

校企合作新能源汽车专业精品教材
互联网+活页式理念新形态教材

新能源

XINNENGYUAN
QICHE GAILUN

汽车概论

主审 贾联合

主编 于贺宪

王宏力

苑江坤



 综合在线平台，全方位教学支持

配套资源：微课、课件、教案、题库等

教师工具：线上考试、布置作业、签到考勤等

教学管理：课程管理、学生管理、成绩管理等



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书共七个项目，包括纯电动汽车概述、动力蓄电池系统、驱动电机系统、整车控制系统及汽车轻量化技术、充电及制动能量回收系统、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车。

本书突出应用性，注重对学生综合素质的提升和实用技能的培养，可作为中等职业院校新能源汽车相关专业的教材。

图书在版编目（C I P）数据

新能源汽车概论 / 于贺宪，王宏力，苑江坤主编

． -- 上海：上海交通大学出版社，2023.5

ISBN 978-7-313-27979-8

I . ①新… II . ①于… ②王… ③苑… III . ①新能源—汽车—中等专业学校—教材 IV . ①U469.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第222384号

新能源汽车概论

XINNENGYUAN QICHE GAILUN

主 编：于贺宪 王宏力 苑江坤

出版发行：上海交通大学出版社

邮政编码：200030

印 制：北京鑫益晖印刷有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

字 数：192千字

版 次：2023年5月第1版

书 号：ISBN 978-7-313-27979-8

定 价：59.80元

地 址：上海市番禺路951号

电 话：021-64071208

经 销：全国新华书店

印 张：11.75

印 次：2023年5月第1次印刷

版权所有 侵权必究

告读者：如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话：010-87300275



目 录

Contents



项目 1	纯电动汽车概述	1
✓ 任务 1.1	认识纯电动汽车	2
任务引入		2
任务工单——认识纯电动汽车		3
1.1.1	动力蓄电池系统	5
1.1.2	驱动电机系统	7
1.1.3	整车控制系统	7
1.1.4	辅助系统	9
任务 1.2	分析纯电动汽车的特性	12
任务引入		12
任务工单——分析纯电动汽车的动力性和经济性		13
1.2.1	纯电动汽车的技术条件	15
1.2.2	纯电动汽车的动力性	18
1.2.3	纯电动汽车的经济性	20
综合测试		22
学习成果评价		23
项目 2	动力蓄电池系统	25
任务 2.1	认识动力蓄电池	26
任务引入		26



任务工单——认识动力蓄电池	27
2.1.1 锂离子电池的结构和分类	29
2.1.2 锂离子电池的工作原理	30
2.1.3 锂离子电池的特点	31
2.1.4 锂离子电池的应用	32
任务 2.2 分析 BMS 的特性	34
任务引入	34
任务工单——分析 BMS 的特性	35
2.2.1 BMS 的基本功能	37
2.2.2 BMS 的结构	41
综合测试	45
学习成果评价	46

项目 3 驱动电机系统 47

✓任务 3.1 认识驱动电机	48
任务引入	48
任务工单——认识驱动电机	49
3.1.1 三相异步电机	51
3.1.2 永磁同步电机	54
任务 3.2 认识电机控制系统	58
任务引入	58
任务工单——认识电机控制系统	59
3.2.1 电机控制系统的基本功能	61
3.2.2 电机控制系统的控制策略	61
3.2.3 MCU 的基本结构	63
3.2.4 多合一电驱动系统	65
综合测试	67
学习成果评价	68



项目 4	整车控制系统及汽车轻量化技术	69
任务 4.1	认识整车控制系统	70
任务引入		70
任务工单——认识整车控制系统		71
4.1.1	整车控制策略	73
4.1.2	整车控制系统的基本结构	74
4.1.3	整车控制系统的基本功能	75
任务 4.2	分析汽车轻量化技术	82
任务引入		82
任务工单——分析汽车轻量化技术的应用情况		83
4.2.1	汽车轻量化技术的发展背景	85
4.2.2	汽车轻量化的实现途径	86
4.2.3	汽车轻量化技术的发展前景	88
综合测试		89
学习成果评价		90
项目 5	充电及制动能量回收系统	91
任务 5.1	认识充电系统	92
任务引入		92
任务工单——认识充电系统		93
5.1.1	交流充电系统	95
5.1.2	直流充电系统	100
5.1.3	高压安全防护及充电保护技术	104
任务 5.2	认识制动能量回收系统	106
任务引入		106
任务工单——认识制动能量回收系统		107
5.2.1	制动能量回收方法	109
5.2.2	制动能量回收系统的结构	110
5.2.3	制动能量回收的实现过程	111



5.2.4 制动能量回收的控制策略	111
综合测试	115
学习成果评价	116
项目6 混合动力电动汽车	117
任务 6.1 认识混合动力电动汽车	118
任务引入	118
任务工单——认识混合动力电动汽车	119
6.1.1 混合动力电动汽车的组成	121
6.1.2 混合动力电动汽车的分类	122
6.1.3 混合动力电动汽车的特点	125
任务 6.2 分析混合动力电动汽车的工作原理	126
任务引入	126
任务工单——分析混合动力电动汽车的工作原理	127
6.2.1 串联式混合动力电动汽车	129
6.2.2 并联式混合动力电动汽车	131
6.2.3 混联式混合动力电动汽车	134
6.2.4 混合动力电动汽车的关键技术	137
综合测试	143
学习成果评价	144
项目7 燃料电池电动汽车	145
任务 7.1 认识燃料电池	146
任务引入	146
任务工单——认识燃料电池	147
7.1.1 燃料电池的性能指标	149
7.1.2 燃料电池的结构和工作原理	149
7.1.3 燃料电池的分类	150
7.1.4 燃料电池的特点	156



任务 7.2 认识燃料电池电动汽车	158
任务引入	158
任务工单——认识燃料电池电动汽车	159
7.2.1 燃料电池电动汽车的结构	161
7.2.2 燃料电池电动汽车的工作原理	163
7.2.3 燃料电池电动汽车的分类	163
7.2.4 燃料电池电动汽车的特点	166
7.2.5 燃料电池电动汽车的关键技术	167
综合测试	171
学习成果评价	172
参考文献	173



任务1.1 认识纯电动汽车

任务引入

纯电动汽车是一种完全以电能为驱动能量，由驱动电机为车辆提供行驶动力的汽车，其电能来源于车载可充电储能系统（动力蓄电池系统）或其他能量储存装置。

目前，国内市场上的纯电动汽车有比亚迪旗下的汉EV、唐EV、秦PLUS EV、宋PLUS EV、e2等车型，特斯拉、小鹏、蔚来旗下的各系列车型，广汽埃安旗下的Aion系列车型，北汽新能源旗下的EC系列、EU系列、EX系列车型，吉利旗下的帝豪Gse、帝豪EV500、帝豪EV Pro等车型，以及几何、欧拉、哪吒等品牌旗下的各系列车型。

本任务要求学生从动力蓄电池系统、驱动电机系统、整车控制系统、辅助系统等方面认识纯电动汽车，知识与技能要求如表1-1所示。

扫一扫



我国纯电动汽车的发展现状

表 1-1 知识与技能要求

任务内容	认识纯电动汽车	学习程度		
		识记	理解	应用
学习任务	动力蓄电池系统	●		
	驱动电机系统	●		
	整车控制系统	●		
	辅助系统	●		
实训任务	认识纯电动汽车的基本结构			●
	记录各系统主要设备的安装位置			●
	分析各系统的功能特点和工作原理			●
自我勉励				

任务工单——认识纯电动汽车

1. 任务描述

学生每3~5人为一组，各组在实训车辆或整车实训平台上认识纯电动汽车各系统的基本结构，找出各系统主要设备并记录其安装位置，分析各系统的功能特点和工作原理。

2. 任务准备

1) 知识准备

纯电动汽车是以动力蓄电池储备的电能为唯一动力源，以驱动电机来驱动车辆行驶的。纯电动汽车主要由动力蓄电池系统、驱动电机系统、整车控制系统、辅助系统等电动系统，以及车身、底盘等常规系统组成。

纯电动汽车无须发动机，其驱动电机相当于传统燃油汽车的发动机，动力蓄电池相当于传统燃油汽车的油箱。纯电动汽车可以通过充电系统对动力蓄电池进行电能补给。

请根据实训车辆的型号，搜集、整理该车的基本结构、功能等相关资料。

2) 工具和器材准备

进行工作规划，将实训所需的工具和器材填入表1-2中。

表 1-2 工具和器材清单

序号	名称	型号与规格	单位	数量	备注

3. 制订方案

- (1) 小组成员针对工作规划展开讨论，制订实施方案。
- (2) 指导教师对各小组的实施方案给出评价。
- (3) 各小组成员根据指导教师的评价对实施方案进行调整。
- (4) 调整合格后的实施方案即最终实施方案。

4. 任务实施

按照最终实施方案，系统地认识纯电动汽车，将实施内容及完成情况记录在表 1-3 中。

表 1-3 实施内容及完成情况

班级		组号		日期	
姓名		学号		指导教师	
实施内容					完成情况
任务总结					



纯电动汽车在传统燃油汽车的基础上取消了发动机系统，同时增加了动力蓄电池系统、驱动电机系统、整车控制系统、充电系统、制动能量回收系统等电动系统，其主要设备如图1-1所示。

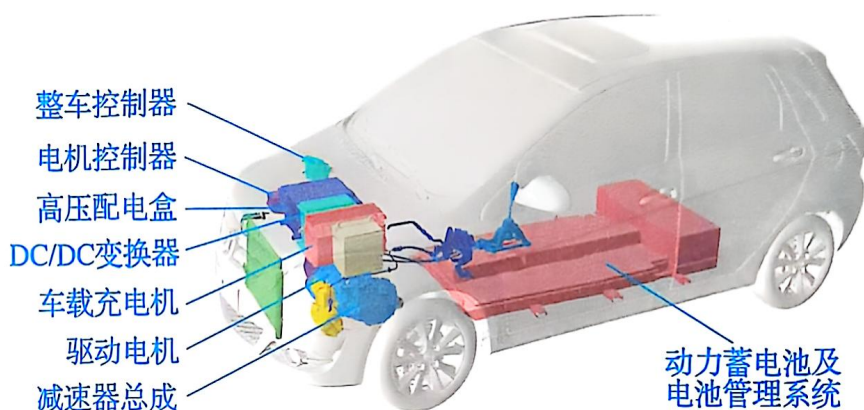


图1-1 纯电动汽车电动系统的主要设备

1.1.1 动力蓄电池系统

1. 动力蓄电池系统的基本结构

动力蓄电池系统是纯电动汽车的动力电源，主要用于储存和提供电能。动力蓄电池系统主要由电池箱、动力蓄电池、电池管理系统（battery management system, BMS）、辅助元器件等组成，如图1-2所示。

（1）电池箱用于支撑、固定和保护动力蓄电池，主要由上盖、下托盘、正负极引出插孔、采集线接口、维修开关等组成。

（2）动力蓄电池用于储存和提供电能，由多个电池单体通过串并联组成。

（3）BMS主要用于检测电池单体的电压、电流以及动力蓄电池的总电压、总电流，控制动力蓄电池充放电，防止动力蓄电池过充电和过放电。

（4）辅助元器件主要包括继电器、预充电阻、熔断器、电流传感器、温度传感器、动力蓄电池的内部线缆和高低压线束连接器等。

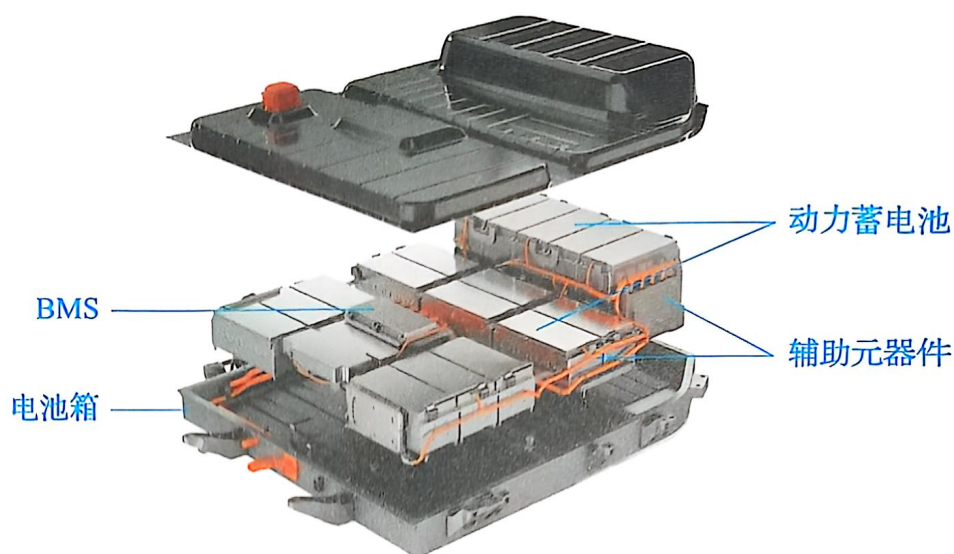


图 1-2 动力蓄电池系统的基本结构

2. 动力蓄电池系统的工作原理

动力蓄电池放置在密闭的电池箱内，通过高压线束连接器与高压配电箱相连。动力蓄电池系统首先接收和储存由充电系统和制动能量回收系统提供的电能，然后通过高压配电箱为驱动电机、空调压缩机、PTC 加热器等用电设备提供高压直流电。

BMS 实时采集动力蓄电池的电压、电流、温度等数据，监控动力蓄电池的工作状态，并通过总线网络与 VCU 进行通信。



我国的新能源汽车技术，特别是动力蓄电池技术，在国际上已具有较强的技术优势，特斯拉、奔驰、宝马等汽车企业都在采购我国的动力蓄电池。以刀片电池技术为例，通过它，可将电池单体做得很薄很长，形似刀片，电池单体的厚度仅为 0.3 mm，制造工艺难度很高，该技术在世界范围内都具有独创性。



1.1.2 驱动电机系统

纯电动汽车的驱动电机系统主要由驱动电机和电机控制系统两部分组成。驱动电机多采用三相异步电机或永磁同步电机。电机控制系统一般包括电机控制器 (motor control unit, MCU)、冷却系统、减速器总成等。驱动电机将动力蓄电池系统输送来的电能转换成机械能。MCU 对驱动电机进行启动、加减速、制动等运行状态的控制,并实时进行状态和故障监测,保障驱动电机系统安全可靠地运行。

驱动电机及 MCU 在运行时会产生大量热量,冷却系统用于将这部分热量传递至外界,使驱动电机及 MCU 工作在一个温度相对稳定的环境中。减速器总成是驱动电机的传动装置,用于将驱动电机的机械能传递至驱动轮,使车辆达到相应的车速。

1.1.3 整车控制系统

1. 整车控制系统的基本结构

整车控制系统的基本结构如图 1-3 所示。整车控制系统主要由整车控制器 (vehicle control unit, VCU)、各子系统控制单元及相关控制线路组成,可分为低压电控系统、高压电控系统、整车网络管理系统三部分。

(1) 低压电控系统用于控制低压电气设备或电路,如低压蓄电池的充电控制,前照灯、刮水器等低压电气设备的电源控制,VCU 和各高压系统控制电路的电源控制。

(2) 高压电控系统用于控制高压系统的各电气设备,如动力蓄电池、驱动电机、电动压缩机、DC/DC 变换器等。高压电控系统可根据车辆行驶功率需求,实现对动力蓄电池和驱动电机输出功率的控制。

(3) 整车网络管理系统用于 VCU 与 MCU、BMS、车身控制系统、信息显示系统等子系统之间的通信与管理。VCU 一般通过 CAN 总线与各子系统进行通信。

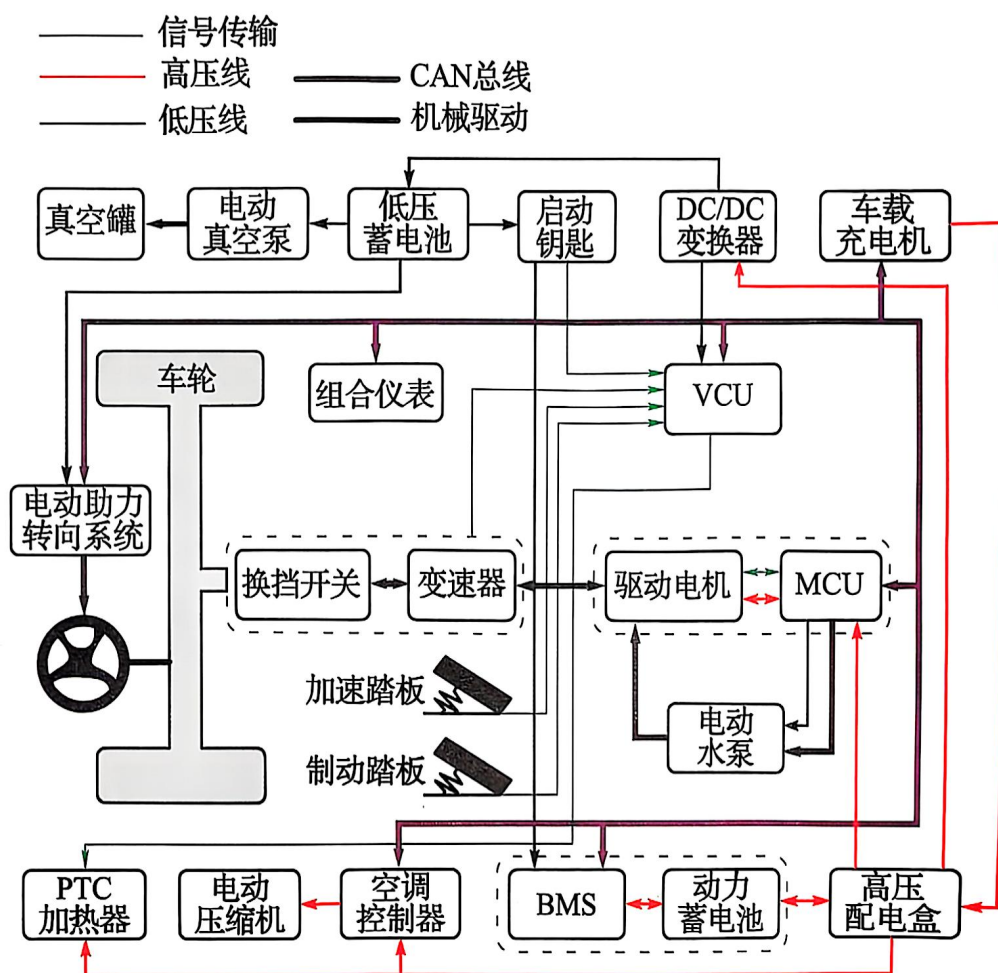


图 1-3 整车控制系统的基本结构

2. 整车控制系统的主要功能

(1) 工作模式的判断和驱动控制。整车控制系统通过CAN总线和I/O端口来获取启动信号、充电信号、加速/制动踏板位置信号、当前车速等状态信息和整车故障信息（如有），以此来判断车辆所需要的工作模式，如充电模式、行驶模式、故障模式等；根据当前车辆状态和相关参数计算车辆的转矩能力，然后结合当前车辆行驶所需要的转矩，计算出合理的输出转矩，实现对车辆的驱动控制。

(2) 整车能量优化管理。整车控制系统可对电能的分配进行合理优化，以提高车辆的续航里程。

(3) 整车通信网络管理。整车控制系统以VCU为中心组建整车通信网络，通过与BMS、MCU、空调控制器等的通信，实现信息的组织与传输、网络状态的监控、网络节点的管理、信息优先权的动态分配和网络故障的诊断与处理



等网络管理功能。

(4) 制动能量回收控制。纯电动汽车可在车辆制动时对制动能量进行回收，以提高车辆的续驶里程。整车控制系统根据行驶速度、驾驶员的制动意图和动力蓄电池的状态，判断车辆是否满足制动能量回收的条件，如果满足条件，则将部分制动能量转换成电能，从而实现对制动能量的回收。

(5) 故障诊断和处理。整车控制系统持续监测整车的状态，并进行故障诊断。整车控制系统如果监测到故障信息，则会对故障进行判断和分级，及时进行相应的安全保护，同时通过故障指示灯报警，并在VCU中存储故障码，以备维修人员查看。

(6) 车辆状态监测与显示。整车控制系统对车辆状态进行实时监测，并将各子系统的状态信息发送给信息显示系统，通过数字仪表盘显示车辆状态信息，如驱动电机的转速和温度，动力蓄电池的电量，车辆的车速、行驶里程等信息。

1.1.4 辅助系统

1. 充电系统

目前，纯电动汽车的充电系统一般分为交流充电（慢充）系统和直流充电（快充）系统两部分。

1) 交流充电系统

交流充电系统是纯电动汽车的常规充电系统，它采用民用220 V单相交流电源（交流充电桩或家用电源），通过车载充电机的整流变换，将220 V单相交流电变换为高压直流电，然后对动力蓄电池充电。

交流充电系统主要由交流供电设备、交流充电接口、高压线束、车载充电机、高压配电盒等部件组成。

(1) 交流供电设备一般为交流充电桩和交流充电连接装置，也可以是家用电源。

(2) 交流充电接口用于连接车辆与交流供电设备，如图1-4所示。



图 1-4 交流充电接口

(3) 高压线束用于连接交流充电接口与车载充电机，将交流充电桩输入的 220 V 单相交流电输送至车载充电机。

(4) 车载充电机用于将 220 V 单相交流电转换成动力蓄电池所需的高压直流电，如图 1-5 所示。车载充电机通过 CAN 总线与 BMS 通信，以判断动力蓄电池的连接状态是否正常，并获取动力蓄电池系统的参数及充电前和充电过程中动力蓄电池和电池单体的实时数据。此外，车载充电机还通过 CAN 总线与 VCU 通信，上传车载充电机的工作状态、工作参数和故障信息，接收启动充电或停止充电等控制指令。

(5) 高压配电箱用于整车的高压配电管理，可分别对各电能输出线路进行控制，实现过电流保护、过电压保护、高温保护等功能。高压配电箱内部一般包含车载充电机、DC/DC 变换器、空调压缩机、PTC 加热器等高压设备相关电路的熔断器，如图 1-6 所示。高压配电箱通过 CAN 总线与 VCU 通信，可实时进行数据交换。

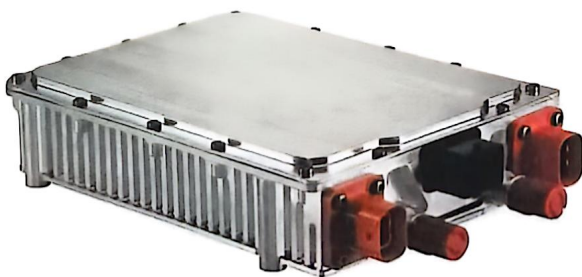


图 1-5 车载充电机



图 1-6 高压配电箱



2) 直流充电系统

直流充电系统一般使用380 V三相交流电源，首先将电源提供的交流电变成高压、大电流的直流电，然后直接对动力蓄电池充电。直流充电系统主要由直流供电设备、直流充电接口、高压线束、高压配电盒等部件组成。

(1) 直流供电设备由直流充电桩和直流充电连接装置组成，可将380 V三相交流电转换成动力蓄电池所需的高压直流电。

(2) 直流充电接口用于连接车辆与直流供电设备，如图1-7所示。

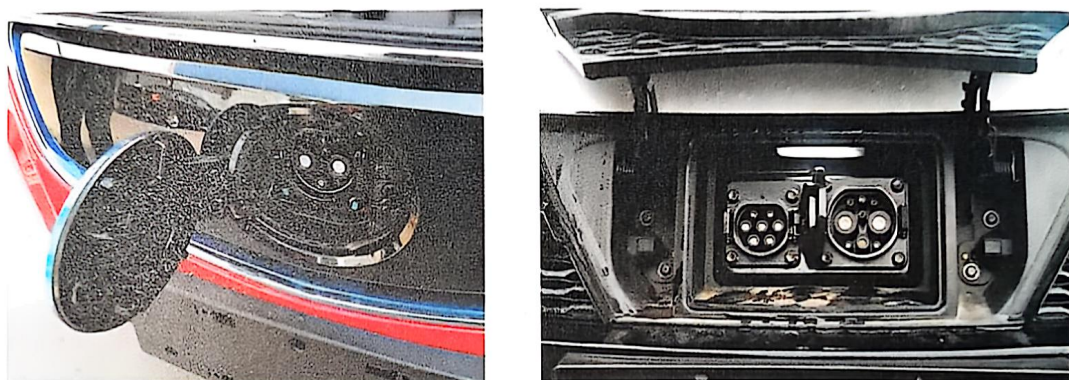


图1-7 直流充电接口

(3) 高压线束用于连接直流充电接口和高压配电盒，将直流充电桩输入的高压直流电输送至高压配电盒。

(4) 高压配电盒将高压直流电输送给动力蓄电池，同时对动力蓄电池的电源输出及分配进行管理，实现对支路用电器的保护。

2. 制动能量回收系统

制动能量回收系统可将纯电动汽车无用的、不需要的或有害的惯性运动所产生的机械能转换为电能，并回收至动力蓄电池，同时产生制动力矩，使车辆迅速减速。

3. 安全保护系统

纯电动汽车上有大量的高压电气设备，因此必须设置安全保护系统，以确保驾乘人员和维修人员的安全。

此外，纯电动汽车必须配备故障自诊断系统和故障报警系统，用于在电气系统发生故障时，自动控制高压系统断电，以防止发生事故。

巍巍交大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



责任编辑：朱一普
封面设计：王雁南



如果您对本书有任何问题、建议或意见
请发至邮箱 book@wenjingketang.com

新能源 XINNENGYUAN 汽车概论 QICHE GAILUN



辅助学习及配套资源下载

www.wenjingketang.com

服务热线电话：4001179835



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-27979-8



9 787313 279798 >

定价：59.80 元