

汽車电气設備

中国人民解放军总后勤部车船部

一九八〇年五月

汽车电气设备

中国人民解放军总后勤部车船部

*

中国人民解放军战士出版社出版发行

中国人民解放军第七二一四工厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 · 插图 16 · 印张 15 · 字数 371,000

1975 年 12 月第一版(南京)

1980 年 5 月第二次印刷

说 明

遵照毛泽东同志关于“军队要严格训练,严格要求,才能打仗”的教导和华国锋同志提出“要努力办好各级各类军事院校,大力培养各级军政领导骨干和技术人材”,以及落实中央军委关于加速轮训部队基层干部的指示精神,加强汽车专业干部的技术训练工作,解决部队对教材的急需,我部于一九七九年七月委托中国人民解放军运输技术学校编写了《汽车构造》、《汽车修理》两本教材。为进一步解决广大干部的需要,做到专业教材配套,现又在一九七五年版本上稍加修改,再版了《汽车电气设备》教材,配发给部队汽车专业干部学习和组织在职汽车驾驶员、修理工复训时参考使用。

这本教材是按照培训汽车修理干部的需要编写的。各单位在使用中如发现本教材有不妥之处,请及时告诉我部,以便修改、更正。

总后勤部车船部

一九八〇年五月

目 录

概 述	(1)
第一章 蓄电池	(3)
第一节 蓄电池的工作原理	(3)
第二节 蓄电池的构造	(5)
第三节 蓄电池的充放电特性	(9)
第四节 蓄电池使用中常见的故障及防止	(13)
第五节 蓄电池技术状态的检验	(16)
第六节 蓄电池的充电	(19)
第七节 蓄电池的修理	(28)
第二章 直流发电机	(32)
第一节 直流发电机的工作原理	(32)
第二节 直流发电机的构造	(34)
第三节 电枢的绕线原则和内部电路	(37)
第四节 直流并激发电机的特性	(41)
第五节 直流发电机的检修	(47)
第六节 直流发电机的装复和试验	(57)
附: G15R41T型发电机	(60)
BPG-24型和 G15R55型发电机	(61)
第三章 调节器	(62)
第一节 节压器	(62)
第二节 节流器	(69)
第三节 断流器	(72)

第四节	JT-81 型调节器的构造和工作	(74)
第五节	JT-81 型调节器的调整	(80)
第六节	JT-81 型调节器的检验与修理	(84)
第七节	其他几种常用调节器的特点	(87)
第四章	硅整流发电机与调节器	(107)
第一节	硅整流发电机的构造、工作和检修	(107)
第二节	硅整流发电机调节器的构造、工作和维修	(117)
第三节	硅整流发电机及调节器使用注意事项	(121)
第五章	点火系	(124)
第一节	电池点火系的工作原理	(124)
第二节	点火线圈	(127)
第三节	分电器的构造和工作原理	(132)
第四节	分电器的检验、修理和装配试验	(141)
第五节	火花塞	(150)
第六节	点火线路和点火正时	(154)
第六章	起动机	(158)
第一节	直流电动机	(158)
第二节	离合器	(168)
第三节	起动操纵装置	(171)
第四节	起动机的检修	(177)
第五节	起动机的装复与调整	(182)
第六节	起动机装复后的试验	(186)
附:	CT-15 型起动机	(188)
	D15E30TE 型起动机	(189)
第七章	电气仪表和辅助装置	(194)
第一节	电流表	(194)

第二节	汽油表	(195)
第三节	机油压力表	(199)
第四节	水温表	(204)
第五节	电喇叭	(207)
第六节	电动雨刮器、暖气和无线电减扰装置	(211)
第八章	照明装置和全车线路	(216)
第一节	照明装置	(216)
第二节	全车线路	(228)

概 述

电气设备是汽车的重要组成部分，担负着发动机的点火、起动、照明以及其他工作。其工作质量，对保证汽车的机动性、经济性和安全性都起着重要的作用。因此，必须熟悉电气设备的构造、原理、性能和运用特点，并学会正确使用和修理方法。

一、汽车电气设备的组成

汽车电气设备可分为电源和用电两大部分，如图 0—1 所示。

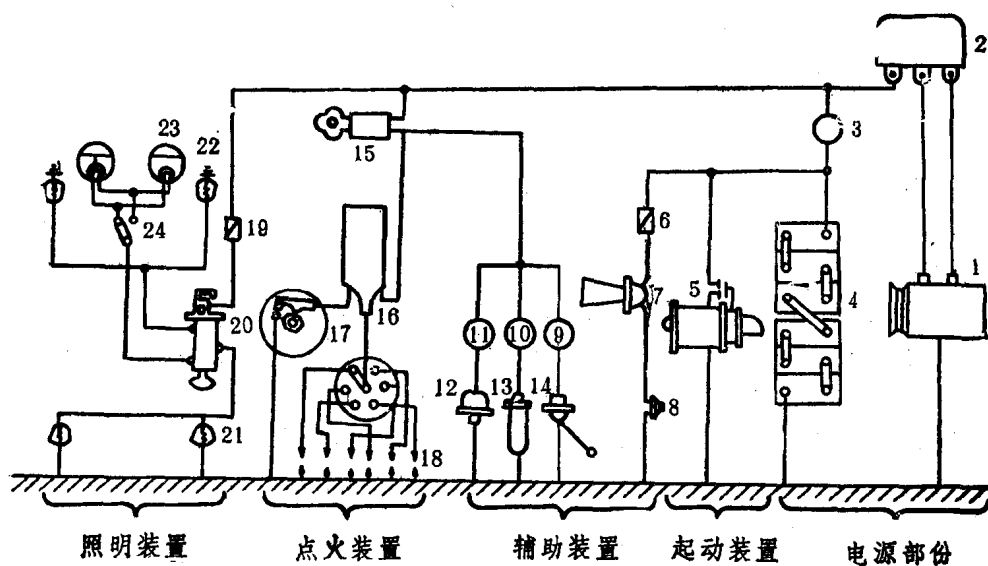


图 0—1 汽车电气设备的基本组成和线路

- | | | | | | | |
|------------|----------|----------|---------|------------|------------|-------|
| 1. 发电机 | 2. 调节器 | 3. 电流表 | 4. 蓄电池 | 5. 起动机 | 6. 保险丝 | 7. 喇叭 |
| 8. 喇叭按钮 | 9. 汽油表 | 10. 水温表 | 11. 机油表 | 12. 机油表传感器 | 13. 水温表传感器 | |
| 14. 汽油表传感器 | 15. 点火开关 | 16. 点火线圈 | 17. 分电器 | 18. 火花塞 | 19. 保险丝 | |
| 20. 灯开关 | 21. 后灯 | 22. 小灯 | 23. 大灯 | 24. 变光器 | | |

（一）电源部分

包括蓄电池，发电机和调节器。

1. 蓄电池 当发动机不工作或转速低时，由蓄电池供给各部分用电。
2. 发电机 当发动机达到一定转速后，由发电机供给各部分用电，并向蓄电池充电。
3. 调节器 用以限制和调节发电机的电压和输出电流，并控制发电机和蓄电池之间的电路，使两个电源能够协调的工作，以保证各用电部分的工作安全和可靠。

(二) 用电部分，它包括：

1. 点火装置 用以点燃汽缸内的工作混合气。
2. 起动装置 用以起动发动机。
3. 照明装置 用以车内外的照明。
4. 辅助装置 包括各种电气仪表、讯号及其他各种辅助设备，用以指示发动机的工作情况，提高汽车使用中的安全性和舒适性。

二、电气设备的基本制度

(一) 电压制度

电气设备中，电源电压必须与用电设备的电压一致，才能正常工作，因此必须规定一定的电压制度。目前汽车电气设备用的电压制度有 6 伏、12 伏、24 伏三种。一般小型车用 6 伏，载重车用 12 伏，柴油车用 24 伏。

(二) 线路制度

采用单线制。即用电设备只用一根导线与电源的一极相联，另一根导线则用车架代替。

单线制中与车架连接的线头叫接铁。有的汽车上采用电源正极接铁，也有的采用负极接铁，各国均不统一。国产汽车如解放、跃进等目前多采用正极接铁。由于无线电设备越来越多的装置在汽车上，特别是小型乘坐车上，而无线电设备又是采用负极接铁的，所以为了统一电源接铁的极性，便于电气设备的生产、使用和维修，今后国产汽车将逐渐改为电源负极接铁。

苏式汽车过去都采用正极接铁，一九五七年后改变为负极接铁。

美、英等资本主义国家的汽车多采用负极接铁，但也有采用正极接铁的。

第一章 蓄 电 池

蓄电池是汽车的起动电源，在发动机起动时，除了供给起动机以强大的电流外，还要向点火、照明等装置供电，在发动机不工作或低转速时，各用电装置的电流也要靠它来供电。其技术状态如何，对保证汽车的机动性和可靠性影响极大。

第一节 蓄电池的工作原理

一、蓄电池工作的基本原理

蓄电池的基本结构如图1—1所示，它是由极板、电解液和外壳等三部分组成的。因为汽车蓄电池的正极板是二氧化铅，负极板是纯铅，电解液是稀硫酸，所以称铅酸蓄电池。

蓄电池的工作原理，就是电能和化学能的互相转化过程：在一定条件之下，它可以将化学能量转化为电能，供用电设备使用，而在另一一定条件之下，它又可以将电能转化为化学能储存起来。前者叫做蓄电池的放电过程，后者叫做充电过程。

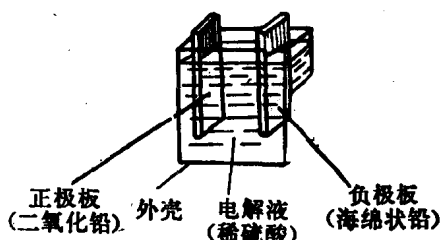


图1—1 蓄电池组成

蓄电池的充放电过程如图1—2所示。放电开始时，正极板是二氧化铅，负极板是海绵状的纯铅，电解液按规定具有一定的比重。由于正负极板和电解液间的化学作用，使得两极板都带上了电荷，它们之间就出现了一定大小的电动势。这时，如果把外电路接通，电流便自正极板流出，经过灯泡，流回负极，灯泡也就发光了。因此，放电过程，就是蓄电池把化学能转化成电能的过程。在放电过程中，由于两极板上的物质不断地和电解液发生化学变化，所以两极板就逐渐地由原来的二氧化铅和纯铅变成了硫酸铅，电解液中的硫酸也就逐渐减

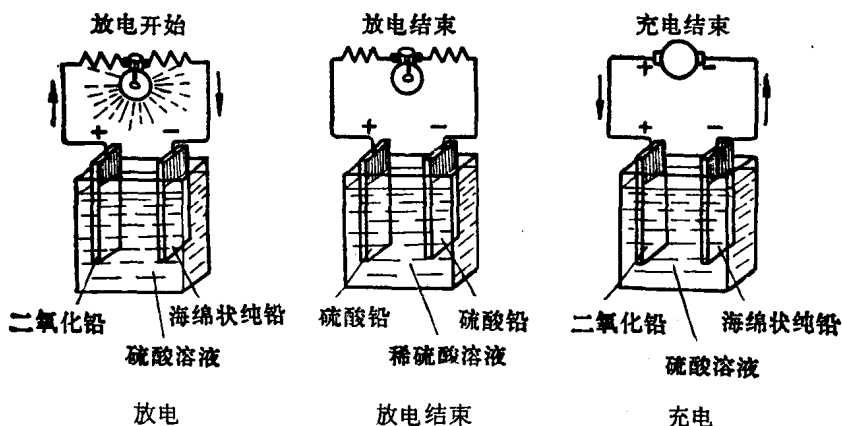


图1—2 蓄电池的充放电过程

少，因而比重降低。这个过程一直进行到化学反应不能继续进行，灯泡不能正常发光时为止，这就是蓄电池放电终了。

如果把放完电的蓄电池接在直流电源上（直流发电机或其它直流电源），则电流就按照和放电时相反的方向通过蓄电池。由于电流的作用，使蓄电池中发生和放电过程相反的化学反应，两极板上硫酸铅分别还原为二氧化铅和纯铅，电解液中的硫酸增多，比重增大。这个使电能转化为化学能的过程，就叫做蓄电池的充电。随着充电过程的继续，上述化学反应也就不断进行，当充电进行到使极板上的物质和电解液的比重完全恢复到放电前的状态时，充电过程就算终了。

从上面两个过程可见：蓄电池的放电，就是把化学能变成电能的过程；而充电则相反，它是把电能转变为化学能储存在蓄电池中，以备再次放电之用。在充放电过程中，两极板上的物质与电解液间的化学变化是反复进行的，其基本情况可用表 1—1 表示。

表 1—1 蓄电池充放电的变化

工作状态	正 极 板	负 极 板	电 解 液 及 其 比 重	
完全充电 ↓ 放电 ↑ 充电	二氧化铅 ↓ ↑	铅 ↓ ↑	硫 酸 ↓ ↑	比重增大 ↓ ↑
完全放电	硫酸铅	硫酸铅	水	比重减小

二、蓄电池的端电压、内阻和容量

蓄电池的端电压、内阻和容量，是衡量蓄电池技术状态的一些重要指标，是影响蓄电池使用的重要因素，它们之间不仅互相联系着，而且与蓄电池的电液比重和电动势又有密切的关系，因此为了更好地了解蓄电池具体构造及其有关特性，就须先进行研究。

（一）蓄电池的电动势

蓄电池两极间的电动势是由于极板上的物质和电解液发生化学变化而产生的，它表示当蓄电池不向外供电时，两极板间所具有的电位差。实验证明，蓄电池电动势的大小和电解液比重有密切的关系，这种关系在铅酸蓄电池中可以足够准确地用下式表示：

$$E_0 = 0.84 + \gamma$$

式中： E_0 ——蓄电池静止状态时（不工作时）的电动势。

γ ——15°C时电解液的比重。

从这个关系式可以看出，电解液比重越高，电动势也就越大。铅酸蓄电池电解液比重一般在 1.12~1.29 之间变化，因而电动势也就相应地变化在 1.96~2.13 伏之间。

（二）蓄电池的内阻

蓄电池的内阻包括电解液的电阻，极板的电阻和隔板的电阻。

电解液的电阻与其比重和温度有关，当温度降低或比重下降时，电阻会增大；相反，电

阻就会减小。

极板的电阻一般是很小的，但它又会随极板的状态而发生显著的变化。当蓄电池放电后，极板表面生成一层硫酸铅，多孔性变差，电解液不易渗入，电阻就会增大。

隔板在实际蓄电池中放置在正、负极板之间，它的电阻决定于隔板的材料和厚度。当隔板材料的多孔性好或厚度减小时，电解液就容易渗透，因而电阻就会减小。

(三) 蓄电池的端电压

蓄电池的端电压就是蓄电池在工作中用电压表在其两极上所测量出来的电压。由于蓄电池的工作状态不同，它的端电压的表示方法也就不同。在放电时，蓄电池的端电压等于电动势与内压降之差，即： $U = E - Ir_0$ ；在充电时，蓄电池的端电压等于电动势与内压降之和，即：

$$U = E + Ir_0。$$

由此可知，在充、放电过程中，蓄电池的端电压都会随着电动势充、放电电流和内电阻的大小而发生变化，特别是在实际使用中，当以强大的电流放电时，蓄电池端电压的下降尤为显著。

(四) 蓄电池的容量

蓄电池的容量是指在允许的放电范围内，蓄电池能够放出的电量。它的大小是用放电电流强度和放电时间的乘积来表示的，单位是“安培小时”，简称“安时”。

因为蓄电池的容量受到放电时所采用的电流大小和温度高低的影响（这一点以后还要详细讨论），没有固定的数值，所以我们通常所说的蓄电池的容量，是指蓄电池的额定容量，也叫做标称容量，它是在规定条件下，蓄电池所能放出的电量。按照我国规定，在温度为 $30^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下，以稳定的电流连续放电10小时，当电压下降到1.7伏时，放电电流与放电时间的乘积，就叫做蓄电池的额定容量。在这种标准下，选择的稳定放电电流叫做10小时放电率，例如，额定容量为84安时的蓄电池，其10小时放电率则为容量的十分之一即 $\frac{84}{10} = 8.4$ 安。

蓄电池的容量，除了受放电电流和温度等使用方面的因素影响外，从构造上说，它还受极板上活性物质的多少的影响。因为蓄电池之所以产生电能，完全是由于极板上的物质和电解液间的化学作用，而这种化学作用又是发生在极板和电解液的接触面上，因此，极板上活性物质与电解液接触面积的大小，便成为决定蓄电池容量的构造因素。正是由于这个道理，所以蓄电池极板的尺寸越大、片数越多、活性物质的多孔性越好，则其与电解液的接触面也就越大，容量也就越大；同一外廓尺寸的电池，采用较薄的极板时，由于极板越薄，片数可以增多，因而也可得到和电解液较大的接触面积，容量也就越大。

第二节 蓄电池的构造

蓄电池的构造如图1—3所示，它包括极板、隔板、电解液和外壳等几个部分。

汽车上的蓄电池虽然用途较多，但它主要是作为起动电源使用的。在起动发动机时，它必须供给起动机以强大的电流，一般约为200~600安，因此蓄电池应该具有足够大的容量和尽可能小的内阻。在我们研究蓄电池各部分构造的时候，应该特别注意大容量和小内阻这两个

主要要求。

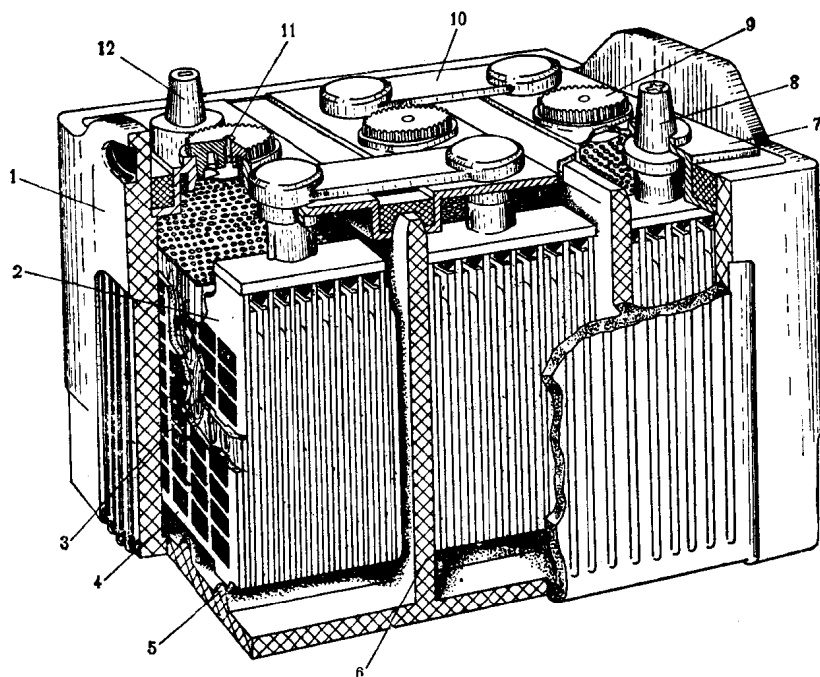


图1—3 蓄电池

- 1.外壳 2.正极板 3.木隔板 4.负极板 5.沉淀室突棱 6.隔壁 7.盖
8.正极柱 9.加液塞 10.连接板 11.通气孔 12.负极柱

一、极 板

蓄电池极板是以铅锑合金为栅架如图1—4，再在其上涂以活性物质而成的。正极板的活性物质为二氧化铅，呈深棕色，负极板的活性物质为纯铅，呈青灰色。活性物质具有多孔性，电解液能够渗透到极板内部，因而增大了接触面积，使较多的活性物质参加化学反应，提高蓄电池的容量。但活性物质的机械强度较差，且在放电后生成硫酸铅，导电性也降低了，因此用铅锑合金作栅架，就可以在保证活性物质多孔性的情况下，又能提高它的强度和导电性。

为了提高容量，蓄电池每个单格，均按所需容量，配以适当片数的正、负极板，同时分别焊成正、负极板组，并用极柱引出如图1—5。由于正极板的活性物质二氧化铅的机械强度比负极板的纯铅差，放电后变成硫酸铅时体积要增大，所以每一单格电池中，负极板总比正极板多一片，这样就可以保证装合后每个正极板都处于两片负极板之间，不会因为两面放电不均匀，而形成拱曲使活性物质大量脱落。因为每一单格电池中负极板比正极板多一片，所以单格电池的容量是以正极板片数的多少来决定的，例如：解放牌汽车蓄电池，每单格极板为13片，其中正极板为6片，每片正极板的额定容量为14安时，单格容量则为 $14 \times 6 = 84$ 安时。

正、负极板组装合后，各单格电池的正负极板组用铅质连接板互相串联，二端留出两个极柱，以便连接引出线。为便于识别正负极，极柱上常标有“+”、“-”号或在正极柱上涂以红漆。

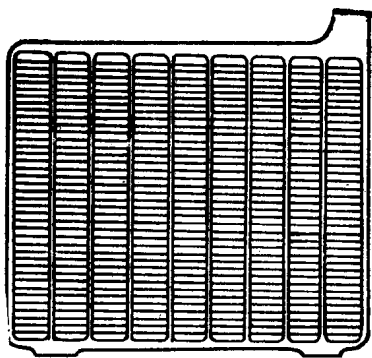


图1—4 极板栅架

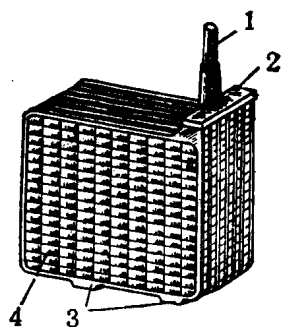


图1—5 极板组

1.极柱 2.横板 3.支撑块 4.极板

二、隔板

极板组交叉装合时，为了防止正、负极板直接接触形成短路，必须用绝缘隔板将它们隔开如图1—6所示。隔板不但要绝缘性高，而且要多孔性好，以便使电液流通，减小内阻。隔板有木隔板、橡胶隔板、塑料隔板和玻璃纤维隔板等几种。近年来由于我国工业水平的飞跃发展，隔板已广泛的采用后面的几种，因为它们的多孔性、绝缘性和耐腐蚀性都比较好，所以木隔板已趋于被淘汰。

隔板装入时，有槽的一面应垂直面向正极板，这是因为在化学反应时，正极板需要的电解液比负极板多，同时，在充电中生成的气泡可以沿槽上升。玻璃纤维隔板不可单独使用，因为它的强度差，破碎后容易造成短路而自行放电。当其它隔板与玻璃纤维隔板并用时，玻璃纤维隔板应面向正极板，因为它的多孔性和抗氧化能力都较强。

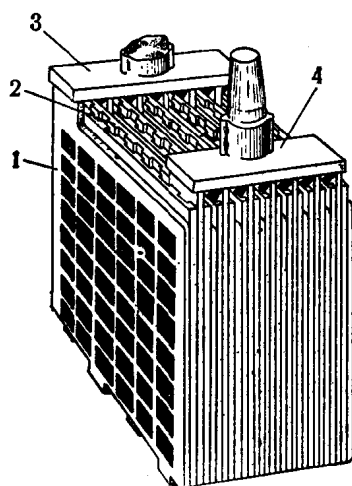


图1—6 正负极板组

1.极板 2.隔板 3.4.横板

三、电解液

蓄电池对电解液的质量要求较高，规定要用纯净的硫酸和蒸馏水配制，如果用工业硫酸（内含铁、铜等杂质）和非蒸馏水配制，则将带进杂质，造成极板的早期损坏和容量的自行消失。若在紧急情况下，实在找不到蒸馏水时，可暂用雨水、雪水代替。

电解液比重的高低对蓄电池的性能和寿命有很大的影响。若采用较大的比重，虽然电解液和极板间的化学作用增强，电动势会随之升高，而且在一定范围内还可以避免电解液结冰。但当比重增大时，隔板将被硫酸加速腐蚀，极板也易于硫化，使蓄电池寿命缩短。据试验，电解液比重采用1.29比采用1.25~1.26时，蓄电池寿命将缩短40%。

电解液比重究竟是高好还是低好，需要对于具体情况作具体的分析。冬季气温低，电解液的粘度大，不易渗入极板内部，蓄电池的端电压和容量都将下降，特别在强烈放电时表现

尤为显著。在蓄电池放电较多的情况下，电解液还有结冰的危险。因此在冬季或寒区，应该采用比重较高的电解液。相反，在夏季或热区，则应采用比重较低的电解液，防止隔板和极板的早期损坏。根据我国的地理和气候条件，充足电的电解液比重可参考下表选择。

表 1—2 不同地区的电解液比重

气候条件	全充蓄电池在15℃时的电解液比重	
	冬季	夏季
冬季温度低于-40℃的地区	1.310	1.270
冬季温度在-40℃以上的地区	1.290	1.250
冬季温度在-30℃以上的地区	1.280	1.250
冬季温度在-20℃以上的地区	1.270	1.240
冬季温度在0℃以上的地区（海南）	1.240	1.240

电解液液面应高出隔板10~15毫米。若低于极板，则露出液面部分的极板，不能参加化学反应，使蓄电池容量减小，同时露出的部分还容易硫化。过高，电解液又容易溅出，积存在盖上，使二极柱间构成通路而自行放电，且易腐蚀极柱和接线夹。

四、外 壳

外壳通常用硬橡胶制成。每只外壳制有三个或六个单池，底部有沉淀池，用以沉淀极板上脱落的活性物质，防止它们将正、负极板间短路。

外壳上部有硬橡胶制的盖子，它与壳间用沥青封口料密封，盖上有极柱孔和加液口。极柱孔和极柱间必须密封，使极板稳固和电解液不致渗出。密封的办法是先在极柱上套一橡皮垫圈，再盖上盖子，并用螺帽拧紧；或用铅套直接焊合。加液口上旋有塞子，塞上有通气孔，可将充电时的气体放出，使用中应保持经常畅通，以免内部气压过高而将外壳胀裂。

在蓄电池的外壳上通常都有蓄电池的型号标志，例如某蓄电池的型号为：3—Q—84，其意义是：

3——蓄电池具有三个单格；

Q——用作起动电源的；

84——容量为84安时。整个蓄电池的容量，也就是单格电池的容量。因为当几个单格电池串联时，在放电中，它们以同一电流放电，电压一同降低，容量同时减小，直至放电终了，就象单格电池放电时一样。切不可将电压的概念与容量相混淆，电池串联时总电压提高，做功的能力增大，在维持同一电流时，比单格电池克服电阻的能力增大，而容量则是以放电电流与放电时间的乘积来表示的，因此串联的电池，以同一电流放电，放电时间的长短不变，容量也就不会增加，它将等于单格电池的容量。

有时在型号后面还附有两个拼音字母，第一个字母为外壳材料，第二个字母为隔板材料。它们的意义如下：

L——沥青塑料外壳

X——橡胶外壳或微孔橡胶隔板

- M——木隔板
B——玻璃丝隔板与其它隔板并用
S——微孔塑料隔板

第三节 蓄电池的充放电特性

为了正确使用蓄电池，仅仅了解它的基本原理和构造是不够的，还应当掌握蓄电池工作的有关规律。

蓄电池的全部工作，就是充电和放电的不断反复。在这两个过程中，它的电压、电解液比重以及极板上的活性物质是怎样发生变化的，具有一些什么规律性，它对实际使用有哪些指导意义，这些都是正确使用蓄电池所必须懂得的。实际工作中，一些不正确的做法，致使蓄电池早期损坏，也往往是由于不懂得这些规律，因此，研究蓄电池的充、放电特性十分必要。

一、蓄电池的放电特性

蓄电池的放电特性是研究放电过程中蓄电池的端电压和电解液比重的变化规律及其内部所发生的变化过程。为此，让一个完全充足的蓄电池在一定温度下，以一定大小的电流连续放电。在放电过程中，每隔一定时间测量一次电解液比重和端电压，并作记录，最后把记录的数据用图形表示出来，就如图 1—7 所示的情形。

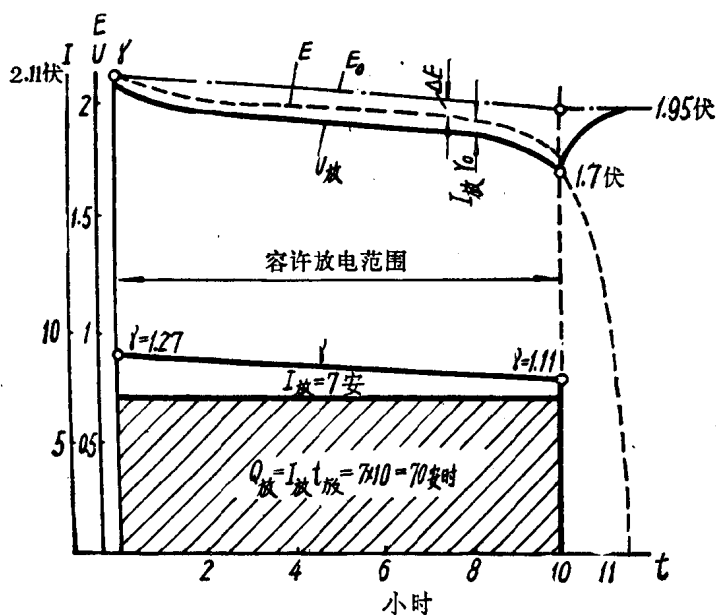


图1—7 蓄电池的放电特性

1. 电解液比重的变化

放电过程中电解液比重的变化如图中的 γ 线所示，它是一条逐渐下降的直线。这是因为：放电电流的大小保持一定，在单位时间内消耗的硫酸数量也是一定的，因此，随着放电时间的增长，电解液就逐渐变稀，比重也就逐渐下降了。

2. 端电压的变化

蓄电池在放电过程中，端电压等于电动势减去内部电压降即： $U = E - Ir_0$ 。所以要知道端电压的变化规律，首先就必须知道电动势是怎样变化的。

前面已经谈到，蓄电池的静止电动势与电解液比重有着密切的关系，即 $E_0 = 0.84 + \gamma$ 。按着这种关系，静止电动势和电解液比重的变化规律一样，沿着一条直线均匀下降，如图中的 E_0 所示。

但是，静止电动势 E_0 并不是蓄电池工作中的实际电动势 E ，因为前者是在蓄电池不工作时，蓄电池内各处的电解液比重是均匀的情况下确定的，而在实际放电过程中，由于极板物质与电解液间的化学作用是在极板表面进行的，因而靠近极板表面处的电解液比重首先下降，它和远离极板表面的电解液比重就有差别，在这个比重差的作用下，电解液开始对流，以补充极板表面处硫酸的消耗。但是这种补充并不能立即抵偿极板表面硫酸的消耗量，因此，极板表面处的电解液比重开始放电时便迅速下降，以后始终总是要比远离极板的电解液比重低一个数值。正因为这个缘故，由极板表面电解液比重所决定的实际电动势 E 就不同于静止电动势 E_0 ，而是比它略小一个数值 ΔE ，如图中的虚线所示。

在图中还可看出，当接近放电终了时，电动势 E 又开始迅速下降，它和静止电动势 E_0 间的差距加大。这是因为放电过程中极板上的活性物质二氧化铅和纯铅变成硫酸铅时，体积要胀大，将活性物质的孔隙堵小，多孔性降低，使电解液渗入困难，硫酸的补充速度减慢。当接近放电终了时，由于孔隙的严重堵塞，极板孔隙内电解液比重迅速下降，因而电动势 E 就随之迅速下降。

了解了放电过程中电动势 E 的变化规律，端电压的变化规律也就不难理解，因为根据公式 $U = E - Ir_0$ ，它只是比电动势 E 小个内部电压降，其变化规律应该是一致的。当接近放电终了时，它和电动势 E 一样，开始迅速下降。此后，当继续放电至某一点时，极板表面的活性物质几乎全部变成了硫酸铅，孔隙几乎被全部堵塞，电解液渗入非常困难，孔隙内部电解液比重急剧降低，端电压也就急剧下降直至为零。因此电压曲线开始急剧下降的一点即电压约为 1.7 伏处，就表示放电终了。

放电终了后切断电路，由于有足够的时间让电解液渗入极板孔隙内，蓄电池内电解液比重混合均匀，因此，蓄电池电动势又圆滑上升到该时电解液比重所确定的数值。例如，在图 1—7 上，放电终了的电解液比重为 1.11，则电动势将回升到 $E_0 = 0.84 + 1.11 = 1.95$ 伏。但是不要为表面现象所迷惑，以为电动势回升，就可以继续放电，而忽视了极板孔隙已被基本堵塞这样一个事实。很明显，如果在这时接通用电路继续放电，电压急剧下降至零的现象又会重复出现。

蓄电池的放电特性，有以下几点：

1. 运用电解液比重在放电过程中随放电程度的增加而成正比下降的特点，就可以根据电解液比重的变化判定蓄电池的放电程度。

2. 当蓄电池放电终了后，过度放电是有害的，这不仅是因为那时继续放电没有多大的实用意义，而且容易使极板硫化，缩短蓄电池的使用寿命，所以也是不允许的。

3. 上述放电特性是在一定条件下取得的，其中主要的有放电电流的大小和温度的高低。当这些条件发生变化时，其特性也就会发生显著的变化：

放电电流对特性的变化影响极大。放电电流增大时，蓄电池内部的化学反应也加快，但

因这种化学反应首先是在极板表面进行的，当极板孔隙内部的活性物质还没有来得及参加工作时，孔隙往往被生成的硫酸铅所堵塞，所以就使得电解液渗入困难，孔隙内部电解液比重下降较大，放电过程中蓄电池的端电压下降速度加快，放电终了时的电压值也就降低，如图 1—8 所示。同时由于放电电流增大时，极板表面被硫酸铅所复盖，极板深处的活性物质未能被充分利用，因此随着放电电流的增大，容量也就随着降低。正是因为这些原因，汽车上才规定每次使用起动机的时间不得超过 10 秒钟。如果发动机一次不能发动，可让蓄电池“休息”一会，使孔隙内得到充足的电解液后再用，否则蓄电池将会受到损害。

放电时的温度对特性的影响也很大。当温度降低时，电解液的粘度增大，渗透阻力增加，向极板内部补充的速度减慢，极板深处活性物质的利用率减小，因此，放电过程中电压迅速下降，容量显著减小。此外，随着温度的降低，电解液的电阻增大，放电中消耗的内压降增大，也使端电压下降，容量减小。由于这两方面的因素，当温度降低时，特别是以大电流放电时，对特性的影响就更大，如图 1—9 所示。冬季发动车辆时必须作好一切准备，并尽可能的不用或少用起动机的规定，就是从保护蓄电池不受损害这一点出发的。

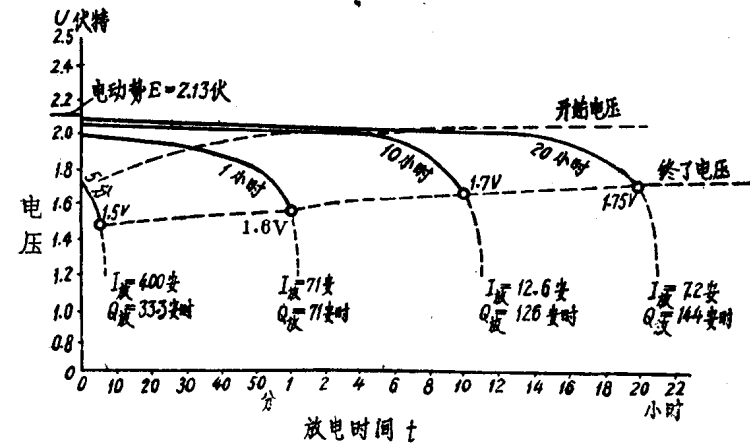


图 1—8 放电电流对放电特性的影响

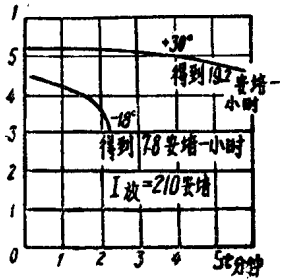


图 1—9 温度对放电特性的影响

二、蓄电池的充电特性

放完电的蓄电池，以一定大小的电流对其充电，并根据充电过程中测量的端电压与电解液比重变化的数值，便可得出图 1—10 所示的充电特性曲线。充电是放电的反过程，因而蓄电池各种技术数据的变化和内部所发生的化学反应也和放电时相反，不过其道理却有相似之处。

1. 电解液比重的变化

充电过程中电解液与极板上硫酸铅作用的结果是消耗了水生成了硫酸，因而电解液比重增加。由于充电电流一定，在单位时间内消耗的水和生成的硫酸数量也是一定的，所以随着充电时间的增长，电解液也就成直线逐渐上升，直至充电终了。

2. 电压的变化

充电过程中，蓄电池相当于一个用电设备，充电电源加在蓄电池上的电压必须大于蓄电池的电动势，并能克服它的内阻才能向蓄电池充电。这就是说，在充电过程中，作用在蓄电池两端的电压应等于它的电动势加上内部电压降。即 $U = E + Ir_0$ 。由此可知，要知道充电