



示范校重点专业建设成果教材
职业教育技能型实用人才培养系列规划教材

新能源客车空调 检测与维修

XINNENGYUAN KECHE KONGTIAO
JIANCE YU WEIXIU

主 编 ○ 蒋 勇
副主编 ○ 林 波 张云川 谢文静



示范校重点专业建设成果教材
职业教育技能型实用人才培养系列规划教材



XINNENGYUAN KECHE KONGTIAO

新能源客车空调 检测与维修

JIANCE YU WEIXIU

主 编 蒋 勇
副主编 林 波 张云川 谢文静

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

新能源客车空调检测与维修 / 蒋勇主编. —成都 :
西南交通大学出版社, 2018.9
示范校重点专业建设成果教材 职业教育技能型实用
人才培养系列规划教材
ISBN 978-7-5643-6438-0

新... 蒋... 新能源 - 客车 - 空气调
节设备 - 检测 - 职业教育 - 教材 新能源 - 客车 - 空气调
节设备 - 车辆修理 - 职业教育 - 教材 U469.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 216544 号

示范校重点专业建设成果教材
职业教育技能型实用人才培养系列规划教材
新能源客车空调检测与维修

主编 蒋 勇

责任编辑 张少华
封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031
发行部电话 028-87600564 028-87600533
网址 <http://www.xnjdcbs.com>
印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 7
字数 147 千
版次 2018 年 9 月第 1 版
印次 2018 年 9 月第 1 次
定价 33.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-6438-0

课件咨询电话 : 028-87600533
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

市级中职示范校重点专业建设 教材编写委员会

主任 李 灿 彭 超

副主任 钟晓芬 田跃红

委员 （以姓氏拼音排序）

蔡 继	陈茂贤	蔡咏梅	邓文杰	戴 鑫	邓 宇
何 川	何加龙	何 鹏	黄永波	姜 雪	蒋 勇
匡 鹏	康元博	林 波	李 广	罗宏亮	刘 君
李进才	李施其	罗 潇	李小燕	李 怡	刘永平
彭月秋	庞远智	邱川鄂	任金花	冉原野	孙 静
苏 峻	孙纪胜	帅 林	涂 波	谭 忱	唐艳红
唐 炽	温承钦	吴 刚	王 焦	汪 亮	吴 鹏
王 谦	蔚衍娟	谢文静	夏晓波	肖应刚	杨昌玉
尹红安	袁 佳	杨 杰	杨炎锋	郑才敏	郑国秀
周海涛	赵甲进	张 余	张云川	张芸聆	周益权
张 睿					



总 序

近 5 年来，国家先后颁布了《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19 号）、《国家教育事业发展规划“十三五”规划》（国发〔2017〕4 号）、《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》（国办发〔2017〕95 号），重庆市为贯彻落实国家颁布的相关政策文件，特制定了《重庆市人民政府关于加快发展现代职业教育的实施意见》（渝府发〔2015〕17 号）等政策文件，大力推进职业教育改革发展。

为积极响应国家政策，更好地适应重庆经济转型和产业结构调整的需要，2014 年，重庆市教委、市人力社保局、市财政局决定实施市级中等职业教育改革发展示范学校建设计划，2014—2016 年，在全市范围内重点支持建设不超过 30 所市级中等职业教育改革发展示范学校。项目学校通过人才培养模式改革、专业课程体系建设、校企合作、师资队伍建设等，促进学校改革创新、内涵发展，成为全市中等职业学校改革创新的示范、提高质量的示范、办出特色的示范，在中等职业教育改革发展中发挥引领骨干和辐射作用，为经济社会发展培养高素质劳动者和高技能人才。

2016 年 8 月，重庆市公共交通技工学校成功申报为市级中职示范校项目建设学校。经过两年的建设，在课程改革和教材建设上取得了可喜成绩，为进一步总结经验，固化成果，特组织骨干教师编写了 20 余门系列优质课程配套教材，并交由西南交通大学出版社审核出版。


本系列教材是在相关企业专家的悉心指导以及参与下完成的。教材以强化学生职业能力和培养综合素质为主线，以工作过程为导向，以典型工作任务和生产项目为载体，立足行业岗位要求，参照相关职业资格标准和行业技术标准，遵循中职学生成长规律、中职教育规律和行业生产规律进行开发建设。教材按

照项目导向、任务驱动、模拟情境等教学模式要求，构建学习任务单元，注重学生可持续发展能力、创新能力、综合技术能力的培养，具有典型的工学结合特征。

本系列教材是重庆市公共交通技工学校不断深化教学改革的结果，更是市级中职示范校建设的一项重要成果，其中凝聚了各位编审人员的大量心血与智慧，也凝聚了众多行业专家的智慧。同时，在编写过程中得到了有关兄弟院校的大力支持，在此一并表示诚挚感谢！希望该系列教材的出版能有助于促进中职相关专业人才培养质量的提高，能为交通运输类职业院校的教材建设起到积极的引领和示范作用。本系列教材涉及专业面广，加之编者对现代职业教育理念的学习和认知仍需不断地改进和提高，书中难免存在不妥之处，恳请专家、同行不吝赐教，以促使我们不断提高教材编写的质量和水平。

李 灿

2018年5月



近年来，新能源汽车作为国家战略性新兴产业，得到了快速发展。而新能源商用车（含新能源客车）作为新能源汽车的重要组成部分，其产量已占新能源汽车总量的 33% 左右。与此同时，新能源客车的售后服务市场对维修技术人员产生了大量需求，而市面上涉及该市场的参考书籍相对较少。为满足新能源客车市场对维修人才的需求，深入贯彻《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》（国发〔2014〕19 号）和全国职业教育工作会议精神，加强优质职教资源建设，我们按照职业教育发展改革要求，结合新能源客车维修市场人才需求的特点，以突出学生能力为本位，特组织人员编写了新能源客车系列教材。

该系列教材是重庆市公共交通技工学校示范校重点建设专业——汽车维修专业——建设成果之一。丛书总结了学校一线教师的多年专业教学经验，结合行业和企业对客车维修人员的岗位职业能力要求，以 CNG 新能源客车维修为基础，兼顾插电式及纯电动汽车发展趋势。教学内容紧贴实际工作岗位的具体需要，以任务为驱动，文字简洁、图文并茂、形式生动，容易激发学生的学习兴趣，提高学习效果。通过学习本套教材，学生可以在不断积累理论知识和实践能力的同时，逐步完成从知识入门到技能掌握的过程，实现学生职业心理角色的转换。

本书由重庆市公共交通技工学校蒋勇担任主编，林波、张云川、谢文静担任副主编。内容主要包括了解汽车空调和现代制冷技术、感知客车空调系统、CNG/纯电动大客车空调系统的基本维护、认识电的危害、用电安全和紧急防护应急措施、客车空调制冷系统的压力测试作业、客车空调制冷系统的检漏作业、客车空调制冷系统抽真空和制冷剂加注作业、客车空调制冷系统的竣工检查作业、客车空调制冷系统压缩机检查与更换作业、新能源客车

空调控制系统的维修作业、客车空调制冷系统的故障排查作业等。

该系列教材可以作为 CNG 新能源大客车维修从业人员、大客车汽车维修从业人员、纯电动汽车维护人员教学用书及自学教材，也可作为职业院校新能源汽车应用与维修方向教学参考书。

在该系列教材编写过程中，编者得到了重庆公共交通控股（集团）有限公司的大力支持，同时参考了大量的书籍、论文等文献资料，并引用了一些研究成果，在此对这些专家和学者表示深深的谢意。

限于编者水平，书中难免有不妥之处，敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2018 年 5 月

目 录

CONTENTS

概 述	了解汽车空调和现代制冷技术.....	1
项目一	感知客车空调系统.....	20
项目二	CNG/纯电动大客车空调系统的基本维护.....	28
项目三	认识电的危害.....	35
项目四	用电安全和紧急防护应急措施.....	40
项目五	客车空调制冷系统的压力测试作业.....	45
项目六	客车空调制冷系统的检漏作业.....	51
项目七	客车空调制冷系统抽真空和制冷剂加注作业.....	57
项目八	客车空调制冷系统的竣工检查作业.....	67
项目九	客车空调制冷系统压缩机检查与更换作业.....	73
项目十	新能源客车空调控制系统的维修作业.....	84
项目十一	客车空调制冷系统的故障排查作业.....	95
参考文献	101

概 述

了解汽车空调和现代制冷技术

一、空气环境对人体的影响

在日常生活中，人们对清新、干爽、适宜温度的空气总是特别欢迎，这样的气候环境下再加上微风，就会感到愉悦、平静，同时人体的新陈代谢处于一种平缓、可持续的水平。反之，过高或者过低的空气温度、湿度，过高的有害气体浓度、粉尘等，无风或者强风下，人会感到心慌、沉闷、烦躁、恐惧，心跳加快，而且容易导致头晕、胸闷、乏力等不适，影响精神状态，甚至还会对人体的神经系统、呼吸系统、免疫系统造成危害。在一个相对封闭、人群集中的环境尤中其如此。

由于人有个体差异，对空气的温度、湿度、流速和清洁度，能适应的量度有所不同，但根据实验证明，人们普遍感觉舒适的空气环境有如下指标：

(1) 空气的温度。平均温度为：夏季 25 ~ 28 °C，冬季 15 ~ 18 °C。

(2) 空气的湿度。保持在 30% ~ 70% 为宜。

(3) 空气的流动。气流速度一般为 0.25 m/s 左右，不宜超过 0.5 m/s，根据人体生理特点（头部对冷比较敏感、脚部对热比较敏感）和调湿需要，采取上冷下暖的流动格式。

(4) 空气的净化。封闭空间内新鲜空气量应保持 20 ~ 30 m³/h，二氧化碳（体积）浓度应在 0.1% 以下。

在相对封闭的空间内，超出以上空气质量指标范围，就必须进行人工调节。汽车空调就是为满足人们在乘车时对空气质量的要求而产生的。

重庆气候属亚热带季风性湿润气候，冬暖夏热，年平均气温在 18 °C 左右。冬季最低气温平均在 6 ~ 8 °C，夏季最高气温平均在 29 ~ 39 °C。因地形的原因，夏季气候闷热，成为长江三大“火炉”之一。

重庆终年少霜雪，多云雾，冬暖、夏热、春早、秋短，雨量充沛，常年降水量为 1 000 ~ 1 400 mm，春夏之交夜雨尤甚，素有“巴山夜雨”之说。

重庆市的公交客车就是在这种气候环境下运行的，高湿、高温是车内空气环境的



主要特征，如图 0-1 所示。另外，由于公交车站点距离短，与外界空气交换频繁；白天主城区堵车严重，公交车运行速度慢，乘客在客车上停留的时间较长。空气质量的好坏对出行的人们是否选择公交客车有直接的影响。不难想象，乘客一定不愿意在闷热、污浊的车厢里坐太长时间。



图 0-1 公交车内环境

二、汽车空调系统的组成和作用

汽车空调系统主要包括制冷系统、暖风系统、通风系统、空气净化系统、控制系统五个基本部分。

1. 制冷系统

制冷系统主要负责对车内空气进行制冷、除湿。通常采用同普通家用空调相同的制冷剂压缩（蒸发）制冷方式。主要设备安装在大客车的车顶部位（见图 0-2）和发动机舱内部（见图 0-3）。



图 0-2 制冷系统主要设备安装位置



图 0-3 压缩机安装位置

2. 暖风系统

暖风系统通常采用发动机冷却液为热源，对车内空气进行加热，在寒冷冬季为前风挡玻璃除霜，阴雨天气除雾。



这种供热方式只有在发动机工作达到正常温度后才起作用，而在发动机停机或者暖车状态没有效果或效果较差。

在重庆绝大多数地区，冬季向车内供热的时间不多。

在海拔 800 m 以上的山区，由于冬季气温经常在 0°C 以下，公交大客车停车时间较长时，会使用辅助热源向车内供热，以节约汽车燃料，如图 0-4 所示。这种辅助装置为车用燃烧器，如图 0-5 所示。

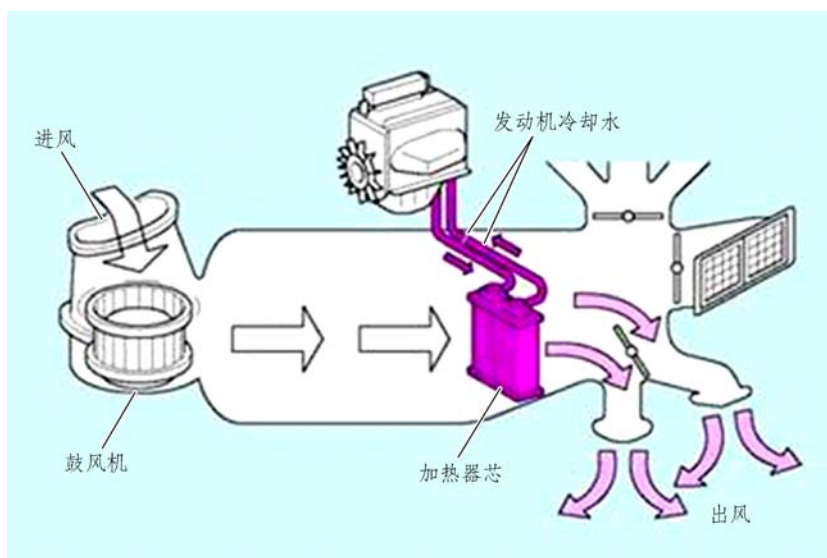


图 0-4 发动机余热供暖示意图



图 0-5 车用燃烧器



3. 通风系统

通风系统由进风口、鼓风机、风门、风道、出风口、出风口格栅构成，实现车内的空气循环流动，如图 0-6 和图 0-7 所示。



图 0-6 通风系统



图 0-7 出风口



4. 空气净化系统

空气净化系统的作用是除去车内空气中的尘埃、臭味、烟气及有害气体，如图 0-8 所示。通常在全封闭（车窗不能打开）的大客车上装有此系统。而城市公交大客车上无此装置，主要原因与车门频繁开启、乘客在车内停留时间较短和维护成本高有关系。



图 0-8 一种新型的空气净化系统

5. 控制系统

控制系统以空调控制面板和发动机计算机为核心，通过空调控制模式的设定值与车内外空气环境条件值的对比计算，从而实现了对以上 4 个系统的整体控制，以改善乘车的舒适性，如图 0-9 所示。



图 0-9 客车空调控制面板



客车运营过程中，空调系统多数时间都保持在工作状态，保障车内有一个舒适的空气环境。

对于重庆主城的公交大客车，空调系统中的制冷系统尤其重要，每年有大约 5 个月，每天 14 h，需要制冷系统在运营期间一直工作；全年累计运转时间在 2 000 h 以上。

三、现代制冷技术

现代制冷技术，本质上都是一种强制性的热交换技术，通过机械设备或某种介质以实现封闭空间与外界的热交换。目前常用的现代制冷技术有以下三种：

1. 蒸气压缩制冷技术

蒸气压缩制冷技术是现代最常用的制冷技术，利用氨、二氧化硫、氯甲烷、氟利昂等物质从液态减压蒸发成气态时吸热降温的原理发展而来，如图 0-10 所示。

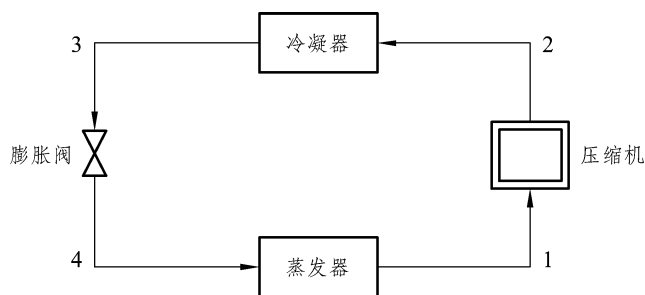


图 0-10 蒸气压缩制冷模型

制冷剂（如氟利昂）在一个封闭的管路内部在压缩机的推动下不断循环，经历压缩升温（气态），冷却降温（液态），实现对外界散热；再经过减压蒸发（气态），实现对内部空间吸热而本身再次升温；再次进入压缩机再压缩升温……如此不断循环，达到内部空间相对于外部环境温度降低的目的。

蒸气压缩制冷技术要求两个负责热交换的部件：冷凝器必须在外部空间，蒸发器必须在内部空间；两者之间必须有完整的隔热材料。相反的循环过程就是制热的过程，可以实现把外部空间的热量交换至内部空间。

利用蒸气压缩式制冷技术制造的制冷设备，如图 0-11 所示，具有制冷温度范围大、单机制冷量大、结构紧凑、质量轻的特点，被现代汽车空调普遍采用。但是这种制冷方式需要消耗大量的机械能，在汽车上则意味着需要消耗大量昂贵的燃料。

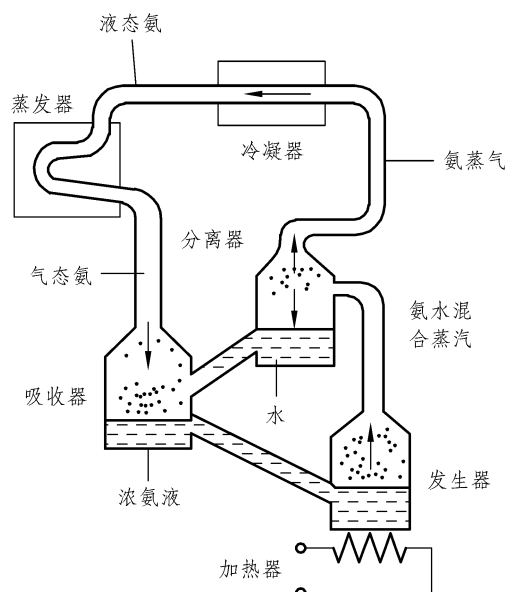


图 0-11 制冷设备

2. 吸收式制冷技术

吸收式制冷技术是利用某些具有特殊性质的工质对，通过一种物质对另一种物质的吸收和释放，产生物质的状态变化，从而伴随吸热和放热过程。目前，常用的工质对有氨水和水/溴化锂。吸收式制冷机利用溶液在一定条件下能析出低沸点组分的蒸气，在另一条件下又能强烈地吸收低沸点组分蒸气这一特性完成制冷循环。在吸收器中，吸收剂吸收来自蒸发器的低压制冷剂气体，形成富含制冷剂的溶液，将该溶液用泵送到发生器，经过加热使溶液中的制冷剂重新蒸发出来，送入冷凝器。

利用吸收式制冷技术制造的制冷设备，以自然存在的水或氨等为制冷剂，对环境和大气的臭氧层无害；以热能为驱动能源，除了利用锅炉蒸气、燃料产生的热能外，还可以利用余热、废热、太阳能等低品位热能，在同一机组中还可以实现制冷和制热（采暖）的双重目的。整套装置除了泵和阀件外，绝大部分是换热器，运转安静，振动小；同时，制冷机在真空状态下运行，结构简单，安全可靠，安装方便。在当前能源紧缺，电力供应紧张，环境问题日益严峻的形势下，吸收式制冷技术以其特有的优势已经受到广泛的关注。

吸收式制冷技术已在多个国家被广泛采用，其优缺点也较为明显：

(1) 优点。

无原动力，直接利用热原理，因此机器坚固亦无振动，噪声少，故障少，维护简单，能安装于任何地点，从地下室一直到屋顶均可。

夏天需供应冷气，冬天需供应暖气的全年候空气调节地区，最适合使用吸收式系统。目前，美国、日本的中央空调系统，吸收式系统约占 80% 以上。