



中等职业教育
汽车类教材

汽车电器

王海兴 主 编
林为群 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育汽车类教材

汽车电器

主 编 王海兴

副主编 林为群



机械工业出版社

本书以单元、课题的形式介绍了起动型蓄电池,硅整流发电机及调节器,起动机,点火系,汽车照明、信号与信息显示系统,汽车安全保证系统的电器装置,汽车舒适性、娱乐性和通信系统电器装置及汽车电路,并从构造、拆装、工作过程、使用与维护、故障诊断与排除等方面对汽车电器进行了较全面的介绍,体现了实用性、科学性与系统性。

本书可作为汽车类专业中等职业技术教育与培训的教科书,也适合汽车维修人员及汽车用户参考,同时也可作为大中专、技工学校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器/王海兴主编. —北京:机械工业出版社,2003.2

中等职业教育汽车类教材

ISBN 7-111-11642-9

I. 汽... II. 王... III. 汽车—电气设备—专业学校—教材 N.U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 007648 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:朱 华 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:姚 毅 责任印制:路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·11.375 印张·335 千字

0 001—5 000 册

定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

中等职业教育汽车类教材 编委会名单

主 任	陈凤箴			
副 主 任	张吉国	王海兴	王作发	邢同学
	王忠福			
委 员	沃 森	葛秀文	张子波	林为群
	刘长江	曹 莹	陈盛勇	马建华
	杨桂玲	肖锡洲	方国强	
秘 书 长	张凯良			
本书主编	王海兴			
副 主 编	林为群			
本书参编	陈长春	苑丽梅	孔昭铭	于运强
	缴海光	刘海燕	王建龙	林鹏翔
	张进宝			
本书主审	邢同学	陈作兴		

前 言

本套教材是为适应 21 世纪我国的经济发展和交通运输现代化建设的发展,进一步提高交通行业从业人员的素质,满足在交通中等职业技术教育中,实施素质教育的教学改革而编写的。

交通中等职业技术教育是为交通行业培养中级技术工人和中等技术人员的一个十分重要的办学层次,它对我国交通运输事业的发展有着直接的影响。近 10 年来,为深化教学改革,提高教学质量,全面推进素质教育。在教材建设方面,我们进行了积极的探索和尝试,先后组织考察了美国、德国、日本等发达国家的职业技术教育。在大量调研和认真总结 MES、“理实一体化”教改试点经验的基础上,从我国的国情出发,借鉴国外交通职业技术教育的先进经验,组织编写了中等职业教育汽车类教材,第一批编写了《机械识图》、《机械识图习题册》、《汽车技术基础》、《汽车发动机》、《汽车底盘》、《汽车电器》、《汽车车身》、《汽车应用电子技术》等教材,以满足社会需要。

这套教材是依据国家劳动和社会保障部颁发的《国家职业标准》中,汽车修理工(初、中级部分)《职业技术鉴定规范》和教育部颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学计划与教学大纲》等教学文件的要求,按初中毕业 3 年制(总学时 2000~2400)兼顾高中毕业 1 年制(总学时 700~800)的交通中等职业教育教学计划编写的。

本套教材的主要特点是:

1. 在紧紧把握交通中等职业技术教育培养目标的同时,考虑当前及今后招收学生的文化程度和理解能力,对基础理论以应用为目标,以必需、够用为度,克服偏深、偏多、偏难的现象,以讲清概念、强化应用为重点。专业课加强了针对性和实用性,强化了实例教学。在教学层面上注重了与高职教材的相互衔接,以满足部分学生升入高职继续学习的需要。

2. 教材以汽车维修实际工作岗位操作技能为主线,在体例上打破了传统的写法,以汽车组成来分册,按单元、课题的形式编写。从形式上体现了学习领域教学法的特点,并保证了每本教材的内容安排和体系相互衔接,可根据教学特点进行选择。在内容上更加突出了基础理论知识、操作技能为核心技能服务,将“理论知识”和“操作技能”有机地融为一体,通过工作实例,强化“应知”、“应会”,形成本套教材的一个新的特色。

3. 选材先进。本套教材所选的车型都是最近几年出厂的轿车、客车和货车,教材中介绍的操作工具都是最先进的,讲述的内容包含了现代汽车的新技术、新材料、新工艺、新观念,充分体现了我国 21 世纪汽车的发展方向。教材详细地介绍了汽车拆卸、分解、装配、检查、维护、修理、调整、故障诊断与排除等实用技术,重点突出,可以起到举一反三的作用。

4. 教材图文并茂,通俗易懂,只需有初中文化基础即可阅读,既可作为中等职业学校的教材,也可作为汽车修理工、中级技术人员培训和自学用书。同时也可作为相关专业师生的教学参考书。

本套教材是由天津、辽宁、内蒙、山东等八所交通职业技术学院和国家重点技工学校,组织在汽车使用维修方面长期从事教学工作的教授、高级工程师、高级讲师编写的。他们业务功底扎实,教学经验丰富,从而保证了教材质量。在教材编写中参考了大量国内外有关的专业技术资料,并得到了机械工业出版社的大力支持。在此,谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢。

本套教材中难免存在不足和问题,诚恳希望各位专家、读者批评指正,以便今后修订,逐步完善。

**中等职业教育
汽车类教材编委会**

目 录

前言

单元 1 起动型铅蓄电池

课题 1	铅蓄电池的构造、拆装及型号	2
课题 2	蓄电池的工作过程及特性	7
课题 3	蓄电池的充电	13
课题 4	蓄电池的检修与储存	19
课题 5	新型蓄电池简介	25
课题 6	蓄电池的使用与维护	30
课题 7	蓄电池常见故障的诊断与排除	35
课题 8	蓄电池的环保技术	40

单元 2 硅整流发电机及调节器

课题 1	硅整流发电机的构造与拆装	45
课题 2	硅整流发电机的工作过程	52
课题 3	电压调节器	57
课题 4	电子调节器	61
课题 5	继电器控制电路	67
课题 6	硅整流发电机的故障与检修	73
课题 7	硅整流发电机的使用与维护	77
课题 8	调节器的使用与检调	82

单元 3 起 动 机

课题 1	起动机的结构及工作情况	90
课题 2	起动电动机的工作特性及影响因素	100
课题 3	典型起动机的控制电路	103

课题 4	几种典型起动机	110
课题 5	起动机的检查与修理	119
课题 6	起动机的使用与故障排除	131
课题 7	起动辅助预热装置	137

单元 4 点 火 系

课题 1	传统点火系的组成与工作原理	144
课题 2	传统点火系工作过程分析	147
课题 3	点火线圈	153
课题 4	传统分电器	157
课题 5	火花塞	164
课题 6	传统点火系的使用与检测	168
课题 7	传统点火系的故障诊断与排除	179
课题 8	无触点式电子点火系	186
课题 9	数字式电子点火系	200
课题 10	无分电器式电子点火系	209
课题 11	电子点火系的使用与故障检查方法	215

单元 5 汽车照明、信号与信息显示系统

课题 1	汽车照明系统	222
课题 2	汽车信号灯与闪光器	229
课题 3	照明与信号灯的检测与调整	234
课题 4	照明与信号灯的故障诊断与排除	239
课题 5	汽车电喇叭	241
课题 6	汽车报警信号装置	246
课题 7	汽车传统仪表	251
课题 8	汽车电子仪表及电子显示装置	261
课题 9	汽车仪表故障的诊断与检修	271

单元 6 汽车安全保证系统的电器装置

课题 1	安全气囊	275
------	------	-----

课题 2	汽车电子锁.....	277
课题 3	风窗玻璃刮水器、清洗器和除霜装置	280
课题 4	汽车安全保护装置的故障与排除.....	285

单元 7 汽车舒适性、娱乐性和通信系统电器装置

课题 1	门窗自动开闭系统.....	291
课题 2	座椅调节控制系统.....	295
课题 3	汽车音响系统.....	298
课题 4	汽车通信系统.....	303
课题 5	汽车舒适性、娱乐性和通信系统的检测与故障排除	306

单元 8 汽车 电 路

课题 1	汽车电路图的表达方式与分析原则.....	308
课题 2	汽车电路用导线与线束.....	328
课题 3	汽车开关、保险装置及继电器	330
课题 4	典型汽车电路.....	336
参考文献		354

单元 1 起动型铅蓄电池

汽车用电设备所需电能都是由蓄电池和发电机这两个电源提供的。在汽车停车或发动机处于低速运转时,由蓄电池向各用电设备供电;在发动机怠速以上运转且发电机电压高于蓄电池电动势时,发电机除向起动机以外的用电设备供电,又向蓄电池充电。

充电系电路图见图 1-1。

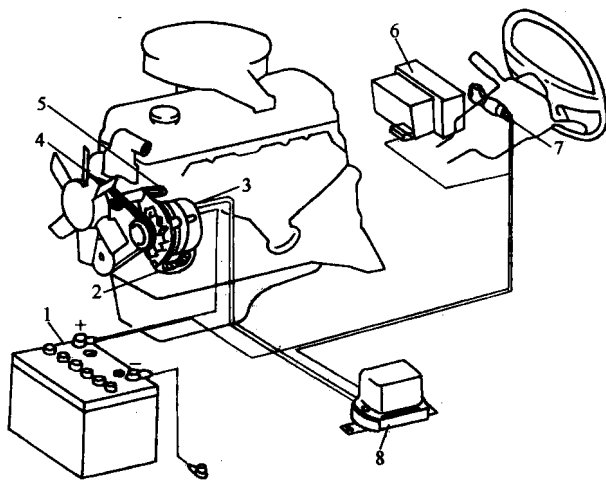


图 1-1 充电系电路

- 1—蓄电池 2—支架 3—发电机 4—V带 5—调整撑杆
6—充电指示仪表 7—点火开关 8—调节器

汽车上一般采用铅酸蓄电池,主要目的是起动发动机。因此,又称为起动型铅蓄电池。常见的有湿荷电蓄电池、干荷电蓄电池、少维护蓄电池、免维护蓄电池和螺旋状极板胶体型免维护蓄电池。

蓄电池的作用是:

1) 起动发动机时,铅蓄电池给起动机提供强大的起动电流,同时给点火系、仪表系等用电设备供电。

2) 发电机电压较低或不发电时,如发动机超低速运转或停转时,蓄电池向用电设备供电。

3) 发动机正常运转时,发电机的端电压高于铅蓄电池的电动势时,向蓄电池进行充电,将发电机剩余电能转换为化学能储存起来。

4) 发电机过载时,蓄电池能协助发电机向用电设备供电。

5) 蓄电池相当于一只大容量电容器,不仅能保持汽车电系电压稳定,而且能吸收电路中出现的瞬时过电压,保护电子元器件。

汽车上使用的铅蓄电池突出的优点是结构简单、内阻小(约为 0.01Ω)、起动性能好、价格低廉,因此在汽车上得到了广泛的应用。

课题1 铅蓄电池的构造、拆装及型号

一、蓄电池的基本构造

铅蓄电池一般由三只或六只单格电池串联而成,每只单格电池的额定电压为2V。普通铅蓄电池的基本结构如图1-2所示,主要由正、负极板、隔板、电解液、外壳、联条、接线柱等部件组成。

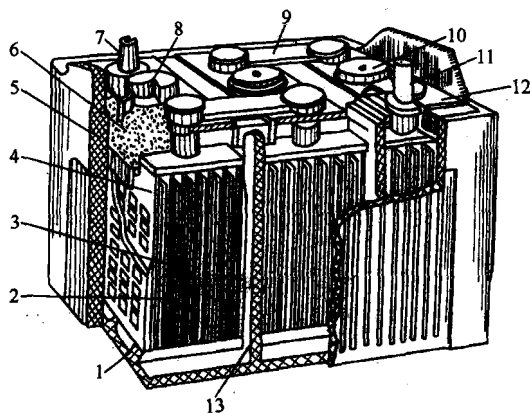


图1-2 铅蓄电池的基本结构

1—凸筋 2—负极板 3—隔板 4—正极板 5—电池壳 6—防护板 7—负接线柱
8—通气孔 9—联条 10—加液螺塞 11—正接线柱 12—单格电池盖 13—隔壁

1. 极板

极板由栅架及活性物质组成,极板和栅架的外形如图1-3。

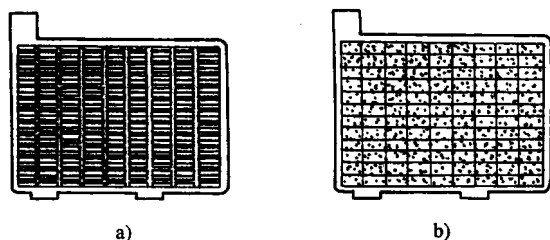


图 1-3 普通极板的形状

a) 栅架 b) 极板

极板是蓄电池的基本部件,由它接受充入的电能和向外释放电能。极板分正极板和负极板两种。正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2),呈棕红色;负极板上的活性物质为海绵状的纯铅(Pb),呈深灰色。将正、负极板各一片浸入规定密度电解液中,就可获得约 2.1V 的电动势。为增大容量,一般将多片正、负极板分别并联,用横板焊接成正、负极板组。蓄电池在充电与放电过程中,电能和化学能的相互转换是依靠极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。

2. 隔板

为减少蓄电池的内部尺寸,降低蓄电池内阻,蓄电池内部正、负极应尽可能地靠近。为避免相互接触而短路,正、负极板之间要用绝缘的隔板隔开。隔板材料是由多孔、渗透性好的木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维纸浆和玻璃丝棉等几类材料制成的。

3. 外壳

汽车蓄电池外壳为一整体式结构的容器,极板、隔板和电解液均装入外壳内。

4. 电解液

铅酸蓄电池的电解液,是由相对密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 的纯硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成。相对密度一般在 $1.24 \sim 1.31\text{g}/\text{cm}^3$ (15°C) 的范围之内。

根据蓄电池的用途,工作环境温度不同,可以选用不同相对密度的电解液。不同地区和气温条件下选用的电解液密度见表 1-1。

表 1-1 不同气温下的电解液相对密度 $[g/cm^3(15^\circ C)]$

使用地区最低气温/ $^\circ C$	冬 季	夏 季
< -40	1.31	1.27
$-30 \sim -40$	1.29	1.25
$-20 \sim -30$	1.28	1.25
$0 \sim 20$	1.27	1.24

二、蓄电池的拆装

1. 蓄电池的分解

单格盖式蓄电池有较好的可拆性,其分解顺序依次如下:

(1)拆卸联条 根据实际情况选择适当方法拆除:如在钻床上用空心铣刀或麻花钻头将极桩的上部钻去,剩下完整的联条再拆下。也可将蓄电池放在工作台边缘,用焊枪火焰熔化联条与极桩焊接部分。单格拆除时,可用锯条锯断相应部分,然后取出单格极板组。

(2)清除封口剂 清除封口剂多采用直接加热的方法,可用蒸汽,开水浇喷封口剂表面,软化后拆除并可回用。

(3)抽出极板组 由于极板组较轻,一般用专用铁钩插挂在加液口孔内,钩住胶盖后,用力向上提,便可抽出单格极板组。

抽出极板组后,要将其拆散清洗、晾干、检查备用。

2. 蓄电池的装配

按拆卸的逆顺序装配,但应注意以下要求:

1)不得减少单格极板的片数,装配时,单格极板片数,应符合原厂的规定。

2)极板组焊接要牢靠。否则,将会使蓄电池内阻增加,影响蓄电池的充放电。

3)认真检查和挑选隔板,保证质量,以免造成短路。

4)极板组在单格中要衬紧,当更换的极板和隔板比原来薄时,应在极板组的两边另用隔板衬紧,以免给极板留有弯曲变形的空隙。

三、蓄电池的型号

起动用铅蓄电池的产品型号按机械行业标准 JB2599—1985《铅蓄电池产品型号编制方法》的规定,由三部分组成,各部分之间用破折号分开,其排列及含义如下。

串联单格电池数 — 电池类型和特征 — 额定容量

(1) 串联单格电池数 是指该电池总成所包含的单格数目,用阿拉伯数字表示。

(2) 蓄电池的类型和特征 据用途划分。如:“Q”表示起动型。产品特征见表 1-2。

表 1-2 常见电池产品特征代号

序 号	1	2	3	4	5
产品特征	干荷电	湿荷电	免维护	少维护	胶质电解液
代 号	A	H	W	S	J

(3) 额定容量 是指 20h 放电率时的额定容量,用阿拉伯数字表示。单位为:安·时(A·h)。有时在额定容量后面用一个字母表示特征性能。

(4) 特征性能 附加部分,在同类用途的产品具有某种特征时,型号中加以区别。见表 1-3。

表 1-3 常见电池特征性能代号及含义

代 号	G	S	D
含 义	高起动率	塑料槽	低温起动性好

例如:天津夏利 TJ7100 型轿车用 6—AQ—40S 型蓄电池:表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 40A·h 的起动用干荷电铅蓄电池,采用了塑料外壳。

国产汽车起动用铅蓄电池的品种、规格见表 1-4、表 1-5。

表 1-4 汽车用塑料外壳下固定式蓄电池品种、规格

序号	额定电压 / V	20h 率额定容量 /(A·h)	储备容量 /min	起动电流 I_0 /A	最大外形尺寸/mm		
					长	宽	高
1	12	36	52	144	218	175	170
2	12	45	67	180	218	175	190
3	12	50	76	200	290	175	190
4	12	54	83	216	294	175	175
5	12	55	85	220	246	175	190

(续)

序号	额定电压 / V	20h 率额定容量 /(A · h)	储备容量 /min	起动电流 I_s /A	最大外形尺寸/mm		
					长	宽	高
6	12	60	94	240	293	175	190
7	12	63	100	252	297	175	175
8	12	66	105	264	306	175	190
9	12	88	150	352	381	175	190
10	12	100	176	350	374	175	235

表 1-5 汽车用塑料槽上固定式蓄电池品种、规格

序号	额定电压 / V	20h 率额定容量 /(A · h)	储备容量 /min	起动电流 I_s /A	最大外形尺寸/mm		
					长	宽	高
1	6	75	123	300	190	170	245
2	6	90	154	315	190	170	245
3	6	105	187	368	240	170	245
4	6	120	223	420	250	175	245
5	6	150	300	450	305	175	245
6	12	30	43	120	187	127	227
7	12	35(36)	52	144	197	129	227
8	12	40	59	160	238	138	235
9	12	45	67	180	238	129	227
10	12	50	76	200	260	173	235
11	12	60	94	240	270	173	235
12	12	70	113	280	310	173	235
13	12	75	123	300	310(318)	173	235
14	12	80	133	320	310	173	235
15	12	90	154	315	380	177	235
16	12	100	176	350	410	177	250
17	12	105	187	368	450	177	250

课题2 蓄电池的工作过程及特性

一、蓄电池的工作过程

蓄电池的电化学反应是在电解液和浸在电解液中的正极板(二氧化铅 PbO_2)、负极板(海绵状纯铅 Pb)之间进行的。电解液为硫酸(H_2SO_4)的水溶液。其电化学反应是可逆的。当蓄电池和负载接通放电时,正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都变成 PbSO_4 , 电解液中的 H_2SO_4 减少, H_2O 增加, 相对密度下降(如图 1-4 所示)。

充电时化学变化按相反的方向进行, 正负极板上的 PbSO_4 分别恢复成原来的 PbO_2 和 Pb , 电解液中的硫酸增加, H_2O 减少, 相对密度变大(如图 1-5 所示)。中间的电化学反应过程可用下式表示:

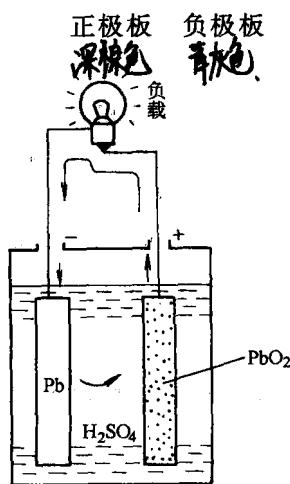
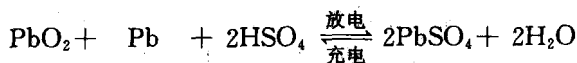


图 1-4 放电示意图

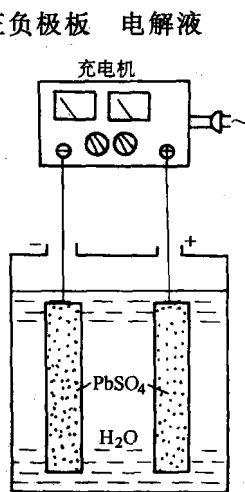


图 1-5 充电示意图

二、蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性主要包括蓄电池的电动势、内阻以及充放电特性。

1. 静止电动势

静止电动势是指蓄电池在静止状态(不充电也不放电),正负极板之间的电位差(即开路电压),用 E_0 表示。它的大小与电解液的相对密度和温度有关,在相对密度为 $1.05 \sim 1.30 \text{g/cm}^3$ 的范围之内,可通过经验公式计算出近似值:

$$E_0 = 0.85 + \rho_{25^\circ\text{C}}$$

式中 E_0 ——正负极板之间的电位差(V);

$\rho_{25^\circ\text{C}}$ ——为 25°C 时的电解液相对密度。

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \rho_t + \beta(t - 25)$$

式中 ρ_t ——实际测得的电解液密度;

t ——实际测得的电解液温度;

β ——密度温度系数 $\beta = 0.00075 \text{g}/(\text{cm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$,即每温升 1°C ,相对密度下降 $0.00075 \text{g}/(\text{cm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

汽车用蓄电池的电解液相对密度在充电时增高,放电时下降,一般在 $1.12 \sim 1.30 \text{g/cm}^3$ 之间波动,因此,蓄电池的静止电动势也相应地变化在 $1.97 \sim 2.15 \text{V}$ 之间。 E_0

2. 内阻

蓄电池的内阻大小反映了蓄电池的带负载能力。在相同的条件下,内阻越小,输出电流越大,带负载能力越强。蓄电池的内阻为极板电阻、电解液电阻、隔板电阻、联条和极柱电阻的总和,用 R_0 表示。

完全充足电的蓄电池在温度为 20°C 时内阻 R_0 可按下述经验公式算出近似值。

$$R_0 = \frac{U_e}{17.1 Q_e}$$

式中 R_0 ——完全充足电的蓄电池在温度为 20°C 时内阻(Ω);

U_e ——蓄电池额定的电压(V);

Q_e ——蓄电池额定容量(A·h)。

3. 放电特性

铅蓄电池的放电特性就是指蓄电池在恒定电流放电状态下,电解液相对密度 $\rho_{15^\circ\text{C}}$ 、蓄电池端电压 U_t 随放电时间变化的规律,如图 1-6 是将 6-Q-100 的铅蓄电池以 5A 进行放电时测得的规律曲线。

电解液相对密度是随放电时间的延长按直线规律减小的。这是因