

卧螺离心机实时监测与故障自愈系统研究

马 波¹ 马日红² 江志农¹ 高金吉¹

(1. 北京化工大学机电工程学院, 北京 100029; 2. 辽东大学, 辽宁 丹东 118001)

摘 要: 针对离心机机组在运行过程中容易出现振动、扭矩过大等故障的特点, 开发了一套集实时状态监测与故障自愈为一体的自愈调控系统, 同时为机组稳定长期运行提供可靠的保障。文中介绍了系统的整体结构和功能, 并对设备的故障自愈调控系统进行研究。

关键词: 故障自愈; 实时监测; 离心机

中图分类号: TH17

卧式螺旋卸料沉降离心机是一种结构复杂的高速旋转机械, 由于具有连续操作、处理量大等特点, 实际使用时, 条件苛刻, 其运行可靠性不尽人意, 表现出故障频繁、使用周期短。对于大型化工生产, 停车造成的损失是十分巨大的。目前, 多数石化企业仍沿用事后维修和定期维修制度, 不但减少了生产时间、增加了检修费用, 而且容易在开停机过程中发生新的故障乃至事故^[1-3]。

在过程装备复杂系统中引入以故障预防和自愈为目标的自主调控机制, 打破传统的“专业壁垒”, 通过装备运行中主动调控消除产生故障的初始原因, 将故障消除在萌芽之中, 可以提高装备的可靠性, 确保其安全长期运行。因此, 研究和开发集实时监测和故障自愈为一体的自愈调控系统并将其实时地转化为工业应用, 无论是对理论研究, 还是生产实际, 都有极其重要的意义^[4-5]。

1 系统整体设计

本系统包括实时监测、故障自愈和数据采集三个子系统。整个系统采用 Server/Client 两级结构, 服务器端进行数据采集和数据存储工作, 客户端运行实时监测和故障自愈子系统。

实时监测部分是对卧螺离心机的部分工艺参数和工况参数进行监测、分析。通过振动频谱分析、任意时间段趋势分析等手段, 为保证卧螺离心机安全、

稳定运行, 及时发现离心机可能出现的故障提供了保障^[1,3,6]。故障自愈子系统是对采集的信号进行分析, 来判断是否可能发生故障, 并采取相应的措施消除潜在故障。根据系统的功能要求, 整体结构图和测点布局图如图 1 和图 2 所示。

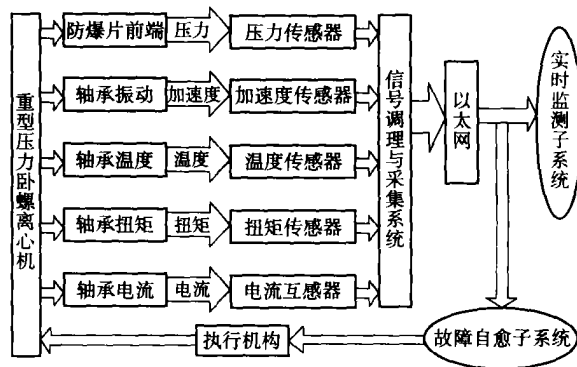


图 1 整体结构图

Fig. 1 System infrastructure

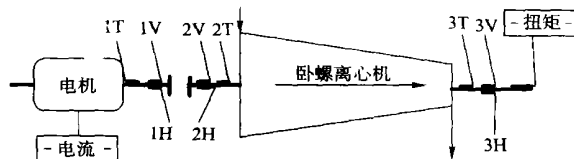


图 2 测点布局图

Fig. 2 Channel location

2 实时监测和数据采集子系统的设计

实时监测子系统主要是对离心机进料端和出料端轴承振动进行状态监测, 对离心机的进料端和出料端轴承温度、扭矩和电流进行在线监测, 以确保机组在最佳工作状态运行。将其安装在局域网范围内

收稿日期: 2004-05-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (50375014)

第一作者: 男, 1977 年生, 博士生

E-mail: pdemb@tom.com

任意主机上,就使其成为分析站,安装在数采工作站上则使其可以独立完成全站单机监测工作。该软件前面板采用形象的按钮进行功能选择,真正做到操作简单灵活、运行可靠等特点。主要包括以下几个方面。

1) 在线监测。该部分的功能是使系统可以随时动态地显示各测点上的状态,便于监测以棒图形式表示,可直观地了解各轴承振动信号是否超标,一旦某测点超过了设定的“黄灯”或“红灯”限,系统立即进入报警状态,使操作能及时掌握设备的运行状态。

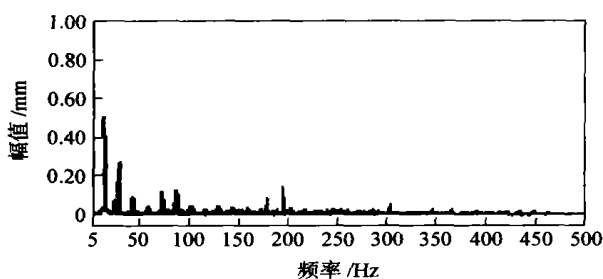
2) 在线数据分析。数据分析提供强大的数字信号分析功能。包括时域分析、频域分析(机械振动幅值谱、功率谱、带窗函数选择、谱平均、坐标选择功能)、包络谱分析、倒频谱分析等。用户在数据分析过程中,如果觉得这组波形数据具有某种特征,可以在线保存特征波形数据。

3) 趋势分析。趋势分析是判断设备运行状况的重要手段。通过选择机组、测点、时间间隔获得该测点在这段时间内的运行状况,本系统的趋势分为时、日、周、月、年趋势。

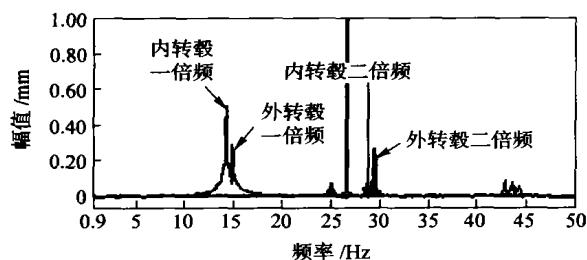
4) 历史波形数据分析。可以查询报警数据,历史工况数据和特征波形数据,并进行相关的数据分析。

5) 细化谱分析^[6]。细化谱分析专门针对卧螺离心机具有拍振的特点,进行设计的。拍振是由两个振动频率相近而又不成整数倍的简谐振动的叠加而形成的。因为要采集到拍振和内外转鼓的频率信息,就需要采样周期长。在这种情况下,通过细化谱分析才可以查看到内外转鼓的振动频率。图3为细化谱分析后和一般的频谱分析后的比较。从图上可以看到:在一般频谱图上分辨不出内外转鼓的频率,而在细化谱图上可以清楚的分辨出内外转鼓的频率。

数据采集子系统负责实时采集机组的振动、轴承温度、压力、扭矩和电流等信号,并完成对信号的必要处理、传输与存储等工作。这些信号直接反映机组的运行状态,通过以太网把信号传输到实时监测和故障预防子系统。在服务器端存储的趋势和历史数据对卧螺离心机故障、维修和性能分析具有非常重要的价值。



(a) 常见谱分析图



(b) 细化谱分析图

图3 两种谱分析图比较

Fig. 3 Comparison between two spectral analysis graphs

3 故障自愈子系统的设计

3.1 故障自愈调控原理

装备和有生命的机体一样,实际上是有许多相互联系、相互作用的各个(要素)组成的复杂系统,它同时亦是以一定的组织性(有序性)、多样性(复杂性)处于一定的稳定状态,并通过各个系统之间的相互联系和相互作用,实现生命过程的调节,保持机体的稳定状态。一旦机体出现故障(病态),那么这时一定是机体中某一局部系统(子系统)偏离了其稳定状态,表明它的有序性、组织性、复杂性与多样性发生某种程度的变化。

除了极少数突发故障以外,绝大多数故障的产生是一个过程,是渐进的。故障产生的终极原因,是装备零件间或是装备整体、零部件与环境相互作用的结果。信息可以揭示机器、生物等的相互作用和关系。信息技术的进步,为探测故障早期征兆提供了可能,据此分析故障的因果链,找出产生故障的初始原因。通过智能决策和主动控制(自适应控制),消除这一初始原因,可以将故障抑制在萌芽中,从而恢复和保持了系统结构的有序稳定。

3.2 离心机故障自愈系统

通过对离心机早期故障初始原因的探查,发现卧螺离心分离机经常发生轴承、密封等损坏严重事故,其原因往往是由于内转子和外转鼓的强烈振动,

而振动的原因又是由固、液物料分布不均或堵塞造成动不平衡引起的。一般情况,从转鼓开始不平衡到产生振动、再到机器损坏是有一段时间的,如果实时监测机器的扭矩、电机电流,并对其振动频谱、相位进行分析可以早期发现这一故障,采取暂停进料和冲洗等措施是可以将这一故障在初始阶段就消除的。现在国内外石油化工企业的离心机组还是采用定时冲洗和振动联锁紧急停车的传统方法,由于冲洗的不适时振动故障时有发生,大型离心机频繁故障停机的问题是石化企业一直未能解决的老大难问题。故障预防系统是通过数据采集子系统进来信号进行分析,对含弱信息特征参量提取识别,这通过对早期故障工况、状态征兆的探测和识别及时发现故障的征兆,将故障抑制在萌芽中,防止事故发生。主要体现在以下三个方面:

1) 当离心机壳体或两端轴承处的振动超过设定报警值时,通过故障预防系统判断振动超标原因,如果属于不平衡原因造成振动过大,那么通过自动关闭进料阀,自动打开冲洗阀对机体内部进行冲洗,当振动值恢复正常区域时,自动关闭冲洗阀,重新打开进料阀,使离心机在短时间内恢复正常运行;如果诊断系统判断振动超标不是由于不平衡原因造成的,那么及时在控制室进行声光报警,通知操作人员及时采取措施避免机器出现损坏等故障。

2) 根据实时监测爆破片前端压力确定机体内部压力泄漏情况,当爆破片爆破时,系统根据监测到的压力变化,及时切换备用爆破片,避免长时间停车切换防爆片造成的经济损失。

3) 根据进料量、出料量与扭矩及电流的对应关系,当扭矩和电流接近给定最大值时,通过流量控制

系统及时调整进料量或进行自动冲洗,当扭矩恢复到正常状态后,进料恢复到正常负荷,从而避免造成差数器或内外转毂的损坏。

4 结束语

集实时监测和故障自愈为一体自愈调控系统为及时发现卧螺离心机可能出现的故障,并且在早期阶段消除潜在故障,为卧螺离心机长期稳定运行提供保障。在实际应用中,使以前卧螺离心机运行周期从三、四个月延长到八个月。同时避免了突发事件给企业带来的重大经济损失,为保证卧螺离心机安全、长期稳定运行提供可靠保证。

参 考 文 献

- [1] Deuzkiewicz P, Radkowski S. On-line condition monitoring of a power transmission unit of a rail vehicle[J]. Mechanical System and Signal Processing, 2003, 17(6): 1321 - 1334
- [2] 高金吉. 基于矩阵判别筛选法的机械故障诊断专家系统[J]. 振动、测试与诊断, 1998, 15(2): 120 - 124
- [3] 盛 鹏, 何永勇, 诸福磊. 水轮机空蚀在线监测与诊断系统[J]. 水利水电技术, 2002, 33(7): 17 - 20
- [4] Gao Jinji. A study of the fault self-recovering regulation for process equipment[C]. International Academic Conference on Intelligent Maintenance System. Xi'an: IMS, 2003, 2003.
- [5] Gao Jinji. Think about future plant medicine engineering[J]. Engineering Science, 2003, 5(12): 30 - 35
- [6] Dalpiaz G, Rivola A. Condition monitoring and diagnostics in automatic machines: comparison of vibration analysis techniques[J]. Mechanical System and Signal Processing, 1997, 11(1): 53 - 73

A system of real-time monitoring and fault self-recovering for centrifuge

MA Bo¹ MA Ri-hong² JIANG Zhi-nong¹ GAO Jin-ji¹

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 2. Liaodong University, Liaoning Dandong 118001, China)

Abstract: A centrifuge might stop running and cause considerable lost due to mechanical faults. A monitoring and controlling system was developed, which involves both real-time monitoring and fault self-recovering, and provides a guarantee for a long-term running. The paper presents the whole structure and function of the system and illustrates our work for the fault self-recovering of a plant.

Key words: fault self-recovering (FSR); real-time monitoring; centrifuge

(责任编辑 刘同帅)