

# 红水河流域地区马尾松和红椎混交林水土流失特征研究

孙艳, 李四高, 张楠, 覃欣雅 (广西壮族自治区水利科学研究院, 广西南宁 530023)

**摘要** 研究了红水河流域地区不同混交比例、不同造林时间的马尾松和红椎混交林的水土流失特征。结果表明:2005年营造的马尾松纯林的水土保持效益高于2012年营造的马尾松纯林,2005年营造的马尾松纯林的总产流量、总产沙量分别为2012年营造的马尾松纯林的84.54%、68.20%;混交比例为9:1的马尾松红椎混交林具有较好的水土保持效益,总产流量为马尾松纯林的86.12%,总产沙量为马尾松纯林的86.79%;混交比例为6:1的马尾松红椎混交林水土保持效益越来越好,产流量排序从2下降到5,产沙量排序从2下降到4。

**关键词** 马尾松;红椎;混交林;水土流失

中图分类号 S718.5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)04-0109-03

**Study on Soil and Water Loss Characteristics of *Pinus massoniana* and *Castanopsis hystrix* Mixed Forest in Hongshui River Watershed**  
SUN Yan, LI Si-gao, ZHANG Nan et al (Guangxi Institute of Water Resource Research, Nanning, Guangxi 530023)

**Abstract** The soil erosion characteristics of *Pinus massoniana* and *Castanopsis hystrix* mixed forest with different mixing ratio and different afforestation time in Hongshui River watershed were studied. The results showed that the soil and water conservation benefits of *Pinus massoniana* forest in 2005 were higher than those of *Pinus massoniana* forest in 2012. Compared with the total runoff and total sediment yield of *Pinus massoniana* forest in 2012, the total runoff and total sediment yield of *Pinus massoniana* forest in 2005 were 84.54% and 68.20% respectively. *Pinus massoniana* and *Castanopsis hystrix* mixed forest with a mixed ratio of 9:1 had better soil and water conservation benefits. The total runoff was 86.12% of the *Pinus massoniana* forest, and the total sediment yield was 86.79%. The soil and water conservation benefits of *Pinus massoniana* and *Castanopsis hystrix* mixed forest with a mixed ratio of 6:1 was better and better, and the order of runoff production dropped from second to fifth, and the order of sediment production dropped from second to fourth.

**Key words** *Pinus massoniana*; *Castanopsis hystrix*; Mixed forest; Soil and water loss

马尾松是我国亚热带地区典型的乡土针叶树种,是造林的先锋树种,也是广西的主要用材造林树种之一<sup>[1-2]</sup>。由于马尾松枝叶富含松脂,其枯落物分解缓慢,不易吸水,长期人工纯林经营易造成病虫害严重、防火能力差、地力衰退、土壤涵养水源能力下降等一系列问题<sup>[3-5]</sup>。实践证明,马尾松红椎混交林是一种华南地区成功的针阔混交林类型,能提高林分生产力,促进土壤养分循环,改善林地生态环境,增强林分抗逆性<sup>[6-7]</sup>。对马尾松红椎混交林的研究多集中在营造技术<sup>[5]</sup>、生物量<sup>[4-8]</sup>以及混交林对土壤理化性质<sup>[9-10]</sup>、水源涵养能力的影响<sup>[11]</sup>等方面,然而针对马尾松红椎混交林水土保持特征的研究较为缺乏。林木的生长能够改善土壤理化性质,增加土壤地表覆盖,提高土壤抗蚀性,影响林地水土保持功能<sup>[2]</sup>。笔者通过比较分析广西河池市大化县江南乡带林村马尾松红椎混交林的径流量、泥沙量,探讨不同混交比例马尾松红椎混交林水土流失特征的变化规律,旨在为促进马尾松红椎水土保持林的科学建设提供理论依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于广西河池市大化县江南乡带林村(107°33' E, 23°56' N),海拔约310 m,该区属南亚热带季风气候区,日照充足,热量丰富,雨量充沛,干湿季节明显,年均日照时间1 395 h,年均气温21.7℃,全年无霜期在360 d以上,雨量较充沛,年均降水量1 170 mm,多集中在5—9月。

**1.2 径流小区布设** 选取径流小区应做到避免跨越河流、道路、山脊,且应布设在具有类似的地形地貌、坡向一致的区域。

试验共选取5个样地布设径流小区,样地原为马尾松纯林,试验时通过补植红椎的方式把试验样地中的马尾松与红椎种植比例调整为4:1、6:1、9:1、10:0。样地造林情况见表1。

表1 样地情况  
Table 1 Sample situation

小区编号 Plot No.	混交比例 Mixed ratio	马尾松造林年份 Afforestation time of <i>Pinus massoniana</i>	红椎定植年份 Afforestation time of <i>Castanopsis hystrix</i>
DH <sub>9</sub>	4:1	2012	2013
DH <sub>10</sub>	6:1	2012	2013
DH <sub>11</sub>	9:1	2012	2013
DH <sub>12</sub>	10:0	2012	
DH <sub>13</sub>	10:0	2005	

径流小区采用宽20 m、长20 m的矩形标准径流场,小区内用浆砌水泥砖砌筑30 cm高的隔墙,径流小区下方设有径流桶,采用分水设备将试验区内全部径流加以分割,只取其中小部分通过量水设备,最后按分水比例还原计算总径流量,径流桶直径1.0 m,高1.2 m。

**1.3 取样与测定方法** 径流泥沙观测在每次产流的降雨之后进行,观测内容主要为产流量和产沙量。产流量测定时,用钢尺在桶内不同3点测定水位深度,取平均值作为径流桶水位数,根据径流桶水位数采用体积法计算产流量;产沙量测定时,把径流桶内的水搅匀取泥沙浓度样,并在室内把泥沙浓度样放入105℃烘箱烘烤至恒重,测定径流泥沙浓度,根据泥沙浓度和产流量计算产沙量。

## 2 结果与分析

**2.1 林龄对马尾松纯林水土流失特征的影响** 2014—2016年,对径流小区DH<sub>12</sub>(造林时间为2012年)、DH<sub>13</sub>(造林时间

基金项目 广西水利科技项目(201214)。

作者简介 孙艳(1986—),女,贵州毕节人,工程师,硕士,从事水土保持和节水灌溉研究。

收稿日期 2017-11-24

为2005年)共进行了48次有效的径流泥沙观测,从单次产流、产沙量来看,径流小区DH<sub>12</sub>的产流量、产沙量大于径流小区DH<sub>13</sub>(图1、2);从总产流量来看,径流小区DH<sub>13</sub>3年的总产流量为DH<sub>12</sub>的84.54%,2014—2016年的总产沙量为DH<sub>12</sub>

的68.20%(表2)。可见,林龄对马尾松纯林的水土保持效益有一定影响,这可能是由于随着林龄的增大,提高了林地郁闭度,增加了土壤地表覆盖,改善了土壤理化性质,从而提高了林地的水土保持效益。

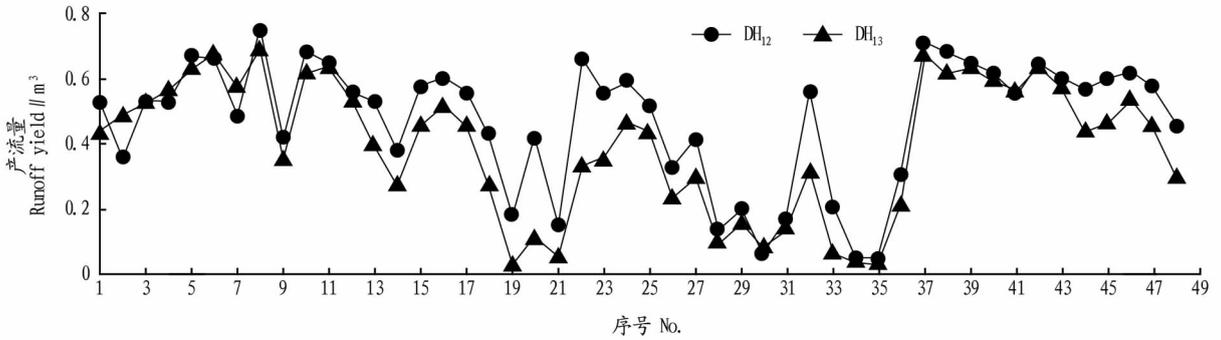


图1 不同林龄马尾松纯林产流量

Fig.1 The runoff of *Pinus massoniana* forest at different age

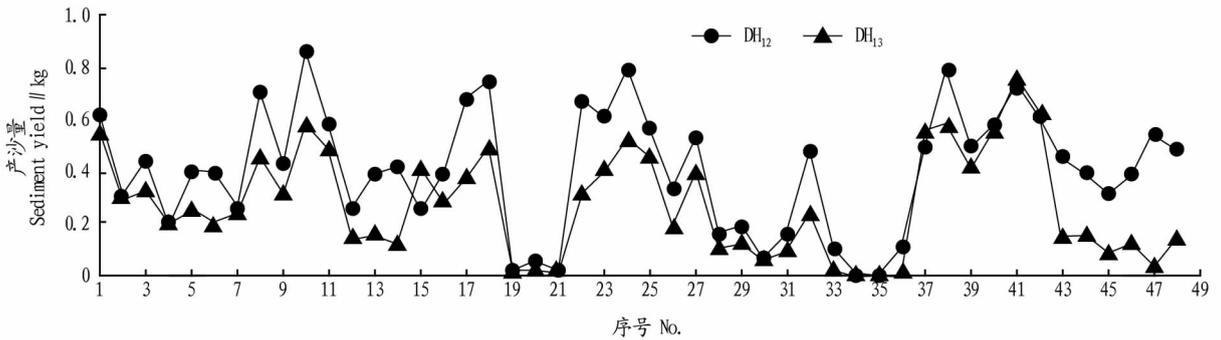


图2 不同林龄马尾松纯林产沙量

Fig.2 The sediment yield of *Pinus massoniana* forest at different age

2.2 混交比例对马尾松红椎混交林水土流失特征的影响 林木在生长过程中通过根系、枯枝落叶、茎秆枝叶等方

式与环境相互作用,能够改善土壤理化性质,增加土壤地表覆盖,提高土壤抗蚀性,不同的马尾松和红椎混交比例,影响了林分地上及地下部分生物量,也影响了林地水土保持功能<sup>[2]</sup>。2014—2016年对马尾松造林时间为2012年的4个径流小区共进行了48次有效的径流泥沙观测,结果见表3。

表2 2014—2016年马尾松纯林水土流失情况

年度 Year	观测次数 Number of observations//次	产流量 Runoff yield//m <sup>3</sup>		产沙量 Sediment yield//kg	
		DH <sub>12</sub>	DH <sub>13</sub>	DH <sub>12</sub>	DH <sub>13</sub>
2014	18	9.91	9.18	8.35	5.97
2015	16	5.21	3.28	4.79	3.08
2016	14	7.65	6.79	6.39	4.27
合计 Total	48	22.77	19.25	19.53	13.32

由表3可知,2014—2016年各径流小区总产流量从大到小依次为DH<sub>12</sub>、DH<sub>9</sub>、DH<sub>10</sub>、DH<sub>11</sub>,径流小区DH<sub>9</sub>、DH<sub>10</sub>、DH<sub>11</sub>的总产流量分别为DH<sub>12</sub>的90.47%、86.78%、86.12%;各径流小区总产沙量从大到小依次为DH<sub>9</sub>、DH<sub>12</sub>、DH<sub>10</sub>、DH<sub>11</sub>,径流小区DH<sub>9</sub>、DH<sub>10</sub>、DH<sub>11</sub>的总产沙量分别为DH<sub>12</sub>的113.01%、95.65%、86.79%。

表3 2014—2016年马尾松红椎混交林水土流失情况

Table 3 Soil and water loss of *Pinus massoniana* and *Castanopsis hystrix* mixed forest during 2014 - 2016

年度 Year	观测次数 Number of observations//次	产流量 Runoff yield//m <sup>3</sup>				产沙量 Sediment yield//kg			
		DH <sub>9</sub>	DH <sub>10</sub>	DH <sub>11</sub>	DH <sub>12</sub>	DH <sub>9</sub>	DH <sub>10</sub>	DH <sub>11</sub>	DH <sub>12</sub>
2014	18	9.51	9.70	9.24	9.91	10.68	9.50	8.01	8.35
2015	16	4.29	3.56	3.47	5.21	4.93	3.87	2.87	4.79
2016	14	6.80	6.50	6.90	7.65	6.46	5.31	6.07	6.39
合计 Total	48	20.60	19.76	19.61	22.77	22.07	18.68	16.95	19.53

可见,对于观测期内(马尾松林龄为2~4 a、红椎林龄为1~3 a)不同混交比例(4:1、6:1、9:1、10:0)的马尾松红椎混

交林来说,保水效益最差的为马尾松纯林(径流小区DH<sub>12</sub>)。这可能是由于阔叶树种生物量大、凋落物多,混交林更有利

于在空中、地表拦截降雨,增加地表入渗,减缓地表径流的形成;保土效益最差的为混交比例为 4:1 的马尾松红椎混交林(DH<sub>9</sub>),出现这种情况的原因可能是由于径流小区土壤质地的不同影响了小区的保土能力;保水保土效益最好的为混交比例为 9:1 的马尾松红椎混交林(DH<sub>11</sub>),这可能是由于马尾松和红椎生态位不同,在这个林龄阶段,9:1 的混交比例使得 2 种树种能够较好地利用水、光、肥,产生较大的生物量和凋落物,有效增加降雨的空中拦截、地表入渗,减缓地表径流的形成,减轻地表径流对土壤的冲刷,达到较大的保水保土效益。

**2.3 马尾松红椎混交林水土流失特征的年际变化** 由表 4 可知,2014—2016 年对于产流量来说,径流小区 DH<sub>12</sub> 的产流量排序处于靠前的位置,DH<sub>13</sub> 的产流量排序处于靠后的位置;对于产沙量来说,径流小区 DH<sub>9</sub> 的产沙量排序处于靠前的位置,DH<sub>13</sub> 的产沙量排序处于靠后的位置。这说明径流小区 DH<sub>12</sub> 的保水效益较差,DH<sub>9</sub> 的保土效益较差,而径流小区 DH<sub>13</sub> 的保水保土效益均较好。

2014—2016 年 DH<sub>10</sub> 的产流量在 5 个小区中的排序依次为 2、3、5,产沙量排序依次为 2、3、4,产流量和产沙量排序均随着时间的推延越来越靠后,说明混交比例 6:1 的马尾松红椎混交林的保水保土效益越来越好。这可能是由于随着时间的推移,相对其他比例混交林来说,6:1 混交林的生物量、凋落物增加量较大,林地的水土保持效益增加幅度大于其他混交林。

表 4 2014—2016 年径流小区水土流失排序

Table 4 Ranking of soil and water loss in different runoff plots during 2014—2016

年度 Year	产流量 Runoff yield					产沙量 Sediment yield				
	DH <sub>9</sub>	DH <sub>10</sub>	DH <sub>11</sub>	DH <sub>12</sub>	DH <sub>13</sub>	DH <sub>9</sub>	DH <sub>10</sub>	DH <sub>11</sub>	DH <sub>12</sub>	DH <sub>13</sub>
2014	3	2	4	1	5	1	2	4	3	5
2015	2	3	4	1	5	1	3	5	2	4
2016	3	5	2	1	4	1	4	3	2	5

### 3 结论

(1) 2005 年营造的马尾松纯林的水土保持效益高于

2012 年营造的马尾松纯林。2005 年营造的马尾松纯林的单次产流量、产沙量大于 2012 年营造的马尾松纯林;2005 年营造的马尾松纯林的总产流量、总产沙量分别为 2012 年营造的马尾松纯林的 84.54%、68.20%。

(2) 混交比例为 9:1 的马尾松红椎混交林具有较好的水土保持效益。2014—2016 年总产流量从大到小依次为马尾松纯林、混交比例 4:1、混交比例 6:1、混交比例 9:1,混交比例 4:1、6:1、9:1 的总产流量分别为马尾松纯林的 90.47%、86.78%、86.12%;总产沙量从大到小依次为混交比例 4:1、马尾松纯林、混交比例 6:1、混交比例 9:1,混交比例 4:1、6:1、9:1 的总产沙量分别为马尾松纯林的 113.01%、95.65%、86.79%。

(3) 混交比例为 6:1 的马尾松红椎混交林水土保持效益越来越好。2014—2016 年 6:1 混交比例的马尾松红椎混交林的产流量在 5 个小区中的排序依次为 2、3、5,产沙量排序依次为 2、3、4,产流量和产沙量排序均随着时间的增加越来越靠后。

### 参考文献

- [1] 黄承标,梁宏温. 不同整地马尾松工程幼林地水土保持效益的研究[J]. 林业科学,1999,35(S1):36-42.
- [2] 王燕,宣渊波,尹艳杰,等. 不同林龄马尾松人工林土壤水土保持功能[J]. 水土保持学报,2013,27(5):23-27.
- [3] 梁建平. 马尾松、红椎混交林营养分素循环的研究初报[J]. 广西林业科技,1990(4):12-17.
- [4] 郭文福,蔡道雄,贾宏炎,等. 马尾松与红椎等 3 种阔叶树种营造混交林的生长效果[J]. 林业科学研究,2010,23(6):839-844.
- [5] 汤文彪. 红椎马尾松混交林效益与营造技术[J]. 安徽农学通报,2008,14(15):169-171.
- [6] 谭绍满,丁海,罗人深,等. 马尾松红椎混交林现状分析与评价[J]. 植物生态学报,1997,21(6):571-578.
- [7] 王胤,郭飞,张明慧,等. 马尾松与红椎混交人工林生长的初步研究[J]. 广西林业科学,2011,40(3):199-200.
- [8] 陈克铭. 红椎杉木马尾松混交林经营效果分析[J]. 绿色科技,2015(9):190-193.
- [9] 邓恢. 马尾松阔叶树混交林土壤理化性质比较研究[J]. 福建林业科技,2012,39(1):41-44,52.
- [10] 谭玲,何友均,覃林,等. 南亚热带红椎、马尾松纯林及其混交林土壤理化性质比较[J]. 西部林业科学,2014,43(2):35-41.
- [11] 罗金旺. 马尾松与几种阔叶树混交后水源涵养功能的变化[J]. 防护林科技,2006(6):12-14.

(上接第 108 页)

- [24] EVANS J P. The effect of resource integration on fitness related traits in a clonal dune perennial, *Hydrocotyle bonariensis* [J]. Oecologia, 1991, 86(2):268-275.
- [25] WILLIAMS D G, BRISKE D D. Size and ecological significance of the physiological individual in the bunchgrass *Schizachyrium scoparium* [J]. Oikos, 1991, 62(1):41-47.
- [26] HESTER M W, MCKEE K L, BURDICK D M, et al. Clonal integration in *Spartina patens* across a nitrogen and salinity gradient [J]. Canadian journal of botany, 1994, 72(6):767-770.

- [27] BREWER J S, LEVINE J M, BERTNESS M D. Effects of biomass removal and elevation on species richness in a New England salt marsh [J]. Oikos, 1996, 80(2):333-341.
- [28] 刘凤红,叶学华,于飞海,等. 毛乌素沙地游击型克隆半灌木羊柴对局部沙埋的反应[J]. 植物生态学报,2006,30(2):278-285.
- [29] 董鸣. 克隆植物的等级结构和等级选择[M]//张新时,高琼. 信息生态学. 北京:科学出版社,1997:136-141.
- [30] 于飞海. 克隆植物对异质性环境的生态适应对策[D]. 北京:中国科学院植物研究所,2002:97-98.

**本刊提示** 参考文献只列主要的、公开发表的文献,序号按文中出现先后编排。著录格式(含标点)如下:(1)期刊——作者(不超过 3 人者全部写出,超过者只写前 3 位,后加“等”)。文章题名[J]。期刊名,年份,卷(期):起止页码。(2)图书——编著者. 书名[M]。版次(第一版不写)。出版地:出版者,出版年:起止页码。(3)论文集——析出文献作者. 题名[C]//. 主编. 论文集名. 出版地:出版者,出版年:起止页码。