

# 大体积混凝土基础降温施工方案探讨

杨正东 梁希强 万叶青 董本勇 李瑞丹  
 中国汽车工业工程有限公司 天津 300113

**摘要:** 针对在大体积混凝土基础施工过程中, 经常会因为水化热导致基础部位出现裂缝的问题。因此在大体积混凝土基础施工时, 有必要强化施工质量, 采取相关降低水化热的措施, 提高基础的质量。文章以广西柳工机械股份有限公司拟建的构件疲劳试验台基础为例, 简要介绍了大体积混凝土基础施工过程中的关键技术措施, 重点阐述了水化热的温度监测与控制, 以及循环水冷却管布置过程中的注意事项, 对实际施工具有一定指导作用。

**关键词:** 大体积混凝土; 水化热; 循环水降温; 温度控制

## 前言

大体积混凝土通常是指厚度大于1m的实体结构, 大体积混凝土在施工过程中, 会产生温度较高的水化热。水化热通常来讲是指水泥与水相互作用时释放热量, 又因为放热反应发生在混凝土硬化过程中, 所以水化热也常被称作硬化热。虽然在冬季施工过程中, 水化热可以提高混凝土结构的早期强度, 但是在混凝土施工过程中不应采用水化热高的水泥。在大体积的混凝土施工过程中, 由于内部的水化热不易散出, 常使大体积混凝土内部的水化热温度高达50至60摄氏度, 混凝土的内部温度将远大于外部, 从而引起较大的温度应力, 使大体积混凝土表面出现裂缝等病害, 严重影响大体积混凝土结构的耐久性和安全性, 混凝土裂缝如图1所示。常见的由于水化热温度应力而出现裂缝的大体积混凝土结构有: 桥台、堤坝和大型基础等。为此在

大体积混凝土结构施工过程中降低水化热是十分必要的。本文主要介绍通过埋设循环水冷却管降低水化热的方法。

## 一、项目背景

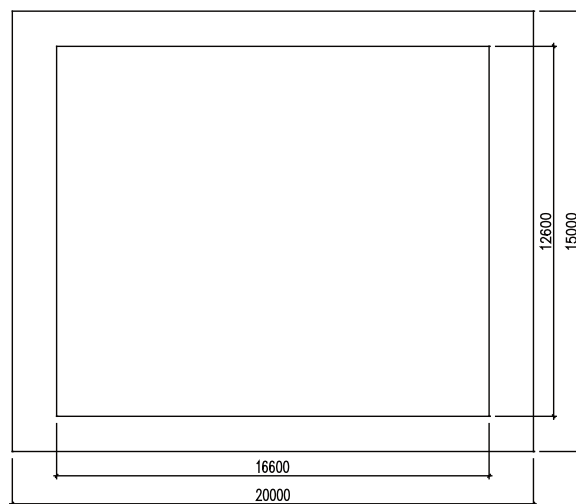
广西柳工机械股份有限公司拟建柳工全球研发中心项目构件疲劳试验台项目, 该疲劳试验台主要用于挖机、铲斗和装载机的工作疲劳试验。拟建项目位于柳工大道2号、柳州市广西汽车贸易园南面、柳工大道西面、广西柳工机械股份有限公司—全球研发中心厂房车间室内, 拟建构件疲劳试验台长: 16m, 宽: 12m, 占地面积约192m<sup>2</sup>, 因拟建构件疲劳试验台项目, 试验台有强烈震动感应, 承载力要求较高, 故在试验台下拟建混凝土基础。混凝土基础长20m, 宽15m, 高3m。试验台基础示意图如图2所示。



图1 大体积混凝土裂缝

**依托项目:** 中国机械工业集团有限公司青年科技基金项目 (项目名称: 基于双质体隔振系统的研究建立砂处理设备的振动控制设计方法)

**作者简介:** 杨正东 (1993-) 男, 汉族, 河北涿鹿人, 硕士, 工程师, 研究方向: 结构工程。



a) 平面图

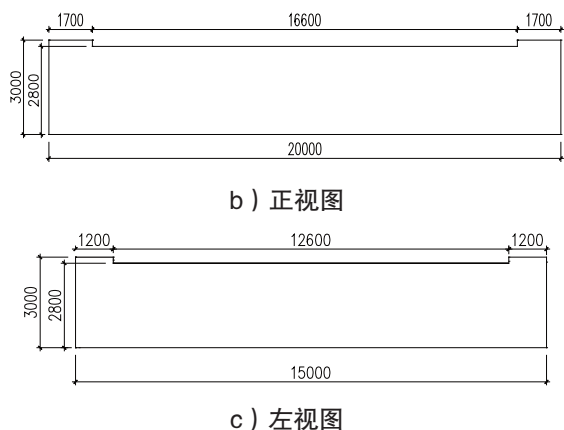


图2 试验台基础示意图 (单位: mm)

## 二、关键技术措施

### (一) 材料选取

混凝土主要包含了水泥、沙、骨料、外加剂、矿粉等几种材料。在大体积混凝土施工过程中,除了要保证这些基础材料本身的质量,还应根据试验台基础的设计方案和大体积混凝土的使用要求,对混凝土中的各种材料的参数规格等进行严格控制。(1)细骨料宜采用中砂,其细度模数宜大于2.3,含沙量不大于3%;粗骨料宜选用粒径5-31.5mm,含泥量不大于1%的非碱活性粗骨料。(2)当采用非泵送施工时,粗骨料粒径可适当增大。(3)混凝土拌合物的坍落度不宜低于160mm,拌合用水量不宜大于 $170\text{kg}/\text{m}^3$ 。(4)水泥宜采用中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥,采用普通硅酸盐水泥时应掺加矿物掺合料,粉煤灰参量应适当增加,但不宜超过水泥用量的30%,矿渣粉的掺量不宜超过水泥用量的40%,两种掺合料的总量不宜大于混凝土中凝胶材料用量的50%。

### (二) 施工要点

根据基础设计图纸搭建钢筋网,在安装模板之前应对模板本身的质量进行全面检查。要确保钢模板表面没有混凝土渣、锈蚀等问题,要特别注意检查模板四周的边角部位是否变形过大。模板安装应按照由下到上的顺序,对于模板衔接位置要特别注意漏浆等问题,常见的措施是在模板衔接缝处安装止水条。大体积混凝土对于模板的压力较大,所以为避免大体积混凝土硬化后出现移位或变形的情况,应采用对拉杆等对钢模板进行加固。

大体积混凝土基础在施工过程中宜采用分层连续浇筑,应根据设计尺寸进行均匀段分层浇筑。本文中的基础截面面积为 $300\text{m}^2$ ,分段不宜大于3段,且每段面积不应小于 $50\text{m}^2$ ,每层浇筑厚度为300-500mm。当采用分段浇筑时,竖向施工缝设置模板,各段之间的竖向施工缝

应平行于结构较小的截面尺寸方向。

大体积混凝土在浇筑过程中内部的气泡如果不能快速的排出,在混凝土终凝后,会在内部形成孔洞,这将大大降低混凝土的密实性和承载力。因此,在大体积基础混凝土连续整体浇筑时,当浇筑厚度超过300-500mm时,宜采用二次振捣工艺。

后期的养护工作对于大体积混凝土基础十分重要。首先,对于大体积混凝土基础的养护时长不应少于28天,如果在养护周期内出现连续的阴雨天,宜适当延长养护时长。其次,保湿和保温也是养护过程中的重点,常用的保湿的方法是在基础混凝土表面上覆盖一层塑料薄膜,可以有效的保持混凝土表面湿润;一般宜在混凝土浇筑完毕后的12h内进行保温养护,即在基础的四周及表面覆盖两层草袋、两层尼龙薄膜,保证使敞露的基础表面覆盖严密,形成良好的保温环境,以此减小混凝土内外温差。

## 三、水化热温度监测控制

### (一) 基础冷却管及温度传感器布置

通过在基础中预埋循环水冷却管降低内部温度,进而调控基础内外温度差、降低温度应力,从而预防由于内外温差造成的裂缝出现。冷却管布置方法如图3所示。

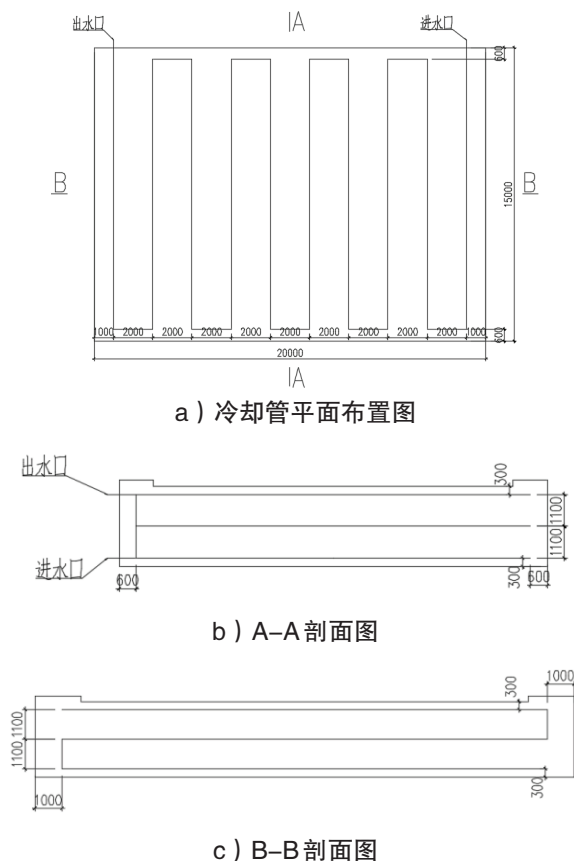


图3 冷却管布置图 (单位: mm)

冷却水管采用直径30mm的标准铸铁水管，管与管之间的连接采用与之配套的接头。用匝丝将冷却管与就近的钢筋绑扎，确保冷却管具有一定稳定性，不产生移位。用水泵将水箱内水压进管道一端，水经过冷却管后从另外一端流到水箱内，反复循环进行降温。冷却水管在埋设和浇筑的过程中，接头部分采用胶带缠裹，防止漏水。冷却管使用完毕后灌浆封孔，并将露出基础部分切除。

测温点布置方法：在基础内共布置三个温度传感器，实时测试混凝土内部温度。传感器布置位置如下图所示，传感器竖向高度为距基础底面1400mm，温度传感器布置图如图4所示。

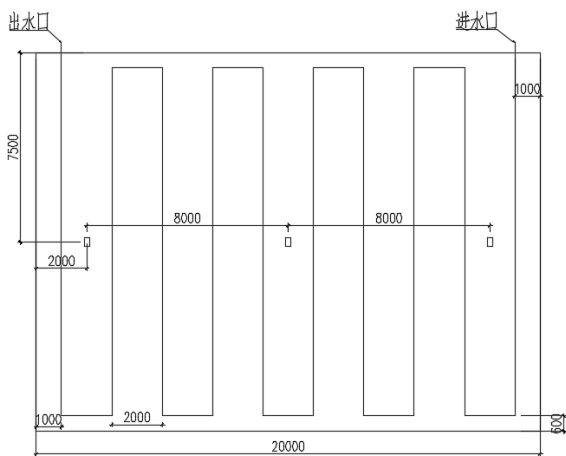


图4 温度传感器布置图(单位: mm)

## (二) 测试方法

### 1. 测温间隔

混凝土浇筑12小时后开始测温，浇筑后1-3天每2小时测温一次；4-7天每4小时测温一次；8-14天每8小时测温一次。每次测温时，除记录三个测点处传感器的温度，还应记录进出水口和大气温度。

### 2. 温度控制

混凝土浇筑体在入模温度基础上不宜大于 $50^{\circ}\text{C}$ ，里表温度差不大于 $25^{\circ}\text{C}$ ，表面与大气温差不大于 $20^{\circ}\text{C}$ ，降温速率不宜大于 $2^{\circ}\text{C}/\text{d}$ ，进出水口温差不大于 $6^{\circ}\text{C}$ ，控制

混凝土内部温度变化规律如图5所示。当基础里表混凝土温差或进出水口温差超出限值后，应在水箱中加冰，使基础混凝土里表温差得到有效控制。

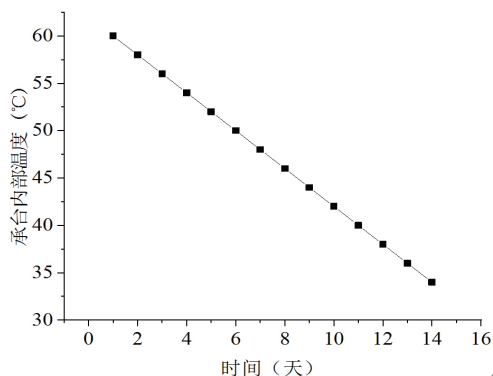


图5 混凝土内部温度变化规律控制图

## 结语

在大体积混凝土基础施工过程中，一方面要严格控制施工质量，施工质量对于基础的耐久性和安全性影响巨大。另一方面，为了满足适用性和经济性的要求，应合理布置循环水冷却管并做好温度控制工作。做好这两方面才能最大限度的避免大体积混凝土基础出现裂缝等病害。

## 参考文献

- [1]陈桂林, 姜玮, 刘文超, 曹万林. 大体积混凝土施工温度裂缝控制研究及进展[J]. 自然灾害学报, 2016, 25(03): 159-165.
- [2]张永健, 李鸥. 洞庭湖大桥承台大体积混凝土温控试验研究[J]. 桥梁建设, 2016, 46(04): 45-50.
- [3]李方刚, 韦捷亮. 超高层建筑大体积混凝土施工技术及其质量控制[J]. 施工技术, 2015, 44(21): 130-134.
- [4]林鹏, 李庆斌, 周绍武, 胡昱. 大体积混凝土通水冷却智能温度控制方法与系统[J]. 水利学报, 2013, 44(08): 950-957.
- [5]刘龙龙. 建筑工程大体积混凝土浇筑施工技术研究[J]. 江西建材, 2017(01): 75+78.