

淤泥质土地质条件下基坑开挖施工分析

祝卫星 舒建刚

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西西安 710000

摘要: 基坑开挖施工控制是保证工程质量的根本,但在不良地质影响下,基坑开挖的难度会增大,淤泥质土地质环境就是其中之一。为提高淤泥质土地质基坑开挖施工的质量,以我国某地铁工程为例,对淤泥质土地质基本特征和失稳机理和基坑开挖工序、施工技术和要点进行分析探讨。

关键词: 淤泥质土地质; 基坑开挖; 施工技术

引言:

基坑开挖作为工程建设进行的根本,广泛应用在各种工程当中,如建筑工程、市政工程、桥梁工程等。为保证我国工程建设事业的稳定发展,基坑开挖技术必须与时俱进。但在基坑开挖工程中出现的淤泥质土地质会严重影响施工进展,因此需要研究相关解决方案保证开挖质量。

一、淤泥质土地质概述

1. 基本特征

从物理性质分析,淤泥质天然含水量高、孔隙率大、渗透性差、承载能力弱,用作承载面会导致沉降不均匀、侧向滑动和土体流动,对工程影响大,因此需要进行开挖。在基坑开挖过程中对基坑支护不利,容易发生坍塌现象。

2. 失稳机理

在基坑开挖过程中,机械震动、基坑附近荷载等都会影响淤泥质土地质的内部结构。在进行深基坑开挖时,若淤泥质土地质上部土壤较硬或含水量高,会导致局部失稳。在对基坑附近进行沉降观测时,位移量不大,但由于淤泥具有触变性和流变性,在开挖过程中可能会出现底部坍塌的现象。使用挖掘机、装载机等大型设备开挖时,由于机械震动会使土质疏松,导致基坑沉降或侧向位移等。另外在基坑开挖过程,会将设备和土质堆放在基坑附近,或者下雨后上部土壤含水率加大,在应力增大的情况下,由于淤泥承载能力弱,从而引发坍塌。最后,由于淤泥含水量高,当雨水渗入和荷载施压,在双重作用下会引起基坑底部发生形变^[1]。

二、基坑开挖支护

1. 基坑支护的目的和作用

(1) 基坑支护是为了确保基坑周围的地基稳定,并

能在一定程度上满足基坑挖掘的需要,为地基处理提供充足的场地。

(2) 确保在地基基础建设过程中,不会对邻近的建筑、管道等造成破坏。也就是说,对于坑内的土体,尤其是地表及地下的竖向和横向的位移,必须在容许的限度之内。

(3) 以截水、降水、排水等方式,确保基坑工程在地下水位以上进行。

(4) 其最重要的目的是为了确施工安全,也可以看做是一种保护土体安全的方法。

2. 基坑支护形式

(1) 放坡开挖

它适合在场地宽阔,土质良好,周围没有复杂的地势,没有临近的建筑和结构。

(2) 土钉墙

这种支护结构是一种具有稳定边坡稳定的结构,其功能与前面提到的具有挡土功能的被动围护结构不同,它具有积极的嵌固作用,提高了边坡的稳定性。

(3) 高压旋喷桩

高压旋喷桩采用的材料也是水泥,通过高速旋转的喷头,将水泥喷射到土壤中,与土壤进行搅拌,形成水泥和水泥,然后在水泥中互相连接,从而达到堵漏、堵漏的目的。

(4) 钢板桩

钢板桩是一种较为简便、造价低廉的钢板桩支护结构。该设计一般应用在土质松软的地面上。

(5) 柱列式的灌注桩的排桩支护

该方法可分成两类:疏排设计与密排设计两类。在桩顶部的预应力加固中,应特别重视灌注部分的大断面,保证其安全可靠。施工中采用压力灌浆作业,以避免地

下水和其它物质通过孔洞渗入深层基坑。

(6) SMW工法桩

所谓“劲性水泥浆”施工,就是将H形钢等材料(大部分是H形钢,也可采用钢板桩、钢管等),将承受荷载和防水材料合,形成既有承载能力又有抗渗性的支撑体系。

它的结构强度高,适用于任何适用于水泥厂的领域;它的阻隔效果好,不需要另外设置挡水帘;它可以与多个支座一起应用于深基坑,在某些情况下,它可以取代地下连续墙,只要采取适当的施工措施,可以有效地回收H型钢等受拉材料,成本要比地下连续墙低得多,因此有很大的发展前景。

(7) 钻孔灌注桩

施工时不会产生振动、噪声等环境污染,不会产生挤土,不会对周边环境造成任何影响;同时,墙体的强度、刚度、支护的稳定性、变形都较低;同时,在桩基也是灌注桩的情况下,可以同步施工,有利于施工组织,并且工期短。

(8) 地下连续墙

采用此种墙式结构,可以有效地改善整体的刚性和整体的抗渗性能。这种构造一般适用于具有多种地质构造的软土、砂土等工程场地。

三、淤泥质土地质条件下基坑开挖施工

1. 施工工序

首先,应进行开挖前准备工作,如地质勘探、地质条件分析等。以我国某地铁工程为例,首先发现地铁施工区域附近存在河流,土壤主要由饱和黏性土、粉质土壤和砂石分层组成。在经地质勘探后发现底部土壤为淤泥质土地质,并且存在地下水,附近存在的粘性土已饱和,具有防水防渗的性质。然后确认施工区域附近的建筑物有商场、酒店和小区等,同时还要注意地下管道的位置,需要在图纸上准确标注平面位置和高度,这些构造物距离基坑周边约20米,因此需要优先建设地铁站,并对基坑采用土钉支护的形式。另外还要结合现场实际情况,进行基坑开挖方案的撰写,并制定进度计划,确保科学合理的开挖。

2. 开挖要点

(1) 确定开挖范围

在了解到地铁站的地质分层和周边建筑物情况,按照规范对基坑等级划分,并考虑存在的管道后,对基坑开挖范围进行圈划,得到一个开挖轮廓线。首先在基坑

外围挖出一个轮廓线,需要支护后再对内部进行开挖。

(2) 控制高程

采用挖掘机进行基坑开挖,既高效又快速。而淤泥土质相对于一般土质的物理性质更差,在开挖时需要控制高程。挖掘机在挖到距基底20~30厘米后,改为人工开挖至基底高程。在地铁建设过程中,采用了明挖即露天开挖,挖至30~40厘米距基底位置后,采用单注双跨钢筋砼结构作为临时支护,在铺设完砂垫层后便进行基坑土钉支护,并采取流水作业的形式,边支护边清理,最后再进行人工开挖。

(3) 开挖过程

基坑土钉支护完成后,在基坑外围应设立地下连续墙作为围护,在这个地铁工程中,地下连续墙采用柔性连接,C30混凝土,P8等级防渗。墙身最大长度为27米,厚度为0.7米,端头井最大长度为29米,厚度0.9米。土钉支护只起临时保护作用,而地下连续墙则作为永久性保护结构存留下来。靠近建筑物的基坑附近光靠连续墙还不够,还需要使用搅拌桩在砂垫层上进行加固,增强地下连续墙的抗剪强度。

在各项保护措施完成后,便对基坑内部进行开挖。应考虑淤泥质土地质的渗透性弱的因素,在开挖时确定降水量,保证土质被固结,在开挖过程更加稳固。

应严格按照如图所示的开挖流程,可根据现场实际情况调整方式,但工序保持不变。另外,应严格控制开挖速度,避免土质和支护暴露时间过长,从而影响淤泥的松散程度和支护的强度。本地铁工程的淤泥质占地面积较大,其基坑较深,便采用了阶梯分层作业法,顾名思义就是往下挖台阶一层层开挖的方法,台阶就可作为挖掘机的作业平台。通常要求其宽度在2米左右,确保挖掘机能正常作业。阶梯坡度普遍设置在15°左右,确保土坡不会垮塌。在开挖过程还需要随时进行沉降观测和基坑检查,确保基坑的动态稳定性。

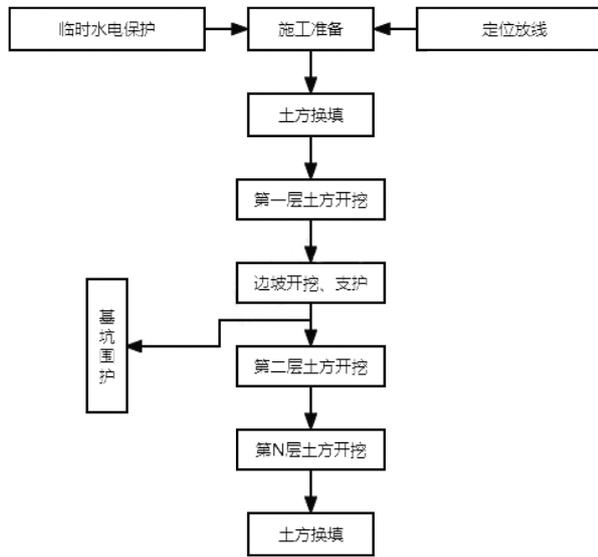
(4) 基坑钢支撑系统

在地铁站基坑开挖中,每挖到支撑点就需要安装钢管进行支撑,钢管采用 $\phi 609*16$,保证垂直度。在支撑完成后,将千斤顶安装在钢管顶部进行测试。保证基坑内部稳定。

3. 完工检查

开挖结束后,应对基底进行换填,并在8小时内完成防止底部暴露软化。在基坑面积较大的情况下,应采取流水作业,在一部分基坑开挖到及时先进行基础浇筑,

如此就可以保证基坑的稳定性。



基坑开挖流程图

四、淤泥质土地质基坑开挖施工技术分析

1. 桩基施工法

桩基础工程施工方法为提高软质土层的承载能力而实施打桩工程的方法。桩柱的作用是将上部建筑结构的载重传递到深处承载能力较大的土层上，也可以采用压实或挤实软土的方法，提高土质的承载力，以便保证建筑物的稳定性，减少其沉降量。桩基可分为端承桩和摩擦桩两种。前者指桩柱穿过软土层而达于岩石或坚硬土层上；后者指桩柱悬在土层中，利用桩柱与土质的摩擦力而承受重量。

一般采用以下几种方法：①锤打式沉桩，即通过将桩上的锤子或其它物体砸在桩上，使桩身下沉；②静压桩法，是指在承台自身重量的基础上，由吊车将承重传递到桩顶部，将桩一节一节地压进泥土中；③水冲沉桩法，是指在压力作用下，连续冲刷桩底土壤，从而在重力或锤打的情况下，迅速下沉；④振动式沉桩法，是通过安装在桩顶上的振动式沉桩器，通过自身重力和机械的力量将桩身压入土中；⑤就地灌注桩法，通过将水泥、沙土等物质在地基中直接注入，从而达到桩桩的目的。

2. 回填法

回填具体工序如下图。在回填时，先把坑中的水排出，清除建筑垃圾，然后在两边用碎石堆到管道顶部20cm处，然后分层压实，然后用水压实，然后用水压实。管道顶部50公分以内不可再填充超过100毫米的石块、砖块等；回填土厚度 < 70cm时应采用C20砼，厚10cm包裹管道后再回填。控制回填压实度质量的主要措施有：

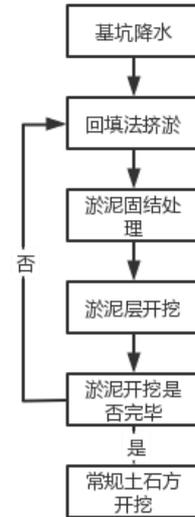
(1) 分层回填、分层夯实。并用环刀法检验回填土

压实度。

(2) 检验频率：每井段每层检测3点，压实度 $\geq 90\%$ 。

(3) 填写检测报告，报监理工程师验收合格后进入下一道工序。

(4) 基坑回填后必须进行交通管制，限制施工车辆通行。



回填法施工工序示意图

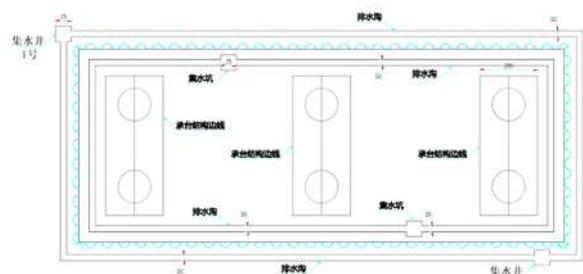
2. 降水施工技术

(1) 坑外排水

在基坑外侧需要设置排水明沟，防止水流入基坑，在地铁站建设过程中就在四周安装了集水井，在经过处理后排水河流，这样能保证土质的稳定^[2]。

(2) 坑内降水

基坑内部的降水和坑外降水原理是一样的，但要求更严格。在基坑开挖前20天，施工人员在1号集水井抽水的同时，还应同时在2号开展抽水准备工作，在1号结束后，立马进行2号抽水，如此循环。这样能降低地下水头压力，确保基坑开挖过程的稳定性。抽水量还应实时控制，若水头压力过低，可能会出现沉降^[3]。



降水平面布置图

(3) 灌浆施工法

灌浆法是通过压力、水压、电气化等技术，将水泥

浆注射到自然裂缝和人工裂缝中，从而提高裂缝的物理性能。

灌浆法施工流程为：成孔→安装浆管以及封堵孔口→搅拌浆→实施灌浆→安装灌浆管以及封堵孔口→搅拌浆→实施灌浆→封堵孔口。

灌浆法施工工艺为：

①成孔，在钻井的时候，必须要用88毫米的钻头，在钻井的时候，遇到了一些粉末状的泥土，就需要用管道将钻机放入到泥土里。

②将灌浆管道安装好，堵住喷嘴，然后用柔软的橡胶包裹住花管的外壁，防止沙子渗入。

③进行搅拌，在搅拌的过程中，要将适量的水倒入搅拌桶中，然后用搅拌器搅拌，直到完全混合。另外，在搅拌的时候要加入一定的水泥，大约需要五分钟的时间。

④灌浆，灌浆时应严格遵守施工工艺，采用自上而下的施工方法，注浆时应注意注浆情况，若注浆已满，应立即停止注浆。

⑤注浆完毕后应及时封闭，并于封闭后一日内不定时检查，若浆液减少，应进行补浆。^[4]

(4) 换填法

即在基坑底部不深的地方挖掘出一块较浅的软土，再用质地坚硬、强度高、性能稳定的砂、碎石、卵石、素土、灰土、煤渣、矿渣等分层填充，再用人工或机械方法分层压夯，使其具有较高的致密程度，从而形成优良的人造地基。

对于淤泥质土地质，可以选择含水量较低的黏土，在地铁站施工中便做到就地取材。但在基坑深度过大的情况下，在保证成本的前提下，可选择钙镁硅酸盐作为换填料。换填垫层可以提高地基承载力、有效减少沉降量，加速淤泥质土地质的排水固结，从而提高基坑稳定性。

五、结束语

淤泥的自然水分含量高，渗透系数低。在大规模的基坑工程中，在基坑周围设置深井降雨，由于土壤渗透率较小，理论上所算出的降雨区域与实测值相差甚远，导致了较长时间内无法下降。在不同的角度，淤泥的渗透性存在差异，其中横向渗透性较竖直渗透性强。

在工程建设中，采用深、井结合的方法，加大水平排水，并对井点进行水平井的注水，以达到良好的降雨量效益。由于淤泥质土壤的物理性质，使得其在工程建设中很困难。在具体的施工过程中，要认真地进行认真的分析，尽早地提出控制和治理的对策，制订出一套科学的技术方案，而不要只靠以前的做法，一板一眼地去做，这样不仅会给施工带来消极影响，还会加大项目的投资。

淤泥质土地质的存在为基坑开挖施工带来了极大的不便，所提及的地铁工程对其处理较为成功，但我国应对措施仍处于不成熟阶段。施工单位应与地勘单位相互配合，对淤泥质土地质各方面进行深入分析，制定科学合理的施工方案，并采取合适的施工技术，有效提高基坑开挖质量，保证工程建设的持续发展。

参考文献：

- [1]邓其岳. 淤泥质土地质条件下基坑开挖施工分析[J]. 河南科技, 2021, 40(5):3.
- [2]黄晗. 淤泥质土深基坑开挖机施工支护方案探讨[J]. 黑龙江冶金, 2018, 000(004):25-26.
- [3]柯长仁, 王昌威. 淤泥质地质条件下深基坑施工控制技术[J]. 建筑建材装饰, 2018, 000(010):86-87.
- [4]杨强武. 浅析灌浆法在公路桥梁与隧道施工中的应用[J]. 2020.