

双进双出磨煤机运行特性及常见故障分析

张维升

(国电靖远第二发电有限公司,甘肃白银730919)

[摘要]结合BBD3854型双进双出钢球磨煤机结构特点,分析了分离器调节挡板、磨煤机料位、磨煤机通风量等因素的变化对磨煤机出力、煤粉细度和磨煤机单耗的影响。同时也综合分析了此种类型磨煤机在运行初期出现的一些问题以及相应的原因,便于运行人员分析处理和预防,也可作为同类型磨煤机调节和维护时参考。

[关键词]双进双出磨煤机;特性;常见故障

1 概述

国电靖远第二发电有限公司7号、8号300MW机组,均采用武汉锅炉厂生产的WGZ 1025/17.45-7型、亚临界、一次中间再热、单炉膛、自然循环汽包锅炉。锅炉制粉系统为冷一次风机正压直吹式制粉系统,采用沈阳重型机械厂生产的BBD3854型双进双出磨煤机。2台机组分别配置3台磨煤机、6台相配套的EG2490型电子称重皮带式给煤机。磨煤机投产近1年来,运行状况基本稳定,仅在调试及投产初期,由于运行经验不足、安装质量不良等原因发生了数次故障。随后在运行、检修维护人员积累了一定的经验后,几台磨煤机运行状况良好,能满足机组在各种工况下的运行要求,为实现长期经济稳定运行奠定了良好的基础。

BBD3854型双进双出球磨机对煤种变化的适应性强,适用于所有煤种。对可磨系数与磨损指数没有任何限制,尤其适合磨制高磨损指数且挥发份较高的煤种。此类型磨煤机,对“三块”(木块、铁块、石块)不敏感,可将煤粉磨制得很细,且煤粉细度均匀性好。此外,双进双出球磨机连续运行周期长,设备可用率高,耐磨性能好,设备检修工作量小。但其主要缺点是设备相对复杂,启停操作步序繁多,价格昂贵,运行电耗及钢材消耗量大,且噪音较大,占用空间大。

2 BBD3854型双进双出磨煤机的特性

2.1 磨煤机结构特点

原煤经2台能自动控制转速的电子称重皮带式给煤机输送,分别进入双进双出磨煤机两端,由随着磨煤机筒体一起旋转的螺旋输送带(绞龙)输送至磨煤机筒体内部。随着磨煤机筒体的旋转,原煤被

下落的钢球挤压、研磨成煤粉。一次风从磨煤机两端的中空管进入筒体,对原煤和煤粉进行干燥,使研磨后的煤粉和空气的混合物离开筒体,按原煤进入筒体路线的反方向通过由热风入口管和分离器耳轴管组成的环形空间,进入两端的出粉母管,然后进入高位布置的分离器,绕着分离器内特定形状的薄钢板流动。在离心力与重力的作用下,粗煤粉被分离出来,细煤粉进入煤粉管,并被一次风输送到燃烧器喷口。分离出来的粗煤粉返回到分离器底部,经回粉管与原煤混合后被送入磨煤机筒内进一步研磨。

同时,部分一次风进入混料箱,对原煤进行充分预干燥后进入磨煤机分离器,与入磨一次风混合,共同完成对煤粉的进一步干燥和输送。整个工作过程可看成完全对称的2个回路。

2.2 分离器回粉挡板的调节特性

粗粉分离器的作用是将离开筒体的一次风和煤粉混合物中的粗煤粉分离,使合格的细煤粉被送至燃烧器喷口。在分离器出口处设置可调挡板,通过调节挡板可以增加或减少回粉量,保持一定的通风量;还可以不同开度调节粗粉分离器回粉挡板的位置,从而比较不同开度之间的磨煤机出力、煤粉细度、磨煤单耗等。随着挡板从全开至全关,磨煤机出力降低,煤粉细度 R_{90} 的数值下降,磨煤单耗增加。挡板在全开位置时,回粉量最低,煤粉几乎全部被风携带离开分离器,磨煤机出力最大,煤粉较粗,磨煤单耗较小。挡板在全关位置时,回粉量增加,有一部分煤粉在磨煤机与分离器之间循环被研磨,磨煤机出力最小,煤粉会较细,磨煤单耗较高。

2.3 磨煤机料位的调节特性

直吹式制粉系统保持进入煤量与出去粉量平

衡，磨煤机功率主要消耗在筒体、钢球与磨煤机的转动上。为了试验磨煤机筒体内的存煤变化对磨煤机出力等因素的影响，以不同的存煤界面，即以不同的料位(料位愈高，风压差就愈高，表示磨煤机筒体内的存煤愈多，相应的存煤界面就愈高)，比较其对磨煤机出力、煤粉细度、磨煤单耗的影响。

随着料位的上升，磨煤机出力下降，煤粉细度 R_{90} 数值上升，磨煤单耗上升。料位高时，浮在存煤界面上的钢球和煤块做功距离减少，破碎能力减弱，所以磨煤机出力下降，煤粉细度 R_{90} 数值上升，磨煤机功率减少。低负荷时若保持高料位运行，由于研磨效果较好，煤粉细度 R_{90} 数值也会上升。但是，磨煤机功率减少带来的益处不足以抵消煤粉细度 R_{90} 数值上升带来的不利因素，故磨煤单耗较高。

2.4 磨煤机通风量的调节特性

磨煤机通风量的变化对磨煤机出力、煤粉细度和磨煤单耗的影响是较大的。在磨煤机通风量小于50 000 kg/h的情况下，增加通风量，筒体压力增加，磨煤机出力也增加，煤粉细度 R_{90} 数值也随之增加。但在磨煤机通风量大于50 000 kg/h的情况下，通风量增加幅度不明显，筒体压力增加，磨煤机出力随筒体压力增加，煤粉细度 R_{90} 数值增加，这种情况与单进单出钢球磨煤机有极大的差异。

随着磨煤机出力增加，粉管内的煤粉浓度相应增大，含尘管道的局部阻力系数相应增大，沿程阻力系数也相应增大。在此情况下，必须提高筒体压力，即增加压能，克服粉管增加的阻力，方可维持原有的风速。这也是在较高的磨煤机通风量情况下，通风量增加幅度不明显，提高筒体压力，磨煤机出力随筒体压力增加的主要原因。直吹式制粉系统的进入煤量与出去粉量保持平衡，即使增加磨煤机出力，磨煤机筒体内的存煤也变化不大，故磨煤机功率相差不大。但是，一次风机的功率随着磨煤机出力增加而增加，其原因是：为了提高磨煤机出力，必须提高筒体压力以克服阻力的增加，相应增加一次风机出力，使得一次风机功率增加。

2.5 磨煤机旁路风挡板的调节特性

BBD3854型磨煤机有一套旁路风调节系统。旁路风来自一次风，直接进入落煤管上的混料箱，对原煤进行预干燥。负荷越低，旁路风挡板开度越大；负荷越高，旁路风挡板开度越小。恒定不变的磨内风煤比在低负荷情况下会导致输粉管道内的煤粉流速过低。为保证煤粉输送的通畅，通过附加风量(即

旁路风)保证煤粉的正常输送。

BBD3854型磨煤机制粉系统的独到之处，是利用旁路风将预干燥和输粉的2个功能完美地结合起来。系统自动控制优化选择旁路风，使原煤的预干燥风能保持在需要值。旁路风具有预干燥和最终干燥的作用，它与原煤在混料箱内强烈混合，对原煤预干燥后进入分离器底部继续对煤粉进行最终干燥。煤的水分越高，BBD3854型磨煤机的优点就越突出。

双进双出磨煤机的风煤比大大低于中速磨煤机的风煤比，能够保证锅炉在低负荷下正常运行，可减少锅炉在维持低负荷时燃用昂贵的燃油或天然气的费用。

2.6 总体特点

(1) 随着分离器回粉挡板从全关至全开，磨煤机出力呈下降趋势，煤粉细度 R_{90} 数值呈下降趋势，磨煤单耗呈增加趋势。

(2) 料位上升，磨煤机筒体存煤界面相应提高，磨煤机出力下降，煤粉细度 R_{90} 数值增加，磨煤机功率减少。但是磨煤机功率减少带来的益处不足以抵消煤粉细度 R_{90} 数值增加带来的不利因素，故磨煤单耗较高。

(3) 在磨煤机通风量小于50 000 kg/h的情况下，增加通风量，筒体压力也增加，磨煤机出力随之增加，煤粉细度 R_{90} 数值也随之增加；但在磨煤机通风量大于50 000 kg/h的情况下，通风量增加幅度不明显，筒体压力增加，磨煤机出力随筒体压力增加，煤粉细度 R_{90} 数值增加。

(4) 磨煤机出力增加，相应旁路风挡板开度减小；出力减小，相应旁路风挡板开度增加，从而保持磨煤机通风量在一定范围内，使磨煤机的风煤比稳定，在低负荷时能保证一定的风速，同时可以节约燃油或燃气。

3 磨煤机运行中常见的问题

3.1 小牙轮断齿

磨煤机在运行中曾出现小牙轮断齿故障。从断齿情况看，小牙轮非驱动端断齿现象出现较多。经分析，小牙轮断齿原因如下：

- (1) 小牙轮设计强度偏小，制造质量差；
- (2) 小牙轮润滑不良，啮合不好；
- (3) 由于磨煤机设计出力偏小，磨煤机负荷偏大，小牙轮长期处于高负荷运行；

(4) 安装质量不过关，小齿轮受力不均。

3.2 牙轮齿面磨损

磨煤机大小牙轮齿面温度较高，常达到110甚至120^oC。大小牙轮都有磨损情况，齿表面出现起皮、点蚀等现象。牙轮齿面磨损原因如下：

(1) 磨煤机保护罩密封不严，常有煤粉及热一次风管道漏灰进入齿轮间；

(2) 在冬季，由于喷淋油粘度大，常发生喷淋油泵吸入口活塞卡涩不动作、喷嘴堵塞等现象，致使故障时长时间无喷淋油润滑，使齿轮点蚀加剧。

3.3 变速箱大齿轮断齿与点蚀

磨煤机变速箱齿轮断齿虽然出现几率较低，但某些电厂也曾发生这种现象，此外，齿轮也出现了不同程度的点蚀现象。造成断齿和点蚀的原因如下：

(1) 制造质量问题；

(2) 安装时没有找正。

3.4 小牙轮齿轮联轴器损坏

磨煤机小牙轮采用刚性齿条联轴器，联轴器弹簧卡有损坏现象。

3.5 变速箱轴颈处漏油

当磨煤机变速箱密封圈有损坏时，会导致漏油。尤其在高速端密封圈损坏更换后，出现再次损坏的现象较多，会导致经常漏油。

3.6 变速箱壳体(油)温度高

磨煤机变速箱壳体采用钢板焊接而成。由于变速箱内没有安装冷油器，箱内油温较高。变速箱长期运行会引起润滑油油质恶化，产生齿面点蚀现象。夏季高温时段，变速箱壳体温度通常在80^oC以上，所以冷却水冷却效果不好时，需加装临时轴流风机冷却。

3.7 磨煤机耳轴温度高

磨煤机驱动端和非驱动端的轴承均采用乌金瓦，大瓦采用开式水冷却系统。由于夏季冷却水温度较高，而锅炉房环境温度较高，冷却水系统管道无保温，因而磨煤机冷却水温度偏高，导致耳轴温度高。另外，由于冷却水管道长、压差小、流量小，导致不能充分冷却，这也是耳轴温度高的一个重要原因。运行规程中规定耳轴报警温度为45^oC，保护跳闸温度为55^oC。但夏季耳轴温度经常超过45^oC。因此，润滑油站需加装冷却轴流风机，以降低润滑油温，同时用轴流风机在轴瓦处通风冷却轴瓦。

3.8 磨煤机润滑油污染问题

每台磨煤机配有1台独立的润滑油系统，由于

磨煤机采用正压制粉，所以在磨煤机空心轴与分离器动静结合部分密封盒内的煤粉最容易污染油质。而油质受污染后，容易引起耳轴温度升高。设计上密封腔室密封材料是石棉制成的，内装有1只刮板，以清除积存的煤粉。由于耳轴密封圈处于摩擦运行状态，长时间运行后会逐渐失效，使油中开始出现煤粉，因此必须定期更换密封圈。密封腔室使用专用密封风密封，通过密封调节挡板自动维持密封腔室风压高于磨筒体压力2.0kPa。密封腔室端部有1个耳轴吹扫管，将由磨煤机启停或其他原因造成的沉积在密封腔室的煤粉通过分离器吹扫进入炉膛。

3.9 料位系统相关问题

磨煤机料位系统采用2套独立的测量系统，曾发生过料位管断裂或接头处漏粉的情况。一旦发生断裂或漏粉严重无法在运行中处理时，只能停磨处理。料位系统设计有高、低2种测量装置，但最后安装时只采用高料位测量装置，而将低料位测量装置封堵备用。这样，一旦高料位测量装置故障时，不能参照低料位测量装置，如果电耳测量装置也不正常，就会造成误判而导致满煤或断煤事故发生。实际应用中，电耳测量装置由于安装调试不到位，不能正确反映磨煤机内的真实料位，给运行调整带来诸多不便。后经过重新调试，该装置可以起到一定的对照作用。

3.10 磨煤机螺旋输送带损坏

在磨煤机的两端各装1台绞龙，受磨煤机转向决定，1个为右旋，装在驱动端；1个为左旋，装在非驱动端。每台绞龙上装有螺旋带，用铁链将螺旋带与绞龙筒体连接。绞龙的作用是将落煤管下来的煤和分离器回来的煤粉输送到磨煤机内。运行一定的时间后，有螺旋带断落的现象发生。绞龙损坏的原因如下：

(1) 磨煤机运行中定期加入钢球，一次连续加1t~3t，从12.6m给煤机平台的加球室加入，钢球下落时冲击绞龙，使绞龙损坏；

(2) 平时运行中，落煤管落煤冲击绞龙，造成寿命损耗；

(3) 磨煤机发生满煤、堵煤等现象，造成绞龙所受扭矩太大，引起损坏；

(4) 绞龙枢轴与筋板焊接强度太低。

3.11 一次风关断挡板无法开启

磨煤机停运后启动时，由于一次风关断挡板长期受高温有一定的变形，经常发生一次风关断挡板

300MW 循环流化床锅炉回料管结焦分析

宋海英

(秦皇岛发电有限责任公司, 河北 秦皇岛 066003)

[摘要] 循环流化床锅炉的物料循环系统对锅炉的安全稳定和经济运行起着决定性的作用, 结焦问题是影响其安全运行的重要因素。从煤质特性、系统布置入手, 针对循环流化床锅炉回料管结焦问题进行分析, 提出解决回料管结焦的方法和措施。

[关键词] 循环流化床; 回料管; 灰循环; 结焦

1 系统概述

秦皇岛热电厂5号炉为东方锅炉厂所生产的300MW循环流化床锅炉。循环流化床燃烧技术已被运行实践证明是可靠的洁净煤燃烧技术, 具有燃料选用灵活、污染物排放低等优点。劣质燃料可广泛地应用于循环流化床锅炉。低温分级燃烧使未经处理的烟气中的 NO_x 已经可以满足严格的环保要求; 炉内添加石灰, 在石灰燃烧过程中脱硫, 从而低成本且有效地降低 SO_x 的排放, 具有良好的社会效益、环保效益和经济效益。

5号炉于2006年11月投产, 设计上采用回料器给煤。这种形式利于粒子的混合和预热, 也利于着火和燃烬。锅炉引入一路热二次风作为给煤点吹扫风, 防止给煤堵塞。5号炉灰循环及给煤系统布置如图1所示。

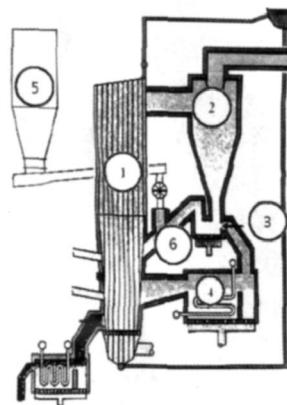
无法开启。由于当地煤质硬, 磨出力大, 煤质过湿, 为保证出口温度, 入口风温较高, 经常超过280, 甚至300以上。另外, 磨煤机停运后, 由于润滑油脂粘结也导致一次风关断挡板开启困难。磨煤机启动时, 若遇到一次风关断挡板无法开启, 只能用倒链强行拉开。

3.12 分离器出口挡板无法正常开关

磨煤机启动或停运时, 要求及时开启或关闭分离器出口挡板。但由于分离器出口挡板导轨经常被煤粉堵塞或分离器挡板受热变形等原因, 挡板常不能正常开关。特别是事故跳磨后, 关闭指令已发出, 但挡板不能立即关闭, 有发生爆燃的可能。经加装导轨吹扫风后, 此现象有所缓解。

3.13 煤粉管有堵管现象

由于磨煤机粉管设计安装不合理, 阻力较大, 磨煤机正常运行中经常发生粉管堵塞现象, 尤其是



注: 1—炉膛; 2—分离器; 3—回料器; 4—外置式换热器; 5—煤仓;

6—回料管

图1 5号锅炉灰循环及给煤系统布置

2 几起事故经过

2006-11-30, 5号炉发生一起“翻床”塌死导

3号、4号粉管较为明显。轻微时, 经开启吹扫挡板吹扫一段时间后即恢复正常; 严重时, 无法用吹扫风疏通, 只能停磨处理。后经采取改造粉管, 执行定期吹扫制度, 加强对出粉管管壁温度等参数的监视, 定期检查喷口出粉情况等一系列措施, 使堵管问题基本得到解决。

4 结束语

经过近1年的运行, 运行人员基本掌握了BBD3854型双进双出磨煤机的调节特性, 在调试初期发生的一些问题也基本得到了解决, 目前设备运行稳定。但是仍有一些问题未能彻底解决, 如分离器出口温度偏低、回粉管易堵、磨煤机料位测量不准等, 在今后的工作中需进一步分析并改进, 以提高双进双出磨煤机的运行可靠性。

(收稿日期: 2009-02-20)