

太行山

水源涵养林研究

RESEARCHES ON WATER CONSERVATION FOREST
IN TAIHANG MOUNTAINS

周泽福 张光灿 林富荣 著

中国林业出版社

太行山

水源涵养林研究

RESEARCHES ON WATER CONSERVATION FOREST
IN TAIHANG MOUNTAINS

周泽福

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

太行山水源涵养林研究/周泽福编著. - 北京: 中国林业出版社, 2006. 5
ISBN 7-5038-4359-4

I. 太… II. 周… III. 山地-水源涵养林-研究-山西省 IV. S727.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 027399 号

出版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网址: www.cfph.com.cn

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话: (010)66184477

发行: 新华书店北京发行所

印刷: 北京地质印刷厂

版次: 2006 年 6 月第 1 版

印次: 2006 年 6 月第 1 次

开本: 787mm × 960mm 1/16

印张: 11

字数: 195 千字

印数: 1 ~ 1500 册

定价: 22.00 元

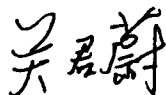
序

水土流失严重、水资源危机、荒漠化扩大、生态平衡失调是当今中国面临的主要环境问题。尤其是水资源短缺已成为制约国民经济发展和生态环境建设的重要因素，而森林植被遭受严重破坏及其水文生态服务功能丧失是最主要原因之一。太行山作为海河水系的主要水源地和华北平原、京津等大城市的重要生态屏障，在历史上曾为原始森林所覆盖，唐、宋时期的森林覆盖率约为 50%，但随着人口迅速增加、战争频繁爆发和工农业不断发展，原始森林破坏殆尽，森林植被急剧减少，导致水土流失严重，自然灾害频繁。源自太行山的诸河流，雨季水势猛，泥沙含量高，酿成洪水泛滥；旱季则干旱无雨，河流干涸，水库淤积，不但造成该区水环境恶化和水资源短缺，也对华北平原和京津地区的经济建设和生态安全带来极大威胁。所以，加强以调节水量、改善水质和控制侵蚀为主要功能的水源涵养林和水土保持林建设已成为改善太行山以及海河下游地区生态经济环境的当务之急。

新中国成立后，党和政府一直很重视太行山的造林绿化和防护林体系建设，早在 20 世纪 80 年代初就把“太行山造林绿化工程”作为我国五大生态工程之一，并列为国家“七五”、“八五”和“九五”科技攻关课题，围绕太行山抗旱造林技术、水土保持林与水源涵养林建设技术进行系列化研究。本专著的作者多年来从事太行山造林绿化以及其他林业生态工程的科学研究与技术推广工作，先后承担多项国家、部委和地方在水源涵养林建设方面的科研与推广课题，取得了丰富的

经验和研究成果。《太行山水源涵养林研究》一书是作者多年辛勤劳动的结晶和关于水源涵养林研究成果的集成、凝结与升华。该专著内容丰富，针对性强，具有鲜明的地域特色和理论与实践密切结合的特色，在区域上以太行山（五台山和九龙山）生态脆弱区为背景，以天然林资源保护工程区内的水源涵养林为对象，所提出的理论与技术对指导整个北方土石山区的水源涵养林建设具有重要价值；在理论上深入研究了多种植被类型的土壤水分运动规律、蒸发散和水文生态功能，探索了不同树种的蒸腾耗水过程和林木直径结构分布规律，为抗旱造林树种选择、树种组成结构配置和林分密度结构调控等提供了坚实的理论与技术依据；在实践上则结合现实的案例研究，提出了水源涵养林分类经营技术和效益补偿计算标准与方法；对完善我国的林业分类经营制度和公益林效益补偿机制具有重要理论意义和参考价值。我相信，本著作的出版，将对我国的水源涵养林建设起到积极的推动作用，同时在提高林业生态工程学的研究水平和技术层次、加强公众的生态环境意识等方面，将做出重要贡献。

中国工程院院士
北京林业大学教授



2005年10月于北京

前言

太行山南起黄河、北接燕山、西界汾河、东临华北大平原，地域涉及山西、河北、河南、北京3省1市的110个县，总面积11.4万 km^2 。太行山以海河为纽带，与华北大平原和京津地区连接为一个完整的区域生态系统。因此，太行山生态环境的好坏，直接关系到华北平原及京津地区的安危，也是维护首都北京安危的第一生态屏障。由于历史环境的变迁和长期的战乱，加上人类经济活动频繁，乱砍滥伐，致使太行山森林植被遭受严重破坏，水土大量流失，逐渐形成了大量荒山秃岭，生态环境变得十分脆弱。区域内水土流失面积已达7.3万 km^2 ，占总面积的64%，年平均流失泥沙量1.6亿t、地表水资源量80亿 m^3 。森林资源的缺乏及其生态服务功能的低下，在导致区域水土资源流失、水量平衡和生态平衡失调、水资源供求紧张和经济贫困的同时，也给华北平原和京津地区带来较大的生态灾难。因此，加快太行山地区森林植被的恢复与重建，对改善生态环境和振兴社会经济、保护黄河和海河的水土资源、减少华北平原和京津地区的旱涝灾害，保障人民的生活与生产安全具有重要的战略意义。尤其是加强太行山的水土保持林与水源涵养林体系建设，不仅能有效地防治山区水土流失、提高土壤蓄水能力和改善水土资源环境，而且对调节海河流域的水文状况、缓解京津地区水资源供需矛盾有着十分重要的作用。因此，国家一直非常重视该地区的植被恢复与生态重建工作。

太行山的防护林建设有着悠久的历史，从20世纪50~70年代，在我国防护林建设从局部试点、重点突破到规模扩大、普及推广两个时期的发展过程中，太行山的水源涵养林建设得以初步发展。进入80年代后，我国的防护林建设进入体系建设和全面推进建设时期，特别是全国“十大”林业生态工程和经过系统整合后，形成了“六大”林业（生态）重点工程，极大地推动了太行山地区的水

源涵养林（体系）建设。除了太行山绿化工程之外，其他林业工程，如三北防护林体系建设、天然林资源保护、退耕还林（草）等工程中，也将太行山列为重点建设区域之一。另外，针对太行山地区的林业和生态建设问题，在“七五”至“九五”期间，国家连续开展了以抗旱造林技术为核心、以水土保持林与水源涵养林建设技术为重点的科技攻关。例如，“七五”重点攻关课题“太行山绿化技术研究”、“八五”攻关课题“太行山生态林业建设工程技术”（包含“太行山石质山区水土保持林结构模式研究”、“太行山花岗片麻岩中亚高山水源林与用材林模式研究”、“太行山花岗片麻岩中亚高山水源林与用材林模式研究”等专题与子专题）、“九五”科技攻关专题“太行山水土保持林、水源涵养林经营技术研究”等。太行山的水源涵养林研究取得了丰富的研究成果。

长期以来，在科技部、国家林业局和中国林业科学研究院的大力支持下，我们多年从事太行山绿化工程、太行山天然林资源保护和退耕还林工程方面的科学研究与技术推广工作，先后主持和参加多项涉及太行山水土保持林与水源涵养林建设技术研究（国家科技攻关）的专题或子专题，积累了大量的数据资料和较多的研究成果。在此基础上，我们总结与梳理国内外关于水源涵养林研究的进展与成就，结合国家科技攻关专题“太行山石质山区水土保持林结构模式研究”和“太行山水土保持林、水源涵养林经营技术研究”的相关内容，汇集和提炼自己在太行山水源涵养林建设理论与技术方面的研究成果，完成了《太行山水源涵养林研究》专著的撰写工作。

本专著内容共分为6章，较为系统地阐述了太行山水源涵养林保护、经营和效益补偿方面的一些理论与技术问题。第1章和第5章由山东农业大学林学院张光灿教授撰写；第2章和第3章由中国林业科学研究院林业研究所周泽福研究员撰写；第4章由中国林业科学研究院林业研究所周泽福研究员和林富荣博士撰写；第6章由中国林业科学研究院林业研究所林富荣博士撰写；全书由张光灿教授统稿。

在本专著的写作过程中，中国林业科学研究院林业研究所张友焱博士、山东农业大学博士研究生夏江宝、硕士研究生张树勇和陈建同学做了大量工作，在此表示衷心的感谢。

最后，由于太行山是一个复杂的生态区域，限于研究水平和条件，难免会出现遗漏和错误，不当之处，恳请读者指正。

周泽福

2005年10月

目 录

序 前 言

第 1 章	水源涵养林研究进展	(1)
1.1	水源涵养林概述	(1)
1.1.1	水源涵养林的概念及其特点	(1)
1.1.2	中国水源涵养林的区划	(2)
1.2	水源涵养林培育与经营技术研究	(5)
1.2.1	人工林培育与经营技术研究	(5)
1.2.2	天然林管理与更新技术研究	(8)
1.3	森林土壤水分生态研究	(9)
1.3.1	土壤水分生态研究	(10)
1.3.2	林业土壤水分生态研究	(11)
1.4	水源涵养林生态效益及补偿研究	(14)
1.4.1	森林涵养水源效益研究	(14)
1.4.2	森林生态效益补偿研究	(15)
第 2 章	研究地区自然概况	(18)
2.1	太行山自然环境条件	(18)
2.1.1	地貌地形	(18)
2.1.2	水文气象	(19)

2.1.3	岩石土壤	(20)
2.1.4	森林植被	(20)
2.2	九龙山研究区概况	(21)
2.2.1	地貌地形	(21)
2.2.2	水文气象	(22)
2.2.3	岩石土壤	(22)
2.2.4	森林植被	(23)
2.3	五台山研究区概况	(24)
2.3.1	地貌地形	(25)
2.3.2	水文气象	(25)
2.3.3	岩石土壤	(25)
2.3.4	森林植被	(25)

第3章 水源涵养林土壤水分生态研究

(27)

3.1	研究目的、内容与方法	(27)
3.1.1	目的与意义	(27)
3.1.2	内容与方法	(28)
3.2	不同植被土壤持水蓄水特性	(31)
3.2.1	土壤持水基本特性	(31)
3.2.2	不同植被的土壤水分特征曲线	(34)
3.2.3	不同植被土壤的持水性	(35)
3.2.4	影响土壤持水性的土壤因子综合分析	(38)
3.2.5	不同植被的土壤蓄水量	(39)
3.2.6	土壤持水蓄水特性小结	(41)
3.3	不同林地土壤水分有效性	(42)
3.3.1	土壤凋萎含水量	(43)
3.3.2	土壤田间持水量	(44)
3.3.3	土壤容水度	(45)
3.3.4	土壤水分有效性评价	(46)
3.4	不同植被林地蒸发散与林木蒸腾	(48)
3.4.1	蒸发散计算公式	(49)
3.4.2	蒸发散计算结果	(51)

3.4.3	主要乔木树种蒸腾耗水特性	(52)
3.4.4	林分蒸腾耗水量的估算	(54)
3.5	土壤水分入渗特性	(55)
3.5.1	土壤入渗研究途径	(55)
3.5.2	土壤入渗动力学模型的建立	(56)
3.5.3	土壤水分运动参数求解	(58)
3.5.4	土壤入渗率和入渗量的表达式	(63)
3.5.5	土壤入渗动力模型求解与检验	(64)
3.6	土壤水分时空动态及综合评价	(68)
3.6.1	土壤水分季节变化	(68)
3.6.2	土壤水分垂直变化	(69)
3.6.3	土壤水分特征综合分析	(70)
3.7	结论与讨论	(73)
3.7.1	土壤水分贮存特征	(73)
3.7.2	土壤水分有效性特征	(74)
3.7.3	林地蒸发散和林木蒸腾特征	(74)
3.7.4	土壤水分入渗特征	(75)
3.7.5	土壤水分综合特征	(75)

第 4 章 水源涵养林分类经营及水土保持功能..... (76)

4.1	研究目的、内容与方法	(76)
4.1.1	目的与意义	(76)
4.1.2	内容与方法	(76)
4.2	水源涵养林分区与立地类型划分	(77)
4.2.1	太行山(五台山)水源涵养林分区	(77)
4.2.2	中亚高山水源涵养林(地)类型划分	(79)
4.3	中亚高山水源涵养林(地)分类经营技术.....	(82)
4.3.1	分类经营原则	(82)
4.3.2	分类经营技术	(82)
4.3.3	水源涵养林类型划分与经营技术应用	(87)
4.3.4	GIS在水源涵养林分类与经营中的应用	(90)
4.4	水源涵养林分更新与造林技术.....	(91)
4.4.1	华北落叶松林分更新技术研究	(91)

4.4.2	樟子松引种造林技术研究	(92)
4.5	水源涵养林的水土保持功能	(93)
4.5.1	实验林分及其经营措施类型	(95)
4.5.2	不同经营类型林分的水文生态功能	(95)
4.5.3	小流域重力侵蚀研究	(101)
4.6	结论与讨论	(102)
4.6.1	水源涵养林分类经营技术	(102)
4.6.2	水源涵养林水土保持功能	(103)
第5章	水源涵养林生长规律与合理密度结构	(104)
5.1	研究目的、内容与方法	(104)
5.1.1	目的与意义	(104)
5.1.2	内容与方法	(104)
5.2	主要林分的林木生长规律研究	(106)
5.2.1	林木生长量与林分密度结构	(106)
5.2.2	主要林分的林木生长过程	(106)
5.3	水源涵养林分密度结构研究	(119)
5.3.1	林分密度结构与林木直径分布	(119)
5.3.2	适宜的林分密度结构研究	(120)
5.4	结论与讨论	(126)
5.4.1	主要水源涵养林树种的立地适应性	(126)
5.4.2	主要水源涵养林密度结构的适宜性	(126)
5.4.3	水源涵养林密度结构调控的必要性	(127)
5.4.4	水源涵养林适宜的密度结构配置	(127)
第6章	水源涵养林生态效益补偿研究	(129)
6.1	研究目的、内容与方法	(129)
6.1.1	目的与意义	(129)
6.1.2	内容与方法	(129)
6.2	生态公益林效益补偿理论	(130)
6.2.1	公益林效益补偿的理论依据	(130)
6.2.2	水源涵养林生态效益补偿	(134)

6.2.3	效益补偿计算方法	(142)
6.2.4	水源涵养林生态效益补偿制度的建立	(143)
6.2.5	水源涵养林生态效益补偿途径	(145)
6.3	五台山地区水源涵养林效益补偿研究	(147)
6.3.1	水源涵养林效益的计量评价	(147)
6.3.2	五台山水源涵养林效益补偿	(151)
6.3.3	五台山水源涵养林效益值与补偿额比较	(156)
6.4	结论与讨论	(157)
6.4.1	水源涵养林效益补偿理论与方法	(157)
6.4.2	五台山地区水源涵养林效益补偿研究与补偿标准	(157)
参考文献		(158)

第 1 章

水源涵养林研究进展

1.1 水源涵养林概述

1.1.1 水源涵养林的概念及其特点

1.1.1.1 水源涵养林的概念及功能

按《中国水利百科全书》(水土保持分册)的定义:水源涵养林(forest for water source conservation)是指用于控制河流源头的水土流失,调节洪水、枯水流量,具有良好的林分结构和林下地被物层的天然林和人工林(王礼先等,2004),是国家规定的五大林种之一的防护林中的二级林种,是以发挥森林涵养水源功能为目的的特殊林种。目前普遍认为:江河源头、湖泊、水库等水域周围的森林都可划为水源涵养林,也有的定义为:水源涵养林是特指那些在水源补给地区或水域周围起涵养水源、稳定水量补给、改善水质和保护水源的森林。

虽然任何森林都有涵养水源的功能,但是水源涵养林要求具有特定的林分结构,并且处在特定的地理位置即河流、水库等水源上游。根据国家林业局关于《森林资源调查主要技术规定》,将以下3种情况下相应的森林划为水源涵养林(王治国,2000):

① 流程在500km以上的江河发源地汇水区及主流、一级二级支流两岸山地、自然地形中的第1层山脊以内的森林;

② 流程在500km以下的河流,但所处地域雨水集中,对下游工农业生产有重要影响,其河流发源地汇水区及主流、一级支流两岸山地,自然地形中的第1层山脊以内的森林;

③ 大中型水库,湖泊周围山地自然地形的第1层山脊以内的森林;或其周围平地250m以内的森林和林木。

就一条河流而言,一般要求水源涵养林的布置范围占河流总长的 1/4;一级支流上游和二级支流的源头以上及沿河直接坡面,都应区划一定面积的水源涵养林,必须使集水区森林覆盖率达到 50% 以上,其中水源涵养林覆盖率占 30%。

1.1.1.2 水源涵养林的特点与分类

1. 水源涵养林的特点 为了更好地发挥森林的水源涵养功能,水源涵养林在地域配置、林分结构和功能方面应具备以下主要特点:① 位于江河的源头或水库、湖泊的周围;② 具有较为复杂的森林结构和丰富的地被物,因而能起到很好的水源涵养和水源保护以及水土保持的功能;③ 森林的形成、发展和衰退与水分循环有着紧密的关系。森林既是水分的消耗者,又起着林地水分再分配、调节、改变水分循环系统的作用。④ 除涵养水源外,兼具其他防护林的功能,如改善水质、保持水土、改良土壤、调节气候、净化大气和作为物种生存地等多种功能,发挥着多种效益。

2. 水源涵养林的种类 根据水源涵养林的位置、重要性及影响范围等特点将水源涵养林分为如下 4 种类型:

(1) 江河源区水源涵养林 大江大河上游及一级支流集水区域以涵养水源、防治水土流失为主要目的的水源涵养林。

(2) 江河湖岸水源涵养林 河流及湖泊等水域周围第 1 重山脊线内以阻拦泥沙为主要目的的水源涵养林。

(3) 库区水源涵养林 大中型水库河源区、库区两侧第 1 重山脊线内以改善水质、涵养水源为主要目的的水源涵养林。

(4) 其他区域水源涵养林 对当地生态环境影响较大的高、中山区,溪流源头等区域的水源涵养林。

1.1.2 中国水源涵养林的区划

我国水源涵养林建设的根本方针,首先是保持大江大河的水量平稳,这就必须在大江大河上游和主要支流的源头,规划足够面积的水源涵养林。如何区划、采用何标准,除了《森林资源调查主要技术规定》中的粗略规定外,还未有人做过详细研究(王治国,2000)。王永安(1989)根据我国江河流域的地形地貌和森林分布,把全国水源涵养林划分为七大区域。在此简要列出供参考。

1.1.2.1 东北三大水系水源涵养林

东北的大、小兴安岭和长白山,是辽河、嫩江和松花江三大水系的发源地,下游著名的松辽平原是我国主要粮食生产基地,还有沈阳、长春、哈尔滨、齐齐哈尔四大工业城市和星罗棋布的工矿区。山区森林面积 3000 万 hm^2 多,占全国

的28%；林木蓄积21亿 m^3 ，占全国的33%；全区森林覆盖率28%，是三大水系水源涵养林区。由于多年来以用材林经营，只顾采伐不顾水源涵养，划出的防护林仅200万 hm^2 ，其中水源涵养林不足20万 hm^2 。近20年来，洪水发生频率增加，特别是1998年的松花江、嫩江大洪水，给东北林区森林采伐敲响了警钟，这与多年来森林的经营方针有很大的关系。根据三大水系基本水量要求，至少要划出150万 hm^2 以上专用水源涵养林，才能起到调节水量、削洪增枯的作用。国家启动天然林资源保护工程以后，该区域的水源涵养林状况明显改善。

1.1.2.2 西北高山地区水源涵养林

我国西北干旱区多为内陆河，以高山雪水为水量来源。天山有大小冰川6895条，面积8591 km^2 ，贮水量2433亿 m^3 ，是座巨大的固体水库，也是南疆绿洲和北疆谷地惟一的水源，它全靠雪线下的森林涵蓄调节水源。天山林区现有森林56.4万 hm^2 ，覆盖率（含灌木1.8万 hm^2 ）仅5.4%，应全划为水源涵养林。祁连山海拔4000m以上，有冰川3300条，为河西走廊六大河流水源，雪线以下原有森林26.7万 hm^2 ，现只剩23.1%，应划一半为水源涵养林。这二个山区共划水源涵养林84.3万 hm^2 ，加灌木41.7万 hm^2 ，共126万 hm^2 ，覆盖率3%，这是保持当地各河水量的水源涵养林的最小规模。国家天然林资源保护工程的启动，将加快该区域水源涵养林工程的建设。

1.1.2.3 燕山、太行山区水源涵养林

燕山、太行山是海河、滦河和汾河水系的发源地，它不仅灌溉华北平原，还是京津地区的用水之源。历史上燕山和太行山森林茂密，由于历代乱砍滥伐，林木几乎损失殆尽。太行山现只有乔木林34.7万 hm^2 ，覆盖率仅1.5%，加灌木100万 hm^2 ，覆盖率6%；燕山只有15%。据典型调查，燕山和太行山地区水源涵养林至少应达200万 hm^2 。即除现有林（包括灌木）区划66.7万 hm^2 外，还需营造133.3万 hm^2 。

太行山的五台山地区水源涵养林位于海河上游滹沱河流域，属江河源头水源涵养林，它对于改善海河流域水文状况、稳定海河水量补给有重要作用。

1.1.2.4 长江中上游地区水源涵养林

长江中上游水源涵养林体系包括两部分：第1部分是上游高山峡谷区的金沙江（雷坡以上）、大渡河（石棉以上）、岷江（龙溪以上）和白龙江（武都以上），不包括甘孜以上荒漠区，总面积3886万 hm^2 ，占流域面积23.6%。这些地区地势高、河谷深切、山高坡陡、土壤瘠薄，一旦失去森林，水土流失危害很大。据调查测算，本地区原有森林的覆盖率50%，涵蓄水源4000亿 m^3 ，占总水量40%。而现在有林地面积866万 hm^2 ，覆盖率21.9%，涵蓄水量只有1000

亿 m^3 。要稳定长江水量,减免洪灾,森林面积需达到 1500 万 hm^2 ,覆盖率 35% ~ 40%。其中专用水源涵养林至少恢复 400 万 hm^2 ,蓄水量可达 2000 亿 m^3 。主要靠从现有原始林中区划 300 万 hm^2 ,封山育林 100 万 hm^2 得以解决。第 2 部分是主要支流的上游水源涵养林,如发源于巴山、秦岭之间的汉水、巴山南坡的嘉陵江、大娄山区的乌江、南岭雪峰山区的湘、资、沅、澧四水和赣江上游山区。这些水源区的森林多为集体林区,既是南方用材林基地,又是这些主要支流的水源涵养林区。应本着用材和水源涵养并举的原则,从现有林中区划出一定面积的森林作为水源涵养林;在有条件的地区,利用南方优越的自然条件,封山育林,培育水源涵养林;在急需地段,利用充裕劳力营造标准水源涵养林。上述这些主要支流上游,有林地面积约 800 万 hm^2 ,但分布零散,林相不整齐(经济林、灌木林和疏残林占 60%),贮水功能小于原始林。考虑到用材林需要,水源涵养林区划面积不宜过大,可从现有林中划出水源涵养林 200 万 ~ 250 万 hm^2 ,再封育、营造 100 万 ~ 150 万 hm^2 。

1.1.2.5 珠江上中游地区水源涵养林

珠江发源于云贵高原,上源为南北盘江、邕江和柳江,流域面积 42.5 万 km^2 ,干流长 2130km。全流域自然条件优越,上游森林覆盖率 25%,植被率 60% 左右,贮水能力较大。由于上游属于丰雨区,水量丰富,约 2000 亿 m^3 ,为黄河的 8 倍。全年水量较平稳,洪旱灾害频率小,危害比长江小。珠江上游有林地 733.3 万 hm^2 ,其西部崇山峻岭,弧形分布,北部 3 岭 1 山,蜿蜒连绵,植被虽有破坏,但恢复容易。当地植被多为阔叶林,其涵养水源能力虽大小不同,但面积较广。现有林中已区划水源涵养林 33.3 万 hm^2 ,只占 5% 左右。可再区划出一部分现有林(包括灌木林),并结合封山育林,增加 33.3 万 hm^2 ,达到 10%。珠江的另几条支流如北江、东江等,也应在粤西、粤北山区和粤赣山区,区划相应面积的水源涵养林。

1.1.2.6 黄河流域的水源涵养林

黄河源头为青藏高原荒漠区,水量不大。黄河水主要来源于青海祁连山东段,甘肃子午岭及中游内蒙古的阴山和陕西黄龙山、乔山,秦岭北坡干流上游,湟水、洮河、渭河、泾河等主要支流。这些山区有林地 333.3 万 hm^2 ,是黄河流域主要林区,覆盖率 19.5%。在这些现有林地中,有防护林 92.7 万 hm^2 ,包括水源涵养林 46.7 万 hm^2 ,覆盖率仅为 3% 左右。如要稳定和保持黄河水量,水源涵养林应高于 10%,即 166 万 ~ 200 万 hm^2 以上。其中祁连山东段、黄河干流(刘家峡至玛曲段)现有林约 36 万 hm^2 ,应划为水源涵养林。在此范围内,宜林地应封山育林,建设水源涵养林 33.3 万 hm^2 (这些地区宜林地虽多,但缺乏封

山育林条件,故适宜封育的面积不大)。其他西倾山区(洮河上游)、鸟鼠山区(渭河上游)、六盘山、子午岭(泾河、清水河上游)、秦岭北坡乔山、洛河上游和汾河吕梁山区,共划水源涵养林 100 万~133.3 万 hm^2 。这些河流的中下游以及包头以下流入干流的各支流,都以建设水土保持林为主;三门峡以下干流,以建设护岸林为主。

1.1.2.7 其他水系的水源涵养林

其他水系主要有闽江、富春江、瓯江等,分别发源于武夷山和天目山区。这些山区既是水源涵养林区,又是集体林区,也是主要木材产区。应充分利用山区现有森林覆盖率高和森林涵蓄水分能力高的优势,划出一定面积的水源涵养林(面积占 10% 以上),才可稳定各水系的水量。因此,至少应把河溪上游,小流域集水区 and 水库上游周围划为水源涵养林区。

1.2 水源涵养林培育与经营技术研究

世界上大多数国家生产和生活用水,迄今仍以河水为主。江河的枯水流量过低,常成为生产、生活的限制因子。江河上游或上中游一般均是山区、丘陵区,是江河的水源地。能否保护和涵养水源、保证江河基流、维持水量平稳、调节水量,是关系到上游生态环境建设和下游防洪减灾的重要问题。我国主要江河的上游山区,居住着 3 亿以上的人口,由于过度开垦,森林植被毁坏严重,水土流失和泥沙淤积已成为不容忽视的问题,同时也给下游防洪安全带来了十分不利的影响。

为了调节河流水量,解决防洪灌溉问题,最有成效的办法是修建水库。但水库投资大,加上库区淹没、移民以及环境保护等,常常带来很多难以预料的问题,而且无法从根本上解决上游的水源涵养、水土保持及生态环境问题。近几十年来,世界各国对修筑大坝、长距离调水等工程重新审视,更加重视和关心上游水源涵养植被的恢复与重建以及经营和保护。

1.2.1 人工林培育与经营技术研究

世界范围内,中欧阿尔卑斯山各国早在 100 多年前就普遍认识到森林调节径流的功能,并做了一些有意义的观测试验和森林保护工作。此后,日本受西欧的影响,非常重视森林的水源涵养作用,从本国特殊的自然与地质灾害出发,对森林涵养水源的机理与效益做了比较详细的研究。前苏联、德国、奥地利等国家在水源区及水库周围,都划出一定面积的禁伐林带,以保护水源和延长水库寿命。