

建设工程迹地岩土坡植被营造试验研究

——以珠海市为例

陈天富, 林建平, 方 华

(广州地理研究所, 广州 510070)

摘 要: 对建设工程迹地岩土坡植被营造技术进行了探讨, 认为应根据岩土坡的不同类型采取不同的植被营造技术措施。在植被营造过程中, 始终采用林、草、藤结合模式, 加强坡面植被多层次覆盖, 起到明显的蓄水保土的效果。据测定, 植被营造之后, 暴雨平均减少径流量 15.5%, 保沙率 41.0%; 大雨平均减少径流量 26.7%, 保沙率 64.0%; 中雨平均减少径流量 32.0%, 保沙率 73.0%; 小雨平均减少径流量 75.0%, 保沙率 100%。

关键词: 工程迹地; 岩土坡; 植被营造

中图分类号: S 157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0169-03

Experiment Research on Revegetation of Rock/ Soil Hillsides Fields Emerged After Construction Project

CHEN Tian-fu, LIN Jian-ping, FANG Hua

(Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070, China)

Abstract: The experiment shows that the revegetation of rock/soil hillside fields emerged after construction projects must stick to combination planting of tree-bush-grass-vine, and integrate the mixed vegetation with the one-species-vegetation. Multi-species vegetation mixture promote plant growth to each other, which is also good for the soil condition, and in turn, promote the growth of vegetation. Different hillside fields should be vegetated with different plants. For example, vine for rock hillside, Molasses Grass (*Melinis minutiflora* Beau.) for hillside covered with soil, which has the effect of nitrogen fixation and soil condition promotion, is a way to reduce material input. The most important aspect of this kind plantation is the problems of vegetation replacement are solved and with the effect of saving of money, manpower and seedlings, and with the effect of environment enhancing. The spot investigation shows that the average number of the soil erosion reduced by revegetation in torrential rain, heavy rain, moderate rain and light rain is 41%, 64%, 73% and 100% respectively; the water erosion reduced by revegetation in torrential rain, heavy rain, moderate rain and light rain 15.5%, 26.7%, 32% and 75% respectively.

Key words: project slash; rock/soil hillside; revegetation

建设工程迹地岩土坡是指采石、挖土、削坡、推平等土建工程遗留的裸露残低丘山体。据广东省水利厅 1997 年的卫星照片进行的第二次遥感普查统计, 全省此类人为水土流失面积达到 2 697 km², 且主要分布在经济发达的城镇周围, 严重影响城市景观和生态环境。工程迹地岩土坡植被营造的生物工程技术(即柔性护坡技术)是生态环境工程建设的重要内涵, 它是指利用绿色植物, 预防和治理水土流失, 加强岩土坡稳定性, 防止岩土坡崩塌, 改善区域生态环境的一种综合措施。

建设工程迹地岩土坡植被营造的试验研究, 是当前生态环境综合治理, 城市水土保持研究的内容之一。本文以珠海

一处岩土坡为例, 着重从生物治理的角度, 讨论建设工程迹地岩土坡植被营造的技术与方法及其效应。

1 试验区概况及研究方法

1.1 试验区概况

试验区位于珠海市唐家湾, 东距伶仃洋大桥起点约 2 km, 西南距珠海市区约 13 km。工程迹地岩土坡以北或东北坡向为主, 区内岩体以中粗粒黑云母花岗岩为主。由于迹地裸露残丘支离破碎, 起伏高低不等, 坡度不一。土体、风化岩、岩石各种坡面成分均有分布, 生态环境恶劣。

试验点地处南亚热带季风气候区, 热量丰富, 年平均气

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

作者简介: 陈天富(1950-), 男, 海南省海口市人, 助理研究员, 主要从事资源与环境研究。

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 mm~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。因此,水力侵蚀能量十分强盛。工程迹地岩土坡因失去植被保护,全裸露,降雨产流产沙更加严重。

试验点周边自然植被以马尾松疏残林为主,人工林多为大叶相思。土壤养分含量较低,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。因无表土,有机质及氮、磷含量更低,植被更难生长。

1.2 研究方法

(1) 根据适地适树的原则,选用适生的植物品种,试验适用的植被营造技术,核算适当的经济成本。

(2) 重点研究三项技术措施(品种及组合的筛选、播种的期选择、干旱瘠土上的营造技术),攻克两大关键难题(品种及品种组合的选择,解决立地条件干旱和瘠瘦问题的营造技术),创建有利于植被自然演替的生态条件。

(3) 把岩土坡植被营造过程作为一个系统工程,不仅依照岩土坡的不同立地条件选用不同的品种及组合,而且合理安排各种岩体植被营造的先后次序,以便提高生态整治的整体效果。

2 试验结果与讨论

2.1 岩土坡植物生长状况

试验点植被恢复经过两年时间,先后试种了 15 种植物,其中草本植物 3 种,藤本植物 3 种,木本植物 9 种(见表 1)。从中筛选出糖蜜草、象草、薛荔、爬墙虎、大叶相思、马占相思、尾叶桉、南洋楹和山地木麻黄 9 种骨干植物,现分类重点介绍如下几种:

2.1.1 草本植物

糖蜜草(*Melinis minutiflora*):禾本科,根系发达,其根部主要分布在土壤表层 5~10 cm,形成土层网状交错密集根系。由于分蘖力强,茎节可生根并萌发新的枝条。据测定糖蜜草每株分蘖 20~30 条,草带高达 30~50 cm,种植 3 个月岩土坡覆盖度达 60%左右,宽度 60~80 cm,一年生长地面茎最长可达 1.5 m 左右,平均也有 70~100 cm,茎节可达 35~40 个,草丛密度大。水土保持功能强,保沙率达 70~85%。

象草(*Pennisetum purpureum*):禾本科,茎直立,丛生、分蘖力再生力强,在岩石坡角边种植一年生的植高度可达 1.5~2.0 m,因立地条件差,生长比土坡缓慢,每丛分蘖数一般为 10~20 条。

2.1.2 藤本植物

爬墙虎(*Parthenocissus himalayana*):葡萄科,落叶、攀援高的藤本,利用分枝卷须顶端的吸盘将本身附于支持物上。生长速度快,种植 3 个多月,长高 3 m 多,藤节分枝 25 条,覆盖快,为快速覆盖石坡植物。但其抗旱、抗寒性差,种在土坡生长较差,根系不牢固,固土性能差。

薛荔(*Ficus pumila*):桑科,多年生常绿攀援藤本。其特

点:野生、繁殖快、分枝多、根系坚韧,凭气根匍匐附生于树干、石面或墙壁上。枝条伸展极广,长可达 12 m 左右。

2.1.3 木本植物

大叶相思(*A. auriculiformis*):含羞草科,速生,耐旱耐瘠,抗风性强,根系具有根瘤菌,具有良好的固氮作用,能供给植株生长的需要,能起到改良土壤的作用,从而促进其他树种的生长南洋楹(*Qthizzia fallcata*):含羞草科,落叶乔木,高达 45 m,生长迅速,一年生苗高可达 7~8 m,有很发达的根系,能在土壤中造成很多间隙,便利土壤中空气的流通,同时落叶甚多,可增加土壤里的腐殖质和改良土壤的物理性,是一种较好树种。

山地木麻黄(*Cnsuarina cunninghamiana*)木麻黄科,高 10~20 m,喜干燥,凡砂地和滨海之地可种植,为热带海岸防砂造林很适宜之树种。试验种植于岩坡底部,根据野外调查,种植 2 年,最大高度有 5.4 m,最大胸径 28 cm,一级分枝 64 条,二级分枝 8 条,生物量大,株覆盖面积 3.2 m²,为岩土坡底部覆盖的优良品种。

试验证明,建设工程迹地岩土坡植被营造,采用林、草、藤结合是一个较好的模式,它运用了植被多层利用原理,创造良好生态环境。

调查结果显示,在缓坡地尾叶桉与山地木麻黄混种,尾叶桉生长速度最快,木麻黄生长速度也较快,长势好。尾叶桉种植两年多,生长最大高度达 7.8 m,一般平均高度有 4.3 m,最大胸径有 37 cm,一级分枝 21 条,二级分枝 7 条。但尾叶桉叶片种长势不良,最大高度仅有 3.2 m,一般平均高度仅 2.5 m,最大胸径只有 20 cm,地表基本无植被覆盖。

表 1 试验区各种植物生长情况调查表

| 植物 名称 | 最大 高度 /m | 最小 高度 /m | 最大 围径 /cm | 最小 围径 /cm | 一级分枝 | | 二级分枝 | | 覆盖面积 /m ² | 草藤分 枝数/条 | 草藤覆盖 面积/m ² |
|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|-------------|---------------------------|
| | | | | | 最多 /条 | 最少 /条 | 最多 /条 | 最少 /条 | | | |
| 香根草 | 1.10 | 0.70 | | | | | | | | 23 | 0.16~0.4 |
| 糖蜜草 | | | | | | | | | | 124 | 3.2 |
| 象 草 | 3.5 | 2.3 | 1.4 | 0.8 | 21 | 8 | | | | 19 | 0.4 |
| 爬墙虎 | 4.5 | 1.2 | 0.5 | 0.2 | 26 | 14 | 18 | 12 | | 13 | 0.20~0.35 |
| 蜘蛛菊 | 3.1 | 2.8 | 0.3 | 0.16 | 12 | 8 | 6 | 4 | | 66 | 0.1~0.3 |
| 薛 荔 | 12.4 | 3.8 | 0.8 | 0.3 | 165 | 103 | 215 | 181 | 4.5~11.2 | | |
| 牡 竹 | 4.2 | 2.5 | 7 | | 3 | 2 | | | 0.13~0.2 | | |
| 膜 竹 | 2.8 | 1.6 | 8 | | 2 | 1 | | | 0.14~0.25 | | |
| 台湾相思 | 2.5 | 0.72 | 18.1 | 7.2 | 30 | 12 | 33 | 6 | 3.0 | | |
| 大叶相思 | 3.5 | 2.1 | 26.3 | 20.8 | 6 | 4 | 72 | 18 | 3.6 | | |
| 马占相思 | 4.3 | 3.2 | 38 | 18.6 | 46 | 35 | 16 | 7 | 3.1~5.2 | | |
| 尾叶桉 | 7.8 | 3.6 | 37 | 19 | 21 | 12 | 7 | 6 | 2.1 | | |
| 南洋楹 | 4.5 | 2.3 | 35 | 18 | 24 | 9 | 5 | 2 | 0.23~4.1 | | |
| 榕 树 | 2.1 | 1.5 | 17 | 11 | 25 | 13 | 20 | 3 | 0.1~0.28 | | |
| 山地木麻黄 | 5.4 | 3.5 | 28 | 22 | 18 | 11 | 8 | 3 | 1.2~2.2 | | |

* 以上植物种植于 1998 年 3 月 10 日;调查于 2000 年 8 月 26 日。

主要采用爬墙虎、薛荔两种藤本覆盖岩土坡,爬墙虎生长快速,覆盖快,但不耐旱,不耐寒,冬天会枯黄、落叶;薛荔与上述相反,耐旱、耐寒、耐瘠,在高温期 7、8 月份地面温度

在 50～60 的情况下都能生长;在严寒的 12 月至 1 月都能生长,最高长 12.4 m,覆盖面积 8.8~11.2 m²,一级分枝 162 条,二级分枝 215 条,长势较好。

2.2 水土流失的产生

长期观测表明,泥沙主要来自岩土坡的坡面侵蚀和切沟侵蚀两部分。

2.2.1 岩土坡坡面侵蚀

试验点坡面覆盖着土质疏松,抗蚀性能很弱的花岗岩土,遇到暴雨土壤表面直接受到雨滴的击溅和浸润,致使土壤结构破坏,土壤表层为水体所饱和,随着降雨量增加,地表径流顺岩土坡倾泻下流。径流有规律地进一步集中形成较大的股流,冲刷力增大,形成了浅沟,再进一步发展形成切沟、冲沟,汇入支流;最后,来自坡面的水流带有大量表土及细沙,形成高含沙水流,不断地向低处侵蚀。

2.2.2 切沟侵蚀

由于岩土坡坡面遇到暴雨时,大量的浑浊径流出现坡面,且岩土坡坡度较陡,致使径流有较大的流速和冲刷力,使沟头前进,沟道两侧扩张,沟底下切。从而破坏了坡角的稳定性,造成切沟两旁滑塌,大量泥沙进入沟道并沿着陡坡往下流失,这是引起边坡倒塌的主要成因。

表 2 试验区岩土坡降雨产流产沙量比较*

| 日期 | 降雨量 /mm | 雨型 | 半覆盖岩土坡 (人工再造植被) | | | | | | | | | |
|------------|------------|----|--------------------|------|-----------------|------|-----------------|------|------|------|--|--|
| | | | 裸露岩土坡 | | 减流 | | 保沙 | | | | | |
| | | | 径流量 | 产沙量 | 径流量 | 产沙量 | 径流量 | 减流率 | 产沙量 | 保沙率 | | |
| | | | /m ³ | /g | /m ³ | /g | /m ³ | /% | /g | /% | | |
| 1998-07-03 | 41.9 | 大雨 | 0.5244 | 640 | 0.3463 | 235 | 0.1781 | 34 | 520 | 63 | | |
| 1998-07-13 | 44.8 | 大雨 | 0.7092 | 750 | 0.5524 | 296 | 0.1568 | 22 | 620 | 61 | | |
| 1998-07-31 | 80.8 | 暴雨 | 1.2612 | 2113 | 1.0388 | 1203 | 0.2224 | 18 | 1410 | 43 | | |
| 1999-01-17 | 5.7 | 小雨 | 0.0252 | 11 | 0.0064 | 0 | 0.0188 | 75 | 10 | 100 | | |
| 1999-04-12 | 91.8 | 暴雨 | 1.5708 | 2640 | 1.3604 | 1611 | 0.2104 | 13 | 1729 | 39 | | |
| 1999-05-27 | 21.9 | 中雨 | 0.3276 | 415 | 0.2076 | 106 | 0.1200 | 37 | 294 | 74 | | |
| 1999-08-31 | 31.2 | 大雨 | 0.4411 | 640 | 0.3338 | 203 | 0.1073 | 24 | 437 | 68 | | |
| 1999-09-01 | 16.3 | 中雨 | 0.2380 | 880 | 0.1736 | 240 | 0.0644 | 27 | 640 | 73 | | |
| 平均 | | | | | | | | 31.3 | | 65.1 | | |

* 观测样方面积均 18 m²。

2.3 不同植被营造情况下的水保效应

(1) 裸露岩土坡。裸露岩土坡地表干旱,土壤含水量少,温差大,潜水位较低,下渗能力较小,当降雨强度大于下渗强度时,就开始产流。整个过程变化随降雨量增加而增加。

(2) 半覆盖岩土坡。本区地表部分裸露,太阳辐射地表,降雨初期的雨量落到地表后仍有部分雨量吸热蒸发,有植被和未有植被的土体温度不同,蒸发的程度也不同,土壤含水量也有高低之分。有植被土坡的水流速度就慢于裸露岩土坡。

参考文献:

[1] 张经纬,姚清尹,李焕珊.华南坡地研究[M].北京:科学出版社,1994.
[2] 刘世荣,温远光,王兵,等.中国森林生态系统水文生态功能规律[M],北京:中国林业出版社,1996.
[3] 周晓峰.中国森林与生态环境[M].北京:中国林业出版社,1999.
[4] 姚清尹,郑良文,黄少辉.小良花岗岩台地风化壳发育机理及其破坏特征[J].热带地理,1984,4(2):71~73.

坡、径流量比裸露岩土坡少,径流量相对减少(见表2)。观测表明,暴雨平均减少径流量 15.5%;保沙 41.0%左右;大雨平均减少径流量 26.7%,保沙 64.0%;中雨平均减少径流量 32.0%,保沙 73%;小雨平均减少径流量 75.0%,保沙 100%。径流系数均小于裸露岩土坡径流系数(表3)。

表 3 试验区岩土坡水文特征值比较*

| 日期 | 类型 | 降雨量 | 径流总 | 径流系 | 径流深 | 侵蚀总 |
|------------|--------|------|------------------|------|------|------|
| | | /mm | 量/m ³ | 数 | /mm | 量/g |
| 1998-07-03 | 裸露岩土坡 | 41.9 | 0.5244 | 0.69 | 29.1 | 640 |
| | 半覆盖岩土坡 | 41.9 | 0.3463 | 0.46 | 19.2 | 235 |
| 1998-07-13 | 裸露岩土坡 | 44.8 | 0.7092 | 0.88 | 39.4 | 750 |
| | 半覆盖岩土坡 | 44.8 | 0.5524 | 0.68 | 30.6 | 296 |
| 1998-07-31 | 裸露岩土坡 | 80.8 | 1.2612 | 0.87 | 70.1 | 2113 |
| | 半覆盖岩土坡 | 80.8 | 1.0388 | 0.71 | 57.7 | 1203 |
| 1999-01-17 | 裸露岩土坡 | 5.7 | 0.0252 | 0.25 | 1.4 | 11 |
| | 半覆盖岩土坡 | 5.7 | 0.0064 | 0.07 | 0.4 | 0 |
| 1999-04-12 | 裸露岩土坡 | 91.8 | 1.5708 | 0.95 | 87.3 | 2640 |
| | 半覆盖岩土坡 | 91.8 | 1.3604 | 0.82 | 75.5 | 1611 |
| 1999-05-27 | 裸露岩土坡 | 21.9 | 0.3276 | 0.83 | 18.2 | 415 |
| | 半覆盖岩土坡 | 21.9 | 0.2076 | 0.53 | 11.5 | 106 |
| 1999-08-31 | 裸露岩土坡 | 31.2 | 0.4411 | 0.79 | 24.5 | 640 |
| | 半覆盖岩土坡 | 31.2 | 0.3338 | 0.59 | 18.5 | 203 |
| 1999-09-01 | 裸露岩土坡 | 16.3 | 0.2380 | 0.81 | 13.2 | 880 |
| | 半覆盖岩土坡 | 16.3 | 0.1736 | 0.58 | 9.6 | 240 |

* 观测样方面积均 18 m²。

3 研究结论

(1) 植被覆盖度与侵蚀产沙的关系极为密切,植被的存在具有缓冲消能雨滴打击地表的作用,延缓径流洪峰到来的时间,削减洪峰流量,降低径流运动速度,达到降低径流冲刷的能力,减少侵蚀产沙强度。试验结果表明,有植被覆盖的岩土坡试验区平均减少径流量 31.3%,平均保沙量为 65.1%。

(2) 岩土坡植被覆盖后,暴雨平均减少径流量为 15.5%,保沙率为 41.0%;大雨平均减少径流量为 26.7%,保沙率为 64.0%;中雨平均减少径流量为 32.0%,保沙率为 73.0%;小雨平均减少径流量为 75.0%,保沙率为 100%。

(3) 植物覆盖的岩土坡具有拦蓄地表径流,阻拦泥沙;提高林区空气湿度和调节气温等功能。观测结果表明,林植被区的空气湿度比裸露区高 16%~25%。

(4) 藤本植物覆盖岩土坡水保效果较好的为薔蛄菊,但其植被冬季枯黄,景观效果不佳;石坡覆盖较好的植物是薜荔,其次是爬墙虎。爬墙虎在冬天会干枯、落叶,不耐寒、不耐旱;相反,薜荔终年青绿,耐寒、耐旱,是石坡覆盖的优良植物。