

风力发电机偏航液压制动系统压力调控措施研究

李嘉辉

国投广西新能源发展有限公司 广西 南宁 530200

摘要: 本文旨在研究风力发电机偏航液压制动系统的压力调控措施,通过详细分析偏航制动系统的工作原理、压力调控机制及其影响因素,提出有效的压力调控措施,以确保风力发电机组的稳定运行和延长使用寿命。

关键词: 风力发电机;偏航液压制动系统;压力调控

引言

风力发电作为一种可持续发展的新能源,具有节约常规能源和减少环境污染的双重优势。然而,风力发电机组的运行环境复杂多变,对偏航系统的稳定性和可靠性提出了较高要求。偏航液压制动系统作为偏航系统的关键组成部分,其压力调控措施直接关系到风机的偏航性能和安全运行。

1 风力发电机偏航液压制动系统概述

偏航液压制动系统是风力发电机组中至关重要的组成部分,其主要通过精确控制液压压力来实现偏航制动器的制动与释放功能。该系统的工作原理基于液压传动和控制技术,确保风力发电机在各种工况下都能稳定、安全地运行。在风力发电机正常运行或停机状态下,偏航制动器处于最大压力状态,紧紧抱住塔顶的刹车盘,从而有效阻止机舱的任意转动。这种设计不仅保证了机组在停机时的稳定性,还防止了因外部因素(如风载荷)导致的机舱意外转动,从而保护了机组结构的安全。当风力发电机需要偏航对风或进行偏航侧风操作时,偏航液压制动系统会相应地释放部分制动压力^[1]。然而,为了确保偏航过程的平稳性和准确性,系统会保留一个较小的制动压力。这样,在偏航驱动系统工作时,它会遇到较小的阻力,从而使得整机能够平稳、无冲击地完成偏航动作。此外,偏航液压制动系统还具备解缆功能。当机组需要解缆时,系统会完全释放偏航制动器的压力,以避免因制动器摩擦片过度磨损而导致的制动性能下降和机械部件损坏。

2 风力发电机偏航液压制动系统压力调控的必要性

2.1 保障偏航系统的精准与稳定

偏航系统作为风力发电机组的关键组成部分,其性能直接影响风能的捕获效率。液压制动系统通过精确调控压力,能够确保偏航动作的精准执行,使机舱能够迅速且准确地调整至最佳迎风角度。这种精准性不仅优化了风能的利用,还减少了因偏航不准确而产生的额外负

载和磨损,从而保障了偏航系统的长期稳定运行。

2.2 增强机组设备的耐久性与可靠性

风力发电机组在恶劣的自然环境中运行,设备承受着巨大的机械应力和疲劳。偏航液压制动系统的压力调控通过合理控制制动力和冲击力,有效减轻了机组设备的负担,降低了故障率和维修成本。这种保护性的调控策略,增强了设备的耐久性和可靠性,确保了风力发电机组能够持续稳定地发电。

2.3 提升发电效率与经济效益

精确的压力调控使偏航系统能够更高效地响应风向变化,提高风轮的捕风效率,进而提升发电效率。在风力资源有限的情况下,这种效率的提升对于增加发电量、提高经济效益具有重要意义。同时,稳定的偏航控制还有助于减少因风向变化引起的功率波动,提升电网的稳定性和电能质量。

2.4 强化安全性能与应急响应

风力发电机组在运行过程中可能遇到各种紧急情况,如强风、雷电等。偏航液压制动系统的压力调控在此时显得尤为重要,它能够确保在紧急情况下迅速且可靠地制动机舱,防止设备受损或人员伤亡。这种安全性能的提升,为风力发电机组的安全运行提供了有力保障。

2.5 适应多样化环境与工况

风力发电机组需要适应不同的地理环境和气候条件,包括风速、风向的频繁变化以及极端天气情况。通过灵活调整偏航液压制动系统的压力,可以使其更好地适应这些变化,确保风力发电机组在各种工况下都能保持高效、稳定的运行。

3 风力发电机偏航液压制动系统压力调控措施研究

3.1 加装稳压蓄能器

针对风力发电机偏航液压制动系统中残压不稳定的挑战,一个精准且高效的解决策略是在偏航制动的溢流回路中精细整合稳压蓄能器。此措施的核心在于利用蓄能器的能量储存与释放特性,实现系统压力的动态平

衡,进而确保偏航制动操作的平稳与精确。稳压蓄能器的工作原理基于其内部的气体(通常为氮气)与液压系统间的相互作用。当系统压力超出预设阈值时,蓄能器内的气体被压缩,吸收多余的液压能量,有效减缓压力上升速率;相反,在压力下降时,蓄能器释放储存的气体能量,补充系统压力,维持制动器所需的工作压力在一个稳定的区间内。这一过程极大地降低了因负载波动或外部因素引起的压力波动,提高了制动系统的响应速度和稳定性^[2]。在实施这一策略时,需对稳压蓄能器的选型进行严谨的计算与分析。这包括评估风机的偏航制动需求、系统的工作压力范围、以及蓄能器的预充压力与容积等关键参数。通过精确匹配蓄能器的性能特性与系统需求,可以避免过度调节造成的能量损耗,同时确保在不同工况下都能提供稳定且适宜的制动压力。此外,稳压蓄能器的安装位置同样关键。它应被置于能够迅速响应系统压力变化且不影响其他液压组件正常工作的位置,以最大化其稳定压力的效果。通过这样精细的整合设计,稳压蓄能器不仅能够有效解决残压不稳定的问题,还能显著提升偏航液压制动系统的整体性能与可靠性,为风力发电机的长期稳定运行提供强有力的保障。

3.2 偏航刹车器回路均压改造

为了进一步提升风力发电机偏航液压制动系统的性能,特别是解决各刹车器间压力分布不均的问题,对偏航刹车器回路实施均压改造显得尤为重要。这一改造的核心目标是通过精确调控,使每个刹车器在制动过程中承受的压力尽可能一致,从而增强制动的均匀性和系统整体的可靠性。实现均压的一种有效途径是精细调整回路中的节流元件。节流元件,如节流阀或节流孔板,能够控制流体的流量,进而影响压力分布。通过仔细计算并调整这些元件的开口大小或布局,可以平衡各刹车器回路的压力,确保制动力的均匀施加。这种方法要求工程师对液压系统的动力学有深入理解,并能准确预测调整后的效果。另一种更为直接且高效的方法是采用均压阀。均压阀是一种专门设计的液压元件,能够自动检测并平衡多个回路间的压力差异。当检测到某一回路压力高于其他回路时,均压阀会开启,允许部分流体流向压力较低的回路,直至各回路压力达到平衡。这种自动调节机制大大简化了系统调试过程,同时提高了制动的精确度和响应速度。在实施均压改造时,还需综合考虑系统的整体布局、刹车器的特性以及制动力的需求。例如,应确保均压措施不会引入额外的压力损失,也不会影响制动器的快速响应能力。此外,对改造后的系统进行全面的性能测试和验证也是必不可少的,以确保均压

改造真正达到了预期的效果。

3.3 压力继电器的设定与调整

在风力发电机偏航液压制动系统中,压力继电器扮演着压力监控与反馈的关键角色。其工作原理是基于系统内压力的变化:当系统压力降至预设的阈值时,压力继电器迅速响应,向控制器发送信号,触发液压泵启动以补充压力,从而确保系统压力维持在正常工作范围内。因此,合理且精确的设定与调整压力继电器的压力设定值,是保障偏航液压制动系统稳定运行的重要一环。首先,压力继电器的设定值需根据系统的实际工作压力范围进行谨慎选择。设定值过低可能导致液压泵频繁启动,增加能耗和磨损;而设定值过高则可能使系统在压力不足时无法及时得到补充,影响制动性能。因此,需综合考虑系统的设计要求、液压泵的性能特性、以及制动器对压力的需求,通过理论计算与实验验证相结合的方式,确定最优的设定值。其次,随着风力发电机运行时间的增长,系统内部元件可能会因磨损或老化而导致性能变化,进而影响压力继电器的准确性。因此,定期对压力继电器进行校验与调整是必要的。这包括检查继电器的灵敏度、响应速度以及反馈信号的准确性,并根据实际需要设定值进行微调,以确保其始终能够准确反映系统压力状态并作出及时响应^[3]。此外,还应关注压力继电器与其他系统组件的协同工作。例如,与液压泵、溢流阀等元件的配合需紧密无间,以确保在系统压力波动时,能够迅速且平稳地调整至目标压力范围。

3.4 液压泵的控制与调节

在风力发电机偏航液压制动系统中,液压泵作为提供液动力的核心设备,其控制与调节对于实现系统压力的精确管理至关重要。具体而言,液压泵的控制与调节通常涉及以下几个方面:首先,需求响应控制是关键。通过集成先进的传感器和控制系统,实时监测偏航液压制动系统的压力变化和工作状态。当系统压力低于预设阈值时,控制器立即发出信号,指令液压泵增加输出流量或提升压力,以迅速补充系统所需,确保制动器能够迅速且稳定地工作。反之,当系统压力过高时,控制器则指令液压泵减少输出,防止压力过载对系统造成损害。其次,变量泵技术的应用能够显著提升调控的灵活性。与传统的定量泵相比,变量泵能够根据系统需求调整其排量,从而在不改变电机转速的情况下,精确调节输出流量。这一特性使得液压泵在应对不同制动需求时,能够更加高效且节能地工作,减少不必要的能量损耗。再者,压力闭环控制是实现精确调控的重要手段。通过在液压泵出口处安装压力传感器,实时监测泵出口

压力,并将其与预设的目标压力进行比较。任何偏差都会触发控制器调整泵的输出,直至实际压力与目标压力一致。这种闭环控制机制能够显著提高压力控制的精度和响应速度,确保偏航制动系统始终处于最佳工作状态^[4]。最后,智能算法与预测控制的引入,为液压泵的控制与调节带来了革命性的变化。利用机器学习算法分析历史数据,预测系统未来的压力需求,并据此提前调整液压泵的工作状态。这种前瞻性的控制策略不仅提高了系统的稳定性和效率,还进一步降低了因压力波动导致的潜在风险。

3.5 系统的定期检测与维护

为确保偏航液压制动系统压力调控的长期稳定和高效运行,实施一套全面且细致的定期检测与维护计划是至关重要的。这一计划不仅涵盖了压力传感器、压力继电器、液压泵等核心部件的工作状态检查,还涉及对液压油品质、油位以及整个液压系统的清洁度进行定期评估,旨在及时发现并解决潜在问题,从而有效预防压力调控失效或系统故障的发生。首先,关键部件的状态监测是维护计划的基础。对于压力传感器,需定期校验其测量精度和响应速度,确保反馈数据的准确性;压力继电器则应检查其设定值的稳定性和触发可靠性,避免误报或漏报;液压泵作为动力源,其运行状态、密封性以及润滑情况均需细致检查,以确保其能够持续提供稳定且足够的液压动力。其次,液压油的品质管理同样重要。定期检测液压油的清洁度、粘度以及是否含有杂质或水分,对于维护系统的正常运行至关重要。不洁净的液压油会加速元件磨损,降低系统效率,甚至引发故障。同时,保持适当的油位也是确保液压泵和整个液压系统正常工作的必要条件。此外,系统清洁与泄漏检测也是维护计划中不可或缺的一环。定期清理系统内的沉

积物和污垢,检查各连接处是否存在泄漏,并及时进行修复,可以有效防止因污染或泄漏导致的压力调控失效。最后,建立维护记录与预防性维护策略是提升维护效率的关键。通过详细记录每次检测与维护的结果,分析系统性能的变化趋势,可以预测潜在故障的发生,并据此制定预防性维护计划,从而在问题发生前采取措施,确保偏航液压制动系统始终处于最佳工作状态。

结语

通过对风力发电机偏航液压制动系统压力调控措施的研究,可以得出以下结论:偏航液压制动系统的压力调控是确保风机偏航性能和安全运行的关键。有效的压力调控措施包括加装稳压蓄能器、进行均压改造、合理设置换向阀和溢流阀参数以及增加温度补偿和压力稳定措施等。这些措施的实施将有助于提高风力发电机组的运行稳定性和延长使用寿命,为风力发电行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]高煜坤,张昭,高瑞林.风力发电机偏航液压制动系统压力调控措施研究[C]//中国农业机械工业协会风力机械分会.第六届中国风电后市场交流合作大会论文集.中国广核新能源控股有限公司内蒙古分公司;,2019:5.
- [2]雷超,宋昭,魏湛栩.风力发电机组偏航液压制动系统研究[J].河南科技,2023,42(12):14-18.
- [3]李骏.风轮机大型风力发电机组偏航液压制动系统设计与研究[C]//中国电力技术市场协会.2021年电力行业技术监督优秀论文集.华电新疆发电有限公司新能源分公司,2021:2.
- [4]肖旺,赵登利.大型风力发电机组偏航液压制动系统设计与研究[J].液压与气动,2020,(09):174-180.