

浅谈火电机组深度调峰危险点分析与防范

乔博

南阳鸭河口发电有限责任公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12481

[摘要] 随着风电、光伏等新能源装机占比的不断增大,进一步压缩火电的空间,传统火电机组深度调峰成为必然趋势。本文主要阐述了火电机组深度调峰过程中存在的危险点,如锅炉稳燃、给水流量控制、环保参数控制等,并提出了相应的防范措施,旨在为火电机组深度调峰期间,保证机组安全环保运行提供参考。

[关键词] 火电机组;深度调峰;危险点;防范措施

中图分类号: U224.5 **文献标识码:** A

Analysis and prevention of thermal power units

Bo Qiao

Nanyang Yahekou Power Generation Co., LTD.

[Abstract] With the increasing proportion of the installed capacity of wind power, photovoltaic and other new energy, the space of thermal power is further compressed, and the deep peak regulation of traditional thermal power units has become an inevitable trend. This paper mainly expounds the dangerous points in the process of deep peak regulation of thermal power units, such as boiler stable combustion, feed water flow control, environmental protection parameter control, etc., and puts forward the corresponding preventive measures, aiming to provide reference for the safe and environmental protection operation of the units during the deep peak regulation of thermal power units.

[Key words] Thermal power unit; deep peak regulation; dangerous point; preventive measures

引言

随着风电、光伏等新能源大规模并网,其在电力系统中所占比例持续增加,而在我国能源安全稳定供应方面起重要作用的火电占比逐渐降低。同时由于新能源电力具有波动大、间歇性强的特点,在大规模、低成本储能技术成熟应用之前,适当比例的煤电可为电力系统的稳定运行提供足够的转动惯量,平抑大比例新能源发电并网带来的波动,保障电网系统的安全。电力系统需要火力发电尤其是煤电充分发挥压舱石的重要作用。

为了配合电网提高可再生能源的消纳能力,特别是在春秋季节白天时段,新能源持续超发,电网用电量处于低谷,此时需要火电机组降低出力,稳定在额定容量的50%以下,即进行深度调峰。而在晚间时段,新能源特别是光伏出力大幅下降,最低时出力几乎为零,此时电网发电量缺口需要由其他电源进行补充。作为电网传统发电主体的火电机组需要快速加大出力,顶峰发电。同时由于火电机组固有特性,一般出力由零到稳定负荷(例如50%额定出力)需要大概2~8小时不等(视机组状态而定)。这些客观条件决定了火电机组在不解列的情况下,深调时候能调的

下顶峰时能顶的上,并保证稳定输出负荷。

这种供需矛盾在廉价的成本储能技术出现突破前,必然会长期存在。这就要求火电机组必须具备长期稳定深度调峰能力。在进行深度调峰期间,机组各项状态指标均偏离设计状态,给机组的安全经济运行提出了新的挑战。将该状态下的危险点进行梳理,并制定有效的防范措施,才能保证机组在该负荷期间,保证稳定输出,满足电网需求。

本次探讨的以某火电600MW机组为例,其为单炉膛、一次再热、平衡通风、露天布置、固态排渣型直流锅炉。采用内置式启动分离系统。机组配置两级串联旁路系统,高压旁路容量为35%BMCR,低压旁路容量为35%BMCR+高旁减温水量。汽轮机具有八级非调整回热抽汽,分别供给三台高压加热器、一台除氧器和两台小汽机及辅汽、四台低压加热器,加热器疏水采用逐级自流方式。给水系统设置2台50%BMCR汽动给水泵组和1台30%BMCR电动调速给水泵。汽泵设计正常运行时,由四抽稳定供汽,辅汽作为备用汽源。同时辅汽系统设置辅汽联箱,可以实现由临机进行供汽。制粉系统主要由6台直吹式中速磨煤机组成,烟气采取了脱硫脱硝工艺,保证排放达标。通过对其深度调峰危险点进行

分析,并制定和实施了相应的防范措施,基本上实现了长期在稳定深调至30%额定工况。

1 深度调峰存在的危险预控

随着电网结构的不断变化,对于火电机组深度调峰需求不断提高,调峰深度不断加强,由原来的机组负荷下限不低于50%额定负荷,持续下探,现需要经常性维持在30%额定负荷以下。极端情况下,需要配合电网进行5个小时内完成启停调峰。伴随着机组负荷不断下潜,锅炉热负荷持续下降,极易出现燃烧恶化、熄火、空预器烟道堵塞现象。给水调整难度加大,环保压力增大。同时在低负荷时,机组存在负荷响应速率较差、自动投入率低、人员手动操作量大的问题。这对于辅机的可靠性、掺配煤均匀性、油枪的可靠性、人员的技术水平提出了更高的要求,才能保证机组安全环保经济运行^[1]。

1.1 锅炉稳燃问题

机组负荷需要进一步降低,在不开启高低旁的情况下,燃料只有逐渐减少。而通过开启高低旁进行泄压,虽然可以保持较高燃料量,同时实现负荷快速下降。但是这种方式频繁开启高低旁路,导致增加操作量,并容易引起其他事故;也会造成对于高低压旁路进行冲刷,造成其泄漏,增加运行和维修成本;同时造成工质大量浪费。对于需要进行长期稳定深度调峰的状态下并不适用。

伴随着负荷下降,锅炉主燃烧区域热负荷会随之减少,工况愈发恶劣,如果按照原来设计的煤种,其热值以及挥发分将不能满足需求,需要进行用油枪进行稳燃。甚至造成部分煤粉无法完全燃烬,而引发火焰稳定性差,容易发生熄火、炉膛熄火等安全隐患。同时进入炉膛内过量空气系数较大,需要控制输入送风量,降低炉内氧量,才能对于燃烧稳定提供保障。此时燃煤量较少,经常只能维持两到三台制粉系统,需要提高入炉煤质热值和挥发分才能保证火检稳定性。同时应做好断煤堵磨等事故预想,防止制粉系统故障,进而引发一系列的安全风险。

为了保证锅炉稳燃可以从以下几个方面进行着手:

及时保持调度联系,做好深度调峰可能性的预测。当要调峰时,及时将信息通报相关人员,调整上仓计划。提高机组干燥无灰基挥发份以及低位发热量。并将掺烧计划如实告知班组人员。

机组得到指令进行深调时,根据煤量,制粉系统保持两到三套运行,降负荷过程中,投入底层微油点火小油枪,根据燃烧火检情况继续增投大油枪,待燃烧稳定后及时退出油枪。

调整过程中应根据需要,在保证机组安全前提下,降低送风机动叶开度(只要二次风箱压力有保证前提下,尽可能减少送风机出力,同时要注意防止风机喘振),控制热一次风母管风压,减少磨煤机一次风量。控制炉膛氧量在6%-8%左右。调整运行磨对应层中/下层二次风、中心风门、燃尽风、三次风等风门开度。

通过调整底层制粉系统动态分离器出力,进行调整煤粉细度,提高入炉内的煤粉细度,提高在主燃料区内煤粉燃烬率,才能维持燃烧稳定。同时应加强底层制粉系统监视检查,做好相关事故预想,一旦发现问题及时处理,并快速升负荷离开危险区

域。待机组参数稳定后再进行后续工作。

1.2 空预器堵塞和尾部水平烟道积灰

当机组长时间低负荷运行时,过量空气系数大幅增加,同时燃烧器温度降低,在炉膛内无法形成合理的温度场,造成NO_x的氧化、还原氛围被打破,无法实现煤粉的分级燃烧,导致NO_x排放量容易急剧升高。同样的由于温度降低,导致SO₃生成量也会增多,容易生产含硫氮化合物,附着在空预器的换热元器件上。同时排烟温度低,硫氮化物结晶体难以分解,易加剧空预器堵塞。上文提到的降低送风机出力,虽然有利于燃烧稳定,但会造成水平烟道风速降低至5m/s以下,烟道内积灰难以带离,积灰将趋于严重,在机组进行检修时,需要进行人工除灰,极端情况下,可能造成烟道垮塌。

针对这种情况,机组全炉膛吹灰仍按定期吹灰规定执行,也可根据实际运行情况选择在前夜或者后夜高峰负荷期间加吹一次,定期投入机组水平烟道吹灰等方式减少积灰。

根据每次机组风机参数变化,结合机组检修机会查看烟道积灰情况,进行煤质调整,减少入炉煤质灰分。同样也可以缓解这种情况。

综合环保参数,通过减少送风、磨煤机风量等措施,适当降低喷氨量。及时投入空预器、低省吹灰,进行吹灰,必要时投入空预器连续吹灰。遇到机组启动期间、燃烧较差时段,需要大量投油时,应及时投入空预器吹灰,减少燃油在空预器受热面累积,减少堵塞。

在机组停运前,打开底层磨煤机暖风器热风隔绝门,进行吹扫。利用机组检修期间,及时更换空预器密封换热元件,检查低省、水平烟道积灰情况,并进行清灰,必要时还需要加固烟道承重支撑,防止烟道垮塌。

1.3 氮氧化物及烟尘排放超标

低负荷时脱硝装置入口的烟温不断降低,低到一定程度后脱硝设备将会退出运行,因而在低负荷情况下会导致氮氧化物超标排放,无法满足环保要求。同时由于脱硝系统的催化剂对运行环境有严格的要求,长期低负荷运行,锅炉排烟温度低,会造成脱硝催化剂的使用寿命大幅缩短。低负荷期间入炉内氧量大幅升高,会导致烟尘排放值上升较快。同时燃烧减弱后,煤粉燃尽率下降,也会导致烟尘超限^[2]。

为了防范环保参数超标,可以提前调整上煤,降低入炉煤挥发份,提高热值,及时减少送风量、一次风量。在大量氨气喷枪投入时,启动脱硝电加热,防止因温度太低造成,氨气在热解炉内结晶。在进一步进行深度调峰时,机组低负荷运行时,烟气温度降低,根据其他厂经验进行宽负荷下脱硝催化剂改造,以满足进一步深调需要。提高机组电除尘效率,减少烟尘排放。

1.4 给水量波动

深度调峰过程中随着负荷的降低,汽轮机各级抽汽压力下降,同时给水流量也在不断的降低,机组为了保护锅炉一般都设置了给水流量低保护,多厂在深度调峰期间已发生因运行人员操作不当造成机组跳闸,因此深度调峰期间给水调整建议:

(1)深度调峰过程中若机组负荷低要求提前对小机汽源切换。提前将辅汽汽源切换至冷再或者临机接待,保证辅汽汽源的安全性。切汽源过程尽快在负荷高时进行,切换汽源时辅汽至小机电动门必须采取间断开启方式进行,并严密注意检查小机进汽调门动作正常,小机转速、流量稳定,要做好备用联启的准备,防止辅汽、四抽在切换过程中串汽造成小机不出力导致给水流量低保护动作。

(2)深度调峰过程中当单台给水泵流量接近给水泵最小流量开启值时,应严密监视汽泵再循环动作情况,防止因汽泵再循环强制开,造成给水流量波动引起机组跳闸。因此当给水泵流量较低应严密监视,必要时可提前将再循环切至手动或者开在30%左右,以达到稳定给水的目的。

(3)在进一步进行深调时,保持两台汽泵运行,单个汽泵可能已经接近最低转速极限,可以考虑将其中一台汽泵退出并列,进行旋转备用。减汽泵转速过程中操作应缓慢,待汽泵不向锅炉上水时方可将转速快速降低,以免出口逆止门不严造成给水倒流导致锅炉给水流量不能满足需要。

1.5 汽机侧辅机调整

低负荷下蒸汽参数波动大,偏离设计值较多,从而影响汽轮机运行安全,具体表现有汽轮机胀差变大、振动大、低压缸排汽温度高、加热器疏水不畅等,应多加关注,并及时调整,防止参数超限。

当前凝泵在变频情况下,凝泵出力是为了维持除氧器水位而设定的,随着机组给水流量不断降低出口压力持续降低,会出现凝结水压力太低,不满足机组冷却要求情况。可以将凝泵出力提升至工频运行,提高凝结水压力,来保证了机组安全性^[3]。

高低压加热器水位波动,经常会出现水位高报警。低负荷下汽轮机压力不断下降,各级抽气压力也会随之降低,相邻两段抽汽压差小,导致高低加疏水不畅。在深度调峰期间,应关注水位参数变化,注意及时调整,此时需要对高低加疏水管道进行改造,减少两级加热器之间疏水管道的阻力。将高低加事故疏水门开启一部分进行疏水,防止水位高报警,进一步可能会引起高低加切除防止事故扩大化。

1.6 人员技能提升

在深度调峰期间,机组参数在不断下降过程,离机组保护动作值不断趋近、同时自动化投入率不高,操作量持续增加。一旦出现失误,就会出现无法挽回的损失,致使员工压力激增。

这种情况下,对于人员技术水平提出新的要求。通过不断的学习探索,结合现场实际出台相关技术措施,在相关班组进行讲解,不断将操作标准化,树立起安全意识。严格执行各项规章制度,落实两票三制、进行危险点分析和隐患排查,守好安全底线。

加强机组参数日常检测和分析,对于设备设施出现的异常状况,及时联系相关方进行处理,并填写缺陷联系单。保持持续跟踪处理,形成闭环管理,保证机组设备可靠备用,为深度调峰提供保障。

在日常工作中,加强技术传承,老带新,师徒协定,将好的工作习惯薪火相传。通过对不同工况进行事故预想,集思广益,分析曲线,不断进行思维碰撞,找出最优解,进行仿真机练习做好风险预控卡,将操作中可能出现的结果,做到可防可控。这样才能提高机组深调期间运行人员的操作水平和事故、异常处理能力。保证机组安全运行。

2 结论

鉴于当前的电力发展形势,火电机组深度调峰是适应新能源发展和电网需求的必然选择,在探索深度调峰过程中存在诸多危险点,如锅炉稳燃、给水流量波动、环保参数超限以及其他问题等。通过采取相应的防范措施,如锅炉精细化运行调整、设备适应性改造、加强运行监测和维护等,可以有效降低深度调峰带来的风险,保障火电机组安全稳定运行。

[参考文献]

[1]刑振中.火力发电机组深度调峰技术研究[D].北京:华北电力大学,2013.

[2]沈利,徐书德,关键,等.超临界大容量火电机组深度调峰对燃煤锅炉的影响[J].发电设备,2016,30(01):21-23.

[3]解涛.发电机组低负荷给水泵运行方式优化[J].中国电机(技术版),2011(3):41-43.

作者简介:

乔博(1983—),男,汉族,河南省新野县人,本科,工程师,研究方向:热能动力工程。