



15 陆地生物



管理水资源：玻利维亚用核技术揭示地下含水层秘密

文/Laura Gil



在玻利维亚的某些地区，人们依赖从地下含水层抽取的水进行多种应用。

(图/国际原子能机构
L. Potterton)

“同位素技术为我们提供了用其他方法所不能得到的有用信息。这拓宽了我们的视野。”

——玻利维亚环境与水资源部水文学家Paola Mancilla Ortuño

已经有2000多年了：那是储存于流动的Purapurani含水层中水原子的秘密之一。尽管已经向首都拉巴斯附近的城市奥尔托和比亚查供水几个世纪，但鲜有人知道Purapurani含水层。但是，借助核技术，科学家正在收集该含水层中水的年代、质量和来源方面的关键细节。这些信息正在帮助科学家们找到保护和可持续利用这一宝贵资源的方法。

“多亏了同位素，我们正在揭示地下含水层的秘密。”玻利维亚环境与水资源部水文学家Paola Mancilla Ortuño说。“现在，我们知道在该地下含水层的北部地区，浅层水受到严重污染。我们还知道该地下含水层东部地区的部分水可能已有2000多年的历史了。另外，我们还知道该地下含水层另一部分的地下水来自安第斯山脉的雨水。”

Purapurani是该地区进行发展的关键资

源。在这一地区，100多万人口依赖这个300 km²的地下含水层生活。“这两个城市的经济发展多亏了Purapurani地下含水层。”Mancilla Ortuño说。日益增长的人口靠该地下含水层满足日常应用，许多公司大量抽取地下水来满足城市扩展的需要，农民们需要它来种庄稼和喂养牲畜。

国际原子能机构帮助玻利维亚建立了其第一个同位素水文实验室，并且自2012年以来，国际原子能机构专家一直在对一个玻利维亚专家小组进行培训，教他们利用同位素技术评估水资源和确定其来源、年代、对地上和地下污染的脆弱性、运动和相互作用（见第23页方框“科学”）。

“同位素技术为我们提供了用其他方法所不能得到的有用信息。这拓宽了我们的视野。”Mancilla Ortuño说。

能力的提升使科学家们能回答从前所无法适当解决的问题：这些水存在多久

了？来自何方？它们的质量还好吗？它们还剩下多少？回答这些问题有助于推进对Purapurani地下含水层的科学研究，制订水资源保护和管理的政策，以反映该含水层的潜力和局限性。

他们研究了什么？发现了什么？

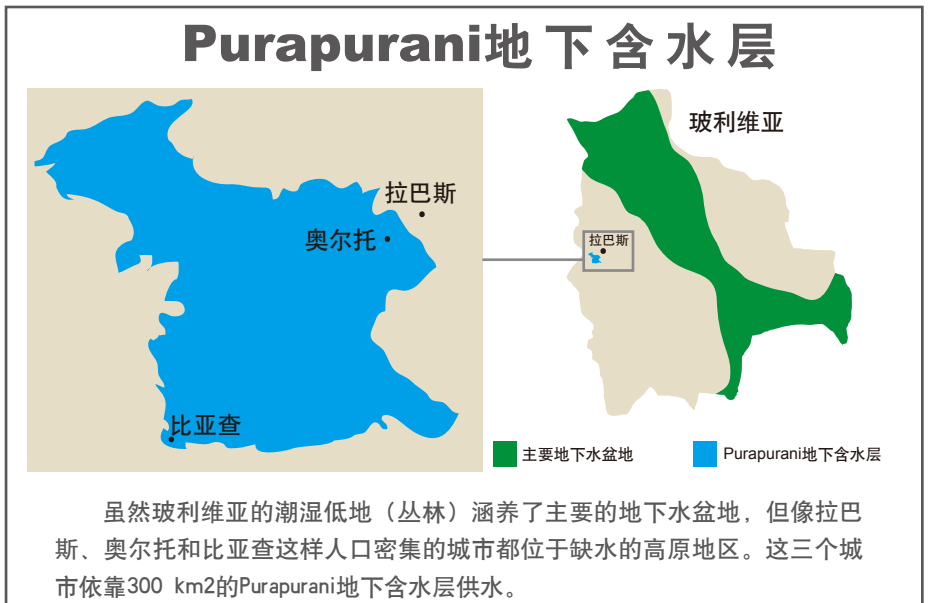
玻利维亚科学家研究了水的存在年代，因为这能粗略地反映含水层的水得到补给需要多久。在这种情况下，需要几千年的时间。还有助于估算该含水层供水的限度。同样，他们通过污染物检查来确定对可能危害该含水层未来应用的威胁。在Purapurani含水层，仅发现在该含水层的有限区域受到的污染，几乎都涉及河水与该含水层的水混合而致。

“现在，我们知道水来自何方，我们应保护该地下水资源，确保其可持续性和质量。”玻利维亚环境与水资源部顾问、圣安德烈大学讲师Rafael Cortéz说。作为下一步，他和他的科学家团队计划制订人工补水方案，确保稳定地补充雨水。

两个世界

与国际原子能机构的合作还使玻利维亚得到另一个好处：建立了一个由化学家和水文学家组成的多学科团队。

“通过这些项目，我们将化学家和水文学家等来自不同学科的专家召集在一起。”国际原子能机构物理和化学处同位素水文学



家Luis Araguás Araguás说。“水文学家通常不研究同位素，而化学家通常不研究水资源。多亏我们的项目，他们聚在一起，交流他们各自的专长。”

这个团队正在致力于利用同位素技术研究奥鲁罗市的地下含水层，并在玻利维亚其他城市重复同样的研究工作。玻利维亚有五个主要的城市地下含水层，但是到目前只研究了三个。最近在国际原子能机构支持下进行的水文学研究受到国家层面会议的关注，大学现在也在课程中引进了同位素水文学的概念。

“我们也随着每个项目在成长。”Cortéz说。“我们爬过，站起来，学会走路，现在又开始慢跑了。”

科学

同位素水文学

水分子基于其不同的同位素比例，携带独特的“指纹”。同位素是其原子具有相同的质子数，但中子数不同的化学元素。同位素可以是天然的或人为制备的。放射性同位素是不稳定的，随着衰变不断地释放能量（称为放射性）重新达到稳定性。科学家可以测量放射性同位素衰减到一半所需的时间，即所谓的半衰期。通过测量放射性同位素的半衰期及其在水或其他物质中的含量，科学家就可确定含有放射性同位素的水的年份。

稳定同位素不再自行衰变，其在水中存在的整个时间内含量恒定不变。科学家根据地表水和地下水中同位素的不同含量，就可以确定各种要素和过程，包括水的来源和历史、过去和现在的降雨条件、地下含水层的补给、水体的混合与相互作用、蒸发过程、地热资源和污染过程。