

校企合作双元开发新形态信息化系列教材

高等职业教育汽车技术类“十四五”技能型人才培养活页式教材

# 新能源汽车电池及管理系统检修

## 活页式

刘港 甘剑和 倪炳林 主编

罗婷劫 赵楠 杨艳 副主编

许新福 韦举成 赖建文 参编



西南交通大学出版社

新能源汽车技术及应用专业教材系列

新能源汽车动力电池系统“1+X”职业技能等级证书教材系列

# 新能源汽车电池及管理系统检修

## 活页式

主编 任国栋 副主编 王强

参编 王强 李强 李强 李强

主审 李强 李强 李强 李强



机械工业出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

新能源汽车电池及管理系统检修: 活页式 / 刘港,  
甘剑和, 倪炳林主编. —成都: 西南交通大学出版社,  
2023.4

校企合作双元开发新形态信息化系列教材 高等职业  
教育汽车技术类“十四五”技能型人才培养活页式教材  
ISBN 978-7-5643-9217-8

I. ①新… II. ①刘… ②甘… ③倪… III. ①新能源  
- 汽车 - 蓄电池 - 检修 - 高等职业教育 - 教材 IV.  
①U469.720.7

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 052332 号

校企合作双元开发新形态信息化系列教材  
高等职业教育汽车技术类“十四五”技能型人才培养活页式教材

Xinnengyuan Qiche Dianchi ji Guanli Xitong Jianxiu ( Huoye Shi )  
新能源汽车电池及管理系统检修 ( 活页式 )

主编 / 刘 港 甘剑和 倪炳林 责任编辑 / 罗在伟  
封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行  
( 四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031 )  
发行部电话: 028-87600564 028-87600533  
网址: <http://www.xnjdcbs.com>  
印刷: 四川玖艺呈现印刷有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm  
印张 13.75 字数 342 千  
版次 2023 年 4 月第 1 版 印次 2023 年 4 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-9217-8  
定价 42.00 元

课件咨询电话: 028-81435775  
图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

党的二十大报告指出，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。实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程，支持专精特新企业发展，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。2022年，我国新能源汽车产销量分别达到705.8万辆和688.7万辆，市场占有率达到31.8%。伴随新能源汽车市场的快速增长，新能源汽车后市场将需要大量的销售、维修及其服务人才。

本教材根据职业院校项目化教学以及“1+X”新能源汽车装调与测试技能证书培训需要编写而成，具有校企合作双元开发，新形态活页式，“教、学、做”一体，课证融通等特色。在考虑学生知识发展和技能需求的基础上，本教材打破了以讲授知识为主线的传统教学方式和学习方法，将知识点、技能点、经验点深度融合，嵌入项目教学中。在项目中，以项目任务方式在课堂上引导学生完成技能和知识的学习，同时讲解相关的必要知识点，通过设置技能训练任务让学生综合能力得以提升，辅以知识强化和实战训练对该任务涉及的知识和技能点进行巩固。每个项目的设计遵循职业院校学生的认知规律，从结构组成认知开始，然后进行技术分析阐述相应工作原理，最后通过完成实际操作任务训练故障诊断及维修操作的技能。

本教材采用“项目导向、任务驱动”架构，按照活页式新形态教材理念编写，以适应新能源汽车行业新的发展形势，并配套开发有涵盖1+X新能源汽车装调与测试考证培训视频在内的信息化教学资源，用以激发学生的学习兴趣，培养高水平的新能源汽车维修及服务人才。本教材适用于高职以及中职的新能源汽车技术、新能源汽车检测与维修技术、汽车智能技术、汽车检测与维修技术等专业。

本教材摒弃了部分新能源汽车动力电池设计和科研方面的理论知识，重点介绍动力电池检测维修和装配相关的知识和技能点，根据新能源汽车电池及管理系统检修实际工作中的技术要求，共设计5个项目：动力电池总成检修、动力电池管理系统检修、动力电池热管理系统检修、充电系统检修、动力电池保养维护及回收利用。教材主要选取当前职业院校教学中使用较多的车型——北汽EV160、帝豪EV300、帝豪EV450、比亚迪E5等新能源汽车作为范例进行讲解，使项目化教学更加容易实施。通过完成教材项目任务，学生可具备完成常见新能源汽车电池及管理系统故障诊断及维修操作的水平。

本教材参考学时为72学时，其中建议教师讲授36学时，学生实训36学时，学时分配可参见下表：

项目	课程内容	学时分配	
		讲授	实训
项目 1	动力电池总成检修	12	12
项目 2	动力电池管理系统检修	12	12
项目 3	动力电池热管理系统检修	4	4
项目 4	充电系统检修	4	4
项目 5	动力电池保养维护及回收利用	4	4
课时小计		36	36
总课时合计		72	

本书为校企合作二元开发教材，由广西机电职业技术学院刘港、甘剑和、倪炳林任主编，罗婷劼、赵楠、杨艳、许新福、韦举成、赖建文等参与编写，编写期间得到了广西汽车集团、广西玉柴集团等合作企业的大力支持。另外，本书还参考了部分国内著作、汽车厂家的培训手册及其他文献资料，在此一并向有关作者及汽车厂家表示最真诚的感谢。

鉴于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在不妥与疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2023年1月

<b>项目一</b>	<b>动力电池总成检修</b> .....	001
任务一	动力电池基础知识 .....	003
任务二	动力电池包的结构 .....	017
任务三	动力电池包的检修 .....	035
<b>项目二</b>	<b>动力电池管理系统检修</b> .....	053
任务一	动力电池管理系统的结构 .....	055
任务二	动力电池管理系统工作原理 .....	071
任务三	动力电池管理系统检修 .....	093
<b>项目三</b>	<b>动力电池热管理系统检修</b> .....	113
任务一	动力电池热管理系统的结构 .....	115
任务二	动力电池热管理系统检修 .....	131
<b>项目四</b>	<b>充电系统检修</b> .....	145
任务一	充电系统的结构和工作原理 .....	147
任务二	充电系统检修 .....	165
<b>项目五</b>	<b>动力电池保养维护及回收利用</b> .....	183
任务一	动力电池系统定期保养与维护 .....	185
任务二	动力电池梯次利用及回收利用 .....	199
	<b>参考文献</b> .....	213

新能源汽车电池及管理系统检修

## 项目一

# 动力电池总成检修





## 任务一



## 动力电池基础知识

### 任务导入

任务名称		动力电池基础知识			
姓名		班级		成绩	
组别		组长		场地	
日期		学时		指导教师	
任务目标	知识目标	1. 了解电池的分类； 2. 掌握动力电池的性能参数			
	能力目标	1. 能判断常见的电池属于哪种类型； 2. 能够解释动力电池的性能参数； 3. 能描述新能源汽车对动力电池的要求			
	素质目标	1. 树立安全意识； 2. 培养 6S 现场管理意识； 3. 严格执行行业规范，培养职业素养； 4. 树立团队协作意识			
情景案例	<p>小李需要购买一辆新能源汽车，动力电池作为新能源汽车的重要组成部分，直接关系到新能源汽车的续航里程、使用安全性，所以小李想详细了解几款新能源汽车的动力电池性能参数，然后进行对比。</p> <p>要真正理解动力电池的性能参数含义，客观地分析动力电池的综合性能指标，需要学习动力电池基础知识</p>				





## 知识讲解

### 一、电池的分类

电池从广义上主要可以分为化学电池、物理电池和生物电池三大类。出于对当前新能源汽车实际应用情况的考虑,本书仅对化学电池进行介绍。

将化学能转换成电能的装置叫化学电池,一般简称为电池。电池的分类主要有以下两种:

#### 1. 按电解液的种类不同分

(1) 碱性电池。碱性电池的电解质主要是以氢氧化钾水溶液为主,如碱性锌锰电池(俗称碱锰电池或碱性电池)、镉镍电池、氢镍电池等。

(2) 酸性电池。酸性电池主要是以硫酸水溶液为介质,如铅酸蓄电池等。

(3) 中性电池。中性电池是以盐溶液为介质,如锌锰干电池、海水电池等。

(4) 有机电解液电池。有机电解液电池主要是以有机溶液为介质,如锂离子电池等。

#### 2. 按电池所用正负极材料分

(1) 锌系列电池,如锌锰电池、锌银电池等。

(2) 镍系列电池,如镍镉电池、镍氢电池等。

(3) 铅系列电池,如铅酸电池。

(4) 锂系列电池,如锂离子电池、锂聚合物电池和锂硫电池。

(5) 二氧化锰系列电池,如锌锰电池、碱锰电池等。

(6) 空气(氧气)系列电池,如锌空气电池、铝空气电池等。

### 二、电池的性能参数

#### (一) 电 压

##### 1. 额定电压

额定电压也称公称或标称电压,是指电路中电器设备(如电机)在标准规定条件下工作时应达到的电压,是电器长时间工作时所使用的最佳电压。

##### 2. 开路电压

开路电压指电池在没有连接外电路或者外负载时的电压。电池的外电路和内电路如图1-1-1所示。

##### 3. 工作电压

工作电压是指电池在工作状态下即电路中有电流流过时电池正负极之间的电势差。在电池放电工作状态下,当电流流过电池内电路时,必须克服内阻的阻力,故工作电压总是低于开路电压。

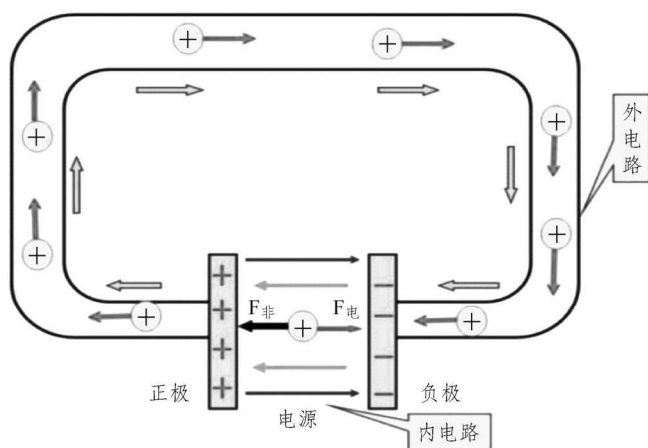


图 1-1-1 电池的外电路和内电路示意图

#### 4. 放电截止电压

放电截止电压指电池充满电后进行放电，放完电时达到的电压（若继续放电则为过度放电，对电池的寿命和性能有损伤）。常用的几种电池的电压范围见表 1-1-1。

表 1-1-1 常用几种电池的电压范围

单位：V

电池类型	开路电压	工作电压	放电截止电压
铅酸电池	2.1 ~ 2.2	2.0	1.7
镍镉电池	1.4	1.2	1.0
镍氢电池	1.4	1.2	1.0
锂电池	4.1 ~ 4.2	3.6 ~ 3.7	2.6 ~ 2.7

#### (二) 电池容量

电池容量是指电池所能够储存的电量多少，容量是电池电性能的重要指标，它由电极的活性物质决定。容量用  $C$  表示，单位用  $A \cdot h$ （安时）或  $mA \cdot h$ （毫安时）表示。

电池容量（ $A \cdot h$ ）等于电流（ $A$ ）乘以放电时间（ $h$ ）。例如：容量为  $10 A \cdot h$  的电池，以  $5 A$  放电可放  $2 h$ ，以  $10 A$  放电可放  $1 h$ 。

电池的容量可以分为理论容量、额定容量、实际容量。理论容量是把活性物质的质量按法拉第定律计算而得的最高理论值；实际容量是指电池在一定条件下所能输出的电量。它等于放电电流与放电时间的乘积，其值小于理论容量；额定容量也叫保证容量，是按国家或有关部门颁布的标准，保证电池在一定的放电条件下应该放出的最低限度的容量。

为了比较不同系列的电池，常用比容量来表示，即单位体积或单位质量电池所能给出的理论电量，单位为  $A \cdot h/kg$ （ $mA \cdot h/g$ ）或  $A \cdot h/L$ （ $mA \cdot h/cm^3$ ）。

#### (三) 内阻

电池的内阻是指电池在工作时，电流流过电池内部受到的阻力。内阻大小主要受电池的材料、制造工艺、电池结构等因素的影响。





电池内阻包括欧姆内阻和极化内阻，欧姆内阻是由电极材料、电解液、隔膜电阻及各部分零件的接触电阻组成，极化内阻包括电化学极化和浓差极化引起的电阻。

由于内阻的存在，当电池放电时，电流经过内阻要产生热量，消耗能量，电流越大，消耗能量越多，所以内阻越小，电池的性能越好，不仅电池的实际工作电压高，消耗在内阻上的能量也少。内阻的存在，使电池放电时的端电压低于电池电动势和开路电压，充电时端电压高于电动势和开路电压。

电池的内阻不是常数，在放电过程中随时间不断变化，因为活性物质的组成、电解液浓度和温度都在不断地改变。欧姆内阻遵守欧姆定律，而极化电阻随电流密度增加而增大，但不是线性关系，常随电流密度的对数增大而线性增大。

#### (四) 电池能量与能量密度

电池的能量是指电池在一定放电制度下，电池所能释放出的能量，通常用  $W \cdot h$  或  $kW \cdot h$  表示。

能量 ( $W \cdot h$ ) 等于额定电压 ( $V$ ) 与电池容量 ( $A \cdot h$ ) 的乘积。例如： $3.2 V 15A \cdot h$  单体电芯的能量为  $48 W \cdot h$ ， $3.2 V 100 A \cdot h$  电池组的能量为  $320 W \cdot h$ 。电池能量是衡量电池带动设备做功的重要指标。

能量密度 ( $W \cdot h/kg$ ) 指单位体积或质量所释放的能量，通常用体积能量密度 ( $W \cdot h/L$ ) 或质量能量密度 ( $W \cdot h/kg$ ) 表示。如一节锂电池质量  $325 g$ ，额定电压为  $3.7 V$ ，容量为  $10 A \cdot h$ ，则其能量密度为  $113 W \cdot h/kg$ ，表 1-1-2 的能量密度为理论值，在实际应用情况中需要考虑电池结构中的壳体、零件等各方面因素。常见几种电池的能量密度见表 1-1-2。

表 1-1-2 常见几种电池的能量密度

能量密度	铅酸电池	镍镉电池	镍氢电池	锂离子电池
$W \cdot h/kg$	30 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	130 ~ 150
$W \cdot h/L$	50 ~ 80	130 ~ 150	190 ~ 200	350 ~ 400

#### (五) 功率与功率密度

电池的功率是指电池在一定的放电制度下，单位时间内电池输出的能量，单位为瓦 ( $W$ ) 或千瓦 ( $kW$ )。

功率密度是指单位质量或单位体积电池输出的功率，又称比功率，单位为  $kW/kg$  或  $W/g$ 。比功率的大小，表征电池所能承受的工作电流的大小，电池比功率大，表示它可以承受大电流放电。比功率是评价电池及电池组是否满足电动汽车加速和爬坡能力的重要指标。

#### (六) 荷电状态

电池荷电状态 ( $SOC$ ) 描述了电池的剩余电量，是电池使用过程中的重要参数，此参数与电池的充放电历史和充放电电流大小有关。

荷电状态值是个相对量。一般用百分比来表示， $SOC$  的取值为： $0\% \leq SOC \leq 100\%$ 。目前较统一的是从电量角度定义  $SOC$ ：电池在一定放电倍率下，剩余电量与相同条件下额定容量的比值。



## （七）充电循环寿命

### 1. 充电循环寿命的概念

二次电池经历一次充放电称为一个周期或一次循环，电池在反复充放电后，容量会逐渐下降，在一定的放电条件下，电池容量降至 80% 时，电池所经受的循环次数就是循环寿命。

循环寿命与电池充放电条件有关，比如锂离子电池在室温下 1 C 充放电循环寿命可达 300 ~ 500 次（行业标准），最高可达 800 ~ 1000 次。

### 2. 充电循环寿命的影响因素

不正确使用电池，电池材料，电解质的组成和浓度，充放电倍率，放电深度（DOD%），温度，制作工艺等都对电池的循环寿命有影响。

## （八）放电倍率

放电倍率是指在规定时间内放出其额定容量（C）时所需要的电流值，它在数值上等于电池额定容量的倍数。

根据放电倍率的大小，可分为低倍率（ $< 0.5 C$ ）、中倍率（ $0.5 \sim 3.5 C$ ）、高倍率（ $3.5 \sim 7.0 C$ ）、超高倍率（ $> 7.0 C$ ）。以  $10 A \cdot h$  电池举例：以 2 A 放电，则放电倍率为 0.2 C，以 20 A 放电，则放电倍率为 2 C。

## （九）自放电率

电池在储存过程中，容量会逐渐下降，其减少的容量与电池容量的比例，称为自放电率。

自放电的原因是电极在电解液中的不稳定性，电池的两个电极发生了化学反应，活性物质被消耗，转为电能的化学能减少，电池容量下降。

电池自放电将直接降低电池的容量，自放电率直接影响电池的储存性能，自放电率越低，储存性能越好。

## （十）电池组的一致性

电池组由多个单体电芯串联、并联在一起组成，其整体性能和寿命取决于其中性能较差的那个电芯，这就要求电池组中每个电芯性能的一致性要高。

除了单体电芯本身性能的误差和原材料质量的好坏，最主要原因是制造工艺，工艺的改变对提高电池的质量非常重要。

## 三、动力电池介绍

### （一）动力电池的概念

动力电池即为工具提供动力来源的电源，多指为电动汽车、电动列车、电动自行车、高尔夫球车等提供动力的蓄电池。图 1-1-2 所示为纯电动汽车的动力电池，与汽车发动机起动的起动电池有一定的区别。



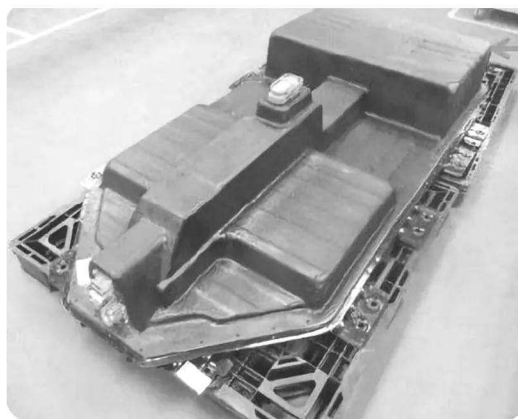


图 1-1-2 纯电动汽车的动力电池

电动汽车动力电池一般安装在车辆底部，为保证汽车的续航里程，需要较大的电池容量，重量为 400 ~ 600 kg，安装在汽车底部有利于降低车辆重心，同时可以有效利用空气散热，如图 1-1-3 所示。

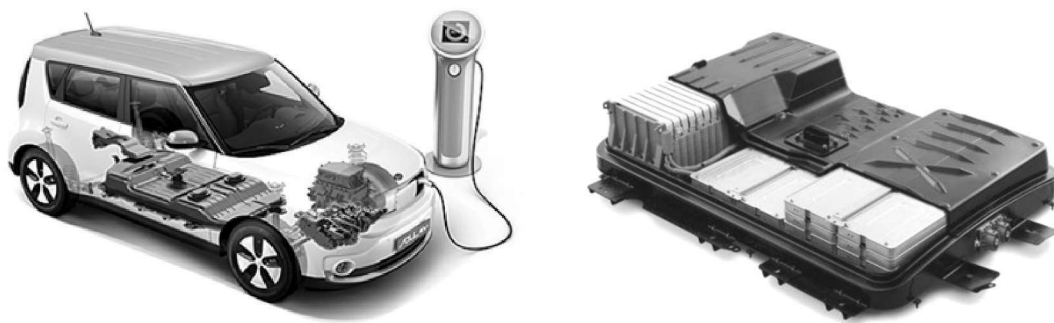


图 1-1-3 电动汽车动力电池

混合动力汽车由电机和发动机共同提供驱动力，动力电池容量体积相对电动汽车较小，可以灵活安装在中央扶手下侧、后排座椅下、车辆中央靠地板位置，如图 1-1-4 所示，如普锐斯动力电池安装在车辆尾箱位置。



图 1-1-4 混合动力汽车动力电池



## （二）新能源汽车对动力电池的要求

### 1. 高能量

高能量对于电动车辆而言，意味着更长的纯电动续航里程。作为交通工具，续航里程的延长可有效提升车辆应用的方便性和适用范围，因此，电动汽车对动力电池的高能量密度的追求是永不会停下的。锂离子动力电池能够在电动车辆上广泛推广和应用，主要原因就是其能量密度是铅酸动力电池的 3 倍，并且还有继续提高的可能性。

### 2. 高功率

车辆作为交通工具，追求高速化，也就是对于车辆动力性提出了高的要求，实现良好的动力性要求驱动电动机有较大的功率，进而要求动力电池组能够提供驱动电动机高功率输出，满足车辆驱动的要求。

### 3. 长寿命

动力电池长寿命，直接关系到电动汽车的成本。车辆应用过程中电池更换的费用，是电动汽车使用成本的重要组成部分。

### 4. 低成本

动力电池的成本与电池的新技术含量、材料、制作方法和生产规模有关，目前新开发的高比容量电池成本较高，使得电动汽车的造价也较高，开发和研制高效、低成本的动力电池是电动汽车发展的关键。

### 5. 安全性好

动力电池为电动汽车提供 300 V 及以上的驱动供电电压，可能危及人身安全和车载电器的使用安全。动力电池作为高能量密度的储能载体，自身也存在一定的安全隐患，必须具有较高的安全性。

### 6. 工作温度适应性强

车辆应用不应受地域的限制，不同的空间和时间应用，需要车辆适应不同的工作温度。因此，对于动力电池而言，需要动力电池具有良好的工作温度适应性。

### 7. 可回收性好

随着电动汽车的大量应用，必然出现大量废旧动力电池的回收问题。对于动力电池的可回收性，在电化学性能方面，首先要求做到电池正负极及电解液等材料无毒，对环境无污染。其次是电池内部各种材料的回收再利用。





## 任务实施

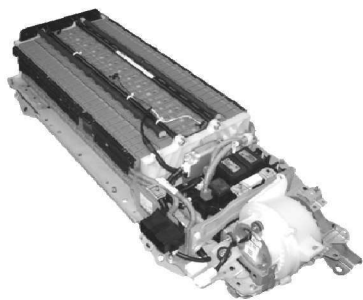
### 一、任务准备

- (1) 穿好工作服、绝缘鞋。
- (2) 帝豪 EV300 和卡罗拉双擎混合动力汽车部件结构挂图和维修手册。
- (3) 帝豪 EV300 汽车整车和卡罗拉双擎混合动力汽车整车。
- (4) 动力电池模组、单体电池。
- (5) 双柱式举升机。

### 二、任务实施过程

按步骤操作并完成任务作业。

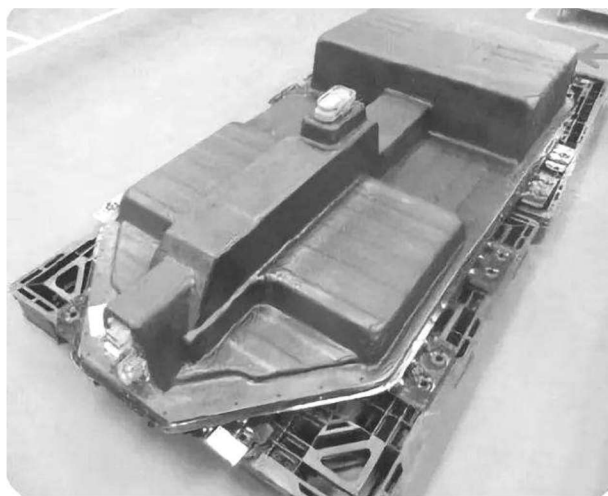
(1) 在帝豪 EV300 汽车、卡罗拉双擎混合动力汽车上找到图 1-1-5 所示的三种电池，完成下列题目。



(a)



(b)



(c)

图 1-1-5



① 图 1-1-5 (a) 电池安装在\_\_\_\_\_汽车上, 位于\_\_\_\_\_位置, 它是一种\_\_\_\_\_ (铅酸/锂离子/镍氢) 电池, 它的作用是\_\_\_\_\_。

② 图 1-1-5 (b) 电池安装在\_\_\_\_\_汽车上, 位于\_\_\_\_\_位置, 它是一种\_\_\_\_\_ (铅酸/锂离子/镍氢) 电池, 它的作用是\_\_\_\_\_。

③ 图 1-1-5 (c) 电池安装在\_\_\_\_\_汽车上, 位于\_\_\_\_\_位置, 它是一种\_\_\_\_\_ (铅酸/锂离子/镍氢) 电池, 它的作用是\_\_\_\_\_。

(2) 图 1-1-6 所示为\_\_\_\_\_ (铅酸/锂离子/镍氢) 电池, 它的额定电压是\_\_\_\_\_, 额定容量是\_\_\_\_\_, 能量是\_\_\_\_\_。



图 1-1-6

(3) 根据图 1-1-7 所示的动力电池铭牌, 完成题目。



图 1-1-7

① 该电池包的额定电压是\_\_\_\_\_, 电池包的容量是\_\_\_\_\_, 电池包的质量是\_\_\_\_\_。

