

水利水电工程项目全生命周期成本管理优化研究

郑庆华

唐山市陡河水库事务中心，河北唐山，063500；

摘要：水利水电工程项目具备建设周期长、涉及环节多、环境影响复杂等特性，成本管控贯穿项目规划、建设、运营至报废的全流程，单一阶段的成本管理已无法满足项目“降本增效、风险可控”的需求。全生命周期成本管理以项目整体效益为核心，统筹各阶段成本关联，可实现成本的系统性管控与优化。本文围绕水利水电工程项目全生命周期成本管理优化展开分析，先阐述全生命周期成本管理的核心价值，再梳理当前管理过程中存在的突出问题，最后从阶段协同、管理机制、技术赋能三方面提出优化策略，旨在推动成本管理贯穿项目全流程，提升水利水电工程项目的整体经济效益与可持续性。

关键词：水利水电工程；全生命周期；成本管理；阶段协同；技术赋能

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.046

引言

水利水电工程是保障水资源调配、防洪减灾、供应清洁能源的重要基础设施，它的建设和运营直接关系到民生和区域经济发展。这类项目和普通工程不一样，从前期规划勘察，到后期运营维护，最后报废拆除，时间很长。它涉及勘察设计、设备采购、施工建设、运维检修等多个环节，每个环节的成本都互相关联、互相影响。比如，前期规划考虑不周全，会让后期施工成本大幅增加；建设时设备选得不好，会让长期运维成本上升；只在一个阶段省钱，甚至可能让整个项目效益变差。传统成本管理大多只关注建设阶段，只盯着施工中的材料和人工成本，不管前期规划和后期运维的成本关联，容易出现“重建设、轻规划、漏运维”的问题。这样会让项目总造价超预算，还可能影响工程安全运行，缩短使用寿命。全生命周期成本管理打破了阶段之间的界限，把成本管控覆盖到项目从规划到报废的全过程。它统筹各阶段成本的关系，做到“前期规划控源头、建设阶段控过程、运维阶段控长效”，正好符合水利水电工程的成本管控需求。清楚这种管理模式的价值、解决现在存在的问题、找到优化方法，对提高水利水电工程项目管理水平、保障项目整体效益很关键。

1 水利水电工程项目全生命周期成本管理的核心价值

1.1 统筹成本关联，提升项目整体效益

水利水电工程各阶段的成本不是独立的，而是联系紧密。全生命周期成本管理统筹这些关联，能避免“局

部省钱、整体浪费”，真正提高项目整体效益。一方面，它能从源头控制成本。前期规划勘察时，综合考虑项目功能、环境适配和后续成本。比如，规划时选好地址，能减少施工时的场地改造和地质处理成本，也能降低运营时的防洪防汛维护成本；设计时优化方案，不做多余设计（比如过度加固、设备参数超标），能直接减少建设时的材料和设备采购成本，还能降低运维时的检修和能耗成本，从源头省钱。另一方面，它能平衡各阶段成本，不因为一个阶段过度省钱而引发风险。比如，建设时为了省钱用劣质材料或简易设备，虽然当下花得少，但运营时设备容易坏，维修成本大增，甚至出安全事故，损失更大。全生命周期成本管理通过测算，合理分配各阶段成本，在保证质量和安全的前提下，让总成本最低，提高整体经济效益。

1.2 降低潜在风险，保障项目稳定推进

水利水电工程受自然环境、地质条件、政策变化等影响，全生命周期里有很多成本风险，比如地质突变增加施工成本、原材料涨价让采购超支、运维时设备老化要突然花钱维修等。全生命周期成本管理通过提前预判和全程管控，降低这些风险，让项目顺利推进。一方面，前期规划勘察时，全面调研自然环境、地质条件 and 市场行情，预判可能的风险，比如地质灾害、材料涨价，然后制定应对方案，比如预留风险资金、和供应商签长期供货协议，避免风险来时成本失控。设计时也考虑工程抗风险能力，比如提高抗洪水、抗地震等级，减少后期灾害带来的维修和重建成本。另一方面，建设和运营时，全程跟踪成本和风险变化，及时调整策略。建设时实时

监控进度和成本,遇到地质突变、设计变更,及时优化方案,不让超支扩大;运营时定期检查设备老化情况,提前制定检修计划,避免设备突发故障带来的应急成本和运营中断损失,保证项目稳定推进^[1]。

1.3 兼顾可持续性,实现经济与生态效益统一

水利水电工程和生态环境关系密切,全生命周期成本管理不仅管经济成本,还考虑生态成本和长期运营成本,实现经济和生态效益双赢。一方面,前期规划设计时,把生态保护成本算进去,避免后期花大钱修复生态。比如,规划时避开生态敏感区,减少施工对植被、水体的破坏,降低后期修复成本;设计时用环保工艺和设备,减少施工时的污染治理成本,也降低运营时的能耗和污染成本,既省钱又保护生态。另一方面,运营时注重长期可持续的成本管控。比如,用节能设备、循环利用水资源,降低能耗和资源成本,延长工程和设备寿命,减少报废时的拆除和垃圾处理成本。同时,保证项目稳定发挥防洪、发电、供水功能,既赚稳定收益,又持续产生生态效益,让项目能长期发展。

2 水利水电工程项目全生命周期成本管理的现存问题

现在,水利水电工程虽然开始用全生命周期成本管理,但受管理模式、机制、技术等影响,还没发挥出最大作用,主要存在三个问题:阶段壁垒明显、管理机制不完善、技术支持不够,这些问题让成本管控零散、执行弱、效率低,影响项目整体效益。

2.1 阶段壁垒明显,成本协同管控不足

当前水利水电工程的全生命周期成本管理,各阶段之间隔得很开,没有好的协同办法,成本管控碎成一块一块,没法一起发力,问题集中在两个方面。一方面,各阶段负责单位不一样。规划勘察、设计、施工、运维分别由不同单位做,每个单位只关心自己阶段的成本,不管对其他阶段的影响。比如,设计单位为了方案安全、完整,可能多加设计内容,让施工单位花更多钱买材料、雇人;施工单位为了自己省钱,可能随便改施工方案,虽然当下花得少,却让运维单位后期修设备、做维护花更多钱,形成“各管各的、互不配合”的情况。另一方面,各阶段成本信息不通。规划时的地质数据、成本算法,设计时的成本明细,施工时的消耗记录,运维时的支出账单,都存在各自单位的系统里,没有一个统一的共享平台。后面阶段拿不到前面的准确信息,比如施工

单位做成本计划,只能凭经验估算,容易和实际需求差很多;而且信息更新慢,比如施工时成本超支了,没法及时告诉设计或规划单位,没法及时调整,只能看着超支越来越多,影响整体管控效果^[2]。

2.2 管理机制不完善,管控执行力薄弱

做好全生命周期成本管理,需要完善的机制支撑,但现在相关机制有明显漏洞,管控没有力度,没法落实到每个环节,问题主要在两点。一方面,没有统一标准,责任说不清。各阶段算成本、考核成本的方法不一样:规划时按“要实现的功能”算成本,施工时按“实际用了多少”算成本,运维时按“修了几次”算成本,数据没法对比、合在一起,没法判断整体管控好不好。同时,没说清每个阶段该谁负责,出了问题(比如成本超支),大家互相推责,找不到责任人,问题也没法快速解决。另一方面,考核和奖励机制不好,大家没积极性。现在多数项目只考核施工阶段的成本,不管规划、运维阶段的成本管控效果。比如设计单位不用为自己方案导致的后期超支负责,就不想花心思优化方案、省长期成本;而且没有奖励,就算单位主动优化方案、帮项目省了钱,也得不到好处,大家就更不想参与全生命周期成本管控,管控措施落不到实处。

2.3 技术赋能不足,管控效率与精度偏低

全生命周期成本管理要处理很多数据(比如地质、成本、运维数据),还得实时跟踪、精准计算,但现在技术支持不够,效率和精度都低,满足不了需求,主要体现在两方面。一方面,数据处理技术落后,管控没科学依据。各阶段的成本数据,大多靠人工收集、整理、计算,既费时间又费人力,还容易漏记、记错,数据不准。而且没法快速分析这些关联数据,比如结合地质数据算施工成本、结合运维数据选设备,只能凭经验做决策,不科学,容易出错。另一方面,没用好先进技术工具。像BIM、大数据、物联网这些技术,没充分用到成本管理里。BIM能把各阶段成本信息整合起来,看得更清楚,但现在只在施工时用来管进度,没用到规划、设计、运维;大数据能分析数据、预判成本风险,却没建对应的分析模型,没法及时发现问题;物联网能实时收集材料消耗、设备能耗数据,却没广泛用,数据只能事后记,没法及时调整管控策略,效率和精度都上不去。

3 水利水电工程项目全生命周期成本管理的优化策略

要解决全生命周期成本管理的现有问题,发挥其最大作用,需从协同、机制、技术三个方面优化,让成本管控更系统、更精准、更落地。

3.1 打破阶段壁垒,构建协同管控体系

要提升成本管控效果,首先要打破阶段之间的隔阂,通过各方配合和信息共享,建立“全阶段一起管、所有人都参与”的协同体系。一方面,推动各方一起管,成立“全生命周期成本管理联合工作组”,把规划、设计、施工、运维等单位都拉进来,明确分工:前期一起参与规划和设计,结合各阶段成本需求改方案;中期一起跟踪施工成本,及时解决设计和施工的成本矛盾;后期一起做运维成本计划,参考前期数据优化运维方案,避免各管各的。另一方面,建一个统一的成本信息共享平台,把各阶段的成本数据(比如规划的地质和成本数据、设计的成本明细、施工的消耗记录、运维的支出账单)都存在平台里,实时共享:规划数据同步给设计单位,帮设计优化方案;设计明细同步给施工单位,指导施工省钱;施工和运维数据反馈给前期,给以后项目做参考。平台还能预警,某阶段成本超支了,马上提醒相关单位,及时调整,不让超支变大^[3]。

3.2 完善管理机制,强化管控执行力度

针对机制不完善、执行弱的问题,要从统一标准、明确责任、考核奖励三方面入手,让管控有依据、有约束、有动力。一方面,定统一的成本管控标准,明确各阶段算成本、记成本的方法:规划时按“功能+环境影响”算全周期成本;设计时按“材料+设备+工艺”算方案成本;施工时按“人工+材料+机械+管理”记消耗;运维时按“检修+耗材+能耗”记支出,确保数据能对比、能合在一起。同时,定管控流程,明确各阶段做计划、记数据、调偏差的步骤,让工作有序推进。另一方面,健全责任和考核奖励机制:一是列“责任清单”,说清谁该做什么,比如规划单位对前期测算准不准负责,设计单位对方案成本合理与否负责,出问题按清单追责;二是优化考核,把规划、设计、运维的成本管控效果都纳入考核,不只看施工;三是完善奖惩,主动优化方案省钱的,给奖金或荣誉;管控不力导致超支的,给处罚,调动大家的积极性。

3.3 强化技术赋能,提升管控效率与精度

靠先进技术提升成本管控的效率和精度,是优化的关键,主要做两方面。一方面,升级数据处理技术,用大数据工具建分析模型,整合地质、成本、运维数据,找出成本和影响因素的关系,精准算成本、预判风险(比如材料涨价、设备老化要多花钱),给决策提供依据。同时,用自动采集数据的技术,在施工设备、运维设施上装传感器,自动记人工、材料、能耗数据,不用再靠人工录,减少错误,提升效率。另一方面,用好先进技术工具:一是把BIM技术用到全阶段,规划时用它算不同选址的成本,设计时用它比方案、省成本,施工时用它监控消耗,运维时用它记设备成本,实现可视化管控;二是用物联网和云计算,物联网实时采数据,云计算实时存数据、算数据,成本超支或有风险时,马上预警,管理人员及时调整,让管控更高效、更精准。

4 结语

水利水电工程项目全生命周期成本管理,是实现项目“降本增效、风险可控、可持续发展”的核心路径,其价值不仅在于统筹各阶段成本关联、提升整体经济效益,还能降低潜在风险、兼顾经济与生态效益,有效解决传统成本管理“阶段脱节、管控失衡”的痛点。未来,随着技术的持续迭代与管理理念的深化,水利水电工程项目全生命周期成本管理将更趋智能化、精细化——先进技术将实现成本数据的实时采集、精准分析与自动预警,完善的机制将保障全流程管控的有效落地,协同体系将推动各主体高效联动。唯有持续优化全生命周期成本管理策略,才能不断提升水利水电工程项目的管理水平,保障项目在实现经济效益的同时,持续发挥防洪、供水、发电等民生与生态功能,为区域经济发展与民生保障提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1] 全丽. 基于全生命周期的EPC工程项目风险管理研究[J]. 工程技术研究, 2018(10): 122-123.
- [2] 蒯鹏程, 赵二峰, 杰德尔别克·马迪尼叶提, 李培聪, 张恒, 李家田. 基于BIM的水利水电工程全生命周期管理研究[J]. 水电能源科学, 2018, 36(12): 133-136.
- [3] 陈杰. 基于BIM技术的水利水电工程全生命周期管理分析[J]. 低碳世界, 2024, 14(10): 124-126.