

Analysis of Abnormal High Voltage Motor Bearing Temperature Issues and Integrated Management Solutions Study

Zhen Fang Xiuwei Lan

Jiangsu Lidian Energy Group, Jiangyin, Jiangsu, 214444, China

Abstract

This paper analyzes the abnormal temperature issue of 6kV high-voltage motor bearings at a certain power plant through six successful typical case studies. It systematically summarizes three fundamental causes: environmental factors, lubrication management, and mechanical fit. It proposes a three-pronged solution involving design improvements, maintenance optimization, and standardization of operations. The study shows that optimizing bearing fit tolerances (such as increasing fit gaps), using high-quality high-temperature resistant lubricants (MOBILPLYREXEM/7008 aviation grease), conducting grease replacement during operation, and improving the airflow structure from the design source (moving the fan to the non-driving end) can effectively reduce bearing temperature issues and decrease equipment failure rates. This solution has universal reference value for temperature control management of high-voltage motors in thermal power plants.

Keywords

high voltage motor; bearing temperature rise; grease selection; tolerance fit; equipment maintenance

高压电机轴承温度异常问题分析与综合治理方案研究

方真 兰秀蔚

江苏利电能源集团，中国·江苏 江阴 214444

摘 要

本文通过对某发电厂6kV高压电机轴承温度异常问题，通过6个已经获得成效的典型案例分析，系统总结环境因素、润滑管理、机械配合三大根本原因，提出设计改进、检修优化、运维标准化三位一体解决方案。研究表明：优化轴承配合公差（如增大配合间隙）、采用质量较好的耐高温型润滑脂（MOBILPLYREXEM/7008航空脂）、运行中进行更换油脂工作、从设计源头改进风路结构（风扇移至非驱动端）可使轴承温度降低高问题得以解决，设备故障率下降。该方案对火力发电厂高压电机温控治理具有普适参考价值。

关键词

高压电机；轴承温升；润滑脂选型；公差配合；设备维护

1 引言

1.1 问题背景

某电厂不含燃料区域6KV高压电机共有266台、轴承品牌为SKF/FAG。各电机使用油脂不一，有MOBILPLYREXEM、#3 锂基酯、HTHS 津脂、7008 航空脂等。长期以来，高压电机最突出的问题在于轴承温度高，是困扰电气专业多年未解决的高压设备发生最多的缺陷，影响设备稳定运行。

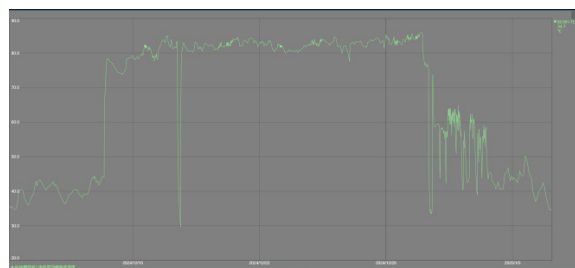
1.2 问题影响

轴承温度过高会显著缩短轴承使用寿命，增加维护成

本。频繁的非计划停运影响生产效率，甚至可能引发更严重的设备故障。

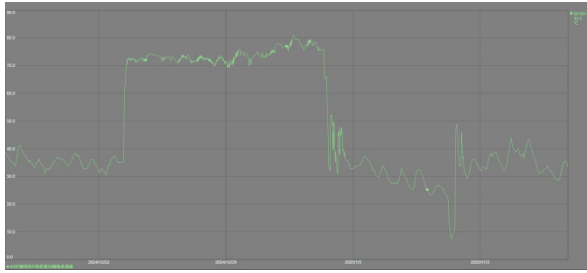
2 问题案例分析

案例一：2024年12月冬季，#6炉磨煤机C电机驱动端轴承温度长期80℃以上，经过清理电机端盖表面以及在线更换油脂，温度下降至60℃左右，后下降至30℃。



【作者简介】方真（1990-），男，中国江苏江阴人，本科，工程师，从事火力发电厂电气设备系统研究。

案例二：2025 年 1 月冬季，#5 炉磨煤机 D 电机驱动端轴承温度长期 70℃ 以上，经过清理电机端盖表面以及在线更换油脂，温度下降至 30℃ 左右。



案例三：#5 炉循环浆泵 C 电机 2016 年进行大修更换前后轴承，使用 HTHS 润滑脂，2018 年开始非驱动端轴承温度始终很高，经过换油、清理排油口等手段后，温度 65℃ 左右。2019 年更换非驱动端轴承，轴承外圈 340-0.025mm，端盖内孔 340-0.03mm，轴承内圈 190-0.02mm，轴颈 190+0.055mm。更换后正常。2021 年再次进行大修，修后电机单转 3 小时非驱动端轴承温度达到 69℃ 不下降。带载运行后轴承温度依然高居不下。2022 年打开电机非驱动端轴承端盖发现油脂干结，过热，轴承内圈滚珠运行痕迹，未更换轴承，将轴承外圈与端盖配合间隙由 -0.025mm 调整为 0.01mm，以改善轴承间油膜形成。投运后轴承温度冬季高达 85℃，在线更换油脂无效。2024 年打开非驱动端轴承端盖检查发现端盖发黑，油脂干结在滚珠内无法排出，更换非驱动端轴承，将轴承外圈与端盖配合间隙调整为 -0.02mm，并将原 HTHS 油脂更换为 MOBILPLYREXEM 油脂，投运后一年以来轴承温度未高于 60℃。



案例四：#5 机前置泵 B 电机使用 HTHS 津脂润滑脂，2024 年大修前，负荷侧轴承温度常年维持在 60℃~70℃ 间，大修后更换轴承，并将油脂更换为 7008 航空脂，运行一年，轴承温度控制在 30℃~40℃ 之间。

案例五：#11 循环浆泵电机使用 MOBILPLYREXEM 润滑脂，2025 年大修前，负荷侧轴承温度常年维持在 70℃~80℃ 间，大修后更换轴承，投运后，轴承温度控制在 40℃~50℃ 之间。

案例六：#1 炉一次风机 A 电机轴承运行温度 56℃，2025 年 5 月因定期给油脂，轴承温度迅速上升至 85℃ 并维持 15 小时后，逐步下降至正常温度。

3 问题根本原因总结

3.1 环境温度

迎接峰度夏期间，环境温度 35℃ 以上，现场区域温度在 45℃ 左右，特别是磨煤机区域、循环浆泵房内，其热源除环境本身外，还有机务设备产生的热源，导致轴承温度较高。磨煤机区域煤粉较多，积攒在电机轴承端盖上的煤粉影响电机轴承的散热。

3.2 给油脂

当润滑脂选用不当、填充量不足或过量时，会导致润滑效果变差，轴承温度升高。当轴承温度升高，加速油脂干结，导致新油无法加入润滑，温度维持在高位无法下降。

3.3 轴承配合

当轴承与端盖配合尺寸不正确，过于松动或过于紧固，会导致摩擦增加或游隙异常，温度升高。

3.4 轴承本体

部分轴承存在制造缺陷或使用时间过长，长期磨损，导致性能下降，异常磨损，温度升高。

4 解决方案与技术创新

4.1 设计改进措施

原设计电机内风扇位于驱动端，根据内部风路结构，该区域为内部热风区。同时驱动端处于磨煤机下方环境温度高，驱动端受负载、安装的影响较大，轴承自身损耗大。现设计调整风路结构，内风扇由驱动端调整至非驱动端，使驱动端轴承处于冷风区域。电机设计时，轴承型号优化，三轴承改为双轴承，降低驱动端轴承损耗并避免轴承温度的互相影响。并通过结构改进，倾斜排油口角度，便于旧油脂排出。设计时提升电机效率，减少内部损耗，降低电机内部温度。

4.2 检修时改进措施

改善油脂型号。目前该厂使用高压电机轴承油脂各不相同，有部分电机甚至前后油脂均不一致。该厂高压电机主要使用的油脂如表 1：

根据各类油脂对比，建议按负载类别，统一各类经常发生轴承温度高缺陷的电机使用油脂，见表 2。

改良轴承配合尺寸，明确各类负荷的配合公差标准。若修前有温度高缺陷，可根据解体情况，增大或缩小配合间隙，见表 3。

改善检修项目，定期小修清理轴承端盖，调整大修周期。该厂高压电机小修工作为 1.5 年 / 次，主要工作为接线盒检查及电机整体清扫。对于磨煤机电机小修工作，建议可放在机务磨组定检期间进行，及时清理磨煤机电机表面脏污，同样也能减少检修期间的工作量。按 SKF/FAG 轴承使用说明书中寿命描述，该厂使用最普遍的深沟球轴承使用寿命 2-5 万小时，圆柱滚子轴承使用寿命 3-8 万小时。该厂高压电机的大修周期为 6-9 年。

表 1

| | #3 锂基脂 | MOBILPLYREXEM | HTHS 津脂 | 7008 航空脂 |
|----------|------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 稠度等级 | NLGI 3 | NLGI 2 | NLGI 2 | NLGI 2 |
| 基础油类型 | 矿物油 / 锂皂 | 矿物油 / 复合锂皂 | PAO 合成油 / 复合锂皂 | 酯类油 / 锂皂 |
| 适用温度范围 | 20℃ ~+120℃ | -30℃ ~+150℃ | -30℃ ~+180℃ | -60℃ ~+150℃ |
| 持续工作温度 | ≤80℃ | ≤120℃ | ≤150℃ | ≤130℃ |
| 液化温度 | 130℃（矿物油析出） | 160℃（结构破坏） | 200℃（PAO 高温稳定） | 180℃（酯类分解） |
| 氧化温度 | >80℃（氧化加速） | >120℃（缓慢氧化） | >150℃（抗氧化性强） | >140℃（微动磨损） |
| 极压性能 | Timken OK 30N | Timken OK ≥45N | 四球磨斑 ≤0.4mm | 四球磨斑 ≤0.5mm |
| 推荐负载类型 | 轻载（<30% 负荷） | 中载（30%-70%） | 重载（>70%） | 高速 / 冲击负载 |
| 推荐负载类型 | 轻载（<30% 负荷） | 中载（30-70% 负荷） | 重载（>70% 负荷） | 高速 / 变频冲击负载 |
| 典型电厂应用场景 | 冷却塔风机 | 引风机、循环水泵 | 磨煤机、一次风机 | 高速给水泵（变频） |
| 该厂使用场景 | 闭冷泵、氧化气泵、射灰泵、磨煤机 | 输灰气泵、磨煤机、循环浆泵、气泵、六大风机等 | 磨煤机、六大风机、磨石机、磨灰机、凝泵、前置泵等 | 凝泵、分选风机、磨灰机、循环浆泵等 |
| 换油周期 | 2000-3000h | 5000-8000h | 8000+h | 按工况定制 |
| 抗水性 | 中等（流失量 ≤10%） | 优（1 级） | 极优（流失量 <5%） | 优（军用级密封） |
| 干结风险 | 高（80℃即开始硬化） | 中（120℃以上明显） | 低（150℃稳定） | 中（140℃后加剧） |
| 价格参考 | 25-35 元 /kg | 60-80 元 /kg | 90-120 元 /kg | 800-1200 元 /kg |
| 综合性价比评价 | 高温重载禁用 | 中载最优选 | 高温重载首选 | 过度配置不经济 |

表 2

| 负载 | 使用场景 | 油脂 |
|----------------|-------------|---------------|
| 氧化风机、闭冷泵、射灰泵 | 使用较少 | #3 锂基酯 |
| 一期磨煤机 | 温度高、频繁启停 | MOBILPLYREXEM |
| 二三四期磨煤机 | 温度高、频繁启停、重载 | 津脂 |
| 输灰气泵、厂用气泵、仪用气泵 | 温度高、频繁启停 | MOBILPLYREXEM |
| 循环浆泵 | 温度高、频繁启停、重载 | MOBILPLYREXEM |
| 一二期四大风机 | 长时间运行 | MOBILPLYREXEM |
| 三四期四大风机 | 长时间运行 | 津脂 |
| 凝泵 | 变频水泵 | 7008 |

表 3

| 设备类型 | 典型负荷 | 轴承 - 轴颈配合 | 轴承 - 端盖配合 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 循环浆泵电机 | 中载 + 轻微冲击 | k6 | H7 |
| 磨煤机电机 | 重载 + 强冲击 | m6 | G7 |
| 风机电机 | 重载 + 高温 | k6 | J7 |
| 风机电机 | 中载 | js6 | H7 |
| 一次风机电机 | 重载 + 高频振动 | n6 | K7 |

轴承实际寿命影响因素有以下：

- （1）润滑不良（油脂干涸、污染）：寿命可缩短至理论值的 10%~30%。润滑优化（正确选脂、定期补脂）：寿命可延长至 1.5~2 倍。
- （2）超载寿命呈指数下降（如负荷翻倍，寿命降至 1/8）。高速（dn 值超限）：温升导致油脂劣化，寿命降低。
- （3）安装与对中误差（不对中、倾斜）：寿命减少 30%~70%。正确安装（液压法、加热装配）：可接近理论寿命。
- （4）环境因素，粉尘 / 潮湿：密封失效时，寿命下降 50% 以上。高温（>120℃）：油脂氧化加速，寿命缩短。

| 轴承类型 | 典型L10寿命 (小时) | 备注 |
|--------------------|----------------|-------------------------|
| 深沟球轴承 (SKF 6308) | 20,000~50,000 | 中速 (1500~3000 rpm)、中等负荷 |
| 圆柱滚子轴承 (FAG NJ206) | 30,000~80,000 | 重载、低速 (<1000 rpm) |
| 调心滚子轴承 (SKF 22208) | 50,000~100,000 | 高负荷、耐偏心 (如风机、泵) |
| 角接触球轴承 (FAG 7205) | 15,000~40,000 | 高速 (>3000 rpm)、轴向负荷 |

不考虑其他因素影响，使用深沟球轴承的电机主要为凝泵电机，此类电机 AB 泵互为备用，但基本不进行切换。建议凝泵电机明确为 6 年大修一次，更换轴承。磨煤机电机、六大风机电机、前置泵电机、循环浆泵电机负荷侧均为圆柱滚子轴承，使用寿命能够达到 9 年，但考虑到前置泵电机、六大风机电机的重要性，以及机组停运策划方案，建议明确

6 年大修一次。磨煤机电机、循环浆泵电机可根据是否存在缺陷，6-9 年大修一次。

4.3 运维改进措施

完善给油脂周期及方法，在给油脂之前，需清理电机本体加油嘴上积灰及油污，放置脏污进入轴承腔室。同时，在给油脂前确认电机轴承温度，若温度较高，则不再进行补油，待温度低后再进行给油脂工作。适当进行换油工作。经过数次尝试，在线换油工作能够在运行期间将旧的油脂排出轴承腔室内，从而达到加强轴承润滑的作用。建议在运行期间，轴承温度长期高居不下的情况下，适当进行更换油脂工作，从而加强轴承润滑效果。

5 结语

对于新采购电机，明确新设计理念，从而达到降温需求；对于在用电机，明确检修周期，油脂要求以及配合公差要求，定期在线更换油脂，并合理科学地进行定期给油脂，能够满足降低轴承温度高缺陷地要求。从而来提高设备可靠性。

参考文献

[1] SKF轴承工程手册. 2023版

[2] IEEE 841-2020 石油化工电机标准

[3] 汪耕等. 大型电机轴承系统故障诊断[M]. 机械工业出版社, 2021