

SDG 指标 6.3.2

技术指导文件 3:

地下水的

监测和报告



SDG 指标 6.3.2 与环境水质有关，这份文件为地下水的监测和报告中可能出现的困难提供了指导方法。这是逐步方法论的配套文件，并且也是针对指标方法论的具体方面的详细技术指导的系列文件和案例分析的一部分。这些文件是基于 2017 年基线数据收集运动中得到的反馈而编写的。你可以在指标 6.3.2 的知识平台上(<https://communities.unep.org /display/sdg632>)获得这些文件以及其它相关的文件。

这份文件致力于为相关人员提供落实地下水指标方法论的信息，以及如何加强本国地下水监测的方法。这份文件：

- 1.提供了针对含水层的辨认以及地下水水体的定义的指导。
- 2.介绍地下水采样的可选方法。
- 3.讨论参数的选择，以及 1 级和 2 级地下水水质报告。¹

介绍

针对 SDG 指标 6.3.2 而收集的监测数据应该为了解国家的环境水质状态提供足够的信息，并且，监测数据应该可以反映水质的长期变化趋势。这就要求国家采用标准化的，一致的测量方法对全国各地的测量地点的重要参数组进行监测。2017 年第一轮全球数据收集运动对地下水的监测远不如地表水全面，因为较少的国家对地下水水质进行了报告。这个结果并不令人意外，因为一直以来这种情况都十分常见。这份文件探索了为什么我们需要加强地下水的监测，如何加强地下水的监测来为改善环境水质提供更好的信息，以及对地下水进行更加全面和更加具有可比性的报告。

为什么地下水监测比地表水监测更加困难？

很多原因都可能导致水质监测项目无法生成所需的信息。监测项目应该被视作一个连续的循环周期或者链条 (UNECE, 2000)，监测项目的开展需要经过信息需求，监测策略，网络设计，采样，分析，数据处理，数据分析以及报告等环节，这样完整的监测过程可以为我们提供清楚即时的信息。如果其中的某一步骤或者环节缺失 (图 1)，监测项目就可能无法生成有效的信息。导致监测失败的常见原因包括：

- 没有定义信息需求和监测项目的目标；
- 没有在网络设计中充分考虑物理条件；
- 样本采集，处理，储存和分析计划不足；
- 缺少质量控制和质量保证；

这份文件由国际水文地质学家联盟的前执行经理 John Chilton 编写而成。2020 年 3 月，代表联合国环境署 GEMS/Water。

- 缺乏管理以及对结果数据解释不充分；
- 在有需要的情况下，对设计的审核，反馈和改编不足。

指标 6.3.2 的具体目标是提供一种机制，各国需要通过设定各自的国家目标，然后设计本国的监测项目，并利用监测项目生成的数据来确定目前采取的维持和改善环境水质的方法是否奏效。

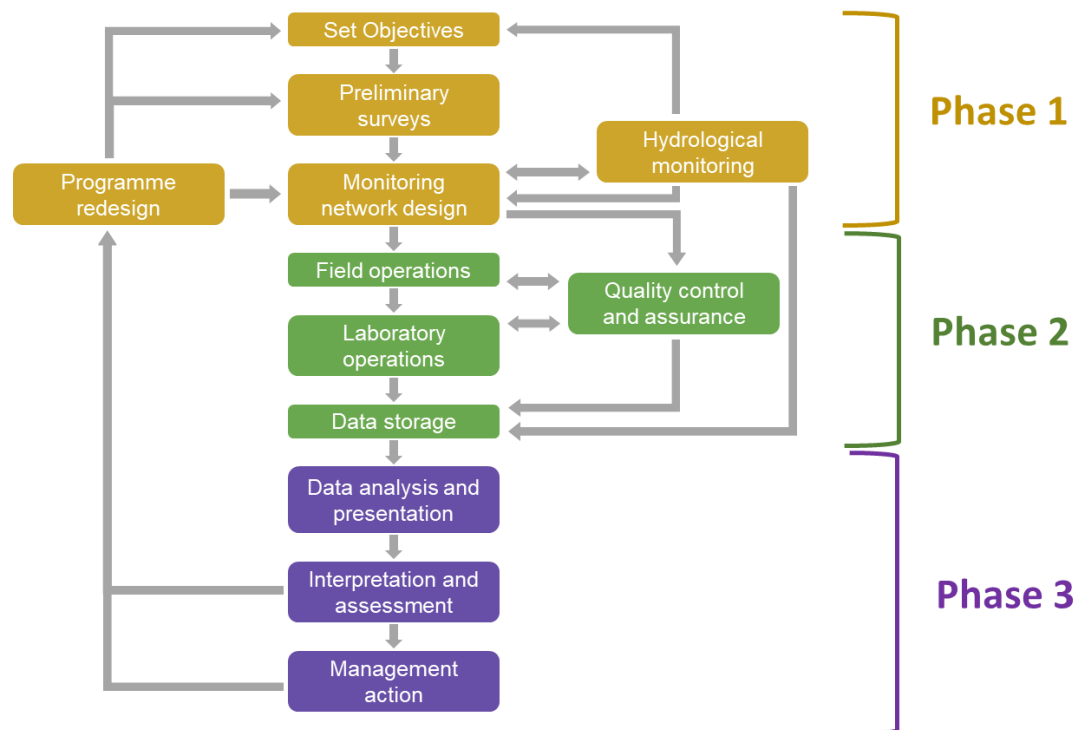


图1.水质监测项目设计流程图。以 Chapman 等(2005)为基础进行了改编。

地下水水质监测的挑战和河流与湖泊的监测完全不同 (IAH, 2017)。河流监测可以为一大片下游区提供整合的水质数据，从而减弱采样站点特殊因素对水质的影响。对地下水来说，情况往往是相反的。各个监测地点的特定条件是影响地下水水质的主导因素，比如水源污染，水井深度，涌流速率，相邻下游区以及采样流程。这可能会导致含水层的地下水水质的整体情况发生变化，监测者需要理解这种情况，并且在监测中考虑到这种情况的发生。

对于地下水来说，上述的一般限制性条件通常还伴随着水文地质学知识的匮乏，这些因素共同削弱了监测网络的作用并且对结果数据的解释造成不良的影响。有时，这是因为地下水的监测是由地表水专家来完成的，地下水的监测可能仅仅是在地表水监测项目的基础上进行了扩展，却缺乏对水文地质方面的充分的考量；更多的时候，必要的水文地质信息或者地下水的专业知识根本就不存在。这方面是很重要的，因为含水层，以及它包含的地下水水体通常比地表水更复杂且采样难度更高。地下水更难获取的特点也使它成为了热门的水源。如果含水层较难接近，那么，它们的天然水质就会更好（也有一些特例），因为它们远离了地表的很多污染性活动。然而，一旦含水层被污染，含水层内水体的缓慢流动也意味着地下水水质需要经历几十年才能得到恢复。

大多数地下水存在的时间要远远长于地表水的存在时间。这就意味着在很长的时间里，流动缓慢的地下水和组成含水层的物质之间一直在发生着物理化学反应，并且，随着地下水的流动，水体的化学成分也在发生着变化 (Chilton, 1996)。从监测的角度来说，缓慢的流速意味着，一般来说，地下水的采样不需要像地表水采样那么频繁，但是如果想要获得有代表性的地下水水质的数据，采样的密度需要更大 (IAH, 2017)。此外，含水层的深度和地表下的复杂性对地下水网络采样地点的选择和结果数据的解释都有重要影响。距离很近的不同的采样点的样本可能生成完全不同的结果数据，尤其当样本来自含水层的不同深度，或者样本来自不同的含水层。

含水层的辨认和地下水水体的定义

指标 6.3.2 方法论的前两步包括 1) 基于河流流域确立报告流域区 (EBD) 以及 2) 定义其中包含的水体。对于地下水来说, 这意味着确认有效的含水层的位置, 并且将含水层再细分为不同的地下水水体。对于地表水来说, 被定义为地下水水体的因素构成了“优良”或者“不良”水体分类的分离的单位。

一些国家, 尤其是欧盟成员国和其它遵循欧盟环境法案的国家, 已经努力通过国家地质调查或者环境保护机构来达到地下水水体定义的任务。支持相关立法的技术指导帮助这些国家通过具有一致性和可比性的方法来实现这个目标 (EC, 2004), 但是完成这个任务所需要的数据要求和专业知识是至关重要的。这些国家同样可能拥有完善的地下水水质监测项目, 并且我们鼓励这些国家利用相同的报告单位来进行指标 6.3.2 的报告。

其它的很多国家可能已经掌握了含水层的位置以及它们作为地下水水源的重要性, 但是, 这些含水层中地下水的水流系统的性质-地下水的来向和去向-可能还没有被掌握, 并且, 国家可能并不要求对地下水水体进行定义。现有的监测项目在网络覆盖率, 采样点合适性, 采样频率以及参数组的选择方面可能存在巨大差异。其它的国家可能对本国的含水层和地下水知之甚少, 它们可能没有任何常规的监测, 并且缺少地下水水质的数据。一些国家可能根本没有任何监测数据, 但是它们可能想要发展一个地下水水质监测项目。

在所有的这些情况中, 作为辨认含水层和理解地下水水流系统的基本, 设立简单的水文地质概念模型是至关重要的。这些模型的精确度要求类似于展示不同含水层的露出地表的岩层, 非含水层以及简单的交叉区域的地表地图。这些区域应该显示地下水的来源, 水流的方向以及流出的地点 (图 2)。这很重要, 因为补给来源可能受到雨水或者其它地表水体的渗透, 从而变成污染源, 将污染物带入含水层, 并且造成水质的恶化。同样地, 向泉水, 河流, 湖泊或者湿地, 或者水井并排出地下水的位置也可能是不良水质的地下水对接收水体造成影响的位置 (图 2)。

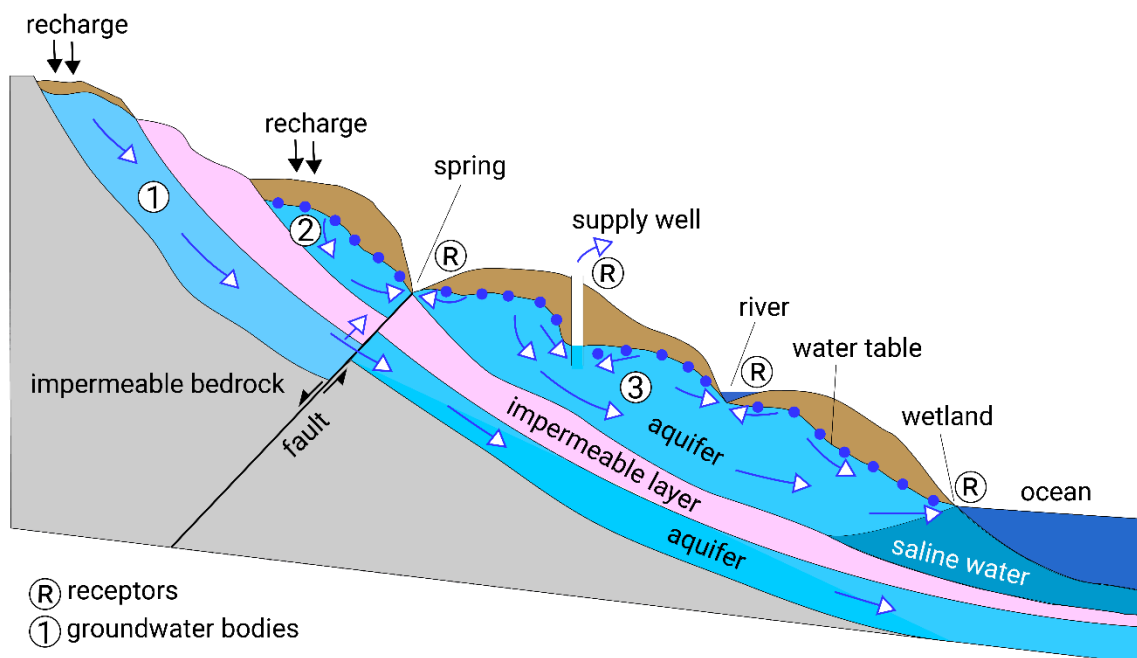


图2: 水文地质概念的简单模型, 以帮助理解含水层露出岩层, 地下水补给位置, 地下水水流方向和排出点的概念。

尽管有的国家可能没有可供使用的水文地质概念模型, 但绝大多数国家都有用于矿物勘探和石油开采的地质地图。在这些地图上, 我们也可以获取主要的地质信息, 这些信息可以帮助我们辨认含水层。当然, 如果该国已经大量地使用含水层供应水源, 含水层的位置可以很容易地得到确认。如果负责监测的机构自身没有充足的地下水知识, 机构应该积极向国家地质调查, 当地大学或者合适的咨询公司寻求帮助。

在以河流为基础的 RBD 内，地下水的定义需要满足环境水质的描述。指标 6.3.2 方法论提倡的是，对水体大小的划分需要确保水体在水质方面具有同一性，并且可以通过相对较少的监测点就可以对水体进行分类（指导文件 1）。但是，正如已经说明的，含水层的结构很复杂，水质的同一性很低。在含水层被细分为地下水水体时，水体需要是分离的水流系统，这也就是说，地下水的流动不会跨越界限。以下是对含水层进一步细分的可用的标准。

- 尽管我们准备的地下水级别的地图可以为我们提供足够的信息，水体却依然受地下水水流分流的限制。图 3 展示了一个含水层的三个地下水水体，这个含水层底部是不可渗透的岩石，上层由地层覆盖。然而，与地表水体界限不同，通过这种方式定义的地下水水体的界限可能并不稳定并且随着季节发生变化，这可能是由长期的气候变化，补给，或者是对靠近界限的水井的抽取而造成的。

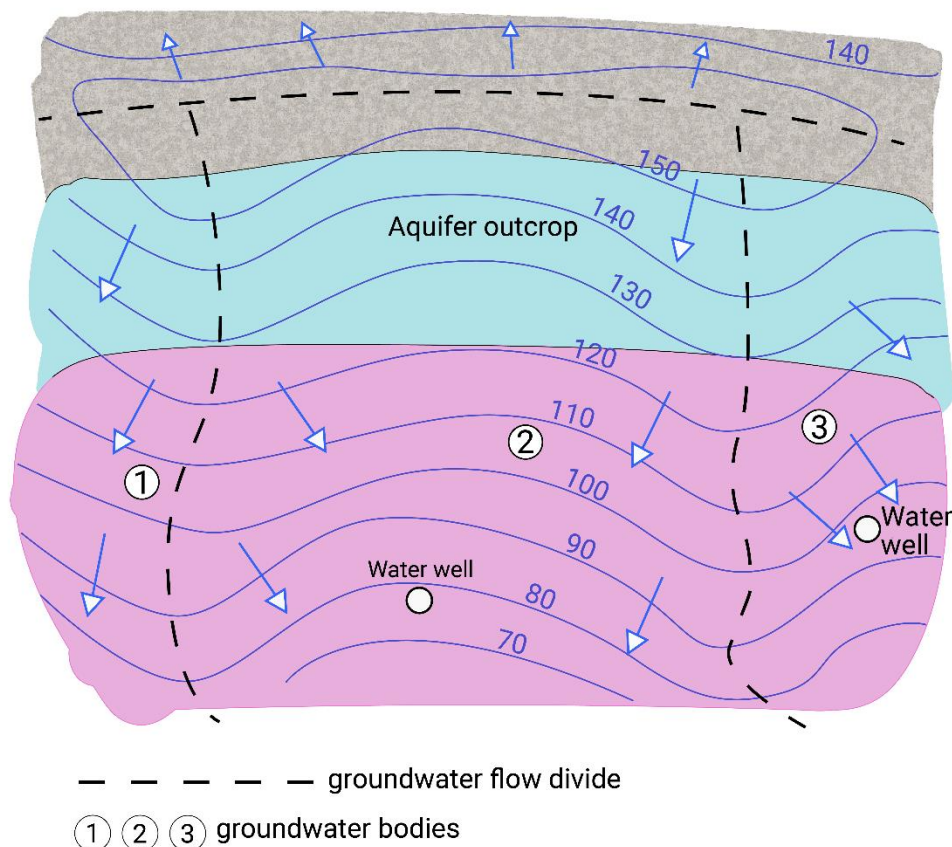


图3.由水流分流定义的地下水水体

- 如果国家没有这类的数据，地下水水体的界限也可以通过地表水的下游区来划定，在很多情况下，地表水下游区与地下水分流密切相关。图 4 展示的是通过这种方式定义的两个地下水水体。

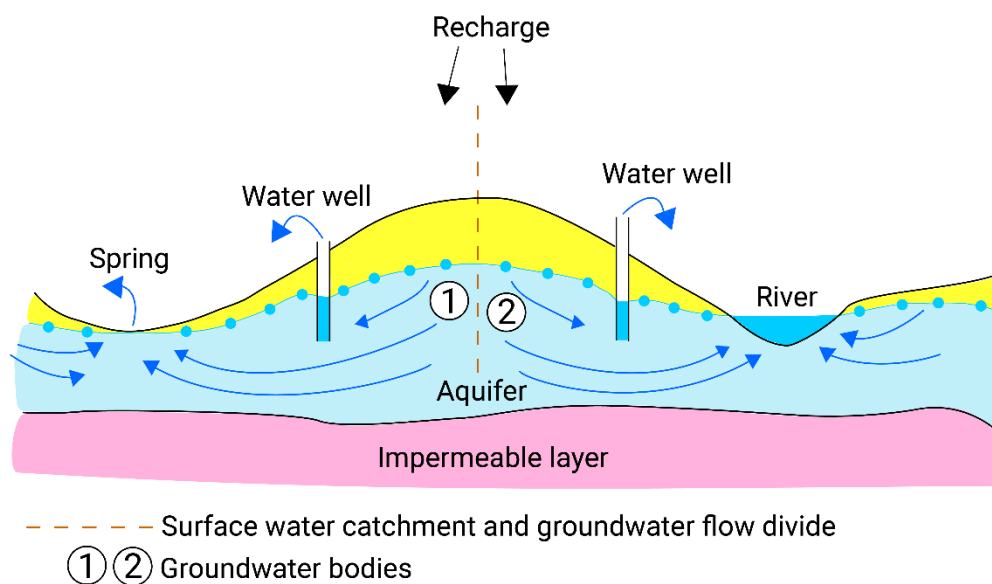


图4 通过地表下游区和地下水分流定义的地下水水体

- 主要的地质断层可能造成含水层中出现不可渗透的物质，从而限制地下水的水流，但是这也可能形成一个合适的界限。在图 2 中，上层不受限制的含水层被一个大的断层分成了两个地下水水体（其中一个较小）。在下层受限制的含水层中，断层的错位并不足以阻碍地下水的流动。
- 一些含水层较小且较浅，是由冲积作用形成的或者冰川沉积物形成的，并且底层的基岩可渗透性较低，那么，这样的整个的含水层可以被视作一个地下水水体。

含水层的复杂性，水质状态的垂直分布以及缓慢的流速意味着，就算是相对较小的地下水水体的水质状态都不可能由一个，或者少量的监测数据而代表。

干旱的和半干旱的国家通常会有大量的含水层，但是却只有少量的地表水或者没有地表水，因此，这些国家定义的 RBD 或者地下水水体很难找到集水区的界限。此外，这些含水层通常很深，很厚重，地下水梯度很低，地下水存在时间都是以世纪来计算，而不是年。通常来讲，在现有的气候条件下，它们不会接受大量的地下水补给。这样的“化石类”或者不可再生的地下水水资源通常被过度开发，在水资源数量上面临着巨大的管理危机。然而，它们的水质受到地表活动的影响却较小，地下水水质的变化也十分缓慢。因此，在合适的情况下，国家可以利用以含水层为基本的报告单位对指标 6.3.2 进行报告，这也是由少量采样点对地下水水体进行监测的一个例子。

然而，也有一些需要注意的事项。这些干旱的地区也会有一下较小的，较浅的沙子和碎石含水层，这通常与干枯的河床，干谷和绿洲有关。这些含水层对当地的水资源供给和农业灌溉有重要意义，这些人类活动共同影响着地下水的数量和质量。每个含水层都可能是一个单独的地下水水体，每个水体与其它水体分离，我们需要基于当地的水质压力对这些水体进行更频繁的监测，并且我们需要更快地解决这些浅层地下水系统可能出现的问题。

作为潜在的地下水水体，含水层可能跨越国界。一个含水层可能从一个国家接受补给，但是从邻国排出。所以，地下水概念模型可以帮助国家确定这种情况是否可能发生（Lipponen & Chilton, 2018）。如果有这种情况，国家可能需要在监测时寻求邻国的信息和合作。

选择地下水采样点

如果国家有很多备选的采样点，一般来讲，监测点的位置需要能够充分反映地下水水体整体的状态，尤其是此前介绍的地下水水流系统，水源-流动路径-接收水体。此外，监测网络需要考虑到当地的人口和土地使用分布，在农业，城市和工业压力较大的地区，我们需要设置更加密集的监测点。选择时，我们

还需要考虑监测点周围可能影响地下水水质和样本可信度的因素。任何达不到这些标准的监测点都不能被采用。

选择的采样点的类型也同样会影响数据的可信度和可代表性。地下水样本可以来自现有的为家庭，市政，农业灌溉或者工业提供水源的水井，或者来自泉水，或者来自特别建造的监测水井。每一种样本都有其优势和劣势（表 1），主要体现在实际操作性，成本和技术层面。我们需要基于当地的水文地质条件来理解这些优劣势。

表1 可选的地下水采样点的特点

采样点	优势	劣势
市政供水水井	<ul style="list-style-type: none"> • 成本低，采样容易 • 重复采样，定期观察 • 排水量大，可代表含水层水质 • 水泵长期工作 • 可能已有一定时期内的数据 	<ul style="list-style-type: none"> • 建设工程和样本来源可能不确定，水源来自多个不同深度 • 污染发生后的影响可能存在滞后性 • 位置由人口分布固定，造成空间覆盖的扭曲 • 市政/水资源公司可能不允许样本采集
灌溉水井	<ul style="list-style-type: none"> • 同以上前三点，但是可能缺乏已有的一定时期内的数据 	<ul style="list-style-type: none"> • 同以上前两点，但是可能没有建设工程的数据 • 农业区域造成空间覆盖扭曲 • 可能只可以在某些季节进行
工业水井	<ul style="list-style-type: none"> • 同上述灌溉水井 	<ul style="list-style-type: none"> • 同市政水井，但是可能没有建设工程的数据
家庭水井	<ul style="list-style-type: none"> • 成本低，采样容易 • 重复采样，定期观察 	<ul style="list-style-type: none"> • 排水量小，断断续续，尤其是使用手泵的情况下 • 可能需要对水井中的水进行清洁来消除腐蚀物 • 可能发生故障，无法泵水 • 可能较浅，无法代表含水层的水质状态 • 容易受到当地污染的影响
浅层监测钻孔	<ul style="list-style-type: none"> • 可能较早显示可能达到地下水面的污染物 • 重复，定期采样 • 可能完全了解工程建设 • 可以利用惰性物质 	<ul style="list-style-type: none"> • 工程建设成本中等 • 需要水泵来收集样本 • 需要采取措施清除腐蚀污水 • 不能很好地代表含水层的水质状态
多级压强计	<ul style="list-style-type: none"> • 需要完全了解工程建设 • 可以利用惰性物质 • 较早显示地下水面的污染物 • 可能显示地下水水质的垂直分层 • 可能显示源头的垂直差异，以及水流的上下流向 	<ul style="list-style-type: none"> • 建设工程成本较高 • 需要专业承包商和材料 • 正确安装比较困难，需要在两次采样间隙保证良好的封闭状态 • 需要特殊采样设备和经验丰富的操作人员
泉水	<ul style="list-style-type: none"> • 成本低，采样容易 • 重复采样，定期观察 • 大型泉水可能代表重要的地下水水体 • 用于公共水源的泉水可能已有一段时期内的数据 	<ul style="list-style-type: none"> • 可能受到当地污染源的影响 • 可能受到直接降雨的影响 • 小的泉水可能代表表面的水流

很多国家的地下水水质项目完全，或者基本上依靠现有的供水水井，因为这样成本更低，采样更容易，并且方便进行多次的反复观察，如果监测机构有条件安排专业的水井操作人员的话。因为监测人员会频繁地或者连续地对这些水井进行操作，指定的水井有可能可以代表其所在含水层的水质状态（表 1）。选择这些水井最常见的短处就是，我们对水井的深度，筛选区间和水泵，水位，工程材料以及泵排量速率和时间掌握的信息很少。缺少元数据可能对我们解释和报告监测数据造成阻碍—一些水井的水可能来自含水层的上部浅层的受污染的地下水，另一些水井的水可能来自含水层更深层的受污染的地下水，或者来自多个含水层的不同层面的地下水。在可能的情况下，监测的水井应该从那些我们已经掌握了工程数据的水井中选择。

市政，工业和灌溉水井的结合可能可以提供关于城市和农业区域网络覆盖的充足的信息。如果没有灌溉开发和工业开发，或者灌溉开发和工业开发较少，在农村地区，从家庭水井中采取样本可能是唯一的选择。选择学校或者诊所的机动水泵可能能够提供更可靠和定期的监测数据，样本也可能比使用手泵的社区水井更具有代表性。

泉水也可以成为地下水水质监测的选择，但是泉水的价值经常被低估；采集泉水样本的成本很低，并且操作简单，不需要将地下水带到地表，减少了不稳定性，并且，它们易于进行定期的采样。大型泉水可能成为重要地下水水体的代表，并且在干旱的季节里，泉水也有可靠的排水量。水流较短较浅的小型渗流更加不稳定，并且非常容易受到当地污染的影响，所以我们应该避免选择这种渗流作为样本。在喀斯特石灰岩地区，地下水的流动在很大程度上受到与泉水排水有关的断裂和管道的限制，因此，泉水是唯一的具有现实意义的监测选择。

一些国家在项目中使用了为了观察而特意打造的钻眼，在没有抽水井的情况下，这可以提升网络的覆盖率，并且较早显示出污染物是否会达到地下水水面以避免污染物影响深层的供水水井。然而，钻眼的使用需要相当大的资本和技术资源来实现采样水泵的建设，以及采样的专业知识，包括清除腐蚀污水（Misstear 等, 2017）。这些钻眼在对当地地下水条件进行监测中得到了广泛应用，以监测地下水的污染情况，比如填埋垃圾。特定深度的安装，包括嵌套式压强计和多级采样设备在大型环境水质监测中很少得到使用，因为它们的成本较高，安装和采样的复杂程度较高，这需要经验丰富的钻井承包商和采样技师。它们的使用仅限于主要污染源的监测，比如填埋垃圾或者工业烟羽，对于质量评估而言，特征明确的深度角度的测量对于观察羽流的生长和扩散或评估高成本的补救措施的影响至关重要。

地下水的采样频率

对于地表水来说（指导文件 1），地下水的采样频率应该考虑水文和水文地质条件以及它们可能对地下水水质变动造成的影响。历史数据或者前期间卷调查可以提供相关的信息。从监测设计的角度来讲，最重要的是了解含水层是由松散的物质组成的，比如冲积作用形成的沙子和碎石，还是由坚固的物质组成的，比如砂岩和石灰岩。在前者的情况下，地下水在不同的纹理的岩层间的流动较缓慢，而在后者的情况下，地下水在断裂层中的流速要快得多。

因此，地下水采样的绝对最小频率是一年一次，但是在考虑以下情况时，国家可能需要根据具体情况对采样方案进行调整。对于浅层地下水来说，需要每年至少两次的更高频率的采样，因为浅层地下水容易受到季节影响，包括雨水，补给，和为了灌溉的地下水的抽取，并且，浅层地下水更容易受到城市生产生活的影 响。需要采集雨季前和雨后的样本，以及/或者地下水水位较高和较低的时期的样本，并且，需要格外注意最能反映这些影响的参数组（表 2）来作为 1 级监测报告的基础。对于喀斯特石灰岩地区来说，需要每年至少四次的更高频率的采样。浅层的海岸和岛屿石灰岩含水层的水质容易发生迅速的变化，因为它们通常分布密集，地下水的大量抽取使其结构发生了巨大的改变，从而造成，或者容易造成海水倒灌。对于受限制的含水层（图 2）和存在时间很长且现在很少接受补给的地下水的含水层来说，采样间隔的最低要求是每年一次。这两种含水层的水质变化可能十分缓慢。报告指标 6.3.2 所需的参数组可能大致相同，其它可能象征着具体的人类活动影响的参数（表 2）可能很难被检测到。这个设定监测频率的框架应该是新的或者改良的地下水监测网络的目标，尽管我们也知道各国可能无法立即获得相关的资源来实现这个目标。

地下水监测的野外作业

地下水监测的野外作业的很多方面和地表水的监测相同，包括健康和安全考量。野外作业应该采用标准操作流程（指导文件 1）以确保监测的一致性和可靠性。质量保证（QA）和质量控制（QC）对于地下水监测也十分重要，质量保证和质量控制对监测项目的每一个步骤都十分重要（图 1）。野外作业记录对数据的解释和报告很有帮助，记录应该包括预估的排水率和水泵已经工作的时间，以及对地下水采样点周边条件的观察，比如当地污染的影响的证据。

地下水水质可能受到水文条件和季节性地下水水位和排水量的变化的影响。尽管因为受到涌流的干扰，我们很难或者不可能进入到水井中测量地下水的水位，当地水位变化的知识以及采样时可能未受干扰的水位会为水质数据提供有价值的背景信息。水井操作员可能需要提供这类信息。如果采样的是泉水，需

要对排水量进行预估；强降雨过后的高排水量可能被当地径流稀释，因此，样本水质可能无法代表该含水层的水质。

为了确保样本可以代表该含水层的水质，样本应该通过水位上升的采样旋塞来收集，采样点需要尽可能的靠近泵头，而不是通过水流分散系统的水槽或者旋塞进行采样。将深层地下水带到不同气压，气温和氧气条件的地表可能会改变其特征，这是现场参数测量不稳定的原因之一。对于排水量低或者排水断断续续的情况来说，在采样之前，水井中的腐蚀污水部分应该通过水泵进行清除；一些指导意见提供了关于如何对需要移除的污水的量进行预估的信息，这样可以确保抽取的水来自含水层而不是水井（ASTM, 2006）。另一种确认的方式是，我们可以通过对排水的温度和效率进行监测，直到测量到能够代表含水层水质的稳定的数据。

地下水参数组

为了确保指标 6.3.2 报告的全球可比性，1 级报告推荐的地下水参数为电导率，pH 值和硝酸盐（表 2），以及水井，钻眼或者泉水在野外测量时的温度要求。这些易于测量的特征可以反映盐化，酸化和营养化的影响（表 2），这些现象在全球都很常见，但是它们无法代表所有影响地下水水质的因素，并且，判断井水或者泉水是否可以用作饮用水水源的标准也不可以仅仅依据 1 级监测的评估。

表 2 监测地下水水质的参数组 (由 IAH, 2017 改编)

参数		意见和入选原因
1 级报告地下水参数组		
所有情况下的周期性测量-频率依照地下水水流系统的特征		
EC	电导率	盐度的测量，帮助确认水体的特征
pH	酸度	酸度的测量，帮助确认水体的特征
NO₃	硝酸盐	普遍存在的污染物，含氧条件下稳定，人类摄入不安全
温度 (T) 需要和其它参数同时测量和记录		
2 级报告中可以选择的额外的参数		
频率更低，与上述方面有明显不同		
Ca, Mg, Na, K	主要阳离子	可以帮助对水文地质活动过程进行评估，检测和判断重大短期变化。氯化物可以敏感地反映一系列农业，城市和工业活动的影响。
Cl, HCO₃ SO₄	主要阴离子	
TDS	总溶解固体	1 级报告中使用的 EC 为替代项
饮用水水源的微生物检测		
通过卫生检查确定水源的风险		
FC	粪便大肠杆菌	需要对常用但是未经消毒的水源进行监测，但是短期内的多样的变化以及采样的高难度意味着监测需要和其它方法相结合，包括卫生检查，来对微生物污染进行检测。
FS	粪便链球菌	
E Coli	大肠杆菌	
其它参数		
2 级报告可能涵盖的特殊水文地质条件下需要的监测		
F	氟化物	在一些水文地质条件下十分重要，可以显示影响人类健康的天然地下水水质的变化
As	可溶性砷	
U	可溶性铀	
NH₄	铵	只有在严重缺氧/还原条件下

Fe	可溶性铁	
Mn	可溶性锰	
P	正磷酸盐	
显示污染情况的补充参数 已经确定了具体的农业，城市或者工业污染压力		
	特定杀虫剂	每个参数需要具体的采样流程，需要有经验丰富的操作人员，实验室分析需要达到极低的检测极限，需要昂贵的设备和专业人员
	指定的挥发性有机物	
	指定的碳氢化合物	
	重金属	
	出现的污染物	

通过推荐的 2 级报告数据来源（介绍文件，图 1），我们可以了解到，额外的化学参数可能对于监测地下水的其它压力最为重要，并且，额外的化学参数也可能可以从国家监测项目中获得。表 2 为参数组的选择提供了一个分等级的方法，这是为了辅助新的地下水监测项目的建立，或者，为了现有项目的扩展，这些都可以用于 2 级监测的报告。

很多关于监测和报告的参数应该基于当地的压力和水文地质条件（表 2）。主要的离子通常会被包含在监测中，并且可以提供关于水质进化和地下水水流系统的信息，例如，和碳酸盐含水层的反应会使矿化作用增强。表 2 中包含了微生物的质量，这是为了提醒我们，微生物是与人类活动密切相关的一项监测项目，尽管 SDG 指标 6.3.2 环境水质中并不要求此项目。从现有的农业，城市或者工业发展和现有的监测项目来看，地下水承受的压力已经显而易见，前期的调查问卷可能也确认了这一点。这意味着在选择监测参数时，没有一种单一的，适合所有国家的“正确”答案，但是表 2 可以提供一个合适的框架。操作者应该注意的是，地下水样本的采集可能需要特殊的容器或者特殊的野外作业流程；例如，阳离子的样本和微量元素分析的样本需要进行过滤和酸化，并且储存在合适的容器中，以确保样本质量不会受到不利的影响（Misstear 等, 2017）。

地质因素造成的天然地下水水质的变化可能对人体健康有害，最常见的就是砷和氟化物（表 2）。这些物质对人体的伤害已经广为人知，很多国家可能也已经采取了相关的措施，比如从抽取的地下水中清除砷和氟化物。地下水的监测应该长期进行，以确认水质的变化趋势，需要记住的是，地下水的抽取可能改变地表下的环境条件，并且促进污染物的转移。如果在这些参数可能出现异常的水文地质环境中没有监测项目，比如，可能存在砷和火山岩的大型冲积流域，裂谷，以及一些存在氯化物的结晶基底的区域，则需要在这些地区设立监测项目。

地下水的目标值设定

不同的含水层的环境地下水水质可能有很大不同，这是由水文和水文地质条件决定的。潮湿温和地区的含水层更有可能有较低的矿化程度，表现为环境 EC 值较低，然而，在更加干旱的地形条件下，含水层补给较少，EC 值可能要高出四到五倍。深层含水层较长的水流流径也可能造成矿化程度的升高以及 EC 值的升高。因此，我们需要一系列环境状态的基线指标，在这种情况下，更高的 EC 值并不一定代表地下水资源受到了污染。

使用现有的指标值来对 SDG 指标 6.3.2 的地下水水质进行评估不一定总是合适的。设定目标值的方法是为了基于当地的背景或者基线地下水水质设定指标值。这意味着，至少对于 EC 来说，含水层或者地下水水体的目标值可能比国家级别的目标值更合适。从另一方面来讲，因为硝酸盐的监测和报告与人类的健康息息相关，国家级别的目标值可能更合适。

总结

这份文件为 SDG 指标 6.3.2 地下水环境水质的监测提供了具体的技术指导。文件中对地下水监测可能遇到的问题进行了具体的说明。根据已有的数据，含水层的定义和地下水水体的定义需要采用简单的水文地质概念模型。利用已有的水井，新的监测水井或者泉水来监测地下水的优劣势得到了充分的展示。这份文件还提出了可以使用的地下水监测的参数组的框架来确定 2 级报告的参数组，以协助国家建立或者改进国家对地下水水质的监测。

参考文献

- ASTM, 2006. Standard Guide to Purging Methods for Wells Used for Ground-Water Quality Investigations, ASTM Standard D 6452, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- 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
- Chilton P. J., 1996. Chapter 9: Groundwater. 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/wqachapter9.pdf
- EC, 2004 Groundwater body characterisation. Technical Report No 2. 来自：
<https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/activities.htm>
- IAH, 2017 The UN-SDGs for 2030: Essential indicators for groundwater. 来自：
<https://iah.org/education/professionals/strategic-overview-series>
- Lipponen A. & Chilton P. J., 2018. Development of cooperation on managing transboundary groundwaters in the pan-European region: The role of international frameworks and joint assessments. *Journal of Hydrology Regional Studies*; 20: 145-157.
- Missteat B. D. R., Banks D. & Clark L., 2017. *Water wells and boreholes*, 2nd edition. J Wiley & Sons, UK.
- UNECE, 2000 Guidelines on monitoring and assessment of transboundary groundwaters. UNECE, Geneva.