

[空冷系统]

探究电厂汽轮机空冷系统优化及节能降耗

文/胡建军 郭永录 隋洪波
国能宁夏鸳鸯湖第二发电有限公司

空冷系统是电厂汽轮机运行过程中的关键内容。由于汽轮机组需长期运行，易出现温度异常的情况，若不能及时降温，设备运行会受到影响，此时需要借助空冷系统降温。但在降温过程中，由于空冷系统运行需消耗大量资源。因此，围绕电厂汽轮机空冷系统优化及节能降耗问题开展分析，先探讨空冷系统运行现状以及运行特征，然后提出系统优化方法，包括优化真空度、调整真空泵温度、提升空冷系统管理力度和效率等，并针对性提出节能降耗举措，以此为电厂绿色发展提供参考。

空冷系统是电厂汽轮机的重要组成部分，主要作用是降温。结合现有研究而言，汽轮机运行负荷与燃煤量处于线性关系，前者越高，则煤耗损失越小。以某电厂为例，在运行过程中经常出现汽轮机温度异常的情况，对企业后续发展而言十分不利。由此可见，围绕电厂汽轮机空冷系统优化及节能降耗开展研究具有关键意义，是帮助电厂降低成本、实现绿色发展的有效举措。

电厂汽轮机空冷系统运行现状

为有效降低气温、机组冷却成本，空冷系统现已经被广泛应用在电厂汽轮机中。空冷系统的运用不仅能够提升机组的降温效果，还能够有效减少水资源的利用。对某电厂空冷系统运行进行有效分析，图1为2010—2020年该电厂汽轮机组在30℃环境下的真空度与负荷情况。

该电厂汽轮机组使用年限较久，尤其是在冷凝器区域出现结构腐蚀等问题，在日常工作中经常会出现放水、内漏、轻微泄漏、阀门异常和管道问题。与此同时，由于轴封设计不合理，会出现真空泄漏等情况，这对机组运行十分不利。在进行真

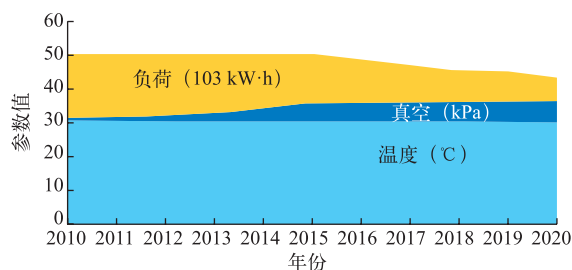


图1 电厂汽轮机组在30℃环境下的真空度与负荷情况

空严密性分析的过程中，发现其在严密性方面不合格。若设备运行过程中真空严密性不足，会导致凝汽器中进入大量空气，从而影响传热成效，增加凝汽器的运行压力，导致系统运行过载，影响技术安全，加大资源损耗。目前该电厂主要使用水环式真空泵进行抽气，在29℃的环境下，冷却水温度在30℃以下，设备的背压在31kPa左右，夏季最高值为36kPa，可以满足高温需求。近几年来，由于机组运行压力较大，已经无法满足当前的高温负荷需求，会影响真空泵效率。

在分析过程中，工作人员发现，随着机组运行时间的增加，空冷凝汽器质量日益下降，尤其是在高温环境下无法满足负荷需求，主要原因是翅片出

现了堵塞等问题。对于空冷系统运行而言,1个冷却单元对应148.5 m²左右的迎风面积标准,然而当前此面积数据却在不断减小。此外,在同频率环境下,机组运行电流不断增加,也会影响风机的运行频率。从数据上来看,每年的4—5月,由于该区域风沙较为严重,空冷系统机组运行极易出现风沙吸入等问题,堵塞翅片。而随着运行负荷的日益增加以及周围环境的影响,空冷凝汽器问题也直接反映在机组真空度方面,影响发电成效。具体积灰厚度对真空度的影响数据如图2所示。

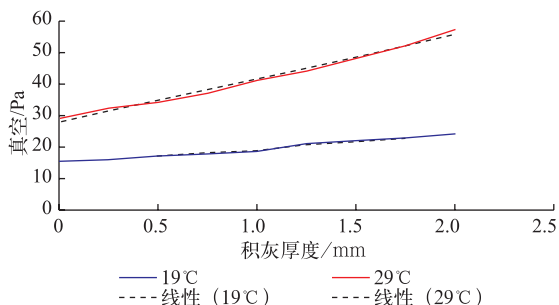


图2 积灰厚度对真空度的影响数据

电厂汽轮机空冷系统优化方法

(1) 开展真空试验,提升真空严密性

对于空冷系统运行而言,若是设备真空严密性不足,则会导致空气进入空冷系统内,影响真空率的运行,无法有效排出空气,进而增加汽轮机运行温度。汽轮机处于超出力状态,不仅经济性不足,而且机组热效率也呈现异常情况。为此,工作人员开展真空严密性试验,针对其不足进行有效优化,以此解决真空严密性问题。

工作人员在试验的过程中,先对高水位灌水进行分析,着重对凝汽器周围的设备管道进行查漏研究,并及时针对漏点进行封堵,更换了大量的裂缝管路,有效规避空气进入等问题,保障真空效果。在分析的过程中发现机组接钢区域的轴封存在破损,为此在检修时对其进行修复,规避低压侧空气进入等情况。在完成以上工作后,电厂再次进行严密性分析。分析之前,工作人员将机组设定为80%的额定负荷,分析了真空状态,然后再分析运行情况,结合当前来看,真空泵运行稳定,在联锁退出后也能够保持风机转速。

具体实验如下:首先,工作人员对实验之前的

真空度及具体数据进行了记录,其次,关闭真空泵以及进口蝶阀,然后在30 s后再一次对真空度进行记录,按照每1 min记录1次的频率进行8 min的实验。最后便可重新启动真空泵,打开进控电阀,使其在正常运行状态下,并同时打开备用真空泵体系,然后开展5 min的信息记录,分析下降值,当下降率在0.13 kPa/min以下时,确认其合格;若是超出此范围,则必须及时找出原因进行消除。通过实验来看,下降率为0.13 kPa/min,可达到标准。

(2) 调整真空泵温度,增强抽吸能力

对于夏季而言,真空泵工作液温度直接会影响真空成效,因此部分研究人员通过数值计算等形式对其进行了模拟测验,通过模拟换气器运行的方式掌握真空泵不同情况下的运作性能,发现在工作液温度不断提升的过程中,其使用性能也会有所下降,因此调节真空泵的工作液温度也成了提升运作效率的重要形式。

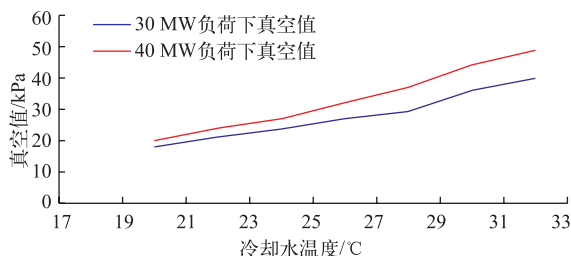


图3 真空泵工作液温度与真空泵性能关系

工作液温度提升,水蒸气的饱和分压力也会随之上涨,这便会降低抽吸效果,很难排除凝汽器的空气。为此,工作人员认为,可以通过设置换热器的方式有效调整工作液温度,以此提升换热效果,并配合真空泵的运行,满足生产需要。除此之外,当前随着技术的不断发展,工作类别也日益增多,可以改为除盐水材料,定期对换热器进行清洗,以此提升真空泵效率。除此之外,部分研究人员在分析过程中发现,可以通过长期打开设备分离器放水门的方式优化真空度,这样不仅可以减少资源浪费,而且还能够降低成本。除此之外,部分工作人员还会在停工的背景下进行局部隔离,通过在线改造放水区域,减少水资源浪费,满足冷却需求。对于该电厂而言,由于运行时间较长,因此冷却水管内部污垢较为严重,会减少循环水量,削弱冷却效果。为此,工作人员还对原管道进行改造,通过减

少弯曲等方式提升真空泵的抽吸能力，以此强化空冷系统运行效果。

(3) 控制影响因素，提高凝汽器换热效率

空冷凝汽器是系统中的关键装置，其极易受到外在因素的影响，例如周围温度、翅片散热情况、风机频率等都会对其产生作用。结合当前来看，若是在高温条件中，则工作人员可以通过优化翅片散热等方式提升换热效率。为此，工作人员认为应定期对翅片进行冲洗，应进行设备验收，以此保障翅片的散热效果。为此，工作人员对原有的抽气管道进行优化，对腐蚀等区域进行合理的封堵和材料更换，以此杜绝泄漏等问题的产生。若是蒸汽无法冷凝，则系统会自动更改为真空泵运行，保障机组运行的安全。虽然通过以上措施，该电厂的防空冷水系统运行成效有所提升，但是这种形式也会增加工作人员的工作量以及工作难度。为此，在后续应继续进行优化，例如可以通过增设喷淋系统等方式帮助翅片进行散热。除此之外，还可以基于区域的自然情况，合理调整风机叶片的角度，并通过加设防风网等手段提升运行效率。

(4) 增强管理力度，科学开展设备维护

当前部分电厂由于工作人员工作意识以及专业能力不足，因此在日常很难找出系统运行存在的不足，以至于在节能、消耗以及系统运行方面经常会出现异常。为此，在后续要求全面推进培训工作，通过定期授课等方式引导员工钻研专业知识，强化技术能力。除此之外，为了防止员工出现厌倦心理，还可设置轮岗制度，使工作人员在熟悉不同岗位知识的基础上，减少厌倦感，激发工作积极性，以此保障工作能力。在运行方面，要求电厂应制定完善的状态检修体系，确保在出现故障时能够第一时间处理。当前待机组人员按照三年一大修、两年一检修、每月一巡检的方式对空冷系统运行进行分析，有效降低设备发生问题的概率，为设备维护创造了良好条件。

电厂汽轮机空冷系统节能降耗研究

对于控制系统运行而言，由于其自身存在问题，因此出现严重的资源损耗，例如气缸磨损、严重变形等都会影响系统运行的密封性。除此之外，

工作人员在进行参数监控时发现部分数据无法达到要求，例如在辅机效率方面数值较低，这会加大耗电。因此在后期工作中要对空冷系统进行合理优化，以此减少资源浪费。例如可以通过通流改造等方式，通过强化密封工艺以及设计优化等水准，提升空冷系统运行质量，减少其资源消耗。除此之外，还要进行技术改造。由于电厂在运行的过程中，高峰期主要是在夏季，此时机组背压较为严重，会产生额外的资源消耗。因此为了同时满足供电需求以及经济性需要，需要在夏季用电高峰期进行合理处置。当前最为常见的技术形式便是通过增设喷淋装置。然而，喷淋装置从节能降耗的角度来看，会产生水资源消耗，加大运行成本，且在喷淋系统运作下，由于空气湿度较高，因此翅片极易沾染更多灰尘。因此，在后续进行节能降耗优化时，工作人员可以通过引入蒸发式冷凝器的方式调整空冷结构。这种设备在结构上更为紧凑，性能较强，主要是通过冷却水蒸发的方式带走热量。与其他类型的装置相比，冷蒸发式冷凝器传热性主要会受到湿球温度等因素的影响，而湿球温度又与干球温度相比更低，因此在冷凝性能上更加优越，具有较高的应用优势，可借助高背压供热的手段实现节能降耗效果。总而言之，对于空冷系统运行而言，在日常工作中，既要定期进行系统分析，及时找出故障问题加以检修，又要通过技术创新等方式实现节能降耗效果。在具体工作中，工作人员要创新意识理念，关注市场先进技术，以此为控冷系统优化提供保障。

结束语

综上所述，本文在对汽轮机空冷系统运行开展分析的过程中，围绕空冷系统优化以及节能降耗问题进行了细致研究。具体分析当前运行现状以及运行特征，并提出系统优化方法以及节能减排措施。结合研究来看，空冷系统运行具有较高优势，可有效节约成本。但是在技术上要求科研人员有效进行真空度调节，合理设置真空泵温度，并通过强化管理等举措保障系统运行成效，以此为推进电力企业发展创造良好条件。EA

(收稿日期：2024-07-26)