

全书内容 (续)

- 第九章 锅炉炉膛换热计算
- 第十章 对流受热面的换热计算
- **第十一章 电站锅炉的受热面布置和优化设计**
- 第十二章 自然循环蒸发系统及安全运行
- 第十三章 强制循环锅炉
- 第十四章 电站锅炉蒸汽品质及其污染防治
- 第十五章 电站锅炉的运行与调节
- 第十六章 锅炉动态特性

[1] 樊泉桂 锅炉原理[M]. 第一版.北京: 中国电力出版社. 2008年9月.

00300530 锅炉原理

第十一章 电站锅炉的受热面布置和优化设计

第十一章 电站锅炉的受热面布置和优化设计

第一节 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

第二节 锅炉主要参数的优化设计

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

- 一、蒸汽参数和锅炉容量的影响
- 二、燃料特性的影响
- 三、受热面传热方式的影响
- 四、燃烧方式的影响
- 五、汽温调节方式的影响

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

一、蒸汽参数和锅炉容量的影响

提高水蒸汽动力循环效率要求：

- 1， 提高蒸汽压力；
- 2， 提高蒸汽温度；
- 3， 一部分省煤器受热面移动到水冷壁
- 4， 一部分过热器、再热器向炉膛方向移动
- 5， 自然循环向控制循环、直流锅炉方向变化

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

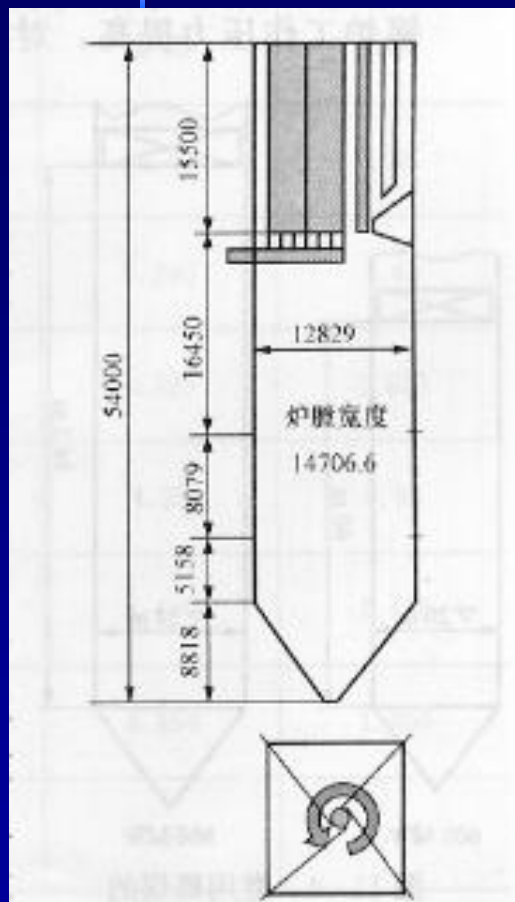


图 11-1 300MW 锅炉炉型

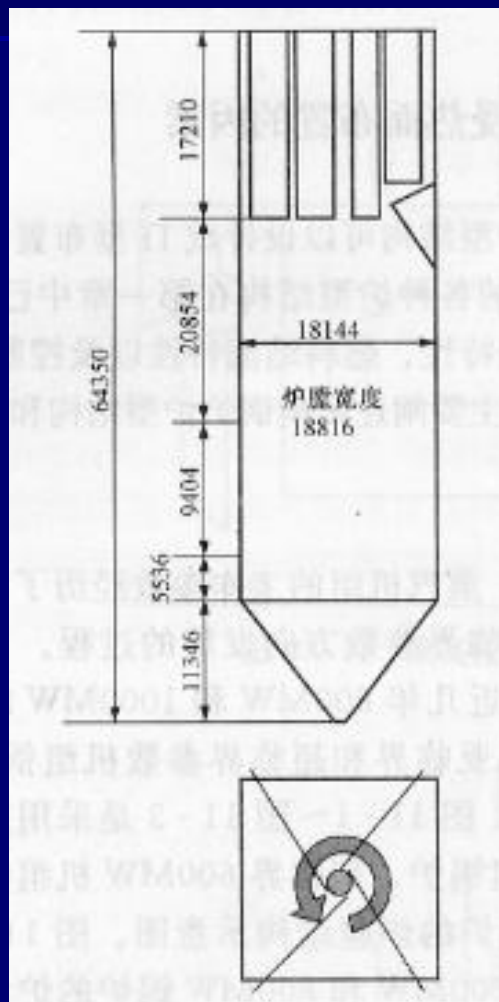


图 11-2 600MW 锅炉炉型 I

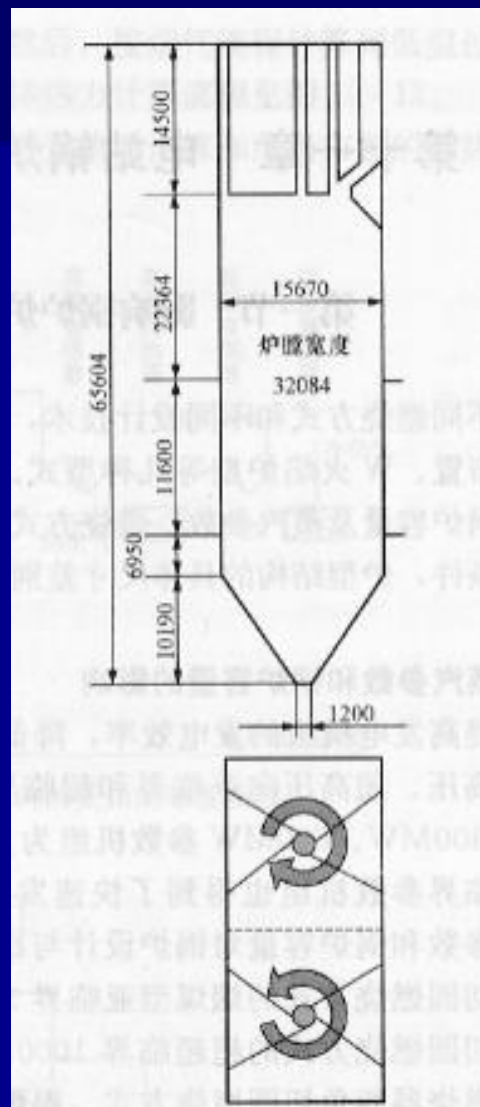
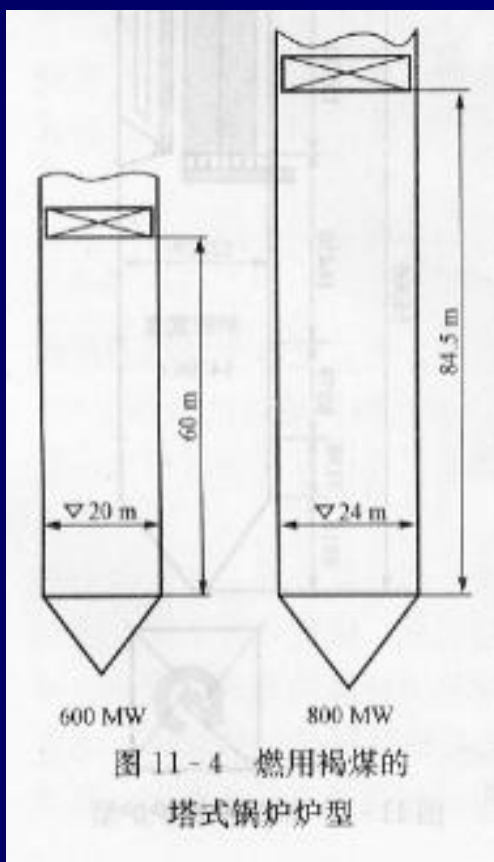


图 11-3 1000MW 锅炉炉型 I

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

二、燃料特性的影响



挥发分、发热量越高的煤，炉膛高度越低、炉膛截面积越大；

表 11-1

国内部分大容量锅炉的炉膛容积热强度与炉膛断面热强度

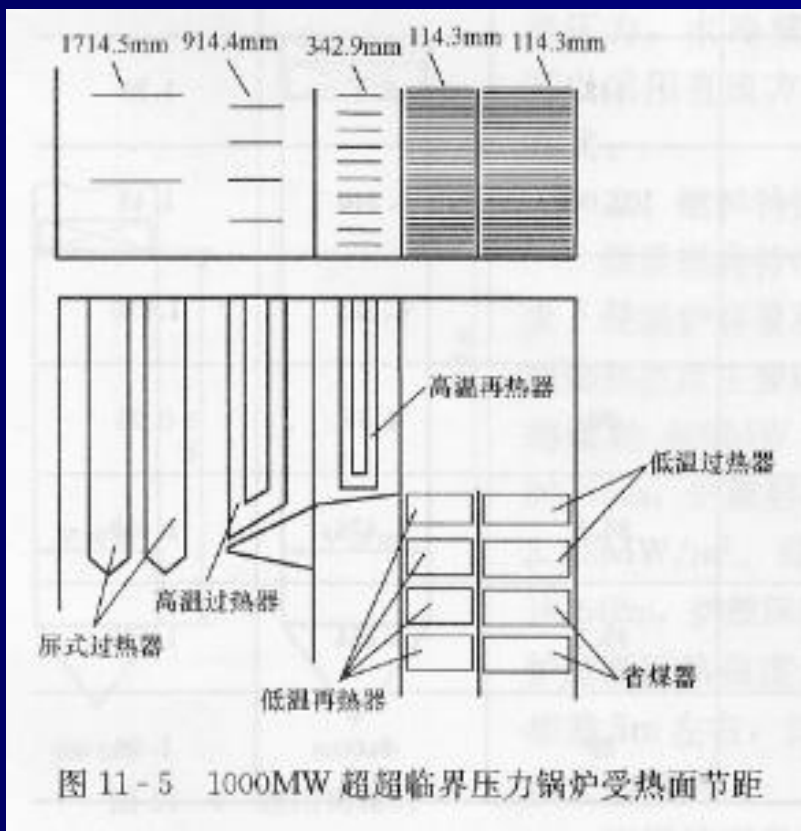
机组功率 MW	燃烧器型式与 布置方式	循环方式	燃用煤种	炉膛容积热强度 kW/m ³	炉膛断面热强度 MW/m ²	燃烧器区壁面 热强度 MW/m ²
200	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 自然循环	无烟煤	120.36	4.12	4.96
300	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 控制循环	烟煤	115.56	4.83	2.52
300	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 自然循环	烟煤	103.49	4.395	1.86
300	旋流式燃烧器 对冲布置	亚临界压力 自然循环	贫煤	122.278	5.067	
300	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 自然循环	贫煤、洗中煤	108.056	4.758	
600	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 控制循环	烟煤	101.0	5.49	2.109
600	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 控制循环	烟煤	116	5.45	1.49
600	直流式燃烧器 四角布置	亚临界压力 控制循环	烟煤	112	5.4	1.25
600	直流式燃烧器 四角布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	103.000	5.340	1.48
600	直流式燃烧器 四角布置	超临界压力 直流锅炉	贫煤	87.7	4.525	1.620
600	直流式燃烧器 四角布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	90	4.35	0.95
600	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	86.8	4.476	1.459
600	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	95.5	4.454	1.605
600	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	89	5.0	1.06

续表11-1

机组功率 MW	燃烧器型式与 布置方式	循环方式	燃用煤种	炉膛容积热强度 kW/m ³	炉膛断面热强度 MW/m ²	燃烧器区壁面 热强度 MW/m ²
600	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	贫煤	81.5	4.2	1.60
600	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	86.8	4.476	1.459
800	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	84.900	4.187	0.9
1000	直流式燃烧器 双切圆布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	83	4.6	1.67
1000	旋流式燃烧器 对冲布置	超临界压力 直流锅炉	烟煤	79	4.5	1.6

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

三、受热面传热方式的影响



有效辐射层厚度降低，辐射换热比例下降。

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

四、燃烧方式的影响

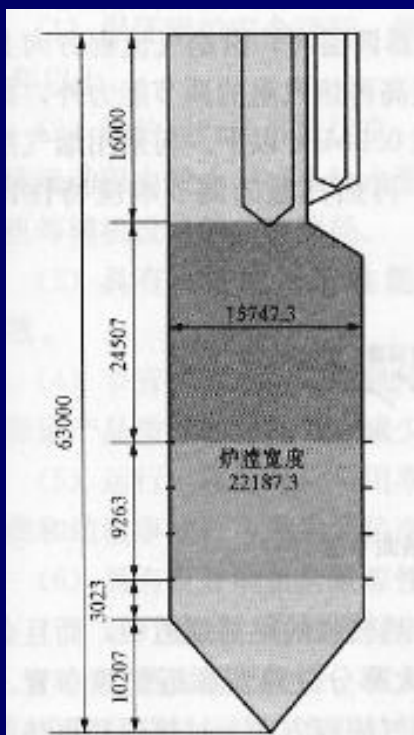


图 11-6 600MW 锅炉炉型 II



图 11-7 600MW 锅炉炉型 III

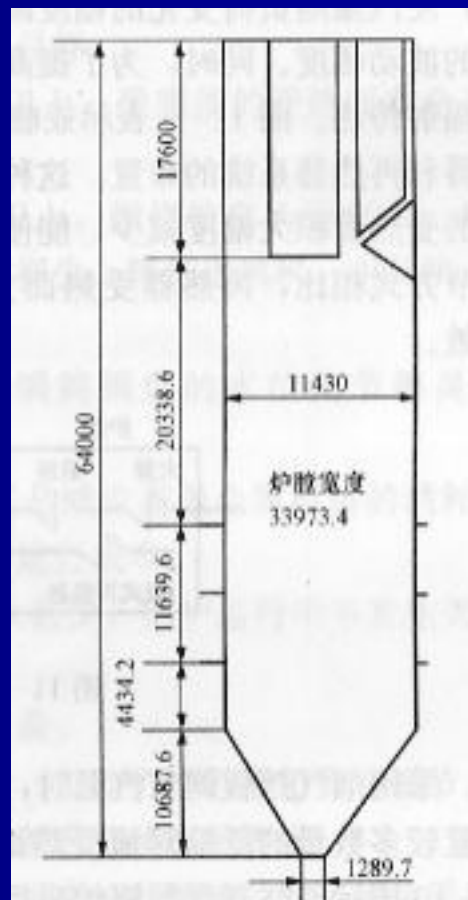


图 11-8 1000MW 锅炉炉型 II

前后
墙对
冲燃
烧

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

四、燃烧方式的影响

- 1, 四角切圆：残余旋转
- 2, 对冲燃烧
- 3, 低 NO_x 燃烧技术与炉膛高度、 q_3 的关系
- 4, 低负荷稳燃技术

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

五、汽温调节方式的影响

1, 摆动燃烧器调节再热汽温

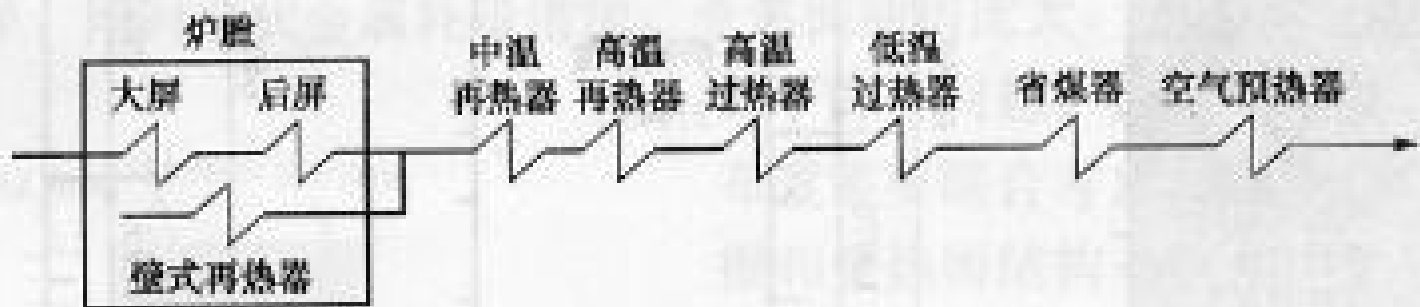
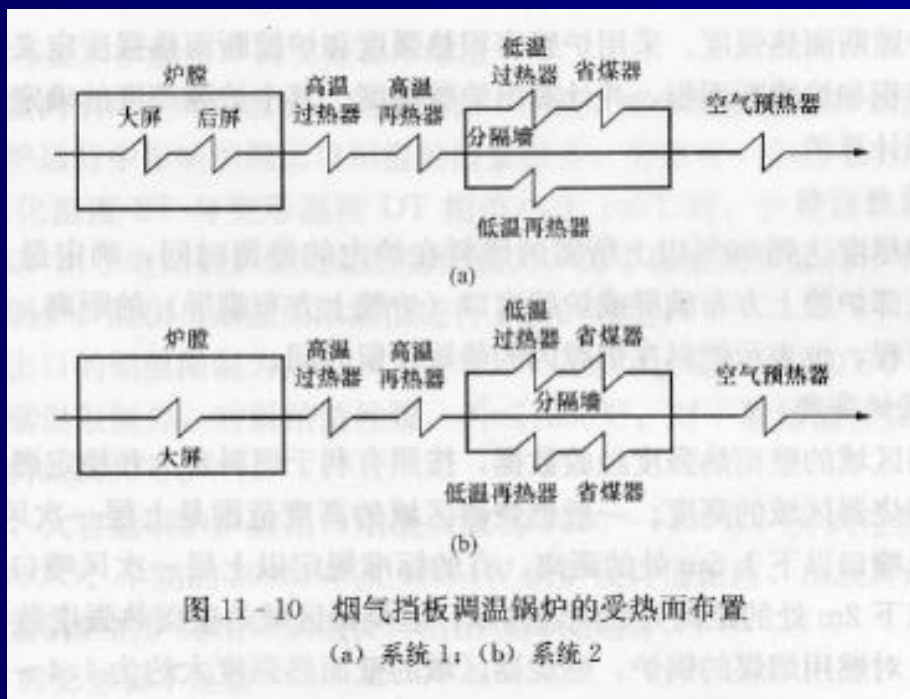


图 11-9 摆动式燃烧器调温锅炉的受热面布置

§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

五、汽温调节方式的影响

2, 烟气挡板调节再热汽温



§ 11.1 影响锅炉炉型结构和受热面布置的因素

五、汽温调节方式的影响

3, 超临界锅炉: 煤水比调节过热汽温
减温器喷水作为辅助调节手段。

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

目标：

- 1， 保证锅炉安全运行；
- 2， 运行经济；
- 3， 调节性能良好；
- 4， 节省投资；
- 5， 可靠性高；
- 6， 良好的负荷跟踪性；
- 7， 受热面磨损轻微、积灰少、防腐蚀、
污染物排放量达到环保标准。

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

- 一、炉膛尺寸的确定
- 二、炉膛出口烟气温度的优化设计
- 三、排烟温度的优化设计
- 四、给水温度的优化设计
- 五、热风温度的优化设计
- 六、烟气流速和工质质量流速的优化设计

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

一、炉膛尺寸的确定：

1， 炉膛容积和高度；

2， 火焰的最短行程；

3， 燃烧器区域高度；

1) 上一次风喷口1.5m至下依次风喷口1.5m

2) $1.4\sim 1.7\text{MW}/\text{m}^2$

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

一、炉膛尺寸的确定：

4，冷灰斗部位至燃烧器区域高度；

300~1000MW锅炉机组：

- 四角切圆：5~7m
- 前后墙对冲：3.2m

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

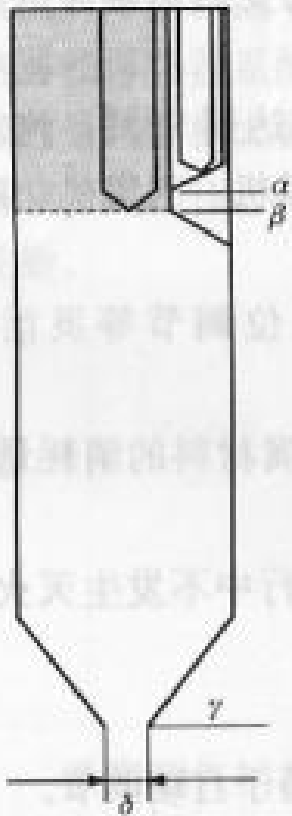


图 11-11 炉膛的
几何尺寸

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

一、炉膛尺寸的确定：

5, 折焰角、冷灰斗、排渣口的形状和尺寸

1) 折焰角倾斜角：上 $30\sim 50^\circ$ ，下 30°

2) 冷灰斗倾角 $50\sim 55^\circ$

3) 排渣口宽度：0.6~1.4m

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

二、炉膛出口烟气温度的

1, 水冷壁和炉膛出口不结渣

分隔屏： $\vartheta''_{fgp} \leq DT - 50^\circ\text{C}$, $\vartheta''_{fgp} \leq ST - 150^\circ\text{C}$

前屏：弱结渣煤 $\vartheta''_L \leq 1250^\circ\text{C}$

一般结渣煤 $\vartheta''_L \leq 1200^\circ\text{C}$

强结渣煤 $\vartheta''_L \leq 1100^\circ\text{C}$

2, 炉膛出口受热面不超温

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

二、炉膛出口烟气温度

3, 燃烧稳定

4, 辐射和对流受热面比例恰当

三、排烟温度的优化设计

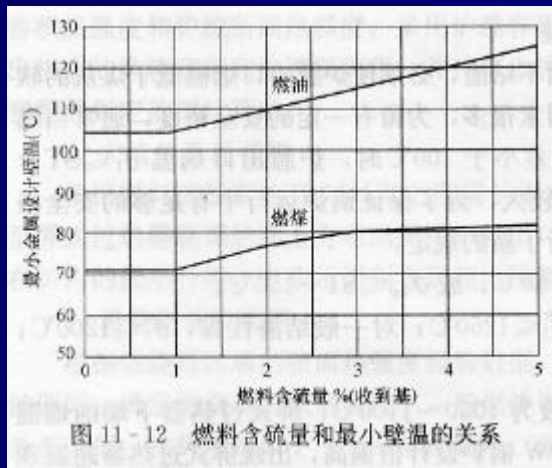
1, 降低排烟热损失

2, 降低低温受热面的金属消耗量

3, 避免受热面的低温腐蚀和严重积灰

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

三、排烟温度的优化设计



四、给水温度的优化设计

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

四、给水温度的优化设计

1, 高压机组: $t_{gs}=210\sim 215^{\circ}\text{C}$

2, 超高压机组: $t_{gs}=235\sim 240^{\circ}\text{C}$

3, 亚临界机组: $t_{gs}=275\sim 280^{\circ}\text{C}$

4, 超临界机组: $t_{gs}=280\sim 290^{\circ}\text{C}$

5, 超超临界机组: $t_{gs}=295\sim 305^{\circ}\text{C}$

§ 11.2 锅炉主要参数的优化设计

五、热风温度的优化设计

烟煤： $t_{rk}=330\sim 350^{\circ}\text{C}$ ； $t_1=320\sim 340^{\circ}\text{C}$ ；

无烟煤： $t_{rk}=380\sim 400^{\circ}\text{C}$ ；

六、烟气流速和工质质量流速的优化设计

1，烟气速度： $10\sim 15\text{m/s}$

2，工质质量流速：辐射受热面高

工质质量流速

表 11-3 600MW 超临界压力锅炉工质质量流速 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

受 热 面	600MW 锅炉-1	600MW 锅炉-2
高温过热器	1068	1314
后屏过热器	1493	1015
分隔屏	1687	1072
低温过热器		579
螺旋水冷壁	3085~1074 (光管)	2412~723.6 (内螺纹管)
垂直水冷壁	1074~342	2001~600.3

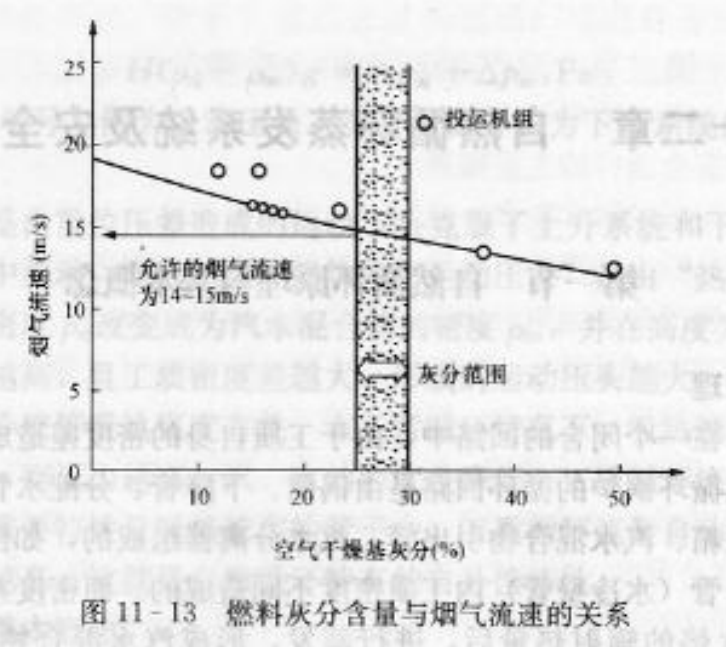


图 11-13 燃料灰分含量与烟气流速的关系

表 11-2

超临界参数燃煤锅炉各受热面的烟气平均流速

m/s

受 热 面	1000MW 级锅炉烟速		600MW 级锅炉烟速	
	屏式过热器	10		9.1
末级高温过热器	8	9.6	10.2	12.16
末级高温再热器	11	11.7	12.2	10.31
水平低温过热器	9	9.8	10.8	
水平低温再热器	10	9.0	10.5	11.00
省煤器	8	8.1~10	9.0	9.85
锅炉供应商	DBC	HBC	E&W	SBWL

第十一章 授课内容结束

- 请同学们提问。

延伸阅读 01

第十一章 基本要求

- 1, 锅炉热力计算程序和方法
- 2, 炉膛尺寸和出口温度、给水温度、热空气温度、排烟温度、工质、烟气流速的选择
- 3, 锅炉布置方案
- 4, 影响受热面布置的主要因素

延伸阅读 02

第十一章 重点

- 1, 锅炉的主要布置方式
- 2, 受热面的布置与蒸汽压力、温度的关系。
- 3, 空气、烟气（含漏风系数）的温度、流速的选择方法。工质质量流速、温度的选择方法。

延伸阅读 03

第十一章 难点

- 1, 锅炉的布置方式与蒸汽参数的关系
- 2, 工质、空气、烟气主要参数的方法

延伸阅读 04

第十一章 关键词

汽包锅炉	排烟温度
直流锅炉	热空气温度
受热面的布置	给水温度
蒸汽参数	烟气速度
炉膛出口温度	炉膛尺寸的确定