

国产 600MW 机组低压缸零出力研究及应用技术

焦远昭

大唐七台河发电有限责任公司

摘要: 面对冬季供热机组参与深度调峰与保证供热品质之间的矛盾逐渐增长问题,大唐七台河发电有限责任公司(以下简称七台河公司)开展机组低压缸零出力技术研究及应用,在低负荷工况下增大热网抽汽量,保证热网供热品质安全方面取得明显成效。本文对国产 600MW 机组低压缸零出力研究及应用技术展开讨论。

关键词: 热电解耦; 零出力; 供热能力提升; 安全性

引言: 国家能源局发布了《东北电力辅助服务市场运营规则》等文件,开展多品种、多形式、多主体的辅助服务市场化交易。热电联产企业面对新形势也迫切需要采取“三改联动”改造等方式解决当前调峰与保供热品质之间矛盾的困境。七台河公司立项开展国产600MW机组低压缸零出力研究及应用,项目投入运行后,达到预期热电解耦成效,有力缓解了调峰与保供热之间矛盾,并获得了较大经济收益【1】。本文对七台河公司项目进行探讨、归纳及总结,为其他类型机组同类型改造提供参考。

一、低压缸零出力改造基本原理

为避免低压转子发生鼓风而过热,国内热电联产机组中低压缸导汽管蝶阀在设计时保证在“全关”状态下低压转子也能有足够的冷却流量,或者在运行时导汽管蝶阀有最小开度限制(通常为20%左右)。

机组低压缸零出力运行改造是打破机组低压缸最小冷却流量的限制,在低压缸高真空运行条件下,采用可完全密封的液动蝶阀切除低压缸原进汽管道进汽,通过新增旁路管道引入少量冷却蒸汽,用于带走低压缸零出力改造后低压转子转动产生的鼓风热量。与改造前相比,提升供热机组灵活性的低压缸零出力改造技术解除了低压缸最小蒸汽流量的制约,在供热量不变的情况下,可显著降低机组发电功率,实现深度调峰。低压缸零出力改造后,为防止低压缸末两级叶片出现鼓风损失从而引起叶片超温以及应力超限等问题,需要引入一定量的中压缸排汽对低压缸进行冷却。

低压缸零出力运行改造可以将原有必须进入低压缸的冷却蒸汽大幅减少,从而在相同发电负荷下显著增加采暖抽汽流量。近两年,这一技术逐渐在国内热电联产机组中推广应用,取得了较好的效果,随着改造及运行经验的逐步积累,低压缸零出力改造技术日臻成熟。

二、低压缸零出力改造方案

2.1 汽轮机本体改造方案

七台河公司3号机组汽轮机为哈尔滨汽轮机厂有限公司制造,由于低压缸零出力运行改造主要为低压缸本体范围内的改造,因此主要依据汽轮机制造厂提供的推荐技术方案。

根据哈尔滨汽轮机厂有限公司提供的相关资料,在3号机组低压缸零出力改造中,主要遵循以下原则:保持原机组设计蒸汽参数、热力系统不变的前提下进行改进;安全可靠第一,采用的技术成熟可靠,消除原汽轮机部件的薄弱环节,提高机组的可用率、可靠性;连管返厂补充加工,增加一套抽汽短管及附件,增加低压冷却蒸汽管道及附件;对控制系统进行相应的优化;5.设计、制造、检验符合现行的国际、国家及行业的标准和要求;机组实施完善改进后设备运行应力控制值能适应原机组运行参数变化的要求,并且满足现场运行需要。

2.1.1 中低压缸连管管及冷却蒸汽系统改造

本工程更换两个中低压连管管蝶阀,同时为阀门更换液压控制系统,蝶阀安装位置与机组现有相同。供热系统非抽汽工况时处于非截流状态,蒸汽正常进入2个低压缸做功;切缸改造后,如果切2个低压缸,两侧连管管蝶阀均关闭,蒸汽从两侧连管管抽汽管道全部引入进入热网供热,仅引部分蒸汽进入低压缸冷却低压转子,带走由于鼓风产生的热量。如果只切1个低压缸,则另一侧连管管和低压缸处于非截流状态,除了打孔抽汽外,其余蒸汽正常进入低压缸做功。

改造前采用的是挠性辐板的结构,水平管端与垂直管端时直角连接,增加了在管道内的流动阻力。本工程出于安全性考虑,选择更换原中低压连管管,改造后 90度直管采用热压弯头结构代替,去除导流叶栅,解决原来导流叶栅

来源期刊



中国能源观察

2025年05期

相关推荐

同分类资源

更多

- [\[动力机械及工程\]](#) 电网建设绿色施工技术体..
- [\[动力机械及工程\]](#) 水利水电工程弃渣场水土..
- [\[动力机械及工程\]](#) 电气自动化技术在生产运..
- [\[动力机械及工程\]](#) 智能小区配电自动化系统..
- [\[动力机械及工程\]](#) 老旧小区燃气管道智能化..
- [\[动力机械及工程\]](#) 燃机电厂可燃气体探测系..
- [\[动力机械及工程\]](#) 光伏发电对城市发展的优..
- [\[动力机械及工程\]](#) 火电机组DCS系统国产化..
- [\[动力机械及工程\]](#) 输变电工程滑坡体锚索支..
- [\[动力机械及工程\]](#) 合同管理视角下企业内部..

相关关键词

热电解耦; 零出力; 供热能力提升; 安
全性

脱落的问题。将中压排汽和低压进汽的垂直管道适当加长**0.5~1.0m**，以便增加低压冷却蒸汽管道及附件。低压冷却蒸汽管道及附件的布置充分考虑其自重对连通管的影响，将冷却蒸汽管道的出口布置在中排侧的连通管垂直管道上，而冷却蒸汽的入口布置在低压进汽侧的连通管垂直管道上（蝶阀后），以免在抽汽工况下发生振动，影响机组的安全运行。要求与减温水混合后的冷却蒸汽参数为**0.03兆帕，130-140℃**，保证有**30℃**以上的过热度，减温减压阀组中的喷头有优良的雾化性能，能够根据电厂的凝结水参数保证雾化效果，在安装时保证减温器后的蒸汽管道距离，以保证冷却蒸汽进入低压缸前充分混合。

2.1.2采暖抽汽系统改造

抽汽管道自连通管引出后依次加装安全阀、逆止阀、快关调节阀、截止阀（或闸阀），安全阀安装在快关阀之前的管道上。安全阀安装于电厂汽轮机抽汽管道上，系统处于正常压力下运行时，安全阀处于关闭状态；当抽汽蝶阀与逆止阀之间的区域出现超压时，安全阀自动打开向外排汽，保护抽汽管道及汽轮机本体设备，以防止其损坏。

甩热负荷工况时，连通管蝶阀应快速打开。在蝶阀卡涩的情况下，系统中的安全阀起到安全保护的作用，防止中排压力过高。为了防止机组在突然甩负荷时汽轮机内的压力突然降低，抽汽管和各加热器内蒸汽倒流入汽轮机内并阻止加热器管系泄漏使水从抽汽管路进入汽轮机内发生水击事故，机组各段抽汽管道上均装有能够快速强制关闭的逆止阀。

快关调节阀安装于供热抽汽管路中，用于抽汽管路异常情况下能够快速关闭，起到保护汽轮机的作用；截止阀（或闸阀）安装于供热抽汽管路中，用于抽汽管路关断。

对低压缸喷水系统进行优化，在电端和调端低压缸根部扩压板上开孔布置喷头，低压缸喷水管道安装于轴承箱上方的低压缸根部扩压板上，喷头采用不锈钢产品，保证系统稳定运行；采用优秀的雾化喷头，保证喷水减温效果；采用双路喷水系统，分阶段投入，既保证减温效果，又避免喷水过量；优化喷水角度，减少减温水回流导致叶片水蚀。

三、改造实施及成效

七台河公司充分组织谋划，从可研、审查、招标采购、施工、性能试验验收等全部流程历经1年时间完成了改造任务。大唐东北电力试验研究院进行了性能考核试验。

3号汽轮机低压缸零出力改造项目完成后，3号机组在切双侧低压缸供热工况下，机组发电负荷为**141.681MW**，主蒸汽流量为**748.274t/h**，采暖抽汽流量为**495.365t/h**，热耗率为**5819.74kJ/(kW·h)**，供热负荷为**373.143MW**。达到了技术协议中“机组在主蒸汽流量为**752.00t/h**时，切双侧低压缸运行，机组最小功率应不高于**148.4MW**”的要求。

3号机组在供热量（采暖抽汽流量约**340t/h**，供热负荷约**251MW**）相同的条件下，切单侧低压缸工况下机组负荷为**239.008MW**，抽凝工况下机组负荷为**272.272MW**，机组改造后切单侧低压缸调峰能力提升了**33.264MW**。

机组切双缸情况下，调峰能力可增加约**66.6MW**，综合测算调峰收益每月约为**1000**万，供热系统循环水温度在低负荷下依然可保持**98℃**及以上温度水平，项目取得较大收益。

改造后，在采暖初、中、末期，灵活采用投入单侧低压缸零出力运行或双侧低压缸零出力运行方式，机组调峰能力可增加**66.3MW**及以上，可充分从容应对七台河地区短期及长期内因矿务局电厂关停等带来的供热面积增加问题，极大提升了七台河公司冬季供热保障能力。

四、安全运行及检修注意事项

低压缸零出力改造非机组设计运行工况，应充分核算末级、次末级叶片动应力是否满足安全运行需求，避免叶片断裂事件发生。此工况下对于低压末级、次末级叶片水蚀较为明显，在零出力改造中，需要对低压末级、次末级叶片进行喷涂【2】，增加叶片的抗水蚀能力。同时对于低压缸减温喷水安装也有一定要求，喷头雾化情况要求良好，角度应顺向气流排出方向，严禁喷向叶片方向。

每年机组检修期间，应对低压末级、次末级叶片进行检查，检查喷涂图层水蚀等情况，必要情况系进行相应处理。为了时时掌握末级叶片运行状态，适宜对末级叶片加装振动监测装置。

五、结论

机组低压缸零出力改造，对于深度调峰工况下，可充分满足供热品质同时提升供热能力，经实际运行检验，运行安全可靠，收益率较高，适宜向行业内部推广应用。

参考文献

[1] 韩立，郭涛.**350MW**供热机组低压缸零出力经济运行研究 [J].节能技术，2019,37（213）：61

[2] 李玉辉.**350MW**超临界汽轮机低压缸零出力运行安全性分析 [J].东北电力技术，2022,43（3）：36

同系列内容

1	热网系统热网加热器新型结构研究及应用技术	177	2025-05
2	国产 600MW 机组低压缸零出力研究及应用技术	163	2025-05
3	供热联产热网系统管线优化研究及应用 ——基于火电厂汽轮机抽汽管道膨胀节改造的工.	142	2025-05
4	继电保护与配电自动化系统的故障分析	156	2025-05
5	斗轮堆取料机无人值守技术研究及应用	182	2025-05

查看全部

关于我们

期刊网介绍
服务条款
知识产权声明
联系我们

特色服务

学术通
定制服务
广告合作
友情链接

期刊合作

期刊合作
合作流程
商务合作
广告服务

产品服务

期刊大全
论文中心
期刊检索
论文检索

客服电话：400-889-0263

客服QQ：00000000 琼网文【2021】1550-113号

增值电信业务经营许可证：琼B2-20210322

出版物经营许可证：新出发龙华出字第(2021)009号

广播电视节目制作经营许可证：(琼)字第00779号

若发现您的权益受到侵害，请立即联系客服QQ(30444492)或邮箱(qikanonline@126.com)，我们会尽快为您处理

版权所有 ©2023 期刊网 冀ICP备2023044594号-1

