



图 3 坡度 5 时糙率  $n$  与  
雷诺数  $Re$  的关系图

认识到雷诺数  $Re$  与坡度  $S$  和水深  $H$  呈正相关, 而与糙率  $n$  呈反相关。但是, 这三个因子对雷诺数的作用是否一致, 哪个因子的作用更大呢? 从上述的结果中分析可知, 糙率  $n$  为 0.008 5 时, 只有在坡度  $S$  为 1 时, 水深 3 mm 情况下, 薄层水流的流态才为层流; 当糙率  $n$  分别是 0.010 8, 0.012 1 时, 水深为 3 mm 的情况下, 坡度在 1 和 2 为层流; 当  $n$  增为 0.016 6 时, 坡度在 5 为层流。从这些结果的分析中可以看出: 水深对雷诺数  $Re$  的影响最大, 其次为糙率  $n$  和坡度  $S$ 。

下面通过计算三个因子对雷诺数值贡献来验证(表 2)。

表 2 各因子贡献值分析

	水深	糙率	坡度
特征根	1.3651	1.0513	0.5837
变量解释 $H$	0.5856	- 0.7034	0.4030
$n$	0.8528	0.0079	- 0.5222
$S$	0.5430	0.7460	0.3855
贡献率	45.502	35.043	19.455

从表 2 也可以清楚看到水深  $H$  作用最大, 糙率次之, 坡度相对较小, 由于自然坡面下糙率均较大, 因此, 坡度作用亦较明显。

### 2.3 雷诺数的计算

由上述分析已经知道了雷诺数受三个因子影响的变化规律, 经对实验所得 85 组有效数据的回归, 得到雷诺数  $Re$  与变量水深  $H$ 、糙率  $n$  和坡度  $S$  的统计模型:

$$Re=2.33H^{1.41}n^{-0.973}S^{0.487}-288.17$$

式中: 水深  $H$  的单位为 mm, 坡度  $S$  的单位为度, 糙率  $n$  及雷诺数  $Re$  均无单位。

通过随机抽样方法进行检验, 误差率在 10% 之内, 且正负值分布合理, 说明公式的精度较高, 可以用来计算坡面薄层径流雷诺数, 用以判断径流侵蚀临界值。

## 3 结 论

判别坡面薄层径流流态的临界雷诺数值与判别河流等较大流体的临界值并不相同, 可用 1 000 作为临界值。

坡面薄层径流为层流的条件即径流无侵蚀的临界值是: 在坡面平整的情形下, 水深小于或等于 3 mm, 同时坡度 5 是一关键点。

水深  $H$  变化对雷诺数的影响最为显著, 其次为糙率  $n$  和坡度  $S$ , 其共同作用规律可用统计式  $Re=2.33H^{1.41}n^{-0.973}S^{0.486}-288.17$  描述。

致谢: 原西北林学院水土保持系 99 届毕业生王健锋同学参与了实验工作, 在此表示感谢!

### 参考文献

- 1 成都科学技术大学水力学教研室. 水力学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979
- 2 吴普特, 周佩华. 薄层水流流动形态及侵蚀搬运方式的研究[J]. 水土保持学报, 1992, 6(1): 20~24
- 3 刘秉正, 吴发启主编. 土壤侵蚀[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1997
- 4 吴发启, 赵晓光, 刘秉正等. 地表糙度的量测方法及对坡面径流和侵蚀的影响[J]. 西北林学院学报, 1998, 13(2): 15~19

## 土壤侵蚀与水土保持学报更名为水土保持学报

《水土保持学报》创刊于 1987 年, 由中国水土保持学会主办, 中科院水利部水土保持研究所承办, 是国内外公开发行的水土保持类学术期刊。因故于 1996 年重新申请登记为《土壤侵蚀与水土保持学报》, 1999 年又经科技部批准, 从 2000 年 1 月 1 日起更名为《水土保持学报》, 由中国科学院主管, 中科院水利部水土保持研究所主办, 科学出版社出版, 它是我国水土保持界具有影响的惟一学报刊物。