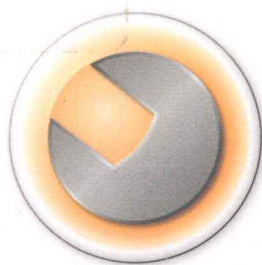


全国汽车维修工等级考试配套教材

汽车维修电工 等级考试教材

技师 高级技师

王海林 赵祚喜 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国汽车维修工等级考试配套教材

- 汽车维修工等级考试指南
- 汽车维修工等级考试教材(初级)
- 汽车维修工等级考试教材(中级)
- 汽车维修工等级考试教材(高级)
- 汽车维修工等级考试教材(技师 高级技师)
- 汽车维修电工等级考试教材(初级)
- 汽车维修电工等级考试教材(中级)
- 汽车维修电工等级考试教材(高级)
- 汽车维修电工等级考试教材(技师 高级技师)
- 汽车维修钣金工等级考试教材(初级 中级 高级)
- 汽车维修漆工等级考试教材(初级 中级 高级)
- 汽车美容装饰工等级考试教材(初级 中级 高级)
- 汽车空调维修工等级考试教材(初级 中级 高级)
- 汽车维修检验工等级考试教材(初级 中级 高级)

上架指导: 交通运输/汽车部件维修

地址: 北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心: (010)88361066
销售一部: (010)68326294
销售二部: (010)88379649
读者购书热线: (010)88379203

邮政编码: 100037
网络服务
门户网: <http://www.cmpbook.com>
教材网: <http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

定价: 42.00元

ISBN 978-7-111-33079-0



9 787111 330790 >

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

(技师 高级技师)

主 编 王海林 赵祚喜
参 编 李 君 吕恩利 左文林 刘楚玉



NLIC 2970777368



机械工业出版社

本教材为全国汽车维修电工(技师 高级技师)职业技能等级考试配套教材,以汽车电子控制基础、汽车故障诊断技术及汽车新技术为主要内容,包括数字电子技术基础、汽车计算机控制基础、汽车电子控制系统故障诊断方法、汽车电子控制系统的波形分析技术、CAN 总线及汽车网络故障诊断、OBDⅡ车载诊断系统、电动汽车基础共七章。

本教材以汽车高级维修电工从事汽车故障诊断维修所需基本知识和技能等为纲,可作为汽车维修电工技师、高级技师的培训教材,也可供汽车维修人员学习参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修电工等级考试教材:(技师、高级技师)/王海林,
赵祚喜主编. —北京:机械工业出版社,2011.1

全国汽车维修工等级考试配套教材

ISBN 978-7-111-33079-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 008199 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:何士娟

责任校对:樊钟英 封面设计:姚 毅

责任印制:乔 宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2011 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·16.5 印张·319 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33079-0

定价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服 务 中 心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面防伪标均为盗版

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 陈学深
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,使这套教材具有良好的培训效果和实际操作性。应广大读者要求,本系列教材在原 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地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。

本系列教材针对面向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。尽可能多地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)

前 言

本教材为全国汽车维修电工(技师 高级技师)职业技能等级考试配套教材,以汽车电子控制基础、汽车故障诊断技术及汽车新技术为主要内容,力求突出知识和技能相结合。本教材共分7章,包括数字电子技术基础、汽车计算机控制基础、汽车电子控制系统故障诊断方法、汽车电子控制系统的波形分析技术、CAN总线及汽车网络故障诊断、OBDⅡ车载诊断系统、电动汽车基础等。书末附录有技师论文写作与答辩等相关内容。

本书由华南农业大学车辆工程系组织编写,王海林教授统稿,王海林、赵祚喜任主编。全书的编写分工为:刘楚玉、王海林编写了第一、二章;王海林编写了第三章,其中李君编写了第四节;吕恩利、左文林、王海林编写了第四章;赵祚喜编写了第五、六章;李君编写了第七章。

本书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,还参考了大量文献,在此谨致衷心的感谢。

由于编写人员水平有限,疏漏谬误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

编者的话

前言

第一章 数字电子技术基础	1
第一节 数字电路基本知识	1
一、数制与编码	1
二、逻辑代数的基本运算	8
第二节 门电路	10
一、脉冲信号	10
二、分立元件门电路	11
三、集成门电路	14
第三节 组合逻辑电路	18
一、组合逻辑电路概述	18
二、编码器	21
三、译码器	25
第二章 汽车计算机控制基础	32
第一节 概述	32
第二节 汽车计算机控制系统	32
一、控制系统的一般构成	32
二、控制系统的特性与分类	34
第三节 控制单元	37
一、控制单元的硬件结构	37
二、控制单元的软件结构	43
三、控制单元的工作原理	45
第四节 传感器	46
一、传感器的组成与特性	46
二、传感器的分类	48
第五节 执行器	50
一、执行器的组成	50

二、执行器的分类	50
第六节 总线通信与控制器区域网络	51
一、控制器区域网络的结构	51
二、CAN 网络	54
三、多网络系统	55
第七节 自诊断与故障保护	56
一、自诊断原理	57
二、车载诊断系统	59
三、故障保护功能	59
第三章 汽车电子控制系统故障诊断方法	61
第一节 概述	61
第二节 汽车电子控制系统故障诊断基础	61
一、发动机电控系统检修注意事项	61
二、检测基本程序	62
三、故障模拟方法	64
第三节 汽车电控系统诊断基本方法	65
一、故障码诊断分析法	65
二、使用数字式万用表诊断电控系统故障	69
三、使用汽车故障诊断仪诊断电控系统故障(使用汽车仪表诊断电控系统故障)	71
四、使用汽车示波器诊断电控系统故障	74
五、使用数据流分析技术诊断电控系统故障	81
六、故障征兆表分析法	82
第四节 电控自动变速器的故障诊断	90
一、故障自诊断	90
二、常见故障诊断	91
第四章 汽车电子控制系统的波形分析技术	99
第一节 概述	99
一、常见波形术语	99
二、波形界面识别	100
第二节 汽车示波器及其应用	102
一、汽车示波器的结构与原理	102
二、汽车示波器的使用与维护	103
第三节 汽车典型传感器、执行器波形分析技术	106

一、空气流量计	106
二、进气压力传感器	112
三、温度传感器	114
四、节气门位置传感器	116
五、爆燃传感器	118
六、车速传感器	119
七、上止点(TDC)、曲轴(CKP)、凸轮轴(CMP)位置传感器	122
八、废气再循环阀位置传感器	129
九、喷油驱动器波形分析	130
十、点火系统波形分析	138
十一、控制阀波形分析	156
第五章 CAN 总线及汽车网络故障诊断	163
第一节 汽车总线概述	163
一、汽车总线发展概况	163
二、汽车总线分类	164
三、汽车网络系统组成	166
第二节 CAN 总线	167
一、CAN 总线概述	167
二、CAN 节点的分层结构	168
三、报文传送及其帧结构	169
四、CAN 总线控制器	172
五、上海大众波罗轿车的 CAN 总线网络实例	175
第三节 汽车网络故障诊断	177
一、检测方法	177
二、典型汽车总线诊断与维修案例	181
第六章 OBD II 车载诊断系统	186
第一节 概述	186
一、OBD 简介	186
二、OBD 的历史与现状	186
三、未来的 OBD III	188
第二节 OBD 相关术语和通信接口	188
一、OBD 中的相关术语	188
二、OBD II 标准、协议和通信	191

三、接口与安装位置	192
第三节 OBD II 系统监测	193
一、故障指示灯(MIL)	194
二、监测方式分类及操作模式	196
三、监测	196
第四节 OBD 系统的诊断功能	207
一、扫描工具	207
二、故障码分类及结构	209
三、故障诊断步骤	211
第七章 电动汽车基础	216
第一节 概述	216
第二节 电动汽车基础	216
一、电动汽车的特点	216
二、纯电动汽车	217
三、混合动力电动汽车	219
第三节 驱动电机系统与辅助能源	224
一、驱动电机系统	224
二、辅助能源	234
第四节 燃料电池电动汽车	238
一、燃料电池	238
二、燃料电池汽车分类	243
附录 技师论文写作与答辩	246
参考文献	252

第一章 数字电子技术基础

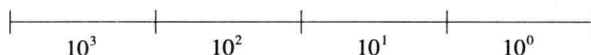
第一节 数字电路基本知识

一、数制与编码

1. 数制

(1) 十进制(基数 10)

对于十进制数而言, 每一位可能是 10 个不同的数, 这些数分别是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。多位数中每一位的加权因子是以 10 为底的幂指数。在一个 4 位的十进制数中, 最低有效位(最右)的加权因子是 10^0 ; 最高有效位(最左)的加权因子是 10^3 :



例 1.1 将十进制数 4623 表示成每一位的数乘以对应的加权因子的形式。

解

$$\begin{array}{rcll} 4 & 6 & 2 & 3 \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 4 \times 10^3 & 6 \times 10^2 & 2 \times 10^1 & 3 \times 10^0 \\ = & = & = & = \\ 4000 & 600 & 20 & 3 \end{array}$$

表示结果是:

(2) 二进制(基数 2)

在数字电子技术中, 由于仅使用数字“0”和“1”来表示两种不同的电平(比如,“1”表示 +5V,“0”表示 0V), 所以常采用二进制。二进制位的加权因子为 2 的幂(2 的乘方), 见表 1-1。

表 1-1 二进制位的加权因子——2 的乘方

								$2^0 = 1$
								$2^1 = 2$
								$2^2 = 4$
								$2^3 = 8$
								$2^4 = 16$
								$2^5 = 32$
								$2^6 = 64$
								$2^7 = 128$
128	64	32	16	8	4	2	1	
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	

例 1.2 将二进制数 1011.1010_2 转换为十进制数。注意下标 2 用来表示二进制数，大写字母 B 也用来表示二进制数，例如， $1010110B$ 。

解 每个二进制数乘以对应的加权因子，并将结果相加。因为 0 对求和没有作用，所以我们跳过对二进制位 0 的计算。

1	0	1	1	.	1	0	1	0	
									$1 \times 2^{-3} = 0.125$
									$1 \times 2^{-1} = 0.500$
									$1 \times 2^0 = 1$
									$1 \times 2^1 = 2$
									$1 \times 2^3 = 8$
									11.625 ₁₀

转换结果是：

例 1.3 将 133_{10} 转换为二进制数。

解 由表 1-1 可以看出，适合 133 的最大 2 的乘幂为 2^7 ($2^7 = 128$)，差值为 5 ($133 - 128 = 5$)。5 可以考虑为 2^2 与 2^0 的和 ($2^2 = 4, 2^0 = 1$)。转换过程如下：

133	$\rightarrow 2^7$	1	0	0	0	0	1	0	1
- 128	$\rightarrow 2^7$	1	0	0	0	0	1	0	1
5									
- 4	$\rightarrow 2^2$								
1									
- 1	$\rightarrow 2^0$								
0									

转换结果是： 10000101_2

注意：首先确定与已知数 133 对应的 2 的乘幂，然后其他位都填 0。

将十进制数转换为二进制数的另一种方法是长除法，就是反复除以基数直到商为 0。

例 1.4 将 122_{10} 转换为二进制数。

解

$122 \div 2 = 61$	余数 0 (LSB)
$61 \div 2 = 30$	余数 1
$30 \div 2 = 15$	余数 0
$15 \div 2 = 7$	余数 1
$7 \div 2 = 3$	余数 1
$3 \div 2 = 1$	余数 1
$1 \div 2 = 0$	余数 1 (MSB)

第一个余数是转换结果的最低有效位 (LSB)，最后的余数是最高有效位 (MSB)，因此答案为 1111010_2 。在 1111010_2 的前面加 0 不会改变它的值， $1111010_2 = 01111010_2$ 。

由于绝大多数计算机或数字系统采用 4 位、8 位、16 位或 32 位 (二进制数) 形式，所以我们将结果保存为对应的形式。

(3) 八进制(基数 8)

八进制是将每 3 个二进制数组合在一起的表示方式, 每一位允许使用的 8 个数为 0、1、2、3、4、5、6、7。计算机制造商常用 3 位二进制码来表示运行的指令和操作, 用八进制代替二进制, 可以简化计算机输入或输出指令操作, 节省时间。

通过表 1-2 我们可以看到, 当八进制数超过 7 时, 八进制数的最低有效位重置为 0 并向相邻的高位进 1。

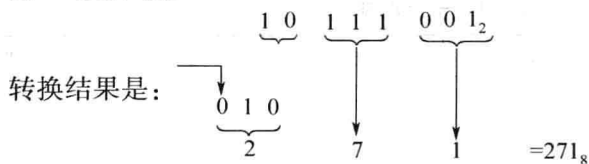
表 1-2 八进制

十 进 制	二 进 制	八 进 制	十 进 制	二 进 制	八 进 制
0	000	0	6	110	6
1	001	1	7	111	7
2	010	2	8	1000	10
3	011	3	9	1001	11
4	100	4	10	1010	12
5	101	5			

将二进制数转换为八进制数较容易, 将二进制数按每组 3 位分组(从最低有效位开始), 即可写出等值的八进制数。

例 1.5 将 10111001_2 转换为八进制数。

解 最前面加 0



用相反的过程可将八进制数转换为二进制数。

例 1.6 将 624_8 转换为二进制数。

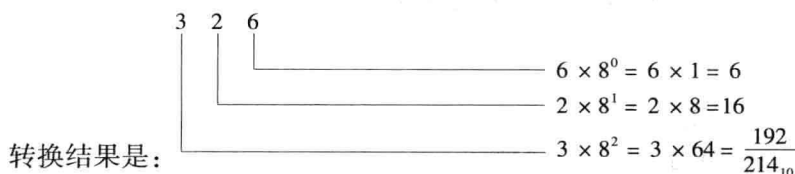
解

转换结果是: $\overbrace{110}^6 \quad \overbrace{010}^2 \quad \overbrace{100}^4 = 110010100_2$

从八进制数转换为十进制数, 与二进制转换为十进制相似。

例 1.7 将 326_8 转换为十进制数。

解



用长除法可将十进制数转换为八进制数。

例 1.8 将 486_{10} 转换为八进制数。

解

$$486 \div 8 = 60 \quad \text{余数 } 6(\text{LSB})$$

$$60 \div 8 = 7 \quad \text{余数 } 4$$

$$7 \div 8 = 0 \quad \text{余数 } 7(\text{MSB})$$

转换结果是: $486_{10} = 746_8$

(4) 十六进制(基数 16)

与八进制类似,十六进制使用位组合的方式来简化数字计算机中的输入指令、输出指令或数据表示。十六进制采用 4 位组合,因此,在计算机系统 8 位、16 位或 32 位指令或数据可以直接用 2 位、4 位或 8 位的十六进制代码表示,而不必使用一串很长的二进制数,见表 1-3。

十六进制允许的 16 个字符是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。通常采用下标 16 或字母 H 表示十六进制数($A7_{16}$ 或 $A7H$)。两位十六进制数用来表示 8bit(8 位),也叫做 1byte(1 字节),4bit(一个十六进制数)有时被称为半字节(nibble)。

将十六进制数转换为二进制数,是按每组 4 个二进制数分组(由最低有效位开始)并写出等值的十六进制数。

表 1-3 十六进制

十 进 制	二 进 制	十 六 进 制	十 进 制	二 进 制	十 六 进 制
0	0000	0	11	1011	B
1	0001	1	12	1100	C
2	0010	2	13	1101	D
3	0011	3	14	1110	E
4	0100	4	15	1111	F
5	0101	5	16	0001 0000	10
6	0110	6	17	0001 0001	11
7	0111	7	18	0001 0010	12
8	1000	8	19	0001 0011	13
9	1001	9	20	0001 0100	14
10	1010	A			

例 1.9 将 01101101_2 转换为十六进制数。

解

转换结果是: $\underbrace{0110}_6 \underbrace{1101}_D_2$, 即 $6D_{16}$

例 1.10 将 $A9_{16}$ 转换为二进制数。

解

转换结果是: $\overbrace{1010}^A \overbrace{1001}^9 = 10101001_2$

例 1.11 将 $2A6_{16}$ 转换为十进制数。

解

$$\begin{array}{rcl}
 \begin{array}{c} 2 \quad A \quad 6 \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \end{array} & \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} & \begin{array}{l} 6 \times 16^0 = 6 \times 1 = 6 \\ A \times 16^1 = 10 \times 16 = 160 \\ 2 \times 16^2 = 2 \times 256 = \frac{512}{678_{10}} \end{array}
 \end{array}$$

转换结果是:

用长除法可将十进制数转换为十六进制数。注意: 十进制数转换为任何其他数制时, 常用长除法。

例 1.12 将 498_{10} 转换为十六进制数。

解

$$498 \div 16 = 31 \quad \text{余数 } 2 (\text{LSB})$$

$$31 \div 16 = 1 \quad \text{余数 } 15 (= F)$$

$$1 \div 16 = 0 \quad \text{余数 } 1 (\text{MSB})$$

转换结果是: $498_{10} = 1F2_{16}$

2. 编码

数字系统中的信息可以分为两类, 一类是数值, 另一类是文字符号(包括控制符)。为了表达文字符号信息, 往往也采用一定位数的二进制数码表示, 这个特定的二进制码称为代码。建立这种代码与十进制数值、字母、符号的一一对应的关系称为编码。

若所需编码的信息有 N 项, 则需用的二进制数码的位数 n 应满足以下关系:

$$2^n \geq N$$

下面介绍几种常见的码。

(1) 二-十进制码(BCD 码)

在这种编码中, 用 4 位二进制数 $b_3b_2b_1b_0$ 来表示十进制数中的 0~9 十个数码。将十进制数的各位转换为对应的 4 位二进制码, 就得到 BCD 码。

例 1.13 将 496_{10} 转换为 BCD 码。

解

转换结果是: $\overbrace{0100}^4 \overbrace{1001}^9 \overbrace{0110}^6 = 0100 \ 1001 \ 0110_{\text{BCD}}$

其逆过程就是将 BCD 码转换为十进制码。

例 1.14 将 $0111 \ 0101 \ 1000_{\text{BCD}}$ 转换为十进制数。