



职业教育立体化教材

电动汽车检修

李守贵 吴淑尧 杨化莉 主编



“十四五”职业教育国家规划教材



职业教育立体化教材

重视知识的应用和实践技能的培养



重视知识的应用和实践技能的培养



汽车运用与维修专业

# 电动汽车检修

钟绍春 总主编  
李守贵 吴淑尧 杨化莉 主编



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5723-1687-6



定价: 45.00元

山东科学技术出版社



视频



动画



三维

山东科学技术出版社





“十四五” 职业教育国家规划教材



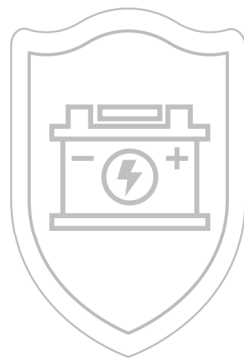
职业教育立体化教材

重视知识的应用和实践技能的培养

汽车运用与维修专业

# 电动汽车检修

钟绍春 总主编  
李守贵 吴淑尧 杨化莉 主编



视 频



动 画



三 维

山东科学技术出版社

· 济南 ·



图书在版编目 (CIP) 数据

电动汽车检修 / 李守贵, 吴淑尧, 杨化莉主编. —  
济南: 山东科学技术出版社, 2023.9 (2025.6 重印)  
汽车运用与维修专业  
ISBN 978-7-5723-1687-6

I . ①电… II . ①李… ②吴… ③杨… III . ①  
电动汽车 - 车辆修理 IV . ① U469.720.7

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 124476 号

电动汽车检修

DIANDONG QICHE JIANXIU

项目策划: 赵 猛 苑嗣文  
项目统筹: 郑淑娟 赵 旭  
责任编辑: 焦 卫  
装帧设计: 魏 然 侯 宇

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市市中区舜耕路 517 号

邮编: 250003 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdcbcm.com

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市市中区舜耕路 517 号

邮编: 250003 电话: (0531) 82098067

印 刷 者: 三河市骏杰印刷有限公司

地址: 河北省廊坊市三河市杨庄镇付辛庄村

邮编: 065200 电话: (0316) 3662258

规格: 16 开 (184 mm × 260 mm)

印张: 16 字数: 320 千

版次: 2023 年 9 月第 1 版 印次: 2025 年 6 月第 5 次印刷

定价: 45.00 元



# 编 委 会

主 任：丁成建 钟绍春

副主任：王立平 陈 磊 李守贵 徐相沂

委 员：张波英 苗全盛 朱士东 朱纪飞 李景涛  
葛兆广 杨国栋 王升广 龚佃进 赵福纪  
王学忠 陈连东 刘祥军 左士光 唐守涛  
赵惠娟 林凡成

总主编：钟绍春

主 编：李守贵 吴淑尧 杨化莉

副主编：杜希胜 贾艳旭 姜明克 袁瑞登 赵文延





# 序

## FOREWORD

改革开放以来,职业教育为我国经济社会发展提供了有力的人才和智力支撑,现代职业教育体系框架全面建成。随着我国进入新的发展阶段,产业升级和经济结构调整不断加快,各行各业对技术技能人才的需求越来越紧迫,职业教育的重要地位和作用越来越凸显。《国家职业教育改革实施方案》提出了“三教”改革的任務,“三教”改革中,教材是基础,教师是根本,教法是途径。该套教材开发团队深刻领悟“三教”改革的核心思想,遵循教育教学规律和人才培养规律,注重学生知识、能力和正确价值观的培养有机结合,集中优势资源、利用现代技术开发了汽车、机电、计算机类专业立体化教材,为打造部省共建国家职业教育创新发展高地树立了典范。

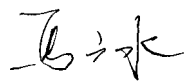
对于立体化教材这一概念,我个人的理解是,立体化教材是教材在教育信息化环境下的一种新形态,是现代信息技术手段、数字教育资源与教学内容有机融合的集合体,是通过 AR、VR、互联网、多媒体技术形成的以纸质教材与移动终端互动的多维立体可视化的现代教学生态模式,是可以通过教学环境、教学手段、教学评价的多样性实现教育信息化的教学应用。立体化教材的出现,切实解决了教材内容与职业标准对接不紧密、职教特色不鲜明、教材呈现形式单一、配套资源开发不足等问题。

基于立体化教材的理想课程生态系统,让教材的意义发生了翻天覆地的变化。客观地讲,当前职业院校的课堂,基本上都是老师的单向传授,学生参与度极低。立体化教材的出现,使老师能够通过精心的教学设计和丰富的信息化手段充分调动学生的学习积极性,让学生自由地利用移动终端学习知识、参与讨论、完成作业,使教材从单一知识载体的教科书到多维信息载体的学习系统,实现了传统教科书到学习系统的延伸,也实现了基础知识讲解的单向传授到高阶能力培养的双向互动,有助于学生高阶能力的培养。

我还注意到，教材集中了行业、企业、学校各自的优势，将真实生产项目、典型工作任务、案例等作为载体组织教学单元，将产业发展比较成熟的新技术、新工艺、新规范纳入教材内容。这切实践行了《国家职业教育改革实施方案》的要求，深化了产教融合协同发展，实现了专业与产业对接，率先建立了同经济社会发展需求密切对接、与加快教育现代化要求整体契合的新时代中国特色职业教育制度和模式。

锐意进取，敢为人先，大胆探索，终收硕果。教材开发团队用实际行动为中职信息化教学打造了样板工程。期待团队在信息化发展大潮中能够勇立潮头，不断进取，以务实的工作作风持续推进信息化教学工作再上新台阶，为我国职业教育的创新发展树立典范，为我国经济社会发展培养更多高素质高技能型人才。

山东省职业技术教育学会会长  
山东师范大学特聘教授



# 前言

## PREFACE

党的二十大报告提出：“统筹职业教育、高等教育、继续教育协同创新，推进职普融通、产教融合、科教融汇，优化职业教育类型定位。”为贯彻《中国教育现代化2035》《国家职业教育改革实施方案》精神，依照教育部相关专业教学标准，参照行业标准和国家职业技能鉴定规范，并且根据国家职业教育改革和加快教育信息化的要求，本套教材以专业核心课程为主，汇聚行业专家、企业专家、一线优秀教师和软件开发工程师，共同开发编写了这套立体化教材。

整套教材是以文本教材为线索，利用现代信息技术手段，将数字化资源与职业院校教学内容有机融合的多维度、立体化的新形态教材。它既克服了传统教材形式的单一性，又解决了数字教学资源零散、选择和使用不便捷等难题，为学习者进行个性化、自主化、实践性的学习，教育者实现理实一体、工学结合课程改革目标，学校培养高素质创新人才提供了强有力的支撑。

本教材在编写过程中，力求体现以下特色：

（1）形式新颖，内容贴合实践需求。本教材形式活泼，图文并茂，语言表达精练、准确、科学，方便学生自主学习。本教材依据最新教学标准和课程大纲要求，定位科学、合理、准确，力求降低理论知识点的难度，正确处理好知识、能力和素质三者之间的关系，保证学生全面发展，适应培养高素质劳动者需要；对接职业标准和岗位要求，既突出学生职业技能的培养，又保证学生掌握必备的基本理论知识。

（2）模式创新，理论学习与实践操作一体化。本教材采用理实一体化的编写模式，充分体现以学生为本，按照“必需，够用，兼顾发展”的原则，循序渐进地组织教材内容。在内容编排上，本教材采取“理论知识+操作技能+实战演练+在线课堂”的结构框架，体现了“做中教，做中学，做中求进步”的职业教育特色，突出学生岗位能力的培养和职业核心能力的形成，能很好地满足学生职业生涯发展的需要。

（3）标准规范，注重培养学生职业意识。本教材内容严格依据国家标准，并有机地融入行业标准和企业标准，有利于培养学生的职业意识。

（4）技术先进，充分体现信息技术与教育教学的有机融合。本教材注重反映相关专业及产业的现状和发展趋势，运用先进的AR/VR技术，用手机扫描教材中的识别码，

即可呈现对应的动画、微课或三维交互模型等数字化资源，帮助加深对相关知识点的认识、理解和掌握，使教材富有时代性、先进性、前瞻性。

(5) 学习方式多元，满足学生自主探究式学习需求。教师可以课前布置学习任务，学生通过立体教材配套教学 APP 进行自主探究式学习，激发学生学习的主动性，切实实践“以学生为主体，以教师为主导，以能力为根本”的教育理念。

(6) 教学管理精准高效，决策有据可循。教师和学校管理者可以通过立体教材后台管理大数据进行学情分析，实时了解学生的学习情况，精准施策并对学生进行个性化指导；班课功能可以实现针对知识点的随堂测试，加深学生对疑难知识点的理解，同时使过程性评价有据可循。

本书主要围绕电动汽车技术的三大核心（即“三电”——电池、电机、电控）展开，系统介绍了电动汽车基础知识、驱动电机及控制器检修、动力电池及管理系统、电动汽车的充电及故障排除、电动汽车电气系统、电动汽车维护与故障处理以及典型电动汽车车型构造检修等方面的内容。

本教材由李守贵、吴淑尧、杨化莉担任主编，杜希胜、贾艳旭、姜明克、袁瑞登、赵文延担任副主编。其中，李守贵负责全书统稿；赵文延编写了项目一和项目二的任务一至任务三；袁瑞登编写了项目二的任务四至任务六和项目三的任务一、任务二；贾艳旭编写了项目三的任务三至任务六；杜希胜编写了项目四和项目七的任务五；姜明克编写了项目五和项目七的任务一、任务二；吴淑尧编写了项目六和项目七的任务三、任务四；临沂市工业学校杨化莉负责全书课程思政内容的归纳与编排。所有参编教师开发了相对应的数字化资源，东北师大理想软件有限公司李艳真指导了全书的数字化资源建设，给出了切实可行的宝贵建议。

本教材在编写过程中，参考了大量同行的研究成果，得到了吉林交通职业技术学院教授刘胜利及其他学校汽车相关专业教师和汽车相关行业专家的大力支持，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在不足，欢迎广大读者提出宝贵意见。

编者



# 目录

## CONTENTS

### 项目一 电动汽车概述

|     |                 |    |
|-----|-----------------|----|
| 任务一 | 电动汽车的发展背景·····  | 1  |
| 任务二 | 电动汽车的发展必要性····· | 14 |
| 任务三 | 电动汽车的发展趋势·····  | 17 |

### 项目二 电动汽车动力电池的使用与维护

|     |                 |    |
|-----|-----------------|----|
| 任务一 | 认识动力电池·····     | 22 |
| 任务二 | 铅酸蓄电池使用与维护····· | 35 |
| 任务三 | 镍氢电池使用与维护·····  | 51 |
| 任务四 | 锂离子电池使用与维护····· | 58 |
| 任务五 | 燃料电池使用与维护·····  | 65 |
| 任务六 | 认识超级电容·····     | 76 |

### 项目三 电动汽车的电动机的检修

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 任务一 | 认识电动汽车用电动机····· | 85  |
| 任务二 | 直流电机的检修·····    | 90  |
| 任务三 | 无刷直流电动机的检修····· | 95  |
| 任务四 | 异步电动机的检修·····   | 101 |
| 任务五 | 永磁同步电动机的检修····· | 116 |
| 任务六 | 开关磁阻电动机的检修····· | 125 |

## 项目四 认识电动汽车的逆变器与变频器

|                |     |
|----------------|-----|
| 任务一 认识逆变器····· | 133 |
| 任务二 认识变频器····· | 138 |

## 项目五 纯电动汽车的检修

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 任务一 认识纯电动汽车·····  | 146 |
| 任务二 纯电动汽车的检修····· | 150 |

## 项目六 混合动力汽车的检修

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 任务一 认识混合动力汽车·····  | 174 |
| 任务二 混合动力汽车的检修····· | 182 |

## 项目七 电动汽车车型实例

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 任务一 认识特斯拉电动汽车·····         | 210 |
| 任务二 认识比亚迪e6纯电动汽车·····      | 217 |
| 任务三 认识比亚迪唐DM-i混合动力汽车 ····· | 226 |
| 任务四 认识增程式电动车·····          | 238 |



# 项目一

## 电动汽车概述

电动汽车（Electric Vehicle，EV）分为纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车。

《中国制造 2025》明确提出纯电动汽车、插电式混合动力汽车、燃料电池电动汽车是国内未来重点发展的方向，继续支持电动汽车、燃料电池电动汽车发展，提升动力电池、驱动电机等核心技术，推动电动汽车同国际先进水平接轨。

本项目主要学习电动汽车的基本认识，包括 3 个任务：

任务一 电动汽车的发展背景。

任务二 电动汽车的发展必要性。

任务三 电动汽车的发展趋势。

通过以上三个任务的学习，能够了解电动汽车的定义与分类，理解我国发展电动汽车的重要意义，掌握我国电动汽车发展的现状，进而从国家战略的高度来审视。大力发展电动汽车是新一轮经济增长的突破口和实现交通能源转型的根本途径。我国必须积极行动起来，参与到这场全球性的新能源汽车的竞争中，勇于迎接挑战，才能抓住这次难得的历史机遇，实现汽车工业的跨越式发展。

### 任务一 电动汽车的发展背景



#### 教学目标

##### 知识目标

- 了解电动汽车的定义及分类。
- 能够描述电动汽车与传统燃油汽车的区别。

##### 技能目标

- 能够正确判断电动汽车的类型。

- 能够正确理解电动汽车车牌的含义。

## 素养目标

培养学生的环保意识和责任意识。



## 知识链接

电动汽车是一种可实现零排放的汽车，一般无直接排放污染物，间接污染物主要产生于非可再生能源的发电与氢气制取过程。混合动力电动汽车在纯电动行驶模式下同样具有零排放的效果，由于减少了燃油消耗，二氧化碳排放可降低 30% 以上。另外，电动汽车比同类燃油车辆噪声也低 5 dB 以上，大规模推广电动汽车将大幅度降低城市噪声。

### 一、电动汽车的定义

电动汽车是指由可充电式车载电源或可消耗的燃料为能量来源，用电机独立驱动或与发动机组合驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。从最简单的意义上来讲，利用动力电池释放电量给电动机驱动的汽车，就叫作电动汽车。

### 二、电动汽车的分类

根据《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》，电动汽车包括插电式混合动力汽车、增程式电动汽车、纯电动汽车和燃料电动汽车。

#### 1. 混合动力汽车（Hybrid Electric Vehicle，HEV）

##### （1）定义

混合动力汽车是指车辆驱动系由两个或多个能同时运转的单个驱动系联合组成的车辆，车辆的行驶功率依据实际的车辆行驶状态由驱动系单独提供或共同提供，如图 1-1-1 所示。

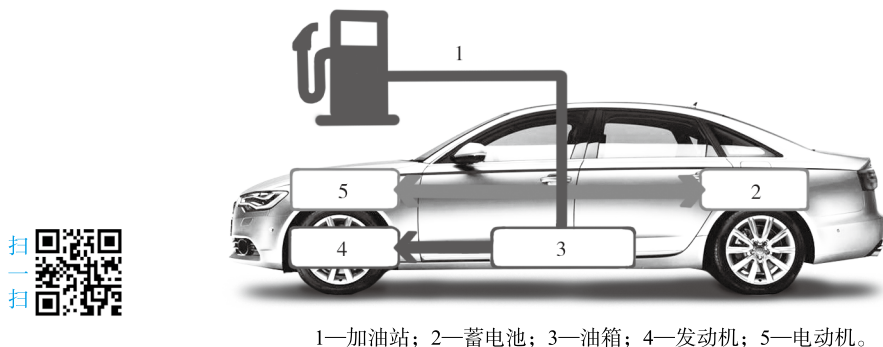


图 1-1-1 混合动力汽车

油电混合动力车型主要有丰田的凯美瑞双擎、卡罗拉双擎、雷凌双擎，本田的雅阁锐混动、INSPIRE 锐混动、C-RV 锐混动、讴歌 CDX 混动，另外还有雷克萨斯智混

动系列的 ES300h、LS500h、NX300h、RX450h, 吉利博瑞 GE MHEV, 林肯 MKZ H 混动, 别克君越 30H 全混动等车型。

## (2) 特点

①采用复合动力后, 可按平均需用的功率确定内燃机的最大功率, 此时处于油耗低、污染少的最优工况下工作。

②有了内燃机, 可以十分方便地解决纯电动汽车遇到的耗能大的空调、取暖、除霜难题。

③可以利用现有的加油站加油, 不必再投资。

④可让电池保持在良好的工作状态, 不发生过充、过放, 延长其使用寿命, 降低成本。

## 2. 增程式电动汽车 (Extended Range Vehicle, ERV)

### (1) 定义

增程式电动汽车是一种在纯电动模式下可以达到其所有动力性能, 而当车载可充电储能系统无法满足续航里程要求时, 打开车载辅助供电装置为动力系统提供电能, 以延长续航里程的电动汽车, 该车载辅助供电装置与驱动系统没有传动轴 (带) 等传动连接。

增程式电动汽车作为一种新型的电动汽车, 得到了国内外汽车企业的高度重视和政府的大力支持, 纯电动汽车对增程式电动汽车在技术方面有很好的继承性, 随着电池技术的不断提高, 增程式电动汽车可以自然地过渡到纯电动汽车。目前国内外对增程式电动汽车车型的开发进程较快, 部分已经投入量产, 分别从动力总成的布置和结构、制动能量回收、能量消耗评估等方面对增程式电动汽车进行研究。

目前, 增程型电动汽车代表性车型有理想 ONE (图 1-1-2)、岚图 FREE、问界 M5、别克微蓝 5 以及宝马 i3 等。



图 1-1-2 理想 ONE



## (2) 特点

- ①油耗低: 因为发动机只负责充电, 所以只要一个排量很小的发动机即可完成工作。
- ②续航有保障: 电池电量消耗完毕之后, 增程器变成发电机, 为电动机提供电力, 有效解决了当下大家普遍关心的里程焦虑问题。
- ③噪声极小: 由于增程器排量极小, 在其工作时发出的噪声非常低。
- ④增程式电动汽车和纯电动汽车一样, 都是单纯的“电驱动”, 技术难度较低: 增程式电动汽车上的发动机不需要介入驱动系统, 也就不用考虑复杂的模式切换。

## 3. 纯电动汽车 (Blade Electric Vehicle, BEV)

### (1) 定义

纯电动汽车 (图 1-1-3) 是完全由可充电电池 (如铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池或锂离子电池) 提供动力源的汽车。其以车载电源为动力, 用电机驱动车轮行驶, 是符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。由于不使用汽油, 行驶时不排放二氧化碳, 也是目前全球新能源汽车发展的主流方向。

目前主流纯电动汽车续航里程一般在 400 km 左右, 已经可以满足日常短途出行需求。但是, 纯电动汽车充电速度和充电便利性还存在不足, 充电站、充电桩等基础设施也需要逐步完善。

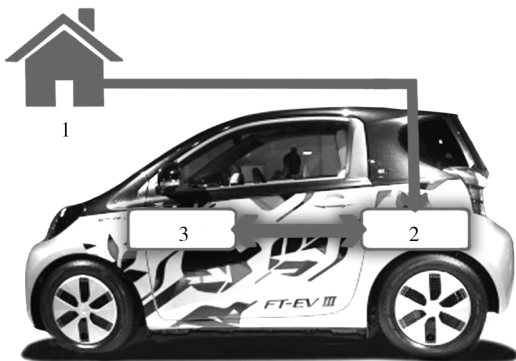
说到电动汽车, 给人印象最为深刻的当属特斯拉。特斯拉专注纯电动汽车生产, 已上市的车型有 Model S、Model X 和 Model 3 等。2020 年第一季度, 特斯拉上海工厂只生产了 Model 3 标准续航升级版; 2020 年 4 月, 该工厂开始生产后驱长续航版和高性能版。特斯拉表示, 上海超级工厂的产能爬坡进展好于预期, 中国制造 Model 3 的产能在 2020 年年中达到周产 4 000 辆 (年产 20 万辆) 的水平。

传统跨国车企, 如大众、通用、丰田等车企从 2019 年开始陆续推出插电混合动力车型, 到 2020 年开始正式发力纯电车型。

捷豹 I-PACE 已经上市, 奔驰 EQC 纯电动汽车 2019 年国产, 宝马的纯电车型 iX3 和奥迪的纯电车型 e-tron 也先行进口, 2020 年开始国产, 保时捷的纯电动跑车 Taycan 已经开始接受预定。

传统的自主品牌中, 北汽、奇瑞、江淮的纯电动汽车更多的是在共享汽车车队里面, 比亚迪的秦、元、宋、唐新能源汽车已经耳熟能详, 广汽新能源的 Aion S 和吉利的 GE11 纯电动轿车 2019 年已经上市。

纯电动汽车中, 更多的是一批批中国新车企在做主角, 蔚来、小鹏、威马、奇点、



1—家电电源; 2—蓄电池; 3—电动机。

图 1-1-3 纯电动汽车

拜腾、爱驰、车和家等，都是成立没几年的新创企业，通过资本市场的力量，将互联网和传统造车的人才集聚在一起。

目前，我国电动汽车行业已建立起较为合理的行业创新体系，取得了动力系统技术平台构建、关键零部件和新技术开发、整车产品上市、示范运行等多方面的突破，已基本形成了未来产业发展的雏形，在国家产业政策和财政补贴政策的支持下，实现了跨越发展，处于世界领先行列。

## （2）特点

①无污染，噪声小：纯电动汽车不像内燃机汽车工作时产生废气，不产生排气污染，对环境保护和空气的洁净是十分有益的，几乎是“零污染”。并且，纯电动汽车无内燃机产生的噪声，电动机的噪声也比内燃机小。

②单一的电能源：纯电动汽车使用单一的电能源，电控系统比混合动力电动车大为简化，降低了成本。

③结构简单，维修方便：纯电动汽车比内燃机汽车结构简单，运转、传动部件少，维修保养工作量小。

④能量转换效率高：纯电动汽车可回收制动、下坡时的能量，提高了能量的利用效率。

⑤平抑电网的峰谷差：纯电动汽车可在夜间利用廉价“谷电”进行充电，起到平抑电网峰谷差的作用。

## 4. 燃料电池汽车（Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV）

### （1）定义

燃料电池汽车（图 1-1-4）是电动汽车的一种，其核心部件燃料电池通过氢气和氧气的化学作用，直接生成电能。

燃料电池汽车使氢燃料在汽车搭载的燃料电池中与大气中的氧气发生化学反应，产生电能，发动电动机，由电动机带动汽车中的机械传动结构，进而带动汽车的前后万向轴、后桥等行走机械结构，转动车轮。汽车工作过程中对外界的排出物是水，所以是真正意义上的排放零污染汽车。

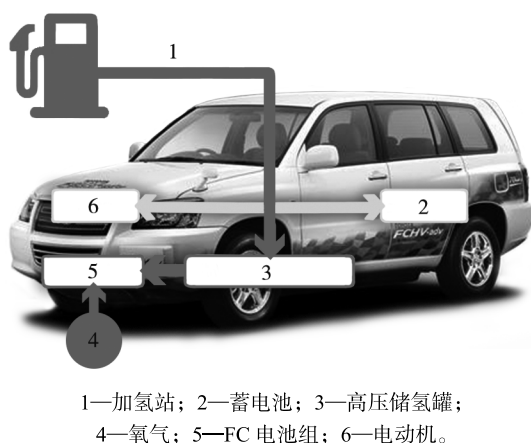


图 1-1-4 燃料电池汽车

氢燃料的加注速度可以比拟加油速度，不存在续航里程焦虑的问题。只是，氢燃料动力组件的成本还居高不下，而且高压氢气的制造、运输和储存等还存在一定的难度。

氢燃料电池汽车研发的历史也不短，但目前也只有丰田的 Mirai、本田的 Clarity、现代 ix35 等车型。

燃料电池公交车也已经在郑州、上海、苏州、成都、云浮、佛山、深圳等地正式运行。

## （2）特点

- ①零排放或近似零排放。
- ②减少了机油泄漏造成的水污染。
- ③减少了温室气体的排放。
- ④提高了燃料经济性。
- ⑤提高了发动机燃烧效率。
- ⑥运行平稳、无噪声。

## 三、纯电动汽车车牌、新能源车牌相关介绍

对于汽车来说，“牌照”就相当于身份证，证明它们是“合法公民”。国家对于新能源汽车大力扶持，新能源汽车的不限行、不限牌政策也大大受到群众的喜爱。一些地方开始把新能源汽车的车牌从小型燃油客车的蓝牌转变成绿色的新能源汽车专用车牌。从2017年12月1日起，在上海、深圳、南京、无锡、济南五个城市试点启用新能源牌照，对2017年12月1日后申请注册登记的新能源车辆发放新能源车号牌，对2017年12月1日前已注册登记的新能源车辆按自愿的原则换领。目前全国各地都开始使用新能源车车牌。

### 1. 新能源车牌的定义

新能源车牌(图1-1-5)体现“绿色环保”寓意。以绿色为主色调，增加了专用标识，应用了新的防伪技术和制作工艺，既可实现区分管理、便于识别，又能彰显新能源特色、技术创新。其中，小型新能源汽车号牌底色采用渐变绿色，大型新能源汽车号牌底色采用黄绿双拼色。记忆方法：D代表纯电动车，而F代表非纯电动新能源车（包括插电式混合动力车和燃料电池车等）。与普通车牌相比，新能源车牌号码由5位升至6位，号码容量增大，资源更加丰富，编码规则更加科学合理，可以满足“少使用字母，多使用



图 1-1-5 新能源车牌

数字”的编排需要。

## 2. 新能源车牌的类别

目前新能源汽车主要分为三类：纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池类汽车。新能源车牌与普通小汽车车牌相比，主要有三大区别：一是颜色上的区别，以小型汽车车牌为例，是蓝底白字，而新能源小型汽车的车牌是渐变的绿色样式；二是字符数增加了，除了代表城市的字符之外，现在的小型新能源汽车号码有6位；另外，还有字母的区别，新能源小型汽车的号牌分为D和F，D代表纯电动车，F代表非纯电动车。字母在数字前代表小型车，字母在数字后代表大型车，如图1-1-6所示。



图 1-1-6 新能源车牌的类别

## 3. 旧车牌的处理

2019年6月6日，国家发展改革委、生态环境部、商务部印发《推动重点消费品更新升级畅通资源循环利用实施方案（2019—2020年）》。该方案强调，各地不得对新能源汽车实行限行、限购，已实行的应当取消。鼓励地方对无车家庭购置首辆家用新能源汽车给予支持。鼓励有条件的地方在停车费等方面给予新能源汽车优惠，探索设立零排放区试点。新能源车普及之后，汽油车已经到达报废条件，可以将原来的车牌进行注销，再去申领一个新能源车的指标。

启用新能源车牌可以让新能源汽车有一个合法的身份，在很大程度上也是鼓励人们购买新能源汽车。



图 1-1-7 新能源车牌

四、拓展阅读

习近平总书记在党的二十大报告中明确指出：“建设现代化产业体系，坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。”

作为实现双碳目标的重要路径之一，在双碳目标的推动下，新能源汽车行业景气度不断上行，在政府和企业的努力以及社会各界的支持下，取得了大突破，形成了新局面。

技能实训 电动汽车的认识

| 准备项目    | 具体准备内容                 |
|---------|------------------------|
| 防护用品准备  | 常规实训工装                 |
| 场地准备    | 宽敞、明亮                  |
| 工具、材料准备 | 车辆台架、总成，实训中心现有电动汽车，升降机 |

一、目的

- ①识别典型的电动汽车，并判断该电动汽车的类型。
- ②电动汽车外观特征识别。

二、实训步骤及内容

1. 通过外观特征识别电动汽车

根据实训中心的整车，从外观上判断该汽车是传统燃油汽车、纯电动汽车还是混合动力汽车。

提示：如果是纯电动汽车，通常车辆上标识有 EV 等字样，如图 1-1-8 所示。如果是混合动力汽车，在汽车的尾部标设通常有 HYBRID 或 H 类字样，如图 1-1-9 和图 1-1-10 所示；或在车身 A 柱附近标有 HYBRID 字样，如图 1-1-11所示。



图 1-1-8 纯电动汽车标识（北汽新能源）



图 1-1-9 混合动力汽车标识（丰田普锐斯尾部）



图 1-1-10 混合动力汽车标识（丰田普锐斯尾部放大）



图 1-1-11 混合动力汽车标识（丰田普锐斯标注在 A 柱附近）

纯电动汽车和插电式混合动力汽车，需要通过外部充电的方式获取电能。可以通过这个特征进行判别，如图 1-1-12 所示。





图 1-1-12 外部充电

## 2. 打开发动机舱盖判断电动汽车类型

警告：请勿接触带高压警告标识的任何部位！



新能源汽车主要高压部件介绍如下。

### （1）纯电动汽车发动机舱

打开电动汽车发动机舱盖，如果是纯电动汽车，舱内没有内燃机，取而代之的是驱动电机的控制器以及用于充电或分配电能的控制组件，其中最直观的是很多橙色的高压电缆。

①发动机舱右侧：以比亚迪 E6 为例，发动机舱右侧是驱动电机控制器，如图 1-1-13 所示，主要功能是根据不同的工况控制驱动电机实现正反转及功率、转矩、转速的变化。



图 1-1-13 发动机舱

②发动机舱左侧：以比亚迪 E6 为例，发动机舱左侧的是 DC/DC 及空调驱动器，如图 1-1-13 所示。DC/DC 负责将动力电池 316.8 V 的高压电转化为 12 V 的电源供给整车用电器工作，并且在低压蓄电池亏电时给低压电池充电。

### （2）混合动力汽车发动机舱

如果是油电混合动力汽车，在内燃机的旁边还会有橙色电缆以及用于控制电机的控制器部件。

图 1-1-14 所示为比亚迪秦的发动机舱。



1—发动机；2—电动机；3—电动机控制器。

图 1-1-14 混合动力汽车发动机舱

丰田普锐斯混合动力汽车发动机舱内右侧的金属模块是变频器，主要作用是进行车内交流与直流电、高压与低压电之间的相互转换，如图 1-1-15 所示。

图 1-1-15 中的橙色电缆为连接变频器的高压线束，请勿随便触摸，防止发生触电危险。



图 1-1-15 普锐斯前机舱

### 3. 举升车辆或打开行李舱观察新能源汽车的结构

#### （1）纯电动汽车动力电池位置

举升车辆，从车辆的底部可以观察到油电类新能源汽车动力电池的位置。

一般情况下，纯电动汽车采用的动力电池体积（容量）较大，因此布置在车辆底部的较多，可以在举升车辆后直接观察到电池的位置，如图 1-1-16 所示。

#### （2）混合动力汽车动力电池位置

对于混合动力汽车，由于搭载的动力电池体积（容量）比电动汽车小，电池通常被布置在行李舱前部区域，如图 1-1-17 所示。打开丰田普锐斯行李舱，位

于行李舱内后排座位下的是全封闭式的镍氢电池。



图 1-1-16 纯电动汽车的动力电池通常布置在车辆底部



图 1-1-17 普锐斯混合动力汽车的动力电池

### (3) 电动汽车底盘的其他机构

以丰田普锐斯为例,举升车辆还可以看到底盘的其他机构。如图1-1-18所示,变频器的正下方是驱动桥,包含交流 500 V 的电动机、发电机、行星齿轮、减速齿轮和主减速齿轮。

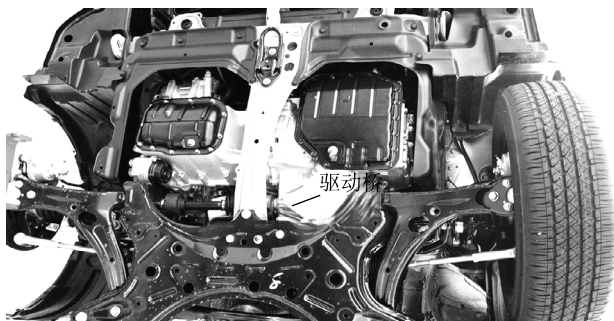


图 1-1-18 普锐斯底盘的其他机构

#### 4. 观察仪表区域，认识新能源汽车仪表的特点

大部分纯电动汽车的仪表盘上不再有发动机转速表，取而代之的一般是电机的输出功率表，如图 1-1-19 所示。混合动力汽车虽然保留了转速表，但仪表盘通常还会增加一些具有混合动力标识的特殊指示灯。

注意：混合动力汽车或纯电动汽车，在启动车辆时不再像传统汽车那样有发动机的振动和声响。确认车辆已经处于启动状态下的主要依据是仪表中的 READY 或 OK 指示灯点亮，如图 1-1-20 所示。在 READY 或 OK 指示灯点亮时，将挡位从 P 挡移出前务必确认车辆通行方向没有行人和障碍物。

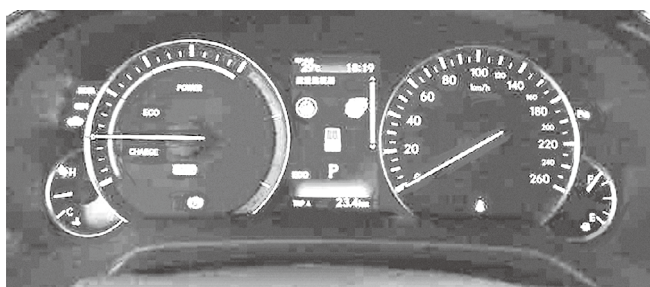


图 1-1-19 纯电动汽车仪表盘上的输出功率表

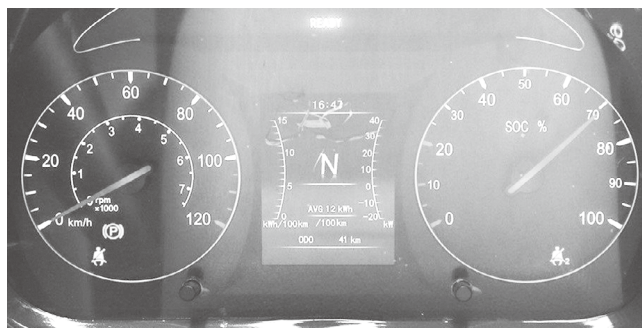


图 1-1-20 混合动力汽车仪表盘上的 READY 指示灯

### 学后测试

- ①电动汽车的定义。
- ②电动汽车的分类。
- ③电动汽车的识别。
- ④电动汽车的车牌与传统燃油车车牌的区分。

## 任务二

# 电动汽车的发展必要性



### 教学目标

#### 知识目标

- 了解我国化石能源短缺的现状。
- 了解燃油汽车对环境的污染。
- 理解我国发展电动汽车的意义。

#### 技能目标

能够全面阐述发展电动汽车的必要性。

#### 素养目标

激发学生节能减排保护环境的社会责任感。



### 知识链接

习近平总书记在党的二十大报告中明确指出：“积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。”以电动汽车和氢燃料汽车为代表的中国汽车行业，在减碳道路上，已然走在了世界前列。

#### 一、缓解化石能源短缺

##### 1. 缓解化石能源短缺

据公安部数据，2018 年全国新注册登记机动车 3 172 万辆，机动车保有量已达 3.27 亿辆，其中汽车 2.4 亿辆，小型载客汽车首次突破 2 亿辆；从车辆类型看，小型载客汽车保有量达 2.06 亿辆，首次突破 2 亿辆，比 2017 年增加 2 085 万辆，增长 11.56%，是汽车保有量增长的主要组成部分；私家车（私人小型载客汽车）持续快速增长，2018 年保有量达 1.89 亿辆，近 5 年年均增长 1 952 万辆；载货汽车保有量达 2 570 万辆，新注册登记 326 万辆，再创历史新高，如图 1-2-1 所示。中国 2018 年成品油消费量 32 514 万吨。据中商产业研究院数据库显示，2017 年中国成品油进口量增长，2018 年 1~11 月中国成品油进口量为 3 024 万吨，同比增长 12.4%，如图 1-2-2 所示。

##### 2. 缓解能源短缺的措施

据公安部数据，2018 年，全国新能源汽车保有量达 261 万辆，占汽车总量的 1.09%；增加 107 万辆，与 2017 年相比增长 70.00%。其中，纯电动汽车保有量 211 万辆，占新



能源汽车总量的 80.84%。从统计情况看，2014—2018 年电动汽车保有量逐年增加，呈加快增长趋势，如图 1-2-3 所示。

从国家战略的高度来审视，大力发展电动汽车是新一轮经济增长点的突破口和实现交通能源转型的根本途径。我国汽车工业必须积极行动起来，参与到这场全球性的电动汽车发展中去，勇于迎接挑战，抓住这次难得的历史机遇，实现我国汽车工业的跨越式发展。

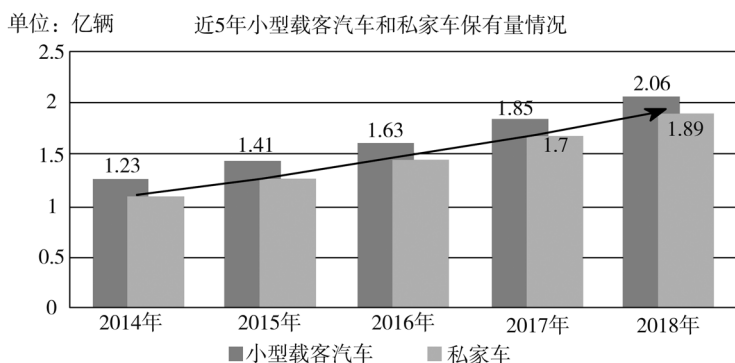


图 1-2-1 2014—2018 年小型载客汽车和私家车保有量对比

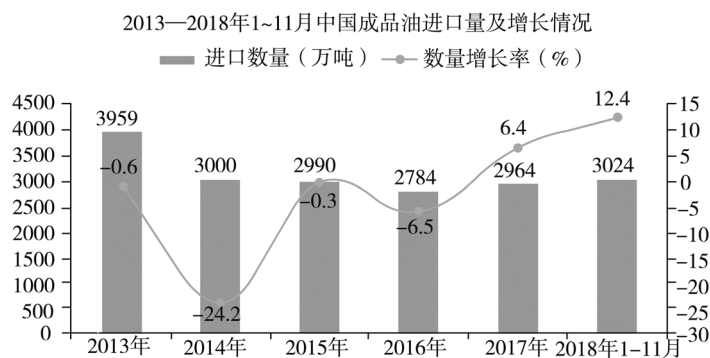


图 1-2-2 2013—2018 年 1—11 月中国成品油进口量及增长情况

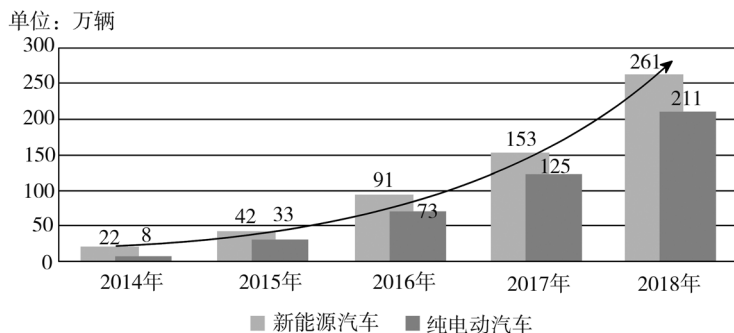


图 1-2-3 2014—2018 年新能源汽车及纯电动汽车保有量情况



## 二、降低环境污染

### 1. 发展电动汽车是降低环境污染的有效途径

电动汽车不燃烧汽油和柴油，所使用的锂电池是国际公认的环保电池。与传统汽车相比，电动汽车在启动时没有污染，具有极好的环保性能。就效率而言，传统汽车的能源转化效率只有 17%，电动汽车是 90%，节能效果十分明显。近年来，世界各国高度关注温室气体排放和气候变化问题，我国虽然是发展中国家，人均温室气体排放量水平较低，但由于我国人口众多，多年来国民经济持续快速发展，能源消费量已居世界第二位。有调查显示，全球大概 25% 的二氧化碳来自汽车的尾气。我国若能在电动汽车领域率先实现突破，将会改变我国在全球气候变化领域的被动地位，并为解决全球日益严重的能源环境问题作出贡献。

### 2. 发展电动汽车是汽车工业发展的必由之路

电动汽车将催生汽车动力技术的一场革命，并必将带动汽车产业升级，建立新型的国民经济战略产业，是汽车工业发展的必由之路。电动汽车的使用成本非常低廉。将其百千米的成本进行换算，电的成本仅是油的成本的 20%，也就是说，使用电动汽车，仅需花五分之一的钱就可以跑到与原来相当的千米数。普通汽车，不论是手动挡还是自动挡，都用变速箱变速。电动汽车变速是电机驱动，没有变速箱，而且动力非常强劲。此外，电动汽车的四轮驱动原理简单，容易实现，且运行维护方便，不用换机油。电动汽车的上述特点，决定了它具有强大的生命力和广阔的市场发展前景。

### 3. 发展电动汽车是智能电网建设的重要内容

传统的电力系统，实际用电负荷的波动性与发电机组额定工况下所要求的用电负荷稳定性之间存在固有矛盾，如何处理电力系统的峰谷差一直是电网企业头疼的问题。我国电力装机容量已突破 8 亿 kW，并将继续快速增长，但目前电站的年利用小时数仅为 5 000 h。也就是说，许多机组是为了应对电力系统短时间的峰值负荷而建设的，如果措施得当，建设 6 亿 kW 的装机容量就够用了。试想，如果政府大力提倡发展电动汽车，各个城市的居民都去买电动汽车，晚上用低谷的低价电为电动汽车充电，起到削峰填谷的作用，峰谷差的问题就可以缓解了。按照这样的设想建立起来的电网，将具有一定的自我调节能力，电力系统的发、输、配、售、用以及调度等环节将会形成有效的互动，成为一个智能化的有机整体，从而极大地提高电力系统的安全性和可靠性。可以预想，作为智能电网建设的重要组成部分，电动汽车将带来电力系统的一场革命。

总体而言，电动汽车代表了世界汽车产业的发展方向，是未来世界汽车产业的制高点，是世界各主要国家和汽车制造厂商的共同战略选择。

根据国家发改委和海关总署数据：我国 2021 年石油产量为 1.99 亿吨，同比增长 2.4%；我国石油进口量为 5.13 亿吨，同比降低 5.4%，石油进口金额为 16618 亿元，同比增长 34.4%；我国石油对外依存度为 72.05%。虽然看起来我国的石油产量高，但

是目前我国的工业发展迅猛,对石油的需求量极大,目前国产的石油完全不能满足需要。国内的石油消耗量大,产量相对较少,近些年来我国 70% 的石油都靠进口。而且,我国距离世界石油主产区中东较远,石油进口地路途遥远,运输成本高,难度大,关键时刻容易被人卡脖子。我国的石油大计任重而道远。

### 学后测试

- ①了解我国化石能源短缺的原因与国家经济发展的关系。
- ②归纳传统的内燃机汽车对空气的污染。
- ③归纳我国电动汽车的发展趋势。
- ④知道我国发展电动汽车的意义。

## 任务三 电动汽车的发展趋势

### 教学目标

#### 知识目标

- 了解国外电动汽车发展现状。
- 了解国内电动汽车发展现状。

#### 技能目标

培养环境保护的意识。

#### 素养目标

增强学生的民族自豪感,培养学生的创新精神。

### 知识链接

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出,实施新能源汽车推广计划,鼓励城市公交和出租汽车使用新能源汽车。大力发展纯电动汽车和插电式混合动力汽车。《中国制造 2025》提出,继续支持电动汽车、燃料电池汽车发展,掌握汽车低碳化、信息化、智能化核心技术,推动自主品牌节能与新能源汽车同国际先进水平接轨。

## 一、国外现状

### 1. 全球电动汽车市场现状及趋势

汽车电动化是世界汽车工业未来转型的方向，各国有关机构相继发布电动汽车2020—2030年的销量、份额等预期，通过为电动汽车的应用指定目标，向制造商和其他工业利益攸关方提供明确信号，建立对未来政策的信心，从而调动社会有关投资。

此外，美国的加州和德国、法国、英国、荷兰、挪威、印度等国家制定的燃油汽车禁售时间大多在2025—2030年，汽车动力也将随之发生革命性变化。根据壳牌公司的研究预测，电力、氢能源将从2030年前后开始逐步“接管”汽车能源市场，2040年、2060年使用量将分别占20%和60%以上，2070年乘用车市场将全面摆脱对化石燃料的依赖，电动汽车将得到全面普及。

从全球主要汽车生产厂家的销量和发展计划来看，目前“低排放”汽车主要指混合动力汽车，混动车经过长时间的发展，技术最为成熟，已进入快速增长期，其销量、增幅和占比都远远高于其他车型；随着动力电池性能的提升及充电基础设施建设的完善，“零排放”汽车（主要指纯电动汽车）正逐渐走上产业化的道路，特别是小型的纯电动汽车更是发展迅速；燃料电池汽车在技术和经济方面仍存在诸多瓶颈，大规模推广还存在相当的距离。

目前，世界主要国家都制定了电动汽车中长期发展战略规划，预计电动汽车市场会在未来10年内持续增长，成为拉动经济发展的新的增长点。

### 2. 国外电动汽车发展历程

#### （1）美国

①市场状况：2018年美国电动汽车产业取得了令人振奋的成绩：全年交付360 800辆电动汽车，比2017年增长81%。纯电动汽车销量最多，占销量的66%；其余34%是插电式混合动力车。

②技术研发：2018年，美国多家国家实验室和大学共同组建了名为“电池500”的研究中心（参与组建这一研究中心的有11家成员机构，包括太平洋西北国家实验室等4家国家实验室、斯坦福大学等5所研究型大学以及汽车制造商特斯拉和科技公司IBM），着力研发可以延长电动汽车行驶里程、降低电动汽车造价的新型锂电池技术。同年，美国联邦政府公布了关于加快普及电动汽车的计划，通过政府与私营部门合作，推广电动汽车和加强充电基础设施建设，以应对气候变化、增加清洁能源使用并减少对石油的依赖。

#### （2）欧洲

①市场状况：欧洲2018年电动车销量为40.8万辆，比2017年提高了33%。欧洲轻型汽车市场的电动车份额全年为2.3%。

②技术研发：尽管电动汽车市场份额在逐渐增加，但其目前在欧洲市场的份额仍

在 2% 左右。欧洲相关政策要求，到 2030 年电动汽车市场份额需增至 40%，如果要达到该目标，电池技术必须改进，以增加电动汽车续航里程，缩短电动汽车充电时间。

利莫瑞克大学 Bernal 研究所 Si-DRIVE 项目（Si-DRIVE 联盟由来自欧洲 7 个国家的 16 个学术和工业合作伙伴组成）负责人 Kevin M. Ryan 教授表示，利莫瑞克大学计划彻底改进锂离子电池，从而消除影响电动汽车普及的主要障碍，此类障碍与电动汽车的续航里程、成本和充电时间紧密相关。

### （3）日本

①市场状况：日本的电动汽车起步较早，2010 年底日产纯电动汽车上市，2013 年三菱推出插电式混合动力汽车欧蓝德。日本的电动汽车从 2011 年开始上量，但发展势头比较平缓，一直受到混合动力车的严重压制。

②技术研发：众所周知，电池的技术水平大部分取决于材料的发展水平，而日本新兴动力电池（锂离子电池、氢能源电池、液流电池等）的发展几乎都走在世界前列。以锂离子电池为例，从 1991 年索尼公司将含有液态电解质的锂离子电池引入电子设备应用至今，液态锂离子电池技术已经成为目前最为成熟、使用最广泛的技术路线之一，索尼公司也成为世界上锂离子电池技术最权威的公司。

从国外电动汽车发展历程来看，各国政府采取的技术路线不同，在产业化方面，除经济扶持、政策优惠和法规强制外，还通过示范运营、加强基础设施建设、优惠租赁、政府采购、节能环保宣传等手段保证生产、研发、销售等环节协调发展。同时，各国扶持电动汽车产业的政策都根据不同经济阶段的实际需求动态调整，使产业发展顺利由政府推动过渡到市场推动。这为我国电动汽车产业发展提供了宝贵的经验。

## 二、国内现状

### 1. 我国电动汽车市场现状

公安部交管局数据显示，2018 年新能源汽车保有量达 261 万辆，占汽车总量的 1.09%；增加 107 万辆，与 2017 年相比增长 70.00%。其中，纯电动汽车保有量 211 万辆，占新能源汽车总量的 80.84%。从统计情况看，纯电动汽车保有量逐年增加，呈加快增长趋势。

总体来说，目前我国电动汽车销量的增长以小型车为主，我国本土涉足电动汽车领域的企业逐渐增多，包括北汽新能源、比亚迪等，市场上可供选择的车型也开始丰富。

### 2. 我国新能源汽车发展规划

“十三五”规划中与新能源汽车相关的部分内容如下。

①实现新能源汽车规模应用：强化技术创新，完善产业链，优化配套环境，落实和完善扶持政策，提升纯电动汽车和插电式混合动力汽车产业化水平，推进燃料电池汽车产业化。到 2020 年，实现当年产销 200 万辆以上，累计产销超过 500 万辆，整体

技术水平保持与国际同步，形成一批具有国际竞争力的新能源汽车整车和关键零部件企业。

②全面提升电动汽车整车品质与性能：加快推进电动汽车系统集成技术创新与应用，重点开展整车安全性、可靠性研究和结构轻量化设计。提升关键零部件技术水平、配套能力与整车性能。加快电动汽车安全标准制定和应用。加速电动汽车智能化技术应用创新。到 2020 年，电动汽车力争具备商业化推广的市场竞争力。

③建设具有全球竞争力的动力电池产业链：大力推进动力电池技术研发，着力突破电池成组和系统集成技术，超前布局研发下一代动力电池和新体系动力电池，实现电池材料技术突破性发展。加快推进高性能、高可靠性动力电池生产、控制和检测设备创新，提升动力电池工程化和产业化能力。培育发展一批具有持续创新能力的动力电池企业和关键材料龙头企业。推进动力电池梯次利用，建立上下游企业联动的动力电池回收利用体系。到 2020 年，动力电池技术水平与国际水平同步，产能规模保持全球领先。

④新能源汽车动力电池提升工程：完善动力电池研发体系，加快动力电池创新中心建设，突破高安全性、长寿命、高能量密度锂离子电池等技术瓶颈。在关键电池材料、关键生产设备等领域构建若干技术创新中心，突破高容量正负极材料、高安全性隔膜和功能性电解液技术。加大生产、控制和检测设备创新，推进全产业链工程技术能力建设。开展燃料电池、全固态锂离子电池、金属空气电池、锂硫电池等领域新技术研究开发。

总体来说，我国的电机驱动技术与国际先进水平已基本持平，但是电池能量管理系统与锂离子电池在能量密度方面的差距限制了我国电动汽车产品的续航里程，抑制了消费者的购车热情。我国政府已出台促进锂离子电池技术发展的相关政策。可以预想，未来锂离子电池产业会有持续大规模的投入并得到较快的发展。

### 三、阅读拓展

数据显示，2015—2021 年，中国已连续 7 年成为全球最大的新能源汽车市场，销量占全球比重超 50%。2020 年下半年开始，我国新能源汽车销量持续上涨，2021 年同比增速达 165.1%，2022 年延续高增速，前三季度我国新能源汽车销量同比增长 110%，达 456.7 万辆，全年销量有望突破 600 万辆，继续创历史新高。其中，纯电动汽车是主要动力类型，2021 年市场份额达 82.8%。据乘联会数据，2021 年前三季度新能源乘用车零售销量前五的厂商市场份额达 82.1%。其中，比亚迪、上汽通用五菱、特斯拉占据国内新能源汽车销售的前三名。

## 学后测试

- ①简述国外电动汽车发展现状。
- ②简述国内电动汽车发展现状。
- ③简述“十三五”规划中与新能源汽车相关的内容。
- ④查阅相关资料，提出我国推动电动汽车顺利实施的措施和建议。