

汽轮机汽封型式及其应用效果评价方法

郭振宇¹, 刘凯²

(1. 江苏省电力试验研究院有限公司, 江苏 南京 211103;

2. 江苏方天电力技术有限公司, 江苏 南京 211102)

摘要:通过汽封对汽轮机组安全性和经济性影响的分析,阐述了汽轮机汽封的重要性。在对各种汽封型式的特点进行研究的基础上,提出了汽封型式选择的要点和基本原则。在对现有的汽封应用效果评价方法进行深入分析后,提出了目前较为合理的综合评价方法。

关键词:汽轮机;汽封;热力性能试验;评价

中图分类号:TK26

文献标志码:A

文章编号:1009-0665(2010)03-0010-06

透平机械密封装置是保证透平安全和经济运行的重要设备,密封部件可以保证介质安全有效地工作。汽封是蒸汽轮机最常见的蒸汽密封装置。根据蒸汽流动特性的不同,汽封可分为内汽封和端部汽封。内汽封一般包括隔板汽封、叶顶汽封及平衡活塞汽封等。端部汽封又称轴封,主要是用于阻止通流部分与大气的介质交换。

汽封一般安装在转子与静子之间,汽封片与转子(或静子)之间存在间隙。转子运动时,汽封片的工作状态与静止状态相比有很大差异。汽封系统设计、制造、安装、运行及维护不当会引起动静碰磨、油中带水、汽流激振等安全性问题^[1-3]。如汽封圈环形位置的汽流压力分布不均会导致汽流激振,汽轮机高压转子产生的汽流激振一旦发生就很难解决,危及机组的安全运行,该现象随着新蒸汽参数不断提高,特别是采用超临界、超超临界参数时尤为突出。汽封系统设计、制造、安装、运行及维护不当同样会降低机组的热经济性。根据文献[2],叶型损失、端部损失、漏汽损失占级内总损失的80%~90%,当叶型不发生改变时,减少级内漏汽损失是提高级效率的主要措施。减少级内漏汽损失的方法包括采用结构合理的新型汽封、适当减小汽封间隙、采用自带冠动叶的叶顶多齿汽封结构等。根据东方汽轮机厂计算,当采用平围带技术时,动叶顶部的汽封齿数由2个增加到4个,漏汽量减少25%,高压缸效率平均增加0.65%,中压缸效率平均增加0.25%。

各种型式汽封的特性决定了汽封设计、制造、安装、运行维护及应用范围的不同,因此,研究各种型式汽封的特性是蒸汽密封装置研发的重要课题。同时,汽封应用效果评价方法的研究是准确获得汽封特性、优化改进汽封的重要保证。总之,研究汽封型式及其应用效果的评价方法是研究蒸汽轮机安全经

济运行的一个重要课题。

1 汽封型式及特点

汽轮机汽封型式按汽封与转子(静子)之间的间隙分类,可分为非接触式汽封和接触式汽封两大类。

1.1 非接触式汽封

1.1.1 传统迷宫汽封

传统迷宫汽封(曲径汽封)一般采用高低齿迷宫式结构、斜平齿结构或镶嵌齿片式结构,利用许多依次排列的汽封齿与轴之间的间隙,形成蒸汽腔室,使高压蒸汽在这些汽室中逐次节流降低压力,达到减少蒸汽泄漏的目的。传统迷宫汽封典型结构如图1和图2所示。

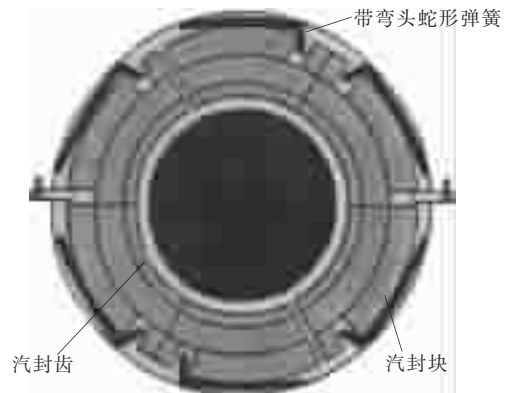


图1 传统迷宫汽封径向剖面

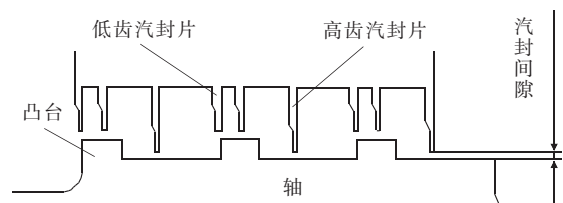


图2 传统迷宫汽封轴向剖面

迷宫汽封的优点是技术成熟、成本低廉、安装方便、应用广泛。其缺点主要有:间隙不可调,启停期间易发生摩擦;动静碰磨,大轴弯曲;汽流激振;油中带

水;影响凝汽器真空。

1.1.2 材料改进型迷宫汽封

随着机组进汽参数的提高,汽封材料改进经历了合金钢材料、铁素体材料和可磨性合金材料等3个阶段。传统迷宫汽封齿材料为15CrMo,适用蒸汽温度为550℃以下。当蒸汽温度超过550℃时,有些制造厂采用铁素体改进型迷宫汽封。铁素体材料因其淬火不淬硬等材料特性,已在高参数机组的高、中压缸中得到应用以代替合金钢汽封。同样的,亦可在低压缸采用铜合金汽封代替原设计的合金钢汽封,铜汽封用在低压缸可采用较小的安装间隙。

随着机组进汽参数的进一步提高,由于铁素体汽封“软态”的特点,其在机组长期运行过程中也容易被转子磨损,致使汽封间隙变大,仍然不能达到预期的密封效果。针对超临界机组和超超临界机组的参数特点,东方汽轮机厂设计了新材料的汽封齿——DAS汽封,通过在各汽封弧段中用2个磨损保护汽封齿(DAS齿)替代2个常规汽封齿来减少汽封磨损。汽封磨损齿原理如图3所示。

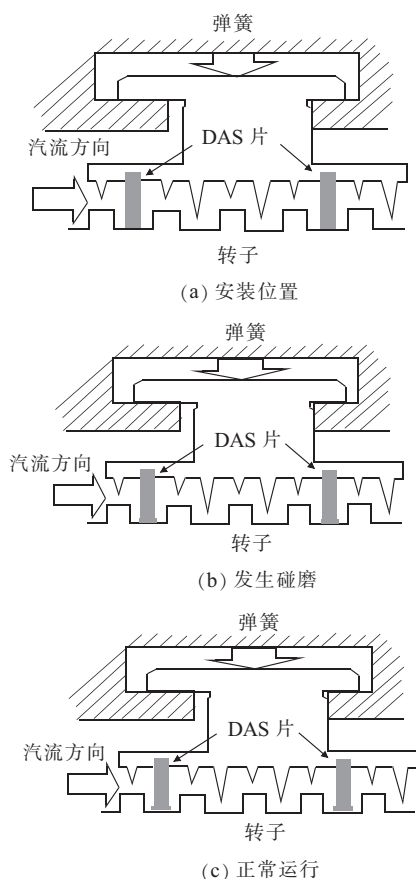


图3 DAS汽封工作原理

DAS汽封安装在机组的静止部分及隔板等上面,在汽轮机启、停的过程中,由于过临界转速的影响,汽封齿有与转子产生摩擦的可能,因为DAS齿间隙比常规齿间隙小,所以DAS齿最先与转子接触

产生碰磨,然后压缩汽封圈背部的弹簧,产生退让,不仅减轻了DAS齿的磨损,也保护了常规齿不与转子产生摩擦。汽封磨损试验表明,其密封效果好于铁素体汽封和铜汽封。

1.1.3 自调整汽封

自调整汽封改进了迷宫汽封块背部采用板弹簧的退让结构,将螺旋弹簧安装在2个相邻汽封块的周向断面,齿的型式仍采用传统汽封的直齿结构,其密封作用主要是由于汽封块合拢时缩小了径向间隙,从而减少汽封漏汽流量。自调整汽封工作原理如图4所示。

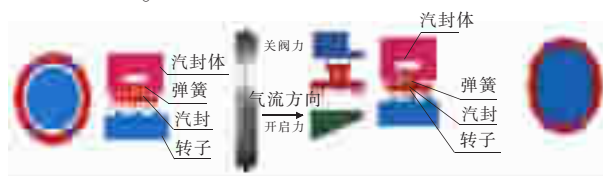


图4 自调整汽封工作原理

由于螺旋弹簧的弹力作用,汽封块在处于自由状态和空负荷工况下张开,径向间隙大于传统汽封间隙值,避免或减轻了机组启、停过临界振动及变形而导致的汽封齿与主轴碰磨。负荷增加后汽封块背部所承受的蒸汽压力逐渐增大并克服弹簧张力,汽封块逐步合拢减小径向间隙。在20%额定负荷时,各级汽封块完全合拢,达到小于传统迷宫汽封的设计最小径向间隙值。自调整汽封的安装条件是汽封块背部须有足够大的蒸汽压差,因此仅适用于高、中压缸隔板汽封和轴封,低压部分不宜采用。

自调整汽封的优点:机组启动前汽封处于张开状态,汽封间隙比较大,对机组启、停阶段避免因转子临时弯曲引起的振动比较有利。机组带负荷后随主汽流量的增加,可调式汽封能逐级自动关闭,使机组在正常运行中保持较小的汽封间隙,减少汽封漏汽量,提高汽机内效率。

自调整汽封易出现的问题:机组启、停阶段汽封环全开状态引起的漏汽量,将导致机组启、停胀差较大。自调整汽封加工尺寸、弹簧质量或安装工艺等方面存在的问题,会使运行机组汽封块不能完全合拢,导致密封效果下降。若长时间运行在汽水品质差的环境中,通流部分积垢严重,启、停过程汽封块不能正常开合,易出现动静碰磨、轴系振动等现象。

1.1.4 蜂窝式汽封

蜂窝式汽封根据蜂窝阻汽原理设计,又称蜂窝阻尼汽封,组件包括汽封环、蜂窝带、调整块和调整垫片等。蜂窝带由海斯特镍基耐高温合金薄板加工成正六棱形孔状结构,工作温度可达1000℃,在550℃以下工作时具有耐热性高和抗氧化性强等特点。蜂窝式汽封工作原理如图5所示。

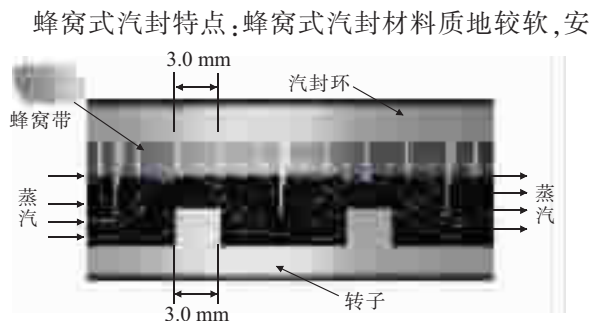


图5 迷宫式蜂窝汽封工作原理

装间隙可取标准间隙的下限。蜂窝带钎焊在迷宫汽封相邻高齿中部,较宽的尺寸保证轴位移大时能保持密封良好。蜂窝带可收集并通过背部环形槽疏水,提高叶片去湿能力,减少叶片水蚀。蒸汽在汽封室表面可形成一层汽垫,增强轴的振动阻尼,减小轴振,阻碍汽流激振的形成。有资料表明,在相同汽封间隙和压差的条件下,蜂窝式汽封比迷宫汽封平均减小泄漏损失 30%~50%^[1]。

1.2 接触式汽封

接触式汽封可达到接触间隙为零,理论密封效果较好。但因其长期与转子表面接触,需研究其对机组安全性的长期影响。

1.2.1 刷式汽封

刷式汽封安装间隙小,在国外广泛应用于燃气轮机和压气机动叶顶。刷式密封的刷丝采用钴基高温合金,具有低脆性、高韧性等特点,刷丝材料和涂层材料的合理组合可保证稳定、安全的密封。刷式密封是接触式零间隙密封,密封效果好,但是对轴的表面有特殊要求。有资料表明,刷式密封的泄漏量是迷宫密封的 10%~20%。此外,刷式汽封具有良好的弹性,发生碰磨时刷丝不易被磨掉。

大量试验揭示了刷式密封的一些特性^[4]。刷式密封泄漏系数与压比关系具有临界特性。泄漏量随压比增大而增加,当压比增大到某定值后,泄漏量突然下降,之后随压比增加的梯度也降低许多。如图 6 和图 7 所示,下游保护环高度愈小愈好,考虑到转子瞬间大幅径向位移时,下游环不能与转子碰磨。轴表面涂层及刷毛自由端形态对泄漏量没有大影响。多级刷式密封主要应用于压差较高工况。实验和理论分析均表明小轴颈的刷式密封性能下降。



图6 自调整式刷式汽封

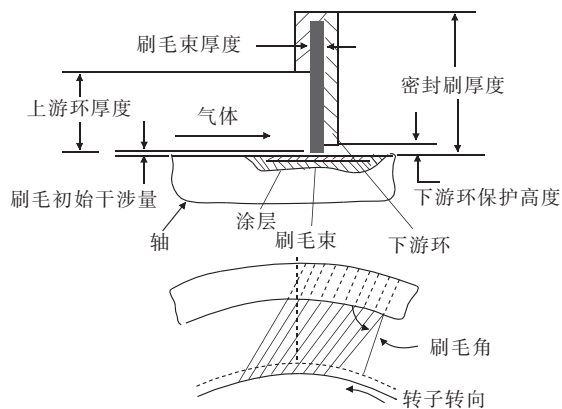


图7 刷式汽封密封原理

1.2.2 复合材料接触汽封

该型汽封的汽封齿为具有自润滑性的耐磨复合材料。这种汽封是用可磨性材料代替传统迷宫汽封齿,不改变原有汽封环背部结构,其工作原理如图 8 所示。将接触式汽封装入原汽封圈中间加工的 T 形槽内,利用背部弹簧产生预压紧力,使汽封齿始终与轴接触。这样即使复合材料接触汽封破损,仍然具有传统汽封保证汽封的密封作用^[3]。目前接触式汽封应用实例的报道较少,有待更多实际应用的检验。

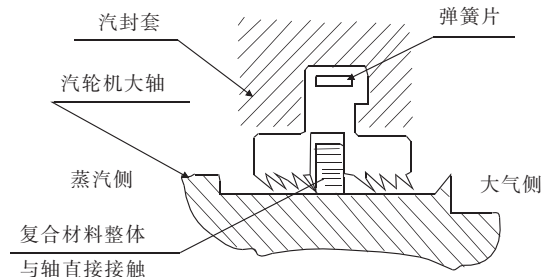


图8 复合材料接触汽封工作原理

1.3 各种型式汽封特点综述

从发展态势看,汽封型式存在逐步由单一传统的非接触式汽封向多种型式组合的新型汽封演变的趋势。例如末级叶片顶部所采用的迷宫汽封内嵌蜂窝汽封用在隔板汽封上(见图 5),可调式汽封内置刷式汽封(见图 6)的方式,这样设计既保证了对汽流的密封效果,又保证异常工况下机组的安全性。各类汽封特点如表 1 所示。

近年来各种不同型式的汽封在汽轮机中的应用实践表明:不同型式的汽封各有技术优势,传统汽封也因其固有特点而得到广泛使用。选择适用的汽封、合适的密封间隙是保证汽封安全可靠运行的前提。提高机组的经济性方法很多,改变汽封型式只是其中的一种有效手段,不是惟一的选择。如何用好、改好汽封系统,提高机组安全性、经济性,是一个系统工程。选择合适的汽封只是提高机组安全性、经济性

表 1 各种型式汽封特点

型式	汽封	优点	缺点	目前主要应用范围
非接触式汽封	传统迷宫汽封	成本低廉,安装方便,技术成熟,应用范围广	易发生碰磨、大轴弯曲、汽流激振、油中带水等问题,影响真空	各部位
	材料改进型汽封	安装间隙小,对汽封和轴颈实现双重保护,密封效果好于传统迷宫汽封	目前实际应用较少	轴封、隔板汽封、叶顶径向汽封
	可调式汽封	启、停阶段有利于减少发生动静碰磨的概率,正常运行可保持较小汽封间隙	启、停胀差较大,对质量、工艺、安装过程、汽水品质要求高	除低压缸外各部位
	蜂窝汽封	密封效果较好,蜂窝带去湿能力强,降低汽流激振可能性	蜂窝边缘易出现倒伏,轴颈会出现磨损	低压缸末三级叶顶汽封、轴封
接触式汽封	刷式汽封	接触式零间隙密封,密封效果好	成本高、工艺复杂。轴上需敷设特殊涂层。启、停过程泄漏量较大	轴封、平衡活塞汽封及中低压缸叶顶和隔板汽封
	复合材料接触汽封	接触式零间隙密封,密封效果好,耐磨性好,具有自润滑性	频繁启、停磨损量大,目前实际应用较少	低压轴封

的第一步工作,汽封系统设计、工艺质量控制、安装水平、运行调整均对汽封系统的安全、经济运行起着举足轻重的作用。

2 汽封应用效果的评价方法

汽封系统的应用效果一般通过理论计算或试验来进行评价。理论计算由于其计算基准值在实际运行中的不确定性,不能与现场情况达到很好的一致性。这也是汽封运行状态不能达到设计值的一个重要原因。

试验方法是在规定条件下使用测量手段对汽封运行状态进行评价的一种方法。由于汽封是安装在转动轴附近的静止部件,直接测量十分困难。从目前的国内外资料看,未见对汽封流道通流量进行直接测量的报道。

2.1 试验方法

由于没有直接的测量手段,目前一般通过间接测量或综合评价方法对汽封工作状态进行间接评价。

2.1.1 端部汽封试验(轴封泄漏试验)评价方法

通过对轴封泄漏量的直接测量专项试验来间接评价端部汽封(轴封)的工作状态。目前对轴封泄漏量的测量,可通过安装在轴封漏汽管道上的流量测量装置进行。将试验得到的轴封泄漏流量与设计值

进行比较,可以推算出轴封流道的通流量。

这种方法存在 3 个问题,首先是蒸汽流量测量装置无法进行严格意义上的标定和校准,即不能对其测量的准确性进行严格意义上的评价;其次是这种方法仅仅测量了轴封漏汽的蒸汽流量,该流量既不是轴封流道上的流量,又受到管道进出口参数的影响;第三,测量手段的限制及工质特性决定了该方法不能对末段轴封尤其是低压缸轴封进行评价。

作为一种间接测量的试验方法,端部汽封(轴封)的试验目前仍不失为一种常用的评价手段。

2.1.2 高、中压合缸机组中间分隔汽封试验评价方法

高、中压缸间轴封漏汽量测定试验是基于假想的中压缸焓降效率不变的原理而设计的一种试验及计算方法^[5],如图 9 所示。高、中压缸之间轴封漏汽量(HP-IP 轴封漏汽量)测定试验采用分别降低主蒸汽、再热蒸汽温度的方法进行,以确定高、中压合缸处的轴封漏汽量。主蒸汽、再热蒸汽温度的偏差一般取 $\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

表 2 和图 9 为华能某厂 350 MW 机组大修后的高、中压合缸轴封漏汽量试验的主要数据及计算结果。大修期间进行了汽封更换及间隙调整。

表 2 高、中压合缸轴封漏汽量试验计算数据

参数名称	设计值	变主蒸汽温度工况	变再热蒸汽温度工况
主汽压力 / MPa	16.67	16.77	16.80
主汽温度 / $^{\circ}\text{C}$	538.00	521.72	540.79
高排压力 / MPa	3.65	3.97	3.99
高排温度 / $^{\circ}\text{C}$	323.00	318.68	333.70
中压缸进汽压力 / MPa	3.29	3.65	3.66
中压缸进汽温度 / $^{\circ}\text{C}$	538.00	539.73	520.01
中压缸排汽压力 / MPa	0.73	0.78	0.79
中压缸排汽温度 / $^{\circ}\text{C}$	307.95	310.50	296.39
HP-IP 漏汽率 / %	1.69	3.87	3.87
调节级压力 / MPa	—	12.36	12.70
调节级温度 / $^{\circ}\text{C}$	—	476.36	499.62

轴封漏汽量试验的结果为:高、中压合缸处,自高压缸漏入中压缸的轴封漏汽量为热再热蒸汽流量的 3.87%,较大修前下降 0.83%,有明显改善。设计值为 1.69%。

根据 ASME PTC6-2004 的描述^[6],该方法的试验不确定度绝对值为热再热蒸汽流量的 1%。该试验基准一般采用阀点基准,对蒸汽参数尤其是蒸汽温度要求比较苛刻。从目前的试验结果看,由于边界参数的不可修正性,该方法存在试验结果复现性不好的缺点。另外,受到主再热蒸汽运行温差的限制,温差不宜过大,否则影响试验结果。

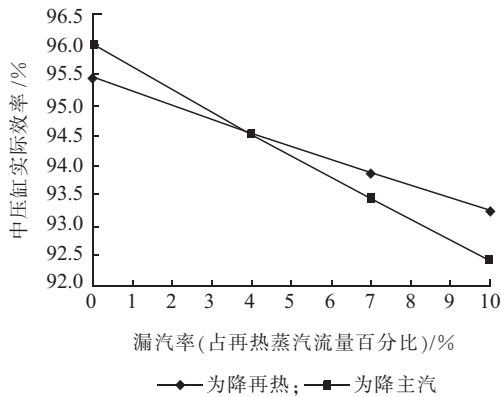


图9 大修后中压缸效率与漏汽率曲线

目前,变汽温分隔汽封试验作为常用的一种评价高、中压合缸机组中间汽封的方法,得到一定应用。

2.1.3 内汽封工作状态试验(通流效率试验)评价方法

对于机组大修或汽封改造而言,通流部分的变化主要由汽封型式、间隙以及动静叶型的变化引起。因此可以通过通流效率试验来评价内汽封工作状态试验。通流效率试验是一种焓降试验,即测取汽缸通流部分(不包括调节机构)的进出口蒸汽参数,得到通流部分焓降效率。

通流效率试验的结果仅可以对汽封及叶型变化进行综合评价,二者的独立影响是不可分解的。同时,通流效率试验受到进排汽参数、抽汽参数、转速等多种因素的影响,试验得到的通流效率应当进行修正。修正的目的是建立汽封及叶型变化前后的可比性。

以江苏某电厂4号机组高、中压分隔汽封改造试验为例,该机组高压缸部分内汽封以及高、中压分隔汽封由传统迷宫汽封改为自调整式汽封,大修期间间隙调整不大。通过大修改造,汽轮机启动过临界振动情况较大修前有明显改善。同时,4号机组高压缸内效率有了明显提高,3阀全开VWO工况下高压缸内效率由大修前的83.53%提高到修后的85.50%。大修后高、中压缸分隔汽封漏汽量试验结果为再热汽流量的2.01%,比大修前的2.47%下降了0.46%,与设计值2.31%相比也下降了0.30%^[7]。

作为内汽封工作状态的综合评价方法,通流效率试验可以得到适当定量的评价结果。受试验不确定度的影响,低压缸的通流效率试验则不能取得令人满意的结果。

2.1.4 综合评价方法

上述3种方法存在一定的问题,同时,目前尚无令人满意的对低压缸汽封和轴封的评价方法。一般来说,可以借助全面性热力试验来对汽轮机通流部分变化进行综合评价。采用该方法,低压缸通流效率也可得到合理的结果,相应得到汽封应用效果的

定性结果。

如无特殊要求,对于较低精度的热力试验,一般采用热经济性指标综合评价的方法来评估汽封检修或改造的效果。从试验不确定度及理论分析的角度看,检修前后试验可提供汽封系统的定性分析结论。对试验热耗率进行参数修正和部分的系统修正,考虑大部分影响因素后,剩余部分的变化一般可归于汽封的改变。

以华能某厂350 MW机组大修前后350 MW工况试验分析为例,修正后的机组热耗率大修后为7 886.83 kJ/(kW·h),较大修前热耗率(8 121.91 kJ/(kW·h))降低235.08 kJ/(kW·h),降低了2.89%。机组热耗率明显改善的第一个原因是高、中压缸优于修前值,热耗率约降低1.8%。第二个原因是低压缸效率提高、系统内漏消除、辅助设备性能改善,对热耗率降低的影响在0.5%以上。第三个原因是轴封漏汽量尤其是高、中压合缸处漏汽量的减少。

目前,全面性热力试验已建立了完善、科学的理论技术体系。测量技术的提高和测试方法的改进,可以将全面性热力试验的试验不确定度控制在0.25%以内,简化性热力试验亦可控制在0.5%以内^[8]。

2.2 应用效果评价方法的特点

综上所述,应用效果的评价方法可分为理论计算与试验评价两大类。评价试验又可分为汽封专项试验和汽封综合性试验。各类评价方法的特点及应用范围如表4所示。

表4 应用效果评价方法汇总

评价方法	主要优缺点	评价结果	目前主要应用范围
理论计算	较好地解决了轴封状态的理论评价方法,不适用于运行状态的评价	定量	各部位
汽封专项试验评价	轴封泄漏试验	直接测量泄漏流量,测量的准确性不明确,不能直接评价轴封工作状态	定量 除低压缸、末段轴封外其他轴封段
	变汽温分隔汽封试验	目前常用手段,试验不确定度较大,试验要求较高	定量 高中压合缸中间分隔汽封
	通流效率试验	试验成本低,试验不确定度小,不能得到独立结果	定性 除低压缸外的内汽封
汽封综合性试验	大修前后试验	试验成本低,试验不确定度大	定性
	全面性热力试验	试验成本高,试验不确定度小	定性 各部位

综合各类方法优缺点及应用范围,从试验效果看,汽封专项试验结合全面性热力试验的方法仍然是目前较为合理、科学的综合评价方法。这种综合评价方法既可得到定性及定量的结果,又可评价各

部位汽封的应用效果。

3 结束语

长期以来,各种不同型式的汽封在汽轮机中的应用实践表明:(1)如何用好或改造好现有的汽封系统是一个系统工程。(2)合适的密封间隙是汽封系统安全、经济运行的关键。(3)选择适用的汽封型式必须综合考虑机组运行的安全性和经济性。(4)汽封系统应用效果的评价应综合分析各种影响因素。

目前,还没有通过直接测量来评价汽封工作状态的成熟方法。汽封专项试验结合全面性热力试验的方法仍是目前较为合理、科学的综合评价方法。

参考文献:

- [1] 宁哲,赵毅,王生鹏.采用先进汽封技术提高汽轮机效率[J].热力透平,2009,38(1):15-17,24.
- [2] 郭振宇.大型汽轮机通流改造及其热力性能试验研究[D].南京:东南大学,2002.

- [3] 艾斯提,张辉.接触式汽封在100 MW汽轮机上的应用[J].新疆电力技术,2007(3):40-41.
- [4] 何立东,袁新,尹新.刷式密封研究的进展[J].中国电机工程学报,2001,21(12):28-32,53.
- [5] 郭永杰,郭建林,李名远.高中压合缸汽轮机汽封漏汽量的现场实测与分析[J].动力工程,1991,11(2):20-24,66-67.
- [6] ASME PTC6-2004, Steam Turbines Performance Test Codes [S].ASME,2004.
- [7] 汪迎军,许坚毅,钱智初.利港电厂4号机组采用布莱登汽封的技术改造[J].动力工程,2004,24(6):802-804.
- [8] 刘凯,郭振宇.汽轮机试验[M].北京:中国电力出版社,2005.

作者简介:

- 郭振宇(1974-),男,江苏南京人,高级工程师,主要从事发电厂热经济性分析、设备调试与试验研究工作;
- 刘凯(1949-),男,山东莱阳人,高级工程师,主要从事发电厂热经济分析与试验研究工作。

Steam Seal Types and Evaluation Methods for the Application of Steam Seal in Steam Turbine

GUO Zhen-yu¹, LIU Kai²

(1. Jiangsu Electric Power Research Institute Co. Ltd., Nanjing 211103, China;

2. Jiangsu Frontier Electric Power Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: Through the analysis on the effects of steam seal on the safety and economy of steam turbine units, the importance of the steam seal is introduced in the paper. Based on the research of the features of various steam seal types, the key points and basic principles for the choice of steam seal types are proposed. After the deep analysis of different evaluation methods for the application of steam seal, a more reasonable comprehensive evaluation method is proposed.

key words: steam turbine; steam seal; thermal performance test; evaluation

国家电网世博企业馆简介

国家电网公司以“创新,点亮梦想”为企业馆主题,积极参与世博会,努力探索城市的可持续发展之路,体现社会责任,并通过展示电网建设的创新实践带来的未来美好生活图景,塑造可敬可亲的企业形象。在国家电网馆,观众将通过一个奇妙的体验和发现之旅,在感叹和震撼中体验未来人与与自然、企业与社会和谐共生。国家电网企业馆占地面积4 000 m²,建筑面积6 228.4 m²。整个展馆建筑突出“创新、环保、节能”三大要素,展现了对城市电网“可持续发展”的深入思考,完美地呼应了上海世博会“城市,让生活更美好”的主题。

世博会是以人为本的盛会,需要充分保证人员在参观时的舒适度及安全性,因此不能一味追求节能而忽视对参观人员基本需求的满足,必须在充分实现对人的关怀的基础上追求生态环保。而国家电网世博企业馆的建造,正是秉承了这一基本理念。

国家电网世博企业馆此次采用了“建筑自遮阳”,利用魔盒及建筑架空,形成建筑自有的遮阳区;大量人员排队滞留的通道也会顺应夏季主导风向,提高人员等候区域的舒适度,就算在完全无风的日子也可利用增强型通风系统,加热建筑天井上部空气,形成生态的自然增强拨风,同时在企业馆顶部风口处设置若干小型风能发电装置,补充馆内电能,形成循环利用能源的效果;在参观者排队等待区域采用细水雾降温系统降温,在满足人员舒适的同时,加大了通道与天井上部空气的温度差,增强了通风效果。在建筑耗能方面,白天使用光导照明系统,将日光直接引入室内,为部分展区提供照明,增加了馆内生态环保气息,节约了馆内电能供应;此外,本次建筑采用了钢结构方式,建筑立面采用玻璃及穿孔铝板的双层幕墙体系及部分聚碳酸酯板,均可回收再利用。馆外排队等待地区地坪敷设也体现了环保理念,将碎木等废弃资源循环再利用,以特殊的结合剂混合制成生态道路。其不易聚热,具有一定弹性,可减少身体的负担,提高行走的舒适度;良好的渗透水性可以提高道路摩擦系数、防滑安全性能。

整个展馆非常重视参观者的舒适感受,设计充分考虑了日照、日影和风矢量的变化,力争让参观者在一个没有日晒、采光充足、空气流通的环境下轻松游览;展馆还设置了独立的无障碍出口,结合无障碍电梯、无障碍卫生间和“安全、迅速、亲切”运营服务,确保了残障人士的参观需求。国家电网企业馆倡导的以人为本、可持续发展理念,与世博会核心价值丝丝入扣,充分体现了一个大中型央企担当社会责任的勇风采,也展现出关注未来的超前眼光。