

世界各国乘用车燃油经济性及温室气体排放标准对比

the Pew Center on Global Climate Change 支持赞助

安锋

美国能源与交通技术有限公司

Amanda Sauer

世界资源研究所

2004 年 12 月

致谢：感谢环境保护组织 John DeCicco，国际能源组织 Lew Fulton，加拿大自然资源部 Paul Khanna，以及 Michael Walsh 在本文成文过程中给予的帮助和建议。

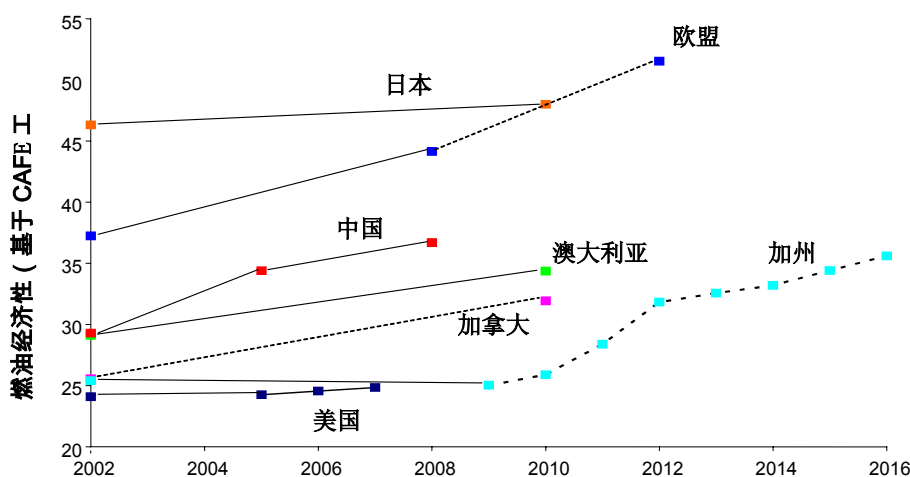
摘要:

全世界有九个主要国家和地区正在执行或已经提交了各类燃油经济性和温室气体排放标准。然而由于在政策方案、测试工况以及测量单位等方面的差异，这些标准之间很难进行比较。本文提出了一套方案来比较这些不同标准的严格程度，这些结论总结体现在图ES中，包括：

- 欧盟和日本制定实施的标准在全世界最严格；
- 美国在燃油经济性和温室气体排放方面的标准无论从历史来看还是基于现行政策未来的发展都滞后于其他国家和地区。美国 and 加拿大燃油经济性车队平均值要求最低，而用欧洲工况测试的温室气体排放率最高；
- 中国制定的新标准比澳大利亚、加拿大、加州和美国国家标准严格，但是没有欧盟及日本标准严格；
- 如果加州温室气体排放标准生效，美国和欧盟之间这方面的差距将缩小，但是加州标准还是没有欧盟标准严格。

世界各地燃油经济性和温室气体排放标准相对严格程度及执行年度由下图所示：

图ES-燃油经济性及温室气体排放标准对比（基于CAFE工况）



注：虚线表示已提交但还未执行的标准；燃油经济性为每加仑英里数

1. 背景介绍

全世界许多国家和地区的经验证明，机动车燃油经济性标准是控制交通领域石油需求和温室气体排放最有效的工具之一。尽管在过去的20年中美国在轻型车燃油经济性标准方面停滞不前，但世界上其他国家和地区，尤其是欧盟、日本，以及最近的中国和加州，在不断向前发展，制定了新的或加严的温室气体排放标准或燃油经济性标准。本文试图通过分析对比世界各地燃油经济性及温室气体排放标准的严格程度来为政策制定者在石油价格不断攀升，世界石油需求量不断增加，交通领域温室气体排放递增的背景下为采取合适的控制措施提供参考。

直接比较不同国家和地区的机动车标准比较困难。机动车燃油经济性标准可以通过多种方式表达，包括基于机动车燃油消耗量的数值标准（比如百公里油耗，L/100km）和燃油经济性（比如每加仑燃油行驶英里数，mpg，或每升燃油行驶公里数，km/L）。尽管机动车温室气体排放标准（用每行驶 1 英里排放温室气体量，g/mile，或每行驶 1 公里排放温室气体量，g/km）并不是设计用来直接控制石油消耗，但其对机动车燃油使用效率有直接的影响。

在详细讨论燃油经济性政策前，有必要知道世界各地还存在其它各种消减机动车燃油消耗的方案。这些方案包括但不限于：燃油税、财政激励、研发项目、技术方面强制性要求及目标、以及交通控制措施。这些方案中一些是用来推动节油车辆及技术，另外一些则是用来限制机动车需求及出行量的增加。

许多税收、财政和技术方案通过和燃油经济性及温室气体排放标准综合应用取得了不同程度的成功。例如，欧盟成员国内高额燃油税是该市场普遍使用小型且节油的机动车车型并且年度行驶里程数值较低最主要的原因。这些税务加强了汽车生产厂商方面为达到更低的温室气体排放目标的努力。加州零排放车的要求可能对电动车辆（例如纯电池电动车辆和混合动力车辆）研发投入的大幅度增加起到了一定作用。这些技术将为汽车工业成功达到提议的于 2009 年加州温室气体排放标准起到重要作用。而且，加州最近建议允许燃油经济性数值高于 45 英里每加仑的混合动力汽车使用高速路上只有乘坐多位乘客的车辆才能使用的通道来激励消费者对节油车辆的需求。目前只有丰田的先驱（Prius）、本田的思域混合动力（Civic Hybrid）以及 Insight 达到这个要求。表 1 总结了世界各地针对消减机动车燃油消耗量而使用的各种主要方案。

表 1：世界各地推动节油车辆的措施

提高燃油经济性方案	措施/形式	国家、地区
燃油经济性标准	数值标准：每加仑行驶英里数，每升行驶公里数或百公里油耗	美国、日本、加拿大、澳大利亚、中国、台湾、南韩
温室气体排放标准	克每公里 或 克每英里	欧盟、美国加州
高额燃油税	燃油税至少比原油基价高 50 %	欧盟、日本
财政补贴	基于发动机尺寸、效率及二氧化碳排放实施税务减免	欧盟、日本
研发项目	为特殊技术及替代燃料技术提供补贴	美联邦、日本、欧盟
经济处罚	高油耗税	美联邦
技术要求及目标	要求销售零排放车辆	美国加州
交通控制措施	允许混合动力使用 HOV 通道，禁止 SUVs	加州、弗吉尼亚州及其它州（混合动力使用 HOV 通道），巴黎（禁止 SUV）

注：本表所列措施并不包括所有措施

尽管所有这些与燃油效率有关的措施都值得进一步深入研究，本报告主要集中讨论并比较全世界现在已经存在或已经提交的燃油经济性和温室气体排放标准。本报告剩余部分内容如下：第二部分详细介绍了世界上已经建立或提交的机动车标准的国家和地区；第三部分论述了与各种不同机动车标准有关的事项，并提供了一种全新的比较这些标准的方法；基于这种方法，第四部分比较了全世界各个国家和地区机动车标准的相对严格程度。

2. 综述：制定有机动车燃油经济性和温室气体排放标准的国家和地区

全世界有 9 个国家和地区已经建立或提交了机动车燃油经济性标准或温室气体排放标准（表 2）。这些国家和地区包括了大多数发达国家，例如美国、欧盟、日本、加拿大和澳大利亚。中国大陆和南韩最近建立了新的机动车燃油效率标准，而台湾 10 多年前就已经拥有自己的燃油经济性标准。欧盟通过谈判设立自愿的机动车二氧化碳排放率目标，以此作为控制温室气体排放的手段。加州最近也提交了自己的机动车温室气体排放标准。经济合作与发展国家 30 个成员中，只有墨西哥和冰岛现在没有针对机动车的燃油经济性或温室气体排放的项目。

由于各种不同历史的、文化的和政治的原因，不同国家和地区选择建立了不同的燃油经济性或温室气体排放标准。这些标准严格程度各不相同，这表现在这些标准的形式和结果，机动车燃油经济性或温室气体排放水平的测量，即测量方法，还表现在不同的执行要求，比如强制或是自愿。

表 2 全世界机动车燃油经济性和温室气体排放标准

国家/地区	类型	单位	对象	测量方法 ^a	执行要求
美国	燃油	mpg	小汽车和轻型卡车	美国 CAFE	强制
欧盟	CO ₂	g/km	所有轻型车队	欧盟 NEDC	自愿
日本	燃油	km/L	按重量区分	日本 10-15	强制
中国大陆	燃油	L/100-km	按重量区分	欧盟 NEDC	强制
加州	温室气体	g/mile	小汽车和 1 类及 2 类轻型卡车 ^b	美国 CAFE	强制
加拿大	燃油	L/100-km	小汽车和轻型卡车	美国 CAFE	自愿
澳大利亚	燃油	L/100-km	所有轻型车队	欧盟 NEDC	自愿
台湾、南韩	燃油	km/L	发动机大小	美国 CAFE	强制

^a 测试方法包括美国综合平均燃油经济性（CAFE），新欧洲行驶工况（NEDC），和日本 10—15 工况。详见附件。

^b 1 类和 2 类轻型卡车是轻型卡车的种类

绝大多数主要工业化国家对新机动车执行这些标准来削减机动车燃油消耗量及二氧化碳排放。然而三个最大的机动车市场（美国、欧盟和日本）立法限制燃油经济性的方法却各不相同。美国使用综合平均燃油经济性标准，要求每个汽车生产厂商生产的乘用车和轻型卡车分别达到规定的车队平均燃油经济性水平。加拿大汽车工业自愿执行美国的 CAFE 标准，然而加拿大政府表示到 2010 年要将乘用车燃油消耗量削减 25%。加州最近提交了一个温室气体排放标准，该标准要求每

个生产厂商生产的两类轻型机动车都必须分别达到这两类车的车队平均温室气体排放目标。

在欧盟，汽车工业界与政府签订了一个自愿协议，协议要求到 2008 年机动车二氧化碳排放车队平均低于 140 g CO₂/km。澳大利亚汽车工业界与政府也签订了一个类似的自愿协议，承诺到 2010 年机动车燃油消耗车队平均水平低于 6.8 L/km。这些方案与美国 CAFE 政策相对照，前者要求整个汽车工业达到一个特定的目标，而后者要求每个公司达到分别针对乘用车和轻型卡车的标准。

日本和中国大陆一样，燃油经济性标准都基于车辆的重量分类，机动车必须达到它们各自所属重量级别对应的标准要求。与此相似，台湾和南韩的燃油经济性标准基于发动机的大小分类。然而中国大陆采用的是欧盟的测试方法，而台湾和南韩采用类似美国 CAFE 的方法。日本则采用它自己的一套测试方案。

以下详细描述了各个国家和地区采用的标准。其中的一些标准按照第三部分描述的方法被转成等同于美国 CAFE 的 mpg 数值。

2.1. 美国

1973 年石油危机直接导致美国国会通过了能源政策和节约储备法案（1975），以达到消减美国对进口石油的依靠。这个法案包括了 CAFE 项目的建立，该项目要求汽车生产厂商在美国销售的轻型乘用车达到一定的销售额权重平均的燃油经济性标准。

CAFE 项目区分了乘用车和轻型卡车，这两者分别有自己的标准限值。法规中乘用车被定义为能够搭载 10 个或者 10 个以下乘员在道路上行驶的四轮车辆。而轻型卡车则包括被设计成不在道路上行驶的四轮车辆以及重量在 6000 到 8500 磅之间，并且具有卡车特性的车辆。

乘用车和轻型卡车的区别包括在最开始的 CAFE 立法中，那时候轻型卡车仅仅占整个车队很少的比例，并且最常见的轻型卡车就是皮卡，这些皮卡主要用于商业和农业目的。但从那时起，乘用车和轻型卡车的区别变得越来越模糊。汽车生产厂商制造了介于两者之间，包含各自部分特征的车辆。同时，归类于卡车的轻型车（比如小型货车和运动型多功能车）被主要用作个人交通工具。结果导致自上世纪 80 年代中期以来用作乘用车的轻型卡车飞速增长，以及从 1988 年到现在轻型车车队的燃油经济性整体下降了 7%。¹

乘用车的 CAFE 标准限值自 1985 年以来一直没有改变，始终维持在 27.5mpg（然而，上世纪 80 年代末由于汽车生产商的请求，标准甚至倒退了几年）。² 轻型卡车的标准最近从 2004 年的 20.7mpg 提高到了 2005 年的 21.0mpg，2006 年的 21.6mpg 和 2007 年的 22.2mpg。³ 参阅图 1 中燃油经济性标准发展历史及乘用车和轻型卡车及整个轻型车车队分别对应的实际燃油经济性平均值。图 1 显示自 1988 年以来车队平均 CAFE 燃油经济性一直在下降。

¹ 美国环保局，轻型车汽车技术及燃油经济性发展趋势：1975-2004

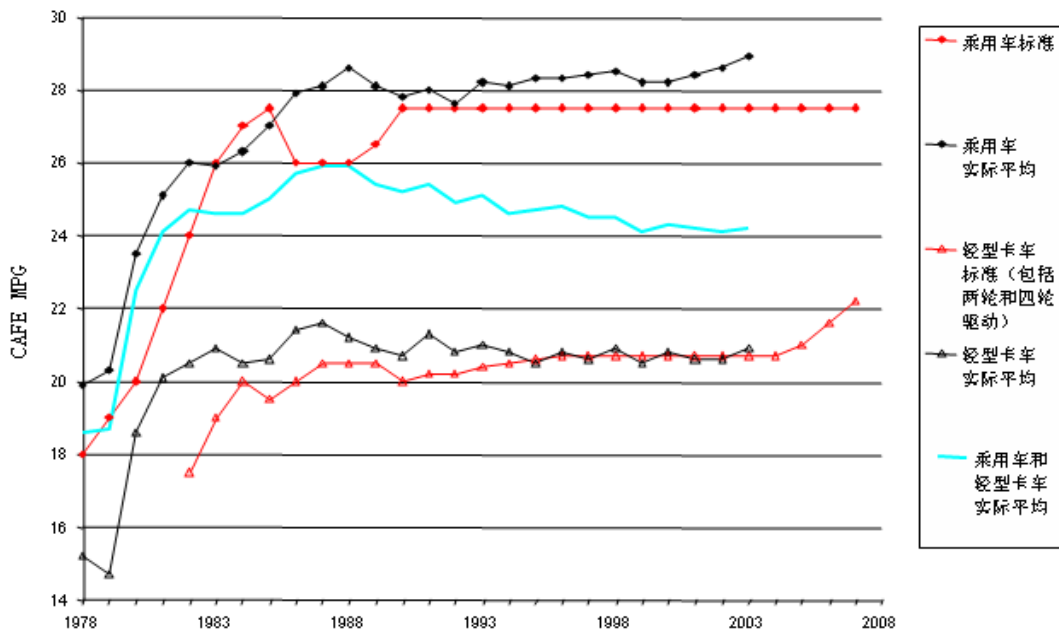
² 有关这些请求的更多信息请参阅美国关注科学家联合会 (UCS) 报告，慢车道的生活-2003

³ 联邦注册登记数据摘要 68 FR 16867，2003 年 4 月 7 日

各个汽车生产厂商之间的竞争在燃油经济性标准设计中得到了明显体现。举例来说，为了保护美国国内汽车行业就业，立法者制定了法规要求厂商的国产车队和进口车队分别达到 27.5mpgCAFE 标准。⁴对一辆车而言，不论是谁制造的，只要 75%或以上的成本部分来自美国、加拿大或者墨西哥，这辆车都被认为是国产车队的一部分。反之，则被认为是进口车（然而尼桑在 2006 到 2010 车型年内免除了这个条款限制）。⁵对轻型卡车而言，这种国产车队和进口车队的区别不再存在。

针对乘用车的 CAFE 标准还存在一些特例。第一，这些标准仅仅适用于负荷当重小于或等于 8500 磅的车辆。这就意味着许多皮卡和一些大型的运动型多功能越野车和卡车（包括通用的悍马和福特的 Excursion）被归类于重型车（超过 8500 磅），因此生产商在计算是否达到 CAFE 要求并不考虑这部分车辆。2002 年 2 月，橡树岭国家实验室⁶为美国能源部准备的一份研究发现 1999 年有 521,000 辆重量在 8500 磅到 10000 磅之间的卡车售出，其中绝大部分（82%）是皮卡，相当一部分（24%）是柴油车。1999 年年底，580 万辆这种卡车在路上行驶，占轻型卡车年度行驶里程总数的 8%，以及轻型卡车燃油消耗量的 9%。

图 1: CAFE 标准与乘用车及轻型卡车实际燃油经济性对比*



注：两条红线分别代表乘用车和轻型卡车 CAFE 标准；两条黑线则代表乘用车和轻型卡车分别对应的实际车队平均燃油经济性。淡蓝

⁴ 之所以区别国产车和进口车是为了阻止美国汽车公司进口能效高的车辆来弥补国产的能效差的车辆。这种区别对待主要是为了保证在美国生产能效高的车辆来使国产车队达到 CAFE 的要求，然而现在越来越多的汽车部件来自世界各地，这种区别对待能够带来的实际效果也就越来越小。

⁵ 美国交通部数据摘要 NHTSA 2004-17015，通知 2

⁶ 橡树岭国家实验室交通分析中心. 交通能源数据手册: 2002

色线代表乘用车和轻型卡车两者综合达到的车队平均燃油经济性。当达到的燃油经济性高于标准，则意味着该公司能够达到标准要求；否则他们将受到财政处罚。然而，除了公司用以前获得的信用额度，CAFE 计算可能也包括双燃料和替代燃油汽车。

第二个值得注意的例外就是 CAFE 标准为替代燃料汽车和双燃料汽车提供了燃油经济性计算的特别处理方法。替代燃料汽车的燃油经济性通过其燃油经济性（等效于每加仑汽油或柴油行驶里程）除以 0.15 得到。因此如果一辆替代燃料汽车具有 15 mpg 的燃油经济性，事实上它等同于具有 100 mpg 燃油经济性的汽车。同样的方法也适用于双燃料汽车，计算时按照替代燃料占全部使用燃料的比例进行调整。然而实际中双燃料汽车经常是只使用汽油或柴油，而不是使用和替代燃料的混合物，因此夸张了这些车辆的实际燃油经济性。从 1993 年到 2004 年，生产厂商乘用车或轻型卡车替代燃料汽车或双燃料汽车燃油经济性的提高上限定在 1.2mpg。2004 年 10 月，尽管汽车生产厂商通过替代燃料汽车或双燃料汽车增加的燃油经济性最大允许数值被减少到 0.9mpg，替代燃料汽车这种特殊的待遇被确定延伸至 2008 年。⁷

没有达到 CAFE 标准的财政处罚最近从该年份生产的每一辆车每 0.1mpg 罚款 5 美金增加到 5.5 美金。而且，不达到 CAFE 标准将承担法律责任，这进一步限制了美国本土公司不遵守标准的行为。到目前为止，只有外国公司违反 CAFE 标准而被罚款。为了避免这种罚款，生产厂商可以通过获得 CAFE 信用额来弥补他们 CAFE 表现的欠缺。具体来说，当某一年乘用车或者轻型卡车车队的燃油经济性平均值超过了 CAFE 标准，厂商就能获得信用额。信用额度的多少通过该年度燃油经济性超过 CAFE 标准数值 0.1mpg 的多少乘以该年度生产的汽车总数计算得到。这些信用额度能够应用在获得该信用额度所在的车型年之前的连续三个车型年或者之后的连续三个车型年。

2.2. 加州

2002 年，加州立法要求加州空气资源委员会最大限度而且有效的消减加州机动车温室气体的排放。2004 年 9 月，加州空气资源委员会批准了该法律草案，现在正处于州立法机构一年的审查期中。如果立法机构没有更改草案，2006 年 1 月 1 日后该草案将正式成为州法律。标准将对 2009 车型年乘用车生效。纽约州、马塞诸塞州、新泽西州、迈阿密州、康涅狄格州、罗德岛州、佛蒙特州和华盛顿州⁸都在考虑采纳加州的该项法律。加拿大也表示出紧跟加州的意向。这些州以及加拿大和加州一起占据了北美除墨西哥以外销售的所有乘用车中的大概 30%。⁹

加州空气资源部提交了 2009 年到 2012 年生效的短期标准，以及 2013 年到 2016 年生效的中期标准。温室气体排放标准将和其他轻型和中型机动车排放标准一起直接纳入现有的低排放机动车项目。¹⁰ 相应的，乘用车和 1 类轻型卡车（PC/LDT1，包括所有乘用车和测试重量小于 3750 磅的轻型卡车）将有温室气体排放车队平均值的要求。第二类是 2 类轻型卡车（LDT2），指测试重

⁷ 美国交通部数据摘要 2001-10774；通知 3

⁸ Hal Bernton, “提议更严格的汽车排放标准。”西雅图时报, 2004 年 12 月

⁹ 基于 Ward's Vehicle Facts & Figures 2003 中数据计算得到

¹⁰ 低排放机动车项目适用于乘用车、轻型卡车和中型卡车（重量在 8500 到 10000 磅之间），其建立了机动车尾气排放标准

量大于 3751 磅，当重小于 8500 磅的轻型卡车。¹¹ 重量在 8500 磅到 10000 磅之间的中型乘用车归于 2 类轻型卡车，执行该类的温室气体排放标准。

短期标准和中期标准都将分阶段生效。表 3 摘录了加州空气资源委员会通过的温室气体排放标准。

表 3：加州空气资源委员会通过的标准

期间	年份	温室气体排放标准 (g/mi)		CAFE 等效标准(mpg)	
		PC/LDT1	LDT2	PC/LDT1	LDT2
短期	2009	323	439	27.6	20.3
	2010	301	420	29.6	21.2
	2011	267	390	33.3	22.8
	2012	233	361	38.2	24.7
中期	2013	227	355	39.2	25.1
	2014	222	350	40.1	25.4
	2015	213	341	41.8	26.1
	2016	205	332	43.4	26.8

来源：加州环保局空气资源部，2004 年 8 月

立法也引导厂商在法律生效前（2000 车型年到 2008 车型年）就开始消减温室气体排放，这样可以获得排放消减信用额。在早先的信用额计算中，厂商 2000 车型年到 2008 车型年之间的车队平均排放将和短期标准在累积的基础上进行比较。累积排放低于短期标准的生产厂商将获得信用额。情况类似，信用额能够在逐渐过渡的年份累积，然后用来在过渡年份结束后最多一年内以全值弥补违规情况，或者在过渡年份结束后的第二年和第三年内以折扣值来弥补违规。

加州空气资源委员会计算得到温室气体排放标准到 2020 年将减少 17% 的轻型车队温室气体排放，到 2030 年则达 25%¹²。然而按照绝对数值来说，到 2020 年由于立法导致温室气体排放的减少将小于由于机动车数量和行驶里程增加而增加的温室气体排放，然后到 2030 年会稳定在今天的温室气体排放水平。

汽车工业已经于 2004 年 12 月在法庭上开始控告加州空气资源委员会的这些条款，声称温室气体排放和燃油经济性紧密相关，只有联邦政府有权力在 CAFE 立法框架内规范燃油经济性。加州政府官员包括州长，继续坚持这些条款的实施，他们认为限制的是温室气体，而不是燃油经济性，州政府有在清洁空气法案内这样做的权利¹³。

¹¹ 测试重量包括车辆净重再加一个 300 磅乘客的重量，并基于 250 磅进行进舍；毛重主要适用于 2b 类到 8 类卡车，其包括机动车净重再加上负载

¹² 加州空气资源委员会关于机动车温室气体减排最大可行性及效益分析报告,2004 年 8 月.

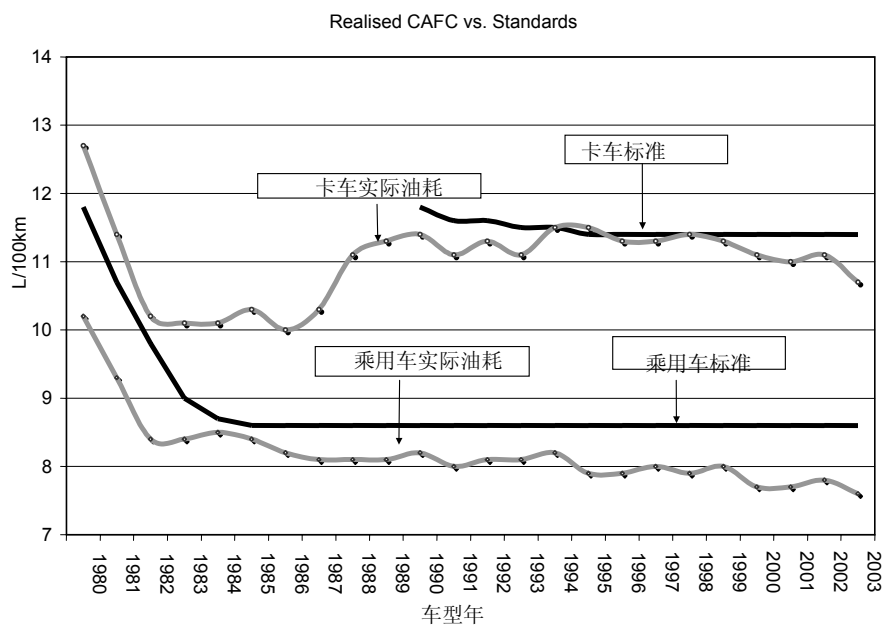
¹³ 因为加州法规领先于清洁空气法案（CAA），在清洁法案中加州具有特别的地位，被允许制定自己的针对机动车的空气污染法规。其他州则强制要求执行联邦法规或者加州法规。

2.3. 加拿大

1976年加拿大首次引入乘用车车队公司平均燃油消耗（CAFC）目标。这个自愿性目标等效于 CAFE，但是通过百公里油耗来衡量（L/100km）。1982年通过立法确定燃油经济性项目为强制性要求而非自愿，如果违反将被处以罚款。尽管国会通过了立法，这个法案并没有进入实施，因为汽车工业同意自愿遵守这个法案中的要求。这个法案和美国的 CAFE 项目中关键的法规完全一致，包括信用额度体系，违反法规将处以罚款，并且也使用美国的 CAFE 测试工况来决定燃油消耗。美国 CAFE 系统和加拿大 CAFC 目标之间的一个区别是加拿大并不象美国那样区分国产车和进口车。

加拿大的目标是一直和美国的标保持同步，总的来说平均燃油经济性比美国要高出 3%左右。图 2 给出了加拿大平均燃油消耗和标准。这部分是因为不同的税收法规（燃油、车辆、收入），也部分因为两个国家不同的产品销售构成。总的讲加拿大人比美国人购买了略少的皮卡、运动型多功能越野车和略多的小型面包车。¹⁴ 并且，乘用车和轻型卡车的分配比例自 1997 年以来一直相对比较稳定，大概一个 55%，另一个 45%¹⁵；而在美国，轻型卡车的市场份额持续增长，2003 车型年轻型卡车首次销售额超过乘用车。¹⁶

图 2: 加拿大实际的公司平均燃油消耗与标准对比



来源：加拿大自然资源部

注：两条黑实线分别代表乘用车和轻型卡车 CAFC 标准。两条灰线则代表乘用车和轻型卡车分别达到的车队平均燃油消耗水平。当达到的燃油消耗水平比标准低，则表明公司能够达到标准，否则相反，公司也就会受到经济处罚。

¹⁴加拿大人不仅在购买的车型上与美国人不太一样，而且在车的拥有率上比美国人要低。2004 年加拿大 70%的驾龄人群拥有自己的车，而美国是 102%。

¹⁵ 与加拿大自然资源部 Paul Khanna 的私人交流, 2004 年 11 月

¹⁶ 基于来自机动车新闻数据中心 (Automotive News' Data Center) 的数据进行计算
<http://www.autonews.com/datacenter.cms>

最近加拿大政府宣称作为加拿大达到东京条约规定的消减二氧化碳计划中的一部分，将整个车队的平均燃油消耗降低 25%。这个削减目标导致环境部长和汽车工业就这样一个目标的可行性展开了激烈的辩论，然而基准年还需要确定。加拿大已经表示将考虑采用加州的标准，因为该标准同样将减少乘用车温室气体排放 25%。¹⁷ 加拿大乘用车销售额基金美国销售额的 10%。



2.4. 欧盟

欧洲汽车工业目前承诺通过与欧盟委员会达成的自愿协议来消减乘用车二氧化碳排放。1998年3月签订的ACEA (Association des Constructeurs Européens d' Automobiles) 协议是一个集体承诺，欧洲汽车生产厂商协会及它的成员承诺自愿消减在欧盟销售的机动车二氧化碳排放率。特别是这个协议建立了整个汽车工业在欧洲销售的新机动车的平均机动车排放目标，协议规定到2008年，在欧洲销售的新机动车要达到每公里行驶排放140克二氧化碳的平均目标，并且有可能将该协议延伸到2012年的120克二氧化碳每公里。另外，之前的2003年有一个中期标准范围为165-170克二氧化碳每公里。最近的监测报告显示欧洲和日本的汽车公司会达到这个目标，而韩国公司落在了后头。¹⁸

这份协议包括所有成员公司（宝马、戴姆勒-克莱斯勒、菲亚特、福特、通用、保时捷、标志雪铁龙、雷诺和大众集团）在欧盟生产和进口到欧盟的车辆。作为与ACEA协议的一部分，欧盟委员会1998年开始与韩国公司（韩国汽车生产商联合会KAMA包括大宇、现代、起亚和双龙）和日本公司（日本汽车生产商联合会JAMA包括大发、本田、五十铃、马自达、三菱、尼桑、斯巴鲁、铃木和丰田）展开类似的谈判。JAMA和KAMA同意作出类似ACEA的承诺，但加入如下变动的事项：（1）KAMA到2004年才达到2003年中期目标；（2）JAMA2003年的中期目标范围更宽一些，为165-175克二氧化碳每公里；（3）JAMA和KAMA都有额外的一年时间来达到最终的140克二氧化碳每公里目标值。总的来说，自愿协议包括的这些公司销售的所有车辆占据了整个欧盟市场汽车销售额的90%。

根据欧盟成员国数据，2002年ACEA新车车队的平均二氧化碳排放为165克二氧化碳每公里（汽油乘用车为172g/km，柴油乘用车为155g/km，替代燃料乘用车为177g/km）。这些排放结果与2003年中期目标范围165-170gCO₂/km保持一致。¹⁹与2001年相比，排放降低了1.2%。在承诺的最后阶段，汽车公司需要加倍努力来达到目标。图3显示了ACEA成员、JAMA成员和KAMA成员在这协议下相对未来目标值取得的进展。

柴油车销售额的增长使得汽车公司更加容易达到2003年的中期标准，并且可能为达到2008年最后目标起到重要作用。柴油车占欧盟新车销售比例从1990年的14%增加到了2003年的44%，并且到2007年预计将达到52%。对柴油车的强劲需求主要原因是税收激励（柴油燃料税更低，欧

¹⁷ Danny Hakim, “加拿大制订汽车排放消减目标” 纽约时报, 2004年11月18.

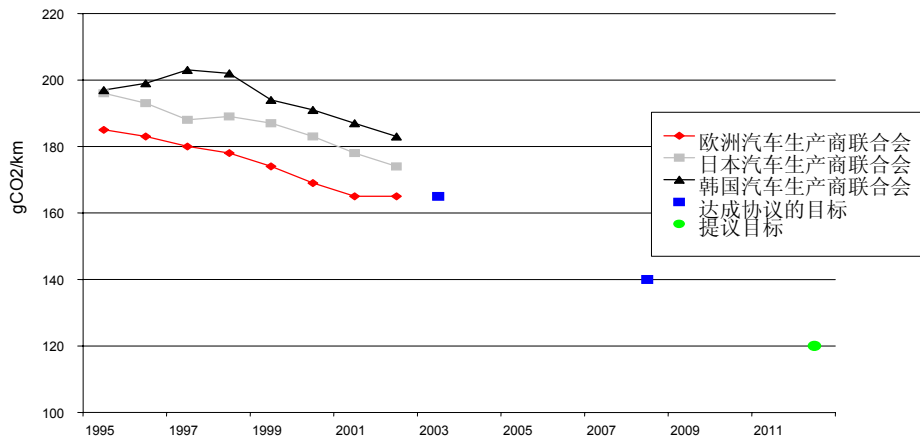
¹⁸ 欧盟委员会，执行欧共体消减机动车二氧化碳排放战略：第四次策略有效性年度报告（2002报告年），2004

¹⁹ 更多关于中期目标的信息请参阅欧盟委员会，执行欧共体消减机动车二氧化碳排放战略：第四次策略有效性年度报告（2002报告年）

盟有些国家柴油车的进口税更低）、高油价（因为柴油车燃油经济性比相同的汽油车要好大约25%），以及柴油发动机的优异驾驶性能。尽管柴油车的销售使得汽车公司达到2008年140gCO₂/km目标值进展顺利，但是仅仅依靠销售柴油车来达到2012年的120gCO₂/km将非常困难。

尽管部分工业界不愿将ACEA协议拓展到2012年的120gCO₂/km目标，欧盟委员会最近重申了将平均每辆车二氧化碳排放消减到这个数值的目标。²⁰ 2012年的承诺可能将基于更宽泛的一些列措施，包括税收激励、绿色汽车驾驶激励、替代燃料等。在从油井到车轮（生命周期）优良的排放特征基础上，以天然气为基础的燃料和生物燃料可能是备选的替代燃料之一。

图 3：ACEA 协议下的目标值和进展情况



2.5. 日本

日本政府为汽油和柴油驱动的轻型乘用车和商用车制定了一系列的燃油经济性标准，标准限值基于按重量分类的平均燃油经济性。汽油驱动的机动车将于2010年达标，而2005年是柴油驱动的机动车达标时间。2001年法规进行了修改以便让汽车生产厂商在某个重量类别积累信用额好用于其他的重量类别（尽管有很多限制）。表4和图4说明了燃油经济性标准对汽油机动车改善性能的要求。

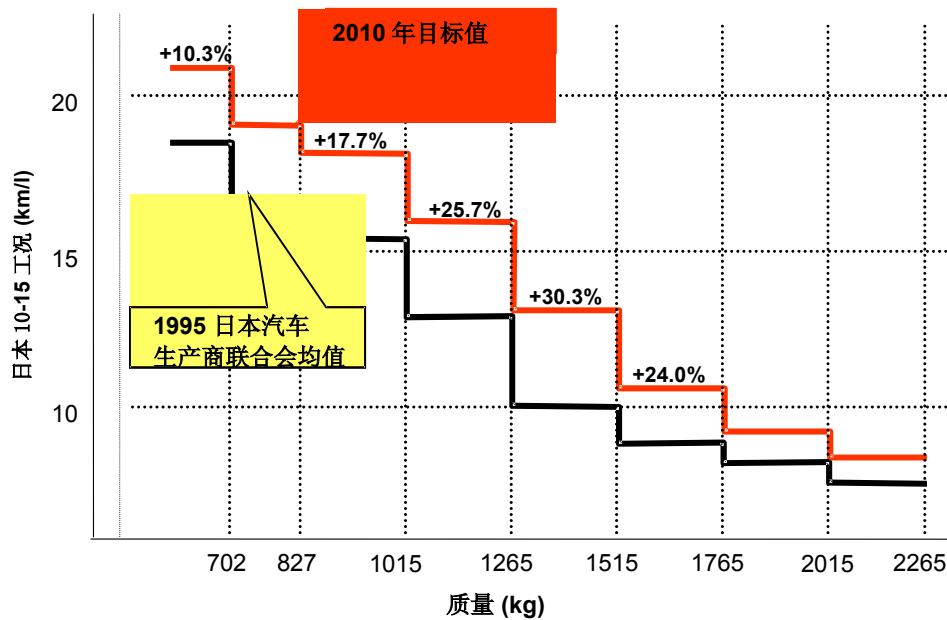
表 4：日本基于重量分级的汽油乘用车燃油经济性标准

基于最大净重的机动车分级		对应级别燃油经济性车队平均目标值	
公斤	磅	公里/升	英里/加仑
<702	<1,548	21.2	49.8
703–827	1,550–1,824	18.8	44.2
828–1,015	1,826–2,238	17.9	42.1
1,016–1,265	2,240–2,789	16.0	37.6
1,266–1,515	2,791–3,341	13.0	30.6
1,516–1,765	3,343–3,892	10.5	24.7
1,766–2,015	3,894–4,443	8.9	20.9
2,016–2,265	4,445–4,994	7.8	18.3
>2,266	>4,997	6.4	15.0

²⁰ Dan Thisdell 和 Wim Oude Weernink，布鲁塞尔做好了二氧化碳战斗准备，欧洲汽车新闻，2004年11月15日

假定机动车构成比例没有变化，这些目标的达到意味着相对 1995 年车队平均燃油经济性 14.6km/L，到 2010 年汽油乘用车燃油经济性将提高 23%，柴油车燃油经济性将提高 14%。根据日本政府的说明，提高的结果将导致 2010 年日本机动车的车队平均燃油经济性达到 35.5mpg。²¹ 法规也包括没有达标相应的处罚，但是处罚力度很小。而且，2002 年在日本销售的大部分车已经达到了 2010 年的标准。

图 4：基于重量分类的日本汽油乘用车燃油经济性标准



来源：日本交通部

2.6. 澳大利亚

在过去的 25 年澳大利亚汽车工业联合会 (FAI) 制定了一些减少在澳大利亚销售的新乘用车燃油消耗的法规。第一项法规在 1978 年到 1987 年之间生效。如图 5 所示，上世纪 80 年代汽车工业没有达到 FAI 的目标。但是，同期燃油消耗的减少还是非常显著。

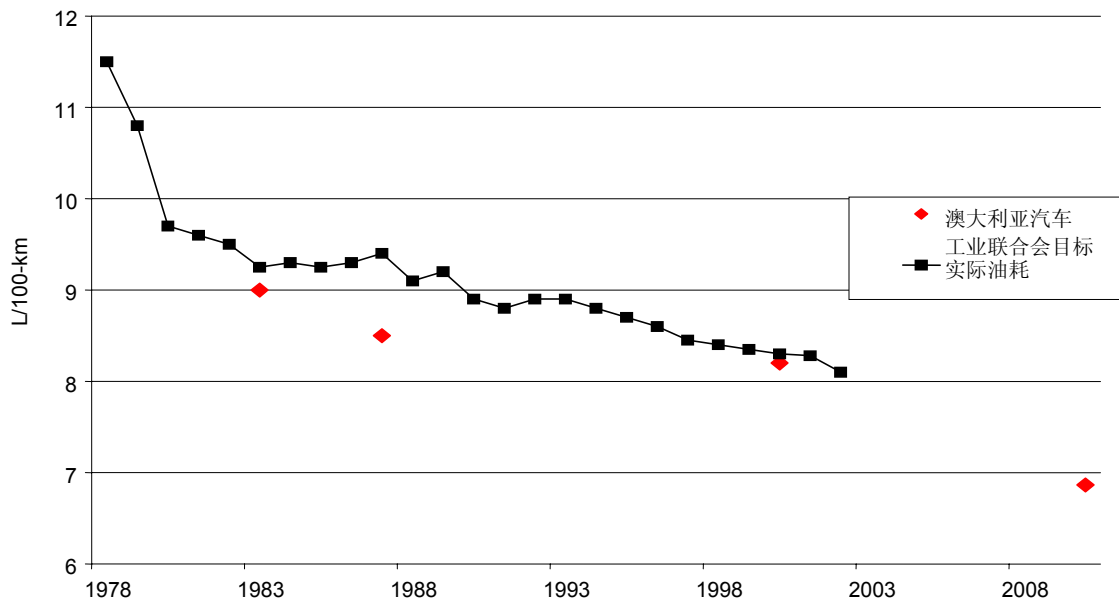
第二阶段的自愿执行法规于 1996 年早期被交通部、第一产业部和能源部采纳。在这项法规下，FAI 成员宣布了他们到 2000 年将乘用车国家燃油消耗均值 (NAFC) 消减到 8.2L/100km (约 29mpg) 的意愿 (受制于某些条件)。并且 FAI 同意在 2000 年到 2005 年的计划中继续保

²¹ 这个数据没有被转换成 CAFE 测试工况下的数值。请注意表 4 中最右端的列中数据已经被转换成 CAFE 等效 mpg，因此这列中所有重量级别标准的车队平均值将不正好是 35.5mpg。

持在 2000 年以前燃油消耗均值耗提高改善的速度。这项自愿执行法规一直到 2001 年 7 月保持有效。

2003 年澳大利亚宣布了 FCAI 与政府达成的第三期自愿燃油消耗协议。这项协议要求汽车工业在 2002 年机动车燃油消耗的基础上到 2010 年将乘用车车队平均燃油消耗减少 18%。FCAI 中同意这个目标的成员包括四个国内的乘用车生产厂商和所有主要的在澳大利亚进口和销售乘用车的国际品牌。和前两个协议一样，这个协议中没有特别的强制要求和惩罚措施。

图 5：澳大利亚平均燃油消耗和 FCAI 目标



来源：澳大利亚汽车协会和 FCAI

2.7. 中国

中国大陆最近刚通过针对乘用车的新燃油经济性标准以用来调节快速增长的机动车市场。这些标准的主要目的是减缓中国大陆日益增长的对进口石油的依靠，但是另外一个目的也是想促进外国汽车生产厂商将能源效率更高的汽车技术带入中国大陆市场。新的标准将分两个阶段执行：第一阶段从 2005 年 7 月 1 日开始对新的车型生效，一年后对旧车型生效。²²第二阶段从 2008 年 1 月 1 日对新车型开始生效，一年后对旧车型开始生效。

标准将乘用车按照重量划分为 16 类，包括轻于 750 公斤（约 1500 磅）的车辆到超过 2500 公斤（约 5500 磅）的车辆。标准对自动挡和手动档分别制定了要求，覆盖了小汽车、运动型多功能越野车和多用途货车（按照欧盟定义全部归类于 M1 类机动车）。但是运动型多功能越野车和多用途

²² 旧车型指在法规生效的期间内原有的还将继续生产机动车车型。关于中国标准的更多信息请参阅注释 24。

途货车不论它们使用何种变速箱，都按照自动档乘用车的标准来要求。标准没有制定对商用车和皮卡的要求。表 5 给出了中国大陆新的燃油消耗量限制标准，包括最高允许燃油消耗量的限制标准（L/100km）或者最低 CAFE 等效 mpg 限值。图 6 给出了中国大陆标准对自动档汽车、运动型多功能越野车和多用途货车最低 CAFE 等效 mpg 限值。

中国大陆标准一个显著的特征是为每一个重量级别内的车辆制定了最高允许燃油消耗量限值，而不是车队平均值。每一种在中国大陆销售的车型都将被要求达到该车型所在重量级别内的标准要求。标准体系没有包括一个信用额制度来让达标车辆弥补未达标车辆。

由于中国大陆的数据不是公开的，因此现在中国大陆车队的燃油经济性水平不是很清楚，标准的严格程度和效果会如何也就难以估计。然而标准被设计成对末端车辆严格，也就是重量比较高的车辆级别对应的要求要比相对轻一些的重量级别严格得多。²³这样将鼓励汽车生产厂商在中国大陆市场生产轻一些的车辆。

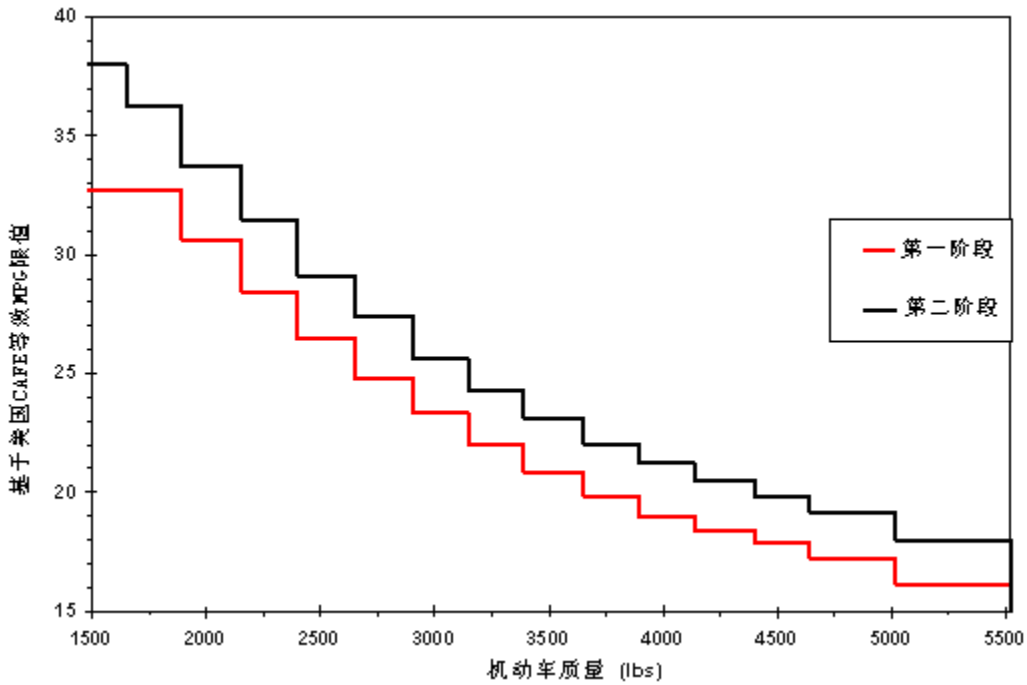
表 5：中国大陆乘用车最大允许燃油消耗量限值（L/100km）²⁴和最低 CAFE 等效 mpg 限值

重量 (磅)	最大燃油消耗量限值 基于 NEDC 工况 (L/100km)				最低燃油经济性限值 基于美国 CAFE 等效 (mpg)			
	第一阶段[2005]		第二阶段 [2008]		第一阶段[2005]		第二阶段[2008]	
	手动	自动/SUV	手动	自动/SUV	手动	自动/SUV	手动	自动/SUV
≤1,667	7.2	7.6	6.2	6.6	36.9	35.0	42.9	40.3
≤1,922	7.2	7.6	6.5	6.9	36.9	35.0	40.9	38.5
≤2,178	7.7	8.2	7.0	7.4	34.5	32.4	38.0	35.9
≤2,422	8.3	8.8	7.5	8.0	32.0	30.2	35.4	33.2
≤2,678	8.9	9.4	8.1	8.6	29.9	28.3	32.8	30.9
≤2,933	9.5	10.1	8.6	9.1	28.0	26.3	30.9	29.2
≤3,178	10.1	10.7	9.2	9.8	26.3	24.8	28.9	27.1
≤3,422	10.7	11.3	9.7	10.3	24.8	23.5	27.4	25.8
≤3,689	11.3	12.0	10.2	10.8	23.5	22.2	26.1	24.6
≤3,933	11.9	12.6	10.7	11.3	22.3	21.1	24.8	23.5
≤4,178	12.4	13.1	11.1	11.8	21.4	20.3	23.9	22.5
≤4,444	12.8	13.6	11.5	12.2	20.8	19.5	23.1	21.8
≤4689	13.2	14.0	11.9	12.6	20.1	19.0	22.3	21.1
≤5066	13.7	14.5	12.3	13.0	19.4	18.3	21.6	20.4
≤5578	14.6	15.5	13.1	13.9	18.2	17.1	20.3	19.1
> 5578	15.5	16.4	13.9	14.7	17.1	16.2	19.1	18.1

²³ 例如，世界资源研究所的一个分析报告显示美国现在销售的乘用车中 66%能够达到中国标准，但轻型卡车中仅 4%能够达标。更多信息请参阅 Sauer 和 Wellington 编写的《走高燃油经济性的道路》，世界资源研究所，2004 年 11 月。

²⁴引自中国汽车工业信息网，<http://www.autoinfo.gov.cn/zfwj/040330fg.htm>。

图 6：中国大陆自动挡乘用车和 SUVs/MPVs 燃油经济性标准(CAFE 等效 mpg)



2.8. 台湾

台湾远比中国大陆更早制定针对新机动车的燃油经济性标准。标准根据发动机大小（按排量）将机动车分为七类，覆盖了所有汽油、柴油乘用车，轻型卡车和重量小于 2500 公斤的商用车。摩托车有自己的另外一套标准。台湾标准使用美国 CAFE 测试工况来得到燃油消耗量。表 6 显示了根据发动机大小分类的台湾燃油经济性标准。

表 6：台湾燃油经济性标准

发动机大小 (根据气缸总排气量)	燃油经济性标准	
	km/L	mpg (CAFE 等效)
(cm ³)		
<1,200	15.4	36.2
1,200–1,800	11.6	27.3
1,801–2,400	10.5	24.7
2,401–3,000	9.4	22.1
3,001–3,600	8.5	20.0
3,601–4,200	7.8	18.3
>4,201	7.2	16.9

2.9. 南韩

南韩 2004 年 3 月宣布将首次执行强制性燃油经济性标准。国家燃油经济性标准 (AFE) 将取代现有但未执行的自愿性标准 (见表 7 中针对标准乘用车现有的自愿目标)。机动车通过使用美国 CAFE 城市测试工况来评估是否达到 AFE 标准。新的 AFE 标准在一定程度上是针对由于 SUVs 销售的增加而导致平均燃油经济性下降这种情况而制定。新的标准将从 2006 年开始对国产车生效, 从 2009 年开始对销售量低于 10,000 辆的进口车生效。然而, 年产 10,000 辆以上的公司还将受美国 CAFE 的制约。表 8 给出了针对标准乘用车和多功能乘用车的新 AFE 标准。标准从设计的角度来看主要针对小的汽车生产厂商和进口商。

表 7: 南韩现有针对标准乘用车的自愿燃油经济性目标

现有燃油经济性目标				
发动机大小 (根据气缸总排气量, cm ³)	1996		2000	
	km/L	mpg	km/L	mpg
		CAFE		CAFE
<800	23.4	64.9	24.6	68.2
800-1,100	20.3	56.3	21.3	59.1
1,100-1,400	17.3	48.0	18.1	50.2
1,400-1,700	15.4	42.7	16.1	44.6
1,700-2,000	11.4	31.6	12	33.3
2,000-2,500	9.9	27.5	10.4	28.8
2,500-3,000	8.5	23.6	8.9	24.7

表 8: 南韩针对轻型车的新平均燃油经济性标准

新燃油经济性标准		
发动机大小 (根据气缸总排气量, cm ³)	km/L	mpg
		CAFE
≤1,500	14.4	39.9
>1,501	9.6	26.6

在 AFE 体系中, 如果一种机动车超过了它对应发动机大小级别的相应要求, 它就获得一定信用额度, 这些信用额度能够用来弥补其他级别未达标的车辆。例如, 发动机排量小于 1500cm³ 的机动车获得的信用额能用来弥补该厂商生产的任何发动机排量超过 1500 cm³ 的未达标车辆。尽管韩国汽车生产厂商能够从这个信用额体系受益, 但是进口商由于不销售小发动机的机动车, 从而无法受益。

如果某个汽车生产厂商没有达到标准, 南韩政府将发布命令要求该厂商在一定期限内提高燃油经济性。如果有必要发布命令, 在发布改进命令之前, 所有汽车生产厂商都将有 6 年的过渡期 (直到 2009 年年底)。如果还是没有达到标准, 处罚实际是一种公开性的羞辱。尽管没有财政或者犯罪处罚, 南韩政府将公布所有没有达标, 也就是燃油效率低下的车辆。

3. 全世界机动车标准比较中涉及的问题及方法

前面部分针对世界上各种燃油经济性标准和温室气体标准进行了详细的描述。由于这些标准在结构、形式以及测试方法上各不相同，直接比较它们将很困难。以下章节首先指出了影响不同标准比较的关键因素，然后提出了一种通用的比较方法。

3.1. 测试工况的差异

一些国家开发了自己独立的测试方法来测量机动车尾气排放和燃油经济性。这些测试方法被其他国家不同程度的采用。测试方法中一个关键的因素就是选择测试工况，理想情况是该工况能够代表该国实际路上机动车行驶状况。²⁵由于机动车尾气排放和燃油消耗水平对机动车行驶状况非常敏感，同样一辆车在不同国家将表现出完全不同的燃油经济性和温室气体排放水平。这就给比较世界各地机动车标准带来了极大的挑战。

世界各国和地区主要采用三种不同的测试工况来决定燃油经济性和温室气体排放水平：新欧洲行驶工况（NEDC），日本 10-15 工况，和美国的 CAFE 工况。表 9 给出了这三种工况的平均速度，还给出了基于 2002 车型年福特 Focus 为例各个测试工况下的不同燃油经济性。²⁶有关测试工况对燃油经济性影响的更多讨论见附件。

美国 CAFE 测试工况有两个组成部分：城市道路行驶和高速道路行驶。综合的 CAFE 工况包括 55% 的城市道路行驶和 45% 高速道路行驶。²⁷然而有些国家，例如南韩，仅用 CAFE 中的城市工况。这三个测试工况在平均速度、持续时间、行驶距离、加速和减速特征，以及启动和停止频率上有很大的不同。所有这些因素都显著的影响燃油经济性。通常来说，测试工况的平均速度和对应的燃油经济性正相关。

表 9：美国、欧盟和日本测试工况比较

测试工况	平均速度 (mph)	样车 ^a mpg 指标	以 CAFE 为基础的 平均调整因子	采用国家和地区
美国综合 CAFE 工况	29.8	30.9	1.00	美国、加拿大、台湾、加州
NEDC	20.9	27.0	1.13	欧盟、中国大陆、澳大利亚
美国城市工况	19.5	26.8	1.18	南韩
日本 10-15 工况	14.8	22.5	1.35	日本

^a2002 车型年的福特 Focus 用来作为样车

²⁵ 然而在现实生活中，这些工况可能和机动车在路上的实际行驶状况有很大的差异，结果导致机动车认定的燃油经济性指标和实际行驶的燃油经济性水平之间存在差异，通常实际值要差。

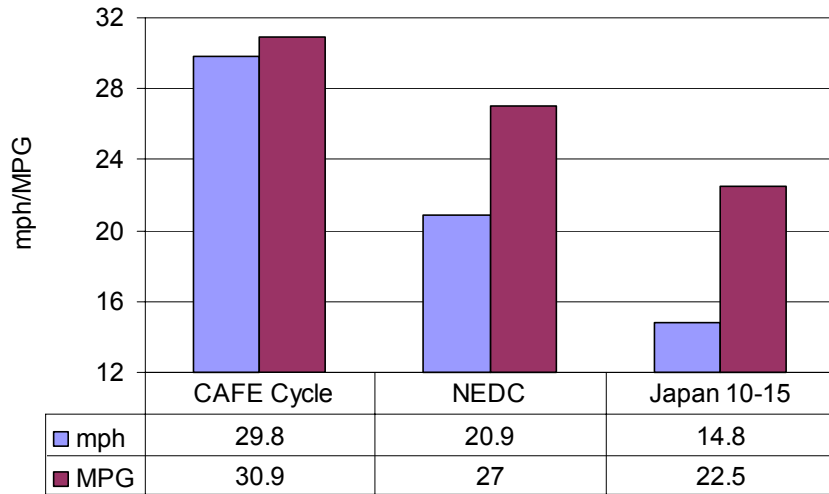
²⁶ 结果基于计算机仿真模型 MEEM 模拟计算得到。

²⁷ $CAFE\ mpg = 1 / (0.55 / mpg_{City} + 0.45 / mpg_{HWY})$ ， mpg_{City} 指美国环保局城市工况下的燃油经济性指标， mpg_{HWY} 指美国环保局告诉道路工况下的燃油经济性指标

美国综合 CAFE 工况平均速度最高，接近 30 mph，针对样车的燃油经济性指标也最高，将近 31mpg。NEDC 工况的平均速度约 21mph，对应样车的燃油经济性指标约 27mpg。美国工况的平均速度约为 20mpg，对应样车的燃油经济性指标约为 27mpg，这和 NEDC 工况的情况非常类似。日本工况的平均速度约 15mph，样车燃油经济性指标为 23mpg。不同工况下燃油经济性指标的差异大小对不同的车型也将发生变化。平均来说，基于附件中描述的计算机仿真模型，我们计算得到 CAFE 工况数值比 NEDC 工况数值要高 13%，比日本工况数值高 35%。²⁸换句话说，将基于欧洲测试工况得到的燃油经济性指标转换为基于美国 CAFE 工况的燃油经济性指标需要乘以一个转换因子 1.13。同样的，如果将日本工况下测试得到的燃油经济性指标转换为美国 CAFE 工况下的数值，需要乘以转换因子 1.35。图 7 显示了以 2002 车型年福特 Focus 为例在三种测试工况下平均速度与燃油经济性指标的相关关系。

在建立了机动车标准的国家和地区中，美联邦、加州、加拿大、台湾和南韩使用美国 CAFE 工况；欧盟、中国大陆和澳大利亚使用 NEDC 工况；日本的燃油经济性指标则基于其本身的 10-15 工况。

图 7：三种测试工况下平均速度与 mpg 指标（基于 2002 车型年福特 Focus）



3.2 燃油经济性、燃油消耗量、温室气体排放比较分析

温室气体排放与燃油消耗量的关系非常重要，因为二氧化碳是汽车尾气排放的温室气体中最主要的成分，而二氧化碳排放水平直接和燃油消耗量相关。加州提交的法规将限制所有温室气体排放（按照二氧化碳等效排放），而欧盟只限制二氧化碳排放。因为绝大多数的汽车使用石化能源，例如汽油和柴油，二氧化碳到汽油和柴油的转换因子在针对大多数国家和地区的分析中被当作常数，尽管由于燃油质量和添加剂的不同差异的确存在。然而这些差异可能相对影响很小，除非非石化燃料的替代燃料被广泛使用。

²⁸ 基于 MEEM 模拟结果，不同车型在日本和 CAFÉ 工况下测试结果的差异也不同。例如，轻型卡车的这种差异比乘用车要大；柴油车的差异比汽油车要小。具体见附件。

表 10 给出了燃油经济性 (mpg 和 km/L)、燃油消耗量 (L/100km) 和二氧化碳排放率 (g/km 和 g/mile) 之间的转换因子。由于柴油具有和汽油不同的热值和密度, 我们采用等价于汽油的燃油经济性 (MPGge) 单位来进行转换。柴油到二氧化碳排放的转换同样也与汽油到二氧化碳排放的转换不同。

表中左边四列给出了从特定单位 (X) 到 MPGge 的转换因子, 右边四列则给出了从特定单位 (X) 到二氧化碳排放率 (g/km) 的转换因子。之间关系有些为正比 (表述为 X*), 有些为反比 (表述为 1/X*)。严格来讲, 这些单位之间的转换并不受测试工况的影响。

表 10: 燃油经济性、燃油消耗量和温室气体排放单位间的转换因子

从单位 (X)	到	关系	转换因子	从单位 (X)	到	关系	转换因子
mpg (汽油)	MPGge	X *	1.00	mpg (汽油)	CO ₂ g/km ²⁹	1/(X) *	5,469
mpg (柴油)	MPGge	X *	0.90	mpg (柴油)	CO ₂ g/km ³⁰	1/(X) *	6,424
km/L	MPGge	X *	2.35	km/L	CO ₂ g/km	1/(X) *	2,325
L/100-km	MPGge	1/(X) *	235.2	L/100-km	CO ₂ g/km	X *	23.2
CO ₂ g/mi	MPGge	1/(X) *	8,800	CO ₂ g/mi	CO ₂ g/km	X *	0.62
CO ₂ g/km	MPGge	1/(X) *	5,469	CO ₂ g/km	CO ₂ g/km	X *	1.00

然而当比较不同地区的标准时, 有必要使用表 11 中给出的各个工况转换因子。此外值得注意的是加州空气资源部使用的汽油到二氧化碳转换因子 (8.9kg/gallon) 与国家平均值 (8.8kg/gallon) 有细微的差异。考虑到这一点, 作者编制了一张从不同地区的单位到美国 CAFE 等效 mpg 指标、欧盟等效二氧化碳排放率 (g/km) 和加州等效二氧化碳排放率 (g/mile) 的转换因子表。

表 11: 转换成 CAFE 等效 mpg, 欧盟等效 CO₂ (g/km) 和加州等效 CO₂ (g/mile) 的转换因子

国家	工况	类型	单位 (Y)	转换成 CAFE- 等效 mpg		转换成欧盟等 效 CO ₂ (g/km)		转换成加州等 效 CO ₂ (g/mi)	
美国	美国 CAFE	燃油	mpg	Y *	1.00	1/(Y) *	6,180	1/(Y) *	8,900
台湾	美国 CAFE	燃油	km/L	Y *	2.35	1/(Y) *	2,627	1/(Y) *	3,783
南韩	美国 City	燃油	km/L	Y *	2.78	1/(Y) *	2,226	1/(Y) *	3,206
加拿大	美国 CAFE	燃油	L/100-km	1/(Y) *	235.8	Y *	26.2	Y *	37.8
加州	美国 CAFE	CO ₂	g/mi	1/(Y) *	8,900	Y *	0.69	Y *	1.00
欧盟 (汽油)	欧盟 NEDC	CO ₂	g/km	1/(Y) *	6,180	Y *	1.00	Y *	1.44
欧盟 (柴油)	欧盟 NEDC	CO ₂	g/km	1/(Y) *	7,259	Y *	1.00	Y *	1.44
日本	日本	燃油	km/L	Y*	3.18	1/(Y) *	1,946	1/(Y) *	2,803
中国大陆、澳大利亚	欧盟 NEDC	燃油	L/100-km	1/(Y) *	265.8	Y *	23.2	Y *	33.5

²⁹ 基于消耗每加仑汽油排放 8800 克二氧化碳, 每英里等于 1.609 公里

³⁰ 基于消耗每加仑柴油排放 10336 克二氧化碳

3.3 制度性方法和自愿性方法比较

燃油经济性和温室气体排放标准的制度性方法和自愿性方法之间存在明显的差异。因为具有强制和违规处罚特征的制度性目标在将来多少能够得到一定保障，而自愿性目标有更多的不确定性。本报告中作者假设自愿性目标在将来能够实现，在此基础上对制度性和自愿性目标进行了比较。

3.4 公司车队平均值与最低要求对比

在所有的标准中，只有中国大陆标准基于对单个车型的最小燃油经济性要求上，而全世界其它所有已存在或已提交的标准都基于整个车队的销售权重平均值或者某一类车的销售权重平均值。中国大陆标准使得国家间的比较更加困难，因为必须做出一系列假设将最低要求转换为车队的平均值。最低要求为所有车型提供了一个“底线”。整个车队的燃油经济性水平应当高于这个最低要求水平。本报告假设所有车型至少满足这个最低要求，对已经比标准更好的现有车辆，假设其在将来的年份中将保持现有的燃油经济性状况不变。

3.5 车辆类别和重量级别

如第二章节所述，各个国家的标准建立在汽车类别和重量级别存在显著差异的基础上。由于这些差异导致很难比较这些标准，因此本报告在整个车队平均值的基础上比较这些标准。这样一个比较分析需要这些国家和地区的机动车数据库，包括各种车型的销售数据和燃油经济性指标，而这在一些国家很难得到。本报告中除了台湾和南韩，其他研究的国家和地区都有数据。³¹

另外一个特殊的挑战是预测这些地区将来的车队平均燃油经济性数值。燃油经济性预测通常需要预测标准中定义的汽车类别和重量级别将来的销售状况。美国和日本的历史数据显示汽车销售从一种类型向另外一种类型转移很明显，主要是从较轻的车型转移到较重的车型。然而，这种预测已经超出了本报告的研究范围。本报告假设目前的这种销售车型构成将维持不变，从而得以预测将来的车队平均燃油经济性。

³¹ 中国的数据也是欠缺的，但作者可以通过推导出的数据来支持本文的研究。

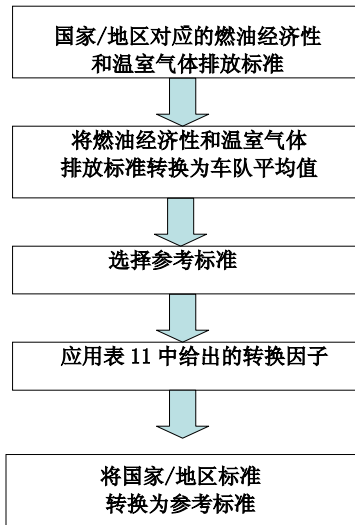
4. 全世界机动车标准比较

这部分在前一部分讨论的假设和方法的基础上比较了各地的燃油经济性标准和温室气体排放标准。特别是比较了美国、欧盟、日本、加拿大、澳大利亚和中国大陆的车队平均燃油经济性和二氧化碳或温室气体排放标准。比较这些标准按照三个步骤进行：

- 1) **将燃油经济性和温室气体排放标准转换成车队平均值。**对已经是车队平均值的标准，包括欧盟和澳大利亚标准，这一步就没有必要。对按照不同类型（重量或者发动机大小）车辆建立标准的地区，有必要对将来车队构成做出假设。表 13 给出了作者提出的假设。
- 2) **选择参考标准。**本报告中作者选择美国 CAFE 等效 MPG 和欧盟 NEDC 等效的二氧化碳排放（gCO₂/km）作为参考标准。
- 3) **将该国家或地区的数据转换成参考标准相应的数据。**表 11 提供了转换因子。有关这些转换因子的更多信息参阅附件。

以下的流程图概要的描述了整个过程。

图 8：燃油经济性和温室气体排放标准比较方法



基于上面所说的第 1 到第 3 步，表 12 给出了这些国家和地区的车队平均燃油经济性水平，包括根据 CAFE 测试工况正常化后的燃油经济性水平（第 1 到第 3 步包括测试工况校正）和没有进行测试工况校正的燃油经济性水平（只有第 1 步）。表 13 提供了与表 12 相关的更多详细的假设信息。

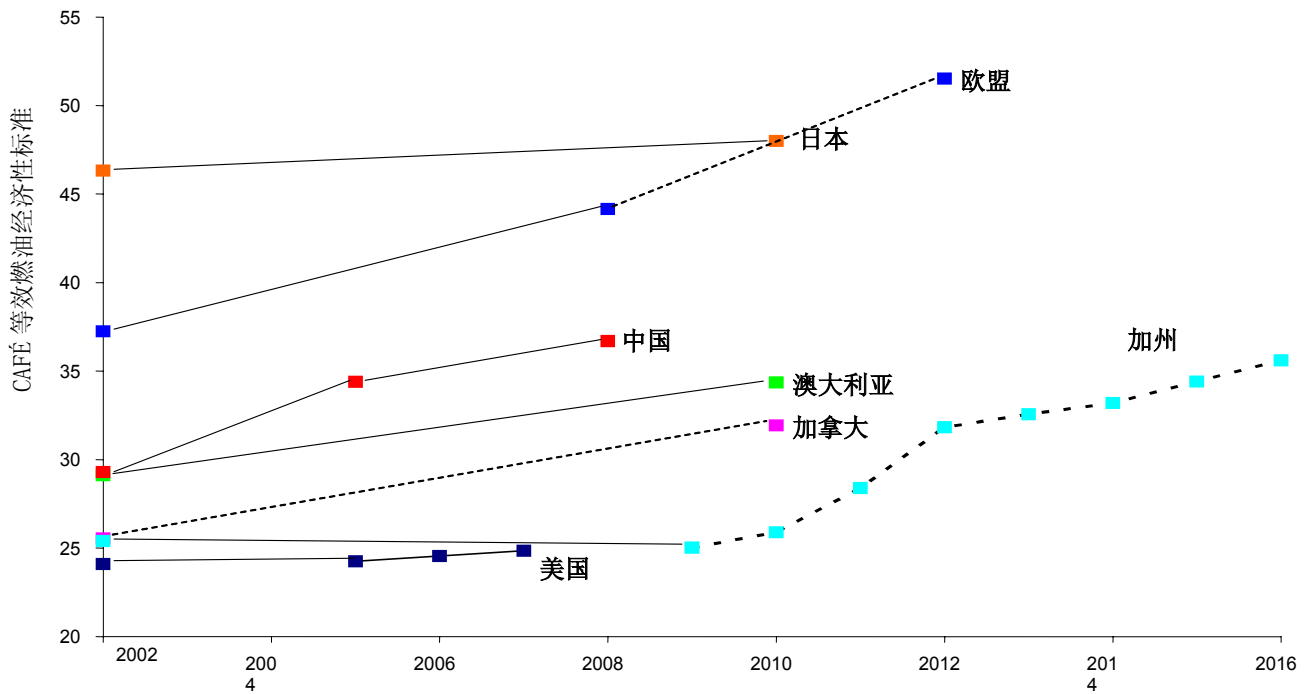
表 12：经测试工况矫正和未矫正情况下燃油经济性和温室气体排放标准分别对比

区域	2002 新机动车燃油经济性车队平均值		未来新机动车燃油经济性车队平均值	
	mpg: CAFE 测试工况正常化 (第 1-3 步)	Mpg: 未经测试工况正常化 (仅仅第 1 步)	mpg: CAFE 测试工况正常化 (第 1-3 步)	Mpg: 未经测试工况正常化 (仅仅第 1 步)
美国	24.1	24.1	2005 达到 24.3	2005 达到 24.3
			2006 达到 24.6	2006 达到 24.6
			2007 达到 24.9	2007 达到 24.9
加州	25.4	25.4	2009 达到 25.0	2009 达到 25.0
			2010 达到 25.9	2010 达到 25.9
			2011 达到 28.4	2011 达到 28.4
			2012 达到 31.8	2012 达到 31.8
			2013 达到 32.6	2013 达到 32.6
			2014 达到 33.2	2014 达到 33.2
			2015 达到 34.4	2015 达到 34.4
2016 达到 35.6	2016 达到 35.6			
加拿大	25.6	25.6	2010 达到 32.0 (提议)	2010 达到 32.0 (提议)
欧盟	37.2	32.9	2008 达到 44.2	2008 达到 39.2
			2012 达到 51.5 (提议)	2012 达到 45.6 (提议)
日本	46.3	34.3	2010 达到 48.0	2010 达到 35.6
澳大利亚	29.1	25.3	2010 达到 34.4	2010 达到 29.9
中国大陆	29.3	25.9	2005 达到 34.4	2005 达到 30.4
			2008 达到 36.7	2008 达到 32.5

4.1 按照 CAFE 等效 mpg 和欧盟 NEDC 等效二氧化碳排放 (gCO₂/km) 标准化后的法规间对比

图 9 和图 10 显示了按照上述方法对单位和测量工况正态化后的燃油经济性和温室气体排放对比。结果显示欧盟和日本的标准最严格，而美国和加拿大的车队平均燃油经济性指标最低。图 10 显示基于欧盟测试方法，美国和加拿大的 CO₂ 排放水平最高。图 9 和图 10 也显示了中国新制定的标准比澳大利亚、加拿大、加州和美国的标准严格，但是不如日本和欧盟的标准严格。这些比较并没有考虑改变现有车队的构成会产生的影响。³²如果加州温室气体标准生效，这将缩短美国和欧盟标准的差距，但是加州的标准还是没有欧盟标准严格。

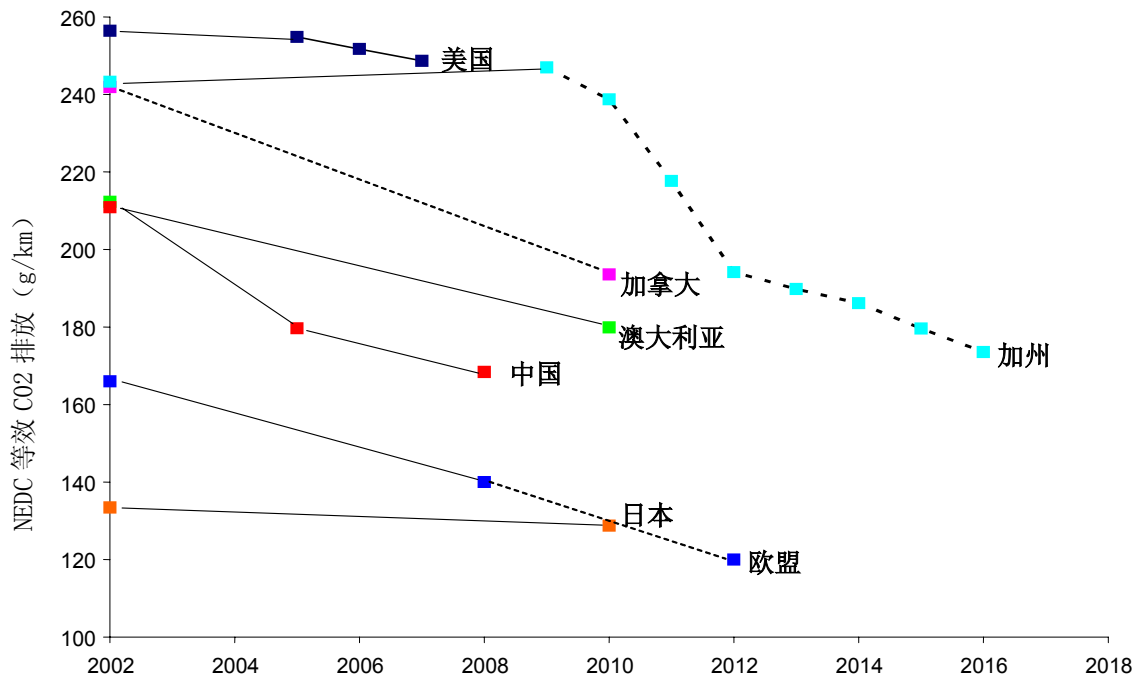
图 9：CAFE 等效 mpg 正态化后的燃油经济性和温室气体排放标准比较



注：虚线表示提议的标准

³² 本分析假设每个国家的车队构成从 2002 年到模拟的最后年份之间的期间内都保持不变

图 10: NEDC 等效二氧化碳排放 (gCO₂) 正态化后的燃油经济性和温室气体排放标准对比



注: 虚线表示提议的标准

4.2 CAFE 工况下 mpg 和 NEDC 工况下 gCO₂/km 标准化后的法规表格

表 13 摘录了图 9 和图 10 中使用的数据, 这些数据也是比较世界各地燃油经济性和温室气体排放标准的基础。

表 13: 数据来源和方法中应用的假设

区域	2002 新机动车燃油经济性车队平均值		将来新机动车燃油经济性车队平均值	
	mpg	数据来源	mpg & 年份	数据来源及假设
美国	24.1	2002 年美国环保局试验室数据, CAFE 综合工况 (55/45)	2005 达 24.3	<ul style="list-style-type: none"> 基于颁布的标准 机动车车队保持 50%乘用车和 50%轻型卡车不变
			2006 达 24.6	
			2007 达 24.9	
加州	25.4	根据加州空气资源部提供的数据计算: <ul style="list-style-type: none"> 2009 CO₂ 排放将比 2002 年少 1% 2009 数值为 307 g/mi 	2009 达 25.0	<ul style="list-style-type: none"> 基于每年立法审议通过的标准 假定机动车车队保持 53%乘用车和 1 类轻型卡车不变 (加州空气资源部报导的百分率)
			2010 达 25.9	
			2011 达 28.4	
			2012 达 31.8	
			2013 达 32.6	
			2014 达 33.2	
			2015 达 34.4	
2016 达 35.6				
加拿大	25.6	加拿大交通部提供的 2002 综合车队平均	2010 达 32.0 (提议)	<ul style="list-style-type: none"> 基于政府为完成东京议定书中的承诺而做出的声明 假定 2002 位基准年, 到 2010 年改善 25% (然而官方的基准年还没有提议)
欧盟	37.2	与工业界达成的自愿协议要求的进展报告报导的 2002 数值	2008 达 44.2	<ul style="list-style-type: none"> 基于欧盟和工业界达成的协议阐述的目标 转化成汽油等效 mpg (不考虑柴油)
			2012 达 51.5 (提议)	
日本	46.3	汽车生产商联合会报导的 2002 车队平均燃油经济性数值	2010 达 48.0	<ul style="list-style-type: none"> 标准中要求在 1995 基准年燃油消耗基础上改善 23% 1995 年平均燃油消耗为 14.3L/km 车队构成保持不变
澳大利亚	29.1	工业界协议宣称到 2010 年提高 18%, 达到 6.8L/100km	2010 达 34.4	与工业界自愿协议中说明的 2010 年乘用车平均值
中国大陆	29.3	基于中国汽车技术研究中心评估中 2002 基准年数据	2005 达 34.4	基于世界资源研究所数据中将来的数值 <ul style="list-style-type: none"> 使用在其它市场销售的类似车辆的燃油经济性数值和车辆重量来计算新的法规对中国大陆车队的影响 将来的车队重量分布假定保持不变 使用机动车标准

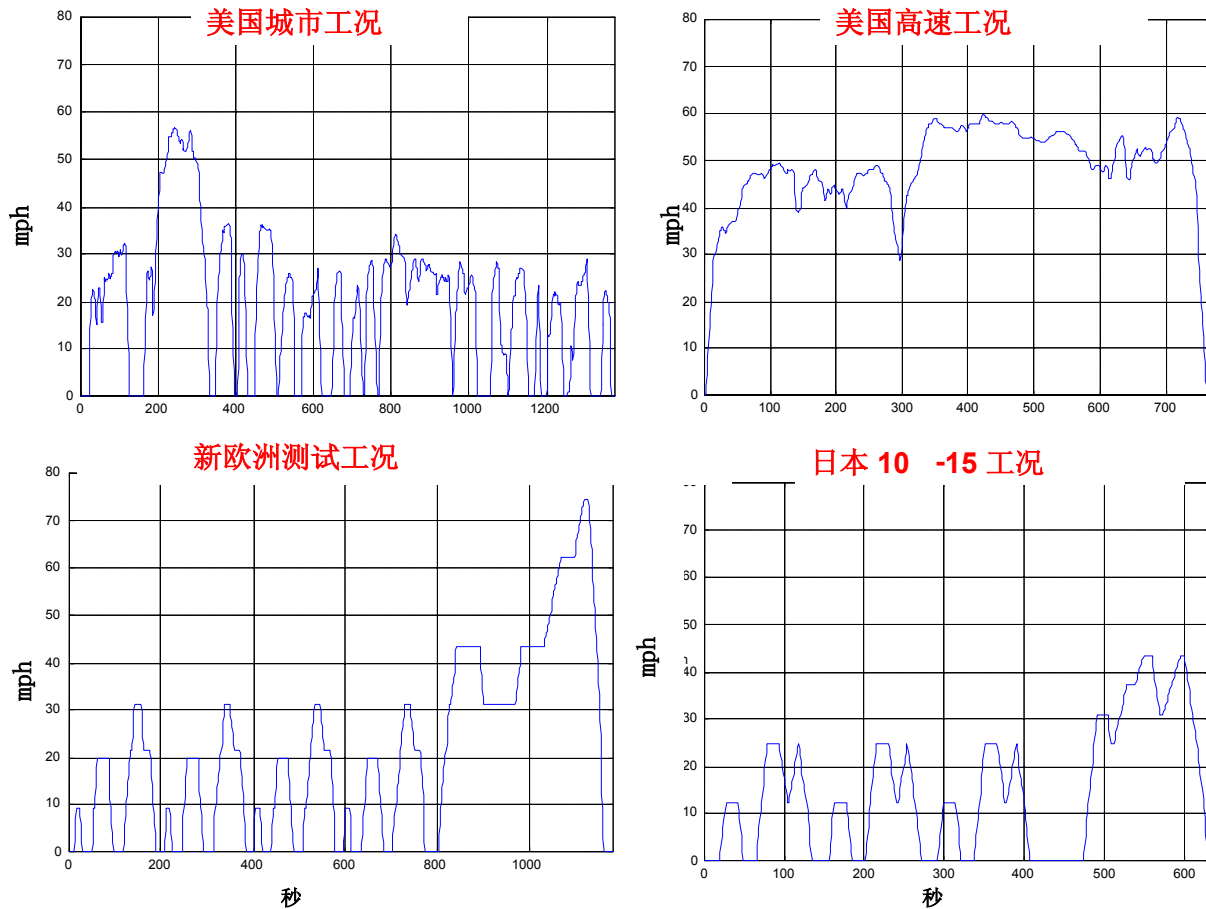
附录：评估测试工况对机动车燃油经济性影响的方法

本报告 3.1 章节简要的讨论了不同测试工况对机动车燃油经济性指标的影响。本附录更加详细的解释了用于评估这种影响的方法和模拟工具。

如同报告正文中 3.1 章节所述，世界各地目前主要使用三种不同的测试工况来决定燃油经济性和温室气体排放：新欧洲行驶工况（NEDC），日本 10-15 工况和美国公司平均燃油经济性工况（CAFE，CAFE 工况由 55%的城市道路行驶工况和 45%高速道路行驶工况组成）。图 A1 说明了这些工况，它们在速度分布样式、持续时间、加速和减速样式（机动车速度增加和减少的斜率）以及启动和停止的频率等方面存在差异。所有这些因素都导致同一辆车在不同测试工况下燃油经济性指标产生差异。

图 A1：四种测试工况的速度轨迹

X 轴代表时间（秒），Y 轴代表速度（英里每小时）



理想状态下，为了评估这些工况对燃油经济性的影响，必须搜集和比较同样的车型在不同测试工况下大量的测试结果。然而这样的一个评估将因为一些原因非常困难。首先，大量的这种测试结果没有。其次，在不同市场上都有的某种车型（比如美国和欧盟市场，或者美国和日本市场），可能需要做出一些调整来考虑这些市场上的同一车型实际上可能并不完全相同。例如，同一车型在不同的市场可能对应着不同的发动机和变速箱配置方案。最后，某些车型可能在某些市场上缺少经验数据。比如欧盟和日本市场就很少有 SUV 车型，因此直接比较这些市场和美国市场上的 SUV 不太可能。

在本报告中，我们依靠一个计算机仿真模型 MEEM 来评估许多种机动车车型在不同测试工况下的燃油经济性指标。使用计算机仿真模型最大的一个好处就是可以计算给定车型在各种操作状态下的燃油经济性水平。

MEEM 最初由本报告的作者之一在密歇根大学和加州大学开发，然后在阿岗国家实验室进一步得到完善。³³MEEM 能够用来模拟机动车在任意给定的测试工况下的燃油消耗和尾气排放。基于一系列机动车操作参数，MEEM 通过模拟机动车能量需求和操作状态来预测尾气排放和燃油消耗。在过去的一些年中，MEEM 在几个研究中被广泛用来评估各种机动车车型现有的和将来的燃油经济性水平。³⁴

表 A1 和表 A2 分别摘录了对选定汽油车和柴油车模拟的结果。对汽油车，模拟了六种代表性的机动车车型在四种测试工况（CAFE 结果从美国环保局城市道路行驶工况和高速道路行驶工况综合

³³ 参考文献

An, F. 1992. *Automobile Fuel Economy and Traffic Congestion*. Ph.D dissertation. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.

An, F., M. Barth, M. Ross, J. Norbeck. 1997. The Development of a Comprehensive Modal Emissions Model: Operating under Hot-Stabilized Conditions. *Transportation Research Board Record*, Series 1587: 52–62, Washington, DC.

Barth, M., F. An, J. Norbeck, and M. Ross. 1996. Modal Emissions Modeling: A Physical Approach. *Transportation Research Board Record*, Series 1520: 81–88, Washington, DC.

Barth, M., F. An, T. Younglove, G. Scora, T. Wensel, and M. Ross. 2000. *NCHRP Project 25-11: Development of a Comprehensive Modal Emissions Model—The Final Report*. Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington, DC.

An, F., and A. Rousseau. 2001. *Integration of a Modal Energy and Emissions Model into a PNGV Vehicle Simulation Model PSAT*. SAE Paper No. 2001-01-0954, SAE Special Publication (SP-1607) on Advanced Hybrid Vehicle Powertrains. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

³⁴参考文献

An, F., M. Barth, and G. Scora. 1997. *Impacts of Diverse Driving Cycles on Electric and Hybrid Electric Vehicle Performance*. SAE Technical Paper 972646. SAE Special Publication (SP-1284) on Electric/Hybrid Vehicles: Alternative Powerplants, Energy Management, and Battery Technology. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

An, F., J. DeCicco, and M. Ross. 2001. *Assessing the Fuel Economy Potential of Light-Duty Vehicles*. SAE Paper No. 2001-01FTT-31, SAE Special Publication (SP-1637) on New Energy Systems and Environmental Impacts. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

An, F., F. Stodolsky, A. Vyas, R. Cuenca, and J. Eberhardt. 2001. *Scenario Analysis of Hybrid Class 3–7 Heavy Vehicles*. SAE Technical Paper 2000-01-0989. SAE Transaction: Journals of Engine, 109–3, 2001. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

An, F., D. Friedman, and M. Ross. 2002. *Near-Term Fuel Economy Potential for Light-Duty Trucks*. SAE Paper No. 2002-01-1900. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

得到) 下的结果。表 A1 中最后四行显示了 CAFE 工况下测试结果和 NEDC 工况、日本 10-15 工况和美国环保局城市道路行驶工况测试结果的比值, 以及 NEDC 工况测试结果和日本 10-15 工况测试结果的比值。大致来说, 这些机动车车型燃油经济性比值存在一些差异。CAFE 和 NEDC 比值间差异相对较小, 平均大概在 1.13 左右。而 CAFE 和 Japan 比值间的差异要大些, 重型车的比值要比轻型车的比值大。考虑到日本的车型大部分是乘用车, 作者采用平均值 1.35 来代表小型乘用车和大型乘用车。这些数值在本报告的表 9 中得到应用。

柴油车的趋势非常类似。表 A2 列出了对同样的这些车型的模拟结果, 但是假定柴油发动机取代了原来的汽油发动机。³⁵然而通常来说, 燃油经济性在不同测试工况下的差异对柴油车来说要比汽油车小一些。

表 A1: 选定工况下汽油机动车燃油经济性 (mpg) MEEM 模拟结果

汽油机动车	机动车及发动机配置	小型乘用车	大型乘用车	小型货车	SUV	皮卡	混合类型
		2004 福特 Focus	2003 丰田 Camry	2003 道奇 Grand Caravan	2003 福特 Explorer	2004 雪佛兰 Silverado 1500	2003 Saturn Vue
		ZTS 4 dr Sedan	SE V6 4dr Sedan (3.0L 6cyl 4A)	ES FWD 4dr Minivan (3.8L 6cyl 4A)	XLT 4wd 4dr SUV (4.0L 6cyl 5A)	4dr Extended Cab LS Rwd SB (4.8L 8cyl 4A)	AWD 4dr SUV (3.0L 6cyl 5A)
测试工况	平均速度 (mph)	mpg	mpg	mpg	mpg	mpg	mpg
日本 10-15	14.8	22.5	20.1	16.9	13.9	12.8	18.7
美国城市	19.5	26.8	22.1	20.2	16.9	15.4	22.0
NEDC 工况	20.9	27.0	24.7	21.1	17.6	15.8	22.8
CAFE 工况	32.4	30.9	26.6	24.1	20.2	18.2	25.7
美国高速	48.2	38.1	35.8	31.6	26.5	23.4	32.1
比值		平均					
CAFE/NEDC	1.13	1.14	1.08	1.14	1.15	1.15	1.13
CAFE/日本*	1.35	1.37	1.32	1.43	1.46	1.43	1.37
CAFE/美国城市	1.18	1.15	1.21	1.20	1.19	1.18	1.16
NEDC/Japan	1.23	1.20	1.23	1.25	1.27	1.24	1.22

* 只对乘用车平均

³⁵ 作者仅用柴油发动机替代这些机动车模型中的汽油发动机而保留其他所有配置不变, 在此基础上完成相关工作。

表 A2: 选定工况下柴油机动车燃油经济性 (mpg) MEEM 模拟结果

柴油机动车	假定使用柴油发动机	小型乘用车	大型乘用车	小型货车	SUV	皮卡
		柴油型 Cavalier	柴油型 Taurus	柴油型 Caravan	柴油型 Explorer	柴油型 Silverado
		2.0 L 大众 TDI 发动机	2.7 L 大众 TDI 发动机	3.1 L 大众 TDI 发动机	3.8 L 大众 TDI 发动机	3.7 L 大众 TDI 发动机
测试工况	平均速度 (mph)	mpg	mpg	mpg	mpg	mpg
日本 10-15	14.8	33.3	30.3	26.2	23.5	24.2
美国城市	19.5	37.8	33.9	28.8	25.6	26.2
NEDC	20.9	38.5	35.0	29.4	26.4	26.2
CAFE	32.4	43.6	39.5	32.7	28.7	29.4
美国高速	48.2	53.7	49.3	39.2	33.7	34.5
比值 平均						
CAFE/NEDC	1.12	1.13	1.13	1.12	1.09	1.12
CAFE/日本*	1.31	1.31	1.30	1.25	1.22	1.21
CAFE/美国城市	1.14	1.15	1.16	1.14	1.12	1.12
NEDC/日本	1.13	1.16	1.16	1.12	1.12	1.08

* 只对乘用车平均