



600MW火力发电机组技术问答丛书

锅炉运行技术问答

韩志成 曾衍锋 王海波 常立行 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

600MW火力发电机组技术问答丛书

锅炉运行技术问答

韩志成 曾衍锋 王海波 常立行 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《600MW 火力发电机组技术问答丛书》共有《锅炉运行技术问答》、《汽轮机运行技术问答》、《电气运行技术问答》3 个分册。

本书采用简明扼要的问答形式,介绍锅炉运行的知识要点,以方便读者理解和掌握。全书内容包括基础理论篇、辅机运行篇、燃料特性篇、运行调整篇、事故处理篇和直流锅炉篇,着重解答 600MW 火力发电机组锅炉运行中遇到的实际问题,从而使读者达到学以致用目的。

本书主要作为从事 600MW 亚临界、超临界、超超临界机组锅炉运行、维护、管理人员的技能培训读本,也可作为大型火电机组生产一线专业技术人员的技能知识参考书,并可供高职高专热能动力专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉运行技术问答/韩志成等编著. —北京:中国电力出版社,2012.7
(600MW 火力发电机组技术问答丛书)
ISBN 978-7-5123-3257-7

I. ① 锅… II. ① 韩… III. ① 火电厂-锅炉运行-问题解答
IV. ① TM621.2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 151686 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月北京第一次印刷

850×1168 毫米 32 开本 10.5 印张 236 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

超(超)临界发电技术是目前广泛应用的一种成熟、先进、高效的发电技术,可以大幅度提高机组的热效率。自20世纪80年代起,我国陆续投建了大批的大容量600MW级及以上的超(超)临界机组。目前,600MW级火力发电机组已成为我国电力系统的主力机组,对优化电网结构和节能减排起到了关键作用。随着发电机组单机容量的不断增大,对机组运行可靠性的要求越来越高,对电厂的运行、管理等技术人员也提出了更高的要求。为了满足大型发电厂运行人员学习专业知识、掌握机组运行技能的需要,编写了《600MW火力发电机组技术问答丛书》,此丛书共有《锅炉运行技术问答》、《汽轮机运行技术问答》、《电气运行技术问答》3个分册。

本丛书以600MW火力发电机组为介绍对象,以做好基层发电企业运行培训、提高运行人员技术水平为主要目的,采取简洁明了的问答形式,将大型机组新设备的原理结构、机组正常运行方式、运行中的监视与调整、异常运行分析、事故处理等关键知识点进行了总结归纳,便于读者有针对性地掌握知识要点,解决实际生产中的问题。

本书为《锅炉运行技术问答》分册。通过总结多年来大型机组锅炉运行的实践经验,根据锅炉运行的理论知识,将锅炉运行中诸多实际生产知识贯穿其中,实现理论与实践的紧密结合,力求满足当前大型发电厂运行人员学习和

掌握锅炉运行技能的迫切需求。本书由内蒙古托克托电厂韩志成高级工程师和漳州后石电厂曾衍锋高级工程师主要编写。珠海电厂袁力高级工程师、王海波工程师及华电集团常立行参与编写，华北电力大学危日光博士审稿。华能石洞口第二电厂施晶高级工程师审阅书稿并提出了完善意见。在编写过程中，得到郑远航高级工程师的大力支持，谨此致谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便今后改正。

编 者

2012年11月

前言

第一章 基础理论	1
1-1 什么是锅炉?	2
1-2 锅炉运行的安全性指标有哪些?	2
1-3 何谓临界、亚临界状态?	2
1-4 什么是动态平衡?	2
1-5 什么是工质的状态参数? 工质的状态参数是由 什么确定的?	2
1-6 工质的状态参数有哪些? 基本状态参数有哪些?	3
1-7 焓的定义是什么? 为什么说它是一个状态参数?	3
1-8 什么是绝对压力和表压力?	3
1-9 什么是饱和状态、湿饱和蒸汽、干饱和蒸汽、 过热蒸汽?	3
1-10 什么是汽化? 汽化有哪两种表现形式?	3
1-11 为什么饱和压力随饱和温度升高而增大?	4
1-12 什么叫凝结? 水蒸气凝结有什么特点?	4
1-13 什么叫层流和紊流?	4
1-14 什么是蒸汽的干度和湿度?	4
1-15 热力学第一定律及其实质是什么?	5
1-16 什么是热力循环和循环热效率?	5
1-17 朗肯循环由哪四个过程组成? 为了提高朗肯 循环热效率, 主要可采用哪几种热力循环方式?	5
1-18 采取中间再热循环的目的是什么?	5
1-19 采用抽汽回热循环的意义是什么?	6

1-20	提高朗肯循环热效率的有效途径有哪些？	6
1-21	水锤的危害有哪些？如何防止水锤？	6
1-22	什么是传热过程？物体传递热量的多少由哪些因素决定？	6
1-23	什么是导热？	7
1-24	什么是对流换热？对流换热系数的大小与哪些因素有关？	7
1-25	什么是辐射换热？辐射换热与哪些因素有关？	7
1-26	辐射换热有哪些特点？	7
1-27	什么是金属材料的机械性能？包括哪些方面？	8
1-28	什么是热应力？什么是热冲击？	8
1-29	什么是热疲劳？	8
1-30	什么是蠕变？	8
1-31	什么是金属的低温脆性转变温度？	8
1-32	什么是金属的疲劳损坏和疲劳强度？	9
1-33	什么是金属的腐蚀？锅炉腐蚀分哪几种？	9
1-34	汽包锅炉汽水系统的流程是什么？	9
1-35	沸腾有哪些特点？	9
1-36	什么是自然循环锅炉？其有何优点？有何缺点？	10
1-37	什么是锅炉的循环倍率？	10
1-38	什么是循环停滞？什么是循环倒流？	10
1-39	什么是膜态沸腾？	11
1-40	循环停滞、循环倒流形成的原因是什么？有何危害？	11
1-41	锅炉下降管带汽的原因有哪些？	11
1-42	大型电站锅炉按工作压力的高低可分为哪几类？	12
1-43	自然循环锅炉与强制循环锅炉最主要的差别是什么？	12
1-44	锅炉蒸汽联箱的作用是什么？	12
1-45	锅炉水冷壁的作用是什么？	13

1-46	膜式水冷壁有哪些优点？	13
1-47	锅炉汽包的作用是什么？	13
1-48	汽包内汽水分离装置有哪些组成部分？	14
1-49	过热器有哪些形式？	14
1-50	简述汽包锅炉负荷对辐射式过热器、对流式 过热器和屏式过热器的影响。	14
1-51	什么是过热器的热偏差？	14
1-52	锅炉安全阀的作用是什么？安全阀有哪些形式？	15
1-53	简述活塞式盘形安全阀的工作过程。	15
1-54	简述脉冲式安全阀的工作过程。	15
1-55	简述弹簧式安全阀的工作过程。	15
1-56	简述重锤式安全阀的工作过程。	16
1-57	简述云母水位计的测量原理，并说明其主要 用途。	16
1-58	利用压差式水位计测量汽包水位时产生误差的 主要原因有哪些？	16
1-59	简述电触点水位计的工作原理。	16
1-60	校验锅炉安全阀应遵循的基本原则有哪些？	16
1-61	锅炉再热器的作用是什么？	17
1-62	锅炉省煤器的作用是什么？	17
1-63	锅炉空气阀的作用是什么？	17
1-64	为什么要对锅炉给水进行处理？	18
1-65	锅炉内水处理的目的是什么？处理过程如何？	18
1-66	锅炉连续排污、定期排污的作用是什么？	18
1-67	什么是蒸汽品质？影响蒸汽品质的因素有哪些？	18
1-68	蒸汽含杂质对锅炉设备安全运行有哪些影响？	19
1-69	测量锅炉烟气的含氧量有何意义？	20
1-70	提高蒸汽品质的措施有哪些？	20
1-71	烟气脱硝工艺系统如何组成？	20
1-72	燃煤锅炉烟气有何特点？	21

1-73	脱硫系统简单工艺流程是什么？	21
1-74	什么叫锅炉的经济负荷？	21
1-75	什么叫制粉电耗？	21
1-76	什么叫发电煤耗和供电煤耗？	22
1-77	什么叫空气预热器的漏风系数和漏风率？	22
第二章	辅机运行	23
2-1	转动机械在运行中发生什么情况时，应立即停止运行？	24
2-2	锅炉空气预热器的作用是什么？空气预热器有哪些形式？	24
2-3	空气预热器冷端综合温度如何计算？为什么要监视空气预热器冷端综合温度？	24
2-4	回转式空气预热器漏风的原因是什么？	24
2-5	回转式空气预热器的密封装置有哪些组成部分？	25
2-6	空气预热器漏风有何危害？	25
2-7	为什么空气预热器要装设吹灰装置？	25
2-8	为什么空气预热器要装设水清洗和消防装置？	26
2-9	空气预热器启动前应检查什么？	26
2-10	运行时对空气预热器检查的内容有哪些？	27
2-11	对空气预热器停运有何要求？	27
2-12	怎样判断空气预热器是否漏风？	27
2-13	为什么烟气露点越低越好？	28
2-14	烟气露点与哪些因素有关？	28
2-15	如何预防锅炉尾部烟道发生二次燃烧？	29
2-16	风机的启动主要有哪几个步骤？	29
2-17	风机运行中发生哪些异常情况应加强监视？	29
2-18	风机轴承温度高的原因有哪些？	30
2-19	不同转速的转动机械的振动合格标准是什么？	30
2-20	风机和泵振动大的原因有哪些？	30

2-21	液力耦合器是如何传递转矩和调节转速的？	31
2-22	轴承油位过高或过低有什么危害？	31
2-23	风机正常运行时监视和检查的内容是什么？	31
2-24	简述离心式风机的调节原理。	31
2-25	什么是离心式风机的特性曲线？风机实际性能 曲线在转速不变时的变化情况如何？	32
2-26	什么是离心式风机的工作点？	32
2-27	如何选择并联运行的离心式风机？	32
2-28	轴流式风机有何特点？	32
2-29	一次风机在电站锅炉中的作用有哪些？	33
2-30	送风机的作用是什么？引风机的作用是什么？	33
2-31	风机运行中的常见故障有哪些？	33
2-32	停运风机时怎样操作？	33
2-33	离心式风机投入运行后应注意哪些问题？	34
2-34	正常运行中，烟道及空气预热器漏风对引风机 运行有何影响？	34
2-35	正常运行中，烟道及空气预热器堵灰对引风机 运行有何影响？	34
2-36	什么是风机的失速？	34
2-37	风机失速时的现象有哪些？	35
2-38	什么是风机喘振？有何危害？如何防止？	35
2-39	负荷发生变化时如何调节风机的风量？	36
2-40	何谓制粉系统？典型的制粉系统有哪些形式？	36
2-41	制粉系统运行的主要任务是什么？	36
2-42	直吹式制粉系统运行中给煤机皮带打滑， 对磨煤机及锅炉燃烧有何影响？	36
2-43	直吹式制粉系统启停中的注意事项有哪些？	36
2-44	磨煤机运行中进水有什么现象？	37
2-45	正压直吹式中速磨煤机保护一般有哪些内容？	37
2-46	什么是直吹式制粉系统？有哪几种类型？	38

2-47	制粉系统防爆门的作用是什么？哪些部位 需装设防爆门？	38
2-48	磨煤机启动条件有哪些？	38
2-49	简述直吹式制粉系统的启动程序。	39
2-50	简述直吹式制粉系统的停止顺序。	39
2-51	制粉系统为何在启动、停止或断煤时易发生 爆炸？	40
2-52	磨煤机断煤现象有哪些？	40
2-53	磨煤机停止运行时为什么必须抽净余粉？	40
2-54	锅炉停用时间较长时为什么必须把原煤仓的 原煤用完？	41
2-55	磨煤机为什么不能长时间空转？	41
2-56	什么是磨煤出力与干燥出力？	41
2-57	磨煤机振动大的原因有哪些？	41
2-58	煤粉细度是如何调节的？	42
2-59	磨煤机运行时，如原煤水分升高，应注意 什么？	42
2-60	运行中煤粉仓为什么需要定期降粉？	42
2-61	磨煤机着火现象有哪些？	43
2-62	磨煤机着火原因有哪些？	43
2-63	等离子点火装置点火时的必备条件有哪些？	43
2-64	等离子点火装置点火操作步骤有哪些？	44
2-65	等离子点火装置点火注意事项有哪些？	44
2-66	等离子点火装置拉弧间隙如何设定？	45
2-67	等离子点火装置拉弧困难、电弧不稳易断弧的 原因及处理方法有哪些？	45
2-68	等离子点火装置点火时如何防止炉膛爆炸？	46
2-69	锅炉静电除尘器有何优点？	47
2-70	影响电除尘器性能的主要因素有哪些？	47
2-71	制粉系统漏风过程对锅炉有何危害？	47

2-72	简述监视磨煤机电流值的意义。·····	48
2-73	制粉系统启动前应进行哪些方面的检查与准备工作? ·····	48
2-74	运行过程中怎样判断磨煤机内煤量的多少? ·····	48
2-75	为什么中速磨煤机堵煤后期电流反而会减小? ·····	49
2-76	正压直吹式制粉系统为什么需要装设密封风系统? ·····	49
2-77	给煤机密封风的作用是什么? ·····	49
2-78	给煤机常发生哪些故障? ·····	49
2-79	电子称重给煤机中链式清理刮板的作用是什么? ·····	50
2-80	磨煤机暖磨时的注意事项有哪些? ·····	50
2-81	磨煤机风煤比的大小有什么意义? ·····	51
2-82	磨煤机一次风压差对于磨煤机运行控制有什么意义? 一次风压差产生的原因是什么? ·····	51
2-83	正常运行中监视给煤机电流的意义是什么? ·····	51
2-84	简述火焰检测系统的主要作用。·····	52
2-85	空气压缩机排气温度高的原因有哪些? ·····	52
第三章 燃料特性 ·····		53
3-1	煤的成分分析有哪几种? ·····	54
3-2	什么是高位发热量? 什么是低位发热量? ·····	54
3-3	什么是标准煤? ·····	54
3-4	煤粉品质的主要指标是什么? ·····	54
3-5	煤的主要特性是指什么? ·····	54
3-6	无烟煤的特性有哪些? ·····	54
3-7	烟煤、贫煤、褐煤的特性分别有哪些? ·····	54
3-8	煤粉细度指的是什么? 煤粉的经济细度是怎样确定的? 与哪些因素有关? ·····	55
3-9	煤的挥发分对锅炉燃烧有何影响? ·····	55
3-10	煤中灰分增加对锅炉运行有何影响? ·····	56

3-11	煤中水分增加对锅炉燃烧有何影响?	56
3-12	灰分状态变化有几种温度指标?	56
3-13	什么叫煤的可磨性系数?	56
3-14	煤粉迅速而又完全燃烧的条件是什么?	57
3-15	煤粉自燃的条件是什么?	57
3-16	煤粉在什么情况下易爆炸?	57
3-17	煤在露天长期存放时,煤质会发生什么变化?	57
3-18	煤种变化对锅炉运行有何影响?	58
3-19	煤粉的自燃与爆炸有什么区别?	58
3-20	油的主要物理特性有哪些?	58
3-21	什么叫燃油的闪点、燃点、凝固点?	58
3-22	什么是燃油的机械雾化和蒸汽雾化?	59
3-23	油燃烧过程可分为哪几个阶段?	59
3-24	燃油系统的作用是什么? 燃油燃烧有哪些特点?	60
3-25	燃油系统为什么要设立吹扫系统? 它们是如何运行的?	60
3-26	油枪正常运行时的检查项目有哪些?	60
3-27	燃油在燃烧前为什么要进行雾化?	60
3-28	燃油设备为什么都需要有可靠的接地?	61
3-29	油枪雾化性能的好坏从哪几个方面判断?	61
3-30	燃油的强化燃烧有何措施?	61
3-31	锅炉 MFT 后,对燃油系统应进行哪些检查?	61
3-32	燃油中的灰分对锅炉有什么危害?	62
第四章	运行调整	63
4-1	锅炉炉内燃烧过程中出现的问题有哪些?	64
4-2	何谓直流燃烧器? 简述直流燃烧器的工作原理。	64
4-3	直流燃烧器的特性有哪些?	64
4-4	切圆燃烧锅炉的切圆直径大有何优点? 有何缺点?	64
4-5	对于采用旋流燃烧器的锅炉,其顶部燃尽风有何	

特点?	65
4-6 如何保证每个燃烧器配风均匀?	65
4-7 旋流燃烧器的工作原理是什么?	65
4-8 简述煤粉的燃烧过程。	65
4-9 为什么说煤的燃烧过程以碳燃烧为基础?	66
4-10 强化煤粉的燃烧措施有哪些?	66
4-11 燃料在炉膛内燃烧会产生哪些问题?	66
4-12 燃烧煤粉对炉膛的要求有哪些?	67
4-13 煤粉细度及煤粉均匀性对燃烧有何影响?	67
4-14 锅炉烧劣质煤时应采取的稳燃措施有哪些?	67
4-15 燃用低挥发分煤时应如何防止灭火?	68
4-16 直吹式制粉系统对锅炉燃烧有哪些影响?	68
4-17 投入油枪时应注意哪些问题?	68
4-18 什么叫火焰中心?	69
4-19 运行中如何调整好火焰中心? 为什么要调整 火焰中心?	69
4-20 火焰中心高低对锅炉内换热影响怎样?	69
4-21 煤粉气流着火点过早或过迟有何影响?	70
4-22 煤粉气流着火点的远近与哪些因素有关?	70
4-23 怎样通过火焰变化确定燃烧状况?	70
4-24 为什么要监视锅炉炉膛出口烟气温度?	70
4-25 锅炉有哪些热损失?	71
4-26 锅炉蒸汽吹灰器投运时应注意哪些问题?	71
4-27 为什么锅炉运行中应经常监视排烟温度的变化? 排烟温度升高一般是什么原因造成的?	72
4-28 炉水循环泵运行中的注意事项有哪些?	72
4-29 汽包水位三冲量调节原理是什么? 何时投入?	73
4-30 锅炉运行中对一次风速和风量的要求是什么?	73
4-31 给水温度提高对锅炉热效率有何影响?	74
4-32 尾部受热面的磨损是如何形成的? 与哪些	

	因素有关?	74
4-33	主、再热蒸汽系统水压试验的范围是什么?	75
4-34	锅炉炉膛结渣的危害有哪些?	75
4-35	如何防治锅炉结渣?	75
4-36	锅炉结焦的原因有哪些?	76
4-37	烟道漏风对锅炉运行有什么影响?	77
4-38	如何防止锅炉受热面的高、低温腐蚀?	77
4-39	降低锅炉各项热损失应采取哪些措施?	77
4-40	为什么要进行燃烧调整试验?	78
4-41	锅炉燃烧调整试验的目的是什么?	78
4-42	锅炉燃烧调整试验观察的内容有哪些?	78
4-43	如何判断煤粉锅炉炉膛空气动力场的好坏?	78
4-44	为什么低负荷时锅炉蒸汽温度波动较大?	79
4-45	为什么低负荷时锅炉要多投用上层燃烧器?	79
4-46	锅炉过热蒸汽温度的调节方法有哪些?	80
4-47	为什么锅炉尾部受热面吹灰使得蒸汽温度降低?	80
4-48	为什么锅炉定期排污时蒸汽温度会升高?	81
4-49	为什么锅炉炉膛负压增加会使蒸汽温度升高?	81
4-50	为什么锅炉煤粉变粗会使过热蒸汽温度升高?	81
4-51	锅炉给水温度降低蒸汽温度将如何变化?	82
4-52	锅炉过量空气系数增加蒸汽温度将如何变化?	82
4-53	锅炉运行中引起蒸汽温度变化的主要原因 是什么?	83
4-54	调整再热蒸汽温度的方法有哪些?	83
4-55	锅炉启动时省煤器发生汽化的原因与危害是什么? 如何处理?	84
4-56	锅炉正常运行时为什么要关闭省煤器再循环阀?	84
4-57	省煤器再循环阀在正常运行中泄漏会有何影响?	84
4-58	锅炉根据什么来增减燃料量以适应外界负荷的 变化?	85

4-59	锅炉燃烧过程中自动调节的任务是什么？	85
4-60	引风调节系统投入自动的条件有哪些？	85
4-61	送风调节系统投入自动的条件有哪些？	85
4-62	大型锅炉过热蒸汽温度调节为什么要采用分段式控制方案？	86
4-63	单元制机组运行时，在哪些情况下采用“炉跟机”运行方式？	86
4-64	一般什么情况下需要解除减温水“自动”调节？	86
4-65	锅炉蒸汽压力变化时，如何判断是外部因素还是内部因素引起的？	87
4-66	锅炉启动前炉膛通风的目的是什么？	87
4-67	锅炉烟囱冒黑烟的原因是什么？	88
4-68	如何防止锅炉烟囱冒黑烟？	88
4-69	锅炉升温升压过程中应该注意什么问题？	88
4-70	为什么锅炉点火期间要加强定期排污？	89
4-71	冬季锅炉启动初期投减温水时，蒸汽温度为什么会大幅度下降？如何防止？	89
4-72	锅炉启动初期为什么不宜投减温水？	90
4-73	机组启动过程中蒸汽温度偏低应如何处理？	90
4-74	锅炉启动过程中应如何控制汽包壁温差在规定范围内？	90
4-75	锅炉启动初期为什么要严格控制升压速度？	91
4-76	锅炉启动过程中应如何控制汽包水位？	91
4-76	锅炉启动过程中应如何调整燃烧？	91
4-78	为什么锅炉启动后期仍要控制升压速度？	92
4-79	锅炉运行调整的任务和主要目的是什么？	92
4-80	为什么锅炉负荷越大，汽包压力越高？	92
4-81	锅炉运行中蒸汽压力变化对水位变化有何影响？	93
4-82	锅炉正常运行时为什么水位计的水位是不断上下波动的？	93

4-83	为什么规定亚临界压力锅炉汽包中心线以下一定高度作为水位计的零水位?	93
4-84	为什么汽包内的实际水位比水位计指示的水位高?	94
4-85	水位计发生泄漏或堵塞对水位的准确性有什么影响?	94
4-86	汽包水位过高和过低有什么危害?	95
4-87	如何调整汽包水位?	95
4-88	炉膛负压运行的意义是什么?	96
4-89	燃烧调整的基本要求有哪些?	96
4-90	锅炉启动过程中应如何防止蒸汽温度突降?	96
4-91	煤粉迅速而又完全燃烧必须具备哪些条件?	97
4-92	强化煤粉气流燃烧的措施有哪些?	97
4-93	如何控制锅炉运行中的煤粉水分?	97
4-94	煤的多相燃烧过程有哪几个步骤?	98
4-95	锅炉风量与燃料量应如何配合?	98
4-96	直流燃烧器怎样将燃烧调整到最佳工况?	98
4-97	煤粉气流着火点的远近与哪些因素有关?	99
4-98	煤粉气流的着火温度与哪些因素有关? 这些因素对着火温度影响如何?	99
4-99	什么是含盐量? 什么是碱度?	99
4-100	炉外水处理有哪些方法?	99
4-101	什么是软化水? 什么是除盐水?	100
4-102	为什么要对汽包中的炉水进行加药处理?	100
4-103	锅炉对给水和炉水品质有哪些要求?	100
4-104	进入锅炉的给水为什么必须经过除氧处理?	100
4-105	影响蒸汽带水的主要因素有哪些?	100
4-106	为什么汽包锅炉压力越高越容易发生蒸汽带水?	101
4-107	对锅炉排污的一般要求是什么?	101