

复杂地质条件下深基坑支护施工安全控制技术

顾秀添

福建南平剑州建设工程有限公司 福建 南平 353000

【摘要】：复杂地层状况给深基坑支护作业带来不少难题，施工安全保障意义重大。本文从复杂地层状况的特征入手，深入剖析深基坑支护施工安全管控技术。对深基坑支护施工安全隐患展开分析，提出具有针对性的安全管控办法，涵盖支护结构规划、施工流程监测以及应急处理等层面。以建瓯金桥生态家园工程为例，阐述其在复杂地层状况下深基坑支护施工安全管控的实践情况，为同类工程提供借鉴，保障施工安全有序开展，维护工程质量与周边环境安全。

【关键词】：复杂地质条件；深基坑支护；施工安全；控制技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.066

在现代建筑工程领域，深基坑工程数量逐渐增多，其施工安全直接关联到工程整体质量和周边环境安全。复杂地层状况，像软弱土层、岩土界面变动、地下水资源丰富等情形，加大了深基坑支护施工的难度和风险。建瓯金桥生态家园1#、2#、3#、5A#、5#、6#楼及地下室工程，工程建设费用为16744.3662万元，建筑规模达89241.09平方米，面临着复杂的地层环境。在这样的状况下，怎样有效管控深基坑支护施工安全，成为工程顺利推进的关键所在。本文将对复杂地层状况下深基坑支护施工安全管控技术进行系统性研究，期望为同类工程提供科学的指导。

1 复杂地质条件对深基坑支护施工的影响

1.1 软弱土层的不利影响

软弱土层（例如淤泥质土、流塑状黏土等）通常具有承载能力较低、抗剪强度不足的特性。在深基坑开挖过程中，这类土层容易出现较大变形或局部滑移现象，增加支护结构所承受的荷载。以建瓯金桥生态家园工程为例，部分区域存在软弱土层，若支护规划或施工措施不恰当，可能导致支护结构侧向位移超出限值，甚至引发基坑壁坍塌等事故，进而对邻近建筑物与地下管线安全构成威胁，显著提升施工风险。所以，在支护规划中需要合理选用加固手段，施工过程中应强化监测与动态调控，确保软弱土层区域的基坑安全稳定。

1.2 岩土界面变化带来的挑战

在复杂地层状况下，岩土界面往往呈现不规则分布状态，上下岩土层力学性质差异较为显著。界面处容易形成应力集中情况，造成支护结构受力不均衡。比如建瓯金桥生态家园工程基坑开挖时遇到岩性频繁变化的情况，若未能准确分析各岩土层对支护体系的差异性影响，可能在界面位置引发支护体开裂

或局部失效问题，损害基坑整体稳定性，留下安全隐患。为此，应在勘察阶段明确界面分布特征，并在支护规划中采取过渡或加强措施，施工过程中留意界面区域的监测与及时加固，以保障支护系统的连续有效性。

1.3 地下水丰富引发的安全问题

地下水位处于较高状态或者存在富水地层的情况，会给基坑工程带来较为突出的风险。地下水的渗透作用以及水压力会使土体强度降低，增加边坡失去稳定和支护结构发生变形的可能性。在建瓯金桥生态家园项目里，要是在富水的区域没有采取有效的降水、排水或者隔水措施，就可能造成坑壁出现滑移现象，支护结构的变形情况加剧，甚至引发管涌、流砂等危险情况，对施工安全和进度产生严重影响。所以，必须高度关注地下水对支护安全的作用，在施工之前要做好水文地质勘察工作，制定出切实可行的降水与排水方案，并且在施工过程中对地下水位和支护变形进行实时监测，做到及时发出预警并进行处理。

2 深基坑支护结构设计安全控制技术

2.1 合理选择支护结构形式

对于地质条件较为复杂的基坑工程，支护结构形式的确定需要综合考虑基坑的开挖深度、周边环境的敏感程度以及地层的分布特点等因素。除了常见的重力式支护、板式支护和组合式支护等类型之外，在选择时还需要兼顾施工的可行性、经济性以及工期要求。比如，在软弱土层分布的区域，采用刚度较大的板式支护结构（如排桩结合内支撑）能够有效地发挥其抗弯和抗剪能力，限制土体的侧向变形。在建瓯金桥生态家园项目中，依据详细的勘察数据，针对不同的地质区段选用与之相

匹配的支护方案，极大地提高了基坑边坡的稳定性，为后续的安全施工打下了良好的基础。

2.2 精确计算支护结构参数

支护结构参数的计算精确程度直接关系到基坑工程的安全状况，需要根据土体的强度指标、地下水的分布特点、地面超载以及施工动态荷载等条件，采用合适的计算理论和数值模拟方法进行定量分析。在建瓯金桥生态家园项目中，通过现场取样和室内试验获得各土层准确的物理力学参数，利用有限元软件建立三维计算模型，系统地分析支护结构在开挖各个阶段的内力和变形响应，进而科学地确定支护构件的截面尺寸、配筋率以及支撑布置，确保支护体系在复杂的受力环境下保持整体稳定和安全。

2.3 加强支护结构连接节点设计

支护结构的连接节点是确保系统整体协同工作的关键环节，在复杂的地层条件下更需要重视其受力性能。节点设计需要具备足够的强度、刚度和延性，能够有效地传递弯矩、剪力和轴力，并协调相邻构件之间的变形。在建瓯金桥生态家园项目中，支护节点采用钢筋混凝土刚性连接与高强螺栓组合等可靠的构造方式，并通过节点足尺试验和有限元模拟来校核其极限承载力和变形特性，避免在基坑开挖过程中出现节点松脱、开裂或者局部破坏的情况，从而增强支护体系的整体可靠性，保障施工安全和工程的顺利进行。

3 深基坑施工过程安全监控技术

3.1 建立完善的施工监测体系

在深基坑支护工程领域，构建完善的施工监测机制是达成安全管控目标的核心手段。这一机制需将边坡位移、支护结构内力、地下水位状况、周边建筑物沉降情况等多个监测类目纳入其中，构建起立体化、全覆盖的监控网络。在建瓯金桥生态家园项目实施过程中，结合不同区域的地质条件以及支护形式的差异，科学布置表面位移计、测斜管、钢筋应力计以及水位观测孔等监测点位，实现了对基坑动态的全流程、实时化监测。通过持续收集各项数据信息，能够及时了解支护结构与周边土体的相互作用状态，为施工决策提供可靠的数据支撑，进而在早期阶段识别异常趋势，防止工程风险进一步扩大，保障基坑施工安全有序推进。

3.2 实时分析监测数据并预警

监测数据的实时分析与预警工作是施工安全管控体系中必不可少的环节。通过搭建智能化的数据分析与预警平台，可对各项监测参数实施动态追踪与多维度对比分析，当监测数值接近或超出预警阈值时，系统会自动触发分级预警功能。在建

瓯金桥生态家园项目里，专业监测人员借助数据分析模型，结合工程实践经验，对位移速率异常、应力突然增大、水位急剧变化等异常状况进行快速识别与综合判断。一旦出现预警信号，即刻启动应急响应程序，采取如局部暂停开挖作业、增设临时支撑结构、进行注浆加固等处理措施，形成“监测—分析—预警—处置”的闭环管理模式，有效防范事故发生，提升施工现场的整体安全保障水平。

3.3 根据监测结果调整施工方案

在深基坑施工过程中，依据监测结果对施工方案进行动态调整是确保工程安全的重要方式。当监测数据显示支护结构受力情况或基坑变形程度与设计预期存在偏差时，需及时组织技术评估工作，判断原有方案的适用性，并进行有针对性的优化调整。在建瓯金桥生态家园项目施工期间，基于监测信息的反馈结果，对局部变形较大区域的施工顺序进行了调整，适当增加内支撑的数量并提高其刚度，同时对分层、分段开挖的厚度与速率进行优化。通过这种信息化、动态化的施工管理模式，使施工过程与现场实际工况保持协调一致，有效控制变形发展态势，保障基坑在复杂地质与环境条件下的整体稳定性和施工安全性。

4 深基坑支护施工安全施工技术措施

4.1 严格控制基坑开挖施工质量

基坑开挖工序是深基坑支护施工的关键环节，其施工质量对支护结构的安全性有着直接影响。在建瓯金桥生态家园项目中，严格依照设计要求和施工规范开展基坑开挖作业，严格控制开挖深度、坡度以及分层厚度，杜绝超挖和欠挖现象的发生。采用先进的开挖设备和施工工艺，确保开挖过程平稳、均匀，减少对周边土体的扰动，降低基坑坍塌风险。同时，强化开挖过程中的排水措施，及时排出基坑内的积水，防止地下水浸泡基坑边坡，提升基坑边坡的稳定性，为施工安全提供有力保障。

4.2 加强支护结构施工质量控制

支护结构施工质量是保障深基坑施工安全的关键因素。在建瓯金桥生态家园工程中，针对支护结构施工流程实施严格质量管控，从原材料入场检验、模板装设、钢筋加工与绑扎至混凝土浇筑等各个环节，均依照高规格要求开展作业。选用品质优良的原材料，以保障支护结构的强度与耐久性；严格把控模板装设精度，确保支护结构的尺寸和形状契合设计规定；强化钢筋加工与绑扎质量检查，确保钢筋位置正确、数量达标；优化混凝土浇筑工艺，保障混凝土密实度和强度符合标准。通过全流程质量管控，提升支护结构施工质量，增强其承载能力与稳定性，为施工安全构筑坚实根基。

4.3 做好施工过程中的安全防护措施

施工过程中的安全防护手段是保障施工人员安全与施工安全的重要环节。在建瓯金桥生态家园工程施工现场，设置安全防护栏杆、安全网等防护设施，以防范人员坠落和物体打击事故的出现。对施工人员开展安全教育培训，提升其安全意识与操作技能，要求施工人员严格依照安全操作规程作业，正确佩戴安全帽、安全带等个人防护用具。同时，在施工现场设置醒目的安全警示标识，提醒施工人员留意安全风险，强化施工现场安全管理，确保施工过程安全有序推进。

5 深基坑支护施工安全应急处置技术

5.1 制定科学合理的应急预案

应急预案是应对深基坑支护施工安全事故的关键保障措施。在建瓯金桥生态家园工程施工前，需结合工程地质条件、支护结构特点及周边环境情况，针对基坑坍塌、涌水涌砂、支护失稳等可能事故，制定系统、可行的应急预案。预案内容应包括应急组织体系、救援队伍分工、应急物资配置、信息报告流程、现场处置步骤及后期恢复安排，并通过演练验证与动态修订，确保预案的实用性和可操作性。

5.2 加强应急演练和培训

应急演练与培训是提升现场应急处置能力的重要途径。在建瓯金桥生态家园工程项目实施过程中，定期组织施工人员开展多情景应急演练，模拟基坑坍塌、管涌、地下水位异常上升等典型事故场景，帮助施工人员熟悉应急处置流程、掌握操作要领，切实提升其在紧急情况下的快速反应和协同作战能力。同时，通过系统化的应急培训，使施工人员掌握基本的急救技

能、消防器材使用及疏散组织等应急救援知识，进一步增强自我保护意识和现场处置能力，为深基坑施工全过程的安全管控提供有力支持与保障。

5.3 快速有效的应急响应和处置

在深基坑支护工程实施期间，若出现安全方面的突发事件，迅速且有效的应急反应与处理办法至关重要。在建瓯金桥生态家园工程项目里，构建了应急反应机制，当事故发生之际，马上启动预先制定的应急方案，应急救援团队迅速抵达事故现场，依照方案规定开展应急处理相关工作。对事故现场进行快速分析判断，采取切实有效的抢险救援手段，像对支护结构进行加固、对管涌情况加以控制、对人员进行疏散等，以此防止事故范围进一步扩大。与此同时，及时向上级部门汇报事故详情，接受上级部门的指导与监督，保证应急处理工作以科学、有序、高效的方式进行，最大程度降低事故对人员、财产和周边环境造成的影响。

6 总结

在具有复杂地质条件的情况下，深基坑支护施工的安全管控是建筑工程领域的重要研究内容。通过对复杂地质条件所产生影响的剖析，结合建瓯金桥生态家园项目的实际状况，从支护结构设计、施工过程安全监测、施工技术手段、应急处理等层面展开深入探究，提出了一系列安全管控技术。这些技术手段的有效落实，能够切实降低深基坑支护施工的安全风险，保障施工过程安全、顺利地推进，为类似复杂地质条件下的深基坑工程施工提供了有价值的参考与借鉴。在未来的工程建设工作中，应当持续加强技术创新和安全管理工作，不断提高深基坑支护施工安全管控水平，确保建筑工程质量和施工安全。

参考文献：

- [1] 朱挺睿.复杂地质条件下房建施工深基坑支护技术优化研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(34):131-133.
- [2] 牛犇.复杂地质条件下深基坑综合支护与降水施工技术应用[J].价值工程,2025,44(35):95-99.
- [3] 赵义.复杂地质条件下地铁基坑支护施工安全与成本管理[J].江西建材,2025,(07):303-305.
- [4] 王楚鑫.复杂地质条件下深基坑支护施工优化与风险控制[J].建筑工人,2025,46(03):53-56.
- [5] 徐浩,倪志胜.复杂地质条件下深基坑支护施工技术研究[J].新城建科技,2025,34(01):153-155.