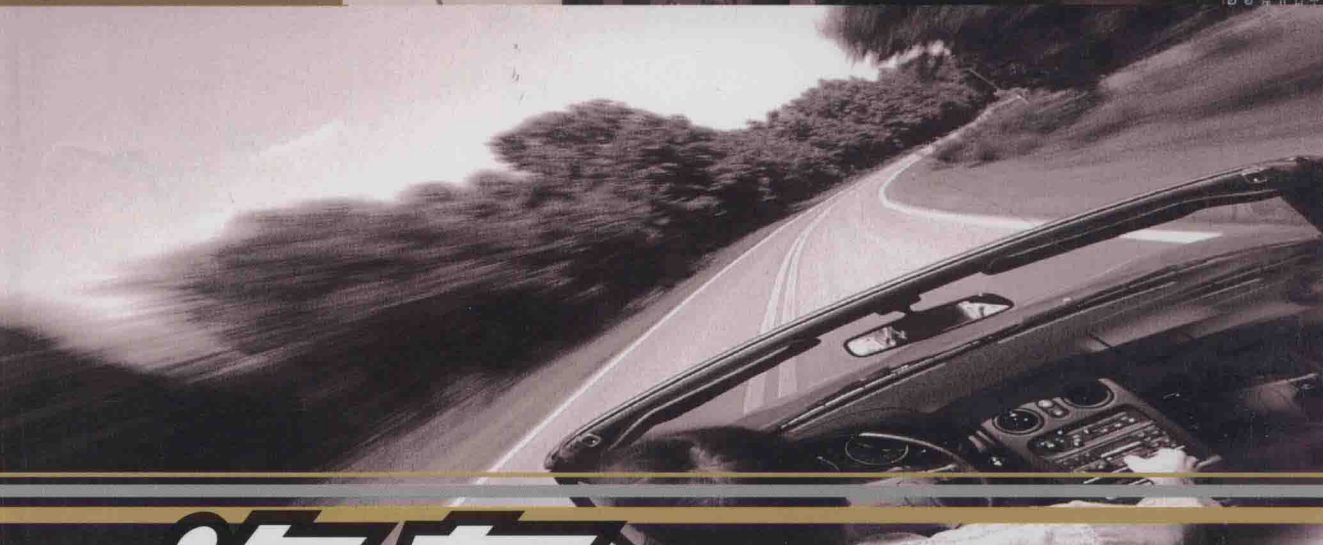
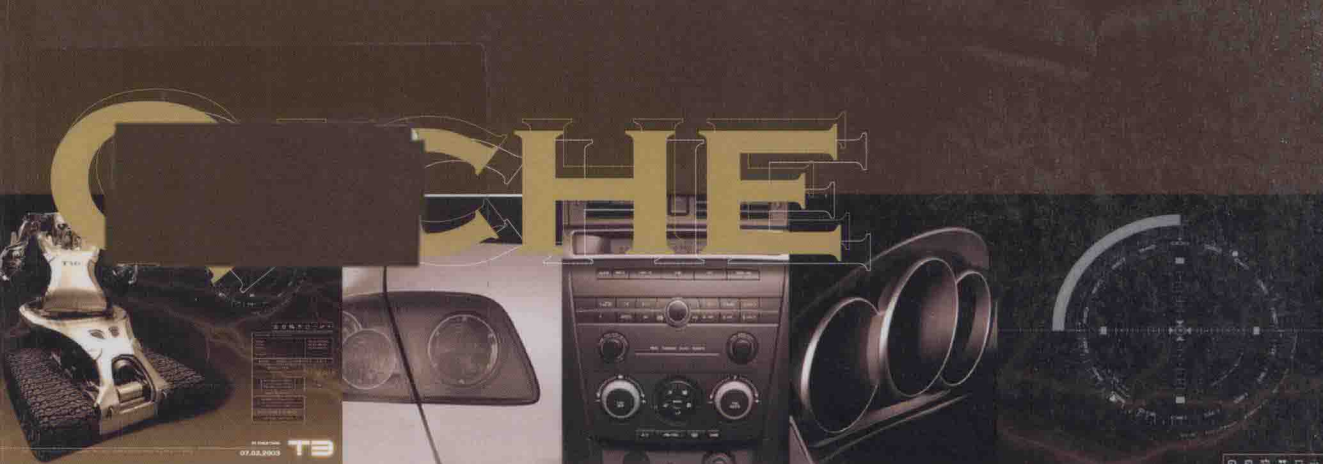




汽车电器及电子设备

(第6版)

Qiche Dianqi ji Dianzi Shebei

古永棋 张伟 编



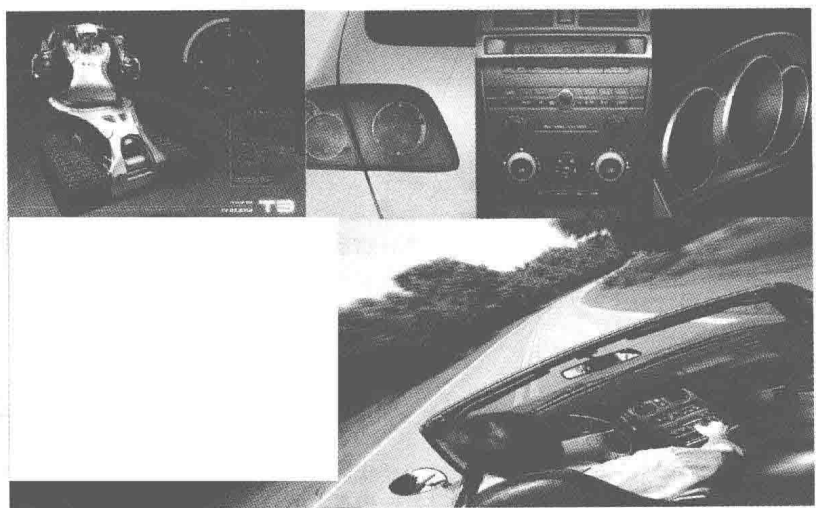
重庆大学出版社

汽车电器及电子设备

Qiche Dianqi ji Dianzi Shebei

(第6版)

古永棋 张伟 编



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书主要包括:蓄电池、交流发电机及调节器、起动机、汽车点火系、照明与信号、汽车仪表及信息显示系统、汽车空调系统、车身电器设备、发动机的电子控制系统、传动系统的电子控制、底盘电子控制技术、汽车电气设备总线路共十二章。

本书可作为高等院校汽车运用工程专业的试用教材,也可供高等院校汽车设计专业师生及汽车制造厂、汽车修理厂、汽车运输部门的工程技术人员、工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器及电子设备/古永棋,张伟编.—5版.重庆:重庆大学出版社,2004.8(2017.7重印)

ISBN 978-7-5624-0450-7

I.汽… II.①古…②张… III.①汽车—电器②汽车—电子设备 IV.U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第055561号

汽车电器及电子设备

(第6版)

古永棋
张伟 编

责任编辑:曾显跃 梁 涛 版式设计:梁 涛
责任校对:蓝安梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21.75 字数:543千

2017年8月第6版 2017年7月第18次印刷

印数:67 301—69 300

ISBN 978-7-5624-0450-7 定价:45.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

第 6 版 前 言

本书自 1991 年出版以来,虽经两次再版修订,由于汽车电子技术发展迅猛,现代汽车已不再是传统意义上的机电一体化产品,而是由微处理器、微控制器、智能传感器、通讯技术及先进控制理论装备起来的高新技术产品。汽车中电器技术含量和数量已成为评价汽车性能和功能的一个重要标志,为了本书能与时俱进,跟上时代步伐,特邀重庆大学汽车工程系张伟副教授共同对本书做较大修订,我们修订本书的主导思想是:

- ①删去内容陈旧确已过时的章节;
- ②有的内容虽已过时,新车已不再用,但在用车上还广为使用的内容,做适当精简,暂作保留;
- ③对新技术,重点介绍已在汽车上产业化应用的内容,对前瞻性、理念性的新技术暂不纳入,以满足教学要求。

在此修订再版之际,请允许我们向关注本书的同志们表示衷心感谢并恳请提出批评指正。

编 者

2017 年 6 月

前 言

《汽车电器及电子设备》是汽车运用工程专业的必修课程,作者根据近几年的教学实践,根据教学大纲的要求编写了此书。

众所周知,用电子技术替代某些传统的机械结构,可以大幅度地提高汽车的使用性能,汽车的电子化趋势发展十分迅速,为适应电子技术在上日益广泛的应用,本书在注意保持汽车电气设备的完整性和基本内容的基础上,编写各章时,都十分注意新的发展趋势,介绍一些新的、实用的电子技术,例如,移相调压充电机、脉冲快速充电、瞬变性过电压的产生及其保护电路、连续火花放电电子点火装置、新型电子仪表、前照灯的安全保护电路、制动信号灯、转向信号灯的监视电路等。

为节省篇幅,本书对已处于淘汰的直流发电机、三联调节器及汽车上基本不用的磁电机点火装置等不再赘述,对于一些性能落后,但现仍有使用的电器(如热丝式闪光继电器)也从略介绍。

本书的编写紧密结合汽车使用性能的要求和特点,着重阐明各种电器及电子设备的功用、工作原理、使用特性及应用注意事项,以达到融会贯通、举一反三的目的。具体的机械结构从略介绍,对于常见的电路故障及其诊断,常用的检查与调整方法也做了必要的介绍,以达到实用的目的。

本书共分10章,汽车电子控制和调节系统,由于在汽车中应用日益广泛,且近几年发展十分迅速,故单独编为一章。

本书可作为高等院校汽车运用工程专业试用教材,也可供汽车设计专业师生、汽车制造厂、汽车修理厂、汽车运输部门的工程技术人员和工人参考。

本书由何渝生教授主审,在编写过程中,得到重庆大学汽车教研室的同志们及解放军后勤工程学院林辉江老师的热情帮助与支持,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不免有缺点、错误,望读者批评指正。

编 者
1991年4月

目 录

第1章 蓄电池	1
1.1 蓄电池的构造与型号	1
1.2 蓄电池的工作原理	4
1.3 蓄电池的工作特性	6
1.4 蓄电池的容量	8
1.5 蓄电池的故障及其排除	10
1.6 蓄电池的充电及充电设备	11
1.7 其他的铅蓄电池	18
1.8 氢燃料电池	19
思考题	21
第2章 交流发电机及调节器	23
2.1 交流发电机的构造	23
2.2 交流发电机的工作原理	27
2.3 交流发电机的特性	31
2.4 电压调节器	33
2.5 交流发电机充电系的过电压保护装置	40
2.6 交流发电机充电系的故障判断	42
2.7 交流发电机的检查与测试	45
2.8 无刷交流发电机	49
思考题	50
第3章 起动机	51
3.1 直流电动机	51
3.2 起动机基本参数的确定	54
3.3 直接操纵强制啮合式起动机	56
3.4 电磁操纵强制啮合式起动机	58
3.5 移动电枢啮合式起动机	61
3.6 减速起动机	63
3.7 起动机的实验	64
3.8 电压转换开关	67
思考题	68
第4章 汽车点火系	69
4.1 对点火系统的要求	69

4.2 传统点火系	71
4.3 电子点火系	80
思考题	97
第5章 照明与信号系统	98
5.1 前照灯和标识灯	98
5.2 低压直流日光灯	106
5.3 转向信号灯的闪光器	107
5.4 信号灯的监控电路	114
5.5 音响信号	117
思考题	120
第6章 汽车仪表及信息显示系统	121
6.1 概述	121
6.2 汽车电子仪表常用的显示装置	125
6.3 典型汽车电子仪表举例	134
思考题	152
第7章 汽车空调系统	153
7.1 概述	153
7.2 汽车空调的通风与送风	155
7.3 汽车空调制冷系统	160
7.4 汽车空调的控制	171
思考题	190
第8章 车身电器设备	191
8.1 电动刮水器及其控制电路	191
8.2 风窗玻璃洗涤器	196
8.3 汽车电磁波的干扰及防止	197
8.4 电动门窗	199
8.5 电动天窗	203
8.6 电动座椅	210
8.7 电动后视镜	216
8.8 汽车防盗系统	219
8.9 汽车安全气囊	229
思考题	239
第9章 发动机的电子控制系统	240
9.1 车用电控汽油喷射系统的基本原理	241
9.2 车用电控汽油喷射系统的组成、构造及功能	250
9.3 HONDA-ACCORD 汽车的 EFI 系统	267
9.4 电控缸内直喷汽油发动机及可变气门	284
思考题	286

第 10 章 传动系统的电子控制 288

10.1 电控液力-机械式自动变速器 288

10.2 电控机械式自动变速器 294

思考题 303

第 11 章 底盘电子控制技术 304

11.1 电子控制转向系统 304

11.2 电子控制悬架系统 306

11.3 电子控制汽车制动防抱死装置 312

思考题 322

第 12 章 汽车电气设备总线路 323

12.1 线路分析 323

12.2 汽车电系传统的导线和线束 327

12.3 车内信息的多路传输与控制器局域网 331

思考题 335

参考文献 336

第1章 蓄 电 池

蓄电池为一可逆直流电源,它在汽车上与发电机并联,在发动机正常工作时,发电机的端电压都会高于蓄电池的电动势,由发电机单独向用电设备供电,同时,若蓄电池存电不足时,发电机还对蓄电池进行充电,只有当发电机不工作或怠速运转时,用电设备才由蓄电池供电。当用电设备同时接入较多致使发电机过载时,蓄电池协助发电机供电。另外,蓄电池还相当于一个较大的电容器,能吸收电路中随时出现的瞬时过电压(浪涌电压),以保护电子元件不被击穿,延长其使用寿命。

蓄电池的种类很多,由于铅蓄电池的内阻小,电压稳定,可以短时间内供给起动机强大的电流(汽油机为 200 ~ 600 A,柴油机有的高达 1 000 A),加之结构简单,价格较低,因此在汽车上被广泛采用。铅蓄电池的主要缺点是比容量低,使用寿命较短,但随着铅蓄电池的结构、材料及制造工艺等日益改进,其使用寿命和比容量均有所提高,本章主要介绍铅蓄电池,简称蓄电池。

1.1 蓄电池的构造与型号

蓄电池的构造如图 1-1 所示,每个单格的标称电压为 2 V,由若干单格电池串联组成蓄电池总成,以满足汽车用电设备的需要。

蓄电池主要由下列各部分组成:

1.1.1 极板组

极板分正极板、负极板,蓄电池的充放电过程就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。正极板上的活性物质是二氧化铅(PbO_2),呈深棕色,负极板上的活性物质是海绵状纯铅(Pb),呈青灰色。

一般负极板厚度为 1.8 mm,正极板为 2.2 mm,现在有一种薄型极板,厚度为 1.1 ~ 1.5 mm,薄型极板对提高蓄电池的比容量和改善起动性能都是很有利的。

把正负极板各一片浸入电解液中,就可获得 2 V 电动势,但是,为了增大蓄电池的容量,常做成正负极板组,装在单格电池内,负极板组比正极板组多一片,使正极板都处于负极板之间,两侧放电均匀,否则,正极板单面工作会使两侧活性物质体积变化不一致而造成极板拱曲,活

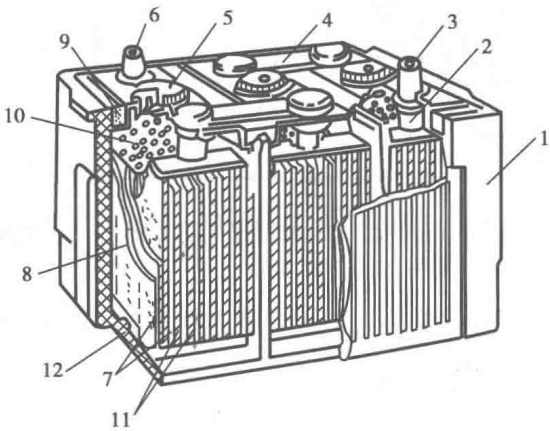


图 1-1 蓄电池的构造

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

性物质就易脱落。

1.1.2 隔板

为了减小蓄电池的内阻和体积,正负极板应尽量靠近但彼此又不能接触而短路,故在相邻的正负极板之间加有绝缘隔板。隔板具有多孔性,以便电解液渗透,且化学性能要稳定。常用的隔板材料有木质的、微孔橡胶的、微孔塑料和塑料纤维的以及浸树脂纸质隔板等。

微孔橡胶隔板性能好、寿命长,但成本高;微孔塑料隔板和浸树脂纸质隔板等孔率高、孔径小、薄而柔韧,成本又低,因而使用渐多。

近年来,还有将微孔塑料隔板作成袋状,紧包在正极板的外部,防止活性物质脱落。

1.1.3 壳体

蓄电池的壳体用来盛放电解液和极板组。壳体应耐酸、耐热及耐震,以前多采用硬橡胶制成。近年来,由于工程塑料的发展,多用塑料(聚丙烯)制成。塑料壳体不仅耐酸、耐热、耐震,且强度高,韧性好,壳体壁可以做得较薄(一般为 3.5 mm,而硬橡胶壳体壁厚为 10 mm),外形美观、透明、重量轻,塑料壳体易于热封合,生产效率高,已成为一种发展趋势。

壳子底部的凸筋是用来支撑极板组的,当有活性物质脱落掉入凹槽中时,可防止正负极板短路,若用袋式隔板,可防止活性物质脱落而短路,故壳底无需凸筋,以降低壳体高度。

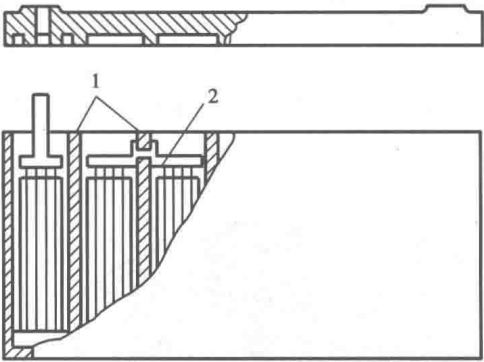


图 1-2 单格电池之间的穿壁焊示意图
1—间壁 2—联条

1.1.4 联条

蓄电池总成都是由 3 个或 6 个单格电池组成的,各单格电池之间靠铅质联条串联起来,联条装在盖子上面,这种传统的连接方式,不仅浪费铅材料,而且使内阻也增大,现已逐步被图 1-2 所示穿壁式连接方式所代替。

1.1.5 加液孔盖

加液孔盖可以防止电解液溅出及便于加注电解液。孔盖上有通气孔,使电池内部的 H_2 和 O_2 排出,以免发生事故。如果在孔盖上安装一个氧化铅过滤器,还可以避免水蒸气逸出,减少水的消耗。

1.1.6 电解液

电解液是用专用硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成的,一般比重为 1.24 ~ 1.30。

电解液的纯度是影响蓄电池的性能和使用寿命的重要因素,因此,一般工业用硫酸和水不能用作电解液,否则会增加自放电和损坏极板。

配制电解液时,会释放出大量的热能,由于硫酸比热比水小得多,受热时温升很快,易于产生气泡,造成飞溅,故配制电解液时,只能将硫酸徐徐倒入蒸馏水中,并不断搅拌。

电解液的比重对蓄电池的工作有重要影响,比重大,可以减少结冰的危险并提高蓄电池的容量,但比重过大,由于粘度增加,反而会降低蓄电池的容量,而且会缩短极板使用寿命。电解

液比重应随地区和气候条件而定,表 1-1 列出了不同地区和气温条件下电解液比重。

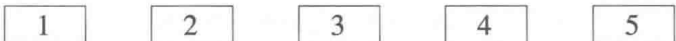
表 1-1 不同地区和气温条件下电解液比重

气 候 条 件	全充电蓄电池 15 ℃时的比重	
	冬 季	夏 季
冬季温度低于 -40 ℃地区	1.310	1.250
冬季温度高于 -40 ℃地区	1.290	1.250
冬季温度高于 -30 ℃地区	1.280	1.250
冬季温度高于 -20 ℃地区	1.270	1.240
冬季温度高于 -0 ℃地区	1.240	1.240

表 1-2 起动型铅蓄电池的规格型号

序 号	类 别	铅蓄电池型号	铅蓄电池规格	单 格 电池数	额定 电压 /V	20 h 放 电率额 定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm			参考质量 /kg	
							长	宽	总 高	有电 解液	无电 解液
1	第 一 类	3-Q-75	6V 75 A·h	3	6	75	197	178	250	17	14
2		3-Q-90	6V 90 A·h			90	224	178	250	20	15
3		3-Q-105	6V 105 A·h			105	251	178	250	23	18
4		3-Q-120	6V 120 A·h			120	278	178	250	25	20
5		3-Q-135	6V 135 A·h			135	305	178	250	27	22
6		3-Q-150	6V 150 A·h			150	332	178	250	29	24
7		3-Q-195	6V 195 A·h			195	343	178	250	41	34
8	第 二 类	6-Q-60	12V 60 A·h	6	12	60	319	178	250	25	21
9		6-Q-75	12V 75 A·h			75	373	178	250	33	27
10		6-Q-90	12V 90 A·h			90	427	178	250	39	31
11		6-Q-105	12V 105 A·h			105	485	178	250	47	37
12	第 三 类	6-Q-120	12V 120 A·h	6	12	120	517	198	250	52	41
13		6-Q-135	12V 135 A·h			135	517	216	250	58	46
14		6-Q-150	12V 150 A·h			150	517	234	250	63	50
15		6-Q-165	12V 165 A·h			165	517	252	250	67	54
16		6-Q-195	12V 195 A·h			195	517	288	250	75	61
17	第 四 类	6-Q-40G	12V 40 A·h	6	12	40	212	172	250	75	61
18		6-Q-60G	12V 60 A·h			60	279	172	250	75	61
19		6-Q-80G	12V 80 A·h			80	346	172	250	75	61

蓄电池的型号按 JB1058-77 起动用铅蓄电池标准规定,其型号编制由 5 部分组成:



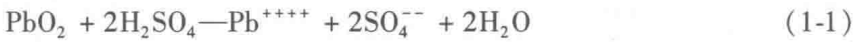
- 1——蓄电池单格数,用阿拉伯数字表示;
 - 2——蓄电池用途,用汉语拼音第一个字母表示,如 Q 为起动机;
 - 3——极板类型,用汉语拼音表示,如 A 为干式荷电极板;
 - 4——20 h 放电率的额定容量,单位为 A · h;
 - 5——特殊性能,用汉语拼音第一个字母表示,如 G 为高起动率。
- 表 1-2 列出起动机铅蓄电池的型号、规格及参数值。

1.2 蓄电池的工作原理

由前述可知,蓄电池的正极板为 PbO_2 , 负极板为 Pb , 电解液为 H_2SO_4 的水溶液, 蓄电池充放电过程中的化学反应是可逆的。

1.2.1 放电过程

蓄电池正极板的活性物质 PbO_2 , 其中少量溶于电解液与硫酸作用生成四价铅离子 Pb^{++++} 和两个硫酸根离子 2SO_4^{--} , 即



一部分四价铅离子 Pb^{++++} 沉附在正极板上, 使正极板具有正电位, 约为 +2.0 V, 这一反应在正极板处进行, 反应时, 消耗硫酸而生成水, 使电解液比重下降。

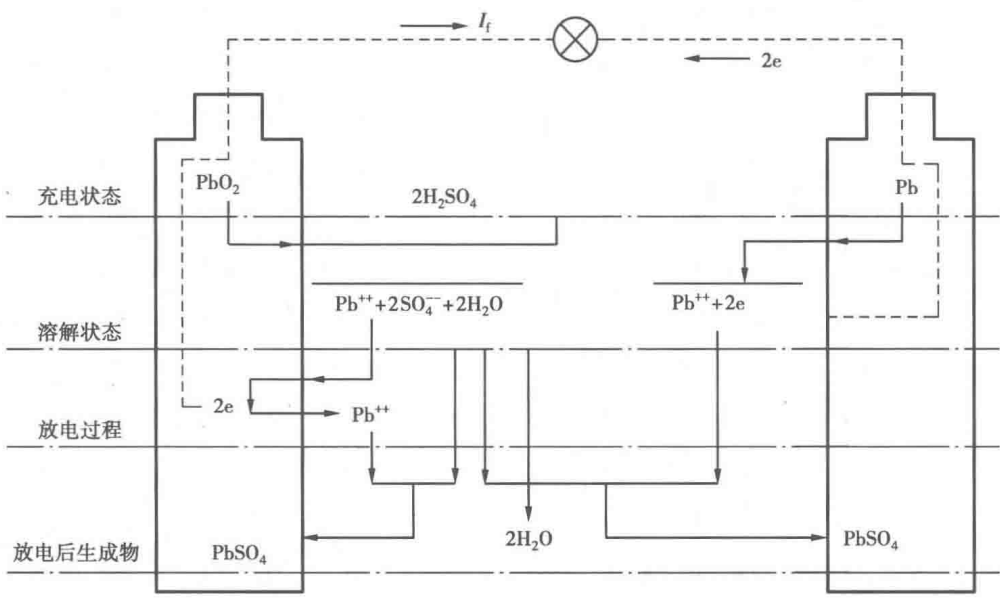


图 1-3 铅蓄电池放电过程

负极板处的 Pb , 有少量溶于电解液生成二价铅离子 Pb^{++} , 而在负极板上留下两个电子 2e , 使负极板具有负电位, 约为 -0.1 V。所以在外电路未接通时, 这种运动达到相对平衡状

态,蓄电池的电动势 E 约为

$$E = 2.0 \text{ V} - (-0.1 \text{ V}) = 2.1 \text{ V} \tag{1-2}$$

若将外电路接通,则电动势 E 使电路内产生电流 I_f ,电子 e 从负极板通过外电路流往正极板,与 Pb^{++++} 结合生成 Pb^{++} , Pb^{++} 与 SO_4^{--} 结合生成 PbSO_4 而沉附在正极板上,使正极板电位降落,其化学反应方程式为



在负极板处 Pb^{++} 与 SO_4^{--} 结合,生成 PbSO_4 而沉附在负极板上。

综上所述,铅蓄电池的放电过程可归纳为图 1-3 所示。

在外部电流继续流通时,正负极板上的活性物质 PbO_2 和 Pb 将不断转化为 PbSO_4 ,电解液中的 H_2SO_4 逐渐减少,而 H_2O 逐渐增多,理论上这种运动过程将进行到极板上所有活性物质都转变为 PbSO_4 为止。但电解液不能渗透到极板活性物质最内层中去,在使用中,所谓放完电的蓄电池,极板上的活性物质只有一部分转变为硫酸铅。

1.2.2 充电过程

充电时,蓄电池的两极板接通直流电源,充电电源的端电压高于蓄电池的电动势,于是电流 I_c 将以放电电流相反方向通过蓄电池,如图 1-4 所示。

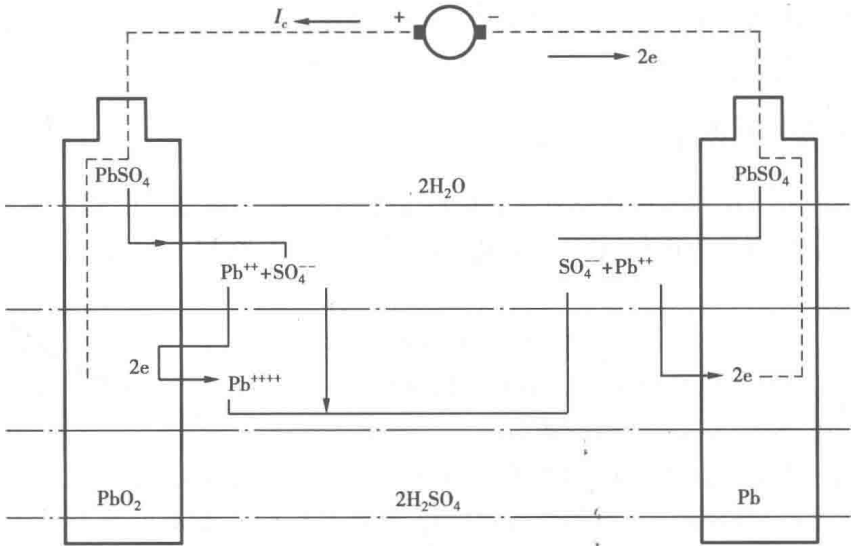


图 1-4 铅蓄电池的充电过程

正极板处有少量 PbSO_4 溶于电解液中,产生 Pb^{++} 和 SO_4^{--} ,由于电源的作用使沉附在正极板处的 Pb^{++} 失去两个电子变为 Pb^{++++} 回到溶液中,即



Pb^{++++} 与 2SO_4^{--} 结合生成 PbSO_4 ,再与水作用生成 PbO_2 和 H_2SO_4 , PbO_2 沉附于正极板上。

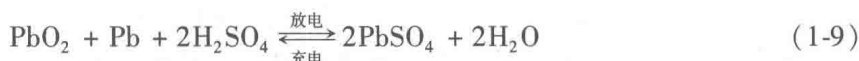




负极板处也有少量 PbSO_4 溶于电解液中产生 Pb^{++} 和 SO_4^{--} ，由于电流作用使沉附于负极板处的 Pb^{++} 获得两个电子变成金属铅 Pb 。

由上述蓄电池的充放电时的化学反应过程，可以得出如下结论：

1) 蓄电池在充放电过程中，其内部活性物质是处于化合和分解的矛盾运动中，略去中间的化学反应，这一运动过程可表示为



蓄电池在放电时，电解液中的硫酸逐渐减少而水增多，电解液比重下降，充电时，恰好相反，故可通过测量电解液比重来判断蓄电池的充放电程度。

2) 在充放电时，电解液比重发生变化，主要是由于正极板处活性物质化学反应的结果，因而要求正极板处电解液的流动性要好，隔板的结构和安装应特别注意。

3) 蓄电池放电终了时，实际上只有少部分活性物质转变为硫酸铅。因此，要减轻蓄电池重量，提高其供电能力，应设法提高极板的孔隙度，减小极板厚度，以提高活性物质的利用率。

1.3 蓄电池的工作特性

要使蓄电池得到合理使用，必须掌握它的工作特性，即蓄电池的电动势、内阻、充放电特性和容量等的变化规律。

1.3.1 电动势和内阻

在蓄电池内部工作物质的运动处于暂时的平衡状态时，蓄电池的电动势称为静止电动势，其大小取决于电解液的比重和温度，静止电动势 E_j 在 15°C 时和电解液的比重关系可近似表示为

$$E_j = 0.84 + \gamma_{15^\circ\text{C}} \quad (1-10)$$

$$\gamma_{15^\circ\text{C}} = \gamma_t + 0.00075(t - 15) \quad (1-11)$$

式中 $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ —— 15°C 时电解液的比重。

蓄电池的内阻包括极板、隔板、电解液、连接条和极桩等的电阻。

电解液的电阻与电解液的温度和比重有关，比重为 1.2 时，硫酸的电离最好，粘度较小，电阻也最小，所以适当采用低比重和提高温度，对降低蓄电池的内阻是很有意义的，尤其是在冬季。总之，铅蓄电池的内阻是很小的，因此，可以获得较大的输出电流，适应起动需要。

1.3.2 蓄电池的充电特性

蓄电池的充电特性是指在恒流充电过程中蓄电池的端电压 U_c 、电动势 E 和电解液比重 $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ 随时间的变化规律，如图 1-5 所示。

在充电过程中，蓄电池电解液比重 $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ 和静止电动势 E_j 与充电时间成直线关系增长，端电压 U_c 不断上升，并且总大于电动势 E ，因为加在正负极桩上的端电压，必须克服电动势 E 和内阻压降 $I_c R_n$ ，电流才能通过。即

$$U_c = E + I_c R_n \quad (1-12)$$

在充电开始瞬间,电动势 E 和端电压 U_c 迅速上升,然后缓慢上升到 2.3 ~ 2.4 V,开始产生气泡,并逐渐增多,形成沸腾现象,接着电压急剧上升到 2.7 V,以后便不再上升,如此时切断电源, U_c 逐渐降低到 E_j 数值。端电压 U_c 如此变化的原因可作如下解释:开始接通充电电流时,极板孔隙表层迅速生成硫酸,使孔隙中电解液比重增大, U_c 和 E 迅速上升,当继续充电至孔隙内硫酸所产生的

速度和向外扩散速度达到平衡时, U_c 和 E 就随整个容器内电解液比重的上升而缓慢上升。当电压达到 2.3 ~ 2.4 V 时,极板上可能参加变化的活性物质,差不多全部恢复为二氧化铅和纯铅了。继续通电,便使电解液中水又分解,产生氢气和氧气,以气泡的形式剧烈放出,形成沸腾现象。由于产生的氢气是以离子状态 H^+ 集结在溶液中负极板处,来不及立即全部变为气泡而泄出,使溶液和极板之间产生了约 0.33 V 的附加电压,因而使 U_c 上升到 2.7 V 左右,此时应切断电源,如继续通电,不但不能增加蓄电池的储电容量,反而使极板受到损害。由上述可知,判断蓄电池充足电的现象是:

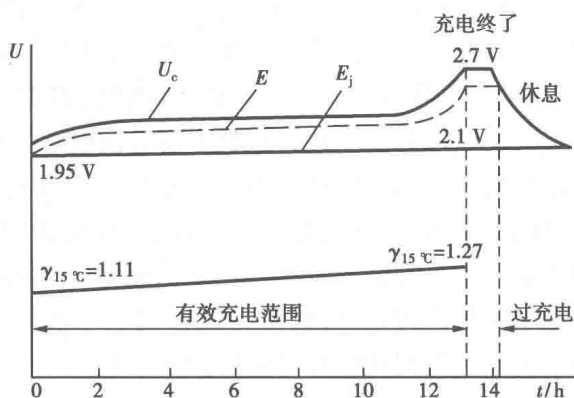


图 1-5 蓄电池的充电特性

①端电压上升到最大值,且两小时内不再增加;②电解液比重上升到最大值,且两小时内不再增加;③蓄电池激烈地放出大量气泡,电解液沸腾。

1.3.3 蓄电池的放电特性

蓄电池的放电特性是指在恒流放电过程中,蓄电池端电压 U_f ,电动势 E 和电解液比重 γ_{15}^{20} 随放电时间的变化规律。如图1-6所示,在放电过程中,电解液比重 γ_{15}^{20} 是直线下降的,从 1.27 降至 1.11,这是因为,在恒流放电时,在单位时间内,蓄电池内部活性物质与电解液进行化学反应的速度是一定的,这时所消耗的硫酸和生成的水与放电时间成正比。因而可用测量电解液比重来判断蓄电池的放电程度,一般 γ_{15}^{20} 每下降 0.04,则蓄电池约放电 25%。

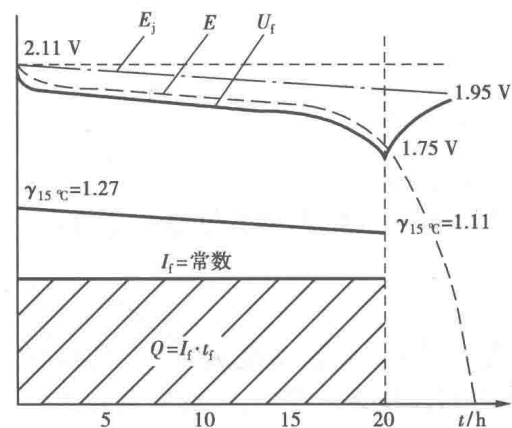


图 1-6 蓄电池放电特性

因静止电动势 E_j 与 γ_{15}^{20} 成正比,故 E_j 也成直线下降。在放电时, U_f 总是小于 E ,即

$$U_f = E - I_f R_n \quad (1-13)$$

放电开始时, U_f 从 2.11 V 迅速下降到 2 V 左右,接着缓慢地下降到 1.85 V,然后迅速下降到 1.75 V,此时应该终止放电,若再继续放电,电压将急剧下降到零。对外不能供电,对蓄电池也有损害,此时若切断电流,电动势可逐渐上升到 1.95 V。 U_f 之所以如此变化,理由与充

电情况相似,开始接通负载时,电池内部产生化学反应,极板孔隙内的硫酸迅速消耗,水增加,比重下降,引起 U_f 和 E 迅速下降。此时,由于孔隙内电解液比重低于容器内其他地方电解液比重,容器内电解液便向孔隙渗透,当极板孔隙内消耗掉的硫酸和渗透入的硫酸达到平衡时,蓄电池的端电压和电动势将随整个容器内电解液比重的降低而缓慢下降,放电接近终止时,极板的活性物质大部分已转变为 $PbSO_4$ 而积聚在孔隙内。因 $PbSO_4$ 的比重较 PbO_2 和 Pb 的比重小,体积有所增大将极板的孔隙堵塞,容器中电解液渗入极板内层困难,使极板孔隙中的电解液比重迅速下降, U_f 和 E 也迅速下降,若不立即停止放电,电压将急剧下降至零。

蓄电池是否放完电,通常可以由两个参数来判断:①单格电池电压降到放电终止电压;②电解液比重降到最小许可值,约为 1.11。

容许的放电终止电压与放电的电流强度有关,放电电流越大,则放完电的时间越短,允许的放电终止电压也越低,如表 1-3 所示。

表 1-3 放电电流与终止电压

放电电流/A	$0.05Q_e$	$0.1Q_e$	$0.25Q_e$	Q_e	$3Q_e$
连续放电时间/h	20	10	3	0.5	0.083
单格电池终止电压/V	1.75	1.70	1.65	1.55	1.5

表中 Q_e 为蓄电池的额定容量。

1.4 蓄电池的容量

蓄电池的容量就是指在放电允许的范围内蓄电池输出的电量,即容量 Q 等于放电电流与放电时间的乘积

$$Q = I_f \cdot t_f \tag{1-14}$$

蓄电池的容量与放电电流的大小及电解液的温度有关,因此,蓄电池厂规定的标称容量,是在一定的放电电流,一定的终止电压和一定的电解液温度下取得的,标称容量有两种:额定容量和起动容量。

1.4.1 额定容量 Q_e

额定容量是指完全充足电的蓄电池,在电解液平均温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况下,以 20 h 放电率放电至单格电压降至 1.75 V 时,所输出的电量。

1.4.2 起动容量

起动容量是表征蓄电池在发动机起动时供电能力,一般分常温和低温两种。

- 1) 常温起动容量,即电解液平均温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,以 5 min 放电率的电流(即 $3Q_e$ 电流)放电至单格电压下降到 1.5 V 时所输出的电量。
- 2) 低温起动容量,即电解液平均温度为 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,以 $3Q_e$ 电流放电至单格电压下降至 1 V

所输出的电量。

蓄电池的容量越大,可提供的电能就越多,因此,它是检验蓄电池质量的重要指标之一。

1.4.3 影响蓄电池容量的因素

1. 放电电流

随着放电电流的加大,蓄电池的容量和端电压将随之减小。这是因为放电时,正负极板的 PbO_2, Pb 都转变为 PbSO_4 , 由于 PbSO_4 比重较小, 因此随着 PbSO_4 的析出, 极板孔隙逐渐缩小, 使容器中的硫酸渗入困难, 且当放电电流增大时, 化学反应速度加快, PbSO_4 堵塞孔隙的速度也加快。由于孔隙中电解液比重迅速下降, 使极板内部的大量活性物质不能参与化学反应, 蓄电池的实际输出容量减小。

由此可见, 如果长时间接通起动机, 就会使蓄电池的端电压急速下降至终止电压, 输出容量减小, 且使蓄电池过早损坏。因此, 在使用中接通起动机的时间不允许超过 5 s, 两次起动时间要相隔 15 s 以上, 使电解液充分渗入极板内层, 以提高蓄电池的使用寿命。

2. 电解液温度

在一定的放电电流下, 温度降低则容量减小。这是由于温度降低时, 电解液的粘度增加, 渗入极板内部困难, 同时电阻增大, 蓄电池端电压降低, 因此容量减小。

蓄电池的额定容量是在 +30℃ 时的容量, 温度每降低 1℃, 缓慢放电时的容量约减少 1%, 迅速放电时约减少 2%, 不同温度下的容量可用下式换算成 30℃ 时的容量

$$Q_{30^{\circ}\text{C}} = \frac{Q_t}{1 + 0.01(t - 30)}$$

(1-15)

式中 Q_t ——电解液平均温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时的实测容量 ($\text{A} \cdot \text{h}$)。

由于温度对蓄电池容量和端电压有很大影响, 因此在寒冷地区冬季, 会给停车带来一定的困难, 特别是起动时, 由于低温和强电流放电蓄电池端电压下降较多, 容易造成点火困难, 故应装蓄电池保温装置。

3. 电解液比重

提高电解液比重, 可以提高铅蓄电池的电动势和容量。但电解液比重过大, 又将导致粘度增加和内阻增大, 反而会使蓄电池容量减小。实践证明, 电解液比重偏低, 有利于提高放电电流和容量, 有利于延长蓄电池使用寿命, 冬季在不使电解液结冰的前提下, 也应尽可能采用稍低的电解液比重。

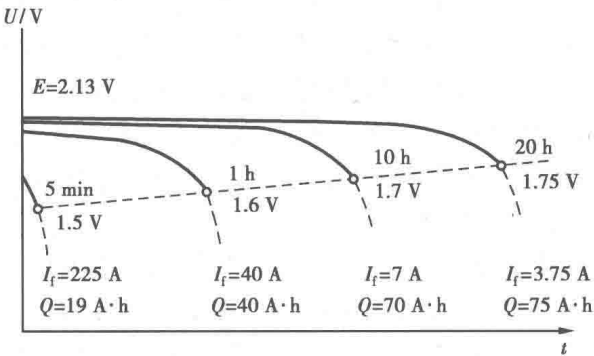


图 1-7 放电电流对容量的影响