

指标 6.4.2 的分步骤监测法

缺水等级：可用淡水资源的淡水抽取百分比¹

1. 监测背景

1.1 指标介绍

目标 6.4 到 2030 年，大幅提高各行业的用水效率并确保可持续的淡水抽取及供应，以解决水短缺及大幅降低缺水人口数量

指标 6.4.2 缺水等级：可用淡水资源的淡水抽取²百分比

MDG 监测框架中已有缺水指标，称之为“所用水资源总量的比例”。尽管该指标的定义十分贴近 SDG 指标 6.4.2 的定义，但它并未考虑环境水流需求（EFR），而是仅限于考虑面对总体水利用率，人类活动所需的水。

这一点在确定本缺水指标 6.4.2 的过程中已做出了阐释，得出了如下定义：在考虑环境水需求后，所有主要行业的淡水抽取总量与可再生淡水资源总量之比。

如 ISIC 标准所述，主要行业包括农业、林业和渔业、制造业、电力业、市政当局等。淡水抽取量数据还可用于计算关于用水效率的指标 6.4.1，而环境水需求数据可提供给关于水相关生态系统的指标 6.6.1。

1.2 指标的目标等级

在 MDG 指标中，缺水分为三个阈值等级：25%，低于此值表示不缺水；60%，表明接近缺水；和 75%，高于此值可确定为强烈缺水。

然而，指标 6.4.2 在其计算中引入了环境水流需求概念和环境水流需求量。这表明已计算过基本生态功能所需的水，因而在计算本指标时可略去不计。

尽管 EFR 在不同的生态系统和气候中存在差异，但 IWMI 估计全球平均 EFR 约为 30%。如果 EFR 在指标计算中作为考虑因素，原则上不应考虑环境水短缺会达到 100% 的指标值。

然而，从人类需求用水的角度而言，有多种用水形式，例如航行或娱乐，这并不表明要抽取水，而是仍需要 EFR 以外的水流。因此，我们建议将严重缺水达 70% 作为指标数值。

然而，各国应根据具体情况确定目标，并要考虑各类因素，例如发展水平、人口密度、非传统的水源可用性以及一般气候条件。

¹ 此为非官方译文。欲查阅英文原文，可登录 <http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/434399/>。如有任何疑问或反馈，请联系 riccardo.biancalani@fao.org

² 根据 AQUASTAT 的定义，在本文中，withdrawal 与 abstraction 为同义词。

2. 建议的监测法

2.1 监测概念和定义

概念：本指标可估算各行业给国家可再生淡水资源带来的压力。低等级的缺水表示所有行业综合取水量相对于水资源而言处于最低限度，因此对水资源的可持续性或对用户间可能的水争夺几乎都没有影响。高等级的缺水表示所有行业综合取水量在可再生淡水资源总量中占重要份额，有可能对水资源的可持续性产生巨大影响以及用户之间有可能产生冲突和争夺。

指标是根据下列三个部分进行计算：

1. **可再生淡水资源总量（TRWR）**表示为（a）内部可再生水资源（IRWR）与（b）外部可再生水资源（ERWR）之和。此处“水资源”一词可理解为淡水资源。
 - a. **内部可再生水资源**定义为某个国家内源降水形成的江河长期年平均流量以及地下水回灌。
 - b. **外部可再生水资源**是指进入该国的水流量，同时考虑上游和下游国家根据协议或条约保留的水流量（并可能因上游抽水而使流量减少）。
2. **淡水抽取总量（TWW）**是指从淡水源头（江河、湖泊、含水层）抽取用于农业、工业和市政当局的淡水量。在国家层面进行估算是针对下列三个主要行业：农业、市政当局（包括生活用水抽取）和工业（包括热电厂冷却）。淡水抽取包括原生淡水（以前未被抽取的水）、次生淡水（以前被抽取过并回流至河流和地下水的水，例如处理后排放的废水和排放的农田排水）和古地下水。它不包括直接使用非传统水，即直接使用处理过的废水、直接使用农田排水和脱盐水。通常 TWW 的算法是：[行业取水总量之和]减去[直接使用的废水、直接使用的农田排水和使用的脱盐水]。公式如下：

$$TWW = \sum ww_s - \sum du_u$$

式中：

TWW = 抽取的淡水总量

ww_s = 行业“s”的抽水量。s = 农业、工业、能源等

du_u = 从源头“u”直接用水。u = 直接使用废水、直接使用农田排水及使用脱盐水。

3. **环境水流需求（EFR）**是维系淡水及河口生态系统所需的水量。水质以及最终的生态系统服务不在此公式内，该公式仅限于水量。这并不意味着质量以及保障环境水流依赖型社会不重要和无需关心。其它目标以及指标 6.3.2、6.5.1 和 6.6.1 等确实考虑到了这些方面。EFR 的计算方法极为多变，既有全球估算，也有对各河段的全面评估。对于 SDG 指标，水量可用与 TWW 相同的单位表示，而后表示为可用水资源百分比。

2.2 关于国家监测过程的建议

鉴于本指标的计算需要不同行业 and 不同来源的数据，因此，必须做好国家协调，以确保及时一致地收集数据。

2.3 关于空间和时间覆盖率的建议

用于本指标的数据应每年收集一次。然而，三年一次的报告周期仍然可以接受。

在 SDG 过程中，必须在国家层面上报告本指标。不过，最好尽量在地方层面收集数据，因为这可为决策和实施水管理计划提供更加有效的信息。地方层面的信息应当按流域单位分列、在相关层面上收集数据，并考虑在各流域间开展可能的人工调水。

2.4 监测梯级

鉴于各国开展缺水监测的起点不同，指标 6.4.2 的方法使各国能够根据其国家能力和现有资源开始监测工作，而后逐步推进。

1. 作为第一级，指标可采用合并为国家级数据的估值。如必要，数据可从有关不同行业水利用率和抽取量的现有国际数据库中反演得出。包括基于文献值估算的环境水流需求。
2. 第二级，指标可采用全国范围生成的数据，此类数据可日益细分到地方流域单位级。包括基于文献值估算的环境水流需求。
3. 对于更高层级而言，全国范围生成的数据具有高时空分辨率（例如，地理参照和基于计量容积），并可按来源（地表水/地下水）和用途（经济活动）全面分列。环境水流需求的文献值可用国家估值加以细化。

3. 数据来源和收集

3.1 计算指标的数据需求

为了能够分解指标，最好是先汇总下列各子行业的变量，再依次计算上述各部分：

3.1.1 可再生水资源总量（ $\text{km}^3/\text{年}$ ）

可再生水资源总量（TRWR）是内部和外部的可再生水资源之和。

内部可再生水资源（IRWR）（ $\text{km}^3/\text{年}$ ）

内源降水（领土内产生的资源）形成的江河长期年平均流量以及含水层回灌，同时考虑二者之间的叠加。

外部可再生水资源（ERWR）（ $\text{km}^3/\text{年}$ ）

国家可再生水资源的一部分，其并非在国内生成。ERWR 包括来自上游国家的入流量（地下水和地表水），以及边界湖水或河水的一部分。它考虑了上游和下游国家根据协议或条约保留的水流量。

3.1.2 农业取水量 ($\text{km}^3/\text{年}$)

农业取水量是指用于灌溉、畜牧和水产业用途的年自供取水量，包括来自原生可再生淡水资源和次生水源的水、以及过度抽取的可再生地下水或抽取的古地下水、直接使用的农田排水和（处理过的）废水、脱盐水。

灌溉取水量 ($\text{km}^3/\text{年}$)

为灌溉抽取的年取水量，包括来自原生可再生淡水资源和次生水源的水、以及过度抽取的可再生地下水或抽取的古地下水、直接使用的农田排水和（处理过的）废水、脱盐水。

畜牧取水量（饮水和清洁） ($\text{km}^3/\text{年}$)

畜牧用途的年取水量，包括来自原生可再生淡水资源和次生水源的水、以及过度抽取的可再生地下水或抽取的古地下水、直接使用的农田排水和（处理过的）废水、脱盐水，还包括牲畜饮水、卫生系统、畜舍清洁等，但不包括用于灌溉牧草、草场和牧场的取水量，这些都列入到灌溉取水量中。畜牧取水量也不包括用于制作动物产品的取水量，它被列入到下文的工业取水量中。如果与公共供水管网相连，则畜牧取水被列入到城市取水量中。

水产业取水量 ($\text{km}^3/\text{年}$)

用于水产业的年取水量，包括来自原生可再生淡水资源和次生水源的水、以及过度抽取的可再生地下水或抽取的古地下水、直接使用的农田排水和（处理过的）废水、脱盐水。水产业是在内陆和沿海地区养殖水生生物，包括饲养过程中的增产干预，以及促进个人或企业的存量干预。

该行业对应 ISIC 行业 A (1-3)。

3.1.3 工业取水量（包括用于热电厂冷却） ($\text{km}^3/\text{年}$)

工业用途的年取水量，包括来自原生可再生淡水资源和次生水源的水、以及过度抽取的可再生地下水或抽取的古地下水、可能使用的脱盐水或直接使用（处理过的）废水。该行业是指不与公共供水管网连接的自供水产业。

工业取水量不包括水力发电，但建议将用于水电生产的人工湖的蒸发损失列入该行业。详见 <http://www.fao.org/3/a-bc814e.pdf> 和

<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/index.stm#evaporation>。

该行业对应 ISIC 行业 B [5-9]、C [10-33]、D [35] 和 F [41-43]

3.1.4 城市取水量 ($\text{km}^3/\text{年}$)

主要是人口直接使用的年取水量，包括来自原生可再生淡水资源和次生水源的水、以及可能过度抽取的可再生地下水或抽取的古地下水、可能使用的脱盐水或直接使用的处理过的废水。城市取水量通常计算的是公共供水管网的取水总量，它可包括与市政管网相连的部分企业。

建议利用 AQUASTAT 问卷调查和 AQUASTAT 水资源模版来收集指标计算所需的数据。这有利于将该数据直接上传至 AQUASTAT 数据库，因为 FAO 负责管理面向 UNSC 的指标。作为替代方案，可以使用 SEEA-水中所列各表。

该行业对应 ISIC 行业 E [36]。

3.1.5 环境水流需求

EFR 的确定可使用各种方法，比如简单的水文方法或全面的整体模式。该方法应逐步考虑到在时间和空间中的水流动态变率，最终得出最新的水力/生境模式（Parasiewicz, 2007）

关于 EFR 的估算信息，可查询：

http://waterdata.iwmi.org/Applications/Global_Assessment_Environmental_Water_Requirements_Scarcity/

3.1.6 其它定义

- 淡水：冰川、湖泊及河流等在地球表面分布的水（即地表水）以及地下含水层（即地下水）。其关键因素是溶解盐浓度低。淡水不包括雨水、土壤中的存水（土壤水分）、未经处理的废水、海水和半咸水。
- 废水：由于其质量、数量和产生的时间而对其原使用用途或原生产目的没有更大直接价值的水。然而，一个用户排放的废水对于其它地方的另一个用户会是一种潜在的补给。冷却水未被视为废水。
- 直接使用处理过的城市废水：直接使用处理过的城市废水（一次、二次、三次污水），即在一年中大部分时间没有或鲜有用淡水预先稀释。
- 直接使用农田排水：农田排水是为农业取水，但并未被消耗和回灌。它可被回收并重复利用，因此它与一次水资源不同，被认为是二次水源，属于可再生淡水资源。与脱盐水和废水一样，它也被视为一种非传统水。

生产的脱盐水：每年淡化半咸水或盐水所生产的水。它是根据海水淡化装机总量每年进行估算。

体积单位：

1 km³ = 10 亿 m³ = 1000 百万 m³ = 10⁹ m³

3.2 数据来源 – 短期和长期

3.2.1 全球现有数据：

用于编辑指标所需的所有数据可查询FAO的AQUASTAT数据库。利用AQUASTAT数据可能是在短期内编辑指标的最简单方法。然而，必须考虑到，AQUASTAT是一个存放数据的仓库，而不会产生新的数据。这意味着，如果没有各国的具体努力，则无法完成更新，从而无法进行监测。这是由于迄今仍没有一个定期报告制度，而在SDG过程内确实应当建立这种制度。因此，为了监测多年的指标，各国必须建立国家数据收集流程。

3.2.2 国家数据：

必须为本指标提供国家级数据。如果有地方层面的数据，则也应提供，尤其是对于大国或领土内有显著气候差异的国家，更应提供此类数据。这种做法最好以江河流域为单位，而后根据各国的情况加以整合。应当随调查问卷提供一张标示行政边界（省或区）和流域边界的国家地图。

关于编写目标 6.4 的各指标的具体调查问卷可参见本文附录 1a，为水资源专门制定的模版详见附录 1b。鉴于调查问卷与 AQUASTAT 综合调查问卷有极大关联，因此，AQUASTAT 指南将是有效的参考文献：

http://www.fao.org/nr/water/aquastat/sets/aq-5yr-guide_eng.pdf.

预计不会为了回答问卷而开展具体的实地调查。完整的实地调查耗时太长，成本太高。信息的收集可通过深入审阅涉及国家水资源和用水的所有现有报告和地图。

3.2.3 机构

在机构一览表（问卷调查表格 4）中，列明了负责水资源及其开发和管理的的主要主管机构的完整信息，也可从中获得补充信息。要了解各机构，请注明组织类型和活动领域。也可提供关于活动类型的详情，例如研究、发展、规划、培训、推广和教育、监督和统计。

3.3 关于数据管理的建议

3.3.1 数据质量

一般而言，必须要提供最新的可用数据，而且始终附带其参考来源。有些数据要比其它数据过时更快，因此必须根据具体情况判断来源的可靠性。在有些情况下，如果获悉最新数据过时，则应在调查问卷的“注释”栏中注明。“注释”栏中必须提供认定有关的所有信息。如果“注释”栏中的空间不够，则可使用单独的文件（Word或Excel格式）更详细地加以解释或说明。如果有以往不同年份的数据，也非常需要，以便能够制作时间序列。这些都可以在单独的Excel文件中列出。

如果不同来源的数据（尤其是相同年份的数据）差异显著，则必须要进行审慎分析，选出最可能代表实际情况的数字。注释中可提及其它数字及来源。

所有的注释也都要加以分析和筛选，并按 EURO-SDMX 的结构，将其作为元数据列入数据库。欲了解更多信息，可访问 <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/metadata/index.stm>。

此外，应当建立起健全的质量控制/质量保证（QC/QA）机制，以便确保数据收集过程及其结果的质量。如有独立来源的数据，最好对其进行最终验证。

4. 分步骤数据收集及指标计算

4.1.1 步骤 1

确定一个国家机构负责编制指标。该机构将评审所有国家、地方和流域级的相关数据来源，例如地图、报告、年鉴和文章。数据收集将侧重于最新数据，但也不排除任何可能的信息来源。此外，部分数据将按时间和地区加以收集，例如地方项目生成的数据。更早的数据也要加以收集，作为参考。收集的数据将与 AQUASTAT 提供的数据进行对比。

4.1.2 步骤 2

通过所有相关机构参加的技术会议对步骤 1 的结果进行参与式分析。筛选用于基线的最终数据集。在用于制定初步反向时间表的数据集中，如果可能有老的数据集，也要加以标注。

4.1.3 步骤 3

本指标是采用步骤 2 确定的数据集，根据元数据及这些指南中的标示进行计算。

指标的计算公式如下：

$$\text{缺水压力 (\%)} = \frac{TW\text{W}}{TR\text{WR} - EFR} * 100$$

式中：

- TWW = 抽取的淡水总量，其中将给出所指的年份
- TRWR = 可再生淡水资源总量
- EFR = 环境水流需求

4.1.4 步骤 4

国家参与方以及可能有国际参与方参加的国家研讨会将讨论步骤 3 的结果，并提出意见。确定对指标进行持续监测所面临的需求和限制，并指出解决这些问题所要采取的措施。

实例

在 MDG 框架下进行指标计算的实例。

国家：阿根廷

指标：

淡水资源抽取率（%）

运算法则：

$100 * \text{淡水抽取总量（地表水 + 地下水）} / \text{水资源：可再生水资源总量}$

定义：

某一年的淡水抽取总量，以可再生水资源总量（TRWR）的百分数表示。此参数表示对可再生水资源的压力。

注释：

本指标有两个变量是高度集合的，因此，基础变量中几乎所有方法差异都将在本指标中体现出来。最明显的是，国际社会以及各国家之间对出流量和回流量的处理没有充分达成一致。AQUASTAT、Eurostat 和 UNSD 用于本指标的数值为长期年平均均值（LTAA）。

报告机构：FAO – AQUASTAT

本指标的计算方法是：

$100 * \text{淡水抽取总量（地表水 + 地下水）} / \text{水资源：可再生水资源总量}$

淡水抽取总量（地表水 + 地下水）	FAO – AQUASTAT	37.69 (10 ⁹ m ³ /年)	2011
可再生水资源总量	FAO – AQUASTAT	876.2 (10 ⁹ m ³ /年)	2012
淡水资源抽取率（%）	FAO – AQUASTAT	4.3%	

此为这些变量的最新数值。

其它 UN 机构也收集本指标所用的各变量数据，例如：

：

可再生水资源总量

UNSD (联合国统计处)	814 (10 ⁹ m ³ /年)	2009
---------------	---	------

与本定义的主要差别在于对环境水流需求的处理。在本实例所示的 MDG 指标中，只是在指标的估算阈值中对它们加以考虑，而之前会进行实际计算。在 SDG 中，它们将作为方程中的明确考虑因素。这一发展旨在提升指标的可靠性及其作为水管理决策依据工具的有效性。

5. （拟议指标及方法的背景 [0.5 页]）

本指标源于 MDG 过程中使用的缺水指标 7.5，定义为“所用水资源总量的比例，百分数”。为了确保与该过程的连续性以及为了其对评估国家水资源的内在重要性，对指标进行了筛选。

联合国粮食及农业组织（FAO）在 MDG 期间一直负责在国际层面汇编数据和计算本指标。此项工作的完成是通过其 1994 年以来的全球水信息系统（AQUASTAT）国家调查。这些调查平均每十年开展一次。

AQUASTAT 数据的获取是通过各国专家和顾问详细填写的问卷调查表，这些专家和顾问从负责水相关事务的各主管机构和部委收集信息。为了补充数据收集以及为质量控制和评估过程提供依据，要对国家和地方以及江河流域级的文献和信息加以评审，包括国家政策和战略；水资源和灌溉总体规划；国家报告、年鉴和统计；项目报告；国际调查；国家和国际研究中心的结果和出版物；以及互联网。

从国家渠道获取的数据都要经过系统的评审，以确保同流域各国对定义的一致性以及所提供数据的一致性。为了计算国家水平衡的各项要素，AQUASTAT 已制定了一套方法以及建立了若干规则。查询指南可访问：

<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/sets/index.stm>

估算值是以国家信息为依据，必要时还辅以专家按行业的单位用水量得出的计算值以及现有的全球数据集。如果信息来源有冲突，则较难选择出最可靠的信息源。在有些情况下，不同数据来源之间的水资源数值差异显著。存在这类差异有多种原因，包括计算方法不同、定义不同或

基准期不同、地表水和地下水或跨界河流流量的重复计算。此外，由于知识、方法或测量网络等方面的完善，有了更好的信息，因而长期年均值估算也会产生变化。

凡若干信息源的信息有分歧或矛盾，最好选择在国家或地方层面收集的信息，而不要选择区域或全球层面收集的信息。此外，除非有明显错误，否则首选官方来源的信息。关于共享的水资源，国家间的信息对比使之有可能验证和补充跨界河流流量的信息，并确保江河流域级数据的一致性。尽管有这些预防措施，但信息的准确性、可靠性和收集频率因地区、国家和信息类型的不同而有显著差异。必要时，可利用各种模式和/或遥感（例如估算灌溉面积用于计算农业取水量）对信息加以完善。

利用与国家级计算同样的程序可得出区域级和全球级的合计。

AQUASTAT 水资源和利用数据只要有新的信息，都会公布在 FAO-AQUASTAT 网站：<http://www.fao.org/nr/aquastat> 上。

在能力开发之时，需慎用模拟数据来弥补不足。水资源数据的模拟可使用基于 GIS 的水文模式。取水量数据可根据标准取水单位值按行业估算。如果是模拟的数据，则应按 AQUASTAT 数据库的做法，始终加以标注，以避免模拟方在其模式中使用模拟数据。

6. 参考文献

联合国粮食及农业组织 . AQUASTAT – FAO 全球水信息系统 . 罗马 . 网址 <http://www.fao.org/nr/aquastat> .

与本指标有具体关联的参考材料：

- AQUASTAT glossary: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html>
- AQUASTAT Main country database: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>
- AQUASTAT Water use: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm
- AQUASTAT Water resources: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_res/index.stm
- AQUASTAT publications dealing with concepts, methodologies, definitions, terminologies, metadata, etc.: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/catalogues/index.stm>
- AQUASTAT Quality Control: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/sets/index.stm>
- AQUASTAT Guidelines: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/sets/aq-5yr-guide_eng.pdf
- For surface water, environmental water requirement databases include: http://waterdata.iwmi.org/apps/flow_management_classes/
- <http://www.iwmi.cgiar.org/resources/models-and-software/environmental-flow-calculators/>. Environmental water requirement data for groundwater bodies will be available at IWMI by the end of 2015.
- UNSD/UNEP Questionnaire on Environment Statistics – Water Section : <http://unstats.un.org/unsd/environment/questionnaire.htm>
<http://unstats.un.org/unsd/environment/qindicators.htm>
- Framework for the Development of Environment Statistics (FDES 2013) (Chapter 3): <http://unstats.un.org/unsd/environment/FDES/FDES-2015-supporting-tools/FDES.pdf>
- OECD/Eurostat Questionnaire on Environment Statistics – Water Section
- International Recommendations for Water Statistics (IRWS) (2012): <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/irws/>
- Parasiewicz, P. 2007. The MesoHABSIM model revisited. River research and applications, 23/8/2007: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rra.1045/abstract>