



生物多样性公约

Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/COP/11/30

27 August 2012

CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

生物多样性公约缔约方大会
第十一届会议
2012年10月8日至19日，印度海德拉巴
临时议程*项目 13.3

维持生物多样性的能力继续支持水循环问题专家组简要工作报告

执行秘书的说明

一. 引言

1. 缔约方大会在其第 X/28 号决定中特别注意到水的供应、管理和净化是至关重要的服务，对陆地、内陆和沿海生态系统继续发挥作用和这些生态系统内生物多样性的存在至关重要，而且有明确的科学和技术基础来加强《公约》所有相关利益方和工作方案对水的关注。该决定还请执行秘书、拉姆萨尔湿地公约的秘书处及科学和技术审查小组（科技小组）以及其他伙伴设立一个专家工作组，凭借科技小组的相关核心专门知识审查可用的信息，并提供与维持生物多样性的能力继续支持水循环有关的关键政策报告。
2. 执行秘书向科学、技术和工艺咨询附属机构（科咨机构）第十五次会议报告了专家组的工作进展。科咨机构在其第 XV/5 号建议中就这一主题向缔约方大会提出多项意见和建议。科咨机构还请执行秘书向缔约方大会第十一届会议提供专家组的报告。因此资料文件中有该报告的全文（UNEP/CBD/COP/11/INF/2）。按照科咨机构第 XV/5 号建议的要求，本说明概要介绍了专家组的调查结果，重点是关于一般政策的调查结果，缔约方大会在审议第 XV/5 号建议时不妨予以考虑。
3. 专家组以科学或技术文献同行审议为基础开展工作，同时辅以经过同行审议的实践实例。所有参考文献均被收入 UNEP/CBD/COP/11/INF/2 号文件。专家组吸纳了科技小组中具备湿地专门知识的多位科学家和执行人员，还有了解森林、草地、土壤和农业生态系统、城市各区域和机构以及赋能机制的科学家作为辅助（UNEP/CBD/COP/11/INF/2 号文件载有捐助者名单）。按照第 X/28 号决定的要求，将向科咨机构提供专家组详细的科学

* UNEP/CBD/COP/11/1。

和技术调查结果，以协助其进一步开展工作。按照科咨机构的进一步审议，专家组查明的一些差距有可能涉及政府间生物多样性和生态系统服务科学政策平台（政府间政策平台）拟开展的工作。

4. 下文各章节以黑体字标出专家组的一些重要调查结果，随后进一步做出解释。第二节概述加强水文生态系统功能的各个过程，以及这些过程如何支持提供生态系统服务。第三节详细介绍了这些关系在农业系统和城市中的实例，以及如何在实践中驾驭这些关系。这个主题的社会和经济层面在很大程度上不证自明，第四节对此进行了简要讨论。第五节讨论了最近的国际政策环境，其中突出强调了本主题在 2012 年联合国可持续发展会议（里约+20）各项成果中的大致情况。第五节还讨论了一些阻碍管理生物多样性—水循环关系的制度制约，并查明了能够更加迅速地采取生物多样性办法解决与水有关的难题的简单办法。第六节确定了缔约方大会当前可用的机遇，这些机遇可加强关于本主题的合作和伙伴关系，从而强化《生物多样性战略计划》（2011-2020 年）的执行。

5. 专家组的工作得到澳大利亚、加拿大、芬兰、挪威和大韩民国的慷慨支助。

二. 生物多样性在与水循环有关的生态系统功能和服务中的作用

2.1 水文途径对了解生物多样性与水循环之间关系的重要性

生态系统与水的相互作用至关重要，有必要使其成为陆地和水管理的一部分

6. 更好地了解水与生态系统的相互作用及其对生态系统服务的影响有助于支持各项政策。人们日益关注管理生态系统以支持与水有关的目标，也有证据表明这种做法有实在的好处。如果要通过投资领域的重大转变实现充分的机遇，那么这一过程需要辅以更有力、更公正的分析。

政策应具有弹性，不作过多硬性规定

7. 生态系统对水的影响受到多种变化因素的制约，因此政策需避免做出过多硬性规定。相关政策和措施须更好地结合生态系统与水的相互作用，以更有力的科学和经济评估为依据，在个案基础上做出具体考虑。

生态系统与水循环有关的功能取决于多种因素

8. 一些生态系统在提供水供应和管理服务方面发挥独特作用。湿地在调节水的供应方面发挥着重要作用，湿地的退化和消失是影响洪涝风险的重要因素，人们越来越多地通过恢复湿地来减少洪涝风险。不过，尽管可以大致概括特定类别的生态系统和从中穿越的水道的总体影响，但总是存在特殊情况。例如，在某些情况下，湿地事实上增加了洪涝风险；举例而言，如果人为地保持湿地处于高水位，或者基础设施选址不当，靠近洪水期间会迅速扩大的湿地，就会减少湿地额外容纳水量的能力。森林也可发挥防洪功能，这取决于森林特定的类型、条件和位置。有时某个生态系统带来的益处更多地取决于其他因素而不是该系统内部的生态进程；例如对水质而言，如果该地区没有开展某些活动（例如工业或农业），排除功能往往能发挥作用，否则就会造成污染。

9. 亚马逊雨林阐明了生物多样性和生态系统功能对水循环的重要性。由于其地理位置（位于赤道地区）、地质情况（各种区域性地貌特征并存，例如影响区域气候的安第斯山脉），亚马逊地区生长着茂密的热带雨林。这些大片存在的森林帮助维持了区域水平衡。

之所以称为“雨林”，不仅是因为该地区经常下雨——而且在于森林有助于维持其自身降雨。这个例子阐明了“生物多样性与水循环”的实质；生物多样性不仅受到水循环的影响，它也是水循环得以维持的一个内在组成部分。

了解关键的水文途径是了解生物多样性与水循环之间关系的核心

10. 图 1 阐明了地貌尺度内的关键水文途径。这幅简化图可用于审视生态系统对任何区域（也许永久冻土区除外）的水文的影响，包括森林、草地、干旱和半干旱地区、农业生态系统和城市（城市的实例见下文）。生态系统对任何地点的水的供应和水质的确切影响均受到以下三个主要变化因素的制约：

- (a) 物理和地质特征，特别是坡度、海拔高度、物理基础设施（例如道路、堤坝）和土壤/岩石物理结构；
- (b) 地理位置，例如纬度和相对于海岸线的所在位置；以及
- (c) 生态因素，特别是土壤覆被的性质、湿地和土壤生物多样性及其相关条件。

例如“气候带”在很大程度上取决于这些因素的共同影响。

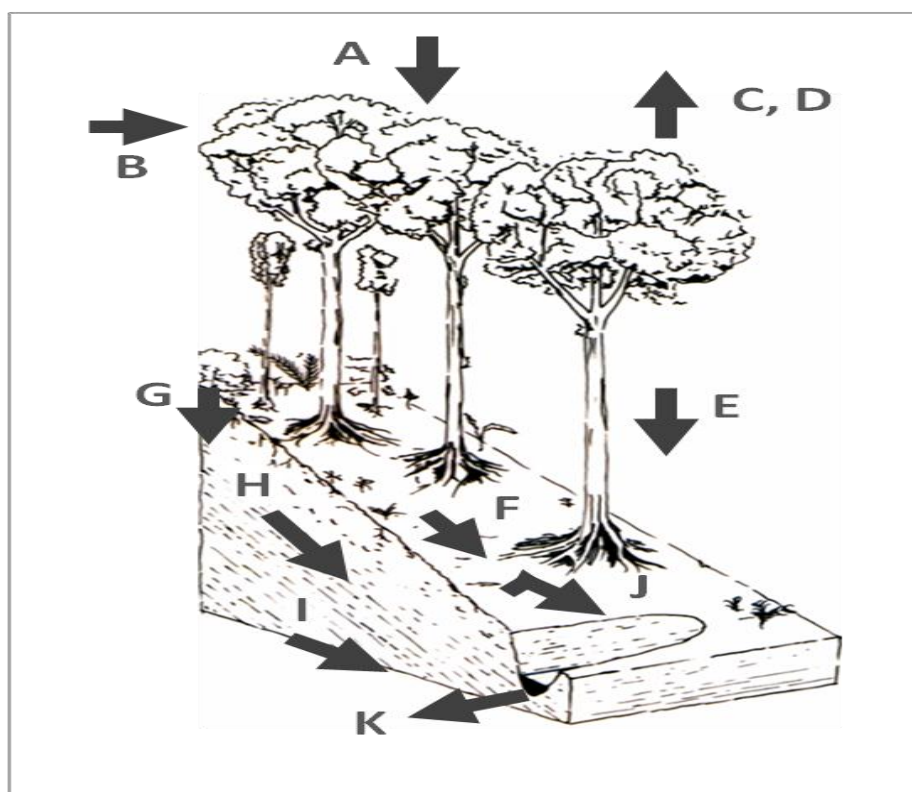


图 1：山坡内部的水文途径示意图，适用范围从 0.1 平方公里的试验集水区至涵盖数百万平方公里的国际集水区。本图以 N.A.Chappell 经由 Nick Scarle 许可改制其发表于《道格拉斯湿润地貌》（1977 年）的原图所成的森林景观为基础（详情见 UNEP/CBD/COP/11/INF/2 号文件）。该景观的植被和物理特性可变化和修改（例如将草地或农田变为森林），但为便于解释，其基本功能保持不变。本图不能体现海洋对降水的重要影响。水文途径为：A：—降雨和/或降雪；B：—水平（隐蔽）降水；C：—湿润树冠蒸发；D：—蒸腾；E：—贯穿降水和树干茎流；F：—渗透-多余坡面流；G：—渗透；H：—土层横向潜流；I：—松散岩石和/或坚固岩石横向潜流；J：—饱和坡面流（包括补给回流）；K：—地表水流（或沟渠水流），包括湿地积水。

11. 有关生态系统水文功能的证据和讨论牢固地建立在对水文途径的精确科学定义的基础上，该定义巩固了这些水文功能，这一点至关重要。除非正确地界定水文途径，并准确予以量化而不是混淆，否则就有可能对生态系统的水文功能产生重大误解。必须按照水文途径对提供生态系统服务的影响明确地进行联系和界定，从而确定采取适当的管理干预措施所提供的惠益水平。事实上，生态系统与水之间的相互作用这一主题被神话、误解所困扰，由于含糊不清甚至是错误地使用水文术语，导致有关生态系统与水之间的相互作用的概念和辩论过于草率。²

生物群系对水文途径产生直接或间接的重大影响

12. 生物群系（主要是植物，但也包括土壤中的微生物、真菌、无脊椎动物和脊椎动物等其他生物群系）对图 1 中的所有水文途径均有直接或间接的重大影响。主要的影响是地表覆盖物（植物），例如通过蒸发-蒸腾（途径 C 和 D）增强湿度和降雨（图 1 中的途径 A），以及通过其根部和表面的有机物（例如枯枝落叶）影响对土地的渗透（途径 G）进而影响土壤和更深的地下水中的水的供应及其中的水流量（途径 H 和 I），而这些因素共同影响地表水流量（途径 K）。水循环作为由土壤生物多样性支持的活性生态系统，其中的土壤非常重要，而这一点往往容易被人们忽视。土壤如何在生态系统中发挥作用，对包括地表水和地下水的供应在内的水文产生重大影响并影响到土壤中的水渗透和保墒，这是决定土壤肥力的重要因素。例如，丧失这些土壤功能再加上植被退化是导致荒漠化的主要原因。

13. 无论土壤覆被的组成成分如何，它们通常都以同样的方式发挥作用，尽管如此，生物群系内部和彼此之间的植物种类还是存在差异，其影响水的供应和水质的功能也有区别。例如，一般而言，森林与草原以同样的方式发挥作用，但不同类别的森林或草原视其位置而定在不同范围内通过图 1 中的各种水文途径影响水量。

物种丰富性和成分问题，但并非总是产生影响

14. 从物种丰富性的角度而言，生物多样性在何种程度上是维持水文功能所必需的，这一点在总体上并未得到很好的研究，但有可能根据具体情况的不同发生变化。森林中树木的多样性对水文产生影响：例如，种植林的水文状况与自然林不同。但是有些生态系统组成部分的关键水文特征主要由物理因素决定。例如，一些湿地的蓄水功能主要是由当地的地形决定的——但其集水区中的植物影响到对湿地的供水量，而且湿地植物会对流经的水流产生影响。生物群系对流经和穿越土壤的水流产生重大影响，而且业已证明土壤有机物的物种多样性可对这一过程施加很大的影响。例如，生物多样性在维持土壤有机物含量（对水文途径有显著影响）方面的作用是一个关键因素，并能产生直接的物理影响，例如蚯蚓物种的丰富性能对土壤微观结构和其中的水流通道的产生积极影响。

无论所涉生物群系如何，生态系统扰乱和退化程度是影响水文继而影响水安全的关键因素

15. 人类引起生态系统改变，包括土壤覆被、土壤和地表水（湿地）的功能改变，都会对当地和区域的水文产生重大影响。从人类福祉的角度来看，实践中这些影响通常都是负

² 这一点在森林-水相互作用中尤为明显，有一位作者在约 100 年前提到“（……）可惜的是，有如此之多的关于森林的著述和言论缺乏确定无疑的事实或可信的依据。森林的朋友和敌人都是说得多，证明的少（……）”。一个世纪之后，专家组还是不能确定是否能在整体上证明这方面。

面的。扰乱程度解释了可比生物群系之间的一些水文影响差异。例如，相同森林类别的水文状况可根据森林土壤板结程度的不同出现重大区别。

16. 生态系统的水文功能退化，特别是过度放牧和耕种导致的土壤覆被损失是促使多个古代文明消亡的因素，有时水文恢复力丧失的影响被气候变化放大，共同引发古文明消亡，在这方面，历史证据尽管不完整，但却是可信的。在当今世界，同样可以看到生态系统退化和气候变化的状况，至少在局部和区域范围内能看到这种情况。

由于生态系统退化会增加水的不安全性，所以生态系统恢复有助于提高水安全

17. 下文将进一步详细解释这一观点。

2.2 水质与水量的相互依存性

水质和水量方面的生态系统功能相互关联

18. 在调节水的供应（水量）方面，生态系统功能也有重大影响。例如，扰乱土壤覆被会影响地表水流的范围（图 1 中的途径 F）和降雨对土壤的物理影响，从而影响土壤侵蚀率和沉积物经由各个景观进入地表水的过程（由此影响沉积物的转移和沉积率、土地的形成和沿海的稳定性）。同样，土壤的水文功能会影响土壤生物多样性调节养分（养分循环）和为植物提供养分的能力。除其他因素之外，这些功能决定了水质。水的供应发生变化也会通过稀释和富集溶解或悬浮于水的化学物质和其他物质对水质产生影响。因此在实践中，水循环管理通常涉及水质和水量两方面的考虑。

2.3 水、碳和氮循环相互作用

水、碳和氮循环相互作用是一个非常重要但目前通常被各项政策和管理措施忽略的专题

19. 专家组获得的资料不足以对该专题进行应有的评估，因此出现了巨大的信息空白，但突出强调其相关性非常重要。限定不同生物群系捕获、保留或损失碳的能力是一个全球性问题，特别是在碳和水循环关系方面。碳途径与水文途径密切相关。例如树木对地表水流量的影响和依赖性（图 1）表明，人为抽水导致的土壤水分和地表水损失（目前在大陆范围内出现）威胁到森林的碳储存。有理论分析把土壤覆被（特别是热带森林）退化与引发生态系统剧变的区域水循环联系起来，其中包括对大量碳排放的预测。还有一些新出现的证据证明这种情况在现实中正在发生。此外，各项政策对水生碳源各项功能的重要性的关注有限。例如，最近的一份研究报告指出，亚马逊集水区各条河流的二氧化碳溶解量与森林冠层的二氧化碳损失量相当。因此，由于对森林的扰动会加速河流的碳损失，更好的碳固定环境服务管理更多地适用于未受扰动的自然林而不是人工林。类似的干扰土壤与水有关的功能是公认导致农场碳损失的首要因素。除气候变化的影响之外，这种损失还破坏了土壤的生产力，这反过来又会影响粮食安全。

20. 养分循环同样严重依赖水循环并受其影响。例如，碳循环在保持有机物含量从而维持土壤健康方面发挥着重要作用。氮元素在这里被单独挑出来，因为它是全球非点污染源的主要源头，基本上来自农业。第三节将进一步讨论这些专题。

21. 在水、碳和氮循环之间存在重要的协同作用。恢复生态系统的功能可为其中任何一个循环提供支持，但并非总能提供加强其他循环的机会。例如，对土壤中相互联系的水、

碳和氮循环进行管理是可持续农业的基本生态基础（第三节）。此外，新的景观碳保持计划，例如 REDD+，也应当考虑土壤的碳和水文功能的共同利益。不过，需要进行详细的科学调查以确定这些共同利益。

2.4 对生态系统服务的影响

与水有关的生态系统功能支持提供所有景观中的生态系统服务

22. 各个生态系统都依赖于水，在极度缺水的情况下，其功能会消退。由于生态系统也参与维持水质和水的供应，因此生态系统与水有关的功能会影响相同生态系统提供的所有生态系统服务。无论是由人类对水的直接影响（例如抽水）还是由人为改变生态系统功能和过程（例如丧失土壤覆被，排干湿地）所致，由各种途径产生的水流（图 1）在水质和水的供应方面发生的变化都有可能，而且在大多数情况下的确会影响提供所有生态系统服务。

23. 一些特定的生态系统服务与水流量和水质变化的联系更为明显。其中高价值的突出实例包括：调节水的供应（包括平均可用性，特别是极端的干旱和洪涝情形）；调节水质（包括饮用水）；土地平整和维护（由泥沙输移和沉积功能决定）；养分循环（包括污染和卫生方面的养分循环）；气候调节（包括蒸腾的散热作用）；以及这些生态系统服务和其他服务共同直接支持粮食生产进而保障粮食安全。第四节将进一步强调这些生态系统服务的社会和经济层面。

24. 因此，大多数爱知生物多样性目标都与水循环持续发挥作用有关（并非仅限于目标 14 直接提及的内容）。生态系统的各个过程和服务以水为途径相互联系，涉及景观中的多个要素，因此，为了维持水循环，需要对景观中的各组成部分（例如湿地、土壤、草原和森林）进行集体管理。由于其影响波及范围广泛的重要生态系统服务，因此管理生物多样性-水关系具有超出“环境/生物多样性”范围的非常重要的利益。

25. 水循环的实质也表明冲击某个地区的生物多样性会如何影响另一个地区的产出，并提供了一个关于实行生物多样性管理整体办法的最具说服力的实例，正如《生物多样性战略计划》所倡导的那样。同样，这种相互联系也证明按生物群系和部门划分的管理办法存在潜在缺陷。

2.5 有必要简化与非专家对象的沟通

26. 上文提及专业人员有必要协调一致明确无误地使用技术术语，并确认概念模糊存在危险，尽管如此，在与非专业对象进行沟通时，还是有必要进行简化。

生态系统是“天然的水基础设施”

27. 水政策仍然以利益为导向，着重于硬（物理）基础设施，而规划和管理严重偏向于工程办法。为此，生态系统越来越多地被描绘成天然的水基础设施，因为它们能够以与物理基础设施相同的方式实现与水有关的管理目标。例如，湿地、河岸地带、有植被的集水区以及经过改良的土壤都能与人工物理/化学水处理设施一样调节水质，并发挥与堤坝、排水网络和蓄水池类似的蓄水作用（包括减少洪涝和旱灾风险）。这种术语上的转变有助于打破不同利益群体之间的沟通障碍。

28. “水安全”一词描述一种水供应适量（包括缺水和水量过多）与水质得以保持的状况（或者正相反，描述一种因缺水和水质差带来巨大风险的状况），很好地以普通术语和生态系统术语体现了水循环中的转变所产生的影响。不同利益相关方的利益各有差别：例如，卫生专家可能从疾病风险的角度审视水安全问题；农业可能侧重于水安全对粮食安全的支持问题；城市可能把水安全视为持续的饮用水来源，并考虑如何避免洪灾；生物多样性的存亡取决于水安全，但所有人都知道该专题的一般意义及其重要性。对某些关注于解决自身困难的关键非专业对象，将这个专题描述成一种“天然的水安全基础设施解决办法”是一种有吸引力的办法。

三. 陆地景观中与水有关的生态系统功能和服务：农业和城市的实例

29. 目前世界上绝大多数可用陆地表面都受到人类活动的冲击，在整体上日益退化。虽然自然生态系统对持续提供生态系统服务有着重要作用，但专家组正在尝试管理高度改进的景观环境中的土地和水。按规模的不同，这些景观环境中通常混合了多种生态系统组成部分，其中的关键组成部分有森林、草原、土壤和湿地，包括从山区到低洼沿海地区的各种渐变环境。通常，这些景观环境中也有人工（硬）基础设施——其分布往往十分广泛。专家组考察了城市和农业景观这两种最重要的土地利用环境中与水循环有关的生态过程。考察活动提供了在迫切需要解决水安全问题的实际土地利用环境中运用生态系统水文科学的实例。在农业方面，专家组的工作也使人们更多地了解到土壤内部的水文过程以及生物多样性在这些过程中的作用。

30. 专家组得出的重要结论是，已查明的适用于自然系统的生态系统各个过程和功能同样适用于农业系统和城市。更重要的是，通过了解这些过程和功能及其支持的生态系统服务，发现了管理生态系统-水关系的重大机遇，可将其作为解决办法实现水安全，包括实现粮食安全和可持续人类住区。

3.1 天然的水基础设施和城市

进一步使天然的水基础设施办法成为促进城市可持续用水的主流的重大机遇

31. 城市管理当局几乎都认识到水安全的重要性：公共和政治议程都将水问题放在首要位置。城市有很强的动机去更好地管理水，并已经大量投资于该领域。许多城市都欢迎能自证经济实惠的解决办法。天然的基础设施办法并非是新办法，但许多城市目前都通过更具创新性和综合性的规划来更加系统地采纳基于天然基础设施的办法。这种办法的核心是转变观念，不再把城市视为对城市之外的生态系统产生影响的地区，而且将城市本身视为一个生态系统，从而采取基于生态系统的办法解决城市的难题。正在采取越来越多的措施增加用水效率，以解决生物多样性和城市水管理问题；减少对水文循环的影响；减轻和适应气候变化；以及找到对水敏感的城市规划解决方案。

管理集水区和局部范畴内的天然基础设施对城市的水安全至关重要

32. 退化的集水区对城市的水安全有极其重大的影响，包括在适应气候变化方面。因此，好的一方面是，恢复集水区能带来巨大惠益。越来越多的城市成功地采取了基于集水区的解决办法；例如为生态系统服务计划付款。有许多普遍的实例，包括恢复森林以管理水土流失状况，恢复湿地以减少洪涝灾害，以及采取多种干预措施以改善生态系统为城市提供的水的质量

33. 虽然城市依赖更广泛的生态系统来获得能源、物资和水，但城市也能受益于自身产生的生态系统服务。任何城市地区都可以被视为是复杂的生态系统，代表处于不断变化状态的单一实体，或者是由湖泊、公园和花园等个体组成的复合体。生物多样性与城市迅速得到越来越多的关注。但也还是有人把生物多样性视为“装饰和点缀”。真正的机遇与生物多样性在城市生态系统中的功能性有关，而且其中大多数直接或间接地涉及管理与水有关的惠益。

34. 从理论和简化意义上看，城市的水文途径（图 2）与自然环境的水文途径（图 1）大致相同。视规模不同，所涉生态过程也大致一样，因此所涉生态系统服务也大致相同。城市通过各种途径影响水流的质与量，但与生态系统发挥作用的过程和基本方式不同。因此加强城市中的天然基础设施与人工基础设施之间的结合可为管理者提供水务解决方案。

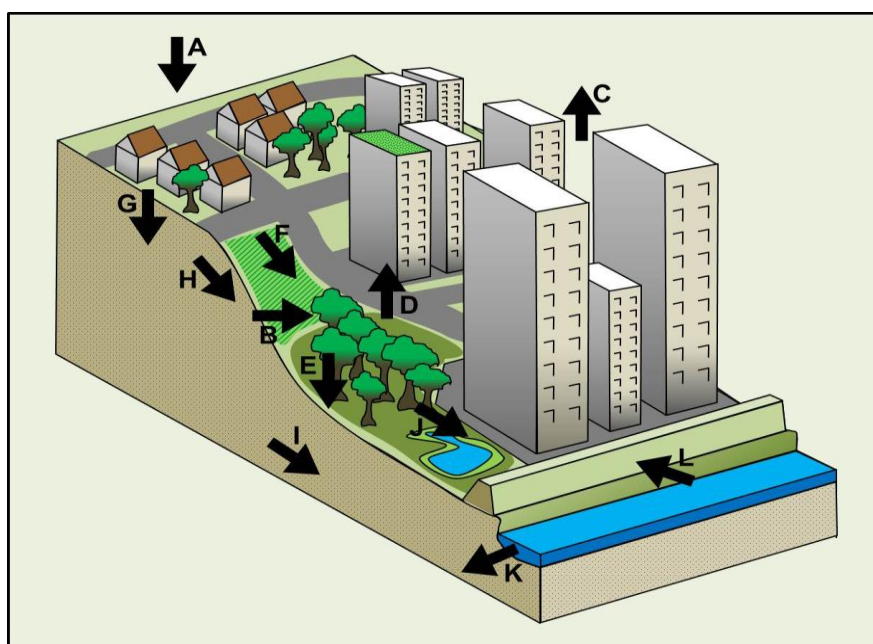


图 3: 城市地区的水流途径。(A=降雨/降雪; B=云-水拦截; C=蒸发; D=蒸腾; E=穿透流/茎流; F=渗透-多余坡面流; G=浸润; H=土层中横向潜流; I=表层土/岩石横向地下流; J=饱和坡面流; K=河流/沟渠流; L=漫滩洪水泛滥) (资料来源: Robert McInnes)

35. 城市中植物的蒸发-蒸腾作用（图 2 中的途径 D）目前正得到认可。这种功能提供了重要的城市内部气候调节服务。城市内部的结构，例如建筑物和道路，共同形成微气候特征，并与其他建筑物、公园、停车场和人行道结合产生局部规模的气候状况。在温暖季节，在规划不当的城市，城市内部的基础设施可导致明显升温。不过，已经证明城市中的蒸发蒸腾作用和反射率能共同降低城市夏季的温度，最高可降低 4 °C。已证明有植被的城市空间在香港能将城市公园的温度降低 1.6 °C，在东京能将城市绿地的温度降低 2 °C。对美国十个城市的模拟研究证明，在城市增加植树能通过提高蒸发蒸腾作用显著降低周围空气温度。这种生态系统服务（气候调节）在农村景观中也能得到证明：例如，森林提供的降温效果使农作物和牲畜受益。

36. 关注人们所喜爱的物种和濒危物种所具有的生物多样性，会分散对不太显眼的生物群系的重要作用的关注。例如，酸化菌、乙酸菌和甲烷菌的生物作用驱动了化粪池中的厌氧消化过程，有助于在城市废水排往地面之前改善其质量。有植被的渗透盆地、草洼地、

缓冲带以及雨水花园和绿色屋顶都能对拦截率和渗透率产生影响，并最终有助于调节暴雨雨水径流和城市地区的气候。例如，树木的树叶、树干和树根能拦截和储存落下的雨水，在腐烂分解之后能增加城市土壤的蓄水能力和拦截率。例如，在弗吉尼亚的圣莫尼卡，大片的森林拦截了 14.8% 的冬季暴雨和 79.5% 的夏季暴雨。

37. 有植被的渗透盆地和洼地目前一般作为城市可持续排水系统的内在组成部分。它们通常与透水路面和湿地系统等其他组成部分共同发挥作用，以实现对水敏感的城市规划。这些减少洪涝灾害、增加地下水补给和改善水质的办法均以生物多样性为核心，即便是在高度改进的城市景观中也是如此。这些办法还有助于减少城市对下游生物多样性的足迹。

38. 这些办法得到大量应用，包括通过管理机制予以适用。例如，在爱尔兰的都柏林，所有新发展措施都必须利用天然的绿色基础设施减少暴雨雨水径流。作为一种具有广泛适应性的城市生态系统管理工具，低影响发展措施是一种创新性的暴雨雨水管理办法，其基本原则是模拟自然：利用均匀分布的分散的小规模控制措施从源头上管理降雨。低影响发展措施是加拿大和美国使用的术语，类似于以下术语：可持续城市排水系统（联合王国采用）；对水敏感的城市规划（澳大利亚采用）；自然排水系统（华盛顿州西雅图市采用）；以及实地暴雨雨水管理（华盛顿州生态部采用）。

3.2 天然的水基础设施、土壤和农业

39. 农业是人类利用土地和水的主要方式，也是土地和水的最大单一污染源。由于过度使用和竞争加剧，导致日益缺水，而气候变化和人均可用水量降低以及需求量增加带来了更大的不确定性，这些因素促使人们普遍认识到在农业中更加可持续地利用水资源和更好地管理水资源非常重要。

农业中的土地管理实践对农业系统及其他系统的短期和长期水平衡具有直接重大影响。其中大多数重大影响与土壤和土壤覆被提供的天然基础设施的退化有关。

40. 农业涉及改变土壤覆被，在土地上种植农作物，这种活动通常会对土壤形成干扰，有可能改变所有水文途径（图 1）中的水流，并通过暴露土壤和增加地表水流对养分循环、碳储存、侵蚀作用和沉积物输移产生相关影响。在今天，所有农业生态环境中的大多数土壤在物理、化学、生物和水文方面都出现退化，耕种活动是造成这种状况的主要原因，如果不加以适当管理，被破坏和暴露土壤，摧毁生物多样性，进而破坏土壤健康，具有高负面外部性。如今大多数农业土壤的有机物含量低，土壤团粒结构不佳，土壤生物多样性低，而且土壤表层暴露。这实际上是由于天然的水基础设施整体退化造成的。如果管理不善，将导致缺水地区的土地严重退化，最终荒漠化。

41. 根据粮农组织最新数据，全球农业用地仅有约 10% 被认为具备改善条件。其余的土地则存在不同程度的退化，其中 70% 定性为中度至高度退化。加速侵蚀农场土壤导致产量严重下降，加剧了下游水体的沉降和退化，这是导致对供水和灌溉基础设施投资失败的主要原因。在整个亚洲，每年有 75 亿吨沉积物流入海洋。土壤养分的消耗和降解是导致产量降低的主要原因，降低了农场内的水的生产力，增加了农场外的水污染。每年从农业土壤中流失的养分约为 2.3 亿吨，而化肥消耗量为 1.3 亿吨，因生物固化作用又增加使用 9 千万吨化肥。灌溉区的次生盐渍化和积水是对增加生产力的威胁。

42. 大多数农业土壤最初的碳库损失了 25% 至 75%，严重退化土壤的碳库则损失 70% 至 90%。土壤中的有机碳是由生物多样性产生的。农艺生产与土壤有机碳库之间存在密切关系，特别是在低投入农业中。蕴含足够有机碳的土壤能够更好地适应降雨过剩或降雨短缺的恶劣情况。有多项研究指出，农业土壤具备有效的碳沉积能力，因此有助于减少气候变化。土壤中的有机碳提供了一个很好的例子，证明了适应和减少气候变化的应对措施可以相辅相成。尽管有这方面的认识，但农业土地利用仍然是导致广大农作物密集生产区域的土壤有机碳库减少的原因。

43. 这些因素与其他因素一起构成目前公认的各项关切的基础，也即全球农业生产模式不具有可持续性，特别是考虑到今后的粮食需求问题。这个难题目前引起了激烈争论，但并非没有解决办法，重点在于实现可持续集约化。

恢复农田的生物多样性-水关系是实现可持续农业和粮食安全的关键

44. 正如了解生态系统和水文过程有助于我们确定解决办法，满足城市的水需求一样，了解农业系统中的土壤和水退化的根源以及其对相关生态系统服务的影响，包括对养分循环和碳储存的影响也有助于查明实现可持续农业的解决办法。需要转变思维定势，从简单地将农业视为水的外部使用者转变为承认农业是范围更大的水循环的内在组成部分，在这种水循环中，需要对天然的基础设施进行集体管理，以实现整体的水安全，促进粮食安全并实现其他目标。

45. 土壤的结构质量、有机物含量（碳）和植物可用水之间紧密相关。土壤有机物改善了土壤的生物活性和过程，提高了稳定性和孔隙率。这些有机化合物直接或间接地与持水能力有关。通过保持湿底土上方的粗沙层或扰动层（覆盖层）或者引进覆盖作物，可以保持土地覆盖物，从而减少裸露土壤表层的蒸发量，改善渗透并减少侵蚀。土壤覆盖物在维持水质和水量方面的积极作用早已为人所知。此外，改进对土壤中和土壤上的水和碳的管理可改善土壤中的养分循环和留存。这种方式关注土地的天然水基础设施功能，同时解决了农业面临的三个关键的自然资源挑战：水、养分和碳（它们共同支撑土地的生产力）。

46. 这些办法建立在牢固的科学基础上，并得到实践的证明。以下三个实例描述了可取得的效果（更多详情和参考见 UNEP/CBD/COP/11/INF/2 号文件）：

(a) 免耕农业的现代继任者一般被称为“保护性农业”，其中涉及同时应用四项务实的生态系统原则，以当地形成的做法为核心，包括：有限的土壤扰动；保持连续的土壤有机覆盖层和/或植被（包括豆类作物在内的主要农作物和覆盖农作物）；种植不同的植物物种；以及良好的农作物、养分、杂草和水管理。所有这些原则都有助于提高生态系统的应变能力。在当前的情况下，这种方法以恢复天然的基础设施为基础。这种方法是粮农组织新的可持续农业集约化战略的一个重要部分。目前在全世界范围内约 1.25 亿公顷的土地上实行了保护性农业：主要集中在北美和南美以及澳大利亚，不过哈萨克斯坦、乌克兰、俄罗斯和中国也在实行，保护性农业还吸引了亚洲其他地方（包括在印度恒河平原）以及欧洲和非洲（其面积的三分之二实行小农生产）。

(b) 证明天然基础设施能对人工基础设施形成补充，促进巴西巴拉那河流域伊泰普分水岭的保护性农业，减少土壤侵蚀，增加伊泰普大坝提供的用于为巴西、阿根廷和巴拉圭发电的清洁水，更重要的是，还能同时改善农民的生计；以及

(c) “水稻强化栽培系统”是一种替代灌溉或雨养水淹水稻生产的方式，它更为关注通过保持土壤湿润而不是持续淹没土壤来恢复土壤的水文功能，从而改善有利于土壤生物多样性的有氧条件。据称该系统能将产量提高 25%至 27%，减少 40%至 50%的用水量，减少 80%至 90%的种子需求量，减少约 50%的化肥用量，并能降低 20%的生产成本。约 50 个国家的 400 万至 500 万资源有限的小规模农户在约 500 万公顷的土地上利用当地最具生产力的资源，展示了水稻强化栽培系统在农作物、土壤、水和养分管理方面的变化。

47. 这些方法不仅提供了有益于农场的惠益，还能提供更广泛的公共惠益，包括减少养分和化学物质流失，减少侵蚀，改善地表水管理从而提高下游用水安全。

四. 社会和经济层面

退化所产生的一般社会和经济成本的规模以及维持或恢复天然水基础设施所产生的惠益是明确和明显的

48. 几乎无需强调与水有关的独立生态系统服务所具有的整体社会和经济重要性，在维持水循环和相关循环方面，这些生态系统服务在很大程度上得到生物多样性的支持。维持水循环支撑着粮食安全、水量（包括工业和能源支持）、水质（包括饮用水）以及与洪涝和干旱有关的各种风险，其重要性是不言而喻的。其中任何一个主题都可以轻易地声称对生态系统和人类福祉具有最重要意义。生态系统提供的与水有关的服务不断产生由森林、草原、农田和山区等不同生物群系提供的最高净惠益估值。此外，湿地的水文功能尤为突出，这些功能通常是湿地持续产生最高单位面积生态系统价值的原因所在。

49. 当前对物理（硬质工程）基础设施的投资估计每年仅资本成本一项就能达到 10 亿美元，通过审查这种投资，可以发现天然水管理基础设施解决办法所提供的经济利益的规模。当然，天然基础设施不会替代所有此类物理基础设施，但肯定可以，而且在许多情况下确实做出了重大贡献。前述在巴西伊泰普流域应用保护性农业的实例不仅提高了农业的盈利能力和可持续性，而且通过减少侵蚀和沉积，将该水电站大坝的使用寿命从 60 年延长到 350 年——几乎等同于该大坝资本成本的五倍。这些实例表明自然与堤坝有着共同的基础，而数十年以来人们一直认为这两者是相互冲突而不是互为补充的。在城市里，许多实例涉及改变天然基础设施办法以适应人工景观从而提高整体效率。因此，不一定要争论天然或物理基础设施是最好的。水管理基础设施办法必须同时容纳天然和人工基础设施，创新性地利用这两者能够提供的惠益。

50. 灾难性洪灾仍然是头版新闻。有报道称，2011 年年底的曼谷水灾使该国的国内生产总值损失 1.7%，人们认识到改善湿地管理能为今后的减灾提供部分的解决方案。管理干预措施中开始出现对与水有关的生态系统服务进行更好的经济评估的内容，而且这种评估正在协助支持投资决策。其中一些最有效的评估可能是小范围评估。例如，在美国费城，与使用穿过该城市 50%的不透水表层的污水管道相比，使用天然系统所产生的增加价值估计约为 28 亿美元，而且其使用寿命超过 40 年。另一个实例是美国的萨克拉门托，当地每株常见树木产生的与水有关的惠益从 30 美元到 389 美元不等。在环境舒适价值方面，树木也能带来明显的共同惠益，但树木产生的共同惠益通常不太明显。例如，在美国新泽西，树木冷却效果的转化值为该城市每公顷林地每年能节省费用 700 美元，有意思的

是，每公顷林地每年可减少远超过 60 吨的碳排放。这些惠益说明了城市地区林地所具有的碳信用潜力。

51. 拉姆萨尔公约秘书处委托开展了一项关于“水和湿地的生态系统和生物多样性经济学”的重点研究，这项研究将更为详细地审查该专题。研究报告预定将在缔约方大会第十一届会议上推出，并将载于 UNEP/CBD/COP/11/INF/22 号文件。已经与本专家组的成员协调拟定报告草案，就目前而言，只能说该报告进一步强化了对当前主题的经济层面的关注。

生态系统服务的价值要根据具体情况而定，在执行层面必须进行更为严格的经济评估

52. 尽管在各个生态群落和景观中，生态系统与水有关的过程和功能通常彼此类似，但所提供的生态系统服务的水平和价值根据特定的情况有很大的不同。特别是，某一地区所在的位置是决定所提供的生态系统服务——尤其是与水有关的生态系统服务的水平和价值的关键因素。例如，如果湿地能够对流向城市的水流进行水文调节（无论是城市中还是城市附近的湿地或者城市上游集水区的湿地），就能产生与减少洪灾有关的巨大的生态系统服务价值，而同样是以相同方式发挥作用的同一种湿地，如果不能对人类住区产生影响，就只能产生较低的生态系统服务价值甚至不产生价值。鉴于这些原因，在推测生态系统的功能从一个地区到另一个地区所产生的惠益时，必须采取谨慎态度。

53. 总体上，天然基础设施的重要性得到了水文和经济科学的证明。但是，有些“灰色”文献和该专题的相关实践明显缺乏水文和社会经济证据。人们对天然基础设施解决方法的兴趣明显增强，许多重要的非传统对象（例如农民、银行、土木工程师）都开始认真考虑这一机遇。如果要维持这种动力，从业人员必须更多地关注为其诉求提供科学、社会和经济方面的正当理由，这一点至关重要。

五. 政策环境，制度约束与赋能条件

本专题对国际和国家政策至关重要

54. 专家组的工作成果进一步加强了这一认识的科学基础，第 X/28 号决定指出本专题非常重要，而且贯穿了《生物多样性战略计划》和爱知生物多样性目标，在《生物多样性公约》、《联合国气候变化框架公约》、《防治荒漠化公约》、《拉姆萨尔公约》以及更广泛的可持续发展议程之间形成了一种最有力的联系。这里无需赘言这些观点。

55. 由于缔约方大会第十届会议形成了这一认识，因此 2012 年联合国可持续发展会议（里约+20）进一步加强了政策领域。该会议成果文件（“我们想要的未来”）中的多个部分都提升了水在可持续发展议程中的重要性。重要的是，该成果文件的第 122 段指出，“我们认识到生态系统在维持水质和水量方面发挥着关键作用，并为各国境内保护和可持续管理这些生态系统的行动提供了支持”，从而促成了与水环境有关的争论发生重大的观念上的改变。³这是一个姗姗来迟的认识，生态系统不仅是使用和滥用水的受害者，而且是一种解决办法，可以实现为发展目的的可持续水管理。第 X/28 号决定和《生物多样性战略计划》及其爱知生物多样性目标已经加强了这方面的行动框架。专家组的工作成果文件将及时地为此类行动提供更为巩固的科学和技术依据。

³ 第 X/28 号决定和《生物多样性战略计划》，特别是缔约方大会第十届会议上就水资源问题展开的激烈讨论以及将其列入爱知生物多样性目标 14 等都为这份成果文件的编制做出了贡献。

在落实天然基础设施办法方面存在大量制度约束

56. 农业方面的实例表明，适当的办法可在局部得到迅速实行。尽管如此，在主流化和扩大规模方面，仍然存在重大挑战。在推广天然基础设施办法方面的经验证明，尽管这些办法有合理的逻辑，能够产生具有多种共同惠益的双赢成果，经济实惠而且简单易行，但并不能保证其一定会被采纳，这一点也许毫不意外。在执行方面存在相当多的制度约束。这种情况在水资源管理方面尤为明显，这方面的限制包括：制度安排和责任零碎分散；协调有限；尽管有高效率且了解情况的工作人员，但政策和管理环境仍然不接受创新和变化。制度变迁是公认的难题，需要根据不同的规模和时间加以解决。

57. 水资源综合管理长期以来作为整合土地和水管理的框架得到推广，以实现均衡的多个目标。不过，联合国水机制最近对水资源综合管理开展的一项调查强调指出，各国在落实水资源综合管理的过程中严重忽视环境，更不用说关注天然基础设施（详情见 UNEP/CBD/COP/11/INF/2 号文件）。这在一定程度上反映了一个长期存在的问题，即许多有关利益方仍然将“环境”作为单独的专题，服从于人类在用水方面的需求。专家组的工作清晰地凸显出水资源综合管理分隔环境/生态系统与人类需求的缺陷。此外，尽管也有值得注意的例外情况，但对于能否在实践中把生态系统，包括湿地特别是土壤覆被和土壤的水文功能很好地并入水资源综合管理，人们仍然抱有很大的疑问。由于通常是通过土壤覆被、土壤和湿地来调节在水循环四周流动的水，因此这种办法多少存在一些缺陷。不过，水资源综合管理的适用仍然有待改善，大多数从业人员更多地把水资源综合管理当作一种哲学，而不是解决当地紧迫问题的工具。

在可以为解决当地紧迫问题提供示范性解决方案的情况下，天然水基础设施办法能够轻易地成功适用

58. 在不断消除制度约束和其他约束的同时，还要查明短期和中期机遇，解决利益相关方遇到的与水有关的困难，并在必要时推广天然水基础设施为解决这些困难提供的可选择解决办法。这些办法目前的适用程度不容低估，但还是有相当多的机会进一步实现主流化并扩大规模。

六. 当前机遇：加强关于天然水基础设施解决办法的合作和伙伴关系

存在采取措施促进水管理的天然水基础设施解决办法的重大机遇

59. 在本阶段，缔约方大会采取的行动可能特别着重于当前的机遇，以提高对本专题的认识，并按照第 X/28 号决定、《2011-2020 年生物多样性战略计划》和 2012 年联合国可持续发展会议各项成果的要求，进一步制定和施行切实的措施。有许多潜在的伙伴对施行天然基础设施办法感兴趣。可以说，潜在的受益方实际上包括所有国家级和国家以下各级的政府机构和组织，各部门、企业、农场主、地方社区和公众。而能力建设是关键所在。

60. 在 2012 年 3 月在法国马赛举行的第六届世界水论坛上，多位来自不同领域的利益相关方参加了为期三天的讲习班，对水管理的天然水基础设施解决办法这一专题开展了广泛讨论。在是否有机会采取措施发展和宣传有关天然水基础设施解决办法的一般愿景、交流实践经验、改善建议的质量和加强当地提供的惠益等方面，与会者形成了共识。生物多样性公约秘书处与拉姆萨尔湿地公约秘书处及许多伙伴开展的讨论也得出了相似的结论，并确认《生物多样性公约》是适当的总括协定，可以其为基础发展此类支持。在制定此类

措施时，应当牢记必须与许多正在施行的国际水务活动保持协调，使这些办法成为主流，并重点关注改善在国家一级提供有形惠益的方式方法。这种成果将极大地促进落实《2011-2020 年生物多样性战略计划》。

61. 第 X/28 号决定也承认气候变化的水循环有重要影响，并进而承认维持和恢复生态系统在应对气候变化方面的作用。因此，本说明的主题及其基础性的技术工作也涉及考虑适应气候变化的生态系统（议程项目 11）、生态系统恢复（议程项目 9）和缔约方大会的本届会议将要审议的其他相关事项。

- - - - -