

[电池]

浅谈变电站直流电源主要失效模式及防范措施

文/国网新疆电力公司电力科学研究院 周 勇 马 涛 谭金龙
国家电投宁夏能源铝业临河发电分公司 耿国栋

作为直流系统中的主要设施，蓄电池在变电站直流系统中具有重要作用。因此，确保蓄电池的效能对维护变电站的正常运转会产生直接影响。分析研究了蓄电池组失效的主要原因，并从直流电源相关技术规范及管理规定出发，结合实际运行维护经验，提出相应的防范措施。

蓄电池是变电站直流系统中的重要设备，并被广泛使用在变电站中。当处于正常状态时，变电站直流系统可以提供可靠的直流电源。直流系统的可靠性直接影响着变电站的安全、稳定运行。而作为变电站直流系统中的核心组成部分，蓄电池组的容量需要满足运行要求，否则将对直流系统的安全运行产生直接影响。因此，对蓄电池组合理、有效的运行维护是保障变电站安全运行的决定性条件之一。近年来，电力系统内因蓄电池组回路开路引起继电保护装置越级动作，从而导致全站失压或大面积停电事故的案例时有发生，蓄电池组的安全运行也日趋重要。从运行维护角度出发，对蓄电池组开路的原因进行了阐述，并提出了相应的防范措施。

蓄电池组失效的原因分析

蓄电池的性能和寿命取决于极板的材料和工艺、活性物质的组成和结构、蓄电池运行环境和必要的维护。而蓄电池组失效的因素基本可以分为4类。

1. 失水

电池失水是引起蓄电池失效的常见因素。当每次充电时，由于气体化合效率偏低，造成部分气体溢出，或当板栅遭到腐蚀、自放电等情况出

现时，都会导致水的损失。同时，过高的环境温度、过低的安全阀开阀压力，过高的浮充电压等都会加速电池失水。一般来说，当水的损失程度达到15%时，电池被判定为失效。

2. 活性物质的软化效用

当蓄电池不断的充放电循环使用，其晶型也逐渐由 α 型转化为 β 型。而鉴于 β 晶型的粒子直径较小，因而其结合能力不强，从而削弱了活性物质的网状结构，最终导致活性物质被泥化，继而致使电池失效。

3. 极板的腐蚀

极板腐蚀是影响电池使用寿命的主要因素。例如由于蓄电池充电时，尤其是当过度充电时，蓄电池的正极板栅较负极板栅要厚，且正极板栅会遭到腐蚀，并在氧化过程中逐渐失去原有的作用。

4. 蓄电池主要失效模式——开路现象

由于蓄电池长期处于浮充电运行状态，不可避免地出现老化现象，再加上出厂质量问题，在运行过程中有可能出现极柱、汇流排断裂，或极板脱落等故障，引起蓄电池内部开路，从而造成蓄电池组回路开路。

蓄电池的设计工艺、材料、腐蚀和硫酸盐化及运行环境等都是导致蓄电池内部开路的因素。

(1) 蓄电池材料及设计工艺的影响

蓄电池汇流排使用合金原材料、汇流排焊接工艺等,均会对汇流排或焊接极处的腐蚀产生影响。汇流排合金杂质超标将会加快汇流排腐蚀;汇流排及极柱的焊接工艺不佳,也会加速蓄电池汇流排及焊接极处的腐蚀,从而造成汇流排与极板之间或汇流排与极柱之间开路。

(2) 蓄电池组运行环境的影响

蓄电池室的布局及环境,会很大程度地影响蓄电池组的可靠性和使用寿命。某些变电站存在布局不当的情况,如空调出风口直对蓄电池,或者太阳直晒蓄电池,会使单体蓄电池温差过大。由于蓄电池组浮充电压是恒定的,必然会使温度高的单体电池浮充电压过高、温度低的单体电池浮充电压过低,长期运行必将导致单体蓄电池的过充或欠充。

当蓄电池长期处于过充状态时,会进一步加速正极板栅的腐蚀。此时蓄电池内氢气和氧气会使其内部气压较高,经排气阀排放,从而导致蓄电池的水损耗。正极板栅的腐蚀则表明蓄电池失水,从而进一步加剧蓄电池的劣化现象,缩短其使用寿命。

当蓄电池组长期处于浮充电压偏低、电池放电后未能及时再进行充电或电池长时间搁置未投用等情况时,就会在负极极板上形成一种粗大坚硬且几乎不能溶解的硫酸铅。若蓄电池失水程度严重使得其内部硫酸的浓度偏高,同样会加速硫酸盐化的生成。当硫酸盐化程度较轻时,会导致蓄电池内阻变大且容量不足。当硫酸盐化程度较严重时,则会导致电极表面电解液浓度为零,内阻非常大。

(3) 充电电源纹波和噪声等影响

充电电源的纹波系数和噪声频率对蓄电池寿命的影响是一个长期过程。纹波系数大,意味着直流系统中的交流分量大,容易造成蓄电池的脉动充放电,长期运行将对极板筋条、汇流排的腐蚀产生一定的影响。

蓄电池组开路的防范措施

通过以上分析,为了保证直流电源系统无故障运行,延长蓄电池组使用寿命,提出以下防范措施。

(1) 从源头控制蓄电池组的设备选型工作。应加强蓄电池入网检测;对有家族性缺陷的系列

(品牌)应慎重选用。

(2) 切实做好蓄电池组安装工艺的现场管控工作(包括从收货到投运环节)。

1) 搬运蓄电池时不得在极柱端子处用力。

2) 蓄电池必须保持水平放置,尤其在使用硬连接时,更应注意蓄电池极柱平面必须保持水平,保证不能让蓄电池的极柱受到扭曲力。

3) 蓄电池组正极和负极引出线不应直接连接到其极柱上,应先通过蓄电池架上的过渡接线板连接到蓄电池极柱上。

4) 蓄电池室窗户应采取遮光措施,蓄电池室室温应经常保持在 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 之间。蓄电池室的空调通风孔及取暖器不应直接对着蓄电池,采暖和降温设施与蓄电池的距离,应不小于750 mm。尽量使蓄电池的各部分温差不超过 3°C ,以保证蓄电池工作在最佳温度范围。

5) 蓄电池间紧固连接应牢固、可靠,并应有防松动措施。蓄电池紧固螺栓时必须采用扭力扳手,同时在年度检查或核容试验时对蓄电池连接螺栓进行紧固。规范规定扭力扳手的扭矩值应达到 $11.3\text{ N}\cdot\text{m}$ 或厂家规定的扭矩值。

6) 蓄电池组输出熔断器应进行实操试验,确保熔断器熔芯与底座卡口连接紧固、牢靠。

(3) 熟练掌握直流系统工作原理,确保直流倒闸操作过程正确。

1) 在直流系统技改工程验收时,切实加强直流母线倒闸操作功能的验收,确保直流倒闸操作过程正确无误。投运前必须及时准确地更改、补充《变电站运行规程》中直流系统倒闸操作项相关内容,此项工作可作为验收条件列入验收作业表单,对不具备此项验收条件的可拒绝投运。同时,投运前必须在屏柜上粘贴直流电源系统主回路原理简图及操作步骤、注意事项。

2) 变电站内直流母线倒闸操作过程中,必须监视并确保新投入直流母线的充电屏电流表有直流电流指示,说明充电机已带负载正常运行且对蓄电池进行正常充电,直流母线也正常带负载运行后,方可断开母联开关,防止出现一段直流母线失压或蓄电池组脱离母线运行。

3) 在直流系统技改工程验收时,对一些非典型接线的直流系统,应组织检修及维护人员进行直流母线倒闸操作现场培训。

(4) 加强蓄电池组日常巡视维护工作

严格执行相关直流电源技术规范及管理规
(下转第83页)

围,降低故障发生的概率。

3) 变电站内的直流系统相关设备图样、说明书应完善、齐备;站内直流系统原理图应清晰、准确,并与实际接线相符,便于检修人员查找故障时使用。

4) 变电运维人员在平时设备巡视时应加强户外表计、主变非电量继电器、油位计以及户外开关端子箱、机构箱的防潮防渗检查。定期开展户外端子箱、机构箱内端子排清扫工作,确认温湿度控制器能够正常工作;检修人员在设备例检、大修时应确认户外设备防水、防渗措施有效,对于老化、变质、外皮存在磨损的二次电缆、二次线及时进行更换。

5) 对于技改、回路变更的相关工作应做好现场图实相符工作,确保回路正确,二次接线在设计 and 施工时应避免寄生回路的存在,防止因寄生

回路造成直流通地故障。

结束语

快速定位直流通地故障点,且在短时间内将故障点隔离是保障电网安全、稳定运行的重要手段。二次人员在查找故障点时应熟悉直流系统结构及绝缘监测装置选线原理,综合绝缘监测装置选线结果及近期操作情况、当天天气状况等各种因素,使用合理的定位方法,快速定位故障点并及时排除故障,使直流系统恢复正常运行。此外,通过提高运维人员对直流系统认知水平、加强基建验收环节把控、完善站内直流系统结构图示、加强户外直流回路防潮防渗、遏制寄生回路等手段进一步防止直流系统接地故障的出现。EA

(收稿日期:2016.09.13)

(编辑:杨得润)

(上接第68页)

定,切实加强站用直流电源系统和蓄电池组巡视维护工作。

1) 蓄电池组应检查外观清洁,外壳无裂纹、漏液,安全阀无堵塞,密封良好,极柱与安全阀周围无酸雾逸出,定期检查连接部分是否有松动。

2) 直流屏应重点巡视和检查蓄电池组熔断器有无熔断、转换开关是否到位以及各连接端子是否接触良好等。

3) 蓄电池的浮充运行是其最佳运行方式,此时蓄电池一直处于满荷电状态,在此条件下运行电池将达到最长的使用寿命。运行时应重点检查蓄电池组的浮充电压、浮充电流是否满足要求,以及检查是否有温度异常的蓄电池。

4) 在核容试验期间、年度检查及日常周期巡检时应进行蓄电池温度检查。应检查到每一蓄电池及所有连接点的温度,并与蓄电池室室温对比有无温度异常点。为减轻工作量,温度测试工作建议使用红外热成像仪。

5) 将蓄电池巡检装置(或在线监测装置)运行状况纳入巡视范围,及时发现并处理设备故障隐患。这样可将人为漏查降低到最低限度。

(5) 积极加强蓄电池组技术管理工作

1) 认真执行相关直流电源设备管理规定要求,正确设置电池组的运行管理参数。

2) 蓄电池组配置在线监测装置实现蓄电池开路监测、内阻监测、电压监测、电流监测及在线的单体核对性放电试验功能并将告警信号接入本站监控系统。

3) 专业班组必须建立直流系统及蓄电池组专业台账,且对初充电、蓄电池组容量试验、单体蓄电池电压值、内阻值等数据应长期保存,以便对蓄电池组维护时作比对判断。

4) 在蓄电池组投运前应进行蓄电池内阻测试,测试数据作为原始资料保存。在年度检查或核容试验合格后,蓄电池组满容量情况下,应进行蓄电池内阻测试,内阻值偏差不大于蓄电池组平均值 $\pm 10\%$ 。并检查是否有单节蓄电池内阻与原始数据相比突变 50% 。

5) 依据蓄电池组使用年限、运行状况,或针对有家族性缺陷的蓄电池组,建议适当缩短内阻测试周期。EA

(收稿日期:2016.09.13)

(编辑:刘群立)