

储能电站电气设备运维与故障检修研究

唐瑞刚

华电莱州发电有限公司 山东烟台 261400

摘要: 由于我国储能电站规模的逐步扩大,对电气系统的设计与运行要求也越来越高。全面保障电气设施的安全运行,维持其健康的工作环境,是保障储能电站安全稳定运作的重要课题。以储能电站电气设施的具体使用要求为基础,将可监控的10种环境观测变量划分为四种类型,并对其进行建模和求解。本文采用了一种精化树的方法,并建立了贝叶斯优化后的树形结构。研究表明,该方法可以较好地预报小故障,不过对微小故障的预报能力依旧明显不够。

关键词: 储能电站; 电气设备; 运维; 检修

引言

储能电站在可再生能源中非常关键,储能电站中电气设施能否平稳地运作对电网稳定性与可信度具有不可或缺的意义。根据对运行维护及检查修缮技术的研究,能够及时察觉和处理电气设施的失效,增强系统的可信度及稳定性,保障储能电站能够顺利工作。故障检修与维护在储能电站运行中至关重要,这对减少运行成本有着非常关键。凭借对运行维护及检修技术的研究,能够完善维护方案,加强维护效率并减少人力物力成本,进而减少储能电站运行成本。通过定期的维护与检查,我们能够有效识别同时处理电气设施中的问题,从而增加设备的使用年限,降低替换与升级设备的次数,建设设施升级的成本,并强化设施的投资回报率。储能电站是电网调峰和均衡供需的主要方式,电站内电气设施能否顺利工作,直接关系到电网能否安全平稳运作。根据对运维和检修技术的研究,能够有效察觉和处理设施失效问题,降低对电网造成的冲击,确保电网安全平稳运作。对电气设施运行维护及故障检修技术实施探究能够提升储能电站运行可信度及效率,提升储能电站能源行业的竞争力,促进储能电站领域的发展扩张。总之,对储能电站电气设施运行维护及故障检修问题进行研究有着实际作用,有利于加强系统可靠性,减少运营消耗、确保电网安全平稳运作,促进储能电站领域的良性发展。储能电站在电网调峰,储能和备用电力中得到了广泛应用,对电力系统的高效运作起到了关键支撑。本文以锂电池储能电站为研究对象,对系统功率完善配置问题进行了分析,并给出了能量管理问题中系统功率配置对策,以期对电化学储能电池系统在具体工程中运用具有一定的

实际作用。

一、储能电站电气设备的运维与检修体系设计

(一) 监测信息采集和处理

在该装置上装有传感器,能对装置内部的温度、湿度、振动等数据进行检测,同时把其传送给相关的数据处理系统。利用机器学习等多种预测手段,对所采集的数据展开分析、处理。

(二) 监测指标

通过对储能电站电气设施的实时运行监控,能够迅速识别出潜在的安全风险和不正常状况,同时据此作出即时的应对措施。在进行电气设备运行状态监控时,必须要考虑到设备自身的结构特点以及外部环境条件。本研究具体从各种普遍的电气设施的运作影响因素出发,探讨了其具体的外部检验变量,如温度、电压和电流、环境湿度、阻碍信号、电池档位、模块电压平衡、防护基本的清洁度以及周期性检查等关键因素。电气设施如果温度太高或太低,都可能对其使用年限造成不良影响,并有可能引发电气故障;而且电压或电流的不稳定可能会造成电气设施的运作异常,而且可能造成损坏;过高的环境湿度可能会使电气设施吸湿,从而导致电气故障。在储能电站附近的环境中,电磁干扰信号有可能导致电气设施出现故障或储能系统运作出现不稳定的情况;如果电池的档位配置不恰当,有可能会降低电池的整体性能;在储能电站里,如果电池模块的电压无法达到标准,那么电池的使用年限可能会减少,而且可能导致电池出现故障;储能电站内部的电气设施的保护级别并不满足具体操作环境的标准,这可能会引发设施的损坏和失效;

储能电站内部设施的清洁程度对其使用年限和运作情况有着显著的影响,如果不进行及时的清洁,将会对电气设施的散热效能产生不良影响,甚至可能引发过热故障等问题;通过分析储能电站各电气设备在不同阶段应具有的安全防护水平及对应的数据需求,建立了基于云计算和大数据分析技术的储能电站在线监测系统。

(三) 信息反馈和数据管理平台

储能电站的运作、维护与检修工作要求对监测信息,预测模型以及检修记录实施统一管理,加强数据处理效率与精度。所以有必要搭建信息反馈与数据管理平台来接收并储存监测数据,修缮记录等有关信息,并在此基础上对有关的工作人员进行故障诊断与维修提议。信息反馈与数据管理平台可利用云计算与大数据技术建设,为大规模的数据处理与分析提供支撑。该平台能够对实时监测数据进行可视化呈现并对预测模型进行升级验证;另外,该平台能够对历史数据以及故障记录进行分析,从而给出更加精确的故障预测以及修缮意见。

(四) 故障级别分组

它们的严重性是根据已经在现行操作水平上被记载和处理的失败信息分类的,包括:

1. 一级故障

第一级失效是指较小的故障,如设施报警,一些功能失效等。一级故障对储能电站的顺利运转没有什么影响,不过为了确保装置的安全,必须对其进行有效的处理;

2. 二级故障

第二级失效是指中度故障,如设施局部失灵,装置不能开启等。第二级故障将对储能电站的正常运营造成相应的影响,因此,必须对其实施必要的检查,才能使其恢复正常工作;

3. 三级故障

第三级故障是指较为严重的故障,如设施彻底失灵,设施引起并网后,电网出现闪跳等。第三级故障会对储能电站的正常运营造成很大的影响,必须尽快制定出有针对性的对策,同时对其实施深刻的剖析,以防止此类问题再度出现;

4. 四级故障

第四级失效是最为严重的失效,是指由设施引起的火灾、爆炸等重大安全事件,但由于现阶段还没有发生过类似的故障,因此必须对其实施预测,所以该模型假定了一些重大事故的冲击会符合这一程度。

对此,将储能电站的电气设施的失效问题划分为四个级别,其严重性是按顺序提升的。

(五) 预测模型的建立和使用

预测模型是说把采集的监测数据实施研究及处理后,根据机器学习算法或其它预测方式创建的设施故障预测模型。预测模型能够按照采集数据展开实时更新,从而加强模型的精确程度。文章提出了一种基于精化树的预报模型。精细树是一类树状构造的机器学习模型。其最大的特征就是能够更精确地对数据进行划分与预测。和过去的决策树方法相比,该方法能在较大程度上实现对模型参数的微调,从而实现更精细的划分;同时,由于该方法能够对海量数据进行有效的处理,因此能够有效地加强划分与预测的精度。

(六) 针对性检修

通过对储能电站的设施进行故障预报,使维修人员能够依据预测的结果,预先对需要的备件、刀具等进行合理的安排,减少维护周期和修缮隐患。在此基础上,维修人员可依据预测结果,相应地实施维修,并减少维修费用。

二、数据采集与算例分析

(一) 数据来源

文章以储能电站用电设施的实际运作和维修数据为基础,以四类不同的故障为切入点,对其发生前状态下不同监控指标的性能进行研究,并建立相应的预测模型。文中采用的是精化的树型模型,而且对其实施了完善。

(二) 精细树

在精细化树模型的基础上,直接进行预测,具有87.4%的模型精度,见图1:

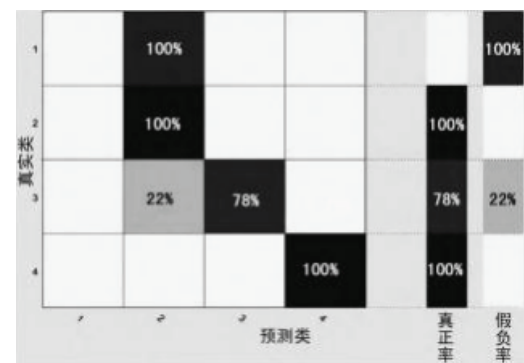
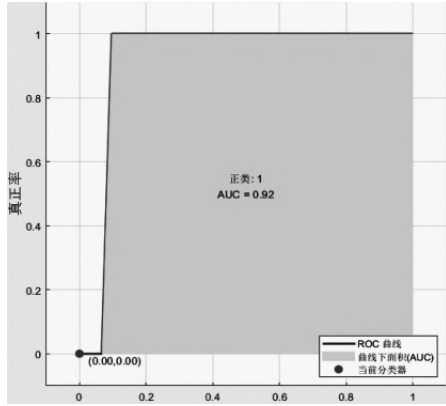


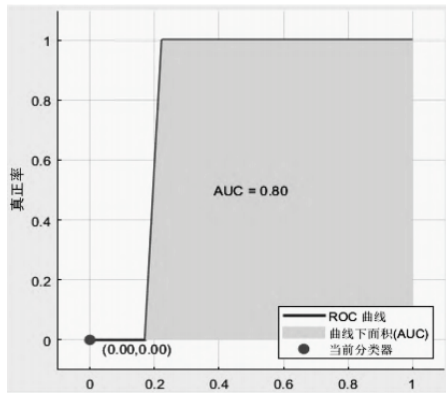
图1 基于精细树模型结果的矩阵

就像图1展示的那样,该模型在较低的隐患等级中的预测表现明显不佳,而在较高的隐患等级中,其预测效果则明显优越。该模型把所有的轻度故障都分类为中度故障,这导致了较高的假正率,进而影响了模型的总体预测效果。相对来说,对于中等水平和严重的故障,其预测能力更为出色,这有助于增强模型的总体预测

准确性；并且，在较高的风险情况下，模型的预测水平也存在不缺陷一些高风险的故障被判定为中等水平，这表面当前的原始样本中的中、低风险样本规模过大，可能会影响整体样本数据的特点和预测。接下来，模型的ROC曲线预测数据由图2可得：



(a)



(b)

图2 基于精细树模型结果的ROC曲线

正像上面2中显示的，ROC曲线可以用一个很低的错误比率得到一个很高的真实比率，因此可以对主要的危险进行有效的预测。然而，由于假率过高限制了模型的使用，以及基于低真实比率的高差错率依然存在，所以存在着深入完善的扩展余地。

(三) 优化树

在此基础上，利用贝叶斯方法对已有的模型进行了完善，得到了最优的精度，达到了98.5%，详情可见图3：

由图3展示的那样，该模型在低风险环境下的预测水平仍显不够，不过在中等到高风险环境下，其预测性能有了明显的提升。更详细地说，通过贝叶斯完善处理的精细树模型在中高风险故障场景下能够达到100%的准确预测，而在中等风险情况下，其成功预测率达到了二级故障的98%。尽管如此，该模型依然面临着低风险一级

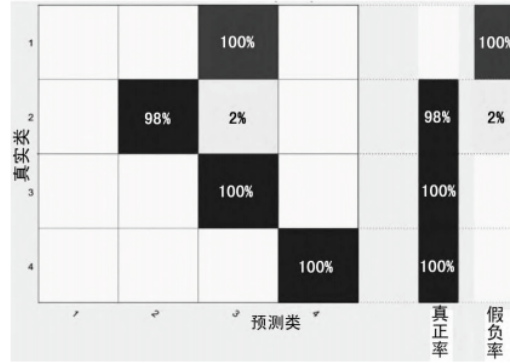


图3 基于优化树模型结果的矩阵

故障被误判为中等二级故障的风险。此外，该模型模拟了不同程度运行状态下各类设备的故障率及对应故障类型分布情况。这种预测的倾向性也暗示，在储能电站电气设施出现故障的情况下，辨别和判定轻度故障是具有挑战性的。鉴于检修工作的具体要求，这种模型的预测水平可能不够充足，这会限制有效设施维护工作的进行，不过它可以达到重大隐患的预测与辨别要求，所以具有相应的实际运用意义。

结语

文章以储能电站为研究对象，以电气设施的运行和维护展开探究，通过建立预测模型，对其监控和信息反馈机制实施验证。研究表明，贝叶斯完善后的精细化树模型对中高风险故障具有较好的预测效果，较原模型提高了11%左右。但是，目前对于低危型的辨识与判定还比较有难度，这会给设施的维修带来很大的影响；另外，两种模式的ROC曲线均有很大的误差，有待于深入改善。所以，在使用过程中，要按照具体的要求加以选用与调节。

参考文献

[1] 李建林, 李雅欣, 刘海涛, 马速良. 计及储能电站安全性的功率分配策略研究[J]. 电工技术学报, 2022, 37(23): 5976-5986.
 [2] 关立, 周蕾, 刘航航, 周新生, 陶玮, 赵梓州. 独立储能电站参与电力现货市场机制及试运行分析[J]. 中国电力, 2022, 55(10): 185-190.
 [3] 徐亮. 电网侧无人值守储能电站智能控制策略研究综述[J]. 电测与仪表, 2023, 60(05): 11-22.
 [4] 张松岩, 苗世洪, 尹斌鑫, 姚福星, 王廷涛. 考虑火电深度调峰的多类型储能经济性分析[J]. 电力建设, 2022, 43(01): 132-142.