

# 汽轮机轴承箱及基础台板滑块结构改造

Structure Improvement for Turbine Bearing Saddles and Turbine Baseplate Key

北京京能热电股份有限公司(北京 100041)

高志耀 张正海 边 防

**摘要:**介绍了京能热电股份有限公司石景山热电厂、陡河发电厂国产 200 MW 汽轮机轴承箱及基础台板滑块结构改造方案。安装及运行实践表明该改造方案可行、效果显著,值得推广应用。

**关键词:**汽轮机;轴承箱;基础台板;滑块;改造;安全

中图分类号:TK 263.6<sup>+4</sup>

文献标识码:B

文章编号:1003-9171(2001)04-0043-03

京能热电股份有限公司石景山热电厂(下称石热)1~4 号机组自投产以来在启动及运行过程中曾多次发生汽缸膨胀不畅、不均等问题。在启动中曾因高、中压胀差接近报警值,而不得不拖长启动时间,放慢长负荷速度,直接影响机组的安全稳定运行。为此,在前几年机组大修中,将高压缸、前箱、中箱(2 号轴承箱)全部解体吊出,对其滑销系统、轴承箱与基础台板的接触面进行彻底处理,同时对基础台板滑块的润滑油槽、推拉装置进行了相应的改造。经过处理后各机汽缸膨胀不畅的问题基本上得到了改善。但由于没有从根本上解决汽缸膨胀不畅的问题,随着机组运行时间的增加,又会出现不同程度的汽缸膨胀不畅现象,影响机组的安全稳定运行。

造成汽缸膨胀不畅重复出现的主要原因有:

(1) 高、中压缸轴封系统尚未得到彻底改造,使得轴承箱滑动面所处的恶劣环境没有得到改善,轴封漏气使得台板滑动面常有积水,加之灰尘沉积,使滑动面润滑状态极其不良。

(2) 目前采用的定期置换滑块油脂的办法,因受结构及油脂性能的限制难以奏效。在高温环境下润滑油脂干涸较快,一旦局部干结,造成油槽堵塞,油脂置换将无法进行。

此外,轴承箱在热态下承受巨大推力,出现变形是必然的,因此轴承箱与台板滑块间局部会出现间隙,在进行油脂置换时,进入间隙的油很可能因不能得到均匀数据而影响润滑效果。

(3) 位于轴承箱后部的进、排油口,由于紧贴

地面,造成滑块注油维护非常不便,难以保证每次油脂置换能获得满意的效果。

综上所述,为彻底解决汽轮机汽缸膨胀不畅的问题,应在机组进行高、中压缸轴封结构改造的同时,对轴承箱与基础台板的润滑结构进行必要的改造,采用自润滑材料代替目前的注油滑块。

## 1 自润滑材料的应用

### 1.1 伊敏电厂和盘山电厂应用实例

近年来,伊敏电厂和盘山电厂的 500 MW 汽轮机组的轴承座台板滑块表面均粘贴一种称为氟特伦的新型材料(以氟特伦的自润滑取代我国常规的注油润滑),机组投运以来,汽缸膨胀情况良好。

### 1.2 东方汽轮机厂应用实例

(1) 钢背复合聚四氟乙烯自润滑材料用在凝汽器底部滑块上,工作温度 45 C。

(2) 钢背复合聚四氟乙烯、钢背复合聚甲醛、铜合金镶嵌石墨棒等自润滑材料分别用在:

小汽轮机调节阀杠杆轴套,工作温度 100 C;

盘车装置轴套,工作温度 55 C;

阀杆导向套,工作温度 150 C。

### 1.3 AA 公司(法国阿尔斯通·大西洋公司)应用实例

铜合金+石墨自润滑材料用在猫爪下滑块,工作温度 200~250 C。

### 1.4 郑州热电厂应用实例

郑州热电厂扩建安装了东方汽轮机厂 300 MW 机组,其高、中压轴承箱及台板采用镶嵌型自润滑材料。

## 2 自润滑材料性能介绍

镶嵌型固体自润滑滑块是由金属基材和在其中嵌入的固体润滑材料组成,在摩擦过程中,由金属基材支承负荷。嵌入的固体润滑材料在摩擦力作用下,于摩擦面上形成一层固体润滑膜,使金属间不直接接触,从而达到润滑的效果。由于金属基

材的强度高,热传导性好,从而克服了其它自润滑滑块的脆性、导热性差等缺点。镶入固体润滑材料后又具有自润滑性好、承载能力强和使用温度范围广等特点。所以它特别适用于低速、高负荷和往复摆动等难以形成油膜润滑的条件,以及那些不能(或无法)使用油脂润滑的高温、辐照及海水、药物等介质的场合。

镶嵌型自润滑滑块的制造有多种工艺方法。以石墨为润滑剂的滑块制造大体上有2种方法:

### (1) 固体嵌入法

将已成形的固体润滑材料直接压入或配以粘接剂填入孔中,靠热处理产生的不可逆膨胀或粘接剂的固化作用,使其与基材牢固结合。

### (2) 铸造法

将已成形的石墨块按要求的排列方式预先固定在特制的铸模芯上,再铸入熔化的基体合金,以成为一整体。

以上2种方法特点是:保证固体润滑材料在摩擦过程中,形成复盖整个摩擦表面的转移膜,以达到润滑的效果。镶入石墨的面积一般以摩擦表面的20%~30%为宜,过小达不到有效润滑的目的;过大则机械强度降低。

另外一种自润滑材料是粉末冶金材料。其性能特点与镶嵌型固体自润滑滑块类似。其生产的工艺过程为:制粉→拌合→制粒→冷压→烧结→热压→热处理→机加工。

2种自润滑材料的性能如表1所示。

表1 2种自润滑材料性能比较

项 目	铁基镶嵌 石墨	青铜石墨 粉末冶金
比重/g·cm <sup>-3</sup>	7.2	6.8
热膨胀系数/×10 <sup>-5</sup> ℃	1.0~1.2	1.8
热传导率/W·(m·K) <sup>-1</sup>	41.9~54.4	—
抗张强度/N·mm <sup>-2</sup>	>150	>51
压缩强度/N·mm <sup>-2</sup>	>450	>306
冲击韧性/J·cm <sup>-2</sup>	20~40	—
硬度/HB	120~170	40(min)
纵弹性系数/10 <sup>4</sup> N·mm <sup>-2</sup>	10~13	—
压缩耐力(0.1%)/N·mm <sup>-2</sup>	—	—
固体润滑材料所占面积/%	25~35	—
延伸率/%	—	—
使用温度界限/℃	400	350
最小磨擦系数	0.03	0.13~0.18
容许最高负荷/MPa	5	2
容许最高速度/m·s <sup>-1</sup>	0.25	0.3
容许最高ρV值/MPa·m·s <sup>-1</sup>	0.67	1.5

\* ,根据<sup>2</sup>方数据比较和实际的应用经验,建议采用镶嵌型自润滑滑块。

## 3 轴承箱及基础台板滑块结构改造方案

石热1、3号机因不存在2号轴承箱那样的严重变形、停机时不能收回和前端跷起严重刚性不足等问题,所以只需要更换轴承箱滑块即可:

石热1号机(型号为C145/N200-130/535/535)2号轴承箱原为单滑块,设在台板上,因轴承箱和台板均不更换,所以采用双滑块结构,即将台板上的旧滑块更换成镶嵌膨胀石墨的新滑块,在轴承箱的底面镶嵌不带膨胀石墨的新滑块。

石热3号机(型号为NC200/140-12.7/535/535)2号轴承箱原为单滑块,镶嵌在轴承箱的底面。这次改造仍采用单滑块结构,即在轴承箱的底面镶嵌带膨胀石墨的新滑块。

前轴承箱对滑块的作用力约46 kN,约是中箱作用力的1/2。因前箱工作条件较中间轴承箱好,前箱本身又没有反映出什么问题,所以没有更换前箱滑块。

台板上的滑块也可用原滑块直接改制,以避免新制滑块滑动面不平的问题产生,避开难以进行的刮研工作。箱体上新增的滑块装上后,需在铣床上精加工滑动面,保证滑块滑动面平面度公差为0.05,粗糙度为 $\sqrt{3.2}$ ,最后,钳工刮研达到要求精度。就位前上、下滑块滑动面还要涂覆润滑膜。滑块布置如图1所示。

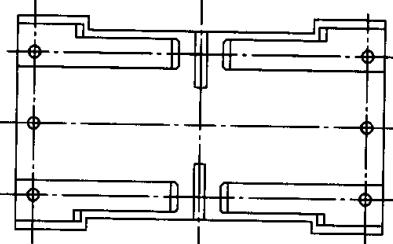


图1 滑块布置图

滑块布置:在轴承箱上增加的滑块尺寸不小于下滑块,保证在热胀过程中,完全盖住下滑块,且有3 mm的过盈量,防止下滑块表面积存脏物。为保证上滑块盖住下滑块,下滑块某些局部尺寸需减小(即减小接触面积)。在轴承箱底面上开槽布置滑块,见图2。

轴承箱上增设滑块的注意事项:铸造轴承箱,或者底板为铸造的焊接箱,在开滑块槽前后,应探明母材情况:

(1) 超声波检测,在需加工滑块槽的区域无

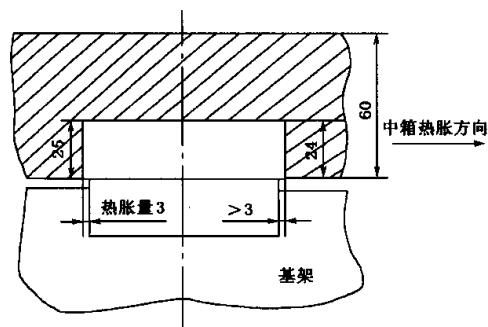


图 2 轴承箱底面滑块布置图

夹杂物、气孔等缺陷；

(2) 开滑块槽后,磁粉探伤检查无裂纹缺陷；

(3) 开滑块槽后,应做煤油渗透试验,如有渗漏点,应对缺陷部位进行焊补修复。

滑块结构如图 3 所示。

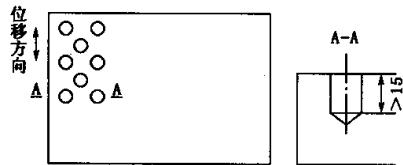


图 3 滑块结构图

石热 1、3 号机 2 号轴承箱及基础台板滑块结构改造是 2000 年机组大修时完成的。目前 2 台机组运行稳定,汽缸膨胀状况良好,改造达到了预期的效果。

陡河发电厂 6 号机改造前,在启动过程中 2 号轴承箱出现卡涩现象,中压缸最大绝对膨胀量为 11.5 mm,比设计值(15 mm)小 3 mm 以上。中压缸胀差大,严重影响机组启动和安全运行。在停机过程中轴承箱底部有上翘现象,说明 2 号轴承箱刚度不足。

1998 年陡河发电厂 6 号机大修中,除对 2 号轴承箱台板滑块采用双滑块镶嵌膨胀石墨改进外,还对中、低压缸连通管的膨胀节进行了改进,并更换了 2 号轴承箱。该轴承箱采用焊接结构,轴承箱侧板厚由 50 mm 提高到 70 mm,底板厚由 70 mm 提高到 85 mm,轴承座三角撑筋板厚由 40 mm 加大为 50 mm,并将此筋与前后端板连为一体,使整体刚性大大提高。轴承箱的推拉横键结构也进行了改进。还针对原推力轴承存在包角偏小,轴瓦套厚度偏薄的现状进行了改进,增大了轴

承包角,加粗了螺栓直径,轴承座厚度由 190 mm 增加为 260 mm,轴承座支撑筋板厚由 80 mm 加大为 260 mm,因而大大地提高了轴承箱的刚性。

经过上述改进后,膨胀情况得到改善,见表 2。

表 2 陡河发电厂 6 号机轴承箱改造前后膨胀量<sup>\*</sup>

项 目	改 造 前	改 造 后
中间轴承箱绝对膨胀量	11.50	15.00
前轴承箱绝对膨胀量	27.00	32.00
中压缸胀差	2.10	0.55

\* 机组为 200 MW 稳定额定工况。

在对滑块进行自润滑材料改造的同时,还要作好滑销系统及推拉装置变形的处理,包括:

(1) 对前、中轴承箱及基础台板销槽内的锈垢进行彻底清理,刮研其接触表面。

(2) 刮研纵销两侧滑动面,修复表面毛刺,保证表面光滑,接触良好。

(3) 对高压缸前、后,中压缸前的立销作相应处理。

(4) 调整各销的配合间隙,使其达到质量标准。

(5) 对各立销在装复时加装防尘罩,以防止杂物进入,保证清洁及滑动自如。

(6) 检查推拉装置变形情况,必要时需改进推拉装置结构,减小变形和空行程。拆机时要检查推拉装置的间隙,回装时总间隙要符合标准。

#### 4 结论

(1) 新型镶嵌石墨自润滑滑块在石热和陡河发电厂国产 200 MW 汽轮机改造项目中获得成功地应用,为解决国产 200 MW 汽轮机汽缸膨胀不畅问题提供了有效的措施。

(2) 在解决国产 200 MW 汽轮机汽缸膨胀不畅的问题时,除改造滑块外,还应针对机组本身存在的问题进行相应的改进,才能取得更加显著的效果。

(3) 对于前苏联 500 MW 机组采用氟特伦材料的改造,考虑到该材料粘结工艺,方案实施工艺要求比较复杂,而且目前此材料国内还不能生产,尚需进口等因素,因此未考虑采用。

(收稿日期:2001-01-16)