

浅谈某核电一期(AP1000)汽机房建筑设计

Brief Discussion on the Architectural Design of the Turbine Generator Building of a Nuclear Power Project Phase I (AP1000)

黄朝晖

Zhaohui Huang

中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司 中国·上海 200063

East China Electric Power Design Institute Co. Ltd., Shanghai, 200063, China

摘要:介绍了汽机房各部分的组成,分析了汽机房交通疏散、防火、防水、采光、通风、防腐等问题。进一步论述了汽机房设计的特点,重点剖析了汽机房的节能以及汽机房建筑立面设计方法和过程等。该核电一期的建成和投产为后续工程积累了宝贵的经验。

Abstract: This paper introduces the composition of each part of the turbine generator building, and analyzes the traffic evacuation, fire prevention, waterproof, lighting, ventilation, anti-corrosion and other issues, and further discusses the characteristics of the design of the turbine generator building, focuses on the energy saving of the turbine generator building and the design method and process of the building facade of the turbine generator building. The completion and commissioning of the nuclear power plant phase I has accumulated valuable experience for subsequent projects.

关键词: 汽机房; 节能; 立面设计

Keywords: turbine generator building; energy saving; elevation design

DOI: 10.36012/peti.v2i3.2079

1 引言

某核电厂一期工程地处东部沿海,为滨海厂址。该核电厂为中国引进的第三代先进压水堆技术(AP1000),其最大特点是采用非能动安全系统,该非能动安全系统在保证安全、可靠的前提下,可确保提供安全、清洁和经济的能源。

该工程是国家首个核电自主化依托项目。其中,一号机组为全球首台 AP1000 核电机组。该工程拥有诸多的全球第一,例如:全球率先采用模块化施工方法建设的核电站;全球第一台采用第一跨概念并实施的核电站等。正因为如此多的“第一”,对设计提出了空前的挑战。

2 汽轮发电机厂房布置概述

汽轮发电机厂房(以下简称汽机房)根据国家核电自主化发展相关技术路线、中国已建核电站常规岛主厂房及大型火电主厂房建造的主要经验,结合了厂址具体特点,针对汽机房工艺布置要求,按照该核电厂相关审查会议纪要的要

求,开展汽机房建筑设计。

汽机房包括第一跨、披屋、管道间、竖井等建构筑物。

由于核电机组的蒸汽参数低、流量大、凝汽器的热交换负荷大,相应的循环水流量也很大。为了充分利用循环水系统的虹吸,降低循环水泵的扬程,提高机组的经济性,汽机房采取半地下室设计。

汽机房运转层为大平台结构,该层布置有汽轮发电机组。

汽机房屋盖选用双坡钢屋架结构,钢屋架上布置钢筋混凝土屋面。

3 汽机房建筑设计的主要内容

3.1 汽机房防火等级及防火构造

汽机房的火灾危险性分类及其最低防火等级按 GB 50745—2012《核电厂常规岛设计防火规范》^[1]表 3.0.1 的规定为丁类二级。

汽机房楼梯、通道、出入口布置均满足上述规范的要求。

【作者简介】黄朝晖(1968~),男,上海人,高级工程师,从事电力工程建筑设计研究。

3.2 汽机房交通疏散及生活设施

汽机房结合人员、货物进出的需要,在 $\pm 0.000\text{m}$ 设置相应的出入口。汽机房的四周靠外墙处,设有通往各层的封闭楼梯间,其中有二部通至汽机房屋面。在 T.1 轴的 T.E 轴柱侧设置 1 台电梯,以方便运行人员巡视和设备检修时备品备件的运输。

汽机房设有大型电动卷帘门,供大型设备安装及检修时进出使用。除氧间底层、夹层和运转层靠近柱侧设有全厂贯通的运行和检修维护通道。运转层大平台为汽轮发电机组的检修场地。

鉴于主要仪表控制系统均设在主控制室,汽机房内只有少量操作人员,故只在 8.500m 层设有男女卫生间等设施。厂房内各楼层设有水源和污水池,以利于地面冲洗。

3.3 汽机房采光、通风、防排水、防腐蚀设计

采光以天然采光为主,人工照明为辅的原则,汽机房运转层采用低侧窗和屋面平天窗的混合采光。汽机房局部及第一跨各层因受工艺布置所限以人工照明为主。

汽机房的通风采用机械进风及局部自然进风,以汽轮发电厂房屋顶通风机机械排风为主的通风方式。

经常有冲洗要求的楼地面以及地下沟道均采用有足够坡度的有组织排水。

3.4 汽机房建筑装饰

汽机房外围护材料,采用压型钢板,局部涂料的方案,压型钢板考虑防重度盐雾要求,保证在使用期内色彩不会褪色或剥落。

建筑装饰设计符合 GB 50222—2017《建筑内部装修设计防火规范》的相关规定。

墙体:汽机房局部外墙及内墙采用混凝土多孔砖、轻质隔墙等。

门窗:汽机房采用彩色静电喷涂铝合金窗及钢板门、防火门、卷帘门等。

楼地面:汽机房楼地面采用环氧耐磨地坪涂料,玻化地砖、防滑同质地砖等。有防腐要求的地面采用耐酸瓷砖地面及花岗岩等。

内墙面采用内墙涂料。有防污染和检修要求的房间均做墙裙。

吊顶:建筑室内吊顶采用轻钢龙骨,吊顶板材采用矿棉

板、金属吊顶板、纸面石膏板等。

建筑物室内主要设备的颜色,如桁车、汽轮机以及主要管道等均按规定设置了相应的色彩标号。

4 汽机房建筑设计的几个关注点

4.1 汽机房节能设计

节能降耗是当今社会发展的主要趋势,作为清洁能源代表的核电厂,必须高度重视节能问题。

4.1.1 墙体节能

建筑的墙体节能,首先是因地制宜地采用当地墙体材料。

汽机房根据结构特点,使用了相应的内外维护材料。 $\pm 0.000\text{m}$ 层及以下各层均采用了混凝土多孔砖墙体,这种材料不仅在保温、隔热、防火、防水等方面具有突出的优势,也是最为经济的材料。汽机房的其余部分内墙则配合钢结构的特点,为减轻荷重,采用了满足规范要求的轻质墙体。汽机房外墙 1.000m 以上采用单层彩色压型钢板维护。

4.1.2 屋面节能

屋面面积庞大,这是节能设计中一个不可忽视的内容。汽机房屋面保温隔热材料选择密度小,自重轻的保温(隔热)层,对于防水层以下的部分,选择了细石混凝土保护层及钢筋混凝土屋面层等吸水率较小的材料,保证良好的节能效果。

4.1.3 门窗节能

门窗在采光、通风等方面发挥重要作用,也是建筑节能设计的一个关键点。在门窗设计中,采用合理的窗墙比,强调门窗具有良好的抗压性能、气密性、水密性等,保证门窗设计的质量,提升节能效果。

4.1.4 通风采光节能

汽机房通过设置通风竖井,并在竖井上部设置进风百页的通风方式,节约能源。

建筑采光设计时考虑到运转层需大面积采光,在屋面布置了方形采光窗,是一种有效的节能手段。该设计符合“建筑设计应充分利用天然采光。大跨度或大进深的厂房采光设计时,宜采用顶部天窗采光或采光管采光系统等采光装置”以及“一类工业建筑屋顶透光部分的面积与屋顶总面积之比不应大于 0.15”的要求。

4.2 汽机房立面设计

汽机房紧临核辅助厂房、核岛等,设计时不仅要考虑汽机房本身主次立面,还要考虑与核岛及环境协调一致,要从

核电站整体出发,综合考虑核岛和核辅助厂房等建筑因素。设计考虑采用不对称平衡的设计手法,采用二种色彩互相穿插及“点线面”组合的方法,结合当地自然与文化特点,经过多次与业主等各方探讨及方案比选,才形成一个体型丰富,清新大方的核电站建筑整体形象(见图1)。

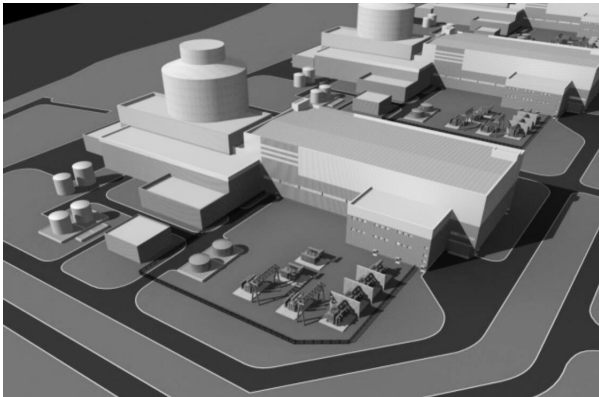


图1 汽轮发电机厂房透视图

4.2.1 文化性与地域性

作为一个濒海电厂项目,其厂址具有其独特的自然地理和气候条件,同时在厂址区域也存在着与之相对应的历史和传统文化,如当地民居等。而这些自然人文元素的存在,必然对电厂建筑设计形式、外观风貌等产生一定的影响。所以,尊重当地的历史文化传统,从历史文化中汲取灵感,关注并研究当地自然条件,体现对人们精神世界的关注,是设计走向成功的关键。

当地民居崇尚自然,强调自然界与人的生命和谐的思想,呈现出朴实的精神和文化意味。立面设计过程中,汲取当地民居“简约朴实,因地制宜”等外观及精神内涵的设计理念及方法,充分体现在汽机房的立面设计中。

4.2.2 门窗等立面构图设计

汽机房运转层是布置汽机及检修设备的空间,为汽机房的主要功能空间,其体积庞大,需大量的采光,设计时尽可能多地开设了大型通长水平带形窗。根据除氧平台的层高,也开设了水平带形窗,基本满足了汽机房运转层的采光需要,提供了良好的工作环境。

除了上述大型空间外,披屋、第一跨、管道间等则根据房间的体型、功能、窗墙比等要求,设置了点式方窗。在满足采光需要的同时,也是对大型水平带形窗的对比与烘托,使得汽机厂房的外立面更为突出重点,使“点、线、面”的立面丰富而有序。

由于大量点窗在局部的紧密排列,形成一些相对独立的视觉焦点,让整个汽机厂房的立面在不规则形体中仍然显得非常有序(见图2)。这正如当代美国建筑大师霍尔所言:“设计的核心是体现秩序的美感——设计构成,不只是一个华丽的皮囊,而是有血有肉的,它的骨骼就是设计的根本。每个设计抽象出来的都是一些元素的构成。”

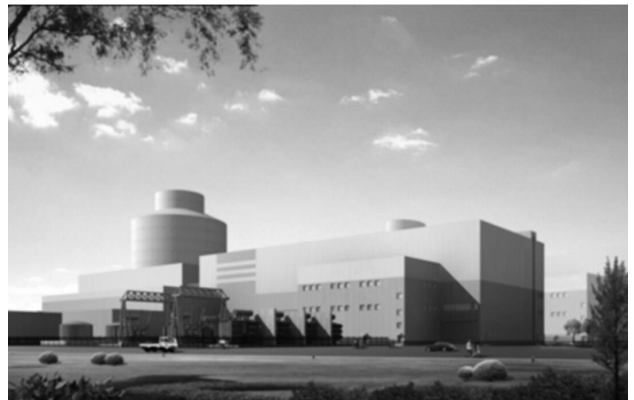


图2 汽机房立面方案

4.2.3 色彩

根据滨海厂址的自然环境,建筑外墙选用低明度的浅蓝灰色及灰白色彩钢板,远远望去,与“海天一色”的现场环境十分契合。

浅蓝灰色及灰白色互为图底关系,通过对浅蓝灰色带在位置、方向、形状上的变化,设计对整个汽机厂房立面进行适当的分割。汽机厂房立面色彩并不对称,但当人们远眺整个核电站时,却呈现出了体型丰富、色彩简洁、整体协调、独具一格的形象特征。

4.2.4 建筑屋面

考虑到运转层采光需要,设置了屋面采光窗。阳光通过屋面采光窗照射到运转层,有效地补充了汽机厂房的采光需要。随着光照变化,室内的光影也随之发生改变,从而产生一种令人愉悦的心理感受。

5 结语

某核电一期(API1000)全球首堆的建成投产,为后续工程积累了宝贵的经验,也提供了许多有价值的借鉴。随着建筑工业的飞速发展,建筑设计手段、施工技术及建筑材料不断进步,相信一定会助推我国核电技术的进一步发展。

参考文献

[1] GB 51245—2017 工业建筑节能设计统一标准[S].