

# 灌注桩后注浆技术应用研究及承载力影响分析

胡朝彬<sup>1</sup>, 宋冠樟<sup>1</sup>, 片磊<sup>1</sup>, 贺占海<sup>1</sup>, 张娜<sup>2</sup>, 李广元<sup>2</sup>, 高承成<sup>1</sup>

(1.天津华北地质勘查局,天津 300170; 2.天津华勘基础工程检测有限公司,天津 300170)

**摘要:**对后注浆技术未能大幅提高灌注桩单桩承载力的工程个案展开分析研判,得出注浆过程控制不力是导致单桩承载力不足的主要原因。严格注浆管、射浆管、逆止阀制作质量管控与安装及注浆过程控制是能否成功注浆进而提高承载力的关键因素。工程案例中对承载力欠缺的区域进行了补桩处理,补桩时规范注浆装置制作、加强注浆过程管控,在补桩达到龄期后进行了静载试验,结果表明其单桩竖向极限承载力满足设计要求。

**关键词:**灌注桩;后注浆技术;注浆器开阀;静载试验;单桩竖向极限承载力

**中图分类号:**TU473.1<sup>+</sup>4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2020)07-0100-06

## Post grouting technology and its influence on the bearing capacity of bored piles

HU Chaobin<sup>1</sup>, SONG Guanzhang<sup>1</sup>, PIAN Lei<sup>1</sup>, HE Zhanhai<sup>1</sup>,

ZHANG Na<sup>2</sup>, LI Guangyuan<sup>2</sup>, GAO Chengcheng<sup>1</sup>

(1.Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300170, China;

2.Tianjin Huakan Foundation Engineering Testing Co., Ltd., Tianjin 300170, China)

**Abstract:** This paper studies a field case where post grouting technology failed to greatly improve the bearing capacity of the single pile, and concludes that the main cause for the insufficient bearing capacity of the single pile is the poor control of the grouting process. Strict quality control and installation of the grouting pipe, jet grouting pipe and check valve as well as the grouting process control are the key factors for successful grouting, hence improvement of the bearing capacity. In the above field case, the area with insufficient bearing capacity was treated by supplementary piles. During construction of the supplementary piles, the production of the grouting device was standardized and the control of the grouting process was strengthened. After the supplementary piles reached the aging period, the static load test was carried out, and the results showed that the bearing capacity of the supplementary piles met the design requirements.

**Key words:** bored piles; post grouting technology; opening of grouting valve; static load test; ultimate vertical bearing capacity of single pile

## 0 引言

近年来,随着我国工程建设的快速发展,高层建筑与超高层建筑不断涌现<sup>[1-3]</sup>,对桩基础的承载能力提出了更高的要求。在粘土、粉质粘土地质条件下形成的传统灌注桩存在桩侧泥皮厚、桩底沉渣较厚等问题,对桩基承载力的影响十分不利。后注浆技术,通过压浆管路利用高压注浆泵压注以水泥为主剂的浆液,对桩底沉渣、桩侧泥皮及桩周土体通过渗透、壁裂填充、压密和固结等方式,经过一系列物

理和化学反应进行加固补强,从而消除传统灌注桩施工工艺固有缺陷,以达到提高桩身完整性及固化桩身摩擦介质提高承载力减小沉降量的效果<sup>[4]</sup>。

但由于后注浆施工隐蔽性大,施工单位素质水平参差不齐,导致压浆效果千差万别。后注浆工法对承载力提高效果的验证主要靠单桩静载试验来检验<sup>[4-9]</sup>,而一些静载试验检测数据证明注浆后的单桩竖向极限承载力并未达到设计要求,这并非个案,在许多工程中均有类似问题发生<sup>[10]</sup>。这里除了要

收稿日期:2020-02-14; 修回日期:2020-04-04 DOI:10.12143/j.tkgc.2020.07.017

作者简介:胡朝彬,男,汉族,1981年生,项目经理,工程师,地球探测与信息技术专业,硕士,一直从事桩基检测、岩土工程与浅层物探方面的工作,天津市河东区广瑞西路67号,xiaodong1332@163.com。

引用格式:胡朝彬,宋冠樟,片磊,等.灌注桩后注浆技术应用研究及承载力影响分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(7):100-105.

HU Chaobin, SONG Guanzhang, PIAN Lei, et al. Post grouting technology and its influence on the bearing capacity of bored piles [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(7):100-105.

详细查看地层地质条件及结合地区经验外,有必要根据施工工艺方法制定详细的后注浆方案,加强后注浆的过程控制,从而保证后注浆施工后单桩承载力满足设计要求。

## 1 灌注桩后注浆技术工艺原理

灌注桩后注浆工法通过先钻孔且在成孔后下放钢筋笼时预埋注浆管灌注混凝土成桩,再在桩身混凝土达一定龄期后(一般成桩后 7 天<sup>[11]</sup>)打开预埋注浆管开阀后注入水泥浆。水泥浆在压入桩侧和桩端的过程中,固化了桩周泥皮及桩底沉渣,使桩体与桩侧土体有效结合在一起,大幅提高了桩侧、桩端的承载力,增强桩的质量稳定性,又减少群桩累计沉降量及避免不均匀沉降。后注浆灌注桩可用于各类钻、挖、冲孔灌注桩及地下连续墙的沉渣(虚土)、泥皮、桩底、桩侧一定范围内土体的加固,因其能承受更大的竖向荷载和水平荷载,在基础工程中得到广泛的应用。

很多实践及资料证明,后注浆技术工艺可对单桩极限承载力提高 20%~70%,个别实践甚至可提高 100%<sup>[12]</sup>。设计一般针对后注浆技术对传统灌注桩单桩极限承载力提高 30%考虑,然而有的项目静载试验检测数据表明后注浆工艺下单桩承载力并未达到设计要求。下面通过工程实例对后注浆工艺及影响承载力的因素进行分析。

## 2 工程概况

天津红桥区某高层建筑 4 号楼为一栋 28 层住宅楼及 1 层地下室(本住宅楼地下室与其他楼的地下室连为一体),4 号楼基础设计采用  $\varnothing 700$  mm、桩长 48 m 的后注浆钻孔灌注桩,桩端持力层为中密一密实的粉砂层,采用桩端后注浆技术,设计单桩竖向抗压极限承载力标准值 8000 kN。

该场地埋深 80.00 m 范围内,地基土按成因年代可分为以下 11 层,按力学性质可进一步划分为 19 个亚层,自上而下为:

①填土层( $Q^m$ ):全场地均有分布,厚度一般为 1.00~2.40 m,杂一褐色,松散状态,表层 2.0 m 左右由大块拆迁建筑垃圾、废土、砖块、粉质粘土等组成,表层为新近填垫。

②粘土( $Q_1^{al}$ ):厚度 0.50~3.40 m,褐黄色,可塑,无层理,含铁质,属高压缩性土。水平方向上

土质较均匀,分布尚稳定。

③粘土( $Q_2^{al}$ ):厚度 0.70~2.70 m,灰黄色,可塑,无层理,含铁质,属中压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

④粘土( $Q_3^{l+h}$ ):厚度 1.10~2.30 m,青灰色,可塑,无层理,含腐植物、有机质,属高压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

⑤粉质粘土( $Q_4^m$ ):厚度 5.20~6.60 m,灰色,软塑一流塑,有层理,含贝壳,属中压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

⑥粉质粘土( $Q_4^h$ ):厚度 0.60~1.60 m,浅灰色,可塑,无层理,含有机质、腐植物,属中压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

⑦粉质粘土( $Q_4^{al}$ ):厚度 5.70~8.00 m,灰黄色,可塑,无层理,含铁质,属中压缩性土。局部夹粉土透镜体。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

⑧砂性粉质粘土、粉土、粉砂( $Q_5^{al}$ ):厚度 5.80~9.50 m,褐黄色,可塑,无层理,含铁质,中密一密实,属中(偏低)压缩性土。局部夹粉质粘土透镜体。各层水平方向上土质较均匀,分布稳定。

⑨粉质粘土、粉砂( $Q_5^{al}$ ):厚度 18.00~20.50 m,褐黄色,可塑,无层理,含铁质,密实状态,属中(偏低)压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

⑩粉质粘土( $Q_5^m$ ):厚度 11.50~13.00 m,黄一灰色,可塑,有层理,含贝壳,属中压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

⑪粉质粘土、粉砂( $Q_5^{al}$ ):揭露最大厚度 20.00 m,灰黄色,可塑,密实,无层理,含铁质,属中(偏低)压缩性土。水平方向上土质较均匀,分布较稳定。

## 3 后注浆钻孔灌注桩设计要求及静载试验

本工程根据设计要求后注浆材料采用普通硅酸盐水泥掺入适量外加剂,水泥强度等级  $\leq 42.5$ ,浆液水灰比采用 0.55~0.65,压力值 2 MPa,水泥压入量 1300 kg/桩,桩端终止压力为 1.5~2.5 MPa。桩内对称设置 2 根注浆管(见图 1),为  $\varnothing 25$  mm 国标低压流体输送用焊接管(壁厚 3.25 mm),管底置单向注浆阀。注浆管代替 2 根主筋与钢筋笼箍筋绑扎连接。桩基施工中,钢筋笼不得悬吊,不得反复冲撞孔底。



## 4 灌注桩后注浆施工措施

经查,设计要求的后注浆步骤及参数比较宽泛,施工单位对后注浆的射浆管和逆止阀制作不规范,终止注浆压力和注浆量控制不严格,导致了桩基承载力不能满足设计计算要求。具体施工时必须结合本地施工经验及地质情况对注浆方案进行细化,且对注浆管的设置安装及注浆过程进行严格控制。

### 4.1 注浆管的设置及安装

(1)钢筋笼上对称设置 2 根注浆管,通过电焊和扎丝等方式与钢筋笼紧密结合。注浆管上端设管螺纹及丝堵,注浆管的连接采用丝扣连接并缠紧胶带(外缠胶带层数不少于 3 层),用电焊点焊固定,防止脱扣。注浆管的下端连射浆管(含逆止阀)宜插入桩底持力层 200 mm。注浆管的上端宜稍低于桩施工工作地坪。

(2)射浆管下段宜加工成扁平状,以利其插入持力层,射浆管上段布设梅花型的孔 20~25 个,外部装逆止阀。射浆管上端通过丝扣连接注浆管。

(3)逆止阀的制作最简单的是在射浆管外用宽度 50 mm 左右的自行车内胎以“一层压一层”的形式紧密缠绕 1 层或 2 层,收尾端活头部分用卡箍锁死。然后在胎胶外侧再缠绕多层绝缘防水胶布。确保注浆逆止阀在轻微碰撞剐蹭情况下不被破坏且能有效逆止。

(4)带有注浆管(底端含射浆管)的钢筋笼(可能为 2 节或以上)制作好后,每下一节钢筋笼后,必须往注浆管内注清水,检查密封性(当注浆管内注满清水,水面能够保持稳定且不下降,证明注浆管密封可靠)。

### 4.2 注浆与注浆控制

(1)桩身混凝土灌注完后,宜在 12~24 h 内用清水试压,以清除射浆管逆止阀周围混凝土中水泥浆液,防止封闭射浆管,确保以后注浆能顺利进行<sup>[4]</sup>,这一过程也称之为开阀。后注浆施工宜在桩身混凝土养护 7 天后进行,每桩 2 根注浆管采取并联注浆。先压稀浆再逐渐加浓,浆液配比一定要按要求进行,压浆过程应全程监控压力表变化情况。

(2)为提高注浆渗透分布的均匀性和有效性,注浆量控制宜小不宜大,结合本工程地质情况及设计要求:应采用一次升压法,注浆压力一次性升至 2 MPa 进行压浆,注浆速度宜慢不宜快,一般按 30 L/min 进行控制;水泥压入量每根桩 1300 kg。

(3)终止注浆条件:采用注浆压力与注浆量双控,以注浆量控制为主,注浆压力控制为辅。当满足下列条件之一时可终止注浆:

①压浆总量和压浆压力均达到设计要求。

②压浆总量已达到设计值的 75%,且注浆压力在设计值范围 1.5~2.5 MPa。

③当注浆压力长时间低于正常值或地面出现冒浆或周围桩孔窜浆,应改为间歇注浆,间歇时间宜为 30~60 min,或调低浆液水灰比。

(4)后注浆施工过程中,应经常对后注浆的各项工艺参数进行检查,发现异常应采取相应处理措施。

(5)为防止水泥压注完毕因管内压力过大造成返浆现象,要求在注浆管口处安装相应规格的水管球阀,在压浆完毕后关闭球阀,待管内浆液压力释放完毕后方可拆除。

### 4.3 后注浆施工中的质量问题及注意事项

后注浆施工中的质量问题主要有射浆管逆止阀打不开注不进去浆、单桩注浆量不足、冒浆、意外中断注浆等。

(1)为确保压浆的顺利进行,首要问题是要保证射浆管成功开阀。使射浆管逆止阀成功开阀需要注意以下几点:

①成孔施工时,严格控制桩底标高,不得超深钻孔,使射浆管能插入粉砂层。

②成孔施工时,保证局部不超规范缩径,使注浆管、注浆阀等受挤压损坏。

③带有射浆管的钢筋笼应徐徐下入桩孔内,严禁用力下怼,避免对射浆管、逆止阀等造成损害。

④射浆管与注浆管的丝扣连接,外缠胶带层数不宜少于 3 层。

⑤射浆管下置过程中,不能因防水胶布破损,而使水泥砂浆进入射浆管而堵塞逆止阀。

(2)单桩注浆量不足。注浆时最好采用整个承台群桩一次性压浆,先外围后中间的原则,能保证中间桩位的注浆质量,若出现个别桩注浆量不足,可视情况加大邻近桩的压浆量作为补充。

(3)冒浆是注浆时发生水泥浆沿着桩侧或在其他部位冒浆的现象。若水泥浆液是在本桩侧壁或其他桩或地面上冒出,注浆量也基本满足了设计要求可停止注浆。若从本桩侧壁冒浆且注浆量较少,则问题比较棘手,要具体分析是否与第二条单桩注浆量不足遇到的问题相同,如相同,则加大邻近桩的注



浆量进行补足。如不同,应改为间歇注浆或调低浆液水灰比完成补浆。

(4)单桩注浆要求一次性连续完成,尽量避免被迫中断注浆。如中断应立即查明原因,采取有效措施排除故障,尽快恢复注浆。恢复注浆时从稀浆开始,后逐渐增加至中断前的浆液稠度。

(5)浆液搅拌站、注浆泵与注浆点的距离不宜超过 50 m,输浆管道尽量采用直接头,避免弯道太多,保持浆液流动通畅。注浆过程中严格控制搅拌浆液水灰比、稠度,浆液不能太稠,要有可泵性,搅拌的浆液要过筛,避免颗粒物混入浆液。

## 5 影响承载力问题分析

在同一桩基参数及地质情况下,如桩基施工不稳定,注浆管、射浆管、单向阀等制作不规范(不能保证其有效性)、注浆过程控制不利,那么后注浆效果就会有巨大差异。

针对本工程实例进行分析,41号桩的单桩竖向抗压极限承载力仅为 6400 kN,不满足设计要求的 8000 kN。在槽底进行勘察及人工测量,采用 4 m 的细钢筋下探入注浆管内,均不见底;另又对本桩槽底桩头的桩径实测为 687 mm,较设计值偏小。如注浆管、射浆管、单向阀等制作比较规范,能充分发挥其有效性,注浆压力和注浆量在达到规定的终止注浆条件时停止注浆,那么施工后注浆管不应该为无浆空管。又采用低应变反射波法对 41号桩进行桩身完整性检测,结果显示为一类桩,桩身完整性良好。那么初步判定射浆管逆止阀的缺陷导致桩端和桩侧注浆量不足,导致其单桩竖向抗压承载力不满足设计要求。亦可采取抽心等有针对性的手段进一步检查验证桩端持力层的硬化情况,为后续工程施工提供保障。

根据设计方与业主要求,4号楼工程对发现注浆管浅部无浆的桩均进行了补浆处理,另针对部分区域进行了补桩处理。位于 4号楼旁的 6号楼,桩型参数与 4号楼完全一致,在基槽开挖后也发现部分桩的注浆管内浅部无浆,设计方按照与 4号楼相同的方案进行了补桩处理。设计要求从 6号楼内补桩选取一根进行单桩静载试验。后续的补桩,为保证后注浆的单桩承载力满足设计要求,必须严格按照上述要求进行注浆管的设置及安装制作,严格控制注浆过程,必须严把施工细节及相关注意事项。

6号楼补桩在达到龄期后进行了单桩静载试验,测得其最终沉降量为 19.33 mm,根据检测数据绘制的  $Q-s$ 、 $s-lgt$ 、 $s-lgQ$  曲线图分析,单桩竖向抗压极限承载力满足了设计要求。

## 6 结语

后注浆技术工艺使传统灌注桩质量的可靠性及单桩承载力大大提升,可以创造非常可观的经济效益<sup>[15]</sup>。只有先保证传统灌注桩的成孔质量,严格注浆管、射浆管、逆止阀的制作质量管控,再加强后注浆的注浆量和泵送压力过程控制,才能保证后注浆技术的应用效果,体现其价值。天津软土地区灌注桩应用后注浆技术非常多,尤其是桩底后注浆技术应用。但是,总体应用水平、操作实施的规范性方面不太理想。如果应用得当,注浆效果单纯承载力提升方面应该在 20%~40%,甚至更高。后续将继续搜集大量工程案例进行比较分析,进一步补充验证,给出天津地区不同土质后注浆工法提高单桩承载力的合理建议;并对后注浆工艺,注浆管、射浆管、逆止阀的制作与安装等提出规范化建议,促成天津地方标准的形成和制订。

## 参考文献(References):

- [1] 郑楷.北京市某超高层建筑基础灌注桩后压浆技术的研究与应用[D].长春:吉林大学,2013.  
ZHENG Kai. Research and application of cast-in-place pile foundation post grouting technology of super-tall building in Beijing[D]. Changchun: Jilin University, 2013.
- [2] 夏群.超高层建筑中钻孔灌注桩后注浆技术分析及其应用[J].工程勘察,2012,40(11):37-43.  
XIA Qun. Analysis on post-grouting technique for bored piles and its application in super high-rise buildings[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2012,40(11):37-43.
- [3] 张慧.后压浆灌注桩在天津超高层建筑基础中的应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(3):84-89.  
ZHANG Hui. Application analysis on post grouting pile in super high-rise building foundation of Tianjin[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(3):84-89.
- [4] 郑楷,赵大军,隗延龙,等.灌注桩后注浆对沉降影响的数值分析[J].施工技术,2016,45(7):66-69.  
ZHENG Kai, ZHAO Dajun, WEI Yanlong, et al. Numerical analysis of the influence of post grouting for cast-in-situ piles [J]. Construction Technology, 2016,45(7):66-69.
- [5] 周志刚.后压浆灌注桩承载性状研究及应用[D].北京:中国地质大学(北京),2018.  
ZHOU Zhigang. Research and application of bearing status of post-grouting piles[D]. Beijing: China University of Geosci-

- ences (Beijing), 2018.
- [6] 万志辉,戴国亮,龚维明,等.超厚粉细砂地层组合压浆桩压浆效果试验[J].中国公路学报,2018,31(3):59-67.  
WAN Zhihui, DAI Guoliang, GONG Weiming, et al. Experiment on grouting effects of combined grouting piles under extra-thick fine silty sand layer[J]. China Journal of Highway and Transport, 2018,31(3):59-67.
- [7] 万志辉,戴国亮,王磊,等.黏性土层中后压浆桩承载性状的对比试验研究[J].岩土工程学报,2018,40(S2):194-198.  
WAN Zhihui, DAI Guoliang, WANG Lei, et al. Experimental study on bearing behaviors of post-grouting bored piles in cohesive soils[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2018,40(S2):194-198.
- [8] WAN Z H, DAI G L, GONG W M. Full-scale load testing of two large diameter drilled shafts in coral-reef limestone formations[J]. Bulletin of Engineering Geology and Environment, 2018,77(3):1127-1143.
- [9] 孙凤玲,刘焕存,刘涛.武汉某摩擦型灌注桩后注浆单桩竖向承载力实验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(5):63-66.  
SUN Fengling, LIU Huancun, LIU Tao. Experimental study on vertical compressive bearing capacity of single pile with post grouting technology in Wuhan[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(5):63-66.
- [10] 李东海,陈奕柏,谢洪波,等.滨海软弱地基钻孔灌注桩抗压承载力失效分析[J].施工技术,2016,45(9):111-114.  
LI Donghai, CHEN Yibai, XIE Hongbo, et al. Failure analysis of the compressive bearing capacity of drilling piles in coastal soft foundation area[J]. Construction Technology, 2016,45(9):111-114.
- [11] 焦文秀.泥浆护壁成孔灌注桩后注浆技术正确应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(7):87-89.  
JIAO Wenxiu. Study on proper application of post-grouting technology for holing cast-in-place pile with slurry retaining [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(7):87-89.
- [12] 何一鸣,万志辉,邓会元.后压浆单桩室内长期承载性能试验研究[J].施工技术,2017,46(19):72-75.  
HE Yiming, WAN Zhihui, DENG Huiyuan. Experimental research on the long-term bearing behavior of post-grouting single pile[J]. Construction Technology, 2017,46(19):72-75.
- [13] JGJ 106-2014,建筑基桩检测技术规范[S].  
JGJ 106-2014, Technical code for testing of building foundation piles[S].
- [14] 胡胜华,张所邦,韩朝,等.灌注桩后压浆技术的工程实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(12):71-74.  
HU Shenghua, ZHANG Suobang, HAN Chao, et al. Engineering practice of post-grouting in cast-in-situ pile[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(12):71-74.
- [15] 孟宝华,邓宇,徐俊.旋挖成孔灌注桩后注浆工艺在成都京东方桩基工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(11):84-87.  
MENG Baohua, DENG Yu, XU Jun. Application of post-grouting technology for rotary holing cast-in-place pile in pile foundation project of BOECD[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(11):84-87.

(编辑 周红军)

## 专题征稿

### “海洋钻探技术与装备”专题

建设海洋强国,是建设中国特色社会主义的重要组成部分。我国“十三五”规划纲要提出了“深海、深地、深空、深蓝”四个领域的战略技术部署。其中“深海”方面,亟待在深海资源勘探等方面关键技术有所突破,是一项重要的任务目标。以“一核两深三系”为主体的自然资源重大科技创新战略,也把深海探测列为核心内容之一。

近年来,我国海洋地质调查和资源勘探方面取得了丰硕成果。我国两次的海域海域天然气水合物试采成功,钻探工程技术在其中都发挥了不可或缺的重要作用。然而,我国海洋钻探技术和装备基础相对还比较薄弱,需要加大研究和攻关力度,不断总结提高,才能更好地为海洋强国、科技强国提供强有力的技术支持。

本刊“海洋钻探技术与装备”专题,征集以下内容稿件(但不限于):

- 海洋地质调查钻探取样技术
- 海上钻探及取样器具
- 海水钻井液、环保钻井液
- 海域天然气水合物勘探技术

- 钻探船及海上(水上)钻探平台
- 海上油气钻井技术
- 水域钻探技术等

稿件要求:参见《探矿工程(岩土钻掘工程)》投稿指南:  
[http://jour.tkgc.net/ch/first\\_menu.aspx?parent\\_id=20150106042322001](http://jour.tkgc.net/ch/first_menu.aspx?parent_id=20150106042322001)

论文提交截止时间:2020年8月30日

投稿网址:www.tkgc.net

投稿流程:探矿工程在线(www.tkgc.net)→作者登录→注册→登录→按提示上传稿件(注:选择栏目时请选“海洋钻探专题”)。

欢迎广大科研人员和工程技术人员投稿!

联系人:韩丽丽(879017787@qq.com, 13473688373, 0316-2096324)

李艺(617140994@qq.com, 18515466615, 010-68320471)

《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部