

核电厂汽轮机主汽阀检修用锁定装置设计研究

席琛, 胡宏伟, 邓宏伟

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 为避免核发电机组主汽门检修时产生位移对设备接口造成影响, 文章介绍了主汽阀检修锁定装置在核电机组中的应用。该锁定装置通过调节顶丝杆与主汽阀之间的距离, 将主汽阀进行定位并锁定, 达到在检修时锁紧主汽阀的功能, 从而满足汽轮机厂家关于检修安装时汽轮机接口无应力的要求。同时通过规范的设计, 简化施工现场操作难度, 达到规范、高精度的检修要求。

关键词: 主汽阀; 检修; 锁定装置

中图分类号: TL333

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)03-0054-03

Research on Maintenance Locking Device of Main Steam Valve of NPP

XI Chen, HU Hongwei, DENG Hongwei

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: This paper introduces the maintenance locking device of main steam valve in the nuclear power plant. This application is used to avoid main steam valve displacement during maintenance in nuclear power generators. The locking device by adjusting the distance of the screw rod and the main steam valve, the main steam valve positioning and locked, lock tight main steam valve function in maintenance, so as to meet the steam turbine manufacturers on the installation and maintenance turbine interface without stress. At the same time, through the specification of the design, simplify the construction site operation difficulty, achieve the standard, high accuracy of maintenance requirements.

Key words: main steam valve; maintenance; locking device

在火力发电厂和核能发电厂中, 汽轮机是将热能转化成机械能的关键设备。而在汽轮机的热力系统中, 主汽门是整个汽轮机进汽系统的重要组成部分。主汽门安装在汽轮机的高压进汽侧, 由于要吸收高温蒸汽管道的热膨胀, 通常在主汽门处设置弹簧支架。浮动式的主汽门在检修时会发生位移, 这种位移会对设备接口产生损坏。

1 现有安装方式及存在的问题

主汽门检修时之所以会产生位移, 主要有以下几个原因:

1) 检修油动机时, 需要把上盖一圈大螺栓拆

除, 把里面的阀芯吊出来, 然后将油动机全部拆出^[1]。这样将会导致主汽门的总重量减轻 5 ~ 6 t。阀门重量减轻, 加之支架是弹簧铰接, 整个阀门就会移动位置。

2) 汽轮机的上缸检修时, 需要把导汽管的螺栓拆掉, 阀门也会随之产生位移。

主汽阀在检修时的位移会导致在停机检修状态下对管道端口的力和力矩, 这种冷态下的力和力矩对于与管道接口的设备会产生一定的作用, 这就无法满足一些汽轮机设备厂家要求的无应力安装和检修的要求^[2-3]。例如某核电厂工程中, 厂家提供的汽轮机接口图纸中明确要求主汽门与管道对接安装和检修时应为无应力状态。这就给现场安装和设计工作带来了一个很大的问题。一般的处理方式是现场施工单位搭设临时支架, 但是施工单位现场设置的临时措施存在设计、施工缺少规范, 很大程度上

收稿日期: 2016-02-01

作者简介: 席琛(1984), 女, 安徽蚌埠人, 工程师, 硕士, 主要从事发电设计工作(e-mail) xichen@gedi.com.cn。

存在安全隐患。对于锁定角度、允许位移的设计没有规范,会导致安装精度低的问题。现场多为型钢搭建,直接在型钢上穿孔,没有相关的技术规范,对于限位的位移和方向也没有明确的要求和指导。同时型钢的强度和顶丝杆也没有进行过设计校核,存在一定的安全隐患。

2 主汽阀检修用锁定装置介绍

在某核电厂工程中,采用了主汽阀检修锁定装置,在电厂运行中起到了很好的效果。本套装置用于主汽阀检修时定位主汽阀并将其锁定。通过调节顶丝杆与主汽阀之间的距离,将主汽阀进行定位并锁定。使用 HW 型钢搭建支架,顶丝杆与型钢之间采用螺纹连接,顶丝在检修时安装,在机组运行时拆除。通过旋紧顶丝杆达到利用型钢支架锁紧主汽阀的功能。

该工程汽轮机为上海电气集团供货的 TC4F - 1 000 MW 级、单轴三缸四排汽、凝汽式、汽水分离二级再热、半转速反动式核电机组。主机额定转速为 1 500 r/min, TMC R 工况下,主机进口参数(流量、压力、温度、湿度)为: 1 613.4 kg/s, 6.43 MPa · a, 280.1 °C, 0.47%。排汽背压为 0.005 78 MPa · a。

对该工程运转层平台上 18.655 m 层和 20.90 m 层的两个主汽阀进行锁定。每个主汽阀根据其外形,各设计了三个方向的锁定装置,详见图 1 和图 2。在主机厂设计的主汽门支架结构的基础上,通过 HW 型钢搭建门型支架并辅顶丝杆旋紧装置以形成锁定效果。

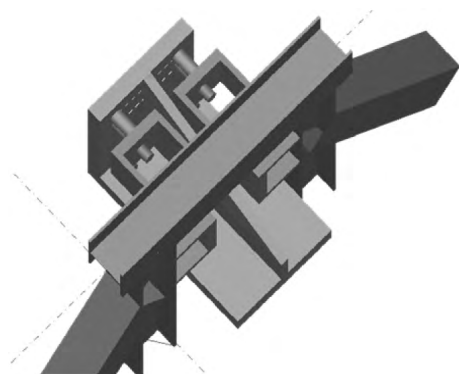


图 1 锁定装置外形图

Fig. 1 Outline figure of locking device

本装置简要说明如下:

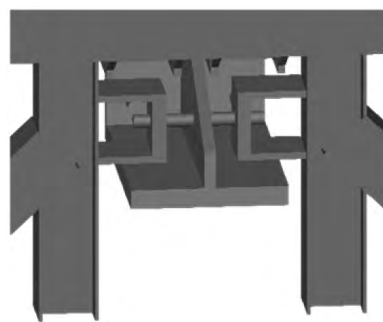


图 2 锁定装置细节图

Fig. 2 Detail figure of locking device

1) 对于每一个锁定装置,都存在两个方向上的锁定功能,即垂直于主汽阀座方向和平行于主汽阀座方向,这两个方向上的锁定原理相同,均为通过调节顶丝杆进行固定,见图 1 和图 2 锁定装置效果图。每个锁定装置在 X/Y 平面两个方向的锁定功能设计保证了该锁定装置对于阀座的锁定效果。

2) 每个主汽阀在三个方向均设计了锁定装置,保证了该阀门在冷态时的锁定状态,有效的抵消了在安装或检修时由于阀门位移对接口处产生的力,可以满足厂家关于无应力安装/检修的要求。

3) 该装置与主机厂的原有的主汽门支架形成互补,在原有支架基础上,通过顶丝杆的调节对位移进行限制,在冷态时可以有效的保护阀门不对设备产生推力,热态时又不会对整个管系运行产生影响,对原有应力分析以荷载分配都不会产生附加作用。

3 工程应用及效果

主汽阀锁定装置在某核电厂工程的应用取得了很好的效果。在上述电厂建设过程中,由于管道预先实行了冷紧操作,在冷态时管道会产生对主汽阀的附加力。根据管道应力计算的结果,取得冷态和热态的热位移值,热态时可以拆除顶丝;如受结构空间限制螺杆无法完全取出,运行时保证螺杆端面到阀体的最小距离不小于该方向的热态位移值。检修状态时,按照冷态位移值调整顶丝杆到主汽门支架的间距。在这个位置上对主汽门进行锁定操作,以保证主汽门与设备接口的无应力对接。图 3 为顶丝杆安装时的具体设计,可以看出,根据冷、热态位移的具体数值,顶丝杆的位置可以精确的调整和锁定。

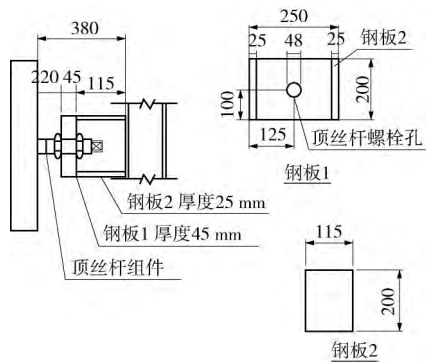


图3 顶丝杆详图

Fig. 3 Detail view of fastening screw

从图3中可以看出,在通过调节顶丝杆的位置,可以对主汽门进行锁定。装置锁定后,产生的作用力通过顶丝杆传到装置的支撑结构。管道由于冷紧产生的对主汽门的附加力也通过本装置可以进行抵消。本装置中顶丝杆和支撑结构,也需通过所承受的作用力进行选取。

图4和图5是该发明在工程现场安装实施的实例。可以看到,通过X、Y两个方向顶丝杆的锁紧设计,可以对主汽阀的位移做出安全可靠的限制。



图4 锁定装置应用图-X方向

Fig. 4 Application of locking device-x direction



图5 锁定装置应用图-Y方向

Fig. 5 Application of locking device-y direction

本装置可以在冷态情况下(安装或检修)限制主汽阀的位移,从而不对与管道接口的设备产生额外

的力,满足汽轮机厂无应力安装的技术要求。本套锁定装置的优点和效果如下:

1) 方便拆卸: 顶丝杆与HW型钢螺纹连接的设计方便、可靠,顶丝杆在运行时可拆卸,检修需要时安装即可,对正常运行主蒸汽管道不会造成任何影响。

2) 方便调整: 螺纹连接的设计,可以根据现场需要调节顶丝杆的位置,方便现场施工作业。

3) 锁定效果好: X/Y平面两个方向的锁定功能保证了该装置在锁定状态下安全可靠。

4) 稳定性好: HW型钢支架的搭建作为顶丝杆的可靠支撑,有利于锁定装置的稳定性。

对于每一个方向上的顶丝杆的位置,通过顶丝杆可以精确定位锁定主汽门位置,如图3所示,根据应力计算结果的冷热态位移值,保证主汽门在检修时与设备接口实现无应力对接的效果,以满足主机厂对设备检修安装时的要求。同时,本装置设计小巧,与主汽门支架可以配合使用,可以满足不同厂家个性化的需求。

4 结论

汽轮机主汽阀检修用锁定装置在核电机组中的应用有很大的前景。对于核电机组汽轮机设备的安装和检修起到了很好的保护作用。根据管道应力计算的位移值,采用这种标准化的装置,减少了现场设计的难度,提高了锁定装置的精准度,也满足厂家对设备接口无应力安装的要求。同时,这种锁定装置具有通用性,对于现行的有无应力安装需求的核电机组,均可采用本装置实现。

鉴于目前国内核电机组对主汽门检修时的锁定装置无标准化的结构,本装置提供了一种规范、可靠、便于现场操作的锁定措施,很大程度上解决了现场施工检修的问题。

参考文献:

- [1] 陈玉强. 核电站高压缸主汽门、调节汽门紧固螺栓拆装工艺改进[J]. 东方汽轮机, 2011(3): 53-58.
- [2] 王景胜, 高怡秋, 祝华. 主汽门安装方式对汽轮机受力影响分析[J]. 船舶工程, 2016, 38(1): 55-58.
- [3] 吴梦, 张宏, 李军, 等. 百万核电汽轮机主汽调节联合阀壳体设计[J]. 机械工程师, 2014(8): 197-198.

(责任编辑 高春萌)