的风等, 是汽车工业一项共性核心技术。美国开创并推动了世界各国的工况研究和开发, 发展至今, 由于评价目标和研究对象的不同, 形成了种类繁多、用途各异的工况, 满足了从轻型车到重型车、从汽油车到柴油车等各系列的车辆的性能测试。随着工况研究的深入和完善, 测试工况已具有典

型的道路实际驾驶特征, 能反映汽车的真实操作工况, 可用于汽车的研究、认证和检查 / 维护。

目前, 中国能耗测试使用的是 NEDC 循环 (New European Driving Cycle- 新型欧洲驾驶循环)、WLTC (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle- 世界协调测试循环工况, 中国作为新能源汽车生产大国, 相比其他国家有自己独特的国情路况, 需要有更符合自己国情的能耗测试曲线。2019 年 10 月 25 日, 国家市场监督管理总局 (国家标准化管理委员会) 2019 年第 13 号国家标准公告, 批准发布 GB/T38146.1-2019《中国汽车行驶工况第 1 部分: 轻型汽车》、GB/T38146.2-2019《中国汽车行驶工况第 2 部分: 重

型商用车辆》两项标准，标志着中国能耗曲线体系的建立，为未来中国的车辆能耗测试和研发提供重要依据，摆脱依赖其他国家循环曲线的情况。

2 NEDC 循环工况

NEDC 循环工况如图 1 所示，即（New European Driving Cycle- 新型欧洲驾驶循环），该循环工况由 4 个市区循环和 1 个市郊循环程序组成，理论试验距离为 11.022km，时间为 19min40s。整个循环平均速度 33.6km/h。目前电动车能耗测试标准 GB/T18386-2017 使用此工况曲线^[1]。

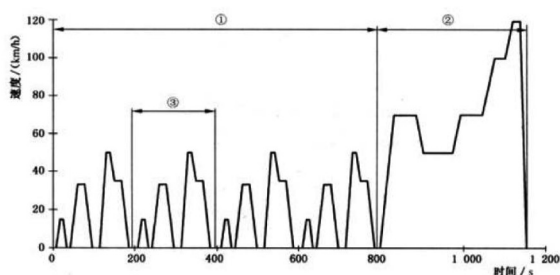


图 1 NEDC 循环工况

图 1NEDC 循环工况 (①市区循环; ②市郊循环; ③基本的市区循环)

3 WLTC 循环工况

WLTC 循环工况，如图 2 所示，即 Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle- 世界协调测试循环工况。该标准工况运行时间共计 1800s，分 4 个阶段：

低速阶段：589s。

中速阶段：433s。

高速阶段：455s。

超速阶段：323s。

其中，超速阶段的理论行驶里程 23.27km，理论行驶里程 23.27km；最高车速 131.3km/h，平均车速 46.54km/h。

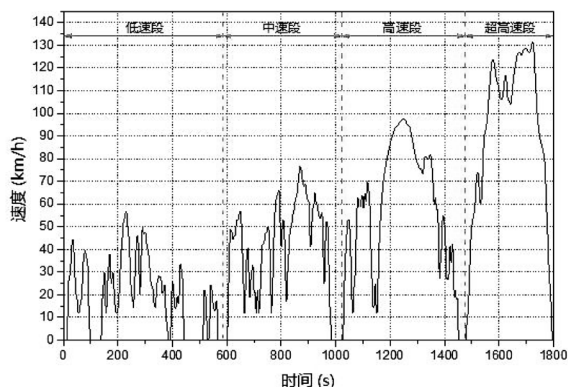


图 2 WLTC 循环曲线

WLTC 循环工况是全球统一的轻型汽车测试程序所采用的测试循环工况，由欧洲、日本和美国等国专家共同制定。该测试程序，根据功率质量比（power-to-massratio, PMR）将车辆分为 3 个等级（class1-3）并对应 4 种（class1, class2, class3a、class3b）试验循环工况，统称为 WLTC 循环工况。中国轻型汽车国六排放标准采用 class3b 循环工况^[2]。

4 中国工况

中国工况即中国汽车行驶工况（China Automotive Driving Cycle）。它包括 GB/T38146.1-2019《中国汽车行驶工况第 1 部分：轻型汽车》和 GB/T38146.2-2019《中国汽车行驶工况第 2 部分：重型商用车辆》。

GB/T38146.1-2019《中国汽车行驶工况第 1 部分：轻型汽车》中包括 CLTC-P（乘用车行驶工况）和 CLTC-C（轻型商用车行驶工况）。GB/T38146.2-2019《中国汽车行驶工况第 2 部分：重型商用车辆》包括中国重型商用车辆行驶工况、城市客车行驶工况（CHTC-B）、客车行驶工况（CHTC-C）（不含城市客车）、货车行驶工况（CHTC-HT）（GVW > 5500kg）、货车行驶工况（CHTC-LT）（GVW ≤ 5500kg）、自卸汽车行驶工况（CHTC-D）、半挂牵引车行驶工况（CHTC-S）^[3]。中国汽车行驶工况如图 3 所示。

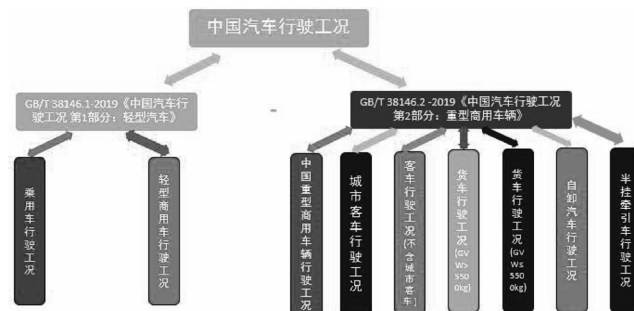


图 3 中国汽车行驶工况

CLTC-P 循环工况包含低速（1 部）、中速（2 部）和高速（3 部）3 个速度区间，工况时长共计 1800s，其中低速区间时间 674s，比例为 37.4%，中速区间时间 693s，比例为 38.5%，高速区间时间 433s，比例为 24.1%。最大车速为 114.0km/h，平均车速为 29.0km/h，怠速比例为 22.1%。理论上距离 14.48km，1 部里程 2.45km，2 部 5.91km，3 部 6.12km。

CLTC-C 循环工况包含 3 个速度区间，低速（1 部）、中速（2 部）和高速（3 部）3 个速度区间，工况时长共计 1800s，其中低速区间时间 735s，比例为 40.8%，中速区间时

间 615s, 比例为 34.2%, 高速区间时间 450s, 比例为 25.0%。平均车速为 32.9km/h, 最大车速为 92.0km/h, 怠速比例为 20.3%。理论上距离 16.43km/h.1 部里程 2.69km, 2 部 5.73km, 3 部 8.01km。

CHTC-B 循环工况时长共计 1310s, 其中低速区间时间 399s 比例为 30.5%, 高速区间时间 911s, 比例为 69.5%, 平均车速为 15.1km/h, 最大车速为 45.6km/h, 怠速比例为 22.4%。理论里程 5.49km, 1 部 0.74km.2 部 4.75km。

CHTC-C 循环工况时长共计 1800s, 其中市区区间时间比例为 16.9%, 城郊区间时间比例为 49.6%, 高速区间时间比例为 33.5%, 平均车速为 39.2km/h, 最大车速为 95.7km/h, 怠速比例为 18.2%。CHTC-C 理论里程 19.62km, 1 部 0.46km, 2 部 6.67km, 3 部 12.49km。

CHTC-HT 循环工况时长共计 1800s, 其中市区区间时间比例为 19.0%, 城郊区间时间比例为 54.9%, 高速区间时间比例为 26.1%, 平均车速为 34.7km/h, 最大车速为 88.5km/h, 怠速比例为 13.7%。理论里程 17.32km, 1 部 0.48km, 2 部 8.59km, 3 部 8.25km。

CHTC-LT 循环工况时长共计 1652s, 其中市区区间时间比例为 18.7%, 城郊区间时间比例为 58.9%, 高速区间时间比例为 28.4%, 平均车速为 34.6km/h, 最大车速为 97.0km/h, 怠速比例为 12.4%。理论里程 15.88km, 1 部 0.61km, 2 部 6.97km, 3 部 8.51km。

CHTC-D 循环工况时长共计 1300s, 其中低速区间时间比例为 41.5%, 高速区间时间比例为 58.5%, 平均车速为 23.2km/h, 最大车速为 71.4km/h, 怠速比例为 20.2%, 理论里程 8.37km, 1 部 0.98km, 2 部 7.39km。

CHTC-S 循环工况时长共计 1800s, 其中低速区间时间比例为 26.3%, 高速区间时间比例为 73.7%, 平均车速为 46.6km/h, 最大车速为 88.0km/h, 怠速比例为 8.6%。理论里程 23.29km, 1 部 1.92km, 2 部 21.37km。

5 美国循环工况

美国车辆道路行驶工况包括三大类型, 认证用车辆道路行驶工况 (FTP 系)、研究用车辆道路行驶工况 (WVU 系) 和短工况 (I/M 系), 其中联邦测试程序 (FTP75), 洛杉矶 (LA92) 和负荷模拟工况 (IM240) 等广为熟知。

5.1 FTP-72 循环工况

FTP-72 循环工况也称之为 UDDS (UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule))。FTP-72 循环工况由两部分组成, 第一部分运行时间 505s, 第二部分运行时间 867s。该循环工况模拟城市频繁启停的循环工况, 总里程为 12.07km, 平均速度为 31.5km/h。

5.2 FTP-75 循环工况

FTP-75 循环工况是在 FTP-72 循环工况的基础上增加 1 个 FTP-72 第一部分 505s 热启动循环工况。一个完整的 FTP75 循环工况由 0-505s 的冷启动循环工况 (环境温度 20~30°C)、506-1372s 稳定工况、600s 热浸和 0-505s 的热启动循环工况组成, 运行时间为 1877s, 里程 17.77km, 平均速度 34.12km/h, 最高速度 91.25km/h。

5.3 US06 循环工况

US06 循环工况是对 FTP75 循环工况的补充工况, 由急加减速循环工况、高速工况和激烈循环工况组成。循环工况运行时间为 596s, 里程 12.8km, 平均速度 77.9km/h, 最高速度 129.2km/h。

5.4 SC03 循环工况

SC03 循环工况是对 FTP75 循环工况的补充工况, 模拟车辆在环境温度 35°C 下, 空调打开情况下的运行工况。SC03 循环工况运行时间为 596s, 里程 5.8km, 平均速度 34.8km/h, 最高速度 88.2km/h。

5.5 HWFET 循环工况

HWFET (The Highway Fuel Economy Test, 又简称“HFET”) 循环工况, 是用来测试轻型车高速燃油经济性的循环工况, 运行时间 765s, 里程 16.45km, 最高车速 96.4km/h, 平均速度 77.7km/h^[4]。

6 日本循环工况

6.1 10-15 工况法

10-15 循环工况运行时间是 660s, 里程 4.16km, 最高速度为 70km/h, 平均车速为 22.7km/h。

6.2 JC08 循环工况

运行时间是 1204s, 里程 8.171km, 最高速度 81.6km/h, 平均速度 24.4km/h。JC08 最大的特点在于其考虑到了减速

带和碎石路工况,这种工况通常不会踩停,但会急减速,如1100~1200s之间那个80km/h处的震荡,就是在模拟这种经常出现的行驶特征。整个测试中一共包含了26个上升沿,相比10-15工况其匀速行驶的时间极少,松油门的次数也更多,踩停前的速度也多设置在50km/h左右,相较10-15工况,更符合实际驾驶情况。

7 结语

中国目前的法规对于能耗的测试,采用的是NEDC循环曲线和WLTC循环曲线,中国企业的能耗开发标定使用的是NEDC循环曲线和WLTC循环曲线。中国工况曲线的发布将对汽车能耗测试产生大的变革,意味着未来中国汽车认证都将按照符合中国道路情况的测试曲线,必将促使汽车生产企

业按照中国工况曲线进行能耗标定,不再依赖其他国家的工况曲线。通过浅析各个工况的特点,有助于帮助企业认识各工况的特点,也希望论文能为生产企业以后切换中国工况提供有益的帮助。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准.GB/T18386-2017 电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法[S].2017.
- [2] 中华人民共和国国家标准.GB/T38146.1-2019 中国汽车行驶工况第1部分:轻型汽车[S].2019.
- [3] 曲德鑫,于忠贵,王剑锋,等.世界主要整车道路试验工况循环研究[J].汽车实用技术,2019(12):123-126.
- [4] 中华人民共和国国家标准.GB/T38146.2-2019 中国汽车行驶工况第2部分:重型商用车辆[S].2019.