

水利水电工程施工中地下水环境污染度检测方法研究

王绒

陕西省宝鸡峡引渭灌溉中心 陕西省咸阳市 712000

【摘要】 水利水电工程作为关乎国计民生的重要基础设施，在能源供应、防洪灌溉、水资源调配等方面发挥着关键作用。工程施工过程不可避免地会对周边地下水环境产生影响，准确检测地下水环境污染度，对于及时发现潜在问题、采取有效防治措施至关重要。传统检测方法在面对复杂多变的施工环境时，暴露出诸多局限性。因此，探索更高效、精准且适应复杂条件的检测方法，成为保障水利水电工程可持续发展和地下水生态安全的迫切需求。基于此，本文对水利水电工程施工中地下水环境污染度检测方法进行探讨，以供相关从业人员参考。

【关键词】 水利水电工程；地下水环境污染度；检测方法

Research on the Detection Method of Groundwater Environmental Pollution in Water Conservancy
and Hydropower Engineering Construction

Wang Rong

Baoji Gorge Wei River Irrigation Center, Xianyang City, Shaanxi Province 712000

【Abstract】 Water conservancy and hydropower engineering, as important infrastructure related to national economy and people's livelihood, plays a key role in energy supply, flood control and irrigation, water resource allocation, and other aspects. The construction process inevitably has an impact on the surrounding groundwater environment. Accurately detecting the degree of groundwater pollution is crucial for timely detection of potential problems and taking effective prevention and control measures. Traditional detection methods have exposed many limitations when facing complex and ever-changing construction environments. Therefore, exploring more efficient, accurate, and adaptable detection methods for complex conditions has become an urgent need to ensure the sustainable development of water conservancy and hydropower projects and the ecological security of groundwater. Based on this, this article explores the methods for detecting groundwater environmental pollution in the construction of water conservancy and hydropower projects, for the reference of relevant practitioners.

【Key words】 water conservancy and hydropower engineering; Groundwater pollution level; test method

引言

地下水作为重要的水资源，其污染不仅影响生态环境，还对人类健康构成威胁。近年来，随着科技的进步和环境保护意识的提高，地下水环境污染度检测方法得到了不断发展。因此，加强水利水电工程施工中地下水环境污染度的检测，对于保障生态环境和人类健康具有重要意义。

一、水利水电工程施工对地下水环境影响

（一）水位变化影响

水利水电工程施工时，大量的基础开挖、降水作业等会打破原有的地下水均衡状态。在修建大坝基础时，深基坑开挖需进行排水降水，这会导致周边地下水位大幅下降。地下水位降低，使得一些依赖地下水补给的泉眼干涸，植被因缺水生长受影响，生态系统遭到破坏。民用水井水位下降，影响居民正常生活用水。长期水位下降还引发地面沉降，导致建筑物开裂、道路塌陷等一系列地质灾害，对周边区域的稳定性和可持续发展造成严重威胁。

（二）水质污染影响

施工过程中会产生多种污染物，威胁地下水水质。施工机械的油污泄露，含有大量重金属和难降解有机物质，渗入地下后污染地下水。施工营地生活污水随意排放，其中的氮、磷等营养物质以及细菌、病毒等微生物，进入土壤后渗透到地下水中，使地下水富营养化，滋生有害微生物，危害人体健康。施工废弃的建筑材料、废渣若处置不当，经雨水淋溶后，有害物质溶出并下渗，也会造成地下水水质恶化，影响地下水的使用功能。

（三）水流状态改变影响

水利水电工程建设如修建堤坝、渠道等，会改变地表水与地下水的水力联系。水库蓄水导致下游河流的流速变缓、流量减少，可能导致下游河道水位、地下水水位的降低甚至出现断流，进而影响下游周边区域的自然环境以及居民的生活用水。另外，也会破坏河流原本的水动力条件，导致水中的含沙量显著增加，产生大量的泥沙堆积，破坏原有的河床形态，降低水质，从而影响水生生物的栖息环境。营养物质的输送受阻，使得依赖其生长的水生植物生长受限，食物链基础动摇，以水生植物为食的动物也会随之受到影响，最终引发整个水生生态系统的失衡。

二、现有地下水环境污染度的检测方法

（一）化学分析法

化学分析法是检测地下水污染度的基础方法,通过采集地下水水样,将其送往专业实验室。在实验室中,运用各种化学分析技术,对水样中的各类污染物进行定性和定量分析。采用分光光度法,基于物质对特定波长光的吸收特性,测定水中重金属离子,如铅、汞、镉等的含量。利用离子色谱法,能准确分析水中的阴离子,如氯离子、硫酸根离子等,以及阳离子,像钠离子、钾离子等。对于有机污染物,气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)是常用设备,它可分离和鉴定水中的挥发性和半挥发性有机化合物,如多环芳烃、农药残留等。通过精确的化学分析,能获取地下水污染物的种类和浓度,为评估污染程度提供关键数据。

（二）物理探测法

物理探测法借助物理手段探测地下水的物理性质变化,以此推断污染情况。其中,电阻率法较为常用,由于污染物的存在会改变地下水的电阻率,通过在地面布置电极,测量不同深度的电阻率,对比正常区域的电阻率数据,可判断地下是否存在污染以及污染的大致范围和深度。地质雷达也是有效的探测工具,它向地下发射高频电磁波,根据电磁波在不同介质中的反射特性,识别地下不同层位的界面以及存在的污染异常体。核磁共振探测技术利用原子核在磁场中的共振特性,获取地下水的含水量和分布信息,间接反映地下水的污染状况。物理探测法具有快速、无损、大面积探测的优点,能快速确定污染区域,为进一步的详细调查提供方向。

（三）生物监测法

生物监测法利用生物对污染物的响应来检测地下水污染度。一些对污染物敏感的生物,如某些水生生物、微生物等,它们在受到污染的地下水中生存时,会出现生理、生化指标的变化。藻类的生长繁殖情况会因水中营养物质和污染物的浓度改变而变化,通过监测水体中藻类的种类、数量和生长速率,可判断水体的污染程度,尤其是富营养化程度。微生物群落结构的变化也是重要指标,受污染的地下水会使微生物群落多样性降低,优势菌种发生改变。利用水生动物的行为、生理特征,如鱼类的行为异常、组织病变等,也能反映地下水污染状况。

（四）同位素示踪法

同位素示踪法是利用稳定同位素或放射性同位素作为示踪剂,追踪地下水的运动和污染来源。稳定同位素如氢氧同位素(δD 、 $\delta^{18}O$),天然存在于地下水中,其组成会因不同的水源和水文地质条件而有所差异。通过分析地下水中氢氧同位素的组成,可判断地下水的补给来源、径流路径以及与地表水的水力联系,进而分析污染的来源和传播途径。放射性同位素如氚(3H),可用于确定地下水的年龄和更新速率,了解地下水的循环情况,对于判断污染的长期影响有重要意义。同位素示踪法能提供关于地下水系统的重要信

息,在确定污染来源和评估污染扩散方面具有独特优势,但该方法需要专业的同位素分析设备,分析成本较高,且对操作人员的专业要求也很高。

三、地下水环境污染度检测方法存在问题分析

（一）检测精度与可靠性问题

在检测过程中,各类检测方法都面临精度与可靠性挑战。化学分析法虽能精准测定污染物浓度,但采样环节若操作不当,易引入数据误差。如采样器具清洗不彻底,残留杂质会干扰检测结果。物理探测法受地质背景干扰大,易产生假阴性。电阻率法,当地下存在多种电阻率相近的物质时,难以准确判断污染情况。生物监测法受生物个体差异和环境因素影响,不同生物对污染物响应不同,检测结果波动大,难以保证精度和可靠性。

（二）检测效率与成本问题

现有检测方法普遍存在效率与成本的矛盾,化学分析需专业实验室和复杂设备,从采样到出结果周期长,且购买、维护设备以及试剂消耗成本高昂。物理探测法虽能快速初步定位污染区域,但要精准分析仍需结合其他方法,整体效率不高,设备购置和运行成本也不低。同位素示踪法需要专业分析设备和专业人员,检测成本极高,且流程繁琐,检测效率低下,限制了其广泛应用。

（三）对复杂地质条件适应性问题

复杂地质条件给检测带来难题,物理探测法中地质雷达在地下介质不均匀、存在大量金属干扰物时,电磁波反射信号杂乱,难以准确识别污染异常体。核磁共振探测技术在岩石孔隙结构复杂、地下水赋存状态多样地区,检测结果偏差大。化学分析法在采样时,面对岩溶、裂隙等复杂地质构造,难以采集到具有代表性的水样,影响检测结果准确性,无法有效适应复杂地质条件。

四、水利水电工程施工中地下水环境污染度检测方法的改进策略

（一）优化采样流程

组织专业的技术团队,结合水利水电工程施工的实际环境与特点,制定详尽且严格规范的采样操作手册。手册中应明确规定采样的具体步骤、不同污染物的采样要求以及采样器具的选择标准等。定期对采样人员进行全面的专业培训,不仅要涵盖采样的理论知识,更要注重实际操作演练,确保他们熟练掌握各类采样技巧。在采样前,严格按照标准流程对采样器具进行彻底清洗和消毒,可采用超声波清洗结合化学试剂浸泡的方式,避免残留杂质对样本造成污染。引入先进的自动采样器,这类设备能够依据预设的时间间隔和深度,精准地采集水样。在大型水利水电施工现场,可根据不

同施工区域和地下水流向,合理设置自动采样器的参数,确保采集到的样本能够全面、准确地反映地下水的污染状况,从而极大地提高样本的代表性和可靠性,为后续检测提供坚实基础。

(二) 多方法融合互补

将化学分析、物理探测和生物监测等多种方法有机结合,能够发挥各自优势,实现互补。在水利水电工程施工区域利用物理探测方法,如地质雷达、电阻率法等,快速对大面积区域进行扫描,初步定位存在污染的异常区域。这些方法具有检测速度快、范围广的特点,能够在短时间内确定重点关注区域。随后,针对定位出的污染区域,运用化学分析方法进行深入检测。通过采集水样,利用先进的色谱、质谱等分析仪器,精确测定水中污染物的成分和浓度,确定污染的具体类型和严重程度。引入生物监测方法,在施工现场周边的水体和土壤中,选取对污染物敏感的生物指标监测生长状况、生理生化指标变化,以此评估污染对生态系统的潜在影响。通过三种方法相互验证检测结果,有效提高检测精度,更全面地了解地下水污染情况。

(三) 研发新型检测设备

加大对新型检测设备的研发投入至关重要。一方面,鼓励科研机构和企业合作,致力于研发小型化、便携化的检测设备。开发便携式光谱仪,它能够在现场快速对水样进行分析,检测水中重金属、有机物等污染物的含量。这种设备体积小,便于携带至水利水电施工现场的各个角落,操作人员经过简单培训即可使用。另一方面,研发快速水质检测试剂盒,通过特定的化学反应,能够在短时间内对水中常见污染物进行半定量检测。这些新型设备不仅降低了设备成本,还极大地提高了检测的便捷性和及时性。在施工过程中,工作人员可以随时利用这些设备进行快速检测,及时发现潜在的污染问题,为采取相应措施争取时间,有效提高检测效率,降低检测成本。

(四) 建立数据质量控制体系

引入先进的数据质量控制技术,构建完善的数据质量控制体系。在数据传输过程中,采用实时监测技术,利用加密传输协议确保数据的完整性和安全性,防止数据在传输过程中丢失或被篡改。运用大数据分析技术,对检测数据进行实时比对和异常值筛查。建立庞大的数据库,收集不同地区、

不同地质条件下的正常地下水数据以及各类污染情况下的数据样本。当新的检测数据传入时,系统自动将其与数据库中的数据进行比对分析,一旦发现异常值,立即启动预警机制,并通过数据挖掘算法深入分析异常原因。当检测到某区域地下水中某种污染物浓度突然大幅升高时,系统能够快速判断是否为真实污染情况,还是由于检测设备故障或采样误差导致。通过及时发现并纠正数据误差,确保检测数据的准确性和可靠性,为地下水污染评估和治理提供科学依据。

(五) 发展快速检测技术

积极探索新的快速检测技术迫在眉睫。基于生物传感器的快速检测方法具有巨大潜力。生物传感器利用生物分子与污染物之间的特异性结合反应,能够快速、准确地检测污染物。研发针对重金属离子的生物传感器,将对特定重金属具有高亲和力的生物分子固定在传感器表面,当水样中的重金属离子与生物分子结合时,传感器会产生电信号或光信号变化,通过检测这些信号的变化即可快速确定重金属离子的浓度。这种检测方法不仅检测速度快,能够在几分钟内得出结果,而且具有较高的灵敏度和特异性。还可以探索基于纳米技术的快速检测方法,利用纳米材料的特殊物理化学性质,实现对多种污染物的快速检测。通过发展这些快速检测技术,大幅缩短检测周期,使施工人员能够及时掌握地下水污染动态,及时采取措施,减少污染扩散的风险。

结束语

综上所述,水利水电工程施工中地下水环境污染度检测是一项系统且复杂的工作。随着技术的不断进步与创新,现有的检测方法在持续改进,新的检测技术和策略也在不断涌现。通过实施上述改进策略,有望显著提升检测精度与效率,增强对复杂地质条件的适应性。未来,应进一步加强跨学科合作,融合更多先进技术,持续完善检测体系,为水利水电工程施工中的地下水环境保护提供坚实保障,实现工程建设与生态环境的协调发展。

参考文献

- [1]王虹.浅谈地下水检测存在的问题及对策[J].江西化工, 2020, 36 (06): 22-24.
- [2]郭丽莉.基于地下水的水质检测方法研究[J].大众标准化, 2020, (22): 249-250.
- [3]蒋晶, 柴森.地下水重金属污染特征及水质检测常量分析[J].中国金属通报, 2020, (10): 143-144.
- [4]葛玉卿, 土壤-地下水重金属检测技术及质量监控评价体系研发.上海市, 中国科学院上海微系统与信息技术研究所, 2020-06-01.
- [5]赵国胜.基于地下水水质的检测方法的研究[J].城市建设理论研究(电子版), 2020, (11): 42.
- [6]钟礼汉.地下水污染检测技术研究进展[J].资源节约与环保, 2020, (03): 50.