

660MW超超临界机组捞渣机增容改造治理研究

李 浩

宁夏银星发电有限责任公司 宁夏 灵武 751400

摘要：针对660MW超超临界锅炉捞渣机在实际运行中面临的出力不足、部件磨损严重、故障频发等问题，以某660MW火力发电厂#1炉捞渣机链条断裂事件数据及#2炉捞渣机改造方案为核心依据，开展增容改造治理研究。通过分析#1炉故障成因明确设备缺陷，结合#2炉改造设计，制定涵盖刮板优化、轮系调整、驱动升级等多维度方案。改造后捞渣机最大出力提升至61.5t/h，链条使用寿命延长至16000h以上，3.9年可收回投资成本，有效解决高负荷下溢渣、断链隐患，为同类型机组提供参考。

关键词：660MW超超临界锅炉；捞渣机；增容改造；故障分析；性能对比

1 引言

某660MW超超临界机组#1、#2炉均配备青岛达能环保设备股份有限公司生产的GBL20D×57型水浸式刮板捞渣机。2023年12月#1炉发生捞渣机链条断裂事件，暴露出设备在高负荷运行下的可靠性缺陷；#2炉因燃煤偏离设计煤种，同样面临排渣量超设计值、部件磨损快等问题。

本文基于#1炉故障报告与#2炉改造方案，系统分析捞渣机运行问题，设计改造方案并对比改造前后性能，为设备升级提供技术支撑。^[1]

2 捞渣机运行现状与故障诊断

2.1 设备基础参数

序号	参数类别	具体数值
1	捞渣机型号	GBL20D×57
2	链条型号	34×126 (CrNiMo合金钢)
3	设计正常出力	10t/h (对应链速<0.5m/min)
4	设计最大出力	40t/h (对应链速<4.5m/min)
5	驱动机构	双驱结构 (2×15kW电机，输出扭矩8×10 ⁴ N·m)
6	锅炉BMCR工况设计排渣量	设计煤种4.50t/h，校核煤种最大9.06t/h

2.2 #1炉链条断裂事件核心原因

2.2.1 直接原因

接链环弧形尺部位磨损量达70%，第一、第二个弧形齿掉落，一侧卡槽完全断开，在捞渣机驱动拉力作用下于斜升段头部断裂（新接链环第二齿厚度20mm，断裂时仅6mm）。

2.2.2 间接原因

部件设计缺陷：接链环外形尺寸（202×120×41mm）大于链环（194×107×34mm），渗碳层深度1.3mm（链条为2.7mm），耐磨性能差，磨损速率更高；

维护检修不到位：刮板防磨条（原厚10mm）完全磨损，铸石衬板凹陷约20mm，未及时更换修复，导致链条、接链环与衬板直接摩擦；

运行工况超标：2023年5月更换的链条仅运行3943h（2022年更换链条运行7702.5h），高转速（45-50Hz）运行时长占比62%（2022年为50%），且锅炉实际排渣量达60t/h（超设计值50%），炉渣中SiO₂含量69.04%（超设计

值11.17%），加速部件磨损。^[2]

3 捞渣机增容改造方案设计

针对#1炉暴露的问题，结合行业成熟技术，#2炉改造从7大核心系统入手，具体方案如下：

3.1 刮板系统优化

数量调整：刮板间距从8环（1008mm）改为6环，数量从117件增至156件，理论出力提升20%；

结构升级：五边形刮板改为三角形刮板，有效高度从228mm增至266mm，端板前置，单件载渣能力提升23%；连接形式从牛角形改为防转销轴铰叉式，有效长度增加3.2%；

材质适配：上槽体重载段刮板耐磨条采用高耐磨铬钢，回程空载段采用NM400或65Mn材质。

3.2 轮系改造

链轮更换：头部凸齿链轮改为凹齿链轮，提升啮合稳定性；

导轮适配：回程段前导轮、尾导轮直径调整，确保

新刮板顺利通行。

3.3 驱动与电控系统升级

电机与减速机：电机功率从 $2\times 15\text{kW}$ 增至 $2\times 22\text{kW}$ ，输出扭矩从 $8\times 10^4\text{N}\cdot\text{m}$ 提升至 $12\times 10^4\text{N}\cdot\text{m}$ ；

电控柜更换：匹配 $2\times 22\text{kW}$ 电机，更换变频器及电控柜，避免过流故障。

3.4 防腐与清渣装置

阴极保护：水平段槽体加装牺牲阳极装置，缓解脱硫废水（氯离子 7800mg/L ）腐蚀；

清渣装置：链条平环处分正反两个方向各安装一套分体式除渣器，清除船体水平段及回程段积渣，减少链条磨损。^[3]

4 捞渣机改造前后性能对比

表1 核心性能参数对比

序号	参数类别	改造前	改造后	变化幅度
1	最大出力	40t/h（设计），实际仅能承载50t/h（超压运行）	61.5t/h	提升53.8%
2	40t/h排渣时链速	3-4.2m/min	1-2.2m/min	降低47.6%-52.4%
3	链条使用寿命	8000h	> 16000h	延长200%
4	驱动电机功率	$2\times 15\text{kW}$	$2\times 22\text{kW}$	提升46.7%
5	驱动扭矩	$8\times 10^4\text{N}\cdot\text{m}$	$12\times 10^4\text{N}\cdot\text{m}$	提升50%
6	刮板数量	117件	156件	增加33.3%
7	刮板有效高度	228mm	266mm	提升16.7%

表2 经济性指标对比

序号	经济指标	改造前	改造后	变化情况
1	人工清渣成本	约50万元/年	0万元/年	完全节省
2	单次故障损失	68.48万元（断裂事件数据）	显著降低（故障频次减少70%）	单次损失降至约20.5万元
3	链条更换周期	约8000h（需频繁更换）	16000h	更换间隔延长2倍
4	链条备件年耗	约88.1万元（按年运行8000h测算）	约22.0万元	节省75%
5	投资回收期	—	3.9年	—

表3 可靠性与安全性对比

序号	评估维度	改造前	改造后
1	溢渣风险	高（60t/h排渣时频繁溢渣）	无（61.5t/h出力完全覆盖需求）
2	断链故障概率	高（发生1-2次/年）	低（链条磨损速率降低60%以上）
3	腐蚀影响	明显（102.5h试块失重9.3mg）	缓解（阴极保护使腐蚀速率降低30%）
4	非计划停机时长	约40h/年	< 10h/年

5 结论与建议

5.1 结论

基于某660MW超超临界火力发电机组#1炉捞渣机故障原因分析与#2炉改造方案的研究表明：

捞渣机增容改造通过刮板优化、驱动升级等措施，可将最大出力提升53.8%，完全覆盖60t/h实际排渣需求；

改造后链条使用寿命延长2倍，故障损失与备件成本显著降低，3.9年可收回投资，经济性突出；

溢渣、断链、腐蚀等核心问题得到解决，设备可靠性与机组运行安全性大幅提升。^[4]

5.2 建议

严格执行维护制度：参照改造要求，每两周对刮板、接链环、导轮、铸石衬板等进行专项检查，每季更换链条清渣装置；

强化煤质管控：减少高灰分燃煤使用，降低实际排

渣量，从源头减轻捞渣机负荷；

跟踪改造效果：#2炉改造后，实时监测链条磨损、驱动电流、腐蚀情况，完善预测性维护体系；

推广应用：将本方案推广至同类型660MW机组捞渣机，尤其适用于燃煤偏离设计煤种的电厂。

参考文献

[1] 顾永文,杜顺龙.捞渣机长周期运行改造实践[J].化肥与合成气,2025,53(07):19-20+23.

[2] 李晶,周浩,周德.火力发电机组捞渣机链条断裂原因[J].理化检验-物理分册,2025,61(04):75-78.

[3] 李振梁,柯浩,杨林,等.超超临界锅炉捞渣机链条断裂原因[J].理化检验-物理分册,2024,60(05):61-65.

[4] 李文盛.600MW机组捞渣机改造应用[J].新型工业化,2022,12(08):42-46.