

WULING SHAN

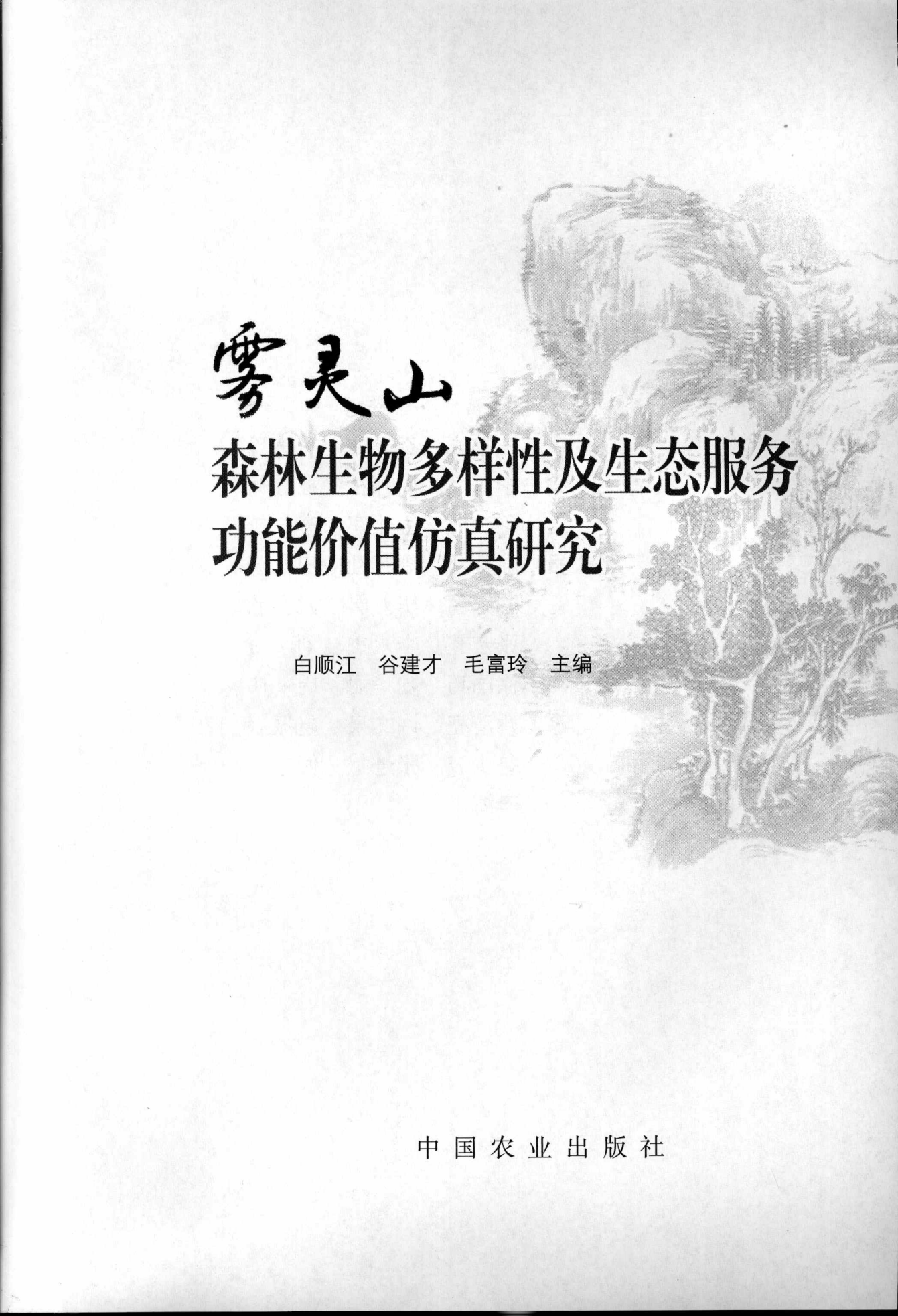


雾灵山

森林生物多样性及 生态服务功能价值仿真研究

■ 白顺江 谷建才 毛富玲 主编

 中国农业出版社



雾灵山

森林生物多样性及生态服务
功能价值仿真研究

白顺江 谷建才 毛富玲 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究/
白顺江, 谷建才, 毛富玲主编. —北京: 中国农业出版
社, 2006. 10

ISBN 7-109-11231-4

I. 雾... II. ①白... ②谷... ③毛... III. ①森林
群落-生物多样性-研究-兴隆县 ②森林-生态环境-
研究-兴隆县 IV. S718.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 124560 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 张 利

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 11 插页: 1

字数: 240 千字

定价: 50.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



作者简介

白顺江 1957年5月生,1976年参加工作,林业高级工程师,新加坡南洋理工大学管理经济学硕士,北京林业大学农学博士。1996年起任河北省林业厅副厅长、河北省林业局副局长,兼任河北省林学会第九届理事会理事长。现任河北省林业局党组副书记、副局长,兼任河北省林学会第十届理事会理事长。曾主编或参与主编了《河北省科学技术志》、《林木栽培》、《果树栽培》、《森林经营管理》、《林木识别与应用》、《退耕还林实施与探索》等多部著作。其中《河北省科学技术志》林业科学技术篇,获林业部科技进步三等奖和河北省林业科技进步三等奖;《河北省国有林场二三产业经济效益分析》在河北省第四届决策科学研究优秀成果评选中获二等奖。主持完成或参与主持林业科技推广、示范项目多项,其中“毛白杨基灌法育苗技术推广”项目,1987年分获河北省科技进步三等奖、林业部科技进步三等奖;“冀东山地林业产业建设模式及标准化示范”项目,2003年获河北省科技进步三等奖。先后荣获河北省委、省政府等单位授予的“1993年科技进步年活动先进个人”、“全国林业宣传先进工作者”等多项荣誉称号。

主 编 白顺江 谷建才 毛富玲
副 主 编 李东义 周邦社 杜红梅
鲁少波 王雄宾 李 校
编著人员 陆贵巧 周邦社 田永芳
陈邦超 毕 君 武会欣
张宏芝 李永杰 刘 澄
徐国巧 陆华丽 周 伟
姚清亮 许文泉 赵振兴
鲁少波 张进献 倪志云
李海山

序

森林是陆地生态系统的主体，是最典型、最重要、生物多样性最丰富的生态系统，是多种动植物生存和繁衍的栖息地，因此，也是地球上最丰富的生物资源库和基因资源库。森林，孕育了最初的人类文明。古巴比伦、古埃及、古印度以及我国古黄河文明的发祥地，都曾森林茂密、水草丰盛的富饶之地。然而，数万年前，当人类走出森林之后，就开始了森林的长期的大规模的过度利用和破坏，由此导致了文明的衰落和转移，及人类生存空间的萎缩。有科学家预言，严重的生态危机将有可能取代核战争成为人类面临的巨大威胁。皮之不存，毛之焉附。森林的破坏使得地球上的物种资源迅速丧失，其结果是人类的繁衍和发展濒临绝境。所幸的是，人类已开始重新审视人与自然的关系，对以往的生产和生活方式进行了一系列深刻的反思。科学地保护和利用森林，保护森林生物多样性，夯实人类社会可持续发展的基础，已成为国际社会的共识。

事实上，我国作为世界上物种最丰富的国家之一，始终十分注重对于森林生物多样性的研究和保护。目前，在生物多样性的三个层次——遗传多样性、物种多样性、景观多样性和生态系统多样性研究方面都取得了令人欣喜的成果。北京林业大学博士研究生白顺江所做的《雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究》，以河北省雾灵山自然保护区为研究对象，全面地研究了雾灵山森林的群落结构、物种组成、生物多样性，揭示了雾灵山森林生物群落客观存在的物种和结构的多样性，通过结构和功能的关系进而揭示和认识生物群落的功能多样性，为该地区森林生物多样性的保护和监测提供了理论依据。尤为可贵的是，该研究在大量收集资料和野外实地调查的基础上，分析了干扰状态下植被的演替规律，探讨了森林群落类型生物多样性及驱动因子，定量评价了森林的生态服务功能、效益、价值，并采用系统动力学方法仿真模拟了森林生态系统的服务功能和价值，提出森林重建过程。由此得出的一系列颇具新意的结论，对我国生态建设，特别是生态补偿机制的建立与实施具有重要的理论和现实意义。同时，作者在探讨森林生物多样性与驱动因子的数量关系、利用系统动力学

方法对森林生态服务功能进行仿真研究方面具有创新性,从某种意义上讲,这项研究填补了国内外对森林生态服务功能效益评价仿真研究的空白。

京东名胜雾灵山幅员辽阔,地质地貌复杂,气候垂直差异显著,生物多样性之丰富在中国北方地区具有典型的代表性。其中的大量濒危珍稀物种不仅为自然资源宝库增添了异彩,而且具有较高的科研和经济、社会价值。作者具有扎实的专业理论基础,很强的科研能力和丰富的实践经验,以强烈的社会责任感和多年从事林业工作积累的经验,选择了自然资源核算这一探索性课题,对森林生态系统服务价值进行计量评估,目的在于提高人们对森林生态服务功能价值的全面认识,为科学造林和实施森林生态系统管理、生物多样性的保护和经营管理提供参考和依据,为此类研究的纵深化奠定基础。

为学,苦事也,亦乐事也。经年磨砺,终露锋芒。著述付梓,可喜可贺,是以为序。

北京林业大学校长

中国工程院院士



2006年7月19日

自序

多年以前,阅读美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊《寂静的春天》,我受到的震撼是难以言喻的。“……人们从梦中醒来,再也听不到鸟儿歌唱,原野、森林和沼泽都是一片沉寂,一切声音都没有了,只有可怕的寂静……”。书中描述的并不是事实,而是寓言。但是,这样的寓言却让读者感受到了它的真实性。毋庸置疑,生物多样性的丧失将使人类付出惨重代价。人们开始意识到,除了减少使用持久性有机污染物以外,保护、恢复和重建地球生物多样性已刻不容缓。

目前,国际上普遍认为,森林是陆地上生物多样性最丰富的生态系统,在维持陆地生态平衡,促进人类社会可持续发展方面发挥着举足轻重的作用。对生物多样性进行深入研究,有助于人类更好地认识生物群落的组成、结构、功能和动态,掌握群落演替的一般规律,为生物多样性的保护和持续利用提供理论和实践依据。河北省地处京津周围,生态区位十分重要。河北林业建设承担着维护首都生态安全、促进区域经济社会协调发展的重任。从事林业生产和管理工作近三十年的实践,使我对森林生态系统生物多样性及其服务功能价值研究方面积累了一定的经验。因此,在北京林业大学就读博士研究生期间,我选取了这一课题作为研究方向,以雾灵山森林为研究对象,通过大量野外调查,较为全面地研究了森林的群落结构、物种组成、生物多样性及生态服务功能价值,以期为森林生物多样性的保护、经营管理提供参考和依据,为此类学术研究的纵深化奠定基础。在此基础上,结集出版《雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究》一书,希望对于促进科学造林和营林,保护和科学开发利用森林,建立和完善生态效益补偿机制,加快河北省生态建设步伐,产生积极的作用。

这本著述是我本人多年学习和实践的心血结晶,同时也是许多师长、同仁支持和帮助的结果。选题和研究方法设计得益于我的博士生导师孙保平教授的悉心指导,北京林业大学余新晓教授、张洪江教授、贺康宁教授、赵廷宁教授、丁国栋教授等也在我学习、实验设计和著述成文过程中提出了富有见地的意见和建议。尤其令我感动的是,北

京林业大学校长、中国工程院院士尹伟伦先生花费了宝贵的时间和精力，为本书撰写了序言。河北省林业局、河北省林业科学院、雾灵山自然保护区、河北农业大学在研究工作和出版过程中作出了贡献。值此拙作付梓之际，谨对上述所有师、友表示衷心的感谢！

白顺江

2006年8月于石家庄

《天香阁集》卷十·不附音家半部主和南国美美
人喜闻不世出再，米疆中楚从印人……”。的言言人
何育凡，丁育张聘音支时一，家永书一景暗系张咏林森，覆机，诗爆
雷的料好，景卧。言高景而，突事景不共陆狂甜中叶。”……籍家由
身林夫并的封料委部主，景置景示。封美真由了了同受景音封景音
景我景音封入封用景也景了籍，景意景景于印人。景外景景出景美入
。景春不景白封料委部主和景景景咏美对，咏景，景以景
景主由富丰景封料委部主上景胡景林森，景后景音上景国，景目
景景景景西景景景景封下会景景人景景，景平景主景胡景林森，景系
景景景景景人干景景，景景人景景景封料委部主景。景景的重景景
景，景景景一景景景景景景景，景景咏景景，景景，景景景景景景主
景景景景景景景。景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
，全景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
十三景景工景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
。景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
大景景，景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景，景景景景，景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景景，景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
，土景景景景。景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
一《景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
立景，景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景景景景，景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景景景景，景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景
景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景景

摘 要

森林是全球陆地上最大的生态系统,生物多样性十分丰富,在维持陆地生态平衡方面发挥着举足轻重的作用。对森林的生物多样性进行深入研究,掌握其发展变化规律,为有效开展生物多样性的保护、进行生态恢复和重建及制定持续利用措施提供可靠依据,具有重要的理论意义和现实意义。本研究采用多种方法对雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值进行了仿真研究:

1. 利用样地调查法对雾灵山 7 种主要森林群落类型的整体多样性进行了调查分析。结果表明,就生物多样性而言,其丰富程度依次为:蒙椴阔叶混交林>白桦林>山杨硕桦林>油松林>华北落叶松林>山杨林>蒙古栎林。生态幅宽、适应强的森林类型的生物多样性比生态幅窄、适应弱的丰富。分布广、立地条件好的森林类型的生物多样性比分布集中、立地条件差的丰富。本研究调查到的动物种类有:两栖爬行动物 3 目 5 科 7 种;鸟类 6 目 19 科 47 种;兽类 5 目 19 种。对动物的调查仅取得了一定的阶段性成果,有待于进一步深入研究。

2. 在广普调查的基础上探讨了影响雾灵山森林生物多样性的主要驱动因子。就地形因子而言,研究了坡向、坡位、海拔三个主要地形因子对森林生物多样性的影响,并建立了三个因子和生物多样性的数学模型。结果表明,雾灵山森林生物多样性最好的坡向是半阴坡和半阳坡,最差的是阴坡和阳坡;最好的坡位是沟谷地带,最差的坡位是山脊地带;最好的海拔是中海拔 1 500 m 左右,最差的是低海拔 500 m 以下和高海拔 1 800 m 以上。针对油松林群落进一步探讨了主要林分因子对群落生物多样性的影响。主要就密度、起源及立地条件三个方面进行了研究。结果表明,在一定密度范围内森林生物多样性随密度增大而减小;立地条件对生物多样性影响也比较大,立地条件优越则生物多样性高;相同立地条件下天然林生物多样性比人工林好。在影响森林生物多样性的其他因子中,研究了干扰对森林生物多样性的影响,并建立了干扰和生物多样性的数学模型。结果表明,在适度干扰的情况下雾灵山森林生物多样性较高,但随着干扰进一步加强,森林的生物多样性降低。

3. 采用固定标准地调查法,对雾灵山次生演替初期阶段不同坡位的两块标准地植物群落中的物种消长及密度动态、种群空间分布格局动态、重要值动态、群落的物种多样性指数和均匀度指数动态四个方面进行了系统研究。结果表明,各项指标均呈明显波动状态,采伐迹地次生演替初期阶段植物群落处于不稳定状态;两块标准地由于立地条件有所差异,各指标动态变化有一定差异,但变化过程相似;对对照样地(两年割灌一次)中,皆伐后各年度植物群落的各项指标均变化不明显。

4. 从涵养水源价值、保持水土价值、固碳释氧价值、净化大气价值、林木增长价值以及景观游憩价值等方面对雾灵山森林生态服务功能价值进行了动态仿真研究。结果表

明,雾灵山森林生态服务功能 2005 年的总价值为 17 830.32 万元。利用系统动力学原理对其服务功能的持续发挥进行了 20 年的仿真模拟。结果表明,自 2006 年至 2025 年,固碳释氧价值降低 36.17%;森林林木年增长价值降低 77.11%;雾灵山森林涵养水源价值增长 13.96%;保持水土价值增长 3.95%;森林净化大气价值增长 25.39%;景观游憩价值增长了 714.40%,在总价值中所占比重增加较快;森林生态服务功能总价值表现出增加的趋势,由 2006 年的 18 049.00 万元增到 2025 年的 29 346.00 万元,增长 62.59%。

关键词: 雾灵山 生物多样性 生态服务功能价值 次生演替 系统仿真

Abstract

Forests are the greatest ecosystem on the earth, and their biodiversity is extremely rich, playing an important role in maintaining ecological equilibrium. The study on biodiversity, therefore, shows momentous theoretical and practical significance, because it can provide credible bases for biodiversity protection, ecological restoration and reconstruction, and for establishment of durative measures. In this paper, the study on the biodiversity and its ecosystem service value in the Wuling Mountain Nature Reserve is reported.

1. Survey and Analysis of Multiplicity The overall multiplicity of 7 main forest community types was studied by means of sample plot survey in the Wuling Mountain. The results indicate that the range of multiplicity in Wuling was from high species to low ones: *Tilia mongolica* forests > *Betula alnoides* forests > *Populus tremuloides* forests > *Pinus tabulaeformis* forests > *Larix principis-rupprechtii* forests > *Populus davidiana* forests > *Quercus mongolica* forests. It is clear that the biodiversity of a forest type within a larger ecological area and with stronger adapting power is at a higher level than that within a narrower breadth and with weaker adapting ability. That is to say, the biodiversity of a broadly distributed forest type with good local growth conditions must be in higher rank than that which is centralized in worse local growth conditions. The research also investigated the animal types in the Wuling Mountain. So far the result has shown that there are amphibious reptiles (3 items, 5 branches, 7 kinds), birds (6 items, 19 branches, 47 kinds), and beasts (5 items, 19 kinds). The achievement was obtained gradually and the work is being carried on.

2. Investigation and Data Processing for Impacting Factors The factors that affect forest biodiversity in the Wuling Mountain were researched. The three main terrain factors contained the aspects, slope degrees, and altitudes. Then mathematical models of the three factors and the biodiversity were established. The results indicate that the best forests biodiversity in the Wuling Mountain is at half shady and half sunny side of a slope, while the worst one is at the completely shady side of a slope or the completely sunny slope; It is also obvious that the best slope degree is along the mountain valley, but the worst one is in mountain ridge regions; As for the forests biodiversity in the Wuling Mountain, the best is located at the middle altitude, about 1500 m; On the other hand, the worst is at low altitude which is above 500 m or high altitude which is above 1800 m. Other factors that influence the forest biodiversity were studied as well. One was the disturbance. The mathematical model of the relationship between disturbance and biodiversity was estab-

lished. The results display that the forest biodiversity in moderate disturbance situation is at a higher level; If the disturbance is further strengthened, however, the forest biodiversity is degraded. In view of the *P. tabulaeformis* forests, the impact of stand factors on the forests biodiversity was studied, mainly on the three aspects: the density, origins and site conditions. The results show that the forest biodiversity increases in the certain density scope along with the density reduces; Moreover, the influence of site conditions on the biodiversity is considerably great: the biodiversity with good site conditions is high; the natural forest biodiversity must be better than the plantation forest biodiversity under the same site conditions.

3. Systemic Study on the Clear-cutting Forestland A systemic study on the forestland clear-cutting of the initial secondary succession was conducted in two permanent plots at different slopes of the Wuling Mountain. The study consisted of the dynamics of species changes and density, the dynamics of population spatial distribution patterns, the dynamics of important value, the dynamics of community's species diversity index and evenness index. The results show that each index presents an obvious undulation in the initial stage of secondary succession of forestland clear-cutting. And the plant community is in an unstable state. Due to the different slope positions between the two pieces of the standard lands, each index shows certain different dynamic changes, but the change process is similar. In a compared plot (shrub removed once every two years), the change of each index in the plant community is not obvious after the clear-cutting.

4. Imitation for Service Values A research on dynamic state was carried on to imitate the true research on the service values of forest ecosystem in the Wuling Mountain. The study results show that the total annual forest ecosystem service values in Wuling have reached 178.30 million yuan (Chinese RMB), including water-holding value, soil conservation value, carbon fixation and oxygen production value, air purification value, forest timber growth value and tourism value. The results further enunciate that, from 2006 to 2025, the annual water-holding value, annual soil conservation value, annual air purification value and annual tourism value will be respectively increased by 13.96%, 3.95%, 25.39% and 714.40%. While the annual carbon fixation and oxygen production value and forest timber growth value will be reduced by 36.17% and 77.11% each. The total annual forest ecosystem service value in the Wuling Mountain, therefore, will show an increasing trend, from 180.49 million yuan in 2006 to 293.46 yuan in 2025.

Key words: the Wuling Mountain, biodiversity, ecosystem service value, secondary-succession, system simulation

目 录

序	1
自序	1
摘要	I
Abstract	I
1 引言	1
1.1 研究意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 生物多样性方面	2
1.2.2 森林生态服务功能价值仿真方面	5
1.3 研究内容与技术路线	7
1.3.1 研究内容	7
1.3.2 技术路线	8
2 研究地区概况	9
2.1 雾灵山生态环境条件	9
2.1.1 地理位置	9
2.1.2 地质地貌	9
2.1.3 气候水文	9
2.1.4 土壤植被	11
2.2 植被类型概述	11
2.3 植被的垂直分布	13
3 主要森林群落类型生物多样性	17
3.1 研究方法	17
3.1.1 标准地的设置	17
3.1.2 外业调查	17
3.1.3 内业分析方法	18
3.2 华北落叶松群落生物多样性分析研究	18
3.2.1 分布与生境特点	18
3.2.2 种类组成	18
3.3 油松林群落生物多样性分析研究	21

3.3.1 分布与生境特点	21
3.3.2 种类组成	21
3.4 山杨林群落生物多样性分析研究	23
3.4.1 分布与生境特点	23
3.4.2 种类组成	23
3.5 白桦林群落生物多样性分析研究	25
3.5.1 分布与生境特点	25
3.5.2 种类组成	26
3.6 山杨硕桦林群落生物多样性分析研究	28
3.6.1 分布与生境特点	28
3.6.2 种类组成	28
3.7 蒙古栎林群落生物多样性分析研究	30
3.7.1 分布与生境特点	30
3.7.2 种类组成	30
3.8 蒙椴阔叶混交林群落生物多样性分析研究	32
3.8.1 分布与生境特点	32
3.8.2 种类组成	32
3.9 动物多样性分析研究	33
3.10 小结	36
4 影响森林生物多样性的主要驱动因子分析	38
4.1 研究方法	38
4.1.1 标准地的设置	38
4.1.2 外业调查	38
4.1.3 内业分析方法	39
4.2 影响森林生物多样性的主要地形因子分析	40
4.2.1 生物多样性与海拔高度的关系	40
4.2.2 生物多样性与坡向指数的关系	41
4.2.3 生物多样性与坡位指数的关系	42
4.3 影响森林生物多样性的林分因子分析	44
4.3.1 雾灵山不同起源油松林生境特点及物种组成	44
4.3.2 相同密度、相同立地条件下不同起源油松林植物多样性研究	48
4.3.3 相同密度、不同立地条件下不同起源油松林植物多样性研究	53
4.3.4 不同密度、相同立地条件下不同起源油松林植物多样性研究	59
4.3.5 人工油松林植物多样性随林分密度的变化规律研究	63
4.3.6 天然油松林植物多样性随林分密度的变化规律研究	69
4.3.7 人工油松林昆虫多样性随林分密度的变化规律研究	73
4.3.8 天然油松林昆虫多样性随林分密度的变化规律研究	75
4.4 人为干扰对森林生物多样性的影响	77
4.5 小结	78

5 雾灵山采伐迹地次生演替规律	79
5.1 研究方法	79
5.1.1 标准地的设置	79
5.1.2 外业调查	80
5.1.3 内业分析方法	80
5.2 植物物种消长及种群密度动态变化分析	81
5.2.1 乔木物种消长及种群密度动态变化分析	81
5.2.2 灌木物种消长及种群密度动态变化分析	83
5.2.3 草本植物物种消长及种群密度动态变化分析	86
5.3 种群空间分布格局动态变化分析	90
5.3.1 乔木种群空间分布格局动态变化分析	90
5.3.2 灌木植物种群空间分布格局动态变化分析	92
5.3.3 草本植物种群空间分布格局动态变化分析	94
5.4 重要值动态变化分析	97
5.4.1 灌木植物重要值动态变化分析	98
5.4.2 草本植物重要值动态变化分析	100
5.5 植物群落的物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数动态变化分析	103
5.5.1 乔木植物的物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数动态变化分析	103
5.5.2 灌木植物的物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数动态变化分析	106
5.5.3 草本植物的物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数动态变化分析	107
5.5.4 乔木、灌木和草本植物综合的物种多样性指数和 Pielou 均匀度指数动态变化分析	110
5.6 小结	111
6 雾灵山森林生态服务功能价值动态仿真分析	113
6.1 雾灵山森林生态服务功能价值评价	114
6.1.1 涵养水源价值	114
6.1.2 保持水土价值	117
6.1.3 固碳释氧价值	119
6.1.4 净化大气价值	121
6.1.5 林木生长价值	124
6.1.6 景观游憩价值	125
6.1.7 雾灵山森林 2005 年生态服务功能总价值	125
6.2 生态服务功能价值动态仿真	126
6.2.1 系统动力学的引入	126
6.2.2 系统模型的构建	128
6.2.3 仿真结果与分析	133
6.3 小结	137
7 结论与讨论	139
7.1 结论	139

7.2 讨论	140
7.2.1 本研究的创新点	140
7.2.2 不足之处	141
附录	142
参考文献	150
附录 A 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 B 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 C 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 D 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 E 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 F 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 G 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 H 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 I 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 J 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 K 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 L 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 M 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 N 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 O 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 P 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 Q 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 R 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 S 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 T 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 U 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 V 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 W 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 X 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 Y 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150
附录 Z 雾灵山森林生物多样性及生态服务功能价值仿真研究	150