



# 植物篱对紫色土坡地土壤侵蚀 及土壤有机碳固持的影响

何丙辉

西南大学资源环境学院

三峡库区生态环境教育部重点实验室



# 1. 材料与方 法

## 1.1 试验小区概况

试验区位于四川省遂宁市安居区的遂宁水土保持试验站。香根草植物篱试验小区为站内5个标准径流小区，土壤为红棕紫色土。2号小区分别为1、3号有植物篱小区对照小区，4号小区为5号有植物篱小区对照小区。香根草植物篱于2010年春季栽植，到本试验最后一次采土样已定植6个多月，经历一个雨季（5-9月），农作物（玉米）生长了一季。

表1-1 试验小区概况表

小区编号	坡度	土地利用方式	pH	栽植植物篱情况
1	10°	农耕地	7.81	栽植三带新银合欢植物篱
2	10°	农耕地	7.85	无
3	10°	农耕地	7.88	栽植三带香根草植物篱
4	15°	农耕地	7.86	无
5	15°	农耕地	7.82	栽植三带香根草植物篱





新银合欢植物篱选取了6个标准径流小区，新银合欢于2006年栽植，已定植了3年以上。植物篱栽植模式为：在小区中间及下方布设两排植物篱，每排新银合欢植物篱2行，行距为40 cm，株距为20 cm，株高为70 cm。

表1 试验小区概况表

小区编号	坡度	土地利用方式	是否栽植植物篱
I 小区	10°	农耕地（复种连作玉米和红薯）	否
II 小区	10°	农耕地（复种连作玉米和红薯）	是
III 小区	10°	经济林地（定植油桃）	否
IV 小区	10°	经济林地（定植油桃）	是
V 小区	15°	农耕地（复种连作玉米和红薯）	是
VI 小区	15°	农耕地（复种连作玉米和红薯）	否

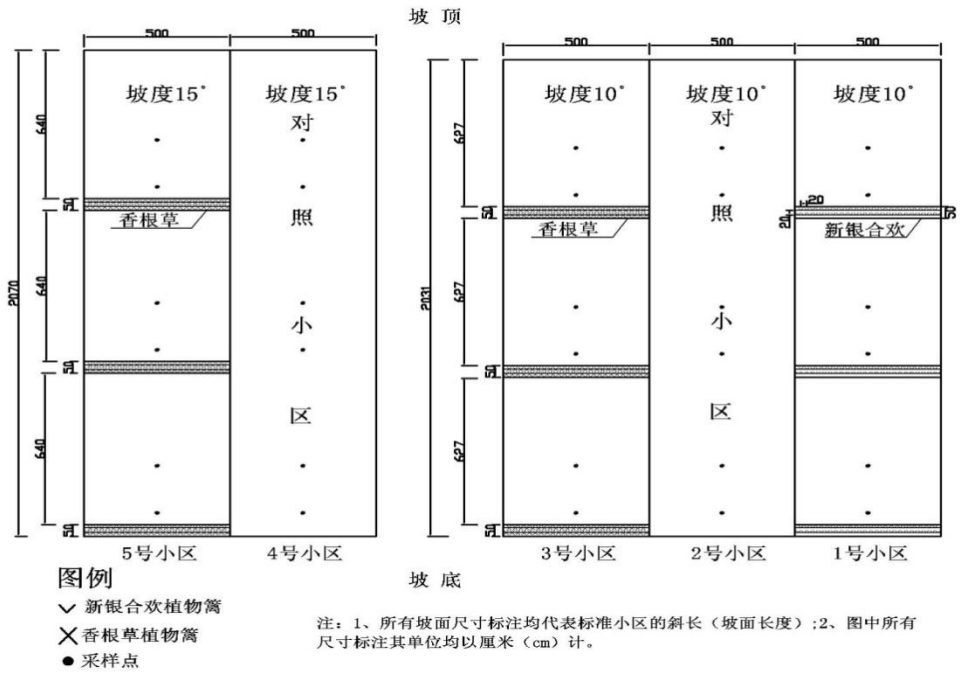




# 1.2 试验方法

## 1.2.1 土样的采集与分析方法

分别于2010年4月采集本底土样，于2010年10月采集农作物经历了雨季（5-9月）后的土样。两次土样采集均采用相同的采样方法及采样点。每次采混合土样30个，两次共采集60个混合土样。采样点1、2，3、4，5、6分别为各个小区坡底、坡中、坡顶采样点。



## 1.2.2 分析方法

土壤养分测定均采用常规方法。土壤微团聚体、机械组成测定采用吸管法。





## 1.2.3 土壤微生物碳、氮分析

### 微生物数量分析

采用稀释平板菌落计数法。

### 土壤微生物量碳分析

采用氯仿熏蒸浸提法测微生物量碳。

### 土壤微生物量氮分析

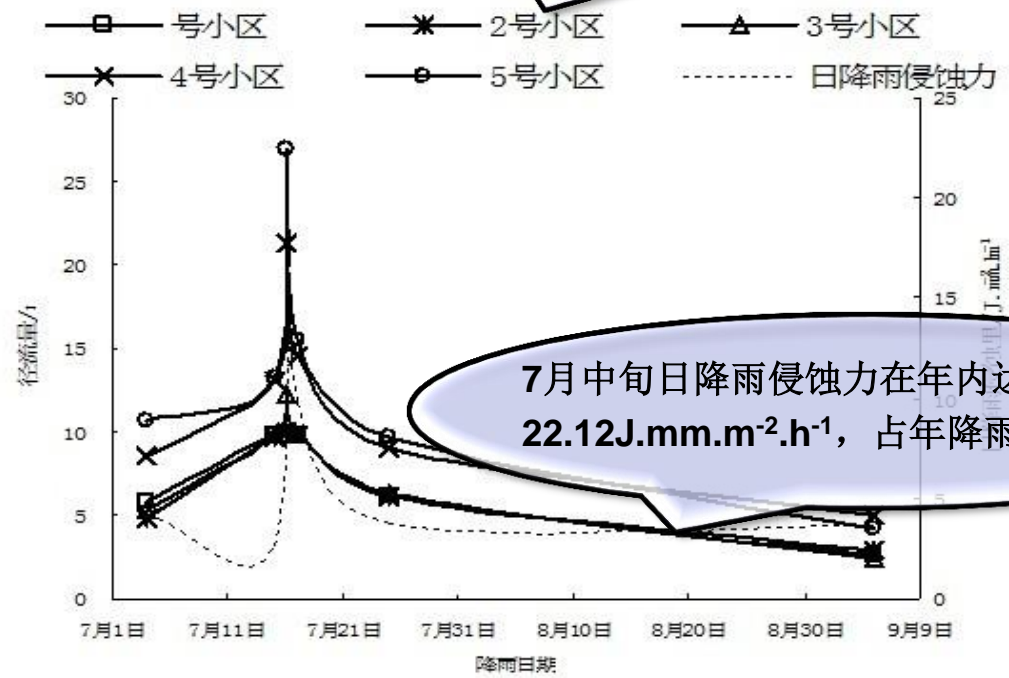
采用氯仿熏蒸浸提法测微生物量氮。



# 2、植物篱对径流与泥沙的影响

## 2.1 产流

各个小区产流量在7月中旬都达到了该年内峰值，且随植物篱定植时间增加，植物篱小区径流量又都明显减少，且变化渐趋于稳定。植物篱小区总体上其产流量均相对其对照组小区有所减少。拦截效应总体上表现为：香根草>新银合欢，且香根草植物篱对10°小区坡面产流的拦截效应大于15°的。



7月中旬日降雨侵蚀力在年内达到了峰值 22.12J.mm.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup>，占年降雨侵蚀力的47.79%。

图 4-1 径流量与日降雨侵蚀力



## 2.2 产沙

各个小区产沙量总体上表现为15°小区的产沙量大于10°的。产沙量曲线变化特征基本与产流曲线变化特征保持一致。且随着后期降雨量的减少，产沙量也随着减少，变化渐趋于稳定。5号15°小区的产沙量最多为12.12t/km<sup>2</sup>。香根草植物篱对坡面水土流失的控制效果最好。总体上植物篱对坡面产流量的控制效应大于对坡面产沙量的控制效应。

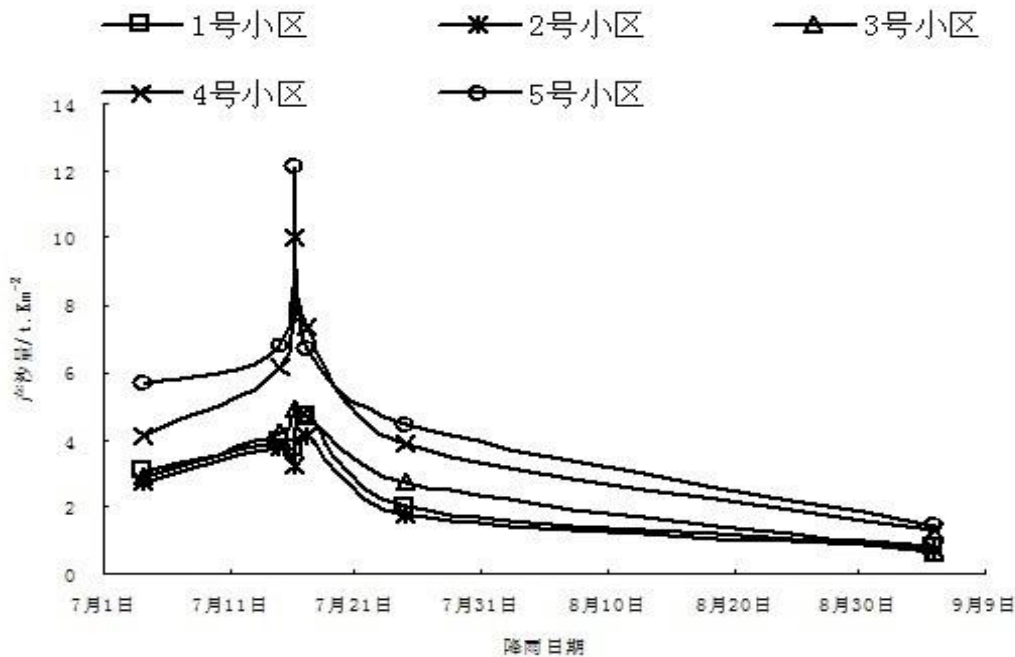


图 4-2 产沙量变化情况



# 3 新银合欢篱对紫色土坡地土壤有机碳固持的作用

## 土壤有机碳

种植植物篱的小区土壤平均有机碳16.17g/kg，对照小区土壤平均有机碳11.42g/kg，增幅达41.53%。植物篱的小区土壤有机碳含量均显著高于相应对照小区的，且小区下坡比上坡富集有机碳明显。经济林地小区土壤有机碳含量比农耕地小区高14.90%，10° II 小区土壤有机碳含量比15° V 小区高20.08%。

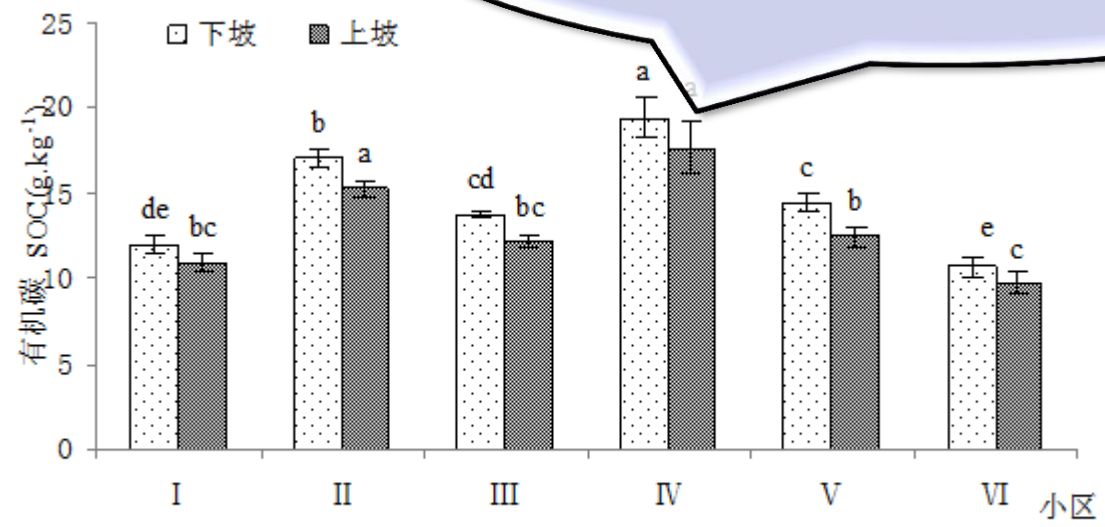


图 1 小区不同坡位土壤有机碳





## 土壤有机碳密度分析

种植植物篱的小区土壤平均有机碳密度比对照小区高**43.29%**，种植植物篱小区下坡平均土壤有机碳密度高于上坡，与有机碳变化趋势相一致。经济林地小区土壤有机碳密度比农耕地小区高**14.90%**。坡度为**10°**小区土壤有机碳密度比坡度为**15°**小区高**20.08%**。

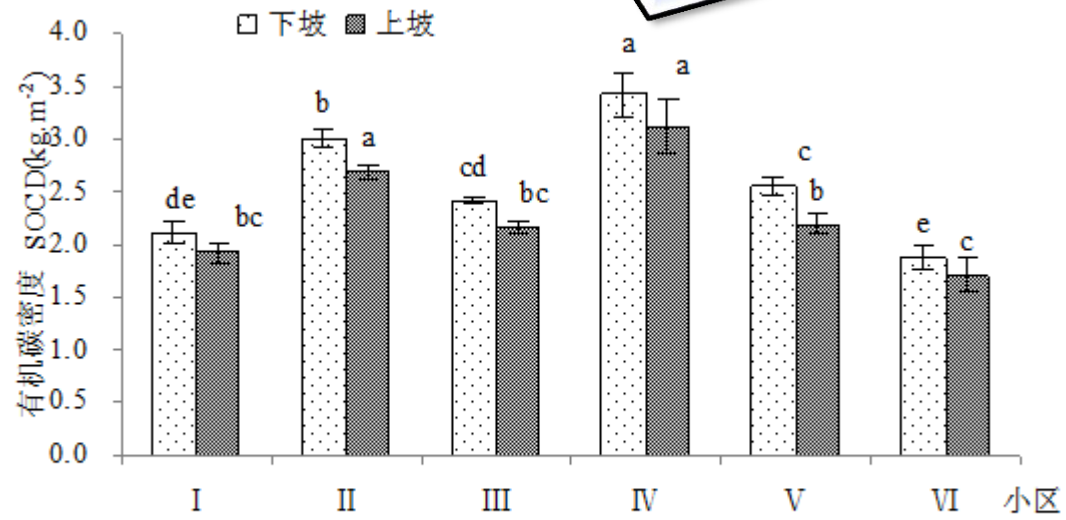


图2 小区不同坡位有机碳密度



# 土壤微生物量碳分析

植物篱小区土壤平均微生物量碳为**680.74mg/kg**，增幅达**114.15%**。新银合欢植物篱能明显提高土壤微生物量碳含量，0~20cm土层的大幅度提高。下坡的采样点对比上坡的采样点，微生物量碳整体增幅较明显。经济林地小区各采样点土壤微生物量碳要明显高于农耕地小区的，坡度为**10°**的小区比**15°**的小区各采样点微生物量碳显著较多。

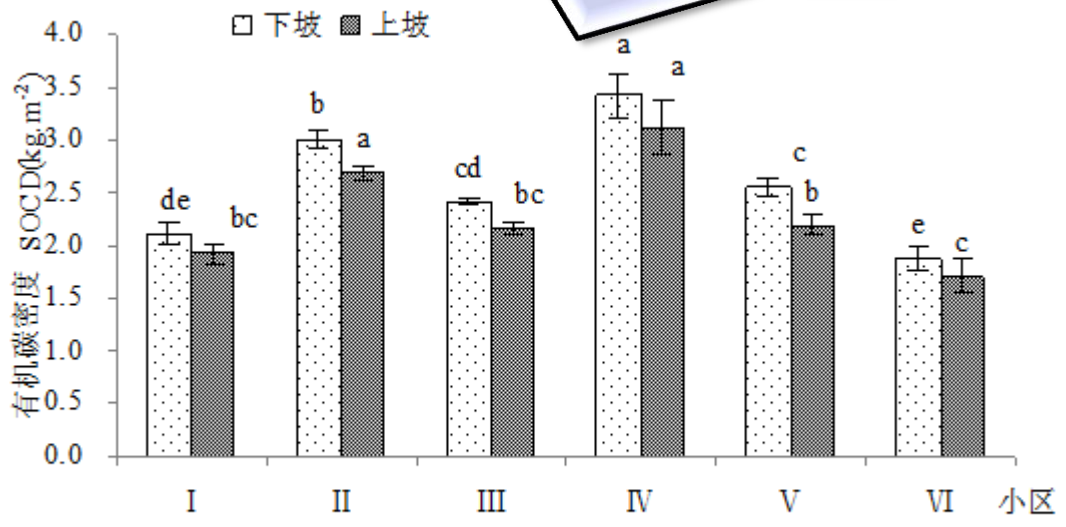


图2 小区不同坡位有机碳密度



## 有机碳与土壤微生物活性相关分析

定植植物篱的10°、15° 农耕地和10° 经济林地小区土壤有机碳与有机质含量有极显著的相关性( $p < 0.01$ ), 有机碳与全钾呈正相关, 与pH负相关; 定植植物篱的10° 农耕地小区土壤有机碳与全磷、有效磷、速效钾呈正相关。

表 2 土壤有机碳与理化性质的相关性

小区	pH	有机质/(g.kg <sup>-1</sup> )	全氮/(g.kg <sup>-1</sup> )	全磷/(g.kg <sup>-1</sup> )	全钾/(g.kg <sup>-1</sup> )	碱解氮/(mg.kg <sup>-1</sup> )	有效磷/(mg.kg <sup>-1</sup> )	速效钾/(mg.kg <sup>-1</sup> )
I	-0.954*	0.983**	-0.905*	0.711	0.859	-0.651	-0.964*	-0.999**
II	-0.097	0.296**	-0.361	0.277	0.376	0.054	0.297	0.317
III	0.051	0.562	0.283	-0.185	0.185	-0.196	-0.416	-0.566
IV	-0.711	0.891**	-0.689	-0.689	0.832	0.035	-0.644	-0.300
V	-0.624	0.592**	0.313	-0.362	0.809	-0.127	-0.478	-0.175
VI	-0.792	0.938*	-0.885	-0.928*	-0.849	-0.936*	-0.946*	-0.939*

\*表显著水平 ( $P < 0.05$ ), \*\*表极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 下表同。



由表3可看出土壤有机碳与土壤微生物量碳、微生物商、呼吸强度呈正相关,与代谢商呈负相关。土壤微生物学指标变化与总有机碳的变化趋势是一致的,能反映土壤质量变化。

表 3 土壤有机碳与微生物活性指标相关性

小区	微生物量碳 ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	微生物商/ (%)	呼吸强度 ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	代谢商/ ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )
I	0.895*	0.448	0.953**	-0.604
II	0.940**	0.717	0.947**	-0.754
III	0.939**	0.816*	0.939**	-0.795
IV	0.3841*	0.046	0.909*	-0.396
V	0.925**	0.297	0.952**	-0.414
VI	0.735	0.215	0.825*	-0.483





# 土壤微生物碳、氮总体特征分析

## 微生物数量分析

在紫色土区种植新银合欢植物篱可增加土壤中三大微生物的数量，种植新银合欢植物篱有利于储存土壤养分。经济林地小区土壤细菌、放线菌和真菌数量显著多于农耕地小区的。坡度对土壤微生物数量有较大影响，坡度增加抑制了微生物数量的增加。

## 土壤微生物量碳分析

植物篱小区土壤平均微生物量碳714.07mg/kg其增幅达128.22%。新银合欢植物篱能明显提高土壤微生物量碳含量，0-20cm土层的大幅度提高。经济林地小区各采样点土壤微生物量碳要明显高于农耕地小区的，坡度为10°的比15°的各采样点微生物量碳显著增多。

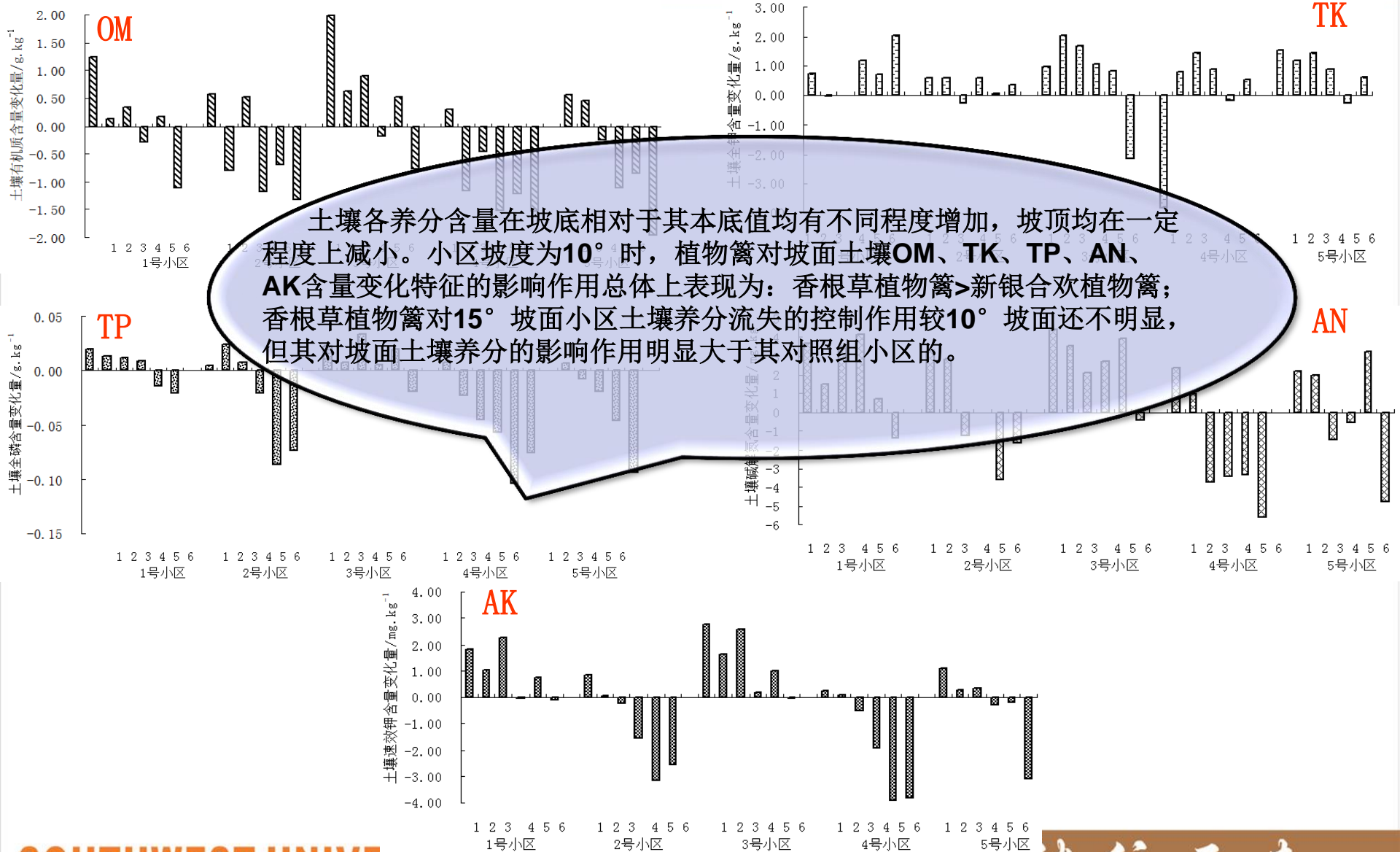
## 土壤微生物量氮分析

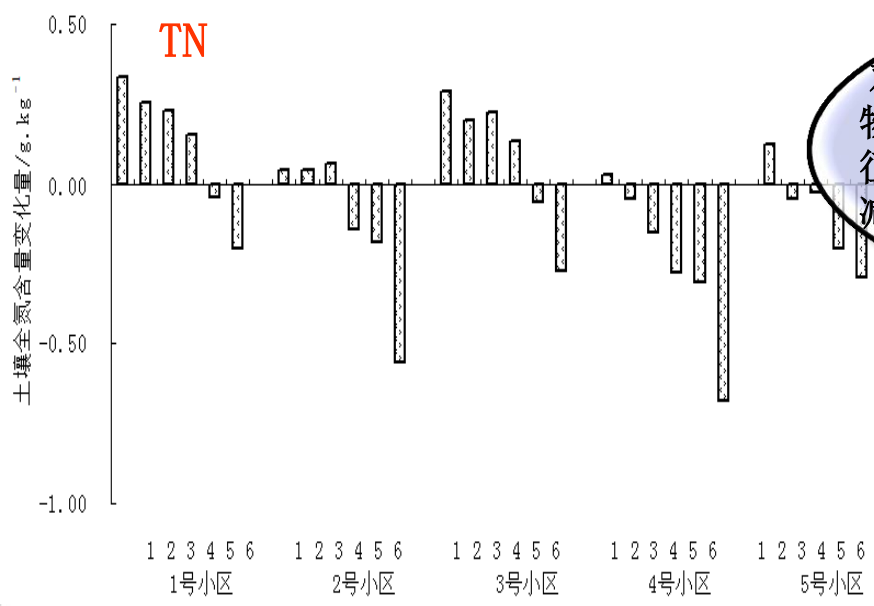
定植植物篱土壤微生物量氮含量明显高于对照小区。各小区各采样点微生物量氮的分布规律是从坡顶部到坡下部含量逐渐增加。经济林地比农耕地土地利用方式更有利于土壤微生物量氮增长。



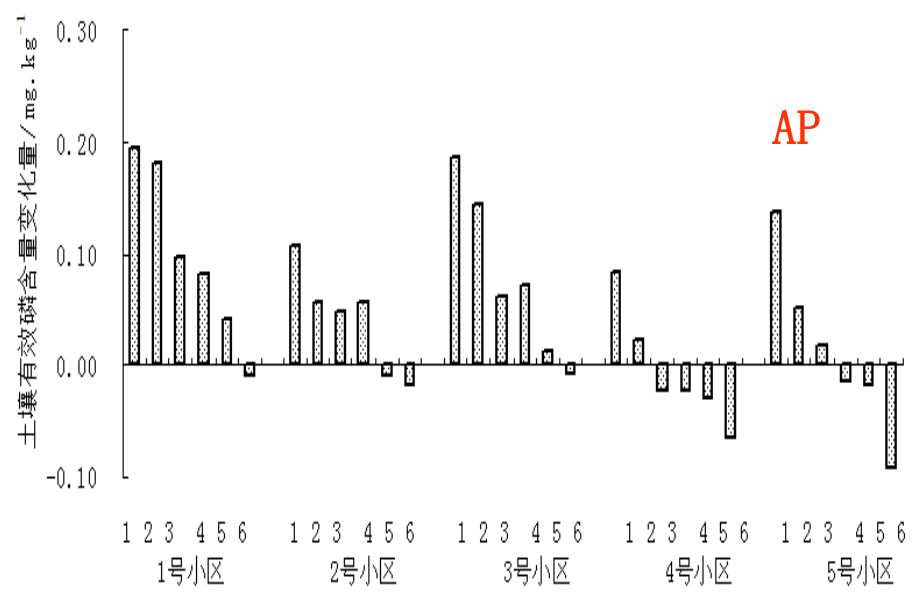
# 4 植物篱对土壤养分与物理性质的影响

## 4.1 土壤养分变化特征



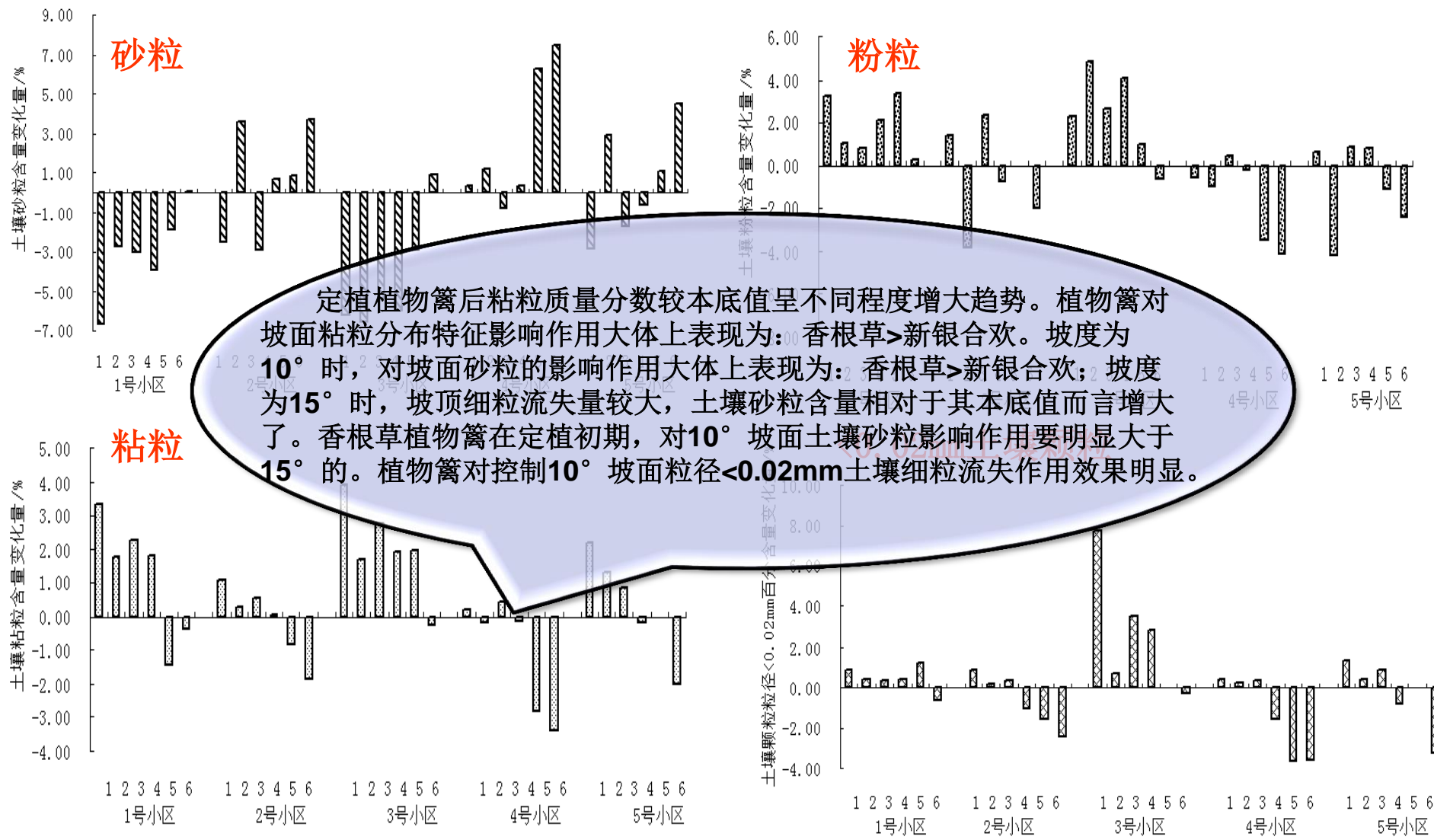


对坡面土壤TN、AP的影响作用总体上表现为：新银合欢植物篱>香根草植物篱。小区坡度为15°时，坡底土壤变化特征与10°小区相似，坡中、坡顶均在一定程度上减小，且减小的幅度明显大于10°小区相应坡位上的。





# 4.2 土壤物理性质变化特征



定植植物篱后粘粒质量分数较本底值呈不同程度增大趋势。植物篱对坡面粘粒分布特征影响作用大体上表现为：香根草>新银合欢。坡度为10°时，对坡面砂粒的影响作用大体上表现为：香根草>新银合欢；坡度为15°时，坡顶细粒流失量较大，土壤砂粒含量相对于其本底值而言增大了。香根草植物篱在定植初期，对10°坡面土壤砂粒影响作用要明显大于15°的。植物篱对控制10°坡面粒径<0.02mm土壤细粒流失作用效果明显。





# 土壤含水率及容重变化特征

土壤含水率、容重与其相应本底值相比变化量呈负相关性。虽然定植植物篱后，各有植物篱小区的每带篱前的土壤容重几乎相对其本底值都增大了，但这可能与采样时的土壤含水率有关，导致容重值的变化。此部分研究内容仍需后期进行定点长期试验研究。

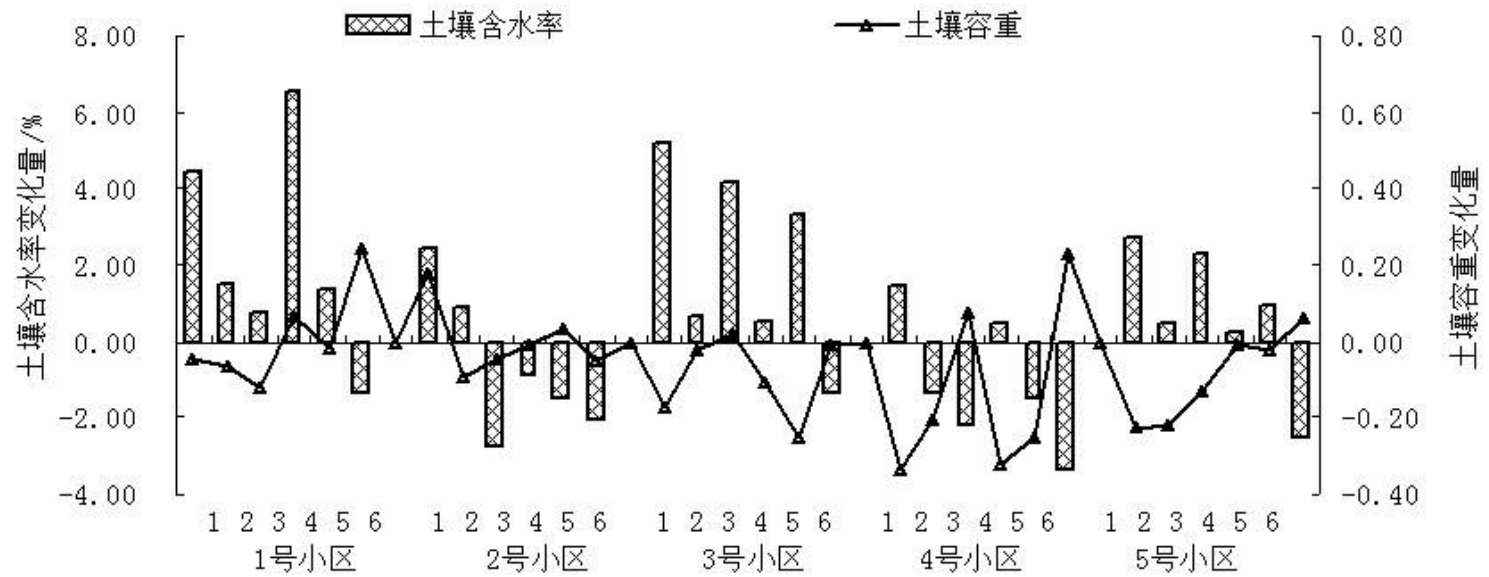


图5-4 土壤容重及含水率变化特征



# 5 植物篱对土壤可蚀性的影响

## 5.1 土壤可蚀性K值变化特征

图6-1 定植植物前各小区本底土样土壤可蚀性K值

小区	SAN (%)	SIL (%)	CLA (%)	SN1	C (%)	$K_{epic}$ (t·hm <sup>2</sup> ·h·MJ <sup>-1</sup> ·mm <sup>-1</sup> ·hm <sup>2</sup> )
1	44.16	44.48	11.37	0.5584	0.6976	0.0914
2	43.70	38.82	17.48	0.5630	0.6516	0.0913
3	39.79	45.26	14.95	0.6021	0.7520	0.0842
4	35.68	47.41	16.91	0.6432	0.6492	0.0803
5	35.24	48.99	15.78	0.6476	0.6246	0.0808

表6-2 定植植物篱各小区雨季后土样土壤可蚀性K值

小区	SAN (%)	SIL (%)	CLA (%)	SN1	C (%)	$K_{epic}$ (t·hm <sup>2</sup> ·h·MJ <sup>-1</sup> ·mm <sup>-1</sup> ·hm <sup>2</sup> )
1	41.13	46.27	12.60	0.5887	0.7024	0.0872
2	44.26	38.37	17.37	0.5574	0.6235	0.0928
3	35.43	47.62	16.96	0.6457	0.7818	0.0784
4	38.13	45.93	15.94	0.6187	0.5954	0.0835
5	35.79	48.08	16.13	0.6421	0.5942	0.0814

各小区K值变化量依次分别为-0.0042、0.0015、-0.0058、0.0032、0.0006，表明定植植物篱后1、3小区K值都有了不同程度减小，而5号小区及对照组小区K值都有不同程度增大。植物篱对坡面土壤可蚀性K值影响作用总体上表现为：香根草>新银合欢，10° > 15°。



# 5.2 土壤可蚀性K值影响因素分析

土壤可蚀性K值与土壤砂粒含量、微团聚体粒径<0.002mm分散系数呈显著的正相关，相关系数分别为**0.980**、**0.836**；与土壤粉粒、粘粒、有机碳及团聚度呈显著的负相关，相关系数分别为：**-0.925**、**-0.833**、**-0.787**、**-0.807**、**0.716**。

表6-3 土壤可蚀性K值与影响因子相关性分析表

	可蚀性	砂粒	粉粒	粘粒	有机碳	分散系数	团聚度	分形维数
可蚀性	1							
砂粒	<b>0.980**</b>	1						
粉粒	-0.925**	-0.931**	1					
粘粒	-0.833**	-0.867**	0.624**	1				
有机碳	-0.787**	-0.776**	0.610*	0.825**	1			
分散系数	<b>0.836**</b>	0.854**	-0.718**	-0.845**	-0.752**	1		
团聚度	-0.716**	-0.749**	0.610**	0.769**	0.631**	-0.801**	1	
分形维数	-0.807**	-0.828**	0.709**	0.801**	0.713	-0.774**	0.759**	1



为确定出紫色土区土壤可蚀性最基本影响因素和有效指标，消除各影响因子之间相互影响，确保因子间相关系数能真实反映可蚀性与各因子间的相关程度，本研究对土壤可蚀性与各影响因素分别进行了偏相关分析。土壤可蚀性强弱本质上取决于土壤有机质含量，而土壤团聚度既受土壤团聚体含量影响，也受土壤粘粒含量影响。结果表明有机质及粘粒含量的高低是反映土壤抗侵蚀能力强弱的有效指标，植物篱措施是降低坡耕地土壤可蚀性，增强坡面土壤抗侵蚀能力的有效途径。

表6-4 土壤可蚀性K值与影响因子偏相关分析

可蚀性	砂粒含量	粉粒含量	粘粒含量	有机质含量	有机碳含量	团聚度
相关系数	0.933	-0.850	-0.430	-0.437	-0.437	-0.140
显著性概率水平	0.01	0.01	0.02	0.18	0.18	0.47





请各位专家批评指正！

THANK YOU!