

毛乌素沙地农田防护林结构配置研究

王忠林 高国雄 李会科 廖超英 薛智德

(西北林学院 陕西杨陵 712100)

摘 要 通过对毛乌素沙地不同类型地农田防护林结构配置与防护效益关系的调查测定与分析,结果表明:毛乌素沙地农田防护林类型可分为林带林网状、小片林、团块状林、复合型林等4种,最佳的农田防护林结构配置应该是林带走向同道路、渠系相结合,主带结构采用稀疏型或低度疏透型,副带结构采用低度疏透型或低度通风型,带间距在不同类型地风沙危害程度树木生长及农业要求上的差异而不同。

关键词 林带结构 林带走向 有效防护距离

Studies on the Structure Installation of Farmland Protective Forest in Maowusu Sandy Area

Wang Zhonglin Gao Guoxiong Li Huike Liao Chaoying Xue Zhide

(Northwest Forestry of College, Yangling Shaanxi 712100)

Abstract The investigation and analysis on the relation between the shelter installation and its protective function at different-typed land in Maowusu sandy ares, shows that shelter forest there can be devided into 4 kinds, namely, shelter belt, small-ploted forest, lumpy forest and mixed forest; and the most reasonable structure is the combinatin between the shetlers and roads and channels. The major shelter can be of apatse type or of low density and the subones in low density or low-degreed ventilation, the distance among which come from the differences of damage degrees from sandy winds, forest srowth and agricultural necessities at different-typed zones.

Key words shelter structure shelter direction available protective distane

毛乌素沙地农田防护林对于抗御或减轻风沙害,改善农田小气候,保障农牧业生产起到积极作用。但是,不同结构配置形式直接影响到防护功能的大小,为了更好地发挥农田防护林的防护作用,改变沙地小气候环境,促进农牧业稳定高产,因此,我们对毛乌素沙地农田防护林的结构配置进行了调查分析,以便探讨出毛乌素沙地最佳的防护林结构配置形式。这对于指导毛乌素沙地农田防护林建设具有重要现实意义。

1 毛乌素沙地自然概况

本区属温带半干旱季风区,因地处内陆,受下垫面影响,具有明显的大陆性气候及沙地气候

特征。其特点为气候干燥,日照充足,冬长严寒,夏短温热,寒暑剧变,降水量少,蒸发量大,风大沙多,无霜期短。气温年均 $6\sim 8.6^{\circ}\text{C}$ 。最冷月(一月)平均气温 $-8.8\sim -10^{\circ}\text{C}$,最热月(7月)平均气温 $22.2\sim 24.1^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-24\sim -32.7^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 $35.9\sim 38.9^{\circ}\text{C}$,气温日较差和年较差很大。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\,600\sim 3\,370^{\circ}\text{C}$,年日照时数由南部 $2\,700\sim 2\,800\text{h}$,向北增大到 $3\,000\sim 3\,100\text{h}$,全年太阳辐射量 $590.3\sim 632.2\text{kJ}/\text{cm}^2\cdot\text{a}$ 。年均降水量由东南部 400mm ,向西逐渐减少为 250mm , $60\%\sim 70\%$ 集中7、8、9月,以8月最多。冬春雨少。全年蒸发量 $1\,800\sim 2\,500\text{mm}$,比降水量大 $4\sim 10$ 倍,干燥度 $1.3\sim 2.8$,由东向西逐渐增大,无霜期 $129\sim 164$ 天。

本区森林覆被率 28.08% ,其中有林地覆被率 5.99% ,灌木林覆被率 21.45% ,四旁及林网树木覆被率 0.64% 。主要地带性土壤为栗钙土和灰钙土,由于受地域自然因素和人类活动的影响,风沙土为本区主要土类,此外还有盐研土、草甸土、沼泽土、水稻土。

本区自然灾害频繁,直接影响到农牧业生产。大风沙、干旱、霜冻、冰雹等为本区威胁农牧业生产的主要灾害。

2 毛乌素沙地农田防护林现状及存在问题

2.1 农田防护林现状

毛乌素沙地现有林地 101.06hm^2 ,占总土地面积 25.37% 。其中防护林 59.63 万 hm^2 ,占到有林地 59% 。有各类乔木林 18.59 万 hm^2 ,其中杨树林 6.9 万 hm^2 ,旱柳林 8.07 万 hm^2 ,榆树林 0.82 万 hm^2 ,刺槐林 0.74 万 hm^2 ,沙枣林 0.072 万 hm^2 ,油松林 0.4 万 hm^2 ,侧柏林 0.005 万 hm^2 。有经济林 3.27 万 hm^2 。

陕北风沙区处于毛乌素沙地南缘,总面积 164.7 万 hm^2 。其中有林地 9.86 万 hm^2 ,有林地中防护林 6.33 万 hm^2 ,占有林地 64.20% 。灌木林地 35.34 万 hm^2 。以长城、北缘、环山三条大型防风固沙基干林带已初步形成“绿色长城”,总面积 4.26 万 hm^2 ,总长 950km 。农田集中地方营造农田防护林,基本形成护田林网。本区“四旁”、林网树木覆盖率达 0.64% ,覆盖面积 1.067 万 hm^2 ,林木蓄积 98.8 万 m^3 。其中“四旁” $1\,517.22$ 万株,农田防护林树木 996.97 万株,受风沙严重危害的 9.87 万 hm^2 农田中已有 9.53 万 hm^2 得到林网保护,有 10 万 hm^2 牧场得到保护。在沙漠腹地营造防风固沙林,农田防护林面积在 700hm^2 以上的有 62 块。固沙林、农田(牧场)防护林、护路林及“四旁”树木,纵横交错,已形成带、片、网相结合的防护林体系,使风沙区自然面貌发生较大变化,生态环境得到初步改善,经济效益也不断提高。

2.2 存在问题

风沙区农田防护林发展中存在着结构配置上、林带管理、树种选择及混交等方面亟待解决的问题。

2.2.1 结构配置上的不合理 不合理主要反映在下列方面:(1)结构类型选择,风沙区农田防护林,必须具有抗风灾、沙灾,保护农田免受沙埋、风蚀之害。据调查稀疏型、低度通风型及疏透型适宜于风沙区农防林结构类型。但据在榆林定边等地调查,个别地方在风沙地采用高度通风型及紧密型,造成农田作物得不到保护,农业生产活动不能顺利进行,有的虽为疏透型但下部枝杈严重,形成高度疏透型也对农田作物生长造成不利。(2)林带缺口及间距确定:据榆林风沙区调查,一些地方农田防护林带主林带中间设计缺口 $30\sim 50\text{m}$,有的农田仅有主林带而无副林带,据我们对定边有缺口林网测定(缺口 20m ,林带树高 9m),缺口处风速比旷野大 20% ,防护面积缩小 $1/4$ 。关于林带间距确定,一些地方采用大间距 $400\sim 500\text{m}$,网格面积超过 250 亩,网格过大防

风效能不高。(3)林带栽植行数及密度:林带树木栽植的行数密度应根据风沙危害程度,风力大小等确定出适合该地区的结构类型,根据结构类型配置合适的行数,林木密度。但有些地方,主林带栽植行少于副林带,而株行距反大于副林带,这就不能充分发挥防护林的防护功能。

2.2.2 树种选择及混交 主要反映在重视乔木轻视灌木,树种单一,只重视用材树忽视经济树,只顾当前利益忽视长远利益,只重视生态效益忽视经济效益。(1)关于树种选择:适宜于风沙区的树木比较多,但农田防护林带树种组成单一,基本是以杨树为主的杨树林带,由于树种单纯,林木病虫害严重,树木长势不良。有的地方选择树种不当,形成林带防风效能低下,树木生长极差,抗性弱。据在神木下湿滩地调查 18 年生小叶杨,生长高度 6.2m,平均胸径 8.7cm,近 5 年胸径生长量仅 3.5cm,而合作杨 10 年生,平均高度、平均胸径,近 5 年胸径生长量分别为 8m、9.2cm、4.2cm,6 年生旱柳,平均高度 6m,胸径 13.1cm,近 5 年胸径生长量 5.2cm,由小叶杨组成的农田林网防风效有 18.2%,由合作杨、旱柳组成的林网防风效能达 25% 以上,可以看出小叶杨不宜作为下湿滩地农田防护林树种。(2)关于树种混交,据在榆林一带调查,护田林带曾设计过乔灌木混交林带,榆林牛家梁曾设计紫穗槐与杨类混交,芹河设计沙柳与杨类混交,灌木配置在林带两侧外缘,株间距 0.5m,有的设计灌木配置在杨树株间,但乔灌混交却难成功。配置的灌木树种基本死掉,至今还没有保留下完整的乔灌混交型,今后应对乔灌混交难以成功原因进行深入研究,以寻求出乔灌混交技术关键,提高林带防护效果。

2.2.3 农田防护林管理更新 主要问题有以下方面:

(1)林带病虫害蔓延严重:林带发生的病虫害主要有透翅蛾、天牛、木蠹蛾、腐烂病等,据调查每年约有 6.67 万 hm^2 林木遭受危害,应采取措施积极防治。

(2)林带“小老树”更新:风沙区农田防护林带中,存在着一些“小老树”林带,过熟的旱柳林带、杨树林带及不适宜于该立地条件下生长的树木组成的林带等,这些林木生长力下降,利用价值不高,林带防护效率低下,急需需要及时更新改造。

3 调查研究内容和方法

按照风沙区自然地理、地貌类型特征,选择代表性的县份定边、靖边、榆林、横山、神木及内蒙伊旗等地进行了调查,并对定边、神木、榆林等地的典型农田防护林带林网进行了测定。

3.1 林带结构的调查

用目测方法测定出林带的疏透度,根据林冠层、林干层疏透度,结合外部形态特征,按照李国芳提出的“关于林带结构划分标准”确定林带结构类型。

3.2 林带结构配置调查

主要调查测定下列内容:

1. 林带走向、宽度、带高及主副林带长度、间距。
2. 主副林带树种组成比例、行数、株行距、单位长度株数及纵断面疏透度。
3. 林带树种调查:每种树取代表性的树木 5—10 株,实测树龄、高度、胸径、胸径生长量、枝下高及冠幅大小。

3.3 选择典型林带(网)进行防风效能测定

取垂直于主林带,且距两侧副林带等带高倍数的中线上,按距背风面 1,3,5,7,10,15,20H 位置进行布置观测点 6~7 个,进行风速、温湿度、地温观测。一日 5 次,风速和温湿度观测高度距地面 1.5m,梯度观测高度分别距地面 0.2m 及 1.5m 高度。

3.4 资料整理及分析

3.4.1 调查资料的整理 按不同地带类型及林带结构类型分别归类整理。

3.4.2 观测资料整理 根据观测数据,采用绘制曲线图的方法进行分析比较,剔除其非规律数据后取平均值,按不同风向、林带结构配置类型分别整理。

3.4.3 资料的分析 通过对不同对没结构配置林带与防风效能的关系进行分析比较,结合各地自然灾害程度,林木生长特征和农业要求,探讨出不同地带合理的林带结构配置。

4 调查研究结果及分析

4.1 毛乌素沙地农田防护林主要类型及分布

毛乌素沙地农田防护林主要分布在农田集中的平缓耕作沙地、干旱沙滩地、沙盖黄土地、下湿盐硷滩地、河谷川道、风蚀滩地等农田上及牧区草原上。

根据调查结果,按照农田防护林主要树种及其配置组成形式、分布特点,可分为以下几种类型:

4.1.1 林带林网防护林 这是沙区最常见的基本类型。农田上由数行树木组成林带,农田四周栽植林带构成农田林网。面积 60~200 亩不等,多数呈长方形。由于组成树种上的差异可分为下列类型:

(1)以杨树为主的农田防护林:主要有大关杨、合作杨、北京杨、小叶杨、杂交杨、箭杆杨等杨类组成的防护林,有的由单纯一种树种组成,也有由几种杨树混交组成农防林,一般间距 1~2m。

(2)以旱柳为主组成的农防林:由旱柳树组成林带林网,间距 2~3m,多为“头木作业”。

(3)以杨、旱柳为主组成的农防林,多为 1 至多行杨树、一行旱柳组成,或一些带由杨树组成,一些由旱柳组成共同构成护田林网。杨树间距 1.5~2m,旱柳 2~3.5m 不等。

(4)以灌木为主组成的农防林:风沙区多由沙柳组成带状或由沙柳组成网状林,带间距 50~150m 不等,沙柳丛株距 0.8~1m 不等,这种类型在榆林及内蒙干沙滩地有分布。

(5)乔灌型农防林:常见的有杨树、旱柳与紫穗槐、柠条、沙柳进行分别混交组成的乔灌型农防林,灌木多在林带两侧成行间或与乔木株间混交,灌木株间距 0.5~1m,乔木间距 1~3m。

4.1.2 小片林农防林 主要由 1~2 种或较多树种组成的片林分布于农田上的防护林,常见的小片林农防林有:榆树片林、小叶杨片林、旱柳片林等,片林面积 10~50 亩不等,呈方形或带块状分布。

4.1.3 团、块状农防林 主要由 3~20 株树木组成一团、块状或呈半圆形、弓形等分散于农田、草场上,树种以旱柳、杨树为主。

4.1.4 复合型农田防护林 由多种类型农防林组成的农田防护林。这种类型由下列农防林类型组成:

(1)网带结合型防护林:农田或草原四周为农田林网,网内又有带状防护林。

(2)带块结合型防护林:农田上由带状防护林组成带距 20~50m 不等,内有块、团状防护林分布。

(3)网、带、块结合型:农田或草原四周为农田林网,网内为带状防护林,带间又分布有块团状防护林,这在内蒙牧区上常见这种类型。

4.2 沙区农田防护林结构配置对防风效能的影响

4.2.1 林带结构类型 林带结构反映出林带树木及其枝叶的数量多少与搭配情况。不同结

构类型林带,由于树种组成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。不同结构类型,防风效能有差别。

我们对风沙区不同结构类型林带防风效能进行了调查测定(见表 1),由表中可看到林带结构类型对防风效能有显著的影响。

表 1 风沙区林带结构类型对防风效能的影响

结构类型	调查号	总平均疏透度(%)	防风效能(%)	调查地点
稀疏型	1	40	35.4	定边石 洞沟
	2	40	26.9	
	3	40	30.0	
	平均	40	30.8	
疏透型	1	55	23.6	榆林牛 家梁
	2	50	19.9	
	3	48	21.6	
	平均	51	21.7	
通风型	1	65	17.6	榆林海流滩 (新栽林,上下有 大的通风孔隙)
	2	60	19.2	
	3	68	17.9	
	平均	64	18.2	

由表 1 看出,林带结构不同防风效能不同。稀疏型林带防风效能平均 30.8%,疏透型林带为 21.7%,通风型林带防风效能为 18.2%,稀疏型结构林带防风效果比疏透型、通风型林带要好,疏透型则优于通风型林带。

稀疏型林带防风效果明显,主要原因是该结构林带上下稀疏,有均匀分布的空隙,这样结构林带,当风吹向林带时,一部分气流从林带上空翻过,另一部分穿过林带空隙,致使气流被树木枝叶分割、阻挡、摩擦,动能消耗多,气流中大涡旋分割为小涡旋,改变了气流原有结构,气流内摩擦加强,引起气流动能进一步减弱。翻过林带的气流在林带上空,因与林冠摩擦,以及在林冠上产生强烈的涡旋运动,也造成气流动能的损失。当达林带背风面一定距离时两股气流相汇合,发生碰撞、摩擦还消耗一部分动能,风速明显减弱。疏透型林带,因下部有通风空隙,使气流畅通,动能消耗少,风速降低少,而通风林带,因林干层有大量通风孔道,气流穿过受到的碰撞、阻力小,动能消耗更少,风速降低不明显。

由此看来,风沙区林带结构可选用稀疏型为主、疏透型林带和通风型林带可采用低度疏透型和通风型。

4.2.2 林带结构配置特征

(1)林带间距大小对防风效能的影响:林带间距是影响林带防风效果的重要因素,间距过大,气流在通过林带一定距离后就很快恢复到旷野风速,使防风效果下降。适合的林带间距,应能使气流通过林带后还未恢复到旷野风速又遇到下一个林带的阻挡,使防护作用提高。林带间距对防风性能的影响见下表 2。

由表 2 中看到:(1)同一结构林带,在林带疏透度、带高相同条件,主间距小的林带防风效果好。表中 1—2 号林带主间距 252m,1—3 号林带主间距 359m,前者防风效能比后者增加 10.4%,2—5 号林带主间距 300m,2—6 号主间距 58m,后者防风效能比前者增加 21.7%。(2)小网格防风效果优于大网格。表中可看出 2—6 号小网格(58×272m²)防风效果优于 2—5 号大网格(300m

×236m),1—2 号小网格(252m×150m)防风效能高于 1—3 号大网格(359m×246m)。

(2)林带栽植行数、密度、带宽与防风效能的关系。

表 2 带间距对防风性能的影响

带 号	结 构	总平均疏透度 (%)	林带平均高度 (m)	林带间距(m)		防风效能 (%)	对照风速 (m/s)
				主带	副带		
1—2	稀疏	53	16.4	252	150	38.2	3.4
1—3	稀疏	53	16.6	359	246	27.8	4.8
2—5	稀疏	35	5.8	300	236	7.7	2.6
2—6	稀疏	35	5.8	58	272	29.4	3.4

表 3 林带栽植行数、带宽、林木密度与防风效能关系调查表

带号	防风效能 (%)	林带结构	林带疏透度 (%)	栽植行	株×行 (m)	林带宽度 (m)	单位长度株数 (株/m)
1—1	35.7	稀	45	2	1×1	4.5	2
1—8	38.6		45	2	1.5×1.5	9.7	1.3
1—3	27.8	疏	50	2	1.5×2	7.8	1.3
3—2	35.4		40	3	1×1.5	7.1	3
3—1	26.1	型	40	4	1.2×1.5	11.3	3.3
3—6	35.3		40	5	1.7×2	10.6	2.9

结构相同的林带,由于栽植行数、密度、林带宽度的不同,对防风效能有不同的影响。由表 3 可看出:(1)同一结构林带,在相同行数条件下,随着林带宽度的增加,林木株数相应减小,株行距扩大,反之,应适当增加林木株数缩小行距。1—1 号林带,带宽 4.5m,单位长度株数 2 株/m。株行距 1m×1m,防风效能 35.7%,而 1—8 号林带,林带宽度已增加到 9.7m,单位长度株数减少到 1.3 株/m,株行距扩大到 1.5m×1.5m,防风效能 38.6%,而 1—3 号林带,带宽比 1—8 号林带减少 1.9m,疏透度提高到 50%,但是单位长度株数仍同 1—8 号林带相同,行距增大为 2m,结果防风效能比 1—8 号林带减少 10.8%。

原因很明显,同样结构林带,栽植行相同,当林带宽度增加,只有相应地扩大株行距,减少单位长度株数,才能保持适宜的林带稀疏度,否则就改变了林带疏透程度,进而改变了林带的防风性能。

②同一结构林带,在相同疏透度条件下,随着栽植行数的增加,在大林带宽度情况下,应减少单位长度株数,扩大株行距,反之应增加单位长度株数,缩小株行距,只有这样才能保持林带良好的疏透状况,提高防风效能。由表中看到 3—2、3—1、3—6 号林带,栽植行分别为 3、4、5 行,林带宽度分别为 7.1、11.3、10.6m,单位长度林带林木株数 3—6 号比 3—1 号林带少 0.4 株/m,株行距扩大到 1.7m×2m,防风效果达到 35.3%,而 3—1 号林带单位长度林木株数比 3—2 号林带增加了 0.3 株/m,株行距稍有增加为 1.2m×1.5m,防风效果比 3—2 号林带减少 9.3%。

4.3 沙区农田防护林结构配置指标分析

根据毛乌素沙区自然地理特征、自然灾害及群众生产生活需要,本区农田防护林的最佳结构配置应具有:林带生长稳定、防护功能强,发挥功效时期长,树种选择“适地适树”,配置行数密度利于各树种生长,林带走向、间距、宽度设计利于林带抗御自然灾害及便于与现有灌渠、道路、农

田相结合,方便农业耕作;有利于生态环境的改善,使经济效益、社会效益、生态效益同步发展等特点。农田防护林结构配置中应尽量满足上述标准。

4.3.1 林带结构类型确定 前面已分析了风沙区三种结构类型的防风性能,可看出稀疏型、疏透型林带结构适于风沙区。由于沙区风沙害严重地威胁着农业生产,林带过于紧密会造成林缘堆沙积沙不利于耕作,过度通风难以抗御风沙之害,因此风沙区应以稀疏型、低度疏透型为主。

稀疏型结构特点是上下枝叶稀疏,有上下均匀分布的小通风空隙,根据防护林模拟试验结果,稀疏型林带适中疏透度为 50%。据我们对定边风沙滩地稀疏型林带测定结果如下(见表 4)。

表 4 风沙区稀疏型林带疏透度与防风效应关系

调查林带号	林带疏透度(%)			防风效应(%)
	林冠层	林干层	平均	
1	30	50	40	35.4
2	40	50	45	37.6
3	50	50	50	36.7
4	40	60	50	27.8
5	45	60	53	29.2

测定结果表明:(1)稀疏型林带防风效能好的林带疏透度为 40%~50%,比风洞模拟测定结果略低。表中看到 1、2、3、5 号林带总平均疏透度分别为 40%、45%、50%及 53%,防风效能分别是 35.4%、37.6%、36.7%、及 29.2%。5 号林带总平均疏透度略大,防风效能比较低。(2)平均疏透度相同,分层疏透度不同防风作用也有很大的差异。表中 3 号、4 号林带,总平均疏透度均为 50%,但由于分层疏透度不同,直接影响了防风效果。林冠层和林干层疏透度,3 号林带分别为 50%、50%,4 号分别为 40%、60%,4 号林带林干层通风程度过大,结果防风效应为 27.8%,与 3 号相差 8.9%。

由此看来,在总平均疏透度为 40%~50%范围内的稀疏型林带,分层疏透度应控制在林冠层 30%~50%,林干层 50%,分层疏透度之差不应超过 15%为宜。因此,风沙区配置林带结构应以稀疏型为主,且主要应配置在主林带。最好的稀疏型结构林带应当是林带纵断面平均疏透度、分层疏透度均应控制在 45%~50%,分层疏透度之差不超过 15%为合适。

低度疏透型特点是林冠层稀疏,有均匀分布小孔隙,林干层有较大空隙,枝下高低,这种林带总平均疏透度应控制在 50%左右,配置在副林带,通风型林带特点是林冠层紧密,林干层有大的通风孔道,新栽树木未成林,上下都有大的通风孔也列为通风型结构之列,树木栽植间距大,林带上下皆开型也归于通风型结构。通风型林带防风作用低,在自然灾害轻的地区,可采用低度通风型(枝下高低)配置作为副林带。

4.3.2 沙区农田防护林带间距确定 林带间距的确定取决于风沙的性质及危害程度,林带有效防护范围、林带高度、耕作要求等。

(1)有效防护距离。本区风沙害严重,每年春秋季节通常出现大风,本区主要害风为西北风,害风以 17m/s 以上的大风为多,风沙区当地风速达到六级以上(即风速 12m/s)时,就会造成农田风沙危害。因此,要把 17m/s 风速降到 12m/s 以下需要降低 30%以上,才能控制六级以上的风害。据我们对风沙区以大观杨、杂交杨组成的稀疏型林带观测结果如下:

由实际测定结果表明,风速降低 30% 以上的有效防护距离在林带树高 20H 以内。大观杨林带 20H, 防风效能 30%, 25H 降低到 18.8%, 杂交杨林带 20H 防风效能 29.8%, 25H 为 19.1%。可看出 20H 内, 风速降低可达 30% 以上。

表 5 风沙区稀疏型林带背风面各测点风速变化表

测 点	位 置	1H	3H	5H	10H	15H	20H	25H	旷野
大观杨林带	风速(m/s)	3.3	3.2	2.3	3.1	3.3	3.4	3.9	4.8
	防风效能								
	(%)	31.2	33.4	52.1	35.4	31.2	30.0	18.8	0
杂交杨林带	风速(m/s)	3.0	2.7	2.5	2.9	3.2	3.3	3.8	4.7
	防风效能								
	(%)	36.2	42.5	46.8	38.3	31.9	29.8	19.1	0

(2)林带设计树高.林带防风距离,是以林带树高倍数计算确定,据调查风沙区农田防护林栽植的主要树种有杂交杨、大关杨、合作杨、小叶杨、旱柳等。各树种生长情况如下表(表 6)。

表 6 风沙区农田防护林主要树种生长状况调查表

地 类	树种	平均树龄	平均树高 (m)	平均胸径(cm)	近 5 年胸径生长量 (cm)
风沙滩地	大关杨	12	8.01	9.6	3.3
	合作杨	11	9.7	11.9	
	小叶杨	12	9.2	12.2	
下湿滩地	合作杨	10	8.0	9.2	4.2
	旱柳	8	6.4	12.5	4.9
	小叶杨	18	6.6	8.8	3.6
河谷川道 (河谷阶地)	杂交杨	7	13.7	15.5	5.7
	箭杆杨	8	12.5	14.1	6.5
	合作杨	9	9.6	12.5	
	旱柳	8	10.8	18.2	6.2

由调查结果表明:各树种在不同地类生长状况不同,风沙滩地合作杨、小叶杨长势良好,平均年龄 11~12 年生的,高生长可达 9.2~9.7m,我们以 9~10m 作为林带设计树高。下湿滩地合作杨、旱柳长势良好,小叶杨长势差,18 年生小叶杨,高生长仅 6.6m,胸径 8.8cm,五年平均胸径生长量 3.6cm、杂交杨、旱柳 8~10 年,树高平均 6~8m,我们以 6~8m 作为本地类林带设计树高。河谷地水肥条件较好,各类树种均能较好地生长,平均树龄 7~9 年的杨树,高生长 9~13m,因此,9~13m 作为此地类农田防护林设计树高。

(3)林带间距确定.由上面分析得出,林带有效防护距离以 20H 为宜,由于不同地类,树木生长,灾害程度及农业要求上的差异,林带间距不同。

风沙滩地:林带设计树高 9~10m,计算出林带主间距 180~200m,因该地区地势平坦,风沙灾害严重,为有效地抗御风沙害,可取主间距 150~200m,为便于机械,兼防次害风危害,副间距取 1.5 倍主间距,副间距为 200~300m。

下湿滩地:林带设计树高 6~8m,计算出林带主间距 120~160m,本地类盐研害威胁农业生

产,要发挥林带防风沙害外,还要求林带能够降低地下水位,改善盐硷地,防止土壤返盐的特点。据国内研究,林带有效排盐范围可达50~100m,因此,下湿滩地林带主间距可取100~150m,副间距取1.5倍主间距,副间距为150~200m,这样既防止了强风,又可有效地降低地下水位,防止土壤返盐。

河谷川道(河谷阶地):林带设计高度9~13m,计算主间距180~260m,由于地势平坦,土质肥沃,主害风明确,可取主间距150~250m,副间距考虑到便于机耕作业,也考虑到次害风影响(主要是东风和西风),采用2倍的主间距,副间距应为300~500m。一些地区由于地形的限制,主间距可缩小采用100~200m,副间距采用150~250m。

4.3.3 林带走向 主林带走向应能同灌渠、道路相结合,一般应与主害风方向垂直。据国内研究成果,构成林网时,四条林带共同作用,可以有效地防止来自各个方向上的风力。因此,主林带在(2~3行)窄带条件下,主带与主害风方向呈45°夹角走向为宜,在行数多(4行以上)条件下,主林带走向应与主害风方向垂直为宜,但考虑到有利于农业,便于耕作及田块方向,故一般应允许有大于45°夹角。

4.3.4 林带密度确定 由前面表3中可以看出,较好的林带疏透度并非一定要用较大的林带宽度和较多的栽植行获得,而少量行数和小的带宽度,只要株行距配置合理,仍可构成理想的林带结构和疏透度。

表3中可看出,组成稀疏结构林带,合适的林带疏透度40%~50%,且能保证防风效能达30%以上,最理想的林带宽度和密度应当是:①在少行(1~2)栽植条件下,林带株行距应当小,可采用1~1.5m×1.5~2m,林带宽度4.5~8m为宜,单位长度株数控制在1.3~2株/m为合适。②在多行栽植(3~5行或更多行),林带株行距应适当扩大,采用株行距1~2m×1.5~2m,林带宽度采用7~10m为宜,单位长度株数控制在2.9~3株/m。

低度疏透型及低度通风型合理的林带宽度和密度应当是:①少行林带下,株行距间采用1.5~2m,带宽采用4~6m,单位长度株数1~2株/m为宜。②多行配置林带,株行间距采用2~3m,带宽6~8m,单位长度株数2~3株/m为合适。

根据风沙区自然灾害,立地条件的优劣,采取不同的栽植行、间距及带宽。风沙滩地大风、沙害严重,林带采用多行,较大宽度林带,以充分发挥林木群体的抗灾能力,下湿滩地盐硷害威胁农业,也采用多行、宽带,发挥林木群体降低地下水位,延缓返盐时间的功效。河谷川道区可采用少行、窄宽度,尽量少占用农田地。最合理设计,风沙滩地、下湿滩地主带采用4~6行,株行距1.5m×2m带宽10m,副带采用2~4行,带宽6m为宜。河谷川地采用主带2~4行,带宽6~8m,株行间1~1.5m×1.5~2m,副林带采用1~2行,带宽4.5~6m,株间1.5m×2m为宜。

4.3.5 林带配置特点 由前边分析得出,风沙区林带树种配置要有利于各种树种的生长,有利于林带合理结构的形成,有利于林带防护功能的发挥,有利于农业生产,同时同灌渠、道路相配合。

据在风沙区调查结果,合理的林带类型及树种配置应当符合下列要求:

- (1)林带类型配置:主林带采用稀疏型或低度疏透型,副林带配置疏透型或通风型。
- (2)树种配置形式:依不同的立地条件及各树种生长特征,对农业影响等因素来确定。

风沙区树种配置有下列形式:

- (1)由纯单一树种组成的林带:神木的小叶杨林带、榆林的旱柳林、内蒙伊旗的沙柳林带等属于这类配置。也有构成网状林,主、副林带分别采用不同的树种,大多数主林带采用杨树类,副带

采用杨类或旱柳、沙柳、榆树等。

(2)多树种配置:大多数为成行混交配置,株间混交只有乔灌之间采用。主要配置类型有下面几种:

乔灌型:多为杨类与灌木混交,也有旱柳与灌木混交形式。灌木配置在乔木树一侧或两侧成行或与边行乔木株间混交。灌木一般配置单行。主要灌木有沙柳、柠条、紫穗槐等。榆林风沙区旱柳2行、沙柳1行组成的林带,及由杨树3行、紫穗槐1行组成的林带等都属于此类型。

乔木间混交型:由几种乔木成行混交,榆林城郊由2行杂交杨、2行箭杆杨组成的林带,由1行合作杨、1行旱柳组成的林带,神木县城郊由2行小叶杨、1行油松(油松在外侧)组成的林带等属于这种类型。林带乔木树种间混交考虑到有利于各树种生长及减轻对农田胁迫影响等因素。一般应遵循下列规律:喜阳树配在外侧,稍耐阴树配在内侧;生长快的树配置在中间(或内侧),生长慢的树配置在两侧或一侧;窄冠幅树种配置在靠农田一侧,宽冠幅树种应放在内侧。

(3)林带配置:风沙区林带多采用长方形网格或呈带状,以长边作为主带,且向着主害风方向。

林带配置要与道路、灌渠相结合,一般在道路、水渠两侧或一侧配置树木,一侧配置林带时,应将林带配置在路、灌渠的南侧或西侧,在道路或水渠紧靠农田时,林带可隔渠、路配置在内侧,这样减少林带对胁迫地的影响。

5 结 论

1、毛乌素沙区农田防护林主要类型有林带林网农田防护林、小片林农防林、团块状农防林、复合型农防林等4种类型。

2、沙区农田防护林,稀疏型结构林带防风效果好,小网格优于大网格。同一结构林带,栽植行相同,随林带宽度的增加,林木株数相应减少,株行距扩大,反之林木株数应适当增加,株行距缩小;同一结构林带,相同平均疏透度,随林木栽植行数的增加,在大林带宽度下,应减少单位长度株数,扩大株行距,相反,应增加单位长度株数,缩小株行距,只有这样,才能保持林带良好的结构和疏透状况,提高防风效果。

3、沙区农田防护林最合适的结构配置应当是:

(1)主林带结构以稀疏型为主,林带总平均疏透度及林冠层、林干层疏透度控制在45%~50%,分层疏透度之差不超过15%为宜,疏透型通风型宜采用低度疏透型、低度通风型林带,疏透型、度也控制在50%左右为宜,常配置作为副林带,低度疏透型也可配置作为主林带。

(2)林带间距,风沙滩地林带主林带间距采用150~200m,副林带间距采用200~300m,下湿滩地主带间距100~150m,副带间距150~200m,河谷阶地(或川道区)主带间距采用150~250m,副带间距采用300~500m,受地形等因素影响地区可采用主间距100~200m,副间距150~250m。

(3)主林带走向应同道路、渠系相结合,一般应垂直于主害风方向。主林带在窄带少行(2~3行)条件下,主带与主害风方向呈45°夹角为好,多行条件下,应垂直于主害风方向为宜,考虑到有利于农业,便于机耕及田块方向,可允许主带与主害风有大于45°夹角。

(4)林带宽度和密度的确定,在少行(1~2)条件下,稀疏型林带,株行距采用1~1.5m×1.5~2m,林带宽度4.5~8m,单位长度株数控制在1.3~2株/m为宜,低度疏透型及低度通风型,株行间距采用1.5~2m,带宽4~6m,单位长度株数控制在1~2株/m。在多行(3~5行以上)条

(下转第140页)

地。总之,护牧林在畜牧业生产中的经济效益是显著的,随着护牧林的日益完善,它必将发挥更大的经济效益。

表 7 林内及旷野产草量对照表

地 名	林内(包括树叶)(kg/hm ²)		旷 野		平均增产
	1990 年	1991 年	1990 年	1991 年	
盐 池	625	673	398	40	249.5
榆 林	951	988	567	544	414
神 木	760	782	409	426	353.5
平 均	796.5		457.5		339

3.2 多种经营效益

护牧林经过多年的精心抚育管理,到了轮伐期可给牧业提供必须的木材。据我们在陕西定边县调查,该县从 1962 年开始营造各种形式的护牧林,如今这些护牧林每年可提供上万根椽檩材,除此外,护牧林所产生的各种枝,可通过手编加工成各种工业品,大幅度增加农牧民收入,还可出口创汇,经济效益极为显著。

4 小 结

综上所述,护牧林从根本上改变了毛乌素沙地草场的自然面貌。不仅改善草地的微域生境,改善植被发育,抑制草地退化、沙化,而且提高商品率及抗灾能力,在草地畜牧业生产中发挥了多种综合效益,收到了显著的经济效益,欲使毛乌素沙区草地畜牧业稳定高产,得到更好的经济效益,必须调整草地生态平衡,搞林牧结合,大力种草植树,加强草地护牧林建设,以林育草,以草促畜,促进该区草地畜牧业沿着高效稳产、优质健康之道发展。

(上接第 108 页)

件下,稀疏型林带,株行距采用 1~2m×1.5~2m,带宽 7~10m,株数控制在 2.9~3 株/m,低度疏透型和低度通风型,株行间距采用 2~3m,带宽 6~8m,单位长度株数控制在 2~3 株/m 为宜。

风沙滩地、下湿滩地主林带采用 4~6 行,株行距 1.5m×2m,带宽 10m,副带采用 2~4 行,带宽 6m 为宜。河谷川地主带采用 2~4 行,带宽 6~8m,株行距 1~1.5m×1.5~2m,带宽 6.8m,副带采用 1~2 行,带宽 4.5~6m,株间距 1.5m×2m 为宜。

(5)林带配置应紧密结合道路、渠系,一般配置在道路、水渠两侧或一侧,一侧配置时应将林带配置在路、渠南侧或西侧,在道路或水渠紧靠农田时,林带可隔渠或路配在内侧,以减少对农田胁迫的影响。

(6)林带树种配置,依不同的立地条件及各树种生长特征,对农业的影响等因素确定。毛乌素沙区林带树种配置有单一树种组成的林带,有多种树种混交两类。树种混交多用行间混交,株间混交只用于乔木与灌木。乔木混交应当喜阳树及生长缓慢树木宜配置在林带外侧,稍耐阴及生长快的树木应配置在林带内侧,窄冠树木配置在靠农田,宽冠树木配置于带内侧,灌木配置在外侧或两侧,或单行或与外侧乔木株间混交。