

模板工程技术在水利工程施工中的应用

李翠丽

周口市河湖事务中心 河南 周口 466000

摘要: 模板工程作为水利混凝土施工的核心支撑体系, 直接决定结构成型质量与施工效率。本文围绕固定式、移动式、滑动式、装配式及异形定制五类模板技术展开分析, 梳理各技术在大坝、渠道、水闸、隧洞及护坡等场景的适配逻辑, 并从选材拼装、支撑加固、密封防渗、拆除时序等维度归纳关键工艺要点。在此基础上, 本文探讨结构适配优化、工序精细化管理、材料循环利用及质量安全过程管控等保障措施, 为水利模板施工的规范化与高效化提供参考。

关键词: 模板工程; 水利工程; 施工技术; 混凝土结构; 质量管控

引言: 水利工程建设中, 混凝土结构的成型质量与模板工程技术水平密切相关。不同水工结构在体量、形态与工况上差异显著, 对模板体系的刚度、适配性与施工效率提出了多层次要求。固定式、移动式、滑动式、装配式及异形定制等技术各有侧重, 分别适用于基础浇筑、线性结构、高耸构筑物、标准化构件及特殊造型等场景。深入梳理各类模板技术的适用条件与工艺要点, 对提升水利施工质量、降低资源消耗具有现实意义。

1 水利工程模板工程的常用技术类型

1.1 固定式模板技术

固定式模板技术是水利工程基础施工中应用范围较广的传统模板施工技术。该技术通过支架体系与加固构件将模板结构固定于施工设计位置, 施工全程保持模板位置与形态固定不变, 直至混凝土浇筑成型且强度达标后开展拆除作业。模板结构多采用实木板材、复合板材或定型钢材制作, 整体结构稳定性较强, 能够承受混凝土浇筑过程中产生的侧压力与冲击力。该技术适配体型规整、施工点位固定的水工结构施工, 整体施工流程简洁, 结构成型均匀性较好, 对现场施工设备与施工技术门槛要求较低, 能够稳定保障基础水工构筑物的施工质量。

1.2 移动式模板技术

移动式模板技术依托专属行走支撑结构搭建模板体系, 可依托轨道或地面支撑结构完成整体位置挪动^[1]。该技术摆脱固定模板单次搭设单次使用的局限, 模板整体搭设完成后, 可根据施工进度完成分段移位作业, 持续服务连续浇筑施工场景。模板整体刚度与整体性经过专项优化, 移位过程中可保持结构形态完整, 不会出现变形、偏移等问题。此类技术多用于渠道衬砌、长距离

堤身、连续闸墩等线性、重复性水工结构施工, 能够有效缩减模板反复搭设与拆除产生的工期损耗, 提升规模化施工的整体效率。

1.3 滑动式模板技术

滑动式模板技术适配竖向高度较大、断面形态统一的高耸水工结构施工。该技术依靠液压顶升设备驱动模板体系沿结构竖向缓慢攀升, 依托混凝土分层凝固的时间规律, 完成连续不间断的浇筑作业。模板攀升速度与混凝土凝固速率相互匹配, 保障每层浇筑结构均可稳固衔接, 规避分层浇筑产生的施工缝隙。整套施工体系集成度较高, 大幅减少高空零散施工工序, 有效提升高耸水工结构施工的连续性与整体性, 结构成型后的整体性与抗渗性能更为优异。

1.4 装配式模板技术

装配式模板技术采用标准化、模块化的预制模板构件开展现场拼装施工, 所有构件均在工厂完成标准化加工制作, 运输至施工现场后通过拼接、紧固方式组合为完整模板体系。构件尺寸、刚度、平整度均符合行业标准化施工标准, 现场拼装作业无需复杂加工工序。模板构件可实现多次拆装与循环利用, 损耗率较低, 能够有效控制工程施工耗材成本。标准化的构件配置模式可稳定把控施工精度, 适配多数常规水工混凝土结构施工, 契合水利工程绿色施工与高效施工的发展需求。

1.5 异形定制模板技术

异形定制模板技术针对水利工程中断面复杂、形态特殊的非标准水工结构研发应用。常规标准化模板无法适配曲面、变截面、不规则异形结构的施工需求, 该技术根据结构设计参数精准定制模板尺寸与造型, 完全贴合构筑物的异形结构轮廓。模板制作前依托精准的结

构测绘数据与设计参数开展专项加工,保障模板曲面弧度、截面尺寸等关键参数符合施工设计标准。该技术可精准完成导流洞、异形闸体、曲面坝面等特殊水工结构的浇筑施工,有效解决异形结构成型精度不足、外观平整度较差的施工难题。

2 模板工程技术在水利施工中的核心应用领域

2.1 大坝主体结构施工应用

大坝主体属于大体积竖向水工结构,整体建设标准严苛,对结构整体性与防渗能力有着极高要求。模板工程技术的合理运用可以规范大坝混凝土浇筑流程,把控坝体断面尺寸与表面平整度^[2]。高耸坝体的连续浇筑作业可依托爬升式模板体系完成,减少分层浇筑带来的结构缺陷。规整坝段的基础浇筑作业可选用固定模板结构,维持施工阶段的结构稳定性。各类模板技术的组合运用可以优化坝体施工工序,让大体积混凝土结构成型更为规整,提升坝体整体承载能力与防渗性能。

2.2 渠道及堤防工程施工应用

渠道与堤防工程多为线性延伸式结构,施工区间跨度大,重复施工工序较多。模板工程技术主要服务于渠道衬砌与堤防固化浇筑作业,线性规整的渠身与堤身施工可采用移动式模板体系,减少反复搭设模板产生的工序冗余。模板结构的精准定位可以保障渠道断面尺寸统一,保障输水断面符合工程设计标准。堤防坡面与顶面的混凝土浇筑可依托适配模板固定形态,提升堤防结构密实度,强化防洪防渗的基础性能。

2.3 水闸与泵站结构施工应用

水闸与泵站包含闸室底板、闸墩、泵体基础等多种规整混凝土结构,构件承载负荷大,安装精度要求严格。模板工程技术可以精准约束各类构件的浇筑形态,保障闸墩竖向垂直度与底板水平度满足施工规范。固定式模板多用于厚重基础与固定闸体结构施工,保障浇筑过程结构不发生位移形变。装配式模板可适配闸室零散构件的快速施工,提升现场拼装浇筑效率,保障水闸与泵站整体结构的稳定性与运行可靠性。

2.4 隧洞进出口及翼墙施工应用

隧洞进出口及配套翼墙结构存在曲面与平直结构结合的形态特征,结构造型相对复杂。常规标准模板难以适配进出口曲面轮廓的浇筑需求,异形定制模板可以贴合隧洞进出口的曲面结构形态,保障轮廓尺寸贴合施工设计标准。翼墙规整立面可搭配固定模板完成浇筑,维持墙体结构垂直度。针对性的模板选型能够消除异形结构浇筑产生的尺寸偏差,提升隧洞进出口衔接的平顺程度,保障水流通行的稳定性。

2.5 护坡及附属构筑物施工应用

水利工程护坡结构多为坡面倾斜式混凝土面层,配套的防护墩、检修平台等附属构筑物结构形态多样。模板工程技术可以适配坡面浇筑的施工需求,通过定型模板固定坡面浇筑厚度与表层平整度,提升护坡整体抗冲刷能力。各类小型附属构筑物可采用装配式模板快速施工,适配零散化、多类型的施工场景,保障附属结构成型质量统一,完善水利工程整体防护体系。

3 水利工程模板施工的关键工艺与实施要点

3.1 模板选材与适配工艺

模板选材需结合水工结构施工工况、浇筑体量与结构造型开展综合研判,匹配性能参数达标的施工材料^[3]。板材强度、硬度与抗变形性能需满足混凝土侧压力承载需求,临水区域施工选用具备良好防潮防腐性能的模板材料,延缓潮湿环境对板材的侵蚀损耗。大面积规整结构施工选用刚度均匀的定型板材,异形结构施工搭配柔性适配板材或定制化构件。选材过程同步核对材料表面平整度与完整度,剔除存在破损、变形、开裂问题的物料,依据施工区域结构特征完成材料规格的精准适配。

3.2 模板拼装与拼接处理工艺

模板拼装作业遵循精细化施工原则,依托施工放线基准线完成板材对位安装,逐步调整板面平整度与整体平直度。拼装过程控制板材之间的对接间隙,保持板面衔接紧密平整,避免错台问题出现。拼接位置依托专用连接件完成固定压实,统一拼装受力标准,让整体板面受力状态保持均衡。完成拼装作业后对整体板面开展全面校验,微调局部错位部位,保障整体结构规整统一,为后续混凝土浇筑奠定平整的施工基础。

3.3 模板支撑与加固布设要点

支撑与加固体系布设需贴合模板整体受力特征,合理排布支撑杆件与加固构件的分布密度。重点强化结构边角、板面中部、竖向高板等受力集中的关键区域,提升整体结构抗形变能力。支撑杆件保持垂直规整布设,底端贴合基面实现稳固支撑,杜绝悬空受力的施工隐患。加固构件紧固力度保持均匀,规避局部压力过大造成的板面凹陷或受力不均问题,让整套模板体系具备充足的承载刚度与结构稳定性。

3.4 模板密封性与防渗漏处理工艺

模板密封性处理围绕拼接缝隙、板材接缝与构件对接位置开展系统化施工。细微缝隙可通过专用密封填充材料进行封堵处理,阻断混凝土浆液渗漏通道。板面接缝位置做好平整压实处理,减少缝隙留存概率。施工

前期全面排查模板体系各类拼接点位,清理缝隙内部残留杂物,保障密封材料贴合紧密。完善的密封处理可以规避混凝土浇筑过程出现的漏浆、砂面、蜂窝等质量缺陷,提升结构表层密实度与外观质量。

3.5 模板拆除时序与操作规范

模板拆除作业严格依照混凝土结构凝固强度标准把控施工时序,不同部位结构达到规定强度后方可启动拆除工序。拆除作业遵循分层分步的施工模式,按照先加固构件后支撑体系、先非承重区域后承重区域的顺序推进。作业过程控制操作力度,避免蛮力撬动对混凝土表层造成磕碰损伤。拆除后的模板构件有序堆放规整,做好表层防护处理,减少构件损耗,为后续重复利用创造良好条件。

4 水利工程模板施工的优化与保障措施

4.1 模板结构适配性优化方法

模板结构优化围绕水工构筑物结构形态与施工环境条件开展针对性调整升级。施工前期结合构筑物设计参数细化分析结构受力特征、外形轮廓与浇筑体量,对常规模板结构进行微调改造,适配不同施工区域的建设需求。规整结构施工可统一优化模板板面刚度与整体平整度,强化结构受力均匀程度^[4]。复杂曲面及变截面施工可依托定制化加工模式调整模板造型,贴合特殊结构的施工轮廓。通过优化杆件排布方式与板面构造形式,提升模板体系与水工结构的匹配程度,减少施工偏差产生的概率。

4.2 施工工序精细化优化策略

施工工序精细化优化以细化作业流程、规范操作标准为核心方向。梳理模板施工全流程作业内容,细化每道工序的操作标准与质量管控细则,压缩粗放式作业带来的质量波动空间。严格规范施工放线、板材对位、加固布设、密封处理等关键环节的操作流程,统一现场作业执行标准。对工序衔接环节进行细化梳理,补齐工序衔接中的流程漏洞,保障各施工环节有序推进。细化的工序管控模式可以提升整体施工规整度,稳步提升混凝土结构成型精度。

4.3 模板重复利用与降耗优化方式

降耗优化聚焦模板材料全生命周期管控,提升各类施工板材与构件的循环使用效率。优先选用耐磨度高、抗腐蚀能力强的优质模板材料,延缓施工环境对构件的磨损侵蚀。现场作业过程规范人员操作行为,减少野蛮施工造成的板材破损、变形问题。构件拆除后及时开展表层清理、缺陷修复与规整堆放工作,做好防潮防损防护处理。依据构件损耗程度分类管控,筛选完好构件投

入后续施工,降低全新材料的采购用量,有效控制工程施工的资源消耗与建设成本。

4.4 施工现场质量过程管控举措

施工现场质量管控落实于模板施工全流程,依托动态管控模式把控施工细节。施工前期对进场模板材料、支撑构件、密封耗材开展质量核验,杜绝不合格物料投入现场作业。施工过程定期核查模板板面状态、加固体系稳定性与拼接密封效果,及时整改细微偏差与施工隐患。浇筑作业阶段持续监测模板状态,及时处理形变、缝隙扩张等各类问题。全程动态化的质量管控可以及时规避各类质量缺陷,保障模板施工整体品质符合工程建设标准。

4.5 施工安全过程保障措施

施工安全保障围绕现场作业环境、设备状态与人员操作开展全方位管控。定期检查支撑加固体系、高空作业平台与施工设备的运行状态,及时更换老化破损构件,消除设备运行隐患。规范现场作业人员操作行为,落实专项作业管控要求,杜绝违规操作行为^[5]。合理规划施工现场作业区域,划分作业边界与防护范围,完善现场防护设施,规避高空作业、模板拆装作业中的安全风险。常态化的安全管控模式可以稳定现场作业环境,筑牢水利模板施工的安全防线。

结束语

模板工程技术是水利施工中不可替代的结构成型工艺,从大坝主体到渠道堤防,从水闸泵站到隧洞翼墙,不同技术类型在各自适配的工况中发挥着定形保质的作用。选材适配、拼装处理、支撑加固、密封防渗与拆除操作构成完整的工艺链条,而结构优化、工序精细化、材料降耗、质量管控与安全保障则为施工品质提供了系统性支撑。唯有将技术选型与施工管理深度融合,方能切实提升水利工程混凝土结构的成型精度与整体性能,为工程长期安全运行奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 田毅博. 模板工程技术在水利工程施工中的应用[J]. 河南水利与南水北调,2025,54(1):44-45,50.
- [2] 刘宝强. 模板工程技术在水利工程施工中的应用研究[J]. 现代工程科技,2024,3(11):85-88.
- [3] 王正,张平,戴成根. 模板工程技术在水利工程施工中的应用[J]. 工程建设与设计,2022(4):148-150.
- [4] 米彦波. 模板工程技术在水利工程施工中的应用[J]. 大武汉,2022(17):263-265.
- [5] 李安超. 水利工程施工中模板工程技术的应用[J]. 中国住宅设施,2022(6):1-3.