

# 水工建筑物混凝土结构施工技术

康宇佳

安徽省阜阳市水利规划设计院有限公司

**摘要：**水工建筑物混凝土结构所应用的材料和技术相较于普通建筑来说更为严格，除了强度、硬度要求外，还应注意承载力、抗渗性、抗冻性、抗冲刷性等，因此，需加大各环节重视程度。为解决当前水利工程中混凝土结构常见的问题，提高建筑物整体质量，本文结合实际工程案例展开对水工建筑物混凝土结构要求的分析，并从材料准备、模板安装、混凝土浇筑与振捣、养护等角度进行论述，详细分析如何提高混凝土结构质量，以供同仁参考。

**关键词：**水工建筑；混凝土结构；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.036

## 引言

水利工程施工中混凝土作为重要材料之一，会直接影响施工效果。考虑到混凝土极易受到多重环境因素的影响，出现结构开裂、变形、渗水、蜂窝麻面等问题，不仅会降低其使用功能，也会给周围环境安全也带来一定隐患。因此，为有效避免以上问题，应当从混凝土材料选择、制作的角度入手，从源头严格控制材料配比、浇筑操作等步骤，提高水工建筑物整体质量，以防止危害的发生。

## 一、工程案例

水工建筑物是指建筑在水中、水面或靠近水体的工程结构，例如，水坝、堤防、海洋码头。本次研究以阜南县某水工建筑工程为例，该建筑与传统建筑的区别包括：一方面，水工建筑会被水质情况、地质情况和天气状况所影响，因此，无论是在选址还是在施工过程中，均要重点考虑自然因素。另一方面，水工建筑施工期间，要针对汛期过渡、水流引导等工作，制定切实可行的方案。本项目中，由于建筑上游为迎水面，在建筑物施工过程中要求所用的混凝土面板具有较高的防渗性和抗上游水压力的性能，同时保证强度和耐久性。本工程混凝土结构应用P·042.5 MPa普通硅酸盐水泥，掺合料选用粉煤灰，并对骨料进行脱水处理，保证材料含水量在6%以下。工程设计阶段明确提出严禁在5℃以下浇筑混凝土，若现场环境温度不满足条件，则需酌情采取保温措施，并利用土工膜覆盖的方式进行养护。

## 二、前期准备工作

### （一）确定配制强度

近几年，混凝土结构在水工建筑物中被广泛应用，原因在于该结构具有良好的抗水、抗冲刷和抗渗透能力，能够提供稳定的支撑力和耐久性。本文所讨论建筑物的结构特点在于受环境因素影响较大，且施工过程风险较大，对人员技术专业性和要求更高，在前期准备阶段，应注意地理形势、地质环境、水质以及天气等因素对施工过程的影响，确定混凝土的配置强度。计算公式为：

$$f_{cu, o} = f_{cu, k} + t \cdot \sigma$$

其中 $f_{cu, o}$ 表示混凝土配制强度，单位为MPa； $f_{cu, k}$ 表示设计龄期强度标准值，单位为MPa； $t$ 表示概率度系数； $\sigma$ 表示混凝土强度标准差，单位为MPa。

### （二）确定搅拌机械和时间

确定混凝土配置强度后，施工方便可以根据混凝土属性选择合适的搅拌机械，并确定搅拌时间。一般来说可塑性混凝土应采用自动降落式搅拌机，而湿度较小的硬性混凝土首选强制式搅拌机，详见表1<sup>[1]</sup>。

表1 设备搅拌使用时间 (min)

设备种类	设备体积 (L)	坍落度 (mm)		
		<30	30-70	>70
自动降落式	≤400	1.9	1.6	0.9
	≤800	2.6	2.1	1.6
强制式	≤1200	-	2.6	1.6
	≤400	1.6	0.9	0.9
	≤1500	2.4	1.6	1.6

### （三）准备配制材料

由于本次工程中施工上游部分为迎水面，要求混凝土面板需要具备较强的防渗性，能够抵抗水压影响，在投入生产作业后，建筑物混凝土结构中更易出现蜂窝麻面现象。造成这一问题的主要原因在于材料准备及浇筑环节的不规范，表现为：混凝土浆液搅拌不均匀，砂石堆积并形成空隙；集料大；材料振捣不密实等。针对这一问题，需要加强材料准备过程中的技术应用，满足水工建筑物混凝土结构设计规范中混凝土强度配置要求。检查进场物料质量，并优化水泥、粗细骨料、砂子的配合比，保证集料级配满足施工质量需求。本工程混凝土

结构应用P·042.5 MPa普通硅酸盐水泥,掺合料选用粉煤灰,并对骨料做脱水处理,保证材料含水量在6%以下。随后,利用电子计量装置对物料进行称重,保证误差在设计范围内的1%以内。外界气温对于混凝土的影响相对较大,尤其针对一些骤然变化,易出现表面裂缝问题,可根据现场情况采取恰当的通风或保温措施,为混凝土质量提供保障。

### 三、水工建筑物混凝土结构施工技术要点

#### (一) 基础施工

由于施工现场的情况较为复杂,因此,施工方需要清理现场、处理地基、开挖基坑并铺设基础垫层,以确保施工的基础稳定且牢固。

#### (二) 制作模板

根据设计要求,制作混凝土结构的模板,保证模板各项参数均符合设计要求,以确保所浇筑结构具有理想的准确度和质量。

#### (三) 安装模板

本次水工建设过程中,模板安装技术的应用十分关键,一旦出现接缝错台等情况,会造成混凝土结构表面存在缺陷、灌注漏浆等问题。正式施工前,仔细检查胶合木模板,发现破损情况时需要立即更换,确定其符合标准后再流转至下一环节。安装模板时,要做到以下几点:一是通过洒水方式使胶合木板处于湿润状态,同时要避免木板内部存在积水问题。二是模板与混凝土接触面需平整打磨,之后涂抹脱模剂,该环节中要避免暴力施工,影响模板使用性能。三是利用双面胶将其黏合,减少其中缝隙,避免发生漏浆等情况造成混凝土结构表面平整度无法达到规范要求,完成后利用拉栓加固,最后使用大碟形夹扣紧。四是模板安装完毕后,还需对其质量进行全面检查,包括垂直度、稳定性、承载能力等,做好校准作业。及时清除板内杂物,针对缝隙部分可填补海绵胶条,以防出现麻面、粘连情况<sup>[2]</sup>。

#### (四) 拌和混凝土

选择符合要求的水泥、骨料、砂浆等原材料,配料并拌和。拌和过程中,应注意控制水灰比还有拌和时间,保证混凝土整体强度、性能符合要求。

#### (五) 浇筑混凝土

浇筑前,施工人员应全面分析浇筑部位的规模、结构特征、使用功能,在此基础上,确定结构浇筑间隔、操作流程,降低后浇带、接头总量;结合混凝土结构断面尺寸数值,科学制定温度数值,减小裂缝出现可能性。

分层浇筑时,要将单层厚度控制在0.5m以内,若采用非泵送模式,则需控制单层厚度在0.3m以内。此外,还需控制混凝土浇筑倾落高度,避免混凝土离析,优先在底板部分铺设5cm底浆,浇筑倾落高度控制在2m以内,竖向结构中倾落高度不宜超过3m,可根据实际情况设置串筒、斜槽等装置。除此之外,还要检查模板稳定程度,第一时间松动、形变问题,并如实记录发现问题的时间、问题原因、解决方法和解决效果,为后续施工提供参考。

#### (六) 振捣混凝土

施工人员投放混凝土材料时,可以根据不同类型设备的特征,采取不同的投放措施:一,将需要使用的全部材料放入到搅拌机内;二,根据材料性质存在的差异,分批次的间断性投放,这样做能在一定程度内增强材料硬度,降低搅拌工作比率,缩减成本支出;三,先将占据总体60%的质地较为粗糙原材料放入设备内,之后持续搅拌18s,然后向机械内加入水泥材料,再搅拌28s,将搅拌总时长控制在1min<sup>[3]</sup>。

混凝土浇筑工作开展中,振捣操作至关重要。施工人员开展振捣操作时,需重点注重以下内容:第一,本项目需要用到插入式振捣机器,施工过程中,要将其插入混凝土60mm—100mm,与模具边缘相距60mm,之后利用点振方式达到预期效果。该环节内禁止反复多次、力度过大操作。第二,振捣混凝土时,需严格、细致检查模板接缝位置、整体稳定程度,防止漏浆情况的发生。模板与振捣棒之间需保证一定距离。第三,振捣设备单次移动的间距为机器工作半径1.4倍,每个震动点的持续时间为25s左右,要避免与模板、钢筋预埋件等发生接触。第四,材料有浮浆出现时停止操作,避免振捣过度的情况发生;振捣作业结束后,及时完成裸露材料修整,压光<sup>[4]</sup>。第五,为降低后期出现孔洞问题的概率,需要对振捣环节进行优化,例如适当提高振捣频次;提高混凝土自密实性等。

#### (七) 后期养护

混凝土具备自收缩性,水化过程蒸发水分,需控制蒸发速度避免出现干缩裂缝,影响整体质量。在混凝土结构浇筑完成后,人员严格遵守养护操作规定完成任务,保障工程最终效果。

压光操作后,及时向裸露结构洒水,洒水次数、总量需根据具体温度、湿度确定,使其持续保持湿润状态,直至材料最终完全凝固。养护初期、中期,需将混凝土放入模板内,用喷淋的方式完成洒水,确保接缝位

置湿润程度适宜,避免由于大量缺水出现裂缝。混凝土浇筑后的24h—48h内,适当松动模板,降低后期拆模对成品的影响<sup>[5]</sup>。另外,养护工作中,还要重视材料表面温度的监测,根据表面温度改变养护水温,确保二者差距 $<15^{\circ}\text{C}$ 。

### (八) 处理孔洞及裂缝

针对已经完成的混凝土结构,若出现孔洞、裂缝问题,需对其展开进一步的处理。其中,针对孔洞部分,需优先清除孔洞及周围杂质,完成清洁后利用自密实混凝土进行灌注与压实。针对裂缝问题,若为细小裂缝,处理流程为:清理杂质和浮尘→冲洗→干燥处理→环氧浆液涂抹表面封闭。若裂缝相对较大,可沿着裂缝凿除“八”字形凹槽,清理后按照1:2-2.5比例的水泥砂浆进行填补,直至干燥凝固即可<sup>[6]</sup>。若由于外界因素所形成的荷载问题而导致裂缝,则需与监理方、施工方等协商解决。

### (九) 加入功能性设施

根据水工建筑物的具体需求,在结构中加入功能性设施,包括但不限于止水带、钢筋架构,以提高结构的稳定性和功能性。

### (十) 检测验收

项目完工后,施工方应联合设计方、监理方,展开必要的质量检测和验收,检测对象包括混凝土强度、水密性等,及时解决所发现的问题,确保施工质量符合相关要求<sup>[7]</sup>。

## 四、水工建筑物混凝土结构施工质量控制措施

实践经验表明,要想使水工建筑的施工质量达到理想水平,施工方应对以下几项工作引起重视:(1)施工前,勘测并清理施工现场,排除积水、清理杂物并处理地基,为后续施工做准备。(2)对水泥、骨料、砂浆等原材料展开检验,确保其符合相关标准和要求。对原材料的储存和保管工作提高重视力度,防止受潮、受污染等情况发生。(3)混凝土配制过程中,准确控制水泥、骨料、砂浆等原材料的比例和配比,确保混凝土的强度和稳定性。(4)施工期间,注意控制混凝土的浇筑速度、坍落度和浇筑高度,避免产生过多的空隙和孔隙,影响混凝土结构的强度还有密实性。(5)混凝土浇筑后,通过覆盖湿布、喷水养护等方式养护,保证混凝土充分硬化。(6)低温、高温情况下,需要采取加热或遮阳等措施,以防止混凝土出现冻害或早期龟裂的情况。(7)检验混凝土的强度、密实度、含水率,确保其质量符合设计要求,同时对结构尺寸、平整度、

垂直度加以检查,保证施工质量达到标准。(8)严格管理施工现场,确保环境卫生、安全生产等各项要求得到满足。定期组织培训,提高参建人员的施工技能和质量意识。(9)对施工期间各项检验和质量控制记录进行整理,建立完整的质量档案,供其他人员使用。

## 总结

水工建筑混凝土结构施工技术关系着整体工程质量,因此需掌握多方操作要点,解决安全隐患,避免运行后出现更多问题。本次研究从施工现场实际情况的角度出发,细致分析材料配制、结构浇筑、质量控制要点,对施工各个环节进行预测,并要求相关部门应加大各流程中技术应用质量控制工作,高度重视其中困难点,确保其在日后使用中展现良好效果。可以预见的是,未来混凝土结构施工技术在工程施工中的应用将更加广泛,因此,需要不断提升相关人员的基础能力,使其认识到施工现场环境问题,制定科学方案并落实,从而有效解决问题,降低迎水面条件产生的不良影响,带来更高的社会效益。

## 参考文献

- [1]蔡振宇,黄蔚,陈擎环,等.高港枢纽水工建筑物伸缩缝修复工艺浅析[J].珠江水运,2023(11):6-8.
  - [2]张元海,谢中庆,张树良,等.运营中水电站拦污栅门槽二期混凝土修复技术[J].大坝与安全,2023(2):48-52.
  - [3]徐存东,徐慧,陈家豪,等.早期受冻损伤混凝土强度预测模型研究及其配比优化[J].水电能源科学,2023,41(3):144-148.
  - [4]庾伟生.水工建筑混凝土工程施工及质量控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):172-174.
  - [5]何芝坚.水工建筑混凝土结构施工技术浅析[J].黑龙江水利科技,2023,51(04):111-113+146.
  - [6]罗青云.水工建筑混凝土抗渗抗冻性能的试验分析[J].河南水利与南水北调,2022,51(10):85-86+89.
  - [7]刘志强.水工建筑混凝土结构施工技术要点及质量控制措施[J].工程技术研究,2022,7(14):92-94.
- 作者简介:康宇佳,1989年12月7日,汉,安徽省阜阳市,本科,中级职称(工程师)。研究方向:水利水电工程。