

新能源汽车 电气系统检修

王显廷◎主 编
宁玉红◎副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中央财政资助的校本职业素养特色课程研发项目

新能源汽车电气系统检修

主 编 王显廷

副主编 宁玉红

参 编 许建强 刘 威 谭小锋

王长全 程晓辉 李广军

纪 娜 张海波

主 审 丛 君



机械工业出版社

本书包括两部分内容：第一部分是汽车电气维修基础部分，包括电路的组成及基本物理量检测，传感器检测，基本变流电路，电机的拆装和维护，单片机应用基础，动力电池基础，高压安全操作及安全防护；第二部分是汽车电气系统检修部分，包括电源系统，启动系统，照明、仪表与信号系统，空调系统，辅助电器等的拆装与检修。

本书可作为高等职业院校汽车检测与维修技术及相关专业的教材，也可作为汽车专业职业技术培训教材、汽车维修及工程人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源汽车电气系统检修/王显廷主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2016. 6

中央财政资助的校本职业素养特色课程研发项目

ISBN 978-7-111-53897-4

I. ①新… II. ①王… III. ①新能源-汽车-电气系统-检修 IV. ①U469.707

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 113737 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: 罗 莉 责任编辑: 罗 莉 责任校对: 刘怡丹

封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2016 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 21.25 印张 · 518 千字

0001—2500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-53897-4

定价: 89.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

环境的日益恶劣与能源危机让绿色出行备受关注。新能源汽车越来越多地走入人们的视野。新能源汽车已经度过产业酝酿期和导入期,进入到了新能源汽车的快速成长期。

近几年我国政府针对新能源汽车的发展出台了相关政策,表明对新能源汽车的发展给予极大的支持和鼓励,实现汽车产业的“弯道超车”。

我国新能源汽车发展的重点是纯电动汽车。就新能源汽车维修人才而言,他们既需要具备传统汽车的实战经验,还要懂得新能源汽车电池、电机和控制系统的维修和保养等知识。因此本书增加了维修纯电动汽车内容。在教学上突出实践性特色,例如,既要掌握新能源汽车在电机、电池保养的理论知识,还要有实际操作专业能力,并对损坏部件修与换的标准及市场价格行情实时掌握。

在教材内容编排上确立厚基础、宽口径、重实践的人才培养思想,明确在具备汽车基本知识的基础上注重对学生的实际动手能力的培养,培育出适应汽车服务领域第一线需要的高素质应用型人才。

在教学形式上,不仅有扎实的理论教学,还有大量的实验、设计、实习等实践环节,让学生在模拟或实际的环境中掌握汽车的结构、原理、运行、检测与故障排除等相关服务,以培养学生的综合职业能力;将当前汽车领域所涌现的新技术、新趋势密切结合在教学过程中,对知识不断推陈出新,使教和学成为双向互动的过程,改变灌输式的教学方法,积极培养学生思考、分析和解决问题的能力,不断提高教学质量。

教学方法上,将课堂教学与现场教学、集中教学与个别教学相结合。通过校企合作,选用最新资料,在组织实施教学的过程中贯彻理论联系实际,在着力提高学生对经典理论和基础知识理解的同时,为学生提供到生产和运作流程中实际操作和观摩的机会。

本书是机械工业出版社与北京劳动保障职业学院及相关企业共同开发的高职高专汽车检测与维修技术专业项目(任务)化改造教材。

本书内容是以汽车维修企业中汽车电气系统的实际修理任务为基础,通过加工成为“以能力为本、项目(任务)为载体、学生为主导”的教材。通过理论实践一体化的教学方式,使学生掌握汽车各电气系统的结构和工作原理,学会对汽车各电气系统的使用,识读电路图,会应用维修资料,能更换电器元件,能使用仪器仪表等诊断与排除电路故障,为学生今后岗位工作和进一步的专业学习打下坚实的基础。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和错误之处,敬请各位读者批评指正。

目 录

前言

第1部分 汽车电气维修基础

项目1 电路的组成及基本物理量检测	2
任务1-1 设计制作模拟的汽车倒车灯电路并进行测量	2
任务1-2 诊断电路故障	10
任务1-3 测量正弦交流电路电压	20
项目2 传感器检测	24
任务2-1 温度传感器检测	24
任务2-2 压力传感器检测	27
任务2-3 转速传感器检测	29
任务2-4 位置传感器检测	33
任务2-5 扭矩传感器检测	35
项目3 基本变流电路	38
任务3-1 制作整流电路	38
任务3-2 电力电子器件的认知与检测	66
任务3-3 识读逆变电路	78
任务3-4 变频器的应用	84
任务3-5 识读斩波电路	88
项目4 电机的拆装和维护	95
任务4-1 直流电机的拆装和维护	95
任务4-2 交流电机的拆装及维护	100
项目5 单片机应用基础	117
任务5-1 数制之间的转换	117
任务5-2 认知单片机	121
任务5-3 彩灯闪烁控制	126
任务5-4 汽车转向灯控制	129
项目6 动力电池基础	134
任务6-1 锂电池、铁锂电池的结构与检测	134
项目7 高压安全操作及安全防护	139
任务7-1 高压安全操作及安全防护	139

第2部分 汽车电气系统检修

项目1 蓄电池故障诊断与排除	144
任务1-1 接车及签订修车委托书	144
任务1-2 确认故障现象	155

任务 1-3 更换蓄电池	156
任务 1-4 蓄电池充电	162
任务 1-5 蓄电池的使用和保养	166
任务 1-6 质量检查与交车	168
项目 2 倒车灯电路故障诊断与排除	172
任务 2-1 确认故障现象	172
任务 2-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	172
任务 2-3 电路故障分析	185
任务 2-4 倒车灯熔丝故障诊断与排除	189
任务 2-5 倒车灯开关故障诊断与排除	192
任务 2-6 倒车灯灯泡故障诊断与排除	193
任务 2-7 倒车灯电路故障诊断	194
项目 3 喇叭电路故障诊断与排除	210
任务 3-1 确认故障现象	210
任务 3-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	211
任务 3-3 电路故障分析	212
任务 3-4 喇叭继电器故障诊断与排除	213
任务 3-5 喇叭故障诊断与排除	218
任务 3-6 喇叭开关故障诊断与排除	221
项目 4 制动灯电路故障诊断与排除	223
任务 4-1 确认故障现象	223
任务 4-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	223
任务 4-3 制动灯电路故障诊断与排除	225
项目 5 驻车灯系统故障诊断与排除	227
任务 5-1 确认故障现象	227
任务 5-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	228
任务 5-3 驻车灯电路故障诊断与排除	229
项目 6 示廓灯、牌照灯、仪表照明灯电路故障诊断与排除	231
任务 6-1 确认故障现象	231
任务 6-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	232
任务 6-3 电路故障诊断与排除	234
项目 7 前照灯、超车灯故障诊断与排除	235
任务 7-1 确认故障现象	235
任务 7-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	240
任务 7-3 电路故障诊断与排除	245
任务 7-4 前照灯的检测及调整	248
项目 8 转向及危险警告灯故障诊断与排除	252
任务 8-1 确认故障现象	252
任务 8-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	252
任务 8-3 电路故障诊断与排除	255
项目 9 雾灯故障诊断与排除	257
任务 9-1 确认故障现象	257

任务 9-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	257
任务 9-3 故障分析及诊断	259
项目 10 充电电路故障诊断与排除	262
任务 10-1 确认故障现象	262
任务 10-2 发电机分解、检测、装配及调整	263
任务 10-3 识读电路图并在车上熟悉电路构造	271
任务 10-4 充电系统性能检测及修理	273
任务 10-5 发电机更换	278
任务 10-6 充电电路故障诊断与排除	282
项目 11 起动系统电路故障诊断与排除	284
任务 11-1 确认故障现象	284
任务 11-2 起动机分解、检测、装配及调整	285
任务 11-3 识读电路图并在车上熟悉电路构造	288
任务 11-4 辅助起动车辆	290
任务 11-5 更换起动机	292
任务 11-6 起动系统电路故障诊断与排除	292
项目 12 刮水器与清洗器系统故障诊断与排除	295
任务 12-1 确认故障现象	295
任务 12-2 识读电路图并在车上熟悉电路构造	296
任务 12-3 前刮水器电动机总成拆卸、检测及安装	303
任务 12-4 后刮水器电动机总成拆卸、检测及安装	305
任务 12-5 刮水器与清洗器开关总成拆卸、检测及安装	306
任务 12-6 清洗器电动机总成拆卸、检测及安装	308
任务 12-7 清洗器喷嘴的检测及调整	310
任务 12-8 刮水器与清洗器系统电路故障诊断与排除	311
附录 捷达车电路图	314
参考文献	332

第1部分

汽车电气维修基础

项目 1 电路的组成及基本物理量检测

任务 1-1 设计制作模拟的汽车倒车灯电路并进行测量

1. 任务描述

利用给定的电气元件连接一个模拟的汽车倒车灯电路，并测量电路中各电气元件的端电压、电阻、电流，计算用电器的功率。

2. 教学目标

(1) 能力目标

- 1) 会连接基本电路。
- 2) 会测量电压、电阻、电流。
- 3) 会计算功率。
- 4) 会使用万用表、剥线钳、压线钳等仪表和工具。

(2) 知识目标

- 1) 了解电路的基本组成及各部分的作用，熟悉电气设备额定值及电路工作状态。
- 2) 认知电压、电流，掌握电压、电流实际方向与参考方向的关系。
- 3) 掌握电能与电功率的概念。
- 4) 理解电流的热效应，了解电流的热效应在实际工程 and 实际生活中的应用。

3. 相关知识

(1) 电路的基本组成

电路是由各种电气元件按一定方式用导线连接组成的总体，它提供了电流通过的闭合路径。

这些电气元件包括电源、开关、负载及连接这些元件的导线等，如图 1-1-1 所示。

电源：是把其他形式的能量转换为电能的装置，例如，发电机将机械能转换为电能。

负载：是取用电能的装置，它把电能转换为其他形式的能量。例如，电动机将电能转换为机械能，电热炉将电能转换为热能，电灯将电能转换为光能。

导线和开关：用来连接电源和负载，为电流提供通路，把电源的能量供给负载，并根据负载需要接通和断开电路。

电路的功能有两类，第一类是进行能量的转换、传输和分配；第二类是进行信号的传递与处理。

(2) 电路的基本物理量

1) 电阻

电阻阻碍或限制电路中的电流流动。所有电路均存在一定的电阻。所有的导体例如铜、

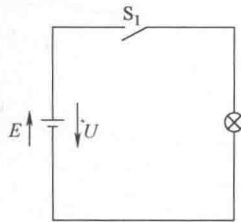


图 1-1-1 电路的基本组成

银和金等同样也对电流具有一定的阻力。我们使用单位欧姆（符号是 Ω ）来计量电阻。表示电阻的符号是 R 或 r 。

并非所有的电阻都是一种负面的影响。在普通的照明电路中，灯泡本身就是利用电阻原理来发光的。灯丝的阻力限制电流的流动，进而使发光点升温，发光。

一个电路中的无用电阻会消耗电能，使负荷增加，从而导致设备的不良运行或停止运行。

一个电路中的电阻越大，电流就越小。如图 1-1-2 所示，电阻就像水管中的瓶颈一样。电阻降低或限制电流的流动。影响电阻值大小的 4 个因素是温度、导线的长度和直径以及导线的材质。电阻与水管中阻力的比较见图 1-1-2。

电阻的影响因素：

① 温度

温度对不同材料导体的电阻有着很大的影响。例如，铜和钢的电阻是随着温度的升高而增大。当这些材料的温度升高时，其电子将更加牢固地保持其旋转轨道，这样，就使电子从一个原子到另一个原子的流动更加困难。

② 导线直径

较大尺寸的导体意味着可同时流过更多的电子。反之，流过的电子就少。当使用导线作为一个导体时，导线直径越小，电阻就越大。反之，电阻就会减小。

③ 导线长度

增加长度，电阻就会增大。这是因为，电子必须经过更多的原子。电子通过较短的导线时，就会经过较少的原子以及受到较小阻力的影响。

④ 腐蚀

腐蚀有化学腐蚀和电化学腐蚀（不同金属搭接形成“原电池”）。导线腐蚀是由于暴露在诸如盐、水、污物和腐蚀性气体等物质中所造成的。一旦出现腐蚀，材质就会疏松，强度下降；截面减小，电阻就会增大。

2) 电压

可以将电压与水塔中所形成的水压做一个比较，来说明这个原理。水塔顶部（相当于 12V）与低部或地面（相当于 0V）之间的势差导致形成水压。电压与水压的比较见图 1-1-3。

电压的单位为伏〔特〕（V）。如果电场力把 1 库仑（C）电量从点 A 移到点 B 所做的功是 1J（焦耳），则 A 与 B 两点间的电压就是 1V。

计算较大的电压时用千伏（kV），计算较小的电压时用毫伏（mV）。其换算关系为： $1\text{kV} = 10^3\text{V}$ ； $1\text{V} = 10^3\text{mV}$ 。

电压的实际方向规定为从高电位点指向低电位点，即由“+”极指向“-”极，因此，在电压的方向上电位是逐渐降低的。

电压总是相对两点之间的电位而言的，所以用双下标表示，一个下标（如 A）代表起点，后一个下标（如 B）代表终点。电压的方向是由起点指向终点，有时用箭头在图上标

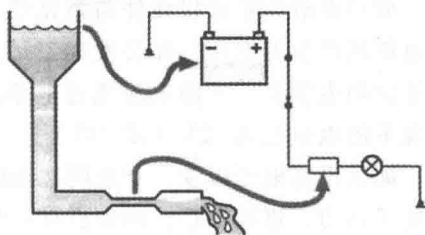


图 1-1-2 电阻与水管中阻力的比较

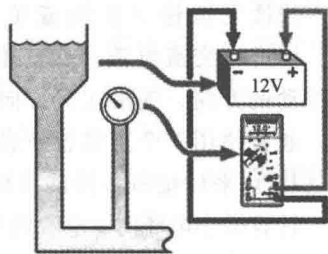


图 1-1-3 电压与水压的比较

明。当标定的参考方向与电压的实际方向相同时（图 1-1-4a），电压为正值；当标定的参考方向与实际电压方向相反时（图 1-1-4b），电压为负值。

绝大多数汽车电路均由车辆电瓶或发电机来提供电源，且通常为 12V 电气系统。而大型柴油车为 24V 系统。

如果在电瓶正极接线柱与搭铁线之间，测量电瓶所产生的电压，你会发现正是由于两个端子之间电位差，才使电流流过电路，且此种情况下的电位差为 12V（或 24V）。

如果没有电压以及一个连同地线的完整回路，电流就不可能流动。电压和电流共同作用产生了电力，进而做功，例如点亮一个灯泡或使一台电动机运转。

3) 电流

电流是由电荷的定向移动形成的。当金属导体处于电场之内时，自由电子要受到电场力的作用，逆着电场的方向做定向移动，这就形成了电流。电流是电子从一个原子到下一个原子的流动。以单位安培（用符号 A 表示）来计量电流。一个安培（A）表示有 6280 亿个电子在 1s 内流过一个固定点。这里举一个例子，可以说明电流有多么强大。如果 0.1A 的电流流过人体，将会造成严重伤害甚至死亡。

以水塔为例，我们可以将电流与从水塔流到水节门的水进行比较。水从水塔到地面的实际流动就类似于电流的流动。只有在电压（压力）的作用下，电流才会流动。电流与水流的比较见图 1-1-5。

电流可分为直流电流和交流电流。

① 直流电流（DCA）

如果电流只沿一个方向流动，称为直流电流，大小和方向均不随时间变化的电流叫恒定电流。

② 交流电流（ACA）

当改变极性（正极或负极）的电流来回流动时，即产生交流电流。交流电流总是在不断地改变其流动的方向，先沿正极方向流动，然后沿相反的负极方向流动。这被称为一个循环。

通常使用一个正弦波来表示一个循环。一个循环就是形成一个完整波形的过程。使用赫兹（Hz）来计量每秒钟的循环次数，也被称作交流电流的频率。

计算微小电流时，电流的单位用毫安（mA）、微安（ μA ），其换算关系为 $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$ ， $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$ 。

习惯上，规定正电荷的移动方向表示电流的实际方向。在外电路，电流由正极流向负极；在电源内部，电流由负极流向正极。

在进行电路计算时，先任意选定某一方向作为待求电流的正方向，并根据此正方向进行计算。若计算得到结果为正值，说明了电流的实际方向与选定的正方向相同；若计算得到结

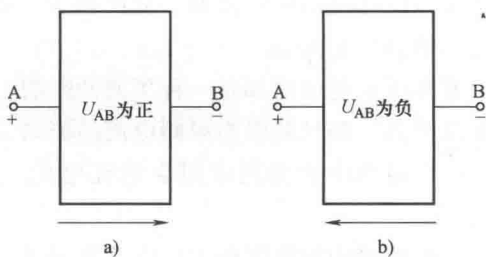


图 1-1-4 电压的正负与实际方向

a) 参考正方向与实际方向一致

b) 参考正方向与实际方向相反

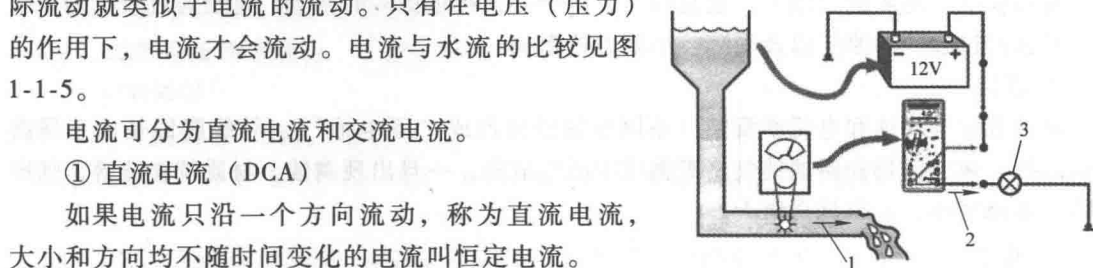


图 1-1-5 电流与水流的比较

1—水流 2—电流 3—负荷

果为负值,说明电流的实际方向与选定的正方向相反。图 1-1-6 表示电流的参考正方向(图中实线所示)与实际方向(图中虚线所示)之间的关系。

4) 电动势

为了维持电路中有持续不断的电流,必须有一种外力,把正电荷从低电位处(如负极 B)移到高电位处(如正极 A)。在电源内部就存在着这种外力。

如图 1-1-7 所示,外力克服电场力把单位正电荷由低电位 B 端移到高电位 A 端,所做的功称为电动势,用 E 表示。电动势的单位也是 V。

电动势的方向规定为从低电位指向高电位,即由“-”极指向“+”极。

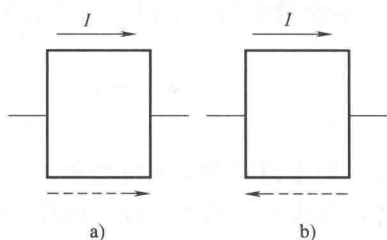


图 1-1-6 电流的方向

a) 参考正方向与实际方向一致

b) 参考正方向与实际方向相反

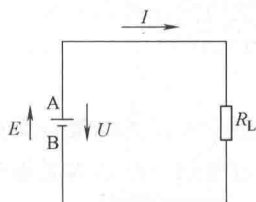


图 1-1-7 电动势示意图

5) 电功率

在直流电路中,根据电压的定义,电场力所做的功是 $W = QU$ 。把单位时间内电场力所做的功称为电功率,则有

$$P = \frac{QU}{t} = UI$$

功率的单位是瓦[特](W)。

对于大功率,采用千瓦(kW)或兆瓦(MW)作单位,对于小功率则用毫瓦(mW)作单位。在电源内部,外力做功,正电荷由低电位移向高电位,电流逆着电场方向流动,将其他能量转变为电能,其电功率为

$$P = EI$$

若计算结果 $P > 0$,说明该元件是耗能元件;若计算结果 $P < 0$,则该元件为供能元件。

当已知设备的功率为 P 时,在 t (s) 内消耗的电能为 $W = Pt$ 。电能就等于电场力所做的功,单位是焦[耳](J)。在电工技术中,往往直接用瓦特·秒($W \cdot s$)作单位,实际上则用千瓦·小时($kW \cdot h$)作单位,俗称 1 度电。 $1kW \cdot h = 3.6 \times 10^6 W \cdot s$ 。

许多电气装置都被标定为消耗多少功率,而不是可产生多少功率。功率、电压和电流之间的关系可用以下功率公式表示:

$$P = UI$$

即功率等于电压乘以电流。

(3) 欧姆定律、线性电阻、非线性电阻

欧姆定律指出:导体中的电流 I 与加在导体两端的电压 U 成正比,与导体的电阻 R 成反比。

1) 部分电路的欧姆定律

图 1-1-8 所示电路, 是不含电动势, 只含有电阻的一段电路 (称为“部分电路”)。若 U 与 I 正方向一致, 则欧姆定律可表示为

$$U = IR$$

电阻的单位是欧 [姆] (Ω), 计量大电阻时用千欧 ($k\Omega$) 或兆欧 ($M\Omega$)。其换算关系为 $1k\Omega = 10^3\Omega$; $1M\Omega = 10^6\Omega$ 。

电阻的倒数 $1/R = G$, 称为电导, 它的单位为西 [门子] (S)。

2) 全电路的欧姆定律

图 1-1-9 所示是简单的全电路, R_L 为负载电阻, R_0 为电源内阻。若略去导线电阻不计, 则此段电路用欧姆定律可表示为

$$I = \frac{E}{R_L + R_0}$$

可见, 电路中流过的电流, 其大小与电动势成正比, 与电路的全部电阻之和成反比。电源的电动势和内电阻一般认为是不变的, 所以, 改变外电路电阻, 就可以改变回路中的电流大小。

3) 线性电阻、非线性电阻

在温度一定的条件下, 把加在电阻两端的电压与通过电阻的电流之间的关系称为伏安特性。

一般金属电阻的阻值不随所加电压和通过的电流而改变, 即在一定的温度下其阻值是常数, 这种电阻的伏安特性是一条经过原点的直线, 如图 1-1-10 所示。这种电阻称为线性电阻。

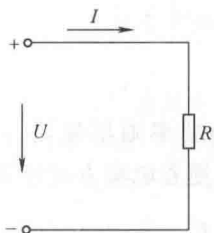


图 1-1-8 部分电路

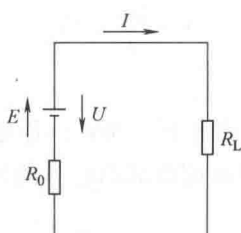


图 1-1-9 简单的全电路

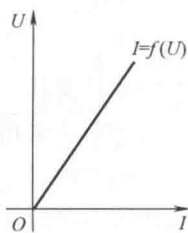


图 1-1-10 线性电阻的伏安特性

由此可见, 线性电阻遵守欧姆定律。

电阻的电阻值随电压和电流的变化而变化, 其电压与电流的比值不是常数, 这类电阻称为非线性电阻。例如, 半导体二极管的正向电阻就是非线性的, 后续将详细介绍。

(4) 电气设备的额定值

电气设备的额定值, 通常有如下几项。

1) 额定电流 (I_N)

电气设备长时间运行以致稳定温度达到最高允许温度时的电流, 称为额定电流。

2) 额定电压 (U_N)

为了限制电气设备的电流并考虑绝缘材料的绝缘性能等因素, 允许加在电气设备上的电压限值, 称为额定电压。

3) 额定功率 (P_N)

在直流电路中, 额定电压与额定电流的乘积就是额定功率, 即

$$P_N = U_N I_N$$

电气设备的额定值都标在铭牌上, 使用时必须遵守。例如, 一盏日光灯, 标有“220V/60W”的字样, 表示该灯在 220V 电压下使用, 消耗功率为 60W, 若将该灯泡接在 380V 的电源上, 则会因电流过大将灯丝烧毁; 反之, 若电源电压低于额定值, 虽能发光, 但灯光暗淡。

(5) 数字万用表的使用

多功能数字万用表是检测汽车电路最基本和最常用的工具, 具有测量准确、输入阻抗高、功能齐全、可靠性好、显示直观、过载能力强、携带与使用方便等突出特点。图 1-1-11 是 HRYSTAL my64 型数字万用表的前面板。下面以这种数字万用表为例, 介绍其使用方法。要注意的是对于不同型号的万用表, 其外观、功能和使用方法可能不尽相同。

△特别提醒: 针对不同型号的万用表要阅读其相应的使用说明书和注意事项。

① 前面板简介

如图 1-1-11 所示, 量程/功能旋转开关处于面板中央。在仪表不使用时, 要通过中部左边的“关闭”按钮将万用表关闭。

液晶显示屏, 最大显示值为 1999。

输入插孔共 4 个: “COM” 插孔用于连接信号负极; “VΩHz” 插孔用于连接信号正极; “mA” 和 “10A” 插孔用于测量直流电流。

COM: 和 V、Ω、Hz 间标注的 600V ~ 1000V 字样, 表示这两个插孔输入的交流电压上不得超过 600V (有效值), 直流电压不得超过 1000V。在 COM 和 mA 之间标注的 200mA 及在 COM 和 10A 之间标注的 “20A 1S SET MAX” 字样都表示输入的交流/直流电流 (有效值) 的最大允许值。

② 可测量的主要项目

- (a) 直流电压——量程: 200mV ~ 1000V。
- (b) 交流电压——量程: 2V ~ 700V。
- (c) 电阻——量程: 200Ω ~ 200MΩ。
- (d) 交/直流电流——10A 测量电压降 (测量电压降: 满量程为 200mV)。
- (e) 二极管测试——显示近似二极管正向电压值, 正向直流电流约 1mA, 反向直流电压约 2.8V。
- (f) 音响通断检查——导通电阻 < 30Ω 时, 机内蜂鸣器响, 开路电压 2.8V。
- (g) 温度测试——-40℃ ~ 400℃ 或 1000℃ (温度传感器: 国际标准 K 型)。

4. 实训操作

(1) 使用万用表的安全注意事项



图 1-1-11 HRYSTAL my64 型数字万用表的前面板

为避免可能的电击和人员伤害,请遵照以下规则。

- 1) 不要使用已损坏的万用表。使用前请检查外壳,并注意连接插座附近的绝缘性。
- 2) 检查测试表笔,看是否有损坏的绝缘或裸露的金属,检查表笔的通断情况,并在使用仪表前更换损坏的表笔。
- 3) 当操作出现异常时,要停止使用,因此时保护可能已损坏。
- 4) 不要在爆炸性的气体、蒸汽或灰尘附近使用。
- 5) 不要在任何两个端子或任何端子与大地之间输入超过仪表上标明的额定电压。
- 6) 使用之前,用仪表测量一个已知的电压来验证仪表是否正常。
- 7) 当测量电流时,在仪表接入线路之前先关闭线路的电源。
- 8) 当检修仪表时,只使用标明的更换部件。
- 9) 在测量交流电压 30V (有效值)、42V (峰值) 或直流 60V 以上时,请特别留意,因为此类电压会导致电击危险。
- 10) 使用测试表笔时,要保持手指在表笔的档手后面。
- 11) 在测量时,先连接公共测试表笔(黑表笔),再连接带电表笔(红表笔);断开连接时,请先断开带电表笔,再断开公共表笔。
- 12) 打开电池仓时,请将所有测试表笔从仪表移走。
- 13) 当电池仓或仪表外壳部分没有盖紧或松开时,切勿使用仪表。
- 14) 当电池低电压指示符号“BAT”出现时,请尽快更换电池,以免误读数而可能导致的电击或人员伤害。
- 15) 不要用万用表去测量万用表所示的 CAT 分类等级以外的电压。

(2) 万用表的使用

1) 测量电压步骤

① 将功能开关置于电压档。如果能判断出被测对象的电压可能最大数值,则将量程放在高于可能最大数值的量程即可;如果不能判断出被测对象的电压最大数值,则将量程放在最高量程上。

② 将黑色表笔插入“COM”插孔,红色表笔插入“VΩHz”插孔。

③ 将表笔并接在被测负载或信号源两端。通常将黑色表笔接在参考点或低电位点,红色表笔接在被测负载或信号源高电位点。

④ 调节量程,选择最佳量程。

⑤ 读数。万用表显示的数值即为被测对象的电压或信号源的电压值。同时根据显示数值的正负,表示红表笔的极性。

2) 测量电流步骤

① 将功能开关置于电流档。如果能判断出被测电流可能的最大数值,则将量程放在高于可能最大数值的量程即可;如果不能判断出被测对象的电流最大数值,则将量程放在最高量程上。

② 将黑色表笔插入“COM”插孔;如果能判断出被测电流小于 200mA,则就将红色表笔插入“200mA”插孔。否则红色表笔插入 10A 插孔。

③ 将表笔串入被测电路中。通常将黑色表笔接低电位端,红色表笔接在高电位端。

④ 调节量程,选择最佳量程。

当输入开路时,万用表显示值为“1”;当被测电流超过所用量程范围时,万用表显示值也为“1”,此时换用高档量程(适用于非自动转换的万用表)。

⑤ 读数。万用表显示的数值即为被测电路的电流值。同时根据显示数值的正负,表示电流方向。

注意:插孔没有用熔丝,当测量电流时,测量时间应小于15s。

3) 测量电阻步骤

① 查看万用表误差 ($R_{\text{误}}$)

将功能开关置于电阻档。将量程放在最小量程上。将黑色表笔插入“COM”插孔,红色表笔插入“V Ω Hz”插孔。将黑色表笔与红色表笔接在一起。此时万用表显示的数值即为该万用表测量电阻的误差。

② 测量值 ($R_{\text{测}}$)

设置量程。如果能判断出被测电阻可能的最大数值,则将量程放在高于可能最大数值的量程即可;如果不能判断出被测电阻最大数值,则将量程放在最高量程上。

将表笔跨接在被测电阻上。调节量程,选择最佳量程。当输入开路时,万用表显示值为“1”;当被测电阻超过所用量程范围时,万用表显示值也为“1”,此时换用高档量程(适用于非自动转换的万用表)。

读数,万用表显示的数值即为被测电阻的测量值 $R_{\text{测}}$ 。

③ 计算被测电阻值实际值 R

被测电阻值

$$R = R_{\text{测}} - R_{\text{误}}$$

△注意:当在线测量电阻时,需确认被测电路已断开,且在电容全部放电后,方可检测。

4) 音响通断检查步骤

① 将黑表笔插入“COM”插孔,红色表笔插入“V Ω Hz”插孔。

② 将功能开关置于“二极管测试”档上,并将表笔跨接在被测电路上。若被测电路导通电阻阻值小于30 Ω ,则万用表内蜂鸣器将响起。否则,不响。

5) 测量二极管步骤

① 将黑表笔插入“COM”插孔,红色表笔插入“V Ω Hz”插孔。

② 将功能开关置于二极管测试档,并将表笔跨接在被测二极管上。

△注意:当输入端未接入,即开路时,万用表显示值为“1”。

③ 测量

正向测量。即红表笔接二极管正极(+),黑表笔接二极管负极(-)。如果二极管没有故障,则表显示值为正向压降伏特值。

反向测量。即红表笔接二极管负极(-),黑表笔接二极管正极(+)。如果二极管没有故障,万用表显示值为“1”。

如果两个方向测量不是上述数值,则说明二极管损坏了。若两个方向测量均显示为“000”或接近此值,说明二极管损坏(短路)。若两个方向测量显示值均为“1”,说明二极管损坏(断路)。

6) 温度测量

进行此项工作时,不需要通过表笔插座测量。

将热电偶传感器的两端插入测量插孔,热电偶的工作端(测温端)插入待测物上面或内部,可直接从显示器上读取温度值($^{\circ}\text{C}$)。

△注意:当热电偶传感器开路时,万用表显示常温值。

一般裸露式接点热电偶极限温度为 250°C (短期内为 300°C)。

4. 实训操作

(1) 利用给定的电器元件连接一个模拟的倒车灯电路。

(2) 测量电路上的电流、电源电压、灯泡电阻,计算功率。

任务 1-2 诊断电路故障

1. 任务描述

将“任务 1-1”的电路分别设置倒车灯开关、熔丝、线路故障,分别用万用表、试灯、跨接线进行诊断故障。

2. 教学目标

(1) 能力目标

- 1) 能进行电压损失测量。
- 2) 能用万用表通过电位法、电压法、电阻法及通断法诊断电路。
- 3) 能用试灯诊断电路。
- 4) 能用跨接线诊断电路。

(2) 知识目标

- 1) 掌握电位法、电压法、电阻法及通断法诊断知识。
- 2) 掌握电压损失知识。
- 3) 了解测试灯构造原理及使用注意事项。
- 4) 了解跨接线构造原理及使用注意事项。
- 5) 熟悉汽车电气系统故障诊断时应注意的事项。

3. 相关知识

由于实际工作的需要,常将许多电路按不同的方式连接起来,组成一个电路网络。

(1) 串联电路

由若干个用电器顺序地连接成一条无分支的电路,称为串联电路。如图 1-1-12 所示电路,是由 3 个电阻串联组成的。

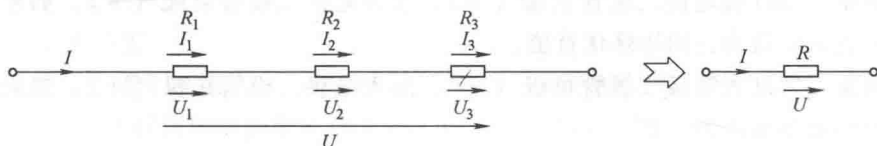


图 1-1-12 串联电路及等效电路

串联电路有以下几个特点。

① 流过串联各元件的电流相等,即

$$I_1 = I_2 = I_3$$