

汽车电气原理 与故障检修 200 例

辽宁工学院汽车工程系 主编

陈沛之 何辉

郑凤翼 李绍民 编著

郑为民 审校



人民邮电出版社

前 言

汽车是一种机电一体化并能行走的动力机械。自汽车问世一百多年以来,尤其是近半个世纪以来,汽车以它在人们生产和生活中举足轻重的地位在全世界迅猛发展。与此同时,随着电器部件和计算机等电子部件在汽车中的不断应用,“汽车电气”已经逐步发展成把机械、电力、电子等技术融为一体的“汽车机电一体化”的一个新学科。本学科所研究的汽车电气系统,从低压电到高压电,从计算机控制系统到电器执行机构,无不越来越显示出汽车电气系统在汽车上产生的重要作用。汽车机电一体化的飞速发展,使汽车的各种性能不断的得到发展和提高。它使汽车的机械部分变为简单化,使汽车的操纵性和工作性变为智能化。汽车电脑控制发动机燃油喷射,使汽车发动机的经济性和动力性在很大程度上得到了改善;汽车自动变速大大地减轻了汽车驾驶员的劳动强度;汽车主动悬架不但大大地改善了汽车的舒适性,而且也大大地减轻了地面对汽车的破坏作用。然而,这一切,不但需要设计者根据用户的要求进行精心设计,而且也要求汽车用户和维修人员能够对汽车电气系统有充分的了解,进而做到正确使用和合理保养。

本书是作者根据多年的研究与实践经验以及吸取近年国内外各种汽车电气书刊的精华编写而成的。本书介绍的内容,既考虑到传统汽车电气系统的结构原理与维修,也兼顾了新型汽车的技术结构与新发展,因此,本书可作大、中专汽车运用工程专业及汽车维修专业的教材,也可供汽车维修人员参考。

在本书编写过程中,辽宁工学院汽车工程系的王海洋、王若愚,上海大众汽车锦西特约维修站的王殿财及辽宁工学院汽车工程系的其他同志给予了很多指导及支持,在此一并表示感谢!

由于编写人员水平有限,再加上时间仓促,书中错误之处,望读者提出宝贵意见。

编著者

目 录

第一章 汽车电源	1
第一节 汽车电源的基本结构形式	1
第二节 蓄电池的构造原理及保养	1
第三节 硅整流发电机的构造原理与维修	12
第四节 硅整流发电机电压调节器工作原理	22
第五节 电源总开关	31
第六节 典型汽车电源电路	32
第七节 电源电路的综合故障及处理	32
第二章 汽车发动机启动系统	35
第一节 汽车发动机启动机	35
第二节 启动机磁力启动操纵机构	38
第三节 汽车启动系统常见故障与维修	42
第四节 启动机传动和控制机构故障检查与维修	44
第三章 汽车点火系统	46
第一节 断电器式汽油发动机点火电路	46
第二节 断电器式汽油发动机点火电路故障与维修	47
第三节 典型电子点火装置的工作原理与维修	53
第四节 分电器	59
第五节 火花塞	61
第六节 点火系统的综合故障分析	69
第四章 汽车照明设备	72
第一节 汽车灯光系统的组成及作用	72
第二节 汽车灯光系统的保养、调整及使用	76
第三节 汽车灯光开关及灯光开关电路	77
第四节 汽车灯光系统常见故障与维修	81
第五章 汽油发动机电控汽油喷射系统	84
第一节 概述	84
第二节 汽油发动机电控汽油喷射系统的构造	85
第三节 汽油发动机电控汽油喷射系统常见故障与维修	102
第四节 典型汽车电控汽油喷射系统故障检修实例	106
第六章 汽车辅助电器设备	111
第一节 晶体管电动汽油泵工作原理与维修	111
第二节 汽车电动风窗玻璃刮水器原理与维修	118
第三节 除霜器	124
第四节 风窗清洗器	124

第五节	汽车电喇叭	124
第六节	转向灯闪光继电器	126
第七节	柴油机启动系统的辅助设备	129
第八节	汽车电气开关	130
第九节	汽车电气设备对无线电设备干扰原因及防止措施	133
第七章	汽车监测电路及仪表	135
第一节	汽车电源监测电路及仪表	135
第二节	汽车燃油情况仪表监测电路	137
第三节	机油压力监测仪表或指示灯电路	139
第四节	发动机冷却水温度监测电路	142
第五节	车速里程表	144
第六节	发动机转速表	145
第八章	汽车电气系统故障检修基础知识	147
第一节	汽车电路的基本组成和特点	147
第二节	汽车电路图的画法及识读	149
第三节	汽车电气系统导线截面积的正确选择	157
第四节	汽车电气系统故障检修基本方法	160
第五节	汽车电气系统故障检修基本方法应用举例	163
第九章	汽车电气系统故障检修实例	177
第一节	电源系统故障检修(50例)	177
第二节	启动系统故障检修(23例)	199
第三节	点火系统故障检修(35例)	210
第四节	照明系统故障检修(11例)	224
第五节	仪表系统故障检修(12例)	227
第六节	其它电路系统故障检修(10例)	233
第七节	综合汽车电气系统故障检修(5例)	238
第十章	汽车电气系统实用技术资料	240
第一节	蓄电池	240
第二节	发电机	243
第三节	调节器	247
第四节	启动系统	247
第五节	点火系统	248
第六节	照明系统	255
第七节	仪表系统	261
第八节	辅助电器	263
第九节	报警器	267
第十节	电器检测仪表	270

第一章 汽车电源

第一节 汽车电源的基本结构形式

在汽车电气系统中,电源是主要组成部分之一。一切由其它形式的能转变为电能的所有转换设备都叫电源。最常用的电源有两种形式:一种是由机械能转变为电能的电源。另一种是由化学能转变为电能的电源。汽车发电机就是一种由机械能转变为电能的电源;而汽车蓄电池就是一种由化学能转变为电能的电源。

汽车电源有两种供电形式:一种是交流电源,一种是直流电源。直流电源是指电源的极性和电压高低都不随时间变化的电源,比如汽车上的蓄电池。而汽车上常用的硅整流发电机,在未经整流前就是交流电源。因为在未经晶体管整流前,电源的极性和电压的高低都是随时间变化的(而经过整流后就变成直流了)。目前,在汽车上常用的多数都是直流电源,只有某些小型农用车仍采用交流电源。

汽车电源电路由蓄电池、发电机及与发电机配套使用的调节器等三部分组成。汽车电源的基本组成如图 1.1.1 所示。

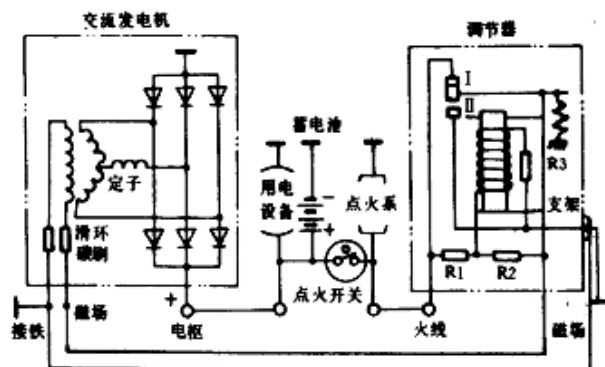


图 1.1.1 汽车电源的基本组成

第二节 蓄电池的构造原理及保养

一、汽车用蓄电池的基本类型

自蓄电池问世至今,种类繁多。但作为汽车启动及点火所常用的蓄电池的种类并不很多。

目前,作为汽车启动及点火用的蓄电池主要是铅蓄电池。常用的这种蓄电池有两种:一种是普通铅蓄电池,另一种是干荷铅蓄电池。

二、汽车用铅蓄电池的基本构造和工作原理

车用铅蓄电池通常由电池槽、正极板、负极板、隔板等主要零部件和电解液组成。它的基本结构如图 1.2.1 所示。

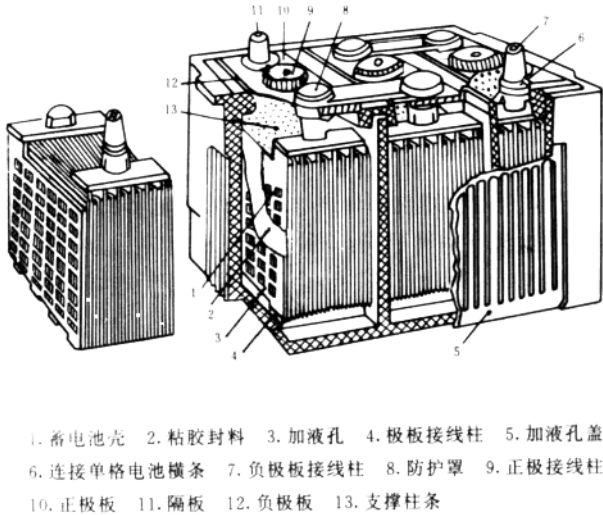


图 1.2.1 铅蓄电池的基本结构

1. 电池槽

电池槽通常由耐腐蚀的硬质塑料压铸而成。基本结构形式有三单格式和六单格式两种形式,其中三单格式用来装配端电压为 6V 的蓄电池,六单格式用来装配端电压为 12V 的蓄电池。

2. 蓄电池正负极板

蓄电池的正负极板是由表面涂有活性物质的铅锑等合金制成的矩形筛状骨架构成,其中正极板活性物质的主要原料是二氧化铅(PbO_2),颜色为深棕色。负极板活性物质的主要原料是海绵状纯铅,颜色为深灰色。

3. 蓄电池隔板

蓄电池隔板的主要作用是用来隔开蓄电池的正负极板,以防止正负极板短路。在极板上还均布着许多网状孔,以保证电解液相互渗透。蓄电池的隔板材料通常用木材、塑料和玻璃纤维等制成,即保证绝缘又保证不被硫酸腐蚀。

4. 蓄电池电解液

蓄电池的电解液是由纯净的蒸馏水和硫酸配制而成。温度在 20°C 时,在我国南方地区电解液密度 ρ 为 $1.20\sim 1.25\text{g}/\text{cm}^3$,我国北方地区为 $1.28\sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 。

三、汽车用铅蓄电池的端电压和容量

1. 蓄电池的端电压

车用铅蓄电池的端电压,是由硫酸铅蓄电池本身的性质和单格电池串联的个数决定的,与

极板几何形状和多少无关。在正常情况下,如果忽略蓄电池电解液密度增高使蓄电池端电压稍有增高所造成的影响,蓄电池单格电池串联的越多,蓄电池的端电压就越高;反之越低。

2. 蓄电池的容量

当蓄电池的其它条件相同时,蓄电池的容量一般取决于蓄电池极板的面积。极板的面积越大、片数越多,则蓄电池的容量也就越大。一般对于蓄电池极板几何尺寸、正负极板的片数及每片极板的容量国家都有标准规定。蓄电池的负极板数总比正极板多一片,所以,蓄电池的总极板数总是单数。在标准情况下,蓄电池每对极板的标称容量为 15Ah。因此蓄电池的标称容量计算公式为:

$$Q=(N-1)/2 \times 15(\text{Ah})$$

式中:Q—为蓄电池的标称容量

N—为蓄电池的极板的总片数

Ah—安·小时

3. 铅蓄电池的标称

根据国家机械工业部部颁标准(JB1058—77),车用蓄电池的型号由数字与字母共同组成。通常分为五段,如图 1.2.2 所示。第一段用数字表示蓄电池的单格数;第二段用字母表示蓄电池的用途;第三段用字母表示蓄电池的种类,如果是“A”,表示是干荷蓄电池,如果没有“A”则表示是普通蓄电池;第四段用数字表示蓄电池的容量;第五段用字母表示蓄电池的特性,如果是“G”则表示是高效率蓄电池,如果没有“G”则表示不是高效率蓄电池。如“6QA60G”:

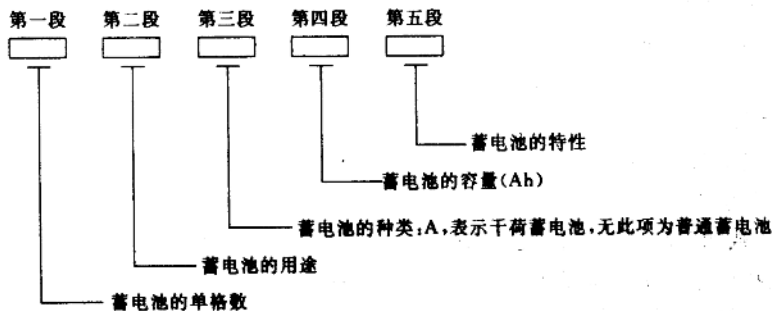


图 1.2.2 蓄电池标称的含义

“6”表示蓄电池有 6 个单格电池组成,电压为 12V;“Q”表示启动用蓄电池;“A”表示干荷蓄电池,如果蓄电池的标称中没有此项,则表示为普通铅蓄电池;“60”表示 60Ah;“G”表示高率放电蓄电池。又比如:“3Q126”蓄电池,其中的“3”表示蓄电池有 3 个单格电池组成;“Q”表示启动用蓄电池;“126”表示蓄电池的容量为 126Ah。

四、汽车用铅蓄电池的使用、维护与保养

在使用中,蓄电池的保养十分重要,常言说蓄电池七分保养三分修,这句话确有道理。在使用过程中如果使用保养得当,一般可延长其使用寿命几倍乃至十几倍,如果使用保养不当,就会大大的缩短其使用寿命。

在正常情况下,优质蓄电池的正常寿命可达三到五年。如果是正常损坏一般不可修复。在非正常损坏情况下,可根据具体情况具体处理。下面介绍蓄电池的使用、维护与保养方法。

1. 影响蓄电池容量的因素

蓄电池的使用实践证明,由于蓄电池的生产、储存、运输、初充电和使用等因素,蓄电池的使用容量总比其标称容量要小,有时小很多。

1) 蓄电池正极板化成条件对蓄电池容量的影响

前面已介绍正极板的活性物质是二氧化铅(PbO_2)。由于正极板化成条件的不同,正极板上的二氧化铅通常以两种形式存在,一种是 $\alpha\text{-PbO}_2$,一种是 $\beta\text{-PbO}_2$ 。这两种二氧化铅在放电容量上存在着很大的差异。通常 $\alpha\text{-PbO}_2$ 放电容量只有 $\beta\text{-PbO}_2$ 的60%左右。只有在多次充放电循环中,一部分 $\alpha\text{-PbO}_2$ 才有可能逐步转化为 $\beta\text{-PbO}_2$ 。由此可见, $\alpha\text{-PbO}_2$ 初含量越高,则蓄电池初始容量越低。正极板的 $\alpha\text{-PbO}_2$ 初含量主要取决于化成条件,即化成液密度和温度。化成液密度越大温度越高,则生成 $\alpha\text{-PbO}_2$ 就越少;反之,生成的 $\alpha\text{-PbO}_2$ 就越多。

2) 蓄电池活性物质含量对蓄电池放电容量的影响

放电时,负极板反应生成的硫酸铅容易在海绵铅表面形成钝化层。致使硫酸电解液扩散受阻,大大降低了负极板利用率。若在负极板中加入少量的腐殖酸、木素等膨胀剂,可以延缓或阻止钝化层的形成,从而增加放电容量。

3) 自放电

若电解液中含铁、锰、硝酸银等物质时,这些物质将与电解液一起侵蚀隔板和电池槽生成有机物等杂质。这些新生成的有机物杂质将与极板上的活性物质共同形成局部电池。这种局部电池形成局部电流,致使正负极板上活性物质反应生成硫酸铅,导致蓄电池容量下降。这种现象,也与极板中锑含量有关。极板中锑的含量越多,温度愈高,愈能加速自放电速度。

4) 极板中心距离

在其它因素不变的情况下,极板中心距离越远,蓄电池的容量越小。因此,在其它因素不变的情况下,应尽量减小隔板的厚度,以有效地减小中心距离。

2. 蓄电池的选配

在为汽车选配蓄电池时,除防止假冒伪劣产品外,主要考虑汽车用电匹配问题。车用的蓄电池在汽车运转使用过程中,必须保持在较短时间内充放电相对平衡。如果蓄电池容量选的过小,而汽车的负载如启动机,在启动过程中所需电流较大,超过蓄电池允许输出的最大电流,极易使极板活性物质过早脱落而损坏蓄电池,同时也会由于发电机输出电流过大,使蓄电池极板发热而损坏。如果蓄电池容量选的过大,不仅是个浪费,更重要的是由于与发电机的容量不匹配,即发电机的输出容量小,会造成蓄电池经常性的充电不足,长时间处于亏电状态,造成蓄电池不可逆硫酸盐化,大大降低使用寿命。因此,为汽车选配蓄电池时必须注意整车用电容量的匹配问题。

3. 汽车蓄电池电解液密度的规定

汽车蓄电池许多特性几乎都与温度和电解液的密度有关。经大量试验证明,为保持蓄电池在任何温度下,都具有最佳的输出特性和良性工作循环,在不同的地区和季节,电解液的密度应按表1.2.1配制。在这里所指的密度(即蓄电池说明书所指的密度),是指电解液温度为30℃时的密度的规定数值。如现场测量电解液温度不是30℃,应加以修正(见“不同温度下所测得的电解液密度的修正”)。

表 1.2.1

冬、夏季电解液密度 g/cm^3 的选择

冬季最低温度	充足电时电解液的密度($+30^\circ\text{C}$)	
	夏 季	冬 季
0°C 以上	1.220~1.230	1.240~1.250
$0\sim-15^\circ\text{C}$	1.230~1.240	1.260~1.270
-15°C 以下	1.240~1.250	1.280~1.290

4. 不同温度下所测得的电解液密度的修正

电解液和多数物质一样,具有热胀冷缩的性质。即温度的变化会影响到体积的变化,也就是密度的变化。实验证明,温度每升高 1°C 电解液密度将减小 0.00075;每降低 1°C 电解液密度将增加 0.00075。我国南北方温度差异较大,若不定个标准就不好确定密度是否合理。为此,国家机械工业部标准(JB1058-77 标准)规定,电解液平均温度为 30°C 时,为电解液的标准测量温度。在标准温度下所测得的密度,为电解液的标准密度,也即蓄电池说明书中所给定的密度。若现场测量电解液密度时的温度不是 30°C 时,那就必须折算成标准温度下的密度。其折算公式如下:

$$\rho_{30} = \rho_t + K(t - 30)$$

式中, ρ_t —— 测量现场电解液实际温度下的密度

ρ_{30} —— 折算成电解液温度为 30°C 时的密度

K —— 修正系数 0.00075

t —— 测量时电解液温度

例:一只汽车蓄电池,充电终了时所测得的电解液密度为 1.23,测量时电解液的温度为 38°C 。求,折算成标准电解液密度是多少?

$$\begin{aligned}\rho_{30} &= \rho_t + K(t - 30) \\ &= 1.23 + 0.00075(38 - 30) \\ &= 1.236\end{aligned}$$

5. 蓄电池电解液的配制方法

- 1) 用专用的充电硫酸和蒸馏水或去离子水,切不可利用其它硫酸和水。
- 2) 盛硫酸和电解液的容器必须是清洁、耐高温、耐腐蚀的陶瓷或玻璃容器。切不可用金属及其它容器,以免腐蚀、炸裂或混入其它杂质。
- 3) 计量好硫酸和蒸馏水后,应将硫酸缓慢倒入蒸馏水中。且不可将蒸馏水倒入硫酸中,以防硫酸溅出伤人。
- 4) 配制蓄电池电解液的计量方法及比例应按表 1.2.2 规定配制。

表 1.2.2

配制蓄电池电解液的计量方法及比例

电解液密度	硫酸与蒸馏水 体积比	硫酸与蒸馏水 重量比	电解液密度	硫酸与蒸馏水 体积比	硫酸与蒸馏水 重量比
1.10	1 : 9.80	1 : 6.82	1.13	1 : 7.28	1 : 4.40
1.11	1 : 8.80	1 : 5.84	1.14	1 : 6.68	1 : 3.98
1.12	1 : 8.00	1 : 5.40	1.15	1 : 6.15	1 : 3.63

续表

电解液密度	硫酸与蒸馏水 体积比	硫酸与蒸馏水 重量比	电解液密度	硫酸与蒸馏水 体积比	硫酸与蒸馏水 重量比
1.16	1 : 5.70	1 : 3.35	1.24	1 : 3.40	1 : 1.86
1.17	1 : 5.30	1 : 3.11	1.25	1 : 3.22	1 : 1.76
1.18	1 : 4.95	1 : 2.90	1.26	1 : 3.05	1 : 1.60
1.19	1 : 4.63	1 : 2.52	1.27	1 : 2.80	1 : 1.57
1.21	1 : 4.07	1 : 2.22	1.28	1 : 2.75	1 : 1.49
1.22	1 : 3.84	1 : 2.09	1.29	1 : 2.60	1 : 1.41
1.23	1 : 3.60	1 : 1.97	1.30	1 : 2.47	1 : 1.34

5) 操作时必须做好自我防护、佩戴眼镜、耐酸手套及耐酸工作服等,并准备好碱水,以备救护之用。

6. 新蓄电池的初充电

新蓄电池首次充电称为初充电。对于铅蓄电池,初充电的质量与蓄电池容量及使用寿命关系极大。为了尽量激活蓄电池中的活性物质,开发其容量,延长其使用寿命,新蓄电池充电时应注意以下几点:

1) 新选购的蓄电池应注意出厂日期,一般以不超过 18 个月为宜。同时要注意观察外观是否有开封、开焊、裂纹等。正常情况下,蓄电池加液口盖上的通气孔在出厂后和使用前是用蜡或薄塑料密封的,以防止极板受潮。

2) 在充电前,应将蓄电池外表面用水冲洗干净,疏通加液口上的通气孔并将正极板做上记号。在清洗的过程中,切不可将自来水和其它杂物导入蓄电池中,以免造成极板间的自放电。

3) 上述准备工作完成以后,可通过漏斗将配好的电解液慢慢加入蓄电池的每一个单格内。液面高度不得高于极板 10~15mm,以免影响排气。

4) 注入电解液的新蓄电池,不要立即进行充电。因为新注入的电解液还未来得及与极板上的活性物质完全化合,在极板群的微孔中还有许多气体不可能一下子排空,最好放置 4~8 小时,待温度降至与环境温度差不多时,方可充电。

5) 当注完电解液 4~5 小时后,液面会有所下降,密度也会有所降低、温度会有所升高。这时应及时补充原密度的电解液,使之保持合理的液面高度。

6) 待液面高度与电解液温度基本稳定后,方可用充电机或直流电源进行充电,充电电路连接如图 1.2.3 所示(充电机正极接蓄电池正极,负极与负极相连)。为提高蓄电池的充电效率,初充电必须分两个阶段进行。第一阶段,充电电流为蓄电池容量的 1/15,第二阶段为蓄电池的容量 1/7,每个阶段分别充 40~50 小时。

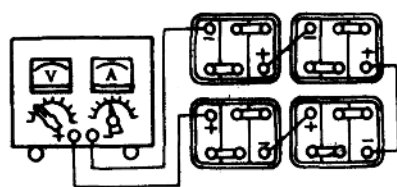
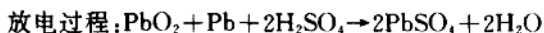
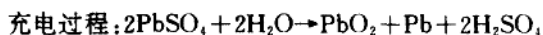


图 1.2.3 蓄电池充电电路的连接方法

7) 为充分挖掘蓄电池的潜在容量,延长蓄电池的使用寿命,初充电时,最好进行 2~3 次充放电,放电电流以不超过额定容量的 10% 为宜。放电终止时其单格电压不低于 1.7V。再次充电仍按上述“6)”所述步骤进行。

7. 对蓄电池进行充放电处理的目的

蓄电池充放电时,其化学反应方程式为:



从蓄电池的充放电过程的电化学原理可知,蓄电池充电的目的,在于把蓄电池正负极板上的硫酸铅彻底还原为二氧化铅和海绵状铅,使蓄电池具有足够的放电容量,而放电是把正极板上的二氧化铅转化成硫酸铅。如果充电不彻底,就不会有足够的放电容量。如果不能在较短时间内补充其不足,将会造成蓄电池极板深处坚硬粗大的硫酸铅结晶,即产生不可逆的硫酸盐化,从而造成蓄电池永久性的充电不足。因此,初充电的方法的正确与否,对蓄电池的使用容量和寿命关系极大。正因为如此,初充电还包含的另一个最重要的目的就是力争把蓄电池负极板上的海绵铅全面激活,以使其发挥蓄电池应有的最大容量潜力。

8. 硫酸盐化的蓄电池切勿采用快速充电

在充电时,两极板的还原反应是从极板内部导电较好的细晶粒的硫酸铅开始的。采用快速充电时,因开始充电电流很大,所以还原反应加速,极板内层细晶粒的硫酸铅便迅速还原成二氧化铅。因硫酸铅比铅和二氧化铅的体积大(它是海绵铅的 2.68 倍,是二氧化铅的 1.68 倍),故使极板外部的硫酸铅和内部已还原的海绵铅和二氧化铅之间的附着力迅速降低,而极板外部的硫化层不易还原,因此还原反应进行很慢,导致输入蓄电池的电能大部分用来分解水。由于电流密度很大,水分解产生的大量氢离子和氧离子分别向负极板和正极板运动,在负极板处集聚的氢离子从负极板得到一个电子形成氢气,而在正极板处集聚的氧离子,在外电场的作用下失去两个电子生成氧气。这些反应是在导电较好的极板内层进行的,氢气和氧气就集聚在极板的空隙中不能及时放出,使空隙内气压上升,结果使极板外层活性物质脱落,造成蓄电池损坏。此外,当极板硫化后,蓄电池的内阻增大,快速充电会使蓄电池的温度迅速升高,这样将造成极板弯曲,也会引起蓄电池损坏。因此,硫化了的蓄电池不能用快速充电。

9. 判断蓄电池是否能够采用快速充电的方法

蓄电池能否采用快速充电,可通过 3 分钟充电法进行检验。方法是將蓄电池以 35~40A 的电流充电 3 分钟,然后在充电的情况下检查电解液的密度,若各单格电池的电解液密度大于 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$,则表明蓄电池至少是单格电池有缺陷,如单格电池短路或自放电严重等。若各单格电解液密度值不大于 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$,各单格电池在充电情况下电压都保持在 1.5V 以下,且各单格电压保持均匀,才允许采用快速充电。

10. 精确确定蓄电池快速充电时间的重要性

充电时间过长或过短都会影响蓄电池的使用寿命。如果选用的时间过短,会使蓄电池充电不足,这样长期下去将引起蓄电池的硫化;若选用的充电时间过长,会造成蓄电池的过充电。过充电对蓄电池也是有害的,特别是大电流过充电。因为在充电终了时,极板上的硫酸铅已绝大部分转变成铅和二氧化铅,如果此时仍用大电流继续充电,电能就被用来分解水,生成大量的氢离子和氧离子。恰恰这时电流还很大,所以两极板间的电位差很大,氧离子和氢离子就以很高的速度分别向正极板和负极板运动,对极板产生一个冲击力,而还原后的活性物质(Pb 和 PbO_2)的强度较低,在此冲击力作用下会使活性物质脱落。同时也会在正负极板的空隙中生成大量的氧气和氢气,这些气体来不及放出,使气压增加,造成活性物质脱落,引起蓄电池的早期损坏。

为了避免过充电,在采用快速充电时可通过测量电解液的密度来确定充电时间。具体数据

见表 1.2.3。

表 1.2.3 铅蓄电池快速充电时间

电解液密度	充电状况	快速充电时间
1.265 ~ 1.300	电已充足	不需充电
1.235 ~ 1.260	存电 3/4	用低速充电
1.205 ~ 1.230	存电 1/2	快速充电 30min
1.170 ~ 1.200	存电 1/4	快速充电 45min
1.140 ~ 1.165	勉强工作	快速充电 50min
1.110 ~ 1.165	放电完	快速充电 60min

11. 蓄电池的工作温度与使用容量的关系

蓄电池的设计容量是指 30℃ 时的容量。如果蓄电池的实际工作温度不是 30℃，那么在任意温度下蓄电池的容量为：

$$C_t = C_{30} [1 + 0.01(t - 30)]$$

式中： C_t ——为蓄电池在温度 t 时的工作容量；

C_{30} ——为蓄电池在标准温度 30℃ 时的容量；

t ——为蓄电池的工作温度。

12. 用万用表检查蓄电池的电量

蓄电池在静态情况下，用万用表直接去测量是很难判断出其存电的多少和好坏程度的。只有在大电流输出的工作状态下，进行测量才能基本估计出其所处的状态。基本测量方法是：用万用表直流电压的 50V 档或 10V 档分别测量蓄电池的端电压和单格电压，当端电压低于 9V 或单格电压低于 1.6V 时，一般表明蓄电池处于亏电状态，通过小电流充电的方法可调整过来。如果蓄电池的端电压远低于 9V 或单格电压远低于 1.6V 时，则说明蓄电池个别单格有处于短路或断路的可能。这种情况下，蓄电池不解体一般很难修复。

13. 用万用表检查蓄电池电解液的纯度

蓄电池电解液不纯会直接影响蓄电池的寿命，其主要原因是由于电解液中含有导电的金属杂质，使蓄电池内部自放电所致。为延长蓄电池的使用寿命，必须保持电解液的纯净度。其检验方法是：取部分电解液倒入玻璃器皿中，再取两支干净的碳棒插入电解液中约 10mm，两碳棒间隔 20mm。这时用万用表测量两碳棒间的电阻，如果电阻大于 3kΩ，则说明电解液尚可使用，如果电阻低于 3kΩ 时，则说明电解液已不能使用。

14. 蓄电池内阻过大的原因

所谓蓄电池的内阻，是指蓄电池自身的内阻。当蓄电池通过外电路放电时，由于蓄电池的内阻存在，蓄电池的端电压要降低，其降低值等于放电电流与蓄电池内阻之积。

蓄电池内阻过大，主要是由于蓄电池产生不可逆硫酸盐化造成的，内阻大是硫酸盐化的外部表现特征。造成蓄电池内阻过大或不可逆硫酸盐化的原因虽然有几方面的因素，但主要是蓄电池极板上的活性物质形成粗大而坚硬的硫酸铅结晶，堵塞活性物质微孔而阻碍电解液渗透和扩散而引起的。造成蓄电池不可逆硫酸盐化的外部原因主要有以下几个方面的因素：

1) 经常过量放电或小电流深放电，使硫酸铅生成在有效物质的细孔内层，平时充电不易恢复。

2) 初充电或经常充电不足,以及没有进行过定期充电。

3) 用户对蓄电池使用维护不好,电解液量过少,使极板露出液面。在充电时极板上端的硫酸铅不能与电解液发生电化学反应,极板上的有效物质得不到充分的恢复。

4) 电解液密度或温度过高,硫酸铅结晶深入形成不易恢复。另外,温度的高低变化,硫酸铅在电解液中溶解与结晶两个相反的过程交替进行,促使大晶粒硫酸铅的形成。

5) 蓄电池长期处于半放电或放电状态。如:蓄电池漏电以及内部短路未及时消除,发电机充电电流小等,均能引起极板的不可逆硫酸盐化。

6) 蓄电池放电完毕,在长时间内未给予充电恢复。

7) 蓄电池的硫酸电解液不纯,不仅促使蓄电池自行放电的进行,也是造成极板不可逆硫酸盐化的主要原因。如果硫酸电解液的杂质(盐酸、硝酸、铁、锰化合物、有机化合物—醋酸等,也有的因极板所用的铅粉不纯而含有杂质)吸附在金属铅的表面,则使硫酸铅的溶解速度减慢,这就限制了在充电时铅离子(Pb^{++})的阴极还原,提高了铅在海绵状铅表面形成晶核的能力,于是充电不能正常进行。经过多次反复试验表明,硫酸电解液的杂质在正极板上的吸附,只能引起轻微的不可逆硫酸盐化,这是由于正极充电时进行阳极极化,其电位值足以使“表面活性物质”杂质被氧化掉。所以,对正极板不会有很大影响,故极板硫酸化的问题,主要在于负极板上。这是修理蓄电池作业中常见的负极板群比正极板群损坏较多的原因之一。

15. 对硫酸盐化较重的蓄电池的修整

对于硫酸盐化较重的蓄电池,目前常采用的简便修整方法是“小电流充电法”。实践证明,这种方法简便易行效果明显,即使没有硫酸盐化的蓄电池采用这种方法也会大有益处。在修整硫酸盐化的蓄电池时可按下列步骤进行:

1) 按规定的电解液密度灌注电解液,且液面高出极板 15mm。静止放置 6~8h 后液面有所下降,应用原密度的电解液补至规定的高度。当电解液的温度低于 30℃时,方可进行充电。

2) 以蓄电池额定容量的 4%为充电电流值,充至电解液开始冒气为止。

3) 以蓄电池额定容量的 8%为充电电流值,连续充电 20~30 小时,充至电解液产生大量气体,单格电压上升为 2.3~2.4V,电解液出现浑浊现象。

4) 隔 1~2 小时,使蓄电池处于不使用状态。然后以蓄电池额定容量的 4%为充电电流值,继续充电到剧烈冒气为止。

5) 再隔 1~2h,再充电至剧烈冒气为止。如此反复继续下去,直到间断 1h 后,出现刚一充电即发生剧烈冒气现象,且蓄电池的电压和电解液的密度在 2h 之内稳定不变,电解液由浑浊变为清亮时为止。

整个充电过程中应保持不使电解液的温度超过 35~40℃,否则应减小充电电流或停止充电。

全部初充电时间约为 60~70h。

16. 蓄电池自放电的原因及对策

蓄电池在外电路断开时,其容量自行减小的现象称为自放电。

1) 自放电的形成

引起蓄电池自放电的原因归纳起来主要有以下几个方面:

(1) 蓄电池内部杂质引起的自放电

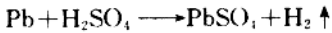
在蓄电池原料选择、加工,极板制作、焊接,整体组合、装配,电解液配制、注入等过程中,难免带入一些有害杂质,从而给蓄电池留下自放电的隐患。

不同的物质在电解质溶液中具有不同的标准电极电位。蓄电池中正极板上的二氧化铅在稀硫酸电解液中的标准电极电位为 1.68V, 负极板上的纯铅在稀硫酸电解液中的标准电极电位为 -0.358V。如果在蓄电池中存在铁杂质, 由于铁在稀硫酸电解液的标准电极电位为 0.772V, 故无论是铁离子扩散到正极板还是负极板周围, 都会形成局部电池, 产生自放电现象。从而使极板上的有效物质逐渐消耗, 变成硫酸铅, 造成蓄电池使用容量降低。

除了铁元素外, 锰、硝酸、氯和一些有机物等杂质都能引起蓄电池自放电。

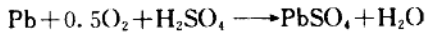
(2) 正、负极板处气体引起的自放电

氢在负极板处可发生以下反应, 即:



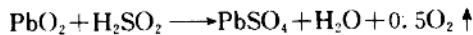
如果铅电极上没有催化氢气发生的杂质, 氢气发生的速度很慢, 其自放电可以忽略。但如果含有 Ag、Cu、As、Sb、等金属沉积在负极板上时, 则会形成强烈的气相催化作用, 使自放电的程度急剧增大。

如果电解液中溶解有氧, 也能促使负极板的自放电。其化学反应为:



通常由于氧气在电解液中的溶解度小, 又由于隔板的阻碍作用, 氧气对负极板的作用并不明显。但隔板一旦损坏, 上述作用便不可低估。

在蓄电池的使用和贮存过程中, 正极板上的 PbO_2 会自发地还原成 PbSO_4 , 并析出氧气从而引起自放电, 其反应式为:

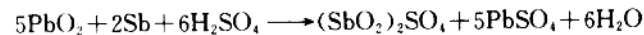


特别是 H_2SO_4 的浓度增大时, 上述反应的速度会增加, 而氧气析出引起的正极板自放电速度比负极板引起的自放电速度快, 因而不能忽视它对正极板自放电的影响。

(3) 栅架与有效物质接触引起的自放电

在蓄电池极板的栅架中都含有一定量的锑, 通常由于锑被极板上的有效物质所包围, 所以基本上不参加电化学反应。但如果极板上的有效物质脱落, 使栅架外露, 锑便会发生溶解, 形成一定数量的 SbO_3^- 离子。当蓄电池放电或不及时充电时, SbO_3^- 离子向负极板迁移, 并沉积在负极板上, 引起自放电。通常由于隔板的存在, 对 SbO_3^- 离子运动有一定阻碍作用, 自放电现象并不明显, 一旦隔板损坏, SbO_3^- 离子的扩散就会加剧, 从而使自放电现象趋于严重。

由于极板栅架中锑的存在, 正极板上 PbO_2 与栅架上的 Sb 相接触也会引起自放电, 其反应式如下:



特别是当正极板上的有效物质脱落使栅架外露时, 栅架上的 Sb 与电解液直接接触, 更会使上述反应加剧。

(4) 电解液、油污在蓄电池盖上积存引起的自放电

蓄电池在使用过程中, 行车时的颠簸振动、充电时电解液的轻微“沸腾”以及在补加蒸馏水时的不慎溅落, 都会使蓄电池表面积存一些电解液, 若不及时擦除, 就会在蓄电池表面正、负极柱及连接板之间形成轻微短路, 从而引起自放电现象发生。

此外, 如果不注意蓄电池的清洁, 随着使用时间的延长, 难免在表面积存较多的油污。在这些油污中含有的大量硫化物和氧化物, 很容易引起蓄电池极柱腐蚀, 以及形成蓄电池表面的导电通道, 造成电能的无益损耗。

(5) 电解液浓度差引起的自放电

蓄电池的电解液是硫酸和水的混合物,若将蓄电池长时间静止放置,由于硫酸与水的密度不同,就会造成上部和下部电解液浓度的差异(上部浓度小,下部浓度大),因而使蓄电池中同一块极板处在不同浓度的电解液中。又由于极板的平衡电极位与电解液浓度有着密切的关系,所以在同一块极板的上部和下部就会形成一定的电位差,从而引起自放电。

此外,在使用中如果极板露出电解液表面,处在液面上下的同一块极板上也会产生电位差,造成自放电。

(6) 蓄电池内部短路引起的自放电

蓄电池在使用中,反复进行的充电、放电会使隔板逐渐碳化、发脆甚至破损。极板也会逐渐腐蚀,变形引起活性物质脱落。但如果正确使用,在蓄电池的寿命极限内不会造成太大的影响。倘若经常大电流充电、放电,将使极板和隔板的损坏加剧,造成隔板严重破损及活性物质大量脱落,从而使正、负极板直接接触或下部被沉淀物连通,引起短路放电。

2) 自放电的速度

蓄电池自放电的程度,通常用单位时间内蓄电池容量减少的百分数来表示:

$$\text{即: } X\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

式中: Q_1 —最初容量

Q_2 —最终容量

t —蓄电池搁置时间(昼夜数)

显然,自放电速度越快,其百分数就越大,自放电的程度也就越严重。影响蓄电池自放电速度的因素主要有以下两个方面:

(1) 电解液密度对自放电速度的影响

理论研究结果证明,正极板自放电的速度比负极板自放电的速度慢得多,所以不起决定性作用,这里仅对负极板的自放电进行分析。负极板的自放电主要是由于 Pb 在硫酸溶液中的自发性溶解造成的,其反应过程为:



上述反应的速度可根据质量作用定律来确定:

$$V = K[\text{H}_2\text{SO}_4]$$

当电解液的密度在一定范围内增大时,硫酸的摩尔浓度 $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ 就会增加,因而反应速度加快,自放电加剧。

(2) 环境温度变化对自放电速度的影响

在上述反应速度公式中, K 是反应速度常数。同一反应在同一温度时, K 值不随浓度变化。但当温度变化时, K 值将随之变化,用阿伦尼乌斯公式表示为:

$$K = Z e^{-E/RT}$$

式中: E —反应活化能(常数)

Z —频率因子(常数)

R —摩尔气体常数

T —电解液的温度

显然,当温度 T 升高时, K 值就会增大。从而使反应速度加快,自放电加剧。

3) 减少自放电的对策

完全消除自放电是不可能的,从使用维护方面所能做的工作是如何减少自放电,以及如何及时补充因自放电而损失的能量,保证蓄电池能够顺利完成启动供电任务。具体措施有以下几

个方面:

(1) 新蓄电池添加的电解液务必用纯净的充电硫酸和蒸馏水(或去离子水)配制,切不可使用工业硫酸和自来水、河水、井水等。在配制过程中,要确保无杂质污染,例如:器皿、器具不应使用含有杂质的普通水清洗。电解液尽量随用随配,若一次用不完,务必在清洁的陶瓷或玻璃容器中加盖存放。

蓄电池在使用中液面下降,应及时补充纯净的蒸馏水(或去离子水)。测量及加水用的器皿、器具也应无有害杂质,并清洗干净再用。

(2) 蓄电池的加液孔盖及盖下橡胶密封圈必须完好无损,电解液也不可添加过多(高于隔板上沿 10~15mm 即可),以防止电解液溢出。添加电解液和蒸馏水后,补充充电结束以及使用中,发现蓄电池盖上有积液或脏物时,应及时擦拭,保证蓄电池表面干燥、清洁。

(3) 使用蓄电池时,加液孔盖上的通气孔须穿通,保证蓄电池充、放电过程中产生的氢气、氧气能及时排出,避免蓄电池内部气体密度过大,加速自放电。同时防止气压过高,胀破蓄电池壳、盖。

(4) 四季分明的地区应根据季节变化及时调整电解液密度。无结冰危险的地区、季节应尽量采用较低密度的电解液,夏季车辆最好停放在车库里或荫凉通风处,以降低蓄电池自放电的速度。

(5) 长期搁置的带液蓄电池,应尽可能地在低温条件下存放,并保证每月充电一次,在有条件的单位最好将存放的蓄电池集中起来,用小电流长期充电。经常停驶的车辆最好单车配置“微流充电器”,停驶时接通交流电源,及时充电。特别是在冬季夜间使用“微流充电器”,保持蓄电池“激活”充电状态,可大大改善启动性能。

(6) 严禁蓄电池结冰及经常性大电流过度充、放电,避免因极板上活性物质大量脱落,引起栅架外露及沉淀堆积,减少严重自放电现象发生的可能性。

(7) 若发现蓄电池自放电速度加快,应及时处理。具体方法为:先将蓄电池放电至“终了电压”,把其中电解液倒出,用蒸馏水反复清洗内部后,重新加入纯净的电解液,充足电再用,可在很大程度上减轻自放电。

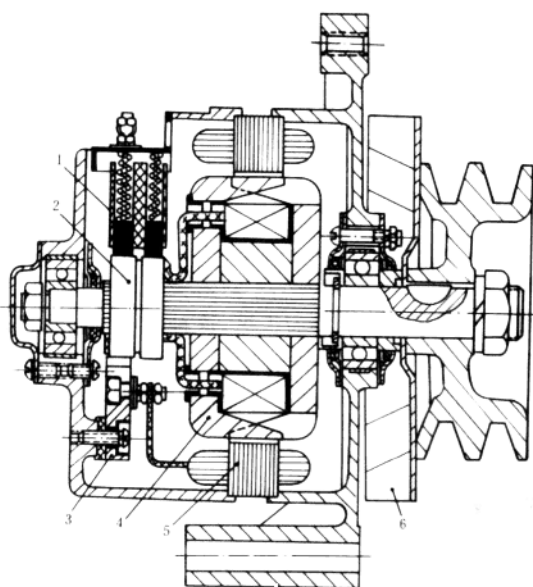
第三节 硅整流发电机的构造原理与维修

一、常见硅整流发电机的基本结构

硅整流发电机是汽车上普遍采用的发电机。这种发电机,虽然按其激磁线路的搭铁、调节器与发电机之间的安装、发电机的结构、整流电路的布置等形式可分为许多种,但其基本结构形式却大同小异。

硅整流发电机由定子、转子、电刷及元件板等主要零部件组成。其中定子由定子铁心和线圈组成。典型的硅整流发电机的基本结构如图 1.3.1 所示。

定子铁心用 0.5~1.0mm 的硅钢片叠制而成。定子铁心是定子线圈的磁通回路。通常在定子铁心上均布六对磁极 12 个线圈槽。在 12 个线圈槽中,按一定规律均布三相绕组线圈,如图 1.3.2 所示。三相绕组的首端汇接在一起做为发电机的中性点。三相绕组的尾端分别与元件板上的六只整流二极管相连。



1. 电刷 2. 滑环 3. 元件板 4. 转子 5. 定子 6. 风扇

图 1.3.1 硅整流发电机的基本结构图

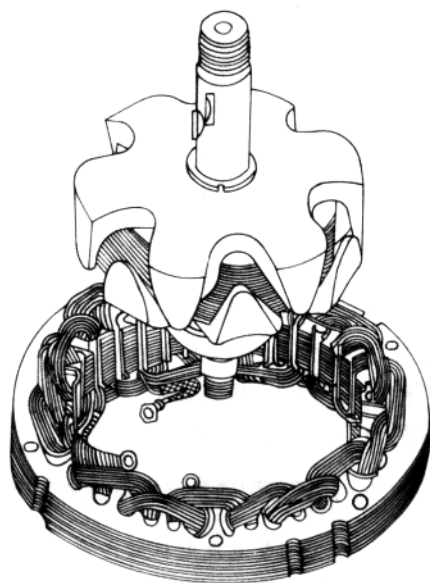


图 1.3.2 硅整流发电机的定子和转子

转子是产生磁场的部件,主要由激磁线圈、铁心、爪形磁极及滑环等主要部件组成。在转子上,由铁心和爪形磁极共同组成一个多极的开路的磁轭固定在转子轴上。在开路的磁轭中绕有激磁线圈。此外,在转子轴的一端通常固定两个与转子轴相互绝缘的激磁电流输入滑环。激磁线圈的两个端头分别焊接在两个滑环上。如图 1.3.2 所示。

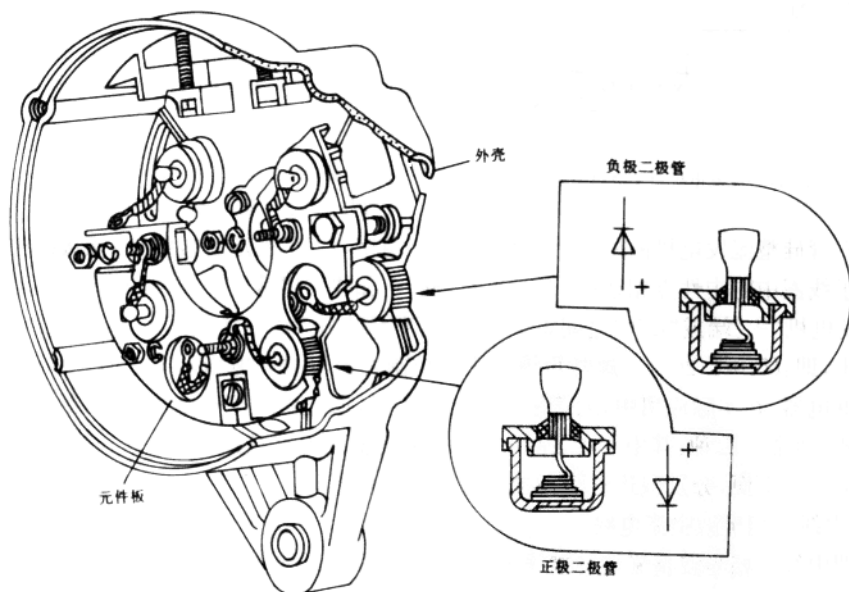


图 1.3.3 硅整流发电机的整流器