

## 滇池流域石漠化地区植被恢复技术研究

马骏, 阚丹妤, 沙敏, 尹江, 杨志勇, 王飞, 杨云丽, 宋升治 (云南省昆明市林业科技推广总站, 云南昆明 650223)

**摘要** 选用云南松、华山松、云南油杉、旱冬瓜、川滇栎木、滇青冈、麻栎、冬樱花、球花石楠、黄连木、三角枫、藏柏、墨西哥柏、滇合欢、刺槐、清香木、火棘、车桑子、马桑、苦刺、金银花、野蔷薇、地石榴 23 种乔、灌、藤树种, 2 年苗龄容器苗, 按照乔-灌-藤点状不规则混交模式, 并采取大穴深栽、适当密植、客土、滴灌、树盘覆盖等技术提高造林成效。

**关键词** 滇池流域; 石漠化; 植被恢复

**中图分类号** S717.19<sup>+</sup>3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)33-11782-02

### Study on Rocky Areas Vegetation Restoration Techniques in Dianchi Lake Basin

MA Jun, KAN Dan-yu, SHA Min et al (Forestry Science and Technology Extension Station of Kunming, Kunming, Yunnan 650223)

**Abstract** Selecting *Pinus yunnanensis*, *P. armandii*, *Keteleeria evelyniana*, *Alnus nepalensis*, *A. cremastogyne* cv. yanshan, *Cyclobalanopsis glaucoides*, *Quercus acutissima*, *Cupressus torulosa*, *Cerasus cerasoides*, *Photinia glomerata*, *Pistacia chinensis*, *Acer buergerianum*, *Cupressus lusitanica*, *Albizia mollis*, *Robinia pseudoacacia*, *Pistacia weinmannifolia*, *Dryacantha fortuneana*, *Dodonaea viscosa*, *Coriaria nepalensis*, *Sophora davidii*, *Lonicera japonica*, *Ficus tikoua*, *Rosa rubus*, 2a seedling age container seedlings, according to Joe-irrigation-vine near natural mixed mode and taking big hole deep planting, proper close planting, new soil, drip irrigation, water retention agent, Shupan covering technology to improve the effectiveness of afforestation.

**Key words** Dianchi Lake Basin; Rocky desertification; Vegetation restoration

滇池流域(24°29'~25°28'N, 102°29'~103°01'E)位于云贵高原中部, 昆明市西南部, 属长江流域金沙江水系, 地处长江、红河、珠江三大水系分水岭地带, 流域面积 2 920 km<sup>2</sup>。滇池流域由于所处地理环境, 人为活动频繁, 原生植被破坏严重, 目前流域内无林地多为喀斯特岩溶地, 土壤严重侵蚀, 岩石大面积裸露, 随着水土流失加剧, 潜在石漠化发展趋势, 已严重影响滇池面源污染治理和生态环境改善, 该区域已成为恢复滇池流域森林植被的重点和难点, 并成为治理滇池面源污染迫在眉睫的任务。“十二五”以来, 笔者围绕滇池流域面源污染治理、生态修复工作, 对该区域造林树种选择、造林技术措施、造林模式等方面开展了一系列研究和造林实践, 并取得了一定成效。鉴于此, 笔者针对滇池流域困难造林地区植被恢复困难的实际, 结合多年在该区域的造林实践, 提出了适合滇池流域石漠化地区植被恢复技术, 旨在为该地区植被恢复提供参考。

## 1 滇池流域石漠化现状及自然概况

**1.1 滇池流域石漠化现状** 据调查统计, 滇池流域内五华区、盘龙区、西山区、官渡区、呈贡区、嵩明县、晋宁县 7 县(区)岩溶地面积 105 999.5 hm<sup>2</sup>, 占流域面积的 36.30%。其中石漠化土地面积 13 130.0 hm<sup>2</sup>, 占流域岩溶区土地面积的 12.39%; 潜在石漠化面积 7 281.7 hm<sup>2</sup>, 占流域岩溶区土地面积的 6.87%, 监测结果显示石漠化趋势加剧。

## 1.2 滇池流域自然概况

**1.2.1 地形地貌特点。**滇池流域自然地貌从外到内依次为中山山地、丘陵、淤积平原和滇池水域 4 个层次。山系主要有 2 条: 拱王山系和梁王山系。最高海拔为呈贡区梁王山

2 820.0 m, 最低海拔为滇池水面 1 887.4 m。昆明城市座落在滇池盆地北部, 三面环山, 南濒滇池, 具有靠山面水的良好地理环境。

**1.2.2 气候特点。**滇池流域属亚热带低纬高原山地季风气候, 多年年平均气温 14.7℃, 极端最高气温 31.5℃, 极端最低气温 -7.8℃; 年温差小, 昼夜温差大, 一天内昼夜温差可达 20.0℃; 冬季霜冻较严重, 全年平均无霜期 285 d; 年平均降雨量 953 mm, 蒸发量达到 1 409~2 088 mm, 降雨时空分布不均, 一般 6~10 月为雨季, 降雨量占年降雨总量的 83%~89%, 11 月至次年 5 月为旱季, 有时旱季延续到 7 月才结束, 形成夏秋多雨、冬春干旱的气候特点<sup>[1]</sup>; 还有一特点是持续性干旱严重, 2009~2012 年 4 年连旱, 4 年年均降雨量仅 704.8 mm, 较多年平均降雨量减少 26%。

**1.2.3 土壤特点。**滇池流域属高原红壤地区, 主要土壤类型有山地红壤、紫色土、紫色砂页岩、砂页岩、花岗岩、片岩、白云岩等; 岩溶区土层厚度 10~100 cm, 岩石裸露率 15%~60%。

**1.2.4 原生植被特点。**滇池流域岩溶区原生植被主要为中亚热带半湿润常绿阔叶林, 地带性植被类型有元江栲(*Castanopsis orthacantha*)、高山栲(*C. delavayi*)、滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucoides*)、黄毛青冈(*C. delavayi*)等乔木林群落。由于开发历史悠久, 人口密度大, 在长期人类活动影响下, 原生植被基本上已经受到破坏, 发育成为以云南松和稀疏灌草丛为主的次生植被类型, 代表植物有小铁子灌丛(*Myrsine africana*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)灌丛、杜鹃花(*Rhododendron simsii*)灌丛; 旱茅(*Eremopogon delavayi*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、火绒草(*Leontopodium dedekensii*)等草丛, 盖度小于 25%<sup>[1-2]</sup>。

## 2 植被恢复技术

滇池流域岩溶区原生植被破坏严重, 植被类型已退化呈现矮灌、草本植物, 由于流域特殊的气候条件, 植被自然恢复

**基金项目** 中央财政林业科技推广示范资金项目[(2011)TQYN01号]; 云南省昆明市科技计划项目(昆科计字 2013-02-06-A-N-02-3060)。

**作者简介** 马骏(1965-), 男, 云南禄劝人, 正高级工程师, 从事森林培育、经济林栽培技术研究和推广工作。

**收稿日期** 2014-10-15

能力极弱,采取人工造林措施是恢复该区域植被最有效、最快的途径,选择适宜的造林树种及造林技术措施是造林成功的前提与关键。

## 2.1 造林树种选择

**2.1.1 造林树种的生态习性。**根据滇池流域岩溶区山地的自然条件及特点,在选择该区域造林树种时所选树种应具备以下生态习性<sup>[3-5]</sup>:①喜钙性。滇池流域岩溶山地土壤含钙较高,且土壤大多属中性偏碱(土壤 pH6.5~7.5),因此,所选造林树种应当具有适应钙质或偏碱性土壤生长的生态特性。②耐旱性。滇池流域干湿季分明,雨季集中于6~10月,降雨时空分布不均,且雨季间歇性干旱严重,同时由于植被破坏严重,地表覆盖物少,土壤水分蒸发较强,小环境常常处于干旱缺水的状态。因此,所选的造林树种耐旱性相对要较强。③生长迅速,根系发达,渗透力强。岩溶地土层浅薄,只有具备发达根系、渗透力强、生长迅速的树种才能从土壤中吸收水分和养分,促进其生长及提高抗性。④抗逆性强,耐低温霜冻。滇池流域地质地貌复杂多样,不同地貌类型其小气候差异较大,所选树种应具有较强的抗逆性。

**2.1.2 造林树种选择原则。**滇池流域是昆明政治、经济、文化的中心,地理位置重要,在植被恢复时除考虑生态效益外,还要充分考虑绿化景观效益。因此,在选择植被恢复树种时还应考虑以下原则:①以乡土树种为主,适当选用外来树种。②生态效益与景观效益兼顾。③植被恢复与绿化景观协调。④多树种不规则近自然混交,丰富植物多样性。

**2.1.3 主要造林树种。**结合对滇池流域岩溶区原生植被调查及多年来岩溶山地造林实践,优选出23种适应性强,具有较好生态效益、观赏价值,可广泛应用于滇池流域岩溶区植被恢复的树种和藤本植物。

**乔木树种:**云南松(*Pinus yunnanensis*)、华山松(*P. armandii*)、云南油杉(*Keteleeria evelyniana*)、旱冬瓜(*Alnus nepalensis*)、川滇桤木(*Alnus cremastogyne* cv. *yanshan*)、滇青冈(*Cyclobalanopsis glaucoidea*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、藏柏(*Cupressus torulosa*)、冬樱花(*Cerasus cerasoides*)、球花石楠(*Photinia glomerata*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、三角枫(*Acer buergerianum*)、墨西哥柏(*Cupressus lusitanica*)、滇合欢(*Albizia mollis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)。

**灌木树种:**清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、火棘(*Dyrantha fortuneana*)、车桑子(*Dodonaea viscosa*)、马桑(*Coriaria nepalensis*)、苦刺(*Sophora davidii*)等。

**藤本植物:**金银花(*Lonicera japonica*)、地石榴(*Ficus tikoua*)、野蔷薇(*Rosa rubus*)等。

**2.2 造林树种配置模式** 在树种配置方面,选择多树种、不同季相树种,以不规则点状混交模式配置<sup>[5]</sup>。该混交模式有利于形成近自然森林、促进生物多样性,特别是近几年滇中持续干旱、霜冻、低温等自然灾害频发,部分适应性强的乡土树种也出现受灾死亡等现象,多树种不规则点状混交不易因林木成片死亡而导致大面积林窗。造林时根据土层深浅及岩石裸露情况,宜乔则乔、宜灌则灌、宜藤则藤,形成乔、灌、

藤复层林分。

**针阔混交:**云南松、华山松、墨西哥柏、藏柏等针叶树与川滇桤木、旱冬瓜、冬樱花、滇合欢、球花石楠、麻栎、滇青冈等阔叶树混交。

**阔阔混交:**川滇桤木、旱冬瓜、冬樱花、滇合欢、球花石楠、麻栎、滇青冈、黄连木等阔叶树间混交。

**乔灌混交:**云南松、黑西哥柏、藏柏、川滇桤木、冬樱花、滇合欢、球花石楠等乔木与清香木、车桑子、火棘、马桑、苦刺等灌木混交。

**乔、灌、藤混交:**墨西哥柏、川滇桤木、冬樱花、滇合欢、球花石楠、麻栎、滇青冈、黄连木等乔木与清香木、火棘、马桑、苦刺、金银花、野蔷薇等灌木、藤木植物混交。

## 2.3 主要造林技术措施

**2.3.1 造林密度。**根据多年来在滇池流域岩溶山地及其他岩溶区造林的成功经验,在岩溶山地造林应充分利用石沟、石缝、石槽和石坑中残存的土壤,按2500~4400株/hm<sup>2</sup>的造林密度,“见缝插针”式适当密植<sup>[6-7]</sup>,形成林木间竞争优势促进生长,尽早郁闭。

**2.3.2 林地清理。**岩溶山地植被恢复困难,原生植被稀少,清理林地时切忌大面积清除杂草、灌木以及火烧清林的方法,应充分保留原生植被,仅将定植点周边1m<sup>2</sup>左右的杂草进行小面积清理,避免造成水土流失,所保留的杂灌草还可作为新造林提供遮荫、减少土壤水分蒸发,增加区域生物多样性。

**2.3.3 造林整地。**滇池流域间歇性干旱严重,整地方式宜以穴状为主,陡坡地按鱼鳞坑“品”字型整地,塘穴规格根据土层深浅,宜深则深,宜浅则浅,一般为60cm×60cm×50cm或50cm×50cm×50cm,采取大塘种植,深栽浅埋,可有效增加雨水汇集存储,提高造林成活率,促进幼林生长。

**2.3.4 苗木标准。**岩溶山地造林对苗木质量要求较高,壮苗有利于提高造林成活率,增强苗木对恶劣立地条件和气候环境的抵抗能力。在苗木质量选择方面,苗龄太小,苗木过于幼嫩,木质化程度低,抵御恶劣环境能力差,造林成活率不高;苗龄太大,苗木过于高大,起苗根系损伤严重,且苗木冠幅大致蒸腾作用加大,导致成活率不高,同时苗木根系恢复较慢。通过对1年苗龄、2年苗龄及3年以上苗龄3种不同苗龄的容器苗造林成活率、3年后的保存率和生长量调查分析,2年苗龄苗木的保存率、树高及径生长量均显著高于1年生苗木和3年以上苗龄苗木<sup>[8-9]</sup>,同时从造林经济成本核算综合评价,确定2年苗龄、容器规格15cm×18cm的容器苗木最适宜滇池流域岩溶地区造林使用。

**2.3.5 保水技术及措施。**缺水是岩溶地区植被恢复的瓶颈,特别是滇中地区冬春干旱严重,降雨时空分布不均,采用保水技术及措施增加定植坑内土壤水分,提高其保水性,减少土壤水分蒸发十分重要,主要的保水技术措施如下。

**2.3.5.1 营林技术措施。**大塘深栽预留苗池,扩大雨水汇集区域,增加雨季降水收储,提高种植坑内水分存储量;同时

于全市平均水平。因此,应及早确定目标市场,加大宣传投资力度,丰富宣传手段,通过电视网络等努力扩大景区知名度。

### 参考文献

- [1] 贺小荣. 我国乡村旅游的起源、现状及其发展趋势探讨[J]. 北京第二外国语学院学报, 2001, 23(1): 90-94.
- [2] 何景明. 国外乡村旅游研究述评[J]. 旅游学刊, 2003, 18(3): 76-80.
- [3] 杜江, 向萍. 关于乡村旅游可持续发展的思考[J]. 旅游学刊, 1999(1): 15-18.
- [4] 肖佑兴, 明庆忠, 李松志. 论乡村旅游的概念和类型[J]. 旅游科学, 2001(3): 8-10.
- [5] 宋玉祥, 崔丽娟, 张毅. 内蒙古兴安盟旅游资源评价[J]. 地理科学, 1997, 17(2): 169-175.
- [6] 方幼君. 旅游资源定量评价体系及方法研究[D]. 杭州: 浙江大学,

2006.

- [7] 何景明, 李立华. 关于“乡村旅游”概念的探讨[J]. 西南师范大学学报: 人文社会科学版, 2002, 28(5): 125-128.
- [8] 王英凯. 基于德尔菲法和层次分析法原理的科研项目评价模型[J]. 江西财经大学学报, 2003(23): 148-149.
- [9] 程道品, 王金叶, 郑文俊, 等. 生态旅游开发理论与实践研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 88-89.
- [10] 胡巍, 楼凌雁. 乡村旅游开发中的旅游资源评价实证研究[J]. 技术经济与管理研究, 2002, 23(3): 58-59.
- [11] 中国科学院地理科学与资源研究所. 旅游资源分类、调查与评价[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [12] 王素洁, 刘海英. 国外乡村旅游研究综述[J]. 旅游科学, 2007, 21(4): 61-68.
- [13] 敬丽丽, 李晓东, 邓方江. 导游工作满意度影响因素的排序研究[J]. 中国管理信息化, 2009, 12(4): 62-66.

(上接第 11783 页)

尽量保留原生杂灌草对幼苗遮荫, 对降低地表温度效果明显。

**2.3.5.2 简易滴灌。**旱季 3~5 月选用市售 5 kg 塑料袋装水 5 L, 用细针刺一微孔, 微孔眼正对树根, 以 200 ml/h 流量作简易滴灌或将袋装水半埋于土表降低地温; 实施 1 次滴灌对造林保存率和生长量影响不明显; 而间隔 20 d 后实施 2 次滴灌可显著提高造林保存率和生长量。

**2.3.5.3 施用保水剂。**造林时将保水剂按每株 50 g 计量充分吸湿后埋于苗木根区周围, 对提高幼苗保存率和生长量有一定效果<sup>[10]</sup>。

**2.3.5.4 建简易蓄水池。**在有条件的造林地修建简易蓄水池, 雨季收集雨水, 在冬春干旱期用于进行节水微灌。

**2.3.5.5 疏枝摘叶。**春早期适当修枝、摘叶, 减少枝叶水分蒸腾, 同时在树盘周围覆盖杂草、石块等遮盖物, 降低地表温度, 减少土壤水分蒸发。

**2.3.5.6 树盘覆盖。**春早期浇水后, 覆盖地膜保湿, 对保持土壤水分、减少蒸腾效果明显。苗木定植后, 在坑面上盖上杂草等遮挡物, 降低地温, 减少土壤水分蒸发, 可提高造林成活率和保存率。

**2.3.6 客土造林。**对土壤稀少的局部区域, 为保证幼林成活和正常生长对土壤、水分需要, 采取必要的客土造林措施。其方法是挖坑、用石块堆砌围成穴状, 大小规格与种植塘相同, 回填肥土, 然后将幼苗植入穴中。

**2.3.7 造林时间。**滇中地区以雨季造林为主, 一般 6~7 月造林, 最好是雨季来临雨水下透后及时造林, 造林 30 d 后检查成活情况, 如达不到要求及时进行补植。

**2.3.8 造林方法。**以植苗造林为主, 定植时去掉塑料容器, 忌将袋土弄散, 苗木栽植后用脚将土踩实, 再覆上一层松土。造林 1 个月后 7~8 月沿塘周边环境施复合肥 50~100 g/株, 施肥后盖一层土, 并覆盖杂草、石块, 提高抗旱保水效果。为提高造林成效, 在部分造林困难地雨季可结合造林点播滇合欢、冬樱花、车桑子、马桑、苦刺种子, 实践表明效果不错。

**2.3.9 幼林抚育、施肥。**造林后连续抚育 3 年, 每年 5~6 月抚育除草一次, 改善土壤通透性, 避免杂草与幼林争水、争肥、争光。同时结合除草、松土, 施肥一次, 施肥时沿幼树周围挖 10 cm 左右的环状沟, 坡地沿坡上缘开沟, 将肥料均匀施在沟内。追肥以速效复合肥和缓施肥混合施用, 50~100 g/(株·次), 施肥后盖土。

### 3 结语

人工造林措施是滇池流域岩溶地区植被恢复的最有效和见效最快的途径, 而选择适宜的造林树种是造林成功的前提与关键。经过多年造林实践, 云南松、华山松、云南油杉、旱冬瓜、川滇栎木、滇青冈、麻栎、冬樱花、球花石楠、黄连木、三角枫、藏柏、墨西哥柏、滇合欢、刺槐、清香木、火棘、车桑子、马桑、苦刺、金银花、野蔷薇、地石榴 23 种乔、灌、藤树种是该流域植被恢复的适宜树种, 选择 2 年苗龄容器苗可提高造林保存率和生长量。在造林技术中, 小块状整地、充分保留原生植被, 深栽留出汇水区, 并采取客土、滴灌、覆盖、保水剂等措施, 对提高造林保存率及提高林木生长量效果明显, 在滇池流域面山造林结果表明第 3 年造林保存率平均为 91.7%。

### 参考文献

- [1] 昆明市林业局, 云南大学生态学与地植物学研究所. 昆明植被[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1998.
- [2] 林竹隐. 昆明岩溶山地植物资源调查研究及园林应用价值[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(15): 4487, 4495.
- [3] 陈强, 常恩福, 李品荣, 等. 云南岩溶山地造林技术[J]. 林业实用技术, 2007(2): 11-12.
- [4] 陈强. 云南岩溶地区石漠化生态治理模式及技术[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2010.
- [5] 马骏. 林业栽培实用技术完全图解[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2013.
- [6] 司彬, 何丙辉, 姚小华, 等. 喀斯特石漠化形成原因及植被恢复途径探讨[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(3): 392-396.
- [7] 蔡道雄, 卢立华. 浅谈石漠化治理的对策及造林技术措施[J]. 世界林业研究, 2002, 15(2): 76-80.
- [8] 马骏, 庞惠仙, 马林, 等. 滇中地区荒山造林乡土树种选择试验[J]. 西部林业科学, 2013, 42(3): 117-122.
- [9] 马骏, 庞惠仙, 马林, 等. 滇中地区乡土树种造林技术研究[J]. 西南林业大学学报, 2013, 33(4): 58-63.
- [10] 庞惠仙, 马骏, 马林, 等. 保水剂应用于昆明地区乡土树种造林试验效果[J]. 农业科技通讯, 2008(11): 59-62.