

# 阀控密封铅蓄电池组浮充运行技术

中商伟博电子技术有限公司 桂长青 马军

**摘要** 浮充电压选择对阀控密封铅蓄电池组的使用寿命影响很大,浮充电压选得太高,会导致电池失水、热失控、均匀性恶化,浮充电压选得太低,会使电池充电不足,充电时间延长,极板硫酸盐化。由浮充电压均匀性和浮充电流变化,可以在线评估阀控密封铅蓄电池组的健康状况和使用寿命。

**关键词** 铅蓄电池 密封蓄电池 通信电源 浮充电压 电池寿命

## Floating operation technique of VRLA group

By Gui Changqing and Ma Jun

**Abstract** It has important influence to the service life of VRLA group that how to select the floating voltage. If the value was selected higher, batteries would lose more water and be out of control to heat, the uniformity of which would be worse also; if the value lower, LRLA group would be charged insufficiently, the charging time be longer and the plates of battery be sulfated. Based on the change for the uniformity of floating voltage and the value of floating current, it would be possible to evaluate the state of health and service life of VRLA group.

**Key words** Lead acid battery, VRLA, Telecom power sources, Floating voltage, Service life of battery

\*China Commercial Webest Electronic Technology Guangzhou Co., Ltd

## 0 引言

信息技术发展对通信电源系统可靠性提出了越来越高的要求,因而了解蓄电池组使用中的质量状态,确保通信电源系统可靠性和延长电池组使用寿命,已成为通信电源工作者极为关心的大事<sup>[1]</sup>。

通信电源系统中阀控密封铅蓄电池平时处于浮充状态。一旦市电停电,则蓄电池组将立即供电,待市电恢复时,开关电源将给蓄电池组充电。浮充电压选择恰当与否,对蓄电池组的使用寿命影响很大<sup>[2]</sup>。此外,由于铅蓄电池是渐变失效产品,所以观测蓄电池组在上述变化过程中的浮充电流和电压,会给我们推断其健康状况提供极为有价值的信息。

## 1 浮充电压的选择

### 1.1 阀控密封铅酸蓄电池浮充电压规定

#### 1.1.1 我国标准规定

YD/T 799-2002 通信用阀控式密封铅酸蓄电池 2.20~2.27V(25℃)

YD/T 1360-2005 通信用阀控式密封

胶体蓄电池 2.23~2.27V(25℃)

1.1.2 国外一些厂家对阀控密封铅酸蓄电池浮充电压的规定(见表1)

表1

松下(日本)	圣帝(美国)	哈根(德国)	来根(英国)	GNB(美国)
2.25~2.30V	2.23~2.27V	2.27±0.02V	2.27V	2.25V

### 1.2 选择浮充电压的原则和方法

#### 1.2.1 了解电池电动势

因为各个厂家产品所用硫酸电解液密度不同<sup>[3]</sup>,则电池电动势也不同(见表2)。阀控密封铅酸蓄电池电动势可以用其开路电压近似表示。

#### 1.2.2 浮充电压一般高于电池电动势0.10V

这是由于铅酸蓄电池正极体系的可逆

性比负极好,在正常浮充电流下,正极电位会正移约35mV,负极电位会负移约65mV。

#### 1.2.3 浮充电压随温度调整

因为浮充电流对温度变化非常敏感,必须根据温度变化及时调整浮充电压(见表3)。

#### 1.2.4 浮充电压随电池新旧程度调整

新电池的析气电压较高,旧电池较低。为尽可能减小电池耗水量,新电池浮充电压可以比表3中的数值稍高;如果希望电池快一点充足电,旧电池浮充电压就要比

表2 电解液密度对电池电动势影响(25℃)

电解液密度(g/ml)	1.200	1.250	1.280	1.290	1.300
电动势(V)	2.049	2.095	2.125	2.131	2.144

表3 不同温度时的浮充电压(25℃)

温度(℃)	0	5	10	15	20	25	30	35
浮充电压(V)	2.36	2.34	2.32	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21

表3中的数值稍低。

### 1.2.5 浮充电压根据市电变化适当调整

当市电供电比较正常时, 电池输出电量较少, 所要求浮充电流较小, 浮充电压可以比表3中的数值稍低; 反之当市电供电不正常时, 电池经常输出较多电量, 所要求浮充电流较大才能保证电池充足电, 浮充电压就应当比表3中的数值稍高。

### 1.3 浮充电压不宜选得太高

阀控密封铅酸蓄电池浮充电压如果选得太高, 则会带来不良后果。

#### 1.3.1 容易引起电池出现热失控

浮充状态下阀控密封铅酸蓄电池处于放热过程中, 浮充电压如果选得太高, 会引起下列连锁反应: 浮充电压选得太高→浮充电流以指数形式增大→电池发热量增加→电池温度升高→浮充电流加剧→电池发热量剧增。如此恶性循环下去, 必然引起电池出现热失控<sup>[4]</sup>。

#### 1.3.2 容易引起电池失水

虽然阀控密封铅酸蓄电池充电时析出的氧气可以在电池内部复合吸收, 但其吸收效率却达不到100%, 总有2%~3%的气体通过密封阀溜出来, 这些气体都是由电解水而来。如果浮充电压选得太高, 则电池升温就高, 电解水反应加剧, 气体复合效率下降, 长此下去, 必然引起电池失水, 缩短电池寿命。

#### 1.3.3 容易破坏电池的均匀性

浮充电压选得太高, 浮充电流呈指数形式增大, 电极反应速度就越快, 各个电池之间的差异就越大, 并且这种差异会越来越来, 加速电池失效。

### 1.4 浮充电压不能选得太低

浮充电压越低, 浮充电流呈指数形式下降, 也会带来不良后果。

#### 1.4.1 电池充电时间延长或充电不足

因为浮充电流下降, 处于浮充状态下运行的阀控密封铅酸蓄电池, 在放电后所需充电时间就要延长。如果负载变动间隔小于电池充足电所需时间, 电池就会充电不足, 电池放电容量也就会越来越小。

#### 1.4.2 加剧极板硫酸盐化

浮充电压太低时, 虽然充电效率可以提高, 但极板内部硫酸铅却很难转化彻底。

长此下去, 硫酸铅变得越来越硬, 最后无论如何充电也无法转化为活性物质铅和二氧化铅, 即极板发生了硫酸盐化<sup>[5]</sup>。

## 2 由浮充电压均匀性和变化来评估电池健康情况

### 2.1 浮充电压高低及其提供的信息

蓄电池浮充电压是处于浮充工作状态下热力学和动力学状态(即电池健康情况)的综合反映。蓄电池组中各单块电池之间是串联的, 其工作状态(充电或放电电流)完全相同, 浮充电压的高低, 就是各单块电池健康情况的集中反映。

浮充电压明显低于全组浮充电压平均值的电池有两种情况: 其一, 由于某种随机因素使得该电池没有充足电。例如荷电态不如其他电池, 或该组电池中有个别电池浮充电压太高, 或整个蓄电池组又处于恒压状态, 这就必然影响到其他电池的浮充电压, 或该电池密封阀太松, 开阀压力太低。虽然这类电池浮充电压看起来较低, 但电池本身仍然是健康的。其二, 电池内部出现微短路。例如电池内杂质较多, 使电池自放电速度加大, 这类电池就是病态(落后)电池。

浮充电压明显高于全组浮充电压平均值的电池也有两种情况: 其一, 电池荷电态较高。例如电池内部没有短路存在, 或正极板没有出现活性物质软化脱落; 或负极活性物质也没有明显硫酸盐化。全组电池在同一浮充电流下, 其浮充电压必然较高, 这类电池是好电池。其二, 电池明显失水, 内阻增大。例如极板严重硫酸盐化, 或电池排气阀失灵无法向外排气。在相同浮充电流下, 其浮充电压也必然较高, 这类电池也是病态(落后)电池。

### 2.2 由浮充电压高低评估电池健康情况

对浮充电压明显低于全组浮充电压平均值的电池, 可进行在线补充充电(即利用另一个独立小直流电源对其单独充电), 待电压上来之后停止充电, 观察它在电池组的工作情况。若其浮充电压达到全组浮充电压的平均值, 则该电池已恢复健康, 可以正常工作。若浮充电压仍

低于平均值, 甚至更换新排气阀之后仍无好转, 那么该电池健康状况不佳, 今后要特别关注它。

对浮充电压明显高于全组浮充电压平均值的电池, 则要进一步观测它的放电电压: 若其放电电压高于全组放电电压的平均值, 则该电池健康状况良好, 可以让它继续工作; 若其放电电压低于全组放电电压的平均值, 则表明该电池内阻增大或硫酸盐化严重<sup>[6]</sup>, 此时可适当添加蒸馏水, 经过均匀充电后观测其状况是否改善。若改善, 则仍可继续使用, 若未改善, 则应视为落后电池。对已经确认的落后电池, 应尽早更换, 避免对整组电池带来恶性影响。

### 2.3 浮充电压均匀性说明

既然蓄电池浮充电压是处于浮充工作状态下热力学和动力学状态的综合反映, 那么其均匀性也必然与蓄电池健康状况有关。刚出厂的新电池, 其浮充电压相差很小。但在长期使用中, 工艺差别造成的影响就会逐步累积, 给蓄电池的热力学和动力学状态带来影响, 其表现形式就是各个电池的浮充电压差别逐步明显。

在标准 YD/T799-2002(通信用阀控式密封铅蓄电池)中, 规定了浮充状态蓄电池的端电压差应不大于90mV(2V电池), 240mV(6V电池)和480mV(12V电池)。这种表示方法在统计数学中称为极差, 即一组数据中极大值与极小值之差, 该方法主要优点是便于计算, 但只由一组数据中两个数据(最大值和最小值)所决定, 不能反映其他数据的波动情况。因而极差并不是数据离散度的良好测定方法, 也就是说用它来表示蓄电池浮充电压均匀性是粗略的。

在统计数学中, 使用标准差 $\sigma$ 来表示一组数据的离散度或均匀性。标准差 $\sigma$ 不仅是一组观测值函数, 而且对极大值与极小值也很敏感。每次测量整组各个电池浮充电压之后, 很容易算出每组电池浮充电压的标准差 $\sigma$ 值,  $\sigma$ 越小, 浮充电压越均匀,  $\sigma$ 越大, 浮充电压均匀性越差。在电池寿命前期和中期, 整组标准差 $\sigma$ 值几乎不变; 当 $\sigma$ 出现明显增大时, 蓄电池组寿命就接近后期了。

下转 49 页

释放到大地,电源免于强电压信号冲击,从而保护了太阳能控制仪表。

线绕电阻  $R_1$  采用  $10\Omega/3W$  起限流分压作用,贴片整流模块  $U_3(0.8A/1000V)$  为开关电源电路前端整流,  $C_1$  为高压滤波电容,采用  $22\mu F/450V$ ,去偶电容  $Y_1$  采用  $222/3kV$  氧化膜功率电阻  $R_2(47k-2W)$  和高压瓷片电容  $C_2(103/1kV)$  及  $D_2$  (快恢复整流管 FR107) 组成开关电源芯片 MOS 管的吸收钳位电路,保护芯片。开关电源芯片采用 PI 公司的 TNY27 系列,  $TR_1$  为高频变压器,超快恢复整流管  $D_3$ 、高频电解电容  $C_3(GF-470\mu F/35V)$  构成高频变压器次级滤波,光耦  $U_2(PC817B)$ 、齐纳二

极管  $D_4(1N4748A)$ 、精密金属膜电阻  $R_3(RJ14-390k\Omega-1\%)$ 、精密金属膜电阻  $R_4(RJ14-470\Omega-1\%)$ 、精密金属膜电阻  $R_5(RJ14-270\Omega-1\%)$  构成开关电源电路的反馈电路。

市电  $220VAC$  通过如上防雷电路,经过贴片整流模块  $U_3$ ,再经过开关电源芯片,使高频变压器次级输出电压稳定在设计值  $24VDC$ ,既能满足开关电源输出稳定,又确保了整个电源部分处于保护状态。

### 3 结论

近年来,基于压敏电阻和陶瓷气体放电管的单项并联式防雷电路在太阳能控制仪

表开发中逐渐得到广大设计人员的青睐,防雷抗浪涌电路在实际使用中也取得了较好效果。本文所设计的电路就其严谨性,完全符合国标 GB/T17626.5 的试验标准,在应用中可以用 PCB 板搭建空间为开发者提供自由发挥的设计舞台。 (责编:侯艳丽)

### 参考文献

- 1 郭少勇.实验电子技术.石油出版社
- 2 王源.使用电路基础.机械工业出版社
- 3 钟谊.电子线路实战.科学出版社
- 4 www.cndzz.com.电子电路图站
- 5 www.pp51.com.电子之城
- 6 www.etuni.com.电子爱好者
- 7 GB/T 17626.5-1999 电磁兼容试验和检测技术浪涌冲击抗扰度试验

上接 46 页

## 3 浮充电流反映蓄电池组的健康状况

蓄电池组处于浮充状态时,不向负载供电,此时直流开关电源还要用较小的电流对其进行充电,该充电电流就是浮充电流,它的变化对诊断蓄电池组的健康情况非常有用。

### 3.1 浮充电流作用

#### 3.1.1 弥补蓄电池自放电引起的容量损失

正极活性物质  $PbO_2$  和负极活性物质  $Pb$  在硫酸溶液中会发生化学反应或电化学反应生成硫酸铅,使电池容量下降,为保持容量,必须使蓄电池有浮充电流流过,对其充电,使硫酸铅转变为二氧化铅和铅。

#### 3.1.2 抵消氧循环消耗的铅

蓄电池正极析出的氧到达负极生成氧化铅,后者立即与硫酸作用生成硫酸铅,这部分硫酸铅依靠浮充电流重新转变为铅。

#### 3.1.3 补充蓄电池因向负载供电而引起的容量损失

这部分电流在蓄电池刚结束向负载供电转换成充电时,开始时很大,然后以指数形式迅速减小。

### 3.2 影响浮充电流的因素

#### 3.2.1 电池结构和原材料的纯度

不同结构的阀控密封铅蓄电池,即使其他条件完全相同,其浮充电流也不相同;同样结构的不同容量电池,浮充电流会随

电池容量增加而加大。极板原材料中的有害杂质会使活性物质自放电速度加快,从而引起浮充电流加大。

#### 3.2.2 温度

温度升高会促使活性物质发生化学反应或电化学反应的速度加快。若不及时调整温度,浮充电流会迅速增大。温度每升高  $10^\circ C$ ,浮充电流将增加近 1 倍。

#### 3.2.3 浮充电压

浮充电压的改变将会以指数形式影响浮充电流,在考察浮充电流变化时,必须在同样浮充电压条件下进行。

### 3.3 用浮充电流值评估蓄电池健康状况

根据以上分析,在确定的浮充电压条件下(一般是  $25^\circ C$ ,浮充电压取  $2.25V$ ),进行恒电压浮充电,当电池容量已经充足时(即浮充电流稳定 3 小时以上不再降低),则浮充电流越小的蓄电池组健康状况越好。新电池浮充电流较小,一般在  $0.1\sim 0.2A/100Ah$ 。蓄电池在使用中,极板表面会逐渐遭到有害杂质污染,降低析氢和氧过电位,促使浮充电流增加。另外,电池内部也会逐步形成微短路,引起浮充电流加大。

## 4 结论

浮充电压选择恰当与否,对蓄电池组使用寿命影响很大:选得太高,会导致电池失水,热失控,均匀性恶化;选得太低,会使电池充电不足,充电时间延长,极板

硫酸盐化。

对于浮充状态下运行的阀控密封铅蓄电池组来说,若蓄电池浮充电流较小( $0.1\sim 0.2A/100Ah$ ),并且浮充电压比较均匀(即标准差  $\sigma$  较小),则蓄电池组处于健康状态,用户完全可以放心使用。一旦浮充电压标准差  $\sigma$  出现明显增大趋势,则根据多年统计结果显示,蓄电池组使用寿命大约已经过去  $2/3$ 。 (责编:张桂玲)

### 参考文献

- 1 David O., Feder Mark J., Evaluating the state-of-health of flooded and valve-regulated lead-acid batteries, A comparison of conductance testing with traditional methods J. Power Sources, 1993, 46(2-3), 391-415
- 2 X. Munert, Influence of float and charge voltage adjustment on the service life of AGM VRLA batteries depending on the conditions of use J. Power Sources, 144(2005), 322-328
- 3 P. Pavlov, A.Kirche, Influence of  $H_2SO_4$  concentration on the mechanism of the processes and on the electrochemical activity of the  $Pb/PbO_2/PbSO_4$  electrode J. Power Sources, 137(2004), 288-308.
- 4 桂长清.通信用 VRLA 检测技术.通信电源技术, 1998(3), 1-5
- 5 Henry A. Catherino, Sulfation in lead acid batteries J. Power Sources, 129 (2004), 113-120
- 6 Isamu Kurisawa, Masashi Iwata, Internal resistance and deterioration of VRLA batteries for stand-by applications, GS News Technical Report, 1997(12), 19-22