

胶球清洗装置在汽轮发电机组中的应用

周进山 张月梅

(安徽临泉化工股份有限公司, 临泉 236400)

摘要:介绍了胶球清洗装置在汽轮发电机组中的应用效果。安装胶球清洗装置可对气轮机凝气器进行不停机自动清扫, 全年可多发电 37.8 万 kW·h, 用于凝气器铜管清扫的剥离药剂全年节省 50%。

关键词:清洗; 凝气器; 胶球; 剥离药剂

中图分类号: TK264.11

文献标识码: A

Applications of rubber ball washing device in steam turbine generating sets

ZHOU Jin-shan, ZHANG Yue-mei

(Anhui Linquan Chemical Industry Ltd., Linquan 236400, China)

Abstract: Application effects of rubber ball washing device in steam turbine generating sets are introduced. The device can conduct automatic cleaning to condensers in steam turbine generating sets without shutdown. The power output can be increased by 378 MW·h and the remover used in cleaning condenser copper pipes can be saved by 50%.

Key words: clean; condenser; rubber ball; remover

电耗同煤的消耗一样是影响化肥生产成本的关键因素。为了降低成本, 一些化肥生产企业纷纷建起了自备电厂。临泉化工股份有限公司先后于 1996 年、1999 年建成 2 套 6 MW 发电机组, 自投运以来给公司带来较可观的经济效益。但由于汽机循环水站靠近煤场、渣场, 水质较差, 每年都要停机三四次对汽轮机凝汽器进行人工机械清扫, 损失较大; 同时因频繁停机给机组的安全运行也带来了隐患。2000 年该公司安装了胶球清洗装置, 对汽机凝汽器进行不停机自动清扫。两年来, 不仅降低了工人劳动强度, 而且清扫效果较好并提高了经济效益。

1 主要问题

汽机凝汽器铜管内生成的附着物对装置产生了不良影响。由于闭路循环的冷却水在凝汽器内及冷却塔之间不断地换热, 循环水的蒸发、浓缩、补充及抽风过去的灰尘, 运行一段时间后铜管内便有一层附着物。主要包括碳酸盐水垢、黏泥、藻类等有机物, 而这些附着物相当于管内增加了一层绝热层, 使水流面积减小, 大大降低冷凝器换热效果。汽轮机运行的经济性也同比而恶化。所以确保凝汽器铜

管内清洁是保证机组经济高效运行的关键。

2 传统的凝汽器铜管清扫方法

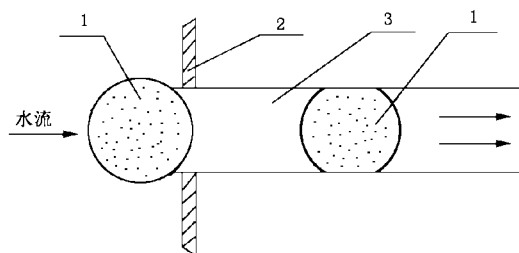
发现铜管内黏泥附着物较多时先进行人工清扫前的加药剥离预处理。通常加季胺盐(阳离子型化合物)。季胺盐作为一种表面活性剂, 穿透性强, 能使各种菌体破裂或被杀死, 同时附着在铜管管壁上的微生物黏泥得到剥离。通过加药一般效果很明显, 如管壁上有硬垢或附着物较多时就需要停机处理。停机后打开凝汽器端盖用高压水枪或鬃刷插入铜管内进行清扫。该方法较麻烦且费时费力, 一般要五六个人花上 20 多个小时才能完成。另外凝汽器铜管管壁很薄, 通常为 1 mm 左右, 当高压水枪在铜管内来回抽拉磨擦时, 不仅破坏掉铜管内表面的保护膜, 而且容易发生管壁穿孔。一旦管壁穿孔, 冷却水大量漏到凝结水中就会使锅炉给水水质恶化, 严重者导致事故发生。因此, 人工清扫凝汽器会直接影响机组运行的安全性和经济性。

3 胶球清洗装置在凝汽器清扫中的应用

3.1 胶球清洗原理

胶球清洗是一种不需要停机、不影响发电的自

动清扫凝汽器铜管的方法。它利用特制的海绵球,通过循环水自身的流动性在凝汽器铜管内进行自动冲刷。由于海绵球具有多孔、能压缩等特性,所以当比铜管直径大 1~2 mm 的胶球在水流带动下与铜管管壁发生磨擦时,就擦去管壁上的附着物,而后水流又通过其孔隙把擦下的污物冲走。胶球在铜管内移动情况如图 1 所示。



1—胶球;2—铜管管板;3—铜管

图 1 胶球清洗装置工作原理

表 1 胶球清洗装置一览表

序号	名称	规格	数量
1	胶球泵	125 JQ-15	1
2	装球室	EQ-17A	1
3	二次滤网	EW-400	2
4	收球网	SD-400	2
5	分配器	FH-80-1	1
6	球阀	Q41F-16	5

3.2 胶球清洗系统投入前对凝汽器的预处理

(1) 新装机组凝汽器铜管的预膜处理

铜管的预膜处理是通过加药在铜管表面形成一层含 Fe 的保护膜,避免铜管腐蚀。加药药品为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 H_2SO_4 ,两者质量分数均为 95%,用量分别为 0.4、0.2 t, FeSO_4 在水中水解和氧化后形成 $\gamma\text{-FeOOH}$ (羟基氧化铁)胶体颗粒并吸附在 CuO 表面上,形成含 Fe 的保护膜。

预膜之前首先通过加 H_2SO_4 或 Na_3PO_4 控制循环水 pH 值为 7.0~7.5,其次把稀释成质量分数为 2% 的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 加入到循环水中,最后通过观察铜管表面是否呈黄褐色、膜质是否均匀致密来判断预膜处理效果。当预膜完成后即投入胶球清洗运行。

(2) 对于原来采用人工清洗的凝汽器投入胶球清洗之前的预处理

一般先加药对铜管附着物进行剥离处理。加药品种为季胺盐,每次加入药品 210 kg,并控制质量分数为 2×10^{-4} 。当系统运行 48 h 后停机进行人工清

扫,接着投入胶球运行。

胶球清洗系统的安装质量是其有效运行的有力保证。为此安装时应注意以下事项:

①胶球输送管路配制时不宜急剧转弯;投球管路应伸到循环水管中心,且投球管出口须相逆于循环水流方向,以使胶球均匀地进入凝汽器各个铜管。

②胶球泵的安装位置相对不宜过高,以防汽蚀;收球网尽量采用立式安装。

胶球质量好坏是有效运行的关键,胶球通常是用橡胶制成,应具有多孔、能压缩、耐磨、质地柔软等特性,硬度适中,湿态相对密度为 1.00~1.15,湿态直径比铜管直径大 1.0~1.5 mm。

胶球系统投入运行时一般投球数量为凝汽器单侧单流程铜管数的 7%~13%,每次运行 1 h,收球率在 95% 以上。

4 应用效果

该公司自从安装了胶球清洗系统,汽机运行稳定,发电量 6 300 kW·h,超出额定负荷的 5% 左右。在汽机检修时检查凝汽器铜管发现附着物几乎没有,且铜管内保护膜也保持良好,原来每个月一次的加药剥离也减少到 2 个月一次,节约了费用。

在胶球清洗系统未安装之前一般每 4 个月进行一次停机清扫凝汽器,每次停机约 20 h 即少发电 12.6 万 kW·h,按公司目前发电利润 0.18 元/kW·h 计算则损失 2.268 万元(公司发电成本 0.22 元/kW·h,市场电价 0.4 元/kW·h),全年停机 3 次共损失 6.804 万元。

每次加药(季胺盐)210 kg,平均每月一次,全年共加药 2.52 t,季胺盐市场售价为 1.2 万元/t,则每年加药费用为 3.024 万元。

投运后整套胶球清洗装置总投资为 8 万元。投入运行后,没有因凝汽器铜管换热效果不好而停机,且大大减轻了员工清洗铜管的劳动强度;每月一次的加药剥离也改为每 2 个月加药一次,全年加药剥离费用减少一半,即为 1.512 万元。

胶球泵电机功率为 15 kW,全年运行费用约 1 095 元(每两天清洗一次,每次运行 1 h,市场电价 0.4 元/kW·h, $15 \times 365/2 \times 0.4 = 1 095$ 元);

全年补充胶球数量约 1 000 只,每只 0.2 元,折合费用 200 元;因此全年消耗费用 1.6415 万元。

综上所述,胶球清洗系统的投入在化肥厂的自备电厂中有较可观的经济效益,为降低化肥成本,迎接进口化肥挑战打下基础。■