

# 马尾松工程林水土保持效果监测初报\*

梁宏温 黄承标

苏 杨 何三中

(广西农业大学林学院, 南宁 530001)

(广西壮族自治区林业厅, 南宁 530022)

**摘要** 采用径流小区定位观测法测定广西桂平市金田林场马尾松工程林林地的水土及养分流失量。结果表明,挖大穴整地造林林地年平均水流失量比荒坡地的低 15.2%,泥沙流失量比全垦和带状整地造林的分别低 76.2%和 46.7%,养分流失量依次低 75.3%和 46.3%。林地径流系数年度差异显著,随造林时间推移而逐年下降。林地泥沙流失量的季节分配规律与降雨量的季节分布一致,多雨季节(5~7月)的流失量大,少雨季节(1~4月和 8~12月)的流失量小。

**关键词** 马尾松;工程林;水土流失;监测

**Preliminary inspection report on conservation effect of soil and water of engineering forests of *Pinus massoniana*** Liang Hong-Wen, Huang Cheng-Biao (Forestry College, Guangxi Agricultural University, Nanning, 530001), Su Yang and He San-Zhong (Forestry Office of Guangxi Province, Nanning, 530022), *J. Plant Resour. & Environ.* 1997, 6(1): 29~34

The inspection method of fixed position of runoff plots was used to study the loss amounts of soil, water and its nutrient elements of *Pinus massoniana* Lamb. engineering forests in Jintian Forest Station of Guiping City, Guangxi. The results show: The yearly mean water loss amount of dig cave ploughing was 15.2% lower than that in wasteland, the loss amount of soil from dig cave ploughing was 76.2% and 46.7% lower than that in overall ploughing and band ploughing respectively and the loss amount of nutrient elements was 75.3% and 46.3% lower respectively. The year diversity of runoff coefficient was outstanding, and there are smaller runoff coefficient, there are lengther forestplanting date. The seasonal distributed regularity of soil loss amount was of the same as the regularity of rainfall, the maximum soil loss was in the rainy season (May~July) and the minimum was the dry season (January~April and August~December).

**Key words** *Pinus massoniana* Lamb.; engineering forests; loss of soil and water; inspection

广西利用世界银行贷款国家造林项目已实施 5 年,累计造林面积达  $9.79 \times 10^4$   $\text{hm}^2$ ,其中马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)工程林面积  $1.25 \times 10^4$   $\text{hm}^2$ 。根据国家造林工程环境保护的有关规程,该项目采用挖大穴整地及幼林施肥等高标准造林育林技术措施。现马尾松 5 年生林平均胸径达 5.89 cm,平均树高达 4.87 m,取得了幼林速生丰产和林地环境保护良性发展的双重效果。本文主要报道马尾松工程林林地水土及养分流失量的监测结果,并比较不同整地方式造林林地的水土保持效果,为制定更有针对性的林地环境保护措施和指导造林实践提供依据。

## 1. 监测小区设置与监测方法

### 1.1 监测小区的设置

\* 广西世界银行贷款国家造林项目重点科研课题的一部分。

收稿日期 1996-09-23

监测区位于广西桂平市金田林场蒙联分场,地理坐标为 23°23'N, 109°57'E, 海拔 100~300 m, 东北三面环山, 南面地势低且开阔。年平均气温 21.3℃, 年降雨量 1 709.8 mm, 年蒸发量 1 626.7 mm, 水热系数 2.0。土壤为砂页岩发育的赤红壤。造林前林地植被为桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa* Hassk.)、岗松 (*Baeckea frutescens* Linn.)、铁芒萁 [*Dicranopteris linearis* (Burm.) Underw.] 和纤毛鸭嘴草 (*Ischaemum ciliare* Retz.) 等植物组成的灌草丛。

在海拔 170~190 m, 坡度较一致的东坡临近地段, 设置短边与等高线平行、长边顺坡与等高线垂直、面积为 100 m<sup>2</sup> (5m×20m) 的径流小区共 5 个, 其中 2 个为按项目规程的要求采用挖大穴整地造林的标准小区, 另外 3 个为全垦整地造林、带状整地造林和不整地不造林(即荒坡)的对比小区(见表 1)。每个小区的上端和两侧埋设火砖加水泥涂面隔水墙, 下端分设集水槽、引水槽和接流槽, 其底面和四周均为火砖加水泥涂面隔水结构, 顶面盖上挡雨板。

表 1 径流小区的基本情况

Tab 1 The basic situation of the runoff plots

整地方式 Ploughing pattern	整地规格 Specification (cm)	坡度 Gradient	造林时间 Planting date	造林密度 Planting density (plant/hm <sup>2</sup> )	地被物 Ground vegetation	
					高度(m) Height	盖度(%) Coverdegree
全垦 Overall ploughing	20(深度)	18.2	1991-06-30	3000	-	-
带状 Band ploughing	100(带宽)	19.5	1991-06-30	3000	0.1-0.6	40
挖大穴 Dig cave ploughing	60×60×40(长×宽×深)	19.2	1991-06-30	3000	0.1-0.8	55
荒坡 Wasteland	-	18.5	-	-	0.1-0.7	70
挖大穴 Dig cave ploughing	60×60×40(长×宽×深)	17.8	1991-06-30	3000	0.1-0.6	55

各造林小区的苗木来源和施肥措施相同, 采用营养杯带土半年苗造林, 施肥两次, 第 1 次在造林时作基肥深施于种植杯的底部, 每株施复合磷肥(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 18%) 50 g, 第 2 次在造林后的第 3 年作追肥沟施于离树蔸 20 cm 处, 沟深 20 cm, 每株施复合磷肥 100 g。于造林后的第 2 年和第 3 年进行两次松土, 松土的深度为 20 cm, 全垦小区作全面松土, 带状小区作带内松土, 挖大穴小区作穴内松土。

## 1.2 监测方法

1.2.1 降雨量和水土流失量的测定 降雨量、降雨强度和降雨历时, 用自记(虹吸)雨量计测定, 雨量计安装在径流小区附近的空旷处。

水径流量, 用钢尺在接流池内直接测定, 按实际贮水的体积推算。每天或每次降雨测定 1 次, 遇连续暴雨时, 增加观测次数, 以免池水溢出。池内泥沙较多时, 要减去泥沙体积, 并及时清洁接流池。

泥沙流失量, 包括径流水中的泥沙量。当池内泥沙很少时, 搅拌均匀后取水样 1 000 g 放入玻璃瓶内沉淀 2~3 d, 倒出清水后晒干, 测出含沙率, 用径流水量乘以含沙率得到径流水中的含沙量。池内泥沙较多时, 测定泥沙的体积和容重(用环刀法), 两者相乘得泥沙重量。

水径流量和泥沙流失量均按月份和年度累计。

1.2.2 样品的收集与分析 根据不同的降雨量、降雨强度和降雨历时, 分别雨季和旱季以及年度采集水样和泥沙样, 每年至少采集 10 次样品, 并及时进行化学分析, 按国颁标准测定水样以及泥沙样中的 N, P 和 K 含量<sup>[1]</sup>。年度径流水和泥沙养分元素含量的加权平均值, 分别乘

以年径流水量和泥沙流失量得年养分流失量。

造林前(1991年6月27日)和造林后(1996年5月22日)在各径流小区内,沿对角线设5个土壤采样点,样点落在整地的范围内,采集0~20 cm土层样品,混合后用四分法取样,测定土样中的有机质、全N、水解N、有效P和速效K的含量<sup>[1]</sup>。

## 2. 监测结果与分析

### 2.1 水土流失量及其变化

2.1.1 不同整地造林林地水土流失量比较 连续5年定位观测桂平市金田林场马尾松工程林林地的水土流失量(见表2)。结果表明:挖大穴整地造林,马尾松幼林地年平均水流失量和泥沙流失量最小,比全垦整地造林的分别低20.5%和76.2%;比带状整地造林的依次低8.3%和46.7%;水流失量比荒坡地的低15.2%。由此可见,挖大穴整地造林有减弱地表径流,缓解林地水土流失的作用。

表2 不同整地造林林地水土流失量比较

Tab 2 Comparing of the soil and water loss amounts in forestland of different ploughing planting

年份 <sup>1)</sup> Year	降雨量 Rainfall (mm)	水流失量 Water loss amounts(t/hm <sup>2</sup> )				泥沙流失量 Soil loss amounts(t/hm <sup>2</sup> )			
		挖大穴整地 <sup>2)</sup> Dig cave ploughing	全垦整地 Overall ploughing	带状整地 Band ploughing	荒坡 Wasteland	挖大穴整地 <sup>2)</sup> Dig cave ploughing	全垦整地 Overall ploughing	带状整地 Band ploughing	荒坡 Wasteland
1991	770.8	1323.0	958.3	1025.4	1609.9	9.596	16.231	11.810	1.492
1992	1416.2	2182.6	1737.1	1878.5	2636.5	1.811	25.013	9.042	0.713
1993	1774.0	1121.8	1967.9	1494.6	1261.1	0.566	9.050	1.676	0.144
1994	2166.2	1285.7	2356.8	1810.9	1496.8	0.089	0.471	0.159	0.068
1995	1567.0	837.6	1476.1	1153.3	959.0	0.085	0.248	0.116	0.072
$\bar{x}$ <sup>3)</sup>	1709.8	1500.2	1888.0	1636.2	1769.6	2.699	11.336	5.067	0.553

1) 1991年从7月1日开始观测,1992~1995年为全年观测 Observed from July 1, 1991; and all the year, for 1992~1995;  
2) 为两个小区的算术平均值 Arithmetic average of two plots; 3) 4.5年的算术平均值 Arithmetic average of 4.5 year

### 2.1.2 水土流失量的年变化

林地水土流失情况的年变化用径流系数(水流失量占降雨量的百分率)<sup>[5]</sup>表示(见表3),从表3看出,不同整地造林林地径流系数均随着造林年度的推移而逐年下降。方差分析表明,径流系数的年度差异显著,其均方比达5.54,高于临界值 $F_{0.05} = 3.84$ 。径流系数下降的主要原因有二:一是林内活地被物的恢复和死地被物的逐年增加(1994年6月调查,林地枯落物量为0.7~1.6 t/hm<sup>2</sup>,1996年5月调查达1.2~2.1 t/hm<sup>2</sup>);二是幼林郁闭度的增加和林冠截留雨量的逐年增大。其中以挖大穴整地造林林地径流系数的下降幅度最大,1991与1995年径流系数的比值为3.21,变异系数为57.3%;带状整地造林的降幅其次,相应值为1.81和28.6%;全垦造林的最小,相应值为1.32和10.9%。

林地泥沙流失情况的年度变化,除用每年每公顷林地泥沙流失量表示(表2)外,也可用土壤侵蚀模数<sup>[4]</sup>来表示(表3)。从表2,3看出,林地泥沙流失量主要集中在造林后的头2年,造林当年泥沙流失量最大(全垦整地造林的最大值延续至造林后的第2年),而后逐年迅速下降。挖大穴整地造林的林地,造林后第3年土壤侵蚀模数下降至非碳酸盐母质发育的林地土壤侵蚀模数的上限值(100 t/km<sup>2</sup>·a)<sup>[4]</sup>以下,第4年已大大低于土壤自然形成速度<sup>[5]</sup>,而与荒坡地

的土壤侵蚀模数相近。

表3 不同整地造林林地水土流失量的年变化

Tab 3 Yearly change of the soil and water loss amounts of different ploughing planting

整地方式 Ploughing pattern	年份 Year					平均值 $\bar{X}$	标准差 S.D.	变异系数 C.V.
	1991	1992	1993	1994	1995			
	径流系数(%)		Runoff coefficient					
挖大穴 Dig cave ploughing	17.16	15.41	6.32	5.94	5.35	10.04	5.75	57.3
全垦 Overall ploughing	12.42	12.27	11.09	10.88	9.42	11.22	1.22	10.9
带状 Band ploughing	13.30	13.26	8.43	8.36	7.36	10.14	2.90	28.6
	土壤侵蚀模数		Erosion modulus of soil ( $t/km^2 \cdot a$ )					
挖大穴 Dig cave ploughing	959.6	181.1	56.6	8.9	8.5	242.9	406.8	167.5
全垦 Overall ploughing	1623.1	2501.3	905.0	47.1	24.8	1020.3	1061.6	104.0
带状 Band ploughing	1181.0	904.2	167.6	15.9	11.6	456.1	547.9	120.1
荒坡 Wasteland	149.2	71.3	14.4	6.8	7.2	49.8	61.8	124.1

2.1.3 泥沙流失量的季节变化 图1是不同整地造林林地泥沙流失量和降雨量的月(4.5年平均)分布情况。从图1可以看出,林地泥沙的流失量与降雨量是同步的,峰值均出现在6月。5~7月降水量占全年雨量的61.2%,而同期全垦、带状和挖大穴整地造林林地的泥沙流失量也分别占全年的58.9%,60.5%和59.8%左右;1~4月及8~12月降水量低,泥沙的流失量也低。

## 2.2 养分流失量及其年变化

表4为不同整地造林林地年平均养分流失量。由表4看出,挖大穴整地造林林地土壤的N、P和K3种营养元素及其总量的年平均流失量最小,比全垦整地造林的分别低62.9%,78.9%,76.8%和75.3%,比带状整地造林的依次低35.0%,51.1%,48.0%和46.3%。进一步表明挖大穴整地造林具有良好的水土保持效果。

从林地养分流失量的年变化(见表5)看出,挖大穴整地造林林地的养分流失量在造林当年高达 $157.18 kg/hm^2$ ,而后逐年减少,1995年流失量降到 $3.10 kg/hm^2$ ,仅为1991年流失量的2%。全垦和带状整地造林的养分流失量的年度变化趋势与挖大穴整地造林的相似,但其养分流失量较大,延续时间较长。从表5还看出,造林后最初3年,林地的养分流失量以泥沙养分流失为主,3年后以水养分流失为主。挖大穴整地造林林地最初3年泥沙养分流失量是水养分流失量的4.50倍,全垦和带状整地造

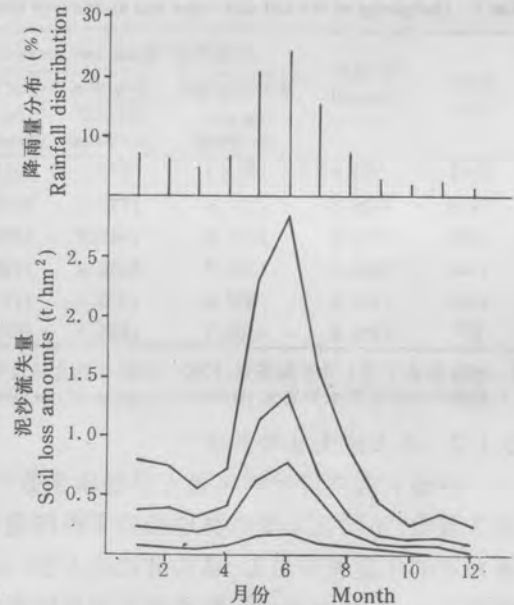


图1 不同整地造林林地泥沙流失量和降雨量的月分布  
Fig 1 Monthly distribution of the soil loss amount in different ploughing planting forestland and rainfall  
1. 全垦整地 Overall ploughing; 2. 带状整地 Band ploughing; 3. 挖大穴整地 Dig cave ploughing; 4. 荒坡地 Wasteland

林的林地分别是 13.69 倍和 6.97 倍。因此,强化新造林地保土工程,是降低林地养分流失量的关键措施。

表 4 不同整地方式造林林地养分流失量比较

Tab 4 Comparing of nutrient elements loss amount in forestland of different ploughing planting

整地方式 Ploughing pattern	养分流失量 Nutrient elements loss amounts (kg/hm <sup>2</sup> ·a)			
	N	P	K	合计 Total
挖大穴 Dig cave ploughing	7.95	0.67	41.45	50.07
全垦 Overall ploughing	21.40	3.18	178.53	203.11
带状 Band ploughing	12.24	1.37	79.71	93.32
荒坡 Wasteland	4.66	0.14	13.14	17.94

表 5 不同整地方式造林林地养分流失量的年度变化

Tab 5 Yearly change of nutrient elements loss amounts of forestland of different ploughing planting (kg/hm<sup>2</sup>)

测定项目 Item	年度 Year	挖大穴整地 Dig cave ploughing	全垦整地 Overall ploughing	带状整地 Band ploughing	荒坡 Wasteland
泥沙养分流失量 Soil nutrient loss amounts	1991	140.28	206.90	177.46	20.83
	1992	28.07	413.02	150.61	12.81
	1993	8.93	144.54	26.75	2.41
	1994	1.41	7.50	2.55	1.15
	1995	1.34	3.69	1.86	1.22
	$\bar{X}$	40.01	187.92	79.83	8.54
水养分流失量 Water nutrient loss amounts	1991	16.90	15.04	18.74	16.57
	1992	17.40	24.32	21.99	13.59
	1993	5.06	16.49	10.20	5.51
	1994	4.16	8.78	7.11	5.08
	1995	1.76	3.72	2.65	1.54
	$\bar{X}$	10.06	15.19	13.49	9.40
养分流失总量 Total nutrient loss amounts	1991	157.18	291.94	196.20	37.40
	1992	45.48	437.34	172.60	26.40
	1993	13.99	161.03	36.95	7.92
	1994	5.57	16.23	9.66	6.23
	1995	3.10	7.41	4.51	2.76
	$\bar{X}$	50.07	203.11	93.32	17.94

### 2.3 林地土壤养分含量的变化

与造林前(1991年6月27日的测定值)相比,造林5年后,林地表层土壤养分的含量普遍下降,以全垦整地造林的下降幅度最大,带状整地造林的次之,挖大穴整地造林的最小。仅有效磷例外,挖大穴和带状整地造林的土壤有效磷含量则比造林前略高(见表6)。荒坡地土壤的养分含量变化不大,其增减的幅度不超过5%(见表6)。造林后林地土壤养分含量不同程度地下降,与降雨的淋溶和淋失(见表5)以及幼林的吸收利用有关,而土壤有效磷含量的增加主要是由于林地施肥的结果以及磷素的移动性差所致。

表6 不同整地方式造林林地土壤养分含量的变化

Tab 6 Change of nutrient contents of forestland soil of different ploughing planting

整地方式 Ploughing pattern	测定时间 Determine date	有机质 Organic matter (%)	全 N Total N (%)	水解 N Hydrolyzed N (mg/kg)	有效 P Available P (mg/kg)	速效 K Available K (mg/kg)
挖大穴 Dig cave ploughing	1991-06-27	2.6027	0.1145	108.6	1.98	34.1
	1996-05-22	2.4908	0.1086	103.4	2.21	31.7
	增值 increment (%)	-4.3	-5.2	-4.8	11.6	-7.0
全垦 Overall ploughing	1991-06-27	2.5811	0.1123	106.4	1.93	34.7
	1996-05-22	2.0143	0.0931	86.2	1.81	26.6
	增值 increment (%)	-22.0	-17.1	-19.0	-6.2	-23.3
带状 Band ploughing	1991-06-27	2.6012	0.1106	107.3	1.87	35.6
	1996-05-22	2.4096	0.1016	97.4	1.93	29.3
	增值 increment (%)	-7.4	-8.1	-9.2	3.2	-17.7
荒坡 Wasteland	1991-06-27	2.5396	0.1096	99.8	1.82	35.9
	1996-05-22	2.5907	0.1131	98.7	1.78	34.7
	增值 increment (%)	2.0	3.2	-1.1	-2.2	-3.3

\* \* \* \*

马尾松是我国南方地区主要造林树种之一,在广西每年马尾松的造林面积约占全区人工造林面积的一半。本试验结果表明挖大穴整地造林有减弱地表径流,缓解马尾松新造林地水土流失的作用。因此,马尾松造林,特别是在坡度较大的山地造林,可考虑选择挖大穴整地方式造林,以提高新造林地的水土保持效果和林地环境质量。

## 参 考 文 献

- 1 中华人民共和国国家标准. 森林土壤和植物分析方法. 北京:科学出版社,1988. 11~201.
- 2 黄承标,韦炳二,黎洁娟等. 广西不同植被类型地表径流的研究. 林业科学,1991,27(5):490~497.
- 3 何智英. 杉木幼林地水土流失及其防治的研究. 水土保持学报,1995,9(2):64~69.
- 4 陈廉杰. 森林土壤允许流失量的研究. 水土保持学报,1993,7(1):18~22.
- 5 杨玉盛,何宗明,愈新妥等. 杉木幼林地水土肥流失研究. 水土保持学报,1993,7(3):32~36.

(责任编辑:宗世贤)

## 欢迎订阅 1997 年《植物资源与环境》

《植物资源与环境》报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性的保护,自然保护区与植物园的建设和管理,植物在保护和美化环境中的作用,环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。读者对象:植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工、自然保护和环境保护

等领域的科研、教学、技术人员及决策者。

本刊于1992年创刊,学报,季刊,国内外公开发行,邮发代号:28-213,若错过征订时间或需补齐过刊者,请直接向编辑部邮购,订价1992~1993每年14元,1994~1996每年22元(均含邮资),编辑部地址:南京中山门外江苏省·中国科学院植物研究所内,邮编:210014,电话4432127-3006。