水源保护林效益评价与补偿机制

张春玲 阮本清

(中国水利水电科学研究院水资源研究所 北京 100044)

摘要 对水源保护林所发挥的各种效益进行全面评价,充分认识水源保护林涵养水源、防洪减灾的功能。同时,提出了公益性投入由政府补偿、非公益性投入由受益区补偿的水源林经济补偿机制。并以北京市密云、怀柔水库为例,具体探讨了水源保护林分类效益评价和效益补偿成本及补偿标准。

关键词 水源保护林 效益评价 经济补偿 密云水库 怀柔水库

中图分类号 F307.2 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2004)02-0027-04

长期以来,水源保护林建设一直存在着“少数人负担、多数人受益,贫困地区负担、富裕地区享受;上游投入、下游得利”等不合理问题。国家、社会乃至群众对水源保护林效益投入补偿不够重视,主要表现在以下几方面:①对水源保护林效益评价不足;②对水源林效益补偿标准缺乏定量核算;③缺乏有关水源保护林效益补偿方面的法律、法规和具体补偿措施;④水源保护林效益宣传力度不够及补偿意识不足。水源保护林建设工程是一项系统生态工程,产生的效益是多方面的,既有生态经济效益,又具有社会效益。本文根据保护林的各项功能分别评价其在各方面的效益,然后综合各方面效益来全面评价水源保护林的效益。

1 水源保护林效益经济评价

1.1 涵养水源效益

水源保护林具有拦截滞蓄天然降水,防止水资源的无效流失,有效蓄积水量的功能。蓄积的水量给下游用水地区带来巨大的社会效益。评价其经济效益有多种方式:①根据等效益计量原则,可以把保护林所涵养的水量换算成水库的储量,以建筑水库的工程造价来定量评价保护林的水源涵养效益。据有关部门测算,1 hm²林地比裸地至少可多储水 3000 m³,若规划建设保护林 10000 hm²,则相当于修建一个蓄水量为 3000 万 m³的水库;②若考虑保护林不同树种的涵养水源能力,则可根据森林水文研究成果,按照有林地土壤比无林地土壤多贮水的能力来计算,多贮水量根据土壤非毛管孔隙度计算。

1.2 保持土壤效益

水源保护林的保持土壤效益体现在其能够阻止土壤的雨水冲刷,有效保护土壤,避免沙土入库造成不必要的损失。对于水源保护林保持土壤效益的价值可通过减少淤塞所带来的价值进行计量,具体可采用替代成本法计算,即以建设拦截保土工程所需要的经费额来计量。

1.3 净化水质效益

根据森林净化水质的机理,可以通过测算降雨林地土壤稳定入渗量并参考自来水厂净化水的价格来评价净化水质的效益。

1.4 社会效益

水源保护林的社会效益体现在林地能够防洪蓄洪、防风阻沙,维护社会的稳定与发展。据国外研究资料表明,森林对洪峰的最大削减量可达 50%。国内研究也提供了类似的证据:林冠、枯枝落叶层和林地可在依次连续降雨中蓄积 70~270 mm 的降水;森林可削减风速 60% 以上,同时可降低风的挟沙能力,阻止风沙的前进。对于水源保护林社会效益的评价具有很大的难度,因其涉及范围广,直接的、间接的受益群很难明确确定。

2 水源保护林效益补偿

2.1 补偿理论及原则

明显地,水源保护林建设产生的效益并非由建设者独自享用,而更多的受益者是未参与林地建设保护与管理的“外部对象”,属于公共效益。水源保护林的建设者与管理者提供了大量的投入成本,但

基金项目:国家自然科学基金重点研究项目(50239090);国家社会公益研究专项资金“首都圈水资源保障研究”;水利部科技创新项目(SCX2001-08)

作者简介:张春玲(1974—),女,新疆石河子人,博士,从事水资源恢复补偿研究。

是效用的消费受益是非排他性的,这部分成本不能到市场上交换,体现不出其价值,也收不回投入成本,从而造成资源的无偿使用和经济损失。

水源保护林建设从某种角度讲,具有公共物品的特性。水源保护林发挥的效益被社会各方面无偿享用,从而导致保护林建设所耗费的成本得不到补偿。在市场经济体制下,这种无法保本的经营自然吸引不了更多的资金投入,也就无法保障保护林的有效供给,因此,政府必须进行干预。

谈到水源保护林的公共物品性,就不得不提到水源林效益的外部性。一般经济学认为外部性是指某人或某单位的经济活动对其他人或单位所产生的非市场性的有利或有害的影响,前者称为外部经济,后者称为外部不经济。也就是说,外部经济的生产者私人收益小于社会收益,外部不经济的生产者私人边际成本小于社会边际成本,因而私人边际收益大于社会边际收益^[1]。水源保护林具有明显的外部经济性,水源保护林所发挥的生态效益,目前社会有关各方从中受益,而且是无偿受益,然而水源保护林的经营者的几乎没有为此得到应有的收益,这就使水源保护林经营者的私人收益大大小于社会收益。如果没有弥补这种差异,在市场经济体制下,不可能使水源保护林达到最佳的供给水平。

水源林效益补偿可按照“谁受益、谁补偿,谁破坏、谁治理”的受益补偿原则,根据实际情况和受益方的经济承受能力实施区别补偿原则,遵循公平效益的补偿原则等建立国家、地方、用水户多层次的合理补偿机制。

2.2 补偿形式与标准

水源保护林可蓄积天然降水以供应受益区用于生产生活,产生巨大的经济效应;同时保护土壤、防风蓄洪,具有极大的社会效应。因此,水源保护林的补偿可以按照功能、作用、对象的不同,实行分层次、分渠道补偿,采取技术经营性内部挖潜地方自我补偿、外部受益对象对口补偿和社会受益国家补偿3个方面。就保护林功能中涵养水源效益补偿,可以根据当地及受益区水资源的利用程度来确定国家、地方、外部受益对象的补偿比例。例如我国北方潮白河流域上游丰宁县公益林涵养水源效益,国家、省、县内及外部受益对象的补偿比例分别为40%,10%,35%,15%^[2],各项功能皆根据受益情况分别确定各方面的补偿比例。

国家、地方政府的补偿可以通过国家或地方财政预算支出给予水源保护林建设管理一定补贴,实现保护林社会效应补偿。外部受益对象对口补偿可以通过用水价格调整,以水作为载体,使水源保护

林的外部成本内部化来实现。将水源保护林的投入管理费用作为水资源开发利用成本,纳入水价成本当中一起核算,这是一种有效的经济补偿形式。

外部受益对象对口补偿标准一方面要考虑受益补偿的原则,另一方面要注重公平与效率原则。受益地区根据经济水平合理负担补偿,地区经济水平不同,其实际支付意愿也有差别。人均国内生产总值是衡量地区经济发展水平最为直接有效的参数,同时可以间接反映地区人们用水的支付意愿。经济发展水平高,人们的收入随之增加,对于用水的支付能力也相应提高。因此,本研究采用地区人均国内生产总值,来确定各地相应的补偿系数。具体做法为:假设受益地区有 n 个,其国内生产总值分别为 g_i ,人口为 $p_i(i=1,2,\dots,n)$,各地区人均国内生产总值占受益全区人均生产总值比例为 α_i

$$\alpha_i = g_i \sum p_i / p_i \sum g_i$$

当 $\alpha_i > 1$ 时,表示该地区经济发展水平高于受益区平均水平; $\alpha_i < 1$ 时表示该地区经济发展水平低于受益区平均水平; $\alpha_i = 1$ 时表示该地区经济发展水平处于受益区平均水平状况。

这样,地区间的经济发展水平得以定量区别。按照公平效益原则,经济水平低的地区适当承担较低的水源林补偿费用,经济水平高的则承担较多的补偿费用。承担比例 β_i 通过各地区人均国内生产总值占受益全区人均生产总值比例系数来确定:

$$\beta_i = \alpha_i / \sum \alpha_i$$

如此,各受益地区对于外部受益对象应承担的水源林效益补偿费用按 β_i 比例分别负担,负担的这部分成本将打入当地水资源开发成本,统一核算水价。

外部受益对象应承担的水源林效益补偿费用随着水费一起征收。征收的水源保护林效益补偿费则设立专门的基金,用于水源林的保护与建设。

3 密云、怀柔水库水源保护林效益分析

密云水库于1960年9月正式建成,库区占地2.2万 hm^2 ,最大库容43.7亿 m^3 ,相应水面面积为1.88万 hm^2 。怀柔水库1958年建成,库容1.7亿 m^3 。密云水库是首都城市生活用水重要水源,其供水量占北京城市生活用水的80%,怀柔水库是重要的调剂蓄水库,搞好两库流域水源保护林建设具有十分重要的意义。

密云、怀柔水库上游水源保护林工程地跨密云、怀柔、延庆和昌平4个县,西起延庆县白河堡、大庄科,昌平县黑山寨;东到密云县新城子、大城子;南到

密云、怀柔水库林场。总面积 44.98 万 hm^2 , 占全市总面积的 27%。范围共 39 个乡镇, 8 个林场, 总人口 40.51 万, 按水库集水区统计, 密云水库上游为 37.54 万 hm^2 , 怀柔水库上游为 7.44 万 hm^2 [3]。

3.1 密云、怀柔水库水源保护林效益评价

3.1.1 涵养水源价值

根据北京市林业局和北京林业大学合作研究结果 [4] 可推算, 密云、怀柔水库水源保护林的蓄水能力为 4275.6 万 t。其中密云水库水源保护林蓄水能力为 3568.4 万 t, 怀柔水库水源保护林蓄水能力为 707.2 万 t。由于水源保护林的存在, 使两座水库上游北京市境内的蓄水能力增加了 3105.3 万 t。按照 1m^3 水的替代价值 0.2 元计算, 则水源保护林年蓄水效益可达 621 万元。

3.1.2 防洪蓄洪价值

据北京市水源保护林试验站在密云水库水源保护林区域内测定, 水源保护林土壤蓄水量为 44563 t/km^2 , 比荒草地 9230 t/km^2 增加 35333 t/km^2 。密云、怀柔水库水源保护林有效蓄洪量为 1.65 亿 m^3 , 林地与无林地相比净增加有效蓄洪量, 即蓄洪效益为 9869 万 m^3 , 相当于 9869 万 m^3 的防洪蓄洪库容。以建设单位库容所需要的经费额作为标准, 来计量保护林的防洪蓄洪价值, 目前单位库容的造价为 3.15 元/ m^3 , 则两库水源保护林的防洪蓄洪价值约为 31087 万元。

3.1.3 保持土壤价值

按试验研究分析计算标准, 水源保护林防止土壤侵蚀量平均指标为 335.75 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 林地防止土壤年侵蚀量与年降水量无关。由于水源保护林的作用, 两库上游北京境内平均每年防止土壤侵蚀量 68.85 万 t。若没有水源保护林, 就要修建各种拦截保土工程以防止水土流入水库, 保持土壤效益可用替代成本法计算。按基建建设标准, 每拦截 1m^3 土壤的工程投资为 3.8769 元(按 1990 年不变价格) 因此, 密云、怀柔两水库的保持土壤价值为 267 万元。

3.1.4 净化水质价值

水源保护林通过林地土壤的渗透吸附作用, 对净化水质也起到明显作用。这个过程能降低水体中化学需氧量、生物需氧量、有机污染物及氨氮等对人体有害的物质。由于水源保护林面积不断扩大, 许多流入密云、怀柔水库的河溪, 已从过去的黄水变成清水, 一些断流多年的泉水也恢复涌流。10 年来, 两库水体质量连续保持 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》II 级标准, 并不断改善。经计算, 每年通过降雨水源保护林地土壤的稳定渗入量为 5554.1 万 t, 以此来评价林地净化水质的效益, 据资

料 [3] 水源涵养林净化水质的价格为 2.5701 元/ m^3 , 密云、怀柔水库水源保护林净化水质的价值为 14274.5 万元。

综上所述, 密云、怀柔水库 44.98 万 hm^2 水源保护林发挥的效益, 每年仅涵养水源、防洪蓄水、保持土壤、净化水质方面效益可共创价值为 46249.5 万元。

3.2 密云、怀柔水库水源保护林效益补偿

密云、怀柔水库水源保护林产生的效益是多方面的, 既有经济效益, 如蓄水、净化水质等, 又具有防洪减灾、保土固沙等重大的社会公益性效益。

水源林发挥的效益对受益群体来讲是非排他性的, 同时部分效益的享用也不具有竞争性, 充分体现了水源林的公共效益特性。对于公共效益, 受益群体很难明确界定, 难以实现水源保护林这部分费用的回收。为保障水源林保护效益的正常持续发挥, 由政府来负担补偿水源林公益性效益。

而对于水源林产生的经济效益, 受益对象明确。密云、怀柔水库水源林经济效益的受益者为以水库为用水水源的北京市城市居民、工矿企业、机关事业单位等等。对于受益对象明确的效益, 应由受益对象来承担补偿, 具体体现在水价上。

综合上述内容, 根据水源保护林的功能效益选择适当的补偿形式是促进水源林保护建设的有效途径。水源保护林建设的补偿应当按照功能、作用、对象的不同, 实行分层分渠道补偿。采取外部受益对象对口补偿、社会受益政府补偿两方面共同负担的补偿方式 [2]。

根据对密云、怀柔水库水源林效益价值的评价, 水源林在发挥防洪固土等方面的社会公益性效益占评价总效益的比例约为 68%。这部分效益由中央及北京市政府共同予以补偿。补偿方式可以采取对密云、怀柔两县进行财政补贴。根据统计, 每年密云、怀柔水库向北京市工业及城镇供水约 112000 万 m^3 , 相当于政府对用水提供 0.280 元/ m^3 的水源林建设保护政策性补偿成本。国家及地方政府对水源林公益性效益的这部分补偿费用列入当年财政预算收支, 用于进一步实施水源林保护建设。

密云、怀柔水库水源保护林发挥的蓄水、净化水质的外部经济效益约为 14896 万元。水源林的这部分效益由外部受益区用水户承担。由于两水库水源林建设的外部受益区全部为北京市的用户, 为单一行政区受益。根据补偿形式, 为弥补不同行政区受益区经济发展的不平衡, 站在国家的角度, 应当考虑行政区间的经济差别合理负担补偿费。对于同一行政区内用水户应公平承担相应的补偿费用, 区内经济不平衡带来的负担不平由政府通过各种补贴措

施来协调。因此,北京市用水户应当承担起每年14896万元的密云、怀柔水库水源林受益补偿额,这部分补偿费用应成为供水的成本费用。每年密云、怀柔水库向北京市供水112000 m³用于工业及城镇生活,则用户水价中应包含0.133元/m³的水源林建设保护补偿成本。即用水户补偿水源林经济效益以用水量的多少来衡量,补偿标准为0.133元/m³。

表1 密云、怀柔水库水源林效益补偿成本

补偿形式	补偿标准/(元·m ⁻³)
政策补偿成本	0.280
经济补偿成本	0.133
总补偿成本	0.413

中央及北京市政府政策性投资对水源区效益补偿以及受益区用水户向水源区实施的经济补偿是保障水源林建设持续进行的资金来源。根据上述结果,即每年水库供水能获得0.413元/m³的补偿费用。

水源保护林建设属于对水资源实施的保护措施之一,其投入成本应计入资源成本,补偿费则随水费的征收一起收取。征收的补偿费建立专户储存,专款专用,主要用于水源林的再建设、保护与管理。并

(上接第14页)一定程度上会减轻地下水污染的潜在可能性,但由于农药在环境中的影响行为在许多方面仍然是未知领域,各国在农药污染的控制方面仍然着重于预防。

在农药的使用上,除了切实执行使用高效、低毒、低残留农药的方针,严格执行GB4245—89《农药安全使用标准》中的规定外,还要对使用量、施用方式、环境中的残留等进行全过程监测,并且要在植保专家的指导下进行。根据欧盟的研究成果,对农药对地下水的污染更多的是立足于预防,而不是治理,因此,农药的使用需考虑其物理化学性质。表3中列举了农药污染物在地下水中的一般特性的限制值。本文建议在农药的选用上应充分了解其物理化学性质,使用各种指标都在限制值内的农药。

表3 农药在地下水中的主要物理化学性质^[4]

特征	指标限制值
水中溶解度	> 300 mg/L
亨利常数	< 10 Pa·m ³ /mol
水解半衰期	> 25 周
光解半衰期	> 1 周
土壤吸附系数 K _d	< 1~5 (通常 < 1~2)
有机碳吸附系数 K _{oc}	< 300~500 cm ³ /g
土壤有氧同化半衰期	> 2~3 周
田间分解半衰期	> 2~3 周
淋溶深度	> 75~90 cm

组织强有力的监督管理体系,加强水源林的保护和建设。

4 结 语

在水资源日益短缺的今天,开源与节流成为解决水资源短缺问题最有效的,而且是首选的手段之一。重视水源林保护,加大林地建设投入,同时合理偿付水源林产生的效益,是保障持续水源的客观要求。对此,目前尚缺乏合理有效的效益补偿方式与标准,建议有关部门出台有关水源林效益合理补偿的相关制度,以保障水源林可持续发挥效益。

参考文献:

[1] 马中. 环境与资源经济学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.

[2] 丛兴武, 张雪峰, 陈伟民. 浅析丰宁县公益林补偿机制及所发挥的重要作用[J]. 河北林业科技, 2001(1): 46~49.

[3] 密云、怀柔水库水源保护林建设[OL]. <http://www.bjfb.gov.cn/PAGING.ASP>, 2002-05-22.

[4] 廖浪涛, 丁胜, 吴水荣. 密云水库水源涵养林生态效益的评价与补偿[J]. 林业建设, 2000(6): 19~22.

(收稿日期 2002-07-03 编辑 高渭文)

4 结 语

针对我国目前农药在环境中行为的研究相对欠缺、现场资料较少的状况,本文试图作出农药对地下水影响的宏观评价,以期对类似建设项目农药对地下水影响评价起到借鉴作用。

由于目前农药种类多,而其在土壤中的行为研究较少,一些研究成果很难用于指导生产实践,因此建议加强这方面的研究。

参考文献:

[1] Michael R B. The environmental impact of pesticide degrades in groundwater[A]. Herbicide Metabolites in Surface Water and Groundwater[C]. ACE symposium 630, 1995.

[2] 林玉锁, 龚瑞忠, 朱钟林. 农药与生态环境保护[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000. 171~180.

[3] 莫汉洪. 农药环境化学行为论文集[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 1~23.

[4] Barcelo D. Trace determination of pesticides and their degradation product in water[M]. New York: Elsevier Science, 1997. 15~61.

(收稿日期 2002-10-22 编辑 高渭文)