



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车电气设备构造与维修

第二版

(汽车运用与维修专业)

主编 于明进 于光明



高等教育出版社



中国石化出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS
地址：北京市东城区东直门内大街264号
电话：(010) 64523644 64518657 64518658

汽车电气设备构造与维修

第二版

(汽车维修专业必修专业类)

主编 李树刚 李树刚

中国石化出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车电气设备构造与维修

(第二版)

(汽车运用与维修专业)

主 编 于明进 于光明
责任主审 冯晋祥
审 稿 王慧君 张桂荣

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中的主干课程《汽车电气设备构造与维修教学基本要求》,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要包括:电源系统,起动系统,点火系统,照明、信号、仪表、警报系统,辅助电气设备,全车线路等。

本书配有教学及学习指导光盘,可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与维修/于明进,于光明主编. —2

版. —北京:高等教育出版社,2007.6

汽车运用与维修专业

ISBN 978-7-04-021062-0

I. 汽… II. ①于…②于… III. ①汽车-电气设备-构造-专业学校-教材②汽车-电气设备-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 041010 号

策划编辑	席东梅	责任编辑	胡 纯	封面设计	于 涛	责任绘图	朱 静
版式设计	王艳红	责任校对	王效珍	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 21.5
字 数 520 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 7 月第 1 版
2007 年 6 月第 2 版
印 次 2007 年 6 月第 1 次印刷
定 价 32.50 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21062-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001年10月

第二版前言

本书是教育部批准立项的中等职业教育国家规划教材,依据《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中的主干课程《汽车电气设备构造与维修教学基本要求》编写。

本书第一版自2002年8月问世以来,受到广大读者的欢迎,承蒙国内诸多学校选用为教材,已加印多次。随着近几年国内外汽车技术的迅速发展,书中不少内容已显陈旧,需要删减或更新,同时有许多新技术、新知识需要增加或补充;书的结构也彰显出一些不足。为此,我们应高等教育出版社和中等职业教育汽车与维修专业指导委员会的要求,对本书第一版进行全面修订。

这次修订,保持了第一版的主要特色,并对结构和内容进行了较大幅度删改,使其更加适应中等职业教育的教学要求和我国汽车工业发展的需要。

在结构方面,将第一版的“蓄电池,交流发电机及其调节器,起动系,点火系,照明、信号、仪表、警报系,辅助电气设备,全车线路”等全部七章合并调整为“电源系统,起动系统,点火系统,照明、信号、仪表、警报系统,辅助电气设备,全车线路”六章,更好地和汽车制造厂提供的汽车使用维修资料一致。各章都增加了“学习目标”、“本章小结”等项目,便于有的放矢组织教学,提高教学效率;充实了“思考与练习”的内容,形式也更加多样化,使教学更加方便灵活,适应职业技能鉴定培训要求,有利于学生巩固掌握有关知识和技能。

在具体内容方面,这次修订更好地体现了中等职业教育专业教材“宽、浅、用、新”的特色,更好地适应我国汽车工业发展状况。

宽:内容更加全面宽泛,既包括了汽车基本电气设备的有关知识,还包括了许多汽车电子控制系统方面的内容。

浅:做到深入浅出,对一些不可拆检的复杂零件及集成电路结构、原理等纯理论性内容进行了删减。

用:突出实用性,在简要介绍作用原理基础上,重点介绍各电气系统常见故障的现象、原因,用万用表、试灯、示波器等诊断故障的方法,电子系统使用、检修和零件更换注意事项;还介绍了用歧管压力计等专用仪器设备检测制冷循环系统等实用性强的知识。而对用三针放电器检测点火线圈等不实用的内容进行了删减,更好地适应电子设备越来越多和电气系统换件维修的需求。

新:紧跟日新月异的汽车技术,尽量反映当前汽车电气设备的新知识、新技术,检修的新工艺、新方法,删除了传统点火系统构造原理维修等陈旧落后的内容;增加了电动汽车用蓄电池、计算机控制起动机、自动前照灯系统和氙气大灯、倒车雷达、电动后视镜、电动门锁、配用智能钥匙的电子防盗系统等内容;充实了有分电器计算机控制点火系统和无分电器点火系统等部分的内容;介绍了用解码器等先进的诊断仪器检测电子系统的方法。

修订后各章教学学时建议见下表。

章 次	内 容	学 时
绪 论	绪 论	1
第 1 章	电源系统	25 ~ 33
第 2 章	起动系统	10 ~ 14
第 3 章	点火系统	24 ~ 30
第 4 章	照明、信号、仪表、警报系统	14 ~ 18
第 5 章	辅助电气设备	14 ~ 18
第 6 章	全车线路	6 ~ 10
机 动		6

本次修订由山东交通学院于明进教授和济南市第十三职业中专的王盛奎老师共同承担。王盛奎编写绪论、第1章、第2章、第4章；于明进编写第3章、第5章、第6章及其他内容。在修订过程中，得到了中等职业教育汽车运用与维修专业指导委员会各位专家和山东交通学院、济南市第十三职业中专的大力支持，参考了大量专业资料，在此对有关单位和作者致以诚挚的谢意。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，热忱欢迎读者批评指正。

编者

2007年3月

第一版前言

本书是教育部批准立项的中等职业教育国家规划教材,依据《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中的主干课程《汽车电气设备构造与维修教学基本要求》编写。

本教材具有以下主要特点:

1. 基本作用表述准确,原理介绍深入浅出,图文并茂,浅显易懂。教材对各系统的作用力求叙述准确、贴切,并增加了插图数量,采用实物立体图、分解图、原理图等,减少文字篇幅,图文配合,便于学生理解、掌握、应用。

2. 采用模块式结构形式,专业适应性强。不同专业、不同教学层次可以根据情况选用,教学总学时为 100~130,实际教学中可在这个范围内灵活调整,增强了教学适应性。

3. 突出了实践性和可操作性,使实践教学课堂化、与理论教学一体化。

4. 选用车型符合国情现状。教材选用的车型由以往的货车为主拓展到货车、轿车并重,货车以解放、东风等车型为主,轿车以桑塔纳等车型为主,并适当介绍了其他国内外常见车型和最新车型,适应日新月异的发展要求,并能跟上入世后的发展步伐。

5. 章后附有习题,供学生做作业和练习时使用,也便于学生阶段复习。

本教材主要内容包括蓄电池,交流发电机及其调节器,起动系,点火系,照明、信号、仪表设备和警报系;辅助电气设备和全车线路七章。各章教学学时建议如下表。

章 次	内 容	学 时
绪 论	绪 论	1
第 1 章	蓄 电 池	7~9
第 2 章	交流发电机及其调节器	18~24
第 3 章	起 动 系	10~14
第 4 章	点 火 系	28~34
第 5 章	照明、信号、仪表、警报系	10~14
第 6 章	辅助电气设备	8~12
第 7 章	全车线路	8~12
机 动		10

本教材由山东交通学院于明进副教授和济南市教学研究室于光明担任主编,济南市第十三职业中专的王盛奎和济南市公交职业高中的孙农化参加了本教材的编写,于明进编写第 6 章、第 7 章以及第 4 章部分内容;于光明编写绪论及第 4 章、第 5 章、第 6 章的部分内容;王盛奎编写绪论、第 1 章、第 3 章、第 5 章主要内容;孙农化编写第 2 章、第 4 章主要内容。

本教材在编写时,得到济南市教学研究室、山东交通学院、济南市第十三职业中专、济南市公共交通职业高中和很多企业的支持、帮助,在此对有关单位和作者特致诚挚的谢意。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由山东交通学院冯晋祥教授担任责任主审,山东交通学院王慧君教授、山东交通学院张桂荣副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中可能存在缺点或错误,热忱欢迎读者批评指正。

编者

2001 年 12 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

绪论.....	1	思考与练习	180
第 1 章 电源系统.....	4	第 4 章 照明、信号、仪表、警报系统	182
学习目标	4	学习目标	182
第一节 概述	4	第一节 汽车灯具的种类、用途及要求	182
第二节 蓄电池	5	第二节 汽车前照灯及其控制电路	186
第三节 交流发电机	31	第三节 转向灯、危险警报灯及其电路	195
第四节 交流发电机调节器	55	第四节 倒车信号装置	200
第五节 充电指示灯控制电路、瞬变过电压保护电路	68	第五节 电喇叭	203
第六节 充电系统故障的诊断与排除	73	第六节 汽车仪表	206
本章小结	77	第七节 汽车警报装置	219
思考与练习	78	第八节 汽车电子显示装置	226
第 2 章 起动系统	81	本章小结	230
学习目标	81	思考与练习	231
第一节 概述	81	第 5 章 辅助电气设备	233
第二节 起动机用直流电动机	83	学习目标	233
第三节 起动机的传动机构	87	第一节 风窗刮水、清洁设备	233
第四节 起动机的控制机构	90	第二节 电动辅助装置	241
第五节 起动系统控制电路	92	第三节 汽车电子防盗警报系统	256
第六节 典型起动机实例	94	第四节 空调系统	259
第七节 起动系统的维护	101	本章小结	272
第八节 起动系统故障的诊断与排除	109	思考与练习	273
第九节 微机控制起动系统	112	第 6 章 全车线路.....	276
本章小结	114	学习目标	276
思考与练习	115	第一节 全车线路的组成	276
第 3 章 点火系统.....	117	第二节 汽车电气设备总线路图	287
学习目标	117	本章小结	317
第一节 概述	117	思考与练习	318
第二节 半导体点火系统	119	思考与练习参考答案	319
第三节 有分电器计算机控制点火系统	147	附表 汽车电路原理图用图形符号	330
第四节 无分电器点火系统	160	参考文献	333
第五节 点火系统故障的诊断与排除	167		
第六节 电容储能式点火系统简介	177		
本章小结	179		

绪 论

汽车电气设备构造与维修是一门介绍汽车电气设备构造,解释汽车电器作用原理,分析汽车电器工作特性,传授汽车电器使用和维修技能的专业课。其主要任务是:使学生获得中、初级专门人才所必需的汽车电气设备知识和汽车电气设备维修的基本技能;通过理论教学和实践技能训练,使学生系统掌握汽车电气设备的结构、基本工作原理、使用与维修、检测与调试、故障诊断与排除等基本知识和基本技能。通过本课程的学习和训练,学生在基本知识和基本技能方面应达到以下要求:

- (1) 熟悉常见汽车电气设备的结构,掌握有关的基本工作原理。
- (2) 掌握汽车电气设备的使用、维护及故障分析的知识。
- (3) 了解汽车电气设备的新产品和新技术。
- (4) 能够读懂汽车电路图,能用电路图分析汽车电路的基本工作情况。
- (5) 掌握常用电气设备的拆装和检修方法。
- (6) 掌握常见汽车电路故障的诊断步骤与排除方法。
- (7) 能正确使用电气设备维修中常用的工具、设备、仪器和仪表。

汽车电气设备是汽车的重要组成部分,电子技术在汽车上应用越来越广泛,尤其是微型计算机在汽车上的应用,大大推动了汽车工业的发展,同时给汽车的传统控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车能源、安全、污染等问题方面,起着越来越重要的作用。从图0-1,可以看出最新现代汽车电子技术的应用情况。

虽然现代汽车电气设备的数量很多,但按其功能可分为以下几个系统。

1. 电源系统

电源系统又称电源系或充电系,主要由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。

2. 起动系统

起动系统又称起动系,主要由起动机、起动控制装置等组成,其作用是能带动曲轴以足够高的转速运转以便起动发动机。

3. 点火系统

点火系统又称点火系,主要由点火线圈、火花塞等组成。其作用是在汽油机气缸中适时可靠地产生足够强的电火花,以便点燃气缸中的可燃混合气。

4. 照明系统

照明系统包括车内外各种照明灯及其控制装置,以便夜间或视线不良时工作和行车。

5. 信号系统

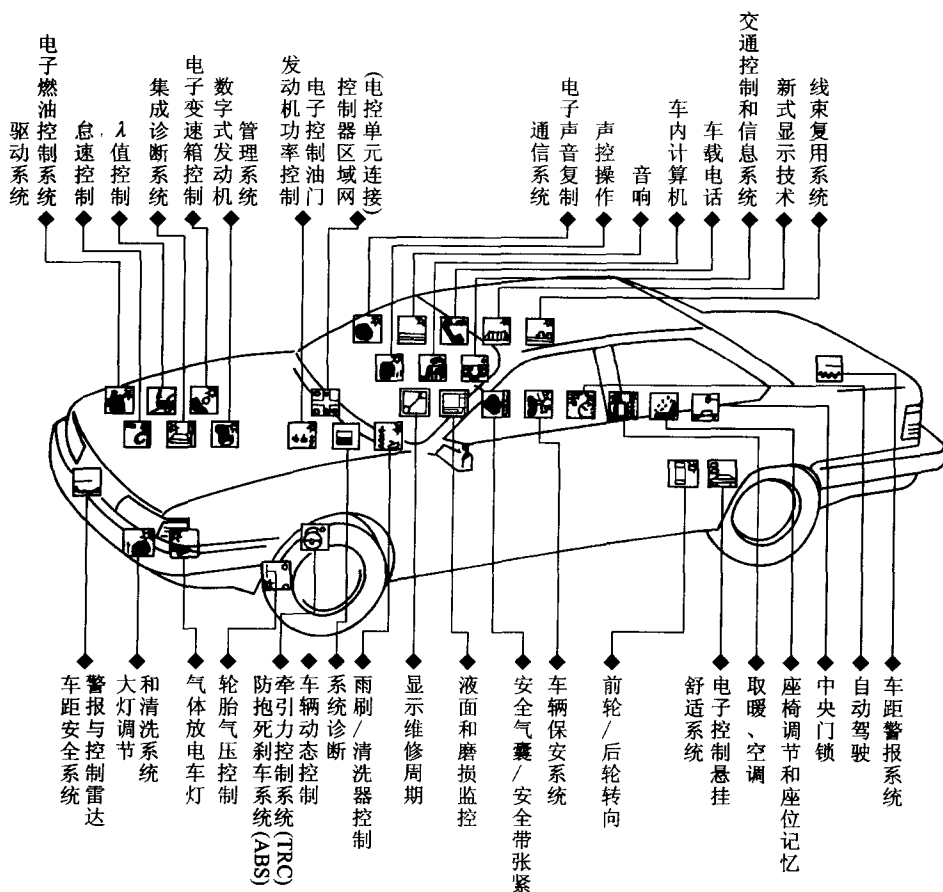


图 0-1 现代汽车电子技术应用情况

信号系统包括声响信号和灯光信号两类。其作用是告示行人、车辆,引起注意,指示行驶趋向,显示操纵件状态,警报运行性机械故障,以提高行驶和停车的安全性、可靠性。

6. 仪表系统

常见的仪表有电流表、电压表、机油压力表、水温表、燃油表、气压表、车速里程表、发动机转速表等。其作用是显示汽车运行参数及有关信息。

7. 辅助电气设备和其他电子控制系统

它是为驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境以及提高车辆安全而设置的,常见的有空调装置、音像设备、风窗刮水清洁设备、电动车窗、电动座椅、电子防盗控制系统等。为了提高汽车的动力性、经济性,改善安全性,减少排放污染,现代汽车大量采用了计算机控制系统,又称电子控制系统,主要分为驱动系统、安全系统、通信系统和舒适系统。

汽车种类繁多,但其电气设备却有以下共同特点:

两个电源。发电机为主电源,在汽车运行时为各用电设备供电和给蓄电池充电;蓄电池为辅助电源,主要供起动机用电。

低压直流。根据《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电器产品标称电压规定为三种:6 V、12 V、24 V(指用电器分别能在5.5~7.5 V、11~15 V、22~30 V范围内正常工作,相配套的发电机调节器额定电压为7 V、14 V、28 V)。由于蓄电池为直流电源,所以汽车电气系统采用直流电。

并联单线。汽车用电设备较多,采用并联电路能确保各支路电气设备相互独立控制,布线清晰、安装方便、节约导线、维修简便。汽车电气设备习惯采用单线制接线方式,即把车架、发动机等部分的金属机体沟通,并作为电气设备公共连接端(常称“搭铁端”)使用。安装在钣金件、挂车上或非金属零件上的电气设备则多采用双线制。

负极搭铁。为减少蓄电池电缆铜端子在车架、车身连接处的化学腐蚀,提高搭铁可靠性,统一标准,便于汽车电气设备的生产、使用和维修,我国和大多数国家都规定:汽车电气系统采用单线制时,电源负极搭铁。

第 1 章

电源系统

学习目标

1. 掌握蓄电池的作用与构造。
2. 了解蓄电池的工作原理与特性。
3. 了解蓄电池的容量及其影响因素。
4. 掌握蓄电池的使用与维护及常见故障的排除。
5. 了解电动汽车用高能电池。
6. 掌握交流发电机、调节器的工作原理与构造。
7. 熟悉充电指示灯控制电路,了解瞬变电压保护电路。
8. 掌握电源系统常见故障的诊断与排除方法。

第一节 概 述

一、电源系统的作用

汽车电源系统的作用就是向汽车用电设备提供低压直流电能,以保证汽车在行驶中和停车时的用电。

二、电源系统的组成

汽车电源系统主要包括交流发电机、调节器、蓄电池、电流表或其他充电状态指示装置、钥匙开关等,连接关系如图1-1所示。

三、充电状态指示装置

充电状态指示装置用于指示充电系统的工作情况,反映蓄电池是处于充电还是放电状态,有指示灯、电流表、电压表等形式。原来都是用电流表或电压表来指示充电状态,目前一般是由继电器或调节器控制的充电状态指示灯来指示充电状态,也有电流表和指示灯共用的充电状态指示装置。

当充电状态指示装置正常工作,电流表、电压表指针偏向“-”方向或充电状态指示灯亮时,

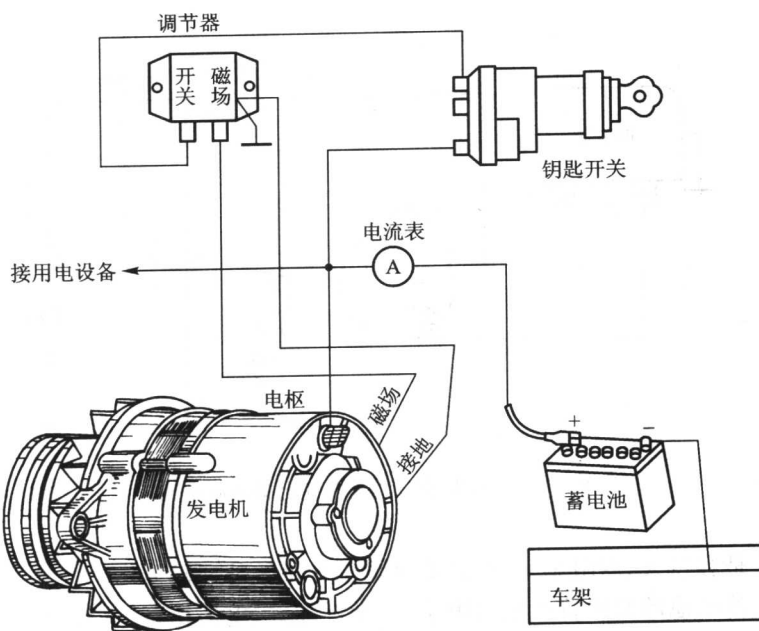


图 1-1 交流发电机、调节器、蓄电池的连接电路

表示发电机输出电压低于蓄电池端电压,蓄电池处于放电状态。当电流表、电压表指针偏向“+”方向或充电状态指示灯熄灭时,表示发电机工作正常,蓄电池处于被充电状态。

第二节 蓄 电 池

一、蓄电池的作用、要求与分类

1. 蓄电池的作用

蓄电池和发电机并联为用电设备供电,电路图如图 1-2 所示。蓄电池的作用如下:

- (1) 发动机起动时,向起动机和点火系统供电。
- (2) 发动机低速运转、发电机电压较低时,向用电设备和交流发电机磁场绕组供电。
- (3) 汽车停车或发电机不发电时,向用电设备供电。
- (4) 发电机过载时,协助发电机向用电设备供电。

此外,蓄电池还有一些辅助功能。因为蓄电池相当于一只大电容,所以不仅能够保持汽车电气系统的电压稳定,而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压,保护电子元件不被损坏。

2. 对蓄电池的要求

起动发动机时,蓄电池在短时间(5~10 s)内能向起动机连续供给强大电流:汽油发动机汽车一般需要 200~600 A;柴油发动机汽车一般需要 500~1 000 A,甚至更大。所以,对汽车用蓄

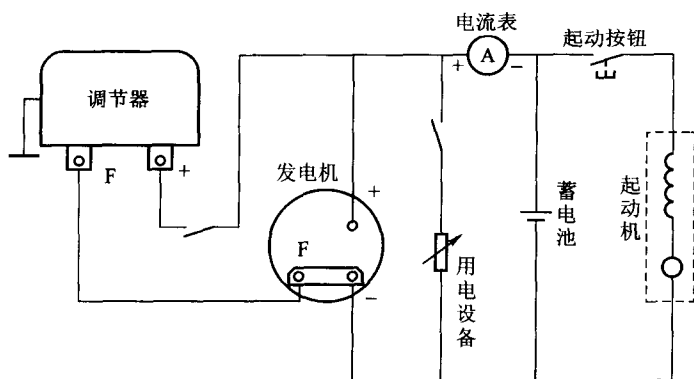


图 1-2 蓄电池与汽车电气设备并联电路

电池的基本要求是容量大、内阻小,以保证蓄电池具有足够的起动能力。

起动型铅酸蓄电池的突出特点是内阻小、起动性能好、电压稳定,此外还有成本低、原料丰富等优点,所以在汽车上得到广泛应用。

3. 蓄电池的分类

汽车用蓄电池有铅酸蓄电池和碱性蓄电池两类。

汽车用铅酸蓄电池又分为普通型、干荷电型、湿荷电型、免维护型和胶体型等。

铅酸蓄电池在汽车上的安装位置根据车型和结构而定。一般轿车的蓄电池装在发动机罩内;货车的蓄电池装在车架前部的左侧或右侧,以空载时重量平衡为原则;客车的蓄电池多装在车厢内。蓄电池都是用特制的金属框架和防震垫固定的。

以后章节如无特别说明,蓄电池均指铅酸蓄电池。

二、蓄电池的构造与型号

1. 普通型蓄电池

现代汽车用普通铅蓄电池由六只单格电池串联而成,每只单格电池的电压约 2 V,串联后蓄电池电压为 12 V。目前国内外汽油机汽车均选用 12 V 蓄电池;多数柴油机汽车电源电压设计为 24 V,用两只 12 V 蓄电池串联供电。现代汽车用普通铅蓄电池的结构如图 1-3 所示,其组成主要有极板、隔板、电解液、外壳、联条、接线柱等。

(1) 极板。极板是蓄电池的核心部分,它由栅架和活性物质组成,形状如图 1-4 所示。

栅架(图 1-5),是用铅锑合金浇铸而成,加锑的目的是提高机械强度和浇铸性能。但是锑有副作用,会加速氢的析出而加速电解液消耗,还易从正极板栅架中解析出来而引起蓄电池自放电和栅架腐蚀,缩短蓄电池的使用寿命。目前国内外大都采用低锑合金栅架,含锑量为 2% ~ 3.5%。为降低蓄电池的内阻,改善蓄电池的起动性能,现代汽车蓄电池采用放射形栅架。如北京切诺基吉普车和上海桑塔纳小轿车蓄电池均采用放射形栅架,其结构分别如图 1-6 所示。