

疏堵结合堵漏技术在基坑渗漏处理中的应用

邵吉成, 骆嘉成, 卢立海

(温州浙南地质工程有限公司, 浙江 温州 325006)

摘要:以温州市江滨商务区桃花岛片区 T05-18 地块项目基坑堵漏为例,详细论述了该基坑出现渗漏的原因,并采用疏堵结合堵漏技术对该基坑进行堵漏。用导流管对漏水口进行疏水,可缓解漏水口及周围部分区域土层中的水压力,提高堵漏的成功率;再通过双液注浆的方式,截断基坑中部分水流路径,从而减小漏水口的水流量,同时对基坑起到加固作用。结果表明,疏堵结合堵漏技术在应用中具有快捷、精准、有效等特点,该基坑内 57 处漏水口均得到有效处理。

关键词:基坑工程;渗漏;疏堵结合堵漏技术;导流管;疏水;双液注浆

中图分类号:TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2020)06-0092-05

Application of drainage and plugging technology in treatment of leakage in the foundation pit

SHAO Jicheng, LUO Jiacheng, LU Lihai

(Wenzhou Zhe'nan Geological Engineering Co., Ltd., Wenzhou Zhejiang 325006, China)

Abstract: In this paper, the causes of leakage to the foundation pit is illustrated in detail by the example of a construction site in Wenzhou City, where drainage and plugging technology was used to treat leakage to the foundation pit. A diversion pipe was used to drain the leakage outlets to relieve the water pressure in the soil layer of the leakage site and some surrounding areas, and to improve the success rate of leakage stoppage. Then, double-liquid grouting was used to cut off part of the water flow path so as to reduce the water flow from the leakage outlets; and to reinforce the foundation pit. The results showed that drainage and plugging provided efficiency, accuracy and effectiveness in the field, with 57 leakage points in the foundation pit effectively treated.

Key words: foundation pit engineering; leakage; dredging and plugging technology; diversion pipe; drain water; double liquid grouting

0 引言

水泥搅拌桩是将水泥作为固化剂,利用搅拌机将水泥与地基软土强制拌合,使软土硬化,从而达到增加地基强度的作用。因具有效率高、成本低以及无污染等^[1]优良特性,水泥搅拌桩被广泛应用于基坑的围护和止水^[2-3]。在我国东南沿海地区,水泥搅拌桩被广泛应用于基坑止水,在施工过程中,因地质条件复杂、止水帷幕设计不当以及施工质量控制不严格等^[4-6]原因,导致基坑的止水帷幕出现渗漏情况,严重影响基坑的安全稳定,给施工带来较大的麻烦,同时对地下管网和周围建筑物的开裂、倾覆有较大影响^[7-11]。因此,探究基坑止水帷幕漏水的原因

并制定相应的有效处理措施具有重要的意义。

1 工程概况

温州江滨商务区桃花岛片区 T05-18 地块位于温州市蒲州街道屿田村。项目北侧为规划道路,东侧为空地,南侧隔河流为机场大道,西侧为规划道路。该项目总用地面积约 25567 m²,由 7 幢 31~32F 高层及 2F 地下室(局部)组成,全场下设 1F 地下室,西侧局部设 2F 地下室。

1.1 工程地质及水文条件

基坑浅部土层分布情况见表 1。从表中可以看出,在基坑开挖面的第四层有中砂夹淤泥层,属渗透

收稿日期 2020-01-13; 修回日期:2020-03-18 DOI:10.12143/j.tkgc.2020.06.016

作者简介:邵吉成,男,汉族,1992 年生,工程师,岩土工程专业,硕士,从事地基与基础工程工作,浙江省温州市瓯海区新桥街道站前路 199 号。

引用格式:邵吉成,骆嘉成,卢立海.疏堵结合堵漏技术在基坑渗漏处理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(6):92-96.

SHAO Jicheng, LUO Jiacheng, LU Lihai. Application of drainage and plugging technology in treatment of leakage in the foundation pit[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(6):92-96.

性较好的渗透层。该层土顶板埋深在 0.7~8.9 m, 在开挖深度范围内。

表 1 基坑浅部土层分布情况

Table 1 Composition of shallow soil at the foundation pit

编号	土层名称	特性	顶板埋深/m	厚度/m
①	杂填土	松散状		0.3~2.8
②	粘土	软—软可塑, 高压缩性	0.3~3.5	0.3~3.5
③	淤泥	流塑状, 高压缩性	0.6~4.4	2.0~6.8
④	中砂夹淤泥	松散状, 饱和	0.7~8.9	2.1~17.5
⑤	淤泥	流塑状, 高压缩性	8.1~20.4	7.8~23.5

浅部的孔隙水潜水, 赋存介质主要为杂填土、粘土、淤泥。杂填土中孔隙潜水水量较大, 对基坑开挖影响较大; 粘土和淤泥层水迳流条件较差, 水量小。地下水主要接受大气降水的补给, 排泄以蒸发为主, 埋深较浅, 具明显的季节相关性。勘察期间观

测得稳定水位埋深为 0.40~1.70 m, 水位高程为 2.47~3.85 m, 西南侧河流水位为 2.50 m。承压水赋存介质为中砂夹淤泥, 水量较丰富, 水迳流条件稍好。承压水水头实测高程约 2.74 m, 略低于潜水水位, 浅部承压水与场地西南侧河水联系紧密, 基坑开挖主要受潜水、浅部承压水及大气降水影响。

1.2 基坑支护方案

结合场地现场环境, 确定基坑东侧采用 6 排 $\text{O}650 \text{ mm} @ 500 \text{ mm}$ 的三轴水泥搅拌桩重力式挡墙作维护; 北、西、南三侧主动区支护形式为(图 1):

- (1) 围护桩: 双排刚性围护桩, $\text{O}900 \text{ mm} @ 1100 \text{ mm}$ 灌注桩和 $\text{O}900 \text{ mm} @ 3300 \text{ mm}$ 灌注桩。
- (2) 止水帷幕: 2 排 $\text{O}850 \text{ mm}$ 三轴水泥搅拌桩。
- (3) 基坑内设置内支撑。

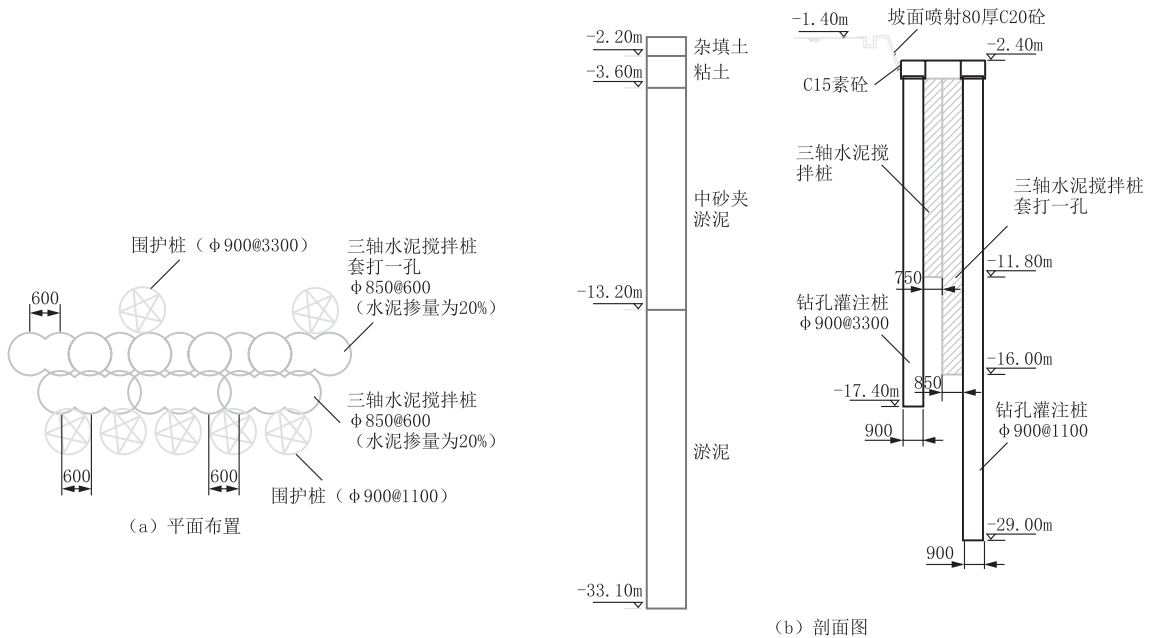


图 1 基坑支护结构桩位布置
Fig.1 Layout of the foundation pit support piles

2 基坑渗漏分析

2.1 基坑渗流情况

基坑开挖至中砂夹淤泥层时, 基坑内出现多处渗漏情况, 漏水口主要分布于基坑的南面和西面(图 2), 根据漏水口有无砂子的流出将其分为渗流口和涌砂口。将漏水口依次编号, 基坑西北部漏水口为 L1, 基坑东南部漏水口为 L57, 共 57 个渗漏口, 如表 2 所示, 漏水口水流量在 1.1~24.5 L/min 不等。

基坑中大多数涌砂口都是由渗流口逐渐发育而

成的, 未及时处理的渗流口在水压作用下, 使基坑壁逐渐被破坏, 水流突破基坑壁流进基坑, 水流逐渐加大并携带基坑内部砂子流出, 最终形成流量较大的涌砂口。

表 2 漏水口的类型及统计

Table 2 Types and summary of the leakage

基坑方位	东面	西面	南面	北面	总计
渗流口	0	19	8	0	27
涌砂口	0	22	8	0	30
合计	0	41	16	0	57

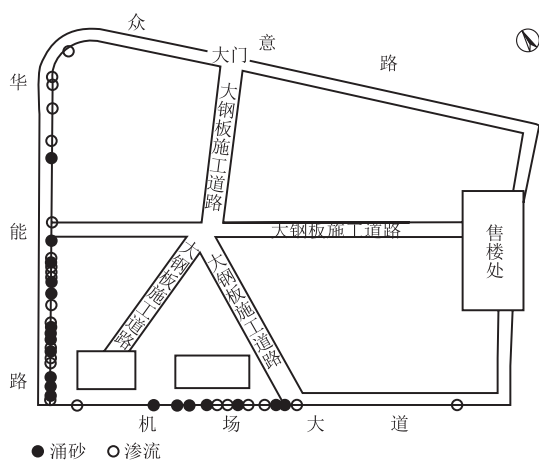


图2 漏水口分布位置

Fig.2 Distribution of the leakage

2.2 基坑渗漏原因分析

(1) 基坑开挖面存在地下障碍物: 基坑开挖范围内存在地下块石以及未处理的老灌注桩。在三轴搅拌桩施工过程中, 因障碍物的存在使三轴搅拌桩对基坑加固存在缺陷, 导致基坑止水帷幕不闭合。

(2) 基坑开挖面存在砂层: 该基坑的渗漏口主要集中在基坑的南面和西面, 根据基坑现场开挖情况可知, 基坑的南面和西面存在较厚的砂层, 砂层中夹杂着部分淤泥。相比较南面和西面, 基坑的东面和北面开挖出来的土质以淤泥为主, 在止水帷幕的作用下, 基坑东面和北面未出现渗漏情况。基坑的砂层透水性大, 开挖后在砂层部位出现较小的渗流口, 在水压力作用下, 逐渐发育为较大的涌砂口。

(3) 基坑开挖面存在承压水: 基坑承压水水头实测高程约 2.74 m, 略低于潜水水位, 浅部承压水与场地西南侧河水联系紧密。

3 常见的堵漏技术

针对基坑漏水情况, 常见的堵漏方法可分为内堵法和外堵法^[12]。内堵法是在基坑内部实施的被动堵水方法, 采用各种堵水材料直接对基坑内存在的漏水口直接封堵, 达到止水的目的。这种方法施工方便、快捷, 但在水压较大的环境下堵好的漏水口易被冲破, 出现二次漏水情况。此外, 内堵法施工完毕后, 漏水口周围土层也需承受一定的水压力, 当漏水口周围土层存在薄弱区域时, 易出现新的漏水口。

外堵法是根据漏水口所在位置, 在基坑外部采用主动止水的方式。在止水帷幕内外两侧钻孔并注入胶凝材料, 将止水帷幕存在的缺口封堵, 达到基坑

内部止水的目的^[13-15]。这种方法施工范围广, 可适用大部分基坑漏水情况, 但施工难度较大, 精确性差且费用较大。

4 疏堵结合堵漏技术的应用

由于本工程基坑南侧外部为河流, 西侧外部场地被占用, 现场情况复杂, 常见的内堵法和外堵法经现场应用后发现效果较差, 对本工程都不适用。基坑中存在的漏水口较多, 基坑堵漏的实施刻不容缓, 尤其是涌砂口, 基坑内大量砂子的流出使基坑内出现空洞, 基坑局部产生塌方情况。综合考虑后决定采用疏堵结合堵水技术对基坑渗漏口进行快速堵漏。图3为疏堵结合堵水技术的施工工艺流程图。

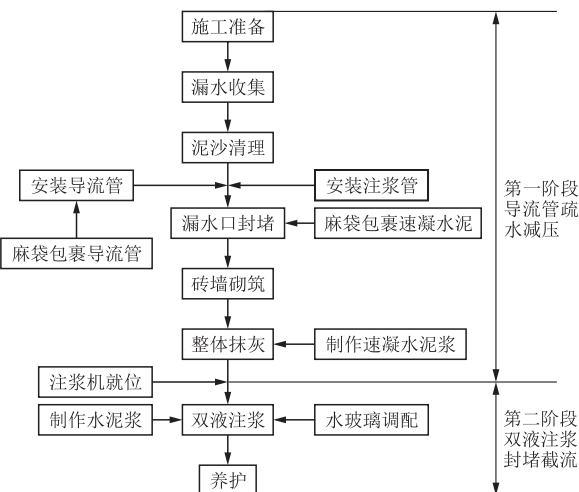


图3 疏堵结合堵水技术施工工艺流程

Fig.3 Construction process flow of drainage and plugging technology

4.1 第一阶段: 导流管疏水减压

4.1.1 施工步骤

(1) 在基坑内部采取疏水操作, 缓解漏水口及周围部分区域土层中的水压力。将导流管的一端用麻袋包裹, 用铁丝拧紧以防脱落, 将绑扎麻袋的一端深入漏水口进行引流。同时在漏水口内、导流管周围预埋 2 根注浆管, 为第二阶段注浆加固做好准备。

(2) 用麻袋包裹速凝水泥粉, 分层填补漏水口周围空隙, 并逐层压实, 表面用速凝水泥浆抹平, 确保完成后, 水流仅从导流管内流出。由于麻袋的过滤作用可使基坑内砂子不被水流带出, 避免基坑内空洞加大。

(3) 为确保漏水口不被再次冲垮, 漏水口周围砌筑砖墙进行统一加固, 使被加固区形成统一整体。砖墙的砌筑宽度、高度根据各个漏水口的实际情况

而定,要求全面覆盖漏水口并向外延伸 0.3 m。导流管疏水减压示意图如图 4 所示。

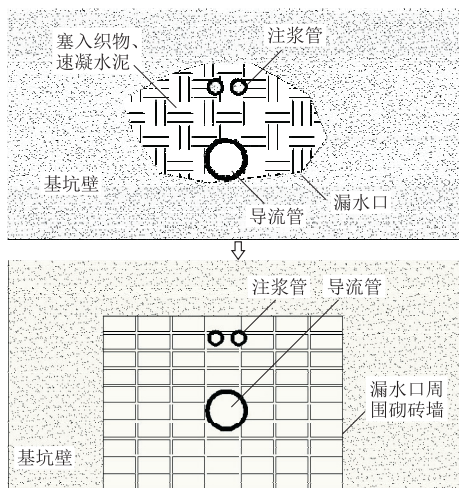


图 4 导流管疏水减压示意

Fig.4 Schematic diagram of relieving pressure by draining water through diversion tubes

(4)用速凝水泥浆对整个砖墙墙面进行抹灰处理,避免砖缝出现薄弱环节,抹灰层厚度 ≤ 2 cm。砖墙边与基坑土接触部位需特别注意,可适当增加抹灰厚度,需保证抹灰完毕后,接触部位无渗水现象出现。速凝水泥浆水胶比为 0.5。

4.1.2 材料要求

(1)导流管:一般采用 PVC75,特殊情况可根据漏水口水流量选择管径,导流管要求深入漏水口底部后外露长度 >0.3 m,以便将漏水口中的水流引出并排到指定位置。

(2)麻袋和铁丝:麻袋要求干净无泥,透水性好;铁丝直径为 1 mm,长度为 1 m。

(3)速凝水泥浆:用具有微膨胀性的速凝水泥现场配置,水胶比为 0.5。

(4)砖块和水泥砂浆:砌筑砖块采用 240 mm \times 115 mm \times 53 mm 标准水泥砖,水泥砂浆等级为 M10。

4.2 第二阶段:双液注浆封堵截流

在第一阶段导流管疏水减压完成后,从漏水口处预留的注浆管向漏水口内部注入水泥浆和水玻璃胶。双液注浆的目的在于:其一,可以填补基坑内部“空洞”,并对漏水口及周围区域进行加固;其二,可截断基坑中部分水流路径,减小漏水口水流量。

4.2.1 施工步骤

(1)将水泥浆和水玻璃胶分别从 2 根注浆管中同时注入。刚开始注浆时,注浆压力控制在 0.5~1

MPa,同时观察漏水口处基坑稳定情况,并逐渐加大注浆压力(1.5~2.5 MPa)。若出现基坑加固区变形可适当减小注浆压力。

(2)当导流管有浆液流出时,停止注浆,用麻袋将导流管管口塞紧,防止浆液流出。并将 2 个注浆管用木塞或麻袋堵紧,防止浆液流出。

4.2.2 材料要求

注浆配比:水泥浆:水玻璃=1:1。

水泥浆水胶比:1:0.7~1:1,水玻璃为 38~44 波美度。

注浆压力:1.5~2.5 MPa。

注浆管:外径 48 mm,内径 40 mm。

在双液注浆完成后,导流管不进行封堵,对基坑漏水口进行持续导流减压。由于麻袋的过滤作用,基坑中砂子不被带出,导流管中始终只流清水,通过接管的方式将导流管中清水排到指定区域即可。

5 基坑堵漏效果

施工完成后,基坑内渗水、涌砂情况得到有效处理,处理后的漏水口不漏水或者只流清水(安全),且后期不再出现涌砂情况。图 5 为处理后的止水效果对比情况。

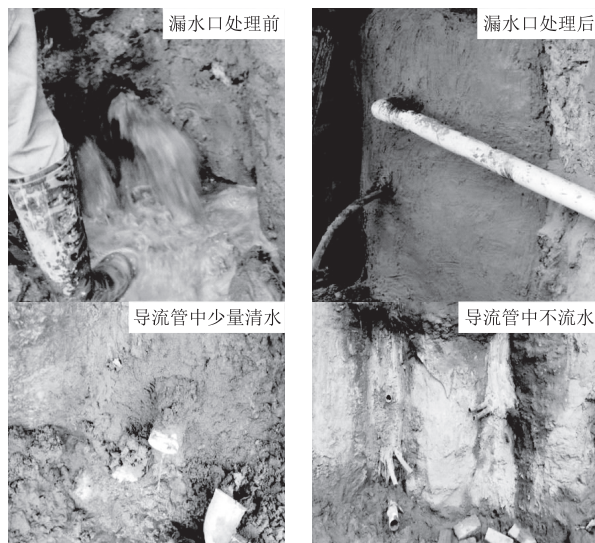


图 5 处理前后的止水效果对比

Fig.5 Comparison of leaking stoppage effect before and after treatment

双液注浆对漏水口加固的同时,截断了漏水口全部或部分水流路径,减小了漏水口的水流量,避免过大的水压力对基坑安全形成威胁。在导流持续引

流作用下,漏水口周围土中水压力逐步降低,并达到平衡稳定状态,麻袋的过滤避免了基坑内砂子的流出,解决了含砂层基坑因砂土流失而导致基坑塌方的隐患。对基坑漏水口处理后水流量进行统计,57个渗漏点中,有33个渗漏点不再渗漏,其余24个渗漏点的渗漏量为0.11~2.2 L/min,比处理前有大幅度下降。

6 结论

(1)本文以温州市江滨商务区桃花岛片区基坑止水帷幕失效为例,结合现场地质水文条件,详细阐述了该基坑发生渗漏的原因(共有3个):基坑开挖面中存在含砂层;地下存在障碍物使止水帷幕不闭合;含砂层中存在承压水。

(2)在分析基坑产生塌方现象原因的基础上,提出新的止水理念:疏堵结合堵漏技术。该技术允许漏水口流少量的水,但不允许基坑内部砂子流出。

(3)导流管的疏水作用可缓解基坑中水压力,提高堵漏成功率。麻袋的过滤作用避免基坑中砂子的进一步流出,保证基坑安全。

(4)双液注浆对基坑内存在的空洞进行填补,保证基坑安全;同时截断全部或部分水流路径,使导流管的持续正常减压作用得以发挥。

参考文献(References):

- [1] 陈明付.浅析三轴水泥搅拌桩止水帷幕施工工艺及难点[J].四川建材,2017,43(6):126-127.
CHEN Mingfu. Construction technology and difficulties of the tri-axial cement mixed pile water cut-off curtain[J]. Sichuan Building Materials, 2017,43(6):126-127.
- [2] 毛洁.禹城通裕阳光豪庭基坑工程施工工艺对周边建筑物的影响分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(10):62-65.
MAO Jie. Influence of the foundation pit construction process in Yucheng on surrounding buildings[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(10):62-65.
- [3] 曹福林.基坑止水帷幕中三轴搅拌桩的运用研究[J].建材与装饰,2018(48):12-13.
CAO Fulin. Application of tri-axial mixed piles in the water cut-off curtain for the foundation pit[J]. Construction Materials & Decoration, 2018(48):12-13.
- [4] 陈云彬,马德强.临海厚砂质地层中防止基坑渗流破坏的工程实践[J].岩土工程学报,2012,34(S1):461-464.
CHEN Yunbin, MA Deqiang. Engineering practice in preventing damage of excavations due to seepage in coastal sandy ground[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2012,34(S1):461-464.
- [5] 任志福.软弱土层基坑水泥搅拌桩止水帷幕失效分析[J].施工技术,2014,43(19):45-47,53.

- REN Zhifu. The waterproof curtain failure analysis of cement mixing pile in soft soil foundation excavation[J]. Construction Technology, 2014,43(19):45-47,53.
- [6] 薛爱文.某水泥搅拌桩基坑围护失效的原因分析及处理[J].浙江建筑,2011,28(8):26-28.
XUE Aiwen. Analysis and treatment measures for failure of cement mixing pile in one foundation pit support[J]. Zhejiang Construction, 2011,28(8):26-28.
- [7] 习哲.某项目基坑渗漏处理及分析[J].建筑安全,2019,34(7):23-27.
XI Zhe. Treatment and analysis of foundation pit leakage in a project[J]. Construction Safety, 2019,34(7):23-27.
- [8] 陆建生.深基坑水平止水帷幕无压性地下水控制设计及实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(6):57-62.
LU Jiansheng. Design and practice of non-pressure groundwater control for horizontal waterproof curtain in deep foundation pit[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(6):57-62.
- [9] 贾绍锋.深基坑围护结构渗漏处理技术[J].建筑,2014(6):71-72.
JIA Shaofeng. Leakage treatment technology for deep foundation pit enclosure[J]. Construction and Architecture, 2014(6):71-72.
- [10] 蔡文盛.基坑围护结构渗漏的堵漏措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(3):47-48,51.
CAI Wensheng. Seepage control on leaking in support structure of Foundation Pit[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2008,35(3):47-48,51.
- [11] 王克文.某深基坑工程渗漏原因分析及处置[J].低温建筑技术,2019,41(6):141-143.
WANG Kewen. Analysis of leakage causes of a deep foundation pit project and disposal[J]. Low Temperature Architecture Technology, 2019,41(6):141-143.
- [12] 刘建茂,徐涛,康和勇,等.“双液注浆法”在基坑堵漏中的应用研究[J].地质找矿论丛,2008,23(1):82-87.
LIU Jianmao, XU Tao, KANG Heyong, et al. Application of bi-slurry grouting method to blocking water seepage in the construction base pit[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2008,23(1):82-87.
- [13] 莫茗钧.高压旋喷桩止水帷幕在基坑支护中的应用[J].西部探矿工程,2017,29(8):14-15,18.
MO Mingjun. Application of the water cut-off curtain of high-pressure jet grout piles in foundation pit support[J]. West-China Exploration Engineering, 2017,29(8):14-15,18.
- [14] 沈涛,张荣灿,肖俊.软土地基深基坑综合堵漏技术[J].浙江建筑,2009,26(7):49-50,87.
SHEN Tao, ZHANG Rongcan, XIAO Jun. The composite leakage blocking technic used in deep excavation located in soft soil foundation[J]. Zhejiang Construction, 2009,26(7):49-50,87.
- [15] 彭文海,黄志忠.单管钻杆法双液注浆技术在深基坑堵漏工程的应用[J].广东土木与建筑,2015,22(6):37-39,36.
PENG Wenhai, HUANG Zhizhong. Application of single-tube drill method two fluid grouting technology for plugging engineering of deep foundation pit[J]. Guangdong Architecture Civil Engineering, 2015,22(6):37-39,36.