

珠海建设迹地岩土坡植被恢复的生态效应研究

梁杰明¹, 林建平², 陈海平², 方 华²

(1. 珠海市林业局, 珠海 519000; 2. 广州地理研究所, 广州 510070)

摘 要: 建设迹地岩土坡是华南地区新生的严重水土流失区。试验结果表明, 采取一定的技术措施之后, 岩土坡的植被恢复效果良好。岩土坡植被恢复的过程中, 其局部环境不断改善, 主要包括地温、气温和湿度等小气候因子的改善, 土壤养分的提高和物理性状的改良, 进而促进了群落植被的良性演替。

关键词: 岩土坡; 植被恢复; 生态效应

中图分类号: S 157; X 171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004) 03-0175-03

Study on Ecological Effect by Revegetation on Rock/ Soil Slope Left by Project Construction in Zhuhai

LIANG Jie-ming¹, LIN Jian-ping², CHEN Hai-ping², FANG Hua²

(1. Zhuhai Forestry Bureau, Zhuhai 519000, China; 2. Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China)

Abstract: The rock/soil slope left by project construction is a newly emerged area with serious soil erosion. The experimental result shows that the vegetation can be restored when proper technique applied. After revegetation, the micro-environment improved gradually, including the microclimate improvement, such as the ground temperature, the atmosphere temperature and humidity; the soil nutrient enriched and physical conditions improved, which make the plant community has a benign succession.

Key words: rock/soil slope; revegetation; ecological effect

建设迹地岩土坡是指土地开发建设而挖土采石、推平、削坡等所产生的土坡、风化岩坡和岩石坡。这些迹地岩土坡是新生的严重水土流失区, 是当前华南地区生态环境整治的热点。本文结合笔者多年来在广东珠海的迹地岩土坡生态整治试验与技术应用, 总结其生态整治的小气候、土壤和植被生态效应。

1 自然条件与试验研究概况

1.1 自然条件

珠海市地处南亚热带季风气候区, 热量丰富, 年平均气温为 22.4℃, 最低冬季(1 月) 平均气温为 14.5℃, 最高夏季(7 月) 平均气温为 28.6℃。年平均降雨量为 1 900~2 200 mm, 平均雨日达 136.8 d。雨强大, 雨季平均雨强在 11.7~20.2 mm/d 之间, 多属产沙雨强, 且每年平均暴雨(≥50 mm/d) 达 9.2 次。是广东省沿海的暴雨中心之一。因此, 水力侵蚀的能量十分强盛。岩土坡因失去植被保护, 全裸露, 降雨产流产沙更加严重。

试验区位于珠海唐家湾淇澳大桥西侧, 是采石取土场的残缺山丘。试验区及周边地质为燕山三期入侵为主的花岗岩丘陵谷地, 自然植被以马尾松疏残林为主, 人工林地多为大叶相思林, 土壤养分普遍较低。林地土壤表层有机质常在 1.4%~2.4% 之间, 全氮通常<0.1%, 全磷在 0.015%~0.04% 之间。而在工程迹地岩土坡, 因无表土, 有机质及氮、磷含量更低。

1.2 试验研究概况

1.2.1 研究概况

试验研究一直遵循“选用适生的植物品种, 试验适当的植被营造技术, 核算适当的经济成本”的原则。适生植物及品种组合试验始于上世纪 90 年代初期, 近年重点研究解决缺土坡面的复绿技术。现已基本形成一套乔、灌、草、藤多品种配置, 燕巢法、飘台法、挂网喷草法等多种石壁复绿技术结合的生态整治应用模式, 并已大面积推广应用。

1.2.2 观测方法

(1) 植物土壤定位观测: 定点定期对试验区的土壤改良

① 收稿日期: 2004-05-17

基金项目: 广东省自然科学基金项目(970791); 广东省科技攻关项目(C40705, 2003B40401); 广州市科技攻关项目(2002C13G0111) 联合资助

② 作者简介: 梁杰明(1964-), 男, 广东遂溪人, 学士, 长期从事林业行政管理和城市林业生态研究。

和引种植物生长及生态适应性观测。

(2) 小气候观测: 采用植被营造恢复区与对照区比较, 定位和半定位观测方法。

(3) 开展阶段性植被调查: 详细调查野生植物随生态环境改善而自然入侵的品种和群落分布情况。

2 小气候效应

气候决定着大范围的植被分布, 而小气候则对局部地形的植被群落分布和生长起决定性作用。反之, 植物的生长, 森林植被的形成和演替对局部地区的小气候产生显著的影响。建设工程迹地由于地表植被尽受破坏, 下垫面性质改变, 引起局部地形环境丧失对气候因子如温度和湿度的缓冲和协调能力, 直接影响着植物的生存和发育, 造成植被自然着生和人工恢复的困难。但一旦人工恢复植被成功, 又会使失调的水热气候因子逐步得到改善和恢复。

2.1 植被恢复对地温和气温的调节效应

林草植被恢复对气温和地温的调节机理主要有两方面: 一是受植被对辐射的影响所引起的缓和林内气温变化的作用。在昼间, 阻挡了部分太阳辐射, 缓和了林内的连续高温; 在夜间, 林冠阻挡了部分地面有效辐射, 具有缓冷作用。二是植被对风速和乱流交换的影响所引起的气温缓和作用。植被特别是林冠能降低风速和阻碍林内外及上下的热量和水汽交换, 减少林内热量的损失或增加, 因而起到缓和林内及周边的冷热变化。

根据 1991 年 7 月至 1993 年 6 月连续两年对试验区裸坡地恢复林草植被的观测对比, 恢复植被对气温调节作用十分明显, 统计显示对平均气温的调节, 各月平均气温, 春夏季裸露地平均高于林内 0.2 左右, 秋冬季则相反, 裸露坡地比林内平均低 0.3 以上; 在对极端气温的抑制方面, 全年各季林内最高气温均明显低于裸露坡地, 而最低气温则林内显著高于裸露坡地。这种变化的结果使得夏季林内气温 32 、 35 的高温日数比裸露坡地成倍减少, 而冬季则可减少霜冻和寒害的出现。

在岩土坡试验区, 植被恢复对地表温度的调节最为明显。表 1 观测数据说明, 在夏秋季炎热干燥晴天, 裸露坡地地表日最高温度经常在 50 以上, 这一地温对许多植物种子的萌发和幼苗的生存构成威胁; 而同期已恢复植被的最高地温相比可降低 10 以上, 地表最高温度一般不超过 41 。而表 9 显示, 在冬季, 日最低地温, 恢复植被比裸露地高。

2.2 植被恢复的湿度效应

林草植被恢复对空气湿度的作用主要有二个方面: (1) 林冠减少林内风速, 减弱林内乱流交换, 阻挡林内水汽扩散, 使得林内空气湿度增大; (2) 在雨天林冠截留部分降水, 林内温度较低, 蒸发作用减弱, 使林内空气湿度减少。而在通常情况下, 林冠对林内湿度的增大作用大于减少作用。因此林内的空气湿度一般比林外空地高, 而且从林内向四周空旷地形成一定的湿度递减阶梯对周围环境的湿度有一定的影响作用。表 3 为恢复植被林地与林外空旷地观测一周年的各月平均相对湿度与珠海气象站的同期相对湿度值的比较, 从中我们可见, 林内平均相对湿度全年各月均高于林外空旷地和气象站, 旱季更明显。而林内全年平均相对湿度高出气象站

2.4%, 比林间空旷地高 1.7%。

表 1 岩土坡植被覆盖与裸露坡地最高地温比较

年、月、日	裸露地	植被覆盖地 (林地)	差值	备注
1998-07-17	59.1	40.4	18.7	连续 18 d 未下雨
1998-07-18	58.3	43.1	15.2	
1998-07-20	56.2	38.6	17.6	
1998-10-04	50.8	41.3	9.5	
1998-10-19	53.4	40.2	13.2	中旬降雨仅 2.2 mm
1998-10-23	55.6	39.5	16.1	
1999-07-15	52.8	38.9	13.9	
1999-07-19	50.2	39.3	10.9	
1999-04-10	49.3	38.2	11.1	雨天
1999-08-31	39.2	38.9	0.3	

表 2 岩土坡林地与裸露地地面温度(日最高、日最低)比较

月、日	降雨 /mm	阴雨天地温/				晴天地温/			
		植被覆盖		裸露地		植被覆盖		裸露地	
		地(林地)		地(林地)		地(林地)		地(林地)	
		最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
03- 01	12.3	13.5	10.0	14.5	9.0				
03- 02	21.2	16.5	11.3	18.5	11.0				
04- 03	65.0	23.5	21.0	26.0	12.8				
04- 23	56.8	26.0	24.0	25.5	21.3				
03- 03						19.2	13.7	24.0	13.5
03- 22						26.3	19.0	37.0	16.8
03- 23						25.0	18.3	35.2	15.0
03- 24						27.0	17.3	38.0	15.3
03- 26						23.5	18.0	32.0	17.5
03- 27						25.0	16.0	38.0	12.5
03- 28						33.5	16.5	43.0	12.0
03- 29						33.2	18.0	42.5	14.7
03- 30						33.7	17.7	42.0	13.8
03- 31						29.2	20.3	37.0	19.0

注: 观测年份为 2000 年。

表 3 不同观测地各月平均相对温度比较

测点	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	年平均
珠海站	85	82	77	66	65	78	73	83	90	91	88	89	80.6
林外空地	74	83	78	68	68	80	77	84	89	90	87	88	81.3
人工林内	86	86	81	71	70	81	78	85	91	90	88	89	83.0

注: 表中数值是 1991 年 7 月~1993 年 6 月测定平均值。

表 4 是试验区岩土坡恢复林草覆盖与裸坡地在旱季日大气相对湿度比较值, 尽管林被形成还不完善, 但林地在旱季增大大气相对湿度的效果仍十分明显, 在晴天, 林地可使相对湿度提高 2~3 个百分点。

3 土壤改良效应

植被恢复对土壤的改良主要是通过枯枝落叶回归土壤, 植物根系在土壤中的生长及新陈代谢产生作用。主要的土壤改良效应包括下列 2 个方面:

3.1 土壤有机质及植物养分含量的提高

大量枯枝落叶是土壤表层有机质富集的直接结果, 根系残体则是土壤有机质的主要来源之一。试验分析表明, 植被恢复初期, 岩土坡有机质的来源主要靠生长周期短的草本植物。其生物量大, 大量根茎、叶迅速回归土壤。根据我们对试验区林草恢复第二年坡地上糖蜜草测割计算, 每 1 hm² 坡地糖蜜草地上部分年的鲜草生长量为 36 630 kg。而地上部分

所割鲜草重量仅占植株的养分含量(糖蜜草地上部氮含量 0.945%、磷含量 0.054%、钾含量 0.872%,地下部氮含量 0.797%、磷含量 0.044%、钾含量 0.638%)折算,相当于每 1 hm² 年施用尿素 957 kg、过磷酸钙 177 kg 和氯化钾 693 kg。而当树木长大成林后,树木生长量很大,林下的草被逐步退化,那时的土壤有机质主要来源将是树林的枯枝落叶物及树木庞大根系的新陈代谢产物。据我们测定,在珠海市,每 1 hm² 坡地马占相思纯林每年的枯枝落叶物干物质量为 7 449 kg,大叶相思为 5 970 kg。

表 4 岩土坡植被覆盖与裸露坡地日大气相对湿度比较

日期	降雨 / mm	阴雨天			晴 天			植被覆盖 湿度增加 值/ %
		植盖地 / %	光板地 / %	植盖地 增加/ %	植盖地 / %	光板地 / %	植盖地 增加/ %	
2000-03-01	12. 3	97	94	3				3
2000-03-02	21. 2	98	93	5				5
2000-03-03					89	87	2	2
2000-03-09					74	71	3	5
2000-03-11					91	89	2	2
2000-03-12					93	91	2	2
2000-03-13					93	90	3	3
2000-03-25					69	65	4	6
2000-04-12	1. 1	89	87	2				2
2000-04-26	13. 2	91	90	1				1
2000-04-27	1. 0	92	90	2				2
2000-04-28	77. 1	95	94	1				1

正是大量的草本植物为前期的土壤提供了较多的有机质和矿物质养分,使土壤的肥力有明显的改善。表5 表明,土体岩土坡恢复植被后第一年土壤表层(0~15 mm)有机质含量由 0.243% 提高到 0.320%,第二年提高到 0.820%。除了全钾含量的速效磷外,其它各项养分指标都有明显的提高。而全钾含量与成土母质直接相关,速效磷第一年含量减少,说明土壤中磷含量的极度缺乏。表 6 表明风化体岩土坡恢复植被后土壤养分含量有同样的显著改善。

表 5 土体岩土坡种草植树前后土壤养分含量变化

植被状况	采样深 度/ cm	全 量/ %				速效养分/(mg·kg ⁻¹)		
		有机质	全 N	全 P	全 K	碱解 N	速效 P	速效 K
种 植 前	0~15	0.243	0.011	0.006	2.761	11.0	6.83	26.5
种植一年	0~15	0.320	0.017	/	/	14.2	5.95	32.0
种植二年	0~15	0.820	0.026	0.08	2.478	18.1	7.91	35.4

注: 人工植被为糖蜜草与马占相思等高带状间种。

表 6 风化岩土坡种草植树前后土壤养分含量变化

植被状况	采样深 度/ cm	全 量/ %				速效养分/(mg·kg ⁻¹)		
		有机质	全 N	全 P	全 K	碱解 N	速效 P	速效 K
种 植 前	0~15	0.153	0.007	0.00	4.816	11.0	0.95	50.0
种植一年	0~15	0.230	0.009	/	/	12.0	2.60	58.0
种植二年	0~15	0.480	0.012	0.019	3.560	19.5	2.23	54.0

注: 人工植被为糖蜜草与大叶相思及台湾相思带状间种。

参考文献:

[1] 陈法扬. 城市化过程中的废弃采石场治理技术探讨[J]. 中国水土保持, 2002, (5): 39– 40.
[2] 林建平, 陈天富. 珠海水土流失区坡地水文特征与林型重建[A]. 见: 华南坡地研究[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 265– 292.
[3] 林建平, 陈天富, 梁杰明. 珠海水土流失区生态公益林建设及生态效应研究[A]. 见: 绿色曙光[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000. 93– 100.

3. 2 土壤物理性状的改良

土壤有机质含量的提高会降低土壤容重, 促进土质疏松, 并具有优良的保水保肥性能。另一方面, 根系在土壤中生长对土体的挤压和根系的脱落物、分泌物也促进了土壤团聚结构的形成。同时, 根系死亡后还在土壤中留下许多孔道成为通气透气的管道。这就是根系对改善土壤结构的作用。另外, 土体中庞大密集的植物根系也具有良好的蓄、保水作用。试验区测定(表 7) 说明, 岩土坡土壤的透水性和蓄水量明显提高, 主要是土体中非毛管孔的逐年增加, 种草植树一年, 土壤表层中非毛管孔(主要是根孔的形成) 由 7.5% 提高到 11.4%, 两年后又增加到 16.1%。这种孔孔隙较大, 有较快的透水性能。因此, 土体中 40 cm 深处, 有植被的含水量明显高于裸露坡地(表 8)。同时, 有植被的土层含水量在晴天时减少比较快, 说明植被蒸腾作用较强, 植物根系(主要是草根) 从土体中下部吸水明显。

表 7 岩土坡种草植物对土壤容重及土体通透性的改善

种草植 树时间	土壤容重	土壤总孔 度/ %	其中毛管孔 度/ %	非毛管孔 度/ %
种植前坡地	1. 61	40. 3	33. 8	7. 5
种植一年	1. 54	43. 4	32. 0	11. 4
种植二年	1. 41	48. 6	32. 5	16. 1

注: 测试方法用“环刀法”。土壤采自表土 10 cm 内。

表 8 不同地面覆盖状况下 40 cm 土层土壤水分含量比较

测定日期	马占相思– 糖蜜草/ %	裸坡地 / %	备注
2000-03-26	22. 3	17. 4	测定时已 5 d 晴天
2000-03-28	20. 2	16. 5	
2000-03-30	18. 9	16. 3	
平均值	20. 5	16. 7	

4 植被生态效应

野生植物品种的入侵和群落的形成是生态环境因子变化的综合反映。尽管试验区建设迹地岩土坡植被营造时间不长, 人工林草复层植被的森林系统仍处于初期形成阶段, 但由于采用林、草、藤多品种较合理的组合种植, 生态环境因子已出现了上述多方面的改善变化, 地带性野生植物的自然入侵和群落的形成是必然的结果。根据 2000 年 7 月上旬对试验区野生植物品种的调查, 两年多来自然入侵的野生植物共达 35 个科 72 种, 其中包括蕨类植物 6 类、裸子植物 1 种、草本植物 26 种、藤本植物 9 种、灌木植物 23 种、乔木树种 7 种。而且在试验区植被营造地的中部, 已出现了分别以莎草和野牡丹、毛稔为优势种的野生群落。这种变化, 特别是 30 多种地带性乔灌木植物品种的着生, 是人工林生态系统进入良性循环的标志, 为今后人工林植被的自然更新打下基础。这种情况, 完全符合群落良性演替的规律。