

石油化工装置背压式汽轮机运行维护技术探讨

杨传玉¹ 张 丹²

1. 平湖石化有限责任公司 浙江 平湖 314200

2. 陕西长青能源化工有限公司 陕西 宝鸡 721000

摘 要：石油化工装置中，背压式汽轮机作为关键能量转换设备，其运行与维护技术至关重要。背压式汽轮机通过朗肯循环实现蒸汽热能向机械能的高效转换，具有能源利用率高的特点。本文深入探讨了背压式汽轮机的运行原理、主要运行技术，以及有效维护技术措施，包括运行过程与停机状态的维护处理，以及预防性维护与定期检修策略。通过综合应用这些技术，可确保背压式汽轮机长期稳定运行，提高石油化工装置的整体能效与安全性。

关键词：石油化工装置；背压式汽轮机；运行维护技术

引言

随着石油化工行业的快速发展，能源高效利用与设备稳定运行成为行业关注的重点。背压式汽轮机作为石油化工装置中的核心设备，其运行效率与维护水平直接影响着整个装置的性能与效益。因此，深入研究背压式汽轮机的运行原理与维护技术，对于提升石油化工装置的整体能效、保障生产安全具有重要意义。本文旨在全面探讨背压式汽轮机的运行与维护技术，为行业实践提供理论支撑与技术指导。

1 背压式汽轮机运行原理

背压式汽轮机，作为石油化工装置中的关键能量转换设备，其运行原理基于朗肯循环理论，实现了蒸汽热能向机械能的高效转变。在锅炉产生的高温高压蒸汽作用下，背压式汽轮机开始其独特的能量转换过程。蒸汽首先在锅炉中被加热至高温高压状态，这一状态确保了蒸汽携带足够的能量以供后续转换。随后，这些高温高压蒸汽进入汽轮机的喷嘴部分。喷嘴作为蒸汽压力势能向动能转换的关键组件，其设计精巧，使得蒸汽在通过时能迅速降压并加速，将蒸汽的压力势能高效地转化为高速动能。这股高速喷射的蒸汽，携带着巨大的动能，直接冲击汽轮机的旋转叶片。叶片在蒸汽的冲击下，产生强大的驱动力，促使汽轮机叶轮开始旋转。这一旋转过程，便是机械能输出的开始。背压式汽轮机的叶片设计科学合理，能最大限度地捕获蒸汽的动能，并将其转化为叶轮的旋转能量。与凝汽式汽轮机相比，背压式汽轮机的一个明显特点是其排汽压力高于大气压力。这一特性使得排出的蒸汽仍具有较高的能量价值，直接应用于石油化工生产工艺中的加热、伴热等环节。这种能源的梯级利用方式，不仅提高了能源的利用率，减少了能源的无效损耗，还紧密契合了石油化工行业节能降耗、

绿色发展的战略需求。

2 石油化工装置背压式汽轮机主要运行技术分析

2.1 启动与带负荷

背压式汽轮机启动时，严格把控热力特性是关键。需精准调控进汽参数，包括蒸汽的温度、压力等，确保其在规定的工况范围之内；密切关注排汽压力的变化，及时进行调整，以维持汽轮机稳定运行。热态启动和冷态启动是两种常见方式。热态启动时，务必保证主蒸汽温度高于汽缸进汽室温度30℃以上，这是防止汽轮机内部出现冷却现象的重要举措。冷却问题导致部件收缩不均，引发设备故障。而冷态启动则需遵循严谨的程序，依次开启各疏水阀，利用排大气启动模式开启旁路阀，随后逐步开启隔离阀，每步操作都关乎启动的顺利与否。在带负荷运行过程中，随着负荷的变化，进汽参数和排汽压力也会相应改变。操作人员需凭借专业知识和丰富经验，实时监测这些参数的动态变化，迅速做出调整，使汽轮机始终保持在最佳运行状态。在汽轮机的运行过程中，监控系统的精确性同样至关重要。现代监控系统能够实时捕捉关键数据，如转速、振动和温度等，为操作人员提供准确的运行状态信息。通过这些数据，操作人员及时发现潜在的异常情况，并采取预防措施，避免可能的设备损坏。

2.2 冷态启动及时间安排

(1) 启动前的准备工作至关重要，其中，盘车机构的投入运行是首要步骤。盘车机构通过缓慢转动汽轮机转子，有效预防了因长期静置可能引发的转子弯曲变形问题，确保了转子在启动前的良好状态。此外，检查和确认所有仪表和控制系统是否正常运行也是必不可少的环节。通过这些细致的检查，可以确保机组在启动过程中能够平稳运行，避免突发故障，保障整个系统的安全。

和稳定。(2)在盘车过程中,需同步开启各疏水阀,以彻底排除汽轮机内部潜在的积水。这一步对于防止启动过程中水击现象的发生至关重要,因为水击可能严重损害汽轮机设备;若采用排大气启动方式,应适时开启旁路阀,以实现蒸汽压力的平衡,为后续隔离阀的开启创造有利条件。随后,隔离阀的逐渐开启标志着蒸汽开始缓慢进入汽轮机,这个过程需谨慎控制,以确保蒸汽流量与汽轮机转速的平稳匹配。(3)冷态启动的时间安排需综合考虑汽轮机的具体型号、规格以及当时的环境温度等多种因素。一般来说,从启动准备到汽轮机达到额定转速,整个过程可能需要数小时。在此期间,每一个操作步骤都应严格按照预定时间节点和操作规范进行,以确保启动过程的安全性和平稳性;对盘车机构的闭锁位置进行全面细致的检查,并记录相关数据,如盘车电流、转速等,这些数据将为后续的运行状态监测与故障诊断提供宝贵的参考依据^[1]。

2.3 热态启动及时间安排

热态启动时,主蒸汽温度必须满足高于汽缸进汽室温度30℃以上的要求,这是保障汽轮机安全启动的关键条件。在冲动转子运转前2小时内,应保持转子处于升速状态,使转子逐渐适应高速旋转的工况。在热态启动过程中,轴承温度、轴位移和油压等指标是监测的重点。轴承温度过高可能表明润滑不良或轴承磨损;轴位移异常可能预示着设备内部部件出现松动或位移;油压不稳定则影响汽轮机的正常调速和润滑。发现这些指标出现异常,应立即采取措施进行调整。若振动值超出标准范围,应果断采取降速或停机处理措施,避免因振动过大导致设备损坏。热态启动的时间安排相对紧凑,但同样要严格遵循操作规程。从启动准备到带负荷运行,每个环节都要紧密衔接,确保在最短的时间内使汽轮机恢复正常运行状态,同时保证设备的安全稳定。在启动前的准备阶段,技术人员需仔细检查所有系统,确保无泄漏和异常声响。启动时,应逐步增加负荷,避免因负荷突增导致的机械应力。监控系统应实时记录各项参数,以便于分析和优化操作流程。在汽轮机达到额定转速后,应进行细致的性能测试,确保其运行效率和稳定性。只有在确认所有参数均在安全范围内后,方可进入正常运行阶段。整个启动过程需要操作人员具备高度的责任心和专业技能,以确保每一步都精准无误^[2]。

2.4 停机操作与后续保养策略

在石油化工装置背压式汽轮机的运行周期中,停机操作与后续保养策略同样占据核心地位。停机操作需精心策划,以确保设备的安全过渡至静止状态。当决定停

机时,操作人员需逐步减少负荷,这一过程中需精细调控进汽参数,确保蒸汽流量与汽轮机转速的协调降低。密切关注排汽压力的变化,适时调整以维持系统稳定。在负荷减至最低后,逐步关闭隔离阀与旁路阀,切断蒸汽供应,使汽轮机平稳停机。停机后,立即进入保养阶段至关重要。需对汽轮机进行全面检查,确认各部件无异常磨损或损伤。特别关注轴承、密封件及转动部件的状态,及时更换磨损严重的零件。对汽轮机内部进行清洁,去除残留的蒸汽与杂质,以防腐蚀与积垢。检查润滑系统,确保油质清洁、油量充足,以避免停机期间润滑不良导致的部件损坏。在保养过程中,还需对汽轮机的控制系统与监测系统进行检查与校准。确保传感器准确、控制系统响应迅速,以便在下次启动时能迅速达到最佳运行状态。记录停机前后的各项参数,为后续的设备优化与故障分析提供数据支持。为确保汽轮机的长期稳定运行,还需制定详细的维护计划。包括定期的检查、测试与必要的维修工作。通过预防性维护,及时发现并处理潜在问题,避免故障的发生;加强操作人员的培训与技能提升,确保他们具备处理各种运行状况的能力,为汽轮机的安全、高效运行提供坚实保障。

3 石油化工装置背压式汽轮机有效维护技术措施

3.1 运行过程中的维护技术措施

(1)运行期间的维护技术措施需以严格遵循规范操作方法为基础。操作人员需时刻保持高度警惕,通过精密的监视仪表系统,密切关注汽轮机的各项运行状态参数,包括但不限于转速、温度、压力以及振动等关键指标。这些参数的实时监控能够及时发现并预警潜在的故障风险。(2)如果发现操作失误或出现故障迹象,如参数异常波动、设备发出异常声响等,操作人员需立即启动故障分析流程。故障可能源于多种因素,如设计与制造过程中的固有缺陷、检修维护时调整方法的不当、以及零件材料因长期运行而出现的腐蚀老化等。针对这些不同的故障原因,应采取针对性的解决措施。对于一般性故障,可通过调整运行参数、优化操作流程等手段及时消除风险因素;对于较为严重的故障,则需迅速调整或限制机组运行状况,如降低负荷、减少进汽量等,以减轻故障对设备的影响,并详细记录故障发生前后的相关数据,为后续检修工作提供精准的诊断依据。(3)若遇到严重危及设备安全的故障,操作人员必须果断采取停机处理措施,以防止故障恶化,确保设备安全及生产流程的连续性不受影响。在停机处理过程中,操作人员应立即通知维修团队,并详细记录故障发生的时间、现象及采取的措施。维修人员应迅速到场,对故障进行诊

断和修复,生产部门需调整生产计划,以适应设备停机带来的影响。通过团队协作和有效沟通,可以缩短设备停机时间,尽快恢复生产^[3]。

3.2 停机状态维护处理措施

停机状态下,背压式汽轮机的维护需根据停机时间长短采取不同策略。对于10天以内的短期停机,可采用蒸汽管道吹扫的方式,利用高温蒸汽将汽轮机内部残留的水汽和杂质清除,保持内部干燥,防止部件生锈和腐蚀。在汽轮机外部涂抹防锈漆,隔绝空气和水分,进一步防止锈迹产生。定期手动转动汽轮机转子1-3圈,保持转子的灵活性,避免因长时间静止导致转子卡滞。对于三个月内的长期停机,除了完成短期停机的维护措施外,还需对零部件进行解体检查。仔细检查各部件的磨损、腐蚀情况,对发现问题的零部件进行修复或更换。对汽轮机进行全面的防锈处理,如在关键部位涂抹防锈油脂、使用干燥剂等。利用停机时间对汽轮机进行全面检查和维修,包括对阀门、密封件、仪表等进行校准和维护,确保其再次启动时能够顺利运行,满足生产需求。对于超过三个月的长期停机,维护工作则更为细致和全面。应彻底清洁汽轮机内部,移除所有可能引起腐蚀的残留物质;对所有可拆卸的部件进行彻底检查,评估其状况,并对磨损严重的部件进行更换;对汽轮机的控制系统和润滑系统进行特别关注,确保它们在停机期间得到适当的保养和维护。在重新启动前,进行一系列的测试运行,以验证设备的性能和可靠性,确保其在重新投入运行时能够达到最佳状态。

3.3 预防性维护与定期检修策略

(1) 预防性维护的核心在于通过定期的检查与测试,提前发现并解决潜在问题,从而避免故障的发生。这要求维护团队具备高度的专业素养与丰富的经验,能够准确识别汽轮机的运行状况与潜在风险。通过采用先进的监测技术,如振动分析、热成像检测等,对汽轮机的关键部位进行实时监测,如果发现异常,立即采取相应措施,将故障扼杀在萌芽状态。(2) 定期检修是确保

汽轮机长期稳定运行的关键环节。根据汽轮机的运行历史与维护记录,制定科学合理的检修计划,定期对汽轮机进行全面检查与维修。在检修过程中,不仅要关注零部件的磨损与腐蚀情况,还需对润滑系统、控制系统等关键系统进行深入检查,确保其性能稳定、运行可靠;对检修过程中发现的问题进行详细记录与分析,为后续的设备维护与优化提供宝贵数据支持。(3) 预防性维护与定期检修策略的实施还需与设备的运行状况与生产需求紧密结合。在设备运行过程中,密切关注其运行状态与性能变化,根据实际情况灵活调整维护与检修计划。通过持续优化维护策略,不断提升汽轮机的运行效率与可靠性,为石油化工装置的高效稳定运行提供有力保障。总的来说,预防性维护与定期检修策略是石油化工装置背压式汽轮机维护体系中不可或缺的一环,其有效实施对于确保设备长期稳定运行具有重要意义^[4]。

结束语

综上所述,背压式汽轮机的运行与维护技术是石油化工装置高效稳定运行的关键。通过深入掌握其运行原理,精心策划启动与停机操作,以及实施有效的维护技术措施,可以确保背压式汽轮机长期稳定运行,提高石油化工装置的整体能效与安全性。未来,随着技术的不断进步与创新,背压式汽轮机的运行与维护技术将进一步完善,为石油化工行业的绿色发展提供有力支持。

参考文献

- [1]郑剑鹰.石油化工装置背压式汽轮机运行维护技术探讨[J].石油石化物资采购,2024(10):80-82.
- [2]姜春阳,徐英芳.石油化工装置背压式汽轮机运行维护技术探讨[J].清洗世界,2022,38(6):15-17.
- [3]李国龙,曹贺然,李丰.石油化工装置背压式汽轮机运行维护技术探讨[J].设备管理与维修,2021(14):85-86.
- [4]张作佳,于佳,姜涛,黄斌.石油化工装置背压式汽轮机运行维护技术探讨[J].石油和化工设备,2020,23(4):112-114.