

# 珠江三角洲稻田防护林网主林带 方位设计方案的探讨

黎富煜 陶安宏

(农学系)

## 提 要

本文对珠江三角洲稻田林带遮阴的影响进行了分析。当主林带呈东西走向时,这种影响最小,因此建议珠江三角洲主林带的方位设计最好采取东西走向。

**关键词** 林带遮阴; 主林带方位

## 前 言

营造农田防护林网,为了达到最大的防护效能,主林带应与主害风向垂直,但在风向偏角小于 $30^\circ$ 时,随偏角的增大对防护效果影响不大<sup>[1]</sup>。至于林带的遮阴胁地效应是受林带方位所制约的<sup>[2][3]</sup>。因此,既要有较好的防护效能,又要使遮阴胁地面积最小,就必须选择林带的最佳方位。本文定量分析了不同方位的林网对太阳辐射的影响,从而探求珠江三角洲稻田防护林方位的最优方案。

## 研 究 方 法

本文以理论分析为主,结合我们在广东省斗门县对农田林网的气象效应进行试验得到的实际观测资料对林带的遮阴胁地效应进行研究。

### (一) 计算林带对散射辐射的减弱率

地平面上某一点所接受到的散射辐射,可看作通过这一点为中心的半球面而投射进来的非直接辐射。由于林带的遮挡,总有一部分散射辐射被遮蔽(图1)。

林带对散射辐射的减弱率  $N$  用下式计算:

$$N = (1 - \beta) \frac{1}{\pi} \arctg\left(\frac{1}{H}\right) \dots\dots\dots (1)$$

1988年2月2日收稿

表 1 不同距离的散射辐射减弱率

l/H	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	3	4	5	10
N	0.50	0.47	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.19	0.15	0.10	0.08	0.06	0.03

其中  $\beta$  为林带的透光疏透度，即林带垂直面上林缘透光孔隙的投影面积  $S'$  与该垂直面上林带投影总面积  $S$  之比，即  $\beta = \frac{S'}{S} \times 100\%$ 。

该点与林带的距离为  $l$ ，林带高为  $H$ 。  
 设林带透光很小，可以忽略时， $\beta$  为零，计算得  $N$  值（表 1）。

(二) 分析直接辐射损失率与遮阴范围的关系

林带遮阴造成的直接辐射损失率 ( $r_n$ ) 用下式计算：

$$r_n = \frac{\int_{t_1}^l P \sin h dt}{2 \int_0^{t_0} P \sin h dt} \dots\dots\dots (2)$$

实际计算时，取  $P = 0.75$ 。式中  $t_1$ 、 $t_2$  和  $t_0$  分别为遮阴起、讫时刻和日没时刻。遮阴范围 ( $d$ ) 用下式计算：

$$d = -H \left[ \cos \theta \left( \frac{\sin \delta}{\sin h \cos \varphi} - \operatorname{tg} \varphi \right) + \sin \theta \frac{\cos \delta \sin \omega}{\sin h} \right] \dots\dots\dots (3)$$

其中  $H$  为林带高度； $\delta$  为太阳赤纬； $\varphi$  为纬度； $h$  为太阳高度； $\omega$  为真太阳时时角； $\theta$  为林带方位，以林带指向网内的法线的方位表示，正北为零，逆时针（向西）增大。

遮阴引起的直接辐射损失率与遮阴范围的关系用下述方法确定：分别用 (2) 式和 (3) 式计算各个时段内的直接辐射损失率及其对应时刻的遮阴范围（如东林带从日出开始遮阴，上午 9 时遮阴范围为  $d_9$ ，计算得日出到 9 时由遮阴造成的直接辐射损失率为  $r_{n9}$ ，由此类推，一天中不同时刻的  $d$  与  $r_n$  是一一对应的）并点绘成  $r_n$  与  $d$  的关系曲线，然后通过图解方法，得到  $r_n$  为 5%、10%、……等各界限损失率与  $d$  的关系。（表 5）。

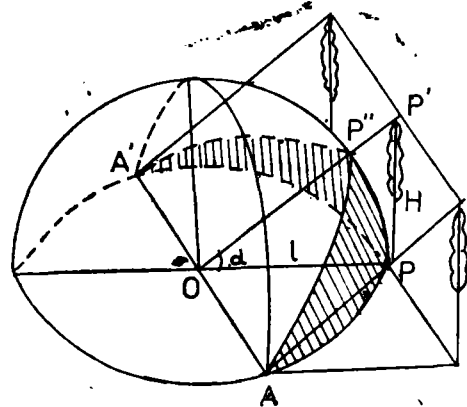


图 1 林带对太阳散射辐射影响示意图

## 分析和论证

### (一) 林带对太阳辐射的影响

林带遮阴处的辐射强度 $I'$ 可用下式表示：

$$I' = (S + D) - S' - D' + D'' \dots \dots \dots (4)$$

此式中， $S$ 和 $D$ 分别为非遮阴处得到的直接辐射强度和散射辐射强度； $S'$ 为林带遮阴造成的直接辐射强度的损失； $D'$ 为林网遮蔽造成散射辐射强度的损失； $D''$ 为林带反射散射辐射而到达遮阴处的辐射强度。

从图1可看出，通过林带垂直面的反射而得到的散射辐射应该是 $D'$ 与林带反射率的乘积。一般来说，绿色植物的反射率约为20%，所以， $D'' \approx D' \times 20\%$ 。因此，在遮阴处，林带反射使辐射量的增加是远远弥补不了遮蔽引起的损失的，其数量之小，几乎可以忽略。因此，林带对太阳辐射的影响，主要表现为对直接辐射和散射辐射的减弱。

### (二) 林带遮阴对水稻的影响

根据广东省中山县气象站的资料，参考我们在斗门县农田林网试验点的观测结果，推算出历年5—10月平均日辐射总量约为 $1548.8 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ，其中直接辐射约为 $1033.9 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ，散射辐射约为 $514.9 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ 。据此计算一天中的直接辐射损失量和散射辐射损失量分别为 $\Sigma \gamma_n \times 1033.9 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ 和 $N \times 514.9 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ，并且忽略 $D''$ 的影响，计算林带遮阴处的辐射日总量。离林带越近，辐射日总量越少，水稻生长受影响越大。由于各林带在不同季节遮阴情况不同，其影响情况也不同。

1. 林网遮阴对早稻的影响：夏至前后，正值早稻灌浆期，是早稻产量对辐射量较敏感的时期。夏至太阳直射北回归线，珠江三角洲大部分地区林带北侧不受遮蔽，就算有遮阴，也只在早、晚很短的时间，因此林带北侧基本不受影响。

计算结果，林带南侧在0.4H的距离以外，日辐射总量仍可在 $1423.2 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ 以上，水稻生长基本不受影响，只在十分靠近林带处，才略有影响。这与1980年早造在斗门县大沙农场的实际调查结果相符（表2）。

表2 主林带南、北侧早稻生长性状（斗门大沙农场1980年）

		株高 (cm)	穗长 (cm)	总粒数	实粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
对照 (15H)		86.8	19.9	112.7	83.1	73.8	26.2
北侧	0.2H	90.8	18.9	91.3	72.0	78.8	26.5
	0.6H	92.8	19.8	109.0	84.1	77.2	25.7
南侧	0.2H	86.4	18.1	81.3	66.4	81.7	26.0
	0.6H	94.2	20.5	118.3	88.2	74.6	25.9

从表中看出,距林带0.6H以外,无论在穗长、总粒数、实粒数等都不比对照的差。

至于副林带的影响情况,计算结果表明,在0.5H的范围以内,日辐射总量少于 $1004.6 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ,严重影响早稻结实;0.5~2.0H范围内,日辐射总量为 $1004.6 \times 10^4 \sim 1465.1 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ,有不同程度的影响;2.0H以外,基本无影响。实际情况(表3)。

表3 副林带东、西侧早稻生长性状(斗门大沙农场1980年)

		株高 (cm)	穗长 (cm)	总粒数	实粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
对照(15H)		86.8	19.9	112.7	83.1	73.8	26.2
西侧	0.3H	90.8	19.5	98.3	64.3	65.5	26.0
	0.8H	92.5	20.2	108.3	78.9	72.7	25.8
东侧	0.3H	94.8	21.4	143.8	106.5	74.1	25.8
	0.8H	93.7	20.9	127.4	89.0	69.9	25.7

2. 林网遮阴对晚稻的影响:霜降前后是晚稻灌浆期。霜降日林带北侧的日照时间与辐射总量计算结果表明,0.8H以内的日辐射总量少于 $1004.6 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ,水稻受严重影响;霜降日林带南侧不受遮蔽,水稻不受影响;林带东、西两侧,0.7H以内辐射日总量少于 $1004.6 \times 10^4 \text{jm}^{-2}$ ,水稻受严重影响。

1981年晚造,在斗门县大沙农场的调查结果也反映了这样的事实:林带南侧不受遮阴,且因林带减弱了寒露风的影响(1981年有严重寒露风影响),生长状况和结实情况都比对照好。林带北侧受遮阴影响最大;东、西两侧也受到一定影响。

表4 林带影响下晚稻生长性状(斗门大沙农场1981年)

		株高 (cm)	穗长 (cm)	总粒数	实粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
对照(10H)		77.9	17.5	60.9	46.6	76.5	21.9
南侧	0.2H	75.4	17.1	62.7	53.8	85.8	21.5
	0.6H	74.7	17.9	64.1	55.7	86.9	22.0
北侧	0.2H	75.1	16.4	58.5	46.1	78.8	19.6
	0.6H	75.6	16.4	56.1	42.8	76.3	19.8
东侧	0.3H	75.2	18.1	68.7	50.6	73.7	22.0
	0.8H	77.7	18.3	66.8	56.1	84.0	22.3
西侧	0.3H	69.1	16.7	59.1	46.0	77.8	20.2
	0.8H	76.2	17.1	62.3	49.1	78.8	20.5

3. 胁地面积估算：根据上述分析，主林带遮阴对早稻无严重影响，副林带遮阴对早稻有严重影响的面积为 $0.5H \times 2 \times$ 主林带距。对于晚稻有严重影响的面积，主林带为 $0.8H \times$ 副林带距，副林带为 $0.7 \times 2 \times$ 主林带距。

若林网为正方形，林带距为 $20H$ ，则受严重影响的面积占总面积的百分比，早稻为5%；晚稻为11%。若林网为长形，主林带距 $20H$ ，副林带距 $40H$ ，则受严重影响的面积占总面积的百分比，早稻为2.5%；晚稻为7.5%。若主林带距 $20H$ ，不设副林带，则早稻基本无严重影响，晚稻受严重影响的只占4%。

### (三) 林网方位对遮阴的影响

林带方位对 $D'$ 没有影响，因此不同方位的遮阴胁地效应，主要表现为 $r_a$ 的差异。分别计算了 $\theta$ 为 $0^\circ$ 、 $7.5^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $22.5^\circ$ 和 $30^\circ$ 等不同方位的林带的直接辐射损失率并分析了遮阴距离与其关系，得出如下结论。

1. 立夏（代表春分—夏至，即早稻生长季节的平均情况）主林带的遮阴范围以 $\theta = 0^\circ$ 的林带最小，随 $\theta$ 的增大而不断增大，副林带则相反，当主林带 $\theta = 0^\circ$ 时副林带的遮阴范围最大，且随主林带的 $\theta$ 增大而减小，但主副林带的遮阴范围的总和仍以主林带的 $\theta$ 为 $0^\circ$ 的最小。主林带 $\theta$ 为 $0^\circ$ 和 $30^\circ$ 的林网的 $d$ 的差异在 $r_a$ 小时较大，随 $r_a$ 增大，差异逐渐减小。因此，遮阴胁地以主林带为正东西走向的林网为最小。

2. 秋分（代表立秋—立冬，即晚稻生长季节的平均情况）林网方位对遮阴胁地效应的影响不大，从主、副林带的遮阴总和来看， $r_a$ 为50%以下，随主林带的 $\theta$ 增大，遮阴范围随之增大；但 $r_a$ 为50%以上时，则随主林带 $\theta$ 的增大，遮阴范围反而减小。在 $r_a$ 较小时，主林带 $\theta$ 为 $30^\circ$ 的林网的 $d$ 比 $0^\circ$ 的大，随 $r_a$ 增大逐渐减小，到 $r_a$ 增大至50%以后，两者的差异变为以 $0^\circ$ 的 $d$ 为大，且随 $r_a$ 增大而增大（表5）。

表 5

林带遮阴直接辐射损失率与遮阴范围的关系

季节与方位		$\frac{\Sigma r_i}{d(H)}$ (%)	$\Sigma r_i$ (%)									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
立夏 (立秋)	$\theta = 30^\circ$	主	2.15	1.33	1.08	0.85	0.67	0.55	0.45	0.31	0.17	0.08
		副	3.70	2.41	1.89	1.49	1.17	0.95	0.74	0.52	0.29	.005
		合计	5.85	3.74	2.97	2.34	1.84	1.50	1.19	0.83	0.46	0.13
	$\theta = 0^\circ$	主	0.51	0.26	0.20	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05
		副	4.25	2.20	2.09	1.70	1.35	1.08	0.88	0.65	0.39	0
		合计	4.76	2.96	2.29	1.85	1.49	1.19	0.97	0.72	0.45	0.05
	$d_{30} - d_0$	主	1.64	1.07	0.88	0.70	0.54	0.44	0.36	0.24	0.11	0.03
		副	-0.55	-0.29	-0.20	-0.21	-0.18	-0.13	-0.14	-0.13	-0.10	0.05
		合计	1.09	0.78	0.68	0.49	0.36	0.31	0.22	0.11	0.01	0.08
秋分	$\theta = 30^\circ$	主	2.35	1.50	1.17	1.05	0.95	0.83	0.70	0.60	0.45	0.36
		副	3.75	2.58	2.00	1.60	1.27	1.05	0.89	0.64	0.47	0.21
		合计	6.10	4.08	3.17	2.65	2.22	1.88	1.59	1.24	0.92	0.57
	$\theta = 0^\circ$	主	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.41	0.47	0.47
		副	4.59	3.05	2.33	1.84	1.45	1.17	1.00	0.77	0.49	0
		合计	5.06	3.52	2.80	2.31	1.92	1.64	1.47	1.24	0.96	0.47
	$d_{30} - d_0$	主	1.88	1.03	0.70	0.58	0.48	0.36	0.23	0.13	-0.02	-0.11
		副	-0.84	-0.47	-0.33	-0.24	-0.18	-0.12	-0.11	-0.13	-0.02	0.21
		合计	1.04	0.56	0.37	0.34	0.30	0.24	0.12	0.00	-0.04	0.10
季节与方位		$\frac{\Sigma r_i}{d(H)}$ (%)	$\Sigma r_i$ (%)									
			55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
秋分	$\theta = 30^\circ$	主	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10					
		副	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10					
	$\theta = 0^\circ$	主	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
		副	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
	$d_{30} - d_0$	主	-0.17	-0.22	-0.27	-0.32	-0.37	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47
		副	-0.17	-0.22	-0.27	-0.32	-0.37	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47	-0.47

## 结 论

为了使林网能发挥最大防护效能，又有最小遮阴胁地，在珠江三角洲营造稻田防护林网时，主林带应尽可能用东西走向，主林带采取适当距离（一般不超过 $25H$ ），副林带距应适当大些。

### 引 用 文 献

- 〔1〕曹新孙。农田防护林学，中国林业出版社，1983：351
- 〔2〕曹新孙。农田防护林学，中国林业出版社，1983：210-215
- 〔3〕曹新孙等。中国科学院林业土壤研究所集刊。第五集，科学出版社，1981：251

### INVESTIGATION ON THE DIRECTION DESIGN OF MAIN FOREST BELT FOR WIND BREAK IN RICE CROP FIELD OF PERAL RIVER DALTA

Li Fuyu                      Tao Anhong

(Department of Agronomy)

### ABSTRACT

The effect of the solar radiataation is hidden by the forest belt on rice field in the Peral River Dalta had been analysed. Which the main forest with west-East direction this effect is very little. So thet, the best direction design of the main forest belt in the peral River Dalta is West-East direction.

Key words; hidden by the forest belt; direction of the main forest belt.