

新建汽轮发电机开机前的调试浅析

何万鹏 毛录荣

中国石化海南炼化化工有限公司公用工程部 海南 儋州 578101

摘要: 化工区动力中心为海南炼化改扩建项目化工区配套公用工程系统装置之一, 负责为化工区工艺装置提供所需各等级蒸汽、锅炉给水以及部分电力。动力中心主要由3台220t/h超高压燃气锅炉和1台25MW抽汽背压式汽轮发电机组以及配套的辅助设施组成。锅炉产生的超高压过热蒸汽经管道引入汽轮机, 进入汽轮发电机组的超高压蒸汽在流道内膨胀做功, 当参数降至4.4MPa(G)、395℃时抽出高压蒸汽, 其余蒸汽在汽轮机内继续膨胀做功; 当蒸汽参数降至1.8MPa(G)、310℃时背压排出中压蒸汽; 汽轮发电机组抽出的高压蒸汽和中压蒸汽供化工区工艺装置和动力中心使用, 其排汽送入中压蒸汽管网外供。因此有必要对汽轮发电机的启动运行进行技术调试, 为其安稳长周期运行打下坚实的基础。

关键词: 汽轮发电机; 调试; 参数; 调整

前言: 汽轮机的转子带动发电机的转子转动通过电磁感应产生电流, 发电机便把汽轮机的机械能转变为电能。在乙烯装置正常生产运行中汽轮发电机能够平衡超高压, 高压, 中压三级蒸汽管网, 并且起到节能降耗的作用。

1 汽轮发电机的机构特征概述

汽轮发电机是一种以汽轮机为动力, 通过发电机将汽轮机的旋转动能转化为电能的设备。其机构特征主要包括以下几个方面:

1.1 汽轮机: 汽轮发电机所采用的汽轮机通常是多级式复式透平式涡轮机, 通过高速旋转并且分级分段运转, 从而实现高效能的动能转化。

1.2 各级叶轮: 汽轮机内各个级别的叶轮以及叶片设计均有严格的要求, 以保证低风险率和高效能转化。并且各个叶轮的直径和厚度不同, 可以满足不同负荷下的发电需求。

1.3 空气冷却系统: 对于大功率汽轮发电机, 需要针对性地设计空气冷却系统, 将轮毂部位、接头部位、回转变环等部位加以冷却, 以保证发电机的正常运行。

1.4 绝缘材料: 为了防止绕组或者绕组的部件损坏, 汽轮发电机通常选用绝缘材料, 对于绝缘材料的要求非常高, 必须耐高温、耐高压、抗化学腐蚀等。

1.5 转子短路环: 汽轮发电机的转子通常采用多极结构, 为了防止磁噪声以及转子端环故障, 采用转子短路环方式使得磁场均匀分布, 从而保证转子磁路的稳定^[1]。

2 汽轮发电机概述以及调试的必要性

2.1 汽轮发电机的基本结构和工作原理

汽轮发电机主要由汽轮机和发电机组成。汽轮机是

将燃料燃烧产生的热能转化为动能的装置, 发电机则是将汽轮机产生的轴承运动转化为电能的装置。基本结构包括汽轮机、发电机、控制系统、润滑系统和冷却系统。其中汽轮机包括燃气轮机和汽轮机两种, 燃气轮机是通过直接将燃料和空气混合后点燃产生高温高压气体驱动转动涡轮, 汽轮机则是由锅炉产生的高温高压蒸汽驱动涡轮转动。发电机主要由转子和定子两部分组成, 转子是由永磁体或直流电枢组成, 在磁场作用下转动, 定子则由固定绕组和磁极组成, 在转子旋转的同时产生交变的电动势, 进而输出电能。为了保证汽轮机和发电机的安全稳定运行, 需要配备专业的控制和保护系统^[2]。控制系统主要由液压控行、机械控制仪表、电子控制系统等组成, 可对汽轮机的转速、温度、压力等参数进行实时监测和调节。润滑系统则可以对涡轮、轴承、齿轮等部分进行润滑, 防止磨损和氧化, 同时冷却系统可以有效控制机组运行时的温度和热量排放, 保障机组的可靠性和工作效率。

2.2 调试的必要性

汽轮发电机的调试是确保机组安全运行和提高机组工作效率的重要环节。在生产使用阶段, 汽轮发电机需要正常地工作, 保证稳定输出电能, 因此进行调试具有以下必要性: 第一, 调试可以发现并解决机组存在的问题。在机组运行前, 需要进行全面的检查和测试, 以便发现运行过程中存在的故障和隐患, 并及时采取措施加以解决。只有在保证机组各部分和连接管道的正常状态下, 才能确保机组的可靠和稳定运行。第二, 调试可以逐步提高机组的工作效率。在调试的过程中, 可以根据机组的运行状态、大气温度、大气压力和湿度等因素,

对于机组的输出功率、稳定性进行精细调节,使其达到最佳的工作状态。通过不断地调试和优化,可以提高机组的能量利用率和输出功率,提高机组的工作效率。第三,调试可以使调试人员更好的了解机组的工作原理和工作流程,提高其对机组的管理和操作技能。在调试的过程中,调试人员可以逐步掌握机组的工作原理和运行状态,更好地了解机组的特点和操作要点,提高其对机组的管理和操作水平^[3]。

3 汽轮发电机调试前的准备工作

3.1 调试前的检查和测量工作

在汽轮发电机进行调试前,需要进行全面的准备工作,包括调试前的检查和测量工作。以下是具体的准备工作:首先,需要对汽轮发电机进行全面的检查和测试,以确认各个零部件和连接管道的完好性和可靠性。包括检查涡轮轴承的磨损、发电机输出端绕组的电气连接和绝缘状态、控制系统的正常运行等方面。这些检查可以全面发现运行过程中存在的隐患和故障,并及时采取措施加以解决。其次,需要进行各种参数的测量和测试,以了解机组的运行状态。包括测量燃料流量、蒸汽流量、温度和压力等参数,并通过定量分析和比较找到机组的最佳工作状态。这些测量数据是调试过程中的重要依据,可以指导调试员进行合理的调节和操作。再次,还需要进行调试前的防护措施和工作安排。针对不同的调试任务,需要采取相应的安全措施,包括准备好安全设备、确保了工作场所的安全、完善的应急预案、调查危险点等一系列工作安排^[4]。

3.2 调试前的防护措施和工作安排

在进行汽轮发电机的调试前,需要做好充分的准备工作,其中包括调试前的防护措施和工作安排。(1)要做好安全防护工作。在进行汽轮发电机的调试前,调试人员必须了解机组的工作原理和调试流程,并穿戴好个人防护用品,比如防护眼镜、手套等。同时,在调试现场周围设置特别警戒线,并进行有效的标识和警示牌设置,防止无关人员进入调试现场,保证施工人员的人身安全。(2)要做好工作安排。在进行调试前,需要制定合理的调试方案和安排,并通知相关部门和人员,确保相关人员都能在规定的时间内就位。同时,在调试前还需做好周边环境的处理工作,以确保调试现场周围的安全和整洁。(3)要做好应急预案。调试过程中,如果出现意外情况,必须能够迅速应对。因此,在调试前要做好应急预案,明确应急处理步骤、应急设备位置、应急人员等信息。同时,参与调试的人员还需要接受相关应急处理方面的培训,以做好应急处理工作^[5]。

4 汽轮发电机的调试流程

4.1 检查汽轮发电机各个部位以及连接管道

汽轮发电机调试是确保机组安全运行和提高机组工作效率的重要环节。汽轮发电机的调试流程主要包括以下几个步骤:第一步,预检查。在进行汽轮发电机的调试前,需要进行全面的预检查,确认各个零部件和连接管道的完好性和可靠性,以保证机组各部件能够正常运转。第二步,调试仪器连接。在进行汽轮发电机的调试中,需要准备好各种调试仪器,如测量仪表、分析仪器等,并连接到对应的检测点上。第三步,检查各个部位以及连接管道。在进行调试的过程中,需要逐一检查汽轮发电机各个部位以及连接管道是否正常工作。这些部位包括涡轮轴承、发电机输出端绕组的电气连接和绝缘状态等,同时还需检查控制系统的正常运行等方面。第四步,调整机组参数。在对汽轮发电机各个部位进行检查后,需要根据机组的特点和运行状态,逐步调整机组输出功率、稳定性等参数,使其逐渐达到最佳工作状态。第五步,功能测试。调试完毕后,需要进行功能测试。测试过程中需要再次检查汽轮发电机的各部分是否正常,确保机组的正常工作。第六步,结束工作。在完成汽轮发电机的调试工作后,需要及时清理现场,并切断所有调试仪器的连接线,同时对调试情况进行记录整理。

4.2 空载试运行和负载试运行

汽轮发电机的调试流程包括空载试运行和负载试运行两个阶段。

空载试运行是指在汽轮发电机安装、连接、调整以及实现各项技术指标的基础上,对发电机进行部分机器空载下的运转试验。首先需要进行发电机空载试运行前的检查,检查无误后再进行调节,不断调整发电机相关参数,比如转速和振幅等。调节前要先重点确认相关电气控制系统和保护系统的正常工作,在确认系统无问题后再进行调整^[6]。目的是确保发电机各项技术指标和性能表现符合工程设计要求,并且其运行状态稳定良好。负载试运行阶段是将发电机连接到电网并进行负载试验,检验发电机的发电能力是否达到设计标准,检查各部位的工作状况,进行调整、检测和检查。在试运行前要将发电机接通电网,开启调试仪器进行检测、调整、记录测试数据等。通过试验,对发电机各项性能指标进行检测,如电压、电流、频率、功率、温度和压力等,以确保汽轮发电机能够稳定、可靠地运行。

4.3 运行中蒸汽流量、温度、压力等各种参数的测量和调整

汽轮发电机的调试流程中,运行中蒸汽流量、温

度、压力等各种参数的测量和调整是非常重要的工作，可以保证汽轮发电机达到最优的运行状态。其具体流程如下：（1）安装流量计、压力变送器、温度计等相关设备。在汽轮发电机的导汽管道等位置，安装流量计、压力变送器、温度计等相关设备。这些设备能够对蒸汽流量、温度、压力等关键参数进行实时测量，并向控制系统传递数据。（2）启动机组，观察各项参数的变化和稳定情况。根据机组启动后的实际情况，使用调试仪器检测蒸汽流量、温度、压力等数据，并记录数据。

（3）进行实时调整。根据不断检测到的数据，使用相应的调节装置进行调整，比如更改阀门启闭情况、调整蒸汽流量、调整冷却水量等。同时进行反馈控制，确保调整后各项参数处于最佳状态。（4）重复检测和调整。在进行实时调整后，需要再次使用调试仪器进行检测，以确保调整后各项参数稳定在最佳状态。如果发现调整不理想，则需要重新进行调整并重复检测，直到达到最佳状态^[1]。

4.4 保护装置和自动控制系统的调试

保护装置和自动控制系统是汽轮发电机的重要组成部分，其调试过程也十分重要，直接关系到发电机的性能和安全运行。具体调试流程如下：第一步，检查保护装置和自动控制系统。在进行调试前，需要对系统进行全面检查，确保各个保护装置和自动控制系统的电气、机械、液压和气动等部分处于正常工作状态。第二步，设定保护装置参数。根据设计要求，设定各个保护装置的動作电流、動作时间等参数，保证在发生系统故障时及时报警并切断电源。第三步，调试自动控制系统。采用调试仪器对自动控制系统进行调试和检测，比如电子速度控制系统、自动调节系统等。根据试运行数据和实际情况，调整系统的控制参数，确保系统能够正常工作，实现自动控制。第四步，进行全面测试。安装并连接各个保护装置和自动控制系统后，进行全面测试，检查各个系统是否正常工作以及能否保证汽轮发电机的安全、可靠运行。

4.5 调试结束后的收尾工作

调试结束后的收尾工作非常重要，对于下一步机组的稳定运行和维护工作都有着至关重要的作用。其主要流程如下：（1）清理现场。在整个调试过程中，会使用各种检测仪器和工具，需要对现场进行彻底的清理，将调试用具和材料整理妥当，成箱成组存放。（2）检查设备和管道。在清理现场的过程中，需要对检测仪器和设备进行检查，确认设备和管路处于良好的状态。如对各类阀门、开关、保护装置、电气线路等进行全面检查、整理、分类、贴标等^[2]。（3）整理资料。需要整理和保存好各类技术手册、说明书、测试报告、技术标准等各种资料文档。分类，对于调试结果、故障排除过程、调试阶段数据等必要信息进行记录。（4）总结经验。对于调试过程中出现的问题和解决方案进行总结，制定相关文件和报告，以备未来维护时的参考。

结束语

汽轮发电机调试需要涉及到多个方面的技术和知识，需要专业的技术人员进行指导和实施。只有通过合理的调试流程和标准操作，才能够保证机组的正常运行，从而满足平衡乙烯区三级蒸汽管网的需求，保证合格蒸汽的正常外供，减少减温减压器的使用，达到节能降耗的作用。

参考文献

- [1]刘玉新.汽轮发电机安装调试技术要点分析[J].科技视界, 2021(04): 59-60.
- [2]刘宝军.汽轮发电机组安装调试技术要点探讨[J].智能城市, 2019, 5(14): 206-207.
- [3]宋强义.汽轮发电机安装调试技术要点分析[J].科技创新与应用, 2019(06): 137-138.
- [4]“汽轮发电机调试技术规范”, 全国电力行业标准化技术委员会, 2009年。
- [5]吴德勇、周淑珍、刘星宇等.汽轮发电机调试技术规程.冶金工业出版社, 2009年。
- [6]马力强、曹建伟、张志华等.汽轮发电机调试技术.机械工业出版社, 2013年。