

1000MW 机组超超临界锅炉制粉系统应用经验

作者: 张文慎 尹民权 发布日期: 2009-3-20 17:21:53 (阅 226 次)

关键词: [设备性能介绍](#) [双进双出球磨机](#) [设计与运行中注意问题](#)

1000MW 机组超超临界锅炉制粉系统应用经验

张文慎 尹民权

(山东邹县发电厂, 山东邹城, 273522)

摘要: 简要介绍了山东邹县发电厂 3030t/h 锅炉双进双出钢球式磨煤机以及附属设备的简要结构及特点, 针对制粉系统自投产以来出现的问题, 经过近两年来的不断治理, 收到了一定的效果。仍有许多值得我们不断探讨的问题, 因此笔者从设计、制造、施工等应注意的方面提出自己的看法。

关键词: [双进双出球磨机](#) [设备性能介绍](#) [设计与运行中注意问题](#)

1. 概述

华电国际山东邹县发电厂 IV 期工程 2×1000MW 机组超超临界燃煤凝汽式汽轮发电机组, #7 机组于 2006 年 12 月 4 日正式投产, #8 机组于 2007 年 7 月 5 日投产。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。锅炉配套安装 6 台磨煤机, 是沈阳重型机械集团有限责任公司引进法国 ALSTOM 公司的技术生产的 BBD-4360 型双进双出钢球磨煤机(见图 1)。

从上个世纪 80 年代辽宁清河发电厂 100MW 机组引进双进双出钢球式磨煤机以来, 湖南岳阳电厂 300MW 机组相继也应用了双进双出钢球磨煤机, 随着人们对[双进双出球磨机](#)的认识和了解, 已经被越来越多的电厂所使用, 至今国内已有山西阳泉、甘肃靖远、山东邹县、黑龙江七台河、江苏常熟等多家电厂在应用双进双出钢球磨煤机。虽然该磨煤机引进时间短, 已经全部可以国产化。

附图 1 双进双出(BBD)磨煤机构造图

1—分离器, 2—落煤管, 3—出粉管, 4—出粉口, 5—绞龙, 6—主轴承, 7—基础, 8—变速箱, 9—电机, 10—隔音罩, 11—盘车, 12—干燥器, 13—分配箱, 14—回粉管, 15—旁路风, 16—给煤机, 17—热风入口风斗。

该制粉系统采用一次风机正压直吹式制粉系统。磨制后的煤粉从磨煤机的两端经过外置式分离器分离后, 细度不合格的较粗的煤粉由煤粉分离器下部的回粉管返回到磨煤机重新磨制, 合格的煤粉通过 8 条 $\phi 480 \times 10$ 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。考虑到单端及半侧磨煤机运行, 从各磨煤机驱动端引出的 4 条一次风管道均与#1、#2、#7、#8 燃烧器相对应, 从各磨煤机非驱动端引出的 4 条一次风管道均为#3、#4、#5、#6, 与相对应的 8 只燃烧器连接。

2. 制粉系统的特点

2.1 磨煤机

双进双出(BBD)钢球式磨煤机其结构及系统布置与其它形式的球磨机有很大的不同, 能适用于所有煤种, 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而挥发份也高的煤种。该磨对煤种变化的适应能力强, 对“三块”不敏感, 可将煤粉磨制得很细, 且煤粉细度均匀性好。连续作业率高, 储存能力强, 设备可用率高, 耐磨性能好, 维护工作量小检修方便等。比单进单出钢球式磨煤机出力大, 运行可靠、自动化程度高等优点。煤粉出力和细度稳定、响应迅速、运行灵活性大、风煤比较低、无需备用磨煤机等优点已在电力生产中逐渐显现优势。其主要缺点是设备相对复杂, 价格贵, 运行电耗及钢材消耗量高, 占据

空间大等。

2.1.1 可靠性高、可用率高；国内外运行情况表明，配双进双出钢球式磨煤机的正压直吹式制粉系统的年事故率不超过 1%，明显低于其他形式的制粉系统。维护简便，维护费用低；与中、高速磨煤机比较，双进双出磨煤机的维护最简便，维护费用也最低，只需更换大齿轮油脂和补充钢球。出力稳定：能长期保持恒定的容量和要求的煤粉细度，几乎不存在由于磨煤机本身方面的因素造成制粉系统出力下降的问题。对煤种的适应能力优于其他形式的制粉系统：能有效地磨制坚硬、腐蚀性强的煤。双进双出磨煤机能磨制哈氏可磨性系数小于 50 的煤种或高挥发分（>40%）的煤种。储粉能力强；与中、高速磨煤机相比，双进双出磨煤机的筒体本身就是一个大的储煤罐，有较大的煤粉储备能力，大约相当于磨煤机运行 10~15min 的出粉量。在较宽的负荷范围内有快速的反应能力，试验表明，双进双出磨煤机正压直吹式制粉系统对锅炉负荷的响应时间几乎与燃油和燃气炉一样快，其负荷变化率每分钟可以超过 20%。双进双出磨煤机的自然滞留时间是所有磨煤机中最少的，只有 10s 左右。

2.1.2 能保持一定的出口风煤比；在双进双出磨煤机中，通过磨煤机的风量与带出的煤粉量呈线性关系。当设计的风煤比一定时，要增加磨煤机出力只需相应增加风量即可。低负荷时依然能保证合适的煤粉细度，在低负荷运行时，由于一次风量减少，相应的风速也减小，带走的只能是更细的煤粉。这对于锅炉低负荷稳燃是有利的。显著的灵活性；对双进双出磨煤机而言，当低负荷运行或启动时，即可全磨也可半磨运行。被研磨的介质既可以是一种，也可以是几种混合物料。此外，一台给煤机事故或一端煤仓（或落煤管）堵煤时，磨煤机仍能运行。

2.2 分离器

2.2.1 该磨煤机分离器采用双锥形重力离心（雷蒙）式外置双锥型结构，其作用是对一次风从磨煤机中带出的煤粉进行分离，把粗大的煤粉颗粒分离下来返回磨煤机再磨，合格的煤粉通过煤粉分离器出口一次风管道到达锅炉的燃烧器供锅炉燃用。在分离器出口处安有手动可调挡板，调节挡板可以增加或减少回粉量。保持一定的通风量，以不同开度调节分离器回粉挡板的位置。挡板在全开位置时，回粉量最低，煤粉全部被风携带离开磨煤机，磨煤机出力最大，煤粉会粗些，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，煤粉会细些，磨煤单耗较高。

2.2.2 这种分离器的优点在于圆环形的缝隙结构，能使锥体全周向均匀、连续排粉。但其结构较为复杂，故阻力也较大。该分离器的特点是出粉较细、调节幅度宽广、适用于烟煤、贫煤和褐煤、可配用各种磨煤机、适应能力较强、应用面广。磨煤机的出粉被一次风携带到分离器这个过程本身也是一次风对煤粉的做功过程，一次风在这一过程中将消耗的动能的一部分用于将煤粉的高度提升到分离器的高度。这时有一部分细度不合格的煤粉由于自身重量大而无法进入分离器从而使这一过程首先将一部分较粗的煤粉初步淘汰掉，此过程称为煤粉为进入分离器之前的初步分离。当煤粉随着一次风进入分离器内部时煤粉被分离器内锥体下部的分流装置分流，进入内外锥体之间的空间继续向上运动。在这一过程中又有一部分细度不够的煤粉被淘汰，从分离器下部的回粉管返回磨煤机内部重新磨制，此过程称为煤粉进入分离器的一次分离。

2.2.3 折向挡板是处于分离器内锥上部外锥内部的一圈开度可调的挡板，折向挡板作用有二：其一是使煤粉通过后形成旋流，使煤粉以离心的原理在内锥体中进行二次分离；其二是通过调节折向门的开度可以调节煤粉细度。当经过一次分离的煤粉经过折向挡板进入内锥体后由于旋流的作用使煤粉在内锥体中又经历了一次离心原理的分离，分离后的煤粉细度合格的被一次风携带通过分离器上部的一次风管道送往燃烧器，细度不合格的煤粉经分离器内锥体下部的分流装置与内锥体之间的缝隙流出内锥，经回粉管返回磨煤机内部重新磨制。煤粉在内锥体内的旋流式分离称为煤粉在分离器中的二次分离。

2.3 回粉管

回粉管是分离器中分离出的细度不合格的煤粉返回磨煤机的通道。回粉管较细，为保证回粉的畅通，回粉管的坡度要符合要求。回粉管的上端接于分离器之下，下端连接到空心轴端部的落料管，返回的煤粉由回粉管的下端与从给煤机下落的煤混合经螺旋输送机进入磨煤机筒体重新磨制。在回粉管的中部安装有逆止锁气器。该逆止锁气器的结构是由一片挡板通过铰链的方式悬挂在回粉管的内壁上。锁气器的作用是当待返回的煤粉达到一定重量时，将通道打开使煤粉通过，当锁气器上面的煤粉数重减少到一定程度时关闭，

防止磨煤机内的一次风未发挥携带煤粉的作用而直接“短路”进入分离器，同时一次风的“短路”也将造成一部分煤粉在磨煤机与分离器之间做不必要的循环，增加磨煤机的电耗降低系统的效率。

2.4 混料箱

混料箱安装在给煤机下出口挡板之后，即用于干燥原煤的旁路风与给煤机出口的原煤的混合之处。旁路风进入混料箱后从四周吹入落煤管将原煤进行烘干。混料箱的内部采用不锈钢的叶片，落煤管采用不锈钢板做内衬，有效地阻止了原煤的粘贴，避免阻塞。

该磨煤机的一大特点就是，就是在给煤机出口的落煤管上安装一只原煤干燥混合器（也称混料箱）。为了防止我厂落煤管积煤，笔者在 1995 年《发电设备》杂志第一期和 1997 年《山东电力技术》杂志第二期上就提出加装混合器的论点。原煤经给煤机的出口落入混合器内，在混合器内原煤与热风进行第一次混合。原煤团经过旁路风吹动、翻滚、撞击、干燥、破碎后落入“V”形分配箱，在分配箱内与热风、回粉进行第二次混合形成粉包煤后进入绞龙。以往的设计，原煤与热风在空心轴处的“V”形分配箱才混合，结果给煤机落煤管堵塞严重。由于混合器高度 16 米左右，也就是将原煤与热风的混合阶段提前了 10 多米。因延长湿煤的预混阶段，所以有效的防止磨煤机各部位堵煤。

3. 存在问题

3.1 一次风粉管道煤粉沉积堵管

在 2006 年 11 月 27 日至 12 月 4 日#7 锅炉 168 小时投产试运过程中，曾有 6 次发生一次风管道煤粉沉积现象。11 月 27 日 16:20，发现#7 炉 F1 风粉管道出口温度逐渐降低，温度最低降至 19℃，开启吹扫风门吹扫无效，强制关闭分离器至 F1 风粉管道出口门，打开吹扫风门吹扫。11 月 30 日 22:30，就地测量发现#7 炉 B4 风粉管道出口温度逐渐降低，开启 B4 风粉管道吹扫风门进行吹扫。12 月 1 日一次发现#7 炉 B1 风粉管道出口温度逐渐降低，两次发现 F5 粉管温度降至 17℃。12 月 3 日发现#7 炉 B4 一次风管温度偏低，开启 B4 吹扫风门进行吹扫。在 12 月 4 日 11:18#7 机组 168 小时满负荷试运行结束停炉后，敲击检查各燃烧器入口一次风管道水平段，发现多数管道内部都存在有不同程度积粉现象。打开其中 16 根一次风管道，发现管道内明显大量积粉，最多的积粉厚度接近管道三分之一。12 月 18 日锅炉点火后用了近 10 个小时吹扫各一次风管。依次开启#7 炉吹扫风门，将 A4、B1、B2、B3、B5、B6、B7、D1、D2、D3、D4、D5、D6、D8、C6、D7 等一次风管道内沉积煤粉吹扫干净。2007 年 1 月 3 日 6:5 就地测量#7 炉 A 磨煤机 A7、A8 一次风机管道温度分别为 6℃、10℃，对#7 炉 A 磨煤机 A7、A8 一次风机管进行吹扫。

现在仍时常在就地听到一次风管道内有较大颗粒煤粉的撞击声，尤其是当分离器内部堵塞严重时，还存在一次风管道煤粉沉积的现象。

3.2 炉渣中夹杂有大颗粒的原煤

#7 炉投产初期，缺乏这方面的经验，对分离器顶部的折向挡板没有进行规范调整。经过一段时间的运行，煤粉细度和均匀度方面都存在问题。2007 年 3 月份，不但发现煤粉比较粗，而且从锅炉底部冷灰斗内捞渣机捞出的炉渣中，时常发现还没有经过燃烧的，而且煤粉炉中不应该有的原煤颗粒。原煤颗粒直径约 15mm 以上（见附图 2）。

3.3 制粉系统多处积煤自燃

2006 年 12 月 31 日 9:50，#7 炉运行中发现 B 磨煤机驱动端热风入口的风斗下部钢板烧红，随后还几次发生过 F 磨煤机非驱动端以及 B 磨煤机驱动端和非驱动端热风入口的风斗下部积煤自然现象。2007 年 7 月 30 日至 8 月 6 日，一周的时间连续 7 次发现#7 炉 B 磨煤机驱动端热风入口的风斗下部积煤自然导致钢板烧红现象。

2007 年 7 月份#8 锅炉“168”小时投产试运前后，多次发生磨煤机入口落煤管上安装的原煤混料箱处积煤自燃的现象：7 月 7 日 1:15，#8 炉 A 磨煤机运行中热风管漏热风，导致电缆夹层西墙处烟感报警信号发出，采取降温措施后报警复位。7 月 8 日 19:00，在启动#8 炉 B 磨煤机时，非驱动端干燥混合器处漏热风严重，被迫停止磨煤机。7 月 9 日 20:50，启动#8 炉 A 磨煤机后，就地发现驱动端干燥混合器处积煤着火，紧急停磨煤机。

3.4 燃烧器入口一次风温度低于设计值

由于一次风管道表面没有加装保温层，冬季受到环境温度的变化，在 11 月份管道表面温度最低达到 17℃～

19℃，1 月份管道表面温度降至 6℃～10℃，说明一次风管道内煤粉沉积。就是管道不发生内煤粉沉积，受环境温度的影响，通过表 1 可以看出沿各磨煤机后的一次风系统各段温度，均存在不同程度的逐渐降低现象。设计燃烧器出口一次风温度 70℃，当燃烧器入口一次风温度降低会导致喷口着火点远离，造成火焰监测探头观察不到火焰，误发局部灭火的信号等。

附表 1 #7、#8 锅炉运行中制粉系统各部位一次风粉管道表面温度

类别名称		磨煤机出口℃	分离器前℃	分离器后℃	燃烧器前管道℃	排烟温度℃	环境℃	电负荷 MW	测量时间
#7 炉	A 磨煤机	65	57	45	29～37	A 侧 116 B 侧 115(未投入暖风器)	8～11	800	2007 年 1 月 19 日
	B 磨煤机	67	56	48	34～38				
	C 磨煤机	64	60	47	38～41				
	D 磨煤机	70	59	47	36～42				
	E 磨煤机	65	56	46	28～33				
	F 磨煤机	65	62	48	30～37				
#8 炉	A 磨煤机	65	59	60	43～51	A 侧 103 B 侧 105(未投入暖风器)	6～18	852	2007 年 12 月 6 日
	B 磨煤机	64	58	59	43～51				
	C 磨煤机	65	61	62	51～61				
	D 磨煤机	67	54	63	53～57				
	E 磨煤机	69	58	60	32～55				
	F 磨煤机								

注：①磨煤机出口温度、排烟温度和电负荷为在线参数，其余为笔者用红外线测温枪就地测量采集
②燃烧器前一次风管道温度为该制粉系统各条一次风管道的平均值（仅供参考）。

3.5 分离器内部堵塞严重

由于入炉煤受到外界因素影响煤质明显下降，尤其是地方小煤窑和经过周转的汽车来煤。原煤中不但水分增大，煤中各种杂质也增加，由此导致磨煤机分离器挡板上杂物堆积，堵塞通道，严重时堵塞内锥体出粉口及回粉管，严重的影响了分离器的分离效果，严重时还导致大颗粒原煤被气流携带走。据 2008 年 5 月 5 日至 6 月 5 日一个月的时间统计，#7、#8 炉磨煤机分离器清理内锥体出粉口及分离器折向挡板处堵塞 37 次。每次都能清理出麻绳、编织袋、胶皮、铁丝等杂物 1～2 编织袋，通过表 2 可以看出 #7 炉 E 磨煤机清理多达 6 次，每次都要利用夜间降负荷停磨煤机进行清理，如果风门不严密漏热风就比较危险。

附表 2 2008 年 5 月 5 日至 6 月 5 日 #7、8 炉分离器内部清理次数统计表

#7 炉 A 磨 B 磨 C 磨 D 磨 E 磨 F 磨

清理次数 4 5 4 4 6 2

#8 炉 A 磨 B 磨 C 磨 D 磨 E 磨 F 磨

清理次数 3 2 3 2 2 0

3.6 按规定设备表面温度高于 50℃必须采取保温绝热措施。磨煤机的入口自膨胀节之后的热风道、磨煤机两端“V”形分配箱壳体、分离器外壳，给煤机的下煤管、干燥器等表面温度达 110℃以上，均没有保温层，不但漏热，而且夏季厂房内温度高。

3.7 磨煤机运行中定期加入钢球，一次连续加 1～2 吨。现在给煤机的运转层已经提升到 17 米高，如此高的落差，钢球从加球管加入，下落至分配箱处绞龙位置，容易造成冲击损坏设备，为了减缓冲击力，该磨煤

机加球管内部结构进行了改变，因此经常发生钢球堵塞现象，不但延误加球时间影响经济性，而且处理起来比较麻烦。

3.8 该磨煤机还存在分离器人孔门（检查孔）等布置不合理，两端“V”形分配箱与热风入口连接法兰等过于紧凑，检修、维护不方便等等。风道膨胀量不足，磨煤机入口热风门电动执行机构设计位置不合理等，导致多处管件受阻、卡涩、变形，拉裂膨胀节等等。

4.原因分析及预防

为了更好的使用和管理好 1000MW 机组设备，通过运行中所发生的问题进行分析探讨，除了与当前入炉煤质差以外，还与设备的设计、制造、安装有一定的关系。 4.1 煤粉细度方面

4.1.1 在投产初期，针对 #7 炉制粉系统存在以上问题，通过不断的探讨研究，会同设备生产厂家的工程技术人员共同检查分析，发现分离器的所有折向挡板角度都不一致，且调整困难，发现分离器内部异物较多卡涩折向挡板，先后对各磨煤机的分离器折向挡板进行调整，将挡板从 90°调整为 45°，并从磨煤机分离器清理出理塑料袋、抹布、绳子、工作服、纸浆板、塑料布及胶皮等杂物。经过对给煤量、风量、料位调整试验，发现风量是影响大颗粒出现的主要因素，当风量大于 95t/h 时尤为明显，为此又分别将各分离器折向挡板角度调整为 50°~60°。

4.1.2 发现分离器的结构上也存在质量问题，分离器属于磨煤机设备生产厂家分包给其它单位制造的，由于缺乏质量验收把关，导致存在一些质量上问题。所以 2007 年 4 月份对 #7 炉分离器进行治理，分离器下方内锥体周围的回粉挡板太薄，钢板厚度只有 8mm 厚（设计 10mm），于是先在 C 磨煤机分离器每个回粉挡板上焊接 140mmx60mmx8mm 规格的钢板作为配重块，增加回粉挡板的重量，以便自由回落。还针对 A、C 磨煤机个别回粉挡板脱落以及回粉管堵塞的问题，在恢复回粉挡板的同时还将钢板更换为 10mm 厚钢板。发现回粉挡板与分离器内锥体之间留的距离太大（约 60mm），不但漏风而且也容易卡住煤块等异物，导致回粉挡板不能自由活动，临时采用加焊密封板的办法。还发现分离器的回粉锁气器（也称重力式锁风逆止阀）使用的橡胶板材质太差，运行不久就磨坏漏风，严重影响回粉，向厂家提出后全部更换耐热、耐磨橡胶板。

4.1.3 通过对制粉系统一系列的改进和调整，煤粉细度、均匀度得到明显的控制，缓解了一次风管道的积粉问题，煤粉中携带大颗粒的现象已经得到明显的改善。实际上山东的嘉祥、莱城、潍坊等电厂也存在以上的现象，磨煤机制造厂家一直没有好的彻底解决的办法。由于煤质问题，为了锅炉高负荷的需要，在 2007 年 7 月 18 日又对个别分离器折向挡板调整进行微调，结果煤粉中携带大颗粒原煤的现象又出现，磨煤机低负荷时尤为明显。由此可以诊断出，由于该种结构的磨煤机与以往不同，特别是采用了原煤提前预混的理念，导致布置上的改变，而没有采取新的操作方式，所以会带来运行工况变化。正是由于系统结构的变化，出现气流短路导致系统风压波动，出现回粉挡板损坏、分离器出粉不均匀，导致一次风风粉气流将大的煤粉颗粒携带吹入炉膛。据了解，青岛电厂、菏泽电厂在对该种类型分离器的治理改造上取得了一定的经验，收到的效果比较明显。

4.2 设备结构方面

4.2.1 由于该磨煤机引用了原煤预混阶段提前的设计理念，现在来看由于延长了湿煤的预混阶段，虽然有效的防止磨煤机各部位堵煤，但是由于在干燥混合器内提前引入热风（设计 192℃），正是因为如此，带来各种隐患，多次发生干燥混合器处漏热风，积煤自燃，严重威胁着锅炉的安全运行。加上人们对干燥混合器使用理念没有完全理解，对其所在的位置和对磨煤机的影响，以及掌握和认识不足，如果干燥混合器利用不当，则会影响分离器效果。

4.2.2 由于该种钢球式磨煤机与我厂 III 期锅炉选用的美国 FWEC D-10-D 型双进双出钢球式磨煤机结构不同；FWEC 磨煤机的分离器采用蜗型内置紧凑式。为什么 III 期锅炉制粉系统不存在一次风粉中携带大颗粒的现象，看来与现在的制粉系统结构有关。磨煤机的风粉量自动设定信号选自磨煤机入口容量风，一般风与粉的配比为 1: 1。而作为干燥混合器用的旁路热风则没有采用自动控制，只能通过值班人员手动调整，当磨煤机高负荷时一般不用旁路风，只有低负荷状态才投入旁路风，由于该管道位置所决定，此路热风虽能调节磨煤机出口温度，但不全部参与磨煤机内部的工作。

4.2.3 干燥混合器处漏风着火，多是法兰处密封不严密或螺栓紧固不良引起。主要是施工安装单位理念没有改变，以往单进单出磨煤机多为负压制粉，漏风不被重视，现在的双进双出磨煤机变为正压制粉，磨煤机出、入口管道的连接法兰，安装工艺差，造成漏热风 and 煤粉以致于自燃，不但我们厂出现类似问题，山东莱城、潍坊电厂的磨煤机也存在以上问题，被迫在锅炉运行中将该法兰焊死。

4.3 设备系统方面

4.3.1 早期的锅炉，直吹式制粉系统从磨煤机出口到燃烧器的一次风管道距离有几十米长，现在的百万机组锅炉的上层燃烧器标高 30 多米，且炉膛体积庞大。一次风管道长短差别大，IV 期锅炉顶层燃烧器中心标高 31408.3mm，但一次风管道环绕锅炉则长达 120 多米，有几十米长的水平管段和弯头且爬坡较多。各磨煤机出口温度接近 70℃，而到达燃烧器处温度为什么明显差别（见表 1），一次风温度降低 25℃左右，与系统管道散热有很大的关系。I、II 期锅炉制粉系统，从磨煤机出口至排粉机入口，一次风管道长 130 多米温度只降低 2℃左右，由此看出保温的重要性。

4.3.2 按规定设备表面温度高于 50℃必须采取保温绝热措施。现在的施工理念受到其它因素的影响，不但#7 炉各磨煤机两端“V”形分配箱壳体 77℃、体积庞大的外置式分离器壳体 60℃均没有保温层，而且给煤机的下煤管表面 116℃、混料箱表面温度一般在 145℃（磨煤机入口热风弯头 185℃）均没有保温层，尤其是 100 多米长的一次风管道全部没有敷设保温层。漏热不但危及人身安全，还导致厂房内温度高等。为此在锅炉零米加装 10 多台大型轴流风扇，夏季进行强制通风降温。

4.3.3 由于降低了燃烧器入口一次风粉温度，使煤粉着火延缓，炉膛火焰中心上移和炉膛结焦等。根据笔者了解华电国际系统内山东烧烟煤的一些新建电厂和机组，锅炉磨煤机出口至燃烧器一次风管道普遍存在没有加装保温层的问题。象华电滕州新源热电公司 2 台 350MW 机组、莱城发电厂 4 台 300MW 机组、华电章丘发电有限公司二期 2 台 300MW 机组、邹县发电厂的 2 台 600 MW 机组和 2 台 1000MW 机组。由于一次风管道经常漏粉治理困难，在 2001 年前后为了创一流，便于设备的文明治理，有的厂将投产时安装的保温层全部拆除，象邹县发电厂的 4 台 300 MW 机组和十里泉发电厂的 2 台 300MW 机组。由此看出，制粉系统的管道设备不加保温层，不仅仅威胁锅炉的安全生产还影响机组的节能减排。

5.结束语

为了减少漏热而达到节能效果，如果在四期制粉系统的一次风管道外部加装保温层，将会使燃烧器入口一次风温度比现在升高 25℃左右，使其维持在 67℃以上运行，会有更加有利于煤粉的燃烧和燃尽。即便是按照燃烧器入口一次风粉混合物温度提高 20℃计算，锅炉的排烟温度可以下降 10℃，能提高锅炉效率 0.55%，则降低煤耗 1.88 g /Kw.h。一台锅炉燃料消耗量(实际) 401.3t/h，按照机组年运行 6500 小时，负荷率 70%计算，以降低煤耗 1.88 g /Kw.h 为基准，一台机组预计全年可节约燃料量 9009 吨/年，每吨煤按 400 元计算，一年将节约费用三百多万元。如果 IV 期两台锅炉均采用此方案，预计今后每年节约费用将相当可观。

作者简介：

张文慎：山东枣庄，男，1972 年 4 月出生，1994 年山东工业大学热能动力工程系毕业，同年分配到山东邹县发电厂运行分场。工程师职称，现担任邹县发电厂副总工程师职务。主要从事发电机组的检修管理工作。