

# 既有地下地铁车站的改扩建施工

吴晓强, 田川

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川成都 610066)

**摘要:** 本文阐述了成都轨道交通 18 号线天府新站既有车站进行的改造, 以满足 19 号线线路增设折返并预留设站条件要求的过程, 采用扣件式满堂脚手架+钢柱组合支撑体系, 在钢管顶部设置螺旋自锁千斤顶, 通过 PLC 液压同步顶升控制系统分级加压对顶板、中板施加设计荷载顶力, 对结构中板、顶板进行卸载使结构恢复到受力“0”状态, 进而完成了体系转化, 确保了既有车站的结构安全稳定, 取得了较好的改造效果和经验<sup>[1]</sup>。

**关键词:** 既有地下地铁车站; 改扩建技术; 体系转化; 卸载施工; 天府新站

**中图分类号:** U231; U215

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2023)03-0076-06

## Reconstruction and Expansion Construction of Existing Underground Metro Stations

WU Xiaoqiang, TIAN Chuan

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

**Abstract:** In this paper, the existing station of Tianfu Xinzhan Station on Chengdu Rail Line 18 is reconstructed to meet the conditions for adding turnbacks and reserving stations for Line 19. The combined support system of fastener type full hall scaffolding and steel columns is adopted, and a screw self-locking jack is installed on the top of the steel pipe. The design load jacking force is applied to the top plate and middle plate through the hierarchical pressurization of the PLC hydraulic synchronous jacking control system, and the structural middle plate and top plate are unloaded. And then the structure restores to a "zero stress" state, the system transformation is completed, the safety and stability of the existing station structure are ensured, and good transformation results and experience are achieved.

**Key words:** existing underground metro stations; reconstruction and expansion technology; system transformation; unloading construction; Tianfu Xinzhan Station

### 1 概述

成都轨道交通 18 号线天府新站总长度为 512 m, 标准段宽 51 m, 顶板覆土厚度为 0.8 m, 底板埋深约 21 m, 总建筑面积约 54 019.44 m<sup>2</sup>, 设计为 18 号线与规划中的 19 号线共用换乘站, 两条线通过站厅换乘。18 号线、19 号线共用的天府车站为地下两层, 两线线路平行布置, 18 号线居中, 19 号线左右线分居其两侧, 规划中的 26 号线于该站垂直布置。为提高天府新站综合枢纽的服务水平, 同时在合江综合基地旁预留设站条件且便于运营人员乘坐, 19 号线线路增设了折返并预留了设站条件, 左线增加的长度约为 2.5 km, 右线增加的长度约为 2.3 km, 延伸后预留车

站一座。为此, 需对已建 18 号线天府新站进行改造, 以满足预留设站条件。阐述了对既有地下地铁车站进行的改扩建施工。

### 2 施工工艺流程及施工方法

#### 2.1 施工工艺流程

地下既有地铁车站改扩建施工工艺流程见图 1。

#### 2.2 施工方法

##### 2.2.1 施工准备

根据既有车站设计改扩建要求和既有结构梁板柱位置设计了钢管柱支撑系统和内部操作支架, 通过 Midascivil 建模模拟支架各阶段的受力情况并进行分析, 通过 PLC 液压同步顶升控制系统的应用, 在对既有结构梁板卸载加压过程中, 对

收稿日期: 2023-04-10

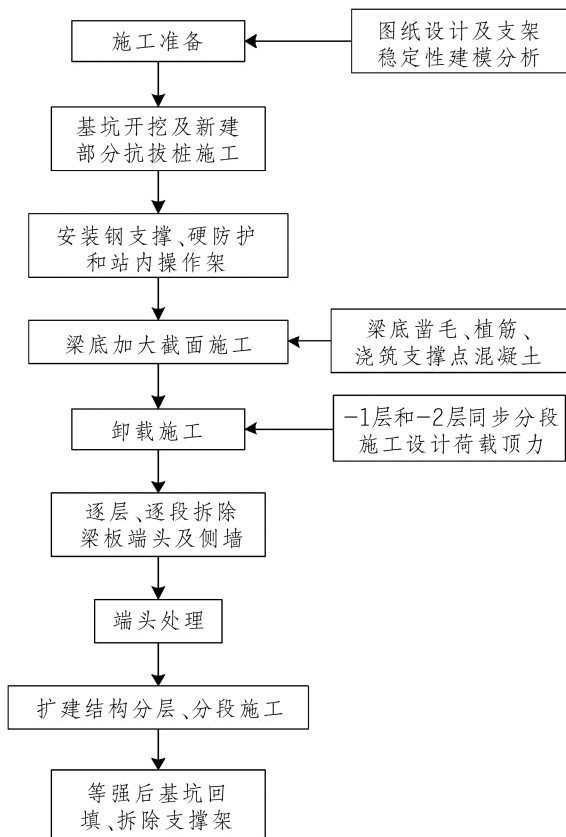


图1 地下既有地铁车站改扩建施工工艺流程图

各项参数进行了输入、对比及验证分析,掌握了最优的施工控制参数,确保了施工安全<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 基坑开挖及扩建部分的抗拔桩施工

根据既有车站埋深、站位及扩建车站边界等情况对改造部分车站基坑进行开挖,在施工现场采用放坡开挖至一定高程后进行抗拔桩施工。抗拔桩施工采用旋挖钻机,为了确保施工期间边坡的稳定,边坡首次开挖的深度控制在中板顶高程处,抗拔桩通过施作部分空桩予以实现<sup>[3]</sup>。

### 2.2.3 钢管柱支撑系统和内部操作支架的搭设

对于改造扩宽的46轴~49轴+6 m范围,钢支撑沿着既有侧墙边布置,相邻钢支撑之间的中心间距为3 m,46轴~49轴钢支撑中心距离负一层侧墙的距离为2.3 m,负二层侧墙的距离为2.1 m;49轴+3 m钢支撑中心距离负一层侧墙的距离为2.2 m,负二层侧墙的距离为2 m;49轴+6 m钢支撑中心距离负一层侧墙的距离为2.1 m,负二层侧墙的距离为1.9 m;一共28处,支撑由管身直径为609 mm、壁厚为16 mm的钢支撑和200 t双作用液压千斤顶组成,间距为3 m。

鉴于此时车站内部的铺轨已完成施工,故改造工程46轴~49轴横梁需要进行梁底凿毛、梁加高等处理,同时要满足正线(左、右线)轨道车通行需求。轨道限界的要求为线路以中心为中轴、左右外放1.6 m;高度的限界要求为轨顶上4.5 m。梁加固期间需采用扣件式满堂脚手架作为操作平台,钢管直径为48 mm,壁厚3.2 mm,立杆间距为1.5 m,大横杆间距为1.7 m,剪刀撑从两侧转角处沿周边每隔4跨(即6 m)设置,剪刀撑跨4根立杆,按二层一斜交沿高度方向通长设置,在行车范围处搭设门型支架以确保行车安全。

为防止拆除侧墙、梁、板时混凝土块掉落伤人及影响场内支撑和车辆行车安全,在卸载支撑外侧和轨行区行车限界处采用满铺复合模板进行全封闭。

### 2.2.4 梁底加大截面施工

为了确保加宽后结构的安全,对原设计的横梁进行了截面加大处理,顶板46轴~50轴/J~M轴梁底加高高度为150 mm,49轴~50轴/F~M轴梁底加高高度为150 mm,中板46轴~50轴/J~M轴梁底加高高度为250 mm,49轴~50轴/F~M轴梁底加高高度为250 mm。

(1)施工工艺流程:新旧混凝土交接面凿毛、梁底底部混凝土保护层凿除→梁底新增主筋植筋及机械连接、拉钩钢筋种植→焊接并绑扎U型箍筋→支模→浇筑高强无收缩灌浆料→拆侧模→养护。

(2)为保证新旧混凝土交接处的施工质量,对原结构表面采用风镐剔凿成毛,不得破坏和损伤原结构强度和原结构钢筋,并将原混凝土结构表面疏松、腐蚀等劣化的混凝土清除干净,采用高压水枪将其表面浸透并冲洗干净,将梁板钢筋与剔凿出来的原结构钢筋进行焊接、主筋采用植筋或灌浆套筒等方式连接、锚固,其连接长度必须满足相关规范及设计要求,对其表面涂刷界面剂以确保接触面良好。

(3)梁侧模和底模均采用1 800 mm×900 mm×18 mm覆膜层板,内楞采用50 mm×100 mm木枋,外楞采用直径48 mm,壁厚3.5 mm的钢管,采用吊模工艺,吊具为固定于原梁的螺栓,模板通过钢管和螺栓拉结固定,螺栓的间距为400 mm,植入原梁或焊接在已固定于原结构的拉结筋上。

(4)混凝土采用奥泰利牌 CGM-300 型高强水泥基无收缩灌浆料。该高强无收缩灌浆料通过模板侧面设置的入料斗浇筑。浇筑时,从一端往另一端浇筑,在侧模板两边对称下料,灌浆料为自流平材料,采用振动棒顺浇筑方向从模板外侧接

触振捣,梁板高强无收缩灌浆料浇筑完成 1 d 后拆除侧模,松开底模,塞入储水、吸水性能较强的织物或草袋后拧紧螺栓,使草袋、织物与灌浆料表面接触,定期进行洒水养护,养护时间不少于 7 d。梁底加大截面施工照片见图 2。

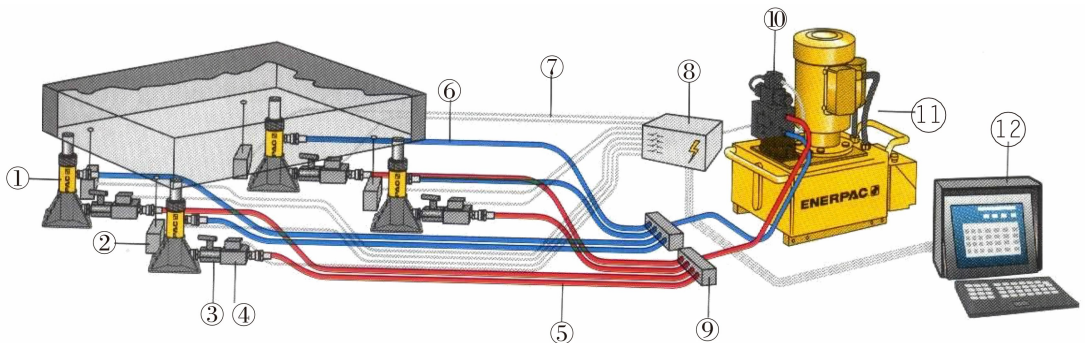


图 2 梁底加大截面施工照片

### 2.2.5 卸载施工

在负一层和负二层钢支撑安装加固完成、PLC 系统联机试顶及支撑点浇筑灌浆料并达到设计要求的强度后进行顶升卸载,卸载过程中需密切观察梁体的变化情况,发现梁体开裂或结构发生变化时应立即停止顶升,检查其是否超限,分析并解决其原因后方可继续进行顶升卸载。顶升

卸载完成后全面检查梁体情况,确认未出现超限变化后将螺旋自锁进行锁死,确保支撑稳固<sup>[4]</sup>。后续施工过程中,每天早中晚三次对支撑系统及顶升系统进行全面检查,发现压力或位移超限时必须及时进行调整以确保支撑系统的安全。PLC 液压同步顶升控制系统连接情况见图 3,PLC 液压同步顶升施工情况见图 4。



①顶升千斤顶;②位移传感器;③回油开关;④减压阀;⑤回油管;⑥进油管;⑦传感线;  
⑧中央控制器;⑨分配阀;⑩变频泵站;⑪油箱;⑫电脑控制台。

图 3 PLC 液压同步顶升控制系统连接示意图

### 2.2.6 侧墙及梁板的拆除

梁板的拆除先采用无损链锯切割断开,再采用风镐人工凿除,保留原梁的上下主筋及板的 Y 向钢筋。侧墙采用无损链锯切割,将侧墙分割成 2 000 mm×2 000 mm 大小的单块,按照先负一楼层顶板、侧墙,开挖负二层基坑后拆除负二楼层中板、侧墙的顺序进行切割拆

除。车站侧墙分块的切割顺序见图 5。

(1)切割工艺流程:确定切割位置→钻吊装孔或穿绳孔→安装固定导向轮→安装固定绳锯机→金刚石绳索安装→调节相关操作系统→安全防护栏的设置→切割。

(2)切割前,先进行预分块的计算。分块的原则以满足现场机械设备的吊运能力为准。





图4 PLC液压同步顶升施工照片

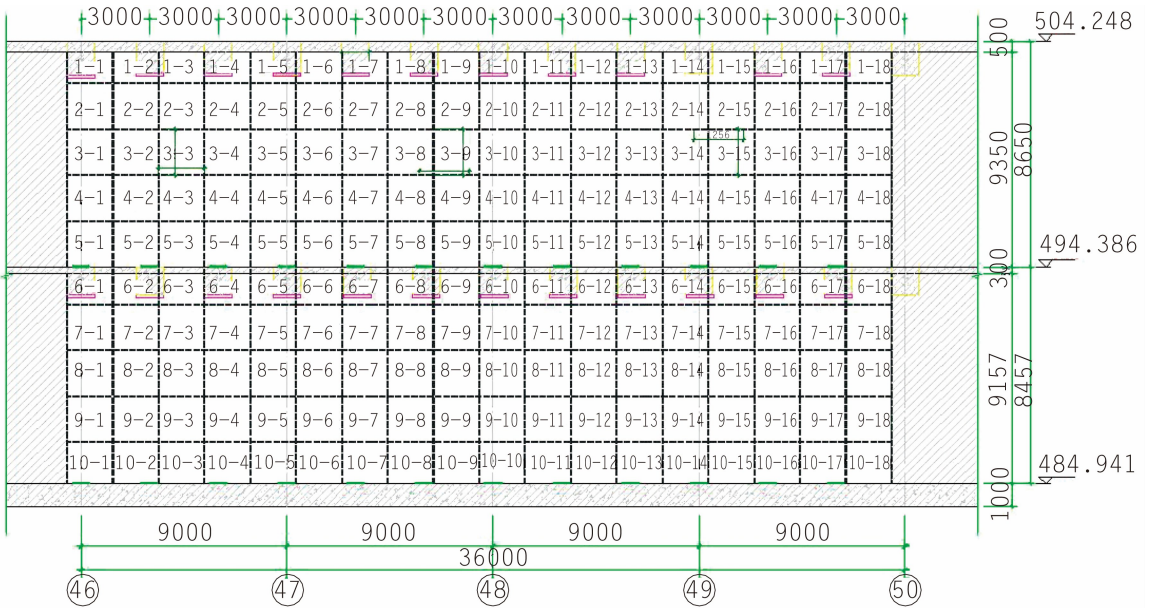


图5 车站侧墙分块切割顺序示意图

(3)安装固定绳锯机及导向轮,采用内膨胀地脚螺栓将绳锯主脚架及辅助脚架固定,同时要确保导向轮安装稳定,轮的边缘要与穿绳孔的中心线对准以确保切割面的有效切割速度,严控安装精度。

(4)根据已确定的切割方式将金刚石绳索按一定的顺序缠绕在主动轮及辅助轮上。注意:绳子的方向一定要与主动轮驱动方向保持一致。

(5)开启电动马达,通过控制盘调整主动轮的提升张力,保证金刚石绳的绷紧程度,供应循环冷却水;再开启另一个电动马达,驱动主动轮带动金刚石绳索回转切割。切割过程中必须密切观察机座的稳定性,随时调整导向轮的偏移以确保切割绳处于一个平面内。

(6)切割过程中,操作控制盘调整切割参数,

确保金刚石绳运转的线速度为 20 m/s 左右。同时,在其切割过程中,应保证具有足够的冲洗流量以保证对金刚石绳的冷却,并将磨削下来的粉屑带走。切割操作要做到三稳定,即:“速度稳定,参数稳定,设备稳定”。

(7)梁及墙体切割前,应采用水钻钻设  $\Phi 100$  mm 的吊装孔。分块切割时需注意:当分块底部切割至 2/3 时吊车的吊绳应同步套牢切割块,套牢完毕并经检查合格后方可继续进行剩余料的切割工作。切割后采用 50 t 汽车吊将混凝土块吊至现场破除区域进行破除,吊车的站位应平行于待拆除墙体外侧,吊装时,吊钩应与待吊装混凝土块处于同一中心线上。

### 2.2.7 端头处理

为保证新旧交接处的施工质量,需要对梁板

切割的新旧交接处进行剔凿施工, 凿除的宽度为 100 cm, 以确保同一截面的钢筋接头不大于 50%, 且其接头错开位置大于  $35d$  ( $d$  为钢筋的直径, mm), 剔凿时不得破坏原结构强度, 且不得损伤原结构钢筋。接长梁主筋与既有梁主筋的连接、接长板主筋与既有板主筋的连接均采用灌浆套筒。

(1) 灌浆采用的灌浆套筒和灌浆料由接头型式检验结果确定。对于首次施工, 宜选择有代表性的单元或部位进行工艺试验, 即试制作、试安装、试灌浆。

(2) 在连接钢筋的外表面标记出插入灌浆套筒的最小锚固长度, 该标志位置一定要准确、颜色要清晰, 针对灌浆套筒与钢筋之间的缝隙采取了防止灌浆料外漏的封堵措施, 且必须将钢筋轴线的偏差控制在不大于 5 mm 范围内, 钢筋端部的设置需要保证连接钢筋同轴、稳固的装置。灌浆



套筒安装就位后, 灌浆孔、出浆孔应在套筒水平轴正上方  $\pm 45^\circ$  的锥体范围内, 并需安装孔口超过灌浆套筒外表面最高位置的连接管或连接头。

(3) 采用电动设备将灌浆料搅拌均匀、均匀拌合, 并宜静置 2 min 后使用, 搅拌完成后, 不得再加水。灌浆作业采用压浆法将灌浆料从灌浆套筒的灌浆孔中注入, 当灌浆套筒的灌浆孔、出浆孔的连接管或连接头处的灌浆料均高于灌浆套筒外表面最高点时, 应停止灌浆并及时封堵灌浆孔与出浆孔。当灌浆施工出现无法出浆的情况时应查明原因, 采取相应的措施进行处理, 灌浆施工停止后 30 s, 当发现灌浆料拌合物下降时需检查灌浆套筒的密封性或灌浆料拌合物的排气情况, 并及时补灌或采取其他措施进行处理; 补灌应在灌浆料拌合物达到设计规定的位置后停止, 并在灌浆料凝固后再次检查其位置是否符合设计要求(图 6)。接长梁板主筋连接施工照片见图 6。



图 6 接长梁板主筋连接施工照片

### 2.2.8 新建加宽部分的施工

新旧接触面处理完成后, 新建加宽段按照底板、负二层中板、负一层顶板的顺序分层、分段进行施工, 施工工艺及方法同传统车站施工方式一致, 采用搭设满堂支架的方式进行施工, 待结构混凝土施工完成后施作防水层, 待加宽新建部分的结构混凝土强度达到设计要求后, 按照相关规范和设计要求分段分层进行墙背和板顶混凝土回填, 恢复原有车站的地面配套设施, 同步对车站内的支撑结构和作业平台分段进行拆除, 施工过程中必须加强监测以确保车站扩建部分的结构稳定。

### 2.3 施工注意事项及控制要点

(1) 施工前, 需要对所有的施工人员进行相关

施工安全教育, 牢固树立安全第一的思想, 同时要提醒大家落实安全生产、预防为主的方针。

(2) 为了安全保障, 一定要确保施工现场各个设施的布设符合防洪、防电、防火等相应的安全规定, 同时应避免出现施工部件坠落等现象, 并在施工现场危险突出的地段设置对应的安全标识牌和安全宣传标语。

(3) 对于施工用电安全, 一定要严格按照施工上报的用电方案严格实施。

(4) 施工过程中要时刻排查火灾隐患。氧气瓶绝不能接触油脂、乙炔等物品, 制定出严格的防火措施, 不断强化施工人员的防火安全意识。

(5) 施工机械的安全控制措施。

① 机械操作人员和特种设备操作人员必须持



有相应的操作合格证上岗,严禁发生无证操作设备的情况,同时亦不准将机械设备随意交由无相应操作资格证的人员使用。对于每台机器的操作人员都必须建立一人一档,实行专人专管。

②操作人员必需严格按照相对应的说明书和安全技术交底进行,并严格按照工作前所制定的检查制度或要求实施,在工作中需要密切注意观察对机器的运行状态并定期进行检查与保养。

③指挥相关施工机械的作业人员必须处于安全开阔地段,同时按照明确设定的指挥联系信号进行指挥。

④必须对施工用的机电仪器、车辆等设备定期进行安全大检查,对出现的问题要及时排除、整改,按照“四不放过”的原则进行调查处理,制定防范措施,防止机械事故的发生。

### 3 结 语

随着我国城市轨道交通建设投入的不断加大,城市地铁建设呈飞速发展,市民出行紧张的状况得到了缓解。但随着国家新型城镇化发展,城市人口数量迅速增长,远期城市发展将会面临既有车站预留规划线路接口不足<sup>[5]</sup>,换乘车站设计容量不满足通行要求等新问题,成都轨道交通 18 号线天府新站改扩建工程通过支架系统体系设计,利用 PLC 液压同步顶升控制系统分级加压、卸载,构建结构受力“0”状态,完成了体系转化,达到了预期的施工效果,有效解决了既有车站容量不足的问题,降低了对既有运行车辆行车安全的危胁,保证了施工安全,缩短了建设周期,所取得的经验可为后续类似工程借鉴。

地狭小、传统锚桩法试验无法开展的技术问题,又缩短了工期,保证了灌注桩的施工进度,节约了成本,取得了较好的经济效益。该试验方法具有工艺简单、试验数据准确、效率高等多种优点,值得在国内、外同类工程施工中推广应用。

#### 参考文献:

[1] 沙特国王港施工项目灌注桩规范,RE621012-2020-20[S].

[2] 刘捷,顾章川,俞先江.锚桩法静载桩基检测在港口工程试桩中的应用[J].铁道建筑,2014,54(6):63-65.

(责任编辑:李燕辉)

## 引江补汉工程输水总干线出口段输水隧洞开始混凝土衬砌

2023年5月29日,由中水五局承建的引江补汉工程输水总干线出口段安乐河输水隧洞正式开始混凝土衬砌施工。首仓混凝土衬砌部位为输水隧洞渐变段,计划分3仓浇筑,总长度15米。边顶拱首仓混凝土浇筑长度为4.5米,衬砌厚度为70厘米,浇筑过程持续6小时。项目部以“创一流工程、建精品工程”为目标,在工程开工准备阶段,多次联合业主、设计、监理召开专题会议,明确相关工艺、技术要求及突发事件应急措施,并对进场前的人员进行技术、质量、安全交底工作。在工程施工过程中,现场管理人员对关键工序进行全过程旁站监督,对混凝土振捣工序进行严格控制,对已浇筑部分的模板和衬砌台车进行测量监控。项目部还以施工现场重点任务为抓手,持续开展“党建+”活动,打造“五彩融”党建品牌,切实将党建融入生产一线,针对生产经营任务开展“党员先锋队”“青年突击队”“工人先锋号”创建活动,以“水清人廉”作为示范点,高效优质推进工程建设。由中水五局承建的引江补汉工程输水总干线出口段位于湖北省十堰市丹江口市,包含安乐河出口段隧洞、桐木沟检修交通洞、出口检修闸、出口检修排水泵站、安乐河整治及交通桥等施工作业面。

(中水五局 供稿)

号线天府新站改扩建工程通过支架系统体系设计,利用 PLC 液压同步顶升控制系统分级加压、卸载,构建结构受力“0”状态,完成了体系转化,达到了预期的施工效果,有效解决了既有车站容量不足的问题,降低了对既有运行车辆行车安全的危胁,保证了施工安全,缩短了建设周期,所取得的经验可为后续类似工程借鉴。

#### 参考文献:

[1] 李斌.既有地铁工程扩建改造技术研究[D].天津大学,2015.

[2] 安东辉,邵文.地铁车站扩建改造工程对原有结构受力影响分析[J].铁道标准设,2020,64(11):129-135.

[3] 杜宇.运营地铁几种土建相关改扩建工程研究[J].隧道建设(中英文),2020,40(7):1017-1028.

[4] 韩刚.既有地铁车站钢筋混凝土结构快速破除施工综合技术[J].铁道建筑技术,2017,(9):69-72.

[5] 余海.基于大换乘客流复杂条件下既有有线换乘站改造方案研究[J].科学技术创新,2020,24(35):107-111.

#### 作者简介:

吴晓强(1986-),男,山西朔州人,项目工程部副主任,工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工  
田川(1980-),男,湖北荆州人,副总经理,高级工程师,本科,从事市政经营及技术管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

[3] 静态轴向压缩载荷下桩的标准测试方法,ASTM-D1143/D1143M-2007(2013)[S].

[4] 彭国生.沙特阿美石油公司的HSE管理[J].安全、健康和环境,2011,27(1):1-4.

[5] 沙特阿美安全规范,SAES-H-0001-2016[S].

#### 作者简介:

葛朋钊(1981-),男,河北保定人,高级工程师,从事市政工程施工技术与管理工  
王昭(1987-),男,甘肃陇南人,高级工程师,从事市政工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)