

【专题系列报导】

大亚湾核电站调试锅炉工程 总体布置和系统设计

徐佳梅 林志鸿 (哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔摘要〕 本文介绍了大亚湾核电站调试锅炉工程总体布置和系统设计以及实施效果。

关键词 电站锅炉 总体布置 系统设计

1 前言

大亚湾核电站调试锅炉工程是一临时性设施。在其完成成为两套 900 MW 汽轮发电机组及其辅机的预运行试验后, 则予拆除。所以, 核电站只在毗邻 1 号汽轮发电机厂房的东侧给出一块 $20 \times 45 \text{ m}$ 矩形场地, 用于布置包括三台 107 t/h 锅炉及其附属设备, 而且地下复杂的设施已经建成, 外侧的道路已经完工, 使得欲扩大布置尺寸既不允许, 也不可能。

在本工程的总体布置和系统设计时, 力图使整个工程合理、紧凑、协调、宏伟而且便于维护和运行, 实践表明: 收到了预期效果。

2 总体布置

2.1 锅炉的定位

三台锅炉是本工程的主要设备, 它们的定位是总体布置的关键。由于本工程所用的锅炉是以船用锅炉为原型的, 故具有结构紧凑, 外形尺寸小的特点。为三台锅炉并列布置带来良好的基本条件。锅炉排烟(省煤器出口烟气)直接进入烟囱; 每炉配置一台离心风机于锅炉本体后端下方, 这样的安

排使烟、风道长度最短, 也大大降低了烟、风阻力。

2.2 主要建筑物的布置

本工程主要建筑物为: 集中控制室、电气室、增压泵房(减温减压装置)和化验室。

根据核电站提供的外部条件: 三台 630 kVA 变压器(Substation)在南侧, 主消防水源在北侧。本工程将集中控制室、电气间置于南端, 增压泵房和化验室置于北端。

2.3 主蒸汽管道和主给水管道

主蒸汽管道和主给水管道接口在北端外侧 2 m 靠 1 号主机厂房处。根据这一点锅炉范围内管道和系统管道都力图向接口靠拢, 使得主管道在满足热力条件下, 具有最短的流程。

总体布置结果, 见图 1。

3 系统设计

3.1 主蒸汽系统

采用“集中母管制”, 母管口径为 $\phi 530 \times 12$, 每台锅炉通过 $\phi 325 \times 9$ 支管汇入。每支管设电动隔离阀和止回阀。

在与主厂房蒸汽母管连接处, 设置一死点, 以避免从主厂房传来的推力, 也不使本工程的管道推力传递过去。

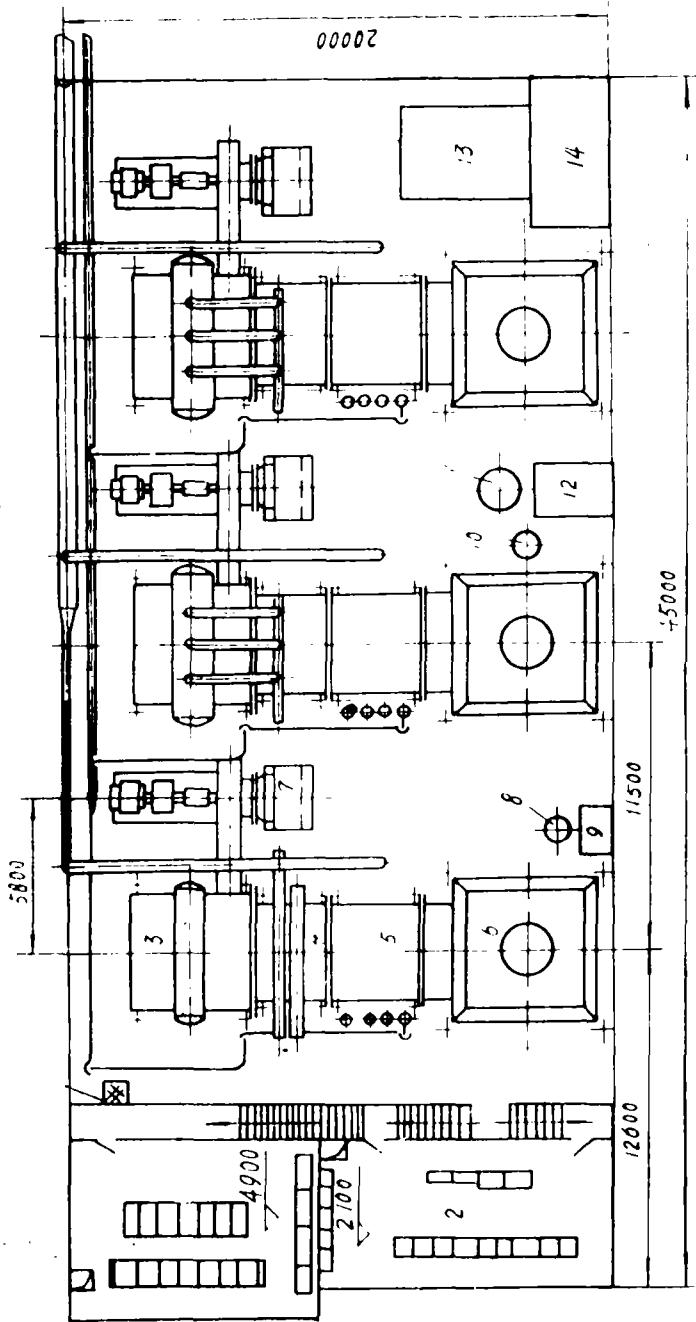


图 1 调试锅炉平面布置 (1:250)

- 1. 集中控制室 2. 电气室 3. 107t/压锅炉 4. 过热器 5. 省煤器 6. 烟囪 7. 风机 8. 连排
- 9. 连排冷却箱 10. 仪表用汽稳压罐 11. 定排 12. 定排冷却井 13. 增压泵房 14. 化验室

蒸汽母管最大流速70 m/s,压降 46 kPa,支管62.2 m/s,压降166 kPa。

3.2 主给水系统

采用“集中母管制”,母管口径 $\phi 219 \times 7$,支管(每台锅炉)为 $\phi 159 \times 6$ 。每支管设有电动隔离阀、流量孔板和给水调节装置。

母管水速2.79 m/s,压降10 kPa,支管水速1.88 m/s,压降44 kPa

3.3 蒸汽减温系统

为使过热蒸汽温度不超过 280 °C,配置了减温系统,使用时通过供、回水的调控系统自动运作。

由于本锅炉给水温度仅为28 °C,故减温水从省煤器出口取出,经增压泵注入喷头。

3.4 燃油系统

燃油取自(VB)平台的三台流量为15 m³/h、扬程为347m的离心泵,油泵进油管装有过滤器以保证清洁度。燃油管系约长150 m,最终进入炉前燃油分配箱。

为消除静电效应整个油管道系统作了必要的接地处理。

3.5 送风系统

由于电源电压限制,本工程采用 G4-73-11No14D 离心风机作为锅炉唯一风机。为满足变负荷对风量调节的要求,设置了SVN 650 液力耦合器,从而实现风机的无级调速。

3.6 烟囱

由于主、辅机调试用汽要求,每台锅炉有自己的钢制烟囱。烟囱高31.5 m,出口处内径1.8 m。额定负荷下烟速23 m/s,烟囱烟气压降为0.216 kPa。

考虑到基本风压 0.784 kPa (高于国内标准),为确保钢制烟囱的抗台风能力,利用 SAP-V 程序对各种风向和辅助拉杆失稳状态进行了总体、构件的内力、基础负荷、变形和风振频率的计算,优化了结构设计。

3.7 应急排放系统

为保证满足预运行试验要求,每台锅炉

都设置了过热蒸汽应急排放管路,这样,在锅炉点火、试验管路暖管、中断试验时隔离主蒸汽管道,本系统起到旁通的作用。

应急管路设有电动排放装置,排放能力为锅炉30%负荷的蒸发量。

3.8 消防系统

为确保核电站建设安全和扑灭调试锅炉工程可能出现的火灾。本工程提供两套灭火系统:

一是泡沫灭火车和灭火筒,置于每台锅炉炉前,以应付可能的局部火灾。

二是自动喷淋灭火系统:该系统由自动喷头、报警阀,报警控制装置、警铃、光信号装置等组成。

22个喷水头布置在每台锅炉周围,其中14只喷水头布置在锅炉本体前后墙不同标高处。

当发生火灾时,喷水头周围温度超过79 °C,喷头将自动打开,同时发出声、光报警信号。

3.9 停炉保养系统

由于本工程为露天布置,并地处湿热、高盐雾海湾地区,停炉保养系统是必要的。

汽水侧(受热面、联箱、联接管道)的防护是停炉保养的主要对象。

本保养系统是以干燥机为主的循环干燥系统。(在锅炉水筒放置些生石灰、木炭和硅胶)

在锅炉停止运行后,将锅炉水放干,点燃一个燃烧器,控制各部件壁温,使受热面内部不再有残水。

然后启动干燥机,达到内部去湿的目的(见图2)。

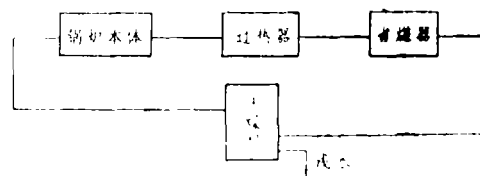


图2 停炉保养系统

3.10 其它系统

本工程还配备定期、连续排污系统,炉内加药系统,冷却水系统、除盐水系统、汽水取样系统、仪表压缩空气系统、工业用压缩空气系统等,以保证工程正常运行。

4 实施效果

在完成大亚湾核电站1号主汽轮发电机组及其辅机预运行试验以后,本工程的总体布置和系统设计,达到预期目的。

总体布置由于合理、紧凑,达到较佳的技术经济效果,例如汽、水、烟、风阻力均

低于预定值。

由于充分考虑到现场永久性设施,不但未造成损害,而且仍可以正常使用。

锅炉集中控制室的标高与运转平台和楼梯十分接近,使管理十分方便,特别是从集中控制室可以直接监视1号锅炉炉前状态,包括直视炉前水位计。

烟囱的优化设计,使钢制烟囱经受多次强台风的侵扰,证实整体结构简洁可靠。

布置、系统设计的协调,使工程的外观显得整洁、宏伟,这一点在国内工程设计中是易于忽视的,而本工程给人以美的享受。

(李乡复 编辑)



涡轮轴发动机的展望

“ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power”1992年10月号报道了5000马力级以下涡轮轴发动机的发展趋势。

当前运行的1000—2000马力级涡轮轴发动机的耗油率约为 $0.283\text{kg}/(\text{kw}\cdot\text{h})$,4000—6000马力级的约为 $0.265\text{kg}/(\text{kw}\cdot\text{h})$ 。目前正在试验台上验证的新技术将明显改进涡轮轴发动机的性能。

根据与美国陆军、海军和空军的合同在财政上得到上述部门资助,美国Textron Lycoming公司已开始执行该项先进技术的试验计划,以便验证发动机的耗油率和其它参数。将在二十一世纪前十年得到的先进涡轮轴发动机工作时所需要的燃料仅为当前的三分之二。对于同样的发动机功率,其尺寸、空气流量和重量均减少一半。

海水淡化工程

据“Gas Turbine World”1992年5—6月号报道,德国西门子公司和伊朗政府格什姆岛自由区管理局同意组成50—50合作投资在霍尔木兹海峡的格什姆岛建造并营运一个1000MW、日加工饮用水 $120\,000\text{m}^3$ 的海水淡化工厂。

将要设置的燃气轮机淡化站包括4组,每组为250MW的燃气轮机装置,第一组装置将在1994—1995年投入商业运行。西门子公司估算第一阶段的投资将为5亿马克。

伊朗打算把格什姆岛开发成自由贸易区,以其丰富的燃料资源吸引工业投资。该海水淡化工厂是开发该岛工商业的第一步。

(吉桂明 供稿)

JOURNAL OF ENGINEERING FOR THERMAL ENERGY AND POWER

1993 Vol.8 No.1

CONTENTS

- (1) General Layout and System Design of the Preoperational Test Boiler Project for Daya Bay Nuclear Power Station

Xu Jiamei and Lin Zhihong

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

This paper briefly describes the general layout and system design of preoperational test boilers of Daya Bay Nuclear Power Station and the economic benefits attained therefrom.

Key words: *power station boilers, general layout, system design*

- (5) The Design and Application of a Waste-Heat Boiler Automatic Control System for a PG5361 STIG Plant

Zhu Erhai and Li Laichun

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

The authors give a brief description of the control system composition of the waste-heat boiler installed in a PG5361 steam-injected gas turbine plant and the selection of its main control/measuring instruments and equipment items. Presented are also the design and working principle of some main subsystems with the related adjustment test results being analysed.

Key words: *waste-heat boiler, automatic control, design, adjustment test*