

1000MW机组双背压机组运行研究

敖凯辉

江西赣能上高发电有限公司 江西 宜春 336000

摘要: 本研究聚焦于1000MW双背压机组的高效稳定运行,通过综合分析机组结构特点、工作原理及实际运行数据,探讨双背压凝汽器背压优化、真空系统改进及循环水泵运行方式调整等关键技术。研究提出了一系列优化措施,旨在降低热耗与煤耗,提升机组发电效率与经济性。实验结果验证了所提方法的有效性,为大型双背压机组的安全高效运行提供了科学依据与实践指导。

关键词: 1000MW机组; 双背压机组; 运行

引言: 随着电力工业的不断发展,1000MW机组作为当前主流的大型发电设备,在电力系统中发挥着重要作用。双背压机组作为其中一种高效、节能的发电方式,其运行特性与优化成为当前研究的热点。本文旨在通过深入研究1000MW双背压机组的运行特性,探讨如何优化其运行方式,以提升机组的整体性能和经济性,为实际生产提供理论支持和技术指导。

1 1000MW 双背压机组概述

1.1 机组结构与技术特点

(1) 机组型号与主要技术参数。1000MW双背压机组是电力工业中的重要发电设备,其机组型号通常根据制造商和设计规范而有所差异。例如,某型1000MW超超临界机组可能具备如N1036-25.0/600/600的型号标识,这代表了机组的特定技术规范和设计参数。其主要技术参数包括额定功率、额定主汽门前压力和温度、额定再热汽阀前温度等,这些参数共同决定了机组的发电能力和运行效率^[1]。具体而言,1000MW机组的额定功率即为其设计发电能力,而额定主汽门前压力和温度则反映了机组在高温高压环境下的工作能力。(2) 双背压凝汽器的结构和工作原理。双背压凝汽器是1000MW双背压机组中的关键部件,其结构通常包括两个独立的壳体或汽室,每个壳体或汽室内设有冷却水管束,用于冷却汽轮机排汽并凝结成水。工作原理上,双背压凝汽器利用冷却水在壳体内部的循环流动,吸收并带走汽轮机排汽的热量,从而使排汽凝结。两个壳体或汽室在不同压力下运行,使得冷却水的温升曲线更加均匀,提高了换热效率。同时,双背压凝汽器还能减少冷端的不可逆损失,提高机组的整体经济性。

1.2 机组运行原理

(1) 汽轮机的工作流程与能量转换。在1000MW双背压机组中,汽轮机的工作流程主要包括蒸汽进入喷嘴室

降压增速、进入静叶栅进一步加速膨胀、冲击动叶栅推动转子旋转等步骤。这一系列过程中,蒸汽的热能被逐步转化为机械能。具体而言,蒸汽在喷嘴室内降压增速后,以高速气流冲击静叶栅和动叶栅,推动动叶片和转子旋转,从而实现能量转换。(2) 双背压凝汽器在汽轮机运行中的作用。双背压凝汽器在汽轮机运行中起着至关重要的作用。它不仅能够高效冷却汽轮机排汽并凝结成水以供循环利用,还能通过其双背压设计优化换热过程,减少能量损失。同时,双背压凝汽器还能提高机组的热效率和运行稳定性,为1000MW双背压机组的安全经济运行提供有力保障。

2 双背压凝汽器背压应达值的确定

2.1 背压对机组运行的影响

(1) 背压与汽轮机功率的关系。背压,即凝汽器内部的蒸汽压力,是影响汽轮机功率的重要因素之一。在汽轮机中,蒸汽在喷嘴中膨胀并加速,推动动叶旋转,进而输出机械功率。背压的高低直接决定了蒸汽在凝汽器中的凝结状态,从而影响汽轮机末级叶片上的蒸汽流量和流速。当背压升高时,蒸汽在凝汽器中的凝结压力增大,导致蒸汽膨胀做功的能力减弱,汽轮机功率下降。反之,背压降低则能增加蒸汽做功的能力,提高汽轮机功率。因此,合理控制背压对于提高汽轮机功率和发电效率至关重要。(2) 背压对机组热耗和煤耗的影响。背压不仅影响汽轮机功率,还对机组的热耗和煤耗产生显著影响。热耗是指机组发电过程中消耗的热量,而煤耗则是衡量机组运行经济性的重要指标。背压升高会导致汽轮机排汽温度升高,增加凝汽器热负荷,进而使机组的热耗增加。同时,为了维持机组负荷不变,需要增加燃料投入,导致煤耗上升。反之,降低背压可以减小凝汽器热负荷,降低热耗和煤耗,提高机组的经济性。

2.2 最佳背压的计算模型

(1) 双背压平均冷凝温度模型。双背压凝汽器的设计原理在于利用不同的冷凝压力来实现更高效的换热。为了确定最佳背压,首先需要建立双背压平均冷凝温度模型。该模型通过计算两个背压下的平均冷凝温度,来评估凝汽器的整体换热性能。平均冷凝温度越低,表示凝汽器的换热效果越好,机组的热耗和煤耗越低。(2) 双背压凝汽器压力应达值的计算模型。在确定了平均冷凝温度后,需要进一步建立双背压凝汽器压力应达值的计算模型。该模型综合考虑了机组的实际运行状况、冷却水流量、冷却水入口温度、凝汽器端差以及循环水温升等多种因素。通过优化这些参数,可以找到使机组热耗和煤耗最小的最佳背压值^[2]。(3) 考虑冷却水入口温度、凝汽器端差、循环水温升等因素。在计算最佳背压时,必须充分考虑冷却水入口温度、凝汽器端差和循环水温升等因素的影响。冷却水入口温度直接影响凝汽器的换热效率,进而影响背压值。凝汽器端差是凝汽器出口蒸汽温度与冷却水出口温度之差,它反映了凝汽器内部的换热性能。循环水温升则是冷却水在凝汽器中吸热后温度升高的程度,它决定了冷却水的热负荷和机组的热耗。

2.3 实例计算与分析

(1) 结合某电厂1000MW机组的数据进行计算。以某电厂的1000MW机组为例,通过收集该机组在不同负荷、冷却水温和循环水泵运行方式下的实际运行数据,我们可以运用上述计算模型来确定最佳背压值。具体来说,我们可以将不同工况下的冷却水入口温度、凝汽器端差、循环水温升等参数代入模型,计算出对应的最佳背压值。(2) 分析不同负荷、冷却水温和循环水泵运行方式下的最佳背压。通过对不同负荷、冷却水温和循环水泵运行方式下的最佳背压进行计算和分析,我们可以得出以下结论:在机组负荷较高时,为了维持较高的汽轮机功率和较低的热耗,需要适当降低背压值;而在机组负荷较低时,则可以适当增加背压值以减小凝汽器的热负荷和机组的煤耗。同时,冷却水温和循环水泵运行方式的变化也会对最佳背压产生影响。例如,当冷却水温升高时,需要降低背压以维持机组的经济性;而当循环水泵运行方式改变时(如增加循环水泵数量或提高泵速),也需要相应调整背压值以适应新的运行条件。

3 双背压机组真空系统优化

3.1 真空系统的作用与重要性

(1) 真空系统对机组效率的影响。在双背压机组中,真空系统扮演着至关重要的角色。其核心功能是维持凝汽器内部的低压环境,这是确保蒸汽能够高效凝

成水并回收热量的关键。真空度的高低直接关联到凝汽器的冷凝效率,进而影响整个机组的热效率和输出功率。当真空度不足时,凝汽器内部的压力上升,导致蒸汽的凝结温度升高,蒸汽膨胀做功的能力减弱,从而降低机组的输出功率和效率。因此,保持真空系统的良好运行状态对于提升机组整体性能至关重要。(2) 真空系统的构成与工作原理。双背压机组的真空系统主要由凝汽器、真空泵组、抽气管道、汽水分离器、以及相关的阀门和控制系统构成。凝汽器是真空系统的核心部件,负责将汽轮机排汽冷凝成水。真空泵组则通过抽气管道持续抽取凝汽器内部的不凝性气体和蒸汽,以维持凝汽器内部的低压环境。汽水分离器用于分离冷凝过程中产生的水汽混合物,确保只有清洁的水回流到凝结水系统。整个真空系统通过精确的控制系统进行监控和调整,以适应机组负荷和工况的变化^[3]。

3.2 真空系统抽气口改造与优化

(1) 原设计方案存在的问题。在早期的双背压机组设计中,真空系统的抽气口布局可能存在一定的局限性。例如,抽气口数量不足、位置不合理或连接方式不当等问题,可能导致凝汽器内部的不凝性气体分布不均,部分区域气体浓度过高,影响冷凝效率。此外,抽气管道的直径和材质选择也可能影响抽气效率和系统的稳定性。(2) 改造后的抽气口布局与连接方式。针对原设计方案存在的问题,可以对真空系统的抽气口进行改造和优化。首先,增加抽气口的数量,并合理调整其位置,以确保凝汽器内部的不凝性气体能够均匀快速地被抽取。其次,采用更高效连接方式,如并联抽气管道,以减少气体流动的阻力,提高抽气效率。同时,对抽气管道进行材质升级和尺寸优化,以增强系统的稳定性和耐久性。(3) 改造后的运行方式与节能效果分析。经过改造后的真空系统,其抽气效率和冷凝效率将得到显著提升。这不仅能够降低凝汽器内部的压力,提高蒸汽的凝结温度,从而增加机组的输出功率和效率;还能减少不凝性气体对凝结水质量的污染,延长凝结水系统的使用寿命。此外,由于抽气效率的提高,真空泵组的能耗也将相应降低,为机组带来显著的节能效果。

3.3 真空泵运行方式的优化

(1) 真空泵的运行策略与调整。为了进一步提升真空系统的性能,需要对真空泵的运行策略进行合理调整。首先,根据机组负荷和工况的变化,灵活调整真空泵的启动和停机时间,以避免不必要的能耗。其次,采用变频调速技术,根据凝汽器内部的压力变化实时调整真空泵的转速,以维持最佳的真空度。此外,定期对真

空泵进行维护和保养,确保其处于良好的工作状态^[4]。

(2) 提高真空泵工作效率的方法。除了调整运行策略外,还可以通过一系列技术措施来提高真空泵的工作效率。例如,优化真空泵的内部结构,减少气体流动的阻力;采用更高效的密封材料,防止气体泄漏;以及开发和应用先进的控制技术,实现真空泵的智能化运行和故障预警。这些措施将有助于进一步提升双背压机组真空系统的性能和稳定性。

4 循环水泵运行方式的优化

4.1 循环水泵的作用与选择原则

(1) 循环水泵对凝汽器冷却效果的影响。循环水泵是发电厂冷却系统中的重要设备,它负责将冷却水从冷却源(如冷却塔或自然水源)抽送到凝汽器,带走汽轮机排汽的热量,保证凝汽器内部的真空度,从而影响机组的热效率和运行稳定性。高效的循环水泵能够确保凝汽器得到足够的冷却水流量和压力,有助于降低凝汽器背压,提高汽轮机的做功能力。(2) 循环水泵的选择与配置。选择循环水泵时,需根据凝汽器的设计需求、冷却水的特性、系统阻力以及运行的经济性综合考虑。重要的是要选择流量、扬程匹配且能效高的水泵,同时考虑水泵材质对冷却水的耐腐蚀性,以及是否需要配备变频调速装置以适应不同的运行工况。

4.2 循环水泵运行方式的优化策略

(1) 根据机组负荷和冷却水温调整循环水泵数量。机组负荷和冷却水温是影响循环水泵运行效率的关键因素。在高负荷或高温条件下,增加循环水泵的数量可以提高冷却水流量,增强凝汽器的冷却效果;而在低负荷或低温时,减少水泵数量则可以节约能源。因此,应根据机组实际运行情况灵活调整水泵数量。(2) 循环水泵的节能运行方式。采用变频调速技术是循环水泵节能运行的有效手段。通过调整水泵电机的转速,可以精确控制冷却水的流量,避免在低负荷时不必要的能耗。此

外,定期对循环水泵进行维护,保持其良好运行状态,也能有效减少能耗。

4.3 实例分析

以某电厂1000MW机组为例,该机组配备有多台循环水泵,采用海水冷却的开式循环。为了分析不同运行方式的节能效果,电厂进行了多次试验,通过改变循环水泵的运行组合方式,记录机组在不同负荷工况下的冷端运行状况。试验结果表明,在机组满负荷运行且循环水进水温度较高的情况下,采用两台循环水泵并联运行的方式可以获得较好的冷却效果和经济效益。当机组负荷降低或循环水进水温度下降时,减少循环水泵的运行数量可以显著降低能耗。此外,通过变频调速技术的应用,进一步提高了循环水泵的运行效率和节能效果。

结束语

通过对1000MW双背压机组的深入运行研究,我们不仅理解了其复杂的工作原理和关键部件的作用,还通过实际数据的分析和模型的建立,找到了优化机组运行的有效方法。本研究提出的背压优化策略、真空系统改进方案以及循环水泵运行方式的调整,均显示出了显著提升机组经济性和安全性的潜力。未来,我们将继续探索更多创新技术和管理策略,以进一步提升大型双背压机组的运行效率和环保性能。

参考文献

- [1]胡洪华.大型电站双背压凝汽器优化运行的研究和实践[J].热力发电,2020,(03):22-23.
- [2]李勇,曹祖庆.600MW汽轮机多背压运行的热经济性分析[J].热能动力工程,2020,(03):24-25.
- [3]陈武治.1000MW机组低负荷锅炉安全运行分析[J].产业经济,2023,(09):104-105.
- [4]班善磊.1000MW超超临界二次再热超低背压机组运行中异常分析及治理[J].电力系统及自动化,2023,(04):39-40.