



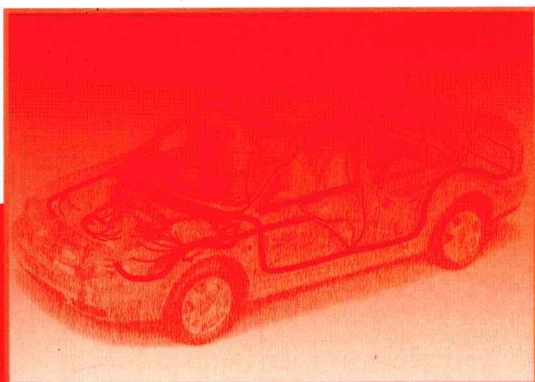
农村劳动力转移
再就业工程 职业技能培训用书

上岗培训

转岗培训

再就业培训

农村劳动力转移培训



王惠元 主编

汽车电气维修入门



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车电气维修 职业技能等级认定教材

理论知识

识图识图

电路识图

汽车电路故障诊断

王德元 主编



汽车电气维修入门



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

农村劳动力转移
再就业工程

职业技能培训用书

汽车电气维修入门

主 编	王惠元	
副主编	王 建	姜学俭
参 编	王振江	魏建国
	孙希岗	王金辉
主 审	张凯良	
参 审	樊合功	

机械工业出版社

本书主要内容有：汽车电气基础知识、汽车电源系统、汽车起动系统、汽车点火系统、汽车空调系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表及辅助电器的检修、汽车电路等内容。

本书可作为农村劳动力转移再就业工程职业技能培训用书，也可作为初学汽车电气维修人员及自学汽车电气维修人员的学习用书，还可供汽车维修技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

汽车电气维修入门/王惠元主编. —北京：机械工业出版社，2010.1

农村劳动力转移再就业工程职业技能培训用书

ISBN 978-7-111-28663-9

I. 汽… II. 王… III. 汽车—电气设备—车辆修理—技术培训—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 002915 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：朱 华 责任编辑：侯宪国 版式设计：霍永明

封面设计：姚 毅 责任校对：张 薇 责任印制：洪汉军

三河市国英印务有限公司印刷

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm·7.125 印张·1 插页·189 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-28663-9

定价：16.00 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

读者服务部：(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

为贯彻国务院《关于大力发展职业教育的决定》和“全国再就业会议”精神，实施“下岗失业人员技能再就业计划”，深入推动再就业培训，配合国家5年内对2000万下岗失业人员开展职业技能培训；为实施“农村劳动力技能就业计划”，促进农村劳动力转移培训，5年内对4000万进城务工的农村劳动者开展职业培训，使其提高职业技能后实现转移就业。我们精心策划了这套以《国家职业标准》各职业初级工要求为依据，适合下岗、转岗、再就业人员培训和农村劳动力转移培训的“上岗之路”系列丛书。

本丛书旨在通俗、易懂、实用，让有关人员通过学习本套丛书，了解相应职业的基本知识和基本操作技能，由“门外汉”变成“门内汉”，能够上岗操作。

本丛书自1998年以来陆续编写出版了《车工入门》、《钳工入门》、《铣工入门》、《磨工入门》、《电焊工入门》、《冷作、钣金工入门》、《电镀工入门》、《涂装工入门》、《冲压工入门》、《电机修理工入门》、《电工入门》、《维修电工入门》、《服装裁剪与缝制入门》等10余种。由于其通俗易懂、简单实用，深受广大下岗、转岗、再就业人员以及农民工的喜爱。到目前为止大部分已多次重印，其中《电焊工入门》已重印13次，发行了8万多册，被中国书刊发行业协会评为全国优秀畅销书。

由于本套丛书的畅销，一度被不法分子盗版多种，盗版书粗制滥造，错误百出。我们曾郑重声明，提醒广大读者在购买时注意鉴别机械工业出版社的防伪标识。

为满足下岗、转岗、再就业人员培训和农村劳动力转移培训的需求，为保证我们这套丛书与时俱进，有更强的生命力，我们



一方面正在补充编写急需的一些职业用书，另一方面也在着手修订已经出版的书。以使之更加有规模、成系列，更好地满足广大读者的需求，为培训技能型人才作出我们应有的贡献。

感谢大家选择机械工业出版社出版的正版“入门系列”丛书。同时我们在书末附有“读者信息反馈表”，欢迎广大读者多提宝贵意见，以便我们更好地为您服务。

机械工业出版社 技能教育分社

目 录

前言

第一章	汽车电气基础知识	1
第一节	基本物理量及其电路	1
第二节	电磁现象及其应用	3
第三节	汽车电气设备常用维修工具与检测仪器	9
第二章	汽车电源系统	15
第一节	汽车电源系统的组成与工作原理	15
第二节	电源系统主要部件的日常维护	39
第三节	汽车电源系统主要部件的检修	43
第四节	电源系统常见故障的检修	61
第三章	汽车起动系统	70
第一节	起动机的基础知识	70
第二节	起动机的工作原理与特性	74
第三节	起动机的检修、试验及维护	75
第四节	起动系统常见故障的检修	82
第四章	汽车点火系统	87
第一节	汽车传统点火系统的基本结构与 主要部件的检修	87
第二节	汽车传统点火系统的故障检修	92
第三节	电子点火系统的基本结构与主要部件的检修	100
第四节	电子点火系统常见故障的检修	104



第五节	汽车电子点火控制系统的基本结构 与主要部件的检修	108
第五章	汽车空调系统	112
第一节	汽车空调制冷系统的组成和维护	112
第二节	汽车空调制冷系统主要组成部件的检查与维护	118
第三节	汽车空调制冷系统常见故障的检修	124
第四节	汽车采暖系统	136
第五节	汽车空调系统常见故障的检修实例	140
第六章	汽车照明与信号系统	147
第一节	汽车照明系统	147
第二节	汽车照明系统的维护与检修	155
第三节	汽车信号与报警系统	159
第四节	汽车信号与报警系统的检修与维护	172
第七章	汽车仪表及辅助电器的检修	178
第一节	汽车仪表的检修	178
第二节	汽车辅助电器的检修	185
第八章	汽车电路	192
第一节	识读汽车电路图	192
第二节	汽车电路的组成和特点	194
第三节	汽车线路的检修与维护	197
第四节	汽车电路常见故障的检修	200
第五节	汽车电路的故障检修实例	201
第六节	汽车电气部分电路图	213
参考文献		221

第一章

汽车电气基础知识

第一节 基本物理量及其电路

一、基本物理量

1. 电阻

导体对它所通过的电流呈现阻力作用的能力，叫电阻。用 R 表示，其单位为 Ω 、 $k\Omega$ 和 $M\Omega$ 等，换算关系为： $1k\Omega = 10^3\Omega$ ， $1M\Omega = 10^3k\Omega$ 。

2. 电位、电压和电动势

(1) 电位 在电场力的作用下，单位正电荷从某一点移到参考点（零电位）所做的功叫做该点的电位，常用符号 V 表示，电位的单位为 V 。在汽车上一般规定机壳的电位为零电位，符号为 $\perp$ 。

(2) 电压 在电路中，由于电源的作用，电场力把正电荷从 a 点移到 b 点所做的功 W_{ab} 与被移动的电量 Q 的比值称为两点间的电压，用符号 U 表示，单位为 V 。

电压的正方向是从高电位指向低电位，即电压降低的方向。

(3) 电动势 在电源内部，电源力把正电荷从负极移到正极所做的功 W 与被移动的电量 Q 的比值叫做电源的电动势，用符号 E 表示，单位为 V 。

电动势的方向是从电源的负极指向正极，即电位升高的方向。电动势的方向与电压的方向相反。汽车用蓄电池的电动势一般为 $12V$ 和 $24V$ 。

3. 电流

电荷的定向运动称为电流，用 I 表示，其单位为 A 、 kA 、 mA 和 μA 等，换算关系为： $1kA = 10^3A$ ， $1mA = 10^{-3}A$ ， $1\mu A =$



10^{-3}mA 。

电流的方向规定为正电荷定向移动的方向，其大小可用电流表直接串联在电路中进行测量。

二、电路和电路图

1. 电路

电路即是电流流过的路径，它一般由电源、负载、导线、开关和保护装置等组成，如图 1-1 所示。

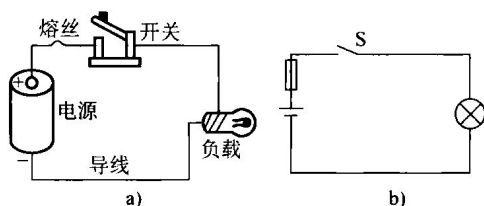


图 1-1 电路图

a) 实物接线图 b) 电路原理图

2. 电路原理图

电路原理图是把电路中的实物用简单的国家统一颁布的图形符号表示和绘制出来的电路连接图。

3. 单线制汽车电路

在汽车上，为了节省导线和便于维修等，电源和用电设备之间通常只用一根导线连接，另一根导线则用发动机、车架等金属机体代替而构成回路，这种连接方法称为单线制。采用单线制时，一般采用电源负极搭铁，而搭铁线必须牢靠。

三、电路的三种基本状态

1. 通路

通路就是电源和负载用导线连通构成的闭合回路，如图 1-2 所示。

通路状态根据电路负载的大小可分为满载、轻载和过载三种状态。负载在

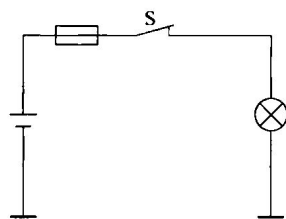


图 1-2 通路



额定功率下的工作状态叫满载；低于额定功率的工作状态叫轻载；高于额定功率的工作状态叫过载。因为过载很容易烧坏电气设备，所以一般不允许电路出现过载。

2. 断路

断路就是电源和负载用导线连通但未构成闭合回路，此时电路中无电流通过。断路可分为控制性断路和非控制性断路。控制性断路是人为根据需要利用开关将处于通路状态的电路进行切断，使电路处于断路状态；非控制性断路是非人为性地切断电路，使电路处于断路状态，如在单线制汽车电路中，电源与负载之间连线松动，负载与车架的金属导线搭铁不良等，如图1-3a所示。

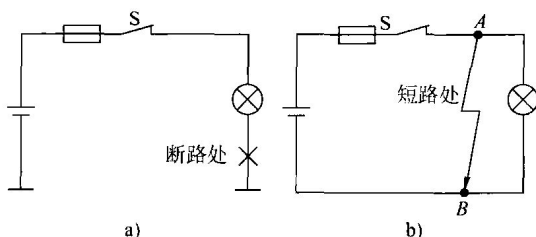


图 1-3 电路的断路和短路故障

a) 断路 b) 短路

3. 短路

短路就是电源未经过负载而直接由导线连通构成闭合回路，如图1-3b所示。这时回路中的电阻趋于零，而电流则趋于无穷大，因此可能烧坏导线，损坏电源及相关设备，影响电路工作，严重时易引起火灾，所以要尽量避免产生此类现象。

第二节 电磁现象及其应用

电与磁是共同存在密不可分的，电与磁密切相关的现象称为电磁现象。本节简要介绍电流的磁场、磁场对电流的作用和电磁感应现象等内容，为理解和掌握汽车电器的基本理论打下



基础。

一、磁铁与磁场

1. 磁铁

具有磁性的物质叫做磁铁。所有能被磁铁吸引的物质叫做铁磁物质或铁磁材料。磁铁分为天然磁铁与人造磁铁两大类。

(1) 磁极 磁铁的两端磁性最强，这两端叫做磁极。磁极具有指向南北的性质。通常把指向南端的磁极叫南极，用 S 表示；指向北端的磁极叫北极，用 N 表示。

(2) 磁力 同性磁极相互排斥，异性磁极相互吸引。它说明磁极之间有相互作用力，磁极之间的相互作用力叫做磁力。

(3) 磁化和剩磁 把一块铁磁物质放在磁铁附近，该铁磁物质也会带上磁性，这种原来没有磁性的物质获得磁性的现象叫做磁化。磁铁拿走后，被磁化的物质还保留一定磁性的现象叫做剩磁。

磁铁无论怎样分割，分割后所得到的每一块小磁铁总是存在南、北两个磁极，即 N 极和 S 极相互依存，不能单独存在。

2. 磁场

磁铁周围存在有磁力作用的空间，当另一磁铁或通电导体置入该空间时，就要受到磁力的作用，人们通常把这个磁力空间叫做磁场。磁场是磁铁周围空间的一种特殊物质，它没有构成物质的分子或原子。

3. 电流的磁场

产生磁场的根本条件是电流，即使是永久磁铁的磁场也是由于分子电流（由原子内部的电子围绕原子核旋转和电子自旋形成的电流）产生的。电流和磁场有不可分割的联系，磁场总是伴随着电流而存在，电流则总是被磁场所包围。通电导体周围的空间存在着磁场，这种现象叫做电流的磁效应。

(1) 通电直导体的磁场 让一根直导体通入电流后，导体周围就产生了磁场，其磁力线的分布是以导体为中心的一组同心圈。实验证明，通电导体周围各点磁场的强弱，与导体中的



电流大小成正比，与该点到导体的垂直距离成反比。

(2) 通电线圈的磁场 把导线绕成螺旋线形状的线圈并通入电流后也会产生磁场。通电线圈的磁场相当于一块永久条形磁铁的磁场，如图 1-4a 所示。实验证明，通电线圈磁场的强弱，不仅与线圈的电流大小有关，而且还与线圈的匝数有关，即与线圈的电流和匝数的乘积成正比。通电线圈的磁场方向，也可以用右手螺旋定则确定；右手握住线圈，用弯曲的四指指向电流的方向，则拇指所指的方向就是磁场方向，即 N 极，如图 1-4b 所示。

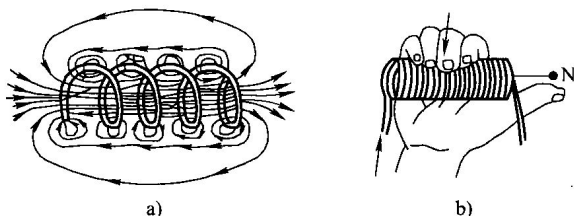


图 1-4 通电线圈的磁场
a) 磁力线 b) 右手螺旋定则

二、磁场对电流的作用

1. 磁场对通电直导体的作用

实验证明，在均匀的磁场中，通电导体所受安培力 F 的大小与磁感应强度 B 、导体中的电流 I 、磁场中导体的有效长度 L ，以及导体与磁力线之间的夹角 α 的正弦成正比。磁场对通电直导体的作用如图 1-5 所示。

通电导体在磁场中所受安培力的方向可用左手定则确定；平伸左手，使拇指与四指垂直，让磁力线垂直穿过掌心，四指指向电流的方向，拇指所指的方向就是安培力的方向，如图 1-5 所示。

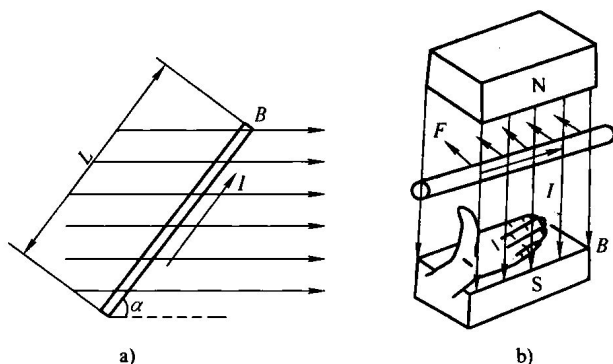


图 1-5 磁场中的通电直导体

a) 磁场对通电直导体的作用 b) 左手定则

2. 磁场对通电线圈的作用

如图 1-6 所示为磁场对通电线圈的作用。设在均匀磁场中有一个绕轴转动的通电矩形线圈 $abcd$ 。已知 $ad = bc = L_1$, $ab = cd = L_2$, 且线圈平面与磁力线平行。由于 ab 、 cd 与磁力线平行, 所受到的安培力为零, 而 ad 和 bc 与磁力线垂直, 所受到的安培力最大, 其所受安培力的大小和方向如下:

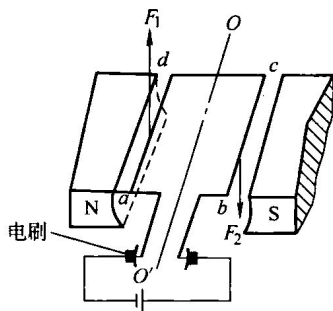


图 1-6 磁场对通电线圈的作用

1) ad 边导体: $F_1 = BIL_1$, 方向垂直 ad 向上。

2) bc 边导体: $F_2 = BIL_1$, 方向垂直 bc 向下。

F_1 和 F_2 大小相等, 方向相反, 且不在同一条直线上, 因而形成一对力偶。对 OO' 轴而言, 这对力偶产生力偶矩, 使线圈绕 OO' 轴做顺时针方向旋转, 转矩 M 的大小为

$$M = F_1 \times \frac{ab}{2} + F_2 \times \frac{ab}{2} = F_1 \times ab = BIL_1L_2 = BIS$$



当线圈平面转过一个角度后，线圈受到的转矩为

$$M = BIS\cos\alpha$$

式中 B ——磁感应强度 (T)；

I ——通过导体的电流 (A)；

S ——线圈的平面面积 (m^2)；

α ——线圈平面与磁力线方向的夹角；

M ——线圈受到的电磁转矩 ($\text{N} \cdot \text{m}$)。

如果线圈的匝数为 N ，则线圈受到的电磁转矩为

$$M = NBIS$$

磁场对通电线圈的作用原理广泛应用于交直流电动机和磁电式仪表中。

三、电磁感应及应用

1. 电磁感应

实验证明，当导体做切割磁力线的运动或线圈的磁通量发生变化时，导体或线圈中就会产生电动势，若导体或线圈是闭合的，就会产生电流。这种利用变化的磁场在导体或线圈中产生电动势的现象叫做电磁感应。由电磁感应产生的电动势叫做感应电动势，由感应电动势产生的电流叫做感应电流。

(1) 直导体中的感应电动势

1) 感应电动势的大小。在均匀的磁场中，直导体做切割磁力线而产生的感应电动势的大小与磁感应强度 B 、导体的有效长度 L 、导体切割磁力线的速度 v 以及导体运动方向与磁力线的夹角 α 的正弦值成正比，即 $E = BLv\sin\alpha$

式中 B ——磁感应强度 (T)；

L ——导体的有效长度 (m)；

v ——导体的运动速度 (m/s)；

α ——导体运动方向与磁力线方向的夹角；

E ——感应电动势 (V)。

2) 感应电动势的方向。做切割磁力线运动的导体所产生的感应电动势的方向用右手定则确定。平伸右手，使拇指与四指



垂直，让磁力线垂直穿过掌心，大拇指指向导体的运动方向，则四指所指的方向就是感应电动势的方向（或感应电流的方向）。

（2）线圈中的感应电动势

1) 感应电动势的大小。当穿过线圈的磁通量发生变化时，线圈就会产生感应电动势。线圈中感应电动势的大小与通过线圈的磁通量的变化率成正比，这一规律称为法拉第电磁感应定律，其表达式为

$$E = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

2) 感应电动势的方向。感应电动势的方向可用楞次定律和右手螺旋定则来确定。

楞次定律即感应电流产生的磁通总是企图阻碍原磁通的变化。也就是说，当线圈中的磁通量要增加时，感应电流就要产生一个磁通去阻碍它的增加，当线圈中的磁通量要减少时，感应电流就要产生一个磁通去阻碍它的减少。即感应电流产生的磁通总是企图阻碍原磁通的变化，而不是阻碍原磁通的存在。或者说如果线圈中的原磁通量要减少，则感应电流产生的磁通的方向与线圈中原磁通的方向一致；如果线圈中的原磁通量要增加，则感应电流产生的磁通的方向与原磁通的方向相反；如果线圈中的原磁通量不变，则感应电流为零。

利用楞次定律判断感应电流的方向，具体步骤如下：

① 确定原磁场的方向及其变化趋势，即原磁通量是增加或是减少。

② 用楞次定律确定感应电流产生的磁通的方向是与原磁通同向还是反向。

③ 根据感应电流产生的磁通方向，用右手螺旋定则确定感应电流的方向（感应电动势的方向与感应电流的方向一致）。

2. 自感现象

所谓自感现象，就是线圈内变化的磁通源于线圈本身通入



变化的电流,这种由通入线圈的电流发生变化而产生感应电动势的现象叫做自感现象,由自感现象产生的感应电动势叫做自感电动势。

3. 互感现象

一个线圈中的电流变化而使另一个线圈产生感应电动势的现象,叫做互感现象。由互感现象产生的感应电动势叫做互感电动势,用符号 e_M 表示。

互感电动势的大小与互感磁通量的变化率以及二次线圈的匝数成正比,即正比于一次线圈中电流的变化率。

汽车上的发电机、起动机等,其工作原理都是电磁感应原理。

第三节 汽车电气设备常用维修工具与检测仪器

一、汽车用测试笔、测试灯和跨接导线

1. 汽车用测试笔

汽车用测试笔能测试汽车电路中的测试点有无电压、是否断路、电路中电压的正负极等。

汽车用测试笔在使用时,应将测试笔负极的鳄鱼夹与搭铁处可靠连接,用测试笔测试端逐次触击被测点。若电路中有电压,则测试笔上的两只发光二极管(如红、绿两只,见图1-7)的其中一只会亮,可根据发光二极管亮的情况来判断电路的电压情况和故障现象等,见表1-1。

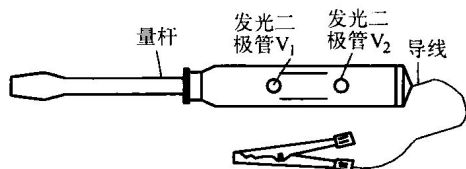


图 1-7 汽车用测试笔