

# 循环流化床锅炉机组 运行操作技术问答

主 编 林铭山

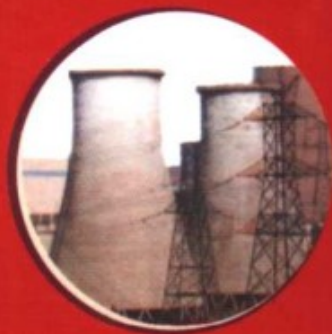
副主编 傅 磊 李 刚



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

CEPP



ISBN 7-5083-3661-5

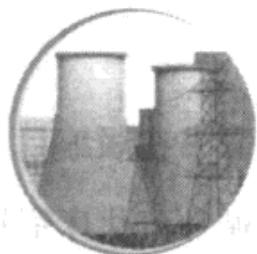


9 787508 336619 >

定价：11.00 元

销售分类建议：热能动力

CHINA ELECTRIC POWER PRESS



# 循环流化床锅炉机组 运行操作技术问答

主 编 林铭山  
副主编 傅 磊 李 刚



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 图书在版编目 (CIP) 数据

循环流化床锅炉机组运行操作技术问答/林铭山主编.  
北京: 中国电力出版社, 2006

ISBN 7-5083-3661-5

I. 循... II. 林... III. 流化床-循环锅炉-锅炉运行-问答 IV. TK229.5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 119460 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2006 年 1 月第一版    2006 年 1 月北京第一次印刷  
880 毫米 × 1230 毫米    64 开本    6.75 印张    268 千字  
印数 0001—3000 册    定价 11.00 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)

## 内 容 提 要

本书内容主要包括循环流化床锅炉本体结构及辅助系统、循环流化床锅炉的运行操作及控制、循环流化床锅炉的事故处理、循环流化床锅炉的控制逻辑与热工保护、循环流化床锅炉的停炉与保养、循环流化床锅炉机组汽轮机的运行与控制、汽轮机专业事故处理、电气专业运行监控及事故处理、相关名词解释及安全常识等。

本书内容丰富，文字通俗易懂，可供循环流化床锅炉机组运行操作人员及相关专业工程技术人员参考。

# 循环流化床锅炉机组运行操作技术问答

## 前 言

循环流化床（CFB）燃烧技术是一项近 20 年发展起来的清洁煤燃烧技术。循环流化床锅炉是一种高效、低污染的节能产品。流化床燃烧技术能够在较短的时间内得到迅速的发展和广泛的应用，是由于其具有一些其他常规燃烧技术都不具备的优点。与其他形式的锅炉相比，循环流化床锅炉突出的优点是对煤种的适应性强，在目前煤炭紧张的情况下还是有很大优势的。在环保要求提高和煤炭紧缺的情况下，循环流化床锅炉机组如雨后春笋般在各地上马。对循环流化床锅炉运行方面的知识和专业理论的需求也大大增长，各种针对循环流化床锅炉机组运行和管理的书籍也大量涌现。目前专门针对循环流化床锅炉理论方面的书虽然很多，但是大多偏于理论研讨，与现场运行情况有一定差距。为了弥补这个空白，特编写本书供大家参考。

本书主要面向生产一线的运行人员和专业技术人员。本书的编者均有多年一线运行经验，全都担任过主要运行岗位，并且在多个生产岗位工作过，对一线运行工作十分熟悉且有一定的理论与实践经验。目前，一线运行人员很多情况下只是盲目执行运行规程，对规程中很多规定“只知其然而不知其所以然”，即使是专业技术人员也有很多人以前没有接

触过循环流化床锅炉，编写的现场运行规程很多都是参考煤粉炉的标准和厂家说明书，很多方面的规定很教条而且并不是很正确，也需要从理论到实践进行补课和转化。这在实际工作中以及与兄弟单位的交流过程中感觉尤其明显。我们感觉到有必要总结工作中的经验教训，并且补充适当的理论，以此来指导我们的工作，处理遇到的紧急情况，避免可能发生的事故。希望本书能够对新上循环流化床锅炉机组的单位提供有益的帮助，少走弯路；能够在机组运行人员培训方面提供一个教材，加强运行人员理论与实践相结合的能力，使现场生产运行安全稳定地进行。

本书编写过程中有针对性地对循环流化床锅炉机组的各个专业的问题进行了优化，现场运行过程中热机部分的异常和事故占到了全部异常和事故总量的 80% 以上。因此本书中强化了热机部分的知识，对电气部分相对删减。另外，因为本书主要针对循环流化床锅炉机组，所以强化并且突出了循环流化床锅炉的专业部分。汽轮机专业因为与其他类型机组相似，所以也没有重点突出。为了更好地让大家对循环流化床锅炉的热工保护有所了解，我们加入了热工控制逻辑和保护部分，便于大家对热工保护的掌握。书中锅炉设备主要参考了上海锅炉厂生产的 SG-440/13.7-M562 型超高压中间再热、单汽包自然循环、循环流化床锅炉和哈尔滨锅炉厂生产的 HG-465/13.7-L.PM7 型超高压、单汽包自然循环、循环流化床锅炉两种典型电站锅炉类型及其他一些小型的供热锅炉类型。

本书从循环流化床锅炉的理论开始，到锅炉试验、启动、运行控制和事故处理等各个方面进行了全面的总结。理

论与实践相结合，更加贴近实践，贴近工作中的具体问题。对工作中可能出现的各种常见问题进行了解答，并且解答了规程中各项规定的理论依据，便于运行人员掌握和使用，使运行人员在工作中能够发挥主观能动性，对各种规章制度进行完善，切实保证安全生产。

本书由林铭山任主编，傅磊、李刚任副主编，王勇、孟祥君、高山、孙业隆、曹玉静、刘川、董国良、耿丽、冷述文参与编写。在本书的编写过程中，还有许多同志给予了大力帮助，在此一并致谢。

由于大型循环流化床锅炉运行时间较短，因此在编写过程中肯定有遗漏或者不是十分准确的地方，希望大家能够谅解。

编者

2005年6月



# 循环流化床锅炉机组运行操作技术问答

## 目 录

### 前言

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 第一章 循环流化床锅炉本体结构及辅助系统.....              | 1  |
| 1-1 简述循环流化床锅炉的工作原理。.....               | 1  |
| 1-2 国外循环流化床锅炉有几种主要炉型？<br>其特点各是什么？..... | 3  |
| 1-3 国内循环流化床锅炉有几种主要炉型？<br>其特点各是什么.....  | 9  |
| 1-4 简述流化床的流体力学特性。.....                 | 14 |
| 1-5 简述循环流化床锅炉的燃烧过程。.....               | 14 |
| 1-6 简述循环流化床锅炉的烟气及汽水<br>流程。.....        | 15 |
| 1-7 循环流化床锅炉传热的基本形式是<br>什么？.....        | 16 |
| 1-8 简述循环流化床锅炉三种传热形式的<br>基本特点。.....     | 17 |
| 1-9 循环流化床锅炉传热的主要影响因素<br>是什么？.....      | 18 |
| 1-10 循环流化床锅炉的主要优点是什么？.....             | 21 |
| 1-11 循环流化床锅炉燃烧时床料颗粒                    |    |

|      |                                                          |    |
|------|----------------------------------------------------------|----|
|      | 的运动状态是什么? .....                                          | 23 |
| 1-12 | 循环流化床锅炉主要由哪几部分组成?<br>与其他炉型在密封性上的要求有什么不同?<br>原因是什么? ..... | 23 |
| 1-13 | 循环流化床锅炉有几个燃烧区域? .....                                    | 25 |
| 1-14 | 简述循环流化床锅炉气固分离循环<br>系统的功能和种类。 .....                       | 26 |
| 1-15 | 循环流化床锅炉的燃烧室与普通煤<br>粉炉有什么区别? .....                        | 28 |
| 1-16 | 循环流化床锅炉的物料分离器的<br>结构是怎样的? 影响其工作效率的<br>因素有哪些? .....       | 28 |
| 1-17 | 循环流化床锅炉飞灰回送装置的<br>工作原理是什么? .....                         | 29 |
| 1-18 | 循环流化床锅炉一次风分哪几部分? 启停<br>顺序是什么? .....                      | 29 |
| 1-19 | 循环流化床锅炉二次风分哪几部分? .....                                   | 30 |
| 1-20 | 简述循环流化床锅炉尾部对流烟道<br>的组成部分。 .....                          | 30 |
| 1-21 | 循环流化床锅炉的汽水循环系统<br>包括哪些设备? .....                          | 30 |
| 1-22 | 简述循环流化床锅炉汽水循环系统<br>的工作流程。 .....                          | 31 |
| 1-23 | 什么叫自然循环锅炉? 原理是什么?<br>有什么特点? .....                        | 32 |
| 1-24 | 简述什么是水循环停滞, 有什么                                          |    |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 危害？ .....                                        | 33 |
| 1-25 循环流化床锅炉辅助系统主要包括哪些设备？启动时注意哪些事项？ .....        | 33 |
| 1-26 循环流化床锅炉暖风器系统的投、停条件是什么？ .....                | 35 |
| 1-27 循环流化床锅炉吹灰系统由哪几部分组成？ .....                   | 36 |
| 1-28 循环流化床锅炉给煤系统由哪些主要设备组成？给煤方式有几种？简述其运行调节。 ..... | 37 |
| 1-29 什么叫油的闪点？循环流化床锅炉燃油系统的主要功能是什么？由哪几部分组成？ .....  | 38 |
| 1-30 循环流化床锅炉压缩空气系统的主要功能是什么？运行注意事项是什么？ .....      | 38 |
| 1-31 试述循环流化床锅炉冷渣机系统主要功能和简单分类。 .....              | 39 |
| 1-32 电除尘器由哪几部分组成？本体结构是什么？ .....                  | 41 |
| 1-33 电除尘器的主要功能及工作原理是什么？ .....                    | 41 |
| 1-34 电除尘器低压控制系统有哪些功能？ .....                      | 42 |
| 1-35 简述电除尘器电晕极系统的功能和结构。 .....                    | 42 |
| 1-36 简述电除尘器收尘板系统的功能和                             |    |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 结构。 .....                                                        | 42 |
| 1-37 简述电除尘器储灰系统的功能。 .....                                        | 43 |
| 1-38 简述烟气进、出口系统功能。 .....                                         | 43 |
| 1-39 简述电除尘器壳体的作用。 .....                                          | 43 |
| 1-40 简述电除尘器启动前的检查注意事项。 .....                                     | 43 |
| 1-41 简述电除尘器运行中的检查与维护。 .....                                      | 44 |
| 1-42 简述气力除灰及石灰石输送系统的<br>功能。 .....                                | 45 |
| 第二章 循环流化床锅炉的运行操作及控制 .....                                        | 47 |
| 2-1 单元机组是如何组成的？单元机组有<br>什么特点？ .....                              | 47 |
| 2-2 循环流化床锅炉大小修后、启动前要做<br>哪些试验？试验的目的是什么？启动前<br>准备工作主要有哪些方面？ ..... | 47 |
| 2-3 循环流化床锅炉启动前试验的总<br>原则是什么？ .....                               | 48 |
| 2-4 循环流化床锅炉冷态试验的内容<br>是什么？ .....                                 | 48 |
| 2-5 循环流化床锅炉在作启动前试验时<br>的准备工作主要有哪些方面？ .....                       | 49 |
| 2-6 锅炉本体检查的内容是什么？ .....                                          | 49 |
| 2-7 锅炉风烟系统的检查内容是什么？ .....                                        | 50 |
| 2-8 锅炉风机的检查包括哪些方面？ .....                                         | 50 |
| 2-9 锅炉燃油系统的检查包括哪些方面？ .....                                       | 51 |
| 2-10 锅炉汽水系统检查包括哪些方面？ .....                                       | 51 |
| 2-11 锅炉給料系统检查包括哪些方面？ .....                                       | 51 |

|      |                                   |    |
|------|-----------------------------------|----|
| 2-12 | 锅炉仪表系统检查包括哪些方面？ .....             | 51 |
| 2-13 | 锅炉电动门开关试验的操作方法及<br>注意事项是什么？ ..... | 51 |
| 2-14 | 锅炉风门、调节门开关试验内容是<br>什么？ .....      | 52 |
| 2-15 | 锅炉事故按钮及静态连锁试验的内容是<br>什么？ .....    | 53 |
| 2-16 | 锅炉连锁系统的基本功能是什么？ .....             | 54 |
| 2-17 | 动态连锁试验的内容及步骤是什么？ .....            | 54 |
| 2-18 | FSSS 试验内容是什么？ .....               | 55 |
| 2-19 | 锅炉其他主要连锁试验有哪些？ .....              | 55 |
| 2-20 | 简述锅炉高压流化风机连锁试验的<br>内容及操作步骤。 ..... | 55 |
| 2-21 | 简述锅炉冷渣器风机连锁试验的内<br>容及操作步骤。 .....  | 56 |
| 2-22 | 简述锅炉石灰石风机连锁试验的内<br>容及操作步骤。 .....  | 56 |
| 2-23 | 简述锅炉冷渣水泵连锁试验的内容<br>及操作步骤。 .....   | 57 |
| 2-24 | 简述锅炉暖风器疏水泵连锁试验的<br>内容及操作步骤。 ..... | 57 |
| 2-25 | 简述锅炉仪用空压机连锁试验的内<br>容及操作步骤。 .....  | 58 |
| 2-26 | 简述锅炉火检冷却风机连锁试验的<br>内容及操作步骤。 ..... | 58 |
| 2-27 | 简述事故放水一、二次门，过热器、                  |    |

|      |                                        |    |
|------|----------------------------------------|----|
|      | 再热器对空排汽一、二次门连锁试验的内容及步骤。 .....          | 59 |
| 2-28 | 锅炉风烟系统漏风试验分几种？有什么重要性？ .....            | 59 |
| 2-29 | 锅炉流化床布风均匀性试验的内容是什么？如何操作？合格标准是什么？ ..... | 60 |
| 2-30 | 锅炉大修后，启动前还有哪些试验要作？ .....               | 61 |
| 2-31 | 什么是锅炉布风板阻力？锅炉布风板阻力特性试验怎么作？ .....       | 61 |
| 2-32 | 什么是锅炉料层阻力？如何作料层阻力试验？ .....             | 61 |
| 2-33 | 什么是临界流化风量？如何作锅炉临界流化风量试验？ .....         | 62 |
| 2-34 | 简述锅炉启动前上水时应具备的条件。 .....                | 62 |
| 2-35 | 锅炉上水前的检查包括哪些内容？ .....                  | 62 |
| 2-36 | 锅炉低压上水的注意事项和要求有哪些？ .....               | 63 |
| 2-37 | 锅炉水压试验的目的是什么？分几种工况？分别在何种情况下作？ .....    | 64 |
| 2-38 | 锅炉水压试验前的要求是什么？ .....                   | 65 |
| 2-39 | 简述锅炉水压试验的范围。 .....                     | 65 |
| 2-40 | 简述一般锅炉水压试验的现场方式及设备状态。 .....            | 66 |
| 2-41 | 锅炉水压试验的压力规定是什么？分                       |    |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 几种？ .....                                                     | 66 |
| 2-42 简述锅炉过热器水压试验方法。 .....                                     | 67 |
| 2-43 简述锅炉再热器系统水压试验方法。 .....                                   | 68 |
| 2-44 锅炉水压试验的安全注意事项有哪些？ .....                                  | 69 |
| 2-45 水压试验过程中哪些情况下不准升压？ .....                                  | 70 |
| 2-46 锅炉水压试验的合格标准是什么？ .....                                    | 70 |
| 2-47 锅炉水压试验合格后泄压、放水的操作<br>步骤及注意事项是什么？简述水压试验<br>的紧急泄压方法。 ..... | 71 |
| 2-48 锅炉上水前如何投入炉底部加热？<br>如何控制水温度？ .....                        | 72 |
| 2-49 锅炉点火前的检查内容分几部分？<br>内容分别是什么？ .....                        | 73 |
| 2-50 简述云母水位计的检查步骤。 .....                                      | 75 |
| 2-51 锅炉点火启动分几种状态？区别标准是<br>什么？ .....                           | 75 |
| 2-52 锅炉点火前风机的启动顺序是什么？<br>每项的操作步骤分别是什么？ .....                  | 76 |
| 2-53 锅炉的点火方式有几种？启动床上油枪<br>进行点火的步骤是什么？ .....                   | 79 |
| 2-54 锅炉参数符合后，初次投煤应如何<br>操作？ .....                             | 80 |
| 2-55 锅炉温态启动和热态启动有什么<br>不同？启动过程的注意事项是什么？ .....                 | 81 |
| 2-56 简述安全阀的功能和安全阀校验<br>的必要性。 .....                            | 82 |

|      |                                                     |    |
|------|-----------------------------------------------------|----|
| 2-57 | 简述锅炉安全阀校验的要求。·····                                  | 82 |
| 2-58 | 简述锅炉安全阀校验的方法。·····                                  | 83 |
| 2-59 | 简述锅炉安全阀校验的合格标准。·····                                | 84 |
| 2-60 | 简述过热器、再热器对空排汽门的<br>作用。·····                         | 84 |
| 2-61 | 简述锅炉运行中控制调整的目的和<br>原则。·····                         | 85 |
| 2-62 | 简述锅炉正常运行中主要参数的控<br>制范围。·····                        | 85 |
| 2-63 | 锅炉运行中的燃烧调节应注意哪些<br>方面? ·····                        | 86 |
| 2-64 | 简述循环流化床锅炉的风系统。·····                                 | 87 |
| 2-65 | 运行中锅炉一、二次风的调整原则<br>是什么? 一般一、二次风风量如何<br>调配? ·····    | 90 |
| 2-66 | 什么叫床料的再流化? 再流化的条件<br>和操作步骤是什么? ·····                | 91 |
| 2-67 | 运行中锅炉汽压下降的主要调整手段<br>有几种? 汽压升高的主要调整手段又<br>有几种? ····· | 92 |
| 2-68 | 锅炉床温的调节手段有几种? 如何<br>调整? ·····                       | 93 |
| 2-69 | 简述锅炉水位调整的重要性和基本<br>原则。·····                         | 94 |
| 2-70 | 简述云母水位计的投、停方法。·····                                 | 96 |
| 2-71 | 简述云母水位计的冲洗方法。锅炉                                     |    |



|      |                                             |     |
|------|---------------------------------------------|-----|
|      | “叫水法”如何操作? .....                            | 96  |
| 2-72 | 什么是“虚假水位”? .....                            | 97  |
| 2-73 | 简述锅炉运行中汽包水位升高的原因<br>及处理办法。 .....            | 98  |
| 2-74 | 简述锅炉汽包水位下降的原因及处理<br>办法。 .....               | 98  |
| 2-75 | 过热器系统和再热器系统温度调节的<br>重要性, 以及有什么异同? .....     | 99  |
| 2-76 | 简述汽温下降的主要原因及处理办法。 ...                       | 101 |
| 2-77 | 简述汽温升高的主要原因及处理办法。 ...                       | 102 |
| 2-78 | 简述循环流化床锅炉 $\text{SO}_2$ 排放量的控制<br>方法。 ..... | 103 |
| 2-79 | 简述循环流化床锅炉 $\text{NO}_x$ 排放量的<br>控制方法。 ..... | 103 |
| 2-80 | 锅炉排污有几种形式? 有什么不同? .....                     | 104 |
| 2-81 | 锅炉连续排污主要是排哪个部分? 何时进<br>行及注意事项? .....        | 104 |
| 2-82 | 运行锅炉进行排污的注意事项是什么? ...                       | 105 |
| 2-83 | 什么情况下运行锅炉禁止排污? .....                        | 105 |
| 2-84 | 简述锅炉吹灰系统工作的注意事项。 .....                      | 106 |
| 2-85 | 简述冷渣器的启动过程。 .....                           | 106 |
| 2-86 | 不同状态下冷渣器停止操作有什么<br>不同? .....                | 107 |
| 2-87 | 冷冻式干燥机如何启停? 启动前注意<br>检查什么? .....            | 108 |
| 2-88 | 简述干燥过滤器运行注意事项。 .....                        | 109 |