



**New Trends in Emission Control
in the European Union**

欧盟汽车 欧V欧VI排放标准 与检测技术

[波] 杰尔兹·默克斯 (Jerzy Merkisz)

[波] 杰克·皮洛卡 (Jacek Pielecha)

著

[波] 斯坦斯洛·瑞兹默斯克 (Stanislaw Radzimirski)

郭建华 刘翠 主译



化学工业出版社

Braun Spedition
A-6923 Lauterach-Austria
Tel. 05574/8717 Fax. 8717-7
www.braunsped.com

OKRONE

K*RX65

**New Trends in Emission Control
in the European Union**



欧盟汽车 欧V欧VI排放标准 与检测技术

[波] 杰尔兹·默克斯 (Jerzy Merkisz)

[波] 杰克·皮洛卡 (Jacek Pielecha)

著

[波] 斯坦斯洛·瑞兹默斯克 (Stanislaw Radzimirski)

郭建华 刘翠 主译



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

欧盟汽车欧 V 欧 VI 排放标准与检测技术/ [波] 默克斯 (Merkisz, J), [波] 皮洛卡 (Pielecha, J.), [波] 瑞兹默斯克 (Radzimirski, S.) 著; 郭建华, 刘翠主译. —北京: 化学工业出版社, 2015. 12

书名原文: New Trends in Emission Control in the European Union

ISBN 978-7-122-25424-5

I. ①欧… II. ①默…②皮…③瑞…④郭…⑤刘…
III. ①汽车排气污染-排放标准-欧洲②汽车排气污染-检测-欧洲 IV. ①X734.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 251410 号

New Trends in Emission Control in the European Union, by Jerzy Merkisz, Jacek Pielecha, Stanislaw Radzimirski.

ISBN 978-3-319-02705-0

Copyright © 2014 by Springer International Publishing. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by Springer International Publishing.

本书中文简体字版由 Springer International Publishing 授权化学工业出版社独家出版发行。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分, 违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2014-7293

责任编辑: 周 红

文字编辑: 张燕文

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 10½ 字数 184 千字 2016 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

I 译者的话 I

随着我国工业化进程的加快及人们生活水平的提高，我国汽车保有量逐年激增，根据公安部交通管理局统计，截至 2014 年年底，全国机动车保有量达 2.64 亿辆，其中汽车 1.54 亿辆。汽车业的飞速发展促进了我国经济的发展，提高了国民的生活品质，但也给城市和环境带来了一系列负面的影响。汽车尾气排放是大中城市空气污染的重要来源。2015 年，我国开始全面实施新的环境保护法，将环境保护列为我国的基本国策。我国许多城市依据新环保法加大了机动车尾气排放治理力度，如制定了更加严格的检测标准，采用更先进的检测技术和设备等。

欧美发达国家在汽车尾气治理方面有着丰富的经验和先进的技术，如欧盟颁布了欧 5、欧 6 排放法规，对之前的法规框架和结构进行了重大的调整，出台了全新的污染物排放型式认证方法和汽车尾气检测方法。我国的在用机动车排放法规（国Ⅲ和国Ⅳ阶段）主要是参考欧盟的欧 4、欧 5 标准制定的，在检测方法、设备及检测流程上也与欧盟标准类似，因此，欧洲机动车排放控制的新法规、新技术可以作为我国排放法规制定及检测技术研究的重要参考。

本书对欧盟新颁布的汽车尾气检测法规、检测方法及尾气控制技术进行了详细介绍。系统地论述了欧盟新颁布的轻型车欧 5、欧 6 及重型车欧 VI 法规的结构及适用范围，轻型车及重型车污染物排放型式认证规程及方法，在用车符合性检验方法及机动车排放测试技术等。该书的主要特点是内容新颖丰富、系统性强、条理清晰；在进行内容讲解时，从读者的角度出发，论述层次分明，详略得当，深入浅出；在内容表述上，多用图表的方式展现技术内容，并引入了大量的工程实例，使论述更加详细、更加生动形象，易于让读者接受，是一本不可多得的参考书籍。本书可供从事机动车尾气排放的管理人员、技术人员、研究人员，以及相关大专院校的博士硕士研究生参考阅读。我们衷心希望本书的出版能够有助于相关技术人员熟悉欧盟新的机动车排放标准及检测技术，促进我国机动车尾气检测技术水平的提高。

本书的翻译团队由吉林大学汽车学院及长春汽车检测中心的相关领域专家、教授组成，团队成员长期从事机动车尾气检测技术的研究，并参与制定了吉林省在用排放地方标准（国Ⅲ及国Ⅳ阶段），具有丰富的理论专业知识及实践经验。吉林大学汽车学院新能源汽车创新团队的研究生范狄（现一汽大众公

司工程师)、杨舒乐(现长春汽车工业高等专科学校教师)、马玉哲、张树彬、刘初群、哈林骐、石大排等参加了本书的翻译工作,在此向他们表示感谢。此外,本书翻译和审阅过程中,得到了吉林大学汽车学院初亮教授,长春汽车检测中心尹德奎研究员级高级工程师、陶云飞高级工程师的指导和帮助,在此对他们深表感谢。青岛滨海学院机电工程一教研室刘翠老师参与了全书的统稿及校对工作,在此对她深表感谢。

尽管我们欲将原著的内容原汁原味地呈献给读者,但由于水平有限,难免有疏漏之处,恳请读者不吝指正。

郭建华

| 关键词缩写 |

ANR	all new registrations	所有新注册的车辆
CARB	California Air Resources Board	加利福尼亚州空气资源局
CI	compression ignition	压燃
CNC	condensation nuclei counter	凝结核计数器
CNG	compressed natural gas	压缩天然气
CVS	constant-volume sampling	定容取样
DI	direct injection	直喷
DISI	direct injection spark ignition	直喷点燃
DPF	diesel particulate filter	柴油微粒捕集器
EC	European Community	欧洲共同体
ECE	Economic Commission for Europe	欧洲经济委员会
EEC	European Economic Community (current EU= European Union)	欧洲经济共同体 (现在的 EU= 欧盟)
EEV	enhanced environmentally friendly vehicle	增强的环保型车辆
ESC	European steady-state cycle	欧洲稳态循环
ETC	European transient cycle	欧洲瞬态循环
EU	European Union	欧盟
EUDC	extra-urban drive cycle	城郊行驶工况
Euro	pollutant emission standards in Europe	欧洲污染物排放标准
FTP	Federal Test Procedure	联邦测试程序
GDI	gasoline direct injection	汽油直喷
GHG	greenhouse gas	温室气体
GTR	global technical regulation	全球技术法规
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织

LPG	liquefied petroleum gas	液化石油气
MLM	maximum laden mass	最大装载质量
MPI	multi-point injection	多点喷射
NEDC	New European Driving Cycle	新欧洲行驶工况
NG	natural gas	天然气
NMHC	non-methane hydrocarbons	不含甲烷的碳氢化合物
NOx	nitrogen oxides	氮氧化物
NTA	new type approvals	新型式认证
OBD	on-board diagnostic	在线诊断
PEMS	portable emission measurement system	便携式排放测量系统
PM	particulate matter	颗粒物
PN	particle number	粒子数
SCR	selective catalytic reduction	选择性催化转化
SI	spark ignition	点燃
SMPS	scanning mobility particle sizer	静电扫描粒径谱仪
TC	turbocharged	涡轮增压
THC	total hydrocarbons	总碳氢化合物
UDC	urban drive cycle	城市行驶工况
UN	United Nations	联合国
WHO	World Health Organization	世界卫生组织
WHSC	world harmonized steady-state cycle	世界稳态循环试验
WHTC	world harmonized transient cycle	世界瞬态循环试验

| 目录 |

| CONTENTS |

第1章 绪论

参考文献	008
------------	-----

第2章 法规的结构和适用范围

2.1 法规的结构	009
2.2 轻型车和重型车分类	012
参考文献	014

第3章 轻型车污染物排放型式认证

3.1 型式认证原则	017
3.2 I型测试	023
3.2.1 限值	023
3.2.2 测量方法和试验设备	036
3.3 其他测试	049
3.4 认证扩展	056
参考文献	057

第4章 重型车污染物排放型式认证

4.1 适用范围和型式认证规则	060
4.2 稳态试验和瞬态试验	063
4.2.1 行驶循环及规定限值	063
4.2.2 测量方法和试验设备	071
4.3 非周期性排放检验	076
4.4 排放控制设备的耐久性	077
4.5 OBD测试	079
4.6 其他测试	080
参考文献	081

第5章 产品和在用车的符合性

5.1 产品符合性检验	083
5.2 在用车符合性检验	083
5.3 利用参考功确定平均窗的方法	086

5.4 利用二氧化碳参考质量确定平均窗的方法 087
参考文献 088

第6章 实际尾气排放测量

6.1 测试可能性分析 089
6.2 不同驱动系乘用车的尾气排放测试 092
 6.2.1 传统车 092
 6.2.2 装有起动/停车系统的车辆 104
 6.2.3 混合动力汽车 112
6.3 重型汽车的排放试验 115
6.4 城市公交车的排放试验 123
6.5 非公路车辆的排放试验 127
 6.5.1 皮卡和拖拉机 127
 6.5.2 农业和工程机械 129
 6.5.3 轨道车辆 133
 6.5.4 专用车辆 140
参考文献 152

第7章 总结

参考文献 159

第1章

绪论

目前，各工业行业发展技术和工艺的关键问题在于需要减少对环境的负面影响。先进技术的应用和发展需要不断检验现有的人力和设备等生产条件对环境产生的影响。由于需要持续减少有害物质的排放，交通运输业成为了更新换代速度最快的行业之一。

除了改进传统的动力源（内燃机）之外，研发替代的动力总成系统的工作也同时展开。不过依据现有分析结果，我们不难推测出这样的结论：在 2030 年以前，内燃机系统应该还是市场主流（图 1.1）。目前在全世界范围内的汽车保有量大概是 7 亿辆，预计到 2050 年这一数字会增长到 20 亿（图 1.2）。发达汽车市场，如欧洲、北美和日本等，不久将会达到饱和，主要的原因是这些国家陆续进入了人口负增长阶段。

然而，随着世界经济的增长以及中国、印度、巴西等新兴经济体汽车产业的快速发展，预计全球范围内的汽车保有量还会持续快速增长^[3]①。

汽车尾气中含有的有毒化合物、二氧化碳以及悬浮颗粒物等仍然对环境具有重大威胁，这也成为了阻碍内燃机技术进一步发展的主要障碍，尤其是对那些采用直喷技术的 CI 或 SI 发动机来说，这一问题更加严重。欧 6 标准对汽车制造商来说是一个重大的挑战，该标准的有害气体和悬浮颗粒物排放限值远低于现行标准（图 1.3）。新实施的技术和操作规程可能导致正反两方面的后果。充分论证过的排放法规应该对环境产生积极的影响，但是其对自然环境产生何

① 译者注：文献保持与原著一致，此处未加修改。

种影响也在很大程度上取决于评估时侧重的角度，法规的一种显而易见的积极作用就是能够有效地限制污染。

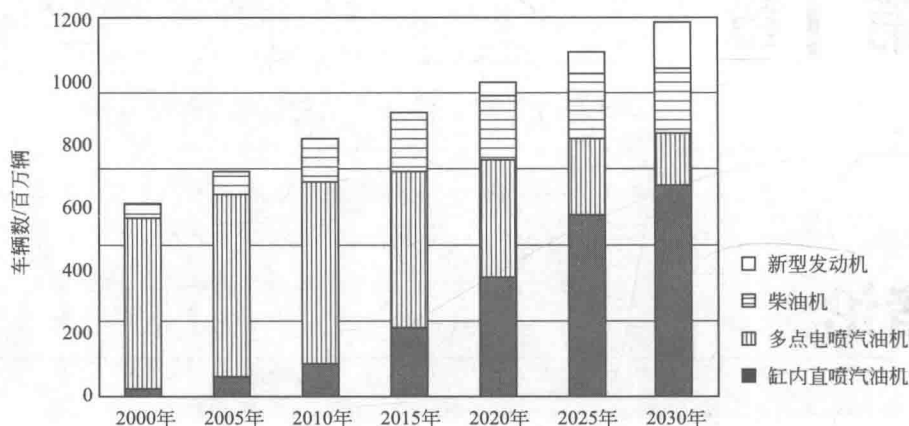


图 1.1 2030 年全球乘用车发动机类型占比预期 (Obsidian 能源公司提供) [2]

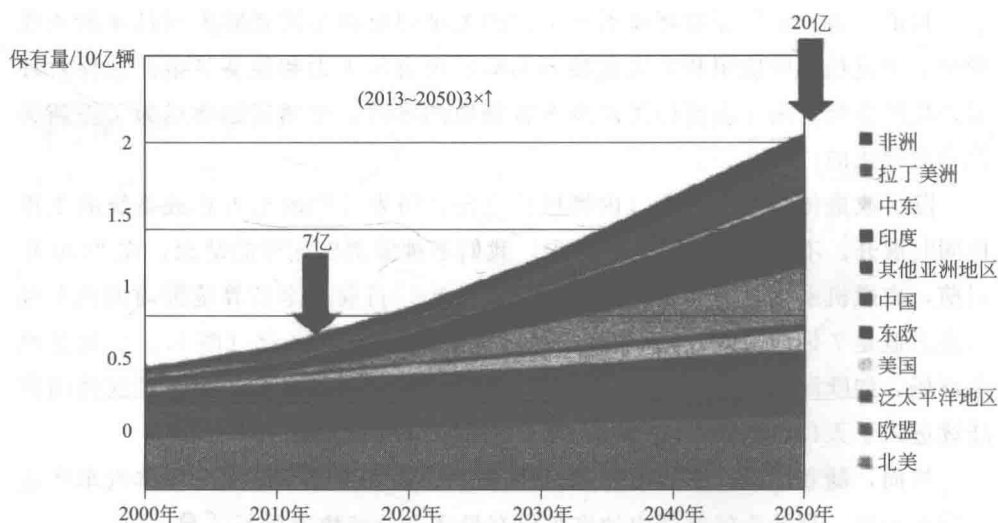


图 1.2 2050 年乘用车预期保有量 [8]

未来的内燃机需要面对的主要问题包括减少大气污染和适应多种燃料。在部分地区，由于严格的排放法规，汽车排放的尾气甚至比某些城市的空气还要干净。然而，减少汽车尾气排放（包括降低使用化石燃料产生的二氧化碳等对温室效应的影响）的努力仍然在继续。丰田汽车（Toyota）一直致力于充分提高发动机的热效率，使传统的内燃机汽车能够达到目前混合动力汽车（HV）的CO₂排放水平（图 1.4）。该技术将与混合动力技术相结合，使车辆同时获得优异的动力性和经济性。

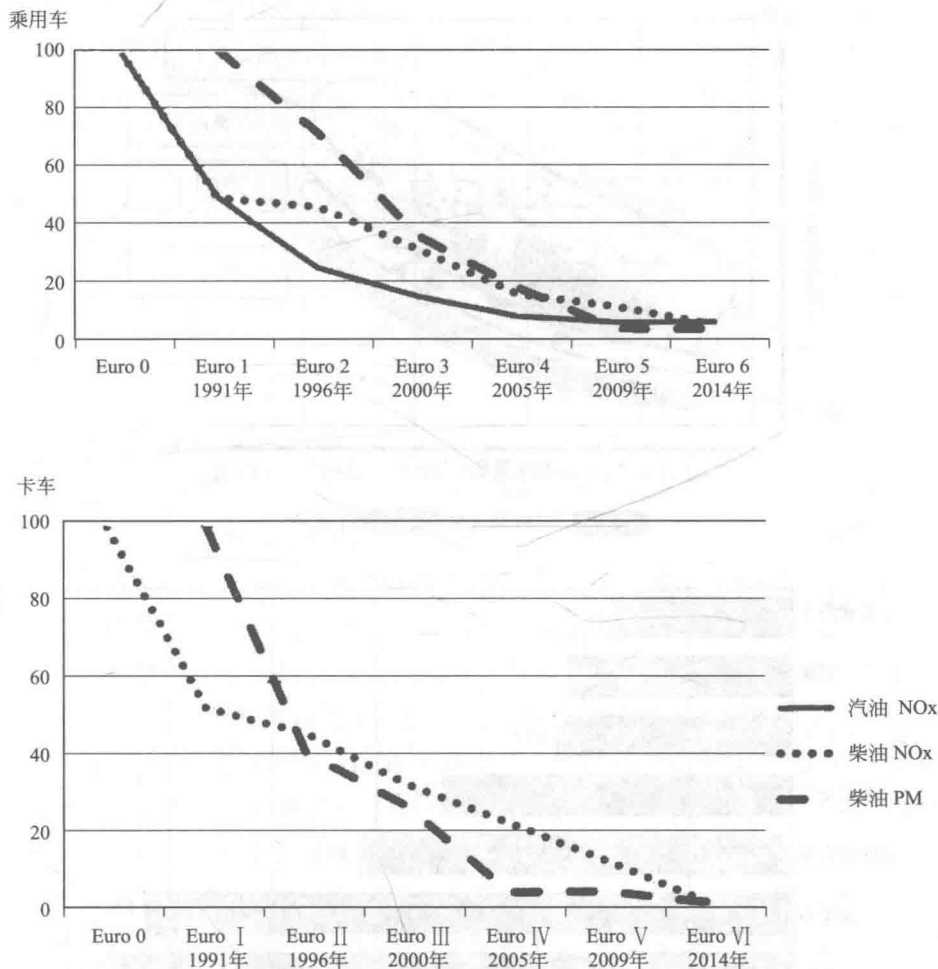
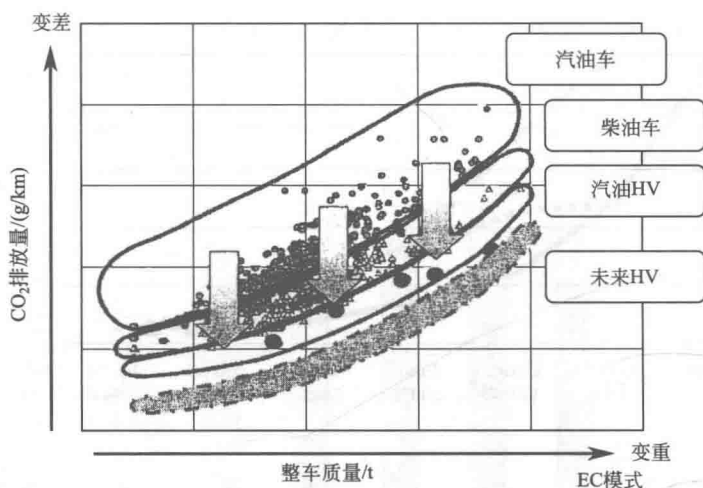
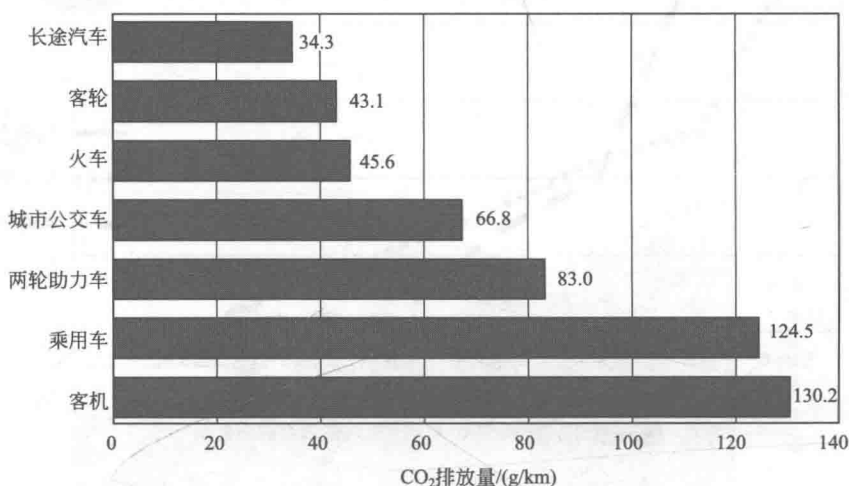


图 1.3 1990~2014 年尾气排放限值的变化^[9]

降低 CO₂ 的排放量已经变得越来越重要。如果按照乘员数计算人均 CO₂ 排放量，公交车辆的人均 CO₂ 排放量最小，而客机的人均 CO₂ 排放量最大（图 1.5）。乘用车的 CO₂ 排放量在 140g/km 时，其相应的油耗大概为 6L/100km；当减少到 120g/km 时，相应的油耗可降低到 5.2L/100km^[1]。若要实现 2015 年的 CO₂ 排放限值，需要在未来的 10 年降低乘用车平均油耗 30%（图 1.6）。

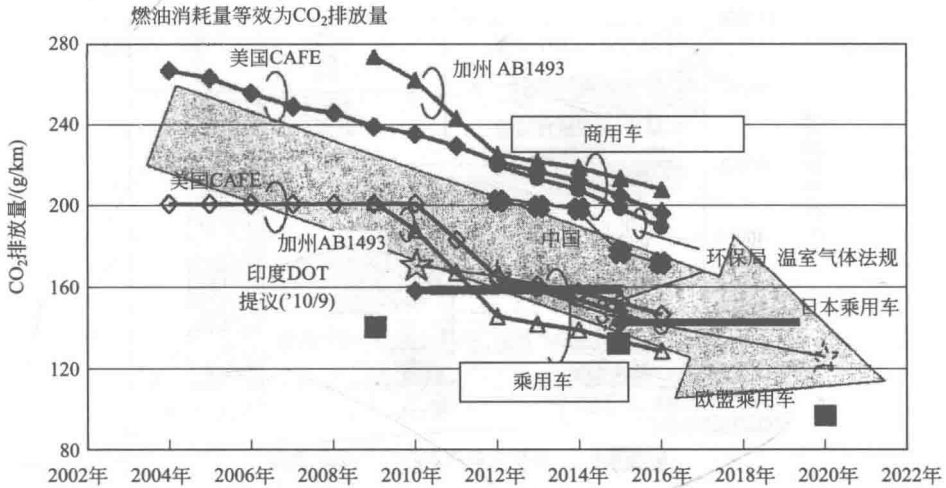
欧洲经济委员会（ECE）认为，得益于新型发动机、新型轮胎、新型空调和生物燃料的应用，在 10 年内实现乘用车燃油消耗量降低 25% 是比较现实的。

德国的汽车制造商（尤其是生产大型车辆的）认为应对重型汽车提出更高的排放限值。意大利和法国的汽车生产商则认为不需要对现有限值进行过大的调整，而应该对排放超标的车辆加大处罚力度。

图 1.4 未来汽车 CO₂ 减排计划^[3]图 1.5 不同交通工具 CO₂ 排放量的统计 (人均)

最终，欧洲经济委员会 (ECE) 提出新排放标准限值为全部准入车辆的平均值。重型车的限值更高一些 (例如，整车质量超过 2000kg 的车辆，CO₂ 排放限值为 150g/km)。汽车厂商也可以合作平摊它们的碳排放量，比如保时捷公司就可以和某家小型车生产企业一起计算其 CO₂ 排放量。2012 年，每超出 1g 排放限值，要被处以每辆车 35 欧元的罚款。2015 年，这一金额达到了 95 欧元。对于年产量在 10 万辆以下的车企将由另外一套法规进行限制。

采取减排措施不仅为了减少汽车尾气中的 CO₂ 排放，还要减少汽车整个使用年限内的 CO₂ 排放。“从油井到车轮”。在未来的 20 年内，通过制定足够

图 1.6 CO₂排放趋势

的政策法规有望将全部汽车的 CO₂ 排放量降低到原来的 1/3~1/5^[4]。这只有在所有国家都执行更加严格的排放标准和统一监管的情况下才能实现。

考察车辆整个生命周期（包括车辆的生产周期、使用周期、燃料或电能的生产周期、主备用电池的生产周期），现代汽车的寿命大概为 15 年或运行 250000km。以车辆每消耗 1L 的汽油会产生 2.25kg 的 CO₂，燃油消耗率为 8.5L/100km 计算，车辆运行 250000km 会产生 47800kg 的 CO₂。与之相似，柴油车每消耗 1L 的柴油将会产生 2.55kg 的 CO₂，若燃油消耗率按照 6.2L/100km 计算，其整个生命周期将会产生约 39500kg 的 CO₂。考虑到燃料生产过程中会有 10% 的能量损失，上述汽油车和柴油车的 CO₂ 排放量可达 53100kg 和 43900kg。

根据参考文献 [6] 和德国大众公司 (Volkswagen AG) 提供的相关数据，生产 1 辆类似于大众高尔夫那样的汽车，包括其动力系统在内，在生产过程中大约会产生 4400kg 的 CO₂。对其他更高级别的参考车型（比如其他的 C 级车和类似于高尔夫的 B 级车），需要更多的改善措施来降低其生产过程中有害气体的排放（包括采用更加精细的废气处理系统）。因此，生产 1 辆上述类型的汽车，包括发动机或者电力驱动系统（不包含电池），约产生 5000kg 的 CO₂。综上，汽油车在其整个生命周期内 CO₂ 总排放量将会达到 58100kg，柴油车为 48900kg，如图 1.7 所示。

对于电动汽车，其生产过程需要消耗与内燃机车辆同样多的能量，也就会产生同样多的 CO₂（5000kg）。如果电动汽车行驶 300km 需要 140kW·h 的电能（采用现代锂离子电池），在其 250000km 的生命周期内总计会向大气中释放

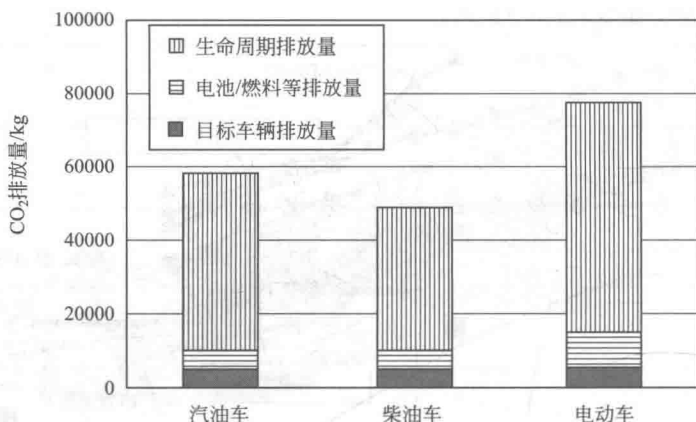


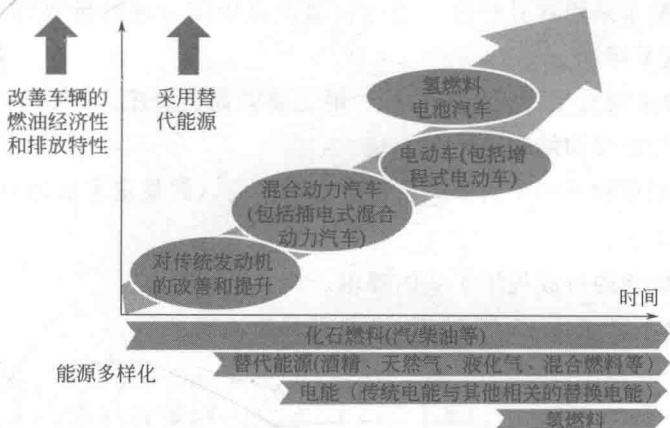
图 1.7 整车生命周期内 CO₂ 总排放量

62500kg 的 CO₂。此外，电池生产过程中所消耗的能量也应当被考虑在内。根据参考文献 [4]，电动车的能量存储系统的生产过程需要与传统车生产同样多的能量，因此也会产生同样多的 CO₂ 排放 (5000kg)。另外，电动车在其生命周期内，至少需要更换 1 次电池，这就又会多产生 5000kg 的 CO₂。综上，电动汽车在生产和使用中 (15 年或运行 250000km) 一共会产生 77500kg 的 CO₂，这就意味着 1 辆电动汽车在其全生命周期内的 CO₂ 排放量是汽油车的 1.33 倍或者是柴油车的 1.58 倍 (图 1.7)。

通用公司制定了与其全球架构战略相一致的先进驱动技术战略，该战略致力于解决每一类车辆动力系统中所存在的关键问题。由于提高燃油经济性和应对不断上涨的燃油价格已经成为汽车技术领域需要面对的最大挑战，通用汽车的策略就是同时追求能源的多样性和提高燃料的利用率，而这两个问题恰恰也是消费者最关心的。

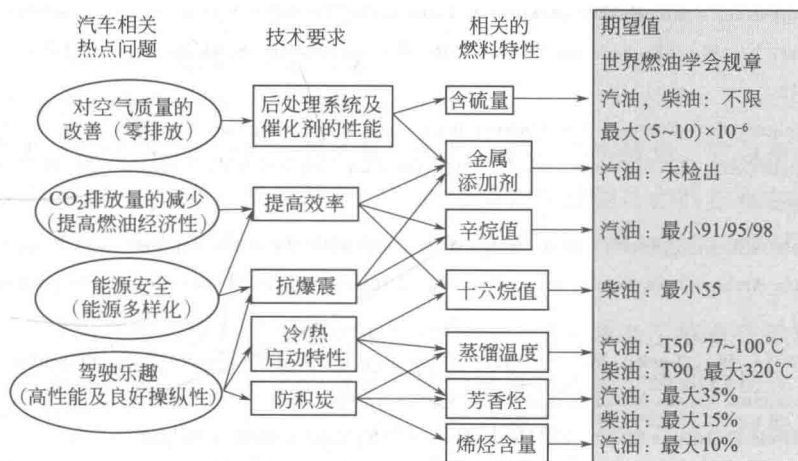
通用汽车公司目前正致力于有效提高动力系统的效率，并最终实现尾气的零排放。为了实现这一目的，该公司研发了更加先进的发动机、混合动力驱动系统以及更有前景的替代燃料，比如酒精、电能等；同时它们还在新技术领域上寻求突破，比如现已投产的“雪佛兰沃兰达”增程式电动汽车，以及其他的纯电动汽车或者燃料电池汽车 (图 1.8)。

目前，由于仅采用一种能源或驱动系统无法解决所有的问题，因此，通用公司在提高燃油效率、性能、成本等方面应用了很多先进技术。该公司致力于提高传统汽油发动机的效率，比如采用缸内直喷、短冲程、涡轮增压、先进的燃油供给系统以及减少摩擦损失等技术。近两年，通用公司在几乎所有的欧宝汽车平台上配备发动机启停技术，以此来改善整车的燃油经济性并减少在城市

图 1.8 通用汽车公司先进驱动技术战略^[7]

工况下的尾气排放^[7]。

汽车和发动机技术正变得越来越复杂和精密，即便这提升了汽车性能并降低了排放，但却使发动机对燃油品质更加敏感（图 1.9）。例如，某些用于减少柴油发动机排放的系统，如废气再循环（EGR）系统、尾气催化后处理系统、微悬浮颗粒过滤系统等，这些系统由多种装置组成且需要对发动机实现精确的控制。

图 1.9 车辆特性与燃油品质的关系^[3]

欧盟最近颁布的新排放法规将车辆的排放等级分为 M（载客乘用车）和 N（载货商用车）两种，具体如下。

- 对轻型车采用欧 5 和欧 6 标准（在测功机上进行排放检测），来替代现行的欧 4 标准。

- 对重型车采用欧VI标准（通过发动机台架试验进行排放特性测试），来替代现行的欧V标准。

新的排放法规发生了很大的变动，最主要的如下所述。

- 法规的框架和结构进行了调整。
- 对轻型车和重型车的分类进行了重新界定，并规定了实施办法。
- 检测方法。
- 对污染物的排放提出了新的要求。

新欧盟法规已于2012年12月31日获得讨论通过。

参 考 文 献

- [1] Commission of the European Communities. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council: Setting emission performance standards for new light commercial vehicles as part of the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions for light-duty vehicles. COM (2009) 593 final, 2009/0173 (COD), Brussels (2009)
- [2] Markes M: The Future of Oil and Gas (2011), <http://www.oilandgasevaluationreport.com> (accessed November 23, 2011)
- [3] Matsuda, Y.: Toyota's Powertrain Strategy for Developed and Emerging Markets. Paper presented at the 32 Internationales Wiener Motorensymposium, Wien (2011)
- [4] Merkisz J., Radzimirski S.: Stan obecny i przewidywane zmiany w europejskich przepisach o emisji zanieczyszczeń z samochodów ciężarowych i autobusów. Transport Samochodowy, 2 (2009)
- [5] Pander, J.: Wie öko kann ein E-Auto sein? Automobilwoche Sonderbeilage 125 Jahre Automobil (2011)
- [6] Pischinger, S., Eyerer, P.: Untersuchung und Bilanzierung des CO₂-Emissions-Trade-Off für direkteinspritzende Otto- und Dieselmotoren für Pkw und Nfz. FVV-Vorhaben Nr 765, Frankfurt (2003)
- [7] Stephens, T. G.: World's Best Vehicles: Winning with the Right Band-width of Powertrains and Vehicle Architectures. Paper presented at the 32 Internationales Wiener Motorensymposium, Wien (2011)
- [8] Warnecke, W., Lueke, W., Clarke, L., et al.: Fuels of the Future. Paper Presented at the 27 International Vienna Motor Symposium, Vienna (2006)
- [9] Worldwide Emissions Standards, Heavy Duty & Off-Road Vehicles, Delphi (2011)