

汽车专业维修培训丛书

理论与实践相结合，实用性强

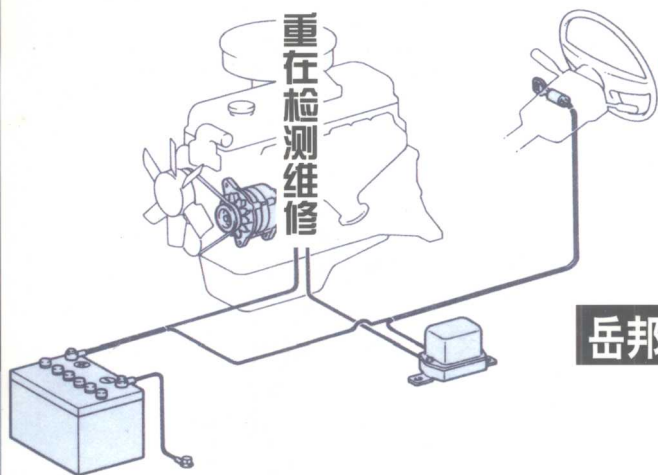
实例丰富，代表性强

根据读者群体组织资料，针对性强

立足结构，突出实践技能培养，重在检测维修

充电系统

岳邦贤 刁国强 主编

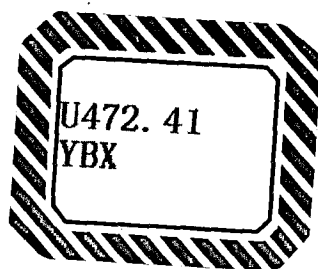


化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

汽车专业维修培训丛书

充电系统

岳邦贤 刁国强 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

充电系统/岳邦贤、刁国强主编. —北京:化学工业出版社,
2005. 2

(汽车专业维修培训丛书)

ISBN 7-5025-6505-1

I. 充… II. ①岳…②刁… III. ①汽车-充电电源-构造
②汽车-充电电源-故障诊断③汽车-充电电源-故障修复
IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137194 号

汽车专业维修培训丛书

充 电 系 统

· 岳邦贤 刁国强 主编

责任编辑:周国庆 周 红

文字编辑:钱 诚

责任校对:顾淑云 周梦华

封面设计:于剑凝

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 184 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6505-1/TH·284

定 价:19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《汽车专业维修培训丛书》编写委员会

主 任 齐晓杰

副主任 张金柱

委 员 (按姓氏笔画排序)

刁国强	于春鹏	王悦新	石美玉
齐晓杰	纪峻岭	苏清源	李 伟
李涵武	张 毅	张金柱	岳邦贤
赵雨旻	洪慕绥	鲍 宇	

前 言

当今时代,科学技术的迅猛发展,极大地促进了汽车技术和汽车工业的高速发展,汽车正日益广泛地深入到社会和人们日常生活的各个方面,这使得汽车修理成为引人注目、迅猛发展的行业。

由于现代汽车技术大量地融进了电子技术、计算机技术、现代通讯与控制技术等,使得汽车的维修理念、维修内容、维修方法,都发生了根本性的变化,汽车维修越来越具有一定的难度。因此,汽车维修市场对汽车维修人员的技能及素质要求越来越高,汽车维修业的从业人员需在相对短的时间内掌握关于新车型的维修技术和方法。从汽车技术发展和汽车维修人员掌握技术能力和培养素质的角度出发,本编委会组织有关专家编写了这套《汽车专业维修培训丛书》,包括:《充电系统》、《转向系统》、《汽油发动机》、《制动系统》、《传动轴、差速器、驱动桥及车桥》、《悬架系统》、《电子燃油喷射系统》、《自动变速器》、《空调系统》、《点火系统》、《启动系统》、《车轮定位及轮胎》、《柴油发动机》、《防抱死制动和牵引力控制系统》、《增压器》、《排放控制系统》、《离合器及机械变速器》、《车身电气》等共计 18 种。

针对汽车维修人员的实际需要,本丛书在编写上力求做到如下几点。

1. 依据《国家职业标准·汽车维修工》中有关中级和高级的内容进行编写。

2. 基本知识、原理、结构简单介绍,以够用为原则。

3. 突出基本技能,主要介绍维修部分的内容,以及故障的诊断、排除方法和技巧,并列举实例,注重实用性、针对性和可操作性。同时介绍材料、零部件识别的有关知识。

4. 语言简洁,深入浅出,通俗易懂,做到图文并茂。

本书是《充电系统》,是《汽车专业维修培训丛书》之一。主要介绍了电源系统的原理与结构。电源系统包括蓄电池、发电机及其调节器,两者并联工作,发电机是主电源,蓄电池是辅助电源。实践证明,如果使用不当,电源系统很容易受到损坏。为提高汽车的完好率,要求从事汽车运输、运用及管理的技术人员熟悉和掌握电源系统的结构原理、性能及故障诊断与维修等方面的知识,因此,特编写此书。

本书由岳邦贤、刁国强主编。参加编写的还有范云侠、王庆友、尹世清、纪峻岭、石美玉。全书由张金柱审阅。

本书在编写过程中参考了大量资料，在此特向其作者表示真挚的谢意！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者指正。

编者

2004 年 10 月

内 容 提 要

本书是《汽车专业维修培训丛书》之一，主要介绍了充电系统原理与结构；充电系统常见故障及其诊断与维修方法；典型车充电系统的维修实例。

本书所讲的基本知识以够用为原则，重点突出基本技能。注重实用性和针对性，可操作性强。该书语言简练、图文并茂、深入浅出、通俗易懂。

本书可以作为汽车修理工中、高级培训教材，可以作为汽车使用与维修专业的教学参考书，也可供有关汽车专业以及汽车运输部门的工程技术人员与修理工参考。

目 录

第 1 章 充电系统结构与原理	1
1.1 蓄电池的结构与原理	1
1.1.1 普通型蓄电池的结构	2
1.1.2 干式荷电铅蓄电池	6
1.1.3 免维护蓄电池	6
1.1.4 蓄电池的型号、规格	11
1.2 蓄电池的工作原理和特性	17
1.2.1 蓄电池的工作原理	17
1.2.2 蓄电池的工作特性	18
1.3 蓄电池的容量及其影响因素	22
1.4 交流发电机的结构	24
1.4.1 三相同步交流发电机	25
1.4.2 整流器	27
1.5 交流发电机的工作原理及工作特性	28
1.5.1 发电原理	28
1.5.2 交流发电机的工作特性	30
1.5.3 国产发电机型号	31
1.6 交流发电机性能的改善	32
1.7 交流发电机的调节器	35
1.7.1 电压调节器的功能	35
1.7.2 电压调节原理	35
1.7.3 电磁振动式电压调节器	36
1.7.4 晶体管调节器	46
1.7.5 集成电路 (IC) 电压调节器	50
1.7.6 计算机控制的调压电路	53
1.7.7 交流发电机电压调节器的型号	54
1.8 汽车充电系统的保护电路	55
1.8.1 汽车充电系统设置保护电路的必要性	55

1.8.2	交流发电机磁场绕组的保护电路	56
1.8.3	汽车充电系统过电压的产生	58
1.8.4	汽车充电系统过电压的保护电路	59
1.9	其他形式车用交流发电机简介	62
1.9.1	无刷交流发电机	62
1.9.2	带泵交流发电机	67
第2章	充电系统故障诊断与维修	68
2.1	蓄电池的充电和充电设备	68
2.1.1	蓄电池的充电	68
2.1.2	充电设备	73
2.2	蓄电池的使用与维护	74
2.2.1	蓄电池的正确使用	74
2.2.2	蓄电池的维护	75
2.2.3	蓄电池技术状况的检查	75
2.2.4	电解液相对密度的选择和配制	79
2.2.5	冬季使用蓄电池的注意事项	80
2.2.6	蓄电池的储存	81
2.3	蓄电池的故障及其排除	81
2.3.1	极板硫化	81
2.3.2	自行放电	82
2.3.3	蓄电池容量达不到规定要求	82
2.4	交流发电机和调节器的拆装和维护	83
2.4.1	常用维修工具与测试仪器的使用	83
2.4.2	交流发电机的维护	88
2.5	充电系统电路	95
2.5.1	充电指示灯控制电路	96
2.5.2	几种车型充电系统电路	97
2.5.3	磁场继电器控制电路	101
2.6	发电机和调节器的正确使用与性能测试	103
2.6.1	交流发电机的正确使用	103
2.6.2	调节器的正确使用	103
2.6.3	发电机与调节器性能测试	105
2.7	充电系统的常见故障诊断与排除	108
2.7.1	充电系统故障诊断的基本方法	108

2.7.2 常见故障诊断与排除	109
第3章 典型车型充电系统维修实例	112
3.1 奥迪轿车	112
3.1.1 蓄电池的结构	112
3.1.2 蓄电池的维护	112
3.1.3 发电机的结构与检修	114
3.2 别克轿车	121
3.2.1 蓄电池的构造	121
3.2.2 蓄电池的日常维护	122
3.2.3 发电机的构造与检修	124
3.3 雅阁轿车	130
3.3.1 充电系统结构特点	130
3.3.2 充电系统的使用与维修	131
3.3.3 系统诊断	134
3.4 捷达轿车	137
3.4.1 蓄电池的维修	137
3.4.2 交流发电机的维修	140
3.4.3 交流发电机的常见故障诊断与排除	144
3.5 富康轿车	149
3.5.1 蓄电池的维修	149
3.5.2 发电机与调节器的维修	150
3.5.3 充电系统的常见故障诊断与排除	156

第 1 章 充电系统结构与原理

汽车充电系统主要由发电机及与发电机匹配的电压调节器、蓄电池、电流表等组成，如图 1-1 所示。

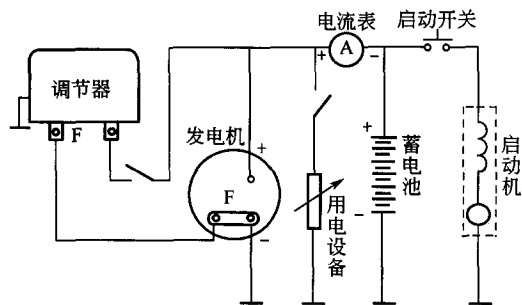


图 1-1 汽车充电系统组成

蓄电池、发电机与汽车用电设备都是并联的。在发动机正常工作时，发电机向用电设备供电并使蓄电池充电；启动时，蓄电池向启动机供电；电流表用来指示蓄电池的充放电状况；调节器的作用是使发电机在转速变化时，保持其输出电压恒定。还有很多汽车的充电系统装有电源总开关或蓄电池继电器、充电指示灯（放电警告灯）及继电器、电压表等。

1.1 蓄电池的结构与原理

汽车蓄电池是一种储存电能的装置，一旦连接外部负载或接通充电电路，便开始了它的能量转换过程。在放电过程中，蓄电池中的化学能转变成电能；在充电过程中，电能被转变成化学能。

汽车蓄电池的主要用途有以下几点。

① 在启动发动机期间，它为启动系统、点火系统、电子燃油喷射系统和汽车的其他电气设备供电。启动机工作电流可达 200~600A。

② 当发动机停止运转或低速运转的时候，由它给汽车用电设备供电。

③ 当出现用电需求超过发电机供电能力时，蓄电池也参加供电。

④ 蓄电池起到了整车电系统的电压稳定器的作用，能够缓和电系统中的冲击电压，保护汽车上的电子设备。

⑤ 在发电机正常工作时，蓄电池将发电机发出的多余的电能存储起来——充电。

蓄电池的种类很多，由于铅蓄电池的内阻少，电压稳定，可以在短时间内供给启动机强大的电流，加之结构简单，价格较低，所以在汽车上被广泛采用。另外，铅蓄电池不仅是一个电源，更相当于一个较大的电容器，能吸收电路中产生的过电压，保护晶体管 and 集成电路不被击穿，延长使用寿命。

目前，汽车上常用的蓄电池类型有普通蓄电池、干式荷电铅蓄电池、少维护或免维护蓄电池、封闭式免维护蓄电池等，此外还有混合型蓄电池和重组式蓄电池。

1.1.1 普通型蓄电池的结构

蓄电池由正极板、负极板、隔板、电解液、电池盖板、加液孔盖和电池外壳等组成，如图 1-2 所示。

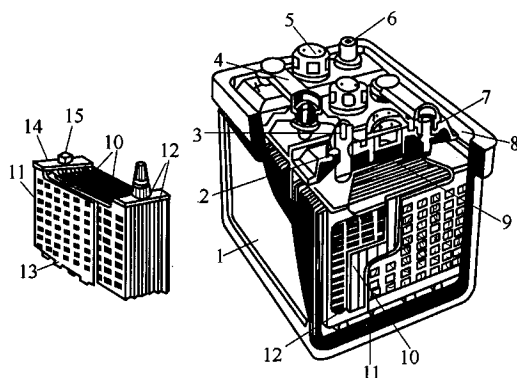


图 1-2 普通蓄电池的结构

- 1—蓄电池外壳；2—封闭环；3—正极板；4—连接条；5—加液孔盖；
6—负极桩；7—电池盖板；8—封料；9—护板；10—隔板；11—负极板；
12—正极板；13—支撑凸起；14—横板；15—连接桩

(1) 极板 蓄电池极板由栅架和活性物质组成，活性物质填充在铅锑合金铸成的栅架上，如图 1-3 所示。

极板是蓄电池的核心部分，分为正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色二氧化铅 (PbO_2)，负极板上的活性物质是青灰色海绵状铅 (Pb)。蓄

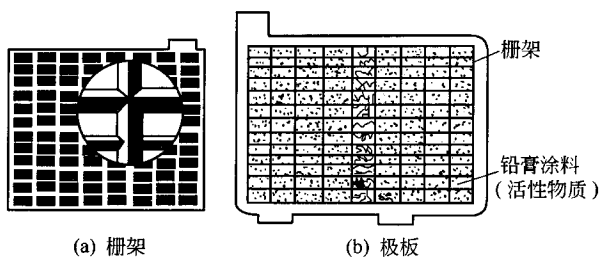


图 1-3 极板的构造

电池充放电过程中，电能和化学能的相互转换，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。 PbO_2 和 Pb 形成的原电池的电动势大约为 2V。

在栅架的铅锑合金中，锑的含量为 6%~8.5%，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比纯铅差，锑易从正极板栅架中解析出来，引起蓄电池自行放电和栅架的膨胀、溃烂，缩短蓄电池的使用寿命。在免维护蓄电池中已采用铅、低锑合金栅架（含锑 2%~3%）和铅-钙-锡合金栅架（无锑栅架）。

由于单片极板上的活性物质数量少，所存储的电量少，为了增大蓄电池的容量，通常将多片正、负极板分别并联，用横板焊接，组成正、负极板组，如图 1-4 所示。

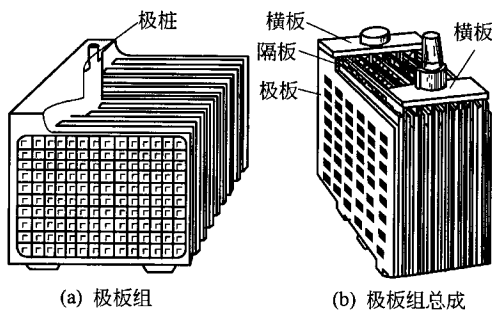


图 1-4 极板组

横板上连有极桩，各片间留有间隙。安装时，正负极板相互嵌合，中间插入隔板。在每个单格电池中，负极板的数量总比正极板多一片，这样正极板都处于负极板之间，使其两侧放电均匀，否则，由于正极板的机械强度差，单面工作会使两侧活性物质体积变化不一致，造成极板拱曲，活性物质脱落。

技术性能较高的蓄电池极板都比较薄且多孔性好，这样一方面可以减小蓄电池的体积，另一方面可以使电解液比较容易渗入到极板内部，增加蓄电池的容量。

(2) 隔板 隔板放置在正负极板之间，以避免正负极板之间接触而短路，隔板应具有多孔性，以便电解液渗透，且化学稳定性要好，具有耐酸和抗氧化性。

隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料等。

木质隔板价格便宜，但耐酸性能差，已很少使用；微孔橡胶隔板性能好，寿命长，但生产工艺复杂、成本较高，故尚未推广使用；微孔塑料隔板孔径小、孔率高、薄而软，生产效率高、成本低，因此，目前广泛使用。

安装时，隔板带槽的一面应面向正极板，且沟槽必须与外壳底部垂直，因为正极板在充、放电过程中化学反应剧烈，沟槽既能使电解液上下沟通，也能使气泡沿槽上升，还能使脱落的活性物质沿槽下沉。

免维护蓄电池通常将隔板做成所谓的袋式隔板，将正极板装入，起到良好的分隔作用，这样可以增大极板的面积，进而增大蓄电池的容量。

(3) 电解液 电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要物质，由化学纯净硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成。水的密度为 1g/cm^3 ，硫酸的密度为 1.84g/cm^3 ，两者以不同的比例混合后形成不同密度的电解液。

蓄电池电解液的密度一般为 $1.24\sim 1.30\text{g/cm}^3$ ，使用密度应根据地区、气候条件和制造厂的要求而定，见表 1-1。

表 1-1 不同地区和气候条件下电解液的相对密度

气候条件	完全充足电的蓄电池在 25℃ 时的电解液的相对密度	
	冬季	夏季
冬季温度低于零下 40℃ 的地区	1.30	1.26
冬季温度在零下 40℃ 以上的地区	1.28	1.24
冬季温度在零下 30℃ 以上的地区	1.27	1.24
冬季温度在零下 20℃ 以上的地区	1.26	1.23
冬季温度在 0℃ 以上的地区	1.23	1.23

使用时应注意，电解液的腐蚀性极强，溅到皮肤上或眼睛里会受伤。如果接触了蓄电池酸液，要立即用苏打水冲洗（苏打中和酸），酸液溅到眼睛里要立即用凉水或医用冲眼器冲洗，然后请医生处置。

(4) 外壳 蓄电池的电解液和极板组装在外壳中，外壳应耐酸、耐热、耐振动冲击，它有硬橡胶外壳和聚丙烯塑料外壳两种形式。

聚丙烯塑料外壳与硬橡胶外壳相比，具有较好的韧性，壳体薄而轻，且制作工艺简单，生产效率高，容易热封合，不会带进任何有害杂质，外形美观、透明，成本低等优点，已经逐步取代硬橡胶外壳。

蓄电池的正负极板所能产生的电动势大约为 2V，为了获得更高的电动势，通常要将多个 2V 的蓄电池单元串联起来。为此，在制造蓄电池外壳时，将一个整体的外壳分成若干个单格，一般是将整个外壳分成 3 个或 6 个互不相通的单格，安装 3 组或 6 组极板组，形成 6V 或 12V 的蓄电池。

外壳的每个单格的底部制有凸起的肋条，用来搁置极板组，肋条之间的空隙可以积存极板脱落的活性物质，防止正、负极板短路。

每个单格电池都有一个加液孔，旋下加液孔盖，可以加注电解液或检测电解液密度；旋入孔盖便可防止电解液溅出。孔盖上设有通气孔，该小孔应保持畅通，以便随时排出蓄电池内化学反应放出的氢气 (H_2) 和氧气 (O_2)，防止外壳胀裂和发生事故。

蓄电池盖有硬橡胶盖和聚丙烯耐酸塑料盖两种，前者与硬橡胶外壳配用，盖子与外壳之间的缝隙用沥青封口剂填封；后者与聚丙烯耐酸塑料外壳配用，其盖子为整体结构，与外壳之间采用热接合工艺粘合。

(5) 单格电池的连接方式 单格电池的串联方法一般有传统外露式铅连接条连接、内部穿壁式连接和跨越式连接三种方式，如图 1-5 所示。

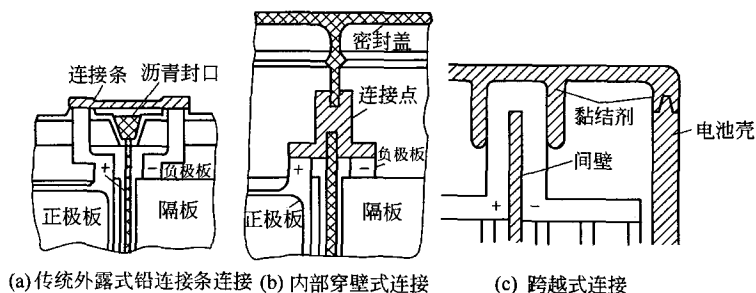


图 1-5 单格电池的连接方式

早期的蓄电池大多采用传统外露式铅连接条连接方式。这种连接方式工艺简单，但耗铅量大，连接电阻大，因而启动时电压降大、功率损耗也大，且容易造成短路。新型蓄电池则采用先进的穿壁式或跨越式连接方式。穿壁式连接方式是在相邻单格电池之间的间壁上打孔供连接条穿过，将两个单格电池的极板组极柱连焊在一起。跨越式连接是在相邻单格电池之间的间壁上边留有豁口，连接条通过豁口跨越间壁将两个单格电池的极板组极柱连接，所有连接条均布置在整体盖的下面。

穿壁式和跨越式连接方式与传统外露式铅连接条连接方式相比，有连接短、省材料、电阻小、启动性能好等优点，连接条损耗减少 80%，端电压提高 0.15~0.4V，节约材料 50% 以上，因而被广泛应用。

1.1.2 干式荷电铅蓄电池

干式荷电铅蓄电池，即干式荷电铅蓄电池。干式荷电铅蓄电池与普通蓄电池的区别是极板组在干燥状态的条件下，能够较长时间（两年）地保存在制造过程中所得到的电荷。如果干式荷电铅蓄电池在规定的保存期内需要使用，只要加入规定密度的电解液，搁置 15~20min，调整液面高度和密度至规定标准后，不需要进行充电即可使用，且其荷电量可达到蓄电池额定容量的 80% 以上。

干式荷电铅蓄电池主要是负极板的制造工艺与普通蓄电池不同。普通蓄电池负极板上的活性物质——海绵状铅（Pb），由于面积大，化学活性高，容易氧化，而使其电量消失。干式荷电铅蓄电池在负极板的铅膏中加入松香、油酸、硬脂酸等抗氧化剂，并且在化成过程中有一次深放电循环，或者反复地进行充电、放电。化成后的负极板，先用清水冲洗后，再放入抗氧化剂（硼酸、水杨酸混合液）中进行浸渍处理，让负极板表面生成一层保护膜，并采用特殊干燥工艺，即制成干荷电极板。正极板的活性物质——二氧化铅（ PbO_2 ）化学活性比较稳定。由于负极板经特殊处理，其抗氧化性得到提高，因此，其荷电性能可以较长期地保持。干式荷电蓄电池现已大量在汽车上应用。

1.1.3 免维护蓄电池

普通铅蓄电池虽然有内阻小、启动输出电流大、电压稳定、工艺简单、造价低廉等优点，但其有自放电严重、失水量大、极柱腐蚀严重、使用寿命较短等先天性不足，因此，为保持其良好的状态，在正常的使用周期中，需定期对其进行维护，例如检查液面高度、加注蒸馏水、从车上拆下进行补充充电等。如使用维护不当，还会使蓄电池寿命大大缩短，甚至过早报废。为了避免或减少执行这些既要与硫酸接触，又使驾驶员和修理工非常烦恼的工作，世界各国都在竞相研制免维护铅蓄电池，并已获得成功。在 20 世纪 70 年代后期进入国际市场以来，已得到迅猛发展，预计在不远的将来会完全取代普通铅蓄电池。

免维护蓄电池，也叫 MF 蓄电池（即英文 Maintenance Free 的缩写），其含义是在合理使用期限内不需添加蒸馏水，如市场短途车可行驶 $8 \times 10^4 \text{ km}$ ，

长途货车可行驶 $40 \times 10^4 \sim 48 \times 10^4 \text{ km}$ 而不需进行维护, 可用 3.5~4 年不必加蒸馏水; 极柱腐蚀较轻或没有腐蚀; 自放电少, 在车上或储存时不需进行补充充电。总之, 在其使用过程中不需作任何维护或只需较少的维护工作, 即能保证蓄电池的技术状况良好和一定的使用寿命。

(1) 免维护蓄电池的结构特点与机理 与普通铅蓄电池相比, 免维护蓄电池主要是在极板栅架的材料上作了重大的改进, 采用了低锡合金 (含锡量 $< 2\% \sim 3\%$) 或无锡合金栅架。普通铅蓄电池的极板栅架在浇铸过程中加入了 $6\% \sim 8\%$ 的锡, 使浇铸性能好, 极板机械强度高且焊接性能好, 但由于极板栅架中含有较多的锡, 在电化学反应中, 锡会不断地从正极板析出迁移到负极板表面沉积, 并与负极板上的活性物质构成局部电池而导致自放电。图 1-6 所示为蓄电池使用铅锡合金栅架和使用纯铅栅架时, 自放电情况的比较。同时, 锡还使负极板的标准电极电位下降, 使蓄电池的端电压下降 (在充电末期, 比栅架不含锡的蓄电池单格电压低 $0.1 \sim 0.2 \text{ V}$), 采用定压充电时, 充电电流增大, 从而加剧了水的分解, 出汽提前, 失水量增大。图 1-7 所示为锡含量与水的电解量之间的关系。由图可见, 当栅架含锡量大于 2% 时析气量大幅度增加; 而当含锡量小于 2% 时, 则析气量较小。免维护蓄电池正是通过降低或消除栅架中锡的含量来达到免维护的目的。

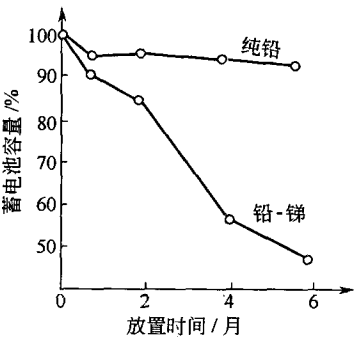


图 1-6 蓄电池栅架中含锡与不含锡时自放电的比较

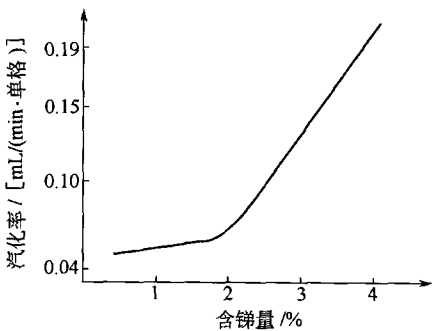


图 1-7 栅架中含锡量对出气率的影响

根据极板栅架所用合金材料的不同, 免维护蓄电池一般分为两种类型: 一种是采用低锡多元合金, 其含锡量在 $1\% \sim 3\%$, 除含锡量减少外, 还增加了铜、砷、锡、硒等合金元素, 以改善因含锡量减少而造成栅架铸造和机械强度方面的不足; 另一种为铅钙合金或铅钙锡合金, 含钙量在 $0.08\% \sim 0.1\%$, 含锡量在 $0.3\% \sim 0.9\%$ 。