

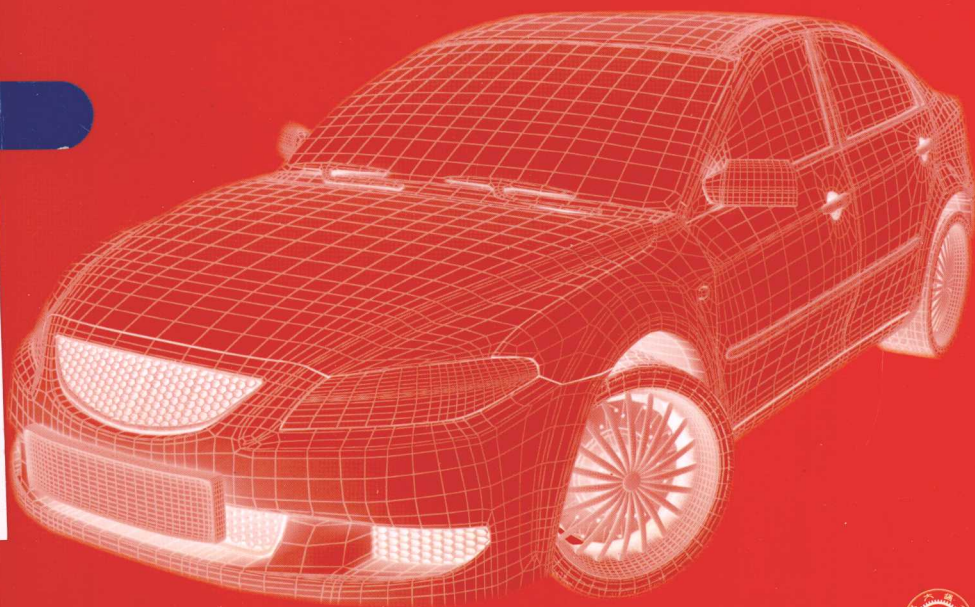


高等职业教育“十二五”规划教材
教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会推荐精品课程教材

汽车电气系统的 检测与维修

（理实一体化教程）

主编 闫忠孝



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

013042461

U472.41-43

21

高等职业教育“十二五”规划教材

教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会推荐精品课程教材

汽车电气系统的检测与维修

(理实一体化教程)

主编 闫忠孝



U472.41-43

21

上海交通大学出版社



北航

C1650269

内 容 提 要

本书以高职高专《汽车电气系统的检测与维修》课程工作过程中的典型工作任务为“主题”，注重针对性和实用性，着重介绍了充电指示灯常亮故障检修、起动系统工作异常故障检修、照明与信号灯故障检修、组合仪表工作异常故障检修、风窗刮水清洗系统故障检修、电动车窗操作故障检修、电动座椅故障检修、中空门锁故障检修等8个学习情景，穿插了实用案例剖析、拓展学习。本书教学目标明确，检修步骤简单明了，并在每个学习任务后配有思考与练习。

本书可作高职高专汽车检测与维修技术专业、汽车运用技术专业、汽车电子技术专业、汽车技术服务与营销专业的教材，也可供相关行业技术人员阅读参考，或作为相关行业职业技能培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统的检测与维修/闫忠孝主编. —上海:
上海交通大学出版社, 2013
理实一体化教程
ISBN 978-7-313-08591-7

I. ①汽… II. ①闫… III. ①汽车-电气系统-故障
检测-教材②汽车-电气系统-车辆修理-教材 IV.
①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 112579 号

汽车电气系统的检测与维修

(理实一体化教程)

闫忠孝 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 18.75 字数: 460 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1~2 030

ISBN 978-7-313-08591-7/U 定价: 39.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话: 0512-52219025

高等职业教育“十二五”规划教材

教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会推荐精品课程教材

顾问

- 陈 宇 中国就业促进会副会长、北京大学中国职业研究所所长、教授、博导
王建平 中国人才交流协会汽车人力资源分会常务副会长、秘书长
余卓平 中国汽车工程学会常务理事、同济大学汽车学院院长、教授、博导
王优强 教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会秘书长、教授、博导
陈关龙 上海交通大学汽车工程学院常务副院长、教授、博导
荀逸中 上汽集团华域汽车有限公司副总经理
任 勇 东风日产乘用车公司副总经理
阮少宁 广州元丰汽车销售服务有限公司董事长

委员

- | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 尹万建 | 王秀贞 | 牟盛勇 | 宋麓明 | 董继明 | 曹景升 | 李 英 | 许崇霞 | 陈昌建 | 王忠良 |
| 于万渔 | 王大鹏 | 赵树国 | 闫忠孝 | 孙 雷 | 苗全生 | 谢忠辉 | 宁建华 | 汤 勇 | 李 杰 |
| 张国新 | 刘学明 | 孙 玥 | 梁新培 | 周建军 | 李云飞 | 贾桂玲 | 姬 虹 | 李美丽 | 台晓虹 |
| 彭 云 | 宋 炯 | 张嘉智 | 张 志 | 孔春花 | | | | | |

本书编写委员会

- 主 编 闫忠孝
参编人员 钟彦雄 张嘉智 鹿宏成 金会林 吴先伦

序

我国作为世界汽车生产和消费大国,汽车产业的高速发展和汽车消费的持续增长,为国民经济的增长产生了巨大拉动作用。近年来,我国汽车专业职业教育事业取得了长足发展,为汽车行业输送了大量的人才。随着汽车产业的迅猛发展,社会对汽车专业人才提出了更高的要求。进一步深化人才培养模式、课程体系和教学内容的改革,提高办学质量,培养更多的适应新时代需要的具有创新能力的高技能、高素质人才,是汽车专业教育的当务之急。

作为汽车专业教育的重要环节,教材建设肩负着重要使命,新的形势要求教材建设适应新的教学要求。职业教育教材应针对学生自身特点,按照技能人才培养模式和培养目标,以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养、技能实训为本位,使职业资格认证内容和教材内容有机衔接,全面构建适应 21 世纪人才培养需求的汽车类专业教材体系。

本书作者既有来自汽车专业教学一线的老师,也有来自行业和企业专家,他们根据自己长期从事实际工作的经验,对人才培养模式和教学方法进行了新的探索和总结,并形成这一系列特点明显的创新教材。我觉得该系列教材有以下两个值得关注的亮点:

一是教材编写形式新颖。该系列教材按照理实一体化教学模式进行编写,在整个教学环节中,理论和实践交替进行,让学生在学中练、练中学,在学练中理解理论知识、掌握技能,达到学以致用效果。

二是教材内容生动活泼。书中提供了大量详细、实用的案例,也穿插讲述了相关知识和技巧,引导学生积极参与教和学的过程,激发学生学习的热忱,增强学生学习的兴趣。

我衷心希望通过本系列教材的出版为我国高等职业教育汽车类专业教材的编写探索一个新的模式,也期待本系列教材的出版为我国汽车类专业人才培养和教育教学改革起到积极的推动作用。

北京大学中国职业研究所所长
中国就业促进会副会长
中华职业教育社专家委员会副主任
中国就业培训技术指导中心学术委员会主任

陳 宇

(教授,博导)

2012 年 6 月

前 言

本书以工作过程中的典型工作任务为“主题”，依据“主题”设计学习情境、学习任务，以基于工作过程的模式进行编写，共设计了8个学习情境，分别是情境1——充电指示灯常亮故障的检修、情境2——起动系统工作异常故障的检修、情境3——照明与信号灯故障的检修、情境4——组合仪表工作异常故障的检修、情境5——风窗刮水清洗系统不工作故障的检修、情境6——电动车窗操作失灵故障的检修、情境7——电动座椅无法调节故障的检修、情境8——中控门锁工作异常故障的检修。全书在内容上加强了针对性和实用性，内容选择适当，理论与实际相结合，穿插实用案例剖析、拓展学习。本书教学目标明确，检修步骤简单明了，图文并茂，通俗易懂，并在每个学习任务之后列出思考与练习，以有利于学生学习和教师教学。

本书可作为高职院校汽车检测与维修技术专业、汽车运用技术专业、汽车电子技术专业、汽车技术服务与营销专业的教材，也可作为从事汽车检测、维修等相关行业的专业技术人员学习，还可作为学习汽车电气设备构造与维修的培训教材。

本书由云南交通职业技术学院闫忠孝主编(编写了本书的学习情境1)，参加编写的教师还有云南交通职业技术学院钟彦雄(编写了学习情境2)、张嘉智(编写了学习情境8)、鹿宏成(编写了学习情境6)、吴先伦(编写了学习情境3)、云南林业职业技术学院金会林(编写了学习情境4、5、7)等。

本书在编写过程中参阅了大量公开出版的教材和文献，在此表示衷心的感谢！限于编者经历和水平，书中不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

学习情境 1 充电指示灯常亮故障的检修	1
学习任务 1.1 充电系统故障的诊断	1
一、相关知识	1
(一) 电路基础知识	1
(二) 万用表的使用	9
(三) 汽车电气设备概述	13
(四) 蓄电池	14
(五) 交流发电机的基本结构	23
(六) 交流发电机的电压调节器	32
(七) 电源系统的基本电路	38
二、相关技能	45
(一) 蓄电池常见故障的诊断与排除	45
(二) 电源系统的故障诊断与排除	46
三、案例剖析	49
拓展学习	51
(一) 新型电池	51
(二) 发电机的控制系统	55
(三) 汽车电路故障的诊断知识	58
思考与练习	59
学习任务 1.2 蓄电池检测与维护	61
一、相关知识	61
(一) 蓄电池的充电	61
(二) 蓄电池的使用与维护	65
二、相关技能	68
(一) 蓄电池技术状况的检测	68
(二) 蓄电池充电作业的注意事项	72
三、案例剖析	74
拓展学习	76
(一) 电解液的配制	76
(二) 电解液相对密度的选择	77
思考与练习	77
学习任务 1.3 发电机的检修	79
一、相关知识	79

2 汽车电气系统的检测与维修

(一) 交流发电机使用时的注意事项	79
(二) 交流发电机调节器的正确使用	80
二、相关技能	80
(一) 发电机的拆解	80
(二) 发电机零件的检测	81
(三) 发电机的组装	83
(四) 发电机不解体的检测	84
三、案例剖析	85
拓展学习	87
电子调节器的检测	87
思考与练习	87
学习情境 2 起动系统工作异常故障的检修	89
学习任务 2.1 起动系统电路的检修	89
一、相关知识	89
(一) 磁的基本知识	89
(二) 电磁感应	91
(三) 发动机的起动原理	93
(四) 起动系统的作用	93
(五) 起动系统示意图	93
(六) 起动系统的组成	93
(七) 起动机概述	95
(八) 起动机的构造	98
(九) 传动机构的工作原理	100
(十) 操纵机构的工作原理	102
(十一) 起动继电器的工作原理	104
(十二) 典型起动机的控制电路	105
二、相关技能	106
(一) 起动机的拆装	106
(二) 起动继电器的检修	107
(三) 起动系统电路的检修	108
三、案例剖析	109
拓展学习	110
(一) 减速起动机概述	110
(二) 汽车电路的常见故障	111
(三) 汽车电气设备故障的特点	112
思考与练习	113
学习任务 2.2 起动机的检修	114
一、相关知识	114

(一) 起动机的使用与维护	114
(二) 起动机空载性能试验	115
(三) 电磁开关试验	115
二、相关技能	116
(一) 起动机的检修	116
(二) 起动系统工作异常的故障诊断	118
三、案例剖析	119
拓展学习	120
汽车电气设备故障诊断的一般程序	120
思考与练习	120
学习情境 3 照明与信号灯故障的检修	122
学习任务 3.1 前照灯不亮故障的检修	122
一、相关知识	122
(一) 汽车电路的基础元件及图形符号	122
(二) 基本概述	129
(三) 汽车前照灯系统	131
二、相关技能	139
(一) 前照灯的常见故障及原因	139
(二) 前照灯不亮故障的诊断	139
三、案例剖析	140
拓展学习	142
思考与练习	143
学习任务 3.2 前照灯光束的检测与调整	145
一、相关知识	145
(一) 前照灯的使用注意事项	145
(二) 前照灯检测的技术要求	146
(三) 汽车灯光基础及检测原理	146
二、相关技能	147
(一) 利用前照灯测试仪检测前照灯	147
(二) 利用常规方法检测调整前照灯	149
三、案例剖析	149
拓展学习	152
前照灯光束自动调整控制	152
思考与练习	153
学习任务 3.3 前雾灯不亮故障的检修	154
一、相关知识	154
(一) 雾灯的作用	154
(二) 雾灯电路原理	155

二、相关技能	156
雾灯不亮故障的检修	156
三、案例剖析	157
拓展学习	159
思考与练习	161
学习任务 3.4 转向信号灯不亮故障的检修	162
一、相关知识	162
(一) 电容器的相关知识	162
(二) 汽车信号装置的组成	166
(三) 汽车转向灯及其闪光器	167
二、相关技能	171
(一) 转向信号灯不工作故障的检修	171
(二) 转向信号灯闪光频率不正常故障的检修	171
(三) 桑塔纳 2000 型转向灯电路常见故障的诊断	171
三、案例剖析	173
拓展学习	177
(一) 制动与倒车信号装置	177
(二) 喇叭和喇叭继电器	179
思考与练习	180
学习情境 4 汽车组合仪表工作异常故障的检修	183
学习任务 4.1 车速表不指示故障的检修	183
一、相关知识	183
(一) 车速里程表的结构原理	183
(二) 车速里程表故障的检修	185
二、相关技能	186
(一) 汽车组合仪表的拆装	186
(二) 汽车仪表及传感器的检测	186
(三) 汽车仪表常见故障的诊断与排除	187
三、案例剖析	188
拓展学习	189
(一) 常用指示仪表	189
(二) 电子仪表	193
思考与练习	196
学习任务 4.2 机油报警灯常亮故障的检修	196
一、相关知识	197
(一) 机油压力报警装置	197
(二) 机油压力表及机油压力传感器	198
(三) 电热式机油压力表与电热式机油压力传感器的结构原理	198

(四) 电磁式机油压力表与可变电阻式机油压力传感器	199
二、相关技能	199
(一) 机油压力表及传感器的检测	199
(二) 机油报警灯常亮故障的检修	200
(三) 汽车组合仪表工作异常故障的检修	200
三、案例剖析	202
拓展知识	204
思考与练习	207
学习情境 5 风窗刮水清洗系统不工作故障	208
学习任务 5 风窗刮水清洗系统不工作故障的检修	208
一、相关知识	208
(一) 电动刮水器	208
(二) 风窗清洗装置	212
二、相关技能	214
(一) 风窗刮水清洗系统不工作故障的检修	214
(二) 后窗除霜装置故障的诊断与检修	216
三、案例剖析	216
拓展学习	219
思考与练习	220
学习情境 6 电动车窗操作失灵故障的检修	222
学习任务 6 汽车电动车窗系统的检修	222
一、相关知识	222
(一) 电动车窗的作用	222
(二) 电动车窗的特点	222
(三) 电动车窗的构造	223
(四) 永磁型直流电机电动车窗	224
(五) 双绕组串励式直流电动机电动车窗	226
(六) 电动车窗控制电路的原理	226
二、相关技能	228
(一) 电动车窗的故障诊断	228
(二) 实例	228
三、案例剖析	231
拓展学习	237
(一) 丰田花冠轿车的电动车窗	237
(二) 无传感器电动车窗的防夹伤控制器	237
(三) 采用 CAN 总线的轿车车窗智能控制系统	238
(四) 电动车窗的保养与检修	240

思考与练习	240
学习情境 7 电动座椅无法调节的故障	242
学习任务 7 电动座椅无法调节故障的检修	242
一、相关知识	242
(一) 概述	242
(二) 普通电动座椅的工作原理	245
二、相关技能	248
(一) 电动座椅主要部件的检测	248
(二) 电动座椅无法调节故障的检修	249
三、案例分析	251
拓展学习	253
思考与练习	261
学习情境 8 中控门锁工作异常故障	263
学习任务 8 中控门锁工作异常故障的检修	263
一、相关知识	263
(一) 汽车电路的检测及维修技巧	263
(二) 中控门锁的功能及分类	265
(三) 中控门锁的结构与工作原理	266
(四) 汽车普通中控门锁	269
(五) 汽车电子式中控门锁	271
(六) 汽车车速感应式中控电动门锁	273
(七) 汽车遥控中控门锁	274
二、相关技能	277
(一) 汽车中控门锁故障检修的注意事项	277
(二) 汽车电动中控门锁故障的检查	277
(三) 电动中控门锁的检修	278
(四) 常见遥控电动中控门锁的故障现象及原因	278
(五) 发射机及发射机电池的更换	279
三、案例剖析	279
拓展学习	283
利用汽车解码器开启电控门锁	283
思考与练习	284
参考文献	286

学习情境 1

充电指示灯常亮故障的检修

学习任务 1.1 充电系统故障的诊断

学习目标

1. 了解电路基础知识。
2. 能正确使用万用表。
3. 了解汽车电路特点。
4. 熟悉蓄电池的基本结构和型号,掌握基本的工作原理、工作特性。
5. 掌握发电机的基本结构、主要部件的功能及基本的工作原理。
6. 了解电压调节器的类型及基本工作原理。
7. 能用正确的诊断方法解决电源系统常见故障。

学习时间

6 学时

学习情境描述

红旗 CA7220 轿车,蓄电池总亏电,起动机运转无力,充电指示灯没有点亮,车主更换新蓄电池后,新蓄电池又亏电。

一、相关知识

(一) 电路基础知识

1. 电阻

电阻外形如图 1-1-1 所示,在物理学中,用电阻来表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大,表示导体对电流的阻碍作用越大。电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件,电阻是所有电子电路中使用最多的元件。

电阻主要职能就是阻碍电流流过,应用于限流、分流、降压、分压、负载与电容配合作滤波器电阻匹

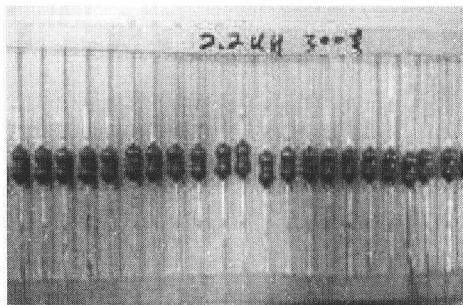


图 1-1-1 电阻

笔记

配等。

电阻计算的公式

串联:
$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

并联:
$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \cdots + 1/R_n$$

定义式:
$$R = U/I$$

决定式:
$$R = \rho L/S$$

式中: ρ 表示电阻的电阻率, 由其本身性质决定; L 表示电阻的长度; S 表示电阻的横截面积。

电阻元件的电阻值大小一般与温度有关, 还与导体长度、粗细、材料有关。多数(金属)的电阻随温度的升高而升高, 一些半导体却相反, 如玻璃、碳等。

导体的电阻通常用字母 R 表示, 电阻的单位是欧姆, 简称欧, 符号是 Ω (希腊字母), 比较大的单位有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$), 它们的换算关系是: $1 M\Omega = 1\,000 k\Omega$; $1 k\Omega = 1\,000 \Omega$ 。

敏感电阻器主要有热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻。

(1) 热敏电阻: 是一种对温度极为敏感的电阻器, 分为正温度系数和负温度系数电阻器。选用时不仅要注意其额定功率、最大工作电压、标称阻值, 更要注意最高工作温度和电阻温度系数等参数, 并注意阻值变化方向。

(2) 光敏电阻: 硫化镉等材质, 阻值随着光线的强弱而发生变化的电阻器, 分为可见光光敏电阻、红外光光敏电阻、紫外光光敏电阻。选用时先确定电路的光谱特性。

(3) 压敏电阻: 是对电压变化很敏感的非线性电阻器。当电阻器上的电压在标称值内时, 电阻器上的阻值呈无穷大状态; 当电压略高于标称电压时, 其阻值很快下降, 使电阻器处于导通状态; 当电压减小到标称电压以下时, 其阻值又开始增加。

压敏电阻可分为无极性(对称型)和有极性(非对称型)压敏电阻。选用时, 压敏电阻器的标称电压值应是加在压敏电阻器两端电压的 2~2.5 倍。

2. 电流

(1) 定义: 电流, 是指电荷的定向移动。电源的电动势形成了电压, 继而产生了电场力, 在电场力的作用下, 处于电场内的电荷发生定向移动, 形成了电流。电流的大小称为电流强度(简称电流, 符号为 I), 是指单位时间内通过导线某一截面的电荷量, 每秒通过 1 库仑的电量称为 1[安培](A)。安培是国际单位制中所有电性的基本单位。除了安培(A), 常用的单位有毫安(mA)、微安(μA)。电流分为交流电流和直流电流。

(2) 电流方向: 物理上规定电流的方向, 是正电荷定向移动的方向。

电荷指的是自由电荷, 在金属导体中的电子是自由电子, 在酸、碱、盐的水溶液中是正、负离子。

在电源外部, 电流沿着正电荷移动的方向流动, 在电源内部由负极流回正极。

(3) 电流形成的原因: 因为有电压(电势差)的存在, 所以产生了电力场强, 使电路中的电荷受到电场力的作用而产生定向移动, 从而形成了电路中的电流。

(4) 电流产生的条件: ① 必须具有能够自由移动的电荷(金属中只有负电荷移动, 电解液中为正负离子同时移动)。② 导体两端存在电压差(要使闭合回路中得到持续电流, 必须要有电源)。③ 电路必须为通路。



(5) 电流的测量：测量仪器——电流表，指针式电流表如图 1-1-2 所示。

电流表的使用方法：

① 电流表要串联在电路中。

② 正负接线柱的接法要正确：电流从正接线柱流入，从负接线柱流出。

③ 被测电流不要超过电流表的量程。

④ 因为电流表内阻太小(相当于导线)，所以绝对不允许不经用电器而把电流表直接连到电源的两极上。

⑤ 确认目前使用的电流表的量程。

⑥ 确认每个大格和每个小格所代表的电流值。

(6) 三大效应：

① 热效应：导体通电时会发热，把这种现象叫做电流热效应。

② 磁效应：奥斯特发现：任何通有电流的导线，都可以在其周围产生磁场的现象，称为电流的磁效应。

③ 化学效应：电的化学效应主要是电流中的带电粒子(电子或离子)参与而使得物质发生了化学变化。化学中的电解水或电镀等都是电流的化学效应。

(7) 电流对人体的伤害因素：

① 通过人体电流的大小。根据电击事故分析得出：当工频电流为 $0.5\sim 1\text{ mA}$ 时，人就有手指、手腕麻或痛的感觉；当电流增至 $8\sim 10\text{ mA}$ 时，针刺感、疼痛感增强发生痉挛而抓紧带电体，但终能摆脱带电体；当接触电流达到 $20\sim 30\text{ mA}$ 时，会使人迅速麻痹不能摆脱带电体，而且血压升高，呼吸困难；电流为 50 mA 时，就会使人呼吸麻痹，心脏开始颤动，数秒钟后就可致命。通过人体电流越大，人体生理反应越强烈，病理状态越严重，致命的时间就越短。

② 通电时间的长短。电流通过人体的时间越长后果越严重。这是因为时间越长，人体的电阻就会降低，电流就会增大。同时，人的心脏每收缩、扩张一次，中间有 0.1 s 的时间间隙期。在这个间隙期内，人体对电流作用最敏感。所以，触电时间越长，与这个间隙期重合的次数就越多，从而造成的危险也就越大。

③ 电流通过人体的途径。当电流通过人体的内部重要器官时，后果就严重。例如通过头部，会破坏脑神经，使人死亡；通过脊髓，会破坏中枢神经，使人瘫痪；通过肺部会使人呼吸困难；通过心脏，会引起心脏颤动或停止跳动而死亡。这几种伤害中，以心脏伤害最为严重。根据事故统计得出：通过人体途径最危险的是从手到脚，其次是从手到手，危险最小的是从脚到脚，但可能导致二次事故的发生。

④ 电流的种类。电流可分为直流电、交流电。交流电可分为工频电和高压电。这些电流对人体都有伤害，但伤害程度不同。人体忍受直流电、高压电的能力比工频电强。所以，工频电对人体的危害最大。

⑤ 触电者的健康状况。电击的后果与触电者的健康状况有关。根据资料统计，肌肉发达者、成年人比儿童摆脱电流的能力强，男性比女性摆脱电流的能力强。电击对患有心脏病、肺病、内分泌失调及精神病等患者最危险。他们的触电死亡率最高。另外，对触电有心理准备的，触电伤害轻。

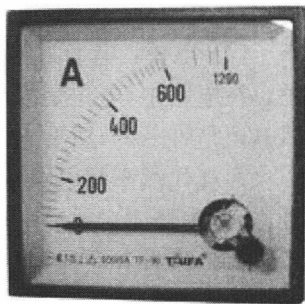


图 1-1-2 电流表

笔记

3. 电位、电压、电动势

(1) 电位：电场力将单位正电荷从某点移到参考点(零电位点)所做的功称为该点的电位。在电路中，电位是以任选一点作为零电位，其他点以此为标准确定电位，在同一个电路中，零电位是唯一的，所有点的电位只能相对于同一零电位计算。电位的单位为 V，伏[特]。

在现代汽车的电路中，通常为负极搭铁，即车身或车架与蓄电池负极连接，作为电位的参考点，把车身或车架的电位规定为零电位，通常用“⊥”表示。

电位没有方向性，是标量，通常用字母 V 加下标表示某点的电位，例如 $V_c = 2\text{ V}$ 。

(2) 电压：在电路中，由于电源的作用，电场力把正电荷从 a 点移动到 b 点所做的功 W_{ab} 与被移动的电量 Q 的比值称为这两点间的电压，用字母 U 表示，单位为 V。

由上述定义可知，电压即为两点间的电位之差，所以电压也称电位差。电压是衡量电场力做功能力大小的物理量。电压越高，电场力做功的能力越大。

电压是矢量，既有大小也有方向。电压的大小取决于电路中两点的选择。电压的正方向规定为从高电位指向低电位，即电压降低的方向。对负载来说，电流的流进端为高电位端，电流的流出端为低电位端，所以负载中的电压方向和电流方向是一致的。

注意：电位和电压是有区别的。电位是标量、是相对值，与参考点的选择有关；而电压则是矢量、是绝对值，与参考点的选择无关。

(3) 电动势：即电路中两点之间的电位差，不过电动势通常是对电源内部而言的，它用来表示其他形式的能量转换为电能的能力，用字母 E 表示，单位为 V。

电动势的方向规定为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。

目前，汽车用蓄电池的电动势主要有 12 V 和 24 V 两种。

4. 二极管

二极管又称晶体二极管，简称二极管，它是一种具有单向传导电流的电子器件。它只允许电流以一个方向流动，即从二极管的正极流向负极。一块 P 型半导体和一块 N 型半导体有机地结合在一起，形成一个 PN 结，用两块金属导体将这块半导体分别引出，用绝缘物质封装起来就构成一个二极管，如图 1-1-3 所示，实物图如图 1-1-4 所示。

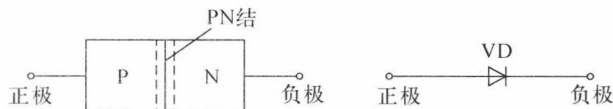


图 1-1-3 二极管的结构、符号

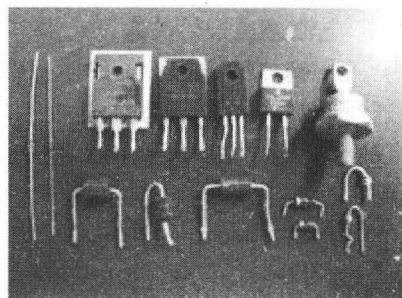


图 1-1-4 二极管实物图

(1) 类型。

按照材料，二极管可分为硅二极管(Si)、锗二极管(Ge)。硅二极管允许工作温度高，可制成中、大功率二极管；锗二极管允许工作温度低，一般用于中、小功率二极管。



按照用途,可分为整流二极管、开关二极管、稳压二极管和检波二极管等。

整流二极管利用二极管单向导电性,可以把方向交替变化的交流电变换成单一方向的脉动直流电。

开关二极管在正向电压作用下电阻很小,处于导通状态,相当于一只接通的开关;在反向电压作用下,电阻很大,处于截止状态,如同一只断开的开关。利用二极管的开关特性,可以组成各种逻辑电路。

(2) 二极管的伏安特性:

流过二极管的电流随着加在二极管上电压的变化而变化的性质称为二极管的伏安特性。图1-1-5所示为二极管的伏安特性曲线。

正向特性:如图1-1-5所示,当在二极管上施加的正向电压小于某一数值 U_{th} 时,正向电流很小,几乎为零,二极管呈现出较大的电阻,这段区域称为“死区”。 U_{th} 叫作死区电压或门槛电压。硅管的 $U_{th} = 0.5\text{ V}$,锗管的 $U_{th} = 0.1\text{ V}$ 。当正向电压超过 U_{th} 后,正向电流按指数规律增长,二极管处于导通状态。硅管的导通压降为 0.7 V ,锗管的导通压降为 0.3 V 。

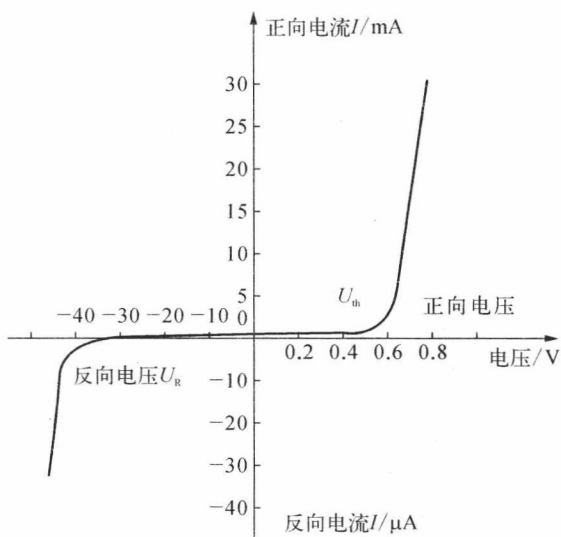


图1-1-5 二极管的伏安特性

反向特性:当二极管被加上反向电压时,在一定的电压范围内,流过二极管的电流很小,称为反向饱和电流 I_s 或漏电流 I_s ,二极管的反向饱和电流受温度影响很大。硅管的 I_s 小于 $0.1\text{ }\mu\text{A}$,锗管的 I_s 为几十微安,此时二极管呈现很大的反向电阻而处于截止状态。

反向击穿特性:当外加反向电压超过某一数值 U_R 时,反向电流会突然增大,这种现象称为电击穿。引起电击穿的临界电压称为二极管反向击穿电压。电击穿时二极管失去单向导电性。因而使用时应避免二极管外加的反向电压过高。

(3) 二极管的主要参数。

最大电流 I_F :最大电流是指二极管长期工作时,允许通过的最大正向平均电流。实际使用时的的工作电流应小于 I_F ,如果超过此值,将引起PN结过热而烧坏。

最高反向电压 U_{RM} :最高反向电压是指二极管工作时两端所允许施加的最大反向电压。通常 U_{RM} 约为反向击穿电压 U_R 的一半,以保证二极管安全工作,防止击穿。

(4) 二极管的简易测试。

① 用指针式万用表测试:晶体二极管有正、负两个电极,且正向电阻小,反向电阻大。利用这一特性,可用万用表的欧姆档大致测出二极管的好坏和极性。

a. 好坏的判别。把万用表欧姆档的量程拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1\text{ k}$ 档,用红、黑两根表棒分别正接和反接测量二极管的两端,测出大、小两阻值,其中大的是反向电阻,小的是正向电阻。如果测出正向电阻是几百欧,反向电阻是几百千欧,二极管的正、反向电阻相差越大,表明管子单向导电性越好。如果正、反向电阻值相近,表示管子已坏;若正、反向电阻都很小或为零,则表示管子已被击穿,两电极已短路;若正、反向电阻都很大,则说明管子内部已断路,也不能使用。