

水文地质问题对工程地质勘察的影响分析

刘婷婷

招商局重庆交通科研设计院有限公司 重庆 400000

摘要：水文地质问题对工程地质勘察构成重要影响，涉及地下水位升降、水质变化及地下水运动状态。这些因素直接影响岩土体的物理力学性质与地基稳定性，进而威胁工程建设安全。通过加强水文地质勘察、制定科学合理的勘察报告、采取有效工程处理措施及优化工程设计与施工工艺，可显著降低水文地质问题带来的风险，确保工程建设稳定与安全。本研究为工程实践提供了理论依据与技术指导。

关键词：水文地质问题；工程地质勘察；处理措施

引言

水文地质作为地质学的重要分支，关注地下水的形成、分布及运动规律。在工程地质勘察中，水文地质条件复杂多变，直接影响工程建设的安全与稳定。地下水位升降、水质变化及地下水运动状态等因素，通过改变岩土体特性，引发地基承载力下降、地面沉降等地质灾害。因此，深入探讨水文地质问题对工程地质勘察的影响，并提出应对措施，对于保障工程建设安全具有重要意义。

1 水文地质的基本概念与特点

水文地质作为地质学的一个重要分支，专注于探讨自然界中地下水的形成、分布、埋藏条件、运动规律及其水质特征。这一领域的研究内容广泛，涵盖了地下水的物理和化学性质，还深入探讨了地下水与地质构造、地层岩性、气候条件以及人类活动之间的相互作用关系。水文地质条件的复杂性和多变性是其明显特点。地下水的存在和运动状态并非孤立存在，而是受到多种因素的共同影响。地质构造的复杂性决定了地下水系的分布和流向，地层岩性的差异则影响着地下水的渗透和储存能力。气候条件的变化，如降雨量的增减、气温的升降等，都会对地下水的补给、径流和排泄产生重要影响。此外，人类活动，如农业灌溉、工业用水、地下水开采等，也在一定程度上改变了地下水的天然状态，使其呈现出更加多变的特点。在水文地质研究中，我们要关注地下水的数量和质量变化，还要深入分析其运动状态及其与周围环境的相互作用关系。因为地下水的这些变化影响着地表水资源的分配和利用，还直接关系到工程建设的稳定性和安全性。在工程地质勘察中，充分认识和把握水文地质条件的特点和规律，对于准确评估工程场地的地质条件、合理确定工程设计方案、有效预防地质灾害等方面都具有重要意义。

2 水文地质问题对工程地质勘察的影响

2.1 地下水位升降的影响

地下水位的升降波动在工程地质勘察范畴内，是极为关键的影响要素。当地下水位呈上升态势时，岩土体所处环境发生显著改变。岩土颗粒间的孔隙被更多水分填充，土体因含水量增加而发生膨胀变形。以粘性土为例，其矿物成分与水发生复杂物理化学反应，致使土体抗剪强度大幅降低，引发地基承载能力锐减。从力学原理剖析，地基所承受的附加应力超出其承载极限，便会产生沉降现象，严重时导致建筑物基础倾斜、开裂。地下水位上升促使地下水位接近地表，土壤中的盐分随水分上升并积聚在地表，引发土壤盐渍化。盐类物质在干湿交替作用下，对建筑物基础及下部结构产生化学侵蚀，逐步削弱建筑结构的稳定性。反之，当地下水位下降，岩土体因失水而收缩。孔隙水压力消散，有效应力增加，土体骨架在重力作用下发生压缩变形，引发地面沉降。尤其是在砂质土地区，地下水位下降使得土体颗粒间的有效应力重新分布，土体结构变得松散，极易诱发塌陷地质灾害。若地下水位频繁升降，岩土体反复经历膨胀与收缩过程，不同部位胀缩程度存在差异，产生不均匀变形。这种不均匀胀缩变形长期积累，会在地基内部形成复杂的应力场，加剧地基的不稳定性，严重威胁工程结构安全^[1]。

2.2 水质变化的影响

在工程地质勘察中，地下水水质变化是一个不可忽视的重要因素，它对岩土体的特性产生着深远影响。（1）地下水中的多种离子、溶解气体及胶体物质与岩土体之间存在着复杂的相互作用。这些成分会改变岩土体的物理力学性质，特别是当水中含有高浓度的腐蚀性离子时，如硫酸盐和氯化物。硫酸盐与水泥中的成分反应，导致混凝土结构内部产生膨胀应力，进而引发破

坏。氯化物则会加速钢筋的锈蚀过程,严重威胁混凝土结构的耐久性。(2)生物作用也是水质变化影响岩土体特性的一个重要方面。地下水中的溶解氧为微生物提供了生存环境,微生物的代谢活动产生的有机酸等物质会对岩土体产生生物腐蚀,改变其微观结构,降低强度。

(3)水质变化还影响岩土体的水理性质。水中离子浓度的变化会改变岩土体的双电层结构,影响其渗透性。而水中粘性胶体物质的增多则会堵塞岩土体孔隙,降低其透水性,这对地基的排水性能构成了潜在威胁。水质变化引起的持水性改变也会影响土体的含水量状态,对土体的抗剪强度等力学性质产生间接影响,对地基的稳定性构成挑战。

2.3 地下水运动状态的影响

地下水运动状态是影响工程地质勘察的核心因素。在自然条件下,地下水遵循特定的径流路径,处于相对稳定的动力平衡状态,对岩土体的作用较为缓和,一般不会引发明显的地质灾害。然而,工程建设活动往往打破这种天然平衡。以深基坑开挖为例,基坑施工改变了地下水的渗流边界条件。当基坑底部隔水层厚度不足,承压水压力大于隔水层所能承受的极限时,承压水会冲破土层,引发基坑突涌现象。突涌会造成基坑内积水,淹没施工场地,还会导致坑底土体流失,破坏基坑稳定性,危及周边建筑物安全,地下水位急剧下降也是工程活动常见的影响结果。大量抽取地下水或不合理的排水工程,使得地下水位迅速降低。地下水位下降过程中,原本被水填充的孔隙空间形成负压,导致岩土体颗粒重新排列。在岩溶发育地区,地下水位下降可能使溶洞内水压失衡,溶洞顶部岩土体因失去水的支撑而发生坍塌,进而引发地面塌陷地质灾害。地下水位变化引发的地下水运动状态改变,直接破坏工程建设场地的稳定性,还会通过改变岩土体的物理力学性质,对周边地质环境产生连锁反应,给工程地质勘察与建设带来极大挑战^[2]。

3 应对水文地质问题的措施

3.1 加强水文地质勘察工作

(1)加强水文地质勘察工作是应对水文地质问题的首要措施。在勘察过程中,应充分挖掘并整合既有水文地质资料,包括区域地质构造特征、地层岩性分布状况以及过往积累的水文监测数据等。这些资料能为当前勘察提供重要参考,帮助初步圈定潜在的水文地质复杂区域。同时,现场调查也是获取一手资料的重要途径。通过观察地表水体分布格局、湿地状况以及植被生长特征等,可以推断地下水与地表水的水力联系,以及浅层地下水的富集区域。钻探作业是深入了解地下地质结构的

核心手段,通过科学布置钻孔、采集岩土样本,并借助先进的实验设备进行分析,构建出详细且精准的地层结构与含水层分布模型。(2)构建长期且高效的观测与监测体系是应对水文地质问题的关键。利用自动化监测设备,如压力式水位计、超声波水位计等,对地下水位进行实时追踪,精确记录其变化特征,水质监测也至关重要。通过定期采集水样,运用专业分析仪器测定各类指标,全面掌握水质的动态演变趋势。针对地下水运动状态,采用示踪剂测试与渗流监测技术,结合渗压计、流量计等设备,精确测定地下水的径流方向与流速。(3)通过长期持续的监测,积累海量数据,并运用数据分析方法深入剖析水文地质条件的变化规律。这能提升工程应对水文地质问题的前瞻性与科学性,还能为工程设计与施工提供坚实可靠的依据,确保工程建设的稳定性和安全性^[3]。

3.2 制定科学合理的勘察报告

工程地质勘察的最终成果集中体现于岩土工程勘察报告,其科学性、准确性与全面性对工程决策起着决定性作用。基于详尽的水文地质勘察工作,报告编制需严格遵循专业规范与标准。在记录地下水基础信息时,应准确划分地下水类型,如孔隙水多赋存于松散沉积物孔隙中,裂隙水则沿岩石裂隙运移,岩溶水在可溶性岩石的溶隙、溶洞中流动,明确各类型地下水的特征与分布范围。精确描绘各含水层的空间分布格局,包括其厚度、埋深以及与上下相邻地层的接触关系,这对于理解地下水的储存与运移至关重要。清晰阐述地表水体与含水层之间的水力联系,判断是地表水补给地下水、地下水排泄至地表水,还是二者存在复杂的相互转化关系,这是把握地下水动态平衡的关键环节。准确测定并记录各类水文地质参数,如渗透系数反映了岩土体允许水通过的能力,给水度表征含水层在重力作用下能释放出的水量,持水度体现了岩土体在重力作用下保持水分的能力,这些参数为后续定量分析地下水的运动与储存提供了数据基础。深入剖析地下水的补给来源,包括大气降水通过土壤孔隙、岩石裂隙的入渗补给,地表径流在合适地形条件下对地下水的侧向补给,以及不同含水层之间的越流补给等多种途径。明晰径流路径时,需综合考虑地形地貌的起伏变化,如山体、山谷对水流方向的引导作用,以及地质构造,如断层、褶皱对地下水径流的阻隔或导通影响。探究排泄方式,除了自然的蒸发作用、向地表水体的排泄,还需关注人工开采对地下水排泄的影响。在上述全面分析的基础上,紧密结合工程建设需求,提出针对性强且切实可行的工程处理建议。

3.3 采取有效的工程处理措施

(1) 当地下水位上升导致地基承载力下降时,应采取排水降压策略。通过合理布局排水井,依据场地地质特性与地下水位分布,精确确定排水井的深度、间距及管径。排水井的设置旨在有序汇集并抽排地下水至指定区域,结合盲沟的透水性优势,引导地下水顺畅流入排水井,有效降低地下水位,减少土体含水量。随着土体含水量的下降,土颗粒间的有效应力得以增强,地基土的抗剪强度得以恢复。在此基础上,运用地基加固技术,如深层搅拌桩技术,通过特制机械将固化剂与地基土强制搅拌,形成整体性、水稳性良好的桩体,提升地基的密实度与承载能力。(2) 针对地下水位下降引发的地面沉降问题,回灌补水是关键的对策策略。构建科学合理的回灌井系统,精心规划回灌井的布局、深度及回灌量,选择符合水质标准的水源进行回灌。通过回灌井将处理后的地表水、中水等注入地下含水层,有效补充地下水亏缺,维持地下水位稳定。严格管控地下水开采活动,依据水文地质条件与动态监测数据,制定科学合理的开采方案,避免过度抽取地下水。(3) 在整个工程施工期间,应充分利用高精度水位监测设备,例如电子水准仪、全站仪等,对地下水位实施实时且精确的监控。发现地下水位出现异常波动,必须立即启动应急预案,迅速调整施工进度,并采取针对性的优化措施,如增设高效排水设备或重新规划排水路径,以确保地下水位始终维持在适宜范围内。这些举措对于保障工程建设的安全稳定推进至关重要,有效避免水文地质问题引发的工程事故和经济损失,为项目的顺利进行奠定坚实基础。

3.4 优化工程设计与施工工艺

工程设计阶段,需紧密结合前期勘查获取的水文地质信息进行全面考量。在地下水位较高且变化频繁区域,设计基础时应充分考虑抗浮因素。除选用抗浮桩、筏板基础等常规抗浮形式外,还可通过优化基础埋深,利用土体自重平衡地下水浮力。合理规划建筑物的布局,使建筑重心与基础承载中心尽量重合,减少因地下水浮力导致的不均匀沉降风险。对于地下水腐蚀性强的场地,在建筑结构设计中,加大混凝土保护层厚度,采

用高性能耐腐蚀混凝土,从结构设计层面增强建筑物的耐久性。施工工艺的优化同样关键。在基坑开挖过程中,采用合适的降水方法是控制地下水位的重要手段。对于渗透系数较小的黏性土地层,轻型井点降水可有效降低地下水位,确保基坑干作业环境。而在砂性土地层,管井降水则更为适用,其能高效抽取地下水,保障基坑边坡稳定。降水过程中,严格控制降水速率,避免因地下水位急剧下降引发周边地面沉降、建筑物开裂等不良后果。在地基处理施工中,针对不同水文地质条件选用恰当的地基处理技术。如在软土地基且地下水位较高区域,采用真空预压法,在地基中设置砂井、铺设排水板等,将土体中的水分排出,加速地基固结,提高地基承载能力。在施工过程中,加强对施工质量的管控,确保各项施工工艺按设计要求精准实施,减少因施工不当引发的水文地质问题。通过优化工程设计与施工工艺,使工程建设与水文地质条件实现良好适配,提升工程的稳定性与安全性,降低水文地质问题对工程的负面影响^[4]。

结束语

综上所述,水文地质问题在工程地质勘查中占据重要地位。通过加强勘查工作、制定科学勘察报告、采取有效工程处理措施及优化设计与施工工艺,可显著提升工程对水文地质条件的适应能力。未来,工程技术的进步与水文地质研究的深化,将极大促进应对水文地质问题策略的完善,为各类工程建设构筑起更为牢固的安全防线,确保项目稳健推进。

参考文献

- [1]程乐,杨鹏飞.水文地质问题对工程地质勘查的影响分析[J].地质研究与环境保护,2024,3(3):13-14.
- [2]王明,王勇,张扬.水文地质问题对工程地质勘查的影响分析[J].地质研究与环境保护,2023,2(5):1-2.
- [3]刘思军.水文地质问题对工程地质勘查的影响分析[J].世界有色金属,2021(9):147-148.
- [4]肖祖未,郭林强,武成周.水文地质问题对工程地质勘查的影响分析[J].世界有色金属,2020(11):213-214.