

# 岩质坡面喷混快速绿化新技术浅析

章梦涛<sup>1</sup>, 付奇峰<sup>1</sup>, 吴长文<sup>2</sup>

(1. 深圳市如茵草坪有限公司, 深圳 518057; 2. 深圳市水土保持办公室)

**摘要:** 传统的绿化方法对建设工程开挖后裸露的岩质边坡难以直接绿化。喷混绿化新技术利用特制喷混机械将土壤、肥料、有机质、保水材料、植物种子、水泥等混合干料加水后喷射到岩面上, 由于水泥的粘结作用, 上述混合物可在岩石表面形成一层具有连续空隙的硬化体, 种子可以在空隙中生根、发芽、生长, 而一定程度的硬化又可防止雨水冲刷, 从而达到恢复植被、改善景观、保护环境的目的。

**关键词:** 岩质坡面; 喷混; 绿化

中图分类号: S157. 43      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2000)03-0065-02

## Analysis of the "ON" Spray Vegetation Method in Fastly Greening the Rock Slopes

ZHANG Meng-tao<sup>1</sup> FU Qi-feng<sup>1</sup> WU Chang-wen<sup>2</sup>

(1 Shenzhen Ruyin Lawn Co. Ltd. , Shenzhen 518057, PRC;

2 The Soil and Water Conservation Office of Shenzhen City, Shenzhen 518001, PRC)

**Abstract:** Conventional vegetation methods have so far proved that they virtually failed in vegetation of the slope of rock mass, which were produced by development works. The "ON" spray vegetation method is a new type of vegetation process having succeeded in revegetation of rock slopes. This method uses soil, organic substances as a base and long-lasting nitrogen fertilizers, water-retaining agent as supplement to be mixed for plant cultivation base. This mixture is added with cement binder together with alkali-neutralizing agent and plant seeds, etc. to be mixed and agitated. It was sprayed on the rock slope by a special set of the spraying machine. The mixture on the rock slope has excellent gas permeability and water-retaining capacity and long duration of effect for fertilizers. The seeds can germinate and grow. And the mixture can also avoid the erosion caused by wind, rain and other factors because of the use of cement.

**Key words:** slope of rock mass; the "ON" spray vegetation method; greening

### 1 前 言

近年来我国建设工程大量开山, 形成很多裸露的岩石坡面, 既破坏了植被, 有损生态景观, 又容易造成水土流失。岩质边坡传统的绿化方法是在坡脚栽植攀援植物(如爬墙虎)、坡顶栽植垂吊植物(如蟛蜞菊), 或在岩面上挖种植槽或鱼鳞坑栽植攀援、垂吊植物及花灌木等以实现绿化。这些方法简单易行, 但施工速度慢, 重要的是岩面达到完全覆盖往往需

很长时间(2-3年)。  
众所周知, 植物生长的前提条件为土壤和水分。对于岩体边坡, 硬度高, 土壤成分少, 植物生根、发育非常困难。如果向坡面回填种植基质, 因岩质边坡大多陡急, 回填的基质往往难以固定, 若碰到没有凸凹的岩体平面固定则更加困难, 即使一时粘接住, 还会因降雨、流水及台风等遭到流失, 使种植基质连同生长的植物一起滑落、崩坍。由此可见, 岩体边坡实现绿化需具备两个条件: 一是坡面上必须有植物能赖

\* 收稿日期: 2000-08-18

以持续生长的种植基质,二是种植基质能永久固定在岩面上。

喷混绿化新技术,其核心是在岩质坡面上营造一个既能让植物生长发育的种植基质又不被冲刷的多孔稳定结构。它利用特制喷混机械将土壤、肥料、有机质、保水材料、植物种子、水泥等混合干料加水后喷射到岩面上,由于水泥的粘结作用,上述混合物可在岩石表面形成一层具有连续空隙的硬化体。一定程度的硬化使种植基质免遭冲蚀,而空隙内填有植物种子、土壤、肥料、保水材料等,空隙既是种植基质的填充空间,也是植物根系的生长空间。

喷混绿化技术不仅适用于所有开挖后的岩体坡面(如砾岩、砂岩、基岩、片岩、花岗岩、大理岩)的保护绿化,而且对于岩堆、软岩、碎裂岩、散体岩、极酸性土以及挡土墙、护面墙混凝土结构边坡等常规不宜绿化的恶劣环境都能绿化,是环境保护国土绿化工程的一大突破。

## 2 喷混材料选择

### 2.1 种植基质材料选择及配比

组成种植基质的材料主要有土壤、有机质、化学肥料、保水材料、接合剂、pH 缓冲剂等。

2.1.1 土壤 土壤可因地制宜,选择就近的砂土、壤土或黄土。砂土、黄土往往肥力不够,一般可与园土或其它肥土以 1 : 1 配合使用。土要保持干燥,过筛,去掉粗的颗粒物及杂物后用于喷播。

2.1.2 有机质 常用的有机质有泥炭苔、腐叶土、堆肥、蘑菇肥、糠壳、锯木屑等。泥炭苔等有机物持水量很高,通气性良好,其独特的轻质、持水、透气和富含有机质特点可蓄水保水,防止板结,改善土壤物理结构,并保持肥效的持久力。

2.1.3 化学肥料 加入一定量的缓释氮肥有利于植物生长后期肥料的持续供应。

2.1.4 保水剂 岩面上喷射的种植基质平均厚度 10 cm,有的才 3 ~ 5 cm,比一般土层厚度薄,而且岩体面基本上为不透水层面,易反射辐射热,因此岩面上植物种子的发芽和生长对气候相当敏感,稍一干旱植物便凋败枯萎。此时加入保水剂是岩面上植物得以正常生长发育的关键。保水剂的最大吸水力高达 13 ~ 14 kg/cm<sup>3</sup>,可吸收自身重量数百倍至数千倍的水分,这些水分不易被一般物理方法挤排出来,而植物根系却能吸收贮存在保水剂中的水分。保水剂可将偶尔的降雨迅速吸收而膨胀成凝胶将水分贮存起来,干旱时便慢慢地释放给根系。岩面绿化用保水剂可选择吸水倍率相对较低,但吸水重复性好且使用寿命长的丙烯酸胺-丙烯酸盐共聚交联物类的

较大颗粒产品。

2.1.5 接合剂与 pH 缓冲剂 为了避免雨、风、雪等因素对种植基质造成侵蚀、冲刷,必须在种植基质中加入相对较大的接合剂,以促使基质与岩面粘结和基质硬化。常用的接合剂是普通硅酸盐水泥。水泥呈碱性,一般来说对种子的生根、发芽是有害的,因此其用量必须控制得当。一般每立方米混合材料中水泥的用量为 50 ~ 80 kg。掺入水泥的同时,可加入一定量的碱性中和因子如磷酸作缓冲剂以调节基质 pH 值。用水量根据实际情况而定。

种植基质材料配比如表 1:

表 1 种植基质材料配比

项目	说明	使用量
土壤	砂土、砂壤土或黄土/L	0.05
	园土或肥土/L	0.05
有机质	蘑菇肥/L	0.02
	糠壳/L	0.003
	锯木屑/L	0.003
肥料	长效氮肥/kg	0.05
保水剂	进口或国产/kg	0.006
接合剂	普通硅酸盐水泥/kg	5 ~ 8
pH 缓冲剂	碱性中和因子/kg	适量
用水/L		30 ~ 50

注:0.1m<sup>3</sup>的种植基质可喷面积 1m<sup>2</sup>,厚度 10cm。

### 2.2 植物种子选择及配比

岩体坡面上种植基质厚度薄,环境恶劣,植物除因地制宜,选择适应当地气候的种类外,还要特别注意选择抗旱性、抗逆性强的品种。华南地区适合于喷混绿化的草种主要有百喜草、狗牙根、画眉草、高羊茅等。实际应用中多以一种植物为主(如百喜草),多种草籽混播,以便覆盖度、根系、生长期、抗逆性等方面优势互补,增强适应性。

岩体边坡喷混绿化一般以草本植物为主,但如岩质边坡位于市区显要位置,为了丰富景观,可加入一定比例的草花种子,如波斯菊、牛花菊、矮牵牛、美女樱、金鸡菊等。同时,根据风化岩上常有灌木和乔木自然侵入岩体,在岩体的凹处及龟裂处,粘附岩体上非常少量的有机质体扎根生长的现象,还可在喷播时加入少量的银合欢、马缨丹、桃金娘、胡枝子等灌木种子及马尾松、龙圆桉、相思等乔木种子。华南地区较适合的喷混绿化植物及用量配比如表 2。

表 2 华南地区喷混绿化植物及用量配比

植物种类	使用量/g	用量百分比/%
百喜草	21	70
狗牙根	6	20
高羊茅	1.5	5
银合欢	1.5	5
合计	30	100

\* 以上可根据具体情况更改植物种类及配比。

律武器。

必须提高全社会的水保意识和法制观念,依法管理中国的水土资源,扼制新的水土流失,实现可持续发展。在西部大开发战略中,中央制订了一系列保护生态环境的方针政策,其中包括退耕还林还草,以粮贷赈等。

4.5 加强法制建设是解决头号环境问题的保证

水土保持法制建设方面,在全国人大和省人的努力下,已经取得了不小的成绩。《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》这二部法律和条例,是水土保持行业的根本法律法规,目前的问题是有法不依、执法不严、以权代法的现象还比较普遍。另外,水土保持监督执法网络

建设有待加强,执法人员的素质也有待于进一步的提高。一部好的法律,还需要一支高素质的执法队伍来执行。领导干部和水行政主管部门更要学法、懂法、自觉遵守水土保持法律法规。同时随着形势的发展,《水土保持法》中的某些条款,也有待于进一步修改补充。例如,预防监督 and 法律责任等方面的内容。因此,要在全民中加强对水土保持法律法规知识的宣传教育,提高广大干部群众的法治观念,特别是各级党政领导,要自觉地学法、守法,依法行政,支持水行政主管部门执法,防止和克服以权代法、以权压法的情况发生,使《水土保持法》的各项规定真正落到实处,从而为我国的水土保持生态环境建设起到强有力的法制保障作用。

作者简介:陈法扬,男,1943年生,教授,从事水土保持专业教学与科研,兼任水利部水土保持专业委员会委员,享受国务院政府特殊津贴。近年来在国内外学术刊物上发表论文40余篇,曾获省部级科技成果奖、省高教成果奖等多项。

(上接第66页)

3 施工方法

(1) 边坡修整。高速公路、铁路边坡虽然陡急,但开挖时坡面一般较平整,此类边坡只需清除表面杂物即可。市政、地产开发中留下的岩质边坡往往出现很大的凹凸,此类边坡特别凸的地方需用榔头稍作修理,特别凹的地方需用石块填补,陡急的凹陷处则需用水泥沙浆将石块粘结砌平。

(2) 锚杆、挂网。先用气压钻或电钻在坡面上打孔,然后将机编网开卷铺挂在坡面上,再用锚杆或锚钉固定。对于坡度较小(45°以下)、岩体结构稳定的边坡,或已作拱架的陡坡,可不挂网,而向岩面直接喷射混合好的材料。

(3) 喷混。按表1将材料按比例搅拌均匀后利用特制喷混机械将混合物加水及pH缓冲剂后喷射到岩面上。喷射分2次进行,首先喷射不含种子的混合料,喷射厚度7~8cm,紧接着第二次喷射含有种子的混合料,喷射厚度2~3cm。分开喷射使种子位于基质表面2~3cm厚度内,有利于提高出苗、齐苗

率。喷射混合材料平均厚度10cm,变幅为3~15cm。施工时一定要核准规定的材料混合比例、用水量。注意冬季施工时得多用水泥,夏季施工时得多用水。边坡由南向西时发芽率多有降低,这种情况下应略加大播种量。

(4) 覆盖。南方雨水较多,可在喷射后覆盖无纺布以防止雨水冲刷。北方干旱半干旱地区则可在喷播后覆盖草帘以增温保湿。

(5) 养护。喷播后如未下雨则每天浇水以保持土壤湿润。一般7d左右发芽,一个月成坪,两个月覆盖率90%以上。成坪后可逐渐减少浇水次数。

4 结 语

日本、欧美等发达国家和香港特区岩质边坡强制绿化的技术已日臻成熟。近年来我国基础设施建设迅猛发展,一些有远见的建设者们也开始考虑此项技术的应用。喷混绿化技术将在公路、铁路、水利等工程岩体边坡的绿化防护、水土保持、环境保护中发挥出重要的作用。

作者简介:章梦涛,男,38岁,南京林业大学园林研究生毕业,深圳市如茵草坪有限公司总经理。