

复杂地质条件下岩土工程设计策略与实践

蒋礼足

浙江南联土木工程科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本文探讨了复杂地质条件下岩土工程设计的策略与实践。复杂地质条件对岩土工程设计提出了更高要求，需要综合运用多种勘察技术和设计理论，以确保工程的安全性和稳定性。文章分析了复杂地质条件对岩土工程勘察与设计的影响，提出了针对性的设计策略，并结合实际案例进行了讨论。

关键词：复杂地质条件；岩土工程；设计策略；勘察技术；实践案例

引言

岩土工程是土木工程的重要组成部分，涉及地基处理、边坡稳定、隧道开挖等多个领域。复杂地质条件，如高山盆地、喀斯特地貌、断层带等，给岩土工程设计带来了巨大挑战。在复杂地质条件下，岩土体的物理力学性质复杂多变，地质构造复杂，地下水条件复杂，这些因素都增加了工程设计的难度和风险。因此，研究复杂地质条件下岩土工程设计的策略与实践具有重要意义。

1 复杂地质条件对岩土工程勘察与设计的影响

1.1 勘察难度增加

在复杂地质条件下，岩土工程勘察工作面临着前所未有的挑战，其难度显著增加。首先，岩土体的物理力学性质变得难以准确测定。复杂地质条件下的岩土体，其组成、结构、密度、强度等参数都可能存在较大的变化范围，且这些参数往往具有不均匀性和各向异性。传统的勘察手段和方法，如简单的取样和实验室测试，可能无法准确反映岩土体的真实性质。因此，勘察人员需要采用更加精细化和多样化的勘察手段，如高密度电法、地震波勘探、磁共振成像等先进技术，以获取更准确、更全面的岩土体物理力学性质数据。其次，地质构造的复杂多变也大大增加了勘察的难度。断层、褶皱、节理等地质构造的存在，不仅影响了岩土体的稳定性和承载能力，还可能对工程的施工和安全构成潜在威胁。勘察人员需要仔细分析地质构造的分布、规模、性质等特征，评估其对工程的具体影响程度，并预测在施工和运营过程中可能出现的地质问题。此外，地下水条件也是复杂地质条件下勘察工作的一大难点。地下水的存在和流动可能对岩土体的稳定性和承载能力产生重大影响，甚至引发如滑坡、泥石流等地质灾害。然而，地下水的分布、水位、水质等参数往往难以准确预测，且受季节、气候等因素影响较大。因此，勘察人员需要进行大量的现场调查和测试工作，包括水位观测、水质分

析、渗流试验等，以获取准确的地下水条件数据^[1]。为了应对这些挑战，勘察人员不仅需要采用多种勘察手段，还需要结合地质学、岩土工程学、水文学等多学科的知识和技术，进行综合分析和判断。同时，还需要加强现场监测和数据分析，及时发现和处理勘察过程中出现的问题，确保勘察工作的准确性和可靠性。

1.2 设计风险增大

复杂地质条件不仅增加了勘察的难度，也给岩土工程设计带来了更大的风险。在复杂地质条件下，岩土体的稳定性和承载能力难以准确评估。由于岩土体的物理力学性质、地质构造和地下水条件等因素的复杂性，设计人员往往难以准确预测工程在施工和运营过程中可能遇到的问题和风险。例如，岩土体的不均匀性和各向异性可能导致基础沉降不均、结构开裂等问题；地质构造的存在可能引发地震、滑坡等地质灾害；地下水的流动可能导致渗流破坏、基础浮起等问题。同时，复杂地质条件下工程设计中需要考虑的因素更多、更复杂。除了常规的岩土体稳定性和承载能力外，还需要考虑地质构造对工程的影响、地下水对工程的潜在威胁、地震等自然灾害对工程的安全性影响、施工过程中的变形控制、长期运营过程中的耐久性等因素。这些因素的存在使得工程设计变得更加复杂和困难，需要设计人员具备更高的专业素养和综合能力。为了降低设计风险，设计人员需要综合运用多种设计理论和方法。极限平衡法可以用于评估岩土体的稳定性，确定基础尺寸和埋深；有限元法可以模拟工程的施工和运营过程，预测可能出现的问题和风险，优化设计方案；可靠性理论可以考虑各种不确定性因素对工程安全性的影响，提高设计的可靠性和安全性。此外，设计人员还需要结合工程实际情况，采用经验法、类比法等辅助设计方法，对设计方案进行全面分析和评估。总之，复杂地质条件对岩土工程勘察与设计带来了诸多挑战。勘察人员需要采用多种勘察手段

获取准确的地质资料,为工程设计提供有力的依据;设计人员需要综合考虑多种因素,运用多种设计理论和方法对工程进行全面分析和评估,降低工程的风险^[2]。同时,还需要加强勘察与设计之间的沟通与协作,确保勘察成果能够准确、有效地应用于工程设计中,确保工程的安全性和稳定性。

2 复杂地质条件下岩土工程设计策略

2.1 加强地质勘察工作

在复杂地质条件下,加强地质勘察工作是确保工程设计准确性的基石。地质勘察不仅是获取岩土体基本物理力学性质的过程,更是一个全面、深入、系统地了解工程场地地质条件的过程。勘察人员需要采用多种勘察手段,以获取全面、准确的地质资料。这些手段包括但不限于钻探、物探、原位测试、地质测绘以及遥感技术等。钻探可以直观地揭示岩土体的层次、厚度、组成及其空间变化;物探则可以通过电磁波、声波等物理场的变化来探测地质构造的分布、规模及性质;原位测试则能在现场直接测定岩土体的物理力学性质,如抗压强度、抗剪强度等;地质测绘则可以宏观地了解工程场地的地质背景、地貌特征等;而遥感技术则可以从空中或太空获取大范围的地质信息,为勘察工作提供宏观指导。在获取地质资料的过程中,勘察人员应特别关注岩层的类型和分布。不同类型的岩层具有不同的物理力学性质,对工程的稳定性和承载能力有着直接的影响。同时,地表和地下水流情况也是勘察工作的重点。地下水的存在和流动可能改变岩土体的力学性质,甚至引发地质灾害,如滑坡、泥石流等。因此,勘察人员需要准确测定地下水位、水质、水流方向及速度等参数,为工程设计提供必要的水文地质资料。此外,地震活动也是复杂地质条件下勘察工作需要考虑的重要因素。地震对工程的破坏性极大,因此勘察人员需要收集工程场地及其周边地区的历史地震资料,评估地震活动的频度、强度及潜在的地震危险性,为工程的抗震设计提供依据。获取地质资料后,勘察人员还需要对勘察数据进行深入分析^[3]。这包括对岩土体的物理力学性质进行统计分析,确定其变化范围和规律;对地质构造进行几何学和运动学分析,评估其对工程稳定性的影响;对地下水进行动态分析,预测其在施工和运营过程中的变化趋势;以及对地震活动性进行概率性分析,评估工程场地的地震风险。

2.2 综合考虑多种因素

在复杂地质条件下,岩土工程设计绝非单一因素的考量,而是需要综合考虑多种因素,以确保工程的安全性、稳定性和经济性。这些因素包括但不限于岩土体

的物理力学性质、地质构造、地下水条件以及施工条件等。首先,岩土体的物理力学性质是岩土工程设计的基础。不同类型的岩土体具有不同的密度、强度、变形特性等,这些性质直接影响着工程的承载能力和稳定性。因此,设计人员需要对岩土体进行详细的物理力学性质测试和分析,以准确掌握其特性,为工程设计提供科学依据。其次,地质构造是复杂地质条件下岩土工程设计必须考虑的重要因素。断层、褶皱、节理等地质构造的存在,不仅影响了岩土体的完整性和稳定性,还可能对工程的施工和安全构成潜在威胁。设计人员需要仔细分析地质构造的分布、规模、性质等特征,评估其对工程的影响程度,并在设计中采取相应的措施来确保工程的安全性。地下水条件也是岩土工程设计中不可忽视的一环。地下水的存在和流动可能对岩土体的稳定性和承载能力产生重大影响,甚至引发地质灾害。设计人员需要准确测定地下水位、水质、水流方向及速度等参数,分析地下水对工程的影响,如渗流作用、浮托力、潜蚀作用等,并在设计中采取相应的防水、排水措施。此外,施工条件也是岩土工程设计中需要考虑的重要因素。复杂地质条件下,施工难度往往较大,需要采用特殊的施工技术和设备。设计人员需要充分了解施工现场的实际情况,考虑施工过程中的可行性、安全性和经济性,确保设计方案能够顺利实施。为了综合考虑上述多种因素,设计人员需要运用多种设计理论和方法对工程进行全面分析和评估。例如,可以采用极限平衡法来评估岩土体的稳定性;运用有限元法来模拟工程的施工和运营过程,预测可能出现的问题和风险;利用可靠性理论来考虑各种不确定性因素对工程安全性的影响等。这些设计理论和方法的综合运用,可以提高设计的准确性和可靠性,确保工程的安全性、稳定性和经济性。

2.3 采用先进技术和方法

在复杂地质条件下,岩土工程设计面临着诸多挑战,传统的设计方法和手段可能难以满足工程需求。因此,采用先进技术和方法成为提高设计效率和准确性的关键。首先,在获取地质资料方面,数字化测绘技术、地球物理勘探技术以及原位测试技术等先进技术手段发挥着重要作用。数字化测绘技术能够利用高精度的测量仪器和数字化设备,快速、准确地获取工程场地的地形、地貌、地质构造等空间信息,为工程设计提供详实的基础数据。地球物理勘探技术则通过探测地下物质的物理性质差异,如电阻率、磁性、密度等,来揭示地下结构、岩性分布和地质构造特征,为岩土工程设计提供深层次的地质信息。原位测试技术则直接在工程场地进

行岩土体的物理力学性质测试,如静力触探、动力触探、标准贯入试验等,能够获取更为真实、可靠的岩土体参数,为工程设计提供有力的依据。其次,在工程分析和评估方面,有限元法、神经网络等先进计算方法的应用也极大地提高了设计的准确性和可靠性。有限元法是一种数值分析方法,能够将复杂的工程问题转化为有限个单元进行求解,通过模拟工程的施工和运营过程,预测岩土体的应力、应变、位移等力学响应,为工程设计提供科学的依据。神经网络则是一种模拟人脑神经网络结构和功能的信息处理系统,具有强大的自学习、自适应和容错能力,能够处理复杂的非线性问题。在岩土工程中,神经网络可以应用于岩土体参数预测、地质灾害风险评估、工程稳定性分析等方面,为工程设计提供智能化的决策支持。此外,随着计算机技术和信息技术的发展,岩土工程设计还逐渐趋向于信息化、智能化和可视化。例如,基于GIS(地理信息系统)的岩土工程设计系统能够集成地质、地形、地貌、水文等多种信息,为工程设计提供全方位、多层次的空间信息服务;三维可视化技术则能够将工程场地的地质构造、岩土体分布、地下水流场等信息以三维图形的方式直观展示出来,为工程设计人员提供更加直观、清晰的设计思路。

2.4 加强施工监测和反馈

在复杂地质条件下,岩土工程施工过程充满了不确定性和风险。为了确保工程的安全性和稳定性,加强施工监测和反馈工作显得尤为重要。施工人员需要对施工现场进行实时监测,这包括但不限于对岩土体的变形、位移、应力等关键参数的监测。通过安装监测设备,如测斜仪、沉降观测桩、应力计等,可以实时收集施工过程中的数据,为后续的分析判断提供可靠依据。同时,施工人员还需要密切关注施工现场的地质变化,如地下水位的升降、地表裂缝的出现等,这些都可能是地质条件变化的前兆,需要及时采取措施加以应对。收集到施工数据后,设计人员需要对这些数据进行深入分析和处理。通过对比施工数据与设计方案中的预期值,可

以及时发现施工中的偏差和异常。对于出现的偏差,设计人员需要判断其是否对工程的安全性构成威胁,并根据实际情况对设计方案进行调整和优化。例如,如果发现岩土体的变形过大,可能需要增加支护结构或调整施工顺序以减小变形;如果发现地下水位上升过快,可能需要加强排水措施以降低水位^[4]。此外,施工监测和反馈工作还需要与施工进度紧密配合。在施工过程中,随着工程的推进,地质条件可能会发生变化,因此监测工作也需要随之调整。设计人员需要根据施工进度的实际情况,及时调整监测方案,确保监测工作的有效性和针对性。同时,加强施工监测和反馈工作还需要建立完善的沟通机制。施工人员和设计人员之间需要保持密切沟通,及时传递施工信息和监测数据,共同分析施工中出现的问题,并协商解决方案。这种紧密的合作和沟通可以确保施工过程中的问题得到及时处理,避免问题扩大化,从而保证工程的安全性和稳定性。

结束语

复杂地质条件下岩土工程设计需要综合运用多种勘察技术和设计理论,以确保工程的安全性和稳定性。通过加强地质勘察工作、综合考虑多种因素、采用先进技术和方法以及加强施工监测和反馈等措施,可以有效地应对复杂地质条件对岩土工程设计的挑战。未来,随着科学技术的不断进步和工程实践经验的不断积累,复杂地质条件下岩土工程设计水平将不断提高。

参考文献

- [1]刘应飞.关于复杂地质条件下岩土工程勘察的实践与研究[J].建材与装饰,2019,(15):234-235.
- [2]曾宽,欧阳美峰.浅论如何强化岩土工程勘察的技术措施[J].建材发展导向(上),2015,13(11):297-298.
- [3]胡招仕.浅析复杂地形地质下的岩土工程勘察的若干思考[J].城市建设理论研究,2013,(21).
- [4]胡招仕.浅析复杂地形地质下的岩土工程勘察的若干思考[J].城市建设理论研究(电子版),2013,(21).