

(第六集)

电子工业出版社

国内外流行汽车电路

原理及维修图集

第六集

本书编写组 编

电子工业出版社

内 容 提 要

《国内外流行汽车电路原理及维修图集》全书共分九集。第一集,较详细地介绍了国产汽车电器设备的构造、原理与维修,以及在国内使用最多的北京牌、上海牌、伏尔加牌、五十铃、皇冠牌轿车等汽车电路图27种;第二集,较详细地介绍了日本汽车电器设备的构造、原理与维修以及东风牌、红岩牌、伏尔加牌86型、马自达牌等汽车电路图32种;第三集,主要是微型车专集,第一部分较详细地介绍了铃木牌、长安牌、昌河牌、松花江牌、吉林牌微型车电器设备的维修和各种微型汽车、汽车电路图43种;第四集,比较详细地介绍英国汽车电器设备的构造、原理与维修和世界各国生产的43种汽车电路图。第五集,系统地介绍了美国汽车电器设备的构造原理与维修和世界各国汽车电路图约43种。第六集,较具体地介绍苏联汽车电器设备的构造原理与维修和各种汽车电路图约60种(第四、五、六集1990年出版)。第七集,介绍西德汽车电器设备的构造原理与维修和各种汽车电路图约60种。第八集,介绍法国汽车电器设备的构造原理与维修和各种汽车电路图约40种。第九集,介绍意大利汽车电器设备的构造原理与维修和世界各国汽车电路图约40种。本书除具有图文并茂、汽车品种较齐全的特点外,还具有资料新、内容充实实用等特点。对从事汽车制造、汽车电器设备生产,汽车使用与维修的管理人员、工程技术人员、教学人员,尤其是汽车电工具有实用价值。

国内外流行汽车电路原理及维修图集

(第六集)

本书编写组

责任编辑:焦桐顺

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京大中印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/8 印张: 28 字数: 67.5千字

1991年10月第一版 1991年10月第一次印刷

印数: 1—10000册 定价: 18.20元

统一书号: ISBN 7-5053-1443-2/TN·416

前 言

汽车是一种现代化的交通工具，而且越来越得到普及发展。因为它不仅是一种灵活机动的运输工具，给工作、生产、生活带来方便，而且还能给人们赢得宝贵的时间，丰富人们的业余文化生活。因此，汽车今后也必将更快地进入到千家万户，成为人们生产、工作、学习、生活的得力工具。汽车的故障中有38%左右发生在电路部分，尤其是进口车在没有资料和电路图的情况下，给维修人员带来很大困难。为了满足广大汽车维修人员、教学人员和生产、使用人员的需要，特编写了《国内外流行汽车电路原理及维修图集》这套书。

这套书较详细地介绍了国产、日本、英国、美国、法国、意大利、苏联和西德等国汽车电器设备的构造、原理和维修。另外还广泛收集了北京牌、上海牌、解放牌、奔驰牌、五十铃、马自达牌、皇冠牌、三菱牌、尼桑牌、铃木牌、伏尔加牌、拉达牌、菲亚特牌等汽车电路图三百余种。

本书内容丰富，图文并茂，通俗易懂、资料新，车种较齐全、切合实用。

由于编写时间仓促，再加上水平有限，书中的内容如有不足之处，请广大读者批评指正。

参加本书编写工作的有：林春阳、梁喜田、余力、于华诗、秦毅等同志。

本书在编写过程中参阅了大量有关资料并得到有关人员的大力支持，特在此表示衷心的感谢。

第一部分 苏联汽车电器设备的构造、原理与维修

一、蓄电池.....	(1)
(一) 蓄电池的组成.....	(1)
1. 极板.....	(1)
2. 隔板.....	(1)
(二) 蓄电池的充放电反应.....	(2)
1. 蓄电池的放电反应.....	(2)
2. 蓄电池的充电反应.....	(2)
(三) 蓄电池的工作特性.....	(3)
1. 静止电动势.....	(3)
2. 内阻.....	(3)
3. 蓄电池的充电特性.....	(3)
4. 蓄电池的放电特性.....	(3)
5. 蓄电池的容量及特性.....	(4)
(四) 蓄电池常见故障及其产生的原因.....	(5)
1. 活性物质大量脱落.....	(5)
2. 极板硫化.....	(6)
3. 严重自行放电.....	(6)
4. 活性物质收缩.....	(6)
5. 蓄电池的极性颠倒.....	(6)
(五) 蓄电池的充电.....	(6)
1. 蓄电池的充电方法.....	(7)
2. 蓄电池的充电工艺.....	(7)
(六) 蓄电池的技术状态检验和使用维修.....	(10)
1. 蓄电池的技术状态检验.....	(10)
2. 蓄电池的使用维修.....	(11)
3. 蓄电池的储存.....	(12)
二、发电机和调节器.....	(13)
(一) 直流发电机和调节器.....	(13)
1. 直流发电机.....	(13)
2. 直流发电机调节器.....	(17)
(二) 硅整流发电机和调节器.....	(18)

1. 硅整流发电机.....	(18)
2. 硅整流发电机调节器.....	(23)
(三) 「222型发电机 (拉达汽车装用) 的构造和维修.....	(27)
1. 发电机的构造和工作原理.....	(27)
2. 发电机的技术保养.....	(28)
3. 发电机的主要故障和排除方法.....	(28)
4. 发电机好坏的简易诊断方法.....	(29)
5. 发电机检查要点.....	(29)
三、点火系.....	(29)
(一) 传统点火系系统的组成与工作原理.....	(30)
1. 传统点火系的组成.....	(30)
2. 传统点火系系统的工作原理.....	(30)
3. 传统点火系的构造.....	(31)
(二) 电子点火装置.....	(39)
1. 有触点——晶体管点火系统.....	(39)
2. 无触点电感式电子点火系统.....	(40)
四、起动机.....	(42)
(一) 起动机的构造及工作情况.....	(42)
1. CT 15-B 型起动机.....	(42)
2. CT 130型起动机.....	(45)
(二) 起动机的维修.....	(46)
1. 起动机的分解.....	(46)
2. 起动机零、部件的检查.....	(46)
3. 起动机装配后的检查和调整.....	(47)
(三) CT 230-B型起动机构造和维修.....	(48)
1. CT 230-B 型起动机的构造.....	(48)
2. CT 230-B 型起动机的维修.....	(48)
(四) CT 221型起动机的构造及维修.....	(51)
1. CT 221 型起动机的构造.....	(51)
2. CT 221 型起动机的主要技术特性和电路.....	(51)
3. CT 221 型起动机的常见故障及排除方法.....	(51)

4. C T 221型起动机检修要点	(51)
五、照明系统及灯光信号系统	(52)
(一) 汽车前照灯	(52)
1. 吉尔汽车前照灯 (前大灯)	(52)
2. 伏尔加21和伏尔加24-10汽车前照灯	(53)
(二) 汽车小灯	(54)
(三) 汽车后灯	(54)
(四) 灯光总开关	(55)
(五) 转向信号灯	(56)
(六) 其它开关	(59)
1. 制动开关	(59)
2. 倒车灯开关	(59)
3. 报警指示灯开关	(59)
(七) 伏尔加24-10型汽车照明装置的故障及排除方法	(59)
六、汽车仪表	(59)
(一) 伏尔加汽车仪表	(59)
1. 里程表	(60)
2. 机油压力表	(61)
3. 汽油表	(61)
4. 水温表	(61)
(二) 拉达汽车仪表	(62)
1. 仪表组成和特点	(62)
2. 仪表常见故障及排除方法	(63)
3. 仪表检查测量数据	(63)
七、电喇叭、刮水器	(64)
(一) 电喇叭	(64)
1. 吉尔汽车用电喇叭	(64)
2. 伏尔加24和伏尔加24-10用电喇叭	(64)
3. 拉达汽车用电喇叭	(64)
(二) 刮水器 (雨刮器)	(65)
1. 伏尔加汽车刮水器	(65)
2. 拉达2105型汽车刮水器	(69)
(三) 点烟器	(70)
(四) 无线电设备	(71)
1. A-271-1收音机的技术性能	(71)
2. 天线故障的排除	(71)
3. 天线的保养	(72)

第二部分 汽车电路图

图 2-1 北京 BJ22型汽车电路图	(73)
图 2-2 北京 BJ22型汽车电路图	(74)
图 2-3 北京 BJ21型汽车电路图 (直流发电机)	(75)
图 2-5 通工牌 JT410 B、JT410 C型汽车电路图	(77)
图 2-6 通工牌 TG1030 S轻型客货车、TG1080 D型货车电路图	(78)
图 2-7 松辽牌 SL-620、SL-420系列汽车电路图	(79)
图 2-8 东风牌 EQ144型汽车电路图	(80)
图 2-9 东风牌 EQF140型汽车电路图	(81)
图 2-10 金州牌 AK620型汽车电路图	(82)
图 2-11 黄河牌 JN162、JN162 A型汽车电路图	(83)
图 2-12 JN162、JN162 A型汽车照明系统电路图	(84)
图 2-13 阿罗24系列汽车电路图 (L25发动机)	(85)
图 2-14 拉达牌 BA3-2103型汽车电路图	(86)
图 2-15 拉达牌 BA3-2104型汽车后部电路图	(87)
图 2-16 拉达牌 BA3-2105型汽车电路接线图	(88)
图 2-17 拉达牌 BA3-2107型汽车电路图	(89)
图 2-18 拉达牌 BA3-2108型汽车电路图 (一)	(90)
图 2-19 拉达牌 BA3-2108型汽车电路图 (二)	(91)
图 2-20 拉达牌 BA3-2108和2109型汽车电路图 (一)	(92)
图 2-21 拉达牌 BA3-2108和2109型汽车电路图 (二)	(93)
图 2-22 莫斯科人牌汽车电路图	(94)
图 2-23 扎斯牌 3A3-968型汽车电路图	(95)
图 2-24 五菱牌 LZ110系列汽车驾驶室接线图	(96)
图 2-25 五菱牌 LZ110系列汽车车身接线图	(97)
图 2-26 斯可达 MTS-24型汽车电路图	(98)
图 2-27 A 达特桑410型 (1962~1970年出厂)	(99)
图 2-27 B 达特桑410型 (1962~1970年出厂)	(100)
图 2-28 A 达特桑411型 (1962~1970年出厂)	(101)
图 2-28 B 达特桑411型 (1962~1970年出厂)	(102)
图 2-29 A 达特桑510型 (1962~1970年出厂)	(103)
图 2-29 B 达特桑510型 (1962~1970年出厂)	(104)
图 2-30 A 达特桑320型 (1962~1970年出厂)	(105)
图 2-30 B 达特桑320型 (1962~1970年出厂)	(106)
图 2-31 A 达特桑520型货车 (1962~1970年出厂)	(107)
图 2-31 B 达特桑520型货车 (1962~1970年出厂)	(108)

图 2-32 A	达特桑 521 型货车 (1962~1970 年出厂)	(109)
图 2-32 B	达特桑 521 型货车 (1962~1970 年)	(110)
图 2-33 A	达特桑 1500 型 (1962~1970 年)	(111)
图 2-33 B	达特桑 1500 型 (1962~1970 年)	(112)
图 2-34 A	达特桑 1600 型 (1966~1967 年)	(113)
图 2-34 B	达特桑 1600 型 (1966~1967 年)	(114)
图 2-35 A	达特桑 1600 与 2000 型 (1968~1970 年)	(115)
图 2-35 B	达特桑 1600 与 2000 型 (1968~1970 年)	(116)
图 2-36 A	达特桑 240 Z 型 (1970 年)	(117)
图 2-36 B	达特桑 240 Z 型 (1970 年)	(118)
图 2-37 A	菲亚特 124 型小客车与旅行车 (1962~1970 年)	(119)
图 2-37 B	菲亚特 124 型小客车与旅行车 (1962~1970 年)	(120)
图 2-38 A	菲亚特 124 型双座轿车 (1962~1970 年)	(121)
图 2-38 B	菲亚特 124 型双座轿车 (1962~1970 年)	(122)
图 2-39 A	菲亚特 124 型 (交流发电机) (1962~1970 年)	(123)
图 2-39 B	菲亚特 124 型 (交流发电机) (1962~1970 年)	(124)
图 2-40 A	菲亚特 124 型 (直流发电机) (1962~1970 年)	(125)
图 2-40 B	菲亚特 124 型 (直流发电机) (1962~1970 年)	(126)
图 2-41 A	菲亚特 850 型轿车 (1962~1970 年)	(127)
图 2-41 B	菲亚特 850 型轿车 (1962~1967 年)	(128)
图 2-42 A	菲亚特 850 型轿车 (1968~1970 年)	(129)
图 2-42 B	菲亚特 850 型轿车 (1968~1970 年)	(130)
图 2-43 A	菲亚特 850 型双门小客车 (1962~1970 年)	(131)
图 2-43 B	菲亚特 850 型双门小客车 (1962~1970 年)	(132)
图 2-44 A	杰戈娃 X K-E 型 (1962~1964 年)	(133)
图 2-44 B	杰戈娃 X K-E 型 (1962~1964 年)	(134)
图 2-45 A	杰戈娃 X K-E 型 (1965~1967 年)	(135)
图 2-45 B	杰戈娃 X K-E 型 (1965~1967 年)	(136)
图 2-46 A	杰戈娃 X K-E 型 (1968~1970 年)	(137)
图 2-46 B	杰戈娃 X K-E 型 (1968~1970 年)	(138)
图 2-47 A	杰戈娃 Mark II 型小客车 (1962~1970 年)	(139)
图 2-47 B	杰戈娃 Mark II 型小客车 (1962~1970 年)	(140)
图 2-48 A	杰戈娃 S 型小客车 (1962~1970 年)	(141)
图 2-48 B	杰戈娃 S 型小客车 (1962~1970 年)	(142)
图 2-49 A	杰戈娃 Mark X 型小客车 (1963~1964 年)	(143)
图 2-49 B	杰戈娃 Mark X 型小客车 (1963~1964 年)	(144)
图 2-50 A	杰戈娃 420 型 (1962~1970 年)	(145)
图 2-50 B	杰戈娃 420 型 (1962~1970 年)	(146)
图 2-51 A	杰戈娃 X J-6 型 (1969 年)	(147)

图 2-51 B	杰戈娃 X J-6 型 (1969 年)	(148)
图 2-52 A	杰戈娃 X J-6 型 (1970 年)	(149)
图 2-52 B	杰戈娃 X J-6 型 (1970 年)	(150)
图 2-53 A	杰戈娃 Mark X 型小客车 (1965~1966 年)	(151)
图 2-53 B	杰戈娃 Mark X 型小客车 (1965~1966 年)	(152)
图 2-54 A	奔驰 190 与 190 D 型 (1970 年)	(153)
图 2-54 B	奔驰 190 与 190 D 型 (1970 年)	(154)
图 2-55 A	奔驰 300 S L 型 (1962~1970 年)	(155)
图 2-55 B	奔驰 300 S L 型 (1962~1970 年)	(156)
图 2-56 A	奔驰 220 与 220 S 型 (1961~1965 年)	(157)
图 2-56 B	奔驰 220 与 220 S 型 (1961~1965 年)	(158)
图 2-57	斯泰尔 91 系列 (991、1291、1491、1891、2891 型) 重型汽车指示灯与信号灯符号图	(159)
图 2-58	马自达 626 型汽车起动和发电系统电路图 (1984 年出厂, 以下类同)	(160)
图 2-59	马自达 626 型汽车发动机控制系统电路图 (一)	(161)
图 2-60	马自达 626 型汽车发动机控制系统电路图 (二)	(162)
图 2-61	马自达 626 型汽车仪表板和节油控制装置电路图	(163)
图 2-62	马自达 626 型汽车仪表板和声响警告系统电路图	(164)
图 2-63	马自达 626 型汽车雨刮器和洗涤器电路图 (一)	(165)
图 2-64	马自达 626 型汽车雨刮器和洗涤器电路图 (二)	(166)
图 2-65	马自达 626 型汽车大灯、尾灯制动灯、牌照灯和照明灯电路图	(167)
图 2-66	马自达 626 型汽车转向和危险闪光灯、电喇叭、倒车灯电路图	(168)
图 2-67	马自达 626 型汽车空调器和通风机电路图	(169)
图 2-68	马自达 626 型汽车后窗除霜器、巡航控制和电动遮阳板电路图	(170)
图 2-69	马自达 626 型汽车车速控制和遥控后视镜电路图	(171)
图 2-70	马自达 626 型汽车电子钟、行李箱灯、点火锁、门锁和车门灯电路图	(172)
图 2-71	马自达 626 型汽车电动窗和门锁电路图 (4 车门或 5 车门型)	(173)
图 2-72	马自达 626 型汽车电动窗和门锁电路图 (2 车门型)	(174)
图 2-73	马自达 626 型汽车音响系统电路图	(175)
图 2-74	日产瓦内特 (Vanette) C120 型汽车电路图使用说明 (图 2-74~图 2-109 为日产瓦内特 C120 型汽车电路图, 1985 年出厂)	(176)
图 2-75	电源电路 (汽油发动机)	(177)
图 2-76	电源电路 (柴油发动机)	(178)
图 2-77	电源电路 (汽油发动机, 15 个保险丝)	(179)
图 2-78	起动电路	(180)
图 2-79	点火电路	(181)
图 2-80	预热电路	(182)
图 2-81	自动预热电路 (柴油发动机)	(183)
图 2-82	充电电路 (汽油发动机)	(184)

图 2-83	充电电路(柴油发动机)	(185)
图 2-84	充电电路(汽油发动机, 内装 IC 调节器)	(186)
图 2-85	组合开关及电路	(187)
图 2-86	前大灯电路	(188)
图 2-87	示宽灯、尾灯和牌照灯电路	(189)
图 2-88	转向信号灯与危险闪光灯电路	(190)
图 2-89	车内灯与行李箱灯和车门电路	(191)
图 2-90	时钟和收音机电路	(192)
图 2-91	组合仪表电路	(193)
图 2-92	仪表电路	(194)
图 2-93	警告灯电路	(195)
图 2-94	挡风玻璃刮水器电路	(196)
图 2-95	电喇叭、点烟器和时钟电路	(197)
图 2-96	收音机和放音机电路	(198)
图 2-97	后窗除雾电路	(199)
图 2-98	后窗刮水器与洗涤剂电路	(200)
图 2-99	电动遮阳顶电路(一)	(201)
图 2-100	电动遮阳顶电路(二)	(202)
图 2-101	自动车门锁电路	(203)
图 2-102	暖风和空调器电路(后部、任选)	(204)
图 2-103	暖风和空调器电路(普通小客车、货车)	(205)
图 2-104	暖风和空调器电路(SGL型小客车)	(206)
图 2-105	电器元件位置图(发动机室)	(207)
图 2-106	电器元件位置图(乘员室)	(208)
图 2-107	全车线束图	(209)
图 2-108	发动机室线束图	(210)
图 2-109	车身线束图	(211)

第一部分 苏联汽车电气设备的构造、原理与维修

一、蓄电池

蓄电池是汽车上的一个重要电源设备。它的用途是：当发动机启动、低速运转和停止工作时，供给全车用电设备所需要的电能。此外，蓄电池还可以接受发电机的充电，把电能转换为化学能储存起来，以备需要时向外输出。

(一) 蓄电池的组成

蓄电池由极板、隔板、电解液和外壳等组成。

1. 极板

极板是蓄电池化学变化的主体，其质量的好坏，对蓄电池的工作性能和寿命有很大影响。

极板分负极板（阴极板）和正极板（阳极板）两种。都是用氧化铅粉与稀硫酸溶液调成膏状物，涂在格子形的栅架上，经滚压、烘干，然后作“形成”处理（浸在硫酸溶液中进行充电），“形成”成品极板。这时在负极板上的填充物完全变成浅灰色的海绵状纯铅；正极板上的填充物完全变成深棕色的二氧化铅。这样制成的极板具有良好的多孔性，电解液能渗入到极板的内层，增大了与电解液的接触面积，使参与化学反应的物质增多，因而，蓄电池的容量较大。

蓄电池的放电和充电，就是靠极板上的填充物质与电解液发生化学变化，从而使蓄电池输出或储存电能，因此，称它为活性物质。

栅架是支持活性物质的骨架，同时起传导电流的作用，由含铅94%、含锑6%的合金铸成。加入适量的锑是为了提高栅架的机械强度和改善浇铸性能。

由于正极板的活性物质比较松散，栅架的格子一般要小些。而且正极板在充电时栅架易于氧化，为增加强度，故正极板栅架通常要比负极板栅架厚0.15~0.25毫米。

为了不增大蓄电池的体积，减小内阻，而又有较大的容量，将若干片同性极板用带有极柱的铅质横板焊在一起，制成正、负极板组。

因为正极板的活性物质比较松散，放电过程中体积变化又较大，所以，应使其两面均匀工作，否则容易拱曲变形而造成栅架断裂和活性物质脱落。为此，负极板组要比正极板组多一片，交叉装合后，每片正极板都夹在两块负极板之间。

2. 隔板

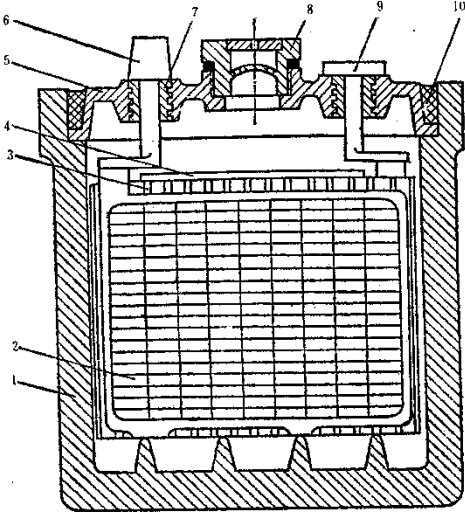
为了避免正、负极板互相接触而短路，在它们之间装有绝缘隔板。制作隔板的材料应具有有良好的多孔性，使电解液能畅通渗透，否则蓄电池的内阻将增大。

隔板的一面平滑，另一面有槽。装配时有槽的一面应竖立地对着化学反应较大的正极板，使正极板周围存留较多的电解液，有利于电解液循环流通，以保证在大电流放电时，有足够的电解液参与化学反应。

隔板可用木材、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维等材料制作。木质隔板抗酸能力差，

尤其在高温条件下（超过40℃）会迅速炭化。

各单格电池的正负极柱，穿出池盖外用连接板焊接，使各单格电池成为串联，即一个单格的正极和相邻单格的负极相连。为保证蓄电池大电流放电时不致产生大的电压降，连接板应有足够的断面。为便于识别极性，在蓄电池的正负极柱上分别铸有“+”、“-”号，或在正极柱上涂以红色标志。蓄电池的剖面图如1-1所示。



1. 外壳 2. 极板 3. 隔板 4. 保护板 5. 池盖 6. 极柱 7. 铅质衬套 8. 垫圈 9. 连接板 10. 封口剂

图1-1 蓄电池剖面图

在苏联，用于汽车上的起动式铅蓄电池，有6伏、12伏两种，各由三个或六个单格电池串联而成。为实现蓄电池生产的标准化、系列化，工厂生产的蓄电池都在外壳上标有型号，型号通常用三个部分表示：

一	二	三
串联的单格电池数	电池的用途	额定容量

第一部分用阿拉伯数字表示，第二部分如属起动蓄电池，一律用C T字母表示，第三部分是指20小时放电率的额定容量，只用阿拉伯数字表示，不带容量单位。例如额

定电压为6伏,额定容量为60安培小时的起动式蓄电池,则表明3CT-60。苏联用蓄电池的技术数据见表1-1。有的蓄电池在型号标记之后,还加有两个字母,第一个为外壳材料,第二个为隔板材料,字母的意义如下:

- Э——硬橡胶
- T——热塑料、聚乙烯和其它
- M——多孔塑料隔板
- P——多孔橡皮隔板
- C——玻璃纤维隔板

例如,6CT-75TPC表示:蓄电池是由6个单格串联而成,标称电压为12伏,标称容量为75安时,壳体由热性塑料或聚乙烯制成,隔板是双层的,即多孔橡皮隔板和玻璃纤维隔板。

表1-1 蓄电池的技术性能

参 数	吉尔-164、164A、157和157K型汽车	吉尔-130型汽车	伏尔加24-10
型号	3CT-84-ПД和CT-84-ПДС	6CT-78-ЭПЭС 6CT-78-ЭМСЭ	6CT-60-ЭМ
电压(伏)	两个6伏的蓄电池串联	12	12
容量(安培小时)	84	78	60
20小时放电率的放电电流(安培)	4.2	3.9	3
起动放电电流(安培)	250	235	
初充电的充电电流(安培)	6	8	6
标准充电电流(安培)	8	8	
在单格电池上所测出的电压调节范围(伏)	1.95~2.12	1.95~2.12	2.23~2.45
电解液	蓄电池专用硫酸,ГОСТ667-63	蓄电池专用硫酸ГОСТ, 667-53	ГОСТ667-53
温度为15℃时的电解液密度	1.28~1.34(充足电时)	1.23~1.29(充足电时)	
电解液的最高温度	45℃	45℃	45℃
电解液高出极板的高度(毫米)	10~15	10~15	10~15
蓄电池外壳	热塑料	硬橡胶	硬橡胶
隔板	木质	米帕拉和玻璃纤维 可塑 米帕拉和玻璃纤维	

注:米帕拉(μллонд)系一种以酚醛型胶为基础制成的绝热材料。

(二) 蓄电池的充放电反应

蓄电池是一种化学电源,它利用正负极板与电解液之间的化学反应将化学能转换为电能或将电能转换为化学能。蓄电池的充放电反应,可用来说明化学能与电能的互相转换的基本原理和变化规律,研究充放电反应,可使我们对蓄电池进行正确使用和管理的方法。

1. 蓄电池的放电反应

充足了电的蓄电池,正极板上的活性物质是二氧化铅,负极板上的活性物质是纯铅。

电解液是稀硫酸。

溶解在水中的硫酸,经常分解为氢和硫酸根两部分,它们与正负极板的活性物相互作用,使正极板失去电子而带正电;负极板得到电子而带负电。当外电路接通时,电流就从正极板经过负载(如灯泡等)流向负极板(图1-2),这就是蓄电池的放电反应。

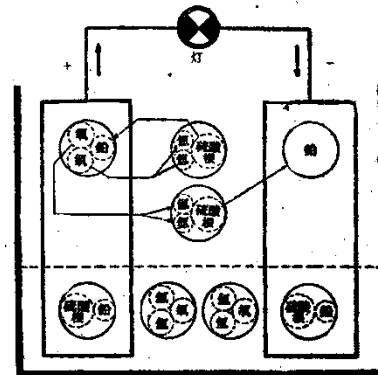


图1-2 蓄电池的放电反应

在放电过程中,电解液中的硫酸根不断与正负极板上的铅原子分别化合成硫酸铅,而正极板上的两个氧原子则进入电解液与氢化合成两个水分子。由于上述的分解与化合是在整个放电过程中不间断地进行的,所以放电的持续时间也较长。从理论上讲,一直要到两极板上的活性物质全部变为相同的硫酸铅,而电解液中的硫酸大大减少,水增多,比重相应下降,放电才告终止。

2. 蓄电池的充电反应

蓄电池放完后,正负极板上的活性物质都已变为硫酸铅,电解液比重很小,几乎接近于水。

如将直流电源的正极(+)和正极板相连,电源的负极(-)和负极板相连,将使极板和电解液发生与放电时完全相反的化学反应(图1-3)。即在充电电流的作用下,正负极板上的硫酸铅分解为铅和硫酸根两部分,电解液中的水分解为氢和氧,硫酸根逐渐进入电解液与氢化合成硫酸,于

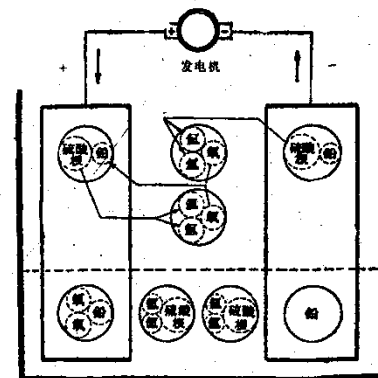


图1-3 蓄电池的充电反应

是负极板仍变成纯铅，而正极板上的铅则与电解液中的氧化合成二氧化铅。这种变化一直要到正极板上的硫酸铅全部变成二氧化铅，负极板上的硫酸铅全部变成纯铅，电解液中的水减少，硫酸增多，比重（或用相对密度表示）上升到充足电时的数值。此时，蓄电池又恢复到完全充电状态。

蓄电池充放电反应时，极板和电解液的变化情况，可用表1-2综合说明：

表1-2 蓄电池充放电时的化学变化

蓄电池情况	正极板	电解液	负极板
完全充电	二氧化铅	硫酸	海绵状铅
完全放电	硫酸铅	水	硫酸铅
	→ 放电	← 充电	

(三) 蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性主要包括静止电动势、内阻、充放电特性和容量。

1. 静止电动势

静止电动势 E_0 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）。它的大小与电解液的相对密度和温度有关，在密度为1.05~1.300克/厘米³范围内，可由下述经验公式计算其近似值：

$$E_0 = 0.85 + \gamma_{25} t$$

式中： γ_{25} ——为25℃的电解液相对密度。

实际测得的电解液相对密度应按下式换算成25℃时的相对密度：

$$\gamma_{25} = \gamma_t + \beta (t - 25)$$

式中： γ_t ——实际测得的相对密度；

t ——实际测得的温度；

β ——相对密度系数 $\beta = 0.00075$ ，即每温升1℃，密度将下降0.00075克/厘米³。

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1.12~1.30克/厘米³之间变化，蓄电池的静止电动势相应地在1.97~2.15伏之间变化。

2. 内阻

蓄电池的内阻包括极板、隔板、电解液、铅连接条等的电阻。蓄电池的内阻一般都很小，以便获得较大的放电电流。

极板电阻一般很小，并且随极板上的活性物质的变化而变化。充电后电阻变小，放电后电阻变大，特别是在放电终了时，由于有效活性物质转变为硫酸铅，则电阻大大增加。

隔板电阻因所用的材料而异，木质隔板比微孔橡胶隔板和微孔塑料隔板电阻大。

电解液的电阻则随其相对密度、温度不同而变化。温度升高，电解液的内阻减小，反之内阻增大。电解液在其密度为1.2克/厘米³左右时，溶解度为最好，粘度较小，故其内阻最小。

3. 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 和电解液密度 r 随时间而变化的规律。以一定的电流 I_c 向一只完全放电的蓄电池进行充电，在充电过程中，每隔一定时间测量其单格电池的端电压 U 和电解液相对密度 r 便可得到如图1-4所示的蓄电池的充电特性曲线。

充电时，电源电压必须克服蓄电池的电动势 E 和电池内阻上的压降 $I_c R_0$ 。因此充电过程中，蓄电池的端电压总是大于电动势 E 。

$$U = E + I_c R_0$$

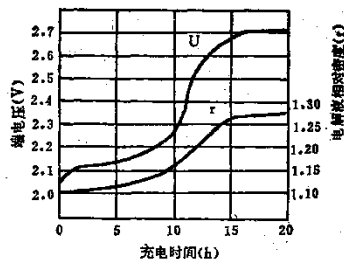


图1-4 蓄电池的充电特性曲线

由于恒流充电，单位时间内所生成的硫酸量相等，所以电解液相对密度随着时间逐渐上升。

蓄电池的端电压，在充电开始后便迅速上升，这是因为充电时活性物质和硫酸的化学作用首先是在极板的孔隙中进行的，生成的硫酸使电解液的相对密度增大，故端电压迅速上升。所生成的硫酸不断向周围扩散，当继续充电至极板孔隙内析出的硫酸量与扩散的硫酸量达到平衡时，蓄电池的电压就不再迅速上升，而是随着整个容器内电解液相对密度的上升而相应增高。

充电接近终了，蓄电池端电压达到2.3~2.4伏时，极板上的活性物质几乎全部恢复为二氧化铅和纯铅。继续通电，电解液中的水开始分解，产生氧气和氢气，以气泡的形式剧烈放出，形成“沸腾”状态。因为氢离子在极板上与电子的结合不是瞬时而是缓慢的，于是靠近负极板处积存有大量的正离子 H^+ ，使溶液与极板之间产生了附加电位差（约0.33伏），故端电压升高到2.7伏左右。

此时，应切断充电电路，停止充电。否则将造成“过充电”。过充电时，由于剧烈地放出气泡会在极板内部造成压力，加速活性物质的脱落，使极板过早损坏，所以应尽量避免长时间的过充。

在实际的使用过程中，为了保证将蓄电池充足，往往需要2~3小时过充电才行。

在全部的充电过程中，极板内部的电解液密度比容器中的电解液密度稍大一些，因此，充电过程中蓄电池的电动势 E 总是高于静止电动势。充电停止后，由于 $I_c = 0$ ，端电压立即下降，极板孔隙内部电解液和容器中电解液的密度趋向平衡，因而蓄电池的端电压又降至2.1伏左右。

蓄电池充电终了的特征是：

① 蓄电池内产生大量气泡，即所谓的“沸腾”。

② 端电压和电解液相对密度均上升到最大值，且2~3小时内不再增加。

以上特征可作为判断蓄电池是否充足电的标志。

4. 蓄电池放电特性

蓄电池的放电特性是指在恒流放电过程中，蓄电池的端电压 U 和电解液的相对密度

γ 随时间而变化的规律。将一只完全充电的蓄电池以20小时放电率的放电电流进行放电,在放电过程中,每隔一定时间测量其单格的端电压 U 和电解液密度 γ ,便可得到如图 1-5 的放电特性曲线。

由于放电过程中,电流是恒定的,单位时间内所消耗的硫酸量是相同的,所以电解液的密度沿直线下降。相对密度每下降 0.03~0.038 则蓄电池放电 25%。

放电过程中,因为蓄电池内阻 R_0 上有压降,所以蓄电池的端电压 U 也总是小于其电动势 E , 即:

$$U = E - I_r R_0$$

式中: U —蓄电池的端电压;

E —蓄电池的电动势;

I_r —放电电流;

R_0 —蓄电池的内阻。

由此可知,随着放电程度的增加,端电压也将逐渐下降。

由图 1-5 可见,放电开始时,其端电压从 2.1 伏迅速下降,这是由于极板孔隙中的硫酸迅速消耗,密度降低的缘故。这时容器中的电解液便向极板孔隙内渗透,当渗入新的电解液完全补偿了因放电时化学反应而消耗的硫酸量时,端电压将随整个容器内电解液相对密度的降低而缓慢地下降到 1.85 伏,接着电压又迅速下降至 1.75 伏,此时应停止放电。如继续放电,电压急剧下降,这是由于放电接近终了时,化学反应深入到极板的内层,而放电时生成的硫酸铅较原来活性物质的体积大 (是海绵状铅的 2.68 倍,是二氧化铅的 1.86 倍),硫酸铅聚积在极板孔隙内,缩小了孔隙的面积,使电解液的渗入困难,因而极板孔隙消耗掉的硫酸难以得到补充,孔隙内的电解液密度便迅速下降,端电压也随之急剧下降。

端电压降至一定值时 (20 小时放电率降至 1.75 伏),而继续放电即为过度放电。过度放电对蓄电池是有害的,因为孔隙内生成的粗结晶硫酸铅,充电时不易还原,而使极板损坏,容量下降。

停止放电后,由于极板孔隙中的电解液和容器中的电解液互相渗透,趋于平衡,蓄电池的端电压将稍有回升。

蓄电池放电终了的特征是:

(1) 电解液密度降低到最小许可值 (约 1.11 克/厘米³),

(2) 单格电池的端电压降至放电终止电压 (以 20 小时放电率放电,单格电压降至 1.75 伏; 10 小时放电率放电,单格电压降至 1.7 伏)。

容许放电的终止电压与放电电流强度有关,放电电流越大,则放完电的时间越短。

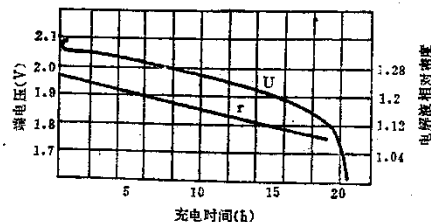


图 1-5 蓄电池的放电特性曲线

而允许的放电终止电压越低,如表 1-3 所示。

表 1-3 起动蓄电池的放电率与终止电压的关系

放电情况	放电率	20小时	10小时	3小时	30分	5分
	放电电流的大小	0.057 Q	0.1 Q	0.25 Q	Q	3Q
单格电池终止电压 (V)		1.75	1.70	1.65	1.55	1.5

(表中 Q 为蓄电池的容量)

5. 蓄电池的容量及特性

(1) 蓄电池的容量

蓄电池的容量是标志蓄电池对外供电的能力。一只完全充电的蓄电池,在允许范围内,所能输出的电量称为该蓄电池的容量。容量是以放电的电流强度乘以放电时间求得的,它的单位是安培小时,简称安时。即:

$$Q = I_r \cdot T_r$$

式中: Q —蓄电池的容量 (A·h)

I_r —放电电流 (A)

T_r —放电时间 (h)

蓄电池出厂时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 额定容量。额定容量是检验蓄电池质量的重要指标之一。根据苏联技术标准的规定,额定容量是以 20 小时放电率的放电电流,在电解液平均温度为 30℃ 的条件下,连续放电 20 小时,单格电池电压降到规定的终止电压 1.75 伏时,蓄电池所输出的电量。例如:一个 3C T-84 型蓄电池,应在符合上述要求的条件下,以 4.2 安培的电流强度,连续放电 20 小时,终止电压降至 1.75 伏,它的容量为: $Q = 4.2 \times 20 = 84$ 安培小时。

② 起动容量。蓄电池的起动容量,是用以说明蓄电池在发动机起动时的供电能力的。一般分为常温 and 低温两种。

常温起动容量:在电解液平均温度为 30℃ 时,以 5 分钟放电率的放电电流,连续放电至单格电压降至 1.5 伏时所能输出的电量。例如:3C T-90 型蓄电池在 30℃ 以 270 安培电流放电 5 分钟,电池端电压降至 4.5 伏,其起动容量为: $270 \times 5/60 = 22.5$ 安培小时。

低温起动容量:在电解液平均温度为 -18℃ 时,以 3Q 电流放电 2.5 分钟,单格电压降至 1 伏时所能输出的电量。

汽车上装用蓄电池的容量大小必须与起动机的功率相适应,因此,不同类型的汽车应装用符合规定容量的蓄电池。

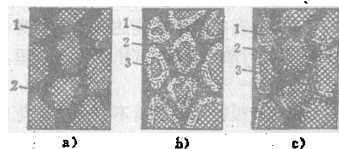
(2) 蓄电池的容量特性

蓄电池的容量越大,可提供的电能就越多。蓄电池容量的大小与很多因素有关,主要有以下几个。

① 极板的构造。极板面积越大,片数越多,则同时和硫酸起化学反应的活性物质越多,容量越大;极板越薄,活性物质的多孔性越好,则电解液渗透越容易,容量越大。

② 放电电流。蓄电池在放电时,正负极板的活性物质都要转变为硫酸铅,因为硫酸铅的体积比二氧化铅或海绵状铅都大,所以随着放电的进行,活性物质的孔隙将逐渐

变小。如果是正常电流放电，化学变化比较缓慢，单位时间所消耗的硫酸较少，电解液可以从容地渗入孔隙，蓄电池能在较长时间维持正常工作，输出的电量可大些。而当大电流放电时，化学反应急促，活性物质的孔隙将迅速地变得很小，致使容器中的硫酸难以渗入极板内层，参与化学反应的活性物质相对减少（图1-6）。同时，由于孔隙中的硫酸消耗过多，电解液浓度降低，电动势也较低，所以，用大电流放电时，蓄电池的容量将减少很多（图1-7）。如果是用大电流连续放电，则容量的减小更为显著。



‘a) 放电前； b) 正常电流放电 c) 大电流放电

1. 活性物质 2. 孔隙 3. 硫酸铅

图1-6 正常电流放电和大电流放电时极板活性物质被利用的情况

③ 电解液的温度。电解液温度的高低，对蓄电池的容量有较大的影响。由于温度的降低，电解液的粘度也随之增大。这不仅使电解液的电阻增大，而且电解液通过隔板，渗入极板孔隙的能力减弱，活性物质不能充分利用，因此，蓄电池在低温条件下，容量减小。据实验证明，当电解液温度不超过30℃时，温度每降低1℃，缓慢放电情况下蓄电池的容量减少1%，迅速放电时达2%，甚至更多（图1-8）。温度增高则由于与低温相反的原因，放电时的电压较高，容量较大，但如超过45℃时，木隔板很快炭化，极板也将受到损害。

④ 电解液的相对密度。电解液的密度在一定范围内的增加，蓄电池放电时渗透的速度将加快，可使电动势增大和内阻减小，蓄电池的容量增大。冬季为了改善蓄电池性能，寒区冬季为了防止电解液结冰，可适当增加电解液的密度，但最高不得超过1.310。否则，极板和隔板都容易损坏，而且电解液密度超过某一数值时，反而会由于粘度的增大而使渗透困难，内阻增大，蓄电池的容量减小。电解液相对密度与容量的关系见图1-9。

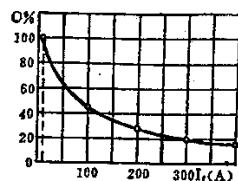


图1-7 蓄电池容量和放电电流的关系

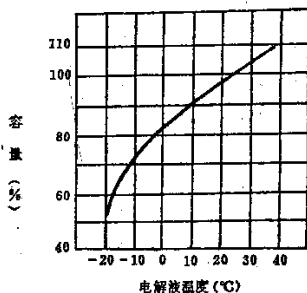


图1-8 电解液温度对容量的影响

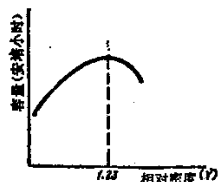


图1-9 电解液密度与容量的关系（指20小时放电率）

(四) 蓄电池常见故障及其产生的原因

蓄电池在使用中，常出现各种故障，最常见的主要故障有：极板活性物质脱落、极板硫化、严重自行放电等。本节着重分析蓄电池常见故障产生的原因，找出蓄电池损坏的规律，以便采取积极措施，防止蓄电池早期损坏。

1. 活性物质大量脱落

目前采用的涂浆式极板，在使用中由于充放电时的化学反应，活性物质的体积不断发生膨胀和收缩的变化，极板与隔板又常发生磨擦和挤压，逐渐地有少量的活性物质自然脱落，这是难以避免的。但若迅速的大量脱落，那就不是正常现象，而是一种致命的故障。它将使蓄电池的容量显著下降，以致完全失去充放电的能力。

活性物质大量脱落，主要发生在结构比较松散而化学变化又比较剧烈的正极板。负极板的活性物质是海绵状纯铅，较之二氧化铅要紧密得多，因此，脱落较少。当蓄电池活性物质大量脱落时，在充电过程中，可发现电解液中有褐色物质。

造成活性物质大量脱落的原因很多，属于使用方面的主要是：

(1) 充电末期的充电电流过大

蓄电池接近充电终了时，电解液中开始产生气泡，当单格电压升至2.4伏左右，如充电电流仍很大，则化学反应急促，引起水的激烈分解，产生大量的气泡由活性物质的孔隙中窜出，形成一种压力，使活性物质受到冲击而脱落。

(2) 经常过量充电

所谓过量充电，即在蓄电池充电终了时，电压和电解液密度都升到最大值而不在增加时，仍以较大电流继续充电。过量充电的危害，除电解液产生大量气泡形成“沸腾”而使极板表面活性物质细小颗粒脱落外，还会由于过量充电使活性物质过分氧化，栅架腐蚀，造成活性物质从栅架上剥离或栅架断裂。

(3) 经常过量放电

当蓄电池存电不足，起动机运转无力，灯光暗淡时，仍继续勉强使用，就会造成蓄电池的过量放电。过量放电的蓄电池，活性物质内部生成大量的硫酸铅，活性物质的体积胀大，经充电后硫酸铅虽然消失，但其体积却不能复原。所以，经常的过量放电，会使活性物质变得特别松散而易于脱落。

(4) 大电流放电时间过长

主要是指长时间连续使用起动机。在这种情况下，容易引起极板的弯曲变形。这是因为极板各部分的导电性能不完全相同，极板各部分的化学反应不均匀，体积变化也不一致。极板的严重弯曲变形，将使活性物质容易与栅架分离而脱落。

(5) 蓄电池在车上装得不牢

汽车上的蓄电池，在行驶中经常受到剧烈的震动，如果再加上安装不牢，蓄电池与车架之间又要发生不应有的撞击，这就更会加速活性物质的脱落。

(6) 电解液结冰

在严寒地区的冬季，如果未及时对蓄电池进行换季保养，或是蓄电池放电太多，都会因电解液密度偏低使电解液结冰。由于水结冰后的体积增大，会严重破坏活性物质的结构，造成大量脱落的不良后果。

此外,在电解液密度和温度过高时,硫酸对栅架和活性物质的腐蚀作用均较大,使其机械强度降低,也将加速活性物质的脱落。

2. 极板硫化

硫化就是在极板上形成了一层粗大而又坚硬的白色硫酸铅结晶体。这种结晶体的体积较大,因而会堵塞活性物质的孔隙,阻碍电解液的渗透和扩散,使蓄电池的容量显著下降,并由于它导电性能差,使蓄电池的内阻增大,在起动时不能供给起动机所需的大电流。又由于这种结晶体非常坚硬,难于溶解,不易使它消除,所以,在一定程度上使蓄电池的可逆性遭到破坏。

极板硫化了的蓄电池有以下特征和现象:严重者可以从加液孔看到极板上积起一层白色物质;容量下降,起动机转动无力,用高率放电计检查时,单格电压迅速下降且不稳;充电时单格电压迅速上升至2.8伏以上,尔后降低,再缓慢上升。在充电终了时,电压不超过2.5伏;充电过程中电解液温度升高很快,密度上升不明显,而“沸腾”现象出现得很早;严重硫化的极板,就充不进电。

极板硫化的原因,主要有以下几个方面:

(1) 长期充电不足

蓄电池在正常使用情况下,极板上的活性物质虽然也形成硫酸铅,但它是比较松软的细小的颗粒,而且是均匀地分布在极板上,一经充电就能消失。如果蓄电池长期处于全放电,部分放电状态以及封存车牌的蓄电池未定期进行补充充电和充放电锻炼循环,极板上形成的一部分硫酸铅在温度升高时就会溶解到电解液中,温度下降时,电解液中的硫酸铅再结晶成粗大颗粒的硫酸铅附在极板上。

(2) 新蓄电池的初次充电不足

极板在制造时,“形成”处理不彻底,有部分硫酸铅存在,加之在运输保管过程中受外界条件的影响,会造成硫化,如不认真进行初充电,尔后再进行补充充电时更难消除。

(3) 电解液液面过低

电解液液面过低时,使极板裸露部分与空气接触,活性物质被氧化,或在车辆行驶中,电解液上下波动,使上部极板露于空气中而生成粗结晶体的硫酸铅。

3. 严重自行放电

一个完全充电的蓄电池,在不使用的情况下,逐渐失去电量的现象叫自行放电。到目前为止,铅蓄电池的自行放电还不能完全避免。因为制造蓄电池的材料和硫酸均不可能绝对纯净,加之正负极板上的二氧化铅与栅架中的铅、锑,以及负极板上的纯铅与栅架上的锑,都是不同金属,它们之间将形成电位差,这样便在同一块极板上形成许多小电池,而产生局部电流。上述因素所造成的自行放电,每昼夜的放电量约为蓄电池额定容量的0.5~1%,这时经常在车上能得到充电的蓄电池来说,影响并不很大,称为正常的自行放电。但是,如果使用 and 保养不当,自行放电速度可大为增加,甚至在充足电后,仅几天甚至几小时内就可完全放光,成为“存不住电”的严重自行放电故障。

在使用中造成严重自行放电的原因是:

(1) 电解液不纯洁

可能是由于用了不合乎要求的硫酸,或是用含有大量杂质的普通水代替蒸馏水配制电解液;用了铅以外的其它金属器皿储存或添注电解液;以及导线和极柱上生成的氧化

物掉进蓄电池内。

(2) 内部短路

在蓄电池修配时,操作不小心,带进了金属杂物;隔板有裂缝或孔洞;电解液密度和温度过高,使木隔板炭化或破裂;活性物质大量脱落,极板下部沉淀物过多,使正负极板直接接通而短路。

(3) 电极间绝缘不良

通常是电解液液面过高,池盖破裂,螺塞未盖严,密封胶开裂或失效,使电解液外溢;由于灌注电解液、添加蒸馏水时不小心,使蓄电池表面潮湿,以及表面不清洁等,均可构成极间短路,使蓄电池不断自行放电。这种自行放电,有时一昼夜能达蓄电池本身容量的5~10%。在气候较潮湿的地区或季节,蓄电池的自行放电加速,其原因也在这里。

4. 活性物质收缩

活性物质收缩主要发生在负极板。活性物质收缩的负极板从表面看不一定有硫化现象,只是极板变得非常坚硬,细孔减少,而使电解液难于渗透到活性物质内层,蓄电池的容量大大降低,严重时会导致蓄电池完全失去工作能力。

造成负极板活性物质收缩的原因,除制造质量差以外,极板干藏于空气中时间过久或在使用中经常处于部分放电状态。在车上虽有发电机对蓄电池充电,但充电和放电是频繁地交替进行的,参加充放电反应的活性物质只是表层的一部分,极板内部的活性物质很少有锻炼的机会,致使细孔逐渐减少,海绵状铅逐渐板结。这种现象在封存车上的蓄电池尤为普遍。此外,在蓄电池小修更换隔板时,如将未经放完电的极板从电解液中抽出,与空气接触,也会使负极板的活性物质氧化收缩。

5. 蓄电池的极性颠倒

汽车蓄电池均由三个或六个单格电池串联成6伏或12伏。在充电终了后,各单格的技术状况都应相同。当蓄电池放电时,如果其中有一个单格电池的电压降低到终了值的时间比其它单格快些,那么这一单格就将限制整个蓄电池的输出容量。这个单格电池就称为“落后(滞后)”单格电池。如继续放电,“落后”单格电池的电压将迅速地降至零。在这种情况下,完好的单格电池的放电,就象充电电流一样通过落后单格电池,使其成为反极电池,即原来的正极板变成了负极板,而原来的负极板变成了正极板,使极性颠倒。

“落后”单格电池按下列标志来确定:落后单格电池的电解液密度,在蓄电池充电时低于其余的单格,并且不能达到原始密度;在充电结束时,落后单格电池的电压较低。

蓄电池由于存在落后单格电池而造成极性颠倒时,其危害是很大的。只要有一个单格电池极性颠倒,将使整个蓄电池的电压将低4伏,极板的寿命大大缩短。

造成蓄电池极性颠倒的原因:装配修理蓄电池时,极板的技术状况悬殊;新旧极板组拼装;充电时各单格电池的电压和电解液密度不一样;对落后单格电池没有及时发现,未及时排除等。

(五) 蓄电池的充电

及时而正确地给蓄电池进行充电,对保证蓄电池随时处于良好的技术状态,有效

地防止故障和延长蓄电池的使用寿命有着重要的意义。为做好这项工作,就必须研究和掌握几种基本的充电方法:

1. 蓄电池的充电方法

(1) 定电流充电法

所谓定电流充电法就是在充电过程中,使选定的充电电流保持稳定不变。

在充电过程中,要使选定的充电电流保持稳定不变,必须随时对充电电压进行调节。因为随着充电的不断进行,蓄电池的电动势会逐渐升高,因此必然引起充电电流的降低。所以,在采用定电流充电时,应随时根据充电程度的增加调高充电电压。如图1-10所示。

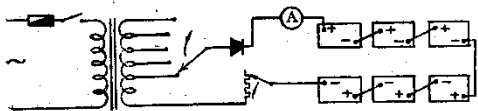


图1-10 定电流充电

由于定电流充电法的充电电压是可以调节的,它可以根据蓄电池的充电需要选择合适的充电电流,所以它被广泛地应用于蓄电池的分阶段充电,去硫充电和特种充电。

(2) 定电压充电法

所谓定电压充电法就是在充电过程中,使充电电压保持不变,如图1-11所示。

由于充电电压不变,所以在充电过程中随着蓄电池电动势的不断升高,充电电流就会逐渐减小,最后,当蓄电池电动势与充电电压相等时,充电电流减至零,充电停止。

定电压充电的优点是充电速度快,适合于给急用的蓄电池充电。但由于充电开始时电流很大,不能使极板的活性物质完全转化,同时最大起始充电电流要受到充电机和蓄电池所允许的最大充电电流限制,因此,在实际中除定电压充电机和汽车本身的电源外很少采用。

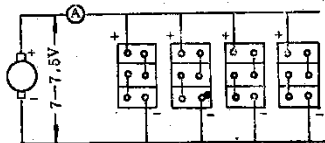


图1-11 定电压充电

(3) 充电电压、电流的计算

充电电压、电流,应根据充电机输出电压、电流的大小和蓄电池充电所需要的电压、电流来计算。其基本原则是:

① 充电电源的电压必须高于被充蓄电池的电压。因此,每一单格蓄电池的充电电压应按2.75伏计算。

② 充电电流一般取蓄电池容量的1/10~1/14(使用中的蓄电池取1/10,新蓄电池初充电取1/14);充电电源的额定电流必须大于充电的总电流。

例如:某充电机额定电压为50伏,额定电流为15安,现有3CT-84型使用中的蓄电池一批,该充电机最多能充多少只电池?

因为每个3CT-84型的蓄电池所需要的充电电压为 $2.75 \times 3 = 8.25$ 伏,所需的充电电流为 $84 \times 1/10 = 8.4$ 安,按充电机的额定电流只能充一路,根据充电机的额定电压可以串6只。

$$\text{即:串联6伏蓄电池数} = \frac{\text{充电机额定电压}}{8.25} = \frac{50}{8.25} = 6 \text{ (只)}$$

又例如:某充电机额定电压为85伏,额定电流为20安,能充3CT-54型使用中的蓄电池多少只?

根据3CT-54型蓄电池的充电电压是8.25伏,充电电流是 $54 \times 1/10 \approx 6$ 安,所以按照充电机的额定电压可以串 $\frac{85}{8.25} = 10$ 只,但额定电流很大,因此可以并联3路。

$$\text{即:蓄电池并联路数} = \frac{\text{充电机额定电流}}{\text{需要的充电电流}} = \frac{20}{6} \approx 3 \text{ 路}$$

根据计算可知,此充电机能充蓄电池30只。

(4) 充电电源与蓄电池的连接

充电电源对蓄电池充电时,尽管采取的充电方法,所充的数量不同,但它们之间连接的原则都是一样的。即充电电源的正极接蓄电池的正极,充电电源的负极接蓄电池的负极,如图1-10和1-11所示。如果电源输出接柱和蓄电池极柱上标的“+”“-”符号看不清时,须先弄清极性后再进行联接。极性的识别方法如下:

① 用电压表识别:将直流电压表的正负接柱与充电电源或蓄电池两极柱相联,看表针偏移方向来判断正、负极。

② 用电解液识别:将连接充电电源或蓄电池两极柱的导线放入电解液中,气泡产生较多的是负极。如电压过高,可串联灯泡,以保证安全。

③ 观察极柱颜色:使用过的蓄电池,正极呈深褐色,负极呈深灰色。

2. 蓄电池的充电工艺

(1) 新蓄电池的充电(初充电)

极板在生产时的“形成”处理,一般都不是不彻底的。正负极板都含有一定量的硫酸铅。在运输保管期间,极板表面还会产生部分硫化。根据这个特点,启用新蓄电池或大修蓄电池时,应按规定进行充电,使极板深部的硫酸铅和表面的硫化层得以消除,增加活性物质的细孔性,达到足够的容量。实践证明,凡是对蓄电池的充电工作做得好的,蓄电池的技术性能就好,使用寿命就长;反之,技术性能就差,以致早期损坏。新蓄电池的充电的具体工艺如下:

① 配制电解液。新蓄电池出厂时一般未装电解液,由使用单位自行加注。电解液的密度应按蓄电池制造厂的规定加注,或按地区、气温及冬季、夏季加注适当密度的电解液,参见表1-4。

电解液应用蒸馏水和密度为1.83克/厘米³(15℃)的化学纯净硫酸配制。配制电解液可按重量比或体积比(表1-5)。

电解液密度用吸式密度计测定(图1-12),测得的数值,可计算成15℃时的密度。

配制电解液应在耐酸的玻璃、瓷质、硬橡胶或铅质的容器内进行。配液时必须先将水加入容器,然后将硫酸徐徐加入水中,并用木棒或玻璃棒不停地搅拌(不可用金属棒),

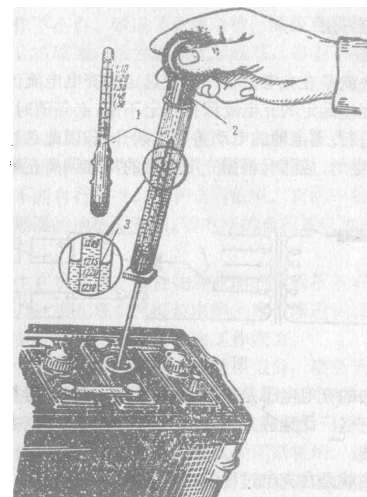
表 1 - 4 苏联不同地区和气温条件下的电解液

各气温带一月份的平均温度 (°C)	一年 (四季)	充电前的电解液密度	完全充电后的电解液密度
严寒地带 -50 ~ -30	冬季	1.29	1.31
	夏季	1.25	1.27
寒冷地带 -30 ~ -15	全年	1.27	1.29
温带 -15 ~ -1	全年	1.25	1.27
热带 -4 ~ 4	全年	1.23	1.25
温和湿润地带 4 ~ 8	全年	1.21	1.23

注: 电解液密度的允许误差, 不应比表中规定的数值差0.01

表 1 - 5 电解液配制成分的百分比

15°C时密度 (克/厘米 ³)	重量 %		体积 %	
	蒸馏水	浓硫酸	蒸馏水	浓硫酸
1.240	68.0	32.0	78.4	21.6
1.250	66.8	33.2	77.4	22.6
1.260	65.6	34.4	76.4	23.6
1.270	64.6	35.6	75.4	24.6
1.280	63.2	36.8	74.4	25.6
1.290	62.0	38.0	73.4	26.6
1.300	60.9	39.1	72.4	27.6
1.310	59.7	40.3	71.3	28.7



1. 密度计 2. 梨形橡胶囊 3. 观察点

图 1 - 12 用吸式密度计检查电解液密度

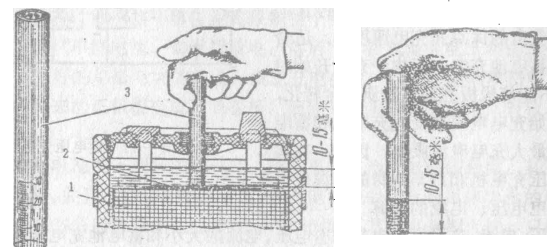
绝不可将水加入硫酸中, 否则酸液会飞溅伤人。

② 加注电解液。电解液加入蓄电池之前, 温度不得超过30°C。加注之前, 将电池顶部用布抹干净, 取下加液盖, 检查盖上汽孔是否畅通; 加入电解液, 液面应高于极板顶部15毫米。测量时可用内径4~6毫米, 长100~150毫米的玻璃管, 插入单格电池中, 使玻管碰到极板上端, 然后用手指堵住管的上端 (图 1 - 13), 将玻璃管拔出电池, 管中留有的一段液体, 此液体高度即表示极板上的液面高度。

灌注电解液后, 将蓄电池静置6~8小时, 待温度低于30°C, 才能充电。此时如液面因渗入极板而低落, 应补充注液, 直到高出极板15毫米。

③ 连接蓄电池。充电前按照充电设备的额定电压和额定电流将要充电的蓄电池连接起来。具体方法如前所述, 但有两点需要加以说明: 如果各并联支路内没有变阻器, 则各并联支路内蓄电池的总电压应该相等; 如果在一个支路中各串联蓄电池所需的充电电流大小不同时, 则充电电流应按最小的蓄电池计算。原来需要充电电流大的蓄电池, 充电时间就要长一点。

④ 充电电流的选择。定电流充电的充电电流是根据蓄电池容量来选择的。定电流充电在实际运用中, 并不是用一个电流值一下充到底, 而应分为两个阶段。第一阶



1. 蓄电池极板 2. 防护板 3. 测量管

图 1 - 13 用量管测量电解液面高度

段的充电电流为额定容量的1/16。第二阶段的充电电流减半, 即为额定容量的1/32。定电流充电为什么要分两个阶段呢? 充电特性告诉我们, 当单格电池电压充到2.4伏时, 蓄电池已基本被充足, 活性物质已基本还原, 并开始电解水, 电解液中开始产生气泡。这时如果不将充电电流减小, 则不仅不利于使极板内部的活性物质继续还原, 而且由于气

泡的剧烈产生并急速地从极板孔隙内冲出,就会将孔隙边缘的活性物质冲掉,使蓄电池容量降低。所以在定电流充电过程中,当电压达到2.4伏时,就要将充电电流减半,转入第二阶段。实际的充电特性如图1-14所示。

⑤ 在充电过程中,为了及时了解情况,应每隔2~3小时测量一次单格电压、电解密度和电解温度,并作记录。如电解温度超过45℃,应立即停止充电或将充电电流减小,待冷却后再恢复正常充电。如果充电电压达到2.4伏,则应及时转入第二阶段。最后当电解中出现大量气泡,单格电压稳定在2.5~2.7伏,并且在两、三小时内密度和电压都不再继续上升,则说明电已充足,可停止充电。

⑥ 充电大循环。新蓄电池经过一次充电,一般不可能将表面的硫化完全消除,使相当于额定容量的活性物质都参加化学反应。所以,为了保证蓄电池的容量,在第一次充电结束后,还应进行一次放电。放电负载可用灯泡,或利用放电电流对其他蓄电池充电。放电电流采用额定容量的1/20(即20小时放电率)。在放电过程中,应随时调整串联电阻的大小,以保证放电电流稳定。改变放电电阻的大小,即可改变放电电流的大小。当放电进行到单格电压降为1.75伏时,即停止放电,并计算容量,即:

$$\text{蓄电池容量(安培)} = \text{放电电流} \times \text{放电时间}$$

如达不到额定容量或额定容量的85%以上,还须进行第二次充电。不过第二次充电电流可采用正常充电的数值,即第一阶段改用额定容量的1/10,第二阶段减小一半。直到蓄电池放出的容量能达到上述标准时,方可进行最后一次充电。

⑥ 调整电解液密度。充电终了后的电解液密度不一定符合规定,需要调整,其方法是:先将蓄电池内的电解液抽出一些,如原来密度过小,可加入密度为1.40克/厘米³的浓电解液;如原来密度过大,可加入蒸馏水。调整后的电解液密度各单格之间不能相差0.01,液面高度要符合要求。然后用小电流继续充半小时电,使电解液混合均匀,并作一次复查。最后把蓄电池外壳抹净,就可以交付使用。

(2) 补充充电

蓄电池在车辆上使用时,虽有发电机对其充电,但由于采取的是定电压充电,不可能使蓄电池充得很足。为防止蓄电池硫化和其它故障产生,保证蓄电池可靠地工作,应根据需要及时补充充电,一般每月至少一次。如发现下列现象,必须随时进行补充充电。

- ① 当电解液相对密度降到1.15以下时;
- ② 冬季放电超过25%,夏季超过50%;
- ③ 灯光比平时暗淡,表示电力不足时;
- ④ 单格电压下降到1.7伏以下时;
- ⑤ 起动力。

补充充电常分两阶段进行。第一阶段按表1-1中的标准充电电流值充到电压为

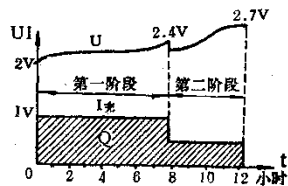


图1-14 实际定电流充电特性

2.3~2.4伏,将电流减到第二阶段的充电电流(标准充电电流值的一半),充至2.5~2.7伏,电解液密度恢复到规定值,三小时保持不变,电池内发生大量气泡,便表示充足。平时补充充电约需13~17小时。如电解液密度不合适,应进行调整,方法和初充电相同。

(3) 防止硫化过充电

蓄电池使用中,常因充电不足而造成硫化。为预防起见,可每隔三个月进行一次预防硫化过充电,即比平常充电时间更长,充电更完全。方法是:用平时补充充电的电流值将电池充足,中断1小时,再用 $\frac{1}{2}$ 补充充电的电流值进行充电至“沸腾”为止。如此重复几次,直至刚一充电,蓄电池立即“沸腾”为止。

(4) 锻炼循环充电

蓄电池在使用中常处于部分放电的情况,参加化学反应的活性物质有限,为迫使相当于额定容量的活性物质都参加工作,以避免活性物质长时间不工作而收缩,可每隔三个月进行一次锻炼循环。即在电池正常充电后,用20小时放电率放电,再正常充电后送交使用。

(5) 去硫充电

当极板硫化较严重时,可采取“去硫充电”法将其消除,以便能继续使用。常用的消除硫化的充电方法如下:

① 轻度硫化去硫充电。轻度硫化的蓄电池,可用小电流缓慢充电,予以消除。

其方法是:先将硫化蓄电池以20小时放电率进行放电,放电终了,倒出原电解液,换用相对密度为1.04的稀电解液或蒸馏水,以3安以下的小电流(约为额定容量1/30的电流强度)进行充电。当电解液相对密度上升到1.15时,再重新换用相对密度为1.04的稀电解液继续充电。反复更换电解液充电,直到密度不再上升为止。然后换用正常密度的电解液,按补充充电的方法进行充电、放电数次,直到放出电量能达到额定容量的80%左右时,再进行最后一次充电,即可使用。

充电中电解液密度之所以要小,是为了便于极板上的硫酸析出,使硫酸铅还原,以消除硫化。采用小电流充电,是为了避免充电中电解液温度过度升高。

② 严重硫化的去硫充电。对于严重硫化的蓄电池,单用小电流充电是不容易消除的,试验证明,在电解液中加入适量化学药剂,可以较好地消除硫化,其具体方法如下:先将蓄电池以20小时放电率放电。放电终了后拆开电池,用蒸馏水清洗极板、外壳,并更换已损坏的隔板。

装复蓄电池,换用相对密度为1.10的电解液,并在每公升的电解液中,加入2~5克的碳酸钾或碳酸钠或碳酸镁。

以额定容量的1/16~1/20的电流强度进行充电。在充电中,每隔一小时左右测量一次电解液密度、温度和端电压的变化情况,并作记录。

由于严重硫化,蓄电池内阻增大,所以开始充电时,单格电压会迅速上升到5.5~5.6伏,以后随着硫化的逐渐消除,电压又会很快下降到2伏左右。然后就象正常蓄电池一样,缓慢地由2伏逐渐上升到2.4伏,此时应将充电电流减小一半继续充电,直到电压上升到2.6~2.7伏为止,如图1-15所示。

再以10小时放电率放电,检查容量。当达不到额定值的80%时,应再进行充、放电。进行反复充、放电时,第二次以后的充电电流强度,可按补充充电时的规定进行。

充电终了,应按规定调整好电解液密度。调整时,不必将加有金属盐的电解液换