

# 国际车辆标识项目纵览及中国重型车温室气体排放标识的建议

作者：牛天林, Felipe Rodríguez, Pierre-Louis Ragon

[www.theicct.org](http://www.theicct.org)

[communications@theicct.org](mailto:communications@theicct.org)

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

## 致谢

作者在此感谢所有审稿人提供的指导和建设性意见，特别感谢国际清洁交通委员会的何卉、杨子菲、Francisco Posada、Ben Sharpe和Claire Buysse。

International Council on Clean Transportation  
1500 K Street NW, Suite 650  
Washington, DC 20005

[communications@theicct.org](mailto:communications@theicct.org) | [www.theicct.org](http://www.theicct.org) | [@TheICCT](https://twitter.com/TheICCT)

© 2022 International Council on Clean Transportation

## 执行摘要

交通运输领域的温室气体 (GHG) 减排在应对气候变化方面至关重要。其中, 重型车 (HDV) 的二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 排放量占全球交通运输总排放量的 34%, 远高于其在全球车队保有量中的占比。当前, 仅靠监管标准和强制性市场要求不足以实现重型车行业脱碳, 还需要一系列配套政策的支持。车辆标识 (包括机动车环保信息公开的各类项目) 是一项强有力的配套措施, 也是引导消费者选择低碳清洁重型车的一个重要工具。

尽管目前各大市场都已经意识到一项完备的重型车标识项目对于脱碳减排有着重要意义, 但是全球仅欧盟 (EU)、日本和加州三个车辆市场实施了重型车标识项目, 相对于全球30多个轻型车 (LDV) 标识项目而言, 这一数量微乎其微。本文为中国及全球的政策制定者提供了制定与设计重型车温室气体标识的最佳实践经验与建议。

对机动车标识项目的主要研究结论如下所述:

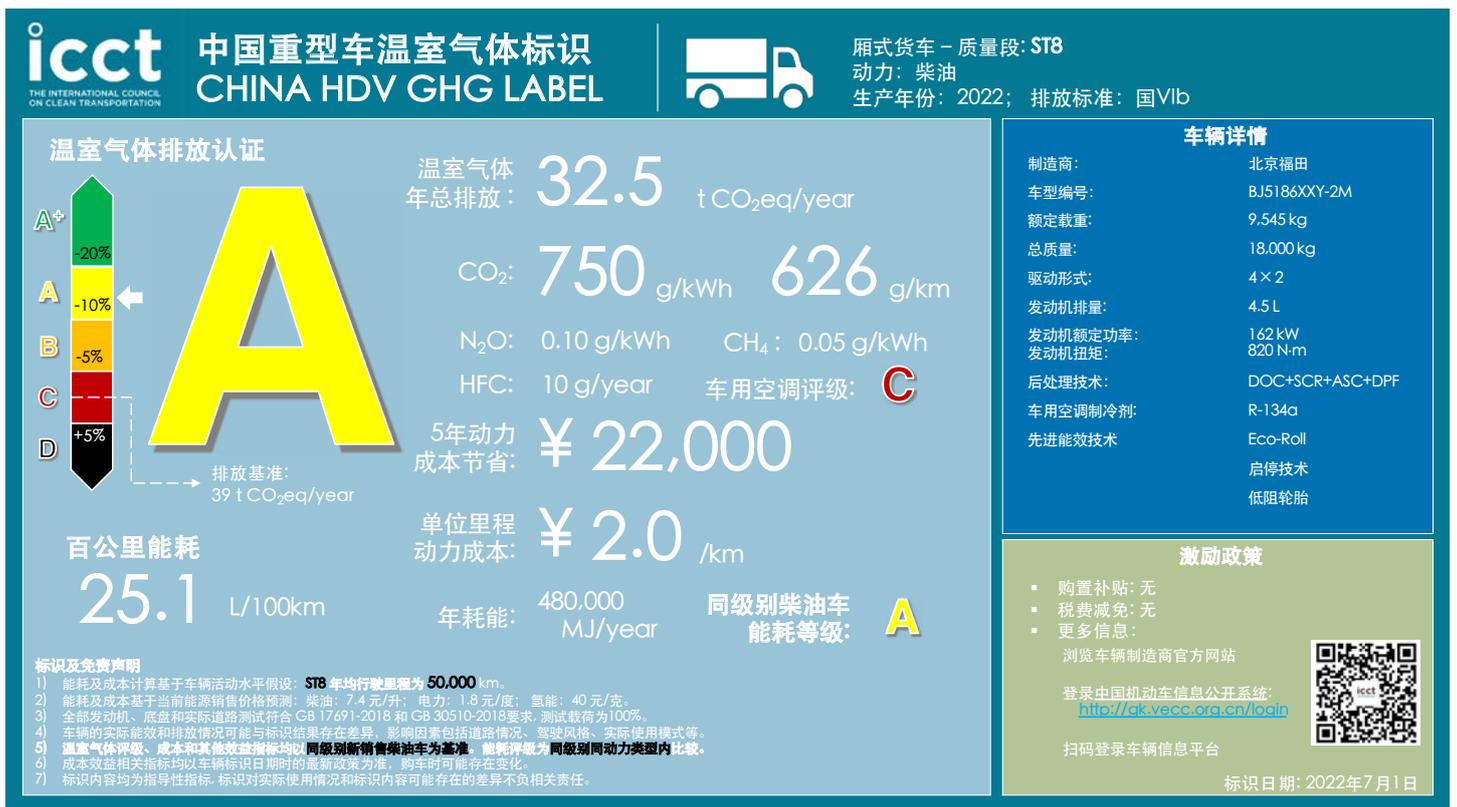
1. 车辆温室气体排放量或能效标识项目或其他环保信息公开项目是相关法规与财政政策的重要配套措施, 将有助于进一步减少车辆温室气体排放和提高能效。然而, 目前重型车标识项目方面的经验欠缺。
2. 通过全球标识项目回顾发现, 典型的车辆温室气体排放量或能效标识包含四类信息: 车辆信息、温室气体排放量和能效、经济效益和标识说明。
3. 通过基于消费者信息调查的文献综述发现, 车辆技术信息和经济效益数据对于消费者购买决策至关重要。
4. 需要深入研究如何开发一项切实有效的重型车温室气体标识项目, 并涵盖温室气体排放量和能效、评级系统和经济效益。

根据我们对国际车辆标识项目的评估, 我们建议政策制定者采取以下措施, 在中国建立一项稳健务实的重型车温室气体排放标识项目。该项目应:

1. 包括二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、一氧化二氮 (N<sub>2</sub>O)、甲烷 (CH<sub>4</sub>) 和氢氟烃 (HFC) 在内的年温室气体排放总量 (以CO<sub>2</sub>当量表示)。
2. 基于车辆类型、燃料类型和最大设计总质量 (GVW) 等级的重型车分类; 尤其应涵盖电动和氢燃料电池重型车。
3. 制定体现监管目标和解决消费者问题的标识。图 ES 1 和 ES 2 展示了 ST8级 (GVW 16000 kg-20000 kg) 柴油载货汽车和 CB9 级 (GVW 16500 kg-18000 kg) 电动客车的标识设计概念。

针对标识中的不同元素, 我们建议采用如下方法学:

4. 基于实车测试或车辆模拟测量CO<sub>2</sub> 排放量和能效值; 基于实车测试测量 N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 排放量; 基于制冷剂的全球变暖潜能值 (GWP) 和车用空调 (MVAC) 系统泄漏率测量 HFC 排放量。年温室气体总排放量的计算应基于 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 和 HFC 的排放量测量值 (以 CO<sub>2</sub> 当量表示), 并应基于车辆年行驶里程 (VKT) 的假设值。
5. 基于车辆类型、GVW等级和燃料类型的基线偏差对GHG排放量和能效水平进行评级, 并且基于制冷剂GWP值及其泄漏率的综合指标对车用空调系统进行评级。
6. 估算相对于同类基准 (柴油) 车型的成本节省。在计算某车型成本时, 将其认证能耗值乘以能源零售价和此类车型的VKT假设值。
7. 确保标识显示环保及经济变量 (如VKT和能源零售价等) 相关的主要假设值, 并就标注值与实际性能参数之间可能存在的差异发布免责声明。
8. 如果标识无法完全显示车型环保效益相关的详细信息, 标识上可提供能够获取更多资源的链接, 可以是网页地址或二维码等形式。

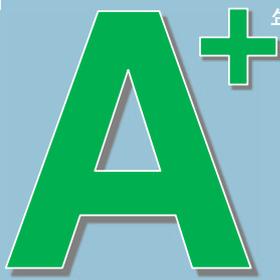
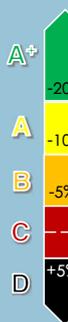


图ES 1.中国重型车温室气体标识模板-柴油载货汽车



重型客车 - 质量段: CB9  
动力: 纯电  
生产年份: 2022

温室气体排放认证



排放基准:  
33 t CO<sub>2</sub>eq/year

温室气体  
年总排放: ~ 0 t CO<sub>2</sub>eq/year

CO<sub>2</sub>: 0 g/kWh — 0 g/km

N<sub>2</sub>O: 0 g/kWh CH<sub>4</sub>: 0 g/kWh

HFC: 5 g/year 车用空调评级: A+

5年动力  
成本节省: ¥ 80,000

单位里程  
动力成本: ¥ 0.9 /km

年耗能: 116,000 MJ/year 同级别电动车  
能耗水平: C

百公里能耗  
53.6 kWh/100km

标识及免责声明

- 1) 能耗及成本计算基于车辆活动水平假设: CB8 年均行驶里程为 60,000 km。
- 2) 能耗及成本基于当前能源销售价格预测: 柴油: 7.4 元/升; 电力: 1.8 元/度; 氢能: 40 元/克。
- 3) 全部发动机、底盘和实际道路测试符合 GB 17691-2018 和 GB 30510-2018 要求, 测试载荷为 100%。
- 4) 车辆的实际能效和排放情况可能与标识结果存在差异, 影响因素包括道路情况、驾驶风格、实际使用模式等。
- 5) 温室气体评级、成本和其他效益指标均以同级别新售柴油车为基准, 能耗评级为同级别同动力类型内比较。
- 6) 成本效益相关指标均以车辆标识日期时的最新政策为准, 购车时可能存在变化。
- 7) 标识内容均为指导性指标, 标识对实际使用情况和标识内容可能存在的差异不负相关责任。

车辆详情

制造商:	宇通
车型编号:	ZK6119BEVQY18P
额定载重:	5,400 kg
总质量:	18,000 kg
驱动形式:	4 × 2
电池容量:	320 kWh
发动机额定功率:	350 kW
发动机扭矩:	-
续航里程:	600 km
车用空调制冷剂:	R-152a
先进能效技术	Eco-Roll 启停技术 低阻轮胎

激励政策

- 购置补贴: ¥ 30,000
- 税费减免: 是
- 更多信息:

浏览车辆制造商官方网站

登录中国机动车信息公开系统:  
<http://gk.vecc.org.cn/login>

扫码登录车辆信息平台



标识日期: 2022年7月1日

图ES 2.中国重型车温室气体标识模板-电动客车

# 目录

执行摘要.....	i
<b>1. 简介.....</b>	<b>vi</b>
<b>2. 政策背景 .....</b>	<b>1</b>
<b>3. 全球标识和信息公开项目概览.....</b>	<b>2</b>
3.1. 概述.....	2
3.2. 轻型车标识项目.....	2
3.3. 重型车标识项目.....	3
3.4. 中国机动车信息公开系统.....	7
<b>4. 重型车温室气体标识信息清单和设计 .....</b>	<b>9</b>
4.1. 现有标识项目的典型信息.....	9
4.2. 消费者兴趣信息.....	9
4.3. 重型车温室气体标识建议.....	11
4.4. 中国重型车温室气体标识设计方案.....	13
<b>5. 温室气体排放及能效测量方法学.....</b>	<b>15</b>
5.1. CO <sub>2</sub> 排放量与能效.....	15
5.2. 非CO <sub>2</sub> 温室气体排放.....	16
5.3. 车辆温室气体总排放量估算.....	18
<b>6. 重型车标识评级系统方法学.....</b>	<b>19</b>
6.1. 现有评级机制.....	19
6.2. 中国重型车温室气体标识评级机制建议.....	20
6.3. 设置评级基线.....	20
6.4. 评级机制效果评估.....	21
<b>7. 经济效益估算方法学与标识说明.....</b>	<b>23</b>
7.1. 燃料成本与经济节省.....	23
7.2. 激励政策及相关信息.....	24
7.3. 标识说明及详细信息获取渠道.....	25
<b>8. 研究结论与政策建议 .....</b>	<b>26</b>
8.1. 研究结论.....	26
8.2. 中国重型车温室气体标识项目政策建议.....	26
参考文献.....	28
附录 I 机动车模拟工具发展现状概述.....	31
ANNEX II 标识的车型分类.....	34

## 图目录

图ES 1.中国重型车温室气体标识模板-柴油载货汽车.....	ii
图ES 2.中国重型车温室气体标识模板-电动客车.....	iii
图1.全球主要市场车辆标识项目的进程概览.....	2
图2.轻型车标识项目的标识样例(多来源).....	3
图3.欧盟重型车消费者信息清单(CIF)——MAN TGX 4 x 2货车 (左)和DAF XF 4x2牵引车(右).....	4
图4.日本重型车燃油效率标识与消费者信息清单示例(MLIT, 2020).....	5
图5.加州中型车环保效益标识示例.....	6
图6.消费者在购买新能源汽车时关注的热门词汇.....	11
图7.中国重型车温室气体标识模板——柴油载货汽车.....	13
图8.中国重型车温室气体标识模板——电动客车.....	14
图9.VECTO、GEM 1阶段、CATARC工具和HES的用户界面一览.....	16
图10.车辆温室气体年排放量的标注方法.....	18
图11.a)美国轻型车能耗和尾气排放评级系统 b)德国轻型车CO <sub>2</sub> 能效评级系统(U.S. EPA, 2021; Alternativ Mobil, 2021).....	19
图12.基于每年更新基线数据的拟议工作进度表.....	21
图13.能效评级系统评估.....	22
图14.2 CB9 级车队分燃料类型和能效等级的五年期平均燃料成 本节省/超支估算.....	24

## 表目录

表1.加州第二阶段排放标准中针对牵引车和专用汽车排放控制标识 信息的最低要求.....	6
表2.欧盟消费者信息清单与中国信息公开系统之间的公开车辆信息 比较.....	8
表3.30个标识项目的典型信息及使用频率.....	10
表4.拟议的重型车温室气体标识信息列表.....	12
表5.中国、欧盟和美国针对非CO <sub>2</sub> 温室气体排放实施的标准法规及配 套测试方法.....	17
表6.拟议的重型车尾气排放评级量表.....	20
表7.中国重型车温室气体标识中燃料成本与经济节省中的关键方法学 或假设.....	24
表A1.确定燃料消耗量和温室气体排放量的先进工具及中国重型车模 拟工具.....	31
表A2.基于中国燃油效率标准的车型分类及对应的年行驶里程假设值.....	34

# 1. 简介

交通运输领域的温室气体 (GHG) 减排在应对气候变化方面至关重要。重型车 (HDV) (包括GVW > 3500 kg的货车、牵引车、普通客车和城市客车) 的CO<sub>2</sub>排放量占全球交通运输排放总量的 34%，这一比例远高于其在全球车队中的占比 (ICCT, 2020)。为实现重型车行业的减污降碳, 全球的政策制定者都在关注提高燃油效率或减少二氧化碳排放量的监管标准和针对低碳清洁技术车辆 (尤其是零排放重型车) 的强制性市场要求以及相关的财政与激励政策。这些政策措施对于“推动与拉动”市场来推广高能效和/或低排放的低碳重型车至关重要。对于政策制定者而言, 引导消费者选择低碳清洁车辆同样重要。车辆标识 (具体来说, 汽车环保信息公开的各类项目) 是辅助监管与财政政策的一项重要且有力的配套措施。

尽管目前各大市场都已经意识到一项完备的重型车标识项目对于脱碳减排有着重要意义, 但是全球仅欧盟 (EU)、日本和加州三个车辆市场实施了重型车标识项目, 相对于全球30多个轻型车 (LDV) 标识项目而言, 这一数量微乎其微。本文为中国及全球的政策制定者提供了制定与设计重型车温室气体标识的最佳实践经验与建议。我们特别关注在标识上提供关键信息的类别、获取方法学和设计方式。为此, 本文结构如下所述:

第二章节回顾了中国的政策背景。第三章节基于2016年的一项ICCT研究, 概述了全球现有的车辆标识项目, 将18个轻型车项目扩展到30个轻型车与重型车项目。第四章节结合消费者关注的信息分析了重型车温室气体标识所需的信息, 此外, 第四章节还提供了中国重型车温室气体标识的设计规则与模板。基于对先进重型车标准的回顾和利益相关者访谈信息, 第五至七章节详细分析与讨论了关键要素的基本方法学, 其中包括排放量和能效认证值、评级系统开发以及经济效益指标计算。第八章节总结了我国重型车温室气体标识的主要研究成果和政策建议。

## 2. 政策背景

2020年,习近平主席宣布中国将采取强有力的政策措施,争取到2030年实现碳达峰,到2060年实现碳中和。2021年10月,中国国务院正式发布了《2030年前碳达峰行动方案》,该方案设定了到2025年CO<sub>2</sub>排放强度降低18%和能源强度降低13%的总体目标,同时重点关注绿色低碳交通运输(中华人民共和国国务院,2021)。中国与全球的情况一样,重型车对控制温室气体排放带来了巨大挑战;虽然重型车在车辆保有量中的占比仅为11%,但是其温室气体排放量在道路交通活动总排放量中的占比却高达47%(中国公安部,2020)。

针对重型车能效提升,中国已实施了三个阶段的燃油效率标准,其中针对不同类型的重型车设定了最高油耗限值。现行的第三阶段标准于2019年7月生效,旨在将全类别重型车的燃料消耗量降低14.1%-27.2%(相对于2015年水平)。此外还发布了一项强制性环保信息公开政策,旨在监控重型车新车的污染物排放合规性,由生态环境部(MEE)按照《中华人民共和国大气污染防治法》要求进行监管。然而,现行的燃料消耗量标准不足以实现中国的脱碳目标(Jin等人,2021),当前的信息公开系统也未涵盖一氧化二氮(N<sub>2</sub>O)、甲烷(CH<sub>4</sub>)和氢氟碳化物(HFC)等非CO<sub>2</sub>温室气体的排放量。要想实现国家的温室气体减排目标,需要额外的监管标准和配套政策予以加强。

“十四五”期间是中国开展重型车温室气体标识项目的一个重要时间窗口,与现有的轻型车标识项目互为补充,构建一个相对完整的标识体系。在中国,这样的一项项目将从两个方面推动低碳重型车发展、重型车温室气体监管标准制定和重型车车队脱碳。一方面,中国正在制定重型车温室气体标准和法规,一个直观的重型车温室气体标识将有助于制定或实施未来的重型车温室气体标准和政策,尤其有助于为设定限值和开发合规监测方案提供稳妥的方法。另一方面,重型车标识项目可通过提供重型车能效和温室气体(包括CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>和HFC)排放量的宝贵数据来改进信息公开系统和帮助消费者。同时,该项目可覆盖零排放重型车,包括纯电动汽车(BEV)和燃料电池电动汽车(FCEV),并且推动重型车零排放转型。

### 3. 全球标识和信息公开项目概览

本章节介绍与回顾了全球车辆标识项目和信息公开系统，并且对三个重型车标识项目进行了详细分析与比较。

#### 3.1. 概述

自 1978 年以来，全球各经济体先后引入了车辆燃料效率或温室气体排放量标识，将其作为提高交通运输车队燃油效率的系列措施之一，主要目的在于提高车辆的燃油经济性。随着全球对气候变化问题越来越多的关注，温室气体减排的呼声也越来越高，多个市场开始将CO<sub>2</sub>排放量信息纳入更新的标识中。通常的标识项目会强制要求企业购买车辆之前为消费者提供燃料消耗量和CO<sub>2</sub>排放量信息，但有时是非强制性的；或者通过信息公开的方式来突出低碳车辆的优势以激励消费者选择低碳清洁车辆。迄今为止，全球有 30 多个市场已经或正在制定车辆标识项目。图 1 展示了全球主要市场车辆标识项目的进程概览（Z. Yang等人，2016；GFEI，2021）；图中每个方框的大小分别代表具有特定标识项目的30 个市场所占的份额。我们可以发现，相对于轻型车标识项目而言，只有欧盟、日本和加州（CA）实施了重型车标识项目。

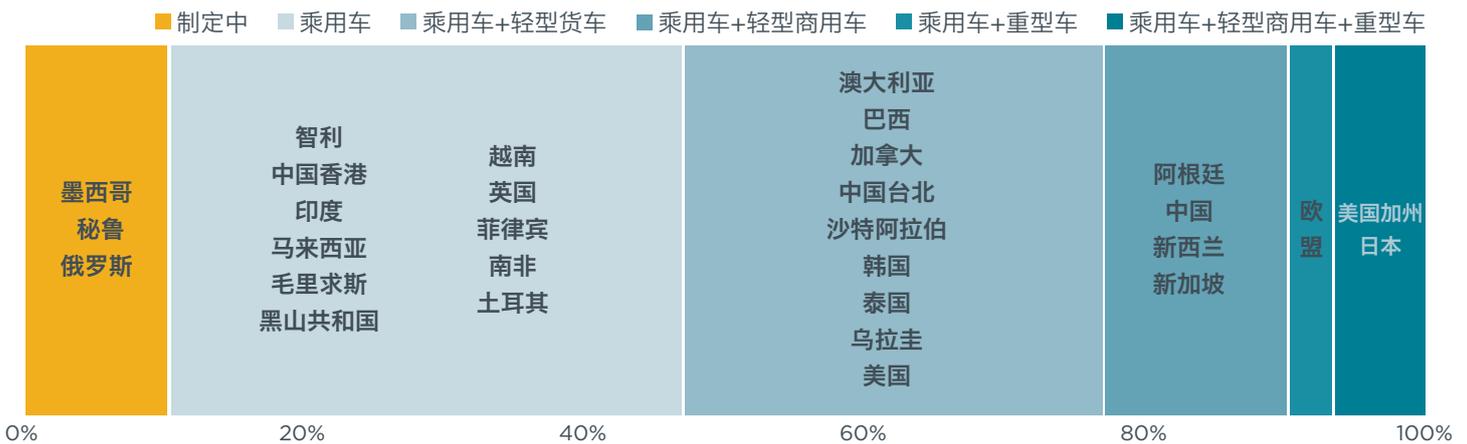


图1.全球主要市场车辆标识项目的进程概览

#### 3.2. 轻型车标识项目

从全球来看，美国和英国起步最早，从1978年就开始实施轻型车标识项目，随后韩国从1988年开始。1999年，欧盟要求其成员国向消费者提供相关信息（包括一个显示车辆燃油效率和CO<sub>2</sub>排放量的标识），以帮助车主选择节能高效的乘用车。2009年，中国首次引入轻型车燃料消耗标识，包括了载客汽车（PV）和轻型商用车（LCV）。

所有轻型车标识项目的关注点主要在于车辆能效，因而能耗与相关的燃料成本效益被视为最重要的指标，总是标注在最显眼的位置。车辆能耗与经济收益信息有时会被一项效益评分（以特定数字或字母代表能耗或排放水平）指标代替或同时出现，有时也用高于或低于车队平均水平的百分比来表示能效等级。另一方面，很多国家（包括美国、加拿大、欧盟成员国、新加坡、泰国、澳大利亚、巴西、智利、韩国和南非）的标识将CO<sub>2</sub>绝对排放量作为附加信息；

其中前五个国家的标识包含了能耗或温室气体排放的效益评级。消费者能够通过这样的评级注意到更高的燃油经济性往往代表更低的温室气体排放水平。图 2 显示了全球轻型车标识项目的标识样例。(GFEI, 2021; Z. Yang 等人, 2016)

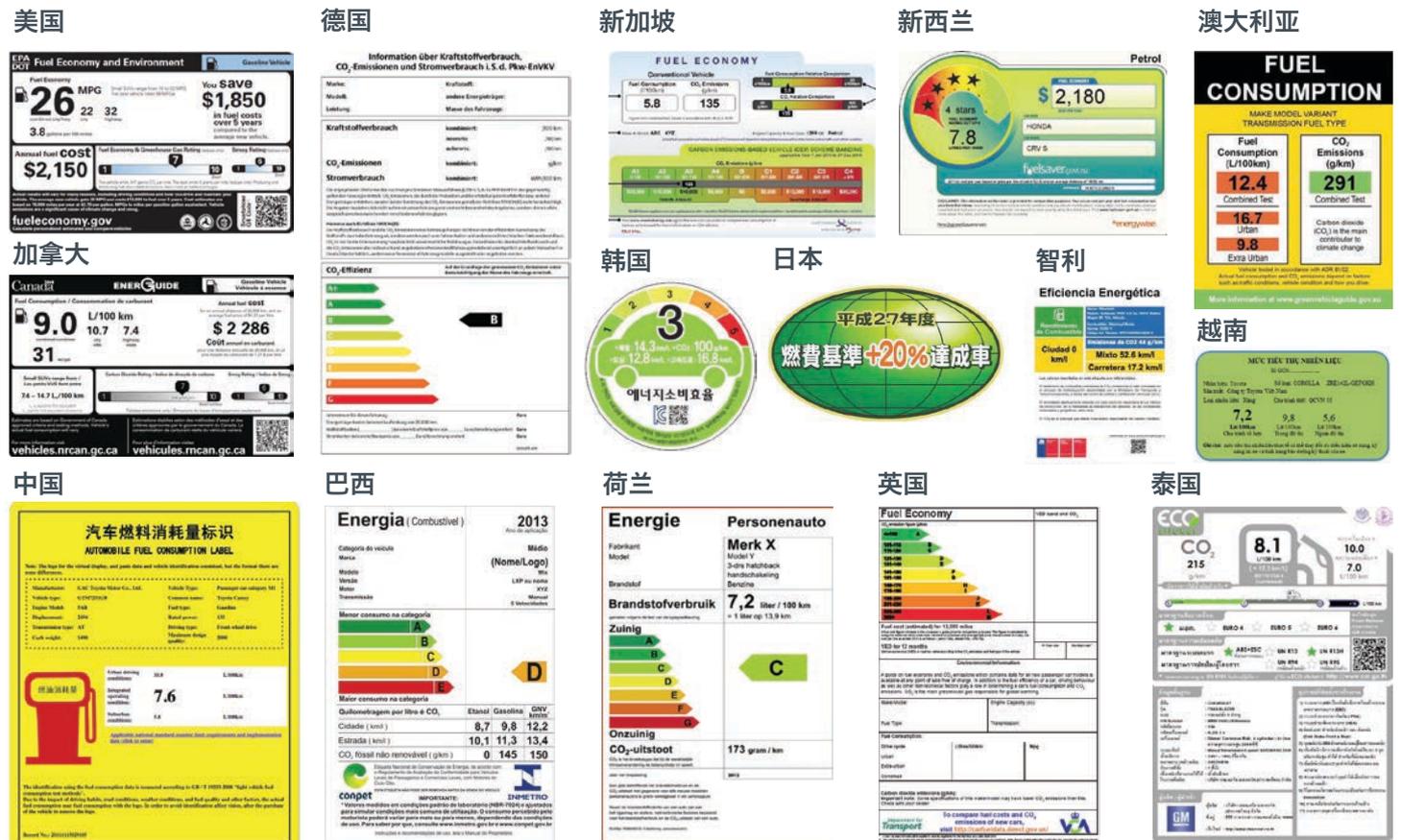


图2. 轻型车标识项目的标识样例 (多来源)

### 3.3. 重型车标识项目

迄今为止，只有欧盟、日本和加州实施了重型车标识项目。

欧盟标识项目从2019年开始实施，受欧盟委员会 2017/2400号法规（欧盟委员会，2017）管控。此项目为欧盟制定首批重型车CO<sub>2</sub>排放标准提供了宝贵的排放和能效数据，这些标准旨在到2030年将重型车新车的CO<sub>2</sub>排放量减少30%。欧盟要求制造商向消费者提供消费者信息清单（CIF），其中包括CO<sub>2</sub>排放量和能耗认证值（基于车辆模拟）以及单车的其他详细技术信息，其中，CO<sub>2</sub>排放量是基于车辆模拟结果进行监管。目前，欧盟范围内仅约70%的重型车新车在销售时提供消费者信息清单。图3展示了两个欧盟重型车标识，虽然此清单的形式与图2中的标识不同，但是具备了相同的信息功能，所以本分析将CIF视为欧盟的标识项目。由于法规只要求了需要披露的信息清单，因此不同制造商的标识设计方案各不相同。

**MAN Truck & Bus SE**



**Information data - CO2 emission**

Request:

Vehicle data:

Version	Basic vehicle	Cab	Engine model
TGX 18.470 4x2 BL SA	LD6KAA01	GM	

Vehicle class: N3  
 Vehicle group: 5  
 Vecto version: 3.3.9.2175

**CO2 emission related to load and type of application:**

Driving cycle	Payload in kg	CO2 emission in g/tkm
Long Haul	19300	40,9
Long Haul EMS	26500	39,2
Regional Delivery	12900	61,3
Regional Delivery EMS	17500	58,7
Urban Delivery	12900	111

EM9 (European Modular System): concerns a European concept for long trucks with increased gross train weight in some cases in accordance with EC directive 96/53/EC.

**Disclaimer:**  
 The specified CO2 emissions and the specified fuel consumption were calculated according to the measuring methods prescribed by Regulation (EC) 595/2009 in the current valid version. Die MAN Truck & Bus SE ist zur Bestimmung und zur Deklaration der CO2-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen (Verordnung (EU) 2017/2400) lizenziert.  
 The data relates to the specified configuration elements and the VECTO version specified for calculating the CO2 emissions. The standard and special equipment listed in the offer forms the basis for calculating the specified CO2 emissions and fuel consumption, based on the specified payload weights. Bodies and conversions as well as additional equipment and special scopes cannot currently be taken into consideration. The specified CO2 emissions and fuel consumption are not binding and may differ from the values to be calculated upon final delivery.

**XF 450**

FT 4X2 Tractor, Low Deck

**Fuel and VECTO CO2**




Indicative CO2 emission

Cycle allocation	Load	Speed	CO2	VECTO
Long haul	19.300 kg	79 km/h	433,2 g/tkm	43,7 g/tkm
	2.500 kg	85 km/h	431,3 g/tkm	242,8 g/tkm
Long haul EMS	26.500 kg	77 km/h	1.076,6 g/tkm	40,7 g/tkm
	3.500 kg	79 km/h	801,5 g/tkm	238,9 g/tkm
Regional delivery	12.900 kg	80 km/h	823,3 g/tkm	43,8 g/tkm
	2.800 kg	81 km/h	857,2 g/tkm	222,8 g/tkm
Regional delivery EMS	17.500 kg	59 km/h	1.085,8 g/tkm	50,5 g/tkm
	3.900 kg	60 km/h	837,4 g/tkm	238,3 g/tkm
Urban delivery	12.900 kg	25 km/h	1.387,2 g/tkm	168,3 g/tkm
	2.800 kg	26 km/h	1.016,6 g/tkm	391,5 g/tkm

VECTO score impacted by customer needs? No  
 Customer needs which impact the VECTO score:

Calculation ID: DEF0000-F2C1-4456-853-43637C0F481

Amendments	Fuel consumption	CO2 score according to VECTO definition
Vehicle profile	2 - Tractor, semi-trailer	4.000 g/tkm
Vehicle height	3.833 mm	3.300 g/tkm
Vehicle width	2.500 mm	5 g/tkm
Underbody height	40 mm	
Cab, roof air deflector and side mirrors	3P Space Cab Adj. Roof Air Deflector. Cablers	according to VECTO definition not taken into account
Body type and shape correction	3 - Curtain side, box body, fire truck	
External air vane	No	not taken into account
Truck side skirts	No	not taken into account
Truck wheel covers	No	not taken into account
(Semi-trailer): side skirts (mm)	No	not taken into account
(Semi-trailer) wheel covers	No	not taken into account
Effective height gap roof air deflector and body (mm)	0 mm	according to VECTO definition 630 g/tkm
Gap truck and trailer (SP/SP2)	290 mm	according to VECTO definition
Wind zone	3 - TOPEC wind zone 3	
Simulation settings	1 - Cold ambient dry	not taken into account
Road surface	10 - Normal	not taken into account
Driver road speed limit	8 - Euro fuel on	not taken into account
Vehicle curb weight	8.294 kg	1.083 kg
(Semi-trailer) weight (1)	0 kg	according to VECTO definition
Second (semi-trailer) weight (2)	0 kg	according to VECTO definition
Trailer payload	30.708 kg	not taken into account
PTD	0 g/tkm	not taken into account
Route	Composed route	according to VECTO definition
Speedometer	80 km/h	
Engine	(CV) 2975 - 40611 330 6982 2141	according to VECTO definition
Swaption type	(CV) 1152 - 125X2219 00, 18.69-1.03	
Retarder type	(CV) 0 - No Retarder	
Transfer case	0 - No transfer case	not taken into account
Rear axle	(CV) 1027 - 891344 - 2.00 - 13, 4x 2021	
Rear axle type	(CV) 4814 - 2954922.500 FMXDA 130147 X Tractor GM4.3P	
	13 on long haul route (rigid vehicle has trailer)	
	21 (EM) vehicle has also 2nd trailer	

图3. 欧盟重型车消费者信息清单 (CIF) ——MAN TGX 4 × 2货车 (左) 和DAF XF 4×2牵引车 (右)

为了扩大重型车CO<sub>2</sub>法规的适用范围，欧盟委员会正在积极将城市客车和普通客车以及轻中型货车 (GVW < 7.5 吨的货车) 纳入标识范围，未来将进一步涵盖新型燃料 (包括混动和纯电动动力总成)。

日本的重型车标识是轻型车管理法规《能源合理使用法案》的一部分，于2000年开始实施的。该法案不仅与其燃油效率标准紧密相关，而且在提高公众意识和实现新能源汽车 (NEV) 销售目标方面成效显著 (Z. Yang & Rutherford, 2019)。日本重型车标识仅显示车辆的油耗性能等级，通过确认达到某个燃油效率基线或标明超出基线的百分比来确定等级。此外，日本要求制造商公开更详细的车辆信息，其中包括车辆型号、尺寸、GVW、轮胎、排放控制和燃油效率技术。在日本国土交通部 (MLIT) 发布的信息公开网站上可以查到相对性能的评级。参见图 4。

根据“领跑者” (Top Runner) 方法，日本以各类车型 (按照车型和重量分类) 在2015年的最佳燃油效率作为该车型的油耗基线；该基线也将作为未来几年的评级标准。例如，达到基线燃油效率的车辆得分为 100，得分将标注在重型车标识上，如图 4 中的标识和前两个车型所示；如果车辆的燃油效率高出基线 11% (如下图中的第三种情况)，该车辆得分为 111，并且标识上将标明“超额完成 11%”。

平成27年度重量車  
燃費基準達成車



当該自動車の製造又は輸入の事業を行う者の氏名又は名称

三菱ふそうトラック・バス株式会社

トラック等又はトラクタ

目標年度（平成27年度）

車名	通称名	型式	原動機				変速装置の型式及び変速段数	車両重量 (kg)	車両総重量 (kg)	最大積載量 (kg)又は乗車定員 (名)	自動車の構造	燃費値 (km/L)	1km走行におけるCO <sub>2</sub> 排出量 (g-CO <sub>2</sub> /km)	燃費基準値 (km/L)	主要燃費改善対策	その他燃費値の異なる要因			(参考)低排出ガス認定レベル	燃費基準達成レベル
			型式	総排気量 (L)	最大トルク (N-m)	最高出力 (kW)										主要排出ガス対策	車輪配列	その他		
三菱	ふそう	QKG-FU50VY	6R10	12,808	1810	257	7MT	8,765	24,405	15530	トラック等	4.05	639	4.04	P, FI, IC, TC	CCO EGR SCR DF	2-4•4		NOx&PM★	100
		QKG-FU50VY	6R10	12,808	1810	279	7MT	8,765	24,405	15530	トラック等	4.05	639	4.04	P, FI, IC, TC	CCO EGR SCR DF	2-4•4		NOx&PM★	100
	ふそうキャンター	TRG-FBA50	4P10	2,998	300	96	6MT, 5MT	2,652	5,812	2995	トラック等	10.60	244	9.51	P, FI, IC, TC	CCO EGR DF SCR	2-4D	低燃費エンジン	NOx&PM★	111
		TRG-FBA50	4P10	2,998	370	110	6MT, 5MT	2,356	4,521	2000	トラック等	11.60	223	10.35	P, FI, IC, TC	CCO EGR DF SCR	2-4D	低燃費エンジン	NOx&PM★	112

图4.日本重型车燃油效率标识与消费者信息清单示例(MLIT, 2020)

尽管美国也实施了重型车温室气体排放标准并制定了一项完善的轻型车标识项目, 但联邦政府并未实施任何重型车标识项目。不过, 美国加州自行开展了中重型车标识项目, 旨在向消费者推广更高效、温室气体排放量更低的车辆, 并提高车辆在温室气体和污染物排放方面的合规性。对于中型车 (MDV), 加州空气资源委员会 (CARB) 的环保效益标识项目要求制造商在 2021 年 1 月 1 日及之后制造的中型车、皮卡车和厢式货车 (GVW 为 8501至14000 磅, 载客汽车除外) 新车标注相关信息(CARB, 2021)。标识上提供基于实车测试确定的温室气体排放等级和烟雾等级以及车辆认证采用的排放标准; 图 5 显示了一个标识示例。标识评级范围从 A+ 到 D, 其中 A+ 是最高且最清洁的等级。对于重型车, 加州的第二阶段重型车温室气体排放标准 (CARB, 2018) 要求对牵引车和专用汽车 (挂车、重型皮卡车和厢式货车) 的排放控制系统进行规范标识, 关于标注信息的最低要求如表 1 所示。

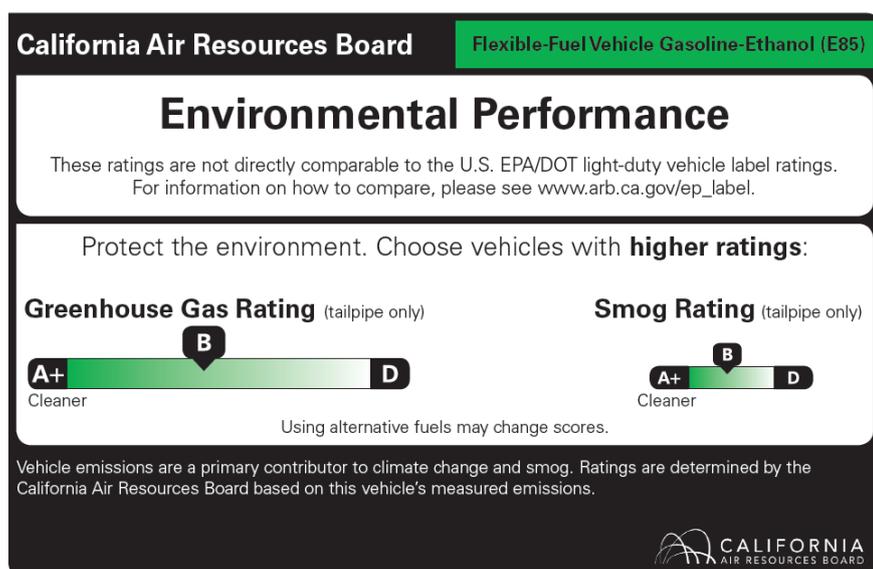


图5.加州中型车环保效益标识示例

表1.加州第二阶段排放标准中针对牵引车和专用汽车排放控制标识信息的最低要求

序号	信息要求	说明	牵引车	专用汽车
1	IRT	发动机关闭系统	✓	✓
2	LRRRA	低滚动阻力轮胎 (全部) (如果已标注, 则不需要提供第3和第4项)	✓	✓
3	LRRD	低滚动阻力轮胎 (驱动)	✓	✓
4	LRRS	低滚动阻力轮胎 (转向)	✓	✓
5	TPMS	胎压监测系统	✓	✓
6	ATI	轮胎自动充气系统	✓	✓
7	ATS	空气动力学侧裙板和/或油箱整流罩	✓	✓
8	ARF	空气动力学车顶整流罩	✓	✓
9	ARFR	高度可调的空气动力学车顶整流罩	✓	✓
10	AFF	空气动力学前整流罩		✓
11	AREF	空气动力学后整流罩		✓
12	TGR	牵引车间隙缩小整流罩	✓	

### 3.4. 中国机动车信息公开系统

目前,中国尚未开展任何重型车标识项目,消费者只能通过信息公开系统获取重型车相关信息。根据环保信息公开政策(生态环境部,2016)要求,信息公开系统于2016年上线,由生态环境部机动车排污监控中心(VECC)运营管理,旨在提高车辆污染物排放的合规性和公众意识。消费者或公众在购买车辆时可通过信息公开网站<sup>1</sup>或随车清单了解相关信息。这是在中国开展一项综合性标识项目的重要过渡性步骤。每个重型车车型都有一个唯一的ID,方便消费者在信息公开系统中查看车辆信息(VECC,2016a)。

相对于标识项目而言,信息公开系统提供更为详细的车辆技术信息。制造商需要提供车辆及发动机的综合信息,其中包括制造商、型号、车辆类型、燃料、尺寸(长×宽×高)、整备质量、GVW、轮胎、车轴和驾驶模式的详细信息。对于发动机和变速器,需要提供制造商、型号、排量、功率、速度、扭矩、气缸、冷却液、排放后处理零部件、档位和速比等信息。国六排放标准(GB17691-2018)和燃油效率标准中也对环保效益和能源效率作了相关规定,其中包括一氧化碳(CO)、碳氢化合物(THC)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)的排放量(g/kWh);重型车发动机和PEMS测试测得的PN排放量(#/kWh);底盘和PEMS测试测得的能耗(L/100km或kWh/100);以及CO<sub>2</sub>排放量(g/kWh)。相关汇总信息见表2。

表2还将中国信息公开系统中的关键信息与欧盟的消费者信息清单进行了比较。两个系统中大部分项目都需要类似的信息,但欧盟消费者信息清单更侧重于车辆模拟相关的信息(蓝色突出显示),而中国系统则更侧重于空气污染物排放控制相关的信息(红色突出显示),这是因为中国的信息公开系统受《中华人民共和国大气污染防治法》管控。在制定中国的重型车温室气体标识时,可考虑将系统中的污染物信息以及欧盟清单中涉及的重型车子组分类、轮胎和动能滑行等先进能效技术纳入标识,因为这些信息对消费者具有一定的吸引力。

虽然中国的信息公开系统为消费者提供了综合信息,但是使用起来不太方便。消费者只有完成注册程序才能访问网站,同时会收到一长串复杂的车辆信息。相比之下,欧盟和日本则根据车辆公开信息制定了重型车标识项目,通过一种更简明有效的方式向消费者提供了关键数据集。此外,中国的信息公开系统未涵盖N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>、HFCs等大气污染物和温室气体,也不适用零排放车等清洁低碳技术。总之,重型车温室气体标识系统可大大提高消费者意识,并有助于进一步完善现有的信息公开体系和促进未来标准的制定。同时,中国完善的信息公开系统为制定一项温室气体标识项目奠定了坚实基础。

<sup>1</sup> 网址链接: <http://gk.vecc.org.cn/login>

表2. 欧盟消费者信息清单与中国信息公开系统之间的公开车辆信息比较

项目列表	欧盟	中国信息公开
车辆数据	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制造商</li> <li>• 型号</li> <li>• VIN</li> <li>• 类别 (N1, N2, ...)</li> <li>• 用途 (城市、区域、长途等)</li> <li>• GVW</li> <li>• 车轴配置</li> <li>• 子组分类</li> <li>• 整备质量</li> <li>• 商用 (是/否)</li> <li>• 燃料</li> <li>• 车辆尺寸</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制造商</li> <li>• 型号</li> <li>• VIN</li> <li>• 类别 (N1, N2, ...)</li> <li>• 用途 (运货、卫生、物流等)</li> <li>• GVW</li> <li>• 车轴配置</li> <li>• 排放标准</li> <li>• 整备质量</li> <li>• 商用 (是/否)</li> <li>• 燃料</li> <li>• 车辆尺寸</li> </ul>
发动机	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 发动机型号</li> <li>• 发动机额定功率</li> <li>• 发动机排量</li> <li>• 发动机扭矩</li> <li>• 发动机转速</li> <li>• 气缸</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 发动机型号</li> <li>• 发动机额定/最大功率</li> <li>• 发动机排量</li> <li>• 发动机扭矩</li> <li>• 发动机转速</li> <li>• 气缸</li> </ul>
传动系	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 变速器参数</li> <li>• 变速器类型</li> <li>• 档位数</li> <li>• 减速器 (是/否)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 变速器参数</li> <li>• 变速器类型</li> <li>• 档位数</li> <li>• 速比</li> </ul>
其他车辆零部件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主传动比</li> <li>• 所有轮胎的平均滚动阻力系数 (RRC)</li> <li>• 所有轮胎的平均燃油效率标识等级</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主传动比</li> <li>• 排放后处理系统组件、型号和制造商 (DOC、SCR、ASC、DPF和降噪)</li> <li>• OBD供应商</li> </ul>
高级驾驶辅助系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自动启停 (是/否)</li> <li>• 配备发动机自动启停的动能滑行 (是/否)</li> <li>• 未配备发动机自动启停的动能滑行 (是/否)</li> <li>• 前瞻巡航控制? (是/否)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不适用</li> </ul>
测试或模拟清单	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 模拟任务简介</li> <li>• 测试循环的平均载荷与速度</li> <li>• 软件工具版本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 测试循环与标准</li> <li>• 测试设施</li> </ul>
油耗和排放结果	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 燃油消耗量 (L/100km, L/t-km)</li> <li>• CO<sub>2</sub>比排放量 (gCO<sub>2</sub>/t-km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 燃油消耗量 (L/100km, kWh/100km)</li> <li>• 污染物CO<sub>2</sub>排放量 (PN单位为#/kWh, 其他污染物单位为mg/kWh)</li> </ul>
标识符与说明	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制造商记录文件的加密哈希</li> <li>• 通知与免责声明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 车辆的唯一ID</li> <li>• 通知</li> <li>• 照片</li> </ul>

## 4. 重型车温室气体标识信息清单和设计

一项完善的标识项目需具备最关键的信息和能够引导消费者的可视化设计。本章节结合消费者感兴趣的信息分析了重型车温室气体标识所需的信息。此外还提供了中国重型车温室气体标识的设计规则与模板。

### 4.1. 现有标识项目的典型信息

虽然不同国家的标识设计方案大相径庭，但是标识上显示的信息存在诸多关键共性。表 3 显示了 30 个标识项目的典型信息及使用频率；标注的信息以橙色突出显示。该表汇总了 2016 年的一项 ICCT 研究中涉及的 18 个车辆标识项目 (Z. Yang 等人, 2016) 以及针对本研究从多个来源搜集的 12 个标识项目 (GFEI, 2021; UNEP, 2017; 沙特阿拉伯标准组织, 2017; Mock, 2016)。

我们确定了四类关键信息，即**车辆信息、温室气体排放量和能效、经济效益和标识说明**。超过65%的标识包含品牌和型号名称以及动力总成类型等车辆信息，而仅高级项目（欧盟和美国）包含发动机信息、GVW 和车辆类别信息，这些信息将有助于更准确地验证能效和CO<sub>2</sub>排放。

温室气体排放和燃油效率认证值一般用于证实车辆合规性，但为了激励消费者购买，通常也会提供环保和经济效益等级。其中，20%的标识项目同时提供评级和成本相关信息；美国和加拿大设计的标识最贴近消费者需求，标识上突出显示了污染物排放量和经济效益等级。最后，超过 80% 的标识显示附加信息（例如标识说明与免责声明），超过一半的标识标注了如何通过信息公开网站或二维码等渠道了解更多的车辆详细信息。

### 4.2. 消费者兴趣信息

为了进一步确认所识别的设计元素是否确实吸引消费者以及是否未考虑到消费者感兴趣的其他信息，我们根据以往的ICCT 研究、相关文献资料以及消费者对清洁车辆（尤其是纯电动车）的担忧进行了相关调查 (Esposito, 2014 ; Li & Yang, 未出版; Tian 等人, 2021; Wang 等人, 2021; Xiong & Wang, 2020)。本研究分析了 25 个案例，并概括了这些案例中识别的 40 个关键要素，图 6 显示了各要素的使用频率。

表3. 30个标识项目的典型信息及使用频率

机动车市场	标识项目	车辆信息						GHG排放和能效				经济效益			标识说明		
		制造商和车型	动力、燃料类型	发动机功率及(或)排量	总质量和质量段等	排放标准*	电池和里程	能效水平	能效等级	CO <sub>2</sub> 排放(g/km)	CO <sub>2</sub> 排放等级	污染物排放等级	总能耗	总能源动力成本	成本节省	提示及辅助信息	详细信息获取方式
阿根廷	乘用车																
澳大利亚	乘用车 & 轻货																
奥地利	乘用车																
巴西	乘用车 & 轻货																
美国加利福尼亚	重型车																
加拿大	乘用车 & 轻货																
智利	乘用车																
中国	乘用车																
中国台北	乘用车																
欧盟	重型车																
德国	乘用车																
中国香港	乘用车																
印度	乘用车																
日本	乘用车																
日本	重型车																
毛里求斯	乘用车																
黑山共和国	乘用车																
荷兰	乘用车																
新西兰	乘用车 & 轻商																
菲律宾	乘用车																
沙特阿拉伯	乘用车																
新加坡	乘用车 & 轻商																
南非	乘用车																
韩国	乘用车 & 轻货																
泰国	乘用车 & 轻货																
土耳其	乘用车																
英国	乘用车																
乌拉圭	乘用车																
美国	乘用车 & 轻货																
越南	乘用车																
使用频率		77%	67%	40%	33%	17%	20%	90%	47%	67%	30%	10%	10%	20%	10%	83%	53%



图6.消费者在购买新能源汽车时关注的热门词汇

如图所示，车辆技术信息（例如电池规格、续航里程和充电时间）和经济效益（例如购车价格、能耗和成本节省）对于有意向购买新能源车的私家车车主来说至关重要。我们认为，在这些变量中，续航里程、售价、能耗和使用成本也是重型车购买者感兴趣的要素。特别是对于那些希望控制重型车拥有总成本（TCO）的潜在车主而言，能耗与经济效益相关的准确信息可能是一个决定性因素（Mao等人，2021）。因此，在设计重型车标识时应优先考虑这些要素。

### 4.3. 重型车温室气体标识建议

根据上述标识项目中的典型信息和消费者感兴趣的信息，表 4 中显示了一份最终的重型车温室气体标识信息清单，其中包括我们建议标注的信息、数据样例或说明以及各种信息的指标权重。在设计一个直观标识时，指标权重用于区分信息的优先等级，权重等级范围从最不重要（1）到最重要（5）。指标权重值取决于一项要素在现有标识项目和消费者兴趣调查中出现的频率；出现频率更高且消费者更感兴趣的信息通常拥有更高的权重。

表4.拟议的重型车温室气体标识信息列表

功能区	信息	举例说明	指标权重
车辆信息	制造商和型号	制造商名称或车辆型号 车型代码 车辆识别码 (VIN)	3
	标准车辆类别	N1, N2, N3, M1, M2, M3 市区、非市区	2
	车辆子类别	按车辆类型和重量划分的重型车类别, 例如ST8, CB2, TT5	4
	车辆尺寸	长、宽、高; 颜色 整备质量、GVW	1
	技术信息	生产年份 燃料 排放标准 (内燃机) 续航里程 (纯电动车和燃料电池电动汽车)	5
	发动机信息	型号、代码和排量 额定功率、额定转速	2
	先进能效技术	低滚动阻力轮胎、动能滑行、自动启停	3
温室气体排放量 和能效	CO <sub>2</sub> 排放量	数值 (单位为g/km或g/kWh)	5
	能效	数值 (单位为L/100km或kWh/100km)	5
	年温室气体排放 总量	数值 (单位为年CO <sub>2</sub> 当量排放量, 吨)	5
	年能耗总量	数值 (单位为每年MJ)	4
	温室气体排放等级	评级范围为 <b>A+ A B C D</b>	5
	能效等级	评级范围为 <b>A+ A B C D</b>	4
	车用空调制冷剂	制冷剂名称	3
	车用空调能效等级	评级范围为 <b>A+ A B C D</b>	4
	大气污染物排放量	数值 (单位为g/kWh)	2
认证信息:	行驶循环; 平均车速 (km/h) ; 平均负载 (%)	1	
经济效益	5年成本节省/支出	数值, “燃料成本节省/支出X,XXX元”	5
	燃料成本率	每公里X,X元	3
	每年燃料成本	每年X,XXX元	1
	购置补贴	“车价直降X,XXX元”	4
	税收减免	“增值税/消费税/购置税/年度汽车税/排放税减免X,XXX元”	3
	城市层面的激励 措施	“允许进入市区” “通行费减免XX%” “免除车牌限号”等	1
标识说明	提示与免责声明	包括上下文信息, 例如: 1) “车辆类别, 假设AA的年行驶里程为xx,xxx 公里” ; 2) “假设能源价格为 X” ; 3) “由于多种因素, 您的实际燃油经济性和污染物排放量可能会有所不同” ; 4) “将柴油新车的温室气体排放量、成本和收益与平均值进行比较; 能效等级与特定的燃料进行比较” ; 5) “所有成本和收益信息均基于重型车标识时间点的现行政策, 随时可能会发生变化” ; 6) “这个标识只是一个指标。我们对标注值与实际性能参数之间的任何偏差不承担责任”。	5
	了解更多信息	为消费者提供车辆相关的更多信息或特定信息, 例如: 1) 唯一ID和中国信息公开系统的网址 ( <a href="http://gk.vecc.org.cn/login">http://gk.vecc.org.cn/login</a> ) 2) 扫描二维码转到指定信息平台或制造商网站	4
	标注日期	表示标注日期, YY/MM/DD	2

请注意, 包括数值、等级和文本在内的所有信息都必须符合燃油效率标准、排放标准及其他政策法规。

#### 4.4. 中国重型车温室气体标识设计方案

为了提高关注度和可读性，在设计重型车温室气体标识时应遵循表 4 中所列的指标权重值。对于中国重型车温室气体标识项目，我们建议采用以下设计规则：指标权重等级为 5 或 4 的信息应尽可能突出显示，3 级或 2 级信息应正常标注，所有未标注的信息均应在信息公开系统或相关平台上展示。这样的话，如果消费者感兴趣，他们仍然可以自行了解相关车辆信息。

根据上述规则，我们针对 ST8 级柴油载货汽车 (GVW 16000 kg-20000 kg) 和 CB9 级电动客车 (GVW 16500 kg-18000 kg) 设计了两个中国重型车温室气体标识模板，如图 7 和图 8 所示。

关于重型车标识的有趣研究成果 (与我们预期一致) 如下所述：

1. 内燃机重型车的能效等级始终与其温室气体减排等级一致；
2. 零排放重型车的温室气体减排等级无疑总会是“A+”，但其能效等级可能各不相同；
3. 相对于柴油车的总燃料成本节省越多，温室气体减排评级也就越高；
4. 更高的能效等级能够降低总能耗和燃料成本来帮助消费者省钱；然而，各类零排放车型总是能节省更多的燃料成本。
5. 车用空调系统和其评级是独立的且各不相同。

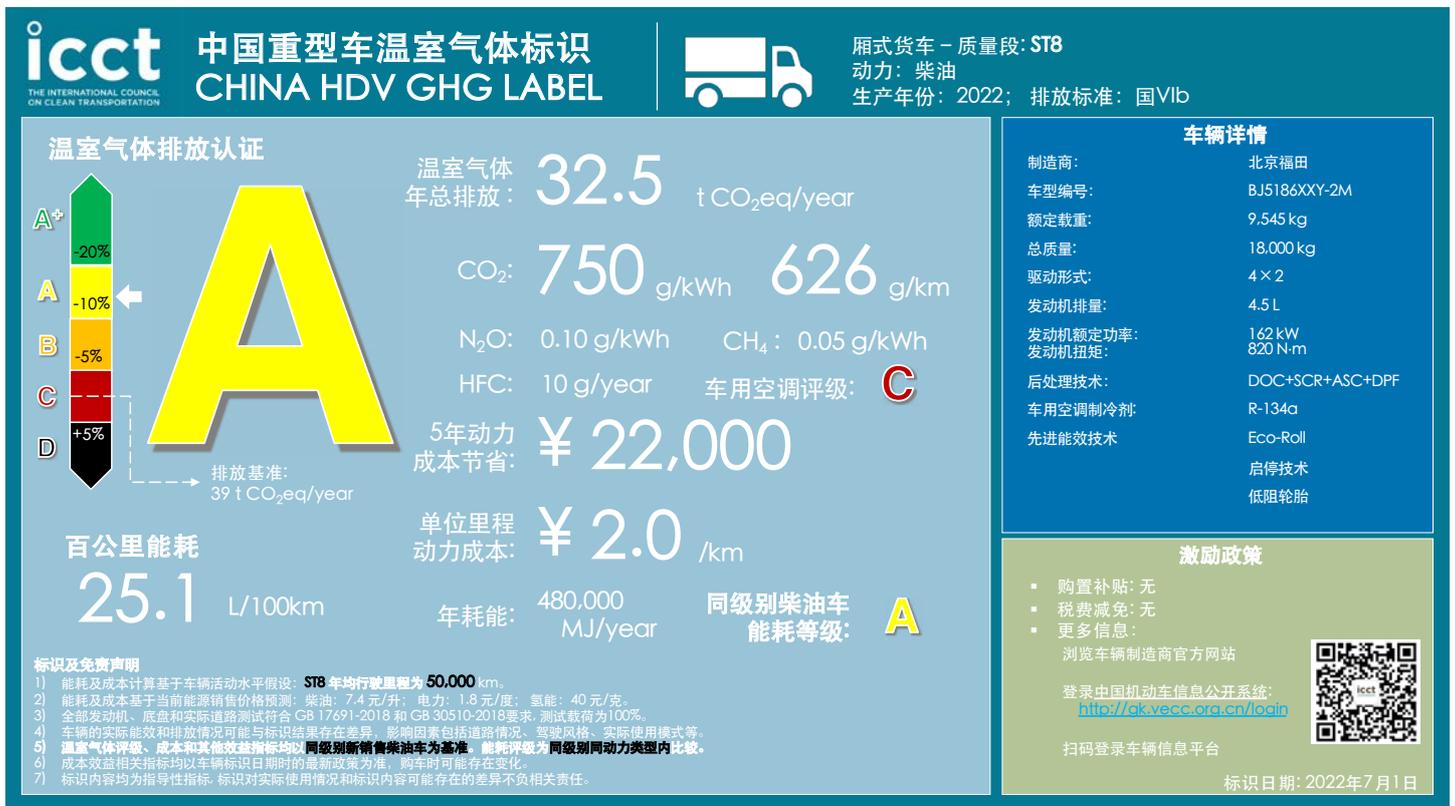


图7.中国重型车温室气体标识模板——柴油载货汽车



图8.中国重型车温室气体标识模板——电动客车

## 5. 温室气体排放及能效测量方法学

CO<sub>2</sub>排放和能效水平是重型车温室气体标识的核心，可通过多种方法测量。此外，在中国同时标注 CO<sub>2</sub> 和非 CO<sub>2</sub> 温室气体 (N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 和 HFC) 排放可能具有一定的挑战性，因为这些污染物并未纳入监管范畴。本章节提供了测量温室气体排放和能效水平的建议，以及估算车辆年温室气体排放量的方法。

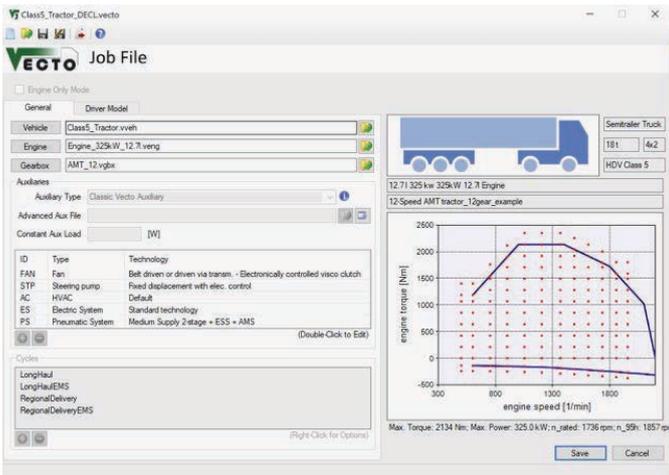
### 5.1. CO<sub>2</sub>排放量与能效

一般情况下，CO<sub>2</sub>排放量和能效可以一起测量；在全球范围内，通常采用实车测试和车辆模拟两种方法来验证车辆的CO<sub>2</sub>排放量和能效。

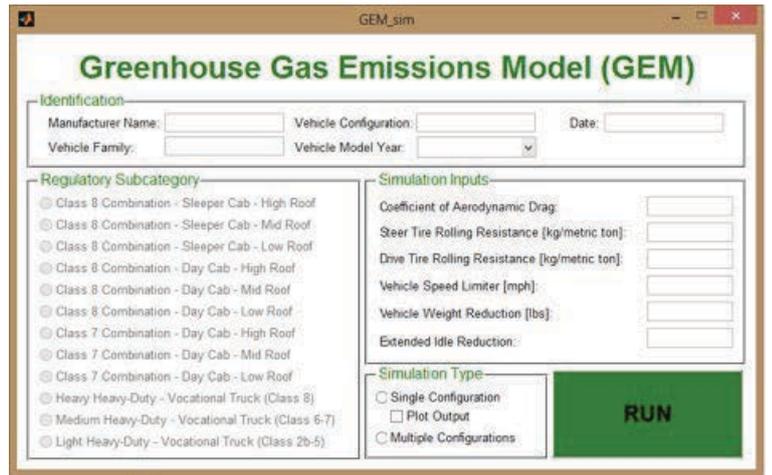
底盘测试和便携式排放测量系统 (PEMS) 测试是评估重型车排放和能耗水平的可靠实车测试方法(Sharpe & Lowell, 2012)。在中国，油耗标准规定了底盘测试测量车辆能耗 (L/100km 或 kWh/100km) 的方法，而行程CO<sub>2</sub>排放量 (g/km) 可通过油耗进行转化估算。国六排放标准中规定的PEMS测试方法主要用于测量污染物排放量。在信息公开政策中规定，除行程排放外还应报告PEMS 测量的功基 CO<sub>2</sub> 排放量 (g/kWh)。

车辆模拟方法目前也已成为一种行之有效且极具成本效益的测量方法，已被多个国家和地区采用，(Rodriguez, 2018)。车辆模拟工具可用于准确估算不同循环工况下的油耗和CO<sub>2</sub>排放量 (g/kWh或g/km或g/t-km)。从全球来看，欧盟的车辆能耗计算工具 (VECTO) 和美国温室气体排放模型 (GEM) 是目前最全面的两种模拟工具。韩国环境部 (MOE) 和国家环境研究所 (NIER) 开发的重型车排放模拟器 (HES) 以及日本国土交通部开发的模拟工具也已成功应用于多个政府监管项目(Korean MOE & NIER, 2020; Kajiwara, 2011; Sharpe, 2019)。目前，中国正在探索验证CO<sub>2</sub>排放量和能效的潜在模拟方法。通过法规文件回顾以及与中国汽车技术研究中心 (CATARC) 和 VECC 官员访谈，我们大体了解了当前模拟工具的功能及开发进展，详情见附录 II。图 9 展示了四种模拟工具的用户界面。

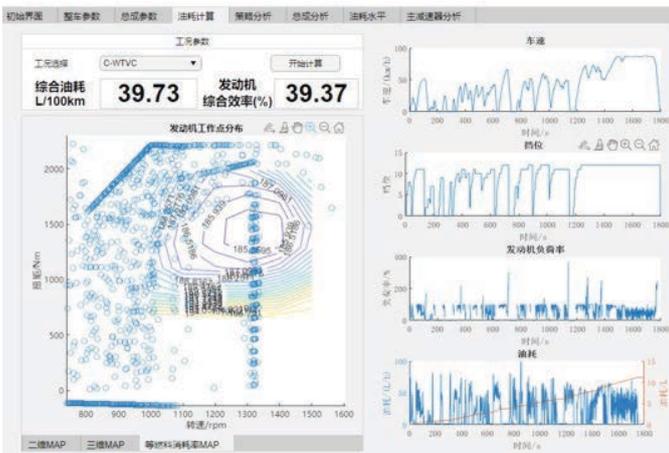
### a) VECTO



### b) GEM



### c) CATARC tool



### d) HES

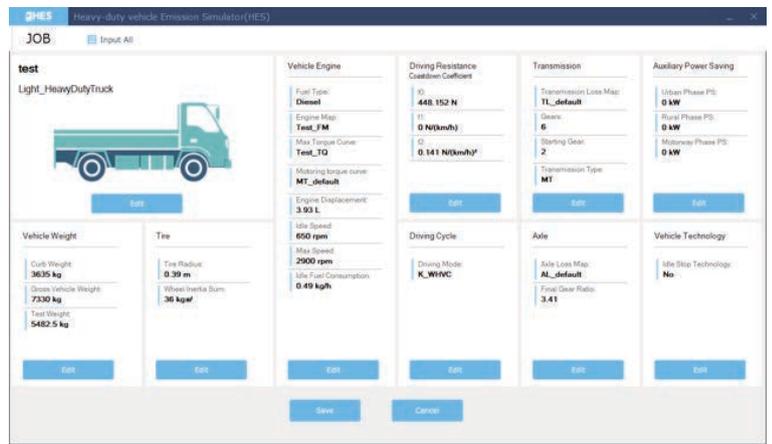


图9. VECTO、GEM 1阶段、CATARC工具和HES的用户界面一览

总而言之，车辆 PEMS 测试和模拟工具均可用于标注重型车CO<sub>2</sub>排放量与能效。中国可根据自身的发展要求和实际情况来选择这两种方法。

## 5.2. 非CO<sub>2</sub>温室气体排放

鉴于中国已将非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放量纳入国家目标中，未来也将制定相关排放量限值标准，因此我们建议将 N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 和 HFC 排放量纳入一个综合性温室气体标识系统。表 5 汇总了全球主要市场针对非 CO<sub>2</sub> 排放量测量方法实施的标准法规文件。如表5所示，美国已针对车辆的非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放建立了相对完善的监管体系，而中国在非CO<sub>2</sub>排放监管方面仍存在较大差距。

例如，目前中国尚未制定限制N<sub>2</sub>O排放量的相关标准，仅国VI排放标准中规定了用于发动机测试的WHTC标准循环（强制点火）下的CH<sub>4</sub>排放量限值。预计国VII排放标准中将对实际道路 PEMS 测试增加 N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 的限值要求。从全球来看，美国在中重型车辆温室气体排放标准（包括之前的第一阶段和现行的第二阶段）中对这两种气体的检测方法和限值作了规定，如表5所示。欧盟在欧VI排放标准中要求对重型车的CH<sub>4</sub> 排放量进行发动机测试，但不针

对 N<sub>2</sub>O 进行测试; 预计欧VII排放标准 (预计将于 2022 年 7 月发布) 将会对 CH<sub>4</sub> 设定更为严格的限值要求, 并且引入 N<sub>2</sub>O 测试方法和限值。

此外, 中国也没有相关标准规定车用空调的 HFC 排放量; 但是, 预计将会在现有的两项车用空调标准 (GB/T 21361-2017 和 GB/T 37123-2018) 基础上制定一项控制车用空调制冷剂排放量 (如 R-134a) 的国家标准 (Yang 等人, 2022)。在全球范围内, 欧盟和美国都颁布了相关法规和标准, 通过设定制冷剂的全球变暖潜能值 (GWP) 限值以及泄漏率 (克/年) 或每年泄漏量占制冷剂总量的百分比限值来估算车用空调的 HFC 排放量 (欧盟委员会, 2006; 美国环保署, 2016)。欧盟 517/2015 号法规和美国温室气体报告项目 (GHGRP) 要求 HFC 或 HFC 配套设施 (包括车用空调) 制造商根据制冷剂的 GWP 报告与标注其产品的泄漏量及其 CO<sub>2</sub> 当量 (CO<sub>2</sub>e) 排放量和泄漏率 (美国环保署, 2010)。

表5. 中国、欧盟和美国针对非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放实施的标准法规及配套测试方法

市场	项目	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	HFC 泄露
中国	法规	可能在国七中规定	国六	无
	方法	-	发动机测试	-
	是否报告	-	是	-
	限值	-	0.5 g/kWh	-
欧盟	法规	可能在欧VII中规定 (制定中)	欧VI	有
	方法	-	发动机测功机	制冷剂GWP和泄漏率标准值
	是否报告	-	-	是
	限值	-	0.5 g/kWh	制冷剂GWP ≤ 150, 或 泄漏率 ≤ 40 克/年 (单蒸发器); 60 克/年 (双蒸发器)
美国	法规	第二阶段M/HDV GHG法规	-	第二阶段M/HDV GHG法规
	方法	发动机和底盘试验	发动机和底盘试验	设定制冷剂泄漏率限值
	是否报告	否	否	是
	限值	牵引车和专用汽车: 0.01 g/bhp-hr 皮卡车和厢式货车: 0.05 g/mi	牵引车和专用汽车: 0.01 g/bhp-hr 皮卡车和厢式货车: 0.05 g/mi	制冷剂GWP ≤ 150; 大型空调 (容量 > 733g): 每年制冷剂泄漏率1.5% 型空调 (容量 ≤ 733g): 11.0 克/年

总体而言, 实车测试是测量 N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 排放量的唯一可行的标准方法; 在测量 HFC 排放量时还需要提供制冷剂 GWP 值和车用空调泄漏率。此外还需要考虑是否应该在制定标准之前要求制造商标注非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放量。标识有助于收集重型车非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放量数据并评估标准制定的测量方法。

### 5.3. 车辆温室气体总排放量估算

温室气体总排放量 (包括非CO<sub>2</sub>排放) 将成为标识上比较车辆温室气体总排放量的一个重要通用指标, 而非每种温室气体的单独排放。考虑到排放数据可能通过不同方法测量收集且采用不同的单位, 我们开发了一种综合方法, 将 CO<sub>2</sub> 和非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放量合并后标注在重型车温室气体标识上。

图 10 展示了以典型载货汽车为例估算温室气体总排放量(以二氧化碳当量, gCO<sub>2</sub>e为单位)的方法。请注意, 所有排放数据均为基于 ICCT 车辆测试项目的估算值。示例采用N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 和典型制冷剂 R-134a 的 100 年 GWP 值 (GWP-100) 来计算 GHG 年排放量 (gCO<sub>2</sub>当量) (IPCC, 2014), 上述三种温室气体的GWP-100值分别为 298、28 和 1430。根据监管机构要求, 20 年 GWP值 (GWP-20)也可作为一项替代指标。请注意, 这里的温室气体总排放量仅表示车辆尾气中 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O和CH<sub>4</sub> 排放量及车用空调HFC 排放量, 并不考虑上游排放量。

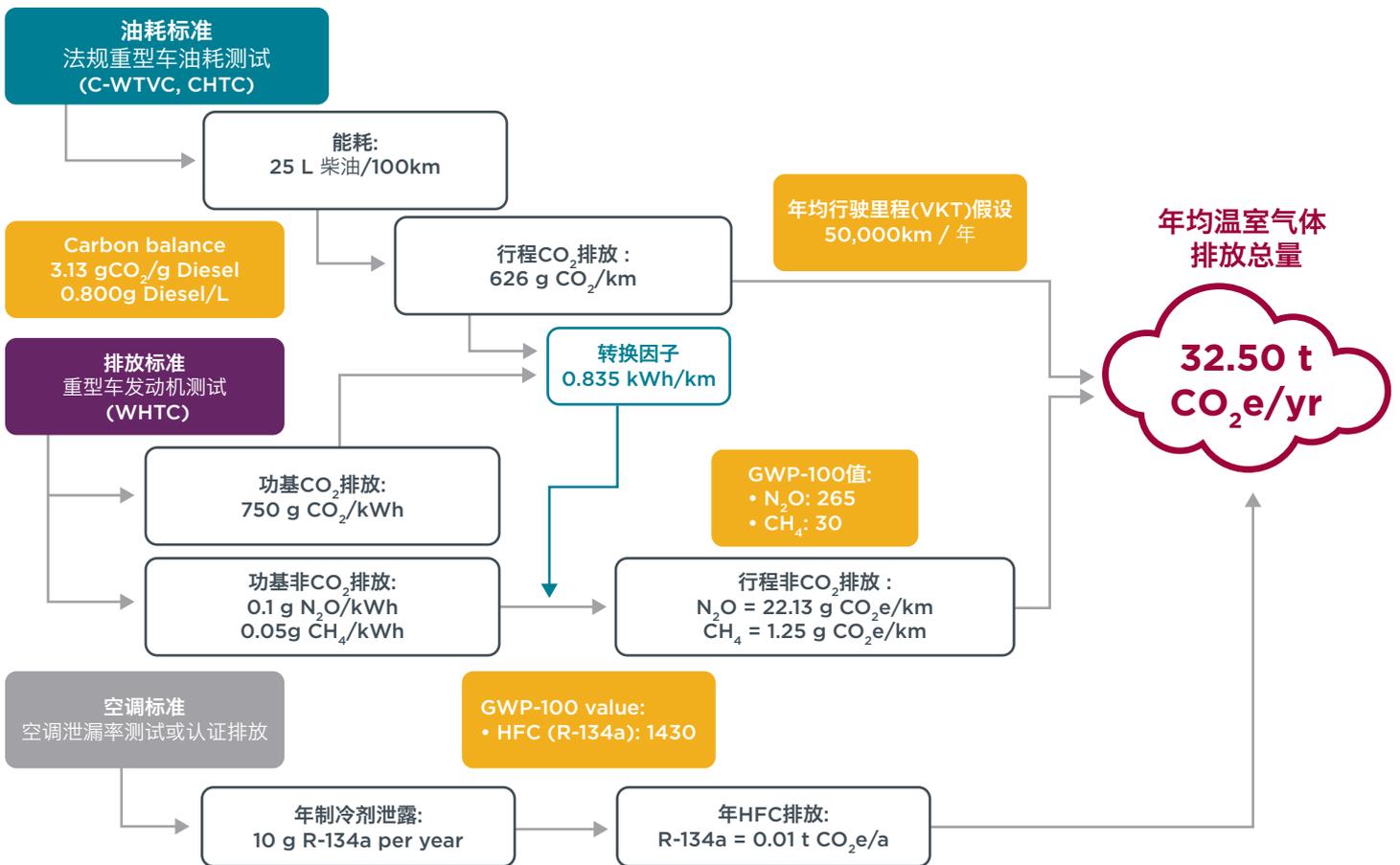


图10. 车辆温室气体年排放量的标注方法

## 6. 重型车标识评级系统方法学

本章节介绍了评级系统的基本方法以及为中国重型车设定评级基准。

### 6.1. 现有评级机制

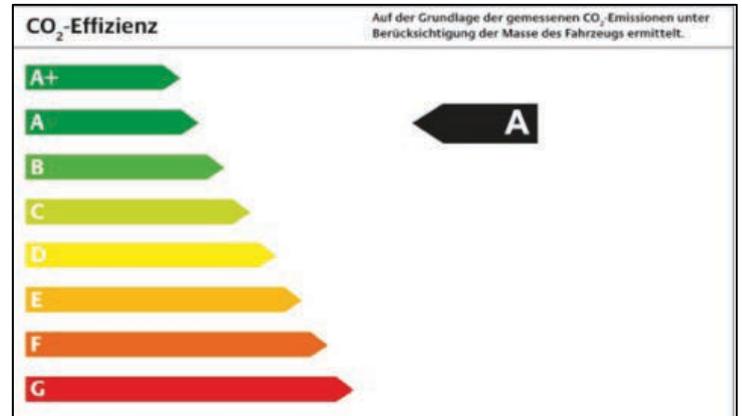
标识上的排放量或能效等级有助于消费者理解该车辆相对于同类产品的性能优劣势。此外，标识上的评级还免去向消费者解释CO<sub>2</sub> 或 GHG 排放量或燃料消耗量的烦恼。对于监管机构而言，一套完善的评级机制配合基线方法也将大幅提升监管标准的实施效力，例如设定限值。

通常采用两种方法来评估排放或能效水平。第一种方法是设定不同的油耗和尾气CO<sub>2</sub>排放范围，然后根据车辆的实际油耗或排放量对车辆进行评级。这是美国载客车辆标识采用的方法，如图 11a) 所示。基于排放量和能效认证值，能效等级范围从 1 (最差) 到 10 (最佳) (美国环保署, 2021)。加州针对中型车采用了这种评级机制，在最后一栏中列出比对评级 (从 A+ 到 D)。第二种方法是针对各类车型分别设定一条基线，然后根据基线对其能耗或排放水平进行评级 (例如，高于或低于基线的百分比)，德国的轻型车标识采用了这种方法，如图 11 b) 所示。二氧化碳排放基线是根据车重使用相关法规中规定的综合性公式计算得出的。然后，根据基线偏差将车辆划分到对应的二氧化碳减排等级。二氧化碳排放低于基线的车辆将划入 A + 到 D 级，而二氧化碳排放等于或高于基线的车辆将被划入 E、F 或 G 级 (Alternativ Mobil, 2021)。

a) 美国车辆GHG排放评级系统

2022年美国轻型车GHG排放评级	CO <sub>2</sub> (g/mile)	MPG (汽油)	对应的加州中型车GHG排放评级
10	0		A+
10	1-155	≥58	
9	156-200	45-57	
8	201-243	37-44	A
7	244-291	31-36	
6	292-335	27-30	
5	336-338		
5	339-394	22-26	A-
5	395-413		
4	414-450		B+
4	451-480	19-21	
3	481-507		B
3	508-563	16-18	B-
3	564-573		
2	574-619	14-15	C+
2	620-658		
1	659-676		C
1	677-732	≤13	C-
1	≥732		D

b) 德国轻型车CO<sub>2</sub>排放评级系统



注：车辆质量与排放基准值示例，如总质量1,500 kg车辆的排放基准为171 gCO<sub>2</sub>/km，总质量1,000 kg车辆的排放基准为126 gCO<sub>2</sub>/km。

图11. a)美国轻型车能耗和尾气排放评级系统 b)德国轻型车CO<sub>2</sub>能效评级系统 (U.S. EPA, 2021; Alternativ Mobil, 2021)

## 6.2. 中国重型车温室气体标识评级机制建议

根据各类车型基线对重型车进行评级是衡量不同类型和重量等级重型车各项性能的一种合理方法。此外，我们建议在标识上标注温室气体减排等级（以CO<sub>2</sub>当量表示，包括N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>和HFC），能效等级以及车用空调系统性能等级。表6列出了评级机制的概要。

研究发现，如果同时标注温室气体减排和能效，那么零排放车（例如纯电动车）的温室气体排放评级为“A+”，因为这类车型几乎不排放任何污染物。但是，如果其能耗高于同类纯电动车型，那么其能效评级可定为“C”或“D”。

此外，MVAC系统可单独进行评级，因为该系统独立于车辆的驱动系统，但是其对重型车温室气体排放的影响至关重要。如上所述，制冷剂的GWP值和泄漏率（克/年）是对MVAC系统进行评级的两项最重要指标。考虑到有两项指标，所以我们建议根据表现最差的一项指标来确定MVAC的最终评级。由于中国目前还没有涵盖上述两项指标限值的强制性标准，因此我们采用欧盟和美国标准来制定评级方案。

表6. 拟议的重型车尾气排放评级量表

等级	说明	GHG排放量判断标准	能效判断标准	车用空调系统判断标准
A+	极其好	GHG排放量至少比基线低20%	能耗至少比基线低20%	制冷剂GWP ≤ 150 年泄漏量 ≤ 5 g
A	非常好	GHG排放量比基线低10%-20%	能耗比基线低10%-20%	制冷剂GWP ≤ 500 年泄漏量 ≤ 10 g
B	好	GHG排放量比基线低5%-10%	能耗比基线低5%-10%	制冷剂GWP ≤ 1000 年泄漏量 ≤ 15 g
C	一般	GHG排放量低于基线不到5%或高于基线不超过5%	能耗低于基线不到5%或高于基线不超过5%	制冷剂GWP ≤ 1500 年泄漏量 ≤ 20 g
D	差	GHG排放量比车队平均值高5%	能耗比车队平均值高5%	制冷剂GWP > 1500 年泄漏量 > 20 g

## 6.3. 设置评级基线

对于GHG排放量和能效评级，基线是评级方法发挥作用的关键所在。欧盟在设定基线方面提供了一个范例。根据报告与监测法规（2018/956号法规）要求，欧盟从2019年开始监测已通过VECTO认证的重型车的二氧化碳排放量。欧盟基于此法规制定的重型车CO<sub>2</sub>排放标准中确定了一个基准期（2019年7月1日至2020年6月30日，即第一个报告期），并根据同期收集的车队平均值（即基线）设定了CO<sub>2</sub>减排目标。在设定基线时，欧盟还考虑了重型车类型、车重等级和用途等因素（Ragon & Rodriguez, 2021）。

我们建议采用类似的方法按照重型车类型、动力总成类型和车重等级来设定温室气体排放量和能耗基线。重型车分类可按照中国油耗标准的要求，如附录II表A2所示。基线可以按照每年或每两年一次的频率更新。拟议的年度工作时间表如图12所示，基线设定工作基于以下假设：

1. 假设标识项目从2025年初开始；
2. 第一个实施期允许额外一年的方案评估期和额外半年的基线确定期。

3. 实施期和报告统计期为 1 年, 如有必要可以为 2 年。
4. 一般情况下, 至少需要半年时间来确定下阶段基线, 然后才可以实施。
5. 如有可能, 基线也可以是重型车温室气体标准中的排放限值或目标值。
6. 评级系统将根据基线偏差使用车队平均年温室气体排放量 (以CO<sub>2</sub>当量表示, 包括CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 和 HFC) 来评估车队中每辆重型车的排放水平。

中国重型车温室气体标识项目

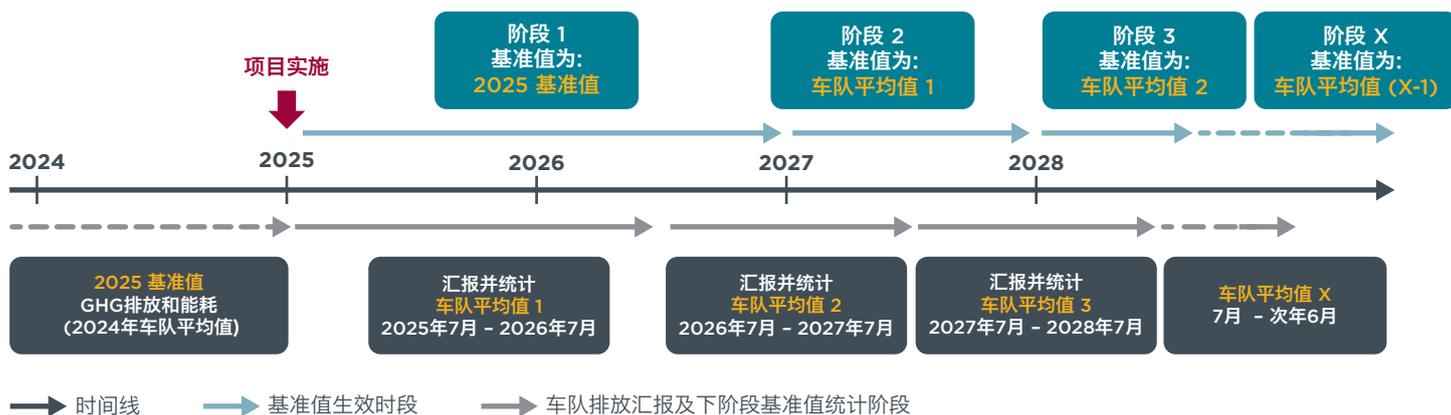


图12. 基于每年更新基线数据的拟议工作进度表

## 6.4. 评级机制效果评估

我们的重型车数据库提供了近几年新车的公告能耗数据; 我们将评级机制应用于2020年的能耗数据, 以测试我们提议的方法是否有效可行。我们选择了ST8级柴油载货汽车 (16000 kg < GVW ≤ 20000 kg) 和CB9级电动客车 (16500 kg < GVW ≤ 18000 kg), 因为它们在各自车队保有量中的占比相对较高, 并且在现实中也较常见。

为了完全遵循我们的方法, 我们计算了 2019 年ST8 级柴油货车和CB9 级电动客车的车队平均能耗 (分别为 31 L/100km 和 55 kWh/100km), 并将其作为 2020 年车型的参考。图 13 显示了各车队2020 年车型新车的能耗密度分布、基线 (虚线) 及各自的评级水平区间 (参照表 6)。我们发现, 一套完善的评级系统将车辆划分成不同的性能等级, 并且比例分布合理: 少数A+级车辆, 60%-70%的A级和B级车辆 (有改进空间), 30%以上的C级车辆 (需要大幅改进), 以及少数D级车辆 (不建议)。

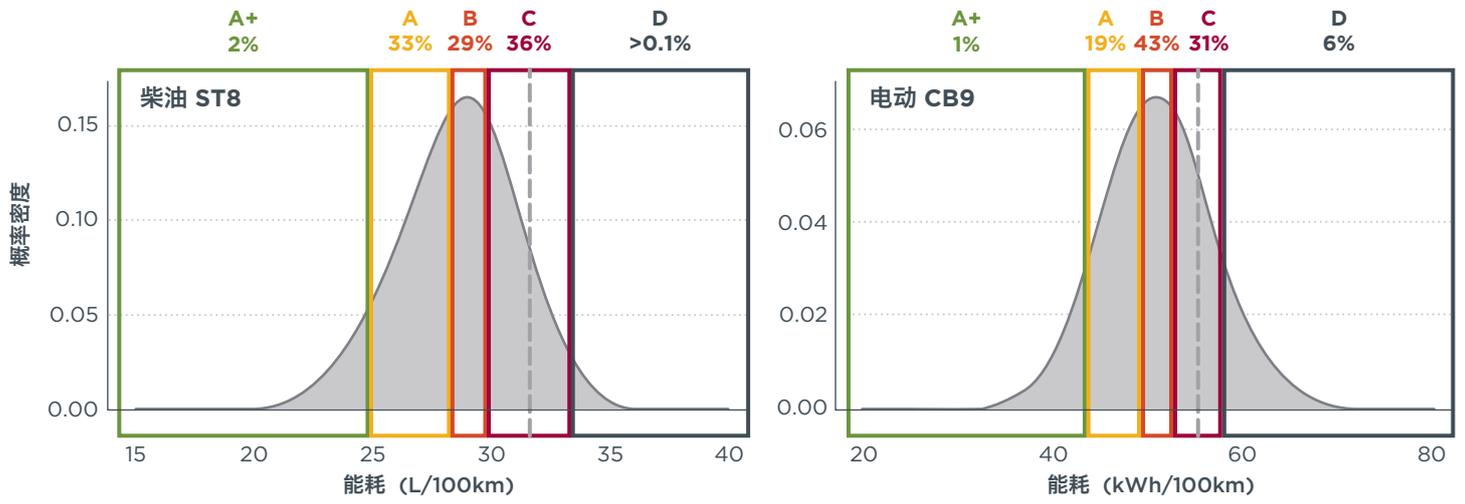


图13.能效评级系统评估

## 7. 经济效益估算方法与标识说明

车辆使用成本和经济效益相关信息对于消费者做出购买决策至关重要。本章节详细分析与讨论了中国重型车温室气体标识需要标注的关键经济效益指标，以及对应的估算方法。

### 7.1. 燃料成本与经济节省

如上文所述，低燃料成本可节省大量开支，这一点足以激励更多消费者选择低碳清洁的车辆，尤其是纯电动汽车（Fries 等人，2017；Wolfram & Lutsey，2016）。ICCT 的多项研究还表明，从经济角度来看，在中国和欧洲零排放重型车将从中受益（Mao 等人，2021；Basama 等人，2021）。然而，这些经济上费用节省通常无法直观感受，相反在较高的购车价格对消费者的冲击更加直接。

美国轻型车标识提供了一种估算燃料成本与经济节省的方法学。首先，为了公平地比较所有车辆，需要进行几项假设，其中包括车辆平均年行驶里程（VKT）和能源零售价格（例如汽油、柴油和电力）。在标识说明中对这些假设进行标注，并提醒消费者实际燃油经济性与排放水平受多种因素影响，与理论值可能存在差异。然后，在标识上展示估算的车辆年度燃料成本以及与普通新车相比五年期的燃料成本节省（或超支）结果。例如，如果与普通车辆相比可以为消费者节省开支，则标识会注明：“与普通新车相比，您将在五年内节省 x,xxx 美元的燃料成本。”（美国环保署，2021）

对于中国重型车温室气体标识，我们建议采用一种类似的方法来估算燃料成本与经济节省（按照重型车车型和GVW等级分类）。表 7 列出了关键要素相关的方法或假设。为了凸显零排放车的经济效益优势，我们建议将所有车辆的成本节省与各自类别中柴油车在评级系统中的基线油耗值进行比较。图 14 展示了 CB9 级客车车队分燃料类型和能效等级的的五年期平均燃料成本节省/支出估算值。结果显示，即使是能效较低的电动客车，其经济效益也明显高于同类型高能效的柴油客车。附录 II 表 A2中给出了各类车型的年行驶里程（VKT）假设值。

表7.中国重型车温室气体标识中燃料成本与经济节省中的关键方法学或假设

要素	方法或假设
能效基线 (EE, L/100km或kWh/100km)	在评级系统或潜在的重型车温室气体标准中确定的各类车型的能耗基线
平均年行驶里程 (km)	各类车型的年行驶里程估算值 (详见附录)
能源价格 (元/L或元/kWh)	年平均能源零售价格 (包括汽油、柴油、电力、CNG、LPG和氢气)
车辆能效 (EE, L/100km或kWh/100km)	特定标识车辆的能耗
年能耗 (EC, L/年或kWh/年)	$EE \times 0.01 \times \text{年行驶里程}$
燃料成本率 (元/km)	$EC \times \text{能源价格}$
五年期燃油成本节省 (元)	$5 \times \frac{EE - \text{车队平均值} \cdot EE}{100} \times \text{年行驶里程} \times \text{燃油价格}$

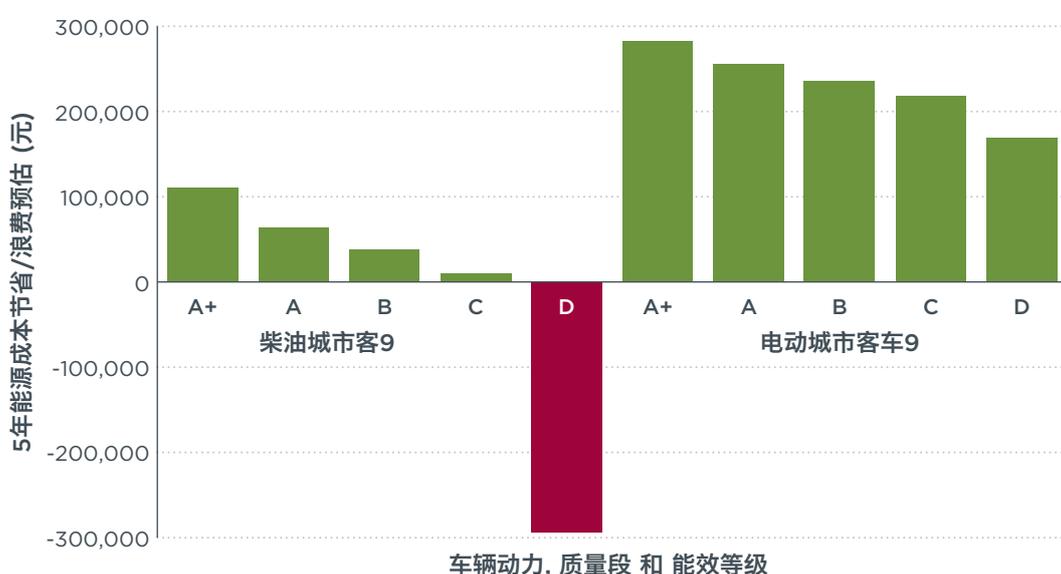


图14.2 CB9级车队分燃料类型和能效等级的五年期平均燃料成本节省/超支估算

## 7.2. 激励政策及相关信息

中国实施了多种激励政策来推广低排放和零排放重型车, 包括购置补贴、税收减免、特定区域或特定日期准入等路权政策及其他 (Xie & Rodriguez, 2021)。尽管这些政策措施对于控制拥车总成本来说至关重要, 但是消费者很容易忽视或错过这些优惠福利。拟标注或公开的激励政策信息包括但不限于以下方面:

- » 购置补贴, 可直接标注。
- » **综合性税收减免政策**, 视车型和税收类型而定。可以简单标注车辆是否可享受相关税收减免政策, 并且可以在网上发布详细的政策和优惠。
- » 针对某些城市实施**免过路费和放宽准入限制等其他综合性政策措施**。此类信息可能只能在网上发布。

由于中国的激励政策变化很快, 而且每年都可能不同, 因此需要在标识说明中发布一份明确的免责声明, 以便消费者获悉所有成本与优惠均为阶段性的(以重型车标识生成作为截止时间点), 并且未来随时可能发生变化。

### **7.3. 标识说明及详细信息获取渠道**

如上所述, 我们建议官方网站或制造商平台提供更多信息, 例如详细的车辆技术信息和消费者激励措施。对于中国而言, 现有的信息公开系统是一个良好的开端。同时, 现在人们经常使用手机查阅信息, 在去实地看车之前就希望大体了解所有信息, 所以开发一款适用于智能手机的定制信息平台或应用程序也是可行的。最终这些渠道可以标注为网站地址或扫描二维码。

## 8. 研究结论与政策建议

本章节给出了中国重型车温室气体标识的研究结论与政策建议。

### 8.1. 研究结论

标识项目的主要研究结论如下所述：

1. **车辆温室气体排放或能效标识项目，或信息公开项目是相关法规与财政政策的重要配套措施，将有助于进一步减少车辆温室气体排放和提高能效。**全球30个市场（欧盟27个成员国算作一个整体市场）已实施车辆温室气体排放控制项目，其中包括某种形式的车辆标识项目。然而，目前重型车标识项目方面的经验欠缺。
2. **通过全球标识项目回顾发现，典型的车辆温室气体排放量或能效标识包含四类信息：车辆信息、温室气体排放量和能效、经济效益和标识说明。**其中，66%的标识项目显示制造商、车辆型号和燃料类型等车辆信息。有10个项目按照车型类别提供有关能效和二氧化碳排放量的更准确信息。90%的项目标注了能效水平或评级，66%的项目标注了二氧化碳排放水平或评级以便消费者获悉车辆实际使用性能。此外，20%的标识项目还包含经济效益指标，以便更贴近消费者需求。最后，超过80%的标识标注了关于假设或免责声明的提示，超过50%的标识提供信息拓展渠道。
3. **通过基于消费者信息调查的文献综述发现，车辆技术信息（例如电池、续驶里程和充电时间）与经济效益指标（例如购车价格、能耗和成本节省）对于私家车车主的购买决策至关重要。**在这些变量中，续航里程、售价、能耗和使用成本也是重型车购买者感兴趣且更关心的问题。尤其是关于能耗和经济效益的准确信息可能是购买者控制其车辆总拥有成本的决定性因素。
4. **需要进一步研究关键信息（包括GHG排放量和能效、评级系统和经济效益）的基本标注方法。**大多数市场采用实车测试或车辆模拟来确定标识项目或监管标准的二氧化碳排放量和能效，但是需要进一步扩展温室气体的监管范围。此外，对于重型车的性能评级，基线方法是一种更合理的方法。基线值还可以结合实际测量值估算车辆的经济效益。

### 8.2. 中国重型车温室气体标识项目政策建议

根据我们的调查研究结果，我们建议中国采取以下措施制定一项稳健务实的重型车温室气体排放标识项目：

1. **中国需要制定一个标注所有温室气体（包括CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>和HFC）排放量的重型车温室气体标识，以CO<sub>2</sub>当量表示年温室气体总排放量。**由于包含非CO<sub>2</sub>排放量，报告温室气体总排放量（而不是各种温室气体的单独排放量）将是比较不同车辆的重要通用指标。
2. **中国重型车温室气体标识应按照车型、燃料类型和GVW等级对重型车进行分类。**车型应包括载货汽车、自卸汽车、半挂牵引车、普通客车和

城市客车以及专用车；车型分类可参照中国燃料消耗量标准中规定的方法。此外，标识应涵盖所有燃料类型，尤其是对于温室气体减排至关重要的电动或氢燃料电池重型车。

### 3. 重型车温室气体标识上的要素应体现监管目标并解决消费者的问题。

因此，我们建议中国重型车温室气体标识包括 1) 车辆基本技术信息； 2) 温室气体排放量和能效水平和评级； 3) 燃料成本与节省等经济效益指标，以及相关激励政策； 4) 在标识说明中提供必要的提示和信息拓展渠道。图 7 和图 8 展示了 ST8 级 (GVW 16000 kg-20000 kg) 柴油载货汽车和 CB9 级 (GVW 16500 kg-18000 kg) 电动客车的标识设计概念。

以下建议侧重于中国重型车温室气体标识项目关键要素的测量方法：

4. **CO<sub>2</sub> 排放和能效值的测量应基于实车测试或车辆模拟；基于实车测试测量 N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 排放；基于制冷剂的 GWP 值和车用空调的泄漏率计算 HFC 排放量。年温室气体总排放量的计算应基于 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub> 和 HFC 的排放测算值 (以 CO<sub>2</sub> 当量表示)，并应基于车辆年行驶里程 (VKT) 的假设值。** 欧盟和美国的重型车 CO<sub>2</sub> 排放标准提供了通过实车测试或车辆模拟测量重型车 CO<sub>2</sub> 排放和能效以及 HFC 排放的示例。美国还为测量重型车非 CO<sub>2</sub> 温室气体排放量提供了借鉴参考。
5. **我们建议根据车型、GVW 等级和燃料类型的基线偏差对温室气体排放量和能效水平进行评级，并根据制冷剂 GWP 值及其泄漏率的综合指标对 MVAC 系统进行评级。** 欧盟的重型车 CO<sub>2</sub> 排放标准在采用车队平均方法设定基线方面提供了一个范例。欧盟和美国的 MVAC 标准为制冷剂 GWP 值和泄漏率提供了监管限值参考。
6. **对各类别重型车的燃料成本节省计算需基于相同类别柴油车基准能耗。** 某车型的燃料成本可以通过其认证能耗值乘以能源零售价和此类车型的 VKT 假设值进行估算。燃料成本节省对于让消费者了解清洁低碳重型车的优势至关重要。为了凸显零排放车的经济效益优势，我们建议将所有车辆的成本节省值与各类柴油车型的基线值进行比较。
7. **标识说明中应注明与环保和经济效益评级相关的关键假设值 (如 VKT、能源零售价等)，并就标注值与实际性能参数之间可能存在的差异发布免责声明，以免对报告结果产生误解。**
8. **如果标识无法完全显示车型环保效益相关的详细信息，标识上可提供一个能获取详细信息平台的途径，如网址或二维码。** 消费者可通过官方网站、制造商平台或智能手机应用程序了解车辆技术信息和激励政策相关的详细信息。

## 参考文献

- Alternativ Mobil. (2021). *The German Car Label* [Policies and Guidance] Alternativ Mobil. 详见: <https://www.alternativ-mobil.info/pkw-label/das-pkw-label>
- Basama, H., Saboori, A., & Rodriguez, F. (2021). *Total cost of ownership for tractor-trailers in Europe: Battery electric versus diesel* [White Paper]. ICCT. 详见: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/TCO-BETs-Europe-white-paper-v4-nov21.pdf>
- 加州空气资源委员会. (2016). *California Air Resources Board Environmental Performance Label for Medium-Duty Vehicles* [Governmental]. CARB. 详见: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/greenhouse-gas-standards-medium-and-heavy-duty-engines-and-vehicles/ep-label>
- Amendments to California Greenhouse Gas Exhaust Emission Standards and Test Procedures for 2014 and Subsequent Model Heavy Duty Vehicles, (2018). 详见: [https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-05/ADA\\_California%20Test%20Procedures%20--%20GHG%20Vehicles%20--%202014%2B%20%28Phase%20%29%20--%202018%201219.pdf](https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-05/ADA_California%20Test%20Procedures%20--%20GHG%20Vehicles%20--%202014%2B%20%28Phase%20%29%20--%202018%201219.pdf)
- Esposito, G. (2014). *A Summary of LowCVP Research on the UK Fuel Economy Label and Recommendations for Future Review of the EU Labelling Directive*. Low Carbon Vehicle Partnership. 详见: [file:///Users/niutianlin/Desktop/Summary\\_LowCVP\\_Car\\_Fuel\\_Economy\\_Label\\_Research\\_2014.pdf](file:///Users/niutianlin/Desktop/Summary_LowCVP_Car_Fuel_Economy_Label_Research_2014.pdf)
- Directive 2006/40/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 relating to emissions from air conditioning systems in motor vehicles and amending Council Directive 70/156/EEC, 2006/40/EC (2006). 详见: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32006L0040>
- 欧盟委员会. (2017). Regulation (EU) 2017/2400 of 12 December 2017 implementing Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council as regards the determination of the CO<sub>2</sub> emissions and fuel consumption of heavy-duty vehicles and amending Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council and Commission Regulation (EU) No 582/2011. *Official Journal of the European Union*, L 349. 详见: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2017:349:TOC>
- Regulation on the monitoring and reporting of CO<sub>2</sub> emissions from and fuel consumption of new heavy-duty vehicles, REGULATION (EU) 2018/956 (2018). 详见: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R0956-20201119>
- Greenhouse Gas Emissions and Fuel Efficiency Standards for Medium- and Heavy-Duty Engines and Vehicles—Phase 2, 40 CFR § 9, 22, 85, 86, 523, 534, 535, 538, 600, 1033, 1036, 1037, 1039, 1042, 1043, 1065, 1066, 1068 (2016). 详见: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2016-10-25/pdf/2016-21203.pdf>
- Fries, M., Kerler, M., Rohr, S., Schickram, S., & Sinning, M. (2017). *An Overview of Costs for Vehicle Components, Fuels, Greenhouse Gas Emissions and Total Cost of Ownership Update 2017* (UCD-ITS-RR-17-45; p. 27). Institute of Transportation Studies, University of California, Davis. 详见: <https://steps.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2018/02/FRIES-MICHAEL-An-Overview-of-Costs-for-Vehicle-Components-Fuels-Greenhouse-Gas-Emissions-and-Total-Cost-of-Ownership-Update-2017-.pdf>
- GFEI. (2021). *Vehicle Efficiency and Electrification: A Global Status Report*. Global Fuel Economy Initiative. 详见: <https://www.globalfuelconomy.org/media/791560/gfei-global-status-report-2020-printable.pdf>
- 国际清洁交通委员会. (2020). *Vision 2050: A strategy to decarbonize the global transport sector by mid-century*. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publication/vision-2050-a-strategy-to-decarbonize-the-global-transport-sector-by-mid-century/>
- 政府间气候变化专门委员会. (2014). *AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* [Report]. IPCC. 详见: [www.ipcc.ch/report/ar5/wg3](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3)
- Jin, L., Shao, Z., Mao, X., Miller, J., He, H., & Aaron, I. (2021). *Opportunities and pathways to decarbonize China's transportation sector during the fourteenth Five-Year Plan period and beyond* [Report]. ICCT. 详见: <https://theicct.org/publications/decarbonize-china-transport-14th-5-year-plan-oct21>
- Kajiwar, A. (2011, November 10). *HDV fuel efficiency regulation background and implementation to date*. International Workshop on Reducing GHG Emissions from HDVs. 详见: [https://theicct.org/sites/default/files/HDV\\_Workshop\\_MLIT\\_vf.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/HDV_Workshop_MLIT_vf.pdf)
- 韩国环境部和国立环境科学院. (2020, January 14). *Korea HDV CO<sub>2</sub> Regulation*. 详见: <https://www.oica.net/wp-content/uploads/5-Korea-HDV-CO2-regulation.pdf>
- Li, S., & Yang, Z. (unpublished). *The Development and Inadequacy of Major Markets' Electric Vehicle Label Systems based on Consumers Concern*. International Council on Clean Transportation.

- Liu, S. (2021, December 3). *Updates on China Vehicle Fuel Consumption Standards* [Presentation]. NDC-TIA 2021 China Annual Workshop, Beijing, China. 详见: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/3-%E6%9F%B3%E9%82%B5%E8%BE%89-%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%9C%BA%E5%8A%A8%E8%BD%A6%E6%B2%B9%E8%80%97%E6%A0%87%E5%87%86%E6%9C%80%E6%96%B0%E8%BF%9B%E5%B1%95.pdf>
- Mao, S., Basama, H., Ragon, P.-L., Zhou, Y., & Jiménez, F. (2021). *Total cost of ownership for heavy trucks in China: Battery electric, fuel cell, and diesel trucks* [White Paper]. ICCT. 详见: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/ze-hdvs-china-tco-EN-nov21.pdf>
- 关于开展机动车和非道路移动机械环保信息公开工作的公告, 000014672/2016-00783 国环规大气(2016)3号(2016). 详见: [https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201608/t20160826\\_363005\\_wh.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201608/t20160826_363005_wh.htm)
- 中国公安部. (2020). *2020年上半年全国机动车保有量达3.6亿辆*[政府]. 中华人民共和国中央人民政府. 详见: <http://map.baidu.com/subways/index.html?c=beijing>
- 日本国土交通省. (2020). *Announcement of fuel efficiency of automobiles* [Government]. Japan's Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. 详见: [http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha\\_fr10\\_000013.html](http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr10_000013.html)
- Mock, P. (2016). *Reducing Vehicle Emissions in Turkey* [White Paper]. International Council on Clean Transportation. 详见: [https://theicct.org/sites/default/files/publications/Reducing%20VE%20Turkey%20White%20Paper\\_ICCT\\_08172016.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/Reducing%20VE%20Turkey%20White%20Paper_ICCT_08172016.pdf)
- Ragon, P.-L., & Rodriguez, F. (2021). *CO<sub>2</sub> emissions from trucks in the EU: An analysis of the heavy-duty CO<sub>2</sub> standards baseline data*. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publications/eu-hdv-co2-standards-baseline-data-sept21>
- Rodriguez, F. (2018). *Fuel consumption simulation of HDVs in the EU: Comparisons and limitations*. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publications/fuel-consumption-simulation-hdvs-eu-comparisons-and-limitations>
- 沙特阿拉伯标准组织. (2017). *Kingdom of Saudi Arabia Standards* [Policies and Guidance]. SILO.TIPS. 详见: <https://www.alternativ-mobil.info/pkw-label/das-pkw-label>
- Sharpe, B. (2019). *Second-phase fuel economy standards for on-road heavy-duty vehicles in Japan* [Policy Update]. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publications/second-phase-fuel-economy-standards-road-heavy-duty-vehicles-japan>
- Sharpe, B., & Lowell, D. (2012). *Certification procedures for advanced technology heavy-duty vehicles*. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publications/certification-procedures-advanced-technology-heavy-duty-vehicles>
- Sharpe, B., Lutsey, N., Delgado, O., & Muncrief, R. (2016). *U.S. efficiency and greenhouse gas emission regulations for model year 2018-2027 heavy-duty vehicles, engines, and trailers*. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publications/us-efficiency-and-greenhouse-gas-emission-regulations-model-year-2018-2027-heavy-duty>
- 中华人民共和国国务院. (2021). *2030年前碳达峰行动方案*[政府]. 中华人民共和国中央人民政府. 详见: [http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content\\_5644984.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm)
- Tian, X., Zhang, Q., Chi, Y., & Cheng, Y. (2021). Purchase willingness of new energy vehicles: A case study in Jinan City of China. *Regional Sustainability*, 2(1), 12-22. 详见: <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2020.12.003>
- 联合国环境规划署. (2017). *Montenegro adopts mandatory fuel economy labeling* [Policies and Guidance]. UNEP. 详见: <https://www.alternativ-mobil.info/pkw-label/das-pkw-label>
- 美国环保署. *Greenhouse Gas Emissions Model (GEM) for Medium- and Heavy-Duty Vehicle Compliance* [Governmental]. U.S. EPA. Retrieved November 2, 2021, 详见: <https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/greenhouse-gas-emissions-model-gem-medium-and-heavy-duty>
- 美国环保署. (2010). *Greenhouse Gas Reporting Program (GHGRP)* [Governmental]. U.S. EPA. 详见: <https://www.epa.gov/ghgreporting>
- 美国环保署. (2021, February 22). *Text Version of the Electric Vehicle Label* [Governmental]. U.S. EPA. 详见: <https://www.epa.gov/fueleconomy/text-version-electric-vehicle-label#6>
- 生态环境部机动车排污监控中心. (2016a). *中国汽车信息公开平台*[政府]. 汽车环保. 详见: [www.vecc-mep.org.cn](http://www.vecc-mep.org.cn)
- 生态环境部机动车排污监控中心. (2016b). *VECC与JRC共同签署了合作备忘录* [政府]. 汽车环保. 详见: <https://www.vecc.org.cn/hzjl/1877jhtml>
- Wang, B., Waygood, E. O. D., Daziano, R. A., Patterson, Z., & Feinberg, M. (2021). Does hedonic framing improve people's willingness-to-pay for vehicle greenhouse gas emissions? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 98, 102973. 详见: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102973>
- Wolfram, P., & Lutsey, N. (2016). *Electric Vehicles: Literature review of technology costs and carbon emissions*. 国际清洁交通委员会. 详见: <https://theicct.org/publication/electric-vehicles-literature-review-of-technology-costs-and-carbon-emissions/>

- Xie, Y., & Rodriguez, F. (2021). *Zero-emission integration in heavy-duty vehicle regulations: A global review and lessons for China* [Briefing]. International Council on Clean Transportation. 详见: <https://theicct.org/publications/china-hdv-reg-zev-review-sep21>
- Xiong, Y., & Wang, L. (2020). Policy cognition of potential consumers of new energy vehicles and its sensitivity to purchase willingness. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121032. 详见: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121032>
- Yang, L., He, H., Xie, Y., & Mao, S. (2022). *Measures for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Motor Air Conditioning in China* (Mobile Air Conditioning System) [Working Paper]. ICCT. 详见: <https://theicct.org/publication/mac-ghg-china-lvs-feb22/>
- Yang, Z., & Rutherford, D. (2019). *Japan 2030 Fuel Economy Standards* [Policy Update]. 国际清洁交通委员会. 详见: <https://theicct.org/publications/japan-2030-fuel-economy-standards>
- Yang, Z., Zhu, L., & Anup, B. (2016). *Review and evaluation of vehicle fuel efficiency labeling and consumer information programs*. 国际清洁交通委员会. 详见: <https://theicct.org/publications/review-and-evaluation-vehicle-fuel-efficiency-labeling-and-consumer-information>

## 附录 I 机动车模拟工具发展现状概述

表 A1 汇总了中国、欧盟、美国、韩国和日本的模拟工具开发相关的法规文件以及利益相关者访谈资料。本附录详细介绍了中国、欧盟和美国的情况。

**表A1.确定燃料消耗量和温室气体排放量的先进工具及中国重型车模拟工具**

	中国	VECTO (欧盟)	GEM (美国)	HES (韩国)	MLIT工具 (日本)
开发机构 (主管机构)	中国汽车技术研究中心	格拉茨技术大学代表欧盟委员会	美国环保署, (美国国家公路交通安全管理局)	环境部和国立环境科学院	日本国土交通省
实施日期	内测阶段	2017年12月	2011年1月	2019年第三次部署	2005年设定
适用法规及方法	重型车燃油效率标准 (工信部): GB 30510-2018; 测量 (工信部): GB/T 27840-2021 GB/T 19745-2021	重型车CO <sub>2</sub> 排放标准 油耗认证法规	重型车GHG排放量法规 (EPA); 重型车燃油效率标准 (NHTSA)	CO <sub>2</sub> 排放监测法规 (MOE, 预计2024年实施)	重型车燃油经济性标准 (MLIT)
车型范围	半挂牵引车、载货汽车、自卸汽车、普通客车和城市客车	N2类车辆 (GVW>7.5吨) 和N3类车辆  2022年扩展到货车 (GVW < 7.5吨)、城市客车和普通客车。	7类和8类牵引车列车和2b-8类专用汽车	整体式卡车: 牵引车和城市客车	柴油货车 (>3/5吨)、牵引车和城市客车
动力总成类型	柴油、混动、纯电动、CNG	柴油、汽油、乙醇、液化石油气、天然气。  2022年扩展到双燃料*、混动和纯电动汽车。  正在研究扩展到燃料电池电动汽车和氢气-内燃机汽车的可能性。	柴油、汽油、CNG、LNG	柴油、CNG	柴油
试验循环	针对各类重型车的中国特色循环工况: CHTC-C CHTC-LT CHTC-HT CHTC-D CHTC-TT C-WTVC 目前可用的定制循环。	5 VECTO循环工况: 城市工况 (UD) 区域工况 (RD) 长途工况 (LH) 城市多用途工况 (MU) 施工工况I。 目前可用的定制循环 (基于时间或基于距离)	5 GEM循环: CARB HHDDT循环 <sup>2</sup> 2个巡航循环 2个怠速循环 (仅用于专用汽车)	WHVC <sup>3</sup>  韩国-WHVC	对于小型重型货车: WLTC <sup>4</sup> 城市重型车: JE05 <sup>5</sup> 城际重型车: 重型车城际测试循环
相关产出	能耗(L/100km或kWh/100km等)	CO <sub>2</sub> 排放量 (g/km或g/t-km等)  油耗 (L/100km、g/t-km或MJ/km等, 2022年扩展到电能消耗量)  2022年扩展到挂车和半挂车对车辆CO <sub>2</sub> 排放量和能耗的影响。	CO <sub>2</sub> 排放量 (每英里g/t)  油耗 (每英里gal/1000t)	CO <sub>2</sub> 排放量 (g/km)  油耗(km/L)	油耗(km/L)

\* 仅适用于 2A 型双燃料发动机, 这意味着双燃料发动机在WHTC试验热态循环下的平均气体能量比为10%-90% (10% < GER<sub>WHTC</sub> < 90%) 且无柴油模式, 或者在WHTC试验热态循环下的平均气体能量比不小于90% (GER<sub>WHTC</sub> ≥ 90%), 但在怠速下能单独使用柴油, 并且无柴油模式。

2 CARB HHDDT指加州空气资源委员会的大型重型柴油卡车

3 WHVC指全球统一的车辆循环

4 WLTC指全球统一的轻型车测试循环

5 JE05指日本重型车城市测试循环

## 中国

几十年来，中国一直在积极研究能效和车辆模拟方法；最常用的是中汽中心开发的商用车能耗模拟工具。这款综合性模拟工具能够针对不同重型车类型、动力总成类型、行驶工况甚至驾驶习惯进行建模。该工具是根据 GB/T 27840（重型商用车燃料消耗量测试方法国家标准）中规定的传统重型车模拟方法开发的，目前其内部版本已升级扩展到混动和电动汽车。

该工具的最新版本可以模拟不同类型重型车在五种特定中国重型商用车行驶工况（CHTC）、中国世界瞬态车辆循环（C-WTVC）以及其他定制循环工况下的油耗；其中，CHTC包括CHTC-C（城市客车和普通客车）、CHTC-LT（小型重型货车，GVW ≤ 5500 kg）、CHTC-HT（大型重型货车，GVW > 5500 kg）、CHTC-D（自卸汽车）和CHTC-TT（半挂牵引车）。此外，中汽中心的验证结果表明，在 C-WTVC 工况下，半挂牵引车的模拟与测试结果之间的偏差仅为 4.37%，而载货汽车的偏差仅为 3.36%（Liu, 2021）。

## 欧盟

车辆能耗计算工具（VECTO）是由欧盟委员会开发的一款模拟工具，用于确定重型车的二氧化碳排放量和油耗。目前，VECTO仅适用于最大设计总质量（GVW）大于 7500 kg 且使用柴油、天然气、汽油、乙醇或液化石油气（LPG）燃料的内燃机货车。不过，随着认证法规的修订完善，这款工具也在不断更新升级。最新的修正案将把VECTO 的适用范围扩展到所有GVW大于 3500 kg的货车以及城市客车和普通客车，预计将于2022年7月实施。此外，挂车和半挂车制造商必须确定如何通过优化车身来降低整车油耗和二氧化碳排放量。最后，替代燃料的油耗和能耗模拟也将逐步集成到 VECTO 中。双燃料、混动和纯电动汽车预计最早将于 2022 年纳入VECTO，而燃料电池电动和氢内燃机汽车将于下一阶段纳入。

在VECTO 中可输入多项变量来界定一款货车车型的组件和子系统性能，其中包括发动机特性和油耗图、空气动力学特性、轮胎滚动阻力和传动效率等。VECTO 提供了五种行驶工况，以模拟车辆在实际使用中的不同运行条件，其中包括城市工况、区域工况、长途工况、城市多用途工况和施工工况。根据货车所属类别选择行驶工况与规定有效负载的特定组合，通过VECTO模拟运行来确定车辆的二氧化碳排放量和油耗。然后，分别确定各种行驶工况与有效负载组合的模拟结果。

## 美国

温室气体排放模型（GEM）由美国环保署（EPA）开发，用于确定7类和8类牵引车列车和2b-8类专用汽车是否符合 EPA 的温室气体排放标准和美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）的燃油效率标准（美国环保署，2011a）。最新版本为 GEM P2v3.5.1。该工具既被EPA用于制定温室气体排放标准，也被制造商用于证明合规性。该工具适用于规定的柴油、汽油和天然气重型车子类别（美国环保署，2016）。

与 VECTO 模型类似, 制造商测量每辆车的物理特性, 然后将各项测量值输入 GEM 模型, 其中包括发动机特性和参数图、空气动力学特性、轮胎滚动阻力和传动效率等。然后, 根据三个特定循环工况的加权平均值计算重型车的能源效率; 对于专用汽车, 采用五个循环工况, 其中包括 2 个附加的怠速循环。一些输入项的通用值通常从内置数据库中获取, 以减少每辆车的测试前准备工作。与 VECTO 相比, GEM 的驾驶员模型和换档策略存在重要差异 (Rodriguez, 2018; Sharpe 等人, 2016)。

## ANNEX II标识的车型分类

表 A2 给出了中国油耗标准中推荐的车型分类等级。请注意，对于载货汽车、自卸汽车、专用车、城市客车和普通客车，分类指标为总车重 (GVW)；对于半挂牵引车，分类指标为综合总重 (GCW)。

表A2.基于中国燃油效率标准的车型分类及对应的年行驶里程假设值

车型	车队名称	质量段等级*	年行驶里程假设值
普通载货汽车 (ST) 自卸汽车 (DT) 专用车 (UV)	ST1 / DT1 / UV1	3,500 kg-4,500kg	ST1 - ST5: 30,000 km DT1 - DT5: 25,000 km UV1 - UV5: 30,000 km
	ST2 / DT2 / UV2	4,500 kg-5,500kg	
	ST3 / DT3 / UV3	5,500 kg-7,000kg	
	ST4 / DT4 / UV4	7,000 kg-8,500kg	
	ST5 / DT5 / UV5	8,500 kg-10,500kg	
	ST6 / DT6 / UV6	10,500 kg-12,500kg	ST6 - ST9: 50,000 km DT6 - DT9: 30,000 km UV6 - UV9: 30,000 km
	ST7 / DT7 / UV7	12,500 kg-16,000kg	
	ST8 / DT8 / UV8	16,000 kg-20,000kg	
	ST9 / DT9 / UV9	20,000 kg-25,000kg	ST10 - ST11: 60,000km 其他: 35,000 km
	ST10 / DT10 / UV10	25,000 kg-31,000kg	
	ST11 / DT11 / UV11	大于31,000 kg	
普通客车和城市客车 (CB)	CB1	3,500 kg-4,500kg	CB1 - CB5: 55,000 km
	CB2	4,500 kg-5,500kg	
	CB3	5,500 kg-7,000kg	
	CB4	7,000 kg-8,500kg	
	CB5	8,500 kg-10,500kg	
	CB6	10,500 kg-12,500kg	CB6 - CB9: 60,000 km
	CB7	12,500 kg-14,500 kg	
	CB9	14,500 kg-16,500kg	
	CB9	16,500 kg-18,000kg	
	CB10	18,000 kg-22,000kg	
	CB11	22,000 kg-25,000kg	CB10 - CB11: 65,000 km
	CB12	大于25,000 kg	
半挂牵引车 (TT)	TT1	3,500 kg-18,000kg	TT1 - TT3: 60,000 km
	TT2	18,000 kg-27,000kg	
	TT3	27,000 kg-35,000kg	
	TT4	35,000 kg-40,000kg	TT4 - TT6: 65,000 km
	TT5	40,000 kg-43,000kg	
	TT6	43,000 kg-46,000kg	
	TT7	46,000 kg-49,000kg	TT7 - TT8: 70,000 km
	TT8	大于49,000 kg	