

小流域防护林 碳汇效应

郭月峰 等 著



科学出版社

小流域防护林碳汇效应

郭月峰 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以小流域防护林碳汇效应及空间配置为主题,在全面调查小流域境内不同立地条件、不同林分类型的前提下,分析了小流域主要林分类型的碳汇效应及固碳潜力;利用干扰指数来定量描述林分结构,分析林木生长因子与碳汇功能的关系;研究了小流域典型农田防护林网与林网内作物固碳耦合效应。以此为基础,提出小流域以碳汇功能最大为目标,兼顾生态、经济及社会效益协调发展的小流域防护林空间配置模式。本书是课题组成员多年来取得的相关研究经验的积累,为内蒙古中东部的生态环境建设提供科学依据,为进一步制定造林固碳政策技术措施提供科学指导。

本书可供从事林学、生态学、水土保持学和植物学研究的科学工作者,以及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

小流域防护林碳汇效应/郭月峰等著. —北京:科学出版社,2016.3

ISBN 978-7-03-047332-5

I. ①小… II. ①郭… III. ①小流域-防护林-二氧化碳-资源管理-研究-中国 IV. ①S718.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第026725号

责任编辑:张会格/责任校对:郑金红

责任印制:徐晓晨/封面设计:北京名轩堂广告设计有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016年3月第一次印刷 印张:9 1/8

字数:184 000

定价:72.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《小流域防护林碳汇效应》

编辑委员会

主 编： 郭月峰

副 主 编： 姚云峰

编写人员： 郭月峰 姚云峰 秦富仓

王 娟 高玉寒 张美丽

前 言

全球变暖已经成为一项全球性的环境问题，主要是人类使用化石燃料排放的大量 CO₂ 等温室气体的增温效应造成的，严重地威胁着人类的生存健康，并已成为各国政府和科学家关注的重大环境问题。因此，有效减缓全球变暖是当前重要的生态任务之一。森林作为陆地最大的碳库，森林碳汇已被认为是减缓全球变暖的一种较好选择。如何使森林发挥其最佳功能作用，尤其是最大程度发挥其固碳功能作用，这就需要对林种、树种结构进行合理的配置，提高森林内部质量，使之发挥最佳的效益，这也是当前林业建设中急需解决的问题。

森林按照林分起源划分为天然林和人工林两类。中国是世界上人工林最多的国家，被称为“世界最伟大的森林恢复者”，而在人工林中 90% 又是纯林。人工林多为单一树种组成的同龄纯林，结构和功能较单一，导致人工林是较为脆弱和不稳定的生态系统，具有抗灾害能力较弱及生态防护效果不够显著等特点。因此，人工林的改造成为林业发展的必然趋势和客观要求。防护林是以发挥森林的各种防护效益为目的而营造的人工林，是改善生态环境的有力措施。防护林作为森林资源的重要组成部分，在生态环境保护和重建中发挥着巨大的作用。目前大规模营造的防护林多数因树种选择不合理、造林密度过高、空间配置不合理等特点，使防护林不能充分发挥其生态功能及碳汇功能。

本书针对内蒙古中东部赤峰市所营建的防护林因立地条件差、树种选择不合理、林分密度过高、配置不合理等特点，出现了大面积非健康的低功能人工林，难以发挥其应有的生态效益的现状，选择了人工林面积位居全区首位、“全球环境 500 佳”、我国对外合作首个碳汇林业试验示范县的敖汉旗作为研究区，并选择典型小流域——黄花甸子小流域为单元，在全面调查小流域境内不同立地条件、不同林分类型的前提下，提出小流域以碳汇功能最大为目标，兼顾生态、经济及社会效益协调发展的小流域防护林空间配置模式。

本书以小流域防护林为单位研究了其碳汇效应及空间配置。全书共分为 6 章。第 1 章从整体上介绍了全球气候变化、森林在气候变化中的作用、人工林的碳汇

效应及防护林体系空间配置;第2章从自然环境概况、土地利用状况及森林资源分布状况等方面介绍了黄花甸子小流域概况;第3章分别以小叶杨林、油松林、白榆林、山杏林、沙棘林以及柠条林为例研究了小流域主要林分类型碳库特征及系统固碳效应;第4章从小流域防护林邻体干扰模型的建立和林木干扰指数与林木生长的关系两方面研究了小流域主要林分类型林木生长因子与林木碳汇功能关系;第5章分别从农田防护林网对林网内生物量碳储量、作物产量的影响及农田防护林网复合模式的固碳、增产效益分析两个方面做了小流域农田防护林网与防护农田固碳耦合效应研究;第6章分别从以碳汇功能为目标的土地利用格局优化、小流域防护林主要林分类型结构优化、小流域防护林空间配置前后碳汇效益分析和小流域防护林主要林分类型对位配置研究四个方面做了以碳汇功能为目标的小流域防护林体系空间配置研究。本书在写作过程中,著者进行了大量的资料整理和分析工作,为本书的顺利完成提供了极大的帮助。各章节分工如下:前言,郭月峰;第1章,姚云峰、秦富仓、郭月峰;第2章,王娟、高玉寒、张美丽、郭月峰;第3~6章,郭月峰。本书由郭月峰统稿,由内蒙古农业大学姚云峰教授担任主审。

小流域防护林碳汇效应研究目前还不是很成熟,相关内容及相关领域的很多问题尚在探索之中。若深入研究,则将对实际应用及发展起到推动作用。著者殷切希望本书的出版可以引起相关人士对该领域的关注和支持,并希望对从事荒漠化防治乃至环境保护方面研究的学者及工作人员有所裨益。

本书撰写过程中参考和引用了大量国内外有关书籍和文献,特此感谢。本书的出版承蒙科学出版社的大力支持,编辑人员为此付出了辛勤的劳动,在此表示诚挚的感谢。

由于著者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

郭月峰

2015年6月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 全球气候变化	1
1.2 森林在气候变化中的作用	1
1.2.1 森林碳汇效应的国外研究	2
1.2.2 森林碳汇效应的国内研究	3
1.3 人工林的碳汇效应	4
1.4 防护林体系空间配置	5
1.4.1 区域尺度防护林空间配置的研究现状	6
1.4.2 流域尺度防护林空间配置的研究现状	6
1.4.3 防护林空间配置研究存在的问题及发展趋势	7
第 2 章 黄花甸子小流域概况	8
2.1 自然环境概况	8
2.2 土地利用状况	9
2.3 森林资源分布状况	10
第 3 章 小流域主要林分类型碳库特征及系统固碳效应研究	12
3.1 流域主要林分类型碳库特征及系统固碳效应研究方法	16
3.2 小叶杨林分碳库特征及系统固碳效应	19
3.2.1 小叶杨林分植被层固碳效应	19
3.2.2 小叶杨林分凋落物层固碳效应	21
3.2.3 小叶杨林分土壤层固碳效应	22
3.2.4 小叶杨林分生态系统固碳效应	23
3.2.5 小叶杨林分生态系统固碳潜力	24
3.3 油松林分碳库特征及生态系统固碳效应	25
3.3.1 油松林分植被层固碳效应	25

3.3.2	油松林分凋落物层固碳效应	27
3.3.3	油松林分土壤层固碳效应	27
3.3.4	油松林分生态系统固碳效应	28
3.3.5	油松林分生态系统固碳潜力	29
3.4	白榆林分碳库特征及生态系统固碳效应	30
3.4.1	白榆林分植被层固碳效应	30
3.4.2	白榆林分凋落物层固碳效应	31
3.4.3	白榆林分土壤层固碳效应	32
3.4.4	白榆林分生态系统固碳效应	33
3.4.5	白榆林分生态系统固碳潜力	34
3.5	山杏林分碳库特征及生态系统固碳效应	34
3.5.1	山杏林分植被层固碳效应	35
3.5.2	山杏林分凋落物层固碳效应	36
3.5.3	山杏林分土壤层固碳效应	37
3.5.4	山杏林分生态系统固碳效应	37
3.5.5	山杏林分生态系统固碳潜力	39
3.6	沙棘林分碳库特征及生态系统固碳效应	39
3.6.1	沙棘林分植被固碳效应	39
3.6.2	沙棘林分凋落物层固碳效应	41
3.6.3	沙棘林分土壤层固碳效应	42
3.6.4	沙棘林分生态系统固碳效应	42
3.6.5	沙棘林分生态系统固碳潜力	43
3.7	柠条林分碳库特征及生态系统固碳效应	44
3.7.1	柠条林分植被层固碳效应	44
3.7.2	柠条林分凋落物层固碳效应	46
3.7.3	柠条林分土壤层固碳效应	46
3.7.4	柠条林分生态系统固碳效应	47
3.7.5	柠条林分生态系统固碳潜力	48
3.8	不同林分类型各碳库固碳效应及固碳潜力	48
3.8.1	不同林分类型各碳库固碳效应	48

3.8.2	不同林分类型各碳库固碳潜力	49
3.8.3	小流域主要林分类型不同碳库对生态系统碳增汇的贡献	51
第 4 章	小流域主要林分类型林木生长因子与林木碳汇功能关系	53
4.1	小流域主要林分类型林木生长因子与林木碳汇功能关系研究方法	54
4.2	小流域防护林邻体干扰模型的建立	55
4.3	林木干扰指数与林木生长的关系	56
4.3.1	主要林分类型标准地概况	56
4.3.2	主要林分类型基株干扰指数与胸径的关系	57
4.3.3	主要林分类型基株干扰指数与冠幅的关系	60
4.3.4	主要林分类型基株干扰指数与高径比的关系	62
4.3.5	主要林分类型基株干扰指数与生境利用率的关系	64
4.3.6	主要林分类型基株干扰指数与胸径、冠幅、高径比及生境利用 率关联分析	65
4.3.7	主要林分类型基株干扰指数与碳汇功能的关系	76
第 5 章	小流域农田防护林网与防护农田固碳耦合效应研究	81
5.1	小流域农田防护林网与防护农田固碳耦合效应研究方法	81
5.2	农田防护林网对林网内生物量碳储量的影响	84
5.2.1	农田防护林网对林网内生物量碳储量分区研究	85
5.2.2	农田防护林网对林网内总生物量碳储量的影响分析	87
5.3	农田防护林网对林网内作物产量的影响	88
5.3.1	农田防护林网对林网内作物产量分区研究	88
5.3.2	农田防护林网对林网内总产量的影响分析	90
5.4	农田防护林网复合模式的固碳、增产效益分析	92
第 6 章	以碳汇功能为目标的小流域防护林体系空间配置研究	95
6.1	以碳汇功能为目标的小流域防护林空间配置研究方法	95
6.2	以碳汇功能为目标的土地利用格局优化	96
6.2.1	以碳汇功能为目标的土地利用结构优化模型的构造	97
6.2.2	目标函数的确定	101
6.2.3	约束条件的确定	101
6.3	小流域防护林主要林分类型结构优化	104

6.4	小流域防护林空间配置前后碳汇效益分析	110
6.5	小流域防护林主要林分类型对位配置研究	111
6.5.1	影响林木生长立地因子的选取	111
6.5.2	影响林木生长立地因子权重的确定方法	111
6.5.3	影响林木生长主导立地因子的选取	113
6.5.4	基于不同主导立地因子的防护林对位配置研究	115
参考文献		126

第 1 章 绪 论

1.1 全球气候变化

全球气候变化是指在全球范围内,气候平均状态统计学意义上的巨大改变或者持续较长时间(典型的为十年或更长)的气候变动。气候变化的原因可能是自然的内部进程,或是外部强迫,或是人为的持续对大气组成成分或土地利用的改变。

进入 21 世纪以来,全球气候变化及其对人类生存造成的损害和威胁已为世人公认。气候变化已成为不可回避的重大理论和实际问题。气候变暖的明显化,让各种危害逐步进入人们的日常生活,因此气候变化已经不再只是一个学科问题,而日渐成为人们共同关心的重大社会问题。气候变暖引发的问题也从单一性向多样化转变,从已知向未知发展。它引发的各种新现象改变着人类的生存状态。最主要是它所引发的灾害以不同形式出现,让人们不能预知,同时它又是全球范围内的,这使得气候变化成为全世界所共同关注的问题。

1.2 森林在气候变化中的作用

以大气 CO_2 浓度升高为主要特征的气候变化正在使陆地生态系统的结构及功能发生着变化,并且这种变化也正威胁着人类的生存健康,所以目前国际社会对此倍加关注。我国作为世界上 CO_2 排放量较高的国家,所承受的压力很大。

森林是维持陆地良好生态环境的主体和最重要的生物生产基地之一。它在自然界物质和能量交换过程中,对周围环境的影响极大,在不断吸收 CO_2 、形成有机物质、制造氧气的同时,还增加空气的湿度和降水量;同时,森林还具有降低风速、保持水土、涵养水源、净化空气、消除噪声等功能。其中,森林碳汇功能是森林生态系统生态功能的重要组成部分之一,主要体现在森林具有吸收并固定大气中 CO_2 的能力,其储存了陆地生态系统有机碳地上部分的 80%,是陆地生态系统最大的碳库,在全球碳循环中起到十分重要的作用。在应对全球气候变化背景下,森林碳汇已被认为是当前减缓全球气候变化的一种较好的途径。因此,加

强森林系统碳储量研究,在有限的森林资源下如何提高森林内部质量,使森林系统发挥最大的碳汇功能,对未来的环境外交意义重大。

1.2.1 森林碳汇效应的国外研究

森林碳汇研究的基础是森林碳储量的研究。有关森林碳储量的研究,最早开始于德国林学家对森林生物量碳的研究。关于森林碳汇的正式研究始于国际科学委员会执行生物圈计划(EBP),该计划的发起是世界森林生态碳储量研究的开端,并且在此计划之后,全球性森林碳汇的研究相继在欧美部分国家纷纷展开,全球的森林生物量研究有了很大进展,之后研究不断深入。这里应特别强调的是:以日本学者吉良龙夫为首的研究小组在东南亚热带地区所做的研究,该小组的研究方法及结论对后来的研究产生了很大的影响。20世纪70年代初,《温带森林生态系统的分析》及《第一性生产量水平上的陆地生态系统功能》等专著的对这阶段工作的总结。70年代末,以Bolin为首的环境问题科学委员会对全球碳循环进行总结,其中包括对森林生态系统碳蓄积量的估计。90年代初,联合国制定了应对气候变化的《联合国气候变化公约》,该公约的制定要求各缔约国编制各国温室气体清单以及对温室气体的清除情况。于是,各国相关学者纷纷积极行动起来,研究应对该公约的措施。Winjum等(1998)通过研究森林经营管理对碳储量的影响后指出,有效的森林经营管理措施对增加森林碳汇是重要的。Botkin等(1993)对美国东北部基于区域尺度的典型林分碳储量进行时空分析。1997年,以《联合国气候变化公约》为基础的《京都议定书》的制定,成为森林碳汇可行的措施。之后,森林碳汇的相关研究开始进入高潮阶段。国际上很多学者对本国的森林管理活动引起的碳汇及碳源的变化做了研究,并提出提高本国森林碳汇能力的可行措施,以期为本国提供最大的温室气体减排抵消指标。Lindroth等(1998)对森林生态系统的碳汇模型及森林碳收支碳平衡问题做了研究,并指出森林碳平衡对于大气温度的敏感性。Flanagan等(2002)对北方温带草原的碳交换随季节及年际变化情况做了分析,认为森林的碳储量是巨大的,而且林龄越大碳储量越大。Goulden等(1996)在森林碳储量估算方面也取得了一定进展。Davidson等(2002)以碳的守恒定律作为研究基础,测量了碳在林下凋落物和土壤中的分配,并估算了凋落物的碳储量。此外,就国家层面而言,俄罗斯、美国、英国、日本、芬兰、印度、加拿大、瑞典、德国、巴西等国家,对森林生态系统碳汇效应与气

候变化的关系进行较为深入的研究,且取得了巨大突破。

1.2.2 森林碳汇效应的国内研究

中国森林生态系统的碳汇研究仍然是始于森林生物量及生产力的研究,最早开始于20世纪70年代,大规模的研究开始于90年代。因起步较晚,一些研究是基于借鉴国外一些较为成熟的理论方法及对国内较分散基础资料的整理之后,提出一些看法和观点。尽管研究基础比较薄弱,研究条件不太成熟,但一些研究人员利用国内森林资源清查资料及生态调查资料等数据对中国森林碳储量进行估算。汪业勋(1999)和王效科等(2001)的研究指出,我国森林生态系统生物量碳为 3.7PgC ;而方精云(2000)计算出的值为 3.87PgC ,结果相差不大;李克让等(2003)的研究指出,我国陆地森林生态系统的碳密度为 1.47kg/m^2 ,碳储量为 13.33PgC ,占全球的3%。刘国华等(2000)的研究表明,1973~1993年我国4次森林资源清查中,森林生态系统生物量碳分别为 3.75PgC 、 4.12PgC 、 4.06PgC 、 4.20PgC ,反映出我国森林生态系统的植被碳储量呈增长趋势,这与多年来的植树造林有很大关系。但是,因为新造林地的立地条件差,林分碳储量小,所以森林生态系统生物量碳的实际增长趋势并不明显。这同时也反映出,加强对现有森林的抚育管理,提高森林内部质量,我国森林植被的碳汇潜力还很大。

此外,20世纪70年代之后,方精云等对国内外研究成果进行整理并收录在《全球生态学——气候变化与生态响应》一书中,提出了适合我国森林碳吸存能力估算的方法。马钦彦等(2002)对我国华北区主要阔叶树种和针叶树种的含碳率进行分析,指出阔叶树种含碳率普遍小于针叶树种含碳率。

周玉荣等(2000)及康蕙宁等(1996)对我国主要树种的固碳量及固碳速率等方面进行研究。他们的研究成果为评价我国森林碳储量及固碳潜力等方面提供了很宝贵的经验指导。之前的研究大多是基于自然科学领域的研究,而对于森林碳汇所涉及的经济贸易问题研究很少,不能满足森林碳汇发展的需求。所以我国学者于2003年编写了《造林绿化与气候变化——碳汇问题研究》一书,首次较为系统地阐述了我国森林碳汇要应对的经济、贸易及社会相关政策等问题。2003~2009年相继出台了很多相关计划:2003年出台的“中国陆地生态系统碳循环及驱动机制研究”(国家937计划项目);2004年森林碳汇办公室的成立;2006年的“中国广西珠江流域治理再造林”被批准;2007年中国绿色碳基金的成立;2009

年关于《中国绿色碳基金造林项目碳汇计量与监测指南》的编制。

1.3 人工林的碳汇效应

当前,关于森林在减缓全球变暖时所起的作用已引起全球的普遍关注。我国人工林面积位居世界之首,它对我国生态环境的保护和改善起着重要积极的作用。但目前我国人工林存在结构简单、树种单一及配置不合理等诸多问题,这使得我国人工林碳汇功能没能得到充分发挥,人工林碳增汇还有很大空间。因此,很多学者关于人工林经营管理措施对提高人工林碳汇能力的效应做了研究。亟待加强不同人工林管理措施对林地碳吸存的影响研究,尤其是人工林体系的合理配置是经营管理中首要解决的问题。

森林作为一个重要的“碳汇”,在调节全球气候及维持全球碳平衡中所发挥的作用已得到全社会的广泛认同。森林按照林分起源划分为天然林和人工林两类。而人工林是森林的重要组成部分,它对全球碳增汇作用重大。所以,减缓全球气候变暖的有效途径之一就是加强对人工林的管理。目前,我国森林生物量碳储量占全球森林生物量碳的 57.26%,人工林则更低。我国人工林现有面积为 0.62 亿 hm^2 ,居世界之首。针对有限的土地资源,新造林地面积的逐渐减少,对人工林碳汇功能采取有效的管理手段是我国森林碳汇能力提高的重要途径。当前,对森林管理经营主要是基于提高森林的防风固沙、水土保持等生态效益或经济效益为主要目标,而针对森林的固碳经营管理则关注较少。面对当今国际环境的严峻形势,人工林在应对全球环境压力方面的意义显得深远而重大。因此,提高人工林的碳汇功能水平已经成为当前林业发展的一项重要任务。

20 世纪末期,我国对天然林实施了保护工程,天然林达到休养生息的目的。同时,不断加大人工植被建设的规模和内容,使得人工林的比重在逐年增大。从历次森林资源清查数据看出,我国的森林面积与森林覆盖率是持续增长的,而且人工林的比重也在逐年增大,说明我国的森林正趋向人工化。我国人工林现有面积为 0.62 亿 hm^2 ,居世界之首,其作为我国森林系统的重要组成部分,在森林碳汇中发挥着巨大的作用。1973~1998 年,我国森林处于明显的碳增汇过程,其中人工林碳增汇占森林总碳增汇的 41.67%,这成为我国森林碳储量增加的最主要原

因。然而人工林多为单一树种组成的同龄纯林,结构和功能较单一,这导致人工林较为脆弱和不稳定的生态系统,抗灾害能力较弱及生态防护效果不够显著等特点。针对目前我国人工林因造林立地条件差、树种选择不合理、林分密度过高、配置不合理等特点,再加上缺乏必要的抚育措施,严重制约了地区林业应该发挥的功能作用。如何使森林发挥其最佳功能作用,尤其是最大程度发挥其固碳功能作用,这就需要对林种、树种结构进行合理的配置,提高森林内部质量,使之发挥最佳的效益,这也是当前林业建设中急需解决的问题。因此,人工林的改造成为林业发展的必然趋势和客观要求。

1.4 防护林体系空间配置

防护林是以发挥森林的各种防护效益为目的而营造的人工林,即是为了保持水土、防风固沙、涵养水源、调节气候、减少污染所经营的人工林。防护林作为改善生态环境的有力措施,已引起各国的重视。20世纪70年代以来世界上许多国家举行了以防护林为对象的专题讨论会,世界性林业会议“人与生物圈计划”、“空气污染与林业”、“农业和林业气象”等会议都把林带的防护功能作为重点议题。

防护林体系是我国大部分地区林业建设的主体,是生态环境建设中重要组成部分。防护林体系建设已经引起社会各界的广泛关注和重视。为使防护林体系生态效益达最大化,防护林必须具有合理的空间布局。因此,防护林体系的空间布局成为防护林学研究的一项重要内容,是影响防护林体系建设取得最佳效益的关键因素。

防护林体系空间配置,是指防护林体系的土地利用结构、林种结构和林分系统的空间布局。防护林体系能否最大限度地发挥其生态、经济和社会效益主要取决于它的林种、树种的结构配置的合理性。国内外对此都很重视,并进行多方面的研究。由于研究对象的尺度不同,这些探讨与研究所得到的层次也不同。同时,大量研究表明,流域是生态环境治理的基础,流域防护林体系的合理配置,是达到流域治理目标,建成持续、稳定、高效人工生态系统的重要因素。

目前,国内外对于防护林体系空间配置的研究主要集中在区域和流域两个

尺度上。关于区域尺度的防护林空间配置研究,主要解决的是最佳森林覆盖率问题。最佳森林覆盖率是指一个区域所拥有的森林,既能满足人们对经济效益的需要,又能满足人们对生态、社会效益的需求,使之形成一个较为稳定的生态环境,这样的森林覆盖率称为最佳森林覆盖率。但区域尺度的防护林空间配置并不能为防护林体系在植被类型结构或树种的空间布局等提供具体的理论参考。于是一些学者开始了基于流域尺度的防护林体系空间配置研究,主要从不同树种、不同植被群落的水文特征研究入手,分析诊断不同流域生态系统的特点,根据防护林体系的防护机制,以流域为单元,确定植被类型、树种面积最优的比例结构。

1.4.1 区域尺度防护林空间配置的研究现状

区域尺度防护林空间配置,主要解决森林覆盖率达到多大才能满足区域发展的需求。确定某一区域的最佳森林覆盖率,不仅要考虑森林资源的区域性配置、被规划区域社会经济可持续发展对森林的客观要求、森林提供的生态环境服务和商品、林业生产现状和发展趋势等诸多因素,而且要从技术层面上,考虑森林覆盖率确定方法的科学性和实用性。一个地区的森林覆盖率究竟为多少才算最佳,因确定方法和确定参数不同,众说纷纭,但多被人们所接受的是森林分布均匀、结构合理,并能发挥着其巨大的生态、经济、社会效益,此时的覆盖率是合理的森林覆盖率。还有一些学者对最佳森林覆盖率的确定方法和指标也进行相关研究。

区域尺度的研究为防护林的空间配置在宏观上进行指导,但远不能满足实际林业生产实践的需要,而更需要将研究结果落实到具体单元上,因此,一些学者开展了基于流域尺度的防护林体系空间配置研究。

1.4.2 流域尺度防护林空间配置的研究现状

流域防护林体系空间配置,一般包括水平配置、立体配置及对位配置。防护林体系水平配置是指各林种在流域内的平面布局 and 合理规划,是形成合理水平的关键。防护林体系立体配置是指各林种范围内树种或植物种的选择及林分层次结构的配置。防护林体系对位配置就是要实现防护林体系与水土资源、地形地貌等环境资源的协调统一。由于尺度不同,其配置所要达到的程度也不尽相同。在小

尺度上,要比大、中尺度细致得多,也具体得多,往往要从水平、立体配置上升到树种层面的配置,即对位配置。

流域尺度的防护林空间配置,主要是从研究不同树种、不同植被群落的水文、水质、泥沙效应入手,分析诊断不同流域生态系统的特点,根据不同防护林的防护机制,以流域为单元,提出不同功能的防护林空间配置模式。

防护林体系空间配置的整体思路是:在区域尺度上,防护林配置应考虑不同区域发展所需的最佳森林覆盖率,使水源涵养能力最强、地表径流量最小;在流域尺度上,防护林配置要以生态环境建设为基础,确定防护目标,综合考虑防护林体系的经济效益和社会效益协调发展,重点考虑各防护林林种的比例;而在地块单元上,防护林空间配置则要考虑局部的微地形因子,包括海拔、坡度、土地利用方式、土层厚度、侵蚀程度、坡位、坡向、坡型、土壤质地等。无论是哪一个尺度,其最终的目的是要使防护林体系发挥最大的防护功能。

1.4.3 防护林空间配置研究存在的问题及发展趋势

通过以上关于防护林体系空间配置的研究来看,目前防护林体系空间配置主要存在几个重要问题。

首先,防护林体系空间配置研究尺度的界定不太明确。尺度不同,研究结果不尽相同,有时甚至相悖。究竟大、中、小尺度分界点是多大,才能使量变到质变,才能使空间现象的客观特征发生变化,很多学者对于这个概念的界定还未达成共识。基于尺度概念的问题,防护林体系的研究多集中在大尺度或中尺度上,多从宏观层面分析防护林的空间格局。而对于小尺度的流域防护林研究相对较少,这也可能与对尺度概念的界定不明确有一定关系。

其次,防护林体系空间配置的成果缺乏可操作性。目前大多数研究成果多停留在防护林林种结构、树种组成及比例控制方面,这对于实际空间配置的调整缺乏可操作性。因此,需要将研究成果落实到具体区域和具体位置是防护林空间配置发展的方向。

以往的防护林空间配置多是基于泥沙、侵蚀等水文效应的研究,将植被固碳指标纳为防护林空间优化配置指标的研究鲜见报道。结合“生态林业”发展的需求,以及当前国际环境关于碳减排任务的重大压力,建立一套结合防护林固碳减排指标的科学合理的指标体系,是未来研建防护林体系空间配置时的发展趋势。