

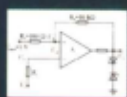
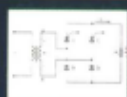
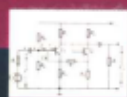
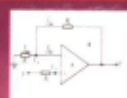
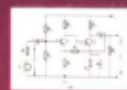
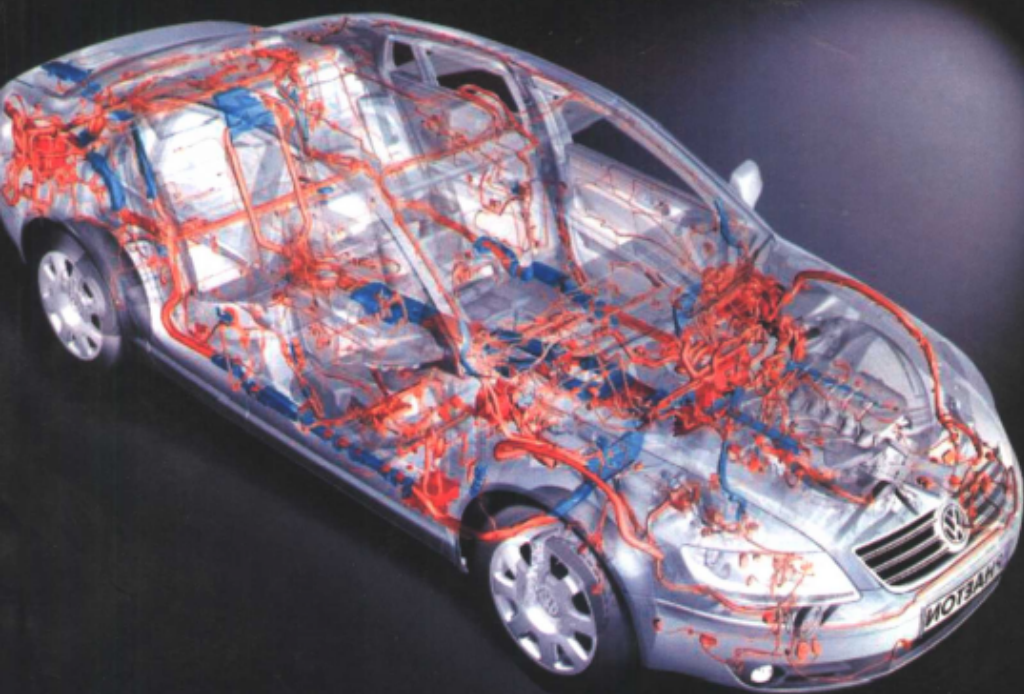
中央广播电视大学汽车维修(专科)系列教材

北京中德合力技术培训中心组编

QICHE DIANGONG DIANZI

JICHU DIAN LU FENXI

汽车电工电子 基础及电路分析



路 勇 主编

中央广播电视大学出版社

QICHE DIANGONGDIANZ JICHU JIDIAN LU FENXI

汽车电工电子基础及电路分析

网址 <http://www.crtvup.com.cn>

ISBN 7-304-03421-1



9 787304 034214 >

定价: 28.00 元

中央广播电视大学汽车维修（专科）系列教材
北京中德合力技术培训中心组编

汽车电工电子基础 及电路分析

路 勇 主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电工电子基础及电路分析/路勇主编. —北京:
中央广播电视大学出版社, 2005.9

(中央广播电视大学汽车维修(专科)系列教材)

ISBN 7-304-03421-1

I. 汽… II. 路… III. ①汽车—电工—电视大学—教材②汽车—电子技术—电视大学—教材③汽车—电路分析—电视大学—教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 112313 号

版权所有, 翻印必究。

中央广播电视大学汽车维修(专科)系列教材

北京中德合力技术培训中心组编

汽车电工电子基础及电路分析

路 勇 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-68519502 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 旷天鑑

责任编辑: 安 红

印刷: 北京集惠印刷有限责任公司

印数: 0001~1500

版本: 2005 年 10 月第 1 版

2005 年 10 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 19.75 字数: 451 千字

书号: ISBN 7-304-03421-1/G·1273

定价: 28.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

总 序

随着我国经济持续快速平稳发展,工业化、信息化水平不断提高,产业结构进一步升级优化,不仅需要一大批科技创新人才,而且需要数以千万计的技能型人才和高素质的劳动者队伍。目前,我国已经出现了技能型人才短缺的现象,一方面企业现有技术人员不能满足产业升级和技术进步的需要,另一方面技能型人才的教育培养滞后于市场需求。这种现象已经引起各级领导和社会各界广泛关注。就汽车维修行业而言,技能型人才短缺现象更为突出。据调查,随着汽车保有量的大幅度上升,全国汽车维修行业每年需要新增近30万从业人员。为此,教育主管部门和相关行业主管部门提出和实施了“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,旨在整合教育和行业资源,加大投入力度,改革教育培养模式,创新教学和培训方法,培养一大批适应我国经济建设需要、人才市场紧缺的技能型人才。

中央广播电视大学是面向全国开展现代远程教育的开放大学。中央电大和44所省级电大及其所属的分校、工作站、教学点,共同组成了目前世界最大的现代远程教育教学和管理系统。中央电大的主要任务,是为各类从业人员提供学习的机会和条件,为国家经济和社会发展培养应用型人才。我们有责任也有能力为技能型紧缺人才培养做出自己的贡献。近几年来,中央电大抓住国家大力发展现代远程教育这一有利时机,通过开展人才培养模式改革和开放教育试点项目,有效提升了办学综合实力和为社会提供教育服务的能力。截至2005年春,中央电大开放教育试点本专科累计注册学生超过200万人,毕业学生超过60万人;已构建了“天网地网结合、三级平台互动”的技术模式,建设了适应成人在职学习、学历非学历教育结合的课程体系;形成了资源共享、导学与自主学习相结合的教学模式和统一规范管理、分层组织实施、系统协同服务的管理模式及运行机制。

中央电大长期以来形成的一个重要办学特色,就是广泛地与政府部门、行业、企业、部队密切合作,为行业培养应用型人才。为服务于“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,中央电大经过考察、论证,选择北京中德合力技术培训中心和中国汽车工程学会作为合作伙伴,联合开办开放教育“汽车运用与维修专业”。这个专业既是高等专科学历教育,又是技能型人才的培养和培训。该专业根据汽车维修行业存在大量人才缺口,行业从业人员专业技术和学历层次偏低,高层次经营管理人才紧缺,一线操作工人技能水平较低的状况,有针对性地设置专业课程,安排教学内容和实训实习环节,培养具有良好的职业道德、专业的理论知识、实践技能和较强的实际工作能力,德、智、体全面发展的应用型人才。

2 汽车电工电子基础及电路分析

办好一个专业，开好一门课程，编写、使用合适的教材是前提。“汽车运用与维修专业”根据专业培养目标和远程开放教育的办学特点，按照课程一体化设计的要求，以文字教材为主体，辅助以音像教材、计算机课件和网上动态资源等多种媒体有机结合，并编写了相配套的教材。这套教材经过专家、学者多次论证和修订，其内容不仅注重学历教育的知识系统性，而且紧密结合汽车最新技术和发展趋势，具有技术的先进性和实用性。

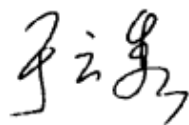
现在，中央电大“汽车运用与维修专业”各门课程的教材就要陆续出版了。看到已经编成的高质量教材，使我对办好这个专业更加充满信心。在此，我对参与课程设置和教学大纲论证、教材编写的专家、学者表示衷心的感谢！

当然，汽车技术进步和更新越来越快，我们的教材也需要不断修订与更新，以便能够与最新的技术保持同步。我祝愿同学们通过本套教材的学习，既能够系统掌握汽车维修知识，又能学到汽车工业的前沿汽车技术，迅速成长为一名具有较高水平的汽车运用与维修专业人员，为我国汽车工业的发展做出积极的贡献。

是为序。

中央广播电视大学党委书记、副校长

2005年8月



序

北京中德合力技术培训中心与中央广播电视大学、中国汽车工程学会合作，联合开办了中央电大“汽车运用与维修专业”，并受中央电大的委托，承担教学资源建设和教材编写任务。

“汽车运用与维修”并不是一个新的专业，国内很多院校都开设过，也编写和出版了众多专业方面的教材。但是在采用远程教育方式的广播电视大学开办这个专业尚属首次，中央电大开办这个专业的目的，是为了加速培养适应市场需求的汽车维修行业紧缺的技能型人才。而适用于远程教学需要的汽车维修专业教材，包括文字教材、音像教材以及多媒体课件和网络课件，都不是现有的汽车维修教材可以替代的。

另外，电大汽车运用与维修专业的学习对象是一个庞大的群体。它包括全国数百万汽车维修行业的从业人员，将要投身这个行业的高中、职高、技校的毕业生等。这个群体有文化基础差异大，工作岗位不同以及学习时间不一样等特点。这就决定了这套汽车维修教材要能满足全日制学习、业余学习以及自学的需要，同时能满足短期专题技术培训、现场培训的需要。

这套符合电大教学特色的学历教育系列教材是北京中德合力技术培训中心组织清华大学、北京理工大学、北京交通大学、北京联合大学等高等院校的教授和北京汽修行业的专家进行大纲论证和教材编写的。

这套教材的具体特征是具备知识和技术的先进性、系统性和实践性。

先进性。当代汽车制造业发展迅速，汽车技术的进步越来越快，新技术的运用也越来越多，高科技的含量也越来越高，因此教材编写内容必须突出汽车新技术的应用和发展趋势，使读者能掌握最新的知识和技术。

系统性。汽车维修专业课程的设置本身就具有系统性。作为专科学历教育的教材，注意了对学员进行系统的专业理论知识教育。但教材不是把理论知识教育作为重点，而是将重点放在技术应用方面。这样做有利于培养具有操作能力的技术人才。

实践性。教材编写注意了理论与实训结合，理论教材和实训教材由同一主编统一编写，同时出版，同步使用，使理论课和实训课有机结合起来，并在教学中实现边学习理论边动手操作，学理论时可结合实际操作，在实际操作中学理论。实践证明，这是培养技能型人才有效的方式。

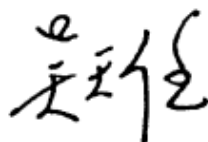
2 汽车电工电子基础及电路分析

高水平的编写团队为教材的成功提供了坚实的基础。这套系列教材的出版，是清华大学资深汽车专家庄人隽牵头的编写团队的成果。在此，对教材的主编及参编人员表示真诚的感谢！对参加教学计划的制订、大纲论证、教材评审的专家表示真诚的感谢！

希望这套系列教材能得到电大汽车维修专业教学人员及广大汽修行业从业人员的喜爱。当然，教材中难免有疏漏和不足之处，希望广大读者提出宝贵意见，便于我们修改完善。

北京中德合力技术培训中心名誉理事长

2005年8月



内 容 简 介

本书是中央广播电视大学人才培养模式改革和开放教育试点汽车运用与维修专业汽车维修方向（专科，课程开放）的系列教材之一，为必修技术基础课“汽车电工电子基础及电路分析”的指定教材。

本书在电路电子基础内容的选择上，考虑了汽车电器的主要特点，选择与汽车相关的内容，其中的应用实例也选择了汽车的实际应用电路。

本书的主要内容包括电工电子的基础知识、电子电路的基本分析方法及基本应用知识。通过本课程的学习，要求学生掌握电路分析的一般方法以及电子技术的一般分析方法，对汽车的基本应用电路具有初步的认识和分析能力，为后续学习“汽车电器”和“汽车电子控制技术”打下良好的基础。

前 言

“汽车电工电子基础及电路分析”是中央广播电视大学人才培养模式改革和开放教育试点汽车运用与维修专业汽车维修方向（专科，课程开放）的统设必修技术基础课。要想很好地掌握电工电子基础及电路分析，除了掌握电路的基本原理、基本器件的原理、电子电路的基本组成及分析方法外，还要掌握电子器件及基本电路的应用技术，强调理论知识与实践的有机结合。

由于科学技术的飞速发展，社会对人才的要求也越来越高，不仅要求具有丰富的知识，还要求人才具有更强的对知识的运用能力及创新能力，以适应新形势的要求。

本着理论与实践相结合的宗旨，我们在编写本课程的文字主教材《汽车电工电子基础及电路分析》的同时，编写了《汽车电工电子基础及电路分析实训》，并在课程设置上实现理论课与实训的融合。

本书由路勇主编。全书共分为 11 章，其中第 1, 2, 4, 5, 6, 7 章由路勇编写，第 3, 8, 9, 10, 11 章由宁智编写。内容覆盖了电子信息类课程中的电路分析、电子技术、测试技术、微机原理等多门课程的基本内容。

本书在编写过程中始终得到中德合力技术培训中心的大力支持。在此，对上述所有帮助过我们的同志表示深切的谢意！

由于时间紧迫，加之编者水平所限，书中难免有不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 7 月于北京交通大学

目 录

第1章 电路的基本定律与分析方法	(1)
1.1 电路的基本概念	(1)
1.1.1 电路与电路模型	(1)
1.1.2 电流、电压及其参考方向	(2)
1.1.3 电路中的功率	(5)
1.2 电路的基本元件	(7)
1.2.1 电阻元件	(7)
1.2.2 电容元件	(11)
1.2.3 电感元件	(14)
1.2.4 电源	(17)
1.3 电路的基本定律	(23)
1.3.1 欧姆定律	(23)
1.3.2 基尔霍夫定律	(24)
1.4 电路的分析方法	(26)
1.4.1 电路的等效化简	(26)
1.4.2 支路电流分析法	(32)
1.4.3 节点电压分析法	(33)
1.4.4 叠加原理	(33)
1.4.5 戴维南定理与诺顿定理	(37)
第2章 正弦交流电路	(42)
2.1 正弦交流电的基本概念	(42)
2.1.1 正弦量的三要素	(43)
2.1.2 正弦量的有效值	(45)
2.1.3 正弦量的相量表示法	(45)
2.2 单一参数的正弦交流电路	(49)
2.2.1 电阻元件的正弦交流电路	(49)
2.2.2 电感元件的正弦交流电路	(50)
2.2.3 电容元件的正弦交流电路	(54)

2 汽车电工电子基础及电路分析

2.3 R, L, C 串联的正弦交流电路	(57)
2.3.1 电压与电流的关系	(57)
2.3.2 功率	(60)
2.4 正弦交流电路的分析	(63)
2.4.1 阻抗的串联	(63)
2.4.2 阻抗的并联	(64)
2.4.3 一般正弦交流电路的分析和计算	(65)
2.5 三相正弦交流电路	(67)
2.5.1 三相电压	(67)
2.5.2 负载星形连接的三相电路	(71)
2.5.3 负载三角形连接的三相电路	(74)

第3章 磁路与电机

(77)

3.1 磁路	(77)
3.1.1 磁路问题中的几个物理量	(77)
3.1.2 铁磁物质的磁化曲线	(79)
3.2 磁路的运算	(81)
3.2.1 磁阻	(81)
3.2.2 串联和并联磁路	(83)
3.3 交流电机	(86)
3.3.1 三相同步发电机	(86)
3.3.2 三相异步电动机	(100)

第4章 半导体器件及其基本电路

(107)

4.1 半导体二极管及应用电路	(107)
4.1.1 半导体二极管的结构原理	(107)
4.1.2 半导体二极管的伏安特性曲线	(107)
4.1.3 半导体二极管的实物图	(109)
4.1.4 半导体二极管的参数	(109)
4.1.5 二极管的种类	(110)
4.1.6 半导体二极管的型号	(110)
4.1.7 稳压二极管	(112)
4.1.8 半导体二极管的应用	(114)
4.2 半导体三极管	(117)
4.2.1 双极型半导体三极管的结构	(117)

4.2.2	双极型半导体三极管的电流分配与控制	(117)
4.2.3	半导体三极管的电流关系	(119)
4.2.4	双极型半导体三极管的特性曲线	(119)
4.2.5	半导体三极管的实物图	(121)
4.2.6	半导体三极管的参数	(121)
4.2.7	半导体三极管的型号	(122)
4.3	半导体三极管的应用	(123)
4.3.1	放大器的基本概念	(123)
4.3.2	三极管的基本放大电路	(126)
4.4	场效应管及其放大电路	(136)
4.4.1	绝缘栅场效应管的工作原理及特性	(136)
4.4.2	结型场效应管的工作原理及特性	(139)
4.4.3	场效应管的参数和型号	(141)
4.4.4	三极管和场效应管的比较	(142)
4.4.5	场效应管的使用注意事项	(142)
4.4.6	场效应管的基本放大电路	(143)
4.4.7	场效应管的其他应用	(148)
4.5	晶闸管及其放大电路	(151)
4.5.1	晶闸管原理	(151)
4.5.2	晶闸管的应用	(153)
4.5.3	晶闸管的保护	(154)
4.5.4	应用举例——电瓶充电电路	(155)
4.6	放大电路中的负反馈	(155)
4.6.1	反馈的基本概念	(155)
4.6.2	反馈的基本方程	(157)
4.6.3	四种负反馈类型的分析	(159)
4.6.4	负反馈对放大电路性能的影响	(163)
第5章	模拟集成运算放大器	(168)
5.1	模拟集成运算放大器概述	(168)
5.1.1	集成运算放大器的组成及特点	(169)
5.1.2	集成运算放大器的主要参数	(170)
5.1.3	线性应用及理想运放模型	(172)
5.2	基本运算电路	(173)
5.2.1	比例运算电路	(174)

5.2.2	加减运算电路	(177)
5.2.3	积分运算和微分运算电路	(180)
5.3	集成运算放大器的非线性应用	(184)
5.3.1	单门限比较器	(184)
5.3.2	迟滞比较器	(187)
5.4	应用举例(温度测控系统)	(188)
第6章	直流稳压电源	(191)
6.1	直流稳压电源的组成原理	(191)
6.2	整流电路	(191)
6.3	滤波电路	(194)
6.4	稳压电路	(195)
6.4.1	引起输出电压不稳定的原因	(195)
6.4.2	稳压电路的技术指标	(196)
6.4.3	硅稳压二极管稳压电路	(197)
6.4.4	线性串联型稳压电源	(198)
6.4.5	三端集成稳压器	(200)
第7章	数字电子电路	(202)
7.1	数字电路基础	(202)
7.1.1	数制与编码	(202)
7.1.2	基本逻辑运算和逻辑门	(206)
7.1.3	逻辑代数基本运算规则和基本定律	(209)
7.1.4	逻辑函数的化简及其变换	(211)
7.2	集成逻辑门	(215)
7.2.1	基本门电路	(216)
7.2.2	TTL 与非门电路	(218)
7.2.3	CMOS 门电路	(221)
7.3	组合逻辑电路	(223)
7.3.1	组合逻辑电路的分析	(223)
7.3.2	组合逻辑电路的设计	(225)
7.3.3	常用中规模组合逻辑电路	(226)
7.3.4	常用组合电路模块的应用	(230)
7.4	集成触发器	(233)
7.4.1	触发器的分类	(233)

7.4.2 集成触发器的主要电参数	(234)
7.4.3 常用的触发器	(235)
7.5 时序逻辑电路	(238)
7.5.1 时序逻辑电路的特征	(238)
7.5.2 计数器	(239)
7.5.3 寄存器	(242)
7.6 应用举例	(243)
7.6.1 原理框图	(243)
7.6.2 基本原理	(244)
第8章 波形的产生与变换	(246)
8.1 正弦波振荡电路	(246)
8.1.1 产生正弦波的条件	(246)
8.1.2 RC 正弦波振荡电路	(247)
8.1.3 LC 正弦波振荡电路	(248)
8.1.4 石英晶体振荡电路	(252)
8.2 555 定时器及其应用	(253)
8.3 多谐振荡器	(256)
8.3.1 用门电路构成的多谐振荡器	(256)
8.3.2 石英晶体多谐振荡器	(257)
8.3.3 用 555 定时器构成的多谐振荡器	(257)
第9章 信号的测量与调理	(259)
9.1 概 述	(259)
9.2 测量中的误差	(260)
9.2.1 测量误差产生的原因及其分类	(260)
9.2.2 误差的各种表示方法	(260)
9.2.3 控制测量误差的方法	(261)
9.3 非电量的检测——传感器	(262)
9.3.1 应变电阻传感器	(262)
9.3.2 热电传感器	(263)
9.3.3 汽车用主要传感器	(264)
9.4 有源滤波器	(267)
9.4.1 一阶有源低通滤波器	(268)
9.4.2 一阶有源高通滤波器	(268)

9.5 信号测量电路	(269)
9.5.1 测量放大器	(269)
9.5.2 直流电流测量电路	(270)
9.5.3 交流电压测量	(271)
9.5.4 交流电流测量	(271)
9.5.5 电桥放大器	(272)
第 10 章 数据采集与测试	(273)
10.1 典型的测控系统组成	(273)
10.2 模拟开关	(273)
10.2.1 单管 MOS 传输门模拟开关	(274)
10.2.2 CMOS 传输门和 CMOS 模拟开关	(274)
10.2.3 MOS 模拟开关的应用举例	(275)
10.3 采样保持电路	(276)
10.3.1 采样定理	(276)
10.3.2 取样—保持 (S/H) 电路	(276)
10.4 数模 (D/A) 以及模数 (A/D) 转换器	(277)
10.4.1 A/D, D/A 转换器的选择	(277)
10.4.2 D/A 转换的原理	(279)
10.4.3 A/D 转换的原理	(282)
10.5 非电量测控系统实例	(285)
第 11 章 汽车电子控制技术基础	(290)
11.1 微型计算机的基本组成和工作过程	(290)
11.1.1 计算机发展	(290)
11.1.2 微型计算机的组成	(290)
11.1.3 微型计算机的工作过程	(291)
11.1.4 微型机的主要技术指标	(293)
11.2 微型计算机的硬件系统	(294)
11.3 微型计算机的软件系统及应用	(295)
11.3.1 一般微机软件系统	(295)
11.3.2 专用微机的软件系统	(295)
11.4 汽车微机系统应用实例	(297)
参考文献	(299)

第 1 章 电路的基本定律与分析方法

随着现代科技的发展以及社会的进步,越来越多的电工电子产品进入人们家庭,电工电子技术越来越深刻地影响着人们的生活。尤其是汽车进入家庭以来,为了更好地使用和维护汽车的电器部分,应该懂得一些电工电子技术的基础知识,学会阅读汽车电器产品说明书上的电路图,并学会发现和解决电路的一些常见问题。

1.1 电路的基本概念

要研究电路的基本构成及规律,首先要了解什么是电路、电路图以及电路分析。所谓电路就是为了实现某种电气需要,将一定数量的电气设备和电路元器件按照一定的方式用导线连接起来而构成的电流通路。

所谓电路图就是将构成电路的所有元器件,用特定方式和图形符号以及连线表示,用来描述元器件之间的相互关系,并表明电路的工作原理的图形。

电路分析,就是在已知电路的结构和元件的参数下,研究电路的激励与响应的关系。本章就是介绍电路的基本规律和分析方法。

1.1.1 电路与电路模型

电路的应用遍及各个领域,电路的功能也各不相同,但电路的作用大体分为:

- (1) 提供能量,例如各种供电电路。
- (2) 传送和处理信号,例如电话线路、扩音器等。
- (3) 测量电量,例如万用表中,用来测量电压和电流的电路。
- (4) 存储信息,例如计算机以及手机等电子产品的存储电路,用来存放数据及程序。

以上的例子中,尽管电路的形式多种多样,功能也各不相同,但他们是受共同的基本规律支配的,正是在这种共同基本规律的基础上,形成了“电路理论”这一重要学科。“汽车电工电子及电路分析”中的电路分析部分就来源于“电路理论”。通过这部分的学习,使学生掌握电路的基本理论及分析方法,为后续学习“汽车电器”、“汽车电子控制系统”等专业课打下理论基础。

实际应用电路均为电路元器件相互连接而构成,常用的元器件有电阻器、电容器、线圈、变压器、晶体管、电源等。电路图根据对象不同、用途不同有不同的表现形式。如:实际电路图、电器图、电路模型(电路图)、印刷电路板制作图以及工艺安装图等。如图 1-1