

我国森林昆虫资源的开发与利用简述

陈嘉文 刘伟 何美长

摘要 我国森林昆虫的开发与利用主要集中在天敌昆虫、传粉昆虫、药用昆虫、食用昆虫、工业用昆虫和文化昆虫等六大类。本文简要记述了这六类昆虫资源的研究现状和今后的发展趋势,并探讨了开发利用森林昆虫资源与控制森林害虫之间的关系。

关键词 森林昆虫、资源、害虫、防治

我国森林昆虫种类繁多,仅出版的《云南森林昆虫》一书,就记载了195个科,5333个种和亚种^[1]。从50年代起至今,已经对800多种森林昆虫的生活史、习性、防治或保护利用方法进行了初步研究,并对其中20余种重要昆虫的生物学、生态学及防治利用进行了比较详尽的研究^[2]。在森林昆虫的资源开发利用方面也取得了很多成果,它们在农林生产、国际贸易和人类保健方面都起着重要作用^[3]。但一些昆虫资源也面临着由于无限制地采集而遭到的破坏及其引起的生态问题。

1 森林昆虫资源开发利用的现状

森林昆虫从其利用与开发角度可分成天敌昆虫、传粉昆虫、药用昆虫、食用昆虫、工业用昆虫和文化昆虫等六大类,分别简述如下。

1.1 天敌昆虫

近几十年来,由于长期使用大量化学农药,不仅使一些害虫产生很强的抗药性,而且对水、土壤和大气造成了严重的污染,引起动植物急、慢性中毒,直接或间接地危害着人类和牲畜的健康。据联合国有关机构报告,全球范围内每年发生农药中毒事件超过100万起。因此,近年来人们越来越重视环境问题,对害虫的防治正趋向于生物防治替代大面积的使用化学农药。天敌昆虫的利用则是最具传统意义的生物防治。我国对天敌昆虫的利用早在1600年前就开始了^[4],发展至今在引进利用天敌昆虫防治森林害虫方面,成功的例子是从日本引进了松突圆蚧花角蚜小蜂(*Coccobius azumai* Tachikawa)防治在我国造成极大危害的松突圆蚧(*Homocidus pitysochila*),目前该蜂可把松突圆蚧雌蚧控制在每针束1头以下的水平^[5]。另外,应用松毛虫赤眼蜂(*Trichogramma dendrolimi* Matsumura)防治黄刺蛾(*Cnidocampa flavescens* Walker)、橿蚕(*Philosamia cynthia* Walkeri Felder)^[6,7],松毛虫宽缘金小蜂(*Pachyneuron nawai* Ashmead)、黑足凹眼姬蜂(*Casiniaria nigripes* Gravenhorst)防治松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker)^[8],异色瓢虫(*Harmonia axyridis* Pallas)防治落叶松球蚜(*Adelges laricis*

1996—01—17 收稿。

陈嘉文助理研究员,刘伟(中国林业科学研究院森林保护研究所 北京 100091);何美长(广东省深圳市皇岗动植物检疫所)。

Vall.)等方面都能使天敌昆虫明显抑制害虫的虫口密度^[9]。在人工大量繁殖天敌昆虫方面,赤眼蜂的人工大量繁殖、人工卵等研究已处于世界领先地位,采用人工卵卡半机械化生产线可日繁松毛虫赤眼蜂3 000万头、或螟黄赤眼蜂1 800万头,防治害虫面积已达933 hm²;人工卵繁殖平腹小蜂(*Abstatys* sp.)取得成功,并已推广应用于防治荔枝蜡象(*Anastaluc japonicus* Ashmead),实现了天敌昆虫的商品化生产^[10]。

1.2 传粉昆虫

凡是在植物花期对花有过访问的昆虫均能起到传粉的作用。对传粉昆虫研究较多的是为某些经济作物授粉。近来利用蜜蜂为油茶授粉取得了很大成果,油茶遍布南方各省,约400万hm²,因是异花授粉,座果率很低。由于油茶花蜜中含有一种有毒物质,蜜蜂采食后会大量死亡,蜂农视油茶林为放蜂“禁区”。中国林科院赵尚武等研制出了一种解毒剂,有效地解决了蜜蜂中毒问题,使大量蜂群进入油茶林,经蜜蜂授粉后,油茶产量成倍增加,由于蜜源充足,蜂产品明显增加,又节省了大量冬季喂蜂的食糖,还壮大了蜂群,获得了很大的经济效益。周伟儒等利用适于低温活动的几种壁蜂(*Osmia* spp.)为苹果、杏等授粉,座果量分别增加1~2倍,果品质量也明显提高,并认为凹壁蜂(*O. excavata*)和紫壁蜂(*O. jacoti*)的数量较多,是北方果树授粉的优良蜂种。魏枢阁等从日本引进了角额壁蜂(*O. cornifrons*),通过果园放蜂证明,该蜂可大大提高座果率,对苹果、梨等有明显的增产作用。另外,中华蜜蜂(*Apis cerana* Fab.)、意大利蜜蜂(*A. mellifera* L.)和黑带食蚜蝇(*Episyrphus balteatus*)是猕猴桃花期理想的传粉者^[11]。

1.3 药用昆虫

随着近几十年来中医中药和卫生保健事业的发展,许多专家学者对药用昆虫作了较深入的研究,在应用方面也取得了不少成果。列入《中华人民共和国药典》的药用昆虫及其产品有10种,另外还有5种参与20种中成药的配方。列入《中药志》的昆虫药有18种。在《中国药用动物志》中共记述了药用昆虫143种。另外,在《中药大字典》、《全国中草药汇编》、《药材学》和《中药材手册》等都以不同程度对药用昆虫的形态、分布及其生存生态环境、饲养条件与技术、药理、有效成份及临床应用等方面作了叙述。目前,在文献中记载的药用昆虫约有200种,在实际应用中常用的有40多种^[12]。蚂蚁和蜂毒在医药上的利用进展较快。经有关科技人员大量研究和临床试验证明,蚂蚁体内含有丰富的氨基酸、蛋白质、微量元素、多种维生素和草体蚁醛及激素、高能含磷化合物等,具有消炎、护肝、免疫力双向调解、增强抵抗力等功效,国内已开发的以蚂蚁为主的保健药品有复方蚂蚁制剂、大力神口服液、玄驹口服液、龙驹王口服液、中国蚁王精等。国际昆虫学大会主席R. G. Galun教授称中国在蚂蚁药用研究方面已处于世界领先地位。我国第一本应用蜜蜂蜂毒治病专著《蜂刺疗法》的问世,以及蜂疗医院、门诊和研究室的设立,标志着蜂疗在我国医药上的利用走向正规化。近10多年来药用昆虫较热门的要属冬虫夏草的开发研究。除中国虫草(*Cordyceps sinensis* Sacc.)外,对其它虫草如蛹虫草(*C. militaris* Link.)、香棒虫草(*C. barnesis* Thwaites)、亚香棒虫草(*C. hawksii* Gray)、蝉花(*Isaria cicadae* Miquel)等的研究亦十分活跃,在生态生物学、人工大量繁殖方面成绩明显,已开发出的金水宝胶囊、宁心宝胶囊等药物经销国内外。利用我国产量很大的蚕蛹、柞蚕蛹和蓖麻蚕蛹培养蛹虫草均已获得成功。对蜂尸、白僵蚕、蟋蟀退热素等的研究也取得较大进展。

1.4 食用昆虫

人类食用昆虫由来以久。据专家们估算,昆虫是仅次于微生物菌体和单细胞生物的第三大蛋白质来源^[3]。大量的营养分析结果表明,昆虫体内粗蛋白含量极高,多在50%~70%之间,如蟋蟀、蝉、蝴蝶、蚂蚁的蛋白质含量分别达75%、72%、71%、67%,远大于鸡、鱼、猪肉、鸡蛋,而且富含人体必需氨基酸、维生素和微量元素,所含脂肪多为软脂肪和不饱和酸,消化性能良好。蚕蛹含有18种氨基酸,维生素和微量元素,所含脂肪多为软脂肪和不饱和酸,消化性能良好。蚕蛹含有18种氨基酸,其中人体必需氨基酸均高于大豆,且组分搭配合理;铜、铁、锌、硒含量分别比大豆高26.2%、2.3倍、4.5倍、4.4倍;胡萝卜素、核黄素,比肉、蛋类高10倍以上。这足以显示出昆虫是优于肉、蛋类的最大动物蛋白资源。目前,通过营养分析全世界已确定出3650余种昆虫可供食用,其中鳞翅目1560种,直翅目730种,鞘翅目495种,半翅目233种,双翅目230种,同翅目137种,其它目305种^[14]。

中国早有“食药同源,寓医于食”的传统,昆虫既是食品又是滋补和保健良药。公元前十几世纪就有以昆虫为佳肴的记载。北方人喜食蝉、柞蚕蛹,江浙一带爱吃蚕蛹,云南则善食晶莹白亮的“酸烩蚂蚁蛋”^[15]。资料表明,我国各地食用的昆虫达100多种,其中螳螂、蝼蛄、蟋蟀、蝉、天牛幼虫、竹笋象鼻虫(*Cyrtotrachelus buqueti* Guer)、蚕蛹、柞蚕蛹、黄蜂幼虫、土蜂幼虫、蚂蚁、蜜蜂幼虫等均已载入菜谱^[16]。中国婴幼儿营养研究开发中心研制出蚕蛹蛋白粉,并以此为原料生产出“幼儿高蛋白饼干”;广东顺德顺峰山药厂利用蚕蛾开发的“蚕蛹公补酒”大量销往东南亚各国;黑龙江蚕业研究所利用柞蚕蛹和蚕蛾生产的“龙蛾丸”和“龙蛾酒”远销南洋各地;沈阳飞龙保健公司以雄柞蚕蛾为主要原料生产的“延生护宝液”在全国500多家保健药品评比中名列前茅,并与韩国签定了一亿美元的贸易合同;湖北利用危害栎树的舟蛾提取食用油,再从其残渣中提取味精;山东鱼台,已建成“油炸金蝉罐头”生产线,产品出口日本;而吉林省每年销售柞蚕蛹达350 t。

1.5 工业用昆虫

紫胶、白蜡和五倍子是我国森林昆虫资源中的三种工业产品,在医药、食品、机械、化工、电器、石油、冶金等许多部门和行业具有广泛的用途。白蜡和五倍子还是我国传统的出口商品。近些年来,随着工业和科技的发展,这三类产品的用途不断扩大,用量逐渐增加,其研究和生产也取得了不少成果。我国现有紫胶虫(*Laccifer* spp.) 13种,生产上应用最广泛的为云南紫胶虫,通过对紫胶虫生物学、产区气候的研究及紫胶虫的引种驯化,使我国紫胶虫的自然繁衍由25°N以南扩展到28°;还确定了以紫胶虫胚胎发育期为种胶成熟度主要标志的采种期预测预报方法。调查表明,我国紫胶虫寄主植物近290种,已筛选出各省(区)的优良寄主和乡土优良寄主种类,使我国的优良寄主增加到13种,数量超过其它产胶国。利用白虫茧蜂(*Bracon greeni* Ashmead)防治紫胶白虫(*Eublemma amabilis*),已取得显著进展^[17]。研究制定了紫胶虫种胶国家标准和紫胶原胶国家标准,促进了紫胶生产的发展。近几年主要对白蜡虫(*Ericerus pela* Chavannes)生态生物学进行了研究,得出产蜡量主要取决于雄虫泌蜡时间的长短,并指出商品蜡虫的最适生产基地是金沙江下游云、贵、川接壤的几个高山地区,秦岭以南海拔600 m以下一些地区也是产蜡基地。对五倍子的研究表明,我国有倍蚜(*Schlectendalia* spp.) 14种,以角倍蚜所产五倍子最多,近几年主要研究了角倍蚜的越冬蚜、性母若蚜和性蚜的生长发育、活动习性、发生时期及数量变化。对肚倍蚜、枣铁倍蚜、红小铁枣倍蚜的生物学也进行了研究。对

角倍蚜夏冬寄主盐肤木和藓类植物的最适生态因素和小生境及倍蚜死亡率和春迁转主等管理技术也作了综合研究,使五倍子单产有所提高。除去对同翅目这三种工业用昆虫的研究外,对森林昆虫中的产丝昆虫如柞蚕、天蚕、樟蚕、橿蚕、蓖麻蚕等的育种、生物学、饲料植物、人工饲料和饲养及繅丝技术方面也进行了不同程度的研究。

1.6 文化昆虫

昆虫对我国文化生活的影 响很大,但文化昆虫这一概念却未曾有过报道。我国著名昆虫学家钦俊德曾认为很多种类的昆虫显示特有的美学价值和能引导某种感触或情调^[18]。鉴于此,笔者认为凡具有上述特点的昆虫即为文化昆虫。森林昆虫中属于文化昆虫范畴而研究最多的则是具有观赏性的昆虫。绚丽多彩的大型蝴蝶,是古今人们观赏的宠物,又是国际贸易的珍品。但这类蝴蝶多是珍稀或濒危物种,过去记载数量很少。经过近年来的调查,发现尚有一定数量,这引起了国际蝶类爱好者和蝶商的重视。例如凤蝶科的褐绢蝶属(*Bhutanitis*)和虎凤蝶属(*Luehdorfia*)世界各有4种,中国就各有3种,都是名贵蝴蝶。被蝶商称为“一号蝶”的云南褐凤蝶(*Yunnanitis mansfield*),目前尚可采到一些标本。近年来,胡萃等在杭州对中华虎凤蝶(*L. chinensis*)进行了大量生物学研究,研制出以杜衡叶粉为主要成分的最佳人工饲料配方。珍稀蝴蝶人工饲养的成功,为保护和利用蝴蝶开辟了新路。绢蝶属(*Parnassius*)世界共有37种,我国分布有27种,著名的阿波罗绢蝶(*P. apollo*)是世界第一个被列为“濒危野生动植物种国际贸易公约”的保护对象,有的国家已经灭绝,而我国西部竟可采到数以千计的标本。凤蝶科的喙凤蝶属(*Teinopalpus*)世界仅有2种,极为名贵,我国都有分布。中国特有的金斑喙凤蝶(*T. aureus*)过去认为世界仅存有几个标本,近来在海南等地尚可采到一定数量的标本。此外,对珍贵的宽尾凤蝶(*Agehana elwesi*)、金翼凤蝶(*Troides aeacus*)以及蛱蝶科的大紫蛱蝶(*Sasakia charonda*)和黑紫蛱蝶(*S. funebris*)等的分布和数量也有了进一步了解。

2 森林昆虫资源开发利用的前景

随着研究的不断深入,越来越多的森林昆虫产品摆到了我们面前。将森林昆虫的合理开发利用与森林害虫的防治有机地结合起来,不仅能使植物和害虫共同成为人类可利用的资源,而且能够杜绝农药污染,保护人类的生存环境。

2.1 天敌昆虫

研究重点应放在通过人为措施,发挥天敌昆虫对有害生物的持续控制作用。森林生态系统的生物多样性比农田生态系统复杂得多,这种环境更有利于天敌的繁衍及生存,因此我们的研究不应仅停留在释放天敌昆虫来控制森林虫灾的当代效果,更应注意所释放的天敌昆虫在林间定居等情况以及与害虫种群密度相关的形式,以便探讨天敌昆虫持续作用的机制。

2.2 药用昆虫

尽管已取得了不少成果,但仍存在很多问题。因此药用昆虫的发展应加强以下工作:对文献中记载的药用昆虫学名作进一步的考证和鉴定;进一步研究药用昆虫的生物学、人工饲养及工厂化生产技术,以提高药源的产量和质量;以昆虫学、药物化学、药理学、制剂学和生物工程等多学科为基础,开展对药用昆虫系统工作的研究;某些昆虫药物对癌症等疑难绝症具有显著疗效,应系统研究并开发出新药。

2.3 食用昆虫

昆虫是动物界中的最大类群,其总重量达到地球上整个动物的 4/5。90 年代有关专家在国际营养学会议上正式提出把昆虫作为一项食品资源加以开发。目前国际市场对昆虫食品的需求量明显上升,开发富有特色的昆虫食品已成为当今食品市场的一大潮流。原西德、法国、日本、美国等相继成立了昆虫食品加工企业,并开设了昆虫食品商店。虽然世界上已确定有 3650 余种昆虫可供食用,但目前开发的仅有 370 种。我国对森林昆虫中可食用昆虫的研究多集中在蚂蚁、蚕、柞蚕、蜜蜂、白蚁、蝉等几种上,我们应进一步扩大对森林昆虫资源中食用昆虫的研究,并加强其人工饲养及工厂化生产,以避免盲目采集森林中的野生资源。为此提出以下几个建议:①建立食用昆虫资源研究利用基地,在基地内研究与利用;②观察人为采集对食用昆虫种群的影响,并研究合理的采集方法;③以人工方法利用天然或人工饲料饲养食用昆虫^[19]。另外,对食用昆虫的研究还应注意对昆虫体内一些生物活性物(激素类等)的研究,以明确是否会对人体产生不良影响。

2.4 传粉昆虫

我国已知野生蜜蜂近千种,为各种经济作物授粉的潜力很大。另外,应加强对其它类群昆虫授粉能力的研究,如双翅目等,并进一步研究这些昆虫对作物的增产作用。

2.5 工业昆虫

加强对工业昆虫用途和新产品的开发研究。当前,我国紫胶、白蜡、五倍子生产需解决两个问题:一是产地面积大而单产低,应选择环境适宜的地点,建立生产基地;二是加强种胶基地、蜡虫基地和种倍林的建设,提高种虫数量,以保证这三种产品的产量和质量。对于产丝昆虫来说,应进一步研究某些产高质丝昆虫如天蚕(*Antheraea yamamai* Guérin-Méneville)等的适生范围及饲料植物;加强对传统产丝昆虫蚕、柞蚕等的育种研究,培育出高产、稳产、抗病、适应性强的优良品种。

2.6 文化昆虫

目前人们对文化昆虫的认识不外乎于观形、观声、观意,它广泛存在于我国的文学艺术、宗教哲学之中。文化昆虫的种类繁多,但被人们接受并引起重视的仅有蝶类、蟋蟀等几种。因此,应进一步加强文化昆虫种类的研究,做到在保护稀有物种的同时开发更多的种类,如森林昆虫中一些大型昆虫可制成标本出售或利用人工繁殖一些可用笼养的昆虫种类等。

3 森林昆虫资源开发利用与森林害虫防治关系的探讨

森林昆虫是指生活在森林中,与森林有直接或间接关系的昆虫。任何一种森林昆虫对于森林来说都是一种资源。昆虫的发生和林木的生长发育应该是和谐的,即森林昆虫的数量不超过寄主植物在生长发育中能够忍受的限度,生物群落的关系和整个生态系统处于相对平衡的状态。而某些过激因子如气候条件、森林火灾、大量使用化学农药、营造纯林等,都可能造成昆虫数量的锐增,猖獗危害。人们对于森林害虫的防治由生物防治(仅利用天敌)、化学防治发展到现在的综合管理(IPM),多把森林害虫作为一种有害因子来对待。虽然 IPM 中提出了经济阈值这个概念,但它也只表示将森林害虫控制到不造成危害的程度,即将森林害虫不作为一个仅以人们的利害衡量的孤立的有害因素看待。众所周知,森林是人类极其重要的资源,它不仅包括森林本身,也包括了森林中的其它生物,这些生物与森林相辅相成,它们不可能单独存在,因

此它们对于人类来说也应是与森林同等重要的资源。森林昆虫就是其中的一类。我们在认识森林昆虫这一资源时,不应仅仅局限在对人类有益的昆虫种类,不论益虫或害虫我们都应从资源的角度来认识。

森林昆虫资源的开发利用如上所述有六大类,但目前开发的产品种类极少。我们应加强这方面的研究,尤其是对森林害虫的开发利用。从长期危害我国森林的一些害虫入手,运用高科技手段充分开发这些昆虫资源,如松毛虫这一最大的森林害虫,其蛋白质含量很高,有些昆虫学家曾从松毛虫体中提取出可食用的蛋白。目前我国每年需要投入大量的资金来防治森林虫害,特别是相当大的资金用在化学农药上,虽然当年的虫害被控制住,但污染了环境,使害虫爆发的周期缩短。这种防治方法既消耗了人力、物力和财力,也浪费了大量的昆虫资源(如蛋白等)。如果将这部分资金用于昆虫资源(特别是害虫)的开发利用上,不但可使昆虫本身产生经济效益,而且将会使人们从根本上意识到减少使用化学农药,避免造成资源浪费和环境污染,从而形成良性循环。在泰国,由于人们认识到农田害虫——蝗虫是人类一种可食用资源,政府禁止对其使用化学农药,使蝗虫这一大害虫的数量通过人类的食用而得以控制。

随着环境意识、科技意识在人类生活中日渐加强,充分有效地开发利用森林昆虫资源必将为森林害虫的防治开辟出一条新路。

参 考 文 献

- 1 黄复生主编. 云南森林昆虫. 昆明: 云南科技出版社, 1987.
- 2 萧刚柔主编. 中国森林昆虫(第2版). 北京: 中国林业出版社, 1992.
- 3 孟祥玲. 中国资源昆虫应用研究进展简介. 昆虫知识, 1992, 29(3): 186~189.
- 4 蒲蛰龙. 害虫生物防治的原理和方法. 北京: 科学出版社, 1987.
- 5 潘务耀, 唐子颖, 谢国林, 等. 引进花角蚜小蜂防治松突圆蚧的研究. 林业科学研究, 1993, 6(Mem): 1~8.
- 6 高长启, 张红岩, 牛延章, 等. 松毛虫赤眼蜂防治黄刺蛾的应用技术研究. 林业科学研究, 1993, 6(Mem): 191.
- 7 戴开甲, 梁业荣, 曹爱华, 等. 松毛虫赤眼蜂防治樟树橿蚕的研究. 全国生物防治学术讨论会论文集. 1991, 82.
- 8 方惠兰, 胡海军. 应用松毛虫宽缘金小蜂防治马尾松毛虫初步研究. 林业科学研究, 1993, 6(Mem): 192.
- 9 任万军, 宁欣, 王建国, 等. 应用异色瓢虫防治落叶松球蚜. 林业科学研究, 1993, 6(Mem): 193.
- 10 包建中, 叶正楚, 陈建锋, 等. “七五”期间我国生防科技取得重大进展. 全国生物防治学术讨论会论文集, 1991, 2~5.
- 11 杨龙龙, 吴燕如. 猕猴桃传粉蜜蜂的初步研究. 北京昆虫学会成立四十周年学术讨论会论文摘要汇编. 1990. 224.
- 12 张曙明, 樊英. 我国药用昆虫研究应用的回顾与展望. 昆虫知识, 1992, 29(1): 54~57.
- 13 熊谱成. 昆虫资源用之不竭. 科学世界, 1994, 4: 39~40.
- 14 原国辉, 郑祥义. 食用昆虫蛋白资源的开发利用概况. 昆虫知识, 1991, 28(2): 122~124.
- 15 刘立春. 昆虫食品趣闻. 昆虫知识, 1995, 32(2): 126~127.
- 16 董淑炎主编. 中国食物营养保健大全. 北京: 中国旅游出版社, 1992.
- 17 侯开卫. 林业资源昆虫研究的回顾与展望. 中国林业科学研究院建院三十周年纪念文集. 1988. 174~183.
- 18 钦俊德. 昆虫对中华文化生活的影响. 第十九届国际昆虫学大会报告论文集, 1994. 98~101.
- 19 王常禄. 合理开发和利用蚂蚁资源. 森林病虫通讯, 1994, 4: 36~38.

The Exploitation and Utilization of Forest Insect Resources in China

Chen Jiawen Liu Wei He Meichang

Abstract Forest insects are mainly divided into natural enemies, pollinating insects, medical insects, edible insects, industrial insects and cultural insects. This paper deals with the current researching status and future prospects of these six kinds of resources, and discusses the relationship between exploiting forest insect resources and controlling forest pest.

Key words forest insect, resource, pest, control

Chen Jiawen, Assistant Professor, Liu Wei (The Research Institute of Forestry Protection, CAF Beijing 100091); He Meichang (Huanggang Animal and Plant Quarantine Bureau of Shenzhen City, Guangdong Province).

《中国森林生态系统水文生态功能规律》正式出版

“八五”国家自然科学基金重大项目“中国森林生态系统结构与功能规律研究”(蒋有绪主持,项目编号9390011)的系列专著之一《中国森林生态系统水文生态功能规律》一书已于1996年8月由中国林业出版社正式出版。

本书以分布在我国各自然地理区的十余个森林生态系统定位站和水文观测点为依托,从不同尺度(定位站点、自然地理区、全国范围)上对比研究了森林生态系统对水文功能特征以及随自然地理、气候和植被条件的变化规律;构建了森林水文要素时、空分布的地学模型;模拟预测了气候变化前后森林水文功能的地理分布格局和变化规律;运用GIS等技术手段,计量评价了小流域森林水文生态经济效益。

本书可供林学、农学、地植物学、生态学、环境科学、土壤学、地理学、水文学、气象学等有关学科的科研人员和资源与环境管理部门的决策人员参考。

有欲购者请与中国林业科学研究院生态环境研究所67号信箱王兵同志联系。

邮政编码: 100091 电话: (010) 62582211-662

定 价: 39元/本 邮购40元/本(两本以上开正式发票)