

文章编号: 1001-1498(2008)05-0707-06

干旱区人工绿洲不同农田防护林模式 防护效应及相关性

王葆芳¹, 赵英铭², 王志刚², 江泽平¹, 杨晓晖^{1*}

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 中国林业科学研究院沙漠林业实验中心, 内蒙古 磴口 015200)

摘要:对乌兰布和人工绿洲 11 条不同配置结构农田防护林带的防护效应进行了研究, 结果表明: (1) 在同等条件下, 窄冠型杨树林带的疏透度均比宽冠型杨树的小, 新疆杨较加拿大杨低 0.23, 箭杆杨较二白杨低 0.30; 但新疆杨的防风效能较加拿大杨高 34.43%, 箭杆杨较二白杨高 26.46%。宽林带 (32 m) 的防护作用强于窄林带 (4 m), 其农田防护率可提高 16.55%~54.41%, 胁地指数降低 0.03~0.22, 农作物减产率下降 27.5%。(2) 小网格灌木防护林的农田防护率、胁地指数和农作物减产率均好于乔木, 农田防护率较乔木提高 8.00%~13.93%, 胁地指数降低 0.04~0.05, 减产率下降 0.8%~49.4%; 防风效能提高 1.08%~6.3%。(3) 乔木混交林的防护效应好于乔木纯林, 其中, 农田防护率较纯林提高 43.8%, 胁地指数降低 0.27, 农作物减产率降低 57.5%。(4) 新疆杨栽植 9 a 后即可进入最佳有效防护成熟期, 有效防护成熟期在 10~27 a。(5) 林带配置方式即株行距、行数、林带宽度与林带疏透度显著正相关 ($R=0.661^*$ 、 0.707^* 、 0.688^*)。(6) 林带防护距离随林龄增加而增加, 林龄与林带间距呈显著正相关, 即林带的工艺成熟龄和防护期是确定林带间距的重要依据。

关键词:干旱地区; 农田防护林模式; 防护效应; 防护成熟期

中图分类号: S727.2

文献标识码: A

Sheltering Effects of Farmland Protective Forest and Their Relationships in Artificial Oasis of Arid Region

WANG Bao-fang¹, ZHAO Ying-ming², WANG Zhi-gang², JIANG Ze-ping¹, YANG Xiao-hui¹

(1. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Desert Forestry Experimental Center, CAF, Dengkou 015200, Inner Mongolia, China)

Abstract: This paper is studied the shelterbelt effects of 11 farmland protective forests with different structures in artificial oasis of Ulan Buh Desert, the results showed that (1) with the same structure features (age, density, row number, belt width, inter-belt distance, etc.), the porosity of narrow-crown poplar trees was lower than that of wide-crown poplar trees, that of *Populus bolleana* was 0.23 lower than that of *Populus canadensis*, that of *Populus nigra* L. var *thevestina* (Dode) Bean was 0.30 lower than that of *Populus nigra* L. var *thevestina* × *P. sinonii*, the windbreak rates (WR) increased by 34.43% and 26.46%, compared to those of narrow shelterbelt. The farmland sheltering rate (FSR) of wide shelterbelt (32 m) increased by 16.55%—54.41%, and land competitive index (LCI) and crop yield reduction rate (CYRR) of wide shelterbelt (32 m) decreased by 0.03—0.22 and 27.5%

收稿日期: 2007-06-17

基金项目: “十五”国家科技攻关重大项目 (2002BA517A09-02) 资助内容

作者简介: 王葆芳 (1950—), 男, 哈尔滨市人, 副研究员。

* 通讯作者

respectively; (2) compared to those of high trees, the FSR and WR of small-network shrub belt increased by 8.00%—13.93% and 1.08%—6.30%, LCI and CYRR of small-network shrub belt decreased by 0.01—0.05 and 0.8%—49.4% respectively; (3) compared to those of pure forest, the FSR of mixed forest increased by 43.8%, LCI and CYRR of mixed forest decreased by 0.27 and 57.5%; (4) 9 years after planting, *Populus bolleana* came to its optimum sheltering age, the optimum sheltering age period is 10—27 age; (5) shelterbelt density, row number and belt width had significantly positive relations to shelterbelt porosity ($R = 0.661, 0.707$ and 0.688); (6) inter-belt distance had significantly positive relations to tree (shrub) age

Key words: arid region; farmland protective forest pattern; sheltering effects; optimum sheltering period

防护林体系建设是干旱地区防治荒漠化的重要措施之一,随着“三北”防护林体系工程的发展和深化,西北地区的防护林体系建设进入了快速发展阶段,但近年来,由于忽略了对农田防护林的研究,使该地区的防护林建设严重滞后,面临一些急待解决的问题,如农田防护林的合理配置和树种更新等理论和技术问题。为此,本文就防护林的配置结构和更新问题及相关性进行了探讨,以期干旱区防护林建设提供科学依据。

1 试验区自然概况

研究地点为中国林科院沙漠林业实验中心(下称沙林中心),地处乌兰布和沙漠东北缘,位于 $106^{\circ}46'E, 40^{\circ}28'N$,属荒漠与干草原的过渡地带。年平均降水量 102.9 mm ,年平均气温 $6.8\sim 7.6$;无霜期 $130\sim 170\text{ d}$;日照时数 $3\,000\sim 3\,216\text{ h}$ 。

土壤为发育在冲积—湖积型成土母质及风积型母质上的漠钙土,表层土以沙为主,砂土层 $0\sim 4\text{ cm}$,中、下层土壤以黏土和漠土相间分布。土壤肥

力较低。植被属荒漠及其过渡地带,荒漠植物占主导地位,干旱性灌木、半灌木的沙生植物为主体植物。

1979年开始建设试验区,总面积为 $31\,333\text{ hm}^2$,截止 2004年,已开发荒漠土地 $3\,200\text{ hm}^2$,营造农田防护林 $1\,065.6\text{ hm}^2$,现已形成完整的生态经济型防护林体系,林带的树种组成为新疆杨(*Populus alba* L. var *pyramidalis* Bge.)、加拿大杨(*P. canadensis* Moench)、二白杨(*P. xgansuensis* C. wang et H. L. Yang)、箭杆杨(*P. nigra* L. var *thevestina* (Dode) Bean)、白榆(*Ulmus pumila* Linn.)、旱柳(*Salix marsudana* Koidz)、沙枣(*Elaeagnus angustifolia* L.)、沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)、沙柳(*Salix cheilophila* Schneid.)。

2 研究方法

2.1 林带配置结构

不同配置模式的农田防护林带的概况见表 1。

表 1 不同农田防护林模式概况

防护林类型	树种	年龄/a	冠型	株行距/(m × m)	行数/行	带宽/m	带距/m	平均树高/m	平均胸径/cm	土壤类型
乔木纯林	新疆杨	18	窄冠	1.0 × 2.0	2	4	50	11.42	15.67	沙土
乔木纯林	加拿大杨	18	宽冠	1.0 × 2.0	2	4	200	13.99	22.16	沙土
乔木混交林	白榆 + 旱柳	18	宽冠	1.5 × 2.0	4	8	232	15.18	17.15	沙土
乔木纯林	二白杨	22	宽冠	4.0 × 4.0	8	32	130	11.65	25.71	沙土
乔木纯林	箭杆杨	22	窄冠	4.0 × 4.0	8	32	130	16.89	29.38	沙土
乔木纯林	新疆杨	27	窄冠	1.0 × 2.0	2	4	232	25.27	37.41	沙土
乔木纯林	新疆杨	9	窄冠	1.0 × 1.0	2	2	140	14.94	17.38	沙土
乔木纯林	白榆	6	宽冠	0.5 × 1.0	2	2	60	6.01	7.58	沙土
乔木纯林	沙枣	6	宽冠	1.0 × 1.5	2	3	60	6.68	8.57	沙土
灌木纯林	沙棘	6	丛状	1.0	1		60	4.01	7.98	沙土
灌木纯林	沙柳	6	丛状	0.5	1		60	3.31		沙土

2.2 林木与农田产量调查

2003年和 2004年 8月下旬,在各林带中选取 20 m 长的标准带,调查每木树高、胸径、冠高、枝下高(各样带 20~45 株不等),并计算林木保存率;选

取平均标准木,进行树干解析,求材积生长量;采用样方法调查各林网内的农作物产量,并测定胁地面积和农作物产量,样方面积分别为 9 m^2 (籽瓜类)和 25 m^2 (玉米类),各林带样方均按产量梯度设置

在林带垂直方向上,在减产区内等距分设 3 个样方(高、中、低减产梯度),在平产区设 1 个样方,各林带第 1 个样方距主带 1.5~8.0 m,其余样方均按等距增加,第 4 个样方距主带 6~32 m(平产区样方);各林带均重复 3 次,共调查样方 132 个。

2.3 防护林风速测定

2003 年和 2004 年 4 月下旬,采用中国农业大学生产的自动气象系统(8 通道自记电子风速仪)测定各林网内的风速,测点高度为 2 m,8 个测点垂直于主林带,并均匀分布在 2 个主林带之间,带间距为 50 m 的 8 个测点与林带距离分别为 5、10、15、20、25、30、35、40 m;60 m 带间距分别为 6、12、18、24、30、36、42、48 m;130、140、200 m 带间距均分别为 15、30、45、60、75、90、105、120 m;232 m 带间距分别为 24、36、48、60、72、84、96、108 m。对照风速选用设在荒漠中的基层地面气象站自记风向风速仪同时段记录值。将其换算为同时段同高度的风速。其中 27、18、9 年生新疆杨林带分别获得 65、86、125 组数据;加拿大杨、箭杆杨、二白杨分别为 62、125、125 组数据;白榆+旱柳林带为 164 组数据;白榆、沙枣、沙棘、沙柳林带分别为 117、109、123、182 组数据。

2.4 参数计算

防风效能计算公式为^[1]:

$$= ((U_0 - U) / U_0) \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中: - 防风效能; U_0 - 野外风速; U - 林带平均风速。

透风系数计算公式为^[1]:

$$K = U / U \quad (2)$$

式(2)中: K - 透风系数; U - 背风林缘处 2 m 高度平均风速; U - 野外相应处平均风速。

疏透度计算公式为^[2]:

$$0 = 1.1^{0.468} \quad (3)$$

式(3)中: 0 - 透风系数; - 疏透度。

$$\text{林带占地率} = (\text{林带面积} / \text{网格面积}) \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{农田防护率} = (\text{净防护面积} / \text{网格面积}) \times 100\% \quad (5)$$

式(5)中:净防护面积 = 网格面积 - 减产区面积

胁地指数 = 胁地距离(m) / 带距宽度(m) (6)

式(6)中:胁地距离由减产区直接测得

$$\text{减产区农作物减产率} = ((\text{未胁地产量} - \text{胁地产量}) / \text{未胁地产量}) \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{林带蓄积生产效率} = \text{标准木材积} / \text{林带林木保存率} \quad (8)$$

2.5 相关分析

配置因子与防护效应之间的相关系数,应用 SPSS 软件采用 Spearson 法计算,共计 22 组 264 个数据。

3 结果与分析

3.1 不同防护林模式的防护效应差异

3.1.1 不同杨树冠型与窄行配置模式对防护林效应的影响 研究表明(表 2),在 4 个不同杨树品种的防护林中,在同等条件下(年龄、栽植密度、行数、林带宽度、带距等),窄冠型树种的林带疏透度均比宽冠型树种小,其中,新疆杨较加拿大杨降低 0.23,箭杆杨较二白杨降低 0.30;而防风效能则与此相反,新疆杨林带的防风效能较加拿大杨提高了 34.43%,箭杆杨较二白杨提高了 26.46%。造成不同树种林网之间的防风效能差异的主要原因是不同树种的生长速率、冠形、冠高、枝下高、形数、枝叶分布密集程度等。林带疏透度是林带结构各项因子(树种配置方式、林带行数、株行距、树高、胸径、冠高、枝下高、保存率等)的综合表征^[3],因而也是影响林带防风效应最重要的因素^[2]。研究发现最适疏透度并不是固定不变的,而是随条件变化而改变的,这与姜凤岐等^[4]的研究结果相吻合。

表 2 不同杨树品种的农田防护林效应

树种	年龄/a	冠型	株行距 / (m × m)	行数/行	带宽 /m	带距 /m	林带占地率 /%	农田防护率 /%	胁地指数	减产率 /%	疏透度	平均防风效能 /%
新疆杨	18	窄冠	1 × 2	2	4	50	8.00	26.27	0.34	77.5	0.11	65.54
加拿大杨	18	宽冠	1 × 2	2	4	200	2.00	56.80	0.12	-	0.34	31.11
二白杨	22	宽冠	4 × 4	8	32	130	24.62	73.35	0.11	50.0	0.56	20.10
箭杆杨	22	窄冠	4 × 4	8	32	130	24.62	80.68	0.08	50.0	0.26	46.56

从林带宽度(表 2)比较可以看出,不同林带宽度对防护效应有一定影响。如,宽林带(32 m)的二白杨和箭杆杨的占地率均为 24.62%,较窄林带(4 m)新疆

杨和加拿大杨的高,但是这 2 种林带的农田防护率并没有降低,二白杨的农田防护率比加拿大杨高 16.55%,箭杆杨的农田防护率比新疆杨的高 54.41%,

这说明农田防护率与网格大小和林木生长特性有关;同时,箭杆杨林带的农作物减产率比新疆杨下降了 27.5%。以上结果表明,宽林带的防护作用强于窄林带,但占地多。因此,该地区农田防护林带宽度的确定,还需根据当地风沙危害程度和经济需求综合考虑。

3.1.2 乔木与灌木纯林农田防护林模式的防护效应差异 在干旱地区,通常在绿洲外缘营造乔灌混交农田防护林带,而很少营造灌木纯林防护林,且对灌木防护林配置结构及防护效应的研究甚少。本研究表 明,在林网相同且株行距和栽植行数及带宽较接近的同为 6 年生的乔木和灌木防护林类型中,灌木的防护效应优于乔木(表 3)。

沙柳林带的农田防护率较白榆和沙枣分别提高 10.05%和 13.93%;而肋地指数和农作物减产率分别降低 0.04、0.05和 29.4%、10.0%;沙柳林带的占地率较白榆和沙枣林带低 0.01%和 0.03%,但它的农田防护率较白榆和沙枣分别提高 10.05%和 13.93%,其原因一是二者的林木保存率存在显著差异。由表 3 看出:沙棘和沙柳的保存率均达到了 100%,而白榆和沙枣分别为 30%和 25%,这说明灌木的适应能力和稳定性均强于乔木。研究表明^[21]:林带断空处的相对风速可达 120%以上。可见,提高林木保存率是提高林带防护效应的重要环节,这

也是灌木林带能够获得良好防护效应的关键所在;二是由于各树种的结构形态和生物学特性不同,使各林带的疏透度存在较大差异。例如:白榆和沙枣同为乔木树种,但二者在生长速率和林木结构上(干形、冠形、枝叶形态)存在很大差别,前者为大乔木,前期生长缓慢,后期生长加快,主干明显,侧枝稀疏均匀分布,冠高相对较小,叶片相对大而稀;后者为小乔木,前期生长较快,后期生长缓慢,主干分枝多,侧枝密集分布,冠高相对较大,叶片小而密。受此影响,在类似条件下,这条林带的疏透度存在较大差异,前者的疏透度为 0.21(疏透结构),后者仅为 0.04(紧密结构)。由于沙枣林带的疏透度过小,导致上层空气动能加大,使林带背风面的风速梯度剧增,乱流交换速率加强,林带后被削弱气流速度随防护距离增加而迅速减弱,其平均防风效能较白榆降低 2.74%;与乔木沙枣相比,灌木沙柳具有一定的优势,沙柳的疏透度较白榆低 0.05,高于沙枣 0.12,但是,由于其主根发育不明显,萌条生长旺盛,无明显主干,呈灌丛状生长,且萌条分布均匀,具有适宜的疏透度(0.16)和 100%的林木保存率,从而增强了近地表面的防风能力,使防风效能得到提高,较白榆和沙枣分别提高了 3.56%和 6.30%;沙棘林带的疏透度为 0.13,其防风效能比沙枣提高了 1.08%,较白榆降低 1.66%。

表 3 6 年生不同林种和树种农田防护林的防护效应

林种	树种	株行距 / (m × m)	行数 / 行	带宽 / m	带距 / m	林带占地率 / %	农田防护率 / %	肋地指数	减产率 / %	保存率 / %	疏透度	林带生产效率 / (m ³ · a ⁻¹)	平均防风效能 / %
乔木	白榆	0.5 × 1.0	2	2	60	0.03	70.70	0.12	62.7	30	0.21	3.0873	38.08
乔木	沙枣	1.0 × 1.5	2	3	60	0.05	66.82	0.13	43.3	25	0.04	0.3145	35.34
灌木	沙棘	1.0	1	1	60	0.02	78.70	0.08	42.5	100	0.13	0.8820	36.42
灌木	沙柳	0.5	1	1	60	0.02	80.75	0.08	33.3	100	0.16	-	41.64

3.1.3 乔木纯林与混交林防护林模式的防护效应比较 树种配置方式是确定防护林带具有良好结构的重要调控手段。由 2 种以上树种组成的林带易形成较好的林带结构,并具有生物、生态学稳定性较强的特点^[5],一般情况下,混交林的栽植行数比纯林多,林带占地率高,但可通过调整带间距加以解决。由表 4 可知:白榆 + 旱柳混交林带的行数和林带宽度是新疆杨纯林带的 2 倍,但由于混交林的带间距较大(232 m),它的防护面积为新疆杨的 4.64 倍,林带占地率较新疆杨纯林带降低 4.55%,农田防护率提高 43.8%,肋地指数减少 0.27。混交林由于受树种间生长速率差异的影响,减少了林木间竞争的矛盾,因而提高了

林木保存率,较新疆杨纯林增加 30%;同时也使林带疏透度处于最佳状态(0.30,疏透结构),减产率较新疆杨降低 57.5%。虽然新疆杨纯林带的防风效应较高(65.54%),但是防护距离却低于混交林,野外实验结果表明^[6],紧密结构(=0.17)林带的水平有效防护范围为 15.2H(H 为树高),疏透结构(=0.35)林带的水平有效防护范围为 18.5H。作者认为在干旱地区应营造混交防护林带。

3.1.4 新疆杨农田防护林带的防护成熟期及更新年龄 目前,西北干旱区的农田防护林多数林网已达到成过熟期,林带断带现象较多,防护效益显著下降^[7-8]。因此,当前急需研究和解决林带的更新问

表 4 18年生乔木纯林与混交林农田防护林的防护效应

林种	树种	行数 /行	带宽 /m	初始株数 /株	带距 /m	林带 占地率/%	农田 防护率/%	胁地 指数	减产率 /%	保存率 /%	疏透度	平均防风 效能/%
纯林	新疆杨	2	4	380	50	8.00	26.27	0.34	77.5	55.0	0.11	65.54
混交林	白榆+旱柳	4	8	760	232	3.45	70.07	0.07	20.0	85.0	0.30	28.33

题。林带在生长发育过程中达到全面有效的防护状态为防护成熟,其所对应的时间为防护成熟期^[9]。

新疆杨是干旱区防护林带的主栽树种,为了探讨新疆杨防护林带的防护成熟期和更新期,本文对不同年龄新疆杨防护林的防护和生长效应进行了研究,结果表明(表 5):9年生防护林带的农田防护率较 27年生防护林带提高了 4.39%,减产率降低了 44.3%,林木保存率提高 50.0%,其林带结构已形成疏透结构(0.20),平均防风效能达 47.50%,这说明该林带已进入防护成熟期。对新疆杨防护林带所做的树干解析结果表明,新疆杨材积连年生长量的高峰值为第 9 年,平均生长量的高峰期为第 9~11 年,说明此时防护林带已达到数量成熟期。另据王君厚^[10]对沙林中

心 12 a 的气候观测结果分析表明,防护林带栽植 10 a 后即可进入小气候效益的最佳防护期,此后,小气候效益进入较高缓慢增强阶段,这与本研究结果基本吻合。由表 5 可知,27年生新疆杨防护林带的农田防护率保持了较高的水平(69.98%),此外,它的平均防风效能较 9年生林带增加了 6.16%,但从林木的生长势来看,单株年材积生长量为 0.0418 m³,高于 9年生林带(0.0162 m³),但是它的林带生产效率已低于 9年生防护林,呈下降态势,已进入衰退期,这主要与林木保存率有关。由以上分析可以看出,新疆杨防护林带在栽植 9 a 后就可进入最佳有效防护成熟期,其有效防护成熟期范围为 10~27 a,更新年龄应在 20~25 a,

表 5 不同林龄新疆杨防护林带的防护效应

林龄 /a	株行距 /(m × m)	带宽 /m	带距 /m	农田防护率 /%	胁地 指数	减产率 /%	平均树高 /m	单株年 材积/m ³	保存率 /%	疏透度	林带生产效率 /(m ³ · a ⁻¹)	平均防风 效能/%
27	1 × 2	4	232	69.98	0.09	65.2	25.27	0.0418	47.0	0.16	9.1961	53.66
9	1 × 1	2	140	74.37	0.09	20.9	14.94	0.0162	97.0	0.20	9.4598	47.50

3.2 干旱地区防护林配置方式与防护效应的相互关系分析

农田防护林结构是生态系统中空间、时间和数量关系的组合体,受多种因子影响(如树种组成、林带宽度、林带距离、栽植密度、空间配置方式等),为

了探讨其相互制约关系,本文对 11 种结构林带的 12 项因子(林龄、株行距、行数、带宽、林距、林带占地率、农田防护率、胁地指数、减产率、保存率、防风效能、疏透度)进行了相关分析(表 6)。

表 6 防护林配置方式与林带参数和防护效应相关系数

	林龄	株行距	行数	带宽	带距	林带 占地率	农田 防护率	胁地 指数	农田 减产率	林木 保存率	防风 效能	疏透度
林龄	1											
株行距	0.547	1										
行数	0.574	0.965**	1									
带宽	0.566	0.994**	0.986**	1								
带距	0.691*	0.108	0.234	0.161	1							
林带占地率	0.580	0.980**	0.952**	0.978**	0.069	1						
农田防护率	-0.217	0.231	0.224	0.232	0.116	0.071	1					
胁地指数	0.008	-0.248	-0.244	-0.270	0.121	-0.194	-0.181	1				
农田减产率	0.072	0.099	0.054	0.081	-0.449	0.161	-0.257	-0.036	1			
林木保存率	-0.010	-0.155	-0.132	-0.149	0.328	-0.139	0.047	0.291	-0.618*	1		
防风效能	0.120	-0.263	-0.330	-0.296	-0.195	-0.147	-0.491	0.508	0.467	-0.243	1	
疏透度	0.487	0.661*	0.707*	0.688*	0.428	0.640*	0.181	-0.197	-0.252	0.295	-0.633*	1

注: * 为 5%水平上相关, ** 为 1%水平上相关

(1) 林带间距与林龄呈显著正相关 ($R = 0.691$), 与减产率农作物减产率呈负相关 (-0.449)。表明由于各树种的生长速率和林带的防护成熟期不同, 在一定防护期内, 林带间距应因树种不同而异。各树种间的生长存在较大差异, 其防护成熟期和工艺成熟期也有所不同。防风效能随带间距的减小而增加^[11]; 但是, 如果带间距过小, 其胁地效应也相应增加。带间距的确定要因地制宜, 因树种而异。据研究, 杨树胁地范围是针叶树的 3~4 倍^[12], 在风沙区值得推广营造针叶树农田防护林。

(2) 林带配置方式即株行距、行数和林带宽度与林带疏透度呈显著正相关 ($R = 0.661, 0.707, 0.688$)。证明林带疏透度的大小取决于防护林的配置方式; 林带宽度也是影响林带防风效能的重要因子之一。林带太窄, 易形成通风结构, 且常存在断空现象, 降低防风作用; 若林带太宽, 易形成紧密结构, 在风沙严重地区, 容易在林带内和背风林缘低速区引起积沙, 若加上树种搭配不当, 会使林带形成凹形断面, 影响防风效应。林带防风效应随着林带宽度增加而增大, 但宽度增加到一定值后, 防风效应反而减小。

(3) 林木保存率与减产率呈显著负相关 ($R = -0.618$), 即林木保存率愈高, 林带防风效应愈强, 则农田减产率愈低。其原因是受林木减少的影响, 导致林带防风效能减弱, 从而降低了林带对农田小气候的调节作用, 使农作物因此而减产。在严重干旱地区, 风速的降低成为影响气温的决定因素^[13]。林带对农田最高气温的降低, 可减少作物遭受高温和干热风的危害, 而对最低气温的降低, 可使作物夜间的呼吸作用减弱, 有利于有机物质的积累^[14]。在林带作用范围内, 由于风速和乱流交换的减弱, 使作物蒸腾和土壤蒸发的水分在近地层大气中停留的时间相对延长, 因此, 近地面的绝对湿度和相对湿度常高于旷野^[13]。

由以上分析看出, 农田防护林结构的配置问题对防护效应的影响极大, 在规划设计时应予以重视。

4 结论

(1) 宽、窄冠型的防护林带最佳结构均为疏透结构。在同等条件下, 窄冠型树种的林带疏透度低于宽冠型树种。宽冠型树种的初植密度应稀植, 而窄冠型树种则宜密植, 但在 5 a 后视林木生长状况及时隔株间伐, 将林带调整为疏透结构; 防护林带的农田防护率、胁地率和胁地指数与带距关系密切, 带

距过大或过小都会降低农田防护率, 在 50、130、200 m 3 种带距规格中, 以 130 m 带距为最佳; 32 m 宽林带的防护效应好于 4 m 窄林带, 但前者仅适用于绿洲外缘或大网格。

(2) 在带距小于 60 m 的小网格农田中, 可配置灌木农田防护林带。其优点是造林成本低、见效快、林木成活率高、生态稳定性强、防护效应优于乔木树种, 应在干旱地区推广应用。值得注意的是, 应选择速生耐旱树种, 栽植密度不宜过密, 以提高林带疏透度, 株距以 1.5~2.0 m 为宜。林带疏透度应在 0.16 以上。

(3) 白榆 + 旱柳乔木混交林适于在大网田中应用 (带间距在 200 m 以上), 在类似条件下, 其防护效应好于新疆杨纯林。

(4) 在干旱地区, 新疆杨防护林在栽植 9 a 后, 即可进入最佳有效防护成熟期, 其范围在 10~27 a, 更新年龄以 20~25 a 为宜。

(5) 林带株行距、行数、林带宽度与林带疏透度显著正相关, 林带疏透度的大小取决于防护林的配置方式。

参考文献:

- [1] 北京林学院. 气象学 (林业专业用) [M]. 北京: 中国林业出版社, 1981: 166 - 169
- [2] 曹新孙. 农田防护林学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1983: 109 - 111, 160 - 189, 377 - 379
- [3] 李春平, 关文彬, 范志平, 等. 农田防护林生态系统结构研究进展 [J]. 应用生态学报, 2003, 14 (11): 2037 - 2043
- [4] 姜凤岐, 朱教君, 周新华, 等. 林带连续性经济效益模型及其应用的研究 [J]. 林业科学, 1999, 35 (1): 9 - 14
- [5] 朱教君, 姜凤岐, 范志平. 林带空间配置与布局优化研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14 (8): 1205 - 1212
- [6] 周士威, 程致力, 尹生荣. 林带防风效应的实验 [J]. 林业科学, 1987, 23 (1): 11 - 23
- [7] 赵克昌. 农田防护林更新树种选择及配置模式研究 [J]. 防护林科技, 2002 (3): 14 - 17
- [8] 董光荣, 邹桂香, 李长治, 等. 巴盟河套西部防沙林带防风阻沙效益的初步观测 [J]. 中国沙漠, 1983, 3 (1): 9 - 19
- [9] 姜凤岐, 朱教君, 周新华, 等. 林带的防护成熟与更新 [J]. 应用生态学报, 1994, 5 (4): 337 - 341
- [10] 王君厚. 乌兰布和荒漠人工绿洲小气候效应研究 [J]. 干旱区研究, 1998, 15 (1): 27 - 34
- [11] 李广毅, 周心澄, 王忠林. 毛乌素沙地生态经济型防护林体系结构研究 [J]. 水土保持研究, 1995, 2 (2): 2 - 35
- [12] 王立刚, 何俊龙, 于福义. 农田防护林树种选择与合理配置 [J]. 林业科技, 2002, 27 (1): 21 - 22
- [13] 孟平, 张劲松, 樊巍. 中国复合农林业研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 148 - 155
- [14] 治沙造林学编委会. 治沙造林学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1984: 131 - 135