



科学和技术促进发展委员会

第二十六届会议

2023年3月27日至31日，日内瓦

临时议程项目 3(b)

确保人人享有安全用水和环境卫生：通过科学、技术和创新
解决问题

秘书长的报告

概要

本报告审查了科学、技术和创新作为在全球实现可持续发展目标 6(为所有人提供水和环境卫生并对其进行可持续管理)方面推动变革的关键驱动因素的作用和潜力。报告强调了两者之间根深蒂固的关系，并分析了科学、技术和创新如何能够为克服实现目标 6 方面持续存在的挑战作出重大贡献，重点讨论了分配和提供安全用水和环境卫生、综合水资源管理以及解决该部门内的不平等问题，特别是性别不平等问题。报告还强调了前沿技术的潜力。

报告最后向会员国和国际社会提出了建议，包括考虑将科学、技术和创新纳入适合具体情况的审慎政策，以使解决方案取得成果。这些建议包括采用分散式解决方案和考虑水与其他部门的联系。国际社会可以大力协助各国实现目标 6，特别是通过共享机制汇集知识和技术诀窍，并建立创新资金机制，支持发展中国家与水和环境卫生有关的项目。



导言

1. 在 2022 年 4 月举行的第二十五届会议上，科学和技术促进发展委员会选择“确保人人享有安全用水和环境卫生：通过科学、技术和创新解决问题”作为其 2022-2023 年闭会期间的优先主题之一。
2. 委员会秘书处于 2022 年 10 月 25 日和 26 日召开了一次闭会期间小组会议，以促进更好地理解这一主题，并协助委员会第二十六届会议的审议工作。本报告参考了秘书处编写的议题文件、小组会议的结论、委员会委员提供的国家案例研究、相关文献和其他资料来源。¹
3. 获得水和卫生设施是一项基本人权。在实现目标 6 方面取得了实质性进展，但仍有理由担心，因此需要找到加快进展和确保不让任何人掉队的解决方案。某些因素，包括改进政策和治理、增加资金、改善基础设施和为更好地决策改进数据，对于实施解决方案至关重要。此外，科学、技术和创新可以发挥特别重要的作用。各国现在更加注意开发和部署新技术和新工艺，新的应用有可能提高现有水和环境卫生系统的效率和效力，确保人人享有水和环境卫生。

一. 在确保人人享有安全用水和环境卫生方面持续存在的挑战

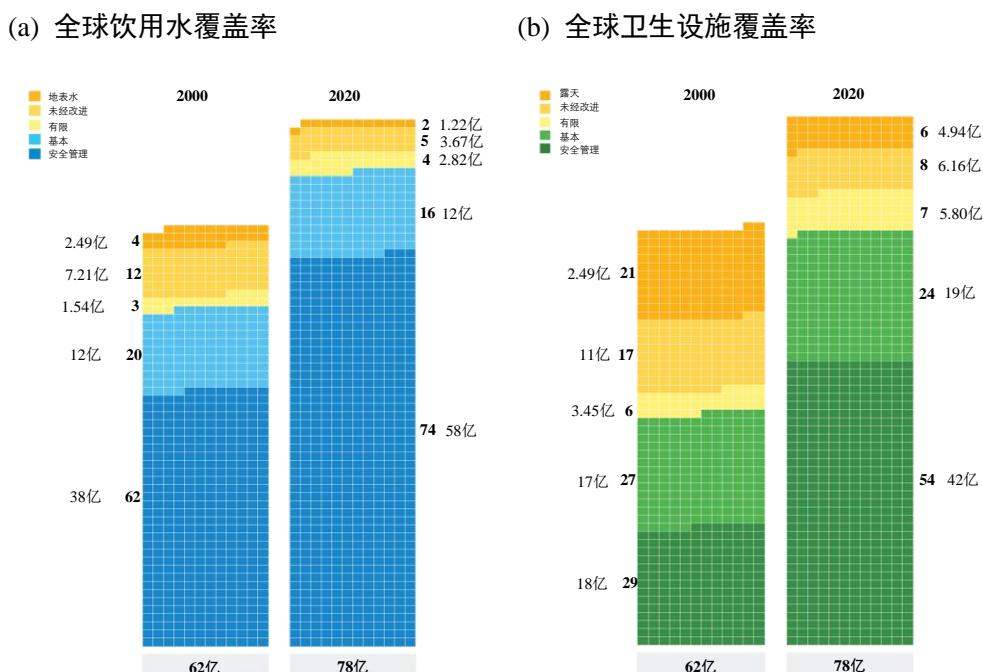
4. 目标 6 框架下的安全用水和环境卫生是全球发展议程的一个关键组成部分。由于水和卫生设施在生活的几乎所有方面发挥着至关重要的作用，其他每一项可持续发展目标都在某种程度上依赖于目标 6 的实现。例如，水和环境卫生对于实现良好健康和福祉、性别平等和增强妇女和女童权能、粮食安全、可持续和可获得的能源以及消除贫困十分重要。对全球实现目标进展情况的审评表明，世界没有按原定计划实现目标 6，许多国家正在倒退。尽管实现所有目标的进展都很缓慢，但有两个领域特别令人关切。
5. 首先，在普及安全管理的饮用水和环境卫生服务方面的进展(图 1)。2020 年，尽管这一数字大幅下降，但仍有 20 亿人无法获得安全用水。² 截至 2020 年，在增加获得安全卫生设施方面取得的进展较为有限，有 24 亿人获得了安全卫生设施。如果目前的趋势得以持续，到 2030 年，全球只有 81% 的人口能够获得安全管理的用水，67% 的人口能够获得环境卫生服务。³ 在 2030 年前实现相关目标需要将目前的进展速度提高四倍。

¹ 感谢下列国家政府和国际组织提供资料：奥地利、白俄罗斯、伯利兹、巴西、喀麦隆、中国、古巴、多米尼加共和国、厄瓜多尔、埃及、冈比亚、匈牙利、印度、日本、肯尼亚、拉脱维亚、阿曼、秘鲁、菲律宾、罗马尼亚、俄罗斯联邦、南非、瑞士、泰国和土耳其以及美洲开发银行、国际电信联盟(国际电联)、国际水管理研究所、联合国促进性别平等和增强妇女权能署(妇女署)、联合国环境规划署(环境署)、联合国工业发展组织(工发组织)、联合国社会发展研究所(社发所)、联合国大学环境与人类安全研究所、世界卫生组织(世卫组织)和世界旅游组织。闭会期间小组会议的所有文件，见 <https://unctad.org/meeting/cstd-2022-2023-inter-essional-panel>。注：本报告中提及的所有网站均于 2023 年 1 月 3 日访问。

² 见 <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-all>。

³ 世卫组织和联合国儿童基金会，2021，《2000-2020 年家庭饮用水、环境卫生和个人卫生进展情况：可持续发展目标五年后》，日内瓦。

图 1
获得水和环境卫生服务的趋势：全球人口占比
(人数和百分比)



资料来源：世卫组织和联合国儿童基金会，2021。

6. 其次，水资源综合管理的实施，这对于确保与水有关的可持续性至关重要。在全球范围内，水资源综合管理的实施率需要翻一番，因为仍有 87 个国家报告称，实施处于低或中低水平。⁴

7. 在进行更仔细的审评之后，发现了四个不同领域内的不平等。第一，各区域之间差距很大，撒哈拉以南非洲最为落后；该区域安全用水服务覆盖率为 30%，安全环境卫生服务覆盖率为 21%。欧洲和北美洲的安全用水服务覆盖率为 96%，澳大利亚和新西兰为 78%。

8. 第二，国家之间存在差距。最不发达国家最为落后，同一区域的不同国家差别很大。2020 年，无法获得基本饮用水的人口中有近一半生活在最不发达国家，欧洲和北美的大多数人口一般都能获得无污染的水。在东亚和东南亚，马来西亚的安全饮用水服务覆盖率为 94%；而柬埔寨和老挝人民民主共和国的覆盖率分别为 28% 和 18%。在拉丁美洲，墨西哥的覆盖率为 43%；而智利和厄瓜多尔的覆盖率分别为 99% 和 67%。⁵ 最不发达国家、内陆发展中国家、小岛屿发展中国家、中亚和南亚以及撒哈拉以南非洲国家使用现场(无下水道)卫生设施的人口比例较高。

9. 第三，各国内部存在差距，特别是在城市和农村覆盖率方面，农村人口获得安全用水和卫生设施的水平大大低于城市人口。从全球来看，2020 年，城市人

⁴ 环境署，2021 年，《水资源综合管理的进展：全球指标 6.5.1 最新情况和加速需求》，内罗毕。

⁵ 世卫组织和联合国儿童基金会，2021；厄瓜多尔政府提交的资料。

口中有 86% 可获得安全用水服务，而农村居民的这一比例为 60%。⁶ 城市人口也享有更高质量的服务，三分之二的人有下水道，而农村地区则只有七分之一的人有下水道，现场卫生设施占主导地位。例如，罗马尼亚是欧洲联盟中排名最靠后的国家之一，供水服务连通率为 72.4%，下水道服务连通率为 57.4%，城市和农村地区之间的差距很大，农村地区小型社区大大落后。⁷

10. 最后，包括妇女和残疾人在内的弱势、边缘化和处境不利群体在服务的可及性、可得性和质量方面面临更多障碍。⁸ 妇女和女童不成比例地受到获得水和卫生设施方面挑战的影响。长途跋涉取水或需要使用非驻地的水和卫生设施不仅费时，而且可能使其面临肢体暴力和性暴力。⁹ 残疾人在获得水和卫生设施方面面临更多挑战。在发展中国家，轮椅使用者无法进入大多数公共厕所，在发达国家，69% 的公共厕所尚未实现无障碍。¹⁰

11. 气候变化对实现目标 6 构成了日益严重的挑战，因为气候变化对地球水系产生影响。随着极端天气事件，特别是旱灾和洪灾变得日益广泛和普遍，对淡水的储存和供应以及对水安全和水质的影响将特别明显。例如，在喀麦隆，极端天气事件，包括强风、高温和长时间干旱或暴雨，一再反常地发生，危及人类社区和生态系统。¹¹

二. 科学、技术和创新在水和环境卫生领域的应用

12. 迫切需要找到解决方案，以加快实现目标 6 的进展，而科学、技术和创新是开发和提供这种解决方案的关键手段。以下三个相互关联的领域作出了贡献：侧重于研究和知识增长的分析科学；通过技术发明和创新解决问题的方案；以及通过嵌入和升级此类解决方案实现的实施。必须认识到创新的广泛性。一般认为创新主要是技术性的，不过，虽然技术创新可为实现目标 6 做出宝贵贡献，但单靠技术创新是不够的。要实现真正和持久的影响，就需要进行更广泛的创新，即在业务流程方面进行创新(流程创新)，在政策和治理方面进行创新(政策创新)，以便能够更迅速和可持续地采用新的解决方案；并在社会侧重点和成果方面进行创新(社会创新)，以承认水资源管理应以人为本，且须在特定的社会和文化环境中运作。

⁶ 世卫组织和联合国儿童基金会，2021。

⁷ 罗马尼亚政府提交的资料。

⁸ 见 <https://www.unwater.org/publications/eliminating-discrimination-and-inequalities-access-water-and-sanitation>.

⁹ GM Assefa, S Sherif, J Sluijs, M Kuijpers, T Chaka, A Solomon, Y Hailu and MD Muluneh, 2021, Gender equality and social inclusion in relation to water, sanitation and hygiene in the Oromia region of Ethiopia, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8); N Scherer, I Mactaggart, C Huggett, P Pheng, M Rahman, A Biran and J Wilbur, 2021, The inclusion of rights of people with disabilities and women and girls in water, sanitation and hygiene policy documents and programmes of Bangladesh and Cambodia: Content analysis using Equi Frame, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10).

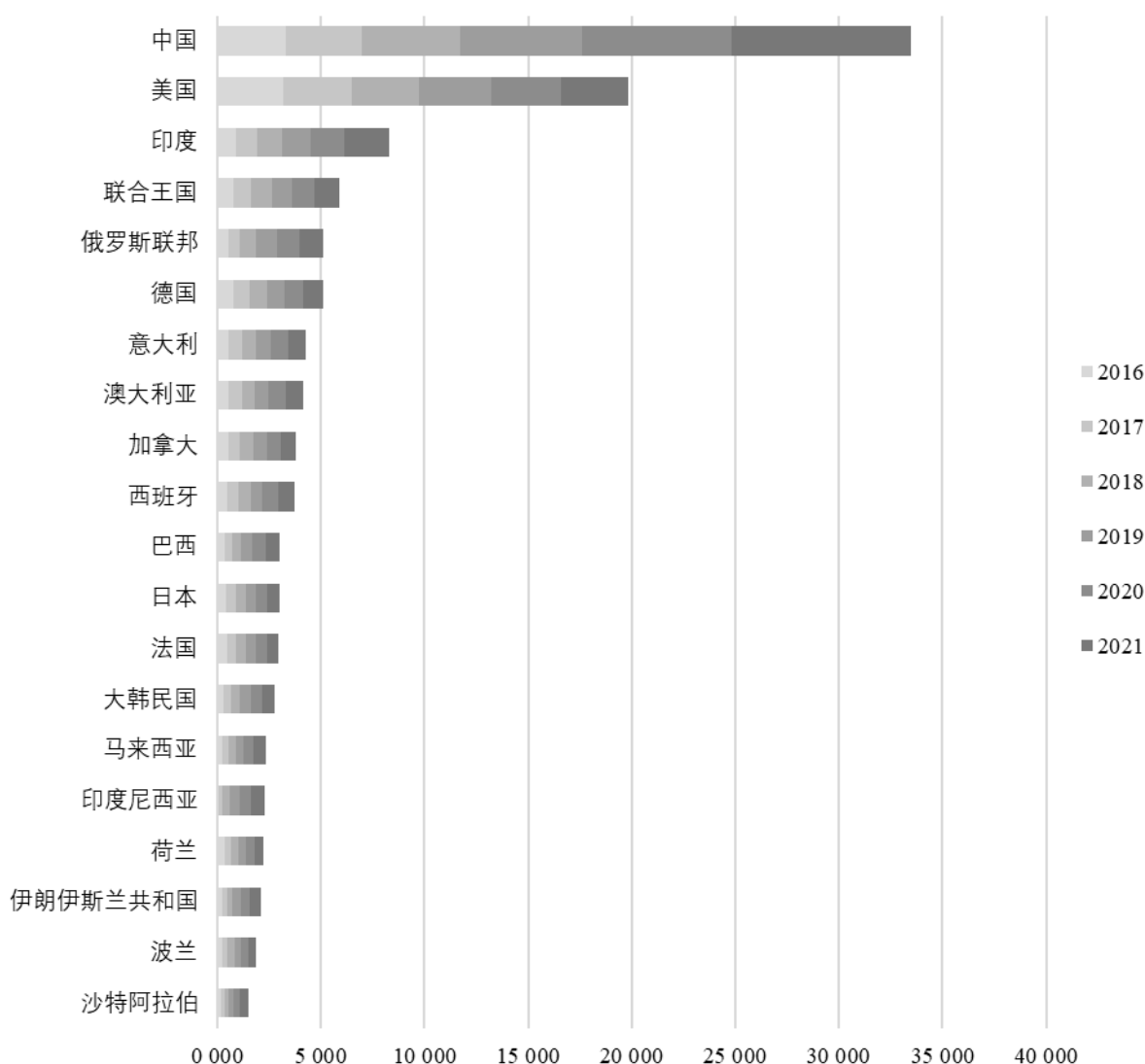
¹⁰ 见 <https://www.un.org/development/desa/disabilities/publication-disability-sdgs.html>.

¹¹ 喀麦隆政府提交的资料。

13. 分析科学是应对水和环境卫生相关挑战所需知识的重要组成部分，也是开发解决方案的基石。期刊文章和报告中有大量的信息和知识，但知识生成集中在少数几个国家，全球出版物的近 50% 在中国、印度、俄罗斯联邦、大不列颠及北爱尔兰联合王国和美利坚合众国(图 2)。大多数发展中国家在实现目标 6 方面面临重大挑战，它们既不是相关知识的重要生产者，也不是消费者；这方面的一个重要因素是机构和个人监测和获取新知识和知识产品的能力有限。因此，迫切需要加强与发展中国家的知识共享。

图 2

按与科学、技术和创新及水有关的出版物数量分列的 20 个领先国家



资料来源：贸发会议秘书处根据 Scopus 的数据得出的计算结果。

14. 近年来，随着能够满足人们对水和环境卫生需求的新知识的迅速产生，这些部门的技术和创新解决方案取得了长足进步。多种技术和创新做法正在帮助应对水和环境卫生价值链上每个链条中的挑战。关键是在需要和适当的地点扩大经验证的解决方案的应用。通过混合融资或公私伙伴关系建立的创新融资机制，不仅对培育和开发技术和创新解决方案十分重要，而且对在发展中国家实施这些解决方案也十分重要。

A. 安全用水和环境卫生

15. 获得安全用水和卫生设施是所有发展中国家面临的一个挑战，但不同的国家和国家内的不同地区有着特殊的优先事项。在一些国家，由于缺水，需要增加与水有关的基础设施或寻找水资源，而在另一些国家，可能有水资源，但存在着与陈旧的基础设施资产、过度的水消耗或污染问题有关的挑战。获得卫生设施的情况则比较相似，而且明显不那么依赖于具体情况，要求首先建造适当的卫生设施。这可能需要花费较高的成本，而这样做的最佳方式，特别是在处理排泄物方面，则视具体情况而定。多种现有技术和创新做法有助于应对与水 and 环境卫生有关的挑战。

1. 清洁水的可及性

16. 发展中国家的城镇通常有安全的可饮用自来水，这是由于存在将水净化到可饮用标准的集中式水处理厂。然而，在世界范围内，城郊贫民窟和农村地区社区无法获得饮用水，估计有 20 亿人无法在家中获得安全管理的饮用水。¹² 此外，通过使用纳米技术、陶瓷过滤器和智能工艺设计以及提高能源和化学品使用效率，在改善水处理方面取得了重大进展，但在世界许多地区，缺乏获得此类技术和创新解决方案的途径。目前，估计有 80% 的废水未经处理就返回淡水水源，大大增加了水传播疾病的风险以及化学污染物和其他污染物造成的危害。¹³

17. 一些行为体正在努力提供技术和创新解决方案，以简单、低成本和分散的方式为得不到充分服务的人口提取和生产清洁水。许多方案只需要简单的过滤或脱盐或类似的系统。例如，在肯尼亚，Give Power 主要在一个极端干旱地区约有 3,500 名住户的渔民社区 Kiunga，利用先进的过滤和太阳能脱盐技术，将盐水或微咸水转化为清洁饮用水。¹⁴ 在南非，“使用点”系统采用絮凝、凝结、过滤和蒸馏相结合的方法，提供安全清洁的水源供人们饮用或用于其它用途。¹⁵ 瑞士淡水公司利用基于传感器和物联网的远程监控技术，提供小型、低成本的盐水或微咸水脱盐系统；2012-2019 年，它以比瓶装矿泉水便宜 3-10 倍的价格，为塞内加尔 22.5 万人提供了清洁水。¹⁶

18. 不涉及太多技术的创新供水系统可以有效地向弱势人群供水，例如贫民窟，全球城市人口约有四分之一生活在贫民窟，在贫民窟获得水和卫生设施是一项重大挑战。¹⁷ 例如，在肯尼亚，在被认为是东非最大贫民窟的地方，一个非政府组织开发了一种创新供水系统，使用空中管道，通过水亭网络分配，这种方法避

¹² 见 https://www.cdc.gov/healthywater/global/wash_statistics.html.

¹³ 见 <https://www.unep.org/explore-topics/water/what-we-do/tackling-global-water-pollution>.

¹⁴ 肯尼亚政府提交的资料。

¹⁵ CK Pooi and HY Ng, 2018, Review of low-cost point-of-use water treatment systems for developing communities, *Nature Partner Journals Clean Water*, 1.

¹⁶ 瑞士政府提交的资料。

¹⁷ 见 <https://www.habitatforhumanity.org.uk/blog/2017/12/the-worlds-largest-slums-dharavi-kibera-khayelitsha-neza/>.

开了在人口稠密的无规划住区铺设水管这一复杂和昂贵的后勤障碍；该系统已使 2.5 平方公里的城郊地区的约 25 万人受益。¹⁸

2. 卫生设施的可及性

19. 终止露天排便现象对于成功实现目标 6 中与环境卫生有关的具体目标至关重要。在许多发展中国家，特别是在农村地区，这是一项具有挑战性的任务，因为难以建造设备齐全的厕所筹措资金，而且社区普遍缺乏对露天排便的健康影响和环境影响的认识。然而，这远非不可能。例如，在印度，“清洁印度运动”将现代技术和创新治理与最高政治级别的领导人承诺相结合，成功地为大量人口提供了基本环境卫生服务；研究证实，该运动在一系列指标方面取得了积极的净效益，特别是改善了所服务人口的健康状况。¹⁹

20. 冲厕占家庭用水量的 30%。²⁰ 所有涉及下水道的环境卫生解决方案都需要在水处理厂进行处理。因此，节水厕所技术可以大幅节约用水，避免水道污染，同时通过将人类排泄物转化为能源或作物的有机肥料提供更多机会。在这方面，2011 年发起了一项全球伙伴关系运动，旨在通过资助研发和促进无下水道解决方案的商业化来“再造厕所”，候选解决方案用水量必须很低或完全不用水，并确保可在当地安全处理排泄物。²¹ 在这方面，瑞典的一家初创公司得到了资助。它发明了一种易于安装、无气味、不用水、不排污、无需能源和低维护的移动厕所解决方案，可临时或长期使用，并采用一种配方特殊的细菌培养物来处理人类排泄物，将其转化为可用于改善农业收成的天然液体肥料。²² 移动厕所解决方案经常在短期活动期间被广泛用作临时厕所。经过几年的渐进式创新和设计改进，移动厕所的好处现在包括能够妥善处理排泄物和降低用水量；其中一些完全不用水。这就增加了移动厕所在我们寻求让人们普遍享有环境卫生的道路上作为更长期解决方案的吸引力，同时也创造了就业和商业发展机会。

21. 新式厕所和设施从两个方面提供了解决方案，即它们可以作为加速解决与可持续发展目标有关的卫生设施不足问题，而在缺水的情况下，用水量低或不用水也是有优势的，因为缺水正在成为一种世界性现象。随着气候变化影响的加深，这些解决方案是应对水资源紧张加剧的关键适应措施。此外，它们提供了传统卫生设施的低碳替代办法，符合提高全球气候韧性的目标。在发展中国家，环境卫生和废水处理系统并未普及，需要易于安装的污水处理设施。小型模块化废水处理厂或独立污水处理厂为没有环境卫生和废水处理系统的地区带来创新，有利于人类健康和环境。例如，在马来西亚，一个沿海村庄的项目旨在减少废水污染；

¹⁸ 见 <https://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2016/oct/06/aerial-water-cartel-slum-kenya>.

¹⁹ G Dandabathula, P Bhardwaj, M Burra, PVVP Rao, and SS Rao, 2019, Impact assessment of India's Swachh Bharat Mission: Clean India Campaign on acute diarrheal disease outbreaks – Yes, there is a positive change, *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8(3):1202–1208.

²⁰ M Madzia, 2019, Reduction of treated water use through application of rainwater tanks in households, *Journal of Ecological Engineering*, 20(9):156–161.

²¹ 见 <https://www.gatesfoundation.org/our-work/programs/global-growth-and-opportunity/water-sanitation-and-hygiene/reinvent-the-toilet-challenge-and-expo>.

²² 世界旅游组织提供的资料。

更好的水质可以维持与海洋有关的经济，预计该项目将有助于制定长期保护沿海水质和处理废水污染的政策。²³

3. 气候变化对供水的影响：减缓和适应

22. 如 2022 年所表明的那样，气候变化引发的洪灾和旱灾现在影响到所有大陆，属于影响水资源可得性的最关键事件，进而影响到饮用和环境卫生用途清洁水的充足供应。由于气候变化，预计水资源短缺将加剧。目前逾 17 亿人生活在用水量超过补给量的河流流域。发展中国家面临着日益严重的缺水挑战，例如，除非更有效和高效地利用水资源，否则土耳其很可能在 2030 年代成为缺水国家。²⁴

23. 2021 年，一项针对 86 个国家(总人口超过 60 亿)的水资源管理领域领导人的调查显示，水资源管理领域最大的感知风险是气候变化；80%的受访者将气候变化列为三大感知风险之一。管理水需求、减少水损失和对处理过的废水进行再利用是减缓和管理气候变化风险的关键。此外，由于水资源部门是提高社区和生态系统气候韧性的最重要部门，国家气候规划者和决策者必须将水资源管理纳入国家适应计划和国家自主贡献中的应对措施。²⁵

24. 各国正在加强努力和承诺，应对气候变化带来的供水挑战。例如，在奥地利，地电分析用于需要了解地下水供应及其变化的领域，包括滑坡区的划界、预警系统的开发和地下水的探索；目前正在通过 Geo Sphere 方案探索将气象气候学和地质地球物理学分析工具相结合。巴西实施了专门的公共政策和举措，以减少供水系统的损失。印度政府实施了“水技术倡议”，以促进可持续来源的供水、水的回收和再利用，迄今已有 20 万人受益。²⁶

25. 将天气和气候数据与底土饱和度数据相结合有可能实现创新，特别是在评估气候变化对未来地下水资源供应的影响方面。因此，采用水文地质学方法，同时大力兼顾气候学，可有效减缓和适应气候变化。预警系统有助于开发自然灾害准备和应对机制。使用涉及社区参与和公民科学的低技术创新系统，同时增强社区主动性并建立有效的伙伴关系，可产生有益的影响。例如，在南非，2022 年 4 月，使用社区洪水预警系统，确保了在“雨弹”天气事件中的零生命损失。²⁷

26. 自然灾害通常导致与水有关的灾害，而这些灾害往往具有跨境性质，需要强有力的区域合作。在联合国系统内，各区域委员会和若干机构制定了方案，以促进技术和创新解决方案，建设对与水有关的灾害的韧性。例如，亚洲及太平洋经济社会委员会通过天基干旱监测机制促进区域合作，向参与国提供及时和免费获取数据和能力建设支助的机会。联合国减少灾害风险办公室正在努力促进减灾活动之间的协同增效作用，包括在发生影响到国家和区域两级供水的水灾和旱灾时

²³ 环境署提交的资料。

²⁴ 土耳其政府提交的资料。

²⁵ 见 <https://www.adelphi.de/en/publication/stop-floating-start-swimming> 和 <https://www.alliance4water.org/wateringthendcs>。

²⁶ 奥地利、巴西和印度政府提交的资料。

²⁷ 见 <https://theconversation.com/early-warnings-for-floods-in-south-africa-engineering-for-future-climate-change-181556>。

提供预警系统。联合国灾害管理和紧急救援天基信息平台为灾害管理提供天基科学知识和技术。²⁸

4. 为保障水 and 环境卫生收集数据和进行预测

27. 水质不佳继续对人类健康构成重大威胁。必须进行持续监测，以控制水的特征；查明模式、趋势和新出现的问题；确定污染控制方案是否有效；设计更好的污染控制措施；并有效应对洪灾和溢漏等紧急情况。传统的监测方法涉及现场水取样和实验室分析，虽然准确，但费用高、耗时长，而且只能评估取样的时间和地点的情况。

28. 各区域和国家的情况表明，技术和创新解决方案提供了以更低成本和更高效率确保水质和安全的途径。例如，在中美洲和南美洲，几个国家实施了一项联合倡议，建立了一个关于现有农村供水和环境卫生服务的在线最新经核实信息工具，以加强具有类似农村供水和环境卫生系统的国家之间的跨境合作。²⁹ 埃及建立了一个监测企业废水排放污染负荷的在线系统。³⁰ 在大多数发展中国家，人口迅速增长，但城市水处理基础设施却没有同步发展，这给公用事业公司带来了挑战，因为它们无法妥善维护系统。在线监测系统减轻了需要定期监测饮用水质和环境水质的主管当局的负担；促进预测和管理影响汇水区质量事故；并缩短干预响应时间。

29. 水质与水文学、水动力学、形态学和生态学之间有着复杂的相互作用，水源保护是保证水质的关键。例如，中国采用了以技术为中心的系统性办法来保护水源，包括对水源区进行环境调查、分析污染源和风险以及使用区域划定方法。卫星遥感可提供水源区域风险因素空间分布的高分辨率信息，并通过在水源区域使用自动监测，对重金属和挥发性有机化合物等特定污染物进行实时在线预警和监测，而不是使用传统的、精确度较差的控制参数。³¹ 在匈牙利，根据对河流和湖泊系统的研究，开发了一个高分辨率的第五代城市降水监测系统，其中包括饮用水供应网络和流体动力学模型，以控制生物废水处理过程。³²

30. 开发高度精确的模型的能力提高了决策者预测决策效果的能力。例如，社发所资助并发起了一项关于设施一级可持续用水的环境敏感型可持续发展业绩指标的制定工作。该指标提供了一个低成本和可扩展的方法，用于根据企业设施的水文、经济和人口情况，为企业确定可持续的水分配。由于简单易用，该指标很容易扩大规模，并在企业或政府之间广泛传播。³³

²⁸ 贸发会议，2019，《科学、技术和创新在建设有复原力的社区方面的作用，包括公众科学的贡献》(联合国出版物，日内瓦)。

²⁹ 见 <https://globalsiasar.org>。

³⁰ 埃及政府提交的资料。

³¹ 中国政府提交的资料。

³² 匈牙利政府提交的资料。

³³ 社发所提交的资料。

B. 水资源综合管理的技术和创新解决方案

31. 水是社会和经济发展的主要动力，是维护自然环境及其完整性的根本。水作为一种重要的自然资源，不应孤立地加以考虑。水资源综合管理考虑到水的各种用户和用途，以期促进在各级产生积极的社会、经济和环境影响。各国政府和私营部门行为体在决定水的分配方面面临越来越大的困难，必须根据不断增加的需求分配日益减少的供应，因为人口和气候变化加剧了用水紧张。传统的分散管理办法已不再可行，必须采取更全面的办法。技术和创新解决方案使不同的利益攸关方(从自来水公司到企业和公民)能够实施更高效的数据驱动型水资源管理。

1. 水文观测系统

32. 水文数据有助于描述水文循环，可用来更好地管理水资源，因为水文数据可提供水量和水质信息，从而加强供应和研究。例如，世界气象组织的开源水文观测系统，通过利用大数据和人工智能收集可靠的水文气象数据，是一项可用于水资源规划和决策的工具，包括用于洪灾和旱灾预警系统，纳入水文和气候应用和服务以及研究；该系统已经用于北极海盆、多米尼加共和国以及阿根廷、多民族玻利维亚国、巴西、巴拉圭和乌拉圭拉普拉塔河流域等三个项目。³⁴

2. 水、能源和农业之间的联系

33. 水部门是最古老的能源使用者和生产者之一。水是几乎所有生产活动的投入，无论是农业还是工业。这造成了一个相互依存、相互制约、协同增效和资源争夺的网络，而这些正是众多紧迫全球挑战的关键所在。³⁵ 因此，通过探索三者之间的联系来开发和管理水资源对于可持续增长和减贫至关重要。在能源核心方面，水电是优选投资，因为在生产能源的同时，大多数水电项目建立了蓄水和防洪机制，并促进农业、工业和城市发展。由于科学、技术和创新的进步，这些能源生产项目的潜力大大增加。

34. 为利用这一核心的潜力，安装了太阳能供水和环境卫生系统。例如，在埃塞俄比亚，工发组织采用日本的创新技术，在农村地区建立了太阳能过滤系统，以便在平等和两性公平的条件下提供清洁用水，从而促进社区一级独立操作该系统的技术能力开发，并提高人们对公共卫生的意识。在拉脱维亚，使用可再生能源，特别是太阳能发电厂，为供水企业发电供其自用，减少了能源开支，从而降低了水价，提高了消费者对集中供水的兴趣。³⁶

35. 农业用水占全世界用水量的 70%。到 2050 年，人口增长和气候目标将要求全球农业增产 70% 的粮食，而作为其中的一部分，发展中国家的粮食产量将快要翻一番。³⁷ 这就要求要么增加灌溉农业的抽水量，但其他用途(特别是饮用水，

³⁴ E Boldrini, S Nativi, S Pecora, I Chernov and P Mazzetti, 2022, Multi-scale hydrological system-of-systems realized through World Meteorological Organization Hydrological Observing System: The brokering framework, *International Journal of Digital Earth*, 15(1):1259–1289. 见 <https://public.wmo.int/en/our-mandate/water/whos>.

³⁵ 见 <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb00000015MLgEAM>.

³⁶ 拉脱维亚政府和工发组织提交的资料。

³⁷ 见 https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf.

但也包括工业用水)将为此付出机会成本；要么提高农业用水的效率，包括采取循环经济办法处理水资源。对水的需求不断增加，已经加剧了农业、工业和家庭用户对水资源的竞争，导致水生和湿地生态系统承受更大压力。

36. 冈比亚和马里的一个农业光伏项目提供了利用科学、技术和创新进行水资源管理以确保粮食安全的实例。该项目利用太阳能系统，不仅改善饮用水的获取，而且也改善农业用水的获取，以确保粮食安全，并通过使用包含智能传感器、微控制器和物联网的智能系统，预计将最大限度地提高用水效率和可持续性。实时数据访问有助于监测天气、水需求和农业用水分配。³⁸

37. 水资源利用效率低下、水污染、气候变化和全球水需求增加，使农业面临压力，无论是对于商业生产者还是小农而言。例如，俄罗斯联邦政府实施了综合利用和保护水体计划，采用科学和技术方法进行水资源管理；该计划评估水体可承受的人为负荷，并确定今后的水资源需求和保护水库所需的行动。³⁹ 瑞士发展与合作机构正在借鉴这一领域的经验，提供 550 万瑞士法郎，支持非洲小农户农业和粮食系统生态可持续水资源管理项目。⁴⁰

3. 社会创新与循环经济

38. 技术创新对于协助各国切实有效地进行水资源综合管理具有重要意义，但社会创新也必不可少，以确保可持续管理。例如，在肯尼亚，社会创新推动了参与性解决方案的制订，以改善内罗毕非正规住区获得清洁用水的途径；该倡议强调与底层有关的治理，通过社区团体与人权组织之间的合作，与国家机构就提供水和环境卫生服务进行谈判，并开展基层提高认识运动和动员讲习班，包括技术培训和基础设施建设。⁴¹

39. 采取循环经济办法处理水和环境卫生问题正日益受到关注，因为此类办法使各国能够超越参照淡水来界定水资源的模式。循环经济办法利用经过适当处理的废水资源，特别是用于农业，大大增加了构成水资源基础的要素。在气候变化和人口变化导致水资源紧张日益加剧的情况下，这种增加是最大限度地利用有限的水资源和管理水资源以最好地满足相互竞争的需求的关键。然而，这种办法需要具备独特的财政、体制、环境、技术、社会和卫生相关条件。需要对创新水资源管理和治理与基础设施给予同等重视。⁴²

C. 以技术和创新解决方案促进两性平等

40. 与水和环境卫生有关的问题对妇女和女童产生了不成比例的不利影响。在发展中国家，妇女和女童一般负责取水；这可能是一项危险、耗时和对体力要求很

³⁸ 联合国大学环境与人类安全研究所提交的资料。

³⁹ 俄罗斯联邦政府提交的资料。

⁴⁰ 见 <https://www.eda.admin.ch/deza/en/home/themes-sdc/water/water-people.html>。

⁴¹ E Wamuchiru and F Moulart, 2017, Thinking through Almolin: The community biocentre approach in water and sewerage service provision in Nairobi's informal settlements, *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(12):2166–2185.

⁴² 国际水管理研究所提交的资料。

高的任务。⁴³ 研究表明，在一些国家，到最近的水源单程平均需要一个多小时。获得水和卫生设施及服务的机会有限，可能导致身心健康方面的结果恶化。长途跋涉取水或不得不使用非驻地的水和卫生设施，也使妇女和女童面临肢体暴力和性暴力的风险。⁴⁴ 此外，全球三分之一的学校缺乏基本的水和卫生设施，因此，女童尤其可能失去受教育机会。⁴⁵

41. 使水更接近家庭的技术和创新解决方案能够减轻或使妇女摆脱与取水和处理水有关的任务，从而增强妇女权能。在印度浦那市，妇女没有安全和清洁的公共厕所可用，“Ti 巴士”倡议通过在翻新巴士上为妇女提供此类厕所，解决与性别有关的卫生设施问题。⁴⁶ 在莫桑比克的 Ndombe 村，安装了一个太阳能水泵系统，以加强灌溉系统和提高作物产量，使妇女能够出售农产品以增加收入，帮助她们改善饮食，降低营养不良，并使她们有能力积极参与其他领域的活动。⁴⁷

42. 在妇女中间开展能力建设对于增强妇女权能和确保更好地管理水资源至关重要。然而，在传统性别角色根深蒂固的环境中往往很难开展此类活动。例如，美国国际开发署的提高妇女参与水事决策项目旨在通过促进坦桑尼亚联合共和国妇女参与水资源管理决策进程，增强该国妇女的权能；开展了一系列有针对性的讲习班，并辅以适当的教材，帮助大大提高了妇女参与决策和水资源管理的程度。⁴⁸ 其他成功项目实例展示了不同的工具。例如，在孟加拉国，世界银行的一个项目为家庭设施提供小额贷款和卫生设施相关赠款，取得了增强权能的成果。⁴⁹ 推广这些工具仍然是一个挑战。

43. 如果能够更好地保障水的供应，妇女和女童便可以摆脱为家庭取水的负担，并能够更积极地参与地方经济，或有更多机会接受教育。反过来，如能增强妇女权能，则可以促进其家庭、经济和社会的发展。

D. 水和环境卫生领域使用的前沿技术

44. 在许多情况下，可以利用简单和行之有效的水管理解决方案来解决基本获得清洁水和卫生设施的问题，例如向民众提供饮用水解决方案。然而，水和环境卫生管理的其他方面可能需要新技术和新兴技术的更多投入。前沿技术的快速发展，包括无人机技术、人工智能和物联网、卫星技术和数字孪生技术的使用，可能大大有助于实现目标 6。

45. 无人机可以提供鸟瞰图，以协助水和环境卫生管理。例如，在多米尼加共和国，国家安全饮用水和污水处理研究所在设计、重新设计、处理和维护饮用水和

⁴³ 见 <https://www.unwater.org/water-facts/water-and-gender>.

⁴⁴ Assefa et al., 2021; Scherer et al., 2021.

⁴⁵ 见 <https://www.wateraid.org/au/articles/one-in-three-schools-around-the-world-have-no-clean-water-or-toilets>.

⁴⁶ 见 <https://www.3sindia.com/innovations>.

⁴⁷ 妇女署提交的资料。

⁴⁸ 见 <https://www.globalwaters.org/wherewework/africa/tanzania>.

⁴⁹ 见 <https://blogs.worldbank.org/endpovertyinsouthasia/enhancing-womens-access-water-sanitation-and-hygiene-bangladesh>.

环境卫生系统方面依靠无人机技术进行数据管理、信息交流和决策。⁵⁰ 无人机还可在发生自然灾害时发挥重要的监测作用。例如，在伯利兹，无人机被用于水文部门，以观察洪水的空间范围，并确定监测站的理想位置。在冈比亚，无人机被用来进行长期气候风险评估，并更新过时和不准确的地形数据。在秘鲁等其他国家，无人机被用于监测水质和基础设施，因为无人机在观测难以进入的水体区域和脆弱地点方面具有优势。⁵¹

46. 配备人工智能、大数据和物联网技术的水和环境卫生管理可以成为监测进展情况和加快实现目标 6 的催化剂。这方面的一个领域是提高用水效率、需求管理和渗漏控制，鉴于全球水资源日益紧张，迫切需要这样做。使用大数据的智能技术，如智能计量，已被证明是有效的，因为它们可以通过提供实时信息和定制反馈，促使用水者改变行为。在阿曼，2020 年创建的漏水检测系统通过自主智能电表进行测量，收集用水数据，使浪费水的现象减少 15%。⁵² 在拉丁美洲和加勒比，美洲开发银行创建了一个综合定量在线系统，利用智能计量和物联网相结合的方法模拟水文和水资源管理，在气候、土地用途或人口发生变化的情况下，帮助评估水量和水质，为基础设施需求和设计适应此类变化的战略和项目提供参考。⁵³

47. 卫星遥感技术适合于对内陆淡水系统的地理覆盖范围和水质进行接近实时的监测。该技术可用于检测富营养化、光穿透度、浮游植物藻华、叶绿素水平和浊度等参数。例如，在埃塞俄比亚，欧洲联盟委员会联合研究中心利用卫星遥感开发的一种新方法大大提高了钻井成功率，从不足 50% 提高到 90% 以上；通过扫描和确定具有重大地下水开采潜力的地点，可查明能够进行更详细实地研究的地区。菲律宾在遥感和数据科学项目下开发了一个地理信息系统插件，用于训练人工智能模型从卫星图像中提取特征；该插件可供政府机构和学术界使用。⁵⁴

48. 得益于前沿技术的迅速改进，部署了各种技术，通过实时管理和监测水和环境卫生基础设施及业务和提供详细有用的数据和分析，提高提供服务的可靠性和效率。例如，通过使用数字孪生技术，亦即创建实物资产的虚拟副本，实现了智能水资源管理，虚拟副本可与实时监测结合使用。这可以实现智能和动态管理；模拟场景，用于业务连续性和优化流程；以及在紧急情况或升级时测试干预措施。

三. 将科学、技术和创新转化为实地影响

49. 尽管知识和具体解决方案层出不穷，但水和环境卫生从业人员通常发现要么大部分科学知识无法获取，要么这些知识的形式不足以为决策提供参考。迫切需要将科学、技术和创新转化为现实世界的影响。各国需要投资于实施科学，以便从科学、技术和创新企业开发的解决方案中获益。在接近实施阶段时，知识解决

⁵⁰ 多米尼加共和国政府提交的资料。

⁵¹ 伯利兹、冈比亚和秘鲁政府提交的资料。

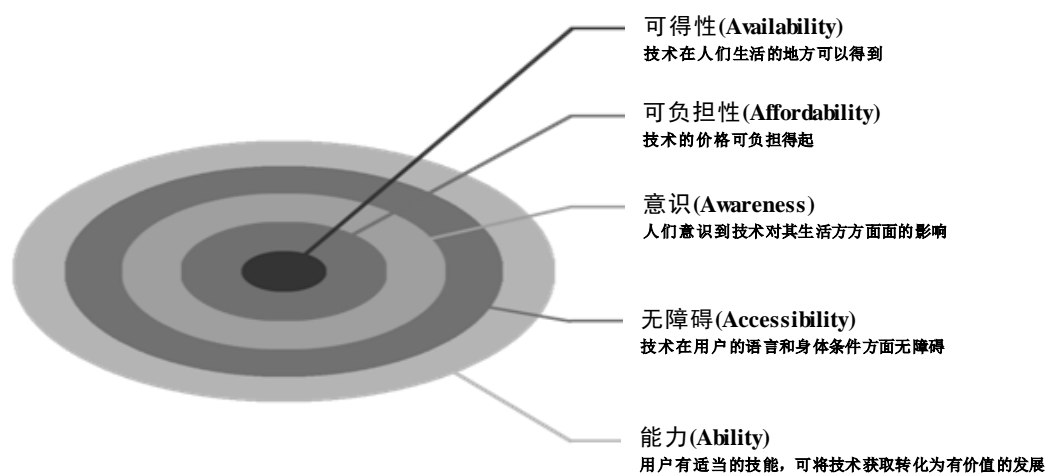
⁵² 阿曼政府提交的资料。

⁵³ 美洲开发银行提交的资料。

⁵⁴ 菲律宾政府和世卫组织提交的资料。

方案较少，这是一个重大挑战。造成这种情况的因素包括创新项目的成本较高，由于新解决方案的风险较高而难以吸引投资伙伴，以及缺乏支持新解决方案平台的能力。在水和环境卫生方面落实科学知识或技术解决方案的挑战主要可以通过聚焦四个关键层面来应对，其中第一个层面是获取，由“五个 A”组成(图 3)。要采用务实办法实施技术解决方案，就必须首先解决获取技术的非技术障碍。例如，如果太阳能水泵系统太贵，如果人们不知道它的存在，或者如果它必须由受过训练的人操作而又不能提供培训，那么它就无法派上用场。社会规范(例如对妇女和少数民族而言)或地理位置(例如对偏远地区的人民而言)也会限制技术的获取。必须承认、考虑和解决此类限制。

图 3
技术获取的五个 A



资料来源：贸发会议，2021，《2021 年技术和创新报告：追赶技术浪潮——公平创新》(联合国出版物，出售品编号 C.21.II.D.8，日内瓦)。

50. 第二个层面是跨学科性。分析科学和工程产品对于找到与水有关的解决方案至关重要，但实施和可持续性在很大程度上取决于行为、文化、经济、政策和治理等社会因素。一个有能力的水事小组必须既拥有这些领域的知识和科学解决方案，又拥有能够帮助确保成功实施的熟练非技术性专门知识。

51. 第三个层面是投资于联系方针。接受水与其他部门之间的联系对于制定可持续和高效的解决方案至关重要，因为每个领域的改善都可能对其他领域产生积极的外部影响，而如果不能充分考虑到不同部门之间的相互依存关系，则可能出现在一个部门取得积极成果，但在其他部门却产生意想不到的负面后果的情况。采用联系方针可以吸引更广泛的投资界，并从更具吸引力的成本效益比中获益。因此，以水为中心的联系方针对于实现目标 6 至关重要，同时也有助于实现其他目标，如关于饥饿、能源、气候行动的目标以及可持续发展目标伙伴关系。例如，农业是水资源的最大消耗者，同时需要提供更多的粮食以满足日益增长的全球需求。适当的水资源管理应能为农业生产提供充足的水资源，同时又不消耗其他用途所需的蓄水。

52. 第四个层面是各国之间分享技术和知识，以有效应对与水 and 环境卫生有关的挑战。在南北、南南及区域和国际三角合作下建立了一系列全球伙伴关系、平台和合作模式，不仅是为了支持获得科学、技术和创新，而且也是为了加强知识共享，从而促进在国内推广良好做法，并激励在国际上复制和调整成功的技术、社会和金融创新(见插文)。然而，为了在“全球加速框架”的五大支柱下加快“行动十年”的进展，到 2030 年实现目标 6，有必要促进更高水平的技术获取、知识转让和能力建设，并使此类机会更有条理、更有组织、更少随意性。

实现目标 6 的全球合作模式

参与水和环境卫生方面的知识共享和传播的行为体包括多边组织、发展机构和专门网络。这些平台一般涉及伙伴关系，并将在线平台与从地方到全球一级的广泛网络结合起来。它们还通过专门方案分享知识和建设能力。

在多边机构方面，由 30 多个联合国实体组成的联合国水机制的专题范围最广，与其他实体分享经验，并运作“活动信息系统”——一个分享水事项目和学习倡议信息的在线平台。在联合国系统内，科学和技术促进发展委员会是一个多边平台，可在此分享各国在利用科学、技术和创新应对与水 and 环境卫生有关的挑战方面的经验教训和最佳做法，并通过在发展中国家开展技术援助方案促进国际合作，包括获取知识和技术转让方面的国际合作。信息社会世界峰会以及国际电联、贸发会议、联合国开发计划署和联合国教育、科学及文化组织共同举办的论坛制定了关于可持续发展目标的行动方针，包括关于目标 6 的行动方针，该行动方针与关于获取信息、能力建设、信息和通信技术应用、电子科学、文化多样性和当地情况的行动方针联系起来。

区域倡议在确保获得安全用水和卫生设施方面具有重要作用。例如，在拉丁美洲，水基金伙伴关系重点通过体制和金融机制进行创新，促进汇水区养护方面的公私伙伴关系，以更好地保障水的供应；核心伙伴包括德国政府、全球环境基金和美洲开发银行。该伙伴关系有在几个国家运作的 26 个基金，迄今已使逾 105,000 个家庭受益。在欧洲联盟，东部伙伴关系方案的“水倡议+”通过大力参与国家和区域专题审评和能力建设活动，使白俄罗斯等国受益。

一些国家在国际和双边合作议程中重点关注水和环境卫生问题。例如，日本在使用“熊本水倡议”下开发的技术解决方案的国家开展技术共享和能力建设活动，包括除其他外，使用人工智能和物联网支持亚洲及太平洋地区的发展和提供优质基础设施，并通过各种基础设施项目实施气候变化减缓和适应措施。在发展中国家中，南非通过水研究委员会与多个国际伙伴接触，分享水和环境卫生方面的专门知识。

资料来源：白俄罗斯、古巴、日本、南非和泰国政府以及美洲开发银行和国际电联提供的材料。

四. 供考虑的建议

53. 大会和人权理事会均已承认，享有安全饮用水和卫生设施的权利是一项人权，对于充分享受生命和所有人权必不可少。⁵⁵ 目标 6 对解决水和环境卫生问题采取了更广泛的综合办法，而不仅仅是确保人们能够获得这些服务，目的是确保供水和环境卫生服务的可持续性。若干政策考虑因素有可能协助各国努力利用科学、技术和创新，确保获得安全用水和卫生设施，促进可持续发展。

54. 会员国不妨考虑以下建议：

(a) 培育地方研究和创新生态系统并增强其权能。培养对技术的接受度，促进数字思维和能力建设技能，同时妥善考虑目标社区的社会、文化、财政、地理和气候条件，包括操作和维护技术解决方案的能力；

(b) 发展从业人员和用户之间的密切伙伴关系，重点关注社区参与。向基层和社区主导的参与性举措提供援助，以加强当地对水和环境卫生资源的所有权，并通过将从业人员和用户联系起来加强水治理；

(c) 通过监测和会计系统以及公民科学，优先重视发展、分配和实施模块化、离网和分散式的低技术解决方案，用于水的收集、净化和排泄物处理。利用负担得起、适合具体情况和灵活的技术解决方案，扩大最后一英里社区，特别是农村地区获得水或卫生设施的途径；

(d) 变革基础设施和服务提供，促进性别平等。促进在家庭和公共场所提供适当的环境卫生服务，以减轻基于性别的负担和歧视。从性别角度制定水和环境卫生政策和项目，根据按性别分列的数据，确保这些政策和项目不会使性别差距永久化；

(e) 在水和卫生设施方面引进或全面改革数据基础设施。建立简单、系统、以人为本和多利益攸关方协作系统，以支持更全面的水资源评估，改进决策，并最大限度地减少水的损失和浪费；

(f) 推广良好做法，以实现普遍获得水和卫生设施以及水资源综合管理，并取得良好的业绩。评估阻碍或加速在当地推广良好做法的因素，并设法对其进行适当处理或宣传。探索和推动采取循环经济办法处理水和环境卫生问题，酌情将经过处理的废水转化为水资源；

(g) 制定新型的、创新的和更公平的融资机制。在宏观一级采用混合融资模式，同时为小规模经营者提供小额融资，为可持续的水业务创造有利环境。加强捐助方和机构投资者对目标 6 的重视程度，强调水和环境卫生在所有国家的经济、社会和环境领域的重要作用。

55. 国际社会不妨考虑以下建议：

(a) 通过南北、南南和三角合作促进知识转让和能力建设。与多边组织、发展机构、全球水和环境卫生行为体网络以及科学和技术促进发展委员会接触，积极促进与水和环境卫生有关的科学、技术和创新知识从现有生产中心向所有会员国实现全球流动，并在各项举措之间建立协同增效作用；

⁵⁵ A/RES/64/292.

(b) 促进发达国家和发展中国家之间的技术转让。在发展中国家对水和环境卫生基础设施进行升级改造或进行水资源管理方面，转让整套技术方案，包括建设当地在操作、维护和必要时调整技术方案以适应当地情况的人力和能力；

(c) 建立资金机制，促进高收入国家向发展中国家，特别是最不发达国家、内陆发展中国家和小岛屿发展中国家提供的财政援助以及私营部门对这些国家的投资，同时认识到此类机制在实现《2030年可持续发展议程》方面的跨领域作用；

(d) 通过合作和让全球关注提高水和环境卫生系统的气候韧性，使全球水和环境卫生界准备好应对气候变化的影响。确保共享的知识及科学、技术和创新解决方案具有内在的气候韧性。通过联系方针，如水、能源和农业联系方针，促进跨部门协调，以利用相互联系。
