

爆破整地造林工程的坡地稳定性分析 ——以太行山低山丘陵区为例

王振亮¹ 王振² 顾新庆¹ 钱金娥¹

(1 河北省林业科学院 石家庄 050061; 2 河北省林木种子站 石家庄 050091)

提 要 通过典型标准样地调查资料,探讨了造林爆破整地工程的坡地稳定性与降水、地形等因子的相互关系,应用数量化理论I,对在有充分降水条件下的低山丘陵区的爆破整地工程损失程度与地形因子之间的关系进行了系统分析,并建立了相应的数学模型,研究指出,充分的前期降水和日最大降雨量是引起爆破整地工程损失的激发因素;影响爆破整地工程稳定性的主要地形因子是地面坡度,其次为坡位、坡向,实施爆破整地工程的地面坡度以不超过25°为宜。

关键词 爆破整地 稳定性 降水 地形 数量化理论I

分类号 《中图法》S724

太行山低山丘陵区属于新华夏构造体系,处于山西背斜东部边缘,生成于中生代晚期。花岗岩、片麻岩、砂岩广泛分布,风化层较厚,透水性良好。该区山坡面积大,其中低山丘陵面积23180km²,约占山地面积70%,光热资源丰富,年平均气温7.4~13.9℃,≥10℃的积温3700~4300℃,年平均降雨量为500~600mm,无霜期180~200d,因此发展经济林具有较好的条件。

近年来,通过爆破整地发展经济林,促进了农村经济的快速发展,但在大规模爆破整地的同时,出现了因规划不合理或质量不好,加剧了水土流失和重力侵蚀,为滑坡等重力侵蚀创造了有利条件,部分工程不同程度地受损,缩短了爆破整地工程的使用年限等问题。

以往的同类研究大都是定性描述,缺乏对各影响因子的定量分析,尤其缺乏从各影响因子作用大小的综合评价中找出有利于爆破整地工程稳定性的最佳因子匹配形式的定量研究。在广泛调查1996年洪灾造成的爆破整地工程受损基础上,对影响爆破整地工程稳定性的内、外因素及内部各因素之间的关系进行了系统分析,以数量化理论I为工具,建立了爆破整地工程稳定性与地形因子的数量化模型,为进一步开展爆破整地工程提供理论依据。

1 爆破整地工程稳定性的影响因素定性分析

爆破整地工程稳定性评价指标数值,是通过1996—08河北太行山区暴雨引起的滑坡、泥石流等自然灾害的野外调查获得的。调查工作是在爆破整地工程搞得早,处于暴雨中心的重灾县赞皇县、无氏县和平山县境内进行的,海拔110~400m,基岩主要为花岗岩片麻岩,土层厚度为35~60cm,经济林林龄在5~10a,树种主要为苹果、枣,其次为柿子、石榴、板栗。调查所用的滑塌、滑坡标准地均为先用炸药爆破后修成水平条田,然后再爆破整修成定植坑的土地。

引起爆破整地工程坡面损失等自然灾害的指标包括地形、地质、降水等,每个指标均涉及很多因素,如地形指标是衡量滑坡、泥石流活动的现实动力条件或潜在动力条件的一个重要指标,地形指标相当复

*国家“九五”科技攻关项目(项目号:96070401)的部分研究成果;蒙孙吉定、张金香二位高级工程师指导帮助,特此致谢。

收稿日期:1998-01-20;改回日期:1998-05-29。

杂,它涉及到的因素主要有流域面积、沟床比降、山坡坡度和海拔高度等,本项研究取山坡坡度、坡向、坡位代表当地的地形特征值。

形成滑坡并导致工程受损的外部因素很多。多项研究表明,滑坡、泥石流类山地灾害的发生与降水量、降水强度有密切关系,一般是降水集中、雨强大者最容易发生灾害。调查当年7月份,平山小觉站降雨量为189.4mm,超过当地多年7月平均降雨。进入8月份,仅8月4日就降了243.7mm,达百年一遇程度。元氏县8月3~4日西部山区最大降雨量520mm。大量的降雨沿不透水层向下流动,土石混合体达到超饱和状态,形成了滑坡泥石流等灾害。

2 爆破整地工程稳定性与地形因子关系的数量化研究

2.1 数量化理论I简介

数量化理论I是一种兼有定性、定量两种数据形式的多元线性回归分析,它采取一定的量的转换方法,将原始数据中定性的、不能直接参与计算的数据,转换成可直接参与计算的数据,然后利用多元线性回归分析的原理进行数据分析。有定性因子、无量量因子的方程为

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \hat{q}_i(j, k) b_{jk} + \epsilon_i$$

式中 y_i 为第 i 个样本的因变量值; m 是项目个数; r_j 是第 j 个定性因子的等级数; $\hat{q}_i(j, k)$, 为第 i 个样本第 j 定性因子第 k 等级的反应值; b_{jk} 是仅依赖于第 j 项目之 k 类目的常系数,可以通过最小二乘法原理寻求 b_{jk} 的最小二乘估计,求得的 b_{jk} 估计值即为第 j 项目第 k 类目的得分值, ϵ_i 是第 i 块标准地测定中的随机误差。详细计算过程参照文献^[3]。

2.2 资料处理与结果分析

本项研究共调查了35块标准地,其分布是平山县3块、赞皇县23块、易县7块、元氏县2块。各地形因子中,既有定量指标又有定性指标,且量纲变化不一样。为了研究爆破整地工程稳定性与地形因子的关系,需要把定性指标量化,我们用数量化理论I对调查数据进行处理,各目

表1 项目和类目等级划分表
Table 1 Degree delimitation of items and classes

类目	坡度	坡向	坡位
1	$\leq 25^\circ$	阳坡	上
2	$> 25^\circ$	半阳坡	中
3		半阴坡	下

目及类目划分标准见表1。由于爆破整地工程损失数据为百分数,计算时已经对其进行了对数转换,转换公式为 $Lgy + 1$ (y 为爆破整地损失程度调查值)

将35块标准地实测资料,按照数量化理论I的要求,进行数据处理和统计分析,结果见表2。

表2 爆破整地工程的稳定性数量化理论I分析结果

Table 2 The quantitative theory I analysis of sloping fields stability of soil preparation through explosion

项目	类目	得分	得分范围	偏相关系数	方差比
坡度 X_1	$\leq 25^\circ$	0.1454	1.018	0.796	0.584
	$> 25^\circ$	1.1634			
坡向 X_2	阳坡	0.0000	0.214	0.249	0.6021
	半阳坡	-0.0087			
	半阴坡	-0.2144			
坡位 X_3	上	0.0000	0.313	0.276	0.028
	中	0.0775			
	下	0.3133			

复相关系数及其检验 $R = 0.8366$ ** $f_{(0.01)} = 4.48 < 23.953$ $t_{(0.01)} = 2.75$

**表示对回归方程显著性检验的可靠性达到99%。

表2中得分、偏相关系数、方差比等,是衡量不同项目对爆破整地工程稳定性数量影响程度的尺度。

一般来说, 上述各项数值越大, 说明该项目对爆破整地工程稳定性的影响越显著。对偏相关系数进行 t 检验, 可以确定起主导作用的因子和次要因子。通过对表 2 中各项目的评价指标比较和对偏相关系数的 t 检验 ($t_{(0.01)} = 2.750 < 7.313$) 可以知道, 影响爆破整地工程稳定性的最显著的因子是坡度, 而坡向和坡位等项目的影响作用相对较小。

数量化理论 I 表明, 在项目确定的前提下, 各类目得分值可以反映类目对爆破整地工程稳定性的贡献大小。将表 2 中不同坡度得分值进行比较, 得到各坡度对爆破整地工程造成的损失大小的顺序为: $(> 25^\circ \text{坡}) > (\leq 25^\circ \text{坡})$; 不同坡向对爆破整地工程稳定性大小贡献的序列为: 半阴坡 $>$ 半阳坡 $>$ 阳坡; 不同坡位对爆破整地工程稳定性的影响为: 上部危害小、中部次之、下部最大。

坡度对爆破整地工程稳定性的影响, 主要是由于当坡度较大时, 坡面的稳定性最容易遭到破坏, 重力侵蚀程度加剧。在充分的前期条件下, 斜坡岩体和土体经地下水或地表水浸渗和软化后, 降低了内摩擦力和凝聚力, 当下伏岩土层抗剪强度小于上覆岩土层的剪切力时, 即沿某一软弱面产生滑坡或被冲毁或层层滑塌。

通过对不同坡度的爆破整地工程损失程度进行分段比较分析(表 3)可知, 当坡面坡度在 $< 25^\circ$ 时, 工程受损相当小; 当坡面坡度 $> 25^\circ$ 时, 工程受损程度急剧增加, 因此上述关于坡度类目的划分比较合理。在今后的爆破整地项目中, 为保证破整地后工程的稳定性, 应遵守坡面坡度不超过 25° , 在 $< 15^\circ$ 的坡地可实行全面爆破, 整修水平梯田, 提高土地利用率; 在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 的坡地可实行隔坡爆破整地, 以增加坡面的稳定性; 在 $> 25^\circ$ 的坡地禁止爆破整地, 以免造成损坏。

2.3 预测模型及其评价

根据表 2 类目的得分, 建立爆破整地工程稳定性与各地形因子的相关方程

$$y = 0.1454 \hat{q}(11) + 1.1634 \hat{q}(12) + \hat{q}(21) - 0.0087 \hat{q}(22) - 0.2144 \hat{q}(23) + \hat{q}(31) + 0.0775 \hat{q}(32) + 0.3133 \hat{q}(33)$$

式中 y 为爆破整地工程受损程度的估计值, $\hat{q}(jk)$ 为 i 样本第 j 项目 k 类目的反应值。

其复相关系数 $r = 0.836$, 对复相关系数进行 t 检验, 达到 1% 的显著水平。可见, 所建立的数学模型可供预测分析应用。

参 考 文 献

- [1] 韦新良. 千岛湖地区天然马尾松林高产模式的探讨. 浙江林学院学报, 1989, 6(2): 212~237.
- [2] 张康健, 王蓝, 孙长忠著. 森林立地定量评价与分类. 西安: 陕西科学技术出版社, 1988, 162~180.
- [3] 钟敦伦, 韦方强, 谢洪. 长江上游泥石流危险度区划的原则与目标. 山地研究, 1994, 12(2): 78~83.
- [4] 王振亮, 孙吉定, 张金香等. 1996 年河省太行山区泥石流概述. 山地研究, 1997, 15(2): 132~135.

第一作者简介 王振亮, 男, 1963 年生, 1987 年毕业于河北大学数学系数学专业, 理学学士学位, 河北省林科院高级工程师。在国家和省级学术刊物上发表论文 40 余篇, 作为第一副主编编写《刺槐林多目标经营管理技术》专著一部。有多项成果获奖, 其中“太行山现有刺槐、油松人工林经营技术研究”项目 1997 年获林业部科技进步二等奖。“太行山刺槐人工林经营技术研究”和“油松良种高产技术、亲本的再选择及应用的研究”分别获 1996、1997 年度河北省科技进步三等奖。现从事太行山爆破整地技术与生态林业技术研究。

STABILITY ANALYSIS ON MOUNTAIN SLOPE OF SOIL PREPARATION FOR PLANTING BY USING EXPLOSION

WANG Zhen-liang¹ WANG Zhen-yi GU Xin-qing¹ Qian Jin-e

(¹ Hebei Forest Survey and Design Centre, Shijiazhuang 050061;

² Crop tree Seed Station of Hebei Province, Shijiazhuang 050091)

Abstract

By surveying the sample plot, the relations between the stability of the mountain slope of soil preparation for planting by using explosion and other factors such as precipitation, terrain, were studied. By using the method of Quantitative Theory I, the interrelation between the damaged degrees of soil preparation programs by using explosion in low mountain area with abundant precipitation and terrain factors was systematically analysed, and the mathematical models related were developed. The results show that the precipitation in early days and the maximum precipitation per day are the primary factors causing the soil preparation program damaged. The main terrain factors of the mountain slope that affect the program stability are according to their importance, slope, position and direction. The suitable mountain slope for soil preparation by using explosion is the slope of less than 25° .

Key Words soil preparation by using explosion, stability, precipitation, terrain, quantitative theory I