

水利工程建设中的模板施工技术的应用研究

文 / 刘 忠 安徽鑫瑞市政工程有限公司

摘要：水利工程作为我国基础设施建设中的重点内容，在经济社会稳定发展中起着决定性作用。水利工程施工中模板施工技术作为保证工程结构安全和质量的核心环节。上至小型灌溉渠道下至大型水坝的模板施工质量对混凝土结构成型效果和耐久性都有着直接影响。但是随着水利工程越来越大，越来越复杂，传统的模板施工技术受到了很多挑战。文章将对模板施工技术在水利工程中的应用状况，存在的问题进行深入探究，并且提出相应的优化创新策略，希望能够对促进水利工程建设起到有益借鉴。

关键词：水利工程建设；模板施工技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.071

引言

在水利工程施工领域中，模板施工技术渗透整个项目建设过程中，是决定工程品质好坏的关键要素。它不仅关系到混凝土结构外观形态，而且还与其强度和稳定性有着密切关联。近些年来，伴随着科学技术的快速发展，水利建设需求不断增加，新型模板材料与施工技术也层出不穷。但是在实践中，仍然存在着模板材料性能限制，施工工艺不完善等系列问题急需解决。为了能够更好的促进水利工程模板施工技术水平的提高，文章就有关内容进行了研究，目的是为该行业的发展提供新的思路与解决方案。

一、水利工程模板施工技术概述

水利工程模板施工技术，是确保工程结构质量和外观成型核心技术。模板种类较多，木模板的加工方便，多用于小型水利项目或者结构复杂的地方，但是需要注意防潮防腐的问题，避免木材的变形对模板的精度造成影响。钢模板具有较高强度和刚度，适合大型水利工程标准结构的要求，在施工中需要重点控制吊运安全和拼接缝的封堵，以免发生漏浆。竹模板造价低，对环境友好，防水处理后可以提高其耐久性^[1]。模板施工涉及到设计，安装及拆除的关键环节。在设计中，需要综合考虑工程结构，混凝土浇筑压力，对模板的尺寸，材料和支撑体系进行准确的计算，以保证模板的强度和稳定性。在安装过程中严格按照设计方案进行作业，确保拼接严密，

垂直度合格，支撑稳固，避免模板在浇筑过程中发生变形和位移。在拆除过程中，应根据混凝土的强度增加情况，按照既定的顺序进行，以避免对结构造成损害。在科技进步的背景下，BIM等数字化技术被纳入进来，并通过三维建模对施工进行预先的仿真和方案的优选。新的模板材料层出不穷，这些模板材料安装简单，轻便且可以反复使用，促进了水利工程模板施工技术向高效，环保和智能的方向发展。

二、水利工程模板施工技术应用中的问题

(一) 模板材料性能问题

水利工程中不同的模板材料都有其性能短板。木模板虽然容易加工，但是受到环境湿度的影响较大，容易吸湿变形。在湿润的水利施工环境中，含水率的升高使木材发生膨胀，翘曲等现象，造成模板尺寸出现偏差，从而影响混凝土成型精度。钢模板虽然具有较高强度，但也有导热性好的缺点^[2]。大体积混凝土浇筑过程中，其内部的热量会迅速经钢模板的传导而散失，容易使混凝土的表面和内部之间形成很大的温差而出现温度裂缝从而影响结构的耐久性。竹模板虽然造价低，对环境友好，但其韧性受到限制，当受到大荷载作用时易发生破裂，减少模板重复使用率和提高施工成本，这些模板材料在性能方面存在的固有缺陷对水利工程模板施工造成了很多麻烦（如图1模板材料性能问题）。

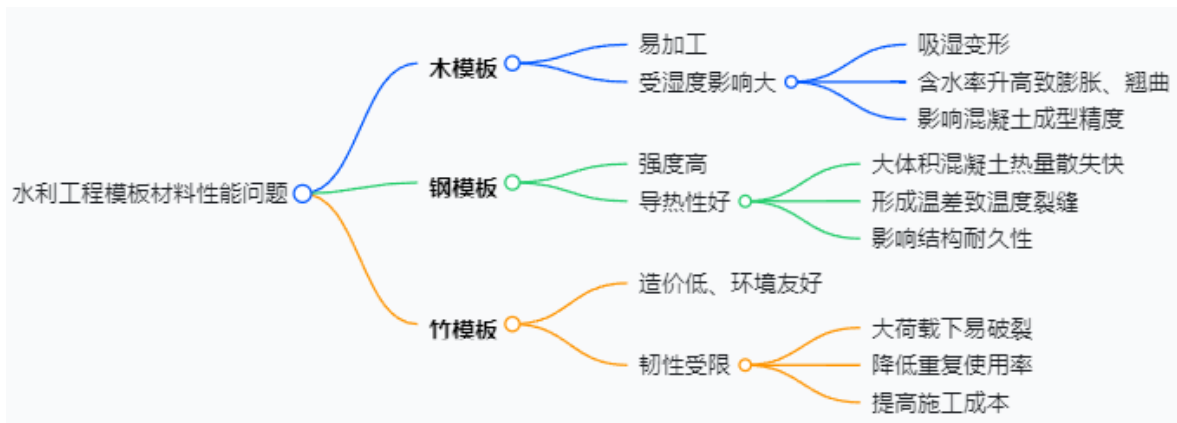


图1 模板材料性能问题

(二) 模板拼接与密封问题

模板拼接缝的处理是施工过程中的关键。在实际应用中，由于模板制作的精度限制，拼接缝很难达到完全紧密。特别是异形结构的地方，模板拼接比较复杂，稍有不慎即产生缝隙。浇筑混凝土时，水泥浆很容易从这些空隙处渗出来，这不仅浪费材料，而且还会使混凝土

的表面产生蜂窝和麻面，从而影响结构的外观和强度。另外，胶带，密封胶等传统密封材料在水利工程中长时间处于潮湿和水流冲刷的环境中，容易老化脱落而造成密封失效的问题。多次对拼接缝进行修复不仅费工费力，而且还会耽误施工进度，对水利工程模板的施工质量造成了严重的影响（如图2 模板拼接与密封问题）。



图2 模板拼接与密封问题

(三) 施工人员技术水平参差不齐

水利工程模板的施工，需要专业的技术人员来进行作业。但实际的施工队伍人员技术水平相差很大。有的施工人员对于模板的施工规范和技术了解不深，模板安装时，无法正确掌握支撑体系的搭设重点，导致支撑间距过大或过小而影响模板的整体稳定。模板拆除过程中，没有按照规定的先后顺序进行作业，过早的拆除造成混凝土强度不够，发生坍塌，掉角等一系列的质量问题。并且，新上岗的施工人员实践经验不足，对于新的模板材料和施工技术把握不好，很难灵活处理施工过程中的各类技术难题，使模板施工技术不能得到有效的实施，极大地限制了水利工程的施工质量^[3]。

维和基体材料组合而成的。在实践中，它的轻质特性使吊运安装更方便，显着减少了工期。面对浇筑大体积混凝土所带来的高热量问题，较好的隔热性能可以有效地阻隔热量的传递，避免因混凝土内外温差过大而导致温度裂缝的出现，确保结构内部质量。项目位于湿润环境中，经常受到水流侵蚀，模板优良的耐水性使得模板经过长时间的湿润和水流冲刷，仍保存完好，没有发生变形，破坏的痕迹，模板的重复使用率得到了显著的提高，统计数据示，与传统模板相比，重复使用的次数增加了近50%，这不仅大幅度减少了施工的总成本，还有效地确保了工程的高质量，使得泄洪洞能够安全且高效地运作。

三、水利工程模板施工技术的优化与创新策略

(一) 选用优质适配模板材料，提升模板基础性能

水利工程的多样性和复杂性决定了模板材料选取非常关键。项目所处的环境涉及到湿度，温度，水流速度等诸多要素。在全年潮湿的地区，木材容易腐朽变形，同时金属材料也会由于电化学腐蚀而损坏，所以需要选择耐腐蚀，耐潮湿的模板材料。结构特点也是重点，结构复杂异形结构需要模板有很好的可塑性和适应性，象薄壁结构需要模板质量轻、强度大、不影响结构成型的准确性^[4]。荷载的大小决定了模板承载能力的高低，而大型水工建筑所受混凝土侧压力和动水压力都比较大，因此必须使用高强度模板材料。只有对上述因素进行全面权衡并准确选择适配材料才能够发挥模板的性能优势，从根源上降低如模板变形，开裂和渗漏等材料失配导致的施工难题，有效地提高施工质量和整体效率。

(二) 革新模板拼接密封工艺，强化模板拼接质量

在水利工程模板施工中，模板拼接缝就像是建筑中的一个关节，它的严密性和稳定性直接关系到整个工程的质量。传统的拼接工艺和密封材料在面临水利工程特殊运行条件下往往显得无能为力。研究开发新的拼接工艺，例如使用先进机械咬合拼接技术、使用精密模具制造出契合度极高的拼接接口等，可以从本质上提高拼接精度、减小缝隙宽度、使得模板之间连接更加紧密。在密封材料和技术方面，研究开发出了新型高分子密封材料，该类材料柔韧性和粘结性较好，能在模板拼接缝处形成坚固而长效的密封层。即使处于潮湿环境中，其遇水膨胀特性也可进一步弥补细微缝隙、有效地抵抗水流冲刷、防止水泥浆漏失，以确保混凝土浇筑过程中的完整性，促进混凝土成型质量提高，筑牢水利工程耐久性和安全性。

大型水利枢纽工程泄洪洞是关键泄洪通道之一，其结构的稳定性和耐久性有极高要求。传统的模板很难满足其浇筑大体积混凝土的需要。施工团队经过多方考察和论证后选择高性能复合材料模板。这种模板是用各种高性能纤

在一项大规模的河道整治水利工程当中，对于模板的拼接和密封都有着苛刻的要求。经过多方考察和实验，施工队创新使用企口式拼接工艺配合新型硅酮密封胶进行密封。企口式的拼接技术采用了独特的榫槽设计，这确保了模板在拼接过程中的高精度定位，显著提升了拼接的准确性，与传统的平口拼接相比，其缝隙宽度减少

了近80%。新开发的硅酮密封胶更显示出优异的特性，特殊的配方赋予了它超强的耐水和耐候性。河道整治工程模板长时间处在水流浸泡和冲刷的环境下，这种密封胶一直保持着良好的密封效果。混凝土浇筑全周期没有发生漏浆。最后形成的混凝土结构表面光洁如镜，经检验，未发现任何蜂窝、麻面或其他瑕疵，不但工程外形美观，而且内在质量达到了预期标准，为以后河道的长期稳定运营提供坚实的保证，并为类似水利工程模板施工提供范例。

（三）开展专业技能培训活动，增强施工人员素质

系统而又专业的技能培训活动对于水利工程模板施工方面有着不可估量的价值。模板施工的规范和技术都是伴随着行业的发展而更新的，施工人员如果不及时的进行研究，很容易在作业的时候发生偏差。培训活动能够系统地对规范内容进行梳理，使施工人员能够清晰地了解每项作业的规范和基础，深入理解过程背后的道理，以便在实践中作出更加准确的判断。针对模板安装和拆除这几个关键环节，训练可以采用实操演示和案例分析的形式，让施工人员能够熟练掌握重点，就像是安装过程中支撑体系构建的视角一样、螺栓紧固力度大，拆除过程中对混凝土强度的测试方法，拆除次序严格控制等等。面对不断涌现的新型模板材料和工艺，训练可以帮助施工人员迅速熟悉它们的特点和应用技巧，从本质上提高施工人员的整体水平，确保模板施工技术能够精准无误，高效流畅的实施于项目之中，从而为水利工程质量的提升构筑坚实的人力基础。

在某中型水库加固工程施工之前，针对该项目对模板施工质量要求较高、新型铝合金模板初次使用等特点，施工单位认真准备了1周模板施工技术的专项训练。培训一开始，业内资深专家就对模板施工规范进行了深入浅出的解读，并结合以往工程事故案例使施工人员对规范操作的意义有了深刻理解。在讲解新型铝合金模板用法时，专家们通过实物展示和现场装配，对模板拼接技巧，防变形措施等进行了详细描述。根据支撑体系的构建重点，专家们亲临现场演示了各种工况的构建方法，重点介绍了安全注意事项。经过培训的施工人员实际操作表现突出。模板安装过程中他们根据训练学到的知识对支撑间距进行精准测量和调整，保证了支撑体系的稳定性和可靠性。在模板拆除过程中严格按照规范流程进行，使用专业工具对混凝土进行强度检测，在强度合格后有序地对模板进行拆除，全过程中没有发生过因提前拆除而对混凝土结构造成损坏的现象，工程质量比过去工程明显提高，受到各方面高度肯定。

（四）运用智能监测预警系统，优化施工过程管控

将智能监测预警系统引入水利工程模板施工，打开了一种新型管理模式。这个系统利用了各种高精度的传感器，例如位移传感器和应力传感器等，就像为模板施工安装了许多“智能眼睛”一样，能够从各个角度进行操作、实时、准确收集模板各个施工阶段关键数据。从

模板搭设前期对垂直度和平整度的监控到混凝土浇筑过程中模板受到的较大侧压力，支撑体系受力情况的改变，以及后期模板拆除过程中对结构稳定性的监控，无一不存在疏漏现象。收集到的数据经过高速传输网络快速汇集到数据处理中心，并利用先进算法和数据分析模型对其进行深度挖掘和诠释。当数据出现异常波动并接近或者超过预置安全阈值时，该系统瞬时进行可视化和声音双重报警。这样施工人员就可以第一时间感知到潜在的风险，并及时的采取如调整支撑结构，加强模板连接点的有针对性的措施来有效的防止模板坍塌、混凝土浇筑缺陷及其他安全事故和质量问题使施工过程真正由传统粗放式走向了智能化和精细化管理。

在大型水闸施工项目中，施工队前瞻性安装智能模板监测系统。在紧张的混凝土浇筑作业中，本系统充分显示了强大的作用。大量的传感器均匀的分布在模板和支撑体系的关键部位并连续的采集数据。某一时刻系统敏锐地监测到闸墩部位某一模板位移数值在短期内迅速增大并趋近于预设预警值。刹那间，施工现场警报声响了起来，与此同时，有关数据和预警信息也同步被推送到施工管理人员和现场作业人员移动终端上。施工人员快速反应，按照事先准备好的应急预案立即赶赴现场。他们先仔细检查了周围的支撑结构，找到了一个支撑杆件有微小的松动。随即用专业工具拧紧松动处，增加临时斜撑以增强支撑体系的稳定性。模板位移数值经紧张而有序地处理后渐趋稳定，顺利地避免了模板可能出现的坍塌事故。该事件在确保施工安全和工程质量的同时，该体系中记载的详细资料对后续同类工程施工具有重要的借鉴意义，有助于施工技术的持续优化和改进。

结语

综上所述，水利工程模板施工技术在工程建设中占据重要地位。尽管当前面临着模板材料性能、拼接密封、人员技术和施工环境等多方面的问题，但通过选用优质适配材料、革新拼接密封工艺、开展专业技能培训以及运用智能监测预警系统等优化与创新策略，能够有效提升模板施工质量和效率。未来，随着科技的持续进步，应进一步探索和应用新技术、新材料，不断完善模板施工技术体系，为水利工程建设的高质量发展提供坚实保障，助力水利事业更好地服务于社会经济发展和人民生活需求。

参考文献

- [1] 赵仕汉. 模板工程施工技术在水利工程中的应用及标准[J]. 大众标准化, 2025, (04): 28-30.
- [2] 吴书培, 蔡炜. 水利工程建设中的模板施工技术探讨[J]. 治淮, 2025, (03): 35-37.
- [3] 王奋发. 水利工程建设中灌浆施工技术应用探究[N]. 中华建筑报, 2024-08-20(011).
- [4] 王建辉. 生态施工技术在水利工程建设中的应用[J]. 河北水利, 2024, (06): 42-43.

作者简介: 刘忠, 1972年07月, 男, 汉, 安徽省潜山市人, 中专, 工程师, 研究方向: 水利水电工程施工。