

全埋式污水处理厂工程施工特点及控制要点

——以无锡市北尖公园净水厂为例

朱康萌 王明铭 王健

中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014

[摘要]随着城镇污水收集率的不断提高,大中型城市适度超前规划污水处理厂规模。同时为更加充分地提升土地利用价值,多地全埋式污水处理厂建设投用,但和地上污水处理厂相比,全埋式污水厂在投资规划、设计施工和后期运维方面都有诸多优缺点。文中以无锡市北尖公园净水厂为例,在施工准备、施工组织、质量控制要点、安全风险等方面进行论述并提出有效的解决及应对措施,全面总结全埋式污水处理厂相关施工经验,为类似工程施工提供参考与借鉴。

[关键词]全埋式污水处理厂;建安施工;市政工程

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14573

中图分类号: X505

文献标识码: A

Construction Characteristics and Control Points of Fully Buried Sewage Treatment Plant Project ——Taking the Beijian Park Water Purification Plant in Wuxi City as an Example

ZHU Kangmeng, WANG Mingming, WANG Jian

Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430014, China

Abstract: With the continuous improvement of urban sewage collection rate, large and medium-sized cities have moderately advanced the planning of sewage treatment plant scale. At the same time, in order to fully enhance the value of land use, many fully buried sewage treatment plants have been constructed and put into use. However, compared with above ground sewage treatment plants, fully buried sewage treatment plants have many advantages and disadvantages in investment planning, design and construction, and later operation and maintenance. Taking the Beijian Park Water Purification Plant in Wuxi City as an example, this article discusses and proposes effective solutions and countermeasures in terms of construction preparation, construction organization, quality control points, safety risks, etc. It comprehensively summarizes the relevant construction experience of fully buried sewage treatment plants and provides reference and inspiration for similar engineering construction.

Keywords: fully buried sewage treatment plant; construction installation; municipal engineering

近年来,我国环保产业在国家政府的政策扶持下,逐步成为了支撑产业经济效益增长的重要力量,进入快速发展阶段,产业规模不断扩大。尤其是城镇污水处理行业,随着生活污水集中收集率逐年上升,污水排放要求的不断严格,大中型城市提质增效的同时,也在适度超前规划污水处理厂规模。目前,大多数城镇污水处理厂依然采用地上式建设模式,占地面积大,有害气体污染风险大、降低周边土地利用价值,极大地影响水厂的设计、选址和建设。全埋式污水处理厂打破传统污水处理厂用地观念,实现绿化与市政一地多用,化邻避为邻利,占地面积小,土地利用更加综合集约。同时,污水处理设施集中布置于地下,上部覆土种植植被,更有利于臭气收集处理、噪声控制及环境保温,具有良好的经济和社会效益^[1]。文章以无锡市北尖公园净水厂为例,对全埋式污水处理厂的施工特点及控制要点进行分析,并提出应对措施。

1 项目简介

无锡市北尖公园净水厂用地面积约 5.33ha (80 亩)。一期规模 10 万 m³/d, 远期规模 15 万 m³/d, 其中土建按远

期规模一次建成,设备按一期规模安装。污水厂采用全埋式设计,地下两层,其中地下二层为主要构筑物,地下一层为操作层,地上为公园绿地。实现用地集约、结构安全、工程技术经济合理的布局模式。

2 项目特点及重难点

2.1 前期投资高,设计难度大

和地上式污水处理厂相比,全埋式污水处理厂的一个显著特点就是投资相对较大,举个例子,由我司负责设计和施工的同等规模的江夏污水处理厂(二期)工程,设计规模 15 万 m³/d,设备安装规模 7.5 万 m³/d,总投资约 4.6 亿,而无锡市北尖公园净水厂用地面积更小,总投资高达 13 亿,总投资是同等规模地上污水处理厂总投资的 3~4 倍,尤其是在基础工程、基坑支护工程和土方工程费用方面更为突出,无锡市北尖公园净水厂相关费用高达 2.4 亿元。

而对于设计难度来讲主要体现在如下三个方面,第一、箱体抗浮设计要求高,整体大筏板基础和群桩基础施工难度大、投资大。第二、构筑物集中布置,各专业管线错综复杂,吊装口、预留洞口较多结构设计难度大。第三、如

何在考虑水力条件、管线布置和工艺需求的情况下将 19 个构筑物安排在一个箱体结构内,需合理布置构筑物,减少污水提升次数,降低能耗。水厂整体布置如图 1 所示。

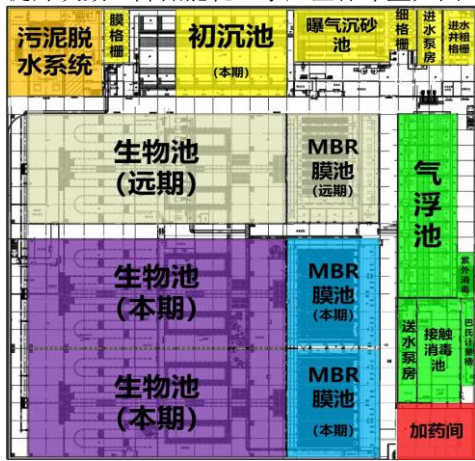


图 1 水厂整体布置

2.2 施工组织难度大, 工期长

(1) 工程整体工期紧、施工强度高。工程涉及专业技术覆盖面广,包含深基坑工程、各类水处理构筑物、建筑物及其它附属工程、机电设备采购和安装工程、自控系统及厂区道路、管线等工程。由于地埋式污水处理厂集约式的设计,整个污水处理厂构筑物、工艺管线、电气、通风除臭等综合管线、地下交通全部集中在一个地下箱体内部,加大了施工组织难度。

(2) 施工场地狭小,安装阶段交叉作业多。场地狭小,作业面积小,无法扩展,周转材料堆放难度大。地下箱体为一封闭空间,内部有各种土建、安装工作需要同时展开,交叉作业面多。

(3) 支撑体系结构复杂,土方开挖量大。全地埋污水处理厂因涉及到深大基坑,大多选择支护结构以保证开挖安全,在软土地基施工时,支护结构将更加复杂且花费较大成本。后期拆撑、换撑作业均对施工进度有极大的影响,与此同时,土方开挖量较大,出土顺序和出土方式也大大影响施工进度。

(4) 吊装难度大,安装空间受限。全地埋污水处理厂构筑物多,工艺管道复杂,大型设备较多。在本项目,进出水管道、主工艺管道管径在 DN300-DN1800 之间,还存在粗细格栅、膜格栅、鼓风机、膜组器和脱泥设备等大型设备,吊装难度大。设计阶段仅考虑大型设备预留的吊装口,缺乏对施工吊装预留口的统筹设计和考虑。而临时的吊装口预留,对后续结构安全、结构防水均存在较大的隐患。因此,在安装施工阶段仅能通过预留吊装口、楼梯和采光口吊装,同时为了防止对顶板结构的破坏,大型吊装设备无法在顶板自由行走,造成吊装施工受限严重。地下箱体内部空间也非常狭小,管道桥架净空较低,因此更需提前设备进场时间,施工组织难度大。

2.3 危险源较多, 安全风险大

(1) 涉及深大基坑、高支模等危大工程,安全风险大。根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(住房和城乡建设部令 37 号)相关文件要求,涉及深大基坑、高支模等危大工程,安全要求更加严格,安全风险较大,对于危大方案的论证评审、安全人员配置、现场监测和技术资源的投入均有较高的要求。

(2) 箱体内部封闭空间较多,安全管理难度大。地下箱体各种管渠纵横交错,焊接作业区域多,人员定位和管理难度大。同时用电、吊装作业安全及成品保护均因场地狭小问题,需更多的人员和资源投入,对安全管理人员专业和经验要求较高。多专业在狭小空间交叉作业,具有一定特殊性^[2]。

3 全地埋污水处理厂控制要点

3.1 合理选址、选择放坡和围护桩相结合的支护方式以节省成本

因建设规划模式为全地埋式污水处理厂和地上公园相结合的方式,在选址上,污水处理厂将更加靠近城市中心区域,因此,征地拆迁费用很可能大幅度提升。再加上,用地面积的限制,很难采用明挖基坑的建造方式,因此在支护结构的建设投资方面也会大幅提高。这就要求在选址方面应结合城市规划适度以发展的眼光,选择待开发地区作为全地埋式污水厂建设地址,并适当扩大红线区域,可选择放坡开挖的方式以减少投资。

3.2 优化施工组织、减少施工冲突

全地埋污水处理厂的施工耗时较长的主要涉及到基础工程、支护工程、土方工程、拆撑工程及安装工程,接下来将针对每个分部工程特点制定相应措施。

(1) 针对群桩基础工程,应分块施工,进行合理的施工空间布置,高效地利用空间优势,穿插施工桩基础,按照桩长将区域进行网格化管理,合理布局,减少施工冲突和下部扰动。同时可同步完成围护结构,如果涉及到坑内土体加固时,应先完成坑内土体加固施工。

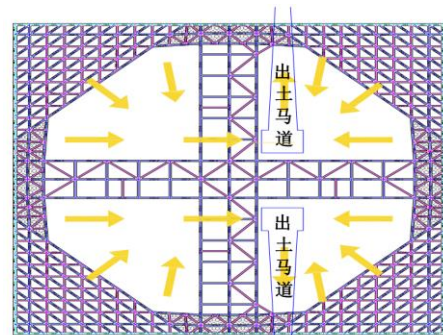


图 2 出土马道

(2) 支护工程和土方工程是流水作业式施工,一般为先支撑后开挖,开挖一层后做下一层支撑结构。在此过程中,出土方式是影响施工进度的最直接因素。当施工开挖深度超过 3~4m 式,短臂挖机已无法顺利完成相应开挖

高度的土方,需坑底开挖转运配合长臂挖机开挖或垂直运土的方式。在本项目,如图2所示,预留出土马道的开挖方式大大提高了出土效率,节约土方开挖外运的时间。

(3) 深大基坑支撑拆除施工耗时较长,安全风险较大,一直以来是涉及深大基坑施工控制的重点工作,尤其是基坑裸露时间1年以上的埋地式污水处理厂,一般采用稳定性和刚度较大的混凝土钢筋支撑,拆除量和难度更大。根据本项目的施工经验提出如下措施:第一,优化支撑方式,可采用混凝土板撑和钢支撑相结合的方式,以减小支撑施工和拆除的时间。在本工程,总共有上下两道支撑,且第二道支撑距离地板最小间距只有0.8m,且第二道支撑暴露时间短,经过结构设计验算,该区域可以采用钢支撑,且节约大量成本。第二,优化狭窄空间内支撑拆除方案,采用叉车辅助运输,塔吊、汽车吊快速调离方式。第三,在支撑、围檩、栈桥梁板施工时应提前预留绳锯切割孔道,避免后期打孔、切割占用施工时间,空岛预留间距如图3所示。

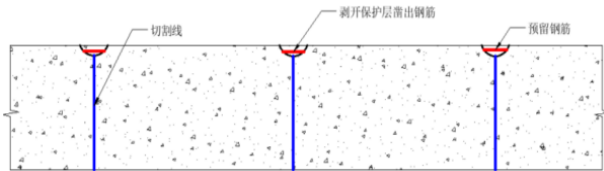


图3 拆撑预留孔到位置

(4) 安装作业注重精度和质量,在全地埋狭小空间条件下,合理布局、吊装安放和成品保护均面临巨大的挑战,因此,在设计和施工阶段,均应考虑提供安装空间,预留好吊装口和优化施工组织。首先,要在设计阶段应考虑管线布局和走向,避免碰撞。在本项目,工艺管道、消防管道、暖通管道和电缆桥架尽管通过BIM碰撞试验,但在施工过程中仍时常发生冲突,主要原因有两个,第一个原因是设计图纸版本过多,尽管做了碰撞试验,但是随着设计图纸更新,后续变化仍会存在冲突,第二个原因是,不同专业设计人员各自为政,没有通过统一校核。因此,在设计阶段应实现版本统一,统筹校核,同时应发挥施工阶段图纸会审的功能。其次,在施工阶段应认真做好施工组织设计,借助BIM技术、智慧工地等信息化、智慧化手段,优化施工组织,合理地安排施工工序。安装工作是多工种,多专业交叉施工,在工作面狭窄的埋地式污水处理厂施工组织难度更大。结合本项目的施工经验,提出如下建议:第一,提前消化图纸,做好设备、管道等资源需求台账,尽可能采用预制构配件,如预制支架、管架等,提前预制,甚至在土建阶段就可以完成支架预埋,节约安装时间。第二,根据施工工期计划安排,配置数量充足、性能优良、合理配套的施工机械设备。埋地式污水处理厂另一个痛点就是土建封顶后吊装困难,在本项目,工艺管道单根长度因吊装口的限制已从9m

缩短为6m,增加了焊口数量,施工所需时间大大提高。因此在设计阶段就应该考虑预留足够多的吊装口,可以等设备安装后支模浇筑。同时应严格控制材料及设备倒运时间,合理安排施工顺序,基本原则是优先工艺、大管优先,自上而下的原则。要按照主工艺管道—暖通管道—电气桥架—消防管道的顺序严格按照施工图纸进行施工,尽量避免交叉作业,可分区域流水施工^[3]。

3.3 识别风险,确保安全

全地埋式污水处理厂除了存在地上式污水处理厂的危险源外,主要特点是基坑暴露时间长和存在大量的密闭空间。针对基坑暴露时间长的风险,除了做好临边防护、安全警示还要定期进行基坑监测,防止基坑周边动载或静载超标引起基坑变形沉降。对于密闭空间施工,要安装大量强力换风设备,并在施工前和施工中定期对危险气体进行检测。同时,一定要增加照明,并建议为施工作业人员配备可定位的头盔。除此之外,高处作业和临时用电也是全地埋污水处理厂重要的危险源。应配备满足施工要求的安全员数量,对脚手架、支架等要验算和检查合格后方可使用。对于施工临时用电,应重点对漏电保护装置以及线路架空敷设进行管理。近年来,多主体参与的建筑施工安全管理评价体系模型构建及应用得到了大规模的推广,因此,可在建设施工过程中采用该模型对危险源进行识别和控制^[4]。

4 结语

全地埋污水处理厂作为未来污水厂建设的一个新的趋势,在设计和施工方面都面临着挑战。和传统污水处理厂相比,全地埋污水处理厂存在投资大、施工周期长、安全风险高等问题,因此,需要在前期规划时应充分考虑用地成本,在设计阶段统筹考虑选用工程成本更低的支护方式,同时构筑物 and 管线布置更加合理,同时在施工管理人员在技术准备、材料组织、施工工序、安全措施等方面充分考虑和探索。

[参考文献]

- [1]叶源新. 地下污水处理厂的建设特点和难点探讨[J]. 中国市政工程, 2018, 4(2): 77-79.
- [2]王泉. 地下式污水处理厂施工安全风险分析和管控策略思考[J]. 建筑安全, 2022, 37(3): 76-79.
- [3]程丹. 全地下式污水处理厂安装工程施工特点及控制要点[J]. 智能城市, 2023, 9(6): 66-68.
- [4]刘云峰, 陈瑞, 张晓光. 多主体参与的建筑施工安全管理评价体系构建及应用[J]. 技术与创新管理, 2022, 43(5): 570-575.

作者简介:朱康萌(1992.11—),男,学历:硕士研究生,毕业院校:武汉大学环境工程专业,当前就职于中国市政工程中南设计研究总院有限公司技术岗,从事项目管理工作5年,职称为工程师。