

中国轻型汽车实际道路油耗评估: 2021简报

作者: 武若曦、杨柳含子、陈志男和杨子菲

背景

全球轻型汽车 (LDV) 的实际道路二氧化碳 (CO₂) 排放量/燃料消耗量与实验室型式核准值之间的差距在不断拉大¹。根据消费者反馈的真实油耗数据统计可知, 中国也出现了类似的情况。2017年以来, ICCT一直在跟踪评估轻型车实际道路油耗值与型式核准值之间的差距, 并按照技术类型或车辆类型分类探究该差距的变化情况。本文提供了消费者反馈油耗数据的更新分析, 以评估中国轻型车队在2007-2021车型年间的真实油耗。

数据来源与方法

中国有几个非官方平台收集实际油耗信息, 其中包括新浪汽车、搜狐汽车和小熊油耗。新浪汽车和搜狐汽车是按照车型分类收集和汇总消费者真实油耗信息的两大主流网站。小熊油耗是一款移动应用程序, 帮助用户跟踪和比较油耗。²

1 Uwe Tietge, Sonsoles Díaz, Zifei Yang, and Peter Mock. *From Laboratory to Road International: A Comparison of Official and Real-World Fuel Consumption and CO₂ Values for Passenger Cars in Europe, the United States, China, and Japan*. (ICCT: Washington, DC, 2017), <https://theicct.org/publications/laboratory-road-intl>.

2 小熊油耗网址: <http://www.xiaoxiongyouhao.com/index.php>

致谢: 本文作者感谢所有审稿人提供的指导和建设性意见, 特别感谢张雄 (小熊油耗) 和马冬 (生态环境部机动车排污监控中心)。他们的审阅并不意味着对本报告内容的任何背书, 本文作者对本文内容负全部责任。

作者在此感谢洛克菲勒兄弟基金会和德国联邦环境、自然保护与核安全部对本项工作的大力支持。本报告是国家自主贡献亚洲交通倡议 (NDC-TIA) 的一部分。NDC-TIA是国际气候倡议 (IKI) 的一部分。德国联邦环境、自然保护与核安全部 (BMU) 根据德国联邦议院通过的一项决议支持该倡议。更多信息请参见: <https://www.ndctransportinitiativeforasia.org/>

Supported by:



based on a decision of the German Bundestag

www.theicct.org

communications@theicct.org

[twitter @theicct](https://twitter.com/theicct)

本文采用了小熊油耗的数据来汇总和分析消费者反馈的油耗信息，其中部分原因在于小熊油耗的所有者慷慨提供了本研究中使用的数据集。小熊油耗APP于2010年上线，截至2020年底，累计采集了240多万辆单车数据。该数据集包含了1986-2021车型年间超过3.4万种车型的信息。³近年来，随着汽车市场规模的不断扩大和智能手机的广泛普及，该APP所跟踪的用户和车辆数量大幅增加。

我们假设该APP中记录的大多数油耗量和里程数是准确的，因为用户的目标是获取自己的真实油耗，并且该APP从未针对用户记录油耗及相关信息提供任何奖励，所以用户不会有意输入虚假数据。

本研究采用了ICCT以往研究中提出的方法进行数据处理和统计分析。⁴

数据所有者基于统计分析得到合理数据范围，并将其作为依据筛选异常值。对于用户上传油耗记录超过五条的单车，如果其平均油耗值在同一车型（同一车型种类和车型年份）所有数据平均值的左侧2.5个标准差以内和右侧4.5个标准差以内，那么该平均油耗值是正常的。在实际行驶工况中车辆的油耗偏高是正常的，因此，样本燃油经济性有些偏态分布，这是因为油耗记录中高于平均值的分布更加离散。鉴于此，数据所有者选择了不同的方差区间来确定平均值不同侧的异常值。对于油耗上传记录不超过五条的单车，如果其平均油耗值在同一车型所有数据平均值的两个标准差内，则认为其平均油耗值是正常的。

对于每个车型，数据集包括车型年份、发动机类型（自然吸气或涡轮增压）、变速器类型、车辆类型、平均实际道路油耗和法规认证油耗以及样本量等信息。在筛选摩托车、货车和电动汽车数据，以及缺失值，并且筛选2002-2006车型年份（因为各年份的样本量小于5000辆）后，保留了约2088835辆单车数据，覆盖了2007-2021车型年间超过2.1万个车型的数据。在本报告中，考虑到数据记录是在2020年底之前收集的，2021车型年车辆是指2020年及之前销售的2021款车型。表1详细列出了各车型年份的样本量。2009至2020车型年的车辆数量占总样本量的大部分。

本报告不仅对实际油耗值与型式核准值之间的差距进行了综合分析，而且按照变速器类型、发动机类型和车辆类型等车辆特征分别进行了差异分析。对于车辆特征分析，如果样本量太小（<500），分析结果将被剔除。

³ 部分2021款车型在2020年或之前出售，2021款车型样本量大于1.2万辆。

⁴ Uwe Tietge, Sonsoles Díaz, Zifei Yang, and Peter Mock. *From Laboratory to Road International: A Comparison of Official and Real-World Fuel Consumption and CO₂ Values for Passenger Cars in Europe, the United States, China, and Japan*. (ICCT: Washington, DC, 2017). <https://theicct.org/publications/laboratory-road-intl>.
Zifei Yang, and Liuhanzi Yang. *Evaluation of Real-World Fuel Consumption of Light-Duty Vehicles in China*. (ICCT: Washington, DC, 2018). https://theicct.org/publications/real_world_fuel_consumption_ldv_china.

表1.各车型年份的样本量汇总

车型年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
样本量	46	79	301	1,659	3,184	15,517	34,221	50,018	63,985	93,310

车型年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
样本量	125,496	197,555	175,588	213,845	316,384	301,364	227,505	182,632	78,745	12,670

数据代表性

为了说明数据的代表性，我们将小熊油耗数据集的车队构成与市场上整个轻型车队构成进行了比较。⁵市场数据集包括2009-2010年和2012-2019年期间的销售数据。不过需要说明的是，市场数据集中的“年份”是指销售年份，而小熊油耗数据集中的“年份”是指车型年份。

图1显示了不同变速器类型车辆的占比。无级变速器、双离合变速器和手自一体变速器都被归类至自动变速器（自动挡）。我们将小熊油耗数据记录的车队构成与整个乘用车市场的车队构成进行了比较。这两个数据集的统计分析结果都表明自动挡车辆的占比不断攀升。据小熊油耗数据显示，2020车型年自动挡车辆占比高于95%，2021车型年占比接近100%。但是市场数据往往比样本数据滞后好几年，这意味着自动挡车辆的市场占比低于同年的样本占比。其中一个可能的原因是，市场数据的参照年份是销售年份，而小熊油耗数据的参照年份是车型年份。在特定销售年份，销售车辆将包括当前车型年及以前车型年车辆。因此，基于销售年份的车队构成变化滞后于基于车型年份的变化。

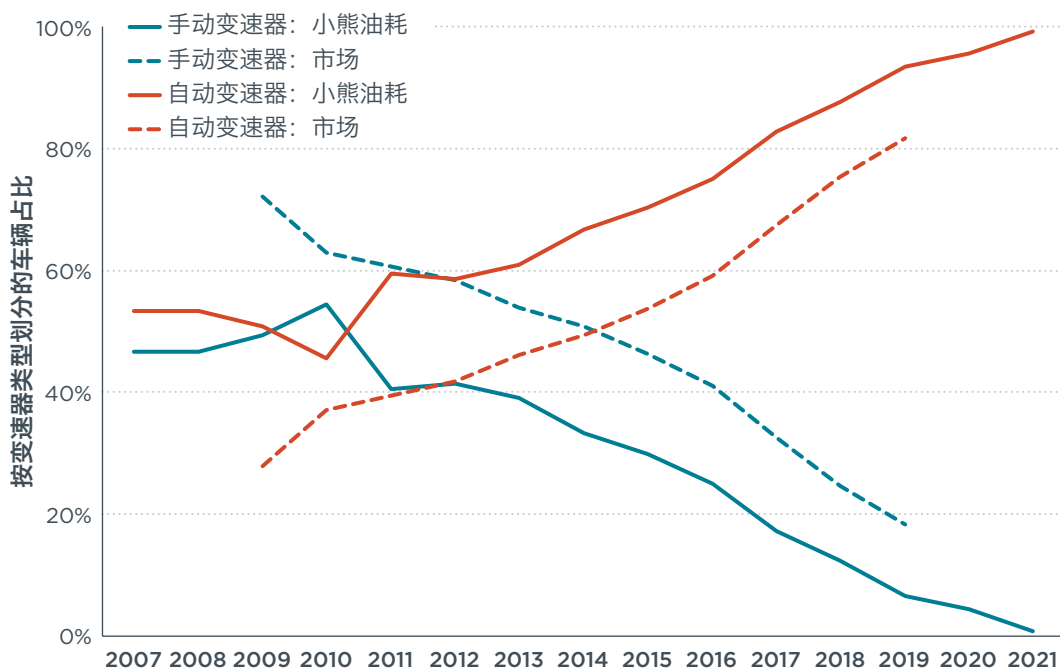


图1.不同变速器类型车辆的占比 (小熊油耗数据集与市场数据集比较)

5 市场数据从中国汽车技术研究中心 (CATARC) 购买。

由于自动挡车辆往往比手动挡车辆具有更大的型式核准值与实际油耗值差距，因此我们进一步深入研究了自动挡车辆的数据，并基于发动机类型分析了实验室认证与实际道路数据之间的差异。图2显示了不同发动机类型的自动挡车队构成变化趋势。配备涡轮增压发动机车辆的占比持续大幅上升。小熊油耗数据的发动机类型分布与市场整体自动挡车队的分布非常吻合，这说明本分析所使用的样本数据具有代表性。在样本数据中，2021年涡轮增压发动机车辆的占比达到70%左右，而2007车型年这一数字仅为0.8%。

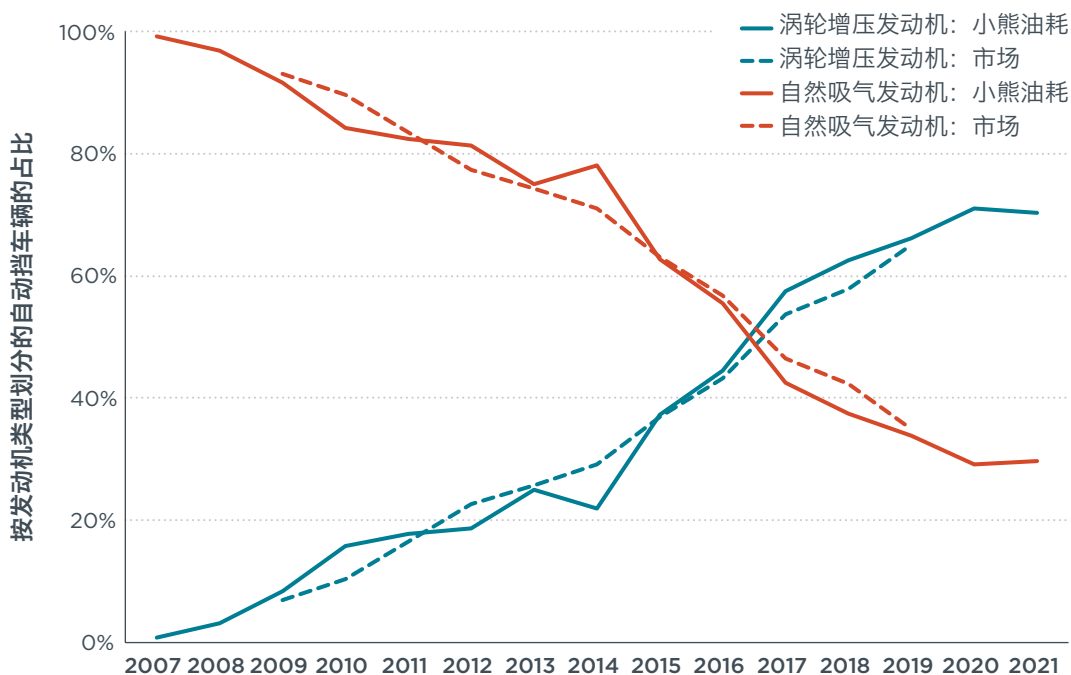


图2. 不同发动机类型的自动挡车辆占比

图3显示了车队结构随时间的变化。近年来，中小型和中型乘用车的市场份额保持相对稳定。运动型多功能车 (SUV) 在总样本量中的占比越来越大，而微型车和小型车的占比在不断下降，这与乘用车整体市场的变化趋势是一致的。我们车队样本的类型结构与整体市场乘用车车队结构保持高度一致，这进一步表明了小熊油耗数据具有代表性。这两个数据集之间的差异可能是由于车辆的不同分类方式造成的。例如，在市场数据集中，多功能乘用车 (MPV) 包括常规MPV和跨界车 (Crossover)⁶，而在小熊油耗数据集中，跨界车可能被归入其他类型。

⁶ Crossover是交叉型多功能车的简称，是介于普通家用乘用车和SUV之间的跨界车型。与SUV不同，跨界车采用的是一体式车身结构平台而不是基于货运卡车的平台。

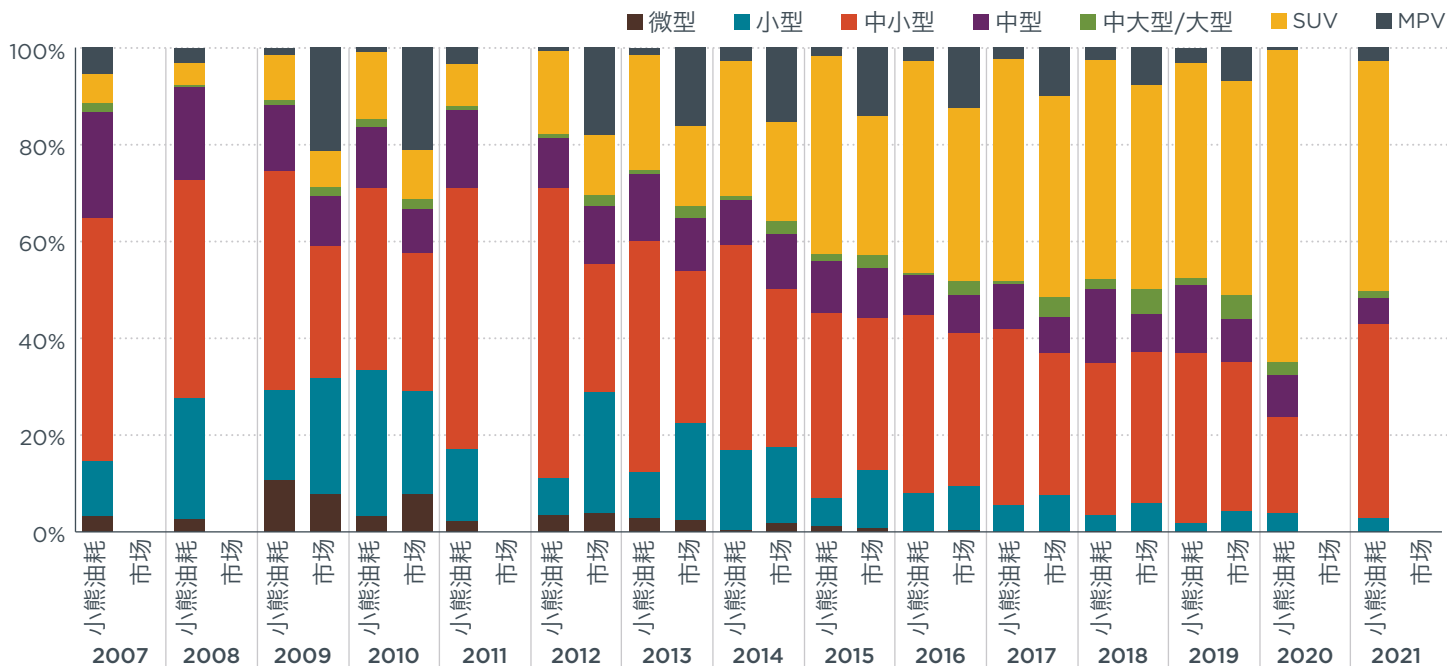


图3. 不同类型车辆的占比

结果与讨论

图4显示了本研究 and 之前研究中平均油耗差距的变化情况。在最新的2021年研究中，2020车型年实际油耗值与型式核准值之间的差距达到35%，2021车型年达到37%。在2017-2021车型年间，差异增大了9个百分点。由于新用户注册数量不断增加，并且数据库中不断更新现有用户的真实油耗数据，本报告得出的结果与Yang等人在2018年发布的2007-2017年报告结果略有不同。虽然结果类似，但是之前的研究可能略微高估了2014-2017年间的油耗差异。2017年研究得出的差异比本研究中得出的2017年差异高出5个百分点以上。造成这一差异的一个可能原因是，2017款车型在2021年的研究中比在2018年的研究中样本量更大，在2021年的研究中，2017款车型的样本量大于30万辆，这表明最新的研究分析结果应该更为可靠。

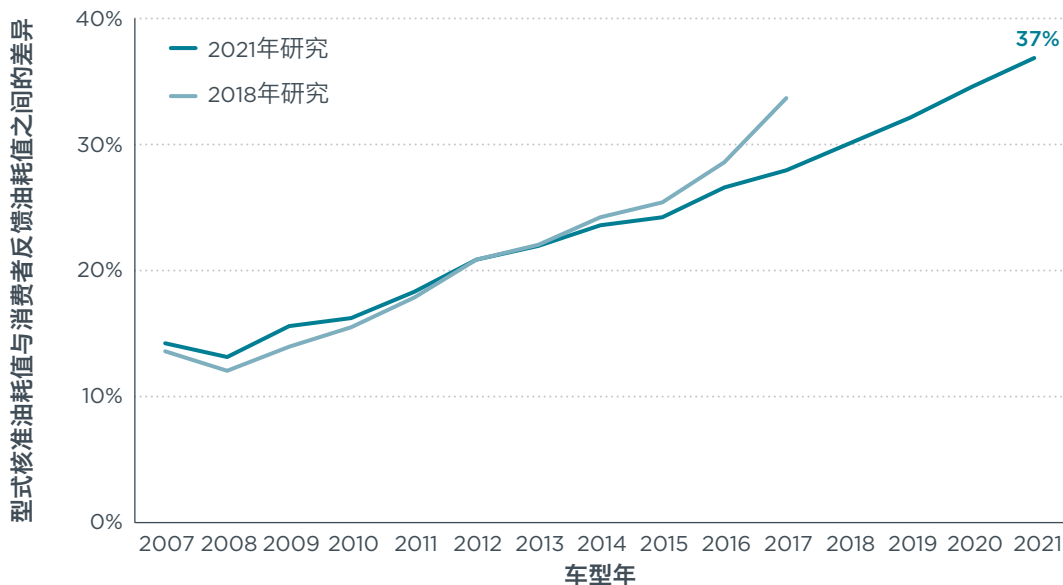


图4. 基于不同研究年份, 小熊油耗统计值与法规认证油耗值之间的差异

考虑不同变速器类型, 小熊油耗统计值与法规认证油耗之间的差异持续扩大 (见图 5)。在2007至2021车型年间, 平均差异从14%扩大到37%, 呈加速上涨趋势, 从每年增长不足1个百分点加速至增长约3个百分点。虽然自动挡和手动挡车辆的差异都扩大了, 但是自动挡车辆的差异始终大于手动挡车辆。在2007至2021车型年间, 自动挡车辆的差异从17%扩大到38%。在2007至2020车型年间, 手动挡车辆的差异从9%扩大到20%。由于2021款手动挡车型的样本量小于500, 故作剔除处理。

2021车型年样本车队中以自动挡车辆为主 (占总样本量的99%), 这可能是因为我们在本报告中使用的数据是在2020年底收集的。因此, 该车型年车队平均差异与自动挡车辆差异之间的差异很小。

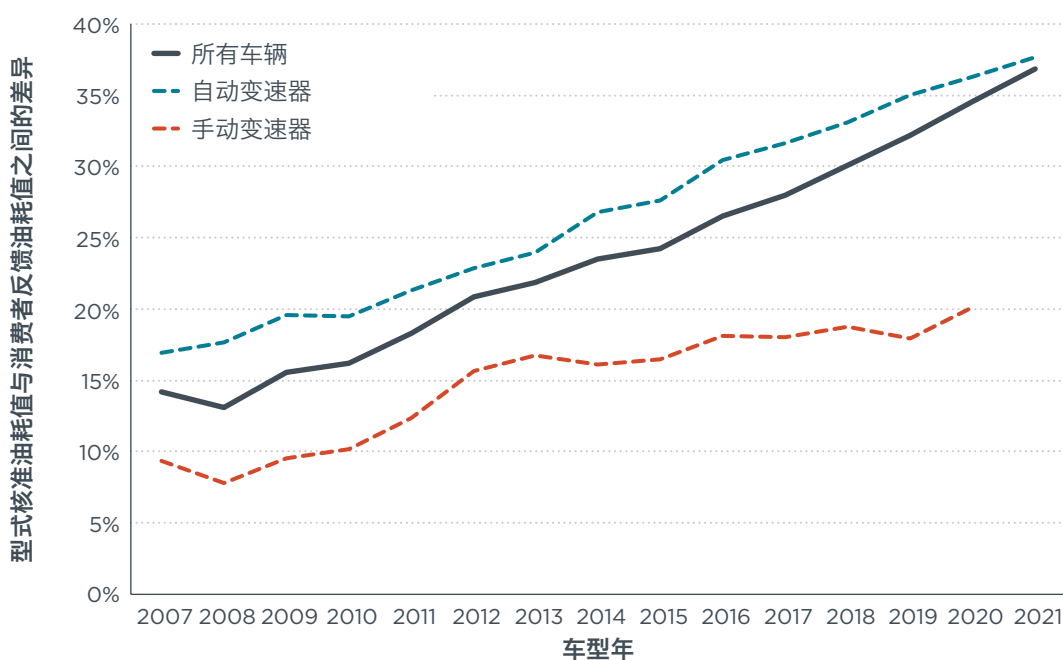


图5. 基于不同变速器类型, 小熊油耗统计值与法规认证油耗值之间的差异

针对自动挡车辆，我们进一步探讨了发动机类型对小熊油耗统计值与法规认证油耗之间差异的影响。如图6所示，无论是涡轮增压还是自然吸气发动机，小熊油耗统计值与法规认证油耗之间的差异都有所扩大。此外，配备涡轮增压发动机自动挡车辆的差异始终大于配备自然吸气发动机的车辆，在近十年间更是如此。对于2020车型年，涡轮增压发动机车辆的差异达到38%，而自然吸气发动机车辆的差异达到28%。涡轮增压发动机车辆差距更大的一个可能原因是，消费者可能会在实际行驶中使用更高扭矩来实现更快加速，这无疑增加了实际油耗（与低负载型式核准试验循环相比）。因此，在实际行驶中可能无法完全实现涡轮增压发动机的燃油经济性优势。图中剔除了2007车型年涡轮增压发动机的差异，因为其样本量仅为67，样本量太小，不具有代表性。

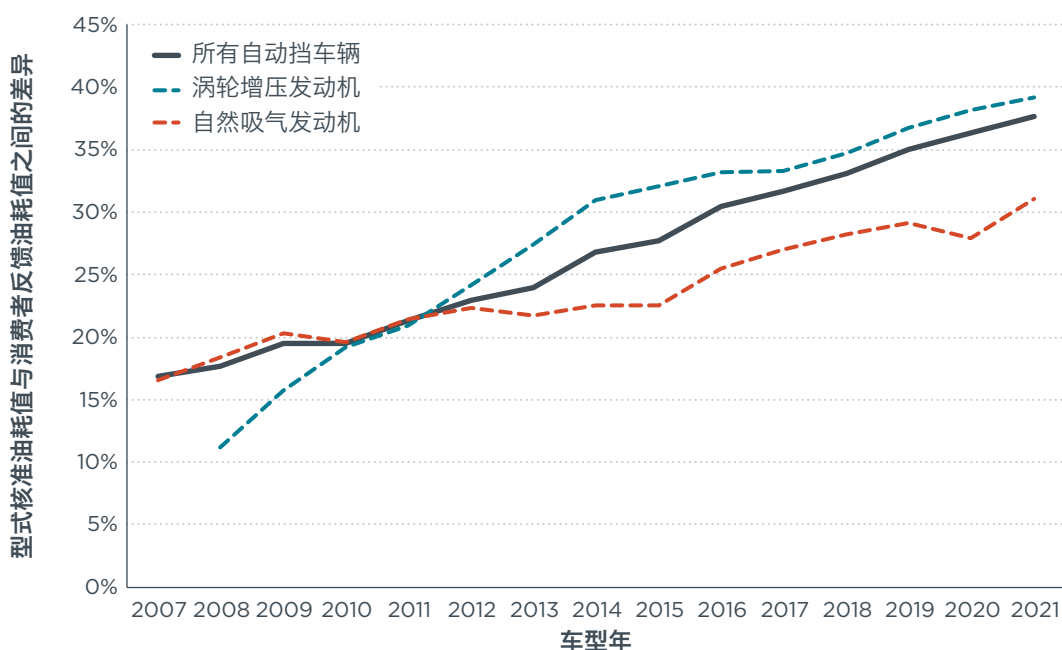


图6.基于不同发动机类型的自动挡车辆，小熊油耗统计值与法规认证油耗之间的差异

虽然车队构成发生了变化，但是各类车型的消费者反馈油耗值与法规认证油耗值之间的差异都有所扩大（见图7）。中小型车和SUV的差异接近于所有车辆类型的平均水平。中型车、中大型和大型车的差异往往大于其他车型，但这些车型的市场份额一直相对比较稳定，因此这些车型并不会导致整个车队油耗的差异不断扩大。

对于微型车，由于样本量的原因仅保留了2008-2015车型年的分析结果，在这段时间内，各车型年份的样本量大于500。由于样本量小，小型车（2021车型年）、中型/大型车（2007-2008和2021车型年）和MPV（2020-2021车型年）的一些分析结果也被剔除。

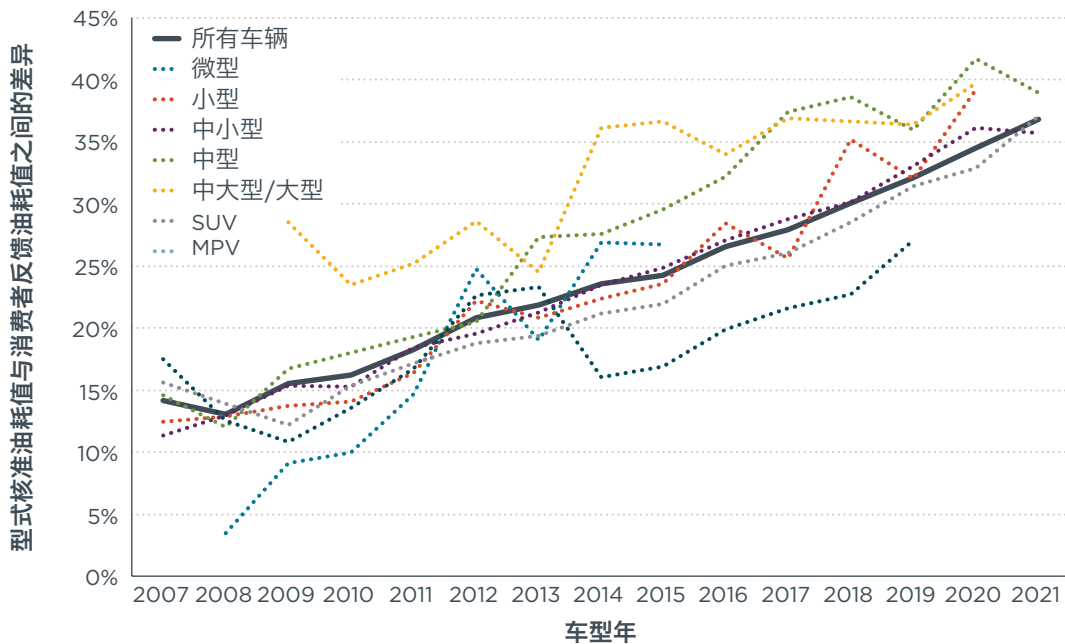


图7. 基于不同车辆类型，小熊油耗统计值与法规认证油耗之间的差异

结论及政策建议

针对小熊油耗数据的最新分析结果表明，中国轻型车实际油耗值与法规认证值之间的差异已从2007车型年的14%扩大到2021车型年的37%。这一差异的加速扩大清楚地表明，需要改进油耗监管模式以扭转这一增大趋势并缩小差距。

政策建议汇总如下：

» 加严测试程序，以反映真实的行驶工况。

- » CO₂排放标准或燃油经济性标准应基于反映实际行驶工况的测试值。如果在制定政策时未考虑实验室与道路之间的差距，那么将高估其对空气质量改善和气候变化减缓的益处。
- » 自2021年7月1日起，中国已针对轻型乘用车实施全球统一轻型车辆测试循环（WLTC）。确保新测试程序的尽快有效实施是至关重要的。如果可能，中国应该采用与全球统一轻型车辆测试规程（WLTP）相同或更加严格的测试程序。
- » 持续监控车辆的实际性能并根据实际需求进一步修订测试程序。事实上，实验室与道路结果之间的差距不断拉大也表明制造商学会了让车辆“适应”测试程序。除非持续进行监管，否则这一差距可能会在刚开始采用新测试程序时显著缩小，然后随着时间的推移再次扩大。

» 增加实际油耗/温室气体排放试验要求。

- » 引入实际行驶排放(RDE)试验，以弥补实验室测试程序的不足，并更好地体现实际行驶工况。RDE试验更好地反映了多样化驾驶行为和实际行驶条件。这将促使制造商改进系统，并在更广泛的驾驶行为和行

驶条件下降低油耗。RDE试验已纳入国6排放标准，以收集用于研究目的的实际CO₂排放数据。我们建议将收集的数据用于下一阶段排放标准的监管目的。

- » 增加在用符合性测试要求，以检查车辆在整个使用寿命周期内的标准符合性。在用符合性测试应按照国家6排放标准中规定的方法进行RDE试验。监管机构需要进行更多的RDE试验，以确定适用于RDE燃料消耗量试验的符合性因子。在首次引入RDE测试程序时，符合性因子可能会稍微宽松一些，但是随着时间推移要慢慢收紧。

» 监管实际油耗。

- » 考虑采用车载燃料和能量消耗量监测装置(OBFCM)来监测轻型车的实际油耗。自2020年1月1日起，欧洲所有新乘用车和轻型商用车都要求安装OBFCM，以满足新的欧盟轻型车二氧化碳排放标准的要求⁷。测量车辆实际油耗是一项关键性建议，因为需要通过实际油耗数据来评估CO₂排放和燃料经济性标准的有效性。
- » 开发一个类似于“My MPG”的全国性网站。My MPG是一个由美国环保署和能源部建立的国家级平台，用于收集车主的真实油耗信息。消费者上报的信息应当用于验证OBD系统收集的实际油耗的准确性。

» 协同管控油耗、温室气体和大气污染物排放。

- » 在中国，车辆的燃油经济性标准由工信部（MIIT）负责，大气污染物和温室气体排放管理由生态环境部（MEE）负责。为了在减缓气候变化的同时改善空气质量，在制定下一阶段排放标准时应考虑对温室气体和大气污染物排放进行协调管控。

» 为消费者提供接近实际使用情况的信息。

- » 消费者需要了解车辆的实际油耗，以便在充分知情的情况下做出车辆购买的决定。自2018年起，工信部要求车辆采用修订的油耗标签设计，突出市区行驶工况油耗值，而不仅仅是综合工况油耗值。从某种程度上来讲，修订的油耗标签设计是一种改进，但通过建立一种让消费者了解实际平均油耗性能方法（比如借助严格的测试程序），将进一步提高油耗标签的可信度。

7 Dornoff, Jan. *One Goal, Multiple Pathways: A Review of Approaches for Transferring on-Board Fuel Consumption Meter Data to the European Commission*. (ICCT: Washington, DC, 2019). https://theicct.org/publications/transferring_obfcm_fuel_data_ec.