

设计经验

预应力技术在大型水池中的应用

卞延彬¹, 余建兴¹, 刘志刚², 张成有², 吴禾佳²

(1. 天津大学 建筑工程学院, 天津 300072; 2 中国市政工程东北设计研究院, 吉林 长春 130021)

摘要: 介绍了我国大型水池的结构设计方法。通过工程实例简单介绍了无粘结预应力(无温度伸缩缝)水池的设计方法。阐述了预应力水池在经济性、耐久性和抗震性等方面的优点。

关键词: 预应力水池; 温度伸缩缝; 橡胶止水带

中图分类号: TU991.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2005)11-0062-03

Application of Prestress Technology in Large Scale Water Tank

BIAN Yan-bin¹, YU Jian-xing¹, LU Zhi-gang², ZHANG Cheng-you², WU He-jia²

(1. School of Civil Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2 Northeast China Municipal Engineering Design and Research Institute, Changchun 130021, China)

Abstract: The structural design method was introduced for large scale water tank in China. By taking the project cases for examples such as Jilin clearwater tank and Changchun aeration tank, the design method for unbonded prestressed (no temperature joint) water tank was introduced. The advantages of prestressed tank including economy, durability, and earthquake-proof were described.

Key words: prestressed water tank; temperature joint; rubber water stop

我国《给水排水工程构筑物结构设计规范》(GB 50069—2002)规定,大型混凝土水池通常均应设置温度缝,其最大间距为 15~40 m,并要求做成贯通式,即在同一剖面上连同基础或底板一起断开。一般采用橡胶止水带进行温度伸缩缝连接处理。其构造相对复杂,施工质量要求高,且不能完全避免渗漏。这种常规处理方式存在着如下缺点: 渗漏量较大,除浪费水资源外,还可能造成地基土的流失或软化; 整体性差,特别是在地基复杂的情况下,由于沉降不均匀易造成接缝处的破坏; 抗震性能差,地震时分缝处很容易因互相碰撞而损坏; 接缝处构造复杂,混凝土的密实性很难达到要求; 橡胶止水带存在老化或被腐蚀的问题,严重的将影响水池的耐久性。

基于上述原因,目前很多发达国家大都采用预

应力技术进行大型水池的设计与施工。它具有以下优点: 保水性。预应力水池取消了温度伸缩缝、施工缝,从而使渗透量大大降低。 耐久性。预应力混凝土水池阻碍了有害污水或杂质对混凝土的侵蚀,由于预应力钢绞线外具有完全密闭的高密度聚乙烯保护层,钢丝锈蚀几乎是不可能的。 经济性。在保证结构安全的前提下,减少了底板、池壁、顶板的厚度,并可以相应地减小基础的尺寸,从而大大减少了混凝土的用量。另外,渗透量的降低也对水资源的节约和环境保护具有积极意义。 适用性。预应力技术已成功应用于圆形、矩形、带圆角矩形混凝土水池,效果很好。 施工的快速性。由于取消了温度伸缩缝,在条件允许下底板和顶板可以一次性浇筑完毕。100 m×100 m的底板可在 24 h 内一次性浇注完毕,池壁也可分段或一次性浇注完毕,大大

提高了施工速度。

1 在我国的应用现状

中国市政工程东北设计研究院与美国克罗拉多州丹佛市 Jorgensen & Close 结构设计公司合作,自 2000 年 5 月完成长春西郊污水厂 ($15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$) $100.7 \text{ m} \times 88.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$ 曝气池的设计与施工后,到目前为止,已建及在建的大型预应力混凝土水池工程达 17 项。其中包括矩形、带圆角矩形、圆形、椭圆形等各种形状的大型水池。

对已运行的预应力水池渗透量的观察发现 (最长运行时间已达 5 年),采用预应力混凝土水池的渗透量比按常规工艺施工的水池大大减少,譬如 $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 清水池的渗透量为 $400 \sim 500 \text{ m}^3/\text{a}$ 左右,比我国规范允许渗透量 ($2409 \text{ m}^3/\text{a}$) 大约降低了 70% ~ 80%,并基本达到了美国标准。

由于采用了预应力技术,水池的底板、池壁、顶板的厚度降低,基础的尺寸也随之降低,大大降低了工程造价。如吉林市 $2 \times 10^4 \text{ m}^3$ 清水池的预应力方案工程造价为 528.07 万元,传统矩形水池的造价为 704.71 万元,可见前者可降低造价 25.1%。

2 预应力混凝土水池的结构设计

长春市西郊污水处理厂 ($15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$) 的曝气池平面尺寸为 $100.7 \text{ m} \times 88.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m}$,这是我国第一座采用预应力技术设计的无缝大型矩形水池。

2.1 传统设计

为了解决温度应力问题,原设计分为 4 个独立的池体,每个池体之间用 30 mm 宽伸缩缝完全隔离开,而在另一方向每 20 m 左右设置一道温度伸缩缝,整个池体被分为 20 块。池壁厚度为 700 mm,底板在池壁根部处的厚度为池壁厚度的 1.2 ~ 1.5 倍,取为 900 mm,其他部位为 500 mm。

2.2 预应力结构设计

为了克服传统水池的缺点,笔者与美国 Jorgensen & Close 结构设计公司合作设计了无粘结预应力曝气池,取消了 4 并列水池的 3 道双池壁,而用单个池壁代替。整个曝气池设计为一个整体结构,池体的主要配筋见图 1。

为了更好地发挥预应力钢绞线的优势,笔者在设计中对底板纵横两个方向施加无粘结预应力,板厚从 900 mm 降为 160 mm。为了减少地基与底板的摩擦而造成的预应力损失,有效地将预应力施加于底板,在垫层与底板间设置了 0.3 mm 厚的塑料

板滑动层。在池壁设计方面,考虑各种因素的影响,在水平方向和竖直方向均设置了无粘结预应力筋,同时在两个方向对池壁施加预应力,使水池的混凝土始终处于受压状态。

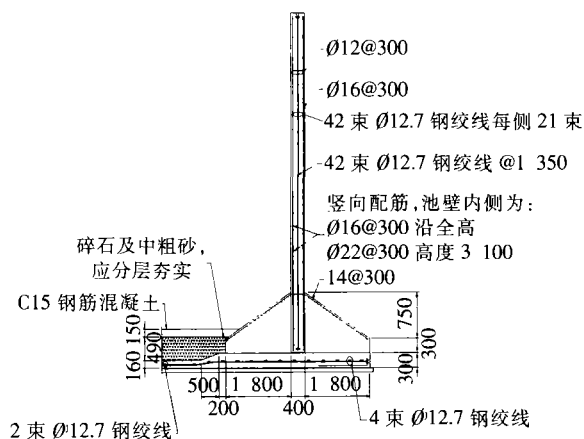


图 1 曝气池外墙配筋

Fig 1 Exterior wall rebar and strands of aeration tank

为了降低成本,均采用国内材料。混凝土标号为 C35,抗渗标号为 P8,抗冻标号为 F200。钢筋为 HPB235 (I)级,HRB335 (II)级,1860 MPa 级低松弛钢绞线,北京市建筑工程研究院生产的 B & S 锚具。由于此种钢绞线强度较高,应力松弛率低,有利于提高混凝土的抗裂性能和减少钢材用量,在配筋时可使无粘结预应力筋的间距增大,便于无粘接筋的布置、张拉和锚固,使结构设计更合理。

3 施工管理

对工程施工进行了全过程的跟踪指导,重点控制以下方面:

设计单位必须认真地向施工单位进行设计及施工要点交底,使施工单位技术人员真正明确设计意图与质量控制要点;

选好混凝土供货单位、预应力与主体施工单位;

混凝土外加剂的选用要十分谨慎,应综合考虑;

因池壁较高,底板较长、较宽,所以必须事先制定预应力筋的铺设和张拉方案,严格依照规定方案进行;

直接影响工程质量的重要材料 (如预应力筋、锚具),必须由设计单位、监理单位、建设单位、施工单位共同考察确定;

设计单位必须选派精通业务的工程技术人员进驻工地,对施工全过程进行指导。

4 待解决的问题

应尽快补充和完善我国大型预应力矩形水池的设计与施工技术规程。

应对预应力水池结构受力状况进行定量研究,笔者预计预应力筋及其他受力钢筋的配筋量将会有较大的减少,从而大大提高其经济性。

如何将预应力技术成功地移植到民用建筑物,如大型停车场、高层建筑的地下室等也是值得研

究的课题之一。

由于预应力水池的整体性好,在处理不均匀地基时,应充分考虑其有利的影响,进而优化设计。

5 结语

大型预应力混凝土水池具有良好的保水性、耐久性、抗震性、经济性和适用性,将是今后大型水池、地下停车场等结构设计的重要发展方向。

E-mail: jhce@sina.com

收稿日期: 2005 - 05 - 30

· 技术交流 ·

城市污水处理厂设计人员应注意的问题

设计人员要做好污水处理厂的设计,仅仅遵循设计规范、满足处理水达标排放是不够的。一个好的污水处理厂设计人员还应该考虑其他几个方面的问题。

1 节约国家有限的资金

一些设计人员在设计时偏于保守,进水水质水量预测偏大,致使污水处理厂长期低负荷运行。另外,若不经仔细论证而盲目设计二级处理,或在设计时不考虑管网的配套问题而导致建成的污水厂收集不到污水,都会造成国家资金的大量浪费。

在工艺选择上,设计人员应充分考虑污水厂建设区域的实际情况,并根据城市污水处理技术、政策及工艺应用发展的具体情况,积极稳妥地选用新技术、新工艺,这也有利于节约国家资金。

2 以人为本的设计理念

设计人员不应仅仅考虑到达标排放的问题,还必须考虑到污水厂投入运行后的操作、维护及管理的方便。此外,也不应盲目迁就建设单位的意见,应在全面考虑的基础上提出合适的厂址,以免影响附近居民健康。

3 充分考虑污水厂建设对环境的影响

设计人员在设计之初应积极主动地考虑污水厂建设对环境的影响。对环境影响的分析不能仅仅限于定性论证,应细致分析、定量计算尾水排放对受纳水体的影响,在充分利用水环境容量的基础上,合理确定处理程度和方式。另外,还应考虑到臭气对附近居民区空气质量的影响及在运行过程中噪声对环境的影响、污泥的妥善处理等问题。

4 虚心与建设单位沟通

设计人员平时应该多留心积累污水处理厂操作运行管理中出现的问题,在设计之前主动、深入地进行实际调查,虚心听取建设单位尤其是污水处理厂一线运行管理人员的意见,避免污水厂的频繁改造给国家造成经济损失,同时也更有利于设计院自身增强竞争力。

污水处理厂的建设由于投资大、牵涉部门多,这就要求设计人员在全面考虑的基础上,设计投资运行费用低、处理效果好、操作管理方便、对环境影响小的污水处理厂,这样才能更好地造福于人民。

(桂林工学院资源与环境工程系 王洪涛 曾鸿鹄 张学洪)