 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i2.9298

Analysis of Construction Technology of Concrete Structure in Hydraulic Engineering

Datian Zhang

Guangdong Construction Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 511340, China

Abstract

As a fundamental public infrastructure project, hydraulic engineering plays a vital role in water resource coordination, scheduling, and utilization. Concrete structure construction constitutes a critical component of hydraulic structures, where its quality directly determines the functionality of flood control, irrigation, and power generation systems. Therefore, enhancing the management and analysis of concrete structure construction techniques is imperative. Construction units should focus on key stages—including preparatory work, concrete mix design, formwork installation, reinforcement work, concrete pouring and vibration, and curing—to clarify technical application points and construction precautions. By integrating technical controls and on-site management, the quality and standards of concrete structure construction can be effectively ensured.

Keywords

hydraulic engineering; concrete structure construction; key process points; construction quality

水工建筑混凝土结构施工工艺分析

张大甜

广东省建筑集团股份有限公司，中国·广东 广州 511340

摘　要

水利工程作为基础民生工程在水资源协调、调度和开发利用上起到了重要作用。而在水工建筑中混凝土结构施工是十分重要的组成部分，其施工质量将会直接影响水利工程防洪、灌溉、发电等相应功能能否正常使用。因此加强水工建筑混凝土结构施工工艺管理和分析是十分必要的，施工单位可以从施工前期准备、混凝土配合比设计、模板工程、钢筋工程、混凝土浇筑与振捣、养护等关键阶段明确工艺应用要点，明确混凝土结构施工的注意事项和施工要点，配合技术控制和现场管理保障混凝土结构施工的质量和水准。

关键词

水利工程；混凝土结构施工；工艺要点；施工质量

1 引言

水利工程是中国基础设施建设的重要组成部分，水利工程建设质量对于中国水资源调控、防灾减灾、能源供给起到了至关重要的影响，而水工混凝土结构作为闸坝、溢洪道、输水隧洞、渡槽等相应核心建筑物的核心载体，长期面临水环境侵蚀、温度应力变化、水流冲击等复杂工况的考验，必须加强对混凝土结构施工的关注和重视，提高施工质量和施工水准，只有这样才可以确保水利工程的功能作用能够有效发挥，可从如下几点着手加强工艺管理。

2 前期准备

前期准备是确保水利工程混凝土结构施工能够顺利推进、有序开展的重要基石，可以为后续各项工作的推进奠定良好的基础和保障，在前期准备工作落实的过程中可以从技术准备、材料准备、现场准备三大关键要点出发加强管控。

在技术准备工作落实的过程中施工单位需提前落实勘探工作，明确拟建区域的实际情况，并根据工程合同明确施工质量验收标准，对施工设计方案作出进一步的优化和调整，保证施工设计的针对性、适切性和科学性。在材料管理上需根据施工设计图纸明确在施工建设过程中所需要应用到的材料及不同材料的数量要求和性能要求，拟定材料采购计划，做好市场调查，购买质优价廉的材料，加强运输环境和储藏环境管理，避免在运输、储藏过程中材料出现形变、质量受损等相应问题。在材料进场应用之前还需要落实二次检测，根据不同原料确定检测项目，如表 1 所示，确保材料达标。

【作者简介】张大甜（1989–），女，中国江苏徐州人，本科，工程师，从事水工施工/水工建筑研究。

表 1：不同原料的检测项目

材料名称	检验项目
水泥	安定性、凝结时间、强度
细骨料	含泥量、泥块含量、颗粒级配
粗骨料	含泥量、针片状含量、压碎指标
外加剂	减水率、凝结时间差
掺合料（粉煤灰）	烧失量、需水量比

在现场管理上需要做好功能区划分，明确不同区域的主要作用，将施工现场划分为原料堆放区、钢筋加工区、模板制作区、混凝土搅拌站、浇筑作业区等不同区域。同时，原材料堆放区需设置隔离设施，避免混杂污染，水泥需放在防雨防潮的仓库内，并控制其堆高在 10 袋以下。搅拌站应配备自动配料系统，精准控制不同原料的输出体量。在此基础之上还需要对现场交通和排水设施进行完善，为施工建设工作的开展提供良好的环境基础。

3 混凝土配合比设计

在混凝土结构施工中混凝土配合比对混凝土的质量、性能和强度会起到至关重要的影响，因此做好配合比设计是十分必要的。在混凝土配合比设计中应坚持强度达标、性能优越、施工可行、经济合理的原则，从水胶比、砂率、单位用水量、外加剂掺量等关键维度出发确定配合比的核心参数。在具体参数数值分析的过程中工作人员应确定配制强度，根据设计强度等级和施工单位混凝土强度标准差，按特定公式来完成配制强度的计算，然后确定水胶比、单位用水量、胶凝材料用量、砂率及骨料用量。在此基础之上则需要在施工现场进行试验，分析、判断参数调整后混凝土的强度、耐久性是否达到标准要求，若不达到要求则需要进一步对参数进行调整，直至各项性能达标确定最终配合比。此外，在混凝土配合比设计和分析的过程中还可能会涉及到大体积混凝土施工的问题，这时工作人员则需要紧抓水化热控制这一关键要点，可通过引入低水化热水泥、掺加优质掺合料、配合缓凝性减水剂的应用尽可能减少水泥用量，避免水化热问题致使混凝土出现裂缝、气泡等相应问题。

4 模板工程施工

模板施工是确保混凝土结构形状、尺寸及位置准确的重中之重，在模板施工中可以紧抓模板设计与制作、模板安装、模板拆除三大关键要点加强工艺控制。在模板设计与制作中需根据混凝土结构类型、施工荷载及混凝土浇筑方式明确模板的强度、刚度和稳定性要求，确保模板能够承受浇筑及振捣时的各项荷载。在此之后则需要展开模板制作工作，需根据前期设计方案明确制作的精度要求，确保模板拼接边缘严密，避免出现漏浆问题。以钢模板制作为例，在模板制作的过程中应紧抓边长、对角线、面板局部不平度等相应关键参数，明确允许偏差，加强质量控制。此外，在模板制作的过程中还需要紧抓螺栓、销钉等相应模板连接件，分析其强度要求及在施工过程中的间距要求。若在施工过程中涉及到翻转模板、装饰模板等特种模板还需要通过专项设计确保其周转使用性能和成型效果。

在模板安装的过程中应坚持先内后外、先下后上、分层安装的原则，提前做好基层表面的清理工作，去除基层表面的浮浆、杂物，严格按照设计要求弹线定位，保障模板位置准确。在模板安装的过程中需设置支撑体系，如立柱、斜撑、拉杆等，保障支撑点落在坚实基础上。同时需确定模板安装精度规范，从轴线位置偏差、高程偏差、表面平整度偏差、相邻模板接缝高差、接缝宽度等多个维度确定参数要求。若模板为曲面结构模板，可通过分段拼接确保每段弧度偏差在 3mm 以下，以此来保障曲面光滑连续。在模板安装结束以后需要落实验收工作，着重关注支撑体系是否稳定、模板位置是否准确、模板的尺寸精度是否达标、接缝是否严密，只有经过验收才可以落实后续工作。

在模板施工的过程中还涉及到了模板拆除问题，这就需要在混凝土浇筑结束以后做好混凝土强度观察，根据混凝土的强度特性确定模板拆除时间。在模板拆除过程中应遵循先支后拆、后支先拆、从上至下的原则。为确保模板拆除质量可在拆除的过程中安排专业工作人员进行现场监督，确保拆除过程缓慢有序，避免暴力拆卸导致混凝土结构受损或模板损坏。拆除的模板应及时维修清理，去除表面的残渣及脱模剂，分类存放备用，为后续的循环使用打下基础 [1]。

5 钢筋工程

钢筋是水工混凝土结构的受力核心，钢筋加工、连接、安装质量对于混凝土结构的强度、承载力会起到至关重要的影响，需结合水工混凝土施工规范来明确钢筋工程的施工工艺要点加强工艺控制和管理。在钢筋工程开展之前工作人员需做好钢筋材料的选择与加工，一般情况下在水工建筑中钢筋多选用 HRB400 或 HRB500 级钢筋，可确保其性能、强度达到标准要求。在钢筋进场之前除了需要检查产品合格证和出厂检验报告以外，还需通过抽样检测的方式分析其屈服强度、抗拉强度、伸长率和冷弯性能是否达到标准要求。在此之后则需要进行钢筋加工，包括但不限于调直、切断、弯曲成型等相应工艺，可选择对应的仪器设备（如切断机）辅助钢筋加工，提高钢筋加工效率和质量。

在钢筋工程中还涉及到钢筋连接问题，可通过绑扎连接、焊接连接和机械连接等多种连接方式满足连接要求。具体需要根据钢筋直径、受力情况和施工条件对连接方式作出适当调整：绑扎连接多应用于直径小于 25mm 的钢筋，需注意搭接长度的要求。焊接连接多应用于直径为 16~40mm 的钢筋连接中，可通过闪光对焊、电弧焊等相应方式进行钢筋连接，但在焊接结束以后需对焊接接头进行力学性能检验，尤其是在电弧焊连接以后需着重分析是否存在夹渣、气孔、裂纹等相应缺陷问题。机械连接即通过滚轧直螺纹连接、锥

螺纹连接等相应的连接方式，多应用于直径超过 20mm 的钢筋连接当中，在连接结束以后需通过抽样检测分析其抗拉强度、接头等级是否达到标准要求 [2]。

在钢筋安装中需根据设计图纸来明确不同钢筋的安装位置以及安装顺序，一般情况下应先完成底层钢筋安装再落实上层钢筋安装，先展开主钢筋安装，然后进行分布钢筋安装。在钢筋安装中应预留保护层厚度，同时还需控制钢筋安装偏差。

6 混凝土浇筑

在混凝土浇筑前应落实仓面清理工作去除仓面基岩和老旧混凝土表面的浮浆、浮碴，落实凿毛工作，凿毛深度可以控制在 5mm 以下，确保能够露出新鲜混凝土面或岩石面即可。然后需要借助高压水对仓面进行冲洗，根据设计图纸检查模板、钢筋及预埋件安装位置是否准确、牢靠，然后检查设施设备，确保设施设备处于最佳运转状态。在混凝土浇筑中应坚持先低后高、分层浇筑、连续推进的原则，避免出现冷缝 [3]。浇筑层厚应根据振捣设备的性能特质来做出调整，例如若选用的振捣设备为插入式振捣器，分层厚度可以控制在 500mm 以下。若为表面振捣器分层厚度则应当控制在 200mm 以下；若涉及到大型混凝土浇筑、需要引入大型强力振捣设备，这时可适当提高浇筑厚度数值控制在 750mm 以下。在浇筑作业开展的过程中浇筑速度需视运输能力和拌合能力而定，同时在混凝土浇筑的过程中还需明确允许间隔时间，根据混凝土强度等级和气温条件来做出针对性调整，如表 2 所示。

表 2：混凝土浇筑允许间隔时间

混凝土强度等级	气温 ≤25℃	气温 >25℃
C30 及以下	210min	180min
C30~C45	180min	150min
C50 及以上	150min	120min

在此之后则需要展开混凝土振捣工作，振捣工艺要点需根据振捣器具体问题具体分析，若选用插入式振捣器则需明确混凝土插入深度，确保振捣器能够深入到下层混凝土 50~100mm，同时需控制移动间距，确保移动间距为振捣器有效半径的 1.5 倍，并控制振捣器与模板的距离。在振捣的过程中应着重关注混凝土粗骨料是否存在显著下沉、表面是否开始泛浆，避免欠振、漏振问题。若选用平板式振捣器则需控制重叠宽度，保障宽度数值大于 50mm，以缓慢、均匀、连续的原则落实振捣作业。

7 混凝土养护

混凝土养护工作对于混凝土的强度性能也会起到较大的影响，在混凝土养护工作落实的过程中应坚持具体问题具体分析的原则，根据施工区域的气候特点来明确混凝土的养护标准和养护要求，确定具体的养护方案，例如在混凝土表面洒水、覆盖土工布等，养护时间需根据混凝土的强度而定。

8 结语

在水工建筑施工中混凝土结构施工是十分重要的环节，对于水工建筑功能能否有效发挥会起到极大的影响，必须加强混凝土结构施工的工艺管控。可从准备阶段、混凝土设计阶段、模板工程、钢筋工程、浇筑与振捣、养护工程等相应关键环节出发，明确不同环节的工作要点，加强工艺管理和技术控制，提高施工质量和施工水准。

参考文献

[1] 卢振彪. 水工建筑混凝土结构施工技术要点分析 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (27): 103-105.

[2] 李晓峰. 高层建筑混凝土结构施工工艺优化分析 [J]. 四川建材, 2025, 51 (05): 146-148+152.

[3] 范梅香. 水工建筑混凝土结构设计与施工质量监理控制分析 [J]. 水上安全, 2024, (24): 109-111.