

地质构造对水文水资源分布的影响探究

张良 陈冉

江苏省工程勘测研究院有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i10.1968

[摘要] 本文探讨了地质构造对水文水资源分布的影响。首先阐述了地质构造的基本原理及其形成过程,随后分析了不同构造类型对水文特性的作用机理。通过研究断裂构造和褶皱构造在地下水流动、储存与径流方面的作用,进一步揭示了地质条件对区域水资源分布及可利用性的影响。此外,结合典型案例,从实际角度分析了地质构造对流域水资源管理的指导价值,为水资源科学开发与保护提出建议。最后,本文指出未来研究可结合多学科方法,加强模型模拟与实践应用的结合,以更全面地理解地质构造与水文系统之间的复杂关系。

[关键词] 地质构造; 水文特性; 水资源分布; 断裂构造; 褶皱构造

中图分类号: TV213 **文献标识码:** A

The influence of geological structure on the distribution of hydrology and water resources

Liang Zhang Ran Chen

Jiangsu Engineering Survey and Research Institute Co., LTD.

[Abstract] This paper investigates the impact of geological structures on the distribution of hydrology and water resources. It begins by explaining the fundamental principles of geological structures and their formation processes, followed by an analysis of the mechanisms through which different structural types influence hydrological characteristics. By examining the roles of fault structures and fold structures in groundwater flow, storage, and runoff, the study further reveals how geological conditions affect regional water resource distribution and availability. Additionally, with case studies, the practical value of geological structures in watershed water resource management is analyzed, providing suggestions for scientific development and conservation of water resources. Finally, the paper highlights the need for future research to integrate multidisciplinary approaches and enhance the connection between model simulation and practical applications, aiming to achieve a comprehensive understanding of the complex interactions between geological structures and hydrological systems.

[Key words] Geological structures; Hydrological characteristics; Water resource distribution; Fault structures; Fold structures

前言

地质构造作为地球表层与内部作用的结果,是决定自然环境的重要因素之一。其对水文水资源的影响,表现在对地下水的储存、渗流、运移以及地表径流的分布和流向的控制力上。近年来,随着全球水资源短缺问题加剧,对水资源管理的需求日益迫切,探讨地质构造与水文水资源之间的关系,已成为水文地质领域的重要研究方向。

1 地质构造与水文水资源的相关理论基础

1.1 地质构造基本概念

地质构造是指地壳在构造运动及其他地质作用下形成的各种形态和构造特征,主要包括地层、断层、褶皱以及其他地质结

构形式。其中,地层指岩石在地质历史时期中因成因、形成环境和地质作用的不同而呈现的层状结构,其分布和倾斜与水资源的渗流方向和储存密切相关。断层是一种因地壳应力作用而产生的岩体断裂,其错动面两侧岩体相对移动形成的结构,不仅为地下水提供良好的运移通道,还可能形成地下水汇聚的储存空间。褶皱是地层在构造应力作用下发生弯曲变形形成的结构形式,通常包括向斜和背斜,向斜可以储存水资源,而背斜则可能形成排水区域。

地质构造按照规模和性质,可分为一级构造(如大地构造单元)、二级构造(如盆地、山脉)以及三级构造(如断层、褶皱等具体结构)。其空间分布规律表现为与大地构造运动和地貌类型

密切相关,如板块边界处往往发育大量断裂和火山活动,而稳定的克拉通区域以稳定构造为主。

1.2 水文水资源基本概念

水文水资源是指在水文循环过程中存在于自然界中的水资源总量及其分布状态。水文循环是地球表层水在太阳辐射和重力驱动下,在大气圈、水圈和陆地圈之间进行的连续循环过程,主要经历蒸发、降水、入渗、径流、蒸腾以及地下水循环等环节。水资源分布受到这一循环的调控,表现为时间和空间上的动态变化。

地表水和地下水是水资源的两种主要形式。地表水包括河流、湖泊和水库等,其分布受降水、地势和蒸发等因素的影响。地下水则分布于地质介质中,其储存与流动机制受到岩石孔隙度、渗透性以及构造裂隙等条件的控制。地下水与地表水之间具有相互转化的关系,地表水的渗透补给地下水,而地下水的出露则形成泉流供给地表水,这种联系紧密的水资源转化过程受到地质构造的显著影响。

1.3 理论关系分析

地质构造与水文水资源之间存在密切的内在联系。首先,地质构造形态对降雨的入渗、径流路径以及蓄水条件具有直接影响。例如,向斜构造由于形态特点易汇聚地表水,使其成为优良的地下水储存带,而背斜构造则常因排水作用明显,而不利于水资源的存储。

其次,岩石性质和断裂系统对地下水的储存与流动具有重要作用。岩石孔隙度与渗透性决定了地下水的储水能力和流动性,例如砂岩、石灰岩因孔隙大、裂隙发育通常具有良好的储水性,而致密的花岗岩和板岩则限制了地下水的运移。断裂系统为地下水的流动提供了主要的通道和储存场所,其发育程度直接决定了区域地下水资源的丰富程度。大规模断裂还可能形成含水层间的水力联系,从而改善局部水资源的状况。

因此,地质构造既是影响区域水资源分布的基础性因素,也是水文过程的重要控制条件,研究其理论关系对于明确水资源分布规律具有重要意义。

2 地质构造对水文水资源分布影响的分析

2.1 地质构造对地下水分布的影响

地质构造是影响地下水分布与运移的关键因素。首先,断层和裂隙的发育程度直接决定了地下水的储存和运移能力。在断裂构造密集的地区,岩体内部裂隙系统发育程度高,往往形成优良的含水层,促进地下水的储存和渗流。例如,枢纽断层通常作为水力通道,为地下水提供了良好的运移路径。同时,一些密闭性强的断层则起到了封闭作用,这可能导致含水层局部富集或者形成滞水现象。

其次,岩层的岩性和厚度对地下水的含水性 and 流动性具有显著影响。例如,多孔性较强的砂岩和砾岩通常是良好的含水层,其高渗透性能够支持地下水储存和流动;而页岩和花岗岩由于孔隙率低,渗透性差,通常难以形成丰富的地下水资源。此外,岩层厚度大的区域通常能容纳更多的地下水储量,但过厚的致

密非渗透岩层则可能阻断或限制地下水的流动。在此基础上,不同的地质构造单元,如断陷盆地和稳定台地往往表现出截然不同的地下水分布特征。

最后,地热资源与裂隙系统密切相关。热液的迁移往往依赖于裂隙系统的导水能力,因此在地质构造活跃区,富含热液的深部地下水较为常见。这类区域的裂隙系统不仅为地热水提供了良好的迁移通道,同时也决定了热储层的规模和分布特性。

2.2 地质构造对地表水分布的影响

首先,地质构造在很大程度上控制了地表水的分布格局。盆地、隆起、断陷等大地构造对河流的分布与流向起到关键作用。例如,在大型盆地地区,由于构造整体呈洼陷形态,降雨产生的地表径流常向盆地内部汇集,形成湖泊或内陆河;相反,在隆起地区,由于地势较高,河流多沿着隆起的边缘发育,同时存在强烈的向外径流汇散趋势。断裂构造也能改变河流流向,某些断裂活动甚至能引发河流改道,并形成新的沿断层分布的水系。

其次,滑坡、岩溶等与地质构造密切相关的地貌特征,也会对水文循环产生干扰。例如,滑坡堆积物可能堵塞河流,形成堰塞湖,同时改变局部的水文循环;而岩溶地貌发育区往往由于喀斯特溶蚀作用形成地下河系统,导致地表径流减少,但地下水循环活跃,这在喀斯特台地区尤为显著。

此外,流域的地质结构对降雨径流量及洪涝情况具有重要调节作用。地质构造稳定的区域,地表径流的流动通常较为顺畅,而在构造活动频繁的地带,滑坡、断层等现象可能会阻塞或重新规划水流通道。同时,地形对降水的汇集能力也与地质构造相关,例如断陷盆地地带常成为降雨径流的汇集区,容易产生洪涝灾害。

2.3 典型区域实例分析

以喀斯特地区为例,地质构造显著控制了水文与水资源的分布特性。喀斯特地区因碳酸盐岩分布广泛,岩溶作用十分发育,导致地表水与地下水系统高度耦合。典型如中国的贵州喀斯特地区,溶蚀作用形成了大量的地下河、溶洞和漏斗,使地表径流以垂直补给地下水为主。这种特殊的地质构造不仅导致地表水资源有限,地下水系统发育且流动迅速,还在一定程度上增加了水资源开发和利用的难度。

另一个典型区域是断裂带地区,例如中国的华北平原。该地区处于多条断层的交汇处,断裂构造活动形成了丰富的裂隙含水层。这些裂隙层显著提高了地下水的储存和运移能力,从而造就了平原地下水资源的富集区。但同时,构造活动也可能引发地下水位下降和地面沉降等问题。

综合来看,地质构造对水文水资源的分布影响既具有共性,又因不同区域的具体地质条件而表现出差异性。这种作用的深入揭示,不仅有助于理解地质环境与水资源的内在联系,也为不同区域的水资源保护与合理开发提供了科学依据。

3 水资源管理和开发中的地质构造应用

地质构造研究在水资源管理和开发中具有重要的实践意义。其不仅为水资源的优化配置提供科学依据,还为水资源保

护、防灾减灾及未来的智能化管理奠定基础。以下将对地质构造在水资源管理中的具体应用展开讨论。

3.1 地质构造研究在水资源规划中的作用

水资源开发利用过程中,水文地质调查是关键的一环,而地质构造的研究又是水文地质调查的核心。通过对地质结构的解析,可以了解含水层的分布特征以及地下水的流动规律。例如,不同岩层的裂隙分布、断层位置及倾向是地下水储存和运动的决定性因素。科学分析这些地质构造特征能够帮助实现合理的资源开发与配置。

在具体实践中,地质构造信息常被用于水井选址和水资源保护。例如,在断层发育区域,由于岩石破碎、裂隙发达,地下水汇聚往往较为丰富,可优先考虑作为水井选址的区域。但同时,也需评估其地质稳定性,避免因地震活动或者其他断裂带活跃性而影响水井安全性和水质。通过科学的地质构造分析,不仅能有效提高水资源开发效率,还可以兼顾生态与资源的可持续需求。

3.2 地质构造在防灾减灾中的应用

地质构造研究对水资源系统的防灾减灾有重要指导作用。首先,地震活动与地下水系统密切相关,强震可能改变地下水的流动路径、引发泉水干涸或水质恶化等问题。例如,汶川地震发生后,部分区域地下水系统出现不同程度的扰动,直接影响了当地的饮用水供应。因此,在震后修复过程中,地质构造研究可评估地下水资源的动态变化,并制定修复对策,例如通过监测断层活动评估地下水补给区域的变化,或优化人工补水技术。

同时,滑坡、崩塌等地质灾害也对水文水资源系统构成威胁。山体滑坡可能阻断河流或破坏流域水系,形成的堰塞湖可能对下游水资源调度带来隐患,甚至引发二次灾害。在这些情况下,地质构造研究可用于评估滑坡影响范围和土壤含水量的变化,帮助制定科学治理方案。例如,通过地质雷达等技术监测不稳定斜坡区域的水文条件,提前开展针对性排水或加固工程,从而降低次生灾害风险。

3.3 地质构造知识在智能化水资源管理中的前景展望

随着科技进步,地质构造知识在智能化水资源管理中的潜力正被越来越广泛地挖掘。依托大数据与遥感技术,地质构造信息的获取与分析效率大大提高,这为水资源的精准管理创造了条件。例如,通过卫星遥感技术可以精确定位断裂带位置,并结合水资源分布数据建立动态监测网络,实现对地下水系统“隐形”部分的实时跟踪。

此外,三维地质建模技术的不断完善,使得地下水资源的数字化管理成为可能。基于地质构造和水文信息构建三维模型,可以直观描述地下含水层的空间分布、裂隙网络及水流路径,从而有效支持决策。例如,通过模型模拟地下水的开采量与补给

速率,可以避免过度开采引发的水位下降或地面沉降问题。未来,随着人工智能和区块链技术的结合发展,也有望在更加细致的地质—水资源协同分析中实现智能化监管,为水资源的科学配置提供更加可靠的解决方案。

综上所述,地质构造的研究不仅在传统的水资源开发与管理中发挥了基础性作用,还在现代科技助力下,为未来的智能化、可持续水资源管理提供了崭新的机遇和发展方向。

4 结论与展望

4.1 主要结论

本研究系统性地探讨了地质构造对水文水资源分布的影响,得出以下主要结论:

(1)地质构造控制水资源空间分布:地质断裂、褶皱和岩层倾角等构造特征显著影响地下水的赋存与运移。其中,断裂构造常作为地下水主要的储存通道,而褶皱构造则通过改变地层渗透性,导致地下水在空间分布上的显著差异。

(2)岩性与地下水供给能力的关联:研究表明,不同岩性的透水性差异对地下水资源的蕴藏量产生直接影响。例如,砂岩层通常表现出较高的渗透性并易形成地下水富集区,而致密的泥岩层则倾向于成为隔水层,限制地下水的运移和分布。

(3)多因素协同作用的复杂性:地质构造与地形地貌、降水等外因相结合,共同塑造了水文水资源的区域分布特征。因此,单一要素的分析无法全面反映水资源分布的复杂性,需综合多层次、多角度研究。

4.2 展望

未来的研究可进一步结合地质学与现代水文科学的最新技术,如地球物理探测、数值模拟与人工智能分析,深化对地质构造与水资源分布关系的认识。这不仅有助于完善科学理论体系,还能为全球水资源的优化管理与开发提供科学依据,有效应对气候变化与水资源短缺带来的挑战。

[参考文献]

[1]杨林春.水文地质在矿山地质勘查中的要点研究[J].世界有色金属,2023(18):100-102.

[2]高瑞.水文地质工程对地质环境的影响[J].中国金属通报,2023(19):56-58.

[3]赵林涛.精准基础水文地质工作在矿区钻探勘查中的重要作用研究[J].世界有色金属,2024(7):187-189.

[4]奚浩清,韩晓宇,孙斌,等.安全生产标准化建设在水文地质中的实践[J].世界有色金属,2024(14):205-207.

作者简介:

张良(1996—),男,汉族,江苏省扬州市人,硕士研究生,助理工程师,研究方向:地质工程、水文与水资源工程。