

净水厂及污水处理厂投资估算阶段的风险控制

高颖艳, 张 弢, 艾菁菁, 李 琳, 姜 颖
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

摘 要: 净水厂及污水处理厂工程一般采用社会资本和政府合作模式(PPP)建设运营。PPP 项目的总投资对政府支出责任、社会资本的合理回报具有决定性的影响。投资估算过低或者过高将给政府和社会资本方投资带来很大风险。分析了进出水水质的确定、设计处理工艺的选择、设计处理规模的确定、构筑物及建筑物估算指标选取、设备材料费用取值、地基处理费、厂区周边情况、支护费用、总平面布置费用、改扩建项目特有费用、工程建设其他费用等在估算阶段常见的投资风险因素,针对不同因素提出相应对策,为新项目的估算提供经验和建议,以进一步降低投资风险。

关键词: 投资估算; 风险控制; 净水厂; 污水处理厂

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)10-0031-05

Risk Control for Investment Estimation in Waterworks and Sewage Treatment Plant Projects

GAO Ying-yan, ZHANG Tao, AI Jing-jing, LI Lin, JIANG Ying
(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

Abstract: Water purification and sewage treatment projects are usually executed in PPP (Public Private Partnership) mode. Project investment is a crucial factor which determines governmental payment responsibilities and returning rate of the private party. Underestimation or overestimation of project investment brings high risks to both parties involved. The article analyzed factors which frequently caused investment risks such as influent and effluent quality, treatment process, treatment capacity, selection of estimate index for structures, buildings and equipment, foundation treatment, surrounding situation, supporting structure, general layout, modification and extension content and auxiliary project costs. It also proposed corresponding countermeasures in order to reduce the project risks to lower degree.

Key words: cost estimation; risk control; waterworks; sewage treatment plant

净水厂及污水处理厂工程属于市政基础设施项目,一般采用社会资本和政府合作模式(PPP)建设运营。PPP 项目的总投资对政府支出责任、社会资本的合理回报具有决定性的影响^[1]。在投资估算阶段产生项目总投资是项目后期的投资控制目标。在确保项目可行性研究基础上,夯实工程投资估算是有效控制 PPP 投资规模,控制政府支出责任,提高项目经济效益的关键^[2]。黑龙江某水厂因规模远大于需水量造成超前投资,政府在运营期每年支

付大量补贴,造成了较严重的财务负担。咸阳某水厂因地基处理方案变化,造成投资估算严重不足,对项目的进度、融资、投资控制和后期水价确定造成了较大影响。给排水项目一般投资数额较大,影响因素多,在项目估算阶段如果不加以控制,将给社会资本方投资和政府带来很大风险^[3]。

1 投资估算的费用组成及编制方法

项目总投资由工程费用、工程建设其他费用、预备费、建设期贷款利息及铺底流动资金组成。

工程费用包括建筑工程费、设备购置费和安装工程费。建筑工程费一般按照工程量乘以估算指标计算。依据《市政工程投资估算编制办法》(建标[2007]164号)的规定,工程量的计算应按照可行性研究报告中的工艺流程图、总平面布置图和各构筑物尺寸确定。估算指标根据工程建设标准、当地造价信息、类似工程造价综合确定。建筑工程费约占总投资的30%~45%。

设备购置费按照设备数量乘以设备单价计算。安装工程费分为两部分,主要材料费用按照主要材料数量乘以单价计算,设备及主要材料安装费用按设备材料费用的百分数估算。设备和主要材料价格依据询价、类似工程报价及当地工程造价信息综合确定。设备购置费约占总投资的15%~30%,安装工程费约占总投资的13%~20%。

工程建设其他费用、预备费、建设期贷款利息及铺底流动资金的计算,依据《市政工程投资估算编制办法》(建标[2007]164号)及工程所在地有关规定并考虑市场因素确定。工程建设其他费用、预备费、建设期贷款利息及铺底流动资金约占总投资的20%。此类费用除建设用地费外均较容易确定且不易在后期实施中产生较大的费用偏差。

综上所述,工程费用的估算是投资估算风险控制的重点。

2 投资估算风险分析及应对措施

① 进、出水水质确定不合理对投资估算造成的风险

设计进、出水水质的确定是工艺设计的基础。设计进水水质越接近实际,设计方案越合理,投资和合同阶段确定的水价越合理。设计进水水质如果高于实际进水水质,会造成处理工艺流程复杂,池体停留时间长,设备运行能力显著大于实际运行水平,设备负荷偏低或不在经济负荷区间内运行,从而造成投资和合同阶段测算的运行成本偏高,增加用户支付水费的负担。设计进水水质如果低于实际进水水质,会造成工艺流程过于简单,设备设计运行能力不足,导致投资和合同阶段测算的运行成本偏低,项目投入运营后处理水质难以稳定达标,企业承担罚款或影响水处理收费后果。

出水水质的确定一般是项目所在地政府根据国家及地区有关政策及标准确定。随着我国经济的持续发展,居民生活水平的持续提高以及国家对环境

治理要求的提升,出水水质标准近年来不断提高,尤其对于污水处理厂,保证出水水质稳定达标难度越来越大。

分析认为,合理确定进水和出水水质是减少投资估算风险的关键。对于进水水质,在基础资料收集阶段,应获得最新的水质资料,水质资料应该包含全年各时间段信息。对于污水处理厂,市政污水经常受到工业废水的影响,应通过对水质信息的分析合理确定污染源类型,有条件的应对污水源进行调查,并应通过了解当地工业规划,分析未来工业废水水质发展趋势。通过水质资料的概率分析,兼顾连续峰值阶段水质合理确定水质保证率。对于出水水质,应参考最新的地区标准确定项目出水标准,防止高于或者低于标准。

② 设计处理工艺的选择对投资估算和水价造成的风险

在同样的进水水质条件和出水水质要求下,会存在不同的处理工艺都能够满足处理要求。在处理工艺的选择方面,设计方和社会资本方的决策出发点存在偏差。由于项目运营利润与设计方无关,设计方在设计中的着力点一般是确保出水水质达标,对项目运营成本的敏感性较低,会考虑较充分的设计冗余量和保证率。社会资本方为了获得更多的利润,往往会通过承担一定的水质不达标风险降低运营成本。

北京市某污水处理厂工程出水水质为北京市《城镇污水处理厂水污染物排放标准》(DB 11/890—2012)A标准。在可研阶段设计方提出AAO+混凝沉淀过滤和MBR两种方案。其中,混凝沉淀过滤方案工程总投资为14 010万元,运行成本为1.53元/m³,MBR方案工程总投资为15 566万元,运行成本为1.721元/m³。在可研阶段将混凝沉淀过滤方案作为推荐方案。在初步设计阶段社会资本方考虑到超滤工艺比砂滤工艺对SS稳定达标更为安全可靠,选择了AAO+超滤工艺,工艺方案总投资为14 569万元,运行成本为1.555元/m³。黑龙江省某水厂可研采用混合+反应+砂滤处理工艺,PPP招标后社会资本方选择了另一家设计单位,根据最新的原水资料,处理工艺变为预臭氧+混合+反应+砂滤+炭滤,工艺方案的变化造成工程投资增加3 532万元。由于不同的工艺方案对应不同的投资额和运行成本,合理确定工艺方案,尽量避免后期工

艺方案的变动,才能有效降低投资和水价的风险。因此综合考虑稳定达标和投资运营成本等因素,兼顾工程所在地政府、企业及居民支付能力,合理确定处理工艺,选择声誉好有经验的设计单位,降低投资估算风险。

③ 设计处理规模的确定对投资估算和水价造成的风险

净水厂设计规模与城市用水量有关。城市用水量包括居民综合生活用水、生产用水和其他用水量。综合生活用水包括城市居民日常生活用水和公共建筑及设施用水两部分总水量,生产用水则与城市性质和产业结构有关。处理规模依据过去年份水量发展趋势,结合规划的所在区域定位、功能界定、人口、工业需水量等多因素综合预测确定。预测水量会与实际需水量存在偏差,随着我国经济从高速发展过渡到平稳发展阶段,城镇化的发展,环境保护政策执行力度持续增强,部分地区由于人口负增长、产业结构调整等,项目处理规模确定偏大,给投资估算和项目收益带来巨大风险。

解决措施如下:社会资本方和设计方应与有关政府部门配合,结合水资源状况、节水政策、环保政策和社会经济发展状况,以智慧水务建设为基础,运用数据挖掘和分析技术,了解城市用水现状,预测未来水量,合理确定水厂和污水厂的处理规模。处理规模可适当分期,以降低一次性投入过大风险,并满足近期处理需求。

④ 构筑物估算指标较低造成的投资风险

对于新建和绝大部分扩建工程,建筑工程占工程费用的比例较大,构筑物投资额在建筑工程中占比最大,一般达到工程费用的30%以上。构筑物的造价随着主要材料价格和消耗量变动,估算时受设计深度限制,无法计算具体的工程量和价格,只能参照已完成类似工程确定估算指标,估算指标与实际造价的偏差将造成投资估算不准确的风险。

通过对已完成项目投资指标的收集和整理,总结出以下估算原则:同种类型池体(如生物池,沉淀池),池容越大,造价指标越低;底面积相似的池体,池壁越高,造价指标越高;高度接近,方形池体比长方形池体经济;不同类型池体,单位容积内混凝土含量越大,造价越高。

对于污水处理厂构筑物,造价指标有以下趋势:粗格栅及进水泵房一般在地下埋深较大,需要降水

支护等施工措施,池容较小,造价指标较高;细格栅较高,池容较小,造价指标较高;曝气沉砂池池容中等,但单位池中混凝土含量大,造价指标较高;滤池池容较大,土建构造较复杂,造价指标较高;膜池池容中等,池壁较密集,池壁需采取防腐措施,造价指标较高;初沉池、生物池、二沉池、浓缩池容积较大,造价指标较低;臭氧接触池、污水调节池、污泥调节池、储泥池池容小,池顶有盖覆盖,造价指标较高;排泥泵房、中水泵房容积小,造价指标较高;高效沉淀池池壁较高,单位池中混凝土含量大,造价指标较高。

对于供水厂构筑物,滤池池容较大,但土建构造较复杂,造价指标较高;膜池、臭氧接触池池容中等,池壁较多,池壁需采取防腐措施,造价指标较高;清水池、平流沉淀池容积较大,造价指标较低;混合反应池、斜管沉淀池池容较小,造价指标较高;排泥水调节池、回用水调节池、储泥池池容小,池顶有盖覆盖,造价指标较高。取水泵房、送水泵房容积小,造价指标较高。

通过对大量工程概算、预算、决算数据的采集整理,选择类似工程造价指标,并根据设计内容和当地价格适当调整,采用合理造价指标。

⑤ 建筑物的估算指标较低造成的投资风险

建筑物投资额在建筑工程中占30%~40%左右,建筑物的造价随着主要材料价格和消耗量变动,估算时受设计深度限制,无法计算具体的工程量和价格,只能参照已完成类似工程确定建筑物的估算指标。估算指标与实际造价的偏差将造成投资估算不准确的风险。

给排水工程生产性建筑物不同于一般的民用或者公共建筑,其尺寸、结构构造及内部装修应满足工艺流程和控制要求,具有跨度大、层高高、结构尺寸大、单位面积土建工程量大的特点。确定生产性建筑物指标时,应综合考虑建筑物的层高、室内设备基础、管沟、池槽、地面墙面耐腐蚀要求、房子基础是否落在池体上等因素,降低投资估算风险。

⑥ 设备材料的估算不足造成的投资风险

在水厂和污水处理厂中通常采用特定处理设备和材料以达到处理要求。设备和主要材料投资额在工程费用中占20%~30%。设备投资额较大,不同厂家给出的同种规格型号设备报价差别很大。如果设备价格与设备选型、档次不匹配,将会造成投资风

险。例如格栅有旋转固液分离机、转鼓格栅、网板式阶梯格栅、内进流网板格栅、膜格栅等型式。不同类型的格栅截污去渣能力不同,设备价格也有差异。一般情况下旋转固液分离机、转鼓格栅和网板式阶梯格栅价格较低,内进流网板格栅价格较高。当孔隙精确度较高时,格栅价格升高。多级离心鼓风机、空气悬浮离心风机价格较低,单级风机价格较高,进口风机价格高于国产风机。供货厂商为了追求自身利润,所报设备价格虚高,也会造成估算额偏大可能影响项目的可实施性的风险。

因此,搜集整理已完项目设备实际中标价格和设备询价,建立设备材料数据库,根据设备的选型、设备档次和产地(国内国外)等因素选择合理价格。对厂家不合理报价进行修正,不断更新设备材料数据库。

⑦ 地基处理费估算偏差投资风险

当池体和建筑物坐落于不良地质条件时,需要进行地基处理,以保证建(构)筑物的稳定。地基承载力不足需要进行地基处理。地下水位较高时需考虑池体抗浮。地基处理方案依据地勘资料确定。地勘资料不够详细或准确,将造成设计较为保守或者设计不足,给投资带来风险。例如,满洲里市某项目在勘察时因场地旁非正常蓄水,造成所测地下水位偏高,设计据此水位设置抗浮桩。临时蓄水移除后,地下水位降低了1~2 m,抗浮桩的设置造成了投资浪费。西安市某水厂在投资估算阶段没有地勘资料,参照设计单位负责设计的咸阳市某项目地勘资料按照桩型(灰土挤密)和桩长度估算,后期地勘测得场地湿陷性大大强于参考地区,挤密桩长度增加,桩型由钻孔挤密桩改为沉管挤密桩,工程量和单价均发生变化,地基处理费由2 000万元最终调整至3 000万元。地基处理是对地下的未知情况进行处理,存在不确定性,可研阶段的地基处理设计犹如盲人摸象,由于处理面积较大,估算不准确可能会给项目投资的确定带来灾难性的风险。

因此,可研阶段尽量落实地勘资料,没有地勘的尽量选取有代表性的周围地区地勘作参考。投资估算应预留出不可预见工程量或费用,防止工程实施阶段工程投资超出投资估算的情况发生。建议在PPP实施方案合同谈判中,将地基处理费用作为独立的费用,可按实调整,规避掉地基处理的投资风险。另一方面,后期通过细化地勘报告和优化地基

处理设计,可有效降低项目投资。

⑧ 厂区周边情况考虑不周造成的投资风险

厂区室外地坪标高一般情况下根据周边规划道路的标高确定。根据工艺设计流程进行土方平衡分析,能够优化土石方的挖填运购费用。厂区处于低洼地区时,周边应设置截洪沟以防止洪水侵入。厂区处于泄洪区,设备操作层应高于河流的洪水位,需要大量填方。厂区明显高于周边地区,应设置挡土墙或者护坡。周边情况考虑不周会造成投资风险。因此,充分考虑挖填运购工程量,合理确定运距和土石方单价;重视环境要求的截洪沟、挡土墙和护坡等的设计并合理确定价格。

⑨ 支护的费用考虑不周造成的投资风险

支护是为保证地下结构施工及基坑周边环境的安全,对侧壁及周边环境采用的支挡、加固与保护措施。尤其对地下或半地下污水处理厂站,支护深且面积大,在地勘资料缺乏或者详细程度不足时,支护费用估算不准确将造成投资风险。可采取如下对策:获取可靠的地勘资料,聘请有资质的单位对基坑支护进行专项设计,进行支护方案的技术经济比选,合理确定支护方案及投资。

⑩ 总平面布置费用考虑不足造成的投资风险

总平面布置包括工艺管道、雨污水管道、热力管道、电缆沟、道路、围墙、场地铺砌、绿化、海绵设施等。在可研阶段受设计深度影响,这部分没有具体的工程量,费用按照估算指标计算,可能会发生投资的冒算和漏算,造成投资风险。

采取的对策如下:将总平面布置可能发生的工程内容考虑完整,对于管线类工程量,涉及专业应根据总平面图对主要管线或管线中规格较大的部分的工程量进行粗略计算,编制投资估算时参考类似工程主要管线工程费用与总管线工程费用的比值测算该部分工程费用。分期实施的项目明确本期实施范围,道路、土方平衡和部分管线可能按最终规模一次性实施,改扩建项目考虑与已有构(建)筑物之间的管道连接和切改措施费用,多区域供水项目考虑多种压力的输水管道,花园式处理厂采用合适的造价标准。

⑪ 改扩建项目的投资风险

随着服务面积的增加和出水标准的日益严格,越来越多的污水处理厂需要扩容改造。改扩建项目投资涉及原项目的工艺流程选择、基础处理方案、建

筑物形式选择、设备材料档次选择、原有设备运行工况等方面的衔接,原有建(构)筑物的拆除与改造,建设过程需维持原项目不停水运行,施工对现状道路和绿化有一定程度的破坏,这些因素可能造成投资风险。

因此,设计人员应认真调研原项目运行状况及存在问题,获取原项目的设计说明及图纸,合理确定改扩建工艺流程,明确设备材料清单和需改造的其他内容(如外装修里面修复,内部管道空调更换等)。应结合原设计图纸和地勘资料进行全面的方案比选,谨慎确定地基处理方案,在满足结构安全、工艺合理的前提下,选择造价经济的方案。基础处理、建筑物的估算以原设计的工程量为基础进行调整,结合最新造价指标进行估算。设备和主要材料价格选择原项目同档次厂家报价。如果新建构筑物与原有构筑物距离较近,需考虑保护原有构筑物所需的支护费用。另外还需酌情考虑维持原项目不停水运行的费用和施工引起的道路绿化修复费用。总平面布置与原有项目有较多管道连接时,建议按照管道和道路工程量与对应的单位造价指标进行估算,不按照改扩建面积乘以单位造价指标进行估算。

⑫ 工程建设其他费用估计不足造成投资风险

工程建设其他费用是指除工程费用以外,建设项目必须支出的固定资产其他费用、无形资产其他费用和其他资产费用。一般包括建设用地费、建设单位管理费、建设项目前期工作咨询费、勘察设计费、环境影响咨询费、劳动安全卫生评审费、场地准备及临时设施费、工程保险费、生产准备费及开办费、联合试运转费、招标代理服务费、施工图审查费、市政公用设施费、工程造价咨询服务费等。工程建设其他费用的增加会造成投资风险。

为降低这一风险,通常建设用地费增加由政府承担风险。另外,收集当地的费用种类及计算规定,比如高可靠性供电费、道路拆除恢复费用、社会稳定评价、地质灾害评价、规划图纸费用等,在估算中考虑充足。

3 结语

投资估算一般情况下是项目投资的最高限额,不得随意突破;投资估算对初步设计概算具有控制作用;建设单位可根据批准的投资估算进行资金筹

措和向银行申请贷款;投资估算是编制固定资产投资计划的重要依据。投资估算所追求的目标是工程量与图纸和设计说明相符,采用造价指标合理,设备材料价格与业主所期待的设备档次匹配,费用内容完整,对影响投资的不确定因素进行充分考虑。合理利用风险控制措施编制工程投资估算,能够提高投资估算的准确性,有效降低投资风险,有助于项目的成功实施。

参考文献:

- [1] 姚海林,梁舰. PPP 核心业务操作指南[M]. 北京:中国建材工业出版社,2018.
Yao Hailin, Liang Jian. PPP Project Core Business Operation Instruction [M]. Beijing: China Building Materials Press, 2018 (in Chinese).
- [2] 汤明,裴劲松,吕海军. 建筑企业 BT、BOT 项目投资管理及案例分析[M]. 北京:北京交通大学出版社,2015.
Tang Ming, Pei Jinsong, Lü Haijun. BT, BOT Project Investment Management and Case Analysis for Construction Enterprise [M]. Beijing: Beijing Jiaotong University Press, 2015 (in Chinese).
- [3] 柯永建,王守清. 特许经营项目融资(PPP):风险分担管理[M]. 北京:清华大学出版社,2011.
Ke Yongjian, Wang Shouqing. Risk Distribution Management in PPP Project [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2011 (in Chinese).



作者简介:高颖艳(1969 -),女,天津人,大学本科,高级工程师,注册造价师,注册咨询师,从事市政工程造价研究工作。

E-mail:569567003@qq.com

收稿日期:2019-02-14