

工程建设加大坡面系统潜在侵蚀能力的研究

张丽萍 唐克利

中国科学院
(水利部 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘要 该文通过分析工程建设,开采石料造成坡面潜在侵蚀量的增加,建立了坡度增加数学模型,计算了临空面加大的增加侵蚀量。结果表明:随着工程建设的扩大,坡地临空面增加,坡地侵蚀量成倍增加。

关键词: 坡面系统 工程建设 坡度 临空面

关于工程建设增加新的水土流失问题,许多专家、学者注意到弃土弃渣堆积增加了河流泥沙含量,却很少注意由于工程建设而破坏了坡面系统所产生的土壤潜在侵蚀量。然而,经分析计算它却是一个很大的数字。

1 工程建设使坡面系统侵蚀基准面发生变化

黄土高原地区绝大部分河沟及一、二级支沟都切入基岩,沟谷两侧暴露一定高度的基岩,其岩性绝大部分为灰绿色、灰白色石英砂岩、紫红色砂岩、页岩,是很好的建筑材料,故沟谷两侧是采石场的主要分布场所,其上部是黄土堆积的梁峁丘陵地形。由于下部基岩相对比上部黄土硬度大,抗蚀能力强,因而就成为上部黄土坡面的临时侵蚀基准面。齐矗华先生认为,“黄土丘陵下部基岩的存在能保护其上部黄土地地,减慢坡地的侵蚀速度,减小土壤侵蚀能量。临时侵蚀基准面的研究对黄土高原水土保持具有重要意义”。

随着资源的开发,经济的发展,人民生活水平的提高,对工程建筑的要求日益迫切,煤炭资源的大量开采,除本身需一定工程建筑外,还需一系列配套设施:(1)修公路、铁路,这些道路一般沿河靠沟,有的属滨河路基,有的处于斜坡上,一方面弃石弃土在河底和斜坡上大量堆积,受坡面来水和河道水流冲刷,造成严重水土流失;另一方面开挖边坡,使坡面侵蚀基准面破坏,坡面系统各要素变化,形成了潜在的土壤侵蚀;(2)工业建设、民用建筑、服务部门设施需大量石料,而采石场绝大部分分布在沟谷两侧,如神府矿区内几乎大小沟道均有采石场。采石过程一方面取走石料,将弃土石渣排入河道,提供大量推移质泥沙补给源;另一方面采石放炮炸石破坏了坡面的稳定性,形成了很多破碎面,使坡面临时侵蚀基准面后退,其上方坡度加大,土壤潜在侵蚀加重。

2 工程建设使坡面系统坡度加大,土壤潜在侵蚀加重

沟谷基岩的开采,不仅造成了大量的弃土弃石,还可在相当长的时间内加速坡面土壤侵蚀,其作用原理如下:

作者经过对昕水河流域卫家峪、枣家河、唐户塬几个小流域的测量统计,以凸型坡最多,占 55%,直型坡比例较小为 10%~15%,凹型坡为 10%,迭置型坡占 20%~25%,所以本论文以凸型坡为例,开挖面地层结构如图 1

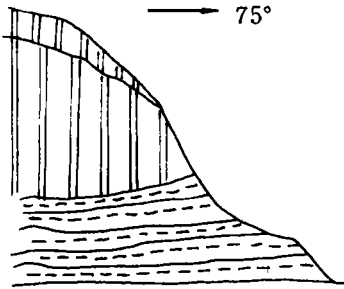


图 1 昕水河流域开挖面地层结构

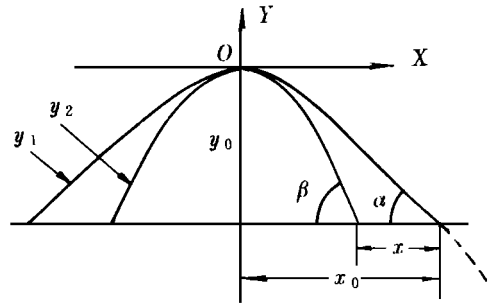


图 2 凸型坡横截面曲线

将凸型坡的坡面横截面曲线抽象为抛物线,如图 2,未开采以前的坡面曲线方程为:

$$y_1 = \frac{y_0}{x_0^2} x_1^2 \quad (1)$$

设坡角为 T ,则

$$T = \arctg \frac{y_0}{x_0} \quad (2)$$

开采后坡面曲线方程为:

$$y_2 = -\frac{y_0}{(x_0 - x)^2} x^2 \quad (3)$$

设开采后坡角为 U ,则

$$U = \arctg \frac{y_0}{y_0 - x} \quad (4)$$

对(4)式微分,得:

$$dU = \frac{y_0}{(x_0 - x)^2 + y_0^2} dx \quad (5)$$

则:

$$U = \int_0^{x_0 - x} \frac{y_0}{(x_0 - x)^2 + y_0^2} dx \quad (6)$$

从(6)式我们可以看出,坡度 U 是随着 x 的增大而增大。由于坡度的增大,坡面每个侵蚀微单元体所具有的势能加大,土粒的内摩擦角减小,静止稳定性降低,坡面物质下滑力增大,使得坡面物质处于极不稳定状态,在外界动力作用条件下,其结果必然表现为侵蚀量随着坡度增大而快速增加。

关于侵蚀量与坡度的关系,一些研究者曾根据黄土高原有关水保试验资料进行研究,得出了侵蚀强度与坡度关系的不同经验公式,虽然各公式的坡度指数差别很大,但其总的趋势是随着坡度的增大侵蚀量增加

根据江忠善先生在安塞试区土壤侵蚀试验场试验得数据(见表 1),由表上数据可知,侵蚀强度与坡度在各种雨强条件下皆呈幂指数正相关,并且随着最大 I_{30} 雨强的增加而增大,只是在不同集中雨强的降雨条件下,坡度的作用程度是不同的,同时还可发现,当雨强大于 $0.75\text{mm}/\text{min}$ 时,在 25° 坡地上的侵蚀量是 15° 的两倍多。可见,坡度的增加使侵蚀量成倍增加

3 工程建设使坡地临空面加大,重力潜在侵蚀加重

在以往的研究中,人们已经根据统计数字计算出弃渣的堆积量,但很少注意研究由于 S_1 的开采掉,造成 S_2 崩塌的下滑侵蚀量(如图 3),其计算模式如下:

表 1 不同 I_{30} 雨强下坡度的增加对侵蚀量的影响 t/km^2

$I_{30}(\text{mm}/\text{min})$	5°	10°	15°	20°	25°	28°
< 0.25	11.7	28.8	5.1	62.3	82.6	68.6
$0.25 \sim 0.50$	143.6	302.6	497.9	649.2	817.9	844.2
$0.50 \sim 0.75$	344.4	658.2	1720.7	1767.3	2137.5	2417.9
> 0.75	1265.8	4186.8	6985.6	9763.6	13318.1	13480

$$S_1 = \int_{x_0-x}^{x_0} x (y_0 - \frac{y_0}{x_0^2} x^2) dx = \frac{y_0}{x_0} x - \frac{y_0}{3x_0^2} x^3 \quad (7)$$

$$S_3 = \int_{0}^{x_0-x} (y_0 - \frac{y_0}{x_0-x} x^2) dx = \frac{2}{3} y_0 (x_0 - x) \quad (8)$$

$$S = \int_{0}^{x_0} (y_0 - \frac{y_0}{x_0^2} x^2) dx = \frac{2}{3} x_0 y_0 \quad (9)$$

$$S_2 = S - S_1 - S_3 = \frac{2}{3} y_0 x - \frac{y_0}{x_0} x^2 + \frac{y_0}{3x_0^2} x^3 \quad (10)$$

由式(10)可知,面积 S_2 是随着 x 的增长而增大,并且:

$$S_1 - S_2 = -\frac{2y_0 x}{3x_0} [(x_0 - x)^2 + x_0 x] < 0 \quad (11)$$

所以 $S_2 > S_1$ 说明由于采石料、修路等造成临空面加大,重力潜在侵蚀量远远大于弃土弃渣增加的河沟泥沙量。

4 工程建设 石料开采的集中管理

工程建设、开采石料,不仅加速了坡面潜在侵蚀能力,增加了河流泥沙含量,而且破坏了土地资源,缩小了土地面积,使本来就紧缺的耕地面积更加紧张,同时发现绝大部分采石场均分布在距城镇、工矿区附近的河沟两侧,弃土弃渣掩埋的都是质量较好的主要农耕地及河沟滩地。公路、铁路除主要交通要道外,绝大部分道路没有保护措施。

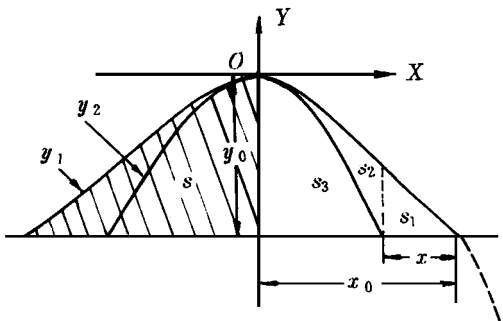


图 3 山坡开挖崩塌曲线

张胜利先生曾在面积仅有 0.9km^2 的炭窑渠小流域内做过统计,3年内仅弃土弃石排放量

就有 $21\ 020\text{m}^3$,再加上由于破坏坡面系统加速的潜在侵蚀就更令人惊骇了。

道路建设是治富的根本,常言道:“要治富先修路”。工程、工矿、城镇建设是开发的基础,也是生活水平提高的标志,即不修路不可能,不修建筑物不行,石料砖块的要求量在日益增加。鉴于此,我们必须采取一种有效措施,统一管理,合理规划,既能使采石场出石料量增加,又必须控制在破坏坡面系统地形要素的范围内,弃土弃渣不要掩埋河沟滩地,做好善后处理。从目前来看还没有一种有效的方法。作者根据水土保持原理及多年水土保持工作经验提出以下几点具体措施供有关部门参考:(1)采石场应分布在基岩裸露的荒山荒坡;(2)在一些没有裸岩分布而石料必须开采的地区,则应在沟谷修筑堤坝,将弃土弃渣分离处理,石渣放入坝的深处,弃土盖在坝的表面,使耕地搬家,总量不减;(3)弃渣的重复利用;(4)道路两侧修护路工程,一方面防止新的水土流失,更重要的是防止道路破坏和交通事故发生。

参 考 文 献

- 1 张胜利等.开矿对小流域水沙的影响研究.水土保持学报,1992,(2)
- 2 江忠善等.地形因素与坡地水土流失关系的研究.中国科学院水土保持研究所集刊,1990年12月
- 3 陈永宗等著.黄土高原现代侵蚀与治理.北京:科学出版社,1988

(上接第 13页) 相差 5.6倍

- (2) 雨强对土壤稳定入渗速度无显著影响。
- (3) 翻耕对土壤稳定入渗速度没有影响

参 考 文 献

- 1 方正三等合著.黄河中游黄土高原梯田的调查.北京:科学出版社,1958
- 2 Kirkby M J Hillslope Hydrology. John Wiley and Sons, New York. 1978
- 3 杨艳生等.江西兴国县土壤渗透性的研究.水土保持通报,1982(6): 33~ 39
- 4 蒋定生,黄国俊.黄土高原土壤入渗速率的研究.土壤学报,1986(4): 299~ 305
- 5 杨艳生.地表径流与土壤渗透拟合方程.水土保持通报,1982(6): 40~ 44
- 6 蒋定生,黄国俊.地表坡度对降水入渗影响的模拟试验.水土保持通报,1984(4): 10~ 13
- 7 陈一兵.下喷式室内外人工模拟降雨装置.土壤农化通报,1992(1); 1992(2)

(上接第 26页)

参 考 文 献

- 1 孙时轩,王九龄,周陞勋等.林木种苗手册(上、下册).北京:中国林业出版社,1985
- 2 中国北方飞播协作组.中国北方飞机播种造林论文选.辽宁林业科技,1987
- 3 阎立,白希尧,李晓铃等.静电技术在农业上的应用.农业现代化研究,1987,(5): 53~ 56
- 4 桂智彬,余志立,乔立民等.用高压电场处理树种造林的研究.第三届全国电子技术应用大会论文集,中国电子学会 1993. 11
- 5 桂智彬,乔立民,余志立等.直流高压电场处理树种的研究.陕西物理,1993. 2~ 1994. 1合刊
- 6 桂智彬,吴圣地,乔立民等.直流电处理树种在陕南山区飞播造林效果.自然杂志,1995(6)
- 7 桂智彬.电子技术应用于树种处理.中国林业,1996(5)
- 8 桂智彬,余志立,乔立民等.飞播树种预处理方法及装置.申请号 931212065,中国专利局