



给水厂站建构物整体布局效果图

# BIM技术在超大规模 给水厂站设计中的创新应用

## ——以东莞松山湖水厂项目为例

■ 北京市市政工程设计研究总院有限公司 曲蒙 王洋 闫京涛 薛广进 胡田力

**核心看点:**东莞松山湖水厂为全亚洲一次性建成规模最大水厂,设计团队紧紧围绕传统设计中面临的六大重难点技术问题,将BIM技术应用于此超大规模给水厂站设计中,运用诸多数字化创新技术,攻克重难点技术问题,实现精细化、现代化、数字化、智慧化的运维管理,成为数字化创新应用于超大规模给水厂站设计的典范工程。



## 项目概述

松山湖水厂位于广东省东莞市松山湖高新区,是大湾区综合性国家科学中心先行启动区。工程规模110万平方米/天,是目前亚洲一次性建成规模最大的给水厂。工程占地19.45公顷,总投资约38亿元,设计出水水质标准达到国内领先、国际先进水平(图1、图2)。

该工程为国家重大水利工程的配套项目,是东莞市供水安全保障的重要节点,作为重要民生督导工程,以建设系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化水厂为目标(图3)。

## 项目六大重难点分析

该项目在设计实施过程中,面临以下六大重难点(图4):一是原始地形复杂,池体构筑物较多,土方平衡及厂区合理布局难度大;二是厂区管道系统繁多,管线规格及埋深跨度大,设计复杂;三是工程规模大,专业众多、结构复杂,工程量准确计算难度大;四是工程单体众多、地层结构复杂,基坑支护设计难度大;五是地质土层起伏变化大,大型池体桩基精细化设计难度大;六是水处理规模超大,工艺流程复杂,运维管控难度大。

## BIM创新应用

### 沉清叠合池桩基三维精细化设计

沉清叠合池基底面积大(34000平方米),桩基持力层起伏变化大,管桩桩数众多(6000余根)且长短各异,承载力复核工作量大,工程量统计难度大(图5、图6)。

针对上述难点,项目团队开发了一整套解决方案,包括地勘孔点数据自动提取、生成三维地层,自动计算桩长和桩基承载力,桩基自动编号生成明细表。

python编程实现一键框选地勘平剖面孔点数据,自动整理孔点土层数据至excel,省去人工整理费时费力,大幅提升设计效率(图7)。

基于revit二次开发三维桩基工具箱,实现桩长和桩基承载力值自动计算(图8)。

利用三维桩基工具箱,结合revit原生功能,实现桩基自动编号出图及桩基工程量自动统计,大幅提升出图算量效率(图9、图10)。

利用三维桩基精细化设计,较传统设计方法总桩长节约6100米,工程总造价节约91.5万元,经济效益可观。



图1 项目平面位置图



图2 项目用地原始地貌

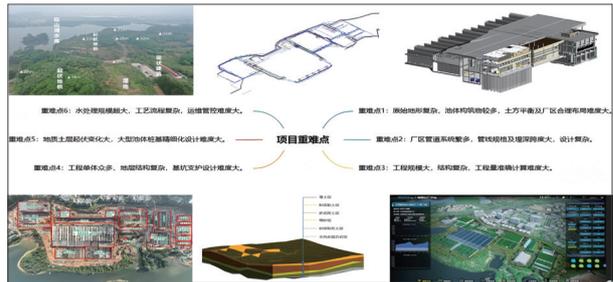


图4 项目六大重难点分析

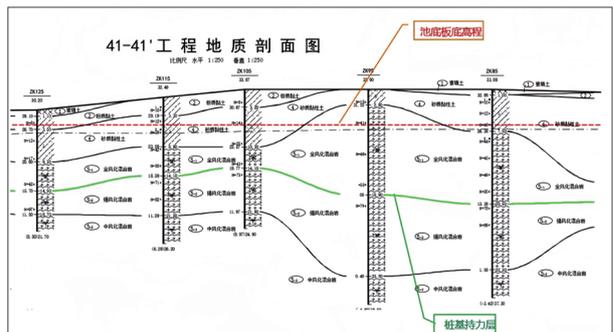


图5 典型地质剖面

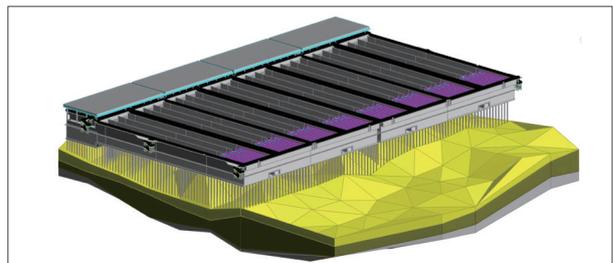


图6 沉清叠合池桩基布置

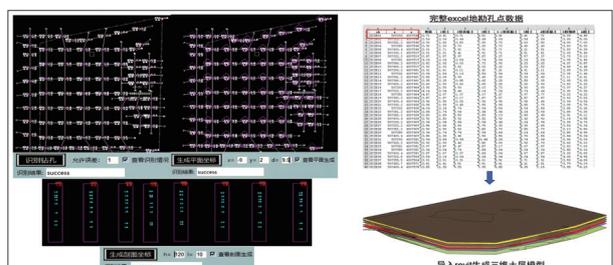


图7 python变成自动实现地勘孔点数据提取至excel并导入revit形成三维土层模型

「创新杯」BIM大赛成果巡礼

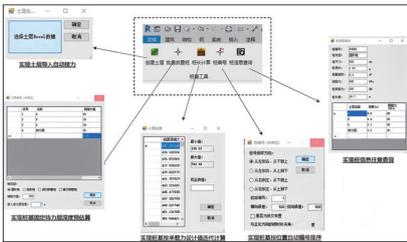


图8 revit二次开发三维桩基工具箱

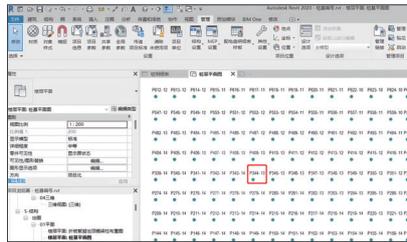


图9 revit桩基自动排序编号

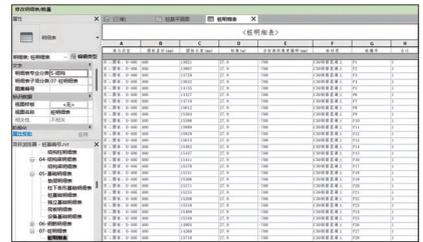


图10 revit桩基明细表

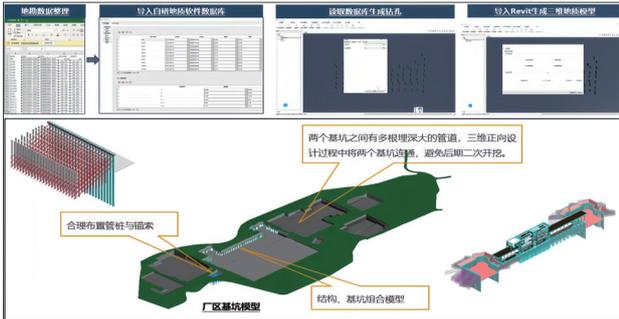


图11 厂区基坑、结构组合三维模型

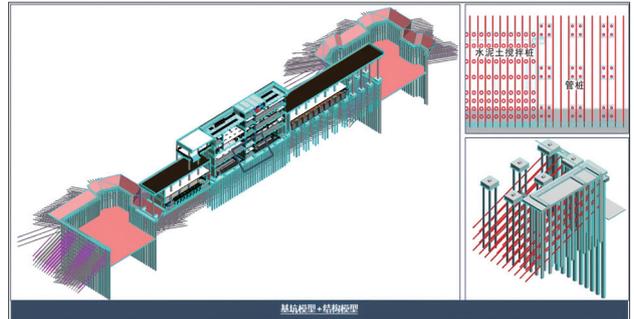


图12 厂区基坑、结构组合三维模型

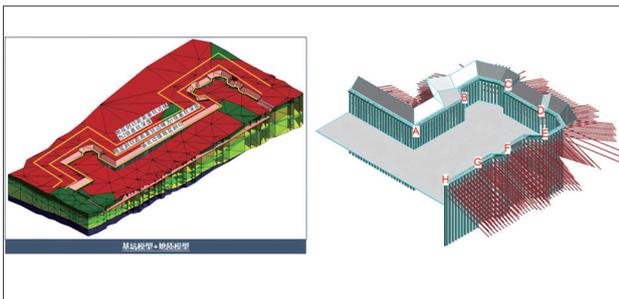


图13 选取最不利基坑剖面分段设计

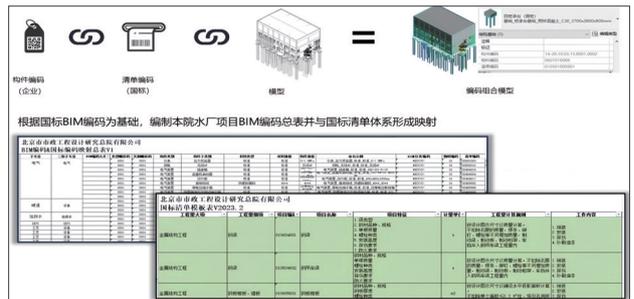


图14 关联国标清单编码实现快速算量统计

三维基坑支护合理优化设计

针对厂区基坑数量众多、地层复杂等设计难点,利用自主研发地质软件,导入地勘数据,生成三维地质模型。建立全厂基坑三维模型,通过三维地质、结构、基坑模型的结合,解决支护桩、管桩、搅拌桩、锚索碰撞问题(图11)。

原设计水泥土搅拌桩为梅花形,承台下为三桩,管桩与支护桩重叠,支护桩、管桩、搅拌桩、锚索碰撞无法施工。三维协调设计过程,将水泥土搅拌桩布置在相邻锚索之间,三桩承台调整为四桩承台,合理地将桩基与锚索避开。重叠位置,加长支护桩,用作工程桩(图12)。

选取最不利地质剖面,实现基坑合理分段,优化设计(图13)。

三维设计较常规设计桩长节约1219米,锚索长度节约5161米,节约工程造价174.1万元。

快速生成国标工程量清单

基于自主研发的编码工具实现对水厂模型的自动赋码,关联国标清单编码,实现快速算量统计。利用编码工具,通过编码表建立编码数据库,完成快速的模型赋码,并导出国标工程量清单(图14)。

复杂环境下设备吊装模拟分析

水厂体量大、结构复杂、空间嵌套叠合,造成设备吊装、检修难度大。通过BIM模拟,确保每个设备都有合理的安装及检修条件(图15)。

场地布局、厂区管线三维设计应用。

采用BIM技术,建立原始地形参数模型,基于模型根据池底单体标高要求进行动态调整,达到合理的土方平衡。在同一个场景环境下,搭建各专业模型并进行整合,可以直观有效地进行空间关系协调(图16)。

厂区复杂管线综合设计,避免管道碰撞,指导现场施工(图17)。



图15 基于BIM的复杂工况设备安装模拟

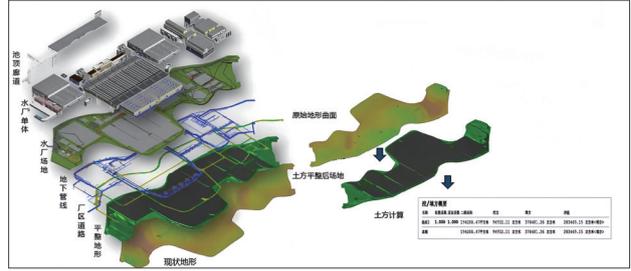


图16 基于BIM技术的三维场地布局分析

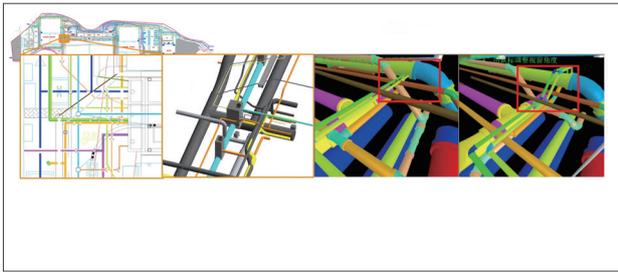


图17 厂区三维管线冲突分析

序号	标准或型号	名称	规格(mm)	单位	数量	材料	备注
4		双孔口排气阀	DN50	个	1,000		
5		泄水管	DN40	个	26,000		
1		厂区钢管	DN3200	米	177.8	钢	
2		厂区钢管	DN2800	米	1487.7	钢	
3		厂区钢管	DN2600	米	29,603	钢	
4		厂区钢管	DN2400	米	988.4	钢	
5		厂区钢管	DN2000	米	714.0	钢	
6		厂区钢管	DN1800	米	251.4	钢	
7		厂区钢管	DN1600	米	631.9	钢	
8		厂区钢管	DN1400	米	416.6	钢	
1		厂区钢管	DN1200	米	214.9	钢	

图18 厂区管道系统工程数量自动统计



图19 智慧水厂运维平台

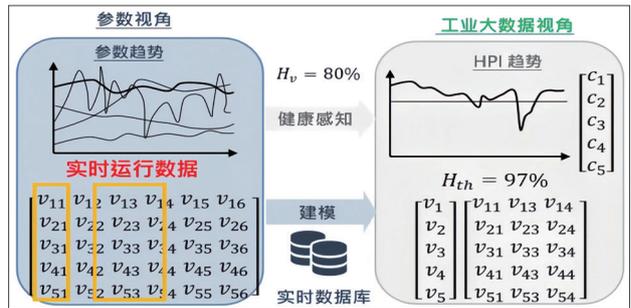


图20 水厂重要设备数据模型

利用BIM软件,可实现厂区内管道及管件数量的一键导出,节省了设计人员统计数量的时间,同时准确率也得到保障(图18)。

### BIM+智慧水厂运维应用

依托工艺基础,搭载控制+数理模型,采用先进自控系统和智慧水厂平台,实现水厂精细化运行、智能化控制、全流程数字化运营(图19)。

利用工业大数据的操作运行和设备状态监测的历史数据,建立整个水厂生产或重要设备的数据模型,用模型生成的健康度监测设备在线健康状态,真正实现水厂的智能化监视及预警(图20)。

根据历史数据建立数学模型,通过机器学习框架训练,获取出水水质与原水水质水量、运行参数之间的内在数学联系模型;根据对水量、水质的变化提前进行加药量计算,同时基于出水反馈值进行加药量修正(图21、图22)。

### 结语

项目针对复杂地质条件,构建大型水处理池体的三维桩基精细化设计方法;针对用地紧张、基坑数量多,开展全厂三维地质、结构、基坑模型整合应用;针对水厂规模超大、业主造价审核单位工作需要,研发全厂复杂水处理构筑物BIM模型构件自动赋码,实现BIM模型自动导出分部分项工程量清单;针对设备尺寸大、空间结构复杂,基于BIM模型开展复杂工况条件下的设备安装及检修模拟;利用BIM正向设计成果及无人机航拍技术,在施工阶段开展可视化交底,现场漏、碰、缺检查;基于BIM正向设计成果,构建“数字孪生水厂”,开展智慧运营管控、智慧安防、智能加药等应用。此外,项目将BIM技术创新应用于超大型现代化水厂设计,解决传统二维设计诸多痛点问题,取得了可观的经济、社会效益。该工程的顺利实施,对于打造数智化+绿色低碳型供水工程具有重大示范意义。