

水资源保护和合理利用生态工程战略(三)

颜京松

(中国科学院南京地理与湖泊研究所,江苏 南京 210008)

中图分类号:X321.02

文献标识码:A

文章编号:1004-693X(2004)01-0022-03

4.1.2 增加地下水补给

地下水补给主要是大气降水、地表水、农田灌溉水的下渗,地下水径流侧向流入。地表土壤一般有良好的透水性,雨水降落地面之后,一部分下渗到地下,补给地下水。但城市因新建、改建、扩建大批建筑(含构筑物)、道路、广场,大面积地表变为固化的不透水层下垫面,水的渗透速率最多仅为自然状态下的 $1/6$,雨水下渗量减少。另因围垦、填洼、填河等,一些水体和湿地面积不断缩小,部分河湖水底及护坡也用不透水材料固化,减少了地表径流补给地下水的面积和量。另有些地方由于雨量和地表水量少,不能满足生产、生活需水量,而不断超采地下水,使地下水输出大于输入,引起生态耗竭和许多生态环境变化。针对地下水补给量减少的原因,在城乡建设中,尽量减少不透水的固化地面,有些必须固化、硬化的地面,如人行道、停车场等可用可透水材料;一些可不用水泥、石头护岸固坡的河段、湖岸、水底尽量用植物固定,这样不仅可增加补给地下水的面积和量,且有利于降低暴雨洪峰,减缓水害。一个地区不透水地面百分比增大,将增加有效雨量、径流系数、超渗产流,加速与增大暴雨洪峰。如北京市郊区大雨的径流系数为 0.2 以下,而城区大雨径流系数为 $0.4 \sim 0.5$ 。洪峰增大,洪水威胁加剧,对城区河道或排水沟渠的防洪压力加大,使城市的水文循环状况发生变化。如利用一些洼地、季节性河道在雨季拦蓄雨水,不仅可调蓄地区内的地表水量,而且可增加地下水补给量。近年来,人工回灌也是地下水补给途径之一。

开展地下水开采潜力的调查研究,科学地计算一定区域地下水可开采量,按联合调度原则,丰水年、丰水期优先利用地表水;在枯水年或枯水期,在可开采地下水量范围内,应急、适度地开采地下水。

4.1.3 污水再生回用

污水回用是增加用水水源的一可行途径。城市污水量大且集中,水量不受季节和气候变化的影响,城市污水处理厂一般都建在城市附近,为城市污水回用创造了良好的条件。在人体健康不受威胁的前提下,按照水资源“分质利用、优水优用、一水多用、重复利用”原则,尽可能将集中与分散处理的达标废水回用,扩大生活废水收集、达标处理的量和应用领域,如农田、绿地灌溉,河湖环境补水,市政杂用,冲刷道路,冲洗厕所,工业低质用水等。

4.1.4 因地制宜,境外引水

我国水资源空间分布不均,南丰北欠,跨区引水,以丰补歉,是缺水地区开源增水的一可能途径,如南水北调工程。

4.1.5 增加源头可供水量

在水源地和其流域内大力提倡节约用水,如提高工农业用水效率,调整产业结构,控制与减少耗水量大而经济效益低的产业项目等,以增加可供水量。

4.1.6 维护与扩大现有水体面积、容积和调蓄容积

严格控制围垦,防止缩减湖泊等水体的面积、容积,因地制宜通过退田还湖、清淤、修建塘坝、水库等措施,尽可能扩大水体面积、容积,增加调蓄水量。

4.2 节支

多途径减少耗竭物质输出,尽量挖掘内部潜力。

4.2.1 生活用水

建立循环用水设施和系统,推广水的分质利用、中水回用、一水多用、重复使用等措施和设备。如对生活废水,尽量回收,就地处理回用作杂用水;或将冷却水循环改为风冷。清华大学在高层集体宿舍上层的公共水池下面装集水箱,将洗涤用水集存其中,用来冲洗下一层的厕所便器,使用水从 $0.4 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{d})$ 降到 $0.13 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{d})$,节水 67% 。

作者简介:颜京松(1930—),男,江苏南京人,研究员,长期从事生态工程及淡水水体生态学研究。

“水资源保护和合理利用生态工程战略(一)”(二)分别刊登于本刊2003年第5、6期。

a. 推广节水型设备。实施园林绿化用水节水灌溉工程,洗车用水争取全部使用循环水。厕所用水占生活用水的 25% ~ 30%,占公共用水的 8.04%,建议公共厕所便器使用延时自闭冲洗阀,采用节水型水箱、马桶等。节水便器节水效率可达 16L/(人·d),公共节水便器可节水38.1%。

b. 扩大中水利用量,减少地表水和地下水的使用量。

4.2.2 地下水

一些地区超采地下水,使其输出大于输入,造成地下水储量下降,并改变了城市地下水地质条件、土地可利用状况、自然景观等,造成地面下沉,引起地表土壤的干旱化,破坏了原有植被。对此,应保障与增加地下水补给量,控制与减少其开采量。地下水可开采资源量并非全部为补给量,而是多年平均补给量扣除其自然消耗量,包括地下水溢出量、潜水蒸发量、地下水径流侧向流出量等的剩余量。可采用水均衡原理计算,确定某一区域地下水可开采量,并严格控制。

在地表水资源量不能满足当地发展生产及生活用水的地区,不要单纯依赖超量开采地下水来缓解这一矛盾。一方面要多途径地对水资源开源节流,提高用水效率;另一方面要量水而行、量水发展,优化产业结构。目前,有些地区不考虑供水条件,盲目开发建设的现象时有发生,如在发展中只顾眼前,不顾长远,不顾对水资源的影响,这样势必加剧水资源紧缺的矛盾,对其他产业、社会发展造成负面影响,“竭泽而渔,岂不得鱼,而明年无鱼”。因此,必须以水定规模,将有限的水资源优化利用,发挥其更大、更多的经济和生态效益。

加强水资源联合调度,优先使用地表水,枯水年及枯水期地表水不够用时,再用地下水,但到丰水年或丰水期时,要增强地下水的回灌。地下水水质一般较好,按照水资源“分质利用、优质优用”的原则,可用再生水的不要用地下水,以避免优水劣用。

4.2.3 工业生产

a. 量水而行、量水发展,优化调整产业结构。一个城市或地区的发展,要因地制宜,考虑当地水资源的供水能力和潜力,在缺水地区以低耗水、高效益、技术密集型工业为主,防止产业用水超越可供水量,造成工业、农业、居民的用水矛盾。

b. 进一步提高工业用水重复利用率。电厂冷却用循环水的浓缩倍数在 2 左右,相应的间接冷却水循环率应在 96% ~ 98%。但有些工厂对冷却水系统缺乏科学管理,或无水质稳定处理,为了减少腐蚀和结垢,采取多补新水或循环水溢流的方法,造成

冷却水浓缩倍数在 1.4 以下,相应的循环率在 90% 以下,还有一些地区水的硬度偏高,设备结垢严重,造成大量补充循环水的现象;另一些小型设备的冷却水量不多,上循环水设施投资相对较大,经济效益不明显,于是直接排放冷却水。针对具体原因予以改进,可进一步提高工业冷却水的重复利用率,不仅可节水,还可节约能源和原材料,有多方面的经济效益。

c. 采用节水型新技术和新设备。目前许多企业生产设备陈旧、工艺落后,是工业用水量大的直接原因。应重点改造生产工艺,因地因类制宜地大力提倡与推广工艺过程中节水,提高用水效率,增加废水的回收、回用,既节约水资源,又减少污染,节水潜力很大。如印染行业中,可采用低给液染整、冷轧堆工艺、泡沫染整工艺、一浴法染色、微波染色等节水型工艺;皮革行业可采用转鼓快浸、酶脱毛、无浴鞣制、常温少浴染色等节水型工艺;造纸行业制浆过程中采用盘磨机械制浆工艺,单位用水量比化学制浆节约 80% ~ 90%。

4.2.4 农业用水

a. 因地制宜,量水而行,合理安排种植结构。在水资源充沛地区,可以种植一些耗水量大的作物,但在缺水地区,应根据可供水量,控制耗水量大的作物种植面积和比例。如在华北地区,水稻平均需水量约 9000 m³/hm²,小麦约 3300 m³/hm²,玉米约 1200 m³/hm²,水田改旱地作物至少可节水 6000 m³/(hm²·a)。如近几年北京调整农业种植结构,压缩了耗水较大的水稻种植面积,由 2000 年的 29168 hm² 降至 2001 年的 20435.5 hm²,使农业用水量由过去占全市用水总量的 50% 以上降至 2001 年的 40.8%。

b. 大力建设与推广节水灌溉工程措施。明渠和漫灌的传统灌溉模式与高技术灌溉系统相比,效率很低,在输水过程、大面积田间漫灌中,水资源浪费很大。虽然其中部分水量将渗入地下转化为土壤水或地下水,但其比例仅占百分之十几,大部分将蒸发掉,为无效消耗。因此,应逐步扩大自流灌区衬砌渠道,提高土地平整度,实现灌溉田园化;大力推广喷灌,对露天菜田发展管道输水灌溉,并试验推广微灌;温室和大棚菜田推广滴灌;果园发展管道输水。小管出流和喷灌、滴灌比常规灌溉可节水 680 ~ 800 m³/hm²。

5 保障地表水体水量的动态平衡

地表水体水量失衡、入不敷出、生态耗竭等问题在我国西北地区较为普遍且突出。如蒙新高原干旱(年降水量小于 250 mm)与半干旱(年降水量 250 ~ 400 mm)地区,年降水量小于蒸发量,该地区的湖泊

处于极脆弱的自然平衡之中,水收支的任何改变,必将引起平衡项的变化。其水量的特点为:①湖泊水量收支的绝对量都不大,比东部平原湖区一些湖泊的水量平衡要小得多;②湖泊收入的水量主要消耗于湖面蒸发;③人类活动对湖泊的影响极为敏感,其影响多半是朝着减少湖泊水量这一方向发展。在干旱与半干旱地区湖泊流域的上、中游无论修建水库,还是集水面积不断增多,都会引起入湖水量明显减少,使湖泊水面逐渐缩小乃至消亡。新疆的罗布泊与台特马湖是我国著名的内陆游移湖泊,1952年以前,孔雀河与塔里木河在穷买里村汇合后向东均注入罗布泊,那时罗布泊尚有一定的水量维持。1952年在尉犁县兴建了塔里木河大坝,孔雀河与塔里木河开始分流,孔雀河仍汇入罗布泊,塔里木河则注入台特马湖。由于在塔里木河上、中游进行了大规模的垦殖,到1977年阿拉尔的年径流量减少近20亿 m^3 ,仅剩30亿 m^3 ,特别是1972年于铁干里克建成大西海子水库后,每年向下游的泄水量仅为1.65亿 m^3 ,到英苏即完全断流。阿拉干以下的河床为积沙断续湮没,至此台特马湖也就逐渐干涸。孔雀河由于上、中游用水量剧增,向下游输送的水量显著减少,罗布泊的水面日趋缩小,到1964年前后也即干涸,现已沦为一片荒漠^[1]。

白洋淀有华北明珠之称,然而近年来却面临着湮废的威胁,究其原因,自然因素固然重要,但人为影响却是主要原因。20多年来,流域的农业用水量增加了1倍多,加上工程不配套,又不善于管理,水资源浪费严重。在湖泊上游兴建的许多水库,拦截了白洋淀的补给水源,据初步估算,仅此一项就减少6亿~7亿 m^3/a 的入淀水量。

云贵高原的湖泊原来水量收支大体平衡,但在人类活动的干预下,不少湖泊水资源供需矛盾日益突出。如洱海,1971年进行梯级水力开发后,为满足每年发电用水,需要由湖内泄出7亿 m^3 的水量。此外,湖区农田灌溉需从湖中引水1.4亿 m^3/a ,工业和生活用水需从湖中取水0.2亿 m^3/a ,共需由湖内提供8.6亿 m^3/a 的水,但平均入湖水量只有8.17亿 m^3/a 。受气候影响,洱海入湖水量年际变化大,1966年入湖水量最大,为18.05亿 m^3 ,1982年入湖水量最小,仅1.84亿 m^3 。1990年以来,由于连续干旱,降雨量减少,入湖水量也随之变小,但用水量却逐年增加,仅1982年就超量泄水3亿 m^3 ,使该年湖泊水位比1981年下降了1.34m。洱海换水周期为2.4a,湖泊贮水量较难得到恢复,对生态环境影响较大。杞麓湖应有3.5573亿 m^3 的蓄水量,但在多水年份,为了保住1958年放水造田所形成的湖

田,不让该湖蓄水,打开落水洞白白放走3.88亿 m^3 的水量,接着遇上1979~1982年的干旱,湖内有限的贮水量被大量引用,湖泊面临干涸的威胁。围湖造田使异龙湖深受其害,1971年为了降低湖泊水位多开垦农田,打通青鱼湾向红河放水,加大了湖泊出流量,1971~1982年平均湖泊水量输出大于输入1.5倍,达1.0589亿 m^3 ,于是1981年湖泊出现干涸现象^[1]。借鉴这些教训,对水体和水资源极脆弱的自然平衡之地,若干扰其水量的动态平衡,要更加慎重。因为保障地表水体的水量动态平衡,不仅是保护水资源,也是保护生态环境所必需的。

由于我国年际、年内降水的时间分布不均,河流、湖泊的水量季节性波动大,应维护与增加水体的调蓄容量,以维持水体的水量动态平衡。在兼顾社会、经济、生态环境需求的前提下,禁止围湖造田,因地因类制宜退田还湖,加强流域内水土保持,增加水土涵养,减少水体淤积,防止湖容和调蓄容量的缩减。

6 维护水环境及水生境

a. 维护现有水体、湿地、地下水,严格控制围垦、填河、湖、塘,开垦湿地,保护水环境。

b. 防治与改善水体水质。目前水质污染的实质是生态阻滞。文中述及的防治生态阻滞、增支节收的多种途径和措施,可因地因类制宜地选用,优化组合,寓环保于生产中,寓污染治理于利用中。

c. 维护水生生态系统合适的结构和功能,以及水体生物的多样性。在维护水体面积的同时,要维护原有合适的生态系统的结构和功能,尽力恢复已遭破坏的水体生态系统的结构和功能。

7 硬件、软件、心件相结合

水资源保护和合理利用必须要有配套的硬件,包括资金、技术、设备等;软件,包括健全的法制、法律、法令,配合默契的决策、咨询、管理体系,体制改革、综合规划、系统优化,研究、开发、吸收、引进高效、低耗的先进工艺与工程技术;心件,包括行为诱导、能力建设、管理与开发人员培训体系。硬件、软件、心件三方面相辅相成(图1),以协调道理(自然规律)、事理(人类活动的合理规范与管理)、情理(人及社会行为的准则)三方面关系,调控社会-经济-自然复合生态系统的全生态过程,疏通物流、能流、信息流、资金流及人力流,以求达到富裕(经济资产和生态资产的积累和增加)、健康(人的身心和生态系统的健康)、文明(物质、精神和生态文明)三维复合生态繁荣,推动可持续发展^[22]。这里的综合,包括人力的综合(即把科学家的知识、(下转第27页))

车鱼作为“哨兵”,同时配备专门仪器进行全天候全程监测。当电脑发觉有样品鱼行动异常时,就会向系统管理人员发出警报,并自动提取水样进行检测。正是这种生物水质监测具有的快速动态反馈性,从而可以及时采取切断饮水供应与否的行动,及时保护水源^[3],为水污染的防止和控制河道流域不发生突发性污染事件起到重要的作用。但是这些在国内尚不普及,需要强化其应用研究。

5.4 生物监测需要标准化

生物监测主要是对毒性的监测,在其过程中会有很多的因素影响生物对毒性反应的灵敏性,不仅要各个测试指标设立置信区间等,还因为各个指标中的每一种都能够影响生物反应,人们有可能将这种影响错误的归因于毒性的差别,所以,我们还需要整个监测过程尽可能做到标准化,还包括标准物质的配备等。

试验的标准化,可以便于对实验结果进行比较总结,在同类的不同实验室中进行多次有用试验并进行结果选择,而且增加了数据的精确度^[4]。

目前,我国生物监测的试验方法标准化程度还不高,现在的试验者还不足以提供可对比的、可重复的、可靠的、有意义的毒性数据。对于监测机构管理者而言,更应该认识到标准化试验的重要性,从而加强试验方法标准化建设的进程。但是过度的标准化有抑止“创新性”工作的可能,也有其危险性。

另外,生物监测方法还需要向整体化和系统化方向发展。

5.5 生物监测需要建立典型生态区域

建立典型生态区域是生物监测质量保证体系中的一项重要内容,因为生物监测指标质量保证体系的确立需要在保证先前研究工作信息有效的前提下进行。为了拥有大量准确的生态数据库信息,应提供一批能够代表最普遍的水生生态系统的典型区域,这一目的可以通过对该区域进行一段时间的监控来实现,该项工作同时对研究长期的水环境生态变化、测定生态群落结构与功能变迁等都有很大的意义。

5.6 发挥监测生物的其他相关作用

监测生物不仅能从总体上综合而连续地监测水体污染的变化与结果,而且参与了水体的自净、污染物质的转化和浓缩富集作用过程。所以,我们可以利用生物对污染物的“作用”,放植专门的培植生物于受污染流域。例如,根据底栖生物对污染的反应特性,可以将其用于恢复区域生物多样性和重建生态平衡。这项应用实际上属于目前国际新兴的学科分支——修复生态学内容,即通过逐步向水域投放各级生物来逐步重建水资源的环境生态平衡。

参考文献：

[1] 田志志,王玉. 谈淮河流域水资源保护对水质监测工作的迫切需求[J]. 江苏环境科技, 1995(3).

[2] 金德美,宋玉珍,刘文君,等. 河流水质监测与评价中的生物学指标研究[J]. 甘肃环境研究与监测, 1995(1):12~15.

[3] Fontaine T D, Stewart D J, Ewards C J. An ecosystem approach to the integrity of the great lakes in turbulent times [A]. Ewards C J, Regier H A(des). Great Lakes Fishery Commission Special Publication 90-4 [C]. Ann Arbor. 1990. 153~168.

[4] 凯恩斯 J. 水污染的生物监测[M]. 曹凤中,于亚平译. 北京:中国环境科学出版社, 1989.

(收稿日期 2003-05-20 编辑 高渭文)

(上接第24页)专家的经验、决策人员的意图及群众的意愿结合起来)知识的综合(自然科学、社会科学、工程学、系统科学、哲学以及计算机科学)决策方法的综合(理性实证与感性推理结合,模拟优化与专家咨询结合)及计算机手段的综合(各种不同的语言交叉使用,各种软件、硬件环境的结合,人脑与电脑通过界面的交互等),在各个相互矛盾的目标间进行冲突分析和调解^[23]。

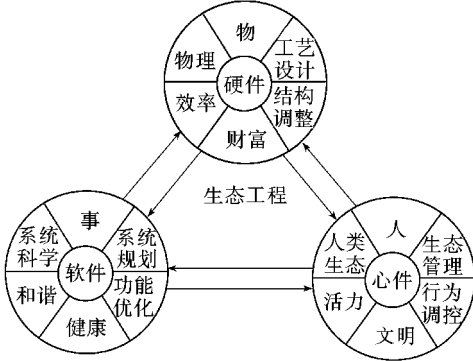


图1 生态工程的硬件、软件、心件相结合

8 政府、科技单位、企业、群众结合

水资源的保护和合理利用生态工程的实施,要以政府为引导与推动(组织、支持),科技为依托和支撑,社会兴办,特别是企业投资、经营、管理,群众参与(参加与实施)。

参考文献：

[23] Wang R S, Yan Jing-song. Integrating hard-ward, soft-ward and mind-ward for sustainable development[J]. Ecol Eng, 1998, 11(1~4): 277~289.

(参考文献 1~17 见本刊 2003 年第 5 期 A49 页 [18~22 见本刊 2003 年第 6 期 A5 页.] (完)

(收稿日期 2003-08-07 编辑 胡新宇)