

Research on Construction Technology of Pile Foundation and Foundation Pit Support under Complex Geological Conditions

Yucheng Zhong

Middling Coal Jiangnan Construction Group Development Co., Ltd., Meizhou, Guangdong, 514000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, various construction projects continue to expand into underground spaces, and pile foundations and foundation pit support construction have become important links in foundation engineering. The paper mainly analyzes the various situations covered by complex geology and the challenges it brings to engineering construction. Elaborate on the application characteristics and construction points of different pile types in complex geology during pile foundation construction. At the same time, the selection criteria, design ideas, and construction processes of various commonly used techniques for foundation pit support in complex geological environments are discussed. By analyzing practical cases, the aim is to provide scientific and effective technical references for foundation engineering construction under similar complex geological conditions, ensuring engineering safety and quality.

Keywords

complex geological conditions; Pile foundation; Excavation support; Construction technology

复杂地质条件下桩基础与基坑支护施工技术研究

钟育城

中煤江南建设集团发展有限公司，中国·广东 梅州 514000

摘 要

随着城市化进程的加速，各类建筑工程不断向地下空间拓展，桩基础与基坑支护施工成为基础工程中的重要环节。论文主要分析了复杂地质所涵盖的各类情况及其对工程施工带来的挑战。详细阐述桩基础施工中不同桩型在复杂地质中的应用特点、施工要点。同时，对基坑支护的多种常用技术在复杂地质环境下的选型依据、设计思路与施工工艺进行探讨。通过结合实际案例的分析，旨在为类似复杂地质条件下的基础工程施工提供科学有效的技术参考，保障工程安全与质量。

关键词

复杂地质条件；桩基础；基坑支护；施工技术

1 引言

复杂地质状况极大地增加了桩基础施工和基坑支护的难度，对工程的稳定性、安全性以及质量控制都提出了更高要求。若施工技术选用不当或操作不规范，很可能导致桩身质量缺陷、基坑坍塌等严重事故，影响工程进度与周边环境安全。鉴于此，深入研究复杂地质条件下桩基础与基坑支护施工技术具有重要的现实意义，有助于提升工程施工水平，确保工程顺利开展并达到预期目标。

2 复杂地质条件概述

2.1 常见复杂地质类型

工程建设中，常见的复杂地质类型多样。

软土地层是较为常见的一种，其土质松软、含水量高、孔隙比大，抗剪强度低且压缩性强，多分布在沿海、河流下游等区域。岩溶地貌主要由可溶性岩石受水的溶蚀作用形成，内部存在溶洞、暗河等，地质结构复杂多变，常出现在石灰岩地区。深厚砂层的颗粒松散，地下水丰富时易出现流沙现象，在河流冲积平原等地容易遇到。还有断层破碎带，常伴随地应力集中的情况，多存在于板块交界处或地壳活动频繁区域。

2.2 复杂地质对桩基础与基坑支护施工的影响

复杂地质给桩基础施工带来诸多挑战。例如在软土地层中，桩身易产生沉降、位移，成桩过程中桩身还可能因土

【作者简介】钟育城（1988-），男，中国梅州五华人，本科，工程师，从事桩基础、基坑支护、边坡治理研究。

质松软而出现倾斜、缩颈等质量问题,影响桩的承载能力。岩溶地貌里,溶洞的存在可能导致桩基础施工时出现漏浆、塌孔现象,增加成孔难度,若桩端落在溶洞顶板上,还需考虑顶板的承载能力能否满足要求。

对于基坑支护施工,复杂地质同样影响显著。深厚砂层在进行基坑开挖时,容易引发流沙,致使基坑边坡失稳,增加支护结构的侧向压力,对支护结构的强度和稳定性要求更高。断层破碎带区域,由于地质不稳定,在基坑开挖及支护过程中,可能出现边坡塌方、支护结构变形过大等情况,需要采用更具针对性且稳固的支护形式来保障基坑及周边环境的安全^[1]。总之,复杂地质条件要求施工时必须充分考虑其特殊性,谨慎选择合适的施工技术与管理措施。

3 复杂地质条件下桩基础施工技术

3.1 长螺旋钻孔压灌桩技术

该技术通过长螺旋钻机钻孔,钻至设计深度后,利用混凝土泵将混凝土从钻杆中心压出,边压灌混凝土边提升钻杆,直至成桩。在压灌过程中,混凝土的压力能够使桩身与周围土体紧密结合,增强桩的承载能力。例如在一些软土地基中,由于土体的强度较低,普通桩基础难以达到设计要求的承载能力。采用长螺旋钻孔压灌桩技术,能够有效避免在成桩过程中出现缩颈、断桩等问题,同时提高桩身的密实度。而且,该技术施工速度快、噪音小、无泥浆污染,对周边环境的影响较小,适用于城市建设中的各类建筑工程。

3.2 旋挖灌注桩技术

旋挖灌注桩技术适用于多种复杂地质条件,如砂卵石地层、风化岩层等。该方法是采用螺旋钻具回转切割土壤,将渣土从钻杆中排出,再将钢筋放入钻孔内进行浇筑。旋转钻具力矩大,钻进效果好,可在硬岩中迅速钻入。在砂砾岩中,选择合理的钻头,例如截齿筒钻头,对砂砾岩进行了高效的破岩、抓砂,确保了钻井的安全。另外,本方法还能对成孔垂直度及成孔尺寸进行准确的控制,从而保证了成孔质量。在某些工程项目上,因其特殊的地质情况,对桩基的承载力与稳定提出了很高的需求,因此,旋转钻孔桩因其自身的优点而被普遍采用。

3.3 冲孔灌注桩技术

冲孔灌注桩技术对于处理岩溶地区等复杂地质具有独特的优势。在岩溶地区,地下溶洞、溶沟等发育,给桩基础施工带来极大的挑战。冲孔灌注桩技术利用冲击钻机将冲锤提升到一定高度后自由落下,冲击破碎岩土体,形成桩孔。在冲击过程中,冲锤能够有效地破碎溶洞内的填充物和岩石,将其挤入孔壁周围,增强桩身与土体的摩擦力^[2]。与此同时,对于一些较小的溶洞,可以通过回填片石、黏土等材料,利用冲锤反复冲击,使其形成稳定的桩孔。在广西等岩溶地区的建筑工程中,冲孔灌注桩技术被广泛应用于处理复杂的岩溶地质,确保了建筑物的安全稳定。

3.4 静压桩技术

静压桩技术适用于软土地质、高灵敏度的黏性土地质等。它通过静压桩机以静力将桩压入地基中,避免了锤击或振动对桩身和周围土体的破坏。在软土地质中,由于土体的压缩性较大,采用静压桩技术可以有效地控制桩的入土深度和垂直度,保证桩身的质量。而且,静压桩施工过程中需要做到无噪音、无振动,对周围环境影响小,特别适合在居民区、医院、学校等对噪音和振动限制严格的区域施工。在一些城市的住宅小区建设中,为了减少施工对居民生活的影响,静压桩技术得到了广泛的推广与应用。

4 复杂地质条件下深基坑支护施工工艺

4.1 地质勘察与设计

深基坑支护施工,需依赖精准的工程地质勘察,全面掌握场地岩土层分布、地下水文及不良地质情况,才能制定科学施工方案。勘察综合运用钻探、物探、原位测试和室内试验等手段。钻探取岩芯了解地层结构和性质;物探利用地震波、电磁波探测地质构造和异常体;原位测试获取岩土体力学参数;室内试验分析样本物理力学指标。

钻孔深度要求达到基坑影响范围以下3~5m,且不小于基坑开挖深度的1.2~1.5倍,以勘察影响基坑稳定性的地层信息。同时,要重点调查地下管线和邻近建筑物对支护的影响。地下管线可能影响施工,甚至引发事故;邻近建筑物的基础形式、结构类型和距离等,会影响支护设计与施工,处理不当易致其沉降、开裂。基于详细的勘察结果,进行支护方案设计。首先,要确定基坑开挖深度,这是整个支护设计的基础数据。然后,需要工作人员根据地质条件、工程要求和周边环境等因素,选择合适的支护结构类型,常见的有地下连续墙、钢板桩或锚杆喷射混凝土墙等形式。地下连续墙具有刚度大、防渗性能好的优点,适用于对变形控制要求较高的深基坑;钢板桩施工速度快、可重复使用,常用于临时性支护工程;锚杆喷射混凝土墙则适用于土质较好、地下水位较低的情况。为了增强支护结构的稳定性,还需工作人员专门结合内支撑、砂石桩或土钉墙等进行加固。

4.2 场地准备与清理

完成地质勘察与设计后,场地准备与清理工作成为施工前的重要环节。首先要对施工现场进行测量放线,精确确定基坑的边界和开挖范围,为后续施工提供准确的定位依据。然后,清理施工场地内的障碍物,其中包括树木、建筑物基础、废弃的地下构筑物等,确保施工设备能够顺利进场作业。

对于场地内存在的软弱土层或不均匀土层,需要进行处理。可采用换填法,将软弱土层挖除,换填强度较高、压缩性较低的材料,如砂石、灰土等;也可以采用深层搅拌法、强夯法等,提高土体的强度和稳定性。同时,要做好场地的排水工作,设置临时排水系统,排除地表水和施工过程中产

生的废水,防止积水对施工造成影响^[3]。

4.3 土方开挖与支护同步施工

在复杂地质条件下的深基坑施工中,土方开挖与支护同步施工至关重要,必须严格遵循“分层分段、先撑后挖、严禁超挖”的原则。分层分段开挖,就像是将大工程拆解为一个个小任务,按照一定的厚度和范围逐步推进。这样做能有效减小土体的暴露面积和时间,因为大面积长时间暴露的土体更容易受到外界因素影响,如雨水冲刷、日晒干裂等,从而增加变形风险,分层分段开挖则极大降低了这种风险。先撑后挖更是保障施工安全的关键,在土体开挖后,若不及时提供支护,土体很容易失去稳定而坍塌,先撑后挖确保了在土体被挖开的同时,支护能及时跟上,为土体提供支撑力。严禁超挖是为了避免因开挖深度过大,使支护结构承受超出设计的压力,导致支护失效。

在每一层土方开挖后,迅速开展相应部位的支护施工是保障基坑稳定的关键动作。以土钉墙支护为例,当一层土方开挖完成,需马上进行土钉的钻孔工作,钻孔深度、角度都有严格要求,以保证土钉能有效发挥作用。钻孔完成后插入土钉,再进行注浆,使土钉与土体紧密结合。最后喷射混凝土面层,形成完整的支护体系。而采用内支撑结构时,土方开挖到支撑位置后,要争分夺秒地安装支撑构件,安装完成后及时施加预应力,让支撑结构提前进入工作状态,确保支护结构时刻保持有效性,保障深基坑施工安全。

4.4 监测与维护

深基坑支护工程的监测与维护贯穿于施工全过程,是确保支护结构安全可靠、周边环境稳定的重要保障。监测内容包括支护结构的位移、沉降、应力,土体的位移、孔隙水压力,地下水位变化,以及邻近建筑物和地下管线的变形等。通过在支护结构和周边环境设置监测点,利用全站仪、水准仪、压力盒、测斜仪等监测仪器,定期采集数据,并进行分析处理。

一旦发现监测数据超过预警值,应立即采取相应的维护措施。例如,当支护结构位移过大时,可以增加临时支撑、对土体进行加固等;当地下水位异常变化时,及时检查排水系统,采取止水措施。与此同时,在施工过程中,要对支护结构进行日常维护,检查支护结构是否有损坏、变形,支撑构件是否松动等,及时修复和处理发现的问题,确保深基坑支护工程的安全稳定。

5 复杂地质条件下桩基础与基坑支护施工技术实践

5.1 工程概况

深基坑工程通常在岩土介质中开展,岩土介质的性质对于深基坑的设计与施工安全起着决定性作用,同时也极大地影响着岩土工程在修建和使用过程中的效益。本次以某省市区的一项典型岩土工程作为研究对象,深入剖析其工程概

况。根据该工程的竞标说明可知,这里的地质条件极为复杂,属于典型的复杂地质地形。不仅如此,地下还蕴藏着较为丰富的地下水,这无疑给工程施工增加了更多的难度。

5.2 技术要点分析

桩基础施工方面,由于地质条件复杂,首先要精准选择桩型。考虑到地下富含地下水,且岩土特性复杂,灌注桩在适应性上表现突出。在灌注桩施工时,泥浆护壁技术是关键。泥浆不仅能在钻孔过程中起到护壁作用,防止孔壁坍塌,还能悬浮钻渣,便于排出。但要严格控制泥浆的各项指标,如比重、黏度等。比重过大,会影响钻进速度,且可能导致桩身混凝土浇筑困难;比重过小,则护壁效果不佳。

对于基坑支护,地下水的处理是核心要点之一。由于地下水位较高,降水工作必须谨慎规划。采用井点降水时,要根据基坑的规模、形状和地质情况,合理布置井点的位置和深度。同时,需密切监测降水过程中的地下水位变化,避免因降水过度引发周边地面沉降,影响邻近建筑物和地下管线的安全。

支护结构的选型也极为关键。鉴于该工程的复杂性,地下连续墙结合内支撑的支护形式较为合适。地下连续墙具有良好的防渗性和较高的刚度,能有效抵抗土体侧压力和地下水压力。在施工地下连续墙时,要保证槽壁的垂直度和稳定性,采用先进的成槽设备和工艺,如液压抓斗成槽机配合超声波测壁仪进行垂直度监测。内支撑的安装要及时且精准,确保支撑体系能有效发挥作用,避免基坑变形过大。

由此可见,在该复杂地质条件下的岩土工程中,从桩基础的桩型选择、施工工艺,到基坑支护的地下水处理、支护结构选型,再到施工过程中的信息化监测,每个技术要点都紧密关联,任何一个环节出现问题都可能影响工程的质量和安全,必须严格把控。

6 结语

总之,通过对复杂地质类型的充分认识,掌握不同施工技术在相应条件下的应用要点、质量控制措施以及参考实际案例积累经验,能够更好地应对施工中的各种难题。同时,需要建设者关注施工技术的发展趋势,积极引入新技术、新理念,不断提升施工的智能化、绿色化水平,将进一步推动复杂地质条件下基础工程施工向更高效、更安全、更可持续的方向发展,为我国的城市建设和各类工程项目的顺利实施奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 祁润平.复杂地质条件下基坑支护设计及其变形控制效果研究[J].粉煤灰综合利用, 2024, 38(2):92-97.
- [2] 卫蒋.复杂地质条件下基坑支护工程设计及施工技术[J].砖瓦, 2024(11):174-176.
- [3] 赵万松.市政土木工程基础施工中的深基坑支护施工技术[J].工程施工新技术, 2024, 3(16):88-90.