

轴流式一次风机失速原因分析及预防措施

牛俊杰

国能河北龙山发电有限责任公司 河北 邯郸 056400

摘要: 本文深入探讨了轴流式一次风机失速的成因及预防措施。通过分析风机失速的主要原因,包括设计、流体动力学、系统运行以及环境与人为因素等,提出了优化设计与选材、建立监测与控制系统、参数优化控制、定期清理以及制定应急预案等一系列预防措施。同时,结合新技术和新工艺的应用,进一步提出了改进方向,以提高风机失速的预防能力,确保工业生产的稳定运行。

关键词: 轴流式一次风机;失速原因;预防措施

引言: 轴流式一次风机作为工业生产中的关键设备,其稳定运行对于生产效率及安全至关重要。在实际运行中,风机失速问题时有发生,给生产带来不少困扰。因此,在对轴流式一次风机失速的原因进行深入分析,探讨有效的预防措施,并结合新技术、新工艺的应用,提出改进方向,以期为工业生产的稳定运行提供有益的参考。

1 轴流式一次风机在工业生产中的重要性



轴流式风机如图所示

轴流式一次风机在工业生产中扮演着至关重要的角色。作为工业生产过程中的关键设备之一,它承担着为生产线提供稳定、高效的风源供应的重要任务。首先,轴流式一次风机能够确保生产线的连续稳定运行。在许多工业生产过程中,如电力、冶金、化工等领域,风机的稳定运行对于整个生产线的顺畅运行至关重要。轴流式一次风机通过提供稳定的风源,保证了生产线上各个环节的正常运行,避免了因风量不足或不稳定而导致的生产中断或质量问题。其次,轴流式一次风机在节能减排方面也发挥着重要作用^[1]。随着环保意识的不断提高,工业生产对于节能减排的要求也越来越高。轴流式一次

风机通过优化设计和高效运行,能够显著降低能源消耗和排放,减少对环境的影响。这对于企业实现可持续发展、提高经济效益具有重要意义。

2 轴流式一次风机的工作原理与特性

2.1 轴流式一次风机的基本结构与工作原理

轴流式一次风机,作为工业生产中的关键设备,其基本结构由进口导叶、叶轮、机壳、出口扩压器以及传动装置等组成。其核心部件是叶轮,其叶片形状和角度设计精巧,以适应不同的气体动力学性能需求。工作原理基于旋转动力,即电机通过传动装置驱动叶轮旋转,叶片在旋转过程中将气体从进口吸入,经过叶轮的旋转作用,气体获得动能,并在出口处转化为静压能,从而实现气体的输送。在实际应用中,轴流式一次风机通常采用变转速调节方式,以适应不同工况下的风量需求。通过调整电机的转速,可以改变叶轮的旋转速度,进而改变风机的流量和压头。进口导叶的角度也可调整,以进一步优化风机的性能。数据方面,以某型号轴流式一次风机为例,其叶轮直径可达2米,转速范围为700-1500rpm,设计流量范围广泛,适用于各种工业应用。

2.2 轴流式一次风机的性能参数与特性曲线

轴流式一次风机的性能参数主要包括流量、压头、效率、功率等。这些参数是衡量风机性能的重要指标,对于风机的选型和运行具有重要的指导意义。特性曲线是反映风机性能的重要工具,通常包括流量-压头曲线、流量-效率曲线和流量-功率曲线。这些曲线描述了风机在不同工况下的性能表现,为风机的优化运行提供了依据。以某型号轴流式一次风机为例,其在标准工况下的流量范围为20,000-60,000m³/h,最高效率可达85%以上。在特性曲线上,可以清晰地看到随着流量的增加,压头逐渐降低,而效率则呈现先增后减的趋势。这些数据为风机的选型、运行和调试提供了重要参考。

2.3 风机运行状态的评价指标与标准

轴流式一次风机运行状态的评价对于工业生产的安全和效率至关重要。(1) 振动评估: 振动是衡量风机运行平稳性的关键指标。定期对风机进行振动检测, 确保振动水平维持在预定的安全范围内, 如振动加速度不超过 $0.1g$ (重力加速度)。通过这一控制, 我们能够延长风机的使用寿命, 同时降低对生产环境的潜在风险。(2) 噪声水平: 过高的噪声不仅影响工作环境, 还可能对员工的健康产生负面影响。我们设定风机运行时的噪声水平应不超过 $85\text{dB}(\text{A})$, 并通过技术改进和噪声控制措施, 将噪声水平控制在合理范围内^[2]。(3) 温度监测: 温度是反映风机内部状态的重要参数。过高的温度可能导致风机零部件的热疲劳和损坏。因此, 我们实施了对风机温度的实时监测, 确保其在正常范围内运行, 例如, 轴承温度不应超过 90°C , 电机温度不超过 120°C 。(4) 运行效率: 运行效率是衡量风机性能优劣的核心指标。我们通过对风机的运行效率进行定期评估, 发现高效的风机其效率通常可达 80% 以上。为了确保风机的高效稳定运行, 我们采取必要的优化措施, 如调整叶轮转速、优化进口导叶角度等。基于以上指标的综合考量, 建立了评价风机运行状态的标准。这些标准旨在确保风机能够稳定、高效地运行, 满足工业生产的实际需求, 同时保障生产环境的安全和员工的健康。通过持续监测和优化, 能够确保轴流式一次风机始终处于最佳运行状态。

3 轴流式一次风机失速的原因分析

轴流式一次风机在运行中, 若遭遇失速的情况, 可能会影响生产效率, 甚至威胁生产安全。

风机叶片设计是影响轴流式一次风机稳定运行的关键因素。精确设计需综合考虑气流的顺畅流动与工况下的稳定性能。叶片角度直接影响气流与叶片的交互, 设计角度过大易导致气流提前分离, 形成旋涡, 增加阻力并干扰流场, 极端情况下甚至引起失速。设计角度过小则可能影响气流产生推力, 降低效率和稳定性。弦长选择也需权衡刚度、质量和响应速度, 以满足不同工况需求。同时, 高强度、耐腐蚀的叶片材料有助于维持长期运行时的形状和性能。如某型号风机因叶片设计角度偏大导致失速, 经调整优化后性能显著提升, 验证了叶片设计在风机稳定运行中的关键作用。因此, 精心设计的叶片对于保障风机性能、提高运行稳定性具有重要意义。

3.1 流体动力学因素

流体动力学因素在轴流式一次风机失速问题中占据重要地位。进口气流的均匀性对风机运行稳定性至关重要。当气流分布不均, 如存在偏流或脉动, 会在风机内

部形成复杂的涡旋和回流, 严重干扰气流的稳定流动, 增加失速风险。流体中的杂质和颗粒物同样不容忽视。这些物质不仅会在气流中携带, 还会对风机叶片造成磨损, 降低叶片光滑度, 影响气流的附着能力, 进而增加流动阻力和失速的可能性。统计数据表明, 当流体杂质含量超标时, 风机失速率将显著上升。此外, 高背压或低流量等特定工况下, 风机内部流动状态发生显著变化, 也容易导致失速问题^[3]。

3.2 系统运行因素

系统运行因素也是导致风机失速的常见原因。例如, 风机在启动或停机过程中, 若操作不当或系统参数设置不合理, 可能导致风机内部气流不稳定, 从而引发失速。此外, 系统中其他设备的故障或运行异常也可能对风机产生影响。例如, 某电厂的轴流式一次风机在与其他设备联动时, 因系统参数设置不当导致风机失速, 需重新调整系统参数以解决问题。

3.3 环境与人为因素

环境与人为因素同样可能导致风机失速。环境因素包括温度、湿度、空气质量等, 这些因素可能对风机内部的电气设备、控制系统等产生影响, 进而影响风机的稳定运行。人为因素则包括操作人员的技能水平、经验以及对风机设备的熟悉程度等。操作失误、违规操作等也可能导致风机失速。为降低此类风险, 需加强操作人员的培训和管理。

4 轴流式一次风机失速的预防措施

4.1 优化设计与选材

在预防轴流式一次风机失速的问题上, 优化设计与精选材料是两项至关重要的措施。重点关注叶片的设计。叶片的角度、弦长和厚度等参数必须经过精确计算和模拟分析, 以确保在各种工况下都能维持优良的气动性能。通过优化叶片设计, 可以有效减少气流在叶片表面的分离现象, 避免形成旋涡和回流区, 从而增加风机的稳定运行范围。流道设计也需细致考虑, 以确保气流在风机内部能够顺畅流动, 避免产生死角和涡流区域。选用高强度、耐磨、耐腐蚀的材料对于制造风机叶片至关重要。这样的材料可以确保叶片在长时间运行下依然保持其形状和性能, 减少因叶片磨损而导致的失速风险。同时, 应注意叶片表面的光滑度, 以减少气流在叶片表面的阻力, 提升风机的整体效率。

4.2 监测与控制系统

在预防轴流式一次风机失速的问题上, 建立一个高效可靠的监测与控制系统是至关重要的。这样的系统能够实时监测风机的运行状态, 包括气流速度、压力、温

度等关键参数,以及叶片的振动、位移等动态性能。通过收集和分析这些数据,控制系统能够及时发现异常情况,并采取相应的措施来防止风机失速。监测与控制系统通常包括传感器网络、数据采集与处理单元以及控制算法等组成部分。传感器网络负责实时采集风机运行过程中的各种数据,确保数据的准确性和实时性。数据采集与处理单元则负责将传感器采集到的数据进行处理和分析,提取出有用的信息。控制算法则根据这些信息来判断风机的运行状态,并生成相应的控制指令。

在预防风机失速方面,监测与控制系统可以通过以下几种方式实现:通过对风机进口气流速度的实时监测,系统可以及时发现气流不均匀或涡流等异常情况,并采取相应的措施来调整风机的工作状态,以恢复气流的稳定性。系统可以监测叶片的振动和位移情况,及时发现叶片磨损或损坏等问题。当发现异常情况时,系统可以自动调整风机的工作参数,或者发出警报通知维护人员进行处理,以避免因叶片问题导致的风机失速^[4]。监测与控制系统还可以根据风机的运行工况和外部环境条件,自动调整风机的控制策略,以适应不同的工作需求。通过智能控制和优化算法,系统可以使风机在不同的工况下都能保持高效、稳定的运行状态。

4.3 参数优化控制

轴流式一次风机失速的预防措施中,参数优化控制结合数据监测是一项关键的策略。这种预防措施通过对风机运行参数的实时优化和控制,结合全面的数据监测与分析,显著提高风机的稳定性,从而降低失速风险。参数优化控制旨在根据风机的实时运行数据,动态调整风机的工作参数,以应对不同工况和外部环境的变化。这包括但不限于调整风机的转速、叶片角度以及入口气流的均匀度等参数。通过这些数据的实时监控和分析,控制系统可以预测潜在的失速风险,并提前进行干预,以避免风机失速的发生。同时,全面的数据监测是参数优化控制的基础。通过安装传感器和监测设备,收集风机运行过程中的各种数据,如风速、温度、压力、振动等。这些数据不仅用于实时监控风机的运行状态,还用于分析风机的性能,并发现潜在的故障和异常。

4.4 定期检查与清理风道与滤网

风机的风道与滤网在长时间运行过程中容易积累灰尘、污垢和其他杂物,这些积累物不仅会影响风机的通风效率,还可能引发风道堵塞或滤网堵塞,导致风机失速。因此,定期检查与清理风道与滤网至关重要。在检查过程中,需要关注风道的畅通性和滤网的清洁度。通过目视检查或使用专业仪器,检测风道内是否有积尘、

异物或堵塞现象,并及时清理。检查滤网是否完好,如有破损或堵塞,应及时更换或清洗。通过安装传感器和监测设备,实时监测风机的运行数据,如风速、风量、压力等。这些数据能够反映风机的运行状态和性能,及时发现异常情况。

4.5 编制详细的应急预案

首先,应编制一份详尽的应急预案,该预案应包含风机失速的识别标准、应急响应流程、处置措施、通信机制以及后期评估与总结等内容。在预案中,要明确数据监测的作用和重要性,通过设定数据阈值来自动识别和预警潜在的失速风险。例如,当监测到风机转速骤降、风量显著减少或振动异常增大等数据异常时,系统应立即触发预警机制。其次,在应急响应流程中,要明确各相关部门和人员的职责和任务。一旦发生失速风险或事件,相关部门和人员需按照预案中的规定,迅速启动应急响应程序,采取必要的处置措施。这些措施可能包括调整风机运行参数、切换备用风机、启动紧急停机程序等,以确保风机安全停机并减少损失。同时,应急预案中还应包含数据监测与分析的要求。在风机运行过程中,要持续监测风机的各项运行数据,包括转速、风量、压力、温度、振动等。这些数据不仅能够用于实时监测风机的运行状态,还能为分析失速原因和制定应对措施提供重要依据。通过对数据的分析,可以识别出风机失速的潜在原因,如风道堵塞、滤网破损、叶片磨损等,从而有针对性地采取预防措施。最后,在应急预案中还应包含后期评估与总结的要求。每次发生风机失速事件后,都应组织相关部门和人员进行评估和总结,分析事件的原因、影响以及处置措施的有效性,并提出改进意见和建议。

5 轴流式一次风机失速预防的改进方向

5.1 针对未完全避免的失速原因,提出进一步改进措施

在轴流式一次风机失速预防工作中,识别到部分失速原因尚未能完全避免。为了进一步改进,对最近三年的失速案例进行了数据分析,统计出失速频率为每年2%,主要发生在负荷快速变化时和外部环境骤变的情况下。针对这些工况,我们计划调整风机的控制策略,增加负荷变化时的响应速度和稳定性,并优化外部环境监测与预警系统^[5]。另外,计划对风机设计进行优化,特别是叶片的几何形状和调节机构的灵活性。通过模拟分析和实验验证,发现新型叶片形状能提升风机在复杂工况下的适应能力,减少失速风险。预计这些改进措施能降低失速频率至每年1%以下。

5.2 结合新技术、新工艺，提高预防失速的能力

通过传感器实时收集风机的风速、振动、温度等数据，并通过云平台进行分析处理，可以实时监控风机运行趋势。根据统计，利用物联网技术的监控系统成功发现了多起潜在失速风险，并提前进行了干预。同时，正在探索利用机器学习和人工智能技术，对风机运行状态进行智能预测和诊断。基于过去两年的运行数据，初步建立一个风机运行的数学模型，并利用该模型对风机未来运行趋势进行了预测。目前，该模型已能准确预测出80%的潜在失速风险，并提前发出预警。

结束语

通过对轴流式一次风机失速原因及预防措施的分析，本文为工业生产中轴流式一次风机的稳定运行提供了有益的参考。未来，随着新技术和新工艺不断发展，期待能够进一步提升预防风机失速的能力，为工业

生产提供更加安全、高效、环保的保障。同时，对于未完全避免的失速原因，将继续深入研究并寻求更好的解决方案，以最大限度地降低风机失速带来的风险。

参考文献

- [1]王志刚,李乔乔,关云龙,等.轴流式双极可调动叶一次风机振动分析及处理[J].黑龙江科技信息,2015(22):142-143.
- [2]高西,李勤刚.某大型火电厂一次风机失速原因分析及预防措施[J].华电技术,2021,33(06):29-31+82.
- [3]辛长生.轴流式一次风机失速分析及其预防措施[J].华电技术,2019,31(09):63-64+82.
- [4]周军,肖凌涛.动叶可调轴流一次风机失速分析及预防措施[J].发电设备,2018(06):506-508.
- [5]焦传宝.一次风机失速原因分析及预防措施[J].山西电力,2020(06):55-58.