

汽车电气设备与维修

汽车电气设备与维修工作页

汽车电气设备与维修练习册

汽车底盘构造与维修

汽车底盘构造与维修工作页

汽车底盘构造与维修练习册

汽车发动机构造与维修

汽车发动机构造与维修工作页

汽车发动机构造与维修练习册

汽车美容与装潢

汽车美容与装潢工作页

汽车发动机电控技术

汽车发动机电控技术工作页

汽车发动机电控技术练习册

汽车电工电子技术基础

汽车电工电子技术基础工作页

汽车电工电子技术基础练习册

汽车维修基础

汽车维修基础工作页

汽车维修基础练习册

汽车维护

汽车维护工作页

汽车维护练习册

更多信息请关注



大象出版社
官方微信



大象出版社
抖音号



大象出版社
天猫店



大象e学

ISBN 978-7-5711-2492-2



9 787571 124922 >

定价:38.60元

河南省中等职业教育规划教材
河南省中等职业教育校企合作精品教材

河南省中等职业教育规划教材
河南省中等职业教育校企合作精品教材

汽车电工电子技术基础

河南省教育科学规划与评估院 编



汽车电工电子技术基础

河南省教育科学规划与评估院
编

中原出版传媒集团
中原传媒股份公司

 大象出版社

 大象出版社

▶ 河南省中等职业教育规划教材
河南省中等职业教育校企合作精品教材

汽车电工电子技术基础

河南省教育科学规划与评估院 编



中原出版传媒集团
中原传媒股份公司

 大象出版社
· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子技术基础 / 河南省教育科学规划与评估院编. -- 郑州 : 大象出版社, 2024. 11. -- ISBN 978-7-5711-2492-2

I. U463. 6

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024SH7670 号

汽车电工电子技术基础

QICHE DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

河南省教育科学规划与评估院 编

出版人 汪林中
责任编辑 何 姗
责任校对 陶媛媛 马 宁
装帧设计 付锁锁

出版发行 大象出版社(郑州市郑东新区祥盛街 27 号 邮政编码 450016)
发行科 0371-63863505 总编室 0371-65597936

网 址 www.daxiang.cn
印 刷 河南文华印务有限公司
经 销 各地新华书店经销
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 13
字 数 255 千字
版 次 2024 年 11 月第 1 版 2024 年 11 月第 1 次印刷
定 价 38.60 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 新乡市获嘉县亢村镇工业园

邮政编码 453800

电话 0373-5969992 5961789

中等职业教育校企合作精品教材

出版说明

2014年，我们组织编写了这套中等职业教育汽车运用与维修专业的校企合作精品教材，并在使用过程中取得了良好的教学效果。同时，汽车行业飞速发展，相关技术及产品更新迭代不断加快。为了充分展示汽车行业发展的最新成果，对接汽车科技发展趋势和市场需求，及时吸收成熟的新技术、新工艺、新规范等，我们认真研究《国家职业教育改革实施方案》，对这套教材进行了修订和完善，力求使修订后的教材更加适用于教学活动。

修订后，这套教材的特点主要体现在：一是精准助力“1+X”证书制度试点工作，实现专业课程内容与职业标准对接，学历证书与职业技能等级证书对接；二是注重与企业的联系，将“新技术、新知识、新工艺、新方法”及时编入教材，使教材内容更具有前瞻性、针对性和实用性；三是体现技术技能型人才培养规律，把职业岗位需要的技能、知识、素质有机地整合到一起，真正实现教材由以知识体系为主向以技能体系为主的跨越；四是教学过程对接生产过程，充分体现“做中学，做中教”“做、学、教一体化”的职业教育教学特色；五是以配套工作页、练习册作为教材的延伸和补充，力求三位一体，更加有效地帮助学生夯实基础、锤炼技能。我们力争通过本套教材的出版和使用，为全面推行“校企合作、工学结合、顶岗实习”人才培养模式提供教材保障，为深入推进职业教育校企合作，办好新时代职业教育作出贡献。

在这套校企合作精品教材编写和修订过程中，校企双方编写人员力求体现校企合作精神，努力将教材高质量地呈现给广大师生。但由于教材编写属于创新性的工作，书中难免会存在不足之处，为进一步提高本教材的质量，欢迎广大读者和专家对我们的工作提出宝贵意见和建议。

河南省职业技术教育教学研究室



前 言

在汽车技术日新月异的发展背景下，汽车电工电子技术在现代汽车上应用越来越广泛，对汽车性能的影响至关重要。为了培养适应当前技术发展要求的汽车维修技术技能型人才，我们编写了这本《汽车电工电子技术基础》。本教材依据《河南省中等职业教育校企合作精品教材编写方案》编写，旨在贯彻落实《国家职业教育改革实施方案》的相关要求，培养高素质的技术技能型人才。

在编写过程中，我们集合了具有多年教学经验的职业院校一线教师和知名汽车维修企业的技术骨干，进行深入的讨论和研究。我们参考国家级、省级汽车维修技能大赛项目对相关知识和技能的考查特点，并结合企业岗位技能标准，按照“1+X”证书制度的要求，制定编写大纲，确定编写内容。我们积极探索新型编写形式和人才培养理念，力求将本教材编写成《国家职业教育改革实施方案》中所倡导的“新型活页式、工作手册式”教学用书，更贴近教学和工作实际。

本教材的创新特色主要体现在以下几个方面：

1. 校企合作，工学结合。在编写前，我们进行了大量的市场调研，选取了经营状况良好、技术力量雄厚的汽车维修企业的技术骨干，与教学一线经验丰富的教师组成编写队伍并按照各自特长合理分工：企业人员提供典型作业案例、先进设备的技术资料以及新工艺、新方法的操作规范等，院校教师则对这些内容进行了归纳总结和理论提升，使之适用于教学，确保教材内容与职业岗位的对接。

2. 项目引领，任务驱动。本教材按照汽车电工电子技术的特点设置了八个项目和具体任务，让学生在真实的工作项目和任务引领下，通过小组合作或教师讲授获取直接的理论知识，在任务完成过程中有效提升专业能力。

3. 综合多门学科知识，突出实用。汽车电工电子技术基础涉及多门学科知识，我们将这些学科中与汽车电工电子技术紧密相关的知识和技能进行优化和重组，淡化学科界限，减少不必要的逻辑推导和数理分析，突出实用技术。

4. 创新编写体例。本教材将汽车电工电子技术的基础理论知识和基本技能归纳为一个个项目，每个项目下设置若干任务，每个任务引入真实的“作业案例”，让

学生带着问题去学习。任务结束后还有“案例分析”，对前面“作业案例”进行剖析，总结学习任务，培养学生严谨的工作作风。

5. 重视实践教学环节。我们遵循职业教育中“做中学，做中教”的理念，以学生为中心，教与学并重，做到“做、学、教一体化”，满足教学过程与生产过程相对接的要求。

本教材由河南省理工中等专业学校魏建成、郑延武担任主编，并负责整体审核。郑州工业安全职业学院（河南信息工程学校）贾佳、郑州市国防科技学校李瑾来、河南省理工中等专业学校田国豪担任副主编。具体编写分工如下：郑州市国防科技学校刘晓云编写项目1；郑州市国防科技学校李瑾来编写项目2；河南理工中等专业学校田国豪编写项目3；郑州工业安全职业学院（河南信息工程学校）贾佳、河南省理工中等专业学校魏建成编写项目4和项目8；河南省理工中等专业学校方国锦编写项目5；郑州市国防科技学校党令军、河南省理工中等专业学校郑延武编写项目6和项目7。在本书编写过程中，中汽院智能网联科技有限公司提供了汽车维修服务手册等专业资料，并对本书的修改提出了意见和建议。

虽然编者力求精益求精，但书中难免仍有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2024年5月



课件

目 录

项目1 汽车直流电路

任务 1 电的基础知识	2
任务 2 电路的概念与组成	6
任务 3 欧姆定律及常见电路连接	14
任务 4 基尔霍夫定律及汽车电路的特点	21

项目2 电磁学基础

任务 1 电流的磁效应	29
任务 2 磁场对电流的作用	37
任务 3 电磁感应	42

项目3 交流电

任务 1 正弦交流电概述	50
任务 2 三相交流电路	58

项目4 汽车电机技术基础

任务 1 汽车直流电机	69
任务 2 认识三相异步电机	76
任务 3 电机控制电路初识	83

项目5 模拟电路与数字电路基础

任务1 模拟电路基础知识	94
任务2 数字电路基础知识	110

项目6 汽车电气检测维修常用工具

任务1 手工锡焊	126
任务2 数字万用表的认识与使用	137

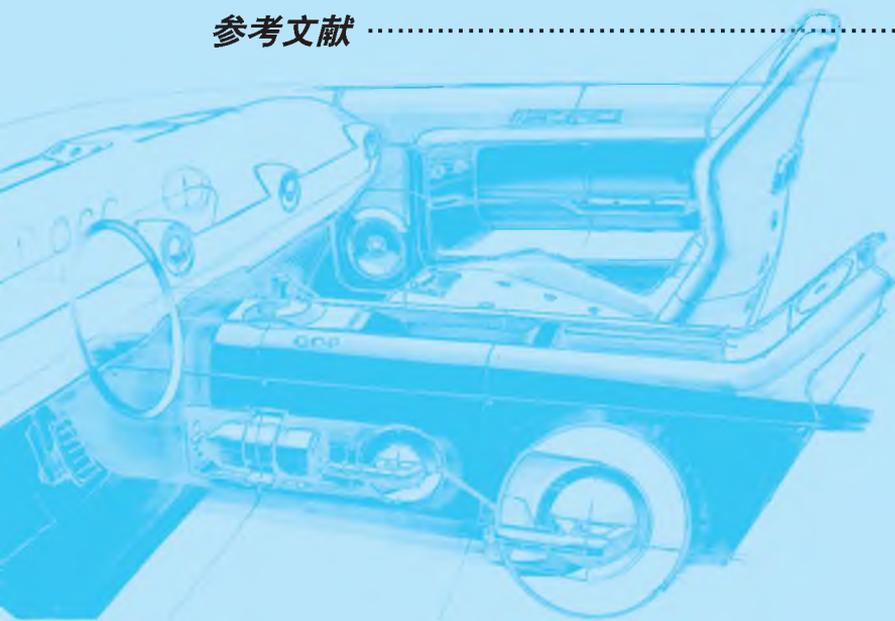
项目7 汽车电路识读基础

任务1 汽车电路基础元件的认识及电路符号识读	145
任务2 识读整车电路图	157

项目8 纯电动汽车用电防护

任务1 纯电动汽车工作电压介绍	171
任务2 安全用电与急救知识	178
任务3 安全防护用具	188
任务4 纯电动汽车维护作业安全防护	194

参考文献	200
------------	-----



项目 1

汽车直流电路

项目概述

汽车直流电路是汽车电路分析的基础。掌握汽车直流电路的基础知识,将为学习汽车电气设备构造与汽车维修打下良好基础。通过本项目的学习,同学们要掌握一些电的基本物理量、汽车直流电路的组成、常见电路的连接方式以及电路的三种状态,并通过“任务实施”进一步理解汽车电路的特点。

知识目标

1. 掌握电流、电压、电位、电阻等基本概念。
2. 认识电路,掌握电路的组成,理解电路各部分的作用。
3. 掌握欧姆定律,掌握串、并联电路的特点,理解电路通路、断路和短路的 3 种状态。
4. 掌握汽车电路的基本组成,认识汽车电气实物,掌握汽车电路的特点。

技能目标

1. 能正确地画出电路图。
2. 能正确规范地进行电路连接。
3. 能应用电路基本定律分析和求解电路的基本物理量,并能根据电路特点排查简单故障。

素养目标

1. 逐步养成 8S 的工作习惯。
2. 培养安全生产和安全用电意识。
3. 培养规范操作意识和严谨认真的科学态度。

任务 1 电的基础知识

作业案例

一辆哈弗 M6 汽车的车主,发现在起动车辆时,听到哒哒哒的声响,然而汽车却无法正常启动,试分析原因。

知识准备

学习资料 1 电的基本概念

电是由静止或移动的电荷所产生的物理现象。在自然界中只有两种电荷,即正电荷和负电荷。人们把用丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷叫做正电荷,用毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷叫做负电荷。同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引。

电荷的多少叫做电荷量,常用 Q 或 q 表示,它的国际单位制单位是库仑,简称库,符号是 C。通常,正电荷用正数表示,负电荷用负数表示。

学习资料 2 电流

电荷的定向移动形成电流。在金属导体中,电流是自由电子在电场力作用下做定向移动形成的;在电解液或者被电离的气体中,电流则是正、负离子在电场力作用下做有规则运动形成的。习惯上规定正电荷移动的方向或负电荷移动的反方向为电流的方向。

电流的大小定义为单位时间内通过导体横截面的电荷量,根据定义有

$$i = \frac{dq}{dt}$$

其中, i 表示电流, dt 是时间间隔, dq 是在时间 dt 内通过导体横截面的电荷量的变化量。在国际单位制中,电流的单位是安培,简称安,符号是 A。实际中,常用的电流单位还有毫安(mA)和微安(μA)。其换算关系为 $1\text{ A} = 1 \times 10^3\text{ mA} = 1 \times 10^6\ \mu\text{A}$ 。

根据大小和方向随时间的变化情况,电流可以分为两大类。一类是大小和方向都不随时间变化的电流,称为直流电流(简称直流电),用字母“DC”表示;另一类是大小和方向都随时间变化的电流,称为交流电流(简称交流电),用字母“AC”表示。

学习资料3 电压和电位

1. 电压

电压是移动单位电荷时电场力所做的功。在电路中,单位正电荷从 A 点移动到 B 点获得或者失去的能量,称为 A 、 B 两点间的电压,据此,电压可通过以下公式计算。

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

式中, Q ——电荷量,单位为库仑(C);

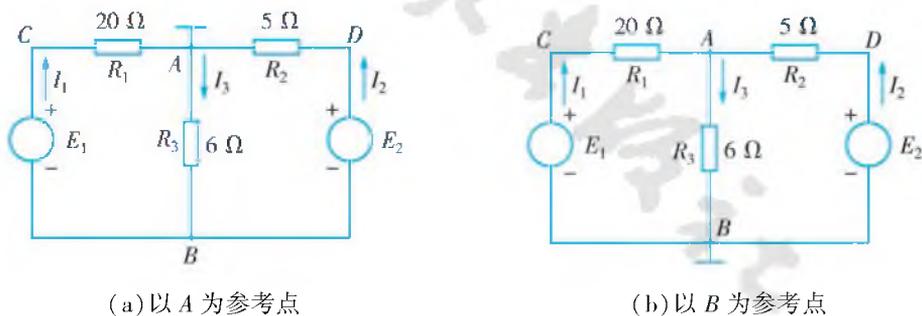
W_{AB} ——电荷从一点移动到另一点获得或者失去的能量,单位为焦耳(J);

U_{AB} —— AB 两点间的电压。

电压的国际单位制单位为伏特,简称伏,符号是 V,常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)等。其换算关系为 $1 \text{ kV} = 1 \times 10^3 \text{ V} = 1 \times 10^6 \text{ mV} = 1 \times 10^9 \mu\text{V}$ 。

2. 电位

在计算电路中某点的电位时,首先要确定一个参考点,就是规定该点的电位为零。参考点的选择可以是任意的,但一经选定,在分析和计算过程中就不能再改动。在汽车电路中,搭铁点就是电路的参考点,电路中任一点的电位就是相对于搭铁点的电压。电力系统中,通常以大地作为参考点;电子电路中,一般选择电子设备的金属机壳或某公共点作为参考点。在电路中用符号“ \perp ”表示电位参考点,如图 1-1-1 所示。



(a) 以 A 为参考点

(b) 以 B 为参考点

◎ 图 1-1-1 电路中的电位

电路的参考点确定后,某一点的电位即是该点到参考点的电压。电压与电位的关系为 $U_{AB} = V_A - V_B$ 。电位通常用 V 表示,电位与电压单位相同,也是伏特(V)。

进行某点的电位计算可以从电路中这一点到参考点任取一条路径,计算沿途电压升高与降低的代数和。计算过程中,电动势 E 由低电位指向高电位;对于电阻,电流从其高电位流入,低电位流出。

电路中的电位就是相对于电路中的某参考点的电压。参考点不同,电路中各点的电位也不同。

图 1-1-1(b)中, $E_1 = 140 \text{ V}$, $E_2 = 90 \text{ V}$, $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_2 = 6 \text{ A}$, $I_3 = 10 \text{ A}$,

各段电路中的电压为:

$$U_{AB} = I_3 \times R_3 = 10 \times 6 \text{ V} = 60 \text{ V}$$

$$U_{CA} = I_1 \times R_1 = 4 \times 20 \text{ V} = 80 \text{ V}$$

$$U_{DA} = I_2 \times R_2 = 6 \times 5 \text{ V} = 30 \text{ V}$$

$$U_{CB} = U_{CA} + U_{AB} = 140 \text{ V}$$

$$U_{DB} = U_{DA} + U_{AB} = 90 \text{ V}$$

若以 A 为参考点, 电路中其他各点的电位为:

$$V_B = -60 \text{ V} \quad V_C = 80 \text{ V} \quad V_D = 30 \text{ V}$$

若以 A 为参考点, A 、 B 两点间的电压为:

$$U_{AB} = V_A - V_B = 0 \text{ V} - (-60) \text{ V} = 60 \text{ V}$$

$$U_{BA} = V_B - V_A = (-60) \text{ V} - 0 \text{ V} = -60 \text{ V}$$

若以 B 为参考点, 电路中其他各点的电位为:

$$V_A = 60 \text{ V} \quad V_C = 140 \text{ V} \quad V_D = 90 \text{ V}$$

若以 B 为参考点, A 、 B 两点间的电压为:

$$U_{AB} = V_A - V_B = 60 \text{ V} - 0 \text{ V} = 60 \text{ V}$$

$$U_{BA} = V_B - V_A = 0 \text{ V} - 60 \text{ V} = -60 \text{ V}$$

通过以上计算可以发现, 电路中两点之间的电压绝对值是确定的, 正负则与参考点有关, 例如 $U_{AB} = -60 \text{ V}$, $U_{BA} = -60 \text{ V}$; $U_{CA} = 80 \text{ V}$, $U_{AC} = -80 \text{ V}$ 。电路中各点的电位是相对于参考点而言的, 选择不同的参考点, 电位的正负和大小就会不同。

学习资料 4 电阻

导体对电流的阻碍作用叫做该导体的电阻。导体的电阻越大, 表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体, 电阻一般不同, 电阻是导体本身的一种性质。导体的电阻通常用字母 R 表示, 单位是欧姆, 简称欧, 符号是 Ω 。当导体两端的电压是 1 V , 导体内通过的电流是 1 A 时, 这段导体的电阻就是 1Ω 。常用的电阻单位有千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$), 它们之间的换算关系是

$$1 \text{ M}\Omega = 1 \times 10^3 \text{ k}\Omega = 1 \times 10^6 \Omega$$

电阻反映了导体的导电能力, 是导体的客观属性。它的大小与导体的材料、长度, 以及导体横截面积有关, 还与导体所处的环境温度有关。实验结果表明, 在保持温度不变的条件下, 导体的电阻跟导体的长度成正比, 跟导体的横截面积成反比, 并与导体的材料性质有关。其计算公式为

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中, ρ ——导体电阻率, 单位为 $\Omega \cdot \text{m}$, 它与导体的几何形状无关, 而与导体材料的性质和导体所处的条件有关(如温度);

l ——导体长度, 单位为 m ;

S ——导体横截面积,单位为 m^2 。

任务实施



蓄电池起动
电压检测

技能实训 蓄电池起动电压检测

步骤 1:车辆停放平稳并驻车可靠,打开车门,铺放驾驶室内部防护四件套。

步骤 2:打开发动机舱盖,铺好发动机舱防护罩。

步骤 3:清洁蓄电池表面,检查蓄电池正负极是否有腐蚀、正负极电缆是否松动。

步骤 4:通过观察窗口查看蓄电池颜色是否正常(绿色表示蓄电池正常,灰白色表示蓄电池亏电)用数字万用表直流电压挡测量车辆蓄电池静态电压,正常应该大于 12.6 V 。

步骤 5:起动发动机时再次测量蓄电池起动电压,正常应该大于 11.4 V 。

步骤 6:车辆恢复,收回工具量具,注意8S工作过程。

案例分析

用数字万用表测量该车辆蓄电池电压,高于 12.6 V ,起动发动机时再次测量蓄电池起动电压,发现电压不足 11.4 V ,因此该车辆无法正常起动是因为蓄电池亏电。当汽车蓄电池的电量不足时,点火系统无法正常运作,车辆不能正常起动,只能听到哒哒哒的响声。

超级链接

电功

一段电路中电流所做的功,简称电功。电流做功的过程就是电能转化为其他形式的能的过程,电流做了多少功,就有多少电能转化为其他形式的能。其计算公式为

$$W = UIt$$

电功的国际单位制单位为焦耳,简称焦,符号为 J ,常用单位为度(千瓦时, $\text{kW} \cdot \text{h}$), $1\text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6\text{ J}$ 。

▲注意:① $W = UIt$ 适用于一切电路。

②计算公式中各量均采用国际单位。

③电功是标量。

电功率

电流所做的功跟完成这些功所用时间的比值叫作电功率,它是反映电流做功快慢的物理量。电功率的计算公式为

$$P = \frac{W}{T} = UI$$

电功率的国际单位制单位为瓦特,简称瓦,符号是 W,常用单位为千瓦(kW)。

▲注意:电功率的计算公式适用于一切电路。

额定功率与实际功率

额定功率:用电器在额定电压(或额定电流)下工作时的电功率。

实际功率:用电器实际工作时的电功率。

任务 2 电路的概念与组成

作业案例

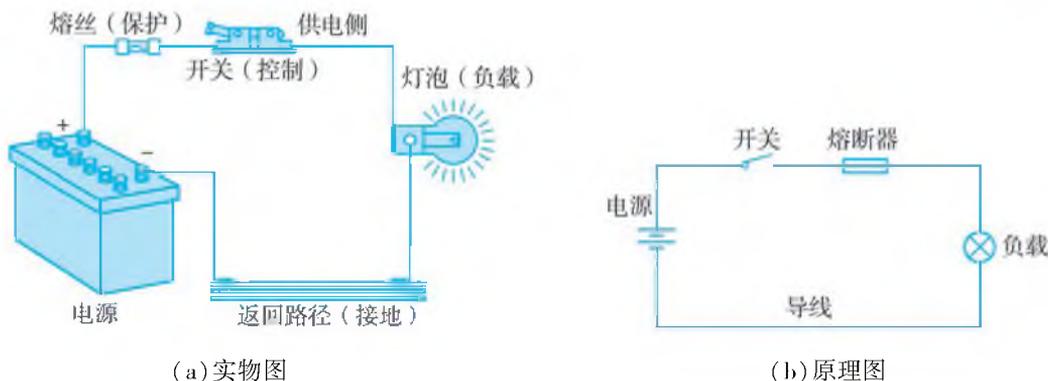
王先生的哈弗 M6 左后转向灯无法工作,请根据知识准备中所学的内容,对汽车转向灯进行检修。

知识准备

学习资料 1 电路的基本概念

随着社会的发展,电在我们的日常生活、工农业生产、国防建设、科技创新等领域都扮演着不可或缺的角色。用电就要涉及电路,电路是多样的,不管电路的具体形式和复杂程度如何,它们都由一些最基本的元器件组成。

电路是电源、用电器、开关等按一定方式用导线连接组成的总体,它提供了电流可以流过的路径。简单电路如图 1-2-1 所示。



◎图 1-2-1 简单电路

只有电路闭合时,电路中才有电流。一个电路中的电流从电源正极出发经过整个电路,回到电源负极就形成了一个闭合回路。电路中必须有电阻,否则就会形成短路。

学习资料 2 电路的组成

电路是电流流通的路径,一个完整的电路一般包括电源、负载、导线和开关等。

1. 电源

电源是为电路中的用电设备提供电能的装置,分为交流电源和直流电源两种。汽车上所使用的蓄电池和发电机均是直流电源。蓄电池是将其极板上储存的化学能转化成电能向汽车上的用电设备供电。而发电机则是在发动机的驱动下,将机械能转化成电能向汽车上的用电设备供电。

2. 负载

负载是在电路中接收电能的设备,是各类用电器的统称。汽车上的照明灯、信号灯、电喇叭、继电器等均是电路中的负载。

3. 导线

导线在电路中连接电源和负载,起传输和分配电能的作用。导线通常是由铜、铝、银等金属导体制成,并用绝缘材料包装。汽车电路的导线就是连接电源与各用电设备的配线。现实中的车辆会将金属车身和车架作为电路的一部分,以减少导线长度、简化布局。

4. 开关与安全保护器件

除电源、负载和导线这三大要素外,汽车电路中通常还配以相应的开关以及熔断器、易熔线、断路器等电路安全保护器件。开关可使电路在人们的控制下工作,安全保护器件则是为了保护电路不被过载电流和短路电流烧坏。

学习资料 3 电路的作用

电路的作用大致可分为两类:一类是实现电能的传输和转换,例如电力网络将电能从各个发电厂输送到千家万户,供各种电气设备使用;另一类是实现电信号的传输、处理和

存储,例如含有声音和图像信息的高频电视信号通过高频传输线送到电视机中,这些信号经过选择、变频、放大和检波等处理,恢复出原来的声音和图像信息,在扬声器中发出声音并在显像管屏幕上呈现图像。

学习资料 4 汽车电路中的主要元器件介绍

1. 电阻器

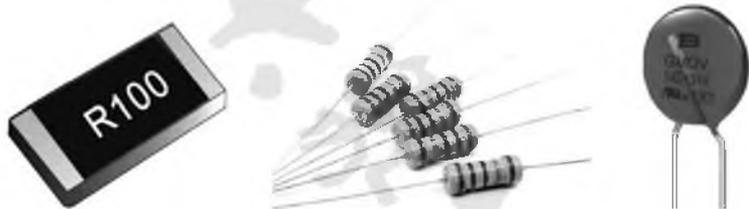
电阻器是一种对电流有阻碍作用的元件,它通过自身的电阻特性来限制电路中的电流大小。电阻器质量的好坏将会对电路工作的稳定性产生极大的影响。

电阻器的主要作用是稳定和调节电路中的电流和电压,还可以作为分流器、分压器和负载使用。

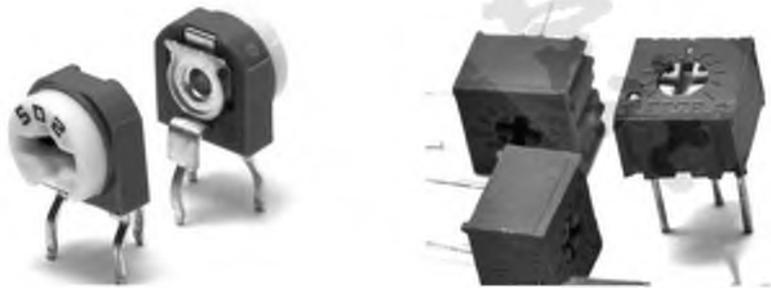
电阻器按阻值是否可变可以分为固定电阻器和可变电阻器两大类。

①固定电阻器的阻值是固定的,厂商生产后就不再改变,是最常见的一类电阻器。如图 1-2-2 所示。

②可变电阻器的阻值在一定范围内可以调整。如图 1-2-3 所示。



◎图 1-2-2 固定电阻器



◎图 1-2-3 可变电阻器

电阻器按材料不同可以分为碳膜电阻器、金属膜电阻器和线绕电阻器。

①碳膜电阻器是在瓷质基体上,通过真空蒸发或化学沉积等方法涂覆一层碳膜制成的。碳膜电阻器成本较低,性能稳定,是一种应用广泛的固定电阻器。

②金属膜电阻器是在瓷质基体上,通过真空蒸发等方法沉积一层金属膜制成的。金属膜电阻器具有精度高、温度系数小、噪声小等优点,适用于对精度和稳定性要求较高的电路。

③线绕电阻器是用高电阻率的金属丝(如镍铬合金丝)绕在绝缘骨架上制成的。线绕

电阻器的特点是阻值精确、功率较大,但体积相对较大,且存在一定的电感,适用于大功率、高精度要求的电路。

2. 电容器

由两片接近并相互绝缘的导体制成的电极组成的储存电荷和电能的器件,称为电容器。部分常见电容器如图 1-2-4 所示。



◎1-2-4 部分常见电容器

电容器是储存和容纳电荷的装置,也是存储电场能的装置。电容器每个极板上所储存的电荷量叫做电容器的电容量。在电子电路中,只有在充电过程中,才有电流流过电容器,充电过程结束后,电容器是不能通过直流电的。实际应用中,耦合电容、滤波电路等,都是利用电容器通交流隔直流的特性。

(1) 电容器的充电

使电容器带电(储存电荷和电能)的过程称为充电。把电容器的一个极板接电源(如电池组)的正极,另一个极板接电源的负极,两个极板就分别带上了等量的异种电荷。充电后电容器的两极板之间就有了电场。充电过程中,电源的电能转化为电容器内部的电场能。

(2) 电容器的放电

使充电后的电容器失去电荷(释放电荷和电能)的过程称为放电。例如,用一根导线把电容器的两极接通,两极上的电荷互相中和,电容器就会放出电荷和电能。放电后,电容器两极板之间的电场消失,电能转化为其他形式的能。

3. 电感器

电感器在电路中的使用虽然没有电阻器、电容器广泛,但是电感器也是汽车电路的基本元器件之一。

电感器是一种能够储存磁场能量的电子元件。电感器的结构类似变压器,但只有一个绕组,它是用漆包线、纱包线或塑皮线在铁芯上绕制成的一组串联的同轴线匝。部分常见电感器如图 1-2-5 所示。电感器的作用是滤波、储能和阻碍电流变化。电感器对电流

的变化有阻碍作用,这种特性使得它在一些电路中可以用来控制电流的上升和下降速率。



◎图 1-2-5 部分常见电感器

4. 熔断器

熔断器是一种当电流超过规定值时,以本身产生的热量使熔体熔断,断开电路的一种安全装置。

(1) 熔断器的结构

熔断器主要由支架、熔体(金属丝)、电极构成。

支架:固定熔体,并使三个部分成为刚性整体的结构。

熔体:熔断器的核心,熔断时起到切断电流的作用。同一类、同一规格保险丝的熔体,材质要相同、几何尺寸要相同、电阻值尽可能地小且要一致,最重要的是熔断特性要一致。

电极:通常有两个,是熔体与电路连接的重要部件。电极必须有良好的导电性,不应产生明显的安装接触电阻。

(2) 熔断器的分类

按结构形式的不同,熔断器可以分为插入式熔断器、螺旋式熔断器、封闭管式熔断器和自复式熔断器等类型。

①插入式熔断器。插入式熔断器主要应用于额定电压 380 V 及以下的电路末端,作为供配电系统中导线和电气设备以及 220 V 单相电路(例如民用照明电路及电气设备)的短路保护电器。如图 1-2-6(a)所示。

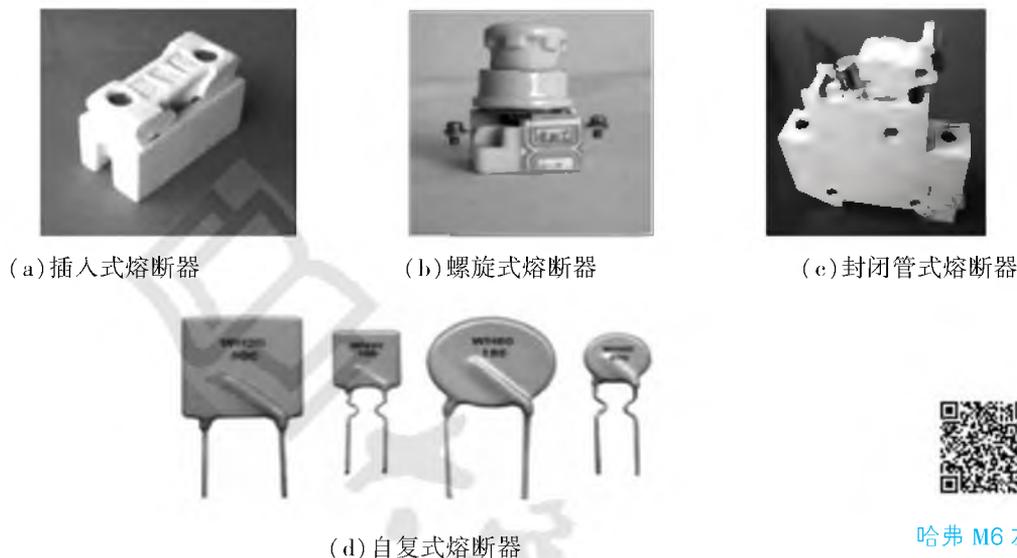
②螺旋式熔断器。螺旋式熔断器主要应用于交流电压 380 V、电流强度 200 A 以内的电路中,作为短路保护器件,特别是在机床电路中应用比较广泛。如图 1-2-6(b)所示。

③封闭管式熔断器。如图 1-2-6(c)所示。封闭管式熔断器又分为无填料封闭管式熔断器和有填料封闭管式熔断器。

无填料封闭管式熔断器主要应用于经常发生过载和断路故障的电路中,作为低压电力线路或者成套配电装置的连续过载及短路保护。

有填料封闭管式熔断器是在熔断管内添加灭弧介质后的一种封闭式管状熔断器。

④自复式熔断器。自复式熔断器在故障短路电流产生的高温下,其局部液态金属钠迅速汽化,阻值剧增,即瞬间呈现高阻状态,从而限制了短路电流。当故障消失后,温度下降,金属钠蒸气冷却并凝结,自动恢复至原来的导电状态。自复式熔断器常与断路器串联使用,在电力网络的输配电线路中,用于不需要分断电路的短路保护及限制过载电流。如图1-2-6(d)所示。



◎图1-2-6 熔断器的分类



哈弗 M6 左
后转向灯故
障检修

技能实训 哈弗 M6 左后转向灯故障检修

步骤 1: 车辆停放平稳并驻车可靠,打开车门,铺好驾驶室内部防护四件套。

步骤 2: 从后备箱处拆下左后转向灯。

步骤 3: 对数字万用表进行校零,选择电阻挡及合适量程(20 Ω)。

步骤 4: 正确检测转向灯灯丝的电阻,一般为 2 Ω。

步骤 5: 更换灯泡。

步骤 6: 车辆恢复,收回工具量具,恢复工位,注意 8S 管理要求。

案例分析

长城哈弗 M6 汽车转向灯电路由蓄电池、转向开关、熔断器、车身控制器 (Body Control Module, BCM)、连接导线、车灯等组成。当左转向开关闭合时,闭合信号传递给 BCM,电流由蓄电池正极出发通过线束流经 BCM、车灯到车身负极搭铁形成闭合回路。左侧有三个转向灯,只有左后侧转向灯无法正常工作,说明转向开关及控制电路没有问题,通过测量,左后转向灯线束端子电压为 12 V,故该故障在转向灯。测量转向灯电阻为 ∞ ,更换同型号

灯泡后故障排除。

超级链接

超级电容

超级电容(Super Capacitor),也被称为超级电容器、电化学双层电容器、电化学电容器、电化学超级电容器等,是一种能量存储设备。与传统电容器相比,超级电容的能量密度更高,容量更大,电化学反应速度更快,使用寿命更长,具有良好的高温稳定性、低温性能和高温快速充电性能等优点,因此广泛应用于各种领域,如电动汽车、可再生能源电站、智能手表、便携式电子设备等。

1. 超级电容的结构

超级电容一般由两个电极和介质组成。其中的电极材料是非常重要的,因为它直接影响到超级电容的性能。传统电容的电极是导电金属材料,但超级电容的电极材料则是活性炭、金属氧化物、导电高分子等,这些材料具有极高的比表面积和良好的电化学反应能力。超级电容的介质一般使用的是离子液体或聚合物凝胶等,这些介质可以使电荷迅速流动,提高电容的充放电速率和能量密度。

2. 超级电容的分类

根据电极材料的不同,超级电容主要分为电化学电容器和伪电容器两类。

(1) 电化学电容器

电化学电容器的电极材料为活性炭等具有大比表面积的材料,采用电化学双层存储电荷。电化学电容器的能量密度较低,但容量较大,循环寿命长,充放电速率较快。

(2) 伪电容器

伪电容器的电极材料为金属氧化物、导电高分子等,采用电化学反应和双层存储运作。伪电容器的能量密度较高,但容量较小,寿命较短,充放电速率较快。

3. 超级电容的参数

超级电容有很多参数,以下是常见的几个。

(1) 容量

超级电容的容量由两个方面组成:表面电容和双层电容。表面电容主要受电极材料的比表面积影响,双层电容取决于电极材料和电解质的性质。

(2) 电压

能够容纳的电荷量和电压正相关,超级电容的电压一般在 1 V 到 5 V 之间。

(3) 内阻

内阻是指充放电过程中电池内能量流动时产生的电阻,也称为电池的失能量,一般越低越好。

(4) 循环寿命

超级电容的循环寿命是指其能够经过多少次完全放电和充电,而不会出现明显的能量损失和容量变化,通常表现为电容损失值或电容保留率。

(5) 能量密度

能量密度是指单位电容器中存储的能量值。

(6) 功率密度

功率密度是指电容器单位体积内能够输出的功率。

4. 超级电容的应用

超级电容具有多种应用。

(1) 储能系统

超级电容可以在太阳能和风能发电时作为电池储能元件,提供实时的、高效的、长寿命的储能方案。

(2) 电动汽车

超级电容可以用于电动汽车辅助动力系统,具有高功率、快速充电等优势。

(3) 消费电子

超级电容可以用于手机、智能手表、平板等便携式消费电子中,提供更为快速、便捷的充电方式。

(4) 能源管理

超级电容可以在电网稳定性维护和电能质量监测领域中使用,提供电能存储和释放支持,以调节电网的电压和频率。

(5) 飞行器设备

超级电容可以用于航空器电力系统中,提供高性能、高可靠性、轻便的能量储存方案。

5. 超级电容的未来发展

超级电容作为一种新型能量储存设备,其发展具有广阔的前景。未来,随着科技的进步和工业的发展,超级电容器的容量、电压、能量密度、功率密度等性能都将有大幅提升。随着可再生能源、电动汽车等行业的发展,超级电容的需求和市场将持续扩大,成为一种非常重要的能源存储和转换的技术。

任务 3 欧姆定律及常见电路连接

作业案例

一辆哈弗 M6 汽车的示宽灯,左前示宽灯不亮,而右前和后示宽灯正常,请你进行检修。

知识准备

学习资料 1 欧姆定律

欧姆定律是德国物理学家欧姆根据大量的实验研究归纳得出的,包括部分电路欧姆定律和主电路欧姆定律。

1. 部分电路欧姆定律

如图 1-3-1 所示,只有电阻而不含电源的一段电路称为部分电路。



◎图 1-3-1 部分电路

部分电路欧姆定律适用于部分电路,它表明流过电阻的电流与其两端的电压成正比,与电阻值成反比。用公式表示为

$$I = \frac{U}{R}$$

式中, I ——电流,单位为 A;

U ——电压,单位为 V;

R ——电阻,单位为 Ω 。

2. 全电路欧姆定律

含有电源和负载的闭合电路称为全电路,如图 1-3-2 所示。其中电源内部的电路称为内电路,电源外部的电路称为外电路。



◎图 1-3-2 全电路

全电路欧姆定律也称为闭合电路欧姆定律。在全电路中,通过电路的电流与电源电动势成正比,与电路总电阻成反比。用公式表示为

$$I = \frac{E}{R+r}$$

式中, I ——电流,单位为 A;

E ——电源的电动势,单位为 V;

r ——内电路电阻,即电源内阻,单位为 Ω ;

R ——外电路的电阻,单位为 Ω 。

学习资料 2 电路的连接方式

1. 串联电路

串联是将用电设备逐个顺次首尾相连接入电路中的连接方式。串联电路如图 1-3-3 所示。串联电路中电流、电压和电阻的规律见表 1-3-1。



◎图 1-3-3 串联电路

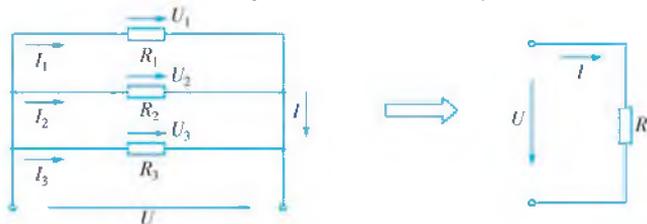
表 1-3-1 串联电路中电流、电压和电阻的规律

物理量	规律	表达式
电流	串联电路中通过各用电设备的电流都相等	$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I$
电压	串联电路中总电压等于分电压(每个用电设备两端的电压)之和	$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$
电阻	串联电路中总电阻等于分电阻之和	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

串联电路的应用很广,例如,在负载的额定电压低于电源电压的情况下,常需要给负载串联一个电阻,以分担一部分电压;电压表可以串联不同的电阻来扩大量程;有时为了防止负载中通过过大的电流,可以给负载串联一个限流电阻。

2. 并联电路

并联是将两个同类或不同类的用电设备首首相接、尾尾相连,然后接到电路中的一种连接方式。并联电路如图 1-3-4 所示。并联电路中电流、电压和电阻的规律见表 1-3-2。



◎图 1-3-4 并联电路

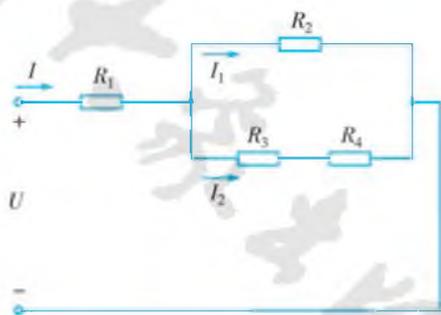
表 1-3-2 并联电路中电流、电压和电阻的规律

物理量	规律	表达式
电流	并联电路中通过干路的总电流等于各支路电流之和	$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$
电压	并联电路中各支路两端的电压都相等	$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$
电阻	在并联电路中总电阻的倒数等于各支路的电阻倒数之和	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$

并联电路应用广泛,如汽车上的起动机、刮水器、照明灯等工作电压相同的设备都采用并联接法。并联之后电气设备之间的工作互不影响。另外,如果某一分支电阻值偏大,可以通过并联电阻的方式,使总电阻减小,以满足电路的需要。在电工测量中,经常在电流表的表头两端并联分流电阻,以扩大电流表的量程。

3. 混联电路

混联电路是指电路中既有串联又有并联的连接方式,在电路、机床、混合动力系统中常用。混联电路如图 1-3-5 所示。



◎图 1-3-5 混联电路

分析混联电路时,必须先理清混联电路中各电阻之间的连接关系,然后应用串、并联电路的规律,求出单纯的串联和并联部分的等效电阻,最后求出电路的总电阻。

学习资料 3 电路的三种状态

1. 通路状态

如图 1-3-6 所示,开关 S 闭合后,电源与负载接通构成闭合回路,电路中有电流流过,并有能量的传输和转换,此时电路处于通路状态。

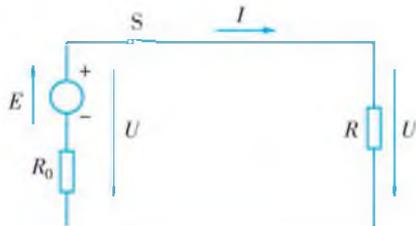
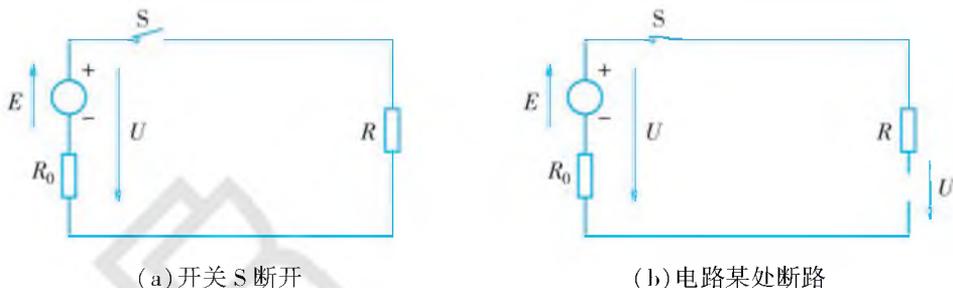


图 1-3-6 通路状态下的电路

2. 断路(开路)状态

如图 1-3-7(a)所示,开关 S 断开后,电路不通,电路中没有电流,负载两端没有电压,此时电路处于断路(开路)状态。

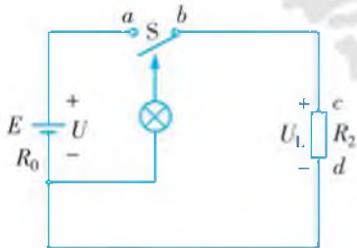
当电路的开关闭合,但其他某处断开时,电路也不通电,此时电路负载上无电压降,在电路的断点之外可测得电源的端电压。如图 1-3-7(b)所示。



◎图 1-3-7 断路(开路)状态下的电路

断路可以分为控制性断路和故障性断路。控制性断路是根据需要利用开关将处于通路状态的电路断开,故障性断路是一种突发性的、意外的断路状态。例如,在汽车电路中,电源与负载之间的导线松脱、负载与导体的金属部分接触不良都会引起断路故障。

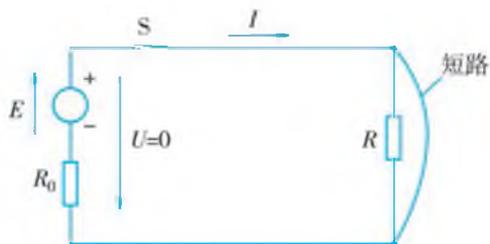
汽车电路发生短路故障时,常用试灯或数字万用表寻找电路的断路点,如图 1-3-8 所示。将试灯一端接在电源负极,另一端依次触及电路接线点 a 、 b 、 c 、 d 。如果试灯亮,说明此接线点至电源正极间无断路;如果试灯不亮,说明此接线点与前一接线点间有断路。用这种方法逐步缩小故障范围,直至找到断路点。使用数字万用表寻找电路的断路点同以上方法。



◎图 1-3-8 用试灯寻找断路点

3. 短路状态

如图 1-3-9 所示,若外电路电阻 R 用导线代替,则电路中仅有电源内电阻 R_0 ,电路中的电流全部从导线流过,这时的电路处于短路状态。由于电源内电阻一般很小,所以短路电流比负载电流大得多。此时电路的输出电压为零,电源对外不输出功率。电源功率全部转换为热能,温度迅速上升以致电源烧毁,也会使连接导线发热起火,引起电火灾。在实际工作生活中,不允许电路处于短路状态,为避免短路,汽车电路中一般安装有保护装置,如熔断器。



◎图 1-3-9 短路状态下的电路

发生短路事故时,应及时切断电路,否则将会引起剧烈发热,不仅损坏导线、电源和其他用电设备,严重时还会引起火灾。在实际电路中,一般都会在电路上加装熔断器,起短路保护作用。

短路在一般使用场合下是不允许的,但在检查、诊断汽车电路是否短路或断路,用于特定位置的测量时,常用跨接线(也称 SST,是一段多股导线,它的两端分别接有不同形式的插头,起旁通电路的作用)来进行检测。例如,某一电气部件不工作时,首先将跨接线连接在被测部件接线“-”端子与车身搭铁之间。若此时部件工作,说明其搭铁电路断路。若搭铁电路良好,将跨接线连接在蓄电池“+”极与被测部件“+”端子之间,如果此时部件工作,说明部件电源电路有故障(短路或断路);如果部件仍不工作,说明部件本身有故障,应予以更换。使用跨接线检测时,必须注意不可将跨接线错误地连接在被测部件“+”端子与搭铁之间。

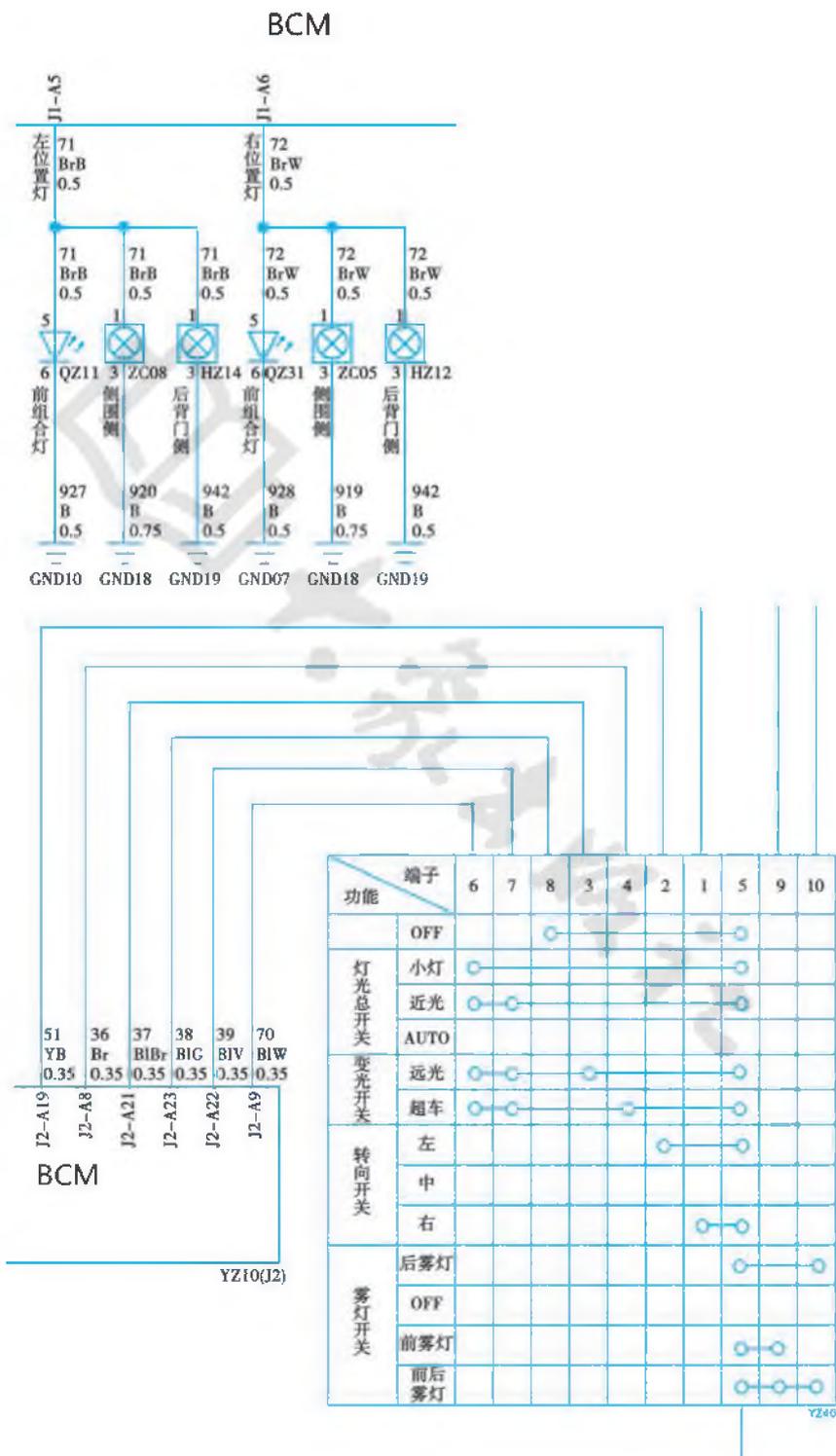
任务实施



哈弗 M6 左
前示宽灯故
障检修

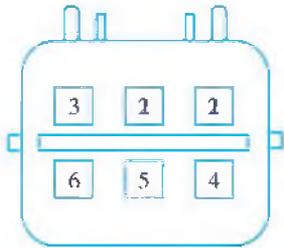
技能实训 哈弗 M6 左前示宽灯故障检修

- 步骤 1:** 车辆停放平稳并驻车可靠,打开车门,铺好驾驶室内部防护四件套。
- 步骤 2:** 打开发动机舱盖,铺放发动机舱防护罩。
- 步骤 3:** 查看电路图(图 1-3-10),找到示宽灯的线束,根据维修手册分析故障点在线束或者是 LED 灯。



◎图 1-3-10 电路图

步骤4:拨开左前组合灯线束,线束接口如图1-3-11所示,打开组合开关,用数字万用表测量端子5示宽灯电源、6搭铁之间的电压。正常情况下,该电压值为蓄电池电压;本次测量该电压值小于3V,低于蓄电池电压,则需排查电源端到此处线路是否断路。



◎图1-3-11 线束接口

步骤5:断开蓄电池负极,拆卸机舱格栅装饰板,拆卸前保险杠总成,拆卸翼子板装饰板,拆下4个螺栓,断开线束接插件。发现6号端子氧化严重并且松动虚接。

步骤6:清洁并修复端子,故障排除。

步骤7:车辆恢复,收回工具量具,注意8S管理要求。

案例分析

通过查看电路图可知,哈弗M6示宽灯采用并联电路,各灯互不干扰,所以,即使左前示宽灯损坏,也不影响其他示宽灯工作。经过分析左前示宽灯不亮的主要原因是线束或LED损坏。经过测试线束端子5与6搭铁之间的电压过低,确定故障在6号端子,该端子氧化虚接,经清洁修复,故障排除。

超级链接

汽车电路虚接

汽车电路虚接也叫汽车电路接触不良或汽车搭铁不良,指的是线路连接不牢靠,似接非接、似断非断。主要原因是车主私自拆装、改动电路或改变安装位置,导致电路漏电;汽车在不平路面行驶产生振动,导致接头松动、螺丝松动;生产工艺不当;某个电器长期使用后出现老化、剥离现象等。

汽车电路虚接的危害主要有三个方面。

1. 影响车辆正常运行

汽车电路虚接可能会导致车辆突然熄火,难以起动,中控失灵。在起动时,仪表盘指示灯不亮,起动电机不响,按遥控器也会没反应。

2. 造成电器故障

电路虚接会导致电流电压不稳定,影响电器的使用情况。例如发动机工况不稳、动力明显不足等。

3. 引发安全隐患

汽车电路虚接相当于在虚接点串联了一个电阻,如果虚接的电路是控制信号电路,会造成某个用电器不能工作或者时好时坏;如果虚接的是电源电路,由于阻抗增大,会导致虚接处异常发热,轻者摸着烫手,重者发出线皮焦糊味,甚至冒烟自燃,这种情况是非常危险的。

任务4 基尔霍夫定律及汽车电路的特点

作业案例

一辆哈弗 M6 汽车的仪表显示发动机故障灯点亮,通过故障诊断仪读取故障码为 P011800,故障代码定义:水温传感器信号电压过高。请检测汽车水温传感器回路,找出相关原因。

知识准备

学习资料1 基尔霍夫定律

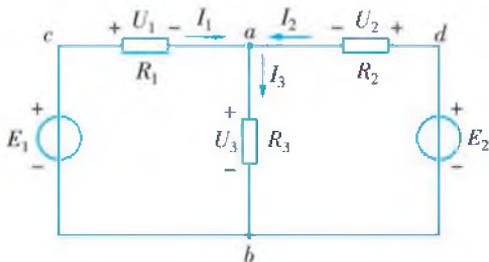
基尔霍夫定律既适用于直流电路,也适用于交流电路。它包括基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律两个定律。基尔霍夫电流定律应用于节点,基尔霍夫电压定律应用于回路。学习该定律前,先介绍电路的几个基本术语。

支路:电路中的每一个分支称为支路。它由一个或几个相互串联的电路元件构成。在同一支路内,流过所有元件的电流相等。如图 1-4-1 电路中有 3 条支路,分别是 ab 、 acb 、 adb 。其中,含有电源的支路称有源支路,不含电源的支路称无源支路。

节点:三条或三条以上支路所汇成的交点叫节点。图 1-4-1 中共有 2 个节点,分别是节点 a 和节点 b 。

回路:电路中由任意支路组成的闭合路径叫回路。图 1-4-1 中共有 3 个回路,分别是 $abca$ 、 $abda$ 、 $adbca$ 。

网孔:中间无支路穿过的最简单回路叫网孔或独立回路。图 1-4-1 中共有 2 个网孔,分别是 $abca$ 、 $abda$ 。



◎图 1-4-1 演示电路

1. 基尔霍夫电流定律(KCL)

基尔霍夫电流定律也称为基尔霍夫第一定律,内容是在任一瞬间,流入某一节点的电流之和等于流出该节点的电流之和。表达式为

$$\sum I_{入} = \sum I_{出}$$

如图 1-4-1,对于节点 a 有

$$I_3 = I_1 + I_2$$

将上式右边移至左边可写成

$$I_3 - I_1 - I_2 = 0$$

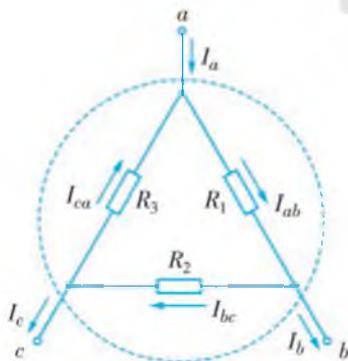
因此得到

$$\sum I = 0$$

即如果规定流入节点的电流为正,流出节点的电流为负,那么,在任一瞬间,流入(或流出)该节点的电流代数和恒等于零。

基尔霍夫电流定律不仅适用于结点,还适用于任一假设的闭合面(广义节点)。例如,假设把图 1-4-2 中虚线所围的闭合面看成是一个节点,基尔霍夫电流定律的表达式为

$$I_a = I_b + I_c$$



◎图 1-4-2 电路闭合面示意图

2. 基尔霍夫电压定律(KVL)

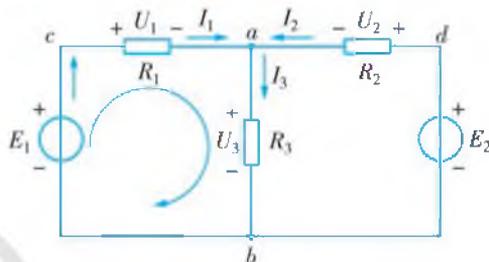
基尔霍夫电压定律也称为基尔霍夫第二定律,内容是在任一闭合回路中,沿某循环方向绕行一周,回路中各段电压的代数和等于零。其数学表达式为

$$\Sigma U=0$$

其中,凡是与绕行方向一致的电压取正,反之取负。

图 1-4-3 中,对于回路 $abca$,按顺时针循环一周,根据电压和电流的参考方向可列出

$$R_1 I_1 + R_3 I_3 - E_1 = 0$$



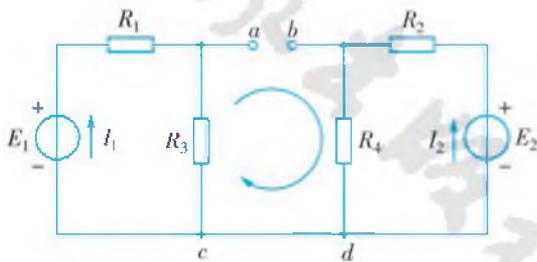
◎图 1-4-3 电路回路示意图

基尔霍夫电压定律不仅适用于电阻、电源等实际元件构成的回路,也适用于假想的回路。电路图 1-4-4 中 a 、 b 两点间开路无电流,设其间电压为 U_{ab} ,对假想回路 $abdca$,其循环方向为顺时针方向,列出电压方程

$$U_{ab} + R_4 I_2 - R_3 I_1 = 0$$

因此可求出

$$U_{ab} = R_3 I_1 - R_4 I_2$$

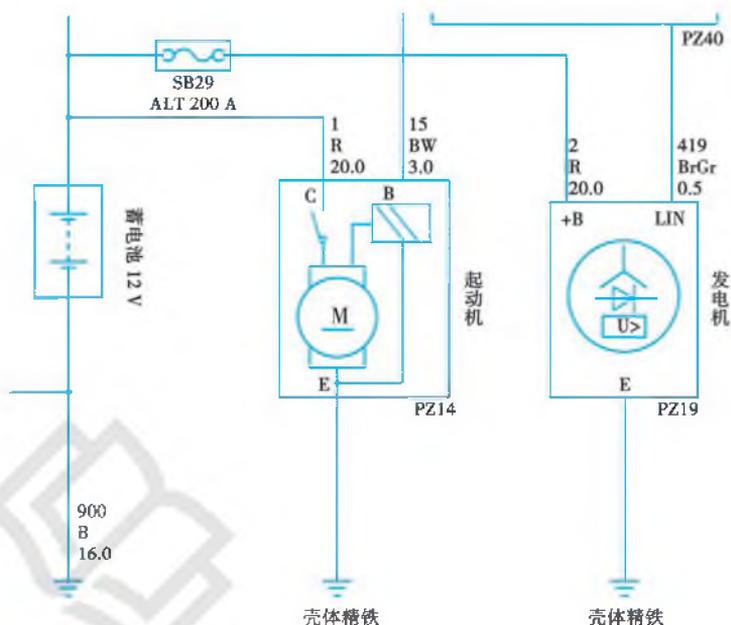


◎图 1-4-4 假想电路回路示意图

学习资料 2 汽车电路的特点

现代汽车电气系统包括车载电源和用电设备两大部分。汽车电气设备包括起动系统、点火系统、照明系统、信号装置、仪表和报警装置、辅助电气设备和汽车电子控制系统。随着汽车电子技术的不断发展,越来越多的电子设备将应用到汽车上,以提高汽车的安全性、舒适性和便利性。

根据电源性质,电路分为直流电路和交流电路两类。日常生活和工业生产大多采用交流电路,汽车上采用直流电路。以长城哈弗 M6 的电源电路为例来分析汽车电路的特点。电路图如图 1-4-5 所示。



◎图 1-4-5 哈弗 M6 电源电路图

1. 两个电源

汽车上有两个电源,分别是蓄电池和发电机。

2. 低压直流

汽车上电气系统的额定电压主要有 12 V 和 24 V。汽油发电机普遍采用 12 V 电源,柴油发电机多采用 24 V 电源。汽车发动机是靠起动机起动的,起动机由蓄电池供电,而要向蓄电池充电,就必须采用直流电源,所以汽车电气系统为直流系统,哈弗 M6 蓄电池电压为 12 V。

3. 单线并联

电源和用电器之间通常用两根导线构成回路,称为双线制。在汽车上,为了节省导线和便于安装、维修,通常只用一根导线连接电源正极和用电器,电源负极端则由车架的金属部分代替而构成回路,这种连接方式称为单线制电路。哈弗 M6 起动机采用的只有一根电源线,另一根导线由发电机、车架等金属机体代替构成回路。汽车上的用电设备一般采用并联方式连接。

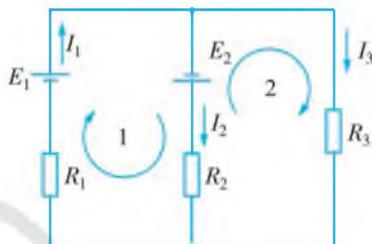
4. 负极搭铁

汽车上电路采用单线制,电源的负极端接到发动机或者车架上,称为搭铁,哈弗 M6 起动机壳体直接搭铁。

任务实施

技能实训1 验证基尔霍夫定律

步骤1:识读、分析电路图(图1-4-6)。



◎图1-4-6 电路图

步骤2:根据图1-4-6连接电路。

步骤3:测量、记录并验证。

- ①测量蓄电池电压 E_1 、 E_2 的值并记录。
- ②测量电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的值并记录。
- ③测量电流 I_1 、 I_2 、 I_3 的值并记录。
- ④根据基尔霍夫定律有

$$I_1 = I_2 + I_3, I_1 R_1 + I_2 R_2 = E_1 + E_2, I_3 R_3 - I_2 R_2 = -E_2$$

步骤4:整理工位,注意8S管理要求。

技能实训2 哈弗M6发动机水温传感器故障检修



哈弗M6发动
机水温传感
器故障检修

步骤1:车辆停放平稳并驻车可靠。

步骤2:打开发动机舱盖,铺好发动机舱防护罩。如图1-4-7所示。



◎图1-4-7 铺设发动机舱防护罩

步骤 3:找到诊断接口并连接故障诊断仪,打开点火开关,读取发动机故障码。如图 1-4-8、1-4-9 所示。



◎图 1-4-8 打开点火开关



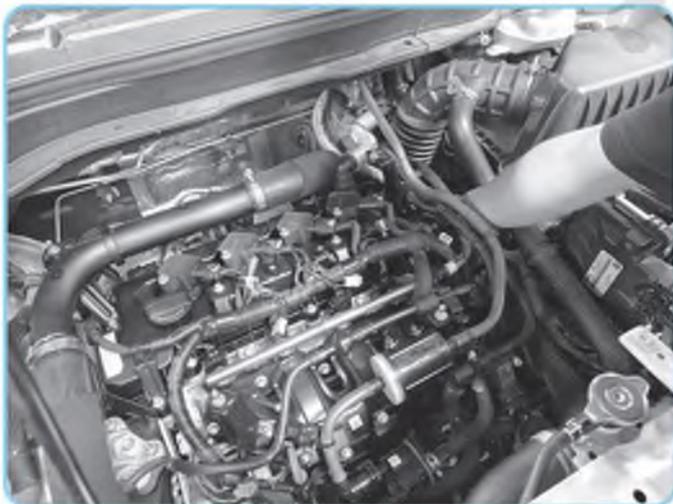
◎图 1-4-9 读取发动机故障码

步骤 4:读取水温传感器数据。如图 1-4-10 所示。



◎图 1-4-10 水温传感器数据

步骤 5:关闭点火开关,检查水温传感器线束及搭铁。如图 1-4-11 所示。



◎图 1-4-11 检查水温传感器线束及搭铁

步骤 6:就车检测水温传感器电阻,判断传感器是否正常。如图 1-4-12 所示。



◎图 1-4-12 检测水温传感器电阻

步骤 7:拆下水温传感器再次检测水温传感器在不同温度下的电阻,如果不符合标准,则更换水温传感器。

步骤 8:打开点火开关,清除故障码,关闭点火开关,等待 10~15s,再次打开点火开关,读取发动机故障码,故障码不再出现,故障排除。

步骤 9:恢复车辆,收回工具量具,注意 8S 管理要求。

案例分析

把点火开关置于“ON”位置,用诊断仪读取发动机故障码为 P011800,无其他故障码。不起动发动机,观察水温传感器数据正常,用数字万用表测量水温传感器信号电路电压接近 5 V,检测正常。把点火开关置于“OFF”位置,检查接插件接插正常。经检测水温传感器信号电路不存在对电源短路或断路。经检查水温传感器参考地不存在断路。测量水温传感器电阻,电阻值为 0 Ω ,确认水温传感器损坏,更换水温传感器。将点火开关置于“ON”位置,连接诊断仪发送故障码清除指令,起动车辆,观察故障码没有出现,故障排除。

项目 2

电磁学基础

项目概述

现代科学研究和实际应用已经充分证实:变化的电流可以产生磁场,变化的磁场也可以产生电流,两者始终交织在一起,简单地说,就是电生磁、磁生电。汽车作为现代的一种重要交通工具,同样离不开对电磁学的应用,所以学好电磁学对于维修汽车至关重要。电磁学广泛应用在汽车各个系统中,如汽车的发电机、电动机、传感器、点火线圈等都使用了电磁元器件。

通过本项目对电磁学基础知识的学习,掌握电流的磁效应、磁场对电流的作用、电磁感应等相关知识,掌握其在汽车上的典型应用,能借助仪器仪表对汽车电路进行故障检测。

知识目标

1. 理解磁体、磁场的概念。掌握磁场的基本物理量、继电器的工作原理、安培定则。
2. 学习磁场对电流的作用,磁场对载流直导线、通电线圈的作用,了解电磁力和哪些因素有关。
3. 掌握法拉第电磁感应定律,掌握变压器的工作原理。

技能目标

1. 能分析汽车上电喇叭的电路,能进行汽车上继电器的故障检测。
2. 能分析汽车上常见电机的电路,能进行汽车上直流电机的故障检测。
3. 了解变压器在汽车上的应用,能进行点火线圈的故障检测。

素养目标

1. 培养安全用电的意识。
2. 树立责任意识,培养共同协作的团队意识。
3. 在实训中时刻注意 8S 管理要求。

任务 1 电流的磁效应**作业案例**

李先生一辆 2021 款哈弗汽车电喇叭不响,请对其进行检修。

知识准备**学习资料 1 磁体**

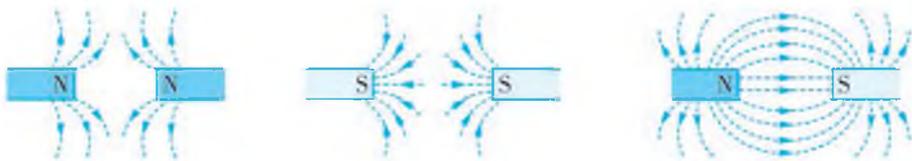
物体能够吸引铁、钴、镍等物质的性质称为磁性。具有磁性的物体称为磁体。大量实验证明,磁体主要具有以下性质。

第一,磁体两端磁性最强,称为磁极。磁极具有南北指向性,通常把指南端的磁极称为南极,用 S 表示;指向北端的磁极称为北极,用 N 表示。N 极和 S 极总是成对出现并且强度相等,不存在独立的 N 极和 S 极。如图 2-1-1 所示。



◎图 2-1-1 磁极

第二,同名磁极互相排斥,异名磁极互相吸引,磁极之间存在相互作用力,如图 2-1-1 所示。

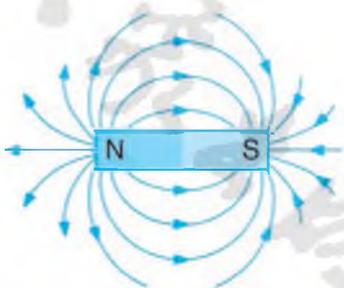


◎图 2-1-2 磁极相互作用

第三,具有铁磁性的物质,在较弱的磁场作用下就能产生很大的磁化强度,并且在撤去外磁场后,仍能保持一定的磁性。

学习资料 2 磁场与磁感线

磁体周围存在磁力作用的空间,当另一磁体或通电导体置入该空间,就要受到磁力的作用,人们通常把这个磁力空间称为磁场。磁场是存在于磁体周围空间的一种特殊物质。实验证明,磁场具有强弱和方向,而且在磁场的不同位置上其强弱和方向一般情况下也是不同的,通常用磁感线直观形象地表示出磁场在空间各点的强弱和方向。所谓磁感线,就是一条条从磁体北极沿磁体周围空间到南极,然后再通过磁体内部回到北极的闭合曲线。曲线上每一点的切线方向表示该点的磁场方向,曲线在某处的疏密程度表示该处的磁场强弱。条形磁铁磁感线如图 2-1-3 所示。



◎图 2-1-3 条形磁铁磁感线

学习资料 3 磁场的基本物理量

1. 磁通量

磁通量是定量地描述磁场在一定面积上分布情况的物理量。可以形象地理解为通过与磁场方向垂直的某一面积上的磁感线的总数,即通过该面积的磁通量,简称磁通,用字母 ϕ 表示。磁通量的单位为韦伯(Wb)。磁通量是标量,只有大小,没有方向。

2. 磁感应强度

磁感应强度是表征磁场中某点的磁场强弱和方向的物理量,是一个矢量。与磁场方向垂直的单位面积上的磁通量,称为磁感应强度,也称为磁通密度,用字母 B 表示。磁感应强度的国际单位为特斯拉(T)。在匀强磁场中,磁感应强度与磁通量的关系可以用公式表示为

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

3. 磁导率

磁导率是表征介质磁化性质的物理量,也是用来衡量物质导磁能力的物理量,用符号 μ 表示,单位为亨利/米(H/m)。不同的介质,磁导率是不同的。在实际应用中,人们并没有直接给出各种介质的磁导率,而是给出了其与真空磁导率的比值,称为相对磁导率,计算公式为

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

其中,真空中的磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m。

根据磁导率大小,通常把物质分为三类:顺磁物质(相对磁导率略大于1)、反磁物质(相对磁导率略小于1)、铁磁物质(相对磁导率远远大于1)。由于铁磁物质磁导率很大,在产生相同磁场时,可以大大减小线圈的体积、质量以及流过线圈的电流,所以铁磁物质在电工技术中(包括汽车电气设备上)得到了十分广泛的应用。

4. 磁场强度

磁场强度定义为该点磁感应强度 B 与物质磁导率之比,磁场强度的单位为安培/米(A/m)。磁场强度 H 是矢量,磁场中某点磁场强度的方向与该点磁感应强度的方向一致。

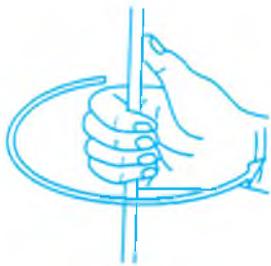
学习资料4 电流的磁效应

电与磁有密切联系。1820年,奥斯特从实验中发现:放在导线旁边的小磁针在导线通过电流时会受到力的作用而偏转。这说明通电导体周围存在磁场,即电流具有磁效应。电流的磁效应说明:磁场是由电荷运动产生的。安培提出了著名的分子电流假说,揭示了磁现象的电本质,即磁铁的磁场和电流的磁场一样,都是由电荷运动产生的。

通电导体周围的磁场方向(即磁感线方向)与电流的关系可以用安培定则来判断,安培定则也称为右手螺旋定则。

1. 通电直导线的磁场

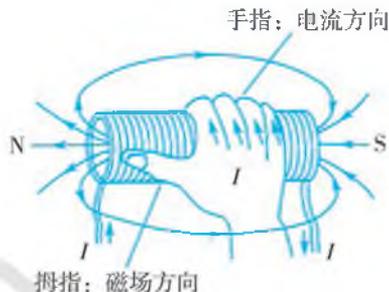
通电直导线的磁场的磁感线是以导线上各点为圆心的同心圆,这些同心圆都在与导线垂直的平面上。通电直导线磁感线方向与电流的关系用安培定则判断:用右手握住通电直导体,让伸直的大拇指指向电流方向,弯曲的4指所指的方向就是磁感线的环绕方向。如图2-1-4所示。



◎图2-1-4 通电直导线的磁场

2. 通电螺线管的磁场

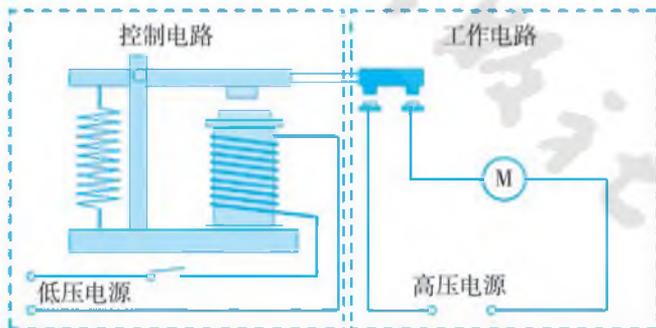
通电螺线管外部的磁场和条形磁体的磁场一样,一端相当于 N 极,另一端相当于 S 极。通电螺线管磁场方向的判断方法:用右手握住通电螺线管,让弯曲的 4 指指向电流方向,大拇指所指的方向就是螺线管内部磁感线的方向,即大拇指指向通电螺线管的 N 极。如图 2-1-5 所示。



◎图 2-1-5 通电螺线管的磁场

学习资料 5 继电器

继电器是用来实现电路中连接点闭合或断开的一种控制器件,通常应用于自动控制电路。继电器是一种用小电流(或低电压)控制大电流(或高电压)的自动开关电器,继电器的电磁系统和触点都较小,因此它的动作迅速,反应灵敏。它由电磁机构与触点系统两部分组成,包括铁芯、衔铁、线圈、触点、簧片等。电磁继电器就是利用电磁铁来控制工作电路的一种开关,其结构如图 2-1-6 所示。



◎图 2-1-6 电磁继电器的结构

只要在继电器线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产生电流的磁效应,衔铁就会在电磁力的作用下克服弹簧的拉力吸向铁芯,从而带动衔铁的动触点与静触点吸合。当线圈断电后,电磁吸力随之消失,衔铁就会在弹簧反作用力的作用下返回原来的位置,使动触点与原来的静触点(动断触点)吸合。这样反复吸合与释放,达到接通与切断电路的目的。

任务实施



电喇叭故障检修

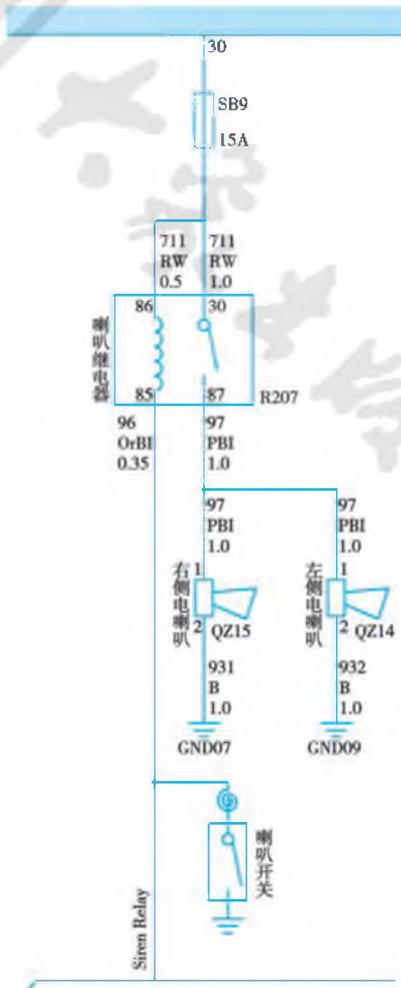
技能实训 电喇叭故障检修

步骤 1: 车辆停放平稳并驻车可靠,打开车门,铺好驾驶室内部防护四件套,拉动发动机舱盖手柄。

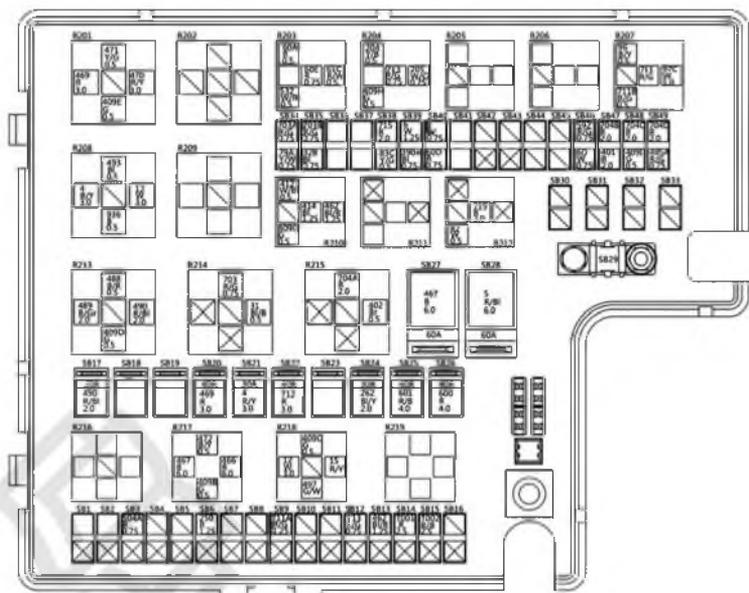
步骤 2: 打开发动机舱盖并可靠支撑,铺好发动机舱防护罩。

步骤 3: 查看电喇叭电路图,如图 2-1-7 所示。查看保险盒、电喇叭安装位置。保险盒示意图如图 2-1-8 所示。

步骤 4: 按电喇叭开关,检查保险丝两端是否有电,无电则检查保险丝是否断路,断路则更换保险丝。



© 图 2-1-7 电喇叭电路图



◎图 2-1-8 保险盒示意图

步骤 5:检查继电器 30 和 86 端子是否有电。85 端子是否有 BCM 反馈电压。

步骤 6:检查 85、86 端子间电阻是否符合规定。

步骤 7:带电测试触点是否闭合。

步骤 8:按电喇叭开关,并在电喇叭线束端测量电压,应为 12 V。

步骤 9:检查电喇叭接线端子,端子间电阻应在 $1.6\ \Omega$ 左右,若不符合要求则更换电喇叭。

步骤 10:整理工具,打扫现场,注意 8 S 管理要求。

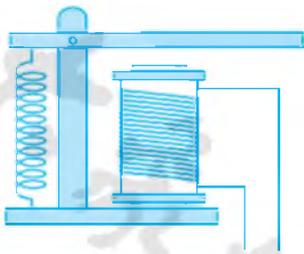
案例分析

首先检查电喇叭保险丝是否断路,若断路需更换保险丝。再进行继电器检查,按压转向盘上的电喇叭按钮,未听到明显的电喇叭继电器的吸合声,同时用数字万用表检测电喇叭插头处电压,为 $0\ \text{V}$,说明故障在电喇叭的控制电路部分。汽车继电器的常见故障现象有线圈烧断、匝间短路(绝缘老化)、触点烧蚀、热衰变以及无法调整初始动作电流等,测量电喇叭继电器控制端子线圈电阻,为 $465\ \Omega$,而正常值在 $75\ \Omega$ 左右,由此可判定故障在内部控制电路,更换相同型号继电器后故障排除。最后进行电喇叭检查,测量电喇叭线束端电压和接线端子间电阻,若不符合要求,需更换电喇叭。

超级链接

电磁铁及其在汽车上的应用

电磁铁是利用通电线圈所产生的强磁场来吸引铁磁物质(衔铁)动作的电器。电磁铁由励磁线圈、铁芯和衔铁组成,其结构如图 2-1-9 所示。工作时,电流通入励磁线圈产生磁场,使铁芯和衔铁都被磁化,磁铁受到电磁力的作用而吸合,电磁铁的衔铁可带动其他机械零件或触点动作,实现各种控制和保护。断电时,磁场消失,衔铁在弹性力的作用下释放。电磁铁在生产中的应用非常广泛。当衔铁为被加工的工件时,则起到固定工件位置的作用,如磨床中常用的电磁吸盘。利用电磁铁磁性强、控制方便等特点,可制成许多控制部件或执行部件应用到汽车上,它可以控制电路的接通与断开或流量的有无,相当于一个开关元件。

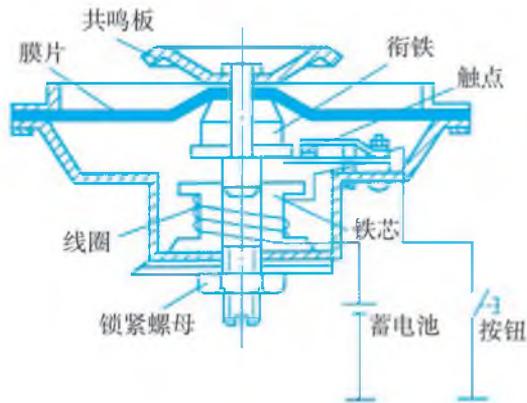


◎图 2-1-9 电磁铁的结构

1. 电喇叭

为了警告行人和其他车辆,保证行车安全,汽车上都安装有电喇叭。目前,国产汽车使用的多为盆形和螺旋形电喇叭,两种电喇叭的结构和工作原理基本相同。盆形电喇叭的结构如图 2-1-10 所示。电喇叭靠电磁原理使膜片振动发出警告信号。盆形电喇叭由铁芯、线圈、衔铁、膜片、动断触点组成。膜片和衔铁固定在一起,动断触点与铁芯、线圈串联,其中一个触点依附于衔铁,其状态由衔铁决定。当衔铁下移时,触点打开;复位时,触点即恢复闭合状态。

当电流流过电磁线圈时,线圈产生吸引可动衔铁的磁场,吸引衔铁和膜片下移,导致触点打开,从而断开电路,磁力消失,衔铁和膜片在触点臂的弹力作用下复位,触点再次闭合。触点闭合后,线圈又通电产生磁场吸引衔铁和膜片下移。如此反复,使膜片振动,引起电喇叭里面的空气柱振动,从而发出声音。电喇叭发出的音调与膜片每秒振动的次数有关,振动越快,音调越高。调整施加给衔铁的弹簧拉力,吸动衔铁的阻力越小,膜片的振动频率越高,发出的音调越高。



◎图 2-1-10 盆形电喇叭的结构

2. 汽车电控燃油喷射系统中的轴针式喷油器

汽车电控燃油喷射系统中的轴针式喷油器如图 2-1-11 所示。其中,电磁铁中的衔铁与针阀是一体的。喷油器利用电磁铁的电磁吸力来打开或关闭燃油计柱塞,从而控制喷油器的喷油量。当发动机电子控制器(ECU)发出喷油信号,电磁线圈通电后产生电磁吸力,吸引衔铁沿着轴向上移动,并带动针阀克服弹簧弹力离开阀座,喷油器即开始喷射燃油。当发动机 ECU 发出停止喷油指令时,喷油器电磁线圈的搭铁回路被切断,电磁吸力消失,在弹簧弹力作用下针阀关闭,喷油停止。



◎图 2-1-11 轴针式喷油器

任务2 磁场对电流的作用

作业案例

一辆2021款哈弗汽车雨刮工作正常,前、后挡风玻璃风窗洗涤器喷不出水。来到4S店经过技师检查发现是风窗洗涤器电机不工作,请你对其进行检修。

知识准备

学习资料1 磁场对载流直导线的作用

按图2-2-1所示做一实验,在马蹄形磁铁磁极中间放置一根直导线,并使导线垂直于磁感线。导线中未通过电流时,导线不会运动。如果接通电源,导线中流过电流时,导线将摆动一定角度。若改变导线电流的方向或磁极极性,则导线会向相反的方向运动,如图2-2-2。我们把载流导线在磁场中所受的作用力称为电磁力,用 F 表示。实验证明,电磁力 F 的大小与导线中电流大小成正比,与导线在磁场中的有效长度及载流导线所在位置的磁感应强度成正比,用公式表示为

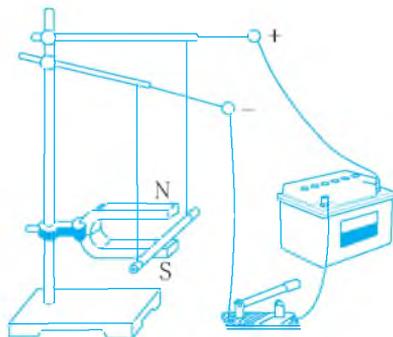
$$F = BIL$$

式中, B ——均匀磁场的磁感应强度,单位为特斯拉(T);

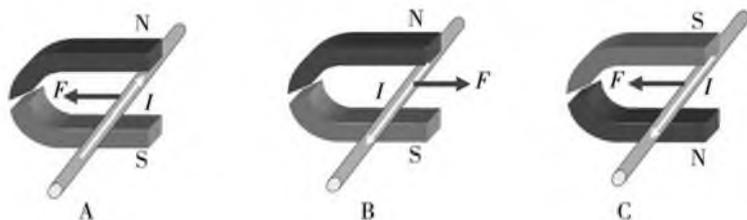
I ——导体中的电流,单位为安培(A);

L ——导体在磁场中的有效长度,单位为米(m);

F ——导体受到的电磁力,单位为牛顿(N)。



◎图2-2-1 磁场对载流直导线的作用

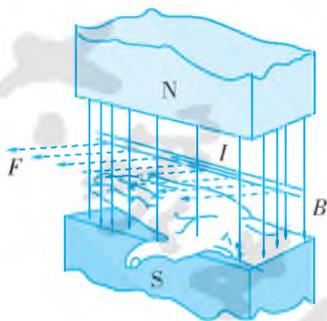


◎图 2-2-2 载流直导线的运动

实验还得出:当导线垂直于磁感应强度的方向放置时,导线所受到的电磁力最大;当其平行于磁感应强度方向放置时,则不受电磁力。若直导线与磁感应强度方向成 θ 角时,则导线与磁感应强度垂直方向的投影 $L\sin\theta$ 为导线的有效长度,导线所受的电磁力的公式为

$$F = BIL\sin\theta$$

载流直导线在磁场中的受力方向,可以用左手定则来判别,如图 2-2-3 所示,将左手伸平,拇指与四指垂直放在一个平面上,让磁感线垂直穿过手心,四指指向电流方向,拇指所指方向就是导体的受力方向。



◎图 2-2-3 左手定则

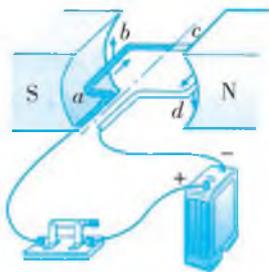
若电流方向与磁感线方向不是垂直的,则可将电流的垂直分量分解出来,然后再用左手定则来判定作用力的方向。

学习资料 2 磁场对通电线圈的作用

研究磁场对通电线圈的作用具有重要实际意义,因为常用的直流电压表、直流电流表、数字万用表等磁电式仪表以及直流电机都是应用这一原理制成的。

如图 2-2-4 所示,在均匀磁场中放置一通电线圈 $abcd$,当线圈平面与磁感线平行时,由于 ad 边和 bc 边与磁感线平行而不受磁场的作用力,但 ab 边和 cd 边因与磁感线垂直将受到磁场的作用力 F_1 和 F_2 ,而且 $F_1 = F_2$,受到作用力的两个边叫做有效边。

在图 2-2-4 中,设: $ab = cd = L_1$, $ad = bc = L_2$, ab 边和 cd 边受到的作用力分别为 F_1 和 F_2 。两有效边受到的作用力不仅



◎图 2-2-4 磁场对通电线圈的作用

大小相等而且根据左手定则可知,受力方向正好相反,因而构成一对力偶,将使线圈绕轴线做顺时针方向转动。若线圈在转矩 M 的作用下按顺时针方向旋转,当线圈平面与磁力线的夹角为 θ 时,转矩为

$$M = BIS \cos \theta$$

式中, B ——均匀磁场的磁感应强度,单位为特斯拉(T);

I ——线圈中的电流,单位为安培(A);

S ——线圈的面积($S=L_1L_2$),单位为平方米(m^2)。

当线圈平面与磁感线平行时, $\theta=0^\circ$, $\cos 0^\circ=1$,这时转矩达到最大值, $M=BIS$ 。当线圈平面与磁感线垂直时, $\theta=90^\circ$, $\cos 90^\circ=0$,这时的转矩为零。

任务实施

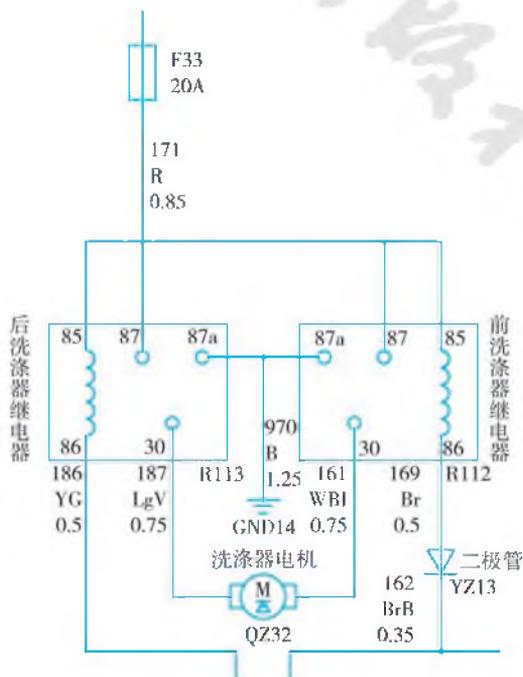
技能实训 风窗洗涤器电机故障检修

步骤 1: 车辆停放平稳并驻车可靠,打开车门,铺好驾驶室内部防护四件套,拉动发动机舱盖手柄。

步骤 2: 打开发动机舱盖并可可靠支撑,铺好发动机舱防护罩。

步骤 3: 按压风窗洗涤器开关,检查保险端子电压,应为 12 V;检查保险电阻,应为 0Ω 。

步骤 4: 查看分析电路图,如图 2-2-5 所示。找到保险丝 F33,继电器 R112、R113 的安装位置。



◎图 2-2-5 风窗洗涤器电动机电路图

步骤 5: 检查继电器 R112、R113。

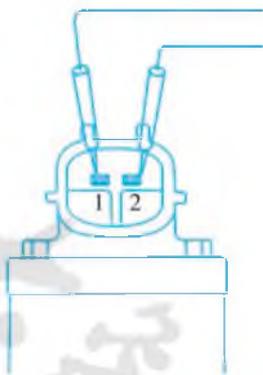
步骤 6: 清空风窗洗涤器中的洗涤液,断开蓄电池负极。

步骤 7: 断开风窗洗涤器电机总成的线束和水管。

提示: 拆卸时应使用容器放在洗涤器储液壶总成下方,避免剩余洗涤剂洒落在车内与地面上。

步骤 8: 拆下风窗洗涤器电机总成。

步骤 9: 电阻测量。分别将数字万用表的红、黑表笔连接到风窗洗涤器电机的接线端 1 和 2,如图 2-2-6 所示,电阻无穷大,电机电枢断路。更换新电机总成,故障排除。



◎图 2-2-6 风窗洗涤器电机的接线端

步骤 10: 以与拆卸相反的顺序进行安装。

步骤 11: 整理工具,打扫现场,注意 8S 管理要求。

案例分析

风窗洗涤器不出水主要原因有无喷洗液、管路堵塞、控制电路故障(开关、保险、继电器、电机、线束等)。经过检查,喷洗液是新加的,开关、保险丝和继电器无故障,拆下风窗洗涤器电机,发现电机线路断路故障,更换后故障排除。

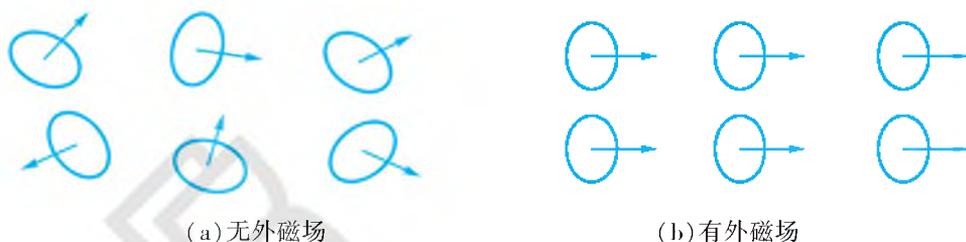
超级链接

铁磁性物质

1. 铁磁性物质的磁化

本来不具磁性的物质,由于受磁场的作用而具有了磁性的现象叫做该物质的磁化。只有铁磁性物质才能被磁化,而非铁磁性物质是不能被磁化的。

铁磁性物质能够被磁化的内因,是铁磁性物质内部存在许多被叫做磁畴的磁性小区域,每一个磁畴相当于一个小磁铁,在无外磁场作用时,磁畴排列杂乱无章,如图 2-2-7(a)所示,磁性互相抵消,对外不显磁性。但在外磁场的作用下,磁畴就会沿着磁场的方向做取向排列,形成附加磁场,对外显示出强磁性,如图 2-2-7(b)所示,有些铁磁性物质在去掉外磁场以后,磁畴的一部分或大部分仍然保持取向一致,对外仍显示磁性,这就成了永久磁铁。



◎图 2-2-7 铁磁性物质磁化

铁磁性物质被磁化的性能,广泛地应用于电子和电气设备中。例如,变压器、继电器、电机等,采用相对磁导率高的铁磁性物质作为绕组的铁芯,可使同样容量的变压器、继电器和电机的体积大大缩小,质量大大减轻;半导体收音机的天线线圈绕在铁氧体磁棒上,可以提高收音机的灵敏度。各种铁磁性物质,由于其内部结构不同,磁化后的磁性各有差异。

2. 铁磁性物质的磁性能

铁磁性物质具有高导磁性、磁饱和性和磁滞性。

(1) 高导磁性

铁磁性物质的磁导率很高,表现为具有很强的磁化特性,即在外磁场的作用下能产生远远大于外磁场的附加磁场。

由于铁磁性物质具有高导磁性,许多电气设备的线圈都绕制在铁磁性物质上,以使用小的励磁电流产生较大的磁场、磁通。例如变压器、电动机与发电机的铁芯都是由高导磁性材料制成的,以减小设备的体积与质量。

(2) 磁饱和性

当外磁场增加到一定的数值时,即使外磁场继续增加,附加磁场也不会增加,这时磁感应强度 B 达到最大值,铁磁性物质的这一特性称为磁饱和性。

(3) 磁滞性

在铁芯线圈中通入交流电,铁芯被交变的磁场反复磁化,在电流变化一次时,磁感应强度 B 随磁场强度 H 发生变化,这种磁感应强度滞后于磁场变化的性质称为磁性物质的磁滞性。

铁磁性物质在反复磁化过程中产生的损耗称为磁滞损耗。它是导致铁磁性物质发热的原因之一,对电机、变压器等电气设备的运行不利。因此,常采用磁滞损耗小的铁磁性

物质作为它们的铁芯。

3. 铁磁性物质的分类

根据不同铁磁性物质的特点,可把铁磁性物质分为三大类。

(1) 软磁物质

软磁物质的特点是磁导率 μ 很大,容易磁化,也容易去磁。所以,在交变磁场中工作的各种设备都用软磁物质(如硅钢片、坡莫合金)来制造电机、变压器、电磁铁等电器的铁芯,例如汽车上的发电机转子、起动机用的转子、高压线圈内的铁芯以及各种继电器用的铁芯等均为软磁物质。

(2) 硬磁物质

硬磁物质的特点是不易磁化,也不易去磁。所以,硬磁物质(如碳钢、钨钢、铝镍钴合金等)常用来制造永久磁铁,用于磁电系仪表和各种扬声器中,例如,汽车上常用的电磁式仪表、电压表、机油压力表、燃油表等均采用永磁式转子。

(3) 矩磁物质

矩磁物质的特点是在很小的外磁场作用下,就能磁化并达到饱和;外磁场去掉后,磁性不变。矩磁物质主要用来制造计算机中存储元件的环形磁芯。

任务 3

电磁感应

作业案例

李先生一辆2021款哈弗M6汽车发动机抖动,排气管有“突突”声,发动机故障灯点亮。来到4S店进行维修,经过技师用设备进行初步检测,发现是3缸火花塞不点火。请对该车做进一步检修。

学习资料 1 法拉第电磁感应定律

变化的电流可以产生磁场,变化的磁场也可以产生电流,两者始终交织在一起。1831年,英国科学家法拉第在大量实验的基础上,证明了当穿过闭合导体回路的磁通量发生变化时,闭合回路中就有电流产生。这种利用磁场产生电流的现象称为电磁感应现象,用电磁感应的方法产生的电流称为感应电流。在电磁感应现象中产生的电动势称为感应电动势。实验证明:感应电动势的大小与磁通量变化的快慢有关。磁通量变化的快慢称为磁通量的变化率,即单位时间内磁通量的变化量。法拉第电磁感应定律的内容是:闭合电路中感应电动势的大小,与穿过这一电路的磁通量的变化率成正比。如果线圈的匝数有 N 匝,那么,线圈的感应电动势用公式表示为

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

式中, E ——线圈在 Δt 时间内产生的感应电动势, 单位为伏(V);

$\Delta \Phi$ ——线圈在 Δt 时间内磁通量的变化量, 单位为韦伯(Wb);

Δt ——磁通量变化所需要的时间, 单位为秒(s);

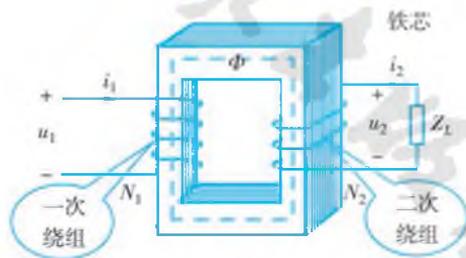
N ——线圈的匝数。

学习资料2 变压器

变压器是根据电磁感应原理制成的一种变换电压、电流的器件。各种变压器虽然大小悬殊, 用途各异, 但其基本结构和工作原理是相同的, 都是通过电磁感应来传递能量或信号。

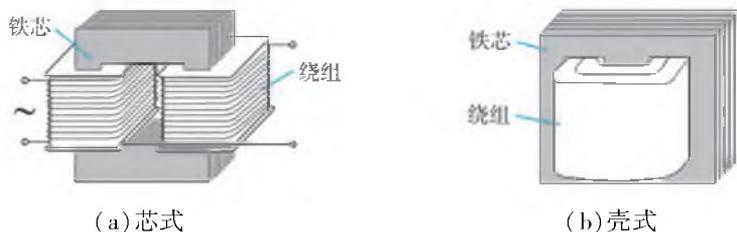
1. 变压器的基本结构

一般变压器主要由铁芯和绕在铁芯上的绕组组成, 如图 2-3-1 所示。铁芯是变压器的磁路部分, 为了提高导磁性能, 减少铁芯内的磁滞和涡流损耗, 铁芯通常采用磁滞损耗很小的, 厚度为 0.35~0.5 mm 且表面涂有绝缘漆的硅钢片交错叠装而成。绕组是变压器的电路部分, 通常由铜线或铝线绕制而成。与电源变压器的基本结构相接的绕组称为一次绕组; 与负载相接的绕组称为二次绕组。根据两侧绕组匝数的不同, 也可将匝数多的称为高压绕组, 匝数少的称为低压绕组。为了降低绕组和铁芯间的绝缘要求, 一般高压绕组同心地套在低压绕组的外面。



◎图 2-3-1 变压器的基本结构

按绕组与铁芯的安装位置不同, 变压器可分为芯式和壳式两种。变压器的结构形式如图 2-3-2 所示。芯式变压器绕组包围着铁芯, 这种变压器结构较简单, 多用于容量较大的电力变压器; 壳式变压器的铁芯包围着绕组, 这种变压器机械强度好, 铁芯容易散热, 但外侧绕组的用铜量较多, 多用于小型变压器。



◎图 2-3-2 变压器的结构形式

2. 变压器的工作原理

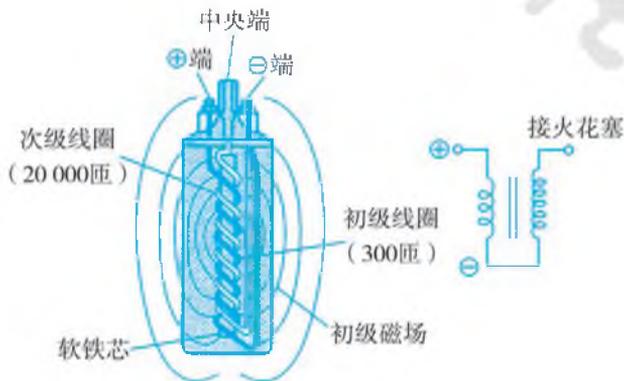
当交流电通过变压器一次绕组时,由于铁芯是导磁的,就在铁芯内产生交变的磁感线。这些变化的磁感线通过两边绕组,由于自感及互感现象,在两个绕组中都会产生感应电动势,而且它的频率等于一次绕组中的电流频率。

当一次绕组接上交流电压 U_1 时,一次绕组中有电流 I_1 通过。一次绕组的磁动势 N_1 产生的磁通绝大部分通过铁芯而闭合,从而在二次绕组中感应出电动势。如果二次绕组接有负载,那么二次绕组中就有电流 I_2 通过。二次绕组的磁动势 N_2 也产生磁通,其大部分通过铁芯而闭合。因此,铁芯中的“磁通是一个由一次、二次绕组的磁动势共同产生的合成磁通,称为主磁通,用 Φ 表示。主磁通穿过一次绕组和二次绕组而在其中分别感应出电动势 e_1 、 e_2 。电源和负载存在的两个电路并没有直接连接在一起,能量完全是通过磁场传递的,称为磁耦合。变压器就是通过电磁之间的相互转换达到能量传输的目的。变压器在能量传输的同时还可以对电压、电流等进行转换。

学习资料 3 点火线圈

随着汽车汽油发动机向高转速、高压压缩比、大功率、低油耗和低排放的方向发展,传统的点火装置已经不适应新的要求。点火装置的核心部件是点火线圈和开关装置,提高点火线圈的能量,火花塞就能产生足够能量的火花,这是点火装置适应现代发动机运行的基本条件。

汽车点火系统为了保证汽车的正常工作,会按照各缸点火次序定时地供给火花塞以足够高能量的电压(约 15~30 kV),通常利用点火系统中的点火线圈获得几千伏甚至上万伏的高点火电压,使火花塞产生足够强的火花,点燃可燃混合气体。点火线圈的组成如图 2-3-3 所示。现代汽车采用的无分电器的计算机点火系统通常将点火线圈和火花塞制成一体。



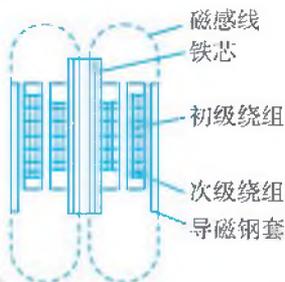
◎图 2-3-3 点火线圈的组成

点火线圈按磁路的结构形式不同,可分为开磁路点火线圈和闭磁路点火线圈两种。传统的点火线圈是开磁路式,其铁芯用 0.3 mm 左右的硅钢片叠成,铁芯上绕有一次和二

次绕组。闭磁路点火线圈将铁芯绕一次绕组,外面再绕二次绕组,磁感线由铁芯构成闭合磁路。闭磁路点火线圈的优点是漏磁少、能量损失小、体积小,因此电子点火系统普遍采用闭磁路点火线圈。

1. 开磁路点火线圈

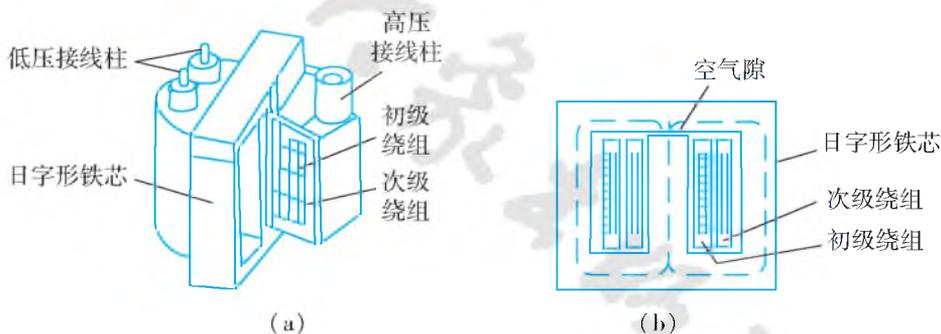
开磁路点火线圈结构如图 2-3-4 所示。



◎图 2-3-4 开磁路点火线圈

2. 闭磁路点火线圈

闭磁路点火线圈的结构如图 2-3-5 所示。



◎图 2-3-5 闭磁路点火线圈

闭磁路点火线圈的磁路,由于闭磁路点火线圈漏磁少,磁路磁阻小,能量损失小,所以能量变换效率高达 75%。另外,由于闭磁路点火线圈导磁能力极强,可在较小的磁动势下产生较强的磁通,因而可减小线圈的匝数,以使点火线圈结构更为紧凑,现已广泛用于电子点火系统。

任务实施



点火线圈
故障排除

技能实训 点火线圈故障排除

步骤 1: 车辆停放平稳并驻车可靠,打开车门,铺好驾驶室内部防护四件套,拉动发动机舱盖手柄。

步骤 2: 打开发动机舱盖并可可靠支撑,铺好发动机舱防护罩,拆下发动机护板。

步骤 9:拆卸火花塞、断开喷油器线束,将火花塞安装到各点火线圈、连接点火线圈线束。

步骤 10:检查发动机起动时火花塞是否产生火花。

▲注意:确保检查时火花塞接触搭铁。如果点火线圈受到挤压,则必须更换。不要使发动机运转超过 20 s。

步骤 11:安装火花塞,拧紧力矩为 (27 ± 2) N·m。

步骤 12:在点火线圈倒角位置涂抹新的润滑脂。

▲注意:需要清理点火线圈接杆头部残余润滑脂并涂抹新润滑脂。安装点火线圈时左右转动(3~5)次,保证润滑脂均匀。

步骤 13:整理工具,打扫现场,注意 8 S 管理要求。

案例分析

通过故障诊断仪读取故障码,根据提示,拆卸 3 缸火花塞,检查发动机起动时火花塞是否产生火花。经检查,火花塞无火花,更换新火花塞后,仍无火花。用试灯检查线束 2 号端子和 3 号端子的信号,显示正常;用数字万用表接 1 号端子和 3 号端子测电压,为 12 V,正常。检查点火线圈电阻,阻值无穷大,表明点火线圈断路,更换点火线圈后,发动机工作正常。

超级链接

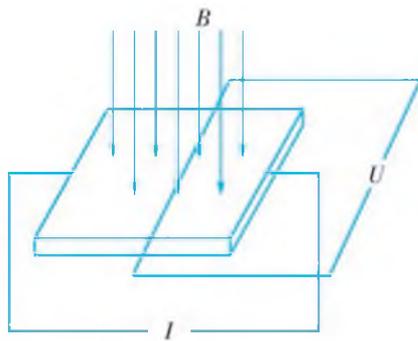
霍尔效应和霍尔元件

1. 霍尔效应和霍尔元件

某些半导体材料,如砷化镓(InAs)、锑化铟(InSb)、砷化镓(GaAs)、锗(Ge)等,将其置于一磁场中,若在与磁场垂直的方向上加一控制电流,则在与磁场和电流垂直的方向上便会产生霍尔电压,这一现象是一位名叫霍尔的人发现的,因此称之为霍尔效应,如图 2-3-8 所示。能产生霍尔效应的半导体器件称为霍尔元件。

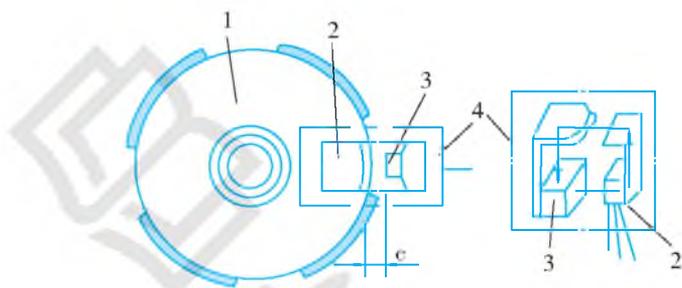
2. 霍尔元件在汽车上的应用

霍尔式传感器是一种结构十分简单、价格非



◎图 2-3-8 霍尔效应

常低廉、性能可靠、使用方便的传感器,在汽车及各工程领域得到了广泛应用。它可用来测量速度、转速、位置、位移等多种不同的物理量。在汽车位置传感器和速度传感器中,常用霍尔元件作为检测元件,如霍尔式曲轴位置传感器、霍尔式轮速传感器。电控燃油顺序喷射系统中的霍尔式判缸信号传感器,如图 2-3-9 所示。信号转子上的缺口数与发动机气缸数相同。当信号转子的缺口到达永磁体 2 和霍尔元件 3 之间时,由于磁场可以垂直作用到霍尔元件 3 上,因此在霍尔元件中便产生一霍尔电压信号;当缺口转离永磁体和霍尔元件时,由于磁感线遇到导磁材料时,其磁感线的路径发生变化,没有磁场作用到霍尔元件上,因此没有霍尔电压输出。



1-信号转子 2-永磁体 3-霍尔元件 4-霍尔电压发生器

◎图 2-3-9 霍尔式判缸信号传感器