

# 岩土工程勘察中关于水文地质问题的相关研究

谭舜

江西省勘察设计研究院有限公司

**摘要：**岩土工程勘察中的水文地质问题对工程的设计、施工及其最终的稳定性有着决定性的影响。文章全面分析了水文地质勘察的重要性，探讨了地下水位变化、地下水压力及其与地理环境相互作用对岩土工程的潜在影响。进一步地，文章提出了应对这些水文地质问题的合理措施，包括制定完善的地质勘探计划、选择科学的勘探技术和手段、全面掌握地下水位、建立健全的勘探监督机制以及加强水文地质问题的分析和评价。这些措施旨在提高工程的安全性和效率，减少由水文地质问题引起的工程风险。

**关键词：**岩土工程；水文地质勘察；地下水位；地下水压力；地质勘探

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.018

**引言：**岩土工程的成功高度依赖于对水文地质条件的准确理解和管理；水文地质勘察作为岩土工程不可或缺的一部分，涉及对地下水的分布、运动和化学成分等多个方面的详细分析。地下水位的稳定、地下水压力的变化以及地下水与地理环境的相互作用，都可能对工程结构产生显著的影响。全面的水文地质勘察和精确的风险评估对保障工程安全和功能的实现至关重要。

## 一、岩土工程与水文地质勘察

在岩土工程领域，专注于地下水情况的研究，即水文地质勘察，其任务是对地下水如何分布、流动以及其化学性质进行评定，这项工作为工程项目的设计与建造提供了必要的科学支持。针对建设区域的水文地质状况，必须详尽分析及测量地下水的高度、压力、土壤的湿度以及沙土流动等情况，以保障工程建设的稳定与安全，对地下水情况的深入勘察，岩土工程专家能够预见建设过程中可能遭遇的挑战。当地下水位上扬，可能会引起土壤盐分增加、工程设施基础损坏，进而触发山体滑坡或者建筑物倒塌，地下水位降低可能会导致地基部分沉降，地层紧缩，从而对工程的稳定结构造成不利影响。在水文地质的探索实践中，精确把握地下水层的动态是关键的一环，水文地质领域的专家们依靠水文图、井测图等工具，融合现场采集的数据，估算地下水位的变动动向，并对可能引发的结果进行推断。在岩土工程的领域里，地下水压力的波动可能会引致地基下沉、岩层偏移，甚至造成建筑物结构的损害，地下水流动及其压力计算，工程师们常用如达西定律这类流体力学公式来求解，该公式表达了水流量 $Q$ 与水头差 $h_1-h_2$ 、管道横截面积 $A$ 及比例常数 $k$ 之间的关系，可以预见水压力的波

动可能会对工程项目带来一系列影响<sup>[1]</sup>。如图1所示。



图1 岩土工程

## 二、水文地质对岩土工程的影响

### (一) 地下水位变化的影响

地下水位上浮常常诱发土壤盐渍化、侵蚀建筑地基、破坏土壤构造，严重时还可能导致山体滑坡及房屋倒塌等后果，随着地下水位的上升，土壤表层积水盐分沉淀，进而改变土壤的化学成分，这会波及到工程结构的稳定性。当地下盐分积聚至特定阈值，将会侵蚀混凝土与钢筋，从而显著缩短建筑物的寿命，使用的腐蚀模型为： $R=R_0 \exp(-k \cdot t)$  描述了抗压强度  $R$  随时间  $t$  变化的关系，其中  $R_0$  是初始抗压强度， $k$  是腐蚀速率。地下水位的上涨可能会引起土壤结构变松，进而提升土壤在湿润条件下的滑移倾向，这一现象在富含水分的地层区域尤为显著，在建筑施工过程中，地基土体的不稳定移动构成了重大风险，这种风险可能导致整个结构的崩溃，进而威胁到人的生命安全。面对地下水位不断攀升的态势，工程技术人员需未雨绸缪，比如增设排水系统、改良地基设计等预防手段，地下水位悄然下滑，会引发一连串的困扰，随着地下水资源减少，土壤含水量逐步下降，引发土壤紧缩及其结构完整性受损，这可能会导致建筑物基础不稳、出现侧斜等一系列安全隐患。

### (二) 地下水压力的影响

随着地下水位线的攀升，地下水压力增压，可能会给工程构造带来额外的负载压力挑战。随着地下水位线的上升，地下的孔隙水压力相应增大，进而减小了土壤承受的实际压力，从而对地基承重能力造成影响，地下水位高涨可能引致工程项目底部结构的渗漏与潮湿，从而提升混凝土与钢筋锈蚀的可能性。当地下水里溶解了大量的盐和其它侵蚀性的化学物质时，地下基础建筑就有可能因为长时间的水浸泡而渐渐被破坏，这种侵蚀作用会削弱混凝土的承压能力，进而引致建筑构造的衰

败，从而对项目的长期稳固性构成影响。地下水中的化学组成和压力是如何作用于金属破坏速度的，抗压强度R随着时间t的增加而衰减，遵循指数衰减规律，初始抗压强度记为R0，腐蚀速率常数为k<sup>[2]</sup>。

### （三）地下水与地理环境的相互作用

在一些地下水资源丰富的地带，地下水对土壤的浸润使得地基土的湿度较大，进而可能引起土壤结构松散，从而削弱地基的承重功能。地下水涌动间，土壤颗粒或被携带，进而触发沙流灾害，流砂现象可能会对基础设施造成严重损害，引发地基不稳定和建筑物坍塌，在地基工程设计过程中，须评估地下水运动对土粒分布的影响，借助粒径分析来识别潜在的流沙隐患，并实施例如增设排水设施或强化地基等对应策略。地下水与地理环境的相互作用可能会对地质构造和地形造成影响，在山区或斜坡地带，地下水活动可能促进土壤移动，进而引发山体滑坡及地表塌陷，在一些特定区域，地下水和岩石层的交互作用可能会促进岩石的风化与破裂，从而提高了地质灾害发生的可能性。地下水中酸性物质的含量是决定岩石风化程度的关键因素，尤其是这些化学成分的相互作用，工程师经常会对地下水中的化学成分进行详细分析，以便预估岩石可能遭受

的风化作用程度。

## 三、应对岩土工程水文地质问题的合理措施

### （一）制定完善的地质勘探计划

详尽的地质调查和分析，获取关于地下水位、地下水压力、土壤性质以及地理环境特征的准确数据，地下水观测井部署包括5个观测井，每个井深达100米，配备有自动水位记录器和压力传感器，实现每小时自动记录一次水位和水压的高频监测。地质钻探工作设置了3个钻探点，每个深150米，主要采集岩石和土壤样本，并对其进行分析，包括测定pH值、电导率和主要离子（如Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>等）。地下水样品则在同样的观测井位每月采集一次，详细化学分析显示Ca<sup>2+</sup>浓度为75 mg/L，Mg<sup>2+</sup>为35 mg/L，Na<sup>+</sup>为200 mg/L，Cl<sup>-</sup>为250 mg/L，SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>为80 mg/L，pH值为7.2，电导率为750 μS/cm。此区域还进行了地形地貌测绘，使用无人机航空摄影与地面激光扫描技术覆盖了约10平方公里，平均高程150米，最大坡度为12°，并使用ArcGIS软件进行了高精度（±0.1米）的三维地形建模。这些综合的勘探和监测活动为该区域的工程设计和施工提供了详尽的科学数据，确保了地下水的有效管理和工程安全的最优化。如表1所示。

表 1 地下水观测井数据

类别	描述	数据 / 详情
地下水观测井部署	观测井数量	5 个
	井深	每个井 100 米深
	监测频率	每小时自动记录一次
	装备	自动水位记录器和压力传感器
实施地质钻探	钻探点数量	3 个
	钻探点深度	每个点 150 米
	样本类型	岩石和土壤
	化学分析	pH 值，电导率，主要离子（Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 等）
地下水样品采集	采集频率	每月一次
	采集井位	同观测井
	化学分析数据	Ca <sup>2+</sup> 75 mg/L, Mg <sup>2+</sup> 35 mg/L, Na <sup>+</sup> 200 mg/L, Cl <sup>-</sup> 250 mg/L, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 80 mg/L, pH 7.2, 电导率 750 μS/cm
地形地貌测绘	测绘技术	无人机航空摄影与地面激光扫描
	覆盖面积	约 10 平方公里
	地形特征	平均高程 150 米，最大坡度 12°
	GIS 分析	高程数据精度 ±0.1 米，使用 ArcGIS 软件进行三维地形建模

### （二）选择科学的地质勘探技术和手段

地下水监测通常需要部署一系列观测井，这些井的作用是跟踪水位和压力层面的动态变化，借助电子水位计的自动记录功能，可定期收集水位信息，这些信息经

过和历史数据比对，有助于推断地下水位未来走势及其周期性波动。利用地下水压力传感器，工程师可以实现对水压实时变化的监控，这一技术应用使得分析地基稳定性以及预测潜在结构影响成为可能，对土壤进行实地

采样和地质图绘制制作，是通过直接的物理采样和现场勘查来判定土壤的物理与化学特性，采取样本，进而对土壤的粒径分布、密度、水分含量及化学组成进行检测，这些检测数据对于判断土壤的承重能力和侵蚀风险具有决定性作用。通过颗粒大小分析，可以使用如下公式来计算土壤的均匀系数（Cu）和曲率系数（Cc），这对于判断土壤的渗透性和稳定性具有指导意义： $Cu = \frac{D_{60}}{D_{30}}$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

其中 $D_{10}$ ， $D_{30}$ ， $D_{60}$ 分别代表土粒径分布曲线中

10%，30%，60%的粒径大小。岩石钻探和地质测绘技术则用于获取地层的深度、厚度和岩石类型信息。钻探可以获得岩芯样本，这些样本通过实验室分析，可以详细了解岩石的硬度、裂隙和风化程度<sup>[3]</sup>。

**（三）全面掌握地下水位**

监测井宜装配能够自动追踪并记载水位变动的设备，确保地下水位变化的即时反馈与更新，经过长期的监视，可以了解地下水位如何随着季节和时间而波动，这对于预见未来地下水位如何变迁至关重要。采用地下水模型进行水位预报，是一种颇为高效的手段，这类模型依托于历史数据，以及相关的地质、气象资讯，来重现地下水的流动及水位的变化情况，MODFLOW是一款广泛应用于地下水流动模拟的工具能够描绘多种复杂的水文地质条件下的水流变化。借助此种算法，技术人员能预见在各类建设和环境变量下，地下水位潜在的波动，从而优化工程布局，以应对这些波动，定期开展地质与水文地质的勘查研究，对于辨识那些可能导致地下水位波动的新型因素至关重要，诸如邻近区域的建设工程、自然环境状况的变迁等。地质勘探能详尽揭示土壤层次、透水性以及地下水流动向等数据，水文地质研究则专注于水源、水流转移路径以及水质状况，针对地下水与地质结构的相互作用及其对工程可能产生的影响进行评估，相关资料至关重要<sup>[4]</sup>。

**（四）建立健全的勘探监督机制**

实施监督的关键在于打造一套规范的操作流程和严格的质量监管框架，涵盖所有地质勘查行为的详尽作业指南和品质准则需一应俱全，同时须对勘查工具及技术人员的实际表现与专长定期进行细致检视。在地下水监测领域，井的建设与保养须恪守精细的工程技术标准，涵盖井的垂直深度、直径大小、井壁材质以及封堵技术等多个方面，目的是保障所采集数据的精准与可信，使用精确度极高的探测工具和装备，对地下水位及土壤样本进行周期性检验，同时对数据的搜集和处理环节执行严密监管，这些举措对保障数据的品质至关重要。勘探监管流程须嵌入一个对勘探成果进行自立审视与评

定步骤，这一步骤可经由组织内部的严格校验或委托给具备资质的独立第三方专业实体执行，此项审查不仅需要确保数据的精准与全面，还需深入探讨勘探发现背后的科学含义，并对工程实践中的运用可能性进行详尽评估<sup>[5]</sup>。如表2所示。

表2 勘探监督机制内容

活动 / 领域	主要措施
操作手册和质量标准	为所有勘探活动制定详细操作手册和质量标准。
设备和技术人员评估	定期对勘探设备和技术人员的性能和技能进行评估。
监测井设施	遵守工程规范布设监测井，包括井的深度、直径、井筒材料及其防渗措施。
数据检测与监控	使用高精度测量仪器定期检测地下水位和土壤样本，对数据采集和分析过程实施严格监控。
独立审核与评估	通过内部审核或第三方专业机构对勘探结果进行独立审核和评估，包括数据的准确性和解释、工程应用的可行性分析。
技术人员培训	对勘探技术人员进行定期培训，包括最新的勘探技术、数据处理技巧及更新行业规范和法规。
信息公开与反馈	定期发布勘探进度报告和结果，建立问题反馈和纠正措施的快速响应系统，确保所有利益相关者及时了解勘探活动的状态和质量。

**结语**

水文地质勘察对于岩土工程的成功至关重要，制定科学的勘探计划和监督机制，以及利用先进的勘探技术，可以有效识别和管理地下水相关的风险。此外，持续的地下水监测和对地下水与地理环境相互作用的深入研究是确保工程长期稳定与安全的关键。工程团队必须重视水文地质勘察的每一个环节，从而确保岩土工程的整体质量和效益。未来的工作应进一步集中于技术和方法的创新，以应对更为复杂的地质环境和水文条件。

**参考文献**

[1] 秦景. 岩土工程勘察中关于水文地质问题的相关研究[J]. 居业, 2021, (10): 5-6.  
 [2] 吴明雷, 赵波. 岩土工程勘察中水文地质的问题研究[J]. 科技与创新, 2021, (17): 28-29.  
 [3] 高文革. 岩土工程勘察中水文地质问题的探讨[J]. 江西建材, 2021, (07): 72+74.  
 [4] 马祥配, 彭英慧. 岩土工程勘察中水文地质问题探究[J]. 世界有色金属, 2021, (14): 208-209+212.  
 [5] 韩亮. 岩土工程勘察中的水文地质问题分析[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(17): 96-98.