

Application of Hydrological Engineering and Environmental Geological Survey Technology

Qiyu Liu¹ Jiangbo Liu² Chong Hu² Zhuonan Ren²

1. Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650093

2. China Nonferrous Metals Industry Kunming Survey and Design Research Institute Co., Ltd. Yunnan Kunming 650051

Abstract

Hydrogeological, engineering geological, and environmental geological survey technologies serve as critical pillars for achieving rational resource development, safe engineering construction, and geological environmental protection. This paper systematically explores the theoretical foundations and practical applications of these three survey technologies. At the theoretical level, it elaborates on core principles from hydrogeology regarding groundwater system evolution, engineering geology concerning rock-soil-structure interactions, and environmental geology addressing human-land system feedback mechanisms. In terms of technical applications, it details groundwater distribution detection, water resource assessment, and parameter measurement techniques in hydrogeological surveys; rock-soil property analysis, geological structure exploration, and disaster evaluation methods in engineering geological surveys; as well as pollution investigation, vulnerability assessment, and monitoring/early warning approaches in environmental geological surveys. Through comprehensive analysis, the paper reveals specialized divisions and intrinsic connections within each technical field based on shared geological science principles. This study aims to provide systematic references for advancing theoretical research and refining technical frameworks in related fields, thereby enhancing geological survey practices to better serve sustainable socio-economic development.

Keywords

hydrogeology; engineering geology; environmental geology; exploration technology; application exploration

水文工程与环境地质勘察技术的应用探究

刘启玉¹ 刘江波² 胡冲² 任卓楠²

1. 昆明理工大学, 中国·云南昆明 650051

2. 中国有色金属工业昆明勘察设计院有限公司, 中国·云南昆明 650051

摘要

水文地质、工程地质与环境地质勘察技术是实现资源合理开发、工程安全建设及地质环境保护的关键支撑。本文系统探究了这三类勘察技术的理论基础与具体应用实践。在理论层面,分别阐述了水文地质学关于地下水系统演化、工程地质学关于岩土体与工程相互作用,以及环境地质学关于人地系统互馈的核心原理。在技术应用层面,详细论述了水文地质勘察中地下水分布探测、水资源评价与参数测定技术;工程地质勘察中岩土性质分析、地质构造探查与灾害评估手段;以及环境地质勘察中污染调查、脆弱性评价与监测预警方法。通过综合论述,揭示了各技术领域在共同地质科学基础上的专业分工与内在联系。本文旨在为相关领域的理论研究深化与技术体系完善提供系统性参考,以促进地质勘察工作更好地服务于经济社会可持续发展。

关键词

水文地质; 工程地质; 环境地质; 勘察技术; 应用探究

1 引言

人类社会对于自然资源的需求不断增多,工程活动的规模也一直在扩充,这就使得人们对地质环境的认识需要达到更深的程度,具备更高的精准度。水文地质、工程地质以

及环境地质勘察技术是取得地质信息、展示地质规律的关键方法,在保证水资源可持续利用、重要工程安全运行以及地质环境得到有效保护方面有着不可或缺的意义。这三项技术虽然各自有所侧重,但是在地球系统科学的大背景下联系很紧密,一起形成了现代地质勘察技术体系。本文旨在对这三类勘察技术的理论基础及其具体应用进行系统性的梳理与探究,分析其技术内涵与功能指向,以期深化对地质勘察工作综合性和系统性的理解,为相关理论发展与实际应用提供有益参考。

【作者简介】刘启玉(1991—),男,中国云南昭通人,博士研究生,高级工程师,从事国土资源、工程地质、环境地质等研究。

2 勘察技术理论基础

2.1 水文地质学原理

水文地质学专注于地下水的研究，重点体现于表现地下水的存留、流动、水质及水量生成情况及其在时空中的变化规律。该学科关注因岩石圈、水圈、生物圈和大气圈相互影响而形成的地下水系统。此原理重视地下水作为地质塑造力量和资源载体这两重特性。其流动需遵照达西定律等基本物理原理。了解含水层与隔水层的空间构造、地下水的充填、径流、排放状况，乃是开展各类水文地质考察任务的先决条件。这个理论体系给后来探寻地下水分布、考量水资源量构筑了牢靠的科学依据，引导着技术手段的挑选及其运用方向。

2.2 工程地质学基础

工程地质学专门针对与工程建设有关的地质问题展开研究，其根基在于阐述工程活动和地质环境之间的相互作用与限制关系。该学科着重关注岩土体的工程性质，包含物理、水理以及力学方面的特性，而且还要了解这些性质因自然或者人为因素而产生的变化趋向。此学科需查明场地的地质构造、地形地貌以及水文地质状况，并且推测工程创建可能造成的地质灾害和环境变动情况。把握工程地质学的基本原理，便可以识别并剖析诸如区域稳定性、地基承载能力、边坡稳定性之类的重要的工程地质问题，从而给工程地质勘探技术的应用提供理论上的指引。

2.3 环境地质学概念

环境地质学着眼于人类活动与地质环境二者间的相互影响，尝试用地质学的原理及方法来解决环境问题。其核心概念关乎地质环境系统的结构、功能及其变迁，也牵涉到人类工程-经济活动给地质环境造成的搅扰，诸如资源开发、废物处理、城市化推进等所带来的不良后果。此学科看重地质环境容量是有限的，地质作用又是十分敏感的。所以探究地质过程中污染物的迁移变化规律，环境地质学的概念给执行土壤与地下水污染调查、评价地质环境脆弱性以及创建检测警报体系提供了宏大的视野和系统的理论支持。

3 水文地质勘察技术应用

3.1 地下水分布探测技术

合理的评价水文地质勘察情况，有效提升水文地质勘察指标的效果，确保相关水文资料的准确、有效，在工程建设过程中更加科学、全面地应用相关资料，对于工程建设质量有着充分的保障作用。地下水分布探测属于水文地质勘察的关键部分，目的在于了解地下含水层的空间结构、富水情况以及分布界限。以往采用水文地质测绘这种做法，通过考察地貌、地质构造以及地下水露头等要素来推测区域的水文地质状况。如今存在一些地球物理勘探技术，电阻率法、电磁法之类，它们凭借岩土层之间地球物理性质的不同，可以有效地探寻地下隐藏的含水构造以及淡水体的分布情形。把

钻探同水文地质实验关联起来，就能够直接显现含水层，并取得有关其富水性的指标。把这些技术综合起来加以运用，便给创建水文地质概念模型、精准评价地下水资源提供了必要的基础资料。

3.2 水资源量评价方法

水资源量评价需先了解地下水分布情况，然后针对某个区域，系统评价地下水资源的总量、质量以及时空变化特点。评价往往按照水守恒定律，全面剖析该地区地下水的补给量、储量和耗用量。有限差分或者有限元这样的数值模拟手段，可以简化水文地质状况，清楚表现地下水流动态势和水量转换情况。同位素水文学法利于判定地下水的来源、历时和补给途径，从而提升评价的准确性。合理的水资源量评价办法，给地下水的可持续利用开发以及科学管理提供了决策参考。

3.3 水文地质参数测定

水文地质参数用以定量阐述含水层水文地质特性，其中涉及渗透系数、导水系数、给水度、储水系数等。这些参数需精确测定，才可当作水资源计算、地下水污染预测以及供水井设计的根基。现场测定技术重点在于抽水试验，通过观察因抽水而产生的水位降深随时间的改变情况，执行反演计算以得到含水层参数。而在室内渗透试验方面，则会采用从钻孔所取得的岩土样品，在实验室环境下测定其渗透能力。近些年来，微水试验、流速仪测定等技术也有所发展。把多种测定方法加以融合运用，可以收获更为可信的水文地质参数。

4 工程地质勘察技术应用

4.1 岩土工程性质分析

岩土工程性质分析属于工程地质勘察的核心部分，目的在于判定岩土体受工程荷载时的反应情况。会做些室内物理力学实验来测定岩土样的密度、含水率、压缩量以及剪切等，从而得到有关物理状态和强度变形的数据。静力触探、标准贯入试验这些原位检测方法，无需改变岩土原有的结构与应力状况，就能直接得到工程方面的参数。对于像软土、膨胀土、湿陷性黄土这样的特别岩土类型，必要展开专门的剖析。综合各种分析结果，可以给地基基础设计、边坡稳定性计算以及地下工程施工给予重要的参数支持和评价准则。

4.2 地质构造勘察手段

查明地质构造对于评价区域稳定性和工程安全十分关键。地质构造勘察手段主要用来探寻断层、褶皱、节理裂隙的发育特点、产状以及活动性。传统地质测绘可在地表追寻构造迹线，并考察其几何形态与合成关系。至于隐伏构造，则要依靠工程物探技术，诸如浅层地震反射波法、高密度电法，通过探测地下界面的不连续现象和异常响应来推测构造的位置与性质。钻探可以直接显示构造破碎带的物质合成和胶结状况。综合运用这些手段，可以有效地查明工程区的地

质构造分布及其对工程的潜在影响。

4.3 地质灾害评估技术

地质灾害评价目的在于预估并评价滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等不良地质状况发生的可能性、危险级别以及风险等级。该项评价技术首先要依靠细致的地质勘查来识别灾体的形态特点、大小、构造及其诱发因素。接着凭借遥感解译实施大规模灾害识别和动态观测。运用全球定位系统以及地理信息系统执行空间数据的管理与分析评价。针对典型灾害往往采用极限稳定分析、数值模拟等技术去考量其稳定性或者运动轨迹。科学合理的评价技术给地质灾害防治计划和风险控制提供了技术保障。

5 环境地质勘察技术应用

5.1 土壤与地下水污染调查

土壤与地下水污染调查属于基础性工作，其目的在于识别污染源、判明污染物种类，并确定污染范围及程度。该调查往往分阶段实施，包含资料搜集、现场踏勘、初步采样以及详细调查等内容。地球物理勘探技术可用于探寻非水相液体污染物等地下污染体的分布情况。钻探与取样技术能够取得不同深度的土壤和地下水样品，再送往实验室执行化学分析。现场快速检测技术正在逐步推广开来，此技术可大致筛选出污染情形。系统性的污染调查是展开污染风险评价以及制订修正计划的前提所在。

5.2 地质环境脆弱性评价

地质环境脆弱性评价意在考量地质环境体系受到外界干扰时，特别是污染影响下的敏感水平及其自身重建能力。评价往往依照“源-通过-受体”这一概念模型，并综合地质、水文地质、土壤种类、土地利用等情况。常见的评价方法有参数系统法，譬如 DRASTIC 模型，该模型通过对地下水埋藏深度、净补给量、含水层介质等指标执行打分并加以形成，来绘制出脆弱性分区图。此种评价可找出易于遭受污染的区域，进而为土地利用、地下水守护以及污染防控策略的制订提供科学依据。

5.3 地质环境监测与预警

地质环境监测与警报对于保障地质安全、预防环境事故十分关键。监测技术形成长期观测网络，针对地下水位、

水质、地面沉降、地裂缝、地质灾害活动等情况展开系统、持续的动态观测。现代监测技术涵盖自动化水位仪、多参数水质分析仪、GPS/GNSS 地表形变监测、InSAR 遥感监测以及地质灾害自动化警报系统。通过即时采集、传送并分析监测数据，联系警报模型和阈值，针对可能出现的地质环境问题或者灾害实施及时预报和警报，给防灾减灾和环境保护提供决策信息。

表 1 常见地质环境脆弱性评价方法对比

方法类别	核心依据	主要特点
参数系统法	选取关键指标（如 DRASTIC）	操作简便，适用于区域级评价
过程模拟法	污染物迁移转化模型	精度高，需大量参数支撑
统计分析法	历史数据与空间分布规律	依赖数据质量，揭示相关关系

6 结语

水文地质、工程地质以及环境地质的勘探技术各有侧重，却共同形成了研究地质体并服务于人类需求的整体方案。水文地质勘探关注地下水资源的特性，工程地质勘探重视岩土体在工程中的稳定性，环境地质勘探则着重于保护地质体的生态功能。这三种勘探技术的应用都要依靠基本的地质理论，而且离不开探测、检测以及信息技术的结合。在实际工作中，要想全方位地表现复杂的地质状况，就务必深入领会它们之间的本质关联，并且根据具体目的加以综合运用。未来，随着技术不断相互融合并更新换代，勘探工作将会朝着更为精准、更具动态性的方向去发展。

参考文献

- [1] 杨江利. 矿山水文地质环境勘查与治理方法研究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(29): 114-117.
- [2] 吴方青. 水文地质对地质环境及工程建设的影响分析[J]. 中国金属通报, 2025, (04): 240-242.
- [3] 桂烈金. 水文地质工程中施工降水的影响分析评价[J]. 中国住宅设施, 2025, (03): 137-139.
- [4] 杜凭国. 水文地质对地质环境及工程建设的影响分析[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(06): 27-29.
- [5] 王晓东. 论水文地质对地质环境及工程建设的影响分析[J]. 冶金管理, 2023, (19): 102-104.