

智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法

余武高,卫 健,安 城,李杰奇,胡 仲

(国家电投集团江西电力有限公司分宜发电厂,江西新余 336615)

摘 要:在实际应用过程中,智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法存在漏报率较高的问题,导致故障无法及时解决。设计一种基于大数据技术的智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法,根据给水泵的历史数据,结合神经网络算法识别给水泵故障类型,优化给水泵故障定位模式。该方法与另外两种方法的漏报率均值分别为 11.672 1%、21.891 8%、21.306 4%,证明其定位较为准确,应用效果更佳。

关键词:大数据技术;智能火电厂;锅炉给水泵;故障定位

中图分类号:TM621.6 **文献标识码:**B **DOI:**10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2023.01D.44

0 引言

智能火电厂近年来的发展重点主要集中在锅炉故障研究层面。在运行过程中,如果设备出现大面积故障,将会影响机组的调峰能力,进而导致整个火电厂的电力负荷失调。作为整个火电厂汽水循环的核心设备,锅炉给水泵故障已经引起了各界的关注^[1]。为了准确定位故障,就需要先对故障点和给水泵的故障区域进行检测和判断,需要结合大数据技术,包括历史 DCS 数据、设备结构以及历史运行数据,对易于出现故障的区段重点监测。

1 基于大数据技术的智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法

1.1 神经网络算法识别给水泵故障类型

通常由于智能火电厂锅炉给水泵的外部应用环境较差,导致给水泵的故障发生频率较高。结合神经网络的作用原理,根据给水泵的历史数据,能够得出相应的故障特点,即区域性、关联性及滞后性。当给水泵所处锅炉的炉膛压力升高时,对应的出口和入口温度需要重点观测,这样就可以得到给水泵故障类型。从图 1 可以看出,火电厂锅炉给水泵常见故障可以归纳为 5 种,在不同的场景下呈现出不同的特征。

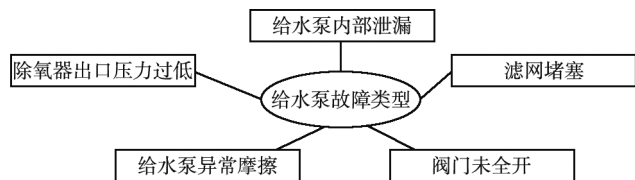


图 1 火电厂锅炉给水泵故障类型

给水泵内部泄漏故障的原因主要是,部件中叶轮承受的进口及出口压力差值过大,导致叶轮与给水泵的密封环之间出现缝隙。传输的液体出现回流现象会导致能量损失,则给水泵出力下降的计算公式为:

$$G=\frac{P'}{(1-P)}\times\frac{1}{\delta} \quad (1)$$

其中, P' 和 P 分别表示给水泵出口流量和进口流量, δ 表示给水泵在工作周期内的扬程。

根据式(1)的计算结果,将给水泵故障模拟成一个输出层

序列,结合神经网络算法的输入时刻,可以得出给水泵故障结构中隐藏层的活性值表达式:

$$h=r(d-1)^2\times\sqrt{\frac{d}{2}} \quad (2)$$

其中, r 表示循环神经元向量, d 表示激活函数线性参数。此外,如果水中沉淀的微量杂质没有得到及时处理,那么就会逐渐造成滤网堵塞。在给水泵循环工作时,阀门的命令执行错误会导致阀门无法达到开度阈值,从而加剧故障程度^[2-3]。如果给水泵的零件润滑不到位,也会降低机械转动效率,出现摩擦力增加、给水泵无法正常运转的情况。在前置泵汽蚀的原因中,给水泵中除氧器出口压力过低是重要诱因,也是给水泵技术参数异常的直接原因。

1.2 大数据技术优化故障定位模式

将大数据技术应用于智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法设计,能最大限度发挥大数据的特点。利用先进的检测设备,实时监测给水泵的运行参数,在数据出现异常时及时对故障进行定位处理。在给水泵检修过程中,应将连接的零件拆解,将检修重点放在给水泵的前中心部分。为了避免元器件损坏故障,还需要测量给水泵叶轮内孔和卡环,清理区间内的隔板及平衡环。火电厂锅炉通常会配备两条汽动给水泵^[4],为了精准故障定位,需要及时获取给水管路的运行状态。结合给水泵的相似定理可知:

$$T=R-S\times\left(\frac{R}{\eta}\right) \quad (3)$$

式(2)中, R 表示给水泵的转速, S 表示体积流量, η 表示扬程。在只考虑滤网对给水泵影响的条件下,阀门允许通过的最大质量流量可以视作一个阻力元件。在这种情况下,仅采用二次多项式进行拟合是不够的,需要考虑运行过程中的压差阈值,并保留给水泵流量拟合中的常数项。由于管内介质流动的驱动力不是一成不变的,因此还要结合以信号偏移为代表的一些不易发现的软故障,利用大数据技术将软故障的数据信息进行单独提取并归纳,得出与设备故障相关联的信息。基于上述描述,完成、优化智能火电厂锅炉给水泵故障定位模式的步骤。

2 实验分析

2.1 实验环境

结合本次实验测试的需要,对此次设计的智能火电厂锅炉



微信搜一搜

舜业之声



1. 请微信扫描左侧上方舜业之声公众号二维码或在微信中搜索舜业之声“舜业之声”关注神州热电、天下热力设计圈、神州热电业观察等公众号。
2. 加入舜业之声“舜业之声”微信群,请扫描下方二维码,添加舜业之声为好友,添加舜业之声为好友后,舜业之声将第一时间为您提供舜业之声最新资讯,舜业之声将第一时间为您提供舜业之声最新资讯,舜业之声将第一时间为您提供舜业之声最新资讯。
3. 未加入神州热电、天下热力、设计圈、神州热电业观察的朋友请加舜业之声微信群联系人张博18325411666

仅限内部学习使用，请勿外传

给水泵故障定位方法进行有效性测试。以某智能火力发电厂为例,在 2×660 MW 机组的条件下,搭建实验环境。锅炉给水泵的技术参数见表 1,其中 THA(Turbine Heat Acceptance)为额定工况,即额定背压、额定功率、额定进汽参数、没有补水。

为了保证实验结果的准确性,在表 1 给水泵参数的基础上,对火电厂锅炉的主给水装置进行状态调整。对于主给水冷却步骤,先将除氧器中配出的氧气转换成饱和气体并进行能量交换,以饱和气体作为再生产循环的主要能量。

2.2 实验结果分析

本次实验选取 3 种同类型的智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法进行对比,另外两种方法分别是,基于数据驱动的故障定位方法和基于改进遗传算法的故障定位方法。在不同的给水泵进口滤网压差条件下,分别对比 3 种故障定位方法的漏报率,实验结果如表 2~表 4 所示。

根据表 2~表 4 可知, 当给水泵进口滤网压差为 $500 \text{ m}^3/\text{h}$ 时, 本文提出的故障定位方法, 与另外两种方法的漏报率均值分别为 6.865% 、 13.278% 和 12.241% ; 当给水泵进口滤网压差为 $200 \text{ m}^3/\text{h}$ 时, 3 种方法的漏报率均值分别为 12.982% 、 19.561% 和 20.486% ; 当给水泵进口滤网压差为 $100 \text{ m}^3/\text{h}$

表 1 锅炉给水泵技术参数

项目	THA 点 (保证效率点)	75% THA 点	最大运行点 (设计点)	单泵 最小点
前置泵入口水温/℃	185.4	174.7	189.6	185.4
介质比容(饱和水)/(m³/kg)	811.21	892.62	876.58	881.21
前置泵入口流量/(t/h)	1797	1301	2106	449
前置泵入口压力/MPa(a)	1.263	1.091	1.439	1.263
主给水泵抽头水流量/(t/h)	30	22	33	—
主给水泵抽头水压力/MPa(a)	13.31	9.78	13.95	—
主给水泵出口流量/(t/h)	1767	1279	2073	449
主给水泵出口压力/MPa(a)	32.20	23.50	33.60	36.41
前置泵效率/%	85.5	81.6	87.1	36.8
主给水泵效率/%	85.9	84.7	85.1	42.8
泵组效率/%	85.8	84.4	85.1	42.5
主泵必需汽蚀余量/m	55	30.3	82.6	43.7

表 2 给水泵进口滤网压差 500 m³/h 时 3 种方法的漏报率 %

实验 序号	基于数据 驱动的方法	基于改进遗传 算法的方法	本文提出的 方法
1	12.316 2	12.306 7	8.495 2
2	14.169 1	13.598 4	6.165 3
3	13.058 1	11.044 5	7.011 2
4	14.312 6	10.978 5	6.847 3
5	15.778 3	11.475 6	6.312 8
6	13.619 7	12.099 6	7.051 4
7	12.087 2	13.447 1	6.488 3
8	11.499 0	12.466 2	7.694 7
9	12.061 4	13.085 5	6.499 6
10	13.878 7	11.916 1	6.087 9

表3 给水泵进口滤网压差 200 m³/h 时 3 种方法的漏报率 %

实验 序号	基于数据 驱动的方法	基于改进遗传 算法的方法	本文提出的 方法
1	19.648 8	18.231 6	13.649 5
2	20.134 1	19.605 5	12.044 7
3	19.845 5	20.712 1	13.616 2
4	21.164 5	19.744 3	13.477 9
5	19.377 8	21.033 1	13.054 8
6	19.648 2	19.648 7	12.316 9
7	18.977 9	20.499 5	13.584 8
8	17.316 2	21.388 6	12.060 3
9	18.491 4	22.051 2	13.499 7
10	21.007 4	21.949 1	12.515 2

表4 给水泵进口滤网压差 100 m³/h 时3种方法的漏报率 %

实验 序号	基于数据 驱动的方法	基于改进遗传 算法的方法	本文提出的 方法
1	29.467 9	32.084 5	16.349 5
2	36.546 2	33.124 4	15.472 0
3	32.415 6	31.708 9	16.421 1
4	31.498 0	32.641 8	15.647 8
5	30.249 9	33.223 7	14.316 2
6	32.602 1	32.154 8	15.701 1
7	33.845 9	29.466 2	14.678 7
8	31.149 6	28.021 5	15.421 9
9	36.467 1	31.074 6	14.612 8
10	34.119 5	28.411 0	13.067 4

时,3种方法的漏报率均值分别为15.168 9%、32.836 2%和31.191 1%。当给水泵进口滤网压差升高时,故障定位方法的漏报率呈增加趋势。本文提出的方法,漏报率始终低于另外两种方法,说明本文提出的方法在故障定位方面的结果较为准确,具有一定实用性。

3 结束语

本文设计的智能火电厂锅炉给水泵故障定位方法中,结合神经网络算法,对定位模式加以优化,为智能火电厂的锅炉给水泵故障定位提供了有力的学术支撑。受研究条件影响,未来还应针对这一故障定位方法的精度展开详细研究。

参考文献

- [1] 吕建南, 张江涛, 成晓伟. 百万千瓦级超超临界火电机组锅炉给水泵转子动力学分析[J]. 水泵技术, 2021(3): 9-14.
- [2] 彭俊华, 刘丽红. 锅炉给水泵振动原因分析及解决方案[J]. 水泵技术, 2021(3): 30-33.
- [3] 张晓光, 杨秀敏, 刘强. 核电厂主给水泵组润滑油系统进水故障原因分析与处理[J]. 核动力工程, 2020, 41(S2): 171-174.
- [4] 杨宏强, 孙瑜, 杜伟. 燃煤火电厂智能 DCS 的功能设计与应用[J]. 热力发电, 2020, 49(3): 100-106.

〔编辑 吴建卿〕



1. 用微信扫描二维码上图中左上角公众账号二维码或者在微信中搜索公众账号“师业之声”关注神州机电、天下热动力设计委、神州热动力联盟群公众号。