



# 基于 Dynamo 的高桩码头桩基 BIM 设计优化\*

范文彰, 徐传超

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

**摘要:** 高桩码头采用的桩基类型往往较多, 且桩位布置复杂, 传统设计存在一定局限性。应用 Dynamo 可视化编程工具, 结合 BIM 技术, 对高桩码头桩基设计进行深度优化。将码头桩基模型与三维地质曲面相结合, 通过 Dynamo 计算得到强风化岩岩面和中等风化岩岩面与桩基的交点。根据桩基设计的嵌岩深度, 准确快速地计算每根桩的设计桩长, 显著提高桩基设计的精度、效率及工程量统计的准确性, 可为复杂地质条件下的桩基施工提供支持。

**关键词:** BIM; Dynamo; 高桩码头; 桩基

中图分类号: U656.1+13

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)03-0222-06

## BIM design optimization of pile foundation of high-piled wharf based on Dynamo

FAN Wenzhang, XU Chuanchao

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

**Abstract:** Various types of pile foundations are often used in high-piled wharfs, and the arrangement of pile positions is complex, which leads to some limitations in traditional design. Based on Dynamo visual programming tool, this paper studies the BIM design optimization of pile foundation of high-piled wharf. Combining the wharf pile foundation model with three-dimensional geological surface, the intersection points of strong weathered rock surface and medium weathered rock surface with pile foundation are obtained by Dynamo calculation. According to the rock-socketed depth of pile foundation design, the design pile length of each pile is calculated accurately and quickly, which significantly improves the accuracy and efficiency of pile foundation design and the accuracy of engineering quantity statistics, and can provide support for pile foundation construction under complex geological conditions.

**Keywords:** BIM; Dynamo; high-piled wharf; pile foundation

高桩码头是我国港口应用最为广泛的码头结构形式之一, 由上部结构和桩基两部分组成, 码头荷载通过桩基传递至地基。高桩码头常见的桩基类型较多, 在地质条件复杂的情况下, 同一码头常采用多种桩基选型, 且桩长随地形起伏不断变化。传统设计方式工作量大, 且不够直观, 容易产生误差。建筑信息模型(building information modeling, BIM)技术具有可视化、协调性、模拟性等特点, 可以辅助桩基设计优化, 提高工程量预估的准确性<sup>[1]</sup>。目前

针对桩基的 BIM 技术与开发已经取得了一定的成果, 王晓宇<sup>[2]</sup>基于 RevitAPI 对桩基参数化设计进行了二次开发; 丁琼等<sup>[3]</sup>基于 Bentley 平台着重研究了内河高桩码头桩基参数化设计; 陈慧敏等<sup>[4]</sup>基于 Dynamo 对水利工程桩基 BIM 设计开展研究; 李静等<sup>[5]</sup>通过 BIM 技术修正, 形成更贴合真实环境的桩长预估值; 杜静<sup>[6]</sup>结合 BIM 技术对装配式桩基码头结构一体化设计展开研究, 实现装配式桩基码头全生命周期 BIM 应用。

收稿日期: 2024-09-27

\*基金项目: 国家重点研发计划项目 (2023YFB2604200)

作者简介: 范文彰 (1993—), 女, 硕士, 工程师, 从事港口工程数字化设计、工程数字化技术研究工作。

本文针对复杂地质条件的桩基设计, 结合深圳港盐田港区东作业区集装箱码头一期工程, 采用 Revit 创建码头桩基模型和三维地质岩层, 将两者相结合, 基于 Dynamo 可视化编程软件进行数据分析<sup>[7]</sup>, 准确计算每根桩的设计桩长, 提高设计效率和质量<sup>[8]</sup>。

### 1 工程概况

深圳港盐田港区东作业区集装箱码头一期工程建设 3 个 20 万吨级集装箱码头, 码头总长 1 470 m。码头采用高桩梁板式结构, 桩基排架间距为 6.4 m, 每榀横梁下布置 6 根钢管桩, 同时在两榀排架间的前后轨道梁下各布置 1 根单斜钢管桩, 共计 1 888 根桩, 码头断面结构见图 1。

码头桩基持力层选择在中等风化岩岩面上, 或进入强风化岩一定深度。对于桩基抗压或抗拔承载力不能满足要求的基桩进行嵌岩, 嵌岩深度根据所需桩基承载力确定。项目涵盖的桩型种类复杂、数

量众多, 包括直桩和斜桩, 需结合地质勘探数据对每种桩型分别计算桩长, 各桩型数量见表 1。

表 1 各桩型数量  
Tab. 1 Quantity of each type of pile

桩型/mm	桩号	数量/个
φ1 000×18 钢管直桩嵌岩桩	YZm1	145
	YZm2	30
φ1 000×18 钢管直桩打入桩	DZm1	780
	YZ1	38
	YZ2	36
φ1 400×20 钢管直桩嵌岩桩	YZ2a	4
	YZ3	16
	YX1	64
φ1 400×20 钢管斜桩嵌岩桩	YX2	14
	GZ1	198
φ1 400×20 钢管直桩灌注桩	GZ2	44
	GX1	92
φ1 400×20 钢管斜桩灌注桩	DZ1	96
	DZ2	8
φ1 400×20 钢管直桩打入桩	DX1	264
	DX2	3
φ1 400×20 钢管斜桩打入桩	MZ1	56

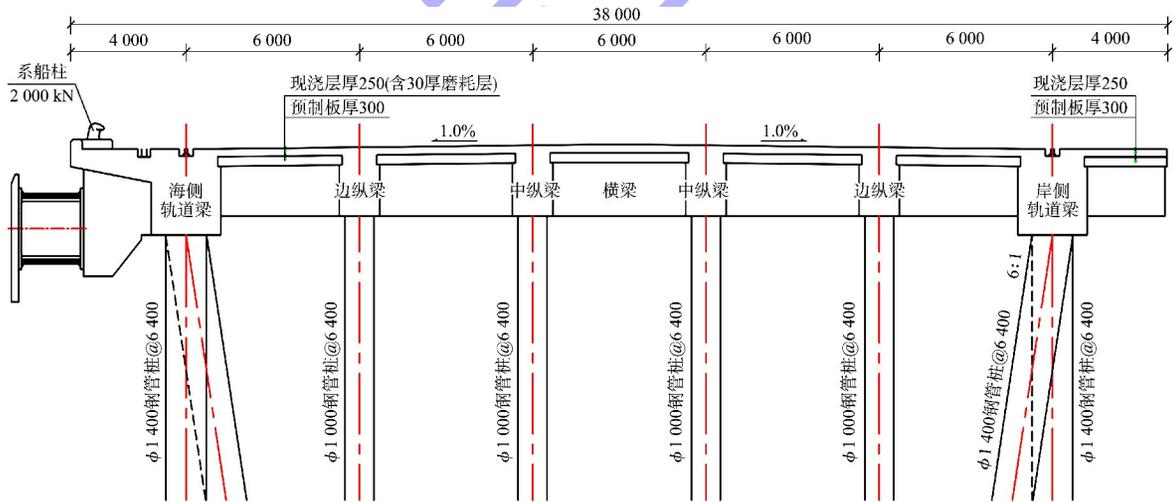


图 1 码头断面结构 (单位: mm)

Fig. 1 Wharf section structure (unit: mm)

## 2 桩基 BIM 设计

### 2.1 桩基模型建立

项目采用了钢管嵌岩桩、钢管打入桩、钢管灌注桩以及钢管锚岩桩, 对每种桩型分别建立 Revit 参数化族构件, 根据设计桩底高程、桩芯混凝土高程、斜度、扭角搭建初步的码头桩基模型, 如

图 2 所示。

嵌岩桩桩长和锚岩桩的锚杆长度需根据中等风化岩岩面以下一定嵌岩深度确定, 各桩型嵌岩深度见表 2。搭建初步桩基模型时, 按照设计钢套筒长度和嵌岩深度之和计算桩内混凝土芯长度。



图 2 初步码头桩基模型

Fig. 2 Preliminary wharf pile foundation model

表 2 各桩型嵌岩深度

Tab. 2 Rock-socketed depth of each pile type

桩型	YZ1	YZ2	YZ2a	YZ3	YX1	YX2	YZm1	YZm2	MZ1
嵌岩深度/m	10.0	7.0	7.0	4.0	7.0	4.0	5.0	3.0	8.0

### 2.2 三维地质曲面建立

地质模型的建立主要采用 2 种方式，一种是根据地勘资料，通过 Autodesk Civil 3D 平台建立地质曲面，进而形成三维地质实体模型<sup>[9]</sup>；另一种是利用 Dynamo 可视化编程工具批量提取地勘数据，生成三维地质模型<sup>[10]</sup>。前者生成的地质实体在 Revit 平台中无法直接用于后续的数据分析，需通过 Dynamo 进行进一步的模型转化；后者在批量

提取地勘数据上具有较大的难度。

本项目进行桩基设计优化的关键在于中等风化岩岩面和强风化岩岩面数据，因此将三维地质模型化繁为简。将中等风化岩和强风化岩等高线数据分别形成 .dwg 文件，在 Revit 地形模块中通过导入的 .dwg 文件创建地形表面。将地形数据与桩基模型基点对齐，通过拆分和扩充形成码头区域的三维中等风化岩岩面和强风化岩岩面，如图 3 所示。



图 3 中等风化岩和强风化岩三维岩面

Fig. 3 Three-dimensional rock surface of moderately weathered rock and strongly weathered rock

### 2.3 模型整合

在 Revit 平台内将初步的码头桩基模型与三维地质曲面相结合，可以直观地查看桩基的嵌岩情况。如图 4 所示，在局部地质情况变化较大的区域，部分嵌岩桩并未进入中等风化岩岩面，需通过进一步的数据分析和计算得到满足嵌岩深度的桩长。

### 3 优化思路

#### 3.1 Dynamo 可视化编程工具

Dynamo 应用程序是一款可视化编程工具，用户可直观地查看脚本行为、定义自定义逻辑以及使用各种文本编程语言的脚本，作为 Revit 的插件使用以辅助 BIM 设计，实现 Revit 自身无法实现的功能。

Dynamo 将元素连接在一起以定义关系和构成自定义算法的操作序列，使用算法处理各种应用程序(从处理数据到生成几何图形)。Dynamo 可以将三维模型数据信息、Revit 构件指令信息及 excel 等表格数据信息等进行联动，从而实现更复杂的或批量重复性的操作。

#### 3.2 BIM 设计优化思路

桩基设计优化总体思路是通过可视化编程工具 Dynamo 在 Revit 平台内实现桩基模型与地质曲面的交互计算，求解每根桩与强风化岩岩面是否

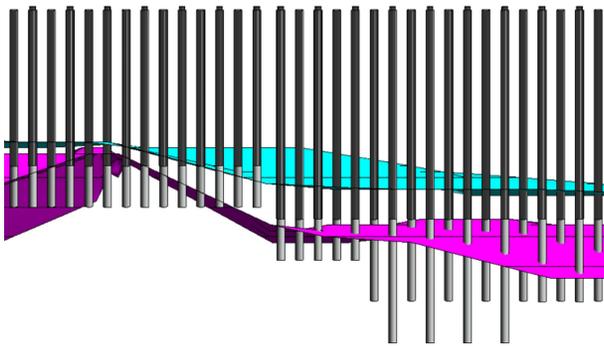


图 4 初步桩基模型与三维地质曲面结合

Fig. 4 Combination of preliminary pile foundation model and three-dimensional geological surface

存在交点, 计算嵌岩桩与中风化岩岩面的交点坐标, 再结合设计嵌岩深度, 算出准确的设计桩长, 通过桩参数反写回桩基模型内, 达到桩长优化的效果, 最终形成可供设计参考的数据成果, 见图 5。

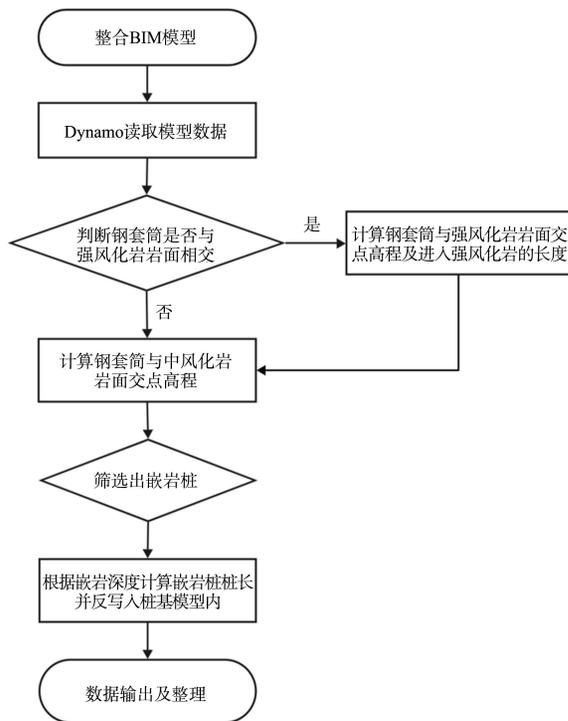


图 5 桩基设计优化思路

Fig. 5 Thoughts on optimization of pile foundation design

## 4 优化应用

### 4.1 Dynamo 数据分析及优化应用

通过 Dynamo 可读取每根桩的位置信息、桩长、桩轴线、桩顶/桩底高程等数据。在建模时, 将桩的各类参数与钢套筒绑定, 即由 Dynamo 读取的桩基数据均为钢套筒数据, 桩内混凝土芯长度则通过与钢套筒长度的差值参数  $D$  控制。将 Revit 地形曲面转化为便于计算的 polysurface 曲面, 即可获取每根桩的钢套筒与强风化岩岩面的交点坐标, 并进一步计算出钢套筒进入强风化岩的长度, 用于校核钢套筒长度, 见图 6。

要确定嵌岩桩桩内混凝土芯长度和锚岩桩的锚杆长度, 还需要进一步计算出桩轴线与中风化岩岩面的交点。读取桩轴线的方向向量, 获取桩顶沿该方向在中风化岩岩面的投影点, 即桩轴线与中风化岩岩面的交点坐标。根据表 2, 筛选出需参与计算的各类桩型, 按照各桩型的嵌岩深度计算嵌岩桩桩内混凝土芯底高程或锚岩桩锚杆底高程, 再将求得的  $D$  反写入桩基模型, 从而优化桩长设计, 见图 7。通过 Dynamo 可对所有桩基进行批量筛选并批量计算处理, 从而实现全部桩基的 BIM 快速设计优化。

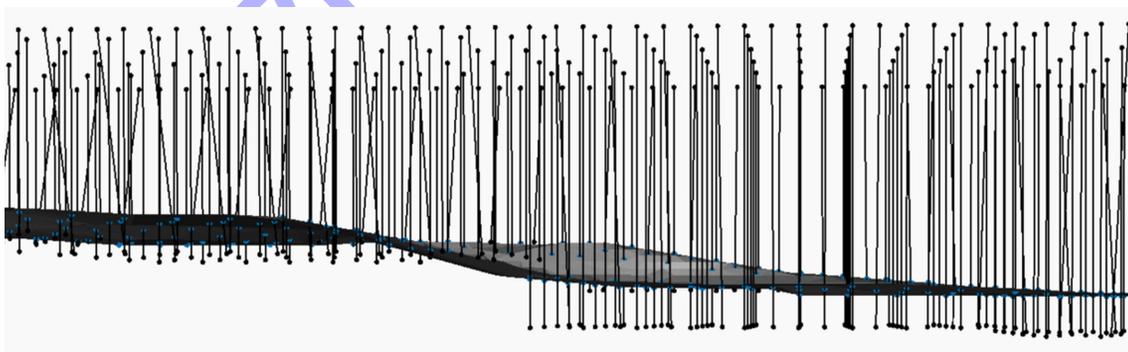


图 6 强风化岩岩面与桩基交点

Fig. 6 Intersection points of surface and pile foundation in strongly weathered rock

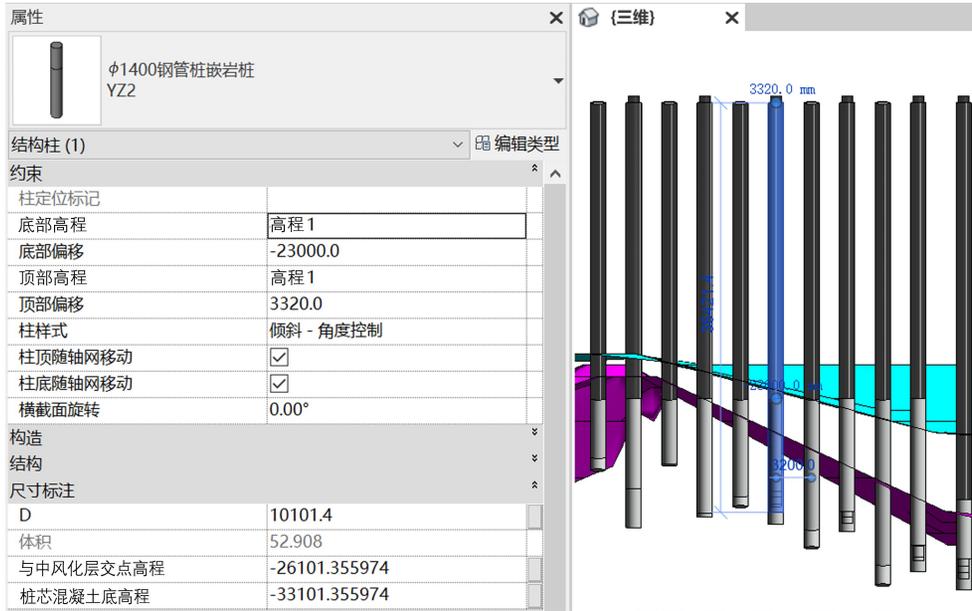


图 7 桩长设计优化

Fig. 7 Pile length design optimization

4.2 桩基优化数据成果整理

BIM 桩长设计优化完成后，通过 Dynamo 将桩型、桩长、钢管桩顶高程、钢管桩底高程、钢套筒与强风化岩交点高程、钢套筒进入强风化岩长

度、桩轴线与中风化岩交点高程、桩芯混凝土底高程等数据批量输出至 .csv 文件，整理形成桩基优化数据成果，见表 3。

表 3 部分桩基优化数据成果

Tab. 3 Partial optimization data results of pile foundations

分段	桩号	桩型/mm	子类型	钢管桩顶 高程/m	钢管桩底 高程/m	钢管桩 桩长/m	钢套筒与强 风化岩交 点高程/m	钢套筒进入 强风化岩 长度/mm	桩轴线与中 风化岩交点 高程/m	桩芯混凝土底 高程嵌岩桩、 锚岩桩/m
	1	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-18.00	-25.00
	2	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-18.00	-25.00
	3	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-18.00	-25.00
	4	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.00	2 027.59	-18.00	-24.90
	5	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-18.00	-25.00
	6	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.00	2 027.59	-17.95	-24.85
	7	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-17.77	-24.77
	8	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YXI	3.32	-18	21.61	-16.00	2 027.59	-17.74	-24.64
	9	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ1	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-17.56	-27.56
A1	10	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.00	2 027.59	-17.60	-24.51
	11	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ1	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-17.35	-27.35
	12	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.00	2 027.59	-17.46	-24.37
	13	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ1	3.32	-18	21.32	-16.00	2 000.00	-17.14	-27.14
	14	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YXI	3.32	-18	21.61	-16.00	2 027.59	-17.13	-24.03
	15	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ1	3.32	-18	21.32	-16.12	1 882.21	-17.00	-27.00
	16	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.18	1 849.66	-17.01	-23.91
	17	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ1	3.32	-18	21.32	-16.27	1 730.11	-17.00	-27.00
	18	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.29	1 730.84	-17.32	-24.22

续表3

分段	桩号	桩型/mm	子类型	钢管桩顶 高程/m	钢管桩底 高程/m	钢管桩 桩长/m	钢套筒与强 风化岩交 点高程/m	钢套筒进入 强风化岩 长度/mm	桩轴线与中 风化岩交点 高程/m	桩芯混凝土底 高程嵌岩桩、 锚岩桩/m
	19	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.45	1 553.41	-17.14	-24.14
	20	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.60	1 415.00	-17.86	-24.77
	21	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.56	1 442.35	-17.73	-24.73
A1	22	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YX1	3.32	-18	21.61	-16.72	1 299.46	-18.09	-25.00
	23	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.32	-18	21.32	-16.67	1 331.58	-17.84	-24.84
	24	φ1 400 钢管桩嵌岩桩	YZ2	3.92	-18	21.92	-16.00	2 000.00	-18.00	-25.00
	25	φ1 000 钢管桩嵌岩桩	YZml	3.92	-18	21.92	-16.00	2 000.00	-18.00	-23.00
	26	φ1 000 钢管桩嵌岩桩	YZml	3.92	-18	21.92	-16.00	2 000.00	-18.00	-23.00

## 5 结论

1) 利用Dynamo实现了桩基模型与三维地质曲面的精确交互计算,通过模拟强风化岩岩面和中等风化岩岩面,准确求解每根桩的设计桩长,克服了传统设计方法中直观性差、误差较大的问题,显著提高了桩基设计的精确性。

2) 基于精确的桩长数据,优化了工程量统计。通过Dynamo的数据处理与输出功能,能够批量输出桩型、桩长等关键参数,为施工提供详细、准确的数据支持。

3) Dynamo的引入减少了跨平台数据交互的成本,提高了设计与施工效率。在Revit平台内直接完成桩基模型与地质模型的建模、分析及优化工作,避免数据的重复输入与转换,缩短设计周期,加速项目的整体进度。

4) 研究不仅提高了高桩码头桩基设计的精确性和工程量统计的准确性,还提升了设计与施工的效率,促进BIM技术在桩基设计领域的应用与发展。未来,随着BIM技术的不断成熟与应用场景的不断拓展,Dynamo等可视化编程技术的应用将在工程设计与施工中发挥更加重要的作用。

## 参考文献:

[1] 陈小伟,刘龙龙,李业东.浅谈BIM技术在桩基工程中的应用[J].施工技术,2019,48(S1):320-323.  
CHEN X W, LIU L L, LI Y D. Application of BIM technology in pile foundation engineering[J]. Construction technology, 2019, 48(S1): 320-323.

[2] 王晓宇.基于RevitAPI的桩基础参数化设计[D].大连:大连理工大学,2020.

WANG X Y. Parametric design of pile foundation based on RevitAPI [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2020.

[3] 丁琼,曹少璞,付平,等.基于Bentley平台的内河高桩码头桩基参数化设计模块开发与应用[J].水运工程,2024(10):152-157.

DING Q, CAO S P, FU P, et al. Development and application of parametric design module for piles of inland river high-pile wharf based on Bentley platform[J]. Port & waterway engineering, 2024(10): 152-157.

[4] 陈慧敏,王梦雅,汪洋,等.基于Dynamo的碾盘山水利枢纽泄水闸桩基BIM设计[J].水电与新能源,2024,38(9):48-51,55.

CHEN H M, WANG M Y, WANG Y, et al. BIM design of the pile foundation of sluice gates in Nianpanshan water conservancy project based on Dynamo [J]. Hydropower and new energy, 2024, 38(9): 48-51, 55.

[5] 李静,熊欣.BIM桩长预估在群桩工程中的精确计量研究与应用[J].建筑经济,2024,45(S1):495-498.

LI J, XIONG X. Application and analysis of accurate measurement BIM-Based simulation of pile length in quantity of group-pile foundation [J]. Construction economy, 2024, 45(S1): 495-498.

[6] 杜静.基于BIM技术的装配式桩基码头结构一体化设计[J].珠江水运,2023(19):13-15.

DU J. Integrated design of assembled pile foundation wharf structure based on BIM technology [J]. Zhujiang port & waterway, 2023(19): 13-15.