

南方丘陵紫色岩裸露区沟道治理模式研究

赵辉¹, 黄勇¹, 罗建民³, 廖行¹, 尹超云², 王文中²

(1. 北京林业大学教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083;
2. 湖南省衡阳市水土保持监测站, 湖南 衡阳 421001; 3. 湖南省衡东县水土保持局, 湖南 衡东 421400)

摘要:以衡东县栗木小流域为研究对象, 通过样方地调查的方法调查流域内植物种类、植被覆盖度、土壤厚度等, 采用现场测量的方法测量沟道长度、沟谷比降、平均沟坡坡度; 谷坊规格、淤积长度、淤积宽度等因子, 分析研究南方丘陵紫色岩母质裸露地区沟道综合治理措施布局及其效益, 在此基础上, 提出紫色岩母质裸露地区沟道治理优化模式。

关键词:水土保持; 紫色岩裸露地区; 沟道; 治理模式

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)05-0008-03

The Study on Gully Control Model in Bare Purple Rock Hilly Area of Southern China

ZHAO Hui¹, HUANG Yong², LUO Jian-min³, LIAO Hang¹, YIN Chao-yun², WANG Wen-zhong²

(1. Key Lab. of Soil and Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education,

College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Soil and Water Conservation Monitoring Station of Hengyang City, Hunan 421001, China;

3. Soil and Water Conservation Division of Hengdong County, Hunan 421400, China)

Abstract: In order to control soil and water losses effectively in the purple rock area and improve the site condition and ecological environment gradually, on the basis of field investigation and existing data, every administering method in purple rock of complete naked region in south China is analyzed from such aspects as characteristic, degree and morphologic types of water loss and soil erosion, etc. And every administering method is analyzed, especially which kind of plants should be planted in the adaptive areas and which project method is suited to. Based on all above, the optimum patterns of synthetic administration about water loss and soil erosion in every region type is selected.

Key words: soil and water conservation; purple rock of complete naked region; gully; patterns of administration

紫色岩母质裸露劣地是长江以南山地、丘陵区水土流失最为严重的地类之一。由于受日照、降雨等气候因子及人为活动等因素的影响, 南方紫色岩母质山地、丘陵区的植被破坏严重。植被一经破坏, 由于紫色岩及其成土母质粘结性能差, 抗蚀能力弱, 母质与基岩“露头”后, 其崩解风化速度明显加快, 水土流失极为严重, 并由面蚀逐步发展成为细沟蚀, 进而形成沟蚀。据测算, 其侵蚀模数达 5 000~15 000 t/(km²·a)。而且母质与基岩“露头”后, 夏季其地表温可高达 70℃, 植被生长与生存基础薄弱, 自然恢复可能性几乎为零。水土流失往往呈现逐步加剧的趋势。在丘陵区, 造成母质、基岩大面积裸露, 地形破碎、沟壑纵横, 且侵蚀沟呈放射状, 形成独特的“红色沙漠”景观, 是湖南省乃至长江流域有名的“三难地”之一。尤其是紫色岩母质裸露劣地沟壑密度比较大, 切沟切割深度有时可达 5 m 以上, 平均沟深达 1.5 m 左右, 呈现出典型的沟蚀形态特征。如何综合治理南方丘陵紫色岩母质裸露劣地的水土流失, 是目前尚未得到有效解决的技术难题之一, 也是小流域综合治理与生态环境建设必须逾越的难关。

本项目通过研究分析南方紫色岩母质裸露地区沟道治理技术措施布局及效益, 从而提出该地区控制沟道水土流失

的优化治理模式, 为该地区的水土流失综合治理提供依据。

1 研究地区概况

本研究选择湖南省衡阳市衡东县境内的栗木小流域。栗木小流域总面积 47.78 km², 流域处于中亚热带季风湿润气候区, 气候温和, 雨量充沛, 四季分明, 冬寒夏热, 春夏多雨, 秋冬干旱。多年均降雨量为 1 371.3 mm, 其是 60% 集中在 4~7 月, 最多年 1 847 mm, 最少年 900 mm, 多年平均气温为 18.2℃, 极端最低气温 -4.3℃, 最高温 38.6℃, ≥10℃的活动积温为 5 667.7℃; 无霜期长, 年均 289 d; 日照充足, 年日照时数 1 391.3 h; 热量充沛, 年太阳辐射总量为 110.9 kJ/cm²。自然植物种类很少, 生物多样性较差, 植被覆盖率在 10% 左右, 还有一些局部区域裸露劣地的植被覆盖度往往低于 10%, 形成一些近似于光头的小山丘。其中水土流失面积 27.47 km², 主要以紫色岩流失类型和第四纪红壤流失类型为主, 其中紫色岩流失类型占总流失面积的比例较大, 且大部分流失强度都在中强度以上, 水土流失特征以水蚀为主, 由面蚀逐步发展为浅沟沟蚀, 流域内沟壑密度比较大, 切沟切割深度有时可达 5 m 以上, 平均沟深达 1.5

* 收稿日期: 2005-09-05

基金项目: 长江上游水土保持委员会办公室基金项目: “南方丘陵紫色岩水土流失综合治理模式与效益研究” (2002-2004) 资助

作者简介: 赵辉 (1971-), 男, 高级工程师, 北京林业大学在读博士, 主要从事水土保持技术研究工作。

m 左右, 呈现出典型的沟蚀形态特征。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

2.1.1 裸露地区沟道特征及分类

根据裸露地区沟道的特征, 对该地区沟道进行分类。

2.1.2 治理模式

根据具体地形、地貌和水土流失特点, 采取相应的治理模式。

2.2 调查研究方法

2.2.1 植被调查

植被调查采用样方调查法, 需调查的指标因子有植物种类、植被覆盖度、生长状况、土壤厚度等。

2.2.2 水土保持调查

采用现场测量的方法对水土流失状况进行调查, 调查指标因子包括: 沟道特征、沟道长度、沟谷比降、平均沟坡坡度、谷坊规格、淤积长度、淤积宽度等。

2.3 沟道治理的技术路线

在紫色岩母质(基岩)裸露地区, 侵蚀沟系显著发育成树枝状, 区内沟壑密度大, 由于受气候因子影响, 该区域内土层厚度仅有 5~ 15 cm, 且成土比例往往低于 30%, 靠自身力量已无法恢复原有的生态环境和植被状况, 必须采用人为措施加以治理, 坚持紫色岩母质裸露劣地的沟道治理与坡面治理相结合, 优先考虑沟道工程, 做到沟坡兼治; 同时坚持工程措施与生物措施相结合, 工程措施注重因害设防, 优先考虑为生物措施布设与植物恢复创造条件的工程措施。

项目研究的主要防治技术路线分为四个步骤, 简称“四步走”:

第一步: 用工程措施, 采用梯级布设方案, 在沟道抬高侵蚀基准面, 控制沟头前进与沟道下切, 拦蓄泥沙与地表径流, 为植物种植形成一定的生存载体。

第二步: 在沟道工程拦蓄的地方, 种植水土保持先锋植物, 加速成土速度, 改良土壤; 同时在坡面采用特别营林方法种植治坡植物。

第三步: 依托沟道拦蓄下来的载体, 在沟床中种植爬行动物, 与坡面带状条播植物相结合, 提高坡面植物覆盖度, 控制坡面流失, 恢复坡面的植被与生态。

第四步: 采用优势树种, 对沟道进行植被更新, 在治理水土流失与生态恢复基础上, 在沟床中种植经济效益较高的树种, 探讨实现经济效益与生态社会效益并举的途径。

3 研究结果与分析

3.1 裸露地区沟道特征及分类

在紫色岩裸露强度水土流失类型区, 表土已流失殆尽, 土层厚度小于 5 cm, 紫色岩或母质出露, 主要存在于各类紫色流失区顶部, 沿山脊两侧分布至陡坡坡腰, 坡度一般在 25° 以上, 侵蚀沟显著发育。由于受土壤恢复速度和气候因子的制约, 已无法在近期内, 依靠自身力量恢复原有的生态环境和植被状况, 即已出现不可逆生境, 这类区域植被极为稀少, 仅在紫色岩的岩缝中零星分布一些耐旱灌木, 如紫薇、火棘、六月雪等极少数种类。侵蚀类型为沟蚀、面蚀。物理热胀冷缩下的母岩风化, 侵蚀模数约为 8 000~ 15 000 t/(km²·a), 是紫色土区水土流失的主要发源地。具体情况见表 1。

表 1 湖南丘陵紫色岩水土流失全裸区指标特征表

平均土层厚度/cm	成土所占比例/%	侵蚀类型	侵蚀沟系发育情况	沟壑密度/(km ² ·a ⁻¹)	植被分布情况	植被覆盖度/%
5~15	< 30	面蚀、浅沟沟蚀	侵蚀沟系发育成树枝状	> 10	稀有小灌木分布, 光秃	< 10

根据沟道的比降、坡长等因子, 将沟道分成两种类型。

3.1.1 短陡坡型沟道

该类型沟道坡度较陡, 一般在 40° 以上, 沟长 30 m 左右。由于坡度大, 受水流冲蚀, 基岩裸露, 表层基本已没有土层; 沟道深切, 沟系发育呈树枝状, 沟壑密度大。

3.1.2 长缓坡型沟道

该类型沟道坡度较缓, 一般在 10~ 25°, 沟长 60~ 90 m 之间, 最长的可达 120 m 左右。由于坡度小, 受水流冲蚀较短陡坡型沟道小, 但沟道深切, 沟系发育呈树枝状, 沟壑密度大。

3.2 治理模式

3.2.1 短陡坡型沟道

(1) 措施布局

根据该类型水土流失特点, 短陡坡型沟道的工程措施是在沟坡上部部分坡度较缓、沟道较浅及坡脚处较平缓的地段布设谷坊。具体模式为:

1 上部建设小型土谷坊群。在沟坡上部部分坡度较缓、沟道较浅地段布设小型土谷坊群, 层层拦蓄泥沙, 防止沟道进一步发育, 在沟道拦蓄形成一定淤地面积时, 种植芦竹, 加快成土速度, 熟化土壤, 同时种植爬行动物, 借以覆盖坡面。各谷坊规格见表 2。

表 2 谷坊修建规格表

编号	谷坊类型	修建时间	规格	
			高/m	坝顶长/m
1	土谷坊	1998	0.45	1.65
2	土谷坊	1998	0.48	1.55
3	土谷坊	1998	0.45	1.65
4	土谷坊	1998	0.7	3.6

④下部建设控制型浆砌石谷坊。在沟脚较平缓地段布设大型浆砌石谷坊, 拦蓄整个沟道的泥沙。由于该谷坊控制的是整个沟道, 汇水面积大, 必须对谷坊进行严格计算设计。

石谷坊: 用块石或条石, 干砌或浆砌。

主要技术要点:

a. 谷坊采用自重力式为主, 考虑到谷坊随拦蓄高度的增加, 其承受的压力将随之加大, 故取最小安全系数 1.3, 即: 抗滑力/滑动力 > 1.3;

b. 谷坊采用内直外斜形式, 外坡比降宜取 1: 0.75;

c. 谷坊设计高度 h 取 1~ 3 m, 一般不超过 5 m, 同时需进行防洪设计, 防洪标准按 10~ 20 年一遇设计, 并设溢洪口, 溢洪口宜设计位于中央部位, h 取 0.3~ 0.5 m;

d. 谷坊施工时必须进行清基, 并且注意两侧结合部的嵌合深度与宽度, 嵌合深度取 0.2~ 0.5 m, 宽度视坝宽而定。在沟道较宽的地方, 可以采用块石或砼外砌, 中间填土的方法, 构筑谷坊。

谷坊内植被情况及谷坊规格见表 3。

表 3 谷坊规格及其生物措施数量表

谷坊类型	修建时间	规格			栽植植物		2005 年生长量调查			
		高/m	顶宽/m	底宽/m	种类	株数/丛	生长高度/m	萌芽数/根	平均地径/cm	
浆砌石谷坊	1998	1.37	6.6	1.27	芦竹	2×2	27	3.25	49	1.5

(2) 治理模式的水土保持效益

1 上部建设小型土谷坊群。通过对各谷坊的拦沙量进行测量, 计算出各谷坊的拦蓄量, 详细见表 4。

从表 3 可以看到, 经过 6 年多的拦蓄, 谷坊已淤满, 形成一定淤地面积。在谷坊淤地内, 栽植了芦竹, 大大的提高了植被覆盖度, 逐步改善了区内小气候条件和土壤条件。

④下部建设控制型浆砌石谷坊。该谷坊控制着四条沟道, 每条沟宽为 3.6 m 左右, 沟深 1.3 m。通过对谷坊的拦沙量进行测量, 计算出谷坊的拦沙量, 详细见表 5。

表 4 谷坊拦沙数量表

编号	控制沟长/m	坡度/°	淤积深度/m	淤积长度/m	淤积面宽/m	已淤积量/m ³	最大可淤积长度/m	最大可拦沙量/m ³
1	6.5	20	0.45	4.6	1.65	1.71	4.6	1.71
2	6.2	25	0.48	5.9	1.55	2.19	5.9	2.19
3	5.9	20	0.45	4.2	1.65	1.56	4.2	1.56
4	7	20	0.7	4.4	4	12.32	4.4	12.32

表 5 谷坊拦沙数量表

控制沟长/m	坡度/°	淤积深度/m	淤积长度/m	淤积面宽/m	已淤积量/m ³	最大可淤积长度/m	最大可拦沙量/m ³
28	40	1.2	8.32	11.3	112.8	8.32	112.8

2005 年现场调查结果显示, 谷坊已经淤满, 淤地上芦竹长势良好, 平均高度 3.25 m。通过芦竹这一先锋植物的种植, 加快了土壤熟化, 提高了土壤养分, 淤地区域内野生植物开始生长, 主要有野菊花、野蔷薇、六月雪、未知名野草, 植被覆盖度达到 65%。

3.2.2 长缓坡型沟道

(1) 措施布局。在这种地形条件和气候因子影响下, 在缓坡的沟道内, 采用梯级谷坊来防止水土流失, 梯级谷坊的类型包括浆砌石谷坊和编织袋装土的形式。梯级谷坊的规格主要为断面梯形和断面三角形。同时采用生物措施, 在沟道拦蓄形成一定淤地面积时, 种植芦竹, 加快成土速度, 熟化土壤, 同时种植爬行植物, 借以覆盖坡面。

通过逐级修筑谷坊, 对沟道内泥沙进行层层拦蓄, 阻止了侵蚀沟的发育, 形成一定面积的淤地, 为下一步采取生物措施提供基础准备。谷坊规格见表 6。

表 6 谷坊修建规格表

编号	谷坊类型	修建时间	规格		
			高/m	坝顶长/m	坝底长/m
第 1 级	浆砌石谷坊	1998	1.65	5.45	1.75
第 2 级	浆砌石谷坊	1998	1.86	5.8	1
第 3 级	浆砌石谷坊	1998	1.4	6.5	1.2
第 4 级	土谷坊	1999	1.25	3	
第 5 级	土谷坊	1999	1.5	3.2	
第 6 级	土谷坊	1999	1.4	2.9	

(2) 治理模式的水土保持效益。经过 6 年多的拦蓄, 各级谷坊均已淤满, 有效的阻止了侵蚀沟的进一步发育。谷坊拦沙情况见表 7。

在沟道拦蓄形成一定淤地面积时, 种植芦竹, 加快成土速度, 熟化土壤, 同时种植爬行植物, 借以覆盖坡面。各谷坊内栽植的植物情况表 8。

在谷坊拦沙区内, 栽植了芦竹, 大大的提高了植被覆盖度, 逐步改善了区内小气候条件和土壤条件, 从调查数据来参考文献:

[1] 《全国林业生态建设与治理模式》编辑委员会. 湘中丘陵水平带、梯田生物埂治理模式[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003. 643- 644.

[2] 《全国林业生态建设与治理模式》编辑委员会. 湘中丘陵紫色岩造林困难地综合治理模式[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003. 642- 643.

[3] 赵辉. 建立湘中丘陵紫色岩水土保持监测系统的探讨[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 52- 54.

[4] 王玉成, 等. 南方紫色岩地区坡面水土保持林配置初探[J]. 湖南林业科技, 2002, 29(1): 68- 70.

[5] 李锡泉. 紫色岩山地造林技术要点[J]. 湖南林业, 2001, (4): 17.

[6] 陈建卓, 田素萍, 等. 河北省太行山区小流域综合治理模式研究.[J]. 水土保持通报, 1999, 19(4): 41- 44.

[7] 贾爱卿, 等. 龙须草水土保持效益初步研究[J]. 水土保持通报, 1992, 12(4): 48- 51.

[8] 李其林, 刘光德, 等. 紫色丘陵地生态农业发展现状与对策[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 144- 146.

[9] 田育新, 袁正科, 李锡泉, 等. 湘南丘陵区林下间种作物生产量与泥沙流失量的关系研究[J]. 湖南林业科技, 2000, 27(3): 72- 77.

看, 芦竹作为紫色土区的沟道治理的先锋草本植物具有较强的适应性。经过 6 年多的拦蓄, 各级谷坊均以淤满, 梯级谷坊内生长的植物主要包括芦竹、紫穗槐、紫薇、黄荆条、野菊花、葛藤、盐肤木、六月雪、野蔷薇等, 在梯级谷坊前三级内的植物生长状况良好, 后面几级生长状况一般, 除第一级谷坊植被覆盖度达到 35% 外, 其余几级的植被覆盖度大约在 20% 左右。

表 7 谷坊拦沙数量表

编号	控制沟长/m	坡度/°	淤积深度/m	淤积长度/m	淤积面宽/m	已淤积量/m ³	最大可淤积长度/m	最大可拦沙量/m ³
第 1 级	28.6	8	1.65	10.3	8	106.4	10.3	106.4
第 2 级	17.5	8	1.86	7.4	5.2	41.6	7.4	41.6
第 3 级	19	10	1.4	8	5	43.2	8	43.2
第 4 级	32	10	1.25	6.3	3.4	21.4	6.3	21.4
第 5 级	26	10	1.5	8	2.5	20	8	20
第 6 级	8.3	8	1.4	6	2.1	15.1	6	15.1

表 8 谷坊修建及其生物措施数量表

编号	栽植植物			2005 年生长量调查		
	种类	株行距/m	株数/丛	生长高度/m	萌芽数/根	平均地径/cm
第 1 级	芦竹	2×2	22	3.3	36	1.5
第 2 级	芦竹	2×2	11	3.6	12	0.5
第 3 级	芦竹	2×2	26	3	31	1.2
第 4 级	芦竹	2×2	18	3	10	1
第 5 级	芦竹	2×2	9	2.5	12	1.5
第 6 级	芦竹	2×2	7	1.9	23	1.4

4 结论

(1) 根据对紫色岩全裸型水土流失地区沟蚀地面积、沟壑密度、平均沟坡坡度、沟谷比降、植物种类、植被覆盖度、土壤厚度等自然因子的调查分析, 根据裸露区沟道特征, 将该类型区内沟道分为短陡坡型和长缓坡型两类, 为该类型区水土流失治理提供适宜的治理思路和方法。

(2) 紫色页岩裸露地区在治理水土流失过程中, 应立足流域自身特点, 主要是对沟道进行治理。根据沟道特点, 短陡坡型沟道的工程措施是在沟坡上部坡度较缓、沟道较浅地段建设小型土谷坊群及在坡脚处较平缓的地段建设控制型浆砌石谷坊; 长缓坡型沟道采用梯级谷坊拦沙。在采取工程措施的同时, 采用生物措施, 在谷坊淤积土上栽种芦竹等水土保持先锋植物, 加快成土速度, 熟化土壤, 同时种植爬行植物, 借以覆盖坡面。

(3) 通过在湖南衡阳紫色页岩裸露地区沟道内修建谷坊, 同时在谷坊淤积土上栽种芦竹等水土保持先锋植物, 沟道内水土流失得到有效控制, 改善了立地条件, 为恢复紫色岩裸露地区生态环境迈出了重要一步。