

矸石山水土流失规律与防治措施的研究

李德平, 张玉梅, 方继臣, 殷庆范, 张谷田
(山东省泰安市水土保持科学研究所, 山东泰安 271000)

摘要: 降水特征、地形地貌和植被覆盖程度是影响水土流失量大小的主要因素。降雨强度越大, 坡越长越陡, 水土流失量越大; 植被覆盖度越高, 水土流失量越小。因此, 改变矸石山局部小地形、缩短坡长、快速恢复植被、提高土壤入渗是减少水土流失的有效途径。

关键词: 矸石山; 水土流失规律; 防治措施

中图分类号: S157.2 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2001) 03-0022-04

Study of the Laws of Water and Soil Loss and Preventive Measure in Waste Rock Hill

LI De-ping, ZHANG Yu-mei, FANG Ji-chen, YIN Qing-fan, ZHANG Gu-tian
(Institute of Soil and Water Conservation Science, Taian 271000, Shandong Province, China)

Abstract: Precipitation features, landforms and the covering level of vegetations are the main cause affecting the quantity of water and soil loss. The bigger is the strength of the rain, the longer and steeper is the slope, the bigger is the quantity of water and soil loss. However, the higher is the covering level of vegetations, the smaller is the quantity of water and soil loss. Therefore, altering the small landform in waste rock hill partly, shortening the length of slope, recovering vegetations quickly, raising soil percolation are effective ways for decreasing water and soil loss.

Key words: waste rock hill; laws of water and soil loss; preventive measure

在煤炭资源开采中, 大量的煤矸石露天堆放, 使得土地占压面积逐年增加, 水土流失加剧, 造成煤矿区及周边地区空气和水资源的严重污染, 工作环境和生活环境恶化, 土地生产力降低, 影响交通及工农业生产, 危及水利工程设施安全。因此, 研究矸石山的水土流失规律及防治措施, 对于防治煤矿区水土流失具有十分重要的意义。

1 研究方法

该试验区选择在新汶矿务局孙村煤矿, 分别在已绿化的矸石山与未绿化的矸石山进行布设。已绿化的矸石山自燃充分, 栽有大量的火炬树, 平均树径

5 cm, 高 2.5 m; 未绿化的矸石山弃渣年限较短, 矸石山上部的局部正处于自燃阶段, 矸石山的中部和下部已可长草。

试区设有雨量观测站一处、径流泥沙观测小区、土壤含水量固定观测点、引种试验区、侵蚀沟定位桩等。小区周边设有 50 cm × 40 cm × 5 cm 混凝土板, 板的顶端有斜面, 埋深 25 cm, 以分隔小区内降雨和径流, 小区下接规格为 5 m × 1.5 m × 1 m 的蓄水(沙)池。

观测小区测定每次降雨的水土流失量和养分流失量, 用于矸石山水土流失规律的分析。侵蚀沟内设置定位桩, 观测沟底下切、沟岸扩展和沟头前进等情

* 收稿日期: 2001-06-06

山东省人民政府可持续发展科技示范工程“山区生态资源保护及综合利用技术的研究与示范”项目资助。

作者简介: 李德平, 男, 46 岁, 1980 年毕业于河海大学, 高级工程师, 长期从事水土保持科研及规划设计工作, 发表论文多篇, 获科技进步奖多项。

况。

2 结果与分析

2.1 降水要素与矽石山水土流失的关系

1997~1998 年径流泥沙小区实测资料(见表 1、表 2)表明, 裸露矽石山的水土流失程度与降水要素关系密切。如 1998 年无林区 7 月 16 日和 7 月 19 日两次降雨, 降水量和降水历时相差不多, 但由于 7 月 19 日 30 min 最大降雨强度大, 其土壤侵蚀模数高

出 7 月 16 日 11.6 倍。裸露矽石山质地结构松散, 降雨过程中雨滴直接击溅地面, 由于矽石山表面抗蚀性极差, 当降雨强度大于渗透率时, 就会产生地面径流。降雨的初期是以雨滴溅蚀为主, 随着雨量的增加和短历时降雨的影响, 地面径流形成后则是以面蚀和沟蚀为主。这充分说明矽石山水土流失量的大小随着降水特征的变化而变化, 在同等降雨的情况下, 降雨强度越大, 水土流失量越大, 反之则小。短历时暴雨造成的水土流失尤为严重。

表 1 1997 年径流泥沙小区观测成果表

日期	降雨量/ mm	降雨历时/ h	30 min 最大雨强/ (mm·h ⁻¹)	平均降 雨强度/ (mm·h ⁻¹)	无林区			有林区		
					径流系数 /%	径流量 /m ³	泥沙量 /kg	径流系数/ %	径流量/ m ³	泥沙量/ kg
7 月 4 日	40.2	2.08	19.6	20.1	21.2	0.6	0.924	14.6	0.413	0.698
7 月 19 日	29.5	5.1	20.7	5.8	16.5	0.315	3.235	11.9	0.248	0.269
8 月 19 日	91.9	21.7	9.9	4.2	16.0	0.975	0.383	13.9	0.900	0.330
合计						1.89	4.542		1.561	1.297

表 2 1998 年径流泥沙小区观测成果表

日期	降雨量/ mm	降雨历时/ h	30min 最大雨强/ (mm·h ⁻¹)	平均降 雨强度/ (mm·h ⁻¹)	无林区			有林区		
					径流系数/ %	径流量/ m ³	泥沙量/ kg	径流系数/ %	径流量/ m ³	泥沙量/ kg
6 月 17 日	35.5	2.0	29.3	17.8	16.0	0.375	3.610	10.0	0.251	0.270
7 月 16 日	16.5	2.5	13.3	6.7	39.9	0.435	2.09	16.3	0.190	0.154
7 月 19 日	17.8	2.6	21.0	10.9	34.8	0.410	24.27	16.7	0.210	0.425
8 月 4 日	25.1	2.5	15.6	10.0	27.1	0.450	0.910	8.3	0.147	0.180
8 月 4 日	104.5	8.5	25.0	12.3	27.1	1.875	12.83	10.8	0.794	1.220
8 月 7 日	37.2	2.1	29.9	17.9	36.6	0.900	4.74	12.2	0.320	0.231
8 月 10 日	40.5	13.8	9.6	2.9	16.8	0.450	1.10	4.6	0.130	0.260
8 月 15 日	78.8	4.2	25.0	18.8	24.5	1.275	3.340	7.5	0.416	0.194
合计						6.17	52.89		2.458	2.934

2.2 坡长对矽石山水土流失的影响

通过对煤矿区矽石山的实地勘测, 矽石山的坡度一般均在 28°以上, 由于煤炭开采时间较长(一般在 20 a 左右), 随着开采年限的不同, 废弃矿渣形成的矽石山高度、坡度、坡长也不相同。

根据对无林区径流泥沙小区实测资料的分析发现, 小区内无明显的侵蚀沟形成, 水土流失量很小, 主要以面蚀为主, 只有当降雨强度很大时才能产生推移质; 而整个矽石山则表现为沟蚀现象特别严重。孙村煤矿矽石山坡面 20 m 宽范围内共有侵蚀沟 13 条, 较大的侵蚀沟有 7 条, 较小的有 6 条, 其侵蚀沟数量达 650 m/km(表 3)。侵蚀沟内所设定位桩的观测结果表明, 矽石山坡长 49.3 m, 年沟底最大下切深 0.36 m, 年最小下切深 0.11 m, 侵蚀沟沟顶扩宽 0.35 m, 沟底扩宽 0.2 m 以上。

裸露矽石山侵蚀沟的形成主要与地形地貌、质

地结构、降水特征等有关。由于矽石山凹凸不平, 颗粒组成自上而下逐渐变粗, 自燃后其上部粉煤灰所占比重大, 其透水性远远小于中下部, 抗蚀性极差。超渗产流后, 坡面径流逐渐向凹处汇集, 形成股流, 随着汇流面积、径流量、坡长的不断增加, 流速递增, 冲刷力加剧, 由坡面侵蚀形成浅沟侵蚀; 随着冲刷次数的增加, 侵蚀沟逐渐扩宽和下切, 沟底两岸被掏空, 造成两岸坡塌滑, 致使水土流失越演越烈。超渗产流的形成首先来自粉煤灰占较大比重的矽石山上部, 且冲刷特征呈扇形, 随着坡长的增加, 侵蚀沟自上而下逐步加深、加宽, 因此坡长是影响矽石山水土流失量大小的主要因素之一。矽石山的水土流失主要来自侵蚀沟, 因此通过整地措施改变小地形, 缩短坡长, 防止侵蚀沟的形成, 可起到良好的缓流减沙效果。

表 3 矸石山沟道侵蚀特征观测成果表

沟长	上 部				中 部				下 部			
	顶宽	底宽	沟深	沟段	顶宽	底宽	沟深	沟段	顶宽	底宽	沟深	沟段
66	1.2	0.8	0.8	26	2.5	1.1	2.1	20	3.2	1.25	2.5	20
50~60	0.7	0.5	0.6		1.2	0.7	0.8		2.5	1.5		
50~60	0.4	0.3	0.20		0.5	0.3	0.3		1.0	0.6	0.5	

2.3 林地对水土流失程度的影响

由径流小区泥沙实测资料(见表 1、表 2)可以看出,有林地与无林地相比,径流模数和侵蚀模数分别减少 53.3%和 92.6%,在覆盖度较高的情况下,水土流失量明显减少。这一方面是由于树冠和枯枝落叶层截持降雨,降低了雨滴直接对地面的击溅,减缓径流,增加了土壤入渗所致。另一方面,有林地坡面表层土颗粒较细,呈粉状,原有侵蚀沟除表面颗粒较粗外,沟道基本趋于稳定,水土流失基本得到控制;无林地坡面表层颗粒明显较粗,侵蚀沟冲刷特征明显,而且继续加宽加深,水土流失加剧。

2.4 林地对土壤理化性质的影响

由有林区和无林区实测资料分析可知,林地表土层中细小颗粒所占比例明显高于无林地(见表 4),土壤容重减少 7.8%,孔隙度增加 4.3%,土壤水稳性团粒结构增加 16.8%。氮、磷、钾养分流失量分别减少 25.99%、24.64%、21.18%(表 5)。林地减少了水土流失,同时也减少了土壤中养分的流失;植物的枯枝落叶和细根腐烂更新后形成腐殖质,改善了土壤团粒结构,改善了土壤理化性状,提高了土壤肥力。

表 4 有林和无林区土壤颗粒组成

粒径/mm	> 10	10~7	7~5	5~3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	< 0.1
无林	20	5.5	14.3	17.8	8.8	5	5	5.8	8.3	4.8
有林	10.8	7.8	11.5	13.5	8.8	3	11.3	9.8	7.8	8.7

表 5 1997 年径流小区土壤养分流失量计算成果表

项 目		7月4日	7月20日	8月20日	合 计	流失量/(kg·km ⁻²)	减肥效益/%
氮/kg	有林	0.00011	0.00007	0.00027	0.00045	6.38	25.99
	无林	0.00018	0.00009	0.00028	0.00057	8.62	
磷/kg	有林	0.00011	0.00006	0.00024	0.00041	5.81	24.64
	无林	0.00017	0.00010	0.00024	0.00051	7.71	
钾/kg	有林	0.0015	0.00080	0.00020	0.004	56.72	21.18
	无林	0.002	0.00076	0.0020	0.00476	71.96	
有机质/kg	有林		0.000		0.000	0.000	100
	无林		0.020		0.020	302.34	
	有林	6.8	6.5	7.2			
pH 值	无林	7.0	6.7	7.2			

2.5 适生植物引种试验分析

由引种试验,原土和回填客土栽植的紫穗槐成活率 100%。紫穗槐当年栽植后,其有客土的抽枝 13 条,高达 1.4 m,原土栽植的平均抽枝 13 条,高达 1.1 m。试验及调查分析认为,紫穗槐、火炬树是矸石山首选灌木树种。

2.6 矸石山防治措施的优化配置模式分析

煤炭开采中正在弃渣的矸石山,宜采取工程措施,弃渣厂靠近工矿生产区、生活区及农田的,围绕矸石山宜修建拦渣墙、排水沟及沉沙池等,将洪水引入河道;临河弃渣的宜设置拦沙堤和沿河拦沙坝;已停止弃渣并正在燃烧的矸石山,除修建拦渣墙、排水

沟及沉沙池外,宜修建环山水平沟、改变小地形、增加入渗、开沟散热;自燃已结束的矸石山,开发建设项目水土保持方案编制中,防治措施宜采取工程与生物措施相结合,坡面整地方法可采取开挖鱼鳞坑和水平阶,并进行植树造林。由于矸石山立地条件差,宜密植。

3 小 结

(1) 矸石山水土流失具有一定的规律性。降水特征、地形地貌和植被覆盖程度是影响水土流失量大小主要因素。在降水量和降水历时相同情况下,降雨强度越大,坡越长越陡,水土流失量越大,反之则小;

坡越长越陡, 坡面越凹凸不平, 越易形成径流的汇集, 导致冲刷力加大; 植被覆盖度大小与水土流失量大小成反比, 即覆盖度越高, 水土流失量越小, 反之则越大。通过改变矸石山局部小地形, 缩短坡长, 快速恢复植被、提高土壤入渗是减少水土流失的有效途径。

(2) 超渗产流的形成首先来自粉煤灰所占比重较大的矸石山上部, 且冲刷特征呈扇形, 更易于形成坡面径流的汇集。坡面的凹凸不平, 极易形成径流的

汇集而形成股流, 随着坡长和汇集面积的增加, 冲刷力加剧, 导致侵蚀沟的形成。

(3) 有林地与无林地相比, 减流效益为 53.3%、减沙效益为 92.60%, 全氮、全磷、全钾养分流失量分别减少 25.99%、24.64%、21.18%。

(4) 矸石山水土流失的防治, 宜采取工程与生物措施相结合, 整地方法宜采取水平阶、水平沟、鱼鳞坑。紫穗槐、火炬树原土或回填客土栽植均能成活, 是矸石山治理的首选树种。

参考文献:

[1] 李文银, 等. 工矿区水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
[2] 蔡光荣. 矿区的水土保持[J]. 科学月刊(台湾), 1989, 20(2): 128~131.
[3] 王治国, 等. 黄土高原矿区水土保持及其方案编制[J]. 中国水土保持, 1995, (3): 27~30.

(上接第 13 页)

灌木中, 以葛藤最高, 依次是胡枝子、黄荆、连翘、柘树、酸枣。见表 2。

表 2 灌木截持降雨和吸收地表径流表

林分类型	降雨量 /mm	绿枝叶重量 /g	雨后绿枝叶重量 /g	吸收率 /%	枯枝落叶层重量 /g	雨后枯枝落叶层重量 /g	吸收率 /%
胡枝子	40	403	541	34.31	481	1512	214.35
葛藤	40	630	864	37.14	1048	3644	247.71
柘树	40	389	499	28.71	378	988	161.27
连翘	40	586	769	31.25	317	892	181.44
酸枣	40	352	445	26.48	219	523	138.62
黄荆	40	610	815	33.56	563	1748	210.52

3.6 灌木防止土壤侵蚀的作用

灌木枝叶茂密、丛生, 树冠贴近地面, 减弱雨滴击溅侵蚀, 而且其枯枝落叶量大, 吸收和调节地面径流, 促进土壤渗透, 加之灌木根系能固持土壤, 所以能够有效地减少土壤侵蚀, 见表 3。

表 3 灌木丛地土壤侵蚀量测定表

林分类型	降雨量/ mm	土壤厚度/ cm	渗透深度/ cm	土壤冲刷 深度/mm	侵蚀模数/ (t·km ⁻²)
胡枝子	40	25	15	0.40	540
葛藤	40	30	18	0.20	270
柘树	40	25	11	1.00	1350
连翘	40	26	11	0.70	945
酸枣	40	24	9	1.30	1755
黄荆	40	24	13	0.50	675
空旷地	40	20	6	3.10	4185

从表 3 可以看出, 在相同降雨条件下, 土壤的侵蚀模数以葛藤最小, 其次是胡枝子、黄荆、连翘、柘树、酸枣, 空旷地最大。

3.7 灌木资源开发利用途径分析

根据灌木所含成分及经济利用途径可分为多种

类型, 油料植物如花椒, 编条及纤维原料植物如胡枝子、黄荆、杠柳、紫穗槐、葛藤等, 药用植物如酸枣、连翘等, 淀粉植物如葛藤, 酿酒及饮料植物如酸枣等。上述灌木广泛分布于全县山丘区, 具有广阔的开发前景。

通过对紫穗槐、胡枝子、连翘、黄荆、葛藤、山楂叶悬钩子六种灌木纤维形态的观察测定, 树龄为 3~5 年生, 其木材纤维长度 614~1 433 μm, 宽度 12.1~15.9 μm。紫穗槐、葛藤的纤维形态与加杨、刺槐相近, 其他灌木略短于乔木阔叶林。根据树木纤维长度和宽度的规律, 如果成林年龄再增大, 其纤维长度和宽度有可能长到部分乔木阔叶林的程度。由此可见, 灌木可以与乔木一样用于纤维原料, 应用范围极广, 效益相对较高。

在干旱瘠薄山地乔木树种成林慢, 生长差, 生态效益、经济效益低, 而灌木树种耐干旱瘠薄, 适应性强, 枝叶茂密, 根系发达, 具有重要的保持水土、涵养水源、改善生态环境等方面的作用。临朐县灌木资源较为丰富, 生物量大, 开发利用价值高。而且, 临朐县现有干旱瘠薄山地 2 154.07 hm², 加上田堰隙地, 面积可达 28 003.07 hm²。这些山地土壤结构不良, 肥力低, 干旱季节土壤含水量仅为 5%~8%, 难以发展乔木树种。如果在这些地方栽植蒸腾量小, 抗干旱能力强, 耐瘠薄易于成林的灌木, 即可在较短时间内起到保持水土、改善生态环境的作用, 而且能够提供灌木木材, 达到生态效益、经济效益、社会效益兼收的目的。