

浅析钢铁冶炼机械设备的故障诊断及处理

余道国

(中新钢铁集团有限公司 江苏 徐州 221400)

摘要: 随着中国经济的快速发展,对钢铁冶炼的需求量也越来越大,而钢铁冶炼技术的优化,对于钢铁行业的发展有着较强的带动作用。钢铁冶炼机械设备的造价较高,且整体性较强,一旦出现故障就是牵一发而动全身。因此,加强整体机械设备的故障检修、诊断,做好相应的处理工作,才能优化机械设备的使用,加强钢铁冶炼机械设备的应用并提升其诊断价值。

关键词: 钢铁冶炼; 机械设备; 故障诊断; 故障处理

0 引言

在机械化进程不断推进之下,越来越多的钢铁冶炼工艺得到了进一步的提升,应用到钢铁冶炼工艺中的机械设备质量也在不断提升,整体的设备数量不断增多。在机器大生产的时代背景下,流水化的机器生产作业模式提升了整体企业的生产效率,也进一步解放了生产力,带动了企业经济效益的提升。在这样的背景之下,更需要加强整体的机械设备优化,切实保障整体的企业施工效能得到有效提升,不仅提升企业的生产效率,也能带动整体冶钢的生产质量。保证钢铁冶炼机械设备的稳定运行,做好整体设备的故障诊断,是处理整体机械设备故障,带动机械故障诊断技术发展的必然,也是稳定冶钢企业生产发展质量的关键要素,需要不断优化分析,并得出更有效、更科学的处理方案。

1 常用故障诊断方法

1.1 信号处理诊断

根据设备中存在的异常情况进行整体的分析和研究之后,针对设备产生的特定信号进行整体的机械设备故障判断是非常重要的。一般情况下,信号诊断法可以用于比较简单的机械设备故障处理,比如,如果设备在运行中出现温度异常的情况,就需要将温度信号传递给接收装置,接收装置分析信号,快速找到故障的发生位置。整体上,信号处理法的应用性更强。同理,当出现机械设备的故障时,针对机械设备的诊断系统会通过传感器进行整体的机械设备工作信号控制,在计算机处理系统中,通过传感器采集的不同信号,传递到主机,而主机则根据机械设备的特征信号,确定好具体的故障情况,并做好整体的故障状态发展趋势分析。在这样的流程下,最终将得到的数据进行整体梳理,系统针对这些问题进行定向决策,找到一种故障解决的办法。为了保证机械

设备中各种传统设备的正常运行,有效监控机械设备的运行情况,及时诊断机械设备的运行故障,能做好定向的诊断,主要依据的内容有振动参数、转速、温度和压力等,通过这些机械设备运行中实时传输的数据,能对设备目前存在的具体故障情况进行整体的分析和决策。

1.2 系统数学模型诊断

系统数学模型诊断主要是指运用现代优化方法和现代控制理论,以系统数学模型为基础,然后运用参数模型估计和辨识、Luenberger 观测器、卡尔曼滤波器和等效空间方程等方法,利用机械设备中的检测滤波器,根据滤波器的实际输出和真实输出进行比较,可以做出系统信息残差,故障诊断就是根据阈值对残差进行研究分析,最终找到机械故障发生的点。系统数学诊断模型本身的操作流程比较复杂,检测滤波器是一个动态的控制模型,在正常的工作条件下,模型的输入和真实系统的输入都是相同的,这样一来,系统和模型传感器的输入和输出数据差值就成为诊断和决策的对象,经过增益矩阵 D 传入到模型中,并做好模型的输入反馈。

因为钢铁冶炼机械设备构造比较复杂,假设其中第 a 个执行器发生故障,那么,根据公式:

$$u(t)=ud(t)+e_{ra}n(t)$$

$ud(t)$ 在通常情况下控制输入, $n(t)$ 为任意的标量时间函数,状态方程为:

$$\begin{aligned}x(t) &= Ax(t) + Bu(t) \\ &= Ax(t) + B[ud(t) + e_{ra}n(t)] \\ &= Ax(t) + Bud(t) + ban(t)\end{aligned}$$

如果是传感器发生故障,则故障模型为:

$$y(t) = Cx(t) + eman(t)$$

与以上同理,可以求出该传感器故障的状态方程。

如果是对象参数发生变化,那么就可以按照同样的方法进行模型诊断。

以卡尔曼滤波器基本算法为例,假设温度是恒定

的, $k-1$ 时候的温度值已经测出, 同时预测 K 时刻的温度, 计算出 K 值的高斯噪声和最优温度值, 在 $K+1$ 时刻, 就能进行更新的优化估算, 卡尔曼滤波器将估算的最优温度值进行优化, 时刻改变其数值, 一旦出现实际值和预测值之间不稳定的情况, 系统就会发出提示。系统数学模型诊断方法要求数字系统和控制系统在实施过程中紧密结合, 也是实时监控、容错控制和系统修复和重构等的前提。但在实际应用中, 很难掌握系统的精确数学模型, 建立一些难度较高的数学模型系统仍然困难。

1.3 人工智能诊断

人工智能作为最前沿的控制领域, 是在建模和信号输出的基础上发展起来的。与传统的建模系统相比, 人工智能诊断方法具有很强的应用优势。由于其鲁棒性和适应能力的发展, 人工智能算法也在不断发展。随着计算机运算能力提升, 深度学习在实际的故障应用中的效能也更有效。传统的机械故障诊断主要是对单过程、单故障和渐发性故障的处理, 但是对于一些高度自动化的机械设备整体的应用效能就不高。在人工智能技术不断发展的带动下, 从复杂的大数据技术中获取隐藏的故障特征, 带动了机器处理机械故障的时代发展。

当钢铁冶炼中的机械设备出现横向故障时, 可以利用 AI 智能系统进行故障排除, 准确找到故障点, 大大地节省了故障排除时间。人工智能诊断方法在实际的机械故障诊断中的应用, 主要是利用人工方法来模仿、拓展及延伸技术, 从而带动机械的智能化发展。比如, 专家系统、模糊集理论和人工智能网络都是其中的重要组成。专家智能诊断技术和神经网络智能诊断技术都是比较经典的人工智能诊断技术, 这两个技术相比, 专家系统采用了人工智能诊断技术, 不仅可以缩短故障排除时间, 还可以利用计算机大数据解决一些比例复杂的大规模系统故障。专家系统建立在知识库、推理机和人机接口之上协同构成, 主要是通过构建一个推理逻辑, 达到良好的机械故障诊断效果, 人工神经网络通过网络拓扑结构和网络是单元激活特性, 保证系统的系统性和科学性。整体上看, 人工智能诊断技术更具有发展优势和应用价值。

2 故障处理策略

2.1 齿轮故障的问题处理

齿轮在大型的钢铁冶炼机械设备的应用中非常关键, 机械内部的齿轮运转会影响生产的质量。机器在工作过程中, 齿轮和零件之间会产生摩擦, 长此以往会出现较多的故障。钢铁冶炼机械设备的齿轮故障会影响整体的运行。钢铁冶炼机械设备的齿轮失效有多种因素, 对于齿轮而言, 最常见的是疲劳失效, 主要是因为齿轮组结构设计不合理、装配错位或装配不正确等问题而引

起的。钢铁冶炼机械设备齿轮故障本身是钢铁冶炼机械设备机械部件问题的第一迹象, 也是最好解决的情况。

齿轮故障产生的故障主要有以下几种:

(1) 磨损: 磨损是一种表面的现象, 齿轮磨损主要是指齿轮齿廓的破坏, 随着齿轮摩擦区域增大, 产生了齿面胶合的问题。

(2) 擦伤: 擦伤包括初始、适度及破坏擦伤三种, 因为金属接触产生或者接触区域润滑失效等问题, 会让齿轮不断负载, 重金属的撕裂区域不断蔓延。

(3) 轮面点蚀: 啮合面承受的脉动循环变化接触应力很大, 在长时间工作之后, 齿轮附近会形成麻点装的凹坑, 发生点蚀之后, 凹坑的应力集中, 并实现整体区域的扩展, 在点蚀面较高的冲击和荷载之下, 会影响齿轮的性能, 甚至产生断裂的情况。

齿轮故障的处理, 需要通过以下方法进行:

(1) 选择高粘度极压齿轮油, 并充分考虑油的倾点和低温流动性。

(2) 在换油和添加新油之前, 需要做好油箱的清洗、油循环管路和齿轮部件的检查, 加油过程需要三级过滤, 尽量避免灰尘等杂质混入齿轮油。钢厂的环境恶劣且有较多的粉尘, 建议先清理场地之后, 再进行上油处理。

(3) 经常在低温下启动的齿轮装置, 尤其是冬季在室外的齿轮装置, 必须预热工业齿轮油后才能使用。

(4) 经常检修, 做好排水, 并在齿轮位置添加防锈防腐剂。

2.2 转子的不平衡故障

机械设备中的转子是非常重要的转换零件。转子高速运动会产生一定的离心力, 如果转子不平衡则会出现转子故障, 离心力无法抵消, 就会出现运行的异常。转子的质量偏心是由转子的制造误差、装配误差和材料不均匀造成的。一般频谱中以 $1X$ 速度频率的振动峰为主, 其振幅通常大于等于总振动振幅的 80%。当产生 $1X$ 基频的高振幅峰值时, 可能会出现转子不平衡的问题。在工作频率下, 它通常在径向方向上呈现稳定且可重复的振动相位。如果有 $1X$ 转速的高频振动, 但水平振动和垂直振动的相位差为 0° 或接近 180° , 这通常说明是转子不平衡故障引起的问题。

设转子质量为 m , 质心到两轴承连线的垂直距离 (即偏心距) 为 e , 转子要旋转的角速度为 w , 则转子旋转时产生的离心力

$$f_c = m e w^2$$

引起转子不平衡的情况有多种, 如原始不平衡, 即材料不均匀或毛坯缺陷引起的腐蚀问题, 加工装配的误差, 突然不平衡和逐渐不平衡, 如转子上结垢不均匀, 介质中灰尘沉积不均匀等。

如果出现转子不平衡的问题, 就需要找到故障发生

的位置,并根据转动频率和相位,进行整体离心振幅的误差调整,保证整体转子运行稳定。首先,要分析信号的频率成分,分析是否因为转频突出产生转子不平衡的问题;其次,需要做好整体振动方向特点的分析,做好整体振幅转动的变化和相位测量,例如,如果某机械电动机中的转子的转速是 3000r/min,转频为 50Hz 的时候最突出,且进行平衡梁测试之后达到 $5000\text{g}\cdot\text{cm}$,而该机器转子标准平衡量为 $150\text{g}\cdot\text{cm}$ 就说明转子已经不平衡,需要进行校准并保证其能回到正常的状态。

2.3 滚动轴承故障处理

滚动轴承的失效是摩擦、冲击、内外滚道乃至保持架各种频率的综合反映。对于中小型轴承来说,单次损伤微不足道。关键是缺陷不会只发生一次,一旦发生,如果不迅速诊断和控制,会造成不可估量的损失。另外,并不是所有的轴承都是低价位的,有些高价轴承更换困难,价格昂贵,所以加强故障诊断,统筹安排维护非常重要。

当滚动体碰到外圈或内圈的局部故障时,或者滚动体上的故障碰到外圈或内圈时,冲击会调制相应的临界频率。常见的轴承故障问题有很多,比如轴承异常磨损。加速启动和磨合过程中的轻微磨合磨损和配合磨损属于正常磨损,但如果轴颈在轴瓦内接触不良、轴瓦单侧接触或局部有压点、轴承间隙过大或过小,则可能出现异常磨损。还有一种情况,就是轴承被腐蚀,润滑剂选择不当,在工作状态下产生氧化膜和反应物,导致润滑剂快速老化,产生润滑不到位的问题。轴承在工作时,如果轴颈的涡动幅度增大,涡动速度较高,间隙中的油就有很大的压差,容易产生气蚀,也会影响轴承的正常使用。例如,如果原信号的幅度调制在某一频率上,则调制后的主频约为 $1/0.009\text{ Hz}\approx 111\text{ Hz}$ 。已知内圈中滚动元件的局部失效频率,即 BPFI 为 118.875 Hz 。这表明轴承可能有内圈故障。

轴承在机械设备中相当于是维持机械运转的力臂,关系着机械设备是否可以正常运行。机械设备在实际运行过程中,不同位置的轴承在转动期间会受到不同程度的伤害,这就需要工作人员结合轴承振动时产生的声音,对其所受损害程度进行判断,把控好受损的部位,这样就能够为后期检测工作的开展提供可靠的信息支持。在不同的损伤部位,所呈现数据存在一定差异,因此,工

作人员需要通过对比研究的方式得出最准确的结果。从目前的情况来看,对轴承故障进行检测的方式主要有谐振信号接收法和脉冲信号接收法两种,不同方法在诊断的过程中有不同的价值,需要根据设备的实际运行情况进行选择。具体的操作方法为,在对设备故障进行检测的过程中,采用脉冲信号接受法,主要是利用轴承压痕和腐蚀时产生的脉冲信号进行准确诊断。在轴承存在缺陷的时候,其产生的发射频率与正常状态下的发射频率存在一定差异,可以通过听的方式判断轴承是否存在故障。谐振信号接收法主要根据零件的固有频率实现诊断,该方法主要利用了不同零件特有的固定振动频率,采用专业检测设备对轴承存在的缺陷进行界定。倘若轴承存在缺陷,其会产生相应的振动冲击,这会导致与其相关的零件出现振动,最终会被传感器捕捉,并传输至滤波器。

3 结语

在钢铁冶金机械设备管理中,需要做好整体故障的诊断和处理,尤其是针对钢铁冶金技术应用中存在的各种问题,需要通过有效的技术分析、技术优化、技术革新,整体上提升冶金机械设备的应用效能。在实际的故障处理中,需要保证整体设备全面检查、有效检修、提前预警,将机械设备的故障问题影响降到最低,这样才能保证整体的故障处理切实有效,并带动整体钢铁冶金技术行业的发展,提升整体机械设备的管理价值。

参考文献:

- [1] 吴春明,宋清山,杨成海,等.钢铁冶炼机械设备故障诊断及处理措施研究[J].中国设备工程,2021(21):56-57.
- [2] 李翠.钢铁冶炼机械设备故障诊断及处理措施[J].南方农机,2020,51(13):118-119.
- [3] 刘俊峰,赵铁英.浅析钢铁冶炼机械设备的故障诊断及处理措施[J].包钢科技,2018,44(03):70-72.
- [4] 周金雷.钢铁冶炼机械设备的故障诊断及处理分析[J].中国市场,2016(41):62-63.

作者简介:余道国(1969-),男,汉族,湖北黄冈人,本科,机械工程师,研究方向:钢铁厂设备管理。