

汽轮机低真空冲转暖机技术的研究与应用

曾立兵 李青海 王岳 李增志 王兆辉

嘉峪关索通预焙阳极有限公司，甘肃省嘉峪关市，735100；

摘要：本文深入探讨了汽轮机低真空冲转暖机技术的原理、特点及其在实际应用中的优势与挑战。通过分析该技术的工作原理，结合具体案例，详细阐述了其在提高汽轮机启动效率、降低能耗及延长设备寿命等方面的显著效果。同时，文章还就技术实施过程中可能遇到的问题提出了针对性的解决方案，为汽轮机行业的节能减排和技术升级提供了有益参考。

关键词：汽轮机；低真空冲转；暖机技术

DOI:10.69979/3029-2727.24.04.035

引言

随着能源需求的不断增长和环保要求的日益严格，汽轮机作为电力和工业生产中的重要设备，其运行效率和环保性能的提升成为行业关注的焦点。低真空冲转暖机技术作为一种创新的汽轮机启动方式，以其独特的优势在近年来得到了广泛关注和应用。本文将对该技术进行系统研究，探讨其在实践中的应用效果及发展前景。

1 汽轮机低真空冲转暖机技术概述

1.1 技术背景与发展历程

汽轮机低真空冲转暖机技术，是在传统汽轮机启动技术基础上，为了适应更高效、更环保的发电需求而发展起来的一种新型启动方式。其背景主要源于能源结构的调整、环保要求的提高以及汽轮机技术的不断进步。

发展历程方面，该技术的萌芽可以追溯到上世纪末，当时随着能源危机和环保意识的增强，人们开始探索更为节能、环保的汽轮机启动方式。进入 21 世纪后，随着材料科学、控制技术和信息技术的飞速发展，低真空冲转暖机技术逐渐走向成熟，并在国内外多个电力项目中得到了成功应用。近年来，随着全球能源转型的加速推进，该技术更是成为了汽轮机行业研究的热点和重点。

1.2 技术原理与特点

汽轮机低真空冲转暖机技术的原理，主要是通过汽轮机启动初期，利用较低的真空度来降低启动时的摩擦阻力和热应力，从而实现更为平稳、高效的启动过程。同时，该技术还结合了先进的控制系统和检测技术，能够实时监测汽轮机的运行状态，确保启动过程的安全性和可靠性。

特点方面，该技术具有启动速度快、能耗低、对设备磨损小、运行稳定等优点。通过降低启动时的真空度，可以显著减少启动过程中的能量损失，提高汽轮机的整

体效率。同时，该技术还能够有效延长汽轮机的使用寿命，降低维护成本。

1.3 技术分类与适用范围

汽轮机低真空冲转暖机技术可以根据不同的分类标准进行划分。按照控制方式的不同，可以分为手动控制和自动控制两种；按照设备结构的不同，又可以分为单缸式和多缸式等。

适用范围方面，该技术主要适用于大型火力发电厂、核电站以及工业领域的汽轮机启动过程。特别是在需要频繁启动和停机的场合，如调峰电站、热电联产等，该技术更是具有显著的优势。同时，随着技术的不断发展，其适用范围还在不断扩大，未来有望在更多领域得到应用。

2 低真空冲转暖机技术的优势分析

2.1 提高汽轮机启动效率

低真空冲转暖机技术通过优化汽轮机的启动过程，显著提高了其启动效率。在汽轮机启动初期，传统的启动方式往往需要较高的真空度和较大的蒸汽流量来克服转子的摩擦阻力和惯性力，这不仅导致能耗增加，还可能引发设备振动和磨损。而低真空冲转暖机技术则通过在启动初期降低真空度，减小了转子的摩擦阻力和启动所需的蒸汽流量，从而实现了更为平稳、高效的启动过程。这一改进不仅缩短了启动时间，还提高了汽轮机的整体运行效率，为电厂的稳定运行和高效发电提供了有力保障。

2.2 降低能耗与排放

低真空冲转暖机技术在提高汽轮机启动效率的同时，也有效地降低了能耗和排放。在传统的启动方式中，由于需要较高的真空度和蒸汽流量，导致能耗较高，且排放的污染物也较多。而低真空冲转暖机技术通过优化

启动过程，减少了蒸汽的浪费和排放，从而降低了能耗和污染物的排放量。这不仅有助于减少电厂的运行成本，还有利于环境保护和可持续发展。

2.3 延长设备寿命与减少维护成本

低真空冲转暖机技术的另一个显著优势是延长了汽轮机的设备寿命和减少了维护成本。在传统的启动方式中，由于需要较大的蒸汽流量和较高的真空度，容易引发设备的振动和磨损，导致设备寿命缩短和维护成本增加。而低真空冲转暖机技术通过降低启动时的蒸汽流量和真空度，减小了设备的振动和磨损，从而延长了设备的使用寿命。同时，由于启动过程更为平稳，也减少了设备的故障率和维修次数，进一步降低了维护成本。这一优势对于电厂的长期稳定运行和经济效益的提升具有重要意义。

3 低真空冲转暖机技术的实施策略

3.1 技术选型与方案设计

在实施低真空冲转暖机技术时，技术选型与方案设计是至关重要的一步。首先，需要对汽轮机的型号、参数以及运行环境进行全面分析，确保所选技术能够与现有设备相匹配，满足实际运行需求。其次，在方案设计阶段，需要综合考虑技术的可行性、经济性和环保性，制定出合理的启动流程和控制策略。这包括确定启动时的真空度范围、蒸汽流量控制参数、以及温度、压力等关键参数的监测与调节方式。同时，还需要考虑系统的安全性，确保在启动过程中能够有效避免设备振动、超温、超压等潜在风险。

3.2 关键设备选型与安装

关键设备的选型与安装是低真空冲转暖机技术实施的关键环节。在选型时，需要关注设备的性能、质量以及售后服务等方面，确保所选设备能够满足技术要求并具备良好的可靠性。在安装过程中，需要严格按照操作规程进行，确保设备的安装位置、连接方式以及调试参数等符合设计要求。同时，还需要对安装过程进行全程监控，及时发现并解决问题，确保安装质量。

3.3 系统调试与优化

系统调试与优化是低真空冲转暖机技术实施的最后一步，也是确保技术效果的关键。在调试阶段，需要对系统的各项参数进行细致调整，确保各项指标达到设计要求。这包括调整蒸汽流量、真空度、温度、压力等参数，以及优化控制系统的响应速度和准确性。同时，还需要对系统的稳定性进行测试，确保在启动过程中能够保持平稳运行。在优化方面，可以通过引入先进的控

制技术、优化算法以及智能监测系统等手段，进一步提高系统的运行效率和安全性。此外，还需要定期对系统进行维护和保养，及时发现并处理潜在问题，确保系统的长期稳定运行。

4 低真空冲转暖机技术的应用案例

4.1 案例背景与基本情况

在能源行业，随着技术的不断进步和环保要求的日益严格，提高发电效率和降低能耗成为了各大发电厂的重要任务。某大型燃煤发电厂，作为国内电力供应的重要一环，其汽轮机的运行效率和能耗水平直接影响着整个发电厂的效益和环保指标。然而，传统的汽轮机启动方式存在启动时间长、能耗高、设备磨损严重等问题，严重制约了发电厂的运行效率和经济效益。

为了解决这一问题，该发电厂决定引入低真空冲转暖机技术。该技术通过在汽轮机启动初期降低真空度，减小转子的摩擦阻力和启动所需的蒸汽流量，从而实现更为平稳、高效的启动过程。这一技术的引入，旨在提高汽轮机的启动效率，降低能耗，延长设备寿命，并减少维护成本。

在引入低真空冲转暖机技术之前，发电厂对汽轮机的启动过程进行了全面的分析和评估，确定了存在的问题和改进的方向。同时，对低真空冲转暖机技术进行了深入的了解和研究，包括技术原理、应用案例、设备选型等方面，为技术的引入和应用打下了坚实的基础。

4.2 技术应用过程与效果分析

在技术应用过程中，发电厂首先对汽轮机的启动流程进行了优化，确定了合理的真空度范围和蒸汽流量控制参数。同时，对控制系统进行了升级，引入了先进的监测与调节设备，实现了对启动过程的精确控制。此外，还加强了设备的维护和保养，确保设备的稳定运行。

在应用低真空冲转暖机技术后，发电厂的汽轮机启动效率得到了显著提升。启动时间缩短了约 30%，能耗降低了约 20%，且设备磨损程度也得到有效控制。这些改进不仅提高了发电厂的运行效率和经济效益，还有助于减少环境污染，实现可持续发展。

具体来说，低真空冲转暖机技术的应用使得汽轮机在启动过程中能够更快地达到额定转速，减少了启动过程中的能量损失。同时，由于启动过程更为平稳，设备的振动和磨损也得到有效控制，延长了设备的使用寿命。此外，由于能耗的降低，发电厂的运行成本也得到了有效控制，提高了经济效益。

4.3 经验总结与启示

从该发电厂应用低真空冲转暖机技术的案例中，我

们可以得出以下几点经验总结和启示:

技术创新是提高发电效率和降低能耗的重要途径。低真空冲转暖机技术的引入,使得发电厂的汽轮机启动效率得到了显著提升,能耗得到了有效控制。

在技术应用过程中,需要对设备的启动流程进行优化,确定合理的控制参数,并引入先进的监测与调节设备,实现对启动过程的精确控制。

加强设备的维护和保养,确保设备的稳定运行,是提高发电效率和降低能耗的重要保障。

在技术应用过程中,需要充分考虑技术的可行性和经济性,并结合实际情况进行灵活调整和优化,以实现最佳的技术效果。

技术的引入和应用需要得到管理层的高度重视和支持,以确保技术的顺利实施和推广应用。

5 低真空冲转暖机技术面临的挑战与解决方案

5.1 技术实施中的难点与挑战

低真空冲转暖机技术在实施过程中,面临着多方面的难点与挑战。

技术本身的复杂性是一个不容忽视的问题。低真空冲转暖机技术涉及多个学科领域的知识,包括热力学、流体力学、自动控制等,这些知识的综合运用对技术人员提出了较高的要求。同时,技术的实施还需要对汽轮机的结构、工作原理以及运行环境有深入的了解,这进一步增加了技术实施的难度。

技术实施过程中的不确定性也是一个重要的挑战。由于汽轮机的运行环境和工况复杂多变,低真空冲转暖机技术的实施效果往往受到多种因素的影响,如蒸汽品质、设备状态、操作人员的技能水平等。这些因素的不确定性使得技术实施的效果难以预测和控制,给技术的推广和应用带来了一定的风险。

5.2 解决方案与改进措施

针对低真空冲转暖机技术实施中的难点与挑战,我们可以采取以下解决方案与改进措施:

一是加强技术研发和人才培养。通过加大科研投入,推动低真空冲转暖机技术的不断创新和完善,提高技术的可靠性和稳定性。同时,加强人才培养,提高技术人员的专业素养和技能水平,为技术的实施提供有力的人才保障。

二是优化技术实施方案。根据汽轮机的实际情况和运行需求,制定科学合理的技术实施方案,明确技术实施的目标、步骤和措施。同时,加强技术实施过程中的监测和评估,及时发现和解决问题,确保技术实施的效果达到预期。

三是加强成本控制和风险管理。在技术实施过程中,要注重成本控制,合理安排资金和资源的使用,避免不必要的浪费。同时,加强风险管理,对技术实施过程中可能出现的风险进行预测和评估,制定相应的应对措施,降低风险发生的概率和影响。

四是推动技术标准化和规范化。通过制定统一的技术标准和规范,推动低真空冲转暖机技术的标准化和规范化发展,提高技术的通用性和可复制性,降低技术实施的成本和风险。

5.3 未来发展趋势与展望

随着能源行业的不断发展和环保要求的日益严格,低真空冲转暖机技术将呈现出以下发展趋势:

一是技术不断创新和完善。随着科研投入的不断增加和技术的不断进步,低真空冲转暖机技术将不断创新和完善,提高技术的可靠性和稳定性,降低技术实施的成本和风险。

二是应用范围不断扩大。随着技术的不断成熟和推广,低真空冲转暖机技术的应用范围将不断扩大,从大型燃煤发电厂到小型水电站、风电场等各个领域都将得到广泛应用。

三是与智能化技术深度融合。未来,低真空冲转暖机技术将与智能化技术深度融合,实现远程监控、智能调节和故障预警等功能,进一步提高发电效率 and 安全性。

四是推动能源行业的可持续发展。低真空冲转暖机技术的应用将有助于降低发电厂的能耗和排放,提高能源利用效率,推动能源行业的可持续发展。同时,技术的推广和应用还将促进能源结构的优化和升级,为构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系提供有力支撑。

6 结语

汽轮机低真空冲转暖机技术作为一种创新的启动方式,在提高汽轮机运行效率、降低能耗及延长设备寿命等方面具有显著优势。通过本文的研究与分析,我们不难发现,该技术在实践中的应用前景广阔。未来,随着技术的不断成熟和完善,相信它将在汽轮机行业发挥更加重要的作用,为能源行业的绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]朱伟峰. 汽轮机低真空供热改造技术探讨[J]. 中国设备工程, 2023, (03): 142-145.
- [2]倪汤杰. 抽凝式汽轮机启动及运行过程中低真空的分析与处理[J]. 上海节能, 2020, (10): 1213-1215.
- [3]全威. 汽轮机低真空运行循环水供热技术的研究与实施[J]. 电力设备管理, 2020, (10): 87-89.