

600 MW 汽轮机组运行方式优化研究

Study on Operation Mode Optimization of 600 MW Steam Turbine Unit

孙守明

Shouming Sun

国能双鸭山发电有限公司生产部 黑龙江 双鸭山 155136

Production Department of Guoneng Shuangyashan Power Generation Co Ltd Shuangyashan Heilongjiang 155136

摘要: 针对影响汽轮机组效率的因素,研究了改变机组运行方式提高机组效率的途径。在分析了大量运行数据的基础上,将联合考虑负荷和阀点的运行优化方式应用于某 600 MW 汽轮机组,得到该机组的最佳滑压曲线和最优运行方式。与以往滑压曲线相比,该滑压曲线更准确,更适用于机组实际运行工况,有利于提高机组的运行效率。

Abstract: In view of the factors affecting the efficiency of steam turbine unit, the way to improve the efficiency of steam turbine unit by changing the operation mode of the unit is studied. Based on the analysis of a large number of operation data, the optimal operation mode of a 600mw steam turbine with combined load and valve point is applied to obtain the optimal sliding pressure curve and the optimal operation mode. Compared with the sliding pressure curve in the past, the sliding pressure curve is more accurate, more suitable for the actual operating conditions of the unit, and is conducive to improving the operating efficiency of the unit.

关键词: 600 MW 汽轮机组运行方式;优化

Keywords: Operation Mode of 600mw Steam Turbine Unit, optimization

DOI: 10.36012/etr.v2i12.3025

近年来,600 MW 及以上火电机组已成为电网的主力机组,其在电网中参加调峰运行已是大势所趋。若机组长时间偏离设计工况运行,会导致运行经济性降低、存在安全隐患等诸多问题。在满足调峰需求的同时,保证机组的安全运行、提高机组运行经济性则成为人们关注的热点问题。汽轮机运行热耗率受通流部分特性、回热系统特性、环境条件、运行参数、高压调门特性以及运行方式等因素的影响。而对于已运行的机组,通流部分特性、运行参数已定,只有运行方式可以人为地改变。

1.600MW 亚临界发电机组汽轮机的节能优化问题

1.1 汽轮机的工作原理

作为一种以蒸汽为工质的旋转机械,汽轮机可以将蒸汽热能转换为机械能。而作为得到最广泛应用的原动机,汽轮机具有单功率大、效率高、运行稳定和寿命长的优点。就目前来看,汽轮机主要由汽缸、转子、叶栅、汽封、进汽阀、轴承、油系统、安全系统、滑销系统和控制系统等多个部分组成。在工作的过程中,汽轮机将利用进汽阀进行具有一定能量的蒸汽流量的调节,从而满足自身的功率需求。而在此基础上,汽轮机将利用喷嘴叶栅将进入汽缸的蒸汽热能转化成动能,并将

这些动能进一步转化成机械能,从而利用蒸汽作用完成需要完成的任务。因此,从原理上来看,汽轮机是实现蒸汽内能向转子动能转换的设备。

1.2 600MW 亚临界发电机组汽轮机结构

亚临界 600MW 的汽轮发电机组,在火力发电行业得到了广泛的应用。在结构上,该汽轮机的通流部分由高、中、低压缸三个部分组成,其中的高压缸为单流和顺流高压缸。在工作的过程中,蒸汽将通过主汽阀和调节汽阀进入到高压缸,而每个高压缸都连有两个高压进汽接管,并且每个高压进汽接管都配有三只压力密封环,可以防止蒸汽的泄漏。在蒸汽进入到蒸汽室后,将通过喷嘴组和冲动式调节级和压力级从高压缸下半部分排汽口进入到锅炉再热器。而通过再热器后,蒸汽则要进入到中压缸。600MW 的汽轮发电机组的中压缸为双流对称结构,所以蒸汽进入后将从两侧流经压力级,并最终从排汽口排出。在经过连接管后,蒸汽则将进入到低压缸。而机组的低压缸为反动式双流结构,所以蒸汽将在通流部分的中部进入,并分成两路流入到排汽口,并最终进入到凝汽器。此外,汽轮机本身具有四根转子,分别为高压转子、中压转子和两根低压转子。而四根转子临界转速低于工作转速,可以保证汽轮机组的平稳运行。

【作者简介】孙守明(1976~),男,汉族,吉林怀德人,工程师,研究方向:火力发电厂、节能工作。

1.3 汽轮机的节能优化问题

就目前来看,汽轮机的运行方式可以分成是滑压运行和定压运行。但是,在利用定压运行方式的情况下,系统存在着一定的节流损失。而将系统设定为滑压运行,则需要利用锅炉进行机组负荷的调整,继而难以满足电网的快速负荷要求。所以,大多数企业采用了负荷变压运行方式,既定-滑-定压运行方式,即在低负荷阶段采用定压运行,在中负荷阶段采用滑压运行,在高负荷阶段采用定压运行,从而吸取两种运行方式的优点。然而,就目前来看,汽轮机在顺阀运行时的效率比单阀运行要高,但顺阀运行却会出现机组振动增大、轴承温度过高和上下缸温差过大的问题。从热力循环理论对这一问题进行分析可以发现,汽轮机在滑压运行时,进汽阀的节流损失将得到降低,而汽轮机高压缸的焓降则越来越少、循环热效率降低,继而造成了机组内效率降低。因此,需要综合考虑这些因素,并进行合理的汽轮机滑压运行曲线的设计,才能使机组运行具有更高的经济性。

2.应用实例

2.1 推荐测试的负荷

将上述理论运用于某电厂 600 MW 机组运行优化研究,滑压运行在 50%~90% 额定负荷段。主要考虑在 50% 以下负荷时,机组处于小流量运行工况,能耗较高,经济性较差;90% 负荷以上,采用喷嘴调节方式,经济性差别实际甚小;定压运行循环效率高,经济性较好。参考国内同类试验,并结合该厂实际运行情况及机组在 3 阀和 2 阀全开时所能带的最大负荷,试验安排 90%、80%、70%、60%、50% 等负荷点,拟定以下工况,见表 1。

表 1 某 600 MW 机组定滑压运行试验工况

负荷/MW	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4
580	定压运行工况	—	—	常规滑压工况
540	定压运行工况	—	—	常规滑压工况
480	定压运行工况	3 阀点滑压工况	复合滑压工况	常规滑压工况
420	复合滑压工况 1	3 阀点滑压工况	复合滑压工况 2	常规滑压工况
360	2 阀点滑压工况	3 阀点滑压工况	复合滑压工况	常规滑压工况
300	2 阀点滑压工况	3 阀点滑压工况	复合滑压工况	—

2.2 测试内容与测试结果

每个工况的测试内容可以采取 ASME PTC6 简化试验方法,准确测量汽轮机组热耗率。为了便于与设计工况和相同负荷下各种运行方式进行比较,对试验热耗率和电功率进行

相应修正。根据各试验工况修正后的热耗率和电力功率绘制热耗率与负荷的曲线。曲线一共分为 5 组,即定压运行曲线、常规滑压运行曲线、3 阀点滑压工况曲线、2 阀点滑压工况曲线、复合滑压工况曲线。

2.3 最佳定滑压曲线形成

根据上述经济运行方式,即随着负荷的下降,经济运行方式转换是:定压-复合滑压-3 阀点-复合滑压-3 阀点-2 阀点。考虑到试验的精度及该运行方式在操作上存在一定难度,阀门反复启闭会造成操作不便,并可能存在一定的安全隐患,在 330~370 MW 负荷段,3 阀点与 2 阀点滑压运行经济性相差不大,同时为避免阀门的反复启闭,采用 2 阀点滑压与 300~330 MW 负荷段一致。最后结合现场可操作性、安全性及相应修正理论得到最佳滑压曲线,见图 1(b)。为分析本文所用试验方法与以往试验方法所得到的定滑压性能曲线的不同之处,不包括复合滑压工况的常规最佳定滑压曲线,见图 1(a),阀门开度依次为:580 MW,定压;540 MW,定压;480 MW,3 阀全开;420 MW,3 阀全开;360 MW,3 阀全开;300MW,2 阀全开。

(2)图 1(b)中曲线在 420~480 MW 负荷间的最佳压力并不是直线上升的,而是呈现出近似水平的一段,并且每段斜率也不一样,这与图 1(a)中曲线不同,与常规方法相比,该方法得到的滑压曲线更精细,能够准确地找到机组经济运行方式。

(3)根据图 1(b)中的最佳滑压曲线,可以确定机组在各负荷下的经济运行方式,见表 2。

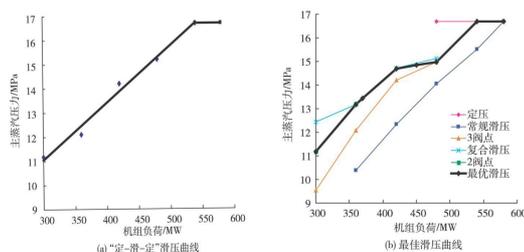


图 1 机组定滑压运行曲线

表 2 同负荷优化运行方式及阀门开启情况

负荷/MW	主蒸汽压力 /MPa	最优运行方式	阀门开启情况
580~540	16.70	定压运行	3 阀全开 1 阀节流
540~480	14.97~16.70	复合滑压运行	3 阀全开 1 阀节流
480~450	14.85~14.97	3 阀点滑压运行	3 阀全开
450~370	13.44~14.85	复合滑压运行	2 阀全开 1 阀节流
370~300	11.17~13.44	2 阀点滑压运行	2 阀全开

4. 结语

(下转第 130 页)

(上接第 113 页)

管理制度不同内容的解读,要针对基层不同的工作人员,调整不同的制度内容,以适应其发展要求。在基层财务管理方面,要解聘不合格的财务管理人员,任用有能力的财务管理者,重视基层城建工程的财务管理问题,保证每一项支出和收入都做到完整,保证财务流程的透明化^[4]。

4. 小结

笔者通过走访和调研,在全面了解现阶段城建工程管理的现状基础上,对存在的问题,如基层管理体系不健全、管理手段欠佳、监督机制匮乏、管理资金投入较少等问题进入了深入分析,并有针对性地提出了具体的合理化举措,如建立健全城建工程管理制度体系、强化管理手段、强化监督机制及加大专项管理资金的投入等,以期促进城建工程管理的健

康发展,真正为市民创造良好的人居环境,为市民幸福生活提供全面保障。

参考文献

- [1] 杰李,会丽赵.关于城建工程管理问题及策略的探析[J].建筑技术研究,2019,2(6).
- [2] 陈文红.施工过程控制在城建工程管理中的作用[J].工程技术:文摘版:00085-00085.
- [3] 靳少勇,朱贺龙.城建工程中如何加强施工过程控制[J].住宅与房地产,2018(05): 128.
- [4] 唐礼宏.城建工程中如何加强施工过程控制 [J]. 门窗, 2019,No.175(19):207-207.

(上接第 80 页)

的操作行为,并具有较高的责任意识及安全意识,如此一来就可以确保屋面工程的顺利施工,具有优质的施工质量。

6. 结语

总而言之,影响屋面工程施工质量的因素较多,所以在实际施工中就需要对这些影响因素以及施工要点进行充分的考量与把握,进而采取有效的手段控制施工作业规范性以及标准性,确保工程最终的施工质量可以满足预期的建设要求。而在此过程中,也需要建设单位不断加强管理工作,在立足工程设计方案的基础上,确保施工现场管理工作的效

果,以此切实的提升屋面工程的防水效果,避免出现屋面渗漏以及开裂问题。

参考文献

- [1] 朱应主.关于建筑工程防水屋面施工技术的几点探讨[J].中国室内装饰装修天地,2020,000(003):115-115.
- [2] 尤冈.关于建筑工程屋面防水工程施工技术[J].房地产导刊, 2020,000(002):99-99.
- [3] 刘爱军.建筑工程中屋面施工的常见问题与施工工艺技术思路构架实践[J].住宅与房地产,2019,No.544(22):173-173.

(上接第 20 页)

在进行 600MW 亚临界发电机组汽轮机的节能优化时,可以通过试验得出汽轮机运行压力的优化曲线,然后根据曲线进行汽轮机运行压力的优化调整。而从试验结果可以看出,在负荷小于 300MW 时,机组可采用定压方式运行。在机组负荷在 300MW 到 410MW 和 500MW 到 583MW 之间,机组可以采用滑压方式运行。此外,在 410MW 到 500MW 和 583MW 到 600MW 之间,机组可以采用定压方式运行。而在新的运行曲线下,机组的供电煤耗将得到明显降低。

参考文献

- [1] 应光伟,赵玉柱,孙科等.600MW 超临界火电机组运行现状及性能优化[J].发电与空调,2012,01:1-8.
- [2] 张岩.600MW 机组汽轮机低压缸改造效果评价研究[D].华北电力大学,2014.
- [3] 蔡小燕.700℃超超临界燃煤发电机组系统设计及热经济性研究[D].华中科技大学,2013.
- [4] 张华.600MW 超临界机组启动优化方案研究及其经济性评价 [D].上海交通大学,2014.