

海上平台阀控式铅酸蓄电池 使用寿命探讨及维护

郝永林

(中海石油深圳分公司, 广东 深圳 518000)

摘要 本文简要阐述了阀控式铅酸蓄电池的工作原理及结构特点, 重点分析了环境温度、欠电压和过电压充电对阀控式铅酸蓄电池使用寿命的影响, 结合海上石油平台后备电池使用状况和特点, 通过调查研究和分析, 提出了海上平台延长阀控式铅酸蓄电池使用寿命的维护建议和具体的方法, 旨在为其的推广和应用提供借鉴。

关键词 海洋石油; 阀控式铅酸蓄电池; 使用寿命; 维护保养; 硫化效应

中图分类号: TE9

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)05-0013-03

阀控式铅酸蓄电池以其高性价比的优势广泛用于海上平台, 作为关键设备的备用电源, 其可靠性直接影响了设施的安全生产。在海上石油平台的供配电系统中, 蓄电池为柴油发电机启动、UPS 后备电池、通信设备和各类控制系统提供后备电源。正常情况下蓄电池组处于浮充热备用状态, 当主电源失电后, 蓄电池直接向这些关键设备提供应急电源。因此, 蓄电池的可靠性和在放电过程中能给用电设备输送的实际容量, 对关键设备的安全运行, 乃至海上平台的安全都具有十分重要的意义。

按照设计, 阀控式铅酸蓄电池在使用寿命期限内不需要补充蒸馏水、电解液等维护工作, 相对于传统的铅酸或镍铬蓄电池具有“免维护”的优点, 再加上其自身的高性价比的优势, 所以广泛应用于海上石油平台。

正常情况下, 阀控式铅酸蓄电池的使用寿命可达六年以上。但是大部分平台的铅酸蓄电池没有达到六年, 有些甚至 2~3 年就失效了, 或者容量下降严重, 只能维持较短的后备时间。基于此, 针对海上平台后备电池使用状况, 进行了深入调研, 排查造成这种局面的原因, 从而探讨在海上石油平台铅酸蓄电池的有效维护和延长使用寿命的方法。

1 阀控式铅酸蓄电池的工作原理及结构特点

阀控式铅酸蓄电池主要由二氧化铅 (PbO_2) 的正极板和绒状纯铅的负极板 (Pb) 及电解液所构成。电极与电解液之间会发生化学反应, 使两极之间产生电位差。其化学反应方程式如下:

放电过程总反应: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

充电过程总反应: $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

从阀控式铅酸蓄电池的结构可以看出, 由于阀控铅酸蓄电池采用 AGM (超细玻璃纤维棉) 做隔板, 采用“贫电解液”, 使隔板 5%~10% 的孔隙中无酸液, 作为正负极之间的气体通道, 正极产生的氧气较容易传到负极并发生化学反应。因此, 不需要额外补充蒸馏水、电解液进行维护保养, 也没有酸雾逸出, 就可以实现蓄电池的密封。不过由于气体复合效率不会达到 100%, 当过电流充电或工作异常时会产生过多的气体, 因此设置一个安全控制阀就显得十分重要。当蓄电池内气压升高到安全阀打开阈值压力时, 安全阀会自动打开进行排气, 当气压下降到安全阀关闭压力时, 又能自动关闭, 在蓄电池内部保持一定的正压, 顾名思义, 这类蓄电池称为“阀控式”密封铅酸蓄电池。

2 影响阀控式铅酸蓄电池使用寿命的因素

由于阀控式铅酸蓄电池的结构复杂, 能造成电池性能下降甚至电池失效的因素很多, 既有外因也有内因。在内因方面主要是由于极板种类、材质、制造条件等生产方面的差异, 从而造成蓄电池的先天不足, 导致蓄电池在使用过程中性能下降甚至电池失效, 本文不再赘述这方面的失效机理。外因方面, 诸如环境温度、充电过压、欠压、安装不规范等, 都会造成电池性能下降甚至电池失效, 严重影响蓄电池的使用寿命。

2.1 环境温度影响

蓄电池对环境温度变化极为敏感, 环境温度既影响蓄电池的寿命也影响蓄电池的容量^[1]。铅酸蓄电池国家标准中规定的标准温度是 25℃。当蓄电池在大于 30℃ 的环境下运行, 硫酸的粘度降低, 扩散速度增加,

电极活性物质的利用率提高;另外蓄电池内阻变小,充电电流增大,电池充电效率提高,电池容量会增加。但是,若电池工作环境温度过高,或遇到充电设备失控,则电池充电电流和温度会发生一种积累性的互增,可能会使得电池壳体严重变形、涨裂,电池容量下降,最终导致电池失效。试验表明,当温度从27℃降低至-40℃时,会使HF-130型铅酸蓄电池(深循环五次以上)的容量平均减少到原来的1/3左右,在大于40℃,温度升高10℃时,蓄电池的寿命是原来的1/2^[2]。

当蓄电池在小于20℃的环境下运行时,充电电流减小,往往使电池不易充满,处于欠压状态,长此以往,内部容易硫酸盐化,影响电池使用寿命。

海上平台的电池间大多设置在中层甲板,一般配置通风风机。常年夏季最高温度在35℃,冬季最低温度在8℃,所以电池间的温差离标准温度差距比较大,而且空气中湿度常年大于85%。在这样的环境中蓄电池表面容易凝露,会出现漏电甚至短路的情况。在—项调查中,共调查蓄电池组共370组,单体数量12518块,设备包含主UPS和其他设备蓄电池等,调查发现存在问题的蓄电池有127块,其中有83块电池存在外壳带电的情况,究其原因,主要是空气湿度过大。

2.2 欠电压或过电压的影响

蓄电池在正常状态下,放电时在负极板产生的硫酸铅(PbSO₄)颗粒较小,小颗粒的硫酸铅在充电时很容易还原生成海绵状的铅。如果蓄电池长期处于充电不足或过放电状态,负极板上的PbSO₄颗粒就会累积长大,形成较坚硬的硫酸铅结晶,这就是极板硫酸盐化,即硫化效应;倘若盐化严重,就会导致充不进电,电池失效的情况发生。

如果充电电压偏高,这时蓄电池中的水处于被分解状态,负极产生的氧气不能随时全部被复合,安全阀开启逸出部分气体,这又会造成失水现象,缩短电池寿命。如果气体生成的速率大于安全阀排气速度与气体复合速度之和,电池内部温度迅速升高,随着温度升高和电流增大而相互促进,电池内部高温足以软化外壳,从而发生电池的膨胀而导致电池损坏。

在实际使用中,海上平台的蓄电池组采用整组充电的方式。由于蓄电池制造工艺的非一致性,蓄电池组每个电池存在差异,这会导致实际使用中充电电压出现偏离的现象,一些电池长期处于欠充电状态,另外一些电池长期处于长期过充电状态。

此外,海上平台的电力系统稳定,后备电池几乎常年处于热备用状态,放电次数有限;电池循环的次

数不足,也一定程度上影响了蓄电池的使用寿命。

2.3 安装不规范的影响

蓄电池组初始安装的规范性,会对电池的使用造成一定的影响。电池极柱固定螺栓扭矩不足,会增大接触电阻,影响电池组内阻,从而造成充电电压不达标。电池极柱连接前,若涂抹了凡士林或者有杂质,会影响短接线的导电性。电池之间的短接线,若弯曲度和硬度过大,电池极柱承受应力过大,会造成电池极柱出现裂纹或者破裂。

蓄电池架接地的可靠性,电池之间的间距与爬电距离是否匹配,电池外壳的油污、粉尘或冷凝水,都会影响电池组外壳带电概率。外壳带电,不仅会危及维护人员的生命安全,还会影响蓄电池组的漏电和使用寿命。

蓄电池组内电池的状态,也是影响电池组寿命的重要因素。尤其电池内阻差异过大,新旧电池混装,不同批次电池混用,不同容量电池混装,都会造成充电电压不均,进一步影响电池组的寿命和稳定性。

3 延长阀控式铅酸蓄电池使用寿命的措施

为了保证阀控式铅酸蓄电池的使用寿命,保障后备电源的可靠性,海上平台的工作人员应积极定期开展维护保养工作,从而避免维护不足或维护不当引起的蓄电池失效问题。

3.1 改善蓄电池组的运行环境

保持蓄电池间的基本恒温恒湿状态,首先加强对通风风机运行情况进行检查,发现异常及时处理,确保通风正常,避免环境高温后再去处理。这既是安全方面的要求,也是设备管理方面的要求。

其次,在蓄电池间新风口增加盐雾过滤器,降低室外含盐雾空气对蓄电池组的影响,每年更换盐雾过滤器的滤芯,可根据滤芯的情况适当调整更换时长。另外,在有条件的海上平台,可以增加独立的分体空调,电池间保持25℃的温度,小于70%的湿度,这样可以更加有效地降低环境温度湿度对蓄电池组的影响,有益于蓄电池长期安全平稳使用。

3.2 正确安装

蓄电池到货后进行—次全面检查,既要检查外观,又要测试蓄电池的电气性能。安装时,注意汇接条与蓄电池极柱良好接合,使用扭矩扳手,保持相同的紧固程度,以保证大电流放电过程中电池之间的平衡性。投用前对蓄电池内阻、连接线电阻、充电电压进行检测,并进行容量试验,一般采用假负载或者实际负荷电流

以恒流 (常用 10 小时率) 方式进行放电, 每小时记录一次端电压、单体电压和放电电流, 直到放电结束, 如果蓄电池组中有一个单体电池电压降至 1.80V 时, 中止放电, 同时记录每块电池的电压。一方面可以获得比较准确的电池容量和放电曲线, 作为原始记录, 以便后续比较; 另一方面如果蓄电池存在缺陷, 尽可能将所有问题暴露在安装投用之前。

电池组安装时, 新旧蓄电池一般情况下不能混用, 不同类型、不同容量的电池也不能混装使用, 在蓄电池之间要留有散热空间方便散热。如果蓄电池的存储期超过 3 个月, 就应该按照说明书的要求对电池进行充电。酸性蓄电池与碱性蓄电池不能混放在一个房间, 应严格分开在不同房间内充电及存放。

使用具有限流、恒压功能的充电设备, 且恒压应控制在 $\pm 1\%$ 范围内。

3.3 维护保养

坚持每天巡检, 通过“看、闻、测”检查电池及其环境。月检时, 检查蓄电池的各项参数是否在规定的范围之内; 检查壳体是否有渗漏或变形, 有无异味; 用热成像仪检测电池表面温度, 逐个检查电池表面是否有冷凝水, 保持表面干燥; 定期检查电池连接片与极柱连接部位是否有铜锈; 在连接片和极柱部位涂抹凡士林。

蓄电池的充电电压值需要根据环境温度进行适当调整, 调整标准遵照厂家说明书。如果说明书不详可以按照 2.25V~2.3V/格进行调整, 在温度为 25℃ 的工作环境中, VRLA 蓄电池的最佳浮充电压 2.30V。在使用过程中避免极端情况的出现, 例如, 采用高倍率的充电, 特别是在蓄电池温度较高的情况下进行高倍率的充电, 这会造成蓄电池板栅的过度损耗, 使蓄电池容量下降。

3.4 核对性放电试验

新蓄电池组每 2 年至少进行一次核对性放电试验, 对使用 6 年以后的阀控式蓄电池, 每年进行一次核对性放电试验, 一般放出额定容量的 30%~40%, 检查是否有落后电池, 以便及时处理; 也可以用此方法对蓄电池组的容量进行估算, 就是与原始放电曲线进行比较, 如果下降斜度变化不大, 说明蓄电池组容量基本不变; 如果下降斜度变化很大, 就要采取措施进一步详细检查。另外, 市面上也出现了一些新型蓄电池容量检测方法和仪表, 比如蓄电池容量分析仪、电导测试仪, 可以快速检测出蓄电池组容量指标, 可供蓄电池容量评估的参考, 不过最准确的方法还是放电试验。

如果试验发现不合格电池需要更换时, 一般不得

单只更换, 确实需要单只或少数几只更换时, 应首选用同品牌, 并且要内阻基本一致, 但在使用过程中应密切关注新旧蓄电池组的运行状况。

3.5 全过程管理

建立完善的管理制度、严谨的工作制度、规范的蓄电池维护程序, 并有效执行; 建立蓄电池运行维护档案, 维护人员可以通过运行数据比对分析, 得出蓄电池的健康状况, 并做好趋势预判, 为有针对性的预防性维护提供依据; 进行体系化、制度化的全过程管理。

海洋石油平台上使用蓄电池的设备很多, 蓄电池数量很大, 如果进行标准的维护检查, 势必需要投入大量的人力、物力。为了提高工作效率, 将有限人力、物力投入到更加需要的设备上, 在设计阶段应该尽量减少蓄电池的种类, 采用相互之间可替换、可备用的蓄电池。同一平台尽量选用同一类型的酸性或者碱性蓄电池, 尽量避免两种同时使用。

3.6 在线监测技术

随着科技的发展, 阀控式铅酸蓄电池在线维护技术得到了广泛应用。通过安装传感器, 可以实时监测和分析蓄电池浮充电压的离散度、内阻的变化趋势等相关参数, 随时掌控阀控式电池实际的运行状态, 并针对性地发出维护指令^[1], 为维护人员带来了前瞻性、技术性维护指导。

4 结语

在海洋石油平台发电机失电的情况下, 蓄电池组是最后一道电源保障, 直接关系到平台的应急、安全和黑启动能力。只有合理选型、正确安装、规范使用、制定并落实体系化的维护保养措施, 进行全过程管理, 才使其保持在良好的运行状态, 最大限度延长蓄电池的使用寿命。通过有效的维护, 可以延长蓄电池置换周期, 节约成本, 以更加安全、稳定、经济的方式运行, 对保证后备电源的可靠性, 对海水平台安全生产具有非常重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 张磊, 杨学光, 拾华杰, 等. VRLA 蓄电池循环寿命与浮充电压关系的研究[J]. 蓄电池, 2012, 49(01): 18-20, 30.
- [2] 魏晓斌, 张磊, 张光, 等. 温度对阀控式铅酸蓄电池的影响分析[J]. 电源技术, 2008, 32(02): 122-123.
- [3] 徐剑虹, 袁玲. 阀控式铅酸蓄电池 VRLA 在线维护技术的应用研究[J]. 通信电源技术, 2008, 25(03): 84-86, 89.