

SDG 指标 6.3.2

技术指导文件 1:

监测项目设计



此份文件旨在指导 SDG 指标 6.3.2 的 1 级报告中针对河流和湖泊的五个重要参数组的监测项目的设计。我们还额外提供了一份应对地下水水质报告中可能遇到的困难的技术文件。

这份文件是分步方法论的配套文件，同时，它也是为指标方法论各方面提供具体的技术指导的系列文件中的一部分。这些技术文件是基于 2017 年基线数据收集运动后得到的反馈而编写的。你可以在指标 6.3.2 知识平台上(<https://communities.unep.org/display/sdg632/SDG+6.3.2+Home>)获得这些文件以及其它资源。

这份文件旨在为需要帮助的各国的报告者提供关于落实方法论的信息：

1. 它将分步方法论中提供的监测项目设计指导进行了扩展。
2. 它介绍了监测项目设计流程中的重点阶段。

介绍

我们需要收集的指标 6.3.2 的数据应该能够充分反映国家范围内的环境水质状态以及水质变化的长期趋势。为了确认这些趋势，我们需要收集全国不同地点的五个重要参数组的数据，并且，我们需要保证使用标准的，一致的测量方法。根据 2017 年第一次数据收集运动的经验，许多国家没有基于国家级别的空间范围进行报告，并且很多国家没能提供完整的长期记录。这份文件为这些不能达到报告要求的国家提供了指导；它重点关注如何最大程度利用可用的资源来设计监测项目。

根据 Meybeck 等(1996)所讲，监测项目（不同于问卷调差）通常是长期的监测，并且监测使用的是标准化的测量和观察以确认趋势。指标 6.3.2 的报告需要的就是这类的监测项目。

好的监测项目设计包含的不仅仅是对数据来源的定义。它同样需要对以下的方面进行定义：

- 总体的监测地点；
- 具体的监测点；
- 样本收集的频率；
- 原地测量的参数，以及收集后会被传送到实验室进行分析的样本；
- 利用的质量保证（QA）和质量控制（QC）；
- 野外作业以及健康和安全（H&S）的指导；
- 数据管理流程以及数据的储存和报告。

基于方法论的监测项目设计

此指标的方法论包含五个主要步骤：

1. 定义报告流域区（RBD）；

监测项目设计 20200326

2. 定义水体;
3. 定义监测地点;
4. 收集水质数据; 以及,
5. 对水质进行评估。

对 RBD 和水体的定义是监测的前提条件, 并且应该独立于监测项目设计而进行。已经进行监测项目的国家最好从目前使用的监测地点中挑选此指标的监测地点, 并且这些监测地点应该能够最好地代表被定义的水体。或者, 国家也可以根据现有的监测地点定义水体, 这与河流水体最相关。如果选择这种方法, 被定义的不同种类的水体可能大小不等。

此指标方法论中的**报告流域区(RBDs)**以河流流域为基础。它们是适用于河流, 湖泊和地下水的次国家级报告单位。RBD 指的是一片陆地区域, 由一个或多个相邻的河流流域, 或者国家内的跨界河流流域, 以及相关联的地下水水体组成。对于水资源的管理来说, 尤其是跨界水体, RBD 的概念为水质评估提供了更易于掌控的单位, 并且为水资源管理战略的设立提供了基础。许多国家已经对以河流流域为基础的水文单位进行了定义。这些单位经常在国家水资源管理和国家卫生管理报告中得到使用。我们鼓励国家在指标 6.3.2 的报告中使使用同样的单位, 这样, 国家可以建立起影响水质和依赖于水质的人类活动之间的联系。这些人类活动包括废水的生产, 排水系统的治理率以及饮用水的供应。

如果没有被定义的 RBD, 国家可以选择请求 GEMS/Water 确定 RBD 的界限。这些通过地理信息系统 (GIS) 确定的水文单位, 将可以从 HydroBASINS 全球数据库(Lehner and Grill, 2013)和 UNEP-GEF 跨界水体评估项目(TWAP)数据库(UNEP-DHI and UNEP, 2016)中获得。

每一个 RBD 可以被再细分成不同类型的水体: 河流, 湖泊或者地下水。在 SDG 指标 6.3.2 中, 我们所定义的“优良”或者“不良”的水质都是基于这些细分后的单位。一个水体可以是一条河流的一部分, 或者一条支流, 一个湖泊, 或者一个含水层。最理想的情况是, 定义的水体拥有同一性的水质-水体越小, 水质的同一性就会越高。和含有多样水质的水体相比, 水质同一性高的水体只需要通过少量的监测点就可以获得可信的分类数据。和选择少量大型水体相比, 监测大量的小型水体的不利之处在于, 所需的监测量更大, 因为每一个水体至少需要一个监测点。

很多国家可能没有能力对全国范围内的水质进行监测, 因此我们需要一个实际可行的设计方案。一个方法是将监测点进行分类, 一些监测点可以利用已有的资源(人力, 设备和数据管理)进行监测, 另一些监测点在未来情况允许的情况下再被纳入监测项目中。比如, 一些国家的监测重点是对国家有重要意义的重点 RBD 的数据, 但是它们可以在未来进一步对国家级别的水质状态进行监测。

监测项目设计流程

监测项目设计流程的主要步骤如图 1 所示。这个流程表展示了三个主要阶段: 第 1 阶段-**设计**; 第 2 阶段-**落实**; 以及第 3 阶段-**评估, 报告和管理**。这个方法可以帮助国家设计任何类型的水质检测项目, 并且无论是设计新的监测项目时, 还是回顾现有项目时, 都可以使用这个方法(Meybeck 等, 1996a; Chapman 等, 2005)。

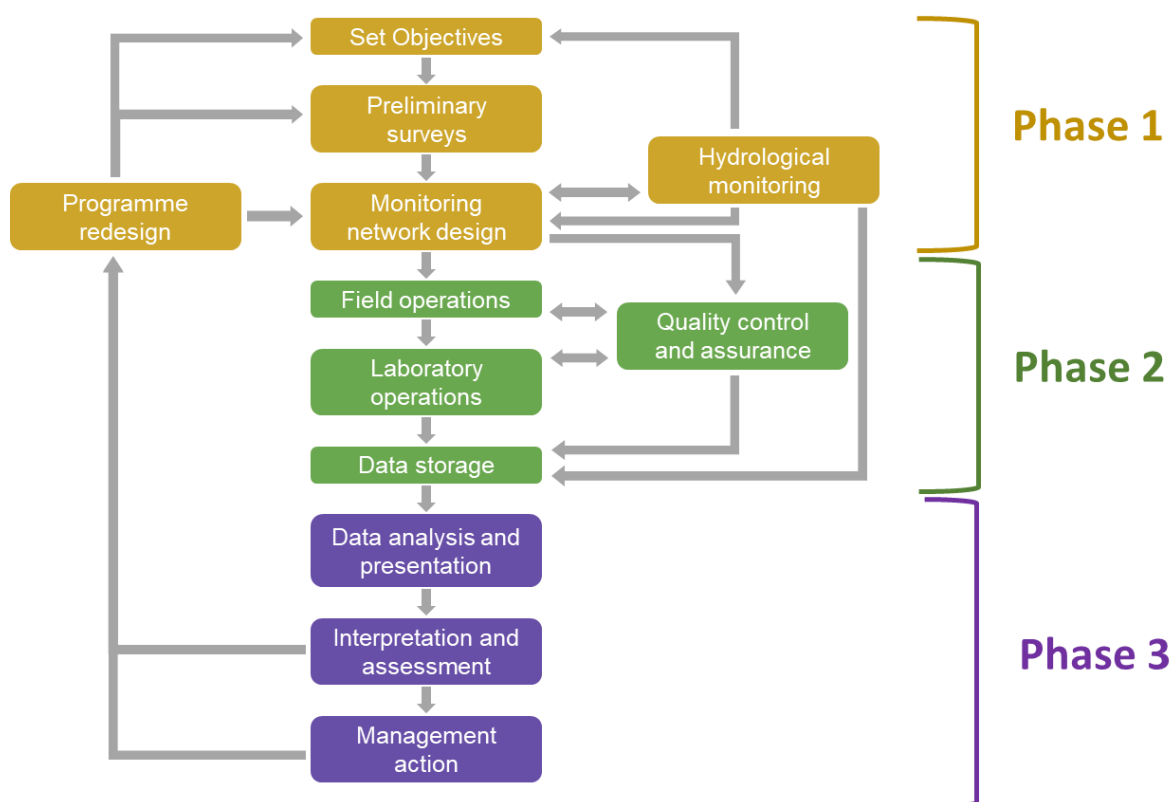


图1: 水质监测项目设计流程图。以 Chapman 等(2005) 为基础进行了改编。

对于指标 6.3.2 的报告来说，监测项目的目标十分明确，比如，为环境水质的分类提供最全面，最可信的数据。目标是提供尽可能多的水体的五个重要参数组的长期监测数据。

初步的问卷提供了基本的背景信息，这些信息可以很大程度上帮助我们设计监测项目。其它类似的研究和监测项目的信息，或者使用类似监测手段的监测项目，都对我们的设计有帮助。这些包括过去的水质检测，水文记录，生物数据，以及地质和土地使用的信息。初步的问卷还包括场地调查，比如采样，以对潜在监测地点的水质同一性进行评估，或者寻找接近水体的简单安全的途径然后确定监测站的位置。这些收集到的信息可以帮助我们建立监测网络，监测网络可以高效地利用资源来生成高质量的，可靠的数据 (Meybeck 等, 1996a)。

好的监测网络设计可以高效使用资源，同时生成高质量的数据，这样，我们才可以实现监测项目的目标。设计监测网络主要涉及三个活动：

- 确定合适的监测媒介（水，生物群，特定的物质）以及使用的采样和分析方法。
- 确定监测地点。
- 选择采样的频率。

SDG 指标 6.3.2 的 1 级监测仅仅关注了水体的物理和化学成分。2 级报告可以使用其他的两种媒介，比如，生物群和特定物质。完成 1 级报告使用的参数组在方法论中已经被确定，氧，盐度，氮，磷和酸度。在每一组参数组中，国家可以决定它们想要使用的具体的参数。你可以在下方表 1 中找到不同类型水体的参数。

表 1: 1 级报告参数组, 不同水体类型的推荐参数, 以及入选此次指标报告的理由 (根据联合国环境署(2018)改编而成)。

参数组	参数	河流	湖泊	地下水	入选理由/ 压力
氧	溶解氧	•	•		耗氧量测量
	生物需氧量	•			有机污染测量
	化学需氧量				
盐度	电导率 盐度, 总溶解固体	•	•	•	盐度测量, 有助于确定水体特点
氮*	总氧化氮 总氮量, 亚硝酸盐, 氨氮	•	•		营养物质污染测量
	硝酸盐**			•	关乎人体健康
磷 s*	正磷酸盐 总磷	•	•		营养物质污染测量
酸度	pH 值	•	•	•	酸度测量, 有助于确定水体特点
*各国应在国家范围内纳入与之最相关的少量氮 (N) 和磷 (P)					
**由于相关的人类健康风险, 建议地下水使用硝酸盐参数					

监测项目设计的第 2 阶段, 落实阶段, 包含所有的野外作业活动, 实验室调研, 数据记录和储藏, 以及有效的质量控制和保险项目。野外作业包括采样当时的条件的记录, 原地测量方法, 样本采集, 以及转送给实验室前的数据准备。监测项目设计流程表的数据记录和储存部分介绍了在项目中保持数据的真实性的方法。这为实验室和管理人员提供了如何对野外作业收集的数据和实验室生成的数据进行检验和储存的信息。

第 3 阶段包含评估, 报告和管理。这一阶段使用的是落实阶段生成的数据。水质评估包括对水质数据和其它相关信息的汇总, 以达到监测项目的目标。指标 6.3.2 采用标准化的报告流程来帮助国家计算和展示每一种水体的指标分数, 然后将数据汇总来生成国家的分数。国家可以使用这些信息设定管理计划以改善环境水质。

最后, 监测项目会得到阶段性审核, 这是为了确保项目可以达到目标, 或者, 为了开展新的监测项目或者应对新的需求。

监测地点和分析频率

此部分提供的信息可以帮助国家选择采样地点, 以及确定样本采集的频率。

监测地点不需要像监测站那样具体。**监测地点**指的是样本采集的大致位置, 比如河流的一部分, **监测站**则需要包含样本采集地点的具体信息 (比如, 地理位置和深度) 或者数据分析的具体信息。比如, 一个湖泊的监测地点可以是地理坐标, 但是在每一个监测地点, 我们可能需要在不同的深度设置多个监测站。

河流

一般来说，水体越大，类型越多样，合理的分类所需的监测站就越多。如果需要不止一个监测站，这些监测站既需要设置在受影响的地点，也要设置在不受影响的地点。如果没有收集代表性地点的数据，我们得到的数据可能无法真实地反映水体的污染情况。如果因为资源有限，无法为每一种水体设置多个监测站，最佳的监测地点则是河流汇入下一个水体，比如另一个河流支流或者湖泊，之前的最下游的位置。这个地点将会汇集此地点上游的所有可能影响水质的因素。图 2 展示了塞拉利昂的罗克尔河流域的河流监测网络。在这个示例中，负责监测的机构决定重点关注此河流域，因为这个流域对该国家有重要意义。在这个流域内，确定监测地点的标准包括：

- 每一个水体至少确定一个监测地点；
- 监测地点在河流和道路之间的交汇处；
- 可以安全进入；
- 如果已设置有水文监测站，则使用相同的地点；
- 远离已知的污染源；
- 代表受影响的和不受影响的下游区。

这个案例中使用的水体是通过 HydroBASINS 9 级数据库(Lehner 和 Grill, 2013)确定的。此级单位的大小和数量所生成的数据在土地使用，地质，气候和人类活动方面的同一性更高。因此，每一个水体所需要的监测地点的更少。此外，在未来，国家有足够的资源对这些监测地点所生成的数据进行采集，分析和管理的。

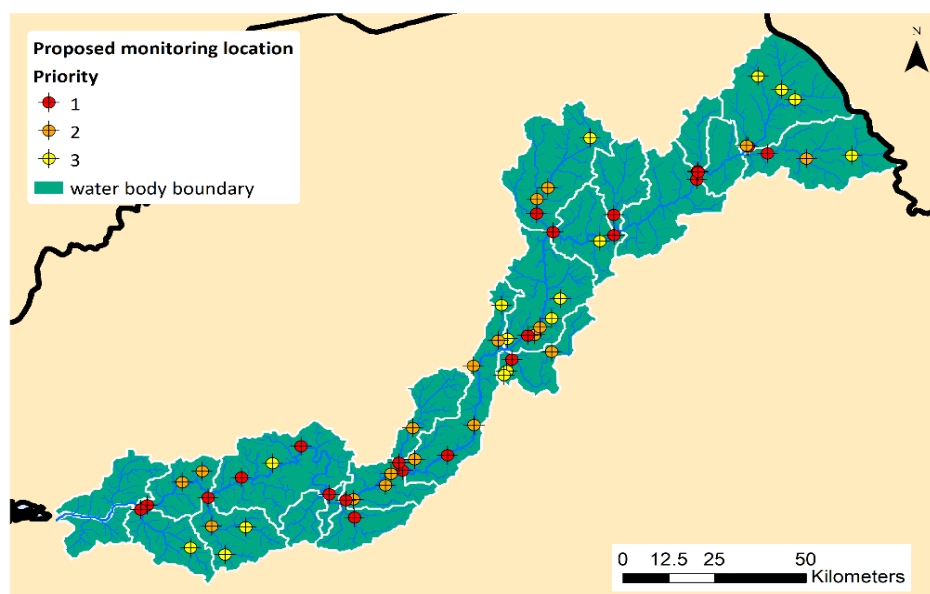


图2: 塞拉利昂罗克尔河流域的地图，以及计划的监测网络。

监测地点应该远离污水源和混合区的下游。监测中会经常利用桥梁，因为它们通过更安全，更容易辨认，并且允许国家采集中游的样本。

理想情况下，应在水充分混合的地方建立监测站，以采集代表该河段的单个样本。在监测地点，整个河流断面的水质可能会有所不同。例如，当有污染物进入河流的点源，或水质不同的支流进入主河道时，顺畅的侧向流动可能会在下游一定距离处阻碍水的混合（Meybeck 等，1996b）。因此，采样站应在河流汇合处和已知点的污染源的最小距离下游（例如一公里）。河流中的弯头会引起混合，因此弯头后的采样站质量可能相对均匀。在建立监测站之前，应在监测位置测试同一性。这可以通过在一条河流的

宽度和深度上采集几个样本来完成。如果样本之间没有显著差异，则可以在河流中游或最方便的断面处建立监测站（Meybeck 等，1996b）。

趋势监测需要多年长期记录相同地点和频率的相对一致的数据。理想情况下，不应在极端事件（例如流量非常高的洪水事件）期间收集样本，除非这是常规的季节性事件。应该在可比较的条件下连续几年在相同的时间和地点采集样本。在不清楚浓度不确定的原因的情况下，同时测量河流流量可以帮助解释水质数据。

数据收集的频率是多样的，既可以是使用位于采样地点的自动仪器进行连续测量，也可以是年度抓样。和水质相对平稳的监测站相比，水质变化较大的监测地点的样本收集频率应该更高。这可以在初步调查期间确定，也可以根据对历史数据的分析确定。关于采样频率的决定还应考虑水质的季节性变化以及河流水文对所监测变量的影响。建议的频率是每个季节至少采样一次。如果资源允许，建议每月采样一次，但最好每年采样不少于四次。每年以这些间隔进行抽样将为 SDG 指标 6.3.2 的长期趋势监测提供有用的信息。

湖泊

湖泊中监测站的数量和位置取决于湖泊的大小和形态。如果一个湖泊很小且混合得很好，那么在靠近湖泊中心或最深处设置一个采样位置就足够了。但是，如果一个湖泊有多个流域，如图 3 所示，则可能需要在每个流域内进行监测。图 3 描绘了不同大小和形态的湖泊，以及在这些类型的湖泊中监测地点的可能位置。对于大型的单流域湖泊，四个监测地点（每个同质扇区中的一个监测地点）可能就足够了。大型的多流域湖泊在每个不同的盆地中都有一个监测地点，沿河道的小型湖泊在每个湖泊中都有一个监测地点（Thomas 等，1996）。

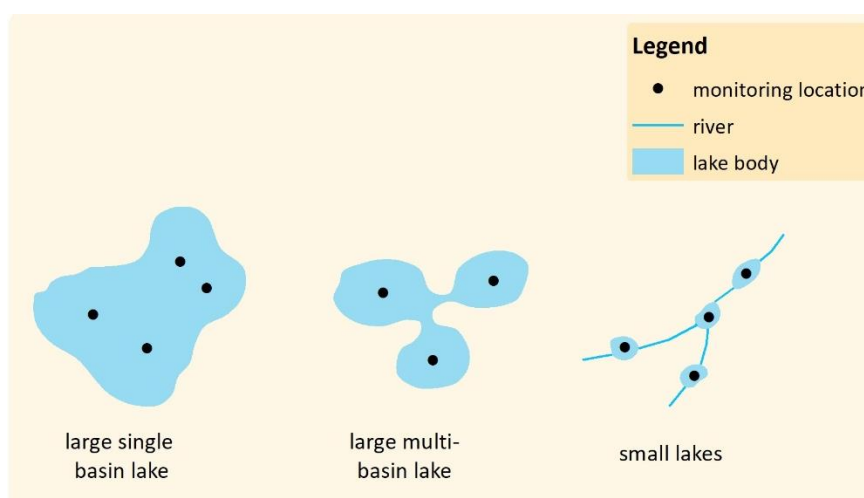


图3:不同大小和形态的湖泊，以及相关的监测地点的最低要求（以 Thomas 等，1996 为基础改编而成），

就 SDG 指标 6.3.2 而言，湖泊监测地点应远离直接污染源。收集样品的深度应通过湖泊是否经历热分层来决定。此信息应在初步调查期间收集。热分层是由于太阳辐射引起的水密度变化而发生的。温床是水温变化最大的区域。热分层的类型和程度根据湖泊的形态，气候，纬度和海拔高度而变化。例如，暴露于恒定风的浅水湖泊或温度恒定的热带地区的湖泊可能不会分层，或者在短时间内可能显示出弱分层（Thomas 等，1996）。

为了收集 SDG 指标 6.3.2 的数据，有季节性分层的湖泊样本取样应该在地表以下的固定深度进行。该深度应高于温跃层。或者，可以收集整合的深度样本。可以采集离散的深度样品然后将其整合在一起，或利用水柱的不同深度采集样品的软管采样器（柔性塑料管或软管）来获得此类样本（Thomas 等，1996）。

国家应利用有关湖泊质量变化性的信息来决定采样的频率。水质多变的位置应比水质相对恒定的位置更频繁地采样。采样频率还应考虑季节变化，湖泊是否分层以及湖中水的停留时间。至少需要每年进行一次抽样，但如果资源允许，则每个季节最好抽样一次。

野外作业和水文测量

野外作业是整个水质监测项目预算的重要组成部分，因此，应在每次野外采样活动之前进行周密的计划。实地调查和数据收集应遵循标准操作程序（SOP），以确保一致性和可靠性。现场技术人员必须遵守现场质量保证规程，并避免在采样期间造成污染或者对监测站造成干扰，例如：来自先前采样位置的灰尘，土壤或残留物。

在每个采样活动中进行的现场观察可能有助于解释结果数据，从而提升数据价值。现场记录应包括样本采集的日期和时间，天气状况，样本标识或代码，任何现场测量的记录，使用的方法以及获得的结果。其他观察结果可能包括水生植物的记录，水的异常的颜色或气味，或者存在潜在的污染源，例如管道破裂或牲畜进入水体的迹象。

健康和安全对任何野外工作都至关重要。采样地点应安全可及，没有危险。采样期间应穿戴适当的个人防护设备（PPE），例如手套，护目镜，救生衣和能见度较高的服装。急救箱也应随身携带。应努力避免单独工作，但在不可避免的情况下，应制定严格的呼叫时间和应对方案。

水文测量应伴随水质数据收集活动而进行。这些可能包括水位，流量和速度测量。某些水质参数测得的浓度会受到水体水文条件的影响。这些条件会随时间变化，具体取决于天气情况，季节以及水体的自然变化或人为变化。因此，在同一时间，在同一地点采集水质样本的水文测量可以帮助解释水质数据。

质量保证和质量控制

质量保证（QA）是用于维持服务中期望的质量水平的管理系统，尤其是重点关注交付过程的每个阶段。上面的图 1 显示了质量保证是如何多次出现在整个设计过程中的，包括现场操作，实验室操作以及数据存储步骤。

具有足够质量保证的水质监测项目会生成可靠和可信的数据，可用于评估水质和筹备管理措施。国家可以通过使用公认的或标准方法（例如来自国际标准化组织（ISO）（www.iso.org）的方法）并遵循 ISO 17025 中规定的良好实验室规范来获得可靠的数据。在监测项目的质量保证计划中，应为所有采样，校准过程，分析过程和审核制定标准操作程序（SOP）。

质量控制（QC）由一系列旨在评估和改善所产生数据质量的技术活动组成。它有助于减少引入错误结果的可能性。这与监测项目落实阶段的所有方面有关，包括收集，保存，运输，存储，分析，数据处理和报告。

数据管理

我们建议国家将时间和精力投入到准确的数据管理中，以提升未来的价值，并确保数据在监测项目的计划寿命内保持有效。水质数据的生成通常需要经历许多过程，并经受许多人的操作，从而导致数据中可能出现错误。在存储或报告数据之前，应检测到错误的测量单位或转换，检测极限，重要的数字或其他异常。输入数据库之前和输入期间的所有记录都应使用一致的命名以对数据进行分组（例如，参数名称，位置和水体类型）。数据输入后，应进行数据检查以查找不符合实际的数据值并检查异常值的有效性。

中央存储系统应定期备份。中央数据库应保留与水质测量相关的所有相关元数据，包括每个监测地点的地理坐标，水体类型和其他记录的注释。所使用的存储系统应允许提取相关数据，以便对水体进行分析和分类，以便指标 6.3.2 易于报告。例如，如果存储正确，则应该可以直接提取特定时间段或 RBD 的数据。

总结

本技术文件提供了有关环境水质监测项目设计的信息，尤其是在落实 SDG 指标 6.3.2 报告的情况下。在设计监测项目之前，应划定和定义报告流域地区和水体。监测项目设计流程图基本步骤包括三个阶段：**设计；落实；以及评估，报告和管理**。这三个阶段有助于制定并维持成功的水质监测项目。监测项目的持续性质量保证和定期评估有助于确保该项目能够为指标报告提供足够且可靠的数据。

更多资源

你可以在指标 6.3.2 支持平台上(<https://communities.unep.org/display/sdg632>)获得更多的关于指标 6.3.2 的信息。

你可以通过以下网址获得此份文件中没有涵盖的关于水质监测和评估的更具体的信息：
https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wqa/en/。

HydroBASINS 和 HydroATLAS 的链接：<https://www.hydrosheds.org/>。

参考文献

Chapman, D. [Ed.] 1996 *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization.

Chapman, D.V., Meybeck, M. and Peters, N.E. 2005 *Water Quality Monitoring*. In: Anderson, M.G. [Ed.] *Encyclopaedia of Hydrological Sciences*. John Wiley & Sons

International Organization for Standardization (ISO) 2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Third edition. ISO/IEC 17025:2017(E), ISO, Switzerland. 来自：
<https://www.iso.org/ISO-IEC-17025-testing-and-calibration-laboratories.html>

Lehner, B., Grill G. 2013. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27(15): 2171–2186. 数据来自
www.hydrosheds.org

Linke, S., Lehner, B., Ouellet Dallaire, C., Ariwi, J., Grill, G., Anand, M., Beames, P., Burchard-Levine, V., Maxwell, S., Moidu, H., Tan, F., Thieme, M. 2019. Global hydro-environmental sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution. *Scientific Data* 6: 283. doi: [10.1038/s41597-019-0300-6](https://doi.org/10.1038/s41597-019-0300-6) (open access)

Meybeck, M., Kimstach, V. and Helmer, R. 1996a. Strategies for water quality assessment. In Chapman, D. [Ed.] *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. 来自：
https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter2.pdf?ua=1

Meybeck, M., Friedrich, G., Thomas, R. and Chapman, D. 1996b. Rivers. In Chapman, D. [Ed.] *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. 来自：
https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter6.pdf?ua=1

Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., Yevjevich, V., 1983. *Design of Networks for monitoring Water Quality*. Water Resources Publications LLC, Highlands Ranch, Colorado.

Thomas, R., Meybeck, M. and Beim, A. 1996. Lakes. . In Chapman, D. [Ed.] *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. 来自:

https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter7.pdf?ua=

UN Environment, 2018. *Progress on Ambient Water Quality, Piloting the monitoring methodology and initial findings for SDG indicator 6.3.2*. [online] 来自: <<http://www.unwater.org/publications/progress-on-ambient-water-quality-632>>.

UNEP-DHI and UNEP. 2016. *Transboundary River Basins: Status and Trends*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.

Venter, O., Sanderson, E.W., Magrath, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M., Levy, M.A., Watson, J.E. 2016. Global terrestrial human footprint maps for 1993 and 2009. *Scientific Data*, 3,160067. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.67>.