

# 水库集水区水土资源合理开发利用模式的研究

赵会林<sup>1</sup>, 何俊仕<sup>2</sup>, 鲁新蕊<sup>3</sup>

(1. 中水东北勘测设计研究有限责任公司, 长春 130021; 2. 沈阳农业大学, 沈阳 110161; 3. 中国农业大学, 北京 100094)

**摘 要:** 集水区是水库主要的集水单元, 研究水库集水区水土资源合理开发利用可以有效的保护好集水区及库区的良好生态环境, 涵养水源, 为集水区、水库及其下游城市提供充足洁净的水源。苏子河流域是大伙房水库及辽宁中部城市群的主要水源涵养区和水源供应地。主要根据苏子河流域的具体情况, 在保护水质、涵养水源的目标要求下, 研究适合集水区水土资源合理开发利用的模式, 给出开发利用措施合理性的分析模型, 并提出流域开发的建议。

**关键词:** 水库集水区; 水土资源; 合理开发利用; 苏子河流域

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0246-03

## Model Research on Water and Soil Resources Development and Utilization in Reservoir Catchments

ZHAO Hu+lin<sup>1</sup>, HE Jun-shi<sup>2</sup>, LU Xin-rui<sup>3</sup>

(1. China Water Northest Investigation, Design and Research Co. Ltd., Changchun 130021, China;

2. Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China;

3. China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract:** Water catchments are the important unit of reservoir water collecting, the reasonable development and utilization of water and soil resource in them will have great significance on protecting ecological environment self restraining water head and providing sufficient and purified water for reservoir and downstream cities. Shuzi River is the main water head and water providing area for Dahuofang reservoir and cities in Liaoning central part. Based on the condition of Shuzi River, under the leading aim of protecting water quality and water head, the reasonable development and utilization model of water and soil resources is researched, giving the developed and utilized reasonable analysis models and putting forward the suggestions on the river development.

**Key words:** reservoir catchments; water and soil resources; reasonable development and utilization; Shuzi River

水土是生命之源, 人类的生存与发展都离不开水土资源。集水区是水库蓄水的主要来源地, 集水区生态环境的破坏会直接影响水库综合效益的发挥。集水区水土资源的合理开发利用, 可以有效的保护集水区及水库的良性生态环境, 涵养水源, 促进库区的整体发展。

### 1 水库集水区的概念

集水区是指降水汇流排出的地形单元, 它以分水岭为界, 以排水路(沟、坑、川、溪、河)为枝干, 四周地势高而向排水系统倾斜的区域, 是地表生物活动的地理单元<sup>[1]</sup>。

简而言之, 水库集水区就是以分水岭为界, 以入库河流的干或支流最上端为起点, 以径流的入库点为止点, 汇集降水、集蓄径流的闭合区域。水库集水区环境建设的好坏, 会直接影响水库水质的状况, 进而影响水库综合效益的发挥。

### 2 研究水库集水区水土资源合理开发利用的目的意义

水库集水区生态环境的破坏已严重影响了集水区的生

产生活及水库的综合效益的发挥, 水土资源的流失制约了经济的发展。为搞好集水区的环境建设, 延长水库使用寿命, 更好地发挥水库的综合作用, 就必须对水土资源进行合理的开发和利用, 研究适合流域建设的水土资源合理开发利用的模式, 保证流域的正常发展, 为集水区、库区及其下游提供满足要求的水源。水资源的合理开发和利用, 可以有效的保护好集水区及库区的良好生态环境, 保持水土, 涵养水源, 保证充足洁净的水源, 取得更大的经济、社会和生态效益, 促进社会的可持续发展。研究水库集水区水土资源合理开发利用具有现实的战略意义。

### 3 苏子河流域水土资源合理开发利用模式

苏子河流域位于大伙房水库上游, 是大伙房水库的主要集水区, 也是大伙房水库及辽宁中部城市群的主要水源涵养区和水源供应地。特殊的地理位置和资源条件, 决定了苏子河流域涵养水源、保护水质, 维持一个良好的生态环境的重要性, 也体现了对苏子河流域水土资源合理开发利用的迫切性、重要性。

\* 收稿日期: 2006-03-18

作者简介: 赵会林(1977-), 男, (满族), 助理工程师, 辽宁省黑山县人, 硕士, 主要从事规划设计、水土保持研究等工作。

### 3.1 流域概况

#### 3.1.1 自然状况

苏子河发源于抚顺市新宾县红升乡五凤楼岭,自东向西流经红升乡、新宾镇、永陵镇、榆树镇、木奇镇、上夹河镇和南杂木镇等 7 个乡镇,由上夹河古楼村注入大伙房水库,全长 119 km,流域面积 2 442.84 km<sup>2</sup>。

流域东与富尔江毗邻,南与太子河接壤,流域内地势东高西低,属长白山系龙岗山脉,地貌为土石质的低山丘陵区。流域内土壤属棕壤土,土层较薄,植被条件较好,林草覆盖率达到了 72.3% 以上。

流域属大陆性季风气候,四季变化明显。多年平均降水 770 mm,年平均径流深 350~450 mm。

#### 3.1.2 社会经济情况

全流域共有 7 个乡镇,170 个行政村,386 个自然屯。据 2002 年资料统计,流域总人口 18.9 万人,其中农业人口 11.93 万人,人口密度为 77 人/km<sup>2</sup>,人均土地 1.29 hm<sup>2</sup>/人,农业人均耕地 0.17 hm<sup>2</sup>/人。

流域 2000 年总产值 72 252 万元,总收入 67 330.99 万元。农业总产值 36 126 万元,其中种植业 18 476 万元,占农业产值的 51.14%;林业产值 11 534 万元,占农业产值的 31.92%;牧业产值 6 116 万元,占农业产值的 16.94%。农业总收入 33 905.06 万元,农业人均收入 2 842 元。

### 3.2 水土资源合理开发利用的指导思想

集水区水土资源合理开发利用的指导思想是以保护水源、为水库及水库下游提供良好的水质为前提,以促进以水库为中心的整体区域的协调发展为目标,以生态、经济建设为手段,以水土资源的科学管理、合理配置、高效利用为核心,因地制宜,上中下游统筹考虑,工程措施和非工程措施相结合进行统一开发;治理与开发利用相结合,以治理保开发,以开发促治理,以市场为导向,充分利用集水区的资源优势,加快经济的发展和社会的进步。

苏子河流域的水土资源合理开发利用,应立足辽东山区资源优势<sup>[2]</sup>,按照生态经济学的原理要求,坚持生态环境建设和社会经济建设的协调发展,以保护水源涵养功能、服务辽宁中部城市群为主线,搞好流域源头的生态建设、中下游的开发治理与管护,利用山区资源的优势,加强科技建设,提高开发利用的科技含量,保障和促进生态示范区的全面发展。

### 3.3 苏子河流域水土资源合理开发利用模式的设计

苏子河流域就其重要的地理位置和作用,决定了其在合理开发利用水土资源的过程中要以“涵养水源,保护水质”为主,把握生态效益、经济效益和社会效益兼顾的方针,充分利用各种资源优势和开发手段,遵循经济、生态协调发展规律,保护水源,发展地区经济。

#### 3.3.1 模式的纵向规划

在流域的水土资源合理开发利用的规划过程中,根据现有的各业和地域的分布特点,因地制宜,把苏子河流域从河流的源头至大伙房水库的入库口分为三个区域,即河流源头段,从河流源头至白旗段,主要指红升乡,此区域作为重点保护区;从白旗至大和睦段,主要包括新宾镇、榆树镇和永陵镇,此区域作为重点治理和保护开发并重区;第三区域为综合开发利用区,指从大和睦至水库的入库口段,主要包括木奇镇、上夹河镇和南杂木镇。

重点保护区是苏子河的水源发源地,此区域工矿、企业等点源污染较少。区域水土流失程度较轻,对此区域适当的加以保护,不会对水源产生较大的影响。在农地的建设中,

把坡度相对较大和建设不便的土地,及时退耕,退建还林,发展水源涵养林和水土保持林,余下条件较好的农地,要加强基本农田的建设,鼓励并支持生态农业的发展,建立生态农产品的供应地。在有林地,坚决进行封禁,保护现有的林木资源;在疏林地和荒山荒坡,采取封山育林、实行生态自我修复和水源涵养林的营建。在发展生态事业的同时,要对工农业的污染进行管理,食用菌产业也就成为一种替代产业得到了积极的发展。据不完全统计,1992 年红升乡发展食用菌 36 hm<sup>2</sup>,1998 年发展 63.3 hm<sup>2</sup>,到 2000 年已达 133.3 hm<sup>2</sup>,最近几年又在继续增加,呈逐年增长的趋势<sup>[3]</sup>。另外,在保护区内有红升水库,其兼顾红升和新宾两乡镇的发电、农田灌溉、生活用水、工业用水及城镇管道用水等,又可发展观光型库区旅游,是一座综合性的水库。

重点治理与保护开发并重区是流域的主要工农业、副业、娱乐服务业等行业的主要发展区,苏子河流域的主要污染源大部分分布在新宾和永陵两镇。在各业积极发展的同时,一定程度上忽略了对生态环境的保护,各业所产生的各种污染物质进入苏子河,造成局部地区的严重污染,影响了水质,给下游的用水增加了压力。对于此区的发展,应以整治各个造成污染的工矿企业和其它污染源、治理水系的污染和提高森林覆盖率,增大涵养水源的功能为主,结合林木资源的保护、农业的适度开发、景观的有效利用等,各项措施共同实施,协调发展,为区域的建设奠定基础。首先,要加强对各污染源的检测和监控,对污染超标的企业,要加以整改,减轻环境的承载压力。在工矿企业的发展过程中,提倡并支持使用先进的设备、先进的技术,改善生产的流程,发展无污或少污产业,同时也要把先进的技术和管理手段带入其它行业的发展中。同时,要实施林业的建设。在坡度较大和易产生流失区,营建水源涵养林和水土保持林,进一步巩固对水源涵养和水质保护的工作。最后,要充分利用资源,进行合理适度的开发。在各小流域内,利用林木资源、水资源,开展林下多种经营并结合塘坝的建设发展水田和渔业,积极地为各流域创收。农业的发展要控制高毒、高残留的化肥、农药的使用,结合高新技术,发展保护地栽培、庭院经济等高效生态农业建设,提高单位面积的土地生产能力。在新宾、永陵等处具有许多的旅游景点,利用这部分资源,发展生态旅游,是流域的又一重要产业。

综合开发利用区,坚持以土地综合利用为原则,结合资源优势和高新技术以及先进的管理经验的发挥和利用,积极发展特色经济<sup>[4]</sup>、生态事业和生态旅游,建立高新技术经济区和无污染的休闲娱乐区。在开发利用中,要调整产业结构,使传统与特色相结合,改传统的低效农业为现代的高效特色农业,增加科技投入,加大投资力度,将政策和科技与流域开发相结合,积极发展生态事业,规范污染的工农业、副业、娱乐服务业等行业的发展,使生态建设和经济建设协调发展。在条件适合的沟谷地段,建设小型水土保持工程和水利工程,拦截泥沙,避免泥沙通过较短的路径而进入水库。在水库入口的周围,仍要营建水源涵养林和水土保持林,通过造林、封林达到涵养水源、保护水质的目的;限制工矿企业、大型污染旅游的发展和人类不合理社会活动的参与,避免水源的污染。

苏子河流域水土资源合理开发利用的规划在纵向上可概括为“上游水源涵养;中游治污、养水、林业多种经营以及高效农业共建设;下游特色经济、生态事业齐发展,水库入口生物措施、工程措施同把关;生态旅游贯穿全局”的综合发展模式。

3.3.2 模式的垂向规划

苏子河流域在垂向的规划要从山顶到山脚、从沟头至沟尾,层层设防,最有效地促进流域的生态经济的发展。

(1) 山顶封育结合,发展水源涵养林。苏子河流域林木资源丰富,保护林木、涵养水源具有较大的发展空间。对山顶原有林木,进行保护,在稀林或无林等处栽植适地的水源涵养林,补植后,进行封禁,并加强管护,发挥生态自我修复的能力,达到涵养水源的目的。水源涵养林的建设以封山育林为主,人工补植为辅,使林木涵养水源的功能尽快得到保证和提高。

(2) 山腰退耕还林,针阔混交,营建水土保持林、用材林,利用林间空地种植药材,加强草地和参地的管理对山腰存在的坡耕地,要全部退耕还林还草,实行封禁治理,加快生态的修复。

由于苏子河流域的山地多为土石质山地,坡陡土薄,在林木的营建中,易选择适宜土石质山地造林的优良树种,进行容器或塑料袋育苗,并结合鱼鳞坑等水土保持工程措施,客土整地,雨季造林,育后封山管护。在山腰的下半部,坡度有所减缓处,可营建用材林,满足市场对林木蓄积量的需求,但在用材林的使用中,要合理规划,用后及时补植。在距村庄较近的山坡上,除加强水源涵养林和水土保持林的建设外,可营建新炭林,以解决农村的能源问题。

森林中生长着许多珍贵的中草药材,以山地作为立地条件,利用森林资源和林下的空地,种植中草药材等,为经济的建设提供更大的发展空间。

在有草地资源的山坡,进行封育草地,优化管理,以草定畜,依靠科学饲养,发展下游的畜牧业。

参地要规划其发展的方向,在集水区应退对水土破坏严重的普通参地来发展破坏较小的人工移山参的栽植。对于现有参地,能退则退,在短期内不能退参的土地,要在参地下缘采用生物措施或工程措施,防治参地的水土流失。

(3) 山脚缓坡处,建水土保持经果园及开发山野菜等资源。山脚的缓坡处,土层相对较厚,修建果树池台田建果园,具有现实的可行性,它既可保护水土资源,又可通过对果品的收获而获得经济效益。果园林下又可种植一些经济作物,使长期效益与短期效益相结合,以短补长,以长促短,加快流域资源合理开发利用的步伐。

在苏子河流域的山上、林间,生长着许多味美的山野菜,例如刺嫩芽、大叶芹等,可选择在背风向阳土质较好的山脚处,种植野菜,并利用保护地栽培等技术控制野菜的上市时间,以满足淡季人们对野菜的需求。

(4) 缓坡、丘陵地因地制宜,发展林果及苗木建设。在一处的缓坡、丘陵地往往具有一定的规模,在这部分地域上,建设林果和苗木的生产基地应作为主要的发展方向。在苏子河流域内,有许多类似的地域,在利用上,只是零星的从事种植业和经济林的建设,没有将高新的技术应用于经济的发展中,使土地利用的潜力没有充分发挥出来。对缓坡、丘陵地的土地资源进行的合理的开发,发展规模经济林和苗木的建设,建立果品和苗木的批发市场以及果品的保鲜、加工等企事业,推动经济领域的发展。

(5) 坡地、平地、滩地的基本农田建设和高效、生态农业的发展。坡度较大的坡地要退耕,栽植经济林等,余下的坡地要加强基本农田的建设,将耕作措施与工程措施、生物措施相结合,并结合秸秆覆盖、增施有机肥等措施,保护水土资源。

平地、滩地是流域的生产水平较高的土地资源,把其作为主要的粮食生产基地,以满足人们对粮食的需要。在适宜的地段,应用先进的科学技术,开展保护地栽培、食用菌栽培

等高效、生态农业的建设,选择适地的良种,提高产品的质量,加大产品在市场的竞争力。

(6) 沟道、河道生物措施与工程措施结合,积极发展林蛙和渔业的养殖。流域的沟道、河道采取工程措施和生物措施相结合,寄开发于治理中的总体开发利用的规划模式。流域内沟道发育较浅,侵蚀较轻,因此,沟道的治理开发以生物措施为主,工程措施为辅,沟头、沟岸、沟坡栽植水土保持林及保水保土能力较强的灌木林,适宜地段修建谷坊、塘坝等,结合山坡的阔叶林或针阔混交林,蓄水发展林蛙的养殖。河道的开发以工程措施为主,生物措施为辅,营建水库、塘坝等水利工程,以蓄为主,发展水田建设和渔业的养殖。在河床两岸栽植护岸林,保护水利工程的安全及效益的发挥。

(7) 合理开发利用,推动庭院经济的发展。村庄周围一般是质地较好的成片土地或零星的散地,传统种植业的不景气,使农业的发展受到一定的经济限制,庭院经济也就悄然而起,为经济的发展注入了新的活力。庭院经济主要包括庭院种植业、养殖业、经济林木业、产品加工业等多种形式,其发展主要是看区域的资源情况而定,根据各自的资源优势,发展相应的特色庭院经济。

3.3.3 模式合理性的分析

在流域的开发利用合理性方面,主要以涵养水源、保护水质为前提,除对流域的生态、社会效益进行评估外,还要进行经济效益的分析,其合理性分析的模式如下:

目标函数:  $\max Z = \sum_{i=1}^n (a_j x_j T_{j投})$

水质约束:  $\rho_{ij} = \frac{b_{ij} x_j q_i + Q_{(j-1)} \rho_{(j-1)}}{x_j q_j + Q_{(j-1)}}$

$\rho_{ij} \geq 0$ , 且  $\rho_{ij} \geq$  或  $\leq$  相应的水质指标标准

水量约束:  $Z_j = \sum_{i=1}^n (c_j x_j + f_j) \geq \text{需求量}$

面积约束:  $\sum_{i=1}^n x_j \leq F_{总}$

$T_{j投} = d_{j投} x_j$

式中:  $Z$ ——经济效益净值,万元;  $a_j$ —— $j$  点用地类型单位面积内产生的经济效益值,万元/ $\text{km}^2$ ;  $x_j$ —— $j$  点用地类型的面积,  $\text{km}^2$ ;  $T_{j投}$ —— $j$  点用地类型的投入,万元;  $\rho_{ij}$ —— $j$  点污染物  $i$  的浓度,  $\text{mg/L}$ ;  $b_{ij}$ —— $j$  点用地形成的径流中污染物  $i$  的浓度,  $\text{mg/L}$ ;  $q_i$ —— $j$  点用地单位面积内的排污流量,  $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ;  $Q_{(j-1)}$ —— $j$  点上游断面的河流流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $\rho_{(j-1)}$ —— $j$  点上游断面污染物  $i$  的浓度,  $\text{mg/L}$ ;  $Z_j$ —— $j$  点保水量,  $\text{mm}$ ;  $c_j$ —— $j$  点用地类型单位面积内地下保水量,  $\text{mm}/\text{km}^2$ ;  $f_j$ —— $j$  点形成的地表径流量,  $\text{mm}$ ;  $F_{总}$ ——流域总面积,  $\text{km}^2$ ;  $d_{j投}$ —— $j$  点用地类型的单位面积投入,万元;  $(j-1)$ —— $j$  点上游断面点;  $i$ ——污染物种类;  $j=1, 2, 3, \dots, n$ 。

3.3.4 建议

(1) 规划开发的目标,指导开发的方向。对苏子河流域的战略地位而言,其开发的目标就是涵养水源、保护水质,这也就决定了苏子河流域的发展方向为“造林集水,调整产业结构,农林牧副渔全面发展”,加强林业的建设,积极发展生态农业,开展林下多种经营,规范养殖业的发展,利用资源优势发展生态旅游,结合对各类产品的加工,将资源循环利用,实现流域的社会、经济、生态的可持续发展。

(2) 加大宣传,为集水区流域水土资源的合理开发利用奠定思想基础。充分利用报纸、电视、广播、图片、展览等形式,大力宣传集水区涵养水源、保护水质、加强生态建设的重要性,以及流域开发利用的总体规划、各项政策法规,对群众

(下转第 251 页)

作, Layer 对象由 features 集合组成, features 集合由 feature 对象组成, 对应图层中的点, 线, 面。DataSet 用于访问空间数据表, 实现数据与图层的绑定, Annotations 集合提供了在地图上增加文本或符号。系统界面如下图 2。



图 2 系统总体界面

4 结 论

随着 3S 技术的发展, 逐步建立完善全行业的专业信息管理系统, 克服以前的监测体系的缺陷, 更好的发挥 3S 技术在对森林资源数量进行监测和对生态环境信息的动态监测, 参考文献:

[ 1 ] 李林辉, 王霓红, 周洪泽. 林业局级森林资源管理信息系统的设想[ J ]. 林业机械与土木设备, 2005, 33( 4 ): 45- 46.  
[ 2 ] 何政伟, 黄润秋, 陈 兵, 等. 林业信息系统体系构建分析[ J ]. 成都理工大学学报, 2004, 31( 1 ): 81- 85.  
[ 3 ] 何政伟, 王金锡, 马志红, 等. 林业及生态效益遥感信息动态监测系统建设探讨[ J ]. 成都理工学院学报, 1999, 26( 3 ): 267- 269.  
[ 4 ] 何政伟, 孙传敏, 吴柏青, 等. 岩石- 土壤- 植被信息系统建立探讨[ J ]. 矿物岩石, 2002, 22 ( 2 ): 100- 104.  
[ 5 ] 王云铭, 陈钦华. 3S 技术与林业的现代化[ J ]. 防护林科技, 2004, 6( 63 ): 48- 50.  
[ 6 ] 刘 光. 理信息系统二次开发教程- 组件篇[ M ]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 260- 273.  
[ 7 ] 诸云强, 宫辉力, 赵文吉, 等. 基于组件技术的地理信息系统二次开发——以地下水资源空间分析系统为例[ J ]. 地理与地理信息科学, 2003, 19( 1 ): 16- 17.  
[ 8 ] 舒清态, 唐守正. 国际森林资源监测的现状与发展趋势[ J ]. 世界林业研究, 2005, 18( 3 ): 33- 37.

( 上接第 248 页 )  
进行广泛宣传, 提高群众保护流域生态环境的意识。  
( 3 ) 增加科技和资金的投入, 落实措施, 奠定流域建设的物质基础。科技是第一生产力, 只有将科技应用于建设中, 才能使建设得以顺利的进行。资金是科技转化为措施的纽带, 措施的实施要依赖于资金的投入。只有增加科技和资金的投入, 落实措施, 才能将科技的理论升华为现实的物质, 有了资金、措施, 流域的建设也就有了基本的物质基础。  
( 4 ) 政策扶持, 为措施的实施创造良好的外界条件。政策是各项工作开展的动力, 有了政策的扶持, 人们才有积极参考文献:

[ 1 ] 陈章鹏. 水库集水区分区管理[ J ]. 水土保持研究, 1995, 3( 2 ): 83- 88.  
[ 2 ] 王大名, 许水威. 新宾县山区综合开发措施的探讨[ J ]. 辽宁林业科技, 1999, ( 1 ): 43- 45.  
[ 3 ] 苏岫岷, 李树成, 等. 浑河上游林业生态工程示范区食用菌产业现状和发展对策[ J ]. 辽宁林业科技, 2001, ( 5 ): 34- 35.  
[ 4 ] 王安存, 陈吉庆, 常智伟. 小流域治理开发向特色规模经济的发展[ J ]. 山西水土保持科技, 1994, ( 4 ): 44- 45.

定林区面积, 估算木材量, 计算可采伐木材面积、蓄积, 确定道路位置, 寻找水源和测定地区界线等方面可以发挥其独特的作用。同时以 GIS 为基础, 建立包括森林资源的动态监测、灾害监测、林地的变化监测以及森林的资源管理的林业集成信息管理系统, 从而为各级管理和决策部门提供依据。

性, 才有创造性, 才能推进现代化建设的步伐。对于集水区流域的生态建设, 应制定各种适宜的政策, 给人们以一种实惠, 使他们能及时的采用各种手段, 支持集水区的涵养水源、保护水质、营建森林的发展目标。  
( 5 ) 调整产业结构, 培育和发展特色产业。为实现集水区的生态、经济建设, 必须要搞好产业结构的调整, 提高产品的质量, 结合地区的资源优势, 发展特色产业、绿色产业, 打造自己的品牌, 扶持具有较高科技含量、市场前景好、竞争力强的产业, 打开市场的销路, 以品牌参与竞争, 带动产业的发展。