

QICHE DIANQI JI DIANZI SHEBEI

汽车电气及电子设备

王启瑞 主编



安徽科学技术出版社

汽车电气及电子设备

主编 王启瑞
编写 王启瑞 丁品先
汪正力 吴东升



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气及电子设备/王启瑞主编. —合肥:安徽科学技术出版社,2000.8

ISBN 7-5337-2033-4

I. 汽… II. 王 III. ①汽车-电气设备 ②汽车-电子设备 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 43678 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2825419

新华书店经销 合肥晓星印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:24 字数:596千

2000年8月第1版 2000年8月第1次印刷

印数:4 000

ISBN 7-5337-2033-4/U·31 定价:30.00元

(本书如有倒装、缺页等问题请向本社发行科调换)

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车电气及电子设备的构造、特性和工作原理。全书共分 10 章,内容包括:蓄电池、交流发电机及调节器、起动机、传统点火系统、电子点火系统、照明与信号装置、仪表及报警装置、汽车的辅助电气设备、汽车的电子控制装置、汽车电气设备总线路等。

本书可作为大专院校和高等职业教育汽车工程类专业教材,也可供汽车制造、汽车修理、汽车运输部门的工程技术人员和工人参考。

前 言

《汽车电气及电子设备》是汽车工程类专业的必修课。本书主要阐述汽车电气及电子设备的结构原理、线路分析、使用与维修等基本知识。

本书的编写是以国内生产的 EQ1090 和 EQ1092、CA1091 和 CA1092 等主要车型为主,同时兼顾到国内外汽车电气及电子新技术的发展应用,适当介绍了一些轿车的新结构、新线路、新特点,力求做到既有本学科教学内容的现实性,又不失本学科教学内容的先进性。

本书第一章、第二章、第三章由丁品先编写;第四章、第六章由汪正力编写;第八章、第十章由吴东升编写;第五章、第七章、第九章由王启瑞编写。全书由王启瑞修改定稿。

本书在编写的过程中,得到合肥工业大学汽车教研室老师和工作人员、兄弟院校、有关工厂企业的大力帮助和支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不免有缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

编者

1999 年 10 月

目 录

绪论	1
第一章 蓄电池	2
概述	2
一、蓄电池和汽车其他电器的连接	2
二、蓄电池的分类	2
三、蓄电池的用途	3
第一节 蓄电池的构造与型号	3
一、蓄电池的构造	3
二、蓄电池的型号	6
三、蓄电池的选用	7
第二节 蓄电池的工作原理	8
一、电解液中的电离过程和电离平衡	8
二、电势的建立	8
三、放电过程	8
四、充电过程	9
五、极化理论	9
第三节 蓄电池的特性	10
一、电动势、内阻和端电压	10
二、蓄电池的放电特性	11
三、蓄电池的充电特性	13
第四节 蓄电池的容量及其影响因素	14
一、蓄电池容量	14
二、影响蓄电池容量的主要因素	15
第五节 蓄电池的充电	17
一、充电	17
二、充电设备	20
三、充电方法	20
第六节 蓄电池的故障及其排除	22
一、极板硫化	22
二、自放电	23
三、极板短路	25
四、极板活性物质大量脱落	25
五、极板拱曲	25
第七节 蓄电池的使用与维护	25
一、蓄电池的维护	25

二、蓄电池的检查·····	26
三、电解液密度的配制与选择·····	27
四、冬季使用特点·····	28
五、蓄电池的贮存·····	28
第八节 荷电型蓄电池·····	28
一、干荷电蓄电池·····	29
二、湿荷电蓄电池·····	29
第九节 免维护蓄电池·····	29
一、结构特点与作用机理·····	30
二、特点·····	32
三、维护·····	33
第十节 胶体蓄电池·····	33
第十一节 碱性蓄电池·····	34
一、铁镍蓄电池·····	34
二、镉镍蓄电池·····	34
三、银锌蓄电池·····	34
第十二节 新型蓄电池·····	35
一、钠硫电池·····	35
二、燃料电池·····	35
三、锌-空气电池·····	36
习题·····	37
第二章 交流发电机及调节器 ·····	38
概述·····	38
第一节 交流发电机的构造·····	38
一、三相同步交流发电机·····	38
二、整流器·····	43
三、国产交流发电机型号·····	45
第二节 交流发电机的工作原理·····	51
一、交流发电机发电原理·····	51
二、整流原理·····	52
第三节 交流发电机的特性·····	53
一、输出特性·····	54
二、空载特性·····	55
三、外特性·····	55
四、交流发电机性能的改善·····	56
第四节 交流发电机调节器·····	58
一、交流发电机调节器的功用·····	58
二、电压调节原理·····	59
三、交流发电机调节器的分类·····	59
四、交流发电机电压调节器的型号·····	60

第五节 电磁振动式调节器	60
一、基本结构和工作原理	60
二、工作特性	63
三、电压调节器性能的改善	64
四、具有灭弧系统的单级电磁振动式调节器	66
五、双级电磁振动式调节器	67
第六节 电子电压调节器	70
一、晶体管调节器	70
二、集成电路 IC 调节器	74
第七节 硅整流发电机及调节器的检修	77
一、硅整流发电机的检修	77
二、调节器故障的检查与调整	80
习题	81
第三章 起动机	82
第一节 直流起动机	82
一、构造	82
二、工作原理	83
三、直流电动机的转矩	84
四、直流电动机的工作过程	84
第二节 起动机的特性	84
一、直流串激电动机的特性	84
二、起动机的特性曲线	85
三、起动机的功率及其影响因素	86
第三节 起动机的分类	87
一、分类	87
二、型号	87
第四节 起动机主要参数的选择	88
一、起动机参数的选择	88
二、蓄电池容量的选择	90
第五节 强制啮合式起动机	90
一、ST614 型电磁控制强制啮合式起动机	91
二、QD124 型电磁控制强制啮合式起动机	94
第六节 电枢移动式起动机	96
第七节 齿轮移动式起动机	98
第八节 减速起动机	101
第九节 永磁减速起动机	102
第十节 起动机保护电路	103
一、东风 EQ1090F 型汽车的起动机保护电路	103
二、NissanUD 63 型汽车的起动机保护电路	104
第十一节 起动系统的故障诊断	106

一、起动机不转动	106
二、起动机运转无力	106
三、起动机驱动齿轮与飞轮不能啮合且有撞击声	106
四、起动机驱动齿轮与飞轮周期性撞击	107
五、起动机空转	107
六、单向离合器不回位	107
七、失去自动保护性能	107
第十二节 起动机的检查	107
一、转子的检查	107
二、磁场绕组的检查	109
三、单向离合器的检查	109
四、衬套间隙的检查	109
五、电刷与电刷架的检查	110
六、电磁开关的检查	110
七、起动继电器闭合电压与断开电压的检查	111
八、复合继电器的检查	111
第十三节 起动机的调整与试验	112
一、起动机的调整	112
二、起动机的试验	113
习题	115
第四章 传统点火系统	116
第一节 对点火系统的要求	116
一、能产生足以击穿火花塞电极间隙的电压	116
二、火花应具有足够的能量	118
三、点火时间应适应发动机的工作情况	118
第二节 传统点火系统的组成与工作原理	122
一、传统点火系统的组成	122
二、传统点火系统的工作原理	123
第三节 传统点火系统工作过程分析	124
一、触点闭合,初级电流增长	124
二、触点打开,次级绕组产生高压电	126
三、火花塞电极间的火花放电	127
第四节 传统点火系统的工作特性与影响次级电压的因素	127
一、传统点火系统的工作特性	127
二、影响次级电压的因素	128
三、传统点火系统点火特性的改善	130
第五节 传统点火系统的构造	131
一、点火线圈	131
二、分电器	135
三、火花塞	142

第六节 传统点火系统的使用	145
一、点火正时	145
二、点火系统主要部件的常见故障与检修	147
三、传统点火系统的故障分析	150
四、利用示波器检查点火系统故障	151
习题	156
第五章 电子点火系统	157
第一节 概述	157
第二节 磁感应式电子点火装置	157
一、解放 CA1092 型载货汽车的无触点电子点火装置	157
二、东风 EQ1090 型汽车配套的无触点电子点火装置	160
三、日本丰田 20R 发动机用磁感应式电子点火装置	162
四、磁感应式电子点火装置的故障检查	163
第三节 霍尔式电子点火装置	165
一、霍尔效应及霍尔式点火信号发生器	165
二、霍尔式电子点火装置的检查	170
第四节 微机控制的电子点火系统	174
一、DIS 系统的配电方式	174
二、奥迪 200 型轿车微机控制系统	177
习题	180
第六章 照明设备与信号装置	181
第一节 种类、用途及要求	181
第二节 前照灯	182
一、对前照灯的要求	182
二、前照灯的结构	183
三、前照灯的防炫目装置	184
四、前照灯的分类、检测与调整	185
第三节 前照灯电路与辅助装置	188
一、灯光继电器及其保护作用	188
二、前照灯自动变光电路	188
三、照明开关	189
第四节 光纤照明	193
第五节 转向信号灯闪光器	194
一、电热式闪光器	194
二、电容式闪光器	196
三、电子闪光器	196
第六节 倒车信号装置	200
第七节 电喇叭	201
一、普通电喇叭的构造及工作原理	201
二、电子电喇叭	203

三、喇叭继电器	203
四、电喇叭的调整	203
习题	205
第七章 仪表及报警装置	206
第一节 仪表	206
一、电流表	206
二、燃油表	207
三、水温表	208
四、油压表	210
五、电压表	211
六、车速里程表	212
七、发动机转速表	214
第二节 汽车的报警装置	216
一、机油压力警告灯	216
二、制动系低压警告灯	217
三、真空度警告灯	218
四、制动液面警告灯	218
五、制动信号灯断线警告灯	219
六、空气滤清器堵塞警告灯	219
七、燃油油量警告灯	219
八、排气缓速指示灯	220
习题	221
第八章 汽车的辅助电气设备	222
第一节 电动刮水器及其控制电路	222
第二节 风窗玻璃洗涤器	226
一、组成	226
二、控制电路	227
第三节 暖风、除霜装置	227
一、暖风装置	227
二、除霜装置	228
第四节 汽车空调	229
一、汽车空调的工作原理	229
二、汽车空调的构成及各部件的作用	230
三、汽车空调电路	234
第五节 柴油机、汽油机起动预热装置	235
一、柴油机的起动预热装置	235
二、汽油机低温预热装置	237
第六节 无线电防干扰装置	239
第七节 汽车电子防盗装置	241
第八节 电动燃油泵	243

一、电动柱塞式燃油泵	243
二、电动机式燃油泵	244
第九节 自动操作装置	245
一、电动车窗	245
二、自动门锁	247
三、其他电动附属装置	252
习题	252
第九章 汽车的电子控制装置	253
第一节 电子控制燃油喷射系统	253
一、电子控制燃油喷射装置的基本原理	254
二、电子控制燃油喷射装置的类型	256
三、电子控制燃油喷射装置的组成和工作原理	262
四、电控汽油喷射系统的实例	278
第二节 汽车防抱制动系统	302
一、汽车路面附着性能	302
二、汽车防抱制动系统(ABS)的优点	303
三、汽车防抱制动系统的控制方法	303
四、典型 ABS 控制系统	304
第三节 电子控制自动变速器	317
一、电子控制自动变速器各组成部件工作原理	318
二、电子控制自动变速器的维修	322
习题	326
第十章 汽车电气设备总线路	327
第一节 电路保护装置	327
一、易熔线	327
二、熔断丝	327
三、双金属片断路器	327
四、中央配电器(熔断丝盒)	328
五、开关	329
第二节 汽车电系的导线、插接器与线束	331
一、导线	331
二、插线器	333
三、线束	334
第三节 全车线路分析	337
一、全车线路的组成	337
二、电气线路分析	337
三、全车线路实例	338
第四节 汽车总线路图实例	340
一、东风 EQ-1090 型汽车的电路原理图(图 10-18)	340
二、东风 EQ-1090 型汽车的电气设备总线路图(图 10-19)	342

三、解放 CA1091 型汽车电路原理图(图 10-20)	342
四、上海桑塔纳轿车电路原理图(图 10-21)	342
五、上海桑塔纳轿车电路原理图(图 10-22)	351
六、一汽奥迪 100 轿车电路原理图(图 10-23)	356
七、北京切诺基吉普车全车总电路图(图 10-24)	362
八、天津夏利牌(TJ7100、TJ7100U 型)轿车电路原理图(图 10-25)	363
习题	365
附录	
汽车电路原理图常用图形符号	366
主要参考文献	371

绪 论

《汽车电气及电子设备》是汽车工程类专业的必修课程。内容包括汽车各种电气及电子设备的构造、原理、性能、使用与维修等方面的知识。

该课程是以汽车构造、电工学、电子学、电化学、计算机及控制等学科为基础。既有一定的理论知识,又有很强的实用性。在教学过程中,必须把课堂教学、生产实践和实验三者有机地结合起来,才能切实理解,融会贯通,真正达到学以致用目的。

汽车电气及电子设备是汽车的重要组成部分,其性能好坏直接影响到汽车的动力性、经济性、可靠性与安全性等。随着科学技术的发展,汽车电子装置的新产品不断涌现,特别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所面临的能源、安全、污染等方面问题,起着越来越重要的作用。

虽然现代汽车电气与电子设备的数量很多,但按其用途可大致分为五部分:

1. 电源:包括蓄电池、交流发电机及调节器。
2. 点火装置:包括传统点火系统、电子点火系统。
3. 用电设备:包括起动机、照明与信号装置、仪表及报警装置、汽车的辅助电气设备。
4. 电子控制装置:包括电子控制燃油喷射装置、电子控制防抱制动装置、电子控制自动变速装置。
5. 配电设备:包括电源开关、保险装置、导线等。

汽车种类繁多,但其电气设备都有共同特点:

①低压直流:汽车用的电压有 6V、12V、24V 三种,以 12V 和 24V 为多,由于蓄电池充、放电均为直流电,所以汽车上采用直流电。

②并联单线:汽车用电设备很多,但都是并联的。汽车发动机、底盘等金属体为各种电器的公共并联支路一端,而另一端是用电器到电源的一条导线,故称为并联单线。

③负极搭铁:根据 ZBT35001—87《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电气系统均采用电源负极搭铁。

第一章 蓄 电 池

概 述

由于起动和停车时用电的需要,现代汽车、拖拉机,广泛使用两个电源:蓄电池和发电机。

一、蓄电池和汽车其他电器的连接

蓄电池是可逆低压直流化学电源。顾名思义,蓄电池能“蓄电”。它可将电能转变为化学能存储起来;需要时,又将化学能转换为电能向外供电。蓄电池俗称电瓶。

蓄电池与发电机、负载并联。如图 1-1 所示。蓄电池的一个电桩接铁,另一个电桩用电瓶线接起动机开关接线柱,再接至电流表。通过电流表后,接用电设备。发电机的一个电极在机壳内部接铁(内搭铁),另一个电极,接到电流表的负载接线柱一侧。发电机的磁场接线柱,接调节器的“磁场”或“F”接线柱。调节器的另一接线柱,接点火开关,以便在起动时,蓄电池向节压线圈和发电机激磁绕组供电。调节器调节后的电压,经电流表与蓄电池并联,以显示充电状态。

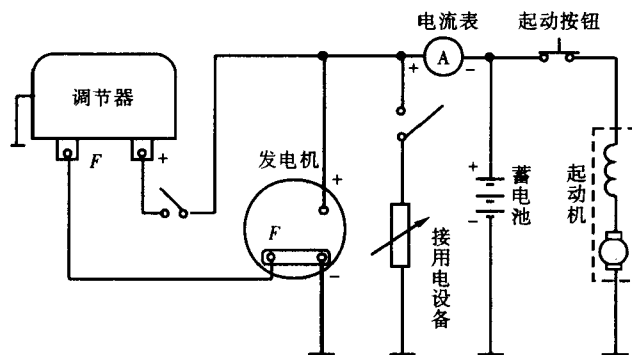


图 1-1 汽车电源与负载的连接

二、蓄电池的分类

(1) 根据电解液的不同,可分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。碱性蓄电池的电解液是化学纯净的苛性钠或苛性钾溶液。酸性蓄电池的电解液为纯净的硫酸溶液。在汽车上使用最广泛的是起动型铅酸蓄电池,其电极的主要成分是铅,电解液是稀硫酸溶液。

(2) 根据用途不同,铅酸蓄电池可分为汽车用铅酸蓄电池,拖拉机用铅酸蓄电池,电讯用铅酸蓄电池,航标用铅酸蓄电池,固定用铅酸蓄电池等。

(3) 根据加工工艺不同,汽车用铅酸蓄电池还可以分成普通型、干荷电型、湿荷电型和免维护型等。

干荷电型蓄电池,除具有普通型起动用铅酸蓄电池的全部功能外,其主要特点是新的蓄

电池内部无电解液,极板是干的且处于荷电状态。使用时,加足电解液,即可使用,不需进行初充电。湿荷电型蓄电池的极板为荷电状态,内部有少量电解液,大部分电解液被极板和隔板吸收。免维护蓄电池,是在汽车合理使用过程中,不需要添加蒸馏水的蓄电池。

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

三、蓄电池的用途

蓄电池是靠内部的化学反应来储存电能和向外供电的,是汽车上两个低压直流电源之一,另一个是发电机。两个电源与全车用电设备均构成并联电路。

蓄电池是汽车电气系统的核心,发电机不发电时,蓄电池供给用电设备所需的全部电能。在发动机工作时,用电设备所需电能,主要由发电机供给,而铅蓄电池的主要功用是:

1. 起动前

(1) 向所有用电设备供电。

(2) 汽车发动机起动时,蓄电池向起动机和点火装置供电,这时,蓄电池必须在短时间内(5~10s),给起动机提供强大的起动电流,通常为200~600 A,有时高达1 000 A。电压也下降得很多。所以在起动时,应断开汽车其他一切用电设备。

2. 起动后

(1) 发电机电压低于用电设备的所需电压时,蓄电池向点火系统及其他用电设备供电。同时向硅整流交流发电机激磁线圈提供电流。

(2) 同时接入用电设备较多,发电机超载时,蓄电池协助发电机共同向用电设备供电。

(3) 当蓄电池存电不足,而发电机负载又较少时,蓄电池可将发电机的多余电能转变为化学能储存起来,即充电。

(4) 蓄电池有稳定电网电压的作用。当汽车正常行驶时,随着电网情况的变化,它像一个很大的电容器,能自动削平短时高峰负荷,填补短时低谷负荷,使电网电压稳定,从而延长了电气设备的使用寿命。

铅酸蓄电池的内阻小,电压高且稳定,成本低,还复系数高(还复系数为输出电量与充入电量之比)。它易于满足汽车的需要。

蓄电池的缺点为比能低,可靠性较差,需经常维护,有腐蚀性,使用寿命较短。

第一节 蓄电池的构造与型号

一、蓄电池的构造

国产普通铅酸蓄电池,由极板、隔板、电解液、外壳和连条等组成,如图1-2所示。每个单格电池的标称电压为2V,起动型铅酸蓄电池,由若干单格电池串联而成,以满足各种汽车用电设备的需要。

1. 极板组

极板有正极板和负极板,由栅架和涂在其上的活性物质——铅膏构成。如图1-3所示。蓄电池的充电和放电,实际上,就是极板上的活性物质与电解液的化学反应。

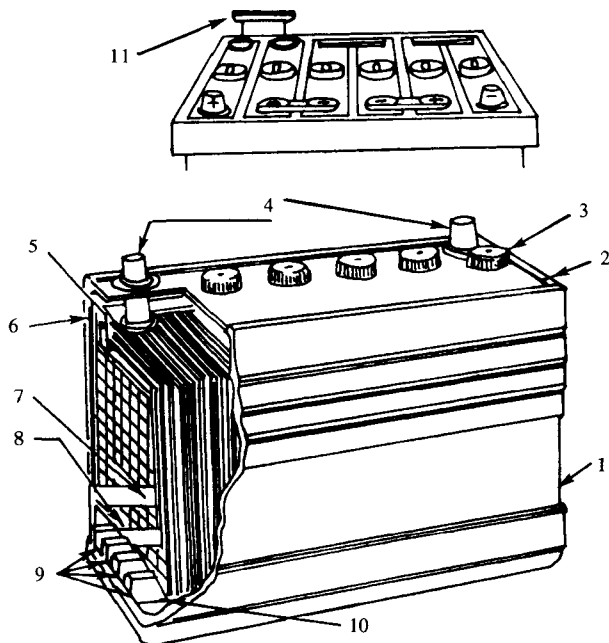


图 1-2 蓄电池的构造

1- 蓄电池的外壳; 2- 密封膏; 3- 加液孔塞; 4- 接线柱; 5- 负极板; 6- 同极连接片; 7- 隔板; 8- 正极板; 9- 极板支架; 10- 沉淀池; 11- 连条

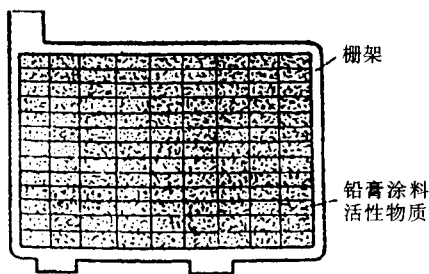


图 1-3 极板

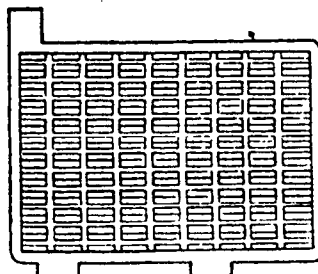


图 1-4 栅架

栅架是容纳活性物质的骨架。像是由很多小长方形网格组成的大长方形，片状，边框线较宽，以增加机械强度。上有一板耳，以便焊装成组，下有若干凸筋，起增加强度和支承作用，如图 1-4 所示。

栅架由铅锑合金浇铸而成，合金中锑的含量约为 6%。加锑是为了提高机械强度和改善浇铸性能。但是，锑的耐电化学腐蚀性差，易从正极板析出。这会引起自放电、栅架膨胀、溃烂。因此，各制造厂家纷纷采用低锑合金或不含锑的铅钙锡合金制造栅架。

铅膏是填充在栅架中的活性物质，它才是极板真正的主体——“极”，栅架只不过是它的载体。活性物质由铅粉、添加剂加一定量的稀硫酸调制而成。常用的添加剂有：木素磺酸钠、木素磺酸钙、硫酸钡、腐植酸、炭黑等。为防止龟裂和脱落，铅膏中还掺有纤维等。

新极板要经过化成处理，即进行小电流的充放电。之后，则正极板形成棕色多孔性二氧化铅，负极形成青灰色海绵状纯铅。

蓄电池的化学反应，主要在活性物质的表面进行，减少极板厚度，可提高比能，减轻重量，节