

# 水利工程全生命周期管理中的成本控制与效益分析

许凤宝 赵广洲 赵永利

内蒙古绰勒水利水电有限责任公司, 内蒙古自治区兴安盟乌兰浩特市, 137400;

**摘要:**我国在水利建设方面的投入逐年增加,特别是在中小水库除险加固、水利枢纽工程和河流生态环境整治等方面,以规模较大的水利工程最为典型。重大水利建设工程大多是公共事业,在全国固定资产投资中所占比重很大。今后十年内,一批又一批的重大水电工程将陆续开工。水利项目是一种特殊的工程类型,其工期较长,投资金额较大,其建设环境较为复杂,所涉领域较多,涉及人数较多,投资额较大,运营期限较长,社会影响较大,移民情况复杂。由于其施工、施工、运营及维修等环节存在着诸多造价风险因子,故有必要将其运用于重大水利水电项目造价风险评估。

**关键词:**水利工程;全生命周期;成本风险;风险分析

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.03.049

作为国家基础设施建设的核心领域,水利工程在防洪减灾、水资源保障、可再生能源开发及生态环境保护等关键民生领域发挥着不可替代的作用。这类工程具有投资规模庞大、政府主导性强、建设周期长、技术标准严格、跨学科特征显著以及技术创新要求高等典型特点。正是由于这些特殊性,重大水利工程造价管理呈现出投资构成复杂、影响因素多元、内外部协调难度大以及潜在风险高等显著特征。

## 1 水利工程全生命周期成本特点

由于重大水利工程建设工期长、投资金额大、工程难度大、利益方多等诸多原因,因此,重大水利建设工程项目的全寿命周期费用呈现出如下特征:(1)涉及到众多的利益方,这使得重大水利建设工程项目的整个寿命周期费用与传统的全过程造价进行比较,这使得重大水利工程项目的整个寿命周期费用计算变得更加困难。(2)分期计算,重大水利建设工程项目的整个寿命周期造价是由重大水利项目整个寿命周期内各个时期衍生出来的,每一个项目的造价生成都有着自己的特征,它们在整个项目建设过程中所占的比例也各不相同,既相互关联,又相互独立。(3)造价管理困难。与常规水利水电工程相比,整个寿命周期造价不仅涵盖了其施工造价,而且还涵盖了运营、竣工验收和报废拆除等各个阶段的各种费用。相比于常规的水利水电项目,整个寿命周期造价管理需要综合多个环节的造价因素进行综合分析,从而大大加大了造价管理的工作量。(4)各个时期的成本相互关联,相互影响,构成了一种相互影响、互相制约的体系,前一期所形成的成本会对其后各个时期的成本

的生成造成直接或间接的影响,从而使各个时期的成本构成了一张纵横交错的网络。

## 2 水利工程全生命周期成本控制

### 2.1 项目决策期的成本控制

在重大水利建设项目的投资决策过程中,造价管理的重点是编制项目建议书、可行性研究报告和立项评审。(1)项目建议书。作为重大工程前期决策的核心指导文件,项目方案在系统整合国民经济五年规划、区域经济发展需求、社会发展战略、可持续性目标、生态环境保护要求以及水资源优化配置等多维要素的基础上,通过开展实地考察、专项调研、数据采集与综合分析等系统性工作,初步确定了工程建设规模、投资预算、选址方案、工艺流程设计、融资模式及移民安置计划等关键参数,最终形成具有决策参考价值的工程实施方案,为政府部门、国家机构及企业投资者提供科学依据。(2)项目的可研论证。作为重大水利工程投资决策的关键依据,可行性研究报告在项目立项阶段发挥着二次决策引导作用。该报告系统性地从工程规模确定、方案比选、征地移民实物指标调查、移民安置投资估算、水生态效益评估以及调蓄能力分析等多个维度展开论证,并将上述要素全面纳入总投资核算体系。通过综合考量项目的经济效益、社会效益、生态效益及技术可行性等核心指标,最终形成具有决策参考价值的可行性研究报告,旨在为后续投资实施提供科学依据。但是,由于重大水利工程的规模大,工期长,工程难度大,所以,在重大工程项目的立项过程中,可研报告是一项重要的工作。从某种意义上讲,该课题的研究成果是否真实合理,深度

是否满足,将直接影响到该课题的成功执行。(3)项目立项评估。重大水利工程的决策流程中,项目立项评价作为关键性审查环节,是在项目建议书和可行性研究阶段成果的基础上,依据现行法律法规及技术规范,组织多领域专家团队,从工程建设、社会、生态环境等维度,对项目的建设必要性、工程技术方案等核心要素开展系统性评估与论证,形成一份评价报告,以便于政府部门和银行业对项目的可行性进行评判。

## 2.2 方案设计期的成本控制

根据有关资料研究表明,重大工程投资中,主要受前期设计书的影响70%-100%,其中,技术设计对重大工程投资的30%-40%,对重大工程投资的20%-30%,而在整个项目的建设过程中,只有5%-15%左右。因此,在项目的整个寿命期内,项目造价的控制是非常重要的。在重大水利水电项目方案设计阶段,主要包括编制初步设计报告、技术方案设计和施工图设计。(1)初步设计报告。它是重大水利工程走向实际执行的最终指南,它是对已经选择好的设计方案进行深入研究的一项重要工作,它将在技术上、经济上的合理性等多个角度出发,对项目选址、工程规模、工程投资总额等进行确定。但是,大多数的重大水利工程都是由国家或者是国家出资的,在某种意义上来说,初步设计报告中规定的估算和投资规划,在某种意义上也是对项目建设的一个估算和年度规划。(2)技术方案设计。它是一项综合性的重大水利工程设计工作,设计者在明确了设计任务、工程要求和约束的基础上,对工程进行了深入的研究。(3)施工图设计。在重大水利项目的设计中,施工图设计是其最终的工作内容,它是根据项目的前期工作结果及业主的需求,通过一张完整的蓝图,充分地展现出设计者的构思。在编制重大水利工程的招标公告、标书编制和标底的过程中,对其进行了详细的分析。

## 2.3 建设实施期的成本控制

水利工程实施阶段的核心任务在于将设计图纸、建筑材料、人力资源等要素转化为实际工程实体。作为大型水利项目全生命周期中最为关键的环节,该阶段不仅资金投入高度集中,同时涉及人员构成复杂多样,且承担着最为艰巨的施工任务。同时也是一个重要的阶段,可以在批准的投资额度之内,达到设计目标。在重大水利工程施工过程中,必须要对建筑企业的施工行为进行监管,以确保整个寿命期的造价最低,确保业主的投资收益,确保工程的施工质量,确保施工进度,并

对施工执行期间的成本费用进行有效的控制。

## 2.4 竣工验收期的成本控制

在重大水利工程项目的施工过程中,竣工验收标志着项目的完成,同时也标志着项目的正式启用,在项目的施工执行期,项目的造价能否在竣工验收中得以全面的反映出来。这不仅是施工过程中造价控制的最终步骤,同时也是运营养护阶段造价管理的起点,这需要在水利部、发改委等政府部门根据技术规范验收,对工程建设的质量、成果进行综合评价,并对工程建设过程中的经验与教训进行总结。

## 2.5 运行维护期的成本控制

水利工程投资规模巨大,施工工艺复杂,参与人数多,功能复杂,运营过程中管理人员众多,运营资金渠道复杂,使用主体众多,造成重大水利工程投产后维修费用及运营费用管理难度大,具有较大的不确定性。与项目决策阶段、方案设计阶段、施工实施阶段和竣工验收阶段的比较,运营与维修阶段具有时间跨度、人员变动等特征。重大水利工程服役年限多为50多年,有些项目服役年限长达百年,运营养护费用远远大于工程造价。而运营维修期间的费用管理估算,则是通过设计者在初步设计报告中进行的,在设计过程中,选取更好的设计方案,对相应的装备、工程技术、运营方案进行筛选,让已经投产的工程能够得到最大程度的利用,从而让在运营和维修期间,能够以自己的利润来保证工程的正常运作,从而让项目的各种利益得到最大程度的利用。

## 2.6 拆除回收期的成本控制

在水利工程中,拆除回收期是一个工程寿命结束时的一个重要指标,它意味着该工程已经不能再用,对于建设单位来说,它已经收回了所有的投入,实现了它的全部收益。这一期聚焦于工程实体拆除过程中的关键环节,包括机电设备的科学处置、管理人员的合理安置、工程残值的高效回收等核心问题,同时特别关注拆除作业对周边环境的潜在影响,尤其是水生态环境的保护与环境污染防控措施的实施。

## 3 水利枢纽工程全生命周期成本风险分析

### 3.1 工程概况

本项目地处上游,为《流域近期治理规划》及水利部审定的《水资源开发利用保护规划》的重要组成部分。发改委对三峡大坝的初步设计估算进行了论证。该项目已于2016年三月启动。该工程建设的主要目标是实现

对流域内流域的生态用水与经济社会用水的有效配置,改善地区的用水状况,同时考虑到水电等多方面的综合利用。该水库原有库容 4.05 亿  $m^3$  (有效),死水位 2580 m,对应死库容 0.61 亿  $m^3$  (有效),正常蓄水位 2628 m,正常蓄水位以下库容 3.54 亿  $m^3$  (有效),调节库容 2.95 亿  $m^3$ ,汛期限制水位与正常蓄水位相同。该发电厂的容量为 49 MW。项目规模为二类大型(2)类。本工程设计的拦河坝、溢流表孔、泄洪底孔、导流坝段等均为二级结构,电站引水洞和地下工厂均为三级结构。坝基边坡等级为二级,电厂出水口为 4,临时建筑为 5。基于河道治理与水资源综合利用需求,该工程采用物质坝体结构作为拦河主体,其枢纽建筑物按照功能与重要性实施分级设计:泄洪洞与供水设施作为一级建筑物承担主要防洪与供水功能;溢洪道及发电引水系统进水口列为二级建筑物;而发电隧洞与电站厂房则作为三级建筑物,主要服务于发电功能,临时结构设计为四级。其中,给排水洪洞和溢洪道设置了二级斜坡,电厂和电厂的出水口设置了 4 个等级的斜坡和 5 个临时建筑的斜坡。

### 3.2 工程选址

开展了可研野外调查,依据水电站在大坝下游 15.6 公里处的实测数据,现已建库,其正常蓄水位 2521.00 米,回水终端已经到达了坝址,比大坝底部(2515.00 米)高 7 米,也比 F3-F6 间的坝下(2517.00 米)5 米左右,将会淹没河坝址及 F3-F6 间的大坝厂房等。从现状来看,该水电站是当前惟一可能的选择。通过对大坝的初步比较,确定了大坝的位置,对大坝的选择没有任何限制。

### 3.3 工程总布置方案

在河道内设置了一座高 123 m 的自升式自升式大坝,大坝顶部长 210 m;从左到右,分别是:左、中、下游、发电、大机组发电、右岸引水工程;电厂位于大坝泄洪闸坝的上游,泄洪底孔大坝的右岸,是一座坝后型的地表电厂,“一机一管”的布局方式。

### 3.4 投资估算

该项目(不包括外出)项目的总投资为 240823 万,

其中包括项目资金 239478 万,其中包括项目建设期间的贷款利息 1345 万。

### 3.5 经济评价

依据国民经济评估框架,采用 1.0 的影子价格转换因子对项目静态总投资 239478 万元进行了调整,通过剔除国际转移支付收益及税费等非经济性因素,最终确定经济投资额为 223925 万元。在运营阶段,项目年均运营成本为 3771 万元,流动资金需求为 397 万元。从生态经济综合效益来看,该水库工程在流域生态系统修复与保护、水资源优化配置等方面具有显著效益,具体表现为:改善下游生态环境、提升中游灌溉效率、降低跨区域调水成本、增加水力发电收益,并对既有电站的发电效能产生协同影响。计算结果表明,三峡工程对上游地区的生态用水收益每年可达 16186 万,每年可节约引水量 315 万,而在中游可达 3500 万/年,可达 7895 万/年,减排效益可达 1010 万/年,综合效益为 28906 万元/年。在对上述项目的效益与成本进行了分析后,制定了国家经济效益成本报表,并对其进行了经济评估,得出了该项目的经济内回报率达到了 8.96%,符合国家公共事业项目国民经济内部回报率的需要。项目投资回收期为 24622 万,比 0 大。灵敏度分析显示,该工程具备良好的经济效益,施工期间要加大资金投入,运营期间要强化对其进行有效的管理,以确保其良好的经济效益。作为一项具有公益性质的公共事业,对地区的生态环境恢复与保护、水资源合理分配与高效利用具有重要意义,水库的修建具有一定的经济效益。

总之,各类水利水电项目的全寿命周期费用特征及费用风险因子也不尽相同,对其权重的选取与作用也不尽相同。因此,有必要对各类重大水利工程进行全面、深入的研究,并结合具体的工程类别,构建相应的风险评估模式,以便更好地进行各类重大水利工程项目的造价风险及风险管控。

### 参考文献

- [1]王芳,水利工程造价管理探讨. 2022.
- [2]陈明亮,基于风险理念的水利枢纽工程全生命周期信息管理. 2023.