

排水工程装配与现浇结构经济性分析

孟沁瑶

(上海工程技术大学, 上海市 201620)

摘要: 随着国家对建筑工业化、绿色建造的持续推进, 预制装配式技术在排水工程中的应用日益广泛。以排水工程中的水池构筑物为研究对象, 针对预制装配结构与现浇结构的技术特点及经济性进行对比分析。通过2个工程案例的成本效益分析, 探讨了预制装配方案与现浇方案的造价平衡点及关键控制因素。分析结果显示, 在高支模、复杂环境施工等特殊条件下, 合理的预制装配方案可通过节约模板支撑工程量、缩短工期、减少现场湿作业等方式, 实现具有竞争力的综合经济效益。研究成果可为类似排水工程项目的方案选择与造价控制提供参考依据。

关键词: 预制装配; 水池; 经济性分析

中图分类号: F424.6

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)05-0404-04

Economic Analysis of Prefabricated and Cast-in-place Structures in Drainage Engineering

MENG Qinyao

(Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: With the continuous promotion of building industrialization and green construction, prefabricated assembly technology has been increasingly applied in drainage engineering. This paper takes water tank structures in drainage engineering as the research object, and conducts a comparative analysis of the technical characteristics and economic performance between prefabricated assembly structures and cast-in-place structures. Through cost-benefit analysis of two engineering cases, the cost equilibrium point and key control factors between prefabricated assembly schemes and cast-in-place schemes are explored. The analysis results indicate that under special conditions such as high formwork support and complex construction environments, reasonable prefabricated assembly schemes can achieve competitive comprehensive economic benefits through saving formwork and support quantities, shortening construction periods, and reducing on-site wet operations. The research findings of this paper can provide reference basis for scheme selection and cost control in similar drainage engineering projects.

Keywords: prefabricated assembly; tank; economic analysis

0 引言

随着经济的不断增长, 工程建设行业对绿色、节能、环保提出了越来越高的要求, 各个行业都越来越多地采用预制装配技术。与现浇结构相比, 预制装配式结构更加绿色环保, 梁、柱、楼板、壁板等构件可以在工厂里直接加工, 再运到施工现场进行构件拼装, 减少现场湿作业; 还可以减少现场施工人员及机械设备, 便于保持场地整洁和现场管理, 降低对周边环境的影响。近年来, 国家和各地方陆续出台了一系列政策文件, 大力提倡和推动建筑工业化、装配式

建筑的应用和发展。2016年, 《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》提出, 推动建筑工业化生产, 实现预制构件工厂生产和现场安装的建造方式, 减少建筑垃圾、节约施工材料和降低扬尘污染^[1]。2020年7月, 住房和城乡建设部等十三部门联合印发的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》指出, 要以大力发展建筑工业化为载体, 推动智能建造应用和发展^[2]。2022年, 生态环境部等七个部门联合印发《减污降碳协同增效实施方案》的通知, 提出在环保行业提倡发展装配式建筑、污水处理厂节能降耗的要求^[3]。上海住建委在2025年发布了《关于进一步明确装配式建筑实施范围和单体预制率、装配率计算细则的通知》, 将装配式技术应用的要求推向了全领域^[4]。

收稿日期: 2026-01-19

作者简介: 孟沁瑶(2005—), 本科在读, 从事项目管理工程造价等学习研究工作。

聚焦到排水工程领域,项目的中大型构筑物,往往面临工期紧、施工条件差、密闭空间等情况,工程建设期间有一定时间和安全风险。考虑到国家和各地对装配率的要求越来越高,且预制装配技术对某些特殊场景有很多优点,因此,水池构筑物采用预制装配式的诉求也越来越多。然而,水池作为特种结构,单个项目的定制化程度比较高,很多项目实施阶段,难以形成规模的标准化构件模块。但随着工程建设经验的不断积累,构筑物形式的不断优化,预制装配的上游产业链和配套的不断完善,部分构件已具备成体系进行预制装配的条件,甚至非标准化的构件生产也变得更加灵活,一定程度上避免了异形构件难以处理的问题,因此,越来越多的工程项目已经开始进行预制装配的实践。

从工程应用角度来说,早期在排水工程中采用预制装配的技术方案很多都借鉴了民用建筑行业的经验,工程实施阶段,对费用的控制考虑得相对较少。随着技术逐渐成熟,各环节的生产、运输、安装、施工费用也达到了了市场化的造价水平,因此,全生命周期的经济性成为一个必须面对的问题,这也将很大程度决定预制装配技术在排水行业的应用前景和推广效果。

1 装配与现浇结构的比较

1.1 装配结构的技术特点

(1)工期较现浇方案缩短 5%~10%。给排水厂站的钢筋混凝土体量大,采用预制装配方案时,可以将大量构件的生产过程转移到工厂内进行。无论是池壁还是顶板,如采用叠合板,还可以将预制板作为模板,减少模板和支撑的搭设工作量 50%~70%,而且钢筋的绑扎量也将减少很多。

(2)工期缩短将使得项目较早投入生产,由此得到的经济效益将更好。并且现场的湿作业将大大减少,有利于减少人工成本。

(3)工厂的标准化生产以及成熟的生产技术,将使得预制构件比现浇构件具有更好的质量,防水防腐以及外立面的装饰都有可能在工厂内完成。

1.2 装配与现浇结构的技术对比分析

排水工程中,水池是最主要的构筑物,主要的构件可拆分为底板、壁板、顶板、立柱等构件。

水池中的壁板则与建筑剪力墙有很大不同,其主要在于壁板绝大部分时间均承受面外的水压力,受力模式以受弯为主;同时壁板还有严格的防水防

渗要求,故对节点的裂缝控制要求较高。当采用预制装配方案设计一座水池时,需充分考虑这些要求。目前壁板主要连接形式如图 1 所示。

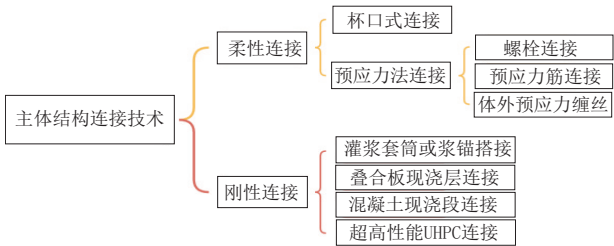


图 1 水池壁板主要连接形式

水池中的梁板柱结构同样有很多与建筑行业不尽相同的地方。首先,水池顶板往往作为设备操作平台,有较大的承载要求,同时,顶板下部即为水池腔体,立柱的设置往往受限,使得上部的梁、板跨度相对较大,且同样有裂缝控制要求,因此梁、板的配筋均相对较密。如果采用预制装配方案,还要考虑免模免撑,或者减模减撑施工工况下的设计。

从经济上来看,预制装配水池与现浇水池,有费用增加的部分,也有费用减少的部分,而如何寻找一个价格平衡点,决定了两种方案经济性优劣的关键,也往往成为最终方案比选的依据。一般来说,预制装配水池中,预制构件相对于同尺寸规模的现浇构件,含制作、运输、安装等全部环节的综合成本增长约 33%^[6],而预制装配方案相对于现浇方案节约的模板、支撑、工期,则取决于该方案本身的设计,如果能较大程度减少这些工程量,则可以抵消预制构件增长的部分。另一方面,采用大规模的标准件用于预制生产,也可以减少构件制作成本,从而使整个方案变得具有竞争力。

根据工程经验,目前较多采用的预制装配式水池方案主要有:“整体预制墙”、“双面叠合预制墙”、“预制附属结构”等。框架部分的预制装配方案则有“节点预制、节段现浇”、“普通叠合梁板”、“预应力叠合梁板”、“UHPC 模板”等形式。

2 装配与现浇结构的经济分析

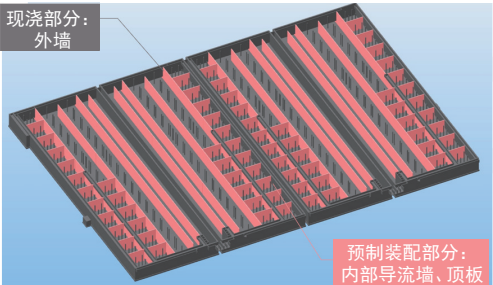
2.1 成本效益分析

一个合理的预制装配方案下的水池模型,不仅要求满足施工阶段、正常使用阶段的受力、裂缝控制要求,同时还得有足够的经济性,而经济性不光体现在节约工期上,也应体现在直接成本上。通常,对于池壁高度较高的水池,预制装配方案中,无论是整体预制墙体,还是免撑的顶板体系,都可以大量节约高

支模的工程量,这样即便因为预制构件增加了部分成本,在整体造价上也有可能形成优势。因此,本文选取较常采用的整体预制墙体的生物反应池、双面叠合体系+叠合梁板的反冲洗废液池,分别做成本效益分析,寻找造价上的平衡点及控制因素,以便对类似工程的方案选择起一定的参考意义。

(1)某生物反应池

如图 2 所示,该水池单池平面尺寸达到 250 m×175 m,池高 9 m,其中大部分隔墙均有条件采用预制装配方案实施,且很多墙体尺寸相同,可以规模化生产,且池高较高,预制装配方案中节约了大量高支模费用,大大缩短了施工工期,形成了良好的经济效应。



(a) 效果图



(b) 现场施工照片

图 2 某工程生物反应池

表 1 中的现浇方案中的梁、板、池壁均为考虑模板、支撑后的总价,其中模板超高按建工定额计算。经分析,预制池壁相对于现浇方案费用有所增加,增幅约 44%,但工期很大程度上缩减(单片墙施工时间从 1 个月减到 1 d);而得益于预制方案省去了大量高支模费用,预制梁、预制板则费用大致相当,甚至预制板综合价格比现浇方案节约了 9%,在大面积高支模平板式结构中,形成了良好的经济效益。

随着预制构件厂产能逐步释放,近年来预制构件加工生产的成本进一步降低,使得预制构件相对于现浇方案的费用增加比例有所降低,因此,在今后的大规模、存在高支模的水池结构中,采用预制装配

表 1 1#反应池不同方案造价对比 单位:万元

费用项	预制装配方案	现浇方案	差价
预制池壁	4 531.51	3 144.8	-1 386.71
预制梁	4 859.24	4 737.73	-121.51
预制板	4 229.86	4 656.3	426.44

方案的经济性优势可能会进一步凸显出来。

(2)某反冲洗废液池

如图 3、图 4 所示,本案例选取一座反冲洗废液池作为研究对象,其池体平面尺寸为 19 m×9 m(不含外挑放空井部分),池高为 6.45 m。

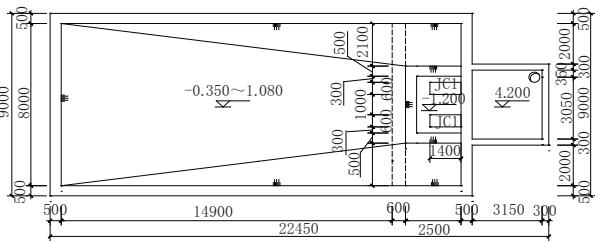


图 3 某反冲洗废液池平面(现浇方案)

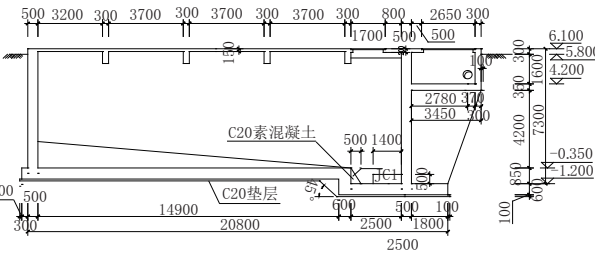


图 4 某反冲洗废液池剖面(现浇方案)

该池体除底板外,壁板、顶板、检修孔等附属结构均采用了预制装配方案,基本实现了主要结构免模免撑,从成本上来分析,预制构件本身相对于现浇属于成本增加,但大量模板、支撑、工期的节省则属于成本降低,故分析时,需一一控制变量,分析各种因素对总成本的影响。

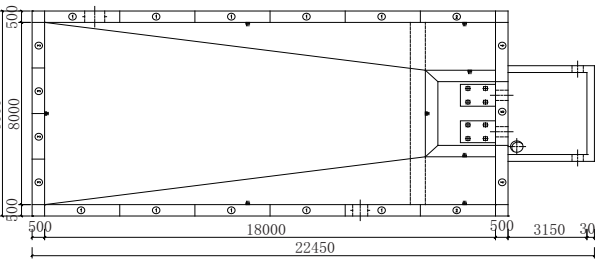


图 5 某反冲洗废液池剖面(预制装配方案)

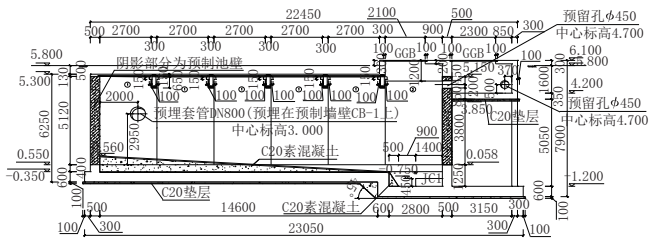


图 6 某反冲洗废液池剖面(预制装配方案)

表 2 不同方案造价对比

单位:元

费用项	现浇方案	预制装配方案
底板	198 654.62	198 654.62
壁板	335 761.91	359 939.05
梁	25 142.69	30 782.48
顶板(含模板)	73 435.4	64 749.83
模板支撑(壁板部分)	7 557.09	0
模板支撑(顶板部分)	17 664.3	0
总成本	658 216.01	654 125.98

2.2 综合经济效益评估

由上述两个案例可见,预制装配水池与现浇水池的成本影响因素有多方面,当采用大规模的整体预制高墙板时,总成本的控制实为规模效应和高支模的节约量,若为有盖水池,其顶板的费用则更有优势。

而当水池采用全体系免模免撑方案时,则在于采用预制构件的同时,若忽略工期对造价的影响,则需明确该方案是否能大量节省模板支撑,价格平衡点在于预制构件与相应的模板支撑比值。由上述案例可知,虽然预制构件相对于现浇部分有所增加,其中壁板增加幅度约 7%,梁增加约 22%,而由于预制方案中顶板省去模板,其费用可以节约 12%。同时,由于预制方案中,壁板和顶板省去大量支撑,使得构件部分的增加基本可以被抵消。因此,合理的预制方案完全有可能做到经济性更优。

3 结 论

造价因素对预制装配技术在排水工程中的应用是一个重要因素。随着国家、地方大力推广预制装配技术,如何降低传统意义上的预制装配方案费用,成为排水工程预制装配应用突破瓶颈的重要环节。一方面,一个合理的预制装配方案可以为排水工程带来省模省撑,甚至免模免撑,节约工期,规避危大施工环节,减少现场施工作业,响应了政策上工业化、绿色化的倡导;另一方面,随着高质量的劳动力费用逐步上涨,传统意义的现浇施工方案也相对以前有了很大程度的造价提升,使得预制装配方案相对于现浇方案不再明显处于费用劣势地位,甚至在

一些高支模、复杂环境施工的特殊情况下,预制装配方案甚至有一定的费用优势。这些因素对进一步推广预制装配技术有着至关重要的作用,使预制装配技术不再主要依赖政策推动,而逐步变成市场化的自发行为。

然而,预制装配技术在排水工程中的应用尚有很多问题亟待研究、解决和突破,完全照搬民用建筑领域的预制装配,并不能形成最合理、最适用水务工程的方案,因此,在后续研究和实践中,仍需对排水工程的预制装配方案作深入分析,且不光从技术合理性上拟定方案,还需要考虑造价的合理性和优劣性。

本文的研究和分析仅从少量的工程案例中作了一些初步分析和探讨,得出一些常用于排水工程的预制装配方案,对类似工程的造价、方案选择有一定的参考意义。

参考文献:

[1] 中央人民政府,中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见,2016.

[2] 建市〔2020〕60号,关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见,2020.

[3] 生态环境部,等,减污降碳协同增效实施方案,2022.

[4] 沪建建材〔2025〕250号,上海市住房和城乡建设管理委员会,关于进一步明确装配式建筑实施范围和单体预制率、装配率计算细则的通知,2025

[5] 许大鹏,翟之阳,黄彪.给排水厂站工程预制装配技术的应用分析与展[J].特种结构,2021,38(6):86-94.

[6] 张建芳,张继清.新型预制装配式地铁车站结构及造价指标研究[J].铁道工程学报,2021.

[7] 徐迪,徐广舒.预制装配率对装配式建筑工程造价的影响分析[J].南通职业大学学报,2024,38(1):

[8] 郭亮.预制装配式地铁车站施工技术与造价控制分析[J].工程建设与设计,2024.

[9] 郑婷月,雷宇田,宋学成.预制装配式结构的发展及对建筑造价的影响[J].西部皮革,2019,41(8):

[10] 张荣奎,薛天琼,李丹,等.预制装配式污水处理厂试验池体结构受力有限元分析[J].水利水电技术(中英文),2024,55(增刊2):340-345.

[11] 赵福顺.预制装配式住宅与现浇混凝土结构住宅造价对比研究[D].长春:长春工程学院,2015.

[12] 郭亚军.装配式建筑中预制装配率对工程造价的影响研究[J].工程与建设,2025(39):3.