

1000MW 机组制粉系统密封风机状态诊断

作者：赵训海 尹民权 发布日期：2009-3-20 17:25:25 (阅 174 次)

关键词：[存在的问题](#) [磨煤机封风机](#) [停用密封风机节电探讨](#)

1000MW 机组制粉系统密封风机状态诊断

赵训海 尹民权

（山东邹县发电厂，山东邹城，273522）

摘要:针对邹县发电厂Ⅳ期工程 1000MW 超超临界燃煤锅炉，制粉系统密封风机投产以来正常运行中发生的问题。结合与参照三期 600MW 机组锅炉制粉系统结构及运行情况，以及兄弟电厂的经验，提出并论证了停用密封风机的必要性。从而达到节约厂用电的目的。

关键词：[磨煤机封风机](#) [存在的问题](#) [停用密封风机节电探讨](#)

1.概述

华电国际山东邹县发电厂Ⅳ期工程 2×1000MW 超超临界燃煤凝汽式汽轮发电机组，是国内单机容量最大、运行参数最高的燃煤发电机组。Ⅳ期工程 3030t/h 锅炉是东方锅炉（集团）股份有限公司与日本巴布科克-日立公司及东方-日立锅炉有限公司合作设计、联合制造。锅炉为高效超超临界压力变压运行直流炉，采用一次再热、平衡通风、运转层以上露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构Π型锅炉。设计锅炉效率 BRL 工况下 93.8%，排烟温度 TRL 工况下 121.2℃。设计发电煤耗 272.9g / kw.h，比全国火电机组平均水平低近 70 g / kw.h，每台机组一年可节约标准煤 99 万吨。锅炉配套安装 6 台 BBD4360 型双进双出钢球式磨煤机（简称双式球磨机），选用一次风机正压直吹式制粉系统。制粉系统运行所需要的一次风由本炉的两台 2200KW 的一次风机提供，两台一次风机正常运行采用并联方式。每台一次风机出口分两路，其中的一路经回转式空气预器加热后汇入炉前制粉系统热风母管；另一路则不经空气预器加热直接汇入炉前制粉系统冷风母管，密封风机入口即从此风道上引出（见图 1）。

每台锅炉的六套制粉系统还专门设计有公用密封风系统，用以增压的密封风机安装在锅炉房零米，密封风机设计规范见附表 1，作用是提升冷一次风的压力，两台密封风机（一运一备）。密封风母管风压正常运行值 14Kpa 以上，当风压降到 12Kpa 时发出“密封风压力低”报警同时联锁启动备用风机。

附表 1 密封风机设计参数

风机型式：	离心式	风机台数	2 台
风机出力（m3/h）	55000	风机全压（pa）	6000
风机转速（r/min）	1470	最高抽气温度	60℃
电机电压（V）	380	电机转速（r/min）	1490
额定电流（A）	289	功率（kW）	160
风机生产厂家	中国沈阳高科电力设备有限公司		

2.制粉系统密封风及吹扫风系统

两台 100%容量的离心式密封风机出口共用一条密封风母管，也就组成了密封风系统，以免在锅炉负荷变化时，制粉系统密封风源压力受到一次风压力波动的影响，六台磨煤机所需的密封风皆取自密封风母管。密封风机入口的风由炉前制粉系统冷风母管道提供的常温风，经过密封风机增压至出口压力为 14kPa 后送入炉前密封风母管。设计各磨煤机密封风系统包括 1）空心轴密封盒，2）螺旋输送装置（蛟龙）轴承，3）

插板式煤粉关断阀，4）原煤给煤机等 4 套系统。

2.1 磨煤机空心轴密封盒密封风系统：

由于制粉系统采用正压（制粉系统内部的风压大于大气压）的工作方式，因此在磨煤机空心轴的固定件和旋转件之间有一个特殊的连接件，以防煤粉泄漏到外界空气中。连接件是一个粘在光滑部件上，由合成材料制成的法兰盘，由此组成一个腔室，即称为密封盒。用密封风提供相反的压力，以防止煤粉泄漏到外面。因此，双式球磨机空心轴密封风系统的作用，是为磨煤机罐体动静间隙提供高于磨煤机罐体内部一次风压力的密封风，防止动静间隙漏粉污染环境及润滑油。从密封风母管引出密封风（见图 1），供给每台磨煤机所需的密封用风，密封风压力高于磨煤机罐体内部压力 4KPa。每台磨煤机空心轴所需的密封风量为 4375 m³/h。

附图 1 磨煤机密封风系统简图

2.2 磨煤机螺旋输送装置（绞龙）轴承密封风系统：

空心轴（亦称耳轴）是磨煤机筒体、钢球衬瓦等本体部件重量的主要承载部件，空心轴及绞龙等部件又是磨煤机入口一次风、出口排粉、入口落煤的枢纽部件。空心轴与磨煤机本体采用焊接的方式连接成为一个整体，绞龙内部的中心圆管是通过磨煤机筒体端盖上的辐条与筒体之间连接的，同时筒体也通过辐条将转动扭矩传递给绞龙中空圆管使其与筒体以同样的角速度转动；绞龙中空圆管的另一端通过一个短轴与中空圆管端部支撑轴承支撑，支撑轴承安装在机座的一次风构件上。为了确保轴承处密封效果在安装之前必须把轴承部位用的毛毡密封圈浸入油中，温度保持在 80℃±10℃，浸透后才能复装。为了提升密封效果，还专门在绞龙的轴承部位引入密封风，保证良好的密封确保煤粉不泄漏。螺旋输送装置（绞龙）轴承的密封风量为 410 m³/h。

2.3 磨煤机分离器插板式闸门密封风系统：

四期的每台煤粉分离器出口装有四根一次风（易称 PC）管，分别去往同一层的四个燃烧器。在分离器出口风粉混合物至燃烧器的一次风通道（根部）安装有气动煤粉隔离插板式闸门，称为 PC 闸（三期称 BSOD）。由于插板式煤粉隔离闸门结构不同，虽然能严密隔离系统但动静结合部位容易漏粉，所以在每只插板式煤粉隔离闸门两侧设计有密封风系统。插板式煤粉隔离闸门关闭时风量 450 m³/h，打开时风量 46 m³/h。由于在机组基建施工中，为了抢工期，#7 炉整个工程建设比计划工期（32 个月）提前 9.4 个月。#8 炉整个工程建设工期为 29 个月 20 天，比合同工期提前了 8 个月。施工单位采取了去功能安装法，没有安装密封风系统。因此当运行一段时间后，填料老化，闸门的动静结合部就发生漏粉现象，每当启停磨煤机后，煤粉喷溅，漏出的煤粉污染设备及零米地面，每天早上一进车间，地面上可以看见一层煤粉，为了消除漏粉，都要进行临时堵漏措施。

2.4 给煤机密封风系统：

为防止磨煤机中的热风倒流入给煤机中，所以给煤机设置有以冷一次风为密封介质的密封风系统。磨煤机内的热风进入给煤机的害处有以下三点：风的高温加速给煤皮带橡胶老化；风的高温易造成给煤机内的原煤自燃着火；磨煤机内的热风的流失造成制粉系统效率下降。因此，在给煤机机壳进煤口的下方，设有密封风法兰接口，密封风管上的法兰与它相连，密封风就由此进入给煤机内。密封风的压力略高于磨煤机进口处的热风压力。密封风的压力过低，会导致热风从磨煤机流入给煤机内，使煤易积滞在门框或其他凸出部分，从而会导致积粉自燃。密封风量过小，就不能维持给煤机机壳内所需的压力；密封风的压力过高或密封风量过大，易将煤粒从皮带上吹落，飞扬的煤尘还会沾污观察窗，影响正常的观察。因此，应保持适量的密封风。

2.5 磨煤机大齿轮保护罩密封风系统：

大齿轮保护罩密封风的作用是始终保证罩内的微正压环境，防止尘埃进入护罩内破坏润滑油质。大齿轮保护罩密封风机安装在磨煤机隔音罩顶部，为磨机大齿轮保护罩提供密封风，该路密封风由专用风机提供（见图 1）。大齿轮罩密封风机从大气中抽吸风，风机吸入的风必须仔细地加以保护，以免灰尘，尤其是煤粉的吸入和进入齿轮传动装置（有与润滑油混合之危险）。为此，在风机吸入口处安装一台过滤器，此外，

还用一块防护板覆盖在过滤器上，以免风机抽吸降落在隔音罩顶部的积垢。对大齿轮罩密封风机，过滤器的效率当灰尘颗粒在 3 微米以上时，应保持在 99.8%。密封风进入磨煤机大齿轮保护罩的出口压力 0.4kPa，流量 800m³/h。

2.6 经过两年来对两台锅炉的密封风机运行、维修方面的观察，针对该炉密封风机系统的特点，发现在节约厂用电方面，仍有需要改进的可能。

3. 存在问题

自从锅炉投产以来，#7 炉、#8 炉的密封风机均不同程度的存在机械、热工等方面的问题，由于发生缺陷较多，经常出现密封风机漏风、轴承漏油需要经常更换油封以及密封风机入口调节挡板关不到位等缺陷。严重时一台风机故障后因系统无法隔离而不能及时检修，处在没有备用风机的现状。与锅炉的“四大”风机相比，小小的密封风机出现如此多的故障，应该算是高故障率了。较大问题如下：

3.1 投产不久风机轴承故障

#7 炉 2006 年 12 月 4 日正式投产，到 12 月 28 日 10:5 就发现#7 炉 A 密封风机轴承异响，对#7 炉 A 密封风机进行隔离准备检查消除，结果密封风机进出口风门关闭后，A 密封风机内风压仍有 3kPa，系统无法隔离，A 密封风机异响缺陷消除工作无法进行，只有等待机组停运后进行处理。一直待到 2007 年 2 月 23 日利用停炉机会，检查发现 A 密封风机原轴承已损坏，更换新轴承一套。

2007 年 7 月 5 日#8 炉刚投产，随后发现 A 密封风机轴承振动偏大（垂直振动 101μm），到 9 月 18 日 15:30，发现#8 炉 A 密封风机有异响，解体检查驱动端轴承保持架损坏，因系统无法隔离，等停停炉。2007 年 11 月 2 日 11:30 停风机后将#8 炉 A 密封风机驱动端及非驱动端轴承全部更换为新轴承。

3.2 风机风门挡板故障

2007 年 12 月 24 日 18:33，#7 炉密封风压由 14.01kPa 突降至 12.41kPa，A 密封风机电流由 197A 降至 179A，入口调节挡板开度由 30.4%开至 95.2%，就地检查 A 密封风机入口手动挡板固定销子松动。20:26 启动#7 炉 B 密封风机运行，密封风母管压力 14.5kPa，停用 A 密封风机，A 密封风机入口隔离门加装固定销固定好。

为了消除风门内漏无法检修，还专门在#7 炉 A、B 密封风机入口管道上各加装一只手动反板式园风门，用于风机检修时隔离用。

2008 年 1 月 13 日 10:18，#8 炉 B 密封风机电流由 215A 瞬间降至 170.48A，密封风压由 12.74kPa 降至 8.1kPa，启动 A 密封风机后风压无变化，电流 105A；停用 A、B 密封风机，开启密封风机旁路挡板后母管压力为 12.0kPa。原因系#8 炉密封风机出口总门电动执行机构电机地脚螺栓松动，造成出口风门关闭，重新紧固地脚螺栓后恢复正常。

3.3 其它机械故障

2008 年 2 月 13 日 16:25，因#8 炉 A 密封风机振动大，解体后发现机轴弯曲，更换新机轴一根。

2008 年 4 月份#7 炉大修中，发现 A 密封风机靠背轮损坏，利用大修机会，更换密封风机靠背轮一副。

3.4 风机消耗电量

一台电压 380V，功率 160kw 的密封风机电机，正常运行电流在 205A～215A 之间。就是按照电流平均 210A，一台风机一小时消耗厂用电量按照 116kW.h 计算，每天 24 小时所消耗厂用电量可达 2784kW.h。一个月要消耗 83520kW.h 厂用电。为此，提出去掉密封风机的设想，方案论证如下：

4. III、IV 期制粉系统对比

4.1 从制粉系统类型进行对比

我厂 III 期工程 2×600MW 机组，配套美国 Foster Wheeler 公司生产的亚临界锅炉，每台锅炉配套安装 6 台 FWEC D-10D 型双进双出钢球式磨煤机，采用双吸离心静叶可调式一次风机，设计一次风压正常值为 8.0 kPa ～ 11.0 kPa。制粉系统没有设计密封风机，而是利用从一次风机来的常温压力冷风直接在炉前进入各磨煤机的密封风系统，至今运行正常。

4.2 从燃烧器高度进行对比

III 期工程锅炉同 1000MW 超超临界锅炉一样，燃烧器采用前后墙对冲布置。按 3 层 4 列布置；共 24 只燃

烧器，前墙自上而下为 A、C、D 三层，后墙自上而下为 B、E、F 三层。III 期锅炉顶层燃烧器中心标高达到 32220mm，而 IV 期锅炉顶层燃烧器中心标高则只有 31408.3mm，看出 IV 期锅炉顶层燃烧器中心标高比 III 期锅炉顶层燃烧器中心标低 811 mm，通过燃烧器中心标高对比，IV 期锅炉磨煤机对一次风系统的风压要求应该不会高于 III 期，至少系统风压相接近，

4.3 从制粉系统内阻力进行对比

由于 IV 期磨煤机没有加装在线的风压测量装置，罐体内的压力无法获取，只能借鉴同类型的 III 期磨煤机罐体内的压力，通过表 2 可以看出，根据冷热一次风压力与磨煤机罐体存在的差压，即便是外置式磨煤机分离器，IV 期磨煤机罐体内的压力也不会高于 III 期太多，磨煤机各部位密封风系统风压要求应相差不多。

附表 2 三期（#5、#6）锅炉与四期（#7、#8）锅炉各段风压对比

炉号	一次风机出口风压 kpa		预热器出口热一次 风压力 kpa		密封风机出 口压力 kpa	磨煤机罐体内（不同负荷）压力 (kpa)					
	A 侧	B 侧	A 侧	B 侧		A	B	C	D	E	F
						磨	磨	磨	磨	磨	磨
# 5	11.4	11.4	10.7	10.7		5.2	6.0	7.7	6.4	6.0	7.2
# 6	10.0	10.0	9.41	9.46		7.7	7.1	6.3	5.6	6.2	6.5
# 7	12.97	12.95	12.82	12.85	13.90						
# 8	13.30	13.33	13.31	13.32	14.31						

4.4 从一次风管道对比

IV 期磨煤机磨制后的煤粉从磨煤机的两端经过外置式分离器分离后，煤粉通过 8 条φ480×10 mm 一次风管道送入与之相对应的同一层燃烧器。48 只燃烧器组成前后墙对冲燃烧方式，燃烧器按 3 层 8 列布置，前墙自上而下为 E、C、D 三层，后墙自上而下为 F、A、B 三层。

III 期磨煤机两端分离器上各有两个煤粉出口，四根Φ508×14mm 一次风粉管道同样将煤粉送入与之相对应的同一层燃烧器。从系统上来看 IV 期一次风管道的高度没有 III 期高，但是长度上略超过 III 期制粉系统的，加上管道直径小，系统阻力应该考虑，所以在锅炉低负荷时应注意观察密封风压力。

5.结束语

5.1 由此得出结论，要达到节能的效果，完全可以停用该密封风机（改用旁路系统），直接采用一次风机来的压力冷风作为制粉系统的密封风和吹扫风，从附表 2 看出一次风机出口来的压力冷风，应该能够满足密封风压力高于磨煤机内部压力 4KPa 的差压，该压力下的风完全可以满足设计效果，不会影响密封风的功能。2008 年 1 月份就曾经发生过一台密封风机故障，启动另一台密封风机后风压无变化，被迫开启密封风机旁路挡板用旁路系统供风的事件。当压力冷一次风供风时，母管压力完全可以维持者 12.0kPa 运行。当然也必须调整“密封风压力低”报警信号，同时停用联锁启动备用风机功能，

5.2 现在 IV 期密封风机入口管道是直接炉前冷一次风母管上引出的。如果停用密封风机，改用旁路系统以后，应完全可以满足需要。考虑到原来设计的密封风机出口母管与炉前冷一次风之间的联络管道直径小，不能满足需要的话，可以利用停炉机会改造为大口径管道，或者直接从 A、B 一次风机出口联络母管上重新加装一条新管道至炉前密封风目管。

5.3 为了密封风机停运后该密封风系统能保证每台磨煤机各部位所需的密封风量，首先应保证空心轴密封盒密封风量以及螺旋输送装置轴承的密封风风量。可以将各给煤机使用的密封风供风管道，从现在的密封风系统上改接至炉前压力冷一次风母管上。

5.4 由于密封风机转速及风压比较高，经常发生故障，不但劳动强度大，一年的维护费用也达到万元以上。如果能按照此方案停掉密封风机运行，一年（按 6500 小时计算）下来可节约电量 75.4 万 kW.h 按照上网电价 1 千瓦 0.35 元计算，一台锅炉一年将节约人民币 26.39 万元以上，两台锅炉的密封风机都能停用，一年下来节约人民币 52.78 万元以上。

5.5 由于各分离器出口插板式闸阀未安装密封风系统，为了消除漏粉，保证设备文明生产，减少劳动强度，可以恢复加装该密封风系统。

作者简介

赵训海：山东济宁，男，1968 年 10 月出生，1991 年山东工业大学电力系毕业，同年分配到山东邹县发电厂运行分场。高级工程师职称，现担任邹县发电厂副总工程师职务。主要从事发电厂运行管理工作。

来源：山东邹县发电厂