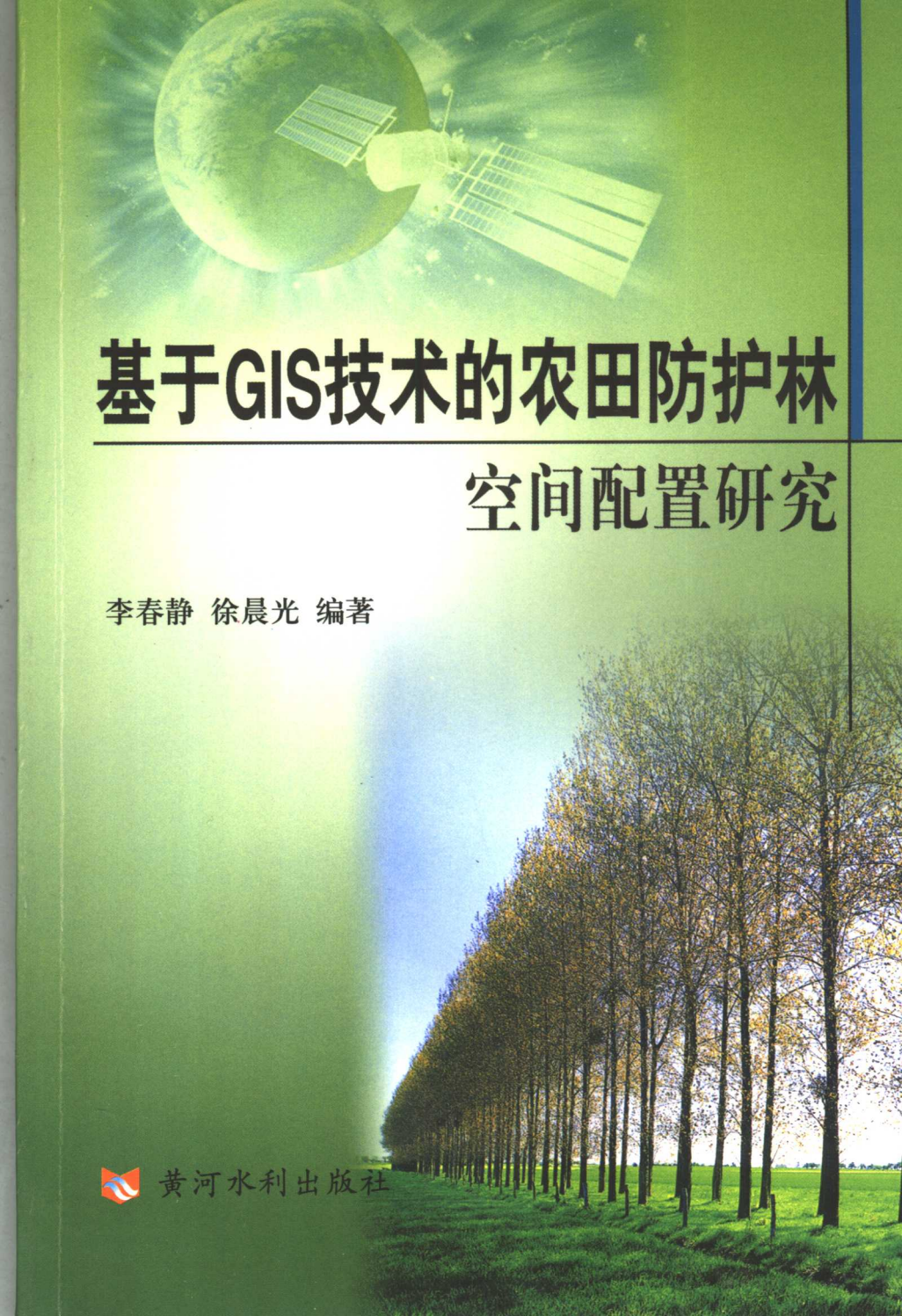




基于GIS技术的农田防护林 空间配置研究

李春静 徐晨光 编著



黄河水利出版社



基于GIS技术的农田防护林 空间配置研究

李国忠 陈国光 编著



桂林电子科技大学出版社

基于 GIS 技术的农田防护林 空间配置研究

李春静 徐晨光 编著

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于 GIS 技术的农田防护林空间配置研究/李春静,
徐晨光编著. — 郑州:黄河水利出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-80734-245-8

I. 基… II. ①李…②徐… III. 地理信息系统—
应用—农田防护林—高等学校—教材 IV. S759.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 125893 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:wlp@yrp.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:850 mm×1 168 mm 1/32

印张:4.25

字数:120 千字

印数:1—1 200

版次:2007 年 8 月第 1 版

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-245-8/S·94

定价:15.00 元

前 言

目前,地理信息系统(Geographic Information System,简称GIS)已广泛应用于森林资源的管理,成为在林业中的重要发展方向,但在农田防护林方面应用尚少。同时,农田防护林优化结构的研究一直是研究的热点问题,因为它决定着农田防护林所发挥的功能和效益,本书旨在以现有农田防护林的生长规律研究及林带现状分析为基础,利用地理信息系统(GIS)对研究区农田防护林的空间配置进行研究。

本书通过对防护林生长方程的拟合,探讨了防护林生长规律,利用拟合结果进行立地指数表的编制及成熟龄的确定,并拟合了研究区防护林带的可变密度的全林分蓄积生长模型,为研究区蓄积量的预估打下基础。

本书在分析农田防护林优化配置理论的基础上,利用GIS空间分析技术,对研究区农田防护林的空间配置进行研究,利用ARCGIS及MO对林网进行分级配置,易于统计配置的面积。同时利用MO结合VB,采用集成二次开发技术,建立了研究区的农田防护林空间配置信息系统,除具有基本的数据操作、编辑、查询、空间分析、图形的输出等功能外,还具有林网格网的生成功能、不同宽度的缓冲区生成功能,且集成了蓄积量预测模型。

本书应用GIS技术,将农田防护林的空间配置信息及蓄积量模型集成在一个系统中,不仅可以直观地掌握农田防护林的空间分布及面积变化,同时可以掌握不同防护林带蓄积量的变化,研究形成的农田防护林空间配置信息系统为研究区农田防护林的管理和经营提供了更为直观、科学的依据,为经营管理者提供了新的管

理手段和方法,同时也适用于其他区域,为精准林业的研究提供了一定的思路。

本书第 1 章介绍了农田防护林的基本理论,第 2 章到第 5 章探讨了农田防护林生长规律及 GIS 应用于农田防护林的空间配置、系统的研建及配置结果分析,第 6 章对农田防护林存在的其他问题进行了探讨。

本书由李春静和徐晨光共同执笔,由李春静审定并统稿,全书共 12 万字,李春静完成 8 万字,徐晨光完成 4 万字。

本书由以下项目资助:①国家林业局“‘3S’技术在森林资源调查中的应用”课题资助项目(2000327008);②华北水利水电学院高层次人才科研启动项目。

本书在编写的过程中,得到了南京林业大学多位老师和同学的帮助,特别感谢博士生导师彭世揆教授,为本书的完成所付出的心血,还要感谢余光辉教授、张金池教授、周春国副教授、李明诗博士、陈勇博士等,同时还要感谢华北水利水电学院的同事们,感谢一直给予本书的出版关心帮助的陶华博士。最后要特别感谢黄河水利出版社的王路平编辑对本书编、审所做的辛勤工作。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正!

作 者

2007 年 4 月

目 录

前 言

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 研究的目的和意义	(1)
1.2 国内外研究现状	(3)
1.3 研究方向	(21)
1.4 本书研究的内容	(22)
1.5 研究区简介	(24)
1.6 研究区基础数据的收集处理及研究方法	(24)
第 2 章 杨树农田防护林生长规律研究	(28)
2.1 研究方法	(28)
2.2 杨树生长模型的选择和拟合	(28)
2.3 地位指数表的编制	(29)
2.4 成熟龄的确定	(32)
2.5 林带全林生长模型的研究	(40)
2.6 小 结	(43)
第 3 章 基于 GIS 的农田防护林空间优化配置方法研究	(45)
3.1 优化结构配置的分析技术路线框架	(45)
3.2 研究区农田防护林现状及存在的问题	(46)
3.3 林带结构优化配置的理论研究	(47)
3.4 基于 GIS 的建湖县农田防护空间配置研究	(54)
3.5 小 结	(69)

第 4 章 基于 GIS 的农田防护林配置信息系统的研建	(70)
4.1 农田防护林配置信息管理的应用	(70)
4.2 系统所用软件介绍	(70)
4.3 系统设计的思想及技术路线	(76)
4.4 系统设计与功能	(76)
4.5 小 结	(84)
第 5 章 研究区农田防护林发展规模分析及效益评价	(86)
5.1 农田防护林发展规模分析	(86)
5.2 农田防护林效益评价	(93)
5.3 小 结	(98)
第 6 章 农田防护林一些问题的探讨和建议	(99)
6.1 农田防护林可持续经营问题的探讨	(99)
6.2 农田防护林经营(栽培)模式的探讨	(105)
6.3 关于农田防护林经营体制的问题探讨	(109)
6.4 小 结	(118)
第 7 章 总结及展望	(119)
7.1 研究成果	(119)
7.2 展 望	(121)
参考文献	(123)

第1章 绪论

1.1 研究的目的和意义

大量的研究表明,农田防护林为人类带来了巨大的生态效益、经济效益和社会效益,它充分发挥了森林在陆地生态系统中的作用,有效改善了生态环境,减少了各种自然灾害对农业生产造成的危害和损失,有力地提高居民的经济水平和生活质量,是农区社会经济可持续发展的重要保障。

杨树(poplar)为杨树属的通称,具有速生、喜光、喜水、易间作、木材价值高等特性,因而在中国得到广泛的发展,主要分布在河南、山东、江苏、安徽、湖南、湖北等省。以杨树为主栽树种的农田防护林建设在全国平原地区大量兴起。

发展杨树农田防护林对于江苏省意义重大,江苏省属少山林省份,天然林资源少,森林覆盖率只有 10.56%。因此,江苏省提出林业工作将以扩大森林资源总量、提高森林覆盖率为中心,以改善生态环境和增加农民收入为重点,加快构建完备的林业生态体系和发达的林业产业体系,实现跨越式发展。

2004年,中共江苏省委、江苏省人民政府下发了《关于推进绿色江苏建设的决定》,提出了以保护和改善生态环境,提高人居环境质量,促进经济社会可持续发展为出发点,构筑绿色屏障,发展绿色产业,弘扬绿色文化,大力实施林业重点工程,增加森林资源总量,提高森林资源质量,推进林业跨越式发展,实现经济社会发展和环境保护相协调、人与自然相和谐。提出了紧紧围绕生态省建设和实现“两个率先”为目标,实施森林资源倍增计划,到2010

年前后,全省森林覆盖率提高到 20%,城市绿化覆盖率提高到 40%,活立木蓄积量达到 8 000 万 m^3 以上,全省森林资源质量和利用效率显著提高,生态环境明显改善,初步建成布局合理、功能完备、结构稳定、优质高效的现代林业体系,基本满足经济社会可持续发展的需求。提出了“一区、二带、三网、四片、多点”的布局重点,其中的“三网”即农田林网、路网、水网。

因此,在江苏省推进绿色江苏建设的大环境下,在县域范围内,对农田防护林空间配置及规模的研究,对于实现研究区的绿色建设具有重要意义,同时对绿色江苏的具体实施具有一定的借鉴作用。

研究区建湖县地处苏北射阳湖荡下游,隶属于盐城市,全县地势平坦,平均海拔为 1.74 m,素有“洪水走廊”之称。属少林且经济欠发达县区,其立地、气候等自然条件皆适宜发展杨树人工林,其低洼的地势却极易引起水土流失、洪涝灾害等环境问题,发展杨树农田防护对于提高当地的经济水平、加强抵御自然灾害能力具有重大意义。

综观农田防护林的研究情况,在研究内容上,包括防护林的结构和功能研究、防护树种的生长特性及防护效益的研究;从研究手段上,从原来的定性研究发展到定量研究,从利用简单设备的进行观测统计计算发展到利用应用计算机进行全方位、多学科的研究,而利用地理信息系统对农田防护林的研究将成为一个发展趋势。

本研究拟以建湖县农田防护林为研究对象,在分析现有农田防护林生长规律的基础上,利用地理信息系统技术,对农田防护林的空间配置进行研究,探索研究区森林资源的容量和所达到的森林覆盖率,在此基础上建立研究区农田防护林的空间配置信息系统,并探讨研究区的经营管理模式,从而为研究区农田防护林科学的经营管理提供科学的方法和手段。

1.2 国内外研究现状

目前,国内外对农田防护林的研究主要是以防护林结构、效益、生长规律及其研究方法的改进等几个方面展开的。

1.2.1 农田防护林结构研究

防护林结构是防护林研究的基础,农田防护林作为农田及作物的保护屏障,在20世纪中期,特别是70年代以来,国内外许多研究学者,从不同学科途径去探讨林带自身的特征及其对环境因子的影响及作用,从理论上和实践上阐述了防护林带的一些基本规律。农田防护林结构可分为树体结构、单条林带结构、林网网格结构和景观结构等几个尺度,其研究方法从定性研究转向定量研究,从单学科的研究转入多学科、多层次的深入研究。在实际的研究与应用中,常以林带结构、林网结构、景观结构为研究重点。

1.2.1.1 林带结构分类

单株树按照不同的组合方式有机地排列在一起就形成了林带,树与树之间的相互作用就构成了林带结构,林带结构是林带系统中数量关系、空间关系、时间关系相互制约关系的有机组合。林带的结构是指林带内树木枝叶的密集程度和分布状况,亦即带内孔隙的大小、数量和分布状况(曹新孙等,1983)^[1]。林带结构包括林带疏透度、透风系数、配置方法、林带行数、株行距、保存率、林木平均胸径、冠下干径、树高、枝下高,其中林带疏透度和透风系数是林带结构其他各项因子的表征(姜凤岐,1994)^[2]。不同结构的林带,由于树种组成以及树木各部分在带内空间分布、搭配状况的差别,而形成了特定的外部形态。如果从林带的纵断面上看林带的外形,可以通过透光孔隙的大小和分布发现林带的均一性和成层性;如果从林带的横断面上看林带的外形,可以看出林带呈现出

各种几何形状。这些结构的特点,决定了林带的透风状况和防风特性。

单条林带结构研究主要包括林带结构类型、结构参数的测度及优化研究。

林带的结构类型是指林带内树木枝叶的分布状况和茂密程度,为描述林带枝叶的茂密程度,通常采用疏透度、透风系数或风速削弱系数。农田防护林带,按其外部形态和内部结构特征可划分为下列三种结构类型^[3]:

(1)紧密结构林带(Dense shelterbelt)。林带从上到下都很紧密,其防风距离最小,而在林缘附近减小风速最明显,由于其容易在带间田地产生风蚀现象,不适用于农田防护林,但可适用于阻止流沙的防风固沙林、水土保持林及水源涵养林等。

(2)疏透林带结构(Porous shelterbelt)。林带从上到下结构不太紧密,正对林带面望去,可见透光孔隙且分布均匀。而疏透结构林带因其防风距离远,风带降低缓慢均匀,不会在林带内造成风蚀,因此适用于农田防护林。

(3)通风结构林带(Through shelterbelt)。林带多由乔木组成,结构特征为上部树冠部分为紧密或疏透结构,下部树干部分有相当大的透光孔,防风范围最大,但在林带内和林缘附近风速大,易引起土壤风蚀,因此除易风蚀的农田地区外,都可采用这种林带。

目前还没有一个比较成熟完备的适合实际的理论分类体系(曹新孙,1983),因此探讨一种更科学有效的分类方法对指导农田防护林经营实践有着非常重要的意义。随着计算机图形图像技术的不断完善,将林带的横断面等多项指标加以考虑,建立一个以立体为主的分类结构指标体系是值得探讨的。

1.2.1.2 林带结构主要参数

影响农田防护林防护带结构的参数因子有林带宽度、林带长

度、林带高度、林带疏透度、透风系数、造林密度(株行距)和树种搭配方式^[1]。其中疏透度和透风系数是综合因子,是评价林带结构的定量化指标。

1) 疏透度

疏透度(Porosity)是从林带的结构上鉴定其透风状况的指标,是林带结构的重要指标,也是林带结构的重要特征。在生产理论及实践中,最常用的是透光疏透度,即以林带林缘垂直面上透光孔隙的投影面积与该垂直面上林带投影总面积之比,常以 β 表示(曹新孙,1983)^[1]。

鉴于疏透度是林带结构本身的特征指标,较长时期以来,许多学者进行了大量研究(曹新孙,1983;姜凤岐,1992;周新华,1992)^[1,2,4],在透光疏透度的测定方法上,先后采取了目测法、方格景框法、概率估测法等,但是以上这些方法测定结果不精确,因各种缺陷和不便而难以应用(曹新孙,1983)^[1]。近年来,随着对防护林结构及其效益的研究愈来愈深入,以及数字化手段的发展,许多学者(姜凤岐,1989;关文彬,2002)采用“数字图像处理”法技术测定林带疏透度变化,实现了林带透光疏透度较精确的定量化测度^[5,6]。随着模型研究与回归分析相结合方法的使用,姜凤岐(1999)又以林带主导因子胸径、密度和枝下高与疏透度的变化规律为依据建立了主导因子模型,以林带配置、行数、株距、保存率、胸径、冠下干径和枝下高等易测因子对林带疏透度的影响,建立了林带疏透度的机理模型,为确定林带结构的优化参数打下基础^[7]。朱教君(2003)提出了分层疏透度的概念,并应用于次生林的结构研究^[8]。曹新孙(1983)曾提出立木疏透度的概念^[1],王志刚(1998)应用随机概率法推导立木疏透度与疏透度之间的近似数值关系,进一步证实了立木疏透度的实用价值^[9]。

随着分形学的发展,人们不仅认识到树木是典型的分数维体和分数维度的生态学意义,而且认识到林带也是具有分维意义的

实体。计算机图形学和图像处理技术及分形几何学的进一步发展,建立林分三维可视模型来研究林分结构已逐渐被人们所认识(宋铁英,1998),也为实现立体疏透度和分维疏透度的精确测度提供了思路 and 手段^[10]。关文彬(2002)等提出了分维疏透度,它为更客观真实地表征和评价林带结构提供了新的指标^[6]。Brandle(2002)借助于林带高、林带宽、断面形状等林带外部特征因子和树冠内植物生长表面积、体积的数与分布、组成树体的各部分即树组件的几何形状等内部特征因子,从三维角度对林带空气动力学结构给予了定义,认为植物表面积密度和立体密度可作为描述林带三维空气动力学结构的指标^[11]。

林带的疏透度与造林密度和林带宽度密切相关。林带的疏透度随着造林密度和林带宽度的增加而减小。风障试验观察表明,单行疏透度相同时,林带的总疏透度随行数增加而减少,其变化趋势呈对数曲线形式。在一定宽度范围内,要维持一定的疏透度,林带密度与行数是互补的关系(曹新孙,1983)^[1]。

2) 透风系数

透风系数(Permeability)是指当风向垂直林带时,林带背风面林缘在林带高度的平均风速与旷野同一高度的平均风速之比,常用 α 表示,是鉴定林带结构优劣的重要参数,它能反映林带防风作用的动力特征,但不是林带本身结构指数,且测定比较麻烦,在生产上直接应用受到限制。因此,常利用疏透度与透风系数的关系应用于实际生产研究,许多学者都对透风系数与疏透度之间的关系作了大量研究,但结论不尽相同。

皮里频科(1977)通过对野外真实林带的观测^[3],给出拟合公式为:

$$\alpha = 0.8768 + 0.1854 \times \ln\beta + 0.0036(\ln\beta)^2$$

康立新等^[12](1992)野外观测小网格农田林网主林带的透风系数和疏透度数值,经统计分析提出了最优数学拟合公式:

$$\alpha = 0.5025 - 1.694\beta + 8.4139\beta^2 - 8.0708\beta^3$$

但由于其结论是对2~5行阔叶树组成的窄林带观测结果分析得到的,疏透度在0.2以下和0.6以上的林带极少,因此外推用于宽林带或疏透度0.2以下及0.6以上的林带时,误差会很大。

关德新^[13](2000)根据模型树的风洞实验结果给出透风系数和疏透度之间符合幂函数关系:

$$\alpha = \beta^{0.6}$$

朱教君^[14](2003)根据曹新孙(1981)和姜凤岐(1994)分别对不同疏透度风障和林带防护效能的观测结果,提出了林带结构相关参数(S_β)的定义,并给出了其多元回归经验公式:

$$S_\beta = 5.04298\beta^3 - 8.7712\beta^2 + 3.4239\beta + 0.6139 \quad (0 \leq \beta \leq 0.80)$$

1.2.1.3 林带结构优化配置的研究

朱廷曜^[3](2000)通过风洞模型实验,认为可分别按有效防护距离、风速平均降低值确定最适疏透度和最适透风系数,提出了效能最适透风系数和距离最适透风系数及风速削弱系数的概念,并探讨了几者之间的关系。

国内外对林带最适疏透度的研究很多,因研究方法和实验条件的不同,结果不尽相同,主要集中在0.25~0.50,但普遍接受林带疏透度在0.25~0.35为最适结构状态。国内有人认为,在风沙区应为0.25~0.30的窄林带防护效能最佳(向开馥,1991)^[15]。运用野外原型林带、野外模型林带和室内风洞等手段,国内外许多学者作了大量的研究,普遍认为疏透型或通风型的窄林带防护效果较好。

傅抱璞^[16](1963)根据林带对乱流交换的减弱作用,分别从理论上推导得出最适林带宽度为8~25 m和9~28 m,这一数值同实践中观测的结果非常接近,更从理论上支持了窄林带比宽林带在防护效益上具有优势的观点。王忠林^[17](1991)认为,最适农田防护林单位面积林地冠幅为2~4 m²/m²,冠体4~6 m³/m²,密度

0.1~0.2 株/m², 林木高度 8~20 m。单条林带的走向与风向垂直最佳, 随着风向与林带交角的变化, 防护效能逐渐降低^[14] (朱教君, 2003)。而林带横断面几何形状, 均以矩形配置为较优 (曹新孙, 1983; 关德新, 1995)^[18]。

Guo Xuebin^[19] (2002) 对山西北部的农田防护林的结构和功能进行了研究^[19], 研究结果表明, 林带展叶期的防风能力应作为标准的指标在建立林带时就考虑进去, 4~6 行的宽行距, 且株行距为 2 m×3 m 的林带具有最好的防风效果。

Zhao Yusen^[20] (2002) 对中国东北平原农田防护林建设的规范进行研究, 通过对作物的产量和质量进行分析认为, 林网的带间距应为 25 倍的成林高, 最适于东北平原农田防护林的格网应为 400 m×400 m。

封斌^[21] (2005) 采用选点调查与常规测定相结合的方法, 对榆林风沙区农田防护林的林带结构配特征、防护效益、树种选择以及防护林体系建设的区域划分等进行了研究, 结果表明, 榆林风沙区农田防护林体系具有显著降低风速和调节农田小气候的作用, 能有效促进农业高产稳产, 林带结构选择应以稀疏型为主, 林带总平均疏透度控制在 30%~50%, 主林带间距以 150~200 m 为宜, 副林带间距 200~300 m 为宜, 林带树种选择应主要考虑生态适应性、防护性和经济效益性, 选择长效速生的杨树、常绿的樟子松、抗病虫性能好的新疆杨和经济效益好的梨、苹果、桑树等, 通过对不同类型区的客观评价分析, 提出了适合榆林风沙区不同地类农田防护林体系建设的 10 种最佳结构配置模式。

最佳林带结构参数的确定是一个复杂的问题, 要综合考虑不同的防护对象、不同的地区性灾害因子、不同的气候条件、不同林带的防护作用性质, 因此很难确定林带结构参数的最优值。笔者认为只能说是进行优化配置的探讨, 要确定林带结构相对的优化参数, 一方面进行理论的探讨和分析, 同时要在实际的经营管理中

对林带结构进行动态调控和管理,使之趋近于经营目标。

不同的防护或经营目的,就存在不同的优化配置模式。A.E.Mohammed^[22](1998)通过实地实验,探讨了苏丹南部的对于移动沙丘的防护林林带的优化配置,研究结果表明,适宜当地的配置模式应是多行、透风系数低并且林带较长,带宽值、带高值较大,冠部几何形状适宜于防沙,林带的方向要垂直于主害风方向。树种应选择那些具有高生长率、长生长期、较强的抗性 & 较高的经济价值的。

1.2.1.4 林网结构研究

农田林网是指在一个广阔的地域内,有计划地把多条林带按照一定的结构和网络系统配置在遭受自然灾害的耕地上,组成的网状木本植物群体,与单条林带相比,其作用为群体综合效果^[23]。目前,各地农田防护林绝大多数还是以条带状相互正交的林网形式为主。

林网防护效能主要取决于主副林带的结构和网格的大小。林带高度、林带间距、林带走向、有效防护距离、疏透度、透风系数等度量单条林带的外部指标和内部指标,为设计网格的空间位置以及合理地调控林带结构提供了理论依据(范志平,2001)^[24]。

林带高度即林带的防护成林高,是由林带的初始防护成熟龄来确定的(姜凤岐,1994)^[25],是决定有效防护面积的最重要因素之一(曹新孙,1983;Finch S J,1988)^[1,26]。

林带间距决定网格形状和面积。主林带间距的确定主要是根据林带结构的有效防护距离和主要树种成林高度。一般要使林带处于最佳结构状态,即林带结构的指标,疏透度、透风系数应选择最适的(向开馥,1991)^[15]。主带间距一般应等于有效防护距离。副带间距的确定主要根据次要害风的危害程度、风沙干旱等危害程度、农业耕作要求而定(范志平,2001)^[24]。许多学者(曹新孙,1983)都认为决定带间距的因子有最大主害风平均风速、最大参考