

预应力空心方桩在沿海砂层地区实际工程中的应用

杨志文 乔繁华 李振伟 熊清枫 陈怡晓
中建一局集团第二建筑有限公司 北京 100000

摘要：从预应力空心方桩的优点出发，结合项目的具体情况，分析了预应力空心方桩在沿海砂层地区工程中的应用。对预应力空心方桩的施工准备、静压沉桩、接桩、移机桩头截桩处理以及成品保护等进行了讨论，结果表明，预应力空心方桩能够很好地适应砂层地质条件，提升基础的稳定性和承载能力。

关键词：预应力空心方桩；沿海砂层地区；施工技术；应用策略

前言：新的发展环境下，我国的城市化进程不断加快，建筑的高度和规模体量也在持续扩大，对于建筑基础的施工质量提出了更加严格的要求。桩基础是现代建筑施工中常用的基础形式，能够很好地适应软弱地基的施工要求。在沿海砂层地区，基础稳定性差，含水率高，应用预应力空心方桩可以对基础施工中存在的各种问题进行处理，保障工程整体的施工效果。

1 预应力空心方桩的优点

预应力空心方桩是一种新型桩，其在结合预应力管桩和预制方桩优点的同时，对其绝大部分缺点进行了消除或规避，有着十分明显的优点：一是当截面积相同时，预应力空心方桩的外表面积大于预应力管桩，桩体和土体的摩阻系数更大，因此也能够获得更大的承载力。二是使用空心方桩替代管桩，可以减小承台和剪力墙的尺寸，也能够减少钢筋用量^[1]。三是经济性好，以单个4桩承台为例，依照“承台桩之间中心距不小于3D”的要求进行计算，400mm管桩承台施工混凝土用量约为3.87m³，300mm空心方桩承台施工混凝土用量约为2.72m³，依照800元/m³的成本进行计算，单个承台可以节约费用约1350元。四是施工破损率较低，桩体的焊接周长更大，焊接强度可以得到保障，能够减少施工环节脱焊或者位移的问题，保障沉桩质量。

2 预应力空心方桩在工程中的应用

此工程采用预应力混凝土空心方桩基础，桩型PHS-AB400(220)，桩长≥28.5m，桩端持力层为第五层粗砂层，桩进入持力层≥1.5m。本工程分为抗压桩ZJ1和抗拔桩ZJ2，ZJ1单桩竖向抗压承载力特征值为1500kN，ZJ2单桩竖向抗拔承载力特征值为500kN，共计1433根桩，其中抗压桩1067根，抗拔桩366根，采用引孔+静力压桩成桩方式。

2.1 现场施工环境

拟建场地属老建筑区，建筑物为平房及低层、简易

的楼房，大部分建筑物已拆除。场地内大面积残留老房基与多处挖除基础而形成的小土坑，坑深度约2~3m，坑内无积水。场地原始地形比较简单、平坦，地面标高约5m^[2]。场地现状地面标高3.62~7.07m，最大相对高差3.45m，属场地西部堆土与局部土坑造成的较大高差。场地地貌单元为砂质海岸，场地距西侧现有河道约800m、距北侧海平面约800m。

2.2 施工准备

一是场地准备。施工前，需要对现场场地情况进行勘察分析，确保预应力空心方桩的施工不会对既有建筑带来安全隐患。同时，必须对场地进行平整，做好施工道路建设，确保场地能够很好地承载桩机的移动。

二是桩机就位。在桩机就位环节，工作人员必须对桩位进行复核，等到桩架就位之后，确认其平整性和垂直度，保障桩架垂直。

三是吊机就位。施工中采用的是单点捆绑吊装的方法，在吊运时必须尽量避免冲撞的情况，在喂入桩机后，应该对桩帽以及弹性衬垫进行安装^[3]，等到桩身入土后，需要对其垂直度进行调整，矫正合格后就可以进行沉桩操作，要求垂直度偏差不得超过1%。

2.3 施工技术

2.3.1 静压沉桩

一是压桩，在确认桩位合格后，应该先将桩帽扣好，启动压桩油缸，等到桩体入土深度达到50cm后，对其垂直度和水平度进行校正，要求双向垂直偏差在±0.5%。之后，再次启动压桩油缸进行压桩操作，确保压桩速度在2.0m/min以内。

二是稳压。桩体压力达到两倍单桩承载特征值，又或者桩端达到持力层后，可以进行稳压操作。结合工程的实际情况，将最终稳压力数值设定为单桩承载力特征值的2.2倍。

三是记录。压桩施工环节，应该安排专人做好施工记

录工作,记录的内容主要是每一节桩体下沉时的压力值,以及桩体达到设计标高时,最后三次稳压的贯入度^[4]。

2.3.2 接桩

在该工程中,预应力混凝土空心方桩上下节拼接采用焊接连接的方式,在焊接时要求上下桩能够在垂直方向对齐,对桩帽的平整性进行检查,在桩端板周边,需要对U型焊缝进行满焊处理。焊接完成后,应该等待桩接头自然冷却,冷却时间不能少于8min,然后才能进行压桩操作。接桩施工中,应该确定好科学的桩节组合,尽量减少接桩次数,对于抗压桩,接头数量不能超过3个,抗拔桩的接头数量不能超过1个。

2.3.3 桩头截桩

在完成沉桩操作后,如果桩顶存在破损,或者超过了设计标高的要求,需要对桩头进行截桩处理,设计高程的最大允许偏差不能超过50mm。桩头截桩操作时,应该使用专用的锯桩器,避免强行扳拉截桩的情况^[5]。

实际操作中,可以使用挖掘机,从基础一侧进行挖土作业,达到设计标高后,在桩侧预留出一定高度(100mm)的保护土,挖出相应的承台,然后对桩体四周的土体进行清理,整个过程中,必须确保挖掘机没有触碰到桩头。使用水准仪,准确测定桩顶标高,做好标记。工程中,桩头截桩操作使用的是手提式圆盘切割机操作,需要做好相应的安全防护。

2.3.4 成品保护

在进行土方开挖之前,测量人员需要确定好工程所有桩体的位置,做好标记,依照施工方案对施工区域的障碍物进行清理。基坑开挖采用了机械开挖和人工开挖相结合的方式,这样可以最大限度地避免施工对于桩体的破坏。同时,需要对既有建筑的地位控制线、标准水平桩等进行全面检验,确认合格后才能进行后续施工。从保障围护桩安全的角度,在土层开挖时,应该采用分层开挖的形式,杜绝一边打桩一边开挖的情况。该工程中,土方的开挖需要在桩体设计完成后15d进行,确保均匀开挖,将桩周土体的高差控制在1.0m以内。另外,在相邻桩之间进行土方开挖时,应该选择小型挖机,安排专人做好指挥,确保在开挖过程中不会碰触工程桩,设备移动时也不会出现挤土的问题。等到开挖至桩顶30cm左右时,两侧1.0m范围内土体的开挖需要保持良好的对称性^[6]。

另外,在不同土层交界位置2.0m标高范围内,可以在桩体内部增设加强筋,灌注混凝土做好加固工作。如果需要在夜间进行施工,必须设置好照明设施,危险区域还必须放置明显标志,对开挖的顺序进行合理安排,

避免出现错挖或者超挖问题。另外,在土方开挖前,施工单位必须结合施工方案的具体要求,对区域内地表和地下的障碍物进行清理,保护方桩的完整性和安全性。在实施桩头截桩操作时,需要提前考量,将露出表面的桩头在开挖前截除,开挖环节则需要依照规范化的挖土流程,进行分段截除。

2.3.5 技术要点

一是在进行沉桩操作时,必须保证桩身竖直,垂直度偏差不能超过0.5%,在桩机校准环节,经纬仪和桩机应该保持90°。二是桩帽和送桩器都必须符合方桩的样子,具备足够的耐打性、弯曲刚度以及抗拉强度。同时,应该在桩帽和送桩器下端口开洞,确保送桩器拔出顺畅,避免桩帽的损坏。三是在施工中,如果发现静压桩机压力油表读数异常、桩顶损坏、桩身偏移等问题,应该立即停止沉桩操作,找出原因所在,确保问题得到解决后,才能继续进行施工^[7]。四是考虑到沿海砂层特殊的地质条件及周边学校,普通锤击噪音较大,沉桩采用的是静压沉桩的形式;针对本工程特殊地质条件(砂层中局部粘土夹层)需要使用长螺旋钻机做好引孔施工,通过循序渐进的方式完成桩基成孔作业,这种施工工艺可以有效应对复杂的地质条件,保障桩基施工质量及安全性。在相关规范,要求引孔深度不超过桩长的2/3,不过结合该项目的具体情况,砂层引孔后塌孔严重,最终将引孔深度与桩长等同,引孔需要达到桩底设计标高位置。此工艺能有效保证桩长及桩基承载力要求。

2.3.6 质量通病防治

(1) 挤土效应

挤土效应产生的原因,主要是静压沉桩环节,桩体周围的土体会受到扰动,导致土体应力状态的变化。另外,如果桩机施工环节,焊接时间过长,或者桩体接头数量过多,施工方法不当等,都可能会进一步加剧挤土效应。

防治措施:一是应该切实做好对于沉桩速率的控制,要求沉桩速度不能超过1.0m/min,设置好沉桩流水路线,依照桩体本身的入土深度,坚持“先高后低、先长后短”的基本原则进行操作。若桩体分布较为密集,同时与既有建筑距离较远,具备开阔的场地条件,可以从中间向四周进行施工。二是必须对施工环节的停歇时间进行控制,避免出现停歇时间过长的情况,这样会导致桩体和土体摩阻力的增大。

(2) 沉桩异常

沉桩异常产生的主要原因,是在地质勘察中,没有对局部土层的性质和深度进行确认,使得沉桩环节遭遇

石块或者旧建筑的基础。

防治措施：在桩体施工前，需要复核现场地质条件，做好探桩施工。如果施工区域内存在浅层障碍物，可以使用挖掘机进行挖除，然后进行回填。若障碍物体积或者埋深较大无法挖出，可以对其进行粉碎或者钻孔，然后在孔内实施沉桩操作^[8]。

(3) 桩体倾斜

导致桩体倾斜的原因多种多样，如静压桩机异常、桩身垂直度异常、施工顺序不合理、沉桩环节遇到大石、基坑单次开挖深度过大等。

防治措施：一是在进行静压沉桩施工前，需要检查设备状态，对设备存在的异常进行处理。二是应该加强桩身垂直度控制，重点关注首节桩体的垂直度，沉桩过程中使用经纬仪在两个方向做好校准工作。三是应该结合实际施工情况，确定好科学的施工顺序，桩基施工完成后，及时做好孔洞回填。四是遇到障碍物时，需要先对障碍物进行处理，然后再继续进行沉桩操作，对于桩体倾斜严重的情况，可以将其拔出后重新施工。沉桩达到一定深度后，对于倾斜问题，不能使用移动机架校正，以免引发断桩问题。五是桩基施工后，需要设置好停歇期，等到停歇期结束再开挖基坑，采用分层均匀开挖的方式，做好基坑围护，保障桩身的完整性。

(4) 桩身破坏

桩身破坏的原因，主要是在施工环节，出现桩体倾斜、送桩杆不平整等问题，造成桩端应力过于集中，桩头爆裂；施工压力数值过高；没有依照施工规范，对桩身垂直度进行控制，导致桩身断裂。

防治措施：一是结合工程项目的实际情况，合理选择桩机型号和施工方法，做好对桩身垂直度的严格控制，避免出现桩体倾斜的问题。二是施工结束后，需要进行土方开挖和凿桩施工，必须对土方开挖施工的质量进行管控，落实好细节处理，以最大限度地保障桩基施工效果。三是在施工过程中，必须做好桩身材料的检查，保障材料质量达标。四是对于已经发生的桩身破坏

问题，可以采用小应变等措施，对桩身情况进行检测，确定好最佳的处理方法^[9]。

3 结语

总而言之，预应力空心方桩是一种新型桩，其有着承载能力强、技术先进、节约材料等优势，桩体的施工质量相对稳定。将预应力空心方桩应用到沿海砂层地区工程的施工中，能够很好地适应特殊地质条件的要求，提升基础施工的效率和效果，强化基础的稳定性和承载能力，继而最大限度地保障工程整体的施工质量。从施工单位的角度，应该对照工程施工方案的要求，对预应力空心方桩的施工流程进行有效控制，将技术的优势充分发挥出来。

参考文献

- [1]陈朝辉.XC弹卡式连接预应力混凝土实心方桩施工技术[J].建筑施工,2024,46(06):938-941.
- [2]宋名海,高英.预应力空心方桩与预应力管桩力学性能比较和经济性分析[J].工程建设与设计,2024,(11):206-210.
- [3]汤升才,黄修杰,熊伟.预应力混凝土实心方桩在某泵站工程中的应用[J].水电与新能源,2024,38(04):34-38+42.
- [4]江波.浅析空心方桩在河道护岸工程中的应用——以田江保护圈河段为例[J].湖南水利水电,2024,(01):68-70.
- [5]何锦明.预应力管桩静载检测质量问题分析及经验总结[J].广东土木与建筑,2023,30(11):124-126.
- [6]邱振贵,洗景成.预应力混凝土空心方桩堆放层数判定条件的探讨[J].广东建材,2023,39(01):34-36.
- [7]杨瑞浩.预应力离心混凝土空心方桩在工程中的实用分析[J].中国建筑金属结构,2022,(11):46-48.
- [8]姜昊天,缪海林,杜俊明,等.预制空心方桩楔式抗拔连接件可靠性分析[J].金陵科技学院学报,2022,38(03):80-87.
- [9]王坤,纪万超.预应力混凝土空心方桩水上沉桩施工安全与质量保障举措探析[J].珠江水运,2021,(03):75-76.