

浅谈燃气轮机发电机组余热锅炉安装要点

乔虎森

上海能源科技发展有限公司

[摘要]工业余热燃气锅炉的部件安装技术质量直接决定着工业生产锅炉能否安全、经济的正常运行，所以工业余热燃气锅炉的部件安装操作过程一定按照锅炉安装操作工艺和相关技术标准要求严格进行。不仅安装要严格按照一定的部件安装工艺步骤，按照规定安装工艺顺序正确位置安装锅炉零部件，而且对其他重点安装部件，应按照国家相应的部件安装工艺技术标准严格进行，确保工业余热燃气锅炉部件安装的技术质量和安全。

[关键词]燃气轮机；余热锅炉；安装要点

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.08.245

一、原理及应用

燃气—燃油蒸汽轮机联合发电循环系统发电配套系统主要是由高温燃气蒸汽轮机联合发电循环系统和高温锅炉燃气蒸汽轮机联合热能发电循环系统所做的联合开发组成。利用高温锅炉燃气柴油蒸汽轮机联合热能发电循环系统主要原理是指由利用高温燃气在所有高温锅炉燃气柴油蒸汽机的涡轮机和发动机加热锅炉过程中经高压膨胀减冷绝热透平进行高压膨胀透平加热制冷作业成功地热力循环发电过程，这种燃气联合发电热力循环发电过程有时又称布雷顿循环，它主要原理是由利用高温柴油压气机将炉中所有空气膨胀绝热透平加压之后燃气进入高温原料炉的燃烧室，燃料膨胀加热透平燃烧后再由利用燃气在所有燃料绝热透平炉的中心经高压膨胀减冷加热进行做功。目前常规燃气与汽轮机联合发电在世界上已广为广泛应用，其火力发电装机容量大约占到了世界总火力发电装机容量的11%。但是近些年来，世界上发达国家中的常规燃机联合发电循环动力发电事业得到快速繁荣发展；美国在1992~1996年中，新增一个联合火力发电厂中的总机组所占装机容量的38.5%以上的就是能够用于大量采用这种联合式发燃机技术进行生产联合式发燃电驱动循环的。目前统计当今世界上平均单机一台采用联合式发燃机最大火力发电机的功率系数已经达到高达250mm，联合式发燃电驱动循环机的总装机功率也高达350mw。目前这种能同时用于生产300mw不同功率等级的内燃机组的联合式发燃电驱动循环机的生产厂家主要包括有诸如sige、siemens、abb和lsalsalstom等著名联合火电公司，联合式发燃机燃电循环机可使火力发电站机组装机提高效率高达58%以上。现在联合燃气循环轮机正向着保持大功率、高强度燃烧和低温度方向发展。由于联合再热循环轮机采用三相高压再热循环燃气机组，具有更高的燃气机组运行效率和工作可靠性。近些年来，特别多的原因是自我国经济改革创新深化开放以来，随着我们大家国民经济的快速健康发展和国内地区电力供应的日益满足需要。整套大型燃气联合蒸汽轮机电力联合循环发电系统机组在2007年6月我国己已经正式开始大量生产投入使用并逐步成功获得快速促进经济社会发展。2008年6月我国己陆续成功获得大批对外引进了几十套大型联合燃气轮机电力联合循环发电系统机组和整套电力联合循环系统，到1998年6月，20mw以上的整套大型燃气联合蒸汽轮机电力联合循环发电机组及整套电力联合发电燃气循环系统联合电站机组总计的发电装机容量已经为6268.9mw，占国内火电基地电力联合机组总计可安装装机容量的3.5%。为风电联合风能循环风力发电设

备在现代我国的广泛推广应用发展建立了良好的基础条件。

二、联合循环余热锅炉的炉型

锅炉机组烟气处理流程一般为：整机烟气从锅炉燃气泵涡轮机出口排出，经机组进口三通烟道或机组转弯出口烟道依次进入三通出口烟道，当锅炉机组进行单循环时，烟气经上部机组调节阀阀门由机组旁通出口烟囱全部排空；当机组需要进行联合阀双循环时，烟气从三通出口烟道经机组调节阀阀门和机组过渡旁通烟道依次进入普通锅炉机组本体，依次进行水平冲刷横向滚动冲刷两级分为高压燃气过热器，高压燃气蒸发器，高压燃气省煤器和两级低压燃气蒸发器，最后经机组出口三通烟道及机组主旁通烟囱全部排空。烟气排放进出口流向和烟气排烟进出流量由与三通过程主控制屏相连的三个过程调节主控室通过阀门直接进行自动控制，过程或者调节可在三通过程主控室直接进行过程遥控，也或者同时可在三通过程调节主控室通过阀门就地手动控制进行过程调节。一台专用高压锅炉底部给油燃煤蒸发汽水过程控制系统流程操作方式为：专用锅炉底部给油燃煤蒸发汽水由一台专用卧式高压锅筒节油省煤器管屏蒸发锅炉人口处理管屏流入集箱锅炉烟气管屏进入专用高压省油节煤器管屏加热后通过烟气管屏流入一台专用卧式高压炉筒锅炉底部的筒个通过专用高压锅筒下部的专用高压锅筒集中锅炉烟气管屏下降锅炉蒸发人口管道后烟气进入一台专用卧式高压锅筒锅炉蒸发人口省煤器排放人口处理管屏。吸热后高压上升后再进入高压锅筒管屏进行饱和和汽水排放分离。蒸发分离后高压饱和的汽水再通过上升回流进入管屏引出双向集中饱和和高压锅筒下降锅筒过热管，而双向高压锅筒饱和和蒸汽汽水挥发蒸汽从双向高压锅筒上部蒸发管屏进入引出屏再送至屏导出日集中高压锅筒管屏过热器，经过热管进入屏屏被管幕吸热后由屏引出日集中高压锅筒集箱管屏引出双向高压饱和和锅炉。在两级集中高压锅筒过热器之间分别独立布置高压喷水口和高压减温口的加热控制装置，从而同时使用可有效地达到充分保证高压锅炉蒸发出日高压集箱管屏过热器中饱和和汽水蒸汽时代的蒸发温度。双向集中高压锅筒上部余热管从高压锅炉的另一路引出通过锅炉给水直接通过上升回流进入管屏引出双向低压锅筒，由集中高压下降锅筒过热器由管管屏导出引入回流引出双向低压锅筒上部蒸发高压除氧器管屏，蒸发的汽水被管屏吸热后双向高压锅筒上升后再下降进入管屏引出双向低压锅筒管屏再进行高压饱和和蒸发水管屏蒸发排放分离，分离后双向高压锅筒饱和的蒸发汽水直接上升回流进入到集中下降锅筒过热管，低压锅筒饱和和汽水蒸汽由管屏引入引出低压锅筒上部蒸发

管屏进入引出、经饱和蒸发水被减压后高温上升后再进入锅炉蒸发高压除氧器管屏用于锅炉蒸发除碳制氧。

自然余热循环方式余热热水锅炉系统采用中国标准单元受热模块整体结构，由两个垂直方向布置的扇形错列管和螺旋形的鳍形叶片管和上下两层的集箱面板组成管屏，各级别的受热面板和管屏整体尺寸基本相似。

三、余热锅炉钢架安装

钢架组合安装找好一件，找正一件，严禁在未及时找正好的组合构架上继续进行下一安装工序的构架安装，以免因此造成我们无法及时纠正的安装误差。对于锅炉加热钢构架上的组合梁在安装时我们应先进行找正，并点火连焊牢固，留有适当的正式焊接质量和收缩后的余量，经仔细复查焊接尺寸检验合格后才允许正式进行焊接，采用对称同时正式焊接的施工方法，严格控制正式焊接后的各个焊接部位变形。构架吊装时应注意保持主体结构稳定，必要时临时进行加固，构架组合安装后装前应仔细复查每个立柱的主梁垂直度，主梁上的挠曲挠度值和各焊接部位的主要挠曲尺寸，控制在不能允许挠度偏差之内。对于锅炉加大大板梁在锅炉承重前、锅炉加热水压试验前、锅炉加热水压试验上水后、水压试验工作完成后、锅炉加热点火系统启动前等均应仔细测量其主梁垂直度和挠度，数据测量应完全符合锅炉设计工艺要求，同时也可进行锅炉基础砌体沉降的余热测量图2
4余热测量锅炉大板受热面的测量组合构架安装

3.1 受热面安装的基本要求

(1) 热冷暖水管风冷壁、省煤器、鳍片热管鳍道蒸发器、严格执行通球存放管理，不得将该试验钢球直接存放在一个水冷壁热管内，通过钢球管理完成了之后用一块具有良好防水性的白色帆布将试验钢球用一端端的e1覆盖住，并用一根钢丝绳紧紧系好。

(2) 产品不得在带有汽包，受热面的钢管和金属集箱上焊接引起电弧和加热焊接。

3.2 水冷壁安装

(1) 新型管线水冷壁新形管线完成组合后，管组的管线整体长度外形尺寸、平整度、对角线等等在相关设计项目中的设计要求应充分能够满足1##b系列下面各项设计要求：整片新型管线水冷壁新形管线整体宽度外形尺寸设计误差最小精度≤15mm，水冷壁新型管线整体长度外形尺寸设计误差≤±10mm，对角线外形尺寸精度偏差设计精度最小≤±10mm。

(2) 根据刚性标高梁和非组合梁的安装技术要求，标高梁的允许限值误差相应≤±5ram，与主梁受热面板和中心管距离的允许限值误差相应≤±5ram，弯曲或横向扭曲的限值误差≤10mm，连接支撑装置整体膨胀自由，方向正确。

(3) 工业锅炉供热水冷壁现场施工安装后，应按照其施工工艺图纸上的安全要求仔细进行检查所有工业锅炉的安全性及密封性，所有未严密之密封处理后均应及时为其添加一层橡胶塑料密封条或不锈钢板，仔细进行检查是否焊接，所有工业锅炉供热水冷壁现场安装施工前及安装的所有接前焊缝，焊后涂料均应按照所需用镀锌水性焊和煤油镀锌涂料焊接进行对热

镀锌涂层的防渗透及抗渗和防水检漏，使整个工业锅炉供热水冷壁现场安装过程成为一个牢固而有密封的安全防护整体。

四、热锅炉试压

对所有锅炉升降水压控制系统设备进行全面锅炉进水试验检查可以确认目前有无锅炉发生任何泄漏和其他任何异常现象，并及时检查做好锅炉进油出水检查记录；在所设定点的锅炉排母管和排油管的排出污水处在排放口和进出口管管处首先自行安装电动升降试压泵，等速度达到所有锅炉上水加满后开始下水后，用电动升降试压泵对其进行多次加压，经初步进水检查多次加压确认无泄漏和其他任何异常现象后，方式正确即可正式使用开始立即启动所有锅炉水压升降试验水压控制级统并开始进行初步锅炉升降水压，升压泵的升降速度一般不可能大于速度超过0.3mpa/min；同时当额定进水压力升降速度已上升到所有锅炉升降试验额定升降压力的10%（1.35mpa）时，暂停开始启动锅炉升降试压泵并开始进行初步锅炉升降试压泵的检查。

4.1 试运行的目的

各项锅炉性能指标要求是否完全符合原锅炉设计的性能要求，并定期检验所有大型辅助锅炉设备的整体运行正常状态；通过连续试运行，暴露和彻底消除辅助设备的性能缺陷和安全问题，为锅炉机组正式投产使用做好必要准备。

4.2 试运营具备的条件

(1) 公司配合相关厂家对燃油锅炉隔热安全阀系统进行多次热态测试调校，且已调试合格。

(2) 各项设备检查和供热试验准备工作已经基本结束，包括了锅炉本体外的供热设备以及管道供热系统的喷水吹风打扫、试压、试验、保温、净化等准备工作。

(3) 所有辅助设备机械和主要附属设备系统以及设备燃料、给煤供水、除灰、厂房及用电等均基本准备工作就绪，并能充分满足燃煤锅炉满负荷正常运行的实际需要。

五、结束语

余热发电锅炉由于生产成本低，产生的余热蒸汽可以用于驱动汽轮机余热发电，锅炉余热出口无烟气在用于工业脱硫化肥系统时可生产脱硫化肥，整体热能利用效率最高可以直接达到90%，所以，近年来在建筑工业生产中它的应用越来越广泛。所以作为专业施工单位，我们在准备安装新式余热热水锅炉的整个安装过程中，要仔细考虑整个安装过程的具体安装操作工艺，尽最大化尽可能地消除您在安装使用过程中最大可能容易发现的各种问题，控制好每一道安装工序，每个操作工序都必须严格落实涉及每个责任人，要求所有工人和现场管理人员，要各司其职，互相协调配合，优质高效地完成锅炉安装。

参考文献

[1] 电力建设工程工程施工管理技术及工程验收管理规范文件d1/t5190—2012。
[2] 火力发电厂屋顶主体焊接工程施工技术规程d1/t869—2012，t869—2012，