



新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材



电子课件下载

www.ccpres.com.cn

新能源汽车

动力蓄电池与能量管理技术

罗 英 吴 浩◎主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材

Xinnengyuan Qiche Dongli Xudianchi
新能源汽车动力蓄电池
yu Nengliang Guanli Jishu
与能量管理技术

罗 英 吴 浩 主 编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材之一。全书共8个学习任务,内容包括:新能源汽车动力蓄电池的初步认识、新能源汽车动力蓄电池的能量管理技术、动力蓄电池包高压作业安全防护、动力蓄电池包检测以及动力蓄电池包充电性能检测。

本书可作为职业院校新能源汽车专业(方向)的教学用书,也可作为新能源汽车服务企业技术人员的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车动力蓄电池与能量管理技术 / 罗英, 吴浩主编. —北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.2

ISBN 978-7-114-15179-8

I. ①新… II. ①罗… ②吴… III. ①新能源—汽车—蓄电池—教材 IV. ①U469.703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 275236 号

书 名: 新能源汽车动力蓄电池与能量管理技术

著 者: 罗 英 吴 浩

责任编辑: 翁志新 曹仁磊

责任校对: 刘 芹

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 8.5

字 数: 140 千

版 次: 2019年2月 第1版

印 次: 2019年2月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15179-8

定 价: 20.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材 编委会

主任

叶军峰(广州市轻工技师学院)

蔡昶文(广州市交通技师学院)

副主任

万艳红(广东省轻工职业技术学校)

王长建(广州市白云工商技师学院)

毛平(广州市轻工技师学院)

尹向阳(广州市机电技师学院)

王尚军(广州市交通技师学院)

刘小平(广州欧伟德教学设备有限公司)

刘炽平(广州市工贸技师学院)

严艳玲(广东省轻工业技师学院)

杨子坤(广州市公用事业技师学院)

周其江(肇庆市技师学院)

胡军钢(广州市技师学院)

委员

冯月崧、廖毅鸣、陈伟儒(广州市轻工技师学院)

罗英、黄辉镀(广州市技师学院)

陆海明(广州市机电技师学院)

颜允、何越瀚(广州市公用事业技师学院)

谢金红、陈林锋、钟贵麟、蒙承超(广东省轻工业技师学院)

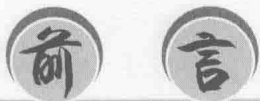
刘付金文(广东省轻工业职业学校)

黄健龙(肇庆市技师学院)

龙纪文(广州欧伟德教学设备有限公司)

秘书

翁志新(人民交通出版社股份有限公司)



随着我国《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》的发布实施和政府各项扶持政策的出台,新能源汽车推广应用的步伐逐渐加快,企业也加大了对新能源汽车的投入,各大汽车厂商纷纷推出新能源车型。未来几年是新能源汽车的快速增长期,社会对掌握新能源汽车技术的技能型人才需求将不断增加。当前,新能源汽车专业技能型人才是名副其实的“紧缺”人才,而且缺口很大。职业院校作为技能型人才培养的主体,为行业培养和输送急需的技能型人才责无旁贷。

近年来,不少开设汽车类专业的职业院校新增了新能源汽车运用与维修专业(方向),但适合教学的专业教材少之又少。2017年,广东省的十几所高级技工学校(技师学院)、中职学校在经过了大量调研和多次研讨后,决定联合人民交通出版社股份有限公司及相关企业,成立新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材编委会,编写出版“新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材”。同年9月,在广州市轻工技师学院召开了教材编写启动会,确定了本套教材的课程体系、名称、编写大纲及编写分工。

本套教材紧紧围绕新能源汽车的核心技术——“三大电”(电池、电机、电控)和“三小电”(电控空调、电控转向、电控制动),重视基础、强化实践,并注重培养学生的安全观念、职业素养和学习能力,力争使学生成为具有可持续发展能力的高素质技能型人才。

本书是本套教材中的一本,书稿的编写分工如下:田燕、王晓华编写了学习任务1、2;杨健政、王晓华编写了学习任务3、4;彭良嘉、朱永编写了学习任务5、6;林锦桐、黄惠编写了学习任务7、8。全书由罗英、吴浩统稿并担任主编。

限于编者水平,书中难免有错误和疏漏,恳请广大读者提出宝贵意见,以便进一步修改完善。

新能源汽车专业技能型紧缺人才培养规划教材编委会

2018年7月

目 录

学习任务1 初识动力蓄电池组	1
一、信息收集	1
二、任务实施	7
三、任务测试(工作页)	13
学习任务2 认识动力蓄电池管理系统	16
一、信息收集	16
二、任务实施	20
三、任务测试(工作页)	24
学习任务3 动力蓄电池包高压作业安全防护	27
一、信息收集	27
二、任务实施	32
三、任务测试(工作页)	38
学习任务4 拆装纯电动汽车动力蓄电池包	44
一、信息收集	44
二、任务实施	45
三、任务测试(工作页)	50
学习任务5 拆装混合动力汽车动力蓄电池包	53
一、信息收集	53
二、任务实施	56
三、任务测试(工作页)	70
学习任务6 检测纯电动汽车动力蓄电池故障	81
一、信息收集	81
二、任务实施	87
三、任务测试(工作页)	90

学习任务7 检测混合动力汽车动力蓄电池故障	93
一、信息收集	93
二、任务实施	97
三、任务测试(工作页)	101
学习任务8 检测动力蓄电池充电性能	103
一、信息收集	103
二、任务实施	112
三、任务测试(工作页)	123
参考文献	127

学习任务1 初识动力蓄电池组



学习目标

1. 能严格执行“6S”管理规定；
2. 能够说出动力蓄电池组的作用、类型及特点；
3. 能够介绍磷酸铁锂蓄电池的特点及应用。



建议课时

4 课时。



任务描述

一名客户想要购买一台比亚迪 e5 汽车,他第一次来到 4S 店了解电动汽车,想要了解比亚迪 e5 汽车的动力蓄电池。作为一名销售顾问,请你为客户介绍比亚迪 e5 动力蓄电池的基本知识。

一、信息收集

(一) 蓄电池的基本组成

电动汽车动力储能装置包括所有动力蓄电池、超级电容、飞轮电池和燃料电池等储能元件及其以上各类电池的组合。电动汽车的主要动力源为电能,通过电动机等动力装置转化为机械能,从而驱动车轮行驶,而电能来自纯电动汽车的动力蓄电池系统,如图 1-1 所示。

蓄电池通常由电极(正极和负极)、电解质、隔膜和外壳(容器)四部分组成,如图 1-2 所示。电极是蓄电池的核心部分,通常由活性物质和导电骨架组成。电解质在蓄电池内部阴、阳极之间担负传递电荷(带电离子)的作用。电解质一般为液体或固体。为了避免蓄电池内阴、阳极之间因距离较近而发生内部短路,



产生严重的自放电现象,需要在其阴、阳极之间放置绝缘的隔膜,隔膜的材料一般为薄膜、板材或胶状物等。蓄电池的外壳是盛放并保护电池电极、电解质和隔膜的容器。

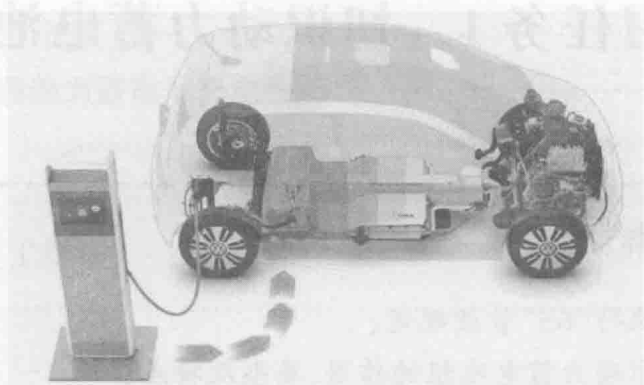


图 1-1 纯电动汽车的动力蓄电池系统



图 1-2 蓄电池的基本组成

(二) 动力蓄电池系统的作用

动力蓄电池是纯电动汽车的核心部件,也是新能源汽车上价格最高的部件之一。动力蓄电池的性能好坏直接决定了这辆车的实际价值。

动力蓄电池具有接收和储存由车载充电机、发电机、制动能量回收装置或外置充电装置提供的高压直流电的功能,并且为电动汽车提供高压直流电,如图 1-3 所示。

动力蓄电池系统作为电动汽车的能量源,除了储存驱动所用电能和为整车提供持续稳定的能量外,还承担以下功能:

- (1) 控制最佳行驶电池特性。

(2) 确保蓄电池的安全性、可靠性。



图 1-3 动力蓄电池

(三) 蓄电池的种类

蓄电池的种类繁多,划分的方法也有很多种。蓄电池按其原理划分,主要可分为生物电池、物理电池和化学电池三大类。

化学电池是生活中使用最多的电池。它是将化学反应产生的能量直接转换为电能的装置,也称化学电源。化学电池分类方式见表 1-1。

化学电池的种类

表 1-1

分类方式	电池名称	常见电池
电解液性质	酸性蓄电池	铅酸蓄电池
	碱性蓄电池	锌锰蓄电池、镍镉蓄电池和镍氢蓄电池
	中性蓄电池	电动汽车上很少使用
	有机电解液蓄电池	锂电池、锂离子蓄电池
正、负极材料	锌系列蓄电池	—
	镍系列蓄电池	—
	铅系列蓄电池	—
	锂系列蓄电池	锂离子蓄电池、锂聚合物蓄电池和磷酸铁锂蓄电池
电池功能	一次电池	—
	二次电池	电动汽车上使用最多
	燃料电池	—
	储备电池	—

小链接

一次电池,又称原电池,即不能再充电的电池。

二次电池,习惯上称为蓄电池,即可重复进行充电、放电使用的电池。目前电动汽车使用最多的动力蓄电池。如铅酸蓄电池、镍氢蓄电池和锂离子蓄电池。



燃料电池,又称连续电池。只要活性物质连续地注入电池,就能长期不断地进行放电的一类电池。

储备电池,又称激活电池。正、负极活性物质和电解液不直接接触,使用前临时注入电解液或用其他方法使电池激活的电池。

(四) 各类车用动力蓄电池的性能比较

电动汽车动力蓄电池的主要要求包括比功率高(在大电流工况下能平稳放电,提高加速、爬坡性能)、比能量大(延长续驶里程)、循环寿命长、安全可靠、成本低、对环境温度要求低、能量转换效率高、对环境污染小等。



小链接

比功率,描述动力蓄电池在瞬间放出能量的能力,单位为 W/kg。比功率高的动力蓄电池可以提供很高的瞬间电流,以保证汽车的加速性能。

比能量,指动力蓄电池单位质量所能输出的电能,单位为 W·h/kg。比能量高的动力蓄电池可以长时间工作,续驶里程长。

能量效率,指电流恒定情况下,在相等的充电和放电时间内,蓄电池放出电量和充入电量的百分比。

循环寿命,指动力蓄电池容量降低(衰减)到某一规定值之前,动力蓄电池能经受充电与放电的次数(充电一次放电一次称为一个周期或一次循环)。

电动汽车的发展很大程度上取决于动力蓄电池的各项性能。表 1-2 是各类常见车用动力蓄电池的性能比较。

常见车用动力蓄电池的性能比较

表 1-2

类型	单体 电池电压 (V)	比能量 (W·h/kg)	比功率 (W/kg)	理论循环 使用寿命 (次)	安全性	优点	缺点	代表车型
铅酸 蓄电池	2.0	35~40	150~400	500~800	好	技术成熟、原料丰富、价格低、温度特性好	比能量和比功率较低、寿命短、铅有污染	—
镍氢 蓄电池	1.2	55~70	160~500	600	好	放电倍率高、免维护	自放电高、单体电压低	普锐斯

续上表

类型	单体 电池电压 (V)	比能量 (W·h/kg)	比功率 (W/kg)	理论循环 使用寿命 (次)	安全性	优点	缺点	代表车型
磷酸铁锂 蓄电池	3.2	100	—	2000	好	寿命长、 安全性好	体积大	比亚迪 e5
三元锂 蓄电池	3.8	200	—	2000	较差	能量密度 高、振实密 度高	安全性能 较差、耐高 温性能差、 大功率放电 性能差	特斯拉 MODEL S

1. 铅酸蓄电池

铅酸蓄电池已经有 150 多年的历史,广泛用作内燃机汽车的起动电源,技术较为成熟,具有一定的价格优势。与其他动力蓄电池相比,铅酸蓄电池只被广泛应用于内燃机汽车和一些低速纯电动汽车上,如图 1-4 所示。

铅酸蓄电池的优点:

- (1)性能可靠、技术成熟、价格便宜;
- (2)大功率性能优异、电压平稳、安全性好;
- (3)维护简便或者免维护;
- (4)适用范围广、原材料丰富;
- (5)自放电低,回收技术成熟。

铅酸蓄电池的缺点:

- (1)能量密度低;
- (2)循环寿命短;
- (3)质量大、体积大;
- (4)过充过放性能差,充电时间长。



图 1-4 铅酸蓄电池

2. 镍氢蓄电池

镍氢蓄电池属于碱性电池,是一种集能源、材料、化学、环保于一身的绿色环保电池。循环使用寿命较长,能量密度高,但价格较高,能量密度低,主要应用于混动车型。目前商业化的混合动力电动汽车,如丰田的 Prius(图 1-5)、本田的 Insight 使用的均为镍氢蓄电池。



图 1-5 镍氢蓄电池

丰田普锐斯混合动力汽车的动力蓄电池(全封闭的镍氢蓄电池)安装在车辆的后部,布置在行李舱内,如图 1-6 所示。

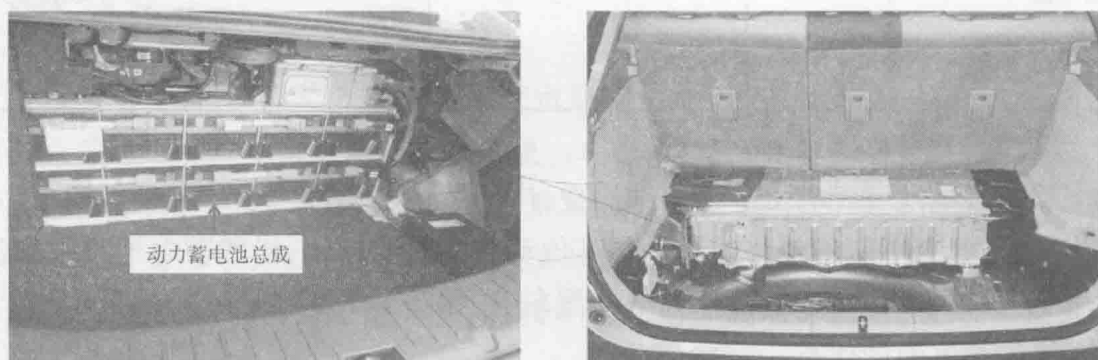


图 1-6 丰田普锐斯混合动力汽车的动力蓄电池

镍氢蓄电池的优点:

- (1) 功率性能好。镍氢蓄电池内部使用了大量的金属材料,导电性能良好,可以适应大功率放电,目前比功率达 1500W/kg ;
- (2) 低温性能好。采用的为无机电解液体系,低温性能相对比锂系列蓄电池要好。
- (3) 循环寿命高。无污染。
- (4) 管理系统相对简单。电池耐过充电和过放电能力比较强,没必要监测到每只单体蓄电池的电压。

镍氢蓄电池的缺点:

- (1) 蓄电池的发热问题。镍氢蓄电池在电动汽车应用中遇到的主要问题为热问题。主要原因有两个,一是镍氢蓄电池本身的充电反应是一个放热反应;二是充电效率低,充电量超过 80% 后,副反应速度很快增加,产热速度迅速上升,会带来热失控问题。充电电流越大,充电效率越低,产生的热量会越多。
- (2) 电池比能量较低。虽然电池比能量是铅酸蓄电池的 2~3 倍,但与锂系

列蓄电池相比较,相差较大。

(3)标称电压低。1.2V 的标称电压,组合成数百伏的车用动力电源系统,就需要更多的电池串联,对电池的一致性、可靠性要求更高。

(4)高温充电性能差。高温下充电效率降低。

(5)自放电大。在常用的铅酸、镍氢、锂系列动力蓄电池当中,镍氢蓄电池的自放电是比较大的。一般充满电常温搁置 28 天自放电达到 10% ~ 30%。

(6)材料成本高。镍氢蓄电池中使用了大量较贵重的金属,如镍、钴等,电池原材料成本比较高。

3. 三元锂蓄电池

三元锂蓄电池在容量与安全性方面比较均衡,是一款综合性能优异的蓄电池,如图 1-7 所示。能量密度高是三元锂蓄电池的最大优势。单体三元锂蓄电池放电电压平台高达 3.7V,磷酸铁锂为 3.2V,而钛酸锂仅为 2.3V,因此从能量密度角度来说,三元锂蓄电池比磷酸铁锂、锰酸锂或者钛酸锂具有绝对优势。

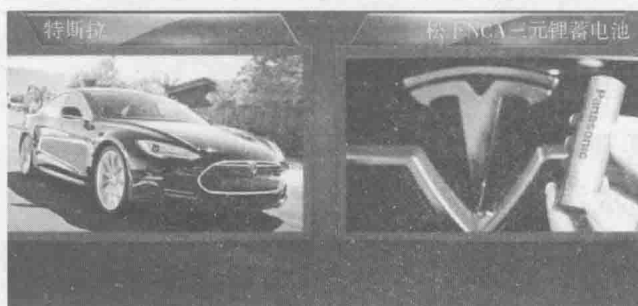


图 1-7 三元锂蓄电池

安全性较差和循环寿命较短是三元锂蓄电池的主要短板,尤其是安全性能,是一直限制其大规模配组和大规模集成应用的一个主要因素。大量实验测试表明,容量较大的三元锂蓄电池很难通过针刺和过充等安全性测试,这也是大容量电池中一般都要多引入锰元素,甚至混合锰酸锂一起使用的原因。500 次的循环寿命在锂蓄电池中属于中等偏下,因此三元锂蓄电池目前最主要的应用领域是 3C 数码等消费类电子产品。代表车型有特斯拉 MODEL S,其蓄电池安装位置如图 1-8 所示。

二、任务实施

根据比亚迪 e5 动力蓄电池,销售顾问可以从以下几方面进行介绍:



图 1-8 蓄电池安装位置

(一) 比亚迪 e5 动力电池类型

目前,越来越多的传统式混合动力电动汽车、几乎所有的插电式混合动力电动汽车与纯电动汽车都采用的是锂离子蓄电池。锂离子蓄电池诞生时间不算长,但因其质量小、储能大(能量密度高)、无污染、无记忆效应、循环使用寿命长等特点迅速占据了新能源汽车蓄电池绝大部分市场。在同体积同质量情况下,锂离子蓄电池的储电能力是镍氢蓄电池的 1.6 倍,是镍镉蓄电池的 4 倍,并且人类只开发利用了其理论电量的 20% ~ 30%,开发前景非常好。同时,锂离子蓄电池不会对环境造成污染。

新能源汽车配备的锂离子蓄电池主要有磷酸铁锂蓄电池和三元锂蓄电池两种。比亚迪 e5 动力蓄电池采用的是磷酸铁锂蓄电池组。磷酸铁锂蓄电池的正极材料采用磷酸铁锂,负极材料是石墨,中间隔膜板是聚乙烯或聚丙烯材料,蓄电池中部的上下端装有有机电解质,外壳由金属材料密封,如图 1-9 所示。

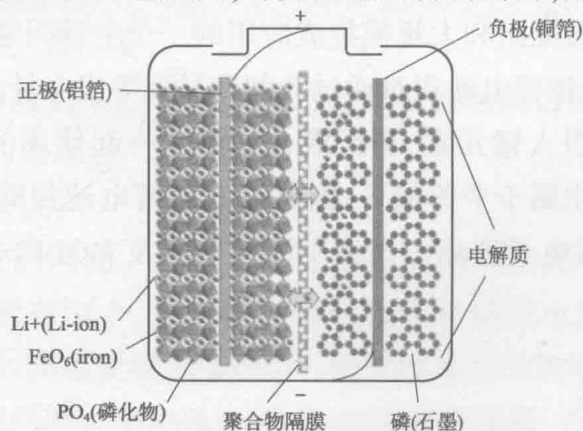


图 1-9 磷酸铁锂蓄电池组

(二) 比亚迪 e5 动力蓄电池的安装位置

电动汽车的动力蓄电池一般位于车辆底部前、后桥及两侧纵梁之间,安装在这些位置能使其具有较高碰撞安全性,可以降低车辆重心,车辆操控性更好。将电动汽车的动力蓄电池安装在驾驶室后方的车架纵梁之上,不但使得拆装操作更加简单,避免了动力蓄电池安装分散,减少动力蓄电池之间高压连接线束的使用,避免了线路连接过多的问题,而且节约了成本。

动力蓄电池尽可能安装在清洁、阴凉、通风、干燥的地方,并避免受到阳光直射,远离加热器或其他辐射热源。动力蓄电池应当正立安装放置,不可倾斜,动力蓄电池组间应有通风措施,以避免因动力蓄电池损坏所产生的可燃气体引起爆炸和燃烧。

比亚迪 e5 动力蓄电池包安装在车辆底部,采用螺栓固定安装,位置如图 1-10 所示。



图 1-10 比亚迪 e5 动力蓄电池包安装位置

(三) 比亚迪 e5 动力蓄电池的结构

比亚迪 e5 动力蓄电池标称电压为 633.6V,单体电池电压 3.3V,容量 75A·h。动力蓄电池组的密封盖一般通过几十个螺栓加密封胶以机械方式与托盘连接在一起。在动力蓄电池组密封盖上一般粘贴有几个提示牌,如一个型号铭牌和两个警告提示牌,如图 1-11 所示。



蓄电池包编号 螺栓力矩135N·m

图 1-11 动力蓄电池型号铭牌和两个警告提示牌



小链接

动力蓄电池电压为 600V 以上时,动力蓄电池系统的安全风险和防护如何保障呢?动力蓄电池系统安全防护的根本原则:阻止电能和化学能在系统正常运行状态和某些非正常状态(法律法规、标准所规定的情况以及典型的失效情况),以不可控的方式释放,或减轻其不可控释放所带来的危害。

(1)针对电击危害:被动预防为主,保证足够的绝缘强度和有效的接触防护。

(2)针对燃烧危害:主动防护,阻止过充、短路、过热等情况,避免危害发生。良好的结构防护,保护电池在撞击、挤压、穿刺、跌落等情况下的安全性;良好的散热能力,降低内部热累积速度,避免热失控,内部组件的着火点温度阈值足够高,提高危害发生的门槛;防火槽、隔热材料、导火导热装置等中断火灾蔓延路径,阻止连锁反应;阻燃材料,降低燃烧损害;采取危险源检测与主动灭火装置。

(3)针对爆炸危害:预防为主,避免燃烧。中断和降损为辅,在发生爆燃时,有泄压装置,快速释放高温高压气体,避免爆炸或降低爆炸的力度。

比亚迪 e5 蓄电池包外部结构包括密封盖板、钢板压条、密封条、电池托盘,如图 1-12 所示。电池组由 13 个模组串联组成。

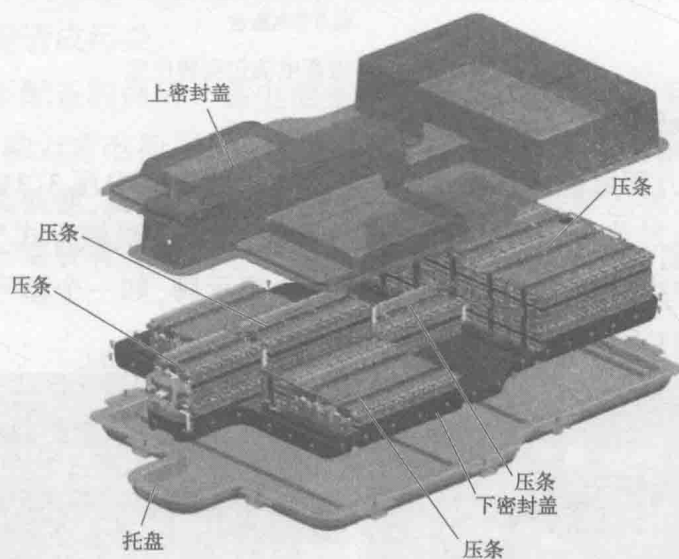


图 1-12 比亚迪 e5 电池包外部结构



小链接

电池单体,构成动力蓄电池模块的最小单元。