



## 国际法委员会

### 第五十六届会议

2004年5月3日至6月4日和

7月5日至8月6日

日内瓦

## 关于共有自然资源的第二次报告：跨界地下水

特别报告员山田中正先生

## 目录

章次	段次	页次
一. 导言 .....	1	2
二. 含水层示意图 .....	2	2
三. 个案研究 .....	3	2
A. 努比亚砂岩含水层系统 .....	3	2
B. 瓜拉尼含水层系统 .....	9	4
C. 法国-瑞士日内瓦含水层 .....	12	4
D. 墨西哥-美利坚合众国边界 .....	17	6
四. 跨界地下水法律参考文献 .....	27	8
附件		
含水层示意图 .....		11



## 一. 引言

1. 关于共有自然资源的第二次报告的本增编是为了提供一些关于跨界地下水的技术数据和事实资料而编写的。包括含水层示意图、一些区域含水层个案研究和参考文献。<sup>1</sup>

## 二. 含水层示意图

2. 本增编的附件列有各类含水层的示意图。例 1 为不属于拟议公约范围的国内含水层。例 2 为单一的跨界含水层。例 3 为水文上同国际水道相连的国内含水层，1997 年公约和拟议公约都包括这项内容。例 4 为一系列水文上相连的含水层组成的跨界含水层系统。例 5 为补给区位于另一国家的国内含水层。在例 5 的情况下，为了恰当管理含水层，此类补给区或许需要由某种国际规章加以管制。

## 三. 个案研究

### A. 努比亚砂岩含水层系统<sup>2</sup>

#### 地理位置

3. 努比亚砂岩含水层系统（努比亚系统）是非洲乃至世界上最大的区域含水层资源之一。它由许多纵横和/或垂直相连的含水层组成，位于阿拉伯利比亚民众国东部、埃及、乍得东北部和苏丹北部，绵延 200 多万平方千米。在这个气候干燥的区域，可供选择的淡水资源很少，降雨稀少且不规律，长年干旱，正在面临土地退化和荒漠化，努比亚含水层是一个战略上极其重要的区域资源。在当前气候条件下，它又是一个储量有限、不可再生且对外隔绝的地下水资源（与尼罗河的连接微不足道）。其充盈过程，即补给和排放相互抵消期，据认为已在 8 000 年前结束。

#### 含水层系统

4. 努比亚系统可分为两个主要系统：

- 努比亚含水层系统

这部分系统存在于整个地区，并构成了一个巨大的水库，南部水质优良，北部则盐度极高。它在北纬 25° 以南处于非承压状态，以北则处于承压状态。其厚度从不足 500 米到超过 5 000 米不等。在四个共享的国家，努比亚含水层系统承压和无压部分的计算储量超过 52 万立方千米。地下淡水总储量约为 37.3 万立方千米。经济上可开采水量约为 15 万立方千米，是世界上最大块的淡水和最重要的地下水盆地之一。

- 后努比亚含水层系统

这部分系统位于北纬 26° 以北的埃及西部沙漠和阿拉伯利比亚民众国东北部，处于无压状态。其累积厚度约为 5 000 米，地下水总储量为 84.5 万立方千米，但地下淡水储量仅为 7.3 万立方千米。两个系统由低度渗透层隔开。

### 地下水开采

5. 数百年来，整个地区的绿洲都是通过涌泉和浅井来利用努比亚系统的地下水。但由于人口增长、食物需求和经济发展，最近几十年该区域地下水所受的供应压力迅速增大。过去 40 年，仅在埃及和阿拉伯利比亚民众国，从含水层中开采的水量估计就达 400 亿立方米。乍得和苏丹都无历史数据，当前两国的开采量和社会经济使用量也很有限。从努比亚系统中开采的水目前主要用于农业。从收集到的数据看，当前开采量仅占努比亚系统预计可开采淡水总储量的 0.01%。不过，这已经造成地下水位下降，一些地方降幅达 60 米。97% 的自流井和自流泉已经被深井取代。这导致开采用增加，当地低收入居民如何公平地以负担得起的方式利用这个唯一水源的问题也随之产生。在寸草不生、人烟稀少的含水层乍得部分，关切的重点是保护脆弱的生态价值，包括有绿洲的湿润区及依靠努比亚含水层渗漏和涌泉存活的沙漠湖。普遍认为，努比亚水储量巨大但不可再生，将足以有计划地开采数百年。还认为，开采量将随着社会经济需求加大而增加，整个共有<sup>3</sup> 含水层都将受到影响。

### 水质

6. 在努比亚含水层系统无压部分，水质非优即良。在承压部分（北部，埃及和阿拉伯利比亚民众国境内），水质在纵横和垂直方向都有变化；含水层系统的上部是淡水，而下部则非常快速地变咸。

7. 努比亚后含水层系统的地下水具有各种各样的化学品质。在高密度发展的地区，优良水质由于咸水即将侵入和/或横向流动而受到损害。由于缺乏详细资料，即便是在区域一级，也无法对这个问题作出综合分析。地下水开采量增加的地区靠近淡咸水结合部，随着咸水侵入淡水，将会提高水质恶化的危险。

### 国际合作

8. 从 1970 年代初开始，埃及、阿拉伯利比亚民众国和苏丹一直表示有兴趣在研究和开发共有资源方面开展区域合作。1992 年 7 月，埃及和阿拉伯利比亚民众国成立了一个联合管理机构；乍得和苏丹随后加入。除其他外，该机构负责收集和更新数据、进行研究、制订水资源开发利用的计划和方案、执行共同的地下水管理政策、培训技术人员、定量分配含水层中的水、以及研究水资源开发所涉的环境问题。在阿拉伯区域和欧洲环境与发展中心的支持下，开发了区域综合信息

系统。2000年10月5日，四个成员国签署了关于数据收集程序、系统共享和利用、以及资料更新的两项协议。

## **B. 瓜拉尼含水层系统<sup>4</sup>**

### **概况和有益用途**

9. 瓜拉尼含水层系统，又名南方共同市场含水层，包括阿根廷、巴西、巴拉圭和乌拉圭的部分地区。它由风蚀沙和冲积沙包围，通常还被厚厚的玄武岩流（塞拉盖拉地层）覆盖，导致承压度高。其厚度从数米到800米不等。优质水开采后用于城市供给、工业、灌溉以及取暖、矿化和旅游目的。在全球环境基金、世界银行、美洲国家组织和四国多所大学的支持下，精心制订了瓜拉尼含水层环境保护与综合可持续管理项目。

### **数学模型和数据库**

10. 数学模型有助于对概念模型作出改进，并更好地识别不确定事项。数据需前后一致、可作比较。或许有必要创建、筹备并推广一个详尽的数据库，让瓜拉尼含水层系统的所有利益相关者共享。由四国组成的“最高委员会”已经建立，负责协调所有关于含水层资源研究的管理的工作方案。瓜拉尼协商会议于2001年8月举行，讨论了国际共有含水层资源管理倡议方案及其范围。

### **基本数据**

11. 地表面积：120万平方千米

人口：1 500万，其中600万人生活在含水层露出地表的区域。

水资源储量：4万立方千米

当前开采量：700多眼井，泵井每小时抽取1 000立方米，压力井每小时抽取100-500立方米。

## **C. 法国-瑞士日内瓦含水层<sup>5</sup>**

### **地理位置**

12. 法瑞跨界日内瓦含水层从日内瓦湖的最南端一直延伸到从其流出的罗纳河。它部分位于日内瓦州南部同法国上萨瓦省交界的地区。发源于法国的罗纳河支流亚维河由东向西跨越整个含水层，使该含水层每年平均获得天然补给750万立方米。平均水位在地下15米到80米之间。

### **地下水开采**

13. 瑞士一侧有10眼井，法国一侧有5眼井，对日内瓦含水层进行开采，以供应饮用水。每年平均总采水量为1500-1700万立方米，其中法国采水量约为200

万立方米。1940年至1960年间，从日内瓦含水层开采的水量与平均天然补给量非常接近。1960年至1980年间，该含水层被过度开采，1971年采水量达1 400万立方米，几乎是其蕴藏产量的两倍。过度开采造成地下水位下降，20年中下降幅度超过7米，地下水总储量减少了大约三分之一。为此，日内瓦州率先提出同法国上萨瓦省谈判，以考虑安装补给设施，对跨界含水层进行联合管理。

## 国际合作

14. 1977年，日内瓦州和法国上萨瓦省的谈判结束，签订了一项关于法瑞日内瓦含水层保护、利用和补给的协议。该协议于1978年1月1日生效。

15. 协议的基本条文包括以下事项：

### (a) 委员会：

协议设立了日内瓦含水层管理委员会，由每方三人组成，其中规定每方两人必须是水务专家（第1条）。委员会的职责是在尽可能充分考虑边界两侧各类用户需求的基础上提出年度含水层利用方案，并制订保护资源和消除污染源所需的任何建议（第2条第1款）。委员会就新采水工程和利用及现有工程的改进提出技术性意见，并对地下水补给设施的建造和经营费用进行审计（第2条第2和第3款）。委员会有责任清点现有容许利用含水层资源的所有采水工程，不论其是国有还是私营（第4条）。所有采水工程必须配备一套装置，记录从含水层开采的水量。此类装置应由委员会进行检测和密封。采水量应定期读出并作记录（第6条）。

### (b) 地下水补给设施：

协议第8条规定，由日内瓦共和国与州建造并经营所需的地下水补给设施，并始终是该设施唯一的所有者。如因未维护补给设施而造成含水层水质受损，责任应由日内瓦州承担（第18条第1款）。

### (c) 采水权：

第9条第1款规定，根据人造补给设施的大小和容量，法国当局应确保其境内用户的总采水量不超过500万立方米，包括自由配给的200万立方米在内。如遇特殊情况，瑞方可要求法方放弃部分或全部自由配给额。

### (d) 水价：

日内瓦州已经计算出地下水补给设施的相应建设费用。经营费用每年调整一次。法国的份额因此也要每年计算一次，包括法国分担的地下水补给设施建设费用（分年支付）以及按照法国用户总采水量比例计算出的经营费用。

## (e) 水质：

双方应根据委员会制订的通用质量分析标准，对采自含水层的水进行分析；此类分析应定期进行（第 16 条）。应对有可能影响含水层水质的意外污染事件实行警报制度（第 17 条）。法国和瑞士地方政府分别对本国境内发生的污染事件负责。

16. 协议有效期为 30 年（第 19 条），可按五年一期自动延长，除非其中一方提前一年通知另一方予以终止。日内瓦州和法国上萨瓦省之间的 1978 年协议采用了注重实效的办法，至今已成功实践超过 25 年。

**D. 墨西哥-美利坚合众国边界<sup>6</sup>**

17. 墨西哥和美利坚合众国沿共同边界共享着主要来自格兰德河（墨西哥称布拉沃河）和科罗拉多河的地表水、以及至少 15 个含水层的地下水。由于共同边界位于缺水地带，从而导致对两条主要河流及含水层水资源的争夺异常激烈。下文述及的埃尔帕索-华雷斯案例和上游圣佩德罗河流域案例说明了这一点。

**双边合作**

18. 自 19 世纪以来，墨西哥和美国缔结了多项有关共同边界的条约。下表列出了近期一些与环境和水资源有关的协议。虽然国际边界和水委员会第 242 号记录已经提出建议，但目前仍没有关于地下水管理的协议。

日期	协议	目的
1944 年 11 月 14 日	“水条约”	对科罗拉多河和蒂华纳河、以及格兰德河（布拉沃河）的利用进行规范管理。设立国际边界和水委员会，美墨两国各设一部门。
1973 年 8 月 30 日	第 242 号记录：永久和彻底解决国际科罗拉多河盐度问题	该记录列有为彻底解决科罗拉多河盐度问题而通过的决定。该记录限制亚利桑那-索诺拉最邻近地区（涉及尤马梅萨含水层）“ <u>在美国政府和墨西哥政府达成一项关于边界地区地下水的全面协议之前</u> ”抽取地下水[下划线由特别报告员添加]

日期	协议	目的
1983年8月14日	关于合作保护和改善边界地区环境的协议	在各方之间建立合作保护和改善环境的基础。
1992年11月13日	国际边界和水委员会第289号记录——观测美墨边界沿线的水质	国际边界和水委员会将制订适当的监测方案和数据库，用于按照《边界环境综合计划》（1992年2月25日），对地表水和地下水的水质进行观测

### 埃尔帕索-华雷斯案例

19. 两个相邻的边境城市州的美国德克萨斯埃尔帕索和墨西哥奇瓦瓦的华雷斯城面临严重的缺水危机。该区域有将近 200 万人口，属于典型的干旱至半干旱气候区（年降雨量不到 17 毫米）。主要水源是格兰德河及韦科盆地和梅西亚盆地两个含水层。

20. 韦科盆地是首要水源，北起新墨西哥（美国），南至墨西哥。目前，埃尔帕索的用水需求有大约 45% 依靠韦科盆地的地下水。其余部分则来自格兰德河（40%）和梅西亚盆地（15%）。人口大约是埃尔帕索两倍的华雷斯城，则完全依靠韦科盆地来满足其用水需求。<sup>7</sup> 据估计，到 2025 年甚至更早，含水层中经济上可开采的淡水将消耗殆尽。从 1940 年至今，水位已下降多达 45 米。

21. 梅西亚盆地主要位于新墨西哥，只有一小部分在墨西哥和德克萨斯州。据认为，格兰德河是其主要补给源。该含水层的水位相对稳定。

22. 由于地下水开采和其他人类活动，韦科盆地的水质逐渐退化。从梅西亚盆地抽取的水则是井越深、水质越好。虽然该含水层的水质也已出现某种程度的恶化，但整体水质仍好于韦科盆地。总体而言，历史上大规模开采地下水，特别是从埃尔帕索和华雷斯城中心地区的国有井田开采地下水，已导致水位大幅下降。各含水层地下水的流向、流速和化学品质，也因水位下降而起了很大的变化。

23. 该区域人口增长率非常高，墨西哥一侧尤其如此。随着人口预期会继续增长，用水需求量也将增加。埃尔帕索市实行严格的养护措施后，人均用水量有所减少。但其人均耗水量（每人每天大约 600 升）是华雷斯城的两倍，后者有数十万居民家中没有直接的供水。除地下水耗尽这个具体问题外，本案例还凸显了各种富裕程度和承付能力的跨界经济问题这个更为广泛的问题。

### 上游圣佩德罗河流域案例

24. 圣佩德罗河是仅有的两条发源于墨西哥、向北流入美国的河流之一。该流域最突出的特征之一是它与生俱来的生物多样性。有 400 多种鸟类以及许多其他生物种类，在流域里生活游徙。

25. 流域里的地下水有两个主要水源，即彼此相连的区域含水层和漫滩含水层。区域含水层主要由临河山脉补给，大部分处于无压状态，但也有几块处于承压状态。漫滩含水层主要由地表径流和区域含水层补给，处于无压状态。

26. 在美国，上游圣佩德罗河流域人口增长迅速，使用水需求更加紧张，地下水所受的供应压力也因此增大。大部分水文学家一致认为，从区域含水层过度抽水已形成一个沉降漏斗，造成水位下降，把漫滩含水层的水排空。因此，圣佩德罗河的一些河段变成了季节河。这会严重影响国际候鸟的迁徙路线，还会给邻近市镇的经济带来冲击。问题在于不但无水可用，而且由于水位过度下降，岸栖植被和生物多样性也处于危险之中。

## 四. 跨界地下水法律参考文献<sup>8</sup>

27. 选出的这份关于跨界地下水法律的近期出版物清单，并非无所不包。

Arias, H. M., “International groundwaters: The Upper San Pedro River Basin Case”, 《自然资源杂志》, 第 40 卷, 第 2 号。

Barberis, J. A., 《International groundwater resources law》, 罗马, 《粮农组织法律研究》, 第 40 期, 1986 年。

Caponera, D. A. 和 D. Alhéritière, “Principles for international groundwater law”, 《自然资源杂志》, 第 18 卷, 1978 年。

Chávez, O. E., “Mining of internationally shared aquifers: The El Paso-Juárez case”, 《自然资源杂志》, 第 40 卷, 第 2 号。

Eckstein, G., & Eckstein, Y., “A Hydrogeological Approach to Transboundary Ground Water Resources and International Law”, 《American University International Law Review》, 第 19 卷, 2003 年。

粮农组织/教科文组织, Groundwater in international law (第 1 卷 Review and Assessment (暂定); 第 2 卷 Compilation of Treaties and Other Legal Instruments (暂定)), 《粮农组织法律研究》, 2004 年 (即将出版)。



Feitelson, E. 和 M. Haddad (编辑), Management of shared groundwater resources: the Israeli-Palestinian case with an international perspective, 波士顿[等]: Kluwer Academic 出版社, 2001 年。

Fuentes, X., “The Utilization of international groundwater in general international law”, The reality of international law: essays in honour of Ian Brownlie, 牛津, Clarendon 出版社, 1999 年。

Van Haasteren, J.A. 和 Van den Berg, R. (编辑), Pesticides et eaux souterraines, 斯特拉斯堡, 欧洲议会, 1993 年。

Hayton, R. D. 和 A. E. Utton, “Transboundary groundwaters: the Bellagio Draft Treaty”, 《自然资源杂志》, 第 28 卷, 1989 年。

Kayane, I., “Global warming and groundwater resources in arid lands”, Freshwater resources in arid lands, 东京, 联合国大学出版社, 1997 年。

Lefevre, J., “Integrating groundwater quantity control into European Community water policy”, Review of European Community and International Environmental Law, 第 8 卷, 1999 年, 第 3 号。

Managing Shared Aquifer Resources in Africa, Proceedings of the International Workshop Tripoli, Libyan Arab Jamahirya, 2-4 June 2002, 教科文组织国际水文方案, 2004 年 (即将出版)。

Mechlem, K., “International Groundwater Law: Towards Closing the Gaps?”, 《国际环境法年鉴》, 第 40 卷, 2003 年 (即将出版)。

Moench, M. (编著), Groundwater law: the growing debate, Ahmedabad: VIKSAT-Pacific Institute Collaborative Groundwater Project, 1995 年。

Murillo, A., J. Bough 和 H. Cook, “Groundwater abstraction and legislative control”, 《水法》, 第 10 卷, 1999 年, 第 4 号。

Mumme, S.P. (编著), Special Issue on Transboundary Groundwater Management on the US-Mexico Border, 《自然资源杂志》, 第 40 卷, 第 2 号。

Regional aquifer systems in arid zones, managing non-renewable resources, Proceedings of the International Conference Tripoli, Libyan Arab Jamahirya, 20-24 November 1999, 国际水文方案第五届会议, 水文技术文件, 第 42 期, 教科文组织, 巴黎, 2001 年。

Salman, S.M.A. (编著), Groundwater: legal and policy perspectives: proceedings of a World Bank seminar, 华盛顿特区: 世界银行, 1999 年。

Schiffler, M., *The economics of groundwater management in arid countries: theory, international experience and a case study of Jordan*, 伦敦[等]: Frank Cass, 1998年。

Teclaff, L. A. 和 A. E. Utton (编著), *International groundwater law*, 伦敦, Oceana 出版社, 1981年。

联合国环境规划署、联合国国际开发部、比利时发展合作总局、英国地质协会, *Groundwater and its susceptibility to degradation: a global assessment of the problem and options for management*, 环境规划署, 内罗毕, 2003年。

Vance, B., “Total Aquifer Management: A New Approach to Groundwater Protection”, 《旧金山大学法律评论》, 第30卷, 1996年春。

## 注

<sup>1</sup> 2004年3月, 联合国教育、科学及文化组织(教科文组织)安排派遣了三名专家到东京, 与特别报告员共同编写本增编。他们是: 教科文组织的 Alice Aureli 和 Raya Stephan 以及国际水文学家协会地下水保护委员会主席 Jaroslav Vrba。本增编中的资料由国际共有含水层资源管理倡议的成员提供。

<sup>2</sup> 由教科文组织 Raya Stephan 和 Bo Appelgren 编写。

<sup>3</sup> 在本增编中, 专家使用“共有”一词时, 仅指其地理含义, 即含水层位于跨界地区。

<sup>4</sup> 由 Emilia Bacanegra 和 Carlos Fernandez Jauregui 编写, 载于国际共有含水层资源管理倡议框架文件的个案研究, 国际水文方案(第六届会议), 教科文组织。

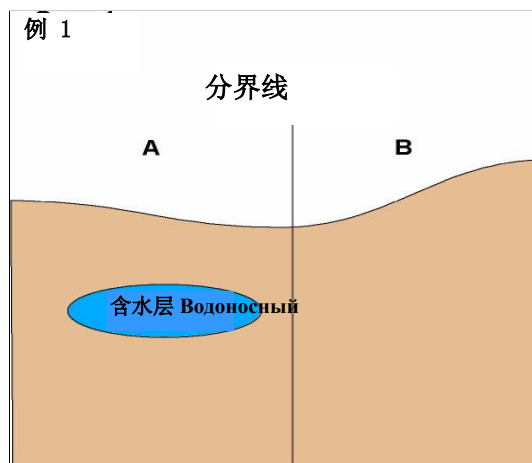
<sup>5</sup> 由教科文组织 Raya Stephan 编写。

<sup>6</sup> 由教科文组织 Raya Stephan 编写。

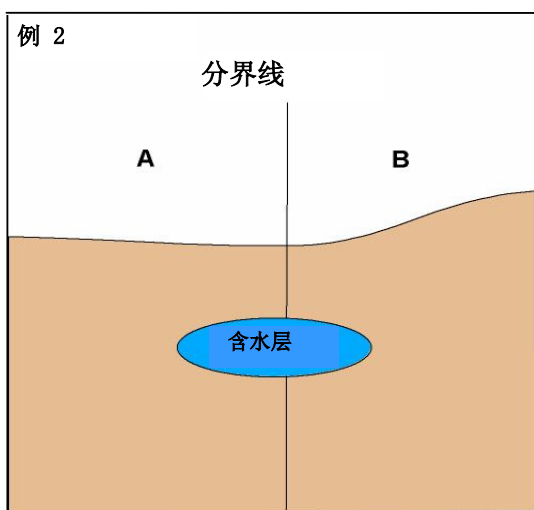
<sup>7</sup> Chávez, O. E., “Mining of internationally shared aquifers: The El Paso–Juárez Case”, 《自然资源杂志》, 第40卷, 第2号, 2000年。

<sup>8</sup> 由粮农组织 Kerstin Mechlem 编纂。

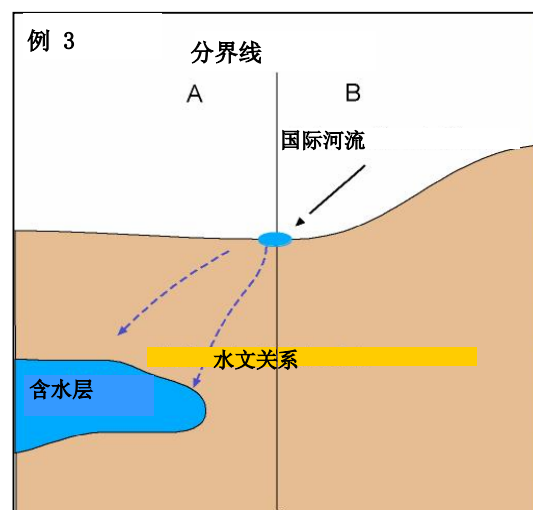
## 附件

含水层示意图<sup>a</sup>

国内含水层

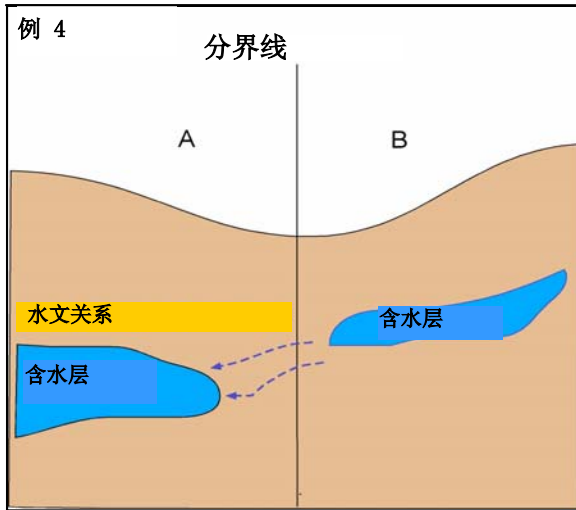


水文上不与地表水相连的跨界含水层

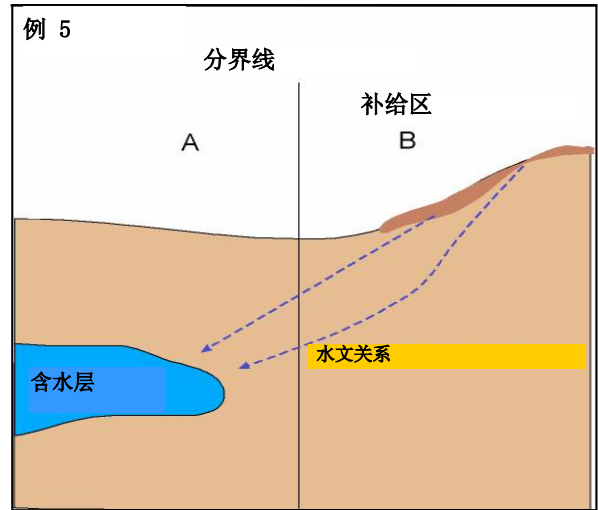


完全位于一国境内、但在水文上同国际河流相连的含水层

<sup>a</sup> 根据国际水文学家协会跨界含水层资源管理委员会主席兼国际共有含水层资源管理倡议协调员 Shammy Puri 在 2003 年 10 月 2 日和 3 日于巴黎教科文组织总部举行的会议上所作的发言。



完全位于一国境内、但在水文上同邻国另一含水层相连的含水层



完全位于一国境内、但补给区位于邻国的含水层。可由任何形式的地表水补给