

8

知识上的空白以及关于未来工作的建议

大量来自观测记录和气候预估的证据表明淡水资源是脆弱的，并且有可能受到气候变化的强烈影响。但是，由于评估过程各阶段存在不确定性，因此对水文变量未来变化及其对各系统和行业的影响进行量化的能力受到了限制。不确定性源自社会发展情景的范围、在某个特定情景下气候模式预估的范围、气候影响降至局地/区域尺度的过程、影响评估以及适应和减缓活动的反馈。在观测和认识方面的局限性限制了我们当前减少这些不确定性的能力。需要在这种不确定性的背景下进行决策。在这些不确定的基础上建立评估风险的确凿方法正处于初期开发阶段。

减缓气候变化并适应其影响的能力受到了适宜技术的具备程度和经济可行性的影响，以及受到多个利益攸关方之间牢靠的决策协作过程和各项管理标准的限制。对具体选择的成本和效益(包括可避免的损害)的了解非常匮乏。适应气候变化的管理战略需要足够的观测网络，以便向各利益攸关方通报有关信息。为了将适应的主流融入发展计划，以减少与水有关的脆弱性，必须有法律和体制框架以及需求方的统计数据，目前对这些框架和数据的认识有限，对金融资本作为适应投资流向水行业的相关渠道却认知甚少。

本部分提出了一些与上述需求有关的关键知识上的空白。

8.1 观测需求

为了更好地认识正在发生的变化以及为了更好地控制模式预估的结果，必须有更好的观测资料和资料的获取方式，这是在气候变化条件下适应管理的前提条件。知识水平的提高取决于更完善的资料可提供性。目前某些观测网络却正在萎缩。相对短的观测记录也许无法揭示自然变率的整个范围，并影响检测气候变化的研究，而长期的气候重建则能够在一个更宽阔的背景下看待近期趋势和极端事件。已找出了以下一些与淡水和水分循环有关的气候变化观测方面的主要空白[WGI TS.6; WGII 3.8]:

- 在量化全球和区域趋势过程中令人关切的方面是降水测量有难度。海洋上空降水测量(通过卫星)仍处在开发阶段。需要确保现有的卫星监测，开发反演降水的可靠的统计数据。[WGI 3.3.2.5]
- 对很多水文气象变量(如流量，土壤湿度和实际蒸腾)的测量不足。一般通过诸如太阳辐射，相对湿度和风速这样的参数计算潜在的蒸腾。观测记录

通常很短，而且仅限于少数几个区域，这阻碍了对干旱变化的全面分析。[WGI 3.3.3, 3.3.4]

- 在一些区域也许有拯救江河流量资料的机会。在没有观测资料的地方，应当考虑建立新的观测网络。[WGI 3.3.4]
- 地下水监测不尽人意，在许多区域地下水的损耗和回灌过程尚未得到很好的模拟。[WGI 3.3.4]
- 需要有关水质，用水和泥沙输送过程的监测数据。
- 关于积雪，冰和冻土的清单尚不完整。对变化的监测在时间和空间上分布不均。南半球普遍缺乏资料。[WGI TS 6.2, 4.2.2, 4.3]
- 需要更多的有关植物蒸腾对不断增加的大气CO₂不断升高的温度和逐渐上升的大气水汽含量等综合影响做出反应的资料，以便更好地认识大气中CO₂增加的直接影响与水分循环变化之间的关系。[WGI 7.2]
- 当不同机构和国家在一个区域或集水区持续监测时，质量保证，数据集的均一化，以及方法和程序的相互标定是重要的。

8.2 认识气候预估及其影响

8.2.1 认识并预估气候变化

在认识和模拟与水分循环有关的气候变化方面存在以下一些主要不确定性[SYR; WGI TS.6]:

- 气候的某些辐射驱动因子的变化尚未得到完全量化和充分认识(如，气溶胶及其对云特性的影响、甲烷、臭氧、平流层水汽、土地利用变化、过去的太阳变化)。
- 将某些观测到的气候变化现象归因于人为或自然过程的可信度水平既受到辐射强迫不确定性的限制，也受到各种过程和观测不确定性的限制。在较小的空间和时间尺度上归因则难度更大，认识降水量变化的可信度低于温度变化的可信度。极端事件变化的归因研究甚少。
- 在模拟某些气候变率模态以及某些强降水和小降水分布的过程中依然存在大的不确定性。在许多区域，平均降水量变化预估在不同模式之间也有很大差异，甚至在变化的符号也是如此。必须更好地认识不确定性的来源。
- 在许多区域，凡是在地形产生精细气候空间尺度

的地区，有关在这些尺度上如何体现气候变化的信息却不充分。

- 气候模式受到以下因素的限制：空间分辨率、目前计算机资源所能达到的集合规模、需要将一些其它过程纳入模式以及在模拟某些反馈过程中存在不确定性(如云和碳循环反馈)。
- 由于对冰盖和冰架过程的认知有限，导致了在对未来冰盖质量平衡预估的不确定性无法量化，反之，导致了海平面上升的预估存在不确定性。

8.2.2 与水有关的影响 [WGII 3.5.1, 3.8]

- 由于相关的不确定性，需要用概率方法来帮助水资源管理者分析气候变化产生的风险。正在开发各种技术以建立具体结果的概率分布。需要进一步推动这一研究，开发传播研究成果的技术，并将研究成果的应用传至用户界。
- 需要进一步开展针对当前水文变化的检测和归因工作；特别是水资源的变化和极端事件发生概率的变化。作为这种努力的一部分，需要建立气候变化对淡水影响的指标并建立监测指标的业务系统。
- 在大尺度气候模式与流域尺度(对水资源管理最为重要的尺度)模式之间仍然存在尺度不匹配的问题。因此，需要具有更高分辨率、更好的地表特性和相互作用的气候模式，以获取与水资源管理相关的更多信息。统计和物理降尺度能够为此做出贡献。
- 大多数关于气候变化对各国缺水压力的影响每年都应对水的供求作出评估。最好能够以月为尺度或以更高时间分辨率开展分析，因为季节型态的变化和极端事件的概率也许会抵消可用水资源增加的正面影响。
- 气候变化对积雪、冰和冻土(水循环中敏感的水储量变量)的影响是高度非线性的，更是针对物理过程和自然过程的模拟，以及需要开展特定的大气降尺度模拟。由于在不同的气候区域冰川、积雪，雨雪转换和冻土不断变化，所以对径流变化尚缺乏详尽的认识。
- 需要改进方法，使之能够评估不断变化的气候变率对淡水资源的影响。特别是需要开发局地尺度的数据集和与气候相关联的计算机运行的简单流域模式，使水资源管理者能够在考虑了未来气候预估不确定性范围的情况下评估影响并评价其管理系统的功能和适应性。
- 应当更全面地分析土地利用与气候变化(包括植被变化和人为活动，如灌溉和水库建设等)之间的反馈；例如，气候与土地利用耦合模拟。
- 需要改善对不同气候政策和发展途径产生的与水有关的后果的评估。
- 无论是发展中国家还是发达国家对气候变化对水质的影响认识甚少，尤其是对极端事件影响的认识。
- 在与水资源有关的气候变化影响的社会经济方面的研究结果相对较少，包括气候变化对水需求的影响。
- 气候变化对水生生态系统(不仅是温度，还应包括改变后的流量系统、水位和冰盖)的影响尚未有充分的认识。
- 尽管地下水很重要，但是与地表水资源相比，在气候变化影响评估过程中对地下水的重视程度还远远不够。

8.3 适应与减缓

- 水资源管理显然会影响其它许多政策领域(如能源预估，土地利用，粮食安全和自然保护)。现有工具不足以促进评价跨依赖水行业的适应和缓解选择方案，包括采用提高用水效率的技术和做法。
- 在缺乏对未来水文变量变化作出可靠预估情况下，在尚无准确预估时能够有效地推行各种适应过程和方法，如提高的用水效率和改进的水需求管理提供了应对气候变化的无悔选择。[WGII 3.8]
- **生物多样性**。需要确定水资源，以便保持环境的价值和服务，特别是与三角洲生态系统、湿地和足够河道流量有关的价值和服务。
- **碳捕获和封存**：需要更好地认识泄漏过程，因为地下水水质有可能下降。这需要提高监测和检验地质封存的二氧化碳流动的能力。[CCS, TS, 第10章]
- **水力发电/水坝建设**：鉴于存在多种不同的利益(洪水控制、水力发电、灌溉、城市供水、生态系统、渔业和通航)，需要采取一项综合方法，旨在获得可持续的解决方案。必须估计甲烷的排放。此外，必须评估受影响地区碳-收支的净效应。
- **生物能源**：对于大规模种植生物能源作物产生的水需求及其后果需要有深入的认识。[WGIII 4.3.3.3]
- **农业**：需要更好地认识更有效的灌溉对GHG收支

的净效应(通过提高产量和秸秆还田提高土壤中的碳储量, 因供水所需的能源系统排放的CO₂, 或因湿度增加和化肥施撒排放的N₂O可抵消上述净效应)。[WGIII 8.4.1.1]

- **林业:** 需要更好地认识大规模植树造林对水分循环形成过程的影响, 如: 降雨、蒸腾、径流、渗

透和地下水回灌。[WGIII 9.7.3]

- **污水与水回收再利用:** 需要更深入认识发展中国家分散处理过程和未经控制的污水排放所产生的排放。需要认识妥善再利用中水对缓解和适应战略的影响并对影响实现量化。

