

免费提供



## 中等职业教育新能源汽车技术系列教材

书名	主编
汽车电路识图	葛昱麟
电动汽车充电桩安装与维护	胡克晓
新能源汽车使用与维护	徐峰
电动汽车动力系统原理与维修	鲁建秋
新能源汽车充电系统检修	赵玉田 王江兰 胡克晓
新能源汽车电气系统检修	房宏威 胡克晓 祝政杰
新能源汽车整车控制技术	贺天柱 马占立 吴喆
新能源动力电池系统检修	胡克晓
新能源汽车驱动电机系统检修	贾燕红 冯帆 胡克晓
新能源汽车销售实务	丁仰阳 刘云霞



ISBN 978-7-5612-8848-1



定价: 33.00元

中等职业教育新能源汽车技术系列教材

新能源汽车充电系统检修

主编 赵玉田 王江兰 胡克晓

西北工业大学出版社

# 新能源汽车 充电系统检修

主编 赵玉田 王江兰 胡克晓



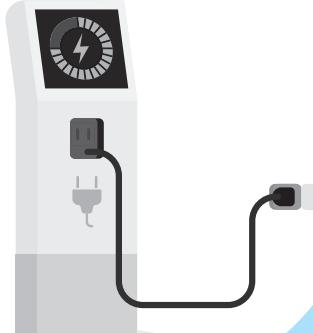
西北工业大学出版社

中等职业教育新能源汽车技术系列教材

# 新能源汽车

## 充电系统检修

主 编	赵玉田	王江兰	胡克晓
副主编	郭晓莉	贾燕红	尉剑婷
编 者	赵玉田	王江兰	胡克晓
	郭晓莉	贾燕红	尉剑婷
	李世霖	王卫卫	张 静
	袁 涛		
主 审	房宏威		



西北工业大学出版社  
西安

**【内容简介】** 本书介绍了充电桩的认知与安装调试、车载充电机的认知与检修、DC/DC 电源变换器的认知与检修、充电连接装置的认知与检修等知识。

本书既可作为中等职业院校新能源汽车专业及相关专业的教学用书,也可作为相关领域技术培训的资料和汽车爱好者的科普读物。

### 图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车充电系统检修/赵玉田, 王江兰, 胡克

晓主编. —西安:西北工业大学出版社, 2023. 7

ISBN 978 - 7 - 5612 - 8848 - 1

I . ①新… II . ①赵… ②王… ③胡… III . ①新能源  
-汽车-充电-检修-职业教育-教材 IV .  
①U469. 720. 7

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 147325 号

XINNENGYUAN QICHE CHONGDIAN XITONG JIANXIU

新能 源 汽 车 充 电 系 统 检 修

赵玉田 王江兰 胡克晓 主编

责任编辑: 梁 卫

装帧设计: 黄燕美

责任校对: 黄 佩

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029)88491757, 88493844

网 址: www. nwpup. com

印 刷 者: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 8.25

字 数: 148 千字

版 次: 2023 年 7 月第 1 版 2023 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5612 - 8848 - 1

定 价: 33.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换



党的二十大报告指出,我国要“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”。随着汽车工业的高速发展,汽车导致的环境污染、能源短缺等问题日益突出。为了保持国民经济的可持续发展,我国已将新能源汽车列入国家战略性新兴产业。2020年,国务院办公厅印发《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》,以推动新能源汽车产业高质量发展,加快建设汽车强国。目前,新能源汽车市场对新能源汽车人才的需求很大,职业院校有责任培养更多高素质的优秀人才。

本教材借鉴国内外新能源汽车发展的研究成果,将全书分为4个项目,主要介绍充电桩的认知与安装调试、车载充电机的认知与检修、DC/DC电源变换器的认知与检修、充电连接装置的认知与检修等知识。然后又将每个项目分为若干任务,每个任务设置了案例导入、知识储备、任务实施、任务评价、拓展知识、学习小结、课后练习和综合评价8个环节。理论知识部分以案例导入为引领,以知识储备为主线,以拓展知识来丰富课堂教学;任务实施部分结合理论知识内容对每个案例进行实践操作,形成理实一体化教学模式。

本书由烟台建筑工程职业学院赵玉田、烟台工程职业技术学院王江兰、山东技师学院胡克晓任主编;烟台文化旅游职业学院郭晓莉、烟台建筑工程职业学院贾燕红、烟台工程职业技术学院尉剑婷任副主编;参与编写的还有烟台建筑工程职业学院李世霖,烟台工程职业技术学院王卫卫、张静、袁涛。具体编写分工如下:项目一由赵玉田、李世霖编写,项目二由王江兰、王卫卫编写,项目三由胡克晓、袁涛、尉剑婷编写,项目四由郭晓莉、贾燕红、张静编写。本书由烟台建筑工程职业学院房宏威主审。

在编写过程中,编者参考了国内外相关著作和资料,并得到相关企业的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者  
2023年1月





## 项目一 充电桩的认知与安装调试 ..... 1

- ◎ 任务一 充电桩的认知 ..... 1
- ◎ 任务二 充电桩的安装与调试 ..... 27



## 项目二 车载充电机的认知与检修 ..... 48

- ◎ 任务一 车载充电机的认知 ..... 48
- ◎ 任务二 车载充电机的检修 ..... 63



## 项目三 DC/DC 电源变换器的认知与检修 ..... 74

- ◎ 任务一 DC/DC 电源变换器的认知 ..... 74
- ◎ 任务二 DC/DC 电源变换器的检修 ..... 87



## 项目四 充电连接装置的认知与检修 ..... 100

- ◎ 任务一 充电连接装置的认知 ..... 100
- ◎ 任务二 充电连接装置的检修 ..... 114



## 参考文献 ..... 125



## 项目二

# 车载充电机的认知与检修



本项目主要学习车载充电机,分为两个工作任务:任务一是车载充电机的认知,任务二是车载充电机的检修。通过两个工作任务的学习,应能够掌握新能源汽车车载充电机的构造,能对新能源汽车车载充电机故障进行分析。



### 任务一 车载充电机的认知

#### 案例导入

一辆比亚迪 e5 轿车在充电过程中出现动力电池继电器正常闭合但充电机无输出电流的情况。

该车无法充电属于慢充系统常见故障,需要对该车车载充电机相关线路进行检查。本工作任务中需要掌握车载充电机的原理、系统功能和技术要求。

#### 知识储备

### 一、车载充电机概述

#### 1. 车载充电机的定义

车载充电机是指固定安装在新能源汽车上的充电机,具有为新能源汽车动



动力电池安全、自动充电的能力。它采用高频开关电源技术,主要功能是将交流220 V市电转换为高压直流电给动力电池进行充电,保证车辆正常行驶。同时车载充电机提供相应的保护功能,包括过压、欠压、过流、欠流等多种保护措施,当充电系统出现异常时会及时切断供电。

车载充电机能在包括停车场、车库、家庭住宅等能提供电源的地方给新能源汽车充电,大大减少了新能源汽车对充电基础设施的依赖。车载充电机可实现高效率、便捷的充电方式并保护电池,基本成为小型化的纯电动汽车的标准配置。

## 2. 车载充电机的内部构造

车载充电机的内部可分为主电路、控制电路、线束及标准件等部分。

(1)主电路。主电路前端将交流电转换为恒定电压的直流电,主要是全桥电路+功率因数校正电路。主电路后端为DC/DC电源变换器,将前端转出的直流高压电变换为合适的电压及电流供给动力电池。

(2)控制电路。控制电路的主要作用是控制MOS管的开关以及与BMS之间通信,并监测车载充电机的状态,实现与充电桩握手等。

(3)线束及标准件。线束及标准件用于主电路及控制电路的连接,以及固定元器件及电路板。

## 3. 车载充电机的特点

车载充电机具有以下特点:

(1)车载充电机根据电池特性设计充电曲线,可以延长电池的寿命。

(2)使用方便,维护简单,由BMS控制智能充电,无须人工值守。

(3)保护功能齐全,适用范围广,具有过压、欠压、过流、过热、输出短路、反接等保护功能。例如,车载充电机整机温度保护为75℃,当机内温度高于75℃时,车载充电机输出电流变小;当机内温度高于85℃时,车载充电机停止充电。

## 4. 车载充电机的功率等级

按照国家汽车行业标准《电动汽车用传导式车载充电机》(GB/T 40432—2021)中的规定,车载充电机的额定输入电压为单相AC 220 V,额定输入电流可分为三挡,分别是10 A、16 A和32 A,对应计算得到的额定输入功率分别为2.2 kW、3.5 kW和7 kW,考虑到车载充电机的最高效率一般为93%左右,则其额定输出依次为2 kW、3.3 kW和6.6 kW。目前国内外市场上的车载充电机产





品绝大部分属于这三种功率等级。

## 5. 车载充电机的设计标准

车载充电机的设计标准见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 车载充电机额定输入电压和额定输入电流

额定输入电压/V	额定输入电流/A	额定频率/Hz
单相 220	10	50
单相 220	16	
单相 220	32	

注:三相输入电压、电流为可拓展方式。

表 2-2 车载充电机输出电压等级

输出电压等级	输出电压范围/V	标称输出电压推荐值/V
1	24~65	48
2	55~120	72
3	100~250	144
4	200~420	336
5	300~570	384、480
6	400~750	640

## 二、车载充电机的充电方式

常见的车载充电机充电方式有恒压充电、恒流充电、阶段性充电和脉冲充电等。

### 1. 恒压充电

恒压充电在整个充电过程中充电电压保持不变,充电电流随着充电时间的增加而逐渐减小,当充电电流小于一定值后停止充电。整个充电过程中能耗较小,能有效避免电池过充,控制简单,易于操作。但往往待充电电池的初始电压值较小,导致充电初期的充电电流很大。而过大的电流一方面会造成电池极化现象的发生,影响充电速度;另一方面会造成电池温度迅速上升,严重时可能烧



坏电池,酿成事故。因此,在充电开始阶段需要对充电电流值进行限制,使电池保持在一个可接受的电流范围内充电。

## 2. 恒流充电

恒流充电开始时以恒定的电流为动力电池充电,将要充满时,改用恒定的小电流进行浮充充电,用来充足剩余电量和补偿电池自放电,当充电电压达到额定电压时停止充电。以恒定的电流充电避免了恒压充电电流过大的问题,电流始终被限制在电池可接受的范围内。

## 3. 阶段性充电

阶段性充电根据实际应用情况可以分为两阶段或三阶段充电。第一阶段为恒流充电,用大电流快速给电池充电,使电池的电压达到一定值(根据动力电池电压设定);第二阶段为恒压充电,用比恒流充电时略小的电流继续给电池充电,降低电池的产气量;第三阶段为浮充充电,以涓流给电池充电,确保电池能够充满,当控制系统检测到充电电流小于一定设定值时,结束充电。

阶段性充电结合了恒压充电与恒流充电的优点,有利于减少电池的极化,避免了过充和大电流充电冲击。目前,新能源汽车大多采用阶段性充电方式。

## 4. 脉冲充电

恒压充电、恒流充电和阶段性充电的充电电压和电流是连续的,没有给电池足够的休息时间来消除极化现象。极化现象将引起电池过热、析气等现象,会限制充电速度,严重时还影响电池寿命。为了解决这些问题,开发了脉冲充电方式。

脉冲充电方式采用不连续的充电电流,为电池提供充足的休息时间,有利于电池内部的活性物充分反应,有效地减少甚至消除极化现象的发生,并可以采用较大的电流充电,而不必担心电池过热,能有效提高充电效率,缩短充电时间,延长电池寿命。

正负脉冲充电方式是对脉冲充电方式的改进,整个充电过程包括正脉冲充电、间歇休息和负脉冲放电。首先进行正脉冲充电,休息一段时间后,再进行短暂的负脉冲放电。电池短暂的负脉冲放电能有效去除极化现象,加快电池内部的电化学反应,降低电池温度,虽然损失了部分电能,但能够使电池以较高的充电电流充电,能有效加快充电速度和提高充电效率,延长电池寿命。

### 三、车载充电机的充电过程

(1) 车载充电机根据电池特性而设定充电过程,对电压要求严格。电压过高会导致电池过充甚至电池爆炸。

(2) 充电初期,先用小电流激活电池,使电池内部化学反应充分建立起来,为大电流充电做准备。

(3) 此后进入 18 A 恒流充电阶段,当电压充到 400 V 时,车载充电机减小充电恒流值后而不进入稳压阶段;继续检测充电电压,当电池电压再次达到 400 V 时,车载充电机再次减小充电电流。反复以上充电过程直到充电电流很小,车载充电机认为电池已经充满并关机。

(4) 车载充电机关机只是关闭充电,处于空载状态而不是整机停机。

### 四、比亚迪 e5 高压电控总成

比亚迪 e5 的车载充电机集成在高压电控总成内。高压电控总成集成了电机控制器模块(代号 VTOG)、车载充电机模块、DC/DC 电源变换器模块、高压配电箱和漏电传感器等,如图 2-1 所示。



图 2-1 高压电控总成

#### 1. 高压电控总成的接口

高压电控总成的正面接口如图 2-2 所示。



图 2-2 高压电控总成的正面接口示意图

高压电控总成的背面接口如图 2-3 所示。

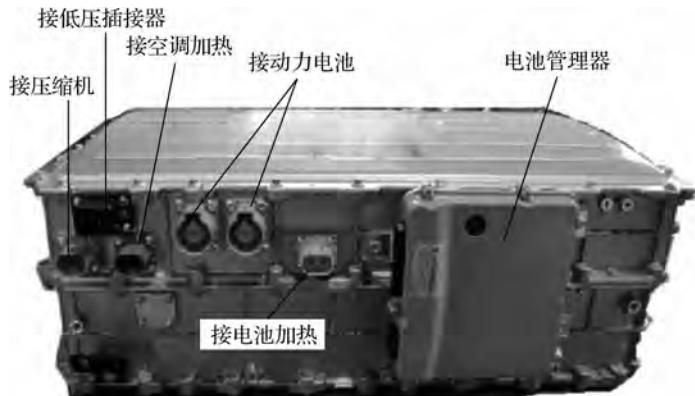


图 2-3 高压电控总成的背面接口示意图

高压电控总成的左侧接口如图 2-4 所示。



图 2-4 高压电控总成的左侧接口示意图

高压电控总成的右侧接口如图 2-5 所示。

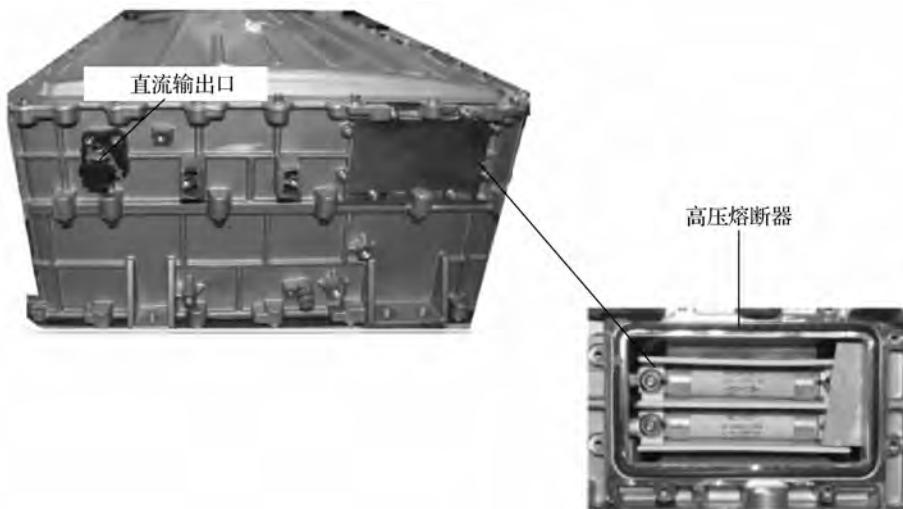


图 2-5 高压电控总成的右侧接口示意图

## 2. 高压电控总成的主要功能

- (1) 控制高压交/直流电双向逆变, 驱动电机运转, 实现充放电功能(通过 VTOG、车载充电机实现)。
- (2) 将高压直流电转化为低压直流电, 为整车低压电器供电(通过 DC/DC 电源变换器实现)。
- (3) 实现整车高压回路配电功能以及高压漏电检测功能(通过高压配电箱、漏电传感器模块实现)。
- (4) 具有 CAN 通信、故障处理记录、在线 CAN 烧写以及自检等功能。

## 3. 高压配电箱

高压配电箱的结构组成包括铜排连接片、接触器、霍尔电流传感器、预充电阻、动力电池包正负极输入接口。接触器由电池管理器控制, 控制充放电。

## 4. 漏电传感器

漏电传感器具有 CAN 通信功能, 主要监测与动力电池输出端相连接的负母线与车身底盘之间的绝缘电阻, 以判定高压系统是否存在漏电。漏电传感器将漏电数据信息通过 CAN 发送给电池管理器、VTOG, 从而采取相应保护措施。漏电传感器的工作原理如图 2-6 所示。

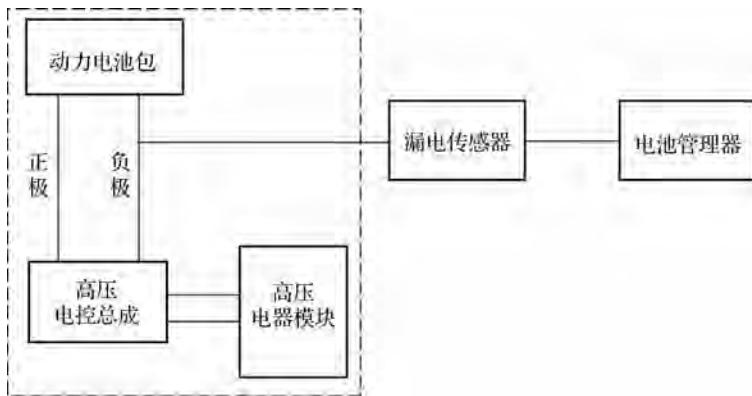


图 2-6 漏电传感器的工作原理

## 5. 双向交流逆变式电机控制器(VTOG)的主要功能

(1) 驱动(放电)控制。VTOG 采集加速、制动、挡位、旋变信号等控制电机正向反向驱动及发电功能,限制高压系统输出电压和电流,具有电压跌落、过流、过温保护以及功率限制、扭矩限制等功能,同时具备电控系统防盗、能量回馈控制、主动泄放和被动泄放控制等功能。

(2) 充电控制。VTOG 充电控制功能主要包括:交、直流转换,双向充、放电控制;自动识别单相、三相相序并根据充电电流控制充电方式;根据充电设备识别充电功率控制充电方式;断电重启,在电网断电又供电时可继续启动充电功能。双向交流逆变式电机控制器实物如图 2-7 所示。

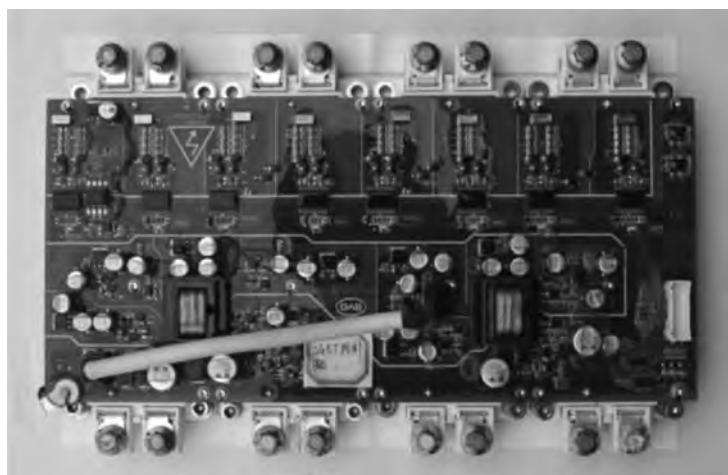


图 2-7 双向交流逆变式电机控制器实物

 任务实施

## 一、准备工作

### 1. 防护装备

隔离栏、警示牌、绝缘手套、护目镜和安全帽、绝缘鞋。

### 2. 实训车辆

比亚迪 e5 纯电动汽车。

### 3. 工具设备

充电桩、充电连接装置等。

### 4. 辅助资料

汽车维修手册、教材。

## 二、实施步骤

根据任务要求,每六人一组,每组选出一名组长,组长对小组成员进行任务分配。以小组为单位,根据实训室的车载充电机配置,完成以下操作。

### (一)典型纯电动汽车车载充电机的特点与组成认知

#### 1. 认识车载充电机

认识车载充电机,观察其结构特点,了解其以下功能。

(1)通过高速 CAN 网络与 BMS 通信功能,判断电池连接状态是否正确,获得电池系统参数及充电前和充电过程中整组与单体电池的实时数据。

(2)通过高速 CAN 网络与车辆监控系统通信功能,上传充电桩的工作状态、工作参数和故障告警信息,接受启动充电或停止充电控制命令。

(3)完备的安全防护功能,包括:

- 1)交流输入过压保护功能。
- 2)交流输入欠压告警功能。
- 3)交流输入过流保护功能。
- 4)直流输出过流保护功能。
- 5)直流输出短路保护功能。
- 6)输出软启动功能,防止电流冲击。



7)在充电过程中,车载充电机能保证动力电池的温度、充电电压和电流不超过允许值,并具有单体电池电压限制功能,自动根据BMS的电池信息动态调整充电电流。

8)自动判断充电连接器、充电电缆是否正确连接。当车载充电机与充电桩和电池正确连接后,车载充电机才能允许启动充电;当车载充电机检测到与充电桩或电池连接不正常时,立即停止充电。

9)充电联锁功能,保证车载充电机与动力电池连接分开以前车辆不能启动。

10)高压互锁功能,当有危害人身安全的高电压时,模块锁定无输出。

11)阻燃功能。

## 2. 查询手册

了解车载充电机输入电压、输出电压、输出电流、输出功率、输出纹波、电压和电流稳定精度、谐波、工作效率、工作状态、保护功能、低压辅助电源、CAN通信界面、安全指标、功率因数、尺寸等参数。

## (二)混合动力汽车车载充电机的特点与组成认知

混合动力汽车车载充电机的特点与组成认知过程与纯电动汽车车载充电机大体一致,按照上述步骤完成即可。



### 任务评价

对各组完成的任务和小组代表展示的情况进行自评、互评,教师按考核及评价表(见表2-3)对学生的训练过程、训练结果进行评估。

#### 自我评价

1. 训练任务的关键技能及基本技能有没有掌握?

评价情况: \_\_\_\_\_

---

---

---

---





2. 训练任务的目标有没有实现？效果如何？

评价情况：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

#### 小组评价

1. 训练任务的关键技能及基本技能有没有掌握？

评价情况：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

2. 训练任务的目标有没有实现？效果如何？

评价情况：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

参评人员：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

#### 教师评价

按考核及评价表(见表 2-3)对学生的训练过程、训练结果(含任务工单)进行



评估。

评价情况: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

教师签名: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

表 2-3 考核及评价表

序号	检查项目	自我评价	小组评价	教师评价	备注
1	遵守安全操作规范(10分)				
2	态度端正,工作认真,按步骤操作(10分)				
3	纯电动汽车车载充电机的特点与组成认知(20分)				
4	混合动力汽车车载充电机的特点与组成认知(20分)				
5	遵守纪律(10分)				
6	做好7S管理工作(10分)				
7	完成本工作任务的全部内容(20分)				
合计					

### 拓展知识

## 车载充电机的技术要求

(1) 充电机和BMS之间能够进行通信,接收电池数据,充电过程中应保证串



联电池中的单体电池电压不超过上限。

(2) 充电机应具有面板操作和远程操作功能,充电桩及其监控系统相连,在监控计算机上能完成除闭合和切断输入电源外的所有功能。

(3) 充电机应能通过监控网络向监控计算机传送被监控 BMS 发送的数据。

(4) 充电机应具有故障报警功能,能主动向监控系统发送故障信息。

(5) 充电机应具有输入欠压、输入过压、输出短路、电池反接、输出过压、过温、电池故障等保护功能。

(6) 在脱离 BMS 的情况下,充电桩应停止充电。

(7) 充电机应提供一条充电电缆连接确认信号线。一方面,在充电期间,当充电插头连接到汽车后,汽车控制逻辑可通过此信号来禁止充电期间汽车驱动系统工作,保证充电安全;另一方面,此确认线与充电线形成闭锁,保证充电人员安全。

(8) 提供良好的人机界面,完成充电桩充电过程的闭环控制,并显示故障类型,提供一定的故障排除指示;提供开放式充电过程参数(包括充电模式、充电参数、阶段数)设定功能,并按照参数完成对充电过程的自动控制;当充电桩的保护系统动作引起充电过程中断,此时应能显示故障类型,对比较容易排除的故障提供简单的处理方法。

(9) 整车充电时要为 BMS 提供所需的直流电源,目前一般取 24 V/50 A。

(10) 充电机的监控系统应具备事件记录功能,为事故分析和运行测试提供历史数据。对于有多台充电桩的充电站,充电桩还需要为充电站监控系统提供事件记录数据。

(11) 充电机的可靠性必须满足一定的指标,综合考虑成本和利用率,建议充电桩要保证 5 年 70 000~80 000 h 的充电小时数。

(12) 充电机的设计必须充分保证人身安全,其带电部分不可外露,同时保证车体和大地等电位;充电桩与充电站接地连接、充电桩与车体外壳连接、充电站接地网连接等要可靠方便。

## 学习小结

1. 车载充电桩是指固定安装在新能源汽车上的充电桩,具有为新能源汽车



动力电池安全、自动充满电的能力。车载充电机依据 BMS 提供的数据,能动态调节充电电流或电压参数,执行相应的动作,完成充电过程。

2. 车载充电机内部可分为为主电路、控制电路、线束及标准件等部分。



## 课后练习

### 一、填空题

1. 新能源汽车车载充电机采用高频开关电源技术,主要功能是\_\_\_\_\_。  
\_\_\_\_\_。

2. 车载充电机主电路前端将交流电转换为恒定电压的直流电,主要是\_\_\_\_\_。后端为 DC/DC 电源变换器,将前端转出的\_\_\_\_\_供给动力电池。

3. 常见的车载充电机充电方式有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。

### 二、判断题

1. 车载充电机根据电池特性设计充电曲线,可以延长电池的寿命,使用方便,但维护复杂。 ( )

2. 直流充电开始时以恒定的电流为动力电池充电,将要充满时改用恒定的小电流进行浮充充电,用来充足剩余电量和补偿电池自放电,当充电电压达到额定电压时停止充电。 ( )

### 三、选择题

( ) 电压和电流是连续的,没有给电池足够的休息时间来消除极化现象,极化可以引起电池过热、析气等现象,限制充电速度,严重时影响电池寿命。

- A. 恒压充电
- B. 恒流充电
- C. 阶段性充电
- D. 脉冲充电



## 综合评价

填写车载充电机的认知任务综合能力评价表,见表 2-4。

表 2-4 综合能力评价表

班 级			学习团队				
评价指标	评价情况			否定结果原因	自评	互评	师评
学习态度	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 差						
知识学习	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差						
技能学习	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差						
完成时间	<input type="checkbox"/> 提前 <input type="checkbox"/> 准时 <input type="checkbox"/> 延后 <input type="checkbox"/> 未完成						
保养质量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不良 <input type="checkbox"/> 返修 <input type="checkbox"/> 报废						
成果展示	<input type="checkbox"/> 清晰流畅 <input type="checkbox"/> 需要补充 <input type="checkbox"/> 不清晰流畅						
操作方法	<input type="checkbox"/> 正确 <input type="checkbox"/> 部分正确 <input type="checkbox"/> 不正确						
安全规范	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
7S 管理	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
分工协作	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
沟通交流	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
问题解决	<input type="checkbox"/> 及时 <input type="checkbox"/> 较及时 <input type="checkbox"/> 不及时						
创新精神	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不足						
规划掌控	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
学习任务完成				优点			
自评总结 (团队)				缺点			
团队评价	团队自评	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差		团队互评	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差		
审定意见	学习组长		指导教师		教研组长		
	年   月   日		年   月   日		年   月   日		



## 任务二 车载充电机的检修

### 案例导入

一辆比亚迪 e5 纯电动汽车,在充电过程中出现动力电池继电器正常闭合但充电机无输出电流的情况。现需要找出原因,完成对这辆比亚迪 e5 充电的任务。

### 知识储备

#### 一、车载充电机的拓扑结构

通过对车载充电机的工作性能进行分析,目前车载充电机普遍采取的拓扑结构有 AC/DC 变换和 AC/DC/DC 变换两种。

##### 1. AC/DC 变换拓扑结构

图 2-8 所示为 AC/DC 变换拓扑结构工作原理框图,其将电网中的交流电经过整流、调频、升压后生成满足负载充电要求的高纹波直流电,对动力电池损耗较大。按照输入电压与输出电压的连接方式进行分类,其有非隔离型和隔离型两种。由于非隔离型 AC/DC 变换拓扑结构中没有电气隔离,考虑到使用者的人身安全,在实际运用中很少采纳;隔离型 AC/DC 变换器在非隔离型 AC/DC 变换拓扑结构的基础上添加了隔离变压器,从而实现输入电压与输出电压之间的隔离,并且可以通过调节变压器变比来得到负载所需要的充电电压。但现有隔离型 AC/DC 变换拓扑结构不能满足车载充电机宽输出电压的特点,而且很难达到功率因数高、输入电流谐波小、整机效率高等要求,在现实应用设计中几乎不被考虑。



图 2-8 AC/DC 变换拓扑结构工作原理框图

## 2. AC/DC/DC 变换拓扑结构

图 2-9 所示为 AC/DC/DC 变换拓扑结构工作原理图,其由 AC/DC 模块和 DC/DC 模块两部分组成,其先将输入的电网交流电经整流、滤波、升压后生成稳定的直流高电压,在通过隔离型移相全桥逆变后经整流、滤波生成满足动力电池充电曲线的高精度低纹波直流电。前级 AC/DC 模块采用 Boost 型有源功率因数校正电路,实现输入电流跟踪输入电压,提高功率因数和降低输入电流中的谐波含量对电网的影响,并为后级电路提供稳定的高压直流电;后级 DC/DC 模块采用隔离式移相全桥 ZVS-PWM 逆变电路,为动力电池组提供一个宽输出电压范围、低纹波的高质量直流电。

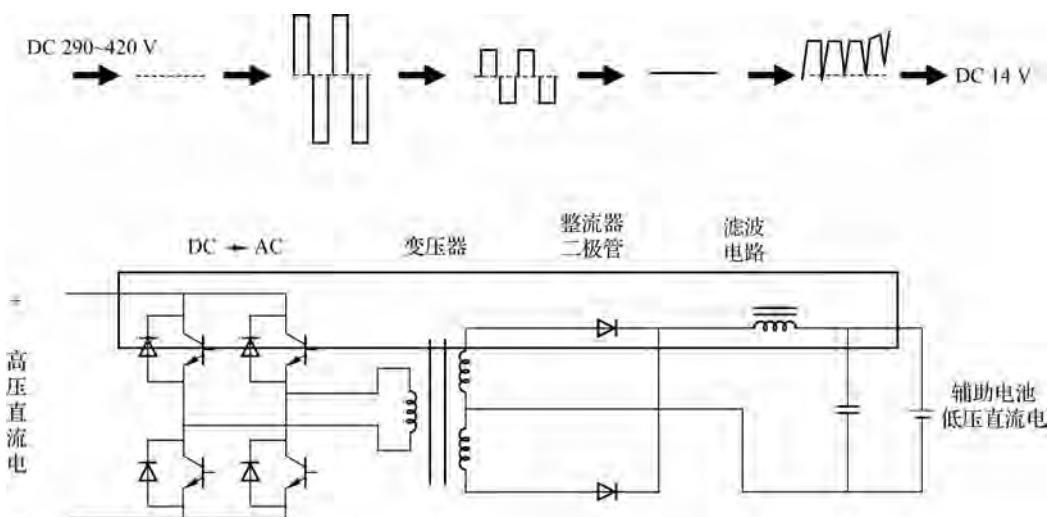


图 2-9 AC/DC/DC 变换拓扑结构工作原理图

## 二、比亚迪 e5 慢充系统

### 1. 比亚迪 e5 慢充系统简介

比亚迪 e5 慢充系统主要由充电桩(慢充电桩)-充电枪、慢充线束、慢充口、车载充电桩、高压控制盒和动力电池等组成。

(1) 慢充口。目前,比亚迪 e5 的慢充口大多数在传统汽车的加油口位置,用于连接慢充电桩-充电枪。当打开慢充口盖板时,仪表充电指示灯应常亮;当关闭慢充口盖板时,仪表充电指示灯应熄灭。如果慢充口盖板出现问题,车辆无法正常启动。



比亚迪 e5 慢充口如图 2-10 所示。



图 2-10 慢充口

(2)慢充线束。慢充线束是连接慢充口与车载充电机的线束,其作用为将慢充电桩输入的 220 V 交流电输送到车载充电机。

## 2. 比亚迪 e5 慢充系统指示灯

比亚迪 e5 慢充系统指示灯的含义如下。

(1)POWER 灯:电源指示灯,当接通交流电后该指示灯亮。

(2)RUN 灯:充电指示灯,当车载充电机接通动力电池进入充电状态后该指示灯亮。

(3)FAULT 灯:报警指示灯,当车载充电机内部有故障时该指示灯亮。

## 3. 比亚迪 e5 慢充系统常见故障及其排除

(1)常见故障。

1)充电桩显示车辆未连接。其主要原因有充电枪安装不到位,车辆与充电桩两端枪反接。

2)动力电池继电器未闭合。其主要原因有连接器没有正常连接,车载充电机输出唤醒不正常。

3)动力电池继电器正常闭合,但车载充电机无输出电流。其主要原因有车端充电枪没有连接到位,高压熔丝熔断,高压连接器及线缆没有正确连接。

(2) 故障排除实例。

排除车载充电机与充电桩连接故障,具体步骤如下:

1) 检查慢充桩与慢充口连接是否良好。检查车载充电机,发现三个充电指示灯都不亮。分别测量充电桩端的 N、L、PE、CP、CC 脚和车辆端的 N、L、PE、CP、CC 脚是否导通,若不导通,则修复或更换充电桩总成;测量充电桩车辆端的 CC 脚和 PE 脚的阻值,16 A 充电枪的阻值应为  $680(\pm 3\%) \Omega$ ,32 A 充电枪的阻值应为  $220(\pm 3\%) \Omega$ ,若阻值与标准值不符,则修复或更换充电桩总成。

2) 检查慢充口与车载充电机连接是否良好。排除充电桩-充电枪问题后,启动充电,若充电指示灯仍旧都不亮,则检查慢充线束及车载充电机。检查插接器端子有无烧蚀、虚接现象:分别测量慢充口 L、N、PE、CC、CP 脚与慢充线束插接器 1、3、5、6 脚是否导通,若不导通,则修复或更换慢充线束总成;慢充线束检查完毕,恢复后进行充电测试,如果车载充电机指示灯还都不亮,就更换车载充电机。

该车更换车载充电机后充电正常,至此故障排除。

## 任务实施

### 一、准备工作

#### 1. 防护装备

隔离栏、警示牌、绝缘手套、护目镜、安全帽和绝缘鞋。

#### 2. 实训车辆

比亚迪 e5 纯电动汽车。

#### 3. 工具设备

充电桩、充电连接装置等。

#### 4. 辅助资料

汽车维修手册、教材。

### 二、实施步骤

根据任务要求,每六人一组,每组选出一名组长,组长对小组成员进行任务分配。以小组为单位,根据实训室的车载充电机配置,完成以下操作。



### 1. 典型纯电动汽车车载充电机的检修

(1) 检查线路连接情况。检查充电桩-充电枪、慢充口、慢充线束、车载充电机、高压控制盒、动力电池之间的线路连接是否良好。

(2) 检查低压供电及唤醒信号是否正常。检查充电指示灯状态,如三个灯都不亮,表示没有电源输入,则分别检查线路熔丝、充电枪、慢充口、慢充线束是否正常,若正常,则更换车载充电机;检查车载充电机的 12 V 电源及慢充唤醒信号是否正常,高压控制盒内的车载充电机熔断器是否损坏,动力电池 12 V 唤醒信号是否正常,整车控制器、动力电池等部件的新能源 CAN 线是否正常;检查动力电池低压控制端搭铁及整车控制器控制搭铁是否正常。

(3) 检查高压电路是否正常。如果低压电路正常,充电仍无法完成,就逐步检查充电枪、慢充线束、车载充电机、高压控制盒、动力电池之间的高压电是否正常,是线束故障还是部件故障。

(4) 使用故障诊断仪检查。使用故障诊断仪分别检查动力电池及车载充电机的工作状态,对数据流进行分析,找出故障所在。

### 2. 典型混合动力汽车车载充电机的检修

混合动力汽车车载充电机的检修过程与纯电动汽车车载充电机的检修大体一致,按照纯电动汽车车载充电机上述检修步骤完成即可。



### 任务评价

对各组完成的任务和小组代表展示的情况进行自评、互评,教师按考核及评价表(见表 2-5)对学生的训练过程、训练结果进行评估。

#### 自我评价

1. 训练任务的关键技能及基本技能有没有掌握?

评价情况: \_\_\_\_\_

---

---

---

---





2. 训练任务的目标有没有实现？效果如何？

评价情况：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

#### 小组评价

1. 训练任务的关键技能及基本技能有没有掌握？

评价情况：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

2. 训练任务的目标有没有实现？效果如何？

评价情况：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

参评人员：\_\_\_\_\_

---

---

---

---

### 教师评价

按考核及评价表(见表 2-5)对学生的训练过程、训练结果(含任务工单)进行评估。

评价情况: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

教师签名: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

表 2-5 考核及评价表

序号	检查项目	自我评价	小组评价	教师评价	备注
1	遵守安全操作规范(10 分)				
2	态度端正,工作认真,按步骤操作(10 分)				
3	纯电动汽车车载充电机的检修(20 分)				
4	混合动力汽车车载充电机的检修(20 分)				
5	遵守纪律(10 分)				
6	做好 7S 管理工作(10 分)				
7	完成本工作任务的全部内容(20 分)				
合计					

 拓展知识

### 一、慢充系统的工作原理

慢充系统的工作原理图如图 2-11 所示。

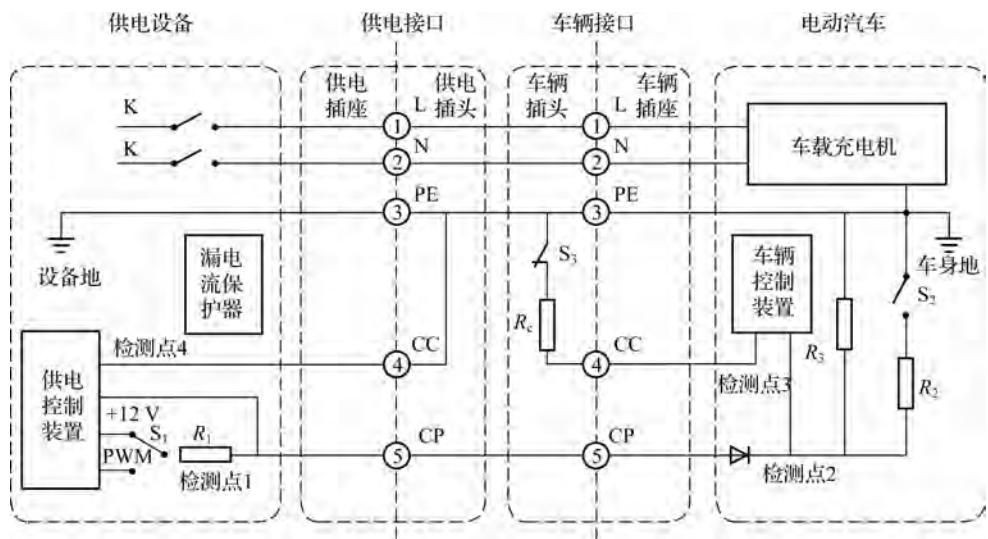


图 2-11 慢充系统的工作原理图

(1)当车辆插头与车辆插座插合后,充电桩通过测量检测点 4 的电压值来判断供电插头与供电插座是否完全连接,车辆控制装置通过测量  $R_c$  电阻值来确认车辆接口是否完全连接(CC 检测)。

(2)如果充电桩无故障,并且供电接口已完全连接,则  $S_1$  从 +12 V 连接状态切换至 PWM 连接状态,供电控制装置发出 PWM 信号。充电桩通过检测点 1 的电压值来判断充电连接装置是否完全连接。车辆控制装置通过测量检测点 2 的 PWM 信号,判断充电连接装置是否已完全连接(CP 检测)。

(3)当车载充电机自检没有故障,并且动力电池组处于可充电状态时,车辆控制装置闭合  $S_2$ 。

(4)当电动汽车和充电桩建立电气连接后,车辆控制装置通过判断检测点 2 的 PWM 信号占空比确认供电设备的最大可供电能力,并且通过判断  $R_c$  电阻值来确认电缆的额定容量。车辆控制装置对充电桩当前提供的最大供电电流值、车载充电机的额定输入电流值及电缆的额定容量进行比较,将其中最小值设定为车载充电机当前最大允许输入电流,当设置完成后,车载充电机开始对电动汽车进行充电。

(5)充电桩连接通过车载充电机反馈到整车控制器,再唤醒仪表显示连接状态(负触发);车载充电机同时唤醒整车控制器和 BMS(正触发),整车控制器唤醒



仪表启动显示充电状态(负触发);动力电池正、负主继电器由整车控制器发出指令,由BMS控制闭合。

(6)慢充系统启动,充电桩提供交流供电,动力电池低压唤醒整车控制器,BMS检测充电需求并给车载充电机发送工作指令,动力电池继电器闭合,车载充电机开始工作,进行充电。当检测到充电完成后,BMS给车载充电机发送停止指令,车载充电机停止工作,动力电池继电器断开,充电结束。

## 二、车载充电机常见故障

### 1. 12 V 低压供电异常

当车载充电机12 V低压供电异常时,BMS、仪表等由于没有唤醒信号唤醒,无法与车载充电机进行通信。

当车载充电机12 V模块未上电时,最简单的判断方式就是交流上电试一下,如果电池没有发出继电器闭合的声音,一般是车载充电机12 V低压模块异常导致的,需要检查低压继电器盒内的充电唤醒熔丝及继电器是否正常,以及车载充电机端子是否出现退针的情况。

### 2. 车载充电机检测电池电压不满足要求

在充电过程中,BMS可以正常工作,但车载充电机工作开始前需要检测动力电池电压。当动力电池电压在工作范围内时,车载充电机才可以正常工作,否则车载充电机认为电池不满足充电的要求而不工作。

车载充电机检测电池电压不满足要求的常见故障原因为高压插接器端子退针或高压熔丝熔断,或者电池电压超过工作范围。

### 3. 车载充电机检测与充电桩握手不正常

在车载充电机工作的过程中,若检测到与充电桩之间的握手信号不正常,则会判断CC开关断开,车载充电机认为此时充电枪将要被拔掉,停止工作,防止带电插拔,以延长充电枪端子的寿命。



## 学习小结

1. 慢充系统主要由慢充电桩-充电枪、慢充口、慢充线束、车载充电机、高压控制盒、动力电池等组成。



2. POWER 灯:电源指示灯,当接通交流电后该指示灯亮;RUN 灯:充电指示灯,当车载充电机接通动力电池进入充电状态后该指示灯亮;FAULT 灯:报警指示灯,当车载充电机内部有故障时该指示灯亮。

 课后练习**一、填空题**

1. 慢充线束的一端接\_\_\_\_\_，另一端接慢充口。
2. 比亚迪 e5 的慢充口大多数在传统汽车的\_\_\_\_\_，用于连接\_\_\_\_\_。
3. 采用比亚迪 e5 慢充系统充电,若充电桩显示车辆未连接,则主要原因是\_\_\_\_\_；若动力电池继电器未闭合,则主要原因是\_\_\_\_\_。

**二、判断题**

1. 比亚迪 e5 的慢充口中,CP 表示慢充控制确认线,CC 表示慢充连接确认线。 ( )
2. 新能源汽车的车载充电机低压控制端 9 针脚表示动力电池负极 GND。 ( )
3. 如果慢充口盖板出现问题,车辆就无法正常启动。 ( )

**三、选择题**

1. 检查车载充电机,发现三个指示灯都不亮。分别测量充电枪桩端的( )脚和车辆端的 N、L、PE、CP、CC 脚是否导通。若不导通,则修复或更换充电枪总成。  
A. N 和 L                                   B. PE  
C. CP                                       D. CC
2. 车载充电机同时唤醒整车控制器和 BMS 属于( )。  
A. 正触发                                   B. 负触发  
C. 正负触发                               D. 废触发

## 二、综合评价

填写车载充电机的检修任务综合能力评价表,见表 2-6。

**表 2-6 综合能力评价表**

班 级			学习团队				
评价指标	评价情况			否定结果原因	自评	互评	师评
学习态度	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 差						
知识学习	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差						
技能学习	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差						
完成时间	<input type="checkbox"/> 提前 <input type="checkbox"/> 准时 <input type="checkbox"/> 延后 <input type="checkbox"/> 未完成						
保养质量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不良 <input type="checkbox"/> 返修 <input type="checkbox"/> 报废						
成果展示	<input type="checkbox"/> 清晰流畅 <input type="checkbox"/> 需要补充						
	<input type="checkbox"/> 不清晰流畅						
操作方法	<input type="checkbox"/> 正确 <input type="checkbox"/> 部分正确 <input type="checkbox"/> 不正确						
安全规范	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
7S 管理	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
分工协作	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
沟通交流	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
问题解决	<input type="checkbox"/> 及时 <input type="checkbox"/> 较及时 <input type="checkbox"/> 不及时						
创新精神	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不足						
规划掌控	<input type="checkbox"/> 很好 <input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 不好						
学习任务完成 自评总结 (团队)				优点			
				缺点			
团队评价	团队自评	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差		团队互评	<input type="checkbox"/> 优 <input type="checkbox"/> 良 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 差		
审定意见	学习组长		指导教师		教研组长		
	年   月   日		年   月   日		年   月   日		