

# EPC 总承包管理模式在水源地迁建环保督察项目中的实践

黄华辉

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

**摘 要:** EPC 是“设计-采购-施工”为一体的总承包模式,具有优化组织机构和人力资源配置、提高工程质量、降低交易成本、充分发挥设计的主导作用及缩短建设周期等优势。近年来,设计院虽然实施了大量 EPC 总承包项目,但管理水平较低,不能充分发挥其在 EPC 总承包项目中的核心作用,不能满足 EPC 总承包项目的管理要求,所以设计院提高自身的 EPC 总承包项目管理水平势在必行。结合长江窑港口水源地取水口迁建工程,阐述了 EPC 项目管理团队针对工程特点、重点和难点,所采取的设计管理、采购管理、施工管理、信息化技术管理的具体措施和方法,在保证工程质量的前提下,缩短了项目周期,节约了项目成本,圆满地实现了业主提出的工程项目建设目标。该研究成果可供类似项目借鉴,也为今后设计院提高 EPC 项目管理水平提供了参考。

**关键词:** EPC; 设计管理; 采购管理; 施工管理; 信息化技术管理

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0010-06

## Practice of EPC General Contracting Management Mode in Environmental Protection Supervision Project of Water Intake Relocation

HUANG Hua-hui

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

**Abstract:** EPC is the general contracting mode of “design – procurement – construction”, which has the advantages of optimizing organizational structure and human resource allocation, improving engineering quality, reducing transaction cost, giving full play to the leading role of design, shortening construction period and so on. In recent years, although design institute has implemented a large number of EPC general contracting projects, the current management level of design institute is low, and the central role of the EPC general contracting project cannot be fully realized, and the management requirements of the EPC general contracting project cannot be met. Therefore, this requires design institute to improve their EPC project management level. Combined with the water intake relocation project of the Yaogangkou water source area of the Yangtze River, this paper expounded the specific measures and methods of the project management team for the project characteristics, the key points and the difficulties, the design management, the procurement management, the construction management and the information technology management. Under the condition of ensuring the quality of the project, the project cycle was shortened, the cost of the project was saved, and the project construction goal proposed by the owner was realized satisfactorily. The research results could be used as reference for similar projects, and provide reference for design institutes to improve EPC project management level.

**Key words:** EPC; design management; procurement management; construction management; information technology management

1 项目背景及概况

1.1 项目背景

江阴市西石桥和窑港水源地位于长江下游澄江江段,相距约 0.4 km。窑港水源地设计取水规模为  $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ (按  $120 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  校核),向无锡市自来水公司锡澄水厂和江南水务澄西水厂供应原水。西石桥水源地设计取水规模为  $36 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,向常州通用自来水公司西石桥水厂供应原水。

2016 年 11 月,中央第三环境保护督察组向江苏省反馈意见时,明确指出:“长江江苏段分布有 30 个集中式饮用水水源地,无锡市长江窑港口水源地……等饮用水一级或二级保护区内存在法律禁止的化工码头……”。窑港口水源地存在重大问题,被提出整改要求。

由于现状长江窑港口水源地上游二级保护区内的南荣石化码头和华西化工码头先于水源地建设,在短期内对码头实施搬迁、关停难度较大,拆迁成本高且对地方经济的影响大,因此一直未有妥善的解决方案。

根据江苏省人大《关于加强饮用水水源地保护的決定》和中央环保督察组的要求,对窑港口水源地取水口进行整体拆除,异地重建。2017 年 4 月,江苏省水利厅发布了《关于江阴市迁建长江窑港口水源地取水口有关事宜的意见》,明确将窑港口水源地取水头部移至西石桥水源地取水头部上游 100 m 处,与西石桥水源地进行整合归并,原取水口停用后,相关设施予以拆除。同时,要求迁建工程必须于

2017 年 12 月 31 日前建成通水。

1.2 工程概况

该工程将窑港口现状  $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  取水口迁建至其下游约 300 m 处,即常州西石桥取水口上游约 100 m 处,伸出长江大堤的垂直距离约 760 m。新建取水头部(2 座钢制取水箱  $8.5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ )和敷设 2 根 DN2 500 取水管约 1 420 m,取水管与现状 DN2 200 取水管连接,并设置航标灯、防撞墩和配套仪表、安防系统。同时,拆除现状窑港取水口、桩架及取水管等设施。窑港口取水迁建工程示意图见图 1。

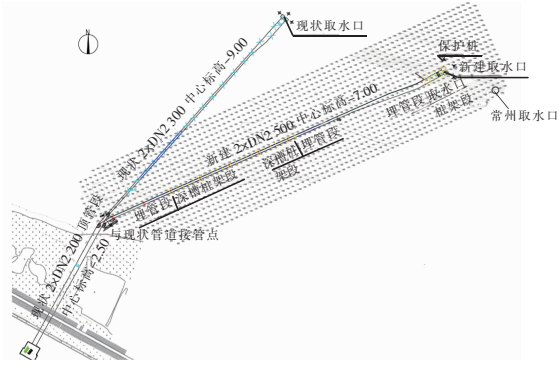


图 1 窑港口取水迁建工程示意

Fig. 1 Schematic diagram of the water intake relocation project of Yaogangkou water source area

1.3 工程地质特征

根据地质报告,工程涉及地层均为第四系全新统冲积物,以粉砂、(淤泥质)粉质黏土为主,地基土的构成与特征见表 1。

表 1 地基土的构成与特征

Tab. 1 Composition and characteristics of foundation soil

土层	标高	厚度	特性
①层淤泥质粉质黏土		0.60 ~ 4.00 (平均为 1.94)	灰色,流塑,局部混粉砂
②层淤泥质粉质黏土夹粉砂	- 11.74 ~ 0.65 (平均为 - 7.13)	1.50 ~ 15.10 (平均为 6.68)	灰色,流塑
③-1 层粉砂夹粉质黏土	- 16.44 ~ - 6.83 (平均为 - 11.65)	1.70 ~ 7.00 (平均为 3.45)	灰色,松散,饱和,矿物成分以石英、长石为主,含云母碎片,分选性一般
③-2 层粉砂	- 16.83 ~ - 11.37 (平均为 - 14.17)	0.80 ~ 8.90 (平均为 3.57)	灰色,稍密,饱和,矿物成分以石英、长石为主,含云母碎片,分选性一般
④-1 层粉质黏土夹粉砂	- 21.39 ~ - 14.15 (平均为 - 17.64)	3.00 ~ 8.90	灰色,流 - 软塑
④-2 层粉质黏土	- 25.68 ~ - 20.93 (平均为 - 23.72)	2.80 ~ 13.90	灰色,可塑,干强度中等,稍具光泽
⑤层粉砂	- 37.28 ~ - 30.62 (平均为 - 34.56)	0.80 ~ 23.80	灰色,密实,饱和,矿物成分以石英、长石为主,含云母碎片,分选性一般

## 1.4 工程重点难点

### 1.4.1 工期

该工程为江苏省加强饮用水水源地保护的重大民生工程和国家环保督察项目,开工时间为2017年8月18日,建设单位要求2017年12月31日前完成通水运行,2018年2月28日之前完成拆除原有构筑物等项目,2018年4月30日前完成验收。工期极紧,任务极重。

### 1.4.2 水上作业环境

不同于陆地工程,该工程新建和拆除施工均在长江中进行,受长江潮汛、气候、水利、航道等因素影响较大,且涉及环保、水利、海事、航道等各个部门,前期手续复杂。

① 水上施工作业,安全风险大。工程所涉及的基槽开挖、桩基打设、取水头部和管道的新建与拆除等施工,均需在工程船或水上进行,其作业面小,施工时间、空间均受到限制。

② 工程施工区域水位深、流速大,且水下工程情况复杂,不可预见因素较多。

③ 取水头部、钢管等钢结构质量大,起吊、安装难度大。

④ 混凝土搅拌车、泵车水上运输难度大,钢管桩水下灌注施工难度高。

### 1.4.3 取水头部箱体

工程取水头部箱体坐落于钢管桩和横梁上,取水箱体质量大。对钢管桩施工及横梁施工精度要求非常高,若施工误差较大将导致取水箱体安装不牢固甚至安装无法完成。

由于工程施工受潮汐影响,在取水头部吊装沉放时不仅要控制取水头部的高程、平面位置,还必须有效控制取水头部的平面扭转,确保取水头部的精确定位和沉放,顺利实现沉管段管道与取水头部的衔接。

### 1.4.4 邻近水体、现状设施保护

工程位于西石桥取水口上游约100 m处的长江水域,施工期间须采取措施保护现状取水头部、管道的运行安全和周边水域水质不被污染,确保区域内3座水厂正常取水,安全和环境保护要求高、施工难度大。

### 1.4.5 新建取水管道与原管道连接切换

新建取水管道须与现状取水管道进行连接切换,且在管道连接施工时至少保证单根正常运行,不

能影响水厂正常运行。切换施工期间需采取措施保护新、老管道安全稳定,施工难度大。

## 2 EPC模式下的工程项目管理

### 2.1 设计管理

在EPC管理模式中,设计是龙头,设计阶段是工程项目最为重要的环节,决定了整个工程项目的的设计理念、材料设备规格参数、施工方案等。

一方面,设计师对工程技术特点的把握具有整体性、系统性,有利于指导工程实施,保证工程整体技术性能最优、质量最佳。

另一方面,设计方案的技术性与经济性是否合理,直接影响着工程项目的成本和综合效益。通过对设计方案的合理优化,有效协调设计、采购、施工进度,实现三者的深度融合,有利于缩短建设工期和节省工程投资。

#### 2.1.1 方案设计

根据地质报告和管道敷设处河床及滩涂标高与管道设计标高的相对关系,为保证管道安全,并考虑到冲刷预期,管道按支撑方式的不同分为水下埋管段和桩架支撑段,其中桩架支撑段又分为取水头部桩架段和深槽桩架段。水下埋管段采用水下开槽埋管,桩架支撑段采用钢管桩上设置钢结构支架支撑管道,均进行抛石保护。

取水管采用壁厚为24 mm的DN2 500钢管,与现状DN2 200取水管连接的管段采用壁厚为22 mm的DN2 200钢管,钢材均为Q235B。钢管间采用活络半合套管连接。

桩架段管道中心距为4 m,桩架间距为11 m(钢管连接处的桩架间距设为5 m),每个桩架设3根长22 m的DN800钢管桩(材质Q345B),桩端持力层为第④-2层;支撑取水头部箱体的钢桩为9根长35 m的DN1 000钢管桩(材质Q345B),桩端持力层为第⑤层粉砂层。桩内上部设置钢筋笼,灌C30水下混凝土。桩上设置横梁,横梁上设置管托,安装钢管,并用抱箍将钢管固定在管托上。

取水头部为2座8.5 m×6 m×4 m的钢制取水箱,四周设3处保护桩,保护桩上设置航道警示灯。同时,设置航标、配套仪表、视频监控系统等。

#### 2.1.2 设计方案优化

##### ① 接管点位置优化

对接管点位置进行方案比选,结果见表2。可知,方案二和方案三实施难度较低,但是方案三增加

了围堰、基坑围护等施工内容,工程施工周期长,无法  
满足通水节点要求,且围堰施工将对长江大堤防  
汛和水源地环境造成不利影响,故最终确认采用方  
案二,即现状取水管顶管末端接管方式。

表 2 接管点位置优化

Tab. 2 Location optimization of the takeover point

接管点位置方案	工程描述	利弊分析	结论
方案一:现状取水头部桩架段接管	①此处双管净距为 6.8 m,中心标高为 -9.00 m; ②新建取水管长度为 664 m,拆除现状取水管长度为 52 m; ③重力输水距离为 1 081 m	①水深较深,水下施工难度较大,施工点距离航道较近,对航道正常通行造成影响,且船舶来往对施工影响较大; ②尽量利用现状取水管,工程投资省、工期短; ③系统水头损失高	实施风险较大,系统水头损失高。故不推荐
方案二:现状取水管顶管末端接管	①此处双管净距为 6 m,管中心标高为 -2.50 m; ②新建取水管长度为 1 420 m,拆除现状取水管长度为 1 030 m; ③重力输水距离为 964 m	①接管点为顶管段末端,靠近滩涂,水深较浅,实施风险较低; ②新建管道较长,投资较高、工期较长; ③系统水头损失较低	实施风险较低,系统水头损失较低。技术上可行
方案三:现状取水管滩涂顶管段接管	①此处双管净距为 6 m,管中心标高为 -2.50 m; ②新建取水管长度为 1 620 m,拆除现状取水管长度为 1 250 m; ③重力输水距离为 943 m	①位于长江滩涂,需先进行围堰、围护施工,再进行管道安装施工,工程投资高、工期长;滩涂接管,可克服水下施工受水体流动的影响,施工精度、准确性、安全性有保障,实施风险低; ②新建管道长,投资高、工期长; ③系统水头损失较低	实施难度低,系统水头损失低。技术上可行

② 桩架设计优化  
桩架设计方案比选结果见表 3。  
综合方案一以及方案二桩架设计的利弊分析,

从施工精度要求和难度,以及施工速度和经济方面进行综合考虑,确定采用方案一,即桩架设计采用双管支架方式。

表 3 桩架设计方案优化

Tab. 3 Optimization of pile frame design scheme

桩架设计方案	工程描述	利弊分析	结论
方案一:双管支架	①两根管道共用一个支架,由三根钢管桩支撑; ②钢管桩上设置两跨连续横梁	①对桩基定位的施工精度要求很高,要求三根桩在一条直线上,施工风险较大; ②钢管桩数量较少,节约投资	采用
方案二:单管支架	①一根管道用一个支架,各由两根钢管桩支撑; ②钢管桩上分别设置横梁	①两根钢管桩支撑钢管支架,降低施工精度要求和难度,提高施工速度,降低了施工风险; ②钢管桩数量增加 2/3,增加投资	不采用

2.2 采购管理

在工程设计的同时进行材料设备的采购,实现工程设计和采购的深度交叉,指导精确采购、精确管理,有效缩短建设工期。

根据工程施工组织设计和总进度计划,结合工程施工工序安排和现场方驳堆放条件,确定 DN800/DN1 000 钢管桩、DN2 500 钢管等钢结构采购为影响工程整体进度的关键节点,而视频监控、仪表的采购不属于关键节点。在此基础上编制工程材料设备采购计划,并做好考察、采买、催交、检验、运输与交付和仓库管理等工作。

钢管桩及钢管由 EPC 总承包单位统一采购,要求钢管厂所有钢材均通过货船直接航运至施工现场;同时,要求 DN800、DN1 000 钢管桩整根(22 m/46 m)出厂, DN2 500 钢管由钢管厂家加工至 60

m/根出厂,施工现场不焊接,以节省现场焊接、检测和防腐等工作量,加快施工进度。

2.3 施工管理

根据工程特点,取水管道均敷设在长江大堤外,管道敷设处河床及滩涂标高都在长江低水位以下,故工程取水头部和管道施工均为水下施工。要求从前期、策划、技术、质量、安全等各方面严格施工管理,确保工程施工全过程均处于受控状态。

2.3.1 前期策划

工程实施前期,结合相关文件要求,将设计理念、设计方案和施工方案与长江航务、海事、环保等部门进行充分沟通与汇报,完成相关评审和论证工作,为工程的顺利推进创造良好外部条件。

组织技术管理人员对迁建工程施工区域及周边区域进行详细踏勘,收集区域航段长江水位历史情



况,实时掌握气象信息。

根据工程特点、难点和现场实际情况编制科学合理的施工组织设计、专项施工方案以及应急预案,并完成相关审批流程。同时,针对超过一定规模的危险性较大的水下作业、起重吊装、拆除工程等分部分项工程,均编制专项施工方案并组织专家进行评审论证,施工过程严格按照评审后的方案组织实施。

根据合同要求和施工组织设计制定工程总体进度控制计划,并细化施工计划和大型打桩船、挖泥船、起重船、拖船、方驳等工程船舶进出场计划,在工程实施过程中及时进行调整和纠偏,确保不出现窝工现象。

### 2.3.2 施工关键风险点管理

根据工程特点、难点和工程风险管理应急预案,加强过程管理和控制,把风险降至最低。如遇紧急状态,立即启动应急预案,开展相关应急抢险工作。

#### ① 水上作业环境风险控制

a. 根据专项施工方案和应急预案,切实做好安全技术交底、培训,加强水上水下施工作业安全监管,发现隐患立即整改。

b. 加强项目前期策划,优化工程总平面布置和船舶抛锚定位图。投入足够、性能良好的水上施工机械设备,加强设备性能安全检查。

c. 施工区域水深、流速大,潜水员仅在长江平潮时才能进行水下施工作业,因此施工时必须加强监测。设立临时水位、流速观测点,加强对水位的监测,要求提前收集、掌握长江潮位信息,合理安排施工工序,提前做好准备工作,在平潮期及时安排潜水员下水作业,切实提高水下施工效率<sup>[1]</sup>。

d. 特种作业持证上岗,配备具有丰富施工经验的水上作业人员和潜水员;配置潜水员减压舱,提高工程操作的安全性、安装的精确性和施工的快速性。

e. 工程施工结束后,委托第三方专业单位对施工区域河床进行扫测,确保该水域无碍航物存在。

#### ② 取水箱体沉放控制措施

支撑取水箱体的钢管桩在订货加工时即考虑加长至长江水位以上以方便定位;钢管桩施工完毕后进行精确测量,将实测数据录入电脑建立模型,通过对模型的分析计算,将两个独立的取水箱体连接加固成一个整体;然后安装钢抱箍及下部横梁;将两个取水箱体一次沉放安装于下部横梁上,就位后再安装上部加固横梁,最后割除多余的钢管桩<sup>[2]</sup>。

#### ③ 邻近水体、现状设施保护措施

a. 划设安全作业区,设置警示标志,工程船舶抛锚采用GPS进行精确定位。

b. 根据长江潮汐情况,合理安排施工作业时间。

c. 严格落实防污染措施,工程船上配备生活污水处理装置,并委托第三方专业单位对船上生活垃圾及油污水进行接收处置;施工船到现场后立即设置围油栏防护,保护周边水体不被污染。

d. 施工过程中,对常州取水口等现状设施进行监测,一旦发现异常情况及时上报并采取应急处理措施。

#### ④ 新建取水管道与原管道连接切换措施

根据工程特点和实际工况条件,为尽量减少新建工程施工对现状水厂运行带来不利影响,组织包括水厂在内的各个参建单位对切换前提、时间、方案、预案及其措施等进行充分论证,确定总体施工方案原则为:先进行新建取水工程管道和取水头部施工,待取水头部及大部分管道施工完成后,再根据先下游、后上游的施工顺序,逐根进行新建取水管道与现状取水管道的连接施工,最后实现新旧管道的切换运行。

### 2.4 信息化技术管理

由于水下工程的特殊性,为切实提高工程管理水平、确保工程施工质量,工程实施过程中,应用了一系列信息化技术管理手段。

应用BIM技术对工程进行模拟,精确直观地展现工程施工流程、进度和施工质量管理情况。仿真模拟不仅模拟出设计的成果,也通过阶段化的方式展示出整个工程施工管理过程。将钢材质量、焊缝质量、防腐层厚度等作为工程质量控制中的重点,采用BIM技术将每一根钢管的钢材原材出厂质量验收及保证书、管道原材的焊缝质量、防腐质量验收等资料与模型进行绑定。

为保证各参建单位能随时、随地看到最新的模型并且不受软件限制,采用了BIM模型轻量化技术,通过浏览器即可打开模型,进行数据访问。同时,工程还通过3D技术打印哈夫节模型;办公现场设置工程实体沙盘模型,对施工内容和质量控制要点进行直观展示。

### 3 实施效果

通过包括EPC总承包单位在内的各参建单位的共同奋战,新建取水头部和取水管道于2017年

12 月 12 日建成通水、试运行,比合同工期提前近 20 天。无锡锡澄水厂和 EPC 项目部联合对新系统的取水量和吸水井水位变化进行连续监测,结果表明:新建取水系统运行稳定,达到取水规模的要求。整个迁建工程于 2018 年 4 月 27 日完成验收。

#### ① 经济效益

该工程采用 EPC 工程总承包模式,固定总价包干,工程实施过程未发生工程签证,切实节省了政府投资。

#### ② 社会效益

该工程的实施得到了各级政府部门与各水厂、附近村民和渔民的理解与配合,在 EPC 总承包单位的科学管理和各参建单位的共同努力下,工程实施过程中未出现质量、安全事故,顺利实现提前通水目标,得到了各方的一致赞誉。同时,该工程也得到了新闻媒体的宣传报道以及中央环保督察组的验收和肯定。

### 4 结语

江阴市长江窑港口水源地取水口迁建工程作为国家环保督察项目,工期紧、任务重、专业性强,对 EPC 总承包单位的科学组织以及工程质量管理、安全管理、进度管理都是一个极大的考验。该工程的圆满完成也充分说明 EPC 工程总承包模式作为一种高效的工程建设管理模式,有助于实现经济效益和社会效益“双赢”的效果,也为今后类似工程的实施提供了经验与范本。

### 参考文献:

- [1] 卢广芝. 浅析取水工程水下施工的方法[J]. 华东科技:学术版,2014(8):450.  
Lu Guangzhi. Talking about underwater construction method of water intake project[J]. East China Science & Technology, 2014(8):450 (in Chinese).
- [2] 杨民. 钢制取水口(沉箱)及引水管道水下施工技术[J]. 安徽建筑,2009(2):79-80,94.  
Yang Min. Underwater construction of the reinforced concrete intake structure and the diversion pipes[J]. Anhui Architecture, 2009(2):79-80,94 (in Chinese).



作者简介:黄华辉(1981- ),男,上海人,大学本科,高级工程师,一级建造师/项目经理,从事 EPC 项目管理工作。

E-mail: huanghuahui@smedi.com

收稿日期:2019-05-05

大力推进水利薄弱环节建设,  
提高防灾减灾能力