



摘要: 为了更好地了解新国标的制定情况、提升电动汽车续驶里程及满足能量消耗率的要求,该文重点分析了新版评价电动车经济性的国标与老版电动车续驶里程和能量消耗率国标的区别。给出了2个版本标准在主要试验方法上的不同点,并分析了修订标准前后的背景,对提高整车的续驶里程和能量消耗率给出了几点建议。

关键词: 电动汽车;续驶里程;能量消耗率;性能提升

Analysis of New Test Methods for Driving Range and Energy Consumption Rate of Electric Vehicles

Abstract: In order to better understand the formulation of the new national standard, improve the driving range of electric vehicles and meet the requirements of energy consumption rate, this paper focuses on the analysis of the differences between the new version of national standard for evaluating the economy of electric vehicles and the old version for driving range and energy consumption rate. The differences between the two versions of standard in the main test methods are given, and the background before and after the revision of the standard is analyzed. Some suggestions are given to improve the driving range and energy consumption rate of the electric vehicle.

Key words: Electric vehicle; Driving range; Energy consumption rate; Performance improvement

电动汽车自诞生以来,在近十几年的普及发展过程中,一直受到里程问题的影响,所以电动汽车经济性的法规和标准历来受到业内的格外重视。我国又是电动汽车普及发展的大国,所以我国电动汽车续驶里程和能量消耗率的法规标准的制修订对于考核本国电动汽车的经济性,引领本国电动汽车节能技术的提升具有重要意义。对于电动汽车续驶里程和能量消耗率的新国标分析,及新旧国标的测试方法的对比,能为企业研发人员的标准跟踪及法规认证人员开展相关电动汽车经济性分析研究工作提供技术帮助。

1 标准法规制定背景

GB/T 18386—2005《电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法》^[1]于2006年2月1日实施后沿用至今,成为近些年考核电动汽车经济性最重要的标准。电动汽车技术的进步对汽车经济性和续驶里程的测试方法提出了新的要求。对电动汽车经济性评测方法相关标准的修订计划于2015年8月正式下达,经过相关整车

企业、检测机构及行业内相关专家的多轮讨论,最后形成并制定了新的电动汽车经济性测试标准:GB/T 18386—2017《电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法》,该标准于2017年10月14日发布,已于2018年5月1日正式实施。针对该标准的试验方法,正在配套制定1个电动汽车能量消耗率限值的国标,该标准对汽车的100 km能量消耗率限值提出了具体要求。由此可见,我国政府通过标准的制定对电动汽车的能耗提出了更高的要求,所以进一步提高汽车能量利用率,升级汽车的节能效果势在必行。

2 新旧标准对比分析

新标准主要是在老版GB/T 18386—2005中的汽车的加载质量与滑行阻力试验质量不一致、等速法续驶里程试验条件不可控、重型汽车没有指定的工况法续驶里程等方面进行了修订。新版18386标准《电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法》^[2]主要的修订内容如下。

1) 试验质量。a. 等速法: 如果最大允许装载质量小于或等于 180 kg, 该质量为最大允许装载质量; 如果最大允许装载质量大于 180 kg, 但小于 360 kg, 该质量为 180 kg; 如果最大允许装载质量大于 360 kg, 该质量为最大允许装载质量的一半。等速法试验备注仅因政策或其他标准的引用而保留, 因此, 等速法试验质量与 GB/T 18386—2005 保持一致。b. 工况法: 对于 M1、N1、最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M2 类汽车, 该质量为 100 kg; 对于城市客车, 进行城市典型公交循环时, 该质量为最大设计装载质量的 65%, 进行 C-WTVC 循环时, 该质量为最大装载质量; 对于其他汽车, 该质量为最大装载质量。

2) 试验条件。在 20~30 °C 室温下进行室内试验。

3) 曲线公差。增加适用于重型车工况法的曲线公差要求。

4) 结束试验循环的标准。进行规定的 NEDC 工况试验循环时, 对最高车速 ≥ 120 km/h 的试验汽车, 不能满足 4.4.2 所规定的公差要求时, 应停止试验; 对最高车速 < 120 km/h 的试验汽车, 在工况目标车速大于车型申报最高车速时, 目标工况相应速度基准曲线调整为汽车申报最高车速, 此时要求驾驶员将加速踏板踩到底, 允许汽车实际车速超过 4.4.2 所规定的公差上限, 当不能满足 4.4.2 所规定的公差下限时应停止试验; 在工况目标车速小于等于车型申报最高车速时, 不能满足 4.4.2 所规定的公差要求, 应停止试验。更新增加中国典型城市公交循环工况和 C-WTVC 工况试验循环的结束试验循环标准。

5) 充放电及试验环境。增加充电后、试验前的汽车放置环境: “在此期间, 确保汽车在 20~30 °C 的温度条件下放置”。

6) 汽车道路负荷设定。增加适用于重型商用汽车行驶阻力系数的推荐方案。

7) 试验工况。对于 M1、N1、最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M2 类试验汽车, 在底盘测功机上采用 NEDC 循环进行试验; 对于城市客车, 在底盘测功机上采用 GB/T 19754—2015 中规定的中国典型城市公交循环或 GB/T 27840—2011 中附录 C 规定的 C-WTVC 循环工况进行试验; 对于其他汽车, 在底盘测功机上采用 GB/T 27840—2011 中附录 C 规定的 C-WTVC 循环工况进行试验。

8) 试验期间停车规定。除非有其他的规定, 每 6 个工况试验循环, 允许停车 (10 \pm 1) min。停车期间, 汽车启动开关必须处于“off”状态, 关闭发动机盖及试验台

风扇, 释放制动踏板, 不能使用外接电源充电。

9) 重型车移动问题。参考 GB/T 19754—2015 增加“重型车当汽车充电位置与底盘测功机不在一起的情况, 需要使用自身动力在两者之间移动”的移动规定。

10) 续驶里程和能量消耗率的计算。a. M1、N1、最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M2 类车的工况法: 对于测得的车辆续驶里程和能量消耗率, 根据车辆的最高车速的不同, 以 10 km/h 为间隔区间增加相应的里程折算系数(在限值标准中体现)。b. M1、N1、最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M2 类车以外的工况法: 对于城市客车, 在底盘测功机上采用中国典型城市公交循环或 C-WTVC 循环进行试验, 移动和试验过程, 要求实时测量并记录电池端的电压和电流值, 并依据试验期间的放电比例计算能量消耗率, 进而计算等效续驶里程; 对于其他车辆, 在底盘测功机上采用 C-WTVC 循环工况, 考虑不同车型的特征里程分配比例, 在能量消耗率(C)的计算公式中加入了里程分配比例(K), 其他计算思路与中国典型城市公交循环工况的计算相同。

11) 挡位建议。如果厂家推荐的汽车驾驶模式能够与工况参考曲线相配合, 则使用厂家的推荐模式; 如果厂家的推荐模式不能满足工况参考曲线要求, 则选择最高车速相应的模式。

以上 11 点是 GB/T 18386—2017《电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法》主要的修订内容, 除了一些具体的试验方法和试验条件的修订外, 最主要的是引入了中国典型城市公交循环工况和 C-WTVC 工况, 考察商用车对应工况的续驶里程和能量消耗率, 这必将给这几类汽车的能量利用率和节能技术提出更高的要求, 这一部分也很可能将作为这几类汽车申请国家新能源补贴要考察的主要技术指标。

3 汽车能量利用率提升的 4 种途径

3.1 整车轻量化设计

汽车能量利用率的提高, 就是要减少汽车无用功的输出, 增加汽车有用功部分。汽车的质量是最集中、最根本的汽车惯性改变的体现。在不妨碍汽车主动、被动安全的情况下, 尽可能地减少汽车质量是最根本的降低汽车行驶阻力的方法, 所以整车减重、轻量化材料在车身上的大胆应用及提高电池的能量密度等都是整车轻量化的具体体现。

3.2 降低风阻系数及滚阻系数

从降低及减小汽车的阻力出发, 汽车的行驶阻力 (F_T/N) 如式(1)所示^[3], 其中 f 、 C_D 、 A 这些物理量都直

接影响汽车的最终阻力, 所以为了提高汽车的续航里程及能量利用率, 对这些参数进行优化是十分必要的。

$$F_T = Gf + \frac{C_D A}{21.15} v^2 + \delta m \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

式中: G ——重量, N;

t ——时间, s;

v ——车速, km/h;

δ ——旋转质量换算系数;

m ——汽车质量, kg;

f ——滚动阻力系数;

C_D ——风阻相关的系数;

A ——迎风面积, m^2 。

3.3 提高制动能量回收率

制动能量回收能力是搭载电机的新能源汽车独有的能量回收能力, 它是体现电动汽车优势的一项技术, 可以从制动损失的能量中回收能量用于汽车驱动。大量试验和理论模型推演的结果显示, 若汽车的制动能量能够全部由电机提供, 即实现能量完全回收, 对 NEDC 工况续航里程的贡献率可以达到 20% 左右, 对 ECE 城市工况续航里程贡献率可以达到 30% 左右。

以耗电量为 $15 \text{ kW}\cdot\text{h}/100 \text{ km}$ 的汽车计算, 每增加 20% 的续航里程, 需要增加 $3 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 的电, 按 $1 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 需 2 000 元计算, 需要增加 6 000 元, 相比制动回收系统对续航里程的提升, 性价比要低得多。目前汽车的再生制动形式主要分为串联协调式制动回收系统和并联叠加式制动回收系统, 这 2 种形式的能量回收系统都能实现有效的制动能量回收。但相对于简单的并联叠加式制动回收, 串联协调式回收系统可以实现踏板力的

解耦和液压制动系统的实时调节, 能量回收更充分, 驾驶人的踏板感觉更好。

3.4 电池单体的一致性

电动车的电池组往往由成百上千个单体组成, 这些单体一致性的好坏直接影响汽车的动力性和经济性的表现^[4]。因为整包电池组的性能往往取决于较差的那个电池单体的性能, 所以从电池最初出厂成组, 到使用环节中电池充放电后电池的一致性, 都会影响整包电池在放电深度上的表现, 最终影响汽车的能量消耗率。电池的压差、内阻的差别及电池容量的差别都是反映电池单体一致性的关键参数。

4 结论

文章从 2017 版电动车续航里程和能量消耗率国标的制定背景谈起, 重点分析了新版考核电动车经济性的国标与老版本续航里程和能量消耗率国标的区别, 给出了标准重点修改的部分以及修改初衷, 最后对提高整车的续航里程和能量消耗率给出了几点建议。文章对帮助企业深入了解及研究电动车经济性测试方法, 提升汽车的经济性具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 中国汽车技术研究中心, 清华大学. GB/T 18386—2005 电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-10.
- [2] 中国汽车技术研究中心, 清华大学. GB/T 18386—2017 电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 1-17.
- [3] 余志生. 汽车理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 2-30.
- [4] CHAN C C, CHAN K T. Modern electric vehicle technology[M]. New York: Oxford University Press Inc, 2001: 30-40.

(收稿日期 2018-08-29)

(上接第 18 页)

1) 2013—2017 年, 行业乘用车平均燃料消耗量实际值不断下降, 达标质量进一步提升。2017 年计入新能源乘用车前后, 行业乘用车平均燃料消耗量实际值分别为 $6.77 \text{ L}/100 \text{ km}$ 和 $6.05 \text{ L}/100 \text{ km}$, 新能源乘用车核算优惠使油耗实际值下降 10.64%。

2) 2016—2017 年, 乘用车行业共产生油耗正积分 2 413.00 万分, 油耗负积分 311.89 万分, 新能源汽车正积分 278.27 万分。从供需层面来看, 市场上新能源汽车可交易正积分充裕, 积分交易市场将是买方市场。

3) 随着油耗达标要求的加严, 企业单靠发展节能技术或新能源汽车均难以达到国家目标要求, 为实现

汽车产业的可持续发展, 节能与新能源汽车的发展应统筹兼顾。

参考文献

- [1] 王海良, 秦振华. 乘用车燃料消耗量标准推进中国节能与新能源汽车的发展[J]. 交通节能与环保, 2017(1): 17-22.
- [2] 刘宗巍, 刘斐齐, 王悦, 等. CAFC、NEV 双积分与碳配额法规综合研究与组合政策思考[J]. 汽车工程学报, 2017, 7(1): 1-9.
- [3] 朱敏慧. 双积分管理办法促进节能与新能源汽车发展[J]. 汽车与配件, 2017(28): 4.
- [4] 王雪, 李飞, 苏天晨, 等. 乘用车企业平均燃油消耗量及新能源积分评价方法解读[J]. 汽车实用技术, 2017(6): 168-170.

(收稿日期 2018-09-10)