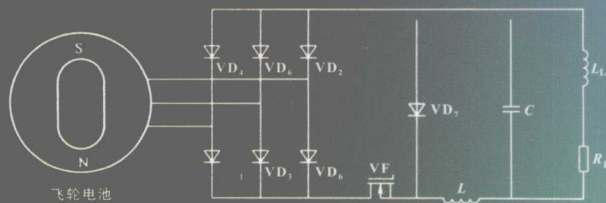


电力电子
新技术系列图书

New Technology Series in
Power Electronics



◎康龙云 编著

新能源汽车与 电力电子技术

XINNENGYUAN QICHE YU
DIANLI DIANZI JISHU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电力电子新技术系列图书

新能源汽车与电力电子技术

康龙云 编著



机械工业出版社

新能源汽车具有良好的环保性能和可以多种能源为动力的特点,既可以保护环境,又可以缓解能源短缺和调整能源结构,保障能源供应安全。本书介绍了电力电子技术在新能源汽车中的应用,详细讨论了新能源汽车的结构特点与工作原理,对新能源汽车使用的蓄电池、太阳电池、燃料电池、高速飞轮电池、超级电容、电机及其驱动系统、能源管理系统、电源变换装置、能量回馈系统及充电器作深入的分析,以易懂、易读、易用为目标,对新能源汽车的最新技术和未来的发展趋势进行详细、全面的介绍。

本书可作为从事新能源汽车研究与设计的工程技术人员、大专院校师生,及对环保节能技术感兴趣的人士阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源汽车与电力电子技术/康龙云编著. —北京:机械工业出版社, 2009.12

(电力电子新技术系列图书)

ISBN 978-7-111-29087-2

I. 新… II. 康… III. 电力电子学-应用-汽车工程-研究
IV. U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 211164 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:孙流芳 责任编辑:张沪光 版式设计:张世琴

封面设计:马精明 责任校对:申春香 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·13 印张·251 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29087-2

定价:30.00 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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

电力电子新技术系列图书

编辑委员会

主任：王兆安

副主任：白继彬 牛新国 徐德鸿 杨 耕

委员：(按姓名拼音字母排序)

白继彬	陈伯时	陈道炼	陈 坚	陈守良
陈治明	高艳霞	郭世明	黄耀先	康 勇
李崇坚	李永东	刘进军	吕征宇	牛新国
钱照明	阮新波	孙流芳	童宗鉴	王鸿麟
王旭东	王兆安	邬伟扬	肖湘宁	徐德鸿
徐殿国	杨 耕	杨 旭	余岳辉	张 波
张承慧	张为佐	张卫平	张 兴	赵善麒
赵争鸣	钟彦儒	周 波	周维维	查晓明

秘书组：陈守良 刘进军 孙流芳 罗 莉

电力电子新技术系列图书

序 言

电力电子技术诞生近半个世纪以来，使电气工程、电子技术、自动化技术等领域发生了深刻的变化，同时也给人们的生活带来了巨大的影响。

目前，电力电子技术仍以迅猛的速度发展着，新的电力电子器件层出不穷，新的技术不断涌现，其应用范围也不断扩展。不论在全世界还是在我国，电力电子技术都已造就了一个很大的产业群，如果再考虑到与电力电子技术相关的上游产业和下游产业，这个产业群就更加庞大了。与之相应，在电力电子技术领域工作的工程技术和科研人员的数量也相当庞大，且与日俱增。因此，组织出版有关电力电子新技术及其应用的系列书籍，以供广大从事电力电子技术的工程师和高等学校教师和研究生在工程实践中使用和参考，成为眼下的迫切需要。

在20世纪80年代，电力电子学会曾和机械工业出版社合作，出版过一套电力电子技术丛书，那套丛书对推动电力电子技术的发展起过积极的作用。最近，电力电子学会经过认真考虑，认为有必要以“电力电子新技术系列图书”的名义出版一系列著作。为此，成立了专门的编辑委员会，负责确定书目、组稿和审稿工作，向机械工业出版社推荐，仍由机械工业出版社出版。

本系列图书有如下特色：

1. 本系列图书属专题论著性质，选题新颖，力求反映电力电子技术的新成就和新经验，以适应我国经济迅速发展的需要。
2. 理论联系实际，以应用技术为主。
3. 本系列图书组稿和评审过程严格，作者都是在电力电子技术第一线工作的专家，且有丰富的写作经验。内容力求深入浅出，条理清晰，语言通俗，文笔流畅，便于阅读学习。

本系列图书编委会中，既有一大批国内资深的电力电子专家，也有不少已崭露头角的青年学者，其组成人员在国内具有较强的代表性。

希望广大读者对本系列图书的编辑、出版和发行给予支持和帮助，并欢迎对其中的问题和错误给予批评指正。

电力电子新技术系列图书
编辑委员会

前 言

人类社会进入到崭新的 21 世纪，科学技术发展日新月异，社会进步也进入到一个前所未有的新阶段。然而，随着各国工业化进程的加剧和城市化水平的不断提高，能源危机和环境污染，已经成为人类社会发展的突出矛盾。自 20 世纪以来，汽车行业蓬勃发展，汽车也已走进千家万户。然而，随着汽车保有量的急剧攀升，汽车带给地球的能源紧张和大气污染都日益明显地体现在人类的普通生活之中。如何缓解能源的供需矛盾、改善日益严峻的环境状况，已经成为各国科学家和有识之士不断探索的课题。近年来，新能源的开发不断地应用于汽车的设计和制造中，新能源汽车也逐渐由一类概念型汽车变为现实，各类新能源不断地被利用于汽车中。2009 年 7 月 1 日，中华人民共和国工业和信息化部制定了《新能源汽车生产企业及产品准入管理规则》，并予以发布实施，从而为汽车行业的可持续发展提供了广阔的平台。本书作者着力于探索新型环保能源在汽车中的应用，全面介绍了当今世界新能源汽车的最新发展动态，深入阐述了电力电子技术在新能源汽车中的最新应用成果，为相关从业人员提供了一个了解和掌握新能源汽车发展的良好契机。

2009 年春节前，财政部、科技部发出《关于开展节能与新能源汽车示范推广工作试点工作的通知》，决定在北京、上海、重庆、长春、大连、杭州、济南、武汉、深圳、合肥、长沙、昆明、南昌等 13 座城市开展节能与新能源汽车示范推广试点工作，鼓励试点城市率先在公交、出租、公务、环卫和邮政等公共服务领域推广使用节能与新能源汽车，并对节能与新能源汽车配套设施建设及维护保养等相关支出给予适当补助。这标志着新能源汽车的发展已经从科学研究和试验性用车阶段正式迈向了大规模量化生产和在全国范围内大力推广的应用阶段，可以预见，在不久的将来，我国新能源汽车的发展将会呈现出一片欣欣向荣的局面。2010 年，第 16 届亚洲运动会将在我国广州市举行，和谐亚运的理念早已深入人心，新能源技术将广泛地应用于亚运会的整个筹备和运行过程，新能源汽车也将成为亚运会的一道亮丽的风景线。这一切都预示着新能源汽车的美好前景，本书正是基于此，深入介绍新能源汽车的最新发展成果，使广大读者更深入地了解新能源汽车。

本书以当今最新的电力电子技术在新能源汽车上的应用为切入点，简单介绍了新能源汽车的基本工作原理，并在新能源汽车的电机驱动系统、储能系统、能源管理系统和充放电系统等四个方面，着重介绍新能源汽车的主要技术特点和性

能优势，本书还专门以一章的篇幅，结合本书作者多年来在新能源汽车研究和开发过程中的实践经历，介绍了一款太阳能汽车的设计实例，希望能使广大读者结合实际的设计案例，更深入地了解新能源汽车在设计制造方面的主要知识。本书主要针对电力电子技术在新能源汽车上的应用，因此用了大量的篇幅介绍电力电子技术的发展和主要成果，同时结合其应用，着力于各系统的控制技术，为新能源汽车的未来发展提出了展望。

电力电子技术的应用为新能源汽车的发展提供了广阔的发展空间。先进的电力电子器件应用和控制技术的不断完善，有利于提高新能源汽车的能源利用率，有利于不断挖掘新能源汽车在动力性能和经济性能上的潜力，有利于提高新能源汽车的科技含量，降低新能源汽车的设计和制造成本，是未来新能源汽车发展的主要方向。本书在介绍先进的电力电子技术时，运用大量实例和图表，使问题的阐述和论证更加严谨和形象，其实验论据充分、数学推导严谨、逻辑分析缜密、结论层次分明、论述通俗易懂、有较强的可读性，是新能源汽车领域不可多得的一本参考性书籍。

当今中国的新能源汽车的研究方兴未艾，国内各大高校和研究机构，以及各大生产厂商都积极致力于电动汽车的基础性研究和主要方案的设计与开发。本书作者多年来致力于新能源汽车的研究和电力电子技术在新能源汽车上应用开发，曾留学日本多年，对于新能源汽车的发展有着深刻的理解。本书的出版是机械工业出版社多方联系和努力的结果，并得到了西安交通大学博士研究生周世琼、徐剑鸣等的大力支持和协助，再次一并表示诚挚的感谢。由于作者水平有限，如有不妥之处，诚请读者批评指正。

康龙云

于华南理工大学新能源研究中心

2009年9月

目 录

电力电子新技术系列图书序言

前 言

第 1 章 绪论 1

- 1.1 常规汽车面临的挑战及能源环境 1
 - 1.1.1 石油资源问题 1
 - 1.1.2 气候变暖问题 2
- 1.2 新能源汽车及其发展历史 2
- 1.3 电力电子技术在新能源汽车中的应用 4
 - 1.3.1 新能源汽车的组成 5
 - 1.3.2 电力电子技术需要解决的问题 5
- 1.4 发展新能源汽车目前需要解决的问题 6
- 参考文献 7

第 2 章 新能源汽车 8

- 2.1 纯电动汽车 8
 - 2.1.1 纯电动汽车基本构造 8
 - 2.1.2 纯电动汽车的驱动 11
 - 2.1.3 纯电动汽车储能装置——蓄电池 13
- 2.2 太阳能电动汽车 15
 - 2.2.1 太阳能电动汽车基本构造 16
 - 2.2.2 太阳电池光伏发电原理及特性 18
 - 2.2.3 太阳能电动汽车太阳电池最大功率点跟踪系统 20
 - 2.2.4 太阳能电动汽车的能源管理系统 25
- 2.3 燃料电池电动汽车 26

- 2.3.1 燃料电池电动汽车基本结构 26
- 2.3.2 燃料电池工作原理 27
- 2.3.3 燃料电池能源管理系统 28
- 2.4 混合动力汽车 29
 - 2.4.1 混合动力汽车的种类 29
 - 2.4.2 动力传动系统及控制 32
- 参考文献 33

第 3 章 新能源汽车的电机驱动系统 34

- 3.1 新能源汽车电机驱动系统概述 34
 - 3.1.1 新能源汽车电机驱动系统的种类及特点 34
 - 3.1.2 新能源汽车对驱动电机的性能要求 36
 - 3.1.3 驱动电机的分类 37
- 3.2 直流电机驱动系统 38
 - 3.2.1 直流电机的基本构造 38
 - 3.2.2 直流电机的性能特点 39
 - 3.2.3 直流电机的调速方法 41
- 3.3 交流异步电机驱动系统 43
 - 3.3.1 三相异步电机的构造及工作原理 43
 - 3.3.2 交流异步电机的性能特点 44
 - 3.3.3 交流异步电机的控制方法 45
- 3.4 永磁电机驱动系统 49
 - 3.4.1 永磁电机的分类 50
 - 3.4.2 永磁同步电机的结构特点 50
 - 3.4.3 永磁同步电机的性能

特点	51	4.4.1 高速飞轮电池的结构和 工作原理	100
3.4.4 永磁同步电机的控制方法	53	4.4.2 飞轮的材料	101
3.4.5 轮毂电机	57	4.4.3 高速飞轮电池的充放电	102
3.4.6 永磁无刷直流电机的工作 特性及控制技术	61	4.4.4 高速飞轮电池在新能源 汽车中的应用	102
3.5 开关磁阻电机驱动系统	62	4.5 超级电容储能	104
3.5.1 开关磁阻电机的结构特点 及工作原理	62	4.5.1 超级电容的结构和工作 原理	104
3.5.2 开关磁阻电机的性能 特点	64	4.5.2 超级电容的充放电	105
3.5.3 开关磁阻电机的运行特性 及原理	65	4.5.3 超级电容在新能源汽车中 的应用	106
3.5.4 开关磁阻电机的控制 方法	67	参考文献	109
3.5.5 开关磁阻电机功率变换器 实例	71	第5章 新能源汽车的能源 管理	112
3.6 新能源汽车驱动系统的发展 方向	73	5.1 能源管理系统的功用	112
3.6.1 电机的发展方向	73	5.2 纯电动汽车的能源管理系统	113
3.6.2 驱动系统控制技术的发展 方向	74	5.2.1 纯电动汽车能源管理系统 的组成	113
参考文献	75	5.2.2 电池荷(充)电状态 指示器	114
第4章 新能源汽车的储能 系统	78	5.2.3 电池管理系统	114
4.1 各种储能器件的特性	78	5.3 混合动力电动汽车的能源管理 系统	115
4.2 蓄电池储能	80	5.4 FHEV 能源管理系统结构 设计	118
4.2.1 铅酸蓄电池	80	5.4.1 FHEV 能量源特性分析	119
4.2.2 镍镉蓄电池	88	5.4.2 FHEV 混合动力结构及方案 设计	121
4.2.3 镍氢蓄电池	89	5.4.3 FHEV 能源管理系统结构 设计	124
4.2.4 锂离子电池	90	5.4.4 FHEV 能源管理模式 研究	126
4.2.5 蓄电池储能在新源汽车 中的应用	92	5.5 动力锂离子电池管理系统的 总体方案设计	127
4.3 燃料电池储能	94	5.5.1 锂离子电池的外特性	127
4.3.1 燃料电池的结构和原理	94	5.5.2 锂离子电池的管理系统	129
4.3.2 燃料电池的分类	95	5.5.3 电池管理系统硬件设计	133
4.3.3 燃料电池在新能源汽车中 的应用	98		
4.4 高速飞轮电池储能	100		

参考文献	136	6.3.4 AC/DC 功率变换器	170
第 6 章 新能源汽车充放电		6.3.5 电力变换装置在新能源电	
系统	138	汽车上的应用举例	171
6.1 蓄电池充电原理与充电器	138	参考文献	172
6.1.1 充电方法	138	第 7 章 太阳能电动汽车的设计	
6.1.2 电池的充电过程	143	实例	177
6.1.3 新能源汽车蓄电池充		7.1 太阳能电动汽车的原理	177
电器	143	7.1.1 太阳能电动汽车的复合	
6.2 新能源汽车制动能量回馈		能源系统	178
系统	151	7.1.2 各种工况下复合能源系统	
6.2.1 几种常见的制动能量回收		能量/功率流动	179
方法	151	7.2 太阳能电动汽车复合能源系统	
6.2.2 电动汽车制动模式与能量		各单元容量的设计	180
回收的约束条件	154	7.2.1 太阳(光伏)电池参数	
6.2.3 永磁直流电机再生制动		设计	180
原理	155	7.2.2 储能系统容量的设计	181
6.2.4 电动汽车再生制动控制		7.3 车身结构的设计	183
策略	157	7.4 驱动系统的设计	186
6.3 新能源汽车能量系统的电源		7.5 控制系统的设计	188
变换装置	164	7.5.1 采用 Boost 电路进行最大功	
6.3.1 DC/DC 功率变换器	164	率跟踪的原理	189
6.3.2 DC/DC 变换器的种类与		7.5.2 控制系统的软硬件设计	190
比较	168	7.6 整车性能测试	194
6.3.3 DC/AC 功率变换器	170	参考文献	196

第 1 章 绪 论

新能源汽车是指采用非常规的车用燃料作为动力来源（或使用常规的车用燃料但采用新型车载动力装置），综合车辆的动力控制和驱动等方面的先进技术，具有新技术、新结构的汽车。新能源汽车包括纯电动汽车、太阳能汽车、燃料电池电动汽车（FCEV）、混合动力汽车等。本书主要讨论混合动力汽车的电气驱动部分和电动汽车、燃料电池电动汽车等电气与电力电子有关的技术。

1.1 常规汽车面临的挑战及能源环境

汽车的发展主要以地球上有限的矿物燃料资源为基本前提。随着人口的增长，资源消费量也在不断增加，矿物燃料枯竭之日的到来并不难想象，那时人类筑造起来的悠久文明将因为矿物燃料污染而被毁坏。为了避免种种恶性情况的发生，我们应该早日开始防范对于石油的过度依赖，研究出替代能源和节省汽油燃料的方法和策略。

1.1.1 石油资源问题

20 世纪 20 年代就有人预测全世界石油还能利用 100 年，随着社会经济的发展对石油的需求量也不断增加，蕴藏量的发现相对采掘量呈减少趋势，到 1970 可开采年数约减少到 40 年。1973 年第四次中东战争爆发，这次由于政治问题引发的战争波及到产油国阿拉伯，因此引起第一次石油危机，石油价格从每桶（159L）3 美元上升到 11.6 美元，约上涨了 4 倍。从 1978 年到 1982 年间，由于伊朗政局发生剧烈变化，中东的石油无法输出，引发第二次石油危机，油价从每桶 12.8 美元猛涨到 42.8 美元，上涨了 3.3 倍。美国发动伊拉克战争以后，石油价格飙升。到 2004 年为止石油价格从每桶约 40 美元上升到 60 美元左右。受伊朗核开发问题、中亚政局动荡、投资商的价格炒作行为和美元贬值等因素的影响，2008 年石油价格曾经达到 140 美元以上，到 2009 年 8 月底维持在 70 美元左右。

今后，发达国家将带动发展中国家不断进步，最终在汽车保有量和石油消耗方面接近发达国家水平时，世界石油紧张趋势将更加明显。每隔 3 年召开一次的世界能源会议（World Energy Council，WEC）的第 17 次休斯顿会议（1998 年），

当时美国能源部 (Department of Energy, DOE) 的长官在讲演中提到“全世界能源需求量到 2030 年将达到 2000 年的 2 倍”。

根据 2008 年的统计,我国已拥有近 1 亿辆的机动车辆。我国汽车普及率也在迅速增大。同样的情况也在其他发展中的国家,如印度、巴西等国家发生,因此世界石油供给将比目前的预测更早接近枯竭,并已经引起因争夺石油而把价格抬得很高的情况,怎样解决这个问题是全世界都应该重视的问题。

无论如何,有必要增加燃料消耗少的节能车数量,减少对石油的依赖,并迫切需要开发出可以代替石油且能满足人类需要的能源,或者是可以部分代替石油的其他能源。

1.1.2 气候变暖问题

19 世纪 80 年代后期,由于大气中存在大量以 CO_2 为主的温室效应气体,导致地球暖化,一时上升为世界性问题。其解决对策就是尽量抑制 CO_2 的排放,主要针对使用煤、石油、天然气产业及运输部门等所排放的 CO_2 进行限制。

最先指出因气体温室效应致使地球暖化的是获得诺贝尔物理学奖的阿伦尼乌斯 (1859—1927),到 20 世纪 60 年代中期,联合国开始重视这个问题,且寻求解决对策。影响最大的是因地球暖化所带来的各种明显的气候异常现象,甚至 1980 年后出现了因极地和高山的冰雪融化而导致海平面上升的现象。

由于温室效应,照射到地球的太阳光因大气层的反射,能量几乎全部被地表吸收,地表又将吸收的红外线散射到大气层,其中红外线被具有温室效应的 CO_2 等气体吸收,抑制了地球的散热,致使大气温度上升现象的发生。 CO_2 具有温室玻璃一样的作用,因此得名为气体温室效应。

据统计,因矿物燃料燃烧排放 CO_2 最多的是美国,占世界的 24.6% (1998 年),其次是中国 13.0%、俄罗斯 6.4%、日本 5.1%、印度 4.1%、英国 2.5%、加拿大 2.2%、意大利 1.9%、法国 1.7%、韩国 1.7%、乌克兰 1.6%。法国在发达国家中其排放量相对较少,这是因为在产业、民生部门更多使用和依靠核能、水能发电的电能,而几乎不使用排放 CO_2 的煤和石油。

目前,城市范围内的大气污染问题以及全球范围内的二氧化碳排放等环境问题已经引起人们的广泛关注。导致这些问题的主要原因是汽车的尾气排放,而且在目前汽车技术还无法改变这些现状,要想取代传统汽车只能依赖于新能源汽车。

1.2 新能源汽车及其发展历史

电动汽车基础技术的发展:电动汽车 (Electric Vehicle, EV) 利用蓄电池存

储的能量使电动机（以下简称电机）转动，并将转动力传递给车轮使车辆行驶。在 2000 年以前电池已经出现，而电动汽车主要使用的是法国普兰特（G. Plante）于 1859 年发明的铅酸蓄电池。这种可以反复充电使用的电池被称为二次电池（Secondary Cell, Secondary Battery）。电压的单位伏特以意大利伏特（A. Volta）的名字命名，1800 年他还发明了只能使用一次的一次电池（纽扣电池），G. Leclanche 于 1877 年发明的干电池已被广泛应用。现今，所有电动汽车使用的电池已不同于这两种电池的二次电池。

电动汽车不仅作为乘用车使用，也作为用于运输货物的卡车使用，美国通用汽车（GM）公司从 1912 ~ 1916 年共生产了 682 辆电动汽车（见图 1-1）。当时，电动汽车生产厂商多数转入电动叉车生产厂商行列，也有一部分转为汽油发动机汽车生产厂商的行列。

在德国，天才汽车设计师保时捷汽车公司创始人保时捷（F. Porsche）曾设计了德国甲克虫系列等民用大众汽车，在他事业生涯的初期，亲手研制了电动汽车（见图 1-1）以及发动机与电机混合使用的混合动力汽车。

轮毂电机见图 1-2 方式目前仍然被很多电动汽车所采用。因为可以把车轮附近的车架变得低平，这对需要上下车容易的公共汽车来说很有利，所以上下车频繁的都市公共汽车上常被采用。由于车轮侧的横梁下部分很重，如果要在平滑度不高的路面上高速行驶并能轻松操纵控制，轮毂电机方式就不如常规方式有利，而且安全性也降低，另外，电机以大负载在长爬坡路面低速行驶时，因为冷却风不足，而容易引起电机过热烧损，车体多数利用空气或液体强制冷却，构造上没有特殊设计，所以在高负载、高性能车上不宜使用这种方式，在城市内质量好的路面上中速行驶的汽车特别适合采用这种车架公共汽车模式，戴姆勒·克莱斯勒和福特等汽车公司的低车架公共汽车和电动公共汽车多采用这种方式，小型区域内运输车 and 近距离行驶的车辆，也可以从空间的有效利用以及轻量化方面考虑采

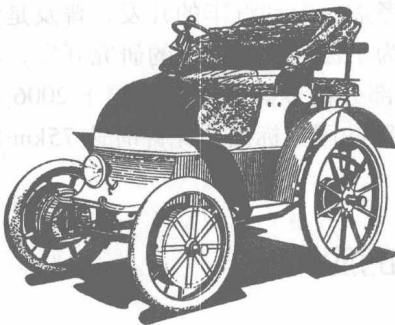


图 1-1 保时捷公司的电动汽车

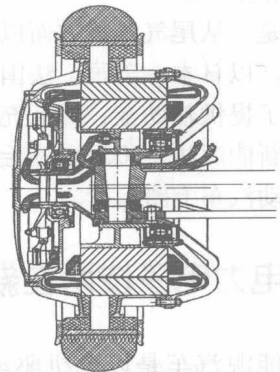


图 1-2 保时捷公司的轮毂电机

用这种方式。日本三菱和本田公司生产的轮毂电机见图 1-3。

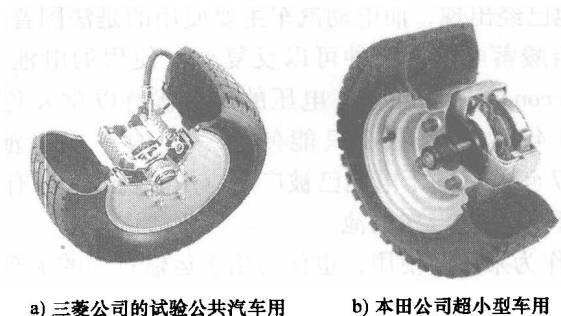


图 1-3 轮毂电机

在日本，1900 年前后引入电动汽车，并进行了少量生产。第二次世界大战后的物资极度匮乏时期，由于被美国禁止制造飞机，因此立川飞机的后身变成 Tama 电动汽车，从 1947 年开始制造 Tama 号电动汽车。其最高速度为 35km/h，一次续驶里程为 65km，在汽油不足的特殊时期，这种车博得了相当的人气。后来，蓄电池用的铅价格大幅上涨，同时汽油限制被解除时，于 1951 年停止电动汽车的生产，把原公司名改为 Tama 汽车公司，开始转入生产汽油发动机汽车，后来又更名为普利斯汽车，最后和日产汽车公司合并了。

进入 20 世纪 60 年代，汽车尾气排放问题越来越严重，同时随着半导体技术的迅速发展，电机控制产生了新方法，社会开始提高对清洁电动汽车的关注。在日本，对电动汽车热心的关西电力和大发公司联合开始了电动汽车的开发生产，且有 275 辆电动汽车在 1970 年的大阪万博会上被采用。大发公司经过几年努力后，每年生产销售数十辆电动汽车，据统计，到 1996 年已达到 1500 辆，占电动汽车市场份额的 7 成。但是，由于日本电动汽车销售持续低迷，大发公司不得不而中止生产。

但是，从尾气排放方面以及石油资源方面考虑，电动汽车的开发、普及是势在必行。以日本、美国、法国为首的多国政府为了促进电动汽车的研究开发，相继采取了提供辅助金、降低充电费用、免除一部分税金等措施。我国于 2006 年出台了新能源法，2009 年出台了电动汽车上公路的国家标准，允许时速 75km 以上的电动汽车上路运行。

1.3 电力电子技术在新能源汽车中的应用

新能源汽车是以电机驱动为主流的，而电动汽车是以电力电子技术为主要核心而发展的，电机的驱动、新能源汽车的能源管理离不开电力电子

技术。

1.3.1 新能源汽车的组成

电动汽车系统一般由车体、电机驱动、电池和控制管理四个子系统组成。控制管理系统是整个系统的智能核心，其作用是根据各种传感器信息，合理控制其余子系统的工作，以获得良好的运行特性和能量利用效率。电机驱动系统是电动汽车的心脏，直接影响整车系统的效率。它的任务是在驾驶员的控制下，高效率地将蓄电池的能量转化为车轮的动能，以及在制动时将车辆的动能回馈到蓄电池中。电池作为电动汽车的能源部件，其比能量、比功率和使用寿命等性能，往往是电动汽车起动、加速，行驶里程、整车成本和使用寿命的决定因素。车体作为整车的框架实体和其余子系统的载体，其重量和行驶阻力对行驶性能有较大的影响。电动汽车驱动系统的特性要求取决于以下三个方面：驾驶员对电动汽车的驾驶性能要求、车辆的性能约束以及车载能源系统的性能。图 1-4 给出了电动汽车功能结构框图。其功能结构由电力驱动子系统、能源子系统和辅助子系统组成。

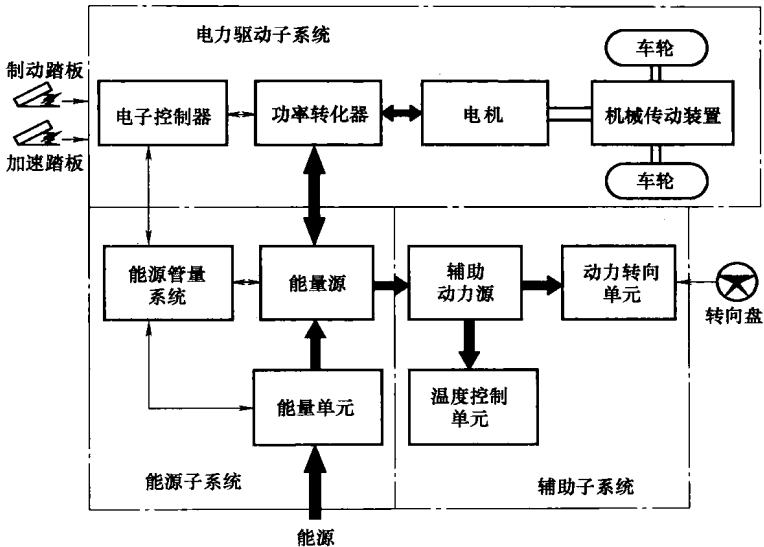


图 1-4 电动汽车功能结构框图

1.3.2 电力电子技术需要解决的问题

电动汽车运行工况是比较复杂的，如起动和上坡时需要电池放出能量，制动或下坡时可进行能量回收。而这一放电和充电过程需要由电力电子变流器的控制来完成，见图 1-5。

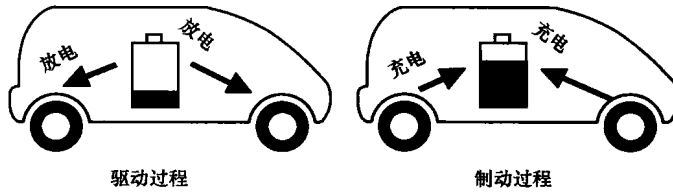


图 1-5 电动汽车电池充放电过程

由于可以有效利用的电池能量是有限的，因此高性能电动汽车用电力电子器件及由它构成的电力电子装置等就成为电机驱动用变换器的核心，这也是现在和未来发展的方向。

在电动汽车的系统中，电机驱动系统是最大的一个部分。因此，为了使电动汽车的性能得到加强，同时确保同燃油汽车的竞争力，用于电机驱动的电力变换装置必须满足低成本、高效率、小型轻量化、高可靠性、高质量、一定寿命、低噪声以及低电波杂音等诸多条件。电动汽车在室外使用时，由于行驶道路的原因，要经得起不同的使用温度范围、振动冲击、水淋、尘埃等恶劣环境的考验。此外，在减少噪声的同时，还必须降低电波杂音（无线电噪声）。

1.4 发展新能源汽车目前需要解决的问题

新能源汽车拥有和燃油汽车相反的性能，即电动汽车在环境性、效率等方面略胜一筹，但是在舒适性、功率大小和价格等方面略逊一点。目前，燃油汽车的主要缺点是环境问题等。相对地，电动汽车环境性良好的优点则更加突出。但是，由于技术上、经济上的原因，电动汽车的产量并不太容易增加。

在国外，进入 20 世纪 90 年代，对电动汽车的制造也投入了大量的精力。1996 年，日本的电动汽车保有量为 2500 辆，美国为 2300 辆，法国为 3000 辆，德国为 4500 辆，意大利为 800 辆，瑞士为 2050 辆，于是在国家雄厚的经济支持的基础之上，各国都对电动汽车进行积极的开发。

目前比较重要的汽车开发项目如下：

(1) 对于纯电动汽车

- 1) 镍氢、锂离子等高性能蓄电池的开发；
- 2) 高效率电机、电力变换器、驱动系统的开发；
- 3) 小型市郊客车、充电器基础设施的维护保养。

(2) 对于混合动力电动汽车

- 1) 高效率的发动机和蓄电池并用系统的开发；
- 2) 燃料电池和小型能量储藏系统的使用。

(3) 对于低公害且高效率的燃油汽车

- 1) 通过对发动机催化剂的开发而实现低公害化;
- 2) 由发动机的高效率化和汽车车体的轻量化带来的燃费的改善;
- 3) 使用天然气、氢气等的低公害、低燃费的汽车。

以下这些也是今后在汽车发展中要面临的课题:

- 1) 开发适用于比较小型的汽车以及续驶里程比较短的小型市郊客车;
- 2) 开发以大型、高速的输送为目的的输送系统;
- 3) 被认为是适合于它们中间的系统。

综合考虑这些,有必要根据实际情况构筑各自不同的输送系统。

参 考 文 献

- [1] (日) 松本廉平. 汽车环保新技术 [M]. 曹秉刚, 康龙云, 贾要勤, 等, 译. 西安: 西安交通大学出版社, 2005.
- [3] (日) 电气学会, 电动汽车驱动系统调查专门委员会. 电动汽车最新技术 [M]. 康龙云, 译. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [3] 陈清泉, 孙逢春, 祝嘉光. 现代电动技术汽车技术 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2002.