"十二五"国家重点图书出版规划项目

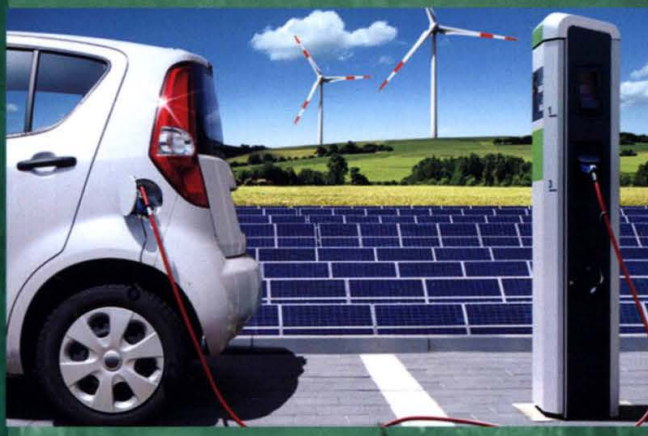
新能源汽车研究与开发丛书

电动汽车原理与应用技术

BASIC PRINCIPLES AND APPLICATION TECHNOLOGY FOR ELECTRIC VEHICLES

第2版

王震坡 孙逢春 刘鹏 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十二五”国家重点图书出版规划项目
新 能 源 汽 车 研 究 与 开 发 丛 书

电动汽车原理与应用技术

第 2 版

王震坡　孙逢春　刘　鹏　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书结合北京理工大学电动车辆国家工程实验室在电动汽车整车及关键部件设计、开发以及示范应用中多年积累的经验，重点讲述电动汽车整车、驱动电机系统、动力电池系统和电气系统的基本工作原理，典型车型的驾驶操作，整车及关键部件的维护方法，常见故障的处理方法以及电动汽车应用管理方法等内容。

本书基于电动汽车基本工作原理编写，重点突出电动汽车的日常应用和维护方法，主要用于电动汽车技术应用人员、相关从业人员和管理人员的技术培训和应用指导，也可作为车辆工程专业学生学习、了解电动汽车基础知识的指导书，同时也可供从事电动汽车研究、开发、生产和销售的人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

电动汽车原理与应用技术/王震坡，孙逢春，刘鹏编著．—2版．—北京：机械工业出版社，2016.9

（新能源汽车研究与开发丛书）

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-111-54579-8

Ⅰ.①电… Ⅱ.①王… ②孙… ③刘… Ⅲ.①电动汽车－研究 Ⅳ.①U469.72

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第192978号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策划编辑：何士娟 李 军 责任编辑：何士娟
责任校对：杜雨霏 封面设计：马精明
责任印制：李 飞
北京云浩印刷有限责任公司印刷
2016年9月第2版第1次印刷
169mm×239mm・17.25印张・331千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-54579-8
定价：49.90元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203

网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第 2 版前言

作为我国战略性新兴产业，以电动汽车为主的新能源汽车得到了中央和各地方政府的大力支持，2015 年更是被确定为“中国制造 2025”十大重点推动领域之一。2015 年也真正成为我国新能源汽车的元年，电动汽车总体产销出现井喷式增长，全国产销量达到 33 万辆以上，同比增长 300%，其规模商业化应用已经初露端倪。在可预见的未来，电动汽车将在公共领域、私人乘用车等方面被用户广泛认可。

作为电动汽车整车及关键部件技术的入门级教材，本书自第 1 版出版以来，就受到了广大读者的喜爱，并广泛应用于本科教学、职业教育和应用技术人才的培训。随着产业化推进，动力电池、驱动电机、整车控制、电动化附件等技术快速发展。为适应新的发展需求，本次主要修订内容如下：

（1）增加了轮毂电机技术内容，包括轮毂电机驱动车辆技术发展、结构、技术特点介绍，并提出了轮毂电机应用的关键技术问题。

（2）更新了第 7 章仪器与仪表的具体车型介绍，增加了插电式混合动力乘用车的车型介绍。

（3）更新了部分章节的数据。

本修订版由北京理工大学电动车辆国家工程实验室王震坡教授、孙逢春教授、刘鹏工程师编写，曲昌辉、孙振宇、石文利、宋春宝等硕士、博士研究生为此书出版做了很多工作，在此对他们表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中若有不妥之处，恳请各位读者批评指正。

编著者

第 1 版前言

以电动汽车为主的新能源汽车作为交通领域节能、环保和大气雾霾治理的有效措施，日益受到国内外各界的关注，成为汽车工业发展的趋势和方向，并被确立为我国战略性新兴产业之一。自 2000 年以来，全球范围掀起了电动汽车研发的热潮，我国在以国家科技部、发改委、工信部和财政部四部委为主的支持下，历经电动汽车重大专项、新能源汽车重大项目、新能源汽车创新工程等系列国家项目支持，新能源汽车及其配套的关键零部件产业已经初具规模。多种具有自主知识产权的电动商用车、电动乘用车产品已经获得国家公告，进入市场。动力电池、驱动电机等核心部件已经具备产业化配套能力。2012 年，以“十城千辆”电动汽车示范城市、私人购买新能源汽车试点城市为主的 25 个城市累计实现了 2 万余辆新能源汽车的销售和应用。2013 年，在四部委的支持下，北京、上海、深圳等 28 个城市或城市群再次被确立为新能源汽车推广应用城市，在私人用车、公交、环卫、出租和物流等各应用领域全面开展新能源汽车推广，计划到 2015 年累计实现 30 余万辆新能源汽车的销售和应用。以电动汽车为主的新能源汽车规模商业化应用即将开展。

由于驱动形式、能源供给形式的差异，电动汽车在驾驶操作、能源补给、维护保养等方面与传统内燃机汽车有很大的不同，尤其对于应用频率高、日均行驶里程长的公交、环卫、出租等公共领域商业化应用的车辆，安全操作和科学保养显得尤其重要。

本书结合北京理工大学电动车辆国家工程实验室在电动汽车整车及关键部件设计、开发以及示范应用中多年积累的经验，重点讲述电动汽车整车、驱动电机系统、动力电池系统和电气系统的基本工作原理，典型车型的驾驶操作，整车及关键部件的维护方法，常见故障的处理方法以及电动汽车应用管理方法等内容。本书主要用于电动汽车应用人员技术培训，希望能够对电动汽车的推广和电动汽车的合理科学应用提供一些技术指导，为我国的电动汽车事业发展做些贡献。

本书由孙逢春教授、王震坡教授构建总体结构，并与刘鹏博士共同编著。北京理工大学电动车辆国家工程实验室何洪文教授、林程教授、王文伟副教授和韩冰博士为本书提供了大量的资料，博士生姚雷、马军，硕士生刘佳、刘斌、崔佳、张文亮、孙培坤和贺劲松等分别协助进行了书稿资料的整理和部分相关章节的编写工作，在此对他们的工作表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中若有不妥之处，敬请各位读者谅解并提出宝贵意见，并希望以此书作为交流的平台，与各位读者建立联系，促进电动汽车技术进步，推动电动汽车商业化应用。

编著者

目　　录

第 2 版前言

第 1 版前言

第 1 章　绪论 …… 1

1.1　电动汽车的发展背景 …… 1

1.1.1　能源危机 …… 1

1.1.2　环境问题 …… 3

1.1.3　电动汽车的优势 …… 5

1.2　电动汽车的发展历史 …… 9

1.2.1　电动汽车的出现 …… 9

1.2.2　电动汽车的再崛起 …… 10

1.2.3　电动汽车的新生机 …… 13

1.3　电动汽车的发展现状 …… 14

1.3.1　国内外发展概况 …… 15

1.3.2　纯电动汽车发展现状 …… 18

1.3.3　混合动力电动汽车发展现状 …… 21

1.3.4　插电式混合动力电动汽车发展现状 …… 24

1.3.5　燃料电池电动汽车发展现状 …… 27

第 2 章　电动汽车基本结构与工作原理 …… 30

2.1　电动汽车驱动原理的分类 …… 30

2.2　纯电动汽车 …… 30

2.3　混合动力电动汽车 …… 31

2.4　插电式混合动力电动汽车 …… 34

2.5　燃料电池电动汽车 …… 35

2.6　电动汽车的结构 …… 36

2.6.1　基本构成 …… 36

2.6.2　电驱动的结构形式 …… 37

2.6.3　储能装置的结构形式 …… 41

2.7　电动汽车的行驶性能 …… 42
2.7.1　驱动力和行驶阻力 …… 43
2.7.2　驱动力与行驶阻力的平衡 …… 47
2.7.3　动力性评价参数 …… 49
2.7.4　续驶里程 …… 50

第3章　驱动电机 …… 54

3.1　电机分类 …… 54
3.2　直流电机 …… 56
3.2.1　直流电机的结构 …… 56
3.2.2　直流电机的基本原理 …… 57
3.2.3　直流电机的特点 …… 57
3.2.4　直流电机的控制 …… 58
3.2.5　直流电机在电动汽车上的应用 …… 60
3.3　交流异步电机 …… 60
3.3.1　交流异步电机的结构 …… 60
3.3.2　交流异步电机的基本原理 …… 61
3.3.3　交流异步电机的特点 …… 62
3.3.4　交流异步电机的控制 …… 62
3.3.5　交流异步电机在电动汽车中的应用 …… 63
3.4　永磁同步电机 …… 63
3.4.1　永磁同步电机的结构 …… 63
3.4.2　永磁同步电机的基本原理 …… 64
3.4.3　永磁同步电机的特点 …… 64
3.4.4　永磁同步电机的控制 …… 64
3.4.5　永磁同步电机在电动汽车上的应用 …… 65
3.5　开关磁阻电机 …… 65
3.5.1　开关磁阻电机的结构 …… 65
3.5.2　开关磁阻电机的原理 …… 66
3.5.3　开关磁阻电机的特点 …… 67
3.5.4　开关磁阻电机的控制 …… 68
3.5.5　开关磁阻电机在电动汽车中的应用 …… 69
3.6　轮毂电机技术 …… 69
3.6.1　轮毂电机技术发展 …… 69
3.6.2　轮毂电机的结构 …… 70

3.6.3　轮毂电机技术的特点 …… 71
3.6.4　轮毂电机的驱动方式 …… 72
3.6.5　轮毂电机在电动汽车中的应用 …… 73
3.6.6　轮毂电机应用的关键技术问题 …… 73
3.7　电动汽车的再生制动 …… 74

第4章　动力电池系统 …… 75

4.1　动力电池简介 …… 75
4.1.1　动力电池的基本结构 …… 75
4.1.2　动力电池的基本参数 …… 75
4.1.3　动力电池的分类 …… 80
4.2　锂离子动力电池 …… 81
4.2.1　概述 …… 81
4.2.2　工作原理 …… 82
4.2.3　失效机理 …… 82
4.2.4　电性能 …… 84
4.2.5　典型应用 …… 88
4.3　其他电池 …… 89
4.3.1　铅酸电池 …… 89
4.3.2　镍氢电池 …… 91
4.3.3　超级电容器 …… 91
4.3.4　燃料电池 …… 92
4.4　动力电池管理系统 …… 93
4.4.1　基本构成 …… 93
4.4.2　主要功能 …… 93
4.5　动力电池组的使用寿命 …… 97
4.5.1　动力电池单体寿命的影响因素 …… 97
4.5.2　动力电池的一致性与电池组寿命 …… 99
4.6　动力电池的梯次利用与回收 …… 102
4.6.1　动力电池的梯次利用 …… 103
4.6.2　动力电池回收 …… 104

第5章　电动汽车电气系统 …… 106

5.1　电气系统概述 …… 106
5.2　电动汽车空调系统 …… 109

5.2.1　发展现状 …… 109
5.2.2　技术特点 …… 110
5.2.3　关键部件及控制技术 …… 110
5.2.4　工作原理 …… 111
5.3　功率变换器 …… 114
5.3.1　降压功率变换器 …… 115
5.3.2　升压功率变换器 …… 117
5.3.3　双向功率变换器 …… 119
5.4　电动汽车高压安全 …… 121
5.4.1　高压系统布置要求 …… 122
5.4.2　安全要求及检测参数 …… 123
5.4.3　高压安全防护措施 …… 123
5.4.4　高压绝缘监测 …… 124
5.5　电气系统的电磁兼容性 …… 126
5.5.1　电磁兼容性主要术语 …… 127
5.5.2　电动汽车电磁环境分析 …… 129
5.5.3　电磁兼容性设计方法 …… 130
5.5.4　抑制电磁干扰的技术措施 …… 131
5.5.5　电磁场辐射强度检测实例 …… 132

第6章　电动汽车总线系统 …… 134

6.1　概述 …… 134
6.1.1　车载总线系统简介 …… 134
6.1.2　车载总线技术的发展 …… 135
6.1.3　车载总线系统拓扑结构 …… 136
6.1.4　车用总线协议标准 …… 138
6.1.5　总线节点的典型设备 …… 139
6.2　CAN 总线系统 …… 141
6.2.1　CAN 总线系统的组成 …… 142
6.2.2　数据传输形式和数据传输原理 …… 145
6.2.3　CAN 总线应用实例 …… 147
6.3　其他总线系统 …… 149
6.3.1　FlexRay 总线 …… 149
6.3.2　LIN 总线 …… 149
6.3.3　TTCAN 总线 …… 150

第 7 章　仪器与仪表 …… 152

7.1　概述 …… 152
7.2　纯电动乘用车仪器与仪表 …… 155
7.2.1　北汽 EV200 纯电动乘用车仪器与仪表 …… 155
7.2.2　腾势纯电动乘用车仪器与仪表 …… 160
7.2.3　特斯拉 Model S 纯电动乘用车仪器与仪表 …… 160
7.3　插电式混合动力乘用车仪器与仪表 …… 161
7.4　纯电动客车仪器与仪表 …… 162
7.4.1　组合仪表 …… 162
7.4.2　液晶显示屏 …… 164
7.5　电动环卫车仪器与仪表 …… 167
7.5.1　组合仪表 …… 167
7.5.2　触摸显示屏 …… 168

第 8 章　电动汽车的基础设施 …… 171

8.1　充电设备 …… 171
8.1.1　充电机 …… 171
8.1.2　充电桩 …… 174
8.2　充电接口 …… 175
8.2.1　传导式充电接口要求 …… 175
8.2.2　充电接口形式 …… 176
8.3　充电站 …… 178
8.3.1　主要功能与布局 …… 178
8.3.2　建设形式 …… 180
8.4　常用充电设施建设和应用形式 …… 182
8.4.1　家庭充电设施 …… 182
8.4.2　公共充电设施 …… 183
8.4.3　动力电池更换站 …… 184
8.5　充电设施典型实例 …… 185
8.5.1　充换电站 …… 185
8.5.2　充电桩群 …… 186

第 9 章　电动汽车驾驶操作要领 …… 188

9.1　基本操作要领 …… 188

9.1.1　车辆的检查 …… 188
9.1.2　正确的驾驶姿势 …… 189
9.1.3　转向盘的操纵 …… 189
9.1.4　制动 …… 190
9.1.5　加速 …… 191
9.2　驾驶操作 …… 192
9.2.1　起动 …… 192
9.2.2　驾驶 …… 194
9.2.3　停止 …… 195
9.2.4　存放 …… 196
9.2.5　电动专用车辆的操作 …… 196
9.3　电动汽车驾驶的注意事项 …… 200

第10章　电动汽车的维护与保养 …… 201

10.1　整车维护与保养 …… 201
10.2　关键零部件的维护与保养 …… 202
10.2.1　动力电池系统 …… 202
10.2.2　电机 …… 204
10.2.3　其他高压系统 …… 205
10.2.4　电气线束 …… 205
10.2.5　动力转向系统 …… 206
10.2.6　制动系统 …… 207
10.3　维护保养安全 …… 207
10.3.1　高压安全操作原则 …… 207
10.3.2　人员要求 …… 207
10.3.3　维护要求 …… 208

第11章　电动汽车常见故障及处理方法 …… 209

11.1　故障检测方法 …… 209
11.2　动力系统常见故障及处理方法 …… 209
11.2.1　动力电池系统 …… 209
11.2.2　电机驱动系统 …… 212
11.3　汽车底盘常见故障及处理方法 …… 215
11.3.1　变速器 …… 215
11.3.2　转向系统 …… 216

11.3.3　制动系统 …… 217
11.3.4　行驶系统 …… 219
11.4　电气设备常见故障及处理方法 …… 220
11.4.1　灯光设备 …… 220
11.4.2　组合仪表 …… 220
11.5　空调系统常见故障及处理方法 …… 221
11.6　典型车辆故障表 …… 223
11.6.1　纯电动乘用车 …… 223
11.6.2　纯电动客车 …… 225
11.6.3　纯电动环卫车 …… 228

第12章　电动汽车应用管理规范 …… 230

12.1　充电站管理规范 …… 230
12.1.1　充电员岗位规范 …… 230
12.1.2　充电员充电操作规范 …… 230
12.1.3　电池安装及更换操作注意事项 …… 231
12.1.4　锂离子电池充电操作规程 …… 231
12.1.5　电动公交车调度监控室管理制度 …… 232
12.1.6　充电机安全操作规程 …… 233
12.1.7　手工更换电池安全操作规程 …… 234
12.2　更换设备管理规范 …… 235
12.2.1　快换机器安全操作规程 …… 235
12.2.2　快换机器日常例检及维护安全操作规程 …… 236
12.3　车辆维护规范 …… 237
12.4　高压电气安全技术与使用规范 …… 238
12.5　电动汽车运行安全保证工作预案 …… 240

附录　典型车型及参数 …… 241

附录A　电动乘用车 …… 241
附录B　电动客车 …… 254
附录C　电动环卫车 …… 258

参考文献 …… 263

第1章　绪　　论

在节能环保、治理大气雾霾成为社会热点问题并备受公众关注的背景下，以电动汽车为主的新能源汽车成为交通领域实现节能减排的有效途径之一。纵观汽车百年发展历史，电动汽车历经三起三伏，现已在全球范围内进入产业化和商业化初期阶段。

本章重点对电动汽车发展背景、历史以及现状进行概述。

1.1　电动汽车的发展背景

1.1.1　能源危机

世界能源主要包括石油、天然气、煤炭等，传统汽车的燃料主要是由石油提炼出的汽油和柴油。石油是千百万年以前的古生物在地壳变动中被埋入地下，逐渐演变成有机碳氢化合物的混合物。地球上的石油资源是有限的。据2013年6月发布的《BP世界能源统计》显示，截至2012年年底，全球已探明的石油储量为16689亿桶，以2012年的开采速度，可开采52.9年。

石油在交通领域的消费逐年增长。国际能源机构（IEA）的统计数据表明，2001年全球57%的石油消费在交通领域（其中美国达到67%），预计到2020年，交通用油占全球石油总消耗的62%以上。美国能源部预测，2020年以后，全球石油需求与常规石油供给之间将出现净缺口，2050年的供需缺口几乎相当于2000年世界石油总产量的两倍。

我国的石油储藏量和开采量非常有限，石油越来越多地依靠进口。截至2012年年底，我国已探明石油储量为173亿桶，仅占全球石油储量的1%。但我国却是一个能源消费大国，从2003年到2013年期间，我国的石油消耗量仅次于美国，位居世界第二、亚洲第一，原油消费年均增长率超过5%。据预测，我国原油进口量的增长比例将达到10%以上，成品油的进口量增长比例为8%左右，总的石油进口量增长比例达到年均6%。根据国际能源机构预测，随着我国汽车保有量的增加，到2030年，我国石油消耗量的80%需要依靠进口。

汽车给我国的能源安全带来了巨大压力，而且这个压力正日益增大。从2009年起，我国汽车产销量连续居全球首位，我国已成为世界第一大汽车生产大国和第一大新车销售市场。2012年，我国汽车保有量超过1.2亿辆，2005～

2013 年，我国汽车产销和保有量趋势如图 1-1 和图 1-2 所示。预计到 2020 年，我国汽车保有量将达到 2 亿辆。汽车消费的快速增长导致石油消耗加速增长，这使得我国石油对外依存度不断攀升。我国机动车燃油消耗量约占全国总油耗的 1/3。有关资料显示，2009 年，我国汽车消耗了 13480 万 t 成品油，占全国汽柴油总产量的 63.2%，比 2008 年消耗净增加 1600 万 t。其中：车用汽油消耗 6260 万 t，占汽油产量 7192 万 t 的 87%；车用柴油消耗 7220 万 t，占柴油产量 14124 万 t 的 51%。2011 年，我国汽车消耗成品油接近 1.5 亿 t，约占全国成品油总消费量的 60.2%。随着我国汽车保有量的不断增长，汽车燃料消耗量在我国石油消耗中的比例还会继续提高。如果按传统交通能源动力系统发展下去，将难以维持我们这个汽车大国的日益发展和昌盛。面对如此严峻的能源形势，我国汽车工业必须加大对新能源汽车的研发力度。

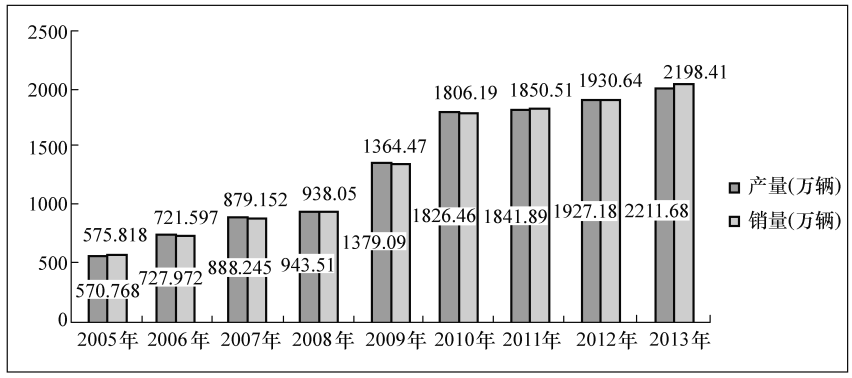


图 1-1　2005～2013 年我国汽车产销趋势

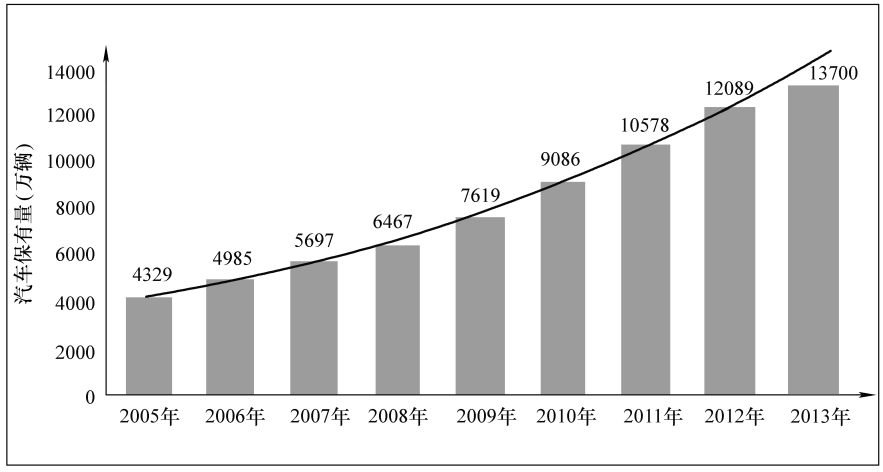


图 1-2　2005～2013 年中国汽车保有量趋势

1.1.2 环境问题

传统燃油汽车在行驶过程中会产生大量的有害气体，不但污染环境，还影响人类健康。汽车尾气排放的主要污染物为一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）、铅（Pb）、细微颗粒物（PM）及硫化物等。这些一次污染物还会通过大气化学反应生成光化学烟雾、酸沉降等二次污染物。现今，许多大城市的空气污染已经超过健康许可标准，直接危害市民健康和生活环境。

（1）雾霾天气

雾霾是一种大气污染状态，是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述，尤其是PM2.5（粒径小于2.5μm的颗粒物）被认为是造成雾霾天气的“元凶”。雾霾的源头多种多样，比如汽车尾气、工业排放、建筑扬尘和垃圾焚烧，甚至火山喷发等。雾霾天气通常是多种污染源混合作用形成的。

“雾霾”成为我国2013年度关键词。2013年1月，北京及周边地区遭受长达26天的雾霾天气。同年10月，东北三省遭遇雾霾侵袭，哈尔滨出现史上最严重雾霾天气，最低能见度小于10m。在全国范围内，华北至西南地区形成了2200km多的污染线。雾霾的频繁出现，加大了政府对大气环境治理的决心。2013年6月，国务院出台《大气污染防治十条措施》，努力践行“同呼吸，共奋斗”的行为准则。随后，中央各部门及地方政府先后出台了《大气污染防治行动计划》《地区落实大气污染防治行动计划实施细则》等文件。

2013年，中国环境科学研究院对形成北京雾霾天气的PM2.5来源进行了整体分析，其中汽车尾气排在第一，占比达22.2%，已然成为PM2.5的重要来源。因此，积极加大汽车的节能减排力度，有效解决机动车尾气排放问题是城市雾霾治理的重点措施：第一，加强高污染机动车管理，以大中重型客货运输车辆为重点，淘汰高污染机动车，在京Ⅴ标准中，单独规定了汽车尾气中PM2.5的限值为0.0045g/km，达到了国际排放标准；第二，加速推进高品质油源应用，逐步推广国Ⅳ标准的汽油、柴油使用，同时，加强油品质量的监督检查，严厉打击非法生产、销售不符合国家和地方标准要求车用油品的行为；第三，推广城市智能交通管理，缓解城市交通拥堵，促进城市交通可持续管理；第四，大力推广新能源汽车使用。

（2）温室效应

石油能源的大量消耗会带来温室气体排放问题。二氧化碳是全球最重要的温室气体，是造成气候变化的主要原因，而它主要来自于化石燃料的燃烧。据IEA估计，汽车二氧化碳总排放量将从1990年的29亿t增加到2020年的60亿t。汽车对地球环境造成了巨大影响。

为了减小汽车对全球气候变暖的影响，减少温室气体二氧化碳的排放，汽车

应尽量采用小排量发动机和采用稀薄燃烧技术的发动机，最大限度地提高能源利用效率，从而减小汽车对全球气候变暖的影响。为了减少汽车二氧化碳的排放量，汽车二氧化碳排放法规开始实施。2008 年，欧盟要求轿车二氧化碳排放达到 140g/km，对于汽油车，对应油耗 6L/100km 以下；2020 年，达到 95g/km。

为了鼓励和推动电动汽车研发和产业化，世界各国制定了更加严格的汽车排放和燃料经济性法规，其特点是把二氧化碳的排放作为燃油经济性的重要度量。

欧盟通过减少汽车二氧化碳排放的指令来限制新车的排放，到 2015 年，欧洲新车二氧化碳平均排放将逐步降至 130g/km，到 2020 年为 95g/km。美国通过的燃油经济条例的目标是到 2016 年在美国销售的汽车平均二氧化碳排放为 155g/km。日本的目标是 2015 年为 155g/km，2020 年为 115g/km。低于限额的产品将得到鼓励。我国也推出了新的油耗法规，并计划于 2015 年实施，相应折算的二氧化碳排放为 161g/km，并且明确指出要通过汽车行业的共同努力，争取到 2020 年，我国汽车排放和能耗达到国际先进水平。

（3）尾气排放

据统计，全球大气污染的 42% 源于交通车辆的污染。随着城市机动车数量的快速增长，大量机动车在一定时间、空间内的相对集中，造成城市的某一地区在排放污染物总量上超标，机动车尾气污染已成为城市大气污染的主要贡献者。因此，必须研究改善城市机动车排放污染的对策和措施。从机动车管理的角度来考虑，减轻环境污染就要疏导交通，优化路网布局，合理分配车流，减小城市中心区的车流密度，改善机动车运行工况，降低机动车污染物的排放。

鉴于汽车尾气的危害，人们认识到需要对汽车尾气中的有害物质加以限制。目前，国外执行的汽车排放标准主要有欧、美、日三大体系，其中以欧洲标准应用较广。自 20 世纪 90 年代以来，我国的汽车尾气治理提上日程，治理步伐不断“提速”。1993 年，我国颁布相当于欧洲 20 世纪 70 年代的汽车尾气排放标准，2000 年 1 月 1 日，该标准提升为欧洲 20 世纪 90 年代初的标准，即欧洲Ⅰ号标准，不达标的汽车不得生产销售。2003 年，北京和上海相继实施国家机动车第二阶段排放标准，该标准相当于欧洲Ⅱ号排放标准。北京已率先从 2008 年年初开始执行相当于欧洲Ⅳ号排放标准的汽车尾气排放标准，欧Ⅴ标准于 2009 年 9 月 1 日开始实施。根据这一标准，柴油轿车的氮氧化物排放量不应超过 180mg/100km，比欧Ⅳ标准规定的排放量减少了 28%；颗粒物排放量则比欧Ⅳ标准规定的减少了 80%，所有柴油轿车必须配备颗粒物滤网。

于 2014 年 9 月实施的欧Ⅵ标准，柴油轿车的氮氧化物排放量不应超过 80mg/100km。与欧Ⅴ标准相比，欧Ⅵ标准对人体健康的益处将增加 60% ~90%。柴油面包车和 7 座以下载客车实施欧Ⅴ和欧Ⅵ标准的时间分别比轿车晚 1 年。2010 年 9 月，厢式货车等实施欧Ⅴ标准，厢式货车的氮氧化物排放量不应超过

280mg/100km；2015 年 9 月实施欧Ⅵ标准后，新款厢式货车的氮氧化物排放量不应超过 125mg/100km。

我国汽车国Ⅲ、国Ⅳ排放标准在污染物排放限值上与欧Ⅲ、欧Ⅳ标准完全相同，但在实验方法上做了一些改进，在法规格式上也与欧Ⅲ、欧Ⅳ标准有很大差别。《关于实施国家第五阶段气体燃料点燃式发动机与汽车排放标准的公告》规定，自 2013 年 1 月 1 日起，所有生产、进口、销售和注册登记的气体燃料点燃式发动机与汽车必须符合国Ⅴ标准的要求，相关企业应及时调整生产、进口和销售计划。

1.1.3 电动汽车的优势

电动汽车全部或部分采用电力驱动，能源来源途径广；可以改善能源结构，解决汽车的能源替代问题，改善电网系统峰谷负荷平衡问题；可以实现低排放，甚至零排放行驶，具有良好的环境保护效果；行驶噪声小；排放的废热少，可有效减轻城市“热岛效应”；实现了制动能量回收，结构简单，使用维护方便等。下面从能源与环境方面，具体分析电动汽车的优势。

（1）电动汽车与能源

通过发展电动汽车技术和推广电动汽车的应用，可以减少石油燃料的总消耗量。与传统燃油汽车相比，电动汽车能量利用效率高。据测算，将原油提炼成汽、柴油并用于燃油汽车驱动时，平均能量利用率仅为 12% 左右。纯电动汽车即使仅使用燃烧重油发的电，其能量经重油提炼、电厂热电转换、电力输配、电池充电和电机损耗等环节，在电机输出轴也可得到 20% 左右的能量，所以电动汽车从原油到汽车车轮驱动的能量转换效率比燃油汽车高约 50%，如图 1-3 所示。如果电动汽车还应用其他发电方式，能量利用率将更高。

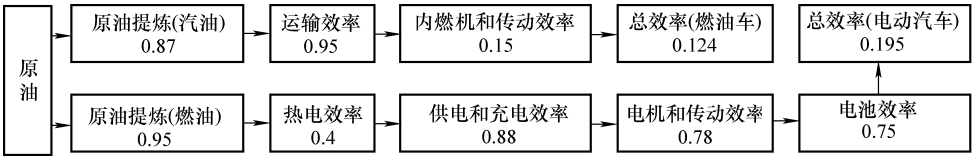


图 1-3 电动汽车与燃油汽车能量转换效率比较

电动汽车可以改变能源消耗结构。因电动汽车不再纯粹依赖于化石能源，故不受石油资源的限制，可利用核能、煤炭、水力、太阳能、风能和地热等一切可以用来转化为电能的能量（图 1-4），拓宽了能源获取的渠道，有效缓解了我国的石油能源安全问题。据有关专家对石油有效利用情况的分析，若利用上述类型的电能，电动汽车比燃油汽车节能 70% 左右，能源费用可节省 50% 左右。这对于我国这样一个人口众多、能源紧缺的国家是相当重要的。