

小型水库改建工程施工成本管控及施工细节研究

石升奋 杜开楠

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710000

【摘要】：基于当前国内市场经济发展格局及传统水利工程行业发展现状，水利工程施工企业面临着日趋激烈的市场价格竞争，同时还受到其他建筑施工企业的市场围堵，成本管控能力成为水利施工总承包企业核心竞争力的关键。本文以小型水库改建工程施工总承包企业的施工成本管控为研究核心，系统剖析水利施工总承包企业在项目全周期的成本管控逻辑与实施路径，从市场竞争格局、成本构成体系、管控难点突破、关键策略创新及未来发展方向五个维度展开深度研究，结合工程案例验证成本管控措施的实操性与有效性，同时探索施工管理模式优化、施工细节管控与数字化技术应用的融合路径，为水利施工企业提升成本竞争力、实现可持续发展提供理论支撑与实践指南。

【关键词】：小型水库改建；施工成本管控；施工细节管控

DOI:10.12417/2705-0998.26.11.024

1 水利工程行业现状背景：市场竞争态势与核心挑战

当前，中国水利工程行业在政策强力驱动与市场机制深化的双重作用下，呈现规模持续扩张与内涵深刻变革并存的特征。行业正从传统基础设施建设，向智慧化、绿色化、系统化的现代水治理体系加速转型，在此过程中，市场竞争格局演化与盈利模式挑战日益凸显。

1.1 宏观市场环境：政策驱动与竞争深化

1.1.1 政策方面

“十四五”时期，水利建设作为国家水安全保障的核心，投资规模空前。全国累计完成水利建设投资达 5.68 万亿元，连续多年保持年度投资超万亿元的高位水平（数据来源：中华人民共和国水利部媒体之声）。政策层面，国家水网建设规划纲要将水利提升至战略高度，推动项目从区域建设向全国统筹转型。然而，部分民生水利项目因其公共属性，存在平均收益水平相对有限的特点，这对参与企业的精细化成本管控与全生命周期运营能力提出了更高要求。

1.1.2 市场竞争格局演变

行业竞争逻辑正经历深度调整，从过去的“规模扩张”转向“价值创造”。

市场集中与价格竞争：大型中央企业（如中国电建）凭借资金、技术及全产业链优势，在重大战略性项目中占据主导地位。大量中小型企业则在剩余市场中竞争激烈，往往依赖“低价中标”的策略压缩了行业整体利润空间，促使企业必须通过技术创新或专业化服务寻求差异化优势。

跨界竞争与行业整合：传统建筑领域巨头（如中建、中铁等）依托其综合实力加速切入水利市场，进一步加剧了竞争。同时，行业整合趋势明显，兼并重组案例增多，资源向优势企业集中。领先企业正通过并购与合作，不仅巩固传统业务，还积极布局智慧水利、生态修复等增量市场。

1.2 小型水库改建工程：存量化市场的趋势与焦点

小型水库除险加固与改造是当前水利存量市场的重要组成部分，其发展紧密契合行业智慧化、绿色化的核心趋势。

工程特征：此类项目通常具有单体投资规模有限、地理位置分散、施工环境复杂等特点。全国现有数量庞大的小型水库群，是提升区域水安全保障能力的关键环节。

政策与技术导向：政策明确要求按期完成现有病险水库的除险加固任务。未来的发展方向已超越单纯的安全除险，重点向生态化改造、智慧化升级，提升工程综合效益。

2 小型水库项目建设概况

光明区小型水库安全运行管理标准化建设工程位于深圳市光明区境内，属于茅洲河流域，本工程主要是对既有的小型水库进行除险加固施工，共 12 座。其中，小（1）型水库 7 座（铁坑水库、莲塘水库、大西水库、禾槎洞水库、白鸽陂水库、石狗公水库、桂坑水库），小（2）型水库 5 座（阿婆髻水库、红坳水库、畔坑水库、横坑水库、后底坑水库）；主要建设内容包括建筑工程（大坝面板新建及修复、进水塔、输水隧洞、溢洪道修复、生态补水）、电气工程（20kv 外线工程、低压及弱电线路铺设）、水务设施工程（智慧控制系统）、其他配套及水土保持工程（生态护坡及边坡修复工程）等。12 座小型水库多分布于丘陵谷地，调蓄山洪、保障供水。施工场地分散、交通条件差异较大，给现场组织与成本控制带来一定挑战。

3 施工成本管控难点分析

小型水库改建工程因项目规模偏小、施工场地分散、施工条件复杂等固有特点，相较于大型水利工程，其成本管控面临更多个性化挑战，核心难点集中在设计、材料、施工组织、成本核算四个维度，具体如下：

3.1 设计变更频繁，额外成本增加

小型水库改建工程前期勘察工作往往因经费、工期限制存

在勘察深度不足的问题，易导致施工过程中出现地质条件与设计不符的情况，如库区边坡滑塌、地质土层分布不均、施工设计不衔接等，需通过设计变更调整施工方案，引发返工、停工等问题，增加额外的人工、材料、机械成本。同时，部分项目在施工阶段业主会根据实际使用需求调整建设内容，从而易引发工程索赔风险，导致成本超支。

3.2 材料价格波动大，采购成本难控制

砂石、水泥、钢筋、电缆等工程主材是小型水库改建工程的核心物料，近年来受环保政策收紧影响，砂石料开采、水泥生产企业限产成为常态，主材市场价格波动，且价格上涨具有突发性，难以提前预判。此外，小型水库改建工程单水库材料采购量偏小，难以与供应商谈判获取价格折扣，采购成本居高不下；同时，部分水库施工场地偏远，材料二次倒运费增加，运输成本进一步推高材料总支出。

3.3 施工组织难度高，资源利用效率低

小型水库改建工程施工点位分散，坝体加固、输水洞修复、溢洪道改造等工序往往同时作业，施工面分散导致人工、机械、材料等资源调配难度大，易出现资源闲置或资源不足的极端情况，资源利用效率低下。同时，施工过程中交叉作业频繁，若施工组织设计不合理，易出现工序冲突、施工衔接断层等问题，导致窝工、返工，增加人工、机械成本，还会造成工期延误。

3.4 成本核算不精细，过程管控缺失

分包商管理松散是行业普遍问题，部分分包商存在施工工艺不规范、技术水平低下、存在为节省成本漠视施工工序及质量等情况，同时现场签证单缺乏详细的工程量、费用核算依据，易出现虚报工程量等问题，导致项目成本超支；存在仅控制总成本，核算误差大，无法及时发现成本偏差并采取调整措施等现象。

4 成本控制的研究方法

小型水库改建工程成本管控需遵循“源头控制、过程管控、末端精准”的原则，贯穿设计、招投标、施工、结算四个核心阶段，各阶段制定针对性的管控策略，形成全周期、闭环式的成本管控体系，具体关键要点如下：

4.1 设计阶段：源头控制成本，减少变更风险

设计阶段是成本管控的源头，现阶段施工单位应深度参与在设计阶段，加强设计与施工结合，从根源上降低成本支出、减少后期变更风险。

结合工程地质条件、使用需求、施工条件、成本预算，对坝体结构、护坡形式等核心设计内容进行优化，结合 BIM 技术对水库工程结构进行三维数字化建模，构建工程全专业 BIM 模型。

4.2 招投标阶段：锁定成本基准，规范合同管理

招投标阶段是成本基准锁定的关键环节，核心是通过精细化的工程量清单编制、合理的中标价控制、规范的合同条款制定，明确工程成本基准，避免“低价中标、高价结算”的恶性竞争，为后续施工阶段的成本管控奠定基础。

在施工合同中明确工程价款调整方式、材料价格波动风险承担方式、设计变更费用计算标准、工期延误违约金等核心条款，尤其是针对砂石、水泥等主材价格波动，约定价格波动幅度超过一定比例时的价款调整机制，合理分配市场价格波动风险。

4.3 施工阶段：动态监控成本，优化资源配置

施工阶段是成本支出的核心阶段，也是成本管控的关键环节，此阶段核心是通过对材料、机械、人工三大核心成本要素的精细化管控，结合动态的成本监控，实现资源优化配置，确保实际成本支出不偏离预算成本。

4.3.1 材料成本管控

材料成本是施工阶段成本管控的重中之重，核心是通过集中采购、精细化库存管理、严格消耗控制，降低材料采购成本、减少材料浪费、减少二次搬运风险。

材料采购阶段应制定准确的材料需求策划书，结合项目施工进度计划，分阶段分批次做好材料的集中采购筹划，联合周边区域同公司、同类型项目进行联合集中采购，扩大主材采购量，与供应商谈判获取最优价格折扣；同时，依托集团供应商库与优质供应商建立长期战略合作关系，或直接与常用材料厂商签订战略合作协议，锁定材料采购原始价格，进一步降低价格波动风险。

建立材料入库、出库、消耗的全流程台账，对水泥、钢筋等易损耗、易受潮材料实行“限额领料”制度，根据施工进度核定各施工班组材料领用数量，避免超领、浪费；例如，将水泥损耗率严格控制在 1.5% 以内，钢筋损耗率控制在 2% 以内。针对类似于深圳市等地域，建设大型材料库困难或材料库租赁费用高昂的地区，应进一步对材料采购及现场保管设置严格的时间规划，避免长时间在现场堆存，也同样要求到现场施工工序安排的合理性。

部分管材、管件等小型材料量小而且繁杂的材料，所占用的材料费用总额不高，但对于小型水库群不集中需要不可避免的二次搬运，应制定合理的规划，区别于不同施工工序，根据需配备或租用小型载货汽车，并对其搬运路线规划，避免重复往返增加搬运成本。

4.3.2 机械成本管控

机械成本管控的核心是通过优化设备选型、提高设备利用率、严格燃油消耗监控，降低机械租赁、折旧及运行成本。

根据工程工程量、施工工艺要求选择合适型号的施工机械,避免“大机小用”造成的资源浪费;例如,土方开挖量 <1 万 m^3 时,选用 1.5m^3 挖掘机更经济。

提高设备利用率:结合施工进度计划制定机械使用计划,合理调配各施工面的施工机械,减少设备闲置时间;同时,加强对设备操作人员的专业培训,提高设备操作熟练度,降低设备故障发生率,减少设备维修保养成本。

4.3.3 人工成本管控

人工成本管控的核心是通过优化人工定额管理、绩效激励、优化施工班组配置,提高施工人员工作效率,降低单位工程量的人工成本。

根据现行各地区水利工程定额或建筑施工定额,定额人工费报价远低于市场价格,基于公司各项目统计同样存在施工中人工成本高于投标报价人工费。因此对施工单位人员组织提高了要求,择优选择施工经验丰富的班组进行施工,降低返工率。

推荐实行自有工人“计件工资”或“节点奖励”的薪酬制度,将施工人员的工资收入与施工工程量、施工质量、施工进度挂钩,多劳多得、优绩优酬,充分调动施工人员的工作积极性,提高施工效率。

4.3.4 成本动态监控

建立施工阶段成本动态监控体系,采用“周核算、月汇总、季分析”的方式,定期对各施工环节、各分包单位的实际成本支出进行核算,将实际成本与预算成本进行对比分析,若出现成本偏差,及时分析偏差原因,并采取针对性的调整措施,如优化施工工艺、调整资源配置、加强现场管控等,确保成本偏差控制在合理范围内。

4.4 结算阶段:精准核算成本,规范签证管理

结算阶段是成本管控的末端环节,核心是通过严格的工程量审核、规范的现场签证管理、精准的工程价款核算,确保工程结算金额真实、准确,避免因结算失误导致的成本流失。

对照施工图纸、工程量清单与现场施工记录,对实际完成的工程量进行逐一审核,核实施工量的真实性与准确性;杜绝虚报、多报工程量的情况。

制定标准化的现场签证管理办法,要求签证单需详细注明签证时间、施工地点、签证原因、工程量计算依据、费用核算标准,并附现场影像资料、施工记录等佐证材料,经施工单位、监理单位、业主单位三方签字确认后方可作为结算依据;对不符合规范的签证单,一律不予认可。

5 结论及展望

在小型水库改建工程中,BIM技术可实现全周期的成本管控与施工管理,具体应用体现在设计、施工、结算三个阶段。

将BIM模型与施工进度计划相结合,构建4D施工模拟模型,直观展示各施工工序的施工时间、施工区域、资源需求和施工顺序,帮助总承包单位合理制定施工组织设计,优化资源调配方案,提高人工、机械、材料的利用效率;此外,基于BIM模型可实现施工过程的动态监控,将实际施工进度、成本支出与BIM模型中的计划数据进行对比,及时发现进度偏差和成本偏差,采取针对性调整措施。

随着5G、物联网、人工智能、大数据、BIM等数字化技术的不断发展和普及,小型水库改建工程的成本管控和施工管理将智能化转型。预期未来,数字化技术将实现从设计、施工、结算到运营的全生命周期应用,BIM技术、智慧工地系统、人工智能成本预测系统将成为小型水库改建工程的标配,实现施工过程的智能调度、资源的智能配置、成本的智能管控,管控精度和管理效率将得到进一步提升;同时,无人机巡检、智能施工机械、机器人焊接等智能化设备将在施工中广泛应用,替代部分人工操作,提高施工效率,降低人工成本。

施工企业应加快管理升级与技术创新,走集约化、绿色化、数字化发展道路,以更强的成本竞争力应对市场挑战,实现可持续高质量发展。

参考文献:

- [1] GB 50501-2017,水利工程工程量清单计价规范[S].
- [2] 中华人民共和国水利部,关于大力推进智慧水利建设的指导意见(水信息〔2021〕323号)[Z].2021.
- [3] 马健,某小型病险水库除险加固工程施工管理要点[J].河南水利与南水北调,2024(1):58-59.
- [4] 秦小涵,EPC模式下水利工程项目成本控制策略研究[J].投资与创业,2025,24.
- [5] 廖勇,BIM技术在水利工程设计行业的实践分析[J].黑龙江水利科技,2023,6:123-125.
- [6] 刘松,水利工程项目施工成本管控体系研究[J].黑龙江水利科技,2025(10):168-171.
- [7] 张有文,陈金辉,李建玲等,价值工程及层次分析法在小型水库除险加固中的运用[J].水利技术监督,2023(2):30-34.
- [8] 裘佳伟,BIM技术在施工过程数字化管理中的创新应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026(1):136-139.