

复杂条件下深基坑支护施工技术的应用分析

尹桂明

苏州市华图岩土工程有限公司, 江苏 苏州 215100

[摘要]复杂条件下的深基坑支护施工面临着地质条件复杂、土层变化大等问题, 如果不采用适当的支护措施和技术, 可能会导致坍塌、下沉、倒塌等意外事故发生, 严重威胁施工人员的生命安全。因此, 应用合适的深基坑支护施工技术, 能够有效地保障施工安全, 并最大限度地降低事故风险。并且深基坑支护施工对于工程质量有着直接的影响。复杂条件下的施工需要考虑地质情况、土层结构、水位变化等多种因素, 如果施工技术不够先进和合理, 会导致支护结构不稳定、土体沉降过大等问题, 进而影响工程的承载力、稳定性和使用寿命。因此, 应用适当的深基坑支护施工技术, 能够提高工程质量, 保障工程的长期稳定和可靠性。所以, 复杂条件下深基坑支护施工技术的应用对于保障施工安全、提高工程质量、控制成本和提升效率具有重要性。文中结合具体的基坑工程, 探究在复杂条件下深基坑支护施工技术的应用。

[关键词]深基坑支护; 施工技术; 复杂条件

DOI: 10.33142/aem.v5i9.9739

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Application Analysis of Deep Foundation Pit Support Construction Technology Under Complex Conditions

YIN Guiming

Suzhou Huatu Geotechnical Engineering Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215100, China

Abstract: The construction of deep foundation pit support under complex conditions faces problems such as complex geological conditions and significant changes in soil layers. If appropriate support measures and techniques are not adopted, it may lead to accidents such as collapse, subsidence, and collapse, seriously threatening the safety of construction personnel. Therefore, the application of appropriate deep foundation pit support construction techniques can effectively ensure construction safety and minimize accident risks. The construction of deep foundation pit support has a direct impact on the quality of the project. Construction under complex conditions requires consideration of various factors such as geological conditions, soil layer structure, and water level changes. If the construction technology is not advanced and reasonable enough, it can lead to unstable support structures, excessive soil settlement, and other issues, which in turn affect the bearing capacity, stability, and service life of the project. Therefore, the application of appropriate deep foundation pit support construction techniques can improve the quality of the project and ensure its long-term stability and reliability. Therefore, the application of deep foundation pit support construction technology under complex conditions is of great importance for ensuring construction safety, improving engineering quality, controlling costs, and improving efficiency. The article explores the application of deep foundation pit support construction technology under complex conditions, combined with specific foundation pit projects.

Keywords: deep foundation pit support; construction technology; complex conditions

引言

在复杂条件下进行深基坑支护施工是土木工程中的一项重要挑战。随着城市建设的推进和土地资源的有限性, 越来越多的建筑项目需要在狭小、高密度、复杂地质条件下进行深基坑开挖和支护。这种情况下, 选择合适的支护技术和有效的施工方法变得至关重要。本文旨在对复杂条件下深基坑支护施工技术的应用进行分析, 并探讨其优势、挑战和解决方案。首先, 我们将回顾当前常见的基坑支护技术, 如钢支撑、混凝土墙、桩梁等, 并评估它们在复杂条件下的适用性。随后, 我们将深入研究在不同地质条件下的实际案例, 探讨其中涉及到的问题和应对策略。通过对复杂条件下深基坑支护施工技术的应用分析, 我们旨在为土木工程师和相关从业人员提供有关合适技术选择、施

工规划和项目管理的参考, 以确保基坑施工的顺利进行, 并提高工程的质量和安全性。

1 工程概况

1.1 基坑工程概况

拟建基坑大致呈长方形, 长约为 99m, 宽约为 48.0m, 基坑周长约为 290m, 基坑面积约为 4800m²。拟建基坑为二层地下室, 因此, 基坑一般开挖深度在 9.75m 左右, 承台位置开挖深度 10.45~11.15m 之间, 集水坑位置开挖深度在 11.00~11.25m 之间。围护形式: 采用钻孔灌注桩+三轴水泥土搅拌桩+二道混凝土支撑的支护形式, 坑中坑采用三轴搅拌桩加固, 坑内采用管井降水。

1.2 基坑周边情况

拟建基坑位于苏州工业园区百川街以西, 南荡田巷以

南现纳微有限公司内,基坑周边环境极其复杂,根据业主提供的资料及现场踏勘,场地东侧为市政道路,路侧分布较多的地下管线(天然气管线、消防水管、厂区道路雨水管);场地北侧为已建综合楼,基坑边距离综合楼外墙只有4m,在这4m范围内还有雨水管线;场地西侧为试车间、事故应急池等,距离基坑很近,约5m左右,两者之间有雨水管线;南侧则是围墙,基坑距离红线约6m。

1.3 工程水文地质条件

根据岩土工程勘察报告资料,上部土层主要有:填土、黏土、粉质黏土、粉土、粉砂层;基坑底以下都是粉土、粉砂,粉砂层厚度达10m,对本次基坑围护止水帷幕的质量要求和坑内降水具有了很大考验。

影响本次基坑开挖的地下水类型主要是上部微承压水,主要赋存于④粉土、⑤粉砂层中,其导水性及富水性均一般,受上部浅层水垂直入渗和地下水越流补给,以地下水侧向径流为主要排泄方式。

2 复杂条件下深基坑支护施工技术的难点与解决措施

2.1 三轴搅拌桩与钻孔灌注桩

三轴搅拌桩对土壤类型有一定限制,适用于较稠密、饱和或含有一定粉土成分的土层,对于含有大颗粒物料的土层或特殊软弱土壤,需要结合其他支护措施。搅拌过程中需克服土壤的抗剪强度,施工难度较大。同时,如何控制搅拌桩的准确位置和长度也是一个挑战。而针对钻孔灌注桩,复杂地质条件下的钻孔常常面临岩石、软弱土层或高水位等问题,需要选择合适的钻探方法和工具来克服困难。在注浆过程中,需要确保混凝土充分填充钻孔空隙,并保证注浆压力和流量的准确控制,以达到设计要求^[1]。

为解决这一难点,针对此次工程,三轴搅拌桩止水帷幕施工后,后续灌注桩过早施工或施工不当,会导致止水帷幕受损,影响桩体质量,造成渗漏隐患。为此三轴搅拌桩施工后5天方可进行下道工艺施工。

2.2 土方开挖

复杂地质条件下,土壤类型、含水量、岩石分布等地质特征可能会在不同区域或深度发生变化,这使得土方开挖过程中需要应对不同地质条件和相应的施工措施。且复杂地质环境下的土方开挖容易引起土体塌方、滑移或坍塌等稳定性问题,为确保施工安全,可能需要采取支撑结构、梯度开挖、斜坡加固等支护措施,并进行合理的监测和管理。在复杂条件下开挖的土方可能包括软弱土、岩石、含水层等,对土方的处理和处置提出了挑战。并且由于复杂地质条件和施工难度增加,土方开挖可能需要更长的施工时间,并影响整个工程的进度计划^[2]。

为解决这一难点,针对此次工程,主要采用的措施为合理安排土方的开挖顺序是保证基坑整体安全的重要措施,土方的开挖总体按照“先撑后挖,分区、分层、抽条、

对称开挖”的原则进行,同时在开挖过程中加强施工监测,根据监测数据及时掌握和调整施工进度,做到施工全过程的动态控制。

2.3 落深坑支护施工质量

在落深坑施工过程中,地下水位的控制至关重要。如果地下水位较高或存在渗水问题,可能导致坑底和周边土体的液化、塌陷或失稳等问题。落深坑支护施工需要在坑底进行一定的处理和准备工作,以确保基础的平整度和坚实性。坑底平整度不合格可能会影响后续的支护结构施工,甚至引起支护体的变形或破坏。并且落深坑支护涉及到大量材料的使用,如混凝土、钢筋等。材料的质量和施工工艺的合理性对支护结构的稳定性和持久性有重要影响^[3]。

为解决这一难点,针对此次工程,主要采用的措施为坑中坑最大开挖深度3.05m,位于4号砂质粉土与5号粉砂层当中,土体工程性质一般,采用三轴搅拌桩重力式挡墙支护,在施工中应严格控制施工质量,开挖后及时砌筑砖胎膜支护。

2.4 立柱桩施工垂直度控制

在复杂条件下深基坑支护施工中,立柱桩的垂直度控制是一个关键难点,地质条件可能不稳定或存在多种土层,这会对立柱桩的垂直度产生影响。例如,在软弱土层中施工时,可能会发生土体塌陷或侧壁沉降,导致立柱桩偏离垂直。立柱桩的施工工艺也会对垂直度控制造成挑战,施工过程中,如果操作不当、钢筋浆液注入不均匀或排气不畅,都可能导致立柱桩偏离垂直。所以,复杂条件下深基坑支护施工中,立柱桩的垂直度控制是一个具有挑战性的任务。需要综合考虑地质条件、施工工艺、设备技术和监测调整等因素,以确保立柱桩在施工过程中保持良好的垂直度。

本项目开挖深度9.75m,采用二道支撑。第一道支撑落低1m,在立柱桩格构柱安装过程中,因格构柱顶在地面以下深度3m,格构柱安装垂直度控制难度较大。现场施工采取措施如下:第一,提高立柱桩成孔的垂直度要求。第二,格构柱安装过程中,通过经纬仪测量钢管的垂直度,对格构柱安装的垂直度进行调整。第三,确保格构柱固定的换撑架放在坚实的地基上,必要时先铺设钢板。在安装固定格构柱的装置。确保格构柱固定后,不因地基土的下沉、变形,造成固定装置的偏移。

3 复杂条件下深基坑支护施工技术的应用分析

3.1 三轴搅拌桩施工

三轴搅拌桩作为一种应用广泛的深基坑支护施工技术,在复杂条件下具有地质适应性强、施工效率高、空间限制小、环境友好和质量可控等优点。它在解决深基坑支护难题方面发挥着重要的作用。三轴搅拌桩适用于各种地质条件,包括软土、黏土、砂土和岩石等,它可以有效地改良土层的强度和稳定性,并提供较好的承载能力和抗侧

移能力。三轴搅拌桩施工相对高效,它采用旋转钻机将水泥浆料注入土体中,同时搅拌土体,形成一根连续的搅拌桩,相比传统的灌注桩或钢筋混凝土桩,三轴搅拌桩的施工速度更快,可以大幅缩短施工周期。并且在有限的施工空间内,三轴搅拌桩具有较小的设备尺寸和施工操作空间要求,这使得它在城市建设和密集区域中更容易应用,解决了空间限制对施工的挑战^[4]。

例如在这一工程中,考虑到场地粉砂层较厚,建议施工时掺入5%~8%的膨润土,三轴水泥土搅拌桩:28天无侧限抗压强度标准值 $>0.8\text{MPa}$ 。三轴机施工前,必须先进行场地平整,清除施工区域的表层硬物,素土回填,基层采用12t压路机进行分层碾压压实,压实度 $\geq 90\%$,路基承重荷载以能行走50t大吊车及步履式重型桩架为准。并且止水帷幕三轴桩施工采用套接一孔搭接措施:“套孔”的实现方式有两种,即“跳槽双孔全套复搅式”和“单侧挤压式”。一般情况下采用“跳槽双孔全套复搅式”连接方式进行施工;对于围护墙体转角处、坑内加固区域或有施工间断情况下不便采用“跳槽双孔全套复搅式”连接时,则“单侧挤压式”连接方式连接。

3.2 钻孔灌注桩施工

钻孔灌注桩作为一种常用的深基坑支护施工技术,在复杂条件下具有地质适应性强、施工灵活性高、空间限制小、环境友好和质量可控等优点,在解决深基坑支护难题方面发挥着重要的作用。钻孔灌注桩适用于各种地质条件,包括软土、黏土、砂土和岩石等,通过钻孔到设计深度后,在孔内注入水泥浆料,形成坚固的灌注桩,提供较好的承载能力和抗侧移能力。钻孔灌注桩可根据实际情况选择不同的钻孔直径和桩径,以适应不同的荷载要求和地质条件。此外,它的施工过程较为简单,需要的设备和人力资源相对较少,具有较高的施工灵活性。在有限的施工空间内,钻孔灌注桩可以灵活布置,并且可以适应较小的施工操作空间要求,这使得它在城市建设和密集区域中更容易应用,解决了空间限制对施工的挑战。同时,钻孔灌注桩施工相对较少产生振动和噪音,对周围环境的干扰较小。

例如在这一工程中,根据设计桩型及土层特性,本工程围护桩选用GPS-10型回转式钻机进行成孔施工。该型号钻机稳定性好,扭矩大,钻具自重重大,钻进效率高。钻进成孔采用三翼刮刀钻头。根据场区下部土层特点,钻头刀片上镶焊合金或设置钎头,以确保成孔质量和钻进效率;刀翼上部设保护圈,其直径与刀翼合金外露直径一致。根据工程桩试成孔检测,成孔质量满足规范要求,因桩身范围内土层主要以黏性土为主,故成孔循环泥浆以孔内原土造浆为主。成孔具体机理为动力驱动钻机转盘,转盘带动钻具回转(转速分3档),钻具回转过程中,由钻具自重使压反复切割土体,形成土体颗粒,泥浆由3PNL泥浆泵

随钻具中心孔泵入孔底,不断冲洗土体颗粒,形成泥浆悬浮体,随孔内泥浆上返排出孔外,上述过程经浆泵正循环形成钻孔,直至设计孔底标高位置。

3.3 立柱桩施工

立柱桩作为一种常用的深基坑支护施工技术,在复杂条件下具有较高的承载能力、地质适应性强、施工控制要求高、适应空间限制和质量可控等优点,它在解决深基坑支护难题方面发挥着重要的作用。如立柱桩具有较高的承载能力和抗侧移能力,适用于需要承受大荷载或稳定边坡的情况,立柱桩通过嵌入深层土体或岩石中形成牢固的支撑结构,提供稳定的基础支承^[5]。

例如在这一工程中,支撑立柱的施工总体分为两步进行,即型钢格构柱的拼装、焊接成型和下部立柱灌注桩的成桩施工,型钢格构柱随灌注桩钢筋笼安装就位。钢格构柱在起吊下方过程中通过线锤控制垂直度,在和下部钢筋笼焊接成整体后下方过程中,在两个方向通过经纬仪调整其垂直度,施工过程中及时反馈给机长,确保满足不大于1/200的设计要求。且本工程格构柱采用25t吊车吊装,吊装应平稳慢速进行,与钢筋笼焊接前需调整好角度。过程中需人工配合,及时调整角度偏差。固定吊筋的搁置点位置土体压实。

3.4 支撑施工

支撑施工作为一种常用的深基坑支护技术,在复杂条件下具有选择合适支撑系统、施工过程控制、地质风险评估、临时支撑加固和质量控制与监测等关键要素,它能够应对复杂地质情况,确保施工安全和支撑结构的稳定性。如在支撑施工过程中,可能需要进行临时加固措施,以应对复杂条件下的变形和应力。例如,使用临时拉索或增加横向支撑等方式来提供额外的稳定性和安全性。

例如在这一工程中,当第一阶段土方开挖至冠梁底下100mm暂停挖土,及时进行桩头的余桩浮浆凿除,余桩处理完毕后,应将桩头处理干净,用C20素砼找平,然后绑扎钢筋,再支设外侧模板,最后浇筑砼。主筋连接采用绑扎和套筒形式连接,其搭接长度应满足45cm且绑扎接头应错位布置,即两接头错开距不小于1.3倍搭接长度。搭接长度区内接头面积最大百分率25%。支撑汇交点与立柱的连接点、钢筋采用焊接连接,同一截面钢筋的焊接点不得超过50%。

4 结束语

在复杂条件下进行深基坑支护施工是一项挑战性的任务,然而通过本文的分析和研究,我们可以得出以下结论,选择适当的支护技术对于成功完成深基坑施工至关重要。不同的地质条件和工程要求可能需要不同的支护方案,因此在项目规划阶段应充分考虑这些因素。并且新兴的基坑支护技术和创新方法为复杂条件下的施工提供了更多选择。新兴的基坑支护技术不仅能够有效地支撑基坑,还

能提高施工效率和安全性。与此同时辅助监测系统的应用可及早发现问题并采取相应措施,确保工程顺利进行。综上所述,深基坑支护施工在复杂条件下的应用需要综合考虑各种因素,并选择合适的技术和方法。通过科学规划、精细施工和有效管理,我们可以克服挑战,确保基坑工程的安全、高效完成。希望本文的分析能为土木工程领域的从业人员提供有益的参考和指导,推动深基坑支护技术在实践中的不断发展和应用。

[参考文献]

- [1]刘剑.复杂环境条件下深基坑支护设计方案及施工技术措施[J].西部资源,2022(4):140-141.
- [2]聂建国.复杂环境下深基坑支护设计及施工关键技术应用[J].山西建筑,2021,47(24):56-58.
- [3]周杰.复杂条件下某地下工程深基坑支护结构设计与施工关键技术研究[D].扬州:扬州大学,2021.
- [4]张道通.复杂环境及地质条件下深基坑支护施工技术[J].城市住宅,2021,28(8):225-227.
- [5]刘宏扬,王玺,张灏.复杂地形及重荷条件下深基坑支护施工技术研究[J].施工技术,2018,47(1):208-216.

作者简介:尹桂明(1972.8—),男,江苏苏州人,现就职苏州市华图岩土工程有限公司,总工程师,长期从事地基基础工程施工技术工作。