



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：孟志敏 责编：孟圆 刘一帆

2021
3
总295期

美国基于社区的“**One Water**”计划将维护**健康水道**纳入主流



健康水道是“One Water”（水资源综合管理）的重要组成部分

“One Water”方法为改善社区水资源管理提供了重要机遇。核心目标包括，高效利用水资源，充分挖掘和利用当地的多来源的水资源供应。同时，“One Water”方法可帮助社区评估其用水对上下游水道健康的影响（上游可能影响水源，下游则可能影响其他社区和水生资源）。

当地的水资源收集和再利用技术是“One Water”计划和项目最成功的创新成果之一。但这也可能无意中对河水流量构成威胁，自然系统所需的流量无法得到保障，下游社区的可用水量也会减少。为了充分发挥“One Water”方法的潜力，规划者应明确认识并定量评估这种方法对健康水道的潜在威胁，采取相应的行动，保护（并尽可能提高）下游河流的流量，造福人类和环境。

我们提出了以下框架来帮助社区实施“One Water”方法，以优化城市供水，维持溪流和海湾的水流量，维护鱼类、野生动植物及其栖息地的健康发展。

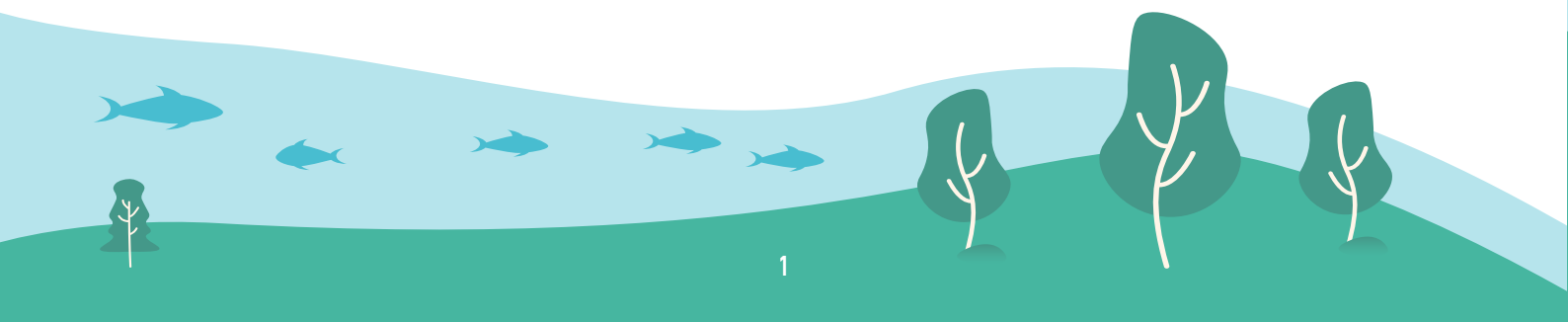
“One Water”是一种管理有限水资源的综合规划和实施方法，其目标是，在满足社区和生态系统需求的同时，确保水资源的长期韧性和可靠性。

“One Water”规划方案
水研究基金会，2017年

将健康水道纳入“One Water”计划和项目

“One Water”方法旨在通过加强社区不同水资源管理机构或部门之间的协调来促进水资源综合管理。“One Water”方法的早期实践已成功打破这些组织各自为营的状态，改善了城市不同项目、分支机构或私人供水商在水资源管理方面的沟通与合作。但是，在许多水资源规划和实施工作中，地域上的分割依然存在，各水务公司主要关注其特定管辖范围内的事务。尽管这种狭隘的地域观念无可厚非，但这也意味着未能从更大的流域尺度来考虑水资源管理，进而无法统筹考虑全流域范围内的社区和生态系统。“One Water”方法则提倡，应从流域尺度来管理水资源，提高供水的长期可预测性和可靠性。

“One Water”充分意识到要弱化这些地域分割，有必要将健康水道（美国水资源联盟最近将其更名为“健康流域”）纳入六个相互关联的行动领域，这些行动领域包括：可靠且具有韧性的水务公司、繁荣城市、可持续农业、具有竞争力的工商业、社会和经济包容性，以及健康水道。



2019 年，德州“生生不息的河流”项目（Texas Living Waters Project）对全国参与“**One Water**”实施的人员进行了一项调查，了解他们如何在“**One Water**”规划中考虑健康水道问题。水务公司在考虑环境因素方面发挥主导作用（例如，洛杉矶和旧金山），通过鼓励公众参与来指导其规划过程。在这一过程中，水务公司发现，客户既关注当地水道的健康状况，也忧心水务公司采取的行动对这些水道产生的影响。2019 年开展的这项调查还得出了一些重要结论：

- 须通过促进利益相关者的广泛参与，尽早、透明地确定项目目标（如，保护环境流量），并将其纳入“**One Water**”规划过程。
- 即便是在寻求保护健康水道的过程中，从业者也需要遵循指南制定有效策略，包括如何评估环境流量需求，以及如何促进公众参与。
- 从业者正在寻找将健康水道考虑因素有效纳入“**One Water**”项目的成功范例。
- 法规合规性要求（例如，水质法规）可能会凌驾于其他“**One Water**”考虑因素和目标之上，如果规划早期阶段未充分考虑合规性要求，这一风险尤甚。

本文提出的框架以 2019 年的调查结果为基础，提供了一种将健康水道目标纳入“**One Water**”规划和实施过程的方法。本文概述了有关如何加强利益相关者的参与，以及将健康水道考虑因素纳入“**One Water**”规划过程的实用指南。

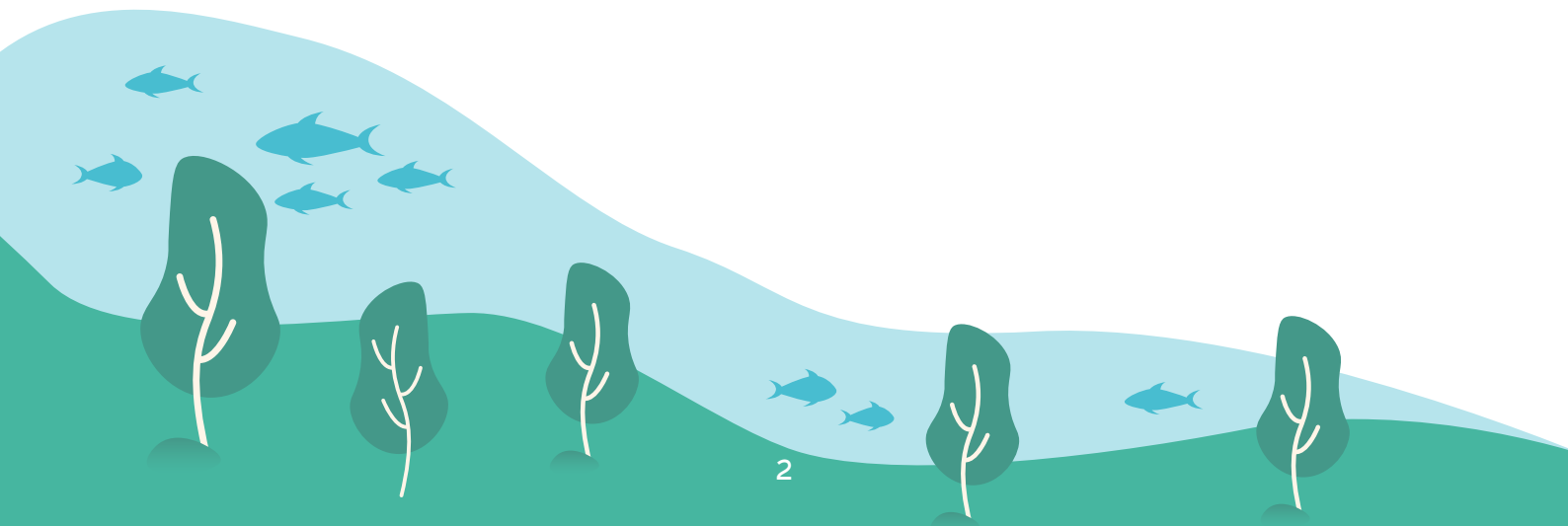
为什么需要健康水道规划框架？

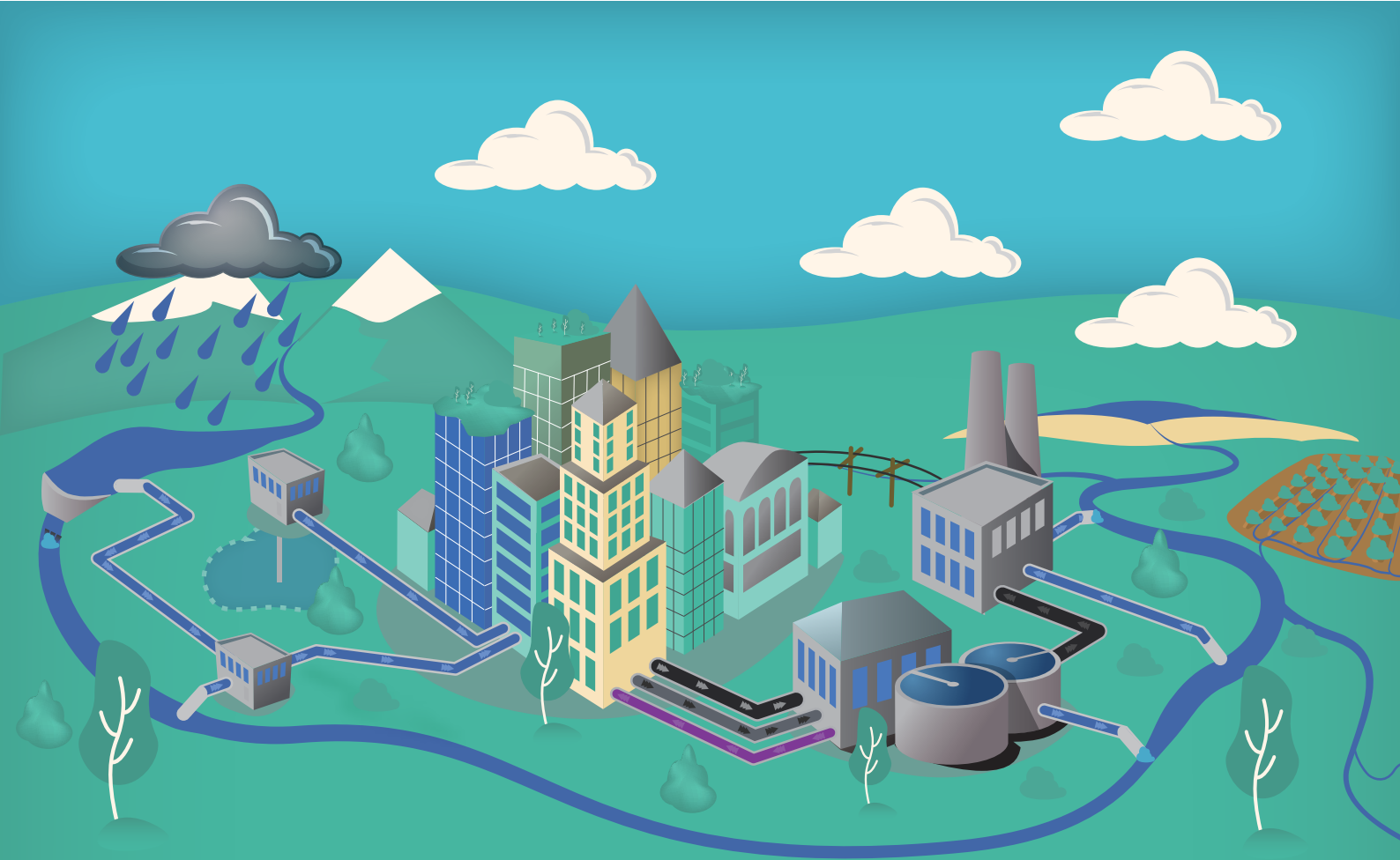
人类活动极大地影响了水体的数量和质量。美国地质调查局在 2013 年的一项全国流域评估中指出，美国有 86% 的河水流量发生了变化：高流量增加或低流量减少（或两者皆有）。流量的变化，包括流量的大小、季节性和变化率，可能对河流及与沿岸地区的生态健康产生影响。流量变化还可能增加洪水风险，降低市区河流的功能，如为市民提供休闲娱乐的去处等。

随着人们越来越多地关注水资源可利用量和供水保障，城市逐渐采用创新技术来开发“新的”水资源，即收集和再利用原本通过城市管网系统排入水道的水资源。这些径流收集和再利用做法确有助于减少其他途径的引水量，尤其是在结合提高用水效率的情况下，但还需综合考虑水资源的收集和再利用对全流域的影响，才能实现“**One Water**”维持健康水道的目标。应设计评估水资源管理决策对水文状况的影响。

但遗憾的是，虽然有些规划者的确愿意将环境考虑纳入规划中，但由于缺乏规划指导，目前规划者只能停留在最大化利用当地水资源的阶段，对供水或受水水体的生态考虑只能留到项目执行的后期再来考虑。

即使是优化后的用水规划也会改变淡水生态系统服务所需的水流脉冲和季节性流量模式。受影响的生态系统服务包括：支持水生和陆地生物多样性、地下水补给、确定鱼类和野生生物的各生命阶段、为土壤和洪泛平原地区提供必要的季节性流量、支持树木和鸟类生长，并为下游社区提供必要的“生态系统服务”，如稀释和容纳污染物等。





“One Water”方法为改善社区水资源管理提供机遇。“One Water”正推动技术创新，为城市创造“新的”水源：如收集和再利用原本通过城市管网系统白白流入水道中的水资源。

为了充分发挥这些技术创新的优势，水资源管理者在考虑它们所带来的巨大机会的同时，还应考虑其可能对河水流量的意料之外的影响。因此，“One Water”可在创造可持续供水的同时，还为自然生态系统和下游社区提供支持。

任何一种规划都需权衡利益取舍。如果水资源规划不考虑健康水道问题，就将导致水资源管理的不确定性长期存在。如未能将健康水道规划有效地融入“One Water”规划，就可能会导致水道受损，进而使更多的物种面临威胁甚至濒危；更多水体的水质不能达标；更多的河滨休闲娱乐功能受到影响。这种情况通常大多发生在传统管理效果不佳的社区，这些社区往往倾向于采用低成本的水资源管理方法（例如，建造混凝土衬砌的水道），这些方法制约了现有和潜在的娱乐休闲功能。以上影响可能会使我们重新审视水资源管理决策，从而导致成本不可预测性的增加、以及公众信任的丧失。

采用多重效益框架维护健康水道

尽管考虑健康水道的程序尚未纳入水资源综合规划指南中，但一些重视增强公众参与过程的创新型城市发现，公众对保护或增强自然环境以及相关鱼类和野生动植物物种的计划和项目支持度很高。由此提出的水资源规划愿景不仅将健康水道视为考虑因素，而且将可靠的弹性流量置于规划愿景的核心位置：

健康水道四步走

第一步：社区提出
建设健康水道愿景

第二步：明确当地实行健康
水道战略的效益，权衡利弊

第三步：评估健康水
道的关键效益和得失

健康水道框架

太平洋研究院近期制定了一个考虑综合“*One Water*”规划过程带来的多重效益的框架，本框架由该框架改编而来。以此工作为基础，本框架重点关注规划维持或恢复流态平衡、实现健康水道的迫切需求。

第四步：使用健康水
道框架来指导决策



健康水道框架

第一步：社区提出建设健康水道愿景

提出社区愿景是保护水道的第一步。水资源规划者往往会先考虑一系列的需求和有待解决的挑战，但是在受影响社区的积极有效参与下，规划者可以对问题、效益和可行方案有一个更清晰广泛的认知。如果邀请社区倡议者和环境科学家参与，那么最终的愿景将：1) 增加健康水道被纳入决策的可能性；2) 提高社区对最终产出的接受度；3) 最大限度地发挥对受影响人群的综合效益。出于这些原因，我们建议所有项目，尤其是较大规模的规划工作或项目，尽可能基于真正的协同利益相关方参与过程建立社区愿景，这一过程应包含四个关键要素：

指定一位推动者或过程“引导者”

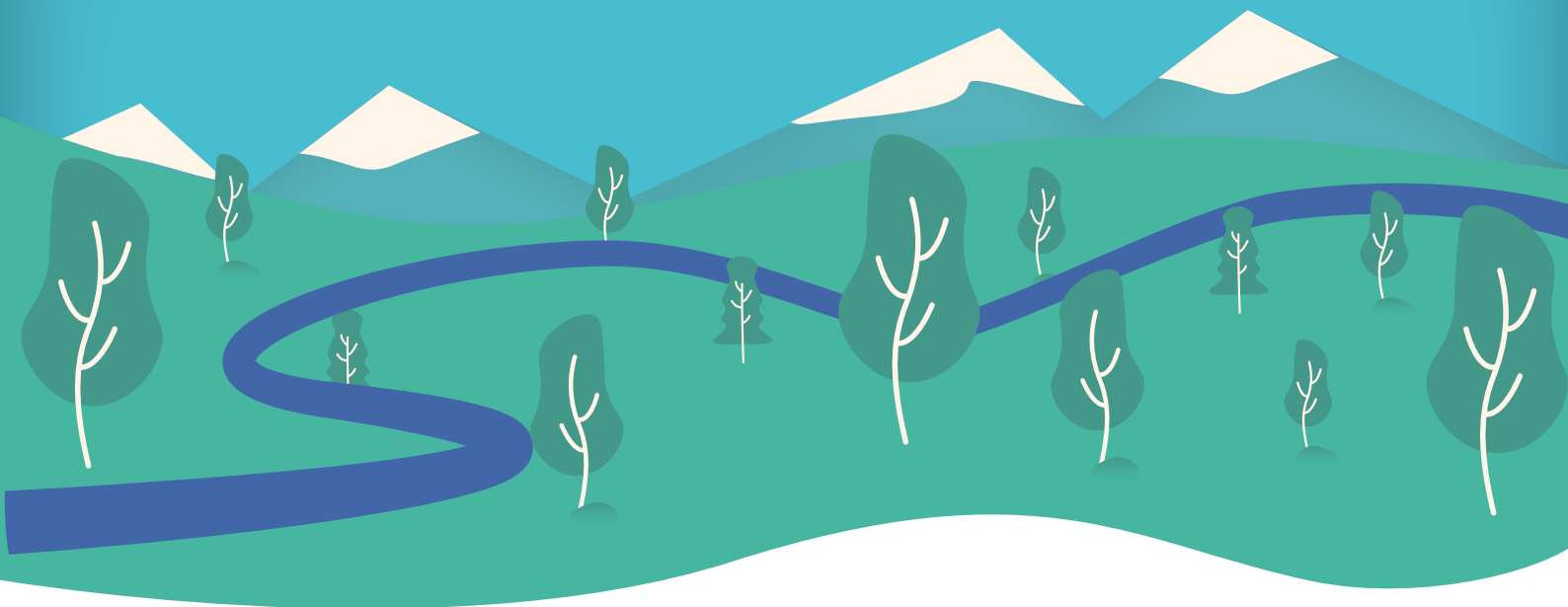
推动者相当于一个稳定的、中立和负责任的引领角色。可以由单独一个或所有相关机构资助，机构负责管理需求和反馈，并支持采用有利于所有利益相关者的过程。明确独立推动者的职责（区别于机构人员），有助于各机构在不损害决策权的情况下更迅速地回应公众需求。这种明确的区分对于维持过程的连续性和建立各方的信任也至关重要。如果资源受限无法聘请第

三方推动者，则相关机构可以指定一名工作人员担任此身份，只要该推动者不承担与项目或计划相关的其他职责即可。保持中立的推动者可确保所有利益相关者在必要时都能给予充分信任，毫无顾虑地与推动者进行接洽。

建立合理过程，确保利益相关者全面、有代表性

利益相关者越有代表性，项目或计划就越有可能解决水系统的复杂性问题。需要确保横向（当地社区内外受结果影响的人）和纵向（支持推进计划的人，如，监管机构、城市 / 地区官员等）的代表性。

专业知识储备也是维持健康水道的关键考虑因素。如，为了确保生态系统、当地鱼类和野生动植物物种作为“利益相关者”的代表性，应由非召集机构的权威专家来提出项目或计划对自然群落的潜在影响和效益。基于计划的复杂性和争议性，可能需要邀请不同领域的专家提出不同的科学看法，使公众了解过程的合理性，并且不偏向任何预定结果。经利益相关方审查之后，召集机构可能还需要听取各方专业意见。



与利益相关者进行面对面交谈，听取其意见和建议

这是真正参与和传统公众参与之间最重要的区别。“collaboration（协作）”一词的词根为“co-labor（共同努力）”，这种解释可帮助规划者理解有效参与的必要因素。如果各方要共同努力，那么这意味着他们需要平等地参与决策过程并获得相关信息。

规划机构应确保，涉及的社区不仅具有技术贡献能力（提供清晰、易于理解的数据和信息，让所有参与者都能掌握），而且能够支撑有效参与和共同创造成果的必要资源（提供参与的场地和会议条件）（实用信息请参见附录 A）。满足群体对信任、数据和清晰流程规则的需求，获得他们对结果的支持，与结果本身一样重要。

制定考虑利益相关者利益的愿景

尽管利益相关者积极参与水资源规划过程，但他们有各自参与的动机。一些显而易见的原因是，人们想要获得清洁水、休闲娱乐、价格合理和可靠的供水——但也有一些隐性的原因在驱动利益相关者的参与，有时甚至利益相关者自己也不知道！例如，对清洁水和可负担性的关注可能源于历史上的不平等现象，实际上可能是对公平正义的呼吁；对娱乐休闲方式的关注可能与因城市化发展而受到影响的怀旧感和生活方式有关。

建立真正的参与过程需要尝试揭示那些潜在的、相互联系的驱动因素，并寻找解决的机会，同时还要应对召集机构提出的水资源管理问题。通过考虑利益相关者的“利益”，本文试图找到能够满足社区更广泛的关注和需求的解决方案。

有效的利益相关者的参与，要求在整个决策过程中实现及早、频繁和持续的公众参与，从创建项目或计划的愿景开始。机构在促进真正公众参与的过程中往往会受到时间、资金和能力方面的限制，这可能导致他们选择只向利益相关者告知计划，或者最多只与利益相关者审查已经制定的计划。尽管较低的公众参与度对于计划实施的各个方面都是可以接受的，但与公众合作建立“One Water”计划的愿景对于确保充分考虑和平衡可能影响计划有效性和期限的利益至关重要。

对于规模较小、本地化程度更高的项目，或者甚至涉及较少规划工作的项目，如果缺乏促进公众参与的资源，则只需在愿景声明中包括明确的健康水道承诺即可，例如，“不会损害”上下游社区和生态群落，或恢复受损的生态系统，这有助于设定重要的补充条件，有助于促进自然系统可持续性的成果产出。

健康水道愿景声明的关键考虑因素

综合定义“水道”。规划者应就以下方面提出自己的看法：水体（河流、小溪、地下水、支流）的边界，以及需要管理的参数（水量、水质），重要的是要评估是否忽略了重要价值或者错失重要的潜在效益。

以下给出了一些问题和提示，可以帮助规划者和利益相关者确定其对于水道理解的盲点：

- 权限和责任边界与目标水道水体边界是否存在重叠？这些边界内的社区应如何参与计划？
- 这些边界内有哪些社会、人类和生物群落？是否有考虑到他们以及如何将其考虑在内？
- 需要对流域的哪些部分进行评估，以考虑项目或计划的全部影响和覆盖范围？供水和水处理支出是否取决于可能需要保护的上游地区的水量和水质？利益相关者是否了解并专注到规划区下游的鱼类和野生动植物？
- 确定需要保护或修复的地点或环境资产。
- 描述支持生态系统的栖息地的预期范围、大小和联系，并为它们及其支持的生物群设定目标条件。
- 评估支持不同栖息地和相关生物群多样性所需的水量和输水模式。
- 决定如何考虑气候变化和极端天气事件。
- 考虑生态群落的利益。考虑物种健康、种群、状况等目标；维持生态功能的流量目标；受河流功能影响的栖息地种类等指标。

提倡更宏大的愿景！与利益相关者一起确定项目 / 计划可以和无法解决的利益，在某些情况下，可通过水安全投资实现更多的社会和环境效益。不要急于提出想法，因为其中的关联可能很复杂。例如，利益相关者对新鲜、负担得起的校餐的关注，可能与学校花园的灰水使用（与“**One Water**”计划相关的技术）有关。

将相关利益整合到总体愿景声明中。过程召集人必须决定，他们是否需要与利益相关者达成一致（达到充分合作共建的目标），或者是否从另一个层面考虑利益相关者的投入。如果某一过程能够达成一致，即利益相关者的利益点分别是 x 、 y 、 z 和 q ，那么愿景声明可能很简单：即实施可实现 x 、 y 、 z 和 q 的“**One Water**”计划。

根据需要完善初始愿景声明，以便遵守法律要求、规划范围、资源、信息限制等。根据适应性管理实践，定期评估社区健康水道目标的实现情况。进一步考虑是否需要调整愿景，更好地确保计划惠及相关生态系统。

第二步：权衡当地推进健康水道的效益和取舍

在听取利益相关者的意见的基础上建立明确的愿景声明后，接下来就需要权衡推进健康水道的效益和取舍。重要的是，根据实际的外部限制（尤其是监管要求），考虑健康水道的预期效益。将这些驱动因素和预期效益联系起来，首先需要了解健康水道目标，以及实施特定策略的潜在取舍。

更为广泛的健康水道规划带来的更多效益

考虑广泛的监管和非监管驱动因素，可以实现更多的长远效益。积极的健康水道规划，可对河滨和水生生态系统、地下水位、当地饮用水供应和处理、能源生产和使用、娱乐等方面产生积极效益。但要平衡这些结果，就需要主动思考“One Water”项目如何促进或阻碍潜在效益的实现。

通过健康水道规划实现更多效益的示例包括：

- 节水措施有助于维持河水流量，从而增加河流的娱乐休闲功能。
- 流量保护策略也可能影响和惠及下游用水者。

- 及时有效地保护面临风险的生态系统（包括尚未获得监管保护的生态系统），可以最大限度地减少之后监管限制破坏供水项目产量和生命周期的可能性。
- 靠近河流的林荫小道和信息标识牌，可为社区创造娱乐和教育价值。如果在设计过程中就将其考虑在内，这项工作还可增强社区对水利项目的支持。

扩大除直接影响之外的其他潜在效益，还可以创造健康水道的长期效益。例如，水资源使用和管理的变化，可能对能源使用产生重大影响，从而影响成本、空气质量和温室气体排放。与此相对照，供水公司可能最终会采用更耗能的处理方案，例如，紫外线净化、臭氧化和反渗透，以应对水质下降和新污染物。



健康水道的监管驱动因素

监管计划可能会推动对相关考虑因素进行优先排序，在制定“One Water”计划时，应尽早确定和提出关键的考虑因素。这有助于进行灵活设计，包括考虑实现上述协同效益的潜力。可能出现的主要驱动因素包括水质问题，受威胁和濒危物种问题，以及与稀有生态系统和珍贵娱乐资源有关的问题（尽管这并未受到严格监管）。无论这些驱动因素是因规划社区内还是下游的影响而出现，都需要预测、考虑和解决这些问题。

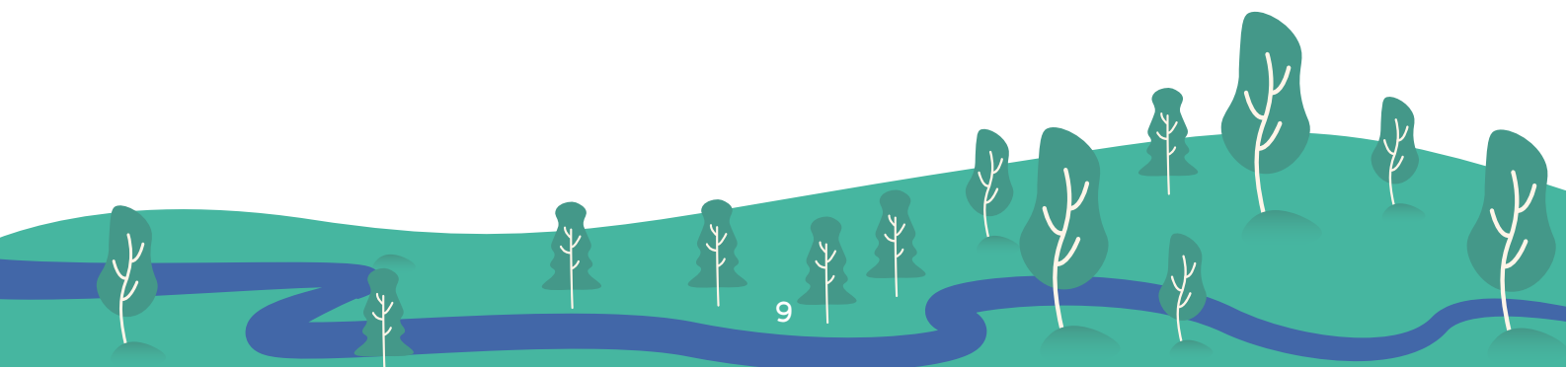
水质：可能使水质状况恶化的供水项目，并不是一项好的长期投资。在向国会提交的 2017 年《水质清单报告》中，美国环保局（EPA）指出，超过 55% 的受评估河流和溪流处于受损状态。在任何规划过程初期，必须考虑州或联邦法律认定的水质损害，同时应今早关注水质下降的早期迹象。在正式认定损害之前积极主动地评估水质，可以最大程度地提高可预测性和项目投资回报。

水质问题通常反映的是高水平的污染物负荷，以及流态变化导致降低的涵容能力，因此，“One Water”规划应同时评估这两个方面。中水回用项目可以减少排放的污染物负荷，帮助改善水质，但由于流量减少，这也可能降低涵容能力，进而导致水质恶化。应平衡这些影响，同时还要解决其他健康流域问题，特别是整体流态状况。对于除污染物问题之外还因流量不足受到不良影响的河流，应对中水回用项目进行谨慎评估。可以将中水回用项目与相关季节性流量承诺或抵消性流量增加机制相结合（例如，可帮助恢复自然流量的雨水收集项目）。

特别是在高度城市化的环境下，雨水收集可通过拦截进入水道中的水来减少多种污染物的负荷。雨水收集还可以通过减少人为抬高的峰值流量来改善流态，并且，如果经过主动设计，可帮助恢复减少的生存流量和枯水期基流，从而提高河流的涵容能力。通过雨水收集来降低暴雨造成的洪峰，还可帮助减少冲刷作用，后者会导致河流内和沿河栖息地结构的退化。在某些地区，水质标准专门保护水生生境不受污染物影响。在这些情况下，恢复流态可帮助避免与污染物无关的水质损害。

创新设计的雨水收集项目，可以带来供水和恢复流量方面的效益：减少人为抬高的峰值流量，在枯水期将部分收集的水释放回河流中（直接释放或补充浅层地下水），剩下的水则用于供水目的。德州奥斯汀的沃勒河“雨水收集试点项目”，就是通过此类项目研究改善流量的一个项目示例 10。

受威胁和濒危物种：根据州或联邦法律列为（或提议列为）受威胁或濒危物种的物种，是任何项目都必须考虑的一个重要因素。受威胁或濒危物种可能会影响项目授权。本文建议规划者考虑对受威胁物种和生态系统的影响，即便这些物种和生态系统目前尚未受到专门的法律保护。除了从健康水道角度来考虑之外，从更实际的角度来看，还应采取更积极主动的方法，提高供水规划和实施的长期可预测性，最大程度地降低监管的复杂性。





第三步：评估健康水道的主要优势和取舍

在确定并理解了优势和限制因素后，健康水道的下一步考虑就是，评估规划项目对水道的影响。定量评估是首选，但如果缺少足够的信息，可应适时进行定性评估（请参见附录，其中讨论了评估或表征流量要素的潜在来源和方法）。

由于水生系统的复杂性和多变性，现行的环境流量标准（尤其是针对单条河流）很少。但是，正如太平洋研究院的《多重效益框架指南》所述，不能因难以确定精确数值而忽略特定的利弊。可广泛的考虑各种优缺点，并进行量化比较。“探讨德州奥斯汀绿色雨水基础设施的多重效益”报告中，提供了一个在评估过程中量化各种效益的示例。

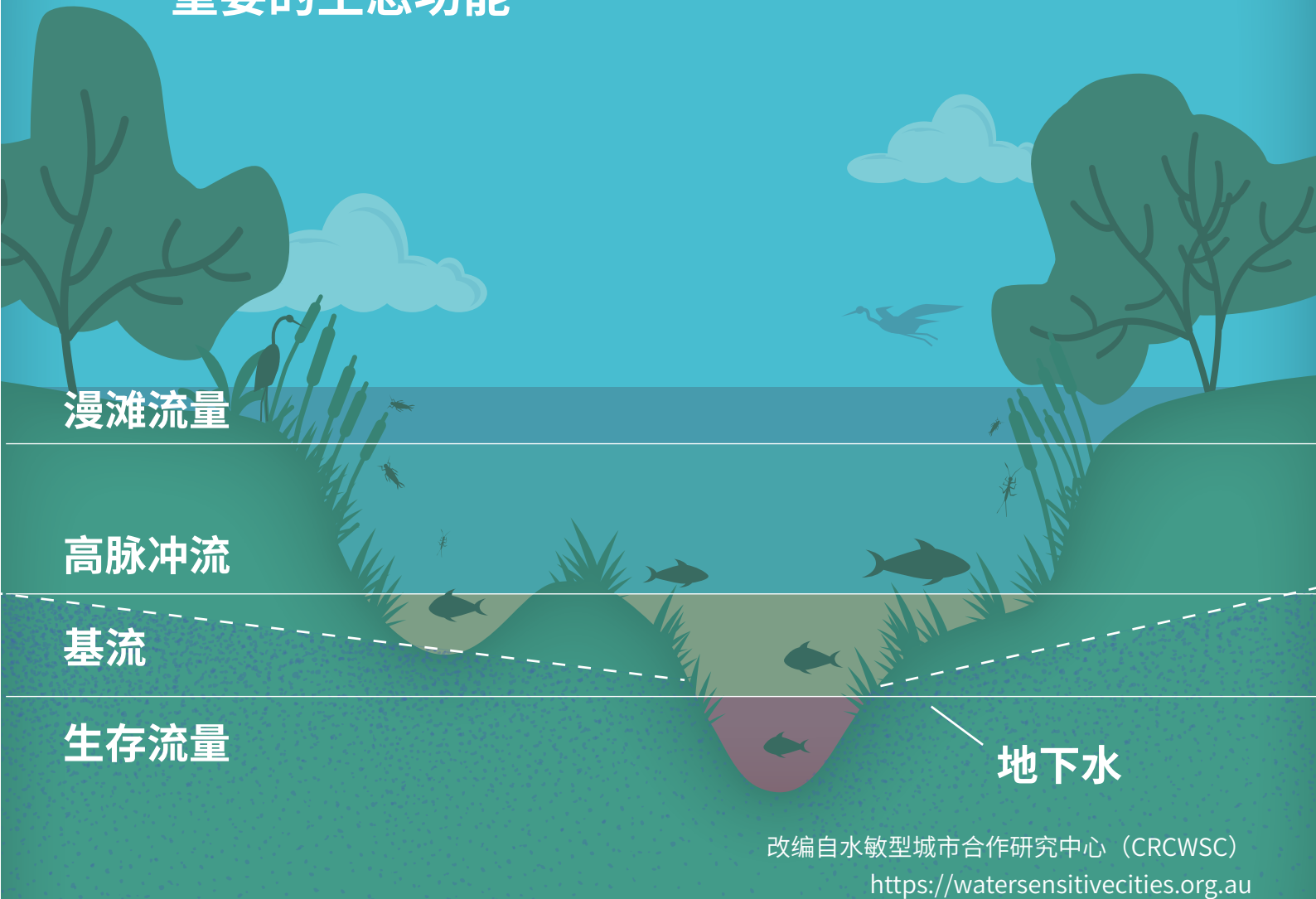
健康水道相关分析优先排序

根据所考虑的项目或计划的性质的不同，可能没有必要评估完整的环境流态，后者通常包括：生存流量或枯水期流量；一个或多个级别的基流，表示从枯水到丰水的状态；与降雨事件相关的一层或多层脉冲流。例如，一个规模相对较小的中水回用项目，可能显著影响生存流量，但其在正常到丰水的状态下，对基流和脉冲流的影响很小，只需关注枯水期流量。与此相反，广泛的规划过程则需要评估更全面的水流流态。

如果健康水道目标是恢复受影响的水流，那么首先应确定受威胁较小的河流，以便为定义特定项目目标提供基准值。如果健康水道目标仅仅是最大程度地减少对现有水流的不良影响，那么要考虑在内的信息范围会更小。但是，仍要确保规划者能够了解对于维持现有用途和水生生物形式最重要的流态。这既适用于单个项目，也适用于综合规划工作。

从健康水道角度评估中水回用项目时，必须了解回用中水在各个水道中的作用。回用中水可能对维持河水流量发挥重要作用，尤其是在上游引水和蓄水或地下水流失导致生存流量和基流低于自然水位的情况下。在这种情况下，需要进行仔细分析，以评估拟议中水回用项目（无论其来源如何）将如何影响健康水道建设。合理平衡水质和水量的影响，包括考虑降低不良影响的管理方法，可以最大限度地提高项目的长期可行性。在从同一角度评估雨水收集项目时，对流量影响的评估可能更复杂。这些项目可能通过减少人为抬高的大规模有害脉冲流，改善水道健康，但也可能减少小规模有益的脉冲流，损害水道健康。创造性的项目设计，可在不同流量范围内实现多重效益。

不同流量的水道都有重要的生态功能



生存流量是干旱条件下短期内经历的极低水流量。生存流量通常依赖于地下水，确保鱼类和野生动植物在枯水期能够存活下来。

基流是正常条件下的水流量。基流量随季节以及枯 / 丰水期而异。以脉冲流作为补充，基流可支持鱼类和野生动植物的健康生长。基流在不同时段既补给又依赖地下水。

高脉冲流是暴雨之后出现的短时水流量。它们连接河流、湿地和次级水道，维持水道结构和河滨植被，将营养物质带到河流中，并帮助补给地下水。

漫滩流量表示漫过河岸的超大脉冲水流量，连接水道与河漫滩。漫滩流的功能与其他脉冲流相同，但其作用更强。一些鱼类只在河漫滩产卵，依赖漫滩流来支撑重要的生命阶段。

地下水位于地下，与溪流和河流地表水产生不同程度的相互作用的水。在不同的水流条件下，水会在地下水和地表水之间来回流动。地下水水位可能受到井水抽取、河流水流减少以及不透水覆盖物增加的影响。

分析健康水道的主要考虑因素

设定地理范围

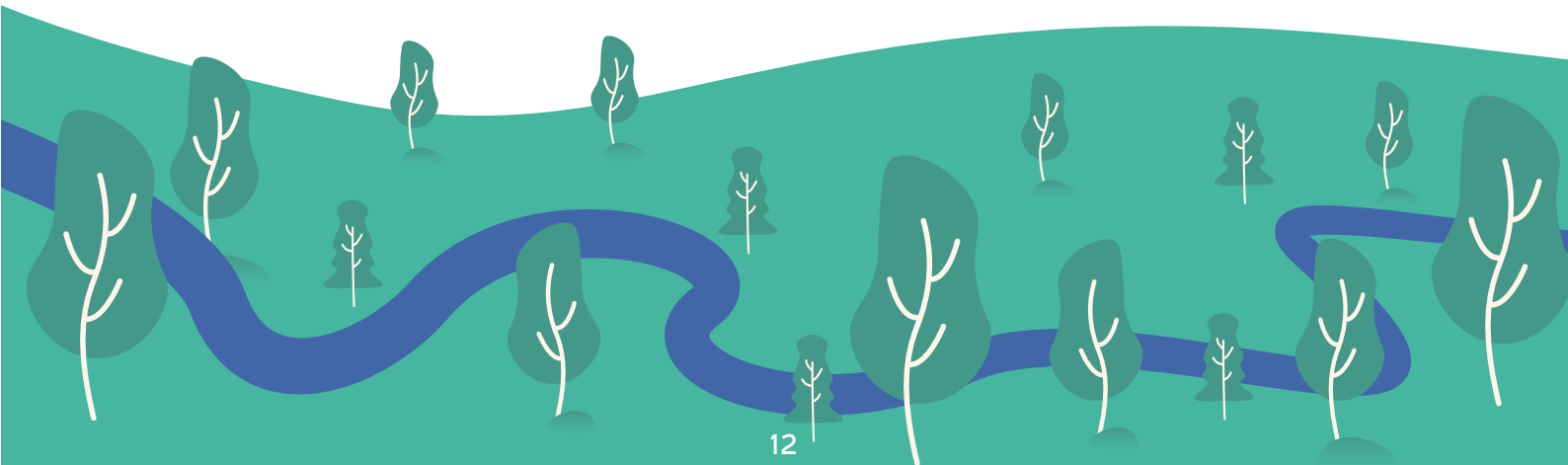
流态评估的地理范围随项目或规划工作的规模大小而变化。例如，大都市区的综合供水计划，不仅会对全市范围内的河流产生影响，并且影响着下游 100 英里内甚至更远处的河流和溪流的流态，以及沿海水域的淡水流入。相比之下，规模相对较小的中水回用或雨水收集项目，可能只会显著影响项目所在地河流的流量。在项目设计过程中，利益相关者可帮助确定适当的分析范围，包括设定适当的地理边界。

定义健康水道的基准流量

定义分析基线（例如，什么是健康水道？如何定义水道健康与否？）是分析项目对健康水道影响是的难点所在。特别是在城市地区和建有大量水利基础设施的农村地区，目前的水流态与自然流态几乎没有相似之处。尽管恢复自然流态并非适用于所有情况，但是了解历史状态可为选择流量改善目标提供重要依据。根据城市发展水平的不同，恢复完整历史流态的可能性很小，但愿景建立的过程可考虑围绕这一问题进行讨论，有助于赢得更多利益相关者的支持。

设定基准的方法多样。首先要完成的是充分收集信息，为相关问题讨论提供参考。收集的资料应包括有关拟议项目或计划所涉河流及其下游河段的信息。影响分析应覆盖的下游区域范围，通常根据项目规模及其对下游河段的潜在相对影响决定。

大河流可能需要安装一个或多个带有记录功能的流量表，用于了解流量随时间的变化趋势。难点在于确定重点关注流量记录的哪些方面。流量如何随供水项目或其他改建项目而变化？是否应重点关注低流量？如果是，多少为低，5% 还是 10%？将重点放在平水期流量或周期性脉冲流事件上是否更合适？有关了解和评估流态的更多信息，请参见附录。



第四步：使用健康水道框架支撑决策

该过程的第四步也是最后一步是，交流分析结果，以此支撑决策，并就融资和实施行动提出建议。理想情况下，主要的决策者和利益相关者应参与整个规划过程，并积极宣传此项社区计划的重要意义。

最终，决策者应通过正式采用、变更政策和提供资金等形式来支持计划顺利开展。为此，决策者需要理解并认可社区愿景，明确计划将如何实现该愿景，了解所评估方案的优势和取舍，关注计划将为社区带来哪些效益。针对效益的评估交流不应仅局限于供水方面（这也许是规划工作的最终目标），还应传达采用“*One Water*”方法可带来其他效益的信息。“*One Water*”方法的综合实施，将使得社区从多方面受益，效果可以量化。采用三重底线评估方法全面核算项目的成本效益，或者根据社区的既定愿景来衡量决策，这些做法可帮助决策者扩大重要决策的标准。

这里提出的框架可用于不同的范围，从项目到计划再到规划过程。社区愿景不仅应作为总体计划，也应作为计划下实施的所有项目的检验标准。

在制定了社区“*One Water*”计划后，接下来就是开展实际的工作。随着计划的实施，以及单个计划要素的制定，应一步步明确和更新社区愿景和目标。

结语

这里所述的原则对各城市的“*One Water*”工作都具有重要指导意义，但是要在全国范围内推进这项工作，则需要基于不同环境和范围的成功案例上搭建实践社区。随着气候和人口增长对供水造成越来越大的压力，我们无法将解决城市供水问题与水质、健康河流和泉水、生物多样性及其他健康环境要素剥离开来。因为它们之间是相互关联的，而“*One Water*”方法正是为统筹解决这些问题提供了指导。



附录 评估环境流量需求的工具

确定环境流量需求，可能是规划和项目设计过程面临的一个关键挑战。对于不同水流量所起的作用，尤其是特定场址的流量，还需进一步研究探索。在缺少或没有特定场址流量需求信息的情况下，可利用各种工具和信息源来帮助评估潜在影响及设计流量保护目标。在可行的情况下，应首先选择进行特定现场研究。



确定相关流量要素

由于项目或计划的潜在影响可能仅限于某些流量要素，因此不必评估整个环境流态。前文列出了支持健康水道的各流态要素的概念。这些要素在维持健康河流环境中发挥着重要作用。但是，不同类型的“*One Water*”项目对其中的许多流量要素产生可能比较有限影响。所需的流量影响评估工作量通常与潜在影响范围相关。但是，如果牵涉到关键的监管驱动因素，例如，受威胁物种或濒危物种或水质损害，则可能需要进行更全面的评估，以评估相关物种或水质参数可能受到的影响。



确定“自然”流态

正如太平洋研究院的《多重效益框架指南》所述，必须选择一个基准来帮助确定和评估效益和权衡利弊。该《指南》建议，将项目实施之前的状态作为基准。但是，从健康水道的角度来看，完善的社区愿景建立过程也可能需要了解该基准与更“自然流态”（即更少受到人为影响的流量状态）的区别。我们认为，可通过告知过程（理想情况下，可通过完善的社区愿景建立过程）确定适当的“自然流态”以进行比较，这一过程旨在探索在这种情况下预期、可能和可实现的目标。选择的最终健康水道目标可能仅仅是，与项目实施前相比，最大限度地减少负面影响，或者，使水道恢复到改善的生态或娱乐状态，但这仍可能与不受干扰的状态大相径庭。无论如何，了解自然流态都将为决策过程提供重要信息。

流态质变评估

如由于时间或资源限制只能进行有限的分析，那么可以选择简单地根据照片和历史资料来确定河流流态发生的质变，并着重分析可能受项目（积极或消极）影响的流量参数。更全面的流态评估，更有助于支持广泛的规划过程。

帮助了解和评估流态的信息来源

可从各种途径获取信息增进对流态的了解和评估。包括：

照片和历史资料

在城市地区和建有大量水利基础设施（如，大型调水或蓄水项目）的农村地区，现有的水流流态与自然流态几乎没有相似之处。尽管恢复自然流态并非在所有情况下都可行或适用，但是了解历史状态可为选择流量目标提供重要的依据。

历史照片（从报纸档案馆，自然或文化历史典籍，甚至家庭相册等途径获得）可以提供有关特定河流历史流量的重要信息。例如，照片可以揭示出，当前雨后出现涓涓细流和汹涌急流的某一河流，其历史状态可能大不相同。照片还可以提供有关河床结构和流域植被变化的重要信息，尤其是与河流相连的河滨带。

诸如自然历史调查和典籍之类的历史记载，可从当地图书馆、博物馆和大学获得，这些历史记载可以提供有关特定溪流和河流内及沿岸发现的物种或自然群落的宝贵信息。这些信息可以帮助我们了解支持这些物种或群落的必要流态。同样，当地报纸故事或其他谈论娱乐活动（如，游泳或钓鱼）或可靠牲畜水源的历史记载，也可以提供有关历史流态的有用信息。自然历史典籍还可以提供有关当地溪流和河流内发现的现有物种及其生活史的重要信息，这可帮助我们更好地了解哪些流态要素可能特别重要。增进理解不仅有助于支持计划和项目设计过程，以便最大限度地减少潜在的负面影响，还有助于确定对水道百利无一害的项目潜力。



根据受影响最小的河流来确定目标流量

在考虑位于高度城市化河流的项目时，可根据城市化水平和地理范围，确定当地受影响最小的河流，以帮助表征更自然的流态。水质研究领域常常会用到“受影响最小的河流”研究方法。为了提供最有用的信息，受影响最小的河流的水文地质环境应与受相关计划或项目影响的河流相似，但其不得受到土地利用变化的重大影响。分析受影响最小的河流的流态，并通过适当调整流域规模等因素，可以提供重要信息，帮助我们了解受影响河流的更自然流态，并为制定潜在的流量目标提供依据，尤其是当其中一个目标为“恢复到基准状态以上时”。根据相关的城市环境，在无法找到受最小影响的河流的情况下，只需确定“受较少影响的河流”就够了。

基于流量表的历史流态分析

会与比较大的河流，可能会安装一个或多个流量表，根据这些流量表的工作时长，可确定流量随时间的变化趋势。美国

地质调查局，通过与当地赞助商合作，在全国大部分地区配置了流量表系统。这些流量表结合长期的记录，可以提供重要信息。但是，确定重点关注这些流量记录的哪些方面是一个难题。大自然保护协会（TNC）提供了根据不同信息量制定环境流量建议的实用信息。大自然保护协会还开发了专门的流量数据分析工具，包括水文变化指标（IHA）。此外，美国地质调查局开发了 USGS EfowStats “R” 软件包，用于分析可用的量测流量数据。查看历史流量记录面临的一个重要问题是，确定用于设计目标流态的适当时间段。当流态因建造大型蓄水和调水项目，或释放废水或流域外的灌溉回水而发生显著变化时，这一点就更为重要。



流域建模方法

生态基流效益的可量化程度，取决于分析所需数据和技术资源的可用性。有许多模型可用于模拟水资源管理方案的水质和水量影响。例如，对佛蒙特州和 EPA 1 区进行的一项研究，使用了流域模型来帮助确定目标流量 - 持续时间曲线，帮助恢复受损的河流。这些河流受损主要是受城市和郊区的雨水径流污染造成。该研究包括对受损流域和未受损流域的比较分析。可从美国地质调查局和其他研究组织处免费获取模型进而预测各种水资源管理策略对生态基流的影响，但是这些模型需要特定的数据输入和技术培训才能确保正确使用（图 3）。当地土地利用、水资源和防洪管理人员，可帮助提供量化生态基流影响的最佳资源。



受威胁和濒危物种以及最需要保护的物种

美国各州法律对受威胁和濒危物种的保护条例相差很大，但有关这些保护的信息应随时可用。联邦《濒危物种法》下列出的物种，特别是动物物种，需要得到有效的法律保护。对此类物种（甚至是刚刚提议列入保护的物种）的任何潜在不利影响，都将触发其他程序步骤。可能影响联邦保护物种，涉及联邦机构的项目，例如，要求获得联邦许可或获得联邦资助的项目，都需要接受进一步的审核。即便不涉及联邦机构，但可能对联邦保护动物物种造成“威胁”的项目，例如，对这些物种栖息地造成不利影响的项目，都需要获得特殊授权。

美国各州鱼类和野生动植物机构在制定《州野生动植物行动计划》（需要申请获得各种联邦资金）的过程中，应确定最需要保护的物种。在“*One Water*”计划和项目评估过程中，应特别关注这些物种。事实上，为支持这些物种采取的积极管理措施，可能有助于最大程度地保护此类生物，避免或减少它们今后被列为受威胁或濒危物种的可能，或构成项目实施监管障碍的可能性。

图 3
帮助量化生态基流的其他资源

- 德州农工大学的 SWAT（土壤和水评估工具）：使用小流域到流域尺度模型，模拟地表水和地下水的水质和水量，并预测土地利用、土地管理实践和气候变化对环境的影响。《水》（*Water*）杂志 2018 年发表的一篇文章，讨论了使用 SWAT 模型来模拟拟开发流量，以确定潜在的环境流量目标。
<https://swat.tamu.edu/>
- 美国地质调查局（USGS）的 MODFLOW-OWHM（“*One Water* 水文水流模型”）：允许模拟人类和自然水运动的几乎所有要素，可用于基于物理的供需框架。
<https://ca.water.usgs.gov/modeling-software/one-water-hydrologic-model.html>
- Natural Capital Partnership 的 RIOS（资源投资优化系统）：InVEST 子模型，可用于支持流域服务投资设计，优化生态投资回报。
<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software>



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