

# Construction and quality control of prefabricated sewage treatment projects

Hui Zhang<sup>1</sup> Hong Wang<sup>2</sup>

1. Shanghai Urban Construction Municipal Engineering (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200120, China

2. Shanghai Chengtou Water Engineering Project Management Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

## Abstract

With the acceleration of China's urbanization process and the improvement of the level of construction industrialization, prefabrication technology more into everyone's vision. However, the quality control of prefabricated assembly engineering has always been a difficult problem in the construction process. Taking the ZYSQ 1.3 standard project of Shanghai Zhuyuan Sewage Treatment Plant as an example, this paper focuses on the construction and quality control of prefabricated components, and achieved certain results, which also provides valuable experience for the first use of large-scale and large-scale prefabricated assembly technology in the field of water engineering.

## Keywords

sewage treatment plant; Prefabricated assembly; Quality Assurance; construction

## 预制装配式污水处理工程施工及质量控制

张辉<sup>1</sup> 王洪<sup>2</sup>

1. 上海城建市政工程（集团）有限公司，中国·上海 200120

2. 上海城投水务工程项目管理有限公司，中国·上海 201100

## 摘要

随着我国城镇化进程的加快和建筑工业化水平的提高，预制拼装技术更多地走进大家的视野。但是预制拼装工程的质量控制也一直是施工过程中困扰大家的一个难题。本文以上海竹园污水处理厂四期工程ZYSQ1.3标项目为例，重点论述了预制构件的施工及质量管控，并取得了一定的效果，也为水务工程领域内首次采用大规模、大体量预制拼装技术提供了宝贵的经验。

## 关键词

污水处理厂；预制装配；质量管理；施工

## 1 引言

面对劳动力短缺，预制装配式结构节约劳动力的优势更为明显。除此之外预制装配式结构还具备施工时间短、节能环保、工程质量容易保证、工业产业化高等特点<sup>[1]</sup>。

竹园污水处理厂四期 1.3 标项目是上海市重大环保民生工程，同时也是国内首个采用大规模、大体量预制拼装技术的水务工程，填补了水务板块预制拼装技术的空缺。项目整体工程时间紧、任务重。水务板块预制构件吊装更是无类似工程经验可以借鉴，自项目动工以来，我带领项目团队秉持安全第一、质量保证的前提下，坚持强化事前筹划、源头控制、全员管理，弘扬工匠精神、铸造精品工程，形成可复制、

可推广的质量管理及施工经验。

## 2 工程概况

竹园污水处理厂四期工程 ZYSQ1.3 标项目位于高东镇，处理规模 50 万 m<sup>3</sup>/d，占地面积 18 万 m<sup>2</sup>。是水务工程领域内首次采用大规模、大体量预制拼装技术的工程。工程建成后，竹园污水处理厂总处理规模将位列亚洲第一，世界前五。

本项目生物反应池的部分结构为预制混凝土构件，包括缺氧区的隔墙、顶板梁、顶板，采用预制装配式构件施工的区域共 4 个，总面积约 14000m<sup>2</sup>；单个区域长 43.85m，宽 78.56m，面积约 3445m<sup>2</sup>。单个区域的预制构件包含：预制墙 192 块、预制梁 64 块、预制板 360 块、观察窗 6 块。预制总数量为 2488 个，最大高度约 10.12m，最重可达 31.13t（预制隔墙）。

## 3 施工工艺

①在浇筑预制隔墙构件时，预埋固定斜撑用的预埋件；

【作者简介】张辉（1991-），男，中国江苏徐州人，本科，工程师，从事预制装配式污水处理工程施工及质量控制研究。

同时在基础底板浇筑前根据预埋件位置预埋固定斜撑用的构件，并且在底板预留出筋。

②指挥运输预制墙板的车辆进场停靠在指定位置的钢平台上，使用龙门吊将预制构件卸至底板的构件堆场处。浇筑时注意在墙板平吊面上预埋吊钉，以便预制墙板的平吊。

③在基础底板浇筑完成后，预制墙板吊装之前，放线人员需要对预制墙板底部控制线进行放线，并在墙板底部放置调节标高铁垫块（每块墙板底部设置两处）并复测标高。

④预制墙板翻身起吊前应在墙板底部安装工装（用来保护构件底部钢筋，如图3所示）和缆风绳，顶部安装卸扣和钢丝绳。吊钩落下时，将钢丝绳挂在吊钩上并缓缓拉起钢丝绳。

⑤指挥人员指挥龙门吊开始起吊预制墙板，控制起吊速度，缓慢提升。当预制墙板从上部落至距离安装位置约1.5m，施工人员开始通过牵引墙板两侧的揽风绳保证墙板稳固地沿预设位置缓缓落下，最终落至用以调节标高的铁垫块上。

⑥当预制墙板底部位置调整好之后，将一侧预制墙板底部的预留钢筋和基础底板预留钢筋进行焊接固定。

⑦使用登高车，把安装斜撑的施工人员送至墙板斜撑固定点位置，并使用龙门吊的电动葫芦将斜撑移至预制隔墙上的斜撑固定点附近。将上部斜撑与墙板上部斜撑固定点接并紧固，之后再下部斜撑与墙板下部斜撑固定点连接并紧固，如图1所示。



图1 拼装图

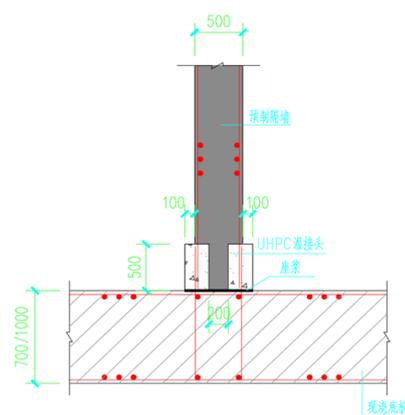
⑧用旋转杆旋转斜撑将预制墙板调整至大致垂直，将吊具卸掉，并将吊具、钢丝绳使用龙门吊移走，以便进行下一块墙板吊装。可调斜撑是将构件进行临时固定并校正其垂直度，先将斜撑的上端与构件内侧的预埋件通过螺栓进行固定<sup>[2]</sup>，墙板底部位置固定后，用水平靠尺（或线锤）、经纬仪检查板面垂直度，并通过斜撑进行旋转调节，直至垂直度符合要求。预制墙板安装完成后，使用登高车，在墙板顶部与预制梁交接处安装钢牛腿。

⑨支撑拆除（通过有限元软件模拟，在综合荷载下UHPC的最大拉应力为0.869MPa，而此工程用UHPC的拉应力随龄期增长而增加，在标养一天后可达2.5MPa，远高于计算值，同养试块1天强度也超2.0MPa，即一天后可进行拆撑）。在现场施工时，当同条件养护试块达到计算书中的要求，可拆除支撑<sup>[3]</sup>。

## 4 细部连接

### 4.1 预制构件超高性能混凝土（UHPC）连接

预制构件与现浇结构之间采用预留插筋+后浇湿接头连接，如图2所示，后浇湿接头部分采用超高性能混凝土（UHPC）。超高性能混凝土（UHPC）性能详见表1。



预制隔墙与现浇底板连接连接详图 1:100

图2 预制隔墙与底板连接示意图

表1 超高性能混凝土（UHPC）性能表

序号	项目	指标	执行标准
1	坍落扩展度	不低于 SF2	JGJ/T 283
2	28d 抗弯（折）强度（Mpa）	≥18	GB/T 50081、GB/T 31387
3	28d 弹性模量（Gpa）	45~55	GB/T 50081、GB/T 31387
4	抗渗性能	UD02 级	T/CBMF37
5	抗拉性能	UT07 级	T/CBMF37
6	抗压性能	UC120 级	T/CBMF37

### 4.2 预制观察窗与隔墙连接

预制观察窗与隔墙顶部采用预埋金属波纹管+插筋+灌浆形式的浆锚搭接，灌浆料采用高强（28d 抗压强度不小于100MPa），且满足JG/T408-2013的要求。高强灌浆料性能详见表2。

## 5 预制构件质量控制

### 5.1 预制构件进场前

为了保证施工质量，预制构件在进场前需进行外观质量评测和尺寸评测。

表 2 高强灌浆料性能表

序号	项目	指标	标准
1	流动度 / mm	初始	≥300
2		30min	≥260
3	抗压强度 / MPa	1d	≥35
4		3d	≥60
5		28d	≥85
6	竖向膨胀率 / %	3h	≥0.02
7		24 h 与 3h 差值	0.02~0.5
8	氯离子含量 / %		≤0.03
9	泌水率 / %		0

表 3 预制构件进场前的外观质量检查表

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	主筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	石子外露	主筋部位有蜂窝	少量蜂窝麻面
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	不应有孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
裂缝	从混凝土表面至混凝土内部缝隙	构件主要受力部位影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能和使用功能的裂缝
连接缺陷	构件连接处混凝土缺陷、钢筋松动	连接部位结构传力缺陷	接头处有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形、外表缺陷	内表面缺棱掉角、棱角不直、麻面、起砂等	清水混凝土构件有影响使用功能的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外观缺陷

表 4 预制构件成品尺寸自检表

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方式
预制柱	长度	± 5	尺量
	宽度	± 5	尺量
	表面平整	4	2m 靠尺和塞尺检查
预制梁	高度	± 3	尺量
	长度	± 3	尺量
	表面平整	4	2m 靠尺和塞尺检查
预制顶板	长度	± 5	尺量
	宽度	± 5	尺量
	厚度	± 3	尺量
	表面平整	4	2m 靠尺和塞尺检查
预埋钢板	中心线位置	5	尺量
	安装平整度	2	靠尺和塞尺检查
预留孔	中心线位置	5	尺量
预埋吊环	中心线位置	10	尺量
	外露长度	+8.0	尺量
预留洞	中心线位置	5	尺量
	尺寸	± 3	尺量
预埋螺栓	螺栓位置	5	尺量
	螺栓外露长度	± 5	尺量
预留钢筋	间距	± 10	尺量
	排距	± 5	尺量
	弯起点位置	2	尺量
	外露长度	+8.0	尺量

## 5.2 施工过程质量控制措施

### 5.2.1 吊装质量控制措施

①吊具设置构件在平衡点上，确保起吊时的平衡状态；②吊装慢起、缓放，确保构件平稳放置，通过缆风绳防止构件摆动，防止吊装过程发生碰撞、损坏；③预制构件的临时支撑应在构件湿接头达到设计强度要求后拆除；④吊装用的螺栓孔应在吊装完成后及时用砂浆填封；

### 5.2.2 连接部位质量控制措施

①预制构件与现浇结构的接触面应拉毛或凿除表面松散石子；②连接处后浇混凝土的性能指标应满足设计要求。③混凝土浇筑前应对现浇处凿毛处理，涂刷界面剂，界面剂应涂刷均匀，使用温度不得低于 5℃。④浇筑前提前浇水湿润；浇筑过程中一次性浇捣密实。

### 5.2.3 灌浆质量控制措施

灌浆前：①操作人员应培训上岗作业；②首次施工要选取代表性的部位进行试操作；③灌浆料要注意防雨、防潮、防晒，并检查有效期；④模板施工完成并验收通过后方可进行灌浆施工。

灌浆操作：①环境温度不宜低于 5℃，超过 30℃需要降温处理；②灌浆料按照比例控制用水量，电子秤 + 量筒，搅拌完成后静置 2min（放出气泡，提高密实性），搅拌完成后不得再加水；③拌制完成的灌浆料 30 分钟内用完；④按规范及方案要求留置试块；⑤灌浆时有专人关注是否有漏浆并及时清理；⑥每块板灌浆要根据编号留影像记录。

### 5.2.4 构件成品保护

①施工完成后，采用橡胶护角条贴至已拼装完成的预制墙板、观察窗的阳角处，做好成品保护；②对暴露在空气中的预埋金属件喷涂防锈漆，做好防锈处理；③采用防腐砂浆对吊装完成后的预埋螺栓孔、吊钉进行填充，防止锈蚀。

## 6 结语

竹园污水处理厂四期工程 ZYSQ1.3 标项目作为水务工程领域内首次采用大规模、大体量预制拼装技术的工程，整体施工难度非常大。但是在吊装前我带领团队对整个施工工艺进行研究、推演，并且成功完成了试拼装，总结大量的经验。尤其在预制构件的进场验收、吊装过程中的质量控制、成品保护等环节进行针对性的研究、总结、控制，有效保证了预制拼装的质量。尽管预制装配式建（构）筑物施工要求技术含量高、工艺流程多、施工难度大。但是我们施工技术人员要不断深入施工一线研究技术、分析问题、总结经验，使施工技术更加先进，施工质量更加受控，施工进度更快、施工成本更低，为水务领域的发展作出贡献。

### 参考文献

- [1] 任天晔. 预制装配式结构在大型市政地下工程中的施工应用[J]. 城市道桥与防洪, 2018
- [2] 张 猛. 预制装配式结构发展现状及施工关键技术研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2018
- [3] 基于最紧密堆积密度下白云石砂在UHPC中的应用研究[J]. 胡泊;揭晓东;郭远. 江西建材, 2020(12)