

维持城市用水的

地下蓝色生命线

目前世界上已有一半人口居住在城市，并且有更多的人正在涌入城市。他们中很多人都依靠地下水生活。但随着城市的发展，地下水资源能够得到维持吗？

John Chilton



(来源: R. Faidutti / FAO)

城市过去常常是瘟疫和疾病的中心。在城市卫生工程学和医学流行病学的推动下，工业国家城市中的人的健康状况在过去150年中已有了很大改善。一个著名的例子是John Snow博士做出的开拓性工作。19世纪中叶，他在英国宽街的公用水泵上找到了伦敦霍乱流行的传染源。

大多数城市都是从小型定居点发展起来的，可用水的持续供应经常是影响城市座落位置的主要因素，但是这些最初水源的质量或数量经常会在短时间内就不能满足需求，甚至现在有时完全被遗忘。许多城市需要新的水源和量更大的水。有的城市已从深蓄水层，甚至从城市边界以外的地区获取地下水。今天，地下水在城市环境中扮演着重要而又复杂（且通常未被广泛认识到）的角色。

城市蓄水层

地下蓄水层是市政和工业用水的主要来源。世界上一些最大的城市（北京、布宜诺斯艾利斯、达卡、利马、墨西哥城）抽取了大量的地下水，一些发展最快的城市则完全依赖地下水。例如，墨西哥城每天从其城区或其附近的蓄水层抽取超过32亿升的地下水。

但是，由于为满足不断增长的用水需求而使地下

水的抽取量不断上升，抽取速度可能超过蓄水层的补给速度，许多城市的蓄水层水位显示出长期的下降趋势。随着地下水的过度开采，各种其他负面效应不断出现：

- 抽水费用不断上升；
- 液力压头和地下水流向发生改变（在沿海地区，这会导致海水侵入）；
- 可能导致从更深的地质层中抽取咸水；
- 来自受污染的浅蓄水层的劣质水可能泄漏到更深的蓄水层。

严重的地下水资源枯竭经常伴随着因上述效应引起的水质严重恶化。

蓄水层迅速枯竭之后，会发生地面下陷问题。这对高地和低地城市都有影响。例如，墨西哥城（海拔约2000米）和曼谷（位于海平面）都在受到因地下水引起的地面下陷的严重困扰，造成了数百万美元的损失。地面下陷不但对建筑和道路造成损害，还对地下管道设施造成损害，进一步恶化了缺水和污染问题。给水管和污水管、破裂的输油管和地下油罐造成的泄漏可加剧水短缺，并造成土壤和地下水污染。

当市镇或城市的用水需求迅速增长以及蓄水层已

(下转第40页)



2003年： 国际淡水年

水 一直被称为地球的血液——它流淌于我们生存环境中的每条缝隙。然而，今天我们正面临着淡水供不应求，以及江河湖泊仍在继续受到污染的危机。联合国秘书长科菲·安南说：“由于缺乏饮用水、卫生和食品安全用水，人类大家庭中的10多亿人正在忍受着缺水所造成的巨大痛苦。如果目前的趋势继续发展下去，水很可能成为不断造成国家关系紧张和竞争激烈的根源，但它也可能成为促进合作的催化剂。”

为了提高人们的认识，并促进对这个重要资源进行更好的管理和保护，联合国大会宣布2003年为“国际淡水年”。这份宣言是恰逢这样一个重要时刻发表的，即为了12亿不能获得安全饮用水的人，为了24亿缺乏适当卫生条件的人，为了纪念每年因不安全饮用水而患病死亡的300万人，世界领导人已就水处理和卫生问题的基本目标达成一致。

“国际淡水年”是行动的一年，是非比寻常的一年，是对确保人们获得他们所需要的水非常重要的一年。

欲了解更多信息，请访问 www.wateryear2003.org。

第三届世界水论坛： 100种水资源解决之道

在 这个历史上与会人数最多、为期8天的国际水资源会议（第三届世界水论坛）上，与会者制定了100多项有关水的新义务。3月16—23日，论坛在日本的三座毗邻城市京都、志贺和大阪就水资源处理有关的38个相关课题，特别是就有关怎样给全世界带来安全用水和卫生条件的课题召开了351次单独的小组会议。所解决的主要问题涉及协调人类对充足供水、改善健康和卫生条件日益增长的需求与食品生产、运输、能源和环境需求之间的关系，同时认识到大多数国家需要更有效的管理和足够的财政支持，并有待提高管理能力。

欲了解更多信息，请访问：www.world.water-forum3.com/。

IAEA的里程碑

2003 年是IAEA举办第一次国际水资源学术研讨会（核科学涉猎范围之广的标志）40周年。IAEA受托在包括水资源开发在内的和平核科学技术利用方面为其成员国提供帮助。计划旨在扩大全球水文知识库，包括更好地了解水循环以及发展中国家评估水资源的科学能力。与联合国教科文组织（UNESCO）及其他机构合作的一个项目正准备根据有关地下水起源及其年龄的同位素数据对化石地下水资源进行全球评估。

为利用同位素水文学改善水资源管理，IAEA已为60个国家的150个项目投资约3000万美元。这些项目已帮助这些国家获取了宝贵的水文信息，并增强了他们管理水资源的能力。

在2003年5月的“同位素水文学和水资源管理国际学术研讨会”上，IAEA召集数百名专家对其联合工作进行了审议和规划，这标志着水资源管理取得了一个重要里程碑。

欲了解更多信息，请访问：www.iaea.org/worldatom/press/focus/water/index.shtml。

联合国世界水发展报告

人类之水、生命之水

在 1992年的里约地球峰会以及随后的2000年《联合国千年宣言》制定了可持续发展目标后的10多年，世界在实现这些目标方面已取得多大的进展？也许更重要的是，我们还有多远的路要走，以及我们能够采取哪些行动来加速我们前进的步伐？IAEA和22个其他联合国组织合作编写了里程碑文件《世界水发展报告》（WWDR）。这份报告对世界水资源形势进行了估计，并对当前世界淡水资源状况做了综合性和最新的描述。在世界水评估计划（WWAP）的协调下，该报告为由联合国进行定期的、全系统的监测和报告以及发展标准化方法和数据打下了基础。

尽管该报告描绘了全球广阔的前景，但它尤其关注更迫切需要更好的基础设施和管理的发展中国家的情况。与该报告一样，WWAP的目标是，找出哪里系统出了问题，并提供在全世界建立有效和高效的能力所需的信息。

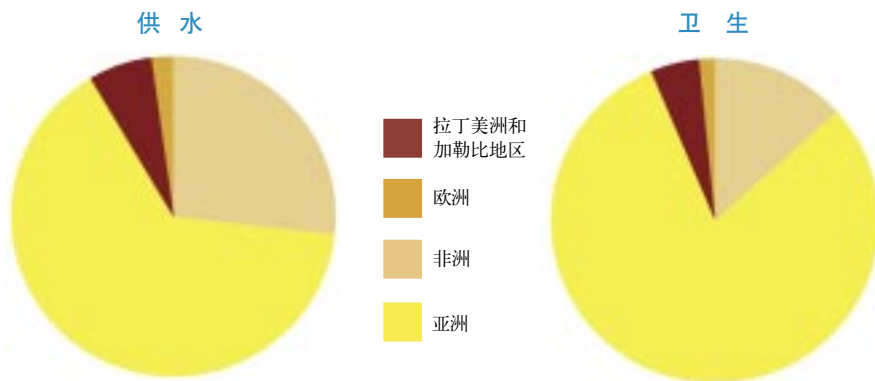
欲了解更多信息，请访问：www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml。

来自世界水发展报告的数据和图表



人类基本需求

图中显示，亚洲得不到供水或者缺少卫生条件的人数最多。但如果按比例计算，非洲享受不到供水和卫生系统的人口比例最大。



来源：选自 WWDR 的执行摘要。
WHO/UNICEF 联合监测计划，2002 年。2002 年 9 月更新。

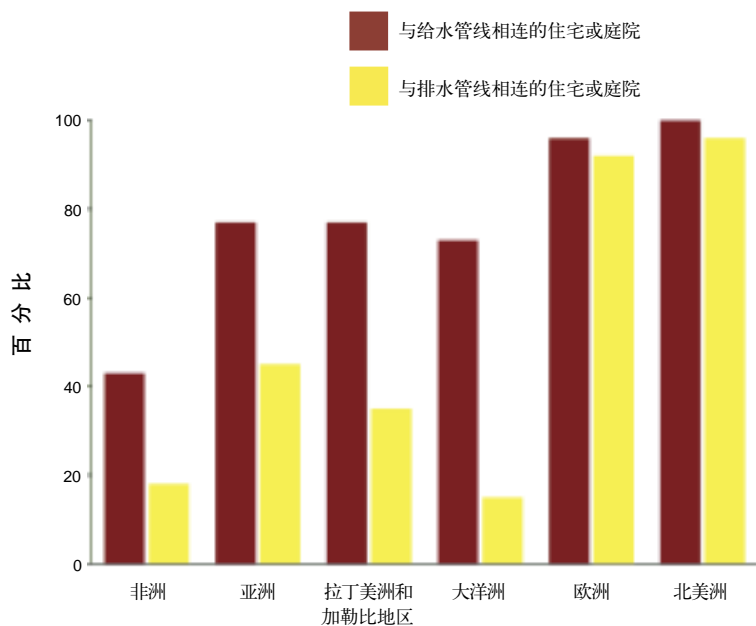
对解决方案的迫切渴望

2003 年的事件突出强调了全世界数十亿人所面临的水问题，以及促进这些问题解决的共同努力。

水和城市

在世界范围内，主要城市里约 94% 的住宅连有供水管线，约 86% 的住宅连有污水管线。但是各地区的差别很大，如图所示。

主要城市中连接有给排水管线的住宅比例



来源：选自 WWDR 的执行摘要。WHO/UNICEF，2000 年。
全球供水和卫生评估，2000 年报告，日内瓦。

(上接第 37 页)

枯竭或受到污染时，就必须从更远处，通常是从城市周围地区抽取地下水。由于缺水市政当局与其周边农场地区互相争夺水资源，对城市和城镇周边地区的水源开发会产生各种问题。而城市周边的农场可能已建立了很长时间，是为城市中心提供粮食的高产农业区。两个用户社区都可能具有非常强烈的要求，并在向对方施压时都表现得非常强大和具有影响力。这些冲突很难得以解决。

废物源流

城市活动对地下水质的另一个直接影响来自于废物处理。排污系统的发展已经能够非常容易地收集家庭和工业废水。在大多数发达城市，污水处理已经成为城市基础设施中一个高效但又不引人注目的方面。但是在其它地方，例如部分发展中国家的主要城市，城市废水有时未经处理或仅经过部分处理就被排放到地表水道中。这些水道几乎根本起不到将废液带离市中心的作用。同时，在下游地区，尤其是干旱和半干旱地区，这些以废水占据了主要地位的地表水流可能被用于灌溉。在许多城市，相当多的城区仍然没有污水管道，家庭和工业废水可能通过化粪池系统或处置井直接排放到地表。地下水水质在病原体、营养素、工业化学品和含盐量方面的最终恶化，可能对人体健康产生严重危害，甚至使水不能饮用。

大规模城市发展能够极大地改变水文过程和水到达地下蓄水层的路径。尽管地面上的建筑物、道路、停车场及其他设施在直观上似乎会减少雨水的渗透量，但从屋顶和排水沟汇集的径流仍然能够渗漏到蓄水层，或直接经过现场的渗水坑，或间接经过雨水沟流入到无衬砌的水渠或河床中。但是这并不能不解决污染问题。从铺砌地面渗入的水可能携带汽车相关污染物、防冻化学品、杀虫剂和细菌。

所有的配水系统都在某种程度上存在泄漏；水流失 25%—40% 并不稀奇。泄漏的水大部分流到地下蓄水层，泄漏的水量可能相当大。一个特别的例子是，在秘鲁首都利马，其一个区的配水系统流失的水就相当于每年给蓄水层补水 360 毫米，而干旱地区的天然补水

量是每年 20 毫米，甚至更低。尽管流失的都是优质水，但那里的污水管道系统同样也存在泄漏，最后补给水可能是含化学品和细菌的劣质水。

不断上升的地下水位

地下水位不断上升会极大地改变市区蓄水层补给的水源和过程，这些额外的渗入量有助于抵消地下水抽取量不断增加所产生的影响。在阿拉伯海湾地区的一个非常特别的例子是，外来水的补给量远远超出了可能微不足道的天然补给量，以致补水量超出了蓄水层容量。因此，地下水位已上升到地表，导致地下室被淹没。

在一些发达国家的城市中，增加地下水的补给量和减少地下水的抽取量（因为某些行业的衰落或重新安置）已使地下水位得到局部恢复。在过去几十年中一直被抽水的蓄水层现在已得到充分补给。事实上，伯明翰、伦敦和东京等城市正开始面临地下水位上升问题，这些问题对在地面变得再饱和之前建造的公路隧道、地基、停车场和地铁系统产生影响。

城市发展已对地下水的数量、流动和质量都造成了重大影响。地下水位的变化，无论是下降还是上升，都会给基础设施和设备带来工程问题。在快速发展的城市，可对城市地下水进行可持续管理，但这只有在有时发生冲突的供水需求和优先权、废物处理和地下工程协调一致的条件下才能实现。人类是有能力实现这个目标的。认识到城市废水是重要的资源，并将其纳入水资源管理战略是实现这个目标的重要环节。合理采用经部分处理的灌溉废水来补偿从城区外抽取地下水淡水可有助于协调相互冲突的用水需求。

John Chilton 参加了由 IAEA 支持的地下水问题研究。他是设在英国沃林福德的英国地质调查局“地下水调查和水质计划”的工作人员。本文是对首次发表在联合国环境规划署 (UNEP) 主办的《我们的星球》杂志上的文章的修订，UNEP 在 2003 年世界水日时负责协调联合国的活动。电子信箱：pjch@bgs.ac.uk。