

中国轻型车实际道路油耗评估

杨子菲 杨柳含子¹

如今，无论是在国际上还是中国国内都有越来越多的证据表明实际行驶 CO₂ 排放量/燃油消耗量与实验室测试结果之间存在差距。基于先前的一些工作基础，国际清洁交通委员会（ICCT）采用来自不同数据源的 CO₂ 排放量/燃油消耗量数据对轻型车的实际行驶 CO₂ 排放量/燃油消耗量状况进行了深入分析，从而为管理政策的发展提重要支持。

我们此次研究首先汇总了典型车型的消费者经验油耗数据。接下来，我们对通过两种测量方法获取的车辆油耗测试数据进行了分析，两种测量方法为车载排放测量系统（PEMS）测试和实验室底盘测功机测试。本次研究是目的是通过政策途径改善实际行驶油耗性能，特别是确保车辆满足 2015-2020 期间的油耗标准，并制定更长期（2025-2030）的燃油消耗量标准。

第一，基于消费者报告上来的油耗数据和官方的燃油消耗量记录，实际行驶油耗与型式核准油耗之间的平均差异从 2007 车型年的 21% 左右扩大至 2017 车型年的 34%（图 1）。年度差异增幅也在逐年扩大，2013 到 2014 年，油耗差异增幅为 1%，而到了 2016 到 2017 年，油耗差异增幅扩大至 5%。

¹ 本文作者为国际清洁交通委员会(ICCT)研究员。作者特别感谢所有同事与同行对此篇文章的指导与意见。感谢 Energy Foundation China 的大力资助。感谢王若素的翻译。

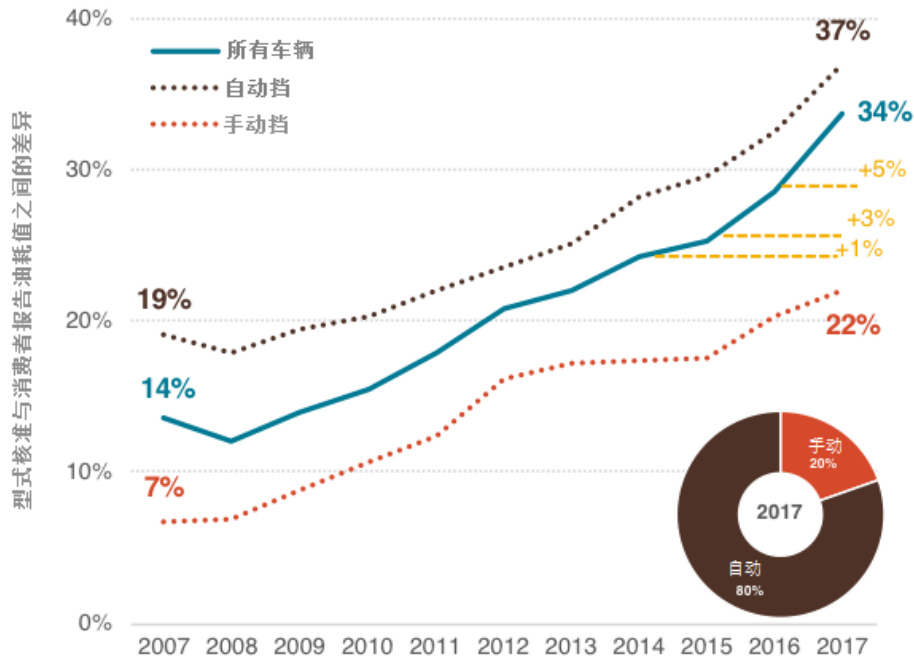


图1 消费者报告与官方燃油消耗量数据之间的差异 (按变速箱类型分类)

第二，在特定的动态边际条件规定下，我们利用车载排放测量系统（PEMS）在实际行驶排放（RDE）测试过程中对燃油消耗量进行了测量，然后将测量结果与实验室底盘测功机测试结果进行对比。在进行了RDE测试的两辆车中，有效RDE测试的平均CO₂排放量要比NEDC工况下的测试结果平均高出50%，比WLTP工况下的测试结果平均高出31%（图2）。这一差异与通过消费者报告油耗数据所得出的差异结果是一致的。

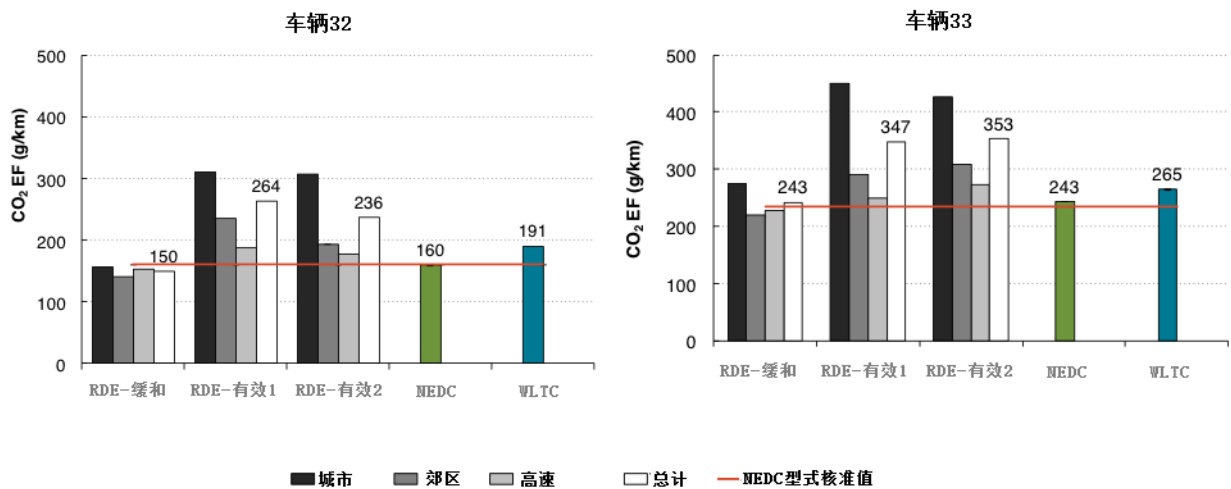


图2 32和33号车辆 RDE 与实验室 CO₂ 排放量

第三，我们通过实验室底盘测功机测试对比了两辆车在 10 种测试规程下的油耗。如图 3 所示，在 NEDC 测试工况下（测试 1），两辆车的 CO₂ 排放均非常接近型式核准认证值，表明车辆具有代表性且运行状态正常。我们还对不同测试规程下的 CO₂ 排放进行了对比，道路负载参数、测试循环、冷/热启动、环境温度和空调使用都会对 CO₂ 排放产生明显影响。其中 A 车辆的最高 CO₂ 排放比型式核准认证值高出 27%，从 NEDC 工况（测试 1）转换至 WLTP 工况（测试 8），A 车辆的 CO₂ 排放上升了 19%，B 车辆上升了 9%。

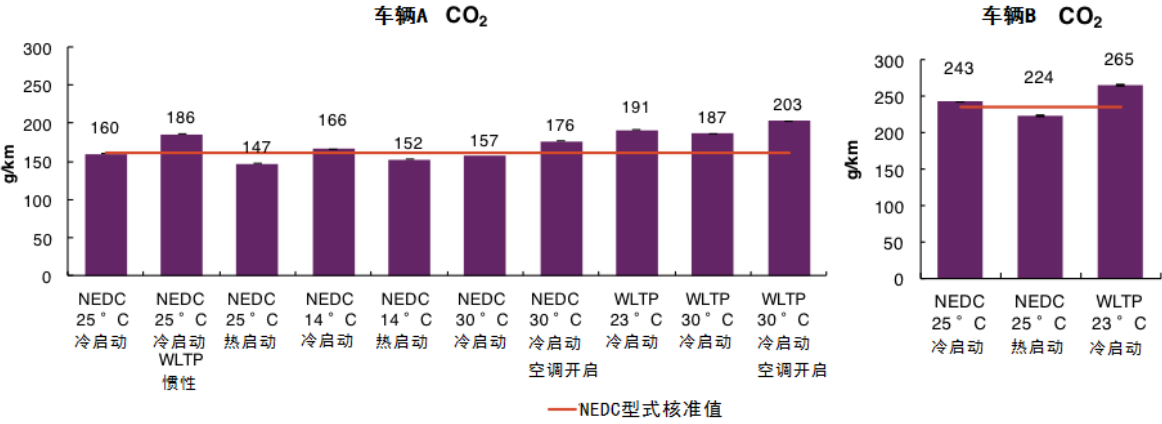


图 3 不同实验室测试的 CO₂ 排放因子汇总（误差条表示标准差）

通过对以上的三组数据源进行分析，本次研究得出了以下四项结论：

- **结论 1:** 实际行驶油耗与型式核准油耗之间的差异不断扩大会影响燃油消耗量政策的实施效果。根据消费者提供的油耗信息，自 2008 年以来，中国在实际行驶油耗方面取得的成果有限。如果按照这样的趋势发展下去，尽管常规车辆的官方测试油耗会在今后有更大幅度的下降，但实际行驶过程中的节油效果却会差很多。
- **结论 2:** 实际行驶油耗与型式核准油耗之间的差异会降低消费者对油耗标识和政府认证的信心。尽管在城市工况循环下，目前消费者报告的平均油耗水平与官方油耗水平是较为接近的，但如果实际行驶油耗与型式核准油耗之间的差异持续扩大，那么再过几年，实际行驶油耗就会超过城市工况循环下的型式核准油耗了。
- **结论 3:** 不同的行驶条件，包括道路负载、行驶工况循环、空调使用等都会对 CO₂ 排放和油耗测试结果产生显著影响。如图 4 所示，就同一辆车而言，相对于速度曲线和测试规程中的其他因素，道路负载和车重对 CO₂ 排放的影响较大。在炎热

天气时使用空调的情况此次并没有被纳入测试规程当中，但使用空调同样会对 CO₂ 排放产生显著影响。

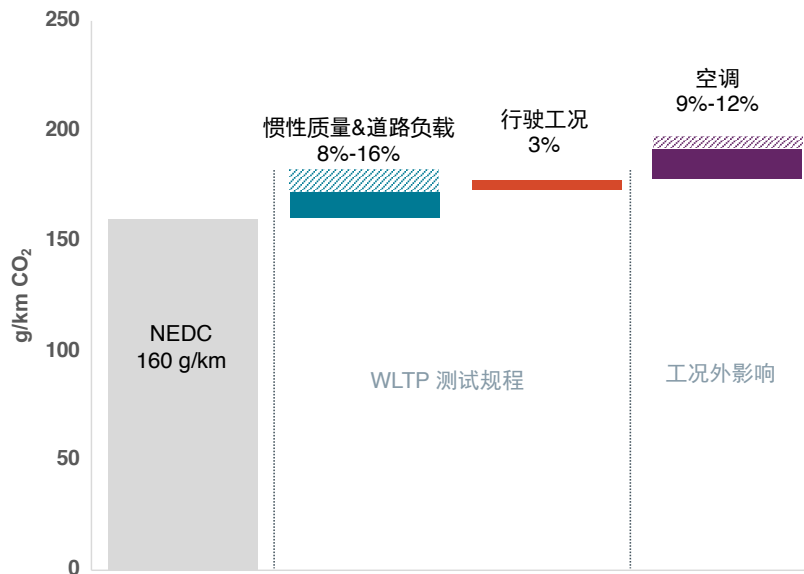


图 4 从 NEDC 切换至 WLTP 以及开启空调对于 CO₂ 排放影响评估示意图

- 结论 4: 尽管 WLTP 覆盖的行驶工况范围比 NEDC 更大，但 RDE 测试才能更好的展现车辆的实际行驶性能。将 RED、WLPT 和 NEDC 测试的瞬态行驶点进行对比，会发现 RDE 覆盖的运行点最多，能够更好的反映出车辆道路实际行驶性能（图 5）。

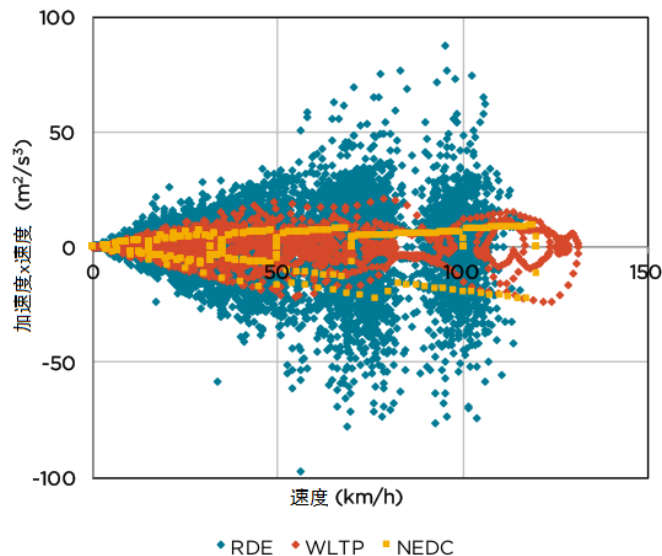


图 5 A 车辆在 RDE、WLTP 和 NEDC 下的有效瞬态速度以及加速度速度乘积

我们从结论中可以明显看出中国实际道路行驶油耗与官方油耗之间的差异正在不断扩大。而差异的加速扩大很清楚的表明，中国需要对管理法规进行调整，从而阻止这一趋势并缩小上述差异。下面我们将提供一些管理创新方面的建议：

- 加强“中国工况”的测试规程，使其严格程度与 **WLTP** 测试规程相当或更加严格。
 - 目前的 **NEDC** 测试工况过于温和，不能很好的反映实际行驶状态。中国应切换至 **WLTC** 工况或是正在制定的“中国工况”，从而使测试工况循环能更好的反映出中国的实际行驶状况。
 - 由测试工况所决定的速度曲线对于油耗测试结果的影响是比较小的。管理部门必须关注测试规程，例如惯性质量测定、计算道路负载（或滑行试验）以及空调使用等，从而确保测试规程可以反映实际行驶状况。更重要的是要详细定义测试规程的细节，降低生产企业利用系统规则作弊的可能性，这一点比采用具有代表性的测试工况循环更为重要。对测试规程的要求应该不低于 **WLTP** 的测试规程。
 - 管理部门应就每一项会对新测试规程产生影响的参数进行评估，确认修改测试规程的实际影响效果。

- 修改油耗标识上的油耗值，反映实际行驶油耗²。
 - 自 2018 年 1 月 1 日起，工信部要求车辆修改其油耗标识设计，强调城市工况油耗值，而不再是结合城市和高速工况的综合值。此次修订的目的就是让主流油耗值接近消费者的实际行驶平均油耗。但截至 2018 年 3 月 20 日，我们尚未在工信部的网站上见到新设计的标识。确保新格式的油耗标识得以尽早应用是十分重要的。
 - 管理部门应出台修正方法，使油耗值与实际行驶平均油耗更为接近。修改油耗标识确实是一项进步，但并不能解决型式核准油耗与实际行驶平均油耗产生差异的根本原因。大部分车辆并不是只在城市中行驶，因此城市工况油耗也难以代表大部分实际行驶状态。美国在调整标识油耗值方面已相关经验，首先是在 1984 年，当时针对所有车辆进行了简单的百分比调整，此后在 2007 年则根据 5 工况测试法模拟了多种行驶状态，从而对油耗进行了更准确的调整。此前有研究对上

² 根据行驶工况条件、车速和驾驶习惯，实际行驶油耗的变化范围很大，所以我们的目标应当是与平均实际行驶油耗相对应。

述调整进行了评估，评估结果确认此次调整有效的拉近了标识油耗值与实际行驶油耗之间的差距。

- 在油耗标准中增加 **RDE** 测试，特别是在用车符合性测试，规定达标系数。
 - 管理部门应引入 **RDE** 测试，将其作为实验室测试规程的补充，以便更好的反映实际行驶状况。本次研究报告 3.3 节中说明了实验室测试规程并不能良好的反映出实际行驶工况范围，中国的车辆又都经过专门的设计，可以在 **NEDC** 测试下表现出较好的油耗性能。转换至 **WLTP** 工况或是中国特有的测试规程可以扩大行驶工况覆盖范围，不过底盘测试机测试始终都会在规定好的条件下进行。**RDE** 测试则能够更好的反映出行驶工况的广泛性，这些行驶工况会出现在实际行驶过程当中。这将促使生产企业加强车辆系统的性能强度并且在更为广泛的驾驶习惯和行驶工况条件下降低油耗。
 - 油耗标准应被纳入在用符合性测试要求当中，从而检测车辆整个使用寿命周期的达标情况。**RDE** 测试应被纳入在用符合性测试，正如国 6 排放标准纳入 **RDE** 测试要求一样。
 - 管理部门需要开展更多的 **RDE** 测试，从而为油耗 **RDE** 测试确定适合的达标系数。在刚刚开始引入 **RDE** 测试规程时，达标系数可以设置的略微宽松一些，之后再随着时间逐步加严。
- 要求应用第三代车载诊断系统 (**OBD 3**) 来监测油耗并出台官方管理规程，收集并公开从在用车 **OBD 3** 系统中获取的油耗信息。
 - 要求中国的新生产轿车安装可以监测燃油消耗量的 **OBD** 系统 (**OBD 3**)。要求应同时包括车载累计油耗统计汇总、**OBD** 油耗数据传输以及规定外接数据读取装置的相关信息。管理部门应确定通过 **OBD** 数据来计算油耗的方法并要求生产企业每年提供各款车型的平均油耗。管理部门应将实际行驶油耗信息向公众公开，按生产企业和车型分类，提供油耗标识值是否准备的相关信息，并允许第三方监督。
 - 开发类似 **My MPG** 的服务网站，这是美国环保局和美国能源部设置的国家级平台，专门从车主处收集实际行驶油耗数据。这些消费者上报的信息将被用于校验 **OBD** 系统收集的油耗信息。