

350 MW 机组主厂房布置优化分析

彭兴虎

(中国电力工程顾问集团 中南电力设计院有限公司, 武汉 430071)

摘要: 介绍了目前火力发电厂 350 MW 等级机组主厂房布置几种主要方案, 分析了主厂房布置方案的设计思路、优化原则, 提出优化建议; 对主厂房布置进行模块化设计, 通过对汽机房、锅炉房布置的优化、比选、组合, 根据不同的情况得出最佳组合方式, 以降低主厂房容积。分析表明: 四大管道重量, 减少建设周期和投资造价; 经过综合比较, 对于 350 MW 等级机组的主厂房布置, 联合侧煤仓布置方案在主厂房容积、投资造价方面均具有明显的优势, 最后以“华能荆门一期(2×350 MW)热电联产工程”为例, 介绍了联合侧煤仓布置方案的优化过程。

关键词: 350 MW 等级机组; 主厂房布置; 联合煤仓间布置

中图分类号: TK282

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)01-0055-07

Optimizing and Analysis for Main Power Building Arrangement of Power Plant with 350 MW Units

PENG Xinghu

(Central Southern China Electric Power Design Institute Co., Ltd. of China Power Engineering Consulting Group, Wuhan 430071, China)

Abstract: The current different main building arrangements of 350 MW power plants are introduced, then the design, optimization principle of main building arrangement are analyzed and given optimizing suggestion. Modular design is used to optimize, compare and select to get the best assemble scheme for turbine hall module and boiler house module to reduce the cubage of main power building, weigh of the four main steam pipes, construction period and investment. The research shows: there has obvious advantage in building cubage and investment by combining the side bunker bay arrangement scheme for main building arrangements of 350 MW power plants. Finally, the Huaneng Jingmen (2×350 MW) cogeneration project is taken as an example which adopts the side bunker bay arrangement scheme.

Key words: 350 MW power plant; main building arrangement; joint side bunker bay arrangement

国内先期建设的 350 MW 等级机组, 机组型式种类繁多, 在这些单机容量为 350 MW 等级的工程中, 主厂房布置格局大部分采用常规四列式布置(即汽机房、除氧间、煤仓间、锅炉房)。在后续的建设中, 为了节约投资, 降低发电成本, 根据我院大型火力发电厂的设计经验, 对主厂房的布置进行创新和优化, 通过对汽机房、锅炉房布置的优化、比选、组合, 对国内 350 MW 等级机组的主厂房布

置提出优化建议。

1 主厂房布置概述

1.1 主厂房布置设计的思路

国内后续 350 MW 等级机组工程开始从以下两个方面对主厂房布置方案进行研究:

1) 在常规四列式布局的基础上对各个模块尺寸进行优化, 通过调整设备位置和优化管道布置, 从而减少主厂房占地和体积, 达到节约投资的目的。这种做法由于保留了成熟的四列式布置格局, 对于设计、施工和运行均可借鉴已投运工程的经验。

2) 通过调整主厂房某个模块的位置以达到充分利用场地和节约投资的目的, 如采用侧煤仓布局或

收稿日期: 2014-10-20

作者简介: 彭兴虎(1982), 男, 湖北武汉人, 工程师, 学士, 主要从事火电厂主厂房规划、压力管道设计等方面的工作(e-mail) pengxinghu80@163.com

者取消除氧间,可以有效减少四大管道长度和主厂房容积,降低工程造价^[1]。

1.2 主厂房布置优化遵循的原则

主厂房布置优化主要遵循以下原则:

1) 优化主厂房布置,做到工艺流程合理、顺畅;交通、运输通道畅通;有必要的检修起吊、操作维护共计;整体造价低、运行费用低、经济效益好施工便利,留有必要的扩建条件等^[2];与主机制造厂家进行联合设计,优化主厂房布置方案。

2) 优化辅助车间以及设备布置,使厂房内辅助车间及设备布置紧凑、布局 and 空间利用合理,工艺管道短捷,在满足运行维护需要的前提下,减少主厂房容积,降低工程造价^[3]。

3) 优化平面布置,最大程度地利用厂房的空间,做到主厂房布置紧凑,减少占地,提高土地利用效率。

4) 节约建筑材料及汽水管道的用量,减少施工量,降低工程造价。

目前作者所在单位已在多个 350 MW 等级的电厂设计中,从上述几个方面对主厂房布置进行优化,取得比较好的效果,也积累了丰富的工程设计经验;如近期已经投运的林州电厂、海南东方电厂、国电青山电厂等均采用侧煤仓方案。根据以上工程的成功经验,我们可以在侧煤仓方案的基础上进一步进行优化,例如取消或者压缩除氧间,联合锅炉钢架做成侧煤仓,即联合煤仓间方案,如此可大大缩小主厂房的体积,降低汽机房 A 排到烟囱中心线的距离,减少四大管道的长度。

下面将以华能荆门一期(2 × 350 MW)热电联产工程为例,详细介绍联合煤仓间方案的优化过程。

2 华能荆门一期(2 × 350 MW)热电联产工程主厂房布置优化分析

2.1 项目概述

本期工程建设 2 × 350 MW 超临界燃煤抽汽供热机组,采用如下主、辅机设备^[4]:

1) 锅炉采用东方锅炉厂生产的超临界锅炉。锅炉形式为单炉膛、一次中间再热、平衡通风、露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、II 型布置燃煤直流炉,同步上 SCR 脱硝装置,炉顶设轻型防雨屋盖,空气预热器采用拉出布置方式。

2) 汽轮机

汽轮机型式:采用东方汽轮机厂生产的超临界、一次中间再热、单轴双缸双排汽、抽汽凝汽式汽轮发电机组。

3) 发电机:采用东方电气集团东方电机有限公司发电机,水-氢-氢冷却,静态励磁。

4) 制粉系统型式:采用中速磨正压直吹式冷一次风机制粉系统,每台锅炉配 5 台磨煤机。

5) 风机型式:一次风机为单吸双支撑离心式、送风机为动叶可调轴流式,吸风机为动叶可调轴流式。其中吸风机与脱硫增压风机合并设置。

6) 除尘器:根据本工程的煤质资料、环保排放及系统布置要求,采用低温静电除尘器。

7) 烟气脱硝:本次初步设计推荐采用 SCR 脱硝工艺技术。

8) 烟气脱硫:本次初步设计烟气脱硫拟采用石灰石-石膏湿法脱硫方案。

9) 汽机旁路:设置 35% BMCR 高低压二级串联旁路。

10) 给水泵型式:采用 1 台 100% 容量的汽动给水泵和 1 台 30% 容量的电动启动给水泵(两台机组公用)。

11) 除氧器:采用内置式除氧器。

12) 主厂房采用钢筋混凝土结构,外墙采用压型钢板。

2.2 主厂房尺寸优化及模块组合

主厂房主要可分为汽机房模块和锅炉房模块两个主模块,在汽机房主模块取消除氧间,本工程将除氧器布置在锅炉区域,压缩炉前的跨度;锅炉本体采用横向布置方案(锅炉对称中心线垂直于 A 排柱中心线)。

2.2.1 汽机房布置优化思路

考虑到不设置除氧间,可以使汽机和锅炉的距离缩小,减少了四大管道的材料量及安装费用,同时由于管道长度减少,管道阻力也随之略有降低,提高了机组的经济性^[5]。本方案取消除氧间,采用大汽机房方案,与常规有除氧间的方案相比,其优化的主要思路是尽量在汽机房跨度不变的情况下,将原本布置在除氧间的设备,如高、低加、除氧器及各专业的房间等进行分散布置,具体优化过程如下:

1) 零米房间的布置优化:根据我院 350 MW 等

级机组的常规布置,除氧间零米通常布置其它专业的一些房间及设备,如化水专业精处理及再生装置、蓄电池室、直流屏室、配电室等。取消除氧间后,这些设备及房间的摆放就需要重新考虑,经过分析比较,常规布置方案在锅炉钢架第一跨下面的位置通常都比较空旷,本方案在优化过程中首先考虑的就是将以上设备及房间摆放在锅炉钢架第一跨零米的地面上,具体布置如下:在两机中间部分,集中摆放化学专业的凝结水精处理及再生装置相关设备,如此考虑,便于化学废水集中排放;化学加药、取样仪表间等紧邻布置,1、2号机配电室分别设置在固定端和扩建端;汽机主油箱,泵,冷油器及油净化等设备布置在汽机房机头靠A列柱侧^[6]。

2)中间层及运转层的布置优化:常规的布置方案是将三台高压加热器和两台低压加热器设置在除氧间的中间层和运转层,如此摆放,除氧间设备也比较紧凑合理,但是汽机房B列一侧,中间层给水泵汽轮机排汽管道两边及运转层给水泵汽轮机两边的空间未充分利用,取消除氧间后,可考虑在中间层及运转层这两个位置分别放置一台加热器,剩下的一台加热器可以考虑放到锅炉钢架第一跨内。本方案对加热器的摆放具体如下:考虑到尽可能减少给水管道长度的前提下,在中间层给水泵汽轮机排汽管道两侧分别布置6号低加和3号高加,加热器中心距离纵梁B 3.5 m,在运转层给水泵汽轮机两侧分别布置5号低加和2号高加,加热器中心距离纵梁B 4 m,1号高加放置在锅炉钢架运转层第一跨内,除氧器布置在锅炉钢架第一跨35.6 m层;如此,在取消除氧间的情况下,最大限度地利用了汽机房及锅炉钢架的空间,使得各设备的摆放更加紧凑有序。

2.2.2 汽机房尺寸的确定

综合对比我院350 MW等级机组设计实例,不同工程其主厂房的尺寸均有所差异,相关各尺寸如何确定需要考虑不同的因素,每一种方案的最优尺寸是如何计算出来的,下面进行详细的优化分析:

1)汽机房跨距的确定

汽轮发电机中心线至A排轴线的距离应考虑机头部分主油箱、冷油器等设备的布置及循环水管阀门的布置以及设备周围必须的维护通道^[7],结合汽轮机基础的尺寸,该距离不应小于11 m。

如果汽动给水泵低位布置,根据凝汽器厂提供

的资料,凝汽器坑距离汽轮发电机组中心线7.73 m,给水泵汽轮机基础的宽度为4 m,给水泵汽轮机侧靠近凝汽器侧需要预留1.2 m左右的通道,加上B柱和A/3轴的宽度1.35 m,汽轮发电机中心线距离B排柱的距离不能小于14.28 m。因此,B排柱中心线离汽轮发电机组中心线距离按15 m。如果给水泵汽轮机高位布置在运转层时,汽轮发电机组中心线至B排柱的距离由汽机基础和小机基础的尺寸确定距离不能小于15 m。

如此,汽机房跨距为26 m,布置比较紧凑恰当,设备布局 and 空间利用合理,我院设计的多个350 MW等级机组中,汽机房跨度均采用26 m,现场反应良好。

2)汽机房柱距及长度的确定

汽机房的长度需要根据不同的主机结构型式,综合考虑机头侧及发电机侧至凝汽器中心所需最小距离,如果是两台机组,需在两台机中间增加检修场地及伸缩缝。其尺寸一般遵守如下原则:机头侧至凝汽器中心线的长度,需考虑汽机基础在汽机端的尺寸加上布置主油箱和三大蒸汽管道的长度;发电机侧至凝汽器中心线的距离原则上不能小于发电机端部到凝汽器中心线的距离加上发电机抽转子的距离要求,同时确保抽出转子的中心行车能够覆盖。

根据主机厂资料,结合工程布置实际,本工程机头侧至凝汽器中心线的最小距离为31.5 m,发电机侧至凝汽器中心线的最小距离为29.5 m,一台机组最小长度为61 m,两台机组中间设一个9 m的检修跨和一个1.2 m的伸缩缝,本工程汽机房长度为 $61\text{ m} \times 2 + 9\text{ m} + 1.2\text{ m} = 132.2\text{ m}$;据此长度,柱距确定为9 m和8 m。机组取7个柱距,其中5个9 m柱距、2个8 m柱距。

3)汽机房各层标高的确定

国内350 MW等级湿冷机组的运转层标高一般为12.6 m,中间层标高为6.3 m。此高度的确定主要考虑凝汽器外形尺寸、汽轮机基础尺寸以及零米层、中间层附属设备的布置与检修高度要求,同时还要满足管道布置空间的要求。凝汽器的布置一般要求最底层换热管的位置应在零米以上。

汽机房中间层标高主要由凝汽器喉部低加的布置标高和底层的管道层占据空间所决定的,根据东方汽轮机厂汽轮机的特点,主汽阀与汽缸之间设有

导汽管, 导汽管下方需要布置低温再热蒸汽管道和工业抽汽管道, 因此中间层的标高为: (通行净空) $2.00\text{ m} +$ 工业抽汽管径(考虑保温) $0.91\text{ m} +$ 低温再热蒸汽管道管径(考虑保温) $1.10\text{ m} +$ 导汽管管径(考虑保温) $0.75\text{ m} +$ (汽机基础中间层厚度) $1.20\text{ m} = 5.96\text{ m}$, 中间层标高可取 6.0 m 。

汽机房中间层至运转层间距主要考虑如下因素: (汽机基础运转层厚度) $3.30\text{ m} +$ (加热器抽芯空间) $2.20\text{ m} +$ (加热器抽芯上下间隙) $0.50\text{ m} = 6.0\text{ m}$ 。

根据上述条件确定的运转层标高为 12.0 m , 中间层标高为 6.0 m , 根据此设计方案, 凝汽器厂将凝汽器进行调整, 确定最下一排管束标高为 0.3 m , 喉部低加标高为 7.255 m , 加热器底部和顶部标高为 6.145 m 和 8.365 m , 所确定的层高空间基本可以满足加热器抽芯的需要。

4) 汽机房屋架下弦标高的确定

汽机房屋架下弦标高主要取决于汽轮机部件最大起吊高度。根据东方汽轮机厂 350 MW 汽轮机的起吊方案资料, 自运转层标高算起, 汽轮机最大起吊高度约为 9.7 m (距离汽机中分面)。经向行车厂家咨询, 行车大钩中心至行车轨顶的距离为 $0.50 \sim 0.80\text{ m}$ 左右, 上述有关数值累计为: $12.9\text{ m} + 9.7\text{ m} + 0.8\text{ m} = 23.4\text{ m}$, 汽机房行车轨顶标高取 23.4 m 。轨顶至行车顶部距离为 2.45 m 左右, 按行车上部空间 0.35 m 净空要求屋架下弦标高取 26.2 m 。

5) 除氧器层标高的确定

除氧器层标高主要取决于给水泵的布置标高, 要防止前置泵运行时发生汽蚀。除氧器滑压运行暂态过程计算得知, 除氧器放置在运转层 12.0 m 时, 富余汽蚀余量为 $\Delta h = 7.2\text{ m}$, 暂态过程中 $\Delta H_{\max} = 4.92\text{ m}$, 能满足 $\Delta h > \Delta H_{\max}$ 的要求。因此, 如果给水泵低位布置在零米, 除氧层标高可按 12.0 m 考虑, 如果给水泵高位布置在运转层, 除氧层的标高至少按 25.2 m , 如果除氧器布置在锅炉区域, 根据与锅炉厂配合的相关资料, 除氧器放置在锅炉钢架的 35.60 m 层。

2.2.3 锅炉房模块组合

锅炉本体作为锅炉房主模块, 可分为横向布置(锅炉对称中心线垂直于 A 排柱中心线称之为横向布置)和纵向布置(锅炉对称中心线平行于 A 排柱中心线称之为纵向布置)两个模块, 纵向布置又分

为头对头和尾对尾两种布置模块; 煤仓间模块根据煤仓间相对锅炉的位置分为内煤仓、侧煤仓两个模块; 除尘器模块根据锅炉横向和纵向布置模块可相应采用横向和纵向布置模块; 吸风机模块根据除尘器的横向和纵向布置可相应采用纵向和横向布置模块。

2.2.4 锅炉本体模块及两炉中心距的确定

锅炉本体作为锅炉房主模块, 可分为“横向布置”和“纵向布置”两个模块。随着机组容量的增大, 主、辅机设备的尺寸均增加很多, 就本工程而言, 东锅生产的 350 MW 超临界锅炉(同步建设脱硝装置)平面尺寸为 $36\text{ m} \times 65.3\text{ m}$ (宽 \times 深), 每台锅炉配置的两台低温静电除尘器的尺寸为 $45\text{ m} \times 23.6\text{ m}$ (宽 \times 深)。若锅炉本体采用纵向布置模块(锅炉横向尺寸为 36 m), 除尘器相应地采用纵向布置模块(除尘器横向尺寸为 45 m), 主厂房的占地尺寸将远大于锅炉本体采用横向布置模块时的尺寸, 最终使主厂房占地面积急剧增加, 所以本工程主厂房的布置不考虑采用锅炉本体纵向布置模块, 相应的只能与锅炉本体纵向布置模块组合的子模块, 或与锅炉横向布置模块组合后明显不占优势的子模块将不参与锅炉房模块的组合。

锅炉本体采用“横向布置模块”时, 对于煤仓间“独立布置(侧煤仓单框架布置, 两侧与锅炉钢梁搭接形成炉侧平台)模块”, 两炉的中心距主要取决于煤仓间的跨度、煤仓间侧边柱到锅炉钢柱之间的通道的宽度、锅炉宽度、静电除尘器的宽度、烟囱的尺寸、烟道支架的宽度及汽机房设备的布置。本工程采用的电袋除尘器宽度为 45 m , 超过锅炉本体宽度, 因此锅炉横向布置的两炉间距主要取决于除尘器宽度, 再考虑煤仓间的跨度、炉后设备的布置及汽机房设备的布置, 可以确定两炉中心距为 71.2 m 。根据东方锅炉厂提供的资料, 锅炉的宽度为 36 m , 侧煤仓间的跨度为 16 m , 这样, 煤仓间柱与锅炉外侧柱之间的距离就可以为 9.6 m 。

锅炉本体采用“横向布置模块”时, 对于煤仓间“利用锅炉钢架联合布置(侧煤仓不单独立柱, 利用锅炉钢架最外侧钢柱搭接煤仓间)”模块, 两炉的中心距主要取决于煤仓间的跨度, 煤仓间采用 16 m 跨度, 可以确定两炉中心距为 52 m , 而同等机组两炉中心距一般在 70 m 以上^[8]。

由于内煤仓模块与侧煤仓模块相比占地和四大

管道材料用量明显偏大,因此本工程不考虑内煤仓模块方案。

2.2.5 煤仓间模块及其主要尺寸的确定

根据以上描述,侧煤仓模块可有两种布置方式,侧煤仓“独立布置(侧煤仓单框架布置,两侧与锅炉钢梁搭接形成炉侧平台)”和“利用锅炉钢架联合布置(侧煤仓不单独立柱,利用锅炉钢架最外侧钢柱搭接煤仓间)”。

1) 独立侧煤仓模块

侧煤仓布置在两台锅炉之间,两台锅炉的磨煤机对称镜像布置,磨煤机分别靠近锅炉侧布置,煤仓间采用混凝土结构、单框架结构形式,经土建专业计算,单框架结构形式能够满足结构强度和稳定性的要求。煤仓间跨距 16 m。

现阶段磨煤机设备按选用 HP 磨考虑,单框架侧煤仓两排柱的跨距 16 m,柱距 9 m,给煤机层标高 12 m,皮带层标高 31.9 m,两台锅炉的磨煤机共用检修通道和一套过轨起重机,两台锅炉的磨煤机中心线距离 8.2 m,磨煤机中心线距离煤仓间两侧边柱中心线 3.9 m,原煤仓上部采用矩形钢结构;下部采用长方圆角过度成圆台的钢结构,采用不锈钢内衬。原煤仓四角采用圆弧过渡,便于原煤流动防止堵煤。两台炉相邻的磨煤机对应的煤斗共用上部结构,煤斗中心加隔板将两炉对应的煤斗隔开。

2) 利用锅炉钢架联合布置侧煤仓模块

侧煤仓布置在两台锅炉之间,拉近两台锅炉中心距,使锅炉钢架最外侧钢柱间距 16 m,两台锅炉的磨煤机对称镜像布置,磨煤机分别靠近锅炉侧布置,煤仓间采用钢结构、直接利用锅炉钢架钢柱搭接,此布置方式煤仓间所有荷载均由锅炉钢架承担。煤仓间跨距即锅炉钢架最外侧钢柱间距 16 m,柱距根据锅炉钢架柱距确定。

给煤机层标高 12 m,皮带层标高 31.9 m,两台锅炉的磨煤机共用检修通道,并共用一套过轨起重机,两台锅炉的磨煤机中心线距离 8.2 m,磨煤机中心线距离煤仓间两侧边柱中心线 3.9 m,原煤仓结构与“独立布置”模块一致。

对于侧煤仓模块,选用 HP 磨按“纵向相背(磨煤机主驱动电机的轴线垂直于 A 排柱的中心线,两台锅炉的磨煤机主驱动电机均朝向炉后)”布置,HP 磨煤仓间跨距 16 m、侧煤仓柱网的布置选用上

述尺寸可对磨煤机设备进行检修。

根据磨煤机制造厂的资料,HP 磨检修时所需的过轨起重机钩钩标高为 8.149 m,安装及检修时的最重件为分离器(14 t)。根据过轨起重机厂家提供的资料(2 × 12.5 t),过轨起重机生根轨道的下标高与钩钩的最小尺寸为 1.5 m。本工程过轨起重机的起升高度(钩钩的最高标高)确定为 8.19 m,可同时满足 HP 磨和 MPS(ZGM)磨检修起吊高度的要求。

采用侧煤仓、磨煤机“纵向相背”布置模块时,两台锅炉磨煤机共用煤仓间零米层设置在中间的约 4.0 m 宽的磨煤机运行维护通道,该通道可兼做石子煤的运输通道,磨煤机的检修跨设在煤仓间靠近炉后端部的零米层,两台炉共用一套过轨起重机。

2.2.6 炉前跨度

对于普通 350 MW 等级机组,炉前跨度一般为 9 m,锅炉房设计规范对此等级的燃煤锅炉,要求炉前的最小距离为 5 m^[9],本工程炉前为零米主通道,在炉前主要布置压缩空气消防水及电气电缆桥架,5 m 距离可满足要求,故本工程炉前跨度定为 5 m。

2.2.7 锅炉房模块的组合

本工程锅炉本体模块仅采用横向布置模块,锅炉本体横向布置模块与锅炉房各个子模块进行组合,理论上可产生很多种组合方案,但部分模块之间明显不能组合或组合之后与其他模块相比没有任何优势,例如锅炉横向布置模块明显不能与除尘器纵向模块进行组合;侧煤仓模块与送风机、一次风机纵向布置模块组合时,风机的布置位置将阻碍侧煤仓与锅炉之间的检修通道,而只能和送风机、一次风机横向布置模块进行组合等等,淘汰掉这些明显不能组合的方案后,锅炉房优选出了 2 个模块来进行比较,表 1 为锅炉房 2 个模块的主要组合数据表,说明如下:

1) 对于内煤仓布置模块,煤仓间、锅炉房及炉后总横向占地尺寸是从煤仓间 B 排柱(内煤仓方案无除氧间)中心线开始到烟囱中心线的距离。

2) 对于侧煤仓布置模块,煤仓间、锅炉房及炉后总横向占地尺寸是从锅炉 K₀ 柱到烟囱中心线的距离。

3 经济性分析

相比于常规的 350 MW 等级汽机房布置,本工

表1 锅炉模块组合数据

Table 1 Boiler Module Combination Data

锅炉 横向 模块	煤仓间模块		除尘器模块		吸风机模块		煤仓间、锅炉房及炉尺寸/m				
	侧煤仓 利用锅炉钢架 联合布置	侧煤仓 独立布置	横向 布置	纵向 布置	横向 布置	纵向 布置	锅炉房 炉后横 向尺寸	锅炉本 体横向 尺寸	K ₀ 柱 前横向 尺寸	K ₀ 柱后 横向尺 寸	两炉 中心/ m
模块一	√		√			√	118.4	65.3	65.3	53.1	71.2
模块二		√	√			√	118.4	65.3	65.3	53.1	52

表2 主厂房布置方案各项指标

Table 2 The Indicators For Main Power Building Arrangements Of Power Plant

项目	主要特点	主厂房		主厂房容积					费用比较				
		A排轴 线至 烟囱	主厂 房长 度	汽机房	炉前	煤仓间	辅助 车间	合计 容积	主厂房 土建费 用比较	四大 管道 费用	烟风 煤粉 管道	锅炉 钢架	总费 用比 较
		/m	/m	/m ³	/m ³	/m ³	/m ³	/m ³	/万元	/万元	/万元	/万元	/万元
优化 方案 一	中间联合煤仓 间,除氧器布 置在锅炉区域	149.4	132.2	110 869	6 266.5	37 991.3	22 006	177 133	基准	基准	基准	基准	基准
优化 方案 二	独立的侧煤 仓,除氧器布 置在锅炉区域	149.4	132.2	110 869	6 266.5	38 217.6	22 786	178 139	34.4	-58	24.5	130	130.9
优化 方案 三	内煤仓,除氧 器布置在除氧 间	167.1	136.5	153 740	13 602	48 348	28 970	244 660	2 310	442	24.5	580	3 356.5
优化 方案 四	侧煤仓,除氧 器布置在除氧 间	153.7	136.5	153 740	6 230	30 712	25 680	214 089	1 264	62	24.5	130	1 480.5

注: (1)主蒸汽、再热蒸汽均计算至锅炉 K₁ 柱外 1 m。

(2)主厂房容积采用规划院规定的建筑容积可比算法。

(3)辅助车间容积考虑汽机房、除氧器、炉前之外的电气、热控设备间容积及出屋面楼梯、皮带头等容积。

(4)主厂房单位容积造价按 342 元/m³ 计算^[10], 侧煤仓将集控楼各车间物理分散布置, 附属车间总容积与内煤仓集控楼相当。

程汽机房布置方案各尺寸均在常规工程基础上进行了优化, 汽机房的跨距、主厂房的长度、汽机房的容积、四大管道长度均要小于常规工程, 经济性指标较优。各种方案经济性指标比较详见表 2。

4 结论

对于 350 MW 等级机组, 无论采用哪个厂家的主机, 以及按照何种泵的组合方式, 其设备并无太大差别, 均可按照此优化思路及原则进行优化布置; 但联合煤仓间布置方案并非普遍适用, 对于汽机房顺列布置, 通过减少两炉中心距, 利用锅炉钢架的柱子, 进行联合煤仓间设计, 在主厂房容积及造价方面有一定优势, “华能荆门一期 (2 × 350 MW) 热电联产工程” 设计优化过程便是

这一设计方案的实例。但是如果汽机房采用尾对尾的对称布置方案, 联合煤仓间方案会大大增加四大管道的长度, 总体造价与常规方案相比并无太大的优势。

此外, 进行联合煤仓间设计时, 因为利用了锅炉钢架设计煤仓间以及承受除氧器、高加及相关管道的荷载, 锅炉钢架的数量会有一定的增加, 不同的时期, 钢材的价格也是影响此方案的重要因素之一, 设计时应根据具体的情况进行造价分析。

另外, 需要提出注意的是, 汽机房各层高度降低后, 零米及中间层设备检修起吊的空间也将减小, 需要与设备制造厂家配合好, 同时需要核对凝汽器抽管、7 号低加和 8 号低加的检修空间, 避免与结构专业梁、柱发生碰撞。

参考文献:

- [1] 彭兴虎, 张爱舟. 新疆兵团农三师图木舒克 2×50 MW 热电联产工程 EPC 总承包主厂房布置优化专题 [R]. 2012.
PENG Xinghu, ZHANG Aizhou. The Main Power Building Arrangement Optimization Special Report of Xinjiang Corps Nong-sanshi Tumushuke 2×350 MW Cogeneration EPC Project [R]. 2012.
- [2] 王坚. 火力发电厂布置技术与信息化手段的运用 [J]. 电力建设, 2010, 31(4): 82 - 85.
WANG Jian. Application of Layout Engineering and Information-based Method for Fossil-Fueled Power Plant Design [J]. Electric Power Construction, 2010, 31(4): 82 - 85.
- [3] 张爱舟, 杨蒨. 华能轮台 2×350 MW 热电联产主厂房布置优化专题 [R]. 2011.
ZHANG Aizhou, YANG Shou. The Main Power Building Arrangement Optimization Special Report of Huaneng Luntai 2×350 MW Cogeneration Project [R]. 2012.
- [4] 黄军军, 李欣. 华能荆门一期 (2×350 MW) 热电联产工程主厂房布置优化专题 [R]. 2012.
HUANG Junjun, LI Xin. The Main Power Building Arrangement Optimization Special Report of Huaneng Jingmen (2×350 MW) Cogeneration Project [R]. 2012.
- [5] 王君, 严志勇. 某热电厂 2×300 MW 机组工程设计优化 [J]. 中国勘察设计, 2011(1): 118 - 120.
WANG JUN, YAN Zhiyong. The Design Optimization for a 2×330 MW Cogeneration Project [J]. China Investigation Design, 2011(1): 118 - 120.
- [6] GB 50660—2011, 大中型火力发电厂设计规范 [S].
GB 50660—2011, Code for Design of Fossil Fired Power Plant [S].
- [7] 徐传海. 600 MW 级机组汽机房布置优化建议 [J]. 热机技术, 2009(2): 22 - 24.
Xu Chuanhai. The Main Power Building Arrangement Optimization Suggestion for 600 MW Units of Power Plant [J]. Heat Power Technics, 2009(2): 22 - 24.
- [8] GB 50041—2008, 锅炉房设计规范 [S].
GB 50041—2008, Code for Design of Boiler Plant [S].
- [9] 魏光军, 张凤玲. 2×330 MW 机组侧煤仓设计特点的探讨 [J]. 新疆电力技术, 2010(4): 106 - 108.
WEI Guangjun, ZHANG Fengling. The Discussion of Side Bunker Bay Arrangement Design Features About 2×330 MW Units of Power Plant [J]. Xinjiang Electric Power Tech, 2010(4): 106 - 108.
- [10] 电力规划总院. 火电工程限额设计参考造价指标(2012年水平) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
Electrical Planning and Design Institute. Quota Design Reference Cost Index of Thermal Power Project (2012 standard) [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2012.

(责任编辑 林希平)

(上接第 54 页 Continued from Page 54)

4 结论

作为工程设计单位, 在应对流动加速腐蚀的源头可以采用下列措施:

- 1) 对 FAC 敏感的管线选取合适的管道材料, 减缓流动加速腐蚀的发生。
- 2) 尽可能采用较低的管道的流速。
- 3) 优化管道、管件等的布置方案。
- 4) 采用合适的水化学方案。

作为业主运行单位, 可以在机组运行、维护和信息交流方面作下列工作:

- 1) 定期跟踪国外及国内的经验反馈, 形成一种长期有效的工作机制。
- 2) 对管道壁厚管理工程师进行定期培训, 提高监督和检测的技能。
- 3) 对电厂的管理大纲、检测计划、检测、监督程序要定期进行审查、评估和改进。

通过采用上述方法, 核电站二回路管道因 FAC 导致事故的几率将大大减少, 有利于我国核电站的

长期安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 钟志民, 李劲松, 李锐. 核电厂二回路汽水管壁厚度管理的历史和进展 [C]. 中国核能行业协会, 上海, 2011.
- [2] 张桂英, 顾宇, 邵杰. 核电站汽水管壁流动加速腐蚀的影响因素分析及对策 [J]. 动力工程学报, 2012, 32(2): 171 - 175.
- [3] DL/T 438 — 2009 火力发电厂金属技术监督规程 [S].
- [4] 尹成龙, 张乐福, 徐雪莲, 等. P11 钢在湿蒸汽中流动加速腐蚀性能的模拟与试验研究 [C]. 中国核能行业协会, 上海, 2011.
- [5] 石秀强, 刘晓强, 徐雪莲, 等. 核电厂设计过程中主蒸汽管道壁厚减薄问题的考虑 [C]. 中国核能行业协会, 上海, 2011.
- [6] 郑会. 核电厂二回路汽水管壁流动加速腐蚀管理的工程实践 [C]. 中国核能行业协会, 上海, 2011.
- [7] DL/T 5054 — 1996, 火力发电厂汽水管壁设计技术规定 [S].
- [8] NB/T 25033 — 2014, 压水堆核电厂常规岛流动加速腐蚀敏感管线筛选导则 [S].

(责任编辑 郑文棠)