

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A01G 1/00 (2006.01)

A01G 23/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810031189.5

[43] 公开日 2008年9月10日

[11] 公开号 CN 101258810A

[22] 申请日 2008.5.5

[21] 申请号 200810031189.5

[71] 申请人 湖南省经济地理研究所

地址 410004 湖南省长沙市天心区青园路506号

[72] 发明人 谢庭生 魏晓 刘玉桥 谢树春  
赵玲 田亚平 王芳 刘代理  
汪明衡 戴运兴 黄剑波

[74] 专利代理机构 长沙星耀专利事务所

代理人 宁星耀

权利要求书1页 说明书18页

[54] 发明名称

一种紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法

[57] 摘要

一种紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法，其包括以下步骤：(1)划分土地类型，根据土地的酸碱性和岩性、土壤侵蚀、土层厚度特征及地貌对紫色山丘土地进行类型划分；(2)树种和草种选择，通过紫色山丘不同土地类型造林树种和草种的选择试验，筛选出分别适宜各类紫色土地类型生长的树种和草种，指明这些树种草种对各土地类型的适宜程度；(3)树种草种与土地类型对接配置，将相应树种草种配置于最适宜或比较适宜的土地类型上；(4)林木混交配置，通过紫色土丘陵山地不同土地类型林木混交试验，筛选出不同紫色土山丘类型混交林优化配置模式，将乔木与灌木、豆科与非豆科、深根系与浅根系、横走型与垂直型、固土型与改土型树种混交。本发明将乔灌草种植在最适

宜和比较适宜的紫色土山丘类型上，对位配置准确，成活率可达90%以上，生长速度和成林速度大幅加快。

1、一种紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法，其特征在于，包括以下步骤：（1）划分土地类型，根据土地的酸碱性和岩性、土壤侵蚀、土层厚度特征及地貌对紫色山丘土地进行类型划分；（2）树种和草种选择，通过紫色山丘不同土地类型造林树种和草种的选择试验，筛选出分别适宜各类紫色土地类型生长的树种和草种，指明这些树种草种对各土地类型的适宜程度；（3）树种草种与土地类型对接配置，将相应树种草种配置于最适宜或比较适宜的土地类型上；（4）林木混交配置，通过紫色土丘陵山地不同土地类型林木混交试验，筛选出不同紫色土山丘类型混交林优化配置模式，将乔木与灌木、豆科与非豆科、深根系与浅根系、横走型与垂直型、固土型与改土型树种混交。

2、根据权利要求1所述的紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法，其特征在于，所述第（1）步，按 1:1 万比例尺划分土地类型。

3、根据权利要求1或2所述的紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法，其特征在于，所述第（1）步，将紫色山丘土地划分为酸性紫色土岗地、酸性紫砂土岗地、酸性紫色土丘陵、酸性紫色土低山、中性紫色土岗地、中性紫色土丘陵、中性紫色土低山、石灰性紫色岩造土岗地、石灰性紫色土岗地、石灰性紫砂土岗地十种类型。

## 一种紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法

## 技术领域

本发明涉及一种造林种草方法，尤其是涉及一种造林种草对位配置与混交栽培方法。

## 背景技术

我国南方紫色土山丘土地类型多，地貌有低山、丘陵、岗地，土壤类型有酸性紫色土、中性紫色土、石灰性紫色土，母岩有紫色砂岩、紫色页岩、紫色砂页岩，由这些要素组成的土地类型多种多样。以湖南省为例，紫色土山丘主要有中性紫色低山、酸性紫色土低山、中性紫色土丘陵、酸性紫色土丘陵、酸性紫色土岗地、酸性紫砂土岗地、石灰性紫色岩造土岗地、石灰性紫色土岗地、石灰性紫色砂土岗地等。这些紫色土山丘森林植被稀疏，大多母岩裸露，土层很薄，水土流失严重，造林种草十分困难，土地大量荒芜。

曹世雄等人，在黄土高原丘陵区采用生长监测方法，研究了刺槐和其他3种北方树种对黄土高原4个土壤类型的适宜性，提出了刺槐等4种树纯林最适宜土壤类型、次适宜土壤类型、一般适宜土壤类型，以及4种树混交的最佳模式，以豆科树种与非豆科树种混交效果最佳（曹世雄等·黄土丘陵区不同树种对土壤适宜性的监测研究[J]，《水土保持研究》，2004·11（2）：8~11）。此项研究，供试树木，只有刺槐南方也有，其他3种树均属黄土高原和内蒙树种；供试土壤均属黄土区的土壤类型，并且不是从土地的角度研究，地形、气候因素未考虑进去，故对南方紫色土山丘区应用价值较小。

湖南省衡南县林业局戴运兴等人，在湖南省经济地理研究所谢庭生主持的课题《湘中紫色土丘岗地综合开发技术试验》项目中，选择衡南县谭子山镇石灰性紫色土岗地作为试验地，选择刺槐、牡荆、紫穗槐、苦楝作为薪炭林试验树种，采用3种配置方式进行混交：①刺槐+牡荆；②苦楝+紫穗槐；③刺槐+牡荆+苦楝+紫穗槐。3年试验结果表明：刺槐+牡荆+苦楝+紫穗槐薪炭林混交方式平均树高生长量是3种配方式中最高的。戴运兴等人还在湘中紫色土区的衡南县谭子山镇，选择酸性紫色土岗地和第四纪红壤岗地2个立地类型，进行湿地松纯林、湿地松×蓝果树，速生丰产试验。结果表明：酸性紫色土岗地I类立地上的湿地松与第四纪红壤I类立地上的湿地松相比较，平均高生长比值100:102，方差分析，其F值无显著差异；酸性紫色土岗地湿地×蓝果树混交林，比纯林产量有明显增加。7年生湿地松×蓝果树混交林，平均每公顷立木蓄积量60.87m<sup>3</sup>，比同龄湿地松纯林每公顷立木蓄积量46.62m<sup>3</sup>多14.25m<sup>3</sup>（谢庭生等著·紫色土丘岗地综合开发技术试验研究[M]·长沙：湖南科学技术出版社，2005，75~83.）。但该项研究涉及的紫色土山丘类型只有2个，树种也很少，与气候、土壤酸碱度、立地条件不相适应，树种混交效果不甚显著，对解决南方紫色土山丘区植被恢复的作用相当有限。

## 发明内容

本发明的目的在于提供一种与土壤酸碱度、气候、立地条件相适应，成活率高，生长速度和成林速度快，树种混交效果显著，可加快恢复和重建紫色山丘森林植被的紫色山丘造林种草对位配置与混交栽培方法。

本发明的目的是通过以下技术方案实现的，其包括以下步骤：（1）划分土地类型，根据土地的酸碱性和岩性、土壤侵蚀、土层厚度等生态特征及地貌对紫色山丘土地进行类型划分，土地类型分类是一个等级系统，为了使树种草种与土地类型准确对位，最好按 1:1 万比例尺划分土地类型；它的命名，宜采用小地形与土壤亚类或土属、甚至土种及植被类型或土地利用现状联合命名，这样命名，不仅反映土地类型的要素，而且反映紫色土的酸碱性和岩性、土壤侵蚀、土层厚度等生态特征，以保证树种草种的适应性与土地特征对位准确；（2）树种和草种选择，通过紫色山丘不同土地类型造林树种和草种的选择试验，筛选出分别适宜各类紫色土地类型生长的树种和草种，指明这些树种草种对各土地类型的适宜程度；（3）树种草种与土地类型对接配置，将相应树种草种配置于最适宜或比较适宜的土地类型上；（4）林木混交配置，通过紫色土丘陵山地不同土地类型林木混交试验，筛选出不同紫色土山丘类型混交林优化配置模式，是将乔木与灌木、豆科与非豆科、深根系与浅根系、横走型与垂直型、固土型与改土型树种混交，以提高地力、充分利用不同土层水分养分。

本发明由于将乔灌草种植在最适宜和比较适宜的紫色土山丘类型上，对位准确，因此，成活率大大提高（多在 90%以上），生长速度和成林速度大幅加快（生长速度和成林速度分别为一般适宜土地类型的 1.05~1.5 倍和 1.1~5.5 倍），混交林在最适宜的土地类型立木蓄积量为一般适宜土地的 1.15~2.5 倍。

### 具体实施方式

以下结合实施例对本发明作进一步说明。

（一）划分土地类型，将紫色土山丘土地划分为 1-10 十种类型（具体见表 1 等表）；

（二）树种和草种选择，采用生长情况监测方法，对不同紫色土山丘类型上马尾松、湿地松、杉木、扁柏、刺槐和黄连木、樟树、枫香、梧桐、构树、千年桐、栓皮栎、乌桕、重阳木、苦楝、水柳、柳杉、合欢、榔榆、桑树、麻栎、油桐、桂花树、水竹、黄檀、喜树、光皮树、柞木、板栗、响叶杨、刺楸、香椿、棕榈、苦楮、慈竹、木荷、山槐等 37 种乔木和化香、芫花、白栎、盐肤木、牡荆、火棘、黄荆条、油茶、杨梅、粗糠树、小果蔷薇、糯米条、算盘子、紫穗槐、硕苞蔷薇、欏木、马桑、美丽胡枝子、马白骨、苦枥木、栓木、茶叶等 22 种灌木，及柰李、柿树、枣树、柑橘、橙树、柚子树、枇杷树、油桃、布朗李、白糖李、巨峰葡萄等 11 种果树，小冠花、猪屎豆、印度豇豆等 3 种绿肥，28 种草木植物，共计 101 种乔灌草进行监测；

## (1) 乔木植物筛选结果分析

### 1) 不同土地类型马尾松生长情况监测分析

马尾松对土壤要求不严，能耐干旱瘠薄的土壤，喜酸性和微酸性土壤，pH 值 4.5~6.5 生长最好，在钙质土和石灰岩风化的土壤上生长不良。试验监测结果表明，马尾松纯林在酸性紫色土低山成活率最高为 98%，分别比土地类型 3、1 和 7、6、2 和 5、8、9、10 高 1.03%、2.08%、2.65%、3.16% 和 7.9、3.9、5.5 倍；马尾松在酸性紫色土低山生长速度最快，年均生长量为 0.86m，分别为土地类型 3、1 和 7、6、2 和 5、8、9、10 的 1.03、1.06、1.07、1.09、11.88、6.33、7.31 倍；马尾松在酸性紫色土低山成林最快，11 年林冠面积达 9.80m<sup>2</sup>，郁闭度达 78.00%，其次是酸性紫色土丘陵、岗地，中性紫色土低山丘陵与前者都接近，而石灰性紫色土岗地最差，马尾松生长不良。酸性紫色土低山，土壤 pH5.0~5.5，空气湿度较岗地稍大，土壤有机质含量较岗地丘陵略高，故马尾松生长发育表现好（见表 1）。中性紫色土低山丘陵马尾松生长也较好，对紫色土丘陵区振兴林业经济甚为有利。

表 1 马尾松纯林在不同土地类型生长情况监测分析

土地类型序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
土地类型	酸性紫色土岗地	酸性紫砂土岗地	酸性紫色土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色岩造土岗地	石灰性紫色土岗地	石灰性紫砂土岗地
成活率/%	96.00	95.00	97.00	98.00	95.00	95.50	96.00	11.00	20.00	15.00
11 年树高/m	9.00	8.75	9.20	9.50	8.70	8.90	9.00	0.80	1.50	1.30
11 年树冠 /m <sup>2</sup>	9.42	9.11	9.50	9.80	9.00	9.30	9.40	3.20	3.80	3.60
11 年郁闭度 /%	72.00	70.00	75.00	78.00	70.00	71.50	71.90	20.00	30.00	25.00

### 2) 不同土地类型湿地松生长情况监测分析

试验监测结果表明，湿地松纯林在酸性紫色土低山成活率最高，为 94.0%，分别比 3、1 和 7、5 和 6、2、8、9、10 号土地类型高 1.08%、2.17%、3.30%、10.59% 和 46、14.67、30.33 倍；湿地松在酸性紫色土低山成林速度最快，年均株高生长量为 0.56m，16 年林冠面积 9.42m<sup>2</sup>，郁闭度达到 91.50%，分别为 3、1 和 7、5 和 6、2、8、9、10 号土地类型的 1.04、1.09、1.11、6.10、4.46、5.08 倍（见表 2）。在紫色土区，湿地松纯林最适宜生长在酸性紫色土低山。其次为酸性紫色土丘陵岗地和中性紫色土低山丘岗地，石灰性紫色土岗地土壤 pH 值高，土壤含钙多，空气温度最小，不适宜栽植。酸性紫色土低山，气温较岗地低 1.5℃，空气湿度略大，土壤湿度也较岗地大，尤其是土壤呈弱酸性，土壤侵蚀较弱，仍保留较厚的土层，土壤有机

质含量较紫色土岗地高 5g/kg 以上, 故湿地松生长最好。中性紫色土低山气候、土壤湿度、土壤养分、土层厚度、空气湿度等条件与酸性紫色土低山相似, 唯土壤 pH 值达 7.23, 但湿地松仍能适应, 故仍能生长较好。目前湿地松木材价格较高, 中性紫色土山丘种植湿地松经济效益好。

表 2 湿地松纯林在不同土地类型生长情况监测分析

土地类型 序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
土地类型	酸性 紫色 土岗 地	酸性 紫砂 土岗 地	酸性 紫色 土丘 陵	酸性 紫色 土低 山	中性 紫色 土岗 地	中性 紫色 土丘 陵	中性 紫色 土低 山	石灰 性紫 色岩 造土 岗地	石灰 性紫 色土 岗地	石灰 性紫 砂土 岗地
成活率 /%	92.00	85.00	93.00	94.00	91.00	91.00	92.00	2.00	6.00	3.00
16 年树 高/m	8.90	8.10	8.80	9.00	8.95	8.95	8.79	1.56	1.70	1.61
16 年树 冠/m <sup>2</sup>	9.15	8.05	9.20	9.42	9.10	9.10	9.15	1.57	1.76	1.65
16 年郁 闭度/%	84.3	78.10	88.10	91.50	82.10	82.50	85.00	15.00	20.50	18.00

### 3) 不同土地类型杉木生长情况监测分析

杉木是常绿针叶树种, 水热条件对地上部分生长十分重要, 对土壤条件要求较严格, 土壤酸碱度是杉木生长首要的土壤条件。试验监测结果表明, 杉木纯林在酸性紫色土低山成活率最高, 为 91.0%, 分别比 3、1 和 7、5 和 6、2、8、9、10 号土地类型高 1.08%、2.17%、3.30%、10.5%和 100%、93.4%、96.7%; 杉木酸性紫色土低山生长速度最快, 年平均株高生长量为 1.14m, 分别为 3、1、2、7、6、5、9、10 号土地类型的 1.1、1.3、1.5、2.4、5.7、4.9、10.4、16.8 倍; 酸性紫色土低山成林速度最快, 16 年林冠面积达 7.9m<sup>2</sup>, 分别为 3、1、2、7、6、5、9、10 号土地类型 1.03、1.36、1.53、4.62、3.16、3.76、6.1、7.18 倍; 郁闭度达 80.5%, 分别为 3、1、2、7、6、5、9、10 号土地类型的 1.07、1.31、1.38、1.98、2.22、2.56、4、5.2 倍 (见表 3)。在紫色土区, 杉木纯林最适宜土地类型是酸性紫色土低山, 其次为酸性紫色土丘陵, 而酸性紫色土岗地长势较差, 中性紫色土低山丘陵地长势很差, 石灰性紫色土岗地成活率极低, 爆破撩壕的石灰性紫色土未见成活。酸性紫色土低山土壤呈弱酸性, 空气湿度略大, 故杉木生长发育好。杉木树高生长, 一般苗木定植后 2~3 年内, 地下部分生长快, 地上部分生长慢, 年均生长 30~50cm; 3~10 年生左右高生长迅速, 平均生长量达 0.5~1.0m, 以后减慢。酸性紫色土低山丘陵杉木生长较快, 与土壤物理性状较好, 土壤养分含量较丰富有关。

表3 杉木纯林在不同土地类型生长情况监测分析

土地类型 序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
土地类型	酸性紫 色土岗 地	酸性紫 砂土岗 地	酸性紫 色土丘 陵	酸性紫 色土低 山	中性紫 色土岗 地	中性紫 色土丘 陵	中性紫 色土低 山	石灰 性紫 色岩 造土 岗地	石灰性 紫色土 岗地	石灰性 紫砂土 岗地
成活率/%	87.50	85.00	90.50	91.0	78.20	80.00	82.00	0	6.00	3.00
16年树高 /m	9.30	8.10	11.00	12.50	4.10	4.80	5.20	0	2.90	2.60
16年树冠 /m <sup>2</sup>	5.80	5.10	7.65	7.90	2.10	2.50	2.71	0	1.30	1.10
16年郁闭 度/%	61.30	58.40	75.20	80.50	31.45	36.30	40.60	0	20.10	15.50

## 4) 不同土地类型扁柏生长情况监测分析

扁柏是常绿乔木，珍贵树种。但供试扁柏属国内普通扁柏。扁柏耐干旱瘠薄，为浅根性树种，生长缓慢。试验监测结果表明，扁柏纯林在酸性紫色土低山成活率最高，为95.0%，分别比6、2、1和5、4、7号土地类型高0.53%、0.55%、1.06%、3.26%、4.40%；扁柏在酸性紫色土低山生长最快，年平均株高生长量为0.25m，分别为2、1、6、5、4、7号土地类型的1.02、1.07、1.12、1.13、1.14、1.16倍；酸性紫色土低山成林速度最快，42年林冠面积达4.96m<sup>2</sup>，郁闭度达85%。虽然酸性紫色土扁柏成活率最高，生长速度、成林速度最快，但其它土地类型与之相差异不显著（详见表4）。

表4 扁柏纯林在不同土地类型生长监测分析

土地类型序号	1	2	3	4	5	6	7
土地类型	酸性紫 色土岗 地	酸性紫 砂土丘 陵	酸性紫 色土低 山	中性紫 色土岗 地	中性紫 色土丘 陵	中性紫 色土低 山	石灰性 紫色土 岗地
成活率/%	93.00	94.00	95.00	92.00	93.00	94.50	91.00
42年树高/m	10.00	10.50	10.70	9.40	9.46	9.50	9.20
42年树冠/m <sup>2</sup>	4.71	4.85	4.96	4.55	4.60	4.65	4.10
42年郁闭度/%	84.00	84.50	85.00	83.00	83.50	84.00	81.00

### 5) 不同土地类型柏木生长情况监测分析

柏木是中性紫色土丘岗和石灰性紫色土岗地常见的针叶树种，特别耐干旱瘠薄，侧根和垂下根发达，能吸收母岩层以上土体内的水分。针叶蒸发量较小，故能抵抗湘中紫色土丘岗区伏秋酷热和干旱。柏木为优良用材林树种，对紫色砂页岩有特殊的适应性，在许多树种不能生长的中性和石灰性紫色土，只有它能形成葱郁的森林，对紫色土山丘维护生态平衡有着十分重要的作用。试验测试结果表明，柏木纯林在中性紫色土低山和酸性紫色土低山成活率最高，为 96.5%，其次是中性和酸性紫色土丘陵，最低是石灰性、中性和酸性紫色土岗地，成活率也高达 95.0%，与最高者仅低于 1.5%。这与岗地区空气湿度小，气温高有关；柏木在紫色土低土山丘陵生长速度快些，年平均株高生长量为 0.23m，较中性紫色土岗地高 2.01%，较酸性紫色土岗地高 2.27%，较石灰性紫色土岗地高 3.5%；中性紫色土低山和紫色土低山成林速度最快，20 年林冠面积达 1.57m<sup>2</sup>，郁闭度达 67.60%~68.55%，石灰性紫色土岗最慢（详见表 5）。

表 5 柏木纯林在不同土地类型生长监测分析

土地类型序号	1	2	3	4	5	6	7
土地类型	酸性紫色土岗地	酸性紫色土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色土岗地
成活率/%	95.00	96.00	96.50	95.00	93.00	96.50	95.00
20 年树高/m	4.90	5.00	5.00	4.91	5.00	5.00	4.85
20 年树冠/m <sup>2</sup>	1.51	1.51	1.57	1.50	1.56	1.57	1.40
20 年郁闭度/%	66.85	67.25	67.60	67.10	67.50	68.55	66.00

以上供试树种土层均较深厚，故成活率高，生长速度较快；而在土层浅薄地段，生长速度会慢很多。如此看来，柏木虽耐高温干旱，但土壤水分状况对其生长仍有较大影响，石灰性紫色土岗地土层浅薄地段，土壤水分势能因 pH 值高而升高，根系吸收水分更困难，因此，相对而言，石灰性紫色土岗地柏木生长状况和林相较差。尽管这样，柏木仍是紫色土山丘各个土地类型适生树种，特别是石灰性紫色土岗地区生境恶劣，应选择这种抗逆性强树种。

### 6) 不同土地类型刺槐生长情况监测分析

刺槐是石灰性、中性紫色土丘岗地常见树种，属浅根性或中根性，豆科，根系固氮能力较强，而中性、石灰性紫色土丘岗，土壤含磷、钾丰富，含氮量少，土壤养分有利于刺槐生长，刺槐有改良这些土壤的作用。试验监测结果表明，刺槐纯林在中性紫色土低山丘陵成活率最高，为 92%，石灰性紫色土岗地最低，仅为 91.5%；刺槐在石灰性紫色土岗地生长速度最快，年平均株高生长量为 0.42m，分别为 6、4 和 5、3、2、1 号土地类型的 1.01、1.02、1.021、1.028、1.044、1.067 倍；石灰性紫色土岗地成林速度最快，13 年林冠面积达 6.28m<sup>2</sup>，郁闭度达到



90.00%，其次是中性紫色土低山丘陵，酸性紫色土岗地最低（见表6）。

表6 刺槐纯林在不同土地类型生长监测分析

土地类型序号	1	2	3	4	5	6	7
土地类型	酸性紫色土岗地	酸性紫砂土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色土岗地
成活率/%	91.50	92.00	92.00	91.00	92.00	92.00	91.00
13年树高/m	6.65	6.80	6.90	6.95	6.95	7.00	7.10
13年树冠/m <sup>2</sup>	5.95	6.00	6.05	6.10	6.10	6.20	6.28
13年郁闭度/%	85.00	85.50	86.00	86.50	86.50	87.50	90.00

这是因为刺槐喜钙，而石灰性紫色土岗地土壤含钙和磷、钾养分丰富。而酸性紫色土含钙、磷较低。所以，石灰性紫色土岗地和中性紫色土低山丘陵是刺槐很适宜的土地类型。

#### 7) 其它乔木树种在不同土地类型生长情况监测分析

其它乔木树种有黄连木、樟树、枫香、梧桐、构树、千年桐、栓皮栎、乌桕、重阳木、苦楝、水柳、柳杉、合欢、榔榆、檫树、麻栎、油桐、桂花树、水竹、黄檀、喜树、光皮树、柞木、板栗、响叶杨、刺楸、香椿、棕榈、苦楮、慈竹、木荷、山槐等32种。这些树种均属水土保持木本植物。其中，樟树、枫香、木荷、苦楮、栓皮栎、香椿、檫树等属重要阔叶用材林树种，水竹、慈竹、苦楝、构树、响叶杨等属工业原料林树种，乌桕、油桐、桂花树、棕榈、板栗等属重要经济林树种。这些树种都有重要开发意义。本研究对监测结果采用主导因子与综合分析相结合的方法进行评价；提出不同土地类型适宜树种。选用成活率、年株高生长量、冠径、覆盖度等作为监测项目，经济林树种则主要以成活率、经济产量作为监测项目。并依据一定的指标划分不同土地类型和树种的适宜性等级（见表7）。

表7 不同土地类型乔木树种的适宜性等级及划分指标

适宜性等级	指 标				
	成活率 (%)	树高年生长量 (m)	冠径 (cm)	覆盖度	经济产量 (kg/667m <sup>2</sup> )
优	>90	A90~100%	B90~100%	C90~100%	D90~100%
良	75~90	A89~75%	B89~75%	C89~75%	D89~75%
一般	60~75	A74~60%	B74~60%	C74~60%	D74~60%
较差	45~60	A59~31%	B59~31%	C59~31%	D59~31%

差	<45	≤A30%	≤B30%	≤C30%	≤D30%
备注		设当地同一树种最高生长量为 A	设当地同一树种林冠径为 B	设当地同一树种纯林最大覆盖度为 C	设当地同一经济林树种最高经济产量为 D

说明：备注一栏当地树种系指生长在这一地区最适宜土地类型的树种。

根据不同土地类型各乔木树种生长情况监测的结果，用表 7 划分指标进行评价，得出不同类型对乔木的适宜性级别（见表 8）。

表 8 乔木树种适宜性评价结果

乔木树种	各树种适宜性评价等级						
	1	2	3	4	5	6	7
	酸性紫色土岗地	酸性紫色土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色土岗地
黄连木	良	良	良	优	优	优	优
樟树	优	优	优	良	良	良	一般
枫香	优	优	优	一般	一般	一般	较差
梧桐	优	优	优	优	优	优	优
构树	优	优	优	优	优	优	优
千年桐	一般	一般	良	一般	良	良	一般
栓皮栎	优	优	优	良	良	良	一般
乌桕	优	优	优	优	优	优	一般
重阳木	良	良	良	优	优	优	优
苦楝	优	良	良	优	良	良	优
水柳	生于河滩	—	—	—	—	—	—
柳杉	差	差	较差	差	差	差	差
合欢	良	良	良	优	优	优	良
榔榆	良	良	良	优	优	优	优
檫树	良	良	良	一般	一般	一般	差
麻栎	优	优	优	优	优	优	良

油桐	一般	一般	优	良	优	优	良
桂花树	优	优	优	良	良	良	一般
水竹	优	优	优	一般	一般	一般	差
黄檀	良	良	良	优	优	优	优
喜树	优	优	良	良	良	良	良
光皮树	较差	较差	较差	一般	良	优	较差
柞木	较差	较差	较差	一般	良	优	一般
榉树	一般	一般	良	良	良	优	一般
板栗	良	良	良	优	优	优	一般
杨树	优	良	一般	优	良	一般	良
刺楸	良	良	良	优	优	优	良
棕榈	优	良	良	优	良	良	优
慈竹	良	良	良	一般	一般	一般	差
苦槠	良	良	良	良	良	良	一般
木荷	一般	一般	一般	一般	一般	一般	较差
山槐	优	优	优	良	良	良	一般

从表 8 可见,酸性紫色土岗地很适宜樟树、枫香、梧桐、构树、栓皮栎、乌桕、杨树、苦楝、麻栎、桂花树、水竹、喜树、棕榈、山槐、杨树等乔木,对重阳木、合欢、榔榆、黄檀、板栗、檫树、刺楸、慈竹、苦槠良适宜,对千年桐、油桐、榉树、木荷、等一般适宜;酸性紫色土丘陵很适宜樟树、枫香、梧桐、构树、栓皮栎、乌桕、桂花树、水竹、喜树、山槐,对黄连木、重阳木、杨树、苦楝、榔榆、檫树、黄檀、板栗、刺楸、棕榈、慈竹、苦槠良适宜,对千年桐、油桐、榉树、木荷一般适宜;酸性紫色土低山对樟树、枫香、梧桐、构树、栓皮栎、乌桕、油桐、桂花树、水竹、山槐很适宜,对黄连木、千年桐、重阳木、苦楝、合欢、榔榆、檫树、黄檀、喜树、榉树、板栗、刺楸、棕榈、慈竹、苦槠良适宜,对杨树、木荷一般适宜;中性紫色土岗地对黄檀、板栗、杨树、刺楸、棕榈、黄连木、梧桐、构树、乌桕、重阳木、苦楝、合欢、榔榆、麻栎很适宜,对樟树、栓皮栎、油桐、桂花树、喜树、榉树、苦槠、山槐良适宜,对枫香、千年桐、檫树、水竹、光皮树、柞木、慈竹、木荷一般适宜;中性紫色土丘陵对黄连木、梧桐、构树、乌桕、重阳木、合欢、榔榆、麻栎、油桐、黄檀、板栗、刺楸很适宜,对樟树、千年桐、栓皮栎、苦楝、桂花树、喜树、光皮树、柞木、榉树、杨树、棕榈、苦槠、山槐良适宜,对枫香、檫树、水竹、慈竹、木荷一般适宜;中性紫色土丘陵对黄连木、梧桐、构树、乌桕、重阳木、合欢、榔榆、麻栎、油桐、黄檀、板栗、

刺楸良适宜,对枫香、檫树、水竹、慈竹、木荷一般适宜;中性紫色土低山对黄连木、梧桐、构树、乌桕、重阳木、合欢、榔榆、麻栎、油桐、黄檀、光皮树、柞木、板栗、刺楸很适宜,对樟树、千年桐、栓皮栎、苦槠、桂花树、喜树、苦槠、山槐良适宜,对枫香、檫树、水竹、杨树、慈竹、木荷一般适宜;石灰性紫色土岗地对黄连木、梧桐、构树、重阳木、苦槠、榔榆、黄檀、棕榈很适宜,对合欢、麻栎、杨树、油桐、喜树、刺楸良适宜,对樟树、千年桐、栓皮栎,乌桕、桂花树、柞木、榉树、板栗、苦槠、山槐一般适宜。樟树在含有石灰质土壤上叶片有黄化现象,生长在含有石灰质土壤上的乌桕结籽含油率较高,难生虫。故石灰性紫色土岗地种的乌桕较多。试验研究显示,石灰性紫色土岗地很适宜乔木树种最少。

## (2) 灌木植物筛选结果分析

供试验的灌木有化香、芫花、白栎、盐肤木、牡荆、火棘(救兵粮)、黄荆条、油茶、杨梅、粗糠树、小果蔷薇、糯米条、算盘子、紫穗槐、硕苞蔷薇、柃木、马桑、美丽胡枝子、马白骨、苦枥木、柃木、茶叶树等22种植物,采用乔木适生试验和调查的方法,筛选结果见表9。

表9 灌木树种适宜性评价结果

灌木树种	各树种适宜性评价等级						
	1	2	3	4	5	6	7
	酸性紫色土岗地	酸性紫色土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色土岗地
化香	良	优	优	良	优	优	一般
芫花	良	良	优	良	优	优	较差
白栎	优	优	优	优	优	优	一般
盐肤木	优	优	优	优	优	优	优
牡荆	良	良	良	优	优	优	优
火棘	良	良	优	良	优	优	良
黄荆条	良	良	良	优	优	优	优
油茶	优	优	良	较差	较差	较差	差
粗糠树	良	优	优	良	优	优	一般
小果蔷薇	优	优	优	优	优	优	良
糯米条	良	良	优	优	优	优	良
算盘子	优	优	优	优	优	优	良
紫穗槐	良	良	良	优	优	优	优

硕苞蔷薇	优	优	优	优	优	优	一般
梾木	优	优	优	良	良	良	较差
马桑	优	优	优	良	良	良	较差
美丽胡枝子	一般	良	优	良	优	优	一般
马白骨	优	优	优	优	优	优	较差
苦枥木	良	良	良	优	优	优	良
桧木	优	优	优	一般	一般	一般	差
茶叶树	一般	良	优	较差	较差	较差	差

由表 9 看出, 酸性紫色土岗地对盐肤木、白栎、油茶、小果蔷薇、算盘子、硕苞蔷薇、梾木、马桑、柃木很适宜, 对芫花、化香、牡荆、火棘、黄荆条、粗糠树、糯米条、紫穗槐、苦枥木良适宜, 对美丽胡枝子、茶叶树一般适宜; 酸性紫色土丘陵对化香、白栎、盐肤木、油茶、粗糠树、小果蔷薇、算盘子、硕苞蔷薇、桧木、马桑、马白骨、柃木很适宜, 对芫花、牡荆、火棘、黄荆条、糯米条、紫穗槐、美丽胡枝子、苦枥木、茶叶树良适宜; 酸性紫色土低山对化香、芫花、白栎、盐肤木、火棘、粗糠树、小果蔷薇、糯米条、算盘子、硕苞蔷薇、梾木、马桑、美丽胡枝子、马白骨、柃木、茶叶树很适宜, 对牡荆、黄荆条、紫穗槐、苦枥木良适宜; 中性紫色土岗地对白栎、盐肤木、牡荆、黄荆条、小果蔷薇、糯米条、算盘子、紫穗槐、硕苞蔷薇、马白骨、苦枥木很适宜, 对化香、芫花、火棘、粗糠树、桧木、马桑、美丽胡枝子良适宜, 对柃木一般适宜, 对茶叶不适宜; 中性紫色土丘陵对化香、芫花、白栎、盐肤木、牡荆、美丽胡枝子、马白骨、苦枥木很适宜, 对桧木、马桑良适宜, 对柃木一般适宜, 对茶叶不适宜; 中性紫色土低山对化香、芫花、白栎、盐肤木、牡荆、火棘、黄荆条、粗糠树、小果蔷薇、糯米条、算盘子、紫穗槐、硕苞蔷薇、美丽胡枝子、马白骨、苦枥木很适宜, 对桧木、马桑良适宜, 对柃木一般适宜, 对油茶、茶叶不适宜; 石灰性紫色土岗地对盐肤木、黄荆条、牡荆、紫穗槐很适宜, 对火棘、小果蔷薇、糯米条、算盘子、苦枥木良适宜, 对粗糠树、化香、白栎、小果蔷薇、美丽胡枝子一般适宜, 对芫花、桧木、马桑、马白骨不够适宜, 对油茶、茶叶很不适宜。如此看来, 石灰性紫色土岗地很适宜的灌木树种最少。石灰性紫色土岗地牡荆、黄荆条多, 是因为这一土地类型生境恶劣, 很多乔木、灌木难以适应, 而牡荆、黄荆条抗逆性强, 萌生力强。豆科灌木喜钙, 中性紫色土和石灰性紫色土含钙较多, 磷钾丰富, 故豆科灌木在中性紫色土丘岗低山和石灰性紫色土岗地生育甚好。酸性紫色土丘岗地油茶树生育表现好, 产油量高。酸性紫色土低山茶产量和品质俱佳。

### (3) 果树与绿肥筛选结果分析

供试果树为柰李、柿树、枣树、柑橘、橙树、柚子树、枇杷树、油桃、布朗李、白糖李、巨峰葡萄, 监测项目为成活率、经济产量。绿肥小冠花、猪屎豆、印度豇豆则测定成活率、产草量。监测结果见表 10。

由表 10 看出, 酸性紫色土岗地很适宜柰李、柿树、枣树、柑橘、橙子树、柚子树、枇杷树、油桃、布朗李、白糖李、巨峰葡萄生长, 对小冠花、猪屎豆、印度豇豆良适宜, 需要施用石灰和增施磷钾肥才生长优良; 酸性紫色土丘陵很适宜柰李、柿树、枣树、枇杷、油桃、布朗李、白糖李生长, 对柑橘、橙子树、柚子树、巨峰葡萄、小冠花、猪屎豆、印度豇豆良适宜, 因为坡度较大, 土层较浅, 深挖撩壕受限制, 灌溉较困难, 果树高产条件受到一定制约; 豆科绿肥作物主要因土壤含钙、磷较低, 生长和生物量受到影响; 酸性紫色土低山对枣树很适宜, 因枣树较耐干旱, 属浅根性树种, 对柰李、柿树、柑橘、橙子树、柚子树、枇杷树、油桃、布朗李、白糖李、巨峰葡萄等果树和小冠花、猪屎豆、印度豇豆等绿肥良适宜, 对巨峰葡萄一般适宜, 主要原因是灌溉更困难, 中性紫色土岗地对供试果树和绿肥品种都很适宜; 中性紫色土丘陵对柰李、柿树、枣树、枇杷树、油桃树、布朗李、白糖李等果树和小冠花、猪屎豆、印度豇豆等绿肥作物都很适宜, 因为这些果树在伏秋干旱到来之前已经采果, 而绿肥作物因果树灌溉就已满足对水分的需求; 中性紫色土低山对枣树和绿肥很适宜, 对柰李、柿树、柑橘、橙子树、柚子树、枇杷树、油桃、布朗李、白糖李良适宜, 这主要是因为土层较薄, 根系生长受限制, 并且灌溉条件差, 对巨峰葡萄一般适宜, 也因为灌溉条件差; 但对小冠花、猪屎豆、印度豇豆都很适宜; 石灰性紫色土岗地对所有供试果树和绿肥品种都很适宜。

巨峰葡萄栽在排水条件好的紫色土岗间谷地产量最高, 栽在紫色土坡地品质最好。谭子山镇石灰性紫色土镁的有效性低, 柑橘、橙子树、柚子树缺镁症状较严重, 需施镁肥<sup>[9]</sup>。中性紫色土和石灰性紫色土含钙、磷、钾丰富, 是小冠花、猪屎豆、印度豇豆最适宜的土壤。小冠花固氮能力强, 一般果园间种小冠花 2 年即可不施氮肥; 寿命达 60 年, 并且枝条上的节贴在泥土上能发根, 枝条匍匐生长, 每年可长 2m 长, 因而对紫色土果园梯壁有水土保持、保温降温作用, 是生态果园理想的绿肥植物。猪屎豆、印度豇豆是紫色土丘陵山区生物量最高的绿肥。所以, 在紫色土区这三种绿肥推广前景广阔。

表 10 果树树种与绿肥植物适宜性评价结果

灌木树种	各树种与绿肥种类适宜性评价等级						
	1	2	3	4	5	6	7
	酸性紫色土岗地	酸性紫色土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色土岗地
柰李	优	优	良	优	优	良	优
柿树	优	优	良	优	优	良	优
枣树	优	优	优	优	优	优	优
柑橘	优	良	良	优	良	良	优
橙子树	优	良	良	优	良	良	优

柚子树	优	良	良	优	良	良	优
枇杷树	优	优	良	优	优	良	优
油桃	优	优	良	优	优	良	优
布朗李	优	优	良	优	优	良	优
白籽李	优	优	良	优	优	良	优
巨峰葡萄	优	良	一般	优	良	一般	优
小冠花	良	良	良	优	优	优	优
猪屎豆	良	良	良	优	优	优	优
印度豇豆	良	良	良	优	优	优	优

#### (4) 草本植物筛选结果分析

供试草本植物有狗尾草、狗牙根、岸杂一号狗牙根、毛花雀稗、象草、黄花菜、龙须草、黑麦草、牛鞭草、苏丹草、假俭草、牛筋草、鸡眼草、紫花苜蓿、草木樨、香根草、百喜草、葛藤、黄背草、野古草、芒、橘草、野燕麦、芦竹、五节芒、车前草、夏枯草生长、黄香草木樨等 28 种，测定项目为成活率和地面部分鲜草产量，监测结果如表 11 所示。

由表 11 可见，酸性紫色土岗地很适宜狗尾草、龙须草、毛花雀稗、牛筋草、葛藤、五节芒、黄香草木樨、芒、野燕麦、草木樨、芦竹、香根草、车前草、夏枯草，对狗牙根、岸杂一号狗牙根、象草、黄花菜、苏丹草、假俭草、鸡眼草、黄背草、野古草、桔草良适宜，对黄花菜、紫花苜蓿一般适宜，对黑麦草、牛鞭草、百喜草不甚适宜，酸性紫色土丘陵对狗尾草、毛花雀稗、草木樨、香根草、葛藤、龙须草、芒、五节芒、野燕麦、芦竹、车前草、黄香草木樨很适宜，对狗牙根、岸杂一号狗牙根、象草、苏丹草、假俭草、鸡眼草、黄背草、野古草、橘草良适宜，对黄花菜、紫花苜蓿一般适宜，对黑麦草、牛鞭草、百喜草不甚适宜；酸性紫色土低山对狗尾草、毛花雀稗、牛筋草、龙须草、草木樨、芒、五节芒、野燕麦、香根草、芦竹、车前草、夏枯草、黄香草木樨很适宜，对狗牙根、岸杂一号狗牙根、象草、假俭草、鸡眼草、黄背草、橘草良适宜，对黑麦草、苏丹草、紫花苜蓿一般适宜，对黄花菜、牛鞭草、百喜草不甚适宜；中性紫色土岗地对狗尾草、毛花雀稗、龙须草、假俭草、牛筋草、鸡眼草、香根草木樨、葛藤、芒、芦竹、五节芒、车前草、夏枯草、黄香草木樨很适宜，对狗牙根、岸杂一号狗牙根、象草、黄花菜、苏丹草、紫花苜蓿、黄背草、野古草良适宜，对黑麦草、牛鞭、百喜草不甚适宜；中性紫色土丘陵对狗尾草、毛花雀稗、龙须草、假俭草、牛筋草、鸡眼草、芦竹、车前草、夏枯草、黄香草木樨很适宜；对狗牙根、岸杂一号狗牙根、象草、苏丹草、紫花苜蓿、黄背草、野古草、橘草良适宜，对黄花菜一般适宜，对黑麦草、牛鞭草、百喜草不甚适宜；中性紫色土低山对狗尾草、毛花雀稗、龙须草、假俭草、牛筋草、鸡眼草、草木樨、香根草、葛藤、芒、芦竹、五节芒、车前草、夏枯草、黄香草木樨很适宜，

对狗牙根、岸杂一号狗牙根、紫色苜蓿、黄背草、野古草、橘草良适宜，对黑麦草、苏丹草、一般适宜，对黄花菜、牛鞭草、百喜草不甚适宜；石灰性紫色土岗地对狗尾草、毛花雀稗、龙须草、假俭草、牛筋草、鸡眼草、草木樨、香根草、葛藤、芒、五节芒、野燕麦、芦竹、车前草、夏枯草、黄午草木樨很适宜，对狗牙根、岸一号狗牙根、象草、黄花菜、苏丹草、紫花苜蓿、黄背草、橘草良适宜，对黑麦草、牛鞭草、百喜草不甚适宜或不适宜。

由表 11 还看出，狗尾草、毛花雀稗、龙须草、牛筋草、草木樨、香根草、葛藤、芒、五节芒、野燕麦、芦竹、车前草、夏枯草、黄香草木樨在所有紫色土山岗地类型都生长很好；牛鞭草、百喜草在所有紫色土山岗地类型都生长较差。

试验表明：黄花菜栽植在排水良好的紫色土稻田里，生长很好；象草种在紫色土上有利于增加茎秆产量，提高纤维含量，属造高档纸纤维原料；狗牙根、岸杂一号狗牙根、牛鞭草在紫色土山丘各土地类型，如有灌溉，也能生长良好。

因此，可以选用狗尾草、毛花雀稗、牛筋草、草木樨、黄香草木樨等作为紫色土山丘各土地类型恢复林草植被的先锋草种，选用香根草、龙须草、芦竹、芒、五节芒作为紫色土山丘各土地类型植物活篱笆草种；因紫色土含钾较丰富有利于提高纤维产量和品质，可选用象草、王节芒作为造纸原料草种；夏枯草、车前草属中草药植物，在紫色土可广泛种植；岸杂一号狗牙根、牛鞭草、扁穗牛鞭草属优良人工草，在山塘、水库旁、田坎等土壤水肥状况好，或便于灌溉的土地类型上种植，用于养鱼。

紫花苜蓿是优良人工牧草，对紫色土区发展养牛业有重要意义；但紫花苜蓿是深根性植物，而紫色土坡地土层较薄，因而坡地上产草量不高。

表 11 各草种适宜性评价等级

草本植物种类	各草种适宜性评价等级						
	1	2	3	4	5	6	7
	酸性紫色土岗地	酸性紫色土丘陵	酸性紫色土低山	中性紫色土岗地	中性紫色土丘陵	中性紫色土低山	石灰性紫色土岗地
狗牙根	良	良	良	良	良	良	良
狗尾草	优	优	优	优	优	优	优
岸杂 1 号狗牙根	良	良	良	良	良	良	良
毛花雀稗	优	优	优	优	优	优	优
象草	良	良	良	良	良	良	良
黄花菜	良	一般	较差	良	一般	较差	良
龙须草	优	优	优	优	优	优	优
黑麦草	较差	较差	一般	较差	较差	一般	较差



牛鞭草	较差	较差	较差	较差	较差	较差	较差
苏丹草	良	良	一般	良	良	一般	良
假俭草	良	良	良	优	优	优	优
牛筋草	优	优	优	优	优	优	优
鸡眼草	良	良	良	优	优	优	优
紫花苜蓿	一般	一般	一般	良	良	良	良
草木樨	优	优	优	优	优	优	优
香根草	优	优	优	优	优	优	优
百喜草	较差	较差	较差	差	较差	较差	差
葛藤	优	优	优	优	优	优	优
黄背草	良	良	良	良	良	良	良
野古草	良	良	良	良	良	良	良
芒	优	优	优	优	优	优	优
橘草	良	良	良	良	良	良	良
野燕麦	优	优	优	优	优	优	优
芦竹	优	优	优	优	优	优	优
五节芒	优	优	优	优	优	优	优
车前草	优	优	优	优	优	优	优
夏枯草	优	优	优	优	优	优	优
黄香草木樨	优	优	优	优	优	优	优

### (三) 混交林在不同土地类型生长情况监测分析

混交林有刺槐与牡荆、柏树与紫穗槐、苦楝与紫穗槐、马尾松与刺槐4组，前3组分别在酸性紫色土岗地、中性紫色土岗地、石灰性紫色土岗地试验；后一组分别在酸性紫色土岗地、中性紫色土岗地试验，因马尾松在石灰性紫色土上成活率很低，故未设试验。结果见表12。

#### (1) 刺槐与牡荆混交林生长情况监测分析

试验监测结果表明，刺槐与牡荆混交林在酸性紫色土岗地、中性紫色土岗地、石灰性紫色土岗地成活率基本上相同，混交林中刺槐成活率都比纯林高7.10%；混交配置在石灰性紫色土岗地生长速度最快，年枝条平均生长量为0.89m，分别为酸性紫色土岗地、中性紫色土岗地的1.14、1.13倍；石灰性紫色土岗地成林速度最快，3年林冠面积平均达3.33m<sup>2</sup>，郁闭

度达 67.65%，为酸性紫色土岗地和中性紫色土岗地的 1.04、1.01 倍。刺槐与牡荆混交为乔灌配置，也是深根性或中根性与浅根性、横向扩展很广与横向扩展较广、豆科与非豆科树种配置，能充分利用土壤中的水分养分和不同元素；刺槐有根瘤菌，促进了牡荆的生长；刺槐喜钙、磷、钾、因而在石灰性紫色土岗地生长最好；由于刺槐根瘤菌的固氮作用提高了土壤肥力，改变了土壤理化性质，使牡荆在混交林中比单一牡荆纯林生长要好。

#### (2) 柏树与紫穗槐混交林生长情况监测分析

试验监测结果表明，柏树在混交林中比柏树纯林成活率高；柏树与紫穗槐混交林在酸性紫色土岗地成活率最高，为 97.0%和 98.1%，其中柏树成活率比中性紫色土岗地和石灰性紫色土岗地高 0.5%和 1.0%；混交配置在石灰性紫色土岗地生长最快，年枝条平均生长量为 0.39m，为酸性紫色土岗地、石灰性紫色土岗地 2.44、1.08 倍；柏树与紫穗槐混交林成林速度在石灰性紫色土岗地和中性紫色土岗地差别较小，3 年林冠面积分别达 3.25m<sup>2</sup>和 3.20 m<sup>2</sup>，都明显比酸性紫色土岗地快，分别为酸性紫色土岗地 1.04、1.02 倍，郁闭度分别达 34.99%、33.85%，为酸性紫色土岗地 1.13、1.09 倍。柏树和紫穗槐都是耐石灰性树种，紫穗槐根系上有根瘤，固氮改土能力较强，土壤的氮、磷含量大大提高，促进了柏树的生长，并且中性紫色土和石灰性紫色土磷、钾含量高于酸性紫色土，对植物生长有利；柏树与紫穗槐混交，为乔灌混交，增加了生物立体利用层次；柏树根系发达，紫穗槐为浅根性树种，混交可以充分利用土壤里不同深度的水分和养分。在各个土地类型上，柏树混交比纯林生长速度快。

#### (3) 苦楝与紫穗槐混交林生长情况监测分析

试验监测结果表明，苦楝与紫穗槐混交林在 3 种土地类型上成活率很接近，只有苦楝在酸性紫色土岗地成活率稍微高一点；混交林在石灰性紫色土岗地生长速度最快，年枝条平均生长量为 0.84m，为酸性紫色土岗地和中性紫色土岗地 1.25、1.05 倍；石灰性紫色土岗地和中性紫色土山岗地成林速度最快，3 年林冠面积达 6.13m<sup>2</sup>和 5.79m<sup>2</sup>，郁闭度为 64.11%和 60.33%，为酸性紫色土岗地 1.09、1.03 倍。苦楝与紫穗槐混交为乔灌配置。苦楝为深根性、深横走型、非豆科、耐石灰性土壤树种，紫穗槐为浅根性、浅横走型、豆科、喜钙树种，因此这种配置也是深根与浅根、豆科与非豆科树种配置，不仅能充分利用土壤中不同土层的水分和养分，紫穗槐根系有根瘤菌能固氮，促进苦楝生长；苦楝生长迅速，比紫穗槐高大能起遮荫作用，有利于紫穗槐生长，两者混交对改良土壤，特别是对改良石灰性紫色土十分有利。

#### (4) 马尾松与刺槐混交林情况监测分析

试验监测结果表明，马尾松与刺槐混交林在酸性紫色土岗地成活率最高，为 97.0%和 98.0%，比酸性紫色土岗地马尾松纯林高 2.11%和 2.30%，比中性紫色土岗地分别高 1.04%和 2.08%；混交林在酸性紫色土岗地生长速度最快，年均树干生长量为 0.97m，为中性紫色土岗地 1.01 倍，只是稍快一点；中性紫色土岗地成林速度最快，3 年林冠面积达 8.42m<sup>2</sup>，郁闭度达 42.76%，但酸性紫色土岗地 3 年林冠面积也有 7.61 m<sup>2</sup>，与中性紫色土岗地很接近。从马尾松来看，在酸性紫色土上成活率高，生长快，成林速度也快；而在中性紫色土上成活率稍低，生长速度和成林速度相对稍慢；但混交林中，马尾松成活率得到提高，并且因刺槐为豆科树

种, 中根性, 根系较马尾松略浅, 这样马尾松不仅不会与刺槐竞争土壤水分和养分, 反而能获得刺槐根瘤提供的氮素, 因而生长速度和成林速度得到提升。另一方面从刺槐来看, 中性紫色土含磷、钾、石灰质较酸性紫色土多, 促进了刺槐的生长, 刺槐林冠面积比马尾松大, 因而弥补了马尾松在中性紫色土上受酸碱度限制的缺陷。两方面综合的结果, 中性紫色土岗地马尾松与刺槐混交林成林速度略快于酸性紫色土岗地。

#### (5) 混交林的混交配置规则

将乔木与灌木, 深根性与浅根性, 豆科与非豆科、根系横走型与垂直型混合配置, 以充分利用各自生态位优势, 取得最佳经济效果。

刺槐与牡荆、柏树与紫穗槐、苦楝与紫穗槐、马尾松与刺槐是湘中紫色土丘岗区 4 种主要混交方式, 前 3 种在酸性紫色土岗地、中性紫色土岗地、石灰性紫色土岗地都很适应, 尤其以石灰性紫色土岗地更为突出; 后 1 种在酸性紫色土岗地、中性紫色土岗地都很适应, 但不适应石灰性紫色土岗地。湘中紫色土丘陵山区, 石灰性紫色土岗地面积最大, 植被破坏和水土流失也很严重。这 4 种混交模式和技术经济效益、生态效益和社会效益都很显著, 对湘中紫色土丘岗低山森林植被重建, 发展生态产业有着十分重要的意义, 可以大面积推广。

以上实验研究结果表明, 将乔灌木种植在最适宜和比较适宜的紫色土山丘类型上, 成活率可以大大提高: (1) 乔木类, 马尾松纯林在酸性紫色土低山最好, 成活率最高, 达 98%; 其次是酸性紫色土丘陵、岗地, 成活率达 97~95%, 较石灰性紫色土岗地高 78~83%; 湿地松在酸性紫色土低山成活率最高, 达 94%, 其次是酸性紫色土丘陵、岗地和中性紫色土低山丘岗地, 较石灰性紫色土岗地成活率高 73~92%; 扁柏纯林在酸性紫色土低山成活率最高, 达 95%, 其次是中性紫色土低山、酸性紫砂土丘陵、酸性紫色土岗地、中性紫色土丘陵岗地, 成活率 92~94.5%, 成活率最低的石灰性紫色土岗地高 2~4%; 柏木纯林在中性和酸性紫色土低山成活率最高, 达 96.5%, 石灰性紫色土岗地成活率最低, 但也有 95.0%; 刺槐在酸性和中性石灰性紫色土山丘岗地成活率都在 91~92%, 紫色土低山略高, 紫色土岗地略低; 其它乔木树种在最适宜紫色土山丘类型成活率都在 90%以上, 较临界适宜的紫色土山丘类型高 45%以上; (2) 灌木类, 22 种灌木在最适宜紫色土山丘类型的成活率均在 90%以上, 较临界适宜的紫色土山丘成活率高 45%以上; 石灰性紫色土岗地对许多树种都不甚适宜, 但对盐肤木等漆树科树种 (包括野漆树)、牡荆、黄荆条、紫穗槐都最适宜, 成活率在 95%以上; 这些灌木应是石灰性紫色土岗地造林先锋树种; (3) 果树与绿肥类, 柰李、柿树、枣树、柑橘、橙子树、柚子树、枇杷、油桃、布朗李、白糖李、巨峰葡萄在酸性、中性、石灰性紫色土岗地成活率都在 95%以上, 而在中性、酸性紫色土低山成活率略低; (4) 草本植物, 狗尾草、毛花雀稗、牛筋草、草木樨、香根草、葛藤、芒、五节芒、黑麦草、芦竹、车前草、夏枯草、黄香草木樨在所有紫色土山丘岗在类型都成活率高, 在 90%以上; 而牛鞭草、百喜草在所有紫色土山丘类型成活率都在 90%以下; (5) 混交林比纯林成活率都有明显提高, 刺槐与牡荆混交林在各类紫色土山丘成活率比纯林高 7.10%; 柏木与紫穗槐混交林比纯林成活率高 2~3.5%; 苦楝与紫色穗槐混交林成活率比纯林高 4.1~5%; 马尾松与刺槐混交林成活率比纯林高 1~3%。其

中，刺槐与牡荆混交林在酸性、中性、石灰性紫色土岗地成活率都高，在 98%左右；柏木与紫穗槐混交林在酸性紫色土岗地成活率较其他类型仅高 0.1%，但都达 96.0~98%，苦楝与紫穗槐混交林在各紫色土山丘类型成活率基本相同；马尾松与刺槐混交林成活率在酸性紫色土岗地最高，比中性紫色土岗地高 1~2%。

以上实验研究结果还表明，各种木本植物和草本植物配置在最适宜紫色土山丘类型，生长速度和成林速度大幅加快。马尾松在酸性紫色土低山生长速度最快，年均生长量为 0.86m，为其他土地类型的 1.03~11.88 倍。湿地松在酸性紫色土低山成林速度最快，年均株高生长量为 0.56m，16 年林冠面积 9.42 m<sup>2</sup>，郁闭度达 91.5%，分别为其他类型的 1.04~6.10 倍，杉木在酸性紫色土低山生长速度最快，年平均株高生长量为 1.14m，为其他类型的 1.1~16.8 倍；16 年林冠面积达 7.9 m<sup>2</sup>，为其他土地类型的 1.03~7.18 倍。扁柏在酸性紫色土低山生长最快，成林速度最快，年平均株高生长量为 0.25m，为其他土地类型的 1.02~1.16 倍，42 年林冠面积达 4.96 m<sup>2</sup>，柏木在紫色土低山生长较快，年平均株高生长量为 0.23m，较其他土地类型高 2.02%~3.5%，石灰性紫色土岗地生长最慢。刺槐在石灰性紫色土岗地生长速度最快，年平均生长量为 0.42m，为其他土地类型 1.01~1.07 倍；成林速度也最快，13 年林冠面积达 6.28 m<sup>2</sup>，郁闭度达 90.00%。石灰性紫色土岗地是造林种草极困难的土地类型，刺槐可为这类土地植被恢复的主要树种。其他树种栽在最适宜的土地类型，生长速度和成林速度分别为一般适宜土地类型的 1.05~1.5 倍和 1.1~5.5 倍。混交林在最适宜的土地类型立木蓄积量为一般适宜土地的 1.15~2.5 倍。