



国际水文地质学家协会

战略概论系列

消除贫困与地下水

关键信息

- 在发展中国家，地下水开发利用与消除贫困密切相关
- 这是因为地下水通常是成本最低和最可靠的饮用水源
- 水井建设中合理的工程设计、采购和监管是充分利用地下水资源的关键
- 水井在农村地区的消除贫困中尤为关键，可大大减少女性取水所花费的时间
- 小规模灌溉对群众脱贫也至关重要，而利用水井灌溉可更好地控制用水时间
- 人工钻井技术的发展从根本上降低了在一些水文地质条件下的钻井成本，从而有助于消除贫困

消除贫困与地下水之间的重要关联是什么？

本概论的主要目的是吸引水资源开发相关领域的更多人士关注地下水对于发展中国家消除贫困的至关重要性。这是因为地下水：

- 广泛分布于相对较浅的深度因而开采成本较低；
- 通常天然水质良好，极少的处理即可降低健康风险；
- 在大多数含水层系统中储量大，季节稳定可靠性相对较高；
- 便于使用者操作，尤其适合农村地区的小规模灌溉。

目前，水井的建造费用主要在10,000到20,000美元之间，而深井（200–300 m）则更高（高达50,000美元）。因此，相对富裕的社会成员更有可能拥有私人水井。然而，与地表水（处理成本较高）相比，社区分担水井费用司空见惯。大多数资助机构发现地下水开发的成本要低很多，相关投资也可分期进行。

快速机械钻井技术运用于村庄新水井建造



本系列旨在将有关信息告知与地下水资源和水文地质学有主要关联的其他部门专业人员，并指导国际水文地质学家协会成员与相关部门的外联工作。

乌干达的年轻人在挑水



这使得地下水成为社区组织、灌溉协会、发展型非政府组织，甚至一些城市水务部门的首选水源。因此，从总体上看，优质的地下水与地表水相比，是更经济可靠的水源，更容易为较贫困人群提供便捷的最低限度服务。

地下水资源特性如何有利于农村地区供水？

地下水是分散村庄的首选水源，因为它能以较低的建设成本逐步开发，在干旱区尤其可靠。在所有低收入国家和一些全年都难以找到合适的替代水源的地区，水井已成为改善农村供水的主要来源。因此，水井完全符合联合国可持续发展目标（SGDs）的要求。

合理选址、建造和维护的水井可以显著减少女性每天获取家庭用水的时间，为消除贫困做出重要贡献。当家庭取水的部分任务落在儿童身上时，将减少他们接受重要教育的时间。

在印度的部分地区，当前为200人的村庄钻一个50米深的井并安装手动泵的成本仅需5,000美元。即使考虑到12%的维护和分期成本，人均供水成本也非常低。此外，相对于大多数地下水补给速率，满足农村居民需求的水量非常小，低成本的小口径井和挖井很容易就能满足需求。

人们可以使用低成本的手动泵或小型电动泵（容量0.2–1.0升/秒）来取水。运用设计井的牢靠专业知识，从大多数岩性地层都可以获得上述出水量。然而，更大规模的供水（1–5升/秒）泵送至供水分配罐和管网将是一个更严峻的挑战，并且需要额外的专业知识。

在布基纳法索安装水泵



非洲撒哈拉以南地区UPGRO计划 (英国政府资助)

UPGro (为贫民释放地下水潜力) 计划是一项为期7年的研究工作, 包括在12个国家实施的5个大型跨学科应用研究项目, 约125名研究人员直接参与。以下为项目参与者的一些重要观点:

- 大多数接受访谈的村民认为, 在安装水井和手动泵后, 生活变得更好。特别是农村女性疾病减少、身体状况改善, 取水的时间和疲劳感减少。然而, 由于新的水源离村庄更近, 儿童开始更多地参与取水。
- 充分的经验证据表明, 将改善地下水供应与农村农业社区的福祉联系起来, 能提高饮用水供应的可靠性和质量以及小范围灌溉用水的可达性。
- 低收入城市住宅区的数亿人依靠水井获取饮用水和其他家庭用水, 但如何增强这些水源的管理极少被关注。

合理的水井选址、设计、建造、水泵的选择和系统维护是确保水源和水资源可持续性的关键。给予低收入国家农村人群最常见的服务提供模式是社区管理, 社区承担管理和维护供水的责任。选择钻井还是挖井取决于当地水文地质条件和可用的设备。目前印度一个深度10–15米和直径5–6米并配有离心泵的挖井成本约为1,500美元, 若选址合适, 挖井将是一些村民的首选方案, 其维护更容易并可提供充足的水用于灌溉。

建议对所有设施进行系统的卫生检测, 以确定潜在的严重地下水污染危害(与现场卫生、牲畜马厩和村庄排水有关)。有些地下水可能含天然有害浓度水平的氟或砷或溶解态铁, 需要专业知识来诊断和消除此类问题, 而且在某些情况下, 去除有害物质可能是唯一的现实选择。如果地下水水质具有侵蚀性(低pH和高盐度), 最好使用耐腐蚀的潜水泵部件, 但这也可能受到技术难度或资金阻碍的限制。

小规模灌溉可带来更为稳定的农作物产量和更具经济效益的农业生产, 而且小规模灌溉用地下水更合适。水井便于所有者或经营者严格控制灌溉活动。因此, 地下水灌溉是消除贫困的一项关键举措, 不仅可为家庭提供充足的粮食, 还可出售农作物作为收入来源。

城市环境中地下水开发如何助力消除贫困?

在许多城市地区存在可用的含水层使通过管网系统发展低成本、高可靠度的地下水供水成为可能。管网系统应能使水务部门以补贴(社会)税费的方式为城市居民提供可靠的基础保障。水务部门在这方面不情愿往往是因为其关键人员缺乏地下水开发的知识, 而倾向于开发需要复杂处理的大型地表水资源。

牢固完善的村庄手压井



然而，也有人担心当前城市依靠私人水井自主供给盛行，只会使较富裕的家庭受益，（因为富人能够负担私人水井的投资成本），并且长期而言将对水务部门的收入和投资产生严重的影响，效果往往适得其反。但是，毫无疑问的是在低收入国家的许多城市地区，至多有间歇性的管道供

水，尽管存在相关的城市污染隐患，一旦停止对自主供水的持续投资，家庭将面临严重的供水问题。

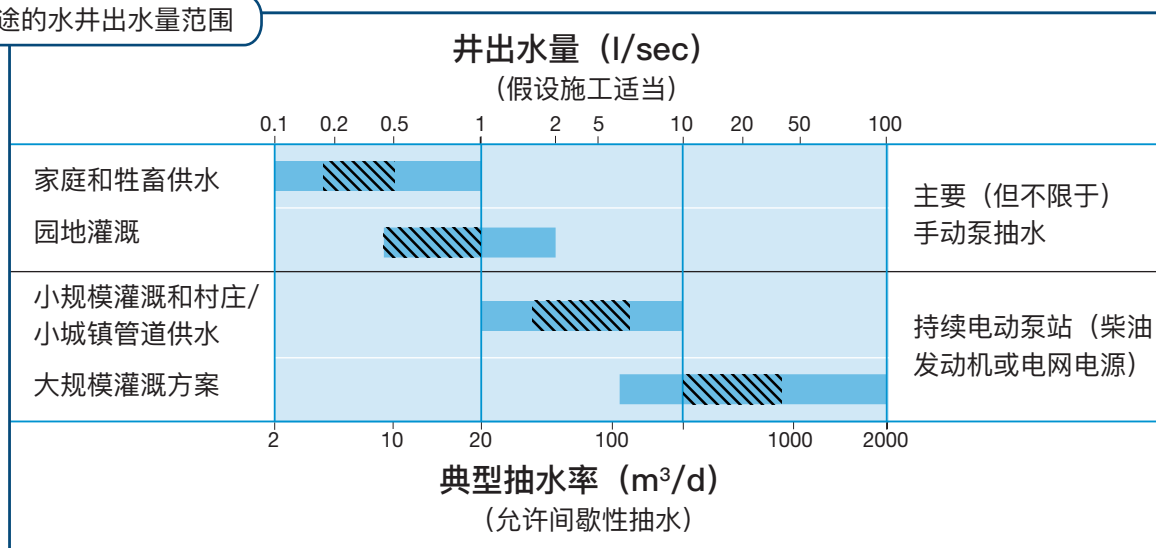
水井也被广泛用作城市周边园地栽培的常用水源，这将有助于改善较贫穷家庭的食物供给。

人工钻井技术如何影响面向贫困人群的地下水开发？

在地质条件适宜的地方采用人工钻探技术，与机械化钻探技术相比，极大降低了钻孔的建造成本，使一些较贫穷的城市居民能够享有水井所有权并利用地下水自给自足。

此外，手动钻井设备的高度便携性使其能够向更偏远的农村地区提供安全的地下水源，包括机械钻探设备无法到达的河边社区。

不同用途的水井出水量范围



低成本人工建造手动泵水井



积极支持和参与才能有效开展工作。民间团体也可以发挥重要作用，因为水井安全得到保护，意味着公民将会更健康、更具活力。

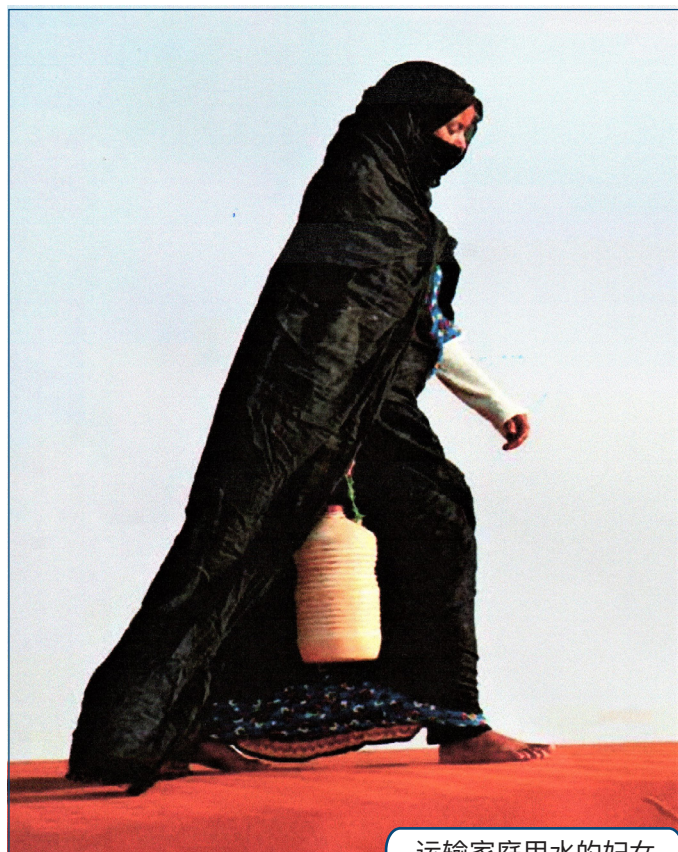
浅层含水层水井中的地下水通常更容易受到污染。然而，大多数情况下，由于人力和财力受限，难以常规监测大部分高度分散的水井。此外，地下水供应质量主要取决于正确的水井选址和施工工作，包括牢固安装卫生密封和地表底座。在某些特定情况下，如发现严重的天然地下水水质危害或早已存在的地下水污染，将按要求对水井进行水质调查，并根据其是否适于饮用或烹饪而加以分类标识。

为什么地下水供给需要主动管理和保护，以充分发挥其在消除贫困方面的作用？

水质不合格是导致饮水者死亡或生病的直接原因。应主动管理保护地下水资源不被严重污染，减缓资源逐渐枯竭和水井出水量不足的问题，以充分发挥地下水供给消除贫困的潜力。此外，在一些国家大量的水井使用者长期受到地质成因污染地下水（砷或氟过多）的危害，这些问题应该及早发现。

关于管理和保护水井水源的社区教育十分重要，由于缺乏相关教育，地下水供给质量可能受到影响。如果在认知、管理和保护地下水资源无法协同行动，地下水的可持续性将受到威胁，难以发挥其对消除贫困和适应气候变化的潜在贡献。

管理和保护地下水以供应饮用水的任务通常落在当地监管机构肩上，但他们需要水务部门的



运输家庭用水的妇女



国际水文地质学家协会 战略概论系列 消除贫困与地下水



携带生活用水的学龄儿童

延伸阅读

- Adekile D 2011 Bridging the water-supply gap using locally produced drilling rigs in Nigeria. *Waterlines* 30 : 4 (October 2011).
- Adekile D 2012 Supervising waterwell drilling – a guide. *RWSN Field Note* 2012-2 (St. Gallen). www.rural-water-supply.net.
- Danert K et al 2014 Manually drilled boreholes providing water in Nigeria's mega-city of Lagos and beyond. *Skat Foundation Publication* (St Gallen). www.rural-water-supply.net/en/resources/details/618.
- Foster et al 2000 Groundwater in rural development – facing the challenges of supply security and resource sustainability. *World Bank Technical Paper* 463 (Washington DC).
- Foster S & MacDonald A 2014 The 'water security' dialogue : why it needs to be better informed about groundwater, *Hydrogeology Journal* 22 : 1489-1492.
- IAH 2016 Human Health & Groundwater. *International Association of Hydrogeologists-Strategic Overview Series*. www.iah.org.
- MacDonald A A & Davies J 2000 A brief review of groundwater for rural water-supply in Sub-Saharan Africa. *BGS Technical Report*. British Geological Survey (Nottingham).
- MacDonald A A et al 2005 Developing groundwater : a guide for rural water-supply. *ITG Publishing*.
- Wang Y et al 2018 Safe and sustainable groundwater supply in China. *Hydrogeology Journal* 26 : 1301-1324.
- Wang Y et al 2021 Genesis of geogenic contaminated groundwater : As, F and I. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 51 : 2895-2933.
- Water Aid 2020 Analysis of groundwater resource and governance in Bangladesh, Ghana, India, Nepal and Nigeria, *Water Aid/HSBC Water Aid Multi-Country Research on Water Security Programme*. Global Synthesis Report. (London).
- World Water Development Report 2022 Groundwater—the invisible resource : Chapter 4—Groundwater for Human Settlements. *UNESCO World Water Assessment Programme* (Perugia).
- Godfrey S (UNICEF) & Hailemichael G 2017 Life-cycle cost analysis of water-supply infrastructure affected by low rainfall in Ethiopia. *Journal of Water, Sanitation Hygiene in Developing Countries* 7 (2).
- Godfrey S (UNICEF) et al 2019 Fuzzy logic analysis of the build, capacity and transfer modality for urban water-supply service delivery in Ethiopia. *Water* 11 (779).

优先行动

- 水井若要成为社会中较贫困群体的可持续性水源，就需要合理选址、合适建造和充分维护
- 地下水资源的评估、管理和保护亟待改进，以保障人类供水
- 需识别水质有问题并存在相应健康危害的地表水源，在可行区域用水井替代
- 工作重点应集中于查明并控制地下水严重污染的潜在来源，识别是否存在地质成因污染物（特别是砷或氟），并在必要的时候向水井使用者告知这些风险
- 虽然人力和财力普遍受限，难以定期监测地下水，但为确认或否认地下水的可饮用性，开展一些水井质量调查工作是关键