



ALS 煤燃烧试验研究中心

ALS 煤燃烧试验研究中心 (CTC) 成立于1985年。该中心主要从事动力煤的利用和评估方面的技术与开发。该中心在煤燃烧领域有关动力煤的燃烧过程优化及燃烧性能评价拥有国际公认的技术专家和试验设备。

该中心已经进行了大量的中试规模的煤燃烧试验研究。迄今为止,有来自超过十三个国家的400多种煤在该中心的中试锅炉模拟装置进行了燃烧试验研究。重点研究了电厂煤粉锅炉中不同煤种的燃烧效率的优化运行和煤种属性对燃烧性能的影响。研究评价的煤样包括钻井取样煤、开采煤样、洗煤样、质量控制抽样煤以及电厂煤场煤。

动力煤的评价程序

为深入和全面地了解锅炉使用的动力煤, 该中心设计了详细的技术评价程序以全面解决动力煤在燃煤电厂使用过程中可能遇到的问题。该程序包括全面的有关试验煤的实验室数据分析, 输煤系统中的煤的自然特性评价和测试, 煤粉中试磨煤机性能测试以及煤粉中试燃烧试验研究。项目结束时, 研究团队将提交详细的研究报告。

该中心进行了大量的不同煤种的中试规模的试验研究与评估。该试验研究及研究报告的主要内容 包括:

- 探讨某煤种的市场应用价值
- 为煤矿开采发展决策提供数据
- 探索替代选矿或混合开采选项
- 协助坑口电站的设计
- 调查研究电站锅炉中有关煤的各种疑难杂症
- 支持尽职调查研究

全方位地调查研究一种动力煤的各种性能需要大概1.5吨的煤样。但是如只做某些指定的项目研究, 煤样重量则可以少于这个数目。该中心常规的调查研究项目包括:

- 混煤燃烧的试验研究以及确定最佳的混合比例
- 添加剂对燃烧性能的影响
- 与生物质混烧对燃烧性能的影响
- 气体污染物测量与排放研究
- 细微颗粒测量与排放研究



实验室数据分析

煤的实验室数据分析是帮助了解试验煤种质量的非常重要的步骤之一。其中部分数据将用于煤粉磨煤机试验和模拟锅炉试验的参数设置。这些实验室数据也将有助于编写技术报告以及进行进一步与中试试验结果进行比较。

实验室测试分析包括：

- 全水分
- 工业分析
- 元素分析
- 热值
- 哈氏可磨性指数 (HGI)
- 磨损指数
- 硫的形式
- 氯
- 灰熔融温度
- 灰分元素分析
- 水分保持能力
- 微量元素分析
- 岩相分析

燃尽率

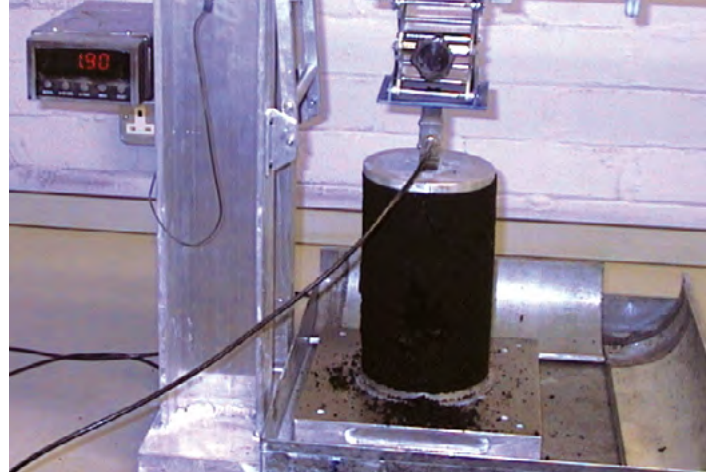
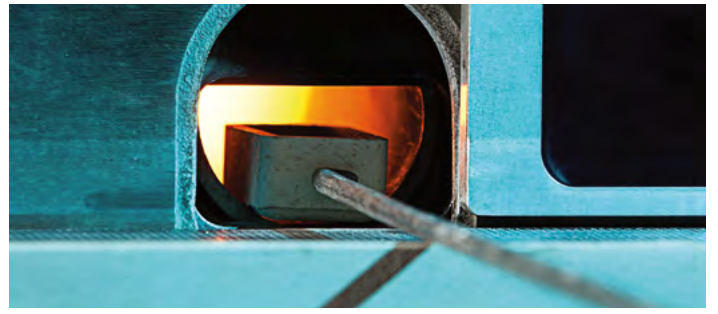
当只有少量煤样时，试验煤种的燃尽率可以由滴管炉的试验来获得。滴管炉试验研究内容包括三个温度段，其分别是 1200°C, 1300°C 和 1400°C 以及两种煤粉粒度分布 (+63-90 μm 和 +125-150 μm)。

飞灰比电阻

电场飞灰收集多数采用静电除尘器，相比其它的影响因素，其除尘效率直接与收集板和发射端之间的电场强度相关。当收集板端的灰层形成以后，会形成高电阻率，从而削弱电场强度的效应。飞灰样的电阻率的测量是在模拟的烟气成分，9% 湿度，和温度从 95°C 到 210°C 下测得的。测试飞灰比电阻最好是使用从中试试验中或从发电站得到的飞灰样。如果无法得到这些灰样，飞灰样也可以在实验室制得。

煤的粒度分布

马尔文 (Malvern) 粒度仪是可以用来测量粒度大小在 2 μm 和 500 μm 之间的分布。该设备通常用来测量煤粉颗粒分布，也可以用来确定特定参数，即通过 75 μm 的煤粉百分比。同时该设备也可用于测量任何其它颗粒物的粒度分布。



煤的存储和输送特点

煤的存储试验

相对点火温度

将最新制备的煤样放置在炉内，以加热速率 2°C/分钟加热该煤样。监测该煤样在炉内的升温过程。当测得的煤样温度刚好超过炉子的温度时，定义该温度值为点火温度。点火温度越低，煤样的自热趋向就越大。

绝热自热性

在绝热条件下，可以测试最新制备的煤样的自热率。不同煤种平均的自热率 (R70) 介于 40°C 到 70°C 之间，该参数可以预测煤样发生自热倾向的高低。

煤的输送试验

爱丁堡 (Edinburgh) 粘结力试验 (ECT)

爱丁堡大学和 ALS 煤研究结果显示爱丁堡粘结力试验 (ECT) 可以准确测量压缩煤柱的粘结力，而且粘结力大小可以表明煤的可输送性能的好坏。ECT 测试是澳大利亚唯一使用电厂原煤样进行的粘结力的一种检测煤可输送性能的测试。测试包括粘结力与水分特征曲线 (6 个水分点) 和基于 2 个水份点的粘结力与加载负荷 (3 个负载点) 的关系。

达勒姆 (Durham) 锥测试

达勒姆测试是用来衡量煤缓慢流过料斗和滑槽的难易程度。将 12 公斤的试验煤放置在一个锥形料斗中并振动，在料斗的底部门完全打开的情况下，测量当所有的煤通过料斗的时间。试验是在不同的湿度水平下进行的，以确定是否存在最佳水分水平。

中试磨煤机试验

原煤样首先通过一个旋转样品分拣器，然后将分拣出的煤样通过扎口斯 (Jacues) 破碎机破碎为4mm左右大小的煤块。这样就可以进行下一步的中试磨煤机试验。

中试磨煤机是一种立式主轴磨(雷蒙德碗型)外加一个400毫米直径大小的磨盘,3个磨轮以及一体化的双锥分离器。破碎的煤块落入可称量的传送带以300到600 kg/h速率送入磨煤机的磨盘。为模拟电厂磨制过程,经天然气加热过的空气送入磨煤机以吹扫煤粉。原煤落入旋转磨盘,3个带压磨轮将煤研磨成煤粉。热空气将研磨后的煤粉带入分离器。小颗粒煤粉被分离出磨煤机,而大颗粒随着原煤小块落入磨盘。磨煤机的出口温度通常被设定好后,磨煤机的入口温度将通过天然气空气加热器的加热率的改变而自动调节其大小。磨煤机是在抽吸状态下运行的,并将磨制的煤粉抽出磨煤机并收集在过滤袋中。磨煤机的输出参数和运行参数都由计算机控制测量并记录下来。这些参数包括:空气流量、磨煤机进出口空气温度、研磨压力、磨煤机能耗、磨煤机压差和磨床厚度。原煤进料速率和分离机角度由磨煤机附带的控制器设定。

磨煤机性能测试评估基于以下两套设定:

- 标准设定:原煤进料速率为500 公斤每小时,空气流量253升每秒,分离器角度为 15°C,以及依据测试煤的哈氏可磨系数(HGI)来设定的磨轮压力
- 将煤粉细度调整到70%通过75 μm 磨煤机的设定

在标准设定条件下,运行人员不改变磨煤机参数情况下,通过和参考煤可磨性能比较,来评估该测试煤的可磨性能。另外一种情况是,将磨煤机参数设定为生产情况下的标准设定,这样运行人员将调整磨煤机参数以达到生产标准条件设定,从而通过和参考煤比较来评估该煤的相对可磨性能。

煤粉细度

煤粉细度是通过马尔文仪(Malvern 2600c)测得的。

磨损率

磨损率是通过计算磨轮在磨煤前后的重量差额率而得到的。

磨煤机能耗

磨煤机每次运行的能耗由控制系统测量并记录。每次磨煤机试验后,从控制系统中获取磨煤机能耗数据,并结合该煤的分析数据,从而可以得出基于磨煤量和煤热值的单位能耗。

锅炉模拟炉

ALS锅炉模拟炉是用来模拟真实的电厂锅炉燃烧和热交换过程而设计的。通过大量的澳大利亚煤在模拟炉和现场锅炉燃烧的对比,该模拟炉可以正确地模拟真实的电厂锅炉的燃烧过程。其中最重要的模拟参数是确保煤颗粒在穿越模拟炉的燃烧时间和温度分布和真实的电厂锅炉保持一致。

锅炉模拟炉系统组成部分有:煤粉进料系统、炉体、静电除尘器及辅助设备。在进料系统中,煤粉贮存在煤斗中,底部有称量煤粉输送带将煤粉送入引射器中,再由一次加热空气带入装在顶部带有水冷系统的可变旋风燃烧器,最后进入带有耐火层的炉膛。

炉体部分高大约2.9米,炉体直径为0.7米。模拟炉正常燃烧发热率是150千瓦,相当于煤粉燃烧量大约为25kg/h,该值会因煤的热值不同而有所变化。煤粉颗粒在炉内的停留时间大约3秒钟。炉子启动时需要燃用天然气的空气预热器预热15 个小时到18个小时。当炉内温度热到一定程度就可以点燃煤粉。

该模拟炉的燃烧器是由一国际火焰研究机构设计的。它是一种常规的旋风燃烧器,具有快速点火和稳燃的特点。该燃烧器的中心可以引入天然气以预热炉体。环绕该中心的是二次风和煤。一次风是无旋的,但是四周布有导向块以使煤粉分布均匀并防止缠到一起。接下来的是四周布置的二次风。加热过的二次风通过一个可调节的旋流发生器进入二次风环形风道。二次风的旋流数可以通过一个机械杠杆来调整。混合的空气与煤一同穿过燃烧器喉部的喇叭型火焰稳定段,然后进入炉膛。

该燃烧炉配有三个水冷结焦试验板。它们暴露在炉膛并随着炉内耐火壁面一起被高温粉尘和烟气冲刷,以此来模拟炉内灰沉积的状况。此外,燃烧炉还配有几处炉内火焰观察孔。通过这些观察孔可以了解炉内温度分布情况,同时可以方便拍摄结焦板的结焦状况。燃烧后的烟气和粉尘进入烟气通道,期间将考察灰沉积的发生过程。

当烟气离开炉内辐射段进入对流段后,可以考察对流段的煤灰结渣性能。在烟气对流段还可以进行烟气成份包括 O_2 , CO , SO_2 和 NO_x 在线连续采样。烟气离开对流段后温度将下降,然后进入静电除尘器。该静电除尘器由四级管状相互联结结构,高压整流机组通过高压母线将四级静电除尘器联成一体。静电除尘器各级的放电与发射电极系统可独立操作和振打,收集板上的灰尘随即脱落并收集在底部可移动的灰尘收集桶中。



系统中所有的参数都由SCADA 系统控制和收集,并可以直接在电脑前进行人机对话来操作和控制运行。运行图表包括模拟炉的整体运行示意图,各参数变量的在线记录曲线,分解式的各运行参数变量曲线,以及各分频示意图包括结焦板、结渣管束、静电除尘器和磨煤系统。在线的和历史的气体数据分析趋势可以显示在电脑显示屏上,而且很容易访问所有的历史记录数据或将这些数据转换成电子表格或其它数据格式。在模拟炉中,一个完整和详细的燃烧评估程序由四个燃烧试验组成:

- 150KW 标准试验,包括炉内灰沉积性能评估、燃尽率测试、静电除尘效率测试和气体排放测试(NO_x 和 SO_2)
- 150KW 点火/稳燃/负荷变化试验。该试验在很大程度上会影响炉内灰沉积性能评估,因此需要对炉内灰沉积做独立试验
- 170KW 灰沉积评估试验。该试验是检测炉内高温对灰沉积性能的影响而设计
- 200KW 灰沉积评估试验。该试验是检测炉内高温对灰沉积性能的影响而设计

炉内灰沉积

炉内辐射段和对流段的灰沉积趋势受煤中矿物质的数量和其自然属性所影响,同时它也取决于锅炉的大小以及运行工况条件。炉内灰沉积性能主要是通过三个不同的燃烧热负荷 150 KW, 170 KW和200 KW下,监控灰沉积在结焦板和对流管束上的状况和热流大小来评估。

燃尽率

燃尽率是影响锅炉效率的一个重要因素,直接影响发电厂的相对成本。灰样是通过在烟道中的等速取样得到的,取样点算出的燃尽率被认为锅炉的最终燃尽率。燃尽率是通过计算收集到的灰中的没有燃尽的可燃成分多少来确定的。

飞灰处理及飞灰中离子检测

静电除尘器中收集的飞灰将进行分析测量和离子淋释试验,以此来评估飞灰中微量元素对地下水和地表水的影响。火山灰活性指数试验将决定飞灰是否适合用来作为制备水泥的一种原料。

静电除尘器性能

在飞灰排入大气之前,静电除尘器被广泛用于锅炉飞灰收集。其除尘效率大小依赖于不同的煤种。该模拟炉的飞灰收集效率是通过计算静电除尘器效率得到的。该数据可以用来估计烟囱排放而选定不同大小的静电除尘器。收集效率是通过等速取样管收集静电除尘器前后的浓度差算出的。然后可进一步计算出静电除尘器的除尘效率,飞灰迁移速度以及飞灰排放量。

煤粉着火试验

在没有旋流的情况下,改变一次风和煤粉的比例,可以通过测量火焰分离距离来评估煤粉的着火特性。在这些条件下,火焰没有附着在燃烧器上,而是从火焰的前端或着火点可以观察到与燃烧器存在一定的分离距离。

气体污染物排放

电厂气体污染物 NO_x 和 SO_2 排放会造成环境污染如光化烟雾和酸雨。因此在大多数国家,尤其是那些重工业发达的国家,对 NO_x 和 SO_2 排放有非常严格的法规而设定了排放标准。模拟炉燃烧试验利用仕富梅克斯(Servomex)气体测量装置在线测量 NO_x 和 SO_2 并存贮在计算机中以供后面的评估使用。每次燃烧试验之前,都需用标准气来效核气体分析仪。

火焰稳定性测试

煤粉火焰稳定性是通过考察旋流燃烧器中燃烧器和依赖于炉体几何形状煤的燃烧特性之间相互作用以达到与燃烧器充分接触,最小脉动的火焰来判断。中试试验通过使用相对火焰稳定性以避免煤的燃烧特性对火焰稳定性的影响,而采用增加旋流数来维持增加一次风和煤的反应当量比值。试验期间,在一特定的一次风和燃料比化学当量比下,二次风以小额的增加,直到火焰稳定在燃烧器喉部的喇叭型段中。因此称此时的旋流数为临界旋流数,也即火焰稳定的最小旋流数。

负荷变化能力

负荷变化试验目的是当电厂锅炉负荷减少时,而磨煤机正常运行时,预测煤在炉内的燃烧特性。电厂在满负荷的常规运行操作是保持一次风量通过磨煤机不变以防止磨煤机发生堵塞。为了模拟电厂的实际情况,150KW中试试验时,通过减少煤粉量以达到降低负荷的目的,同时保持一次风量不变,但过剩空气量为20%。通过降低二次风量以保持炉内总体过剩空气系数为1.2。

试验评估报告

中试试验之后,燃烧研究中心将给出详细的试验技术评估报告。评估报告中将该煤种的试验结果与研究中心庞大的煤种数据库进行比较分析,从而详细地,全面地评价和解释该煤种在电厂锅炉中燃烧性能的预期效果。研究报告可以侧重研究一种或多种煤全面系统的评估,也可侧重某一项研究。

试验技术评估报告主要包括:

- 研究该试验煤种在电厂锅炉中应用性能状况
- 检测该试验煤种相对于该中心数据库中其它煤种的对比性能
- 突出该试验煤种性能的优势与缺点
- 评估该试验煤种的应用市场
- 发掘和该试验煤种可进行混煤的其它煤种
- 提出对该煤种进一步试验的建议

Contact - ALS Coal

7 Brisbane Road, Riverview, Queensland 4303, Australia
T: +61 7 3713 8400 F: +61 7 3217 0774 E: alscoalipswich@alsglobal.com

Right Solutions . Right Partner
www.alsglobal.com