

工业园区污水处理厂绿色建造管理实践

王 飞

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要: 工业园区内建设集中式污水处理厂已成为主流趋势, 相关的技术及管理探讨已较为成熟, 但关于工业园区污水处理厂的绿色建造研究仍处于起步阶段, 大部分仅限于施工阶段, 缺少工程总承包模式下的相应绿色建造管理总结。结合工业园区污水处理项目建设案例, 通过优化项目管理体系、建立全链式管理组织机构, 以科研创新引导项目管理, 采用智慧化系统、构建绿色供应链的管理措施, 将绿色建造管理在项目全生命周期内进行实践, 提高项目绿色建造管理效果, 建设出低碳节能、绿色环保的污水处理厂。

关键词: 污水处理厂; 管理体系; 组织机构; 科研引领; 智慧化; 绿色供应链

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)07-0436-05

Green Construction Management Practices of Wastewater Treatment Plants in Industrial Park

WANG Fei

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: The construction of centralized wastewater treatment plants (WWTPs) within industrial parks has become a mainstream trend, and the related technical and management discussions have been well known. However, the research on green construction of industrial park WWTPs remains in its infancy, and the most are only limited in the construction period without the corresponding summary on the green construction management under the engineering general contracting model. Combined with the construction cases of industrial park wastewater treatment projects, by optimizing the project management systems and establishing the full-chain management organizational structure, guiding the project management with scientific research innovation, and by adopting intelligent systems and building green supply chain management measures, the green construction management is implemented throughout the entire project life cycle to enhance the effectiveness of green construction management and construct a low-carbon, energy-saving and environmentally friendly WWTPs.

Keywords: wastewater treatment plant (WWTP); management system; organizational structure; scientific research leadership; intelligentization; green supply chain

0 引 言

工业废水的处理设施作为工业园区重要组成部分, 随着处理理念的转变, 其建造趋势已由以往各企业各自建设运维向集中式的污水处理设施转变。同时, 绿色环保、“双碳”目标、高质量发展已成为国家重大发展战略, 绿色建造理念也在工业污水处理项目中逐步推广。目前, 关于工业园区的绿色转型研究主要集中在总体的减污降碳以及循环化等方面的理论研究, 针对工业园区污水处理项目的绿色建造研究仅仅处于起步阶段。面对建筑产业绿色化转型

升级需求, 对标全球发达国家绿色建造的发展态势, 围绕我国“双碳”战略下的建筑业碳减排目标, 我国绿色建造技术仍面临诸多挑战^[1]。工业污水处理项目中推广的绿色建造管理也仅聚焦于施工阶段的节能减排及绿色技术应用, 并未在项目的策划、设计、施工采购、运维等阶段进行全生命周期的综合考虑, 也缺乏相应的管理总结。因此需要针对上述不足进行研究。

针对绿色建造聚焦点以及全过程研究不足的问题, 以某工业园区污水处理工程总承包项目为研究对象, 创新构建了项目实施期间组织管理体系, 并引入科研团队协助项目管理, 并提出相应的对策及措施, 从而实现该类项目全过程绿色建造管理, 为类似项目提供一定参考。

收稿日期: 2026-01-23

作者简介: 王飞(1991—), 男, 学士, 工程师, 注册一级建造师, 从事市政工程建设及管理工作。

1 工程简介

1.1 工程概况

某工业园区污水处理厂项目主要建设内容为新建一座处理规模为3.5万m³/d的集中式工业污水处理厂,污水主要由肉鸡加工生产废水及食品加工生产废水组成。该污水处理厂采用“格栅—隔油—调节—气浮—生化—二沉—高效沉淀—反硝化深床滤池—精密过滤—紫外消毒—排放”的污水处理工艺。工程总用地面积58 575.17 m²,分为2个地块。尾水出水执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)IV类标准及《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准排放^[2]。项目总平面布置如图1所示。

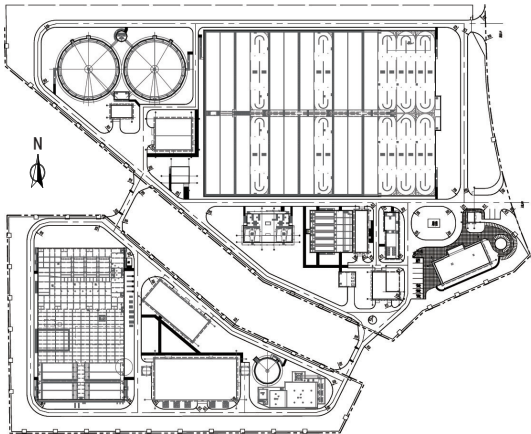


图1 总平面布置图

1.2 工程重难点

本项目存在以下重难点。

(1)项目工期短,后续服务时间长:本项目建设工期240 d,另还包括前期正式运营期280 d,项目内容包含设计、施工、设备采购及安装、调试及前期正式运行等多项内容。

(2)周边环境复杂:地块周边存在高压电缆走廊、河岸护堤、国道等重要构、建筑物,地块间已建设一条110 kV高压电缆走廊,高压走廊距离最近的单体不足10 m,不利于项目建设,且地势起伏较大、地质条件较为复杂,对项目的设计及施工影响较大。

(3)项目体量大:项目设计处理规模为3.5万m³/d,共计18座构、建筑物;各工艺单体体量大,最大单体占地约13 439.22 m²,且构、建筑物构造尺寸复杂多变,对施工质量控制要求较高;此外,本项目涉及多类型精密工艺设备安装,安装时精度要求严格,对项目的管理要求高。

(4)出水指标高:本污水处理厂尾水出水中的

COD、BOD₅、总磷、氨氮等主要指标执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)IV类标准,TN≤10.0 mg/L,其余指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A高标准排放,远高于现行的食品加工及宰杀类工业污水处理厂适用行业标准。

结合上述项目基本情况及重难点可得,本项目实施难度大。因项目所在地作为无废城市建设试点,主管部门及建设单位要求项目建设期间突出“低碳节能、绿色环保”理念。因此,通过采用工程总承包模式,对项目的全过程进行严格控制和管理,确保项目按照合同要求顺利进行^[3]。同时,在项目实施期间,加强了绿色建造的管理。

2 绿色建造管理方法

为提升本项目绿色建造管理效果,在项目建设过程中,除了采用了常规的绿色建造措施,还从组织管理体系、科研创新、智慧化建设及绿色供应链方面加强了管理方法及措施。

2.1 创新架构项目管理体系

工程总承包项目管理机构比施工总承包项目组织机构增加了工程总承包经理、设计经理及团队、采购经理及团队^[4]。同时为了满足项目绿色建造需求,对项目组织机构进行了优化,建立全过程、全链式管理体系,其中包括:建立全链式项目管理机构,将设计部门、采购部门、施工部门、运营部门均纳入项目管理机构中,以统筹协调各阶段、各部门间问题。同时调整了项目管理组织形式,采用扁平化管理组织结构,将分包管理组织设立为虚组织,并纳入项目管理机构中,从而形成项目部门管理机构直接对接现场分包班组,提高管理指令的传递效率,并创新的将科研团队纳入项目管理机构中。通过调整组织结构,达到优化资源配置,提高资源利用率,力求实现更好的管理效果^[5],并实现精细化管理。组织机构如图2所示。

通过上述组织机构的调整,项目管理能够实现穿插融合模式,可以将项目的设计阶段、采购施工阶段、运营阶段三大阶段交叉融合、打破各建设阶段间壁垒,从而将绿色建造理念从设计阶段贯穿至运营阶段。同时建立项目参与各方沟通与协调的途径,提高组织效率,实现全面动态规划和控制策划、设计、采购、施工等各个阶段绿色建造要素^[6]。

具体表现在以下方面。

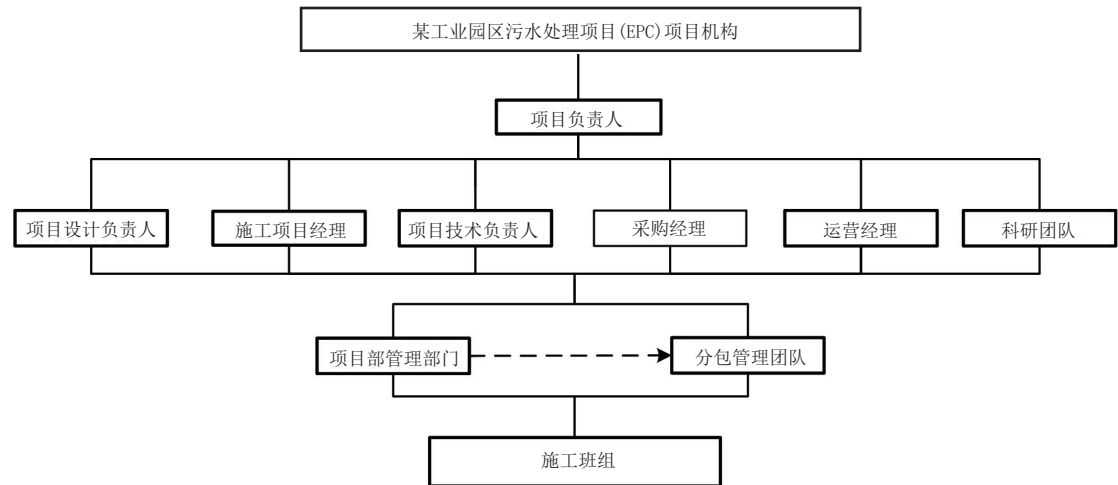


图2 项目组织机构图

(1)在设计阶段将绿色建造理念植入项目中。融合节能低碳理念,进行设计优化,促进建造全过程节能水平提高^[7]。在科研团队的协助下,针对和顺工业园区污水复杂的水质特性,通过对预处理单元、生化处理单元与深度处理单元的协同优化,确定工艺运行的最佳路线。同时优化结构设计,在满足结构安全及使用功能的前提下,优化主体结构材料的使用,并增加节能建筑材料的使用量,按照当地要求进行高标准绿色建筑设

(2)采购施工阶段,根据深化设计成果选择低能耗高效果的工艺设备,同时深化集成各工艺段设备,以达到最优的处置效果。施工时,通过项目管理方法在环境保护、资源节约、人力资源节约与保护方面践行绿色建造要求。

(3)运营阶段,通过项目组织机构保障内部运营部门与外部排放单位的高效沟通,并结合实际工况对污水处理厂进行运行工艺模式创新,同时采用数字技术为污水处理厂运营提质赋能,降低运行能耗,保障出水效果。

2.2 科研引领项目实施全周期

针对本项目水质特点及项目难点,在项目实施策划期间即引入科研团队进行全过程指导,并将科研团队纳入项目管理组织机构中,深度参与项目技术管理决策。深化设计阶段,针对和顺工业园区污水复杂的水质特性,通过科研团队进行的小试试验确定了总体工艺路线,达到通过物化预处理、生化处理与深度处理单元的协同优化效果,为工业园区污水处理系统的优化运行提供关键技术参数。设备采购及施工阶段,通过协同科研团队进行预选设备的中试试验,进一步论证工艺参数的可行性,并进行深

化调整,保证设备的处理性能。在调试运行阶段,科研团队参与日常运维管理,共同对运行数据进行分析。通过开展长期运行过程中污染物去除能力与微生物活性分析,确定工艺运行的最佳条件,提出生物反应池的优化运行模式,并进行技术经济优化,在提升去除效率的同时降低运行成本,保障污水厂正常运营。

科研团队协同项目部对项目远期绿色建造及节能降碳进行了规划,预留了“光伏+”及沼气循环利用的实施条件,为实施零碳排放奠定基础。

2.3 智慧化贯穿项目建设全过程

推动和发展“智能建造”是实现“绿色建造”的必然选择与最佳途径^[8]。然而现阶段实际情况又无法有力推动绿色建造技术与现代化信息技术的充分融合^[9]。本项目实施全过程均引入了智慧化赋值绿色建造的理念,将绿色建造技术与智慧化手段融合,在项目建设期间发挥最大功效。

设计阶段使用了CFD等专业数字化仿生软件,合理优化了工艺、结构、建筑、电气及自控等专业的绿色建造设计内容。主要体现在以下两个方面:一是工艺设计方面,在预处理阶段创新采用了新模式,在原水含油量低的工况下,改变隔油工艺,将原水超越隔油池进行污水全气浮工艺处理,通过气浮工艺将原水中的固态物质全部分离进行脱水干化,干化后污泥在工业园区下游产业链中进行循环加工,并实现资源化利用,从而减少固废的产生;二是结构设计方面,优化地基与基础工程设计,采用换填地基替代桩基础,相比较原方案,减少了18.1%的混凝土使用量。

现阶段,国内智能设备厂商战略部署不清晰,未

形成与上下游的深度沟通^[10]。本项目对传统的自控管理系统进行了智慧化升级,植入了“数据实时感知、数据智能分析、协同优化功能”三大智能基因,实现污水处理厂数字化、自动化、可视化、模型化、集成化的五大智能化特征。基于BIM的污水处理厂智慧运管平台系统,能够全面提升本工程建设的精细化管控以及智慧化运维。本工程自动化控制率达到了91%,并可以根据各工艺段实际运行效果进行自主控制及调整。因此,项目能够在全生命周期智慧化绿色运营。

施工阶段,利用信息技术对工程项目实施过程的信息进行采集、传输、处理、利用和存储^[11]。针对厂区可利用空间小的难点,采用BIM技术开展施工组织模拟,对施工场地布置、现场塔吊布置、临时堆场布置、施工便道布置等进行模拟,优化施工组织设计方案,使施工总平面布置更加合理便捷。同时将进度管理植入BIM模型中,将实际进度与计划进度在模型中进行实时跟踪和比对,形成可视化的进度偏差分析,以便及时采取赶工措施。

运维阶段,对各进水管网进口新增了智能监控设施,实时记录进水水量及COD、总磷、总氮等指标,并将数据实时反馈至智慧化中控系统,中控系统结合进水参数与整厂运行情况,通过精确调控进水比例、优化曝气装置的运行参数以及合理调整污泥回流比,可以显著提升工艺的运行效率,进而有效降低能耗和药耗^[12],实现联动智慧运营。

2.4 精细化构建绿色供应链

根据有关研究,建材生产阶段、建筑运行阶段是建筑碳排放量的主要贡献者,分别为 2.82×10^9 t的 CO_2 、 2.16×10^9 t的 CO_2 ,约占建筑全生命周期碳排放总量的98%^[13]。因此,在材料设备采购前进行绿色供应链专项采购策划,项目部组织架构中整合设计、采购职能、成立绿色供应链管理小组。管理小组全权负责构建绿色供应链,并进行精细化管理。小组从产品类型、运输能耗、建成效益等方面进行全面评估,提前策划、综合比选,提前进行绿色供应链的布局。

针对本项目特点,换填地基采用了部分再生骨料,减少相应矿产资源开采,降低碳排放。主体结构采用符合工业化建造要求的结构体系与建筑构件^[14]。办公楼、设备房及管理用房、厂区围墙等建筑工程的非承重墙,均采用绿色砌体材料作为二次结构。

在进行工艺设备采购时根据深化设计参数要

求,集成绿色装备作为核心工艺设备,从而保证工艺效果、节能降耗等需求。预处理工艺段使用了超高速离子气浮集成设备。该设备采用了微氧化强溶气系统,产生的微气泡直径仅为 $10 \mu\text{m}$,是传统气浮的1%,该特性使得气浮系统的溶气水气动衰减和吸附能力远超常规项目中的普通气浮设备,降低了药剂及能耗。经过上述气浮设备后的工业废水,COD可降低97%。生化工艺段采用了“磁悬浮鼓风机+可提升管式曝气系统”。磁悬浮鼓风机作为当前最先进的鼓风机形式,具有能耗低、噪声小、运行稳定可靠的特点。相比较于常规鼓风机,磁悬浮鼓风机可有效节约46%的用电量。结合可提升曝气器,保证了污水中溶解氧含量,将曝气效率提升40%,为整个生化工艺段提供稳定曝气基础,进一步的降低了能耗。

在构建项目绿色供应链时,不是简单的挑选再生材料、绿色材料、绿色设备,而是通过识别材料设备整合生产环节、参与单位及物流路线等等因素,综合从加工制造、安装投产到后期使用的各个环节影响因素,从而达到精细化构建绿色供应链的效果。

3 绿色建造实施效果

通过上述管理举措,本项目合同约定的工期、质量、安全、造价、运维等目标均高成效完成。项目建成投产后,已大幅减少工业园区的排放污染物总量,经初步测算,COD年减少排放511 t以上,氨氮年减少排放166 t以上,总磷年减少排放60 t以上,提高当地生态容量,有效地改善环境条件,为当地断面水质稳定达标提供先决条件。同时,因建设期间融合了设计、施工及运营,本污水处理厂不仅是单纯的污水处理厂,也能够有机结合工业园区上下游产业链,为当地的绿色低碳发展提供强有力的支撑。项目建成后,对绿色建造节约资源和保护环境的效果进行评估,并形成效果评估报告^[15],形成了本项目的绿色建造实施成果,为该领域后续的系统研究积累基础资料。

4 结 论

(1)通过设置扁平化项目管理机构,将设计、采购、施工、运维等组织管理功能结合,够构建全链式的管理机构,提高项目管理效率,提高工程总承包的管理水平。

(2)科研引领项目实施,能够解决技术难题,确

(下转第455页)

定工艺类型,并为污水处理效果提供科学保障。此