

技术方法

鄂尔多斯盆地地下水流系统 研究取得新认识

摘要：开展了基于生态水文地质和水流系统的1:5万水文地质调查与编图探索，形成一套地下水流系统三维结构野外勘测技术方法体系，引入国际最新同位素测试分析手段，开展剖面水流系统研究，在地下水流系统循环规律认识方面取得重要进展。

1. 项目概况

鄂尔多斯盆地北部矿产资源丰富，但该区气候干旱，水资源短缺，生态环境脆弱。鄂尔多斯盆地北部集中分布众多湖淖，近年来植被盖度持续变好，生态需水量不断增加，而湖泊数量不断减少，湖泊面积持续萎缩。同时，随着能源基地建设和社会经济发展对水资源的需求不断增加，水资源供需矛盾日益突出，与地下水有关的生态环境问题日益凸显。为此，自然资源部中国地质调查局部署实施了“鄂尔多斯盆地北部湖泊集中分布区1:5万水文地质调查”项目，归属于“生态脆弱区和特困区水文地质环境地质调查”工程，由自然资源部中国地质调查局西安地质调查中心承担。项目周期为2016—2018年。以地下水流系统理论为指导，紧密结合生态脆弱区水文地质调查的紧迫需求，开展1:5万水

文地质图幅调查，以及湖泊区地下水流系统循环演化规律和地下水与植被生态关系等方面的专题研究，为地下水合理开发利用和生态保护提供基础依据和理论支撑。

2. 成果简介

(1) 综合采用高精度RTK高程测量、水位动态监测（提高平面测量精度）和Packers分层试验（获取垂向分层数据）等手段及多种同位素示踪测年技术等方法，开展地下水流系统调查工作，精细划分地下水流系统，准确查明三维流场结构，探索形成了一套地下水流系统三维结构野外勘测技术方法体系。开展了白垩系巨厚含水层Packers分层抽水取样试验，克服了钻孔深部高水压条件下分层取样监测等技术难题，利用国产分层抽水设备首次突破了700m试验深度，获

取了分层渗透系数、水位、水化学和同位素数据,掌握了大型盆地巨厚含水层分层试验取样技术。

(2) 依托骨干剖面,采用EH-4物探技术,根据剖面电阻率纵横梯度带的变化规律,初步识别了骨干剖面的含水层结构和地下水流动模式(图1);基于水文地质钻探数据和地球物理探测数据,采用地统计学、数据融合、随机理论等技术手段,建立了研究区含水层电阻率与渗透系数的定量关系,实现了软数据(地球物理数据)与硬数据(如钻孔数据)的融合,初步查明研究区含水层渗透系数的空间分布,定量刻画了含水层的非均质性。经检验,利用数据融合的方法可以更好地反映含水层的非均质性,准确刻画白垩系砂泥岩巨厚含水层渗透结构。

(3) 以研究型填图为抓手,强化问题导向,突出调查重点,通过综合运用多种浅钻、RTK测量、Packers分层抽水试验和多种同位素示踪测年等新技术方法,创新水文地质调查手段与方法,探索总结基于生态水文地质和水流系统的1:5万水文地质调查技术方法体系;以生态水文地质和地下水流系统理论为指导,探索编制生态脆弱区1:5万水文地质图,重点反映地下水流系统结构、开采利用现状、地下水与植被关系等内容。借助多源遥感、空间信息系统等手段,采用主图与镶图、平面图与剖面图、二维图与三维图相结合,全面系统地表达了水资源、水循环、水生态调查成果。

(4) 与中国科技大学微尺度物质科学国家研究中心激光痕量探测与精密测

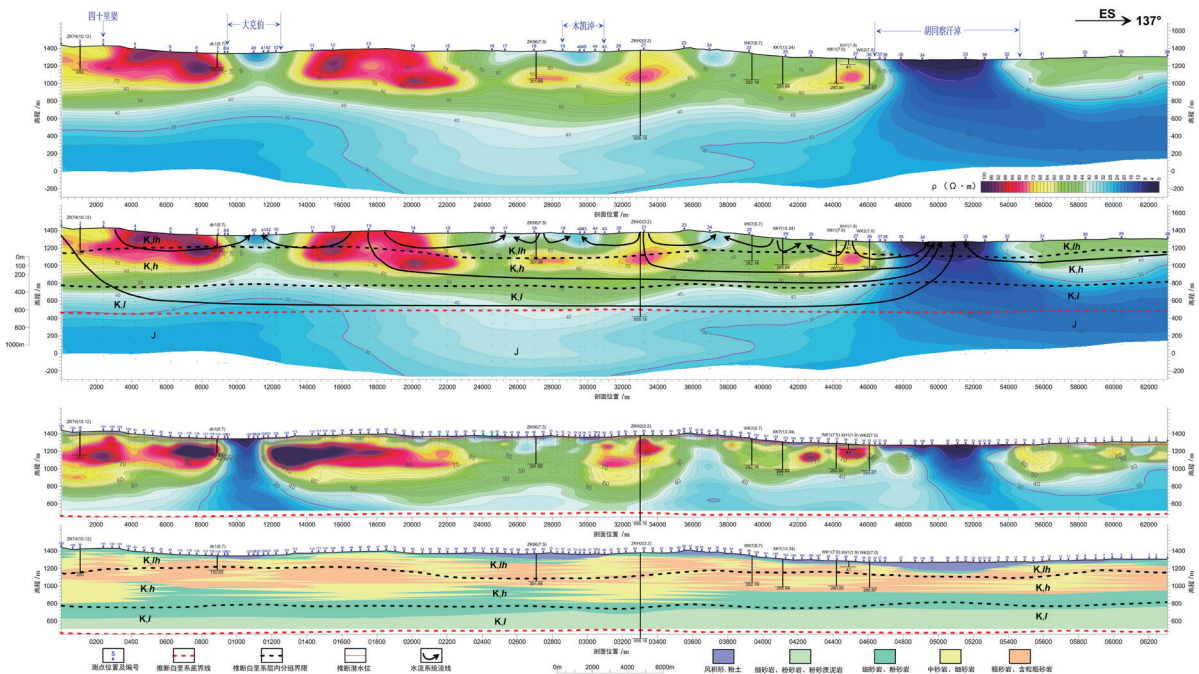


图1 基于EH-4物探技术的剖面水流系统识别结果图

量研究组合作,采用Packers抽水取样技术,在骨干剖面采集了不同层位地下水同位素样品,分离出水中溶解的微量惰性气体Kr,利用国际上最先进的激光冷却、俘获与单原子计数技术测定 ^{81}Kr 同位素丰度,从而确定地下水年龄。在鄂尔多斯盆地白垩系含水层首次发现超过20万年的地下水,并结合 ^{14}C 同位素等其他同位素测年手段,获取了最新的地下水垂向剖面年龄分布数据,颠覆了以往对该区地下水循环规律的传统认识。

(5)以鄂尔多斯盆地地下水与生态调查研究为基础,依托国土资源部地下水与生态野外科学观测基地和自然资源部中国地质调查局干旱一半干旱区地下水与生态重点实验室等科研平台,以西北旱区地下水与生态为主要研究方向,先后申请承担国家自然科学基金项目、省部级科研项目10余项。与中国科学院、高校等国内科研单位及澳大利亚、美国、加拿大、荷兰等国家的研究机构进行了广泛的交流合作。同时,通过业务科研平台建设和国内外交流合作带动人才成

长,培养和强化了一支高素质的旱区地下水与生态调查研究创新团队。

3. 成果意义

通过项目实施,掌握了大型盆地巨厚含水层分层试验取样技术和非均质刻画方法,为含水层非均质结构刻画和区域水流系统仿真模拟提供了关键参数和数据,为区域地下水流系统理论与实际应用的结合提供了关键技术支撑。建立了基于生态水文地质和水流系统的1:5万水文地质调查技术与编图方法,为西北生态脆弱区水文地质填图工作提供借鉴参考,以满足新形势下生态脆弱区水资源开发利用与生态环境保护的需求。在地下水循环规律认识方面取得重要进展,为干旱一半干旱区,特别是鄂尔多斯盆地能源基地开发、地下水合理开发利用和生态环境保护提供了理论支撑。

(自然资源部中国地质调查局西安地质调查中心 张俊 尹立河 王晓勇 供稿)



张俊(1982-),男,在职博士,高级工程师

就职于自然资源部中国地质调查局西安地质调查中心。从事干旱—半干旱区生态水文地质调查与研究。近年来参与“鄂尔多斯盆地北部湖泊集中分布区1:5万水文地质调查”项目,承担国家自然科学基金青年基金项目等科研项目。

E-mail: 36170038@qq.com