

全国汽车维修工等级考试配套教材

汽车维修电工 等级考试教材 中级

王海林 李 君 主编

全国汽车维修工等级考试配套教材

汽车维修电工等级考试教材

(中级)

主 编 王海林 李 君

参 编 赵 新 吕恩利 罗 阔 张 毅



机械工业出版社

本书为汽车维修电工(中级工)职业技能等级考试的配套教材,主要内容有汽车电工基础、蓄电池、充电系统、电子式及计算机控制点火系统、暖风和通风系统、辅助电器系统、汽车空调和巡航控制系统。

本教材可作为汽车维修电工中级工的培训教材,也可供汽车有关维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修电工等级考试教材:中级/王海林,李君
主编. —北京:机械工业出版社,2009.8
全国汽车维修工等级考试配套教材
ISBN 978-7-111-27911-2

I. 汽… II. ①王…②李… III. 汽车—电气设备—维修—水平考试—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 130744 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐 巍 责任编辑:高金生

版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:姚 毅 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·11.25 印张·216 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27911-2

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379368

封面无防伪标均为盗版

全国汽车维修工等级考试配套教材编委会

主任：刘仲国

成员：王海林 赵祚喜 刘庆庭 朱余清 赵 新
李 庆 何效平 罗 阔 杨均忠 黄燕娟
毛彩云 刘 星 林彩霞 武 涛 陈学琛
张永博 张 毅 张建莉 李 君 吕恩利
黎 锋 黄伟强

编 者 的 话

1998 年国家劳动部、交通部颁发了《国家职业技能鉴定规范(汽车维修工)》(考核大纲)。根据广东省和广州市 1992 年以来职业技能鉴定工作实施的情况,我们精心编写了汽车维修工等级培训系列教材。经过多年的使用和多次改进,这套教材具有良好的培训效果和可操作性。应广大读者要求,本系列教材在 2004 年出版的《全国汽车维修工等级考试配套教材》(4 册)基础上扩展而成。

随着汽车高新技术和电子控制技术的迅速发展,汽车的专业知识发生了深刻的变化,传统的各类汽车培训教材已远远不能适应形势的要求。本系列教材为了适应这一需求,在内容上作了更深入的改进。在介绍传统汽车专业知识的基础上,突出介绍当代先进汽车,尤其是轿车的专业知识。其中包括电子和计算机的基础知识,现代汽车电子控制技术,现代汽车检测和诊断技术,汽车环境污染及控制,交通安全及对策,未来汽车以及汽车服务工程等最新的专业知识。

本系列教材针对不同层次工人的特点,力求做到在内容的编排上,由浅入深,避免内容重复,同时具有连贯性和完整性。尽可能地多采用直观图形和简洁文字,做到通俗易懂,图文并茂,易为广大汽车维修工人所理解和接受。

本系列教材共 14 册:

- 第一册 汽车维修工等级考试指南
- 第二册 汽车维修工等级考试教材(初级)
- 第三册 汽车维修工等级考试教材(中级)
- 第四册 汽车维修工等级考试教材(高级)
- 第五册 汽车维修工等级考试教材(技师 高级技师)
- 第六册 汽车维修电工等级考试教材(初级)
- 第七册 汽车维修电工等级考试教材(中级)
- 第八册 汽车维修电工等级考试教材(高级)
- 第九册 汽车维修电工等级考试教材(技师 高级技师)

第十册 汽车维修钣金工等级考试教材(初级 中级 高级)

第十一册 汽车维修漆工等级考试教材(初级 中级 高级)

第十二册 汽车美容装饰工等级考试教材(初级 中级 高级)

第十三册 汽车空调维修工等级考试教材(初级 中级 高级)

第十四册 汽车维修检验工等级考试教材(初级 中级 高级)

为了便于学习,每册教材均配备有画面生动、语音清晰的 VCD 光盘。

前 言

本书是根据全国汽车维修电工等级考试大纲编写的，内容力求少而精，突出知识和技能相结合。全书共分8章，详细地介绍了汽车电工基础、蓄电池、充电系统、电子式和计算机控制的点火系统、暖风和通风系统、辅助电器系统、汽车空调、巡航控制系统的基本结构与原理、检测维修方法等。

本书由华南农业大学车辆工程系组织编写，王海林、李君任主编，王海林统稿。具体分工为：王海林编写第一章、第二章；李君编写第三章、第八章；张毅编写第四章；吕恩利编写第五章；罗阔编写第六章；赵新编写第七章。

在本书的编写过程中，得到了广东省职业技能鉴定所、华南农业大学车辆工程系各位老师的大力支持，罗彩茹、刘汉辉两位研究生也参加了本书的编写工作，在此谨致深切的谢意。

由于编写人员水平有限，疏漏和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

编者的话

前言

第一章 汽车电工基础	1
第一节 直流电路	1
一、电阻的串联与并联	1
二、基尔霍夫定律	3
三、支路电流法与节点电压法	4
四、戴维宁定理与诺顿定理	5
第二节 正弦电压与电流	8
一、正弦量的三要素	8
二、电阻、电感与电容元件	10
三、电阻、电感与电容元件的交流电路	14
第二章 蓄电池	17
第一节 蓄电池的构造	17
一、极板和极柱	17
二、隔板	18
三、电解液	18
四、外壳	19
五、连条	19
第二节 蓄电池的性能参数	19
一、额定容量	20
二、起动容量	20
三、储备容量	20
第三节 蓄电池故障诊断与维修	21
一、极板硫化	21
二、活性物质脱落	21
三、极板栅架腐蚀	22
四、极板短路	22

五、自行放电	23
第三章 充电系统	24
第一节 概述	24
第二节 充电指示灯控制电路	24
一、发电机中性点电压继电器控制	24
二、发电机端电压继电器控制	26
三、发电机端电压直接控制	27
第三节 充电系统保护电路	28
一、磁场继电器保护电路	29
二、过电压保护电路	30
第四节 计算机控制充电系统	33
一、计算机控制充电系统工作原理	33
二、计算机控制充电系统实例	35
第五节 充电系统故障诊断与维修	39
一、故障诊断基本方法	39
二、计算机控制充电系统诊断方法	39
三、常见故障诊断与排除	40
第四章 电子式和计算机控制的点火系统	44
第一节 概述	44
第二节 电子式点火系统	47
一、电子点火系统的组成	47
二、电子点火系统的分类	48
三、电磁感应式电子点火系统	48
四、霍尔式电子点火系统	51
第三节 计算机控制点火系统	55
一、计算机控制点火系统的组成	55
二、点火控制	56
三、无高压线点火系统	58
第四节 常见故障诊断与维修	59
一、电磁感应式电子点火系统的故障检查	59
二、电磁感应式无触点点火系统常见故障、原因及排除方法	61
三、霍尔式电子点火系统的故障检查	62
四、霍尔效应式无触点电子点火系统的故障诊断与检查	63

第五章 暖风和通风系统	67
第一节 概述	67
一、暖气系统	67
二、通风及空气净化系统	71
第二节 系统构造与原理	72
一、自然通风系统	72
二、风扇强制通风系统	73
三、加热器	74
四、风道控制	75
第三节 常见故障的诊断与维修	76
一、加热器渗漏	76
二、加热不足	77
三、除霜系统不能正常工作	79
第六章 辅助电器系统	81
第一节 风窗刮水器、洗涤器与除霜器	81
一、电动刮水器	81
二、风窗玻璃洗涤器	84
三、风窗除霜器	85
第二节 电动门窗与后视镜	85
一、电动门窗	85
二、电动后视镜	86
第三节 电动座椅	87
一、电动座椅的结构与工作原理	87
二、电动座椅的电子控制系统	88
第四节 其他辅助电器	89
一、电动车顶	89
二、车用天线	90
三、汽车点烟器	91
四、安全带及安全气囊	91
第五节 电动刮水器的故障诊断与检修	96
一、刮水器的常见故障与排除	96
二、刮水器主要部件的检修	96
第六节 洗涤器的故障诊断与检修	97

一、不喷液故障的诊断与排除方法	98
二、洗涤器其他故障的诊断与排除	99
第七节 除霜器的故障诊断与检修	99
第八节 电动门窗控制电路的故障诊断与检修	99
一、电动门窗系统的故障检修方法	99
二、电动天窗主要部件的检修	100
第九节 电动后视镜的故障诊断与检修	101
一、电动后视镜的故障检测	101
二、电动后视镜主要部件的检修	101
第十节 其他辅助电器系统的常见故障诊断与检修	104
一、电动座椅的故障诊断与排除	104
二、电动车顶的故障诊断与排除	105
三、电动后视镜的故障诊断与排除	105
四、起动机预热装置	105
五、汽车安全与防盗报警装置	105
六、汽车音响装置	107
第七章 汽车空调	109
第一节 概述	109
第二节 汽车空调系统的组成、结构与原理	109
一、制冷系统	111
二、采暖系统	111
三、操纵控制系统	111
第三节 常用汽车空调检测器具	112
一、歧管压力表	112
二、检漏设备	113
三、制冷剂罐注入阀	115
第四节 空调装置的安装	115
一、压缩机	115
二、冷凝器	117
三、蒸发器	119
四、储液干燥器	119
五、膨胀阀	120
六、暖风装置	122
第五节 空调系统的检查	123

一、制冷系统的抽真空、注液和检漏	123
二、压缩机的检修	127
三、热交换器的检修	132
四、膨胀阀的检修	133
五、储液干燥器的检修	134
六、电路检修	135
第六节 空调系统的典型故障诊断与检修	142
第八章 巡航控制系统	148
第一节 概述	148
第二节 巡航控制系统的结构与原理	148
一、巡航控制系统的特点	148
二、巡航控制系统的工作原理与组成	149
三、真空式巡航执行器	152
四、电动机式巡航执行器	152
第三节 巡航控制系统的故障诊断与检修	155
一、巡航控制系统的自诊断测试	156
二、控制开关电路的检查	161
三、位置传感器电路的检修	161
四、车速传感器电路的检修	163
五、巡航控制系统执行器的检修	163
六、安全电磁离合器电路的检修	164
七、制动灯开关电路的检查	165
参考文献	167

第一章 汽车电工基础

第一节 直流电路

一、电阻的串联与并联

在电路中，电阻的连接形式是多种多样的，其中最简单和最常见的是串联和并联。

1. 电阻的串联

把两个或两个以上电阻依次连接，组成一条无分支电路，这样的连接方式叫做电阻的串联，如图 1-1a 所示。电阻的串联具有以下几个性质：

(1) 流过串联电路中每个电阻的电流都相等，即

$$I = I_1 = I_2 = \cdots = I_n \quad (1-1)$$

式中的脚标 1, 2, $\cdots$, n 分别表示第 1, 第 2, $\cdots$, 第 n 个电阻(以下相同)。

(2) 串联电路两端的总电压等于各个电阻两端的分电压之和，即

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n \quad (1-2)$$

(3) 串联电路的总电阻可以用等效电阻来代替，如图 1-1b 所示。它等于各串联电阻之和，即

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (1-3)$$

串联电路还有以下几个重要的推论：

(1) 根据欧姆定律 $U = IR$, $U_1 = I_1 R_1$, $\cdots$, $U_n = I_n R_n$ 及式(1-1)可得到下式，即

$$\frac{U_1}{U_n} = \frac{R_1}{R_n} \quad (1-4)$$

式(1-4)表明，在串联电路中，各电阻上分配的电压与电阻值成正比，即电阻越大的电阻分配到的电压越大；反之电压越小。这是串联电路性质的重要推论，应用很广。

(2) 如果串联了 n 个电阻值均为 R_0 的电阻，则由式(1-2)和式(1-3)可知

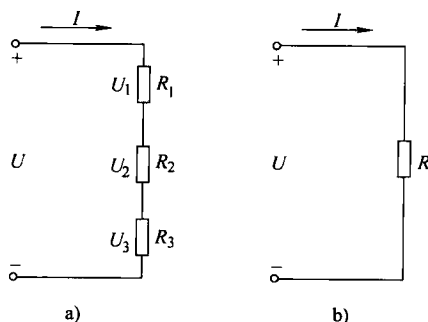


图 1-1 电阻的串联

a) 电阻的串联 b) 等效电阻

$$R = nR_0 \quad (1-5)$$

(3) 若串联电路由两个电阻 R_1 和 R_2 组成, 且已知串联电路的总电压, 则式(1-4)可写成:

$$U_1 = \frac{R_1 U}{R_1 + R_2}, \quad U_2 = \frac{R_2 U}{R_1 + R_2} \quad (1-6)$$

式(1-6)通常被称为串联电路的分压公式。

在实际的工作中, 电阻串联的应用很多。例如, 在负载的额定电压低于电源电压的情况下, 通常需要与负载串联一个电阻, 以降低一部分的电压。有时为了限制负载中通过过大的电流, 也可以与负载串联一个限流电阻。需要调节电路中的电流时, 一般也可以在电路中串联一个变阻器来进行调节。另外, 改变串联电阻的大小以得到不同的输出电压, 这也是经常见的。

2. 电阻的并联

把两个或两个以上电阻连接在两个公共的节点之间, 承受同一电压, 这样的连接方式叫做电阻的并联, 如图 1-2a 所示。电阻的并联具有以下几个性质:

(1) 并联电路中各电阻两端的电压都相等, 且等于电路两端的电压, 即

$$U = U_1 = U_2 = \cdots = U_n \quad (1-7)$$

(2) 并联电路两端的总电流等于各电阻两端的分电流之和, 即

$$I = I_1 + I_2 + \cdots + I_n \quad (1-8)$$

(3) 并联电路的总电阻(也称等效电阻, 如图 1-2b 所示)的倒数等于各并联电阻倒数之和, 即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-9)$$

并联电路有以下几个重要的推论:

(1) 根据欧姆定律 $U = IR$, $U_1 = I_1 R_1, \cdots, U_n = I_n R_n$ 及式(1-7)可得到下式, 即

$$\frac{I_1}{I_n} = \frac{R_n}{R_1} \quad (1-10)$$

式(1-10)表明, 在并联电路中, 各电阻上电流与电阻值成反比, 即电阻值越大的电阻分配到的电流越小; 反之电流越大。

(2) 如果并联了 n 个电阻值均为 R_0 的电阻, 则由式(1-8)和式(1-9)可知

$$R = \frac{R_0}{n} \quad (1-11)$$

(3) 若并联电路由两个电阻 R_1 和 R_2 组成, 且已知并联电路的总电流, 则

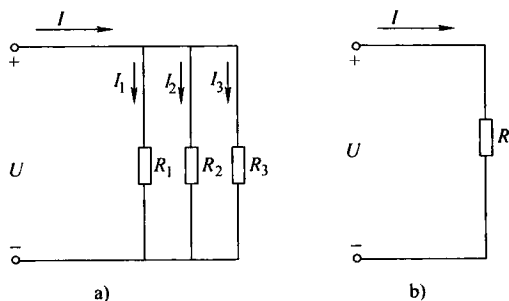


图 1-2 电阻的并联

a) 电阻的并联 b) 等效电阻

总电阻为

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1-12)$$

$$I_1 = \frac{R_2 I}{R_1 + R_2}, \quad I_2 = \frac{R_1 I}{R_1 + R_2} \quad (1-13)$$

式(1-13)通常被称为并联电路的分压公式。

在实际的工作中,电阻并联的应用很多,一般负载都是并联运用的。负载并联应用时,它们处于同一电压之下,任何一个负载的工作情况基本不受其他负载的影响,如汽车上的音响、空调以及各种照明灯等均是并联工作的。并联的负载电阻越多,则总电阻越小。有时为了某种需要,可将电路中的某一段与电阻或变阻器并联,以起分流或调节电流的作用。

二、基尔霍夫定律

在分析简单电路时,运用欧姆定律即可得到解决,但在实际工作中,常常会遇到比较复杂的电路,要分析这类电路问题就要依赖于基尔霍夫定律和欧姆定律的配合使用。基尔霍夫定律包括基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律。

电路中每一分支称为支路,一个支路中通过的电流为同一电流。

电路中三条或三条以上支路的连接点称为节点。在图 1-3 中有两个节点 a 和 b,而 c 和 d 则不被看作节点。

电路中任一个闭合路径称为回路,图 1-3 中有三个回路:cadbc、cabca 和 adba。

1. 基尔霍夫电流定律(KCL)

基尔霍夫电流定律是用来确定在同一节点上各支路电流之间关系的。由于电流的连续性,在电路任何点(包括节点在内)的截面上,均不能堆积电荷。因此,在任何一瞬时,流向某一节点的电流之和应该等于流出该节点电流之和。

在图 1-3 中,对于 a 节点可以写成

$$I_1 + I_2 = I_3$$

即

$$\sum I = 0$$

在任一瞬时,一个节点上电流的代数和恒等于零。如果规定参考方向向着节点的电流取正号,背着节点的电流取负号。

2. 基尔霍夫电压定律(KVL)

基尔霍夫电压定律是用来确定回路中各部分电压之间关系的。在任何一瞬时,对于电路中任一回路,沿任一指定方向(顺时针或逆时针)绕行一周,各部分电压的代数和恒等于零。

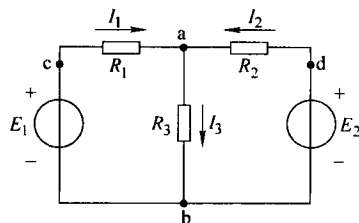


图 1-3 电路图示例

在图 1-3 所示的 cadbc 回路中, 画出图 1-4, 按顺时针方向绕行一周, 可列出

$$U_3 - U_4 + U_2 - U_1 = 0$$

$$\text{即} \quad \sum U = 0$$

正负号的确定方法如下: 首先规定绕行的方向为顺时针或逆时针方向, 各部分电压参考方向与绕行方向一致时取正号, 不一致者取负号。

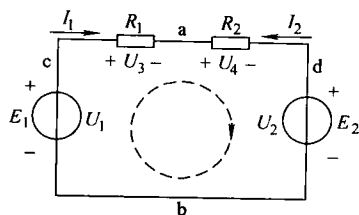


图 1-4 闭合回路

三、支路电流法与节点电压法

1. 支路电流法

所谓支路电流法(简称支路法), 就是以支路电流为未知量, 应用 KCL 和 KVL 分别对节点和回路列出所需要的方程, 而后求解出各未知支路电流。

用支路电流法解题的步骤为:

- (1) 选定各支路电流参考方向及回路绕行方向。
- (2) 设电路中有 n 个节点, 依 KCL 写出 $n-1$ 个独立节点电流方程。
- (3) 设电路中有 n 个节点, b 条支路, 选取独立回路, 依 KVL 写出 $b-(n-1)$ 个独立回路方程(或根据网孔数列回路方程)。
- (4) 对于含有纯电流源的支路, 写回路电压方程时, 设电流源的电压为未知量, 同时补充一个方程, 即电流源所在支路的支路电流应等于电流源的电流。
- (5) 联立上述独立方程, 求解方程组。

例 1-1 图 1-5 所示电路中, 已知 $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $E_1 = 140\text{V}$, $E_2 = 90\text{V}$, 试求各支路电流。

解: 由图 1-5 可知, 支路数 $b = 3$, 节点数 $n = 2$, 设各支路电流参考方向及回路绕行方向如图所示, 依 KCL 得

$$I_1 + I_2 = I_3$$

依 KVL 得

$$\text{回路 1:} \quad I_1 R_1 + I_3 R_3 - E_1 = 0$$

$$\text{回路 2:} \quad -I_2 R_2 - I_3 R_3 + E_2 = 0$$

代入已知数据, 即得

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_3 \\ 20I_1 + 6I_3 - 140 = 0 \\ -5I_2 - 6I_3 + 90 = 0 \end{cases}$$

解得

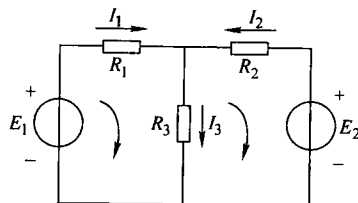


图 1-5 例 1-1 图

$$I_1 = 4\text{A}$$

$$I_2 = 6\text{A}$$

$$I_3 = 10\text{A}$$

对于比较复杂的电路, 求解其支路电流和电压时, 如果给定的电路回路多而节点少, 为了减少方程数目, 可引入节点电压法。

所谓节点电压法(简称节点法), 就是在给定的电路中, 任取一个节点作为参考节点, 即此节点为零电位, 其余各节点与参考点之间的电压就是该节点电位。设节点电位为未知量, 根据 KCL 列出各节点电流方程, 联解可求出各节点电位值。支路电流和电压可由欧姆定律求得。

2. 节点电压法

用节点电压法解题的步骤为:

(1) 设节点电位为未知量, 并任意指定一个节点为参考点。

(2) 依 KCL 写出独立节点电流方程。

(3) 联解求出节点电位后, 可依欧姆定律求支路电流。

例 1-2 如图 1-6 所示, 已知 $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 1\Omega$, $R_4 = 2\Omega$, $R_5 = 3\Omega$, $E_1 = 3\text{V}$, $E_2 = 13\text{V}$, 求 U_A 、 U_B 。

解: 图 1-6 电路有 3 个节点 A、B、C, 设 C 为参考点, 即 $U_C = 0$, 由 KCL 得

$$\text{A 点: } \frac{E_1 - U_A}{R_1} + \frac{U_B - U_A}{R_2} - \frac{U_A}{R_3} = 0$$

$$\text{B 点: } \frac{E_2 - U_B}{R_5} - \frac{U_B - U_A}{R_2} - \frac{U_B}{R_4} = 0$$

将已知量代入, 得

$$\text{A 点: } \frac{3 - U_A}{1} + \frac{U_B - U_A}{2} - \frac{U_A}{1} = 0$$

$$\text{B 点: } \frac{13 - U_B}{3} - \frac{U_B - U_A}{2} - \frac{U_B}{2} = 0$$

$$U_A = 2\text{V}$$

$$\text{解得 } U_B = 4\text{V}$$

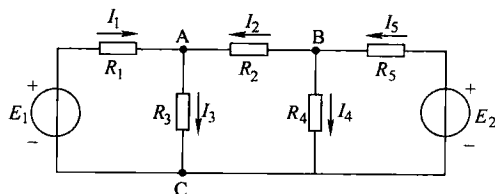


图 1-6 例 1-2 图

四、戴维宁定理与诺顿定理

1. 戴维宁定律

所谓戴维宁定律, 是指在线性电路中, 把待求的电流(或电压)所在的支路当作外电路(即负载)去掉, 剩下的部分看成一个有源二端网络, 然后将此有源二端网络用一个等效含源支路来代替, 如图 1-7 所示。该含源支路电压源的电压等于有源二端网络的开路电压; 该含源支路的电阻等于有源二端网络中全部独立