



国际水文地质学家协会

战略概论系列

流域管理机构与地下水

关键信息

- 地下水体对许多河流流域系统的管理具有至关重要的意义
- 地下水系统以蓄水为主，与大多数地表水体截然不同
- 流域管理机构需认识到其管辖范围内主要地下水系统所提供的经济与生态服务功能，以及这些功能对供水领域适应气候变化的重要性。
- 当含水层系统跨越国际领土边界时，地下水管理的需求可能更加迫切
- 现有的流域管理机构（包括国家和国际机构）通常是推进地下水管理与保护关键环节的首选载体

为什么流域管理机构应该更加关注地下水？

本概述的主要目的在于引起地表水管理者、水文学家及其他相关人士对以下要点的关注：

- 无论是国家还是国际河流系统，地下水系统对流域层面水资源管理都至关重要；
- 地下水系统巨大的天然储水量在供水方面发挥关键作用，尤其在适应气候变化对地表水的影响方面。

对地表水专家而言，必须充分认识到地下水系统与地表水系统完全不同的流动机制，不能将其简单地概念化为“地下河流”（关于含水层类型的细节将在后文介绍）。

地表水体通常表现为“流动占主导”，而大多数含水层则以巨大的天然地下水储量和较低的流速为特征。这一现实对综合水资源管理具有重要的实践意义，因为如果不与地下水资源进行一体化管理，地表水资源就无法被有效管理。因此，需要建立概念模型，明确揭示地下水与流域功能之间的相关性。

流域机构工作人员对青少年开展宣传活动





地下水系统对大多数主要河流的基流，以及这些河流所提供的经济与生态服务都至关重要。因此，含水层管理是维持所谓环境流量的关键。此外，许多重要的淡水生态系统完全依赖于地下水排泄，如果地下水流系统未得到充分保护，可能会遭受严重的生态破坏。

全球超过50%的人口以及大量社会经济活动（尤其是农业）依赖地下水，而地下水正因过度开采和污染物排放而面临越来越大的压力。

流域机构需要格外关注避免过度抽取地下水，并推动土地保护，以实现地下水污染防治——因为含水层排泄与环境保护和干旱期河流流量密切相关，同时也是维护环境服务功能的关键。

对地下水系统的关注是否同样适用于国际共享流域？

若含水层系统跨越国际边界，地下水管理的需求将更为迫切。然而迄今为止，国际社会在管理跨境地表水方面已经投入了很多努力。目前联合国地下水资源信息与管理中心（UN-IGRAC）与联合国教科文组织国际共享含水层资源管理计划（UNESCO-ISARM）已识别出约468个跨境含水层系统，其中许多系统的水量和/或水质均受到人类活动的影响。

为避免这些系统遭受不可逆的退化并预防国家间潜在冲突，在国际流域机构框架下建立积极对话与协作至关重要。此外，含水层的延伸范围有时会超越流域机构的管辖边界，这将需要通过多中心治理机制来实施地下水管理，使不同性质的机构（有时隶属不同部委）能够开展协作。

地下水资源管理关键职能概要

职能	主要内容
流域/含水层层级的资源规划与分配	• 为地下水管理建立合理边界 • 将国家计划转化为适合地方的区域层级 • 提供地下水和地表水资源的统一愿景
为地下水保护和/或防护实施的陆表分区	• 规定“特别管制区”的划定（这些区域在资源方面至关重要，或在污染方面尤其脆弱），以便在必要时采取特殊措施避免退化
促进利益相关方参与和合作	• 积极引导地下水用户、潜在污染者及其他利益团体参与，通过可强制执行的法规促进实地均衡管理
地下水利用管理	• 按照总体分配计划进行管理（包括水井钻探/建设活动、水井登记和取水权/许可/费用），并配套设置不合规的处罚措施
废水与废弃物排入地下的许可管理	• 排放需符合防止或限制地下水污染的条件，并对不合规行为设立有效处罚
地下水监测与信息提供	• 确保适当的监测标准（含水层水位、地下水利用与水质），并进行定期状态评估 • 安排数据的公开交换与信息提供

现有跨界地表水管理机构是处理相关跨界含水层管理问题的合理载体，因为它们通常具备最完善的制度联系渠道。这些组织既需关注避免过度开采地下水，也需促进土地保护以防范地下水污染——这既关乎含水层使用者自身的利益，也因其对环境流量和旱季河流流量的调控具有重要意义。

2000年颁布的《欧盟水框架指令》（WFD）要求最迟于2027年前通过实施防治恶化措施，使所有地下水体达到“良好状态”。2006年，《欧盟地下水指令》正式生效，该指令设定了地下水质量标准，并推出了防止或限制污染物进入地下水的措施。尽管《多瑙河保护公约》框架下的合作国家并非全是欧盟成员国，但它们仍决定在整个流域全力推行水框架指令。自2009年起每六年发布一

次的《多瑙河流域管理计划》中，均对地下水管理进行了全面规划。

1973年，美国与墨西哥就科罗拉多河流域系统亚利桑那-索诺拉边境两侧的地下水开采管制通过了一项临时提案。尽管地下水使用持续面临压力，但此后两国再未签署任何双边协议。

瓜拉尼含水层是一个巨大的跨界系统（由巴西、巴拉圭、乌拉圭和阿根廷共享），已接受过重要的国际研究。研究结论表明，应实施适应当地条件的本地化管理方案。

多瑙河流域主要地下水体的分布情况



流域管理机构的规模与职权范围对公众态度产生何种影响？

现有的流域管理机构在地理范围和运作职权方面差异显著。例如，尼日尔河流域管理局负责管理约2,000,000平方公里的流域面积，覆盖9个国家，总人口达1亿；而肯尼亚水资源管理局-塔纳河流域办公室负责管理约100,000平方公里的流域面积，服务人口不足500万。

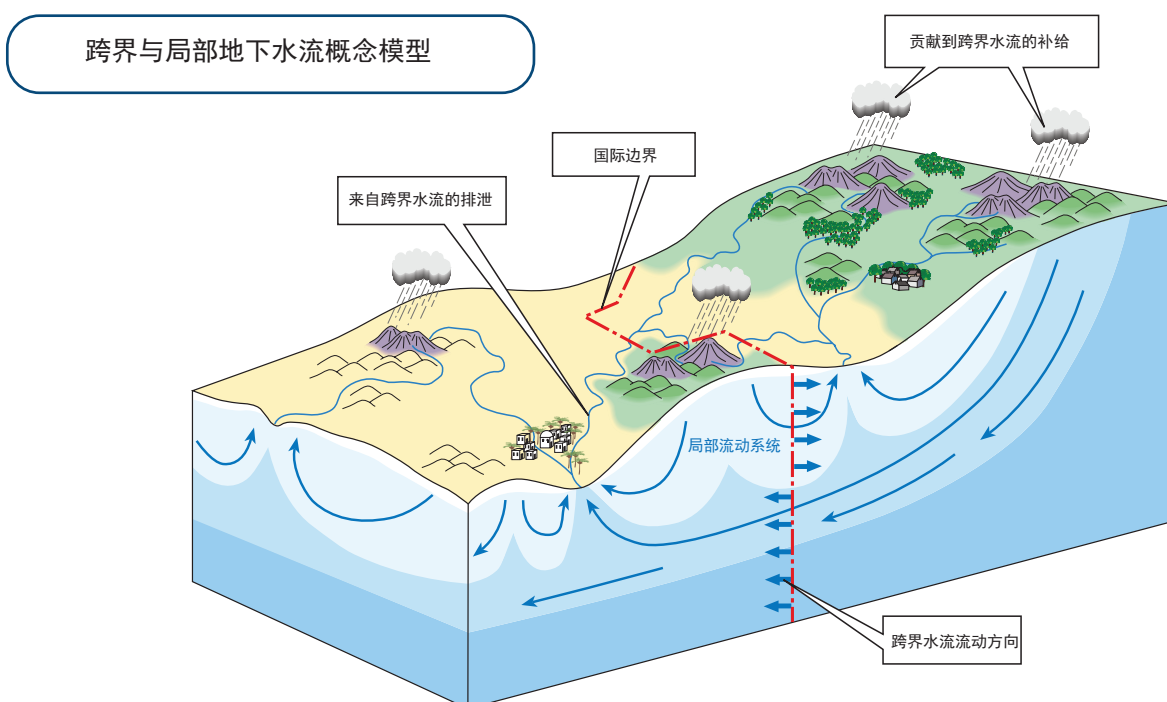
国家级流域管理机构通常配备地方工作人员，承担或协调国家部委大部分地下水管理与保护职责；而大型跨界流域管理机构则受参与国政府授权，主要在跨界河流流量层面履行特定协调与咨询职能。但若对当地含水层系统缺乏管理权限，这些机构可能无法有效保护河流基流。

尽管如此，大型跨国流域机构必须全面掌握各国及地方层面履行地下水管理职责的情况，并积极

推动有效法律条款、经济工具和技术方法的实施。此外，建立具有利益相关方有效参与的地下水管理机构对于充分落实服务至关重要，但在多数情况下仍需高层级的协调机制。

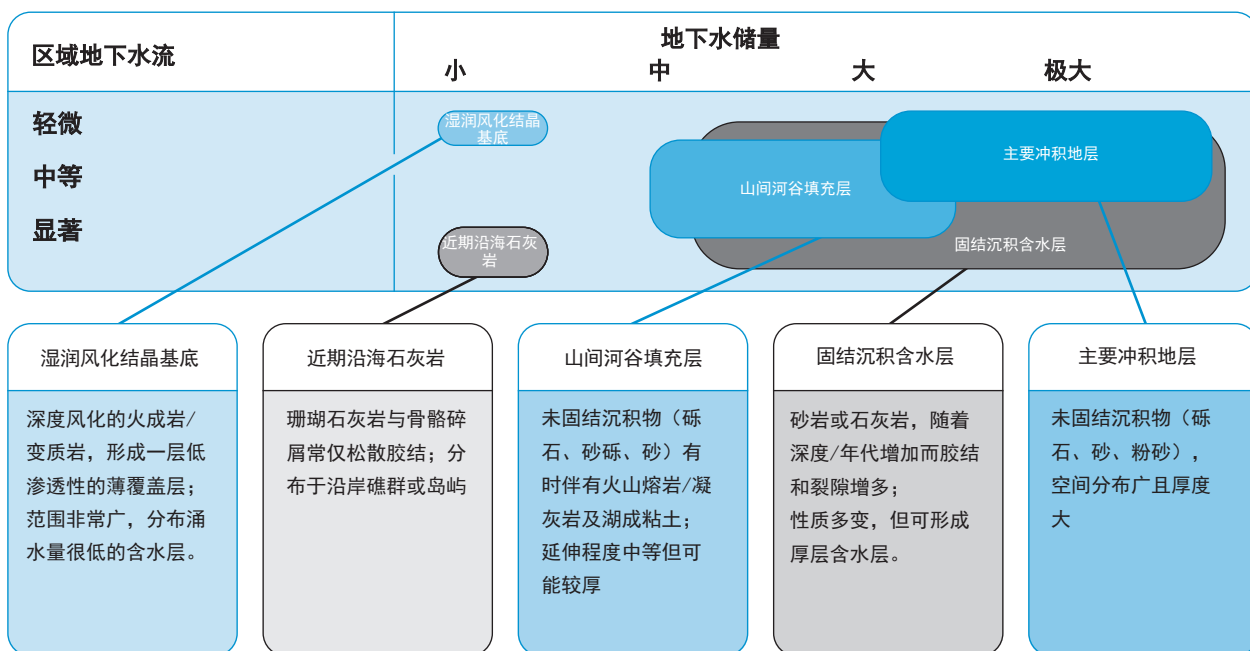
流域管理机构应采用何种方法评估地下水现状？

流域管理机构需要充分认识到其管辖区域内主要地下水系统所提供的经济与生态服务功能，特别是这些系统对河流基流的调控作用以及对淡水生态系统功能的影响。它们还需根据含水层所具有的地下水储存类型来描述其含水层系统，将具有大量颗粒间储存的大体松散岩层与地下水储存在裂隙中的低孔隙度岩层区分开来。只有在喀斯特灰岩的特殊情况下，这些裂隙才会因溶蚀而扩大，“地下河”的概念才具有一定意义，但即使在这种情况下，岩体其余部分也含有大量的





广泛分布的含水层类型的特性



分散地下水。

另一个重要的基本考虑因素是流域陆地内部含水层的空间分布及其与地表水和海岸的关系，其范围可包括：

- 分布于河谷和海岸线之下的广阔浅层含水层系统，需要采用完全综合的管理方法
- 跨越地表水边界的含水层系统，需要不同流域机构间协调监测与管理
- 仅分布于流域部分区域的局部含水层，需要制定独立的局部地下水管理计划并将其纳入流域总体规划
- 干旱地区广阔的深层含水层（此类情况下含水层而非流域才是水资源管理的合理单元）
- 分布零散的浅层次要含水层，其地下水开发影响相对于流域动态而言小的多。

若地下水系统和/或地貌包含大面积高盐度区域，这将成为需纳入总体规划的另一项基本考量因素。

流域管理机构应认识到，地下水资源评估需包含三个不同组成部分，以指导管理规划：

- 技术层面：就不同数据收集方法和分析途径的兼容性达成共识
- 行政层面：评估地方层面沟通、融资和决策机制的差异
- 立法层面：寻找协调各自地方法律、规章和条例的途径（各地方参与机构均受其约束）。

地下水位与水质监测结合含水层建模，是评估地下水行为的重要工具，也是流域管理机构进行管理决策的重要支撑手段。



国际水文地质学家协会

战略概论系列

流域管理机构与地下水



(与国际流域组织网络联合发布)

就水资源利用与保护而言，地下水本质上属于“地方资源”，其有效管理必须在用户和潜在污染源附近实施。但与此同时，管理行动必须在更宏观的视角下保持平衡。因此，地下水的地方性管理行动始终需要自上而下的统筹协调，而流域管理机构需要承担起推动和支持这方面行动的职责。

延伸阅读

- AFD (BRGM, INBO & UNESCO) 2011 *Toward joint management of transboundary aquifer systems – a methodological guidebook*. Agence Francaise de Developpement Publication : 122 pp.
- Amore L 2018 *Guarani aquifer governance*. (in) *Advances in Groundwater Governance* 463-476 : CRC Press (London).
- ANBO/GWP 2015 *Groundwater development opportunities and management responsibilities – the mission for African Basin Organisations*. Global Water Partnership Publication.
- Foster S & Ait-Kadi M 2012 *Integrated Water Resources Management (IWRM): how does groundwater fit in ?* *Hydrogeology Journal* 20 : 415–418.
- Foster S & MacDonald A 2014 *The ‘water security’ dialogue : why it needs to be better informed about groundwater*. *Hydrogeology Journal* 22 : 1489-1492.
- IAH 2015 *Food Security & Groundwater*. International Association of Hydrogeologists-Strategic Overview Series. www.iah.org.
- IAH 2016 *Ecosystem Conservation & Groundwater*. International Association of Hydrogeologists-Strategic Overview Series. www.iah.org.
- IAH 2019 *Climate-Change Adaptation & Groundwater*. International Association of Hydrogeologists-Strategic Overview Series. www.iah.org.
- IAH 2021 *Water Security & Groundwater*. International Association of Hydrogeologists-Strategic Overview Series. www.iah.org.
- MDBA 2019 *Statement of expectations for managing groundwater*. Murray-Darling Basin Authority Plan <Groundwater Management in the Murray-Darling Basin>. Murray-Darling Basin Authority (Canberra) www.mdba.gov.au/sites/default/files/pubs.
- MDBA 2020 *Determining groundwater baseline and sustainable diversion limits*. Murray-Darling Basin Plan <Groundwater Methods Report>. Murray-Darling Basin Authority (Canberra). www.mdba.gov.au/sites/default/files/pubs.
- Puri S & Aureli A 2009 *Atlas of transboundary aquifers, global maps, regional coordination and local inventories*. UNESCO-IHP Publication (Paris). www.isarm.net/publications/323.
- UN-IGRAC 2021 *Transboundary aquifers of the world (1 : 50,000,000 map edition)*. UN-IGRAC Publication (Delft).

优先行动

- 需建立概念模型以揭示地下水体在维护河流基流与水生态系统中的关键作用
- 流域管理机构必须明确界定其流域陆域内地下水体（含水层）的空间分布及其与地表水、海水的相互作用关系
- 大型跨国流域管理机构需全面掌握其流域范围内国家与地方层面的地下水管理现状
- 流域管理机构应推动并协调其管理区域内重要含水层系统的水位与水质监测工作

协调者: Stephen Foster & Gillian Tyson

授权者: Dave Kreamer/Jane Dottridge (IAH-Executive) & Eric Tardieu (INBO-Executive Secretary)

作者: Antonio Chambel, Kevin Pietersen, Raya Stephan, Luiz Amore, Ian Davey, Christophe Brachet (INBO)*, Igor Liska (ICPDR)*, Tariq Rana (MDBA)*

翻译者: 张柏毓 (Boyu Zhang)

审校者: 韩鹏飞 (Pengfei Han)

李亚松 (Yasong Li)

*流域机构及协作人员

IAH 2022
www.iah.org