

作者：  
Global X Team

日期：2021年4月12日。  
話題：物理環境



## GLOBAL X ETFs 研究

# 水清潔主題介紹

潔淨水源成為了一項越來越嚴峻的全球挑戰，我們可能需要重新思考水價值鏈的所有方面，特別注重可持續性，並大量投資水基礎設施及相關產品和服務。

水為地球上的生命提供燃料，是經濟生產力的基本投入。儘管水資源看似豐富，但人口增長、污染和氣候變化帶來的競爭性用途和結構性挑戰卻正在拉扯水資源，使其稀缺達到危險程度。清潔的水(就是我們用於飲用、準備食物和衛生的水)面對的壓力迫在眉睫，帶來嚴重的社會和經濟影響。2019年，超過23億人口生活在缺水國家，由不安全飲用水導致的死亡人數多於糖尿病、瘧疾或愛滋病病毒/愛滋病。<sup>1,2,3</sup>

水管理欠佳，忽視水基礎設施開發與維護，均是我們目前困境的罪魁禍首。所幸的是在政府政策、技術創新以及不斷擴展消費者和公共衛生倡議的推動下，我們有可能過渡到可持續模式。過渡的關鍵因素包括：

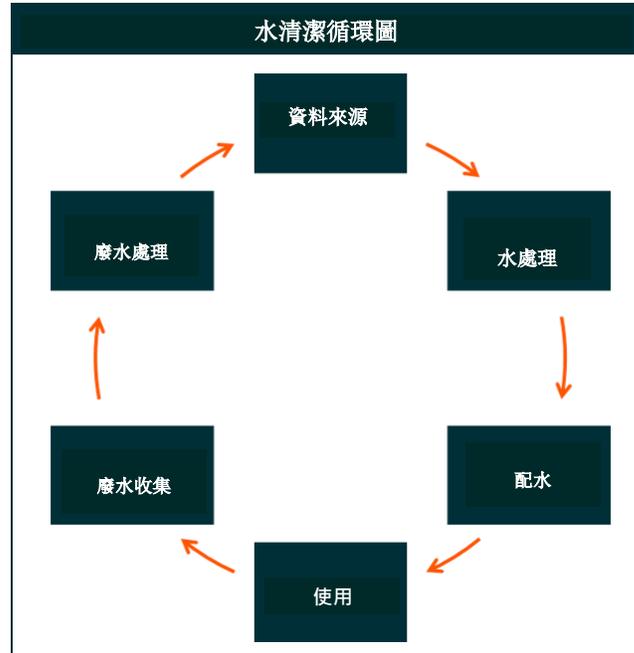
- 可持續的下一代水源
- 水處理和配水領域的創新
- 廢水管理和循環再用

在下一部分，我們將深入探討水價值鏈目前面對的挑戰，探索為何現代化水管理和基礎設施對於扭轉這一危機趨勢至關重要，並討論AQWA如何涉及這個重要主題。

## 可持續發展始於源頭

無邊無際的海洋和高聳的冰川欺騙了許多人，使他們以為我們有無限量供應的水可以抽取。但實際上，地球上只有0.3%的水是可被利用的。<sup>4</sup>這些可被利用的水要進入我們的家、農場和企業必須依循一個多方面的循環，當中涉及多種公司和服務。





幾乎所有人類用水都來自淡水源，這些淡水通過降水（雨、雪和冰雹）被補充，通常分為地表水或地下水。地表水來自湖泊、水庫、池塘、河流、溪流和其他低鹽水體，利用電泵進行提取（抽取）、滲透地下巷道（下水道）和/或將流動的水引向集水地的分流結構。另一方面，地下水存在於地球表面之下的含水層中，這是可滲透的岩層，可以被鑽入和抽水。

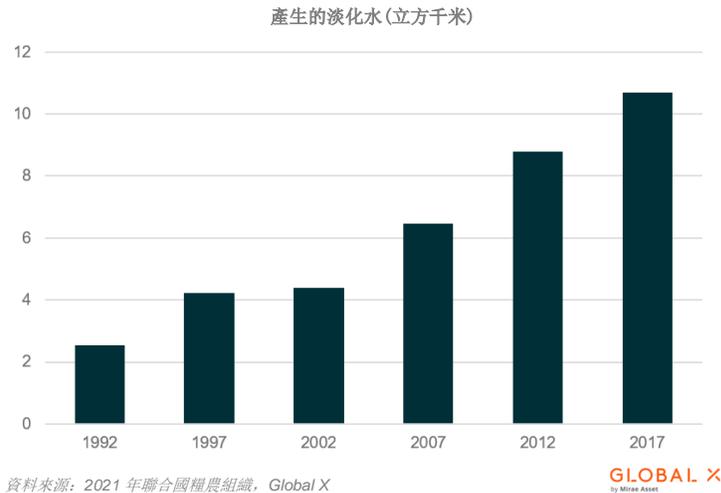
幾個世紀以來，人類從地表水和地下水源中抽取淡水，很少關注到可持續性。當時人口比現時少許多倍，加上技術限制，所以沒有顧及抽水量的可持續性。以降水補充這些資源的速度可能比用水速度快得多。

但是在現代，淡水資源變得越來越稀缺。2018 年，有 16 個國家（代表 5.52 億人口）的淡水抽取量超過其內部可再生水資源（IRWR）（定義為河流的長期平均年均流量和由內因性降水產生的含水層補給量）。此外，有 36 個國家（23 億人口）的抽取量超過其 IRWR 50%，58 個國家（49 億人口）的抽取量超過其 IRWR 25%。<sup>6</sup> 比率高於 25% 的地區被視為缺水，可使數百萬人處於危機之中。這也可能導致過度抽取，使水資源永久耗盡。<sup>6</sup> 例如，含水層的過度抽取可導致有害的海水滲透。簡而言之，隨著用水需求的增加，世界許多地區的用水已變得越來越不可持續。

更糟糕的是氣候變化可威脅淡水供應。全球氣溫上升加速極端氣候事件的發生，例如形成起風條件的熱浪以及可能破壞水基礎設施、淹沒污水處理設施或污染水源的強大風暴。美國國家航空航天局一項研究預測，持續超過三十年的特大旱災襲擊美國西南和中原地區的可能性越來越高。按照我們目前的溫室氣體排放軌跡，到本世紀下半葉，發生特大旱災的機率高達 80%。<sup>7</sup>

那麼，有何解決方法？首先最重要的是尋找新的淡水源。充足的海水淡化是一個潛在的選擇，特別是對於沿海地區。多年來，海水淡化過於昂貴以至無法實行，而且基礎設施的支持也有限。但是過去三十年，海水淡化的成本下降了 50%，而經此過程產生的淡水量卻上升 320%。<sup>8,9</sup>

### 隨著成本的下降，全球海水淡化量增加



海水佔地球所有水的 97.2%，逆滲透淡化技術的持續成本改善可能會扭轉全球應對缺水問題的趨勢。<sup>10</sup> 其他潛在的淡水源包括雨水和霧氣收集，儘管它們都尚未得到廣泛採用。

然後，我們必須改良現有的提水方法和操作。以顛覆性技術為本的解決方案（例如連接的傳感器和人工智能）可實時監控含水層和地表水源。例如資料採集與監視（SCADA）系統可測量水位、監控水井中的滲透情況及自動抽水。<sup>11</sup> 採用這些技術有助減輕對全球水資源不可彌補的損害。

### 下一代基礎設施和技術可改善水質

十多年前，聯合國大會確認了獲得清潔的水和衛生設施是一項人權。儘管聯合國如此宣告，與水有關的疾病仍然是導致疾病的主要原因，並可能在 2019 年造成全球 2.7% 的死亡，情況令人擔憂。<sup>12</sup>

未有管理飲用水的安全是最大原因：22 億的人口未能獲得受安全管理的飲用水，其中約 5.8 億人口的飲用水來自湖泊、池塘和水井等未受保護的地表水。<sup>13</sup> 世界衛生組織將受安全管理的飲用水定義為「被改善的飲用水源，設於各種場所，在需要時可被使用，並且不含糞便和優先的化學污染。」<sup>14</sup> 要達到此目標，清潔水循環中的水處理和配水是關鍵的因素。

水處理是指將原始淡水提升到最終用途安全標準的過程，在大部分情況下，最終用途是飲用。飲用水的常規處理方法如下：

1. **凝結/絮凝**：將帶正電荷的化學物質（例如硫酸鋁和硫酸鐵）添加到水中，迫使懸浮和溶解的小顆粒結合或凝結成較大的顆粒，稱為絮凝物。

2. **沉澱**：把水放在沉澱池中，直至絮凝物作為沉澱物沉澱在池底。顆粒沉澱時間各異，需要進行其他步驟才能去除較輕的顆粒，例如病毒和某些礦物質（離子）。
3. **過濾**：去除沉澱物後，通過多孔介質將水過濾，以去除顆粒。這過程可牽涉多個步驟，首先進行通過沙粒、礫石和多孔纖維的大型過濾，然後是納米過濾和逆滲透等創新過濾技術。
4. **消毒**：配水之前，先將水消毒，以殺死所有殘留的微生物。基於成本效益，最常用的是氯、氯胺和二氧化碳。

處理後需安全有效地向最終用戶配水。在發達經濟人口稠密的地區，經過處理的水通常會被泵入高架水池，然後通過地下水管網絡提供加壓水。但是在許多情況下，這種基礎設施被忽略了，導致浪費和危險的做法。2019年，美國由於水管漏水估計損失了76億美元的經處理飲用水。如果不進行大量投資，在2039年或以前，此數字可能會增加一倍，達到167億美元。<sup>15</sup>更糟糕的是，美國仍有600-1,000萬人口通過鉛水管和供水管獲得飲用水，這是有毒的，可引起兒童發育問題，並降低成人心血管和腎功能。由於以上問題，美國土木工程師學會給予美國飲用水基礎設施C級評級，這也是拜登總統在其《美國就業計劃》中包括為水系統擬議撥款1,110億美元的主要原因。<sup>16</sup>在美國境外，許多其他發達國家也面對類似的處理和配水問題，但發展中國家的情況往往更加嚴峻，其配水的安全性或效率可能差得多，甚至根本沒有。

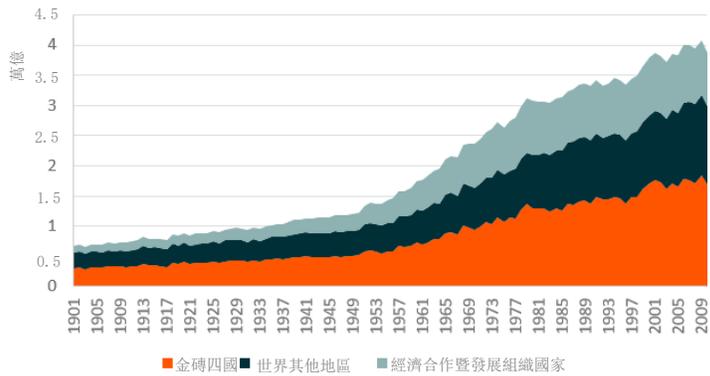
水處理技術的進步往往集中改良去除污染物的方法，旨在提升效率或減少對化學添加劑的依賴。這些技術包括膜過濾、紫外線照射和納米顆粒淨化。<sup>17</sup>最新的配水技術可實時監控水質和用量、以人工智能預測未來需求趨勢以及動態調整供水網絡，以滿足這些需求。最終，利用最新技術改良水處理和配水可使水系統更加高效、安全和有彈性。

## 用水——關上水龍頭

從2002到2017年，全球人口增長21%至76億，市政和農業抽水量增長12%。<sup>18</sup>用水需求增長速度低於人口增長速度表面上表明用水效率提高，但總人口增加將繼續為全球系統帶來壓力。



淡水總用量 - 立方米



資料來源: Global X ETFs, Our world in Data

金砖四國 = 巴西、俄羅斯、印度和中國

全球 71% 的淡水用於農業目的，而工業用水則約為 17%，家庭用水為 12%。<sup>19</sup>新興市場人口增長加上中產階級迅速崛起導致對用水量大的農產品需求不斷增加，如農作物、肉類和奶製品。預計在 2050 年或以前，總用水量將比現今水平上升 15%，以服務全球約 90 億人口。<sup>20</sup>

所幸的是人均用水效率可持續提高，以緩解人口和經濟增長的壓力。在本地層面，實施以節約用水為重點的政策有助減少用水模式，例如在用水量達到峰值時的中午禁止草坪澆水、制定要求興建低流量馬桶、水龍頭和花灑的建築規範以及動態和分級定價。此外，在農業中進一步採用尖端技術(如精確灌溉、室內耕作和農作物改良)可進一步減少用水，同時保持相約的糧食產量。

## 廢水管理與循環再用

世界是一個封閉的系統，早上用來淋浴、種植粟米或為數據中心降溫的每一滴水最終都循各種途徑返回生態系統。許多氣體在大氣中蒸發，並通過降水返回地球，但是雨水、家居污水和工業廢水大量累積，需要利用基礎設施和處理過程進行安全管理。

市政廢水通常經由統一下水道系統收集，通過地下水管混合雨水和家居污水，然後將這些水帶入處理廠，以進行兩個處理步驟：

- 1. 初步處理：**以篩分和過濾大型物體或將物質磨成較小碎片去除固體物質。然後把水放在水池中，讓其中剩餘的固體物質作為沉澱物漂浮到池頂或下沉到池底，然後將其除去。
- 2. 二次處理：**二次處理以去除可溶性有機物，進一步將水淨化。該處理步驟利用細菌分解有機物，然後用氯將水消毒。接著將水脫氯，以去除化學物質，最後泵入地表水源。<sup>21</sup>

農業和工業廢水的處理方法有異於此，並且通常更具挑戰性，因為必須安全地去除化學物質和其他無機污染物。

正如人們所想，收集和處理廢水的過程是昂貴的，至少在未有考慮公共衛生和環境損害因素的情況下。因此，較貧困的地區通常都沒有進行廢水處理。全球預計有 80% 的廢水未經任何處理即返回生態系統，從這些已被污染的系統中抽水導致約 18 億人口處於可能感染霍亂、痢疾、傷寒和小兒麻痺症的危險情況之中。<sup>22</sup>

在許多地區，應對這些挑戰的答案就是增加資金，以建設足夠的污水和廢水處理設施。但是，現有的基礎設施仍需進行多項改進，包括增強產能和彈性，以應對經常淹沒系統的強大風暴；改造設施，以提升用電效能（從而降低營運成本和收集地熱能）；以紫外線消毒技術代替氯氣處理；以及在日常操作中加強自動化和融入軟件的使用。



---

投資涉及風險，包括可能損失本金。國際投資可能會涉及因貨幣價值的不利波動、一般公認會計原則的差異或其他國家的社會、經濟或政治不穩定而帶來資本損失的風險。

新興市場涉及與相同因素相關的更高風險，以及更大的波幅和更低的交投量。水清潔公司往往面對激烈的競爭、較短的產品生命週期以及潛在的產品迅速被淘汰。水清潔公司受有關用水、水處理和配水的嚴格監管。水清潔公司還可能受全球氣候變化對可用清潔水儲備供應的不利影響。



- <sup>1</sup>2020 年 12 月 9 日世界衛生組織「十大致死原因」 (“The top 10 causes of death”)。
- <sup>2</sup>2021 年 4 月 1 日世界衛生組織「瘧疾」 (“Malaria”)。
- <sup>3</sup>2021 年 3 月聯合國「2021 年進展更新概要：可持續發展目標 6 – 人人可享的水和衛生設施」 (“Summary Progress Update 2021: SDG 6 – water and sanitation for all”)。
- <sup>4</sup>2021 年 NGWA「地球水資料」 (“Information on Earth’s Water”)。
- <sup>5</sup>2021 年 4 月 8 日獲得的聯合國可持續發展目標指標數據庫；Global X Research 分析
- <sup>6</sup>2020 年 11 月 EEA「過度抽取的影響」 (“Impacts due to over-abstraction”)。
- <sup>7</sup>2015 年 2 月 12 日美國國家航空航天局「碳排放可大大增加美國發生特大旱災的風險」 (“Carbon emissions could dramatically increase risk of U.S. megadroughts”)。
- <sup>8</sup>2019 年 6 月耶魯大學「隨著水資源短缺情況加劇，海水化淡廠數目正在增加」 (“As Water Scarcity Increases, Desalination Plants Are on the Rise”)。
- <sup>9</sup>2021 年 4 月 8 日獲得的聯合國糧農組織 AQUASTAT 公共數據庫；Global X Research 分析
- <sup>10</sup>2021 年 NGWA「地球水資料」 (“Information on Earth’s Water”)。
- <sup>11</sup>2021 年 4 月 8 日獲得的 Climate Smart Utilities「水的抽取」 (“Water Abstraction”)。
- <sup>12</sup>2020 年 12 月 9 日世界衛生組織「十大致死原因」 (“The Top 10 Causes of Death”)。
- <sup>13</sup>2019 年 6 月世界衛生組織「飲用水」 (“Drinking-water”)。
- <sup>14</sup>2021 年 4 月世界衛生組織「附件 1：受安全管理的飲用水服務」 (“Annex 1: Safely Managed Drinking Water Services”)。
- <sup>15</sup>2021 年美國土木工程師協會「水及廢水報告」 (“Water & Wastewater Report”)。
- <sup>16</sup>2021 年 3 月 31 日白宮「背景說明資料：美國就業計劃」 (“FACT SHEET: The American Jobs Plan”)。
- <sup>17</sup>2021 年 2 月 5 日 Water Technology「最新水淨化技術 - 頭五位」 (“Latest Water Purification Technologies – Top Five”)。
- <sup>18</sup>2021 年 4 月 8 日獲得的 Census.gov。
- <sup>19</sup>2021 年 4 月 10 日獲得的世界銀行 Data Bank。截至 2017 年數據。
- <sup>20</sup>2017 年 3 月 22 日世界銀行「圖表：全球 70% 淡水用於農業」 (“Chart: Globally, 70% of Freshwater is Used for Agriculture”)。
- <sup>21</sup>2004 年 9 月美國環境保護局「市政廢水處理系統入門」 (“Primer for Municipal Wastewater Treatment Systems”)。
- <sup>22</sup>2021 年 4 月 10 日獲得的聯合國水資源組織「水質及廢水」 (“Water Quality & Wastewater”)。

