

普通高等教育规划教材

暖通空调系统运行维护

Nuantong Kongtiao Xitong Yunxing Wei hu

冯国会 李洋 李刚 郭仁东 主编



人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育规划教材

暖通空调系统运行维护

冯国会 李洋 李刚 郭仁东 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了常用的暖通空调制冷设备运转、运行与维护方面必要的知识。其中包括锅炉的类型,锅炉房值班工作组织及制度,开炉、关炉、检修、运行等方面的技术;空调机组及管道系统的常见问题及维修方法、空调冷却设备的常见问题及处理方法;空调用制冷设备的常见问题及解决办法。

本书的特点是实践性强,通俗易懂,可作为大学选修课程教材及相关专科学校、职业技术学校、在职工作人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

暖通空调系统运行维护 / 冯国会等主编. -- 北京 :
人民交通出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-114-10797-9

I. ①暖… II. ①冯… III. ①采暖设备—基本知识②
通风设备—基本知识③空调—基本知识 IV. ①TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 168460 号

普通高等教育规划教材

书 名: 暖通空调系统运行维护

著 作 者: 冯国会 李洋 李刚 郭仁东

责任编辑: 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 5.75

字 数: 140 千

版 次: 2013 年 8 月 第 1 版

印 次: 2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10797-9

定 价: 18.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着社会的发展和人们生活水平的提高,暖通空调技术在社会各个领域都得到了广泛的应用。20 世纪末,中国各地掀起了一个暖通空调技术应用的高潮,相继建成了大量的实际应用系统,极大地改善了工农业生产、科学研究和人们生活的环境。世界各国用于改善环境方面的能耗在总能耗中所占的比例也有所增加。随之而来的问题是在这些系统运行管理中所出现的一些问题,如系统的运行与调节、故障与排除、设备的检修与清洗、系统的保养与维护等,直接影响着系统功能的发挥,乃至造成能源浪费,这就使从事系统运行管理的技术人员和行政人员不得不考虑如何去改善系统的运行状况,提高系统的运行效率,在保证应用的前提下,如何去降低能耗,保护环境,延长系统使用寿命,使之更好地为人类的生产、科研和生活服务。

室外空气温度是随季节的变化而变化的,即使在一天之内也会有较大变化。对暖通空调系统而言,大负荷出现在夏季和冬季。在这两个季节里,系统将耗费大量的能量,以降低或提高控制区内的温度。春、秋季对供暖、空调系统而言是过渡季节,只需少量的能量对室内空气做冷热处理。冷库在夏季冷负荷最大,冬季最小。酷热和严寒给人类的生产和生活都带来极大的不便,甚至会危及人的健康与生命安全,直接影响产品质量和科研结果。为此,长期以来人类一直在为创造一个适合于生产和生活的空间而不懈努力。这是人类不断进步的标志。目前,中国有数以十万计的锅炉、空调系统、供暖系统和制冷系统在运行,其大量的能耗和对环境的污染越来越引起人们的重视,也成为运行管理工作要解决的现实问题。

暖通空调设备与系统调节的必要性如下:

1. 设备选择裕量较大

系统设计选用设备时为了充分保证用户使用效果,考虑了较多的安全裕量,使设备的出力比用户的实际需求大许多,呈现“大马拉小车”的状况。即使在设计状态下运行,对设备资源也是一种浪费。这些实际情况都造成了投入的增加和设备资源的浪费。若不合理进行调节将出现更大的浪费。

2. 实际负荷变化量大

室外气象参数的变化使围护结构的热、冷负荷随季节而不断变化。为了以较低的能耗适应用户负荷变化时的供热、供冷情况,系统运行必须以室外空气参数的变化为依据,采取合理的调节方法,在满足用户要求的前提下,最大限度降低系

统运行的能耗量,为缓解日益紧张的能源问题作出贡献。对于季节性热、冷负荷,在系统运行的初期、中期和末期负荷变化很大,若仍以一种状况运行,控制空间将出现过热或过冷现象,不仅对生产、科研和生活不利,而且会造成大量能源浪费。因此,对运行系统必须适时采取符合实情的调节,以降低人工环境的代价。

3. 设备、系统的运行管理和维护

设备、系统在运行过程中不可避免的会出现一些运行故障,如何排除这些故障,在非运行期内如何保养设备和系统直接会影响到其使用寿命、运行效率和运行效果。目前,中国的供热锅炉平均热效率为60%左右,有待于进一步提高。供暖、空调系统常出现温度失调现象,这些现象都充分说明系统在运行期间没有进行有效调节,或是没有及时清洗过滤器所造成的;也有一些空调系统在设计工况下运行都达不到要求的室温,冷凝器、蒸发器、冷却塔产生了大量的污垢,风机盘管、新风机组、组合式空调器等设备换热面积聚了一层灰尘,使换热效果明显降低,影响正常使用。

以上现象说明,暖通空调设备与系统在实际运行中总是存在与设计不符的状况,也会出现一些故障。根据实际情况及时调整设备及系统的运行状况,及时检修,做好保养与维护工作,对降低能耗、延长使用寿命和更好发挥其功能具有十分重要的意义。为此,本书就从锅炉房系统、供热系统、空调系统、制冷系统的运行管理、故障分析与排除、保养与维护方面进行论述,以期为读者提供参考,为暖通空调系统运行的节能降耗、改善运行效果作出贡献。

本书共分为5章,由冯国会、李洋、李刚、郭仁东主要负责编写,骆雯、孙利云、王思平、张云栗参加编写。各章节编写的具体分工如下:第一章由沈阳城市学院李洋编写;第二章由沈阳建筑大学冯国会和李刚编写;第三章由沈阳城市学院骆雯和孙利云编写;第四章由沈阳城市建设学院王思平和张云栗编写;第五章由沈阳城市学院郭仁东和骆雯编写。全书由郭仁东统稿。

在本书编写过程中前后数易其稿,力求更加适于在暖通空调运行维护行业的工作人员学习使用。本书是为以岗位培训为教学目的的本科院校、独立学院的学生编写的,通过学习可以使他们一到工作岗位就能胜任工作。在本书编写过程中得到沈阳城市学院、沈阳建筑大学、沈阳城市建设学院广大师生及领导的大力支持,在此一并表示感谢。由于编者水平所限,书中会有错误和不妥之处,恳请读者予以批评指正。

编 者
2013年5月

目 录

第一章 锅炉房的运行与管理	1
第一节 锅炉房的行政管理	1
第二节 锅炉设备的初始运行	4
第三节 锅炉设备运行	10
第四节 锅炉运行事故和故障及其处理	14
第五节 锅炉的检验与维修	21
第二章 供热系统的验收、启动、运行和故障处理	25
第一节 供热系统的验收	25
第二节 室外热力管网的启动	27
第三节 供热系统的运行	28
第四节 供暖系统的故障处理	29
第五节 供热系统故障及排除方法	31
第三章 空调系统的运行管理	37
第一节 空调系统运行管理的目的	37
第二节 空调系统的启动及操作方法	38
第三节 空调系统常见故障分析及排除	41
第四节 空调设备维护管理	49
第四章 风机、水泵和冷却塔的运行管理	52
第一节 风机运行管理	52
第二节 水泵的运行管理	54
第三节 冷却塔的运行管理	57
第五章 蒸气压缩机制冷系统的运行调节与维护	63
第一节 蒸气压缩式制冷系统的组成及运行管理	63
第二节 蒸气压缩式制冷系统常见故障及排除方法	72
第三节 蒸气压缩式制冷系统的维护与保养	80
参考文献	86

第一章 锅炉房的运行与管理

工业锅炉是事关生产、生活和安全的动力设备,但同时也消耗能源,并产生大气污染。据统计,截至 2012 年底中国共有锅炉 70 万台,年耗煤量达 6.5 亿吨,其耗煤量、烟尘、二氧化碳及其他有害物质排放量约占全国各项总量的 1/3 强,因此加强工业锅炉的安全运行,提高节能水平及采用先进环保技术对锅炉使用单位,对区域环境的保护都有着重要的意义。

锅炉房是供热系统的核心,提高锅炉房运行管理水平,实现安全、经济运行是锅炉房管理的根本任务。锅炉房运行管理是行政和技术管理的有机结合,行政管理主要是锅炉房的机构管理和规章制度。技术管理的内容包括锅炉设备的初始运行及正常运行,锅炉房运行事故和故障及其处理,锅炉设备的检验与检修。

第一节 锅炉房的行政管理

一、锅炉房的机构管理

锅炉房的行政管理一般分为锅炉房的机构管理和规章制度两部分。其中锅炉房的机构管理更为重要。机构管理主要是根据锅炉的容量、型号及数量等情况,设立相应的管理机构,如锅炉车间、锅炉工段或锅炉班组。而且,都应落实运行管理、操作、设备维修、水质化验、安全管理的专职或兼职人员。锅炉房的管理人员应具备一定的专业知识,并熟悉国家法律法规中的有关规定。现行的安全法规主要有《锅炉压力容器安全监察暂行条例》;《锅炉压力容器安全监察暂行条例实施细则》;《蒸汽锅炉安全技术监察规程》;《热水锅炉安全技术监察规程》以及《锅炉房安全管理规则》;《锅炉使用登记办法》;《锅炉司炉工作安全技术考核管理办法》;《锅炉压力容器事故报告办法》;《低压锅炉水质标准》;《机械设备安装工程施工及验收规范》第六册;《在用锅炉定期检验规则》。

锅炉房管理人员的主要职责是:

- (1)参与锅炉房各项规章制度的制定,并对执行情况进行检查;
- (2)负责组织人员的技术培训和安全教育及定岗定编;
- (3)督查锅炉房设备的维护保养和定期检验、检修工作,并参与验收;
- (4)向锅炉压力容器安全监察机构报告锅炉使用情况及大的事故隐患;
- (5)参与锅炉事故的调查及处理。

司炉工是锅炉运行、维护保养、事故处理的直接操作者,他们的技术素质和责任心直接影响锅炉的安全、经济、文明运行。因此,《锅炉压力容器安全监察暂行条例》规定:使用锅炉压力容器的单位必须对操作人员进行技术培训和考核。司炉工必须经过考试,取得当地锅炉压力容器安全机构颁发的合格证,才能独立操作。而且人力资源和社会保障部还制定了《锅炉司炉工人安全技术考核管理办法》,对司炉工的条件、培训、考试、发证和管理做出了具体规定。

司炉工的主要职责是:

- (1)严格执行各项规章制度,精心操作;保证锅炉安全,节能运行;

- (2)正确处理设备运行中出现的故障或事故；
- (3)及时掌握并反映设备的使用状况；
- (4)钻研技术，熟悉业务，不断提高运行操作水平。

二、锅炉房的规章制度

锅炉房规章制度的制定和执行，是锅炉房安全、经济运行的重要保障。各单位应组织锅炉房管理人员、技术人员及有实践经验的司炉工共同制定以岗位责任制为主要内容的各项规章制度，并组织锅炉房全体人员学习和讨论。锅炉房规章制度的内容应明确具体，切实可行，特别是要根据本单位实际情况，制定检查、考核、奖惩办法和细则，以保证制度的执行。

1. 岗位责任制

使用锅炉的单位，应根据锅炉房的岗位（锅炉车间主任、副主任、技术负责人、工段长、值班长、组长、司炉工、副司炉工、司水工、上煤出渣工、维修工、水质化验员等）确定相应的职责。通常岗位责任制的主要内容如下。

- (1)严格遵守劳动纪律和厂纪、厂规；坚守岗位，不脱岗、不串岗、不“大班套小班”，上班不睡觉，不做与岗位无关的事。
- (2)严格执行锅炉及辅机操作规程，精心操作和调节，保证用户热能的需要和设备的安全。
- (3)认真执行巡回检查制度，定时进行巡回检查，发现异常情况应及时处理，准时、准确地抄写锅炉及辅机的运行记录。
- (4)做好锅炉及辅机、附件的维护保养工作，保证正常运行。
- (5)迅速正确地处理锅炉及辅机、附件的异常情况，并及时向上级报告。
- (6)保持锅炉及辅机、附件和锅炉房内外的清洁，保管好工器具，做到文明生产。

2. 锅炉及辅机操作规程

根据锅炉房设备的具体特点，要制定锅炉及辅机（如锅炉、上煤机、出渣机、风机、水泵、水处理等设备）的操作规程。制定和执行锅炉及辅机的操作规程，对提高司炉工技术水平，保证锅炉安全、经济运行十分必要。操作规程的内容一般包括以下几个方面。

- (1)设备的简要特性。
- (2)设备运行前的检查与准备工作。
- (3)设备启动的操作方法。
- (4)设备正常运行的操作方法。
- (5)设备正常停止运行和紧急停止运行的操作方法。
- (6)设备事故处理的操作方法。
- (7)设备的维护保养。

3. 巡回检查制度

定时对锅炉房设备进行巡回检查，有利于及时发现设备隐患，避免事故的发生。巡回检查制度应明确的事项包括检查的间隔时间、检查的内容及相应记录的项目，并在定岗时确定巡回检查现任人和巡回检查范围。巡回检查一般每小时至少进行一次；巡回检查的主要项目和内容有：锅炉本体、汽水管路和阀门、烟风系统、煤渣系统及电气、仪表等运行情况，尤其是运转设备（水泵、风机、炉排等）的运行状况，巡回检查的路线一般由炉前到两侧再到炉后，由炉上到炉下，由本体到辅机，熟练司炉工可就地综合检查，不熟练的人员可按系统和汽水、烟气、空气等介质流向进行检查。检查后应及时做好记录。

4. 设备维护保养制度

实行完善的设备维修保养制度可以延长设备使用年限,有利于锅炉安全运行,同时有利于减少消耗,缩短检修时间。设备维修保养制度包括锅炉日常运行的维护保养和检修两部分。搞好该项工作主要措施有两个方面:一是规定锅炉设备的维护保养周期、内容和要求,明确维护保养后的验收标准和验收手续;二是实行维护保养责任到人的制度,并制定考核办法。锅炉设备的维护保养工作一般宜推行司炉工(或设备操作工)、锅炉维修工(管工、钳工、焊工、电工、仪表工、筑炉工等)双包机制,对容量较大的锅炉,司炉工侧重日常运行中的维护保养,维修工侧重进行专业性检修。

5. 交接班制度

锅炉房的交接班是锅炉运行中的一个重要环节,很多事故由交接班不清而引起,造成重大损失;交接班制度也是落实岗位责任制的重要途径。交接班制度应该明确交接班的要求、检查内容和交接班手续。对交接班应有如下要求。

(1)交班人员在交班前,应对锅炉设备进行一次全面检查和调整,使锅炉的运行状态稳定正常,安全附件灵敏可靠,仪表、辅机运转正常。做好场地、设备、工具的清洁整理工作。做好清炉除灰工作,煤斗存煤达到标准。在完成上述工作后应填写交班记录并签名。

(2)交班人员应向接班人员如实介绍在本班运行中锅炉、安全附件、仪表、自控装置和辅助设备的情况,如锅炉负荷情况,水处理及软水、炉水质量,设备缺陷及检修情况,事故及处理情况等。请接班人员检查本班的运行记录和交班记录。

(3)接班人员在接班前要保持头脑清醒(即接班前4h内不得饮酒,保证充足的睡眠等);并按规定的时间(一般提前15min)到达锅炉房,并做好准备工作(如穿戴劳保用品等)。

(4)接班人员在查阅运行记录、交班记录并听取交班人员情况介绍后,应对交班人员的工作及锅炉设备进行一次全面检查、核实,发现问题及时提出。

(5)交接班完毕,双方签名后,交班人员方可离开锅炉房。

(6)在交班前或交接班过程中发生事故,应停止交接班。此时,交班人员负责处理事故,接班人员应主动协助,待事故处理完毕后,再进行交接班。

6. 水质管理制度

锅炉房应根据所使用的锅炉、水处理工艺及执行的水质标准,制定水质管理制度,明确水质定时化验的项目和合格标准。主要内容如下。

(1)水处理设备(含预处理设备和除氧设备)的运行操作规程。

(2)水质采样规程包括:水样的采集;原水、软水、炉水的化验项目及合格标准和化验间隔时间;标准溶液的配制与标定。锅炉的水质化验一般每小时进行一次。但当离子交换将要失效时或流动床离子交换设备刚投入运行时,应相应缩短水质化验间隔时间,增加水质化验次数。

(3)水质化验的运行记录和交接班。

(4)化验仪器设备的维护和试剂的保管。

(5)离子交换剂的储存及再生剂的配制管理。

7. 清洁卫生制度

锅炉房的清洁卫生,是文明生产的重要方面。要明确锅炉房设备及内外卫生区域的划分及各区域的清扫责任人和清扫要求,并制定考核办法。要求定范围、定人、定时清扫,做好锅炉房内外环境卫生、设备擦拭、工器具摆放整齐等工作。

8. 安全保卫制度

锅炉房安全保卫制度一般包括以下内容:锅炉房无关人员,不得进入锅炉房;外单位参观、培训人员,经本单位有关部门同意后方可进入锅炉房;锅炉房内设施,非锅炉房当班人员不得动用,无证的司炉工、水质化验人员不得独立操作锅炉或水处理设施;锅炉房内不得存放易燃、易爆物品;夜间停用的锅炉房,应在锅炉停炉后采取稳妥措施(如关闭汽阀、保证水位、防止复燃等)并关闭门窗,防止他人入内。

第二节 锅炉设备的初始运行

一、锅炉点火前的检查

锅炉安装或大修完工并经验收合格后,可进行锅炉点火前的检查与准备工作,首先做好锅炉点火前的组织工作,如制定试车计划,做好人员的定岗定位和岗前培训,配齐持证司炉工,建立健全锅炉房各项规章制度等。点火前的检查是一项认真细致的工作,应明确分工,责任到人,防止遗漏(一般采用顺系统逐步检查的方法)。检查中发现的问题应及时反映,并配合电工、仪表工、维修工等予以解决。检查完毕后,应将检查结果记入有关记录簿内。锅炉点火前要对各系统及设备做全面检查。

1. 锅炉本体“锅”的部分检查

(1)在水压试验的基础上,锅炉受压组件无鼓包、变形、渗漏、腐蚀、磨损、过热、胀粗等缺陷。焊口、胀口符合要求。

(2)受热面管道和锅炉管道畅通。新安装、移装、受压组件经重大修理或改造后的锅炉以及进行酸洗除垢后的锅炉,应进行通锅试验。

(3)锅筒内部装置,如给水装置、汽水分离器、水下孔板、定期排污管、连续排污管、汽水挡板等齐全、完好。

(4)锅筒、集箱、管道内无水垢、水渣、遗留的工具、螺栓、焊条、棉纱、麻袋等杂物。经上述检查后,封闭全部人孔和手孔。

2. 锅炉本体“炉”的部分检查

钢架、吊架无变形、过热。锅炉炉墙、隔烟墙无破损、裂缝。炉门、灰门、看火孔、检查门、防爆门等完好、严密、牢固、开关灵活。炉膛内无积灰、结焦,无杂物,炉拱完好。经上述检查后,关闭炉门、灰门、检查门、防爆门等。

链条炉排平齐完整,无杂物;煤闸板,操作灵活,其标尺正确且处于工作位置;煤斗弧形门(月亮门)无变形,开关灵活;老鹰铁平齐完整、牢固等。

炉排减速机及传动装置完好,变速装置操作灵活,链条炉排离合器保险弹簧的松紧程度合适。

3. 烟风系统的检查

烟道、风道及风室无裂缝、积灰、积水,保持严密状态。烟风调节门完好,开关灵活。鼓风机、引风机用于盘动时灵活;冷却水、润滑油正常。空气预热器、省煤器、除尘器完好,无泄漏、积灰等。

4. 安全附件、保护装置及仪表的检查

安全阀、压力表、水位表、高低水位报警器和低水位联锁保护装置,蒸汽超压报警器和联锁

保护装置,自动给水调节器,各种热工测量仪器、煤量表以及煤粉炉、油炉和燃气锅炉的点火过程控制和熄火保护装置等,应齐全、灵敏、可靠,且清洁,照明良好,阀门开关位置正确。

5. 汽水管路及阀门的检查

主汽管、汽管、排污管及疏(放)水管应畅通,注意检查水压试验后上述盲板是否拆除。管道保温完好,漆色符合规定。管道支、吊架完好。逆止阀装置位置正确,介质在截止阀和止回阀内的流向正确,管道与阀门连接严密,阀门应开关灵活,无泄漏,有标明开关方向的标志,且开关处于正确的位置。打开的阀门开满后,应转回半圈,防止受热后卡死。水处理系统应先行试车,能连续供给合格的软水。水质化验仪器设备完好,量具、试剂配齐。

6. 煤渣系统

煤场应储有足够的煤量。各种运煤机械、过筛破碎设备、电磁计量仪表单机、联动试车合格后,将煤斗上满煤。碎渣机、马丁出渣机、螺旋出渣机、刮板出渣机或水力除渣系统的抓斗机试车合格,运转平稳,且水封槽水位正常。

7. 电气设备的检查

所有运转设备的电机接线正确,转向正确,接地良好。试车时,电流在允许范围内(引风机在冷态试车时,注意调节门开度),无振动,无摩擦噪声。全部照明设备完好,特别是水位表、压力表的照明应有足够的亮度。

8. 运转设备的检查与试车

锅炉点火前,必须对全部运转设备(鼓风机、引风机、二次风机、循环泵、加压泵、给水泵、盐水泵、油泵、运煤设备、过筛破碎设备、给煤机、炉排装置、出渣装置等)进行认真全面的检查和试车,要求如下。

(1)熟悉各设备的结构和使用规则及开车前阀门、调节门的位置。调节门、阀门操作灵活,无泄漏。

(2)各设备地脚螺栓紧固,联轴器连接完好,传动皮带齐全,紧度适当;安全罩、防护网完整、牢固。手动盘车轻便,无摩擦,无撞击声。

(3)变速器、轴承润滑油清洁,泊位正常,无泄漏。冷却水充足,畅通。

(4)配合电工检查电机系统及电气设备,无误后,送电。

(5)按各设备操作要求,先进行电机试车,看其转向是否正确,再对设备进行无负荷短时启动,以检查有无摩擦、碰撞和异常动静等;启动时二次风机应关闭调节门,水泵应关闭出口阀。对各设备先单机试车,再联动试车。试车时,空载数分钟后,可逐渐加大荷载,其间应注意设备运转状况和电机电流、轴承及电机温升,一切正常后,满负荷运行。

(6)设备首次试车或该设备大修后试车时间:一般机械转动设备 2h,炉排 8h。一般性试车时间:机械转动设备 15min,炉排 30min。

(7)试车合格标准。设备转向正确,无摩擦,无碰撞,无异味,无异常动静和振动。无漏油、漏水和漏风现象。轴承温度稳定,一般滑动轴承不高于 65°C ,滚动轴承不高于 80°C 。泵及风机的流量和扬程(或风压)符合要求。电机电流正常,温度正常。炉排各档温度正常,无卡死、凸起、跑偏等现象,且煤层均匀。

9. 其他检查

楼梯、平台、栏杆等完好,墙壁、门窗及地面修补完整。人行通道清洁畅通。地面无杂物、积水、积煤、积渣。操作工具齐备。备有足够、合格的消防器材。

二、锅炉点火前的准备工作

锅炉经检查和试车合格后,可进行点火前的准备工作:锅炉给水泵经排气后,注满水;启动给水泵,待运转正常后,打开出水阀,缓慢向进水管和省煤器送水,出水阀的开度不应造成水泵电机超电流。打开给水阀,向锅炉进水,直到水位表高度的一半。进水期间,检查进水系统的阀门、法兰连接及锅炉的人孔、排污阀等是否泄漏;若发现漏水,应立即停止进水并予以处理。停止进水后,打开排污阀,检查是否堵塞,将水放至最低安全水位处。停止进水、排污后,锅炉水位应保持不变,若水位上升,说明给水阀内漏;若水位下降,说明排污阀内漏或炉体漏水,应予以排除。锅炉进水时,不得影响并联给水的其他运行锅炉的给水。校正水位计。准备好点火物资,如木柴、燃煤、引燃物等,严禁采用汽油等易燃易爆品做引燃物。

三、锅炉点火的操作方法

锅炉的点火分烘炉点火和升压点火两类。通常烘炉点火较为简单;在炉膛中部堆放可燃物(如木柴),保持炉膛略有负压(打开引风机调节门,自然通风),引燃可燃物便可。升压点火程序因燃烧设备而异,现将链条炉排的点火方法简述如下。

(1)链条炉排点火前,关闭煤斗弧形门,提起煤闸板先将煤撒放到炉排前端(盖住一、二风室),并铺好木柴及引燃物。为减少炉排漏风,可在未铺煤的其余炉排上铺满炉渣;微开一、二风室风门,关闭其余风门。

(2)启动引风机,维持炉膛负压 $0 \sim 2 \text{ mmH}_2\text{O}$ ($0 \sim 19.6 \text{ Pa}$)。

(3)点燃引燃物和木柴,转动炉排,打开弧形门放下煤闸板,调整煤层厚度至 $70 \sim 100 \text{ mm}$,将燃煤送至煤闸板后 0.5 m 处,再停止炉排转动。

(4)待燃炉烧旺并引燃煤层后,再启动炉排逐步增速,并启动鼓风机,调整风室风门的开度,使火床长度增长。

(5)当灰渣落入灰渣斗时,启动除渣装置。

四、锅炉的烘炉

新装、移装、改装或大修后的锅炉,以及长期停用的锅炉砖墙和灰缝中含有较多的水分,潮湿的炉墙和灰缝一旦受热后,其中的水分快速蒸发,由于体积膨胀而对灰缝产生挤压,造成裂缝和变形。烘炉的目的是对潮湿的炉墙进行干燥处理,防止锅炉运行后产生炉墙裂缝或变形损坏。

1. 烘炉的准备工作

烘炉前的准备工作。锅炉砌完和保温结束后,应打开各处门、孔,自然干燥一段时间。耐火混凝土必须达到养护期满:钒土水泥和硅酸盐水泥 3 天,矿渣硅酸盐水泥 7 天。应打开省煤器旁通烟道或循环管路阀门。

2. 烘炉方法

烘炉的热源有火焰、蒸汽或热风。常采用火焰烘炉的方法。

(1)将木柴架于炉排中部,约占炉排面积的一半,要求距前、后拱及两侧炉排均保持一定的距离。

(2)打开烟道挡板,点燃木柴小火烘烤,控制炉膛负压 $0.5 \sim 1 \text{ mmH}_2\text{O}$ ($4.9 \sim 9.8 \text{ Pa}$)。

(3)火势由小到大,逐步升温,炉水温度 $70^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$,锅炉不产生蒸汽,木柴烘烤 3 天。3

天后(轻型炉墙快装锅炉 24h 后),加入少量燃煤,并维持小火燃烧,适当增加通风,使炉水沸腾,并随时间加长,将火势缓慢增大;直至烘炉结束。

3. 烘炉的技术要求

(1)烘炉期间不得熄火,火势应由小到大,缓慢进行,火势不得时大时小。烘炉初期,火焰不得直接接触炉体。

(2)应将燃料分布均匀,不得堆在前、后拱处,并经常转动炉排和清除灰渣,防止烧坏炉排。

(3)烘炉初期,应尽可能采用自然通风,加煤后,必须采用机械通风时,应小风量进行。

(4)烘炉所需的时间与锅炉形式、容量大小、炉壁结构、自然干燥程度及气候、季节有关,一般轻型炉墙的小型锅炉为 3~7 天(如快装锅炉),重型炉墙及容量较大的锅炉为 7~15 天。若炉墙潮湿,气候寒冷,烘炉时间还需适当延长。

(5)烘炉的温度,通过炉膛出口烟温的测定加以控制:对重型炉墙,第一天温升不应超过 50℃,以后每天温升不宜超过 200℃;对砖砌轻型炉墙,温升每天不应超过 80℃,后期不应超过 160℃;对耐热混凝土炉墙,在正常护养期满后,烘炉温升每小时不应超过 10℃,后期不应超过 160℃,且持续时间不应低于 24h。

4. 烘炉的合格标准

(1)烘炉期间,炉墙不应出现裂缝和变形。

(2)在燃烧室两侧墙中部炉排上方 1.5~2m(或燃烧器上方 1~1.5m)处,取耐火砖、红砖的十字交叉缝处的灰浆样各约 50g,其含水率低于 2.5%。且在此位置,由红砖墙表面向内 100mm 处温度达到 50℃,并持续维持 48h。

五、锅炉的煮炉

煮炉的原理是在炉水中加入碱性溶液,与锅炉油垢起化学作用,其生成物在沸水中离开金属壁,经排污排除;与锈垢、碳酸盐垢反应,使垢脱离金属壁,变成水渣而排除。此外,碱性溶液,尤其磷酸三钠溶液,能在金属壁表面形成薄膜,对受热面腐蚀和结垢有一定程度的抑制作用。

煮炉的目的就是清除锅炉内部的铁锈、油脂和碳酸盐垢,防止受热面腐蚀、过热,保证炉水和蒸汽品质。

对新装、移装及改装、大修受热面后的锅炉煮炉,一般在烘炉后期接着进行,以节约时间和燃料。对运行锅炉的煮炉,视结垢情况而定。对需停炉保养的锅炉(如采暖锅炉)更应该进行煮炉。

煮炉常用药剂的数量参照表 1-1 选用。

煮炉常用药剂的数量(kg/t 炉水) 表 1-1

药 剂 名 称	铁锈较少的新锅炉	铁锈多的新锅炉	铁锈、水垢较多的旧炉
氢氧化钠	2~3	4~5	5~6
磷酸三钠	2~3	3~4	5~6

注:1. 药品按 100%纯度计算。
2. 无磷酸三钠时,可用碳酸钠(Na₂CO₃)代替,用量为磷酸三钠的 1.5 倍。
3. 铁锈较少的锅炉,可单独使用碳酸钠煮炉。

煮炉操作步骤如下。

(1)将药品配成 20% 的溶液,然后通过加药泵或从炉顶人孔、阀门处注入无压锅炉内。

(2)封闭人孔,关好阀门后,锅炉升温,当产生蒸汽后,冲洗压力表存水弯管和水位表,关闭放空阀(或放下安全阀),开始升压。

(3)第一天将压力升到设计压力的 15%,并保持压力,其间应检查人孔、手孔及法兰等是否渗漏;第二天升压到设计压力的 30%,保压 8h,并试验高低水位报警器、低位水位计等,第三天升压到设计压力的 75%,保压 8h。小型锅炉的煮炉时间可缩短为两天,第二天即升压到设计压力的 50%。对采暖锅炉的煮炉,水温控制在 100℃ 以内,时间为 48h 即可。

(4)加药前,锅炉应保持低水位,加药后,锅炉进水在正常水位。

(5)煮炉期间,不排污,当炉水碱度低于 50mmol/L 时应补充加药。

煮炉升压时间见表 1-2。

煮炉升压时间

表 1-2

顺序	煮炉升温程序	煮炉时间(h)		
		铁锈较薄	铁锈较厚	拆迁炉
1	加药	3	3	9
2	升压到 0.3~0.4MPa	3	3	3
3	在 0.3~0.4MPa,负荷为额定出力的 5%~10%下煮炉,并拧紧螺栓	12	12	12
4	降压并排污(排污量为 10%~15%)	1	1	1
5	升压到 1.0~1.5MPa,负荷为额定出力的 5%~10%下煮炉	8	12	24
6	降压到 0.3~0.4MPa 下进行排污(排污量为 10%~20%)	2	2	2
7	升压到 2.0~2.5MPa,负荷为额定出力的 5%~10%下煮炉 (中、低压炉升压到工作压力的 75%~100%,但不超过 2.5MPa)	8	12	24
8	保持 2.0~2.5MPa 压力下进行多次排污换水,直到运行标准碱度,同时投入连续排污	16	16	36
9	共计	53	61	105

六、锅炉的冲洗

锅炉煮炉后进行冷却,打开放空阀或其他阀门,进行排污,并用清水(最好是热水)进行置换,最后排尽炉水,并开启人孔、手孔,将锅炉内部进行一次检查和冲洗,清洗所剩水垢、铁锈,更换人孔垫、手孔垫,重新封闭。

七、锅炉的升压

锅炉重新上水后,启动鼓、引风机,并逐步加强通风,增加燃料燃烧,锅炉开始缓慢升压,为确保锅炉安全,升压过程应谨慎小心,升压速度不可过快,主要操作如下。

1)当放空阀(或安全阀抬起阀芯后)冒出较大蒸汽时,应关闭放空阀(或放下安全阀阀芯);气压升到 0.05~0.2MPa 时,冲洗水位表。冲洗水位表的程序如下。

(1)开放水旋塞(下),冲洗水连管、气连管和玻璃管(板)。

(2)关水旋塞(中),冲洗气连管和玻璃管(板)。

(3)开水旋塞(中),再关气旋塞(上),单独冲洗水连管。

(4)开气旋塞(上),再关放水旋塞(下),使水位表恢复运行。

冲洗水位表后的检查:关闭放水旋塞后,水位应迅速上升,有轻微波动,并与其他水位表相一致时,表明水位正常;关闭放水旋塞后,水位上升缓慢,又无波动,则水连管,气连管可能有堵塞现象,应重新冲洗水位表;当放水旋塞泄漏,水连管堵塞时,水位表水位偏低;当气旋塞外漏或气连管堵塞时,水位表水位偏高。此时均应找出故障,予以排除。冲洗水位表注意事项:冲洗水位表时要注意安全,穿戴好防护用品;面部不要正对玻璃管(板),应侧身操作;不要同时关闭气旋塞和水旋塞;不得同时冲洗锅筒的两只水位表。

2)气压上升到 $0.1\sim 0.15\text{MPa}$ 时,冲洗压力表存水弯管。其程序如下。

(1)旋转压力表三通旋塞 90° ,使压力表与存水弯管隔断并与大气相通,此时压力表指针应回到零位。

(2)将三通旋塞旋转 180° 使存水弯管与大气相通,利用锅炉蒸汽压力对存水弯管中的存水进行冲洗,直至冒出蒸汽为止。

(3)将三通旋塞旋转 45° ,使存水弯管与压力表及大气同时隔断,停 $3\sim 5\text{min}$,使存水弯管中积聚冷凝水。

(4)将三通旋塞再旋转 45° ,使压力表与存水弯管相通,回到工作位置,压力表恢复运行。冲洗存水弯管后,注意压力管是否回到原来的位置。

(5)气压上升到 0.2MPa 时,检查人孔、手孔及阀门、法兰连接处是否泄漏,并拧紧螺栓。拧紧螺栓时注意:扳手长度不超过螺栓直径 20 倍,禁止使用套筒或加长手柄,操作时应侧身,动作不要过猛,禁止敲打。

(6)气压上升到 $0.3\sim 0.4\text{MPa}$ 时,应试用给水设备和排污装置,先进水,依次对各排污阀门放水,并维持水位,关闭排污阀后,检查排污阀是否严密。

(7)气压上升到工作压力的 60% 时,应再次上水、放水,并全面检查辅机运行情况和对蒸汽管道进行暖管。

①暖管所需时间。暖管所需时间视锅炉的容量,蒸汽管道的长度、直径、蒸汽温度和环境温度等情况而定。暖管时间一般为 $0.5\sim 2\text{h}$,小型锅炉一般为 30min 。

②暖管的操作方法。对单台运行的锅炉,常采用正向暖管的方法。当锅炉压力上升到工作压力的 $2/3$ 左右时,预先打开主汽阀以后的疏水阀及各汽阀(包括分汽缸的疏水阀和控制阀),再缓慢开启主汽阀半圈,预热主汽阀后的全部蒸汽管道和阀门,暖管完毕后再开大主汽阀和关闭疏水阀。对两台或两台以上共享蒸汽母管并行运行的锅炉,也常采用正向暖管:打开主汽阀后蒸汽支管上的疏水阀(此时与蒸汽母管相邻的隔绝阀关闭),缓慢打开主汽阀半圈进行暖管,并汽时控制蒸汽母管相邻处隔绝阀。也可采用反向暖管:由蒸汽母管(或分汽缸)向蒸汽支管送汽暖管,此时应先打开蒸汽支管上的疏水阀,再开启连接蒸汽母管上的隔绝阀进行暖管。

(8)气压上升到低于工作压力 0.05MPa 时,应再次冲洗水位表,试用水位警报器,对锅炉设备进行全面检查,进行第三次锅炉上水、排污工作,并在送汽前调整、检查安全阀的开启压力和回座压力,以保证安全阀动作准确可靠。

锅筒和过热器的安全阀开启压力应按表 1-3 的规定进行调整和检查。省煤器的安全阀开启压力为装设地点工作压力的 1.1 倍。

安全阀的开启压力

表 1-3

额定蒸汽压力(MPa)	安全阀的开启压力(MPa)
<1.27	工作压力+0.2MPa
	工作压力+0.4MPa
1.27~3.82	1.04 倍工作压力
	1.06 倍工作压力
>3.82	1.05 倍工作压力
	1.08 倍工作压力

注:1. 锅炉上必须有一个安全阀按表中较低的开启压力进行调整。对有过热器的锅炉,按较低压力进行调整的安全阀,必须为过热器上的安全阀,以保证过热器上的安全阀先开启。

2. 表中的工作压力,一般指安全阀安置地点的工作压力(即在额定蒸汽压力以下的使用压力)。

(1)安全阀回座压差一般应为开启压力的 4%~7%。

(2)新装、移装锅炉的总体验收和定期检验中点火升压时的检验和调整安全阀应有锅炉运行技术负责人、安装负责人和锅炉检验员在场,日常点火后调整检验安全阀,应有锅炉运行负责人、检修负责人参加。

(3)调整安全阀时,应保持气压稳定,水位宜低于正常水位 30~50mm,并注意监视水位变化。

(4)调整安全阀,应逐个进行,一般先调整试验工作安全阀(即开启压力高的一个)后,调整控制安全阀。试验时,如锅炉压力超过安全阀开启压力,而安全阀未动作时,应停止试验,采取手动排汽、进水、排污等措施降压后重新调整。

(5)为保证安全阀灵敏可靠和不影响供汽,锅炉点火前应将安全阀送往检查站校正检验。将安全阀的检验日期、开启压力、起座压力、回座压力等检验结果记入锅炉技术档案,并请调整、检验人员签章。安全阀调整、检验完毕后,应加铅封。

八、锅炉的送(并)汽

锅炉升压和暖管正常后,可进行送(并)汽。为避免水击发生,送汽阀门要缓慢开启。单台锅炉可直接送汽。并列锅炉的送汽也称并汽,并汽前,锅炉设备运行正常,燃烧稳定。锅炉压力应稍低于蒸汽母管压力(低压锅炉低 0.05~0.1MPa,中压锅炉低 0.1~0.2MPa)。过热蒸汽温度稍低于额定值。锅炉水位较正常水位低 20mm 左右;蒸汽品质合格。

第三节 锅炉设备运行

一、锅炉设备的运行与调节

1. 锅炉负荷的调节与气压稳定

(1)锅炉负荷的调节

锅炉气压的变化主要取决于锅炉蒸发量(负荷)与用户用汽量之间的平衡关系:当锅炉蒸发量大于用汽量时,气压上升;当锅炉蒸发量小于用汽量时,气压下降;当锅炉蒸发量等于用汽量时,气压保持稳定。为使气压保持平衡,气压上升时锅炉负荷应减小,气压下降时锅炉负荷应增大;当用户用汽量为零时,锅炉应无负荷,此时锅炉要压火停炉。锅炉负荷的调节的主要

目的就是保持锅炉气压的稳定。当增加蒸发量时,应先加大引风,再加大鼓风,最后增加给煤量;减少负荷时,应先减少给煤量,再减少鼓风,最后减少引风。对链条炉和往复炉,负荷变化不大时,给煤量的改变可通过炉排的速度调节来实现;当负荷变化很大时,炉排速度和煤层厚度恐怕都要改变。必须指出,在一定的风量和时间范围内,鼓风增大可加快燃烧速度,使负荷增加,但超过限度时,反而会使炉温下降,燃烧不稳定(甚至灭火)辐射传热下降,排烟热损失增加,锅炉蒸发量下降。

(2) 锅炉气压的稳定

锅炉的气压应稳定在使用工作压力 0.5MPa 以内,且不得超过锅炉额定蒸汽压力。当锅炉燃烧稳定,用户用汽量稳定时,给水量的大小和给水温度会对锅炉气压的稳定产生影响;当给水量大于蒸发量时,气压呈下降趋势;当给水量小于蒸发量时,气压呈上升趋势;当给水量等于蒸发量时,气压呈稳定趋势。为保证锅炉气压和水位的稳定,除锅炉负荷调节要及时外,锅炉的给水量应和蒸发量相适应,不要等到水位很低或很高时再调节。锅炉的给水量最好采用连续给水。

2. 锅炉的燃烧状态及其调节

(1) 锅炉的燃烧状态

锅炉燃烧状态的好坏,直接关系到锅炉运行的节煤。对链条炉和往复炉,良好的燃烧状态主要指通风状态和火床状态。

通风状态:火焰颜色呈麦黄色或橙黄色,说明燃烧温度合适,风量适中。火色发白亮眼时,则风量过大,容易结渣,烧坏炉排,且排烟损失大;火色暗黄或发红,说明风量不足,不完全燃烧损失大;引风的配合应保持炉膛负压为 $2\sim 4\text{mmH}_2\text{O}$ ($19.6\sim 39.2\text{Pa}$)。引风过大,炉膛及烟道负压增大,漏风增多,炉温和烟温均会下降,不但增大排烟热损失和引风机能耗,也使锅炉气压下降。引风过小,则产生正压运行。此外,炉墙要严密,观火孔和炉门关严。炉膛出口过剩空气系数应为 $1.3\sim 1.5$ 。排烟处过剩空气系数应在 1.8 以内。

火床状态:着火点距煤闸板太近,易烧坏煤闸板;太远易断火,煤在炉排上的燃烧时间也不够。通常着火点距煤闸板 200mm 左右。燃尽点距老鹰铁或炉排末端 500mm 左右,以便减少炉渣含碳量。火床应平整、无火口、无偏火。产生偏火的主要原因包括:煤层厚度不一,风量分配不均匀,锅炉侧封闭有问题。

(2) 锅炉的燃烧调节

当锅炉负荷变化或煤质变化时,都需要改变燃烧状态,即燃烧调节。前已叙及的负荷调节实质就是燃烧的调节,而煤质变化时的燃烧调节也应引起足够重视。实际上,在锅炉运行中煤质、煤种很难稳定,而每一煤质和煤种都对应一个最佳的燃烧状态,煤质和煤种变化时的调节,对防止燃烧设备损坏、保证和提高锅炉热效率意义重大。

对链条炉和往复炉,炉排速度的快慢主要取决于煤的挥发分,挥发分变高,应加快炉排速度,煤层相应可减薄。煤层厚度主要受煤的热值影响,煤的热值越低(如灰分大、水分多),应加厚煤层。煤层厚度一般在 $60\sim 120\text{mm}$,对水分少、灰分少的煤或细煤多、灰熔点低的煤,煤层厚度要薄些,反之,则煤层厚些,对无烟煤、贫煤可取 $100\sim 160\text{mm}$ 。

量的调节,一般只变炉排给煤速度即可。煤质变化的燃烧调节通常并不改变给煤量,而是改变燃烧状态,这就要求在调节时处理好煤层厚度和炉排给煤速度的增减关系。各风室的风压应根据锅炉结构及燃烧品质确定。当煤层厚度改变或煤质变化时,必须相应调整各风室的风压。分段风门的开度应根据锅炉负荷和燃烧情况及时调整,分段送风的原则是“有火才送风”。燃用烟煤时,其风量的配量一般为“两头小,中间大”。