污水再生利用
是解决城市缺水的有效途径

文◎周 彤

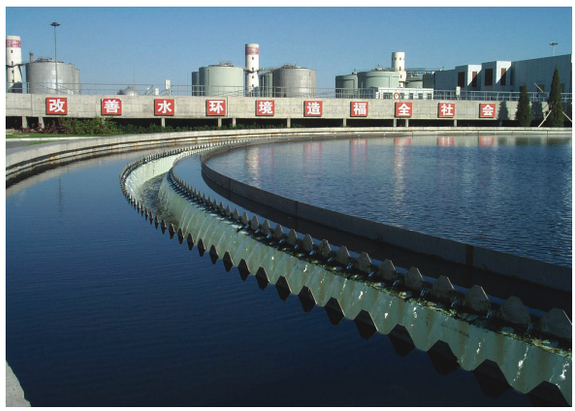
一、污水回用的巨大潜力

长期以来，人们把用过一次的水称为“污水”、“下水”、“阴沟水”、“废弃水”，总把这种水与“污垢的”、“肮脏的”形象相联系，难以相信它还能再用。事实上水在自然界中是唯一不可替代，也是唯一可以再生的资源。人类使用过的水，污染杂质只占0.1%左右，比海水3.5%少得多。其余绝大部分是可再用的清水。污水经过适当再生处理，可以重复利用，实现水在自然界中的良性大循环。城市污水就近可得，易于收集，易于处理，数量巨大，稳定可靠，不受制于天，不受制于人。作为城市第二水源要比海水、雨水来得实际，比长距离引水花费要少得多。开辟这种非传统水源，实现污水资源化，对保障城市安全供水具有重要的战略意义。

污水回用到底能给城市增加多少水量呢？可以粗略估算一下，城市供水量的80%变为城市污水排入管网中，收集起来再生处理后70%可以安全回用，按此折算，即城市供水量的一半以上，可以变成再生水（或叫回收水、回用水、复新水、中水），返回到城市水质要求较低的用户上，替换出等量自来水，相应增加了城市一半供水量。可见对缺水城市来说，这种水源是一笔宝贵财富。这种潜力的开发非常值得。

全国污水回用率如果平均达到20%，则“十五”末期年回用量可达40亿立方米，是正常年份年缺水60亿立方米的67%。即通过污水回用，可解决全国城市缺水量的一多半，回用规模回用潜力之大，足可以缓解一大批缺水城市的供水紧张。

二、污水回用工程的投资



目前城市污水处理（二级处理）投资大约在900～1400元/㎥·d，在此基础上的再生处理约400～600元/㎥·d。加上管网配套总计600～1000元/㎥·d。到“十五”末期形成40亿立方米水源的投资大约在100亿元左右。而形成同样规模的长距离引水，以大连引英入连为例，则需600亿元左右，海水淡化则需1000亿元左右，可见污水回用在经济上具有明显优势。

三、若干政策探讨

1、污水回用的目标

污水回用目标在哪里，是城市还是农村，是工业还是生活？目标应该是城市，特别是城市工业。原因一是城市较农村重要，二是回用救不了农业。

城市人口虽然只占全国总人口的30%，但城市的国内生产总值占全国72%，经济贡献比农村大。目前在我国用水总量中，农业用水占70%，工业和城市用水不足30%。但从发展看，城市数量还要增加，人口经济不断发展，城市人口增多需要增加用水，经济和社会进一步发展需要增加用水，城市环境保护和建设也需要增加用水，所以城市用水比重将会提高。而我国农业通过合理调配水资源和大力节水，用水量可以基本不增加。到2030年城市工业用水将从现在的370亿立方米增加到660亿立方米，城市生活用水从现在的260亿立方米增加到660亿立方米，届时全国城市用水量将达到1320亿立方米，比现在增加近700亿立方米。今后城市用水可能成为用水总量中的大头。

在城市供水中，50%～80%是工业用水，工业用水中80%是水质要求不高的冷却用水，所以污水回用主要对象应是工业。能把工业用水顶替出来，老百姓就有水喝了。所以管住工业用水这块，污水回用才能缓解城市水荒，才有前途。在城市有水可供情况下，城市回用之后的外排水，送到城市郊外，农业部门自然会接过去灌溉。回用落脚点是城市并不排除农灌，只是个优先次序问题，应是城市用过后再去灌溉，或多余水去灌溉。

2、水资源的优化配置

要科学地安排城市各类水源的

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

供水次序和用户用水次序。遗憾的是目前许多城市规划，根本就不提城市污水这一身边水源，在全面启动污水回用后，污水这一水资源应提到重要地位了。

合理次序应是地面水、地下水、城市再生水、雨水、外来水（长距离跨流域调水）、淡化海水。

在未充分利用城市污水的水资源之前，不应上长距离调水和上海水淡化项目。

对工业用户应先搞好厂内节水，提高循环用水率。必要的新鲜水补给，应优先使用城市再生水。缺水城市能使用并且有条件使用再生水的工业企业，不应供给自来水，这应作为一条法律规定。

城市草地树木浇灌、建筑工地施工、道路洒水压尘、汽车冲洗等只允许用再生水，不允许用自来水。

新建小区、大型建筑自设计时就应上再生水管道。

长距离调水不但投资浩大，还可能旱年无水可调，也可能调来一盆污水，其调水投资和处理费用要远大于城市自身的水再生费用。希望各地领导和水利部门要慎重调水，调水前要与回用方案作比较。

海水是沿海城市取之不尽、用之不竭的水源，但其基建投资和造水成本过高，在经济上和规模上不可能近期解决城市缺水问题。

雨水利用在日本和欧洲有成功经验，但中国刚刚开始研究，目前离实用化还远。

3、污水处理与回用的关系

污水处理是回用的前提，缺水地区在污水厂的规划、设计、建设期，都应将处理与回用一并整体考虑，落实资金，同时建设，同时见效益。避免出现半截子工程，使回用迟迟不能见效。

4、污水回用与节水的关系

从广义说，污水回用是节水措施之一，是最大规模最有效的节水措施。前些年全国每年节水10亿立方米，而污水回用推算每年可增城市供水几十亿立方米。回用比节水更有潜力，在节水已经达到一定程度的城市，今后节水主要靠回用。

从开源节流角度看，污水回用属于开源，节水是节流，两者又有区别，有个谁先谁后，谁重谁轻问题，有一定的矛盾性。

回用是从节水角度看好，还是从水资源角度看好？从影响大小来说，还是从水资源角度看合适。

5、城市污水回用谁为主体

有两种模式：以城市污水厂和再生水厂为主体，或以用户自己为主体。

日本、美国、大连回用示范工程，都是以污水处理厂为主体，集中处理一定标准后，将再生水送到区域内各用户，用水户大部分直接使用，个别才需补充处理。冷却水用户自己只做水质稳定就可以了，不需将市政领域整套水厂搬到用户的工业厂区内，自己背上个包袱。这种方式明确社会分工，便于科学管理，责权分明，深度处理后水质好便于输送管道的维护。

中国的一些用户宁要污水厂二级出水自己处理，由企业作回用主体，像太钢、太化、北京高卑店热电厂等。企业自行管理，水质不好时自行负责。领导的初衷是想对自己企业生产安全负责，可能更放心些。但这样做也有缺点：工厂企业有自己的主业，不可能专门配备回用技术队伍，在管理上存在一定困难。在厂内维持小而全的水处理体系很难，污水厂至用户之间输送二级水的压力管道会产生腐蚀、堵塞等问题。二级处理与深度处理之间调整不灵，对安全供水不利。

再生水生产设施

为了维护污水回用的声誉，在回用过程中少走弯路，我们建议一切回用工程，要先经过认真的可行性评估，要请权威部门和有实践经验的专家进行技术咨询，包括：确定用户类型，做好用户详尽调查，供水风险分担，供用水平衡测算，确定规模和实用可靠的处理工艺，投资经济评价，制定严格的质量保证体系。这样回用工程建设才做到脚踏实地，回用工程的前期工作才算达到了深度。

6、法律、法规；软约束、硬约束

推广回用单靠软约束不行，必须要有硬约束。什么是软约束，示范引导是软约束，没用。大连回用示范工程十年了，在全国还是推不开。证明软约束没用。要想推广必须强制，通过法律、法规变成硬约束。通过人大立法，颁布国家强制性标准，并有一套监督处罚办法，否则启动不了，推广不了。水的管理也应如此。编制国家标准规范也属硬约束，要有强制性条文。要造成回用光荣，拒用违法的氛围，则污水回用就好推广了。

7、采用适宜的处理技术

中国地域广阔，各地自然和经济条件不同，应在确定污水再生利用处理工艺时，要因地制宜，合理选用传统工艺或高新技术，淘汰落后工艺。要准确确定不同回用对象的水质标准，如追求水质标准过高，势必造成处理工艺复杂、投资与运行费用过大的现象。对于水量大、水质要求低的用户，提倡工艺简单、费用低廉的成熟工艺。在各地开展大规模污水再生利用之际，给出合理的技术政策导向是十分必要的。■

（作者系中国市政工程东北设计研究院副总工程师）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net