

SDG 指标 6.3.2

技术指导文件 2:

目标值



这份文件关注的是目标值的概念，目标值是 SDG 指标 6.3.2 方法论的核心概念。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报告者提供关于落实方法论的信息。这份文件：

1. 对分步方法论中展示的目标值的概念进行扩展；
2. 介绍设定目标值的挑战；
3. 介绍设立国家的目标值以及/或者借鉴别国目标值以适应本国情况的方法；以及
4. 介绍不同国家和地区的目标值的例子。

什么是目标值？

测量物理化学参数，例如营养物或氧气浓度，是测试水质是否可以分类为良好的一种方法。通过将测量值与代表环境质量良好的水质的浓度极限值进行比较可以实现这一点。

目标值针对的是特定的水质参数，目标值代表旨在保护这些生态系统或使其恢复自然或接近自然状态的浓度。这些目标还必须确保水质的饮用或使用不直接威胁人类健康。

目标值可以是国家法规定义的水质标准，也可以基于约束力较小的标准，比如从有关水体自然或参考状况的信息中得出的标准。建立统一的方法，并采用共同的战略来设定目标，有助于确保指标的全球可比性。

目标值重点知识

以下是 SDG 指标 6.3.2 中使用的以目标值为基本的方法的重点概念。这份文件重点关注 1 级监测中的五个重要参数组（氧，盐度，氮，磷和酸度）。

这份文件是由爱尔兰，科克大学，UNEP GEMS/Water 能力发展中心的 Stuart Warner 编写而成的。2020 年 3 月。

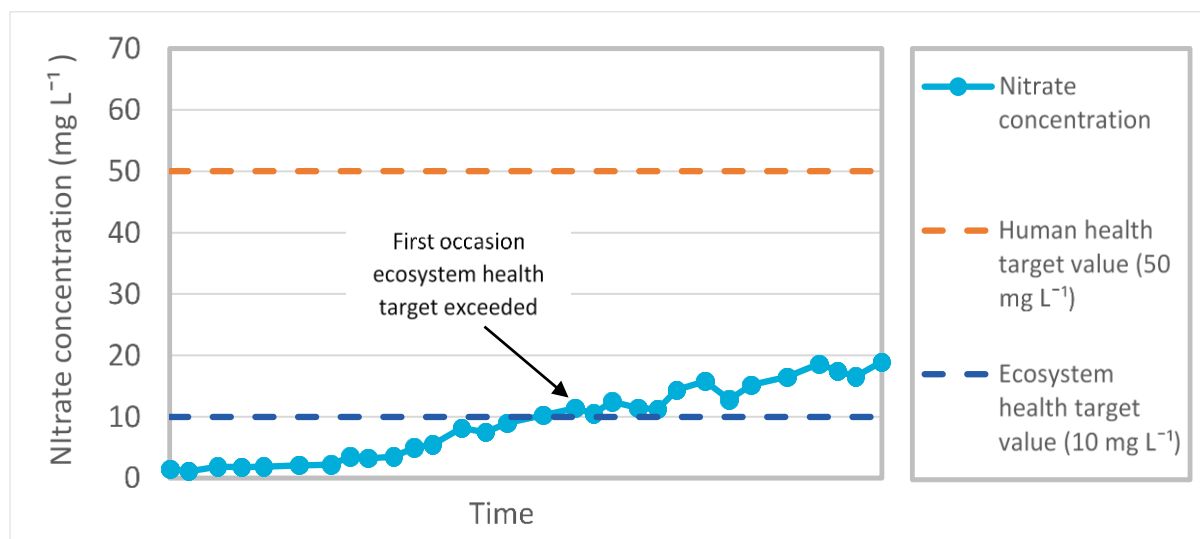
人类还是生态系统健康？

确定水体分类目标值的过程应同时考虑生态系统和人类健康。淡水水质受流域的自然特征的影响，比如地质，气候和地形。自然条件下的水生生态系统适应了该位置的水质，但这并不一定意味着该水质适合于维持人类健康。在某些情况下，其自然状态下的水质可能是有害的，并且未经事先处理不适合直接用于人类的生产生活。例如，地下水源的硝酸盐浓度可能超过世界卫生组织（WHO，2017）建议的 50 mg L^{-1} 准则浓度。同样，自然情况下，水源可能含有低浓度的已知有毒化合物，例如砷（Herath 等，2016）和氟化物（WHO，2017）。在这些情况下，自然水质可能完全适合生态系统，但可能会危害人类健康。

相反情况也可能是存在的。仅基于人类健康考量的目标可能会忽略生态系统健康的要求。再次使用世界卫生组织饮用水中硝酸盐的例子，低于该阈值的硝酸盐浓度对人类食用是安全的，但可能对生态系统健康产生影响。如果将此值用作自然硝酸盐背景浓度非常低的水体的目标，则水位略微升高就会导致生态系统功能受损。在这种情况下，最好设置一个较低的基于生态系统的目标值，以反映自然较低的背景硝酸盐水平。下面的图 1 演示了此概念。与生态系统健康相关的目标将比人类健康相关目标更早地确定硝酸盐浓度的上升趋势，并且可能及时启动有效的管理措施以扭转上升趋势。作为一般原则，应使用可以保护最敏感的要求（生态系统或人体健康）的目标值。在生态系统和人类健康的目标值与特定水域相关的情况下，指标 6.3.2 应采用最严格的标准。有些水体可能永远无法达到“良好的环境水质”分类，因为未经事先处理，自然水质可能永远不适合人类使用

图1:基于人类健康而设立的目标值太高而无法确认硝酸盐在长时间内的变化趋势的例子，如果使用基于生态系统的目标值则可以有效地确认该趋势。

提示: 如果基于人类健康和生态系统健康的目标值都适用，那么应该选择最严格的目标值。



参比条件

没有受到干扰或受到最小干扰的自然或接近自然条件下的水体的水质测量值应落在参比条件的范围内。例如，某些河流的溶解氧浓度较高，养分含量较低，并且其 pH 值和电导率值与基础地质状况和与海岸的邻近程度有关。随着时间的推移，在同一位置重复进行测量将为每个参数生成一个范围，我们可以对该范围进行统计定义，在该范围内，该位置的大多数测量值都应该属于该范围。数据中也可能存在

昼夜或季节性变化，例如，光合作用停止后，夜间的溶解氧下降，或者夏季生长季节温带湖泊中的溶解磷浓度下降，但随着时间的推移，不应有任何向上或向下的趋势。所有测量值都应该落在预期范围内。

目标值与参比条件不同，但是两者却是紧密联系的。假设与参比条件的轻微偏差不会损害生态系统功能，那么，我们可以依据已知或预估的参比条件得出目标值。

每个水体都是独特的，并因位置，地质，气候，地形和生物学而异。下方表 1 中列出了这些因素影响自然条件的方式。

表 1: 能够定义参比条件的重要自然因素对水质的影响。

特点	描述	影响方式的例子
地理位置	纬度/经度；海拔；地下深度（地下水）和与海岸的临近度	纬度：定义热带和温带地表水之间存在的差异的季节性。
地质	下游区的岩石的结构和岩石特征	化学风化：与难溶岩性相比，具有高溶解度的底层地质可能导致地表水和地下水中溶解化合物的浓度更高。
气候	该地区的降雨，温度，风力和湿度的长期变化趋势	温度：气体在水中的溶解度随着温度的升高而降低。这对于水生动物和植物呼吸所需的溶解氧特别重要。
地形	自然景观的分布和形态	坡度和坡长：确定河流流速。由于表面湍流，较高速度的水具有较高的溶解氧浓度。
生物	下游区的生态系统以及水体内的生物物种间的关系	湿地：这些生态系统可以通过捕获沉积物，吸收养分，降低水流速度和释放下游溶解的有机碳来直接影响水质。

对于缺少“预干扰”水质数据记录的水域，我们有时可能无法获得参比条件的信息。在这种情况下，我们建议通过使用来自具有相似特征的未受干扰位置的数据或依靠专家意见来预估参比条件。

某些水体可能在几个世纪里一直暴露于人类活动中，这些水体无法达到自然或接近自然的状态。对于这些水体，各国可以决定是否利用参比条件设定目标，并始终将它们归类为“不好”的水质，或者，国家可以采用“可实现的最佳条件”的方法（UNEP，2017）。这种方法承认这些水体受到了影响，并且在管理得当的条件下，水质可能会得到极大的改善，但永远不会达到自然或参比条件。应用于此类水体的目标应反映这一点，并且其目标不需要像长期目标是实现更高水质状态的水体那样严格。选择此选项的国家应在提交指标报告时提供此方面的信息，这样，我们才可以注意到这些不太严格的目标。

提示: 如果国家确定无法实现自然条件或接近自然条件，它们可以选择采用“可实现的最佳条件”的方法。这种方法鼓励国家改善水质，但同时也承认一些水体永远也无法实现自然条件或者接近自然条件。

最大值，最小值或者范围值

根据所测量的参数，目标值可以分为三种类型。一些参数有**最大值**，这意味着测量值不应超过该值。例如，可以为总磷定义一个 $20 \mu\text{g P L}^{-1}$ 的目标值，而大于该值的测量值意味着没有达到目标。有些则是代表**最小值**，这意味着测量值不应低于目标值。例如，可以将 80% 饱和度的目标值应用于河流中的溶解氧。最后，某些参数的目标值**范围**将代表正常可接受的测量上限和下限。例如，pH 值在 6 到 9 之间可能反映河流在不同流量条件下的正常变化，但是偏离此范围可能是水质出现问题的征兆，国家可能需要对水质进一步调查。

跨界目标值

我们鼓励共享跨界水域的国家合作设定目标值。邻国之间不同的目标值可能会导致同一水体的分类不同，例如，如果国家 A 设定的目标值比国家 B 宽松，这可能会导致同一质量的水体的一侧在国际水库中被归类为水质优良，而另一侧被归类为水质不良。

跨界水的水质和水量密不可分。沿岸国家之间的双边和多边协定或其他正式协议中经常强调确定跨界水域目标价值的合作。这些努力提供了一个合作框架，并成为关于跨界水域合作的 SDG 指标 6.5.2 报告的一部分。流域组织和区域报告框架等现有的跨界协议为水文报告部门保持一致和协调目标设定工作提供了一个平台。与这些组织和机构的磋商可以为国家提供有用的指导和见解，以确保跨境目标设定的一致性。

目标值的详细介绍

在 2017 年基线数据收集运动期间，许多国家选择了适用于该国一种类型的所有水体的目标值。与为单个水体设置特定目标相比，此方法更容易应用，并且对某些参数（例如溶解氧或 pH）的测量十分有用。但是，这样广泛的目标并未考虑水体的自然多样性，因此可能无法保护水质，从而阻碍了实现 SDG 目标 6.3 的进展。

我们鼓励国家在资源和信息允许的情况下采用更加具体的目标值。图 2 展示了全部级别的水体目标的详细信息。总结如下：

- 国家级别-为每一种水体，每一种报告参数设置单独的目标数值（或者范围）。例如，为河流设置单独的目标值，湖泊设置另一个单独的目标值，地下水设置另一个单独的目标值。
- 报告流域区(RBD)级别-为每一个 RBD 设置一系列具体的目标值。国家的 RBD 可能已经有足够的多样性来保证该国的目标值的可信性。
- 地形²级别-为国家内确认的每一种水体设置一系列目标值。例如，年降雨量高的地区的高地河，或者拥有特定岩石特征的含水层。
- 水体级别-为每一个水体设置一系列目标值。
- 监测站级别-监测站需要设置特定的目标值。这种方法只适用于自然水质呈现高度空间多样性的情况下。在这种情况下，我们建议国家将水体按照水质的同一性将水体分为更小的单位。

² 根据一些特点，比如下游区大小，地质条件，海拔，气候和坡度将水体分类的体系。淡水生态系统管理框架(UNEP, 2017) 为地形的定义提供了具体的指导。

在现实中，国家可能需要利用多种级别的测量。在一些情况下，最有效的方法可能是为每一个参数设置一个国家目标值，而有的时候，国家可能需要更加具体的目标值来确保水质能够得到很好的保护。在实际操作时，最具体的级别通常是水体类型，但是有时候，我们也可能需要更加具体的级别。

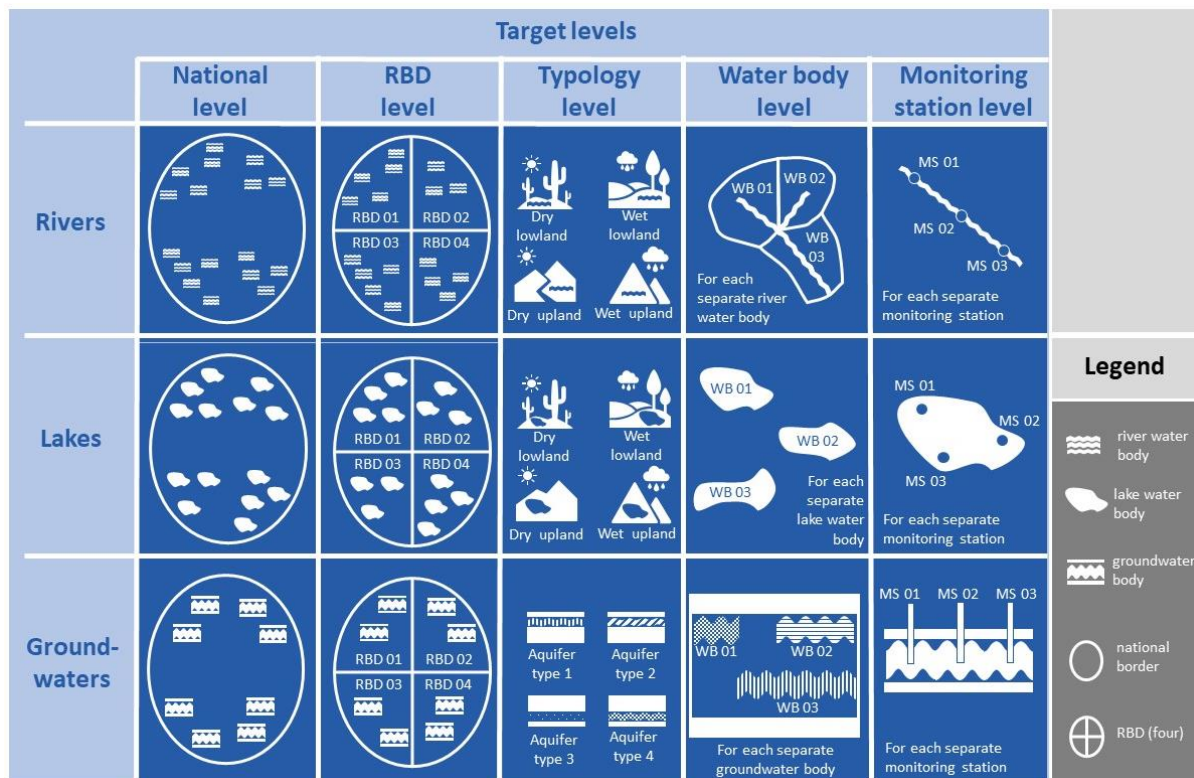


图2:不同监测级别的水体的目标值的例子，从最基本的国家级别，到最具体的监测站级别。

水体的自然变化意味着，较之国家一级的广泛目标而言，局部的，更具体的目标值在保护水质方面更为有效。具体目标对当地水质差异更加敏感。例如，如果潜在的地质条件沿河道发生变化，这可能反映为河水从高地流向低地的过程中电导率（EC）测量值的上升。与低地站点相关的高 EC 目标值可能不适用于高地站点。在这种情况下，最好的方法是设置两个单独的目标值，以反映自然不同的基线 EC 值：对于陆地水体和监测站，设置较低的目标值；对于低地站点，设置较高的值。表 2 给出了这种方法的一个很好的例子。澳大利亚和新西兰环境与保护理事会这个例子摘自 2000 年制定的水质准则（ANZECC / ARMCANZ, 2000）。两国被划分为广阔的地理区域，然后根据气候区和行政区域进一步划分。在每个定义的区域，生成了一组默认准则值，这些准则值可用于代替特定的本地信息。表 2 显示了为澳大利亚东南部定义的目标值。

表2:澳大利亚东南部的五个重要参数组的默认水质触发值

生态系统类型	TP ($\mu\text{g L}^{-1}$)	TN ($\mu\text{g L}^{-1}$)	DO (% 饱和度)		pH		EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
			最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值
高地河(>150 m)	20	250	90	110	6.5	7.5	30 ^a	350 ^a
低地河	50	500	85	110	6.5	8.0	125 ^b	2200 ^b
湖泊和水库	10	350	80	110	7	8.5	20 ^c	30 ^c

^a 高地河流的电导性可能随着下游区地质条件的变化而变化。维多利亚高山地区 ($30 \mu\text{S cm}^{-1}$)和东部高地地区($55 \mu\text{S cm}^{-1}$)发现了较低值，NSW 河流地区发现了较高值($350 \mu\text{S cm}^{-1}$)。塔斯马尼亚河流数值在中游范围($90 \mu\text{S cm}^{-1}$)。

^b 在流量较低的时期，如果含盐的地下水汇入河流，低地河流可能电导率升高。维多利亚地区东部高地地区发现了较低值($125 \mu\text{S cm}^{-1}$)，西部低地和维多利亚地区北部平原地区发现了较高值($2200 \mu\text{S cm}^{-1}$)。NSW 海岸河流的数值通常在 $200\text{--}300 \mu\text{S cm}^{-1}$ 的范围内。

c 湖泊和水库的导电率一般较低，但是可能随着下游区地质条件的改变而改变。以上提供过的值是一般情况下塔斯马尼亚地区的湖泊和水库的值。

来源: ANZECC/ARMCANZ (2000).

针对每一个展示的参数，该方法使用了在五个地理区域中的每个地理区域内收集的参考数据的统计分布，包括受到轻度干扰和受到中度干扰的生态系统。参考数据的第 80 个和/或第 20 个百分点用于定义列出的值。你可以在 ANZECC / ARMCANZ (2000) 中找到有关这些方法的更多详细信息和完整讨论。

设定目标值时，地表水的天然营养状态 (Thomas 等, 1996) 是另一个重要考虑因素。自然富营养化是湖泊在几个世纪中经历的过程，其特征是生产力的缓慢变化以及相关的生物量和沉积物增加。这不应与人类活动引起的人工或文化富营养化相混淆。世界上几乎没有湖泊没有受到过人为因素的影响，而且在没有预干扰水质数据的情况下，最好的方法是借鉴专家对湖泊的自然营养状况的意见。为了展示可应用于不同营养状态的地表水的目标值范围，表 3 列出了加拿大湖泊和河流在每种营养状态下的总磷的不同范围 (CCME, 2004)。

表 3: 基于总磷的浓度对加拿大地表水源进行分类的例子 (CCME, 2004)。

营养状态	总磷 ($\mu\text{g P L}^{-1}$)
超贫营养	< 4
贫营养	4-10
中营养	10-20
中富营养	20-35
富营养	35-100
超富营养	> 100

来源 (CCME, 2004)

可选的目标值

本部分是应各国的要求而编写的，它们为每个重要参数组的全球目标值提供了更完整的指导。本节的内容认识到，尽管可以定义在全球范围内反映良好水质的数值，但这些数值可能并不是最合适各国或者各地区的，并且可能无法在国家或地方范围内保护人类和生态系统健康。采用“一刀切”的方法无法确认上述自然水质变化，但此处提供的可选目标可在短期内使用，并且无需制定国家目标。它们提供了可与国家目标值进行比较的基准。

本节的内容包含每个重要参数组的目标值的推荐范围。这些范围来自以下几个来源：FFEM (联合国环境, 2017)，其他辖区使用的范围以及科学期刊文章的调研结果。设定了目标值的国家如果达成共识，则可以将自己的目标值与这些范围进行比较，或者查看它们的偏离程度。当前没有目标的国家，可以在短期内采用这些推荐值，直到有足够的数据来产生更相关，更适合本国情况的目标。

各国报告的目标与这些可选目标值的接近程度可以让人们更好地了解各国采取的不同方法以及它们对水体的分类的灵活性。可以预见的是，各国报告的大多数目标值都将落入这些可选值之内或接近这些可选值，但各国也应意识到当然会有例外。我们可能会要求各国在 2021 年数据收集后评估期间提供有关其目标值选择的其他信息，以便我们更深入地了解其所采用的方法。

表 4: 针对不同类型水体的可选目标值

参数组	参数	目标类型	河流	湖泊	地下水
氧化作用	溶解氧	范围	80 – 120 (% 饱和度)	80 – 120 (% 饱和度)	-
盐度	导电性	最大值	500 $\mu\text{S cm}^{-1}$	500 $\mu\text{S cm}^{-1}$	500 $\mu\text{S cm}^{-1}$

氮	总氮	最大值	700 $\mu\text{g N l}^{-1}$	500 $\mu\text{g N l}^{-1}$	-
	氧化氮	最大值	250 $\mu\text{g N l}^{-1}$	250 $\mu\text{g N l}^{-1}$	250 $\mu\text{g N l}^{-1}$
磷	总磷	最大值	20 $\mu\text{g P l}^{-1}$	10 $\mu\text{g P l}^{-1}$	-
	正磷酸盐	最大值	10 $\mu\text{g P l}^{-1}$	5 $\mu\text{g P l}^{-1}$	-
酸度	pH 值	范围	6 – 9	6 – 9	6 – 9

来源: 基于多种数据来源(图3 至 图9), 参考附录1 获得更多信息

氧元素状态

在 2017 年数据收集中, 最常用的测量和报告**氧元素状态**的方法是利用溶解氧。高溶解氧 (DO) 浓度对于水生生态系统的健康至关重要, 因为它可以支持所有水生生物的呼吸。我们推荐使用生物化学 (BOD) 和化学氧 (COD) 需求量作为此参数组的可选参数, 但是它们在对接受废水的水体的分类方面更有帮助。理想的情况是, 使用氧感应器对 DO 进行原地测量, 但是在实验室里, 我们也可以采用将水样本化学固定的方法进行分析(Ballance, 1996)。

DO 的含量随着气温, 盐度和生物活动而自然发生变化。河流表面的湍流, 悬崖的湍流, 或者瀑布的湍流都可能提升氧的浓度。水生植物的光合作用以及水生有机物的呼吸都可能影响氧的日间和季节性浓度。DO 的短时期的降低可能影响水生生物系统的运转和生存。例如, 一旦将低到 2 mg L^{-1} 以下, 大多是鱼类将会死亡 (Chapman 和 Kimstach, 1996)。

供人类使用和食用的商品中很少会列出 DO 的目标值, 尽管浓度较低时, 消费者可能会感觉到水源的味道和气味有异常。相反地, DO 是测量生态系统水质的常见的参数, 因为它对很多生物活动和化学过程都有重要影响。设置饱和度百分比的目标值可能比浓度(mg L^{-1})更有意义, 因为盐度, 气温和气压都可能对浓度产生影响。

在设置 DO 目标值时, 理解温度对淡水中氧气的饱和度的影响十分重要。表 5 展示了温度对于氧气饱和度的影响。在 25 °C 的情况下, 水中测量的 DO 浓度为 6.8 mg L^{-1} , 相当于 82.4%饱和度, 然而, 在 10 °C 的冷水中, 同样的浓度却相当于 60.3%饱和度。在 10 °C 的水中, 测量的 DO 浓度需要达到 9.3 mg L^{-1} 才能使饱和度超过 80%。饱和度显示了生物群可获得的氧, 而不是浓度。

表5:温度对于淡水中氧气的保护的的影响

测量的 DO 浓度 (mg L^{-1})*	水温(°C)	饱和度(%)
6.8	25	82.4
6.8	10	60.3
9.3	10	82.5

* 在气压为 760 mm Hg, 导电率为 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 的情况下进行计算

来源: <https://water.usgs.gov/software/DOTABLES/>

图 3 展示了各国家和地区的不同的 DO 目标值, 以 mg L^{-1} 为单位。它同样总结了 2017 年数据收集运动中报告的目标值, 这些目标值是报告的最低目标值的中位数。需要注意的是, 加拿大在温水中使用的目标值是 6 mg L^{-1} , 在冷水中使用的目标值是 9.5 mg L^{-1} (没有提供温水和冷水的区分标准)。

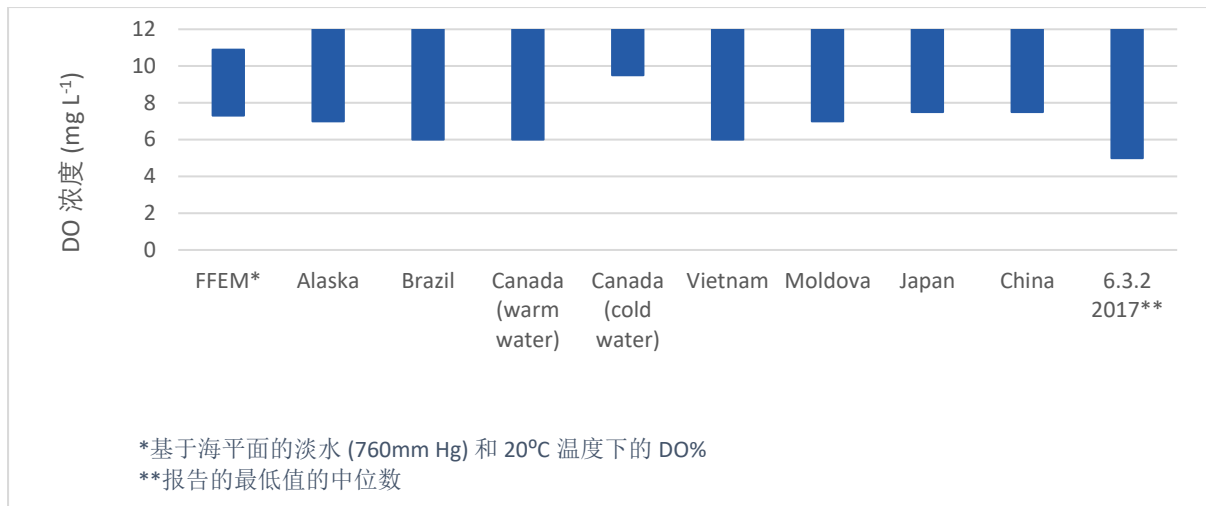


图3: 几个国家使用的溶解氧浓度目标值的例子，以及在2017年数据集中报告的目标值的总结（来源：数据来自多个来源，参考附录1）

图4展示了几个地区使用的饱和度的不同的目标值的例子，以及在2017年数据集中使用的目标值的总结。这张图片还展示了80%到120%的饱和度的可选目标范围。这个目标范围符合FFEM的要求(UNEP, 2017)。

推荐的80%到120%的饱和度目标值范围可能太广泛，以至于无法保护原始的水源。根据历史数据，或者长期的数据，国家可能需要设置更加严格的目标值范围。

可选的溶解氧目标值范围介于80%到120%饱和度之间。

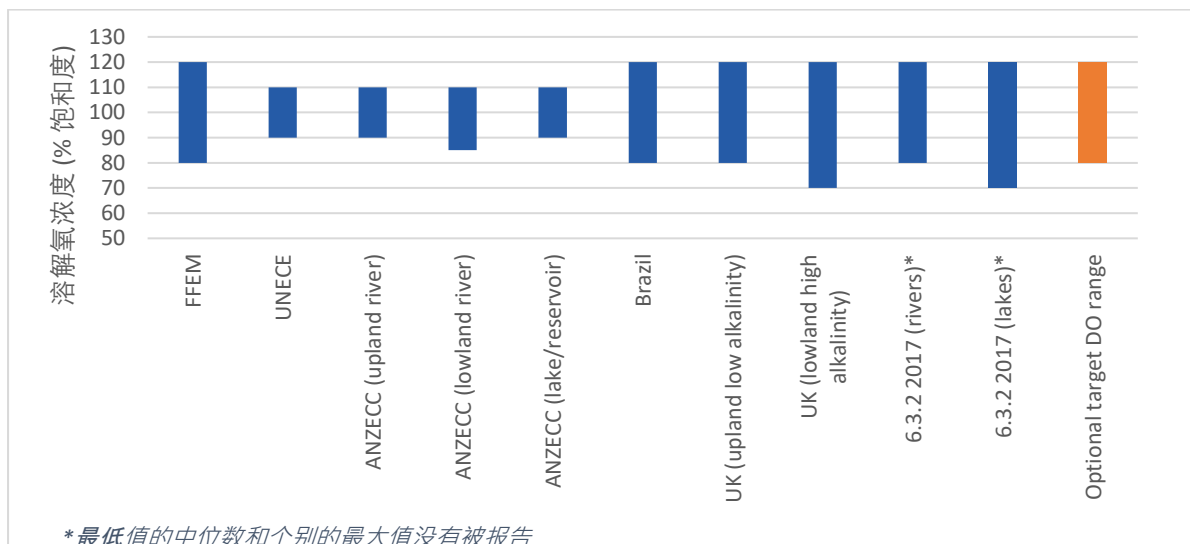


图4: 几个国家使用的氧饱和度目标值，2017年数据集中报告的目标值的总结，以及推荐的范围（来源：数据来自多个来源，参考附录1）

盐度

在2017年，最常用的报告盐度的参数组是电导率（EC）。电导率数据可以帮助我们确认水体的特点，长期的数据可以帮助我们确定水体的盐度是否出现了问题。盐度对于海岸地区的地下水水体格外的重要，因为过度抽取地下水可能造成海水倒灌。此外，EC也可以用来检测排出的废水是否含有离子化合物以及其它来自于农业生产和人类活动的产物。

自然情况下，淡水的 EC 浓度介于 10 至 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 之间 (Chapman 和 Kimstach, 1996)，但是也有例外。下游区河床的岩石特征以及河流距离海岸的距离是决定 EC 的主要因素。河床更容易受到侵蚀，因此，岩石内的矿物质溶解度更高，这也就造成 EC 浓度的升高。类似的情况是，海岸下游区的 EC 浓度可能更高，因为大气中的沉积盐更多。

国家环境水质标准中关于 EC 浓度的例子很少。EC 浓度的自然范围很大，这可以解释为高值或低值仅能反映自然流域特征。这与水体是否受到影响无关。因此，我们不建议为 EC 设定国家目标值，而是鼓励各国设定更具体的目标，并以偏离该参比条件为目标失败的标准。这种方法已在南非得到使用，该国的目标值被定义为与未受影响条件相差 15% (DWAf, 1996)。指标 6.3.2 支持平台上提供了最新的详细案例研究。

在 2017 年数据收集运动中，EC 的报告目标值呈现多样的状态，一些国家选择报告总溶解固体物 (TDS) 而不是 EC。这两个参数是相关联的，并且可以通过将 EC 乘以 0.55 和 0.75 之间的值得出来这两者之间的相关性，但是，这个因素对每一个水体来说都是各异的 (Chapman 和 Kimstach, 1996)。

在没有更具体的信息来指导目标值的设置时，我们提议采用可选的目标值 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 。这个值比大多数 2017 年数据收集中报告的目标值 (地表水 RBD 的目标值中位数是 800 $\mu\text{S cm}^{-1}$) 要低，但是，在没有更适合的水体参比条件的情况下，这个可选目标值可以用作临时的目标值。这个目标值与 Carr 和 Rickwood (2008) 以及 Srebotak 等 (2012) 的研究成果相吻合，同时，也符合报告的全球河流的国际 EC 平均值，大约 220 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (通过总溶解固体物浓度转换而来) (Weber-Scannell 和 Duffy, 2007)。然而，如果天然的 EC 浓度过高或者过低，这个目标值将不适用于这类水体，但是如果如果没有历史性数据或者其它参比信息，我们可以将这个目标值用作合适的临时目标值。

在没有足够的数据的情况下，我们建议使用低于 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 的目标值作为电导率的目标值。

我们建议定义更加具体的目标值，使用参比监测时期或者地点的第 10 个百分位至第 90 个百分位之间的范围。

氮

氮是水生物的重要营养来源，但是人类活动排放的氮如果超过了自然界氮的含量，淡水生态系统将遭到致命伤害。一些形式的氮还可能给一些物种带来直接的毒害，比如浓度很低的未解离氨可能对淡水鱼类造成毒害 (Ip 等, 2001)。

为了满足报告中对于氮参数组的要求，国家可以选择报告任何形式的存在于淡水水体中的氮，比如无机的，有机的，颗粒的或者溶解形式的。所有这些形式的氮都可以被单独监测，或者作为总氮 (TN) 进行报告，或者通过其它结合的方式，比如凯式氮 (TN 减去硝酸盐和亚硝酸盐)。

无机氮以一系列的氧化态存在，包括硝酸盐，亚硝酸盐，氨和分子氮，并且作为氮循环的一部分经历了许多生物和非生物转化。选择用于监测的氮的形式取决于监测项目的目标，但是在该方法中我们建议使用总氧化氮 (TON)，因为与其他形式相比，包括单纯的硝酸盐监测 (NO_3)，这种方法更容易进行分析测量。在大多数情况下，地表水中 TON 的亚硝酸盐 (NO_2) 比例不到总量的百分之一，因此，从实际应用来看，TON 和硝酸盐相同。有一些试剂盒可用于 TON 的原位监测，但是在实验室条件下分析样品能够更好地提高准确性和精密度。

河流的 TN 的可选目标值为 700 $\mu\text{g N L}^{-1}$ ，湖泊为 500 $\mu\text{g N L}^{-1}$ 。河流和湖泊的 TON 目标值为 250 $\mu\text{g N L}^{-1}$ 。

很多地区都对 TN 进行了监测，TN 也经常被包含在环境水质指导手册中，因为它的样本中涵盖了所有形式的氮。这也为我们提供了有关水生系统总体氮预算的信息。TN 的短处在于，和溶解无机形式的氮相比，它的测量和分析难度较大。

下方的图 5 和图 6 展示了几个国家采用的各种 TN 和氧化氮的浓度。

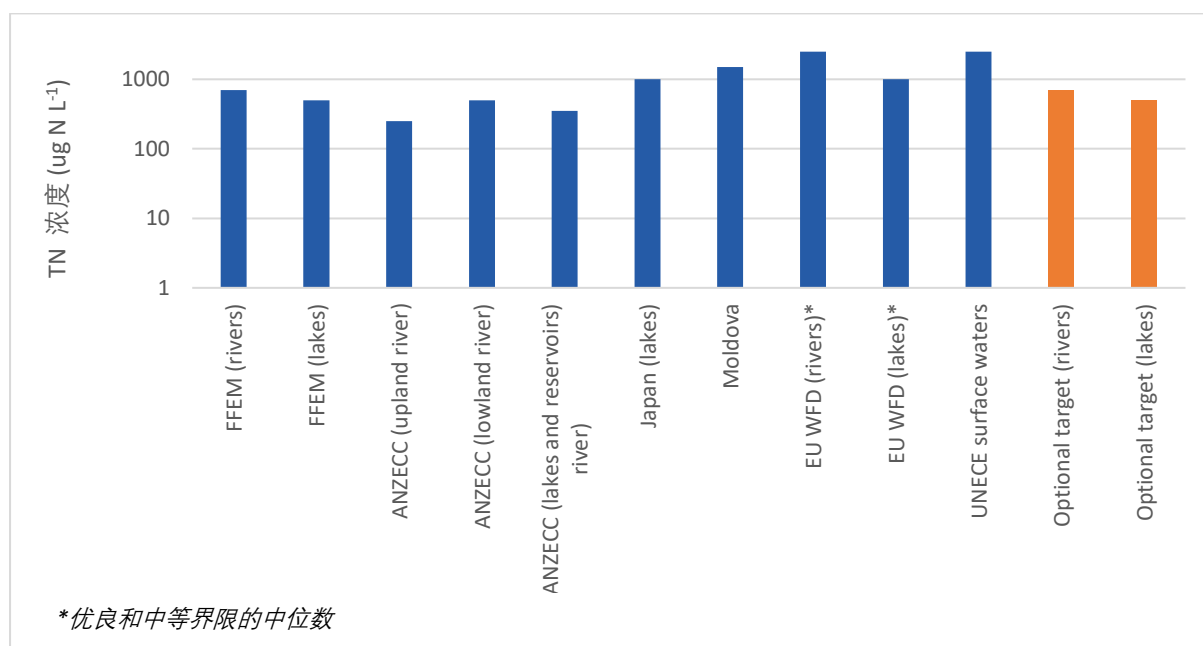


图5: 一些国家使用的总氮浓度的例子 (来源: 数据来自多个来源, 参考附录 1)

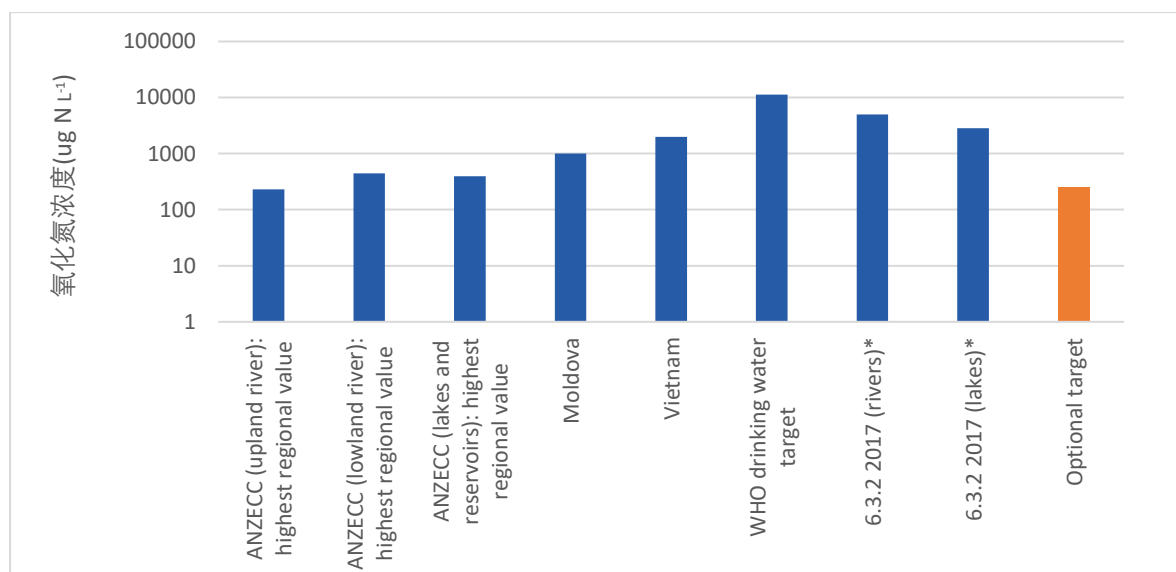


图6: 一些国家使用的氧化氮浓度的目标值的例子, 以及在 2017 年数据收集报告中报告的目标值的总结 (来源: 数据来自多个来源, 参考附录 1)

磷

磷是所有生物群重要的营养来源。在水生系统中, 它以几种形式存在: 溶解的无机形式, 比如正磷酸盐离子(PO_4^{3-}); 结合颗粒物; 结合有机物; 或者溶解的有机形式。水生植物可以直接利用的最容易获得的形式是无机溶解形式的磷。

在大多数淡水生态系统中, 在自然条件或者接近自然条件下, 磷通常是限制初级生产力的养分。在这些系统中, 磷的浓度的微小的上升都可能造成海藻的大量繁殖, 而在相同情况下, 氮的浓度的微小的上升却无法造成这样的后果。

在指标数据收集中，正磷酸盐（OP）是最直接可以测量的磷的形式。我们提供了几种野外检测的工具箱，但是最精准的检测和最大的检测极限都只能在实验室环境中达成。如果样本没有固定，样本中的磷的浓度会随时间的流逝而发生变化，因此，为了避免磷的形式发生变化，我们建议在 24 小时内对样本进行分析。

许多国家和地区已经在它们的监测项目中涵盖了总磷（TP）。总磷包括样本中所有出现的磷。总磷的测量是通过高压高温下的化学消化将磷转化成无机的形式，然后对无机的形式进行测量。样本中包含的磷的总量可以显示出与颗粒物结合的磷的长期影响，这些颗粒物可能沉积为沉淀物，如果将来重新得到利用，它们可以作为磷的来源。

河流的 TP 的可选目标值为 $20 \mu\text{g P L}^{-1}$
 湖泊为 $10 \mu\text{g P L}^{-1}$ 。河流的正磷酸盐的可选目标值为 $10 \mu\text{g P L}^{-1}$ ，湖泊为 $5 \mu\text{g P L}^{-1}$ 。

图 7 展示了 TP 的可选目标值，此图片借鉴了 FFEM 的研究结果（UNEP，2017）。

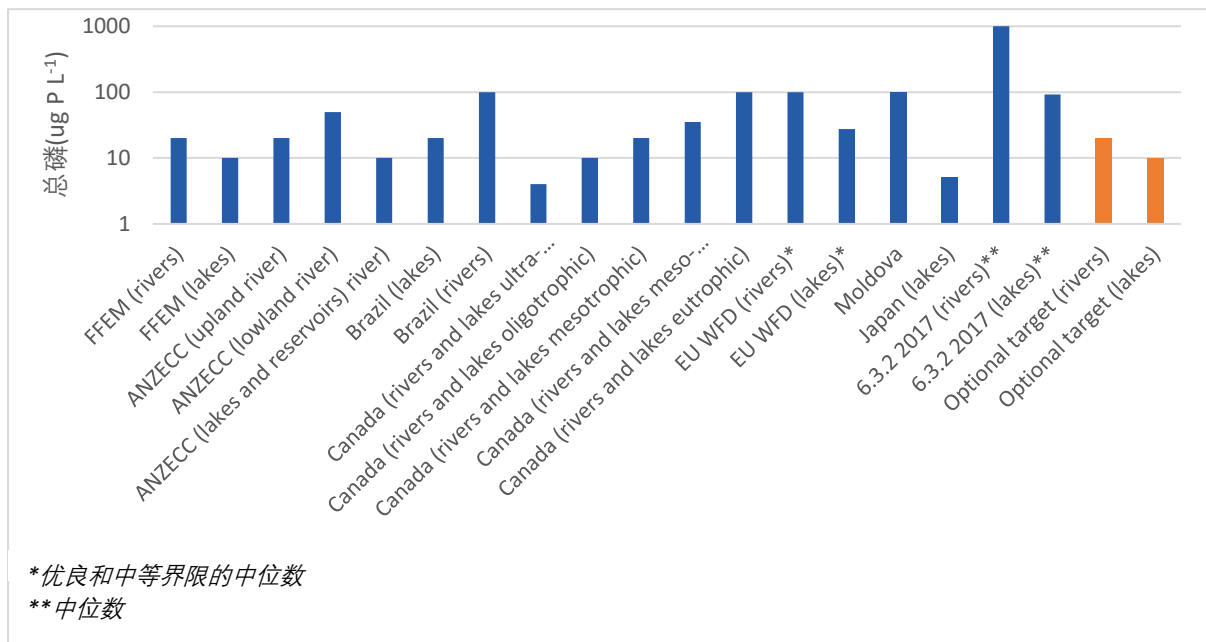


图 7: 几个国家使用的磷浓度目标值的例子，以及 2017 年数据收集中报告的目标值的总结（来源：数据来自多个来源，参考附录 1）

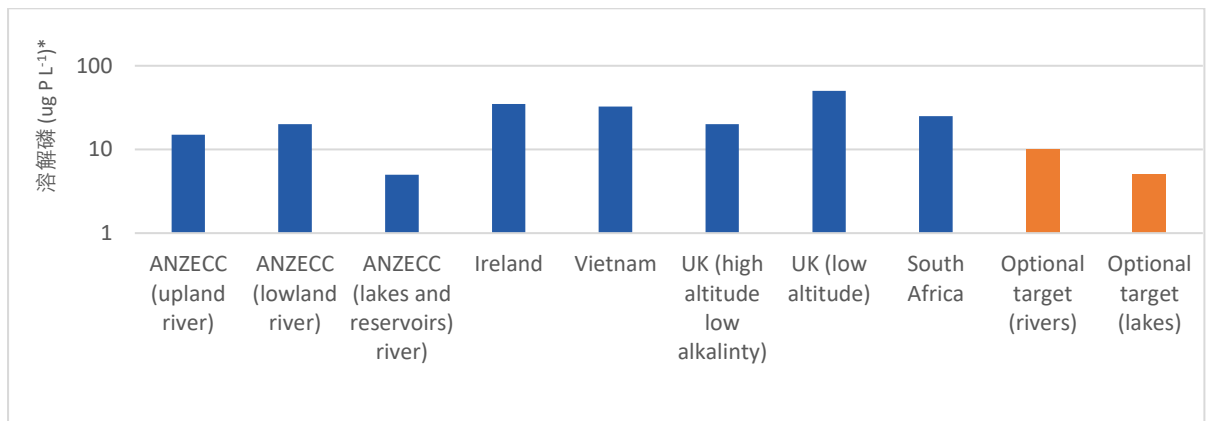


图 8: 几个国家使用的溶解磷的浓度的例子（来源：数据来自多个来源，参考附录 1）

酸度

酸度参数组中最常用的参数是 pH 值。pH 是测量环境水质的参数中最常用的，因为它对许多生物和化学反应都有重要影响。它测量的是水中氢离子的活性。测量 pH 有助于确定水体的特征，并且为判断水体是否出现酸化提供长期的信息。大气中沉积的硫和氮化合物可能造成地表水的酸化。在工业和家庭来源的化石燃料燃烧率很高的地区，这是一个令人担忧的问题。诸如工业废水或酸性矿山排水之类的污染源也可能导致淡水的可检测酸化。在缓冲能力低的区域，例如在水自然具有低硬度和碱度的区域中，酸化可能是水体中最需要关注的问题。

大多数的淡水水体在自然状态下的酸碱度接近中性(pH 7)，但是在泥炭沼泽和其它湿地的下游，它们可能自然呈酸性，或者如果基础地质为钙质，它们可能呈碱性。流动的水体的 pH 值可能在短时间内发生巨大变动，这是因为水文条件的改变。每一个水体的 pH 变化的程度各异，我们可以通过对长期数据的分析来更好地理解其变化，长期数据既包含高流量条件下的数据，又包括低流量条件下的数据。这可以帮助我们判断什么是水体的“正常”状态。

图 9 总结了不同地区为了保护生态系统和水生生物而使用的 pH 的目标值范围。图中还展示了 FFEM(UNEP, 2017)推荐的 pH 范围，2017 年数据收集中报告的目标值，以及 2020 年数据收集运动中中国可以参考的可选目标值范围，pH 6.0 到 pH 9.0 之间。

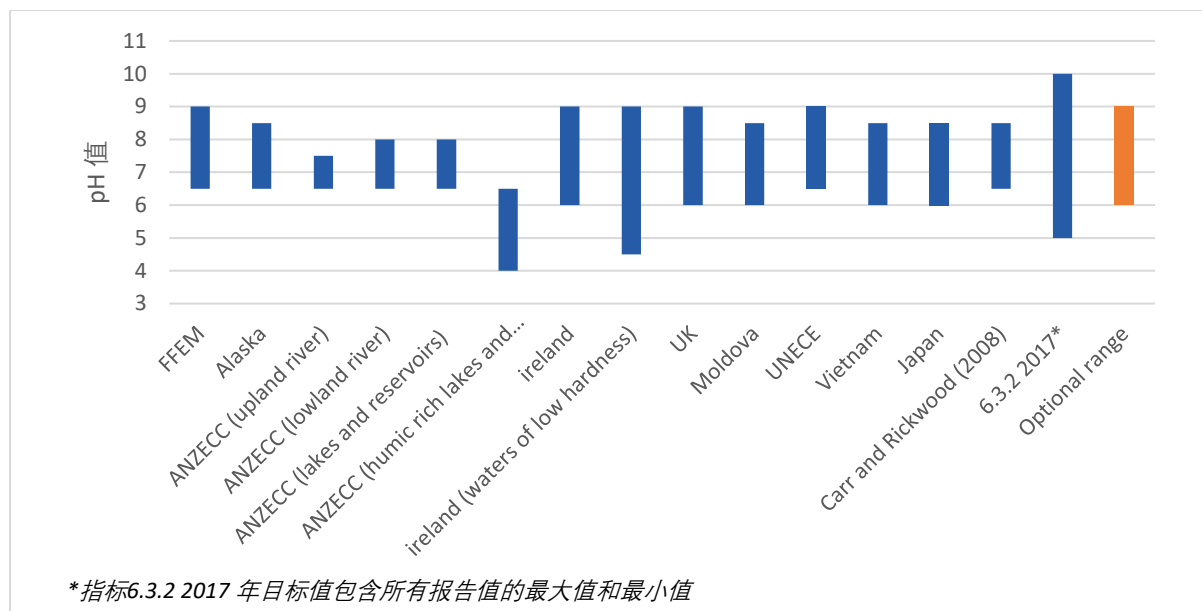


图9: pH 目标值的例子。每一栏代表一个地区/框架的最高值和最低值。(来源: 数据来自多个来源, 参考附录 1)

我们推荐的 pH 的范围是 **6.0 到 9.0** 之间，对一些国家来说，这个范围可能太大，或者太严格，国家可以根据本国的情况对这个范围进行调整。如果水质通常会低于这个水平（比如，一些水体的硬度很低，因此缓冲能力也很低），为了应对酸性降雨，我们需要对测量做出改变。例如，在爱尔兰，一些水体的天然 pH 值较低，因此设置的这些水体的 pH 最低极限值为 4.5（环境署，2009）。

pH 的可选目标值范围介于 6.0 和 9.0 之间。

单独测量值，平均值，中位数还是百分位的比较？

SDG 指标 6.3.2 方法论建议将每个单独的测量值与其各自的目标进行比较。其他方法包括将年均值，最大值，中位数或较高百分位数（第 90-95 个百分位数）与目标进行比较。在考虑不同地区使用的 SDG 指

标 6.3.2 目标值和水质标准时应牢记这一点。例如，在图 8 中将 35 µg P L-1 列为“良好状态”的一条河流的可溶性活性磷目标浓度，应用于 12 个月内收集的平均数据（环境署，2009 年）。如果有足够的可用数据，则与均值和百分位数进行可能比较更加有效，但在世界许多地方并非如此。通过将每个单独的值与其目标进行比较的方法在可用数据较少的情况下依然适用。

按值评估方法旨在建立一个具有包容性的模型，并确保仅有少量资源来收集监测数据的国家不会对报告望而却步。它还可以确认国家环境监测需要改善的地方，并可以成为分配能力建设资源的工具。该方法论中规定了最低数据要求（在三年期间，每年对地表水进行四次测量，对地下水进行三项测量），但鼓励各国在资源允许的情况下更频繁地收集数据。联合国环境署在对收到的报告进行评估时，少于所需最低数据量的水体状况分类将被赋予较低的“置信度”，这样做是为了标明哪些分类使用了少量的数据记录。

收集频率高于最低要求的国家可以选择采用其他分类方法，但是为了保持全球可比性，我们鼓励国家使用逐值方法。拥有大量数据记录的国家可以这样做以更加充分地了解本国的水质状态。

总结

目标值是 SDG 指标方法论的核心，它提供了一种简单的水体分类方法。该方法的局限性在于，分类对所使用的目标值的选择非常敏感。报告的指标得分可能比现实更正面或负面。随着知识的不断积累，国家可以完善目标并利用其回顾历史数据，以确保使用最新的信息对水体进行分类并计算指标得分。

此处建议的可选目标值为寻求制定新目标的国家提供了起点，并为比较现有目标提供了基准。它们取材于全球实例和已发表的科学文献，但它们在每个国家范围内的价值需要由每个国家自行定义。

联合国环境署记录了用于指标报告的目标，并要求各国随同指标分数一起提交此信息。这样，联合国环境署才能够跟踪各国采用的不同方法并评估其可比性。

设定更具体的目标值可以促成更全面的水体的分类，以便以后对水资源进行更高效的分配，从而改善水质。它将让我们更清楚，更可靠地了解哪些水体可能受到威胁。

更多资源

Dodds, W K and Oakes, R M. 2004. A technique for establishing reference nutrient concentrations across watersheds affected by humans. *Limnol Oceanogr-Meth.*, 2: 333–341.

Hawkins, C. P, Olson, J R and Hill, R A. 2010. The reference condition: predicting benchmarks for ecological and water-quality assessments. *J N Am Benthol Soc.*, 29(1): 312–343.

Herlihy, A T and Sifneos, J D. 2008. Developing nutrient criteria and classification schemes for wadeable streams in the conterminous US. *J N Am Benthol Soc.*, 27(4): 932–948.

Kilgour, B W and Stanfield, L W. 2006. Hindcasting reference conditions in streams. *Am Fish S.S.*, 48: 1–18.

Phillips G. and Pitt, A. 2016. A comparison of European freshwater nutrient boundaries used for the Water Framework Directive: a report to WG ECOSTAT. University College London (2016). 来自 <https://circabc.europa.eu/w/browse/58a2363a-c5f1-442f-89aa-5cec96ba52d7>

Phillips, G., Kelly, M., Teixeira, H., Salas, F., Free, G., Leujak W, Pitt, J. A., Lyche Solheim A, Varbiro G, Poikane, S. 2018. Best practice for establishing nutrient concentrations to support good ecological status, EUR 29329 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-92906-9, doi:10.2760/84425, JRC112667.

Smith, R A, Alexander, R B and Schwarz, G E. 2003. Natural background concentrations of nutrients in streams and rivers of the conterminous United States. *Envir Sci Tech.*, 37(14): 2039–3047.

Soranno, P. A., Wagner, T., Martin, S. L., McLean, C., Novitski, L. N., Provence, C. D., and Rober, A. R. 2011.

Quantifying regional reference conditions for freshwater ecosystem management: A comparison of approaches and future research needs. *Lake and Reservoir Management* 27, 138-148.

UN Environment. 2018. *A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 4: Scientific Background*. Nairobi: UN Environment.

参考文献

ANZECC/ARMCANZ (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council/ Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand), 2000. *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality, Volume 1, The Guidelines (chapters 1-7)*, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. 来自:
<https://www.waterquality.gov.au/sites/default/files/documents/anzecc-armcanz-2000-guidelines-vol1.pdf>

Ballance, R., 1996. Field Testing Methods. In Bartram, J. and Ballance, R. (Ed.) *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Published by E&FN Spon on behalf of UN Environment Programme and the World Health Organization. http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmchap11.pdf

Brazil Resolution CONAMA 357 / 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: 来自
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

Carr, G.M. & C.J. Rickwood, 2008. *Water Quality Index for Biodiversity*. Technical Development Document. 来自:
<http://www.unep.org/gemswater/Portals/24154/pdfs/new/2008%20Water%20Quality%20Index%20for%20Biodiversity%20TechDoc%20July%2028%202008.pdf>

Canadian Council of Ministers of the Environment [CCME], 1999. *Canadian Environmental Quality Guidelines*. Canadian Council of Ministers of the Environment. Winnipeg, Manitoba.

Canadian Council of Ministers of the Environment, 2004. *Phosphorus: Canadian Guidance Framework for the Management of Freshwater Systems. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 1-5*. 来自: <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/205>

Chapman, D. and Kimstach, V., 1996. Selection of water quality variables. 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:
http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter3.pdf

Department of Environmental Conservation, 2016. *18 AAC 70 Water Quality Standards, Amended as of March 5, 2020*, 来自: <https://dec.alaska.gov/media/1046/18-aac-70.pdf>

Department of Water Affairs and Forestry, 1996. *South African Water Quality Guidelines Volume 7 Aquatic Ecosystems*. Pretoria, South Africa.

Ip, Y.K., S.F. Chew and D.J. Randall. 2001. "Ammonia Toxicity, Tolerance, and Excretion". *Fish Physiology* 20: 109-48. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(01\)20005-3](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(01)20005-3).

Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. 2002. *Environmental Quality Standards for Surface Water (GB3838-2002)*. 来自: https://www.codeofchina.com/standard/GB3838-2002.html?gclid=EAlaIqobChMlZLX8I5uX5wIVCbTtCh3lwAalEAAYASAAEgJW6vD_BwE

Minister for the Environment, 2009 *S.I. No. 272 of 2009 European Communities Environmental Objectives (Surface Waters) Regulations 2009*. Stationery Office, Dublin. 来自:
<http://www.irishstatutebook.ie/eli/2009/si/272/made/en/pdf>

- Ministry of the Environment Government of Japan (MoEJ), 1997. Environmental quality standards for water pollution. Ministry of the Environment, Japan. <http://www.env.go.jp/en/water/wq/wp.pdf>
- Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) 2015. QCVN 08-MT:2015/BTNMT: National Technical Regulation on Surface Water Quality (Vietnam Environment Administration (VEA). 来自: <http://cem.gov.vn/storage/documents/5d6f3ecb26484qcvn-08-mt2015btnmt.pdf>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2007. Proposed System of Surface water Quality Standards for Moldova: Technical Report. 来自: <http://www.oecd.org/env/outreach/38120922.pdf>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2008. Surface water regulation in EECCA countries: Directions for reform. 来自: <https://www.oecd.org/env/outreach/41832129.pdf>
- Poikane, S. Kelly, M.G., Herrero, F.S., Pitt, J., Jarvie, H.P., Claussen, U., Leujak, W., Solheim, A.L., Teixeira H., and Phillips, G. 2019. Nutrient Criteria for Surface Waters under the European Water Framework Directive: Current State-of-the-Art, Challenges and Future Outlook. *Science of the Total Environment*. 695. 133888. 来自: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133888>
- Srebotnjak, T., Carr, G., de Sherbinin, A. & C. Rickwood, 2012. A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. *Ecological Indicators* 17, 108-119.
- 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=
- UK Technical Advisory Group, Water Framework Directive (UKTAG WFD), 2008. UK Environmental standards and conditions (Phase 1), Final report, April 2008. http://www.wfduk.org/sites/default/files/Media/Environmental%20standards/Environmental%20standards%20phase%201_Finalv2_010408.pdf
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 1994. Standard Statistical Classification of Surface Freshwater Quality for the Maintenance of Aquatic Life. In: Readings in International Environmental Statistics, New York and Geneva. http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Framework/classification_in_environment.pdf
- UN Environment, 2017. A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 2: Technical guide for classification and target-setting. Nairobi: UN Environment.
- Weber-Scannell, P. K., & Duffy, L. K. 2007. Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: A review of literature and recommendation for salmonid species. *American Journal of Environmental Sciences*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2007.1.6>
- World Health Organisation (WHO). 2004. Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 1 Recommendations. 3rd edition, World Health Organization, Geneva
- World Health Organisation (WHO). 2006. Fluorides in drinking-water. Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Lennon, M. Jackson, P., Fawell, J. (Eds.), WHO drinking-water quality series, IWA Publishing, London, UK
- World Health Organisation (WHO), 2017. *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum* 4th Edition., Geneva: World Health Organization.

附录

附录 1:图 3 至图 9 参照的文件和参考文献的来源

国家 / 文件	图								参考文献
	3	4	5	6	7	8	9		
Alaska	•							•	Department of Environmental Conservation (2016)
Australia / New Zealand		•	•	•	•	•	•		ANZECC/ARMCANZ (2000)
Brazil	•	•				•			Brazil Resolution CONAMA 357 (2005)
Canada	•					•			CCME (2004)
China	•								MEPPRC (2002)
EU WFD			•			•			Poikane <i>et al.</i> (2019)
Ireland							•	•	Minister for the Environment (2009)
Japan	•		•			•		•	MoEJ (1997)
Moldova	•		•	•	•			•	OECD (2007)
FFEM	•	•	•			•		•	UN Environment (2017)
South Africa							•		DWAF (1996)
UNECE		•	•					•	UNECE (1994)
United Kingdom		•					•	•	UK TAG WFD (2008)
Vietnam	•			•		•	•		MONRE (2015)
World Health Organisation				•					WHO (2017)

附录 2:使用基准期或者参考位置的数据的例子

以下展示了如何使用基准期或者参考位置的数据来对监测站进行分类的例子。未受影响的监测地点指的是受水质压力影响较小的地点，比如农业，废水排放或者开采，未受影响的监测地点可以代表水质的“背景”或者“基准”。

下方的图 10 展示了如何使用基准期或者参考位置的数据来定义目标值的例子。在这个例子中，参比数据被用来计算中位数，第 10 百分位和第 90 百分位的值。第 10 和第 90 百分位分别定义了目标范围的最高值和最低值，代表了电导率（EC）浓度的“参比条件”。任何超出此范围的测量值都代表没有达到目标。在这个例子中，第 10 百分位的值为 $410 \mu\text{S cm}^{-1}$ ，第 90 百分位的值为 $542.5 \mu\text{S cm}^{-1}$ 。这些值，如图 10 所示，在基准期和分类期呈平行点状分布。

基准期既可以是水体未受人类活动影响的时期，也可以是类似的地质条件，位置和气候条件的其它的水体未受人类活动影响的时期。

指标的方法论指明“优良”的水体需要有 80%或者 80%以上的测量值达到目标值。如果这个例子中的 EC 值在一段时间内不变，测量值也没有变化，那么，这个水体将会被持续性认定为“优良”，因为 80%的数据都落在了第 10 和第 90 百分位的范围内。

为了生成目标值，国家需要收集至少一年的来自不同季节和水文环境的样本。我们推荐收集最少二十个数据点，但是使用的数据值越多，生成的目标值将越可靠。在这个例子中，国家在四年中每个月进行一次测量（共 48 此测量）。

在这个例子中，分类数据代表了 12 年监测的结果，这相当于四个为期三年的 SDG 指标 6 的报告周期。在这 12 年里，数据显示 EC 浓度缓慢增长，然后再次下落。仅仅利用指标分类方法来测量 EC 数据可能导致前三年水质分类为“优良”，接下来的两个分类期“不良”，最后的一个分类期“优良”（图 10）。重返

“优良”可能是由于采取的管理措施逆转了上升的趋势。在实际操作中，造成这种趋势的因素有很多，但是，这个简单的例子显示了如何使用参比数据定义有意义的，具体的目标值。

一些更具体的关于国家目标值偏差的例子和指南的例子已经发布（比如，ANZECC 和 ARMCANZ, 2000），指标 6.3.2 的支持平台对这些资料进行了整理。

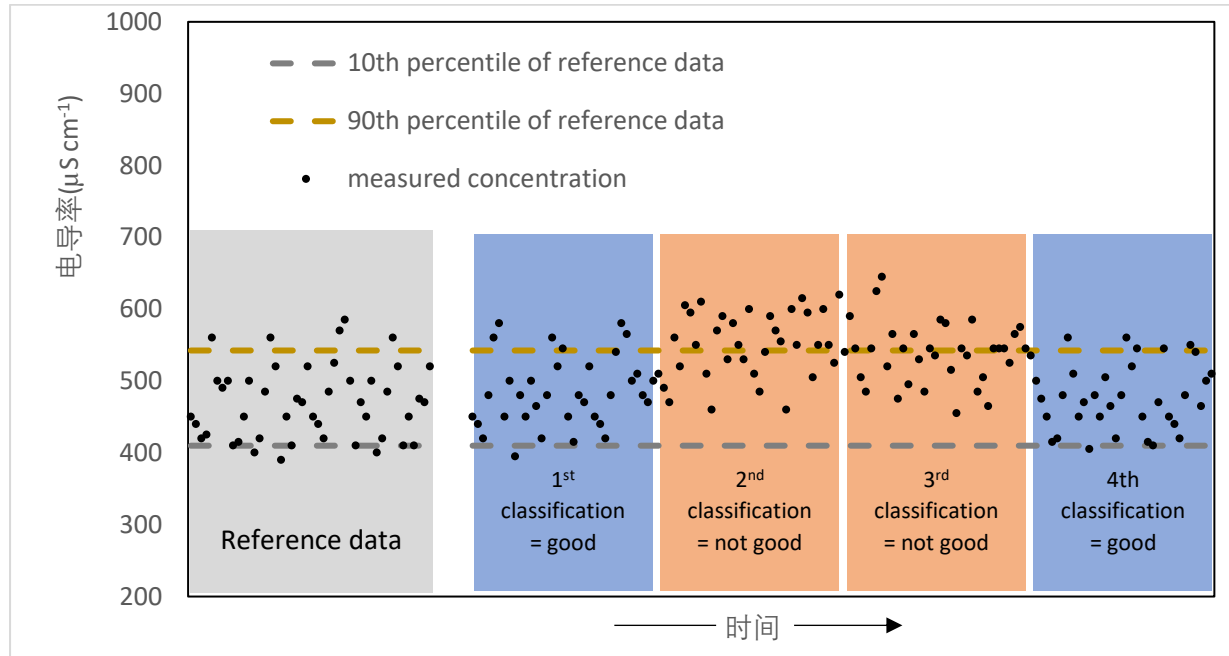


图 10: 在水质分类中使用基准期或者参考地点数据定义目标值范围最大值和最小值的例子。