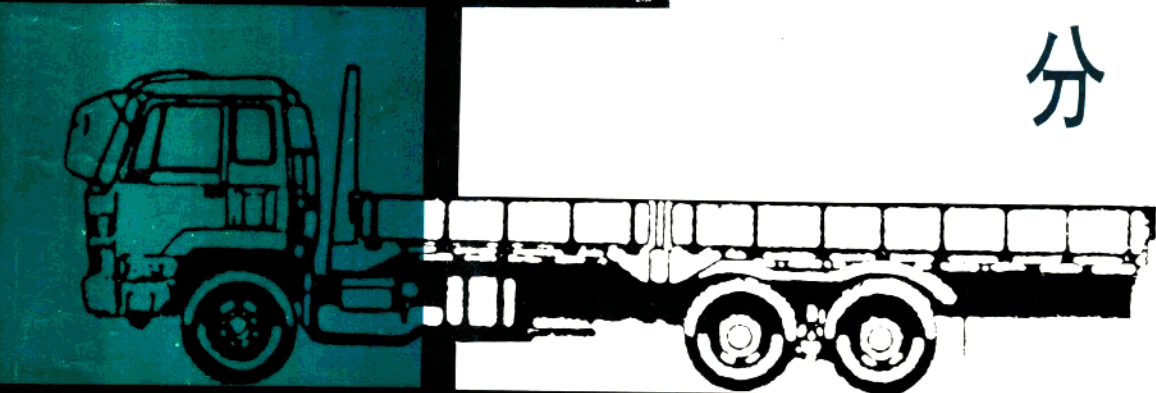


汽车构造

电气部分

朱宏主编



上海科学技术出版社



前 言

本书是根据解放军汽车管理学院多年来在“汽车构造”课程教学经验基础上形成的系列教材。主要讲述现代汽车的构造及工作原理,作为专业教材,也可供汽车运输管理人员及汽车修理工和驾驶员参考。

汽车类型繁多,构造复杂。本书从基本结构和原理出发,重点讲解汽车的结构特点,并力图通过几种典型车型的分析阐述,使读者掌握汽车结构的一般规律。

全书分发动机、底盘和电气三部分,分三册出版。

发动机部分由蒋耘农主编。参加编写的有:蒋耘农(概述和第一、二、五章)、王军(第四、七章)、张子强(第三、六、八章)。

底盘部分由吴社强主编。参加编写的有:吴社强(第十章)、王忠仪(第三、四章)、刘志伟(第五、六、七、八、九章)、畅静文(第一、二章)。

电气部分由朱宏主编。李俄收(第一、二、八章)、朱宏和刘文鸿(第三、四、五章)、朱宏和汤根沐(第六、七章)。

全书由周志斌副教授负责主审工作,周志斌、马金贵、刘立荣、田沛然等四位副教授组成了审稿小组,刘立荣主审发动机部分;马金贵主审底盘部分;田沛然主审电气部分。

本书的《电气部分》在编写过程中,突出了军用车辆电气设备的特点和使用要求。同时为了适应电子技术在汽车上日益广泛应用的需要,对汽车电子设备的部分内容及电子控制装置作了介绍。在内容上力求做到系统、详尽,使学员对汽车电气设备有一个完整的了解,书中有“*”号者可作为选学或自学的内容。在编写过

程中参考了有关资料、论文和专著并得到有关工厂、院校及汽车制造厂军代室的大力支持和帮助,同时还得到本院电气教研室同志们的积极支持和帮助,在此一并表示感谢!

编著者

一九九六年七月

目 录

绪论	(1)
----------	-----

第一章 蓄电池	(3)
第一节 蓄电池的工作原理	(4)
第二节 蓄电池的构造	(7)
第三节 蓄电池的工作特性	(11)
第四节 蓄电池的容量及其影响因素	(14)
第五节 蓄电池常见故障及预防	(17)
第六节 蓄电池的充电	(19)
第七节 蓄电池的检测与使用	(24)
* 第八节 新型蓄电池特点	(29)

第二章 交流发电机及调节器	(31)
第一节 交流发电机的工作原理	(31)
第二节 交流发电机构造	(33)
第三节 交流发电机的激磁方式和工作特性	(37)
第四节 交流发电机电压调节器的分类	(40)
第五节 电磁振动式电压调节器	(41)
第六节 电磁振动式电压调节器实例	(46)
第七节 电子电压调节器	(52)
* 第八节 其他类型的交流发电机	(57)
第九节 交流发电机及调节器的使用与保养	(59)
* 第十节 直流发电机及调节器	(65)

第三章 起动机	(72)
* 第一节 发动机的起动条件	(72)
第二节 直流电动机	(73)
第三节 起动机的构造与工作	(76)
第四节 起动机保护电路	(84)
* 第五节 其他形式起动机介绍	(86)
第六节 起动机的使用与检验	(96)

第四章 点火系统	(102)
* 第一节 对点火系的要求	(102)
第二节 传统点火系组成及工作原理	(103)
第三节 传统点火系工作特性	(105)
第四节 传统点火系构造	(109)
第五节 传统点火系的使用与检验	(122)
第六节 新型点火装置	(129)

第五章 照明与信号装置	(138)
第一节 汽车照明灯和信号灯	(138)
第二节 灯光继电器	(143)
第三节 灯光控制开关	(144)
第四节 闪光器	(147)
第五节 电喇叭	(149)
第六节 汽车报警信号装置	(151)

第六章 汽车仪表与辅助装置	(156)
第一节 仪表	(156)
第二节 风窗括水、清洗和除霜装置	(162)
第三节 起动预热装置	(166)
第四节 电动燃油泵	(168)
第五节 暖风及无线电减扰装置	(170)

* 第七章 汽车电子控制装置	(172)
第一节 电子控制燃油喷射装置	(172)
第二节 电子控制自动变速器	(180)
第三节 电子控制防抱死制动装置	(185)

第八章 汽车电气设备总线路.....	(191)
第一节 电路保护装置.....	(191)
第二节 电线束.....	(193)
第三节 全车线路.....	(195)
附录:主要参考资料	(199)

绪 论

《汽车电气设备》是介绍汽车电气的用途、原理、构造及使用和维护的一门专业课程。汽车电气是汽车的重要组成部分,其工作性能的优劣对汽车的动力性、经济性及排气净化等均具有重要影响。汽车的使用效率在很大程度上取决于电子设备的工作可靠性。

汽车是在不断颠簸、震动、高温、严寒、潮湿、泥泞等恶劣条件下工作的,这将会加速导线的老化和电器的损坏。为了充分发挥汽车的经济性、工作可靠性和行驶的安全性,不但要有比较完善的结构,而且还要给予正确合理的使用与维护。因此,坚持理论联系实际,扎扎实实地学好这门课程,对于管理和使用车辆的专业人员来说是十分必要的。

一、汽车电气设备的组成

汽车电气设备一般都由电源装置和用电设备两大部分组成。

1. 电源装置:包括蓄电池、发电机及调节器。发电机与蓄电池并联工作,发电机是主要电源,用来向用电设备供电和向蓄电池充电。蓄电池是辅助电源,主要用来向起动机提供电流以起动发动机;当发电机不工作时向用电设备供电;并在发电机过载时,协助发电机供电。

2. 用电设备:汽车上的用电设备数量较多,大致可分为以下几种:

(1) 起动装置——包括直流电动机、传动机构、操纵装置等;

(2) 点火装置——用于点燃式的汽油发动机上,包括传统点火系统或电子点火系统的全部组件(压燃式的柴油发动机无此装置);

(3) 照明装置——包括车内外各种照明灯;

(4) 辅助电器——包括电喇叭、转向信号系统、检测系统(各种仪表及传感器)、雨刮器、低温起动预热装置、空调器、收音机、报警装置、玻璃升降器和点烟器等;

(5) 电子控制装置——包括电子控制燃油喷射装置,电子控制自动变速装置,电子控制防抱死制动装置等。

二、汽车电气设备的特点

1. 低压:通常汽车电气系统标称电压为12V或24V的低压供电系统。其优点是安全性好,

设备结构尺寸小重量轻。

2. 直流:采用直流系统是因为汽车的起动和停止时所用的电都是由蓄电池作为电源。特别是起动发动机时,蓄电池是最方便的电源,而行驶中又需要发电机对蓄电池进行充电。

3. 单线制:汽车上所有用电设备都是并联的。从电源到用电设备仅用一根导线连接,另一根导线则用车体代替。采用单线制网路不仅节省导线,使网路简化,而且便于安装检修,电器机件也无需与车体绝缘。

单线制网路中与车体相接的导线称为搭铁线。按国家机械工业部部颁标准 GB2261—77 《汽车拖拉机用电气设备技术条件》的规定,国产汽车电气系统为负极搭铁。

三、汽车电气设备的发展

随着科学技术的发展及汽车性能、结构的不断提高和改进,汽车电气方面亦有许多改革和创新。如免维护蓄电池、高转矩起动机、宽间隙火花塞、卤素灯泡等。

近年来,电子技术在汽车上大量应用,自动控制项目越来越多。在国内交流发电机已取代直流发电机。晶体管调节器、晶体管高能点火系统、晶体管闪光器和汽油泵,都已广泛使用。国外开始广泛使用电子变速系统、电子控制燃油喷射装置、以及车轮防抱死制动系统。雷达自动控制、排气控制、燃油计量、故障判断、报警装置等,亦日趋电子化。汽车上电子设备数量不断增加,汽车电气设备也日趋复杂。集成电路及微型电子计算机也将逐步广泛地应用于汽车。因此,汽车电气设备随着汽车技术的发展亦将起着越来越重要的作用。

第一章 蓄 电 池

蓄电池是一种化学能低压直流电源,其内部化学反应是可逆的,它既能将化学能转变为电能,也能将电能转变为化学能。

蓄电池可分为两大类:碱性蓄电池和酸性蓄电池。不管哪种蓄电池,用在汽车上都必须满足起动发动机的需要,即在短时间(5~10S)内供给起动机强大电流(一般汽油车 200~600A,柴油车可达 1000A)。铅酸蓄电池结构简单、内阻小、电压稳定、起动性能好,且价格低廉,在汽车上得到广泛应用。

蓄电池在汽车上与另一电源发电机并联向用电设备供电,连接线路如图 1-1 所示。

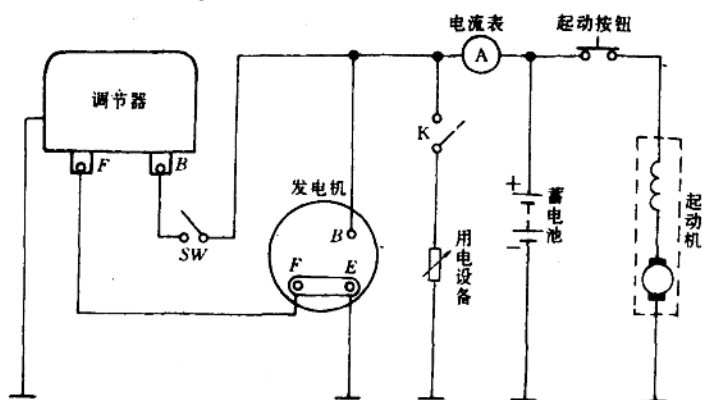


图 1-1 汽车并联线路

蓄电池的作用如下:

1. 起动发动机时,向起动机和点火装置供电。
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(使用的用电设备较多)时,协助发电机向用电设备供电。
4. 在发电机电压高于蓄电池电动势时,可将发电机剩余的电能转变为化学能储存起来。

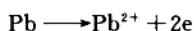
除此之外,蓄电池还相当于一只大容量的电容器,工作中不断吸收电路中出现的瞬时过电压,保护电子元件不被损坏。

第一节 蓄电池的工作原理

蓄电池是依靠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)来工作的,其工作原理是双极硫酸盐化理论(简称双硫化理论)。

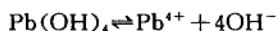
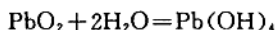
一、电动势的建立

根据双硫化理论,当正、负极板浸入电解液后,负极板处有少量纯铅 Pb 溶于电解液中,生成带正电荷的铅离子 Pb^{2+} 而将两个电子 $2e$ 留在极板上,使负极板带负电荷。即:



于是在极板与电解液之间产生电位差并形成电场。随着 Pb 的溶解,极板上电子和电解液中 Pb^{2+} 的增多,电场将逐渐增强。与此同时,由于正、负电荷的吸引作用,有些 Pb^{2+} 不断沉附于极板表面并与电子结合变成 Pb ,这个过程随 Pb 溶解浓度的增加而加快。当上述“溶解”和“结合”这两个过程达到“动态平衡”时,负极板相对于电解液的电位约为 -0.1V 。

在正极板处,少量二氧化铅(PbO_2)溶入电解液,与水(H_2O)作用生成 $\text{Pb}(\text{OH})_4$,然后再游离成四价的铅离子 Pb^{4+} 和氢氧根离子 OH^- 。即:



四价的铅离子 Pb^{4+} 沉附于极板表面,氢氧根离子 OH^- 留在电解液中,使正极板与电解液之间产生电位差,形成了电场。同样,由于电场的作用, OH^- 与 Pb^{4+} 也能复合生成 PbO_2 和 H_2O 。当溶解和复合的两个过程达到“动态平衡”时,正极板相对于电解液电位约 $+2.0\text{V}$ 。

因此,当外电路未接通、电化学反应达到相对平衡状态时,蓄电池的电动势 E 约为:

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

二、放电过程

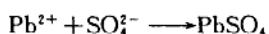
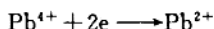
蓄电池将化学能转换成电能的过程称为放电过程。

蓄电池的放电过程如图 1-2 所示。当蓄电池接上负载时,在电动势的作用下,电流 I 便从正极经负载流向负极(电子从负极移向正极)。原来的相对平衡状态被破坏。极板物质开始溶解。

电解液中 H_2SO_4 的电离过程为:



在正极板处, Pb^{4+} 获得两个电子变成 Pb^{2+} , Pb^{2+} 与电解液中的硫酸根离子 SO_4^{2-} 结合生成 PbSO_4 沉附在正极板上。即:



在负极板处,铅失去电子 $2e$,使它对 Pb^{2+} 的约束作用减弱,所以 Pb^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合生成

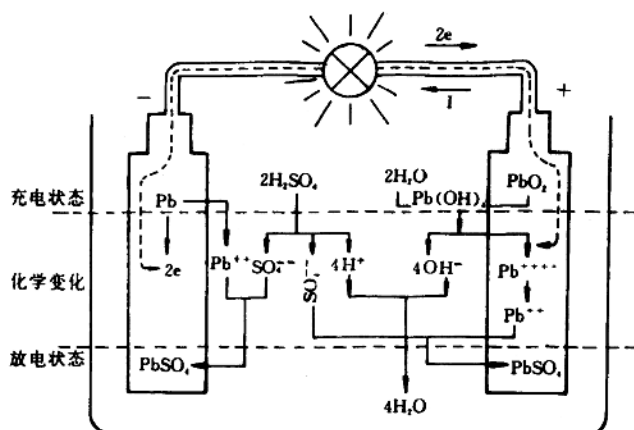
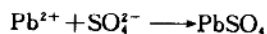
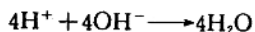


图 1-2 放 电 过 程

PbSO_4 而沉附于负极板上。即：



电解液中，氢离子 H^+ 与氢氧根离子结合生成水。即：



如果外电路不被切断，上述化学反应将继续进行，正极板上 PbO_2 和负极板上的 Pb 将逐渐转变成 PbSO_4 ，电解液密度不断下降。

三、充电过程

蓄电池将电能转变成化学能的过程称为充电过程，如图 1-3 所示。充电电源为直流电源，蓄电池正极接充电电源的正极，蓄电池的负极接充电电源的负极。

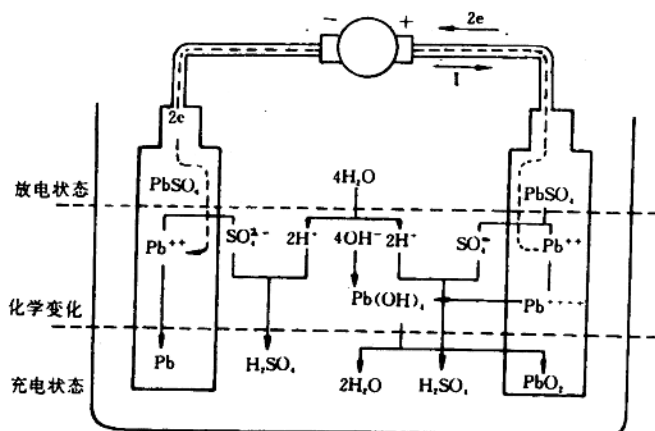
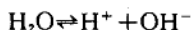
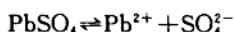
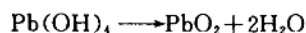
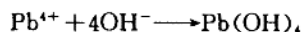
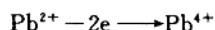


图 1-3 充 电 过 程

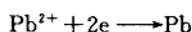
在未接通外电路时,正、负极板上少量的 PbSO_4 和电解液中的 H_2O 发生电离。即:



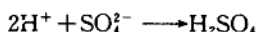
接通外电路,电流 I 便从蓄电池正极流入、负极流出,电子则从蓄电池正极流出、负极流入。在正极板处,正二价铅离子失去两个电子变成正四价铅离子 Pb^{4+} , Pb^{4+} 与电解液中的氢氧根离子结合生成氢氧化铅 $\text{Pb}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$ 又分解成 PbO_2 和 H_2O , PbO_2 沉附在正极板上。即:



在负极板处,正二价铅离子得到两个电子 $2e$ 变成 Pb 并沉附在负极板上。即:



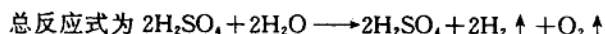
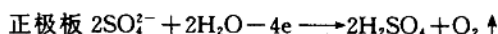
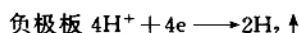
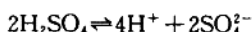
在电解液中氢离子 H^+ 与硫酸根离子 SO_4^{2-} 结合生成硫酸。即:



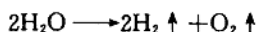
由此可见,在充电过程中,正、负极板上的硫酸铅 PbSO_4 将逐渐转变成二氧化铅 PbO_2 和纯铅 Pb ,电解液中的硫酸不断增多,电解液密度不断增大。

充电末期, PbSO_4 已基本还原成 PbO_2 和 Pb ,部分充电电流将电解水,使正极板处冒出氧气,负极板处冒出氢气。因此,在充电接近终了时,应以小电流充电为宜。

此时,电解水的化学反应方程式如下:

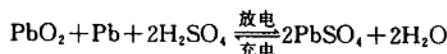


由上式可见,实际上电解的是水:



由上述蓄电池在充、放电过程中的化学反应,可以得出以下结论:

1. 蓄电池在整个充、放电过程中,如果略去中间的化学反应,总的反应方程式是:



充、放电前后极板物质及电解液的变化情况如表 1-1 所示。

表 1-1 蓄电池充放电过程中的变化概况表

蓄电池状况	正极板	负极板	电解液及其密度	
			硫酸	密度增大
完全充电	二氧化铅	铅	↓放电 ↑充电	↓放电 ↑充电
完全放电	硫酸铅	硫酸铅	水	密度减小

2. 充、放电时电解液密度发生变化,主要是正极板处的活性物质发生化学反应的结果。因此,要求正极板处电解液储量要多,流动性要好。

3. 理论上讲,放电终了时,正、负极板上的活性物质全部转变成 PbSO_4 ,而实际上极板表层生成的硫酸铅 PbSO_4 堵塞了极板的孔隙,使极板内层的活性物质不能参与化学反应,致使只有 50%左右的活性物质变成了硫酸铅,因此采用薄型极板、增加多孔性,提高极板活性物质的利用率是现代蓄电池的发展方向。

第二节 蓄电池的构造

蓄电池由 6 个单格(或 3 个单格)串联而成。每个单格的标称电压为 2V,其构造如图 1-4 所示。它主要由极板、隔板、电解液和外壳等组成。

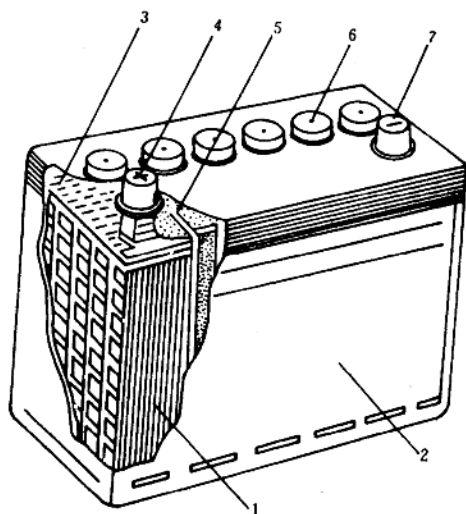


图 1-4 蓄电池构造

1. 极板组;2. 外壳;3. 防护网;4. 正极接线柱;5. 隔板;6. 加液孔盖;7. 负极接线柱

一、极板

极板是由铅锑合金铸成栅架,再在栅架上填充活性物质经化成处理而成,如图 1-5 所示。正极板上的活性物质是二氧化铅,呈深棕色,负极板上的活性物质是海绵状纯铅,呈青灰色。为使极板活性物质具有良好的多孔性,使电解液能够渗入到极板内部,提高活性物质的利用率,常在负极板中加入少量的腐殖酸、木素磺酸钠等。

铅锑合金的栅架中,锑的含量为 5~7%。加入锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。但铅锑合金耐电化学腐蚀性能较差,使蓄电池的使用寿命缩短,因而各厂家正在寻求降低含锑量的途径。

国产极板的厚度为 2~2.4mm,国外多采用薄型极板,其厚度为 1.1~1.5mm。薄型极板对提高蓄电池的比容量(极板单位尺寸所提供的能量)和改善起动性能都是很有利的。

将一片正极板和一片负极板浸入电解液中,可得到 2V 左右的电动势,是由极板材料决定

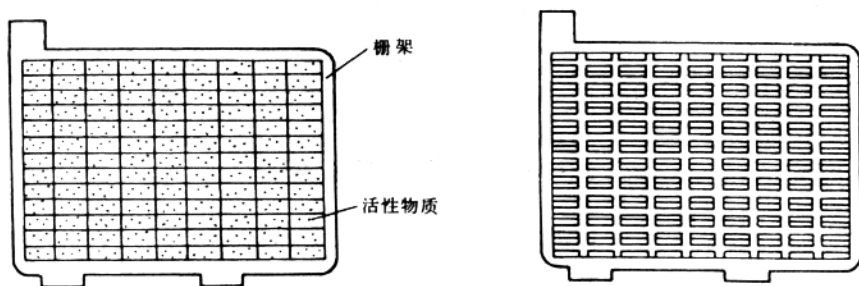


图 1-5 栅架与极板

的。为了增大蓄电池的容量和获得适当的尺寸，将多片正、负极板分别并联，用横板焊接组成正负极板组，横板上联有极柱，如图 1-6 所示。各片间留有间隙，安装时正、负极板相互嵌合，中间插入隔板，如图 1-7 所示。每单格中，负极板的数量总比正极板多一片，这是因为正极板活性物质较疏松，机械强度差，负极板多一片便把正极板都夹在负极板之间。这样可以保证在充、放电过程中，使正极板两侧化学反应程度趋于一致，以减轻正极板的翘曲和活性物质的脱落。

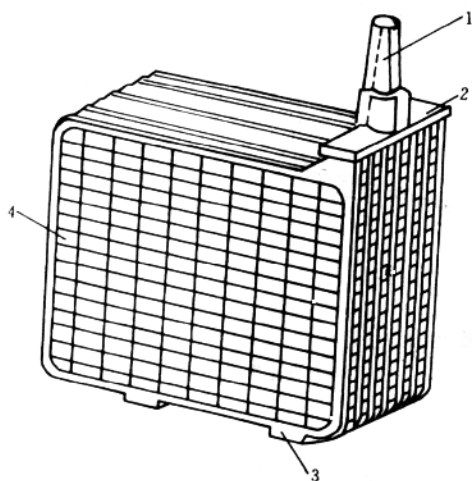


图 1-6 极板组

1. 极柱；2. 横板；3. 支承突起；4. 极板

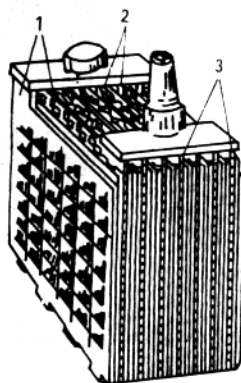


图 1-7 正负极板组

1. 极板；2. 隔板；3. 横板

二、隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸，蓄电池内部正、负极板应尽量靠近。为了避免彼此接触而短路，正、负极板之间用隔板隔开。

隔板既要绝缘性能好、多孔性好（以便电解液流动，减小内阻），又要具有一定的机械强度及耐酸、耐热和抗氧化性能。

隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料等几种。木质隔板耐酸性能差，易发黑变脆，现已很少使用。

隔板通常做成一面有槽,一面平滑。安装时,有槽的一面应垂直面向正极板,使正极板附近电解液较多,且易于流动;充电时气泡可沿槽上升;脱落的物质沿槽下降。

有的蓄电池采用袋装式隔板,把正负极板包装起来,不仅更好地防止了正负极板短路,而且能有效地减少活性物质脱落。

三、电解液

电解液是由专用硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成。在一般工业用硫酸和非蒸馏水中都含有有害杂质,绝对不能使用,否则会引起自放电,缩短蓄电池的使用寿命。

电解液密度的大小直接影响着蓄电池的工作性能。使用时应根据季节和地区进行选择。为了提高蓄电池的电动势和防止蓄电池结冰,寒区、冬季应选用密度较高一些的电解液;为了减少极板硫化,防止隔板早期损坏,热区、夏季应选用密度较低一些的电解液。

在我国电解液密度一般在 $1.24 \sim 1.30 \text{g/cm}^3$ 之间。

四、外壳

蓄电池外壳用来盛放电解液和极板组。它具有耐酸、耐热、抗震等性能。一般用硬橡胶或聚丙烯塑料等材料制成整体式结构。

壳内由间壁分成6个(或3个)互不相通的单格,底部有凸起的筋条以放置极板组。筋条间的空隙用来积存脱落下来的活性物质,以防止极板间短路(采用袋式隔板脱落物积存在袋内,不需要筋条)。

每个单格的盖子中间都有加液孔,可用来检查液面高度和测量电解液密度。加液孔塞中心设有通气孔,以便蓄电池化学反应时放出的气体随时逸出。在极板组上部装有耐酸塑料保护网,以防极板上部被损坏。

蓄电池各个单格间用连接板连接,两端引出两个极柱,以便连接引出线。为了便于识别正负极柱,极柱上常标有“+”、“-”号或在正极柱上涂有红漆,使用过的蓄电池,极柱接近极板颜色,正极柱为深棕色,负极柱为浅灰色。

连接板装在盖上是传统的连接方式。这种联接方式浪费材料,而且使电池的内阻增大,现在多采用穿壁式连接,可以大大缩小连接板的尺寸,如图1-8所示。

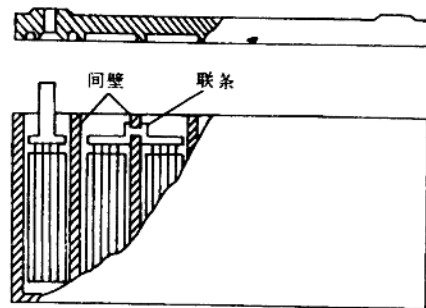
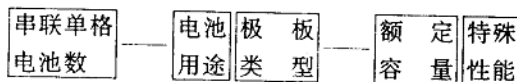


图 1-8 单格间穿壁式连接示意

五、蓄电池的型号

蓄电池外壳上通常都有型号标志,用来说明其特征和性能。其型号编制含义由五个部分组成:



1. 第一部分表示串联单格数,用阿拉伯数字表示。
2. 第二部分表示电池用途,起动型蓄电池用“Q”表示。
3. 第三部分表示极板类型(一般略去不用),如干式荷电蓄电池,则以字母“A”表示。
4. 第四部分指 20 小时放电率额定容量,用阿拉伯数字表示,不带容量单位。
5. 第五部分指特殊性能,如高起动率的电池以字母“G”表示。

型号举例:

6—Q—105:表示由六只单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 105 安时的起动用铅蓄电池。

6—QA—60G:表示由 6 只单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 60 安时,起动用干式荷电极板、高起动率铅蓄电池。

根据国家 GB5008.2—91《起动用铅酸蓄电池产品品种和规格》规定,塑料槽下固定式蓄电池品种和规格如表 1-2 所示。

表 1-2 汽车用塑料槽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 (A)	最大外形尺寸(mm)		
					L	b	h
1	12	36	52	144	218	175	175
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
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
11	12	135	260	405	513	189	223
12	12	165	342	495	513	223	223

选用蓄电池时,其电压必须与汽车电系的额定电压一致,而且要有足够大的容量,才可以保证发动机可靠的起动。蓄电池的选择可参照表 1-3 进行。

表 1-3 国产汽车常用蓄电池选型举例

车 型	发动机		铅蓄电池				
	功率 (kw)	转速 (r/min)	型号	额定电压 (V)	额定容量 (A·h)	数 量 (个)	连接方式
CA1091	99	3000	6—QA—100	12	100	1	/
EQ1090	99	3000	6—Q—105	12	105	1	/
CA10B	70	2800	3—Q—120	6	120	2	串联
BJ2020	55	3800~4000	6—Q—60	12	60	1	/
NJ230	58	3300	3—Q—75	6	75	2	串联
JN1150	118	1800	6—Q—165	12	165	2	串联

第三节 蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性是指蓄电池在充放电过程中,电动势、端电压和电解液密度随时间的变化规律。

一、静止电动势

蓄电池在静止状态(不充电不放电)下,正、负极板之间的电位差,称为静止电动势。其大小除决定于极板的材料外,还与电解液密度、温度有关,在密度 $1.05 \sim 1.30 \text{g/cm}^3$ 范围内,可以用下述经验公式计算其近似值:

$$E_0 = 0.85 + \gamma_{25^\circ\text{C}} \quad (1-1)$$

式中: $\gamma_{25^\circ\text{C}}$ —— 25°C 时的电解液密度。

实际测得的电解液密度应按下式换算成 25°C 时的相对密度:

$$\gamma_{25^\circ\text{C}} = \gamma_t + \beta(t - 25) \quad (1-2)$$

式中: γ_t —— 实际测得的电解液密度;

β —— 相对密度系数。 $\beta = 0.0007$, 即温度每升高 1°C , 密度将下降 0.0007g/cm^3 。

例如: 在温度为 15°C 时, 测得的某一蓄电池单格中电解液密度为 1.240g/cm^3 , 则 25°C 时该单格电解液密度为:

$$\gamma_{25^\circ\text{C}} + \gamma_t = \beta(t - 25) = 1.240 + 0.0007 \times (15 - 25) = 1.233 (\text{g/cm}^3)$$

该单格的静止电动势为:

$$E_0 = 0.85 + \gamma_{25^\circ\text{C}} = 0.85 + 1.233 = 2.08 (\text{V})$$

蓄电池在充放电过程中, 电解液密度是变化的, 所以蓄电池的电动势也是变化的。

二、内阻

蓄电池在充放电时所显示的电阻称为内阻。它包括极板、隔板、电解液、单格间联接板等的电阻。

极板电阻很小, 其值随活性物质的变化而变化。充电后电阻减小, 放电后电阻增大。

隔板电阻与材料有关, 木质隔板多孔性差其电阻值比微孔橡胶、微孔塑料隔板的大。

电解液的电阻随着密度、温度不同而变化。实验证明, 电解液的密度在 1.20g/cm^3 (15°C) 左右时, 阻值最小, 如图 1-9 所示。原因是该密度时, H_2SO_4 离解出的 H^+ 和 HSO_4^- 的数量较多, 同时电解液的粘度适当。温度降低时, 离子活动能力差, 电阻增大。

一只技术状态良好的蓄电池的内阻只有 0.01Ω 左右。因此在起动时可以输出较大电流, 满

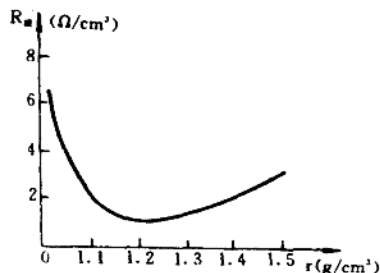


图 1-9 电解液电阻与密度的关系