水文地质问题对工程地质勘察的影响要点

王　强
中水珠江规划勘测设计有限公司　广东　广州　510000

摘　要：水文地质问题对工程地质勘察影响深远，涉及地下水动态变化、动压破坏、化学侵蚀等方面，直接影响勘察目标调整、方法适配及数据解析。勘察成果在基础设计、施工方案及工程维护中面临修正约束与长期挑战。通过前置性研究、多学科技术整合及动态更新机制，可实现水文地质与工程地质勘察的协同应对，提升勘察精准度，为工程建设全周期提供科学支撑，保障工程安全与经济性。

关键词：水文地质问题；工程地质勘察；勘察影响；协同应对；成果应用

引言：工程地质勘察是工程建设的重要基础，其成果直接影响工程的安全性、经济性与可行性。然而，水文地质问题作为复杂且多变的因素，贯穿于工程地质勘察的全过程，对勘察工作产生多方面影响。从地下水位的动态波动到地下水动压的异常变化，从地下水化学性质的侵蚀性到对勘察关键环节的制约，再到对勘察成果应用的限制，水文地质问题增加了勘察工作的难度与不确定性。深入探讨水文地质问题对工程地质勘察的影响要点，并提出协同应对策略，具有重要的现实意义。

1 水文地质问题对工程地质勘察的直接影响

1.1 地下水位的动态变化

地下水位并非保持恒定状态，其动态波动会直接作用于岩土体结构，进而影响工程地质勘察过程中对岩土体稳定性的判断[1]。水位上升会增大岩土体孔隙水压力，降低有效应力，导致岩土体抗剪强度下降，原本稳定的岩土体结构易出现松动、软化现象，给勘察过程中岩土体稳定性评估带来干扰。水位下降则会使岩土体有效应力增加，引发岩土体压缩变形，若下降幅度较大，还可能导致岩土体出现开裂，破坏原有结构完整性，增加勘察过程中对岩土体变形特征判断的难度。地下水位频繁升降会打破岩土体内部水盐平衡，引发岩土体胀缩变形。岩土体中亲水矿物遇水膨胀、失水收缩，反复交替作用下会使岩土体颗粒间联结力减弱，结构松散，进而导致强度衰减，这种变化会直接影响勘察中对岩土体力学参数的精准获取。地下水流动速度变化同样会对勘察产生显著影响，流速加快时会对土体颗粒产生冲刷作用，带走细小颗粒，导致岩土体孔隙增大、结构破坏；流速变化还可能引发地下水对岩土体中可溶性矿物的溶解作用，改变岩土体物质组成，使岩土体物理力学性质发生改变，增加勘察工作的复杂性。

1.2 地下水动压的破坏性

地下水动压是维持地下水体平衡的重要因素，当地下水自然平衡状态被打破，动压会出现异常变化，直接干扰工程地质勘察作业的正常开展。动压异常会导致地下水流动方向、流速发生突变，使勘察过程中地下水相关参数的采集出现偏差，影响勘察数据的准确性。动压变化还会引发地表沉降现象，地下水流速过快或动压过大时，会带走地下岩土体颗粒，导致地下空洞形成，上部土体失去支撑而发生沉降，这种沉降会改变勘察区域的地形地貌，影响勘察点位的布设与勘察工作的推进。动压异常升高时，还可能引发地下水突涌风险，高压地下水会冲破上部岩土体阻隔，突然涌出地表或勘察钻孔，不仅会破坏勘察设备，还会打乱勘察工作节奏，甚至对勘察人员安全构成威胁，进一步增加工程地质勘察的难度与不确定性。

1.3 地下水化学性质的侵蚀性

地下水化学性质的稳定性直接影响工程地质勘察对建筑材料适应性的判断，其中矿物质含量变化会对混凝土等常用建筑材料产生明显腐蚀作用。地下水中山溶盐、硫酸盐等矿物质含量过高时，会与混凝土中的水化产物发生化学反应，生成膨胀性物质，导致混凝土内部产生应力，引发开裂、剥落，这种腐蚀作用会直接影响勘察中对建筑材料耐久性的评估。地下水化学成分异常还会对岩土体物理力学性质产生长期影响，化学成分失衡会改变岩土体颗粒间的联结状态，导致岩土体强度、韧性等参数发生缓慢变化，这种长期变化具有隐蔽性，会增加勘察过程中对岩土体长期稳定性判断的难度，需通过系统的水文地质检测与分析，才能精准掌握其变化规律，为工程地质勘察提供可靠依据。

2 水文地质问题对工程地质勘察关键环节的制约

2.1 勘察目标与范围的动态调整机制

地下水类型的多样性直接决定了工程地质勘察的精

细化程度[2]。孔隙水赋存于第四系松散沉积物中，其分布规律与地表地貌形态密切相关，勘察时需重点分析沉积相变对含水层连续性的影响；裂隙水受岩体结构面控制，勘察范围需覆盖不同级序裂隙的发育特征，尤其关注张性裂隙与压性裂隙的导水性差异；岩溶水具有极强的非均质性，勘察层次应细化至溶洞、溶蚀裂隙的规模及连通性评价。含水层埋藏条件对勘察技术方案具有刚性约束，当含水层顶板埋深超过50米时，需采用双管单动取芯钻具确保岩芯采取率；对于隐伏型含水层，勘察钻孔密度应依据水文地质单元划分结果进行加密布置，在补给区与排泄区过渡地带钻孔间距需缩小至常规区域的1/2。

2.2 勘察方法的技术适配性研究

物探方法在含水层探测中存在明显技术边界，高密度电阻率法对孔隙水探测效果显著，但对裂隙水的识别能力受岩体电阻率差异限制；地震跨孔CT技术可有效刻画岩溶发育区溶洞空间形态，但在厚覆盖层地区存在波速识别误差累积问题。钻探工艺对渗透性测试精度的影响体现在多个维度，采用压水试验时，钻杆与孔壁间的环状间隙会导致测试段长度计算偏差；进行抽水试验时，过滤器安装位置偏差超过0.5米将显著影响降深-流量曲线的拟合精度。传统参数获取方法存在固有局限，单孔抽水试验难以反映含水层的三维渗流特征，群井抽水试验又受边界条件简化假设的制约，导致渗透系数计算值与实际值存在数量级差异。

2.3 勘察数据的多维度解析挑战

地下水水位动态特征对工程设计参数具有决定性影响，静止水位数据仅反映瞬时状态，而设计需采用多年变幅平均值与极端值组合；动态水位监测需持续覆盖一个完整水文年，以捕捉季节性波动规律对地基承载力的周期性影响。地下水系统补给-径流-排泄条件的解析需要构建三维概念模型，补给区边界的划定需结合大气降水入渗系数与地表水体渗漏量综合判定，径流通道的识别依赖水化学场与温度场的耦合分析，排泄区位置的确定往往需要开展连通试验验证。长期稳定性预判需建立地下水动态与岩土体变形的量化关系，软土地区地面沉降预测模型中，压缩层厚度参数需根据地下水开采历史进行动态修正，山区边坡稳定性分析需考虑降雨入渗导致的孔隙水压力时变效应。

3 水文地质问题对工程地质勘察成果的应用限制

3.1 基础设计参数的修正

工程基础设计参数的合理性直接依赖工程地质勘察成果，而水文地质问题的存在，使得原有勘察获取的基础设计参数需进行针对性修正[3]。地下水作为影响地基承载力的核心因素，其水位变化与渗透特性会改变地基岩土体受力状态，导致地基承载力出现波动，需结合地下水实际分布与动态特征，对地基承载力设计值进行调整，确保设计参数与实际地质条件匹配。抗浮设计值同样受地下水影响显著，地下水浮力会抵消上部结构荷载，若忽视地下水水位变化规律，易导致抗浮设计值取值偏低，引发结构上浮隐患，因此需基于勘察获取的地下水水位数据，对於抗浮设计值进行精准修正。边坡稳定性分析中，地下水渗透力的量化的难题，进一步限制勘察成果的直接应用。地下水渗透力会产生沿边坡渗流方向的推力，削弱边坡岩土体抗滑能力，但其大小受地下水流速、渗透系数及边坡坡度等多重因素影响，量化过程需结合复杂的水文地质计算，现有勘察手段难以实现精准量化，导致边坡稳定性分析结果存在偏差，需通过补充水文地质测试，逐步优化渗透力量化方法，才能提升勘察成果应用价值。

3.2 施工方案的技术约束

工程施工方案的制定需以勘察成果为依据，而水文地质问题会对施工方案形成明显技术约束。基坑降水设计是基坑施工的关键环节，地下水涌水量的预测准确性直接决定降水方案的可行性，由于地下水补给来源复杂且动态变化，勘察过程中对涌水量的预测易出现偏差，若预测值小于实际涌水量，会导致基坑内积水无法及时排出，影响施工进度；若预测值过大，则会造成降水设备浪费，增加施工成本，这种预测偏差风险对施工方案的优化造成制约。地下结构防水层设计同样受地下水压力制约，地下水压力会直接作用于地下结构表面，防水层需具备相应的耐受阈值，才能抵御地下水渗透。勘察过程中若未能精准获取地下水压力分布特征，易导致防水层设计阈值与实际地下水压力不匹配，出现防水层破损、渗漏等问题，因此需基于勘察成果中的地下水压力数据，优化防水层设计方案，确保满足工程施工与使用需求。

3.3 工程维护的长期挑战

工程投入使用后的长期维护，同样受水文地质问题制约，成为勘察成果应用过程中的长期挑战。地下水循环系统被工程建设破坏后，易引发地面塌陷等次生灾害，而现有勘察成果难以提供完善的次生灾害预警机制，无法及时捕捉地下水循环变化引发的地质异常，增加工程维护难度，需结合长期水文地质监测数据，补充完善预警体系，才能降低次生灾害风险。地下水化学性质具有动态变化特征，这种变化会长期影响工程耐久性，勘察成果仅能反映勘察阶段的地下水化学状态，无法预判其

长期变化趋势，因此工程维护过程中，需建立地下水化学性质动态监测体系，实时掌握其变化规律，及时采取防护措施，这种动态监测需求，进一步凸显水文地质问题对勘察成果应用的长期制约。

4 水文地质问题与工程地质勘察的协同应对策略

4.1 勘察阶段的前置性研究

协同应对水文地质与工程地质勘察的关联问题，需强化勘察阶段的前置性研究，为工程建设全程提供科学指引[4]。区域水文地质条件普查是前置研究的核心内容，通过系统普查可全面掌握区域内地下水分布、赋存及变化规律，为工程选址提供直接指导。合理的工程选址需避开地下水异常发育区域，减少水文地质问题对工程建设的不利影响，普查结果可明确区域内地下水敏感区域，规避选址阶段的地质风险，提升工程建设的安全性与经济性。勘察初期需科学布局地下水动态监测网络，布局原则需贴合勘察区域水文地质特征，兼顾监测范围的全面性与监测点位的代表性。监测网络需覆盖主要含水层及地下水动态变化敏感区域，合理设定监测频率，确保能够实时捕捉地下水水位、流速及化学性质的变化数据，为后续勘察工作开展、参数获取及成果解读提供连续、可靠的基础数据支撑，避免因监测缺失导致勘察结论出现偏差。

4.2 多学科交叉的技术整合

水文地质问题与工程地质勘察的协同应对，需依托多学科交叉的技术整合，打破单一学科的技术局限。水文地质学与工程地质学的理论融合是技术整合的基础，需打通两门学科的理论壁垒，将水文地质条件分析融入工程地质勘察全过程，通过水文地质理论指导岩土体稳定性评估、勘察方法选择等关键环节，同时借助工程地质勘察技术补充水文地质参数获取的不足，实现理论与实践的双向赋能。数值模拟技术可有效应用于地下水与岩土体相互作用分析，通过构建贴合实际地质条件的数值模型，模拟地下水渗流过程、水位变化及岩土体受力响应，精准反映两者相互作用规律。该技术可弥补传统勘察手段的局限，提升勘察数据的精准度，为勘察方法优化、设计参数确定提供科学依据，推动勘察工作从定性分析向定量分析转变，提升协同应对的科学性与针对性。

4.3 勘察成果的动态更新机制

建立勘察成果动态更新机制，是实现水文地质问题与工程地质勘察协同应对的关键，需贯穿工程建设全周期。施工期地下水监测数据具有实时性优势，可对勘察阶段获取的结论进行反馈修正，施工过程中地下水水位、压力等参数的变化，可能导致原有勘察结论与实际工况不符，通过将监测数据与勘察成果对比分析，及时修正勘察参数与结论，确保勘察成果贴合施工实际。运营期地下水环境处于动态变化中，这种变化会长期影响工程安全性，因此需明确勘察成果的持续评估需求[5]。结合运营期地下水监测数据，持续分析地下水环境变化对工程结构、岩土体稳定性的影响，及时更新勘察成果，为工程维护、隐患排查提供依据，形成“勘察-施工-运营”全过程的动态协同体系，最大限度降低水文地质问题对工程建设的不利影响。

结束语

水文地质问题与工程地质勘察紧密相连，其影响贯穿工程建设全周期。从勘察阶段的直接影响，到关键环节的制约，再到成果应用的限制，均凸显了协同应对的紧迫性。通过勘察阶段前置性研究、多学科交叉技术整合以及勘察成果动态更新机制等策略的实施，能够有效降低水文地质问题对工程地质勘察的不利影响，提升勘察工作的精准性与科学性，为工程建设提供可靠的地质依据，保障工程建设的顺利进行与长期稳定运行。

参考文献

[1]梁雪松.水文地质问题对工程地质勘察的影响要点探讨[J].建筑工程技术与设计,2021(8):2057.

[2]刘宇轩.岩土工程勘察中水文地质问题研究[J].世界有色金属,2021(10):159-160.

[3]谢晓勇.工程地质勘察中的水文地质危害及应对措施探讨[J].工程技术研究,2022,7(13):232-234.

[4]徐建锋.水文地质岩土工程勘察设计及施工实践研究[J].现代工程科技,2022,1(6):70-73.

[5]易刚云.水文地质岩土工程勘察设计及施工实践分析[J].四川建材,2022,48(9):22-23,48.