

电力行业管理与执法实务全书

锅炉运行与维护 (七)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书 / 卢炳瑞主编 .

—北京 : 中国言实出版社 , 2004.9

ISBN 7-80128-321-6

. 电...

. 卢...

. 电力工业 - 法规 - 中国 - 汇编

. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787 × 1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数 : 1 ~ 1 000 册

定价 : 2560.00 元(本卷 16.00 元)

目 录

锅炉寿命管理系统在电厂的应用	1
发电企业现代安全管理探讨	10
670T/H 燃煤锅炉节油探讨	23
如何降低排烟热损失.....	28
防止锅炉炉膛爆炸事故的措施.....	30
防止锅炉尾部再燃烧事故的措施	32
防止锅炉汽包满水和缺水事故的措施	34
防止制粉系统爆炸和粉尘爆炸事故的措施	36
提高燃烧效率与最佳燃烧点的确定.....	39
淮北电厂制粉单耗高原原因分析及对策	44
BWB~75/5.3~M(F)低倍率循环流化床锅炉.....	55
循环流化床锅炉设计与运行中的若干问题初析	69
燃用宽筛分煤循环流化床锅炉燃烧模拟计算.....	81
循环流化床锅炉添加石灰石脱硫后排放与灰 平衡计算.....	86
循环流化床锅炉优点分析.....	100
国产 75T/H 循环流化床锅炉现状及其发展前景.....	104
流化床燃烧锅炉介绍.....	115
循环流化床(CFB)锅炉磨损问题初探.....	125
电力工业锅炉压力容器监察规程	138

乌鲁木齐确保千余台锅炉 2005 年并网改造	210
燃煤锅炉千台退役极大减少空气污染	210

锅炉寿命管理系统在电厂的应用

1. 概述

燃煤锅炉的高温部件如前后屏、对流过热器及高温再热器等是锅炉内部的主要结构件,长期在火焰、烟气、飞灰等十分恶劣的使用环境介质中运行,因而在运行过程中发生一系列材料组织与性能的变化,这些变化涉及蠕变、疲劳、腐蚀、冲蚀等复杂的老化与失效机理。这些高温部件材料的微观组织会随着运行时间的延长而劣化,产生蠕变损伤,如珠光体的分散,碳化物的球化、在晶界聚集和长大、蠕变孔洞、晶界裂纹的产生;伴随着微观组织的损伤而引起材料性能的劣化,如拉伸性能、持久、蠕变强度、冲击韧性的下降和脆性形貌转变温度的上升(典型的如主蒸汽管道、集汽联箱等);同时伴随着机组的频繁起停,这些部件还会产生疲劳损伤;由于环境因素还会产生腐蚀、磨损等。有的部件还存在着制造过程中产生的超标缺陷,在机组运行过程会发生裂纹的扩展,从而导致部件的失效和损伤。

在现有的检修管理模式下,由于锅炉本体主要以计划检修为主,锅炉过热器管、再热器管及高温管道、联箱等或多或少地存在过修及欠修现象,给机组的安全运行带来极大的威胁。为了保障锅炉机组的安全运

行,科学合理地规划检修计划,减少强迫停机率和检修费用,延长设备的使用寿命,充分利用现有的计算机集成制造系统(CIMS),就公司 1#炉的实际情况,与西安热工院结合公司点检定修制,联合开发应用了锅炉寿命管理系统。

2. 寿命管理系统的技术基础

锅炉寿命管理系统的核心是其基础技术的发展和运用。它的技术基础主要有:状态监测(包括在线监测和离线检测技术)、评估技术;寿命评估技术;计算机、软件技术。

2.1 电站锅炉高温部件状态检测技术

电站锅炉的高温部件主要有三种:受热面管类,管道类和联箱类。三种高温部件的使用状况和失效特点各不相同,因此也相应地有不同的状态检测手段。

对受热面管,主要是指前后屏过热器和高温再热器,这类部件的主要失效形式是长期超温过热,损伤机理为蠕变和高温氧化腐蚀等,主要的检测手段有:

宏观检查,检查变形和表面腐蚀状况

测厚检查,采用超声测厚装置精确测量管壁有效金属厚度及内壁氧化层厚度

外径测量及胀粗情况检查

割管检测,主要检查化学成分;金相组织及损伤

老化评定;常温、高温短时力学性能试验;碳化物相成分与相结构分析;异种钢焊接接头的试验(过热器 T91 钢的异种钢焊接接头)等

对高温管道如主蒸汽管道、再热蒸汽管道热段而言,其主要失效方式为蠕变、疲劳损伤及其交互作用等,它与运行时间有着极为重要的关系。焊缝、弯头、三通为重点检验部位,重点检查:

宏观检验表面缺陷、裂纹;

焊缝、弯头进行无损探伤

复型金相检验

厚度测量、硬度试验

蠕胀测量及历次测量数据的收集、整理、分析

对联箱类高温部件,主要指末级过热器出口联箱、集汽联箱和高温再热器出口联箱等,它们的主要失效机理为蠕变、疲劳及其交互作用。由于温度分布的不均匀性和局部应力集中使联箱接管座成为重点检查部位,主要检查:

宏观检验、检验支座接触状况和吊耳与联箱焊缝

焊缝的无损检验

复型金相分析

壁厚测量

硬度测试

应力分析计算

2.2 电站锅炉的状态评估技术

电站锅炉的状态评估技术主要包括设备失效分析技术和设备状态评估技术。

状态评估技术包括失效分析技术、状态检验和监测技术、部件状态评估技术、应力测量、分析技术和寿命预测技术。

设备故障分析技术包括故障分析的基本理论、故障规律、故障状态描述、故障机理、故障模式、故障分析方法、故障监测与诊断等。

由于锅炉管失效类型繁多,失效机理复杂(普遍存在蠕变、疲劳、腐蚀、冲蚀等机理的交互作用现象),和事故损失大等特点,发展和完善电站锅炉的状态评估技术和故障分析技术显得尤为重要。

2.3 设备寿命预测技术

部件寿命评估技术主要应用于无超标缺陷部件寿命评定和有超标缺陷部件安全性评估,主要部位有高温联箱、主蒸汽管道、锅炉汽包、锅炉管等。它经过收集有关数据,对材料性能的分析和对材料状态的评定,经综合分析给出运行、维修、检验或更换建议报告。

高温锅炉管温度及寿命监测技术的基本方法是:

利用超声测厚系统测量管壁的金属层厚度及内壁氧化层厚度

结合超温评估技术、根据管内壁氧化层测量计算管壁的实际运行温度场

根据金属层厚度的测量,计算出锅炉管的应力分布场

根据材料老化测量,计算材料老化因子

评估锅炉管剩余寿命

3. 寿命管理系统的主要功能

所谓寿命管理是指以机组经济地实现其服役全寿命为目标,在对高温设备老化状态进行监测和评估的基础上优化设备运行与维修管理。

锅炉重要部件寿命管理系统由锅炉管寿命管理系统(BTLMS)和锅炉部件寿命管理系统(BCLMS)两部分组成。锅炉管寿命管理系统包括在线锅炉管(过热器、高温再热器)状态(温度、应力、残余寿命)评估,为电厂锅炉管的维修、检验及更换决策提供依据,同时,在运行期间,可监测锅炉管的老化状态,减少电厂非计划停机,延长设备的寿命。

3.1 锅炉管寿命管理系统主要包括以下功能模块:

3.1.1 设备信息管理模块

设备信息管理模块是针对寿命管理系统所涉及的部件信息进行管理的一个功能模块,包含锅炉管、锅炉部件(炉外管道、高温联箱等)的设计、制造、安装、运行、检验、维修、经济性等方面的信息。主要功能是为设备的状态评估和寿命评估提供统一的设备原始数据,并对设备的维修、更换等进行及时更新,使寿命管理贯穿整个部件的服役周期。

3.1.2 在线监测模块

锅炉管在线监测模块是通过定时获取布置在管子上的壁温测点测量信息,在离线检测的基础上综合在线监测信息自动进行分析评估,给出以下结果:

锅炉管温度分布趋势

锅炉管壁温测点温度显示

锅炉管超温显示和报警

锅炉管应力分布

锅炉管残余寿命分布趋势

锅炉管寿命下限报警

3.1.3 设备运行状态显示模块

设备运行状态显示模块是根据在线监测信息和在线评估结果,对设备的运行状态进行连续的监测和评估,实时显示锅炉管的状态信息,包括锅炉管运行温度分布趋势、锅炉管应力分布趋势、锅炉管残余寿

命分布趋势以及锅炉管运行异常、故障报警和锅炉管维修、更换建议等。

3.2 锅炉管检验/检修管理数据库

维修、检验及辅助决策模块是基于设备的状态和寿命评估所进行的,针对不同的部件和不同的评估结果,有相应的决策建议。电厂相关人员根据评估结果,可制定相应的维修、检验计划,减少过去大量存在的过修和欠修现象,提高电厂设备运行的安全性和经济性。

3.3 报告模块

在每一评估模块中都包含相应的报告功能,对在线监测定期生成评估报告,也可生成各种检验报告等。

该系统还提供辅助功能模块,如锅炉失效分析模块,它具有专家系统的功能,电厂金属人员可进行一些必要的分析,在该模块的协助下可快速准确的完成失效分析,使电厂实际运行管理和检测人员能够及时判断、及时采取预防措施,正确进行失效分析,从而减少失效和防止重复出现同类型爆管。

4. 锅炉管及锅炉高温部件寿命管理系统在670T/H 锅炉上的应用

在 2001 年大修中,首先对公司 1#炉进行了状态

监测和寿命评估,并安装了锅炉管及锅炉部件寿命管理系统。根据 1#锅炉高温部件的实际运行状况,在大修中,对 1#炉的前屏过热器、后屏过热器、对流过热器及高温再热器等炉内管,对主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、集汽联箱、对流过热器出口联箱及高温再热器出口联箱等部件进行了详细的状态检测和寿命检验。检验采用了现场检验和实验室检验相结合的综合评估方法,现场工作的主要内容有:

1. 收集有关设计/运行/维修/检验/更换等需要的资料

2. 宏观检验:对表面状态进行目视检查

3. 测量

金属壁厚测量,评定应力分布

内壁氧化皮厚度测量,评定温度分布

管子直径测量,评定应力分布和胀粗程度

现场取样

实验室检验的主要内容有:

1. 材料状态检测与评估:检查了材料化学成分、金相组织、尺寸、表面状态、金属氧化特征微观检验、蠕变损伤定量金相检验、碳化物相成分检验、硬度检验、室温拉伸性能试验和高温短时拉伸性能检验等项目。

2. 金属温度场评估:综合采用氧化分析法,硬度分析法,碳化物相成分分析等多种方法对部件的温度场分布进行评估,这是锅炉管寿命评估的关键。

3. 管壁应力场评估:采用实际测量的直径和金属壁厚等数据,建立部件的应力场分布。

4. 残余寿命评估:采用综合考虑材料老化状态和性能劣化状态的强度分析方法(老化因子修正法)评估锅炉管寿命,建立部件的寿命分布状况。

检验及寿命评估的结果表明,1#炉对流过热器热段弯管局部材料老化和性能劣化特征十分明显,且对流过热器热段有明显的超温现象,当量金属温度为590 左右,其个别过热器管的残余寿命仅为6000 小时左右,与近期爆管特征十分吻合,也说明了公司2台炉对流过热器热段在2001 年频繁爆管的原因。在此次大修中,根据检验的结果,对问题较为严重的对流过热器热段及时进行了更换。

在软件上,锅炉管寿命管理系统及锅炉部件寿命管理系统与公司CIMS系统高度集成,其数据采集充分利用了公司MIS 网和数据库服务器。目前,该两套系统一直投入运行,进行实时监测和实时评估,给专业人员制定修理改造计划提供了科学的依据。

5. 锅炉寿命管理系统的应用前景

锅炉寿命管理系统应用的关键在于检测技术的不断发展和评估技术的不断发展,而锅炉寿命管理系统在不断的实践中也迅速地积累了大量的经验和数据,随着时间的延长,该系统也必将越来越成熟。目前,在电力体制改革的背景下,降低检修成本,延长机组寿命,合理安排检修显得更为重要,开发应用锅炉寿命管理系统乃至电厂关键部件的寿命管理系统显得十分必要。

发电企业现代安全管理探讨

01 发电企业传统安全管理上存在的不合理性

发电企业的产品电能作为一种特殊的商品,产、供、销同时完成,在电力供不应求时期,电力生产中的任意故障引起少发电都会对电能质量:电压和频率产生影响,并可能引起对电力用户顾客的少供电而使顾客造成直接经济损失,因此强调电力生产中的安全始终是第一位的,只有电力生产的安全可靠,才能带来全社会安全与经济。

随着电力体制改革的不断深入,电力供需矛盾日趋缓和,电力供应已初步形成市场经济,电力法明确规定电网运营(调度)和发电企业是两个独立的经济实体,即厂、网不再是同一行业的经济共同体,而是两个经济实体之间的企业行为,作为发电企业在经济效

益许可条件下,首先要确保自身安全许可,依靠发电企业信誉、产品质量、优质竞价争取多发电;而电网运营则应有足够备用容量,在电网经济与安全许可范围内允许某些发电企业在某一时段多发电或少发电,直至不发电(调停),这是市场机制下,合同约束的企业行为。

随着我国关贸体制改革,加入 WTO 所带来的机遇与挑战,全球经济一体化加快,国际市场进一步开放,信息技术迅猛发展,市场竞争日趋激烈,发电企业如何走向世界,如何与国际先进的安全生产管理模式接轨,并能得到国际国内各类企业认可或认同,是关心安全生产的当代贤士探讨的课题。

电力供应不足时期,发电企业应尽可能多发无功来满足监控点电压,随着电网容量的不断壮大和特高压、超远距离输电线路的投运,电网在轻负荷时,发电企业必须吸收无功,进相运行来确保监控点电压质量;发电企业因设备可维修性(设备异常)随时可能引起 10%的少发电数小时;电力设备的保护正确动作是确保安全(电网或设备本身)切除故障,发生上述情况传统意义上是不安全的,是事故。但市场经济下,电网运营随时能让这一发电企业的负荷突变 3050%(AGC 投运),直至调停一台机组,后者是正常的市场行为,在

合同约束范围内,则仍是安全的。前者无疑会出现目前的“一流发电企业”发出合格质量的电能(电压和频率仍能满足要求),恰是不安全的企业(调规规定),毫无疑问,传统安全管理不能确切地反映一个发电企业的安全管理水平,传统意义上的安全,很难获得国际国内企业及其它行业的安全管理认同,这不能不引起发电企业决策者的警觉,采用先进的安全生产管理模式,提高发电企业的安全管理水平是当务之急。

02 企业安全与事故的致因分析

国际标准化组织(ISO)把安全定义为:将伤害对人或损坏(对物)的风险限制在可接受的水平状态。显然,根据这一定义,表明发电企业不可接受的风险水平状态即是不安全的,反之是安全的,由此可知,不同的发电企业接受风险水平的能力不同,它与发电企业规模和电网中位置有关。安全是相对的,不是绝对的,对于一个发电企业经过风险评价,分析风险源或事故危险源(点),确定了不可接受的风险,采取必要的安全技术措施,将不可接受的风险降低至可容许的程度,使得人和物避免遭受到不可接受风险的伤害,从而提高了安全管理水平。

ISO 定义事故为造成死亡、职业相关病症、伤害、财产损失或其它损失的意外事故,造成或可能造成事

故的事件。事故是意外事件,它是出乎人们的意料之外,不希望看到的事情,导致事故发生的原因是事故的致因因素,事故致因的因果分析原理、方法有多种形式,最能反映现代安全原理、观点的事故因果连锁如博德的事故因果连锁(多米诺骨牌)。

发电企业发生事故的直接原因是人的不安全行为和物的不安全状态(俗称设备异常、设备缺陷),具体到每个人,则个人原因和工作条件对不安全行为的出现和处理设备缺陷、异常的能力不同,发生事故的机率不相同,图中,强调安全管理对每个员工的事故起因至关重要,管理失误,安全管理处于松懈状态,失去对人的安全管理控制,无疑将增加事故发生的概率。

许多工业企业,在现代安全系统(系统是指相互关联或相互作用的一组要素)工程中采用“人失误”这一术语,按照系统安全的观点,人在发电企业的整个生产过程中也是构成系统的一种元素,当人作为一种系统元素发挥功能时,会发生失误。人失误表明人的行为结果偏离了规定的目标或超出了可接受的界限,并产生了不良的后果。安全管理就是要使人的不安全行为和物的不安全状态处于受控状态,从而减少多米诺骨牌倒牌的可能性,使事故连锁中断,减少事