

火电厂等离子、微油、低氮燃烧设备备件使用管理优化研究

田金子

烟台龙源电力技术股份有限公司 山东 烟台 264000

摘要：等离子点火、微油点火、低氮燃烧设备作为火电厂锅炉启停稳燃、节能降碳、超低排放的核心精密装置，其备件的规范使用、精准适配与科学管控，直接决定锅炉燃烧工况稳定性、机组启停安全性及环保指标达标水平。从电厂内部运维视角来看，当前三类燃烧设备备件普遍存在台账体系滞后、选型适配粗放、领用管控松散、现场使用不规范、库存结构不合理、报废复盘缺失等问题，导致备件错配损耗、设备重复故障、运维成本攀升等隐患。本文立足电厂设备全生命周期管理逻辑，聚焦备件建档、选型领用、仓储储备、现场安装使用、报废复盘全使用链条，深度剖析备件使用管控短板，针对性提出体系化、可落地的优化方案，构建适配精密专用燃烧设备的备件精细化使用管理模式，为火电厂燃烧系统长效稳定运维、降本增效提供实操支撑。

关键词：火电厂；等离子点火；微油点火；低氮燃烧设备；备件使用管理；精细化管控；运维优化

引言

在煤电“三改联动”与电力深度调峰常态化背景下，火电厂锅炉燃烧系统的稳定性、经济性与环保性管控要求持续升级。等离子点火、微油点火、低氮燃烧三类核心设备摆脱了传统燃油点火高能耗、高污染的弊端，是机组启停助燃、稳态稳燃、氮氧化物源头减排的关键精密设备，广泛应用于各大火力发电机组。区别于风机、水泵等通用辅机设备，三类燃烧设备备件具备专用性强、定制化占比高、参数精度严苛、跨批次不通用、工况适配性要求高的显著特征，其使用管理不再是简单的物资领用更换，而是贯穿选型、核验、安装、运行、报废的全流程精密管控过程。

现阶段多数火电厂将管理重心集中于设备故障抢修与日常巡检，对燃烧设备备件的前端使用管控重视不足，沿用通用物资的粗放式管理模式，未针对三类精密燃烧备件建立专属使用标准与管控体系。备件台账更新滞后、选型核验流于形式、现场安装使用不规范、库存结构失衡、报废无复盘等问题频发，造成备件适配失效、燃烧工况波动、设备故障复发、物资浪费等一系列运维短板。基于电厂内部运维管理视角，开展燃烧设备备件使用管理专项优化研究，补齐备件全流程使用管控漏洞，对提升锅炉燃烧系统运维质量、降低机组非停风险、节约运维物资成本具有重要工程价值。

1 核心燃烧设备备件特性及使用管理核心要求

1.1 备件核心技术特性

火电厂等离子、微油、低氮燃烧设备属于机电一体

化精密装置，核心备件涵盖等离子发生器、点火电极、微油雾化喷嘴、低氮燃烧器喷口、导流叶片、精密密封组件、工况传感器等，相较于常规辅机备件，具备三大专属特性。一是参数唯一性，不同机组容量、投产批次、改造方案对应的备件尺寸、材质、工艺参数存在细微差异，跨品牌、跨批次备件无法通用互换；二是工况适配敏感性，备件对燃烧温度、风速、油压、等离子参数等运行工况高度敏感，选型、安装偏差会直接引发点火失败、燃烧偏斜、氮氧化物超标等问题^[1]；三是损耗差异化，高温、高粉尘工况下，喷嘴、电极、密封件等易损件损耗周期短，传感器、发生器等精密件寿命周期长，备件损耗规律分层明显。

1.2 备件使用管理核心要求

基于三类燃烧备件的专属特性，电厂内部备件使用管理需突破“重储备、轻使用”的传统思维，满足全流程精细化管控要求。台账管理需实现“一机一档、一件一码”，精准匹配设备改造与参数更新；选型领用需落实双重核验，杜绝型号、参数、工况错配；仓储管理需分类分级、防潮防尘，保障精密备件存储精度^[2]；现场使用需严格遵循装配工艺与调试标准，规范更换、安装、投运全流程；报废管理需溯源复盘，形成损耗数据沉淀与管理优化闭环。

2 电厂燃烧设备备件使用管理现存核心问题

2.1 设备备件台账体系滞后，数据匹配度不足

当前电厂燃烧设备备件台账多沿用通用物资台账模板，未适配精密燃烧设备的专属属性，台账信息粗放、

更新滞后、维度单一。多数台账仅记录备件名称、规格、数量、采购时间,缺失机组适配型号、设备改造记录、参数变更信息、适配工况、损耗周期、质保期限等核心数据。部分老旧机组燃烧设备经过局部改造后,设备本体参数、备件适配标准已发生变更,但台账未同步更新,导致账面备件信息与现场实际设备不匹配。同时,未建立备件唯一编码管理机制,同类型不同参数、不同批次备件信息混杂,无法实现精准溯源,为后续选型、领用、更换埋下错配隐患。

2.2 选型领用核验粗放,备件适配风险突出

电厂运维人员在备件申领、选型过程中,普遍存在“依赖供应商清单、自主核验不足”的问题。领用前仅简单核对备件名称与规格,未结合本机设备实际工况、改造情况、运行参数开展二次适配核验。针对定制化、老旧型号专用备件,未提前梳理适配边界,易出现备件参数兼容度不足、尺寸匹配偏差、材质无法适配高温工况等问题^[3]。同时,备件领用审批流程简化,缺乏技术专工审核环节,仅凭班组经验申领物资,导致不适配、低精度备件流入现场,安装后出现点火不稳、雾化效果差、燃烧工况异常等问题,加剧设备故障复发概率。

2.3 仓储储备管控粗放,库存结构不合理

三类燃烧精密备件对存储环境、保管标准要求极高,电极、传感器、密封组件等精密备件易受潮、积尘、氧化失效,但电厂通用仓储管理未设置专属保管标准,精密备件与普通辅机物资混存,缺乏防潮、防尘、恒温防护措施,导致部分库存备件未投用已出现性能衰减、精度下降问题。同时,库存储备结构失衡,无差异化储备策略,易损小件盲目超量储备造成物资积压、资金占用,精密核心备件储备不足,故障突发时无备件可用,只能临时采购,延长设备停机处置时长。此外,库存盘点流于形式,长期呆滞备件、失效备件未及时清理,库存数据与实际物资不符,进一步影响备件使用管控精度。

2.4 现场更换使用不规范,工艺管控缺失

备件现场更换、安装、调试是使用管理的核心环节,也是最易出现隐性问题的关键环节。当前电厂未制定三类燃烧备件专属更换作业标准,运维人员多凭借常规检修经验开展作业,存在装配间隙偏差、安装位置偏移、密封贴合不严等不规范操作。备件更换完成后,未结合机组实际工况开展精准参数校准,仅完成基础投运测试,导致备件性能无法充分发挥,出现燃烧效率下降、备件损耗加速等问题。同时,备件更换使用无全程记录机制,更换时间、工况参数、作业人员、运行状态

等信息缺失,无法追溯备件使用全周期状态。

2.5 报废复盘机制缺失,无法形成管理闭环

电厂当前备件管理重领用、轻报废,未建立燃烧备件专属报废与复盘机制。多数失效、老化备件直接清理报废,未开展故障溯源、损耗分析、质量核验,无法区分备件失效是本身质量问题、选型适配问题、安装工艺问题还是运行工况问题。同时,未统计各类备件平均使用寿命、损耗规律,无法为后续备件储备量、采购周期、选型优化提供数据支撑,同类备件损耗过快、提前失效等问题反复出现,无法实现根源性整改,备件使用管理长期处于开放式循环,无长效优化机制。

3 燃烧设备备件使用管理优化策略与落地建议

3.1 搭建专属数字化台账,实现备件精准溯源管理

立足电厂运维实际,重构三类燃烧设备备件专属台账体系,摒弃通用物资台账模式,建立“单机、单设备、单备件”三维精细化台账。全面梳理全厂各机组等离子、微油、低氮燃烧设备的投产信息、改造记录、参数标准,逐台更新备件适配型号、尺寸参数、材质要求、适配工况、损耗周期、质保期限、更换历史等全维度信息,彻底解决台账与现场实际脱节问题^[3]。引入备件唯一编码管理,按照“设备类型-机组编号-备件品类-投产批次”编制专属编码,实现每一件精密备件可查询、可追溯、可管控。建立台账动态更新机制,设备改造、参数变更、备件更换后3个工作日内完成台账同步更新,确保台账数据实时精准,从源头规避选型适配错误问题。

3.2 落实选型领用双重核验,严控备件适配风险

建立“班组初审+专工复审”的双重选型领用核验机制,规范备件申领全流程。班组提报备件领用需求时,需结合故障现象、设备工况、台账参数精准填报备件信息,严禁盲目申领;设备专工针对申领需求,逐项核验备件型号、参数、适配机型、工况匹配度,重点核查改造后设备的备件适配差异,杜绝型号错配、参数不符、批次不兼容问题。针对定制化、老旧稀缺备件,建立专属适配清单,明确适配边界、禁用场景、替代方案,形成标准化选型手册。同时,规范领用审批流程,留存核验记录、审批记录、选型依据,实现领用全流程留痕,压实选型核验责任,彻底解决备件适配性不足问题。

3.3 推行分类分级仓储管控,优化库存储备结构

根据燃烧备件的精密等级、损耗频率、故障影响程度,推行ABC分类分级仓储管理。A类精密核心备件(等离子发生器、核心传感器、燃烧器喷嘴)实行重点管控,设置专属恒温防尘仓储区域,单独建档、定额储备、月度盘点,保障库存充足且性能完好;B类易损关键

备件（点火电极、雾化喷嘴、密封组件）实行定额动态储备，结合历史损耗数据测算最优储备量，避免超量积压与短缺风险；C类通用辅助备件实行按需采购、零库存管理，降低资金占用^[4]。同时，完善精密备件仓储保管标准，落实防潮、防尘、防氧化、防磕碰防护措施，定期检查库存备件性能状态，及时清理呆滞、失效备件，更新库存数据，实现库存结构最优、物资利用最大化。

3.4 制定现场作业标准，规范备件安装使用流程

编制《火电厂核心燃烧设备备件更换作业指导书》，针对三类设备不同备件的安装工艺、装配间隙、调试参数、作业流程制定标准化操作规范，统一现场作业标准，杜绝经验化、随意化施工。要求运维人员更换备件时严格对照作业标准执行，落实装配全过程质量把控，重点管控喷嘴对位、电极间隙、密封贴合、叶片角度等关键点位。备件安装完成后，必须结合机组当前负荷、燃烧工况、环保参数开展精准调试，校准燃烧配风、油压、等离子输出参数，确保备件适配当前运行工况，保障燃烧系统稳定高效运行。建立备件更换使用台账，详细记录更换时间、作业人员、备件批次、调试参数、投运状态，实现现场使用全流程可追溯。

3.5 建立报废复盘机制，构建全周期闭环管理

搭建燃烧备件“报废核验-溯源分析-数据沉淀-优化改进”闭环复盘体系。所有失效、老化、损坏的燃烧备件报废前，由检修、技术、物资部门联合核验，精准判定备件失效原因，区分选型适配、安装工艺、运行工况、备件质量等不同诱因，形成报废分析报告。统计各类备件实际使用寿命、损耗规律、故障概率，建立备件寿命数据库，为后续库存储备、采购计划、选型优化提供数据支撑^[5]。针对高频损耗、提前失效的备件，及时优化选型标准、改进安装工艺、调整运行管控方式，实现从被动更换到主动优化的转型，持续降低备件损耗率与设备故障复发率。

3.6 强化人员专项管控，夯实精细化管理基础

针对燃烧备件精密化、专业化的管控需求，开展专项运维培训，聚焦备件参数识别、选型适配技巧、仓储

保管规范、现场安装标准、故障判定、报废溯源等核心内容开展实操教学，提升运维人员备件精细化管理能力。将备件台账完整性、选型核验准确率、现场作业规范性、库存管控质量、报废复盘完成率纳入运维人员绩效考核，奖惩挂钩，倒逼工作人员落实精细化管理职责。定期开展备件使用管控专项复盘，梳理管理短板、整改问题、沉淀经验，持续优化备件全流程使用管理体系。

结束语

火电厂等离子、微油、低氮燃烧设备备件的使用管理，是锅炉燃烧系统精细化运维的核心抓手，直接影响机组运行安全、环保达标与运维成本控制。当前电厂备件使用管理存在的台账滞后、选型粗放、仓储松散、作业不规范、无复盘闭环等问题，是制约燃烧设备运维质量提升的关键短板。通过搭建数字化专属台账、落实双重选型核验、推行分类分级仓储管控、规范现场标准化作业、建立报废复盘闭环、强化人员考核管控六大优化举措，可全面补齐备件全流程使用管控漏洞，构建适配精密燃烧设备的精细化、标准化、闭环式备件管理体系。该优化方案立足电厂内部运维实操，落地性强、适配性高，能够有效提升备件使用精准度与利用率，降低设备故障风险与运维物资损耗，为火电机组长周期安全、稳定、经济、环保运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]杨晓莹.火力发电厂等离子冷却水系统优化分析[J].今日制造与升级,2025(12):26-29.
- [2]王占洋.火力发电厂应对深度调峰技术措施研析[J].电力设备管理,2025(14):65-67.
- [3]马会强.火电厂锅炉低氮燃烧改造的节能减排效益评估与优化策略研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(5):089-092.
- [4]李素洁.火电厂大气污染治理中烟气脱硫脱硝技术运用分析[J].中国科技期刊数据库 工业A,2026(1):113-116.
- [5]万华.提高锅炉等离子系统运行可靠性[C].2023中国电机工程学会年会论文集,2023.