

装配式技术在小型水利工程施工中的应用与效益分析

郑红坡

南阳引丹山水施工有限公司 河南 南阳 473000

摘要：装配式技术在小型水利工程中的应用是水利工程领域的重要创新方向。本文围绕装配式渠道、水闸、渡槽等具体应用场景，分析该技术在经济效益、社会效益和环境效益层面的综合价值，探讨其面临的设计标准不完善、运输安装难度大、专业人才短缺及成本控制等挑战，并提出完善规范、优化方案、加强人才培养和强化成本管理等对策。研究表明，装配式技术可显著提升小型水利工程建设效率与质量，推动水利工程绿色化、工业化发展，但其广泛应用需政策、技术、人才等多维度协同支持。

关键词：装配式技术；小型水利；工程施工；应用；效益分析

引言：小型水利工程关乎农业灌溉、防洪排涝及水资源合理利用，传统施工模式弊端凸显，如建设周期长、资源消耗大、质量不稳定。在建筑工业化与绿色施工理念推动下，装配式技术凭借预制构件工厂化生产、现场模块化安装的优势，成为水利工程转型关键。它能实现标准化设计、精细化制造与高效装配，缩短工期、降低能耗、增强工程耐久性。但目前该技术在小型水利工程应用尚在探索，面临技术标准、工艺及成本等难题。研究其应用场景等，可为推广提供参考，推动工程高质量发展。

1 装配式技术与小型水利工程概述

装配式技术是一种将建筑或工程结构构件在工厂预制生产，再运输至施工现场进行装配连接的施工技术。该技术以标准化设计、工业化生产、装配化施工和信息化管理为核心，具有生产效率高、施工质量稳定、资源消耗低等特点。在小型水利工程领域，装配式技术的应用打破了传统现浇施工的局限，通过将渠道、水闸、渡槽等结构分解为预制构件，实现了构件生产的精细化和装配过程的高效化，显著提升了工程建设的可控性。小型水利工程主要指规模较小、服务区域有限的农田水利、排水灌溉、小型防洪等基础设施，其分布广泛、建设需求迫切，但传统施工模式存在工期长、质量参差不齐、环境影响大等问题。装配式技术的引入，契合了小型水利工程点多面广、建设周期短的特点，通过减少现场湿作业、降低对环境的扰动，为小型水利工程的快速建设与可持续发展提供了新路径，推动水利工程建设向绿色化、工业化方向转型^[1]。

2 装配式技术在小型水利工程中的应用

2.1 装配式渠道

2.1.1 应用形式

装配式渠道常见U型和矩形两种形式。U型渠道水力性能优越，水流阻力小，能有效减少输水损耗，适用于灌溉输水；矩形渠道结构规整，便于安装维护，常用于排水工程。此外，部分装配式渠道采用复合结构，嵌入防渗膜或搭配生态护坡材料，兼顾功能性与生态性，可根据工程需求、地形条件灵活选择，满足多样化建设目标。

2.1.2 施工要点

装配式渠道施工关键在于基础处理、构件安装与接缝处理。基础需平整夯实，防止沉降；安装时用吊车精准定位构件，确保高程与轴线准确；接缝采用橡胶止水带、密封胶等材料密封，防止渗漏。同时，需关注天气影响，低温保温、高温养护，严格把控各环节质量，保障渠道稳定性与耐久性。

2.2 装配式水闸

2.2.1 应用优势

装配式水闸具备显著应用优势。工厂预制构件使现场施工周期大幅缩短，相比传统现浇水闸，工期可减少40%左右，能快速响应水利工程的季节性需求。构件在工厂标准化生产，有效避免蜂窝、麻面等质量缺陷，结构强度与耐久性更高。施工过程中，减少湿作业与模板搭建，降低粉尘、噪音污染，符合绿色施工要求。模块化设计便于后期维护，当部件损坏时可快速更换，保障水利工程长期稳定运行。

2.2.2 结构组成与施工流程

装配式水闸主要由闸底板、闸墩、闸门及启闭设备构成。闸底板和闸墩采用预制混凝土构件，通过预埋螺栓、榫槽等方式连接；闸门多为钢制或混凝土预制板，与启闭系统配合控制水流。施工时，先处理地基并埋设预埋件，再吊装闸底板，精准校准高程与水平度；随后安装闸墩、侧墙等竖向构件，确保连接牢固；最后装配

闸门与启闭设备, 并进行调试, 保障水闸正常运行。

2.3 装配式渡槽

2.3.1 适用场景

装配式渡槽适用于多种复杂场景。在山区, 可跨越深谷、冲沟架设输水通道, 减少地形改造对生态的破坏; 于平原灌区, 可实现输水与交通的立体分离, 避免相互干扰。面对季节性强的农田灌溉需求或防洪排涝应急工程, 其工厂预制与快速装配的特性, 可大幅缩短工期, 及时发挥水利功能。此外, 在生态敏感区域, 装配式渡槽施工扰动小, 契合绿色建设理念, 保护周边自然环境。

2.3.2 构件设计与安装

装配式渡槽构件设计注重结构强度与安装便捷性, 槽身多采用矩形或U形预应力混凝土结构, 提升抗裂性与承载力; 支撑结构根据跨度设计为排架或空心墩。安装时, 先完成基础施工与预埋件埋设, 确保地基稳固; 再利用起重机或架桥机吊装槽身, 通过螺栓连接、湿接缝或套筒灌浆实现构件拼接; 最后进行高程校准与接缝密封处理, 并通过通水试验检验输水性能与结构稳定性。

3 装配式技术在小型水利工程中的应用效益分析

3.1 经济效益

3.1.1 缩短施工周期

装配式技术通过工厂预制构件与现场快速装配, 显著压缩小型水利工程建设周期。传统现浇施工受天气、工序衔接等因素制约, 工期较长; 而装配式构件在工厂标准化生产, 可同步开展现场基础施工, 减少工序等待时间。以装配式渠道为例, 其安装速度较传统现浇方式提升约50%, 工期可缩短30%-40%。工期的缩短不仅能让水利工程更快投入使用, 提前发挥灌溉、防洪等功能, 还可减少设备租赁、场地占用等间接成本, 降低项目整体资金周转压力。

3.1.2 降低劳动力成本

装配式施工减少了对大量现场施工人员的依赖, 有效降低劳动力成本。工厂预制环节采用自动化生产线, 仅需少量技术工人操作设备, 相比传统现浇施工大幅减少人工需求; 现场装配过程依赖机械吊装与专业化安装团队, 作业人员数量减少约40%。同时, 预制构件的精准度高, 减少了因施工误差导致的返工修补, 避免额外人工投入。

3.1.3 节约材料成本

装配式技术通过精细化设计与工业化生产实现材料节约。工厂预制构件采用标准化模具, 生产过程中材料损耗率较现场浇筑降低约20%; 同时, 预制构件的尺寸精度高, 安装时拼接紧密, 可减少密封材料、填充材料的

使用量。以装配式水闸为例, 其预制构件通过优化配筋设计与混凝土配比, 在保证结构强度的前提下, 可节约10%-15%的建筑材料。

3.2 社会效益

3.2.1 提高工程质量

装配式技术通过标准化生产与精细化施工, 显著提升小型水利工程质量。工厂预制环节依托高精度模具与严格质量管控体系, 可避免传统现浇中振捣不密实、养护不当等质量通病, 构件尺寸偏差控制在毫米级, 混凝土强度离散性降低约30%。现场装配采用成熟的连接工艺, 如预应力张拉、套筒灌浆等, 确保结构整体性与密封性^[2]。

3.2.2 保障水利设施及时投入使用

装配式技术凭借高效施工优势, 确保小型水利设施按时甚至提前投入使用。工厂预制与现场施工同步推进, 大幅压缩工期, 尤其适用于季节性强的农田水利项目。如在灌溉季来临前, 装配式渠道可快速完成建设, 及时满足农业用水需求, 避免因施工延误导致的作物减产。

3.2.3 促进农村劳动力转移

装配式技术推动农村劳动力从传统粗放型施工向技术型岗位转型。工厂预制环节需机械操作、质量检测等技术工种, 现场装配依赖吊装、焊接等专业技能, 促使农村劳动力参与系统化技能培训, 提升就业竞争力。同时, 装配式产业链的发展带动运输、安装等配套产业用工需求, 为农村剩余劳动力创造多样化就业机会, 助力农村人口就近就业, 推动乡村产业结构优化升级, 促进城乡一体化发展。

3.3 环境效益

3.3.1 减少施工现场废弃物排放

装配式技术通过工厂预制构件, 显著降低施工现场废弃物产生量。传统现浇施工中, 因材料切割、搅拌误差及施工损耗, 产生大量废弃混凝土、砂浆及边角料; 而预制构件在工厂集中生产, 采用标准化模具与精准计量, 材料损耗率可降低约40%, 余料还能回收再利用。现场仅需进行构件装配, 湿作业大幅减少, 建筑垃圾排放量同比减少约60%, 有效降低对周边土壤、水体的污染风险, 维护施工区域生态环境。

3.3.2 降低施工噪声和粉尘污染

装配式施工以机械吊装与拼接为主, 取代传统现浇的振捣、模板拆除等高噪声工序, 施工噪声峰值可降低20-30分贝, 减少对周边居民生活的干扰。同时, 预制构件在封闭工厂环境生产, 避免了砂石露天堆放、水泥搅拌产生的扬尘; 现场无大规模混凝土搅拌作业, 粉尘排

放量显著下降约70%，有效改善施工区域空气质量，保护施工人员健康，降低大气污染治理成本。

3.3.3 节约水资源

装配式技术通过减少现场湿作业，实现水资源的高效利用。传统现浇施工需大量用水进行混凝土搅拌、养护及场地清洁，而预制构件在工厂采用蒸汽养护、喷雾养护等节水工艺，单位用水量较现场养护减少约50%。现场装配环节仅需少量用水用于接缝处理，整体工程用水量较传统模式降低约40%，尤其在水资源匮乏地区，该技术对缓解用水压力、促进水资源可持续利用具有重要意义。

4 装配式技术在小型水利工程应用中面临的挑战及对策

4.1 面临的挑战

4.1.1 设计标准与规范不完善

当前装配式技术在小型水利工程中的设计标准与规范尚未健全。现有规范多参考建筑领域或大型水利工程，缺乏针对小型水利项目特点的细化标准，如构件尺寸模数、连接节点构造等无统一规定。设计过程中，不同项目需重复摸索，导致设计效率低、质量参差不齐，难以满足工程多样化需求，制约技术标准化发展。

4.1.2 预制构件运输与安装难度较大

小型水利工程分布分散、地形复杂，预制构件运输面临道路狭窄、桥梁承重不足等难题，运输成本高且易造成构件破损。现场安装时，部分工程作业空间受限，大型吊装设备难以进场，且构件精准定位需高精度测量技术，传统施工设备与工艺难以满足要求，安装过程中易出现连接误差，影响工程整体质量与安全性。

4.1.3 专业技术人才短缺

装配式技术涉及工厂预制、现场装配等多环节专业技能，现有水利工程从业人员多熟悉传统施工模式，缺乏装配式构件生产、安装及信息化管理经验。高校相关专业课程设置滞后，职业培训体系不完善，难以快速培养适配人才，导致施工中技术应用不规范，出现操作失误、质量把控不严等问题，阻碍技术推广应用。

4.1.4 成本控制存在困难

装配式技术前期需投入大量资金用于预制工厂建设、专用设备购置及模具开发，固定成本高。此外，预制构件生产规模化不足，单位生产成本难以降低；运输与安装环节因条件复杂，额外费用增加。加之市场配套产业链不成熟，材料与设备采购成本缺乏议价优势，导致项目总成本偏高，经济效益难以凸显，削弱建设单位应用积极性。

4.2 对策建议

4.2.1 完善设计标准与规范

目前小型水利工程装配式技术缺乏统一设计标准，导致构件尺寸、连接方式混乱。应结合小型水利工程特点，组织行业专家与科研机构，深入研究不同类型工程需求，制定涵盖构件设计、节点连接、抗震防水等方面的专项标准。同时，建立动态更新机制，根据新材料、新工艺应用情况及时修订标准，确保设计规范的科学性与适用性，为工程设计提供明确指导。

4.2.2 优化运输与安装方案

小型水利工程常地处偏远，运输安装难度大。需根据构件尺寸、重量及运输路线，选择合适运输工具，优化装载方式，减少运输损耗。在安装环节，利用BIM技术进行施工模拟，合理规划安装顺序与机械配置，提高安装效率。

4.2.3 加强专业技术人才培养

装配式技术专业性强，现有人才储备不足制约其发展。应联合高校、职业院校开设相关专业课程，设置装配式小型水利工程实践教学模块，培养理论与实践兼备的专业人才。同时，加强企业内部培训，定期组织技术人员参与行业交流、技能竞赛，学习先进经验与技术，提升技术人员操作水平与创新能力，为技术应用提供人才支撑。

4.2.4 强化成本控制

装配式技术前期投入大，易导致成本过高。需从设计阶段入手，优化构件标准化设计，提高构件重复利用率，降低生产成本。在采购环节，通过集中采购、长期合作等方式降低材料与构件价格。施工过程中，合理安排工期，减少人工与机械闲置时间，控制施工成本^[3]。

结束语

综上所述，装配式技术在小型水利工程施工中的应用展现出显著的经济、社会与环境效益。通过工厂化预制与现场快速装配，不仅大幅缩短工期、降低成本，还提升了工程质量，减少了对生态环境的扰动，为农田灌溉、防洪排涝等民生工程提供了高效、绿色的建设路径。然而，设计标准缺失、运输安装复杂、人才短缺及成本控制难题，仍制约着该技术的广泛推广。

参考文献

- [1]孔雷,赵群群,陈雪梅.探究水利工程施工管理特点及质量控制措施[J],2024,38(3):722-723,
- [2]侯锋.生态浆砌石护坡施工技术在水利工程施工中的运用探究[J].传奇故事,2023(46):131-133.
- [3]张润茗子.水利工程施工管理特点及质量控制刍议[J].工程技术研究,2022,4(5):124-126.