



循环流化床锅炉

技术问答

主编 周宝欣 常焕俊
主审 徐钦田



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

循环流化床锅炉

技术问答

主编 周宝欣 常焕俊
主审 徐钦田



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为了尽快提高循环流化床锅炉发电企业生产技术管理人员与从事循环流化床锅炉相关工作人员的业务水平,适应电力发展需要,作者根据循环流化床锅炉的最新发展情况,结合循环流化床锅炉检修与运行的实际情况编写了本书。全书共分为循环流化床锅炉基础知识、循环流化床锅炉设备知识、循环流化床锅炉检修技术、循环流化床锅炉运行技术、循环流化床锅炉事故处理五个部分,是循环流化床锅炉发电企业生产技术管理人员和从事循环流化床锅炉相关工作人员很有参考价值的工具用书,也可作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

循环流化床锅炉技术问答/周宝欣,常焕俊主编.北京:中国电力出版社,2006

ISBN 7-5083-3745-X

I. 循... II. ①周... ②常... III. 流化床-循环锅炉-问答 IV. TK229.5-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第142499号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006年6月第一版 2006年6月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 9.875印张 245千字

印数0001—3000册 定价20.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序 言

当前，在火力发电厂负荷调节范围较大、煤种多变、燃煤与环保的矛盾日益突出的情况下，循环流化床锅炉技术已成首选的高效低污染的新型燃烧技术。循环流化锅炉以其燃料适应性广、燃烧强度高、燃烧效率高、脱硫效率高、氮氧化物排放低、负荷调节范围大、负荷调节快等独特的优点在世界上得到了极大的应用和发展，取得了重大的经济效益、社会效益和环境效益。

近年来，循环流化床锅炉以其洁净的燃煤技术在我国得到了长足的发展，呈方兴未艾之势。但是循环流化床锅炉在设计、设备制造等方面尚不完善。随着大容量循环流化床锅炉机组的投运，大型循环流化床锅炉设备在运行中逐渐暴露了一些缺陷，许多困扰循环流化床安全运行的问题至今仍未根本解决，易结焦和磨损严重等问题在锅炉运行中更加普遍和突出。关于循环流化床锅炉的运行特性、安全性、设备运行限制条件还需要进一步探索。如何提高循环流化床锅炉的运行和维护水平，确保机组能够长周期安全、稳定、高效运行，已成为迫

在眉睫的课题。

华电淄博热电有限公司在循环流化床锅炉运行与维护方面积累了丰富的实践经验，认真总结实践经验，对有关问题进行必要的探讨，势必会对在一线从事循环流化床锅炉技术工作的人员有所帮助。本书作者为该公司从事循环流化床锅炉工作的技术管理者，作者从循环流化床锅炉基础知识、设备知识、检修技术、运行技术、事故处理等五个方面进行了总结和阐述，理论与实践紧密结合，内容丰富全面，对循环流化床锅炉发电企业的生产技术管理和锅炉检修、运行人员具有很强的指导性，相信通过作者的辛勤劳动，这本以技术问答形式出版的理论与实践相结合的书籍，必定会使从事此项工作相关技术人员和从业者有所启发和帮助！



二〇〇六年五月十八日

前 言

洁净煤燃烧发电是国内外新的发电技术，循环流化床是应用洁净煤燃烧技术的成果。循环流化床是国家在调整电力结构时要求积极发展的发电技术之一。为了尽快提高循环流化床锅炉发电企业生产技术管理人员和从事循环流化床锅炉相关工作人员的业务水平，适应电力发展需要，作者结合火力发电厂循环流化床锅炉检修与运行的实际情况编写了本书。

全书共分为循环流化床锅炉基础知识、循环流化床锅炉设备知识、循环流化床锅炉检修技术、循环流化床锅炉运行技术、循环流化床锅炉事故处理五个部分。

全书由周宝欣、常焕俊任主编，徐钦田主审，内容由刘永、陈文勇、钊建民、周宝欣、常焕俊负责编写，常焕俊负责统编全书。

本书可供循环流化床锅炉发电企业的生产技术管理和锅炉检修、运行人员学习、参考。

本书在编写过程中，参考了华电淄博热电有限公司的部分技术资料，得到了华电淄博热

电有限公司领导的大力支持，在此一并表示感谢。

限于理论和实践水平，疏漏之处在所难免。欢迎广大读者对本书提出宝贵意见，恳请各方面专家予以斧正，谢谢。

编者

2005年1月

目 录

序言
前言

一 循环流化床锅炉基础知识

1. 什么是循环流化床锅炉? /3
2. 简述循环流化床锅炉与煤粉炉的主要区别。 /3
3. 循环流化床锅炉有哪些基本特点? /3
4. 循环流化床锅炉有哪些优点? /4
5. 目前循环流化床锅炉还存在哪些问题? /5
6. 循环流化床锅炉大型化发展目前还需解决的主要问题有哪些? /6
7. 大型循环流化床锅炉有哪些流派, 各有什么特点? /6
8. 循环流化床锅炉的传热过程有哪些? /6
9. 床层的流态化状态有哪些? /7
10. 影响床层与受热面间换热的因素有哪些? /7
11. 影响循环流化床锅炉传热的主要因素

有哪些? /7

12. 循环流化床锅炉密相区的作用是什么?

/7

13. 影响循环流化床锅炉稀相区传热的主要因素有哪些?

/8

14. 影响循环流化床锅炉燃烧的主要因素有哪些? /8

15. 影响循环流化床锅炉床温的主要因素有哪些? /8

16. 影响循环流化床锅炉床压的主要因素有哪些? /9

17. 循环流化床锅炉床温的选择应考虑哪些因素? /9

18. 循环流化床锅炉炉内产生扬尘有哪些颗粒源? /9

19. 煤粒在循环流化床锅炉炉内的热解过程有哪两个典型特性? /9

20. 简述影响煤中挥发分析出的因素。 /10

21. 煤粒进入循环流化床锅炉后会发生哪些变化? /10

22. 进入循环流化床锅炉内的颗粒大体可分为哪三种存在形式? /10

23. 颗粒的形状对其磨损率有哪些影响? /10

24. 简述产生沟流的原因。 /11

25. 简述产生夹带的原因。 /11

26. 影响循环流化床锅炉脱硫效率的因素有哪些? /11

27. 循环流化床锅炉脱硫工艺与其他脱硫工艺比较, 有哪些技术优势? /11

28. 简述循环流化床锅炉对燃煤粒径的要求。 /12

29. 煤粒特性的测定方法有哪些? /13

30. 入炉煤的粒度对循环流化床锅炉燃烧的影响有哪些? /13

31. 煤中灰分含量与灰熔点对循环流化床锅炉燃烧的影响有哪些? /14

32. 为什么要控制床温在 850~950℃之间? /14

33. 什么是热传导? /15

34. 什么是热对流? /15
35. 什么是热辐射? /15
36. 什么是平均流速? /15
37. 什么是塑性变形? /15
38. 什么是蠕变? /15
39. 什么是持久强度? /15
40. 什么是完全燃烧? /16
41. 什么是不完全燃烧? /16
42. 什么是流态化现象? /16
43. 什么是气固流态化? /16
44. 什么是乳化相? /16
45. 什么是气泡相? /16
46. 什么是“柱塞”流态化? /16
47. 什么是湍流流态化? /17
48. 什么是散式流态化? /17
49. 什么是聚式流态化? /17
50. 什么是颗粒终端速度? /17
51. 什么是空塔速度 u ? /17
52. 什么是空隙率 ϵ ? /18
53. 什么是临界空隙率? /18
54. 什么是节涌? /18
55. 什么是重烧变化率 α ? /18
56. 什么是耐磨指数? /18
57. 什么是热解? /19
58. 什么是断面固体流率 G_s ? /19
59. 什么是固气比 M ? /19
60. 什么是颗粒的球形度? /19
61. 什么是床温? /19
62. 什么是煤的高位发热量? /20
63. 什么是煤的低位发热量? /20

64. 什么是煤的一级破碎? /20
65. 什么是煤的二级破碎? /20
66. 什么是扬析? /20
67. 什么是沟流? /20
68. 什么是夹带? /20
69. 什么叫钙硫摩尔比? /21
70. 什么是物料的循环倍率 k ? /21
71. 什么是宽筛粉煤粒? /21
72. 什么是理论空气量? /21
73. 什么是临界流化风量? /21
74. 什么是最佳流化风量? /22
75. 什么是临界流化速度? /22
76. 什么是流化床的阻力特性? /22
77. 什么是空床阻力特性试验? /22
78. 什么是内循环? /22
79. 什么是外循环? /22
80. 什么叫磨损? /23
81. 影响磨损的主要因素有哪些? /23
82. 磨损有哪些主要危害? /23
83. 磨损的种类有哪些? /23
84. 什么是冲蚀磨损? 有几种型式? /23
85. 什么叫冲击磨损? /24
86. 什么叫微振磨损? /24
87. 什么叫冲刷磨损? /24
88. 什么叫低温结焦? /24
89. 什么叫高温结焦? /25
90. 什么叫床层的再流化? /25
91. 什么是循环流化床锅炉的温态启动? /25
92. 什么是循环流化床锅炉的热态启动? /25
93. 煤的粒径分布测试中 d_{50} 的含义是什么? /25

94. 什么是锅炉烘炉? /25
95. 什么叫定参数停炉? /26
96. 什么是机组的滑参数启动? /26
97. 机组滑参数启动有哪些优点? /26
98. 机组滑参数启动的方式有几种? /26
99. 什么是旁路系统? 其有什么作用? /26
100. 什么叫电除尘的电晕区? /27
101. 影响石灰石有效利用的主要原因是什么? /27
102. 石灰石脱硫的机理是什么? /27
103. 涉及脱硫机理的主要问题是? /28

二 循环流化床锅炉设备知识

1. 循环流化床锅炉的主要类型有哪些? /31
2. 循环流化床锅炉如何解决因防磨而使受热面少的缺陷?
/31
3. 循环流化床锅炉一般包括哪几部分? /31
4. 哈尔滨锅炉厂有限责任公司生产的循环流化床锅炉刚性梁的型式是什么? 有什么作用? /32
5. 哈尔滨锅炉厂有限责任公司生产的 465t/h 循环流化床锅炉预热器是如何设计的? /32
6. 哈尔滨锅炉厂有限责任公司在 465t/h 循环流化床锅炉上是如何布置吹灰器的? /32
7. 简述蒸汽吹灰器的结构和工作原理。 /33
8. 循环流化床锅炉布风板的作用有哪些? /33
9. 循环流化床锅炉采用的布风装置的形式有哪些? /33
10. 简述布风装置的设计要求。 /34
11. 布风板有哪几种型式? /34
12. 布风板风帽的形式有哪几种? /36
13. 哈尔滨锅炉厂制造的大型循环流化床锅炉风帽有什么特

点? /38

14. 风帽小孔风速是如何确定的? /38
15. 布风板为什么需要一定的压降? /38
16. 大直径钟罩式风帽的特点是什么? /39
17. 目前循环流化床锅炉普遍采用的风室是什么结构?
/39
18. 气固分离器的主要作用是什么? /40
19. 循环流化床的气固分离器有哪些要求? /40
20. 分离器效率的变化对循环流化床锅炉运行的影响有哪些?
/40
21. 循环流化床锅炉分离器的种类有哪些? /41
22. 简述高温绝热旋风分离器的结构特点。 /41
23. 简述水冷、汽冷分离器的结构特点。 /42
24. 影响分离器性能的因素有哪些? /43
25. 简述高温飞灰分离器的主要作用。 /44
26. 简述高温飞灰分离机构必须满足的要求。 /45
27. 简述固体物料返料装置的作用。 /45
28. 简述固体物料返料装置应当满足的基本要求。 /45
29. 简述返料装置的组成及主要作用。 /46
30. 返料装置回料阀有哪几种? /46
31. 简述典型回料装置的工作原理。 /47
32. 自平衡双路回料阀具有哪些特点? /48
33. 油枪点火装置是如何构成的? /48
34. 简述床下热烟气发生器点火装置的工作原理和特点。
/49
35. 循环流化床锅炉烘炉一般经过哪几个阶段? /50
36. 循环流化床锅炉烘炉应注意哪些问题? /50
37. 循环流化床锅炉的膨胀是如何设计的? /50
38. 循环流化床锅炉是如何解决各部分膨胀的? /51
39. 为什么循环流化床锅炉比其他炉型更易磨损? /51

40. 简述循环流化床锅炉布风装置的磨损情况。 /52
41. 简述循环流化床锅炉炉膛水冷壁磨损情况。 /52
42. 循环流化床锅炉的哪些区域需要敷设耐火材料? /54
43. 哈尔滨锅炉厂生产的循环流化床锅炉主要在哪些部位采取了防磨措施? /54
44. 简述循环流化床锅炉的耐火材料被破坏的主要原因。
/56
45. 简述循环流化床锅炉炉膛内部耐火材料被破坏的原因。
/56
46. 运行参数对循环流化床锅炉受热面磨损的影响有哪些?
/57
47. 床料特性对循环流化床锅炉受热面磨损的影响有哪些?
/58
48. 炉膛下部水冷壁与耐火材料(卫燃带)交接处有哪些防磨措施? /59
49. 为什么耐火材料会在循环流化床锅炉部件中广泛应用?
/61
50. 循环流化床锅炉磨损的部位有哪些? /61
51. 简述下部稳燃带与水冷壁交界处磨损的机理。 /61
52. 简述循环流化床锅炉耐磨材料破坏的主要原因。 /62
53. 简述影响循环流化床锅炉受热面磨损的主要因素。
/62
54. 简述循环流化床锅炉受热面产生磨损的主要原因。
/62
55. 循环流化床锅炉结焦有哪几种形式? /63
56. 循环流化床锅炉结焦有哪些原因? /63
57. 如何避免循环流化床锅炉结焦? /64
58. 简述循环流化床锅炉降低污染物气体排放的措施要点。
/64
59. 燃料在炉内怎样才能实现迅速而完全燃烧? /65

60. 点火油枪蒸汽雾化和机械雾化各有什么优缺点？ /65
61. 影响蒸汽雾化质量的因素有哪些？ /65
62. 排烟损失一般有哪两部分组成？ /66
63. 为什么在锅炉运行中要经常监视排烟温度的变化，排烟温度升高一般是什么原因？ /66
64. 床温和蒸汽压力间的耦合关系是什么？ /67
65. 循环流化床锅炉不同区域中固体颗粒所处的流动状态是什么？ /67
66. 流态化类似流体的性质有哪些？ /68
67. 影响磨损速度的主要因素有哪些？ /68
68. 循环流化床锅炉的排渣方式有哪些？ /68
69. 简述循环流化床锅炉冷渣器的作用。 /68
70. 冷渣器的种类有哪些？ /69
71. 简述螺旋冷渣器结构及特点。 /70
72. 风冷式冷渣器的种类有哪些？ /71
73. 简述风水联合冷渣器的结构和工作原理。 /71
74. 简述风水联合冷渣器存在的主要问题。 /73
75. 简述风水联合冷渣器的特点。 /73
76. 简述风水联合冷渣器的作用。 /73
77. 简述水冷螺旋冷渣器的工作原理。 /74
78. 水冷螺旋冷渣器有哪些优缺点？ /74
79. 简述再循环烟气、水冷冷渣器的工作原理。 /74
80. 循环流化床锅炉底渣处理系统重要性有哪些？ /74
81. 简述循环流化床锅炉底渣处理系统的主要作用。 /75
82. 我国循环流化床锅炉底渣排放有哪些特点？ /75
83. 循环流化床锅炉底渣处理系统有哪些部分构成？ /76
84. 简述循环流化床锅炉底渣处理系统冷渣器的结构型式和主要特点。 /76
85. 循环流化床锅炉的送风系统主要有哪一些？ /76
86. 循环流化床锅炉的一次风有什么作用？ /77

87. 循环流化床锅炉的二次风有什么作用? /77
88. 循环流化床锅炉的播煤风有什么作用? /77
89. 循环流化床锅炉的回料风有什么作用? /78
90. 循环流化床锅炉的冷渣器流化风有什么作用? /78
91. 循环流化床锅炉的石灰石输送风和再循环风各有什么作用? /79
92. 简述一、二次风机的工作原理。 /79
93. 离心式风机有哪些部件组成? /79
94. 循环流化床锅炉一、二次风配比取决于哪些因素? /80
95. 简述风水联合冷渣器流化风机的作用。 /81
96. 运行风量对燃烧有什么影响? /81
97. 简述石灰石风机的作用。 /81
98. 简述高压流化风机的特点 /81
99. 风机的形式有几种? 流化床锅炉常用哪几种形式的风机? /81
100. 简述罗茨风机的工作原理。 /82
101. 简述罗茨风机工作的特点。 /82
102. 为什么说罗茨风机的排气压力决定于排气侧的背压? /83
103. 简述离心式风机的工作原理。有何优缺点? /84
104. 什么是轴流式风机? 简述工作原理。 /84
105. 简述轴流式风机的优缺点。 /84
106. 简述螺杆式空气压缩机的工作过程。 /85
107. 空气压缩机运行中常见的故障有哪些? /85
108. 压缩空气系统为什么要装疏水门? /85
109. 空气压缩机维护有哪些注意事项? /86
110. 空气压缩机故障停止的条件有哪些? /86
111. 简述汽包的作用。 /87
112. 汽包内有哪些常用的汽水分离装置? /87

113. 蒸汽在汽包内进行清洗的目的是什么? /87
114. 简述水冷壁的作用。水冷壁有几种类型? /88
115. 火电厂锅炉水循环有几种方式? /88
116. 三冲量水位自动调节取的是哪三个冲量? 各冲量的作用是什么? /88
117. 什么是包墙过热器? 简述其作用。 /89
118. 简述过热器的作用。 /89
119. 省煤器再循环有什么作用? /89
120. 简述再热器的作用。 /89
121. 简述双冲量蒸汽温度调节的原理。 /90
122. 什么叫空气预热器? 它有什么作用? /90
123. 锅炉除灰有哪几种方式, 各自应用范围如何? /90
124. 简述气力除灰的特点。 /90
125. 简述仓泵的工作原理。 /91
126. 仓泵的种类有哪些? /91
127. 给煤机的作用是什么? 其有哪些形式? /91
128. 简述称重式计量给煤机的工作原理。 /92
129. 给煤点的数目是如何规定的? /92
130. 简述煤破碎筛分系统的组成和流程。 /93
131. 循环流化床锅炉的碎煤设备和系统应满足什么要求?
/93
132. 给煤设备的种类有哪些? /94
133. 循环流化床锅炉的给煤方式有哪些? /95
134. 锅炉原煤仓的落煤性能要达到什么要求? /97
135. 影响原煤仓落煤性能的关键因素是什么? /97
136. 煤仓落煤性能与原煤有什么关系? /98
137. 简述电除尘器除尘的工作原理。 /99
138. 造成电除尘气流分布不均的原因有哪些? /99
139. 气流分布不均对电除尘的影响有哪些? /99
140. 电除尘器电场产生二次飞扬的原因有哪些? /100