

燃煤流化床阻挡燃烬层的试验研究

卢啸风 肖朝文 王致均

(重庆大学)

〔摘要〕对三种用于燃煤流化床的阻挡燃烬层进行了试验研究。结果表明：采用结构合理的阻挡燃烬层，可使飞灰份额和飞灰含碳量明显降低。

关键词 流化床 阻挡 燃烬

1 前言

流化床燃烧技术是近三十年才发展起来的新型燃烧技术。与其它燃烧方式相比，它具有能燃烧劣质煤、污染小及较高的燃烧热强度等优点，因此该技术自问世以来一直受到国内外的广泛关注。

我国是世界上应用这一技术最早的国家之一，流化床锅炉的数量及总蒸发量都已居世界前列^{〔1〕}。为加快这一新型燃烧技术的推广应用步伐，还需进一步解决目前存在的几个主要技术问题，其中之一就是常压流化床锅炉机械未完全燃烧损失（即 Q_4 ）过大的问题。

为减少 Q_4 ，提高流化床锅炉的燃烧效率，试验了一种炉内阻挡燃烬层的结构。试验表明，将其安装在悬浮段入口，通过对从沸腾段飞出颗粒的阻挡及绝热燃烬作用，可使燃烧效率有较大的提高。

2 试验概况

为寻求阻挡燃烬层的最佳结构型式，先

后在燃煤流化床试验台上对图1所示三种不同结构的阻挡燃烬层进行了冷态试验，以研究其结构形式对阻挡燃烬作用、流动阻力以及流化质量的影响。

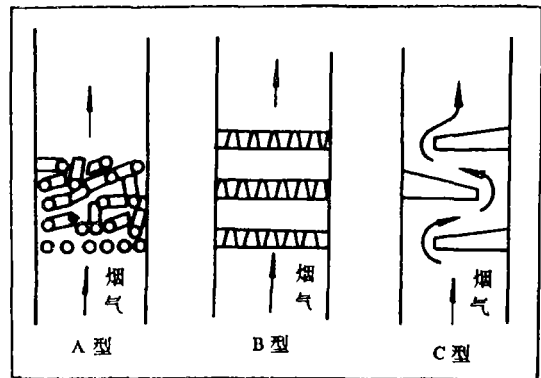


图1 三种阻挡燃烬层的布置方式

图1中A型阻挡层由 $\phi 40 \times 10$ 、长40 mm的耐高温瓷管组成，布置高度为150 mm。试验表明它有较好的阻挡作用，但存在积灰严重、流动阻力大及燃烬作用差的缺点。改进后又试制出图1所示B型结构。B型阻挡层由耐火水泥制作。板厚20 mm，开有若干圆锥形小孔（图2）。开孔率为15.32%及15.87%两种，试验时将其交替布置三层。热态试验结果表明，B型阻挡燃烬层有较好

收稿日期 1991-03-21 修改定稿 1991-08-22

本文联系人 卢啸风 男 29 讲师 重庆大学热力工程系 重庆 630044

的阻挡燃烬作用，但高风速下流动阻力过大，且热态时孔眼有堵塞现象。为便于工业应用，又将其改进为图1所示之C型结构。

冷态及热态试验均在图3所示小型流

化床试验台上进行。试验台布风板尺寸为150×200 mm，炉膛高度为1800 mm，炉内布置三组受热面，燃用重庆高硫无烟煤，燃煤粒径为0—4 mm，煤质分析数据见表1。表2为部份热态试验工况参数。

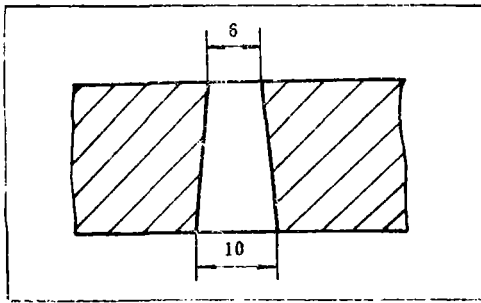


图2 B型阻挡层的小孔结构

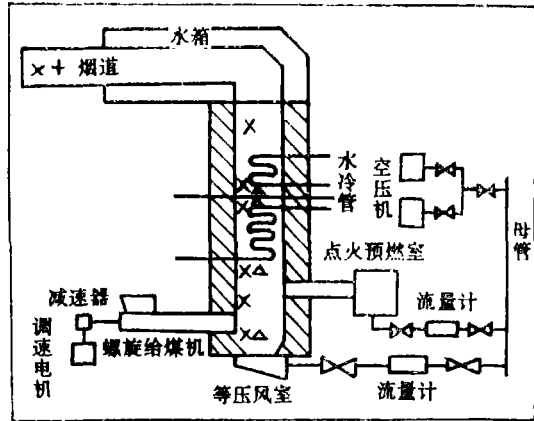


图3 小型流化床试验台

表1 试验用煤的应用基元素成分

项目	碳 C _r (%)	氢 H _r (%)	氧 O _r (%)	硫 S _r (%)	氮 N _r (%)	灰分 A _r (%)	水分 W _r (%)	挥发分 V _r (%)	低位发热量 Q _r ^{DW} (kJ/kg)
型式 A	59.94	2.74	1.80	3.15	0.90	28.5	2.97	12.32	23768
B、C	55.10	2.52	2.65	4.24	0.84	31.2	3.45	16.37	21143

表2 部份热态试验的工况参数

工况编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
名称									
阻挡层型式	A、B	A、B、C	A、B、C	A、B	A、B	A、B	A、B	A、B	A、B、C
床温 T (°C)	900	950	950	950	950	950	950	1000	1000
沸腾风速 U _f (m/s)	0.7	0.6	0.7	0.8	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7
床层压降 ΔH (kPa)	2.6	2.7	2.35	2.5	2.6	1.85	2.35	1.85	2.35

3 试验及分析

3.1 冷态试验结果及分析

3.3.1 阻挡燃烬层对流化质量的影响

冷态试验证明，在悬浮段入口安装阻挡燃烬层后，不会影响沸腾段内的流化质量。

图4为安装了B型阻挡燃烬层后的冷态流化曲线(下降曲线)。试验得到的临界流化速度约为0.6 m/s，与理论计算值^[2]基本吻合。在0.6—1.2 m/s的沸腾风速范围内，床层压降较平稳，床料处于良好的流化状态之中。

3.1.2 阻挡燃烬层的冷态阻挡效果

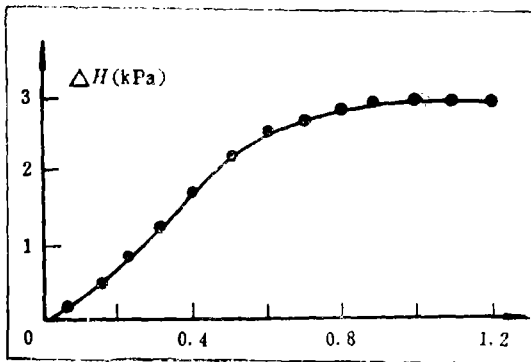


图4 安装B型阻挡层后的冷态流化曲线

变换不同的阻挡层, 分别以相同的沸腾风速 ($U_f = 0.8 \text{ m/s}$) 使床料沸腾相同的时间 (1 小时) 后, 测出飞灰及阻挡层中停留的床料量占初始床料量的百分比, 以此表示阻挡层的冷态阻挡效果 (见表 3)。

表 3 阻挡层的冷态阻挡效果

项目	飞灰所占比例 (%)	阻挡层中灰渣所占比例 (%)
型式		
A	7.1	16.82
B	6.4	3.3
C	4.98	2.68

由表 3 可见, 三种阻挡层都有较好的阻挡作用。但 A 型中停留的灰渣比例明显高于 B、C 型。原因是一旦床料飞入 A 型阻挡层内, 就难以回落到沸腾段中, 并且增大了阻挡层的流动阻力及堵塞的可能性。

3.1.3 阻挡层压降 ΔP_z 与沸腾风速 U_f 的关系

B 型阻挡层压降与沸腾风速的关系见图 5 所示。由图可见, 在低风速下, 阻挡层压降很小, 当风速高于某一临界值后, 阻挡层压降急剧上升。其原因是当风速高于这一临界值后会把大量床料吹入阻挡层, 使阻挡层流动阻力增加。对 B 型阻挡层, 这一临界风速值约为 0.9 m/s 。试验表明, 对 A、C 型阻挡层, 也有类似现象。因此在热态运行时应

严格控制沸腾风速, 以减小阻挡层的流动阻力。

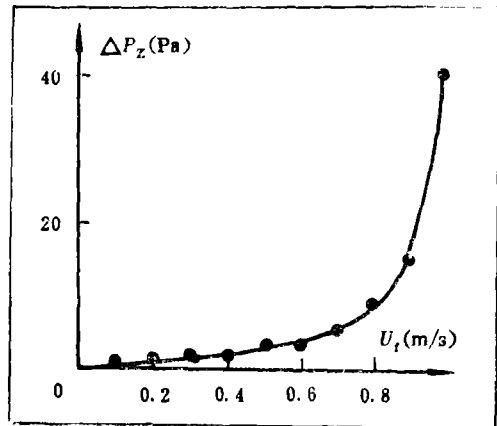


图 5 阻挡层压降 ΔP_z 与沸腾风速 U_f 的关系

3.2 热态试验结果及分析

3.2.1 燃烧稳定性分析

热态试验表明: 在悬浮段入口安装的阻挡燃烬层对沸腾段内的燃烧稳定性没有明显影响。在表 4 所示的运行参数范围内, 能够保证重庆高硫无烟煤在流化床中稳定燃烧。这一参数范围与未加阻挡层时基本一致 [3]。

表 4 确保稳定燃烧的运行参数范围

参数	沸腾风速 U_f (m/s)	床温 T ($^{\circ}\text{C}$)	床层压降 ΔH (kPa)
范围			
上限	1.2	1000	4.5
下限	0.6	800	1.5

3.2.2 阻挡燃烬层结构对 Q_d 的影响

试验表明: 不同阻挡燃烬层结构对 Q_d 有不同的影响。表 5 给出了典型工况下的试验结果。由表 5 可知, 三种阻挡层都使飞灰份额明显降低, 在热态下都具有较好的阻挡作用, 但只有 B、C 两种阻挡燃烬层具有降低飞灰含碳量的效果。其原因是在 B、C 型阻挡燃烬层内形成了一个绝热燃烧的高温区, 这一高温区的温度可比阻挡层前的温度高 $70\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$, 从而有效地使飞灰在阻挡燃

烬层中被进一步燃烬。

表 5 阻挡燃烬层结构对 Q_4 的影响
($U_f = 0.7 \text{ m/s}$, $T = 950 \text{ }^\circ\text{C}$)

名称 型式	飞灰份额 $a_{fh}(\%)$	飞灰含碳量 $C_{fh}(\%)$	机械未完全 燃烧损失 $Q_4(\%)$
A	31.06	54.7	12.66
B	24.2	48.4	11.01
C	25.1	46.41	10.55
未加	45	54.8	18.67

3.2.3 沸腾风速对阻挡燃烬层阻挡作用的影响

沸腾风速对阻挡作用的影响见图6所示。图中给出了在安装B型阻挡层的条件下，飞灰份额(a_{fh})、阻挡层压降(ΔP_z)。与沸腾风速(U_f)的关系。由图可见，随沸腾风速增加，飞灰份额、阻挡层流动阻力急剧增加。这将使 Q_4 增大。反之，降低风

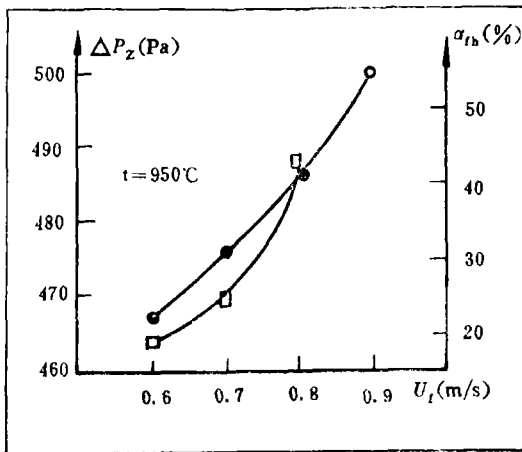


图 6 飞灰份额(a_{fh})、阻挡层压降(ΔP_z)与沸腾风速(V_f)的关系
● 阻挡层压降 □ 飞灰份额

速，将使 Q_4 减小，燃烧率提高。试验表明，在 $U_f = 0.6 \text{ m/s}$ 、 $T = 950 \text{ }^\circ\text{C}$ 的条件下，燃烧效率可达85—90%。

3.2.4 床温对阻挡燃烬层阻挡作用的影响

图7为安装B型阻挡燃烬层后，燃烬层温升、飞灰含碳量与床温的关系。由图可见，阻挡燃烬层的温升幅度随床温升高而增加，而飞灰含碳量则随床温升高而下降。这表明升高床温，将增强阻挡燃烬层对飞灰的燃烬作用，从而改善燃烧的经济性。

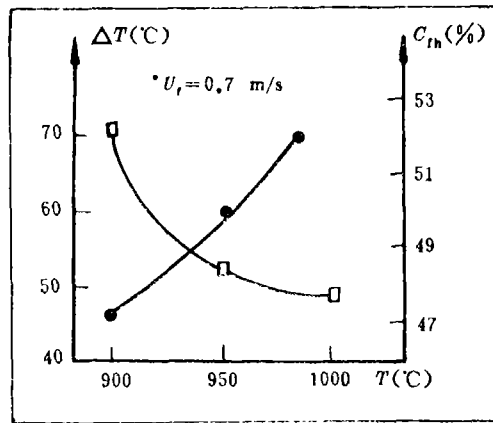


图 7 阻挡层温升(ΔT)、飞灰含碳量(C_{fh})与床温(T)的关系
● 阻挡层温升 □ 飞灰含碳量

4 结 论

在常压流化床悬浮段入口处加装适当的阻挡燃烬层，既不影响燃烧的稳定性，又可较大幅度地降低飞灰份额和飞灰含碳量。在适宜的运行参数下，可使重庆高硫无烟煤的燃烧效率达(85—90)%。

1. 冷态试验表明，三种阻挡燃烬层都有较好的阻挡作用，但流动阻力不同，其中A型最大，B型次之，C型最小。

2. 热态试验表明，B、C型阻挡燃烬层的燃烬作用较好，且随床温升高而进一步增强。

3. 试验分析表明：C型阻挡燃烬层的结构较为理想。由于它具有阻挡燃烬作用好、流动阻力小，不易堵塞以及安装维修方便等优点，因此可用于工业装置。

参 考 文 献

- 1 Schwieger, Bob. Fluidized-bed boilers keep Chinese industry running on marginal fuels. *Power*. 1983,59(3):127
- 2 戴维森 J F, 哈里森 D 编. 流态化. 10-11. 中国科学院化工冶金研究所、化学工业部化工机械研究院等译. 北京: 科学出版社, 1981.
- 3 卢啸风等. 重庆高硫无烟煤沸腾炉燃烧的试验研究. *重庆能源*. 1986,27(2)

An Experimental Study of a Barrier and Burnout Layers in a Coal-fired Fluidized Bed

Lu Xiaofen, Xiao Chaowen, Wang Zhijun

(Chongqing University)

Abstract

An experimental study was made of three kinds of barrier and burnout layers used in a coal-fired fluidized bed. The results of the study have shown that a rationally structured layer can lead to a significant reduction of fly ash quantity and carbon content.

Key words: *fluidized bed, barrier, burnout*

《动力机械文摘》1992年征订启事

面对浩如烟海的文献资料, 如何能以最简便、最迅速的方法找到您所需要的资料呢?

《动力机械文摘》将为您科研、生产提供方便。

《动力机械文摘》是由机电部哈尔滨电站设备成套设计研究所主办, 哈尔滨汽轮机厂研究所、哈尔滨大电机研究所、哈尔滨703研究所联合编辑出版的科技文献检索期刊, 辟有“动力机械一般问题”、“锅炉装置和水处理”、“汽轮机装置和燃气轮机”、“水轮机”、“动力和节能”、“核能发电装置”六大类目, 下设几十个分类, 适用于动力机械科研设计、制造生产、使用运行、安装维修以及管理部门的工程技术人员和有关大专院校师生。

《动力机械文摘》集国内外动力行业的科技信息于一纸, 每期选登文摘530条以上。95%以上选题在国内有馆藏, 具有实用性和保存价值。

《动力机械文摘》为双月刊, 逢双月25日出版, 每期64页, 小五号字印刷 定价2.40元, 全年6期14.40元。

《动力机械文摘》是公开发行人刊, 邮发代号14—39。为扩大发行, 本刊编辑部同时自办发行。未在邮局订购本刊的单位或个人, 可直接向编辑部订阅。订购款可由银行信汇至哈尔滨电站设备成套设计研究所《动力机械文摘》编辑部(开户银行: 哈尔滨市工商行动力区和平办, 帐号89501329—33)。

联系人: 李晓敏