

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.20.008

练江流域水污染治理工程设计咨询实践与思考

周 蓉, 王绍贵, 闫新秀, 张 洁

(广东省冶金建筑设计研究院有限公司, 广东 广州 510080)

摘 要: 以练江流域(汕头潮阳段)水污染治理工程全过程设计咨询为例,介绍了该项目背景、工程概况以及设计咨询工作内容,阐述了流域治理工程引入全过程设计咨询的必要性,论述了设计咨询工作的组织机构、管理机制、技术路线,总结了可研报告、初步设计、施工图、施工服务等各阶段咨询工作的重点及主要咨询成果,并从全过程设计咨询在流域污染控制工程中的重要作用、介入时点、制度政策等方面提出思考和建议。流域污染治理工程具有全局性、系统性、综合性、复杂性等特点,在此类工程中引入全过程设计咨询,是建设管理模式创新和质量控制的有益探索。

关键词: 练江流域; 水污染控制; 全过程设计咨询; 咨询重点; 思考

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)20-0041-07

Practice and Deliberations on Design Consultation of Water Pollution Control Project in Lianjiang River Basin

ZHOU Rong, WANG Shao-gui, YAN Xin-xiu, ZHANG Jie

(Guangdong Metallurgical and Architectural Design Institute Co. Ltd., Guangzhou 510080, China)

Abstract: According to the full-process design consultation(FPDC) of water pollution control project in the Lianjiang River basin (Shantou Chaoyang section), the project background, engineering situation, contents and necessity of FPDC were introduced. Simultaneously, the organization, management mechanism and technical route of design consultation were discussed. We summarized the key points and achievements of design consultation at each stage, such as feasibility study, preliminary design, construction drawings and construction services. Finally, the thoughts and suggestions on the important role, intervention timing and institutional policy of FPDC in river basin pollution control project were given. River basin pollution control project has the characteristics of holistic, systematic, comprehensive and complex. The adoption of FPDC in the river basin pollution control project will be conducive to the innovation of construction management mode and quality control.

Key words: Lianjiang River basin; water pollution control; full-process design consultation; emphases of counseling; deliberation

2017年国务院办公厅发布《关于促进建筑业持续健康发展的意见》(国办发[2017]19号)明确“全过程工程咨询”理念。全过程涵盖了项目前期研究和决策、规划、勘察设计、项目实施、竣工和运行等建设工程全生命周期,即在合理和约定工期内,把

一个完整的、符合建设单位意图和要求的工程项目交给建设单位,并实现安全、质量、经济、进度、绿色环保和使用功能的统一^[1]。设计咨询是全过程工程咨询中的重要板块,优质高效的技术咨询服务有利于保证工程质量、安全和进度,实现投资效益的最

大化^[2]。

1 项目背景

练江是粤东地区第三大河流(见图1),干流全长71 km,含15条重要支流,流域面积1 346.6 km²,流经揭阳普宁市、汕头潮阳区及潮南区,常住人口约430万人。流域范围内人口密集,2018年治理之前分布着大量的印染、印花、纺织、造纸等重污染企业。由于多年粗放式发展、基础设施建设滞后、水资源条件先天不足、政府执法监管能力不足等原因,大量生活污水与生产废水、垃圾未经处理直接排入练江,导致其污染程度十分严重。全流域呈现重污染态势,干流和绝大多数支流监测断面水质为劣V类水体的占比高达96%以上,主要污染因子为化学需氧量、氨氮和总磷,耗氧有机物和氮磷营养物质污染突出,水体发黑发臭,是广东省污染最严重的河流。

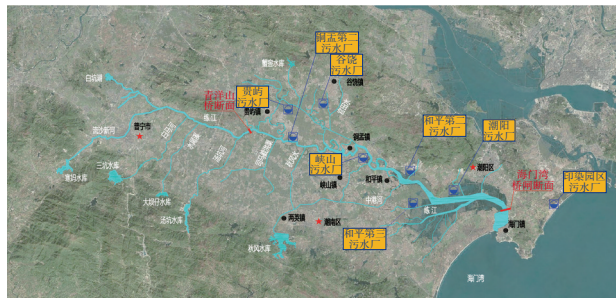


图1 练江流域总图

Fig.1 General drawing of Lianjiang River basin

严峻的练江水污染状况引起了社会各界的高度关注,广东省委、省政府迅速制定了练江流域水环境综合整治的决策部署,采取了一系列综合治理措施,以改善练江流域水环境质量。广东省环保厅2015年编制了《练江流域水环境综合整治方案(2014—2020)》,明确了一年有进展、三年见成效、六年除黑臭的总体目标。到2020年,练江水环境质量显著改善,青洋山桥断面和海门湾桥闸断面水质基本达到地表水环境质量V类标准,恢复了农业景观用水功能。

2018年7月广东省正式打响练江流域环保攻坚战。项目计划总投资150亿元,分揭阳普宁段、汕头潮南段和汕头潮阳段三个标段,主要涉及污水收集管网、泵站和污水处理厂站的建设。笔者所在公司通过公开竞标,获得了练江流域(汕头潮阳段)环保综合治理工程全过程设计咨询任务。

2 工程概况

练江流域(汕头潮阳段)环保综合治理工程服务范围包括潮阳中心区、贵屿、谷饶等7镇及潮阳区印染纺织综合处理中心,共计17个子项。工程建设内容:污水收集管网527 km,市政污水厂提标扩容8座,总处理规模为 $36.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;新建印染园区污水处理厂一座,处理规模为 $7.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。工程总投资为78.05亿元。

3 全过程设计咨询的必要性

流域治理工程的特点是投资大、子项多、技术复杂程度高、实施协调难度大、工程目标考核要求高。引入全过程设计咨询,对项目策划、决策、实施全过程进行技术层面的系统化、精细化、动态化的组织、指挥、协调和控制,是项目管理的内在要求,对提高项目整体效益是非常必要的^[3]。

3.1 项目投资控制

投资控制贯穿项目建设过程的始终。除设计方案本身外,影响市政排水工程投资的因素有很多,如建设条件、地质条件、民众配合度等。如投资控制失败,轻则造成项目工期拖延、建设目标打折扣,重则造成工程烂尾、国家投资浪费。设计咨询从前期策划开始介入投资控制,可以避免盲目决策、过度设计、缺漏项等导致的投资估算过高或过低现象;在后续初步设计、施工图设计、变更设计、施工服务咨询中,将限额投资理念融入技术方案中,对各项经济指标严格把控,防止超投。

3.2 项目建设质量控制

科学决策和精准实施是实现流域治理目标可达性的基本保障。全过程设计咨询以问题为导向,以目标为指引,对技术方案的全局性、系统性、科学性、精准性,建设标准的符合性,经济指标的合理性,建设目标的可达性等进行全局评估和把控,保证科学决策。在实施过程中,设计咨询单位作为技术仲裁,在各方利益平衡中始终坚守技术底线和目标考核红线,严控实施方案“变形走样”,使设计原则和建设意图贯彻落实,保证工程建设质量。

3.3 项目建设进度控制

练江流域治理工程为2018年—2019年中央环保督察和广东省重点建设项目,时间紧,任务重。而本项目点多面广、影响范围大、协调难度高,建设进度的保证是重中之重。全过程设计咨询根据总

体进度要求,对项目各阶段进行周密科学的计划、安排、管理,并实时监控和调整,及时发现问题、排除障碍,保证项目建设进度。

3.4 项目建设安全控制

市政排水基础设施的建设涉及基坑开挖、有限空间作业、高空作业等,对施工人员人身安全、房屋结构、路基路面、现状管线、城市防洪、交通出行等造成一系列安全影响。全过程设计咨询重点关注和监控各阶段涉及安全的设计方案和施工措施,采用“一线三排”思路,对重大安全隐患进行排查、排序与排除,组织专家对安全生产设计与施工方案进行评审与优化,并向有关部门报建备案,将安全隐患消灭在萌芽阶段,保证项目建设安全。

3.5 保障项目正常运维

环保基础设施的高效运维是实现流域水环境长制久清的重要保障。在传统的工程建设中,参建各方的工作重点在于“哪里建、建什么、怎么建”,而长达 20~30 a 运维的诉求往往被忽略,造成建设和运维的脱节。设计咨询单位关注焦点贯穿项目全生命周期,在项目决策、投资控制、设计理念、建设方式、材料设备选型及招采、竣工验收、移交等一系列环节中考虑环保设施运维的要求,为环保基础设施全生命周期的优质服务打好基础。

4 全过程设计咨询内容

根据招标文件的要求,全过程设计咨询的内容包含工程可行性研究报告、勘察、初步设计、施工图设计、施工服务与设备招采、工程验收与移交运维,涵盖项目建设全过程(见图 2)。对各阶段建设标准、设计原则、技术路线、设计方案、投资分析、成本分析等技术经济文件进行全面复核和审核,提出优化建议和意见,以降低工程技术和成本风险,保障项目按质按量按计划完成。

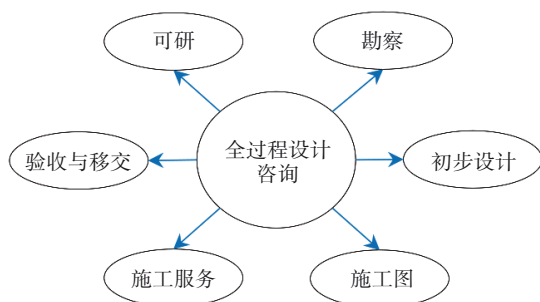


图2 全过程设计咨询内容

Fig.2 Contents of full-process design consultation (FPDC)

5 全过程设计咨询组织机构

采用强矩阵组织机构(见图 3),项目总负责人由公司总工程师担任,各子项负责人由环境工程或给水排水专业高级工程师担任,每个子项配备勘察、测量、环境工程、给水排水、建筑、结构、电气与自控、路桥、绿化、造价、技术经济等技术全要素专业高级工程师。第一维度为以项目总负责人为核心、各专业副总工程师参与的咨询审核组,第二维度为以子项负责人为核心、各专业高级工程师参与的咨询组;第三维度为驻场专业工程师参与的现场组,为解决现场问题提供技术支撑;第四维度为后勤保障组。这种多维度立体交叉全方位覆盖的强矩阵组织机构能有效应对本项目技术复杂程度高、参建单位多、协调工作量大、工期紧的特点。

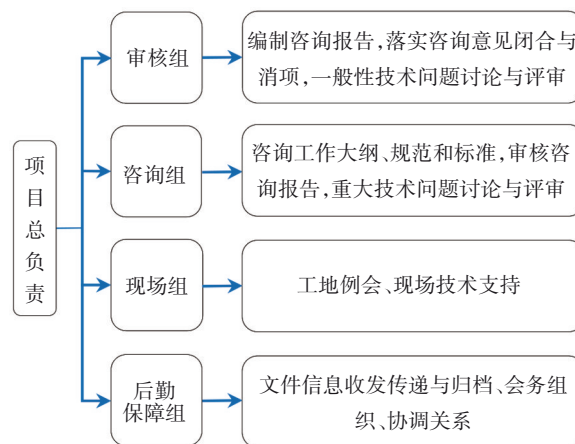


图3 全过程设计咨询组织机构及职责

Fig.3 FPDC organization and duties

6 全过程设计咨询技术路线

本项目设计咨询分为六个阶段:工程可行性研究报告、勘察、初步设计、施工图设计、施工服务和设备招标、验收与移交。在每个阶段开始咨询工作前,由总工程师组织项目总开工报告,对咨询组和审核组提出本阶段咨询工作总体要求及咨询重点。各子项负责人组织召开子项工程开工报告,根据子项特点分析技术重点和难点,提出各专业咨询工作要点。咨询组各专业在认真审查的基础上,提出优化和整改建议,形成初步咨询意见,经审核组审核后,汇编成咨询意见,提交业主和技术文件编制单位,经沟通交流后使各项问题得到纠正和闭合消项。如果对重大技术问题存在争议,则由项目总负责人组织专家评审会,邀请专家共同会商、讨论并确定优化方案。最终咨询报告提交业主,经业主确

认后提交相关行政主管部门备案。设计咨询技术路线见图4。

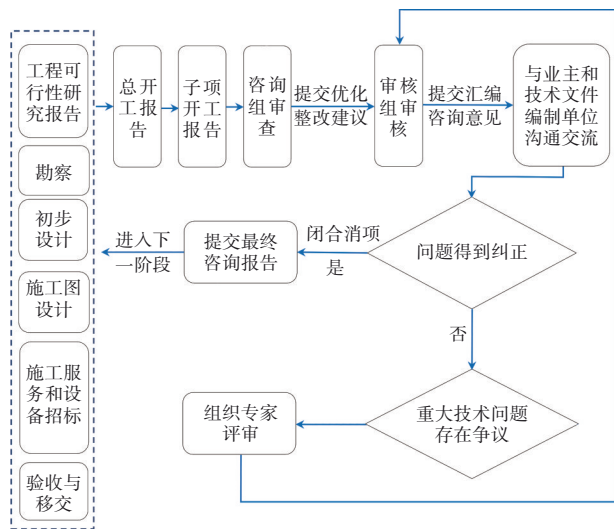


图4 全过程设计咨询技术路线

Fig.4 Technical roadmap of FPDC

7 各阶段咨询工作重点及成果

7.1 可行性研究报告咨询工作重点及成果

本阶段咨询工作重点在于明确工程建设目标、规模与内容,审查文件编制深度、相关规划、法律法规符合性、总体思路、技术路线、投资及经济分析,对技术方案合理性、可行性和经济性做出判断,并通过对建设规模、内容及技术方案的优化达到投资控制和投资效益最大化的目的。

7.1.1 工艺

① 完善建设目标:目标明确、层次清晰,与区域环境整治规划一致。

② 复核建设规模与投资:与立项审批文件保持一致,始终贯彻建设规模与投资“双控”原则。

③ 优化建设内容:以目标为导向,科学决策、精准治污,杜绝搭车工程,控制投资。

④ 污水收集系统优化:以实现近期清污分流、晴天污水全收集为目标,布局污水收集系统,减少沿河截排、总口截污等方式。

⑤ 管材选择优化:综合各种管材近年省内工程使用反馈情况,建议管径 $<DN500$ 时采用HDPE缠绕排水管,管径 $\geq DN500$ 时采用钢筋混凝土排水管。

⑥ 污水处理厂方案优化:a. 处理规模应与厂外管网输水能力相协调,充分考虑雨季流量;b. 在分析现有设施处理能力及水质超标影响因子的基础上,优先采用技改和优化运维等手段充分挖潜进

行污水厂的提标,避免大拆大建,节约投资;c. 污水厂扩容时注意一、二期工程水量合理分配和水力高程衔接;d. 总平面布置应遵循处理流程和交通组织顺畅、功能分区明确、管线综合合理、满足消防要求、预留发展空间等原则;e. 与水利部门沟通协商,调整尾水接纳水体排涝控制水位,优化污水厂高程设计,取消部分尾水泵房,节约投资,减少运行成本;f. 建议水下材料均采用S304不锈钢,供气管道采用不锈钢管材,水泵、推流器、曝气器、鼓风机、MBR膜等核心设备采用进口或合资品牌。

⑦ 印染纺织园区污水收集及处理厂方案优化:a. 建议采用压力管道分质分类收集园区工业废水,便于管控,降低环境安全风险;b. 补充企业排水水质、水量、水温等监测和集中管控要求,规范企业排污行为;c. 根据回用水量和水质要求,综合考虑投资、运维、成本等因素,进一步对回用水处理工艺进行比选和优化;d. 水下材料及臭氧接触工艺段均采用S316不锈钢。

7.1.2 投资与经济分析

① 管网建设费用应避免漏项,如路面、绿化、河堤、管线等现状基础设施的保护、迁改与修复,交通疏解、房屋鉴定与保护等。

② 二类费用中应统一各项费、税计取原则。

③ 补充厂外管网与泵站运维费用及技术经济评价。

④ 污水处理厂运维成本应补充冬季外加碳源、MBR膜更换、膜清洗等费用。

⑤ 财务内部收益率应依据环保项目微利保本原则,参考同行业平均水平,与投资方、运维方和政府协商确定。

7.2 初步设计咨询工作重点及成果

本阶段咨询工作重点集中在设计质量和工程概算。审查文件编制深度、标准、规范、规程、计算方法等设计依据的有效性和符合性,以及计算书、设计说明及图纸等设计文件的科学性和准确性,同时还要审查工程概算的完整性及合理性,并针对技术方案中存在的偏差和缺陷提出优化和整改建议。

7.2.1 工艺

① 对于核心工艺、技术路线与可研出入较大的子项,应补充相应技术调整说明,重大技术问题需组织专家评审讨论。

② 在现状厂、网、河、源摸查调研基础上,全

面复核管网设计方案,本着污水应收尽收、应截尽截的原则优化污水收集管网及截污井和溢流井的设置,避免出现空管。

③ 污水收集采用集中与分散相结合的原则,偏远地区优先采用分散独立的处理设施,避免大集中、长距离转输污水。

④ 管网路由设计方案应充分考虑工程可实施性,避免拆迁,且应与镇街、村委充分沟通,减少施工不确定因素。

⑤ 对于近期无法实施溯源截污或雨污分流且水量较大的排放口,应考虑雨季溢流污染控制措施。

⑥ 复核污水量、管网水力、污水厂工艺等的计算书。

⑦ 结合粤东地区生活污水水质特点和现状污水处理厂的运行数据,优化调整污水厂的冬季最低温度、脱氮速率、污泥总产率系数、反硝化容积负荷等关键参数。鉴于区内纺织印染企业已在 2018 年底完成集中入园,镇级污水厂进水将以生活污水为主,建议谷饶污水厂取消水解酸化环节,同时将 MBR 工艺优化为 AAO 工艺;铜孟污水厂、和平污水厂深度处理工艺为磁混凝沉淀池+精密过滤,建议将精密过滤优化为滤布滤池;峡山污水厂深度处理工艺采用反硝化活性砂滤池,针对该工艺设备复杂、运维工作量大、出水水质难以保持稳定等问题,建议将深度处理工艺优化为反硝化深床滤池;潮阳城区污水厂采用成品次氯酸钠消毒,建议优化为次氯酸钠发生器消毒,便于运维;采用紫外线消毒的污水厂均应增加次氯酸钠辅助消毒措施。污水厂各处理单元设计流量应前后一致、相互协调,避免出现厂内溢流。生化池构造设计应综合考虑进出水、内外回流、推流器设置等因素,保证水流顺畅,避免出现短流、沉淀。印染纺织园污水厂工艺增加水温调节、纤维拦截处理环节、预处理综合池与水解酸化池臭气收集与处理设施;根据水质特点合理选择 MBR 膜通量;补充膜材料和膜组器结构形式比选;补充活性炭再生车间设计。

7.2.2 建筑与结构

① 根据地质报告和周边环境,因地制宜地选择管网基坑支护与软基处理方案,避免一刀切造成浪费。

② 地质报告揭示地下水对混凝土结构具有

弱腐蚀性的地区应采取相应的防腐措施。

③ 明确管网及污水厂各建(构)筑物抗震类别与抗震等级,并复核抗震设计。

④ 开挖深度>3 m 的基坑属于危险性较大的分部分项工程,应补充风险源识别及应急处置措施。

7.2.3 供配电

① 落实供电条件,外电源应能满足项目负荷等级要求。

② 复核负荷计算书以及各个等级负荷容量,合理选择变压器容量及台数。

7.2.4 消防

① 民用建筑如综合楼等需明确建筑耐火等级;厂房和仓库等需明确火灾危险类别;应特别注意次氯酸钠制备间、臭氧制备间、活性炭再生车间等生产性建筑的消防设计。

② 有防爆要求的场所,电气设备应采用防爆设计。

7.2.5 概算

① 超投项目应列对比表,从建设规模、内容、设计方案、工程量等方面分析超投原因,并与政府主管部门、投资方积极沟通降低投资途径。

② 补充管网、泵站及污水厂的运维成本分析。

7.3 施工图设计咨询工作重点及成果

本阶段的咨询工作重点在图纸编制深度与质量、技术细节处理等方面,如关键技术节点、技术难题、施工工法等审核与审查,充分考虑建设条件,评估施工风险,针对合规性和安全性提出修改或优化建议。

7.3.1 工艺

① 设计说明中应补充安全施工及厂站设备安全操作与维护要求。

② 截污井型式选择应综合考虑建设条件、截污方式、防洪要求、河涌水位、投资控制等因素,因地制宜地采用不同的防外水、限流、泄洪等措施,形成多功能智能化构筑物。

③ 慎用倒虹方式跨越障碍物,在必须使用倒虹方式时,应注意倒虹管沉砂、溢流、流速、水头损失、检修、备用等技术细节。

④ 按照相关规范要求合理设置跌水井、水封井、沉泥井、高流槽井、闸槽井、消能井、承压排气井等。

⑤ 特殊管段设计应与水利、住建、航运、公路、铁路、部队等主管部门充分沟通,并经防洪、安全、环保等评估,取得批文后方可实施。

⑥ 用雨季流量校核各单元处理能力、全厂工艺管径、水头损失及高程设计等。补充厂区管线平衡设计,以及主要管道与设备防止不均匀沉降的措施。厂区自来水管和再生水管与处理设施连通处需采取防回流污染措施。处理设施应设清洗、排空装置,排水应回流处理。复核各类设备性能、材质、数量、安装位置是否满足运行要求。

7.3.2 建筑与结构

① 完善结构设计计算书。

② 管道施工方式应综合考虑周边环境、地质条件以及现状管线、管径、埋深、投资等因素,经技术经济比选后确定。

③ 沟槽回填材料应充分考虑就地取材,优先选用符合要求的原土。

④ 顶管工作井和接收井间距应综合考虑地质条件、施工难度、检查井设置等因素,避免过近或过远。

7.3.3 自控仪表

应将各厂水质、水量监测数据和设施运行数据同时上传至局域控制中心。

7.3.4 其他

① 复核厂区及各单体消防设计。

② 复核厂区及各单体安全设施设计,如防滑梯、栏杆、避雷、有毒有害气体的检测与报警和警示标志等。

③ 厂区景观绿化设计应结合海绵城市建设理念。

7.4 施工服务咨询工作重点

施工是将设计图纸成果落地的过程,是项目会战阶段。咨询工作重点是全程参与现场施工服务与设备招采,加强施工单位和设备采购方对建设意图和设计思路的理解,实现设计施工采购的深度融合^[4]。

① 施工交底。明确项目特点、建设范围与内容、设计思路、重点难点、安全施工注意事项与要求等。

② 施工方案。保证施工技术的先进性与合理性、施工措施的安全性、施工组织与管理,强化施工风险评估、应急和救援预案等。

③ 施工计划与工期。施工计划科学合理,人员、机具、设备等资源的调配高效有序,工期满足要求。

④ 施工质量监督。加强对施工人员的技术指导,对照图纸监督是否按图施工,对施工偏差及早进行干预和控制。

⑤ 设计变更。严格遵照变更程序,审查设计变更原因和依据、变更必要性、变更技术方案、工程量增减和造价变动,以及评估变更对工程总体成效的影响等。

⑥ 设备招标技术需求。a. 设备清单完整齐全,设备名称、规格、数量、性能、材质、安装位置、使用环境、输送介质等必须与施工图一致;b. 各类设备技术要求清晰具体,如供货边界、范围、内容、产品标准、技术性能、运行控制、主要材质、防腐要求、备品备件及专用工具、出厂和安装检验要求;c. 供货商资格符合要求,如业绩、交货要求以及服务承诺等。

8 思考

① 全过程设计咨询对项目提供全生命周期的技术支持与服务,有效解决了传统工程建设中的重建轻运行、重管理轻技术、重投资轻措施、重工期轻安全、重表面轻实效等不均衡问题,是环境基础设施建设高质量发展和实现水系水质考核目标的重要保障,全过程设计咨询非常有必要在大型污染治理项目建设中推广。

② 作为工程建设产业链技术核心的全过程设计咨询对项目的介入越早越好。咨询单位在项目策划、立项、审批核准阶段对项目总体目标、建设思路、技术路线、分期实施计划、投资等核心内容进行审查,把握好大方向,为项目建设全过程的精细化管理打好基础;在项目设计过程中,初步设计阶段是确定技术原则、建设标准、设计方案、投资和运行成本的关键阶段,应该作为设计咨询工作的重中之重。

③ 全过程设计咨询业务改变了传统的技术服务类企业思维模式和工作方式。咨询工程师将知识和智慧融入咨询项目中,学习、创新、沟通、协调和管理能力得到历练,为勘察设计企业全面提高技术水准,实现业务升级、转型、拓展以及效益提升提供了重要机遇。

④ 作为工程咨询的重要组成部分,全过程设计咨询在工程建设过程中的技术龙头作用日益突显,尤其是大型建设项目。但目前针对设计咨询业务的准入机制、组织模式、工作流程、成果鉴定、收费标准及激励奖励机制等一系列重要问题尚未形成系统性规范化的制度和政策,希望有关部门根据市场需求尽快完善,助力我国全过程工程咨询业务的健康持续发展。

9 结语

经过近3年的奋战,练江流域水污染治理工程已陆续投入运营。练江水环境得到根本性改变,昔日黑水涌动、臭气熏天的河涌,如今水清岸绿,碧波荡漾,青洋山桥断面水质基本达到地表水环境质量Ⅴ类标准,海门湾桥闸断面2021年1月—4月的水质监测数据显示,流域水质已恢复至Ⅳ类,超出预期。全过程设计咨询工作在建设内容、技术方案、勘察设计质量、施工安全与进度等方面提供了一系列优化建议,节约投资7~8亿元,为保证建设目标可达性,恢复练江流域水生态起到重要作用。

参考文献:

- [1] 皮德江. 全过程工程咨询解读[J]. 中国工程咨询, 2017(10):17-19.
PI Dejiang. Interpretation of whole process engineering consulting [J]. Chinese Consulting Engineers, 2017

(10):17-19(in Chinese).

- [2] 于中海,徐洁,于利娜. 全过程工程咨询中的设计咨询示范项目解析[J]. 中国给水排水,2020,36(12):76-80.
YU Zhonghai, XU Jie, YU Lina. Analysis of design consulting demonstration project in the whole process engineering consulting [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36 (12):76-80(in Chinese).
[3] 冯建明,王健. 以设计主导的全过程工程咨询探讨[J]. 建筑经济,2021,42(1):23-27.
FENG Jianming, WANG Jian. Discussion on whole process engineering consultation guided by design [J]. Construction Economy, 2021, 42 (1): 23-27 (in Chinese).
[4] 巨志剑,师永健,刘涛,等. 全过程工程咨询之实践与思考[J]. 建筑经济,2020,41(6):22-28.
JU Zhijian, SHI Yongjian, LIU Tao, et al. Research on the practice and thinking of whole project process consultation [J]. Construction Economy, 2020, 41 (6): 22-28(in Chinese).

作者简介:周蓉(1969-),女,江西南昌人,工程硕士,高级工程师,主要从事水污染控制工程设计工作。

E-mail:zhourong2000@126.com

收稿日期:2021-11-18

修回日期:2022-02-10

(编辑:丁彩娟)

落实绿色发展理念,全面推行河长制