

# 静压桩施工利弊刍议

毛国江<sup>1</sup>, 孙 淇<sup>1</sup>, 毕 强<sup>1</sup>, 朱 明<sup>2</sup>

(1. 安徽省地质矿产勘查局 327 地质队, 安徽 合肥 230011; 2. 安徽省巢湖市三维装饰工程有限公司, 安徽 巢湖 238000)

**摘要:**结合工程实例,介绍了静压桩施工的受力情况、施工要点和挤土变形的机理,分析了其施工对工程自身和周邻环境产生的利益、弊端,提出了施工建议和预防措施。

**关键词:**静压桩;挤土效应;挤土场;利益;弊端;地下水;环境

**中图分类号:**TU473.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)07-0050-06

**On the Advantages and Disadvantages of Static Pressure Pile Construction/MAO Guo-jiang<sup>1</sup>, SUN Qi<sup>1</sup>, BI Qiang<sup>1</sup>, ZHU Ming<sup>2</sup>** (1. 327 Geological Prospecting Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration of Anhui province, Hefei Anhui 230011, China; 2. Anhui Chaohu Three-Dimensional Decoration Co., Ltd., Chaohu Anhui 238000, China)

**Abstract:** With the engineering case, this paper introduced static pressure pile construction about the stress situation, construction points and compaction deformation mechanism; analyzed the construction influence to the engineering itself and neighboring environment; and put forward the construction proposals and preventive measures.

**Key words:** static pressure pile; compaction effect; soil compaction field; interest; disadvantage; groundwater; environment

## 0 前言

众所周知,静压桩同打入桩、各种挤土灌注桩一样都属于挤土桩型。凡是挤土桩型,对周邻环境都存在一些影响,而静压桩相对打入桩、各种挤土灌注桩仅存在挤土弊端,并且这一弊端相对来说要小得多,见表1。

表1 打桩和压桩对周围地表面挤动情况<sup>[1]</sup>

项次	桩沉	竖向隆起/mm		水平挤动/mm	
		最大	平均	最大	平均
1	打桩	580	400	200	80~100
2	压桩	120	63	80	20~30

城市建设常常是在周邻环境复杂的情况下清理一块场地中建设的,即使场地较大也可能存在先后施工的多期工程。静压桩高层建筑很少在周邻环境(地上和地下)空旷的场地上施工,虽其挤土效应相对较小,但挤土效应也要引起重视。本文结合工程实例和我们的一些浮浅认识,就挤土效应对工程及周邻环境的利弊以及防治措施进行分析探讨,供参考。

## 1 工程概况

合肥市某高层住宅小区,其东南北三面均有建好的多层住宅楼,西侧路下有人防工程,市政路排未

做。施工临时设施布置在北端和西侧临时道路的边缘,施工场地因几栋高层陆续开工而不宽敞,且距周邻(地下、地上)建构物的间距也不大,这些都给周邻诸类保护带来一些难度。

该小区使用的桩型是高强(C80)预应力管桩PHC,Ø500 mm,壁厚125 mm,它具有高强、省材、贯穿力强、抗压抗弯抗夹持性能好、挤土应力释放快、适应各种自然细粒土层。

## 2 桩土受力分析

桩土受力分析详见参考文献[2],因桩土受力分析比较复杂,这里不再赘述。

## 3 挤土变形的特点与机理

挤土即桩入土时桩身将挤开相应体积土的三相(或二相)成分,排走多余的水和气促使土颗粒的间距进一步缩小。缩小的体积一般只是水和气被挤走,而土颗粒的压缩量极小,通常情况土颗粒是不可压缩的<sup>[3]</sup>。

随着桩入土深度的增加,桩遇不同的土层,其土的三相成分也不同。在地下水位以上是三相非饱和土;地下水位以下主要是二相饱和土,气体含量非常

收稿日期:2010-02-05; 修回日期:2010-04-12

作者简介:毛国江(1963-),男(汉族),安徽泗县人,安徽省地质矿产勘查局327地质队工程师、国家注册一级建造师,岩土与建筑专业,从事建筑、给排水、岩土工程工作,安徽省合肥市市长江东路115号,1250561434@qq.com。

小甚至为零。桩入地下水位以上的土层,气体受压缩后,大部分顺着孔隙逐渐逸出,非饱和土的饱和度在一定含水率的情况下逐渐增大;潮湿土体上的弱结合水和毛细水受土颗粒的相互挤压产生孔隙水压,其压力较小、流程较短,甚至不产生孔隙水压。桩入地下水位以下的土层,桩周饱和的各种层段的(重力)水因桩周土被强烈挤压而产生较高的超孔隙水压,尤其是粉土、黄土、砂砾类土和土洞等具有一定渗透系数的土层,其水压大、流程远,压缩渗透固结完成较快,若再遇压桩(进尺)进度快,不仅明显增大超孔隙水压,而且桩周较远处的土也增大横向和纵向的蠕动物量,同时桩周土颗粒间的力传递也开始增强显现。地下水位以下的透水性较弱的淤类土、细粒土,因土中的密封水和气难以排走,使桩周土的三相挤压力消散较缓慢,且压力传递的路线也较长。桩身贯穿多层土体,桩周无论是何种饱和土,在挤土作用下,土体固结完成的时间肯定是不相同的,渗透系数大的土,其排水固结时间短;渗透系数小的土,其排水固结时间长。

#### 4 产生挤土场

静压桩在压桩过程中,桩土受力较复杂<sup>[2]</sup>。强行压入土层中的桩身,将挤开相应桩身体积的土体,而产生向四周扩散的挤土场。挤土场既有利也有弊。

#### 5 建设和施工单位利益

液压静力压桩机因其压桩进尺速度快、噪声小、可24 h连续施工、场地无污染和省材等特点深受建设(开发)单位的赞许。压入土层中的静压桩,尤其是高强(C80)预应力混凝土管桩,它具有单桩承载能力/抗拔能力高、形成群桩复合体能力强的特点,桩身同其它打入桩、各种挤土灌注桩相比,具有无冲击力(和冲击波)、桩身损伤小、无混凝土凝固时桩身变形和缩颈现象,又有抗(挤土)弯矩能力抗夹持能力强、施工程序少和运输起吊方便等诸多优点,深受设计和施工单位的青睐。

#### 6 挤土效应的利益

静压桩施工所产生的挤土效应,对工程自身也存在一些利益。这点是大家非常看重的。这里我们着重分析探讨一下。

##### 6.1 增大桩周静摩擦力和桩底端承力

桩身挤开相等于桩身体积的土体,使桩周(桩

底)各层段土的三相(或二相)成分含量比率发生变化,也使土的结构、土的物理性质发生变化。从桩底土的急速剪切破坏,到桩周(一定范围)土的蠕动物量,直到单项工程压桩完毕后的数日,压缩渗透固结减弱,各层段上土的密实度都将增加,包括桩底土。增密的土反过来都要挤压桩周(桩底)。为了使桩周静摩擦力足够大,要有一定的因压桩而产生各层段土体密实的增量,即桩周土对桩身要有一定的挤土应力;要有一定的桩周面积,即一定的有效桩长。若桩周挤土应力较大,不仅压桩困难(压不下去或易产生爆桩)而丢失了有效桩长值,同时还易产生位移、歪斜、断裂和悬浮,所以应依据地质条件诸种因素(土的压缩性、渗透性等)合理选择桩的间距,一般取桩径的3~4倍。

每一根高强预应力管桩压入土层后,其桩底都要形成一定长度的土体桩尖,它的形成必然有利于提高桩底端阻,使静压桩形成以摩擦为主、端承为辅的端承摩擦桩。

##### 6.1.1 遇特殊场地

小区5号楼的西南角,有一作废的地下深基,为避免产生爆桩,必须挖除深基硬物。大坑回填后,首先要求回填压实后的地表强度能保证静力压桩机的运行安全。但桩顶以下的回填区不可能同临近自然土一样密实,需要处理。对照桩位置施工图,有20根桩位处在素土回填区内,其中有8根桩位处在最深部,这将影响上部有效桩长达9 m的桩周挤土应力。

是先压桩还是先对回填区进行处理?我们认为应先处理挤密一定程度再压桩,这样才能尽量保证回填区的桩周挤土应力同临近自然土的桩周挤土应力相近。此外,该回填坑还可成为该工程单向施压的结束方向,使其起到应力释放孔的作用。

处理挤密做法有地下高压注浆挤密和地上压实两种。

高压注浆挤密法:用高压注浆设备在桩顶以下的回填区,高压挤注低强度灰砂流体(粉煤灰+细砂+水+适量固结胶或水泥),来挤密腔室孔隙。

压实法是用静力压桩机进行捣孔压实。即在压实部位,压桩一个导程(1.8 m深)拔桩形成一个导程孔。在孔边再连续压几个导程孔,组成一个大孔节段,此孔节段的直径不可过大,以免影响静力压桩机的稳定。在首节大孔段里再用同样的方法压下一节段……,下节段孔径比上节段孔径要小,以免出现导程拔桩困难。根据回填深度和导程孔的工作压力

情况而终孔。横移静力压桩机,让出孔位,填满砂土或粉碎的建筑垃圾,再横移上机,重复上述工作,压实地表下10 m深的回填土较为经济。

工程上对局部回填区进行挤密处理不可能调运强夯设备来夯实处理,简便的挤密处理可采用高压注浆挤密和地上压实。有的静压桩工程遇到局部回填区不做土体挤密处理,笔者认为不妥。只有将回填区的土体挤密一些,才能尽量保证回填区的桩周挤土应力同临近自然土的桩周挤土应力相近。

### 6.1.2 遇特殊地质情况

小区5号楼东部,在施压188号桩时出现如下情况:9 m+9 m长的桩压入后,其压力值仅有231.5 tf(机上压力表显示为8 MPa),再焊接一根8 m长的桩,其压力值达到448.5 tf(15.5 MPa),有效桩长达到22.77 m,它是周邻桩有效长度的近2倍。认为188号桩位是特殊地质软弱区,范围很小,可能是枯井。此情况认识到:遇个别压力值异常的桩位,可先压到与周邻(或试桩)的有效桩长相一致,跳压2~3根后,再回头到此桩位边(顺或垂直地梁方向)补压,补压的桩长选择等于周邻(或试桩)的有效桩长(如此桩位可补压1~2根12 m长的桩),一次性地施压到设计桩顶。这样做有利于进一步挤密软弱区的土层,有利于避免长桩挤抬短桩,有利于增加软弱区的有效桩长上的静摩擦力,有利于提高局部软弱区的地梁承载能力。

### 6.2 形成群桩复合体

桩身压入土层完成固结后,桩身挤压土体,土体被挤压变密又反过来挤压桩身,即出现桩身夹持土体、土体夹持桩身的相互作用关系,在荷载作用下形成群桩复合体。

形成群桩复合体的程度与桩距、桩数、桩长、土的性质以及群桩的平面形式和大小有关。就桩距、桩数而言,桩间距大、桩数少时,桩间土被挤密的程度小,在一定的荷载下,桩与土之间易发生剪切变形,桩底下的土层受压缩,桩间土也产生压缩变形,在极限荷载作用下,群桩呈“刺入破坏”。桩间土挤密程度小,桩顶部的土层承受地梁荷载能力也小。桩间距小、桩根数多时,桩间土被挤密程度大,在一定的荷载下,桩间土与群桩作为一个整体而下沉,桩底下土层受压缩,在极限荷载作用下,桩底下土层达到极限平衡状态,群桩复合体呈“整体破坏”,其破坏形态类似一个实体深基础<sup>[4]</sup>。桩间土挤密程度大,桩顶部的土层承受地梁荷载能力就大。

压入土层中的桩越长,挤土效应就越深,土层的

中下部产生的挤土场就越深厚,形成群桩复合体的“实体深基础”就越深厚越稳定。

在桩基础承载能力上,显然追求形成群桩复合体的适中程度较好,即挤土效应的程度应适中。可见挤土效应对形成群桩复合体有着积极的利益。

## 7 挤土效应的弊端

静压桩施工所产生的挤土效应,对工程自身和工程周邻环境都存在一些弊端。应认真采取一些防范措施,减少其产生的危害或减轻危害的程度。

### 7.1 对工程自身的弊端

#### 7.1.1 对桩身的弊端

挤土效应对桩身的弊端,即前文叙述的位移、歪斜、断裂(爆桩)和悬浮。本工程普遍存在位移、歪斜和一些爆桩。桩头位移量超过规范规定只得加大地梁的宽度。爆桩一般是某一批次桩身质量有问题,或是地下有障碍硬物。本工程采取的预防措施有:选用高强预应力管桩;选择合理的施压顺序(一般是从中向四周转圈施工);经试桩并检测,合理确定统一的有效桩长;控制压桩进度和进尺速度。另外,还可采取以下措施:施压前选择预计中后期出现挤土效应较强烈的、桩间距较大位置的中部,设置应力释放排水降压孔若干个(孔径70~80 mm、间距1~1.5 m、孔深10~12 m、内填砂袋)或塑料排水板<sup>[5]</sup>;在施压中后期,采取预钻孔成桩,预钻孔径约比桩径小50~100 mm,深度视桩距和土的密实度、渗透性而定,宜为压入桩深的1/3~1/2,施工时应随钻随压<sup>[5]</sup>。

基坑开挖后,才能见到多余桩头的垂直情况;锯掉多余桩头再放中轴线,便可知桩位的居中情况,对不符合规范<sup>[5]</sup>要求的也只得增加地梁的宽度和高度;挖出桩头通过仪器检测才能发现是否存在断裂;施压前清除地下障碍硬物,一般是不会产生爆桩的,除非是桩的质量问题。一旦压爆(多数在桩的两头出现),拔不出的只有贴地面锯掉,再通过设计单位进行补桩处理。

处理悬浮比较麻烦也比较困难,表现在:(1)每次送桩都要在送桩器或桩身下段标上尺度单位,对压入的桩头进行标高测量,要精确到毫米;(2)压桩完毕后,桩位孔洞都被土体挤压变形造成塌孔和缩颈,再次测桩头标高是否上浮比较困难;(3)普遍复压比较困难,需要挖掘机配合,每挖出一个桩头洞,上机复压一个,这样挖洞坑不经济。对送桩比较深的桩孔无法复测和复压,有的人提出大开挖后拆机

进坑组装,再进行压桩,这样更不经济;开挖后设跑架进行复压又很难达到复压吨位。对此建议:每次压桩到位后,应缓慢收缸卸载,停 5~10 min 后,二次加压到前次终压值并保持 3~5 min 再缓慢收缸卸载,必要时再重复一次;钢管送桩器沿长度方向应刻上尺度单位,便于即时测量压入的桩头标高;静力压桩机上增设螺旋钻孔设备,用于清除桩位孔内落渣和缩颈扩孔,为复测桩头标高计算桩身上浮以及复压创造条件,也方便预钻孔压桩。在施工前,为了避免产生悬浮而采取了以下措施:选择合理的施压顺序,一般是从中向四周转圈施工;每次压桩到位后,应缓慢收缸卸载,停 5~10 min 后,二次加压到前次终压值并保持 3~5 min 再缓慢收缸卸载,必要时再重复一次;压桩进度先快后慢,到最后的 1~2 天,只能施压 2~3 根并且可能还是跳压;压桩进尺也不易快,原因一是易进一步增大三相挤土压力尤其超孔隙水压;二是桩身易产生裂纹,严重时能压爆桩身。

### 7.1.2 对群桩复合体的弊端

对送桩较深的工程,是先压桩还是先施工外围的支护排桩?若先压完所有桩,接着在工程外围挤土场强烈区施工支护排桩,无论是人工挖孔还是钻井成孔,都将释放支护排桩深度区周邻的残余挤土应力。支护排桩影响群桩复合体外围土层深度为外侧静压桩桩头标高(施压时多数桩头标高大于设计桩顶标高)与支护排桩桩底标高的差值,且这两种桩的净间距又较小,一般为 1.5 m 左右。再若如某些工地,人工挖孔支护排桩成孔后统一浇注混凝土,将进一步的影响群桩复合体外侧静压桩的变形和挤土夹持力的对称(见图 1),对外侧静压桩易产生位移、歪斜和断裂,使群桩复合体的外围上部影响区土层将失去本来就小于相对(外侧静压桩)内侧土层的挤土应力(夹持力)。若先施工支护排桩,对外环境形成保护的封闭桩,而后压桩将怎样合理选择压桩顺序?是否在排桩内侧弧凹处设应力释放排水降压孔?或钻大应力释放挤土孔,其孔径、深度、间距、单排还是双排?都将存在合理择优问题。选择目的既要控制挤土应力过大而对两种桩身的不利,又要适当保持其桩间土有一定的挤土应力,使外侧静压桩内外两侧挤土应力(夹持力)相差不大。

### 7.1.3 对支护、开挖的弊端

对送桩较浅的工程,根据实况有的不需要支护,有的仅做简单支护,一般采用锚杆支护。其中土钉不宜采用,因为它的钉入深度较浅,仅在挤土场强烈

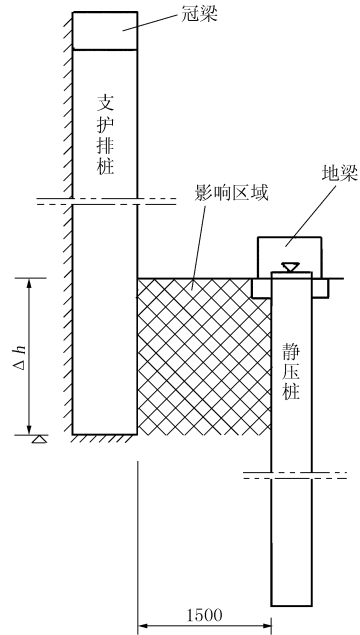


图 1 变形和挤土不对称影响区

的上部区域,钉锚的土层会蠕动滑移。本工程在较浅的区段采用土钉支护,出现了一处严重塌方,几处轻微塌方,而采用桩支护的区段未出现塌方。

对送桩较深的工程,若先压桩后施工支护排桩,每一支护桩的成孔过程即是其孔周土层释放残余挤土应力的过程,对人工挖孔桩的成孔易造成孔壁挤压不稳定并且又有挤土场产生多条裂隙而易出现渗水较大,影响孔内人员施工安全。对正反循环钻进成孔,易产生塌孔或缩颈。对无循环旋挖钻进成孔<sup>[6]</sup>,因孔内压力激动较大,进一步地加剧两种桩的桩间土松动,易使孔壁出现事故。还有对周边挤土桩型的施工是否存在交叉作业或挤土固结时效短或安全间距不当<sup>[7]</sup>,都影响支护和开挖的安全。

土方开挖后,基坑上方地表也要远离坑边做大面积的防水处理,以防地表水从挤土场的裂隙中渗入,影响支护的安全。

受周邻其他工程开挖的深基坑较近影响,易使该工程回填土(回填后直至使用阶段都存在)受地表水(主要是雨水)的浸泡渗透作用而产生渗透水,渗透水流向附近深基坑,即产生随水流方向的受力趋势,这对该地下基础是不利的。其渗透水流是回填土夯实固结处理较差所导致。还有遇深厚的软弱土、回填土,在其坑边上堆载工程货物超重或重车往返挤压,易顺着挤土场的多条裂隙产生反挤压,这对支护、基础也是不利的。

合肥地区的静压桩工程,施压时多数桩头标高

高于设计桩顶标高,这对机械开挖造成不便。首先用挖机开挖上层无桩头的土,而后用小挖机开挖桩周土并用人工配合挖除,锯桩头、护桩顶、往返多次绕挖,避免碰断桩身。挖下层土时,沿长条边对称开挖,避免挤土应力向一边释放而影响桩身。

#### 7.1.4 对桩位放线的弊端

静压桩施工前,先做好桩位放线的计算准备工作。放线原点一般定在距长边轴中部6 m左右处,尽量使最远处的桩位距放线原点小于50 m,以便大钢尺一次性地丈量到位。为保证桩位放线的精确性,应在较远的僻静处设2个控制不同方向的校正点,交叉地随时对放线原点进行校正。在施工过程中,放线原点的大木桩头明显受挤土场影响,首次钉上的原点钉头在以后挤土场的影响下,位移量在0~5 cm范围内,土质不好的场地可达10 cm左右。随着压桩的增多,校正就越勤,到后期每压一根桩前都要对放线原点校正,即逐步放慢施工进度,也逐步增加校正次数。

#### 7.1.5 对沉降(倾斜)观测的弊端

沉降观测是永久性建筑物、构筑物在施工过程前期就开始做的一项重要的技术性工作,对高层建筑尤其是摩擦桩型的高层建筑更要认真仔细地进行观测和记录,直到投入使用后的几年内趋于稳定才结束观测。在挤土桩型的工程中进行沉降观测,应考虑到挤土场的不良影响。如在该小区1.5号楼送桩较浅的工程中,从压完桩后的基坑开挖到基础出 $\pm 0.00$ ,用去了45个施工日,这些天对该场区的地质来说,挤土场区的渗透固结已基本结束,但是残余微小的变动或其它因素,能影响沉降观测的精度。这时要在工程周边的挤土场内,至少设置3个沉降观测用的水准基点<sup>[8]</sup>,按常规做法还应考虑以下因素:(1)振动源较近和软弱土质的影响;(2)该工程或周邻其他工程货物堆载超重的影响;(3)基坑支护锚拉区的影响;(4)不同地质情况下的固结时效影响;(5)挤土场内新增数条挤土裂隙,地表水的浸入使土产生膨胀或湿陷;(6)从基础出来到竣工投入使用,其荷载逐渐增加,沉降量也逐渐增加,群桩整体沉降附带周边土体沉降变化的影响;(7)周邻同类型工程的挤土场影响等。

在挤土场边缘处做好水准基点的办法是:在基础出 $\pm 0.00$ 前一周做水准基点,隔天观测之,看是否稳定,如不稳定不得使用;选在距工程周边一定距离的围墙边僻静处,用口径100~150 mm的洛阳铲,深掏10~15 m的垂直孔,放入 $\text{Ø}20$  mm的钢筋

并锤击数下,下端1/3深区灌入1:2水泥砂浆,上端区填砂,顶端做保护井。

主体工程外粉刷完工落下脚手架后应及时随沉降观测一起隔时做倾斜观测<sup>[7]</sup>,这对高层建构物是很重要的,然而现实情况是很不好,有的工程注了设计要求,有的工程设计未提到;有的施工做观测,有的施工未做,有的施工做了也让人看不懂,令人费解。这个问题应该引起重视。

#### 7.2 对工程周邻环境的弊端

挤土效应产生的挤土场,对周邻环境必有弊端,如对周邻建筑物、构筑物、地面道路、地下诸种管线(强弱电管、有压管、无压重力流管)、地下建筑等。凡在挤土场影响范围内的非临时的重要物体,都应采取一定的防范措施加以保护。

##### 7.2.1 挤土场影响的范围

小区5号楼施压顺序是由东向西逐排单向进行,为不影响北侧13.5 m外的二层临办活动房的正常使用,在距北轴8 m处也做了条同该楼一样长的应力释放砂沟;西端的西南部是处理地下障碍硬物的回填区;西北部是自然土。桩压完后,二层临办房南侧走廊下的水沟侧壁上,出现一道8 mm宽的水平裂缝,一层地板砖也有隆起空鼓现象;西北端临办房水泥地面也有多条裂缝,一直延伸距西轴线18 m;东端10.5 m处的围墙无影响。5号楼的桩压入深度: $4.20 - 0.50 +$ 平均有效桩长 $13.6 = 17.30$  m。可见挤土场对该地的影响范围: $0 \sim 1.0L$ ( $L$ 为桩压入深度)为影响严重区; $(1.0 \sim 1.5)L$ 为影响一般区; $(1.5 \sim 2.0)L$ 为影响轻微区; $2.0L$ 以外为无影响区。

##### 7.2.2 对周邻地下水的影响

工程周边挤土场严重区存在多条明显挤土裂隙,此裂隙从群桩外侧由下向上倾斜地向四周散射而伸至地表。挤土裂隙的存在,对周邻地下水或土的含水率有一定影响,其影响弊端主要有:地表水顺此裂隙浸入,使周邻土层可能产生应力变化,如膨胀或湿陷,这对周邻物体和工程沉降水准基点等都可能产生不利的影晌;地下水顺此裂隙向下渗入基坑,影响基坑边坡(或支护)的安全,并且又降低周邻原有地下水位的高程,影响周邻物体的地基承载能力等。采取防范措施:(1)土方开挖后,基坑上方地表也要远离坑边做大面积的防水处理;(2)深基支护排桩间做高压灌浆止水,防止周邻地下水位的降低,尤其对高水位高渗透的土质特别重要;(3)周邻环境多绿化多植树,以吸收地表水,改善裂隙土的物理

性质等。

### 7.2.3 对周邻地下隐蔽物的影响

建设(开发)单位对本小区的地下隐蔽物一般是比较清楚的,但对小区以外的周邻地下隐蔽物就不可能掌握到,甚至很盲目,如周邻地下诸种管线和地下建筑等。为了避免挤土场对小区以外的周邻地下隐蔽物产生破坏,建设(开发)单位有必要去走访邻居、市政、燃气、供暖、供电、电信、人防等单位,了解其工程挤土场周邻情况。

这些外围走访调查工作非常重要,不能忽视。这些工作是避免对周邻地下隐蔽物的物主索赔的一种责任,是工程施工单位或建设(开发)单位是否采取防范措施的前提和依据,是关系到防挤土效应的范围、距离、方法、防挤土深度等设计参数的确定的依据,是关系到使用该桩型的经济效益等。

### 7.3 防挤土措施

前文叙述的“对工程自身的弊端”而采取的防挤措施,主要是在支护开挖范围内解决防挤土问题。对支护开挖范围以外的、可影响周邻环境的挤土场严重区域,应采取一定的隔离阻断措施,减轻挤土场内的挤土压力传递:开挖地面应力释放沟,沟宽0.5~0.8 m、深度按土质情况以边坡能自立为准<sup>[5]</sup>,是否填砂根据场地大小和利用情况来定。以5号楼北侧的砂沟来看,其作用效果不明显;预先或事中设置应力释放孔(孔径400 mm、深8~10 m、间距1.0~1.5 m、单排或双排或多排梅花错位布置),以容纳挤压过来的土体;预先设置应力释放袋装砂井或塑料水板,以消散挤压过来的超孔隙水压。

### 7.4 环境监测

对周邻环境的保护,应有一定预防措施,其手段就是要加强动态监测工作。这方面施工单位尤其建设单位不要不舍得投入,要做到未雨绸缪。监测的目的是用来控制和调整静压桩的施工,针对性地采取一些必要的防挤土措施,既保施工安全、质量、进度,又保周邻环境不受影响。如对周邻地面以上需要保护的固定物设置观察点;对挤土场严重区和一般区,设置若干个地下水位变化观测井、土体位移观测点、埋设土体应力观测探头和孔隙水压力计等。一般动态监测工作从压桩开始前到基坑回填后地下水水位稳定即可结束,特殊的要到工程结束才停止。

## 8 结论

(1)挤土变形产生的挤土效应,对增大桩周静摩擦力和桩底端承力有利(即有利于提高单桩的承

载能力);对形成群桩复合体的“实体深基础”有利;对群桩周边桩身的抗拔力有利;对桩顶的土层承受地梁荷载有利。

(2)施工防范措施上,要有预案来应付特殊场地、特殊地质情况,以保证软弱(回填)区的桩周挤土应力同临近自然土的桩周挤土应力相近;通过补桩来提高局部挤土效应。

(3)挤土效应对桩身的弊端,应采取一定预防措施和补救措施。

(4)二次复测桩头标高困难、二次复压处理悬浮困难且不经济,这种问题还有待提高液压静力压桩机的功能。

(5)施工外围的支护排桩,对群桩复合体外侧的挤土应力(夹持力)有影响,对支护排桩的施工安全、质量也有影响。

(6)开挖后的边坡及上口,防水处理不能少;坡外货物堆载、重车行驶也应注意工程安全。

(7)桩位放线应做好控制并勤校正。

(8)有挤土效应(或受其影响)的工程,沉降(倾斜)观测不能少。

(9)减少危害或减轻危害程度,环境监测手段不能省。采取的防范措施要超前预控,并且针对性应准确、经济。

(10)液压静力压桩机和静压桩都有诸多明显优点。选择静压桩型,既要看中其利,又要重视其弊。工程支护范围内的挤土场有利也有弊,工程支护范围外的挤土场有弊无利,总之弊的种类和数量大于利的种类和数量。有时往往因地质条件或周邻环境较差而放弃该桩型。

### 参考文献:

- [1] 段新胜,顾湘. 桩基工程[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1994. 34-44.
- [2] 毛国江,孙洪,朱明. 浅议静压桩施工的受力分析[J]. 中国勘察设计, 2009, (5): 56.
- [3] 李智毅,杨裕云. 工程地质学概论[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1994. 6-52.
- [4] 顾晓鲁,钱鸿缙,刘惠珊,等. 地基与基础[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1993. 429.
- [5] JGJ 94-94, 建筑桩基技术规范[S].
- [6] 毛国江. 泵吸反循环钻进与R-618钻进成孔对比[J]. 住宅科技, 2001, (6): 35.
- [7] 毛国江,孙洪,沈建斌. 人工挖孔桩安全生产因素分析[J]. 西部探矿工程, 2008, (12): 257.
- [8] 吕云麟,林凤明. 建筑工程测量[M]. 武汉:武汉工业大学出版社, 1988. 197.