

# 大型供热机组灵活性改造简述

倪志勇

国家电投赤峰热电厂

**摘要:**本报告在分析了大型供热机组低压缸深度调峰及供热改造必要性的基础上,根据供热现状、机组出力能力,提出了低压缸零出力供热改造和汽轮机高低压旁路供热改造的具体方案,研究了改造方案的可行性和实施改造后的机组热电特性,并分析了改造项目的技术经济性。

**关键词:** 供热; 灵活性; 方案

## 一、前言

当前,我国电力系统调节灵活性欠缺、电网调度运行方式较为僵化等现象造成了系统难以完全适应新形势要求,大型机组难以发挥节能高效的优势,部分地区出现了较为严重的弃风、弃光和弃水问题,区域用电热矛盾突出。为实现我国提出的2020年、2030年非化石能源消费比重分别达到15%、20%的目标,保障电力安全供应和民生用热需求,需着力提高电力系统的调节能力及运行效率,从负荷侧、电源侧、电网侧多措并举,重点增强系统灵活性、适应性,破解新能源消纳难题,推进绿色发展。

国家发展改革委 国家能源局《关于提升电力系统调节能力的指导意见》(发改能源〔2018〕364): (一) 实施火电灵活性提升工程。根据不同地区调节能力需求,科学制定各省火电灵活性提升工程实施方案。“十三五”期间,力争完成2.2亿千瓦火电机组灵活性改造(含燃料灵活性改造,下同),提升电力系统调节能力4600万千瓦。优先提升30万千瓦级煤电机组的深度调峰能力。改造后的纯凝机组最小技术出力达到30%~40%额定容量,热电联产机组最小技术出力达到40%~50%额定容量;部分电厂达到国际先进水平,机组不投油稳燃时纯凝工况最小技术出力达到20%~30%。

国家能源局《综合司关于下达火电灵活性改造试点项目的通知》(国能综电力〔2016〕397号),国家能源局《关于推动东北地区电力协调发展的实施意见》(国能电力〔2016〕179)号指出:实施燃煤电厂灵活性提升改造工程。2016年,在东北地区选取第一批10家燃煤电厂进行灵活性提升改造试点,提高调峰能力,在技术上缓解东北地区冬季调峰问题。2017年以后,系统推进燃煤电厂灵活性改造。

## 二、灵活性改造技术路线

目前,针对供热机组灵活性改造的主要技术路线包括:热水储热供热改造,电锅炉供热改造、汽轮机旁路供热改造、低压缸零出力改造、光轴供热改造、高背压供热改造等。

在提高机组深度调峰能力的基础上,研究两台机组供热能力问题。供热能力的基准是满足电网的调度需求,在保证发电负荷的基础上,研究低压缸零出力改造或高低压旁路供热改造后的供热能力。

在供热区域内,机组仍有供热面积增加的预期,结合汽轮机的灵活性改造改造,可提高供热能力,满足供热能力增加的需求。

### (一) 低压缸零出力供热技术方案

低压缸零出力供热技术在低压缸高真空运行条件下,采用可完全密封的液压蝶阀切除低压缸原进汽管道进汽,通过新增旁路管道通入少量的冷却蒸汽,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,低压缸零出力供热技术将原低压缸做功蒸汽用于供热,减少机组冷源损失,降低机组发电煤耗率;在相同锅炉热负荷条件下,可提高机组供热能力;在供热量不变的条件下,可一定程度降低机组发电功率,实现深度调峰。

### (二) 高低压旁路供热改造技术方案

汽轮机旁路供热方案即通过将高品质蒸汽用于采暖供热,实现提高机组供热能力的同时,降低机组发电功率,从而提高机组发电调峰能力。利用旁路供热,有以下几种路径。

a. 主蒸汽直接减温减压供热方案。即直接从主蒸汽管道抽汽,减温减压后作为供热抽汽。当从主蒸汽管道的抽汽流量较大时,会引起锅炉侧过热器和再热器热量分配发生变化,再热器吸热量显著减小,存在再热器超温的风险。一般地,在保证锅炉再热器不超温的前提下,主蒸汽抽汽流量约为额定主蒸汽流量的5%。主蒸汽直接减温减压供热方案不适用本机组。

b. 高压缸排汽供热方案。该方案通过旁路部分主蒸汽,降低高压缸的做功份额,从而相同发电功率条件下,提高机组主蒸汽流量和机组的供热抽汽能力。此方案对机组供热能力的提高要受过热器超温和汽轮机轴向推力变化的限制。高压缸排汽供热方案不适用本机组。

c. 再热蒸汽供热方案。即将再热蒸汽减温减压后用于采暖供热。该方案将能够一定程度提高机组低负荷时的供热抽汽能力。然而,受高压缸末级叶片强度的限制,可从再热蒸汽抽取的最大抽汽流量约为再热蒸汽流量的10%~15%。若要进一步提高再抽汽流量,则需采用中压调门调整高压缸排汽压力。此时,热再蒸汽的最大流量受汽轮机轴向推力的限制。再热蒸汽供热方案不适用本机组。

d. 汽轮机高、低旁路联合供热方案。即经高压旁路将部分主蒸汽旁路至高压缸排汽;之后从低压旁路后抽汽作为供热抽汽的补充汽源。该方案可以采用适当匹配高低旁路蒸汽的流量的方式避免前述方案存在的风险和问题,能够满足机组灵活性改造的目标要求,技术上是可行。

### (三) 高低压旁路供热+抽汽供热技术方案

如2.2所述的高低压旁路供热改造再配合目前的中压缸排汽供热技术,实现高低压旁路供热+抽汽供热技术方案。

### (四) 高低压旁路供热+低压缸零出力技术方案

如2.2所述的高低压旁路供热改造再配合2.1所述的低压缸零出力供热技术方案,实现高低压旁路供热+低压缸零出力供热技术方案。

## 三、结论

本报告在分析大型供热机组灵活性改造必要性的基础上,提出了低压缸零出力供热改造和汽轮机高低压旁路联合供热改造的具体方案,并对方案可行性进行了论证,得出以下主要结论:

(一) 采用低压缸零出力供热改造能够有效降低低压缸冷却蒸汽流量消耗,一定程度提高机组供热能力和深度调峰能力。相同锅炉蒸发量条件下与抽汽工况相比,低压缸零出力供热可使机组供热抽汽量及供热能力增加,发电功率降低,发电煤耗降低。

(二) 采用汽轮机高低压旁路联合供热改造能够有效降低高中压缸做功,一定程度提高机组供热能力和深度调峰能力。

## 参考文献

- [1] 胡玉清,马先才.我国热电联产领域现状及发展方向[J].黑龙江电力,2008,30(1):79-80.
- [2] 张继权.火电灵活性提升可行方案的研究[J].电力科技,2016,31:201.
- [3] 刘刚.火电机组灵活性改造技术路线研究[J].电站系统工程,2018,34(12):12-15.

## 作者简介:

倪志勇,男,汉,内蒙古赤峰人,工程师,MBA,研究方向:热电联产。