

# 多煤种掺烧情况下磨煤机加载力与电耗关系分析

黄 彬 戴智超

国投云顶湄洲湾电力有限责任公司 福建省莆田市 351100

**摘 要:** 本文聚焦多煤种掺烧情况下磨煤机加载力与电耗关系。分析影响制粉系统电耗的因素, 包括加载力、一次风量等。通过试验确定运行边界, 针对不同煤种探索加载力优化方法。

**关键词:** 多煤种掺烧; 磨煤机; 加载力; 电耗; 优化

## 1 绪论

### 1.1 课题研究背景及意义

当前火电厂普遍采用低价低热值印尼煤掺配烧策略。从长期来看, 印尼煤的价格波动相对较为稳定, 不会出现过于剧烈的价格起伏, 这对于火电厂控制成本是比较有利的。

不过, 印尼煤虽有价格优势, 但其热值普遍较低, 完全使用印尼煤对大多数机组来说, 达不到设计煤种热值, 电厂调峰带负荷能力势必受限。2023 年底国家发改委发文推行煤电容量电价机制, 适应煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型的新形势, 推动煤电转变经营发展模式, 更好保障电力安全稳定供应。

因此, 多煤种掺烧作为既能降低燃煤成本, 又保障火电机组应急调峰能力。研究多煤种掺烧情况下磨煤机电耗优化显得尤为必要。

### 1.2 研究现状

#### 1.2.1 制粉系统能耗设备及特性

本课题研究对象为湄洲湾电厂二期湄洲湾电厂 #3 机组, 锅炉为上海锅炉厂有限公司引进 ALSTOM 技术生产的超超临界变压直流煤粉炉, 型号为 SG-2989/28.25-M7007。BMCR 工况下, 主、再热蒸汽温度为 605℃ /603℃, 主、再热蒸汽压力为 28.25MPa/5.79MPa。设计煤种为伊泰煤, 校核煤种为平朔煤。

制粉系统主要设备: a、磨煤机为 ZGM123N- II 型碗式磨煤机。b、带有微机控制的电子称重及自动调速装置的皮带带式给料机。c、磨煤机润滑油站油泵电机。d、磨煤机液压油站油泵电机。

根据 2022 年 3 月至 2022 年 10 月份的数据的数据统计, 湄洲湾电厂所燃用的煤种有 5 种之多, 分别是印尼煤、中煤、神混煤、澳煤以及俄罗斯煤, 多变的煤种使制粉系统单耗波动较大, 存在较大节能降耗的必要性。

下表为湄洲湾电厂 #3 机组组制粉系统用电设备及电耗

表 1 制粉系统各电机运行功率表

项目	运行功率 (kW)	百分比	累计百分比
磨煤机电机	800	88.5%	88.5%
磨液压油站油泵电机	48	5.3%	93.8%
磨润滑油站油泵电机	30	3.3%	97.1%
给煤机电机	26	2.9%	100.00%
总计	904	100.00%	

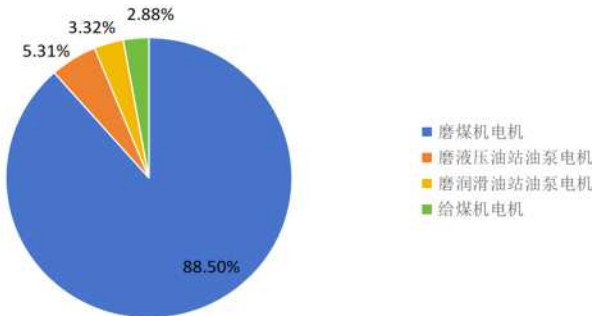


图 1: 制粉系统各电机额定功率饼分图

从图可看出: 在磨煤机系统运行过程中, 磨煤机电机所需的电耗最高, 占据 88.5%。

#### 1.2.2 降低磨煤机电耗的分析方法

制粉系统单耗指的是制粉系统磨制 1t 合格煤粉所需要的电耗, 单位 kW · h/t。其公式可以表达为  $E=IU_c/B_m$

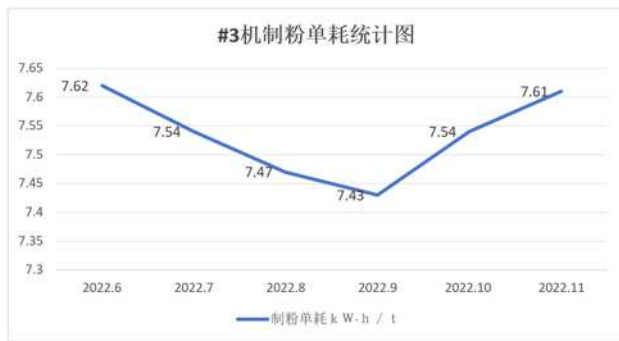


图 2：湄洲湾电厂 #3 机组制粉单耗统计折线图

## 2 要因确认

### 2.1 中速辊式磨煤机组成及工作原理

中速辊式磨煤机的工作原理：电动机通过减速机带动磨盘转动，原煤通过给煤机从进料口落在磨盘中央，同时热风从进风口进入磨内。随着磨盘的转动，原煤在离心力的作用下向磨盘边缘移动，经过磨盘上的环形槽时受到磨辊的碾压而粉碎。粉碎后的原煤在磨盘边缘被风环高速气流带起，大颗粒直接落到磨盘上重新碾压，气流中的煤粉经过上部分离器时，在旋转转子的作用下，粗粉从锥斗落到磨盘重新碾压，合格细粉随气流一起进入炉膛燃烧。

### 2.2 影响制粉系统电耗因素

由上述分析可知，制粉系统单耗其大小取决于煤质、磨煤机、给煤机、液压油泵、润滑油泵运行电流：

#### 2.2.1 煤种特性对磨煤机电耗有显著影响：

##### (1) 硬度

硬煤：硬度大的煤种，如无烟煤，在研磨过程中需要更大的作用力才能将其粉碎。这就导致磨煤机的加载力需要相应提高，从而增加了磨煤机的电耗。软煤：相对较软的煤种，如褐煤，更容易被研磨，所需的加载力较小，电耗相对较低。

##### (2) 水分

高水分煤：水分含量高的煤种，如褐煤，在磨煤机中需要消耗更多的热量来进行干燥。这会导致磨煤机出口风粉混合物温度降低，为了维持合适的温度，需要增加热风风量，从而增加了一次风机的电耗。

低水分煤：水分含量低的煤种，干燥所需的热量较少，一次风机电耗相对较低，磨煤机运行也较为顺畅，电耗相对较低。

##### (3) 可磨性指数

可磨性好的煤：可磨性指数高的煤种，如某些烟煤，在相同的条件下更容易被研磨成合格的煤粉。这意味着磨煤机可以在较低的加载力和较短的时间内完成研磨任务，电耗相对较低。

可磨性差的煤：可磨性指数低的煤种，研磨难度较大，需要更高的加载力和更长的研磨时间，电耗会相应增加。

#### 2.2.2 磨煤机运行参数的影响：

##### (1) 加载力

原煤由给煤机送入磨辊和磨盘之间的研磨区域，经磨辊碾压成煤粉。运行中根据给煤量调整磨煤机加载力，以保证磨煤效果。当液压加载力提高，磨辊研磨力增加，产出更多细度合格的煤粉。但加载力过高时，磨盘旋转阻力变大，磨煤机电流增加，制粉单耗也会上升，严重时会发生磨煤机振动，造成磨煤机拉杆断裂等设备损坏。

##### (2) 磨煤机一次风量

一次风对磨煤机内原煤加热干燥并将细度合格的煤粉送至各个燃烧器。当一次风量过大，会将磨煤机内很多细度不合格的煤粉送入炉膛，火焰中心上移，排烟损失和不完全燃烧损失增加，锅炉效率降低。但是，一次风量过低，会导致细度合格的煤粉无法及时排出，增加煤粉在磨煤机内研磨次数，制粉单耗增加，严重时引起堵磨。

##### (3) 磨煤机旋转分离器转速

磨煤机分离器转速由变频器控制，其转速高低决定磨煤机送出煤粉的细度，以及煤粉在磨煤机内循环次数。当分离器转速提高，分离器电机电流增加，磨煤机出粉细度增加，出粉量减少，在磨煤机内循环次数增加，制粉单耗增加。

综上所述，不同煤种特性对磨煤机电耗的影响各不相同。在实际生产中，需要根据煤种特性合理调整磨煤机的运行参数。本文主要探讨及试验针对印尼煤及中煤（实际掺烧量大）的磨煤机加载力优化，即不同加载力情况下磨煤机电耗变化情况。

#### 2.3 液压加载力建模

因液压加载力跟随磨煤机给煤量变化，运行中实时调整，为避免调整不及时，控制精细。一般情况下考虑投入自动控制。下表为湄洲湾电厂 #3 炉液压加载力控制模型。

表 2: #3 炉液压加载力控制模型

煤量 (t/h)	35	45	55	65	75	85
加载力 (MPa)	2.5	4	5.8	7.5	9.5	11.5

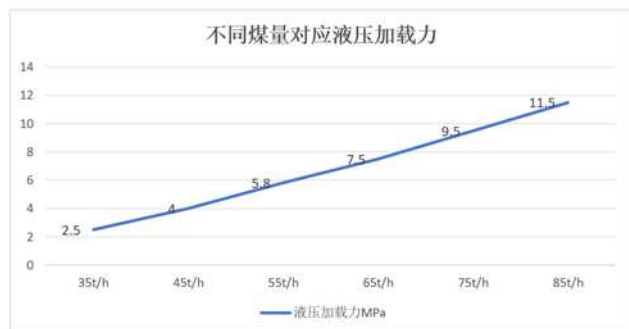


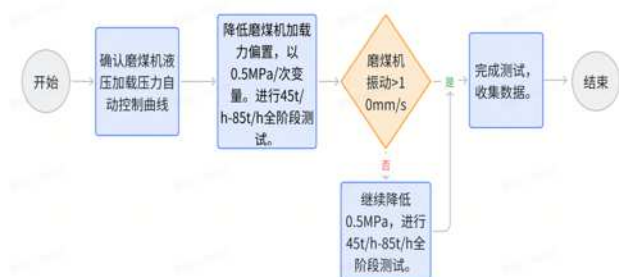
图 3: #3 炉液压加载力控制模型折线图

### 3 实施过程及分析方法

#### 3.1 针对不同煤种的加载力优化探索

##### 3.1.1 加载力负偏置（印尼煤）

针对“磨煤机液压加载压力控制过大”主要采取以下措施：



(1) 确认渭洲湾电厂当前磨煤机液压加载压力自动控制曲线（表 2）。

(2) 磨煤机燃用印尼煤时，通过降低磨煤机加载力偏置，以 0.5MPa/ 次变量。进行 45t/h-85t/h 全阶段测试。

(3) 现场人员通过现场测振、观察等方式进行检查，出现磨煤机振动 >10mm/s 或出现石子煤，视为失败。

结论：燃用印尼煤时液压加载力偏置 -2.5MPa 时，运行状态最佳。磨煤机煤量由 45-85t/h，磨煤机振动 <10mm/s。

##### 3.1.2 加载力正偏置（中煤）

针对“磨煤机液压加载压力控制过小”主要采取以下措施：



(1) 确认渭洲湾电厂当前磨煤机液压加载压力自动控制曲线（表 2）。

(2) 磨煤机燃用中煤时，通过增加磨煤机加载力偏置，以 0.5MPa/ 次变量。进行 45t/h-85t/h 全阶段测试。

(3) 现场人员通过现场检查、测温等方式进行检查，收集磨煤机石子煤排放次数。

结论：渭洲湾电厂中煤 - 液压加载力偏置 +2MPa 时，运行状态佳。磨煤机煤量由 45-85t/h，磨煤机石子煤排放次数 <1 次 /8 小时。

### 4 总结与展望

在本文研究中，通过优化中煤与印尼煤加载力偏置，煤机电耗分别下降 5.85% 和 5.31%，平均下降 5.888kW · h/t，为多煤种掺烧下磨煤机运行优化提供参考。

本研究期望减少人为操作，优化自动控制：对于不同磨煤机、不同煤种可根据实际情况设置不同的磨煤机进出口差压上、下限。自动控制磨煤机液压加载力保证磨煤机正常运行。

#### 参考文献

- [1] 陈应贤, 杨振英; 浅析降低磨煤机电耗的措施 [J]; 水利电力 ;2015 年第六期
- [2] 刘瑛; 煤质变化对电厂安全经济运行的影响及对策 [J]; 煤质技术 ;2007 年 06 期