

# 汶川地震灾区崩塌山体微生境植被恢复技术\*

骆宗诗<sup>1</sup>, 王志明<sup>2</sup>, 陈永林<sup>3</sup>, 张利<sup>4</sup>, 何建社<sup>4</sup>, 何飞<sup>1</sup>, 潘文丽<sup>1</sup>, 龙汉利<sup>1</sup>, 刘兴良<sup>1</sup>

(1. 四川省林业科学研究院 四川 成都 610081; 2. 四川省汶川县林业局 四川 汶川 623000;

3. 四川省九寨沟县林业局 四川 九寨沟 623400; 4. 阿坝藏族羌族自治州科学技术研究院 四川 汶川 623000)

**摘要:**“5·12”汶川大地震造成大量滑坡、泥石流、崩塌等地质次生灾害,使当地的生态环境造成严重损毁。本文在深入调查汶川县映秀镇老虎嘴崩塌山体的微地形地貌、岩石大小及土壤含量等特征的基础上,将崩塌山体的微生境划分为碎石坡面、巨石坡面、碎石地、洼地和沟槽地5种类型,以及石面、石缝、石丛三种超微生境。通过不同微生境和超微生境的植被恢复试验,总结了地震灾区崩塌山体植被恢复技术,以期地为地震灾区植被恢复技术提供参考。

**关键词:**汶川地震;微生境;超微生境;植被恢复;崩塌山体;坡面

中图分类号: S725.7 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2013)04-0037-05

## The Technology of the Vegetation Recovery of a Landslide Microhabitat after Wenchuan Earthquake

LUO Zong-shi<sup>1</sup> WANG Zhi-ming<sup>2</sup> CHEN Yong-lin<sup>2</sup> ZHANG Li<sup>4</sup> HE Jian-she<sup>4</sup>

HE Fei<sup>1</sup> PANG Hong-li<sup>1</sup> LONG Han-li<sup>1</sup> LIU Xing-liang<sup>1</sup>

(1. Sichuan Academy of Forestry, Sichuan Province, Chengdu 610081, China;

2. Forestry Bureau of Wenchuan County, Sichuan Province, Wenchuan 643200, China;

3. Forestry Bureau of Jiuzhaigou County, Sichuan Province, Jiuzhaigou 623400, China;

4. Aba Autonomous Prefecture Science and Technology Institute, Sichuan Province, Wenchuan 623000, China)

**Abstract:** Wenchuan Earthquake on May 12th, 2008 caused landslides, debris flows, and rock falls, and the local environment was seriously destroyed. On the basis of investigations on the character of micro-hypsography, rock size, and contents of soil in a landslide of the Laohuzui Mountain lying in the Yingxiu town of Wenchuan county, the microhabitats for vegetation recovery were divided into five types: gravel slope, rock slope, gravel land, lacuna land, and groove land. And ultramicro habitats were divided into three types: rock surface, rock aperture, and gravel rocks. Vegetation recovery tests were conducted in the micro-habitat and ultramicro habitat for the disaster areas, vegetation restoration technologies were summarized in this paper, aiming to provide reference for restoring vegetation in the disaster areas after Wenchuan earthquake.

**Key words:** Wenchuan earthquake, Microhabitat, Ultramicro habitat, Vegetation recovery, The collapse of mountain Slope

收稿日期: 2013-03-12

基金项目: 国家林业局 948 项目—森林—砂防工程治山技术体系引进(2011-4-77)。

作者简介: 骆宗诗(1963-),男,河南桂阳人,副研究员,主要从事地质灾区植被恢复研究。

## 1 引言

“5·12”四川汶川地震灾区位于青藏高原东缘的生态脆弱区,是长江上游重要的生态屏障和重要的水源地<sup>[1]</sup>,不仅是大熊猫主要栖息地和大熊猫野生种群的集中分布区,也是我国重要的生态旅游目的地和自然景观资源富集区<sup>[2]</sup>,受灾总面积约  $50 \times 10^4 \text{ km}^2$ <sup>[3]</sup>,极重灾区包括汶川县、茂县、都江堰市、彭州市、什邡市、绵竹市、安县、北川县、平武县、青川县 10 个县(市)<sup>[4]</sup>。地震造成的山体崩塌、滑坡、泥石流等次生灾害对区域内的生态系统造成巨大破坏,同时也造成了严重的水土流失。据报道<sup>[5,6]</sup>,10 个极重灾区县(市)震后水土流失面积共增加  $6\,139.87 \text{ km}^2$ ,耕地损失  $56.93 \text{ km}^2$ ,林地损失  $946.46 \text{ km}^2$ ,草地损失  $148.21 \text{ km}^2$ 。由于大地震对区域环境的干扰强烈且是一个持续的过程,灾区灾害的治理和生态环境的恢复是灾后一段时期的重要任务。国内学者对地震对山地生态系统的影响<sup>[1,7-9]</sup>、资源损失<sup>[4,5,10]</sup>进行了较为客观的评价,地震引发的生态问题、地震后灾区生态环境治理和植被恢复对策进行了探讨<sup>[2,3,11-17]</sup>。微生境植被恢复技术即微立地因子植被恢复技术,是按照不同的微立地因子将一个植被破坏面分割为若干个微立地单元,每种微立地单元又对应着 1 种或者几种植物恢复技术,通过比较和选择找出最适合这种微立地单元的植被恢复技术,最后将植被破坏面上所有微立地单元对应的最佳植被恢复技术相加,就得到了最终需要的植被恢复技术<sup>[12]</sup>,在困难立地条件下,微生境植被恢复技术具有很强的针对性和适用性。本文以《森林-砂防工程治山技术体系引进》项目在汶川县映秀镇老虎嘴崩塌山体的试验基地的试验材料总结而成,以期作为地震灾区植被恢复的参考。

## 2 崩塌山体微生境类型

地震引发山体崩塌,河流改道,改变了原有的生态环境,形成了新的生境,且异质性极高,这种生境异质性可用微生境的多样性来解释。微生境类型的划分为崩塌山体生态环境治理、植被恢复树种和恢复模式的正确选择以及恢复技术的措施制定提供前提保障条件。根据汶川县映秀镇老虎嘴崩塌山体的微地形地貌、岩石大小及土壤含量等特征,可将崩塌山体的微生境划分为碎石坡面、巨石坡面、碎石地、

洼地和沟槽地 5 种类型。

### 2.1 碎石坡面

位于崩塌山体中上部,其基质由地震引发的碎石和石灰质粉末构成。碎石层厚度变化较大,在垂直崖壁下约 10 cm,在山体中部可达 300 cm。碎石坡面紧密压实,几乎没有土壤成分,保水能力极差,植被天然更新力极为困难。此外,碎石坡面稳定性差,易被雨水冲刷,往下移动到巨石坡面的石缝中,而在山洪暴发时,又往往成为泥石流的物源。

### 2.2 巨石坡面

位于崩塌山体中下部至山脚,其基质由地震引发的大石块构成,呈乱石岗状。石块大小不一,呈不规则状。由地震崩塌引起的原生基岩构成的巨石坡面,由于厚度深,没有土壤,植物天然更新力极为困难;而在巨石块间有地震前山坡土壤及地表物的巨石坡面,由于存在一定的土壤和植物繁殖体(如种子、孢子、营养器官)以及具积聚一定量水分的条件,具备植被天然更新潜力。此外,巨石坡面稳定性相对较好,但山洪暴发时,也是泥石流的物源。

### 2.3 碎石地

位于崩塌山体下部,其基质由地震引发的碎石和原山体的土壤、地表物和植物残遗体构成,是一类由地震将碎石和土壤重新分配和组合的一种新型土地。碎石地土层厚度变化较大,较浅的土层厚约 5 cm,较厚的可达 150 cm,在局部区域还形成较大的土堆丛。碎石地中的石砾和土壤混合较均匀,好象搅拌机将水、水泥和砂石进行混合搅;但石砾和土壤的比例差别较大,一些分析样品石砾含量高达 90%,而有些分析样品土壤含量高达 70%。碎石地通气性好,但保水保肥能力较差,土壤中有效养分不足。据汶川县映秀镇老虎嘴试验样地的样品分析,碎石地土壤有机质、水解 N、有效 P、速效 K、全 N、全 P 和全 K 含量分别为  $13.868 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 7.29 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (mean  $\pm$  S. D.,下同)、 $90.276 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 37.18 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $10.792 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 3.06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $59.884 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 17.29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.732 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 0.39 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $1.0324 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 0.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $3.098 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \pm 2.40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,分别较附近耕地土壤增加 -52.26%、-45.66%、-83.94%、16.52%、-46.88%、-36.51% 和 -16.06%。其中,土壤中的有效 P 含量下降最大,达 83.94%,而速效 K 含量却较附近耕地有所增加。位于岷江河谷下部碎石地中的土堆丛,河谷风的迎风面,土壤水分极易丧失。

## 2.4 洼地

位于崩塌山体下部的局部区域,可能或因地震时原地层大面积凹陷外移或因地震时原山体下部崩塌外移突起而形成,其基质主要由原耕地或林地构成,其内往往有不同大小和一定数量的飞石和崩塌的基岩。洼地土层较厚,保水力较强,土壤肥力较好。此外,由于洼地在雨季时易积水,水分含较为充足。由于洼地周围巨石或大面积凹壁的存在,洼地内直射光时间较短,散射光较多,植被天然恢复力较强。

## 2.5 沟槽地

位于崩塌山体下部的局部区域,呈一长条形的沟槽状。沟底基质主要由原耕地或林地构成,土层较厚,土壤肥力较好,易积水,水分含较为充足。由于沟槽地土壁的存在,沟槽地内直射光时间较短,散射光较多,植被天然恢复力较强。

碎石地、洼地和沟槽地,植被天然更新力良好,也是地震灾区植被恢复选择的主要微立地类型。在植被人工恢复过程中,应充分利用这类地块。

## 3 崩塌山体超微生境类型

在崩塌山体的局部区域,不同大小的石块重新组合和配置,造就了更为复杂的超微生境,可分为石面、石缝、石丛 3 种类型。碎石坡面、巨石坡面、碎石地、洼地和沟槽地 5 种微生境中,兼或具有此 3 种超微生境。在土壤和石砾含量、表面温度、水分、植物繁殖体和天然更新力几个方面,超微生境具有如下定性特征:

### 3.1 石面

裸露的巨石面上,没有土壤,阳光直射,岩面温度变化较大,空气对流剧烈,生境严酷,裸露石面无植物繁殖体;但有原土覆盖的石面,有草本植物定居,因水分极易散失和土壤贫瘠,生长不良。对于裸露石面,可先通过藤本植物覆盖或地衣苔藓植物生长覆盖后,慢慢改善其生境条件,为草本植物定居提供先行的条件。

### 3.2 石缝

石缝指石块之间的缝隙,是崩塌山体主要的超微生境类型。石缝间的石砾碎小,夹有大量的土壤,直射光少,散射光多,空气对流程度低,温度远低于石面且较为稳定,缝间湿度较高,能积聚水分。石缝间埋有大量的植物繁殖体,如种子、孢子或茎和根等无性器官,天然更新力强。

### 3.3 石丛

石丛主要由较小的石块构成,石丛的石砾含量较高,土壤较多,直射光强,空气对流强度较大,表面温度较高,生境条件较石缝差但较石面好。石丛的保水力较差,石块下埋有植物繁殖体,如种子、孢子或茎和根等无性器官,因而天然更新力较强。

## 4 微生境植被恢复技术

### 4.1 植物材料选择

根据崩塌山体微生境类型及其生境特征,按照适地适树适种源的原则,选择耐旱性强、适生性强,耐土壤瘠薄性强的植物恢复材料。

乔木树种:岷江柏、侧柏、辐射松、构树、樱桃、核桃、赤桉、栎树、女贞等。

灌木树种:刺槐、水麻、紫麻、火棘、构树、月季、紫穗槐等。

藤本植物:油麻藤、七里香、鸡血藤、爬山虎、葛藤、常春藤和葡萄等。

草本植物种:早熟禾、紫羊茅、披碱草、狗牙根、燕麦、紫花苜蓿、三叶草、波斯菊、千里光和凤尾蕨等。

石面植物种:地衣、苔藓等。

### 4.2 植被恢复模式

植被恢复模式有乔木、灌木、藤本、草本及其混合模式。

乔木植被恢复模式:适应于碎石地、洼地和沟槽地等微生境类型,采取人工造林方式进行植被恢复。

灌木植被恢复模式:适应于碎石地、洼地和沟槽地等微生境类型以及石丛超微生境,可采取点播、植苗等人工造林方式进行植被恢复。

藤本植被恢复模式:适应于石缝超微生境,主要改善石面等生境,可点播、容器植苗等方式进行植被恢复。

草本植被恢复模式:适应于上述 5 种微生境类型,可点播、撒播或在容器内点播,再将容器埋填于碎石堆内进行植被恢复。

### 4.3 造林密度、窝规格及打窝位置

株行距总体上为 2 m ~ 3 m × 2 m ~ 3 m,规格为 40 cm(长) × 40 cm(宽) × 30 cm(深),依微地形而布设窝点。窝点布设的总体原则一是株与株之间相距不能太近,避免树长大后枝叶相互碰撞;二是避开较大的石块,三是有较多的底土优先。



汶川县映秀镇老虎嘴崩塌山体



碎石坡面



巨石坡面



碎石地



洼地



沟槽地



石面



石丛



石缝



石缝盆栽植物技巧

#### 4.4 造林时间和植苗要求

根据当地的气候特点及造林地块的小环境,选择春季造林和秋季造林。春季造林在3月~5月,

而秋季造林则在10月~11月进行。

植苗时的深度适中、苗木扶正,踩紧踏实;要做到苗木要竖直,根系要舒展,深浅要适当,填土一半

后提苗踩实,再填土踩实,最后覆盖虚土。苗木栽植深度要根据微地形的土壤情况,覆土应略高于苗木根部的土痕,栽植穴面略低于造林地面,以利于窝穴蓄水,并且在基部覆上碎石,减弱太阳辐射强度,以利保持水分。

针对受损林地不同类型对各造林地开展测土配方施肥,促进苗木生长,进行石块、地膜覆盖,提高造林成活率。

#### 4.5 补植和抚育

当年成活率较低的造林地块进行次年补植,时间在次年3月底至4月初。

抚育在每年5月、9月两个月各进行一次,除去穴边周围的杂草,以给幼苗提供较好的营养空间;同时进行苗木扶正、扩穴、培土、除草,提高蓄水力。

#### 4.6 人工点(撒)播措施

在点播或撒播前应首先消除滑坡体和崩塌体上的落石、倒木等。点播之前一定要掌握深度,太深了,苗木不能出土;太浅了,表土干燥影响种子发芽,一般覆土厚度以种子直径的3倍~4倍为宜,乔木种子每穴下种5粒~10粒,灌木种子每穴下种15粒~25粒,点播的密度原则乔木为 $1\ 500\ \text{穴} \cdot \text{hm}^{-2}$ ~ $2\ 250\ \text{穴} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,灌木为 $2\ 250\ \text{穴} \cdot \text{hm}^{-2}$ ~ $3\ 000\ \text{穴} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,草种为 $3\ 000\ \text{穴} \cdot \text{hm}^{-2}$ ~ $3\ 750\ \text{穴} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

在作业条件相对较好、创面大、土层较厚的碎石地段,可采取“点+撒”播方式。点播幅宽1 m~3 m,密度稍大,便于形成绿篱,有效固定浮土、落石。

#### 4.7 石缝盆栽植物小技巧

石缝盆栽植物具有一定的技巧:一是选择石缝的背阴处作为容器的基点;二是清理石缝中的小石块,使窝大于营养钵的体积;三是将营养钵(钵底有洞,以利后来根伸入石缝内的土壤中扎根)置于石缝中,并且要接触底面,避免根在未来的生长过程中,因丧失土壤而干枯死亡;四是将营养钵周围用石块垒平,同时将碎石覆盖营养钵上。其作用是避免营养钵悬空,减弱空气对流强度,避免过多散失水分;同时利于植物扎根于石缝中。

#### 参考文献:

- [1] 吴宁,卢涛,罗鹏,等.地震对山地生态系统的影响:以5·12汶川大地震为例[J].生态学报,2008,28(12):5810~5819.
- [2] 黄云霄,程力,贾程,等.汶川地震区四川自然保护区受损状况与受损栖息地植被恢复技术模式[J].四川林业科技,2011,32(4):83~88.
- [3] 马文宝,徐雪梅,胡顺彬,等.汶川地震灾区森林植被恢复问题及其生态对策[J].四川林业科技,2012,33(4):36~38.
- [4] 四川省环境保护厅生态处,四川省环境保护科学研究院.“5·12”汶川大地震极重灾区生态破坏评估[M].成都:四川出版集团·四川科学技术出版社,2010.
- [5] 张翔,王庆安,方自力,等.汶川地震灾区自然植被恢复的先锋植物特征分析[J].中国水土保持,2011,4:47~49.
- [6] 骆建国,周立江,刘波,等.5·12汶川特大地震灾害造成四川森林资源损失的评估研究[J].安徽农业科学,2011,39(7):3914~3917.
- [7] 张春敏,王根绪.汶川大地震灾害对区域生态系统的影响——以青川、平武和茂县为例[J].生态学报,2008,8(12):5833~5841.
- [8] 王文杰.四川汶川地震对生态系统破坏及其生态影响分析[J].环境科学研究,2008,21(5):110~116.
- [9] 王学志,徐卫华.汶川地震对都江堰地区大熊猫生境的影响[J].生态学报,2008,28(12):5857~5861.
- [10] 于文金.地震灾害对四川省区域生态系统危害及损失评价[J].生态学报,2008,28(12):5785~5794.
- [11] 刘广全,焦醒.汶川地震引发的生态问题及对策[J].中国水土保持,2008(11):11~13.
- [12] 田佳,田涛,赵廷宁,等.微立地因子植被恢复法在汶川地震植被重建中的应用[J].中国水土保持科学,2008,6(5):6~20.
- [13] 潘静娴,张莹.地震灾后生态系统重建中的植被恢复初探[J].防灾科技学院学报,2009,1(3):9~13.
- [14] 包维楷,庞学勇.四川汶川大地震重灾区灾后生态退化及其基本特点[J].应用与环境生物学报,2008,14(4):441~444.
- [15] 朱再昱,刘水平,刘登柱,等.四川“5·12”地震后植被恢复和生态重建的对策思考[J].安徽农业科学,2009,11:5072~5073.
- [16] 张翔,王庆安,王文国,等.汶川地震极重灾区植被恢复分区研究[J].中国水土保持,2010,5:48~51.
- [17] 胡碧英.汶川地震灾区边坡植被恢复的理论与工程技术研究[M].西南交通大学研究生,2011.