

陈总编爱车热线书系

电动汽车 为什么会跑

陈新亚 编著

200+张彩图、10+个视频，全景描绘
谈构造、讲原理、教使用，精彩实用
电动汽车技术专家审定，权威专业



长期占据畅销榜首
陈总编
爱车热线书系
车友经典必备



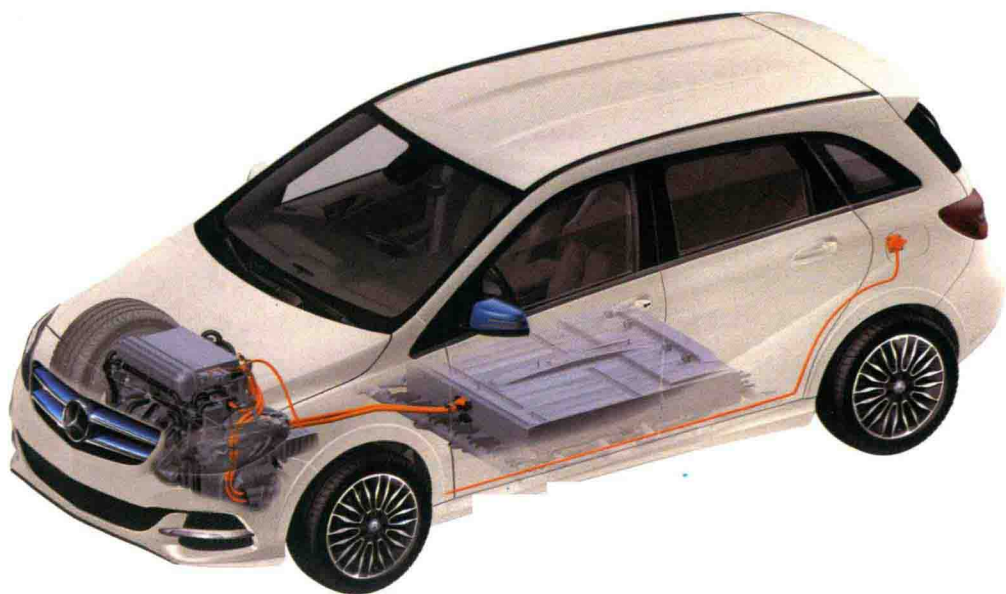
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





电动汽车为什么会跑

陈新亚 编著



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

《电动汽车为什么会跑》以图解的方式，介绍了纯电动汽车、混合动力汽车、插电式混合动力汽车以及燃料电池汽车的基本构造与原理，包括电机、动力电池、控制器、混动模块等总成的构造与工作原理。书中更以较大篇幅介绍了主流电动汽车的构造图解。另外，本书还介绍了电动汽车的购买、驾驶及养护知识。

《电动汽车为什么会跑》适合汽车行业从业人员、电动汽车车主、汽车编辑记者、汽车专业学生等阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

电动汽车为什么会跑 / 陈新亚编著. —北京: 机械工业出版社, 2016.4
(陈总编爱车热线书系)
ISBN 978-7-111-53223-1

I. ①电… II. ①陈… III. ①电动汽车—构造—图解
②电动汽车—理论—图解 IV. ①U469.72-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第051734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: 李军 责任编辑: 李军 何士娟
版式设计: 赵颖喆 责任校对: 聂美琴
责任印制: 乔宇
北京画中画印刷有限公司印刷
2016年5月第1版第1次印刷
184mm×260mm·6.75印张·153千字
0001-4000册
标准书号: ISBN 978-7-111-53223-1
定价: 39.90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

封面防伪标均为盗版

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

电动2020

随着我国电动汽车产业的快速发展，电动汽车市场化步伐不断加快，消费人群逐年增加。陈新亚同志长期专注电动汽车创新技术的研究，潜心编著了《电动汽车为什么会跑》一书。该书系统阐述了电动汽车整车的优化匹配及关键零部件（动力电池、电机、电控单元）技术，还介绍了纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车以及电动汽车充电设施、电动汽车的驾驶与维护等内容，图文并茂，通俗易懂。该书对从事电动汽车管理、驾驶人员全面了解电动汽车构造、科学驾乘电动汽车具有积极的指导作用，同时也是针对广大公众进行电动汽车技术科普教育很好的参考书。

我国电动汽车发展历史始于20世纪80年代，经历了二轮电动自行车、三轮电动车、四轮轻型电动车的发展历程。这是具有中国特色的电动汽车发展道路，从低档切入，逐步提升技术含量，为一大批有需求的老百姓提供技术成熟、行驶安全、性价比好的电动汽车，既节能环保，又解决了短距离出行的问题。

21世纪伊始，节能与新能源汽车发展上升为我国国家战略，主流汽车企业获得了政府专项资金支持。15年来国家投入巨资，加大发展电动汽车产业化的力度，一汽、二汽、上汽、北汽、比亚迪、江淮、安凯、宇通、中通、金龙、常隆等，在发展电动汽车上投入不少人力、物力和财力。现在，我国电动汽车发展已经由研发向产业化、由城市示范向培育市场化转变。整车结构日益优化，电池、电机、电控技术日趋成熟。

党中央和国务院对节能与新能源汽车的推进工作高度重视和支持，发布了《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020）》，并鼓励城市发展电动公交车及私人购买电动汽车，陆续出台了优惠政策和费用补贴。加上充电

桩基础设施不断完善，电动汽车有广阔的发展前景。

专家预测到2020年，全国上路的电动公交车达到20万辆；全国上路的电动出租车达到30万辆；全国上路的电动物流车达到20万辆；全国上路的电动公务与私人乘用车达到430万辆；累计销量达到500万辆电动汽车的规划目标。

我本人曾担任中国电工技术学会的专职领导职位多年，见证了我国电动汽车的发展历程，建议新能源汽车发展应该以纯电动为主，融合多元发展，多样化，个性化。新能源汽车产业的发展要坚持十八届五中全会提出的“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念，非常重要。城市交通发展路线图，既要发展以电池为动力的电动汽车，又可以发展以天然气为燃料的公交车，以及甲醇燃料汽车、城市地铁、有轨电车、无轨电车、单轨旅游观光电车，还有在城市社区、高校院区等为老年人短距离专用的三轮、小四轮的轻型电动代步车等。

在国家大力实施鼓励发展电动汽车政策的支持下，在各级政府部门的大力推动下，电动汽车的使用环境不断优化，有理由相信到2020年，我国有望成为全球电动汽车产销大国。

到2020年，整体优化匹配，动力电池、电机、电控及关键零部件技术总体上达到国际先进水平。电动汽车的三大核心技术将实现由量到质的飞跃，技术成熟度极大地提高，安全可靠性能极大地提升。我们的目标是：要制造电动汽车，更要造好优质、可靠、安全的电动汽车。

中国电工技术学会第七届理事会名誉理事长

周鹤良

2016年5月

前言

实用至上

首先感谢中国电工技术学会周鹤良名誉理事长在《电动汽车为什么会跑》编写过程中给予的大力支持，并亲笔撰写序言，畅论电动汽车在我国的艰难发展历程，指明电动汽车发展的方向和美好目标。也感谢中国电工技术学会韩毅副秘书长等技术专家对《电动汽车为什么会跑》编写内容所提出的修改意见和建议，从而保证《电动汽车为什么会跑》拥有较为全面的知识内容。

《电动汽车为什么会跑》并不是面向电动汽车技术人员的专业书籍或教科书，而是一本面向电动汽车相关从业人员、电动汽车车主、电动汽车爱好者的科普类书籍。

《电动汽车为什么会跑》力图用最通俗的语言和简明的图片，使读者对各种电动汽车能有初步了解，明白电动汽车的基本构造与工作原理，掌握电动汽车的驾驶技巧和保养方法。也正因如此，《电动汽车为什么会跑》内容并不是面面俱到，并不包括与电动汽车相关的所有技术内容，而是挑选现在市场上最主流的新型电动汽车和基本技术进行图解式的详细介绍。

《电动汽车为什么会跑》实用性强，通俗易懂，配有大量丰富多彩的图片，使读者对各种电动汽车的基本构造与工作原理一目了然。

由于编者水平有限，书中不妥及错误之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见。



270963083@qq.com

2016年5月于北京

目录 CONTENTS

序 电动2020

前言 实用至上

第1章 电动汽车演义 1

第1节 谁发明了电动汽车 1

第2节 电动汽车都有哪些类型 2

第2章 电动机的奥秘 6

第1节 谁发明了电动机 6

第2节 电动机都有哪些类型 7

第3节 谁发明了交流电动机 8

第4节 交流电动机的构造是怎样的 9

第5节 交流异步电动机怎样产生动力 10

第6节 永磁同步电动机怎样产生动力 12

第7节 直流电动机是怎样工作的 14

第3章 电动机的控制 16

第1节 电动机有什么性能特点 16

第2节 为何电动机的初始转矩极大 17

第3节 谁来决定电动机的转速 18

第4节 怎样调节电动机的转速 19

第4章 动力电池 20

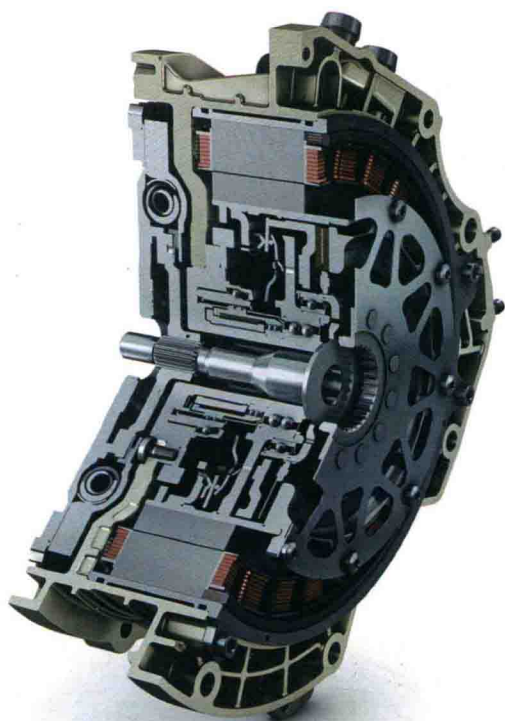
第1节 动力电池是怎样连接的 20

第2节 为什么电池需要管理系统 21

第3节 为什么要选用锂离子电池 22

第5章 纯电动汽车 24

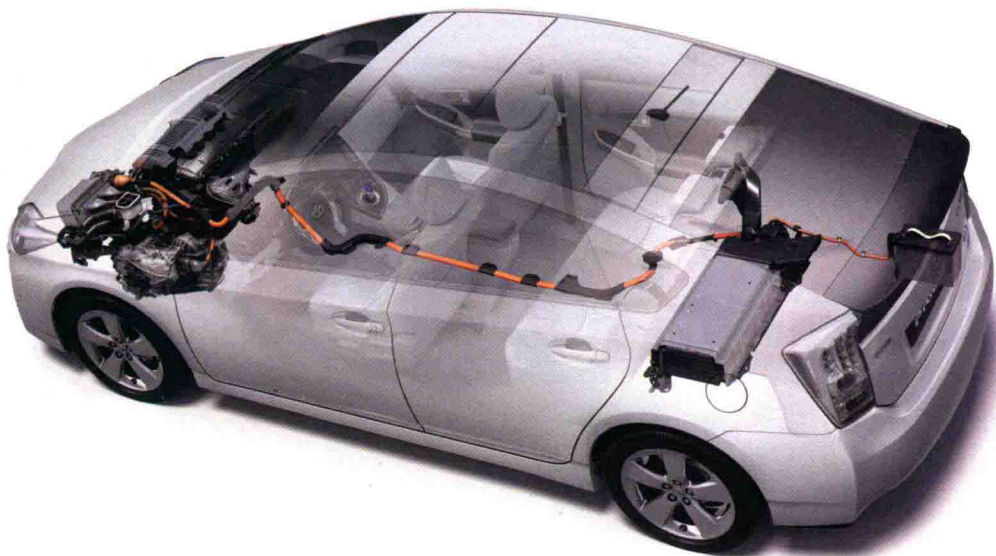
第1节 纯电动汽车的构造是怎样的 24



- 第2节 电动汽车的构造更简单灵活 26
- 第3节 纯电动汽车是怎样传递动力的 27
- 第4节 纯电动汽车是怎样变速的 28
- 第5节 逆变器起什么作用 29
- 第6节 纯电动汽车是怎样回收能量的 30
- 第7节 纯电动汽车是怎样制动的 31
- 第8节 纯电动汽车怎样为车内提供冷风 32
- 第9节 纯电动汽车怎样为车内提供暖风 33
- 第10节 特斯拉 Model S纯电动汽车图解 34
- 第11节 奔驰B级纯电动汽车图解 36
- 第12节 宝马i3纯电动汽车图解 38
- 第13节 奥迪R8 e-tron纯电动超级跑车图解 40

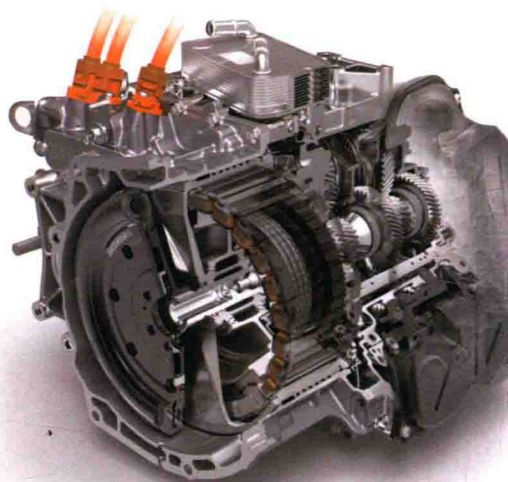
第6章 混合动力汽车 44

- 第1节 混合动力汽车是咋“混”的 44
- 第2节 混合动力模块 49
- 第3节 丰田普锐斯混合动力汽车图解 53
- 第4节 奔驰S400 Hybrid混合动力汽车图解 56
- 第5节 雪佛兰迈锐宝混合动力汽车图解 58



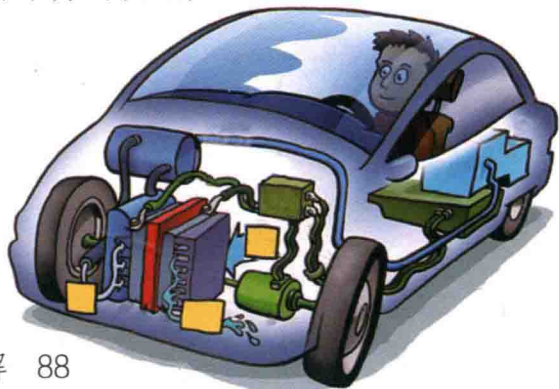
第7章 插电式混合动力汽车 60

- 第1节 谁是插电式混合动力汽车 60
- 第2节 单电机插电式混合动力汽车 62
- 第3节 双电机插电式混合动力汽车 63
- 第4节 奥迪A3 e-tron插电式混合动力汽车图解 64
- 第5节 宝马i8插电式混合动力汽车图解 70
- 第6节 奔驰S500插电式混合动力汽车图解 72
- 第7节 雪佛兰沃蓝达插电式混合动力汽车图解 74
- 第8节 奥迪Q7 e-tron 2.0 TFSI quattro插电式混合动力汽车图解 79



第8章 燃料电池汽车 82

- 第1节 谁是燃料电池汽车 82
- 第2节 燃料电池汽车的构造与原理 83
- 第3节 燃料电池是怎样发电的 84
- 第4节 丰田Mirai燃料电池汽车图解 86
- 第5节 奥迪A7 Sportback燃料电池汽车图解 88
- 第6节 奔驰B级燃料电池汽车图解 92



第9章 电动汽车驾驶与维护 94

- 第1节 怎样驾驶电动汽车 94
- 第2节 怎样为电动汽车充电 95
- 第3节 怎样维护保养电动汽车 97
- 第4节 怎样选购电动汽车 98

后记 电动时代还有多远 99



第1章 电动汽车演义

第1节 谁发明了电动汽车

第一辆电动汽车

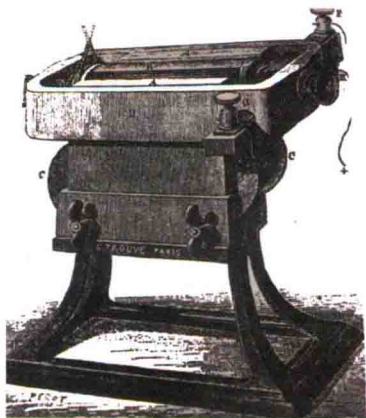
对于到底是谁发明了世界上第一辆电动汽车，一直存在很多争论。有人将1834年美国托马斯·达文波特（Thomas Davenport）研制的直流电动汽车称为世界第一辆电动汽车。当时他使用干电池作为车辆的动力电池。这种电池不能充电，只能一次性使用。正因如此，人们并不将其称为真正的电动汽车。

现在人们更多地是将法国人古斯塔夫·特鲁夫（Gustave Trouve）称为电动汽车的真正发明人，1881年，他发明了用可充电铅酸电池作为能源的电动汽车，

与现在电动汽车的工作原理更相似。1881年8月，在巴黎举行的国际电器展览会上，特鲁夫向人们展示了



1881年，法国人古斯塔夫·特鲁夫（1839—1902）组装了第一辆电动汽车

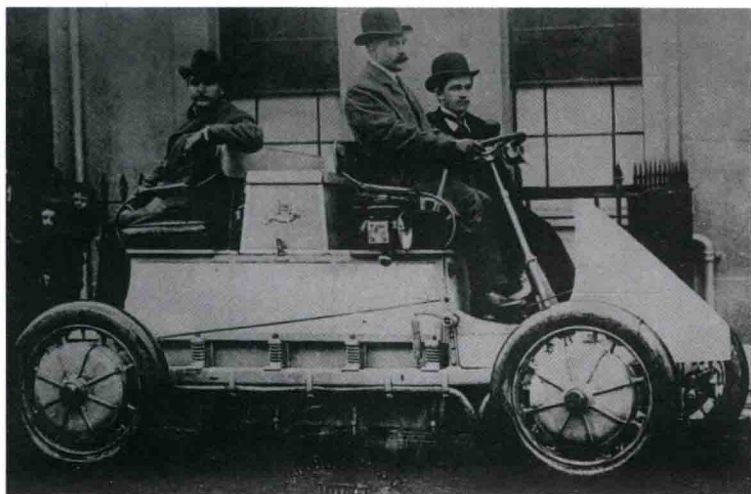


古斯塔夫·特鲁夫用于第一辆电动汽车上的直流电动机

他发明的一辆电动三轮车、一艘电动船和一艘电动飞艇模型。电动三轮车和电动船都可以实际操作，其中电动三轮车还在大街上进行了行驶演示，当时人们看到这无马也无烟的三轮车都非常惊奇。这辆电动三轮车采用铅酸电池、直流电动机，有效功率约70W，最高车速12km/h。

第一辆电动四轮驱动汽车

1900年，费迪南德·保时捷在巴黎博览会上展出了一辆四轮驱动的电动汽车。车辆的四个车轮上各装有一个轮毂电动机，每次充满电可行驶80km。如左图示。



第2节 电动汽车都有哪些类型

电动汽车是指以电力作为唯一或主要驱动力的四轮车辆。根据电力来源方式的不同，电动汽车主要分为：纯电动汽车、混合动力汽车（包括普通混合动力汽车和插电式混合动力汽车）及燃料电池汽车。



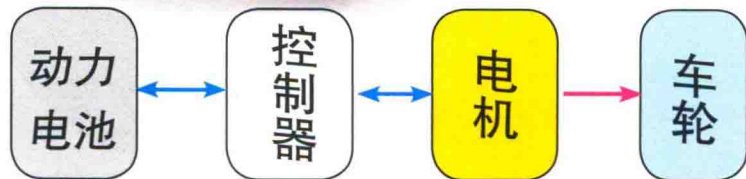
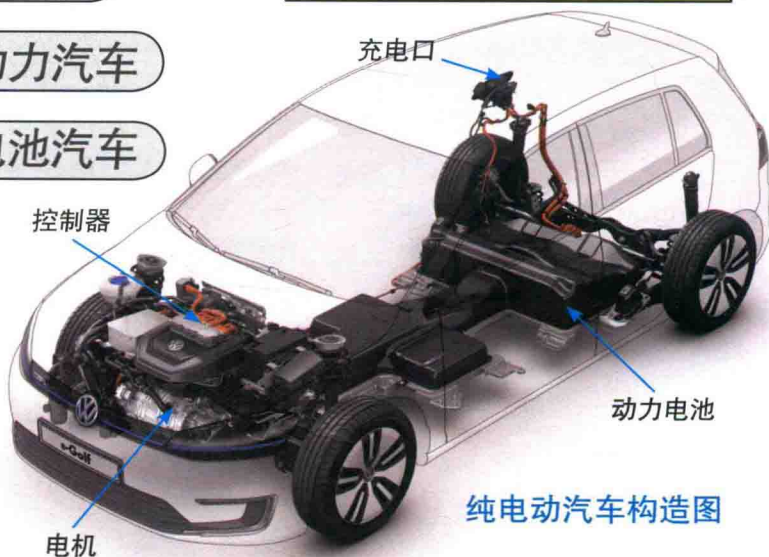
纯电动汽车 (Electric Vehicle)

纯电动汽车是指完全由动力电池(如铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池或锂离子电池等)提供动力的汽车。这些汽车完全由外接电源充电获得能量，当动力电池能量耗尽时，汽车就不能继续行驶。代表车型：特斯拉S、北汽E150等。

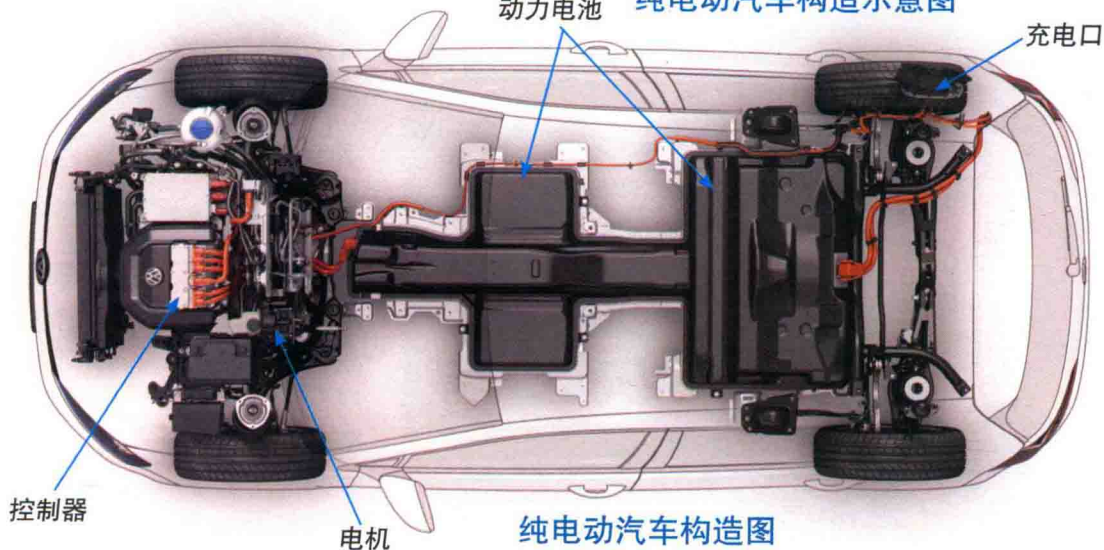
纯电动汽车的详细介绍参见第5章内容。

为什么电动汽车中的电动机被称为电机

电机是泛指能将电能转化为机械能、机械能转化为电能的机器。由于电动汽车中的电动机在主要起到驱动汽车行驶的作用外，还具有发电的功能，故被称为电机。



纯电动汽车构造示意图



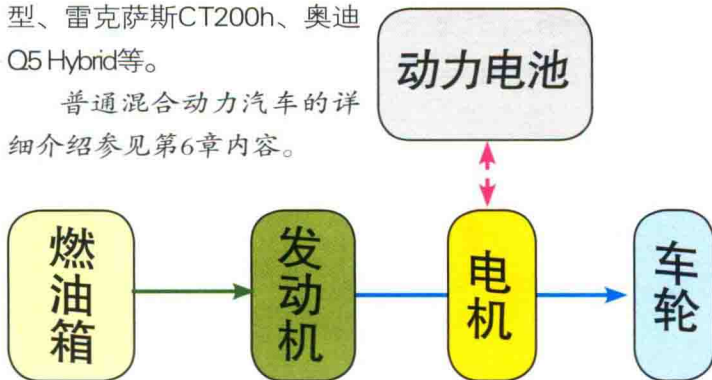
纯电动汽车构造图

普通混合动力汽车 (Hybrid Vehicle)

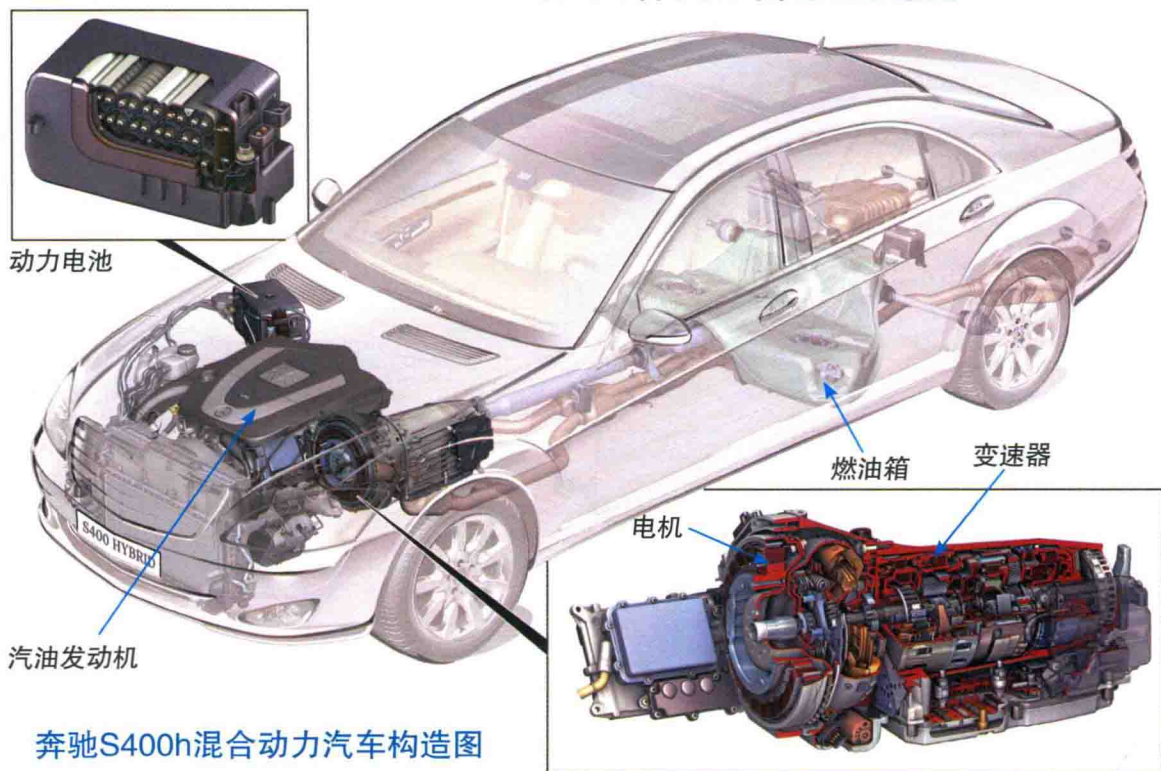
混合动力汽车是指采用两种动力系统的汽车，现在一般是指油电混合动力汽车，即采用燃油发动机和电机两种动力系统的汽车。其中不可以充电的混合动力汽车称为普通混合动力汽车，其电力只是来自于能量回收系

统。代表车型：丰田双擎车型、雷克萨斯CT200h、奥迪Q5 Hybrid等。

普通混合动力汽车的详细介绍参见第6章内容。



普通混合动力汽车原理示意图



电动汽车上电线的颜色

在电动汽车上，不仅有传统汽车上的12V低压线，还有用于作电驱动系统的高压线。为了安全和使用方便，都将它们装在硬质绝缘管中，并用不同的颜色进行区分。

黑色、红色——12V低压电线，一般用于车载电器，如音响、车灯、安全气囊等。人体接触它们没有危险。

蓝色、黄色——42V低压线，一般用于转向助力电动机。人体接触它们没有危险，但电路切断时会有电弧产生。

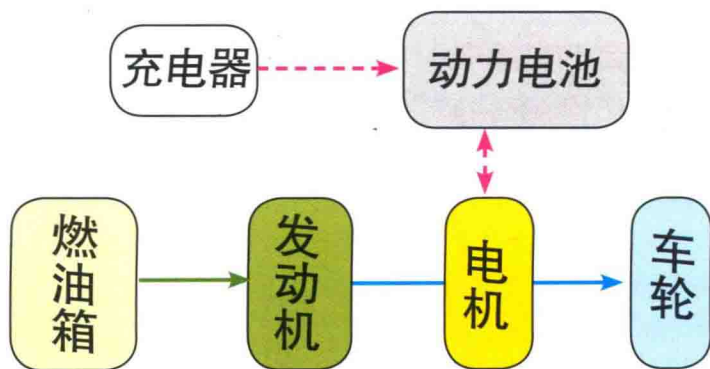
橙色——144~600V的高压线，一般用于动力系统供电线路。人体接触它们非常危险。

插电式混合动力汽车 (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

插电式混合动力汽车是指可以充电的油电混合动力汽车。

插电式混合动力汽车不仅可以添加燃油，还可以使用外接电源为动力电池充电，当然其自身的能量回收系统也可以为动力电池补充电能。代表车型：高尔夫GTE、奥迪A3 e-tron、宝马i8等。

插电式混合动力汽车的详细介绍参见第7章内容。



插电式混合动力汽车原理示意图



大众高尔夫GTE插电式混合动力汽车构造



插电式混合动力汽车不仅可以像传统汽车那样添加燃油，还可以为车辆充电，兼具燃油汽车与电动汽车的优点

燃料电池汽车 (Fuel Cell Electric Vehicle)

燃料电池汽车只使用电机作为驱动汽车前进的动力装置，但它的电能不是通过外接电源充电获得的，而

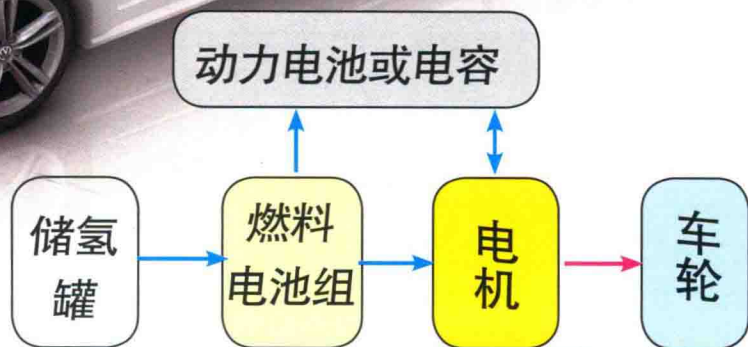
是利用一种可以实时发电的车载燃料电池获得的。现在的燃料电池汽车大都采用氢作为燃料，然后利用电解水的逆反应原理产生电能。只

要能加注氢燃料，汽车就能继续行驶。代表车型：丰田Mirai等。

燃料电池汽车的详细介绍参见第8章内容



奥迪A7燃料电池汽车构造图



燃料电池汽车构造示意图



奥迪A7燃料电池汽车构造图

第2章 电动机的奥秘

第1节 谁发明了电动机

说起电动机的发明，还要从英国伟大的物理学家、化学家迈克尔·法拉第 (Michael Faraday, 1791—1867) 开始。

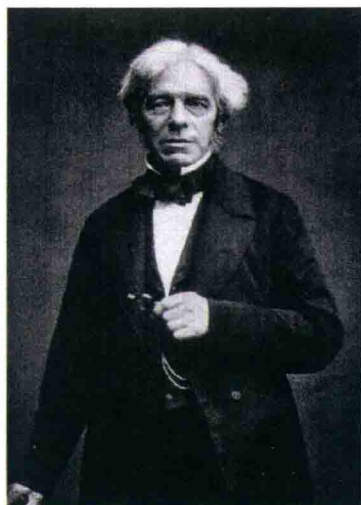
法拉第发明了电动机

1821年，法拉第受丹麦科学家汉斯·奥斯特一个发现的启发，发明了第一台电动装置。当时奥斯特发现，如果电路中有电流通过，它附近的罗盘磁针就会发生偏转。法拉第受此启发就设想，假如将磁铁固定起来，那么通电绕组就可能会运动。根据这种设想，他成功地发明了一种简单的电动装置。在这个装置内，只要

有电流通过导线，导线就会绕着一块磁铁不停地转动。其实，法拉第发明的是第一台电动机，这是世界上第一台使用电流就能转动物体的装置。虽然这个简单的电动装置在当时没什么实际用处，但它却是今天世界上所有电动机的祖先。

法拉第只是发明了电动机，但并没有真正制造出实用的电动机，因为这个电动装置在当时并没有任何商业价值。

到了1832年，法国人希波利特·皮克斯 (Hippolyte Pixii) 根据法拉第把载流导线置于磁场中的合适位置就能产生旋转运

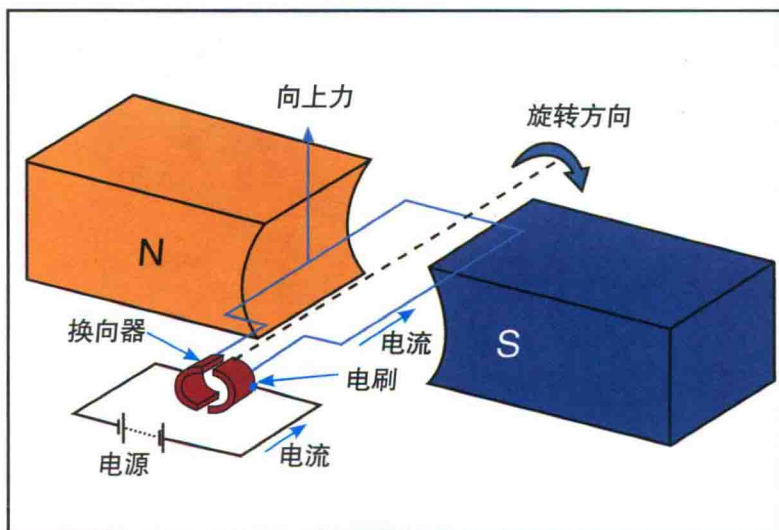


迈克尔·法拉第 (Michael Faraday, 1791—1867)

动的理论，制造出一台电动机，并于该年的9月3日在巴黎科学院演示了电动机的工作原理，这便是电动机首次公开亮相。

法拉第又发明了发电机

1831年，法拉第发现，当一块磁铁穿过一个闭合线路时，线路内就会有电流产生，这个效应叫电磁感应，产生的电流叫感应电流。根据这个实验，1831年10月28日，法拉第发明了圆盘发电机。这个圆盘发电机虽然结构简单，却是人类创造出的第一台发电机。



直流电动机原理示意图

第2节 电动机都有哪些类型

电动机种类繁多。按工作电源不同，电动机可以分为直流电动机和交流电动机两大类。

交流电动机按转子磁场与定子磁场的转速是否相同，又分为同步电动机和异步电动机两大类。

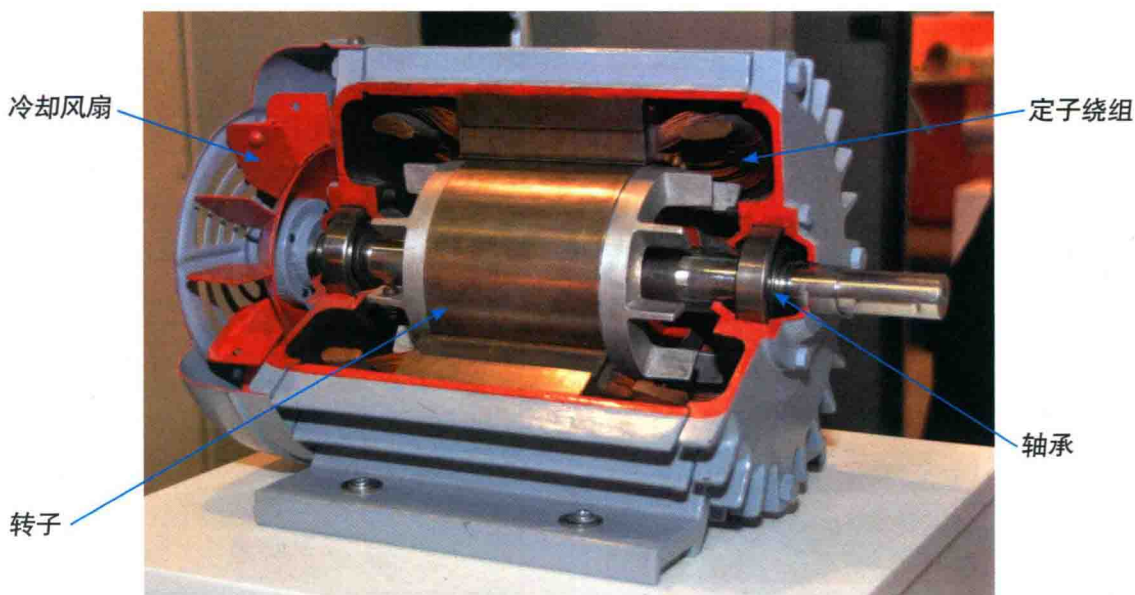
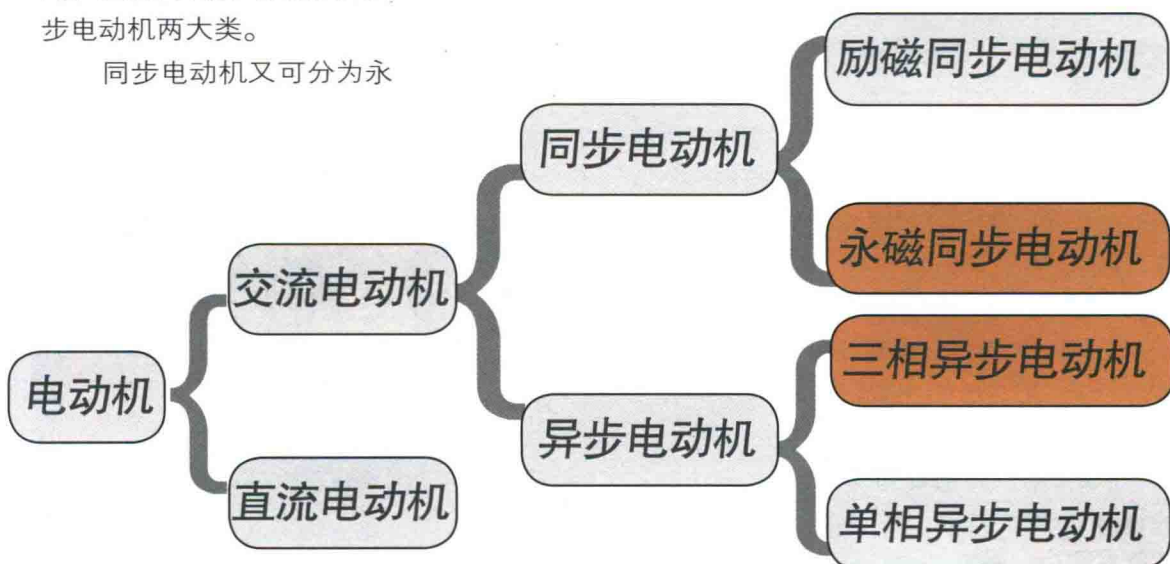
同步电动机又可分为永

磁同步电动机、磁阻同步电动机和励磁同步电动机。

异步电动机又分为三相异步电动机和单相异步电动机两种。

在电动汽车上，目前大

多数采用交流电动机，而且以永磁同步电动机和三相异步电动机两种交流电动机为主。本书也主要介绍这两种电动机的构造与原理。



交流电动机构造图

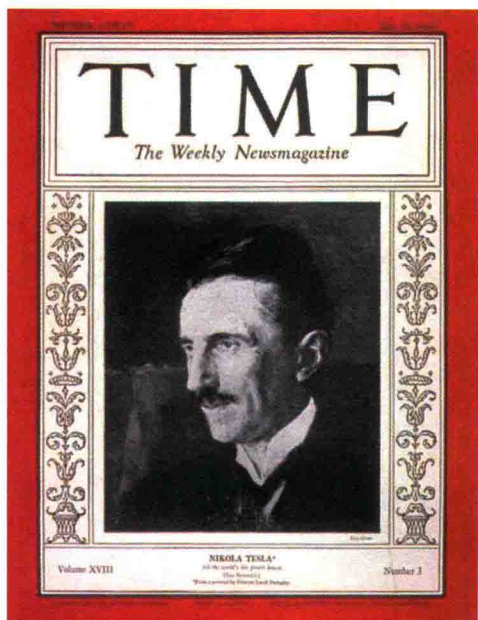
第3节 谁发明了交流电动机

现在电动汽车上最常用的交流电动机是尼古拉·特斯拉（Nikola Tesla，1856—1943）在1888年发明的，而在此前的电动机都是直流电动机，运转时需要用电刷整流，因此会出现火花，安全性较差。

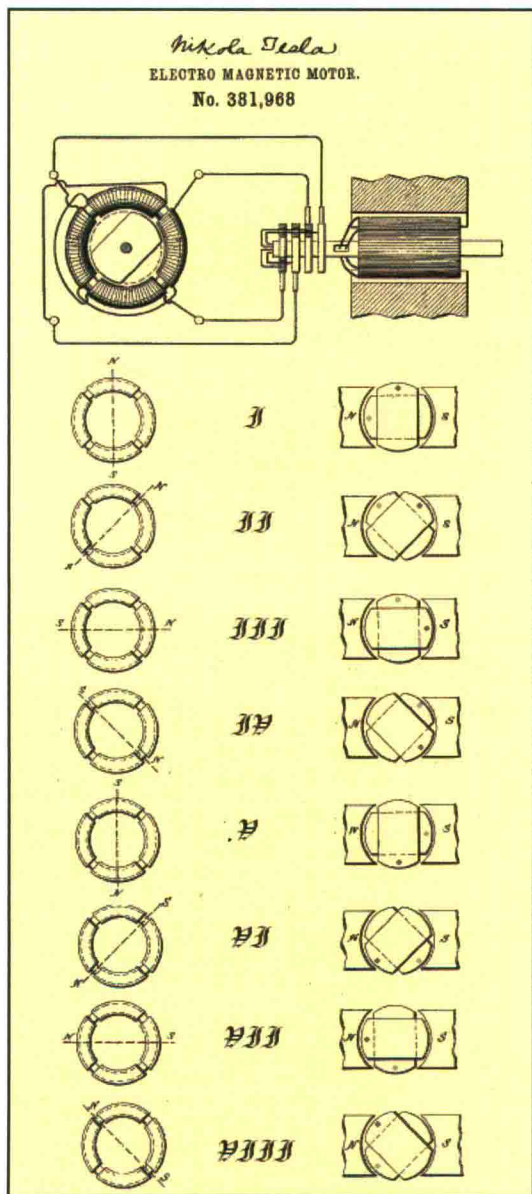
尼古拉·特斯拉出生于克罗地亚农村。1881年，他在匈牙利布达佩斯电报局工作时，利用业余时间研究困扰他很久的直流电动机的安全问题。1882年的一天，在与朋友郊外散步时，特斯拉灵机一动，头脑中构思出一种全新的交流电动机模型：它完全不用电刷和整流子，转子不接电路而是悬空转动，使用交流电，无需整流，无火花，相比原来的直流电动机要安全得多。因为它根据电磁感应原理制成，所以又称感应电动机。但他当时既无财力又无名望，无法把它们造出来，故交流电动机仍只是停留在设想上。

1884年，特斯拉带着一封推荐信和他的设计图移居美国，并在新泽西爱迪生工厂寻求职位。特斯拉向伟大的发明家爱迪生

呈现他的交流电动机的发明时，爱迪生因担心这会影响到他公司直流电和直流电动机的发展，便拒绝了特斯拉的交流电动机计划。后来，特斯拉将其交流电动机的专利以1千万美元的价格卖给了西屋公司，从此交流电动机才得以量产并迅速普及。



尼古拉·特斯拉（1856—1943），在1931年6月成为《时代》周刊封面人物



特斯拉发明交流电动机的专利申请图