

热电厂节能技术分析

王增辉¹, 周 涛²

(1. 中国科学院研究生院, 北京 100000; 2. 华北电力大学 能源与动力工程学院, 河北 保定 071003)

摘要:介绍热电厂的主要设备(包括锅炉、汽轮机和发电机)及其节能措施,从热力系统的节能、余热回收技术、先进点火技术、燃料节能管理和交流变频技术等方面分析了热电厂节能技术。

关键词:热电厂; 节能; 余热回收; 交流变频

中图分类号:TK01⁺8; TK08 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-7948(2008)06-0008-04

引言

能源问题是关系到我国经济社会发展的重大战略问题。20世纪90年代初以来,随着经济的增长,中国的能源消费总量与国内生产总值的比值关系在逐年缩小,表明中国能源贡献度在提高。但根据《2006中国可持续发展战略报告》^[1]对世界59个主要国家的资源绩效水平的调查排序,中国资源绩效居世界倒数第6位。我国的能源利用效率为33%,比发达国家低约10个百分点。我国吨煤产生的效率仅相当美国的28.6%,欧盟的16.8%,日本的10.3%。目前我国资源消耗强度大,资源消耗带来了环境污染的问题,因此节约能源是我国更好地进行社会主义现代化建设、发展市场经济的关键问题,有必要研究提高能源利用率的方法。

《BP2006年全球能源数据计算统计》^[2]分析了我国2006年能源消费结构构成情况(见图1)。能源资源条件决定了我国以煤为主的能源消费结构在短期内难以转变,未来火电仍将在整个能源过程中发挥不可替代的作用。

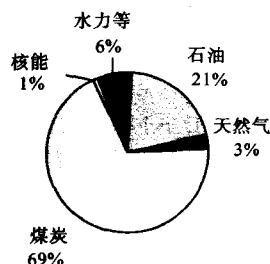


图1 BP2006年中国能源消费结构

由于城市发展现代化和环境保护的要求,随着集中供热的需要,新兴热电厂企业发展起来。在电力系统方面,要求热电厂技术上保证电网安全,运行上服从电网调度,经济上按上网电价结算。热电厂

是热电联产型企业,发电部份固有的热力学冷源损失用作供热了,同时热电厂的大型锅炉热效率比分散供热小锅炉高,但仍需要对热力系统和设备进行技术改造达到节能的目的。

1 热电厂主要设备节能

热电厂在把一次能源转化为电、热能的过程中,采用了热电联产工艺,减少了转换过程中的冷源损失,使热电厂发电、供热标煤耗率低于相同条件下的热、电分别生产的这一指标。近几年来,随着热电竞价上网措施的落实和煤炭燃料价格的上涨,热电厂的经济效益也受到一定的影响。

热电厂主要设备包括锅炉、汽轮机、发电机、省煤器、送引风机、静电除尘器、碎煤机和变频器等。搞好热力设备、热力系统及热网的保温,是控制热电厂能源损失的重要措施之一。保温效果的好坏,取决于保温材料和质量的选择、保温厚度的确定及保温结构的选定,要确保保温效果,达到严密、坚固、表面温度不超标。另外,要不断更新保温技术和措施,定期对保温进行维护。

下面对主要设备的运行参数和节能措施进行分析。

1.1 锅炉的节能措施

目前很多热电厂是中温中压参数的热电机组,循环热效率较低,因此要实现节能降耗,降低生产成本,需要分析热电厂机组的热化电能生产率。

(1) 采用高参数的锅炉。

热力学中卡诺循环的效率为 $\eta_i = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, 从该式可以看出,初温 T_1 越高,效率 η_i 越高。初温对热电厂的影响和卡诺循环相同,提高新汽的初温 T_1 ,可以使热效率提高。从目前热电厂情况和锅炉的实际运行参数看,采用高参数的锅炉是一种比较

可行的节能措施,并且经济性效果显著^[3]。

(2)采用强化传热结构。

在锅炉节能设备方面,目前强化换热技术发展较快,如能在热电厂技术改造中将传热结构改为各种先进的强化传热的结构方式,增大传热面积,提高换热效果,也是有效的节能技术。强化传热技术可以为:改变管子外形,管外加翅片;通过改变管子形状和表面特性来强化传热,如加工成螺纹管、螺旋槽管、外翅片管等强化传热管技术;也可改变壳程挡板或管间支撑物,以减少或消除壳程流动与传热的滞留死区,使传热面积得到充分的利用^[4]。

(3)加强保温和密封。

为保证锅炉的燃料燃烧热能被充分利用,需保证炉墙的保温、炉顶的密封和炉墙缝隙的密封。为减少炉墙散热损失,提高炉膛温度,炉墙的保温可采用硅酸铝平板包覆,炉墙交接处的伸缩缝用硅酸铝绳加硅酸铝平板密封。炉顶与炉墙交界部分由于在使用过程中,随着使用时间的延长和热胀冷缩也会出现开裂,引起锅炉“三漏”,即漏风、漏烟、漏灰。热电厂锅炉的炉顶四周与炉墙交界处的“三漏”可采用延长炉顶高度和增高炉墙达到较好的密封效果,将炉墙与炉顶的水平伸缩缝包裹起来。

1.2 汽轮机的节能措施

汽轮机是将蒸汽转变为电能的机械装置。由于汽轮机是锅炉和发电机的连接桥梁,因此汽轮机供热参数的合理匹配,对节能有重大意义。如能保持它的进、排汽参数处于额定值,不仅有利于汽轮机的安全运行,也有利于保证汽轮机经济运行。

(1)采用汽轮机压力匹配器。

目前我国中小型热电厂机炉匹配复杂。有的供汽压力远高于用户压力,从而造成能位贬值使用,此时应当考虑能位的梯级利用。有的锅炉降低了运行参数,致使汽轮机也降低了运行参数,低于额定参数,这样对汽轮机的出力影响很大,应采取措施及时调整。在这种情况下可在汽轮机抽汽管道上增加汽轮机压力匹配器^[5]。压力匹配器的工作原理是借助于少量的高压力蒸汽的喷射,形成高速气流、引射并提高低压力蒸汽的压力,适应供汽要求。

(2)保证汽轮机的排汽真空。

汽轮机的排汽真空是一个重要的监视参数,如真空达不到要求将影响汽轮机的经济运行效果,真空降低,使发电量减少,热能损失增大。对汽轮机的真空度要定期试验,保持系统的严密性,发现问题及

早解决。

(3)采用除盐水。

汽轮机射水抽汽器是通过抽吸凝汽器中的不凝结气体来维持凝汽器中真空的设备。由于循环冷却水容易在管道及射水抽汽器中结垢,结垢后使凝汽器内真空度降低,减少汽轮发电机组的发电。通常可改用除盐水作为抽真空的介质水。除盐水经循环水箱送到除氧器^[6-7],这样除盐水不会在抽汽器中结垢,解决了真空下降问题,除盐水带走了凝汽器内部分热量,得到了加热,减少了除氧器的用汽量。

(4)汽轮机轴瓦冷却独立冷却水循环系统。

汽轮机在高速旋转情况下,受到高温蒸汽的加热,轴瓦将会产生热量。汽轮机中为了冷却由于轴瓦温度升高导致的润滑油温升高,因此设置了冷油器设备。冷油器是一个列管式表面冷却器,来冷却汽轮机轴瓦出来的润滑油。通常热力系统设计用工业生产水作为冷油器冷却水,吸收热量后直接排放掉^[8]。实际上这部分水可通过技术改造后形成一个独立的冷却水循环系统,水源热量作为民用取暖用水或热电厂厂用水。

(5)汽轮机漏汽的回用。

为了避免转动部件与静止部件的摩擦、碰撞,汽轮机轴伸出汽缸的两端处以及自动主汽门、调速汽门和旋转隔板等处必须留有适当的间隙,这些间隙的前后都有压力差存在导致漏汽。为防止漏汽安装有汽封加热器,集中这些漏汽经冷却后变为冷凝水。通过节能改造可用管道将漏汽引入汽轮机回收利用。

1.3 发电机的节能措施

发电机是将热能转化成电能的最后步骤。发电机工作时由于存在铜损和铁损,这些损失转变成了热能,导致铁芯和线圈的温度升高。为了将线圈和铁芯产生的热量及时带走,防止线圈老化,发电机通常安装有空气冷却器。它通常采用循环冷却水冷却发电机出来的空气后再送入发电机。通常热力系统设计用工业生产水作为空气冷却器冷却水,吸收热量后直接排放掉。实际上这部分水通过技术改造后形成一个独立的冷却水循环系统,水源热量作为民用取暖用水或热电厂厂用水。

2 余热回收技术

热电厂的余热是最终消耗的能源,如能强化热电厂尾部的传热效果,降低排烟温度,达到热量的最大利用,将从最终环节达到热电厂的节能。

目前,国内外烟气余热回收装置有回转式换热器、焊接板(管)式换热器、热管换热器、热媒式换热器、有效吹灰或加装程控吹灰装置、加装低压省煤器等,其中以热媒式和热管式为主。热媒式换热器由于运转设备多,设备维护和运转费用高,对系统的要求十分苛刻,在国内应用较少。热管是一种新型、高效的传热元件,其内部是靠工质循环实现热量传递,它的当量热导率可达金属的数倍。以热管为传热元件的热管换热器较其他换热器在利用热能、回收废热、节约原料、降低成本等方面,具有独特的优点,特别适用于中低温的余热回收,广泛应用于锅炉余热回收,取得了明显的节能效果^[9-10]。

热电厂生产过程中,厂用电率一般较高,采用循环流化床锅炉厂用电量就更高;用户供热耗电大也是厂用电量高的原因。同时,热电厂又有大量的低温低压余热蒸汽,利用这些低品位蒸汽来产生电力和动力,可大大降低厂用电消耗,经济效益和节能效果十分明显。

锅炉连续排污系统是锅炉汽包内水表面处的排污,排除炉水中的各种杂质,以确保蒸汽品质,使机、炉等设备能正常安全运行,但却使电厂的热损失增加。热电厂排污量每增加1%,将使燃料消耗量增加约0.12%~0.18%,它几乎等于电厂其他汽水损失的总和。热电厂通常设置连续排污扩容器系统,由于扩容蒸发产生的蒸汽含盐量很低,允许回收进热力系统。

完善废热回收利用系统,通常热电厂的供汽凝水回收一般很难做到,主要原因是水质被污染而放掉,从而造成较大的热量损失,而补充这些损失所采用的水质较好的软化水增大了补水成本。因此热电厂对回水利用要研究可行方法,以减少浪费,降低成本。

3 点火技术

循环流化床燃烧技术是目前最成熟、最经济、应用最广泛的一项清洁燃烧方式。依托于该技术发展起来的循环流化床锅炉也在世界范围内迅速发展,目前在中小容量锅炉方面已得到大范围推广。通常热电发电机组启动点火都是采用燃烧柴油或重油的方法。1台60万kW机组,调试启动一次就要消耗燃油6000~8000t,采用等离子体点火能有效降低燃油消耗^[11]。

等离子体是指物质被电离后生成的由原子、电子、离子和分子等粒子组成的正负电荷数相等、对内

为良导体、对外为中性体的粒子集合体。利用空气等离子体内的高温,使通过空气等离子体的煤粉气流深度裂解,产生出比正常燃烧多20%~80%的挥发分,并使这些挥发分迅速点燃,等离子点火通过电离空气迅速点燃煤粉,在等离子燃烧器内着火后喷入炉膛,从而代替油枪实现锅炉点火,进而点燃固态碳,达到了煤粉气流连续燃烧。

等离子点火技术可以直接采用煤粉点火,不仅节约了石油资源,并可减少粉尘排放,避免环境污染,为电厂节约80%~90%的点火成本。现有火电机组如全部改造成成为等离子点火,每年可以节约燃油600万t以上,为电厂节约发电成本300亿元,相当于为国家节约了一座中型油田的原油。

4 加强对燃料的全过程管理

目前我国的热电厂基本上仍以燃煤作为主要燃料,因此,做好燃煤的经济管理,是热电厂节能的重要手段。首先应制定燃煤全过程管理制度,从煤炭采购的计划安排、煤价的确定、煤质的化验和煤量的检验,到根据不同炉型对入炉煤按挥发分、发热量、灰分等的合理调配和控制等各个环节都应有章可循。

在锅炉中,燃料的燃烧是将燃料的化学能转变为热能的过程,通过提高燃烧效率,能提高锅炉的热效率,同时也是保证热电厂经济和环保效益的重要组成部分。

必须对锅炉燃烧的进、出口进行有效控制,才能真正提高燃烧效果。进口处合理调节风速,根据炉膛温度、负荷大小进行调整,否则燃料的燃烧率较难提高,造成燃烧损失。应将锅炉渣的含碳量等作为考核燃料燃烧率的重要指标。

在热电厂中,输煤系统通常是在进碎煤机前都采用固定筛,但有时煤所含水分超标时,煤粉不能有效地从固定筛中通过,直接进入碎煤机,造成碎煤机被堵死而停发电事故。因此可采用滚动筛替代固定筛安装在碎煤机前,解决进厂煤灰分高、水分超标而导致碎煤机被堵死,减轻碎煤机的负荷。

5 降低辅机设备电耗,利用交流变频技术

目前我国大部分热电厂使用的是循环流化床锅炉,锅炉循环倍率高,锅炉效率与风煤配比有很大关系。当风量大于最佳风量的1%,锅炉出力效率将降低3%,锅炉磨损将增大3倍。当热电厂燃煤的品种发生变化时,发热量波动大,要想达到最佳风煤配比,风量要根据燃烧状态及时调整才行。因此,必

须采取一种调节范围大、调节比较灵敏方便的调节风量的方式。

阀门节流调节法设备简单、调节容易,附加能量损失大;前导器调节法的效率比阀门节流调节高,但调节范围较窄;改变叶轮叶片安装角调节法的操作不灵活,较难全部实现;变频调速调节法则可在较大范围内无级调节,节能效果显明。

交流变频调速器是电机技术、控制技术、计算机技术和功率半导体技术的结晶,推动了电气传动自动控制领域的革命,使交流调速技术取得了突破性进展。使用交流电机变频调速器,可使普通交流电机实现无级变速,恒转矩或变矩拖动,不影响电机的功率输出,具有显著的节能效果,真正达到高效节能运行^[12]。在热电厂中,通常配有风机、引风机、循环水泵、给水泵、给煤机等辅机,通常这些设备的额定流量都超过实际需要。它们功率大,决定着厂用电量也大,选择变频的调速方式则是降低用电量的有效途径。将这些定速运行机械,改为变频调速运行,低负荷时电机轴功率减少,从而节省了厂用电。

参考文献

- [1] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2006 中国可持续发展战略报告[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [2] 英国石油公司 BP. BP2006 全球能源报告[Z]. 2007.
- [3] 王汝武. 节能技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] 陶文铨, 何雅玲. 对流换热及其强化的理论与实验研究最新进展[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [5] 王汝武, 曹猛. 提高热电厂效率的几项措施[J]. 节能, 2007, (3): 41-43.
- [6] 李俊. 热电厂节能新途径[J]. 节能, 2004, (11): 47.
- [7] 周萍, 余建平, 蒋爱华. 工业锅炉热力系统的改进及节能[J]. 节能, 2004, (9): 38-39.
- [8] 孙卓林. 热力系统节能技术改造方案介绍[J]. 发电设备, 2002, (1): 44-46.
- [9] 王斌斌, 仇性启. 热管及其换热器在烟气余热回收中的应用[J]. 工业加热, 2006, 35(5): 37-41.
- [10] 徐伟, 陈思嘉, 何燕, 等. 热管技术在余热回收中的应用研究进展[J]. 广东化工, 2007, 34(2): 40-42.
- [11] 沈士军. 1000MW 超超临界锅炉应用等离子点火及运行分析[J]. 华东电力, 2007, (9): 73-76.
- [12] 官宁清, 朱元文. 应用变频节能技术增强小型电厂市场竞争能力[J]. 山东煤炭科技, 2004, (5): 54-55.

作者简介: 王增辉(1976-), 男, 山西介休人, 博士, 副教授, 主要从事工程热物理方面的研究工作。

收稿日期: 2007-12-19; 修回日期: 2008-04-16

国家专利节能设备

蒸汽回收机

广告专利证明: NO. 9851000007
实用新型专利号: 96233509.6 00223657.5

绵阳星恒节能环保有限公司是我国上世纪 80 年代最早研发生产节能环保设备的专业厂家, 拥有自主知识产权的专利节能设备“蒸汽回收机”, 已在全国 2800 余家广泛应用, 取得显著的节能经济效益, 这一项专利产品是您可以信赖的新型设备。本专利从未对外转让, 现在天津、广东、福建等纸箱厂不知蒸汽回收机的内在技术特性, 只图价格便宜, 采用了侵权仿冒的产品, 在使用中出现了温度不稳定、热缸积水等问题, 几个月就无法再使用。对此: 再次提醒纸箱行业的用户, 请认准“国家专利技术, 专业品质, 专业厂家”的蒸汽回收机, 它能给您带来效益。

蒸汽回收机特点: 国内外独家以闭路循环回收方式, 将用汽设备所排放出来的废蒸汽及高温凝结水, 改变原来传统回收方式, 去掉疏水阀, 直接将乏气、乏水, 通过蒸汽回收压缩机加压, 再将高温凝结汽水混合物直接压入锅炉内, 形成产汽—用汽—回收—再产汽的闭路循环系统, 从而加快了设备的热循环, 有效提高用汽设备的热效换率, 降低锅炉煤耗和燃烧负荷, 90% 的废蒸汽潜热全部回收。节能率达到 26%~30%, 冷凝水回收率 90%~95%, 比间接回收的热效率更高、更节能, 3~5 个月收回投资。该机不仅有节能作用, 还对避免锅炉缺水事故的发生起一定保护作用, 是缺水企业的新型节能、节水设备。尤其是在煤价格大幅上升的今天, 用回收机节能降耗创效益更为重要。

使用行业: 油脂、造纸、纸箱包装、化工、建材、棉纺、印染、制药、制革、烟草、木材干燥、淀粉、乳品、橡胶、食品、供热、石化、油田、空调、自备电厂。

绵阳星恒节能环保有限公司

地 址: 四川省绵阳市梓潼县城外北街 92 号

电 话: (0816) 8212197 8260288(晚间)

法人代表: 吴 平 手机: 013508117088

邮 编: 622150

留言传真: (0816) 8212219

网 址: www.myxingheng.com