

# 汽轮机油系统冲洗技术改进

钟宇飞

中国能源建设集团广东火电工程有限公司 广东广州 510663

**【摘要】**汽轮机油系统油质清洁度对机组安全稳定运行具有决定性作用。为提高汽轮机油系统冲洗效率,保证电厂运行稳定,而探索研究出汽轮机油系统冲洗改进技术。汽轮机油系统分为汽轮机润滑油系统和EH(抗燃油)油系统,对于这两种系统分别采用大流量冲洗装置冲洗技术和高温高压蒸汽吹扫管道技术<sup>[1]</sup>。该技术运用于印尼玻雅项目工程汽轮机油系统安装及冲洗,通过与传统冲洗方案进行多维度对比,结果表明优化技术使润滑油冲洗工期平均缩短25天、效能提升79%,抗燃油冲洗工期平均缩短25天、效能提升53%,油质分别达到NAS6级与NAS5级的优秀标准,在实现工期优化与成本节约的同时,保障了机组运行可靠性,具备重要的工程推广价值。

**【关键词】**汽轮机油系统;冲洗工艺优化;汽轮机润滑油系统;EH(抗燃油)油系统;大流量冲洗装置冲洗技术;高温高压蒸汽吹扫管道技术

Improvement of flushing technology for turbine oil system

Zhong Yufei

China Energy Engineering Group Guangdong Thermal Power Engineering Co., Ltd. Guangdong Guangzhou 510663

**【Abstract】**The cleanliness of the oil quality in the turbine oil system plays a decisive role in the safe and stable operation of the unit. In order to improve the flushing efficiency of the steam turbine oil system and ensure stable operation of the power plant, we have explored and researched the improvement technology of steam turbine oil system flushing. The turbine oil system is divided into turbine lubricating oil system and EH ( fire-resistant oil ) oil system. For these two systems, high flow flushing device flushing technology and high temperature and high pressure steam blowing pipeline technology are respectively used. This technology is applied to the installation and flushing of the turbine oil system in the Boya project in Indonesia. Through multidimensional comparison with traditional flushing schemes, the results show that the optimized technology shortens the average flushing period of lubricating oil by 25 days and improves efficiency by 79%, and shortens the average flushing period of fire-resistant oil by 25 days and improves efficiency by 53%. The oil quality meets the excellent standards of NAS6 and NAS5 levels respectively. While achieving schedule optimization and cost savings, it ensures the reliability of unit operation and has important engineering promotion value.

**【Key words】**turbine oil system; Optimization of flushing process; Turbine lubricating oil system; EH( fire-resistant oil )oil system; High flow flushing device flushing technology; High temperature and high pressure steam blowing pipeline technology.

## 一、引言

伴随电力系统朝着大容量、高参数化演进,汽轮机作为电厂核心动力设备,其运行稳定性直接关乎电力供应的连续性与可靠性。汽轮机油系统包含润滑油系统与EH抗燃油系统两大核心模块,油质清洁度是保障汽轮机轴承润滑效果、液压执行机构灵敏动作的关键前提。若管道内部残留铁锈、焊渣等杂质,极易造成油液污染,进而引发设备磨损、部件卡涩等严重故障<sup>[2]</sup>。传统冲洗技术普遍存在流量不足、油温调控困难、施工工期冗长等弊端,难以适配现代电力工程高效施工与高质量运行的双重需求。基于此,本文结合印尼玻雅项目的实际应用经验,全面阐述汽轮机油系统冲洗技术的优化方案,为同类工程项目提供切实可行的技术参考。

## 二、技术机理

### (一) 润滑油系统冲洗机理

一套大流量冲洗的装置(冲洗流量及冲洗精度能够满足实际需求,由大流量油泵、流量控制调节阀、过滤系统、加热系统、电气热工控制系统等部分组成)。由临时管路将装置入口和出口与油系统油箱及待冲洗管系入口母管连接,构成一个临时循环系统<sup>[3]</sup>。装置从油箱底部吸油,通过流量调节阀、精滤油器、高精滤油器、加热器进入油系统;冲洗油液在大流量下循环,母管内流速可达5m/s以上,高速冲击附着在管道内壁上的污物;同时通过滤油器使油液连续过滤、净化;通过加热系统提高油温( $\leq 70^{\circ}\text{C}$ ),停止加热后

可投运系统内的冷油器或其它冷却装置降温(20℃~40℃),以实现变温冲洗,增加冲洗效果的同时,当油温达到40℃时,启动系统排烟风机,借助大流量搅拌,可达到迅速除去油中水份的目的<sup>[4]</sup>。

### (二) 抗燃油系统冲洗机理

抗燃油管因管径小,其特殊生产工艺,管道内积存的异物更难以清除,清洁难以保证。因此用压缩空气进行爆破吹扫(实现吹扫压力为0.6Mpa),油管内部残余油质效果明显,从而为后续的人为清理节约了一定的人力物力及工期,同样可以增强油冲洗效率。

## 三、核心技术与创新要点

### (一) 润滑油冲洗采取的主要创新措施

- 1.在回油管道额外配置滤油装置,强化末端过滤效果,进一步提升油液净化效率;
- 2.采用高频率振打工艺,使管道内壁附着的杂质始终处于悬浮状态,便于油液快速携带排出;
- 3.优化温变控制流程,通过加热器与冷却装置的协同联动,实现油温快速升降,利用热胀冷缩原理加速顽固杂质脱落。

### (二) 抗燃油冲洗采取的主要创新措施:(工艺改进后的吹扫)

爆破吹扫时,在室外进行,,排汽方向向下,吹扫区域设置相应的警戒线,防止人员误入吹扫口范围。

### (三) 抗燃油冲洗安全与工艺创新

#### (一) 本科技成果与国内某百万的燃煤项目汽轮机润滑油系统管道冲洗作对比:

| 项目     | 印尼玻雅项目                    | 某百万千瓦燃煤电厂               |
|--------|---------------------------|-------------------------|
| 冲洗方式   | 大流量冲洗装置冲洗                 | 设备正式辅助油泵冲洗              |
| 使用到的材料 | 大流量冲洗装置(含大流量泵、电加热装置、滤芯2个) | 正式辅助油泵、板式滤油机、滤纸若干       |
| 油循环工期  | 43天                       | 77天                     |
| 优点     | 冲洗流量大,冲洗油温可控调节,无需频繁更换滤芯。  | 无需租赁定制大流量冲洗装置           |
| 缺点     | 大流量冲洗装置租赁费用高于传统板式滤油租赁费用   | 冲洗流量小,电机电流过载风险,油温无法可控调节 |

#### (二) 本科技成果与国内某百万的燃煤项目汽轮机抗燃油系统冲洗技术指标作对比:

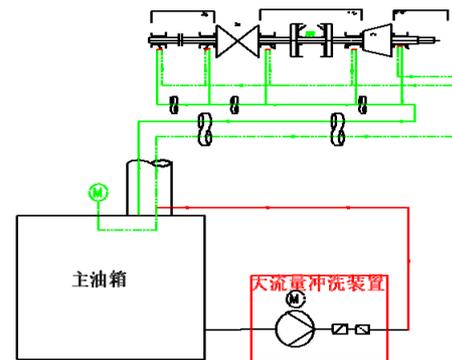
| 项目     | 印尼玻雅项目                          | 某百万千瓦燃煤电厂                            |
|--------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 冲洗方式   | 高温高压蒸汽吹扫管道                      | 采用压缩空气、酒精清洗管道内部                      |
| 使用到的材料 | 专用的吹管器及管道搁置台                    | 空压机一台、酒精若干,白绸布若干                     |
| 油循环工期  | 39天                             | 60天                                  |
| 优点     | 不需要使用到过多的酒精或白绸布、节省工期、操作简单、效果明显。 | 不需要自制专用工具                            |
| 缺点     | 需要自制专用工具、存在烫伤风险                 | 需采购足量的酒精或白绸布等、持续清洗,占用人工数、占用工期、效果不明显。 |

爆破吹扫作业选址室外场地,排汽方向朝向地面,并设置安全警戒线隔离作业区域,有效规避人员误入引发的安全事故;采用专用吹管器与管道搁置台组合设备,替代传统人工清洗模式,在简化操作流程的同时显著提升吹扫效果。

### (四) 管道安装前管道内部吹扫



### (五) 润滑油工艺流程



## 四、性能指标对比分析

为验证优化技术的应用优越性,本科技成果应用于印尼玻雅项目分别与国内某百万千瓦燃煤电厂传统冲洗方案进行全方位对比,具体性能指标如下:

从上表可以看出印尼玻雅项目汽轮机油循环冲洗改进带来了巨大的成效,使整个冲洗过程节省了大量的时间及人力。

## 五、应用效益分析

印尼玻雅项目润滑油管道油循环时间平均缩短 25 天,油冲洗效率提升 79%。且最终油质均达到优秀:抗燃油 NAS6 级(合格为 NAS7 级)。

印尼玻雅项目抗燃油管道油循环时间平均缩短 25 天,油冲洗效率提升 53%。且最终油质均达到优秀:抗燃油 NAS5 级(合格为 NAS6 级)。

可见新改进技术缩短工期、提高有冲洗效率、降低了人工成本投入;显著削减了滤油机租赁、滤纸、酒精等耗材的费用支出;操作流程简化易懂,对施工人员的技术门槛要求不高,既降低了施工难度,又减少了安全风险,获得了业主方的高度认可与好评。

## 六、工程应用实例

印尼玻雅项目作为优化技术的实践载体,涵盖燃煤机组汽轮机油系统安装与冲洗全流程。本工程的冲洗方案具有广泛优点,具有良好的推广应用价值。节省工期及费用,缩短冲洗工期的同时,也减少了滤油机租赁费、人工费等开销。保质量、效率提升明显,油冲洗效率得到提升,且最终油质达到优秀,得到业主方的承认与好评。易用性、适用性强,本工程所采用的优化措施,操作简易不繁琐,对安装工人的技术要求不高,可快速推广至其他同类机组使用。

## 七、结论与展望

### 参考文献

- [1]王芳明.300MW 水氢氢冷却汽轮发电机组油系统冲洗方案[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2004,(03):61-64.
- [2]蔡延豪,杨永德.新安装机组提高油循环效率的方法[J].青海电力,2008,27(S1):42-46.DOI:10.15919/j.cnki.qhep.2008.s1.003.
- [3]吴佳欢,房玉专,沈铭,等.缩短燃气轮机发电机组油冲洗时间的方法[J].石油化工建设,2018,40(01):68-70.DOI:10.16264/j.cnki.1672-9323.2018.01.017.
- [4]裴保华.液压钢管的快速循环冲洗技术及装置[D].西安建筑科技大学,2004.
- [5]吴景海.机油集碳清理器:200320131611.7[P].2005-02-02.

本文面都汽轮机油系统冲洗效率提升与油质优化核心需求,提出了针对性的技术改进方案,通过对润滑油系统采用大流量变温冲洗技术,搭配末端强化过滤、高频率振打及温变协同控制等创新措施,对 EH 抗燃油系统采用高温高压蒸汽爆破吹扫技术,并优化作业安全流程与专用设备配置,成功破解了传统冲洗技术流量不足、油温失控、工期冗长、杂质清除不彻底等痛点问题。同时,技术方案简化了操作流程,降低了对施工人员的技术门槛,减少了滤油机租赁、滤纸、酒精等耗材的费用支出与人工成本投入,显著降低了安全风险,获得了业主方的高度认可,充分证明了该技术在工期优化、成本节约与质量保障方面的综合优势,具备极强的工程实用性与推广价值。

未来,汽轮机油系统冲洗技术可朝着国产化、智能化、绿色化方向深度发展。在国产化推进方面,应聚焦大流量冲洗装置的核心部件自主研发,优化设备结构设计与制造工艺,降低设备租赁及购置成本,打破对进口设备的依赖,提升技术的经济性与可及性;在智能化升级层面,可融合物联网、传感器与大数据分析技术,构建冲洗过程全参数实时监测系统,实现油温、流量、油质清洁度等关键指标的动态追踪与自动调控,通过算法模型优化冲洗参数组合,进一步提升冲洗效率与油质稳定性,减少人工干预;在绿色化改进方面,可探索环保型冲洗介质的研发与应用,替代传统酒精等耗材,降低环境影响,同时优化能量回收系统,减少冲洗过程中的能耗损失。此外,还可拓展该技术在不同容量、不同类型汽轮机(如燃气轮机、核电汽轮机)及其他工业液压系统中的适配应用,通过持续的工程实践迭代优化技术方案,形成标准化、模块化的冲洗工艺体系,推动整个行业的冲洗技术水平迈向更高质量、更高效益、更可持续的发展新阶段<sup>[5]</sup>。