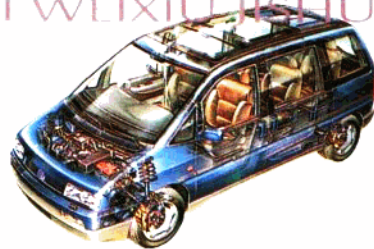


QICHE MOTUOCHENG

DIANQI SHIBEI WEIXIU JISHU



南长根 蔡兴旺 丁伯仁 编著

江西科学技术出版社

汽车 摩托车 电气设备 维修技术



QICHE MOTUOCHENG
DIANQI SHIBEI WEIXIU JISHU

DIANQI SHEBEI WEIXIU JISHU

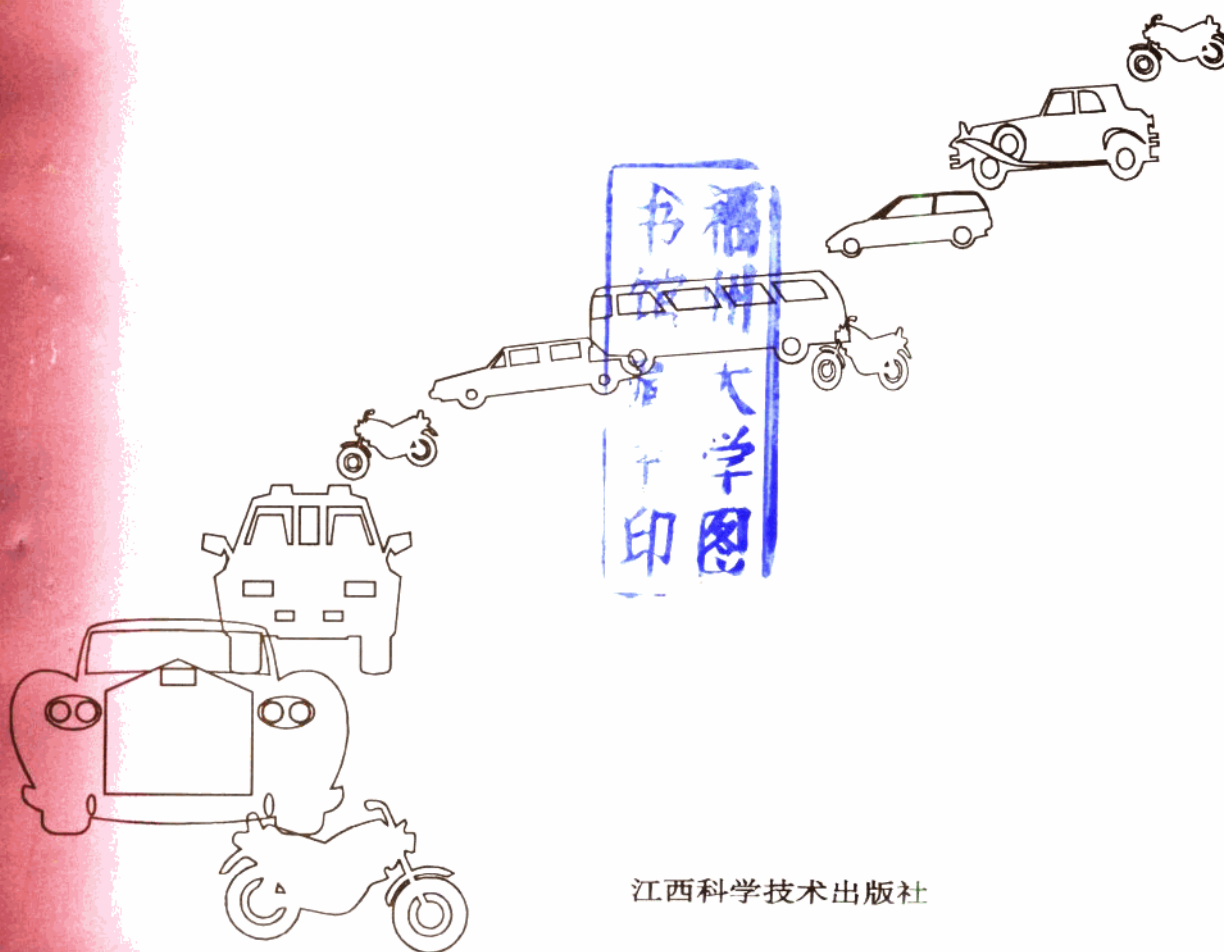
汽车 摩托车 电气设备维修技术



9717613

福州大学
图书馆

南长根 蔡兴旺 丁伯仁 编著



江西科学技术出版社

汽车、摩托车电气设备维修技术

南长根等编著

江西科学技术出版社出版发行

(南昌市新魏路)

各地新华书店经销 南昌市红星印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.75 字数 41 万

1996 年 1 月第 1 版 1996 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—10,000

ISBN7—5390—0978—0/TB·23 定价:22.00 元

(江西科技版图书凡属印刷、装订错误,请随时向承印厂调换)

前 言

我国汽车、拖拉机、摩托车等机动车的车型繁多,产量与日俱增。随着我国与国外经济贸易的不断发展,进口车也不断涌现。目前,我国机动车正以前所未有的速度发展着。

电器设备是机动车的重要组成部分。由于技术进步,电气设备用途更广、功能更多、更新更快。不足的是电气设备的故障率仍占全车故障的三分之一。可见,提高机动车电气设备的完好率,确保其安全、高效的工作迫在眉睫。这不仅要求电气设备的不断完善,而且要求维修人员的素质同步提高。为了解决维修技术力量一时不能适应机动车数量大幅度增长的矛盾,我们在有关部门的大力支持下,组织编写了本书。

本书以简明扼要、通俗易懂的语言,力求深入浅出地系统介绍机动车电气设备的结构原理、故障诊断方法、维修操作技术。书中内容以国产汽车电气设备为主,兼顾拖拉机、摩托车、国外机动车电气设备,突出新电路、新装置及维修方法的介绍,图文并茂,易学易懂。书中还提供了大量有关维修的技术数据,方便查阅。本书是广大汽车、摩托车、拖拉机修理人员及驾驶人员自查、自学的普及读物。也可作为有关职业培训的教材和专业技术人员、院校师生的参考书。

本书由熊万华、林国萍、丁伯仁、杨晓萍等同志具体组织编写,并聘请有关专家审阅全稿。参加本书绘图的有刘采华、魏英俊、南彬等同志。在编写中,参阅了大量有关的书刊资料,对书刊作者及有关人员的大力支持,在此深表谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中如有错漏和不足之处,敬请读者予以批评指正,以便修正。

编 者

1994年10月

目 录

绪论	(1)
一、电气设备的发展	(1)
二、电气设备的基本组成	(1)
三、电气设备检修常识	(3)
第一章 晶体管的基本知识	(6)
第一节 晶体二极管	(6)
一、二极管的单向导电现象	(6)
二、P 和 N 型半导体	(6)
三、PN 结的形成	(7)
四、PN 结的单向导电性	(7)
五、二极管的种类及型号	(8)
第二节 晶体三极管	(8)
一、晶体三极管的结构	(8)
二、晶体三极管的放大作用	(10)
三、三极管的饱和导通	(10)
四、三极管的截止特性	(10)
第三节 硅稳压管	(10)
一、稳压管的特性	(10)
二、硅稳压管稳压电路的工作原理	(11)
第四节 晶闸管	(11)
一、晶闸管的开关作用	(11)
二、晶闸管的控制原理	(12)
第五节 万用表的应用	(13)
一、万用表的基本结构	(13)
二、用万用表测量电流、电压、电阻	(13)
三、用万用表测二极管	(15)
四、用万用表测三极管	(16)
五、用万用表测晶闸管	(17)
第二章 铅蓄电池	(18)
第一节 铅蓄电池的结构原理	(18)
一、干封铅蓄电池的构造	(18)
二、其它铅蓄电池的结构特点	(19)
三、铅蓄电池的工作原理	(20)

四、蓄电池的型号编制规则	(20)
五、蓄电池的容量	(23)
第二节 蓄电池的故障分析	(24)
一、外部故障	(24)
二、内部故障	(24)
第三节 铅蓄电池的检修	(25)
一、修前检查	(25)
二、蓄电池的修理	(27)
第四节 铅蓄电池的充电	(33)
一、电解液的配制	(33)
二、充电方法	(34)
三、新蓄电池的充电	(35)
四、使用中蓄电池的补充充电	(35)
五、快速充电	(36)
六、充电设备	(36)
第三章 直流发电机及其调节器	(40)
第一节 直流发电机构造原理	(40)
一、直流发电机构造	(40)
二、直流发电机工作原理	(41)
第二节 直流发电机调节器构造原理	(42)
一、三联调节器的构造	(42)
二、三联调节器工作原理	(44)
第三节 直流充电系故障诊断	(45)
一、不充电(无充电电流)	(45)
二、充电电流过大	(46)
三、充电电流过小	(46)
四、充电电流不稳	(46)
第四节 直流发电机的检修	(47)
一、修前检查	(47)
二、直流发电机各部件的检查和修理	(49)
三、修后试验	(57)
第五节 直流发电机调节器的检修	(57)
一、修前检查	(57)
二、触点副的修理	(59)
三、线圈的修理	(59)
四、电阻的换修	(61)
五、调节器的调整	(61)
第四章 交流发电机及其调节器	(64)
第一节 硅整流发电机构造原理	(64)

一、硅整流发电机的构造	(64)
二、工作原理	(66)
三、硅整流发电机规格和类型	(69)
第二节 触点式电压调节器	(72)
一、双级式电压调节器构造与工作	(72)
二、单级式电压调节器结构和工作	(73)
三、带继电器电压调节器	(74)
四、触点式调节器主要技术数据	(75)
第三节 晶体管电压调节器	(76)
一、JFT 124 型晶体管电压调节器	(76)
二、JFT 201 型晶体管调节器	(77)
三、JFT 106 型晶体管调节器	(78)
四、JFT 126、JFT 246 型晶体管调节器	(79)
五、集成电路调节器	(79)
第四节 硅整流发电机充电系的故障诊断	(80)
一、不充电	(80)
二、充电电流过小	(81)
三、充电电流过大	(81)
四、几例故障分析	(81)
第五节 硅整流发电机的检修	(82)
一、修前检查	(82)
二、发电机各部件的检查和维修	(83)
三、装配和试验	(89)
第六节 调节器的检修	(90)
一、双级触点式调节器的检修	(90)
二、晶体管调节器的检修	(92)
第七节 永磁交流发电机	(93)
一、结构	(93)
二、工作性能	(93)
三、常见故障的判断	(93)
四、永磁交流发电机的检修	(94)
第五章 电起动机	(98)
第一节 电起动机的结构原理	(98)
一、电起动机的基本结构	(98)
二、电起动机的的工作原理	(102)
三、电枢移动式及减速电起动机	(103)
四、电起动机的分类及型号规格	(104)
第二节 电起动机常见故障及在车上的检查判断	(109)
一、起动机不转	(109)

二、起动机空转(发动机不转)	(110)
三、起动机无力	(110)
四、起动后有尖啸音或小齿轮退出困难	(110)
第三节 电起动机的检查修理	(110)
一、外部检查和修理	(110)
二、磁场的检查与修理	(111)
三、电枢的检查与修理	(112)
四、起动开关的检修	(116)
五、啮合传动机构检修	(116)
六、组合继电器的检修	(117)
第四节 电起动机的装配与修后试验	(118)
一、起动机装配	(118)
二、起动机装后调整	(118)
三、起动机修后试验	(119)
第六章 蓄电池点火装置	(120)
第一节 蓄电池点火装置的组成与工作原理	(120)
一、点火装置的组成	(120)
二、蓄电池点火装置的工作原理	(139)
第二节 蓄电池点火系常见故障及在车上的检查	(140)
一、点火系“断火”	(140)
二、点火系“缺腿”	(142)
三、点火系其它故障	(142)
四、利用晶体管示波器检查点火系的故障	(143)
第三节 点火装置主要元件的故障与检修	(145)
一、火花塞的常见故障与检修	(145)
二、点火线圈的常见故障及检修	(147)
三、断电器的常见故障及检修	(147)
四、配电器的常见故障及检修	(149)
五、电容器的常见故障及检修	(149)
六、点火时间控制装置常见故障与检修	(150)
七、分电器的安装与点火正时的校准	(150)
第四节 电子点火装置	(153)
一、电子点火装置的结构原理	(153)
二、电子点火装置的检修	(158)
第七章 磁电机点火系	(160)
第一节 触点式磁电机点火系	(160)
一、磁铁内旋式磁电机点火装置	(160)
二、磁铁外旋式磁电机(飞轮式磁电机)点火装置	(162)
三、磁电机的型号、规格	(162)

第二节 无触点磁电机电子点火系	(164)
一、无触点电容放电式磁电机	(164)
二、无触点磁感应电容放电式磁电机	(165)
三、无触点电子点火图例	(165)
第三节 磁电机点火系检修	(167)
一、触点式磁电机常见故障诊断	(167)
二、触点式磁电机主要部件检修	(167)
三、点火提前角的调整	(170)
第八章 照明与信号系统	(173)
第一节 照明系统	(173)
一、照明系统的组成与结构简介	(173)
二、照明系统常见故障及原因	(178)
三、照明系统检修	(178)
四、前照灯光束的检查与调整	(180)
第二节 信号系统	(182)
一、电喇叭和喇叭继电器	(182)
二、转向信号装置	(186)
三、制动信号装置	(191)
第九章 仪表及报警装置	(195)
第一节 仪表装置	(195)
一、电流表	(195)
二、机油压力表及传感器	(198)
三、水温表及水温感应器	(201)
四、燃油表及传感器	(207)
五、车速里程表	(210)
六、转速表	(213)
七、气压表	(215)
第二节 报警装置	(216)
一、机油压力报警装置	(216)
二、机油滤清器堵塞报警装置	(218)
三、水温报警装置	(218)
四、燃油存油报警装置	(218)
五、驻车制动报警装置	(219)
六、低真空报警装置	(219)
第十章 其它辅助电器设备	(221)
第一节 车身电器设备	(221)
一、风窗刮水器	(221)
二、风窗除霜器	(223)
三、风窗玻璃清洁器	(224)

四、自控门	(224)
五、车门真空锁	(224)
第二节 晶体管电动汽油泵	(225)
一、基本结构及工作原理	(225)
二、主要零部件检查	(226)
三、不泵油故障检查与排除	(227)
四、蓝鸟轿车的汽油泵简介	(228)
第三节 发动机预热装置	(229)
一、电热塞	(229)
二、热胀式火焰预热器	(230)
三、电磁式火焰预热器	(231)
第四节 开关及保险线路	(232)
一、开关	(232)
二、保险器	(234)
三、导线	(236)
第五节 采暖通风与空调设备简介	(237)
一、采暖通风装置	(237)
二、汽车空调简介	(240)
第六节 新电器设备	(242)
一、电子控制燃料直接喷射系统(EFI)	(242)
二、电子控制式自动变速器(EAT)	(247)
三、电子式制动防滑控制装置(ESC)	(248)
第十一章 机动车电气设备总线路	(250)
第一节 电气设备线路分析	(250)
一、电气设备的一般布线原则	(250)
二、机动车电气线路组成与分析	(250)
第二节 机动车总体电路图	(256)
一、解放 CA141 型汽车电器设备总线路图	(256)
二、上海-50 型拖拉机电器设备线路图	(257)
三、本田 CG110/125 摩托车电器设备线路图	(258)

绪 论

一、电气设备的发展

机动车(汽车、拖拉机、摩托车)的电气设备是机动车的重要组成部分。随着现代科学技术特别是电子技术的进步,机动车上电气设备中的新装置、新技术层出不穷。尤以电子技术为解决机动车节能降耗、行车安全、减少排污等问题中起着越来越重要的作用。有的国家已采用电子控制的汽油喷射装置和电子点火装置,既可节省燃油,又能抑制有害气体的产生;在行驶安全方面,电子防滑制动系统、前照灯自动变光装置均成效显著,电子控制自动变速器使操纵更灵敏、轻便。总之,随着现代机动车技术的不断发展,电器设备从品种到数量将日益增加,发展趋向是轻型化、小型化、自动化,使用寿命和性能会不断提高。

近几年来我国机动车制造业发展迅猛,通过技术引进与消化,正在全方位赶超世界先进水平,电气设备也不例外。如第一汽车制造厂的新解放载货车,在电气设备方面采用了许多新技术,如干荷铅蓄电池、外搭铁带中性线交流发电机、晶体管调节器、组合式仪表以及报警信号装置等,具有 80 年代水平。

为了适应电气设备发展快、机动车对电气设备要求愈来愈高的新形势,要求专业性很强的电气修理人员。他们必须熟悉现代机动车电气设备的结构及其工作原理和它的有关理论知识,掌握使用维修新技术,而且还要有一定的操作技能和实践经验。近代科学技术的发展,应用仪器检验设备和诊断参数进行维修日益增多。这就更需要具有较深的专业知识、理论和有关使用仪器、设备等方面的知识。本书主要对上述方面作些介绍。

二、电气设备的基本组成

目前,汽车、拖拉机、摩托车的电气设备种类繁多、功能各异。按其功能不同,可分为电源和用电设备两大部分。

(一)电源部分

它由蓄电池、发电机和调节器组成。蓄电池与发电机并联,同属车上的电源,承担向全车用电器供电。

(二)用电设备

下分六个系统,参见图 0-1。

1. 起动系统:由起动机、组合继电器、起动开关(即点火开关)等组成。其作用是将蓄电池的电能转换为机械能,拖动发动机曲轴完成起动。

2. 点火系统:由点火线圈、断电一分电器、火花塞等组成。它将电源供给的低压电转变为 10~20kV 的高压电,并保证适时、准确、可靠地点燃汽油机缸内的可燃混合气,使发动机正常运转。

3. 照明系统:为了保证机动车夜间或能见度低的雾天行驶安全,车前装有用来照明道路的大灯(前照灯)及防空、防雾灯;车尾装有尾灯、牌照灯;车内装有用来照明仪表的仪表灯,还有车内照明灯和夜间检修灯等。

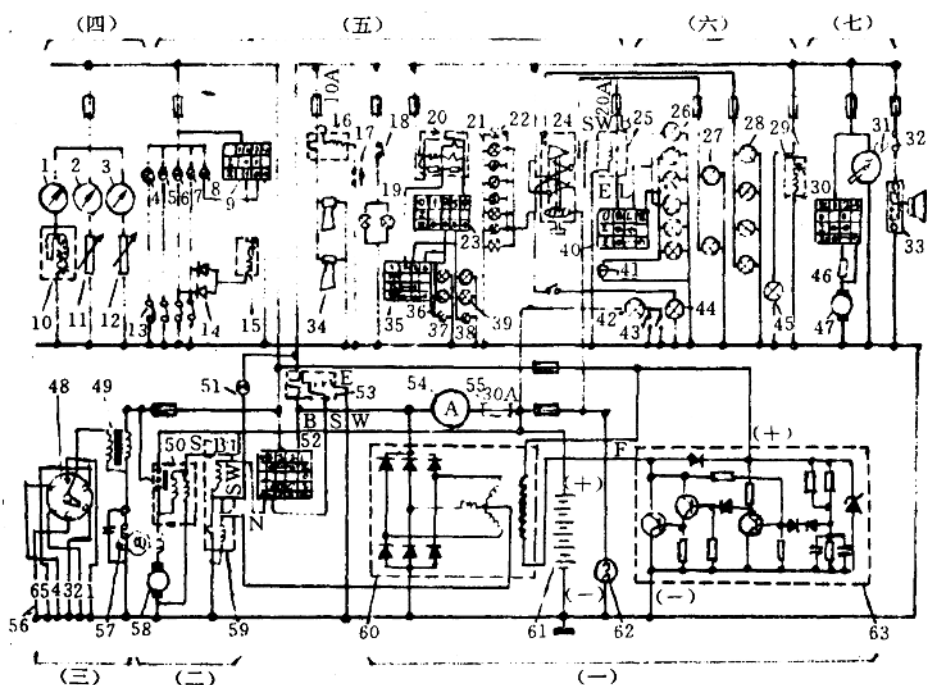


图 0-1 解放 CA141 型载货汽车电气原理图

(一)汽车电源 (二)起动机 (三)点火系统

(四)照明系统 (五)信号系统 (六)仪表系统 (七)辅助电器设备

1. 机油压力表 2. 燃油表 3. 水温表 4. 燃油警报灯 5. 油压警报灯 6. 气压警报灯 7. 机油滤清器警报灯 8. 手制动指示灯 9. 手制动指示灯开关 10. 油压表传感器 11. 燃油表传感器 12. 水温表传感器 13. 警报灯传感器 14. 二极管或门电路 15. 警报蜂鸣器 16. 喇叭继电器 17. 喇叭按钮 18. 制动灯开关 19. 制动灯 20. 闪光器 21. 示宽灯 22. 停车示宽灯 23. 遇险报警开关 24. 车灯总开关 25. 灯光继电器 26. 前照灯 27. 前小灯 28. 仪表灯 29. 倒车蜂鸣器 30. 暖风机开关 31. 点烟器 32. 收音机开关 33. 收音机 34. 喇叭 35. 转向灯开关 36. 右转向灯 37. 右转向指示灯 38. 左转向指示灯 39. 左转向灯 40. 变光开关 41. 远光指示灯 42. 室内灯 43. 室内灯开关和连锁开关 44. 发动机罩下灯 45. 倒车灯 46. 变速电阻 47. 暖风机 48. 配电器 49. 点火线圈 50. 起动机电磁吸铁开关 51. 电源指示灯 52. 点火开关 53. 直流接触器 54. 电流表 55. 保险器 56. 火花塞 57. 继电器 58. 起动机 59. 复合继电器 60. 发电机 61. 蓄电池 62. 电源插座 63. 发电机调节器

4. 信号系统:由音响信号、灯光信号、警报灯组成。音响信号含电喇叭及蜂鸣器;灯光信号有转向灯、制动灯、示宽灯、停车灯等;警报灯包括水温、机油压力、制动气压、机油滤清器、燃油量的警报灯。信号的作用是保证人机安全。

5. 仪表系统:由水温表、油压表、燃油量表、车速表、转速表、电流表等组成。以上仪表分别显示机动车各重要部位的状态参数和运行参数,它们都装在驾驶员前面的仪表板上,以便监视。

6. 辅助系统:含风窗括水及洗窗器、电动玻璃及座椅升降器、点烟器、空调中的电气设备

及音响视听设备等。

除上述 6 个系统外,还有不断涌现的各类最新电子控制设备。

三、电气设备检修常识

(一)电路的三种工作状态

电路中的三种工作状态是指“满载”、“空载”和“过载”。在使用和检修过程中常常通过“满载”、“空载”和“过载”的三种不同工作状态,对电气设备进行性能测试,分析判断故障所在。这里仅对三者的含义分别作一介绍。

1. 标定工作状态:电气产品的铭牌上都规定了“标定电压”、“标定电流”、“标定功率”等数值。按照规定值去使用维护,则工作效率高、安全可靠、寿命较长。例如某发电机的标定功率为 350W,连接的全部负载也是 350W,若发电机在此状态下工作即称标定工作状态或“满载”状态。

2. 空载:电路中的负载不是简单地用导线直接与电源相通,而是必须经过开关和熔断器以适应电路不同状态工作。如图 0-2 中,开关用来接通和切断电路,起控制电路的作用。当开关打开或熔断器被烧断时,这时电路的工作状态称为空载(开路)。空载时外电路的电阻对电源来说等于无限大。因此,电路中电流为零,电源不输出电能。

又如电起动机修后试验时,若不带负载,接通电源开关,起动机空转,称空载试验。电动机对外不输出机械能。

3. 过载(超载):电路中的电流或功率超过了电源或用电器的标定值,就叫过载。过载时电气设备可能发热损坏。

为了防止电流意外地(如短路)超过标定值而损坏电气设备,电路中采用了各种保护装置。最常用的是熔点很低的铅锡合金丝,叫做保险丝。把它串联在电路中,如图 0-2 所示。当电流超过预定值时,它就因发热而熔断,使电流不通,保护了用电设备。还有一种自动开关式保护装置,当电路中电流达到预定值时,开关便自动切断电流。如汽车灯系电路中便采用了自动断路的双金属片保险器。

(二)常见电路故障

电路在安装中虽然充分注意到安全可靠,但在使用中还会出现故障。常见的故障有断路、短路、漏电等几种。

1. 断路:当电源到负载的电路中某一点中断时,电流不通,结果电灯不亮,电动机停转,这种故障称断路。一般是导线折断、导线连接端松脱或接触不良等原因造成。在单线制的汽车、拖拉机电路中常常由于搭铁线松脱或接触不良而断路。

2. 短路:如把接电源两极的两根导线直接接通,便叫做“短路”,如图 0-3(a)。在电路中不经负载直接接通,也叫短路,如图 0-3(b)。在单线制的机动车电路中,输出电流的绝缘导线接铁,也造成短路,如图 0-3(c)。

短路时,外电路的电阻等于零,所以电源的端电压也等于零。电源的电动势全部降落在内阻上,产生巨大的短路电流,造成电源大大过载,导线绝缘烧坏,严重时引起火灾的危险。

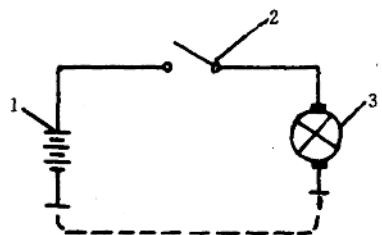


图 0-2 空载

1. 电源 2. 开关和熔断器 3. 用电器

险。

短路是一种严重事故,应该尽力预防。但是,有时为了某种需要,常常人为地将电路中某部分短路。检查故障的“电源短接法”即是一例。

发生短路的原因是:导线绝缘破坏,并相互接触造成碰线;开关、接线盒、灯座等外接接线螺丝松脱,造成两线头相碰;接线时不慎,使两线头相碰;或在单线制的机动车上导线头碰触金属部分等。

3. 漏电:漏电的现象使耗电量增大,电线发热,机件的壳体带电麻手等。漏电严重时就成为短路。点火系高压部分漏电,火花塞会断火。漏电的原因是电气设备绝缘不良,导线破损,绝缘老化,破裂、受潮等。

(三)简易故障判断法

汽车、拖拉机、摩托车电系故障,多是由于电路中出现断路、短路、接触不良引起。采用简单易行的方法能迅速查出故障所在部位,并及时排除。常用简易判断方法有车上电流表法、接铁刮火法、试灯法、电源短接法等数种。

1. 车上电流表法:在正常工作电压下,利用车上电流表指示出的耗电量的大小,可简单判断与其相串的用电设备是否断路或短路。如果

用电设备接通后,电流表指示量或比标准值小很多,即说明该电器设备回路中有断路或接触不良。若接通电路后,电流表指针由零提到最大值之后立即跳回零位,其中由零提到最大,说明该线路中某处短路或碰铁;由最大跳回零,说明保险丝熔断或保险器跳开。车上电流表诊断法,只能判断回路中有无断路或短路故障,具体在哪一处还有待其他方法判断。

2. 碰铁刮火法:此方法是将一根两头裸露的导线做试火导线。导线一端接用电设备接线柱,另一端与车体金属部位刮火(接通开关)试验,如图 0-4 所示。试火顺序可由前往后或由后往前,均可找出断路所在。图中(1)(2)(3)处刮试有火,(4)位置无火,说明断路在(3)与(4)之间。同理可找出其它线路的断路故障。

3. 试灯法:本方法是将图 0-4 中的试灯 8 替代试火导线测试。试前接通开关,若试灯亮,说明通路;试灯不亮,说明所在断路。显然,在图中 1、2、3 位置试灯发亮,而在 4 位置不亮,从而说明 3 与 4 之间已断路。若用万用表取代试火导线测各点直流电压,有电压说明通路,无电压为断路,也可起到同样的效果。

4. 电源短接法:本方法是将一根试火导线的一端直接接电源火线接线柱;另一端触及用电设备的某一接线柱(开关接通),若出现火花,说明通路,如图 0-5 中 1 的位置。再由远(相对电源)至近逐点试火,无火则该点(图中 2)与前一点(图中 1)之间断路。电源短接法,亦用来检查短路位置,如检查到某点有强烈火花,说明该点之后某处接铁短路。

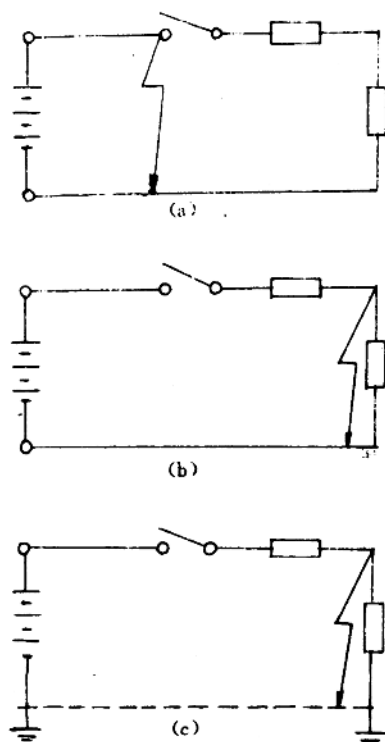


图 0-3

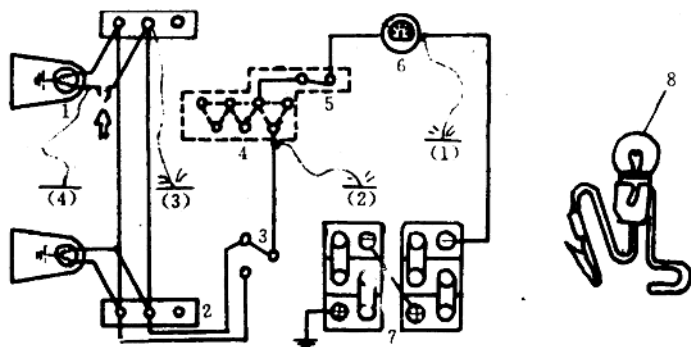


图 0-4 磁铁刮火法

1. 前大灯 2. 接线板 3. 变光开关 4. 总灯开关 5. 保险器 6. 电流表 7. 蓄电池 8. 试灯

(四) 机动车电系常用检修仪表

1. 电压表;
2. 电阻表;
3. 电流表;
4. 万用表;
5. 高效放电计(又称放电叉);
6. Q05-A 型手提式低压电器检验

仪;

7. Q05-2 型手提式电器万能试验

仪;

8. QFC-1、2 型发动机综合参数测

试仪;

9. 通用型电子示波器;

10. 万能电器试验台。

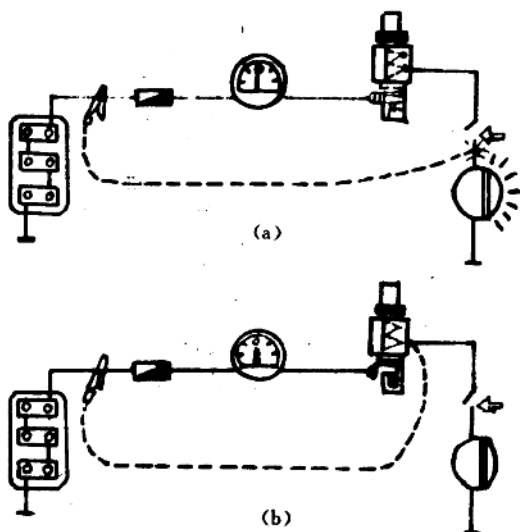


图 0-5 电源短接法

(a)通路 (b)断路

第一章 晶体管的基本知识

随着电子技术的飞速发展,在机动车电路中,电子装置日益增多,应用最多的元件是晶体二极管、三极管、稳压管、晶闸管等。它们的基本结构,工作原理及特性等是分析电子电路必不可少的基础,本章将逐一介绍。

第一节 晶体二极管

一、二极管的单向导电现象

晶体二极管又称半导体二极管,也可简称为二极管。二极管的突出特点就是单向导电。常用符号“+”、“-”来表示(其中“+”称阳极,“-”称阴极)。为了了解晶体二极管的单向导电性,先作一个实验,实验电路如图 1-1 所示。

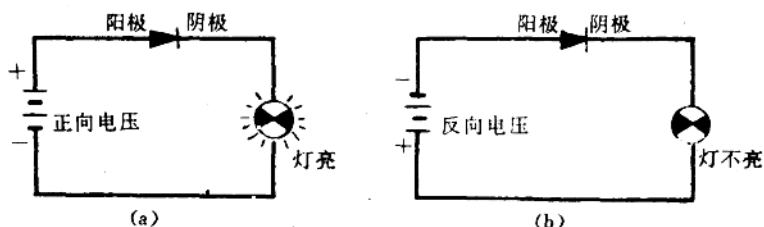


图 1-1 实验电路

a)晶体二极管加正向电压 b)晶体二极管加反向电压

先按图 1-1(a)电路实验。当晶体二极管加上正向电压,即二极管的阳极和直流电源的正极相接,阴极和直流电源的负极相接时,灯泡亮,这说明晶体二极管在正向电压作用下可让电流通过,它导通。

然后按图 1-1(b)电路实验。当晶体二极管加上反向电压,即它的阳极接直流电源的负极,阴极接电源的正极时,灯泡不亮。这说明晶体二极管在反向电压作用下不让电流通过,它不导通。

通过实验可以得到一个结论:晶体二极管具有单向导电的特性。它的图形符号的箭头指向就是它导电的方向。整流器和其他电子装置大量应用晶体二极管,就是应用它的单向导电特性。

二、P 和 N 型半导体

二极管为什么会表现出单向导电的特性呢?首先让我们对它的内部构成 PN 结(图 1-2)作一分析。

金属导体的电阻率很小,绝缘体的电阻率很大,电阻率介于导体和绝缘体之间的物质叫做“半导体”。半导体元素只有几种,用得最多的是锗和硅。

锗是典型的半导体元素,它是四价元素,在它每一个原子的外围都有四个电子,我们称

它为价电子。每一个锗原子的价电子都与四个相邻的原子的一个价电子构成共价键。组成整齐的晶体点阵,这是晶体管的由来。这时每个锗原子的最外层都充满八个电子,处于稳定的束缚状态,因此这些价电子是不能到处自由运动的。但是在高温或光照条件下,少数的价电子摆脱了束缚状态,成为自由电子,同时在原来共价键的位置上就留下了一个空位,称为“空穴”。此时如果外加

一个电场,电子就会在电场的作用下运动,而成为电子导电。空穴附近的束缚电子在外电场和热能的作用下,也可能脱离原来的位置填充空穴,形成空穴导电,空穴运动的方向与电子运动的方向相反,因此空穴的运动相当于正电荷的运动。

此时,总电流等于电子电流和空穴电流之和。

一块纯锗在一定的温度下能成对激发出一定数量的电子和空穴,温度愈高所激发出来的电子和空穴也愈多,此时电导率也愈大,这种完全纯净的、具有晶体结构的半导体,我们称它为本征半导体。

如果在本征半导体内掺入少量的杂质,就可以改变电子或空穴的导电优势。如加入五价元素磷、锑等,它的外围有五个价电子,其中四个电子与相邻的四个锗原子组成共价键,而多余的第五个价电子却无对象组成共价键,因此,受原子核束缚力很弱,在常温下就可以脱离原子核成为自由电子,所以这种半导体自由电子占多数、空穴是少数,它的导电主要是靠电子的运动,所以说这种半导体、电子是多数载流子,空穴是少数载流子,我们称它为N型半导体,或称电子型半导体。

假如在本征半导体内掺入少量的三价元素铟、镓,因为它的外围只有三个价电子与四个相邻的锗原子组成共价键,因此,在铟原子附近就形成了一个空穴,这种半导体空穴占多数,自由电子是少数,导电主要靠空穴来完成的,所以,这种半导体空穴是多数载流子,电子是少数载流子,我们称它为P型半导体、或称空穴型半导体。

三、PN结的形成

把一块P型半导体和一块N型半导体“结合”在一起时,在二者交界处,P型区的空穴就要向N型区扩散,N型区的电子也要向P型区扩散,即电子和空穴都要从高浓度区向低浓度区扩散。结果如图1-3所示,在交界区N型区的薄层A中,由于失去电子而带正电,在P型区的薄层B中,由于失去空穴而带负电,形成一个空间电荷区,这个空间电荷区称为PN结(或称阻挡层)。

四、PN结的单向导电性

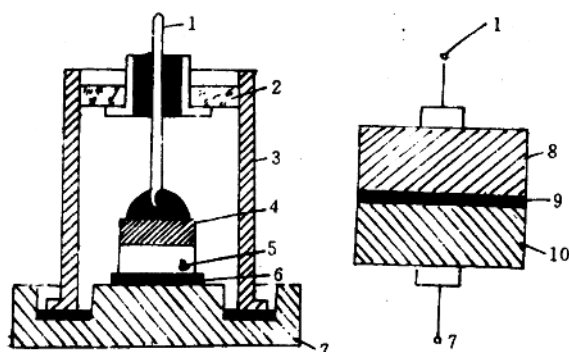


图1-2 晶体二极管的结构及示意图

(a)管壳结构图; (b)管芯示意图

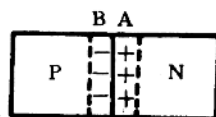


图1-3 PN结