

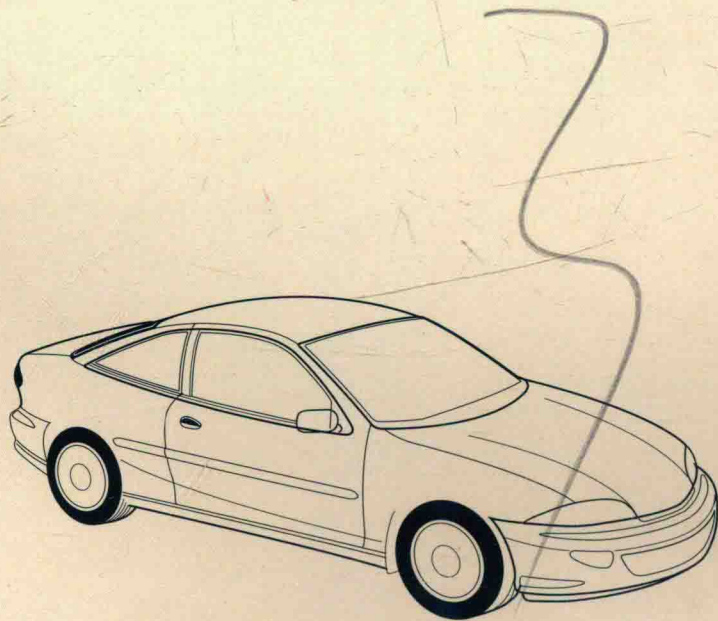


普通高等教育“十三五”规划教材

普通高等院校汽车工程类规划教材

# 汽车电器与电控技术

杨亚萍 张永辉 主 编  
乔晓亮 张俊溪 副主编



清华大学出版社

普通高等院校汽车工程类规划教材



# 汽车电器与电控技术

杨亚萍 张永辉 主 编  
乔晓亮 张俊溪 副主编

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统地讲述了汽车电器及汽车控制技术的基本结构、工作原理、使用特性,以及常见故障诊断与排除方法。主要介绍了汽车电源系统、汽车起动系统、电控燃油喷射系统、微机控制点火系统、进排气控制系统、照明与信号系统、舒适与安全系统、汽车电控自动变速技术、汽车底盘电子控制系统、全车电路和车载网络技术等方面的内容。

本书图文并茂,通俗易懂,实用性较强。不仅可作为高等院校车辆工程、汽车服务工程及相近专业的教材,也可作为从事汽车行业的工程技术人员、使用与维修人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电控技术/杨亚萍,张永辉主编. —北京:清华大学出版社,2019

(普通高等院校汽车工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-52045-0

I. ①汽… II. ①杨… ②张… III. ①汽车—电气设备—高等学校—教材 ②汽车—电子系统—控制系统—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 009033 号

责任编辑:许 龙

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.25

字 数:589千字

版 次:2019年5月第1版

印 次:2019年5月第1次印刷

定 价:69.80元

产品编号:076505-01

# 前 言

汽车电器是汽车的重要组成部分之一,其性能的好坏直接影响汽车的安全性、舒适性等性能。随着汽车工业的迅速发展,汽车新技术、新工艺的开发与应用不断加快,汽车电器与电子设备也在不断改进、发展。同时,现代控制与信息技术的发展,使人、车、路有机地融为一体,现代汽车已经发展成为机电一体化的高科技产品,这就对汽车类专业人才提出了更高的要求。

本书在章节结构、内容安排和习题等方面,吸收了相关教材建设的好经验,同时总结了编者近年来从事教学工作的成果和经验,并从普通高等院校的教学实际出发,重点介绍了汽车电器与电子设备的基本结构、工作原理及常见故障诊断与排除,以及电子控制技术在汽车上的应用等。本书力求全面体现应用型本科教育特色,满足当前教学的需要。

本书由西安航空学院杨亚萍、张永辉主编,乔晓亮、张俊溪任副主编。其中,第1章由杨亚萍编写,绪论和第2、10章由张永辉编写,第3、4章由张俊溪编写,第5、6章由乔晓亮编写,第8章由周扬编写,第7章由山东交通学院曹凤萍编写,第9章由西安汽车科技学院袁月会编写。

本书在编写过程中,得到了相关高校老师、企业技术人员的大力支持,引用了有关技术资料,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限和时间紧迫,书中的疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2018年3月

# 目 录

绪论 .....	1
<b>第 1 章 汽车电源系统</b> .....	<b>4</b>
1.1 蓄电池 .....	4
1.1.1 蓄电池的分类与功用 .....	4
1.1.2 蓄电池的构造及型号 .....	5
1.1.3 蓄电池的工作原理 .....	9
1.1.4 蓄电池的工作特性 .....	11
1.1.5 蓄电池的充电及其设备 .....	14
1.1.6 蓄电池常见故障诊断与排除 .....	17
1.2 交流发电机 .....	20
1.2.1 交流发电机的构造及型号 .....	20
1.2.2 交流发电机的工作原理 .....	23
1.2.3 交流发电机的工作特性 .....	26
1.3 电压调节器 .....	27
1.3.1 电压调节器的功用 .....	27
1.3.2 电压调节器的基本原理 .....	27
1.3.3 电压调节器的分类及型号 .....	28
1.3.4 交流发电机与调节器常见故障诊断与排除 .....	29
1.4 汽车电源新技术 .....	32
1.4.1 新型汽车蓄电池 .....	32
1.4.2 新型汽车发电机 .....	33
1.4.3 42V 汽车电源系统 .....	33
本章小结 .....	35
习题 .....	35
<b>第 2 章 汽车起动系统</b> .....	<b>36</b>
2.1 汽车起动系统概述 .....	36
2.1.1 起动系统的作用与基本组成 .....	36
2.1.2 起动机分类与型号 .....	37

2.2 起动机结构与工作原理 .....	38
2.2.1 直流电动机的结构与工作原理 .....	38
2.2.2 传动机构的结构与工作原理 .....	42
2.2.3 电磁开关的结构与工作原理 .....	44
2.2.4 减速起动机 .....	45
2.3 起动机的工作特性 .....	46
2.4 起动机的控制电路 .....	48
2.5 起动系统的检测与故障诊断 .....	51
2.5.1 起动机主要部件的检测 .....	51
2.5.2 起动系统故障诊断 .....	54
本章小结 .....	59
习题 .....	59

### 第3章 电控燃油喷射系统 .....

3.1 电控燃油喷射系统概述 .....	60
3.1.1 电控燃油喷射系统的构成 .....	60
3.1.2 电控燃油喷射系统的分类 .....	61
3.2 空气供给系统 .....	64
3.2.1 空气流量传感器的结构与工作原理 .....	65
3.2.2 进气歧管压力传感器的结构与工作原理 .....	68
3.2.3 温度传感器的结构与工作原理 .....	69
3.2.4 节气门位置传感器的结构与工作原理 .....	72
3.3 燃油供给系统 .....	73
3.3.1 电动燃油泵 .....	74
3.3.2 压力调节器 .....	80
3.3.3 电磁喷油器 .....	81
3.4 燃油喷射控制过程 .....	83
3.4.1 喷油正时的控制 .....	83
3.4.2 喷油量的控制 .....	83
3.4.3 停油控制 .....	88
3.4.4 电控燃油喷射系统常见故障诊断与排除 .....	89
3.5 电控燃油喷射系统传感器的检测 .....	90
3.5.1 空气流量传感器的检测 .....	90
3.5.2 进气歧管压力传感器的检测 .....	92
3.5.3 温度传感器的检测 .....	92
3.5.4 节气门位置传感器的检测 .....	93
本章小结 .....	94
思考题 .....	95

<b>第 4 章 微机控制点火系统</b> .....	96
4.1 点火系统概述 .....	96
4.1.1 汽油发动机对点火系统的基本要求 .....	96
4.1.2 微机控制点火系统的组成 .....	97
4.1.3 微机控制点火系统的特点 .....	98
4.1.4 微机控制点火系统的控制原理 .....	99
4.2 微机控制点火系统的工作原理 .....	101
4.2.1 点火系统主要零部件的结构和工作原理 .....	101
4.2.2 点火系统主要零部件测试 .....	104
4.2.3 曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器 .....	106
4.2.4 微机控制点火系统高压电的分配方式 .....	110
4.2.5 点火提前角和闭合角控制 .....	112
4.2.6 爆震传感器与爆震反馈控制 .....	116
4.2.7 点火系统常见故障诊断与排除 .....	117
4.3 微机控制点火系统传感器的检测 .....	121
4.3.1 曲轴与凸轮轴位置传感器的检测 .....	121
4.3.2 爆震传感器的检测 .....	122
4.4 发动机怠速控制系统 .....	122
4.4.1 怠速控制系统的组成 .....	122
4.4.2 怠速控制阀的功用与类型 .....	123
4.4.3 步进电动机怠速控制阀的结构原理 .....	124
4.4.4 旋转滑阀式怠速控制阀的结构原理 .....	126
4.4.5 脉冲电磁阀式怠速控制阀的结构原理 .....	128
4.4.6 怠速转速的控制方法 .....	129
4.4.7 步进电动机式怠速控制阀的控制 .....	130
本章小结 .....	131
思考题 .....	131
<b>第 5 章 进排气控制系统</b> .....	133
5.1 进气控制系统 .....	133
5.1.1 进气惯性增压控制系统 .....	133
5.1.2 废气涡轮增压系统 .....	135
5.1.3 可变气门控制系统 .....	138
5.1.4 电子节气门控制系统 .....	145
5.1.5 进气系统的测试 .....	147
5.2 排气控制系统 .....	150
5.2.1 燃油蒸发排放控制系统 .....	150
5.2.2 废气再循环控制系统 .....	154

5.2.3	三元催化转化器与空燃比反馈控制系统 .....	158
5.2.4	二次空气喷射系统 .....	163
5.2.5	排放控制系统的测试 .....	165
	本章小结 .....	168
	习题 .....	168
<b>第 6 章</b>	<b>照明与信号系统 .....</b>	<b>169</b>
6.1	照明系统 .....	169
6.1.1	照明系统概述 .....	169
6.1.2	前照灯的结构与控制电路分析 .....	171
6.1.3	照明系统常见故障诊断与排除 .....	184
6.2	信号系统 .....	187
6.2.1	转向信号系统 .....	187
6.2.2	制动信号系统 .....	191
6.2.3	电喇叭系统 .....	193
6.2.4	倒车信号系统 .....	196
6.2.5	指示灯系统 .....	198
6.2.6	信号系统常见故障诊断与排除 .....	202
6.3	现代仪表显示系统 .....	207
	本章小结 .....	215
	习题 .....	215
<b>第 7 章</b>	<b>舒适与安全系统 .....</b>	<b>216</b>
7.1	舒适系统 .....	216
7.1.1	电动刮水器 .....	216
7.1.2	风窗玻璃洗涤器 .....	220
7.1.3	风窗除霜装置 .....	221
7.1.4	电动车窗和天窗 .....	222
7.1.5	电动座椅 .....	227
7.1.6	电动后视镜及防眩目后视镜 .....	230
7.1.7	汽车中控门锁 .....	231
7.1.8	舒适系统常见故障诊断与排除 .....	232
7.2	安全气囊 .....	235
7.2.1	安全气囊概述 .....	235
7.2.2	安全气囊的组成 .....	235
7.2.3	安全气囊的工作原理 .....	240
7.2.4	安全气囊系统的检修 .....	241
7.3	胎压监测系统 .....	242
7.3.1	胎压监测系统概述 .....	242

7.3.2	胎压监测系统的分类 .....	242
7.3.3	胎压监测系统的组成与工作原理 .....	243
7.4	汽车空调系统 .....	245
7.4.1	汽车空调系统的组成及分类 .....	245
7.4.2	汽车空调系统的结构和工作原理 .....	246
7.4.3	汽车空调制冷系统总成 .....	251
7.4.4	空调电控系统 .....	259
7.4.5	汽车空调系统常见故障诊断与排除 .....	263
	本章小结 .....	265
	习题 .....	266
<b>第 8 章</b>	<b>汽车电控自动变速技术 .....</b>	<b>267</b>
8.1	电控自动变速系统概述 .....	267
8.1.1	自动变速系统的分类 .....	267
8.1.2	电控自动变速系统的基本组成部分及功用 .....	269
8.1.3	电控自动变速系统的优缺点 .....	270
8.2	齿轮变速系统的结构原理 .....	270
8.2.1	液力变矩器 .....	271
8.2.2	行星齿轮变速机构 .....	272
8.2.3	换挡执行机构 .....	275
8.3	液压控制系统的结构原理 .....	278
8.3.1	液压控制系统的组成及基本原理 .....	278
8.3.2	自动变速器供油系统 .....	279
8.3.3	自动变速器的操纵机构 .....	281
8.4	自动变速电控系统的结构原理 .....	286
8.4.1	信号输入装置 .....	286
8.4.2	自动变速器的执行机构 .....	288
8.4.3	自动变速器的电子控制单元 .....	289
8.5	电控自动变速系统的控制原理 .....	289
8.6	电控无级变速系统 .....	293
8.6.1	电控无级变速器的优点 .....	293
8.6.2	电控无级变速系统的结构 .....	294
8.6.3	电控无级变速系统的工作及控制原理 .....	294
	本章小结 .....	295
	习题 .....	296
<b>第 9 章</b>	<b>汽车底盘电子控制系统 .....</b>	<b>297</b>
9.1	汽车底盘电子控制系统概述 .....	297
9.2	电控悬架系统 .....	299

9.2.1	电控悬架系统概述	299
9.2.2	电控悬架系统的功能	299
9.2.3	电控悬架系统的分类	300
9.2.4	电控悬架系统的结构与工作原理	300
9.2.5	电控悬架系统的基本检查及注意事项	308
9.3	电控动力转向系统与四轮转向系统	309
9.3.1	电控动力转向系统的分类及组成	309
9.3.2	液压式 EPS 的结构与工作原理	310
9.3.3	电动式电控动力转向系统	314
9.3.4	电控四轮转向控制系统	316
9.4	汽车防抱死制动系统	319
9.4.1	汽车防抱死制动系统概述	319
9.4.2	ABS 系统的基本组成	320
9.4.3	ABS 系统的工作原理	321
9.4.4	汽车 ABS 零部件测试及常见故障排除	325
9.5	汽车驱动防滑系统	326
9.5.1	ASR 系统的基本组成	326
9.5.2	ASR 系统的工作原理	326
9.5.3	ASR 系统与 ABS 系统的比较	328
9.6	汽车电子稳定控制系统	328
9.6.1	ESP 系统的基本组成	328
9.6.2	ESP 系统的工作原理	330
9.7	汽车巡航控制系统	330
9.7.1	汽车巡航控制系统概述	331
9.7.2	汽车巡航控制系统的结构原理	333
9.7.3	汽车巡航控制实例分析	339
9.7.4	自适应巡航控制系统	343
	本章小结	345
	习题	345
<b>第 10 章</b>	<b>全车电路和车载网络技术</b>	<b>346</b>
10.1	汽车全车电路的基础知识	346
10.1.1	汽车电路图的表达方法	346
10.1.2	线路分析	347
10.1.3	汽车电系的导线	348
10.1.4	汽车线束	350
10.1.5	汽车开关	352
10.1.6	电路保护装置	354
10.1.7	继电器	355

10.1.8 中央配线盒 .....	356
10.2 汽车电路的识图方法 .....	359
10.3 车载网络技术 .....	360
10.3.1 传统导线线束式信息传输方式的问题 .....	360
10.3.2 总线式信息传输方式(网络技术)及其特点 .....	361
10.3.3 CAN 总线系统简介 .....	362
10.3.4 CAN 总线的数据传输特点 .....	364
10.3.5 网络技术在汽车上的应用举例 .....	364
10.3.6 总线系统控制模块的检测 .....	370
本章小结 .....	374
习题 .....	375
参考文献 .....	376

# 绪 论

汽车电器与电子控制系统是汽车的重要组成部分,其性能的好坏直接影响着汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性及排放性。蓄电池、起动机、发电机、灯光照明等传统的汽车电器是汽车电器与电子控制系统的基础,多年来,在汽车工业中发挥了极其重要的作用,并将继续发挥其应有的作用。但是,近几十年来,随着电子技术的迅猛发展和对汽车性能要求的不断提高,电子技术在汽车上的应用越来越广,汽车电子设备和电子控制系统不断更新,特别是大规模集成电路和微处理器的应用,更是促进了汽车的电子化,汽车电子控制系统在汽车中的作用也越来越重要。汽车电器与电子控制技术发展到今天,发动机、变速器、悬架、制动系统、转向系统、门锁控制、车身控制等各大系统都已电子化,汽车电子化程度已成为衡量汽车技术水平和先进性的重要标志。汽车工业的竞争,在很大程度上,表现为汽车电子技术的竞争。

当前,电子技术在解决汽车所面临的油耗、安全、排放等问题方面正起着重要作用。如电子控制汽油喷射装置和电子点火装置的应用不仅节油 $5\% \sim 10\%$ ,同时对排气净化亦十分有利;电子控制防抱死制动装置的应用不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶,而且紧急制动时可以防止侧滑,保证汽车制动安全。此外,在实现操纵自动化和提高舒适性等方面也离不开电器与电子设备的应用。可见,随着汽车工业和电子工业的高速发展,汽车上所装用的电子设备的数量将会与日俱增,所起的作用也将越来越重要。

世界汽车电子技术的发展大致可分为3个阶段:

1965—1975年,汽车电子产品是由分立元件和集成电路IC组成。

1975—1985年,主要发展专用的独立系统,如电子控制汽油喷射、防抱死制动装置等。

1985—2000年,主要开发可完成各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的微机控制。这个阶段称为汽车的电子时代。

在现代汽车上,微机控制系统可以实现对发动机的点火时刻、空燃比、怠速转速、废气再循环、自动变速器、制动防抱死、仪表、信号等多项控制,为了提高工作的可靠性,控制系统还具有故障自诊断和保护功能。

目前,汽车电子化程度的高低已成为国际上衡量汽车先进水平的重要标志。

## 1. 汽车电器与电子控制系统的组成

现代汽车上所装用的电器与电子设备的数量很多,但按其用途可大致归纳并划分为下列五部分。

### 1) 电源系统

电源包括蓄电池、发电机及其调节器。两者并联工作,发电机是主电源,蓄电池是辅助

电源。发电机配有调节器,其主要作用是在发电机转速增高时,自动调节发电机的电压使之保持稳定。蓄电池的主要作用是发动机起动时向起动机供电,同时辅助发电机向用电设备供电。

## 2) 用电设备

汽车上的用电设备数量很多,大致可以分为以下几种。

起动系统:包括直流电动机、传动机构、控制装置,其作用是用来起动发动机。

点火系统:作用是产生高压电火花,点燃汽油发动机气缸内的可燃混合气。

照明设备:包括车内外各种照明灯,用以提供夜间安全行车所必需的灯光,其中以前照灯最为重要。

信号装置:包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种行车信号标识灯,主要用来提供安全行车所必需的信号。

仪表及显示系统:包括各种电器仪表(机油压力表、温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表等),用来监控车辆的一些基本信息。

辅助电器:包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温起动预热装置、收音机、点火器、防盗装置、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器有日益增多的趋势,主要向舒适性、娱乐、保障安全方面发展。

## 3) 电子控制装置

电子控制装置主要指由微机控制的装置,如电子点火控制装置、电子控制油门喷射装置、电子控制防抱死制动装置、电子控制自动变速器、智能前照灯系统、自动悬架系统等,用来提高汽车的动力性、经济性、安全性,实现排气净化和操纵自动化。

## 4) 配电装置

配电装置包括中央接线盒、电路开关、保险装置、插接件和导线。

# 2. 汽车电器与电子控制系统的特点

## 1) 低压

汽车电系的额定电压有12V、24V两种,目前汽油车普遍采用12V电系,而重型柴油车则多采用24V电系。

## 2) 直流

汽车采用直流系统的原因是汽车发动机要靠电力起动,它是直流串激电动机,必须由蓄电池供电,而蓄电池能消耗后又必须用直流电充电,所以汽车电系为直流电系统。

## 3) 单线制

单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,而用汽车底盘、发动机等金属车体作为另一公用导线。由于单线制节约导线、线路清晰、安装和检修方便,且电器也不需要与车体绝缘,因此现代汽车均采用单线制,但在个别情况下有时也采用双线制。

## 4) 负极搭铁

采用单线制时,将蓄电池的一个电极用导线连接到发动机或底盘等金属车体上。若蓄电池的负极连接到金属车体上,称为负极搭铁;反之,若蓄电池的正极连接到金属车体上,称为正极搭铁。按照行业标准《机动车及内燃机电气设备基本技术条件》(JB/T 6697—2006)的规定,汽车电系统一定为负极搭铁。目前世界各国生产的汽车也大多采用负极搭铁方式。

### 5) 并联连接

汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接,每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制,互不产生干扰。

汽车领域的竞争是汽车电子技术的竞争,随着汽车电器与电子控制系统在汽车上的应用日益广泛,熟悉和掌握有关汽车电器与电子控制系统的结构、原理和使用维修等方面的知识,对于汽车类工程技术人员越来越重要。

## 断电器



图 1-1 断电器的结构示意图

断电器是汽车电器系统中的一个重要组成部分,主要用于控制点火线圈的初级电路。它由触点、线圈、弹簧、铁芯等部分组成。当点火线圈的初级电路接通时,断电器触点闭合,初级电流流过线圈,产生磁场。当断电器触点断开时,初级电路断开,磁场消失,导致次级线圈产生高压电,点燃火花塞。断电器的作用是防止初级电流过大,保护点火线圈,并控制点火正时。

# 第 1 章

## 汽车电源系统

汽车电源系统用于向整车用电设备提供电能,主要由蓄电池、交流发电机和电压调节器组成。其中,蓄电池是辅助电源,它的主要作用是起动发动机时向起动机供电,当发电机不工作时向用电设备供电。交流发电机是主要电源,当交流发电机工作时,由交流发电机向全车用电设备供电,同时给蓄电池充电。蓄电池与交流发电机并联工作。电压调节器的功用是在发电机转速变化时自动调节发电机的输出电压并使其保持稳定。

### 1.1 蓄电池

蓄电池是一种将化学能转变为电能的装置,它可以将电能转变为化学能储存起来,也可以将化学能转变为电能供给用电设备。汽车用蓄电池是一种可逆的直流电源。

#### 1.1.1 蓄电池的分类与功用

##### 1. 蓄电池的分类

蓄电池按照电极所用的材料和电解液性质的不同可分为铅酸蓄电池、碱性蓄电池和新型电源。

铅酸蓄电池根据用途和容量的不同可分为起动用蓄电池、固定用蓄电池、铁路客车用蓄电池、摩托车用蓄电池等。

碱性蓄电池根据电极材料不同可分为镉镍蓄电池、铁镍蓄电池、锌银蓄电池等。

新型电源分为燃料电池、锌-空气电池、钠-硫电池等。

由于起动用铅酸蓄电池具有结构简单、内阻小、短时间内可迅速提供较大的电流、电压稳定等优点,符合汽车用蓄电池的要求,且原材料丰富、技术成熟、成本低廉,所以在汽车上得到了广泛应用。本章介绍的蓄电池即为起动用铅酸蓄电池。

目前应用较为普遍的起动用铅蓄电池有干荷电蓄电池和免维护蓄电池。

##### 2. 蓄电池的功用

在汽车上,蓄电池与发电机并联向用电设备供电。在发动机工作时,用电设备所需电能主要由发电机供给。而蓄电池的功用为:

- ① 发动机起动时,向起动机、点火系和燃油喷射系统供电;
- ② 发电机不发电或电压较低时向用电设备供电;

- ③ 发电机超载时,协助发电机向用电设备供电;
- ④ 发电机端电压高于蓄电池电动势时,将发电机的电能转变为化学能储存起来;
- ⑤ 吸收发电机的过电压,保护车用电子元件。

## 1.1.2 蓄电池的构造及型号

### 1. 蓄电池的基本构造

蓄电池是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能储存器,它由极板、隔板、壳体、电解液等部分组成。蓄电池构造如图 1-1 所示。一般分为 3 格或 6 格,每格里装有电解液,正、负极板组浸入电解液中成为单格电池。每个单格电池的标称电压为 2V,3 格串联起来成为 6V 蓄电池,6 格串联起来成为 12V 蓄电池。

#### 1) 极板

极板是蓄电池的核心,分正极板和负极板。蓄电池极板由栅架和活性物质组成,如图 1-2 所示。蓄电池充放电过程中电能和化学能的相互转换,就是依靠极板上的活性物质和电解液起化学反应来实现的。

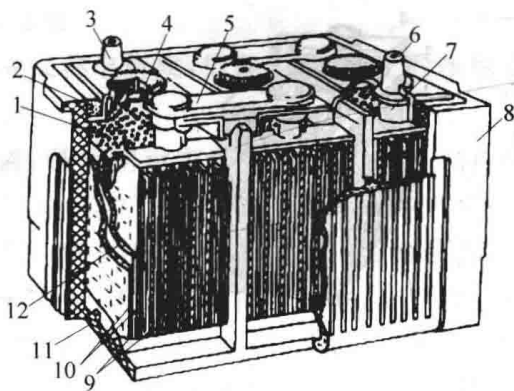


图 1-1 蓄电池的构造

- 1—护板；2—封料；3—负极接线柱；4—加液孔螺塞；
- 5—连接条；6—正极接线柱；7—电极衬套；8—壳体；
- 9—正极板；10—负极板；11—凸肋；12—隔板

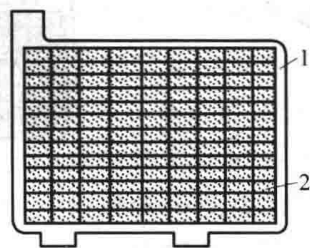


图 1-2 极板

- 1—栅架；2—活性物质

正极板上的活性物质是呈深棕色的二氧化铅( $\text{PbO}_2$ ),负极板上的活性物质是呈青灰色海绵状的纯铅( $\text{Pb}$ )。

栅架的作用是容纳活性物质并使极板成型,栅架一般由铅锡合金浇铸而成。其结构如图 1-3 所示。铅锡合金中,铅占 94%,锡占 6%。加入少量的锡是为了提高栅架的机械强度,并改善浇铸性能。但是,铅锡合金耐电化学腐蚀性能较差,在要求高倍率放电和提高比能量(极板单位尺寸所提供的容量)而采用薄形极板时,高锡含量板栅势必导致使用寿命的降低。因此,采用低锡合金就十分重要了,目前板栅含锡量为 2%~3%。在板栅合金中加入 0.1%~0.2%的砷,可以减缓腐蚀速度,提高硬度与机械强度,增强其抗变形能力,延长蓄电池的使用寿命。

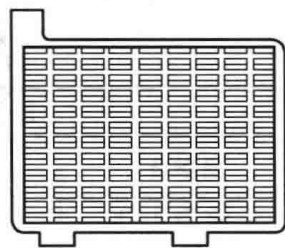


图 1-3 栅架

极板的活性物质是由铅块在球磨机中研磨,与空气接触,形成氧化铅粉,然后加入一定量的添加剂和硫酸溶液调成膏状,填充在栅架网格内,干燥后,放入硫酸溶液中,经过规定时间的充电(蓄电池生产过程中称为化成,一般 18~20h),使正极板的活性物质绝大部分变成深棕色的二氧化铅,负极板上的活性物质绝大部分变成呈青灰色的海绵状纯铅。为了防止负极板上活性物质的收缩,保证其多孔性,铅膏里常加入添加剂,如腐殖酸、硫酸钡、木素磺酸钠、炭黑等,同时还在活性物质中加入天然纤维或合成纤维,以防活性物质的脱落和裂纹。

正极活性物质脱落和板栅腐蚀是决定蓄电池使用寿命的主要原因,因此正极板栅要厚一些,负极板栅厚度一般为正极板栅厚度的 70%~80%。国产蓄电池负极板栅厚度为 1.6~1.8mm,也有薄至 1.2~1.4mm 的;正极板厚度为 2.2~2.4mm,也有薄至 1.6~1.8mm 的。薄形极板的使用能改善汽车的起动性能,提高蓄电池的比能量。

为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别连在一起,用横板焊接,组成正、负极板组,如图 1-4 所示。安装时,将正负极板组相互嵌合,中间插入隔板,就成了单格电池。在每个单格电池中,负极板的数量总是比正极板要多一片。这样正极板夹在负极板之间,使其两侧放电均匀,否则由于正极板的机械强度差,两侧工作情况不同,会使两侧活性物质体积变化不一致,而造成极板拱曲,导致活性物质脱落,影响蓄电池的正常供电。

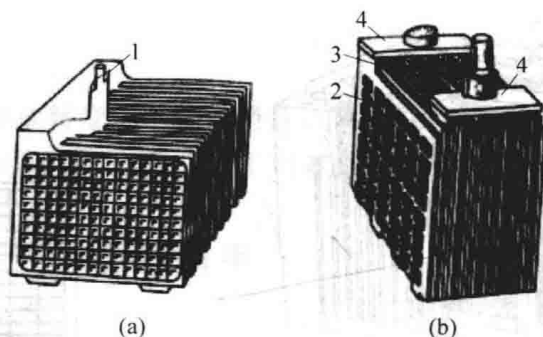


图 1-4 极板组

(a) 极板组; (b) 极板组总成

1—极柱; 2—极板; 3—隔板; 4—横板

## 2) 隔板

为了减少蓄电池内部尺寸,降低蓄电池的内阻,蓄电池内部正负极应尽可能靠近。但为了避免相互接触而短路,正负极板之间要用绝缘的隔板隔开,如图 1-5 所示。隔板材料应具有多孔性结构,以便电解液自由渗透,而且化学性能应稳定,具有良好的耐腐蚀性和抗氧化性。常见的隔板材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维纸浆和玻璃丝棉等几类。

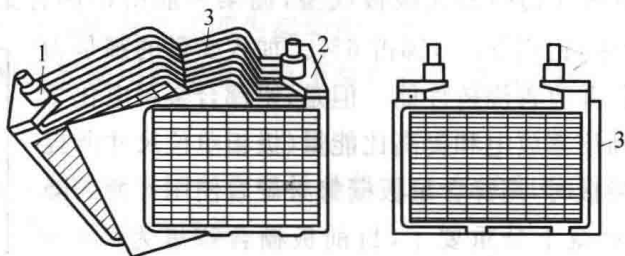


图 1-5 单格电池的构造

1—正极板; 2—负极板; 3—隔板