



“十三五”职业教育新能源汽车专业“互联网+”创新教材

电 动 汽 车

总装技术

景平利 李倩龙 刘振博 主编 / 罗灯远 主审



“互联网+”
创新教材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”职业教育新能源汽车专业“互联网+”创新教材

电动汽车总装技术

主 编 景平利 李倩龙 刘振博
副主编 赵 健 陈 猛 高 磊
参 编 林 闯 张 薇 郑华磊
主 审 罗灯远



机械工业出版社

为了满足新时期职业教育人才培养的需要,以及适应科学技术发展的新趋势和新特点,我们组织教师和企业专家成立了课程研发小组,以“互联网+汽车专业”的创新模式,编写了本套“十三五”职业教育新能源汽车专业“互联网+”创新教材,包括《走进新能源汽车》《电动汽车检查与维护》《电动汽车结构原理与检修》《电动汽车总装技术》以及相应工作页。

本书共分为5个学习情境,17个学习任务,重点介绍了电动汽车及总装技术认知、电动汽车总装车间及运行规范、电动汽车装配基本技能学习、电动汽车装配工艺过程介绍和电动汽车装配检测介绍。本书配有大量的图片,并利用多媒体技术,在学习资料文本附近设置二维码,读者用手机进行扫描,便可在手机屏幕上显示与教学材料相关的多媒体内容,可以方便读者理解相关知识,以便进行更深入的学习。

本书可作为职业院校新能源汽车、汽车运用与维修等相关专业的教学用书,也可作为汽车企业的培训资料,还可以作为新能源汽车的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

电动汽车总装技术/景平利,李倩龙,刘振博主编. —北京:
机械工业出版社,2016.11
“十三五”职业教育新能源汽车专业“互联网+”创新教材
ISBN 978-7-111-55498-1

I. ①电… II. ①景…②李…③刘… III. ①电动汽车-装配(机械)-
职业教育-教材 IV. ①U469.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第287421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:曹新宇 责任编辑:于志伟

责任校对:闫玥红 封面设计:马精明

责任印制:常天培

北京联兴盛业印刷股份有限公司印刷厂印刷

2017年1月第1版第1次印刷

210mm×285mm·8.75印张·192千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-55498-1

定价:39.00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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版



前言

Preface

随着我国的汽车产销量逐年猛增,引发的汽车与能源、汽车与交通、汽车与环保、汽车与城市化等的问题已日益突出,发展新能源汽车已刻不容缓。从二十一世纪初的“十五”“863”计划电动汽车重大专项主要政策开始,到2009年颁布《新能源汽车生产企业及产品准入管理规则》,我国新能源汽车越来越受到国家、企业的重点关注。同时,发展新能源汽车还承载着我国弯道超车的梦想,因此研发高效能、高环保的新能源汽车已成为我国汽车工业发展的重要主题。

目前,我国自主品牌的新能源汽车在全球市场高歌猛进,很多自主品牌,如北汽新能源、比亚迪等已经在新能源汽车市场取得很优秀的成绩。尤其是近年来在政府的支持下,个人购买电动汽车的数量急剧增加,新能源汽车行业前、后市场对技能人才的需求量不断增大。为此,我们组织教师和企业专家成立了课程研发小组,主要结合企业岗位的实际需求,并广泛参考借鉴了国内外新能源汽车方面的研究成果,形成以模块式课程为载体、以工作过程为主线、以任务驱动教学为主要形式的专业课程开发思路,编写了本套教材,包括《走进新能源汽车》《电动汽车检查与维护》《电动汽车结构原理与检修》《电动汽车总装技术》以及相应工作页。

本书是新能源汽车系列教材中的一本,采用学习情境模式导入,设定的情境多来源于企业一线并结合教学一线的教学经验,具有很好的教学效果。本书主要内容包括电动汽车及总装技术认知、电动汽车总装车间及运行规范、电动汽车装配基本技能学习、电动汽车装配工艺过程介绍和电动汽车装配检测介绍5个学习情境,高度提炼核心知识与技能并紧贴生产实际,重在应用。

本书用“互联网+汽车专业”思维创新模式,配有大量的图片,并利用多媒体技术,在学习资料文本附近设置二维码,读者使用手机进行扫描,便可在手机屏幕上显示与教学材料相关的多媒体内容,可以方便读者进行更深入的学习。

本书由北京汽车技师学院组织编写,由北京新能源汽车股份有限公司制造工程部部长罗灯远主审,全书由景平利、李倩龙和刘振博担任主编。其他参与编写的还有:赵健、陈猛、高磊、林闯、张薇、郑华磊。

限于编者水平和经验,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者



目 录

Contents

前言

学习情境1 电动汽车及总装技术认知

学习任务1	电动汽车的现状和发展	2
学习任务2	电动汽车的结构和原理	7
学习任务3	电动汽车总装技术	14
知识拓展		21

学习情境2 电动汽车总装车间及运行规范

学习任务1	电动汽车总装车间的认知	26
学习任务2	总装车间员工标准	37
学习任务3	总装车间各工种的工作规范	39
学习任务4	总装车间事件处理方案	44
知识拓展		53

学习情境3 电动汽车装配基本技能学习

学习任务1	常规工具的安全操作规范	58
学习任务2	典型装配任务的作业规范	66
知识拓展		74

学习情境4 电动汽车装配工艺过程介绍

学习任务1	内饰线的装配工艺	78
学习任务2	底盘线的装配工艺	83
学习任务3	终装线的装配工艺	89
知识拓展		106

学习情境5 电动汽车装配检测介绍

学习任务1	电动汽车检测线—前束、车轮外倾角	110
-------	------------------------	-----

学习任务2 电动汽车检测线—前照灯位置	114
学习任务3 电动汽车检测线—侧滑检测	117
学习任务4 电动汽车检测线—淋雨测试	120
学习任务5 电动汽车检测线—OK 线检查	123
知识拓展	128
附录	131
附录A 电动汽车道路试验记录表	131
附录B 路试常规检查记录表	132
参考文献	133



学习情境1

电动汽车及总装技术认知



学习任务1 电动汽车的现状和发展



学习目标：了解电动汽车的现状和发展。



能力目标：培养学生搜集和整理相关资料的能力。



知识准备：

电动汽车是从车载储能装置上获得电能，以电机驱动，同时满足道路交通安全法对汽车的各项要求，并获准在正规道路上行驶的车辆（图 1-1）。

每吨总质量的动力不能少于 4.75kW



交通安全法规对汽车的制动、灯光、通过性、整车安全性能等还有专门要求

图 1-1 我国交通安全法规对动力装置的规定

问题引导 1：电动汽车是如何诞生的？

电动汽车的前期发展历程如图 1-2 所示。

图 1-3 中给出了当代电动汽车快速发展的原因，世界各主要工业发达国家的政府和汽车制造厂商以及电力、环保、交通、机电等部门都投入巨大的人力、物力来研究、试验、试用电动汽车。经历了基础研究、关键技术突破、产品开发和试验、车队和小区域的试用，现在正在转入批量商业化生产和实际应用阶段。

扫一扫



电动汽车前沿技术



图 1-2 电动汽车前期发展历程

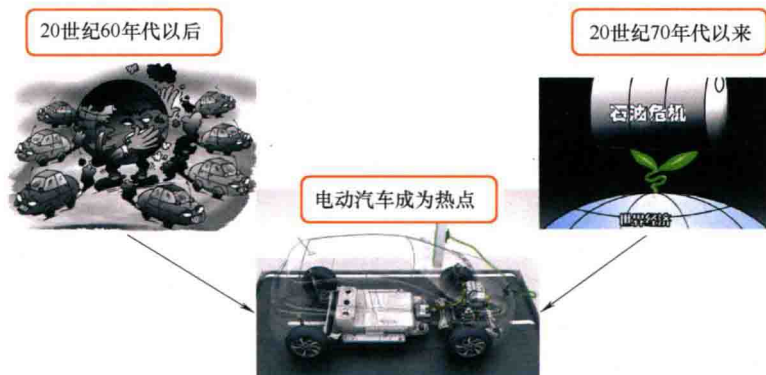


图 1-3 当代电动汽车快速发展原因

问题引导 2: 电动汽车的现状如何?

从 20 世纪 70 年代起，世界很多发达国家由于面临能源和环境的压力，都大力进行电动汽车商业化开发和应用，图 1-4 给出了国外电动汽车研究历程。各国在投入巨资

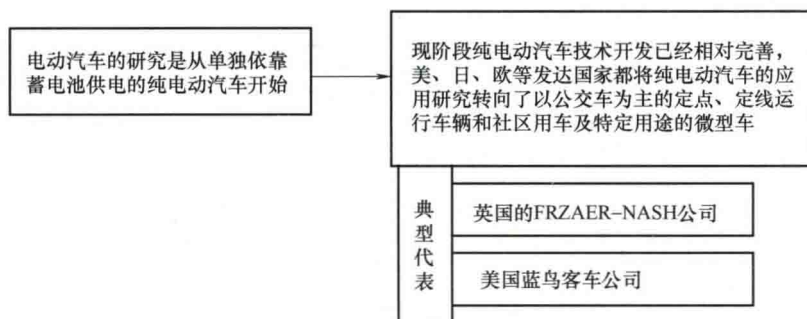


图 1-4 国外电动汽车研究历程

进行技术研发的同时，还制订了一些相关的政策、法规来推动电动汽车的发展，图 1-5 中可以看出美国对电动汽车发展的重视程度。

在燃料电池电动汽车方面，国外企业界纷纷组成强大的跨国联盟，以期达到优势互补的目的，如美国对电动汽车就展现出了高度的重视（图 1-5）。在示范运行方面，世界各国也都不约而同地把注意力集中在了大客车上，如欧盟的 CUTE 示范项目、UNDP/GEF 燃料电池商业化示范项目、美国加州的 CAH—FC 示范项目和日本的 JHFC 计划等。



笔记

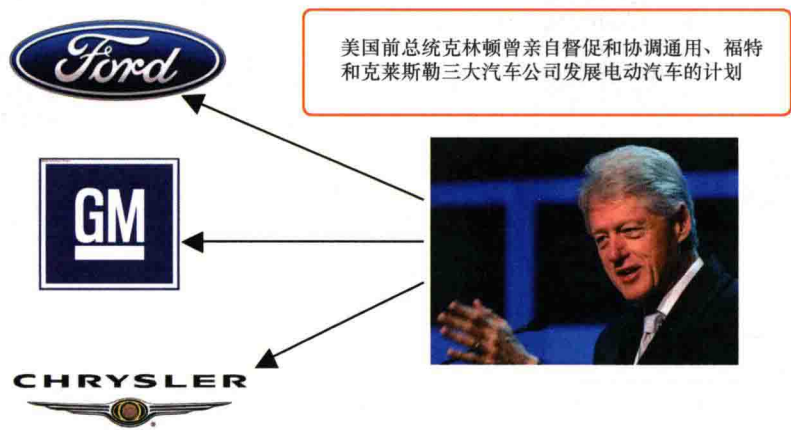


图 1-5 美国对电动汽车发展的重视

在电动汽车的政策支持方面，我国依靠政府对新能源汽车的发展提供强有力的推动，从图 1-6 可以看出，从产业规划一直到市场化，政府的引导都起到了决定性的作用。



图 1-6 电动汽车政策推进

我国电动汽车的研发与国外基本处于同一起跑线上，技术水平与产业化差距相差较小。科技部近期制订了“十三五”电动汽车发展规划，见表 1-1，目标是紧跟汽车产业新信息、新能源、新产业的发展，夯实布局，把握关键技术。在下一代电池、电机、电控系统的研发，新能源汽车的智能化、系统、安全、多模式充电技术等重点领域开展技术攻关。

表 1-1 “十三五”电动汽车发展规划

动力电池方面	加强新材料研究与应用
	研发高功率的极片和极芯结构的电池组
	正负极、铝离子生产方面进行提质量、降成本的基础关键技术研发
电机方面	聚焦驱动电机、系统产业链的核心技术
	提高多系统的集成度，开发出高效、轻量的电机系统和电驱动系统
整车控制和 信息系统方面	大力推进互联网技术与新能源汽车技术结合
	大力开展智能化电动汽车、充电设施的研发与应用
创新商业模式	优化提升电动汽车产业链和价值链

在燃料电池方面，继续加强核心部件在功率密度、低温起动、寿命试验方面下功夫。在继续推进车用燃料电池和加快产业化的同时，拓展燃料电池在应急电站、备用电源、分布电源、海洋运载工具系统方面的市场化应用，来降低燃料电池的生产成本。在燃料电池汽车和纯电动汽车方面取得的成果具体如下。

1. 燃料电池汽车

我国自主研发的燃料电池汽车已经过了 30000km 以上的试验运行考核，主要技术指标达到国际先进水平。由于采用了电-电混合的特色技术，轿车和客车两种车型节油效果均十分显著。表 1-2 中为我国自主研发的燃料电池汽车性能参数。

表 1-2 我国自主研发的燃料电池汽车性能参数

国内高校	车型	最高车速	百公里氢燃料消耗	加速能力	续航里程	合作企业
同济大学	轿车	123km/h	1. 12kg	19s（百公里）	230km	上汽集团
清华大学	客车	85km/h	4. 26kg	25s（50 公里）	300km	北京客车总厂

2. 纯电动汽车

纯电动汽车关键技术研究进展顺利，其中纯电动客车产品首先进入产品公告，已开始道路示范运行并进入小批量生产与应用。

北京理工大学联合有关企业研发生产的 4 种车型 35 辆公交车已投入到北京市 121 路公交线和密云县进行载客示范运行，如图 1-7 所示，它等速百公里耗电 70kW · h。



图 1-7 北京市 121 路电动公交车

天津清源电动车辆股份有限公司与天汽集团等单位联合研发的纯电动轿车，最高时速超过 120km/h，一次充电续驶里程达 252km。该公司开发生产的纯电动轿车已出口美国，后继需求旺盛。

问题引导 3：未来电动汽车的发展又将如何？

从技术层面看，电动汽车技术逐步成熟，渐渐进入产品市场竞争期，实现产业化，不同品牌的新型电动汽车不断推陈出新，成为汽车市场销售新的增长点。其中，日本市场纯电动汽车电池技术进步加速，整车产品更加接近消费者需求，以电池租赁为代表的纯电动汽车商业模式创新取得进展。世界主要汽车制造商加快了生产纯电动汽车的步伐，率先上市的日产 LEAF 车型销售势头良好，各大汽车公司多种小型纯电动轿车在 2014 ~ 2016 年密集上市。车用燃料电池技术取得重大进展，通用汽车公司轿车燃料电池发动机贵金属催化剂 Pt 的用量从上一代的 80g 降低到 30g，并计划 2016 年以后降至 10g。燃料电池轿车在动力性、安全性、续驶里程、低温起动等性能指标方面已接近汽油车水平，燃料电池汽车整车成本显著下降。丰田公司宣布，2016 年末将实现燃料电池车零售价格为 5 万美元/辆的目标。

经多年探索实践，国际汽车产业界达成了电动汽车产业化战略共识，见表 1-3。

表 1-3 电动汽车产业化战略共识

2015 ~ 2020 年	2020 年以后
在混合动力技术得到广泛应用的基础上，增加汽车动力系统电气化程度，加大小型纯电动汽车和插电式混合动力汽车推广力度	纯电驱动技术将逐步占据主导地位，通过发展纯电动汽车和燃料电池汽车，实现大幅降低排放

经过北京奥运会、上海世博会、深圳大运会、“十城千辆”等示范工程的实施，我国电动汽车从无到有，在关键零部件、整车集成技术以及技术标准、测试技术、示范运行等方面都取得了重大进展，初步建立了电动汽车技术体系。但由于传统汽车及相关产业基础相对薄弱，差距仍在，中高端技术竞争压力越来越大。因此，发展电动汽车已成为我国重大科技战略需求与战略重点，确保我国汽车行业可持续发展，实现“弯道超车”，从而追上欧美日等发达汽车工业大国。



学习任务2 电动汽车的结构和原理

 学习目标：掌握电动汽车的结构和原理。

 能力目标：培养学生归纳和学习相关资料的能力。

 知识准备：

电动汽车的结构主要包括驱动电机及控制系统、机械传动系统、能量电池系统及其他辅助系统等。驱动电机及控制系统和电池系统是电动汽车的核心，也是区别于内燃机汽车的最大不同点，电动汽车的其他装置基本与内燃机汽车相同。

问题引导 1：电动汽车是什么样子呢？

1. 动力系统

动力系统是指为电动汽车提供动力的所有组件，主要包括电机、控制系统及电力驱动等。

(1) 电机 电机俗称马达，是一种将电能转化成机械能，并可再使用机械能产生动能，用来驱动其他装置的电气设备。有刷直流电机是许多汽车运用的最优先选择，其主要应用于小功率驱动，而无刷直流电机是用电子转换装置代替了有刷直流电机的机械转换装置，两种电机如图 1-8 所示，其优缺点见表 1-4。

表 1-4 电机比较

电机类型	直流有刷电机	永磁无刷直流电机
优点	控制简单，技术成熟，具有优良的控制特性，制造成本低	体积小，质量轻，转矩高，效率高，精度高，无机械转换器
缺点	过载能力较差，长时间运行，要经常维护，散热困难，效率低，维护麻烦，工作时产生高频电磁干扰	功率范围较小，永磁材料的导磁性能会下降或退磁，控制系统复杂，驱动系统造价很高



电机

笔记

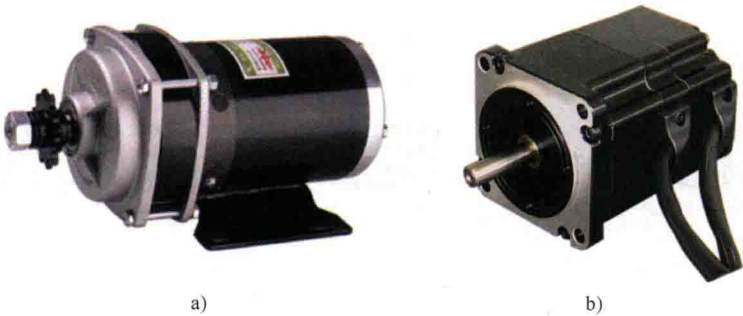


图 1-8 电机（一）

a) 直流有刷电机 b) 永磁无刷直流电机

交流三相感应电机又称为交流三相异步电机，目前在电动汽车上有的采用三相交流异步电机的 EPS 系统。开关磁阻电机是继直流电机和交流电机之后，又一种极具发展潜力的新型电机，两种电机实物如图 1-9 所示，电机对比情况见表 1-5。

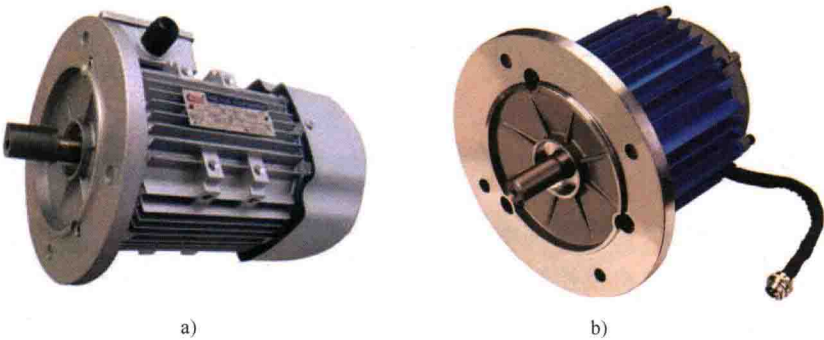


图 1-9 电机（二）

a) 交流三相感应电机 b) 开关磁阻电机

表 1-5 电机比较

电机类型	交流三相感应电机	开关磁阻电机
优点	应用最为广泛，结构简单、运行可靠，功率覆盖面很广，环境适应性好，质量较轻，维修方便	结构简单，成本低，损耗小，运转效率高，起动转矩大，起动电流小，可控参数多，调速性能好
缺点	效率较低，转子容易发热，功率因数较低，控制系统的造价高，调速性能较差	控制系统复杂，振动和噪声大，转矩脉动现象较大，功率变换器的直流电流波动也较大

电机种类划分如图 1-10 所示。

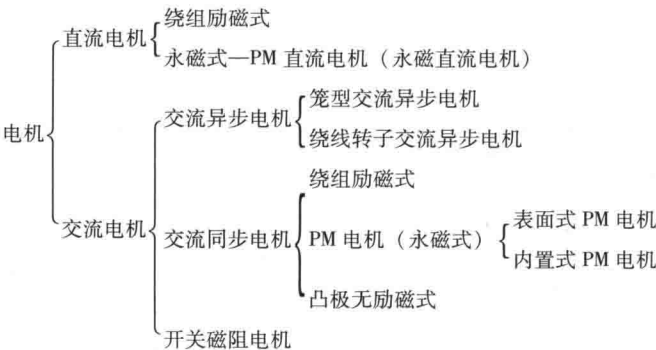


图 1-10 电机的分类

(2) 驱动电机控制器

1) 驱动电机控制器将动力电池提供的直流电，转化为交流电，然后输出给电机，如图 1-11 所示。



图 1-11 驱动电机控制器

2) 通过电机的正转来实现整车正常的运转，加速减速；通过电机的反转来实现整车的倒车。

3) 通过有效的控制策略，控制动力总成以最佳方式协调工作。

(3) 车载充电器

1) 为动力电池进行充电，为其补充电能，如图 1-12 所示。



图 1-12 车载充电器

2) 具有 CAN 通信功能，收到允许充电信号后，将输入 220V 交流电，经过滤波整流后，通过升压电路和降压电路，输出适合的电压电流给动力电池进行充电。

(4) DC/DC 转换器

1) 将动力电池的高压直流电转换为能够为整车所使用的低压直流电，如图 1-13 所示。

2) 整车上所用的电是蓄电池提供的 12V 的低压电，整车启动以后动力电池代替蓄电池，通过 DC/DC 为整车提供低压电。



序号	连接	定义
A	充电线	动力电池直流电输入
B	CAN总线	整车通信
C	蓄电池正极	为蓄电池充入直流低压电
D	蓄电池负极	为蓄电池充入直流低压电

图 1-13 DC/DC 转换器

(5) 电力驱动

电动汽车采用不同的电力驱动系统可构成不同结构形式。目前，常见的电动汽车驱动系统具有以下四种布置方案，如图 1-14 所示。

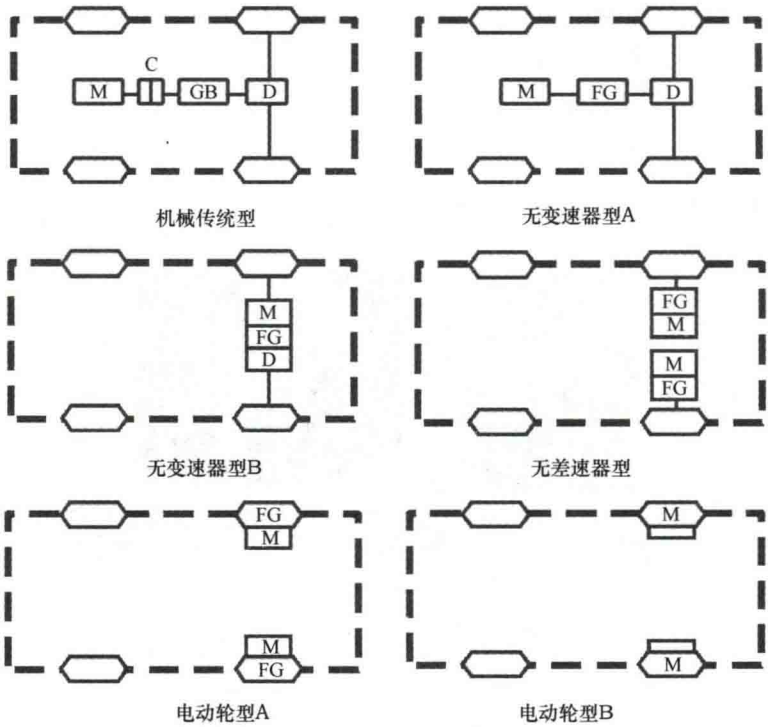


图 1-14 电动汽车驱动系统布置

M—电动机 C—离合器 GB—变速器 FG—固定速比减速器 D—差速器

四种驱动系统布置形式的对比情况见表 1-6。

表 1-6 纯电动汽车驱动系统布置形式对比

布置方案	机械传统型	无变速器型	无差速器型	电动轮型
电机轴与驱动轴轴线关系	垂直	平行	同轴	电动轮装在车轮的轮毂中
驱动形式	电机前置-驱动桥前置或后置	前置模式 后置模式	前置模式 后置模式	前轮驱动、后轮驱动、四轮驱动

(续)

布置方案	机械传统型	无变速器型	无差速器型	电动轮型
传动效率	低	较高	小	很小
几何空间	大	较小	小	很小
电机种类	普通电机	普通电机	特殊电机	普通电机
通用性	好	良好	良好	—
互换性	好	良好	良好	—

(6) 动力总成 (电机 + 变速器)

动力总成是电动车的能量转换装置,通过驱动电机控制器的调配用电机将电能转化为机械能,驱动整车行驶,如图 1-15 所示。



图 1-15 动力总成

动力总成主要包括电机、变速器及旋变传感器。旋变传感器主要是将电机的转速信号等传递给驱动电机控制器进行判断。

2. 底盘系统

电动汽车底盘是整个汽车的基体, 不仅起着支撑电池、电机、驱动控制器、汽车车身及各种辅助装置的作用, 还要将电机的动力进行传递分配, 并实现驾驶人的操作意图。它与传统汽车结构相似, 包括传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四大系统, 图 1-16 为



图 1-16 底盘系统



底盘系统