

Discussion on the Shaft System Installation Process of Millions of Grade Steam Turbine Generator Set

Hongkun An

Shenhua Hebei Guohua Cangdong Power Generation Co., Ltd., Cangzhou, Hebei, 061113, China

Abstract

With the increase of energy saving and emission reduction pressure of electric power enterprises, millions of grade units are increasing. The installation link of the shaft system center of the steam turbine generator set is one of the most key and important links in the installation. The quality of the installation process directly affects the safe operation of the unit after being put into operation. This paper takes the installation of 1050MW supercritical steam turbine generator set shaft system produced by Shanghai steam turbine plant for example, and discusses to improve the installation quality and realize long-cycle operation after putting into operation.

Keywords

steam turbine generator set; shaft system installation; center

百万等级汽轮发电机组轴系安装工艺探讨

安洪坤

神华河北国华沧东发电有限责任公司, 中国·河北 沧州 061113

摘要

随着电力企业节能减排压力的增大, 百万等级机组不断增多。汽轮发电机组轴系中心安装环节, 是安装中最为关键和重要的环节之一, 安装工艺质量的好坏直接影响机组投产后的安全运行。论文以上海汽轮机厂生产的1050MW超超临界汽轮发电机组轴系安装为例, 进行分析讨论, 以求提高安装质量, 实现机组投产后长周期运行。

关键词

汽轮发电机组; 轴系安装; 中心

1 引言

上海汽轮机厂生产的1050MW超超临界汽轮发电机组。汽轮机型号N1050-27/600/600型, 采用HMN型积木块组合串联布置, 包括一个单流圆筒型高压缸、一个双流中压缸、两个双流低压缸。汽轮机四根转子分别由五只径向轴承支承, 高压转子两个径向轴承支承, 其余三根转子均为一只径向轴承支承。五个径向轴承均为椭圆瓦, 分别位于五个轴承座内, 其中高压缸后轴承即2号轴承为带推力瓦的联合轴承^[1]。

发电机型号QFSN-1073-2型水氢氢冷发电机, 转子由发电机前后端盖轴承支撑。集电环转子是有一只可倾瓦轴承支撑在整个轴系的末端。

整个汽轮发电机组轴系由高压转子、中压转子、1号低压转子、2号低压转子、发电机转子、集电环转子共计6根转子组成; 转子与转子之间采用刚性连接。

【作者简介】安洪坤(1967-), 男, 中国河北保定人, 本科, 高级工程师, 从事汽轮机安装和检修研究。

2 轴系施工质量控制关键点、质量通病及预防措施

2.1 轴系施工质量控制关键点

- ①汽轮机各转子与汽缸的同轴度。
- ②各转子间联轴器中心。
- ③各联轴器螺栓孔的铰孔和螺栓的配重。
- ④各联轴器连接后的同心度。
- ⑤各支撑轴瓦的正确安装, 如轴瓦各部接触情况、插片间隙和防跳间隙的调整。

2.2 质量通病及预防措施

①汽轮机轴承座安装中心线、标高、坐标不符合设计要求。

预防措施: 工序移交、仪器复查、多方现场确认签证。

②安装液压盘车, 小轴与高压转子中心找正不符合要求, 造成盘车离合器单侧严重磨损弹簧断裂, 机组运行一段时间后, 由于离合器问题盘车无法正常投入。

预防措施: 找中心数据符合厂家设计要求, 现场多方验收签证。

③轴系联轴器中心找正, 开口测量误差。

预防措施: 现场开口测量数据使用塞尺张数不超过三张, 并有二人分次测量, 确保测量准确性。最好使用内径量表或外径千分尺进行测量, 减少测量误差。

④联轴器同心度测量数据不合格就研磨联轴器螺栓孔。

预防措施: 使用八只联轴器螺栓进行连接, 防止磨孔后更换永久螺栓后同心度发生变化; 联轴器磨孔前, 联轴器找正必须符合要求, 同心度一定要控制在 $\leq 0.02\text{mm}$ 内, 并且螺孔错位尽量调整到最小, 这样能减小磨孔的工作量。

⑤联轴器螺栓孔椭圆度过大, 永久螺栓连接后会产生同心度变化、晃度变大, 影响机组振动^[2]。

预防措施: 椭圆度过大是由磨孔工具中油石和铜条磨损引起, 需经常更换新油石和铜条; 在磨孔过程中, 孔径测量点应为孔的前后两侧和中间结合面两侧共四点(就是每个对轮上测量两侧端面处, 共计4个点), 用三爪内径千分尺测量, 控制在 0.01mm 左右。

⑥联轴器螺栓孔锥度过大, 螺栓衬套受力不均。

预防措施: 锥度过大是由于使用磨具来回运动不均匀引起, 只需经常测量, 及时发现前后偏差程度, 在磨的过程中加以纠偏。

⑦开启顶轴油轴系找中时, 每转 90° 测量时, 未卸掉油压读数, 造成测量数据不准。

预防措施: 不停顶轴油泵, 打开油箱近冷油器侧的旁路阀, 泄去顶轴油压力再测量。

⑧发电机转子—集电环转子联轴器中心未按要求调整, 下张口偏小, 造成#8瓦载荷偏小、运行不稳定。

预防措施: 联轴器找中心时下张口 0.12mm 左右, 以增加8号轴瓦载荷, 达到运行的稳定性。另外应测量8号轴瓦轴颈的自然下垂量, 达到 $0.85\sim 0.9\text{mm}$ 。两条件应同时满足。

⑨联轴器螺栓是液压联轴器螺栓, 通过液压膨胀和胀紧装配的配合达到紧固效果, 防止膨胀和紧固不到位造成螺栓紧力不足。

预防措施: 在使用液压拉伸过程中, 当油泵工作压力达到设计压力, 整套拉伸工作完成后, 用圆杆扳手旋转螺母, 检查是否松动, 以防止拉伸工具本身隐藏的问题产生拉伸的假象, 避免重大隐患事故发生^[3]。

3 作业流程及作业程序内容

3.1 作业流程

轴系转子联轴器初找中心前准备→轴系转子联轴器初找中心→轴系转子联轴器正式找中心→轴系转子联轴器临时螺栓连接→轴系转子联轴器连接后同心度测量合格→轴系转子联轴器螺栓孔研磨→轴系转子联轴器正式螺栓连接、螺栓配重→最终轴系转子联轴器连接后同心度测量合格。

3.2 作业程序内容

3.2.1 轴系转子联轴器初找中心前准备

①汽轮机抬轴器及正式轴承下半已就位。各轴承与轴承室和轴颈接触情况符合质量标准。

②高压缸对高压转子找中、中压缸对中压转子找中完成(高、中压缸是整体精装到货)。

③低压内缸及静叶持环拉钢丝找中完成, 低压内缸下半整体下降 2mm , 防止放转子后转子与静叶持环相碰。

④汽轮机转子各项检查、测量工作完成。

⑤发电机穿转子和各项测量检查工作完成。

⑥安装好发电机转子盘动时防止轴向窜动的专用工具。

⑦集电环转子各项测量、检查工作完成。

⑧机组顶轴油系统具备启动条件。

3.2.2 转子轴系初找中心

①机组顶轴油系统启动做压力试验。顶轴油压力达到 $150\sim 155\text{kg}$, 各转子轴颈处架表, 抬起高度 $0.07\sim 0.08\text{mm}$ 。

②找中心过程中, 每转 90° 记录百分表上读数和测量张口值时, 要卸掉油压再读数和测量; 卸掉油压可打开油箱上面旁路阀, 泄去顶轴油压力。

③盘动中压转子, 检查是否容易盘动, 如果盘动比较困难, 则说明中压转子与中压缸内部有接触, 需要再次调整中压缸与转子的位置。

④连接高压转子—中压转子联轴器, 盘动转子, 检查是否容易盘动; 如果盘动比较困难, 则说明高压转子与高压缸内部有接触, 需再次调整高压缸与转子的位置; 如果盘动容易, 则用刀口尺和塞尺检查高压转子与中压转子联轴器是否同心; 如果不同心则调整中压转子靠近高压转子侧抬轴器使其同心。

⑤按照上述方法, 依次连接中压转子—1号低压转子联轴器, 1号低压转子—2号低压转子联轴器, 2号低压转子—发电机转子联轴器, 盘动转子, 用刀口尺和塞尺检查转子联轴器是否同心; 如果不同心则调整靠近联轴器侧抬轴器使其同心。

⑥解列各转子联轴器, 用内径量表、外径千分尺测量高压转子—中压转子联轴器张口值, 百分表测量圆周值。联轴器装上4条工艺螺栓, 0° 时测量上张口值、下张口值、左张口值、右张口值和圆周值。盘动高压转子—中压转子到 90° 、 180° 、 270° 、 360° 位置测量张口值、圆周值, 并记录数据。

⑦根据上述测量数据, 计算出调整量, 调整高压转子和中压转子相对位置, 最终使张口值 $\leq 0.02\text{mm}$, 圆周值 $\leq 0.02\text{mm}$, 符合厂家质量标准。

⑧高压转子和中压转子相对位置调整后, 在高压转子、中压转子上吸附一个百分表, 标头打在汽缸上, 盘动一圈后, 检查转子和汽缸的同心度, 检查转子连接后转子与汽缸相对位置是否良好。如有问题要进行汽缸位置的调整。

⑨根据上述方法,依次分别检查中压转子—1号低压转子联轴器中心值;1号低压转子—2号低压转子联轴器中心值;2号低压转子—发电机转子联轴器中心值;发电机转子—集电环转子联轴器中心值。并记录数据,计算各转子相对位置调整量并调整;经调整使张口值 $\leq 0.02\text{mm}$,圆周值 $\leq 0.02\text{mm}$ 。

3.2.3 转子轴系正式找中心

转子轴系正式找中心方法与初找中心方法相同,轴系联轴器测量张口值和圆周值,最终达到厂家标准张口值 $\leq 0.02\text{mm}$,圆周值 $\leq 0.02\text{mm}$ 。

3.3 中心测量和调整过程中重点注意事项

①每一对联轴器中心的调整都会影响到其他联轴器的中心数据,所以必须根据实际情况综合考虑整个轴系情况进行调整。

②中心数据测量过程中,每次盘完车后,测量数据前,必须停运顶轴油,并卸掉顶轴油压后,方可进行数据测量和读取。

③轴承调整时,如果轴承向某个方向需要移动,则内缸也要向相同方向移动,移动量按实际情况而定,以防轴承调整后带动转子移动时碰坏转子或内缸里的汽封齿。

④在整个中心调整过程中,应不改变各个轴颈的设计标高和轴颈杨度,以防各个转子、轴瓦的承载力和承载方向与设计发生较大的改变,防止因轴系失稳引起轴系振动。

⑤轴瓦两侧插片间隙调整,应采用照配研磨进入后抽出与相关间隙相同的垫片来保证插片间隙。塞尺测量出来的

间隙,有可能发生实际间隙大于标准间隙。

⑥轴瓦两侧防跳间隙测量,选用压铅丝方法测量,各点间隙应均匀。

⑦集电环转子平行度检查。检查转子两端相对于底架的平行度,其误差应小于 0.125mm 。如超差可调节运输托架(集电环转子前部靠近靠背轮处安装的假瓦)下的垫片来调整。集电环需调整时,应调整集电环底架位置以保证平行度。

⑧发电机转子—集电环转子中心最终测量数据,必须在集电环台板二次浇筑后进行。

⑨发电机转子—集电环转子联轴器连接后,螺栓紧固力矩、同心度和8号轴颈处晃度都应同时达到厂家标准方为最终合格。

4 结语

上海汽轮机厂1050MW超超临界机组轴系中心,通过以上的施工程序及工艺,会得到很优良的数据结果。同时机组也能安全可靠、良好的经济运行。此工艺方法已经在某些电厂工程中得到广泛应用,取得了良好的效果。可对同类型机组的安装和检修提供参考。

参考文献

- [1] 上海汽轮机厂.汽轮发电机组设备安装说明书[Z].
- [2] 袁明.汽轮机设备安装与检修问答[M].北京:北京工业出版社,2016.
- [3] 张本贤.汽轮机设备检修[M].北京:中国电力出版社,2014.

(上接第146页)

当的施测方法,较传统的管线测量及开挖测量技术在工作效率上有了本质性的飞跃,在地理环境复杂条件苛刻局限性较大的情况下,仍能够利用管线探测仪和地质雷达进行管线测量,通过二者利用多种方法探测地下隐蔽管线精确的材质、水平定位、埋深等属性,从而能保证管线的设定精度更高,在对管线测量的过程中能够通过测量设定的管线点准确的捕捉地下管线的铺设情况及各种空间信息,这在一定程度上减少了管线测量的工作量,也为后续的数据入库及城市地下管网系统提供了保障,时刻掌握地下管线的动态情况对于一

座城市中的能量输送、信息传递、废物排泄起着不可或缺的作用。

参考文献

- [1] 李杰.城市地下管线探测技术及质量控制研究[D].北京:中国地质大学,2013.
- [2] 赵华宁.城市地下管线测量技术的应用[J].中国建筑金属结构,2013(22):30.
- [3] 徐浩然.地下管线测量与技术分析[J].测绘与空间地理信息,2012,35(7):236-238.