

· 地基与基础 ·



## 角砾岩地层大直径钢管桩承载性能研究\*

余希武<sup>1</sup>, 王琮与<sup>2,3</sup>, 娄学谦<sup>2,3</sup>, 胡振华<sup>1</sup>, 刘岩<sup>1</sup>, 高柳<sup>4</sup>

(1. 中交四航局第二工程有限公司, 广东 广州 510230; 2. 中交四航工程研究院有限公司, 广东 广州 510230;  
3. 中交集团交通基础工程环保与安全重点实验室, 广东 广州 510230;  
4. 中国矿业大学 力学与土木工程学院, 江苏 徐州 221116)

**摘要:** 目前有关角砾岩地层的研究极少。基于盐田港2根钢管桩竖向抗压静载试验结果, 采用有限元法及双曲线拟合法, 对角砾岩地层大直径钢管桩的承载性能进行研究, 结果表明: SZ1和SZ2试桩在荷载分别小于12 687.5和5 862.5 kN时荷载-沉降( $Q-s$ )曲线基本呈线弹性关系; 基于有限元法, SZ1和SZ2试桩根据规范得到的抗压极限承载力与设计要求相比分别具有61%和71%的富余量, 根据项目技术规格书得到的抗压极限承载力与设计要求相比分别具有122%和90%的富余量; 基于试验结果和有限元反演得到的全风化角砾岩、强风化角砾岩、中风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角等参数能较好反映工程的岩土性质, 可用于地勘资料的补充以及桩长优化。

**关键词:** 角砾岩; 钢管桩; 静载试验; 有限元法; 承载性能

中图分类号: U655.55

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2026)01-0227-07

### Bearing capacity of large-diameter steel pipe piles in breccia geology

SHE Xiwu<sup>1</sup>, WANG Qiongyu<sup>2,3</sup>, LOU Xueqian<sup>2,3</sup>, HU Zhenhua<sup>1</sup>, LIU Yan<sup>1</sup>, GAO Liu<sup>4</sup>

(1. The Second Engineering Company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China;

2. CCCC Fourth Harbor Engineering Institute Co., Ltd., Guangzhou 510230, China;

3. Key Laboratory of Environment and Safety Technology of Transportation Infrastructure Engineering, CCCC, Guangzhou 510230, China;

4. School of Mechanics & Civil Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** There are very few studies on breccia geology at present. On the basis of the results of axial compression static load tests of two steel pipe piles in Yantian Port, we apply finite element method and hyperbolic fitting method to study the bearing capacity of large-diameter steel pipe piles in breccia geology. The results show that the load-settlement ( $Q-s$ ) curves are basically linearly elastic when the loads of SZ1 and SZ2 test piles are less than 12 687.5 and 5 862.5 kN respectively. By the finite element method, the compressive ultimate bearing capacity obtained by the SZ1 and SZ2 test piles according to the code has a surplus of 61% and 71% respectively compared with the design requirements, and the compressive ultimate bearing capacity obtained according to the project technical specification has a surplus of 122% and 90% respectively compared with the design requirements. The elastic modulus, friction angle, dilation angle, and cohesion yield stress of fully weathered breccia, strong weathered breccia, and middle weathered breccia which obtained by using the finite element method and test results can better reflect the geotechnical properties of this project, and can be used to supplement geographic exploration data and optimize pile length.

**Keywords:** breccia; steel pipe pile; static load test; finite element method; bearing capacity

收稿日期: 2025-05-14 录用日期: 2025-05-28

\*基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(52108359)

作者简介: 余希武(1979—), 男, 高级工程师, 从事港口工程管理工作。

盐田港作为中国进出口贸易的重要港口之一，对深圳、港珠澳经济发展具有重要作用，也是中国集装箱码头建设的标杆之一。盐田港东港一期工程采用钢管灌注复合桩作为基础，其承载力由上部钢管段(与传统钢管桩截面规格、施工方法基本一致，须入岩一定深度)与下部出钢管段的灌注段两部分组成。若单上部钢管段的承载力满足设计要求，则不需要在钢管段之下增加灌注段，只需在靠近钢管段顶部一段距离增加灌注段；若钢管段的承载力不满足设计要求，则需要在钢管段之下增加灌注段，该灌注段长度根据钢管段承载力与设计承载力的差值综合确定。因此，钢管桩承载力的确定对本文工程的不同区域桩型选择、桩长设计以及成本节约具有重要意义。

本文工程钢管桩的持力层大部分为角砾岩，少部分为花岗岩。角砾岩属于软岩，目前学者对于角砾岩的研究极少<sup>[1-2]</sup>，而且角砾岩地层比较少见，可参考的工程寥寥无几。钢管桩承载力检测通常采用静载试验或高应变检测方法<sup>[3-7]</sup>，其中静载试验是承载力检测最为可靠的方法。然而，由于海上静载试验准备周期较长以及考虑成本节约，多数项目无法大面积对多根桩进行检测，此外受限于加载设备能力，试验往往无法获取桩的极限承载力，这时结合静载或动载试验结果，采用有限元方法反演出桩侧与桩端土层承载力参数，也是一种很好的承载力验算和预测分析的手段<sup>[8-10]</sup>。

本文基于盐田港东港一期工程的 2 根钢管桩的竖向抗压静载试验结果，对角砾岩地层钢管桩的承载性能进行研究，基于有限元和试验结果反演给出角砾岩等不同岩土的计算参数，进而确定 2 根桩的极限承载力，并对不同入土深度的极限承载力进行对比探讨，可为类似地质的工程提供一定参考。

### 1 工程概况

盐田港东港一期工程共建立 3 个 20 万吨级集装箱泊位，岸线长 1 470 m，采用钢管灌注复合桩作为码头结构基础，总桩数 1 888 根，其中钢管段

持力层主要为强风化角砾岩。钢管段之下是否增加灌注段，取决于钢管桩可打入性及其承载能力是否满足设计要求。轨道梁下钢管桩直径为 1 400 mm，其余部位钢管桩直径为 1 000 mm，均属于大直径桩。本文以 SZ1 与 SZ2 试验钢管桩为例，开展钢管桩承载特性及土层参数反演分析，试桩信息见表 1。试桩附近的地层分布见图 1，相应的土层物理力学性质指标见表 2。

表 1 试桩信息  
Tab. 1 Information of test piles

桩号	桩径/ mm	壁厚/ mm	泥面 高程/m	桩顶 高程/m	桩底 高程/m
SZ1	1 400	20	-21.09	6.83	-35.22
SZ2	1 000	18	-23.68	6.69	-33.88

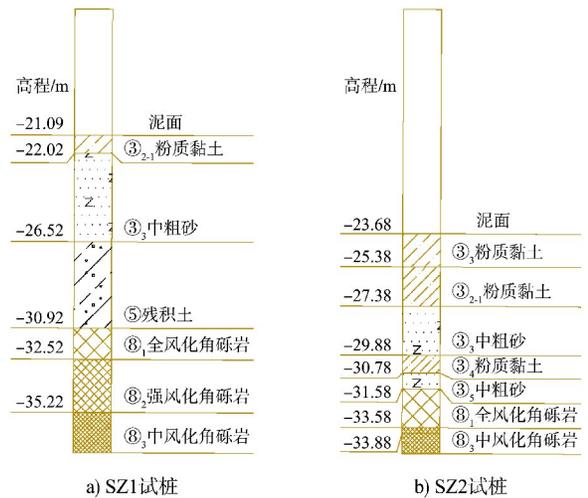


图 1 试桩土层分布  
Fig. 1 Distribution of soil layers

表 2 土层物理力学性质指标  
Tab. 2 Physical and mechanical property indexes of soil layers

土层	弹性 模量/ MPa	天然重力 密度/ (kN·m <sup>-3</sup> )	内摩 擦角/ (°)	黏聚力/ kPa	标准贯 入击数/ 击
③ <sub>2</sub> 粉质黏土	5.5	18.8	15.8	29.6	12
③ <sub>2-1</sub> 粉质黏土	3.4	17.7	11.3	15.1	5
③ <sub>3</sub> 中粗砂	7.9	20.5	-	-	29
③ <sub>4</sub> 粉质黏土	7.1	19.3	14.2	40.6	18
③ <sub>5</sub> 中粗砂	9.1	20.7	-	-	31
⑤ 残积土	6.6	19.6	13.3	39.8	19
⑧ <sub>1</sub> 全风化角砾岩	-	-	-	-	27~49
⑧ <sub>2</sub> 强风化角砾岩	-	-	-	-	>50

## 2 试验概况及结果分析

### 2.1 试验概况

利用试验桩周边的 4 根直径 1 000 mm 钢管桩作为锚桩, 与静载大梁组成反力系统。根据地勘资料与动测结果, 2 根试桩对应的锚桩反力系统能提供的最大反力见表 3。可以看出, 锚桩反力系统的最大反力不满足最大试验荷载的 1.3 倍要求, 故应另外堆载, 即试验采用锚堆联合法, 见图 2。

表 3 试桩最大试验荷载及锚桩反力系统最大反力  
Tab. 3 Maximum test load of test plies and tensile resistance of anchor piles

桩号	最大试验荷载/kN	锚桩反力系统最大反力/kN	需堆载重力/kN
SZ1	14 500	9 624.56	9 226
SZ2	6 700	5 304.44	2 423

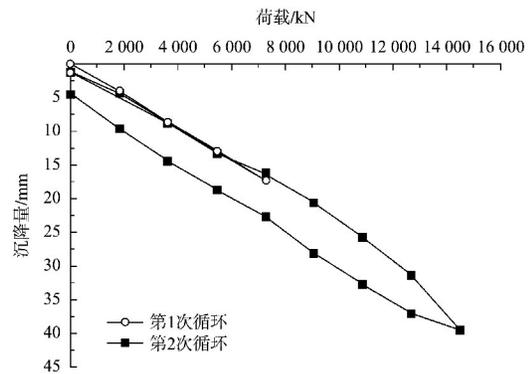
注: 锚桩反力系统最大反力为 4 根锚桩总抗拔力、静载大梁重力与试验平台重力之和; 需堆载重力为最大试验荷载与 1.3 倍锚桩反力系统最大反力之差。



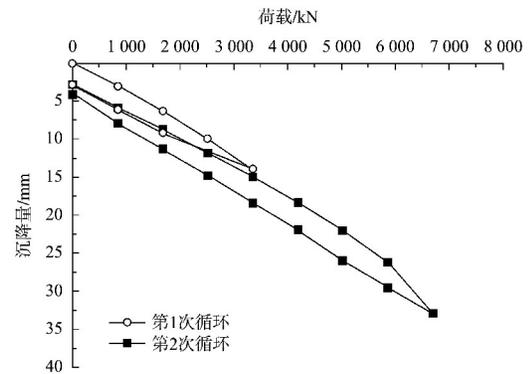
图 2 试验现场  
Fig. 2 Testing site

### 2.2 试验结果及分析

试验根据项目技术规格书进行, 分两次循环进行, 第 1 次循环的最大加载值为最大试验荷载的 1/2, 第 2 次循环的最大加载值为最大试验荷载。SZ1 和 SZ2 试桩在各级荷载作用下的荷载-沉降(Q-s)曲线分别见图 3, 试验结果见表 4。



a) SZ1试桩



b) SZ2试桩

图 3 试桩 Q-s 曲线

Fig. 3 Q-s curves of test piles

表 4 试桩结果

Tab. 4 Results of test plies

桩号	循环	桩顶荷载/kN	桩顶沉降/mm	桩顶残余位移/mm	桩顶回弹率/%
SZ1	第 1 次	7 250	17.29	2.91	83
	第 2 次	14 500	39.26	3.98	90
SZ2	第 1 次	3 350	13.98	1.22	91
	第 2 次	6 700	32.89	4.40	87

由图 3 和表 4 可知: 1) SZ1 和 SZ2 试桩在最大试验荷载 14 500 和 6 700 kN 作用时的桩顶沉降分别为 39.26 和 32.89 mm, 完全卸载后桩顶残余位移分别为 3.98 和 4.40 mm, 均满足设计要求(即最大试验荷载时桩顶沉降不超过桩径的 10%, 且完全卸载后第 1 次和第 2 次循环的桩顶残余位移分别不超过 4 和 8 mm), 说明这两根桩不需在钢管桩之下增加灌注段; 2) SZ1 和 SZ2 试桩的 Q-s 曲线均呈缓变型, 且荷载分别在小于 12 687.5 和 5 862.5 kN 时基本呈线弹性变形。

### 2.3 岩土计算参数反演与极限承载力模拟计算

由于 SZ1 和 SZ2 试桩的竖向抗压静载试验只是验证性试验，没有做到破坏，为了获得这两根试桩的极限承载力，本文采用有限元和双曲线拟合<sup>[11]</sup>两种方法进行计算，并将其结果进行对比。岩土有限元模拟时，材料模型通常采用 Mohr-Coulomb 模型<sup>[12-14]</sup>。由于地勘资料只给出部分岩土参数(表 2)，尤其是持力层角砾岩的参数未给出，为了获得角砾岩等岩土参数，本文基于试验结果与表 2 中的土参数，经过多次试算，发现当各土层的计算参数按表 5 取值时，模拟结果与试验结果最为吻合，见图 4。

表 5 各土层计算参数

**Tab. 5 Calculation parameters of soil layers**

土层	弹性模量/ MPa	重力密度/ ( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$ )	内摩擦角/ ( $^{\circ}$ )	剪胀角/ ( $^{\circ}$ )	黏聚力/ kPa
③ <sub>2</sub> 粉质黏土	5.5	18.8	15.8	7.9	29.6
③ <sub>2-1</sub> 粉质黏土	3.4	17.7	11.3	5.7	15.1
③ <sub>3</sub> 中粗砂	7.9	20.5	30.0	15.0	0.5
③ <sub>4</sub> 粉质黏土	7.1	19.3	14.2	7.1	40.6
③ <sub>5</sub> 中粗砂	9.1	20.7	30.0	15.0	0.5
⑤ 残积土	6.6	19.6	13.3	6.7	39.8
⑧ <sub>1</sub> 全风化角砾岩	100.0	21.0	21.0	6.0	30.0
⑧ <sub>2</sub> 强风化角砾岩	1 000.0	22.0	24.0	10.0	50.0
⑧ <sub>3</sub> 中风化角砾岩	4 000.0	23.0	24.0	10.0	70.0

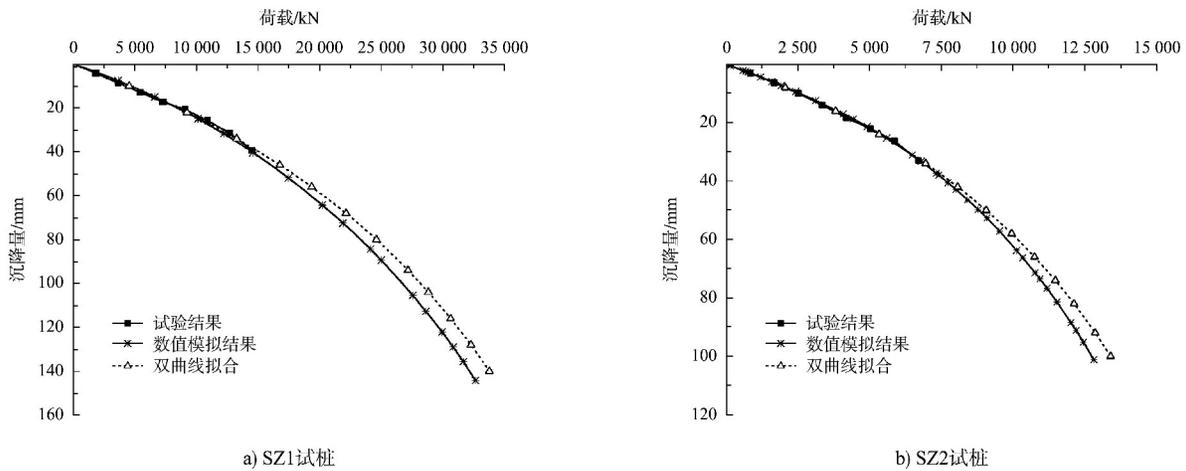


图 4  $Q-s$  曲线的试验、数值及拟合结果对比  
 Fig. 4 Comparison of test, numerical, and fitting results of  $Q-s$  curves

由表 5 可知，全风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角、剪胀角、黏聚力分别为 100 MPa、21°、6°、30 kPa，强风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角、剪胀角、黏聚力分别为 1 000 MPa、24°、10°、50 kPa，中风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角、剪胀角、黏聚力分别为 4 000 MPa、24°、10°、70 kPa，这些参数可用于对地勘资料的补充，为类似工程桩基设计优化提供借鉴。

由图 4 可知：1) 有限元方法和双曲线拟合方法均能很好地反映出 SZ1 和 SZ2 试桩的荷载-位移关系，且这两种方法得到  $Q-s$  曲线具有较好的一致性。2) 对于 SZ1 试桩，最大试验荷载 14 500 kN 时，数值模拟得到的桩顶沉降为 39.96 mm，双曲线拟合得到的桩顶沉降为 38.06 mm，均与试验结果

39.26 mm 非常接近。对于 SZ2 试桩，最大试验荷载 6 700 kN 时，数值模拟得到的桩顶沉降为 32.57 mm，双曲线拟合得到的桩顶沉降为 32.34 mm，也均与试验结果 32.89 mm 非常接近。3) SZ1 和 SZ2 试桩的抗压极限承载力见表 6。可以看出，基于 JTS 240—2020 《水运工程基桩试验检测技术规范》<sup>[15]</sup> (简称规范)，数值模拟和双曲线拟合得到的 SZ1 试桩抗压极限承载力分别为 23 337 和 24 614 kN，SZ2 试桩抗压极限承载力分别为 11 426 和 11 966 kN，两种方法得到极限承载力均比较接近；基于项目技术规格书，数值模拟和双曲线拟合得到的 SZ1 试桩抗压极限承载力分别为 32 171 和 33 777 kN，SZ2 试桩抗压极限承载力分别为 12 741 和 13 395 kN。保守起见，SZ1 和 SZ2 试桩极限承载力取数值模

拟和双曲线拟合二者之间的较小值, 即若按规范确定极限承载力, SZ1 和 SZ2 试桩的抗压极限承载力分别为 23 337 和 11 426 kN, 与设计极限承载力 14 500 和 6 700 kN 相比, 分别具有 61% 和 71% 的富余量; 若按技术规格书确定极限承载力, SZ1 和 SZ2 试桩的抗压极限承载力分别为 32 171 和 12 741 kN, 与设计极限承载力 14 500 和 6 700 kN 相比, 分别具有 122% 和 90% 的富余量。4) 使用相同的岩土参数(表 5), 2 根试桩有限元模拟得到的  $Q-s$  曲线均与试验结果非常吻合, 说明表 5 的岩土参数能很好地反映本文工程的地质特性。

表 6 试桩抗压极限承载力

Tab. 6 Ultimate compressive bearing capacity of test piles

桩号	基于规范确定的抗压极限承载力/kN		基于技术规格书确定的抗压极限承载力/kN	
	数值模拟	双曲线拟合	数值模拟	双曲线拟合
SZ1	23 337	24 614	32 171	33 777
SZ2	11 426	11 966	12 741	13 395

注: 基于规范确定的抗压极限承载力是按桩顶沉降 80 mm 时对应的承载力确定; 基于技术规格书确定的抗压极限承载力是按桩顶沉降为桩径的 10% 时(即 SZ1 和 SZ2 试桩分别为 140 和 100 mm)对应的承载力确定。

#### 2.4 不同入土深度下的极限承载力

基于表 5 的岩土计算参数, 可对不同入土深度、桩径及壁厚的极限承载力进行计算, 从而实现桩基优化, 节约成本。为了简洁, 这里只以 SZ1 试桩为例, 利用有限元方法计算桩端进入强风化角砾岩不同深度对应的极限承载力, 从而得到满足设计极限承载力的入土深度, 计算结果见图 5。

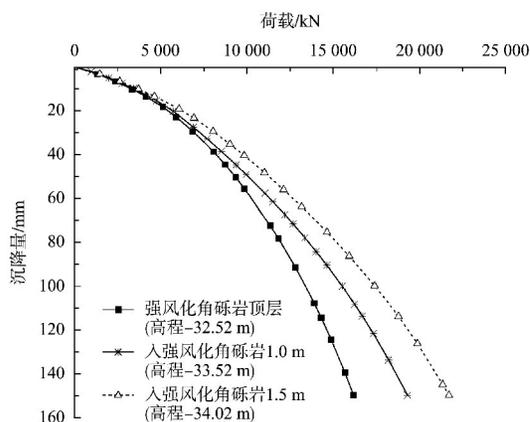


图 5 SZ1 试桩桩端入强风化角砾岩不同深度的  $Q-s$  曲线  
Fig. 5  $Q-s$  curves of end of SZ1 test pile entering strongly weathered breccia at different depths

由图 5 可知, 入土深度越深, 桩的承载力越高。若按规范确定极限承载力, 当桩端刚好处于强风化角砾岩顶层和桩端进入强风化角砾岩 1 m 时, SZ1 试桩的抗压极限承载力分别为 11 965 和 13 584 kN, 均小于设计极限承载力 14 500 kN; 当桩端进入强风化角砾岩 1.5 m 时, SZ1 试桩的抗压极限承载力为 15 201 kN, 稍大于设计极限承载力 14 500 kN, 此时入土深度比原计划入土深度少 1.2 m, 即桩长与设计桩长相比可缩短 1.2 m。若按技术规格书确定极限承载力, 当桩端刚好处于强风化角砾岩顶层时, SZ1 试桩的抗压极限承载力为 15 711 kN, 满足设计极限承载力 14 500 kN 的要求, 此时入土深度比原计划入土深度少 2.7 m, 即桩长与设计桩长相比可缩短 2.7 m。同理, 本工程 1 888 根桩均能按照此方法进行桩长优化, 这对于成本控制具有重要意义。

### 3 结论

1) SZ1 和 SZ2 试桩的实测  $Q-s$  曲线均呈缓变型, 且荷载分别在小于 12 687.5 和 5 862.5 kN 时基本呈线弹性变形。

2) 基于有限元方法, 若根据规范确定极限承载力, SZ1 和 SZ2 试桩的抗压极限承载力分别为 23 337 和 11 426 kN, 与设计极限承载力 14 500 和 6 700 kN 相比, 分别具有 61% 和 71% 的富余量; 若按技术规格书确定极限承载力, SZ1 和 SZ2 试桩的抗压极限承载力分别为 32 171 和 12 741 kN, 与设计极限承载力 14 500 和 6 700 kN 相比, 分别具有 122% 和 90% 的富余量。

3) 基于有限元方法和试验结果反演得到的全风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角、剪胀角、黏聚力分别为 100 MPa、21°、6°、30 kPa, 强风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角、剪胀角、黏聚力分别为 1 000 MPa、24°、10°、50 kPa, 中风化角砾岩的弹性模量、内摩擦角、剪胀角、黏聚力分别为 4 000 MPa、24°、10°、70 kPa, 这些参数可用于对地勘资料的补充, 从而实现桩长优化。

4) 若按规范确定极限承载力, SZ1 试桩桩端

进入强风化角砾岩 1.5 m 后抗压承载力可满足设计要求, 此时桩长与设计桩长相比缩短了 1.2 m。若技术规格书确定极限承载力, SZ1 试桩桩端刚好处于强风化角砾岩顶层时抗压承载力即可满足设计要求, 此时桩长与设计桩长相比缩短了 2.7 m。

### 参考文献:

- [1] 龚成中, 何春林, 龚维明. 深嵌岩桩承载特性及其荷载传递法应用[J]. 土木建筑与环境工程, 2013, 35(4): 84-88.  
GONG C Z, HE C L, GONG W M. Bearing characteristics of deep rock-socketed piles and application of load transfer method[J]. Journal of civil, architectural & environmental engineering, 2013, 35(4): 84-88.
- [2] 刘国强, 王亚堃, 胡德功, 等. 青岛海湾大桥大直径深嵌岩桩承载特性试验分析[J]. 路基工程, 2011(6): 73-76, 79.  
LIU G Q, WANG Y K, HU D G, et al. Experimental analysis of bearing characteristics of large-diameter deep rock-socketed pile in Qingdao Gulf Bridge[J]. Subgrade engineering, 2011(6): 73-76, 79.
- [3] 王幸, 桑登峰, 胡兴昊, 等. 深厚软岩地质钢管桩可打性分析及沉桩试验[J]. 水运工程, 2024(12): 224-231.  
WANG X, SANG D F, HU X H, et al. Drivability analysis and pile driving test of steel pipe pile in deep soft rock geology [J]. Port & waterway engineering, 2024(12): 224-231.
- [4] 吴浩, 胡兴昊, 赵刘群, 等. 海上密实碎石土持力层钢管桩沉桩及承载特性试验研究[J]. 水运工程, 2023(7): 212-217.  
WU H, HU X H, ZHAO L Q, et al. Experiment on pile sinking and bearing characteristics of steel pipe piles in dense gravel soil bearing stratum at sea [J]. Port & waterway engineering, 2023(7): 212-217.
- [5] 苏世定, 陈章宇, 桑登峰. 千枚岩上覆钙质砂层大直径钢管桩沉降特性分析[J]. 水运工程, 2021(2): 150-154, 165.  
SU S D, CHEN Z Y, SANG D F. Settlement characteristic of large-diameter steel pipe pile in weathered phyllite overlying calcareous sand[J]. Port & waterway engineering, 2021(2): 150-154, 165.
- [6] 冯光华, 林治平. 深厚软土地基钢管桩静载试验研究[J]. 水运工程, 2017(10): 206-210.  
FENG G H, LIN Z P. Static load experimental study on steel tube piles in deep soft soil foundation [J]. Port & waterway engineering, 2017(10): 206-210.
- [7] 宋超, 李志豪, 孙益振, 等. 大直径钢管桩承载力影响因素及现场试验分析[J]. 水运工程, 2025(3): 152-157.  
SONG C, LI Z H, SUN Y Z, et al. Influencing factors and field test of bearing capacity of large diameter steel pipe piles [J]. Port & waterway engineering, 2025(3): 152-157.
- [8] 傅少君, 谢作为, 杨红成, 等. CFG 桩复合地基静载试验及有限元模拟[J]. 沈阳工业大学学报, 2021, 43(6): 698-702.  
FU S J, XIE Z W, YANG H C. Static load tests and finite element simulation of CFG pile composite foundation[J]. Journal of Shenyang University of Technology, 2021, 43(6): 698-702.
- [9] 蒋建平, 孙宏涛, 高嘉若. V-H 荷载作用下海洋平台吸力式桩桶桩土承载特性研究[J]. 海洋工程, 2023, 41(6): 1-10.  
JIANG J P, SUN H T, GAO J R. Study on bearing characteristics of suction pile and soil of offshore platform under V-H load [J]. The ocean engineering, 2023, 41(6): 1-10.
- [10] 朱云祥, 陈哲, 方瑜, 等. 灌注桩竖向承载力静载试验与有限元模拟[J]. 结构工程师, 2021, 37(4): 152-159.  
ZHU Y X, CHEN Z, FANG Y, et al. Static load test and finite element simulation of vertical bearing capacity of bored piles [J]. Structural engineers, 2021, 37(4): 152-159.
- [11] 黄生根, 梅世龙, 龚维明. 南盘江特大桥岩溶桩基承载特性的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(5): 809-813.  
HUANG S G, MEI S L, GONG W M. Testing study on bearing behavior of piles for Nanpan river great bridge in karst area[J]. Chinese journal of rock mechanics and

engineering, 2004, 23(5): 809-813.

[12] 梁冠亭, 邓利明, 肖铭钊, 等. 多溶洞地层桩端极限承载力下限有限元法分析[J]. 长江科学院院报, 2020, 37(6): 94-99.  
LIANG G T, DENG L M, XIAO M Z, et al. Lower bound limit element analysis on bearing capacity of pile foundation above karst caves [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2020, 37(6): 94-99.

[13] 崔春义, 黄建, 孙占琦, 等. 不同水位下钢板桩围堰工作性状有限元分析[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2010, 35(1): 187-192.  
CUI C Y, HUANG J, SUN Z Q, et al. FEM analysis of working performance of a cofferdam system with steel sheet piles under different water heights [J]. Journal of Guangxi University (natural science edition), 2010, 35(1): 187-192.

[14] 乔友刚, 吴先敏. 水平受荷桩非线性有限元分析[J]. 水运工程, 2009(4): 38-42.  
QIAO Y G, WU X M. Non-linear finite element analysis of laterally loaded pile [J]. Port & waterway engineering, 2009(4): 38-42.

[15] 水运工程基桩试验检测技术规范: JTS 240—2020[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2020.  
Technical code for testing and inspection of waterway engineering foundation pile: JTS 240-2020[S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2020.

( 本文编辑 王璁 )

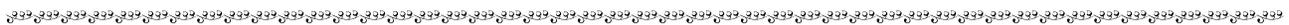


· 消 息 ·

### 《水运工程》正式被 Scopus 数据库收录, 成果可全面检索

近日, 由中交水运规划设计院有限公司主办的学术期刊《水运工程》(ISSN: 1002-4972), 经 Scopus Content Selection & Advisory Board(CSAB)严格评审, 正式被全球权威学术数据库 Scopus 收录。目前, 期刊自 2021 年起已发表的学术成果均已纳入 Scopus 检索体系, 全球科研工作者可通过 Scopus 数据库检索、引用相关研究成果。未来, 期刊将持续提升学术质量与出版服务水平, 为推动所属学科的创新发展与国际传播贡献力量。

《水运工程》编辑部  
2026 年 1 月



### 著作权授权声明

本刊已许可《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司、北京万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、北京世纪超星信息技术发展有限责任公司等以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含上述公司著作权使用费, 所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

《水运工程》编辑部