

S HANNXISHENG SENLINSHENGTAIXITONG
FUWUGONGNENG JIQI PINGGU



陕西省

森林生态系统服务功能 及其评估

康永祥 刘建军 等著
康博文 季志平

西北农林科技大学出版社

作者简介



康永祥（1963—），陕西乾县人，硕士，副教授，硕士生导师。2002年作为访问学者在澳大利亚中昆士兰大学学习，2009年作为欧盟林学硕士项目组专家访问了瑞典农业大学、西班牙莱里达大学、丹麦农业大学。目前主要从事森林植物学、树木学、

观赏植物学和生物多样性保护等方面的教学与科研工作。曾主持或参加国家级、省部级研究项目10余项，目前主持国家公益性行业专项项目和陕西省自然科学基金项目。近年来发表研究论文40余篇，主编出版教材3部。



刘建军（1962—），山西夏县人，博士，教授，博士生导师。1984年毕业于北京林业大学；1993年获森林生态专业硕士学位；1999年获农学博士学位。2002年10月开始担任日本国筑波大学生物科学系外国人特别研究员。主要从事

事根系生态学、全球变化及其森林生态系统碳循环研究。曾先后担任西北农林科技大学风景园林设计所所长、西北农林科技大学林学院常务副院长、院长等职务。主持多项国家、省部级科技项目。出版著作5部；发表论文50余篇。



康博文（1963—），陕西周至人，硕士，高级工程师，主要从事森林生态、植被恢复研究和森林公园规划设计。先后主持或参与国家科技攻关、科技支撑、国家林业局 948 项目等十多项，发表论文 20 多篇。合作出版了《陕西观音山自然保护区综合考察与生物多样性研究》、《陕西黄柏塬自然保护区综合考察研究》等专著。



季志平（1963—），陕西礼泉人，毕业于山东大学，硕士。主要从事经济林资源与生态方面的研究工作。先后主持或参与国家科技攻关、科技支撑、国家林业局 948 项目等十多项科研项目。近年来发表研究论文 50 余篇，获得国家发明专利 5 项，审定品种 3 个，出版的专著有《毛乌素沙地无灌溉植被恢复技术》、《柿无公害高产栽培与加工》、《柿树良种引种指导》、《板栗标准化生产技术》、《园林绿化培训教材》《果树周年管理新技术》、《柿子贮藏与加工技术》等。

陕西省

森林生态系统服务功能 及其评估

责任编辑 / 崔 婷
封面设计 / 孙连忠



定价：45.00元

国家公益性行业项目：陕西、宁夏森林生态系统服务功能定位观测与
评估技术(200704005/WB06)

陕西省森林生态系统服务功能及其评估

康永祥 刘建军 等著
康博文 李志平

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

陕西省森林生态系统服务功能及其评估/康永祥,刘建军,康博文等著. —
杨凌:西北农林科技大学出版社,2010

ISBN 978-7-81092-626-3

I. ①陕… II. ①康… ②刘…③康… III. ①森林—生态系统—研究—
陕西省 IV. ①S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 230427 号

陕西省森林生态系统服务功能及其评估

康永祥 刘建军 康博文 季志平 等著

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨凌杨武路 3 号	邮 编: 712100
电 话	总编室: 029-87093105	发行部: 87093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	西安华新彩印有限责任公司	
版 次	2010 年 12 月第 1 版	
印 次	2010 年 12 月第 1 次	
开 本	787 mm × 960 mm 1/16	
印 张	11.25	
字 数	250 千字	

ISBN 978-7-81092-626-3

定价: 45.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系

编著人员名单

康永祥 西北农林科技大学

刘建军 西北农林科技大学

康博文 西北农林科技大学

季志平 西北农林科技大学

王华清 陕西省林业勘察设计院

马长欣 西北农林科技大学

序

陕西省地处黄河中游,是中华民族的发祥地,面积 20 多万平方公里,南北狭长,由北向南横跨 3 个气候带,5 个地貌类型。最新的统计数据显示,陕西省森林的覆盖率达到 37.26%,列居全国各省(区、市)的第 12 位;森林面积和天然林面积分别列居全国的第 12 位和第 10 位,森林蓄积居全国第 10 位,是西北地区森林资源最丰富的省份。宝贵的森林资源在涵养水源、保持水土、调节气候、防风固沙、保护环境、促进生态协调发展、维护人类生存环境等方面发挥着巨大而不可替代的作用,成为维护社会经济发展和国土安全的重要屏障。

森林生态功能的定量监测和评估是森林生态效益评估的前提,也是国际上森林资源监测的一个新趋势。深入系统地研究森林生态系统服务功能,量化分析与评估森林生态系统服务功能的价值,已成为当前生态学和生态经济学研究的前沿课题。国家林业局科技司,先后组织多批科学家开展了我国森林生态系统服务功能长期定位观测研究,建立了数十个覆盖主要生态类型区的中国森林生态系统定位研究网络(CFERN)站点,对森林生态系统结构、功能进行了长期定位研究,收集到了大量的科学数据,取得了丰硕的研究成果。特别是进入 21 世纪后,在国家林业局科技司的领导下,借助 CFERN 平台,在全国层面上开展了森林生态系统服务功能及定量评估方面的研究,先后启动了“中国森林生态质量状态评估与报告技术”(2006BAD03A0702)、“中国森林生态系统服务功能定位观测与评估技术”(200704005)等项目的工作。参考国际上有关生态系统服务功能评估指标体系,结合我国国情、林情,制订了《森林生态系统服务功能评估规范(LY/T 1721—2008)》的行业标准,并于 2010 年 3 月完成了《中国森林生态系

统服务功能评估》报告,首次在全国尺度上,对森林植被生物量和碳储量以及森林涵养水源、保育土壤、固碳释氧、营养物质积累、净化大气环境和生物多样性保护等生态服务进行评估,标志着我国森林生态服务评估工作步入了新的阶段,对全面认识和客观评价森林的地位和作用,健全生态效益补偿机制,推进森林资源保育,促进区域可持续发展具有十分重要的意义。

西北农林科技大学林学院有关科教人员依托建立的森林生态系统定位研究站,对陕西省主要森林生态系统结构功能进行了长期定位研究,取得了大量翔实的科学数据和研究成果。在此基础上,参照《森林生态系统服务功能评估规范(LY/T 1721—2008)》提出的指标体系,首次对陕西省森林生态系统服务功能进行了研究和定量评估,取得了阶段性成果。

《陕西省森林生态系统服务功能及其评估》付梓出版,就是这一成果的集中反映,对全面准确地评估森林生态系统服务功能,提高人们对森林生态系统服务功能价值的认识,推动地方生态效益补偿机制建立,有效保护现有森林资源无疑都起到了积极的促进作用。

毋庸讳言,森林生态系统服务功能研究与评估工作在我国才刚刚开始,对于复杂多样的森林生态系统而言,其服务功能评估也是一项复杂的系统工程,由于研究方法和评估手段不同,其服务功能的评估结果可能会有较大的差异,许多工作尚待完善。我相信,依靠广大科技工作者的不懈努力,不断积累各地区对森林生态服务功能的研究成果,广泛听取读者意见,求同存异,统一方法,一定会把我国森林生态系统服务功能评估研究推向新的发展阶段。

中国科学院院士



2010 年 12 月

前 言

人类的生存环境正在遭受着多种威胁,加强生态建设,维护生态安全,是 21 世纪人类面临的共同主题,也是我国经济社会可持续发展的重要基础。森林是陆地生态系统的主体,是人类繁衍生息的根基,是人类可持续发展的保障,森林生态系统在维系全球生态系统平衡、改善人类生存环境等方面发挥着巨大且不可替代的作用。正如 1992 年里约热内卢联合国环境与发展大会通过的《关于所有类型森林的管理、保存和可持续发展的无法律约束力的全球协商一致意见权威性原则声明》所强调的那样:“森林是经济发展和维持所有生物所必不可少的”,应以可持续的方式管理森林资源和森林土地,以满足这一代人和子孙后代在社会、经济、文化和精神方面的需要。森林提供给人类的不仅是森林产品,更重要的是能提供森林生态服务。除了木材和非木材产品,森林还具有涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气、森林防护、生物多样性保护、森林游憩、碳汇功能等,这是人类首次全球性对森林问题所形成的一致意见。

我国政府一直非常重视林业的发展,林业生态工程建设取得了举世瞩目的成就,据 2009 年 11 月公布的我国第七次森林资源清查数据显示:我国森林面积为 19 545.22 万 hm^2 ,森林覆盖率达 20.36%,特别是人工林面积居世界第一。表明我国森林资源总量持续增长,森林的多功能、多效益逐步显现,木材等林产品、生态产品和生态文化产品的供给能力进一步增强,为发展现代林业、建设生态文明、推进科学发展奠定了坚实基础。

陕西省位于我国西北地区东部黄河中游,地处东部湿润气候区向西部干旱气候区的过渡地带,属大陆性季风气候。由于其南北狭长,全省由北向南分属于暖温带半干旱气候和半湿润气候以及北亚热带湿润气候三个气候带;地貌类型由北向南可分为陕北风沙区、黄土高原丘陵沟壑区、渭北高原区、关中平原和陕南秦巴山区 5 个区,土地总面积 20 多万平方公里,其中山地、丘陵占全省的 75%。陕北黄土高原水土流失、关中城市群水资源短缺、陕南山地的水灾以及由此而引发的地质灾害都十分严重。近十年来,为遏制生态环境不断恶化的局面,再造山川秀美的陕西,陕西省高度重视林业建设,随着退耕还林工程、天然林资

源保护工程的实施和集体林权改革的不断深入,陕西省林业成就喜人,森林面积和森林蓄积分别列居全国的第 12 位和第 10 位,成为西北地区森林资源最丰富的省份,森林的生态效益日益突显。

对森林生态功能的定量监测和评估是国际上森林资源监测的一个新趋势。为了科学、定量、客观地评估森林生态系统服务功能,国家林业局科技司,组织一批科学家开展了我国森林生态系统服务功能研究,借助 CFERN(中国森林生态系统定位研究网络)平台,先后启动了“中国森林生态质量状态评估与报告技术”(2006BAD03A0702)、“中国森林生态系统服务功能定位观测与评估技术”(200704005)等项目,组织开展了森林生态系统服务功能研究和评估工作,制订了《森林生态系统服务功能评估规范(LY/T 1721—2008)》的行业标准,为广泛开展不同省份和区域森林生态系统服务功能研究和评估奠定了基础。

陕西省森林生态系统服务功能评估是在秦岭森林生态系统定位研究站长期观测研究所取得的大量数据和研究成果基础上,按照森林生态系统服务功能评估规范的要求,采用第六次、第七次陕西省森林资源清查资料和 2006 年陕西省森林资源数据,分区域评估和估算了全省森林生态系统涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、森林防护、生物多样性保护和森林游憩等 8 项主要服务功能的物质量和价值量,其目的不仅是让广大人民群众直观了解林业建设的成就,宣传林业在经济社会发展中的地位和作用,更重要的是为政府宏观决策、林业可持续发展政策和生态环境建设发展提供科学依据,尽快地将自然环境资源和环境因素纳入国民经济核算体系,最终实现绿色 GDP,促进建立生态效益补偿机制。

森林生态系统服务功能评估不仅需要大量的野外观测和试验研究数据支撑,同时需要细分的资源数据和科学的评估体系支持,是一个复杂的系统工程,特别是对服务功能的认识以及评估最小单元的确定还处在探索过程中,具有一定的不确定性。我们的工作仅仅是初步尝试,其中难免存在许多问题和错误,希望广大读者提出宝贵意见和建议。

作 者

2010 年 12 月

目 录

第一章 森林生态系统服务功能综述	(1)
1.1 森林生态系统服务功能类型及其特征	(5)
1.2 森林生态系统服务功能经济价值评价	(15)
第二章 森林生态系统服务功能评估方法	(20)
2.1 日本的森林生态系统服务功能评估	(20)
2.2 我国森林生态系统服务功能评估	(24)
第三章 陕西省自然环境分异规律	(32)
3.1 陕西省地形地貌	(32)
3.2 陕西省河流及其水系	(35)
3.3 陕西省气候特征及其变化规律	(41)
3.4 陕西省土壤地带性分异规律	(50)
第四章 陕西省森林及森林资源特征	(53)
4.1 陕西省森林植被的地带性分布	(53)
4.2 陕西省五大林区的森林资源	(55)
4.3 陕西省森林资源及其特点	(58)
第五章 陕西省森林生态系统服务功能评估方案	(73)
5.1 森林生态系统服务功能评估意义	(73)
5.2 陕西省森林生态系统服务功能评估内容	(74)
5.3 陕西省森林生态系统服务功能评估方案	(76)
第六章 陕西省森林生态系统涵养水源功能	(79)
6.1 涵养水源功能的实物量及价值量的计算	(79)
6.2 陕西省森林生态系统涵养水源功能研究结果	(80)
第七章 森林生态系统保育土壤功能	(90)
7.1 保育土壤功能实物量及价值量的计算	(90)
7.2 陕西省森林生态系统保育土壤服务功能研究结果	(94)

第八章 陕西省森林生态系统固碳释氧功能	(108)
8.1 固碳释氧服务功能实物量及价值量的计算	(109)
8.2 陕西省森林生态系统固碳释氧服务功能研究结果	(111)
第九章 陕西省森林生态系统积累营养物质服务功能	(125)
9.1 积累营养物质服务功能实物量及价值量的计算	(125)
9.2 陕西省森林生态系统积累营养物质服务功能研究结果	(126)
第十章 陕西省森林生态系统净化大气服务功能	(137)
10.1 净化大气服务功能实物量及价值量的计算	(137)
10.2 陕西省森林生态系统净化大气服务功能研究结果	(140)
第十一章 陕西省森林生态系统防护、生物多样保护及游憩功能	(150)
11.1 陕西省森林生态系统森林防护服务功能	(150)
11.2 陕西省森林生态系统生物多样性服务功能	(153)
11.3 陕西省森林生态系统游憩服务功能	(157)
第十二章 陕西省森林生态系统服务功能总量	(159)
12.1 陕西省森林生态系统服务功能总量	(159)
12.2 陕西省森林生态系统服务功能国家尺度的对比	(162)
12.3 森林生态系统服务功能研究展望	(163)
参考文献	(166)
后记	(172)

第一章 森林生态系统服务功能综述

随着信息技术、新材料技术、生物技术、航空航天技术等一系列标志着人类先端成就的新技术迅速发展,人类社会在物质享受方面已经达到了前所未有的高度。然而,高度工业化的发展,不合理的资源开发也给人类带来了巨大的生态灾难,特别是进入 20 世纪 80 年代以后,具有全球性影响的环境问题日益突出。除了频频发生的区域性的环境污染和小范围的生态破坏,还出现了温室效应、臭氧层破坏、全球气候变化、酸雨、物种灭绝、土地沙漠化、森林锐减、环境污染、海洋污染、野生物种减少、热带雨林减少、土壤侵蚀等大范围的全球性环境危机,严重威胁着全人类的生存和发展。

森林是陆地生态系统的主体,在维护地球生态平衡中发挥着重要的作用,日益为人们所注目。由高大的乔木,众多的灌木和草本植物以及各种各样的动物和微生物组成的森林生态系统,为人类的生存、繁衍及和谐安逸的生活提供了丰富的物质财富(图 1-1),满足了人们的衣食住行等各个方面的需求;另外,森林还给人们带来了精神、文化以及环境等方面的恩惠(图 1-2),即森林生态系统服务功能,其价值要比提供木材等直接经济价值大很多。

森林生态系统的功能作用可以归纳为以下几个方面:

(1) 吸收二氧化碳并放出氧气的作用

森林与一切绿色植物一样,在其生命活动的过程中,通过光合作用吸收二氧化碳,同时放出氧气。监测数据显示:10 000 m² 阔叶林每天就能吸收二氧化碳 1 000 kg,放出氧气 730 kg。这对于保护空气的清新,有着十分重要的意义。人类和一切动物以及好氧性的微生物,都要靠氧气生活,而排出的二氧化碳则需要经过绿色植物转化,才能够维持地球上的生物与环境之间气体的平衡和循环。对于城市居民而言,每人至少需要 10 m² 的林木草地,才能够呼吸到充足的新鲜空气。

(2) 吸收有毒气体和监测大气污染物的作用

随着现代工业的发展,愈来愈多的燃烧过程也在不断地放出二氧化碳,同时还排出二氧化硫、氟化氢、氯气、氮氧化物等有毒气体。试验证明,林木能够在低浓度范围内,吸收各种有毒气体,使被污染的空气得到净化。选育抗有毒气体能力强、

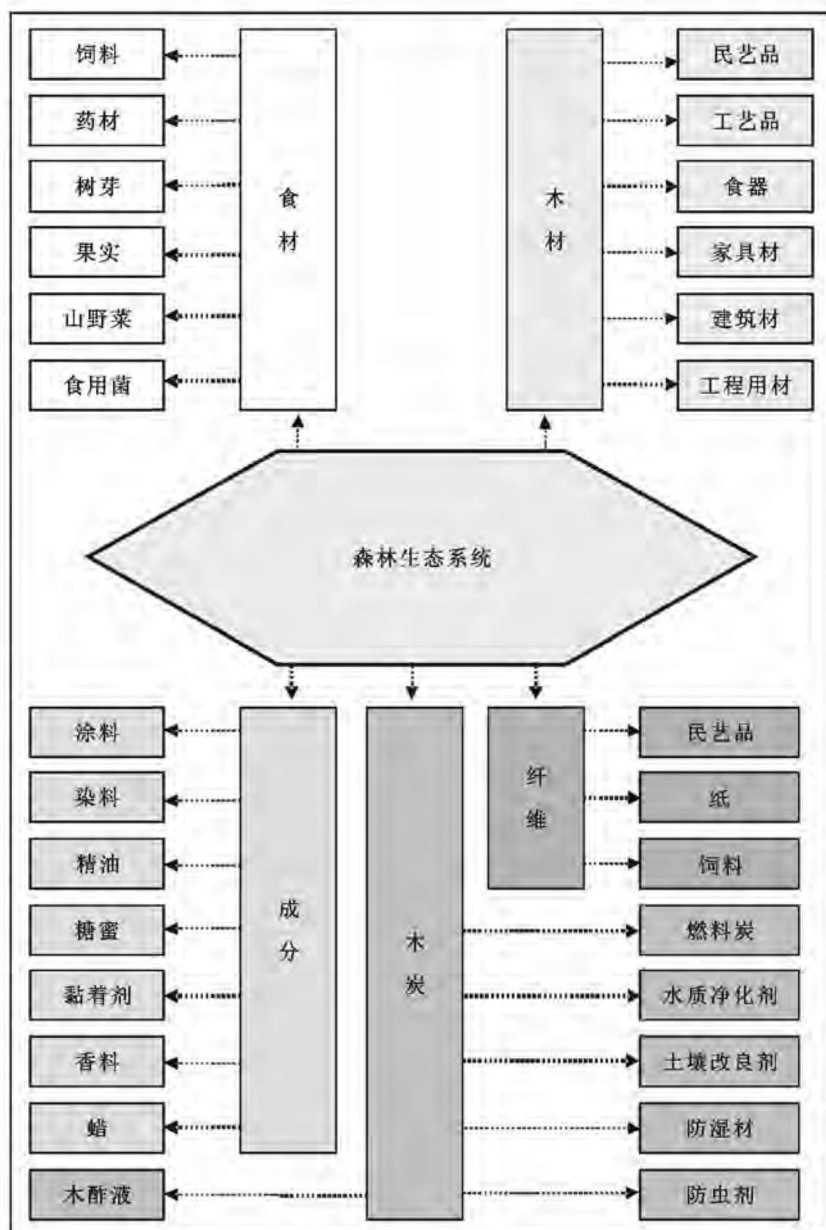


图 1-1 森林为人类带来的物质财富

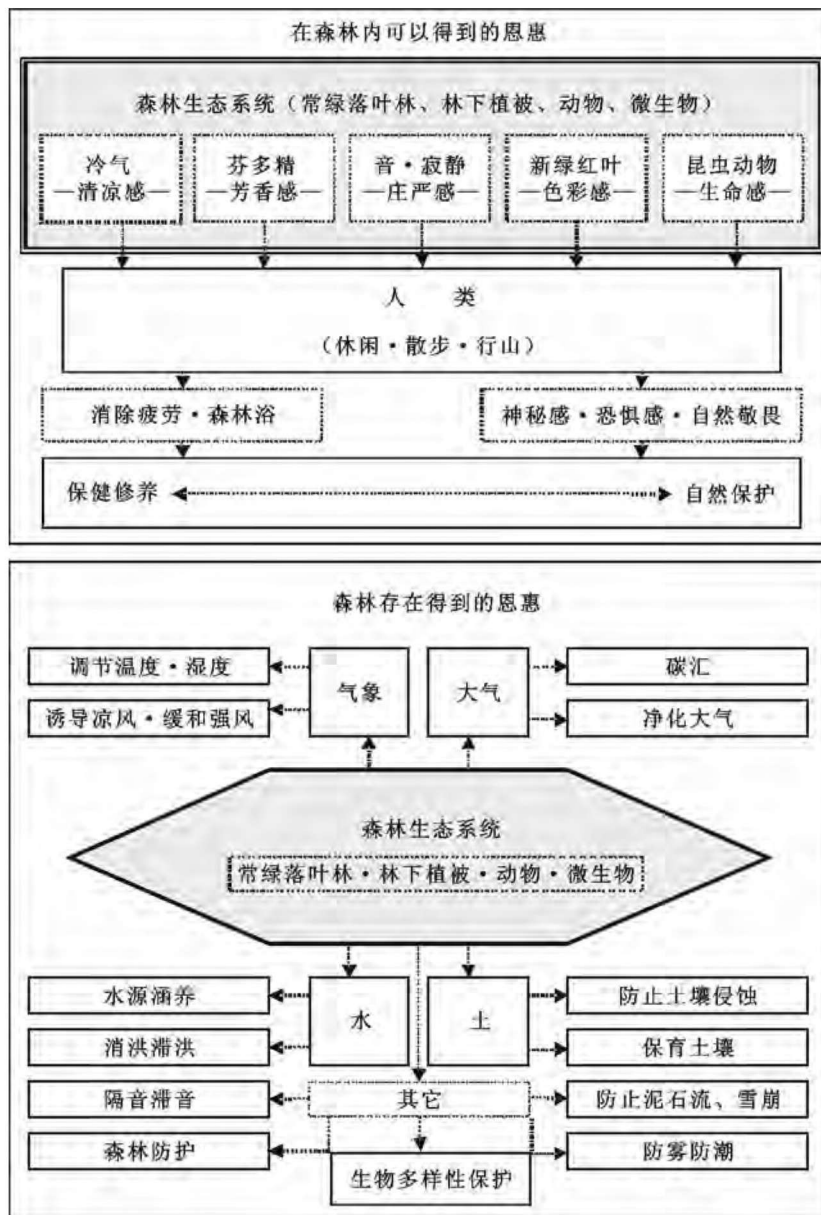


图 1-2 森林为人类带来的精神文化和环境财富

净化效能高的植物造林绿化,净化大气,是环境保护措施中的一种行之有效的办法。而利用敏感植物,并测定其伤害阈值来监测、指示大气污染情况,是环境保护工作中生物监测的重要内容。有些植物对某种有毒气体特别敏感,往往在人们还没有感觉到的情况下,就出现了伤害症状,从而起到“报警”作用。

(3) 驱菌和杀菌的作用

据调查,绿化区与无绿化区比较,绿化区空气的单位体积内含菌量较少。林区空气中的含菌量约为城区百货商店区的含菌量的十万分之一。许多林木能够分泌有强大杀菌力的挥发性物质,称为杀菌素。如橙、柠檬、桧、黑核桃、法国梧桐等都能够分泌这种杀菌素,因此,林区空气中的含菌量就大大减少。

(4) 阻滞粉尘的作用

空气中的粉尘是引起呼吸道疾病的重要原因。林木对于大气中的粉尘污染能起到阻滞过滤的作用。林木枝叶茂盛,能够降低风速,从而使大粒灰尘沉降地面。同时,植物叶子表面粗糙不平,多茸毛,有些植物还能分泌油脂和黏性物质,因而又能吸附滞留在空气中的一部分粉尘。据统计,10 000 m²高大的森林,其叶面积的总和可比其占地面积大 75 倍。因此,森林具有强大的吸尘能力。每 10 000 m²松树林一年滞尘总量为 34 t。针叶树的吸附粉尘能力比白杨树大 30 倍。蒙尘的树木经雨水淋洗后,又能恢复吸尘能力。

(5) 削减噪声的作用

城市的强烈噪声是危害人们健康的一个重要因素,森林通过其枝叶的微振作用,能够减弱噪声。

(6) 吸收放射性物质的作用

在当代,放射性物质已经成为一种重要的污染源。利用某些抗放射性树种造林,在一定程度上可以抗御放射性的污染。

(7) 美化环境和保护野生动物的作用

森林是公认的风景、旅游和疗养胜地,又是许许多多野生动物的栖息地。这些宝贵的动物资源是离不开森林的保护的,没有森林,它们就无法生存。林木也是城市 and 大自然美化的重要内容,是园林绿化、城乡建设必不可少的材料。

(8) 涵养水源和保持水土的作用

森林能够阻挡雨水直接冲刷土地,降低地表径流的速度,使其获得缓慢下渗的机会。林地土壤疏松,林内枯枝落叶又能保水,因此林地能将全部或大部分降落在地面的水分贮存起来,而不使其流失。据试验,无林坡地的土壤只能吸收 56% 的水分,但是,如果有 10 m 宽的林带,就能吸收 84% 的水分。随着林带的加宽,这种吸水能力还可加强,当林带达 80 m 宽时,地表径流则可以完全被转变为地下径流