

大跨越铁塔大体积承台混凝土施工技术要点

汪金勇 徐辉 杨国奇 季佳都

浙江省送变电工程有限公司

DOI : 10.12238/jpm.v6i3.7795

[摘要] 在经济与社会快速发展的背景下，我国电力项目的建设与应用显著增加，其中大体积承台施工项目所占的比例亦逐步上升。此类结构通常具有较大的厚度和体积、较高的施工难度以及大量的材料消耗，若施工管理不当，将可能导致质量问题的出现。因此，针对这些特点，必须采取有效的质量控制措施，确保施工过程的顺利进行和工程质量的稳定达标。

[关键词] 大体积；承台；混凝土；施工技术

Key points of concrete construction of large volume cap of large span tower

Wang Jinyong Xu Hui Yang Guoqi Ji JiaDu

Zhejiang Provincial Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd

[Abstract] Under the background of rapid economic and social development, the construction and application of electric power projects in China have increased significantly, among which the proportion of large-volume cap construction projects has also gradually increased. This kind of structure usually has a large thickness and volume, high construction difficulty and a large amount of material consumption, if the construction management is improper, it may lead to quality problems. Therefore, in view of these characteristics, effective quality control measures must be taken to ensure the smooth progress of the construction process and the stability of the project quality standards.

[Key words] large volume; bearing platform; concrete; construction technology

1 基础大体积承台混凝土概述

大体积承台在工程结构中占据显著优势，尤其在满足强度、刚度、耐久性和安全性方面。施工过程中，必须严格控制温度收缩变形，以防结构变形过大，从而影响整体工程效果。在我国的电力基础建设中，大体积承台混凝土结构应用广泛。若施工质量管理不到位，可能导致严重的质量问题，进而影响桥梁的功能性和寿命。因此，施工单位必须对此给予足够重视。此外，水泥水化反应是引发裂缝的主要因素之一，施工单位应重点关注并有效管理。

2 大体积承台混凝土施工技术要点

2.1 大体积砼施工热工计算

2.1.1 根据规范定义，N1#基础承台属大体积混凝土，为了确保混凝土质量，需全面考虑混凝土施工温度对混凝土质量的影响。现通过计算判断，混凝土施工温度对混凝土施工质量的影响程度，并做为承台混凝土施工过程中质量控制的参考。

2.1.2 初步计划施工时间为4月~6月，统计2020年宜宾地区4~6月气温如下，故施工时大气平均温度 $T_q=23.8^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.3 收集商混站混凝土资料及图纸参数，按照大体积混凝土计算（具体过程见附件五），得出，承台混凝土表面采用30mm厚草席作为保温材料对基础进行蓄热保温保湿养护，并在其上铺一层不透风的塑料薄膜。计算结果：里表温差不大于 25°C ，且抗裂系数大于1.15，均满足规范要求。

2.1.4 混凝土采用商品混凝土, 现场采用泵车浇筑, 保证混凝土浇筑的质量, 混凝土浇筑顺序由一边向另一边, 连续施工。

2.1.5 混凝土振捣时振动棒的前端插入前一层混凝土中, 插入深度不应小于 50mm。振动棒应垂直于混凝土表面并快插慢拔均匀振捣。振捣时间以混凝土不再显著下沉、不出现气泡并开始泛浆时为准, 同时应避免振捣过度, 浇筑的第一层混凝土以及在两批混凝土卸料的接触处应加强振捣。

2.1.6 在混凝土浇筑过程中应及时检查模板支撑的情况。如出现跑模等情况立即停止浇筑, 待查明情况采取补救措施后方可继续进行混凝土浇筑。

2.2 大体积砼养护与温度控制及拆模

2.2.1 避免裂缝出现的措施

由于温差的作用, 裂缝的产生是不可避免的, 在施工中采取适宜的措施, 能够避免有害裂缝的出现。

2.2.1.1 降低水泥水化热

(1) 本工程选用低水化热的普通硅酸盐水泥配制混凝土;
(2) 精心设计混凝土配合比, 以达到降低水化热的目的。
(3) 选用适宜的基础材料, 施工中根据现场条件级配良好的粗骨料; 选用中粗砂, 改善混凝土的和易性, 并充分利用混凝土的后期强度, 减少用水量; 严格控制混凝土的塌落度。在现场设专人进行塌落度的测量, 将混凝土的塌落度始终控制在设计范围内。

2.2.1.2 加强施工中的温度控制。

(1) 在混凝土浇筑之后, 做好混凝土的保温保湿养护, 以使混凝土缓缓降温, 减低温度应力。采取措施保温覆盖, 以免发生急剧的温度梯度变化; 采取长时间的养护, 确定合理的拆模时间, 以延缓降温速度, 延长降温时间, 充分发挥混凝土的“应力松弛效应”, 加强温度监测。

(2) 混凝土内外温差应控制在 25℃ 以内, 基面温差和基底面温差均控制在 20℃ 以内, 并及时调整保温及养护措施, 使混凝土的温度梯度和湿度不致过大, 以有效控制有害裂缝的出现; 合理安排施工程序, 混凝土在浇筑过程中应均匀上升, 避免混凝土堆积高差过大。在结构完成后及时回填土, 避免其侧面长期暴露。

(3) 大体积混凝土浇筑体内监测点的布置, 应真实地反

映出混凝土浇筑体内最高温升、里表温差、降温速率及环境温度, 并按下列方式布置: 因最大承台为 N1# 承台, 尺寸为 5.8m*5.8m*1.8m, 因此在承台中心分上中下设置 3 层测温点, 监测点位分别位于承台上表面以下 5cm 处、承台 1/2 处和基础底部往上 5cm 处。每层承台位于立柱边外 0.5 米和承台边 0.5 米处位置及承台中心处分别预埋 1 只温度传感器。一层布置 9 个测温点, 共布置 27 个。

测温点应在现场做好标志。测试过程中作详细记录、及时描绘出测温点的温度变化曲线和绘制断面的温度分布曲线, 温度变化情况应及时反馈, 测温时发现混凝土内部最高温度与表面温度之差达到 25℃ 或温度异常时, 应及时通知技术负责人, 及时采取保温措施, 加盖保温毯。

测温元件的选择及安装要求

◎测温元件的测温误差不应大于 0.3℃ (25℃ C 环境下);

◎测试范围: -30~120℃;

◎绝缘电阻应大于 500MΩ;

温度和应变测试元件的安装及保护, 应符合下列规定:

1) 测试元件安装前, 应连同传输导线一同在水下 1m 处浸泡 24h 不损坏;

2) 测试元件接头安装位置应准确, 固定应牢固, 并与结构钢筋及固定架金属体绝热;

3) 测试元件的引出线宜集中布置, 并应加以保护;

4) 测试元件直接埋入混凝土内时, 周围应进行保护, 混凝土浇筑过程中, 下料时不得直接冲击测试测温元件及其引出线; 振捣时, 振捣器不得触及测温元件及引出线。

5) 测温元件放入金属保护管内时, 保护管直径宜为 20mm~30mm, 金属管的底端应预先封堵, 宜露出混凝土表面 300mm, 并应将金属管予以固定。测温元件安放完毕, 金属管上端口应作密封保护处理。

(4) 混凝土测温次数

大体积混凝土浇筑体里、表温差、降温速率及环境温度及温度应变的测试, 在混凝土浇筑后, 每昼夜不应少于 4 次; 入模温度的测量, 每台班不少于 2 次。

(5) 测温相关要求

测温点应在现场做好标志。测试过程中作详细记录、及时描绘出测温点的温度变化曲线和绘制断面的温度分布曲线, 温

度变化情况应及时反馈。温度检测过程中，当出现降温速率、表里温差超过下列规定值时应及时调整和优化温控措施：

1) 降温速率大于 $2^{\circ}\text{C}/\text{天}$ 或每 4h 降温大于 1°C 。

2) 表里温差控制值应符合下列规定。

混凝土厚度 (m)	<1.5	1.5~2.5	>2.5
表里温差 ($^{\circ}\text{C}$)	20	25	28

3) 混凝土的降温速率和表里温差满足上述 1、2 点且混凝土最高温度与环境最低温度之差连续 3 天小于 25°C 时，可停止温度检测。

2.2.1.3 提高混凝土的抗拉强度。包括控制集料含泥量。砂、石含泥量过大，不仅增加混凝土的收缩，而且降低混凝土的抗拉强度，对混凝土的抗裂十分不利。因此在混凝土拌制时必须严格控制砂、石的含泥量，将石子含泥量控制在 1% 以下，中砂含泥量控制在 1% 以下，减少因砂、石含泥量过大对混凝土抗裂的不利影响；改善混凝土施工工艺。加强早期养护，提高混凝土早期及相应龄期的抗拉强度和弹性模量。

2.2.2 采用合理的施工方法

2.2.2.1 混凝土的拌制

(1) 在混凝土拌制过程中，要严格控制原材料计量准确，同时严格控制混凝土出机塌落度。

(2) 要尽量降低混凝土拌合物出机口温度，拌合物可采取以下两种降温措施：一是送冷风对拌和物进行冷却，二是加冰拌合。

2.2.2.2 混凝土浇注、拆模

(1) 混凝土浇注过程质量控制

浇注过程中要进行振捣方可密实，振捣时间应均匀一致以表面泛浆为宜，间距要均匀，以振捣力波及范围重叠二分之一为宜，浇注完毕后，表面要压实、抹平，以防止表面裂缝。另外，浇注混凝土要求分层浇注，分层流水振捣，同时要保证上层混凝土在下层初凝前结合紧密。避免纵向施工缝、提高结构整体性和抗剪性能。

(2) 混凝土拆模时间控制

混凝土在实际温度养护的条件下，强度达到设计强度的 75% 以上，混凝土中心与表面最低温差控制在 25°C 以内，预计

拆模后混凝土表面温降不超过 9°C 以上允许拆模。本工程基础施工时间全部处于春夏之季，为保证拆模时混凝土表面温降不超过 9°C ，浇筑结束至拆模时间不得少于 72 小时。

2.2.2.3 做好表面隔热保护

大体积混凝土的温度裂缝，主要是由内外温差过大引起的。混凝土浇注后，由于内部较表面散热慢，会形成内外温差，表面收缩受内部约束产生拉应力，但是这种拉应力通常很小，不至于超过混凝土的抗拉强度而产生裂缝。但是如果此时受到冷空气的袭击，或者过分通风散热，使表面温度降温过大就很容易导致裂缝的产生，所以在混凝土在拆模后立即使用棉毯对基础表面进行包裹保温，上面再覆盖一层塑料薄膜用于防止热量散失，防止表面降温过大，引起裂缝。

2.2.2.4 养护

(1) 自基础浇筑完毕后 3 小时内，基础外露部分用养护草席覆盖并用塑料薄膜包裹，保持混凝土表面的湿度和温度，本工程由于基础混凝土体积较大，因此每基均需覆盖草席，基础养护时间不得少于 7 昼夜。

(2) 在大体积混凝土施工时，通过准确计算混凝土拌和温度、混凝土出机温度、混凝土绝热温升、混凝土内部实际温度、混凝土表面温度及混凝土内部与表面温差，有利于选取适宜的施工工艺、采取相应的降温与养护措施，从而避免出现混凝土温度裂缝，以保证混凝土结构的工程质量。

3 结语

随着我国基础设施投资的增加，众多桥梁建设项目得以启动。在桥梁工程的实施过程中，工程质量的控制至关重要。特别是大体积承台施工技术，作为一项核心技术，其管理和监控显得尤为关键。确保这一环节的施工质量，不仅对桥梁的安全性与耐久性至关重要，也是推动我国桥梁建设事业全面进步和发展的基础。

[参考文献]

[1] 郑镇平. 基于有限元方法的超大体积混凝土施工温度效应研究[J]. 铁道建筑技术, 2024, (09): 32-36.

[2] 赵波. 桥梁承台大体积混凝土浇筑施工工艺[J]. 四川建材, 2021, 47(10): 132-133.