水利水电国际资讯摘要
IWHR International Digest

2022
7
总321期

中国水利水电科学研究院　主编：孟志敏　责编：孟 圆 刘一帆

循环利用废水，提高水生产力并增强气候适应力

地下水人工补给开发潜力

IUCN：四个新研究中心助力环保创新行动

世界银行新项目助力中国应对黄河流域水资源短缺，加强生态系统保护

循环利用废水，提高水生产力并增强气候适应力

摘要

气候变化对水资源可利用量的影响波及所有土地利用类型和各个经济领域。为应对这一复杂挑战，须实施水资源综合管理，在水资源有限的情况下，要求各部门经过协商，考虑最重要、最具成本效益和生产率最高的水资源分配方式。本文介绍了应对水资源短缺的规模化适应措施示例，这些示例通过跨部门废水循环利用和废水-淡水交换等计划提高水生产力，并对其他水资源短缺应对策略（节水、长距离调水和海水淡化）进行补充。循环利用经过处理的废水大有可为，如使用再生水补偿供水区域，以释放淡水用于更高价值用途，进而通过这种方式提高整体水生产力，增加经济效益。在这种水资源交换过程中，农民以水质更高的淡水换取水质略差、但量更充足的再生水。跨部门废水循环利用可以广泛用于：(i)扩展传统（农业）水生产力的概念；(ii)显著提高系统层面的水生产力。虽然城乡水资源调度有助于减缓气候变化的影响，但由于本文中讨论的诸多因素，用再生水补偿农民的方案目前尚未得到广泛推广应用。

1. 引言

从受灾人口数量来看，洪水和干旱是危害程度最高的自然灾害。人们担心气候变化会加剧未来干旱事件的发生频率和严重程度，进一步影响灌溉需水量和粮食安全、环境流量和水电产能等；在干旱的严重程度和持续时间不乐观的情况下，还可能导致人口迁移、加剧贫困，对健康造成短期和长期不利影响。由于水资源可得性差异增大，种族隔离、社会分化进一步加剧。在中东、南非和印度，水资源稀缺且日益昂贵，低收入家庭将遭受最为严重的损失。这一现象被越来越多的研究者形容为“水种族隔离（water apartheid）”。在非洲东部和南部、南美洲、南亚和东南亚国家，干旱灾害造成的国内生产总值损失尤为严重。一直以来围绕干旱对农业影响的研究文献颇丰，但直到近几年发生了像是开普敦惊险度过的“归零日”危机，水资源短缺事件才引起了人们对日益严峻的气候变化挑战的重

视。据估计，面临水资源压力的大城市的经济活动总价值达4.8万亿美元，气候变化对水资源获取机会造成的任何冲击都有可能产生重大经济影响。例如，2007年至2008年，严重干旱事件导致巴塞罗纳无水可用，使这座城市遭受16亿欧元的经济损失。随着人口与城市需水量持续增长，粮食产量也必紧随其后才能维系人口增长的需求。据估计，世界上约40%的大城市须与作物灌溉竞争水源——这种情况在十年前是超乎想象的。

随着气候变化持续加剧，水资源综合管理（IWRM）要求各方进行协商，以改善各经济部门的用水分配、水分利用效率和水生产力，进而解决水资源短缺问题，缓解水资源竞争态势。

增强城市抗旱能力的典型方法包括节水、海水淡化、城乡调水和污水回用。尽管这些方法也面临一些困难，但不可否认多管齐下的方法似乎是最安全的选择。

文本框1 采用多管齐下的方法增强农业韧性

1979年以来，西班牙东部塔霍河-塞古拉河跨流域调水工程（亦称塔霍河-塞古拉河渡槽，TSA）一直是西班牙穆尔西亚、阿里坎特、和阿尔梅里亚三省的主要灌溉水源，也支撑着旅游业和市政用水。这一输水基础设施占地40,000多公顷，绵延286公里，成功地将这个半干旱地区转变为欧洲菜园。据估算，这一调水工程自投用以来每年可创造约29亿美元的经济价值。项目的成功有赖于一系列增强水韧性的机制：跨流域调水、海水淡化和废水回用，三项措施的规模比约为4:2:1；还包括灌溉效率的提高。在多管齐下的方法下，该区域的抗旱能力显著增强：如今，该调水工程的供水服务在农业部门直接或间接创造了近10万个就业岗位，并在旅游业创造了20万个就业岗位。然而，跨流域调水项目的供水和受水流域关系仍然紧张，供水流域考虑到本区域的干旱敏感性，要求受水流域提供补偿。此外，由于这一跨流域调水工程建造于20世纪60年代后期，因此需要根据近几年的气候变化预测进行调整。同时需要注意的是，对海水淡化的日益依赖会增加该地区的碳足迹。

除了获取更多水资源之外，循环利用废水可以利用相同单位的水（无论是否进行中间处理）产生多重效益，进而提高水生产力。新加坡和纳米比亚将废水转化为饮用水，就是废水循环利用的优秀案例。其采用的商业模式选择性较小，必须依赖可靠的技术，且有赖于公众对废水处理有正面认知。规模更大的是废水灌溉项目。虽然目前完全使用经过处理的废水进行灌溉的农田面积最多只有几十万公顷，但据估算，在全球范围内，城市废水（通常未经处理，但经过稀释）循环利用已惠及约3000万公顷的灌溉农田。废水的灌溉潜力还可以进一步开发，在只考虑了未经稀释的废水的情况下，灌溉潜力就可达到4200万公顷。在水资源稀缺的情况下，废水可能是缓解水资源短缺或释放淡水资源（以用于更高价值用途）的唯一可靠水源。本文基于实证案例研究，强调了废水循环利用对于应对气候变化引起的水资源短缺挑战的重要性，并着重关注淡水-废水交换，鼓励拓展传统的农业和基于地块的水生产力概念。

2. 水生产力的再思考

海水淡化和长距离调水面临的常见地理和经济限制迫使城市水务公司将视线投向原本为农业生产存储的水资源。考虑到农业庞大的用水量，以及一般认为农业用水效率相对较低，农业水生产力的微小改进也能够为其他用途节省出大量水资源。如果将农业用水效率提高10%，释放的水资源足以为80%存在激烈水资源冲突的子流域提供城市用水。例如，伊朗通过改变种植模式和投资推广节水技术来应对干旱，整体经济损失可以减半。

但是，在另外20%存在激烈水资源冲突的流域，仅仅改善农业用水管理实践是不够的，必须结合其他措施，尤其是农田外措施。例如，开普敦城郊的农民向城市捐赠1000万立方米的水库储水来帮助市区避免归零日的到来。然而，除非订立合同，这类跨部门水资源捐赠仅仅只是特例，而非普遍现象。考虑到城市用水的价值高于农村用水，在这种情况下，提高水生产力在本质上具有经济效益。

废水循环利用可以利用相同数量的水创造更多价值。因此，循环利用也扩展了“水生产力”的定义，以指导流域管理策略，在更大的水文系统内实现效率提升和节水。除了将一个农业用水户的水资源调度至另一农业用水户，按照含盐量递增的顺序进行水资源级联调度也存在商业利用的空间。跨部门调度是另一种选择，可以从水资源综合管理的视角扩展（农业）“水生产力”的概念（图1）。从农业到城市的单向水资源调度因为补偿缺失而饱受批评，而农业和城市水资源交换是一种更理想的交易方式，能够大大增加投入的单位水资源所获得的价值。

图1表明了如何简单地将用于衡量水生产力的常规“单位灌溉产量”指标进行扩展，以纳入单位水资源产生的经济效益，并且尽可能充分考虑对就业、福利和环境的直接和间接影响。这种评估方法可能无法捕捉到随着时间、空间和用水（类型和用量）不断变化的水资源动态价值，以及用水户对废水循环利用的接受程度，但是仍然是一种可行方法。

3. 气候变化适应：从水资源调度到水资源交换

城乡水资源交换显著扩大了下游灌溉再生水的利用范围。一方面，循环利用实际可能发生在上游，另一方面，循环利用的可能是城市用水的再生水，而非灌溉农田的再生水。换言之，农民让渡水权，而作为直接补偿，城市将为他们提供经过处理的城市污水，以填补农业供水缺口（文本框2）。考虑到城市的购买力，淡水或废水从下游提到上游的需求都可以得到满足。

在水资源稀缺的情况下，即，农村地区无法负担水资源以外的其他补偿，水资源交换是明智之举。然而，只有在农民有充分动机同意交换的情况下，水资源交换才能可行。在存在竞争性用水需求的情况下，政府可能施加政治压力，迫使农民承受（水资源）损失，以满足城市或工业部门更高价值的用水需求。因此，淡水-废水交换不仅仅能够为农民提供补偿，并且实际上能够增加农业的可用水资源量，为农民提供了一个水量更充沛并且非常可靠的供水水源，这两方面对于增强农业抵御气候变异性的韧性至关重要。下文介绍了来自伊朗马什哈德平原、巴塞罗纳附近的Llobregat三角洲和墨西哥杜兰戈的相关商业案例。所有案例都选择采用水资源交换计划来解决城市化导致的日益加剧的流域水短缺问题，增强气候变化适应力。

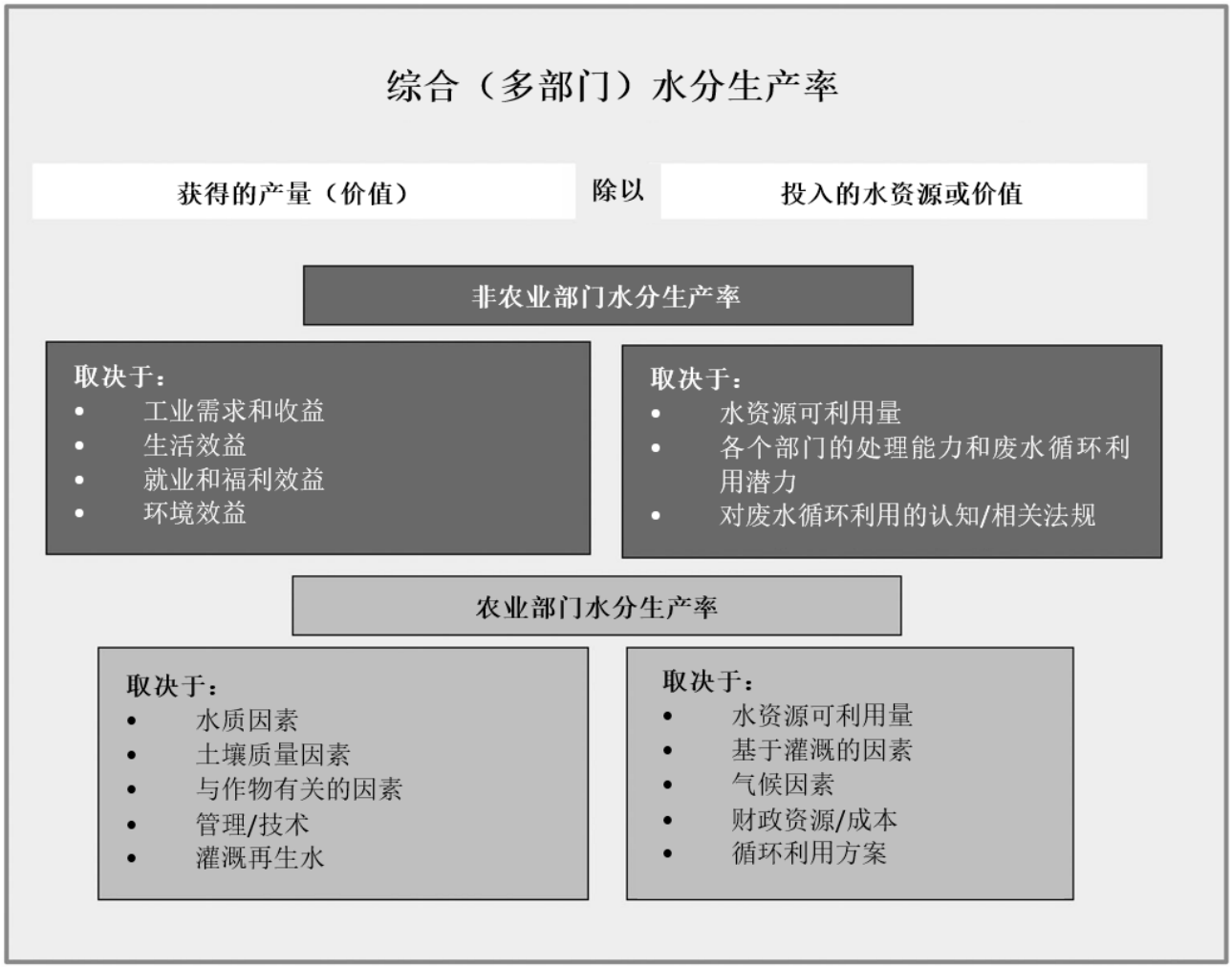

图1 在考虑下游废水循环利用的情况下，各个部门和尺度中影响水生产力的复杂因素。

文本框2 适应城乡水资源短缺问题的同时提高水生产力的机会

• 加强城市供水：随着城市地下水水位持续下降，城市应对水资源短缺问题的最常见方式是开采郊区地表或地下水资源，或者从更远的地方调水。然而，在水资源较为短缺的情况下，这类调水措施往往以城市用水需求为主，很容易导致冲突和紧张局势，例如，印度金奈的居民为了保护他们的水资源拦下并围攻运水车。而此前印度北方邦也曾报道过居民对日益增长的工业用水需求爆发类似抗争。为了避免此种情况，长距离的跨流域调水成为一种常见选择。其他非常规水源和方案包括从极地冰盖拖回冰山，或者开发海底含水层中的淡水资源。尽管投资于此类调水工程和含水层开采工程需要大量市政预算，与濒临“归零日”导致的经济损失和社会成本及其后果相比，这些投资是非常值得的。

• 再利用循环：墨西哥城计划每年从（废水）饱和的梅斯基塔尔（Mezquital）含水层中抽取1.6至1.9亿立方米水资源运输至城市，利用废水来增加淡水供应。梅斯基塔尔山谷以其规模庞大的废水灌溉项目闻名于世。墨西哥城利用土壤含水层补给，以获取水质基本能够接受的地下水。与其他淡水调水方案相比，开采梅斯基塔尔含水层更具成本效益。从流域角度来看，这些水资源之后可以在城乡系统内循环，可以用于多个生产循环。

• 城乡水资源交换：虽然目前存在许多抽取或释放农村淡水用于城市用水的案例，在水资源交换机制中，农民将他们的淡水权利让渡给城市，以换取有保障的、更可靠的城市废水再生水资源。根据处理工艺的不同，这些废水中可能包含对作物有益的养分。由于城市通常会使用多个水源，城市排放的废水量远远高于农民释放的淡水量。因此，只要废水处理得当，城乡水资源交换是一个双赢方案。淡水-废水交换是将水资源从低价值用途调度至更高价值用途的商业模式之典范。

伊朗案例研究。伊朗马什哈德市多年来一直面临着日益严峻的缺水问题，因此不得不向高原地区的农民索取用水权。然而，农民也需要水资源。作为补偿，市政府不仅仅向农民提供经过处理的废水，还向农民提供其让渡的淡水资源的1.2倍的再生水，以作为补充激励措施（图2）。农民一开始是反对这个计划的，但是，2006年，持有水权的农民与区域水务公司签订了一份固定合同，每年从两座水坝中释放约2100万立方米的淡水，以换取2500万立方米经过处理的废水。在这个案例中，政府可能行使了政治权力来引导谈判，但也可能存在相反的情况。例如在巴基斯坦Chakera，农民更加偏好未经处理的废水，而不是仅仅暂时可用且养分贫瘠的淡水。伊朗案例的一个显著缺陷是，输送至农田的废水水质未达到承诺的标准，因此需要改善废水处理、加强能力开发，以确保废水的安全和生产性使用。

西班牙案例研究。与伊朗马什哈德的持续水资源交换方案不同，西班牙Llobregat三角洲的水资源交换计划仅仅在该地区遭遇不同寻常的持续干旱时启动。2007年至2008年，Llobregat三角洲的严重干旱造成了严重经济损失。促使巴塞罗纳市政府加大投资，寻找如长距离调水和海水淡化等替代水源。这个水资源交换计划的基础是，政府投资于废水处理基础设施，确保在漫长的干旱期间，农民每天能够获得多达57立方米（每年1880万立方米）的优质再生水，以换取他们的淡水资源来补给城市含水层和阻止海水入侵。水资源交换协议保持灵活性，可以根据需要调水、调整交换的水量。实际上，对于农民而言，再生水仅仅是在淡水被禁用、淡水水源不可靠，或者淡水盐度高于再生水的情况下的最后选择。

墨西哥案例研究。杜兰戈市几乎实现了100%的废水处理，大多数经过处理的废水都会被循环利用，用于灌溉农田、浇灌城市公园和花园、以及用于工业用途和矿山采矿等。杜兰戈市饱受干旱之苦，它的供水水源瓜迪亚纳谷含水层近年来受到日益严重的污染和过度开发，因此水资源短缺是这座城市面临的一个重要问题，水资源赤字达到每年3500万立方米。在州一级，农业用水量占总耗水量的85%，这也突出了农业部门的重要意义。

在州议会的支持下，杜兰戈市政府与052灌区签订了比例为2：1的废水-淡水交换协议。为了获取1700万立方米的淡水特许权，杜兰戈市向农民提供3400万立方米经过处理的废水用于灌溉。灌区

面积为13,455公顷，包含3,000多名农民，总灌溉用水量接近1.37亿立方米（每公顷约10,000立方米）。

这一水资源交换协议具有多重优势：瓜达卢佩维克多利亚水坝释放的水资源可以满足30%的城市用水需求，遏制城市含水层过度开发；市政府以较低成本获取优质水资源，并且因为含水层抽水需求减少而节省能源；灌溉农民能够从废水中获取免费养分，增加玉米、苜蓿和燕麦等作物的产量（高达30%），节省多达50%的肥料成本。在农民接收再生水后，还计划建设用于处理接收的淡水资源的饮用水处理厂。

在协商初期，政府推出了一个社会化计划来促进农业用水户意识到将部分水权让渡给城市用水的必要性。此外，政府还协助农业生产者掌握灌溉系统的技术要求。虽然交换的水资源仅占农业灌溉用水的一小部分，但仍然是减缓干旱对农业生产影响的重要支柱。例如，在一场持续21个月（2010年至2012年）的漫长干旱事件中，农民使用经过处理的废水灌溉了近2,000公顷的农田，在没有进行水资源交换的情况下这些农田可能就绝收了。

上述三个实证示例表明，作为气候变化减缓策略，结合节水、水资源调度和废水循环利用的多管齐下的方法是非常有用的。在这种情况下，废水循环利用能够发挥重要作用，具体取决于这种方法与海水淡化或长距离调水相比的接受程度和成本。随着用水者和水资源用途之间的竞争加剧，以及获取新淡水供水水源的增量成本快速上升，合理利用更多（经过处理的）废水是必要之举。水资源交换是一个特别的机会，让我们能够将不同水质的水资源用于最佳用途。伊朗的案例表明，水资源在用作城市用水之后，仍然可以创造农艺价值。但是，这一示例也表明，经过处理的废水的水质若不及淡水，不管是事实上还是主观认为上不及，农民可能都难以接受。

3.1 提高水生产力

本文介绍的水资源交换示例表明，再生水能够为农民提供一种可靠、可能富含养分的水源，同时节约淡水资源，用作具有更高经济和社会价值的城市用水或工业用水。如上文所述，淡水-废水交换也能够产生环境效益。例如，在Llobregat三角洲案例中，该项目能够提升废水处理技术，使废水水质达到农民期望、补给含水层、防止海水入侵，以及维持环境流量。这些效益的综合经济价值远远高于水资源交换成本，包括处理和抽水成本。对农户而言，节约成本的效果并不显著，但是由于收到的水量远远高于让渡的水量，农业的产量和收入都有所增加。而城市则受益于以下两个方面：(i)获取更多具有高经济价值的淡水资源，以及(ii)节省用于抽取地下水和地表水、调水或海水淡化的成本。

可以采用现时居民生活用水水价或消费者支付意愿作为代理指标来衡量农民让渡的水资源的价值，在水资源短缺的情况下，这些淡水的价值也会增加。针对巴塞罗纳水资源交换计划开展的一项详细成本效益分析表明，在严重干旱年份，农业区与城市进行水资源交换产生的增值价值或经济净收益可达700万欧元。水资源交换的成本约为0.22欧元/立方米，收益则达到1.11欧元/立方米左右。最重要的是，如巴塞罗纳案例所证实，水资源交换计划增强了该地区抵御更严重干旱的能力，助力该地区避免相关经济损失。否则，干旱灾害在短短1年内造成的经济损失将远远超过额外处理和输水需要的投资。从水生产力来看，将两个农业区、处理厂和城市的水价值进行比较可以发现，通过水资源交换计划将淡水资源调度至更高价值的城市用水可以将水生产力提升17至41倍，提升幅度远远高于基于农场的干预措施。

4 结论

金奈和开普敦的水相关事件引起了媒体对日益严峻的城市供水的广泛关注。城市供水挑战具有重要社会和经济影响，最终可能导致社会因水资源获取机会的多寡而割裂。农业是最大用水户，因此，为了实施大规模气候变化适应策略，各个部门必须进行协商，以促进实施水资源综合管理。本文介绍了流域层面的适应策略示例。除了长距离调水和海水淡化等应对策略之外，废水循环利用也能够发挥重要作用。通常而言，各种气候变化适应策略往往多管齐下。再生水能够为供水地区提供补偿，释放淡水资源用于更高价值用途。针对本文介绍的水资源交换示例开展的分析揭示了一些重要的经验教训：

· 农民偏好同时使用多个水源以防万一，因此，不能理所当然地认为他们会同意让渡淡水资源。水资源交换计划是否能够成功实施取决于干旱的严重程度、农民的风险认知以及相关激励措施，即合同协议。

· 在干旱形势日益严峻的情况下，可靠、持续的废水资源对于农民来说可能极具吸引力，废水中包含的养分也可能是另一个吸引点。然而，随着废水处理工艺日趋先进，废水的营养价值会随之下降，而再生水中的污染物含量或盐度必须达到农民的期望，以免削弱他们交换淡水的意愿。

· 截至目前的经验表明，在没有政治或监管压力，例如在严重干旱期间禁止使用淡水灌的情况下，或者没有丰厚补偿，例如，提供更多优质再生水作为回报的情况下，农民不会让渡优质淡水资源。另一方面，向农民收取废水回用费用可能会削弱他们加入水资源交换项目的意愿。

· 如果农田位于下游，而且除了排入流经农田的自然河道之外，不存在其他可行的城市废水排放口，那么城市在协商水资源交换计划时可能处于不利地位。因为在这种情况下，除非借助法律，否则城市很难就经过处理的废水向农民收取费用。

· 开展成本效益分析可以协助设定协议参数。特别是，如果城市能够获得巨大潜在净收益，那么谈判和激励措施存在较大的“斡旋空间”。

部门内或跨部门水资源下游循环利用（或通过抽水实现上游循环利用）能够提供丰富机会，在水资源综合管理框架内扩展农业水生产力的概念，使每立方米水资源的收益远远高于在农田内获得的收益。然而，与基于农田的创新措施相比，水资源交换计划受到可用再生水量的限制，并且目前仅在海水淡化或长距离调水等替代方案的成本过于昂贵，无法满足用水需求，或者不可行的情况下得到应用。截至目前，大多数再生水仍然以极低价格出售给农业或景观灌溉等低价值应用，尽管工业循环利用也正在增加。

本文摘译自：
https://doi.org/10.1002/ird.2694

地下水人工补给开发潜力

2022年，全球聚焦地下水的重要意义。为确保宝贵的地下水资源得到可持续利用和管理，研究人员们正在深入探索一种地下水管理方法的前景。

使用太阳能水泵灌溉农田

地下水是我们脚下的隐藏资源，无处不在，又无迹可寻。自古以来，地下水一直被视为重要的淡水水源。然而就目前来看，我们对这一宝贵资源仍知之甚少，重视不足。

管理这种看不见的资源在本质上面临诸多挑战，因此地下水往往只经过粗略勘测，并未得到适当的管理。与此同时，政府通过补贴政策来鼓励地下水开采，这也为地下水挑战的加剧起到了推波助澜的作用。

目前，为增加粮食产量，满足不断增长的人口的需求，以及应对气候变化引起的降水型和地表水资源可利用量变化，全球大部分地区针对地下水的管理不可持续，开采速度令人担忧，这一现状已经持续了数十年。

然而，如果能够以一种科学、可持续的方式管理地下水，地下水将发挥巨大潜力，极大增强人类的气候适应力，即使在充满不确定性的未来世界，也能帮助我们应对气候变化。事实上，随着全球气温持续上升，地表水库的储水能力下降，通过人工补给利用含水层的储水功能逐渐成为一种具有吸引力的替代方案，因为地下水天然不受表面蒸发的影响，因此，至少在一定程度上能够免于气候变化的影响。

珍视隐藏资源

“地下水补给管理”（MAR）系指有目的地将水资源存储在地下，这一概念最早出现在一个多世纪

以前，自20世纪后期以来，随着全球气候危机加剧，这一概念重新回到人们视野，再次得到重视。最新出版的《地下水补给管理：韧性和可持续性》一书旨在进一步提高人们对宝贵地下水资源的认识，将地下水作为解决21世纪面临的日益复杂的气候难题的关键要素，强调了地下水的核心地位。这本书的发行恰逢其时，2022年是“地下水年”，呼吁提高人们对地下水以及存储这一重要资源的含水层的认识。这本书有力地证明了地下水补给管理技术已经具备大规模推广应用的条件。这本书是联合国教科文组织政府间水文计划（UNESCO-IHP）、国际水文地质学会含水层管理专业委员会和IWMI共同发起的地下水政策和实践解决方案倡议（GRIPP）所推出的联合项目，书中对全球近30个案例开展了深入分析。

“尽管目前地下水人工补给的应用非常广泛，但鲜有文献明确阐述这种技术的可持续性和经济性，”该书的作者认为“这本著作表明，与更传统的替代方案相比，地下水人工补给的效益成本比率通常大于2。这本著作汇集了研究者在过去20年里开展的一系列活动的重要成果”。

书中介绍了由当地实施者和管理者报告的丰富案例研究，这些案例研究跨越地界，提供了重要背景信息，包括经济和环境条件类型，以及成功实施可持续地下水人工补给需要的技术能力水平。书中还详细介绍了应用地下水人工补给技术的社区在增强水安全和韧性方面取得的成效，为前后比较提供了重要参考。

这些实际案例能够提高地下水人工补给技术在未来几年的普及率，因为从加强水资源存储管理的迫切需求和充分开发技术潜力的角度来看，当前的部署水平仍然处于初步阶段。地下水人工补给技术不仅能够增强半干旱和干旱地区的水安全，还能够帮助城区维持健康的地下水储量，缓解减少地面沉降、含水层压密和盐水入侵等问题——这些都是用水需求持续上升和地下水过度开采引发的常见问题，尤其是在沿海地区。

地下水人工补给技术的前沿领域显然是在地下解决方案中安全循环利用再生水，这类解决方案的土地足迹远远小于地表储水方案，因此非常适合城市和周边地区，前提是结合适当的基于自然的解决方案，以避免地下水受到污染。例如，以色列出台了世界最大规模的地下水人工补给计划，旨在循环利用75%以上的再生水，满足灌溉农业近50%的用水需求。这一再利用水平大约是其他任何国家的四倍。

尽管地下水人工补给技术前景可期，且具有规模化应用的潜力，但地下水人工补给技术并不是一种独立解决方案。事实上，在一些特定的环境和地质条件下，地下水人工补给技术并不是理想的储水方案，甚至地下水人工补给技术的实施可能面临技术和社会经济挑战。专家认为，需要将地下水人工补给视为一种综合解决方案的一环，整合水源联合管理和储水方案，充分考虑土地利用以及环境和社会经济优先事项——而不仅仅是一种简单的地下水储存解决方案。

地下水人工补给技术不仅经过验证，还可以实现规模化应用。该技术可以应用于广泛的生物物理环境，可以为水资源紧张的社区提供全年可用的可靠淡水资源，确保为农作物、畜牧业、工业、饮用水和其他家庭用水提供稳定供水，或者在紧急情况下用作战略水资源。为确保成功实施可持续地下水人工补给技术，获得公众支持至关重要，而智慧地下水管理、成本回收和定期地下水监测也同样关键。

将视线转入地下，建设气候适应型未来

我们对地下水人工补给技术的再度关注迟来已久，这项技术提供的解决方案被严重低估，但却至关重要。根据溢出效应，对地下水人工补给技术的关注可能会增加人们对地下水解决方案和管理的认识（和投资）。随着卫星测绘技术的改进，以及地面和地下监测能力的提高，我们对含水层的了解比以往任何时候都要清晰——且恰逢其时，因为气候变化正在对世界各地的社区造成日益严峻的影响。

展望未来，随着我们继续增强对含水层位置和容量的了解，含水层人工补给等基于地下水的水安全解决方案将更容易实施。

本文摘译自：
https://www.iwmi.cgiar.org/2022/02/exploring-the-untapped-potential-of-managed-aquifer-recharge/

IUCN：四个新研究中心助力环保创新行动

为应对不断加剧的自然和气候危机以及加大环境保护融资和加强包容性治理的迫切需求，世界自然保护联盟（IUCN）宣布将新建四个研究中心，推动实现全球可持续发展目标以及IUCN“自然2030”计划。

IUCN副总干事斯图尔特·马格尼斯（Stewart Maginnis）称“不可持续的经济和社会政策正在恶化生物多样性丧失和气候危机。再不采取更具变革性的方法，加大人力和自然投资，人们将无法实现对于保护和改善地球生命至关重要的自然或气候目标。”

“IUCN新建的四个中心中，三个体现了可持续发展的关键支柱——环境可持续性、经济可行性和社会公平。而第四个中心——科学和数据中心——则提供基础支撑。随着认识的提高和共同目标的实现，中心今后将与IUCN会员和专家委员会密切合作，推动创新研究和构建新型合作伙伴关系彻底的新伙伴关系。

经济和金融中心将监督为实现全球生物多样性和气候变化目标而开展的资源筹措和方向确认工作。通过创建新的商业模式、开展经济分析，经济和金融中心旨在拉动公私部门加大自然领域的投资。该中心涵盖IUCN与全球环境基金、绿色气候基金等多边机构的资源；包括与采掘业和可再生能源部门的商业合作伙伴关系；以及日益增加的协作融资计划，例如气候融资计划和自然私人投资联盟。

社会与治理中心负责制度、法律和协作工作，致力于增强广泛利益相关者的权能，保护他们的权利，特别是以往被边缘化的社区、妇女和女童、原住民、当地社区和青年。社会与治理中心还将借鉴IUCN《环境法》和世界遗产项目的专业技术，推进完善法律概念和法规，解决对于可持续发展至关重要的跨界自然资源管理问题和复杂的城市和城郊问题。

保护行动中心监督IUCN在生物群落领域开展的前沿工作，包括针对陆地、海洋和物种的全球性工作。保护行动中心直接与区域团队合作，推动实地保护和政策行动，用前沿科学改善保护规划、监测和成果。保护行动中心还管理IUCN的保护拨款计划，例如生物多样性和保护区管理（BIOPAMA）、BEST以及“拯救我们的物种”计划，并与众多利益相关者合作，引领“联合国生态系统恢复十年”和蓝色长城等全球倡议。

科学和数据中心作为全球领先的保护科学和知识权威机构，以及收集、评估和分析生物多样性数据的全球标准制定者，进一步巩固IUCN的长期声誉。科学和数据中心负责维护和管理相关知识，支持IUCN制定的标准，如IUCN濒危物种红色名录™、IUCN生态系统红色名录™、IUCN自然保护区绿色名录和IUCN基于自然的解决方案全球标准™。除了管理IUCN资料库之外，科学和数据中心还大力支持联合行动，以加强保护保障计划，引领知识管理、教育和公众认识提升计划。

本文摘译自：
https://www.iwmi.cgiar.org/2022/02/exploring-the-untapped-potential-of-managed-aquifer-recharge/

世界银行新项目助力中国应对黄河流域水资源短缺，加强生态系统保护

世界银行执行董事会日前批准向中国提供3.8亿美元贷款，帮助中国应对黄河流域水资源短缺和生态系统退化。这笔贷款将配合逾11亿美元的政府资金，助力黄河流域地区提升用水效率、加强水污染治理、改善生态系统管理。新项目将支持重要的全球公共产品，如生物多样性保护和气候变化减缓，同时还将加强水资源综合规划和生态系统保护的制度基础。

黄河流域从中国北方干旱半干旱地区延伸至渤海，横跨九个省区，流域面积752,443平方公里，人口约4.2亿（约占全国总人口的30%），在中国GDP的占比达26%（2018年数据）。黄河在较干旱的景观中提供了一条重要的生态走廊，流域包含具有全球重要性的生物多样性热点地区，为候鸟提供了重要的冬季繁殖地和途中停留地，也是150多个受威胁物种的栖息地。

黄河流域生态系统脆弱、水资源短缺，被列为国家生态保护重点。世界银行贷款黄河流域生态保护修复和环境污染治理示范项目，将支持中国政府2021年10月颁布的黄河流域规划，为实现生态环境保护和水资源节约利用的国家规划核心目标作贡献。

世界银行中国、蒙古和韩国局局长芮泽表示：“该项目将世界银行与中国在黄河流域水资源管理和生态系统保护方面的长期合作提升至一个具有创新意义的新水平。通过更好地估算可利用水量，在可持续耗水限制范围内制定综合管理计划，项目将帮助中国协调稀缺自然资源之间的权衡取舍，实现黄河流域高质量发展的愿景目标。”

预计项目总投资的75%将由政府提供，这些资金主要来自省级层面，用以支持实现目标结果。流域层面的项目活动将在国家发展和改革委员会地区经济司的统筹协调和指导下，由水利部黄河水利委员会负责具体实施。省级层面的项目活动将支持河南省和陕西省开展生态保护、用水效率提升和水污染治理工作，这两省均位于黄河中游，面临较为突出的水土流失、生态系统退化和水资源短缺问题。

本文摘自：世界银行微信公众号

欢迎关注中国水科院微信公众号
地址：北京市海淀区复兴路甲一号
本刊联系方式：中国水科院国际合作处
联系邮箱：dic@iwhr.com
2022 年 4 月 22 日