

水泥土搅拌桩加固软土地基施工质量控制

刘慧芬¹, 郑伟锋², 程春香¹, 邓日朗³

(1. 佛山科学技术学院 交通与土木建筑学院, 广东 佛山 528225; 2. 上海远方基础工程有限公司广东分公司, 广东 广州 510630;
3. 广州大学, 广东 广州 510006)

摘要: 在处理饱和软黏土地基时, 水泥土搅拌桩加固技术效果较成熟, 应用较广泛。本文结合南沙地区采用水泥土搅拌桩加固珠江三角洲滨海冲积平原饱和淤泥软土的工程实例, 介绍了水泥土搅拌桩的质量影响因素、施工工艺、参数设计等关键环节, 对完善水泥土搅拌桩的参数设计、现场管理、质量控制等具有一定的借鉴作用。

关键词: 水泥土搅拌桩; 搅拌速度; 施工工艺; 软土地基处理; 质量控制

中图分类号: TU472

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2020)06-0527-06

Construction quality control of cement mixing pile for soft ground treatment

LIU Hui-fen¹, ZHENG Wei-feng², CHENG Chun-xiang¹, DENG Ri-lang³

(1. School of Transportation, Civil Engineering and Architecture, Foshan University, Foshan 528225, China;

2. Shanghai Yuanfang Foundation Engineering Co., Ltd., Guangdong Branch, Guangzhou 510630, China;

3. Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In the treatment of saturated soft clay foundation, the effect of cement mixing pile reinforcement technology is mature and widely used. Combined with the engineering example of cement soil mixing pile in strengthening saturated silt soft soil in Nansha area, the key links of cement mixing pile, such as quality influencing factors, construction technology, parameter design, and quality inspection, are introduced which can be used for reference to improve the parameter design, site management and quality control of cement mixing pile.

Key words: cement mixing pile; mixing speed; construction technology; soft ground treatment; quality control

0 引言

南沙区作为广州城市副中心, 国家自由贸易试验区, 近年来对于城市固定资产投资巨大。南沙区位于西江、北江、东江三江汇合入海口处, 由于冲积作用形成了广阔的珠江三角洲滨海平原区, 地表沉积了深厚的淤泥。在处理淤泥、淤泥质土等饱和软土地基时, 通常采用真空预压、水泥土搅拌桩复合地基、强夯置换处理等方法, 其中水泥土搅拌桩由于工期快、效果好、形式灵活等特点而被广泛应用。水泥土搅拌桩通过喷射水泥浆或水泥粉将水泥与土体强制搅拌形成水泥土柱, 以此增强复合地基承载力, 减少地基变形沉降。本文结合南沙区恒大悦澜湾北地块地基处理实例, 以水泥土搅拌桩质量控制为研究对象, 对设计和施工过程中各项主要参

数进行分析。

1 工程概况

1.1 周边环境及场地情况

广州恒大悦澜湾北地块位于万新大道以北与红莲路以西交界处, 北侧为珠江口, 总用地面积约10万m²。拟建建筑物均为框架-剪力墙结构, 地下设1~2层地下室, 地上最高29层。其中1层地下室以下换填1m砖渣和1m中粗砂, 2层地下室以下采用深层搅拌法进行地基加固处理。基坑开挖深度2.90~8.75m, 主要采用桩锚支护, 水泥土搅拌桩作止水帷幕, 坑内进行格栅式被动区土体加固。

水泥土搅拌桩采用喷浆搅拌法, 单轴单向搅拌, 桩数总计43392根, 桩径Φ800mm, 桩长介

于 5~24 m 之间。地基处理的搅拌桩正方形布置, 桩间距为 1.6 m×1.6 m。

1.2 工程地质条件

施工场地区域处于珠江三角洲滨海冲积平原, 地层自上而下主要为: 第四系填土层、第四系海陆交互相沉积层、第四系冲积层以及燕山期花岗岩等。场地地质主要包括杂填土、淤泥、粉细砂、淤泥质粉砂等。土层物理性质自上而下依次为: (1) 杂填土: 红褐色, 可塑, 厚度约 3.2 m; (2) 淤泥: 灰黑色, 有腐臭味, 流塑状, 厚度约 15 m; (3) 粉细砂: 灰白色, 稍密, 厚度约 9 m; (4) 淤泥质粉砂: 灰黑色, 稍密, 厚度约 8.3 m。其中, 淤泥物理力学性能如表 1 所示。

表 1 淤泥的物理力学指标

Tab. 1 Physical and mechanical indexes of silt

项目	指标值
天然密度/(g/cm ³)	1.57
天然含水量/%	60.2
初始孔隙比	1.64
塑性指数	19.1
压缩模量/MPa	2.85
快剪 不排水抗剪强度/kPa	7.1
不排水内摩擦角/°	3.2
地基承载力特征值/kPa	40
pH 值	7.2

2 成桩质量的影响因素及其简要机理

相关研究以及工程实例表明, 水泥石搅拌桩的应用效果具有差异性, 影响加固土强度的因素主要有以下方面:

2.1 土层含水量对成桩质量的影响

软土普遍存在孔隙比高、含水量大、饱和度高特征, 土中过量的自由水会使土颗粒水化膜过厚, 导致土孔隙中氢氧化钙浓度降低, 延缓水泥水化反应, 影响水泥石中后期强度增长。在高含水量地层采用水泥石搅拌桩进行地基加固处理时可选用干喷法, 或外掺粉煤灰等改善饱和淤泥的塑性、渗透性^[1]。

2.2 有机质含量对成桩质量的影响

南沙区万顷沙镇位于珠江三角洲冲积平原的前沿, 长期的河流沉积和海潮涨退形成了深厚的海陆交互相淤泥。根据相关研究, 南沙区软土有机质含量普遍较高^[2]。土中有机质的比表面积远高于土颗粒的比表面积, 单位重量的持水量相差数倍, 有

机质吸附在土颗粒和水泥颗粒表面, 交换容量减少, 阻碍了水泥水化反应。有机质主要成分为胡敏酸、富里酸等腐殖酸, 使得土壤呈弱酸性, 前者仅对钙离子有敏感性, 能与之结合生成难溶于水的二价盐, 抑制水泥水化反应; 后者易分解水泥水化反应生成的含铝水化晶体, 并生成络合物。

2.3 搅拌速度对成桩质量的影响

下钻、提钻速度以及搅拌桩机大盘转速直接影响加固土切削次数, 速度的控制应根据地质情况、施工机械、强度要求等因素因地制宜。国内水泥石搅拌桩机钻头大都采用双层十字形, 这类钻头适宜切削搅拌软土, 但对于块石、树根、生活垃圾的切削能力较差, 当上覆杂填土含较多垃圾时宜先清除障碍物或换填素填土。在施工空桩部分应保持注浆或低浓度浆液, 避免出浆口堵塞, 但不应注入水^[3]。空桩段施工宜适当加快速度, 有利于节约材料以及加快施工工效。注浆上提时应通过控制速度确保每米水泥掺入量达到设计要求。可根据成桩效果增加复搅次数, 增加复搅次数有利于水泥浆与土体拌和均匀, 但会影响施工工效。

2.4 水泥外掺剂对成桩质量的影响

大量工程实例表明, 在进行淤泥土地基处理时, 复合固化材料往往比单掺水泥的成桩效果理想, 能起到减少水泥用量, 提高水泥石强度的作用^[4]。实际运用中可掺入一种或多种不同比例的石膏、粉煤灰、早强剂等辅助固化材料。石膏与水化产物铝酸钙反应生成 32 个结晶水钙矾石, 固相体积膨胀超过一倍, 对于孔隙比高的淤泥具有很好的支撑填充孔隙的效果; 但过量钙矾石产生的膨胀作用会破坏水化硅酸钙与土颗粒的胶结。粉煤灰含有大量金属氧化物, 能与氢氧化钙进行二次反应。早强剂具有早强、减水功能, 能与水泥水化产物继续反应, 促进水泥水化反应正向进行。

3 施工参数设计

3.1 设计要求

水泥石搅拌桩施工前, 应进行水泥石不同配合比的强度试验, 确定单位体积土、水泥、水的质量比, 而后根据设计施工参数进行工艺性试桩, 数量不得少于 3 根^[5]。该工程水泥石搅拌桩设计强度要求单桩承载力特征值不小于 75.36 kN, 经处理后复合地基承载力特征值不小于 42.13 kPa, 28 d 龄期无侧限抗压强度不小于 0.5 MPa, 材料选择 42.5 级复合硅酸盐水泥, 水泥掺合比 15%~20%, 水灰比

0.45~0.50, 灰浆泵工作压力为常压, 提升和钻进速度控制在 0.6~0.8 m/min, 搅拌转速约 60 r/min, 采用“两喷两搅”施工工艺。

3.2 施工方法

水泥土搅拌桩的施工流程可分为平整场地、制备水泥浆、测量放样、桩机就位、钻进喷浆、搅拌提升喷浆、清洗、移位。

(1) 平整场地。水泥土搅拌桩施工前, 首先应对拟施工场地进行整平, 查明场地附近的地下管线、地下构筑物等。本工程地表杂填土混杂有块径大于 50 cm 石块和大量生活垃圾, 在进行导浆沟开挖时, 应将拟施工区域地表垃圾进行清除, 避免下钻时垃圾缠绕钻头影响搅拌质量。水泥土搅拌桩机架设在淤泥上, 应在下底盘支座两端铺设钢板以减小压强, 保证施工机械工作稳定。

(2) 制备水泥浆。桩机后台按照设计水灰比配置水泥浆, 保持灰浆泵注浆压力稳定。

(3) 测量放样。采用 GPS 定位仪测放出拟施工段两端桩位坐标作为控制点并做好醒目标识, 再根据布置形式和间距用皮尺进行每个桩位放样, 插入竹签做好标记。

(4) 桩机就位。移动桩机, 使钻头中心对准桩位, 搅拌桩位置的允许偏差应为 ±50 mm 内。下钻前应留意塔架上的铅锤吊绳是否与架身紧贴重合, 保证垂直度偏差在 ±1% 内。

(5) 钻进喷浆。开动灰浆泵, 证实浆液从喷嘴喷出时, 启动桩机向下旋转钻进喷浆成桩并连续喷入水泥浆液, 钻进喷浆成桩到设计桩长或层位后, 原地旋转喷浆半分钟。

(6) 搅拌提升喷浆。搅拌头自桩底反转方向匀速搅拌提升至地面, 空桩部分适当加快提升速度。下钻和提钻均应低档位运行, 复搅时可选择提高一个档位。

(7) 清洗。搅拌头若被软粘土或垃圾缠绕包裹时, 应及时清除。当施工结束时应开动灰浆泵泵送清水清洗管道中的残余浆液。

(8) 移位。桩机操作员及时填写施工记录表, 移动桩机, 重复上述步骤进行下一根桩施工。

3.3 施工参数设计

水泥土搅拌桩各施工参数密切相关, 彼此之间存在一个互相协调的关系。现有的关于水泥土搅拌桩施工规范只是给出了部分施工参数各自的设计取值范围, 实际的施工过程需要将各变量协调考虑, 以满足水泥土相应龄期强度设计要求。下面以

水泥土搅拌桩下钻上提速度为重点, 分析其与各主要施工参数之间的关系:

$$v = s/t \quad (1)$$

$$Q = v_0 t \quad (2)$$

$$V = m_s / \rho_s = (1+n)m_c / \rho_s \quad (3)$$

$$Q = V \quad (4)$$

式中: v 为下钻或上提平均速度, m/min; s 为下钻或上提喷浆距离, m; t 为下钻或上提时间, min; Q 为喷浆流量, cm^3 ; v_0 为喷浆流速, cm^3/min ; V 为水泥浆体积, cm^3 ; m_s 为水泥浆质量, g; ρ_s 为水泥浆密度, g/cm^3 ; n 为水灰比; m_c 为水泥质量, g。

将 (1) ~ (4) 联立可得出下钻和提钻速度与其余各施工参数的关系 (5):

$$v = v_0 s \rho_s / m_s \quad (5)$$

由于水泥浆密度和每米水泥掺入量在施工前不易确定, 故将各参数进一步细化为规范有明确量化的指标参数。假设水泥、水的体积和与混合后的水泥浆体积守恒, 可得出水泥浆与水泥密度和水灰比之间的关系 (6) (推导过程略):

$$\rho_s = \rho_c (1+n) / (1+n\rho_c) \quad (6)$$

将 (6) 代入 (5), 并且用水泥掺合比 α_w 与每延米深度被拌和土体质量 m_t 的乘积来代替每延米水泥质量 m_c , 可得:

$$v = s \rho_c v_0 / (1+n\rho_c) \alpha_w m_t \quad (7)$$

式中: α_w 为水泥掺合比; ρ_c 为水泥灰密度, g/cm^3 ; m_t 为单位深度被拌合土体质量, g。

由此可得出在淤泥地层中每米下钻或上提平均速度与其它施工参数的关系 (7), 可见水泥土搅拌桩下钻和提升速度与实际每米水泥掺合比、水灰比、喷浆流速在其他变量不变的条件下分别成反比、反比、正比。也即水泥土搅拌桩在土中搅拌喷浆的时间越长, 掺入土中的水泥量越多。

根据现场测得灰浆泵喷浆流速约为 36 L/min, 42.5 复合硅酸盐水泥密度为 3.1 g/m^3 , 土的重度为 15.7 kN/m^3 , 单位深度被拌合土体质量为 789.17 kg, 施工水泥掺合比为 15%, 水灰比为 0.5。以“两喷两搅”为例, 假设下钻和上提速度相同, 由 (8) 计算可得下钻和提钻的平均速度应小于或等于 0.74 m/min, 才能满足水泥掺入量最低设计要求。

$$\begin{aligned} v &= s \rho_c v_0 / (1+n\rho_c) \alpha_w m_t \\ &= 2 \times 3.1 \times 36 \times 10^3 / (1+0.5 \times 3.1) \times 0.15 \times 789.17 \times 10^3 \\ &= 0.74 \text{ m/min} \end{aligned} \quad (8)$$

同理,若采用“四喷四搅”工艺,假设下钻和上提速度相同,经计算下钻和提钻的平均速度应小于或等于 1.48 m/min,才能满足水泥掺入量最低设计要求。

因此,在实际中为达到设计每延米水泥掺入量及水泥浆用量设计要求,需要现场控制协调好各施工技术要素的匹配。为达到通过控制前台水泥土搅拌桩下钻上提速度来间接控制每根桩的水泥用量的目的,施工现场前后台的配合十分关键。其中,后台应控制并统一灰浆泵的电磁调速电动机转速,以确保钻头喷浆流量达到设计要求。其次,后台应加强水泥用量管理,建立常态化自查和定期监控制度,以控制稳定现场水灰比和水泥浆密度符合设计要求。最后,前台控制水泥搅拌桩下钻提钻速度,即可间接控制每根桩的水泥用量。

3.4 施工速度监测

为监测前台实际操作情况,现场采取人工随机抽样的方式对现场桩机空桩和实桩实际下钻和上提过程进行记录,图1和图2所示为空桩、实桩下钻和上提速度的概率分布图。

如图1所示,一共记录空桩下钻273次,实桩下钻318次。其中,空桩下钻速度平均值为1.30 m/min,速度介于0.6~0.8 m/min占46.4%。实桩下钻速度平均值为0.71 m/min,速度介于0.6~0.8 m/min占65.7%,速度 ≤ 0.74 m/min占75.0%。

如图2所示,一共记录空桩上提280次,实桩上提322次。其中,空桩上提速度平均值为1.24 m/min,速度介于0.6~0.8 m/min占28.6%。实桩下钻速度平均值为0.72 m/min,速度介于0.6~0.8 m/min占85.0%,速度小于0.74 m/min占73.3%。

从监测结果看,桩机实桩段实际运行速度绝大部分满足规范要求,且满足设计速度要求。部分运行速度偏快,实桩段实际水泥掺入量可能小于设计用量,而水泥作为水泥土搅拌桩主固化材料,是水泥土产生强度的主要来源^[6]。水泥土强度随水泥掺入量、龄期的增长而增长,一般情况下,只要掺入足够量的水泥,还是能够达到固化软土所需要的强度。因此实际施工中应严格控制水泥最低掺入量,密切跟踪桩机运行速度、水泥浆注浆量、水泥用量和已完成桩长。

3.5 施工搅拌转速

水泥土搅拌桩是通过将土体与水泥浆在软弱地基中强制搅拌形成水泥土柱来增强地基承载力。土体与水泥浆拌和均匀程度是另一关键而又容易被忽视的因素。一定的水泥掺合比,进提钻速度越

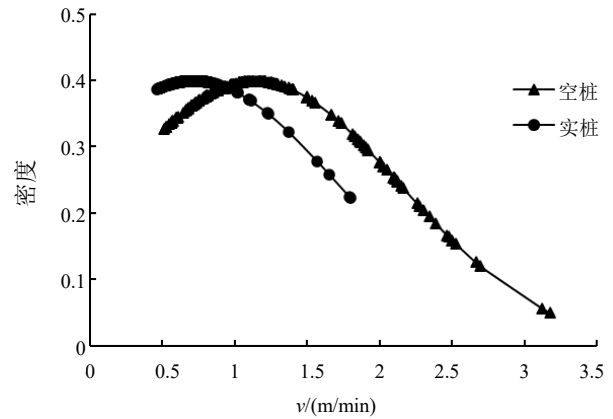


图1 空桩和实桩下钻速度概率分布图

Fig. 1 Probability distribution of drilling speed of empty pile and solid pile

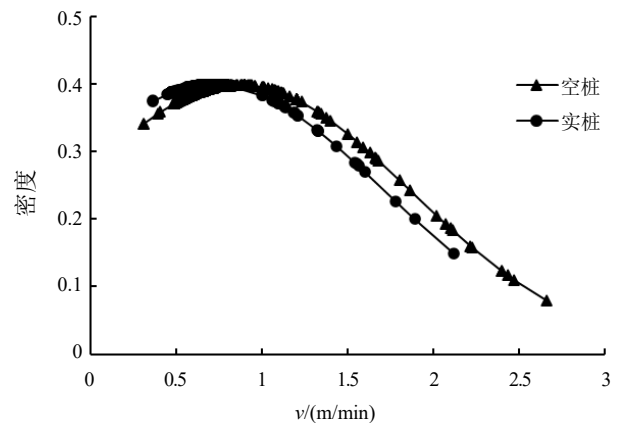


图2 空桩和实桩上提速度概率分布图

Fig. 2 Probability distribution of lifting speed of empty pile and solid pile

慢,大盘转速越快,则搅拌头切削土体次数就越多。实际施工控制主要体现在成桩工艺设置和前台操作,但由于施工机械差异和施工环境复杂,现有相关规范及实际操作缺乏量化的可操作的指标。搅拌切削土体次数不足会导致呈块状土团不能被打散,桩身局部缩径,强度中心高周边低,甚至一定深度处水泥土不能固结成形等不利现象^[7]。

《广东省建筑地基处理技术规范》(DBJ/T 15-38-2019)^[8]规定搅拌头旋转一周提升不超过15 mm,定义 S_r 为钻头旋转一周下钻和提升的平均距离,表2和表3为某型号桩机调速电机与进提钻速度和大盘速度出厂数据。

$$S_r = (s_u + s_d) / (\theta_u + \theta_d) = (v_u + v_d) / (\omega_u + \omega_d) \quad (9)$$

式中: s_u 、 s_d 为钻头下钻、提升的距离,m; θ_u 、 θ_d 为钻头正转、反转圈数,r; v_u 、 v_d 为钻头下钻、提升的速度,m/min; ω_u 、 ω_d 为钻头正转、反转的角速度,r/min。水泥土搅拌桩转速受设计进提钻速度

和地层阻力限制影响,一般采用二档或三档即每分钟300或500转。将表3各大盘转速与进提钻速度进行匹配,结果显示当进提钻电机为二档时,主电机至少采用四档才满足要求,此时搅拌头旋转一周下钻或提升12.36 mm;当进提钻电机三档时,主电机至少采用五档才满足要求,此时搅拌头旋转一周下钻或提升11.99 mm。

其次,水泥土搅拌均匀程度与搅拌叶片的数量、倾角、宽度等因素有关,实际的效果仍需根据现场试桩的结果和场地地质条件加以确定,必要时可进行复搅处理。

表2 调速电机(进提钻)与进提钻速度对照表

Tab. 2 Comparison of speed regulating motor and drilling speed

序号	调速电机转速/(r/min)	进提钻速度/(m/min)
1	125	0.27
2	300	0.85
3	500	1.06
4	700	1.51
5	900	1.94
6	1 100	2.38
7	1 250	2.70

表3 调速电机(主电机)与大盘速度对照表

Tab. 3 Comparison of speed regulating motor (main motor) and large plate speed

序号	调速电机转速/(r/min)	大盘转速/(m/min)	
		正	反
1	132	11.49	14.43
2	300	26.12	32.81
3	500	43.54	54.68
4	700	60.95	76.55
5	900	78.37	98.43
6	1 100	95.78	120.3
7	1 320	114.9	144.1

4 结 论

水泥土搅拌桩处理软基属于隐蔽工程,特别当处理面积大、工程量大、工期紧时,水泥土搅拌桩的合格率难以保证,而水泥土搅拌桩的施工工艺参数是保证成桩质量的关键因素,对此要针对各指标和参数进行科学合理的设置。

(1)采用“两喷两搅”施工工艺,15%的水泥掺合比,在一定的施工参数条件下,加固珠江三角

洲滨海冲积平原淤泥的成桩效果较好,28 d无侧限抗压强度能达到0.5 MPa。

(2)水泥掺合比是影响水泥土强度的主要因素,在一定的水灰比和喷浆流速的条件下,通过控制前台下钻和提升速度可保证最低水泥掺入量。

(3)为保证水泥土搅拌质量,搅拌转速不宜过快,进提钻电机宜采用二档或三档,主电机对应宜采用四档或五档。

(4)对于大面积水泥土搅拌桩施工,应加强后台水灰比、水泥浆密度、水泥用量的监控管理,在此条件下控制前台运行速度能保证成桩合格率,获得较大经济效益。

(5)提高现场施工管理效率,采用水泥喷灌自动记录仪等设备,有效追踪现场水泥用量;采用新技术、新工艺对每根桩的实际桩长、每层土层进行智能化、个性化施工,兼顾施工质量和经济效益。

参考文献

- [1] 龚晓南. 复合地基理论及工程应用(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007: 10-45.
- [2] 杨利柯. 广州市南沙区软土分布特征及软基处理对策研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2016.
YANG Li-ke. Research on soft soil distribution characteristics and soft foundation treatment countermeasures in Nansha district of Guangzhou city[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2016.
- [3] 周大勇, 黄红, 许晓萌. 水泥土搅拌桩加固软土地基[J]. 路基工程, 2006(1): 93-95.
ZHOU Da-yong, HUANG Hong, XU Xiao-meng. Reinforcement of soft soil foundation by cement soil mixing pile[J]. Subgrade Engineering, 2006(1): 93-95.
- [4] 刘国彬. 基坑工程手册(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 351-356.
- [5] 曾田胜, 许发明, 谭祥韶, 等. 双向水泥搅拌法在高填路堤泥炭质土地基中的应用[J]. 地基处理, 2020, 2(2):105-110.
ZENG Tian-sheng, XU Fa-ming, TAN Xiang-shao, et al. Application of bi-directional cement mixing method in high-filled embankment in peaty soil foundation[J]. Chinese Journal of Ground Improvement, 2020, 2(2): 105-110.
- [6] 邱楚强, 游锋. 浅谈水泥搅拌桩在施工工程中的质量控制要点[J]. 四川水泥, 2020(7): 28-29.

- QIU Chu-qiang, YOU Feng. Quality control points of cement mixing pile in construction engineering[J]. Sichuan Cement, 2020(7): 28-29.
- [7] 高显朋, 赵海江, 刘志强. 确保水泥搅拌桩成品质量关键技术的应用[J]. 公路, 2020, 65(6): 126-129.
- GAO Xian-peng, ZHAO Hai-jiang, LIU Zhi-qiang. Application of key technology to ensure the quality of cement mixing pile[J]. Highway, 2020, 65(6): 126-129.
- [8] 广东省住房和城乡建设厅. 广东省标准建筑地基处理技术规范: DBJ/T 15-38-2019[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 40-44.

【简 讯】

《土力学及基础工程实用名词词典》第二版简介

《土力学及基础工程实用名词词典》(浙江大学出版社, 1993)出版20多年来得到了广大读者的欢迎。20多年来我国土木工程建设快速发展, 对外交流日益增多, 不少设计、施工技术人员承担域外工程。近年来, 不少读者希望词典能够再版。为了适应需要, 在第一版的基础上组织编写了第二版。第二版对第一版收编的词条进行了修订、补充、完善, 收编的汉语词条从723条扩展到1106条。

《土力学及基础工程实用名词词典》(第二版)收录了土力学及基础工程领域的常用词条和相应的英文词条。词条释文力求正确、简明、全面, 并尽可能包括设计、施工所需资料。词条索引共有3种: (1) 词条分类检字索引; (2) 词条拼音检字索引; (3) 词条英文检字索引。查阅方便。

《土力学及基础工程实用名词词典》(第二版)内容分30个部分, 分别为: (1) 综合类; (2) 工程地质及勘查; (3) 岩土分类; (4) 室内试验; (5) 原位测试; (6) 土的物理性质; (7) 渗透性和渗流; (8) 应力; (9) 位移和变形; (10) 固结; (11) 抗剪强度; (12) 本构模型; (13) 岩

土动力性质; (14) 地基承载力; (15) 地基处理; (16) 浅基础; (17) 复合地基; (18) 桩基础; (19) 特种基础; (20) 土坡稳定; (21) 挡土结构和喷锚结构; (22) 堤与坝; (23) 土压力; (24) 基坑工程与降水; (25) 地下工程; (26) 动力机器基础; (27) 地基基础抗震; (28) 土工合成材料; (29) 环境岩土工程; (30) 其他。

《土力学及基础工程实用名词词典》(第二版)主编龚晓南, 副主编谢康和。罗勇博士、连峰博士、李瑛博士、王志达博士、沈扬博士、郭彪博士、吕文志博士、张杰博士、陈东霞博士、史海莹博士、张磊博士、张雪婵博士、黄大中博士等在浙江大学学习期间参与了本词典词条的遴选、编写和校对工作。本词典在编写过程中还得到了浙江大学滨海和城市岩土工程研究中心同事们的大力支持, 陆水琴和王笑笑等同志为本词典的排版、校对等做了许多工作, 在此表示感谢。

由于编者水平有限, 本词典中难免有错误和不当之处, 敬请读者批评指正。

龚晓南