

施工与监理

无粘结预应力技术在圆形水池施工中的应用

柯海鹏

(浙江富春紫光环保股份有限公司, 浙江 杭州 310013)

摘要: 无粘结预应力技术具有节约钢材和混凝土用量、提高混凝土池壁抗裂防渗性能等经济技术优势。结合无粘结预应力技术在某污水处理厂圆形水池的施工应用实例,系统介绍了该技术的工艺流程、具体施工操作要点和计算分析、质量通病及预防等,并总结了该技术在圆形水池中应用的控制关键点和所具有的优点,以期对类似工程施工应用起到指导借鉴作用。

关键词: 无粘结预应力; 圆形水池; 施工应用

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0115-04

Application of Unbonded Prestressing Technology in Circular Tank

KE Hai-peng

(Zhejiang Fuchun Ziguang Environmental Protection Co. Ltd., Hangzhou 310013, China)

Abstract: The unbonded prestressing technology has the economic and technical advantages such as saving steel and concrete consumption, improving the crack resistance and seepage prevention performance of concrete tank wall. Combined with the application of unbonded prestressing technology in a circular tank in a wastewater treatment plant, this paper systematically introduced the technological process, key points of concrete construction operation, calculation and analysis, common quality defects and prevention methods, and summarized the key points and advantages of the technology application in circular tank, with a view to providing guidance and reference for similar projects.

Key words: unbonded prestressing technology; circular tank; construction application

1 工程概况

某污水厂处理规模为 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 处理工艺采用带好氧选择器的传统活性污泥法, 主要处理构筑物均为圆形水池, 具体有2座初沉池、4座生物池和8座二沉池, 其池壁均采用无粘结预应力钢筋混凝土薄壁结构, 池体内径分别为50、48和45 m。

无粘结预应力筋采用7 ϕ 5低松弛钢绞线, 夹片锚具采用OVM15-1型; 其中8座二沉池的池壁高为4.86 m, 壁厚为250 mm, 水平布置有21环无粘结预应力筋, 每环又分为三段(即按圆心角120°为一段), 受力均匀, 相邻两层预应力筋均错开设置, 即每60°设一处锚固肋, 合计设置6个锚固肋; 由于每

段预应力筋均大于24 m, 施工时采用两端同时张拉方式。

2 施工工艺及设备材料

① 施工工艺: 池壁钢筋和内侧模板安装→预应力筋、承压板安装→池壁外侧模板安装→浇筑池壁混凝土→张拉和锚固→封锚。

② 张拉顺序: 承压板及预应力筋清理→安装锚具和夹片→安装千斤顶→张拉到10%控制应力时测量预应力筋外露长度→张拉到100%控制应力时测量预应力筋外露长度(计算校核伸长值)→100%控制应力下持荷2 min→回油卸去荷载后锚固。

③ 设备材料:砂轮切割机1台、手提切割机2台、YCN-25型全液压前置内卡式千斤顶6台及配套ZB500微型高压油泵6台、对讲机7台;锚具、夹片、承压板、螺旋筋和 $d=15.2\text{ mm}$ (7 $\phi 5$ 公称截面积为 140 mm^2)的低松弛钢绞线数量若干。本次选用千斤顶张拉效率高、变形回缩损失小,可一次完成张拉与锚固工作。其中,张拉机具设备要按规定定期进行标定,期限不应超过半年,标定张拉机具设备的试验机具或测力计精度不低于 $\pm 2\%$;张拉千斤顶与油压表在每次使用前必须进行配套标定,压力表精度不低于1.5级。锚具、夹片性能要求安全可靠,保证张拉和使用过程中夹片不会出现碎裂或打滑等不良现象。无粘结预应力钢绞线不允许有死弯和接头,要求涂层材料防腐性能好、摩阻力小且化学稳定性高;外面包裹的材料要有足够的韧性和耐磨性。

3 无粘结预应力施工技术

3.1 预应力筋下料

首先进行下料长度的计算,以满足张拉和构造要求。由于采用两端张拉方式,下料长度计算公式为:下料长度=圆弧长度+锚固肋长度+ $2\times$ (张拉端工作长度+锚具厚度)^[1]。张拉端工作长度一般预留30~40 cm,太短不能满足千斤顶锚固长度要求,太长则造成浪费。经计算,该污水厂二沉池预应力筋下料长度为56.4 m。

下料时严禁用电弧切割,通常人工采用砂轮切割机或无齿锯成束冷切割。要求下料的场地平整开阔,不得有锋利物品损坏无粘结预应力筋表面保护层及钢丝。下料前在切口两端预先绑扎,防止切割后松散。下料后,按顺序对预应力筋编号、标识,对捆绑点包裹防护后运至待安装位置。

3.2 预应力筋和承压板安装

按照“弹线编号→设置定位筋→安装预应力筋并绑扎固定→逐根检查塑料保护层→安装承压板”的施工顺序进行安装。

首先在内侧已固定模板上弹出无粘结预应力筋的水平位置线,并会同锚固肋位置一起进行编号。

为保证预应力筋标高和位置的准确,按照设计要求每隔1 m设置定位支架。按照编号自下而上逐环铺设预应力筋,复核无误后用20号铁丝与池壁外侧立筋进行绑扎,绑扎时一般从预应力筋一端向另一端依次绑扎,以保证水平顺直。与其他预埋管件、

架立钢筋等冲突时,一般以预应力筋位置为准。铺设时,注意预应力筋曲线段的起点至张拉锚固点应有不小于300 mm的直线段。预应力筋铺设完成后复核其标高(误差控制在10 mm内)。需要注意的是,整个施工过程要避免使用电焊,防止预应力筋通电造成强度降低,影响结构安全。

将预应力筋固定牢固后,要对其外观再逐根检查,如发现塑料保护层破损,应及时予以修补,一般用聚乙烯防水胶带紧密缠绕包裹。修补长度为塑料保护层破损长度的2倍且应大于破损每边长度100 m,胶带缠绕搭接宽度不小于胶带宽度的1/2,缠绕层数不应少于2层。

待预应力筋定位安装完成并检查合格后,再进行承压板及螺旋筋的安装。为确保承压板和螺旋筋的埋设位置准确,保证钢绞线在螺旋筋中心位置穿过,且承压板与预应力筋张拉方向垂直(即与钢绞线曲线切线方向一致),施工时采用螺栓将承压板固定于模板内表面的方法,并将螺旋筋与承压板点焊连接固定(需采取隔离措施避免预应力筋通电),同时可以确保承压板表面与混凝土表面平整。在安装过程中,要避免损坏到预应力筋及其表面保护层。

3.3 外侧模板安装及混凝土浇筑

池壁由于是薄壁结构,混凝土下料截面较窄且高,池壁超长又不设伸缩缝,设计采用微膨胀混凝土,施工时要求混凝土必须拌和均匀,和易性好,坍落度控制10~12 cm范围内。

在浇筑混凝土前,先浇水湿润模板,浇筑时按照绕圈分层浇筑,每4 m左右设置一个混凝土下料点,分层厚度根据插入式振捣器振捣棒长度取30~40 cm。在承压板后侧位置由于钢筋排列密而难振捣,特别要防止漏振,避免出现蜂窝和孔洞。振捣要密实,且要避免损伤到预应力筋和触碰到定位支架导致预应力筋的移位。

混凝土浇筑完成后,要及时洒水、覆盖草袋或覆膜进行养护,并做好成品保护。

3.4 张拉和锚固

① 理论伸长值计算

张拉作业前,首先要进行理论伸长值的计算。以二沉池预应力筋的伸长值计算为例。此次设计采用7 $\phi 5$ 低松弛预应力钢绞线,抗拉强度标准值为1 860 MPa,控制张拉应力采用1 350 N/mm²(标准值在73%内),公称截面积为140 mm²,计算得平均

拉力为 189 kN,其弹性模量 $E = 1.95 \times 10^5$ MPa(当需要实测时以实测值为准)。

根据二沉池预应力筋尺寸数据,经过计算:直线段伸长值为 18.11 mm,圆弧段伸长值为 303.71 mm。故其理论伸长值为 322 mm。

② 张拉和锚固作业

当混凝土达到设计强度的 75% 以上时,方可进行预应力筋张拉。张拉时池壁模板应拆除,并对池壁混凝土进行检查,没有孔洞、蜂窝,承压板附近混凝土浇筑密实,承压板和外露的预应力筋表面砂浆已经清理干净。然后开始每环三根同步张拉,自下而上进行。无粘结预应力张拉采用“应力控制,应变校核”的方法。先安装锚具、夹具和千斤顶,接通油泵并缓慢均匀加压,当压力表值达到标定的 10% 张拉力所对应的应力值时,暂停加压,在千斤顶上做好标记,作为测量伸长值的起始点;再继续缓慢均匀加压,到油压表值达到 100% 张拉力所对应的压力值时,停止加压,记录千斤顶上相对于起始点的伸长值,此值为 90% 张拉力下的伸长值,据此推算出 100% 张拉力下的实际伸长值。注意每环三根所有设备均同步张拉,千斤顶压力升降速度均一致,具体使用对讲机指挥协调控制。

当千斤顶的张拉行程小于无粘结预应力筋的伸长值时,需要进行多次张拉作业。当千斤顶张拉行程接近满行程时,暂停加压,记录此时伸长值和油压表压力值,待油泵卸载后,千斤顶恢复到初始位置,再进行第二次张拉。第二次张拉时,先张拉至前次张拉结束时的压力值,在千斤顶上标记下二次张拉的起始点,然后加压达到 100% 张拉力,测量并记录下相对于起始点的伸长值,作为第二次张拉的伸长值。张拉的实际伸长值是二次测量伸长值之和(其中第一次实际伸长值需要换算得到)。

达到 100% 张拉力后,停止加压,并持荷 2 min,然后油泵缓慢回油,千斤顶卸去荷载后,对预应力筋进行锚固,再放松无粘结预应力筋,拆除千斤顶。

依此类推,自下而上完成所有预应力筋的张拉。当实际伸长值与理论伸长值偏差超过 6% 时,需要查明原因并采取措施处理合格后才能继续张拉。

3.5 封锚施工

预应力张拉作业完成后,按照外露预应力筋预留长度不少于 30 mm 要求,采用砂轮切割机或无齿

锯成束冷切割,将多余预应力筋切除,再对锚具端头进行密封防水处理。然后对张拉槽表面混凝土进行凿毛处理,注意凿毛作业不能损伤预应力筋及锚具、夹片。最后用防水涂料涂刷张拉槽,并用比池壁混凝土设计强度高一级的细石混凝土进行密封。

4 质量通病分析及应对预防

4.1 预应力筋断裂

① 预应力筋与承压板不垂直,张拉时对预应力筋产生剪力,会导致断裂。应对方法:在安装时确保预应力筋与承压板相互垂直,预应力筋铺设平顺。

② 采用没有标定的千斤顶进行张拉或张拉控制油压计算错误导致实际张拉力过大,导致断裂产生。应对方法:采用在标定有效期内的千斤顶张拉,张拉前复核千斤顶及油压表编号与标定证书编号一致,张拉油压设专人校对。

③ 预应力筋安装时受到损伤(如电焊或其他安装过程损伤到了预应力筋),在张拉应力作用下断裂。应对方法:电焊作业时设置防护挡板,以防止电火花飞溅损伤预应力筋;同时隐蔽验收时要仔细检查,发现受损的预应力筋要及时更换;预应力筋下料过程防止被尖物或利器损伤,下料后要检查验收,有损伤的预应力筋严禁用于工程。

4.2 预应力筋滑脱

张拉端预应力筋保护层没有清理干净或锚具夹片与预应力筋没有完全夹住,导致预应力筋滑脱滑落。应对方法:千斤顶安装前检查预应力筋表面保护层是否清理干净。

4.3 预应力筋滑丝

夹片硬度不够导致夹不住预应力筋或张拉端预应力筋外面包有水泥浆,导致夹片不能与预应力筋紧密接触。应对方法:对锚具和夹片要严格按照规范检验合格,严禁使用不合格锚具和夹片;在安装锚具前将预应力筋表面清理干净。

4.4 张拉端(锚固端)混凝土破坏

① 端部混凝土浇筑不密实导致张拉时发生压碎损坏。应对方法:张拉前检查张拉端或锚固端混凝土是否有蜂窝孔洞,如发现则应凿除,然后用高一标号的细石混凝土修补。

② 承压板倾斜较大或保护层厚度不够,导致混凝土劈裂破坏。应对方法:凿除被破坏的混凝土,再加焊加强筋,重新安装承压板,然后浇筑混凝土。

(下转第 122 页)