



铅酸蓄电池知识 培训手册

北京天一信科科技有限公司

二零零七年 十二月

地址：北京市海淀区远大路20号鹏安世纪大厦D座918

电话：010-51980965/51980865

传真：010-51980975

邮编：100097

E-mail: tianyixinke@126.com

目 录

1、铅酸蓄电池的发展历史和现状.....	1
2、阀控式铅酸蓄电池的定义.....	2
3、阀控式铅酸蓄电池的分类.....	2
4、阀控式铅酸蓄电池的基本原理.....	2
5、阀控式铅酸蓄电池的性能参数.....	4
5.1 开路电压与工作电压.....	4
5.2 容量.....	4
5.3 内阻.....	5
5.4 能量.....	5
5.5 功率与比功率.....	5
5.6 电池的使用寿命.....	6
6、阀控式铅酸蓄电池的自放电.....	6
6.1 自放电的原因.....	6
6.2 自放电率.....	6
6.3 正极的自放电.....	7
6.4 负极的自放电.....	8
7、阀控式铅酸蓄电池的基本结构.....	8
8、阀控式铅酸蓄电池的设计.....	9
8.1 板栅合金的选择.....	9
8.2 板栅厚度.....	10
8.3 正负极活性物质比例.....	10
8.4 隔膜的选择.....	10
8.5 壳盖结构和材料选择.....	10
8.6 壳盖密封和极柱密封结构.....	11
8.7 电解液.....	11
8.8 安全阀.....	11
9、阀控铅酸蓄电池的充放电特性.....	12
9.1 放电中电压的变化.....	13
9.2 充电中的电压变化.....	14
10、阀控式铅酸蓄电池容量的影响因素.....	14
10.1 放电率对电池容量的影响.....	14
10.2 温度对电池容量的影响.....	15
11、阀控铅酸蓄电池的失效模式.....	16
11.1 干涸失效模式.....	16
11.2 容量过早损失的失效模式.....	17
11.3 热失控的失效模式.....	17
11.4 负极不可逆硫酸盐化.....	17
11.5 板栅腐蚀与伸长.....	18
12、阀控铅酸蓄电池的使用.....	18
12.1 容量选择.....	18
12.2 充电机的选择.....	19
12.3 阀控铅酸蓄电池的安装.....	19
12.4 运行充电.....	20
13、电池推荐使用条件及维护方式.....	21
13.1 浮充电压.....	21

13. 2	均衡充电.....	22
13. 3	日常维护.....	22
13. 4	蓄电池容量测试及再充电:	23
14、	电池推荐使用条件及维护方式.....	23
14. 1	浮充电压.....	23
14. 2	均衡充电.....	23
14. 3	日常维护.....	24
14. 4	蓄电池容量测试及再充电.....	25
14. 5	异常情况处理:	25
15、	阀控密封蓄电池在维护过程中应注意的一些问题.....	26
15. 1	机房的供电情况.....	26
15. 2	蓄电池的使用环境.....	26
15. 3	整流器(开关电源)的参数设置.....	26
15. 4	蓄电池设备的容量配置.....	26
15. 5	日常维护.....	27
15. 6	连接条是否拧紧.....	27
15. 7	电池的内阻偏大.....	27
15. 8	电池的电压偏高或偏低.....	27
15. 9	电池的容量检测.....	27
15. 10	蓄电池放电时的注意事项.....	28
15. 11	蓄电池充电方法和注意事项.....	28
15. 12	电池的混用.....	28
16、	电池的安装过程、放电过程及注意事项.....	29
16. 1	电池安装的过程及注意事项.....	29
16. 2	电池放电的过程、注意事项.....	30
17、	蓄电池的参数设置及维护管理.....	31

1、铅酸蓄电池的发展历史和现状

蓄电池是1859年由普兰特(Plante)发明的，至今已有一百多年的历史。铅酸蓄电池自发明后，在化学电源中一直占有绝对优势。这是因为其价格低廉、原材料易于获得，使用上有充分的可靠性，适用于大电流放电及广泛的环境温度范围等优点。

到20世纪初，铅酸蓄电池历经了许多重大的改进，提高了能量密度、循环寿命、高倍率放电等性能。然而，开口式铅酸蓄电池有两个主要缺点：①充电末期水会分解为氢，氧气体析出，需经常加酸、加水，维护工作繁重；②气体溢出时携带酸雾，腐蚀周围设备，并污染环境，限制了电池的应用。近二十年来，为了解决以上的两个问题，世界各国竞相开发密封铅酸蓄电池，希望实现电池的密封，获得干净的绿色能源。

1912年Thomas Edison发表专利，提出在单体电池的上部空间使用铂丝，在有电流通过时，铂被加热，成为氢、氧化合的催化剂，使析出的H₂与O₂重新化合，返回电解液中。但该专利未能付诸实现：①铂催化剂很快失效；②气体不是按氢2氧1的化学计量数析出，电池内部仍有气体发生；③存在爆炸的危险。

60年代，美国Gates公司发明铅钙合金，引起了密封铅酸蓄电池开发热，世界各大电池公司投入大量人力物力进行开发。

1969年，美国登月计划实施，密封阀控铅酸蓄电池和镉镍电池被列入月球车用动力电源，最后镉镍电池被采用，但密封铅酸蓄电池技术从此得到发展。

1969-1970年，美国EC公司制造了大约350,000只小型密封铅酸蓄电池，该电池采用玻璃纤维棉隔板，贫液式系统，这是最早的商业用阀控式铅酸蓄电池，但当时尚未认识到其氧再化合原理。

1975年，Gates Rutter公司在经过许多年努力并付出高昂代价的情况下，获得了一项D型密封铅酸干电池的发明专利，成为今天VRLA的电池原型。

1979年，GNB公司在购买Gates公司的专利后，又发明了MFX正板栅专利合金，开始大规模宣传并生产大容量吸液式密封免维护铅酸蓄电池。

1984年，VRLA电池在美国和欧洲得到小范围应用。

1987年，随着电信业的飞速发展，VRLA电池在电信部门得到迅速推广使用。

1991年，英国电信部门对正在使用的VRLA电池进行了检查和测试，发现VRLA电池并不象厂商宣传的那样，电池出现了热失控、燃烧和早期容量失效等现象，这引起了电池工业界的广泛讨论，并对VRLA电池的发展前途、容量监测技术、热失控和可靠性表示了疑问，此时，VRLA电池市场占有率还不到富液式电池的50%，原来提到的“密封免维护铅酸电池”名称正式被“VRLA电池”取代，原因是VRLA电池是一种还需要管理的电池，采用“免维护”容易引起误解。

1992年，针对1991年提出的问题，电池专家和生产厂家的技术员纷纷发表文章提出对策和看法，其中DrDaridFeder提出利用测电导的方法对VRLA电池进行监测。I. c. Bearinger从技术方面评述VRLA电池的先进性。这些文章对VRLA电池的发展和推广应用起了很大的促进作用。

1992年，世界上VRLA电池用量在欧洲和美洲都大幅度增加，在亚洲国家电信部门提倡全部采用VRLA电池；1996年VRLA电池基本取代传统的富液式电池，VRLA电池已经得到了广大用户的认可。

2、阀控式铅酸蓄电池的定义

阀控式铅酸蓄电池的英文名称为Valve Regulated Lead Battery(简称VRLA电池)，其基本特点是使用期间不用加酸加水维护，电池为密封结构，不会漏酸，也不会排酸雾，电池盖子上设有单向排气阀(也叫安全阀)，该阀的作用是当电池内部气体量超过一定值(通常用气压值表示)，即当电池内部气压升高到一定值时，排气阀自动打开，排出气体，然后自动关闭，防止空气进入电池内部。

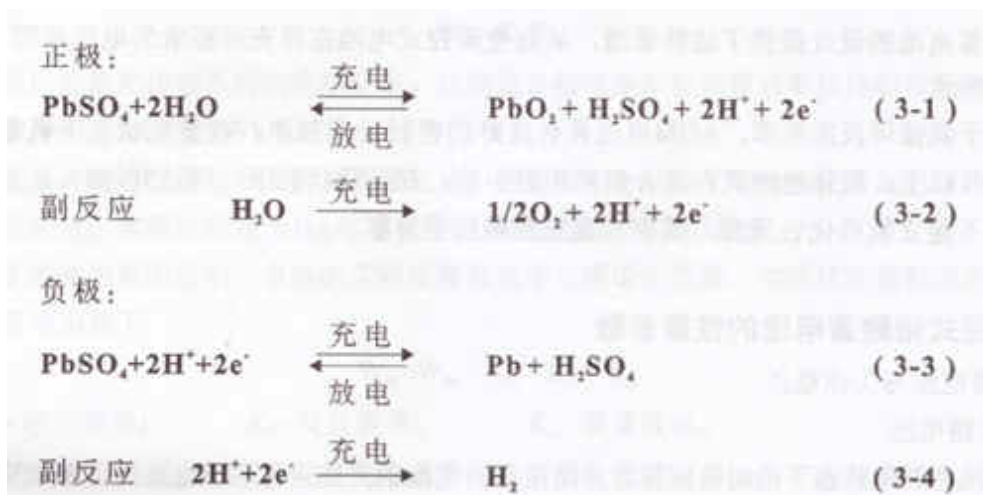
3、阀控式铅酸蓄电池的分类

阀控式铅酸蓄电池分为AGM和GEL（胶体）电池两种，AGM采用吸附式玻璃纤维棉(Absorbed Glass Mat)作隔膜，电解液吸附在极板和隔膜中，贫电解液设计，电池内无流动的电解液,电池可以立放工作，也可以卧放工作；胶体（GEL） SiO_2 作凝固剂，电解液吸附在极板和胶体内，一般立放工作。目前文献和会议讨论的VRLA电池除非特别指明，皆指AGM电池。

4、阀控式铅酸蓄电池的基本原理

阀控式铅酸蓄电池的电化学反应原理

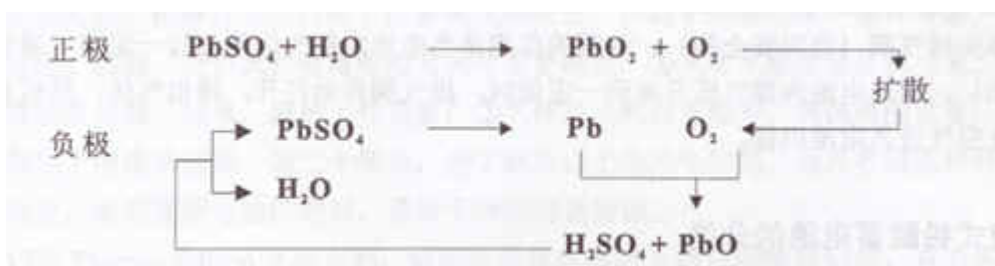
阀控式铅酸蓄电池的电化学反应原理就是充电时将电能转化为化学能在电池内储存起来，放电时将化学能转化为电能供给外系统。其充电和放电过程是通过电化学反应完成的，电化学反应式如下：



从上面反应式可看出，充电过程中存在水分解反应，当正极充电到70%时，开始析出氧气，负极充电到90%时开始析出氢气，由于氢氧气的析出，如果反应产生的气体不能重新复合得用，电池就会失水干涸；对于早期的传统式铅酸蓄电池，由于氢氧气的析出及从电池内部逸出，不能进行气体的再复合，是需经常加酸加水维护的重要原因；而阀控式铅酸蓄电池能在电池内部对氧气再复合利用，同时抑制氢气的析出，克服了传统式铅酸蓄电池的主要缺点。

阀控式铅酸蓄电池的氧循环原理

阀控式铅酸蓄电池采用负极活性物质过量设计，AG或GEL电解液吸附系统，正极在充电后期产生的氧气通过AGM或GEL空隙扩散到负极，与负极海绵状铅发生反应变成水，使负极处于去极化状态或充电不足状态，达不到析氢过电位，所以负极不会由于充电而析出氢气，电池失水量很小，故使用期间不需加酸加水维护。阀控式铅酸蓄电池氧循环图示如下：



可以看出，在阀控式铅酸蓄电池中，负极起着双重作用，即在充电末期或过充电时，一方面极板中的海绵状铅与正极产生的 O_2 反应而被氧化成一氧化铅，另一方面是极板中的硫酸铅又要接受外电路传输来的电子进行还原反应，由硫酸铅反应成海绵状铅。

在电池内部，若要使氧的复合反应能够进行，必须使氧气从正极扩散到

负极。氧的移动过程越容易，氧循环就越容易建立。

在阀控式蓄电池内部，氧以两种方式传输：一是溶解在电解液中的方式，即通过在液相中的扩散，到达负极表面；二是以气相的形式扩散到负极表面。传统富液式电池中，氧的传输只能依赖于氧在正极区 H_2SO_4 溶液中溶解，然后依靠在液相中扩散到负极。如果氧呈气相在电极间直接通过开放的通道移动，那么氧的迁移速率就比单靠液相中扩散大得多。充电末期正极析出氧气，在正极附近有轻微的过压，而负极化合了氧，产生一轻微的真空，于是正、负间的压差将推动气相氧经过电极间的气体通道向负极移动。阀控式铅蓄电池的设计提供了这种通道，从而使阀控式电池在浮充所要求的电压范围下工作，而不损失水。

对于氧循环反应效率，AGM电池具有良好的密封反应效率，在贫液状态下氧复合效率可达99%以上；胶体电池氧再复合效率相对小些，在干裂状态下，可达70-90%；富液式电池几乎不建立氧再化合反应，其密封反应效率几乎为零。

5、阀控式铅酸蓄电池的性能参数

5. 1 开路电压与工作电压

5. 1. 1 开路电压

电池在开路状态下的端电压称为开路电压。电池的开路电压等于电池的正极的电极电势与负极电极电势之差。

5. 1. 2 工作电压

工作电压指电池接通负载后在放电过程中显示的电压，又称放电电压。在电池放电初始的工作电压称为初始电压。

电池在接通负载后，由于欧姆电阻和极化过电位的存在，电池的工作电压低于开路电压。

5. 2 容量

电池在一定放电条件下所能给出的电量称为电池的容量，以符号C表示。常用的单位为安培小时，简称安时(Ah)或毫安时(mAh)。电池的容量可以分为理论容量，额定容量，实际容量。

理论容量是把活性物质的质量按法拉第定律计算而得的最高理论值。为了比较不同系列的电池，常用比容量的概念，即单位体积或单位质量电池所能给出的理论电量，单位为Ah/l或Ah/kg。

实际容量是指电池在一定条件下所能输出的电量。它等于放电电流与放电时间的乘积，单位为Ah，其值小于理论容量。

额定容量也叫保证容量，是按国家或有关部门颁布的标准，保证电池在一定的放电条件下应该放出的最低限度的容量。

5.3 内阻

电池内阻包括欧姆内阻和极化内阻，极化内阻又包括电化学极化与浓差极化。内阻的存在，使电池放电时的端电压低于电池电动势和开路电压，充电时端电压高于电动势和开路电压。电池的内阻不是常数，在充放电过程中随时间不断变化，因为活性物质的组成、电解液浓度和不断地改变。

欧姆电阻遵守欧姆定律；极化电阻随电流密度增加而增大，但不是线性关系，常随电流密度和温度都在不断地改变。

5.4 能量

电池的能量是指在一定放电制度下，蓄电池所能给出的电能，通常用瓦时(Wh)表示。

电池的能量分为理论能量和实际能量。理论能量 $W_{理}$ 可用理论容量和电动势(E)的乘积表示，即

$$W_{理}=C_{理}E$$

电池的实际能量为一定放电条件下的实际容量 $C_{实}$ 与平均工作电压 $U_{平}$ 的乘积，即

$$W_{实}=C_{实}U_{平}$$

常用比能量来比较不同的电池系统。比能量是指电池单位质量或单位体积所能输出的电能，单位分别是Wh/kg或Wh/l。

比能量有理论比能量和实际比能量之分。前者指1kg电池反应物质完全放电时理论上所能输出的能量。实际比能量为1kg电池反应物质所能输出的实际能量。

由于各种因素的影响，电池的实际比能量远小于理论比能量。实际比能量和理论比能量的关系可表示如下：

$$W_{实}：W_{理} \cdot K_V \cdot K_R \cdot K_m$$

式中 K_V -电压效率； K_R -反应效率； K_m —质量效率。

电压效率是指电池的工作电压与电动势的比值。电池放电时，由于电化学极化、浓差极化和欧姆压降，工作电压小于电动势。

反应交通用性表示活性物质的利用率。

电池的比能量是综合性指标，它反映了电池的质量水平，也表明生产厂家的技术和管理水平。

5.5 功率与比功率

电池的功率是指电池在一定放电制度下，于单位时间内所给出能量的大

小，单位为W(瓦)或kW(千瓦)。单位质量电池所能给出的功率称为比功率，单位为W/kg或kW/kg。比功率也是电池重要的性能指标之一。一个电池比功率大，表示它可以承受大电流放电。

蓄电池的比能量和比功率性能是电池选型时的重要参数。因为电池要与用电的仪器、仪表、电动机等互相配套，为了满足要求，首先要根据用电设备要求功率大小来选择电池类型。当然，最终确定选用电池的类型还要考虑质量、体积，比能量、使用的温度范围和价格等因素。

5. 6 电池的使用寿命

在规定条件下，某电池的有效寿命期限称为该电池的使用寿命。蓄电池发生内部短路或损坏而不能使用，以及容量达不到规范要求时蓄电池使用失效，这时电池的使用寿命终止。蓄电池的使用寿命包括使用期限和使用周期。使用期限是指蓄电池可供使用的时间，包括蓄电池的存放时间。使用周期是指蓄电池可供重复使用的次数。

6、阀控式铅酸蓄电池的自放电

6. 1 自放电的原因

电池的自放电是指电池在存储期间容量降低的现象。电池开路时由于自放电使电池容量损失。

自放电通常主要在负极，因为负极活性物质为较活泼的海绵状铅电极，在电解液中其电势比氢负，可发生置换反应。若在电极中存在着析氢过电位低的金属杂质，这些杂质和负极活性物质能形成腐蚀微电池，结果负极金属自溶解，并伴有氢气析出，从而容量减少。在电解液中杂质起着同样的有害作用。一般正极的自放电不大。正极为强氧化剂，若在电解液中或隔膜上存在易于被氧化的杂质，也会引起正极活性物质的还原，从而减少容量。

6. 2 自放电率

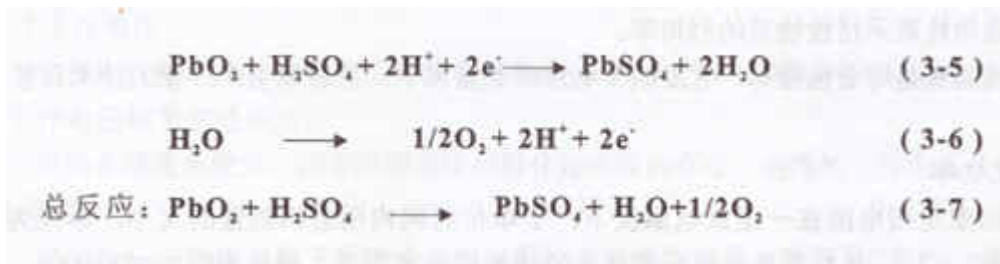
自放电率用单位时间容量降低的百分数表示。

$$\text{放电} = \frac{C_1 - C_2}{C_1 \times T} \times 100\%$$

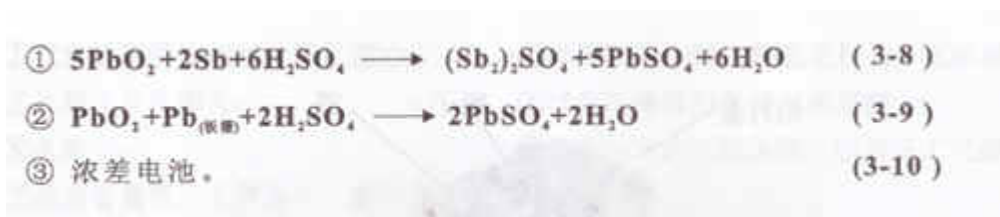
式中Ca--电池存贮前的容量(Ah)
Cb--电池存贮后的容量(Ah)
T—电池贮存的时间，常用天、月计算。

6. 3 正极的自放电

正极的自放电是由于在放置期间，正极活性物质发生分解，形成硫酸铅并伴随着氧气析出，发生下面一对轭反应：



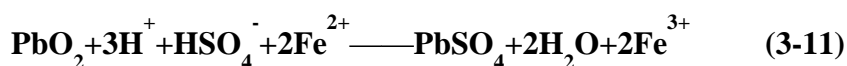
同时正极的自放电也有可能由下述几种局部电池形成引起：

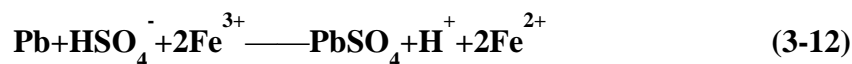


在电极的上端和下端，以及电极的孔隙和电极的表面处酸的浓度不同，因而电极内外和上下形成了浓差电池。处在较稀硫酸区域的二氧化铅为负极，进行氧化过程而析出氧气；处在较浓硫酸区域的二氧化铅为正极，进行还原过程，二氧化铅还原为硫酸铅。这种浓差电池在充电终了的正极和放电终了的正极都可形成，因此都有氧析出。但是在电解液浓度趋于均匀后，浓差消失，由此引起的自放电也就停止了。

正析自放电的速度受板栅合金组成和电解液浓度的影响，对应于硫酸浓度出现不同的极大值。

一些可变价态的盐类如铁、铬、锰盐等，它们的低价态可以在正极被氧化，同时二氧化铅被还原；被氧化的高价态可通过扩散到达负极，在负极上进行还原过程；同时负极活性物质铅被氧化，还原态的离子又藉助于扩散、对流达到正极重新被氧化。如此反复循环。因此，可变价态的少量物质的存在可使正极和负极的自放电连续进行，举例如下：





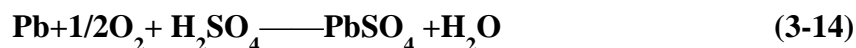
在电解液中一定要防止这些盐类的存在。

6. 4 负极的自放电

蓄电池在开路状态下，铅的自溶解导致容量损失，与铅溶解的共轭反应通常是溶液中H⁺的还原过程，即



该过程的速度与硫酸的浓度、贮存温度所含杂质和膨胀剂的类型有关。溶解于硫酸中的氧也可以发生铅自溶的共轭反应，即

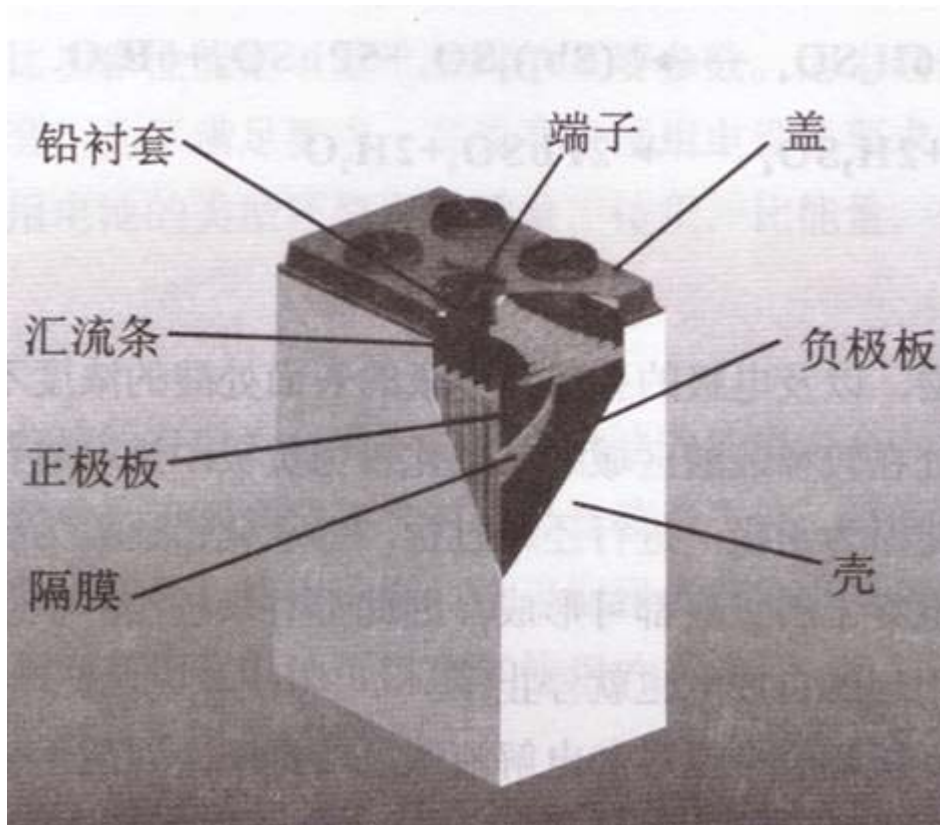


该过程受限于氧的溶解与扩散，在电池中一般以式（3-13）为主。

杂质对于铅自溶有的共轭反应——析氢有很大影响，一般氢在铅上析出的过电位很高，在式（3-13）中铅的自溶速度完全受析氢过程控制，析氢过电位大小起着决定性作用。当杂质沉积在铅电极表面上，与铅组成微电池，在这个短路电池组中铅进行溶解，而比氢过电位小的杂质析出，因而加速自放电。

7、阀控式铅酸蓄电池的基本结构

构成阀控铅酸蓄电池的主要部件是正负极板、电解液、隔膜、电池壳和盖、安全阀，此外还一些零件如端子、连接条、极柱等。



8、阀控式铅酸蓄电池的设计

8. 1 板栅合金的选择

参加电池反应的活性物质铅和二氧化铅是疏松的多孔体，需要固定在载体上。通常，用铅或铅基合金制成的栅栏片状物为载体，使活性物质固定在其中，这种物体称之为板栅。它的作用是支撑活性物质并传输电流。

8. 1. 1 正板栅合金

阀控电池是一种新型电池，使用过程中不用加酸加水维护，要求正板栅合金耐腐蚀性好，自放电小，不同厂家采用的正板栅合金并不完全相同，主要有：铅—钙、铅—钙—锡，铅—钙—锡—铝、铅—锑—镉等。不同合金性能不同，铅—钙。铅—钙—锡合金具有良好的浮充性能，但铅钙合金易形成致密的硫酸铅和硫酸钙阻挡层使电池早期失效，合金抗蠕变性差，不适合循环使用。铅-钙-锡-铝、铅-锑-镉各方面性能相对比较好，既适合浮充使用，又适合循环使用。

8. 1. 2 负板栅合金

阀控电池负板栅合金一般采用铅-钙合金，尽量减少析氢量。

8. 2 板栅厚度

正极板厚度决定电池寿命，极板厚度与电池预计寿命的关系见下表：

正极板厚度 (mm)	循环寿命 (次) [10h率80%放电深度, 25℃]	预计浮充寿命 (年) (正常浮充使用)
2. 0	150	2
3. 0	257	4
3. 4	400	6
4. 5	800	12

8. 3 正负极活性物质比例

铅酸蓄电池设计上正负极活性物质利用率一般按30—33%计算，正负极活性物质比例为1: 1，实际应用中，负极活性物质利用率一般比正极高，对于阀控铅酸蓄电池，考虑到氧再化合的需要，负极活性物质设计过量，一般宜为1: 1. 0—1. 2。

8. 4 隔膜的选择

阀控铅酸蓄电池中隔膜采用的是玻璃纤维棉，应该具有如下特征：

- ①优良的耐酸性能和抗氧化能力；
- ②厚度均匀一致，外观无针孔、无机械杂质；
- ③孔径小且孔率大；
- ④优良的吸收和保留电解液能力；
- ⑤电阻小；
- ⑥具有一定的机械强度，以保证工艺操作要求；
- ⑦杂质含量低，尤其是铁、铜的含量要低。

8. 5 壳盖结构和材料选择

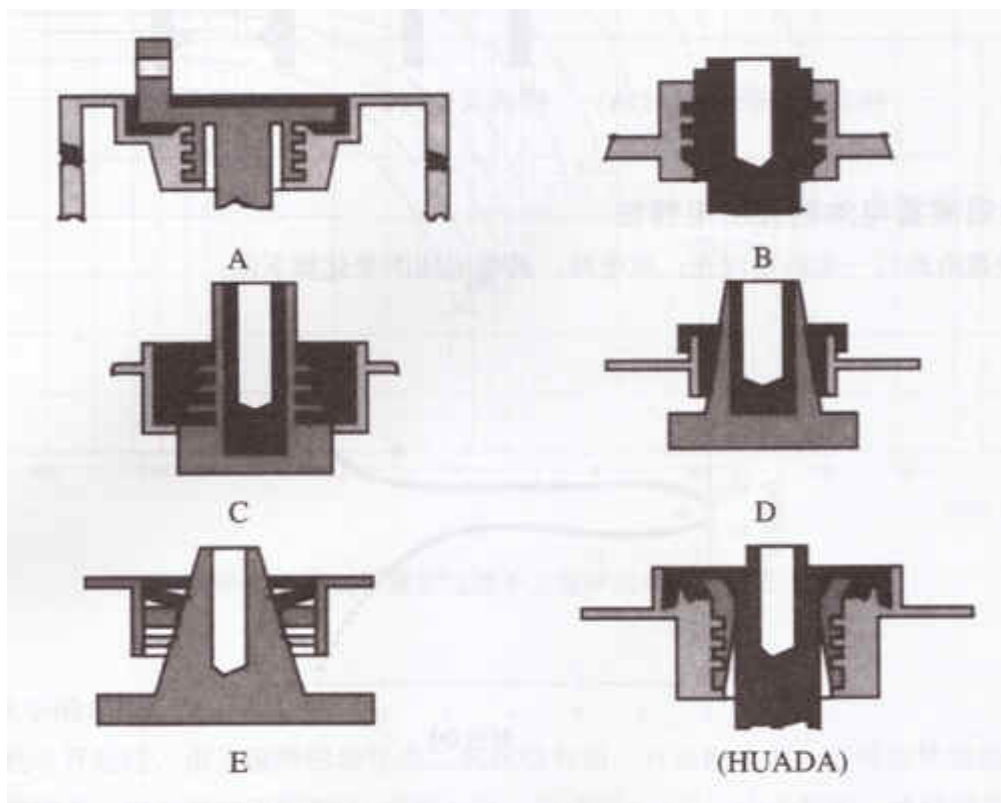
阀控电池壳盖结构设计主要是强度设计，散热设计和盖上的极柱密封设计。强度设计要求电池外壁在紧装配和承受内气压时外壁不应有明显的气胀变形，对于PP外壳，应加钢壳加固，对于2V系列电池，ABS和PVC外壳，壁厚一般要达到8—10mm。散热设计要求电池外壳散热面积大、材料导热性好且壁厚越薄越好。壳体结构相对比较简单，只需考虑强度和盖子封装配合即

可。

8. 6 壳盖密封和极柱密封结构

电池壳盖密封分为热封和胶封，热封是最可靠的密封方式，PP材料采用热封，ABS和PVC材料一般采用胶封，胶封关键是要采用合适的环氧树脂。

极柱密封技术是阀控电池生产的一项关键技术，不同的厂家采用的方式不完全相同。



8. 7 电解液

阀控电池电解液中硫酸含量一般按理论量的1.5倍设计，电解液比重一般为1.30g/ml左右。

8. 8 安全阀

安全阀是阀控电池的一个关键部件，安全阀质量的好坏直接影响电池使

用寿命，均匀性和安全性。根据有关标准和阀控电池的使用情况，安全阀应满足如下技术条件：

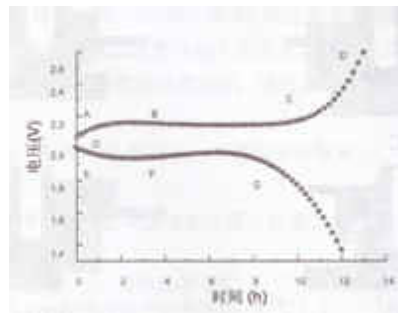
- ①单向开阀；
- ②单向密封，可防止空气进入电池内部；
- ③同一组电池各安全阀之间的开闭压力之差不应超过平均值的20%；
- ④寿命不应低于15年；
- ⑤滤酸，可防止酸和酸雾从安全阀排气口排出；
- ⑥隔爆，电池外部遇明火时电池内部不应引爆；
- ⑦抗震，在运输和使用期间，安全阀不会因震动和多次开闭而松动失效；
- ⑧耐酸；
- ⑨耐高、低温。

目前市场使用的安全阀主要有：柱式、帽式和伞形安全阀，其结构见下面示意图。



9、阀控铅酸蓄电池的充放电特性

铅酸蓄电池以一定的电流充、放电时，其端电压的变化如下图：

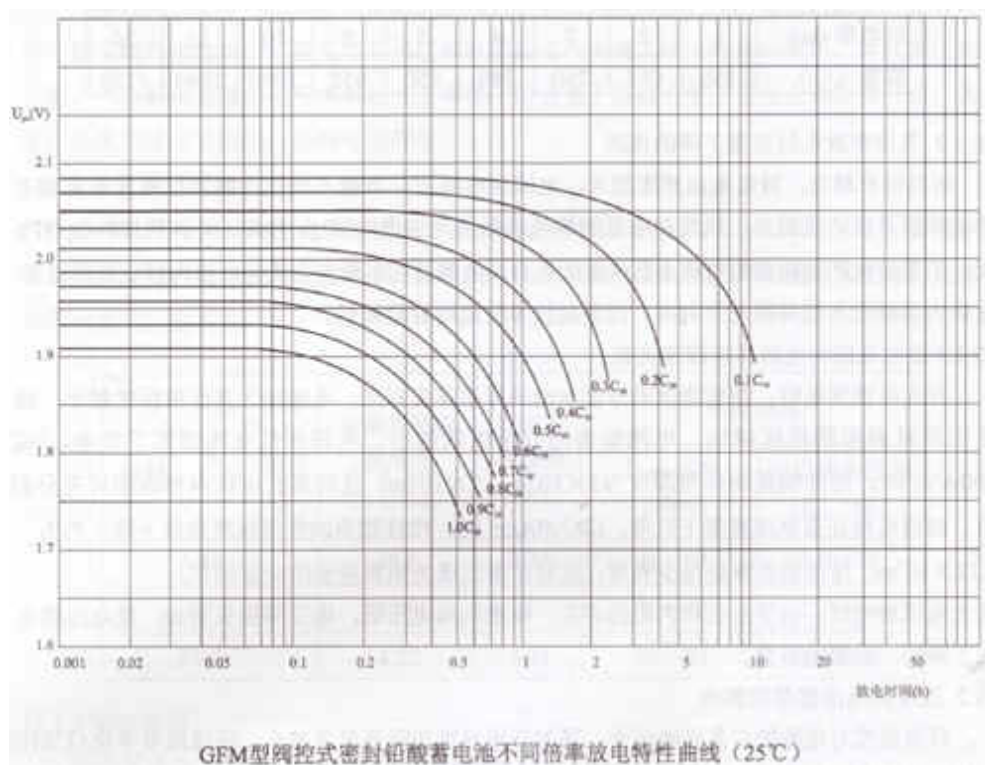


9. 1. 放电中电压的变化

电池在放电之前活性物质微孔中的硫酸浓度与极板外主体溶液浓度相同，电池的开路电压与此浓度相对应。放电一开始，活性物质表面处(包括孔内表面)的硫酸被消耗，酸浓度立即下降，而硫酸由主体溶液向电极表面的扩散是缓慢过程，不能立即补偿所消耗的硫酸，故活性物质表面处的硫酸浓度继续下降，而决定电极电势数值的正是活性物质表面处的硫酸浓度，结果导致电池端电压明显下降，见曲线OE段。

随着活性物质表面处硫酸浓度的继续下降，与主体溶液之间的浓度差加大，促进了硫酸向电极表面的扩散过程，于是活性物质表面和微孔内的硫酸得到补养。在一定的电流放电时，在某一段时间内，单位时间消耗的硫酸量大部分可由扩散的硫酸予以补充，所以活性物质表面处的硫酸浓度变化缓慢，电池端电压比较稳定。但是由于硫酸被消耗，整体的硫酸浓度下降，又由于放电过程中活性物质的消耗，其作用面积不断减少，真实电流密度不断增加，过电位也不断加大，故放电电压随着时间还是缓慢地下降，见曲线EFG段。

随着放电继续进行，正、负极活性物质逐渐转变为硫酸铅，并向活性物质深处扩展。硫酸铅的生成使活化物质的孔隙率降低，加剧了硫酸向微孔内部扩散的困难，硫酸铅的导电性不良，电池内阻增加，这些原因最后导致在放电曲线的G点后，电池端电压急剧下降，达到所规定的放电终止电压。



9. 2 充电中的电压变化

在充电开始时，由于硫酸铅转化为二氧化铅和铅，有硫酸生成，因而活性物质表面硫酸浓度迅速增大，电池端电压沿着OA急剧上升。当达到A点后，由于扩散，活性物质表面及微孔内的硫酸浓度不再急剧上升，端电压的上升就较为缓慢(ABC)。这样活性物质逐渐从硫酸铅转化为二氧化铅和铅，活性物质的孔隙也逐渐扩大，孔隙率增加。随着充电的进行，逐渐接近化学反应的终点，即充电曲线的C点。当极板上所存硫酸铅不多，通过硫酸铅的溶解提供电化学氧化和还原所需的 Pb^{2+} 极度缺乏时，反应的难度增加，当这种难度相当于水分解的难度时，即在充入电量70%时开始析氧，即副反应 $2H_2O - O_2 + 4H + 4e$ ，充电曲线上端电压明显增加。当充入电量达90%以后，负极上的副反应，即析氢过程发生，这时电池的端电压达到D点，两极上大量析出气体，进行水的电解过程，端电压又达到一个新的稳定值，其数值取决于氢和氧的过电位，正常情况下该恒定值约为2.6V。

10、阀控式铅酸蓄电池容量的影响因素

10. 1 放电率对电池容量的影响

铅蓄电池容量随放电倍率增大而降低，在谈到容量时，必须指明放电的时率或倍率。电池容量随放电时率或倍率不同而不同。

10. 1. 1 容量与放电时率的关系

对于一给定电池，在不同时率下放电，将有不同的容量，下表为GFM1000电池在常温下不同放电时率放电时的额定容量。

放电率(hr)	1	2	3	4	5	8	10	12	24
容量(Ah)	550	656	750	788	850	952	1000	1044	1128

10. 1. 2 高倍率放电时容量下降的原因

放电倍率越高，放电电流密度越大，电流在电极上分布越不均匀，电流优先分布在离主体电解液最近的表面上，从而在电极的最外表面优先生成

PbSO₄。PbSO₄的体积比PbO₂和Pb大，于是放电产物硫酸铅堵塞多孔电极的孔口，电解液则不能充分供应电极内部反应的需要，电极内部物质不能得到充分利用，因而高倍率放电时容量降低。

10. 1. 3 放电电流与电极作用深度关系

在大电流放电时，活性物质沿厚度方向的作用深度有限，电流越大其作用深度越小，活性物质被利用的程度越低，电池给出的容量也就越小。电极

在低电流密度下放电， $i \leq 100 \text{A/m}^2$ 时，活性物质的作用深度为 $3 \times 10^{-3} \text{m}$ 至 $5 \times$

10^{-3}m ，这时多孔电极内部表面可充分利用。而当电极在高电流密度下放电，

$i \geq 200 \text{A/m}^2$ 时，活性物质的作用深度急剧下降，约为 $0.12 \times 10^{-3} \text{m}$ 活性物质

深处很少利用，这时扩散已成为限制容量的决定因素。在大电流放电时，由于极化和内阻的存在，电池的端电压低，电压降损失增加，使电池端电压下降快，也影响容量。

10. 2 温度对电池容量的影响

环境温度对电池的容量影响较大，随着环境温度的降低容量减小。环境温度变化1℃时的电池容量变化称为容量的温度系数。

根据国家标准，如环境温度不是25℃，则需将实测容量按以下公式换算成25℃基准温度时的实际容量C_e，其值应符合标准。

$$C_e = \frac{C_t}{1 + K(t - 25^\circ\text{C})}$$

公式中：t是放电时的环境温度

K是温度系数，10hr的容量实验时K=0.006/℃，3hr的容量实验时K=0.008/℃，

1hr的容量实验时K=0.01/℃

10. 3 阀控铅酸蓄电池容量的计算

阀控式铅酸蓄电池的实际容量与放电制度(放电率、温度、终止电压)和电池的结构有关。如果电池是以恒定电流放电，放电至规定的终止电压，电池的实际容量C_t=放电电流I×放电时间t，单位是Ah。

11、阀控铅酸蓄电池的失效模式

11. 1 干涸失效模式

从阀控铅酸蓄电池中排出氢气、氧气，水蒸气、酸雾，都是电池失水的方式和干涸的原因。干涸造成电池失效这一因素是阀控铅酸蓄电池所特有的。失水的原因有四：

- ①气体再化合的效率低；
- ②从电池壳体中渗出水；
- ③板栅腐蚀消耗水；
- ④自放电损失水。

11. 1. 1 气体再化合效率

气体再化合效率与选择浮充电电压关系很大。电压选择过低，虽然氧气析出少，复合效率高，但个别电池会由于长期充电不足造成负极盐化而失效，使电池寿命缩短。浮充电电压选择过高，气体析出量增加，气体再化合效率低，虽避免了负极失效，但安全阀频繁开启，失水多，正极板栅也有腐蚀，影响电池寿命。

11. 1. 2 从壳体材料渗透水分

各种电池壳体材料的有关性能见下表。从表中数据看出，ABS材料的水蒸气渗透率较大，但强度好。电池壳体的渗透率，除取决于壳体材料种类、性质外，还与其壁厚，壳体内外间水蒸气压差有关。

性能 数值 材料	水蒸汽相对 渗透率 (%)	氧相对 渗透率 (%)	机械强度	
			拉伸强度 (Mpa)	缺口冲击强度 (KJ·m ²)
ABS	16.6	0.35	21~63	6.0~53
PP	1.00	1	30~40	2.2~6.4
PVC	4.22	4.41	35~55	22~108

11. 1. 3 板栅腐蚀

板栅腐蚀也会造成水分的消耗，其反应为：



11. 1. 4 自放电

正极自放电析出的氧气可以在负极再化合而不至于失水，但负极析出的氢不能在正极复合，会在电池累积，从安全阀排出而失水，尤其是电池在较高温度下贮存时，自放电加速。

11. 2 容量过早损失的失效模式

在阀控铅酸蓄电池中使用了低锑或无锑的板栅合金，早期容量损失常容易在如下条件发生：

- ①不适宜的循环条件，诸如连续高速率放电、深放电、充电开始时低的电流密度；
- ②缺乏特殊添加剂如Sb、Sn、H₃PO₄；
- ③低速率放电时高的活性物质利用率、电解液高度过剩，极板过薄等；
- ④活性物质视密度过低，装配压力过低等。

11. 3 热失控的失效模式

大多数电池体系都存在发热问题，在阀控铅酸蓄电池中可能性更大，这是由于：氧再化合过程使电池内产生更多的热量；排出的气体量小，减少了热的消散；

若阀控铅酸蓄电池工作环境温度过高，或充电设备电压失控，则电池充电量会增加过快，电池内部温度随之增加，电池散热不佳，从而产生过热，电池内阻下降，充电电流又进一步升高，内阻进一步降低。如此反复形成恶性循环，直到热失控使电池壳体严重变形、涨裂。为杜绝热失控的发生，要采用相应的措施：

- ①充电设备应有温度补偿功能或限流；
- ②严格控制安全阀质量，以使电池内部气体正常排出；
- ③蓄电池要设置在通风良好的位置，并控制电池温度。

11. 4 负极不可逆硫酸盐化

在正常条件下，铅蓄电池在放电时形成硫酸铅结晶，在充电时能较容易地还原为铅。如果电池的使用和维护不当，例如经常处于充电不足或过放电，负极就会逐渐形成一种粗大坚硬的硫酸铅，它几乎不溶解，用常规方法充电很难使它转化为活性物质，从而减少了电池容量，甚至成为蓄电池寿命终止的原因，这种现象称为极板的不可逆硫酸盐化。

为了防止负极发生不可逆硫酸盐化，必须对蓄电池及时充电，不可过放电。

11. 5 板栅腐蚀与伸长

在铅酸蓄电池中，正极板栅比负极板栅厚，原因之一是在充电时，特别是在过充电时，正极板栅要遭到腐蚀，逐渐被氧化成二氧化铅而失去板栅的作用，为补偿其腐蚀量必须加粗 加厚正极板栅。

所以在实际运行过程中，一定要根据环境温度选择合适的浮充电压，浮充电压过高，除引起水损失加速外，也引起正极板栅腐蚀加速。当合金板栅发生腐蚀时，产生应力，致使极 决于正极板寿命，其设计寿命是按正极板栅合金的腐蚀速率进行计算的，正极板栅被腐蚀的越多，电池的剩余容量就越少；电池寿命就越短。

12、阀控铅酸蓄电池的使用

12. 1 容量选择

阀控铅酸蓄电池的额定容量是10小时率放电容量。电池放电电流过大，则达不到额定容量。因此，应根据设备负载，电压大小等因素来选择合适容量电池。蓄电池总容量应按YD5040-97《通信电源设备安装设计规范》中的规定配置，计算如下：

$$Q \geq \frac{KIT}{\eta [1 + \alpha (t - 25^\circ\text{C})]}$$

式中：Q—选用的蓄电池容量(Ah)； K—安全系数，取1. 25； L—负荷电流(A)

t—放电小时数(h)；

η ...放电容量系数；

t—实际电池所在地最低环境温度数值。所在地有采暖设备时，按15℃考虑，无采暖设

备时，按5℃考虑；

α —电池温度系数(1/℃)，当放电小时率 ≥ 10 时，取 $\alpha = 0. 006$ ；当 $10 >$ 放电小时率 ≥ 1

时，取 $\alpha = 0. 008$ ；当放电小时率 < 1 时，取 $\alpha = 0. 01$ 。

12. 2 充电机的选择

由于浮充使用和无人值守，要求使用阀控铅酸蓄电池的充电机具有如下功能：①自动稳压 ②自动稳流 ③恒压限流 ④高温报警
⑤波纹系数不大5% ⑥故障报警 ⑦浮充/均充自动转换 ⑧温度补偿

12. 3 阀控铅酸蓄电池的安装

12. 3. 1 安装方式

阀控铅酸蓄电池有高形和矮形两种设计，高形设计的电池体积(高度)、重量大，浓差极化大，影响电池性能，最好卧式放置。矮形电池可立放、也可卧放工作。安装方式要根据工作场地与设施而定

12. 3. 2 连接方式及导线

阀控铅酸蓄电池实际应用中，大电流放电性能特别重要。除电池本身外，连接方式和连接导线的电压降是至关重要的。

12. 3. 2. 1 连接方式

考虑1000Ah以上大电池大部分均用500Ah-1000Ah并联而成，连接线使用多，要贯彻“多串少并，先串后并”原则。目前最大单体为1500Ah。

12. 3. 2. 2 连接导线

一般要求电池间连接导线电压降(两极柱根部测量)在1h率大电流放电时为10mV，连接导线有材质(电阻率)、长度和截面三个因素，当选材电阻率、长度(安装位置)固定后，截面积可参考下式计算：

$$S_c = \frac{I \times \rho \times L}{\Delta U}$$

式中： S_c —连接导线截面积(mm²) I —1h率放电电流(A) ρ —金属电阻率(Ω -mm²/m)
 $\Delta U=0.01V$ L —连线长度(两极柱中心距)(m)

12. 3. 2. 3 注意事项

- (1)不能将容量、性能和新旧程度不同的电池连在一起使用。
- (2)连接螺丝必须拧紧，脏污和松散的连接会引起电池打火爆炸，因此要仔细检查。
- (3)安装末端连接线和导通电池系统前，应再次检查系统的总电压和极性连接，以保证正确接线。
- (4)由于电池组电压较高，存在着电击的危险，因此装卸、连接时应使用绝缘工具与防护，防止短路。
- (5)电池不要安装在密闭的设备和房间内，应有良好通风，最好安装空调。电池要远离热源和易产生火花的地方；要避免阳光直射。

12. 4 运行充电

12. 4. 1 补充充电与容量试验

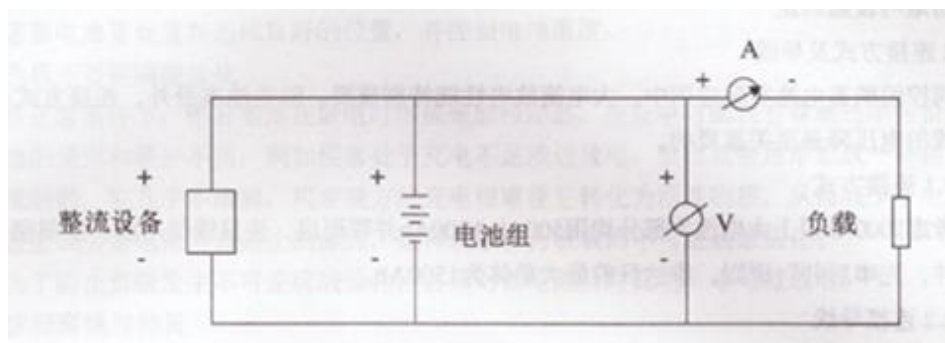
阀控铅酸蓄电池是荷电出厂，由于自放电等原因，投入运行前要作补充充电和一次容量试验。补充充电应按厂家使用说明书进行，各生产厂并不完全一致。

补充充电一般采用恒压限流充电。在2.30-2.35V电压下充电，同时充电电流不超过 $0.25C_{10}$ ，直到充电电流降到 $0.006C_{10}$ 以下3小时不变，就认为电池充足。补充充电后，进行一次10h率容量检查。

12. 4. 2 浮充充电

12. 4. 2. 1 浮充工作

阀控铅酸蓄电池在现场的工作方式主要是浮充工作制，浮充工作制是在使用中 将蓄电池组和整流器设备并接在负载回路作为支持负载工作的唯一后备电源，如下图所示。浮充工作的特点是，一般说电池组平时并不放电，负载的电流全部由整流器供给。当然实际运行中电池有局部放电以及由于负载的意外突然增大而放电。



12. 4. 2. 2 浮充充电作用

蓄电池组在浮充工作制中有两个主要作用：

(1) 当市电中断或整流器发生故障时，蓄电池组即可担负起对负载单独供电任务，以确保通讯不中断；

(2) 起平滑滤波作用。电池组与电容器一样，具有充放电作用，因而对交流成分有旁路作用。这样，送至负载的脉动成分进一步减少，从而保证了负载设备对电压的要求。

12. 4. 2. 3 浮充电压的原则

1. 浮充电流足以补偿电池的自放电损失；
2. 当蓄电池放电后，能依靠浮充电很快地补充损失的电量，以备下一次放电。

3. 选择在该充电电压下，电池极板生成的 PbO_2 较为致密，以保护板栅不致于很快腐蚀。

4. 尽量减少 O_2 与 H_2 析出，并减少负极盐化。

5. 浮充电压的选择还要考虑其它的影响因素：①电解液浓度对浮充电压的影响；②板栅合金对浮充电压的影响。

根据浮充电压选择原则与各种因素对浮充电压的影响，国外一般选择稍高的浮充电压，范围可达2.25—2.33V，国内稍低，2.23—2.27V。不同厂家对浮充电压的具体规定不一样，bosfa公司对浮充电压的规定为2.25V/单体(环境温度为25℃情况下)，根据环境温度的变化，对浮充电压应作相应调整。

12. 4. 2. 4浮充电压的温度补偿

浮充充电与环境温度有密切关系。通常浮充电压是指环境25℃而言，所以当环境温度变化时，需按温度系数补偿，调整浮充电压。不同厂家电池的温度补偿系数不一样，在设置充电机电池参数时，应根据说明书上的规定设置温度补偿系数，如说明书没有写明，应向电池生产厂家咨询确定。电池的温度补偿系数为-3.5mV/℃。

12. 4. 3均充的作用及均充电压和频率

当电池浮充电压偏低或电池放电后需要再充电或电池组容量不足时，需要对电池组进行均衡充电，合适的均充电压和均充频率是保证电池长寿命的基础，对阀控铅酸蓄电池平时不建议均充，因为均充可能造成电池失水而早期失效，均充电压与环境温度有关。一般单体电池在25℃环境温度下的均充电压为2.35V或2.30V，如温度发生变化，需及时调整均充电压均充电压温度补偿系数为-5mV/℃。

建议均充频率的设置，应为电池全浮充运行壹年，按规定电压均充一次，时间为12小时或24小时。其它具体均充条件可参见13. 2. 2条的说明。

如果是电池放电后的补充电，则需采用12. 4. 1所说明恒压限流的补充充电方法。

13、电池推荐使用条件及维护方式

13. 1 浮充电压

正常的浮充电压为2.25V/单体(环境温度25℃)。温度补偿系数为：3mV/℃。当蓄电池浮充运行时，蓄电池单体电压不应低于2.16V，如单体电压低于2.16V，则需要进行均衡充电。

13. 2 均衡充电

均衡充电一般采用恒压限流进行充电，充电电压按2.35V/单体(环境温度25℃)。温度补系数为：5mV/℃。均充频率：半年/次。(注：5mV/℃意为温度每增加1℃，均充电电压降低5mV)，恒压限流充电：以单体2.30~2.35V电压充电，同时充电电流不超过 $0.25C_{10}$ ，直到充电电流降到 $0.006C_{10}$

以下3小时不变，就认为电池充足。

阀控密封铅酸蓄电池遇有下列情况时需按均充制度进行均衡充电：

- 单体电池浮充电压低于2.16V。
- 新电池安装调试后，需要进行12小时的均衡充电。
- 电池放电超过5%的额定容量时。
- 搁置不用时间超过三个月。
- 全浮充运行一年以上。

13. 3 日常维护

阀控密封铅酸蓄电池并不是不需要管理，电池的变化是一个渐进和积累的过程，为了保证电池使用良好，作好运行记录是相当重要的，要检测的项目如下：

- 单体和电池组的浮充电压(一次/月)；
- 电池外壳和极柱温度(一次/月)；
- 电池的壳盖有无变形和渗液(一次/月)；
- 极柱、安全阀周围是否有渗液和酸雾逸出(一次/月)；
- 重新拧紧连接处螺钉(一次/半年)；

同时也要定期对开关电源的电池管理参数进行检查，保证电池参数符合要求，开关电源的部分参数如下：(24只单体即48V系统)

- 浮充电压：54.0V(单体2.25V)
- 均充电压：56.4V(单体2.35V)
- 浮充温度补偿：是
- 均充温度补偿：是
- 浮充温度补偿系数：3mV/℃/单体
- 均充温度补偿系数：5mV/℃/单体
- 均充频率：180天；
- 定时均充时间：12小时
- 高压告警电压：57V
- 低压告警电压：47V
- 电池断路保护电压：43.2V
- 转均充判据：电池容量：95%；
- 电池电压：49V

- 放电时间：30分钟
- 转浮充判据：后期稳流均充时间：180分钟；
稳流均充电流： $\leq 0.006C_{10}$ / 组

13. 4 蓄电池容量测试及再充电：

13.4.1 容量测试方法

- 每年以实际负荷做一次核对性放电，放出额定容量的30-40%；
- 每3年以假负载做一次容量试验，放电深度为80% C_{10} (10小时率)；

13.4.2 再充电方法(任选其一)：

限流限压：即先限定电流，将充电电流限制在 $0.25C_{10}$ 以下(一般用 $0.1\sim 0.2C_{10}$ 充电)，待电池端电压上升到 $2.30\sim 2.35V$ /单体时，立即以 $2.35V$ 电压恒压连续充电，在充电电流降到 $0.006C_{10}$ ，直到充电电流降到 $0.006C_{10}$ 以下3小时不变，就认为电池充足。

恒压限流充电：以单体 $2.30\sim 2.35V$ 电压充电，同时充电电流不超过 $0.25C_{10}$ ，直到充电电流降到 $0.006C_{10}$ 以下3小时不变，就认为电池充足。

电池在放电和充电时，应定时测量电流、单体电压和电池组总压，作好记录。

14、电池推荐使用条件及维护方式

14. 1 浮充电压

12V单体：正常的浮充电压为 $13.62V$ /单体(环境温度 $25^{\circ}C$)。温度补偿系数为： $18mV / ^{\circ}C$ 。当蓄电池浮充运行时，蓄电池单体电压不应低于 $13.20V$ ，如有单体电压低于 $13.2V$ ，则需要进行均衡充电；6V单体数值减半。

14. 2 均衡充电

12V单体：均衡充电一般采用恒压限流进行充电，充电电压按 $14.4V$ / 单体(环境温度 $25^{\circ}C$)。温度补系数为： $30mV / ^{\circ}C$ 。均充频率：半年 / 次。(注：

30mV / °C意为温度每增加1°C，均充电电压降低30mV)，6V单体数值减半。恒压限流充电：以单体14.10~14.40V电压充电，同时充电电流不超过 $0.35C_{10}$ ，直到充电电流降到 $0.006C_{10}$ 。以下3小时不变，就认为电池充足。

- 阀控密封铅酸蓄电池遇有下列情况时需按均充制度进行均衡充电。
- 单体电池浮充电电压低于13.2V。
- 新电池安装调试后，需要进行12小时的均衡充电。
- 电池放电超过30%的额定容量时。
- 搁置不用时间超过三个月。
- 全浮充运行6个月以上。

14.3 日常维护

阀控密封铅酸蓄电池并不是不需要管理，电池的变化是一个渐进和积累的过程，为了保证电池使用良好，作好运行记录是相当重要的，要检测的项目如下：

- 单体和电池组的浮充电电压(一次 / 月)；
- 电池外壳和极柱温度(一次 / 月)；
- 电池的壳盖有无变形和渗液(一次 / 月)；
- 极柱、安全阀周围是否有渗液和酸雾逸出(一次 / 月)；
- 重新拧紧连接处螺钉(一次 / 半年)；

同时也要定期对开关电源的电池管理参数进行检查，保证电池参数符合要求，开关电源的部分参数如下：(18只12V系列电池单体即220V系统)

- 浮充电电压：245.16V(单体13.62V)
- 均充电电压：259.2V(单体14.40V)
- 浮充温度补偿：是
- 均充温度补偿：是
- 浮充温度补偿系数：18mV / °C / 单体
- 均充温度补偿系数：30mV / °C / 单体
- 均充频率：180天；
- 定时均充时间：12小时
- 高压告警电压：264V
- 低压告警电压：199V
- 电池断路保护电压：194.4V
- 转均充判据：电池容量：70%或电池电压：216V或放电时间：5分钟
- 转浮充判据：后期稳流均充时间：180分钟

稳流均充电流： $\leq 0.006C_{10}$ / 组

14. 4 蓄电池容量测试及再充电

14. 4. 1 容量测试方法

●每半年以实际负荷做一次核对性放电，放电时间为30-40%，或直接使用UPS设备进行6—10分钟的恒功率放电测试。

●每年使用假负载做一次容量试验，放电深度为80% C_{10} (10小时率)，或直接使用UPS设备进行15-20分钟的恒功率放电测试。

14. 4. 2 再充电方法(任选其一):

●限流限压：即先限定电流，将充电电流限制在0.35 C_{10} 以下(一般推荐用0.20 C_{10} 充电)，待电池端电压上升到14.10~14.40V / 单体时，立即以14.40V电压恒压连续充电，在充电电流降到0.006 C_{10} ，直到充电电流降到0.006 C_{10} 。以下3小时不变，就认为电池充足。

●恒压限流充电：以单体14.10~14.40V电压充电，同时充电电流不超过0.35 C_{10} (一般推荐用0.20 C_{10} 的电流充电)，直到充电电流降到0.006 C_{10} 以下3小时不变，就认为电池充足。电池在放电和充电时，应定时测量电流、单体电压和电池组总压，作好记录。

14. 5 异常情况处理:

电池常见故障和处理方法见上表:

序号	故障	原因	处理方法
1	漏液或破损	电池外壳变形，温度过高，浮充电压过高，电压极柱密封不严	与供应商联系更换处理
2	浮充电压不均匀	电池内阻不均匀	均衡充电12-24h
3	单体浮充电压偏低	单体电池组欠充电	均衡充电12-24h
4	容量不足	失水严重，内部干涸	均衡充电12-24h，均充后不行应更换或补加液处理
5	电池极柱或外壳温度过高	螺丝松动，浮充电压过高等	检查螺丝或检查充电机和充电方法
6	电池的浮充电压或高或低	螺丝松动	拧紧螺丝

7	电池组接地	电池盖灰尘或电池漏液残留物 导电	清洁电池盖灰尘，更换漏液电池，加上绝缘垫片
---	-------	---------------------	-----------------------

15. 阀控密封蓄电池在维护过程中应注意的一些问题

根据多年的维护经验，发现阀控蓄电池的使用寿命和机房的环境、整流器的设置参数、以及运行状况有关，我们总结出一些经验以供参考：

15. 1 机房的供电情况

为保证蓄电池的使用寿命，最好不要使蓄电池有过放电，稳定的市电以及油机配备是蓄电池使用寿命长的良好保证，而且油机最好每月启动一次，检查其是否能正常工作。

15. 2 蓄电池的使用环境

阀控蓄电池应安装在远离热源和易产生火花的地方，最好在清洁的环境中使用。建议电池室温在15℃至35℃之间，最好安装空调，控制温度在25℃左右。潮湿、通风不畅、太阳照射等环境必然会使阀控蓄电池的寿命缩短(如果温度为35℃时，电池寿命将折半)。因此环境清洁、良好的通风条件、环境温度以及无太阳照射是十分必要的。另外为了方便蓄电池的维护，选择机房时要留有适当的维护空间。

15. 3 整流器(开关电源)的参数设置

一些参数(如浮充电压、均充电压、均充的频率和时间、转均充判据、转浮充判据、环境温度、温度补偿系数、直流过压告警、欠压告警、充电限流值等)要跟各蓄电池厂家沟通后再确定具体数参数。

15. 4 蓄电池设备的容量配置

在我们巡检的过程中发现，有些机房(基站)的蓄电池容量配置偏小，有的甚至只有蓄电池额定总容量的2小时率放电，频繁的大电流放电会使蓄电池使用寿命缩短，每个机房的蓄电池配置容量最好在8—10小时率比较合适。

15. 5 日常维护

以前有个错误观念认为阀控蓄电池是免维护蓄电池，免维护很容易给人造成是无须维护而不闻不问。其实蓄电池的变化是一个渐进的过程，为保证电池的良好使用，作好运行记录是相当重要的，每月应检查的项目如下：

- (1)单体和电池组浮充电压
- (2)电池的外壳和极柱温度
- (3)电池的壳盖有无变形和渗液
- (4)极柱、安全阀周围是否渗液和酸雾溢出

15. 6 连接条是否拧紧

电池的连接条没有拧紧，会使连接处的接触电阻增大，在大电流充、放电过程中，很容易使连接条发热甚至会导致电池盖的熔化，情况严重的可能引发明火。所以希望贵公司的维护人员能每半年做一次连接条的拧紧工作，以保证蓄电池安全运行。

15. 7 电池的内阻偏大

对于已运行了4-5年以上的电池，有些可能会因为在前期使用时环境较差或是参数设置不对而导致电池的内阻增大，这种情况一般是先联系相关厂家对电池进行活化处理，若容量还不能恢复，就要进行更换。

15. 8 电池的电压偏高或偏低

对于有些机房电池电压有偏差，是因为有些厂家新电池采用厚极板设计，使电池的寿命得到提高，但对于电池电压的均匀性就较难控制，一般需运行两年以上电压才会逐渐均匀，此外电池电压偏低的还可以对整组电池进行浅放电，看该电池是否放电电压也明显偏低，若放电电压明显低的话，就要联系相关厂家进行更换。

15. 9 电池的容量检测

对于已运行三年以上的电池，最好能每年进行一次核对性放电试验，放出额定容量的30--40%(额定容量按实际放电率计算)，每三年进行一次容量放电测试，放出额定容量的80%，记录电池单体电压和总电压。

15. 10 蓄电池放电时的注意事项

应先检查整组电池的连接处是否拧紧，再根据放电倍率来确定放电记录的时间间隔，对于已开通的机房一般使用假负载进行单组电池的放电，在另一组电池放电前，应先对已放电的电池进行充电，尔后才能对另一组电池进行放电。放电时应紧密注意比较落后的电池，以防某个单体电池的过放电。

15. 11 蓄电池充电方法和注意事项

蓄电池的充电一般采用恒压限流的方法，以单体2.35V均充，电流限定在 $0.25C_{10}$ 以下(如2组1000AH / 48V系统，其电流应限定在500A以下)，充电末期整组电池的电流值达到 $0.006C_{10}$ 时(如2组1000AH / 48V系统，其电流达到12A时)3小时不变，就认为电池已经充足了。要强调的是，电池在安装后及放电后应及时进行充电，避免过放电或欠充而造成容量下降。蓄电池在充电过程中应注意单体电池的温度偏高或者电压升高过快，如有此类情况应及时停止充电，与相关厂家联系进行处理。

15. 12 电池的混用

在近年的巡检中，发现有个别机房的电池有新、旧混用的现象，可能会导致两组电池的实际负荷电流不一样，由于开关电源的熔丝与电池组是一一对应的，就有可能出现有一组电池电流过大而先断开，尔后另一组电池也可能因负荷过大而断开，所以应尽量避免新、旧电池的混用。

附：导致电池损坏的几种情况

- 拧开电池的排气阀，使空气进入电池内部24小时以上，甚至更长时间，将导致电池容量下降及恢复困难；
- 电池深度放电后，超过72小时才补充电，将导致电池容量恢复困难；
- 电池的排气阀打开时，如有少量的醋酸进入，则会使电池自放电增加，短期就会引起容量下降，满足不了容量的要求；
- 电池排气阀打开时，如有铁丝等导电物体掉入电池内，将引起电池自放电严重，甚至短路电池深度放电后，充电期间又遇停电，这种频繁的未充足电量而又放电的现象，短时间内将使电池失去部分容量，严重时出现早期容量损失而报废(1~2年内)；
- 浮充电压设置过高，温度过高都将导致电池的寿命缩短；
- 均充频繁(如一月一次)，电池将在3~4年内，因失水和板栅腐蚀而容量下降，引起电池报废；
- 搬运时电池跌落，将使电池破损而需更换；

16、电池的安装过程、放电过程及注意事项

16.1 电池安装的过程及注意事项

1)安装人员(或工程队)接到安装的任务指令,准备好相关的资料(如各厂家电池安装、记录表等)及全套安装工具(包括万用表等),落实工程开工日期及工程进度等。

2)安装人员(或工程队)应携带少量系统备件(如螺钉等)抵达安装地点,取得详细的安装工程进度表,讨论工程细节(如安装方式、承重情况等)。

3)在开始安装工程前,应组织安装人员(或工程队)进行培训,介绍安装过程中的注意事项及电池使用方法和维护注意事项,安装过程中一定要注意安全。

4)安装人员(或工程队)进行电池的開箱检查及配件的清点,装箱单请督导人员签字并收回,配件箱中电池安装系统图、安装使用说明书等文件应收好,待安装工程结束后交由通信公司的技术人员负责保管。

5)按照施工图纸检查电池在机房的摆放位置是否合理,是否预留了维护空间,是否和热源及可能产生火花的地方(如保险盒等)保持有0.5米以上的距离,是否摆放在空调机下面,如果不符合,应先请示通信公司的工程部是否修改,修改已否都要有备忘录。

6)開箱取出电池的系统图,应严格按照电池的系统图进行安装,不允许缺漏任何的系统件的安装(包括电池单体编号的粘贴),所有系统件(备件)应和安装图中规定的型号规格完全一致。

7)安装。因电池已带电,要注意防止短路,所有安装工具都要缠上绝缘胶布。

8)安装连接条前应先用干净的麻布擦去电池极柱及外壳和钢架上的灰尘,尤其要保证极柱上的灰尘擦干净。单体编号要贴牢。

9)安装后要逐个检查所有螺钉是否拧紧。要指定专人检查,专人负责,确保所有螺钉处于拧紧状态。

10)安装检查结束后,测量并记录所有电池单体的开路电压和电池组的总电压,并填写安装统计表(或其它类似的安装表)。

11)安装后如果没有接市电,应断开电池和开关电源及微波设备的连接。若由于某种原因不能断开设备和电池的连接(原则上是不允许的,尤其是长时间连接更不允许),应同时将两组电池都连接上,不允许只接其中一组电池,同时记录连接的起始时间和设备的耗电电流,作好记录。无论是否进行过此种连接,则在正式开通前必须对电池组进行补充电,补充电的时间为单体电压为2.35V/只,充电12小时。否则会对以后电池的正常使用寿命带来极大的危害。

12)电池和开关电源连接前,应认真检查开关电源的设置是否正确(参照开关电源设置参数表),确保设置准确无误。

13)安装、调试结束后,按照要求填写相关的表格,检查电池外观情况并记

录，同时再检查各个连接螺钉有无拧紧，确保电池防震、防滑及电池间连接可靠。测量每个单体电池的浮充电压并记录，请通信公司技术人员签字认可。

16. 2 电池放电的过程、注意事项

1)放电前，应提前对电池组做均充，以使电池组达到满充电状态，一般以2. 35V / 单体充电12小时，静置12-24h。

2)记录电池组浮充总电压、单体浮充电压、负载电流、环境温度以及整流器(或开关电源)的其它设置参数，同时检查所有的螺钉是否处于拧紧状态。

3)结合基站 / 交换局的实际情况，断开电池组和开关电源之间的连接，确认假负载处于空载状态后，把假负载正确连接到电池组正负极上，15分钟后记录电池的开路电压。

4)根据情况需要，确定电池组的放电倍率，一般以3小时率或10小时率放电(3小时率放电电流为 $0.25C_{10}$ ，10小时率放电电流为 $0.10C_{10}$)，在假负载上选择相匹配的负载档，对电池组进行放电。

5)在放电过程中，考虑到假负载上的电流表显示准确度不够，需用钳形电流表对放电电流进行检测，根据钳形表的实际显示，对假负载进行调整，使电池组放电电流到要求的放电电流，等放电5分钟左右，开始记录电池组的总电压、单体电压、放电电流、环境温度以及连接条的温度等。

6)若是选择10小时率放电，应每1小时(3小时率放电，则每30分钟)测量一次电池的放电总压、单体电压、放电电流等：在放电的后期应提高测量的频率，10小时率是在9小时后每30分钟测量一次；3小时率是在2小时后每15分钟测量一次。放电过程中，同时应重点监控环境温度、电池单体和连接条的温度，有没有出现异常情况，同时电池组中放电电压最低的单体电池。

7)对于新安装的电池组，放电结束条件是电池组放出容量达到额定容量要求或电池组中有一个单体达到1. 80V，而对于已经在线使用的电池组是以总压达到43. 2V(48V电池系统)为放电结束。

8)对于放电过程中的情况，如在到放电终止时，电池组放出的容量经核算没有达到所规定的额定容量，电池组的出厂容量可能存在问题，应及时联系相关厂家前来处理。

9)放电结束，先让假负载空载，接着再断开电池组与假负载的连接，把电池与开关电源连接上，此时应注意已经放过电的电池组与整流器之间的压差较大，连接时可能会出打火现象，最好是先调低开关电源的浮充电压值，使开关电源的浮充电压值尽量接近电池组的开路电压，以减小火花。

10)若放电情况正常可观察和记录充电开始的情况，若放电情况不正常，应监测电池组的充电情况，确保电池的正常充电。

11)工具：假负载、连接电缆、装卸工具、钳型电流表、万用表等。

17、蓄电池的参数设置及维护管理

参数设置管理：

浮充电压：2. 23-2. 25V / 单体(25℃)

24V系统：26. 76-27. 0V 48V系统：53. 52—54. 0V

浮充电压温度补偿系数：-3. 0mV / °C (基准温度为25℃)

均充电压：2. 35V / 单体(25℃)

24V系统：28. 2V 48V系统：56. 4V

均充电压温度补偿系数：-5. 0mV / °C (基准温度为25℃)

均充频率：6个月 / 次(180天)---特殊情况例外

均充时间：12小时 均充限流值：0. 1-0. 25C₁₀。

高压告警：24V系统：28. 5V 48V系统：57V

低压告警：24V系统：23. 4V 48V系统：47V

脱离电压：24V系统：22. 2V 48V系统：不设置(根据情况定)

均浮充转换判据：

转均充判据：1、转均充容量比：95%； 2、放电时间超过30分钟； 3、放电电压低于49V

转浮充判据：1、后期稳流均充时间：180分钟； 稳流均充电流：≤0.06C₁₀ /

组日常维护管理

每月检查一次项目：单体的浮充电压、电池组总压及负载电流；电池外观；电池极柱、安全阀处有无渗漏或酸雾；电池的环境温度及环境状况。

---所需的设备：数字万用表、钳型电流表、温度计。

备注：若条件允许，可使用内阻仪测量电池的内阻---所需设备：内阻仪
每半年检查一次项目：

连接螺钉的拧紧。对电池组进行12小时均充。

---所需的设备：扳手(或套铜扳手)

每年检查一次项目：

对电池组放出30-40%C₁₀核对性放电试验。

测量馈电母线、电缆及连接头压降

——所需的设备：数字万用表、钳型电流表、温度计、假负载、电缆等。

每三年检查一次项目：

对电池组放出80%C₁₀容量放电试验。

——所需的设备：数字万用表、钳型电流表、温度计、假负载、电缆、扳手等。