

地铁车站咬合桩围护结构的关键施工控制技术分析

艾江临

中铁八局集团第三工程有限公司 贵州 贵阳 550001

摘要:现阶段我国在富水地区进行地铁工程施工时,最常使用的基坑围护结构就是咬合桩围护结构。咬合桩的优势非常多,其中就包括止水效果好、机械化程度高、施工速度快、成本低、环保水保等。钻孔咬合技术在地铁车站基坑围护结构施工之中的应用也极为广泛,特别是在地层条件差、地下水丰富、周边高层建筑众多、基坑周边防水要求高的地铁车站施工中,如淤泥、地下水富集、流砂、杂填土等,就会应用到钻孔咬合桩技术。本文就钻孔咬合桩在地铁车站中的施工技术以及原理进行分析,希望能给地铁施工技术人员提供参考。

关键词: 地铁车站; 咬合桩维护结构; 施工控制; 技术分析

Analysis of key construction control techniques for the interlocking pile enclosure structure of subway stations

Ai Jianglin

China Railway Eighth Bureau Group Third Engineering Co., Ltd. Guizhou Guiyang 550001

Abstract: At present, when constructing subway projects in water rich areas in China, the most commonly used foundation pit enclosure structure is the interlocking pile enclosure structure. There are many advantages of interlocking piles, including good sealing effect, high mechanization, fast construction speed, low cost, environmental protection and water conservation, etc. The application of drilling and interlocking technology in the construction of subway station foundation pit enclosure structure is also extremely extensive, especially in subway station construction with poor geological conditions, abundant groundwater, numerous surrounding high-rise buildings, and high waterproof requirements around the foundation pit, such as silt, groundwater enrichment, quicksand, and miscellaneous fill, etc., drilling and interlocking pile technology will be applied. This article analyzes the construction technology and principle of drilled interlocking piles in subway stations, hoping to provide reference for subway construction technicians.

Key words: subway station; Maintenance structure of interlocking piles; Construction control; technical analysis

现阶段,我国城市化建设的飞速发展,使得城市交通拥堵的问题越来越严重,为了缓解城市路段交通拥堵情况,地铁车站的建设规模不断地在进行扩大。在很多地铁站的施工建设之中,深基坑施工都会运用到咬合桩技术^[1]。咬合围护桩所搭建的墙体比较稳定,能够紧密地连接各个桩体,而且还是无缝连接,所以对地下水的拦截效果比较好,自身的强度刚度高,安全稳定性好。咬合桩施工采用钢套管跟进,反复使用,比传统的钢护筒更加耐用,还能节约地下水,比泥浆护壁节约材料,减少污染和占地,带来的经济效益也更高。

1 咬合桩的施工工艺效果分析

1.1 咬合桩施工原理

所谓钻孔咬合桩是指利用机械进行钻孔施工的一种技术方式,主要是采用这样的方式可以让各个孔桩之间相互咬合,然后排列成为的一种基坑的围护结构。钻孔咬合桩有以

下两种搭配方式,第一种是全部都是钢筋混凝土桩,第二种是素混凝土桩与钢筋混凝土桩相隔搭配。在这样的过程中进行施工,就需要首先对A桩施工,采用超缓凝型砼进行使用,其次在A桩砼初凝前对B桩进行施工,需要利用套管钻机来切割掉与相邻两A桩相交部分的砼,以此形成各个桩之间的咬合效果,称为“软咬合”工艺;另一种是首先施工A桩达到设计强度,其次在A桩间施工B桩,利用套管钻机来切割掉相邻两个A桩相交部分的砼,间隔排列的方式形成咬合效果,称“硬咬合”工艺。

1.2 咬合桩的施工工艺流程

钻孔咬合桩的单桩施工工艺流程为平整场地→测放桩位→施工混凝土导墙→套管钻机就位对中→吊装安放第一节套管→测控垂直度→压入第一节套管→校对垂直度→抓斗取土、套管钻进→测量孔深→清除虚土、检查孔底→吊放钢筋笼→放入混凝土灌注导管→灌注混凝土逐次拔套管→测定混

凝土面→桩机移位^[2]。钻孔咬合桩的排桩施工工艺流程是：1、软咬合工艺，A桩为超缓凝素混凝土桩，B桩为钢筋混凝土桩，总的施工原则是先施工A桩，后施工B桩，施工顺序是： $A_1-A_2-B_1-A_3-B_2-A_4-B_3\cdots-A_n-B_{n-1}$ ；2、硬咬合工艺，A桩矩形钢筋混凝土桩，B桩为圆形钢筋混凝土桩，总的施工原则是先施工A桩，待A桩达到设计混凝土强度后再施工两A桩间的B桩，施工顺序是： $A_1-A_2-B_1-A_3-B_2-A_4-B_3\cdots-A_n-B_{n-1}$ 或 $A_1-A_2-A_3\cdots-B_1-B_2-B_3\cdots-A_n-B_{n-1}$ 。

1.3 咬合桩的施工准备

1、技术准备。在施工之前对施工人员进行技术交底，要对工程的技术标准、技艺条件、方案等进行培训。2、机器设备。设备选型全套管回旋钻机、旋挖钻机等，在咬合桩施工之前要对施工现场的机器设备进行检查，要评估机器的良好率状况，对机器的重要功能进行核实检查，对辅助施工的工具进行准备。3、测量时候的准备工作。在实施之前要由测量的工作人员对咬合桩的中心点以及基准点用全站仪进行复核测量。4、材料准备。对施工要用到的各种原材料进行验收检测，保证各种材料的质量合格。5、人员准备。在咬合桩施工开始之前，要对施工人员进行技能的培训和技术交底^[3]。

1.4 咬合桩的关键施工控制技术

1.4.1 桩的垂直度控制技术

在对咬合桩的垂直度进行控制的时候，应该要从三个方面进行控制，（1）对套管垂直度的检查和校正进行严格的控制。在钻孔咬合桩进行施工之前，应该要在平整的地面上对套管的垂直度进行检查以及校正。（2）让钻孔的下部支撑稳定。钻机进行下压套管施工时，让钻机保持稳定，控制住下压套管的垂直度^[4]。（3）加强在成孔过程中桩的垂直度监测。在进行监测的时候，如果发现垂直度的偏差，需要随时的进行纠正，可以用成孔检测仪进行检测，而且在成孔的过程中要一直进行检测，不可以中断，发现垂直度不合格时，需要纠偏，合格之后才能对下一套管进行施工。

1.4.2 桩身混凝土的控制技术

在A桩的浇筑过程中，要对混凝土添加适当的高效缓凝型减水剂，确保在规定时间内初凝，一般不小于50小时，素桩浇筑完成后随即施工钢筋混凝土桩，减少对素桩混凝土的损害。在A桩成孔的时候，由于A桩的混凝土还没有固化，处于流塑阶段，就会很容易出现当A桩混凝土在与B桩相交的地方造成混凝土管涌的问题，为避免这一问题出现，采用针对性的措施比如（1）对A桩的混凝土坍落度进行控制，不大于18cm，减少混凝土的流动性；（2）对B桩套筒跟进至中风化岩层^[5]。

1.4.3 岩溶混凝土“塌陷”的控制技术

在岩溶区钻孔桩施工前应对周边的地质及水文条件进行全面的勘察，准确知悉施工位置的地质和地下水情况，准确掌握岩溶分布情况，并根据勘察结果合理优化钻机施工设

计。钻进过程中做好渣样分析和记录，遇到岩溶可采取回填粘土、片石、素混凝土后重钻，钢套管及时跟进，且穿过岩溶底部2m以上，采用水下混凝土浇筑，边浇筑边拔出套管，浇筑完成后持续观察如果发现桩顶混凝土出现塌陷，及时补筑同等级别混凝土至浇筑完成面。

1.4.4 “拔桩”的控制技术

在进行地铁咬合桩围护结构实际施工的过程中，要保证混凝土的和易性、流动性，严格控制初凝时间满足拔出钢护筒的要求。钢筋笼的下方焊接防浮片通过桩身混凝土自重压住钢筋笼避免浮笼，防止拔管时带出钢筋笼，防止钢筋笼上浮^[6]，在混凝土进行初次浇灌之后，就要对外套管或者护筒进行提拔，并且要伴随着浇筑混凝土顶面高度的逐渐增加，对外套管不断进行提升，要保证混凝土中外套管埋设的深度不超过2.0m，提升时采用顶拔力不小于600kN拔管专用设备。

2 钻孔咬合桩施工技术与质量保证措施

2.1 技术保证措施

（1）测量。桩位测量精度控制、导向墙宽度、厚度控制、导向墙预留桩径控制，一般较设计桩径大2-5cm。（2）水下混凝土质量。配合比选定，尤其是超缓凝剂用量，初凝时间不小于50h，强度不大于3MPa，28天达到设计强度。（3）清孔、浇筑。在灌注混凝土前应检查孔底沉渣，必要时进行二次清孔；钢筋笼防浮、导管水密性、垂直度验收、埋深控制、首盘混凝土量、完成面标高等控制到位。

2.2 质量保证措施

（1）成桩质量控制。在施工中遇地下障碍物的处理是比较困难的，如果在施工之中遇到了卵石层或者是孤石等，采用岩石旋挖机钻进处理。（2）孔深控制。成孔后用测绳前端系测锤进行量测控制，确保满足设计及规范要求。（3）垂直度控制。地面导向墙定位，套管或护筒压入时垂直度控制，抓斗或旋挖时垂直度控制，通过成孔检测仪实时监测和纠偏保证。（4）钢筋笼质量控制。对钢筋笼制作尺寸和圆饼形钢筋保护层垫块设置进行检测、量测保证。

3 工程实例应用分析

贵阳轨道交通3号线花果园东站地处杂填土区域，其下为强风化、中风化、微风化岩层，杂填土层15-20m未完成的自重固结沉降，地下水位在地面以下11米处，属于富水区域，为了保证基坑的止水效果，基坑围护桩设计为 $\phi 1400\text{mm} @ 1100\text{mm}$ 咬合桩，采用硬咬合工艺施工。

为了保证围护桩的定位准确以及控制桩体垂直度，满足围护桩的咬合宽度，钻孔前分区域进行导向墙施工（图1），待导向墙混凝土强度达标后，钻机就位跳槽进行A类桩（方形钢筋笼）施工，一个区域内的A类桩施工完成且强度达到设计要求后，进行该区域内的B类桩（圆形钢筋笼）施工。A类桩靠B类桩侧300mm范围内素混凝土要靠钻机切割咬合，一旦钢筋笼出现左右偏移，就会出现咬合宽度不满足设计要求的情况，所以A桩钢筋笼的定位准确极其重要，实际

施工过程中自主研发了方形钢筋笼的定位装置来控制定位精度。如果钻孔出现倾斜,同样不能满足咬合宽度的要求,所以在钻进过程中随时采用RSM-HGT(B)型超声波成孔检测仪

对成孔垂直度、孔径等进行检测并形成图像文件,对图像文件分析,出现偏差超标时及时进行纠偏处置,保证垂直度满足要求。



图1 导向墙施工



图2 咬合桩咬合止水实景图

为了保证咬合桩钻进过程中不塌孔和缩径,钢套管跟进需要穿过回填层及强风化岩层,一直跟进至中风化岩层,钢套管需要拔出重复使用,浇筑混凝土的过程中边浇筑边拔套管,套管外侧与土体之间、内侧与未凝固的混凝土之间均会产生摩擦力,对护筒拔出造成了一定程度的困难,实际施工过程中经过自主研发了钢套管的拔出装置,最大拔力600T,最大程度减小护筒拔出过程中对桩身的影响。

通过采取上述措施,咬合桩的施工质量得到有力的保证,解决了基坑止水的难题,为后续的结构施工打下坚实基础。这一结论在基坑开挖过程中得到了充分的验证,花果园东站基坑开挖深度为21m~27m,从基坑开挖过程中揭露出的咬合桩外观可以看出,咬合效果满足了设计要求,止水效果极佳(图2)。

结束语

在地铁的建设项目之中,咬合桩技术广泛应用在基坑围护结构,咬合桩的技术工艺有施工进度快,不受岩层限制,止水效果好等优点。只要在建设施工之中,设计的合理,施

工工序细节规范就能够让咬合桩的成桩质量得到保证,咬合桩技术不仅能够保证基坑稳定,环境污染也更少,建设成本低,应该得到广泛的推广与应用。

参考文献

- [1]赵楠.地铁车站咬合桩围护结构的关键施工控制技术分析[J].建筑技术开发, 2023(1):18-21.
- [2]李瀚林.地铁车站围护结构施工中的钻孔灌注桩施工技术[J].中国设备工程, 2020(15):202-203.
- [3]李灿辉,范存辉.套管咬合桩在徐州地铁车站基坑应用中的关键技术问题研究[J].价值工程,2021(27):153-156.
- [4]张亚峰, 吴祥, 郭振华, 等.咬合桩在深厚岩层基坑围护结构中的应用研究[J].山西建筑, 2021(35):59-61.
- [5]张明童, 陈学军, 张秀勇.苏州地铁车站咬合桩围护结构的关键施工控制技术[J].水利与建筑工程学报, 2020(2): 7-11,16.
- [6]尹辉.探究地铁车站钻孔咬合桩围护结构的关键施工工艺[J].城市建筑, 2020(6):-.