



水利水电国际资讯摘要

IWHR International Digest

中国水利水电科学研究院 主编: 蒋云钟 执行主编: 王玉杰 责编: 何鑫 李文洋

2025

8

总366期

再生水利用能否为科罗拉多河带来转机?

全球干旱展望
干旱趋势、影响与适应政策

粮农组织与世卫组织关于农业粮食系统水质和食品安全影响的特设专家组会议



科罗拉多河上的马蹄湾 (图片来源: Zack Gold)

再生水利用能否为科罗拉多河带来转机？ 科罗拉多河流域各州废水循环利用分析



执行摘要

20 世纪末以来，气候变化和长期干旱对美国西部水资源短缺的影响愈发凸显。科罗拉多河因长年过度取水和持续干旱而承受重压。科罗拉多

河流经有七个州，包括亚利桑那州、加利福尼亚州、科罗拉多州、内华达州、新墨西哥州、犹他州和怀俄明州。这些州的自然生态系统和 4000 万民众

本文摘编自加州大学洛杉矶环境与可持续研究所报告《再生水利用能否为科罗拉多河带来转机？——科罗拉多河流域各州废水循环利用分析》(Can water reuse save the Colorado? An analysis of wastewater recycling in the Colorado River Basin states)

完全或部分依赖从科罗拉多河调取的水资源来满足城市和农业用水,而这些水资源正在日益减少。面对这一挑战,大规模进行水循环再利用的需求逐渐增长。将城镇污水处理后再循环利用是一种成本效益高且可靠的可持续供水方式。即便在水资源供应波动时期,日常淋浴、冲厕、衣物和碗碟清洗等行为仍持续产生污水,而这些污水会流入城市地区的公共污水处理厂进行处理。

为评估科罗拉多河流域及其各州当前的水资源循环利用状况,加州大学洛杉矶分校(UCLA)环境与可持续性研究所与美国自然资源保护委员会(NRDC)携手合作,针对流域内七个州的水资源循环利用进展及政策制定情况展开了调研。研究团队分析了2022一年中日平均处理量超过100万加仑的城镇污水处理厂的进水量、回收或再生利用的水量,以及排放回环境中的水量。分析结果表明,尽管个别处理设施、城镇乃至地区在水资源可持续性方面可能已取得显著进展,但流域内大多数州在污水再生利用方面仍远未充分发挥潜力。总体而言,科罗拉多河流域各州正错失良机,难以确保在气候变暖、愈发干旱的未来,为人们提供安全、可持续且具有气候适应性的水资源供应。

在整个科罗拉多河流域,公共污水处理厂城镇污水的平均循环利用为26%,但各州在优先推进污水再生利用方面存在显著差异,部分州进展显著,而另一些州则明显落后。亚利桑那州的污水处理再利用率为52%,内华达州高达85%,两州均在科罗拉多河流域积极开发再生水资源供应。

加利福尼亚州产生的污水量迄今为止最大,但2022年仅循环利用了22%的处理后污水。在其余四个州中,新墨西哥州的循环利用率同样较低,为18%;科罗拉多州(3.6%)、犹他州(不足1%)和怀俄明州(3.4%)。由于各州不同原因,迄今在污水再生利用方面几乎未取得任何进展。此外,科罗拉多河下游河段各州(亚利桑那州、加利福尼亚州和内华达州)与上游河段各州(科罗拉多

州、新墨西哥州、犹他州和怀俄明州)的工作开展情况和进展方面似乎也存在明显差异。¹2022年,上游河段各州整体循环利用率不足评估污水排放量的5%,而下游河段各州则超过了30%。图EX-1展示了按州划分的分析结果。

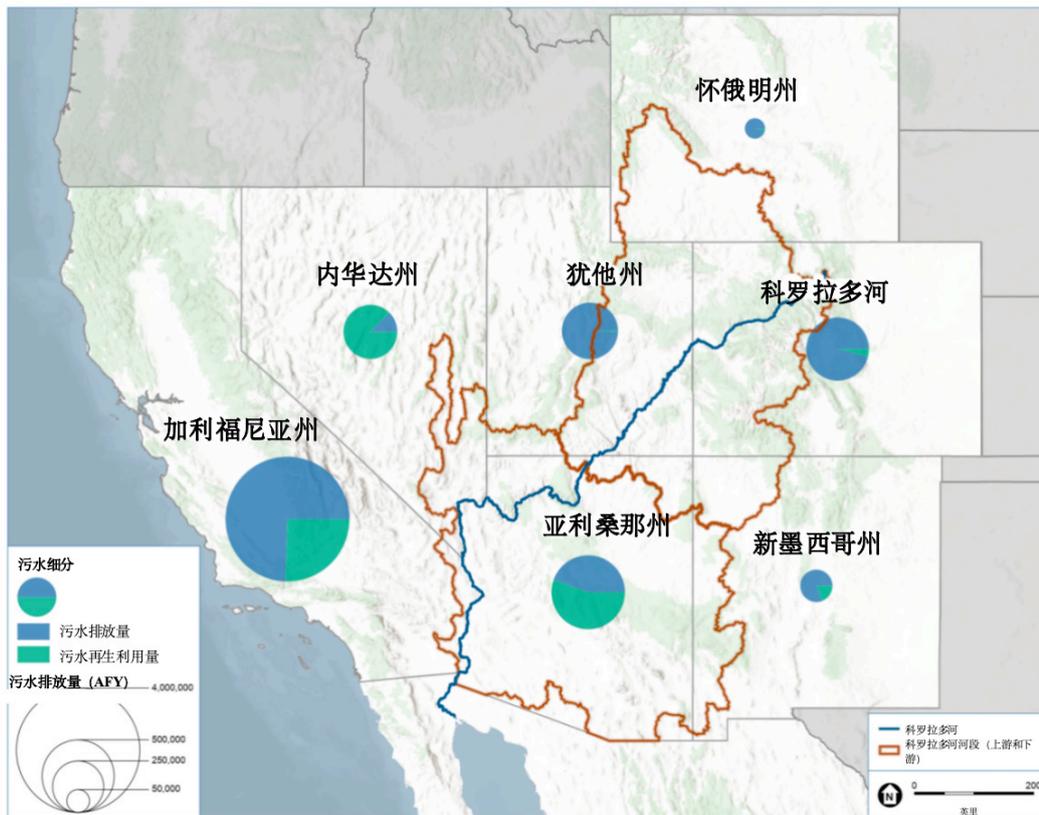
在污水再生利用进展滞缓的同时,污水循环利用相关数据总体也非常不足,包括循环利用的水量、处理级别及再生水最终用途。加利福尼亚州在开放数据门户网站上维护着最全面的再生水数据库,包括其最终用途(见加州水资源管理委员会,2022年)。尽管能够从其他各州的单个污水处理厂直接收集数据,但再生水量的确定仍面临重大挑战;若要确定有多少再生水最终循环用于市政、农业或工业领域,即便有相关信息可用,通常也仅限于定性描述。

当前各州在污水再生利用方面缺乏有力的联邦政策或法规。由于联邦政府的支持不足,导致各州项目缺乏统一性,既阻碍了现有发展,也严重制约了再生水利用进一步发展。要推动美国范围内再生水利用的持续稳定增长,需要美国联邦和州两级共同采取行动。

为此,通过本次调研,研究团队为美国国家环境保护署(以下简称“美国环保署”)、联邦和州级合作伙伴、以及各相关利益方制定了一套建议方案。具体建议如下:

- 美国环保署应在两年内与各州合作伙伴、涉水机构及非政府组织合作,制定一套包含最低要求的城镇污水循环利用示范州级方案及条例。
- 美国环保署应改进数据获取与管理工作,包括制定设施层面标准化报告及州级数据共享的指南,以确保信息可用性及各州间数据具有可比性。
- 美国环保署应进一步开发并宣传不同水源及再生利用应用场景下处理工艺与病原体风险评估的最新科学与技术信息。

¹科罗拉多河上下游的划分点,大致位于亚利桑那-犹他州边界附近的格伦峡谷大坝下方的李斯渡口(Lees Ferry)一带。



图EX-1: 2022年科罗拉多河流域各州城镇污水排放量与当前再生利用量对比。图中数据为各州整体数据，不仅限于排入科罗拉多河河段的污水。

- 美国环保署应与各州合作, 制定污水再生利用的目标及任务时间表。
- 美国环保署应与垦务局以及农业部、能源部和国防部等其他联邦机构合作, 在现有基础上制定并实施资金扶持政策, 包括扩大替代水源资助试点的覆盖范围。

此外, 在科罗拉多河流域各州中, 不同项目之间缺乏统一性, 且部分州在污水循环利用方面存在整体监管缺失甚至认知不足的问题。² 针对尚未有相关规划项目的州, 建议在州一级作出以下改进:

- 与美国环境署合作, 制定各州污水再生利用的具体量化目标, 并明确任务时间表和阶段性目标。图表 EX-2 给出了若各州设定到2040年实现30%、40%或50%的污水再生

利用率目标(目前已有两个流域州超过这一水平), 各州可增加的水资源供应量。

- 与当地污水回收或再生利用机构合作, 制定资金筹措策略, 以实现30%、40%或50%的再生利用目标。
- 完善污水处理设施及污水再生利用运营的数据采集与管理工作, 并适时强化相关报告要求。
- 对各州现行法律和监管要求进行评估, 找出阻碍污水再生利用的因素, 并制定正式的州级政策以消除这些障碍。

总体而言, 要实现科罗拉多河流域的可持续水资源管理, 必须采取实质性行动。具体而言, 需综合采取一系列气候韧性解决方案, 包括优化气候模型应用; 制定避免浪费及不合理用水的水价

²美国西部州水务委员会发布了题为《西部再生水利用》的报告, 系统梳理了2021年各州在污水再生利用领域的治理框架与相关项目 (Reimer & Bushman, 2021年)。

机制;强化农业和城镇用水户的节水与用水效率计划及相关要求;加强雨水收集利用;进一步并长期削减科罗拉多河取水量;尤为关键的是,大幅提高再生水利用率。

如图 EX-2 所示,除亚利桑那州和内华达州外,若科罗拉多河流域其他各州将污水再生利用

率提升至处理污水排放量的 40%,则相比当前水平每年可新增近 90 万英亩·英尺(AFY)的再生水供应量;若再生利用率达到 50%,则每年新增水量将接近 130 万英亩·英尺。这一增量可大大填补科罗拉多河的预估缺水量,因此应积极推进该解决方案,以确保科罗拉多河的可持续管理。

州 (目前再生利用率 %)	经处理的污水 (英亩·英尺 / 年, 2022 年)	30% (英亩·英尺 / 年)	40% (英亩·英尺 / 年)	50% (英亩·英尺 / 年)
亚利桑那州 (52%)	505,639	已实现	已实现	已实现
加利福尼亚 (22%)	3,311,030	993,309	1,324,412	1,655,515
科罗拉多州 (3.6%)	368,915	110,674	147,566	184,457
内华达州 (85%)	272,586	已实现	已实现	已实现
新墨西哥州 (18%)	97,222	29,167	38,889	48,611
犹他州 (<1%)	294,790	88,200	117,916	147,395
怀俄明州 (3.3%)	38,533	11,559	15,413	19,267
各州供水净增量		453,776	864,866	1,275,955

图EX-2: 各州若污水再生利用率分别达到该州污水总排放量的30%、40%和50%时可增加的再生水量,以及整体供水的净增量。

全球干旱展望

干旱趋势、影响与适应政策



执行摘要

背景

在全球范围内,干旱正呈现愈发频繁且严重的态势。经济合作与发展组织(以下简称“经合组织”)的最新分析结果显示,1900年至2020年间,全球受干旱影响的陆地面积扩大了一倍;近几十年来,地球40%的区域干旱日益频繁,且强度日益加重。有记录以来最极端的干旱事件大多在近年发生,包括墨西哥持续20年的特大干旱,以及2022年重创欧美大陆的极端旱灾。

干旱风险日益加剧是多重因素叠加所致,其中气候变化是核心诱因。气温持续升高加速了地表蒸发,扰乱了降水模式,并导致积雪覆盖减少

与冰川储量萎缩。例如,气候变化使2022年欧洲发生旱灾的概率最高提升了20倍,并使北美当前持续性干旱的发生概率增加了42%。预测显示,在升温4°C的情景下,干旱事件的发生频率和强度可能比未发生气候变化的情景下最高增加7倍。

毁林、城市扩张和不可持续的农业行为等人类活动会破坏生态系统与水资源,从而加剧干旱风险。灌溉用水占全球取水量的70%,若采用不可持续的方式,在某些地区可能使干旱状况恶化程度增大至30倍。城市开发导致上层土壤硬化或封闭,在各经合组织国家均造成雨水下渗和含水层水补给减少。这些挑战将持续加剧现有气候

本文摘编自经合组织报告《全球干旱展望—干旱趋势、影响与适应政策》(Global Drought Outlook-Trends, Impacts and Policies to Adapt to a Drier World)

压力,进一步阻碍淡水资源的可获得性。

干旱会破坏淡水资源的可获得性,对依赖淡水资源的生态系统产生深刻影响。经合组织最新分析显示,自1980年以来,全球37%的陆地土壤湿度显著下降。同样,全球地下水水位持续下降,62%被监测含水层储量减少,同时全球许多河流的径流量显著下降。水资源可用量的变化加速了土壤退化,对森林、湿地等生态系统造成负面影响,导致植物生物量减少与分布范围改变。这不仅威胁生物多样性,还会扰乱水净化、碳封存等重要生态系统功能,形成恶性反馈循环,进一步加剧未来干旱风险。

干旱对社会经济的影响

经合组织最新分析显示,干旱造成的经济损失正急剧攀升,全球损失与损害金额以每年3%至7.5%的速度增长。水资源短缺会制约各行各业发展并扰乱贸易市场,经合组织预测,2025年单次中等强度干旱事件造成的经济损失是2000年的至少两倍;而到2035年,旱灾造成的经济损失预计将较当前水平至少增加35%。农业领域受到的冲击最大,尤其在极端干旱年份作物产量可能锐减22%,若干旱持续时长翻倍,大豆、玉米等主要作物产量降幅可达10%。2021年加州干旱仅在农业领域造成的损失就达11亿美元。然而,干旱对经济的影响远不止于农业领域,严重干旱可能使内河航运量缩减40%,水电发电量下降超25%,进而冲击供应链稳定与能源供给。需要注意的是,现有评估仍局限于具体情境,若想全面了解干旱对不同行业造成的影响,需开展进一步分析。

干旱造成的人员伤亡同样触目惊心。尽管干旱仅占自然灾害总数的6%,但却在灾害总致死人数中占比达34%,并加剧了流离失所与人口迁移,在撒哈拉以南非洲地区尤为突出。持续性干旱使民众深陷贫困,加剧了社会不平等问题。粮食安全同样岌岌可危,比如非洲之角连续五年降雨不足导致2023年2300万人陷入严重饥荒。这些影响的叠加可能引发政治动荡、社会不稳定,

以及因资源稀缺导致地缘政治冲突。

关键建议

干旱风险日益加剧,凸显出有必要积极主动采取应对策略,增强气候韧性并推动适应性转型,以应对气候变化。在抗旱韧性能力提升方面的投资不仅能降低旱灾造成的直接损失,更能带来长期性的经济、社会与生态效益。研究表明,每投入1美元用于干旱防御,可产生2至3美元的收益。抗旱韧性投资的回报率最高可达初始成本的十倍。

行之有效的水利政策是应对干旱风险的关键。水资源综合管理需统筹兼顾高效用水、节水与水资源合理分配,同时提升供水韧性能力,恢复水资源取用与补给的平衡。需要进一步开展工作,将气候变化考量纳入长期规划,并将生态系统作为重要水源加以保护。例如,欧洲的水资源取用费仅弥补了2-3%因缺水造成的成本,且多数国家未能将未来气候影响纳入其水资源分配框架。

除水利政策外,有效的干旱管理需各部门协同行动。可持续的土地利用、生态系统修复与适应性农业实践可增强土壤保水能力、调节水文循环并提升气候韧性。例如,美国城市地面解除硬化工程每年可恢复多达7.8亿立方米的水资源。全球范围内,灌溉效率提升可使用水量减少76%。耐旱作物也有潜力在干旱年份促进降低用水量并提高作物产量。此外,能源、交通、建筑等行业的适应性实践既能进一步助力减轻干旱影响,同时提升整体气候韧性。

应对干旱风险需各部门、各利益相关方采取果断、协同且前瞻性的行动。从合理风险评估、战略性投资布局与高效政策等多方发力,可筑牢社区干旱防御屏障、增强经济韧性,并保护生态系统免受干旱冲击。跨部门协作与知识共享对缓解直接干旱冲击、实现长期效益至关重要,有关行动包括提升水资源利用效率、提高农业生产力及保护关键生态系统。若能科学施策,此类行动将为可持续发展奠定基础,确保下一代享有水与粮食安全、气候韧性及健康的生态系统。

粮农组织与世卫组织关于农业粮食系统水质和食品安全影响的特设专家组会议——以化学污染物为重点

2025年5月20至23日, 粮农组织总部 (罗马)



图片来源: 粮农组织/Luis Tato

总结报告

本次特设专家组会议由联合国粮食及农业组织（以下简称“粮农组织”）农业粮食系统与食品安全司和世界卫生组织（以下简称“世卫组织”）营养与食品安全司、以及环境、气

候变化和卫生司联合主办。本次会议的主要目标是推动完成《农业粮食系统中水质化学检测相关的食品安全评估》文件的定稿工作。¹

本次会议共有 11 位来自不同国家 / 地区的

本文摘编自联合国粮农组织报告《关于农业粮食系统水质和食品安全影响的特设专家组会议》(Summary report of the Ad hoc FAO/WHO Expert Meeting: Water quality in agrifood systems and food safety)

专家出席，他们在水质化学污染物与食品安全相关领域有丰富研究经验，具体议题包括：(1) 农业粮食生产系统中的用水；(2) 水质、安全与环境管理；(3) 食品安全风险评估与公共卫生；(4) 分析化学与污染物从水向食品 / 饲料迁移的情况；(5) 暴露情况评估。粮农组织与世卫组织联合秘书处为专家组提供了专业知识和技术支持，协助推进会议讨论。

本摘要报告概述了会议的关键结论。含审议结果的完整报告将于2025年下半年以《食品安全与质量》系列出版物形式发布。与会人员名单详见附件1，会议由Maged Younes担任主席，Andrew Pearson担任报告员。

背景

农业粮食系统中，灌溉、畜牧养殖、水产养殖、清洁和食品加工、饮用水供应等多环节涉及用水，因此使用优质水源对保障食品安全至关重要。为满足全球不断增长人口的粮食需求就要增加可用水量。在农业用水需求管理中，正广泛采用创新模式并开发可替代水源。循环经济政策与工作流程正推动向更可持续的解决方案转型，例如废水回用闭路循环系统以及废水资源化回收利用等。

受自然和人为因素影响，农业粮食系统水源可能含有多种污染物。尽管近年来国际社会在评估与农业粮食用水相关的微生物食品安全风险方面取得显著进展，但水质化学检测对食品安全的影响尚未得到充分研究。当前，对现有及新出现的水传播化学污染物是否能进入食物链及其对食品安全的影响的认知往往有限。

会议召开前编制了背景文件《农业粮食系

统中水质化学检测相关的食品安全评估》，重点介绍当前农业粮食系统可能使用的环境用水和再生水水质化学检测相关的食品安全现状。

会议范围和目标

本次会议召集了水体化学污染物与食品安全相关领域的专家，以推动背景文件的最终定稿工作。会议具体目标包括：(一) 通过同行评议完成背景文件的审核定稿；(二) 就特定水传播污染物对食品安全的危害等级达成共识；

(三) 形成最终结论并向国际食品法典委员会和 / (或) 其他相关利益方提出建议。

执行摘要

水资源的稳定、充足和安全获取对粮食安全至关重要。粮农组织与世界水理事会的报告显示²，全球农业用水占淡水开采总量的70%以上。与此同时，受气候变化、人口增长和社会变迁导致用水需求激增的影响，水资源系统正面临双重压力，促使人们不得不开发替代性水源，而往往水源的水质无法得到保障。

天然水源和替代性水源可能有多种食品安全风险。一旦水体遭受化学污染，再用于农业粮食生产可能造成食品安全风险。然而，迄今为止，仅对少数水传播化学污染物造成的食品安全风险进行了详细评估。为进一步了解农业用水中化学污染物的潜在影响，专家组采用重点评估方法，对与食品安全相关的关键水化学污染物进行鉴别和定性评估。研究采用全球化视角，建立了化学污染物危害等级排序方法。排序过程包含三个阶段：首先汇总水源中已报告的化学危害物案例，其次对这些化学物质在

¹此次会议重点关注化学污染物，微生物污染物的风险评估工作已通过粮农组织与世卫组织微生物风险评估联合专家组会议完成：<https://doi.org/10.4060/cc4081en>, <https://doi.org/10.4060/cc4356en>, <https://doi.org/10.4060/cb7678en>, <https://doi.org/10.4060/CA6062EN>

²粮农组织和世界水理事会2015年报告：《迈向水与粮食安全的未来：政策制定者的关键视角》（法国马赛）：<https://www.fao.org/3/a-i4560e.pdf>

不同食品生产系统中的吸收情况进行定性评估，最后梳理整合通过水传播途径进入膳食的污染物暴露数据。

若农业粮食水源导致污染物在膳食中的暴露量超过健康指导值（HBGV），则认为该污染物（包括污染物类别）的风险等级为“高”，其中有：类毒素-a及其类似物（按类毒素-a评估）、砷、镉、柱孢藻毒素（按柱孢藻毒素评估）、氟化物、铅、微囊藻毒素和节球藻毒素（按微囊藻毒素-LR评估）、全氟辛酸、全氟辛烷磺酸、镭、石房蛤毒素（按石房蛤毒素评估）以及铊。另有11种污染物因暴露量接近健康指导值被评为中等风险。最后，可能通过农业粮食水源进入食物链的29种污染物被评定为低食品安全风险。需要注意的是，有部分污染物样本被认为不太可能进入食物链或现有数据不足以评估其风险等级，之后随着新数据的出现结果也会随之变化。

农业粮食水源中的许多化学污染物没有得到足够的食品安全风险管控，应着重补齐这一短板。新问题不断涌现，用水和水循环相关的新新技术持续发展，也会对食品安全产生影响，包括气候变化、化学领域的发展、替代性水源的开发利用、新型食品生产系统、化学混合物以及抗菌药物耐药性等因素。因此，持续开展风险评估十分必要。

识别并管理水传播化学污染物的食品安全风险面临诸多挑战，解决这些问题需要提升并规范对水传播污染物膳食暴露的评估工作。水污染物的出现与水资源短缺、粮食安全以及动物、作物、环境与人类健康之间相互关联，应将风险管理措施纳入“同一健康”理念框架。

挑战与局限性

- 农业粮食水源可能存在各种污染物，既有先前已报告的也有新出现的。无论采取何种排序方法都难以涵盖全部潜在的污染物。因此，预计本报告所提及化学污染物未能提供全球尺度的详尽数据。
- 农业粮食水源污染物全球分布情况的统计报告不足，因此难以采用统一的方法来识别食品安全相关的污染物并对其风险程度进行排序和描述。
- 可靠的毒性数据以及环境归宿与持久性数据的可获取性存在显著差异，对于某些化学品类别(如药品)而言，这些数据并不容易获取。
- 据报告，污染物向食品中迁移和吸收的方式众多，因而各项研究之间的一致性和可比性较为有限。
- 一般认为只有具有生物累积性的化学物质才有危险性。这一标准可能更适用于自然环境



图片来源：粮农组织/Riccardo De Luca



图片来源：粮农组织/Alessandra Benedetti

条件下,就农业粮食用水而言,即使较低水平的化学物质迁移也可能引发担忧,具体取决于污染物的毒性以及食品的消费量。

- 现行农业粮食水质的化学品指导值能够为食品安全和人类健康提供保护,但其依据通常未予说明。
- 许多已公布的暴露评估仅考虑单一作物、动物品种,或某种生产途径的食品。对于农业粮食水源中可能广泛存在的污染物,其累积暴露评估较为有限。
- 风险评估通常针对单个污染物或密切相关的污染物组进行,而对化学混合物相互作用及其对健康所致直接和间接影响的考量却较为有限。例如,农业粮食水源中化学污染物在产生抗菌药物耐药性方面的作用。
- 目前,科学界对于微塑料和纳米塑料这一新问题所带来的风险尚未充分了解,因而无法评估其颗粒或吸收污染物的膳食暴露等级。

建议

在“同一健康”理念框架下解决农业粮食系统用水化学质量问题至关重要,这就需要建立跨部门协作机制,确保农业粮食部门用水的化学安全性。此类机制应至少涉及农业、卫生和环境部门。

还可从国际层面发挥国家或地区政府部门等相关机构的作用,比如:

- 制定农业粮食水源中化学污染物等级排序和风险评估方法的国际指南(例如由国际食品法典委员会制定),其中可纳入已使用的排序方法,以及专家评估法和定性风险矩阵等替代方法,以便灵活应用于不同的用水场景。等级排序方法应随着科技发展动态更新。
- 制定新的国际食品法典委员会实践规范,并审查现有规范。

- 推动开展横向审查与前瞻性活动。重点领域包括确保对气候变化、化学进展或循环水回用实施等问题引发的新兴污染物进行及早检测和排序。前瞻性活动还可包括及时了解分析技术和其他技术发展,包括利用人工智能等工具支撑农业粮食水源中化学污染物的风险评估、管理和沟通。
- 推动对水传播污染物向食品商品中转移和吸收开展进一步研究。推动或指导研究方法实现标准化,为获取新化学品和既有化学品在食品链中风险的相关可靠数据提供支持。

国家或地区主管部门等相关机构应评估和管理农业粮食水源中化学污染物带来的食品安全风险,因为这些污染物可能通过膳食暴露对人类健康造成重大影响。具体可采取以下措施:

- 确保在制定农业粮食水源中化学污染物的指导值时,将食品安全问题纳入考量。
- 制定农业粮食水源中化学污染物的监测策略。
- 开发、验证并认证用于评估农业粮食系统用水中重点化学品含量的分析能力。
- 制定标准化的采样检测方案和监测计划,以评估农业粮食水源的质量。
- 完善现行化学品法规,确保涵盖排入农业粮食水源的化学品的归宿、持久性及其对食品安全的影响。
- 收集数据,制定重点化学品清单及其化学属性清单,用于农业粮食系统水质管理参考。
- 针对农业粮食水源的水质化学检测采用“适用性”原则,同时采取其他风险管理措施以保障食品安全,包括在源头和水处理阶段采取缓解措施。
- 通过在发展中国家开展能力建设,推动各项工作开展。

附件1: 参会人员名单

专家

- Adriana Ariseto-Bragotto(巴西坎, 皮纳斯大学)
- Mari Asami(日本, 国立环境研究所)
- Timothy Harwood(新西兰, 卡瓦特隆研究所)
- Kevin Hiscock(大不列颠及北爱尔兰联合王国, 东英吉利大学)
- Panagiota Katikou(希腊, 农村发展与食品部)
- Mesfin Mekonnen(美国, 阿拉巴马大学)
- Sheila Okoth(肯尼亚, 内罗毕大学)
- Martin Rose(大不列颠及北爱尔兰联合王国, JEFCS)
- Mark Sumarah(加拿大, 加拿大农业及农业食品部)
- Hae Jung Yoon(韩国, 中央大学)
- Maged Younes(葡萄牙)

粮农组织 / 世卫组织联合秘书处

- Vittorio Fattori(意大利, 联合国粮食及农业组织(粮农组织)农业粮食系统与食品安全司)
- Markus Lipp(意大利, 粮农组织农业粮食系统与食品安全司)
- Magdalena Niegowska Conforti(意大利, 粮农组织农业粮食系统与食品安全司)
- Maura di Martino(意大利, 粮农组织农业粮食系统与食品安全司)
- Riccardo Siligato(意大利, 粮农组织农业粮食系统与食品安全司)
- Andrew Pearson(意大利, 粮农组织农业粮食系统与食品安全司)
- Akio Hasegawa(瑞士, 世界卫生组织(世卫组织)营养与食品安全司)
- Moez Sanaa(瑞士, 世卫组织营养与食品安全司)
- Virunya Bhat(瑞士, 世卫组织环境、气候变化与健康司)
- Richard Brown(瑞士, 世卫组织环境、气候变化与健康司)
- Jennifer De France(瑞士, 世卫组织环境、气候变化与健康司)

资源专家

- He Li(意大利, 粮农组织土地与水资源司)



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
 2025年8月15日