

HP1003 中速磨煤机启动后长时间不加载的分析研究

崔体磊

(国家能源集团陈家港发电有限公司 江苏 盐城 224631)

摘要: 陈家港电厂多台磨煤机出现磨煤机启动给煤后长时间不加载, 加载后电流突升现象。本文通过对磨煤机的试验和分析, 确定了此情况的发生为磨煤机启动前暖磨时间短所致。为了彻底解决这一问题, 国华陈家港电厂采用在磨煤机热一次风隔绝门上加装旁路门的方法, 以达到持续暖磨的目的。

关键词: 电流突升; 暖磨; 热一次风隔绝门

1 设备概况

国能陈家港发电有限公司 2×660MW 发电机组于 2012 年投产发电, 锅炉为超超临界参数变压运行直流炉, 采用中速磨煤机冷一次风机正压直吹式制粉系统, 每台炉配备 6 台上重生产的 HP1003Dyn 型中速磨煤机, 燃烧设计煤种满负荷时, 5 台运行, 1 台备用。

2 磨煤机出现的问题描述

2014 年 12 月, 港电公司两台机组多台磨煤机启动给煤(给煤量 10t/h)后 5~6 分钟不加载, 加载后磨煤机电流由空载电流 32A 突升至 50A 左右, 随后又迅速回落到正常值, 期间引起锅炉中间点温度大幅度波动(最高温度与最低温度相差 15~20℃, 磨煤机加载正常后运行平稳, 无异常现象(如图 1 所示)。

由上图可以看出, 1A 磨煤机启动且给煤机以 10t/h 给煤后 6 分钟不加载, 加载后电流突升, 而后磨煤机电流下降至正常值后加载平稳, 运行正常。同时可以看到, 磨煤机电流突升导致锅炉中间点温度迅速上升, 引起锅炉给水量和主蒸汽温度波动。

3 磨煤机启动后长时间不加载的原因分析

磨煤机正常启动后, 给煤机以 10t/h 给煤, 5~6 分钟磨煤机不加载, 加载后磨煤机电流突升, 而后加载正常运行平稳。根据此种情况, 我们分析导致磨煤机启动后长时间不

加载可能有以下几种原因:

- ① 磨辊头与弹簧垫块之间的间隙调整不准确;
- ② 磨辊套与磨碗衬板之间的间隙过大;
- ③ 弹簧加载装置的加载力过小;
- ④ 磨辊润滑油油质不合格或润滑油粘度大;
- ⑤ 最低给煤量较低;
- ⑥ 磨煤机暖磨时间短, 暖磨不充分。

对于以上原因, 我们逐一进行了检查、试验和分析:

(1) 根据运行曲线和磨煤机运行情况, 初步分析认为磨煤机启动后长时间不加载跟磨辊套与磨碗衬板间隙较大和磨煤机磨辊弹簧加载力不够有关。间隙较大和弹簧加载力不够会使得磨煤机启动后磨辊套与磨碗衬板之间积存一定的原煤, 这样会造成磨辊套下部即使有原煤也不受力, 磨煤机出现假“空载”现象。当磨煤机内的原煤积存到一定的程度时, 磨辊套突然受力造成磨煤机电流突升, 磨辊套正常碾磨原煤后, 磨煤机开始加载平稳, 磨煤机运行正常。

1A 磨煤机停运后, 对 1A 磨煤机进行检查发现, 3 个磨辊弹簧加载力为 25MPa 左右, 磨辊弹簧加载力较小(标准值为 29.1MPa); 另外, 磨辊套与磨碗衬板间隙为 13mm 左右, 间隙较大(标准值为 8~12mm)。随后, 分别调整磨辊套与磨碗衬板间隙至 8mm、磨辊弹簧加载力至 29MPa。同时磨辊油位在正常范围内, 对磨辊润滑油检查化验, 油中无杂质且油质合格。经过上述调整, 磨煤机启动后长时间不加载现象有所改善, 但是没有消除, 只是由 5~6 分钟不加载缩短为 2~3 分钟不加载, 加载后磨煤机电流仍发生突升。由此可见, 磨煤机间隙较大和弹簧加载力较小不是磨煤机启动后长时间不加载的根本原因。

(2) 提高最低给煤量的目的与调整磨辊套与磨碗衬板之间的间隙的目的是一致的, 可以使磨煤机碾磨区域快速建立碾磨层, 让磨煤机快速加载。12 月 28 日, 1A 磨煤机启动后, 给煤机以 18t/h 给煤, 磨煤机 3~4 分钟不加载, 且加载后磨煤机由空载电流突升至 49A, 不加载现象没有消除。这说明, 提高最低给煤量并不能解决磨煤机长时间不加载问题。

(3) 12 月 29 日, 对 1A 磨煤机做如下试验: 1A 磨煤机正常运行时, 逐渐降低给煤量至空载后, 给煤机再以 10t/h 供煤, 1~2 分钟磨煤机开始加载, 电流缓慢平稳上升, 无电流突升现象。

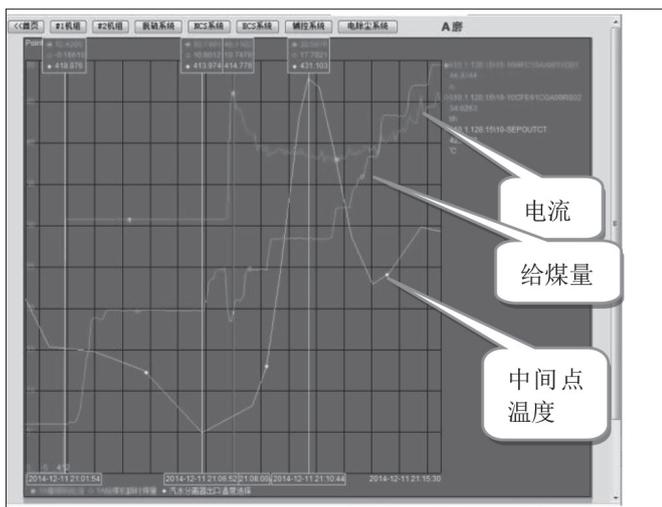


图 1 1A 磨煤机启动后电流变化曲线

由以上试验可知，磨煤机启动后长时间不加载与暖磨时间有关。磨煤机正常启动时，暖磨时间一般为 2 ~ 3 分钟。为了验证磨煤机长时间不加载与暖磨时间有关，我们做如下试验：1 月 14 日，1B 磨煤机暖磨 30 分钟，启动 1B 磨煤机且正常给煤后，磨煤机平稳加载，电流缓慢上升，运行正常（见图 2）。由此可以看出，磨煤机启动后长时间不加载是暖磨不充分所致。

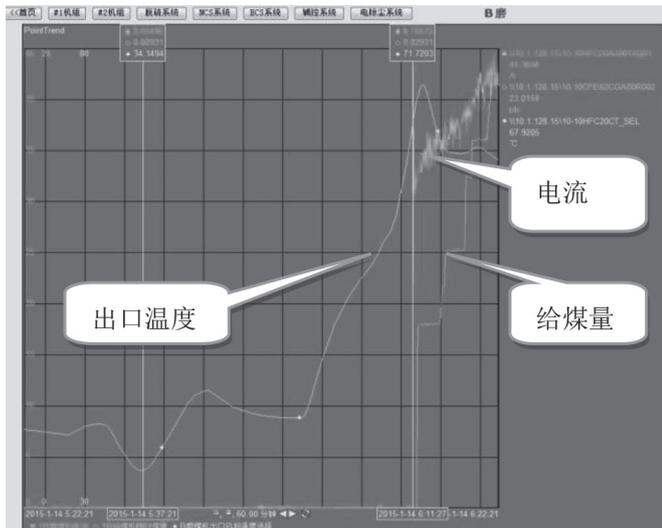


图 2 1B 磨煤机增加暖磨时间后电流曲线

陈家港电厂磨煤机的磨辊润滑油为壳牌可耐压 S2 G680 齿轮油，此齿轮油粘度 680 mm²/s (40℃)，粘度指数 92，倾点不高于 -9℃。陈家港电厂位于盐城市灌河入海口上游约 5.5 公里处，冬天时，环境温度最低可达 0℃ 以下，在此环境温度下，680 齿轮油粘度很大，接近于固体。所以，环境温度较低时，若暖磨时间较短，磨辊不能充分受热，磨辊中的润滑油粘度较大，磨煤机启动给煤后，磨辊不转动，无法受力，导致磨煤机不加载；待磨煤机碾磨区域煤层达到一定厚度后，在磨碗、原煤以及热风等多重作用下，磨辊突然受力转动，磨煤机加载，电流突升。另外，磨煤机启动后长时间不加载，炉内通入大量冷风导致炉膛温度降低，使得锅炉中间点温度下降；磨煤机突然加载后，大量煤粉进入炉膛燃烧，炉膛温度升高，引起锅炉中间点温度迅速上升，从而造成锅炉中间点温度波动较大。

经过上述检查、试验和分析，磨煤机启动后长时间不加载，加载后电流突升的直接原因是由于磨煤机启动前暖磨时间较短，暖磨不充分所致，而根本原因是磨煤机磨辊润滑油在温度低时粘度较大，受热不充分使得磨辊不转动，从而磨煤机不加载。另外，磨煤机长时间不加载跟弹簧加载力不够、磨辊套与磨碗衬板的间隙以及磨辊头与弹簧垫块的间隙也有一定的关系。

4 处理方案

针对以上原因，我们采取了以下措施。

① 磨煤机定检时，弹簧加载力调整至 29MPa，磨辊头与弹簧垫块之间的间隙调整至 1.5mm，磨辊套与磨碗衬板

之间的间隙调整至 8mm。

② 冬天时，磨煤机启动前暖磨 30 分钟。由于暖磨时间决定了启磨效率，同时决定了升负荷速率。所以，磨煤机启动前暖磨 30 分钟不利于快速升负荷。

③ 磨煤机热一次风隔绝门加装旁路门。陈家港电厂制粉系统正常停运时，冷一次风隔绝门常开，冷一次风调节门有 20t/h 左右的漏风量冷却锅炉燃烧器喷口，以防止燃烧器喷口高温变形。为了提高漏入磨煤机冷一次风的温度即磨煤机入口风温，在磨煤机热一次风隔绝门上加装一个旁路门，通过旁路门流入风道内一部分热风，冷热风混合物可使磨煤机入口风温达到 30℃ 以上，磨煤机始终处于暖磨状态，这样既保证了启磨效率，又提高了磨煤机的可靠性和锅炉的稳定性。

机组正常运行时，磨煤机热一次风温达 300℃ 以上，所以，旁路门必须密封严密且耐高温。陈家港电厂选用旁路门型号为 Z61H-16p，旁路门规格根据冷热风量和温升确定。

漏入的冷一次风所需热量错误！未找到引用源。

$$Q_1 = C_1 m_1 \Delta t_1$$

所需的热一次风热量错误！未找到引用源。

其中：错误！未找到引用源。，C1、C2 为空气比热，m1=20t/h，Δt1 错误！未找到引用源。m1=30℃（按环境温度 0℃ 和磨煤机入口风温 30℃ 计算）Δt2=290℃（按环境温度 0℃ 和热一次风温 320℃ 计算）。

漏入的冷一次风流量错误！未找到引用源。

$$Q_{冷} = S_1 v_1 = m_1 / \rho_1$$

$$Q_{热} = S_2 v_2 = m_2 / \rho_2$$

其中：S1 为磨煤机热一次风风道截面积（风道规格为 1200×2000mm），S2 为磨煤机热一次风隔绝门旁路门截面积；错误！未找到引用源。错误！未找到引用源。为相应温度和压力下的空气密度；v1 为热一次风道内气体流速，v2 为旁路门内气体流速。

根据计算结果，陈家港电厂磨煤机热一次风隔绝门旁路门选用的阀门规格为 DN200。为了验证理论计算结果，电厂首先在 1A 磨煤机热一次风隔绝门上试加装旁路门。旁

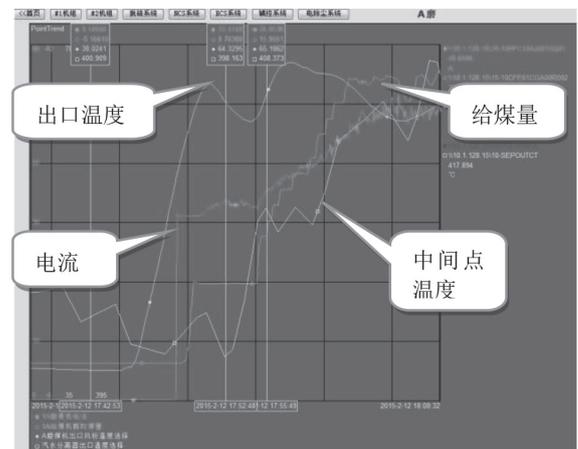


图 3 1A 磨热风隔绝门加装旁路门后电流曲线

(下转第 125 页)



图5 零部件位移和应力分布

块式制动器的摩擦力矩 M_z 计算如下:

$$M_z = \sum_{i=1}^n F_N \cdot \eta_s \cdot \mu_f \cdot D/2 \quad (1)$$

其中, n 为瓦块总数量, F_N 为主弹簧张力, η_s 为主弹簧与制动瓦间的力传递杠杆比, μ_f 为瓦块与制动轮间的摩擦系数, D 为制动轮直径。根据式 (1) 和有限元分析, 可以从以下几个方面分析制动失效:

3.1 制动温升

由于制动过程中产生的大量摩擦热会降低制动轮与瓦块之间的摩擦系数, 使得制动力矩下降, 严重的情况下会使制动失效, 这是必须注意的, 尤其是在制动器长期、频繁运行工况下。

3.2 衬垫摩擦

制动衬垫在径长时间摩擦后会发生表面磨损, 导致制动瓦块与轮之间的间隙增大, 使制动力矩减小, 因此需对衬

垫磨损量实时监测, 一旦其超过允许值, 必须及时更换衬垫以保证制动安全性。

3.3 结构件故障

由于轮式制动器包含的零部件较多, 根据故障分析理论可知当任一环节出现故障都会导致制动失效。例如液力器的马达绕组故障、推力杆和制动臂的疲劳破坏、制动轮盘的发热裂纹等。

3.4 其他因素

当起重机械作业人员操作不当时, 例如当日常维护人员不慎将润滑脂或润滑油等溅入摩擦副, 也会使摩擦系数急剧下降, 导致制动失效事故的发生。

因此, 在日常检验中应着重对制动衬垫的磨损情况、制动间隙的测量、液力器等动作的顺畅度以及推力杆等结构件主要受力区域展开测试, 并综合考虑其工作级别、工作环境和特种设备人员操作水平进行检验、评估。

4 结语

(1) 起重机轮式制动器在制动受载状态下, 最大应力和应变位于制动臂处;

(2) 通过有限元分析得到的制动器各零部件应力均远小于屈服强度, 说明其处于静态安全状态;

(3) 在日常检验中应重视对制动温升、衬垫摩擦、制动间隙、结构件状态、人员操作及整体工况的相关工作。

参考文献:

- [1] 蒋君岗. 起升机构电力液压块式制动器的调整与测试 [J]. 设备管理与维修, 2017(07): 22-24.
 - [2] 王松雷, 王欣仁, 袁凯杰. 电力液压鼓式制动器能效分析与能效提升 [J]. 起重运输机械, 2018(02): 135-138.
 - [3] 黄显富. 液压制动器在桥式起重机上的应用 [J]. 煤炭技术, 2009, 28(06): 22-23.
 - [4] 陆后军, 周强, 苕道方. 电力液压块式制动器多状态评估模型研究 [J]. 起重运输机械, 2019(06): 49-53.
- 作者简介: 樊晟(1981-), 男, 工程师, 研究方向: 机电类特种设备检验; 通讯作者: 沙印(1980-), 女, 江苏江阴人, 硕士, 研究方向: 机电工程、电气工程。

(上接第 123 页)

路门加装后, 磨煤机出口温度可达 30℃ 以上, 完全能够满足暖磨的要求。试运 1A 磨煤机, 不经过暖磨, 直接启动给煤后, 磨煤机 2 分钟后开始加载, 电流平稳上升, 运行正常; 期间, 锅炉中间点温度波动 10℃, 在正常范围内 (如图 3 所示)。

5 结语

针对此次设备异常事件, 我们通过对磨煤机的仔细检查和认真分析, 特别是采用不同的试验方法, 最终找到了磨煤机启动后长时间不加载的原因和解决方法, 并制定出以下措施来防范类似事件的发生。

(1) 设备定检时, 检修人员须严格执行检修文件包或工艺卡, 严格履行质检点验收程序, 把好检修质量关。

(2) 磨煤机热一次风隔绝门加装旁路门, 一是大大缩短暖磨时间, 提高了启磨效率; 二是避免了锅炉中间点温度大幅度波动, 提高了机组运行可靠性和稳定性。

参考文献:

- [1] HP1003 碗式中速磨煤机说明书. 上海重型机械厂.
- 作者简介: 崔体磊(1987-), 男, 回族, 江苏盐城人, 工程师, 研究方向: 电站锅炉检修。