

黑河流域地表水与地下水转化机制与水平衡研究

李文鹏

`${article.titleEn}`

在线阅读 View online:

<https://www.cgsjournals.com/article/doi/c932ea7426153c9fc857853daeacaafd374d6f495502f87c057c873dbcd68a09>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

白洋淀湖岸带地表水与地下水垂向交换研究

A study of vertical exchange between surface water and groundwater around the banks of Baiyangdian Lake

李刚, 马佰衡, 周仰效, 赵凯, 尤冰, 李木子, 董会军, 李海涛 水文地质工程地质. 2021, 48(4): 48–54

西藏波密冰川覆盖区大型河流与断裂带地下水转化关系

Transformation characteristics of the large-flow river and groundwater in the fault zone in the glacier-covered area of Bomi in Tibet

马剑飞, 李向全, 张春潮, 付昌昌, 白占学, 王振兴 水文地质工程地质. 2021, 48(5): 23–33

半干旱地区地表-地下水系统水热运移与裸土蒸发研究

Hydrothermal transfer and bare soil evaporation in surface-groundwater systems in semi-arid areas

马稚桐, 王文科, 赵明, 黄金廷, 卢艳莹, 侯昕悦, 王一 水文地质工程地质. 2021, 48(4): 7–14

伊犁河支流大西沟河水与地下水转化关系研究

A study of the conversion between the Daxigou river and groundwater

张琛, 段磊, 刘明明, 李瑛, 宋浩 水文地质工程地质. 2019, 46(3): 18–18

“水文地质与水资源调查计划”进展

Achievements of Investigation Program on Hydrogeology and Water Resources of CGS

李文鹏 水文地质工程地质. 2022, 49(2): 1–6



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

主编致读者

• 李文鹏

黑河流域地表水与地下水转化机制与水平衡研究

我国西北干旱内流盆地面积 $2.38 \times 10^6 \text{ km}^2$, 约占西北地区面积的 70%, 是“一带一路”国家级顶层合作倡议与西部大开发战略发展区。西北内流盆地地表水与地下水同出一源, 主要形成于周边山区, 地表水与地下水相互转化强烈, 最终耗散于盆地平原区, 水资源开发利用与生态环境保护等都具有很大的相似性, 俗话说, 每个流域几乎都演绎着相同的故事。黑河流域是我国第二大内流河流域, 具有极强的代表性。由于水循环过程的复杂性和地表径流关键断面监测资料的不足, 使得对相关科学问题的认知还存在很大的不确定性, 成为水文、生态、环境等领域的研究瓶颈, 制约了水资源管理与可持续开发利用, 尤其降水与耗水量的分区量化一直是流域水循环与水平衡研究中的难点, 近年来, 遥感技术为此提供了新的视角和研究方法。为此, 利用多学科方法, 开展黑河流域地表水与地下水转化机制与基于遥感的水平衡分析, 对于科学、合理、有效地配置和利用水资源, 促进干旱区水文地质科学、水文水资源科学、农业科学等的发展具有重要理论价值, 对指导干旱区水资源高效利用与生态环境保护具有重要的现实意义。

在国家自然科学基金委员会重大研究计划“黑河流域生态-水文过程集成研究”支持下, 2011—2014 年重点基金项目“黑河流域地表水与地下水相互转化的观测与机制研究”(项目批准号: 91025019), 以地表水和地下水观测为出发点, 利用钻探、物探、遥感、水化学同位素等技术和方法, 对黑河流域平原区地表水与地下水相互转化机制进行了定性或定量研究。取得的主要成果包括: 建立了平原区三维高频地下水监测网; 构建了平原区三维含水层结构模型; 查明了山盆之间及次级盆地接触关系及与地下水联系; 首次在张掖盆地揭穿了第四系含水层, 发现了富水性极强、水质良好的早更新统“西域砾岩”巨厚含水层; 在张掖盆地发现了面积大于 500 km^2 的极强富水性含水层系统; 揭示了黑河干流河道入渗规律与地下水溢出的时空不均匀分布特征; 利用分布式光纤测温技术鉴别了地下水溢出排泄的空间分布和强度; 利用人工溴示踪试验较准确地测定了灌溉水下渗速度和数量; 结合遥感和同位素技术, 将单位面积总蒸散量分解为植被蒸腾量和地下水蒸发量; 基于数值模拟发现了盆地尺度地下水储量及黑河干流地表水与地下水转化量的时空变化特征; 研发出第四系含水层分层监测井管材、止水材料和成井方法, 建成 7 通道 7 层监测井和一孔 12 层监测井 (Westbay System); 联合利用井中封隔技术和自动监测技术, 进行同孔分段震动洗井和分段抽水试验, 探求大厚度第四系含水层的真实水文地质参数取得了突破。

2014 年, 国家自然科学基金重大研究计划支持的“黑河流域祁连山前山盆构造水文地质意义研究”项目(项目批准号: 91325107), 充分考虑新构造运动强烈的特点, 对黑河流域山前逆冲大断裂采用音频大地电磁测深法 (AMT) 和高分辨率地震法, 利用电性(电阻率)和弹性波(波速、波阻抗等)参数进行综合研究, 对祁连山山前地层岩性、断裂的性质与产状分段进行了详细探测。揭示祁连山区与盆地之间的山前断裂是由大型逆冲断层组成的叠瓦式构造, 断层带南倾, 倾角约 $76^\circ \sim 80^\circ$ 。山前大断裂作用形成的山盆三种接触关系均使山区地下水与平原地下水水力联系差, 地下水径流受阻, 主要通过山区河流作为局部侵蚀基准面, 通过出山口地表河流或河道潜流补给平原区地下水。

2014—2018 年, 先后完成中国地质调查局地质调查项目“黑河流域重点地区水文地质调查”(项目编码: 12120114018401)与“河西走廊黑河流域 1: 50 000 水文地质调查”(项目编码: DD20160292), 探测了工作区第四系松散沉积物厚度、物性特征与空间分布以及前山带和盆地内隐伏断裂分布; 深入研究了山盆关系、盆地结构、河流规模及其对地下水系统的控制作用与生态效应; 创新形成“一孔同径、分层成井、封隔洗井、分层抽水、实时监控”的地下水分层勘查技术体系; 评价了地下水资源量与质量; 初步构建了以张掖盆地平原堡为核心区的地下

水科学试验观测平台,包括灌溉水入渗试验场、泉沟监测断面、各类典型勘探孔(监测孔),以及张掖盆地我国首个自流井水头高度展示平台;基于遥感分析了近25年来人工绿洲、天然湿地、植被及城镇化的动态变化;揭示了盐池盆地骆驼城—明花乡等典型生态脆弱区水土资源开发利用的生态环境效应。

2015年启动的“国家地下水监测工程”,在上述项目的基础上,黑河流域建成国家级地下水监测站255处,其中自然资源部140处,水利部115处,形成2018年至今的监测数据集。2019年以来依托“全国地下水综合调查评价”项目开展的黑河流域地下水位统测,查明了流域平原区地下水流场与储存量变化特征。

《水文地质工程地质》刊出“黑河流域地表水与地下水转化机制与水平衡研究”专栏6篇论文,是以年轻人为主体的研究团队在上述项目基础上完成的部分研究成果。主要着眼于黑河流域地表水与地下水转化机制与水平衡研究的若干关键问题,研究区域涵盖整个黑河流域,研究对象包括大气降水、地表水、地下水与蒸散发等,研究方法包括原位试验、原位监测、数值模拟、遥感监测等。

其中,《黑河中游盆地南部山区地下水对平原区侧向径流补给量的估算》针对长期以来山盆间地下水交换量的难题,通过黑河中游盆地南部山盆交接带的地质构造接触关系、地层岩性接触关系及梨园河口白垩系风化壳含水层结构和水文地质参数分析,将山盆交接带划分为大中型河流河谷补给段和小微型河流或冲沟群流域构成的浅山带补给段,前者勘探资料较为丰富采用传统的达西断面法计算,后者缺乏勘探资料,提出了浅山带岩性、汇水区面积、降水量等3个变量的山区地下水对平原区侧向径流补给量的估算方法。《黑河流域中游盆地地下水动态特征及其调蓄能力分析》基于本区丰富的地下水长期动态监测资料,研究区域地下水动态特征,识别出黑河流域中游盆地地下水补排平衡区与非平衡区,评价了补排平衡区的调节水量与调蓄能力。《黑河中游不同灌溉方式下地下水入渗补给特征研究》鉴于长期以来对地下水补给量没有成熟的监测方法,采用人工溴示踪法研究黑河中游张掖平原堡试验场不同灌溉条件和不同深度条件下的地下水入渗补给规律和不同灌溉条件下的年度补给量,研究成果为黑河流域地下水补给量计算提供了难得的实证参数。《黑河流域中游盆地地表水与地下水转化机制研究》以黑河流域中游的张掖盆地和盐池盆地为研究区,利用长序列地表水和地下水观测资料,建立了黑河主干河道时变水平衡模型和地表水地下水耦合数值模型,研究了长周期水文变化和人类活动双重影响下地表水与地下水转化机制。《基于地表水循环遥感观测的黑河流域水平衡分析》综合应用TRMM与GPM卫星观测数据,估算流域上中下游的降水量和天然荒漠区和种植区的蒸散发量,与地面气象、水文观测数据计算的结果具有较好吻合度,分析了流域各水资源分区降水、蒸散发与径流等水循环要素的水平衡状况。该文是利用遥感方法探索流域尺度水循环要素时空分布与变化、分析流域水平衡状况、评判水资源合理开发利用程度的一次尝试。《抽水试验中不同位置自动水位计响应数据应用分析》针对抽水试验中如何合理放置自动水位计以及在参数计算中如何应用其获取的水位降深开展实验研究。在黑河流域第四系大厚度含水层地区,选择典型单层试验孔和利用分层封隔技术,实现了一孔同径多层抽水孔抽水试验,实测到井筒内不同部位井损,为更好地理解井中水头损失分布与机理提供了依据;提出了避开较大水头损失的水位计优选安放位置;给出了通过单孔多落程抽水试验数据分析,科学扣除井损求取水文地质参数的范例。

服务于新时代水资源管理与生态文明建设,对流域水循环与水平衡认知提出了新的要求,科学开展水资源调查、监测、评价、确权登记、有偿使用与合理开发利用等工作,亟需探索建立西北内流盆地尺度贯穿不同地貌单元不同生态系统的水循环与生态过程的多要素观测体系;揭示水循环关键界面动力学机制及其通量,探索气候变化与人类活动对水循环过程与生态效应的影响机制;研发流域尺度以降水-蒸散为边界的水循环多源数据融合与智能模拟系统;建立完善基于多学科调查研究的水资源评价和水资源可持续利用量的评价理论与方法,实现水资源开发利用管理向开发利用与蒸散量联合管理的转变;建立流域水循环生态环境效应评价理论,形成山水林田湖草沙冰生命共同体和谐健康的诊断指标体系与方法。为流域尺度水资源可持续利用、国土空间规划与用途管制,生态保护与修复提供长期的水循环科学观测基地与研究范例。

(作者系中国地质调查局水资源调查计划首席科学家、《水文地质工程地质》主编)