

流化床锅炉原理与设计

(下)

刘焕彩 主编

华中理工大学出版社

流化床锅炉原理与设计(下)

刘焕彩 主编

责任编辑 杨元庆

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 7.25 字数: 165 000

1988年9月第一版 1988年9月第一次印刷

印数: 1-2 000

ISBN 7-5609-0223-5/TK·9

定价: 1.30 元

下 册 目 录

第五章 流化床锅炉运行.....	(1)
§ 5-1 流化床锅炉冷态试验	(1)
§ 5-2 流化床锅炉点火	(8)
§ 5-3 流化床锅炉运行操作	(25)
第六章 快速循环流化床燃烧锅炉.....	(32)
§ 6-1 概述	(32)
§ 6-2 快速循环流化床锅炉的基本原理和特征.....	(35)
§ 6-3 快速循环流化床锅炉的优点	(37)
§ 6-4 快速循环流化床锅炉模型	(39)
§ 6-5 飞灰再循环对燃烧效率的影响.....	(46)
§ 6-6 快速循环流化床燃烧的污染控制特征.....	(50)
§ 6-7 快速循环流化床锅炉的传热和负荷控制特性及对燃料的适应性.....	(58)
§ 6-8 快速循环流化床锅炉的结构、布置和设计要点.....	(63)
第七章 流化床燃烧与环境保护.....	(70)
§ 7-1 污染物质、环境质量标准和几种污染物的排放标准.....	(70)
§ 7-2 流化燃烧脱硫	(80)
§ 7-3 流化燃烧脱氮.....	(88)
§ 7-4 烟气除尘设备	(100)
§ 7-5 三废(烟气、水、渣)处理	(119)
第八章 灰渣物理热的利用	(136)
§ 8-1 概述	(136)
§ 8-2 影响灰渣物理热损失的因素	(138)
§ 8-3 灰渣物理热利用的途径	(143)
§ 8-4 流化床灰渣物理热利用的途径	(146)
§ 8-5 加热空气的利用方式	(152)
§ 8-6 气力输送中的几个问题	(172)
参考文献.....	(191)
附录.....	(192)

第五章 流化床锅炉运行

§ 5-1 流化床锅炉冷态试验

流化床锅炉建成投入运行前，需要进行冷态试验。试验内容包括标定鼓风机风量；核实鼓、引风机的风量和风压是否能满足流化床锅炉运行的需要；检查鼓、引风系统有无泄漏及布风装置布风的均匀性；测定布风板阻力和料层阻力，绘制布风板阻力、料层阻力随风量变化的特性曲线并确定冷态临界风量及热态运行最小风量。冷态试验是流化床锅炉运行的基础，是顺利点火及安全及稳定运行的保证。

一、风量的测量和标定

流化床锅炉很少有固定安装的标准空气流量测量装置，而且也很少有可供安装标准流量测量装置的条件，主要是直管段长度不够。为测量风量，通常采用固定安装的笛形管或翼形管测量。

笛形管的结构型式之一如图 5-1 所示。它用一根或数根横跨通道测量截面的铜管或钢管制成，迎气流方向按等面积原则布置若干全压感压孔；而静压感压孔则开在同一截面的通道侧壁上。在保证刚度的条件下，笛形管的管径 d 愈细愈好，一般 $d/D = 0.04 \sim 0.09$ ， D 为管径。而全压感压孔的直径 d_0 也愈小愈好，但是要避免被粉尘堵塞或锈蚀。感压孔的总面积不宜超过笛形管内截面的 30%。

单笛形管的感压孔应严格迎向气流，偏差不大于 $\pm 5^\circ$ 。据试验得知感压孔如偏离气流方向 $9^\circ \sim 10^\circ$ ，压差更正系数 k 会产生 $\pm 3\%$ 的附加误差。

对于矩形截面也可采用翼形测速管。如图 5-2 所示。全压感压孔开在迎气流方向翼形的前端，静压感压孔开在翼形的侧面。

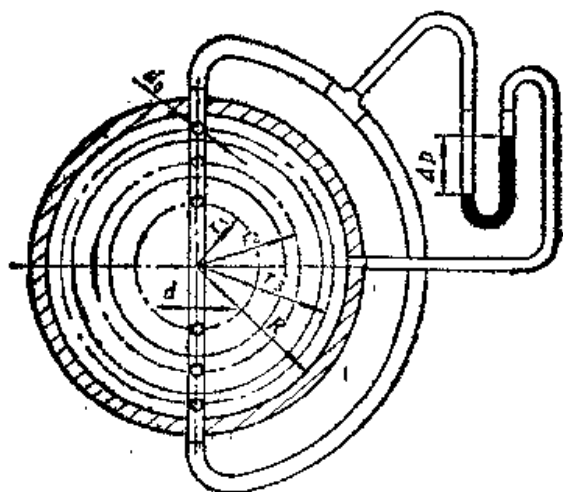


图5-1 单笛形管安装图

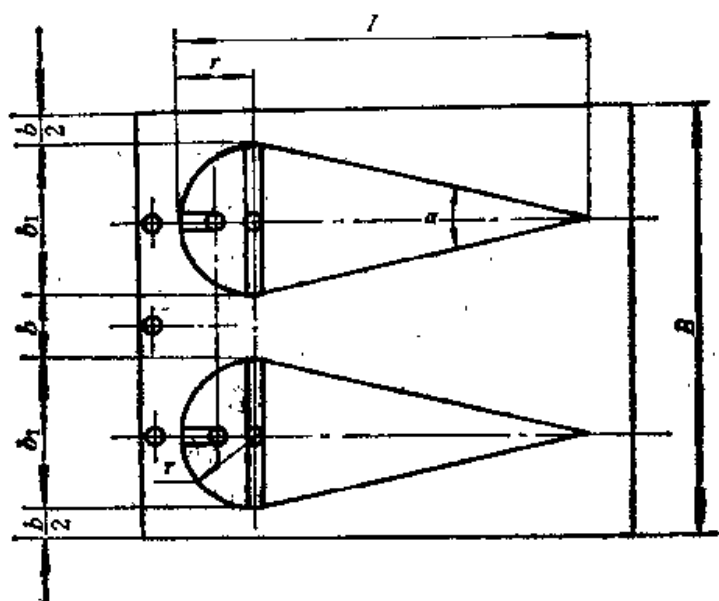


图5-2 翼形测速管示意图

翼形管各部分的尺寸比例关系如下：

$$\frac{2b}{B} = 0.37, \quad \frac{2b_1}{B} = 0.63, \quad \frac{l}{b_1} = 3,$$

$$\frac{l}{B} = 0.94, \quad \frac{r}{b_1} = 0.5, \quad \alpha = 22^\circ 37'$$

由这些非标准结构的动压测定管所测得的压差并非真实的动压值，必须加以更正。即：

$$w = k_s \sqrt{\frac{2g}{\rho} \Delta p} = 4.43 k_s \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \text{ 米/秒} \quad (5-1)$$

式中： w ——测量点的气流速度，〔米/秒〕；

Δp ——动压测定管实测的压差，〔牛顿/米²〕；

k_s ——压差更正系数；

ρ ——气流密度，〔牛顿/米³〕。

笛形管和翼形管均为非标准结构的动压测定管，使用前必须进行标定，标定工作在现场进行，标定时保持风道气流稳定，分别用标准皮托管和笛形管（或翼形管）测定平均动压，两者比较求得笛形管或翼形管的更正系数 k_s 。

使用皮托管测量通道内的速度时，为了求出有代表意义的平均速度，必须把管道截面分为面积相等的若干部分，并近似地认为每一部分的流速都是均匀的，在其中选择适当的点进行测量。对于圆形截面的管子分成几个面积相等的同心圆环。测点的选取是把每个圆环再分成两个面积相等的部分，测点就放在这两个部分的分界线上。动压测点与管道中心的距离（测点圆半径）用以下公式计算：

$$r_{2n-1} = R \sqrt{\frac{2n-1}{2n}} \quad (5-2)$$

式中： r ——动压测点与管道中心的距离；

R ——管道半径；

n ——等面积圆环数。

对于矩形截面的管道，为求得平均流速，必须把它的截面用经纬线分成若干面积相等的小矩形。各小矩形对角线的交点就定

为动压的测量点。

二、布风均匀性检查

布风的均匀性是流化床锅炉正常运行的关键问题之一。某厂35吨/时流化床锅炉布风不均，使前部风量不够，造成粗颗粒严重沉积，流化质量差，燃烧、传热条件不好，有时还会引起结渣。检查布风均匀性的方法并不复杂，在布风板上放上一定厚度的料层（300~400毫米），先开启引风，再开鼓风机，慢慢开大风门，让所有炉料流化起来，经过1~2分钟后，迅速关闭鼓、引风机，若床内料层表面平整，说明布风基本均匀，如不平整，料层厚的地方表明风量较小，低洼的地方表明风量较大。发现这种情况时，可以检查一下风帽的小眼是否有堵塞现象，或风板局部地方是否有漏风。当装有导流板时，应检查有没有导流板盖住了风帽小孔。一般只在布风不均匀较严重时，才出现料层表面不平整的现象。

料层表面平整，并不说明布风已十分均匀，还需进一步仔细检查布风的均匀性。可重新缓缓开启送风机调节门，注意观察料层表面是否同时均匀地开始冒小气泡。以后逐渐开大风门，看看哪些地方炉料先开始跳动起来，看看有没有突然被风冲开的缺口，然后再用火钩去探测那些炉料还不能很好跳动的地方，看看松动的情况怎样。继续加大风量，看看多数炉料都跳动起来时，风板上还有没有不动的死角。所有那些出现小气泡较晚，松动较差，甚至多数炉料都已流化时还不松动的地方，都是风量小，点火启动时特别容易结焦的地方。对于这些情况往往采取变开孔率布风来改善布风均匀性，如冷渣管周围，给煤口附近采用较大开孔率。对于司炉操作人员应当仔细记住这些流化质量较差的区域，在点火和运行时应经常注意观察，防止这些区域结焦。

三、流化床锅炉动力特性试验

为使流化床锅炉顺利点火和正常运行，必须进行冷态气动力特性试验，测定布风板阻力、料层阻力随风量变化的规律并绘制

其特性曲线；测定临界流化风量（或风速），确定热态运行最小风量（或风速）。

布风板阻力是指布风板上不铺料层时的阻力。要使通过布风板进入流化床的空气均匀地分布和保证形成一个均匀、稳定的流化床层，要求布风板具有一定的阻力。布风板阻力由风箱进口端的进口局部阻力、帽身通道的摩擦阻力及风帽小孔处的局部阻力三部分组成。在一般情况下，三者之中以小孔处局部阻力为最大，而其它二项阻力之和仅占布风板阻力的几十分之一。因而，布风板的阻力 Δp 由下式计算：

$$\Delta p = \xi \frac{\gamma w_{\text{小}}^2}{2g} \text{ 牛顿/米}^2 \quad (5-3)$$

式中： $w_{\text{小}}$ ——小孔风速，〔米/秒〕；

ξ ——风帽阻力系数；

γ ——气体重度，〔牛顿/米³〕

测定布风板阻力是在布风板上不铺炉料的情况下，启动鼓、引风以后，渐逐开大风门，平滑地改变送风量，并相应调整引风，使溢流口处负压为零。对应于每个送风量，从风室静压计上读出当时的风室压力即为布风板阻力。一直做到风门全部

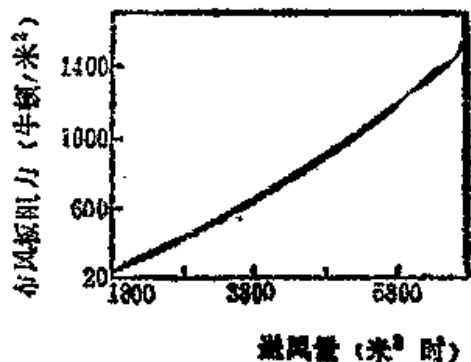


图5-3 布风板阻力特性曲线

开满。每次读数时，都要把风量和风室静压的数值记下来。然后从最大的风量开始，逐渐减小风量，并读出风室静压的数值，直到风门全部关闭为止。把上行和下行的两次试验数据绘制成布风板阻力——风量关系曲线。如图5-3。

测定料层阻力是在布风板上铺放一定厚度的料层，象测定布风板阻力的方法一样，测定不同风量下的风室静压。以后每改变

一次料层厚度,重复一次风量—风室静压关系的测定。因为在铺放料层以后,风室静压等于布风板阻力与料层阻力的总和,所以

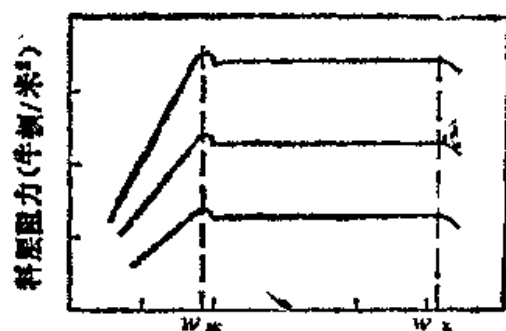


图5-4 料层阻力特性曲线

料层阻力 = 风室静压
- 布风板阻力

上式中的三项数值,都应当是对应于相同风量下的数值。

根据以上两个试验测定的结果,就可以得到不同料层厚度下料层阻力和风量之间的关系,也可以

绘制成料层阻力—风量或风速关系曲线,如图5-4所示。

经过大量试验统计表明,在流化状态下料层阻力与流化床物料的重量有如下关系:流化床的阻力同单位面积布风板上的流化床层物料的重量与流体浮力之差大约相等。可表示为

$$\begin{aligned}\Delta p &= \frac{G}{F_s} = \frac{F_s h_f (\gamma_1 - \gamma_s)(1-e)}{F_s} \\ &= h_f (\gamma_1 - \gamma_s)(1-e)\end{aligned}\quad (5-4)$$

式中: Δp ——流化床层的阻力, [牛顿/米²];

G ——流化床层中炉料的重量。[牛顿];

h_f ——流化床层高度(米);

F_s ——布风板面积, [米²];

γ_1 和 γ_s ——炉料的真实重度与空气的重度, [牛顿/米³];

e ——流化床层平均空隙率。

为了简化计算,由于 $r_s \ll r_1$, 就可以忽略 r_s , 从而得到 $\Delta p = h_f r_1 (1-e)$ 。因为 h_f 、 e 还要测定, 所以采用未流化前固定床炉料的堆积重度加以表示:

$$\Delta p = A h_f r_1 \quad (5-5)$$

式中： h_s ——料层静止高度，〔米〕；

r_s ——料层堆积重度，〔牛顿/米³〕；

A ——由煤种决定的比例系数，见表5-1。

表5-1 各种煤的 A 值

煤种	石 煤	煤矸石	无烟煤	烟 煤	烟煤矸石	造气炉渣	油页岩	褐 煤
A 值	0.76~0.82	0.9~1.0	0.8	0.77	0.82	0.8	0.7	0.5~0.6

当料层厚度 $h_s > 0.3$ 米后，上式计算结果与试验数据接近。

为了简化计算，也可用表5-2通过料层阻力求料层厚度。

表5-2 料层阻力近似值

煤 种	每100毫米厚的料层相应阻力 (牛顿/米 ²)
褐煤炉料	500~600
烟煤炉料	700~750
无烟煤炉料	850~900
煤矸石炉料	1000~1100

必须指出：料层阻力特性曲线试验，在实际炉子上不会也不可能做到大量炉料达到飞出速度 w_f 对应的流量，所以只会做出 临界速度 w_{mf} 对应的拐点，不会做出 w_f 对应的拐点。

最低允许流化速度 w_{mf} (或最低允许流化风量 Q_{mf}) 是指保证布风板上全部风帽小孔之上的料层均处于流化状态的最低层截面平均速度(风量)。因为只有在这样的风速下，才可以避免局部区发生死角造成结渣。根据流态化气体动力特性，存在着临界流化速度 w_{mf} ，即按流化段底部横截面积计算的 平均气流速度，在流化床料层阻力与风速关系曲线(图5-4)上 即对应于出现第一个拐点的速度值。然而，当床层气流速度等于 w_{mf} 时，料层颗粒并未全部疏松，粒子间的相互混合、扰动也并不强烈，在局部风帽小孔上的料层尚未处于流化状态。这也说明为保证流化床安全运行，

存在一个最低允许速度 w_{min} 。实践表明,对于0~8毫米宽筛分炉料, $w_{min} = (1.5 \sim 2.0)w_{mf}$;对于石煤, $w_{min} = (1.7 \sim 2.0)w_{mf}$ 。

在保证燃料完全燃烧需要的风量的基础上,流化速度 w_f 的下限应足以维持床层的良好流化质量,而其上限是不致造成床料被烟气大量夹带飞逸出床层,即 $w_{mf} < w_f < w_f$ 。为保证流化床锅炉安全、经济运行,并考虑到负荷波动和煤种适应性,额定负荷下的流化速度(折算到20℃)推荐选为0.75~1.0米/秒。

§5-2 流化床锅炉点火

流化床锅炉的点火,实质上是将流化床的炉料加热升温,使之从冷态达到正常运行温度,以保证给煤机连续给进的煤能维持正常燃烧。

根据加热炉料的方式不同,点火方法可分为两种:从固定状态过渡到流态化状态的点火,称为固态点火;在流态化状态下的点火,称为流态化点火。

我国10吨/时及10吨/时以下流化床锅炉绝大多数采用固态点火;35吨/时及35吨/时以上流化床锅炉多采用流态化点火;某电厂15吨/时流化床锅炉实现了预燃室点火;西安热工研究所完成了热风流态化点火的研究工作。

一、固态点火

目前我国容量较小的工业流化床锅炉的点火启动普遍采用以红炭火引燃逐步从固定床过渡到流化床的点火方式。这种点火方式可总结成这样一句话:薄料层、厚炭火,微风快速启动。对于小型的流化床锅炉,一般在布风板上预先铺放厚度为200~300毫米的静止料层,用木柴或其他可燃成红炭火的燃料在上面烧成100~150毫米厚的红炭火,然后在炭火上投撒易燃的引火烟煤,并通过调节风门向炉内送入微风,根据火势再慢慢加大风量,使之逐步地过渡到流态化燃烧状态。所谓薄料层是指点火前预铺的

底料厚度只有200~300毫米，与正常运行的料层厚度400~500毫米相比较薄；厚炭火是指100~150毫米的红炭火厚度相对于底料厚度来说比较厚；微风是指启动时送风量很小，中间每次增加的量也很小；快速则是指在顺利启动的情况下，所需的整个启动时间大约只有15~20分钟。这种点火启动方法的原理是依靠厚厚的一层红炭火来点燃引火烟煤，再由引火烟煤燃烧时所放出的热量分层逐步加热整个底料，使它们升温至800℃左右。微风的配合有两个作用：一是使底料逐层和炭火及燃烧着的引火煤搅混并被加热，二是根据引火煤燃烧的数量和速度供应必要的氧气。

整个点火启动过程中应注意如下几个问题：

(1)底料。点火底料目前绝大多数采用0~8毫米的溢流渣，有的不掺烟煤，有的稍加烟煤混合。过去由于担心点火时料层结渣，曾强调底料用溢流渣，可是由于底料含碳量低，在点火阶段，只好在炉前“少量、勤给”地投入烟煤，这样不但操作繁重，而且往往由于投煤量控制不好，播撒不匀，影响启动正常进行。现在多数采用预先在底料中掺入烟煤，使底料发热量在4000焦耳/公斤左右。这样在点火过程中，只要适当加入极少量的烟煤，就可以维特点火阶段底料的温度，并使底料温度提高到800℃，既减轻了点火过程的繁重劳动，又提高了点火的安全性。

底料厚度不宜太厚，如果太厚，加热这些底料，必须燃烧大量引火烟煤，这必然使得点火启动过程延长，导致许多困难和问题产生；但底料也不宜过薄，过薄的底料，在从固定床过渡到流化床时，易产生沟流，造成局部结渣，也会因料层本身蓄热过少，不易维持稳定的流化床温度，从而导致点火启动失败。

(2)微风。这是点火前期阶段中很重要的一个因素。启动时的“微风”并没有具体的数量指示，这个“微风”应当微小到仅仅使底料表面上很薄的一层微微地跳动，并且使得红炭火层不会被覆灭，引火煤能很好地着火燃烧，随着风量缓慢增加，料层温度逐渐增高。在冷态试验中就应当搞清楚送风调节门的调节特

性，如它能否关严？关不严的话，它的起始送风量有多大？调节风门的操作手轮或手柄转动多少圈或多大角度对应的风量变化有多大？在刚刚启动，开始向炉内送风时，一定要控制送风量极其微小，这样可以保证红炭火不致被翻起的炉料覆灭，也不会因冷风过多，热量散失太大，以致引火煤无法着火。因此，在初期阶段，宁可使送风量调节次数频繁一些，达到微量加风，切不可急躁，一次增加过多的风。

当温度逐渐升高，料层已暗暗发红时，炉中所送进的风量已能使料层浮动，点火过程进入了第二阶段。这个阶段的特点是料层升温很快，2~3分钟的时间就可以从400℃左右升高到700~800℃，料层由暗红变为明亮的红色。这时在操作上要注意的是：其一、加风要果断、要快，也就是要根据料层的颜色的变化，判断出料层温度是在升高，就要即时增加送风量；其二、对料层的搅动要勤要迅速，通过火钩的搅动，判断出料层的流化达到了什么程度。因为在温度迅速升高到700~800℃的同时，必须使整个料层也达到基本流化的程度。

关闭炉门转入第三阶段以后，其中心任务是：①防止料层温度急剧上升达到超温以致无法控制的程度；②把送风量加大到最低运行操作风量；③加厚料层。为了防止超温结渣，关闭炉门以后，先不要急于启动给煤机给煤和加大送风量，而要先观察炉内温度变化情况，如果发现温度正常，并无急剧上升的趋势，就及时启动给煤机给煤，如果发现温度上升很快，就要马上加大送风量，为了降温，可以把风量一次增大到良好流化风量。这样，一方面是利用冷风把料层吹冷；另一方面是使料层流化得高一些，让埋管多吸收一些热量，从而使料层得到冷却。但是这种大风量不要吹久了，也不能无节制地大。因为这时料层还很薄，大风把大量炉料吹出了流化床层，料层就会更薄，随之又会产生其他故障，导致点火失败。当料层温度稳定以后，就要适当把送风量调小一点，启动给煤机给煤，把风量调整到和给煤量相适应的数值。

为了加厚料层,只要流化质量良好,在达到需要的料层厚度以前,不要排放冷渣。但是,点火过程中如已发现有结渣现象,那么在点火的末期阶段就要开始少量地排放一些冷渣,以便把炉内存有的小焦块排出来。

二、床面油枪流态化点火

流态化点火就是整个启动过程都是在流态化下进行的,即先使料层在冷态流化起来,然后设法加热料层。大型流化床锅炉床面积大,采用整床启动对加热床料有很大困难,目前我国35吨/时流化床锅炉多采用分床床面油枪流态化点火,即先在一个分床上点燃,后对其他分床逐个点火的启动方法。以35吨/时流化床锅炉为例,介绍流态化点火过程和点火过程应注意的问题。

1. 选择合适的点火底料

底料含碳量的多少和颗粒度的大小是影响点火能否顺利进行的重要因素。

底料要根据埋管的受热面积所需热量进行选择。底料中若含碳量过高,点火后猛烈燃烧容易造成超温结渣;若含碳量过低,则点火困难,甚至点不起来。因此,底料热值要选配适当,通常选用底料的发热量为 $Q_{\text{低}}^{\text{I}} = 6300 \sim 8400$ 千焦/千克。两种床料点火情况的对比见表5-3。

表5-3 两种床料点火情况的对比

底料种类	烟煤量 (千克)	平均低位发热量 (千焦耳/千克)	床料厚度 (毫米)	点火时间 (分钟)
石煤+烟煤	400	7000	450~500	45~60
溢流渣+烟煤	900	5600	450~500	45~60

底料颗粒度对点火风量影响很大,若颗粒太粗,则需要较大的风量才能使底料沸腾起来,这样必然使油枪所喷射的火焰的热量较多地被烟气带走,使底料加热困难。若底料颗粒太细,

表5-4 点火燃料筛分特性

颗粒直径 (毫米)	所占重量比 (%)
5~3.2	1.4
3.2~2	23.3
2~1.6	9.0
1.6~1.25	10.3
1.25~0.8	16.4
0.8~0.63	6.6
0.63以下	33.0

大量的细小颗粒将被烟气带走，使料层减薄，以致造成局部穿孔，点火失败。某厂35吨/时流化床锅炉运行燃煤颗粒直径为0~8毫米，点火底料粒径采用0~5毫米。其筛分特性见表5-4。

2. 调整好点火油枪

流化床锅炉对点火油枪有一定的要求，不仅应有足够的容量，而且喷出的火焰要具有一定刚度和射程。估算结果表明：点火过程中，流化气体所带走的热量约占油枪放热的3/5，床内受热面吸热约占1/5，而加热床料的热量不足1/5。要保证加热床料的热量，要求油枪有足够的热容量。油枪的射程必须穿透料层，覆盖点火床面2/3以上。

油枪结构是否合理，密切影响着火焰的刚度和射程。油枪安装时应向下倾斜一定角度，油枪一般采用机械雾化的平流式，雾化质量不要求太高。

3. 控制点火风量

流化床锅炉点火启动过程是料层从冷态到热态的物理、化学变化过程。调整好点火风量是使底料加热顺利过渡到正常流化燃烧的重要因素。

点火时风量过大，油枪火焰传给底料的热量多被引风带走，底料加热时间过长，而且会把底料中的细小颗粒吹走，使点火启动失败。反之，启动风量太小，底料流化不起来，会出现颗粒分层现象，将造成床层表面超温结渣。要使点火顺利进行，应根据底料的颗粒度，在点火前实测料层所需要的临界风量，作为点火启动的依据。

4. 点火启动

点火启动准备工作完成之后，启动引、送风机，全开点火床的快速风门，逐渐开大点火床的调节风门，全关其他各床的快速风门和调节风门，送风量为料层的临界流化风量。引燃油枪，调节油枪油压及油枪风量，油压维持在 $(10\sim15)\times10^4$ 牛顿/米²，把油枪火焰调整到覆盖点火床的三分之二以上，使燃烧稳定，逐渐加热底料。

由于火焰的作用，在整个流化床内会形成一股顺时针旋转的气流，把点火床底料中燃烧的细小颗粒逐渐带到2*、3*、4*床。由于2*、3*、4*床是处于固定状态，一方面因燃烧细颗粒的增加，另一方面表面接受油枪火焰的辐射热，所以料层表面温度迅速升高。这时应根据床面温度短时间开启这几个床的分风室风门，使其流化，控制床温，以避免表面超温结渣，造成点火失败。

当点火床的沸下温度达到650℃时，即可向点火床少量进煤，随着床温提高，进煤量也相应增加。当点火床沸下温度达800℃时，应向第2*床送风并床，风量逐渐由小加大。这时第2*床的冷底料与点火床流化过来的炽热粒子进行热交换，第2*床的沸下温度稳步上升，而点火床的温度相应会下降一点。当第2*床温度上升到一定程度时，点火床的温度又开始回升。当第2*床沸下温度达650℃时，可向2*床少量进煤，随床温的提高，进煤量也相应增加，待两床温度正常后，进煤量调节到正常煤量和风室压力，两床的送风量都调整到基本一致，料层阻力很快会趋向一致。此时，要根据炉温情况，调整油枪油量或停止使用油枪，尽量采用给煤的办法来维持床温。在床温正常的情况下，相继并3*床，最后并4*床。

在并床过程中要做到及时，准确。始终注意维持床温在700℃以上。温度若低于700℃并有继续下降的趋势时，要将新并入的床解列，待运行床恢复正常后再并床。

并床完成之后，可能出现两种情况：一是床温继续上升，如控制不当就要产生高温结渣，使点火失败。这时要适当增加风量，

保持炉内3~5毫米的炉膛负压，把炉膛一部分热量从烟气中带走，以降低流化床温度。二是流化床温度可能不断下降，这时要继续投入油枪以保证流化床的正常温度。

并床正常之后，注意调整四个床的风室压力、送风量，使其都趋向一致。当四个床的风室压力、送风量、床温、料层阻力都一致时，应全开各分床调节风门，用总风的调节风门来控制四个床的风量，四个床的进煤量都要求调节到基本一致，此时流化床内达到了正常燃烧的条件。某厂35吨/时流化床锅炉点火启动曲线如图5-5。

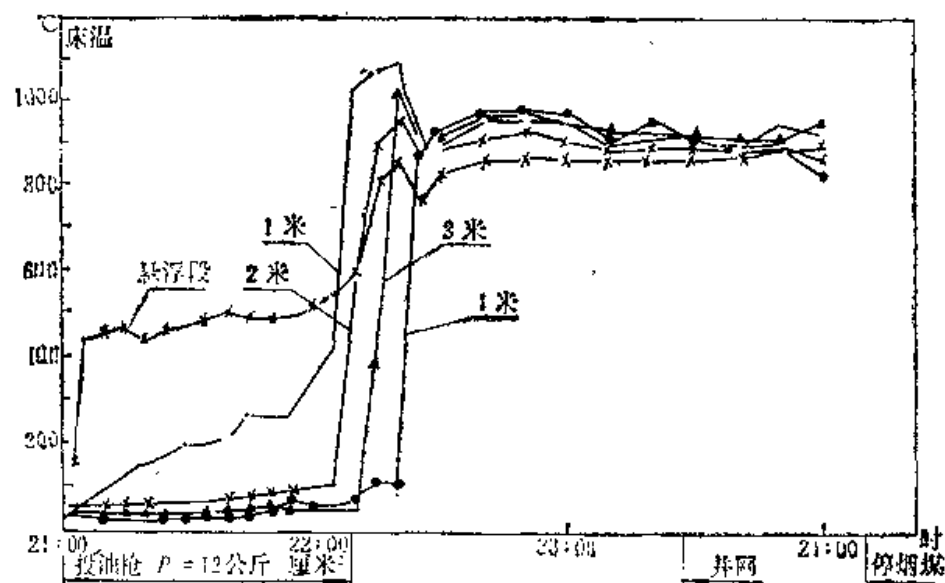


图5-5 35吨/时流化床锅炉燃用石煤的启动曲线

三、预燃室流态化点火

预燃室点火也是流态化点火的一种。它的基本原理是：燃油雾化后在预燃室内完全燃烧，产生的高温烟气及火焰（约1500℃）从布风板上方直接送入流态化的床料层中，迅速加热至运行温度。1984年重庆大学在试验台上进行了试验，1985年已应用于某电厂15吨/时流化床锅炉上。该厂预燃室燃用轻柴油，底料为