

An Analysis on the Performance of Network Complementary VRLA Storage Battery

HUANG Junhui¹, DU Ge²

1. Guangdong AIB Polytechnic college, Guangzhou, China

2. China Netcom Corporation Ltd, Guangdong, Guangzhou, China

Abstract: Based on the characteristic and the usage condition of the network complementary VRLA storage battery, the thesis comprehensively expounds performance, features, preservation and model matching requirement of the network complementary VRLA storage battery

Keywords: network; VRLA storage battery; model matching principle

接入网 VRLA 蓄电池的性能分析

黄军辉¹, 杜戈²

1. 广东农工商职业技术学院, 广州, 中国, 510507

2. 中国网通有限公司广东分公司, 广州, 中国, 510507

摘要: 针对接入网 VRLA 蓄电池的特性和使用环境, 较全面地论述接入网蓄电池的性能特点、维护方法与选型要求。

关键词: 接入网; VRLA 蓄电池; 选型原则

1 引言

随着信息产业技术的不断发展, 通信事业日趋发达, 接入网的发展具有建设成本低、组网能力强、能提供各种综合业务、对环境适应能力强等优势, 近几年全国得到大力发展, 使其需求保持着近 40% 的年增长率。接入网发展迅速, 在电信全网数字化、少局所、大容量、广覆盖网络的建设中, 在解决城市网管紧张及网络基础建设延伸等方面发挥着重要作用, 因此, 为接入网设备配套的 VRLA 蓄电池 (以下简称蓄电池) 的需求量也迅速提高, 预计每年需求量将超过 15 万 kVAh。在推广应用的过程中, 暴露出接入网建设和维护中电源保障方面的问题较为突出。

2 接入网配套蓄电池的现状

接入网—48 V 直流电源系统一般采用单组 4 只 12 V 100 Ah 或 12V 50Ah 电池, 设计容量介于 50~300 Ah, 允许 2—3 组并联使用。接入网配套蓄电池基本由设备供应商提供, 12V 系列蓄电池的主要应用领域为 UPS 系统, 设计使用寿命一般为 3~5 年, 从蓄电池内部结构来看, 提供设计使用寿命为 6~8 年与 3~5 年的蓄电池没有本质区别。

接入网设备应用范围广泛, 使用环境往往差别较大, 如省会及中心城市接入网用于新建小区、高档楼

宇等, 使用环境一般都配备空调, 环境温度基本在 30℃ 以下; 而农村地区一般为自然使用环境, 冬季低至 0℃ 以下, 夏季高达 45℃ 以上, 对配套蓄电池的温度适应性提出了较高要求。

在通信电源设备重大事故中, 高频开关电源事故占 10%, 高压切换事故占 20%, UPS 蓄电池故障引发的事占 40%, 48 V 蓄电池故障引发的重大事故占 30%, 可见 70% 的通信电源故障是由蓄电池引发! 高频开关电源本身的 MTBF (平均无故障时间) 已达 250 000 h 以上, 蓄电池组成为最脆弱的部分^[1]。

3 常见问题分析与对策

3.1 蓄电池容量

蓄电池的容量与放电电流、环境温度密切相关, 在终止电压一定的情况下, 放电电流越大电池可放出的容量越小。以 12V 100Ah 电池为例, 以 20 小时率电流 5 A 放电, 终止电压 1.8 V / 单格, 放出容量可达 100 Ah, 若以 10 A 放电时, 放出容量一般不足 90 Ah

电池选型还需考虑使用环境温度, 一般来讲, 温度每下降 1℃, 容量下降 0.6%。如果在选配电池时, 把 20 小时率容量的电池按 10 小时率容量来计算, 所选电池容量将达不到设计要求。另外, 在停电频繁地区, 若电池尚未充满电即又进入放电状态, 也会产生

容量不足的现象。在这种情况下，提高充电电压（均衡充电），及时将电池充满电，可保持电池容量，但蓄电池长期处于充电不足状态会造成蓄电池无法恢复而失效。

【对策】

蓄电池容量的要求主要考虑停电延迟处理的时间；夜间不处理时间；路途时间，兼顾多点同时发生停电的处理时间冗余。城镇及交通便利地区选择 12 h 为宜，乡镇以下及偏远地区选择 24 h 为宜，同时电池容量选择考虑一定余量，推荐采用如下计算方法：

$$C = \frac{W \times T}{V_f \times K} \times 1.25$$

其中： C ：蓄电池容量（10 小时率容量），Ah
 W ：设备功率，W
 T ：备电时间，h
 V_f ：放电终止保护电压，V
 K ：蓄电池效率
 当备电时间 $T=1\sim3$ h, $K=0.5\sim0.6$
 $T=3\sim5$ h, $K=0.75\sim0.8$
 $T>5$ h, $K=0.85$

3.2 蓄电池实际使用寿命与厂家提供的数据相差悬殊

UPS 用途的 12V 系列蓄电设计使用寿命一般 3~5 年，其电池浮充寿命特性如图 1 所示。

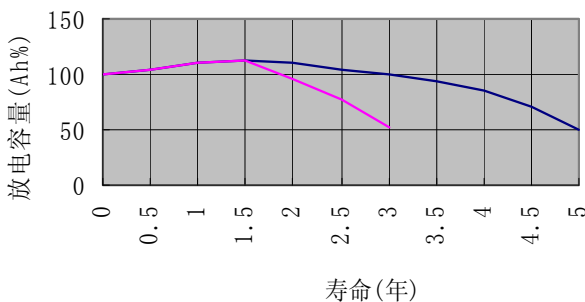


Figure 1. the recharge life characteristic of the battery
 图 1 电池浮充寿命特性图

图中 Yuasa 电池浮充寿命特性图,其试验条件为：环境温度 $\sim 0\sim 22^\circ\text{C}$ 。浮充电压 $2.275\text{V}/\text{单格}$ ，每 3 个月以 0.25C 放电至 $1.7\text{V}/\text{单格}$ 做一次容量实验。设计使用寿命 6—8 年的蓄电池，实际使用寿命还没有出现过达到设计值的情况。VRLA 电池其它优点是 GF 型不能相比的，但当前在国内长寿命报道还未见有，现在全国有 400 多大小生产厂家，鱼龙混杂，使用 2~9 个月的电池必然存在，我们了解几个 UPS 用户，他们

反应 VRLA 只用 3 个月~3 年，没有超过 3 年的。当然如果改进某些技术参数和选用新添加剂材料可以达到设计寿命[2]。

由此看来，蓄电池使用寿命不足 3 年的情况是大量存在的。蓄电池的设计使用寿命指的是在一种特定条件下的理论值，如要求环境温度在 $20\sim 25^\circ\text{C}$ 之间，每个月的总放电量不超过额定容量；而蓄电池实际寿命与使用条件密切相关，环境温度、放电深度和断电频度等不确定因素都会对蓄电池实际使用寿命有着不同程度的影响。其具体情况分析如下：

(1) 温度——高温使用环境是使蓄电池寿命不能达到设计寿命的最主要原因。电池温度每升高 10°C ，恒定电压下的充电电流接受量将增加一倍。电池寿命受过度充电总累积电量增加的影响而缩短，高温时，浮充电流的增加，加快了过充电量的累积，同时也加快了板栅腐蚀速度和气体的生成逸出，缩短了电池寿命，如图 2 所示。

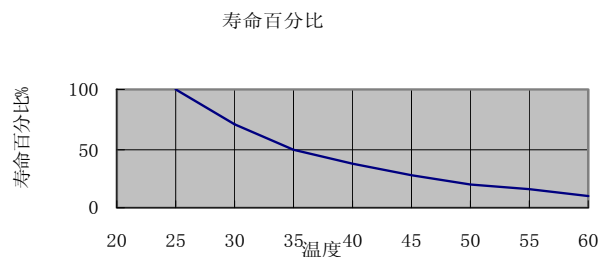


Figure 2. relationship between tempera and the battery life

图 2. 温度与蓄电池寿命的关系

从图 2 可见，蓄电池使用温度每增加 10°C ，在恒定的浮充电压下，电池寿命会缩短 50%

低温使用环境同样会对蓄电池产生有害影响。蓄电池负极活性物质为绒状铅粒，充放电过程中，铅的溶解和结晶在电极反应过程中占重要地位，具有化学活性的 PbSO_4 是一种直径为 $10^{-5}\sim 10^{-3}\text{cm}$ 的斜方形晶粒，如在低温状态下放电，极易生成细微的晶粒（粒子大小在 $10\sim 5\text{nm}$ 直径以下），这种粒子排列过于紧密，孔隙少，构成细微致密的 PbSO_4 层，减小了充电过程电极反应面积，在停电较为频繁的地区，蓄电池会产生充电不足现象，长积的累计结果有可能导致负极板的硫酸盐化。

(2) 放电深度

放电深度是在相同放电倍率情况下，实际放容量与额定放电量的比率。放电深度越大，蓄电池使用寿命越短，在 20°C 环境温度下循环使用寿命与放电深

度的关系，如图 3 所示。

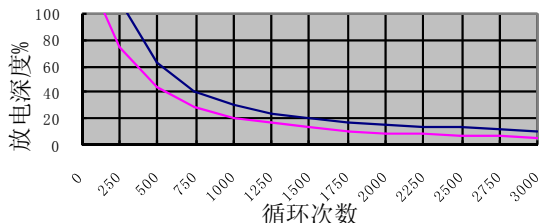


Figure 3. the relationship between the recycle usage life and the Depth
图 3. 循环使用寿命与放电深度的关系

实际使用环境更为复杂，因此蓄电池的预计使用寿命只是一个大致的估算。

(3) 充电电压

浮充电压应严格遵照厂家推荐的电压值，需要均衡充电的电池，宜恰当采用低压限流的充电方法，最大充电电流应不大于 $2I_{10}$ ，充电电压限制在 2.35V/单格以下，但均衡充电频繁易引起电池报废，故 VRLA 蓄电池平时不建议采用周期均衡充电的方法。蓄电池的使用寿命与其浮充电压有很大关系，浮充电压过高，会加速板栅腐蚀与电解液损失，缩短电池寿命；浮充电压过低则容易造成电池充电不足，影响电池容量。

蓄电池的浮充电压必须随温度的变化而调整。浮充电压应随着温度的升高而降低，如果浮充电压保持不变，则浮充电流将会增加，正极极化增大，板栅腐蚀速度随之加快，从而导致电池寿命的缩短。反之，随着温度的降低，需要提高充电电压，否则会受低温影响而使电池充电接受能力下降，导致电池充电不足，同样会缩短电池寿命^[3]。

为延长蓄电池的使用寿命，在维护上应做到防高温、防过充电、及时充电，同时为减小温度对蓄电池寿命的影响，建议选用温度适应性较广的蓄电池。在防过充电过程中，注意浮充电压的设置，均、浮充电限流电的设置，浮充电压的温度补偿，即环境温度高时，浮充电压值应降低，环境温度低时，则浮充电压值升高。及时充电指在电池放电后必须尽快进行充电，充入的电量应是放出量的 1.2~1.4 倍，充电未结束或充电过程中不要停止充电。

3.3 过放电现象

过放电会使生成的 $PbSO_4$ 在充电时不能恢复为活性物质，从而导致电池容量下降。实际使用过程中，由于蓄电池提供负载的放电电流本来就较小，反应生成物晶核生长速度慢。数量少，放电时生成粗大的 $PbSO_4$ 。（直径在 10—3cm 以上）晶粒，充电时很难在 H_2SO_4 溶液中溶解。即使放电电流较大，若放电至

终止保护电压时仍继续放电，则会造成蓄电池过放电，导致 $PbSO_4$ 过量析出，再加上放电后不及时充电，久而久之， $PbSO_4$ 粒子再生成新的集合体，变成粗大的颗粒，使充电发生困难，甚至完全丧失活性，从而缩短了蓄电池寿命^[4]。

(1) 设置过放电保护功能；

(2) 蓄电池放电电压保护值应视设备的放电电流情况适当调整，通信电源一般采用 $\geq 1.8V$ /单格的放电终止保护电压。

蓄电池允许的放电终止保护电压参数如表 1 所示。

表 1. 电池允许的放电终止保护电压参数

放电电流 (A)	放电终止电压 (V/单格)
$< 0.1C_{10}$	1.9
$\approx 0.1C_{10}$	1.8
$\approx 0.17C_{10}$	1.75
$\approx 0.25C_{10}$	1.7
$\geq 0.6C_{10}$	1.6

4 充放电过程中，个别电池端电压不一致的问题

蓄电池组的每只电池的端电压一致性对整组电池性能有着直接影响，蓄电池组中各个电池的开路电压最高值与最低值之差应 $\leq 60\text{ mV}$ ，浮充电压最高值与最低值相差应 $\leq 600\text{ mV}$ 。当蓄电池处于浮充状态下，若个别电池电压小于 13.2 V，则电池内部存在短路的可能；造成电池内部短路的原因大多属于“铅枝搭桥”现象，当蓄电池深度放电之后，AGM 隔板内电解液游离 Pb^{2+} 大增，破坏了硫酸铅溶解与沉淀的平衡，使 Pb^{2+} 在饱和 H_2SO_4 溶液中沉积为 $PbSO_4$ 的速率增加，导致在隔板内产生铅绒或弥散型 $PbSO_4$ 沉淀，造成正负极板微短路（又称为枝晶短路）；而蓄电池极板伸延造成的短路也有可能出现，但一般通过改善合金配方和结构设计可以有效避免这一情况。若个别电池电压大于 14.5 V，电池内部则存在断路（开路）的可能，其形成的主要原因为极群或串联连接存在虚焊、负极板极耳产生泥状或长期过放电造成硫酸盐化^[5]。

必须加强对蓄电池的日常维护，一旦发现蓄电池电压异常，必须立即采取有效的防范措施，开发了蓄电池均衡管理系统，利用充电器厂家研究的智能充电器，通过内部线路的调节使各单体电池电压达到一致，如均衡充电和均衡放电。同时每季检查测量一次电池内阻，建立该型号电池的基线数据，如果单体内阻比基线高 50%，更换电池单体，再对高出 20%~50% 的

电池做单体容量测试，容量低于 80% 更换该电池。

5 蓄电池漏液的问题

蓄电池发生漏液事故，除了运输、搬运造成的机械损伤外，主要是由于制造缺陷引起的，如电解液注入量过多、密封不严、密封材料不合格或老化等。有些厂家在制造蓄电池过程中，在极柱周围涂抹了硅油，用来增强电池外壳的密封性能，在使用中极柱周围可能会有非酸性液体渗出，这属正常现象，不是漏液，应注意区分。

选用蓄电池时注意壳盖的强度、散热、极柱密封设计，尤其是极柱密封设计是 VRLA 电池生产的一项关键技术。如果发现漏液电池立即更换或在蓄电池接近寿命终止前进行更换。

6 接入网蓄电池选型原则

在选择 VRLA 蓄电池时，必须注意四个方面：

(一)、要有可信度较高的技术资料及产品鉴定、检测合格证书。

(二)、厂家要有用户使用产品名单，便于建设单位根据用户名单对产品使用情况进行查询。

(三)、对厂家生产能力、规模、工艺技术水平、检测手段、环境试验方法、可靠性保障措施和资金能力等进行考察。

(四)、根据不同的设备和使用条件选择，具体如下：

不同电源设备对其配套的蓄电池要求不尽相同、通信设备所采用的蓄电池也有其特殊的要求，如设计寿命长、良好的深放电恢复性能、备电时间长、可靠性高、电池均一性好、浮充电压与设备相匹配、低倍率放电性能优等。而目前 12 V 系列蓄电池通常是 UPS 用途而设计的，较适应于高倍率短时间放电，通信用途蓄电池与 UPS 用途蓄电池的比较，如表 2 所示。

表 2. 通信用途蓄电池与 UPS 用途蓄电池对比表

项目	通信用途电池	UPS 用途 (普通型) 电池
设计取向	针对 8 h 以上长时间、小电流深放电的应用条件优化设计，强调深度放电恢复能力和电池可靠性	UPS 标准配置备用时间约 15 min 左右，放电深度一般在 20~30% 之间，强调大电流放电性能
制造成本	较高	较低
设计寿命	10 年以上	3~5 年
铅膏	长寿命铅膏配方，循环寿命长，60% 放电深度可达 900 次以上。	大功率铅膏配方，提高铅膏孔率，提高电池大电流放电能力，但不适合小电流深放电情况，循环寿命短
电池密封方式	采用高可靠性设计，一般采用 2 层以上极柱密封，以确保在长时间使用中不会出现酸液渗漏。部分产品采用三层复合密封方式。	设计可靠性较通信用途蓄电池低，一般利用在电池盖上预埋铅嵌件与极柱之间手工烧焊进行密封
外壳材料	阻燃 ABS 材料，安全性高	PP 材料，强度一般，或普通 ABS
蓄电池正极板	较厚，一般在 3.5 mm 以上	较薄，2.5~3.0 mm 之间
板栅合金	高耐蚀、抗伸延合金，低钙高锡配方，耐蚀，抗张能力较普通配方高 1 倍	普通铅钙合金配方，锡含量一般 0.3~0.5%，成本较低。
电解液密度	较低，一般小于 1.30 g/mm ³	较高，一般大于 1.30 g/mm ³
过放电能力	由于采用了高锡含量的板栅合金，提高了板栅/活物质界面的导电性，电池一般具有良好的过放电恢复能力。	由于成本等原因及应用领域一般不会出现过放电的情况，一般情况下对过放电的恢复能力不重视
隔板	采用多层粗细纤维交织搭配型隔板，隔板的装备厚度一般大于 1.2 mm	为提高电池的大电流放电能力，采用高孔率大孔径隔板，装配厚度一般为 0.8 mm，在小电流深放电情况下，容易出现枝晶短路，导致电池的寿命终止。
容量	以 10 小时率容量标称	一般以 20 小时率容量标称
物质用量	活性物质利用率较低，重量相对高	活性物质利用率高，重量相对轻
浮动充电电压	平均 2.23 V/单格 (25℃)	平均 2.275 V/单格 (25℃)

1、总的来说，现有 UPS 用途的 12V 系列蓄电池并不完全适合通信电源的配套要求，随着用户对接入网设备配套蓄电池性能要求的提高，12V 类型蓄电池必然会细分 UPS 级别和电信级别；

2、电信级 12V 蓄电池的技术性能应达到《通信用阀控式密封铅酸蓄电池》标准；

3、接入网配套蓄电池应严加选型，建议着重考虑以下因素：

(1) 10 小时率容量：第一次达到 100% C_{10} ，便于实际工程验收；

(2) 蓄电池设计使用寿命：选用设计寿命 10 年以上(20~25℃)的型号，进行高温加速寿命试验，试验环境温度 60℃条件下，充电电压按厂家提供的 25℃充电电压值，每 30d 进行一次容量测试（10 小时率容量），90d 后实测放电容量应达到额定容量的 90%以上；

(3) 良好深放电恢复性能：以 I_{10} 放电接近 0 V，短接电池两极 24 h，再重新充电，重复 5 次短接测试，蓄电池每次放电至 1.80 V/ 单格时放出的容量均不应小于 0.9 C_{10} ；

(4) 接入网内置蓄电池特殊要求：蓄电池应具备对主设备的安全防护设计，如防酸雾结构等。

7 结论

蓄电池对于接入网直流供电系统的质量和可靠性具有举足轻重的作用。

一方面要求用户加强对蓄电池的维护管理，延长使用随着接入网配套蓄电池需求的增长，寿命，如采

取定由于它属于易耗品，有其使用期限，期检测、根据环境温度调整充电电压、在蓄电池寿命终止前时更等措施，保证系统正常工作；另一方面要求蓄电池厂商开发适合接入网需求的 12V 系列电信级蓄电池产品。随着上述两方面因素落实，目前接入网蓄电池出现的问题是完全能够克服和解决的。

References (参考文献)

- [1] Liu, Shengqing, Discussion on usage and maintenance of VRLA Battery Used for Telecommunication, Communications Today, 2006(3):62-65
刘圣庆. 通信用 VRLA 蓄电池使用与维护探讨[J]. 当代通信, 2006(3):62-65
- [2] Zhao, Yutang, Life of the Fixed-type VRLA batteries, Chinese Journal of Power Sources, 2000 (1) : 61-62 [2]
赵禹唐. 固定型阀控铅酸蓄电池寿命[J]. 电源技术, 2000(1): 61-62
- [3] Bao, Youfu, Influence of charge regime on cycle life of VRLA batteries, Chinese battery industry2005(5): 278-281
包有富. 充电模式对阀控铅酸蓄电池循环寿命的影响[J]. 电池工业, 2005(5): 278-281
- [4] Bao, Youfu, Determination of the cut - off voltage of VRLA battery at Low discharging current, chinese battery industry, Chinese battery industry2003(2):75-76
包有富. VRLA 电池小电流放电终止电压的确定[J]. 电池工业 2003(2):75-76
- [5] Chai, Shusong, Study on the uniformity of VRLA batteries, 24th of the Chinese chemical and physical power Academic Annual Meeting Proceedings, Harbin, 2002
柴树松. 阀控铅酸蓄电池电压一致性的研究[A]. 第二十四届中国化学与物理电源学术年会论文集[C]. 哈尔滨, 2002
- [6] Chang, Yanxun, Request of Choosing Medels and Maintenance Way for VRLA Battery in Access Network, Posts & telecom market2001 (18) : 19-21
常延勋. 接入网蓄电池的维护以及对整流器的要求[J]. 邮电商情, 2001 (18) : 19-21.