

深基坑工程的岩土设计关键技术研究

李仁智

浙江南联土木工程科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：随着城市化进程的快速推进，高层建筑和地下空间的开发需求日益增长，这使得深基坑工程成为了土木工程建设的的重要组成部分。岩土设计作为深基坑工程的核心环节，其技术研究的深入和精确性对于确保工程安全、提高经济效益具有至关重要的作用。本文将对深基坑工程中岩土设计的关键技术进行深入探讨，旨在为相关工程提供更详尽的理论支持和实践指导。

关键词：深基坑工程；岩土设计；关键技术

引言

在现代土木工程中，深基坑工程占据了举足轻重的地位。它不仅关乎建筑物的稳定性和安全性，还涉及到周边环境的保护和城市地下空间的合理利用。因此，对岩土设计的关键技术进行深入研究，是确保深基坑工程质量和安全的重要前提。

1 深基坑工程的特点与挑战

深基坑工程的特点显著，主要体现在开挖深度通常较大，这使得土方开挖量也随之增加，进而对周边地质环境造成较大扰动。由于城市建设的密集性，深基坑工程往往紧邻其他重要建筑或设施，周边环境复杂多变，这就要求在设计时必须充分考虑对相邻结构的影响。同时，支护结构在深基坑工程中扮演着关键角色，其要求也随之提高，不仅要确保施工期间的安全稳定，还要考虑工程完成后的长期稳定性^[1]。这些特点给岩土设计带来了诸多挑战。首先，地质勘察的准确性至关重要，它直接影响到支护结构设计和施工方案的确定。其次，支护结构的选择与设计也是一大难题，需要综合考虑地质条件、开挖深度、周边环境等多重因素。此外，地下水控制也是一项技术性极强的挑战，需要采取科学有效的方法来确保基坑内的干燥和施工安全。为了克服这些挑战，岩土设计必须综合运用地质勘探、土力学、结构力学等多种技术手段，从而确保深基坑工程的稳定性和安全性。

2 深基坑工程中岩土设计的原则

2.1 安全可靠原则

在深基坑工程岩土设计中，安全可靠原则始终是首要考虑的因素。基坑设计不仅要确保支护结构本身的强度满足要求，还要保证其稳定性与变形控制在合理范围内。这意味着在设计阶段，要对各种可能的荷载情况进行详尽的分析，确保支护结构在各种工况下都能安全

有效地工作。同时，安全可靠原则还要求我们必须高度重视基坑开挖对周边环境的影响。特别是基坑四周的建筑物、构筑物 and 地下管线，它们的安全同样重要。设计时要充分考虑基坑开挖可能引起的土体移动和应力变化，确保这些变化不会对周边设施造成损害或带来安全隐患。

2.2 经济合理性原则

经济合理性原则在深基坑工程的岩土设计中占据着举足轻重的地位。在确保工程安全可靠的基础上，经济合理性要求设计师综合考虑多种经济因素，包括工期、材料成本、设备投入、人工费用以及环境保护措施等。这些因素直接影响到工程的总成本和投资回报，因此必须在设计阶段就进行充分的权衡和优化。支护方案的选择是体现经济合理性的关键环节。它应当基于详尽的地质勘察结果和深入的工程分析，以确保所选方案既满足安全要求，又能实现成本的最优化。通过精细化的设计，可以避免不必要的材料浪费和过度设计，从而降低工程造价。此外，经济合理性原则还强调在设计中融入环保理念，选择环保材料和施工方法，以减少对环境的影响，实现经济效益和环境效益的双重提升。

2.3 技术可行性原则

在深基坑工程的岩土设计中，技术可行性原则是至关重要的。它要求支护结构设计不仅要符合基本的力学原理和工程实践，还要能够在实际施工中便利地实施。这意味着设计师在设计过程中，需要深入考虑施工条件、技术水平以及可能的施工难点，确保所设计的支护结构在技术上是可行的。此外，技术可行性原则还强调设计方案应与施工机械和施工方法相匹配。设计师需要充分了解现有的施工技术和机械设备，确保所设计的支护结构能够适应这些条件，从而提高施工的可操作性和效率。这不仅有助于缩短工期，还能减少施工过程中的

风险和不确定性。

2.4 施工便利性原则

在深基坑工程岩土设计中，施工便利性原则是确保工程高效、顺利进行的关键因素。该原则强调设计应充分考虑施工的便利性，力求减少施工难度和复杂度。通过合理布局、简化施工流程，不仅可以缩短工期，还能有效降低施工成本。为了实现施工便利性原则，设计方案需要优化施工顺序和方法。这意味着在设计阶段就应预见到施工中可能遇到的问题和风险，并提前制定应对策略。例如，可以通过合理安排土方开挖顺序、优化支护结构安装流程等方式，减少施工中的干扰和冲突，提高施工效率。

2.5 可持续发展原则

在深基坑工程岩土设计中，坚持可持续发展原则对于保护生态环境和节约资源具有重要意义。这一原则要求在设计中充分考虑节能降耗和环境保护，通过选择环保材料和施工方法，最大程度地减少对自然环境的影响。为了实现可持续发展，设计师应当优先选用可再生、可循环使用的材料，以及低能耗、低排放的施工设备和方法^[2]。例如，在条件允许的情况下，采用支护结构与主体结构相结合的方式，不仅可以提高工程结构的整体稳定性，还能有效减少材料的使用和浪费。此外，合理规划和利用土地资源，避免不必要的土地破坏，也是可持续发展原则的重要体现。

2.6 设计规范性原则

在深基坑工程岩土设计中，遵循设计规范性原则是至关重要的。这意味着基坑工程设计必须严格遵循国家和地方的相关规范和标准，以确保设计的合规性和安全性。这些规范和标准是基于丰富的工程实践和科学研究制定的，为设计师提供了明确的设计指导和要求。为了保障支护结构的安全性和稳定性，设计中应采用分项系数表示的极限状态设计方法。这种方法综合考虑了结构在各种可能的荷载组合下的反应，包括正常使用和极端情况下的荷载。通过科学合理地确定分项系数，可以确保支护结构在各种情况下都能保持足够的强度和稳定性，从而有效防范潜在的安全风险。

3 岩土设计的关键技术

3.1 地质勘察技术

地质勘察技术是岩土设计的基石，它为设计提供了第一手的地质资料，其准确性对于确保整个工程的稳定性和安全性具有决定性的影响。在进行地质勘察时，必须综合运用多种技术手段，以获得最准确的地质信息。为了提高地质勘察的准确性，现代科技提供了多种

先进的地质勘探方法。高分辨率地质雷达是一种有效的无损检测技术，它通过向地下发射高频电磁波并接收反射波，能够精确探测地下的岩层分布、断裂构造以及潜在的隐患，如空洞、裂缝等。这种技术不仅分辨率高，而且操作简便，特别适用于城市等复杂环境下的地质勘察。地球物理勘探则是另一种重要的地质勘察手段。它通过测量和分析地球的各种物理场（如重力场、磁场、电场等）的变化来推断地下的地质构造和岩性分布。这种方法能够覆盖大范围区域，快速获取地下的整体地质情况，为后续的岩土设计提供宏观的背景信息。除了这些先进技术，传统的钻探、取样和原位测试方法仍然具有不可替代的价值。钻探能够直接获取地下的岩土样本，通过实验室测试分析其物理力学性质；原位测试则能在不扰动或少扰动土体的情况下，直接测定土体的工程性质。这些方法虽然操作相对繁琐，但提供的数据更为直接和可靠^[3]。随着技术的发展，三维地质建模技术也日益成为地质勘察的重要组成部分。通过整合各种地质勘察数据，构建三维地质模型，能够更直观地展示地下的地质情况，帮助设计师更准确地理解地质条件，从而制定出更为合理的岩土设计方案。

3.2 支护结构的设计与优化

支护结构在深基坑工程中扮演着举足轻重的角色，它是确保工程稳定性的关键因素。设计支护结构时，我们必须全面考虑各种影响因素，包括地质条件、开挖深度、工程周边环境以及具体的施工条件等。每一个细节都可能影响到支护结构的性能，进而决定整个工程的成败。针对不同的工程情况和需求，应选择不同的支护形式。例如，在地质条件较好、开挖深度不太大的情况下，我们可能会选择土钉墙等较为经济的支护方式。而在地质条件复杂、开挖深度较大或者周边环境对变形要求非常高的情况下，我们则可能需要采用更为强劲的支护方式，如钢支撑或混凝土支撑等。设计过程中，不仅仅依赖于工程经验和直观的判断，更要充分利用现代科技手段，如数值模拟和有限元分析等，对支护结构的受力性能和稳定性进行深入的研究。通过这些分析，我们可以更准确地了解支护结构在各种工况下的表现，及时发现潜在的问题，并进行相应的优化。优化设计不仅仅是为了满足结构的安全性和稳定性要求，更是为了寻求经济效益和施工便利性的平衡。我们会在保证安全的前提下，尽可能选择成本更低、施工更方便的支护方案。同时，我们也会考虑到支护结构对环境的影响，力求在满足工程需求的同时，也能最大程度地保护环境。

3.3 地下水控制技术

在深基坑工程中,地下水控制技术的运用至关重要,因为地下水是影响基坑稳定性的一个核心因素。不正确的地下水处理可能导致土壤软化、基底隆起或边坡失稳,进而危及整个工程的安全性。为了有效控制地下水,工程师需要根据工程的具体地质条件、开挖深度和周围环境,精心选择合适的降水方法。常用的降水方法包括井点降水和深井抽水。井点降水主要通过布置一系列的井点,利用真空泵或者水泵将地下水抽出,从而降低地下水位。而深井抽水则是在基坑附近钻设较深的井,通过水泵抽取地下水,以达到降低水位的目的。在设计降水系统时,工程师必须充分考虑多个因素。例如,地下水的补给来源决定了降水的难度和持续时间;渗透系数则影响着抽水的速度和效率;同时,周围环境的敏感性也要求降水方案必须精细设计,以防止因降水引发的地面沉降或其他环境问题^[4]。除了设计合理的降水方案,降水系统的运行和维护同样重要。在运行过程中,应定期监测井点的抽水情况,确保所有设备正常运行;同时,要密切关注地下水位的变化,以便及时调整抽水策略。此外,为了防止设备故障或堵塞,应定期进行清理和维护,确保降水系统的长期稳定运行。

3.4 监测与信息化技术

在深基坑工程中,实时监测与信息化技术的应用对于确保工程安全具有至关重要的作用。通过布置各类高精度的传感器和先进的监测设备,我们能够实时捕捉基坑在各个施工阶段的变形、应力变化等关键参数,从而精准掌握工程的安全状况。实时监测不仅能够帮助我们及时发现潜在的安全隐患,更能为工程师提供宝贵的数据支持,以便根据实际情况对施工方案或设计进行调整。例如,通过在基坑周边布置测斜管、应力计等设备,我们可以连续监测基坑边坡的位移和土压力变化。一旦数据出现异常波动,就意味着可能存在安全风险,此时工程团队可以迅速采取措施,防止事故发生。与此同时,信息化技术的引入极大地提升了监测的效率和准确性。通过无线网络和自动化数据采集系统,监测数据可以实时传输到中央处理单元,经过专业软件的分析 and 处理,工程师能够迅速获取关于基坑稳定性的全面信息。这种即时的数据反馈机制不仅缩短了从发现问题到解决问题的时间周期,还提高了整个施工过程的透明度和可预见性。此外,这些宝贵的监测数据还为岩土设计

的持续优化提供了有力依据。设计师可以根据实际监测结果来验证和调整设计模型,确保工程设计的合理性和有效性。在信息化技术的助力下,我们可以构建一个从设计到施工再到监测的闭环管理系统,确保深基坑工程始终在安全稳定的轨道上运行。

4 岩土设计的未来发展趋势

随着科技的日新月异和工程实践经验的不断累积,岩土设计的未来将迈向更加智能化和精细化的新阶段。借助人工智能、大数据等前沿技术,我们可以对岩土设计进行深层次的优化与革新。智能化将是岩土设计的重要趋势。通过建立智能岩土设计系统,我们可以实现设计的自动化、智能化决策和优化。这样的系统不仅能大幅提升设计效率,更能确保设计方案的精确性和创新性。人工智能的深度学习技术还能使系统自我学习和进化,逐渐积累并应用更丰富的设计经验。同时,大数据技术也将在岩土设计中发挥关键作用。利用大数据技术,我们可以对设计过程中的海量参数进行深度挖掘与分析,从而更精确地理解岩土体的力学特性、变形规律等。这将极大提高设计的可靠性和针对性,帮助工程师更好地应对复杂的工程环境和挑战。

结语

深基坑工程的岩土设计是一项复杂而系统的任务,涉及多个学科领域的知识与技术。本文从地质勘察、支护结构设计、地下水控制和监测与信息化技术等方面对岩土设计的关键技术进行了深入探讨。这些技术的研究与应用对于提高深基坑工程的安全性、经济性和可行性具有重要意义。展望未来,随着科技的不断发展和创新应用的推广普及,我们相信岩土设计技术将更加成熟与完善,并为深基坑工程乃至整个土木工程领域的发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]张钰.岩土工程中的深基坑支护设计问题和对策探析[J].青海交通科技,2020,32(4):60-62.
- [2]樊明皓.岩土工程深基坑支护的设计与施工[J].四川水泥,2021,(12):145-146.
- [3]谭道金,钱慧.岩土工程深基坑支护的设计方案[J].江西建材,2021,(08):70+72.
- [4]肖喆.岩土工程中的深基坑支护设计问题和对策探析[J].住宅与房地产,2021,(12):117-118.