

YIDONG TONGXIN JIZHAN XUDIANCHIZU DE RICHANG WEIHU YU GUANLI

移动通信基站蓄电池组的 日常维护与管理

包
静
编著

甘肃科学技术出版社

移动通信基站蓄电池组的日常维护与管理

包静 著

甘 肃 科 学 技 术 出 版 社

图书在版编目 (C I P) 数据

移动通信基站蓄电池组的日常维护与管理 / 包静编著.
兰州: 甘肃科学技术出版社, 2007.8
ISBN 978-7-5424-1152-5

I. 移… II. 包… III. ①移动通信—通信设备—蓄电池—
维修②移动通信—通信设备—蓄电池—管理 IV. TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第128192号

责任编辑 杨丽丽 (0931-8773274)

封面设计 陈妮娜

出版发行 甘肃科学技术出版社 (兰州市南滨河东路520号 0931-8773237)

印 刷 兰州新华印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17

字 数 393千

版 次 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

印 数 1~2000

书 号 ISBN 978-7-5424-1152-5

定 价 48.00元

前 言

从移动、联通、网通各大运营商目前使用通信基站蓄电池的情况来看，都普遍存在着蓄电池容量下降过快、使用寿命短的现象，原本许多设计和用料精良的免维护铅酸蓄电池浮充使用的理论寿命为 15~20 年，但真正能够达到如此寿命的电池是少之又少，究其原因，作者认为主要与通信基站蓄电池的使用特点和维护方法有关，也就是说传统的蓄电池维护理论和方法不适合通信基站蓄电池组。

为了证实这个观点，作者从 2003 年开始对移动通信基站蓄电池组的维护基本理论和方法进行研究，将全国各地区移动、联通 74 个基站连续四年作为维护改革试点，取得了令人满意的效果，蓄电池使用寿命比传统维护方式延长 3~4 年，并形成一套完整的蓄电池维护理论和方法。本书收录了作者多篇关于移动通信基站蓄电池组维护技术的论文，其中《移动通信基站在线运行的蓄电池容量维护及修复技术》指定为第六届 2007 年中国科学家论坛会议交流论文，收录于《中国重要会议论文全文数据库》(CPCD)及 CNKI 系列数据库。这是一本易用易懂的专业技术书籍，也是目前国内唯一一本专门介绍移动通信蓄电池维护方面的书籍，全书共十四章，近四十万字。

第一章至第三章全面介绍信用阀控式密封铅酸蓄电池的工作原理和特点及运行维护的测试和放电检测基本方法。

第五章至第七章分析了影响通信基站蓄电池使用寿命的原因，并以艾默生、中达、中兴开关电源为例，介绍了开关电源设备参数基本设置及蓄电池充电的工作原理，此部分还重点介绍了如何选择浮充电压及负载一次、二次下电值，防止蓄电池因深放电而造成容量亏损，提出了适合移动通信基站实际情况进行参数设定的理论计算方法。

第八章至第十章分别介绍了移动通信基站在线运行的蓄电池容量维护及修复技术，以及移动通信偏远山区基站如何预防蓄电池早期损坏并延长使用寿命。探讨了移动通信基站开关电源设备对蓄电池组的充电技术，并对移动通信基站蓄电池的维护方法可行性进行理论研究。

第十一章至第十四章介绍了移动通信基站阀控式铅酸蓄电池常见问题与解决方法。

本书从起稿到正式出版共用五年时间，书中介绍的维护理论和方法都是作者通过对全国不同地区和不同环境的移动通信基站进行实际维护的宝贵经验积累总结而形成，避开了电化学深奥的理论和争论，突出了延长电池寿命的维护、维修有效措施。对提高移动通信基站维修人员技术水平具有十分重要的现实意义，解决了常期困扰基层维护人员的难题。本书是一本非常值得收藏的参考书。

编者

目 录

概 述	1
第一章 通信用阀控式密封铅酸蓄电池工作原理和特点	5
第一节 阀控式密封铅酸蓄电池的电化学性能、工作原理和特点	5
1. 阀控式密封铅酸蓄电池的电化学性能	5
2. 阀控式密封铅酸蓄电池的工作原理	6
第二节 阀控式密封铅酸蓄电池的结构特点	6
第三节 阀控式密封铅酸蓄电池在使用、维护和管理上的优点	7
1. 可靠性	7
2. 方便性	7
3. 适用性	7
4. 灵活性	7
第四节 阀控式密封铅酸蓄电池的关键技术	7
1. 阀控式密封铅酸蓄电池技术改进措施	7
2. 阀控式密封铅酸蓄电池新进展	8
第二章 通信用阀控式密封铅酸蓄电池的容量选择及安装维护检测	11
第一节 正确选择阀控式密封铅酸蓄电池的型号与容量	11
1. 移动通信用蓄电池容量的选择	11
2. 蓄电池组的组成计算	12
3. 通信用 UPS	13
4. 电力系统蓄电池的选择	13
第二节 阀控式密封铅酸蓄电池安装及连接和导线选择计算	14
1. 阀控式密封铅酸蓄电池的安装	14
2. 移动通信基站蓄电池连接方式与导线选择计算	14
3. 直流供电回路电力线的截面计算	16
第三节 新装阀控式密封铅酸蓄电池的运行维护及测试	18
1. 浮充充电	18
2. 均衡充电	19
3. 使用前进行均衡补充电	19
4. 阀控式密封铅酸蓄电池容量检测	19
5. 放电深度保护	19
6. 定期均衡补充电	20
7. 定期检查	20
第三章 通信用阀控式密封铅酸蓄电池的放电检测	21
第一节 阀控式密封铅酸蓄电池的容量及其影响因素	21
1. 额定容量	21

2. 实际容量21

3. 不同倍率容量21

第二节 阀控式密封铅酸蓄电池容量检测方法22

1. 离线式测量法23

2. 在线式测量法24

3. 安全可靠的蓄电池核对性放电方法(即对比法)25

4. 随机性容量测试26

5. 测量浮充电压法26

6. 内阻或电导测试法26

7. 容量测量法28

8. 蓄电池容量检测中注意的问题28

第三节 移动通信基站蓄电池具体容量测试操作28

第四节 阀控式密封铅酸蓄电池在使用中的充电方式及注意事项30

1. 补充充电30

2. 浮充电31

3. 均衡充电31

第四章 铅酸蓄电池的工作原理和使用方法及特点33

第一节 铅蓄电池的结构34

1. 极板34

2. 隔板35

3. 电解液35

4. 壳体36

第二节 铅蓄电池的工作原理36

1. 铅蓄电池的静止电动势36

2. 铅蓄电池的放电37

3. 铅蓄电池的充电37

第三节 蓄电池的容量及其影响因素38

1. 蓄电池的容量38

2. 额定容量38

3. 储备容量38

4. 启动容量38

5. 影响蓄电池容量的因素38

第四节 蓄电池的充电39

1. 充电设备39

2. 充电方法40

3. 充电种类41

第五节 铅蓄电池常见的故障43

第五章 影响通信基站蓄电池使用寿命的原因46

第一节 蓄电池使用特点及其基站使用环境	46
第二节 蓄电池的失效模式及其原因	50
1. 活性物质脱离	50
2. 自放电电流过大	51
3. 短路	51
4. 电池的正极板软化	52
5. 电池的正极板腐蚀	52
6. 电池的负极板硫化	52
7. 电池的失水	53
8. 电池的热失控	54
9. 电池的不均衡	54
第三节 如何延长基站蓄电池使用寿命	55
1. 设备管理与改造	55
2. 均衡充电和容量配组	55
3. 消除硫化	55
4. 蓄电池反极	57
第四节 通信用开关电源设备对阀控式蓄电池的充放电控制及维护管理	57
1. 如何延长蓄电池的使用寿命	57
2. 艾默生、中达、中兴开关电源参数基本设置	60
第六章 阀控式密封铅酸蓄电池浮充电压的选定	74
1. 电池的寿命	74
2. 蓄电池组的工作方式	75
3. 蓄电池浮充电压的选定	76
第七章 通信用开关电源设备蓄电池日常维护参数设定	79
第一节 基站开关电源蓄电池维护参数设置的基本方法	79
1. 直流参数设置	79
2. 均充电压的设定	79
3. 温度补偿系数的设置	82
第二节 通信用中达开关电源设备监控单元各项维护参数设置与操作	82
1. 简介	82
2. 整流模块	83
3. 监控单元	84
4. 蓄电池低电压隔离保护	115
第三节 通信用艾默生开关电源设备监控单元各项维护参数设置与操作	115
1. 系统的工作原理	115
2. 监控模块	116
3. 监控模块的使用	120
4. 参数设置	121

5. 控制功能	130
6. “四遥”功能	131
7. 告警与记录功能	131
8. 监控模块显示设置控制和系统管理功能	131
9. 智能电池管理	132
第四节 通信用中兴开关电源设备监控单元各项维护参数设置操作	135
1. 组合通信电源的系统结构	138
2. 各部分的工作原理	138
3. 操作与维护	141
4. 操作面板及功能说明	144
5. 操作说明	148
6. 告警说明及处理	154
7. 影响系统输出的告警及对策	154
8. 不影响系统输出的告警及对策	154
9. ZXD2400 整流器	155
第八章 移动通信基站在线运行的蓄电池容量维护及修复技术	159
第一节 基站蓄电池容量损失的成因	159
1. 过度放电	159
2. 蓄电池厂商提供的各项维护值不适合移动基站蓄电池的维护	160
第二节 如何延长基站蓄电池使用寿命并对落后电池进行修复	160
1. 投入运行 1~3a 的蓄电池	160
2. 投入运行 1~6a 的蓄电池	161
3. 电池失水对蓄电池的影响	161
4. 移动基站环境温度维护方法	162
5. 定期修正电池系统的浮充电压值	162
第九章 移动通信偏远山区基站如何预防蓄电池组早期损坏并延长使用寿命	164
第一节 移动通信偏远山区基站蓄电池组损坏的原因	164
1. 偏远山区农电的供给不足使得移动基站经常大面积长时间停电	164
2. 偏远山区移动基站使用环境较恶劣	165
3. 开关电源设置不合理	165
第二节 移动通信偏远山区基站如何预防蓄电池组早期损坏并对落后电池进行修复	166
1. 环境温度变化比较大的偏远山区移动通信基站的日常维护方法	166
2. 偏远山区移动基站经常频繁停电时蓄电池组的日常维护方法	167
3. 对已出现落后的蓄电池组进行维护及修复的方法	168
第十章 移动通信基站开关电源设备对蓄电池组充电技术探讨	171
第十一章 基站蓄电池连接压降的测量	175
第十二章 移动通信基站阀控式密封铅酸蓄电池常见问题与解决办法	177
第一节 阀控式密封铅酸蓄电池热失控的发生原因和预防措施	177

1. 温度对阀控式密封铅酸蓄电池容量的影响177

2. 温度对阀控式密封铅酸蓄电池寿命的影响177

3. 阀控式密封铅酸蓄电池热失控发生的原因分析178

4. 阀控式密封铅酸蓄电池发生热失控的故障表现179

5. 故障的检查和处理180

第二节 通信用阀控式密封铅酸蓄电池漏液现象分析和预防措施180

1. 阀控式密封铅酸蓄电池漏液与电解液量的关系180

2. 阀控式密封铅酸蓄电池易漏部位分析181

3. 安全阀漏液原因分析181

4. 极柱端子漏液原因分析182

5. 阀控式密封铅酸蓄电池漏液解决措施182

第十三章 通信用 UPS 蓄电池的使用与维护184

第一节 通信用 UPS 蓄电池配置选择184

1. 根据负载合理选用 UPS184

2. UPS 并联冗余方式的选择184

3. 如何确定 UPS 功率?186

4. 如何选择长延时 UPS 与蓄电池的配置186

第二节 UPS 与蓄电池 + 逆变器的区别187

第三节 UPS 中电池电压设定189

第四节 UPS 的日常维护190

第十四章 蓄电池修复仪的使用经验196

第一节 电池的主要部件196

第二节 维修经验及原理196

1. 修复原理196

2. 修复经验与技巧197

3. 电池并联分流法197

4. 电池串联修复法198

5. 输出并联增流法198

6. 输出组合法198

7. 输出并联去硫法198

8. 输出串联升压法198

9. 加热法198

10. 优劣搭配法199

11. 冷却法199

12. 活化充电法199

第三节 修复过程中的注意事项200

第四节 维修实例200

1. 12V/10Ah 蓄电池200

2. 12V/7Ah 蓄电池200

3. 12V/6.5Ah 蓄电池201

附录一 中华人民共和国国家标准蓄电池名词术语202

附录二 固定型阀控式密封铅酸蓄电池的标准214

附录三 小型阀控式密封铅酸蓄电池的标准221

附录四 蒸馏水的标准228

附录五 稀硫酸调配表229

附录六 固定型防酸式蓄电池容量、放电电流、放电终止电压230

附录七 10 小时放电率下的电解液温度和蓄电池容量231

附录八 蓄电池测试记录232

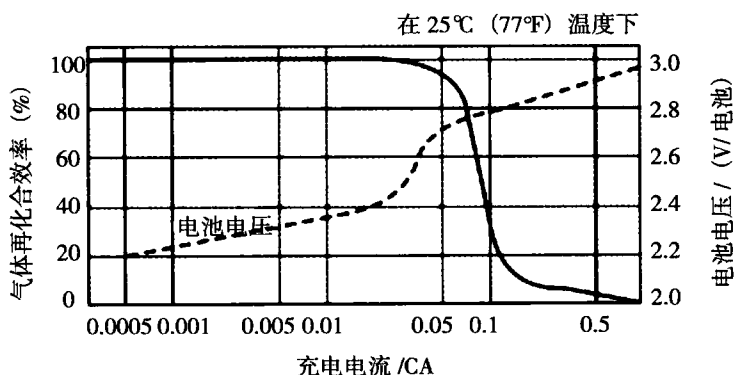
附录九 中华人民共和国邮电部关于颁发《通信电源设备安装工程施工及验收技术规范》
的通知234

概 述

蓄电池在 1859 年由法国人发明，使用至今已有 143 年历史。1957 年英国发明了再化合免维护汽车蓄电池，德国阳光公司发明了触变性凝胶工业用铅电池，1983 年美国 GNB 公司发明并生产了 I 型负极吸收式密封铅酸蓄电池，1985 年日本 YUASA 公司开始生产 MSE 系列大型负极吸收式密封铅酸蓄电池。随之英国制订出标准 BS6290 第四部分（1987）铅酸固定型单体蓄电池和蓄电池组（阀控密封规范）；IEC 制订出 IEC896—2（1991）固定型铅蓄电池一般要求和试验方式，第二部分：阀控式；日本制订出了 JISC8707—1992 密封式固定型负极吸收式铅蓄电池；中国邮电部制订出 YD/T799—1996 通信用阀控式密封铅酸蓄电池技术要求和检验方法；中国电力部制订出 DL/T637—1997 阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件。以上标准成为产品质量考核的技术标准。20 世纪 80 年代起，国外生产类似产品的企业大量发展，1988 年深圳华达电源系统有限公司引进了美国 GNB 公司的技术，在消化吸收后开始生产阀控式密封铅酸蓄电池，通过并联组合最大容量可达 12960Ah。20 世纪 90 年代我国生产类似产品的厂家已遍及全国。

1. 阀控式密封铅酸蓄电池的特性

1) 浮充电压



$$\begin{aligned}\text{浮充电压} &= \text{开路电压} + \text{极化电压} \\ &= (\text{电解液密度} + 0.85) \text{ V} + (0.10 \sim 0.18) \text{ V} \\ &= (1.30 + 0.85) \text{ V} + (0.10 \sim 0.18) \text{ V} \\ &= 2.15 \text{ V} + 0.10 \text{ V} \\ &= 2.25 \text{ V}\end{aligned}$$

例如，美国圣帝公司的电池电解液密度为 1.240g/cm^3 ，所以它的浮充电压为 2.19V 。日本YUASA 公司的浮充电压为 2.23V 。

2) 浮充电流

固定型防酸隔爆蓄电池的浮充电流有两个作用：

- (1) 补充蓄电池自放电的损失。
- (2) 向日常性负载提供电流。

阀控式密封铅酸蓄电池的浮充电流有三个作用：

- (1) 补充蓄电池自放电的损失。
- (2) 向日常性负载提供电流。
- (3) 浮充电流足以维持电池内氧循环。

2. 端电压的偏差（动态偏差与静态偏差）

动态偏差在浮充运行初期较大。实际上，刚出厂的蓄电池可能是因为部分电池处于电解液饱和状态而影响了氧化复合反应的进行，从而使浮充电压过高，电解液饱和的电池会因不断地充电使水分解而“自动调整”至非饱和状态，6 个月后端电压偏差逐渐减小。偏差较大时不排除与有的制造商制造质量有关。

我国 GB13337.1—Q1 及德国 DJN43539—84 规定，固定型电池静态偏差范围为电压平均值 + $(0.1 \sim 0.05)\text{V}$ 。邮电部 YD/T799—1996 规定，静态时，最高电压与最低电压值偏差为 20mV ；动态时，最高电压值与最低电压值偏差不超过 50mV 。电力部 DL/T637—1997 规定，静态时，最高电压值与最低电压值偏差为 30mV ；动态时，最高电压值与最低电压值偏差不得超过 50mV 。

3. 气体的复合

在正常浮充电压下，电流在 0.02C 以下时，气体 100% 复合，正极析出的氧扩散到负极表面， 100% 在负极还原，负极周围无盈余的氧气，负极析出的氢气是微量的。若提升浮充电压或环境温度升高，使充入电流徒升，气体再化合效率随充电电流增大而变小，在 0.05C 时复合率为 90% ，当电流在 0.1C 时，气体再化合效率近似为零。这时聚集在负极的氧气和负极表面析出的氢气很多，电池内压徒升，排气阀开启，造成蓄电池严重缺水。

4. 温度的影响

电池充电时其内部气体复合本身就是放热反应，使电池温度升高，浮充电流增大，析气量增大，促使电池温度升得更高，电池本身是“贫液”，装配紧密，内部散热困难，如不及时将热量排除，将造成热失控。浮充末期电压太高，电池周围环境温度升高，都会使电池热失控加剧。温度每升高 1°C ，电池电压下降约 3mV/单电池 ，致使浮充电流升高，使温度进一步升高。温度高于 50°C 会使电池槽变形。温度低于 -40°C 时，阀控式密度铅酸蓄电池还能正常工作，但蓄电池容量会减小。阀控式密度铅酸蓄电池由于结构问题对温度要求很高，这一点大家都认识到了，为此，在设计充电设备时都考虑了温度补偿措

施，但温度采样点的选取至关重要，它直接关系着补偿的效果。温度采样点有三处，即蓄电池附近的空气温度、蓄电池外壳的表面温度及蓄电池内部电解液温度。第一处最容易，目前基本都采用此法，但这种方法很不准确，因为蓄电池温度升高时，很难引起蓄电池附近的空气温度的升高，因此这种补偿措施基本无用；第三处最能反应蓄电池的实际情况，但较难实现；第二处最实际，也较容易实现，目前已有企业根据第二处的采样设计温度补偿单元。

5. 种类

阀控式密封铅酸蓄电池分为三类，即大型、中性、小型。单安时及以上为大型，20~200Ah 为中型，20Ah 以下为小型。电力系统在设计上一般均选用大型铅酸蓄电池，而 UPS 电源在设计上则选用中型铅酸蓄电池。

6. 电池容量

阀控式密封铅酸蓄电池的极板在制造过程中，对生极板进行充电化成，使正极板上的铅变成二氧化铅，负极板上的铅变成海绵状铅。但由于在制造厂对极板进行化的时间有限，不可能将所有的物质均转化成活性物质，为此，国家标准规定新电池达到 90% 容量为合格，在今后的日常使用中，容量逐渐达到正常值，安装两年后要求达到 100%。我国、日本、德国工业用电池采用 10 小时率，美国的工业用电池标准为 8 小时率。我国电力、邮电标准规定，10 小时率电池，1 小时率时容量为 $0.55C_{10}$ 。日本工业标准规定 2V，10 小时率电池，1 小时率时容量为 $0.65C_{10}$ ；6V、12V，10 小时率电池，1 小时率时容量为 $0.6C_{10}$ ；20 小时率电池，10 小时率时容量为 $0.93C_{20}$ ，1 小时率时容量为 $0.56C_{20}$ 。电力系统一般在设计上均选用 10 小时率阀控式密封铅酸蓄电池，而 UPS 电源在设计上则选用 20 小时率阀控式密封铅酸蓄电池。

7. 寿命

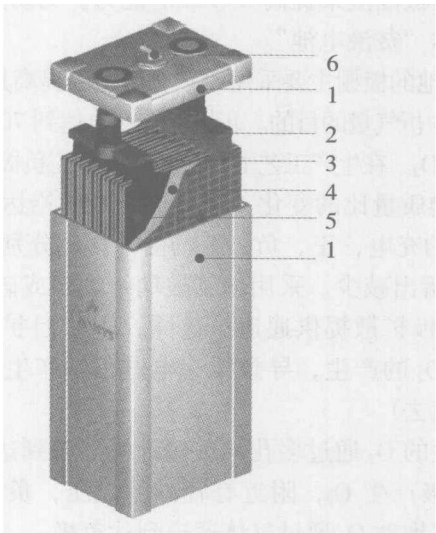
工业电池可分为两类：一类为深循环使用的电池，另一类为浮充使用的“备用电源”电池。循环使用的电池以深循环次数来表示其使用寿命，以 $0.8C_{10}$ 深度充放电循环使用的电池，其寿命达到 1200 次以上；而浮充使用的电池，年限可达到 10~12a，有的可达到 15~20a。蓄电池只有 80% 容量时认为寿命终止。

阀控式密封铅酸蓄电池也有人称之为“免维护电池”，由于使用方便，近几年来在电力及邮电通信部门得到广泛的应用，但由于不了解阀控式密封铅酸蓄电池的特性，往往几年就报废了，给企业造成极大的损失。首先将“免维护电池”当作不用维护就错了，“免维护电池”只是制造商的广告用语。阀控式密封铅酸蓄电池在使用中应注意观察电池的温度情况，随时注意观察浮充电压，若充电设备没有补偿温度的功能，就应按温度每上升 1°C ，每单体电池浮充电压下降 3mV 进行修正。由于观察不到阀控式密封铅酸蓄电池内部的情况，因此在使用中应定期对其进行放电试验，以检测蓄电池容量，避免因其容量下降而起不到备用电源的作用。需要注意的是蓄电池在放电时不要过放电，放电后必须在 12h 内补充电，否则将造成蓄电池的永久损坏。注意选用阀控式密封铅酸蓄电池

的容量与电池的类型，同样两组 100Ah220V 日本汤浅电池，实际情况是：一组 100Ah，36 节电池，10 小时率时 100Ah，1 小时率时 60Ah，15 年寿命；另一组 100Ah，18 节电池，2 小时率时 100Ah，1 小时率时 56Ah，3a 寿命。可见在容量上有差别，在寿命上亦有差别，在价格上的差别竟是 4~5 倍。

第一章 通信用阀控式密封铅酸蓄电池工作原理和特点

阀控式密封铅酸蓄电池，简称 VRLAB (valve regulated lead acid battery)。20 世纪 80 年代，VRLAB 在我国迅速发展，广泛应用于通信、电子、电力和铁路行业，特别是电信、移动、联通等通信领域，VRLAB 已全部代替普通开口富液式铅酸电池和碱性镉镍电池。随着信息产业的快速发展，对 VRLAB 的性能和质量要求也越来越高。



- 1. 电池槽、盖——超强阻燃 ABS 塑料；
- 2. 端极柱——内嵌镀锡紫铜芯，使其电阻最小化，极柱采用三层特殊密封技术，完全阻止蓄电池漏液可能；
- 3. 汇流排——耐腐蚀抗氧化、耐大电流冲击；
- 4. 微细玻璃纤维隔板——粗细纤维合理配比，吸液力强、弹性持久；
- 5. 正负极群——板栅采用特殊配方铅、钙、锡、铝四元合金，抗伸延、耐腐蚀、析氢过电位高；
- 6. 安全阀——配备导气三通阀，采用防酸雾集气、排气专利结构。

第一节 阀控式密封铅酸蓄电池的电化学性能、工作原理和特点

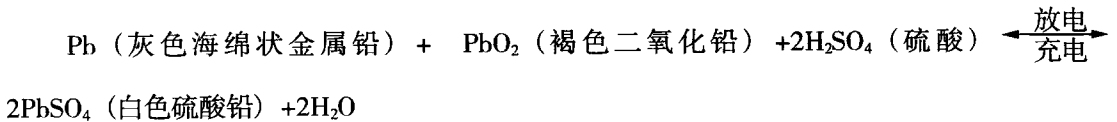
1. 阀控式密封铅酸蓄电池的电化学性能

阀控式密封铅酸蓄电池的正极活性物质为二氧化铅，负极活性物质为海绵状金属铅，

电解液是稀硫酸，在电化学中该体系可表示为：

(负极) Pb (灰色海绵状金属铅) | H₂SO₄ (硫酸) | (正极) PbO₂ (褐色二氧化铅)

电池反应：



放电时，硫酸密度下降，电压下降，容量下降；充电时，硫酸密度上升，电压上升，容量上升。

2. 阀控式密封铅酸蓄电池的工作原理

阀控式密封铅酸蓄电池的设计原理是把所需分量的电解液注入极板和隔板中，没有游离的电解液，通过负极板潮湿来提高吸收氧的能力。为防止电解液减少把蓄电池密封，故阀控式铅酸蓄电池又称“贫液电池”。

阀控式密封铅酸蓄电池的极栅主要采用铅钙合金，以提高其正负极析气 (H₂ 和 O₂) 过电位，达到减少其充电过程中析气量的目的。正极板在充电达到 70% 时，O₂ 就开始产生，而负极板达到 90% 时才开始产生 O₂。在生产工艺上，一般情况下正负极板的厚度之比为 6 : 4。

根据正、负极活性物质量比的变化，当负极上绒状铅达到 90% 时，正极上的二氧化铅接近 90%，再经少许的充电，正、负极上的活性物质分别氧化还原达 95%，接近完全充电，这样可使 H₂、O₂ 析出减少。采用超细玻璃纤维 (或硅胶) 来吸储电解液，并同时为正极上析出的 O₂ 向负极扩散提供通道。这样，O₂ 一旦扩散到负极上，立即被负极吸收，从而抑制了负极上 O₂ 的产生，导致浮充电过程中产生的气体 90% 以上被消除 (少量气体通过安全阀排放出去)。

充电末期，正极产生的 O₂ 通过多孔的玻璃纤维隔膜到达负极，与海绵状金属铅发生反应，生成氧化铅。正极产生 O₂，附近有轻微的过压，负极化合 O₂，产生一轻微的真空，于是正负极的压差将推动 O₂ 通过气体通道到达负极。

第二节 阀控式密封铅酸蓄电池的结构特点

免维护蓄电池又称 MF 蓄电池，免维护是指在合理使用期间，不需要对蓄电池进行加注蒸馏水、检测电解液液面高度、检测电解液密度等维护作业。免维护蓄电池特点有以下几点：

(1) 栅架材料采用铅钙合金，既提高了栅架的机械强度，又减少了蓄电池的耗水量和自放电。

(2) 采用了袋式微孔聚氯乙烯隔板，将正极板装在隔板袋内，既可避免正极板上的活性物质脱落，又能防止极板短路，因此壳体底部不需要凸起的肋条，降低了极板组的高度，增大了极板上方的容积，使电解液贮存量增多。

(3) 采用了新型安全通气装置和气体收集器，在孔盖内部设置了一个氧化铝过滤器，可阻止水蒸气和硫酸气体通过，同时又可以使氢气和氧气顺利逸出。通气塞中装有催化剂钯，可促使氢离子、氧离子重新结合成水回到蓄电池中。

(4) 极活性物质过剩，负极具有过量的未充电物质，以便建立铅氧循环，一般正负极活性物质比为 1 : 1.1 以上，如正极每片为 10Ah，则负极至少为 11Ah。

(5) 采用透气性好的隔膜，玻璃纤维隔膜的孔隙率在 90% 以上。

(6) 限量电解液，在硫酸量不影响内部离子传导的前提下，尽量减少硫酸量，否则硫酸液体把隔膜气孔全部淹没，阻碍氧气扩散。

(7) 装配紧密而且均匀，有利于氧气向负极扩散。

(8) 结构上采用密封安全阀。

第三节 阀控式密封铅酸蓄电池在使用、 维护和管理上的优点

1. 可靠性

VRLAB 采用密封结构和贫电解液负极吸收式原理设计，正常浮充状态下使用，氧复合效率达 96% 以上，析气量极少，水损失少，无酸雾逸出，无有毒有害气体溢出，即使偶尔过充，有少量气体，也可通过单向压力控制阀向外排出，电池壳不致压力过大而爆裂。

2. 方便性

VRLAB 正常的使用与维护可保证电池具有良好的性能，严格控制电池的充放电制度，采用规定的电压进行浮充和均衡充电，无须值班人员过多操心电池组的充电过程，无须添加蒸馏水，也无须经常检测电池端电压、电解液密度及温度，只需定期检测电池端电压和放电容量即可。

3. 适用性

VRLAB 不腐蚀设备，不污染环境，可与电子设备放在一起使用，无须专门用于电池放置和维护的房间，维护工作量大大减少。电池安装可采用叠放式电池架，占地面积小，节约了电源系统的投资费用。

4. 灵活性

VRLAB 已进行过化成充电处理，荷电出厂，所以用户在安装时无须进行加液和调整酸密度等烦琐工作。电池安装灵活，安装方式可以采用单层多列、单列多层和多层多列；安装结构根据工作场地与设施而定，可采用地面、柜式、架式和箱式等。

第四节 阀控式密封铅酸蓄电池的关键技术

1. 阀控式密封铅酸蓄电池技术改进措施

(1) 为 O_2 创造到负极的气体通道。