

水源涵养林 效益计量评价 及工程建设 技术对策研究

周学安 主编

727.21
Z 729

中国林业出版社

水源涵养林效益计量评价 及工程建设技术对策研究

周学安 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水源涵养林效益计量评价及工程建设技术对策研究/周学安主编.
—北京: 中国林业出版社, 1998. 9
ISBN 7-5038-2095-0

I. 水 II. 周… III. ①水源涵养林-效果-评价 ②水源涵养林-建设-管理 IV. S727-215

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 23564 号

中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

北京林业大学印刷厂印刷 中国林业出版社发行

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 4.5

字数: 109 千字 印数: 1~550 册

定价: 10.00 元

参编单位：

沈阳农业大学林学院
辽宁省国有林场管理局
辽宁省经济林研究所
辽阳市林业局
新宾县林业局
辽阳县林业局
草河城林场
上夹河林场
哈达林场

前 言

本书是一项科研课题的研究成果。这个课题是辽宁省“八五”重点项目——东部山区水源涵养林建设研究的课题之一。整个项目还包括造林、森林经营、可持续利用、地理信息等课题。由于本课题不再列入“九五”延续项目内容，课题组考虑到本课题自身的独立性及时效性，并结合当前林业正在起步中的森林分类经营的实际需要，为加深人们对公益林（水源涵养林、水土保持林、防风固沙林、科学实验林、物种保护、环境林等）诸多效益的量化理解，提高全社会对公益林科学评价及客观价值的认识，掌握公益林工程建设必要的技术质量对策与管理对策，认为水源涵养林乃防护林中极为重要的林种，现仍被列为公益林之首，除主体上发挥涵养水源之效能外，同时也程度不同地涵盖了其它防护林的诸多效能，所有效能最终又必须要体现为效益。因此，尽快将此成果推向社会，不仅具一定学术意义，更具广泛的实际意义。它至少能起抛砖引玉的作用。课题组愿意接受全国林业系统各界人士（包括教学、科研、管理、生产各界人士）的共同鉴定。企求逐步取得共识，以推动公益林建设的顺畅发展。

辽宁水源涵养林建设总体布局均在东部山区^①。含辽东中低山地的全部及辽东半岛低山丘陵的北半部（千山以东，岫岩以北），西跨灯塔、辽阳两县。具体分布于丹东、抚顺、本溪、鞍山、铁岭、辽阳6个市，凤城、宽甸、顺城、新宾、清原、抚顺、本溪郊区、桓仁、本溪、岫岩、开原、西丰等14个区县。林业用地

^① 基本数据详见附录6中附表1~7。

总面积 319.03 万 ha, 其中有林地 246.84 万 ha, 现有森林覆盖率 50.7%, 布设水源涵养林面积为 115.4 万 ha, 占有林地面积的 46.7%。在整个水源涵养林布设区域内, 有老秃顶子 (1367m)、四方顶子 (1270m)、黑山 (1181m)、摩离红山 (1013m)、摩天岭 (969m)、凤凰山 (836m) 六座大山, 分布于桓仁、凤城、新宾、辽阳、本溪五个县。水系主要属于辽河流域, 主要支流浑河、太子河、东南有鸭绿江、浑江、濛河、大洋河, 主要分支水系均流贯于东部山区。主要支流有寇河、清河、紫河、汎河、苏子河、碱厂河、碾盘河、细河、汤河、兰河、富尔河、大雅河、蒲石河、草河、八道河、哨子河等 23 条。各大水系、支流上已建成大伙房、清河、紫河、榛子岭、参窝、桓仁、汤河、南城子、回龙、太平哨、土门子、水丰 12 座大型水库以及英守、腰堡、红升、刘山、上李、后楼、三道、八一 8 座中型水库并已全部发挥功能, 需要永久性生物维护。上述资源、山、水系条件及水库建设均说明在辽宁东部进行大规模水源涵养林既必需、又适时, 且有得天独厚的条件。

此课题由沈阳农业大学林学院主持, 辽宁省、市、县林业主管部门以及部分国有林场共 10 个单位参加合作, 有 14 名高中级科技人员组成研究组, 齐心协力, 奋搏三年多时间 (1992 年 3 月~1995 年 10 月) 终于完成这一成果。现以出版书籍的形式推向社会。旨在对辽宁省乃至全国范围内以水源涵养林为主的各种防护林的建设的正确评价, 理顺投入产出经济关系, 提供可靠的理论与实践依据, 以及可操作的借鉴样板。但由于我们的学术水平, 实践知识有限, 谬误之处在所难免。热忱欢迎广大读者给予批评指正。

编 者

1998 年 6 月 23 日于沈阳

目 录

前言

一、辽宁东部水源涵养林效益计量指标体系及评估模型 ...	(1)
1. 水源涵养林属于森林生态系统的基石	(1)
2. 水源涵养林效益计量	(2)
3. 水源涵养林评估模型	(13)
4. 水源涵养林功能价值估算	(21)
二、不同类型水源涵养林效益估算值	(27)
1. 水源涵养林工程建设途径及林地分配	(27)
2. 不同建设类型的水源涵养林可利用功能的分析	(29)
3. 不同建设类型的水源涵养林的评价模型及计算	(31)
4. 水源涵养林建成后效益总估价	(33)
三、水源涵养林工程建设投入产出分析	(36)
1. 概述	(36)
2. 营林生产成本现状	(37)
3. 水源涵养林成本分析	(38)
4. 投入产出分析	(41)
四、水源涵养林工程建设的可行性论证及工程建设程序 ...	(49)
1. 概要	(49)
2. 项目背景	(49)
3. 社会的需求	(52)
4. 建设规模及布设	(53)
5. 费用估算	(55)
6. 经济评价	(55)

7. 建设基本程序	(58)
五、水源涵养林工程建设资金管理方案	(66)
1. 资金预算管理	(66)
2. 资金筹集管理	(68)
3. 建设资金管理	(69)
4. 资金循环管理	(72)
六、水源涵养林工程建设技术质量管理	(76)
1. 有关技术问题	(76)
2. 水源涵养林工程建设全面质量管理	(81)
七、水源涵养林工程建设管理对策	(89)
1. 工程建设必须采取强有力的行政管理手段	(89)
2. 工程建设必须实行统一领导，分级管理	(90)
3. 工程建设应全面实行目标管理	(91)
4. 协调对策	(94)
5. 管理对策	(96)
八、附 件.....	(100)
1. 水源涵养林效益计量评价及工程建设技术对策研究 实施方案	(100)
2. 1992 年度工作总结	(103)
3. 1993 年度工作总结	(107)
4. 1994 年度工作总结	(111)
5. 1995 年度工作总结	(118)
6. 附表	(122)

一、辽宁东部水源涵养林效益 计量指标体系及评估模型

1. 水源涵养林属于森林生态系统的基石

水源涵养林是森林分类中被划为大林种之一——防护林范畴的森林。无论是天然原始状态的、次生的或营造的这种森林，均是以木本植物为主体的森林植物群落自然组合成的一个生物系统（此时它包含了森林区域内的全部植物、动物和微生物）。这个生物系统又可称为有机生命系统。它与相适应的周边环境因子（土壤、大气等）组成的无机物理系统合成一个统一整体。因此，一片森林，不论其规模大小，都代表着一定范围内的一个森林生态系统。被划为防护林种的森林，它是通过以木本植物为主体的生物群落各自生命活动的生理机制与地域内外所涉及的环境因子（诸如大气、太阳辐射、水分、土壤等）进行有序、有效的能量交换、流动及物质循环，直接对森林区域内及周围环境起保护稳定和预防突变及缓冲作用，最终为人类及社会的生存和发展服务。由此看出，防护林的实质是旨在为实现一定范围内相对稳定的生态环境而被划定和运行的森林。

水源涵养林，是防护林种的一个分支，但它是一个极为重要的分支，这是因为它主要支撑着环境系统中与一切生命物质息息相关，一切社会生产活动又不可多寡的水资源的调节与平衡的功能。又因为它地处水源源头周围、又踞海拔高处，不仅起养水蓄水清泥作用，同样起防风护坡固土作用，兼具其它防护林分支的功能。又鉴于它属于高位治水，是治本的焦点。所以，水源涵养

林作为森林，它自身即为一个森林生态系统，而从它所支撑的环境要素及所居地理位置看，它又可堪称为森林生态大系统中的重要基石。

2. 水源涵养林效益计量

2.1 水源涵养林效益

森林的效益通常表现在生态、社会、经济三个方面。从防护林角度而言，其生态效益无疑将是第一位的，但也并不排除客观存在的社会与经济效益。而水源涵养林则是以水循环平衡为主要功能特征，又兼具其它防护林分支的一些生态功能，因此，其效益表现更为突出。

2.1.1 生态效益

水源涵养林的生态效益主要表现在对森林区域内降水的分配及森林流域地区的水量调节与平衡。它通过林冠截留、枯落物吸收，森林土壤渗透及滤清作用，可以缓冲因集中降水而造成的巨大地表径流，补充江河水库水量，最大限度地保持水土；通过林木根、茎的输导，枝、叶的呼吸蒸腾挥发作用，以及林地的蒸发，向空间提供水湿，缓解干旱，调节大气环流。此外，由于它经营期最长（自然成熟），林分平均高及平均根、冠幅最大，枝叶最丰茂等特点，又决定了它还具有其它防护林的多种生态功能得以最充分的发挥。诸如，释 O_2 功能，洁净空气（吸收 CO_2 及有害气体），减缓风力，吸引鸟兽，稳固生物圈、食物链等，可以这样说，在防护林中唯水源涵养林的生态效益最为显著。

2.1.2 社会效益

水源涵养林的社会效益，首先表现在能给社会增强安全感，即造一片水源林可保一方社会平安，减免由于水患或旱情给社会造成的灾难性损失（财产损失和精神损害）；第二，由于建设水源林

必始于源头，源头覆青山，必使流域淌碧水，可以为工农业生产及人民生活提供优质用水；第三，鉴于森林具有对大气的滤清和增氧作用，因而可以极大地提高流域地区大气空间的环境质量，为社会发展提供洁净的空间；第四，由众多树种组成的大片森林地带，随物候季相的变化，必将把林海绿涛点缀得绚丽多彩、娇艳动人，无形中又极大地润泽了自然景观；第五，鉴于水源涵养林对规模及周期有着特殊苛求，决定了它又能为社会提供最稳定最长期的保健疗养功能。

2.1.3 经济效益

水源涵养林的经济效益体现在三个方面：一是森林区域内所能收获的物质产品的净收益，这在用材、经济、薪炭林中称为直接效益，而从水源涵养林角度则属辅佐间接性效益。它包括防护成熟更新时所获取的木材净收益；在相对稳定的林分中所获取丰富、稳定的多种林副、林特产品（指由林内动植物资源转化而来）净收益；在新造林地上实施短期林粮、林草间种或林牧混作的农牧产品净收益。二是由生态效益经计量而转化成的经济收益，它在水源涵养林中则应称为直接效益。它包括因森林具储水蓄水功能、减少地表径流，变害为利而为社会增加供水量的经济收益；因林木根系紧缚土壤而产生固土保肥作用的免损受益；因森林蒸腾对地域空间起保湿调温作用而带来的经济收益；由于林分迎堵抗御大风给地区带来减风消灾的经济节约额；因森林植物释 O_2 而增加空气供 O_2 量的经济收益；因森林植物吸收 CO_2 及有害气体起空气滤清作用的经济收益；因森林环境给生物种群创造生活繁衍条件而产出招引作用，导致鸟兽增殖的经济收获。三是由社会效益经计量而转化成的经济收益，它在水源涵养林中也属辅佐间接性效益，它包括因森林土壤对地表下渗水层之过滤而净化水质产生的经济效益；因森林景观带来的旅游效益；因森林环境引来的森林保健及森林疗养产生的净收益。上述三个方面十余种效

益的总和在理论上应确认为水源涵养林总的经济效益。事实上我国就当前科技、经济实力而言，尚难以确认这种理论型的全部的经济效益的计算。

2.2 水源涵养林效益计量指标体系

水源涵养林效益计量指标的确定则应对应于其总效益与诸多分支效益，可以由四级指标组成体系。其Ⅰ级指标，为总指标称聚合指标（也即总效益指标）1个，Ⅱ级指标为分类指标，又称性质指标（也即分效益指标）3个，Ⅲ级指标为具体指标，又称体现指标（也即准效益指标）共16个，Ⅳ级指标为结构指标，又称效益构成指标（也即计算效益的基础指标）计49个。总计为69个指标。

2.2.1 Ⅰ、Ⅱ级聚合指标体系

设Ⅰ级总指标为 Z ，Ⅱ级分类指标分别为 ZA 、 ZB 、 ZC ，则聚合体为 $Z=ZA+ZB+ZC$

指标名称分别为：

Z 总效益计量值；

ZA 直接（生态）效益计量值；

ZB 间接（社会）效益计量值；

ZC 间接（经济）效益体现值。

2.2.2 Ⅲ、Ⅳ级具体指标体系

设Ⅲ级指标分别为 $ZA_a \cdots ZA_g$ ， $ZA_a \cdots ZB_c$ ， $ZA_a \cdots ZC_c$ 。

ZA 中下列指标：

ZA_a 因减少地表径流而减免损失的值；

ZA_b 因重力水下渗流出补充江河库水量的增益值；

ZA_c 因蒸发散出水气补充大气湿度的增益值；

ZA_d 因森林覆盖调节气温的增益值；

ZA_e 因森林植物根系固土而免遭损失的节支值；

ZA_f 因固土而保护土壤肥力免遭损失的节支值；

ZA_a 森林防风降风而消减灾害的经济节约值;

ZA_b 森林释 O_2 增加大气中 O_2 的增益值;

ZA_c 森林植物吸收 CO_2 免受酸雨危害的效益值;

ZA_d 森林增加生物种群而引发的增益值。

ZB 下列指标:

ZB_a 因森林土壤层滤清作用而提高水质的增益值;

ZB_b 因森林吸附有害气体、物质而引发保健疗养的增益值;

ZB_c 因森林景观产生的森林旅游增益值。

ZC 下列指标:

ZC_a 森林防腐更新木材收益值;

ZC_b 林内除木材以外的多种林副产品、林特产品收益值;

ZC_c 新造林地混作的农林产品收益价值。

2.2.3 III、IV级间基础指标构成体系

设IV级指标为如下所示:

ZA_a 指标由 ZA_{a1} 、 ZA_{a2} 、 ZA_{a3} 构成:

ZA_{a1} 森林植物冠茎截留涵水量转换的减损值;

ZA_{a2} 森林枯落层(含死地被物)涵水量转换的减损值;

ZA_{a3} 林地土壤涵水量转换的减损值。

ZA_b 指标由 ZA_{b1} 、 ZA_{b2} 构成:

ZA_{b1} 重力水流出调节江河流流量转换的减损受益值;

ZA_{b2} 重力水流出增加水库储量转换的减损受益值。

ZA_c 指标由 ZA_{c1} 、 ZA_{c2} 、 ZA_{c3} 构成:

ZA_{c1} 森林植物冠茎截留水物理蒸发增湿受益值;

ZA_{c2} 森林植物生理蒸腾量增湿受益值;

ZA_{c3} 森林蒸发量增湿受益值。

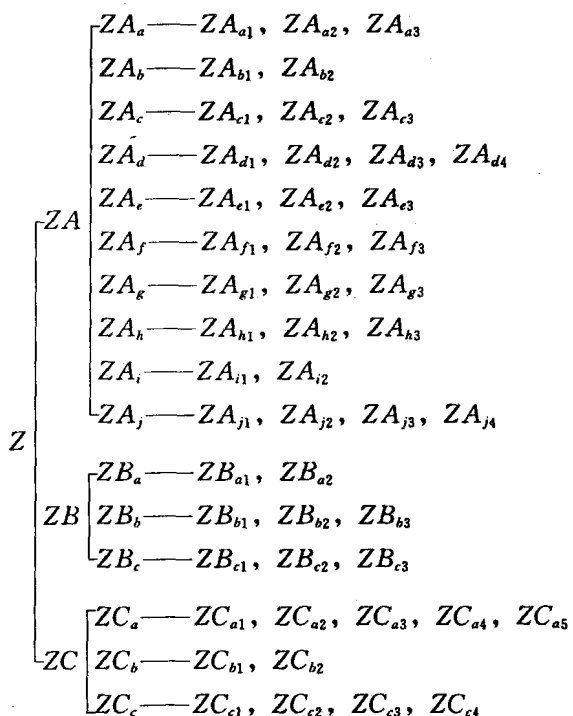
ZA_d 指标由 ZA_{d1} 、 ZA_{d2} 、 ZA_{d3} 、 ZA_{d4} 构成:

ZA_{d1} 低温季节森林增温效应受益值;

- ZA_{d2} 高温季节森林降温效应受益值；
- ZA_{d3} 大气绝对低温时森林调温增产受益值；
- ZA_{d4} 大气绝对高温时森林调温增产受益值。
- ZA_e 指标由 ZA_{e1} 、 ZA_{e2} 、 ZA_{e3} 构成：
- ZA_{e1} 森林根系单位面积固土量；
- ZA_{e2} 固土面积；
- ZA_{e3} 治理单位土量费用。
- ZA_f 指标由 ZA_{f1} 、 ZA_{f2} 、 ZA_{f3} 构成：
- ZA_{f1} 固土面积土重；
- ZA_{f2} 单位土重中 N、P、K 保有量；
- ZA_{f3} N、P、K 平均单价。
- ZA_g 指标由 ZA_{g1} 、 ZA_{g2} 、 ZA_{g3} 构成：
- ZA_{g1} 森林防风有效面积中年均受有害风次数；
- ZA_{g2} 受益区每次风力平均降级；
- ZA_{g3} 致害风力每级平均破坏损失值。
- ZA_h 指标由 Z_{h1} 、 Z_{h2} 、 Z_{h3} 构成：
- ZA_{h1} 单位森林面积平均 O_2 量；
- ZA_{h2} 水源林面积；
- ZA_{h3} 人工制 O_2 最低单位成本。
- ZA_i 由 ZA_{i1} 、 ZA_{i2} 构成：
- ZA_{i1} 森林吸收 CO_2 量；
- ZA_{i2} 工业装备治理 CO_2 单位费用。
- ZA_j 由 ZA_{j1} 、 ZA_{j2} 、 ZA_{j3} 、 ZA_{j4} 构成：
- ZA_{j1} 兽类资源增益值；
- ZA_{j2} 飞禽资源增益值；
- ZA_{j3} 微生物资源增益值；
- ZA_{j4} 植物资源增益值。
- ZB_a 由 ZB_{a1} 、 ZB_{a2} 构成：

- ZB_{a1} 工业用水滤清费用;
 ZB_{a2} 民用水每升等差价。
 ZB_b 由 ZB_{b1} 、 ZB_{b2} 、 ZB_{b3} 构成:
 ZB_{b1} 森林健身、练功设施净收益;
 ZB_{b2} 森林疗养设施净收益;
 ZB_{b3} 接待森林浴净收益。
 ZB_c 同 ZB_{c1} 、 ZB_{c2} 、 ZB_{c3} 构成:
 ZB_{c1} 森林景观净收益;
 ZB_{c2} 森林旅游设施地租收益;
 ZB_{c3} 综合服务净收益。
 ZC_a 由 ZC_{a1} 、 ZC_{a2} 、 ZC_{a3} 、 ZC_{a4} 、 ZC_{a5} 构成:
 ZC_{a1} 防护成熟林分活立木总量;
 ZC_{a2} 分树种出材率;
 ZC_{a3} 分树种、材种单位木材价格;
 ZC_{a4} 采运成本;
 ZC_{a5} 更新成本。
 ZC_a 由 ZC_{b1} 、 ZC_{b2} 构成:
 ZC_{b1} 林副产品采集加工净收益;
 ZC_{b2} 林特产品收获加工净收益。
 ZC_c 由 ZC_{c1} 、 ZC_{c2} 、 ZC_{c3} 、 ZC_{c4} 构成:
 ZC_{c1} 林粮间种净收益;
 ZC_{c2} 林果间种净收益;
 ZC_{c3} 林草间种净收益;
 ZC_{c4} 林与放牧净收益。

2.2.4 指标体系组成



2.2.5 指标计算公式

2.2.5.1 ZA_a 计算公式

$ZA_a = ZA_{a1} + ZA_{a2} + ZA_{a3}$ 。设 Q_J 为冠茎截留水量； U_i 为枯落物有效拦蓄量； T_{su} 为土壤蓄水量； P 为水资源单价。

$$\text{则 } ZA_a = Q_J \cdot P + U_i \cdot P + T_{su} \cdot P = (Q_J + U_i + T_{su}) \cdot P$$

其中 $Q_J = D_g - (G_l + D_d + Z_j)$

$$U_i = (0.85Z_d - Z_o) \cdot K_l$$

$$T_{su} = 1000 \cdot [T_c \cdot f_m (\%) - S]$$

式中 D_g 大气降水量； G_l 降落林地水量； D_d 冠部滴落水量； Z_j 蒸干流下水量； Z_d 最大持水率 (%)； Z_o 平均自然含水率 (%)；

K_l 枯落物累积量 (t/ha)。 T_e 土壤层厚度； f_m (%) 非重细管孔隙度； S 束缚水量。

$$\text{因此 } ZA_a = ZA_{a1} + ZA_{a2} + ZA_{a3} = (Q_j + U_i + T_{su}) \cdot P$$

2.2.5.2 ZA_b 计算公式

$ZA_b = ZA_{b1} + ZA_{b2}$ 。设 W_{gz} 为重力水留入江河受益值； W_{gs} 为重力水流入水库受益值。

$$\text{则 } W_{gz} = (T_{su} - T_{zf}) \cdot Z_{x1} (\%) \cdot P_1$$

$$W_{gs} = (T_{su} - T_{zf}) \cdot Z_{x2} (\%) \cdot P_1'$$

$$ZA_b = ZA_{b1} + ZA_{b2} = W_{gz} + W_{gs}$$

式中 T_{su} 土壤蓄水量； T_{zf} 土壤蒸发量； Z_{x1} (%) 流入江河水比重； P_1 江河水资源单价。 Z_{x2} (%) 流入水库比重； P_1' 库容水单价。

2.2.5.3 ZA_c 计算公式

$ZA_c = ZA_{c1} + ZA_{c2} + ZA_{c3}$ 。设 E_T 为气湿资源总量； K_{zf} 为林冠截留水物理蒸发量； L_{zf} 为森林植物生理蒸腾量； T_{zf} 林地土壤蒸发量； P_2 气湿资源单价。

$$\text{则 } K_{zf} = Q_j - Q_s$$

$$L_{zf} = T_w \cdot (H_s + 0.7H_c) \cdot 7.5^{-0.4} \cdot M \cdot \mu$$

$$T_{zf} = (E_T - K_{zf} - L_{zf}) \cdot P_c$$

式中 Q_j 冠茎截留水量； Q_s 冠叶吸收量。 T_w 蒸腾速度； H_s 晴日时数； H_c 阴日时数； M 单株鲜叶重； μ 株数密度。

$$E_T = D_g / [0.9 + (D_g/E_o)^2]^{1/2}$$

$$E_o = 300 + 25T_o + 0.05T_o^3 \quad T_o \text{ 为年均气温}$$

$$\text{因此 } ZA_c = (K_{zf} + L_{zf} + T_{zf}) \cdot P_1'$$

2.2.5.4 ZA_d 计算公式

$ZA_d = ZA_{d1} + ZA_{d2} + ZA_{d3} + ZA_{d4}$ 。设 DJS 为低温减损； KJS 为高温减损； $GDJS$ 为绝对低温减损； $GKJS$ 为绝对高温减损； ZQ 常温产量； DQ 为低温产量； KQ 为高温产量； GDQ 为绝对低温产