

汽轮机低压轴封系统的问题分析及改进措施

杨亿骅,陈华梅,赵一成

(杭州汽轮机动力集团股份有限公司,浙江杭州 310015)

摘要:汽轮机低压轴封系统的运行效果与其设计方案合理性具有直接关系。针对汽轮机低压轴封系统存在的进汽温度控制效果不理想、出现漏气和回汽现象,以及缺乏可靠监控手段等问题展开讨论,设计提出蒸汽强制混合装置、调整汽轮机低压轴封系统运行方式和优化低压轴封进汽压力控制方案的相关改进措施,充分发挥现代技术优势,实现汽轮机低压轴封系统性能全面提升。

关键词:汽轮机低压轴封系统;进汽温度控制;低压轴封进汽压;系统性能

中图分类号:TK268 **文献标识码:**B **DOI:**10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2023.07D.74

0 引言

轴封系统是保证汽轮发电机组正常运行的必需热力系统。低压轴封系统作为轴封系统的重要组成部分,主要用于阻断空气进入汽轮机低压缸,以保证空气与蒸汽隔离的状态,保持汽轮机低压缸内的真空空间,促进凝汽反应的充分进行,进而为汽轮机的高效运行提供有力的热力支撑。轴封的供汽温度、稳定性以及汽轮机低压轴封密封程度,会影响汽轮机组的正常运行和运行成本的可控性。

1 汽轮机低压轴封系统存在的问题

1.1 进汽温度控制效果不理想

目前,我国大部分电厂汽轮机应用的低压轴封进汽系统的设计缺乏严谨性,控制技术不够成熟,导致不同低压缸轴封进汽普遍存在温度差异,且没有得到有效地控制^[9]。在个别情况下,已经无法满足轴封系统的正常运行温度(121℃以上),甚至因低压轴封进汽温度失控,使运行温度低至100℃以下,可能造成蒸汽不纯净、真空泄漏以及轴承振幅过大等情况。

低效的汽轮机低压轴封系统运行状态会造成资源损耗过量等问题。低压轴封进汽温度控制效果不理想与减温器的干预有直接关系。一方面,蒸汽进入减温器后会形成明显的温度差。当经过减温器变温后,蒸汽会通过各个低压轴封进入到低压缸内。因低压轴封距离远近不同,减温器近处的轴封进入的蒸汽温度会较接近减温器变温后的初始温度,但是距离减温器较远的轴封进入的蒸汽温度就会与其存在较大差异。另一方面,许

多工作人员为快速达到均衡入汽温度的目的,采取了调试减温器的方法控制低压轴封进汽温度,但是作用效果并不理想,甚至造成了很大的麻烦。强制性改动减温器的温度设定值,在低压轴封密封性无法得到保证的情况下很容易导致低压轴封漏气问题。汽封加热器、汽封冷却器、轴封加热器的整体外形如图1所示。

1.2 未设计轴封漏气和回汽温度监视测点

传统汽轮机组轴封系统的设计缺乏合理性,只设计了蒸汽进入轴封的单向进汽口,未根据汽轮机组的运行原理进行合理配置^[9]。一方面,未在所有轴封口设置进汽监测点,只设置了总进汽监测点,无法精准监测各个轴封进汽口的进汽温度,导致监测



图1 汽封加热器、冷却器及轴封加热器

- [9] Mares C, Surace C. An Application of Genetic Algorithms to Identify Damage in Elastic Structures[J]. Journal of Sound and Vibration, 1996, 195(2): 195-215.
- [10] 田圣. 基于人工免疫算法的结构损伤识别[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [11] 任敏. 人工免疫系统在塔机起重臂损伤识别中的应用[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [12] 杨小森, 闰维明, 陈彦江, 等. 基于模型修正的大跨斜拉桥损伤识别方法[J]. 振动、测试与诊断, 2012, 32(2): 276-281.
- [13] 蒋阿, 冯晓东. 空间桁架结构残余力最小秩修正法损伤识别[J]. 机械强度, 2019, 41(6): 1480-1485.
- [14] 黄海滨, 臧敬刚. 变运营环境下基于混合主成分分析的结构损伤识

别方法[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2022, 41(7): 51-58, 88.

- [15] 李守巨, 刘迎曦, 何翔, 等. 基于混合优化策略的结构损伤识别方法[J]. 中国矿业大学学报, 2002(1): 39-43.
- [16] 马高, 屈文忠, 陈明祥. 基于时间序列的结构损伤在线诊断[J]. 武汉大学学报(工学版), 2008, 41(1): 81-85.
- [17] Liu Y, Li A, Fei Q, et al. Feature Extraction and Damage Alarming using Time Series Analysis[J]. Journal of Southeast University, 2007, 23(1): 86-91.
- [18] 田艳, 王胜春, 王月婷, 等. 基于AR模型的塔机结构损伤检测研究[J]. 工程机械, 2013, 44(12): 22-26, 7.

[编辑 张 韵]

微信搜一搜

舜业之声



结果缺乏指导意义;另一方面,未设置回汽温度的监测点,各轴封的回汽温度无法被及时检测到相关数据,导致在汽轮机组运行过程中回汽温度的不确定性及不可控性,使回汽管内的通畅性及机组故障率受到影响,干扰相关工作人员,导致误判轴封供汽情况,造成供汽压力设置过低或过高,低压轴密封效果下降,使空气漏入低压缸。

低压轴封系统结构中,因系统内未设置轴封漏气温度的监测点,对于蒸汽压力缺乏有效监测手段,给相关工作人员的巡察工作造成很压力。要求人工作业达到实时监测漏气温度的效果很难实现,人不是机器,无法实现机械化、自动化作业,难免出现错漏。为保证尽快发现漏气现象,需要安排大量人员进行倒班,24 h无休地进行监测作业,提高了人工成本。一旦人工监测出现疏漏,会造成蒸汽泄漏故障,蒸汽极有可能进入汽轮机组运行系统,导致部分子系统无法正常作业,甚至造成整个系统瘫痪的严重后果。

1.3 低压轴封密封效果缺乏可靠的监控手段

国内电厂应用的密封效果普遍测试不全面,仅限于真空严密性试验,且流程设计欠缺严谨性。执行流程时,需要首先控制真空泵保持关闭状态,然后观察凝汽器的垂直下降速度。如果发现速度远高于正常运行速度,则轴封密封效果不符合标准。根据上一次凝汽器下降运行的超速情况,重新设定低压轴封供汽压力值,进行第二次试验。通过反复试验,粗略地确定低压轴封的供汽压力值,缺乏严谨性,只能保证汽轮机组的正常运行,而无法保证其运行在最佳状态^[9]。

传统试验方法的弊端明显。一方面,试验过程中需要关停真空泵,影响汽轮机组的正常运行。因此,只能有限次数地进行真空严密性试验,在一定程度上削弱了对低压轴封密封程度的监测效果,进而造成监测的滞后性。另一方面,该试验的操作风险极大,在反复执行真空泵关、开操作时如果有意外情况发生,将导致再次启动不利,可能造成整个汽轮机组瘫痪,造成不必要的损失。

1.4 轴抽风机漏水及出口积水

汽轮机组正常运行过程中,轴抽风机会发生运行漏水以及出口处积水等意外。随着汽轮机组的老化,意外情况出现的概率越来越高。从运行安全角度看,低压轴抽风机漏水及出口积水是汽轮机组运行的重大隐患,可能造成蒸汽的物态性质变化,使蒸汽变成水,回流到低压轴封运行管道内,干扰汽轮组的运行效能。

2 低压轴封系统改进措施

2.1 设计蒸汽强制保温装置

蒸汽经过轴封蒸汽减温系统的降温处置后,没有有效的传送装置将降温后的蒸汽送至各个汽轮机低压轴封管内^[9]。且因低压轴封管入口距离减温系统的远近不同,导致各低压轴封管内进入的蒸汽温度有很大差异。所以,为了保证整个汽轮机组运行的最佳状态,需要有针对性地增设蒸汽强制混合装置,解决低压轴封入口汽温度问题。

通过系统地分析,可以在轴封蒸汽减温系统出口位置加装数字智能化蒸汽强制混合控温装置,并在程序中设置强制执行系统,预设恒温传送信息执行指令,以保证经过统一降温处理后的蒸汽能够通过恒温管道,传送到指定低压轴封管内,有效解决

低压轴封进汽温度控制效果不理想的问题。

2.2 调整汽轮机低压轴封系统运行方式

(1)调整汽轮机低压轴封系统的直接关联系统——喷水减温系统的运行方式:①通过改变轴封减温系统的输入水源,用性质稳定的凝输水代替凝结水,保证凝水压力时刻处于稳定的状态,提高出汽温度的统一性;②改进减温水装置喷头,改用雾化性能较好的喷头,以防止蒸汽和水混合喷出。

(2)提高低压轴封供汽温度的最高限制,从原定的 140 ℃提高至 170 ℃,以拓宽低压轴封供汽温度的调节限域。增加对低压轴封温度的控制功能,以保证正常的轴封供汽压力。将疏水系统对应的第一路疏水至凝汽器门的子系统有效开启,并持续保持其开启状态,使汽轮机组能发挥最佳的运行效能。

2.3 优化低压轴封进汽压力的控制方案

传统的汽轮机组设计中,低压轴封进汽压力控制系统执行的是定压控制流程,只有在轴封管内进汽压力达到最高限制时才会触发系统反射执行程序,属于单向调节。但是,在汽轮机组的实际运行过程中,单向调节的效果是远远不够的,要想实现对低压轴封进汽压力的有效调控,应改进现行进汽压力控制方案。首先,将单向调节改为双向控制调节,并引入低压轴封回汽温度作为被调对象。在进汽压力控制装置中加入交换器,以保证双向调节系统运行的流畅性,调节系统的限域峰值可以根据汽轮机组的实际运行情况进行设置调整。针对低压轴封进汽压力和回汽压力的控制值进行分别设置,以实现低压轴封进汽压力的优化控制,并能够合理地进行自动控制。

2.4 对轴抽风机及出口积水采取措施

针对汽轮机组运行过程中常见的轴抽风机出口处凝结水回流的问题,分析其主要原因是运行过程中轴抽风机出口旁路口被动打开,使轴抽风机的排气功能受阻,造成废气的内循环及堆积,轴封加热器内的负压降低,内部回汽压力升高,导致回汽不畅。为有效实现废气的标准排放,缓解轴封加热器内的回汽压力,提升轴封回汽量,达到控制轴封冒汽量的效果,将轴封加热器内的水位提至 50%处。

从汽轮机组各子系统的协调运行机制角度分析,汽轮机组内的各个子系统运行状态是相互关联、相互影响的。机组运行状态的良好可以提升汽轮轴封回汽系统的运行效果,汽轮机轴封回汽系统的运行状态也会促进汽轮机组的整体运行效果。由此可见,改善汽轮机组及汽轮轴封回汽系统的运行峰值,可以有效规避轴封漏气和油中进水的运行缺陷问题,进而促使汽轮机组的真空严密性达到最佳(峰值小于 180 Pa),全面提升汽轮机组运行的经济性。

3 结束语

通过对蒸汽强制保温装置的有效改良,实现对进汽和回汽温度的科学控制,达到低压轴封缸内气压标准运行的目的。通过对汽轮机低压轴封系统运行方式及轴封进汽压力的控制方案的进一步优化和改良,达成了对汽轮机组整体运行状态以及各子系统自运行状态的有效控制,并科学、有效地规避了轴封漏气、回水、倒流,以及抽风机出口积水等运行缺陷,提高汽轮机组运行的安全性,为电厂汽轮机组运行经济效益的提高提供了有力的技术支撑,为我国火力发电厂的持续健康发展奠定了技术基础。



微信搜一搜

舜业之声

维修 2023 No7(下)



— 润 滑 —



1. 因微信公众号限制,部分手机上无法显示公众号二维码,请在微信中搜索“舜业之声”关注神州机电、天下热工设计圈、神州机电业联盟等公众号。
2. 本刊秉承“舜业之声”宗旨,坚持“内容为王、质量为本”原则,由编辑部负责,编辑负责稿件初审与编辑,主编负责稿件终审,稿件经主编审核后,方可发表。本刊对来稿有删改权,如作者不同意删改,请在来稿时注明。本刊对来稿有删改权,如作者不同意删改,请在来稿时注明。本刊对来稿有删改权,如作者不同意删改,请在来稿时注明。
3. 本刊加入神州机电、天下热工、设计圈、神州机电业联盟群的读者,请加群主微信号:18325411988

化工企业火灾消防救援应急救援应急处置措施

戴 勇

(衡阳小桔制药有限公司, 湖南衡阳 421000)

摘要:针对化工企业火灾发生的原因,分析与研究应急救援过程中存在的问题,提出对火势大的区域进行多维、多方向冷却防爆处理,针对局部区域采用隔绝空气的形式实现窒息灭火,企业物料库需要及时关闭断料等措施。为进一步加快火灾应急救援效果,设立微型消防站,缩短救援的速度,提升企业的应急处理效果,为后续火灾救援技术的升级奠定基础。

关键词:化工企业;消防;应急处置;救援技巧;预防;处置标准

中图分类号:TQ086 **文献标识码:**B **DOI:**10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2023.07D.75

0 引言

与其他企业相比,化工企业发生火灾的概率相对较大,是典型的高危行业。当前化工企业火灾救援应急方法通常采用单向的物理方法进行处理,虽然能够完成预期的处置目标和任务,但是火灾扑救的速度较慢、救援的针对性较低,再加上化工企业环境的限制,在一定程度上更加容易导致火灾的延伸甚至爆炸,对企业内部人员的生命安全形成无形的威胁^[1]。为此对化工企业火灾消防救援应急处置措施进行制定与调整^[2]。为确保最终分析结果的可靠,以真实的化工企业作为背景,结合企业内部实际的火灾救援布设以及扑救设施,设计对应的应急处置结构^[3]。

除此之外,还需要设计对应的火灾防护结构,利用专业化、智能化的手段,逐步完善火灾的救援体系,最大限度降低企业内部的火灾事故风险,缩小安全隐患的覆盖范围,细化其企业的生产、储存以及运输过程中,提升火灾救援的实际速度与质量,在有限的时间内增强火灾应急处置措施的应用效果。

1 化工企业火灾消防救援应急处置存在的问题

1.1 应急处置措施单一

化工企业预设的火灾救援应急处置措施,针对性不强,对于一些大型的化工企业应用效果较为有限^[4],且在实际执行过程中,受外部因素的影响处置问题频发。分析与研究之后,认为原因为处置措施单一、无法阻止大面积燃烧。化工企业内部存储较多的原材料,大多数是易燃易爆的危险物质,企业内部的结构及防护处于密集、高大,由于这种结构的限制,消防辅助框架也呈现出立体式的连续分布,发生大型火灾的过程中容易出现纵横蔓延情况,增加“回火”问题。

单一的应急处置措施还会在一定程度上加快火灾的扩展延伸速度,处置不当时会导致火灾更加难以控制。化工企业中

对火灾形成影响的因素较多,如硅粉、硫酸、甲醇以及二甲基二氯硅烷等物质,在混合之后均容易出现不同的化学反应,提高火灾的危险性,事故现场的复杂度也较高,这也提升救援的处置难度。所以,针对化工企业速度快、易爆炸、处置受限这一类火灾,单一的处置方式很难收到理想的处理效果。

1.2 火灾救援应急处置流程模糊

部分化工企业虽然制定对应的火灾救援方案,但是总体的处置流程相对较为模糊,不稳定性较强。在易燃易爆的危险环境中,化工企业常常出现二次燃烧,形成不可控的救援情况。针对化工企业局部位置的分析,主要包括物料存储仓库、实验室、生产工厂等,均是容易发生二次爆炸的位置,处于火灾事故爆炸的前列,企业对于这些区域的管控及处置流程与环节有时并不明确、完整,致使火灾应急处置情况恶化。

另外,模糊的火灾处置流程,对于火灾的爆发点及延伸位置的预测通常也是不准确的,由于企业内部的易燃易爆物品相对较多,环境变化频率增加,一些环节并不能实现全方位的救援处理,严重时甚至存在火灾扩散等情况,更容易加快火势、导致火灾难以控制^[5]。而单向救援应急处理模式,救援人员也无法对火灾的位置作出标记,较难确保最终的应急处理结果^[6]。

2 制定化工企业火灾应急处置措施

当前部分化工企业对于火灾救援应急处置措施多为物理冷却防爆,并未针对关联爆炸、火势蔓延等问题设计具体、细化的应急处理方案,促使火灾控制难度逐渐增加,更易形成关联性的大型火灾,为此提出化工企业火灾消防救援应急处置措施。

2.1 冷却防爆处理

通常情况下,化工企业一旦出现火灾,首先需要对相关的化工设备及装置进行物理冷却,以避免出现二次起火或者爆炸等情况。所以,火灾发生时采用冷却设备对企业内部管道、设备进

参考文献

[1] 郭春晖,赵培山,宋益纯.汽轮机低压轴封系统存在问题分析及改进

[3] 许东升,李志国,朱学范,等.330 MW 机组低压轴封温度波动大原因分析及对策[J].东北电力技术,2019,40(7):25-27.

1.660 MW 机组低压轴封系
119,33(2):73-75.

设备管理与维修 20:



微信搜一搜

舜业之声

