

浅谈大体积混凝土主要施工工艺及温控措施

张四平

(上海勘测设计研究院有限公司, 上海 200434)

【摘要】 三峡巴基斯坦风力发电二期项目是三峡集团继三峡巴基斯坦风力发电一期项目之后投资实施的风力发电项目,由上海勘测设计研究院有限公司承接的海外EPC总承包项目,属于国家一带一路经济走廊建设项目,在促进中巴友谊和解决当地电力资源匮乏问题上具有积极作用,战略意义重大。因此,严抓混凝土施工质量成为实施此项目的重中之重,本文从混凝土主要施工工艺和温控措施着手,提出控制要点,对类似项目有借鉴作用。

【关键词】 大体积混凝土; 施工工艺; 温控措施

中图分类号: TV544+.9

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)08-0019-04

Discussion on main construction technology and temperature control measures of mass concrete

ZHANG Guoping

(Shanghai Investigation, Research and Design Institute Co., Ltd., Shanghai 200434, China)

Abstract: The Three Gorges Pakistan Wind Power Stage II Project is a wind power generation project which is invested and implemented by The Three Gorges Group after The Three Gorges Pakistan wind power stage I project. The overseas EPC general contracting project undertaken by Shanghai Investigation, Research and Design Institute Co., Ltd. belongs to a construction project of national one belt and one road economic corridor, which plays an active role in promoting Sino-Pakistan friendship and solving the problem of insufficient local electric power resources with great significance. Therefore, strict control of concrete construction quality becomes the focus of implementing the project. In the paper, control keys are proposed from the aspects of concrete main construction technology and temperature control measures, thereby it has reference role to similar projects.

Keywords: mass concrete; construction technology; temperature control measures

1 工程简介

巴基斯坦风电二期项目(2×49.5MW)位于信德省卡拉奇市东北边的塔塔区吉姆普尔村,属于可再生能源委员会(AEDB)在吉姆普尔地区建立的大型风力发电场之一。该项目按建设、运营、拥有(BOO)模式由

LIMITED 和 THREE GORGES THIRD WIND FARM PAKISTAN(PVT.)LIMITED 开发。

项目分为两个部分:WEL I 和 WEL II。项目到卡拉奇市直线距离 80km,到阿拉伯海直线距离 90km,到巴基斯坦风电一期项目距离 2.50km,总规模为 2×49.50MW,每个风机场为 49.50MW。项目采用 GW82/1500 机组,轮毂高度 85m,考虑到该地区的地质条

件,风机基础采用扩展式基础,混凝土浇筑量为 530m^3 ,结构型式如图1所示。

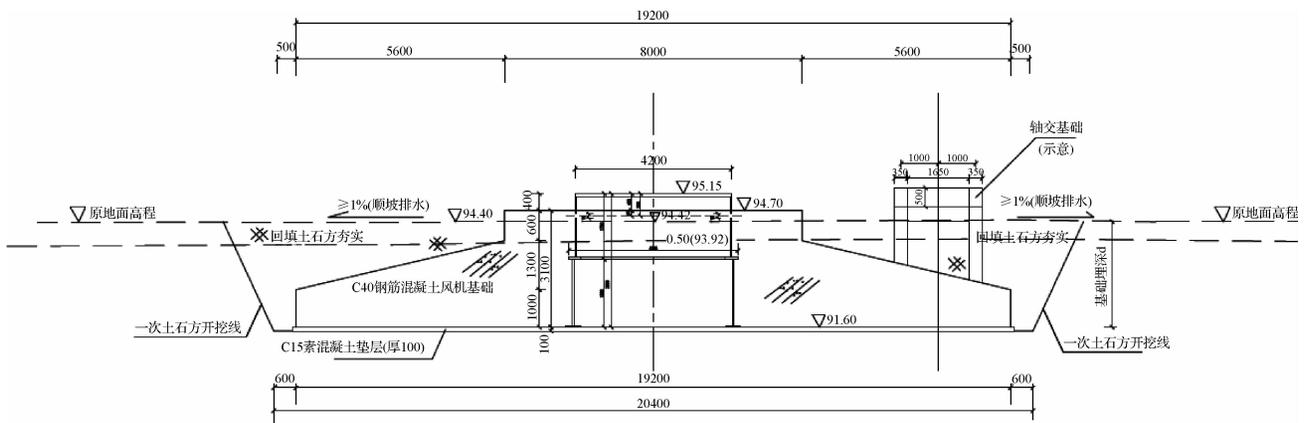


图1 扩展基础结构断面(单位:m)

2 大体积混凝土主要施工工艺控制要点

2.1 混凝土的入仓方式、浇筑和振捣

2.1.1 入仓方式

垫层混凝土采取罐车通过开挖缺口直接入仓的方式进行浇筑;基础混凝土采取溜槽配合皮带机入仓。

2.1.2 浇筑

单个基础混凝土浇筑时间不宜大于12h,连续施工中不得中断浇筑,浇筑过程中应做好防雨等措施。混凝土采用全面分层法浇筑,每层厚度300mm左右,同一层混凝土应先中间、后外圈浇筑;顶层和底层浇筑时,层厚不得小于300mm。应保证浇筑过程的连续性,边浇筑边收面,避免来不及收面而出现初凝。

2.1.3 振捣

混凝土振捣时,严格控制振棒插入深度及振捣时间,振捣半径不超过0.50m,离模板边沿15cm开始振捣,严禁通过振捣钢筋的方法来促使混凝土密实。振捣按操作规程分层均匀振捣密实,快插慢拔,严防漏振,以混凝土面出现翻浆、不再显著下沉、没有明显气泡上冒为准,振捣时间不少于20s。

2.2 混凝土浇筑过程中的注意事项

混凝土浇筑过程中,保证混凝土保护层厚度及钢筋位置正确,不得踩踏钢筋和基础环,保证基础环预埋件和预留变压器柱钢筋的位置准确,如发现偏差和位

移,及时校正,特别要重视基础环预埋支撑结构的保护。

基础环预埋交叉处,钢筋较密集,特别是上部负弯矩钢筋又粗又多,浇筑时要保证下料顺利和混凝土振捣密实,机械振捣困难时可通过人工扦插密实。

浇筑布料采用基础环周围均匀布料、同步上升的方式,避免因为布料不均匀使基础环移位及钢筋、模板变形。

2.3 混凝土养护

混凝土浇筑后根据天气情况确定养护措施,混凝土浇灌完毕后12h内,在混凝土表面覆盖一层草帘、麻布、土工布等吸水材料,定时浇水养护或覆盖一层塑料薄膜,以保证混凝土表面不产生收缩裂缝。开始浇水时,不得直接冲刷混凝土表面;混凝土养护时间不少于7个昼夜。

当混凝土强度大于1.20MPa时,才能允许上人进行下道工序,当混凝土强度大于10MPa时才允许进行有荷载施工。

2.4 基础沉降观测

基础沉降观测采用II等水准测量,沉降观测应在基础浇筑完成当天第1次观测,浇筑完成后1周内每天观测1次,浇筑完成1周后每月观测1次,以后应每1个月观测1次;机组安装当天开始新一轮观测。

当沉降稳定时,可终止观测,通常当一台风机沉降

速率小于0.02mm/d时,认为该风机基础沉降已稳定,可终止观测。总观测时间应满足不少于12个月的要求。

3 混凝土温控措施

混凝土温度控制是确保风机基础大体积混凝土不产生微裂缝的主要因素,它必须由混凝土配合比设计、温度控制计算、混凝土测温及混凝土覆盖保温、养护等技术手段才能实现。

3.1 温度测量

混凝土内部测温装置,按照设计及业主工程师要

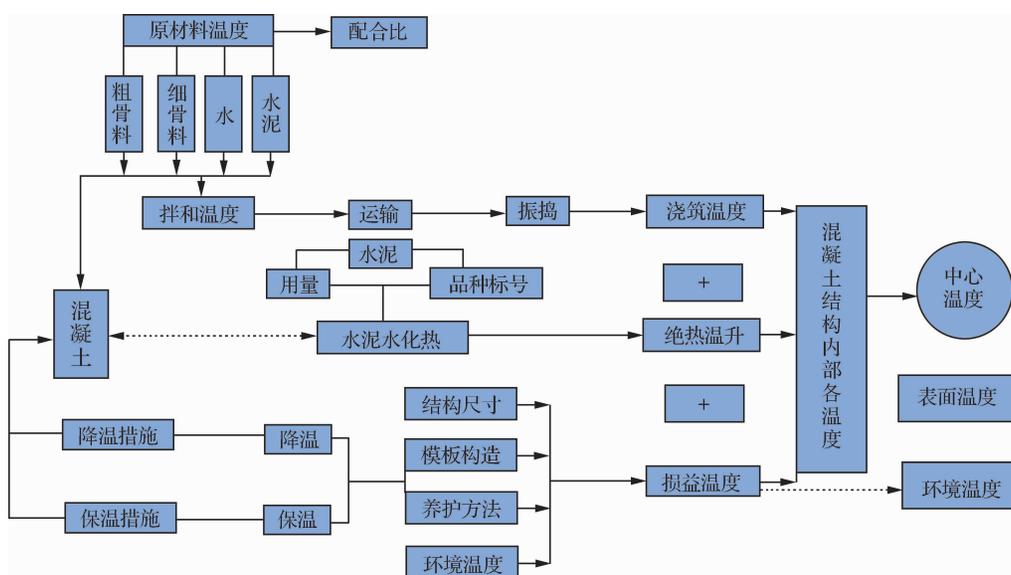


图2 混凝土温度组成因素

3.2 温控要求

卡拉奇机场气象站主要气象特征参数见表1。

表1 卡拉奇机场气象站主要气象特征参数

项目	单位	指标	备注
年平均气温	℃	26.2	近30年统计值
年极端最高气温	℃	47	
年极端最低气温	℃	1.3	

在项目施工中,根据气象参数,主要控制混凝土内部温度和表面温度的差值、混凝土表面与环境温度的差值,使两种温度差值满足设计及规范要求,通过合理措施有效控制或降低混凝土的损益温度、绝热温升、浇筑温度,确保混凝土内外温度差 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ 。

根据三峡巴基斯坦风力发电一期项目风机基础浇

求进行施工。混凝土初期升温较快,混凝土内部升温主要集中在浇筑后3~5d,一般在3d内升温可达到或接近最高峰值。项目设专人负责温度测量记要,并做出测温成果,即做出温度变化曲线图,及时做好信息收集和反馈工作。混凝土温度组成因素见图2。

遇有特殊情况(气温骤降或混凝土内外温差接近 25°C 时)及时报告业主工程师,且应根据现场实际情况采取紧急保温措施。

筑施工经验:混凝土入仓温度 $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;《大体积混凝土施工规范》(GB 50496—2009)混凝土浇筑块体的里表温差(不含混凝土收缩的当量温度)不宜大于 25°C 。

3.3 主要措施

3.3.1 合理设计混凝土配合比降低水化热

根据相关资料,每增减10kg水泥,其水化热将使混凝土的温度升降 1°C ,在大体积混凝土中掺粉煤灰是减少水泥用量、降低水泥水化热的好方法,因此,在保证混凝土强度情况下,尽量多掺加粉煤灰,减少水泥胶凝材料使用量,但粉煤灰掺量不能超过水泥用量的30%。

在卡拉奇实验室进行混凝土试配,主要原则:既要

保证设计强度,大幅度降低混凝土初期水化热,使混凝土具有良好的和易性、可靠性,又要降低混凝土中水泥和水含量。

根据试验结果添加减水剂,选用级配良好的砂石进行试配,以改善混凝土和易性,降低水灰比,以达到减少水泥用量,降低水化热的目的。

3.3.2 在拌和站修建水池预冷

经过计算,一个风机基础的混凝土为 529.3m^3 ,一个风机基础混凝土拌和需要用水量暂定为 $140\text{kg}/\text{m}^3$

左右,总用水量 74m^3 ,因此,在混凝土搅拌站修建 $8\text{m} \times 8\text{m} \times 3\text{m}$,容积为 192m^3 水池,能满足两个风机基础混凝土浇筑用水量。在混凝土浇筑前,通过水车运输或在自建水井中抽取合格的拌和用水进行水池储存预冷,以达到拌和时降低水温的目的。

3.3.3 拌和冷水为混凝土降温

采用1台5T箱式冷水机CBPC-SV-05T(5°C),设计出水温度 5°C 。计算温度暂按水温 10°C 、水泥温度 45°C 、粉煤灰和砂 32°C 、小石和中石 26°C 计算。见表2。

表2 C40 二级配混凝土按9月最高温度计算出机口温度计算

项目	成分/(kg/m^3)	骨料含水/(kg/m^3)	比热[$\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]		成分×比热/[$\text{kcal}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$]	温度/ $^\circ\text{C}$	热含量/(kcal/m^3)
			其他材料	水			
水泥	310	—	0.19		58.9	45	2650.5
粉煤灰	75	—	0.19		14.25	32	456
砂	681	5	0.23	1	161.63	32	5172.16
小石	529	10	0.23	1	131.67	26	3423.42
中石	793	10	0.23	1	192.39	26	5002.14
大石		—	0.23		0		0
特大石		—	0.23		0		0
拌和水	168			1	168	10	1680
机械热							700
总计					726.84		19084.22
出机口温度						26.25	

3.3.4 骨料架设防晒棚并喷淋水降温

为达到高温季节施工骨料预冷,在拌和站架设一个4格 $48.50\text{m} \times 18\text{m}$ 骨料预冷堆积仓。顶部采用铁皮封顶,避免阳光直晒。并在防晒棚顶安装喷淋器,及时对骨料进行喷淋水降温。

3.3.5 混凝土运输罐车降温

该项目混凝土运输距离为 $0.70 \sim 5.50\text{km}$,因此,混凝土在运输过程中会受到阳光直晒等原因造成混凝土温度上升。根据类似工程经验,混凝土在运输过程中升温约为 $2\% \sim 3\%$,即在运输过程中混凝土温升为 $0.60 \sim 0.80^\circ\text{C}$,为了尽量降低混凝土在运输过程中升温,可视情况给混凝土搅拌车罐体外增挂隔热层,并对混凝土罐车车身定时进行洒水降温。

3.3.6 加强施工过程管理

尽量避免混凝土运输过程中等车卸料现象,缩短运输时间并减少混凝土的倒运次数,及时入仓浇筑。视现场情况对浇筑仓面及模板进行润湿,尽可能在有条件情况下降低仓面局部温度;基础约束区、孔口等重要部位,在设计规定中连续上升,不出现薄层长间隙,及时振捣,缩短混凝土暴露时间。

4 结 语

三峡巴基斯坦风力发电二期项目所处地区气候干燥,气温高,对混凝土浇筑和养护、温控措施提出较高要求,该项目通过严抓混凝土浇筑过程管理,确保了工程施工质量,本文从混凝土主要施工工艺和温控措施着手,提出了控制要点,对类似项目有借鉴作用。◆