

## 地下污水处理厂建设成本控制与优化策略研究

贾淑军

信开环境投资有限公司, 北京 101199

**[摘要]**地下污水处理厂在城市基础设施建设中发挥着重要作用,但其建设过程中常面临成本控制难题。文中探讨了地下污水处理厂建设中的成本控制问题,分析了当前成本管理的现状与挑战,提出了优化成本控制的策略。通过对项目生命周期的各个阶段进行分析,结合国内外的先进实践,提出了从设计阶段、施工管理到运营阶段的全方位成本优化路径。研究结果为提升地下污水处理厂建设的经济性和可持续性提供了理论依据和实践指导。

**[关键词]**地下污水处理厂; 成本控制; 优化策略; 建设管理; 项目生命周期

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14857 中图分类号: X505 文献标识码: A

### Research on Cost Control and Optimization Strategies for Underground Sewage Treatment Plant Construction

JIA Shujun

Xinkai Environmental Investment Co., Ltd., Beijing, 101199, China

**Abstract:** Underground sewage treatment plants play an important role in urban infrastructure construction, but they often face cost control challenges during the construction process. The article discusses the cost control issues in the construction of underground sewage treatment plants, analyzes the current status and challenges of cost management, and proposes strategies for optimizing cost control. By analyzing the various stages of the project life cycle and combining advanced practices at home and abroad, a comprehensive cost optimization path from the design stage, construction management to the operation stage has been proposed. The research results provide theoretical basis and practical guidance for improving the economic and sustainable construction of underground sewage treatment plants.

**Keywords:** underground sewage treatment plant; cost control; optimization strategies; construction management; project life cycle

#### 引言

随着城市化进程的加速,地下污水处理厂作为城市污水处理体系的重要组成部分,已成为解决水污染问题的关键技术设施。然而,地下污水处理厂的建设成本较高,且涉及多个环节,如何在保证工程质量与功能的同时控制成本,已成为当前项目管理中的重点课题。本文将通过对地下污水处理厂建设过程的成本分析与优化策略研究,探讨如何在不同阶段实现有效的成本控制,以提升项目的经济效益和可持续性。

#### 1 地下污水处理厂建设成本的现状与挑战

##### 1.1 建设成本的构成分析

地下污水处理厂的建设成本构成复杂且多元,涉及多个环节。

###### 1.1.1 前期成本

前期成本是整个项目成本控制的基础,通常包括工程勘察、可行性研究、方案设计、设备选型、初步设计以及相关的技术咨询费用。设计方案多重比选优化、水厂+管网合理布局,直接影响到项目后期的施工效率和成本,因此设计阶段的成本控制至关重要。

###### 1.1.2 施工成本

施工成本是建设过程成本支出最大的一部分,涵盖了

土地征拆、管线改移、建筑工程、安装工程、工程管理等多项内容,这一阶段投入大部分的建筑材料、施工机械、人工,建设成本通常容易受到项目工期、施工难度、技术复杂性等因素的影响。

###### 1.1.3 设备购置成本

主要包括污水提升设备、污水处理设施、污泥处理设备等相关设备的采购费用,这些设备的品质直接关系到处理效果和后期运行成本。

考虑地下污水处理厂寿命周期长,最为关键的部分是运营维护成本,往往在项目立项审批阶段被低估。水厂投入使用后,日常维护、能耗费用、人员工资、设备大修和升级等运营成本往往长期占据较大资金,因此需要及时收取处理水费的同时,合理预留运营费用,避免高额的运营成本导致项目经济效益下降<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 当前成本控制面临的主要问题

地下污水处理厂建设过程中,成本控制面临多方面挑战。

(1) 项目规模大、投资高,涉及多个环节,任何环节的偏差都可能导致整体成本的上升。

(2) 由于项目的技术复杂性,设计与施工阶段可能出现频繁的修改和调整,这些变更往往带来额外的成本。

(3) 环境因素如工程地质、水文地质条件等不可控

因素,也会影响建设进度与成本。

(4) 设备采购价格波动、劳动力成本的变化以及原材料价格的上涨,也是影响成本控制的重要因素。

(5) 项目管理经验不足、成本控制措施不到位,导致项目预算与实际支出之间存在较大差距。

因此,如何在确保项目质量和功能的前提下,有效控制各项成本,仍然是当前地下污水处理厂建设中的主要难题。

## 2 成本控制的关键环节与优化途径

### 2.1 设计阶段的成本预控

设计阶段是地下污水处理厂建设的首要环节,直接影响到后续施工和运营的成本。在设计阶段,合理的设计方案不仅可以满足污水处理的技术要求,还能够有效控制成本。

(1) 应当加强项目的前期可行性研究,科学评估不同处理工艺、技术路线和设备配置的成本效益,制定合理的投资限额,避免盲目选用高成本方案。

(2) 在设计过程中,要优化设计方案,投资限额设计,同时减少不必要的重复设计和修改,确保设计方案符合实际需求,尽量减少设计变更。

(3) 在设计过程中,运营人员提前介入,及时提出运营需求,审核设计方案,提出优化方向,提前规避运营中可能出现的问题。

(4) 采用模块化设计和标准化设计可以提高施工效率,减少定制化设计带来的额外成本。

通过这些策略,可以确保设计阶段成本的合理控制,为后期施工和运营奠定坚实的经济基础<sup>[2]</sup>。

### 2.2 施工阶段的成本控制与管理

施工阶段是成本控制的关键环节之一。施工过程中,任何工期延误、材料浪费或质量问题都可能导致成本的大幅增加。因此,必须通过科学的施工管理和监控手段来实现有效的成本控制。

(1) 合理的施工计划至关重要,应通过精确的工期估算和资源调配,避免施工延误及施工周期过长带来的费用增加。

(2) 材料采购和管理是控制成本的重点,应严格按照设计要求进行材料采购,避免因采购不当造成的材料浪费或返工情况。加强施工现场的材料管理,避免材料堆放、丢失或过度消耗。

(3) 在施工过程中,要加强对人工费用的控制,通过优化劳动力配置、加强专业技术培训、提高工作效率,降低人工成本。采用先进的施工技术,如预制构件、机械化施工等,也能够有效提高施工效率,减少人工投入和施工时间。

(4) 严格的质量控制也是降低施工成本的重要因素,确保施工质量达到标准,可以避免因质量问题导致的返修和追加费用。

### 2.3 运营阶段的成本监控与优化

地下污水处理厂的运营阶段往往是建设成本控制的

“隐性”阶段,但其运营成本占项目总成本的比例不容忽视。除运营管理人员在设计、施工阶段加强审核把关,有效降低运营成本外,在运营阶段加强成本管理,实现全寿命周期的投资优化。

(1) 应进行能源管理优化。污水处理过程中大量能源消耗,尤其是在水泵、鼓风机等设备的运转中,能效提升是降低运营成本的关键。通过采用高效设备和节能技术,如变频驱动和智能化调节系统,可以实现设备的高效运行,减少能源浪费。

(2) 运营阶段的人员管理也至关重要,优化人员配置和加强员工培训,可以提高工作效率并减少管理成本。

(3) 定期的设备检修和维护也能有效防止设备故障,延长设备的使用寿命,降低维修成本。采用智能化监控系统,对设备运行状况进行实时监控,及时发现问题并采取措

施,也有助于减少不必要的维护支出。

(4) 在污水处理过程中,优化化学药剂的使用,减少药剂浪费,亦能显著降低运营成本<sup>[3]</sup>。

通过在设计、施工和运营三个关键阶段的精细化管理与优化,不仅可以实现地下污水处理厂建设过程中的成本控制,还能为项目的长期可持续发展奠定基础。

## 3 建设过程中的技术创新与成本优化

### 3.1 创新技术对成本控制的影响

技术创新是地下污水处理厂建设过程中实现成本优化的关键驱动力。创新技术不仅能够提升污水处理效率,还能显著降低建设和运营成本。

(1) 自动化与智能化技术的引入,有助于提高工艺的精确度与运行稳定性,从而减少人为操作错误和设备故障的概率,避免了高昂的维修费用。

(2) 数字化技术的应用,如 BIM(建筑信息模型)技术,可以在设计、施工和运营阶段提供精确的成本预测与管理,使得项目各环节的资源使用更加高效,从而降低了总成本。

(3) 模块化和标准化设计技术的发展,能够在设计和施工阶段大大缩短工期,减少设计变更,提高施工效率,从而有效控制人工和管理成本。

通过技术创新的引导,不仅提升了整体工程的质量和效率,也为成本控制提供了有力保障。

### 3.2 高效污水处理技术的应用与选择

高效污水处理技术的应用直接影响到地下污水处理厂的建设和运营成本。随着污水处理技术的不断进步,出现了多种高效、低能耗的处理工艺。例如,膜生物反应器(MBR)技术、人工湿地技术以及厌氧反应器等技术,能够在确保处理效果的同时,减少设备和运营费用。MBR技术通过膜过滤系统去除水中的杂质,具有占地面积小、处理效果好、能耗低等优点,虽然初期投资较高,但其在后期的运营过程中能够大大降低能耗和化学药剂消耗,达到

长期的成本优化效果。

另外,选择适合项目规模和处理需求的技术方案,也有助于避免过度设计带来的资金浪费。例如,小型污水处理厂可以选择低成本、能耗较低的自然处理工艺,而大型污水处理厂则可以采用多级处理技术,以提高处理能力并分摊设备投资成本。通过精确选用合适的处理技术,可以最大程度地提高投资回报率,减少整体建设和运营成本。

### 3.3 先进材料与设备的应用

在地下污水处理厂的建设过程中,先进材料与设备的应用能有效降低建设成本并提高系统的长期稳定性。

(1) 高耐腐蚀、低维护的材料,如不锈钢、复合材料、耐酸碱的聚合物等,可以大大提高设备的使用寿命,减少维护和更换成本。

(2) 采用节能型设备,如高效泵站、节能风机、低能耗水处理设备等,不仅能减少建设时的初期投入,还能降低运营阶段的能源消耗。特别是在污水泵站和鼓风机等关键设备的选择上,采用高效、智能化的设备可以显著提升运行效率,降低能耗并减少设备故障的发生,进一步控制了整体的运营成本。

(3) 选择创新型设备和技术,如膜技术和气浮分离设备等,也能通过减少对化学药剂的依赖,从而降低化学品采购和储存成本。通过精细选择先进材料和设备,地下污水处理厂在提高处理能力的同时,实现了从建设到运营全过程的成本优化<sup>[4]</sup>。

综上所述,技术创新、高效污水处理工艺和先进设备的应用,能够在地下污水处理厂的建设和运营过程中有效控制成本。通过采用这些创新手段,不仅能提高项目的经济效益,还能提升其环境效益,为可持续发展贡献力量。

## 4 案例分析:地下污水处理厂建设成本优化的实践

### 4.1 国内成功案例

国内有多个地下污水处理厂项目成功实现了建设成本的优化,其中西部某建设规模6万 $\text{m}^3$ /天地下污水处理厂PPP建设项目的案例尤为突出。该项目采用“多模式 $\text{A}^2/\text{O}+\text{MBR}$ 膜”处理工艺,可研批复估算投资5.02亿元万元,其中工程费4.22亿元,工程建设其他费0.35亿元,基本预备费0.12亿元,建设期利息0.11亿元,吨水投资7260元/吨·天。在项目实施阶段,对投资占比大,具有优化价值的分部分项工程,通过优化设计方案、合理组织施工和精细化资金管理等,成功地优化了工程费用和投资结构。通过对各项费用的精细化管理,确保了项目的成本控制在合理范围内,同时提升了工程的整体质量和建设效率<sup>[5]</sup>。

### 4.2 某地下污水处理厂项目成本优化实例

#### 4.2.1 优化方案、限额设计

可研估算批复基坑支护、帷幕工程费3022万元,投

资占建筑工程费10.9%,结合同类工程基坑支护费用指标,发掘其优化价值。

考察邻近地区工程深基坑支护情况,组织勘察单位加大详勘力度,项目所在地的工程地质、水文地质及现场条件明显好于项目建议书阶段。聘请行业资深专家协同设计单位对基坑支护方案进行优化,通过专家论证,由原方案基坑四面采用三轴桩+H钢+喷锚支护调整为南面、东面内侧三轴桩+外侧灌注桩支护,西侧与北侧放坡+喷锚支护的方式。支护工程调整为2052万元,同时增加土方挖、填、弃费用135万元,节约835万元。

#### 4.2.2 提前谋划,节约施工成本

地下水厂土石方工程量巨大,对余土外运、弃土消纳场地造成很大的压力。利用邻近在建工程土方需求,有序地组织地下水厂开挖,对投资控制起到关键作用。本地下水厂开挖土方约30万 $\text{m}^3$ ,回填用土仅需约4.3万 $\text{m}^3$ ,回填土临时堆放和余土外弃面临巨大挑战。多方面考察,对邻近在建工程进行统筹,经政府主管部门协调,大部分外弃土方得以就近消化利用,外弃土运由原来30km缩短为15km,且大幅减少消纳费用,节约费用合计1279万元。

#### 4.2.3 精细化资金管理

项目资金除PPP合同约定注册资本金为自有资金外,其他为银行信贷融资。融资利息控制为资金管理的重点。通过以下措施,实际融资利息降为940万元,节约164万元。

(1) 结合国家对环境治理良好的融资政策,争取低息贷款。

(2) 与施工单位、设备供应商签订合同中,控制预付款比例,除安全文明施工费外,按当年开工单项工程支付预付款;依法、合理设置工程进度款支付节点、支付比例,严格按联签产值支付进度款。

(3) 严格按资金支付需求控制银行放款节奏,避免提前放款产生额外利息。

(4) 优化施工组织设计,合理压缩工期,加快推进工程验收,提前进入运营,尽早收益,缩短贷款期限。

### 4.3 成本控制效果的评估与总结

通过对该地下污水处理厂项目的成本控制效果评估,可以发现,该项目成功实现了建设过程中的成本优化。通过对工程费用、建设期利息以及其他费用的严格管理,项目公司不仅减少了不必要的支出,还提高了资金使用效率。同时,项目公司充分考虑了各项支出的变化和潜在风险,制定了科学合理的控制策略。在后期施工和运营阶段,项目公司通过不断监控支出情况,及时调整资金预算,进一步优化了项目的经济效益。因此,该水厂项目是一个在地下污水处理厂建设过程中实现成本优化的成功案例,为类似项目提供了宝贵的经验和参考。

通过该案例的分析,可以看出,地下污水处理厂的建

设成本优化不仅仅依赖于投资审批,还需要在整个项目过程中持续地探求成本节约途径、全程成本监控和管理。项目公司应根据既有项目经验,结合项目实际情况,在设计、施工及运营阶段采取灵活的优化措施,以确保项目的经济效益和可持续发展。

## 5 结束语

地下污水处理厂的建设成本控制与优化是确保项目经济性与可持续发展的关键。通过在设计、施工和运营阶段实施精细化管理和技术创新,能够有效降低建设成本,提高资源利用效率。文中该水厂的案例展示了通过合理利用既有水厂投资指标、优化设计方案、优化施工组织设计、精细化资金管理等措施,成功实现了成本优化,节约了项目建设投资,促进项目资金流稳定。未来,随着技术的进步和管理模式的创新,地下污水处理厂的成本控制将进一步加强,推动行业的可持续发展。在此基础上,深入探索模块化、智能化、绿色化的建设模式,将为污水处理行业带来更多的经济和社会效益。

## 【参考文献】

- [1]张婧怡,高嵩,官徽,等.国外典型地下污水处理厂空间设计与节能措施案例分析[J].给水排水,2018,54(3):136-142.
- [2]李易峰,李航.国内外地下式污水处理厂发展现状及探讨[C].苏州:中国土木工程学会学术年会,2024.
- [3]巫山峡,薛骁.智能照明系统在地下污水处理厂的应用[J].现代建筑电气,2020,11(7):40-43.
- [4]齐超元,原效凯,李晓春,等.基于复杂用地条件的地下式污水处理厂精细化设计[J].净水技术,2024,43(6):186-195.
- [5]陈惠珍.以实例谈地下污水处理厂建筑设计要点[J].建材与装饰,2019(29):70-71.

作者简介:贾淑军(1982.11—),男,北京市通州区人,汉族,本科学历,一级造价工程师,就职于信开环境投资有限公司,从事污水处理厂投资、建设、运营的造价管理相关工作。