



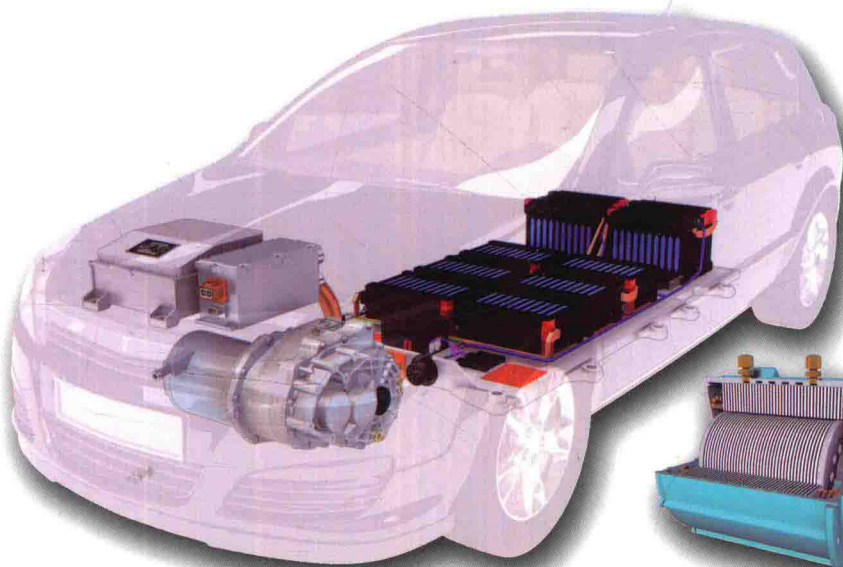
新能源汽车技术专业职业教育创新规划教材

新能源汽车动力电池与驱动电机

北京教盟博飞汽车科技有限公司 组织编写

曾 鑫 刘 涛 主 编

蔺宏良 主 审



免费下载

电子课件

www.ccpres.com.cn



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

新能源汽车技术专业职业教育创新规划教材

Xinnengyuan Qiche

新能源汽车

Dongli Dianchi yu Qudong dianji

动力电池与驱动电机

北京教盟博飞汽车科技有限公司 组织编写

曾 鑫 刘 涛 主 编

蔺宏良 主 审



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

内 容 提 要

本书是新能源汽车技术专业职业教育创新规划教材之一。全书包括 5 个项目、14 个工作任务,主要介绍了动力电池、动力电池能量管理系统、驱动电机、驱动电机管理系统、动力驱动单元。

本书可作为职业院校新能源汽车技术专业的教学用书,也可作为汽车维修专业培训用书和相关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车动力电池与驱动电机 / 曾鑫, 刘涛主编;
北京教盟博飞汽车科技有限公司组织编写. —北京:人
民交通出版社股份有限公司, 2017.6

新能源汽车技术专业职业教育创新规划教材
ISBN 978-7-114-13813-3

I. ①新… II. ①曾… ②刘… ③北… III. ①新能源
—汽车—蓄电池—职业教育—教材②新能源—汽车—驱动
机构—职业教育—教材 IV. ①U469.703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 100855 号

书 名: 新能源汽车动力电池与驱动电机

著 者: 曾 鑫 刘 涛

责任编辑: 夏 韡 时 旭

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: 16.75

字 数: 388 千

版 次: 2017 年 6 月 第 1 版

印 次: 2017 年 6 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13813-3

定 价: 39.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

…•• 编审委员会 •••…

主任: 阚有波 李洪港

副主任: 吴荣辉 尹万建 戴育红 朱建柳

委员:(按姓氏笔画排序)

丁继斌	王玉珊	王亮	王杰	王绍乾
王鑫	方照阳	计洪芳	白树全	包科杰
冯志福	田晓鸿	冯本勇	冯相民	刘海峰
刘涛	刘建洲	孙华	孙庆	朱岸
许小明	沈晶	严锐	李治国	李港涛
李建东	吴晓斌	张宏坤	张莉莉	张晶磊
杨少波	杨效军	宋广辉	肖强	陈宁
陈晓希	陈旭宇	陆益飞	周峰	周志国
周茂杰	周广春	孟繁营	郑振	武晓斌
涂金林	赵金国	唐志桥	唐勇	徐利强
徐艳飞	高永星	郭端	梁钢	康阳
康雪峰	董蹬高	曾鑫	蔺宏良	

前言

FOREWORD

进入 21 世纪以来,我国提出“节能和新能源汽车”战略,政府高度关注新能源汽车的研发和产业化。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》中要求实施新能源汽车推广计划,提高电动车产业化水平,这意味着新能源汽车产业将迎来黄金 5 年,新能源汽车产业或将迎来爆发式的增长。

在新能源和清洁能源汽车行业前、后市场对技能人才需求量不断增大的前景下,由北京教盟博飞汽车科技有限公司和安莱(北京)汽车技术研究院课程开发团队主导,联合汽车制造厂的新能源专家和职业院校的教育专家共同编写了这套新能源汽车教材。本套教材以新能源汽车的使用和维修为方向,改变以往新能源汽车课程偏重设计制造技术,导致理论性太强的缺点,使课程更贴近实际操作。

本套教材结合新能源汽车企业岗位需求,针对新能源汽车企业调研高频典型工作任务,并对此做教学加工,共计输出 5 门课程,62 个任务:《新能源汽车概论》《新能源汽车高压安全与防护》《新能源汽车动力电池与驱动电机》《新能源汽车电气技术》《新能源汽车维护与故障诊断》。本套教材主要以工作过程为主线,以任务驱动教学为主要形式的开发思路进行编写。

在开发本套教材的过程中,为了提高学生学习兴趣,在“相关知识”中开发了多媒体动画,在“任务实施”中拍摄制作了实训视频,并设置二维码。使用者只需用平板或手机扫描对应的二维码,即可以学习相关资源,方便灵活,便于学习。为了方便教师教学,同期开发了教材的配套教学资源:课程标准、教学设计、任务工单(工作页)、教学课件、配套试题、实训视频、多媒体动画、维修案例等。为了了解并掌握更多资源,教师和学生可通过电脑或手机登录新能源汽车资源库地址:<http://edu.885car.com>,或用手机扫描封底下方的二维码。

《新能源汽车动力电池与驱动电机》一书条理清晰,层次分明;图文对照,整合移动多媒体技术;形象、生动地阐述了动力电池、动力电池能量管理系统、驱动电机、驱动电机管理系统、动力驱动单元的结构和工作原理以

及拆装操作等。内容包括5个项目,14个工作任务,以当前市场上主流的比亚迪、北汽新能源、丰田普锐斯等新能源汽车车型为主编写。

本教材由北京教盟博飞汽车科技有限公司组织编写。武汉软件工程专业职业学院曾鑫、安徽电子信息职业技术学院刘涛担任主编,武汉软件工程专业职业学院郑振、北京昌平职业学校张晶磊、浙江机电职业技术学院陈宁担任副主编。陕西交通职业技术学院蔺宏良担任主审。

由于编者水平和经验有限,难免存在缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。

编委会
2017年3月

目录

CONTENTS

项目一 动力电池	1
任务1 动力电池认知	2
任务2 动力电池组分解与组装	33
任务3 动力电池冷却系统检修	41
任务4 动力电池的性能检测	58
项目二 动力电池能量管理系统	73
任务1 动力电池能量管理系统认知	74
任务2 动力电池能量管理系统的检测	95
项目三 驱动电机	111
任务1 驱动电机的认知	112
任务2 驱动电机总成拆卸与安装	125
任务3 驱动电机与控制器冷却系统检修	147
任务4 驱动电机性能检测	164
项目四 驱动电机管理系统	177
任务1 驱动电机管理系统认知	178
任务2 驱动电机管理系统检测	203
项目五 动力驱动单元	211
任务1 混合动力汽车驱动单元认知	212
任务2 纯电动汽车驱动单元认知	234
参考文献	257

项目一

动力电池

动力电池，又称动力蓄电池、高压电池包，是纯电动汽车和油电混合动力汽车的重要能量存储动力源，在电动汽车上发挥着非常重要的作用。因此认识与学习动力电池是掌握新能源汽车知识的关键，本项目主要介绍纯电动汽车和混合动力汽车动力电池的类型、特点、内部组成结构等，包含以下4个任务：

- 任务1 动力电池认知；
- 任务2 动力电池组分解与组装；
- 任务3 动力电池冷却系统检修；
- 任务4 动力电池的性能检测。

通过以上4个任务的学习，你能够了解动力电池的主要类型，熟悉动力电池的工作原理，掌握动力电池的分解、组装和检测方法，能够归纳分析市场上主要动力电池的类型特点，为电动汽车的维护奠定基础。



任务1 动力电池认知

提出任务

作为新能源汽车专业的学生,你能够正确区分一辆电动汽车动力电池的类型和工作原理吗?你的主管让你更换动力电池总成,你能完成这个任务吗?

任务要求

知识要求

1. 能够描述新能源汽车动力电池的作用和类型;
2. 能够描述新能源汽车动力电池的工作原理;
3. 能够描述常见车型动力电池的安装位置。

能力要求

能够进行动力电池总成的拆卸与安装。

相关知识

► 1. 电池与能量储存

将化学能转换成电能的装置称为化学电池,通常简称为电池。电池放电后,能够用充电的方式使内部活性物质再生把电能储存为化学能;需要放电时,再次把化学能转换为电能,这类电池称为蓄电池,一般又称二次电池。

电池的发展史由 1836 年丹尼尔电池的诞生到 1859 年铅酸电池的发明,至 1883 年发明了氧化银电池,1888 年实现了电池的商品化,1899 年发明了镍—镉电池,1901 年发明了镍—铁电池,进入 20 世纪后,电池理论和技术处于一度停滞时期。但在第二次世界大战之后,电池技术又进入快速发展时期。首先,为了适应重负荷用途的需要,发展了碱性锌锰电池,1951 年实现了镍—镉电池的密封化。1958 年 Harris 提出了采用有机电解液作为锂一次电池的电解质,20 世纪 70 年代初期便实现了军用和民用。随后基于环保考虑,研究重点转向蓄电池。镍—镉电池在 20 世纪初实现商品化以后,在 20 世纪 80 年代得到迅速发展。

随着人们环保意识的日益增加,铅、镉等有毒金属的使用日益受到限制,因此需要寻找



新的可代替传统铅酸电池和镍—镉电池的可充电电池。锂离子电池自然成为有力的候选者之一,1990年前后发明了锂离子电池,1991年锂离子电池实现商品化,1995年发明了聚合物锂离子电池(采用凝胶聚合物电解质为隔膜和电解质),1999年开始商品化。

► 2. 动力电池的作用

动力电池的作用是接收和储存由车载充电器、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,并且为电动汽车提供高压直流电。

动力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。动力电池的性能好坏直接决定了这辆车的实际价值。

应用在电动汽车上的储能技术主要是电化学储能技术,即铅酸、镍氢、锂离子等电池储能技术。作为电动汽车的动力源,动力电池技术是电动汽车的核心技术,更是电气技术与汽车行业的关键结合点,一直制约着电动汽车的发展。近年来,随着电动汽车动力电池技术的研发受到各国能源、交通、电力等部门的重视,电池的多种性能得到了提高,如我国就在锂离子电池技术方面取得了突破性进展。

动力电池一旦失效,车辆就会处于瘫痪状态。动力电池属于高压安全部件,内部机构复杂,工作时需要很苛刻的条件,任何异常因素都将导致动力被切断,因此对动力电池的诊断与测试就需要丰富的动力电池的基础技术知识,对动力电池组的更换更需要专业规范的操作。

► 3. 动力电池的类型

新能源汽车上所使用的动力电池种类繁多,外形差别较大,按其工作性质和使用特征的不同,可分为一次电池、二次电池、储备电池和燃料电池等。其中储备电池和燃料电池属于特殊的一次电池。

1) 一次电池(原电池)

一次电池是放电后不能用充电的方法使它复原的电池。这种类型的电池只能使用一次,放电后电池只能被遗弃。这类电池不能再充电的原因,或是电池反应本身不可逆,或是条件限制使可逆反应很难进行,如锌锰干电池、锌汞电池、银锌电池。

2) 二次电池(蓄电池)

二次电池是放电后可用充电的方法使活性物质复原而能再次放电,且可反复多次循环使用的电池。这类电池实际上是一个化学能量储存装置,用直流电将电池充足,这时电能以化学能的形式储存在电池中,放电时,化学能再转换为电能,如铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、锂离子电池、锌空气电池等。

3) 储备电池(激活电池)

储备电池是正、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。这类电池的正、负极活性物质化学易变质或自放电,因与电解液的隔离而基本上被排除,从而使电池能长时间储存,如镁银电池、钙热电池、铅高氯酸电池。

4) 燃料电池(连续电池)

燃料电池是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。它



的特点是电池自身只是一个载体,可以把燃料电池看成是一种需要电能时将反应物从外部送入的一种电池,如氢燃料电池。

需要说明的是,上述分类方法并不意味着某一种电池体系只能分属一次电池、二次电池、储备电池或燃料电池。某一种电池体系可以根据需要设计成不同类型的电池。如锌银电池,可以设计成一次电池,也可以设计成二次电池或储备电池。

目前电动汽车上二次电池的主要类型有铅酸蓄电池、镍氢蓄电池、锂离子电池。

► 4. 动力电池的工作原理

以下介绍动力电池主要类型,即铅酸蓄电池、镍氢蓄电池和锂离子电池的工作原理。

1) 铅酸蓄电池

铅酸蓄电池,是一种电极主要由铅及其氧化物制成,电解液是硫酸溶液的蓄电池,如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 铅酸蓄电池

铅酸蓄电池以稀硫酸酸性水溶液为电解质,铅酸蓄电池的正极为 PbO_2 , 负极为海绵状 Pb , 故称为铅酸蓄电池。铅酸蓄电池使用了近百年,是目前唯一大量使用的车载动力电池,与其他动力电池相比,具有性能可靠、技术成熟、价格便宜;大功率性能优异、电压平稳、安全性好;维护简便或者免维护;适用范围广、原材料丰富;自放电低,回收技术成熟等优点,国内外的第一代电动汽车广泛使用了铅酸蓄电池,目前,已经有很多专业公司

研制和开发了多种新型铅酸蓄电池,使得铅酸蓄电池的性能有了较大的提高。但由于其能量密度低、循环寿命短、质量大、过充过放性能差等缺点,不符合环保与高效的要求,今后将逐渐被淘汰。

铅酸蓄电池的基本单元是单体电池(Battery Cell),每个单体电池都是由正极板、负极板和装在正极板和负极板之间的隔板组成。每个单体电池的基本电压为 2V,然后将不同容量的单体电池按使用要求进行组合,装置在不同的塑料外壳中,来获得不同电压和不同容量的铅酸蓄电池。铅酸蓄电池总成经过灌装电解液和充电后,就可以从铅酸蓄电池的接线柱上引出电流。

有的铅酸蓄电池采用密封、无锡网隔板等技术措施,并在普通铅酸蓄电池的电解液中加入硅酸胶之类的凝聚剂。使电解质成为胶状物,形成一种“胶体”电解质,采用“胶体”电解质的铅酸蓄电池,使用起来更加方便。

典型的铅酸蓄电池是阀控式密封铅酸蓄电池(AGM 电池)。近年来,阀控式密封铅酸蓄电池被广泛地用于传动汽油车和一些低速纯电动汽车上,如图 1-1-2 所示。如果与小型的镍镉电池或镍氢电池等密封型电池比较,阀控式密封铅酸蓄电池则是一种阀门开启压力相当低的电池,在充电过程中利用负极吸收反应消耗正极上所产生的氧气并使之处于密封状态,未能吸收完的剩余氧气将通过控制阀向外界排出,负极吸收反应是指充电过程中正极所产生的氧气与负极的铅发生反应生成氧化铅,氧化铅又与电解液中的硫酸起反应生成硫酸铅,硫酸铅通过再次充电又被还原为铅的一整套循环。由于在整个充电过程中将持续进行这样



的循环,因此能始终保持密封的状态。但是,液体式铅酸蓄电池中充足的电解液会阻碍氧气的移动,因此在阀控式密封铅酸蓄电池中采用了一种被称为 AGM 隔板的超细玻璃纤维隔板,电解液将限制该隔板所能吸收的氧气量并使氧气平稳地向负极移动。另外,因电解液的量受到了限制,因此即使蓄电池发生翻倒,电解液也不会泄漏;而且由于极板群是被栅网状的隔板牢固压紧的,因此它还具有因正极难以老化而延长寿命的特点。

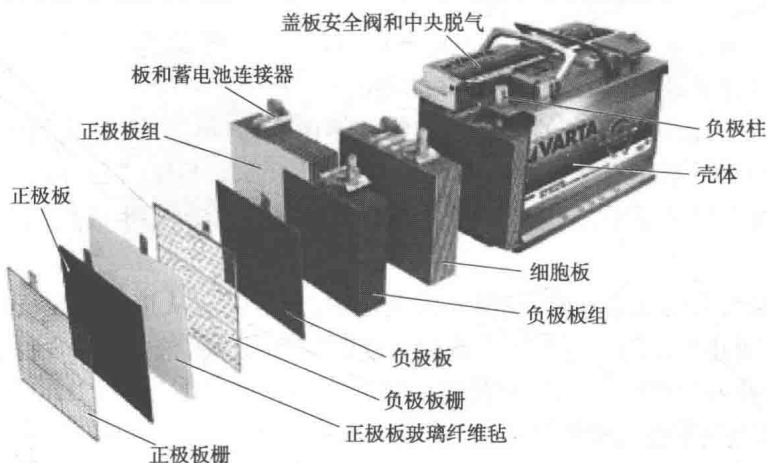


图 1-1-2 阀控式密封铅酸蓄电池

玻璃纤维蓄电池隔板是指用玻璃微纤维作为原料生产的蓄电池隔板,其不含任何有机黏结剂,用直径约 $1\mu\text{m}$ 的玻璃微纤维采用湿法制造而成,玻璃微纤维隔板 (AGM) 是阀控式铅酸蓄电池的关键材料之一。国内普遍采用高碱和中碱玻璃纤维混合原料,而国外则一般使用高碱玻璃纤维作为原料。

阀控式铅酸蓄电池是一种免维护蓄电池,由于免维护铅酸蓄电池在使用中不会出现极板短路、活性物质脱落、水分损失等问题,从而提高了使用寿命。其结构特点主要有以下几点:

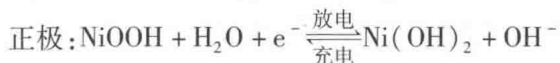
- (1) 免维护蓄电池的正极栅板架一般采用铅钙合金或低镉合金制作,而负极栅板架均用铅钙合金制作,以此来减小极板短路和活性物质脱落。
- (2) 隔板的材料一般为超细玻璃微纤维,或将其正极板装在袋式隔板内。
- (3) 采用紧装配结构的极板组。
- (4) 单格极板组之间采取内连式接法,正、负极桩位于密封式壳体的外部。
- (5) 壳体上部设有收集水蒸气和硫酸蒸气的集气室,待其冷却后变成液体重新流回电解槽内。

2) 镍氢蓄电池

镍氢蓄电池是由氢离子和金属镍合成,电量储备比镍镉蓄电池多 30%,比镍镉电池更轻,使用寿命也 longer。

(1) 镍氢蓄电池的原理。

镍氢蓄电池的充放电反应一般如下所示。

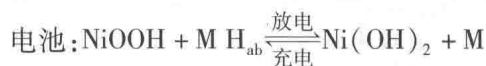




$$E_0 = +0.52V$$



$$E_0 = -0.82V$$



$$E_0 = 1.34V$$

M 表示贮氢合金, H_{ab} 表示合金中储藏的氢。

在实际电池中,正极和负极的反应生成物并不像上述反应式中那么简单,充电时,在正极氢氧化镍 $Ni(OH)_2$ 被氧化生成羟基氧化镍 $NiOOH$ 和水。另一方面,水在负极被还原,在贮氢合金的表面生成氢原子,此氢原子被贮氢合金吸收发生反应,生成金属氢化物。放电反应则与之相反。

镍镉蓄电池的电池反应不同,在镍氢蓄电池中,充电时氢从正极向负极移动,放电时向反方向移动,其间并不伴随着电解液总量和浓度的增减。电解液中的 OH^- 虽然参与正极和负极的反应,但在电池反应中 OH^- 并没有增减。

(2) 混合动力汽车镍氢电池结构。

搭载在混合动力汽车的镍氢电池是将 84 ~ 240 个容量为 6 ~ 6.5A · h 的单体电池以串联方式连接后使用的。迄今为止已开发出了圆形和方形的混合动力汽车用的镍氢电池,如图 1-1-3 所示,近年来其输出功率密度正在逐年上升。尽管混合动力汽车用镍氢电池的电能(容量)还不到电动汽车用镍氢电池的 1/10,但是要求其具有与电动汽车相同的输出功率和再生恢复性能。因此,正在通过多种技术领域致力于对单体电池或电池模块(由多个单体电池以串联方式连接而成的电池组)的研究开发工作。

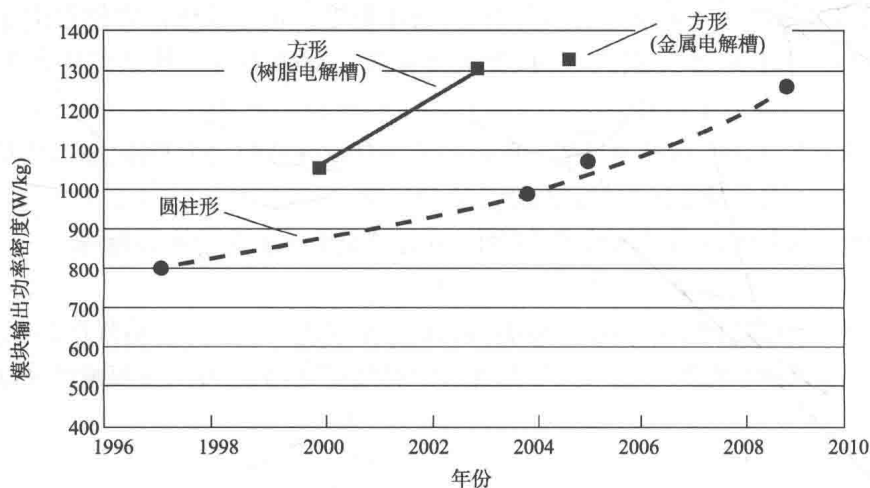


图 1-1-3 混合动力汽车用镍氢电池的输出功率密度的变化

图 1-1-4 表示的是圆柱密封型镍氢电池的单体电池结构(单一规格)及模块结构的示例。这种电池的结构是将以隔板作为间隔层的镍正极板和贮氢合金负极板卷成涡旋形后插入用金属制成的外壳内,正极和负极分别采用烧结式(或非烧结式)的镍正极和膏状的贮氢合金负极。封口的固定方法是把以绝缘热圈作为间隔的且具有再恢复功能的安全阀的封口



板预先固定在电解槽的外壳上。为了在即使有大电流流过的瞬间也能阻止电池电压的下降或发热,正极和负极的集电体采用了尽可能降低连接电阻值的设计方法。由于单体电池连接成的模块将搭载在车辆上,因此模块必须具有承受剧烈振动的能力,并必须以很低的连接电阻来承担单体电池之间的电气连接,另外,能牢固支承模块的结构体也很重要。

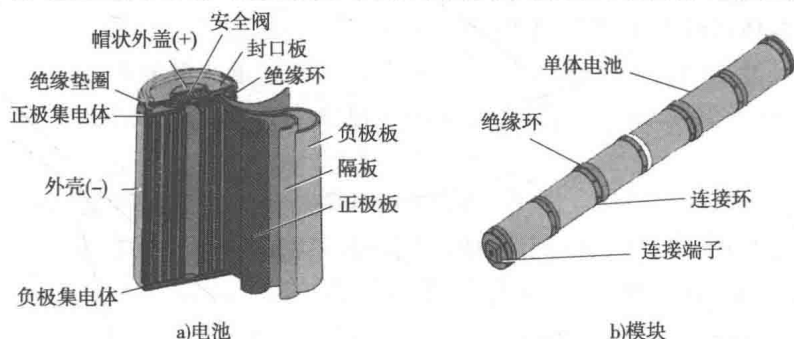


图 1-1-4 混合动力汽车用圆柱形镍氢电池的单体电池和模块的结构

采用碟形的连接环对单体电池之间进行电气连接,由于这种连接环能够以最短距离和最大宽度的方式来完成连接,因此才使单体电池之间采用低电阻接线的设想成为可能。另外,经过精心研制,这种连接环不仅具有电气连接的功能,而且其结构体以强度和柔软性兼备的特点发挥出了重要的支承作用。为了防止在单体电池之间发生短路,专门嵌入了用树脂制作的绝缘环,从而保证了模块强度的强化和安全性。位于模块两端且能够被螺钉固定在模块之间的连接母线上的端子是通过焊接方式被固定的。

图 1-1-5 是一种采用树脂电解槽的方形镍氢电池用的模块。该模块是一种具有 6 个电极群结构的电池,其电极群的结构是在由 6 个单体电池组成的整体式树脂型电解槽内,分别将多块镍正极板和贮氢合金负极板以隔板作为间隔层互相重叠而成,封口采用的是可再恢复安全阀的树脂型外盖下端部与电解槽上端部之间采用热焊进行密封焊接的结构。通过将设置在模块的电解槽表面的凸筋相互对接,便能在模块之间形成间隙,这样就可以使冷

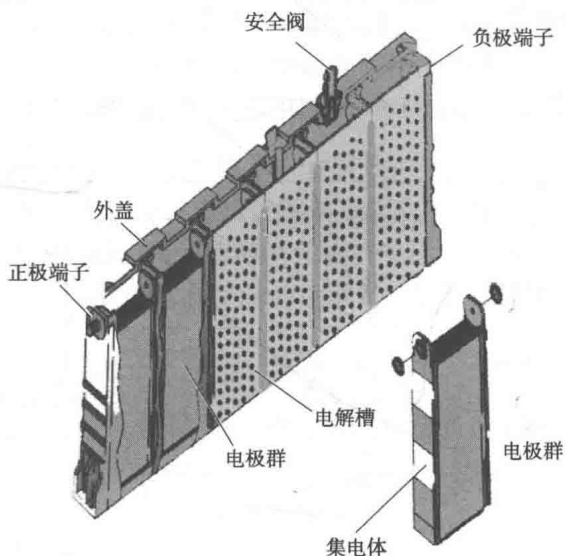


图 1-1-5 用于混合动力汽车的方形镍氢电池模块的结构



却气流从该间隙中穿过,从而获得更为均匀的冷却效果。对于这种方形的电池模块,以串联方式连接 20~40 个模块时,由于它比圆柱形模块更节省空间且减轻了质量,因此具有良好的搭载性。

(3)混合动力汽车用镍氢电池的特性。

将电池封装体搭载在车辆上,不但要求它具有良好的耐振动特性和耐冲击性,而且在结构上应该保持其能把因大电流充放电时产生的电池热量迅速散发而使其冷却的性能。此外,因电池的特性随温度不同会有较大的变化,因此最好能够尽量减小封装体内电池温度的分散度。

①镍氢电池输出功率特性。图 1-1-6 和图 1-1-7 所示为正在量产的放形电池模块的输出功率特性。当 SOC(荷电状态)到达 60% 左右时,其输出功率密度在 10S 输出以下具有优良的特性,而且在宽阔的 SOC 区域内几乎能获得相同的输出功率。

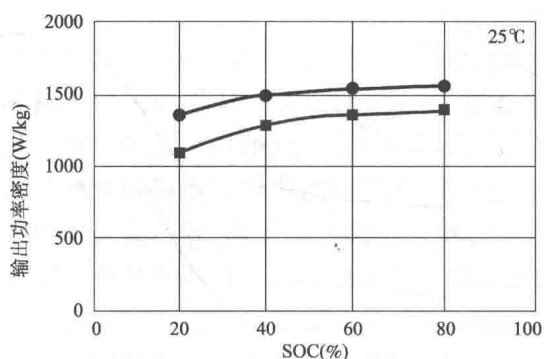


图 1-1-6 镍氢电池充电状态与输出功率密度关系

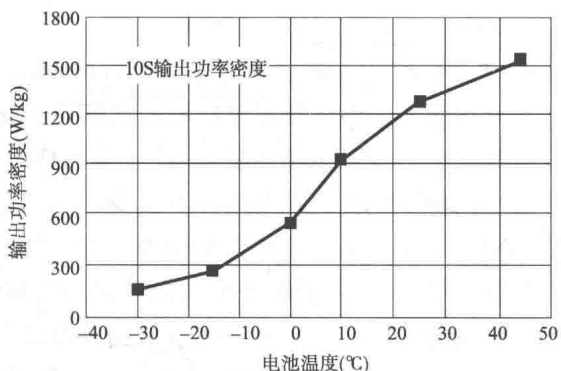


图 1-1-7 镍氢电池输出功率密度与温度关系

②镍氢电池充电恢复特性。混合动力汽车电池的使用方法与一般电池使用方法存在很大的差异。即混合动力汽车用电池不进行完全充电和完全放电。车辆行驶时已被输出的电能始终以再生电能再度回收,以形成电能再收支的平衡。因此,对混合动力用镍氢电池的充电恢复能力具有很高的期望值。从已投入量产的镍氢电池来看,如图 1-1-8 所示,再生恢复特性大致可以达到与输出功率密度相等的数值。此外,它在高温下的脉冲充电恢复能力也很高,能确保 90% 以上的效率(图 1-1-9)。利用再生制动能够将车辆在减速时的能量进行高效回收。

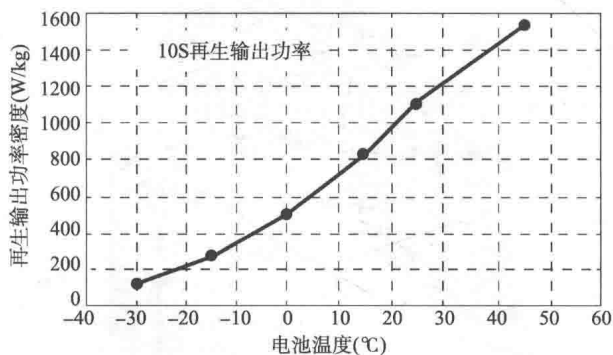


图 1-1-8 镍氢电池的再生输出功率密度与温度的关系

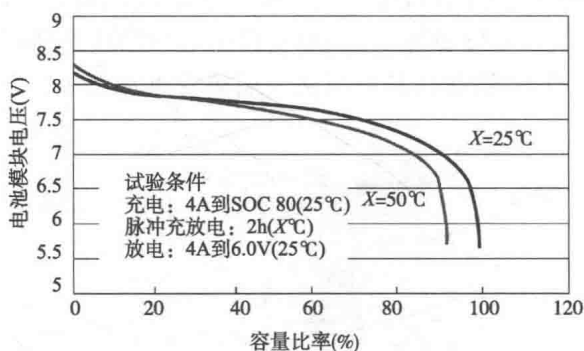


图 1-1-9 镍氢电池充放电效率曲线

③镍氢电池寿命特性。对于混合动力汽车用电池,需要采用控制方式使它不进行完全充电和完全放电,并维持在一个电能可以随时进出的状态。根据这样的使用方式在各种不同的条件下对电池的寿命特性进行计算,其结果同样表明完全能够使混合动力汽车电池大致达到与车辆相同的寿命(图 1-1-10)。

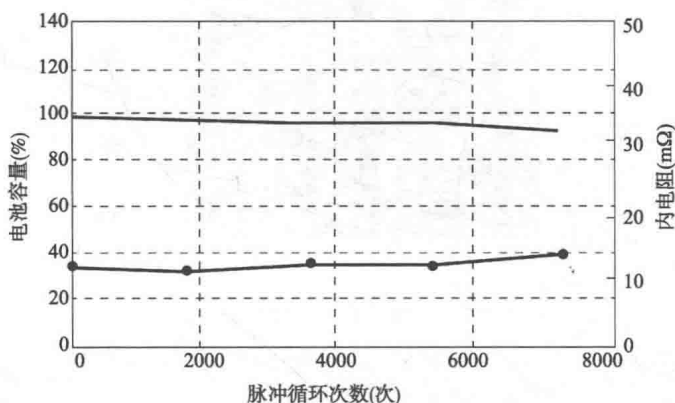


图 1-1-10 混合动力汽车的寿命特性曲线

3) 锂离子电池

(1) 锂离子电池基本原理与结构。

锂电池(Lithium Battery)是指电化学体系中含有锂(包括金属锂、锂合金和锂离子、锂聚合物)的电池。锂离子电池是锂离子在电极之间移动而产生电能的,这种电能的存储和放出是通过正极活性物质中放出的锂离子向负极活性物质中移动完成的,并不伴随化学反应,这是锂离子电池的最大特点。锂离子电池反应的这种特点,使锂离子电池比传统的二次电池具有更长的寿命。

此外,电极材料种类较大的选择空间也是锂离子电池的一大特点,再加上锂离子电池本身就具有小型化、轻量化和高电压化的特点,通过材料的选择和结构设计即能实现高输出功率和高容量,因此可以设计出与实际用途完全相符的结构及特性,这也是锂离子电池的优势之一。

图 1-1-11 是锂离子电池的示意图,它由作为氧化剂的正极活性物质、作为还原剂的负极活性物质、作为锂离子导电的电解液以及防止两个电极产生短路的隔板组成,利用正极与负



极之间锂离子的移动来进行充电和放电。其工作原理如图 1-1-12 所示。一般的圆柱形锂离子电池的结构示意图如图 1-1-13 所示,正极和负极的活性物质是利用一种被称为 Binder 的树脂胶粘剂固定在金属箔上,然后在其中间夹入隔板后收卷而成。方形锂离子电池的结构示意图如图 1-1-14 所示。

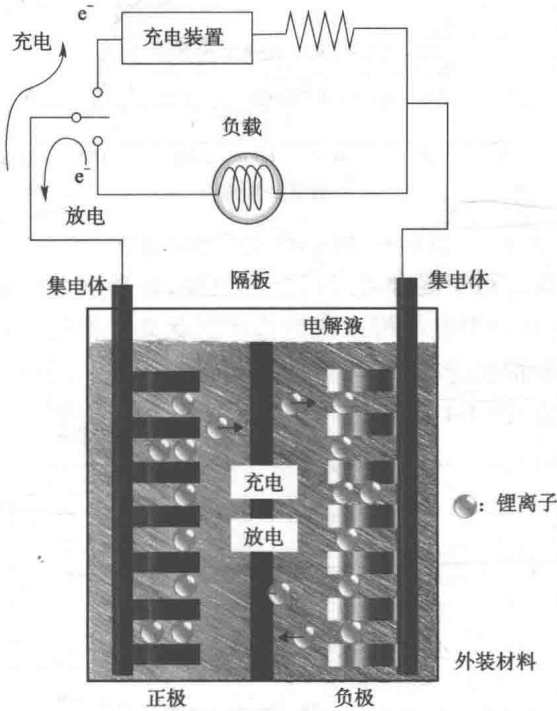


图 1-1-11 锂离子二次电池的示意图

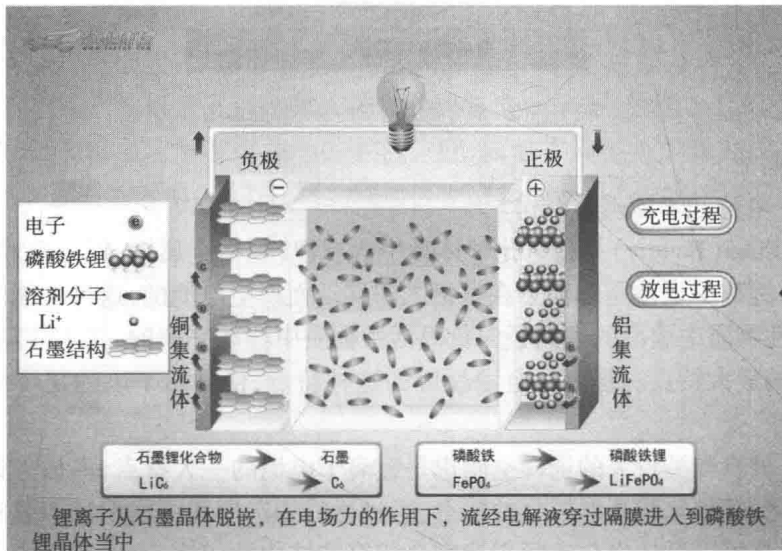


图 1-1-12 磷酸铁锂电池工作原理

由至少含有一种过渡金属 M 的含锂氧化物的正极活性物质及碳素体系负极活性物质组成的锂离子电池的化学反应式如下所示。