

## 全地下式污水处理厂结构设计实例分析

韩颖

信开水环境投资有限公司, 北京 101199

[摘要] 地下污水处理厂在国内具有良好的发展空间。文章简要介绍某地下污水处理厂的设计实例, 本工程为地下超长水池结构, 使用无缝设计。下面从结构整体方案选择、土压力的计算、地基处理等方面进行介绍, 可为其他类似工程提供相关经验。

[关键词] 全地下污水处理厂; 无缝设计; 土压力

DOI: 10.33142/ec.v2i9.690

中图分类号: TU992.3; TU318

文献标识码: A

### Analysis of Structural Design Example of Underground Sewage Treatment Plant

HAN Ying

Xinkai Water Environment Investment Co., Ltd., Beijing, 101199 China

**Abstract:** The underground sewage treatment plant has a good development space in China. This paper briefly introduces the design example of an underground sewage treatment plant. The project is an underground super-long water tank structure and is designed with a seamless design. The following will be introduced from the overall scheme selection of the structure, the calculation of the earth pressure, the foundation treatment, etc., and relevant experience can be provided for other similar projects.

**Keywords:** All underground sewage treatment plant; Seamless design; Earth pressure

#### 1 工程概况

全地下污水处理厂较之传统的地上污水处理厂, 具备了环境友好、土地集约等优势, 在国内具有良好的发展前景。贵阳市某污水处理厂一期工程采用全地下的结构形式, 负二层为钢筋混凝土薄壁水池, 负一层检修层为框架结构, 屋面设置覆土层作为景观公园用地。污水厂处理规模为 5 万吨/d, 占地面积约 15600m<sup>2</sup>。负二层水池平面布置如图 1.1, 箱体长 240m, 宽 66m, 主体结构设计高度 17m, 顶部设计覆土深度 1.5m, 基底埋置深度 18.5 米。现状厂地呈现南高北低的地势, 高差在 7 米左右, 依据厂地高差的特点, 污水处理厂将全地下的结构形式做了相应调整, 即, 厂地高度大的南侧临箱体开出一条 8000mm~11000mm 宽的廊道 (如图 1.2), 整个操作层从室外地面标高看是露出地面的首层, 从市政道路以及厂区的南侧看整个构筑物箱体依然是在地下。

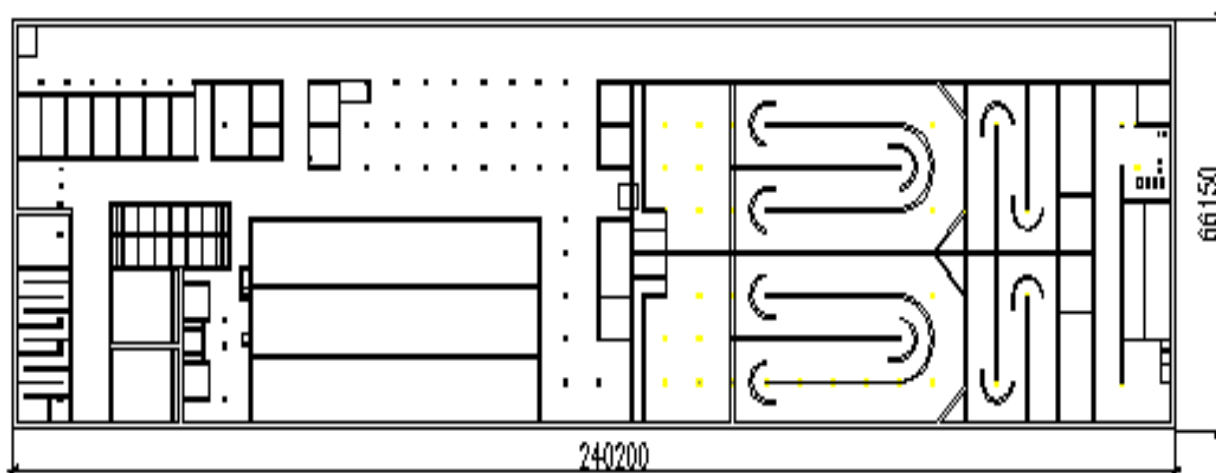


图 1.1 污水处理厂平面布置图

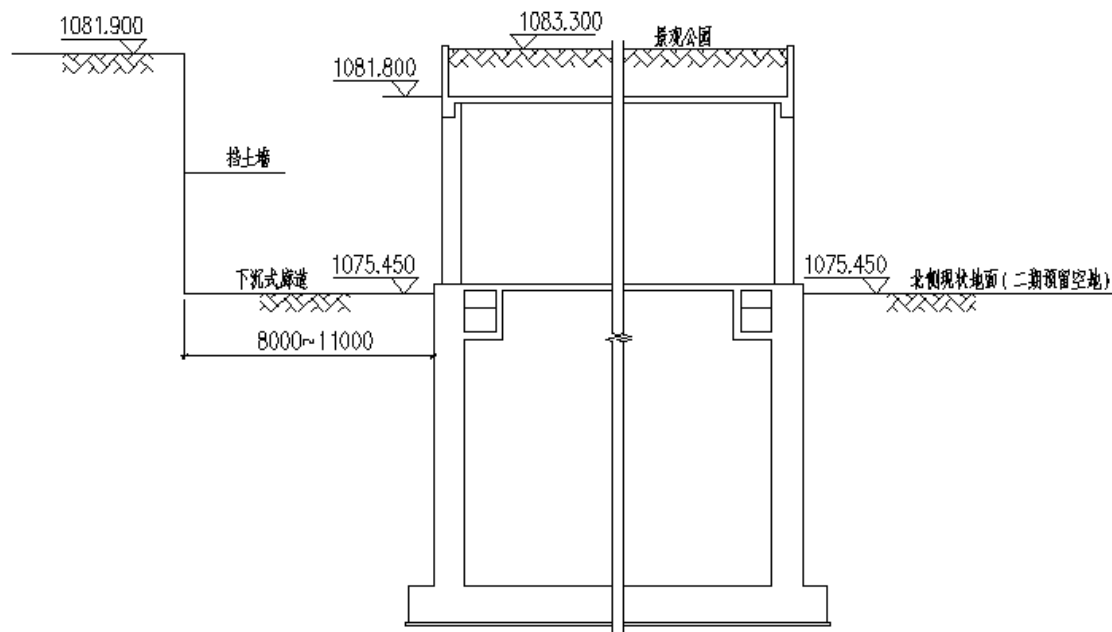


图 1.2 污水处理厂南侧箱体及下沉式廊道剖面图

## 2 主体结构设计

### 2.1 超常混凝土结构无缝设计

《钢筋混凝土结构设计规范》<sup>[1]</sup> 8.1.1 条规定, 地下墙壁类工程设置温度伸缩缝的长度不能大于 30m; 《给水排水工程构筑物结构设计规范》<sup>[2]</sup> 6.2.1 条中规定岩基上的普通防水混凝土地下式钢筋混凝土构筑物最大伸缩缝间距 20mm; 《石油化工钢筋混凝土水池结构设计规范》3.9 条表 6 规定岩基上的补偿收缩混凝土地下式水池最大伸缩缝间距 35m。如果严格参照规范的规定设置伸缩缝, 那么本工程需要沿纵向至少设置 7~11 条伸缩缝, 沿横向也需要至少设置 1~2 条伸缩缝, 这显然给工程的设计、施工及水厂的使用和维护都带来很大麻烦。

设计阶段在每一道伸缩缝处均需设置双柱或双墙, 在水处理工艺上造成不便; 施工期间, 根据以往的经验伸缩缝处的止水带不易固定、浇筑混凝土时容易破坏; 使用阶段随着止水带的后期老化容易出现漏水现象, 有些漏水甚至很严重, 并且伸缩缝的修补非常困难, 目前还没有十分有效的方法, 实际工程中只能采用设置截水槽等补救措施以保证正常生产。因此, 污水厂结构中设置伸缩缝并不是最好的控制裂缝的方式。

《地下工程防水技术规范》5.1.2 条规定, 用于伸缩的变形缝宜少设, 可根据不同的工程类别、地质情况采用后浇带、加强带等替代措施。《石油化工钢筋混凝土水池结构设计规范》表 3.12 注规定, 当普通防水混凝土水池设有后浇带, 或补偿收缩混凝土水池设有膨胀混凝土加强带时, 伸缩缝的间距可根据工程经验确定。事实上, 混凝土内部的最高温度发生在浇筑后的 3~5 天, 以后的温差会逐渐减小。另外, 在正常使用期间, 地下构筑物处于温度相对恒定的工作状态, 温差比较小, 造成温度裂缝的影响较小。这种情况下, 在合理的长度范围设置膨胀加强带能够收到良好的效果。在民用建筑中, 已经有许多长达 200m~500m 的地下室不设置伸缩缝的实例, 主要的补救措施是每隔 30~40m 设置后浇带的处理办法。无缝设计的墙体虽然因为各种情况的不确定性也会出现开裂和渗漏, 但其修补只涉及混凝土本身, 灌浆补漏技术也已经很成熟, 修补难度要远小于永久伸缩缝的修补。因此, 对于超长超大的地下式污水处理厂地下箱体也可以尝试采用不设伸缩缝设计。

本工程全面分析考虑了其自身的特点: 1、地下一层的水池为全埋式, 温度影响小; 2、地上部分框架结构本身的变形能力较强, 屋面板顶有 1.5 米厚的覆土, 有效阻隔了温度对屋面板的影响; 3、考察现有的已建工程实例, 在设置温度伸缩缝的位置容易漏水, 后期修补和维护都很困难。基于以上三点原因, 本工程采用了无伸缩缝设计, 在现有的超长水池结构设计中是首例。同时, 本工程采用补偿收缩混凝土, 通过设置连续式膨胀加强带和后浇带的方式缓解混凝土的自收缩对裂缝产生的影响, 横向间隔设置 5 条 2000mm 宽连续式膨胀加强带和 4 条 1000mm 宽后浇带, 纵向设置 1

条连续式膨胀加强带，加强带及后浇带沿底板、池壁、地下室外墙、楼板及屋面板通长设置。如图 2.1

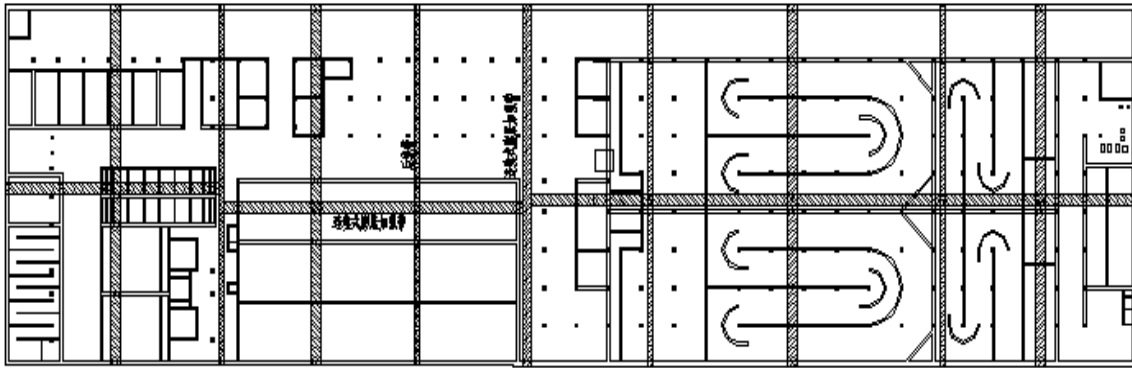
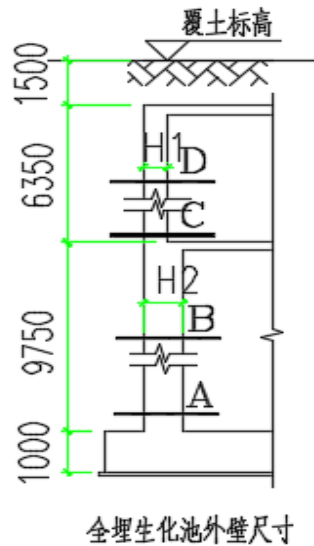


图 2.1 膨胀加强带及后浇带平面布置图

后浇带的浇筑时间执行《地下工程防水技术规范》5.2.2 条的规定，后浇带两侧混凝土龄期达到 42 天后再浇筑。

### 3 地下箱体外墙土压力的计算

土压力的计算问题是地下室外墙设计的主要问题，民用建筑领域相关设计规范一般仅给出挡土墙土压力计算规定，而对于工程中多遇的地下室外墙的挡土设计未给出明确的要求。因此，民用建筑设计领域对于地下室外墙的计算习惯性参考《全国民用建筑工程设计技术措施》的规定，地下室侧墙承受的土压力宜取静止土压力。而《给水排水工程构筑物结构设计规范》<sup>[2]</sup>4.2.4 规定作用在开槽施工地下构筑物上的侧向土压力标准值应按主动土压力计算。对于规范这一条的规定是否适用于地下污水处理厂的外墙计算存在争议，从事过民用建筑结构设计的业内人士对此条规定的合理性比较怀疑，认为《给水排水构筑物结构设计规范》给出的主动土压力系数偏于不安全。下面对全埋式地下污水处理厂的生化池外墙分别采用两种土压力系数，做对比计算。



全埋生化池外壁尺寸

(1) 按承载力及 0.2mm 裂缝控制

0.2mm 裂缝控制、地下水位较深不考虑地下水的影响

WCS

土压力系数	H1	H2	A 截面配筋	B 截面配筋	C 截面配筋	D 截面配筋
主动土压力 0.33	600	1000	Φ28@100	Φ22@150	Φ20@120	Φ16@160
被动土压力 0.5	600	1200	Φ32@100	Φ25@140	Φ22@110	Φ16@160

(2) 按承载力及 0.4mm 裂缝控制

0.4mm 裂缝控制, 地下水位较深不考虑地下水的影

土压力系数	H1	H2	A 截面配筋	B 截面配筋	C 截面配筋	D 截面配筋
主动土压力0.33	400	800	Φ20@190	Φ20@190	Φ22@150	Φ14@190
被动土压力0.5	500	1000	Φ28@100	Φ22@190	Φ22@130	Φ16@200

上述表格可以看出, 地下箱体外墙采用被动土压力相比采用主动土压力计算, 无论是壁厚还是钢筋量均有 20% 以上的提高。对于按主动土压力计算地下箱体外墙的安全的问题, 笔者分析如下。水池池壁的裂缝按《给水排水工程构筑物结构设计规范》的要求为 0.2mm, 民用建筑的地下室外墙会做外防水, 裂缝按 0.3mm 或 0.4mm 控制。因此, 在水处理构筑物中, 裂缝控制对构件的尺寸及配筋起到了决定性的作用。从面的两个表格中可以看出, 0.2 裂缝控制主动土压力的壁厚和配筋与 0.4 裂缝控制静止土压力的壁厚和配筋是相当的。可以认为采用主动土压力, 按 0.2 裂缝控制, 即便是在静止土压力的作用下, 承载力也是安全的, 仅是裂缝有所放大。

综上所述, 在水处理构筑物设计中, 按《给水排水工程构筑物结构设计规范》的要求, 采用主动土压力, 0.2mm 裂缝控制计算的结构安全性是可靠的, 不必在土压力系数的选择上过于纠结。

#### 4 基础设计及地基处理

本工程地基状况良好, 采用筏板基础, 基底 90% 以上坐落在中风化灰岩层, 局部有杂填土的区域清除至中风化层后换填毛石混凝土, 场地地下水位较深, 本工程采用结构自重抗浮即可满足抗浮要求。

需要注意的一点是, 《给水排水工程构筑物结构设计规范》6.2.5 条的规定, 位于岩石地基上的构筑物, 其底板与地基间应设置滑动层构造, 本工程在基础垫层与岩石地基之间设置 150mm 厚的级配碎石。

#### 5 结语

本工程在污水处理领域首次采用无缝设计, 目前该项目已投产使用两年有余, 各方面的反馈良好。在土压力系数的选择上通过算例说明规范规定的可实用性, 打消新步入污水处理领域设计人的疑虑。从规范及工程实例角度剖析污水处理厂的相关问题, 为其他类似的工程项目提供参考经验。

#### [参考文献]

[1] 刘绪为, 李彤, 徐洁, 李金河. 国内地下式污水处理厂的设计要点[J]. 城市环境与城市生态, 2014, 27(06): 35-38.

[2] 展晓飞. 地下式污水处理工程结构设计探讨[J]. 居舍, 2019(18): 110.

作者简介: 韩颖 (1986-), 女, 北京市人, 中级工程师、大学本科。