

9H级燃气-蒸汽联合循环机组主厂房结构设计方案研究

严晓

引用本文:

严晓. 9H级燃气-蒸汽联合循环机组主厂房结构设计方案研究[J]. 南方能源建设, 2021, 8(S1): 80-87.

YAN Xiao. Research on Structural Design of Main Building of 9H Class Gas-Steam Combined Cycle Unit[J]. *Southern Energy Construction*, 2021, 8(S1): 80-87.

相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

阳西电厂2×1240MW机组热机设计方案研究

Research on Mechanical Design Features of 2 × 1240 MW Unit for Yangxi Power Plant

南方能源建设. 2017, 4(4): 37-41 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.04.008>

9H级燃机水汽系统化学控制和监测设计与优化

Design and Optimization of Chemical Control and Monitoring System for Class 9H Unit

南方能源建设. 2020, 7(z1): 82-87 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2020.S1.016>

350 MW机组主厂房布置优化分析

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

南方能源建设. 2015, 2(1): 55-61 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.01.011>

F级改进型联合循环主蒸汽系统压损研究及优化

Pressure Drop Research and Design Optimization of Main Steam System in Advanced F Class Gas-steam Combined Cycle Power Plants

南方能源建设. 2015, 2(1): 46-50 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.01.009>

浅谈核电站常规岛厂房设计

Discussion on Conventional Island Building Design for Nuclear Power Plant

南方能源建设. 2015, 2(4): 107-110,115 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.04.019>

9H级燃气-蒸汽联合循环机组 主厂房结构设计方案研究

严晓[✉]

(中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 成都610021)

摘要: [目的] 针对9H级燃气-蒸汽联合循环机组主厂房结构设计方案研究, 找出最佳的主厂房布置。[方法] 通过结构型式、计算方法及设计参数取值进行优化, 对技术、初投资、建设工期及施工组织等方面进行详细论述与分析。[结果] 分析结果表明: 钢筋混凝土结构与钢结构均为可行的, 考虑经济性等诸多因素, 推荐采用钢筋混凝土结构, 屋面采用钢屋架。[结论] 主厂房结构采用钢筋混凝土结构, 屋面主承重结构采用钢屋架。

关键词: H级燃机联合循环发电; 主厂房结构; 设计方案

中图分类号: TM611.31; TU318

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2021)S1-0080-08

开放科学(资源服务)二维码:



Research on Structural Design of Main Building of 9H Class Gas-Steam Combined Cycle Unit

YAN Xiao[✉]

(China Power Engineering Consulting Group Corporation Southwest Electric Power Design Institute Co., Ltd.,
Chengdu 610021, China)

Abstract: [Introduction] In this paper, the structural design scheme of the main plant of 9H class gas-steam combined cycle unit is studied, and the best arrangement of main plant is found out. [Method] Through improvement of structure type, calculation method and design parameters were discussed and analyzed technology, investment, construction period and construction organization in detail. [Result] Based on research results, both reinforced concrete and steel structure are acceptable. But reinforced concrete structure with steel roof truss is recommended because of economic factors. [Conclusion] It is recommended that the main plant use reinforced concrete structure and the main bearing structure of the main plant building surface adopt steel roof truss.

Key words: H-class gas turbine combined cycle power generation; main plant structure; design scheme

2095-8676 © 2021 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

近年来, 随着燃机技术不断往前推进, 重型燃机的机组容量也在不断提高, 重型燃机市场主力机型开始从F级向H级过渡, 到2020年, 主要燃机制造厂的全球订单中, H级机组将会占据约50%的份额。

国内H级燃气-蒸汽联合循环电厂的设计建设处尚于起步阶段, 目前国内仅有个别投产的H级机组。伴随燃机技术的快速发展成熟, 规划、设计、

建设中的H级机组会越来越多, 大型联合循环电厂的设计也面临很多挑战。

本文针对9H级燃机主厂房结构设计, 提出主厂房结构形式及屋面、楼面结构优化方案, 后续9H级燃机电厂主厂房结构设计提供方案参考和借鉴。

1 9H级燃机主厂房结构选型

1.1 主厂房结构选型主要遵循以下原则

1) 满足工艺布置要求, 为电厂安装、运行和

检修服务。

2) 使结构的可靠性、合理性和耐久性得以充分的保证。

3) 采用新结构、新材料和新的设计手段，使材料的性能得以充分的发挥。

4) 节省建筑材料，缩短施工工期，降低工程造价。

大型火力电厂主厂房结构主要有以下三种型式：钢结构、钢筋混凝土结构以及混合结构。《火力发电厂土建结构设计技术规程》(DL 5022—2012)规定：“地震区主厂房结构选型应综合考虑抗震设防烈度、场地土特性、发电厂的重要性以及厂房布置等条件，宜优先选用抗震性能较好的钢结构。主厂房采用钢筋混凝土结构，6度及7度Ⅰ~Ⅱ类场地时，宜采用钢筋混凝土框架结构；7度Ⅲ~Ⅳ类场地时，钢筋混凝土结构宜选择框架-抗震墙或框架-支撑体系，也可采用钢结构”^[1]。

火力发电厂主厂房结构选型取决于多方面综合因素。主要受自然环境条件(地质条件、地震烈度等)、施工技术条件(施工机具、加工制作、起吊运输等)、建设资金、施工工期要求的影响。结构选型的重点就是在保证结构安全可靠的前提下，综合考虑工期、成本及施工组织等因素，寻求最佳方案。

1.2 主厂房钢结构与钢筋混凝土结构方案技术性比较

根据建筑用材不同，主厂房结构方案分为钢结构与现浇钢筋混凝土结构两种方案。主厂房两种结构方案在布置方面的不同点见表1。

表1 两种结构体系在布置上的异同点比较表

Tab.1 Comparison between arrangement of two types of structure

项目	钢结构	现浇钢筋混凝土结构
横向结构体系	框排架	框排架
纵向结构体系	框排架-纵向垂直支撑	纯框架
平台楼面	钢梁-水平支撑-现浇砼板	钢梁-现浇砼板
围护结构	钢墙架-金属复合板	钢墙架-金属复合板
材料	Q235B、Q345B 钢材，轧制或焊接 H 形截面。框架所需大断面 H 型钢目前还没有热轧产品，需采用焊接 H 形或箱形截面。	C40~C50 混凝土 HPB300、HRB400 钢筋

从表1可以看出：两种结构方案的区别主要在纵、横向承重体系的选择方面。因此，在初投资方面，主要对两种方案纵、横向承重体系初投资进行比较。

1.3 计算分析方法及构件断面尺寸比较

本文参考增城9H燃机主厂房布置对钢筋混凝土结构、钢结构进行分析比较，结构布置图见图1^[2-6]。

采用现浇钢筋混凝土结构时，利用中国建筑科学研究院编制的PKPM系列三维空间结构设计软件对现浇钢筋混凝土结构主厂房进行初步计算分析：主厂房采用C40混凝土，钢筋采用HRB400钢筋，计算结果满足混凝土结构设计规范(GB50010—2010)、建筑抗震设计规范(GB50011—2010)等要求^[7-9]。

钢结构主厂房计算分析采用STAAD/CHINA空间有限元设计计算软件，框架梁、柱、支撑与钢梁现浇板协同工作整体分析，求得构件合理断面，减少结构自重，并具有较好的抗震能力及抗变形能力。计算结果满足钢结构设计标准(GB50017—2017)、建筑抗震设计规范(GB50011—2010)等要求^[8-9]。

经计算，两种结构型式的主要梁柱截面如表2所示。

1.4 技术方面的优缺点比较

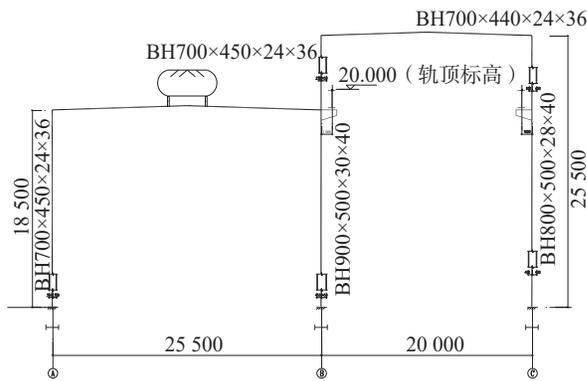
现浇钢筋混凝土结构与钢结构的主要优缺点如表3所示。

综上所述：主厂房采用钢筋混凝土结构及钢结构，在技术上都是可行的。

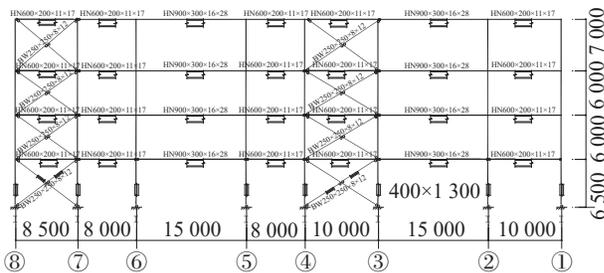
1.5 主厂房钢结构与钢筋混凝土结构方案经济性比较

主厂房采用钢筋混凝土结构与钢结构两种方案在初投资方面的差异主要在纵、横向承重体系方面。相对于常规燃煤机组而言，主厂房在体量、布置及负荷等方面都比较简单，工程初投资相差不会很大。

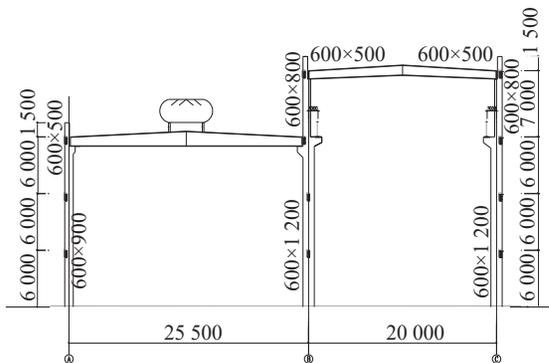
根据现有设计条件及工艺布置进行详细计算，采用实际工程量结合项目所在地最新材料综合造价进行计算，钢筋混凝土框架综合造价约为460万元，钢结构方案综合造价820万元(详见表4)，考虑钢结构在降低地基处理费用及节省预埋件因素在



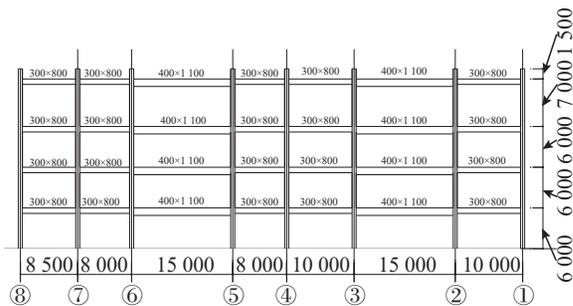
(a) 主厂房钢结构横向框架结构布置图



(b) 主厂房钢结构纵向框架结构布置图



(c) 主厂房混凝土横向框架结构布置图



(d) 主厂房混凝土纵向框架结构布置图

注：图中尺寸单位为mm。

图 1 主厂房框架典型结构布置图

Fig. 1 Typical structure arrangement drawing of main plant frame

表 2 主厂房框架主要构件断面尺寸

Tab. 2 Size of main component for main plant frame

项目	现浇钢筋混凝土结构	钢结构
材料	C40HRB400 HPB300	Q235BQ345B
发电机间 A 列柱	600×900600×500	BH700×450×24×36 BH700×400×24×36
燃气(蒸汽)	600×1 200 600×800	BH900×500×30×40
轮机间 B/C 列柱	600×1 200 600×800	BH800×500×28×40
纵向框架梁	300×800 400×1 100 400×1 300	HN600×200×11×17 HN900×300×16×28

注：50年一遇基本风压值为0.5 kPa；地震基本烈度为Ⅵ度。

表 3 现浇钢筋混凝土结构与钢结构的优缺点比较表

Tab. 3 Comparison between cast-in-place reinforced concrete structure and steel structure

结构型式	优点	缺点
现浇钢筋混凝土结构	1)经济且耐久性好。 2)耗钢量小,刚度较大。 3)耐腐蚀性能好,维护工作量小。	1)结构断面大、自重大。 2)抗震性能不如钢结构好。 3)需要较大的施工场地,有大量砂石堆场,临时设施多。 4)工种多,需要较多劳动力,不利于做到文明施工。 5)施工工期较钢结构长。
钢结构	1)材料强度高,构件截面小。 2)材质均匀,延性好,抗震性能好。 3)自重轻,便于吊装。 4)占用施工场地小,易文明施工。	1)一次性投资较高。 2)运行维护工程量大,维护费用较高。 3)防火性能比现浇钢筋混凝土差。

内，钢结构方案初投资较钢筋混凝土方案约高360万元。

1.6 主厂房钢结构与钢筋混凝土结构方案施工组织比较

现浇钢筋混凝土结构现场劳动强度大，工种多，又受混凝土养护时间限制，施工工期相对较长。钢结构构件工厂制作，现场拼装，连接方便，施工工期相对要短一些。

现浇钢筋混凝土结构现场工作量大，交叉施工多，施工组织难度大；钢结构可采用工厂加工与现场拼装相结合的方式，交叉施工相对较少，施工组织难度自然较小。

通过以上对现浇钢筋混凝土结构与钢结构两种

表4 主厂房经济性比较表

Tab. 4 Economical comparison for main plants

项目	钢筋混凝土方案	钢结构方案
基础	钢筋混凝土:~40 m ³ 费用:40×0.132 5=5.30 万元	—
基础短柱	—	钢筋混凝土:~80 m ³ 费用:80×0.201 1=16.00 万元
框架混凝土	钢筋混凝土:~1 650 m ³ 费用:1 650×0.271 1=447.30 万元	—
框架钢梁柱	—	钢柱(Q345):~630 t 钢梁(Q345):~350 t 费用:630×0.776 4+350×0.745 4=750.00 万元
钢支撑	—	钢材:~80 t 费用:80×0.751 2=60.00 万元
预埋件	钢材:~20 t 费用:20×0.753 5=15.0 万元	—
综合价	467.60 万元	826.10 万元

注:1)本表的统计数据两方案均不包括屋面工程量。

2)表中定额依据来源为国家能源局发布的《火力发电工程建设预算编制与计算规定(2013年版)》、国家能源局发布的《电力建设工程定额(2013年版)》,综合单价系根据广州当地最新材料价格并考虑加工、运输、安装及防腐涂装等而来。

结构方案的技术经济比较,两个方案各有优缺点,都是可行的方案。

抗震性能方面:钢结构材质均匀、延性好、抗震性能好,抗震性能优于现浇钢筋混凝土结构。

工程投资方面:现浇钢筋混凝土结构经济性较好,主厂房采用钢筋混凝土结构比采用钢结构方案可降低初投资约360万元。

建设工期及施工组织方面:混凝土结构现场工作程序烦琐,工作量大,交叉作业多,因此,施工组织难度大,周期长;钢结构可采用工厂加工与现场拼装相结合方式,施工周期相对较短且施工组织难度小。

地基处理及基础费用方面:钢结构自重轻,优于现浇钢筋混凝土结构。

耐久性、防火性及运行维护方面:现浇钢筋混凝土结构优于钢结构。

综合以上因素,主厂房推荐采用现浇钢筋混凝土结构。

2 9H级燃机主厂房结构优化

主厂房作为电厂单体建筑体量最大的建筑物,结构设计质量的优劣对工程建设目标的实现起着重要的作用,因此,对主厂房的结构设计进行优化十分必要。

结构设计优化目的就是在保证结构安全的前提下,通过对结构方案、计算、构造、材料等进行优化,提高结构的适用性和经济性。确切的说,结构的设计优化不是用降低结构安全度来换取经济效益,也不是对由于设计人员的相对保守而做出的修改。真正的优化设计在节省了工程费用的同时,不仅没有降低原设计的安全度水平,反而由于结构方案趋于合理,使之更为可靠。

2.1 主厂房楼面结构型式优化

钢结构主厂房各层楼面板通常有以下做法:

1)压型钢板作为永久性模板,不考虑其受力,钢梁与混凝土板间无连接件,钢梁按纯钢梁设计,不考虑钢梁与混凝土楼板的共同作用。

2)压型钢板作为永久性模板,不考虑其受力,钢梁与混凝土板间通过剪力件连接,以保证其共同受力,钢梁按组合钢梁设计。

3)不设压型钢板底模,钢梁与混凝土板间通过剪力件连接,以保证其共同受力,钢梁按组合钢梁设计。

做法1)由于钢筋混凝土板与钢梁不能共同作用,对结构体系的稳定不利且耗钢量相对较大,在工程中已很少采用;做法2)在工程中应用较多,其优点是受力合理,施工方便,外表美观,综合经济指标较好,缺点是自重相对较大;做法3)在工程中也应用较多,其优点是受力合理,节约投资,但施工需支模板。

组合梁是充分利用钢与混凝土两种材料和结构特性联合成为整体而共同工作的一种结构型式,为保证组合截面能充分发挥作用,在梁的上翼缘上焊接连接件,通过连接件使钢梁与钢筋混凝土板联接成整体而共同工作,形成了组合梁。组合梁整体截面承受全部荷载,相对于非组合截面钢梁受拉部分面积加大,中和轴上移,由于钢筋混凝土板的共同工作,钢梁上翼缘的面积可以减少,可以提高结构的强度和刚度,节约钢材,降低造价10%~15%,具有较显著的技术经济效果。

推荐主厂房各平台楼面采用做法3) 钢梁与钢筋混凝土板组合结构楼面板结构。

2.2 主厂房屋面主承重结构优化

发电机间及燃气(蒸汽)轮机间房屋盖系统是主厂房结构系统中的重要组成部分。屋盖除承受竖向荷载外,还传递山墙水平力,并协同横向各框架柱共同工作。发电机间及燃气(蒸汽)轮机间房内布置有火电厂的核心设备,如蒸汽轮发电机组、燃气轮机发电机组及重要辅机设备等。为保证电厂的安全可靠运行,主厂房屋盖主承重结构应按安全等级一级进行设计。

厂房推荐采用现浇钢筋混凝土结构,屋面采用压型钢板底模现浇混凝土板。根据以往工程经验,可考虑采用的屋盖主承重结构型式有实腹式钢梁、钢屋架及倒三角形管桁架等。

1) 钢屋架

钢屋架是最传统且应用最多的汽机房屋面结构型式,它由型钢组成的平面桁架加水平钢支撑组成空间受力体系(如图2)。其显著优点是适用范围广,用钢量小,工艺成熟,施工质量稳定且容易保证。缺点是钢构件施工制作麻烦,节点多,焊接工作量大,自身高度较大,所占空间尺寸较大。



图2 钢屋架屋面

Fig. 2 Steel roof truss

2) 实腹式钢梁

实腹式钢梁是由大型焊接工字钢梁加水平钢支撑组成空间受力体系(图3)。优点是结构简单、传力途径明确且便捷,拼接方便;加工、焊接工程量小,施工工期相对较短;高度较小,可减小主厂房体积。缺点是自重及用钢量大,经济性能略差。

3) 倒三角形管桁架

倒三角形管桁架在民用建筑(机场、展厅)中



图3 实腹式钢梁屋面

Fig. 3 Solid-web steel roof

应用较多,近几年在大型火力发电厂汽机房屋面结构设计中逐步得到应用。优点是简洁、美观、建筑效果好;缺点是无法充分发挥钢管的力学性能,需要采用工厂分段加工,现场拼装成榫后吊装施工,现场施工成本高、难度大且质量不易保证。

单就技术而言,主厂房屋面主承重结构采用以上三种结构型式都是可行的。

对主厂房屋面主承重结构采用钢屋架、实腹式钢梁及倒三角形管桁架三种结构型式进行比较,具体经济指标如表5和表6所示:

表5 屋面系统钢材用量比较表

Tab. 5 Steel consumption comparison for roof

结构型式	主承重结构+支撑		檩条 /(kg·m ⁻²)	屋面投影 面积/m ²
	/(kg·m ⁻²)			
钢屋架	70	25		7 152.6
实腹式钢梁	100	25		7 152.6
倒三角形管桁架	90	18		7 152.6

表6 屋面主承重结构造价比较表

Tab. 6 Cost comparison for main structure on roof

屋面结构 型式	用钢量/t		材料及加工费 /(万元·t ⁻¹)		总投资 /万元
	主承重结 构及支撑	檩条	主承重结 构及支撑	檩条	
钢屋架屋面	500.6	178.8	0.736 5	0.751 2	503.006 5
实腹式钢梁 屋面	715.2	178.8	0.736 5	0.751 2	661.059 4
倒三角形 管桁架屋面	643.70	128.8	0.736 5	0.751 2	570.839 6

注: 1) 屋面跨度见主厂房框架典型结构布置图。

2) 屋面均布荷载按《建筑结构荷载规范》选取,集中荷载根据工艺专业提供的资料进行计算。

2.3 主厂房屋面主承重结构优化

计算分析方法的优化是结构优化的关键，在已确定结构体系和结构布置的前提下，应对不同构件的布置方式和不同截面尺寸进行配筋计算，并做经济比较，从而确定最为经济合理的构件截面尺寸和配筋量等；结合平面和空间计算分析软件PKPM、STAAD.PRO、ETABS、SAP2000等，采用两种计算软件进行互相校核，确保结构设计的经济安全；在进行整体模型分析时精确给出各杆件内力信息等，从而可以不断优化杆件截面，使杆件选择更为合理。

为取得良好的优化效果，在设计参数取值上也要进行优化。例如如下方面：

1) 在计算维护结构自重时，墙面维护结构自重应精确取值，不能参考以往工程经验保守取值。

2) 楼面活荷载按实际使用功能合理取值，并按照规范规定考虑楼面活荷载的折减。例如《火力发电厂土建结构设计技术规程》第3.2.2.1条规定在确定工艺专业提供全部设备和管道荷载时，主厂房楼面活荷载按 2 kN/m^2 进行计算。

3) 正确取用抗震设防烈度、场地类别，合理选取风荷载体型系数，不同荷载组合和不同计算内容正确选用荷载分项系数。

2.4 主厂房基础优化

基础混凝土造价在火力发电厂土建结构总造价中占有相当重要的份额。通过优化设计减少基础混凝土及钢筋用量对降低工程初投资意义重大。

目前结构设计计算采用的是基于概率理论的极限状态设计法，《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011中明确了地基基础设计中承载能力极限状态和正常使用极限状态的使用范围和计算方法，对荷载组合的设计取值和相应的抗力给出了明确规定。对地基、桩基的承载力采用了极限值、特征值和安全系数的方法，并对荷载组合取值做出了规定^[10]。

考虑基础与上部结构共同作用的分析，增加计算合理性，现在建（构）筑物的结构计算一般由软件完成，随着中国国力的逐渐增强，结构设计的国家导向已经从“节约钢材”转变为“合理用钢”，具体体现在国家规范中，在增强延性、耐久性和防倒塌能力上有了进一步的要求，因此，软件计算所

得的钢筋混凝土结构的含筋率较以往都有所增加。

在基础设计方面，目前应用较广泛的结构设计软件诸如JCCAD、理正、探索者、世纪旗云工具箱等都提供了计算工具。

2.4.1 基础型式及桩型优化

基础型式优化是节约基础混凝土用量的重要措施。

常见的基础型式有柱下独立基础、条形基础、筏板基础及环基。一般而言：独立基础一般可比条形基础混凝土用量节约15%，条形基础又较筏板基础混凝土用量节约15%。

基础设计时，应尽量采用柱下独立基础，少采用联合基础，尽可能避免采用筏板基础。从而使基础的面积和高度最为经济合理。当基础高度较高时，应特别注意充分利用基础混凝土本身的抗剪切、冲切能力及基础底部钢筋的抗弯承载能力，合理确定基础阶数及高度。

桩基承台是将柱及其下各桩形成整体，并将上部荷载传至桩基的重要构件。按《建筑桩基技术规范》规定：管桩桩距为 $3.5d\sim 4.0d$ ，灌注桩间距为 $3.0d$ 。由于承台的大小与桩直径有关，因此，在桩型选择上，在桩数相同的情况下，应尽可能选取直径较小的桩型，尽可能地做到桩身强度与单桩承载能力的匹配。

当桩距一定时，我们可根据“力在结构构件中的传递均服从最短途径”原则来布桩，使各桩离柱的中心点位置总和最近，从而确定最小基础底面积。通过该手段来实现布桩，桩基承台为正多边形，忽略承台底部弯矩影响，由于上部荷载作用点与承台下各桩距离均等，故桩顶荷载也是均等的。

对于高承载力的嵌固桩，承台高度由冲切计算决定。因此按正多边形布桩使桩顶荷载均等从而计算承台高度，是最合理也是最经济的。当承台高度较高，桩基承台可以做成坡形或者是台阶形的。

2.4.2 基础埋深优化

凝结水泵坑及燃气（汽轮）发电机基座底板等埋深较大，考虑其影响，主厂房基础埋深一般在5 m左右，基坑一般采用大开挖，若均按此标高来设计基础，会存在以下几个问题：

- 1) 增加了基坑开挖工程量，增加了工程造价。
- 2) 柱计算长度增加，对控制上部结构断面

不利。

3) 增加了基础工程量。

4) 基础埋深大, 施工难度、施工费用均会相应增加。

优化措施: 对布置于上述深基坑四周的主厂房基础, 仍按深基坑埋深控制条件来确定基础埋深; 远离上述区域布置的主厂房基础, 在满足零米辅机基础埋深最低要求的前提下, 适当减少其埋深, 对控制工程造价、降低施工难度、设计优化结构断面有一定好处。

2.4.3 基础含筋率优化

设计人员在计算基础配筋时, 应该在满足规范和构造措施的前提情况下, 采用控制安全系数, 合理选取荷载分项系数、荷载组合值, 按内力计算配置受力钢筋, 多软件、多工程对比校验等方法来控制及优化基础含筋率。

目前结构基础设计软件有JCCAD、理正、探索者、世纪旗云工具箱等多种, 设计人员完全可以根据自己丰富的设计经验, 采取一种软件计算, 一种软件校核, 如有疑问, 则采用第三方软件+类似工程验证的方法来确定配筋量。

3 结论

1) 通过对技术、初投资、建设工期及施工组织等方面进行详细论述与比较, 本着降低工程投资的原则, 推荐主厂房采用钢筋混凝土结构, 可降低工程投资约360万元。

2) 通过对目前大型火力发电厂汽机房屋面常用各种方案的各自的优缺点进行论述及技术经济比较, 推荐主房屋面主承重结构采用钢屋架。

3) 对楼面结构型式、计算方法及设计参数取值进行优化, 可在不降低结构安全标准的前提下, 充分挖掘结构及材料本身的优良力学性能, 降低工程初投资及材料用量。

4) 基础设计要务必重视基础选型工作, 在此前提下, 通过优化基础埋深, 多软件比对计算, 重视钢筋分类与归并, 可以有效减小基础混凝土及钢筋用量, 从而降低工程造价。

5) 设计精打细算, 在设计最后一道环节为业主节约造价。设计人员应按内力计算配置受力钢筋, 独立基础、联合基础及大体积筏板基础等都应

该按照内力计算的结果来合理配置受力钢筋。同时对电算结果中输出的各层配筋划分区段, 分段出图, 以尽可能减少为方便施工、提高设计效率等目的对构件的分类归并。构造钢筋应按规范构造要求配置, 不做无谓添加。只有通过精心计算, 才能避免工程中钢筋浪费的现象。

参考文献:

- [1] 国家能源局发布. 火力发电厂土建结构设计技术规程: DL 5022—2012 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
National Energy Administration. Technical code for design of civil structure of fossil-fired power plant: DL 5022—2012 [S]. Beijing: China Planning Press, 2012.
- [2] 陈昌山. H级燃气蒸汽联合循环机组低位布置及联合主厂房布置设计研究报告 [R]. 成都: 西南电力设计院有限公司, 2020.
CHEN C S. Research on low-position arrangement of H class gas-steam combined cycle unit and design of combined main building arrangement [R]. Chengdu: Southwest Electric Power Design Institute, 2020.
- [3] 王晓. 燃机电厂主厂房结构选型分析 [R]. 成都: 西南电力设计院有限公司, 2018.
WANG X. Analysis on main building structure selection of gas-steam power plant, company research [R]. Chengdu: Southwest electric power design institute, 2018.
- [4] 中国电力工程顾问集团有限公司, 中国能源建设集团规划设计有限公司. 电力工程设计手册. 燃气-蒸汽联合循环机组及附属系统设计 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2019.
China Power Engineering Consulting Group Co., Ltd., China Energy Engineering Group Planning and Engineering Co., Ltd. Power engineering design manual, design of gas steam combined cycle unit and auxiliary system [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2019.
- [5] 张赢, 林燕, 梁展鹏, 等. 大型燃气-蒸汽联合循环单轴机组主厂房布置设计 [J]. 南方能源建设, 2020, 7(增刊2): 82-88.
ZHANG Y, LIN Y, LIANG Z P, et al. Research on main power house arrangement design of single-shaft combined-cycle power plant [J]. Southern Energy Construction, 2020, 7(Supp. 2): 82-88.
- [6] 中华人民共和国国家经济贸易委员会. 燃气—蒸汽联合循环电厂设计规定: DL/T 5174—2003 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
State Economic and Trade Commission of the People's Republic of China. Design rule for combined—cycle power plants: DL/T 5174—2003 [S]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 混凝土结构设计规范: GB 50010—

2010(2015年版) [S]. 北京:中国建筑业出版社,2015.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China and General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for design of concrete structures:GB 50010—2010(the 2015 edition) [S]. Beijing: China Architecture & Building Press,2015.

- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 钢结构设计标准:GB 50017—2017 [S]. 北京:中国建筑业出版社,2017.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China and General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Standard for design of steel structures:GB 50017—2017 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017.

- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑抗震设计规范:GB50011—2010(2016年版)[S]. 北京:中国建筑业出版社,2016.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China and General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for seismic design of building:GB 50011—

2010 (the 2016 edition) [S]. Beijing: China Architecture & Building Press,2016.

- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑地基基础设计规范:GB 50007—2011 [S]. 北京:中国建筑业出版社,2011.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China and General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for design of building foundation:GB 50007—2011 [S]. Beijing : China Architecture & Building Press, 2011.

作者简介:

严晓 (通信作者)

1974-, 女, 四川犍为人, 高级工程师, 工业与民用建筑专业, 学士, 主要从事火力发电厂土建结构专业设计工作 (e-mail) 852335378@qq.com。



严晓

(责任编辑 李辉)

