

为了使本高层建筑工程项目复杂结构施工造价成本得到有效控制,首先,利用 BIM 4D 模型技术,对工程塔吊布置及爬升顺序进行模拟,使机械闲置时间减少 20%。其次,基于 BIM 模型当中将混凝土浇筑顺序、时间参数嵌入,对混凝土浇筑施工实际进度和计划偏差进行实时监控,使冷缝质量问题所致的返工得到有效避免。此外,针对复杂钢结构节点采取 BIM 深化设计措施,使焊缝数量减少,进而使钢材用量降低 8%。从最终施工结果来看,机械成本节约 120 万元,钢结构造价节约 260 万元,使本工程项目复杂结构施工造价成本得到有效控制。由此说明, BIM 技术值得在施工阶段工程造价管理中推广及应用。

3.4 在竣工阶段工程造价管理中的应用

竣工阶段,为工程项目造价管理的最终校验环节。考虑到竣工阶段工程造价能够得到有效控制,可引入 BIM 技术加强造价管理^[5]。一方面,构建精准的竣工模型,在集成项目设计、施工、变更等全生命周期数据的基础上,生成和实际工程相同的数字化模型,使传统竣工图和现场不符争议问题避免出现。另一方面,在工程量自动比对过程中,通过模型工程量和具体消耗量进行动态对比分析,进一步将偏差原因进行快速定位,比如常见的施工浪费、设计碰撞问题等。并在模型当中将工程量信息直接提取出来,使人工算量误差减少,并缩短结算周期。此外,将成本分布热力图以及资源消耗曲线等自动生成出来,通过成本数据可视化分析,确保后续类似项目具备经验数据参考支持。

以山东地区某工程咨询企业参与的某商业综合体项目工程为例,项目涉及购物中心、写字楼、酒店等子项目,因专业复杂、变更频繁,为确保此项目竣工阶段工程造价得到有效管理与控制,工程造价工作人员利用 BIM 技术,从以下方面对本工程项目竣工阶段工程造价进行了高效管理,即:

(1) 竣工模型整合与验证。工程造价工作人员对设计模型、施工过程模型和现场实测数据相结合,使 LOD500 级竣工模型有效构成,精度达到毫米级。同时,利用无人机扫描,使点云模型有效生成,和 BIM 模型进行对比分析,验证了外墙幕墙、钢结构等核心部位的时光偏差情况,使偏差率控制在 < 0.5% 范围内。

(2) 工程量自动核算与争议问题解决。造价工作人员借助 BIM 模型对混凝土用量、管线长度等数据直接提取出

来,和施工单位报送量进行对比分析,发现差异项目数百项,核减工程量偏差金额超 200 万元。对于相关区域机电管线碰撞所致的返工,利用 BIM 模型进行动态演示变更前后工程量变化条件下,明确了责任方,使得索赔纠纷得到有效避免。

(3) 成本动态分析与优化控制。利用 BIM 模型,通过成本分布热力图的自动生成,识别出幕墙工程为高成本区域,显示“超预算 10%”,在明确原因的基础上,提出调整玻璃规格、优化龙骨结构等方案。并结合市场价格波动数据,对没有施工的部分进行成本预警,如室内装修施工环节,进一步在此环节施工采用替代材料,在保证室内装修施工质量的基础上,使此环节施工成本得到有效节约。

(4) 数字化资料归档与管理。造价工作人员在关联存储竣工模型、变更记录以及结算文件资料信息的基础上,使可追溯的数字化档案有效构成,能够为后续运维阶段成本查询提供充分支持。并将本工程项目单位面积钢筋含量、混凝土损耗率等典型成本指标提取出来,列入企业成本数据当中,使相似新项目造价成本管理控制具备参考依据支持。

4 结语

通过本文的分析探究,认识到工程造价管理是一项系统化的工作,涉及的造价管理内容要点较多,为做好此项工作,有必要合理利用 BIM 技术,将此项技术合理应用到工程项目决策、设计、施工、竣工等各个阶段,优化整合项目工程造价相关信息,优化设计方案,实现精准算量,合理制定招投标控制价,并强化施工与竣工阶段工程造价管控等。总之,可发挥 BIM 技术的作用,提升工程造价管理质量效果,进一步促进工程项目建设综合效益的提升,并带动我国相关工程建设事业高质量发展。

参考文献

- [1] 张莹,侯星羽.基于BIM技术的工程造价管理研究[J].中华建设,2024,(11):42-43.
- [2] 熊骏鹏.探究BIM技术在工程造价管理中的应用[J].房地产世界,2024,(21):170-172.
- [3] 李照升.基于BIM技术的工程造价管理与效益分析[J].中国招标,2025,(03):177-179.
- [4] 程梦瑶.基于BIM技术的建筑工程造价管理优化策略[J].中国住宅设施,2025,(02):137-139.
- [5] 张洁.基于BIM技术的建筑工程造价管理研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(12):140-143+148.

Strategic thinking on the application of photovoltaic power generation system in sewage treatment plant

Yifu Song

Shanghai Municipal Engineering Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200092, China

Abstract

With China's accelerated urbanization, wastewater treatment plants are undergoing increasingly large-scale expansions and upgrades. Concurrently, their operational electricity consumption has been rising significantly. This substantial energy demand has disrupted the normal power dispatching of substations. The integration of photovoltaic systems into wastewater treatment facilities enables direct utilization of solar-generated electricity to meet operational needs, thereby reducing dependence on conventional energy sources. This paper provides a detailed analysis of practical strategies for implementing photovoltaic systems in wastewater treatment plants through case studies, offering actionable insights for industry reference.

Keywords

sewage treatment plant; photovoltaic power generation system; application

光伏发电系统在污水处理厂中的应用策略思考

宋轶夫

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司，中国·上海 200092

摘 要

在我国不断加快城镇化建设进程的形势下，污水处理厂的改扩建规模也越来越大。与此同时，污水处理厂运行过程中，产生的耗电量与能源消耗量也越来越高。如此高的能耗与电力消耗，对供电站的正常电力调度产生了影响。而将光伏发电系统应用到污水处理厂中，就能够直接利用太阳能光线产生的电能资源，满足污水处理厂的运行需求，进而降低污水处理厂运行对于传统能源的依赖。基于此，本文重点结合实际案例，针对光伏发电系统在污水处理厂中的应用策略进行了详细的分析，以供参考。

关键词

污水处理厂；光伏发电系统；应用

1 引言

污水处理厂属于高能耗产业。在国家不断倡导节能环保可持续发展理念的形势下，如何减少污水处理厂在污水处理过程中的能量消耗和电力消耗，成为当下需要重点思考的重点。光伏发电系统是当下最具发展潜力的一种发电系统，可以通过专门的光伏组件将太阳能转化为电能，并供给污水处理厂，满足污水处理厂的日常运行管理需求。但是，要想将光伏发电系统应用到污水处理厂中，还需要在准确把握污水处理厂用电需求的基础上，探索出更科学、合理、适用的光伏发电系统应用方案。

2 “污水厂 + 光伏” 项目的概况

根据《上海市能源发展“十四五”规划》的总体要求，

着力构建安全可靠、坚强稳定的能源供给体系，大力发展可再生能源，上海市部署实施“污水厂 + 光伏”专项工程，重点结合本市已建或新建制水厂、污水厂，在沉淀池、滤池、反应池等池体构筑物，建设分布式光伏系统。

根据污水厂现状建构物的特点及生产运营的条件，分析当地太阳能资源条件，并结合厂区实际用能情况，现状安装及接入条件，以“应装尽装”为基本原则开展本工程设计。主要采用在一体化生反池、高效沉淀池、反硝化深床滤池等各类工艺功能池体上方做柔性 / 刚性支架光伏，以及部分建筑物屋顶上，利用空余空间，建设光伏系统，为污水厂及污水系统减能减排降本增效。

3 光伏发电系统在污水处理厂中的应用优势

将光伏发电系统应用到污水处理厂中的优势主要体现在以下四方面。首先，“污水厂 + 光伏”项目周围空间广阔，可利用面积比较大。因为污水处理厂的建设位置位于偏远地区，处理厂周边的地势相对平坦，厂内设施布置也相对松散，

【作者简介】宋轶夫（1989-），男，中国江苏启东人，本科，助理工程师，从事市政工程研究。

不会对光伏发电系统的安装产生影响。而且,污水处理厂内的建筑物,例如生反池、二沉池、高效沉淀池、反硝化深床滤池等占地面积较大,这些建筑物的上部空间都可以用来建设分布式光伏系统,既不需要占用新的土地资源,也不需要改变厂内土地资源的用途^[1]。其次,将光伏发电系统应用到污水处理厂,并保证光伏发电系统布置与设计的合理性,就可以有效遮挡水池,控制臭气扩散,并对池内微生物的生长活性进行增强,对池内水体藻类的生长进行抑制,提升污水处理质量。再次,污水处理厂内大功率用电设备,例如鼓风机、提升泵等硬性工况相对稳定,只要进水水量均衡,就可以就地消纳光伏发电系统产生的电能,防止可再生能源被无端浪费。最后,在光伏发电系统建成后,光伏组件的清洗与维护使用的再生水。使用后的再生水还可以被收集到污水处理流程当中,进一步满足污水处理需求。这样,不仅可以降低光伏发电系统的运行维护成本,还可以提高污水处理厂的投资回报。同时从运维层面上来看,在池面上铺设大规模光伏组件,对原本直接暴晒的工作环境提供了基本全覆盖的遮阳条件,对于污水厂夏日时节、暴雨天气的日常巡检、维护等工作起到了非常好的降温降暑遮雨效果,为一线人员创造更好的工作环境。(如图 1 所示)



图 1: 光伏系统在污水厂处理池的应用

4 光伏发电系统在污水处理厂中的应用策略

4.1 太阳能资源分析

在将光伏发电系统安装到污水处理厂之前,需要先对太阳能资源进行评估,以了解当地太阳辐射情况。在这一过程中,需要利用专业的太阳能监测设备和气象数据,来对太阳能资源的可利用性进行分析和评估^[2]。首先,对污水处理厂的地理位置与气候条件进行分析,明确污水处理厂的阳光辐射水平、日照时间和季节性变化,为太阳能资源的可利用性评估提供支持。其次,利用 GIS 等现代化工具与太阳能资源数据,对污水处理厂的光伏潜力进行评估,找到最适合的光伏板安装位置和安装朝向。

例如,本文案例“污水厂+光伏”项目位于上海市。上海市地处我国长江中下游地区,我国南北海岸的中心。上海地区年平均日照时数在 1900 小时左右,年平均太阳总辐

射量 4200-5000MJ/m²。其中日照时数分布以夏季最多,达 600-700 小时,占年总时数的三分之一左右;冬季最少,约 360-465 小时,仅占年总时数的 18-23%。总体来看,上海的太阳能资源较丰富,属于Ⅲ资源区,具有一定开发利用价值。本项目所在地区光资源稳定,从太阳能资源利用角度来说,本项目场址建设太阳能光伏发电项目,更能利用光资源,实现社会、环境和经济效益。同时,在设计中考虑极端天气(温度、大风以及大雪等)对项目的影响,以便更好地提高本工程的效益。

4.2 系统主体设计

针对光伏发电系统的设计,需要注意以下几方面。首先,对光伏板进行优化布局。即在准确把握太阳能资源分析结果的基础上,对光伏板布局进行优化设计,明确光伏板的安装朝向、倾角与排列方式,确保其与污水处理厂的现有结构与地形和谐统一。其次,对逆变器和电网连接设备进行合理的选择,并利用这些连接设备将发电功率输送到电网系统当中^[3]。最后,对光伏板的安装角度进行优化,使光伏板朝向最大日照方向,实现太阳能资源最大限度的捕捉。例如,在本文案例中,在充分考虑选用技术、转化效率、已规模化生产以及衰减率等因素的基础上,“污水厂+光伏”项目选择使用单晶硅类太阳能电池组件。另外,考虑到光伏组件大都安装于水面以上,选用双面双玻组件,以提高发电量收益。考虑本工程所选的光伏组件与逆变器的匹配性,提高系统效率,尽量降低投资的提前下,且充分考虑本项目不同的发电单元,推荐采用组串式逆变器方案。在光伏发电系统的设计中,光伏组件阵列的安装方式对发电系统接收到的太阳总辐射量有很大的影响,从而影响到光伏发电系统的发电能力。光伏阵列的运行方式有固定式、倾角可调固定式和自动跟踪系统三种类型。固定式支架虽然无法增加发电量,但是由于其更高的性价比,在很多实际的工程中都有使用,而自动跟踪式除了投资高以外,始终无法完成在各种室外环境下全生命周期可靠性验证,在我国气候环境复杂的地区并无大规模应用的工程案例。如果自动跟踪式系统能够解决设备的可靠性和稳定性,则自动跟踪式将会比固定式更有市场竞争力。根据以上分析,本项目选用预应力柔性支架或者固定式安装支架。图 2 为固定式光伏方阵示意图。



图 2: 固定式光伏方阵示意图