



2030年联合国可持续发展目标的地下水基本指标

关键信息

- 地下水是实现联合国2030 可持续发展议程的关键资源。但其在SDG 指标体系中仍体现不足。
- 需要为SDG的具体目标 6.3、6.4 和 6.6 界定新的“地下水资源状态指标”，因为地下水资源是这些指标的组成部分，但目前没有得到充分重视。
- 迫切需要加强现有的数据收集协议，以便更明确在城市供水和直接饮用水供给时地下水利用的层次、类型和方式。
- 鉴于对场地监测的约束，对“源设计和完整性”的专业评估将是评估SDG 目标 6.1 实现情况的关键
- 需要对地下水状态、趋势和风险性进行专业评估，以解译资源基础的状况，其可持续性对于实现SDG-6 指标至关重要。

地下水资源如何支撑联合国2030年可持续发展议程？

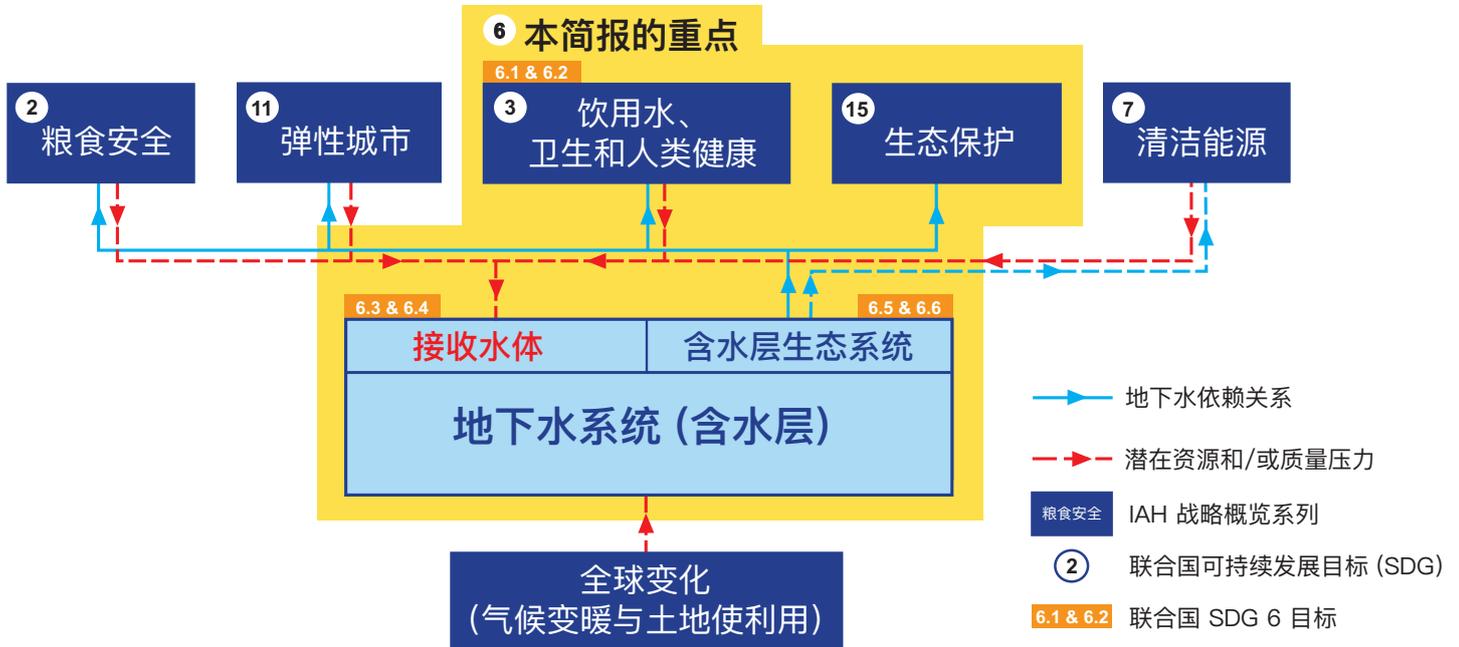
自有人类活动的早期，人类就开始对来自地下的优质水源有诸多需求。在20世纪，为解决城市供水、农业灌溉和工业生产的水井建设开始急剧增加，其也受到钻井、泵技术和地质知识发展的推动，地下水已成为支持人类生活与经济的关键资源之一。

目前还没有关于地下水开采的全面统计数据；但据估计，2010年全球地下水抽取量已超过900 km³/a，提供了约36%的饮用水，42%的灌溉农业用水和24%的直接工业用水¹，用水比例在不同国家之间和面积较大国家内差别很大。此外，地下水经常也是满足农村供水需求的唯一选择。

地下水的社会价值不应因为单位体积能够带来巨大的经济效益而仅用利用体积来衡量，因为它还涉及到当地的可利用性、不同层次的需求性、极度干旱时的可依赖性及通常好的水质（仅需最少的处理）。许多城市和无数中型城镇对地下水的依赖程度越来越高，基于高的作物产量和经济生产力，地下水对农业灌溉水的贡献也越来越大。

¹2012年“地球动力杂志”59-60





在2015–16年间，IAH 制作了一系列的“战略概览”，详细评估了地下水与实现2030年联合国各种可持续发展目标的关联方式，包括 2–粮食安全；3–人类健康；7–能源生产；11–弹性城市和15–生态系统保护²。此外，还评估了全球变化(即土地利用和气候变暖)的潜在影响。这个概览专门关注实现 SDG 6–水 (A) 中的地下水要素。

为何必须在联合国SDG–6指标(水)中明确考虑地下水？

在世界范围内，地下水的优良水质使其成为饮用水的首选水源。含水层广泛分布在不同的地区，并且具有天然的供水过滤、储存、分配和保护功能。此外，地下水储存可缓冲因全球变暖加速而产生的不可预测的用水需

求。因此，在实现联合国 SDG–6 目标评估进程中，地下水得到充分的权衡考虑是至关重要的。

地下水因素将在很大程度上影响 SDG–6 的两个不同方面 —“人类供水服务工程”(目标 6.1) 和“水资源基础状况”(指标6.3、6.4 和 6.6)。前者的供给与后者的可持续性之间有着密切的联系。基于该理由，地下水需要广泛加强管理，以防止资源枯竭和水质恶化³。

地下水如何影响人类供水服务？

鉴于地下水资源日益增大的重要性，提供普遍充足的饮用水供应(如 SDG 目标 6.1中所设想的那样)需要特别关注地下水。这必须始终涉及到评估其建筑完整性、应对干旱的安全性和水质保

²IAH 2015 & 2016 : www.iah.org

³FAO-UN, 2016 : Groundwater Governance–A Framework-for-Action

护，某些情况下还要评估地方资源基础本身的可持续性。

在仍在努力实现 SDG 目标 6.1 的国家中，大多数国家很少有常年地表水源并且地下水条件也利，从而成功地进行水井选址和施工需要大量的水文地质调查。

SDG 的具体目标 6.2 和 6.3 涉及卫生服务的覆盖面和水平，因此与地下水关系不是很紧密。但是，需要评估“卫生系统设计”对地下水的潜在影响，以确保卫生系统对地下水的排放不超过其自然衰减能力，否则 SDG 的 6.2 和 6.3 目标达到将实际上有损于 6.1 目标的实现可能性。

关于这些目标的进一步评论清单见表(B)，重点讨论了以下问题：

- 世卫组织-儿童基金会联合监测方案 (JMP) 中应用的水资源分类，其也是城市和农村地区国家饮用水服务统计数据的主要来源，亟需细以下内容 (a) 区分哪些管道供水来源于地下水；(b) 改进非管道地下水资源的分类(私人水井、社区/市政水井或泉水、供应商取自水井或泉水的供水) 和 (c) 以上供水是否安全(即充分密封和处理，不受天然地质因素影响)。
- 联合国人居署 IBNET 水务设施数据库是公共设施饮用水服务的主要信息来源，亟需扩容以捕获以下信息：(a) 不同水源利用的类型和数量(包括水井和泉水)；(b) 地下水资源在多大程度上用于“基地负荷”供应或为提高供水安全而进行联合管理，(c) 对原水水质进行“常规监测”分析的范围和频率(鉴于对国家水监测的重要性)和(d)在有关城市地区普遍存在的私人自给规模，和市政供水所能满足的总需求的比例。

联合国 SDG-6 (水)中的地下水资源的主要焦点是什么？

地下水在“面向资源”的 SDG6 目标中至关重要，但目前没有在资源可持续性和质量保护中充分体现出来，因此需要新的指标。

SDG 目标 6.4 (管理和减少水压力) — 是解决长期地下水资源枯竭(或所谓的“含水层过度开采”)问题的最佳切入点，但未具体提及，值得另设一项指标。该指标的具体规定将通过粮农组织-AQUASTAT加以实施，需要仔细界定相应的术语。

(a) 计划中的地下水储存透支，作为应对长期干旱和(或)向较低用水经济过渡的气候变化适应措施，和 (b) 计划的不可再生地下水资源的可持续利用。

SDG 目标 6.3 (保护“接收水体”的水质)和目标 6.6 (恢复和保护与水有关的生态系统) — 地下水污染和质量保护在目标中，但需要新的指标：

- SDG 目标 6.3 规定含水层为“接收水体”的一种“特殊类别”，其水质需要在含水层补给区通过适当的土地使用控制措施加以保护。
- SDG 目标 6.6 明确将含水层命名为一种“水生生态系统”，而不论含水层是否与特定的依赖于地下水的生态系统相关联。

在这两种情况下需要解决的问题是“将哪些含水层包括在内”和“如何允许自然污染物的衰减”。此外，还需要明确区分“点污染源”(由 SDG 指标 6.3.2 中的目前文字所表述)和“扩散污染源”(相当于或大于对地下水的关注，但显然不包括在指标之内)。

目前联合国粮农组织-Aquastat 系统、UN-GEMI-GEM 水质数据库和 IGRAC-全球地下水监测系统收集的全球地下水资源状况和质量实地



B 联合国SDG-6关于地下水影响的表述

指标	地下水表述
<p>目标6-1</p> <p>使用安全管理的饮用水服务的人口百分比</p>	<p>普遍和公平地获得安全和可负担的饮用水</p> <ul style="list-style-type: none"> 重要的是确定市政、私人/社区就地和包装/罐装供水对地下水的依赖程度，以确定监测策略 指标没有明确提到“可负担性”，需要认识到全世界在这方面日益依赖水井的直接供应，并将重点放在改善水井建设、功能、操作和维护上。 评估地下水供应“安全”将要求评估施工完整性、质量保护、干旱期间的产量保证、及在某些设置资源状态下的协议。 需要解释清楚“目标服务水平”(以LPD/人均计算)，以评估其对“困难水文地质”条件地区地下水源改善和发展战略的影响 需要澄清国家法律中的地下水抽取/使用权与“联合国人权宪章”所界定的公平利用之间的潜在冲突。 为了便于场地监测粪便污染，需要对“快速筛选方法”（如原位荧光光谱法）进行更多研究。
<p>目标6-2</p> <p>使用带肥皂和水洗手设施的安全管理卫生服务的人口百分比</p>	<p>普遍和公平地获得充足的卫生设施，结束开放式排便，特别注意妇女/女孩和处于脆弱情况下人们的需要。</p> <ul style="list-style-type: none"> 指标只涉及服务水平，因此与地下水无关，除非卫生系统设计涉及到排放到地下的污染物可能超过自然衰减容量。 特别是在许多快速发展的城镇和城市周边贫民窟中，唯一现实的服务解决方案是原位卫生设施，但需要有足够的坑厕设计和运行以避免地下水严重污染。
<p>目标6-3-1</p> <p>安全处理废水百分比</p>	<p>通过减少污染、消除倾倒、最大限度地减少危险物质的释放、将未经处理的废水比例减半和大幅度增加安全回收利用，改善水质并。</p> <ul style="list-style-type: none"> 指标仅涉及服务水平，因此与地下水无关，除非系统设计和运行（尤其是废水再利用和污泥管理）导致了污染物共同向地下排泄，可能超过天然污染物衰减能力。

数据被认为不足以评估 SDG-6 目标的进展，需要相关部门作出重大的协调努力，以改进国家地下水监测系统、数据传递协议、评估和数据库建设。

地下水监测从根本上不同于地表水监测，需要采取不同的监测策略。欧盟水框架指令下的地下水质量状态特征和美国地质调查局全国地下水质量调查的广泛经验清楚表明，地下水状态和发展趋势的可靠解译需要定期以含水层和隔水层系统为基础对其进行密集调查，并提供关于人为活动影响和含水层动态的数据。此外，还需定期监测选定的长期监测站以促进解译结果。

SDG 指标 6.4.2 (提高用水效率) – 虽然与地下水无关，但需要承认所谓的“低效”地表水灌溉是一个重要地下水补给源，含水层储水增大提高了干旱季节和地表水干旱时水资源的可利用性。MAR(管理的含水层补给)的实施有助于节约和保护水资源，因此也可以作为“有效用水”的标准。

SDG目标 6.5 (实施水资源综合管理)可通过跨国界合作实现 – 需要在总体框架中更好的定义地下水，通过改进跨部门政策制定来加强治理³，这将通过建立适当的“政策检查清单”加以协助。

如何在联合国 SDG 6 实施的背景下精简地下水质量监测？

地下水水质监测(包括供水警戒和水资源状况评估)的挑战不同于河流，河流的监测从缓冲了局部地区因素至采样点的流域尺度提供了一个综

合响应。地下水的情况正好相反，即井口水源污染、井网深度、水井抽水速率、采样规程主导监测响应特征。至关重要的是，地下水水质监测方案要根据不同的水文地质情况和土地利用情况分级并区别设置，形成一份分析参数的“短名单”(C)。

地下水质量监测和评估不是一目了然的 (D)，因为：

- 含水层巨大的天然储水能力使取样工作复杂化，并可能掩盖当代补给水质的负面趋势
- 数据汇总(在报告现状和趋势时)必须针对地下水质量和滞留时间的三维变化，并考虑到由于监测井设计和安装时的人为活动造成的影响。

在一些地下水流动缓慢的含水层中，地下水质量有明显的垂向和横向变化，受可采样点和不稳定因素的限制，需要大量的地下水监测点位以使每次调查的结果具有代表性。

在确定具有“质量风险”的地下水系统和补充场地监测数据时(通常是有限的)，有必要将间接方法(如农村水井卫生调查风险评分、含水层脆弱性和污染压力调查、地下水同位素证据)获取的数据作为重要依据。

考虑到诸多因素影响到污染的产生(包括强烈的降雨事件)，需要建立对地下水源进行微生物质量筛选的可行方法。

在促进将地下水纳入执行联合国 SDG-6 (水)目标里，有哪些体制机制需求？

更多发达经济体的经验表明，改善地下水监测、管理和保护需要强有力的稳定机构的设力和地方

³FAO-UN, 2016 : Groundwater Governance—A Framework-for-Action



C

联合国SDG-6：地下水水质监测的系统提议

被测物	评述
基础关注参数 (用于所有情况下的定期测量-频率取决于地下水系统特征和污染风险)	
EC 电导率 pH pH T 温度	要求在水井、泉水或观测钻孔进行现场测量
NO ₃ 硝酸盐	普遍存在的污染物-在氧化条件下是稳定的
Cl 氯化物	比 EC 更敏感的变化指标
低频辅助参数 (在上述指标发生显著变化后)	
Ca, Mg, Na, K 主要阳离子 (Cl), HCO ₃ , SO ₄ 主要阴离子	将有助于评价水文地质过程并检测和诊断其显著的时间变化
TDS 总溶解固体	EC通常可以作为替代项。
饮用水水源微生物监测 (因卫生检查而被指定为有危险的来源)	
FC 粪大肠菌群 FS 粪链球菌 E Coli 大肠杆菌	在没有消毒的情况下常规使用的源所需要的监测,但是时间变异性和采样困难意味着这必须与其他方法共同评估卫生程度
补充参数 (由具体水文地质条件决定)	
F 氟化物 As 可溶性砷 U 可溶性铀	在某些水文地质条件下必不可少
NH ₄ 铵 Fe 可溶性铁 Mn 可溶性锰	仅在强厌氧/还原条件下
P 正磷酸盐	仅在农业集约化的岩溶(和其他具高度渗透性的)含水层中。
补充参数 (如果确定了特定的农业或工业压力,则需要引入)	
特定农药 选定的挥发性有机物 选定的烃 重金属 某些新型污染物	每个参数都需要健全的协议,熟练人员和专业实验室

一级的协同努力。水服务公用工程通常有大量地下水质量记录，在编制国家两年一次地下水状况和趋势报告时，很有必要运用这些数据。

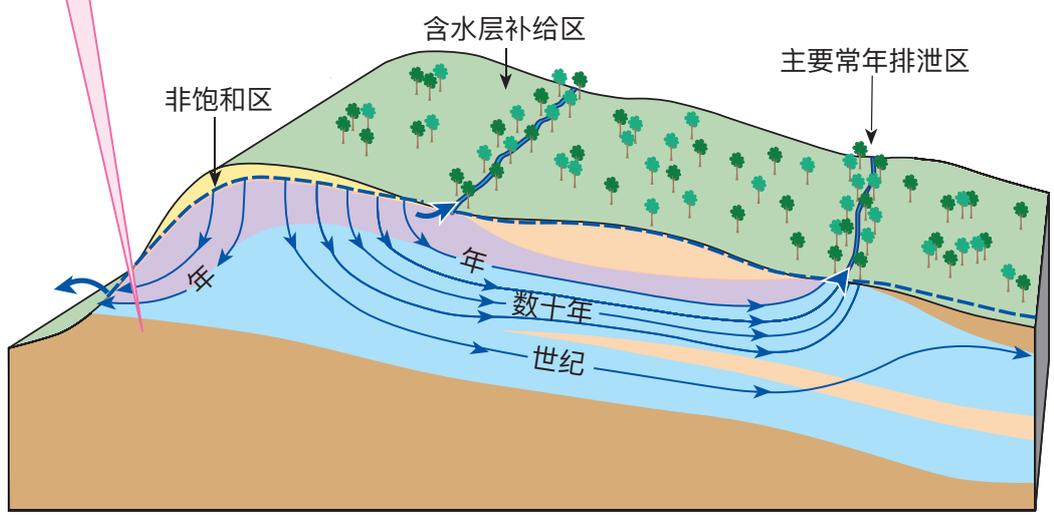
动员水井用户监测其地下水源似乎有希望减轻公共部门机构的负担，更多协议制定和培训有助于SDG-6 的实施。

IAH已经意识到低收入和中等收入国家长期缺乏合格的地下水专家和经验丰富的水井钻井技术人员，并认为继续加强相关教育和培训工作对于实现许多SDG-6目标至关重要。

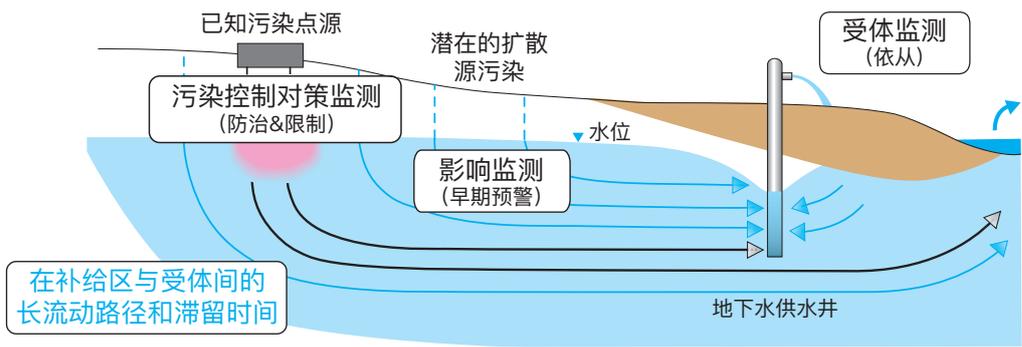
有必要将地下水纳入国家水资源综合管理计划，并在河流域机构的规划中促进地下水资源管理。在很多情况下，地表水与地下水资源联合管理是改善城市和灌溉用水安全以及可持续资源的最佳前景方式。同时，负责国家地下水监测和基础数据需求的机构需要得到明确的确认和支持。

D 地下水流动态 - 对质量监测和质量管理的影

近些年土地利用变化引起农业扩散污染影响下的地下水



图例
 --- 地下水测压水位
 弱含水层(低渗透层)
 隔水层(几乎不渗透的地层)





2030年联合国可持续发展目标的地下水基本指标

优先行动

- 强烈建议列入SDG的指标包括：
 - SDG 6.3指出，“需要保护地下水系统(含水层)正在接收的水体，以防止污染排放物和不适当土地利用”
 - SDG 6.4指出，“停止地下水系统的长期持续耗竭是应对全球水资源压力的一项核心行动”
- 澄清SDG目标6.6是否包括这样的需求：是把含水层作为水生生态系统或是仅在其与地下水依赖的生态系统直接相关时进行保护
- 在解译地下水质量状况和趋势时，使用有关含水层脆弱性、地下水动态和污染压力的信息。
- 为SDG目标6.1修改世界卫生组织/儿童基金会–JMP和联合国人居署–IBNET的现有数据收集协议，以确定饮用水供应和市政供水中地下水使用水平、类型和模式，作为确定水源安全保障的一种手段。

