

江河型取水工程设计实例及要点分析

徐永涛

长江勘测规划设计研究有限责任公司 湖北 武汉 430010

DOI:10.12238/etd.v4i2.6529

【摘要】: 本文通过以我国中部地区长江沿线J城工业某供水厂取水工程的设计为例, 结合项目具体情况简要介绍了该工程取水水源的选择、取水口位置的确定、取水构筑物形式的确定, 以及相关专题的论证情况, 并据此提炼总结出江河型取水工程的设计要点, 可为后续江河型取水工程的设计工作提供一定的借鉴经验, 提高相关设计人员效率, 具有一定的工程实际意义。

【关键词】: 取水工程; 江河; 设计要点

中图分类号: TV22

Design Cases and Key Points of River Type Water Intake Project

Yongtao Xu

Changjiang Survey, Planning and Design and Research Co., Ltd., Hubei Wuhan 430010

Abstract: Combined with the project specific situation, this paper takes the central region of the Yangtze river J city industry a water supply plant water engineering design as an example, briefly introduces the project water source of the selection, the location of the water, the water structures, and the demonstration of the river water engineering design points. It can provide for subsequent river water engineering design experience, improve the efficiency of relevant designers, with certain practical significance.

Keywords: water intake project, river, design points

取水工程是从水源地取集原水的工程, 是给水工程的重要组成部分之一。它的任务是从水源取水, 并送至水厂或用户。取水工程设施对于整个给水系统的组成、布局、投资、工作的经济效益和安全可靠性具有重大影响。^[1]给水水源可分为地下水水源和地表水源两大类。虽然地下水水源具有水质清澈稳定、取水构筑物构造简单、后续处理工艺简单等优点。但其也存在径流量小、原水矿化度和硬度较高、过量开采易引发地面沉降等缺点。因此, 大规模的城镇给水工程多以地表水源为主。地表水源包括河流、湖泊、水库、山区浅水河流等。^[2]

笔者以我国中部地区长江沿线J城工业某供水厂取水工程为例, 简要介绍该工程水源、取水口位置及取水构筑物的方案比选论证, 并结合项目具体情况分析取水工程设计要点。

1 工程概况

该取水工程位于我国中部地区长江沿线J城, 主要为该城的工业园区企业统一提供主要的生产用水, 供水规模为15万 m^3/d 。工业园区是J城根据自身区位优势规划建设的新型产业园区, 园区紧邻长江, 总用地面积为722.93公顷。该取水工程是园区配套新建的重要基础设施之一。

2 水源选择

2.1 水源初选

该工程位于长江沿线J城, 境内河湖众多, 水网密布,

有大小河流近百条, 均属长江水系。园区紧邻长江, 取水条件十分便利。

从水量方面上看, 长江水量充沛, 该河段历年最大流量58800 m^3/s , 多年平均流量24300 m^3/s , 枯水期流量4800 m^3/s , 远远高于本工程取水量, 能很好地满足本工程的取水水量需求。

从水质方面上看, 该段长江河段水质长期稳定达到《地表水环境质量标准》GB3838-2002的III类水质标准及以上, 能较好地满足本工程的取水水质需求。

根据调研资料, 长江该段河流水质较好, 2021年1月~6月和11月、12月水质可达到II类水质标准, 而7月~10月因总磷指标超过0.1 mg/L , 可满足III类水质标准。整体而言, 该段长江河段水质能稳定达到《地表水环境质量标准》GB3838-2002的III类水质标准, 能较好地满足该工程原水水质要求。

从水源保护方面上看, 该段长江河段已建有一些货运码头。然而, 本工程主要为工业园区企业提供生产用水, 与生活饮用水采用分质供水, 且禁止互通, 不属于饮用水水源保护相关标准规范的要求范围。

从取水便利性方面上看, 该园区紧邻长江, 取水条件十分便利。而园区附近其他地表水基本为通过相关泵闸站引调的长江水, 主要用于农业灌溉。

根据上述水量、水质、水源保护及取水便利性等多角度分析,该段长江河段是本工程最优的取水水源。

2.2 水功能区划

水功能区划是取水水源及取水口选址重点考虑因素之一^[3]。根据当地水利部门提供的地表水功能区划,本工程拟建位置附近长江河段在一级水功能区划中属于长江开发利用区,水质控制目标为地表水环境质量II类水质。

2.3 岸线保护与开发利用

取水工程需占用河道岸线,而长江岸线资源十分宝贵,因此岸线保护与开发利用的规划符合性也是取水水源及取水口选址重点考虑因素之一^[4]。根据当地航务管理部门提供的岸线保护和开发总体规划,本工程拟建位置附近岸线属于控制利用区,主要用于现有港区及港口规划,限制进入的项目类型为“不得建设影响防洪安全的建设项目”。

2.4 生态敏感区

为保护长江的生物多样性以及珍稀鱼类,长江多处河段设置有国家级水产种质资源保护区^[5]。根据相关管理规定,在保护区核心区内,未经相关渔业行政主管部门批准,不得从事任何可能对保护功能造成损害或重大影响的活动。经与当地渔业行政主管部门和环保部门的沟通及确认,本工程拟建位置不涉及生态敏感区。

2.5 水源确定

根据上述水功能区划、岸线保护和开发利用规划、以及生态敏感区的分析,本工程拟建位置附近长江河段均属于控制利用区,在合理避让已有码头和规划港口岸线的基础上,并获得相关部门的认可和批复后,可作为本工程的取水水源。因此,本工程取水水源推荐采用长江水。

3 取水口选址论证

取水口位置的选择是否恰当,直接影响取水构筑物的水质、水量、取水的安全可靠性、投资、施工以及运行管理。因此取水口位置的选择,应遵循以下原则^[6]:①位于水质较好的地带;②有足够的水深,有良好的工程地质条件;③尽可能不受泥砂、漂浮物等影响;④尽量靠近主要用水地区;⑤不妨碍行洪和通航,并符合河道整治规划的要求;⑥河床冲淤多年平衡,河岸稳定;⑦注意避开河流上的人工构筑物或天然障碍物;⑧遵循地方水功能区划,避免与地方岸线保护和开发利用规划冲突;⑨尽量避开生态敏感区,降低选址生态敏感性及可批复性难度。

4 取水构筑物比选

4.1 基本条件

设计取水量为最高日平均时供水量确定,并计入原水输

水管道漏损量和水厂自用水量。本工程是为园区提供主要生产用水,建设规模15.0万 m^3/d ,水厂自用水率取5%,则设计取水量6562.5 m^3/h 。

设计最高水位:按不低于J城城市防洪标准,即防御1954年洪水。根据水文专业推算,长江在取水口附近河段的54型防洪标准水位为41.98m。

设计最低水位:按保证率不低于98%的枯水位设计,取26.35m。

供水厂场地设计高程32.2m,第一个水处理构筑物水位标高36.9m,经水力计算可知,原水输水总水头损失22.8m。取水构筑物设计扬程取34m。

4.2 取水构筑物形式初选

根据本工程取水口拟建位置现状,拟提出2个取水方案进行比选论证。

(1) 方案一:摇臂式取水浮船方案

方案一采用摇臂式取水浮船方案,主要由取水浮船、摇臂管、岸边墩、交通栈桥以及锚固设施等组成。

取水浮船是本取水泵站的主要取水设施,宜由设备厂家成套提供。取水浮船设计参数:平面尺寸为36.2m \times 12.2m,设计吃水深度1.0m,主要分为主泵间、高低压配电间及电气控制室。

摇臂联络管主要由输水管道、活动接头和人行栈桥三部分构成。输水管道采用DN1000钢管;活动接头设置在输水管道两端,分别与取水浮船出水总管、岸边墩输水总管连接,采用万向活络接头;人行栈桥设置在输水管道上。摇臂联络管总长34.0m。

岸边墩采用钢筋混凝土排架结构,用于放置摇臂的管座,平台高程43.85m,平面尺寸为11.0m \times 6.5m。

交通栈桥用于连通岸边墩和栈桥平台,作为管理维护人员主要通行通道,采用钢桁架结构,长度20.0m,桥高2.5m,桥宽2.6m。

(2) 方案二:固定式泵房方案

方案二采用固定式泵房方案,主要由取水头部、进水自流管、深井泵房以及交通栈桥等组成。

深井泵房采用钢筋混凝土结构,分上下两部分,下部为钢筋混凝土圆井井筒,上部为钢筋混凝土框架建筑。下部井筒内径18.0,底板高程1.5m,筒顶高程按设计洪水水位加浪高、超高设计,取21.0m;上部建筑作为电气控制室、值班间和吊装检修平台,取水头部采用箱式取水头部,总尺寸为4.0m \times 2.0m \times 5.0m。在取水头部顶部设置进水孔,并设置格栅,格栅净间距取100mm。

进水自流管采用两根 DN900 管道, 管内流速 1.02m/s。进水自流管单根长度为 205.0m, 两根管道可互为备用, 提供供水安全性。

交通栈桥是用于深井泵房和河岸, 采用钢筋混凝土结构。栈桥宽度取 2.5m, 整个栈桥长度 20m。

4.3 取水构筑物形式比选及推荐

(1) 从供水安全性角度考虑, 两个取水方案均在同一个位置取水, 取水水质基本相同。方案二采用固定式取水泵房, 供水可靠性更高。因此, 从供水安全性角度考虑, 方案二优于方案一。

(2) 从施工难度角度考虑, 方案二的深井泵房施工难度大, 深井泵房井筒深度为 19.5m, 无论采用开挖支护施工, 还是沉井法施工, 施工难度均较大, 施工时间也较长, 需考虑长江汛期对深井施工的影响; 而方案一的浮船在工厂内制造, 再通过水运托运至现场进行安装, 因此该方案土建工程仅需实施岸边墩和交通栈桥, 施工难度小。因此, 从施工难度角度考虑, 方案一明显优于方案二。

(3) 从建设经济性角度考虑, 方案二固定式泵房的建设成本明显高于方案一。因此, 从建设经济性角度考虑, 方案一明显优于方案二。

(4) 从防洪影响角度考虑, 方案二采用深井泵房, 不仅施工周期长, 开挖恢复面积大, 对长江度汛有较大影响, 而且深井泵站井筒需侵占较大行洪断面。因此, 从防洪影响角度考虑, 方案一明显优于方案二。

(5) 从运营维护难度角度考虑, 方案一和方案二均采用栈桥通行, 但方案一的取水浮船方案需通过摇臂管上人行通道通过, 稳定性较差, 不利于运营维护人员通行以及携带维护工具, 因此, 从运营维护难度角度考虑, 方案二优于方案一。

综上所述, 方案一和方案二更有优缺点。根据该工程的特点, 取水浮船方案因其施工难度低、建设投资较省, 防洪影响较小等因素, 更适合于该工程。

5 专题论证

该工程为长江取水工程, 按照相关法律法规、标准规范、技术导则的要求, 需进行洪水影响评价、水资源论证及通航

影响条件评价等专题论证, 并报相关行政主管部门审批, 审批通过后方可实施。因此, 在取水工程设计过程中, 应充分与各专题论证单位沟通协调, 避免设计方案考虑不周, 无法通过各专题相关行政主管部门审批, 导致设计方案反复调整, 不仅增加设计人员工作量, 而且可能会导致工程无法顺利实施, 大大延长建设周期。

6 设计要点分析及总结

(1) 取水工程应根据工程所在地外部建设条件, 从水量、水质、水源保护及取水便利性等多方面论证比选确定取水水源。同时, 应从水功能区划、岸线保护与利用、生态敏感区等方面复核取水水源的合规性。

(2) 取水口选址应进行实地收资和现场踏勘, 初步选取多处合适选址, 再进行取水口选址综合论证, 最终给出推荐取水口选址方案。

(3) 取水构筑物形式的确定应根据建设的基本条件, 从供水安全性、施工难度、建设经济性、防洪影响及运维难度等多角度进行综合比选论证确定。

(4) 重要河流的取水工程涉及洪水影响评价、水资源论证及通航影响条件评价等专题论证, 并报相关行政主管部门审批。因此, 在设计过程中应统筹考虑各专题对设计方案的影响, 充分与各专题论证单位沟通协调, 避免设计方案考虑不周。

参考文献:

[1] 邱文新, 魏龙. 湖泊取水工程设计比选及实例[J]. 市政技术, 2017, 3(35): 103-106.

[2] 于水利等. 全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业执业资格考试教材[2021年版]第一册给水工程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.

[3] 石秋池. 关于水功能区划[J]. 水资源保护, 2002, 3: 58-59.

[4] 葛凯, 徐雷诺, 徐新华. 河湖岸线保护与利用管理问题研究与探讨[J]. 探索与交流, 2020, 8: 62-64.

[5] 甘娟, 丁亚文, 袁琛皓, 葛继稳. 湖北省国家级水产种质资源保护区建设现状及保护建议[J]. 湖北林业科技, 2020: 40-43.

[6] GB 50013-2018, 室外给水设计标准[S].