

# 预应力(后张法)二沉池施工技术研究

尚宝平

(中铁上海工程局集团市政环保工程有限公司, 上海 200040)

**摘要** 无粘结预应力技术在圆形水池结构设计中的应用,是针对传统钢筋混凝土池壁在池内水压作用下极易发生开裂,进而造成水池使用寿命和质量局限性的现象。采用张拉工艺与预应力技术有效结合进行水池结构设计和应用,能够有效提升圆形水池的结构质量,具有较好的实地应用效果。本文在对无粘结预应力技术的应用优势分析的基础上,结合工程实例,对无粘结预应力技术在圆形水池结构设计中的具体应用及有关注意事项进行研究,旨在为后续项目施工提供参考。

**关键词** 无粘结预应力;后张法;应力;应变;二沉池

**中图分类号**: TU74

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1007-0745(2023)07-0010-03

我国经济快速发展及人民生活水平提高,用水量在不断增大,污水处理厂处理规模也随之逐步增大,进而对二沉池的容积要求也变大。钢筋混凝土结构的辐流式二沉池内径变大,导致钢筋混凝土外壁在池内液体的侧压力作用下产生较大的环向拉应力,为了满足水处理构筑物的强度及抗裂度要求,通常选用较大规格的池壁厚度以对抗该作用力。池壁采用无粘结预应力结构会大大减小池壁厚度,能较好地节约造价。

## 1 工程概况

铜川市新耀污水处理厂二期扩建工程中二沉池为圆形池体,直径为32.6m,高6.2m,垫层为150mm厚C15素砼,底板采用C40砼,S6抗渗等级,厚度为700mm。水池外壁设计应用无粘结预应力技术,水池壁板结构形式为钢筋混凝土结构,厚度300mm,高6.2m,内侧设有出水渠,底板为分离式钢筋混凝土结构底板。池中心设置直径为1.2m的进水中心岛。

## 2 技术要求

本工程中二沉池环向共设置13环无粘结预应力钢筋,顶部一环设置3束无粘结预应力钢绞线,其余环向设置2束无粘结预应力钢绞线,钢绞线采用180°角进行张拉(每个环向设置2个张拉墩),要求从两个方向同一时间进行张拉。应用到工程实体的环向预应力钢筋应该采用隔圈张拉的形式,无粘结预应力钢筋采用型号为1×7(As)的钢绞线,其标准强度 $F_{pk}=1860\text{N/mm}^2$ ,张拉控制应力 $\sigma_{con}=1395\text{N/mm}^2$ ,直径 $d=15.2\text{mm}$ ,公称截面面积 $137\text{mm}^2$ 。本工程采用后张预应力技术形成组合整体,提前施加应力的钢筋张拉端采用夹片式永久锚固装置,预应力筋、锚具系统的固

有特性应符合《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370-2015<sup>[1]</sup>和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ85-2002<sup>[2]</sup>的规范性条文。张拉完成后用C40细石膨胀混凝土进行封锚。

## 3 施工难点

1. 参照设计图纸要求,二沉池环向共设置13环无粘结预应力筋,每环分两段,以此来保证圆形构筑物在张拉进行时各部分的受力分布相同,避免因外力作用,单位面积物体内力集中,对池体结构造成破坏。

2. 预先施加压应力的环向钢筋依照设计图纸要求应当间隔一圈进行张拉,其中每圈的两段钢筋需要同时进行张拉,张拉的过程中应当尽量保证张拉所产生的单位面积物体内力及伸长值保持同步,对于张拉过程中各阶段的协调一致性要求比较高。钢筋的张拉施工之前应进行充分的事先筹备和演练,对下属施工队作业人员进行详细的技术交底。

3. 预先施加单位面积内力的钢筋在张拉端采用的锚具为夹片式,采用4孔竖向的布置形式,按照设计图纸,需要在每一个闭环设置3/2束不与混凝土产生粘接力的预先施加单位面积内力的钢绞线。在这样的背景下,需要对钢绞线的穿锚方式、油压千斤顶的布置位置、张拉方向进行认真的研究和分析,避免锚具出现偏心受力的情况。

4. 预先施加单位面积内力的钢绞线加工完成后,将其采用标准扎丝满绑在已完成安装的剪力墙钢筋上进行固定,然后在预先留置的张拉槽里面甩出50cm端头的钢绞线<sup>[3]</sup>。针对预先施加单位面积内力的钢绞线安装固定精度要求比较高的情况,工序施工之前需要认真反复地进行技术研究,编制确定切实可行的施工方案。

## 4 施工工艺

钢筋绑扎连接→一侧模板定位→预应力钢绞线及锚夹具定位、安装→混凝土应变计定位安装→封模→混凝土浇筑→第一次混凝土应变检测→第一次预应力张拉→第二次混凝土应变检测→第二次预应力张拉→第三次混凝土应变检测→割筋、封锚。

### 4.1 底板与池壁接触面

底板采用分离式钢筋混凝土底板,底板与池壁接触位置采用杯口式设计<sup>[4]</sup>。

底板完成施工后,对杯口内采用 1:2 水泥砂浆找平后铺设 4mm 厚橡胶板,预应力张拉结束后池壁外侧浇筑 C30 混凝土,内侧杯口内填充 100 厚双组份聚硫密封胶 + C35 细石混凝土 + 防水涂料 3 遍。

### 4.2 预应力钢筋的制作安装

#### 4.2.1 钢绞线的制作及准备

1. 该工艺的关键是预先施加单位面积内力的钢筋是否采用了正确且合理的下料长度,其具体参数可以采用特定的计算方式求出。在此过程中,分两步进行下料长度的计算。其中,第一部分的下料长度是预埋在张拉槽里面的长度,第二部分的下料长度是除去预埋在张拉槽以外的外露工作长度,此部分由施工工序中所采用的锚固形式、张拉方式与千斤顶型号决定。

即钢绞线配筋长度 = 构件内长度 + 千斤顶工作长度 + 锚具厚度 + 预应力筋外露长度<sup>[5]</sup>。

本工程项目在现场提前划定的集中加工区进行不与混凝土粘结的预应力钢筋下料,电源自现场二级柜接入,单独设置三级柜。按照所需要的规格尺寸完成原材料的加工后,按照规格及其对应的数量,挂牌分类堆放。材料加工应该使用带有防护罩的砂轮机进行切割,不允许采用氧乙炔焰或电弧进行切割。

2. 在图纸中采用特殊标注对预应力筋位置进行标识,明确安装位置等要求,施工过程中,按照翻样图纸将其标高标注在壁板的纵向非预应力筋上,以此保证其位置。

3. 支架钢筋:按照竖向尺寸线,采用 C10 型号的水平钢筋焊接在壁板的非应力纵筋上作为支架。施工过程中按照规范要求保证焊接质量,支架筋应当牢固。根据预应力筋的空间位置来确定支架钢筋的纵向间距,其水平间距采用 600mm 模数。

#### 4.2.2 无粘结预应力筋的安装

1. 铺放前的检查:在施工过程中,已按照标准要求制作完成的无粘结预应力筋禁止踩踏且不能重摔,吊运过程中,在半成品材料外侧,采用柔性橡胶垫在吊绳位置包裹,避免钢丝绳等刚性吊具和其外侧包裹

层直接接触,造成其表层破损。若确有损坏,则需要采取补救措施,用水密封胶带,通过缠绕包裹的方式进行修补,前后圈的搭接宽度需要大于其自身宽度的 1/2,且破损位置必须全部包裹覆盖,严重破损的应予报废。

2. 承压锚垫板安装:预先施加应力的钢筋张拉端锚具采用凸出式构造,首先在壁板的非预应力纵筋上附加一根水平钢筋,以此来点焊锚垫板。通过这种连接方式,保证锚垫板与锚固肋模板紧密贴合,锚垫板的水平位置、竖向标高正确,在锚垫板或者壁板的非预应力纵筋上点焊螺旋筋,其紧靠锚垫板。

3. 铺放无粘结预应力筋:铺放时考虑到施工协同性,在相邻的两个锚固肋分别安排两组施工人员,同步进行施工,将无粘结预应力钢筋按照设计要求依次置于支架钢筋上,保证其与壁板纵筋贴合紧密,随着预应力筋安置,采用铅丝进行绑扎加固,保证牢固的同时注意为避免损伤外皮保护措施、影响预应力张拉产生的系统结果,铅丝绑扎不能过紧。所有设计中的无粘结预应力筋需要按照其位置铺设,并且施工完成后在其所有长度区间内不能出现死弯的情况,在曲线部分弯曲要符合物体自身特性,不允许在个别位置出现小弯的现象,张拉端螺旋筋、锚环及模板应当被预先施加应力的钢筋穿过,其端头与模板的相对关系为出模板不小于 300mm,在此情况下,还需要特别注意,锚垫板设置的规格尺寸为 300mm 的无粘结筋应当保持垂直于预先埋置的构件。

不与混凝土粘结的预先施加应力的钢筋安装完成之后,无粘结预应力筋铺放完成后,应由项目质检员及技术员共同检查其编号、施工质量、安置平面及标高、外露长度,自检合格之后,邀请监理单位进行隐蔽验收。

### 4.3 无粘结预应力张拉

无粘结预应力混凝土是通过放大预先施加物体内力的钢筋与其周边混凝土不产生有效粘结的特殊性能,当混凝土强度增长到限值后,利用无粘结筋在其外侧包裹的塑料外套内能够竖向滑动的特点,借助其两端设置的张拉端锚具,开始张拉,通过预应力的建立使构筑物更加牢固。

#### 4.3.1 张拉前的准备

张拉施工之前应当对预应力筋外露尺寸是否符合设计要求进行检查,另外还需要检查预应力钢筋的损伤情况,如果出现此类情况,应该采用相应的措施处理。

张拉施工需要在既定的区域内设置操作平台,平台周围安全防护应当经过项目安质主管部门检查验收合格后方可使用。如果出现安全隐患,应第一时间进行现场整改。另外,根据类似经验,施工组织时应当

考虑预应力筋与脚手架的相对位置关系,保证脚手架不妨碍预应力筋张拉施工。

把锚环清理干净,剥去外露段无粘结预应力筋的塑料外套,安装好锚具。

根据设计图纸进行下料,按顺序对无粘结筋编号,并在张拉端处做出明确标识。

#### 4.3.2 锚固体系及张拉机具选用

本工程采用“OVM”锚固体系,采用等级为1860级的钢绞线作为预先施加内力的钢筋,其张拉采用型号为“OVM15-1”的夹片式锚具,并结合配套穿心式千斤顶、油压表及电动高压油泵来完成全过程的预应力施工工艺。

#### 4.3.3 张拉顺序

1. 张拉顺序为从下向上,隔圈张拉。

2. 每根钢筋须两端张拉。同一圈两根钢绞线同时同步张拉(采用四个千斤顶同时张拉)。

#### 4.3.4 施张预应力

张拉前应检查张拉设备,配备6台千斤顶(两台备用)及四台高压电动油泵。现场张拉施工之前有必要对千斤顶与油表在具有试验检测资质的正规机构,在万能机上按主动态(即和张拉工作状态一致)的方式进行配套标定。预先施加物体内力的钢筋张拉控制应力为:1395N/mm<sup>2</sup>,超张拉3%后每根预应力筋最终张拉力为:201KN。

预应力施加方法:环向预先施加应力的钢绞线,按照施工过程中的实际验算以及类似工程施工的经验,采用两端双向张拉的形式,张拉的程序为:

A端:0→10%σ<sub>con</sub>(测量初值)→20%σ<sub>con</sub>→60%σ<sub>con</sub>→100%σ<sub>con</sub>→103σ<sub>con</sub>(测量终值,保压1分钟)→锚固。

张拉应力为0~1.03σ<sub>con</sub>,张拉过程要求应力应变双控。张拉过程主要控制其张拉应力,同时校核预应力筋的伸长值。各曲线段的理论伸长值可以按照以下公式进行计算后叠加:

$$\Delta L_p = \frac{F_p \times L_p}{A_p \times E_p}$$

E<sub>p</sub>——预应力筋平均张拉力(KN)。

A<sub>p</sub>——预应力筋的截面积(mm<sup>2</sup>)。

L<sub>p</sub>——预应力筋的长度(mm)。

E<sub>p</sub>——预应力筋弹性模量(N/mm<sup>2</sup>)。

张拉注意事项:

1. 预应力筋的张拉采用双控,以控制张拉力为主,伸长值作为校核。

2. 千斤顶卡槽卡正到位,保证张拉力与钢绞线轴线重合。

3. 张拉施工过程中,要着重于查验张拉结果,其理论伸长值与实测数值之间的误差不得超过施工验收规范允许范围(-6%~6%)。

4. 预先施加应力的钢绞线在施工过程中要严格按照既定方案的要求进行张拉。

5. 张拉过程中,预先施加应力的钢绞线两端以及油压千斤顶之后不允许人员站立,各施工人员应当严格按照听从负责人安排。

6. 张拉过程中,操作平台周围及上下不允许其他作业人员同时施工,以此来保证作业的安全性。

7. 锚具封堵应及时采用带有护具的砂轮机将多余的钢绞线切掉,预先施加应力的钢绞线经过切割之后,露出锚具(夹片)外的长度30mm为合格,封锚前采用环氧树脂粘结剂,在锚具夹片及外露钢绞线处涂刷,同时对新旧混凝土结合面凿毛后清理干净,涂刷环氧树脂粘结剂以加强新旧混凝土连接,然后在外露的锚具上套塑料盖,塑料盖内应当灌有防腐油脂。同时用聚硫密封膏及C30细石混凝土堵塞底板杯口。

#### 4.4 其他注意事项

1. 本工程采用应力与应变双控制指标控制张拉,张拉过程中除了控制物体内力,还应校核无粘结筋的伸长值,如果通过计算得到的伸长值的数值小于实际伸长值10%或大于5%,应停止张拉,查明原因,采用相应的有效措施对此调整后方可继续张拉,张拉前应提前计算出伸长值以备校核。

2. 池内水槽、挑梁及池外除渣井待预应力张拉完后施工。

## 5 结论

采用预应力钢束,可以有效防治池壁裂缝的产生,降低钢筋及混凝土使用量。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 预应力筋用锚具、夹具和连接器:GB/T 14370-2015[S]. 2015-09-11.
- [2] 中华人民共和国建设部. 预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程:JGJ85-2002[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [3] 谭博文,刘金奇. 污水厂扩建工程主体结构施工技术研究[J]. 价值工程,2023,42(03):65-67.
- [4] 钱玮. 污水处理厂大跨径池体加盖施工技术[J]. 门窗,2019(24):109-111.
- [5] 陈舒豪,霍佳天,吴晓刚. 双层平流式二沉池结构施工质量控制技术[J]. 工程建设与设计,2018(09):259-261,265.