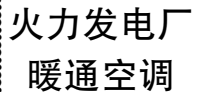


本栏目特约组稿专家 康 慧(教授级高工)



火力发电厂
暖通空调

栏 首 语

截至2010年,我国内地火力发电装机总容量已达7.1亿kW,占我国发电装机总容量的74%左右,火力发电行业在我国经济发展中占有重要的地位。中国电力工程顾问集团是我国电力设计行业的最大央企集团,承担了国内火力发电设计约70%的市场份额。近年来,中国电力工程顾问集团的暖通空调专业人员在火力发电厂暖通空调设计方面进行了积极探索和实践,主编了电力行业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计技术规程》、企业标准《火力发电厂采暖通风与空气调节设计导则》、大型工具书《火力发电厂及变电所供暖通风空调设计手册》和《集中供热设计手册》,上述一系列文件规范了我国火力发电厂供暖通风与空气调节的设计工作,取得了较好的经济和社会效益。本期《暖通空调》“火力发电厂暖通空调”栏目围绕“安全、环保、节能”三大主题,组织了火力发电厂暖通空调设计技术综述、节能技术研究、新型系统和新型技术研究、系统运行效果分析、工程设计实例等方面的文章,希望能对火力发电厂建设有所帮助,对参加火力发电厂建设的设计施工单位及广大读者有所启示,热诚欢迎暖通空调行业内人士批评指正,共同促进我国火力发电行业的健康发展。

(中国电力工程顾问集团公司 康 慧)

火力发电厂供暖通风空调系统的 现状及发展趋势

电力规划设计总院 葛四敏[☆]

中国电力工程顾问集团公司 康 慧

摘要 回顾了我国火力发电行业及供暖通风空调系统的发展历程,分析了火力发电厂供暖通风空调系统功能、特点,介绍了火力发电厂的全厂供暖、车间供暖、主厂房全面通风、电气设备间通风、集中空调系统、除尘系统现状。认为应不断采用新技术、新设备,选择适合当地条件的通风方式,采取粉尘综合治理措施,开展节能研究。

关键词 火力发电行业 供暖通风空调 厂房

Status and development trend of HVAC system for thermal power plants

By Ge Simin[★] and Kang Hui

Abstract Reviews the development of thermal power plant and its HVAC system. Analyses the function and characteristics of HVAC system in the plants. Presents the status of whole plant heating, workshop heating, main power plant ventilating, electrical equipment room ventilating, central air conditioning system and dust separation system in the plants. Suggests to continuously adopt new technology and equipment, select suitable ventilating mode for local conditions, take comprehensive measures for dust separation and carry out energy saving research.

Keywords thermal power plant industry, HVAC, plant

★ Electric Power Planning and Engineering Institute, Beijing, China

①

1 我国火力发电行业的历史与发展

1.1 四个发展阶段

1) 初步发展阶段(1882—1937年)

1882年7月26日,上海第一台机组发电。到1936年抗日战争爆发前夕,全国共有461个发电厂,发电总装机容量为630 MW,年发电量为17亿 kW·h,初步形成北京、天津、上海、南京、武汉、广州、南通等大中城市的供电系统。

2) 缓慢发展阶段(1938—1949年)

1937年抗日战争开始后,江苏、浙江等地沿海城市的发电厂被毁坏或拆迁到后方;西南地区的电力工业出于战争的需要有一定的发展。当时日本以东北为基地为战争生产和提供军需物资,东北电力系统也有了一定的发展。1949年中华人民共和国成立时,全国发电总装机容量为1 848.6 MW,年发电量约43亿 kW·h,居世界第25位。当时中国已形成4个电力系统:东北中部、南部、东部电力系统以及冀北电力系统。

3) 再发展阶段(1950—1979年)

建国后,随着国民经济的迅速发展,我国的电力工业得到相应的增长,逐步形成以大型发电厂和中心城市为核心,以不同电压等级的输电线路为骨架的各大区、省级和地区的电力系统。

4) 高速发展阶段(1980年至今)

改革开放后,中国的火力发电行业有很大的发展,从1993年起,发电量每年平均以6.2%的速度增长,至2010年,中国大陆的火力发电装机容量达7.1亿 kW,占我国总发电装机容量的74%。但是,就人均用电量、电力系统自动化水平和发输配电的经济指标而言,我国的电力工业与世界先进水平还有一定的差距。

1.2 国内火力发电行业的技术发展趋势

1) 容量大,最大单机容量1 000 MW,凝汽式发电的主力机组单机容量600 MW,热电联产的主力机组单机容量300 MW。

2) 参数高,采用超临界、超超临界参数运行。

3) 节能,尽可能降低煤耗、厂用电率。

4) 节水,从 $0.12(\text{m}^3/\text{s})/\text{GW}$ (目前)降到 $0.03(\text{m}^3/\text{s})/\text{GW}$ (2030年)。

5) 环保,配套建设脱硫、脱硝、脱重金属设施。

2 火力发电厂供暖通风空调系统的功能

供暖、通风、除尘、空调系统(以下简称“暖通系统”)作为辅助设施,在火电厂设计中不可或缺,其作用一是消除或改善生产工艺、劳动过程和工作环境中可能产生或存在的对职业人群健康和安全的,以及劳动、生存能力造成不良影响的职业性危害因素;二是根据工艺设备需要改善室内环境状态,使工艺设备安全稳定运行;三是火灾事故后,迅速排除燃烧产生的有害烟气,以便及时抢修受损设备,恢复电力生产运行的任务。

3 火力发电厂暖通系统的特点

火力发电厂属于技术密集型企业,工艺系统繁多且复杂,随着经济发展和技术进步,各工艺系统自动化程度日益提高,对暖通系统也提出了更高的要求,其主要特点如下:

1) 按地域和建设标准,北方地区火电厂均设有独立的集中供暖系统,目前普遍采用热水供暖方式,加热热源来自于工艺辅助蒸汽系统,蒸汽压力为0.4 MPa。采用热水供暖方式可避免热能和供暖凝结水的浪费,符合节能、节水、环保绿色电厂的理念。

2) 火电厂通风系统主要有主厂房(锅炉房、汽机房)全面通风系统、电气房间通风系统以及各类工艺房间通风系统。这些通风系统既有正压方式,也有负压方式;既有降温通风,也有一般通风。系统之间彼此既有联系,相互约束,又各自成为独立的系统,使得建筑物难以进行全面的热风平衡。

3) 火力发电厂的集中空调系统主要服务于集中控制室和电子设备间。集中控制室是全厂的“中枢神经”,其运行的安全性直接关系到整个电厂甚至是电网的安全性。除了工艺系统的安全稳定性外,作为确保集中控制室、电子设备间内温湿度的集中空调系统,其运行的安全和稳定性也是极为重要的。

4) 运煤系统的除尘是火电厂防尘工作的重中

①☆ 葛四敏,男,1956年12月生,大学,教授级高级工程师
100120 北京市西城区安德路65号电力规划设计总院
(010) 58388538
E-mail: smge@cpecc.net
收稿日期:2011-11-16

之重,目前的治理措施仍然以水抑尘为主,辅以机械除尘。以水抑尘主要是对输煤皮带喷水、对车间地面洒水,抑制粉尘飞扬;机械除尘主要是针对密闭的扬尘点进行排风,使密闭罩内形成一定的负压,使粉尘不外溢污染环境。

4 火电厂暖通风空调系统的现状

近年火电建设超常规快速发展,技术进步十分明显,整体装备水平有了显著的提升,高效、节能、环保已成为火力发电厂建设的新理念。火力发电厂的暖通空调系统也随着电厂的快速发展不断提升自身的技术水平,高效、节能、环保的理念在工程设计中也得到充分体现,如供暖热媒由蒸汽改为热水,每年可节约大量热能和水资源;电气房间通风方式由通风效果和卫生条件较差的自然进风、机械排风,向机械进风、机械排风过渡,以期改善室内环境状况;空调方式由小机组惯用的柜式空调机组发展为全年性全空气空调系统,为运行人员和电气、电子设备提供安全可靠、良好的内部空气环境。

从目前的基本情况看,设计人员在工程实践中通过不断学习和借鉴国内外先进技术和经验,所设计的火电厂暖通空调系统基本能够满足火电厂安全稳定生产的功能要求。但是,火力发电厂暖通空调系统的技术进步仍然滞后于工艺系统的技术发展和进步,主要表现在一些通风方式与工艺系统的要求不相匹配,粗放型的设计观念仍然存在,并影响着整体水平的进一步提高。目前火力发电厂暖通空调系统主要涉及以下几个方面。

4.1 全厂供暖

在热媒参数确定后,首先要考虑的就是全厂供暖系统的定压方式。确定的原则除满足系统充满水和安全余量之外,还要注意厂区地形变化,以及输煤系统地下设施和地下廊道低于场坪的因素,防止底层散热器承压过高,进而增加供暖设备投资和运行费用。一般情况下,通过设置高层加压装置使主厂房较高部位的供暖系统与全厂其他供暖系统分隔,可避免底层散热器承压过高的问题。

4.2 车间供暖

对于北方电厂,主厂房(锅炉房、汽机房)作为火力发电厂最大的供暖用户,不仅消耗大量热能,而且供暖系统非常复杂,既有散热器供暖,也有暖风机和热风幕辅助供暖,为使主厂房供暖系

统安全稳定运行,在系统设计上一般采用划小分支系统单元的方法,合理分配各分支系统负荷,既要保证机组正常运行期间车间内不过热,还要满足检修期间停机、停炉工况下车间内温度不低于 5°C 的要求。

4.3 主厂房全面通风

火力发电厂主厂房在生产过程中产生大量的余热和湿气,这些热量和湿气如不及时排除,将使车间内温湿度升高,不仅危害运行人员健康,而且会腐蚀工艺设备,加速电气元器件老化,因此,必须采用有效措施予以消除。主厂房全面通风设计必须因地制宜,才能取得预想的效果,主厂房全面通风主要有以下几种形式。

4.3.1 自然进风、屋顶通风器自然排风(见图1)

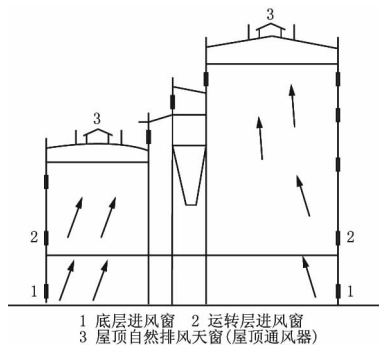


图1 通风方式1

4.3.2 自然进风,汽机房除氧间高侧窗排风,锅炉房屋顶通风器自然排风(见图2)

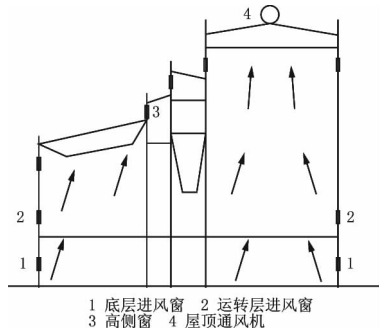


图2 通风方式2

4.3.3 自然进风、机械排风(见图3)

4.4 电气设备间通风

火力发电厂中的电气设备种类和数量较多,并按不同系统布置在不同的、独立的房间中,概括起来主要有各类高低压厂用配电间、发电机励磁设备间、变频器间、GIS 配电装置室等。这些电气设备间室内设备发热量都较大,而且随着厂房布置越来越

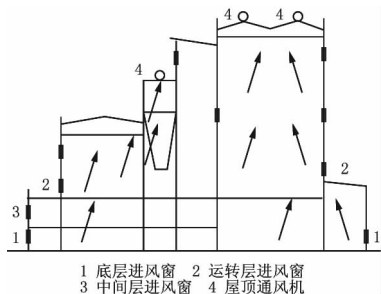


图3 通风方式3

越紧凑,电气设备房间空间越来越小,电气设备不断增多,单位体积空间的散热强度随之增大。近年来新建的空冷机组发电厂的空冷风机群、冷凝水泵、一次风机等均采用变频控制技术,已投运的电厂也纷纷进行大型用电设备的变频控制技术改造。如空冷配电室,除了有配电柜、干式变压器外,还布置大量的变频器。以1台600 MW机组为例,其空冷配电室在采用变频节能技术后,室内电气设备散热量约增加235 kW。根据电气设备运行对环境的要求及相关规范规定,室内温度一般不超过35~40℃,因此,通风设计主要解决的问题就是控制室内温度。

4.5 降温通风系统

火力发电厂电气设备间设置降温通风系统的主要目的是改善夏季室内温度过高的状况,同时也是对火力发电厂电气设备间沿袭多年的通风方式的改进,力求为电气设备提供一个安全稳定运行的环境。降温通风系统的设计思路是按照不同区域的气象条件,通过采用正压通风方式,根据设计送风温差要求对送入房间的空气进行过滤和降温处理,以降低室内过高的温度和粉尘污染,在加大送风温差的同时可大幅度减少通风量,使通风设备投资不致增加过多。

降温通风系统按冷源形式分为以下两种形式:

1) 人工冷源,包括集中制冷和分散制冷。集中制冷,空气冷却处理的冷源来自于集中制冷站提供的冷水,系统可靠性高,设计方案选择灵活多变,末端空气处理设备及参数配置合理,系统可根据室外空气参数变化运行方式,适应不同季节的节能运行要求。

分散制冷,即各电气设备间分别设置分体冷风机组,运行比较灵活,使用方便,减少换热环节,运行效率较高,维护工作量大,室内空气处理设备布

置方便。对于布置于厂房内的电气设备间,室外机受制冷剂管线长度制约,只能布置于室内,影响设备制冷能力,室外机布置于室外影响整体建筑美观。这种降温方式不能适应季节变化,过渡季节无法利用室外空气进行降温。

2) 水蒸发冷却降温,适用于西北及炎热干燥地区。

4.6 集中空调系统

火力发电厂工艺要求空调的场所主要有集控楼集中控制室、锅炉、汽机电子设备间、继电器室等。集中控制室一般按照舒适性空调系统设计,电子设备间则根据工艺要求的室内温湿度参数设计。大型火电厂主要以采用全年性全空气空调为主,中小型火电厂多采用分体柜式空调机的空调方式。

4.7 除尘系统

火力发电厂的主要尘源来自运煤系统的转运站、碎煤机室、原煤仓,另外可能产生粉尘的场所有灰库,脱硫系统的石灰石处理、上料系统。目前,从工艺生产安全和管理方便等角度出发,均要求除尘系统按每路皮带机独立设置,综合考虑煤种、煤质的挥发分、表面水分、黏性等特性后,根据运煤系统地面清扫方式和排放标准要求,选择适合的除尘设备。火力发电厂运煤系统除尘设备主要有高压静电除尘器、布袋除尘器和湿式除尘器。

5 火力发电厂暖通系统发展展望

5.1 不断采用新技术、新设备

在设计中,应吸收以往经验和教训,认真考虑暖通系统可能带来的负面效果,同时要不断采用新技术,如在主厂房和集控楼内的配电间尝试采用水蒸发冷却的正压式置换通风,从理论上不仅可保证室内空气清新,而且可避免室外粉尘随通风系统进入室内,使室内环境条件得到全面改善,为电气设备的安全稳定运行提供良好的环境。

5.2 选择适合当地条件的通风方式

从火力发电厂各类车间通风系统的配置上看,不同季节的节能运行措施尚不足。当一个车间的通风系统确定以后,通风设备的选用和功能段的配置就成为该系统能否实现设计功能的重要环节。因此,不论南方、北方地区,在功能段选择上都应根据当地气象条件,力求适应不同季节的要求,经过充分比选后再确定适合当地的通风方式。北方严

寒、寒冷地区还应针对那些全年运行的通风系统考虑冬季热补偿,防止冬季房间过冷。在应用新技术的同时,还应针对厂房体积不断压缩、通风设备安装困难的情况,开展对通风设备的开发和研究,把各种技术有机结合起来,进一步减小通风系统的规模和能耗。

5.3 采取综合治理措施进行粉尘治理

火力发电厂运煤系统的粉尘治理历来是设计重点,也是难点。虽然多年来取得了一些经验和成绩,但距离 GBZ 2—2007《工作场所有害因素职业接触限值》中规定的“工作场所空气粉尘容许浓度煤尘总尘浓度为 4 mg/m^3 ”的要求甚远,还需要设计、施工人员在实际工程中紧密配合,切实做好胶带机导料槽、落煤管的密闭,杜绝胶带跑偏撒落煤

现象,采取综合治理措施,辅以高效除尘设备,改善运煤系统室内煤尘浓度超标的现状。

5.4 开展暖通空调系统的节能研究

选择节能的设备,采用节能的暖通空调系统,利用电厂的余热、废热。

6 结语

我国电力事业经过多年发展,尤其近年来的快速发展,保证了全国电力需求,为经济发展作出了重要贡献。随着火力发电厂机组和容量的大型化、电子化、数字化,暖通系统技术也需要进行全面的总结,提升和改进传统模式,加快自身的技术进步,使暖通系统更符合实际需要,为火力发电厂的安全稳定运行创造条件,为运行人员创造良好环境。