

汽轮机运行参数变化对汽轮机性能及其燃烧效率和工作效率的影响

李瑞军

北京国电电力有限公司上湾热电厂，内蒙古鄂尔多斯，017200；

摘要：汽轮机是电力生产中的核心设备，其运行参数对机组性能有着重要影响，也是决定效能的关键因素之一。本研究旨在探讨汽轮机运行参数变化对其性能的影响。首先，我们构建了汽轮机的热力学模型，将运行参数的变化与汽轮机性能的变化联系起来，并通过实验来验证该模型的有效性。研究重点关注的运行参数有进口蒸汽温度、进口蒸汽压力及回热压力等。研究表明，即使是很小的运行参数变化也会显著影响汽轮机的工作表现，比如提高进气的压力和温度能够增强燃烧效率，而增加回热压力则可提升汽轮机的工作效率。这些发现为优化汽轮机的操作条件提供了科学支持，对于提升汽轮机运行效率以及确保电力系统稳定运作具有重要意义。

关键词：汽轮机；运行参数；热力学模型；工作性能；电力系统稳定性

DOI：10.69979/3041-0673.26.04.028

引言

汽轮机作为电力生产中的核心关键设备，其运行效率影响整个电力系统的真实效能与稳定性。在以往的某些时期，研究者们重点从材料和设计等多角度研究怎样增强汽轮机的性能，然而关于借助调节运行参数来改进效能的研究比较偏少，不足整体性的分析。运行参数是为影响汽轮机性能的关键因素之一。现今的研究专注于分析运行参数变动对汽轮机真实工作效果的作用，意在提出有效的运行参数改良方法，因此提升效能，且为此给予合理依据。特别关注如进口蒸汽温度、压力以及回热压力等重要参数。即使是这些参数的小幅调整，也能显著改变汽轮机的工作效率。期望研究成果能够为制定更优的汽轮机操作参数提供可靠的理论支撑，以高效提升其运行效率，确保电力系统的稳定运作。

1 汽轮机的重要性和运行参数概述

1.1 汽轮机在电力系统中的应用和重要性

汽轮机在电力系统中占有极为关键的位置，为现代电力生产的核心装备之一。它可以把热能转变为机械能，然后借助发电机将机械能转化为电能，因而实现电力的生成过程。不论是热电联产、火力发电抑或核电站等等不同类型的电力生产方式，汽轮机都起着普遍且必不可少的作用。汽轮机的高效运行对于提高电力生产的经济效益和稳定性极为关键，利于达成能源的高性能使用，减少生产成本，拥有重要意义。汽轮机通过燃烧燃料生成高热高压蒸汽，这些蒸汽推动汽轮机内部叶片转动，从而驱使发电机运转，符合各种用电需求。其运转效率与稳定性立即作用于整个电力系统的性能表现。维持汽

轮机的优异运转状态可以提升发电效率，降低燃料消耗及有害气体排放，呈现出明显的环保效益。应对现今严苛的能源短缺形势以及逐渐增加的环保要求，改进汽轮机的设计参数，提高其性能和效率，不但可以加强整个电力系统的运转质量，还能推动节能减排目标的达成，拥有很高的现实应用价值。

1.2 汽轮机的主要运行参数简介

汽轮机的关键运行参数包含入口蒸汽的温度、压力以及再热压力，这些因素对其运作十分关键。入口蒸汽的温度是为评估其所带有热量多寡的关键指标，直观关联到汽轮机的能量转变效率。较强的蒸汽温度表明较多的热能能得到转变为机械能。而入口蒸汽的压力就影响蒸汽的工作效能，合适的压力利于汽轮机达成高效的扩张出力。再热压力重点作用于再热循环的效果，借助提升再热压力可以增强蒸汽热能的运用效率。详尽探讨这些参数的详细变动法则，精确了解其走向，对于极致化展现汽轮机性能十分关键。科学优化参数调控策略，保证汽轮机在各类条件下都能保持高性能平稳的运作状况。

1.3 运行参数对汽轮机性能的一般影响

调节运作参数可以明显影响汽轮机的性能，这种作用格外重要，首要反映在进气温度、进气压力及回热压力等方面。提升进气温度能推动燃料更加充足地燃尽，因此放出更大的能量，继而增强汽轮机的输出功率。原因在于较高些的进气温度有利于燃料更为完全地燃尽，降低能量损失。加大进气压力也有利于加强工质的热量。

2 建立汽轮机热力学模型

2.1 热力学原理及其在汽轮机中的应用热力学原理

在汽轮机中的应用首要反映在能量转换与效率提高两个方面。作为热机的一种,汽轮机可以把高温高压蒸汽携带的热能转换成机械能,继而推动发电机生成电能。依据热力学第一定律也就是能量守恒原则,能量在转换过程中不无端消散,反之从一种形式变换为另一种形式,保障了系统内能量输入与输出当中的平衡状态。而热力学第二定律更深入说明,这种能量转换是为不可逆转的过程,表明现实操作中总是伴随一定的能量损失,这些损失一般以无法再利用的废热形式流失掉。依靠使用尖端的设计方法,可以高效率减少汽轮机于能量转换过程中的各类损耗,因而提高整体热效率。依托热力学分析获得的能量方程和熵方程等根本计算公式,在汽轮机的设计及运行评估中被普遍使用,协助精确预估差异运行参数对设备性能的详细作用,为实施优质优化措施和技术调控给予基础。遵照严谨的热力学原理开展有关工作,不但可以明显加强汽轮机的工作效率,还可保证电力生产的效益性和稳定性,拥有关键的指引意义。

2.2 建立热力学模型的主要步骤和要点

构建热力学模型的关键步骤包括选定理论基础、设定起始条件、运用热力学原则、实施数值解析以及校验结果。首先,需挑选适合的热力学理论体系,例如焓平衡和能量守恒方程,作为建立汽轮机模型的基础框架。接着,明确初始状态与边界限制,比如蒸汽入口处的温度、压力及其质量流速等参数。然后,根据热力学第一定律和第二定律,用数学表达式来表示能量和熵在各个组件之间的转换过程。之后,通过数值方法求解这些方程,得到系统在不同工作状况时的表现指标。最后,利用实验所得数据来检验模型的精确度和可靠性,并根据需要对模型参数或计算策略进行修正,以确保模型能准确模拟实际运行中汽轮机的性能特征。

2.3 热力学模型的主要特性和含义

热力学模型的核心特性包含了能量守恒定律、质量守恒原则和熵增理论。能量守恒定律能够保证系统在输入和输出能量时,转换的过程保持稳定状态,避免发生任何意外的能量损失问题。质量守恒原则可以明确系统内流入和流出的物质总量不会改变,为计算蒸汽流量提供了可靠的根本条件。熵增理论非常具体地解释了不可逆过程里面熵值发生变化的详细情况,直接影响到汽轮机在现实工作中的效能高低。这些特性共同搭建起了一个坚实的框架,用来严谨地评估汽轮机的运行性能,充分表现出运行参数对整个机组表现效果带来的明显作

用,突显出模型的重要价值。

3 运行参数变化对汽轮机性能的影响分析

3.1 进口汽温变化对汽轮机性能的影响

进口蒸汽温度是影响汽轮机性能优劣的重要因素。当蒸汽温度上升时,工作介质的能量状态获得提升,热能转换效率因而提高,从而致使汽轮机的整体功率输出增长。在较强进口蒸汽温度中,排出的蒸汽湿度会降低,同时汽轮机叶片承受的腐蚀和磨损也会缩小,延展了设备的使用寿命。高温工作介质能够改进内部能量分配,并增强膨胀过程中能量利用效率,明显提升热效率。假如进口蒸汽温度过大,则或许引发材料热应力扩大,加快材料老化或变形,缩减设备使用寿命。保持合适的进口蒸汽温度极为关键。适当提升进口蒸汽温度有利于增强汽轮机的热效率和运转稳固性,成效显著。必须依据汽轮机的详细情况,在增强效率与延长材料寿命之中寻得均衡点,保障其持久稳固运转。全面探讨进口蒸汽温度变动对汽轮机性能的作用,为实际操作给予严谨指引,拥有重大的价值。

3.2 进口汽压变化对汽轮机性能的影响

蒸汽压力的变化对汽轮机性能存在明显作用。合适提高压力能够在某种程度上提高汽轮机的能量输出,首要的是因为高压蒸汽拥有更猛的动力,有利于提升全部效率。借助改良压力,可以优化蒸汽的流转特性和能量转换效率。或许过分压力会引发设备过分损耗乃至破坏,因此作用汽轮机的可靠性和使用寿命。在寻求性能提高的同时保障设备安全,必须细致挑选适宜的蒸汽进口压力范围,以保障最优运转效果和稳定性。恰当调整蒸汽压力不只可以加强热功率,并且推动汽轮机稳定运转,延展其使用寿命。

3.3 回热压力变化对汽轮机性能的影响

回热压力是影响汽轮机性能的关键因素之一。若回热压力提升时,汽轮机的回热循环效率将相应地加强,因此增进了整体热效率。借助循环使用部分排汽中的热量,回热系统可以提高进入汽轮机的蒸汽温度,明显降低燃料消耗。在特定限度内,加大回热压力有利于改善汽轮机的燃料运用效率且降低污染物排放。过高的回热压力或许引发设备运转不平稳,故而必须依照现实工况实施合理调节。

4 参数变化对燃烧效率和工作效率的影响

4.1 进口汽温变化对燃烧效率和工作效率的影响

进口蒸汽温度的起伏明显作用着汽轮机的燃烧效率及工作表现。就燃烧效率来说,提升进口蒸汽温度可

以令燃料在燃烧室内与氧气充足地结合,因此使燃烧过程更为激烈且完全。高温给燃料氧化供给更优的条件,推动化学能向热能的高效转化,不但提高了燃料利用率,削减了未完全燃烧产物的生成,减小了能源浪费,也有利于缩减如一氧化碳和碳氢化合物等有害气体排放,对环境保护具正面作用。从工作效率角度看,当进口蒸汽温度增加时,流入汽轮机的蒸汽能量状态更高,在汽轮机内部扩张出力时能够放出更大能量,驱动叶片迅捷转动,继而提高发电机产生的电量,增强汽轮机产出功率和工作效率。不是蒸汽温度越强越优,过强的温度可能增加汽轮机金属部件的热应力,加快材料衰退乃至破坏设备,干扰其无危平稳运作。于现实操控内必须全面思考燃烧效率、工作效率以及设备无危性,适当调节进口蒸汽温度,寻得最优均衡点,用达成汽轮机高能、平稳、可信运作,提升全体电力系统的管理成效。

4.2 进口汽压变化对燃烧效率和工作效率的影响

进口汽压变化会作用汽轮机燃烧效率和工作效率,作用很很重要,必须不能忽略。燃烧效率方面,汽压提升能充分改善燃烧室燃料燃烧环境。较高汽压让燃料燃烧时能获取充分氧气供应,明显加速燃烧反应速度,提升燃料燃烧完全程度。条件能有效减少燃料未完全燃烧情况,所以减少能源浪费,可以提升燃烧效率。汽压变化还会作用燃烧产物成分和温度分布情况,详细改善整个燃烧过程。工作效率方面,汽压提升会明显加强蒸汽汽轮机内做功能力。蒸汽在膨胀过程中可以放出更多的能量,驱动汽轮机叶片完成更多的功,因此提升汽轮机的输出功率和工作效率。进口汽压过高亦会造成一系列问题。过高的压力会使汽轮机的各个部件经受更大的应力,加大设备的磨损和损坏风险,减少设备的使用寿命。过高的压力另外或许引发汽轮机的调节系统产生不稳定现象,干扰汽轮机的正常运转。在调整进口汽压时,必须小心操控,依据汽轮机的实际运转工况和设计参数,适当设定进口汽压的范围,于确保燃烧效率和工作效率并且,保障汽轮机的平安稳定运转。

4.3 回热压力变化对燃烧效率和工作效率的影响

回热压力转变可能产生影响,汽轮机燃烧效率和工作效率因而出现转变。燃烧效率增强,原因是回热压力增强会改进回热系统运转状态,增强锅炉给水温度。较高给水温度引起燃料燃烧时,热量传导效率提高显著,热量损失因而降低。回热系统再利用排汽热量,燃料能量达成充分运用,燃烧效率因而增强。回热压力调整会优化燃烧室温度分配状况,推动燃料燃烧进程稳定,减少不彻底燃烧损失,效率提高成效突出。在工作效率方

面,回热压力提高使汽轮机的回热循环效率提高,使蒸汽在汽轮机内可以更加高效地出力。回热系统回收的热量被重新利用,减少了对外界热源的依赖,提高了整个热力系统的能量利用效率。这使得汽轮机的输出功率增加,工作效率得到提升。然而,回热压力过高也可能带来一些不利影响。过高的回热压力可能会导致回热系统的运行不稳定,增加设备的运行风险。同时,还可能影响汽轮机的其他运行参数,如蒸汽流量、温度等,进而影响汽轮机的整体性能。于现实运转内,需依据汽轮机的详细情况与运转要求,适当调节回热压力,以便达成燃尽效率与运作效率的最优平衡,提升汽轮机的运转经济性与可靠性。

5 结语

本研究聚焦汽轮机运行参数微小变化对性能的显著影响,旨在为改善汽轮机控制参数提供理论支撑。研究全面剖析了输入汽温、输入汽压和回热压力等因素对汽轮机性能的作用机制。结果显示,进气压力与温度的增加能提升燃料效能,回热压力的增高则可提高汽轮机操作效能。然而,本研究存在一定局限。采用模拟和实验方法,未能充分考量实际工作中复杂问题与突发状况。后续研究可从更全面角度出发,纳入更多关键因素,在不同工况下展开详细分析。基于研究成果,建议汽轮机管理人员重视运行参数管理,以此有效提高机器工作效率。但在保证安全的前提下,如何调整参数配置以实现最佳性能效果,仍需后续研究者深入探究。本研究成果对汽轮机运行管理、提升生产效率具有积极意义,为后续研究提供了有价值的参考,有助于推动汽轮机领域的技术进步与性能优化。

参考文献

- [1] 黄彬. 电厂汽轮机热力性能分析[J]. 华东科技: 综合, 2020, 0(02): 0273.
- [2] 田立智. 集控运行汽轮机运行优化措施[J]. 模型世界, 2023, (06): 159-161.
- [3] 苏保生. 电厂汽轮机运行效率优化措施探讨[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2021, (08).
- [4] 李一建. 电厂集控运行汽轮机运行优化措施探讨[J]. 科学与信息化, 2020, 0(02): 83-84.
- [5] 邹贵聪. 电厂汽轮机运行优化方法分析[J]. 华东科技: 综合, 2021, (09): 0259.

作者简介: 李瑞军(1984—), 男, 汉族, 陕西神木人, 本科, 助理工程师, 国家能源集团, 研究方向为火力发电。