

探析汽轮机本体的运行及其检修技术

陈玉峰

国家能源集团内蒙呼贝电厂

[摘要] 随着我国的快速发展,对电能的需求越来越大。为满足社会用电需求,必须加强电厂建设,促进电厂发展。在电厂行业中,火电厂就是其中之一,主要是通过燃烧燃料产生火力来实现发电。火电厂在燃烧原料的过程中,会产生一定的热量。利用设备系统的运行,将释放的热量转变为蒸汽,再用蒸汽带动汽轮机驱动发电。在这个过程中,机组汽轮机不可或缺,是实现发电的重要环节。必须高度重视,不容忽视。根据机组汽轮机的故障,采取有针对性的措施,科学规范地进行火电厂机组汽轮机的检修,以保证机组汽轮机的正常运行,充分发挥火电厂的发电功能。

[关键词] 汽轮机; 本体; 故障检修

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.144

一、多发故障分析

1. 异常振动。经过专家和学者的分析和研究发现,汽轮机出现故障的原因较多,其中主要有轴承座安装不达标、轴承精度和转子质量不合格以及对于滑销缝隙无法做到精确的掌控。出现转子质量问题的主要原因在于转子无法达到有效的平衡,在转子转动的过程当中会产生一定的离心力,从而使得汽轮机产生一定程度的振动,由此可以了解,对离心力进行有效的控制是解决故障的根本途径和方式。在一般情况下,轴承安装的最佳方式是可倾瓦式转子轴承,其主要原因在于使用过程当中,这种轴承自身具有较高的稳定性,能够对油膜的振动起到有效的防范作用。另外也可以采用轻松摆动的方式吸收振动能力,从而使得设备的灵活程度得到有效的提升。

2. 超速转动。从实际意义上来讲,汽轮机的内部都是高精密的机械设备,并且始终保持高速的运转状态。正因为如此,汽轮机承受了绝大部分的发电机组所需要的动力,在很大程度上增加了其受到的外力矩数值。如果调节系统不能保持正常的运行状态,则无法对转子的旋转速度进行准确的控制,如果转速超过一定的数额,就会对整个机械承受力产生影响,使之超出限定的数值,汽轮机的叶片由于离心力的过大而被甩飞,使得轴承和转子都会受到严重的损坏,如果情况过于严重,还会造成整个机组遭到破坏。

3. 水冲击影响。水冲击对于汽轮机所造成的影响主要来自设备密封性的降低,这种影响对设备内部转机叶片等部件造成不同程度的影响,从而使得缸体的形变情况有所加重,造成整个机组无法保持正常的工作状态。汽轮机在实际运行的过程当中对于水蒸气的质量具有极高的要求。如果蒸汽的温度降低到临界点之时,会在汽轮机内部产生一定的水分,对相关设备的正常运行产生影响,从而实现对温度进行有效的控制。另外,如果温度处于五十摄氏度以下之时,需要在第一时间将设备关闭,并且对水位进行实时的监测,对所有产生水的地方进行有效的控制,将所有出现水的地方进行有效的处理。

二、汽轮机本体的检修技术

1. 汽轮机本体检修的准备工作。(1) 合理制定本体机组检修周期。汽轮机是高温、高压、高转速的重要主机,一般采取预防性的定期检修模式。按照投产时间一般分为两个类别:新机组投产一年时一次A级或B级检修;其它机组每年一次C级检修,每2~3年一次B级检修,每4~6年(国产)或6~8年(进口)一次A级检修、部分机组(西门子公司最新350 MW机组)可达24年一次A级检修。(2) 全面收集本体机组检修数据。按照检修技术准备的需求一般收集两类材料:汽轮机的安装和检修技术说明、结构图、轴瓦图、通流图等图纸;安装技术记录、缺陷处理单等技术文件,解体阶段、检修阶段、回装阶段的历次检修技术文件记录。(3) 详尽准备本体机组检修工具。主机检修需要的专用工具、高技术工具和精密测量工具较多,主要包括运输、起重、测量、部件加工、通用性专用工具、随机专用工具六大类。

2. 汽轮机本体检修的轴承检测。(1) 解体步骤。通常为汽轮机冷却、轴承座解体、汽缸上半解体、解体数据测量、清缸五个大的阶段。(2) 温度要求。在检修前应了解高压缸进汽室金属温度要求等汽轮机拆除保温要求,因为结构和材质不同的汽轮机对温度的要求也不同。例如德国ABB200MW汽轮机要求调节级金属温度降到150℃时可以进行保温拆除,日本三菱350MW机组的要求则是小于180℃,上汽600MW汽轮机要求的是小于160℃。(3) 关键特征。支持轴承分为两类:圆筒形轴承为单油楔圆筒形轴承,结构简单、耗润滑油少、摩擦损失少,但是在高速轻载的工作条件下容易发生失稳现象,所以轴承在冷态下要求有0.03~0.08 mm的紧力;椭圆形轴承的两个油楔相互作用可使转子在垂直方向不易发生振动,但油耗和摩擦损失都大,也可能发生失稳现象。可倾瓦轴承具有较高的自动对中性 and 稳定性,能有效的避免油膜自激振荡及间隙振荡,对于不平衡振动有很好的限制作用,但制造复杂、价格较贵。压力式轴承降低了轴心位置,所以这种轴承可防止油膜自激振荡的发生。但它对油中杂质敏感、杂质积聚会加速轴瓦磨损。袋式轴承是瑞士ABB

公司制造出的类似椭圆轴承结构的袋式轴承，具有摩擦耗功小、油流量小、承载能力大，汽轮机所遇到的全部转速范围内没有不稳定区，阻尼大、油膜厚、轴承温度低等优点。

(4) 注意问题。三油楔轴承检修时轴承合金不可修刮，装配时需翻转35度、放好防转销，防转销装反会导致轴瓦烧毁，油楔本身一般不予测量和研刮，只在轴瓦合金磨损严重时才处理；椭圆轴承检修对装配位置的准确性要求高，轴瓦的水平位置前后左右四角间隙必须基本相等、不可歪斜，所以要用水平仪测量轴瓦中分面水平和用塞尺检查四角间隙，轴瓦装好后开顶轴油泵做抬轴试验；推力轴承分为固定瓦块推力轴承和可倾瓦块推力轴承，推力轴承的结构型式分为径向推力联合轴承、金斯伯里式推力轴承，推力瓦在汽轮机轴系上的布置位置分为前轴承箱内高压转子前轴承位置、中压轴承箱内高压转子后轴承位置，独立式推力轴承分为固定式和滑动式。(5) 测量工艺。轴承紧力一般按照圆筒轴承紧力为0.20~0.25 mm，球面轴承紧力为0.03~0.08 mm的规定测量，固定方式为下洼窝在下轴承座内，用上轴承盖压紧，下洼窝在下轴承座内，上轴承用瓦套压紧，轴承用可调的瓦套固定在下轴承座中；轴瓦紧力的测量可以用轴瓦抬升法测量，但不常用，只有法国阿尔斯通机组两层结构的椭圆瓦采用，还可以用压铅丝法，是目前普遍采用的方法。(6) 注意问题。①垫片应有一定的面积，并在紧固螺栓的两测放置，或沿轴向放置在两螺栓的中间，防止螺栓紧固时轴承盖或瓦套变形，引起测量误差。在检修时有时用到的钢锯条由于面积过小，容易损伤结合面，应禁止使用；②铅丝沿圆周方向放置，但放置的长度不要过长，一般控制在30~50mm之间，过长会造成测出的间隙值小于实际间隙。测量轴瓦与轴颈的间隙；③圆筒和椭圆轴承两测间隙的测量要注意塞尺塞入的深度，一般为轴颈的1/12~1/10。

3. 汽轮机本体检修的密封瓦检修。(1) 检修双流环式密封瓦。300MW以上的机组多数采用环式密封瓦，并且以双流环式密封瓦最为常见，封闭系统避免了溶有空气的密封油流入氢侧造成氢气纯度下降的缺点。检测用环氧绝缘清漆刷绝缘耐油密封垫约三次，回装前用专用压板将密封垫粘到下壳体密封结合处，并检查密封垫各油孔位置没有错位，要注意保护下密封垫与上密封垫的结合部位，密封面螺栓使用力矩扳手按力矩要求紧固，回装过程中要随时检查密封瓦壳的绝缘情况，回装完后通过瓦壳侧面小孔拨动密封瓦实验并做浮动试验；(2) 检修分体环式密封瓦。分体环式密封瓦特点是结构简单、检修方便、密封效果好。检测密封环组合以后中分面间隙，密封环轴向端面与密封壳体配合面接触必须达到100%，解体密封壳体上半部分时需要使用专用扳手拆除密封环中分面紧固螺栓；(3) 检修联合式环式密封瓦。联合环

式密封瓦是结合盘式和普通环式密封瓦的特点设计出来的新型密封瓦，优点是适应范围广，密封效果良好，缺点是检修繁琐。检修时密封瓦上部防转销钉安装到位，注意防止压住线，密封瓦组合的错口小于0.02mm，回装时注意油楔方向。

4. 汽轮机本体检修的汽缸检修。(1) 主要结构。汽缸支撑结构分为下猫爪支撑、上猫爪支撑两种。下猫爪支撑结构消除了下半缸重量、保温重量及管道作用力对汽缸中分面螺栓的影响，减少了汽缸中分面漏泄的可能性；为了减少猫爪的膨胀设计了猫爪冷却水，但上汽600MW机组、三菱350MW机组等改进的穹形猫爪无需安装冷却系统；上猫爪支撑结构在运行中汽缸的中心线不会发生变化，提高了运行的安全性，但检修中需要进行支撑转换。(2) 螺栓拆除。分为普遍采用的加热拆除、使用液压拉伸器将螺栓拉伸后松开螺母的拉伸拆除和低压缸螺栓、高中压缸排汽段螺栓采用的冷拆除三种。需要注意的是日本三菱350MW机组高中压刚结合面螺栓在低压导管内左右各有两个螺栓，要在其他螺栓拆除前先行拆除。

5. 汽轮机本体检修的解体后检修。(1) 注意清扫汽缸使用的刮刀应使用未淬硬的钢质材料，刮刀不允许有汽缸外侧向里侧横向刮削，应沿结合面周边方向纵向进行。(2) 清扫转子、隔板时，高压水清扫方法操作简单、对隔板和转子的损伤较小，正在普及。(3) 测量隔板、汽封洼窝中心补偿量的是针对一些汽缸刚性比较差的低压缸，在检修阶段要测量汽缸在半缸状态和全实缸状态下隔板、汽封洼窝中心在垂直方向上的变化量，在通流间隙调整时要利用该数据对径向间隙进行补偿。(4) 可倾瓦现场刮研时，禁止利用轴颈直接检查瓦块的曲率并按此进行修刮。(5) 检修转子轴颈的椭圆度用外径千分尺在同一横断面上测量的最大直径与最小直径之差也可以在没有相应的外径情况下测量的最大晃度即为椭圆度。(6) 紧固件检修主要是螺栓检查，修复断裂或取不出的螺栓和汽缸螺栓螺纹损坏问题。(7) 金属检验主要是汽缸、转子、紧固件检、轴承检查。

总之，汽轮机本体故障的检修工作是十分关键的工作内容之一，对于工作人员提出了更加严格的要求，需要工作人员具备高超的专业知识水平和工作能力，掌握当前最为先进的技能，能够从容应对各类故障和突发情况，并且做到在第一时间予以排除。

参考文献

- [1] 刘钧. 简述汽轮机常见故障处理[J]. 中国科技纵横, 2018(6): 53-54.
- [2] 岳峰. 探析汽轮机本体的运行及其检修技术[J]. 房地产导刊, 2014(32): 61-61.