

模板工程施工技术在水利工程中的应用

王建华

开封黄河工程开发有限公司 河南 开封 475000

摘要: 水利工程作为国家基础设施建设重要组成部分, 涉及水资源合理开发与利用方面, 影响防洪、灌溉、发电、航运以及生态环境等多方面。伴随科技进步与工程实践深入, 水利工程呈现规模日益扩大、结构日趋复杂态势, 对施工技术有更高要求。模板工程施工技术作为混凝土浇筑前关键环节, 其质量和效率与水利工程整体质量、施工进度以及成本控制直接相关。本文旨在深入探讨模板工程施工技术在水利工程中的应用, 为提升我国乃至全球水利工程建设水平提供理论支持与实践指导。

关键词: 模板工程; 施工技术; 水利工程

引言: 在于为混凝土浇筑提供形状准确、尺寸精确、支撑稳定的临时结构, 确保混凝土按设计要求成型, 达预期强度与耐久性, 是模板工程的主要作用。离不开模板工程精确施工, 在水利工程中, 有大坝、水闸、隧洞、泵站等结构。材料科学、信息技术以及自动化技术飞速发展而不断革新。模板工程施工技术, 从传统木模板、钢模板, 到如今广泛应用的铝合金模板、塑料模板至智能模板系统, 其每一次技术迭代都极大地推动了水利工程建设的现代化进程。

1 模板工程在水利工程中的应用特点

1.1 水利工程中模板施工的复杂性

水利工程通常规模较大, 包括大坝、引水渠、泵站、泄洪道等设施, 涉及繁多结构种类混凝土结构、钢结构以及复合材料结构等, 故而在其工程里, 模板施工工作内容甚为繁重。不同结构需采用不同类型模板, 如现浇混凝土结构常采用木模板、钢模板或塑料模板, 复杂水下结构和大型构筑物, 则可能需定制化模板系统。这些根据结构特点进行详细计算和规划, 确保施工精度和结构安全的模板设计与制作。基于水利工程通常涉及大规模土方工程、混凝土浇筑、钢筋绑扎等多个施工环节, 模板在各环节需承担不同任务, 所以在大坝建设中, 模板既要承受混凝土浇筑时的巨大压力, 又要确保混凝土的浇筑质量和密实度, 所以其选择和施工方式得与水利工程总体设计紧密配合^[1]。

水利工程常建于山区、河流、湖泊等环境较复杂地区, 这使得对模板施工要求更高, 因施工地点多交通不便、地形起伏大, 模板运输与安装需解决一系列技术难题。在一些偏远地区, 模板材料运输或靠人工或靠简易运输工具, 且施工会受天气、地理条件等因素影响, 大增施工难度。

1.2 模板选择的考虑因素

模板的承载能力、使用寿命、表面效果等受其材料的直接影响, 常见的有木模板、钢模板、塑料模板、铝合金模板等这类模板材料, 每种材料均存在优缺点, 木模板造价低且适用范围广, 可其易受潮腐烂且重复使用次数少。钢模板有较高刚度与重复使用能力, 但存在重量较大、搬运和安装不便的情况, 所以在水利工程当中, 需根据工程规模、施工周期、经济条件以及施工难度对模板材料的选择加以综合考虑。

水利工程工期方面, 模板施工效率至关重要, 因水利工程量较大, 需大量模板支撑、浇筑, 其安装、拆卸、清理周期长短会影响工程的进度。为提高施工效率, 模板设计应尽量简化、标准化、模块化以方便安装、调整、拆除, 采用预制模板、可调模板等形式可显著缩短施工时间、提高效率, 且水利工程中模板常需在多浇筑环节使用, 故其重复使用性重要, 若使用次数少, 会增加整体工程成本。不同材料的模板其重复使用能力各有不同, 钢模板和铝合金模板一般有着较长使用寿命且重复使用能力较强, 木模板却在使用过程中易损坏, 而重复使用次数相对较少, 所以要依据工程预算、施工周期以及长期使用需求, 对模板的重复使用性合理加以选择。

2 模板工程施工技术在水利工程中的具体应用

2.1 大坝混凝土结构模板施工

大坝混凝土模板施工中最常用的两种类型为木模板与钢模板, 其中木模板适用于对经济性要求较高, 尤其在工程初期阶段因成本相对较低, 而适合小规模混凝土浇筑。钢模板则凭借强度高、稳定性好、可重复使用性强的特点广泛应用于大坝的大体积混凝土施工中, 且其支撑系统较为复杂, 通常要与钢管、支撑架等辅助设备共同使用, 有效提高模板的强度和稳定性。滑模施工

技术作为一种在混凝土浇筑期间模板随混凝土浇筑逐步上升的技术,其应用可有效提高施工效率,于大坝高大结构的混凝土浇筑中优势明显,具有较强适应性以满足复杂施工要求且兼具施工速度快、质量稳定等优点,在大坝施工时主要应用于坝体部分,尤其应用在需精确控制混凝土浇筑厚度的部位。

大体积混凝土的模板施工技术作为大坝施工中的重要组成部分,鉴于大坝往往需大量混凝土浇筑,大体积混凝土施工易产生温度应力,致使混凝土开裂或变形,故而在进行大体积混凝土浇筑时需特别注意。模板的选择及施工技术就显得尤为关键,其模板系统须具备较强抗压和抗变形能力以及较好的温度控制能力。这要求模板支撑系统需保证模板稳定,避免因温度变化引起变形,确保大坝结构完整性。随着科技发展,近年来自动化施工技术逐渐用于模板施工,在大坝混凝土施工中自动化模板施工系统可实现模板自动安装、调整与拆卸,减少人工操作提高施工效率,同时其还能在模板施工过程中,实时监控以确保模板施工精度与质量,降低人工误差提升大坝施工质量^[2]。

2.2 隧洞与渠道模板施工

隧洞与渠道模板设计需依据结构具体要求作精密计算,要考虑隧洞断面形状、尺寸及施工时混凝土浇筑要求,尤其在圆形或拱形隧洞,其模板曲面设计极为关键。对于渠道模板,设计要顾及渠道开挖宽度、深度和坡度,保证能牢固支撑混凝土并达所需形状。模板材质选择对施工质量意义重大,在隧洞与渠道施工中,常见模板材料有木模板、钢模板、铝合金模板、塑料模板等,其中木模板多用于小规模施工,成本低但使用寿命短,钢模板强度高、耐用性强,适用于大规模、高强度工程,铝合金模板与塑料模板轻便,适合对模板重量和施工环境要求高的工程。

在要求精度高、速度快、稳定性模板安装过程中,因隧洞施工时地下环境有所限制,模板支撑系统搭建可能存在困难,故而通常采用钢支撑架、钢管架等形式,保证模板在混凝土浇筑时,不发生位移或变形,其合理布局能有效分担混凝土浇筑产生压力,避免模板受力过大变形。模板施工完成后,混凝土浇筑与振捣作为确保结构质量重要环节,在隧洞与渠道模板施工中浇筑混凝土时,需确保其均匀性和密实性避免出现裂缝,气泡或空洞且振捣应根据模板形状和尺寸调整,确保不影响模板稳定性。

2.3 水电站基础与上部结构模板

水电站通常由大体积混凝土结构组成,受地质条件

和水流影响,需采用高强度、大体积的混凝土浇筑技术。涉及厂房、输水建筑物、引水建筑物等多个复杂混凝土构件的水电站上部结构。在混凝土浇筑过程中作为不可或缺工具,主要用于支撑和固定混凝土形态,确保施工精度和结构强度,有效控制混凝土浇筑时形状和尺寸确保构件几何精度的模板。因水电站基础和上部结构各个构件通常存在较大尺寸和复杂形态,而对其要求较高的模板系统。通过合理的模板设计确保混凝土在浇筑过程中,稳定保持所需形态,避免变形或收缩,模板支撑结构对混凝土受力状态至关重要,有效防止浇筑时产生不均匀压力,保证密实度与均匀性,进而提高抗压强度和耐久性,且模板设计与施工还需考虑混凝土养护需求,确保其在硬化过程中获得良好支持。

在水电站基础及上部结构施工时,鉴于工程规模与复杂性,模板系统选择至关重要,其可分钢模板、木模板、塑料模板、组合模板等类型。在水电站建设中常采用钢模板与组合模板两种系统,钢模板具有强度高、耐用性好、易于重复使用特点,很适合大规模、高强度混凝土浇筑施工,组合模板则依据施工现场具体情况能灵活选择不同类型模板组件,满足施工要求。在水电站施工中,模板设计需满足混凝土浇筑基本需求的同时,还得考虑到诸如模板支撑系统、拆卸方便性、施工安全性等诸多因素,要依据水电站基础和上部结构的不同特点,选择合适的模板结构形式,确保其稳定性与可操作性。要考虑到模板同钢筋、混凝土的协调性,确保能承受浇筑过程中产生巨大压力及温差引起的变形。

3 模板工程施工技术的创新与发展

3.1 新型模板材料与技术

在水利工程施工中,用于浇筑混凝土支撑和成型,确保混凝土结构达设计要求的重要工具即模板,其使用不但关系到工程施工精度,且涉及使用周期、拆除方式、重复利用率等方面,故而模板的材料及施工技术在水利工程中极为重要。传统的木模板、钢模板、铝合金模板等是主要的模板材料,它们虽在水利工程中被广泛应用,但随着施工效率、经济效益、环保要求提升,出现诸多新型模板材料,纤维增强复合材料模板(FRP模板)及新型塑料模板等,这些新材料的应用有效提升了水利工程施工效率与工程质量^[3]。

以纤维增强塑料为基材的纤维增强复合材料模板材料,具有重量轻、强度高、耐腐蚀等优点。水利工程施工时,水环境的特殊性常对模板材料有更高要求。传统钢模板和木模板存在容易受潮腐烂问题,尤其在长期与水接触的水利工程中,稳定性保持往往困难。而FRP模板

能有效避免上述问题,凭借其抗腐蚀性可在各种恶劣环境下长时间稳定工作且使用寿命长。相比传统模板,塑料模板具有重量轻、操作方便、表面光滑优势,能减少混凝土表面瑕疵以达更高表面质量。塑料模板的耐水性和抗冻性,使其在水利工程中尤为适用,既能提高施工效率,又能降低人工操作强度,还可提升施工安全性。

3.2 智能化与自动化技术在模板施工中的应用

以模板工程施工起点的模板设计而言,传统主要依赖人工计算与设计的方式,效率低且易出错。随着智能化技术发展,现代已逐步引入计算机辅助设计(CAD)及建筑信息模型(BIM)技术。借助BIM技术,模板设计可在三维空间可视化建模,对模板施工过程仿真模拟,提前发现设计问题,避免施工因设计缺陷而出现的问题。智能化设计系统能依据现场施工条件、工期要求、材料特性等多维度数据,自动生成最优模板设计方案,这些方案既精确,又可依不同施工环境自适应调整,提升了模板设计的灵活性与可操作性。

模板生产通常需大量人工操作,受人工因素影响生产效率与质量状况,而自动化生产线引入,则为此提供有效解决方案。借助数控技术及自动化生产设备,可使模板生产过程达高度标准化与精确化,在其生产过程中自动化设备,经计算机程序控制能精准切割、焊接、组装模板材料,确保尺寸与结构符合设计要求。自动化生产线高效运转可大幅提升生产效率,缩短生产周期并降低生产成本。在生产完成后的模板,其运输和安装环节,传统上往往依赖大量人工操作,劳动强度大且易发生误操作,进而影响施工进度与安全。而随着自动化设备的应用得到了极大优化,其中智能化的模板运输系统,可依据施工现场实际需求自动规划运输路线,凭借自动驾驶设备实现精准搬运,自动化安装设备能依照预设安装方案自动完成精准定位与安装,大大提高安装效率与安装质量。智能化系统还能实时监控进度,通过数据分析预测可能出现的问题,及时调整施工方案,确保施工过程顺利进行。

3.3 绿色施工与环保技术

绿色施工这种施工方式是指在施工过程中,充分利用资源和能源、减少对环境负面影响、提升施工效率和安全性。强调全过程节能、节地、节水、节材,减少

环境污染,实现生态与经济协调发展。传统模板材料多为木材、钢材、铝合金等,在使用过程中易造成资源浪费,无法有效回收利用。近年来随着环保要求提升,许多水利工程开始采用绿色环保模板材料,比如采用可循环使用的钢模板或塑料模板,其具有较长使用寿命且可多次循环利用,能减少模板材料消耗和废弃物产生的。此外还可通过使用高强度、轻质复合材料,达到减少运输和安装过程中能耗和材料浪费。

环保技术作为绿色施工中重要组成部分,强调在施工过程采取有效技术手段以降低污染排放、减少对生态环境及人类健康威胁,采用环保材料,减少噪声污染、控制施工扬尘,处理建筑废弃物等措施均为其重要应用。水利工程建设中施工现场生态环境保护尤显重要,模板施工时,应采取有效环保措施减少对生态环境影响。比如在水域附近施工要加强对水体保护,避免施工废水直排水体,在森林或湿地周围施工,尽量避免破坏植被及生态环境。

结束语

综上所述,在水利工程中,模板工程施工技术的应用作为一项系统工程,融合材料科学、结构力学、施工技术与信息技术等多领域前沿成果,成为推动水利工程建设高质量发展的重要力量。随着技术不断进步与创新,其施工效率、精度及环保性能显著提升,为水利工程快速、安全、可持续发展奠定坚实基础。而随着智能化、数字化技术深入应用,模板工程施工会更依赖先进计算机模拟,自动化加工与安装技术以及物联网、大数据等信息技术手段,以实现更精细化管理与控制。这不但会进一步缩短施工周期、降低成本,而且能有效提升工程质量、减少对环境的影响,达成水利工程建设绿色转型。

参考文献

- [1]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(11):85-88.
- [2]殷枝华.水利工程施工中模板工程技术应用分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2023(8):2337-2338.
- [3]牟汉玉.关于模板工程技术在水利工程施工中的实施探讨[J].四川建材,2023(9):121-123.