

地质勘察在深基坑开挖设计中的应用分析与研究

柴 航

中陕核工业集团二一一大队有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：本文深入剖析地质勘察在深基坑开挖设计中的应用。阐述其在提供基础数据、助力关键环节分析等方面的重要作用，如通过岩土特性评估、地下水状况分析等获取关键信息。探讨勘察成果在支护结构选型、开挖方案制定等多方面的应用，强调其对保障深基坑工程安全、控制成本、提高质量的重要意义。

关键词：地质勘察；深基坑开挖；岩土特性；地下水

引言

随着城市建设推进，深基坑工程日益增多。地质条件复杂多变，给深基坑开挖设计带来挑战。地质勘察作为获取地质信息的关键手段，能为设计提供精准数据，优化设计方案。深入研究其应用，对提升深基坑工程质量、降低风险、实现高效建设意义重大，可有效推动城市建设安全、有序发展。

1 地质勘察在深基坑开挖设计中的基础作用

地质勘察在深基坑开挖设计中承担着无可替代的基础支撑角色。在工程筹备的前期阶段，专业人员会运用地质测绘技术，对场地进行全面细致的地形地貌描绘，精确标注不同区域的特征差异。与此同时，借助勘探手段，如钻探、物探等，深入地下，获取地层的真实状况。通过这些操作，能够清晰掌握场地的地层分布情况，明确各土层、岩层的具体位置与厚度；精准辨别岩土类型，判断是坚硬的岩石、密实的砂土，还是松软的黏土等；还能有效识别地质构造，像断层、褶皱等信息也将无所遁形。这些宝贵的信息犹如一把钥匙，是准确判断场地工程地质条件的核心依据。地层的稳定性直接关联到深基坑开挖的安全程度，若地层稳定性欠佳，在开挖过程中极易出现滑坡、坍塌等严重地质灾害。而提前知晓这些潜在风险后，设计人员便能在深基坑开挖设计阶段，有针对性地制定应对策略，如加强支护结构设计、调整开挖顺序等，为深基坑工程的顺利开展筑牢根基，从源头保障工程的安全性与稳定性^[1]。

2 地质勘察关键环节分析

2.1 岩土特性评估

岩土特性评估在地质勘察里占据核心地位。岩土的物理力学性质，像密度、孔隙比、抗剪强度以及压缩性等，对深基坑支护结构设计有着决定性作用。密度决定了岩土自重应力，影响土体稳定；孔隙比反映岩土密实度与孔隙发育程度，关乎承载能力；抗剪强度是抵抗

剪切破坏的关键指标，左右土体受力变形；压缩性则决定了荷载作用下的变形特性，对支护结构变形控制意义重大。为精准测定这些参数，常结合现场原位测试与室内试验。现场原位测试能保留岩土原始状态，例如标准贯入试验，用规定落锤能量将标准贯入器打入土中，依据锤击数测定砂土密实度，操作简便且结果直观。三轴压缩试验在室内模拟不同应力状态，精确控制围压与轴压，模拟深基坑开挖时的复杂应力，获取抗剪强度指标，为支护结构力学计算提供可靠依据，保障支护设计安全且经济。

2.2 地下水状况分析

地下水是深基坑工程不可忽视的关键因素。地质勘察需明确场地地下水类型，比如上层滞水、潜水或承压水，不同类型影响方式与程度各异。同时要掌握水位动态变化，包括丰枯水期差异以及补给、排泄条件。在富水地层，地下水浮力可能引发基坑底部隆起，威胁安全；动水压力可能导致流砂、管涌，破坏土体结构。通过详细的水文地质勘察，采取止水、降水措施，如用深层搅拌桩、高压旋喷桩形成止水帷幕，或采用井点降水降低水位，确保基坑安全施工。

2.3 不良地质现象调查

深基坑场地可能存在断层、溶洞、暗河等不良地质现象，增加工程风险。地质勘察借助地质雷达、物探等技术全面排查。地质雷达利用高频电磁波传播特性，根据反射波探测不良地质体。物探通过探测地下物理场变化推断地质构造。一旦发现不良地质现象，需分析其分布、规模与特征。如针对溶洞，要明确大小、位置及与基坑关系，小且远的可填充水泥砂浆加固，大或紧邻基坑的则需设置桥梁式基础跨越，防止基坑坍塌。

2.4 周边环境地质勘察

深基坑多处于城市建成区，周边环境复杂。地质勘察既要关注基坑内地质，也要勘察周边建筑物基础形

式、结构类型以及地下管线分布。知晓这些,能评估开挖对周边环境影响。通过设置隔离桩、控制开挖顺序和速率等措施,减少土体扰动,保障周边建筑物和地下管线安全,实现工程与周边环境和谐^[2]。

3 地质勘察成果在深基坑开挖设计中的应用

3.1 支护结构选型优化

在深基坑工程中,支护结构的选型与优化是至关重要的环节,它直接关系到工程的安全性、经济性和施工效率。地质勘察作为这一环节的基础,提供了详尽的岩土特性和周边环境信息,为支护结构的合理选型提供了科学依据。(1) 岩土特性是支护结构选型的重要考量因素。岩土的强度、变形特性、渗透性等指标,不仅影响着支护结构所承受的荷载大小,还决定着支护结构的变形控制要求。例如,在土质较好、开挖深度较浅的基坑中,土钉墙支护结构因其施工工艺简单、成本低廉,且能较好地适应浅层土体的力学特性,而成为较为合适的选择。土钉墙通过土钉与土体的复合作用,有效提高了土体的整体稳定性。(2) 在软土地层或开挖深度较大、对变形控制要求较高的基坑中,则需要考虑更为稳固的支护结构形式。桩锚支护结构由桩体和锚杆组成,桩体承受土体侧压力,锚杆则提供额外的锚固力,共同控制支护结构的变形。这种结构形式在深厚软土地层中尤为适用,能够充分发挥桩的承载能力和锚杆的锚固作用,确保基坑的稳定安全。(3) 地下连续墙也是一种在特定条件下极为有效的支护结构形式。它在基坑周边浇筑钢筋混凝土连续墙,具有刚度大、防渗性能好的显著优点。在紧邻重要建筑物或地下管线的基坑工程中,地下连续墙能够有效抵抗较大的土体侧压力和地下水压力,满足对变形控制极为严格的要求。(4) 地质勘察数据为支护结构的力学计算提供了不可或缺的关键参数。通过精确的力学计算,我们可以合理确定支护结构的尺寸、材料强度等参数,既确保工程的安全可靠,又实现工程造价的有效控制。因此,在支护结构选型与优化过程中,必须充分重视地质勘察工作,确保所选支护结构形式既符合工程实际,又满足经济、安全、高效的要求。

3.2 开挖方案制定

(1) 地质勘察成果在深基坑开挖方案制定中发挥着重要的指导作用。地层分布和岩土特性决定了基坑开挖的难易程度和稳定性。在稳定性较好的地层中,如坚硬的岩石地层或密实的砂土、黏土互层地层,可采用分层分段开挖方法。分层分段开挖能够将大规模的土方开挖任务分解为若干个较小的单元,便于施工组织和管理。同时,每完成一层或一段的开挖后,及时对边坡进行支

护,确保基坑边坡的稳定性。例如,在岩石地层中,可采用爆破开挖结合机械破碎的方式,按照设计要求分层进行爆破作业,然后用挖掘机等设备清理破碎的岩石。

(2) 在软弱地层中,为减少土体扰动,需采用特殊的开挖方法。分段跳槽开挖是将基坑沿长度方向分成若干段,间隔进行开挖,避免连续开挖对土体造成过大的扰动。盆式开挖则是先开挖基坑中间部分的土体,形成一个类似盆状的空间,然后再开挖周边的土体。这种方法能够利用中间土体对周边土体的支撑作用,减少土体变形。(3) 地下水状况也是制定开挖方案时需要重点考虑的因素。在地下水位较高的地区,地下水会对基坑开挖产生诸多不利影响,如增加土体的含水量导致土体强度降低、产生浮力作用威胁基坑底部的稳定性等。因此,需要结合地下水状况制定相应的降排水措施。常见的降水方法有井点降水、管井降水等,通过在基坑周边设置降水井,利用抽水设备将地下水抽出,降低地下水位。止水措施则包括设置止水帷幕,如采用深层搅拌桩、高压旋喷桩等工艺形成连续的止水屏障,阻止地下水渗入基坑。在制定开挖方案时,合理安排降排水施工与土方开挖的顺序,确保开挖过程中基坑的稳定性^[3]。

3.3 变形预测与控制

(1) 地质勘察获取的岩土参数为建立基坑变形预测模型提供了基础数据。岩土的弹性模量、泊松比、抗剪强度等参数是数值模拟方法中不可或缺输入参数。通过数值模拟软件,如有限元软件,能够建立基坑开挖的三维模型,模拟基坑在不同开挖阶段的力学响应,预测基坑的变形情况,包括墙体位移、坑底隆起等。(2) 在模型建立过程中,需要准确模拟基坑的几何形状、支护结构的力学特性以及岩土体与支护结构之间的相互作用。例如,将支护结构简化为梁、板、柱等单元,将岩土体视为连续介质,采用合适的本构模型来描述岩土体的力学行为。通过对不同工况下的模拟计算,能够得到基坑在开挖过程中的变形分布规律。(3) 根据变形预测结果,在设计中采取相应的控制措施。对于墙体位移过大的情况,可增加支撑刚度,如采用更大型号的支撑材料或加密支撑间距。调整支护结构参数也是常用的方法,如增加支护桩的直径、长度,提高地下连续墙的厚度等。在施工过程中,通过现场监测对变形预测结果进行验证和修正。现场监测手段包括全站仪测量、水准仪测量、测斜仪监测等,实时获取基坑的变形数据。当监测数据与预测结果出现较大偏差时,及时分析原因,调整施工参数或采取应急措施,如增加临时支撑、回填土方等,确保基坑施工安全。

3.4 应急预案制定

地质勘察过程中发现的不良地质现象和潜在风险，是制定应急预案的重要依据。不良地质现象如断层、溶洞、暗河等，以及潜在风险如土体滑坡、坍塌、涌水等，都可能对深基坑工程造成严重威胁。（1）针对可能出现的滑坡事故，应急预案应包括对滑坡体的监测方法、预警指标以及应急处理措施。例如，在滑坡体周边设置位移监测点，采用全站仪定期测量滑坡体的位移变化。当位移速率超过预警值时，立即启动应急预案，采取削坡减载、设置抗滑桩等措施。对于坍塌事故，应明确坍塌发生后的抢险流程，包括如何迅速组织救援人员、调配抢险设备和物资等。同时，制定人员疏散方案，确保在事故发生时施工人员能够安全撤离。（2）涌水事故在富水地层的深基坑中较为常见。应急预案应包括对涌水水源的判断、涌水量的估算以及止水措施的实施。例如，通过地质勘察资料分析涌水可能来自上层滞水、潜水还是承压水，采用流量监测设备估算涌水量。针对不同情况，采取相应的止水措施，如封堵涌水通道、增加降水力度等。（3）为确保应急预案的有效实施，需要储备充足的抢险物资，如钢材、水泥、沙袋、抽水设备等。同时，定期组织应急演练，提高施工人员对应急预案的熟悉程度和应急处置能力，确保在突发事件发生时能够迅速、有效地采取应对措施，减少事故损失，保障人员生命安全和工程建设的顺利进行^[4]。

3.5 工程经济性分析

（1）准确的地质勘察是实现深基坑工程经济性的关键因素。通过合理的支护结构选型和开挖方案制定，能够避免过度设计，降低工程成本。例如，在地质条件较好的场地，如果采用过于复杂和昂贵的支护结构，将造成不必要的浪费。而根据地质勘察成果选择合适的支护结构，既能满足工程安全要求，又能节约工程造价。

（2）对地质条件的充分了解还能提前预估可能出现的工程风险和处理措施，避免因地质问题导致的工程变更和额外费用。在勘察阶段准确查明不良地质现象，如溶洞、暗河等，在设计中采取针对性措施，可避免施工过程中因处理突发地质问题而增加的成本。例如，如果在勘察时未发现溶洞，施工过程中一旦遇到溶洞，可能需要暂停施工，进行额外的勘察、设计和处理工作，这将导致工程进度延误和成本大幅增加。（3）地质勘察成果还能为施工材料的选择提供依据。根据岩土特性选择合适的填方材料、混凝土配合比等，既能保证工程质量，又能降低材料成本。通过对地质条件的综合分析，合理安排施工顺序和资源配置，提高施工效率，减少施工周期，从而降低工程的总体成本。因此，准确的地质勘察在深基坑工程的经济性分析中具有不可忽视的重要作用，能够为工程建设实现经济效益最大化提供有力支持。

结语

地质勘察贯穿深基坑工程设计与施工全程。其在各环节的应用，从基础作用到成果运用，切实保障了工程安全稳定，实现了成本控制与质量提升。未来，应持续强化地质勘察工作，不断完善技术与方法，为深基坑工程及城市建设提供更坚实支撑，助力行业迈向更高水平。

参考文献

- [1]葛凯波.岩土工程中地质勘察与风险评估的关联研究[J].建筑创作,2023(13):48-50.
- [2]汤镇宗.深基坑开挖支护中的风险评估与安全管理[J].科技新时代,2023(21):67-69.
- [3]郭嘉凤.某雨水泵站深基坑降水工程施工技术研究[J].绿色环保建材,2019,(03):147-148.
- [4]郑坚持.岩土勘察技术在深基坑施工中的应用[J].四川水泥,2022,(12):24-26.