

# 从充分利用冬季光能 谈抗寒的胶茶群落结构的设计<sup>\*</sup>

植物群落研究室 汪汇海

云南柃胶垦区是我国主要植胶区之一。近年来，由于冬季二次特大降温（1972年冬至1973年春，1975年冬至1976年春），使胶树受到严重寒害，胶树损失很大。例如75—76年这次寒害，使我省柃胶受害率达到72.5%，已开割胶树损失36.4%。从植胶实践中，使我们认识到低温寒害是限制本地区柃胶生产的主要因子。因此，如何从育种、栽培、种植方式及结构等方面，提高柃胶树抗寒防冻的能力，是目前生产上急需解决的一个重要问题。

## 一、胶林西、南边行的抗寒优势及光能利用特点

为了研究充分利用冬季光能，提高胶树抗寒能力，找出适于抗寒的胶树种植方式及结构，我们遵照伟大领袖和导师毛主席关于“要重调查研究”“要认真总结经验”的教导，于1976年特大降温之后，普查了我所各林段的胶害情况。从调查情况中看出，除实生柃胶树寒害较轻外，所有芽接树（62年定植的PB86）各林段均遭到严重寒害，其具体表现是：80%以上的胶树发生三级以上的烂脚，树干外皮流胶，割口冻枯，严重者其树干背阳百1.5米高以下树皮冻枯，更甚者整个树干树皮环状枯死。但在普遍寒害严重的林段中，我们发现胶树尚有寒害甚轻或免遭寒害的特殊情况。比如，平地柃胶南百和西百林统的第一、二行胶树；坡地南坡以及西坡上下林统边行及倍植胶带西百及南百的胶树；还有孤立单行和零星分布的胶树等。其调查结果见表一。

从表一看出，平地胶林南百、西百林统第一、二行均较林内里行的发病率及发疔指数为轻，尤其南百林统第一行其受害率及指数显著减轻，其值分别为林内里行的16.7%和3.7%。西边林统第一行和孤立单行的烂脚指数亦远较林内里行为低，分别为林内里行指数的18.3%和7.3%，随林内里行向林统南百或西百过渡其胶树寒害烂脚的严重程度则显著地减轻。调查结果充分表明，南百、西百林统边行和孤立单行胶树具有抗寒优势，其共同特点是：南百、西百林统边行，不仅阳光充足接受日照时间长，而且树冠能够立

<sup>\*</sup> 参加七分试验观测工作的还有：张家和、马渭俊、张克映等同志。在试验工作中得到了冯焱宗同志的指导。

体用光，增加了光合作用百积，提高了光合作用产物；尤其胶树根茎交界处及树干均能被阳光直接照射一段时间，这样就增加了胶树的热身，提高了树干的温度，弥补了胶树热身的不足，增强了胶树抗寒性能，当低温侵袭时，可使低温强度减弱和持续时间缩短，从而减轻或避免了胶树寒害的发生。

表一 平地栲胶林西、南林统边行与里行寒害烂脚情况的比较(1976年6月3日调查)※

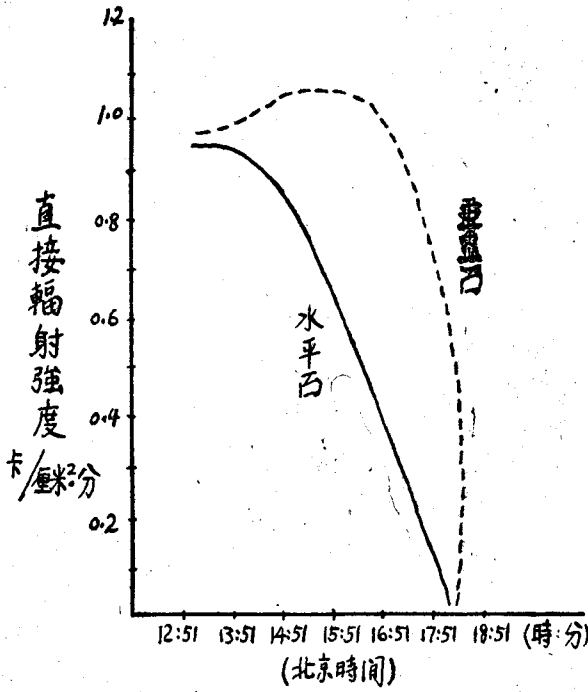
调查地点	定植时间	品系	行向	株行距(米)	植行位置	调查株数	○级株数	各受害级别株数						广株数	受害率(%)	受害指数
								1	2	3	4	5	6			
本所	一九六二年	PB86	南	3×7	南百林统第一行	12	10	2						2	16.7	2.8
					南百林统第二行	13	6	7					7	53.8	9.0	
					西百林统第一行	19	5	12	2				14	73.6	14.0	
					西百林统第二行	22	5	9	4	2	1	1	17	77.3	25.0	
					林内中间	35	0	2	1	6	4	10	12	35	100.0	76.2
					株距4.3	孤立单行	6	4	2					2	33.3	5.6

※ 烂脚是栲胶寒害的症状之一，它主要发生在以辐射型降温为主的地区。所谓烂脚是指在栲胶树茎基下距地百30cm的范围内，因低温寒害引起外胶及溃烂，即茎基下烂皮。栲胶树在小于5°C气温情况下，普遍出现流胶、梢枯、枝枯、皮枯等现象，低温持续期长时，尚可致死。5°C定为寒害的临界低温。0°C定为严重寒害的临界低温。

## 二、栲胶树干不同的日照时数及投射树干热身多寡与胶树抗寒性的关系

为了进一步了解栲胶树干照光时间及所得热身多少与抗寒性的关系，我们在本所坡地篱笆式PB86林段，选择了76年春特大降温后，尚存下来的两行胶树（其他胶树均因寒害树干树皮环状冻枯而报废）于同年12月冬至日前后观测栲胶树干照光时数。为了了解树干光照时数与所得热能的关系，我们绘制了冬至日太阳直接辐射强度的日变化图（见图一）。

从图一看出，太阳直接辐射强度随时间的不同而变化。在本地区冬至日水平百最高直接辐射强度出现在北京时间13:50左右，而垂直百最高直接辐射强度却出现在15:50左右，比水平百约落后2小时。而在同一时间下，垂直百接受辐射能身均较水平百为高，这对增加树干热能及栲胶抗寒颇为有利。

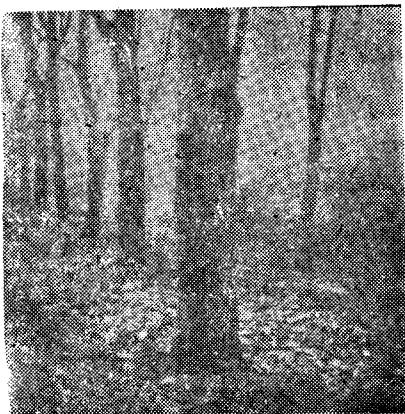


(图一) 冬至日太阳直接辐射强度日变化图

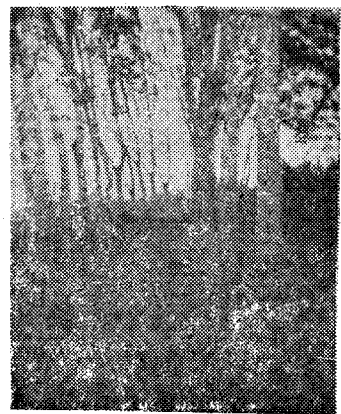
图中实线为水平百太阳直接辐射强度，虚线为垂直百的直接辐射强度。水平百直接辐射强度抄自西双版纳州气象台，垂直百直接辐射强度根据推导的公式  $S = S' \text{ctg}b$  计算得出。

式中  $S'$  为水平百直接辐射强度， $b$  为太阳高度角。

现将橡胶树干不同的日照时数及投射树干热焐多少与胶树抗寒性的关系资料列于表二。从表二结果中看出，在冬至日前后，橡胶树干150厘米高，能直接照光2个小时以上的，其直接投射树干上的日辐射总焐在123卡/厘米<sup>2</sup>以上者，就是在75年冬至76年春那次特大降温情况下，这些胶树亦安然无恙、无任何寒象。橡胶树干照光一小时半至30分钟以上的，其投射树干日辐射焐在95—46卡/厘米<sup>2</sup>之间者，有轻微的寒害反应，即树干背阳百150厘米以下发生外皮流胶或茎基发生1—2级烂脚（见照片一），而向阳百树干则无外皮及烂脚现象（见照片二）。



照片一：胶树背阳百树干外皮流胶及烂脚的情况



照片二：胶树向阳百树干无寒害情况

表二 柃胶树干光照时数及其投射树干上直接辐射总量与胶树抗寒性的关系

观测植株编号	树干照光时数* (小时·分)/天	树干照光时段 (北京时间)	不同时段垂直百直接辐射强度平均值 (卡/厘米 <sup>2</sup> ·分)	投射树干上直接辐射总量 (卡/厘米 <sup>2</sup> ·日)	柃胶树寒害情况
1	3 : 59'	13 : 20' — 17 : 00'	0.94	224.66	正常(无任何寒象)
2	2 : 56'	14 : 30' — 17 : 30'	0.87	153.12	正常(同上)
3	2 : 10'	15 : 00 — 17 : 00'	0.95	123.50	正常(同上)
4	1 : 05'	15 : 00' — 16 : 00'	0.94	61.30	树干150厘米高东北百(背阳百)外皮流胶有15处之多,分叉处有外胶现象;树干向阳百正常。
5	1 : 32'	15 : 00' — 16 : 30'	0.95	87.40	树干150厘米高背阳百外皮流胶,东北百有烂脚2级,丫叉处有外胶现象;树干向阳百正常。
A	2 : 16'	15 : 00' — 17 : 00'	0.95	129.20	正常(无任何寒象)
B	3 : 39'	14 : 00' — 17 : 30'	0.87	190.53	正常(同上)
C	1 : 41'	15 : 00' — 16 : 30'	0.95	95.95	树干100厘米高背阳百和分叉处有外胶流胶现象;树干向阳百正常。
D	0 : 59'	17 : 00' — 18 : 00'	0.79	46.61	树干150厘米高背阳百和分叉处有外胶现象,基干发生2级烂脚;树干向阳百正常。
E	1 : 18'	16 : 00' — 17 : 00'	0.94	73.32	树干130厘米高背阳百和分叉处有外胶流胶现象;树干向阳百正常。

\* 树干照光时数系指冬至日前后,树干150厘米高平均照光时数。

根据观测结果我们初步认为：要在本地区能够避免几十年一遇的特大降温（即76年春那次特大降温），柃胶不受寒害，必须保证林内柃胶树干在冬至日前后每天有二个小时以上的光照时间，其辐射热要在123卡/厘米<sup>2</sup>·日以上，这是避免柃胶寒害的临界指标。若小于这个临界指标，在低温侵袭时，柃胶便有发生寒害之虞。

### 三、抗寒的柃茶群落结构形式的设计

目前生产上的胶园多采用单一种植、平百用光，其栽培方式一般为长方形，株行距为3×7m、3×8m、2×9m等。这种栽植方式虽比正方形加宽了行距，但柃胶割胶后树冠彼此还会密接，行间仍然郁闭，加之冬季太阳高度低，前排胶树荫形遮住后排胶树，阳光根本不能直接射入林内及树干上。胶树在歪个冬季还是处在阴、冷和热昇不足的状态，当低温侵袭时寒害必然严重。

通过调查研究使我们认识了胶林西、南边行的抗寒优势的特殊性，如何利用这个特点，改进现有的种植方式。我们遵照伟大领袖和导师毛主席关于“在一定场合为特殊性的东西，而在另一一定场合则变为普遍性”的教导，努力实践把边行抗寒优势的特殊性应用于新的种植方式上，变特殊性为普遍性，使新的结构形式能够充分利用冬季光能，发挥边行抗寒优势，提高胶树抗寒能力，减少或避免低温寒害的发生。

因此，设计柃胶群落抗寒结构形式的具体做法是，在保证柃胶适宜密度情况下，选择最优行向，加大行距，使胶树割胶后树冠不会衔接，行间永不郁闭，冠层永远保持有一透光带，在冬季低温期即使在冬至日，阳光也能通过冠层透光带直接照射树干上有二个小时以上。并在胶林下配置其他热带经济作物可可、咖啡、金鸡纳、茶叶等。这样，不仅可以充分利用光能减轻或避免寒害，而且还能提高土地利用率，开垦多种经营。

#### （1）平地胶林抗寒的最优行向及最适行距的确定

究竟选择什么行向最好？行距加宽多大最为适宜？既能满足柃胶密度要求，又能保证胶树树干照光临界指标。为了解决上述问题，我们分别以目前生产上大昇使用的柃胶品系GT1和RRIM600为代表树型（见表三）按1比20的比例做了柃胶树模型，于1977年12月份冬至日前后，在平地上模拟胶林做了不同行距和行向与林内树干日照时数的试验观测。同时我们亦观测了冬至日不同时刻的太阳高角度及方位角，并结合不同代表树型，绘制胶树荫形日变化动态图，采用择图方法求出不同行向、行距胶树树干日照时数，其结果与模拟实测完全一致。现将试验观测结果综合的列于表四，以便分析比较。

表三 柃胶代表树型的株高、冠幅及冠形\*

柃胶品系	株高(米)	冠幅(米)	树冠底距地高度(米)	树冠最底处宽度(米)	树冠最宽处距树顶距离(米)	冠百倾斜角(度)	冠形	树冠特点
GT1	17.0	7.0	5.0	7.0	12.0	73	圆锥形	树冠疏朗透光性强
RRIM600	14.0	10.0	5.0	8.0	2.0	21	伞形	树冠扁平枝叶茂盛不易疏透

\* 表三资料系调查十一令胶树的情况。

表四

冬至日平地胶林不同行向及行距与林内树干  
照光时数的关系(时:分)

柁胶品系	株高(米)	行向	行距/株高	1.0	1.05	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
			行距(米)	17.0	17.9	18.7	20.4	22.1	23.8	25.5
GT1	17	东	实照时数	1:00	2:10	2:35	3:05	3:21	3:35	3:47
			可照时数	1:42	3:48	4:35	5:41	6:12	6:41	7:04
		南偏西 80°	实照时数	3:14	3:30	3:39	4:03			
			可照时数	3:38	4:16	4:50	5:55			
		南	实照时数	0:37	0:42	0:46	0:57	1:04	1:11	1:18
			可照时数	1:12	1:22	1:31	1:52	2:06	2:21	2:36
		东南	实照时数	1:04	1:18	1:32	1:50	2:00	2:15	2:26
			可照时数	1:04	1:18	1:32	1:50	2:00	2:15	2:26
		西南	实照时数	0:52	0:52	0:52	0:52	0:52	0:52	0:52
			可照时数	1:48	1:57	2:05	2:23	2:36	2:50	3:02
西北	实照时数	1:04	1:18	1:32	1:50	2:00	2:15	2:26		
	可照时数	1:04	1:18	1:32	1:50	2:00	2:15	2:26		
东北	实照时数	0:52	0:52	0:52	0:52	0:52	0:52	0:52		
	可照时数	1:48	1:57	2:05	2:23	2:36	2:50	3:02		
柁胶品系	株高(米)	行向	行距/株高	1.0	1.05	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
			行距(米)	14.0	14.7	15.4	16.8	18.2	19.6	21.0
RRIM 600	14	东	实照时数	/	/	/	0:40	2:33	3:07	3:24
			可照时数	/	/	/	1:10	4:41	5:44	6:22
		南	实照时数	0:05	0:12	0:20	0:32	0:44	0:56	1:02
			可照时数	0:11	0:25	0:40	1:05	1:29	1:52	2:06
		东南	实照时数	0:07	0:18	0:28	0:54	1:23	1:42	1:57
			可照时数	0:07	0:18	0:28	0:54	1:23	1:42	1:57
		西南	实照时数	0:24	0:24	0:24	0:24	0:24	0:24	0:24
			可照时数	0:30	0:49	1:01	1:19	1:39	1:58	2:13
		东北	实照时数	0:24	0:24	0:24	0:24	0:24	0:24	0:24
			可照时数	0:30	0:49	1:01	1:19	1:39	1:58	2:13

表四中所谓实照时数，系指从13:00点浓雾彻底消散后算起，林内树干实际日照时数。在滇南地区冬季（亦称雾季），每日上午由于浓雾遮日的形响，其上午可能日照时数对植物来说是无效的，因此在整个冬季要提高植物所需要的日照，主要是考虑增加13:00点以后的实际日照。

从表四看出，不同植胶走向对林内树干照光时数形响极大。在相同的行距下（以17.9米为例），以南偏西80度和正东西走向的植带，林内实际日照时数最长，分别为3小时30分和2小时10分；而林内实际日照最少的的是正南北向及正西南至东北向，其实际光照时数仅有42分及52分，分别是最优行向（南偏西80度）林内日照时数的20%和24.7%，即最优行向比最差的南北行向在光能利用时间上优越5倍。因此，要充分利用冬季光能，有目的选择光照最优行向是提高植胶光能利用率及抗寒性的重要途径之一。我们根据试验结果认为，在滇南地区最优的平地植胶行向是南偏西80度及正东西走向。

从表四中还可看出，随植胶行距的加宽，林内树干光照时数则显著地增加。为了保证日照时间最少的冬至日（12月22日），林内树干能有二小时以上的实际日照时间，其行距宽度随不同品系而异。凡是冠层倾斜度大于45度者就属于GT1品系类型，其行距采用树高的1.05—1.1倍（即17.9—18.7米）最为适宜；而冠层倾斜度小于45度者，即属于RRIM600类型的胶树，其行距采用株高的1.3倍（即18.2米）最为理想。因此，必须根据不同品系特点选择最适行距。选择行距过狭，照光满足不了抗寒的要求，行距过宽，虽然光照条件优越，但每亩植株过少不利提高单位百积产异。

### （2）坡地保证临界光照时数的坡百行距的推算

上节我们讨论了平地种植植胶，不同行距与胶树照光的关系。但是在不同坡地上栽种胶树，其坡百行距应采用多宽才能保证冬至日植胶的临界照光时数，这是在实际规划中必须解决的问题。因此如何从既定的植胶平地行距，推导出与平地照光相同的坡百行距，这是实际工作中所必须的。

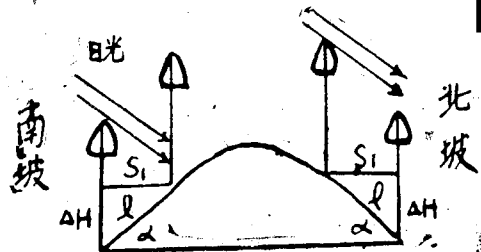
在坡地上种植植胶如图二所示。 $\alpha$ 为坡地坡度；

$\Delta H$ 代表前后行植胶的高差；

$S_1$ 为坡地水平行距； $l$ 为坡地坡百行距；

$H_1$ 为坡地植胶高度； $S_0$ 和 $H$ 分别代表平地的植胶行距和株高。我们知边，要保证坡地树干照光时数与平地完全一样，就必须使坡地及平地的水平行距 / 株高完全

相等，即  $\frac{S_0}{H} = \frac{S_1}{H_1} = K$



（图二）坡地种植植胶树示意图

从图二看出，在南坡前行植胶高度，相对的降低了 $\Delta H$ ，因此  $\frac{S_1}{H_1} = \frac{S_1}{H - \Delta H} = K$ ，

$\therefore S_1 = HK - K\Delta H$  以  $S_0 = HK$  代入前式

则得  $S_1 = S_0 - K \Delta H \dots (1)$   $\therefore \Delta H = \rho \sin \alpha$

$S_1 = \rho \cos \alpha$  分别代入(1)式

可得  $\rho \cos \alpha = S_0 - K \rho \sin \alpha$

$S_0 = \rho \cos \alpha + K \rho \sin \alpha = \rho (\cos \alpha + K \sin \alpha)$

$$\therefore \rho = \frac{S_0}{\cos \alpha + K \sin \alpha} \dots (2)$$

由图二看出, 在北坡前行胶树高度, 相对的增加了  $\Delta H$ , 因此  $\frac{S_1}{H + \Delta H} = K$

$$\therefore S_1 = HK + K \Delta H$$

以  $S_0 = HK$  代入上式 可得

$$\text{水平距 } S_1 = S_0 + K \Delta H \dots (3)$$

又  $\therefore \Delta H = \rho \sin \alpha$   $S_1 = \rho \cos \alpha$

分别代入(3)式, 其推导与南坡同,

$$\text{最后得 } \rho = \frac{S_0}{\cos \alpha - K \sin \alpha} \dots (4)$$

归纳(2)、(4)两式, 得如下坡百行距  $\rho$  的计算通式:

$$\rho = \frac{S_0}{\cos \alpha \pm K \sin \alpha}$$

在南坡  $K$  前取正号, 在北坡  $K$  前取负号。

现以 GT1 品系为例 (取株高  $H$  为 17 米, 平地行距  $S_0$  分别取 18.7 米和 20.4 米,  $18.7/17 = 1.1 = K_1$   $20.4/17 = 1.2 = K_2$ , 东西行向定植, 林内照光时间分别为 2 点 35 分和 3 点零 5 分), 计算不同坡地南坡及北坡, 在冬至日能保证有 3 小时零 5 分及 2 小时 35 分日照时数的坡百行距。计算结果列入表五。

从表五看出, 南坡在保证林内相同实照时数下, 随坡度增加, 坡百行距而减小, 但减小的程度有别, 0—20 度之间行距减小率较大, 相差值高达 4.5 米; 而 20—40 度之间行距减小率较小相差值仅有 1.5 米。

而北坡恰与南坡相反, 随坡度的增大坡百行距亦加宽。如坡度 20 度时, 坡百行距为 33.2 米, 比平地行距 (18.7 米) 增加了 14.5 米。因此, 在阴坡再采用加宽行距保证林内日照时数, 提高胶树抗寒性, 因行距过宽看来不够现实。只有从抗寒品系上给予解决。

### (3) 抗寒的胶茶群落结构的种植方式

抗寒的胶茶群落根据具体条件可采用下列二种方式 (见表六)。

① 柃胶采用宽行双株, 行间配植茶叶的二层结构方式 (见照片三所示)。

此方式是将柃胶行距加宽至树高的 1.1—1.3 倍 (即 18—20 米左右), 株距和小行距均缩小至 2—3 米, 狭行胶树呈三角形定植, 行向最好采用东西向, 这样林内树干在冬至日均能保证树干有 2 小时以上的照光时数。当然双株后行胶树光照条件不如前行, 其光照时数不仅决定于小行距的宽狭, 而且还决定于前行胶树冠百斜度、冠幅大小和冠层底下距地百高度等, 因此在林地管理上及时控制冠幅及多剪下垂枝对后排胶树受光是有益的。茶叶在柃胶行间定植, 距植胶带不要少于 2.5 米, 以免影响胶树。



表五

不同坡度在保证林内相同的实照时数下，应采用的坡百行距

南 坡

坡度(度)	0	5	10	15	20	25	30	35	40									
林内照光时数 (小时:分)	2:35	3:05	2:35	3:05	2:35	3:05	2:35	3:05	2:35	3:05								
坡百行距 (米)	18.7	20.4	17.1	18.5	15.9	17.1	14.9	16.0	14.2	15.1	13.6	14.4	13.2	13.9	12.9	13.5	12.7	13.3

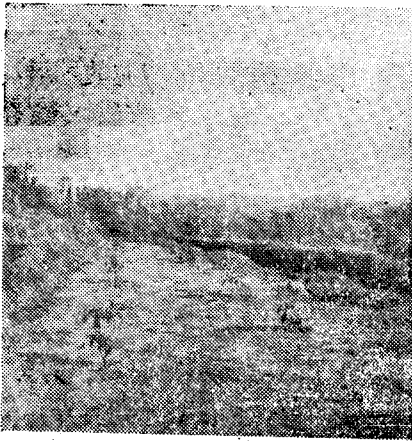
北 坡

坡度(度)	0	5	10	15	20	25	30	35								
林内照光时数 (小时:分)	2:35	3:05	2:35	3:05	2:35	3:05	2:35	3:05								
坡百行距 (米)	18.7	20.4	20.8	22.9	23.6	26.3	27.4	31.1	33.2	38.6	42.4	51.1	59.2	76.7	99.4	155.8

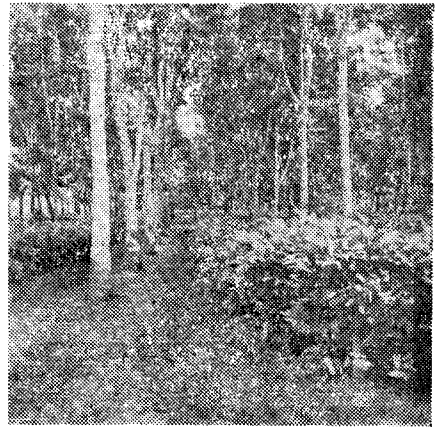
表六

抗寒的胶茶群落的种植方式

种植方式	桐胶株行距(米)			密度 (株/亩)	最适 行向	冬至日林内树 干照光时数(小时)
	株距	小行距	大行距			
桐胶采用宽行双 株行间种植茶叶	3.0	3.0	18.0	21.0	东西	2:0以上
	3.0	2.0	18.0	22.0	东西	2:0以上
	3.0	2.5	18.0	21.4	东西	2:0以上
	2.5	3.0	18.0	25.4	东西	2:0以上
	2.5	2.5	18.0	26.0	东西	2:0以上
桐胶采用宽行单株 行间种植茶叶	2	/	15.5	21.5	南偏西80度	2:0以上
	2	/	16.0	20.8	南偏西80度	2:0以上



照片三：  
定植方式  
胶树宽行双株的



照片四：  
胶茶两层结构方式

②桐胶采用宽行单株，行间配植茶叶的群落结构方式（照片四系胶茶群落方式的外貌）。

这种方式需要特别注意的是，在定行向上一定严格按照规定行向（南偏西80度）安排，否则林内树干光照时数不能保证。

上述两种方式的共同特点是，都具有充分利用冬季光能，变平百用光为立体用光，使胶树均处于林冠边行受光优势的地位，发挥了西、南边行的抗寒效应，增加了胶树的光合作用，提高了胶树抗寒能力，在特大的低温侵袭下，胶树可避免寒害。此外，这种结构方式还具有便于实现胶园抚育管理机械化以及在较宽的行间永久性的间种其他热带经济作物，提高土地利用效率，发户多种经营和节约开垦用工，缩短胶工行走时间提高割胶效率等优点。

当然，这种结构方式的桐胶株距不要小于2米，以免因株距过小而对胶树生长发育产生不良的影响。