

浅谈660MW级火力发电厂自然通风冷却塔资源配置及工期

王 峰

山东电力工程咨询院有限公司 山东 济南 250000

摘 要：火力发电厂建设过程中，自然通风冷却塔为大体量混凝土工程，具有设计及施工周期长、工艺复杂、资源配置多变的特点，建设工期受到前期锅炉、汽轮机选型设计工期制约，开工相对较晚，设计过程及施工过程中经常出现资源配置与工期目标不匹配问题，导致自然通风冷却塔施工成为项目关键路径，所以需全过程开展资源监控及预警，过程中及时调整必要的资源，避免成为项目关键路径，以保障项目工期目标顺利完成。

关键词：自然通风冷却塔；关键路径；资源配置；工期目标

引言：火力发电厂自然通风冷却塔建设过程中，施工单位资源配置方式较多，施工方案复杂，为确保合理的工期，全过程的资源管理是最有效的方法。本文依托某660MW级火力发电厂自然通风冷却塔的设计及建设过程，从主机设计到冷端设计一直顺延至现场施工的工期目标为出发点，分析每个环节资源配置情况及工期，最终确保进度目标的顺利实现。

1 机组概况

本工程安装2×670MW高效超超临界，锅炉为高效超超临界参数变压运行直流炉、单炉膛、一次中间再热、平衡通风、前后墙对冲、半露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构、“π”型锅炉。汽机为四缸四排汽、单轴、双背压、抽汽凝汽式汽轮机、九级回热抽汽。汽轮机入口蒸汽参数为：28MPa/600℃/620℃，给水泵采用1台100%容量的汽动给水泵，给水泵汽轮机排汽至大机凝汽器。发电机采用水氢氢冷却，发电机铭牌功率为670MW。

每台机组凝汽量如表1所示。

表1 冷端凝汽量设计情况

工况	大机排	大机排	小机排	小机排	凝结水量	大机背压	小机背压
	汽量	汽焓值	汽量	汽焓值			
	t/h	kJ/k	t/h	kJ/kg	t/h	kPa	kPa
VWO	1092.3	2304.5	116.6	2402.7	1307.9	4.9	6.4
TMCR	1068.3	2307.6	110.5	2406.5	1273.9	4.9	6.4
TRL	1079.2	2425.3	125.6	2493.5	1292.4	11.8	13.3
THA	996.2	2317	102.5	2416.5	1183.2	4.9	6.4

根据冷端各工况凝汽量情况，循环水采用带自然通风冷却塔的二次循环供水系统，系统设两根Φ2220×14的循环水进水管和两根Φ2220×14的排水管，采用两台机组配置2座淋水面积8500m²自然通风冷却塔。塔筒采用双曲线型钢筋混凝土薄壳结构，外壁不加肋。基础采用钢筋

混凝土环形基础。支柱采用现浇钢筋混凝土人字柱。淋水装置梁、柱采用钢筋混凝土预制结构，水槽及竖井采用现浇钢筋混凝土结构，具体结构参数如表2所示。

表2 自然通风冷却塔主要结构参数

序号	项目	特征尺寸	单位
1	塔高	145	m
2	塔顶出口直径（内壁）	66.97m	m
3	喉部标高	108.75	m
4	喉部直径（内壁）	62.342	m
5	壳底斜率	0.3	/
6	人字柱对数	44	对
7	人字柱直径	0.9	m
8	环基分仓	15	仓
9	筒壁混凝土量	9975	m ³
10	筒壁钢筋量	1695.75	t

2 自然通风冷却塔全过程资源配置及工期分析

2.1 设计资源配置及工期分析

按照依托项目，在前期设计提资及工艺设计满足进度的前提下（随主机招标阶段确定，本文暂不考虑），设计卷册分为地基处理图、基础图及上部结构图，设计图纸划分情况详见表3。

表3 自然通风冷却塔主要设计图目录

序号	卷册编号	卷册名称
1	S5201	自然通风冷却塔塔筒基础地基处理图
2	S5202	自然通风冷却塔淋水装置基础地基处理图
3	S5203	自然通风冷却塔塔筒基础及支柱结构图
4	S5204	自然通风冷却塔淋水装置基础图
5	S5205	自然通风冷却塔塔筒施工图
6	S5206	自然通风冷却塔淋水装置施工图
7	S5207	自然通风冷却塔隔板板施工图
8	S5208	自然通风冷却塔淋水托架施工图

本项目按照工艺计算、地基处理设计(分区域)、基础设计(分区域)、上部结构设计的主要步骤,实际设计投入工期为4个月,其资源配置为设计、校审等,设计资源在80个人工月。其中包含支撑现场有效开工的备料图、开挖图等。综上,设计资源配置需根据工期目标分解至主机招标及具体设计周期,并及时调整设计资源投入情况,确保图纸满足现场冷却塔施工要求。

2.2 地基处理资源配置及工期分析

根据勘测情况,本项目采用PHC管桩复合地基形式,桩型为400AB95-8,单座塔布置管桩1188根,塔基桩按照梅花形布置,延环基径向为等桩距1600mm布置,5根或者4根交错布置,沿环基环向等角度放射布置($360/264 = 1.364$ 度)。

本项目桩基施工周期为1个月,配置了2台桩机,每台桩基每天数量基本在20根左右,桩基整体施工完成共计用了66个台班,本项目工期目标制定阶段要求布置3台桩机进行作业,因本工程地质条件较好,桩基施工速度尚可,故减少了一台桩机。综上,根据进度计划分解目标要求,结合现场实际情况及桩型、桩长、地质条件等,调整施工资源,可在满足质量、效益的前提下,按期完成地基处理工程。

2.3 基础施工资源配置及工期分析

本项目环基分为15仓,顺向跳仓施工(详见图4,按箭头方向数字顺序施工),实际施工时间为2个月,累计用5400人工日,现场施工基础施工人力约在90人左右,项目施工过程中投入人力情况详见表1。

表1 冷却塔施工人力投入情况

序号	作业人员工种	数量	职责
1	技术负责人	1	技术指导
2	施工负责人	1	施工
3	质检员	1	过程验收
4	测量员	2	测量定位
5	安全员	1	安全监督
6	电焊工	5	钢筋焊接制作
7	钢筋工	35	钢筋作业
8	模板工	30	模板作业
10	混凝土工	20	混凝土作业
11	电工	1	现场用电布设、安装

本项目根据项目一二级进度计划分解要求,环基施工周期为1.5个月,方案采用对向跳仓施工(2组工人,平行对向跳仓施工),中期项目关键路径发生变化,冷却塔工期浮时增加,同时考虑本方案施工资源投入较多,故未采用。综上,现场需根据实际情况进行调整资源确保按期完成的前提下达到资源配置利益最大化。

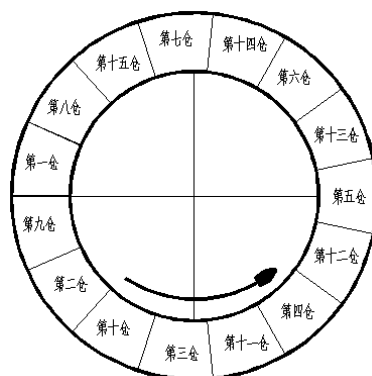


图1 塔环基施工顺序图

环基混凝土浇筑为施工过程中重要管理事项,也是影响工期的主要因素,本项目混凝土浇筑顺序:环基混凝土浇筑采用分段跳仓施工,仓内砼浇筑时连续进行,防止出现冷缝,每仓段浇筑间隔时间在14天以上,环基和池壁施工缝留设成“凹”形,中心设止水钢板。具体做法及尺寸详见图5,浇筑池壁砼前将施工缝处凿毛,清除松动石子后浇水湿润。不同项目需结合实际情况对工期进行合理排定。

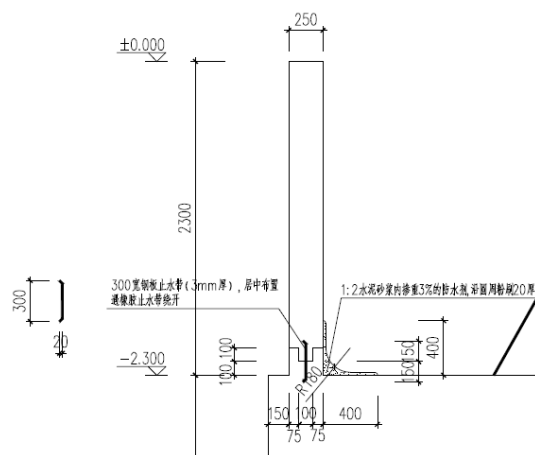


图2 池壁与环基施工缝详图

2.4 塔筒施工资源配置及工期分析

塔筒施工模板设计及使用方式较多^[1],不同模板数量及施工方式需适当修正工期及对应工种人力,本项目塔筒施工过程中采用3套木模板,塔身共计106节,塔筒形式双曲线,壁厚不一,累计240个人工月,实际施工周期为168天(约5.5个月),具体情况如表6所示,故其平均人力资源基本在45人左右。

表6 塔筒实际施工完成周期

序号	部位	施工周期	备注
1	1-10节	下环梁15天;上环梁10天,其它4天/1节	
2	11-40节	1.5天/1节	平均值
3	41至106节	1天/1节	平均值

2.5 淋水构件及填料施工资源配置及工期分析

淋水构件支撑体系为混凝土柱、梁，采用穿孔铰接方式，因本项目是场外预制，故本文不再论述预制工期，建议根据资源情况，建议至少比开工日期提前2个月开始预制，确保吊装的按期开始。本项目是按照4个象限，分两组，3台吊车（每组1台吊车吊装，1台公用吊车负责倒料），有内侧向外侧施工^[2]。整个吊装及验收过程工期30天，累计人工日为365个，平均施工人员每组6个人。本项目填料采用”W”型，每塔共计7850块，自下而上分三层布置，现场黏贴后进行吊装，整个过程累计720个人工日，施工周期30天，平均施工人力24人。

结论

电站项目自然通风冷却塔是火电项目建设过程中重

要的单位工程，也是大体积混凝土施工质量及工期控制的重点，其资源投入是否合理对项目按期投产起到较大影响，本文依托实际项目，对该类型机组的冷却塔施工的工期及资源配置进行了详细的分析和总结，对后续该类型工程具有一定的借鉴作用。

参考文献

[1]徐学斌.双曲线冷却塔的模板设计与施工[J].科技向导.2001(08): 174,70.

[2]饶益民.赵福贵.潘洪英.浅谈双曲线冷却塔施工技术要点[J].山西建筑.2007(06):147-148.