

矿井主通风机运行监测系统设计与研究

李贝

上海能源大屯煤电集团有限责任公司孔庄煤矿

[摘要] 煤矿主通风机是煤矿生产中最主要的通风装置，也是“煤的肺”，是煤炭生产中最主要的通风系统。主通风机能否可靠地工作，是矿井安全生产必不可少的先决条件。煤矿通风系统以风机为主，其作用是向地面输送新鲜空气，控制有害气体、气体、粉尘的浓度。矿井通风系统一旦出现故障，将会对矿井生产造成极大的威胁。因此，如何在煤矿安全、可靠、智能的矿井通风设备监测中，充分发挥煤矿安全、可靠的作用。鉴于此，本文对矿井主通风机运行监测相关系统设计问题进行分析探究。

[关键词] 矿井；主通风机；运行监测系统

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.2747

引言

主通风机是煤矿安全运行的重要机械设备。它的首要作用是为工作人员提供充足的新鲜空气，以保证工作场所的安全。煤矿主通风设备一年24小时运转，将新鲜空气源源不断地输送到地下。当发生故障而停机时，应迅速切换备用风机，保证连续供气，并迅速进行故障排除，使装置能在最短时间内恢复正常工作。所以，风机的长期、平稳运转是非常关键的。煤矿主通风系统出现的各类故障，应引起足够的重视。通过对煤矿主风机的实时监控，通过对煤矿主风机进行实时监控，对各类故障进行快速的识别和定位，防止故障进一步扩大，防止事故进一步恶化，保障煤矿的安全。

一、主通风机系统组成及状态参数

采掘矿井主通风系统的送风形式有抽出式、压气式和混合式三种，而抽出式是最常用的一种。它的工作原理是利用叶轮不停地转动，将机械能转化为气体。现在，对旋式轴流风机得到了广泛的使用。它具有高的送风效率，低能耗，低噪音，设备稳定性好，占地面积小，安装和使用方便。本论文针对在不同矿区使用的FBCDZ对转轴循环风机进行了研究。它的组件有收集器，整流罩，扩散器，叶轮，风扇，马达，轴承等。

目前，国内煤矿主风机已普遍装备有自动控制系统，以实现主扇工作状态的实时在线监测。通过安装在通气机中的信号采集系统，对有关数据进行实时的收集、上传，对各类设备的故障及隐患进行统计、分析，为故障的诊断与处理提供依据。对主风机进行实时监控，其主要监控指标为：设备的温度、振动。当检测到的信号参数超出预设警戒值时，会有一个失效报警。对风机及马达两侧轴承进行温度监控，设置65摄氏度的温度警报。同时监控风机的横向和纵向的振动，并监控电动机和轴承的横向和纵向的振动。

二、主通风机故障类型

煤矿主通风系统由于其结构复杂、机械和电气部件众多，在长期不停运转的情况下，很难维持长期、健康、稳定的工作状态。它包括风机故障、电机故障和振动故障三大类。

(一) 风机故障

长时间的连续运转，导致风机出现异常振动，部件松动，温度升高，噪音增大等问题。转子不平衡、叶片偏心、转子摩擦等都会导致异常的振动；零件的松动是由于安装和安装的问题，长期的异常振动和共振，螺栓松动等；装配不当，摩擦和发热异常，润滑不足等都会引起高温；噪音增大的原因有：振动、松动、转子偏差、叶片损坏、轴承磨损等。

(二) 电机故障

电动机由转子和定子构成。电动机的故障有异常的振动，异常的声音，过高的温度和难闻的气味。异常振动是最常见的故障，其原因有：电压不稳定，定子绕组不对称，转子偏心或不平衡，传动装置装配不合理，引起电机的异常振动，造成电机负载增加，噪声增加，寿命缩短；电动机的异响表示有明显的故障，应该引起足够的注意。其产生的原因有电磁噪声、轴承磨损噪声、传动机构松动、摩擦等；马达的温度太高或者有臭味，这往往是一个更大的问题。其原因有电机散热不良，电压过高，电气短路，绕组烧坏，电机烧坏等。

(三) 振动故障

排气扇是一种转动的机器，它的运动主要是由转动轴带动的。在运转时，风扇马达的转子转动速度较快，会造成部分部件的磨损。当磨损到一定的时候，就会发生故障，使通风系统的运转不平衡，从而引起振动，从而造成通风机的振动。造成这种现象的原因有：①轴系的不合理。通风器的中心部分是一个联轴器。耦合器一端与马达轴相连，一端与风机轴相连。在转子轴的装配中，由于各误差的相互配合，使其工作时间延长，其误差也会随之增大。转子在受到压力时会发生变形，从而使转子轴和马达的轴发生位移，从而造成失效。轴系错位故障是在运转过程中，转轴的平行度、位移和角度不均匀所致。这种失效也会造成耦合装置的弯曲和变形，造成通风机的损坏，从而影响到整个通风系统的运行。

(2) 转子与部件的摩擦失效；在长时间的运转中，由于转子系统与静组件的摩擦，产生了以径向和轴向摩擦为主的摩擦失效。转子与固定部分的外端面会形成径向摩擦力，而转子和固定件之间的轴向接触会引起轴向摩擦力。由于转子和固定部分的间隙太大或太小，转子在安装时没有和定子对齐，在长时间的运转中，转轴受热不均，造成外壳尺寸过大，从而引起了风机转子的摩擦。(3) 扇叶发生变形。风机在运转时，受到外界气流的猛烈撞击，使叶片产生裂纹、变形甚至破裂，从而引起风机的不平衡。风机的振动是由叶片失效造成的，以径向振动为主。在大范围内，由于空气流动的作用，叶片出现了严重的轴向振动。

三、设备故障的快速诊断及处置

基于现场监控系统，利用主风机故障进行模糊推理，并对故障进行分析和诊断。当系统检测到主风机的工作参数超出限制时，会自动启动模糊推理程序，将所监测到的参数上传至数据库进行比对，从而确定故障的种类、发生故障的报警、查找原因、解决办法等，使用户能够及时、高效地进行

故障诊断。主扇的构造比较复杂，断裂的类型也比较复杂。若只有专业人士来调查、处理某些非正常作业，难免会造成难度，且工作量过大。模糊推理与故障诊断是将专家系统与数据库相结合，从而判断出故障的种类和成因，从而使处理的效率大为提高。通过对故障进行监控和识别，可以迅速确定故障类型、位置，并给出相应的处理措施，并在专家系统的指导下，进行一系列的故障处理。在此基础上，系统会对故障信息进行记录，并进行相应的处理，并产生相应的报表，以便于以后的查询、分析。

四、矿井主通风机运行监测系统设计

(一) 系统总体设计方案

1、系统架构

采用模块化的方法建立了风机的运行监测系统。该系统以两个轴流风机为控制目标，一次运转，一次待机。在工作过程中，两个风扇互相保持待机状态。风机采用对转轴流型设计，能够在较小的功率消耗条件下，实现高效率、灵活的空气流量和压力调整。选用最常用的抽气方式来进行换气。在回风井的入口设有两个通风孔，在通风孔内形成负压，以达到通风。

按功能划分，主要包括：控制模块、上位机监控模块、远程调度模块、风机驱动控制模块、操作参数采集模块。该控制模块以plcs7300为核心，实现了对不同的风机运行参数的上传和发布，并对其进行实时监测。采用RS485通讯方式实现了主 PLC与从站 PLC的通讯；计算机监测模块主要实现对风机运行参数的实时显示和下达各类运行命令；遥控器为该设备提供了一个数据服务器，可以对呼吸机的工作状况进行远程监测和记录；风机的驱动控制模块包括变频器、电机和相应的控制箱，以完成风机的功率和 PID控制；操作参数采集模块主要是对主风机的风量、风压、绕组温度、风机幅值、电参数等进行数据采集。

2、系统控制原理

整个监控系统都是由负反馈的。在系统工作时，主机系统将起动指令发送给 PLC，由电动机带动通风机起动；在主风机的运转中，运行参数采集模块内的各类传感器会对风机的风量、风压等进行数据采集，并将数据传送至 PLC；通过上位机接收到传感器所获取的数据，由微机进行分析和运算，然后向 PLC输出 PID调整信号；在这种情况下，PLC把计算机发送的控制信号用 D/A变换成变频器所能识别的标准电信号，从而完成变频器的变频、起动控制，并对电动机的电压、频率进行调节，从而达到对风扇转速的控制。在管路中存在大量的风压、风压时，采用闭环-负反馈控制方式，将对应的信号输出到变频调速装置，使风机的电压、频率下降，使管路系统的风量和压力得到缓解，反之，也会产生相反的效果。采用闭环负反馈控制，能使地下通风达到合理的水平，从而保证了矿井的运行安全。

(二) 硬件方案设计及选型

监控系统的核心内容是：三个主、从站 PLC、各种用于现场操作参数的传感器、各种标准信号变换的变压器、监控与保护一体化的保护设备。对以上核心硬件设备的合理选取，是确保系统控制与数据采集参数的可靠度的重要因素。

在选用 PLC时，既要考虑计算速度、存储容量、接口数目，又要兼顾成本和自适应能力。本系统采用了西门子S7-300单片机作为控制核心。它具有结构紧凑、模块化的特点。Its模块、电源模块、信号模块、功能模块、通信模块、接口模块等都可以任意组合、扩充。该系统适合于中小规模的控制，能很好地适应这种要求。

采用Pt124b-3501型差压传感器进行风压检测。风机运转过程中的静压、动压和总压信号，都是通过风机的入口钻孔和安装压力导管而得到的。风机振动监测是通过风机的转子不平衡、部件间摩擦等因素进行检测而实现的。采用Jm-b-39一体化的振动传感器，其测量精度可达0.5级。对应的输出是4 ma-20 ma的标准电流信号，可以在风扇的前、后轴承上安装。

电动机绕组及轴承温度监控是保证风机正常工作的关键。系统选用PT100型温度传感器，采集电机的温度信号，经温度传感器将其转换成相应的电流信号，再由 PLC通过以太网与主机的显示器进行通讯，实现对温度参数的实时显示。风机的工作电压、电流、功率等电气参数都是由监控系统来监控的。采用风机综合保护装置，对设备的电气参数进行监测，以达到对设备的线路保护。通过通讯模块与一体化保护设备的联接，实现了电气参数的传递。

(三) 软件方案设计

在系统工作时，首先进行系统的初始化和自检，然后确定风机的起动方式。若需人工操作，则可转换至人工操作方式；进入自动操作后，对主通风机进行起动指令，并对电控蝶阀进行判断。在风机工作时，各风扇蝶阀应打开，而风机蝶阀则应关闭；在确定了蝶阀的工作状态后，设定主风机变频调速，开启开关，使电动机工作。这时，主风机处于工作状态，运行参数监控模块对各操作参数进行实时检测和上传。在此基础上，利用 PLC进行数据采集，与 PC机进行交流，实现对风机的各种工况及参数的实时显示；在主风机出现故障时，监测系统会自动切换至备用风机，实现反向运转，保证矿井通风工作的顺利进行。备用风机的起动过程和风机起动程序一样。

结语

综上所述，煤矿主通风在线监控作为煤矿信息化、智能化的关键技术，必将在今后的发展中发挥更加重要的作用。本文利用 ZigBee无线通讯技术，在以太网环网中实现了煤矿主风机的在线监控，它采用三层结构，将各传感器的数据一步一步地上传到监控中心，利用模糊运算的原理对监控中心进行分析，并将设备运行状态、故障预警、分析处理等功能实现了实时的显示。通过软件、硬件的研制与调试，对该系统各项指标进行了性能测试，满足了设计要求，为矿井主通风机的安全、高效通风奠定了基础。

参考文献：

- [1] 崔红芳,程风林.基于改进模糊推理理论的矿井主通风机故障诊断[J].煤炭技术,2021,40(10):112-115.
- [2] 王国栋.矿井主通风机状态监测与故障预警提升安全性的研究[J].当代化工研究,2021(17):107-108.