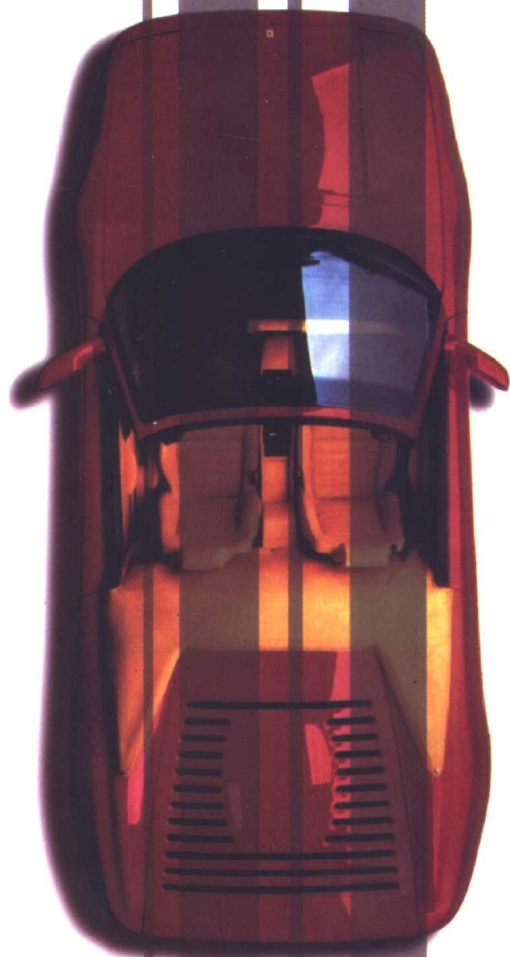


高等职业院校教材

现代轿车构造与检修

—电气及电子设备

于明进 主编



国防工业出版社

高等职业技术院校教材

现代轿车构造与检修

——电气及电子设备

于明进 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车构造与检修:电气及电子设备/于明进主编. —北京:国防工业出版社,2002.1

ISBN 7-118-02688-3

I. 现... II. 于... III. ①轿车-电气设备-结构
②轿车-电气设备-维修 IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 077052 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21½ 518 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着我国汽车制造厂家与大众、奥迪、雪铁龙、通用、丰田、本田等世界著名汽车厂家的联合,轿车的生产在我国有了长足的发展,加上大量进口轿车的涌入,自 1995 年以来,我国轿车保有量以每年 15%~20% 的速度快速增长。截止到 2000 年底,已超过 700 万辆,约占我国汽车保有量的一半,轿车修理厂也如雨后春笋般地建立起来。由于轿车上使用的新技术、新结构不断增多,相关部分的结构原理的检修方法还不为广大从事汽车研究、使用、检测和维修的专业人员所熟知。同时,随着全国高等职业教育的发展,许多高职高专设立了与汽车相关的专业,而与之相适应的教材严重短缺。为此,我们编写了这套现代汽车维修教材,对轿车的发动机、底盘及车身、电气及电子设备等各部分的构造、原理和检修方法进行了系统、具体的阐述,特别是对轿车上不断涌现出的各种新技术、新结构进行了详细的介绍。

本套教材包括三册:《现代轿车构造与检修——发动机》,《现代轿车构造与检修——底盘及车身》,《现代轿车构造与检修——电气及电子设备》。教材用通俗的语言,从基本组成、结构和原理入手,逐渐深入,通过大量插图,结合国内外轿车的典型实例,阐述轿车各组成部分的构造、原理与检修方法。在原理的叙述上深入浅出,很少涉及复杂抽象的理论,注重基本理论以及运用基本知识诊断各种常见故障。既体现科学性与新颖性,又突出可操作性与实用性;既可供汽车检修人员参考,又可作为高等职业技术学院相关专业的教材。

《现代轿车构造与检修——电气及电子设备》主要阐述现代轿车采用的各种蓄电池、交流发电机及调节器、启动系、点火系、照明与信号装置、仪表与报警装置、电动车窗、电动门锁、电动座椅、电动后视镜、电子控制防盗系统和空调系统等电气与电子设备和系统的构造、工作原理、常见故障与检修方法。本册由于明进主编,杨秀红编写第一章和第三章;王林超编写第五章和第六章;张圣芳编写第二章第一节至第七节;孟祥录编写第四章第二节;其余部分由于明进编写。

编写本套教材的过程中,参考了大量的国内外书籍杂志等文献,在此向所有文献的作者和给予编者大力支持和帮助的吴际章、冯传荣、李国庆、姜兆平等同志表示衷心的感谢。由于编写时间仓促及编者水平所限,书中难免有错误之处,恳请读者批评指正。

编 者
2001 年 8 月

内 容 简 介

本书用通俗的语言、大量的插图,结合国内外轿车的典型实例,阐述了现代轿车电气及电子设备构造与检修的基本工作原理和构造,介绍了各系统的常见故障与检修方法,着重介绍新技术、新结构。既体现了科学性与新颖性,又突出了实用性与可操作性;既可供汽车研究、使用、检修人员参考,又可作为高职高专相关专业的教材。

目 录

绪论	1
第一章 蓄电池	4
第一节 概述	4
一、蓄电池的作用	4
二、对蓄电池的基本要求	4
第二节 蓄电池的结构	5
一、蓄电池的结构	5
二、蓄电池的型号	8
第三节 蓄电池常见故障的诊断与排除	9
一、极板硫化	9
二、自放电	10
三、活性物质脱落	10
第四节 蓄电池的充电	11
一、充电设备	11
二、充电方法	11
三、充电种类	11
四、充电注意事项	13
第五节 干荷电铅蓄电池	13
第六节 免维护铅蓄电池	14
一、免维护铅蓄电池的结构特点	14
二、免维护铅蓄电池的优点	14
第七节 蓄电池的使用与维护	15
一、蓄电池的正确使用和维护	15
二、蓄电池的技术状况的检查	15
三、蓄电池的拆卸和安装	19
第二章 交流发电机及其调节器	20
第一节 概述	20
一、发电机和调节器的作用	20
二、对发电机和调节器的基本要求	20
三、交流发电机的分类	20
四、交流发电机调节器的分类	21
第二节 交流发电机的基本结构	22
一、转子	22

二、定子	23
三、整流器	24
四、端盖和其他部件	25
五、国产交流发电机的型号	27
第三节 交流发电机的工作特性	27
一、空载特性	27
二、输出特性	28
三、外特性	28
第四节 其他形式的交流发电机	29
一、八管交流发电机	29
二、九管交流发电机	30
三、十一管交流发电机	31
四、无刷交流发电机	31
五、永磁式无刷交流发电机	32
第五节 电磁振动式调节器	33
一、调节器的基本原理	33
二、电磁振动式调节器的基本组成和原理	34
三、电磁振动式调节器存在的问题及解决方法	35
四、单级电磁振动式调节器实例	37
五、双级电磁振动式调节器	39
六、双联电磁振动式调节器	42
第六节 电子调节器	46
一、电子调节器的工作原理	47
二、分离元件调节器实例	49
三、集成电路调节器的电压检测方法	50
四、轿车用集成电路调节器实例	51
第七节 交流发电机的检修	57
一、交流发电机的就车检查	57
二、交流发电机的拆卸	58
三、交流发电机分解前的检测	59
四、交流发电机的分解	59
五、交流发电机零部件的检修	60
六、交流发电机的组装	63
七、交流发电机性能测试	63
第八节 调节器的检修、试验和代用	63
一、调节器的检修	64
二、调节器的性能试验	65
三、调节器的代用	66
第九节 充电系运行故障的诊断	67
一、不充电	67

二、充电电流过小	69
三、充电电流过大	69
四、充电电流不稳	70
五、发电机异响	70
第十节 交流发电机及调节器使用注意事项	71
第十一节 微机控制交流发电机充电系统	72
一、工作原理	72
二、故障诊断	74
第三章 启动机	75
第一节 概述	75
一、启动系的作用	75
二、对启动系的基本要求	75
三、启动机的基本组成	75
四、启动机的分类	76
五、启动机的型号	77
第二节 启动机的直流电动机	77
一、构造	77
二、工作原理	80
三、工作特性	81
四、提高发动机启动转速的途径	82
第三节 启动机的传动机构	83
一、滚柱式单向离合器	83
二、摩擦片式单向离合器	85
三、弹簧式单向离合器	86
第四节 启动机的控制装置	87
一、控制原则	87
二、结构和原理	87
第五节 启动系统的控制电路	89
一、开关直接控制	90
二、启动继电器控制	91
三、复合继电器控制	92
第六节 启动机的检修	94
一、启动机的解体	94
二、启动机的检修	94
三、启动机的装配和调整	98
四、启动机的性能试验	99
五、启动机的安装	102
第七节 启动系统的故障诊断	102
一、启动机不转动	102
二、启动机转动无力	104

三、启动机空转	104
四、启动机驱动齿轮与飞轮有打齿(或撞击)现象	104
第八节 启动系统的使用	105
第九节 减速启动机	106
一、减速启动机的主要特点	106
二、减速启动机的种类	106
第十节 微机控制启动系统	110
一、工作原理	110
二、故障诊断	111
第四章 点火系	112
第一节 概述	112
一、点火系的作用	112
二、对点火系的基本要求	112
三、点火系的分类	114
第二节 传统点火系	116
一、组成	116
二、工作原理	116
三、主要元件结构	119
四、常见故障诊断	131
五、主要零部件检修	138
六、使用与维护	142
第三节 普通电子点火系	143
一、组成	144
二、基本工作原理	144
三、主要元件结构和原理	145
四、普通电子点火系实例	162
五、常见故障诊断	168
六、主要零部件检修	173
七、使用与维护	176
第四节 有分电器微机控制点火系	177
一、有分电器微机控制点火系组成	178
二、工作原理	178
三、主要元件结构	186
四、有分电器微机控制点火系实例	191
五、常见故障诊断	200
六、主要零部件检修	205
七、使用与维护	207
第五节 无分电器点火系	209
一、组成	210
二、工作原理	210

三、主要元件结构	212
四、实例	215
五、常见故障诊断	229
六、主要零部件检修	233
七、使用与维护	233
第六节 电容放电式点火系简介	234
一、基本组成	235
二、工作原理	235
三、故障诊断	236
第五章 照明、信号系统和仪表	238
第一节 照明系统	238
一、作用和要求	238
二、组成	238
三、基本电路	242
四、常见故障诊断与排除	243
第二节 信号系统	244
一、作用	244
二、组成	244
三、基本原理	245
四、常见故障诊断与排除	252
第三节 仪表	253
一、作用	253
二、组成和种类	254
三、基本原理	254
四、常见故障诊断与排除	264
第四节 报警信号装置	265
一、作用和组成	265
二、结构和原理	265
三、实例	268
四、常见故障诊断与排除	269
第六章 其他电气设备	272
第一节 风窗刮水、清洁设备	272
一、电动刮水器	272
二、风窗清洗装置	276
三、风窗除霜(雾)装置	277
四、实例	278
第二节 电动车窗	278
一、作用	278
二、组成	278
三、基本工作原理及实例	280

四、常见故障诊断与排除	283
第三节 电动门锁	284
一、作用	284
二、组成	284
三、基本工作原理及实例	284
四、常见故障诊断与排除	286
五、微机控制门锁系统简介	286
第四节 电动座椅	288
一、作用	288
二、组成	288
三、基本工作原理及实例	288
四、常见故障诊断与排除	290
第五节 电动后视镜	291
一、作用	291
二、组成	291
三、基本工作原理及实例	291
四、常见故障诊断与排除	292
第六节 电动天线	292
一、作用	292
二、组成	292
三、基本工作原理	292
四、常见故障诊断与排除	294
第七节 电子控制防盗系统	294
一、作用	294
二、组成	294
三、基本工作原理和实例	294
四、常见故障诊断与排除	298
第八节 空调系统	298
一、空调系统的作用、组成和基本原理	298
二、空调电控部分的作用、组成和原理	300
三、空调系统常见故障诊断与排除	303
第七章 汽车电气设备总线路	308
第一节 汽车电气设备总线路的组成	308
一、汽车电气设备总线路的组成	308
二、汽车电气设备总线路的特点	312
第二节 汽车电气设备总线路图	312
一、汽车电路图的种类	312
二、汽车电路图识读	313
附录:汽车电路原理图常用电路图形符号	326
参考文献	331

绪 论

经过近百年的发展,汽车电气设备已成为汽车越来越重要的组成部分。汽车电气设备结构是否合理、性能是否优良、技术状况是否正常,对汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放水平已产生越来越重要的影响。近十年来,随着人们对汽车在高速、灵活、专用、可靠、自动、安全、经济、排放等方面的要求越来越高,加之电子工业特别是大规模集成电路和计算机技术的飞速发展,汽车电气设备发生了巨大变化,各个系统部分在结构方面向轻量化、小型化方向发展;在性能方面向免维护(或少维护)、长寿命、高可靠性方向发展;机电一体化、高性能、智能化已成为汽车电气设备的发展趋势,这一点在轿车上表现尤为突出。

近百年来,汽车电气设备主要经历了三个迅速发展阶段。

在汽车发展的最初阶段,除了点火系外汽车上几乎没有电气设备。汽车是靠手摇曲柄来启动的;风窗玻璃的刮水器也是靠人工转动曲柄来操纵的;夜间行驶时煤气灯或电石灯作为汽车的照明设备;燃油量的检查也采用最原始的方法,等汽车停下时,直接用木棒插到油箱里去量;而点火系是采用磁电机点火方式,由于当时的磁电机和火花塞工作很不可靠,经常发生手摇曲柄启动时曲柄反转伤人的事故,汽车的安全性无法保证,因此汽车的推广使用非常缓慢,甚至有些地方立法禁止使用汽车。直到美国通用汽车公司凯迪拉克分部的查尔斯·凯特林在1910~1911年发明了蓄电池点火系(即传统点火系)和电气启动系统(即启动系)才使汽车在安全性和操纵性方面有了明显改善,汽车电气设备从此进入了第一个迅速发展阶段。首先,启动系的可靠工作,需要尽量降低蓄电池内阻、增大蓄电池容量,这就直接促进了蓄电池的发展;而启动系每次工作都需要从蓄电池获得大量的电能,这样就必须找到能及时给蓄电池充电的有效方法,于是直流发电机经过改造后就成为汽车电气设备的一部分;为了避免在发电机电枢电压低于蓄电池电压时蓄电池向发电机电枢放电以及限制发电机向蓄电池充电的电流和电压,又有了发电机调节器;为了使司机能及时了解发电机的工作情况安装了电流表;后来电气照明装置代替了煤气灯或电石灯;随着汽车速度的提高,采用了尾灯和制动灯以减少汽车“追尾”,提高安全性。这样到第一次世界大战时期,充电系、启动系、点火系、照明装置、仪表和信号装置等系统已经基本形成,电气设备发展成为直接影响汽车性能的不可分割的重要组成部分。

汽车电气设备的第二个迅速发展阶段是20世纪60年代初期至70年代末期。主要特征是电子装置代替机械部件。由于点火系对汽油机的动力性、经济性、可靠性和排放水平等有直接影响,因此,在各个电气系统中,点火系的变化最大、最快,反映着各种先进技术在汽车上的应用水平。针对传统点火系存在的不足,人们从20世纪50年代初开始研究用晶体管控制点火系的工作,经过大量研究试验,到1960年美国福特汽车公司才率先开始将晶体管开关电路应用于传统点火系,形成了半晶体点火系。半晶体点火系虽然没有根本解决分电器触点产生的问题,但是毕竟使人们认识到电子开关——三极管在减少分电器故障、改善

点火系工作性能方面存在的巨大潜能,激发人们下决心对传统的分电器进行改造,去掉触点和凸轮。在 1973 年前后,美国三大汽车制造厂开始广泛使用完全由晶体管控制的点火系——普通电子点火系,它不但改善了发动机的动力性、经济性,而且大大提高了发动机工作的可靠性,减少了发动机的有害物排放量。汽车上大量采用交流发电机是从 1960 年开始的,虽然此前许多重型载重汽车和公共汽车为了增大发电机的输出功率,也采用了交流发电机,但是整流元件采用硒材料,由于硒整流元件尺寸大、耐压低、耐热性差,所以交流发电机没有在中小型汽车上推广应用。直到硅整流元件出现才彻底改变了这种状况,因为硅整流元件较之硒整流元件有很多优点,它可以做得体积很小,而且功率大、耐压高、工作可靠并可以装在发电机内部。因此,采用硅元件整流的交流发电机迅速在很多国家的各型汽车上得到推广应用,而传统的直流发电机从此被逐步淘汰。首先采用晶体管调节器的是美国汽车公司,该公司于 1966 年开始推广使用摩托罗拉公司生产的晶体管电压调节器。1967 年美国通用汽车公司台尔柯无线电分部成功地开发出了集成电路调节器,从 1969 年开始通用汽车公司和福特汽车公司开始把集成电路调节器装到交流发电机上。

汽车电气设备的第三个迅速发展阶段是 20 世纪 70 年代末。主要特征是微机开始在汽车上获得应用,并实现了对许多功能的集中控制。主要表现在三个方面:部分传统电气设备实现微机控制、发动机和底盘许多机械部分实现微机控制,微机控制新设备不断出现。在传统电气方面主要表现为:随着人们对汽车性能要求的提高和各国(特别是美国、日本和欧洲的一些发达国家)对汽车排放限制越来越严,普通电子点火系的不足逐渐显示出来。因为普通电子点火系的点火提前角调节装置和传统点火系的结构基本相同,只有离心调节装置和真空调节装置,只能根据发动机的转速高低和进气管真空度的变化在一定范围内对点火提前角进行调节,并且这种调节只能保证在发动机某一特定转速或工况下提供最佳点火提前角,其工作特性和工作范围难以满足汽车发动机(特别是轿车发动机)在各种工况和条件下对点火提前角的要求。因此,70 年代后期大规模集成电路和超大规模集成电路的迅速发展和微机的出现,使人们萌发了将微机这种功能确定、响应迅速、性能可靠的电子产品应用于汽车点火控制的想法,美国的通用汽车公司于 1977 年率先实现了用微机控制点火提前角,揭开了计算机在汽车上应用的序幕。经过不断改进和完善,现在微机控制点火系几乎成为现代轿车汽油发动机的基本组成。交流发电机除了激磁二极管和整流二极管数量增加、结构更加优化外,在其他方面变化不大,但是功率却由几百瓦提高到 1kW 以上,并且随着用电设备的增多和功率的提高有继续提高的趋势;调节器在经历了由外接电磁振动式调节器向晶体管调节器、集成电路调节器的转变后,目前已经基本完成了向内装集成电路调节器的转变,并将逐步消失——调节器的作用由微机实现,即呈现了“由大到小,由小到无”的变化过程。蓄电池在这一阶段发展也非常迅速,干荷式铅蓄电池、免维护(或少维护)蓄电池已成为轿车蓄电池的主流,并且正向综合了免维护和少维护优点的混合型蓄电池、用胶状物质的隔板代替液态电解液的复合型蓄电池和采用双电池系统的智慧型蓄电池发展。减速启动机的出现,使轿车的启动机变得更加小巧玲珑而又功率十足;并且由于材料和工艺方面的进步,启动机的故障减少,工作可靠性越来越高。仪表和报警装置取得突破性进展,显示信息已经不仅仅局限于车速、里程、冷却液温度、机油压力、燃油储量等项目,而是正向全面反映汽车工况和行驶状态的方向发展,如瞬时耗油量、平均耗油量、平均车速、行驶里程、续驶里程、车内外温度等参数,驾驶员可以根据需要随时调出显示;监视和报警的信息主要有燃油温度、冷却液温度、机油压力、充电情况、尾灯、前照灯、排气温度、制动液储量、制动器工作情况、车

门未关严等,当出现不正常现象或自诊断系统测出有故障时,立即由声光报警。显示方式由依靠电磁作用工作的机械指针式转变为多种不同显示方式,可以用一组数字分时显示不同的参数,使仪表板显示得到简化,并且数字显示提供了设计上的灵活性,对仪表板内室的布置与各传感器之间的连接带来方便。在发动机和底盘方面,许多不可调节的机械部分实现了微机控制,出现了电控燃油喷射系统、可变配气正时系统、发动机停缸控制系统、进气增压和废气再循环系统、电子防抱制动系统、驱动防滑控制系统、主动悬架系统和微机控制四轮转向系统等等;微机控制新设备也不断出现:安全气囊、自动空调系统、电话及通信装置等等。

汽车电气设备的发展极大地提高了汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放水平,给人类带来了巨大的经济效益和社会效益:汽车排气污染减少,保护了人类的生存环境;汽车燃油消耗降低,节约了能源;汽车操纵性改善、安全性提高,创造了更加舒适的驾乘环境;汽车主要系统实现了故障自诊断,使用维修更加方便。

虽然汽车电气设备各个系统的结构、性能随着其他技术的发展和人们的要求是不断变化和发展的,但是,只要真正掌握汽车电气设备各个系统的作用、基本工作原理,及时掌握各种新技术在汽车电气设备中的应用动态,我们就一定能适应汽车发展的要求,应用并维护好汽车电气设备。

第一章 蓄 电 池

第一节 概 述

一、蓄电池的作用

汽车上用电设备所需的电能都是由蓄电池和发电机提供的,蓄电池是靠内部的电化学反应将化学能转变为电能给负载(用电设备)供电的;发电机是在发动机的驱动下,将机械能转变为电能给负载供电的。蓄电池和发电机并联连接,与用电设备的基本连接关系如图 1-1 所示。

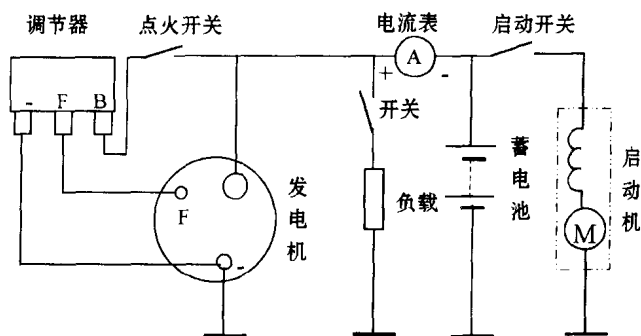


图 1-1 汽车基本电路

蓄电池作为汽车必不可少的电源,主要作用如下:

- (1) 在发动机启动时,为启动系和其他电气设备(包括发电机的激磁绕组)供电。
- (2) 由于各种原因(如:停车、发电机转速较低、发电机超载、发电机故障等)造成发电机不工作或输出电压低于蓄电池电压时,为电气设备供电。
- (3) 吸收电路中产生的过电压,稳定电网电压,保护电子元器件。

二、对蓄电池的基本要求

由于在发动机启动时,蓄电池必须能给启动机提供 200 ~ 600A 的电流(有的柴油发动机的启动机最大启动电流超过 1000A),并且要能持续一定的时间(一般要求 5 ~ 10s 以上);在发电机发生故障不能发电时,蓄电池的容量应能维持车辆行驶一定的时间。所以,要求汽车用蓄电池有尽可能小的内阻和足够的容量。

启动用铅酸蓄电池虽然比能较低,但其内阻小、电压稳定、在短时间内能提供较大的电流,并且结构简单、原料丰富,因而在汽车上得到广泛应用。本章主要介绍启动用铅蓄电池(以下简称蓄电池)的结构、原理、特性、维护等内容。

第二节 蓄电池的结构

一、蓄电池的结构

蓄电池由 3 只或 6 只单格电池串联而成,每只单格电池的电压约为 2V,串联后电压为 6V 或 12V。目前国内外汽车均选用 12V 蓄电池,当汽车电源电压设计为 24V 时(如多数柴油发动机汽车),则选用 2 只 12V 蓄电池串联供电。现代汽车用蓄电池的结构如图 1-2 所示。

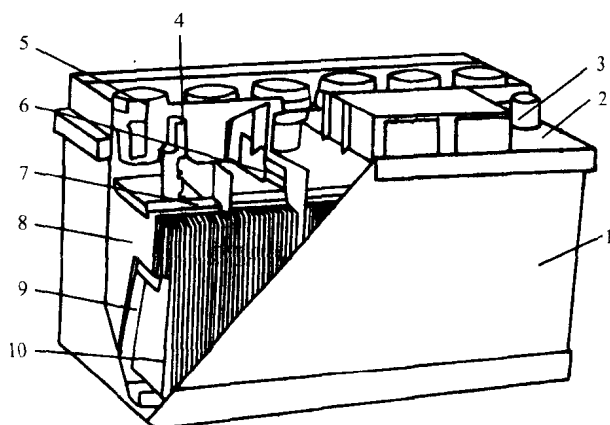


图 1-2 蓄电池结构

1—塑料电池槽；2—塑料电池；3—正极柱；4—负极柱；5—加液孔螺塞；
6—穿臂链条；7—汇流条；8—负极板；9—隔板；10—正极板。

蓄电池主要由极板、隔板、电解液和外壳等组成。

1. 极板

极板是蓄电池的核心,在蓄电池充、放电过程中,电能与化学能的相互转换,依靠极板上活性物质与电解液中硫酸的化学反应来实现。极板是由栅架和活性物质组成,形状如图 1-3 所示;栅架如图 1-4 所示,由铅锑合金浇铸而成。

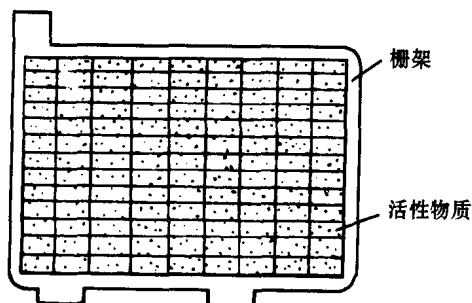


图 1-3 极板

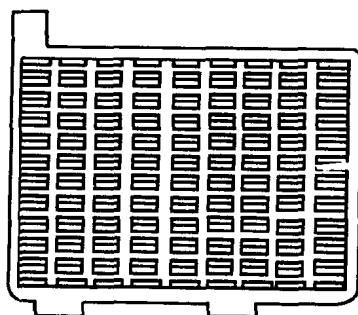


图 1-4 栅架

为了降低蓄电池的内阻,改善蓄电池的启动性能,现代汽车蓄电池采用了放射形栅架。北京切诺基吉普车和上海桑塔纳小轿车蓄电池采用的放射形栅架的结构分别如图 1-5(a) 和 1-5(b) 所示。

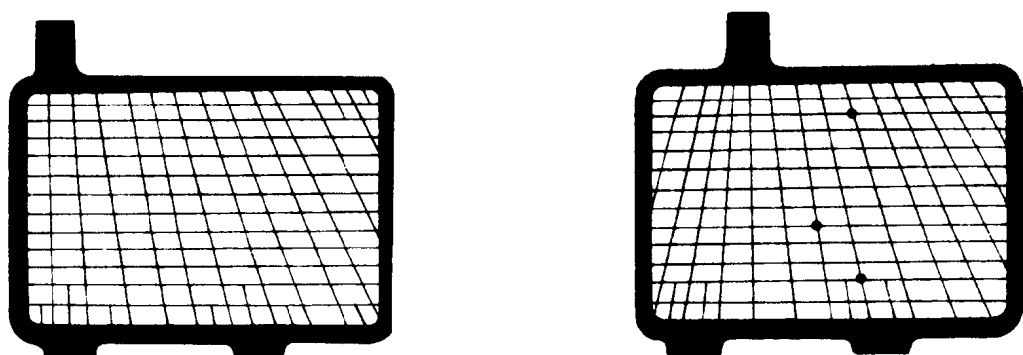


图 1-5 放射形栅架结构

(a) 切诺基吉普车蓄电池栅架; (b) 桑塔纳轿车蓄电池栅架。

极板分为正极板和负极板两种。将涂上铅膏后的生极板先经热风干燥,再放入稀硫酸中进行充电便得正极板和负极板。目前国产极板的厚度为 $2 \sim 2.4\text{mm}$, 国外大都采用 $1.1 \sim 1.5\text{mm}$ 厚的薄型极板(正极板比负极板厚)。采用薄型极板,对提高蓄电池的比容量(即单位尺寸所提供的容量)和启动性能都很有利。将一片正极板和一片负极板浸入电解液中,便可得到 2.1V 左右的电动势。

为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别并联,用汇流条焊接起来便分别组成正、负极板组,如图 1-6(a) 所示。

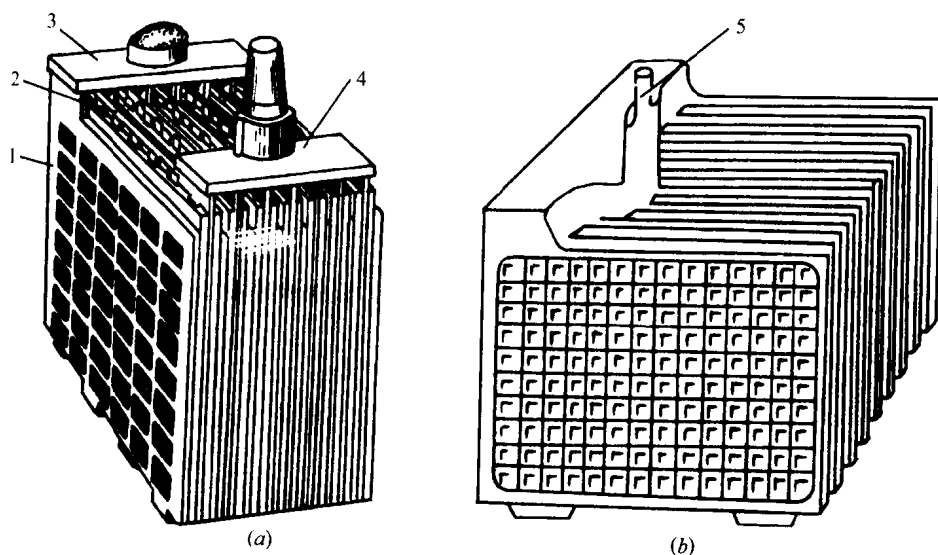


图 1-6 极板组总成构造

(a) 极板组总成; (b) 极板组。

1—极板; 2—隔板; 3、4—横板; 5—极柱。