

基于数据分析的智能化EH系统状态检修

文/卢 刚¹ 李成宝¹ 李 杨¹ 江晓然¹ 张 玖² 陈 奇¹

1. 华能大连电厂; 2. 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司

摘要: 在现有的状态检修基础上, 提出了一种基于数据分析的智能化EH系统状态检修思路。通过新增油温、油压、加速度及流量等测点对系统参数进行数据收集, 经搭建的智能化平台分析计算, 给出合理的处置方案及检修建议, 可实现智能化状态检修, 极大节省人力资源, 维护经济效益, 具有良好的发展前景。

关键词: EH系统; 状态检修; 智能化; 数据分析

在火力发电厂中, 汽轮机是重要的核心设备之一, 其工况恶劣, 本体及其各系统设备的状态各异, 且潜在的故障隐患种类繁多。因此, 为避免因系统故障被迫停机, 造成不必要的损失, 且尽可能延长汽轮机寿命, 设备的维护、保养及检修工作尤为重要。

在检修管理模式发展初期, 主要以故障检修模式为主, 在20世纪中后期, 则以定期计划检修模式为主。进入21世纪后, 定期检修模式的弊端愈发明显, 此种检修方式针对性弱, 易造成检修资源浪费, 在此情况下, 状态检修的概念被提出。

状态检修 (Condition Based Maintenance, CBM) 是根据先进的状态检测和诊断技术提供的设备状态信息, 判断设备的异常, 预知设备的故障, 并根据预知的故障信息合理安排检修项目和周期的检修方式, 即根据设备的健康状态来安排检修计划, 实施设备检修。相较于故障事后检修及定期计划检修, 状态检修更具针对性, 不仅节省了人力物资, 而且在系统设备故障造成进一步的影响前进行检修维护, 防止系统设备故障对整机造成进一步的损坏。目前, 状态检修已成为火电厂设备检修的发展趋势。

汽轮机调节油系统 (简称EH系统) 以高压抗燃油为介质, 接受数字电液控制系统 (DEH) 输出的指令, 控制汽轮机进汽阀门开度, 改变进入汽轮机的蒸汽流量, 满足汽轮机发电机组转速及负荷调节的要求。EH系统是参与火力发电机组控制调节的重要一环, 在机组正常运行时, 若出现故障会对本体造成严重影响甚至损坏, 导致不可挽回的损失, 因此EH系统需要通过状态检修开展检修维护工作。

目前, 智能化技术的发展为EH系统的状态检修带来新的机遇。杨楠在故障因果网络概念的基础上, 将知识图谱中的故障诊断知识转化为可进行模糊推理的贝叶斯网络 (Bayesian Network, BN) 诊断模型, 基于在线征兆和人工排查信息实现了诊断系统与维修人员工作的交互式推理, 有助于对汽轮机进行异常检测及故障诊断。哈尔滨汽轮机厂提出一种智能化检测平台用于EH系统, 可检测系统参数, 减少故障停机概率, 提高系统可靠性、稳定性。

基于以上情况, 本文拟在数据分析的基础上, 利用智能化控制系统对EH系统当前状态进行联合分析, 得到当前系统状态, 计算故障风险概率, 便于进一步规划状态检修工作的状态检修方式, 提出一种基于数据分析的智能化EH系统状态检修。

智能化数据收集分析

目前EH系统数据获取主要依靠人工巡检及EH系统油压、油温等少量测点远传数据，当发现系统异常时，通过现有数据分析判断进而开展检修工作。当发现阀门开启异常时，需结合DEH指令，并就地通过触摸回油管等现场分析油动机元件（如电磁阀、伺服阀）的实际工作状态，进而分析判断故障原因。

传统的EH故障处理方式存在问题：

- 1) 测点数量较少且数据对系统提供的分析作用有限。
- 2) 就地巡检及数据获取依赖巡检、维护人员个人经验，因此存在未发现系统故障隐患导致的意外停机事故。
- 3) 对故障进行分析时常需外请专家，因远程分

析不便、效率较低造成检修时间延迟。

相比之下，智能化EH系统状态检修通过智能化系统设备，添加多个必要测点，对现有设备数据进行持续收集。一方面减少了人员巡检频率，节省人力资源；另一方面，获取后的数据通过智能系统分析计算，得到设备状态信息并对现有问题进行诊断，避免了当出现故障时现场无法分析故障原因等问题。在大数据收集分析的基础上，可以基于大量数据，通过智能化系统对系统潜在问题提前预知，计算分析后得到系统隐患故障信息并给出建议，便于现场合理安排维护检修工作。

如图1所示，对EH系统常见异常进行故障分析流程设计，通过对必要数据进行收集，排除测点本身故障引起的问题，后经智能化系统计算分析后即可得出原因并给出解决方案。

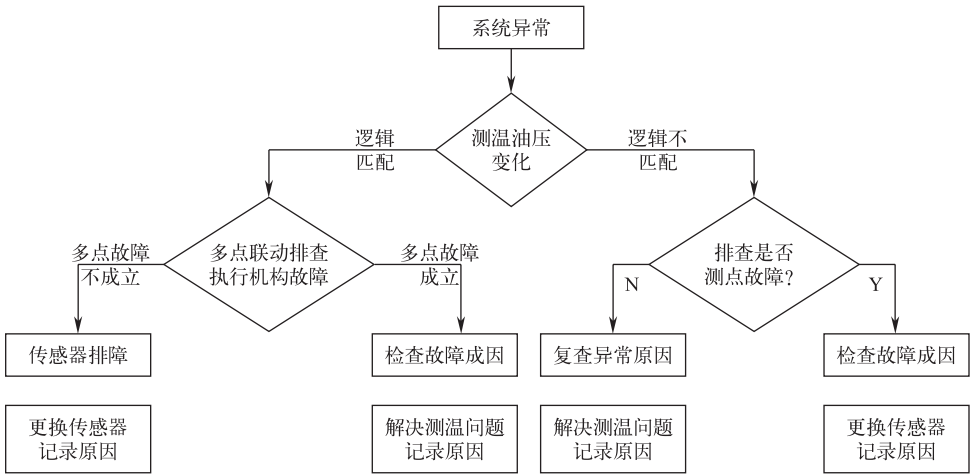


图1 数据分析流程

智能化数据监测收集系统构建

为构建智能化数据收集平台，需事先对EH系统多种常见问题进行分析，发现主要为油压变化、油质劣化导致。油压变化会导致系统失稳，需对工作部分油压进行监测；油温异常也可能导致油质劣化，直接影响系统运作情况。因此将油压、油温监测包含在欲构建的系统内。

据此按部套对原系统改造构建智能化数据监测收集平台。

1. 油动机数据检测收集系统构建

结合以上分析对现有EH系统进行改造，以高调油动机为例，图2、图3分别为改造前后高调油动机

系统图。

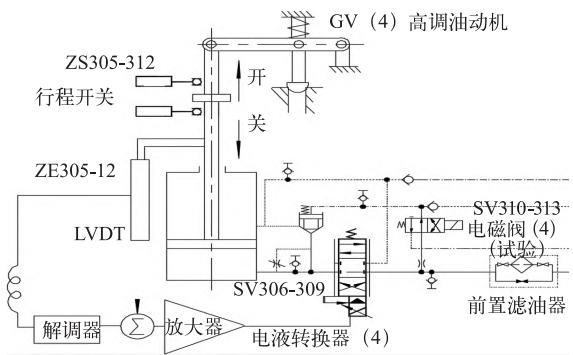


图2 高调油动机系统图

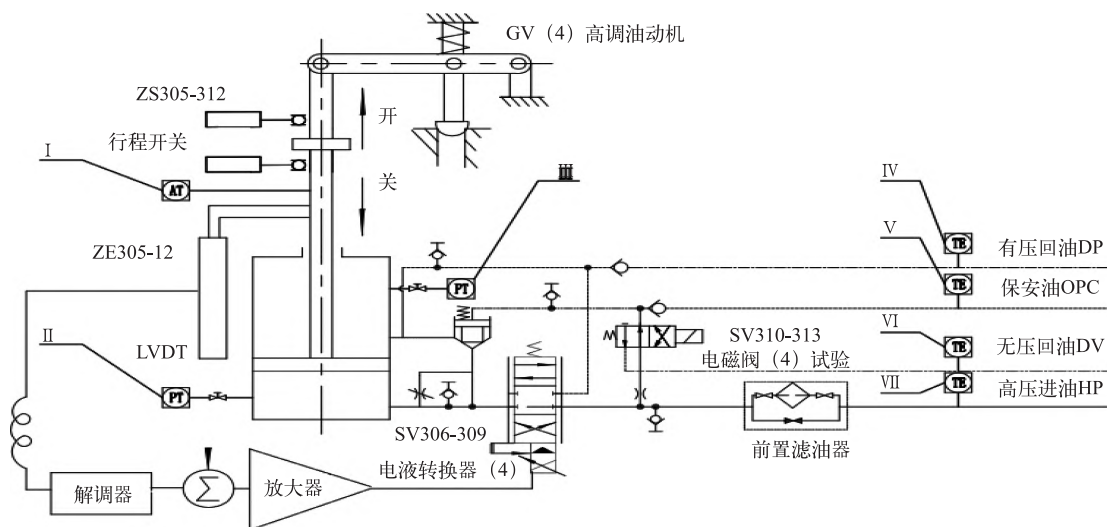


图3 增设测点后高调油动机系统图

图3中，添加油动机活塞杆加速度传感器（I）、无杆腔内油压传感器（II），有杆腔内油压传感器（III）、有压回油油温传感器（IV）、无压回油口油温传感器（V）、保安油口油温传感器（VI）及有压回油口油温测点（VII）。取样点应不影响设备正常运行，可在油动机上下腔测压接头处采用压力传感器测量液压缸腔内油压；在油管路处可采用贴片式热电阻测量各油管油温，加速度传感器可与操纵座滑架绑定。通过以上新加测点可直观查看各位置重要参数变化情况，结合DEH指令及各参数反馈值可对油动机出现的异常情况进行初步分析。如DEH指令未变动时，高调油动机有杆腔油压反馈值偏低可考虑进油节流孔堵塞；回油温度值反馈升高时，可考虑内漏量增大等。从而提前预知系统潜在故障，合理安排检修计划。

2. 试验模块数据检测收集系统构建

如图4、图5所示，原有EH试验块双通道上各添加压力传感器 I、II，另在试验回油路增设温度热电阻 III。

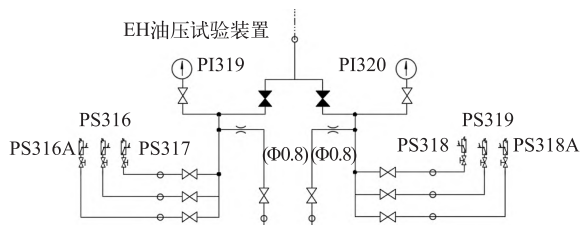


图4 EH油压低试验块系统图

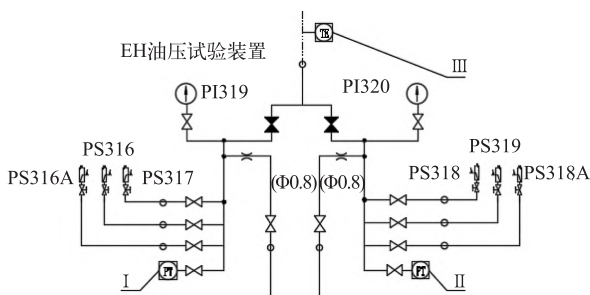


图5 增设测点后EH油压低试验块系统图

3. 数据分析及状态检修

在设立以上测点并收集大量数据的基础上，通过数据分析平台，结合大数据计算各部套的参数变化，即可在未来参数出现异常变化时迅速计算分析隐患存在的部位，并结合已有数据排除干扰因素，给出参考处置时间及处理建议方案，工作人员即可结合实际情况开展检修工作，实现测点收集→数据分析→实现诊断→安排检修的智能化状态检修过程。

结束语

本文通过对大数据的监测、计算和分析从而得到有效、智能的状态检修思路，可极大增强系统统一性。基于数据分析的状态检修，可在保证系统未发生明显故障时发现系统缺陷，且可智能区分测点设备故障，提出有效合理的检修方案，实现真正的智能化状态检修，有效维护系统安全，保证机组经济效益。随着数据收集分析量的提升及智能化平台的技术进步，状态检修的应用场景将更加广泛，且具有良好的发展前景。EA