

# 林草地截滤泥沙的数学定量初探

李寅生

(林业部西北林业调查规划大队)

本文是李寅生同志原在北京林学院作生产实习时,运用数学方法探求林草地截滤泥沙的定量的尝试。这是其中数理推导部分的摘要。

——编者

林草地对泥沙的拦截、过滤作用,我们已经学过不少这一方面的论述,但基本上都是从定性的角度来谈这一问题,而定量方面的文章目前还未见到。下面,我试用数学的方法,从定量的角度对这一问题进行初步的探讨。

通过对土壤侵蚀模数和林草覆被率的散点图(见下图),我们选择了指数模型作回归分析,得到方程如下:

$$\ln y = 8.5989 - 5.3956x \quad r = -0.818$$

$$\text{即 } y = 5.426e^{-5.3956x} \dots\dots (1)$$

$y$ —侵蚀模数

$x$ —林草地覆被率

为了使问题简化,我们将流域内只分为林草地和非林草地进行讨论。将流域面积作为1平方公里进行计算。

从(1)式可以看到:当 $x=0$ 时(即流域内无林草地时),其侵蚀模数为5,426吨/平方公里,而当 $x=100\%$ 时(即流域完全被林草所覆盖时),其侵蚀模数为25吨/平方公里。

假定林草地无拦截过滤泥沙的作用,则流域内林草地的侵蚀量为

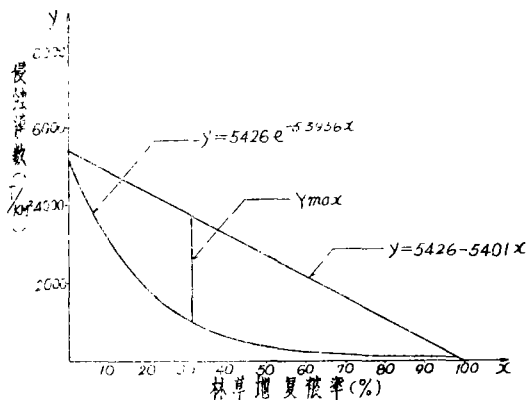
$$y_1 = 25x \dots\dots\dots (2)$$

由于非林草地占流域面积的百分比为 $(1-x)$ 故非林草地侵蚀量为

$$y_2 = 5426(1-x) \dots\dots\dots (3)$$

流域内林草地无拦沙作用时的总侵蚀量为 $y = y_1 + y_2 = 25x + 5426(1-x)$

$$= 5426 - 5401x \dots\dots\dots (4)$$



由于林草地有拦沙作用时的方程为

$$y = 5426e^{-5.3956x}$$

故林草地拦截泥沙量为

$$Y = y_1 + y_2 - y = 5426 - 5401x - 5426e^{-5.3956x} \dots \dots \dots (5)$$

对(5)式求导, 求极值得到

$$Y' = -5401 + 29277e^{-5.3956x} = 0$$

解得  $x = 0.313 = 31.3\%$

对(5)式求二阶导数, 得到

$$Y'' = -157967e^{-5.3956x} < 0$$

将  $x = 31.3\%$  代入(5)式, 取得极大值

$$Y_{max} = 5426 - 5401 \times 0.313 - 5426e^{-5.3956 \times 0.313} = 2,733(\text{吨})$$

即林草地覆被率为31.3%时, 其拦沙量达到最大, 为2,733吨。此时的侵蚀量为

$$Y = 5426e^{-5.3956 \times 0.313} = 1,002 \text{吨/平方公里。}$$

现将不同林草覆被率的拦沙特征值列表如下:

不同植被覆盖率拦沙特征值表

| 覆被率<br>(%) | 林草无拦沙时侵蚀量<br>(吨/平方公里) | 林草有拦沙时侵蚀量<br>(吨/平方公里) | 拦沙量<br>(吨/平方公里) | 拦沙强度<br>(吨/平方公里) | 拦沙率<br>(%) |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------|
| 0          | 5,426                 | 5,426                 | 0               | —                | —          |
| 5          | 5,156                 | 4,143                 | 1,013           | 20,260           | 19.6       |
| 10         | 4,886                 | 3,163                 | 1,723           | 17,230           | 35.3       |
| 20         | 4,346                 | 1,844                 | 2,502           | 12,510           | 57.6       |
| 30         | 3,806                 | 1,075                 | 2,731           | 9,103            | 71.9       |
| 50         | 2,726                 | 365                   | 2,361           | 4,722            | 87.0       |
| 70         | 1,645                 | 124                   | 1,521           | 2,173            | 93.4       |
| 90         | 565                   | 42                    | 523             | 581              | 96.4       |
| 95         | 295                   | 32                    | 263             | 277              | 96.9       |
| 100        | 25                    | 25                    | 0               | —                | —          |

注: 拦沙强度 = 拦沙量/林草地面积;

拦沙率 = 拦沙量/非林草地侵蚀量;

林草地面积 = 流域面积 × 林草覆被率。

由上表可见, 林草覆被率越低, 其拦截泥沙的强度就越大, 但水土流失量也越大;

(下转第12页)

设,主要靠政策,靠科学;靠群众,靠群众的劳动积累。万里同志说:只要给人民办好事,给人民讲清楚,取之于民,用之于民,不要搞浪费,不要剥夺人民利益,全心全意为人民,发扬艰苦奋斗、自力更生精神,改造环境,改善生产条件、生活条件,群众是欢迎的,也是可以办得到的。我们应该有这方面的决心和信心。面上的水土保持,我们是要抓的,这也是四川省长长期以来的经验,传统科学的一个组成部份。去年我们已通知了各地总结这方面的经验,今后我们还要继续抓这方面的工作。面上的水土保持,请各地、市、州、县主动安排,这是一个经常性的工作,是年年都要搞的。

**6.加强科研,培养技术骨干,总结群众经验,把传统科学和现代科学结合起来。**加强水利、水电、农业、林业和各科研院、所,对水土保持有关专题的研究。西河和琼江两个观测试验站争取在短期内初具规模,尽快开展试验。省水土保持办公室已邀请有关单位组成调查组,对琼江流域进行水土流失调查。今年计划举办两期水土保持训练班。防治水土流失,群众中有宝贵的经验,砌地埂,平整土地,改土为田,挖边沟、背沟,挖沉沙凼、池,就地拦蓄雨水和泥沙,就地蓄积水量进行适时灌溉,就地利用泥沙,挑沙面土,改良土壤;等高耕作,带状耕作,间种套种以及山、水、林、田、路综合治理等等,大都是符合我省实际情况的水土保持传统科学。我们要认真总结,并把它和现代科学结合起来,积极推广。

**7.加强水土保持工作机构。**省成立水土保持领导小组,办事机构设在省水电厅,对现有机构要充实加强。按照《水土保持工作条例》规定,制定了《水土保持工作实施细则》。

在全国第四次水土保持工作会议上,万里同志要求,各省、市、自治区要不折不扣地坚决贯彻执行《水土保持工作条例》,做好水土保持工作。这个任务是艰巨的,但又是完全可以完成的。我们有党的十二大确定的全面开创社会主义现代化建设新局面的伟大纲领和一系列方针政策的指引,有党中央、国务院、省委、省府和各级党政的领导,有有关部门密切协作,我们有多年来进行水土保持工作的经验,有对水土保持的规律比较深刻的认识;我们有《水土保持工作条例》作为努力的方向。只要我们加强领导,发动和依靠群众,坚持不懈地进行水土保持工作,一定会加快治理步伐,全面开创水土保持工作的新局面,在改善农业生产条件,保护农业资源,保持生态平衡,全面发展农、林、牧、副、渔业各方面,做出更大的贡献。

-----  
(上接第56页)相反,林草覆被率越大,其拦截泥沙的强度就越小,水土流失量也越小。但当林草覆被率达到31.3%时,其拦截泥沙量达到最大值。

值得提出的是:

- 1、我们所采用的林地郁闭度大于0.3,且具有一定的水土保持效益;
- 2、草地覆盖度大于0.6;

3、由于实习地点在宁夏自治区的西吉县,该县的林草地多分布在梁顶、坡脚和沟道中,呈不规则分布,所以其拦截泥沙的能力未充分发挥出来。如果按照人们的意愿,将其等距带状配置在坡面和沟道中,拦沙效果将会大幅度增长,其拦沙的极大值也会在图形上向左偏移。