

王胜利 编著

# 煤粉锅炉技术问答

黑龙江科学技术出版社

~~TK229.6~~  
TK229.6  
14  
37)

# 煤粉锅炉技术问答

(上册)

王胜利 编著

B229.6



黑龙江科学技术出版社

748194

## 前 言

为了提高煤粉锅炉运行与检修人员的素质，满足广大煤粉锅炉技术工人自学和培训的需要，编者在原《煤粉锅炉运行技术问答》的基础上，经过整理和补充，编写了这本《煤粉锅炉技术问答》。

本书是根据锅炉工人学习的特点、采用群众喜闻乐见的问答形式编写的。在内容上，只概要介绍有关锅炉方面的基本知识，而侧重阐述煤粉锅炉在结构、运行、检修与事故处理等方面的技术要求，希望对读者在学习特别是实际工作中能有所帮助。

由于从事煤粉锅炉运行与检修工作多年，在实践中，从工人群众那里获得了许多成型的宝贵经验，本书的编写，可以说是本人在学习上的一次总结。

参加本书部分编写的还有徐书贝、孙远和郑玉林同志。

在编写过程中，查阅、参考了许多宝贵资料，对众多不相识的老师和朋友，表示衷心的感谢。

在编写过程中，得到佳木斯造纸厂副厂长、高级工程师王景亮及高级工程师孙石麟等同志的指导和帮助，经黑龙江省锅炉检验所高级工程师王守江同志修改并审定，在此一并表示诚挚的谢意。

由于时间仓促和水平所限，书中错误和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

一九八九年七月

## 内 容 提 要

本书以问答的形式，全面系统地阐述了各种煤粉锅炉的主体结构、辅助设备、运行调整、事故处理以及检验维修等方面的知识。

本书深入浅出，通俗易懂，可作为煤粉锅炉司炉工和检修工的培训教材，也可供锅炉管理人员、安技干部和监察干部在工作中参考。

# 目 录

## 第一章 绪 论

1. 简要叙述火力发电厂的生产过程。……………( 1 )
2. 国内外电站锅炉发展概况如何? ……………( 2 )
3. 我国电站锅炉型号是怎样表示的? ……………( 3 )
4. 电站锅炉与工业锅炉比较有哪些主要特点? ……( 4 )
5. 火力发电厂有哪几种能量转换过程?  
    这些转换过程是在什么设备中完成的? ……( 4 )
6. 锅炉有哪几种分类方法? ……………( 5 )
7. 锅炉设备有哪些基本特性? ……………( 5 )

## 第二章 锅炉基础知识

### 第一节 参数概念

1. 什么叫压力、表压力、绝对压力?  
    它们的单位是什么? ……………( 7 )
2. 什么叫饱和温度、饱和蒸汽、饱和压力? ……( 7 )
3. 什么叫过热蒸汽、过热温度? ……………( 8 )

### 第二节 物理参数

4. 什么叫温度? 常用的三种温标换算关系如何? …( 8 )
5. 什么是热量、热焓? 单位是什么? ……………( 8 )
6. 什么叫比重、比容、比热? 单位是什么? ……( 9 )
7. 什么叫线膨胀? 怎样计算物体的线膨胀? ……( 9 )

↓

8. 什么叫熔解、熔点、熔解热? ..... ( 9 )
9. 什么叫汽化、汽化热? ..... ( 10 )
10. 什么是导热系数? 怎样计算导热系数? ..... ( 10 )
11. 什么是气体三定律和理想气体状态方程? ..... ( 11 )
12. 什么叫功? ..... ( 12 )
13. 什么是功率? ..... ( 12 )
14. 千瓦和马力有什么关系? ..... ( 12 )
15. 什么是热力学三定律? ..... ( 12 )

### 第三节 基本概念

16. 什么叫正压、负压、真空度? ..... ( 13 )
17. 什么是工质? 什么是锅炉工况? ..... ( 13 )
18. 什么是锅炉蒸发量? ..... ( 14 )
19. 什么是热平衡方程? ..... ( 14 )
20. 什么是静压、动压和全压?  
它们之间有什么关系? ..... ( 14 )
21. 什么是临界压力? 水的临界参数是多少? ..... ( 15 )
22. 什么是饱和水的热焓? ..... ( 16 )
23. 什么是饱和蒸汽的热焓? ..... ( 16 )
24. 什么是过热蒸汽的热焓? ..... ( 16 )
25. 什么叫汽化潜热? ..... ( 16 )
26. 什么是流速、流量? ..... ( 16 )
27. 什么是流动阻力和阻力损失? ..... ( 17 )
28. 什么叫水锤? ..... ( 17 )
29. 什么是煤粉细度和均匀度? ..... ( 17 )
30. 什么是球磨机的临界转速?  
钢球充满系数如何计算? ..... ( 18 )

31. 什么是煤的可磨性系数? ..... ( 19 )
32. 何谓锅炉校核热力计算?  
何谓锅炉设计热力计算? ..... ( 19 )
33. 什么是锅炉通风阻力? ..... ( 20 )
34. 什么是摩擦阻力? ..... ( 20 )
35. 什么是局部阻力? ..... ( 21 )
36. 什么是横向冲刷管束阻力? ..... ( 21 )
37. 什么是送风机选用风量和选用风压? ..... ( 21 )
38. 什么是理论燃烧温度? ..... ( 21 )
39. 什么叫炉膛黑度? ..... ( 22 )
40. 一度电相当于多少热量? ..... ( 22 )
41. 怎样查阅水蒸汽的焓-熵图和水蒸汽表? ..... ( 22 )

### 第三章 锅炉结构及设备

#### 第一节 锅炉设备

1. 火力发电厂输送原煤的设备有哪些? ..... ( 27 )
2. 输送原煤工作过程如何? ..... ( 27 )
3. 什么是锅炉? 电站锅炉的功能是什么? ..... ( 28 )
4. 锅炉由哪些主要部件组成? ..... ( 28 )
5. 锅炉主要辅助设备有哪些? ..... ( 28 )
6. 煤粉锅炉是怎样工作的? ..... ( 29 )

#### 第二节 锅炉主要部件结构及布置

7. 煤粉燃烧器有哪几类? ..... ( 31 )
8. 直流燃烧器二次风口布置可分为哪两种? ..... ( 31 )
9. 均等配风直流燃烧器结构有何特点? ..... ( 31 )
10. 分级配风直流燃烧器结构有何特点? ..... ( 33 )

11. 燃用劣质烟煤的直流燃烧器结构有何特点? … ( 34 )
12. 直流燃烧器有哪几种布置方式? …… ( 35 )
13. 直流蜗壳式旋流燃烧器结构有何特点? …… ( 36 )
14. 双蜗壳旋流燃烧器结构有何特点? …… ( 37 )
15. 轴向手动叶轮旋流燃烧器结构有何特点? …… ( 39 )
16. 旋流燃烧器有几种布置方式? 各有何特点? … ( 40 )
17. 锅炉汽包是由哪几部分组成的? …… ( 41 )
18. 汽水分离装置有哪几种? …… ( 42 )
19. 下降管的结构如何? …… ( 45 )
20. 光管水冷壁的结构如何? …… ( 46 )
21. 销钉水冷壁结构如何? …… ( 46 )
22. 膜式水冷壁结构如何? …… ( 48 )
23. 过热器有哪几种? 宜用什么钢材制造? …… ( 48 )
24. 什么是对流过热器? 结构如何? …… ( 48 )
25. 什么是辐射式过热器? …… ( 50 )
26. 什么是半辐射式过热器? …… ( 51 )
27. 什么是包墙过热器? …… ( 52 )
28. 再热器的结构如何? …… ( 52 )
29. 什么是减温器? 有哪几种? …… ( 52 )
30. 面式减温器的结构如何? …… ( 53 )
31. 喷水减温器的结构如何? …… ( 54 )
32. 微量喷水减温器的结构如何? …… ( 55 )
33. 省煤器有哪几种? …… ( 56 )
34. 钢管式省煤器结构如何? 怎样布置? …… ( 57 )
35. 空气预热器有哪几种? …… ( 58 )
36. 板式空气预热器结构如何? …… ( 58 )



37. 管式空气预热器的结构如何? 怎样布置? ..... ( 59 )
38. 回转式空气预热器结构如何? ..... ( 61 )
39. 风罩回转式空气预热器的结构如何? ..... ( 63 )
40. 安全阀有哪几种? 结构如何? ..... ( 64 )
41. 水位表有哪几种? ..... ( 67 )
- 第三节 辅助设备
42. 给煤机有哪几种? ..... ( 68 )
43. 圆盘式给煤机结构特点如何? ..... ( 68 )
44. 皮带式给煤机结构特点如何? ..... ( 69 )
45. 刮板式给煤机结构特点如何? ..... ( 70 )
46. 电磁振动式给煤机结构特点如何? ..... ( 71 )
47. 磨煤机有哪几种? ..... ( 72 )
48. 球磨机的结构特点如何? ..... ( 72 )
49. 平盘磨的结构特点如何? ..... ( 73 )
50. 中速球式磨的结构特点如何? ..... ( 75 )
51. 中速碗式磨的结构特点如何? ..... ( 77 )
52. 风扇磨的结构特点如何? ..... ( 78 )
53. 多列式锤击磨的结构特点如何? ..... ( 79 )
54. 竖井式磨煤机的结构特点如何? ..... ( 80 )
55. 煤粉分离器有哪几种? ..... ( 81 )
56. 重力分离器的结构特点如何? ..... ( 81 )
57. 惯性分离器的结构特点如何? ..... ( 81 )
58. 固定式离心分离器的结构特点如何? ..... ( 82 )
59. 回转式离心分离器的结构特点如何? ..... ( 83 )
60. 送风机的结构特点如何? ..... ( 83 )
61. 引风机的结构特点如何? ..... ( 84 )

62. 排粉机的结构特点如何? ..... ( 84 )
63. 叶轮式给粉机的结构特点如何? ..... ( 85 )
64. 螺旋输粉机的结构特点如何? ..... ( 85 )
65. 电火花点火装置的结构特点如何? ..... ( 85 )
66. 电弧点火装置的结构特点如何? ..... ( 86 )
67. 点火油喷嘴有哪几种? ..... ( 87 )
68. 锅炉除尘方式有哪几种? ..... ( 87 )
69. 重力沉降室的结构特点如何? ..... ( 88 )
70. C型旋风除尘器的结构特点如何? ..... ( 88 )
71. 双级蜗旋除尘器的结构特点如何? ..... ( 89 )
72. DG型双旋风除尘器的结构特点如何? ..... ( 89 )
73. PW型旋风除尘器的结构特点如何? ..... ( 90 )
74. 离心水膜除尘器的结构特点如何? ..... ( 91 )
75. 管式水膜除尘器的结构特点如何? ..... ( 92 )
76. 文丘里式水膜除尘器的结构特点如何? ..... ( 93 )
77. 电除尘器的结构如何? ..... ( 93 )
78. 袋式除尘器分哪几种? 总体结构是怎样的? ... ( 93 )
79. 水力除灰系统包括哪些设备? ..... ( 94 )
80. 水力除灰工艺流程如何? ..... ( 94 )
81. 火力发电厂除灰方式有哪几种? ..... ( 95 )
82. 截止阀的结构特点如何? ..... ( 95 )
83. 调节阀的结构特点如何? ..... ( 95 )
84. 止回阀的结构特点如何? ..... ( 96 )

#### 第四章 燃料和燃烧

##### 第一节 燃料的成分及特性

1. 何谓燃料? 燃料有哪几种? ..... ( 97 )
2. 火力发电厂燃用煤一般有哪几种? ..... ( 97 )
3. 无烟煤的特性如何? ..... ( 97 )
4. 烟煤的特性如何? ..... ( 98 )
5. 贫煤的特性如何? ..... ( 98 )
6. 褐煤的特性如何? ..... ( 98 )
7. 劣质煤的特性如何? ..... ( 99 )
8. 煤由哪些元素组成? 对煤的特性有何影响? ... ( 99 )
9. 煤中的硫有哪几种? 有什么危害? ..... ( 100 )
10. 为什么火力发电厂燃煤含灰量少些好? ..... ( 100 )
11. 什么是挥发分? 对燃烧过程有何影响? ..... ( 101 )
12. 什么是燃料的发热量? ..... ( 101 )
13. 煤粉有哪些特性? 煤粉堆积重度是多少? ..... ( 102 )
14. 哪些因素可能引起煤粉爆炸? ..... ( 103 )
15. 为什么不同煤种对煤粉细度有不同的要求? ... ( 104 )
16. 如何确定煤粉的经济细度? ..... ( 104 )
17. 煤粉颗粒均匀性对燃烧过程有何影响? ..... ( 104 )
18. 火力发电厂为什么进行煤的工业分析? ..... ( 105 )
19. 何谓焦炭? 焦炭有哪些特征? ..... ( 105 )

## 第二节 制粉和燃烧

20. 中间储仓式和直吹式制粉系统各有何特点? ... ( 106 )
21. 球磨机出力与哪些因素有关? ..... ( 108 )
22. 煤粉细度和水分有什么关系?  
水分对煤粉燃烧有何影响? ..... ( 109 )
23. 球磨机的耗电量与哪些因素有关? ..... ( 110 )
24. 怎样提高球磨机出力? ..... ( 110 )

25. 制粉系统中哪些部位容易漏风?  
漏风有何危害? ..... ( 111 )
26. 何谓燃烧, 完全燃烧和不完全燃烧? ..... ( 111 )
27. 燃料水分增加对锅炉工作有何影响? ..... ( 112 )
28. 燃料灰分增加对锅炉工作有何影响? ..... ( 112 )
29. 锅炉点火方法有哪几种? ..... ( 113 )
30. 重油燃烧过程可分为哪几个阶段? ..... ( 113 )
31. 油喷嘴的流量密度分布对燃烧有什么影响? ... ( 114 )
32. 燃料在燃烧设备中有哪几种燃烧方式?  
各有何特点? ..... ( 114 )
33. 煤粉燃烧过程的三个阶段是怎样划分的? ..... ( 116 )
34. 煤粉迅速、完全燃烧的必要条件有哪些? ..... ( 117 )
35. 如何强化煤粉的燃烧? ..... ( 117 )
36. 煤粉燃烧过程分为哪几类? ..... ( 118 )
37. 煤粉的燃烧过程是怎样进行的? ..... ( 119 )
38. 影响煤粉气流着火与燃烧的因素有哪些? ..... ( 119 )
39. 什么是燃烧速度和燃烧程度?

二者有什么关系? ..... ( 121 )

40. 何谓锅炉静态特性和动态特性? 有何用处? ... ( 121 )

### 第三节 传热及热损失

41. 什么叫传热? 举例说明传热方式有哪几种? ... ( 121 )
42. 锅炉中各有哪些输入热量和支出热量? ..... ( 122 )
43. 煤粉锅炉工作包括哪几个过程? ..... ( 122 )
44. 锅炉热损失有哪几种? ..... ( 123 )
45. 化学未完全燃烧热损失 $q_3$ 与机械未完全燃烧热  
损失 $q_4$ 有何不同? ..... ( 124 )

46. 排烟热损失与哪些因素有关? ..... ( 125 )
47. 散热损失与哪些因素有关? ..... ( 125 )
48. 如何降低锅炉热损失? ..... ( 125 )
- 第四节 风的作用和烟气成分
49. 什么是理论空气量、实际空气量  
和过量空气系数? ..... ( 126 )
50. 增加炉内过量空气系数时锅炉受热面的  
吸热量有何改变? ..... ( 127 )
51. 增加炉膛过量空气系数时锅炉烟温  
及效率有何改变? ..... ( 127 )
52. 对流过热区域漏风量增大时锅炉受  
热面的吸热量有何改变? ..... ( 127 )
53. 对流过热区域漏风量增大时锅炉  
各处烟温有何改变? ..... ( 128 )
54. 一次风有何作用? ..... ( 128 )
55. 二次风有何作用? ..... ( 128 )
56. 三次风有何作用? ..... ( 129 )
57. 烟气是由哪些成分组成的? ..... ( 129 )
- 第五节 受热面结渣、积灰、磨损和腐蚀
58. 受热面结渣有什么危害? ..... ( 130 )
59. 受热面结渣的原因是什么? ..... ( 130 )
60. 如何防止受热面结渣? ..... ( 131 )
61. 受热面磨损有什么危害? ..... ( 131 )
62. 飞灰磨损的机理是什么? ..... ( 132 )
63. 影响磨损的因素有哪些? ..... ( 132 )
64. 防止受热面磨损的措施有哪些? ..... ( 133 )

- 65. 受热面积灰对锅炉有什么影响? ..... ( 133 )
- 66. 积灰的机理是什么? ..... ( 133 )
- 67. 影响积灰的因素有哪些? ..... ( 134 )
- 68. 如何减轻受热面积灰? ..... ( 134 )
- 69. 受热面低温腐蚀有什么危害? ..... ( 134 )
- 70. 低温腐蚀的机理是什么? ..... ( 135 )
- 71. 怎样防止或减轻受热面低温腐蚀? ..... ( 135 )
- 72. 受热面高温腐蚀有什么危害? ..... ( 136 )
- 73. 高温对流受热面腐蚀的机理是什么? ..... ( 136 )
- 74. 如何减轻高温对流受热面腐蚀? ..... ( 137 )
- 75. 水冷壁管外腐蚀的机理是什么? ..... ( 137 )
- 76. 怎样减轻水冷壁管外腐蚀? ..... ( 137 )

## 第五章 给水与蒸汽

### 第一节 锅炉用水基础知识

- 1. 水是由什么元素组成的? ..... ( 138 )
- 2. 水有哪些物理性质? ..... ( 138 )
- 3. 水有哪些化学性质? ..... ( 138 )
- 4. 常用的水分哪几种类型? ..... ( 139 )
- 5. 地面水和地下水有何不同? ..... ( 139 )
- 6. 天然水中溶解哪些盐类? ..... ( 139 )
- 7. 什么叫硬度? 硬度大的水对锅炉  
有什么危害? ..... ( 140 )
- 8. 硬度分哪几种? ..... ( 140 )
- 9. 什么是水的浑浊度和悬浮物? 有何危害? ..... ( 141 )
- 10. 什么是碱度? 与硬度有何关系?

- 对锅炉有何影响? ..... ( 141 )
11. 什么是PH值? 对锅炉有何影响? ..... ( 142 )
12. 什么是水的溶解氧? 有何危害? ..... ( 142 )
13. 水中为什么有二氧化碳? 有什么危害? ..... ( 142 )
14. 什么是水的电导率? ..... ( 143 )
15. 火力发电厂中水有哪些用途? ..... ( 143 )
16. 火力发电厂的用水如何分类? ..... ( 144 )
17. 锅炉用水都有哪些要求? ..... ( 144 )
18. 锅炉用水为什么要进行处理? ..... ( 145 )
19. 什么叫结垢? 水垢对热力设备有何危害? ..... ( 145 )
20. 积盐对热机有何危害? ..... ( 146 )
21. 给水的处理方法有哪几种? ..... ( 146 )
22. 锅内加入磷酸三钠有什么作用? ..... ( 146 )
23. 什么叫软化水? ..... ( 147 )
24. 氢离子交换法的软化过程如何? ..... ( 147 )
25. 写出代表离子交换法软化过程的反应方程式。..... ( 148 )
26. 什么叫除盐水? ..... ( 148 )
27. 为什么要进行连续排污和定期排污? ..... ( 148 )
28. 什么是相对碱度? 规定值为多少? ..... ( 149 )
29. 什么是苛性脆化?  
哪些部位易发生苛性脆化? ..... ( 149 )
30. 产生苛性脆化的条件有哪些? ..... ( 149 )
31. 如何计算排污量? ..... ( 149 )
32. 如何计算排污率? ..... ( 150 )
33. 如何降低锅炉排污率? ..... ( 150 )

- 34. 在什么情况下应该进行热化学试验? ..... ( 150 )
- 35. 为什么要进行热化学试验? ..... ( 151 )
- 36. 热化学试验包括哪些试验项目? ..... ( 151 )
- 37. 进行热化学试验时应注意哪些事项? ..... ( 152 )

## 第二节 锅炉给水与水循环

- 38. 锅炉对给水有哪些要求? ..... ( 152 )
- 39. 锅炉对锅水有哪些要求? ..... ( 153 )
- 40. 锅炉冷炉上水有哪些要求? 应注意什么? ..... ( 153 )
- 41. 锅炉水位调节的意义是什么? ..... ( 154 )
- 42. 影响水位变动的因素有哪些? ..... ( 154 )
- 43. 什么是叫水法? 试述叫水法的操作步骤。..... ( 155 )
- 44. 汽包虚假水位是怎样产生的? ..... ( 156 )
- 45. 什么叫水循环? 有哪几种?

自然循环是怎样产生的? ..... ( 157 )

- 46. 什么叫压差和重位压差? 上升管与下降管

间重位压差的大小说明什么问题? ..... ( 158 )

- 47. 什么叫循环流速? 对水循环有何影响? ..... ( 158 )
- 48. 什么叫循环倍率? 对水循环有什么影响? ..... ( 159 )
- 49. 什么叫重量含汽率? 对水循环有什么影响? ... ( 160 )
- 50. 什么叫自补偿特性?

对水循环有什么影响? ..... ( 160 )

- 51. 上升管单位截面蒸汽产量

对水循环有什么影响? ..... ( 161 )

- 52. 影响水循环安全的因素有哪些? ..... ( 161 )

- 53. 现代锅炉在结构上采取了哪些措施

保证水循环的可靠性? ..... ( 162 )



54. 在运行中应采取哪些措施  
    保证水循环的可靠性? ..... ( 162 )
55. 给水温度变动时, 对燃料量和  
    蒸发量有何影响? ..... ( 163 )
56. 给水温度变动时, 对锅炉的安全性  
    和经济性有何影响? ..... ( 163 )
57. 给水温度变动时, 对过热汽温有何影响? ..... ( 164 )
58. 什么叫汽水分层? 如何防止汽水分层? ..... ( 164 )
59. 下降管带汽有什么不良影响? ..... ( 165 )
60. 下降管带汽的原因是什么? ..... ( 165 )
61. 如何防止下降管带汽? ..... ( 166 )
62. 排污方式有哪几种? ..... ( 166 )
- 第三节 蒸 汽
63. 锅炉的蒸汽品质应符合哪些要求? ..... ( 167 )
64. 保证蒸汽品质的措施有哪些? ..... ( 168 )
65. 蒸汽中的杂质对机、炉运行有何影响? ..... ( 169 )
66. 蒸汽中含杂质的原因是什么? ..... ( 169 )
67. 哪些因素影响蒸汽带水? ..... ( 170 )
68. 为什么有的锅炉采用分段蒸发? ..... ( 170 )
69. 过热蒸汽温度的调节方法有哪些? ..... ( 171 )
70. 影响过热蒸汽温度变动的因素有哪些? ..... ( 171 )
71. 过热器受热不均的原因有哪些? ..... ( 173 )
72. 如何减轻过热器的热偏差? ..... ( 174 )
73. 蒸汽为什么要进行清洗?  
    蒸汽清洗采用什么方式? ..... ( 174 )