

# 后张预应力混凝土水池结构设计

刘志刚<sup>1</sup> 张成有<sup>1</sup> 张亚锋<sup>1</sup> 吴旭<sup>2</sup> 陆宏砚<sup>2</sup>

(1.中国市政工程东北设计研究院 2.中石油前郭炼油厂)

**摘要:**介绍了后张预应力混凝土水池的优点和几种结构形式。

**关键词:**预应力 水池 结构 设计

## 1. 前言

由于预应力结构具有良好的适用性、经济性、防水性和耐久性,使它成为水池类结构的理想的结构材料。预应力结构可用于污水处理池及清水池结构。

**适用性:**预应力水池可以浇注成任何形状以适应于场地及工艺的需要。

**经济性:**预应力钢绞线(抗拉强度设计值为1860 MPa)比普通钢筋(抗拉强度设计值为235 MPa)强度高很多。因此,预应力水池的底板、池壁和顶板可以设计得很薄,而且可以取消全钢水池高额的周期性防腐费用。

**防水性:**预应力水池取消了温度伸缩缝、施工缝,特别是取消了底板中的伸缩、施工缝(渗漏很普遍)并对底板施加预应力,可最大限度地提高水池的防水性能,彻底避免水池的渗漏问题。

**长期耐久性:**预应力可避免混凝土的收缩裂缝,因此可保护普通钢筋。同时,由于有粘结和无粘结钢绞线都有钢管或高密度聚乙烯塑料管等不透水材料包裹,因此,预应力钢绞线被腐蚀是不可能发生的。

**施工周期短:**预应力水池底板没有温度伸缩缝,因此可一次浇注完毕。一般100×100m的水池底板可在24小时内完成混凝土浇注。池壁可分段或一次浇注完毕,顶板可一次浇注完毕。因此,预应力水池比普通水池施工速度快。

正是由于预应力水池的上述特点,它在全世界越来越受到广泛的赞誉,特别是一些有远见的业主和工程师都愿意用后张预应力技术来解决水池渗漏这一世界难题。本篇文章给出的多个新颖的预应力水池结构是由美国克罗拉多洲丹佛市

Jorgensen & Close 结构工程设计公司设计的。该结构设计公司一直是世界范围内预应力水池结构设计的领导者。最近几年Jorgensen & Close 结构工程设计公司与中华人民共和国、吉林省、长春市—中国市政工程东北设计研究院建立了良好的合作关系。在过去的五年里Jorgensen & Close 结构工程设计公司与中国市政工程东北设计研究院合作设计了共17个污水处理厂和净水厂共计369万吨/日的处理规模。其中已建、在建和正在设计的大型预应力水池结构共计30个,结构总容积超过1330,000 m<sup>3</sup>。

## 2. 圆形水池

近一段时期,预应力水池只应用于圆形水池中。从1964年起Jorgensen & Close 结构工程设计公司在世界五个国家共设计过125个预应力圆形水池,容积从10万到1亿加仑。这些预应力圆形水池主要用于清水池、沉淀池和消化池。

## 3. 带圆角的矩形清水池

Jorgensen & Close 结构工程设计公司为俄亥俄州、哥伦布市的Hap Cremean 净水厂设计了6个预应力水清水池,其总容积超过4800万加仑。原来设想用圆形预应力水池,这是当时普遍采用的。但后来发现没有足够的场地来建造圆形的水池,只能采用矩形水池。经过仔细研究Jorgensen & Close 结构工程设计公司提出了矩形水池加圆角的预应力水池方案。这样,带圆角的矩形预应力水池的施工就象圆形水池一样容易。根据带圆角的矩形预应力水池这一有划时代意义的概念,原来预想的两个圆形水池被设计成了5个带圆角的矩形预应力水池,很好地适用了该水厂狭小的场地。图1显示的是中国大连市79m×29×6.9m带

圆角矩形预应力清水池的施工情况。

#### 4. 敞口矩形预应力水池

后张预应力混凝土特别适用于大型敞口矩形污水处理水池，如：曝气池、反应池、SBR池等。这样的预应力水池的平面尺寸已超过100x100m以上。此外，Jorgensen & Close 结构工程设计与中国市政工程东北设计研究院设计的预应力水池采用整体设计施工技术，没有施工缝，没有温度伸缩缝或后浇带。预应力混凝土水池不产生裂缝，主要靠对底板、池壁所采取的特殊滑动措施和不同阶段的预先张拉技术。图2显示的是中国哈尔滨市116.0 x 61.2 x 7.0 m矩形预应力曝气池的施工情况。

#### 5. 结论

按我国《给水排水工程结构设计规范》GBJ 50069-2002, 在室外露天条件下每20m设一道伸缩缝的要求，传统设计的清水池将被分割成15块。这15块完全分开，中间用橡胶止水带连接进行防水。若仍按该《规范》设计，则曝气池、清水池，SBR池等大型水池存在下列问题：

1) 整体性差。

2) 抗震性能差。在地震力作用下分缝处很容易损坏（互相碰撞）。日本大地震调查后，先进的国家都取消了伸缩缝设计而代之为整体结构设计。

3) 橡胶止水带处容易漏水（据调查很普遍），漏水问题的处理将直接给生产管理带来麻烦。因为伸缩缝处节点复杂不易浇注密实。若底板漏水，会造成地基沉陷，导致底板变形，破坏。而底板修复会很困难。

4) 橡胶止水带有老化问题。

总之，预应力混凝土可以适合于各种水池。预应力水池比传统水池更经济，特别是相对于具有高额防腐涂料的钢结构水池。预应力钢绞线独有的三面防水可以彻底保证钢材不被腐蚀。由于预应力水池取消了施工缝、温度伸缩缝，而且混凝土底板、池壁始终受压，因此，可以最大限度地提高池体的耐久性，使预应力水池的抗渗性得到充分的保证。



图1 大连沙河口水厂79x29m带圆角矩形预应力清水池



图2 哈尔滨 116.0 x 61.2m 预应力曝气池



图3 盘锦100.4x56.8m 预应力生化池



图4 锦州污水预应力生化池，初沉池、二沉池

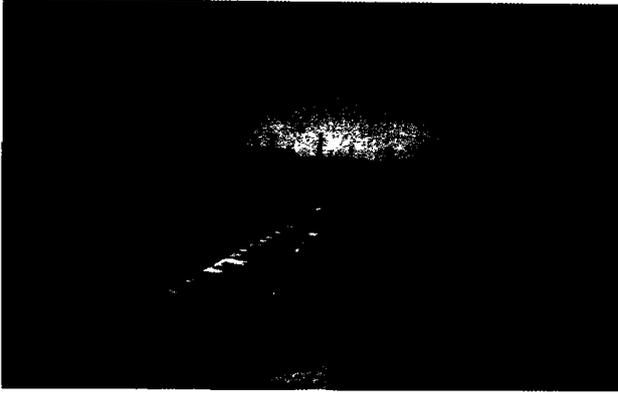


图5 长春预应力A/O池(100.7m×88m)冬季试水



图7 本溪 52.6×45.7m 预应力清水池

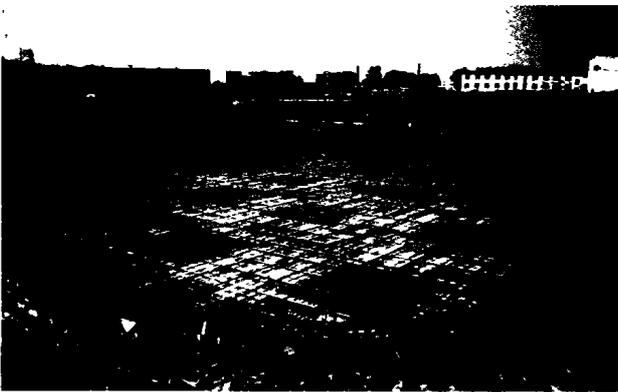


图6 吉林72×72m预应力清水池底板钢绞线布置

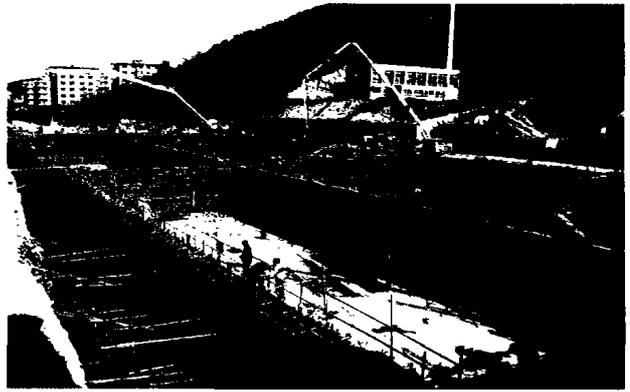


图8 大连老虎滩污水101.8×40.8m 预应力SBR池

(上接第27页)

6. 必须充分重视体外预应力筋的防腐问题。选择优质耐久的防腐材料及预应力管道。做到整个体外预应力体系在一个防腐的密封环境中。在结构接缝及桥梁伸缩缝处更要注意防止水进入锚头和预应力管道。

7. 设计体外预应力桥梁时,必须考虑锚固区和转向区的高应力状态。

8. 对体外预应力桥梁必须采用可更换型体外预应力筋及锚具,有条件的应考虑采用可进行二次补张的可更换型锚具。

9. 体外预应力桥梁必须设置检查及维修通道。并考虑足够的更换操作空间。

10. 从经济方面考虑,体外预应力梁的跨径一般大于40米,而且体外预应力连续梁较简支梁经济。

由于本人水平有限,文中难免存在错漏之处,如能得到您的批评指正,本人将不胜感激。

#### 参考文献

- [1].陈肇元等,《混凝土结构耐久性设计施工指南》.中国建筑工业出版社 2004.5
- [2].Mr.Chaussinr,M,E(SETRA),《EXTERNAL PRESTRESSING》,SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES 1990.2
- [3].徐栋,《节段施工体外预应力桥梁的极限强度分析》.博士学位论文.同济大学桥梁工程系 1999.2
- [4].NCHRP Web Document 15 (Project 20-7/Task 92) Contractor's Final Report 《DURABILITY OF PRECAST SEGMENTAL BRIDGES》 1998.6
- [5].陶学康,《无粘结预应力混凝土设计与施工》.地震出版社 1993.5
- [6].University of California,San Diego, Final Report 《SEISMIC PERFORMANCE OF PRECAST SEGMENTAL BRIDGE SUPERSTRUCTURE》 2002.5
- [7].北京市建筑工程研究院,《体外预应力大跨结构设计研究与工程应用》.北京市科技新星计划资助项目 2000.11