

水



同位素水文学 用于全球水安全和可持续性



水的氧同位素指纹给出水的来源和年龄的信息，对它们的测量采用质谱测定法通过在实验室中用CO₂气体平衡水样的方式进行。(照片来源：原子能机构)

概要

1. 获得淡水是促进人类福祉和发展的关键，因此确保水安全至关重要。
2. 地下水占全球可用淡水的95%以上。
3. 同位素技术有助于确定地下水的年龄和补给率，使各国能够以可持续的方式更好地管理其淡水资源。
4. 原子能机构提高对同位素技术益处的认识，并为希望评估其水资源和制定有效的国家水管理战略和政策的原子能机构成员国提供应用同位素技术的支持。

导言

确保获得足够的淡水以满足不断增长的世界人口的需求并确保健康的生态系统是一项全球性挑战。为了以可持续的方式管理淡水，决策者需要了解特定地理区域的水文状况和水供应需求。

水资源管理不善往往导致含水层水位下降和水污染。原子能机构支持成员国应用同位素水文学技术应对与水有关的挑战。这种支持也有助于实现要求到2030年为所有人提供安全用水的“可持续发展目标6”。

有多少淡水？

地球上约94%的水是海水，不适合人类饮用。剩下6%的淡水主要以冰的形式存在于两极地区。可获得的淡水主要位于地下水含水层（95%），河流和湖泊中只有一小部分（5%）。因此，地下水是全世界人类使用淡水的主要来源，地下水的重要性随着人口的增长与日俱增。

同位素水文学提供有关水的信息

环境同位素可提供对水源及其在水循环中的历史和运动的独特见解。这些数据对于决策者采用适当的环境和保护政策非常重要。

水分子基于其不同的稳定同位素比例，携带独特的“指纹”。稳定同位素是其原子具有相同质子数但不同中子数的化学元素。水分子由氢原子和氧原子组成，但这些原子存在于不同的同位素中，正是通过测量这些同位素，我们可以发现有关水的历史信息。

放射性同位素具有不稳定性，随着呈指数衰减以重新获得稳定性，不断释放称为放射性的能量。通过了解放射性同位素的半衰期及其在水中的含量，科学家们可以确定含有这些放射性同位素的水的年龄。这使得科学家们可以确定水的年龄和含水层的补给率，其范围可以从几十年到几百万年不等。

稳定同位素不会衰变，并存在于水分子中。科学家们利用地表水和地下水中的稳定同位素含量作为“指纹”检测各种因素和过程，包括水的来源和

历史、过去和现在的降雨条件、含水层的补给、水体的混合和相互作用、蒸发过程、地热资源和污染过程。

同位素技术是追踪淡水运动和评估可用地下水的年龄和补给率的关键科学方法。同位素技术可有效地应用于确定地上和地下的水的来源、年龄、运动和相互作用。所得数据可在水文脆弱性图中可视化，以使专家能够就可持续水资源管理作出决定。

能力建设：原子能机构的支持

需要进行国家水资源评估，以提高成员国满足供水需求和更好地解决水安全问题的能力。原子能机构帮助各国通过应用同位素技术了解水循环。

为实现水安全开展的能力建设活动重点集中于：

- 制订和推广更容易的、低成本的稳定同位素和放射性同位素分析方法，以加强成员国的能力；
- 提供培训班和开展协调研究项目；
- 在最先进的原子能机构同位素水文学实验室提供广泛的实际操作培训和分析服务；
- 为没有配备进行此类研究所需分析设施的成员国建立同位素分析协作中心；
- 纳入原子能机构“加强水供应项目”方案，以支持成员国更有效地利用核技术评估国家水资源；
- 与先进的研究小组合作，帮助提供原子能机

构水资源计划的关键产出；

- 支持在大型跨界和地区含水层实施原子能机构地下水评估项目和研究。

成功事例快照

原子能机构通过以下方式推动同位素水文学的应用：对国家专家在确定和评估地下水资源容量方面进行培训；促进使用同位素示踪剂收集有关污染物来源和行为的基本数据；以及支持为成员国的用水政策提供信息的科学数据库。原子能机构及其成员国最近在这一领域取得的一些成就如下所述。

- 通过题为“萨赫勒地区共用含水层系统和流域的综合和可持续管理”的地区技术合作项目，原子能机构对13个萨赫勒国家利用核技术确定主要地下水系统的来源、流径和补给率以及评估地下水质量提供了协助。

通过建设水取样和同位素水文学方法方面的能力，原子能机构使这些国家得以研究其主要含水层以及水体之间的相互作用，并评估地下水对污染的脆弱性以及气候对水分布和可用性的影响。这些因素都影响着萨赫勒地区淡水的质量和可用性。

- 摩洛哥塞布盆地包含该国近30%的地表水资源。为更好地了解盆地地表水与地下水之间的相互作用，一个国家技合项目为该地区的一项水文动力学综合研究提供了支持。这项研究除了揭示当地农业活动引起的高浓度硝

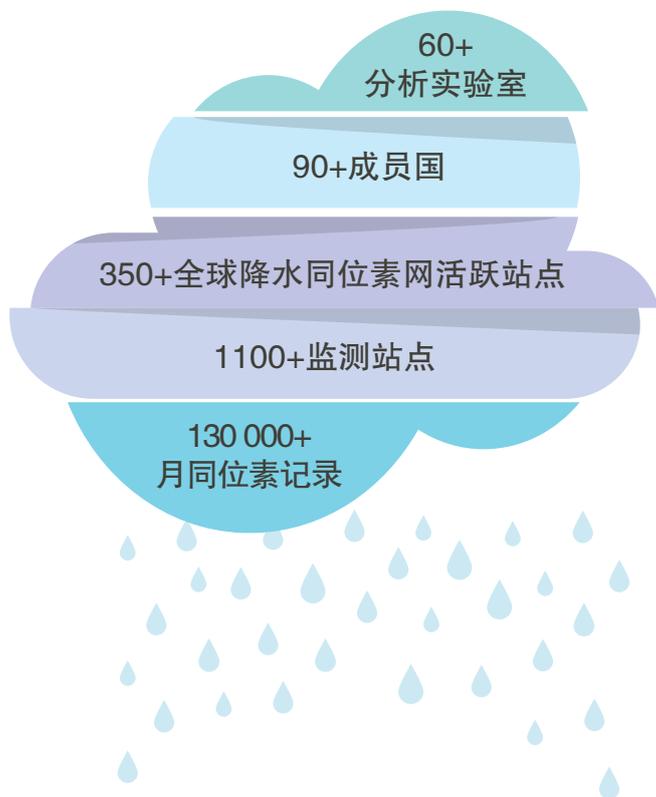


班吉大学研究人员从中非共和国的一口水井中提取水样。（照片来源：L.Gil/原子能机构）

酸盐外，还确定了地下水盐度的来源。

- 缺乏水文数据妨碍了阿根廷拉普拉塔盆地的有效管理，该盆地包含阿根廷85%以上的地表水资源。一项国家技合项目为阿根廷对口方提供了确定地下水源年龄、流量和补给率所需的技能和设备。
- 在亚洲及太平洋地区，菲律宾的塔克洛班市屡遭台风袭击，台风引发风暴潮，有可能使地下水井受到盐水和污染物污染。通过技合计划，并在粮农组织/原子能机构粮农核技术联合处的支持下，利用同位素技术对塔克洛班所依赖的含水层进行了有效表征。原子能机构得以权威地确认，饮用水是安全的，可饮用的，并且得到了充分补给。

全球降水同位素网数量



全球降水同位素网

全球降水同位素网由原子能机构与世界气象组织（气象组织）合作协调，目前包括约380个全球观测站点。原子能机构向成员国提供建议以及后勤和技术支持，以协助新的监测站对降水取样以进行同位素分析。原子能机构还维护全球降水同位素网在线数据库的长期质量。该数据库载有100多个国家和

地区1100多个观察站点收集的超过55年的存档数据。科学家们利用全球降水同位素网为水平衡模拟、地下水补给和气候重建等许多实际应用提供信息。

原子能机构同位素水文学实验室在分析通过全球降水同位素网收集的降水样品方面起着关键作用，它与350多个国际实验室（其中许多实验室是通过相关的原子能机构项目建立或支持的）合作，为全球降水同位素网样品分析做出贡献。

全球降水同位素网数据库目前拥有超过13万条单个同位素数据记录，通过原子能机构网站上称为“WISER”的平台（<https://nucleus.iaea.org/water>）的免费向公众开放。

成员国可以从原子能机构援助中受益的领域

- 原子能机构鼓励成员国采用同位素水文学帮助评估和管理其淡水资源，并确定可能影响水供应和质量的环境变化。
- 原子能机构向成员国提供高质量的全球同位素数据库，用于进行水资源调查和气候模拟。
- 原子能机构建设成员国应用同位素数据和方法以可持续的方式评估和使用地下水的功能。

《国际原子能机构简报》由新闻和宣传办公室编写

编辑：Aabha Dixit • 设计和排版：Ritu Kenn

欲了解原子能机构及其工作的更多信息，请访问：www.iaea.org

或通过以下方式关注我们：

或阅读原子能机构旗舰出版物《国际原子能机构通报》：www.iaea.org/bulletin



地址：IAEA, Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

电子信箱：info@iaea.org • 电话：+43 (1) 2600-0 • 传真：+43 (1) 2600-7