

安塞县侯沟门村新农村建设中的水土保持研究

张 强<sup>1</sup>, 许明祥<sup>2</sup>, 郑世清<sup>2</sup>, 白岗栓<sup>2</sup>, 齐治军<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:根据院落野外天然降雨定位监测试验、土地覆被物空间分异性调查、土壤侵蚀类型遥感监测资料及纸坊沟小流域泥沙监测资料的统计分析,系统研究了安塞侯沟门村研究区不同小流域土壤侵蚀类型、分布规律和水土保持措施配置,重点阐述了该地区村庄、道路、裸露坡面等硬地面的产流产沙规律。明确了水土保持综合治理思路、重点及存在的问题,为今后评价土壤侵蚀变化、水土保持规划和综合治理提供科学依据。

关键词:新农村建设;土壤侵蚀类型;综合治理;水土保持措施

中图分类号:S157 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2011)02-0080-06

Research on Soil and Water Conservation in New Socialistic  
Countryside Construction of Hougoumen in Ansai

ZHANG Qiang<sup>1</sup>, XU Ming-xiang<sup>2</sup>, ZHENG Shi-qing<sup>2</sup>, BAI Gang-shuan<sup>2</sup>, QI Zhi-jun<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Types of soil erosion, soil erosion zoning, and collocation of soil and water conservation measures, especially law of soil erosion and water loss on hardstand (such as yard, terrene road and uncovered slope) were studied according to statistic analysis of investigation on natural rainfall field experiment and spatial distinct of LUCC, remote sensing of soil erosion types and sediment of Zhifanggou watershed. It has been identified to focus on comprehensive control of soil erosion and water loss, comprehensive control ideas and problems, and it provides a scientific basis for evaluating soil erosion changes, soil and water conservation planning, and comprehensive control.

**Key words:** new socialistic countryside construction; types of soil erosion; comprehensive control; soil and water conservation measure

黄土高原是世界上独特的黄土分布区,强烈的水土流失塑造出塬、梁、峁等沟壑纵横的黄土地貌景观,形成了黄土高原独特的村镇形态与景观类型。以窑洞为主体的村落系统,或是星罗棋布隐蔽在黄土塬梁之下,或是顺沟坡谷地自然展开,此种特殊的村镇景观类型,在一定程度上决定了不同单元的土地利用空间格局,也为沟坡道路合理布局提供了场所。建国以来黄土高原以修筑梯田、道路、坝地、造林种草,建谷坊、调整种植结构为主的水土保持工程、生物治理常年不懈,其目的在于减水、减沙,改善生态环境。但是,除部分中小尺度流域进入生态、经济效益良性循环的轨道外,大部分地区生态环境仍然十分脆弱,部

分地区还有恶化之势。

过去由于后沟门村治理经费不足,起步晚,目前就研究区整体治理情况与陕北黄土高原典型流域综合治理状况相比较还存在一些差距,特别在农、林、牧及特色农业各业合理布局及产业结构调整、基本农田建设、路网建设与道路综合防护技术体系配置、山区土地资源开发与生态环境建设等方面还存在明显不足。侯沟门村经过近年来的治理,重点围绕一河两岸坡面、农田、村容村貌整治、产业培植及基础设施建设方面进行试验示范,从总体上来说,随着新农村建设与退耕还林还草生态修复工程进一步实施,已取得了重要进展。

收稿日期:2010-08-07 修回日期:2010-09-16  
资助项目:国家科技支撑计划“西部村镇植被构建技术和水土流失防治技术的组装集成与示范”(2006BAJ10B06);中国科学院知识创新工程重要项目(KZCX2-YW-421)  
作者简介:张强(1979—),男,辽宁营口人,博士,讲师,主要从事水土保持及生态环境工程方向研究。E-mail:cnzq98@nwsuaf.edu.cn  
通信作者:许明祥(1972—),男,陕西吴起人,博士,副研究员,主要从事土壤侵蚀环境质量演变及土壤—植被互动效应研究。E-mail:xumx@nwsuaf.edu.cn

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

侯沟门村研究区位于陕北黄土高原丘陵沟壑区第二副区安塞境内杏子河流域下游区,全村主要分布在杏子河流域川道区及南北两侧畔坡山与北侯家沟小流域境内。北部沿侯家沟向北,部分土地已跨入延河流域。南部沿畔坡山沟向南,已跨入杏子河与县南沟分水岭地带,构成南北狭长村域分布带。全村主要包括侯沟门、李家洼、海眼塔、桃树洼 4 个自然村,总户数 280 户,1 200 人,面积 9.6 km<sup>2</sup>。人口主要集中在川道区。该村属暖温带大陆性季风气候,春季干燥少雨,夏季炎热多雨,秋季降温迅速,冬季雨量稀少。年平均降水量 549.1 mm,近年干旱期常在 400 mm 左右,平均气温 8.8℃,年日照 2 415.6 h,平均无霜期 159 d。

该研究区从南、北纵向分布来看,沿杏子河南北两侧纵向由沟道分水岭至沟口地形 3 级高差分明,具有明显的三级梁峁分布特征,梁峁起伏、沟壑纵横、沟谷深切、地形破碎,水土流失极为严重,近年来,在实施新农村建设过程中,坚持山、水、田、林、路统一规划,通过大力营造用材林、经济林、风景林、水源涵养林,把水土保持生态环境建设与发展高效农业、发展休闲、观光旅游产业结合起来,水土保持综合治理取得了重要进展。微度、轻度类型面积已达到 70.94% (见附图 11),水土流失得到明显控制。

1.2 研究方法

“西部生态脆弱区农村生态环境整治与示范”由中国科学院生态环境研究中心与中国科学院水利部水土保持研究所共同承担,于 2006 年在安塞县侯沟门村实施。针对新农村建设中存在的问题,在地方政府的积极配合下,开展了村镇生态环境调查和规划、村镇生态环境监测与示范、村镇植被建造和水土流失防治技术及西部生态良好型村镇模式等试验示范,为西部村镇生态环境整治和人居环境改善提供了良好的示范样板。主要研究方法如下:

- (1)在分析研究现有研究文献的基础上,采用室内人工降雨及防水冲刷模拟实验结合野外定点观测、实地考察相结合的研究方法,结合土壤侵蚀学、土壤物理学、水文学、水力学、泥沙运动力学、植物学等学科的理论与方法,阐明土质道路及院落产流产沙规律、植物路防蚀效益。
- (2)通过实地考察,结合当地新农村建设规划,确定了安塞县沿河湾镇的侯沟门村为本专题典型试验示范区,碟子沟、杨家沟、黄崖根、茶坊、方塌村为专题

- 辐射区。
- (3)在完成侯沟门村 9.6 km<sup>2</sup> 范围内土壤侵蚀图及辐射区水土流失调查研究的基础上,确定水土流失空间分布范围,明确治理重点,结合地方政府的新农村建设规划,开展了植被建设和水土流失防治技术试验示范。
- (4)依据初步提出的西部村镇植被建设原则和技术、水土流失防治措施,针对侯沟门村的实际情况,在保留原有的树草种基础上,对侯沟门村植被建设、庭院绿化进行规划与建设,包括公路、巷道、水渠、沟道、学校、庭院、沟坡地、河谷等。
- (5)针对示范区水土流失的重点区域,开展了村庄道路防蚀、村庄周围坡面治理、村庄排水、河岸护理等水土流失防治措施。重点对侯沟门村的道路进行了硬化和整治,并在道路两旁以及村镇周边进行了绿化。对侯沟门村面山、后山的山坡、峁梁的植被和水土流失状况进行了调查,并根据具体情况对植被进行了新建、补植和改造,初步构建了山坡水土流失防治的植被体系,在典型村镇进行试验示范,以改善农村生态环境,提高村镇人居环境,创建生态良好型村镇样板。

2 综合治理后侵蚀类型区空间变异特征

以 1:10 000 地形图为调查底图,同时参考早期的黑白航片,依据水利部土壤侵蚀强度、侵蚀类型划分指标,在通过详细的野外调查的基础上,确定了该村土壤侵蚀类型划分指标,完成了侯沟门村土壤类型图编制与各类型面积统计(表 1)。

表 1 不同土壤侵蚀类型面积统计表

代码	土壤侵蚀类型	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%
1	微度侵蚀类型	88.09	9.18
2	轻度侵蚀类型	592.90	61.76
3	中度侵蚀类型	249.12	25.95
4	强度侵蚀类型	4.99	0.52
5	极强度侵蚀类型	24.90	2.59

2.1 微度侵蚀类型空间分布特征

微度侵蚀类型面积为 88.09 hm<sup>2</sup>,占全村总面积 9.18%,主要包括杏子河两岸川台地及沟道梁峁高覆盖植被乔冠林地,特别是梁峁坡地梯田及缓坡地带首批退耕地内种植的刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)林及较早种植的柠条(*Caragana Korshinskii* Kom.)林地、原有乔灌林地,以植被、枯落物及生物结皮为主的土地覆盖物,其空间分布和组成,对流域产流产沙产生了重要影响。植被覆盖度在 90%以上,几乎无水土流失发生。目前主要存在的问题是树种单一,缺少常绿树种,特别是在梯田上种植刺槐林,虽然生态效益很

好,但经济效益低,也不利于土地利用结构进一步调整,有待于进一步研究与探讨。分布在杏子河两岸川道农田伴随着坡面治理工程的进一步实施与基础设施的改善得到了很好保护与利用,已成为该村村民赖以生存的主要经济收入来源地,目前以发展棚栽业为主。

## 2.2 轻度侵蚀类型空间分布特征

面积为 592.90 hm<sup>2</sup>, 占全村总面积的 61.76%, 是该研究区主要侵蚀类型。主要包括大面积退耕地及沟坡乔灌林地, 沿杏子河两岸南北坡面, 得到了安塞县委、县政府部门高度重视, 随着后沟门新农村建设项目与延安至吴起高速公路建设项目的进一步实施, 阴坡按照油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.) + 沙棘(*Hippophae rhamnoides* Linn.) + 野生乔灌配置模式, 阳坡按照云杉(*Picea wilsonii* Mast.) + 油松 + 山桃(*Prunus davidiana*) 山杏(*Armeniaca sibirica*) + 野生乔灌配置模式, 裸露基岩采用藤本植物护理, 道路沿线景观得到了很好改观, 水土流失得到了有效拦蓄。近年来由于沟间地实施坡耕地退耕还林还草工程, 早期退耕地种植的刺槐林, 由于栽植密度大, 现已成林, 未造林的弃耕地在禁牧后植被得到有效的恢复, 在梁峁形成长芒草(*Stipa bungeana* Trin.) + 达乌里胡枝子(*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl.) 群丛、白羊草(*Bothriochloa ischcemum* (Linn.) Keng) + 达乌里胡枝子群丛, 群丛盖度 40%—50% 之间, 其中散生有多茎委陵菜(*Potentilla multicaulis* Bge.)、茵陈蒿(*Artemisia capillaris* Thunb.)、二裂委陵菜(*Potentilla bifurca* Linn. var. *major* Ldb.)、翻白草(*Herba Potentillae Discoloris*) 等。在梁峁坡下部形成长芒草 + 茭蒿(*Artemisia* L.) + 铁杆蒿(*Artemisia sacrorum* Ledeb.) 群丛, 植被盖度 50%~60%, 本群丛侵入的灌木有狼牙刺(*Sophora viciifolia* Hance)、杠柳(*Periploca sepium* Bunge)、少量酸枣(*Semen Ziziphi Spinosae*), 在崆峒地段及沟缘线地带通常零星分布有白芨(*Bletilla striata*)、扁核木(*Prinsepia utilis* Royle)、文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)、杜梨(*Pyrus betulae-folia*)、山杏、沙棘、野葡萄(*Amepelopsis sinica*) 等灌木。沟壑部分主要是沟坡乔灌林、荒坡草地。由于该研究区南北纵向分布, 南北、阴坡、阳坡植被生长状况形成明显差异, 从而导致了北重南轻, 沟壑大于沟间侵蚀特征。沟坡地乔木林散生有刺槐、杜梨、旱柳(*Salix matsudana* Koidz.)、小叶杨(*Populus simonii* Carr.)、椿树(*Ailanthus altissima*)、榆树(*Ulmuspumila* Linn.)、山杏、苹果(*Malus pumila* Mill.)、桃树、梨树、槐树等。

灌木林有文冠果、丁香(*Syringa oblata*)、柠条、沙棘、狼牙刺、栒子(*Cotoneaster* spp.)、黄刺玫(*Rosa xanthina* Lindl.)、虎榛子(*Ostryopsis davidiana* Decaisne) 群落、酸枣、杠柳等。沟壑坡地由于人类活动的影响, 原有的次生林全部破坏, 大部分荒坡为茭蒿 + 长芒群丛占据, 近年来由于实行了封禁, 促进了阳坡、半阳坡茭蒿 + 长芒草的发育, 并向狼牙刺—茭蒿 + 长芒草群从演进; 白羊草 + 达乌里胡枝子群从的发育并演进成狼牙刺—白羊草群从。封禁促进了阴坡、半阴坡长芒草 + 茭蒿群丛、狼牙刺 + 长芒草群从、狼牙刺 + 白羊草 + 铁杆蒿(杂灌) 群从恢复演替。

## 2.3 中度侵蚀类型空间分布特征

中度侵蚀类型区面积为 249.12 hm<sup>2</sup>, 占该村土地总面积的 25.95%, 包括荒坡草地、缓坡耕地两部分。荒坡草地主要分布在后沟门村以北的侯家沟流域沟壑阳坡、半阳坡沟缘线附近陡坡范围内, 特别是在两村交界地带由于过度放牧、树木遭受砍伐的地段分布较为集中。坡耕地主要零星分布在南北两条小流域沟间地梁峁坡村庄附近坡面上, 大部分已退耕。分布在沟缘线附近陡坡面上的荒坡草地植被主要为暖温型干草原成分, 阴坡(北向坡)、阳坡(南向坡) 因水热条件的差异, 草地类型和组成上有明显不同, 阳坡以旱生、中旱生植物为主, 主要优势种为茭蒿、铁杆蒿、白羊草、长芒草、狼牙刺等; 而阴坡主要以铁杆蒿、茭蒿为主, 并零星分布锦鸡儿、绣线菊(*Spiraea salicifolia*)、丁香、杠柳、白芨等灌木。随着进一步封禁与治理, 该类型区植被得到修复, 处在恢复漫长的恢复阶段。

## 2.4 强度侵蚀类型空间分布特征

面积为 4.99 hm<sup>2</sup>, 占该村总面积 0.52%, 是该村面积分布最小的区域, 主要分两部分: 一部分是陡坡耕地强度侵蚀类型, 另一部分是荒坡草地强度侵蚀类型。陡坡耕地主要零星分布在村庄附近沟道坡面上, 虽然面积很小, 但由于临近沟底分布, 坡度一般在 25°~35° 之间, 雨季降雨径流泥沙直接进入沟道, 加大了沟道洪水泥沙含量, 这部分土地尽管面积不大, 但是影响很大的, 若管理不好有可能引发陡坡开垦局面再度出现。荒坡草地强度侵蚀类型主要分布在研究区北部侯家沟流域冲沟、切沟沟头及沟缘线附近陡坡阳坡、半阳坡范围内, 且临近村庄分布。由于滥垦滥牧, 荒坡草地资源遭到严重破坏, 导致草地不断退化, 不仅生产力日趋底下, 而且长期遭受严重的水土流失, 坡面上侵蚀沟及重力侵蚀发育, 土壤贫瘠, 坡面上植被难以正常生长, 几乎无植被覆盖, 增加了治理难度。

## 2.5 实施综合治理后极强度侵蚀类型空间分布特征

面积为 24.9 hm<sup>2</sup>, 占全村总面积的 2.59%, 主要包括沟头及沟底两侧重力侵蚀类型和坡下分布的村庄、道路极强度侵蚀类型。黄土高原村落系统多数坐落在沟谷底部, 主要通过开挖坡麓陡坡立壁土体而建, 陡坡与村庄缺乏必要过渡区, 有些村庄坐落在滑坡体下部, 从外表上来看似乎存在一些过渡带, 但是由于土体经过扰动, 土体松散, 土壤抗蚀性极差。由于修建住宅改变了坡面自然流水线路, 村庄道路不仅遭受自身降雨径流冲刷, 而且还要遭受来自村庄上方坡面汇集径流的集中冲刷。为防止院落上方坡面来水直接汇入院落, 通常在上方坡面上开挖排洪渠, 使坡面径流进一步汇集, 在排洪渠下方造成更为严重的冲刷。目前分布在川道区的侯沟门坡面采取三道防线治理、合理引排及庭院经济建设相结合的治理思路, 有效拦蓄降雨径流, 从而改善了村容村貌, 但分布在拐沟的村庄水土流失仍然十分严重, 是今后综合治理的重点区域。

## 3 研究区土壤侵蚀现状

通过近期研究区及推广辐射区水土流失规律调查: 梁峁坡土壤侵蚀形态特征发生根本变化, 原本片蚀区—细沟区—细沟—浅沟区, 已被生物结皮、林木、草被覆盖。凡是在国家投资的重点流域内, 随着退耕还林还草工程的进一步实施, 昔日到处裸露着土地, 遇雨泥浆横流, 遇旱到处尘土飞扬恶劣景观, 已被到处可以看到的青山绿水, 碧水盈盈, 花果飘香的不同自然景观所取代, 而在未实施生态环境治理工程的流域内, 水土流失仍在进一步恶化, 形成了明显的反差。随着梁峁坡径流泥沙的减少, 水土流失类型趋于单一化发展, 切割黄土高原的沟谷侵蚀及人类活动引发的新的水土流失变得更加突出, 如开矿、取石、修路、修筑住宅等引发的水土流失已成为主要的泥沙来源地之一。黄土沟谷系统的演化受到重力侵蚀及硬地面产流产沙的参与变得更为突出。为了采取因地制宜的水土保持对策, 有必要深入研究村镇硬地面及重力侵蚀的分布类型发生的诱因。

### 3.1 微度、轻度类型区土壤侵蚀特征

该研究区轻度以上侵蚀类型区面积已占总面积 70.94%, 为了进一步研究植被空间变异特征及对土壤侵蚀防蚀效应, 2008 年 9 月选择了有代表性的 3 条小流域, 以沟口、沟道中部、沟头和代表支沟为基准, 确定至少 4 个断面进行调查。研究结果表明: 黄土丘陵区小流域土地覆被物以草本盖度最大(62%), 枯落物和生物结皮盖度次之(48%), 第三是苔藓盖度(37%), 乔木盖度较小(17%), 藻类和灌木盖度最小,

不足 10%(图 1)。土地覆被物以近地层和地表覆盖为主。因此, 草本生长和分布状况将对流域水土流失产生重要影响。

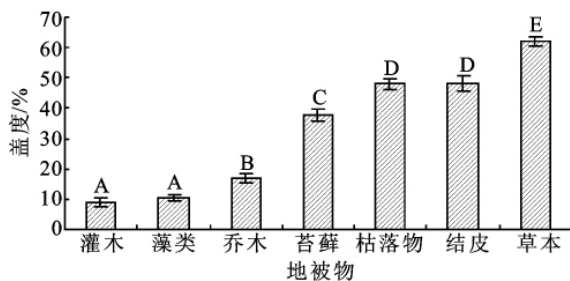


图1 黄土丘陵小流域土地覆被物盖度

土地覆被物的空间分布受地形(沟坡及梁峁坡)及坡度和坡向等地类因子、土地覆被物因子、气候以及人类活动等因素综合影响。小流域不同地形条件下土地覆被物空间分布特征调查结果表明: 乔木盖度在沟坡显著大于梁峁坡, 是梁峁坡的 1.5 倍; 阴坡和半阳坡乔木盖度略高于阳坡; 0°~9°坡面的乔木盖度高于其它较大坡度的坡面; 灌木盖度在沟坡和梁峁坡差异不大, 分别为 8.2% 和 9.8%; 10°~29°中坡面的灌木盖度高于小坡度和大坡度灌木盖度; 草本盖度在不同坡形及不同坡度间差异均较小; 阴坡灌木和草本盖度略高于半阳坡和阳坡。总体而言, 植被盖度在沟坡大于梁峁坡, 在阴坡和半阳坡大于阳坡, 在 10°~29°坡度的盖度大于其他坡度, 但随坡度梯度的变化而无显著变化规律。树冠、灌丛、枯枝落叶层、生物结皮能有效吸收蓄积水分, 根系能固结表土, 从而减少了雨滴的打击力, 延迟了径流时间, 减弱地表径流流速, 减弱了地表径流对地面冲刷强度, 减轻了土壤侵蚀。退耕封禁后, 植被正处于恢复阶段, 根据植被分布变异特征规律, 进行人为干扰适度补植适生乔、灌、草种, 有利于植被快速恢复。分布在川道区的梯田微度侵蚀区, 是宝贵的土地资源, 但南部受河流的河曲发育及洪水淹没、北部受道山坡径流冲刷及住宅区扩建、东西部受北部较大冲沟、切沟降雨径流集中冲刷的影响, 其面积正在逐步减少, 是今后新农村建设的重要内容。

### 3.2 村庄院落硬地面土壤侵蚀特征

通过对居民区定位观测和实地调查, 结果表明, 居民区平均水力侵蚀强度达到 5 434 t/(km<sup>2</sup>·a), 已达到强度级侵蚀。新建 1 孔(间)窑洞或平房, 平均弃土 34.9 m<sup>3</sup>, 相当于动土量的 23.6%。延安以北丘陵区近 20 a 新建窑(房)平均每年弃土 7.96×10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>, 弃土年流失量约为 5.17×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (7.76×10<sup>6</sup> t/a)。在调查 102 孔(间)塌窑所形成的松散堆积体中, 平均每孔(间)窑(房)年流失泥沙 46.3 m<sup>3</sup>。延安以北丘陵区因塌窑每年流失泥沙 1.25×10<sup>7</sup> m<sup>3</sup> (1.87

×10<sup>7</sup> t/a)。为了研究小流域居民区庭院及道路年侵蚀量和侵蚀动态变化,于 2009 年在安塞县纸坊沟布点观测居民区径流侵蚀。表 2 是庭院两个样点 8 月 24 日降雨的观测记录。

表 2 居民区降雨的产流产沙情况

y-1 样地				y-3 样地			
取样 时间	径流模数/ (L·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	泥沙模数/ (g·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	含沙率/ (g·L <sup>-1</sup> )	取样 时间	径流模数/ (L·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	泥沙模数/ (g·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	含沙率/ (g·L <sup>-1</sup> )
17:27				17:25			
17:32	0.0108	0.0060	0.63	17:30	0.0027	0.0020	0.58
17:37	0.1104	0.0940	0.85	17:35	0.0429	0.0360	0.84
17:42	2.5400	2.7560	1.09	17:40	0.8264	0.2640	0.32
17:47	3.0474	2.3320	0.77	17:45	1.6231	0.5520	0.34
17:52	0.5877	0.2260	0.39	17:50	0.4585	0.1380	0.3
17:57	0.0257	0.0080	0.35	17:55	0.0296	0.0140	0.44
18:02	0.0061	0.0020	0.37	18:00	0.0066	0.0020	0.42
18:07	0.0023	0.0000	0.35	18:05	0.0033	0.0020	0.3
18:12	0.0030			18:10	0.0013		
18:22	0.0003						

注:降雨日期:2008-08-24;地点:安塞县纸坊沟沟口;y-1 样地,2008 年土质院落,庭院面积 196.78 m<sup>2</sup>,其中刺槐覆盖 13 m<sup>2</sup>,石棉瓦屋檐 20.5 m<sup>2</sup>;y-3 样地,砖院,庭院面积 163.4 m<sup>2</sup>,农用车占地 4 m<sup>2</sup>,石棉瓦屋檐 19 m<sup>2</sup>。

由表 2 可以看出,在相同的降雨条件下,土质院落的径流模数和侵蚀模数均高于砖院。这是由于砖院渗透强,雨水能快速大量的入渗,因此其径流模数小于土质院落,而土质院落表面缺少保护易于侵蚀。砖院易于雨水入渗,减少了地表径流,对降雨的响应慢,所以其产流相对于土质院落有滞后性。砖院和土质院落的侵蚀呈现相似性,即含沙率最大不是出现在径流最大的时候,而是出现产流初期,这是因为庭院受人为活动扰动大,硬度较高,且坡度较小(<1°),侵蚀对象主要是对庭院表面的松散物质,径流产生后能很快搬运走地表的松散物质,含沙率迅速增大,当易于侵蚀的物质被径流搬运后,雨滴的溅蚀和径流冲刷造成的侵蚀很小,含沙率就逐渐减小并趋于稳定。庭院的泥沙模数受径流量和含沙率的综合影响,但受到径流的影响更为显著。

3.3 道路硬地面土壤侵蚀特征

山坡土质道路是黄土丘陵区村庄之间、农田之间及对外交通的重要通道,但普遍存在的道路侵蚀对当地农业生产、人民生活 and 生态环境造成严重影响。通

过对延安、安塞不同流域沟道、梁峁山坡土质道路实地测量(见表 3),42.75 km 共动用土石方量 329 660 m<sup>3</sup>,平均 7 711.35 m<sup>3</sup>/km,大量土体松散地堆放在边坡、路面上,据研究黄土高原土质道路年侵蚀模数达到 40 000 (t/km<sup>2</sup>·a),道路等硬地面产流产沙已成为流域产流产沙主要来源之一。通过对道路侵蚀较重要的类型沟蚀的调查与总结,分别得出了路面的 3 项构造因素坡度、道路弯道曲率半径、路面位置与沟蚀形成的程度、机率的影响关系,并根据调查与分析结果尝试性的得出了一个判别方程:

$$L=7.55x+3.49y+0.638z$$

式中:L——沟蚀形成的机率;x——曲率半径的倒数(取值范围为 5 m、10 m、15 m);y——路面坡度(0°~15°);z——路面部位级别值(根据沟蚀出现的机率分级,5%以下为 0 级、5%~10%为 1 级、10%~20%为 2 级、20%~30%为 3 级、30%以上为 4 级);这样,通过对道路 3 项因素的调查分析,可以对道路的沟蚀发生的程度以及机率做出预测。

表 3 道路修筑动用土方量统计表

地点	道路长度/m	地形部位	平均比降/%	动土方量/m <sup>3</sup>
安塞水保站	2221	试验站—山顶停车场	2.0~12.5	52510
何塌村	5720	何塌沟口—寺峨峁	3.0~7.5	27455
皮塔村	3000	皮塔村—黄背梁山顶	7.0~9.0	11070
寨子湾村	1500	沟道道路拓宽工程	3.0~4.0	6750
皮塔村	1500	皮塔村—沟道水库段	3.0~4.0	12000
延安燕沟流域	28808	四岔铺—鸡蛋卵—麻塔—九沟	5.5~8.3	219875
合计	42749			329660

## 4 水土保持措施优化配置及效益

### 4.1 指导思想

以土地利用结构调整及产业培育、科学实施退耕还林还草、建设生态环境为前提,以高效利用雨水和河川径流为中心,以市场为导向,以建设基本农田,加强路网等基础设施建设,实现基础设施和公共设施完善、村容村貌整洁有序、生产生活环境优美、生活富裕、社会和谐的新农村为建设目标。

### 4.2 措施配置与设计标准

4.2.1 设计标准 梯田、道路设计防洪标准为 20 a 一遇 24 h 最大暴雨,谷坊、水窖、沟头防护工程防御标准为 10~20 a 一遇 3~6 h 最大暴雨量。

4.2.2 水土保持措施配置 结合地方政府的新农村建设规划,开展了植被建设和水土流失防治技术试验示范。依据初步提出的西部村镇植被建设原则和技术、水土流失防治措施,对侯沟门村植被建设、庭院绿化进行规划与建设,包括公路、巷道、水渠、沟道、学校、庭院、沟坡地、河谷等。针对示范区水土流失的重点区域,开展了村庄道路防蚀、村庄周围坡面治理、村庄排水、河岸护理等水土流失防止措施。重点对侯沟门村的道路进行了硬化和整治,并在道路两旁以及村镇周边进行了绿化。对侯沟门村后山的山坡、崩塌的植被和水土流失状况进行了调查,并根据具体情况对植被进行了新建、补植和改造,初步构建了山坡水土流失防治的植被体系。

侯沟门村村庄主要分布在南坡,由于地形陡峻破碎、干旱、土壤贫瘠、水土流失严重,南坡绿化是植被建设的难点。南坡植被建设以耐旱的树种为主,主要为侧柏、狼牙刺、柠条。景观树种主要以山桃、山杏、火炬树、文冠果、扁核木、酸枣、白芨等为主。缓坡地可适量栽植苹果、葡萄、桃、杏、梨等果树。梁峁部在已修的鱼鳞坑内补植乔灌木,并沿沟缘线修筑拦水沟梗,建立第一道防线。对于沟缘线以下滑坡体及山坡地在整地造林的基础上,对杂果林进行改造,并在山坡地上下部修筑山坡截流沟及下部挡土墙,建立第2道防线。在滑坡体及山地下部高露头侏罗纪地层范围内,在选择有栽植条件部位栽植乔灌木,特别要栽植一些藤本植物,如在下部栽植爬墙虎、蛇葡萄等藤本植物,上部栽植悬钩子、连翘等半直立植物,实现上攀下垂,绿化悬崖、陡坡。在靠近村庄附近基岩裸露坡面范围内,坡面治理应按照“上拦、下护、合理引排”治理方针,建立山坡与村落系统降雨径流引排体系与挡水地埂或墙体,建立坡下第3道防线。北坡地原有

的植被主要为刺槐和山杨,灌木较少,由于北坡坡地土壤水分较高,适宜乔木林的生长。北坡是延安—吴起高速路必经之处,为了改善冬季景观,北坡造林以油松为主,开展油松与元宝槭、油松与沙棘、山桃、山杏混交,提高林地的水土保持功能及稳定性。为了增强山体的景观效应,在一些地块栽植杜梨、丁香、连翘、黄刺玫、栒子、悬钩子等灌木,达到观花观果。如今侯沟门村水土流失治理程度已达 70.94%,特别是村庄院落及坡面水土流失得到有效治理。

### 4.3 效益

侯沟门研究区作为闻名全国的新农村建设示范村,曾得到中央、省、市领导的多次指导和鼓舞,不断改善家乡面貌,不断创造美好生活。3 a 来该村牢记嘱托,大力实施“五改五通”(改水、改路、改厕、改灶、改造住房、通水、通电、通路、通电视、通电话)和五清洁(庭院、水源、道路、村庄和公共场所清洁)等工程,家家户户粉刷了窑洞,油漆了门窗,整修了院墙,新建了大门,硬化了巷道并在庭院种了花草,新建了村委会与小学。据统计,侯沟门村自来水入户率、电视通户率、合作医疗参合率均达 100%,并修建了健身场地,拥有商店 6 家、货车 10 辆、小车 16 辆、手机 500 多部,全村“十星级文明户”达 238 户,占总户数的 85%。

该村是陕北最早种植大棚蔬菜的专业村之一,针对道路不畅、技术落后、水源与肥源不足等问题,村镇投资 40 万元,清楚障碍 8 处,并对村上 1.5 km 生产道路进行铺油。村委会争取延长石油集团支持,投资 240 万元,新打水井 3 眼,新建 120 m<sup>3</sup> 高位蓄水池一座,铺设了电脑程序控制自动式供水管网,彻底坚决了大棚用水问题;针对大棚生产肥料紧缺,成功引进来注册资金 200 万元的亨丰牧业有限公司落户,实现沼、猪、菜生态产业链,实现蔬菜生产的无公害和有机化,率先在全县试验示范了半钢架拱圆形大棚、厚草帘防寒、无土栽培、秸秆发酵二氧化碳施肥、植物疫苗防止病虫害技术、大棚自动化灌溉系统、自动卷帘机等多项新技术,不断推进棚栽业由无公害蔬菜到绿色蔬菜直至有机蔬菜生产的转型升级。从而既鼓起了村民的“钱袋子”,又助推了村上各项事业的快速发展。2009 年人均纯收入达到 8 120 元,仅大棚生产人均 6 700 元,蔬菜业占到总收入 85%。先后荣获省级“五个好”村党组织、省级“文明村”。如今侯沟门村水土流失治理程度已达 70.94%,特别是村庄院落及坡面水土流失得到有效治理。

(下转第 97 页)

响水土流失的人为因素差异。将行政区图与切沟分布图叠加,计算各乡镇切沟密度,如附图 13 所示。

由图附 13 可见,不同乡镇的切沟密度存在着较大的差异,其中,糖坊镇、经建乡、永和乡的切沟密度相对较高,除摆渡镇外,坡度相对较大的平坊镇和宾州镇的切沟密度相对较低。造成这种现象的原因主要有:(1)各乡镇所处的地理位置及地貌特征有所差异。例如糖坊镇处于松花江与蜚克图河的交汇处,水网密集,水力侵蚀作用明显大于其它乡镇。(2)各乡镇的土地利用方式存在差异,各种土地利用方式下土壤的抗侵蚀程度有所差异。例如平坊镇,虽地处平原与丘陵过渡地带,坡度较大,但耕地面积较少、林地面积较多,因此切沟密度比之其它乡镇较低。(3)开垦时间早晚和治理措施力度等方面存在较大差异,影响切沟的预防与治理,导致切沟密度产生差异。

4 结 论

(1)沟渠、季节性河流在影像特征上与切沟较为相似,应进一步根据其形态、与耕地位置关系等进行辨别,在必要的条件下可参照大比例尺土地用数据,特别是线状地物数据。

(2)当坡度在 7°以下时,坡度因素是影响切沟生成的主导因素,随坡度增大,切沟侵蚀加剧;5°~7°的漫岗坡面更易形成切沟侵蚀;坡度>7°的坡面,坡度因素不是影响切沟生成的主导因素。

(3)切沟密度随海拔高度的增加呈现出先迅速上升后缓慢下降的趋势。漫岗黑土区,坡面的中下部位更易发生切沟侵蚀。

参考文献:

[1] 闫业超,张树文,岳书平. 克拜东部黑土区侵蚀沟遥感分类与空间格局分析[J]. 地理科学,2007,27(2):193-198.  
[2] Horton R E. Erosional development of streams and their

drainagebasins; hydrophysical approach to quantitative morphology [J]. Geological Society of America, 1945, 56: 275-370.

[3] Schumm S A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy[J]. New Jersey Bulletin Geological Society America, 1956,67:597-646.  
[4] Vandekerckhove L, Poesen J, Govers G. Medium-term gully headcut retreat rates in Southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurement[J]. Catena, 2003,50:329-352.  
[5] Poesen, Nachtergaele J, Verstraeten G, et al. Gully erosion and environmental change: importance and research needs [J]. Catena,2003,50:91-133.  
[6] Capra A, Mazzara L M, Scicolone B. Application of the EGEM model to predict ephemeral gully erosion in Sicily Italy[J]. Catena, 2005,59(2):133-146.  
[7] 朱显谟. 黄土高原水流侵蚀的主要类型及有关因素[J]. 水土保持通报,1982,2(2):99-115.  
[8] 张科利,唐克丽. 黄土高原坡面浅沟特征值的研究[J]. 水土保持学报,1991,5(2):8-13.  
[9] 李斌兵,郑粉莉,张鹏. 黄土高原丘陵沟壑区小流域浅沟和切沟侵蚀区的界定[J]. 水土保持通报,2008,28(5):16-20.  
[10] 阎百兴,沈波,刘宝元,等. 黑土区水土流失与生态安全综合科学考察报告[R]. 长春:中国科学院东北地理与生态研究所,2007:1-2.  
[11] 孟令钦,李勇. 东北黑土区坡耕地侵蚀沟发育机理初探[J]. 水土保持学报,2009,23(1):7-11.  
[12] 刘宪春,温美丽,刘鸿鹄. 东北黑土区水土流失及防治对策研究[J]. 水土保持研究,2005,12(2):6-78.  
[13] 于明. 黑龙江省平原漫岗区侵蚀沟治理新措施[J]. 中国水土保持,2004(4):36-37.  
[14] 陈永宗. 黄河中游黄土丘陵区的沟谷类型[J]. 地理科学,1984,4(4):321-327.  
[15] 伍永秋,刘宝元. 切沟、切沟侵蚀与预报[J]. 应用基础与工程科学学报,2000,8(2):134-142.

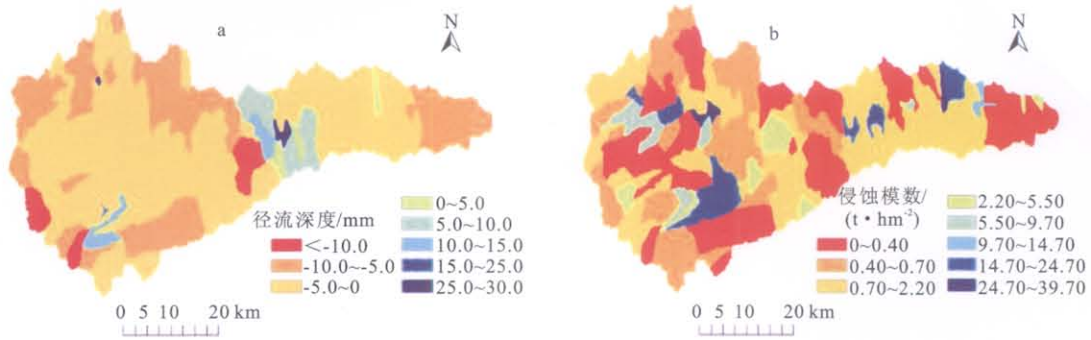
(上接第 85 页)

参考文献:

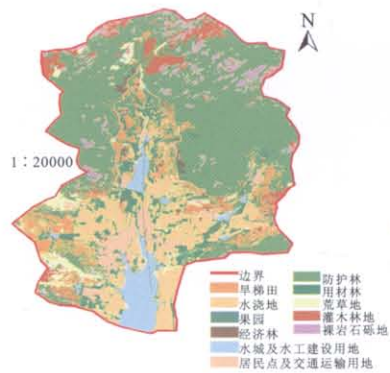
[1] 郑世清,马振风,琚彤军,等. 延安中尺度研究区土壤侵蚀特征与生态环境建设模式[J]. 西北植物学报 2003, 23(8):1442-1446.  
[2] 曹世雄. 在黄土高丘陵区土质路面种草[J]. 生态学报, 2005,25(7):1754-1763.  
[3] 田均良,梁一民,刘普灵. 黄土高原丘陵区中尺度生态农

业建设探索[M]. 郑州:黄河水利出版社,2003.  
[4] 郑世清,文婕英,殷振江. 黄土山坡植物路防蚀理论与建造技术[J]. 水土保持研究,2005,12(5):95-98.  
[5] 甘锐,岳大鹏,甘枝茂,等. 陕北多沙粗沙区乡村聚落土壤侵蚀及其防治对策[J]. 水土保持通报,2006,26(4):96-100.  
[6] 陈翠红,郑世清,许明祥,等. 安塞县侯沟门村新农村建设与水土保持措施配置研究[J]. 水土保持研究,2009, 16(6):179-183.

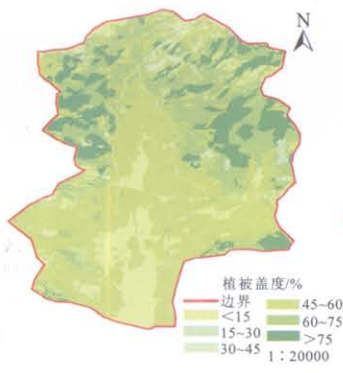




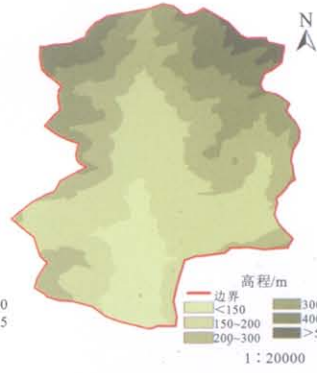
附图5 汭河流域水土流失空间差异评估



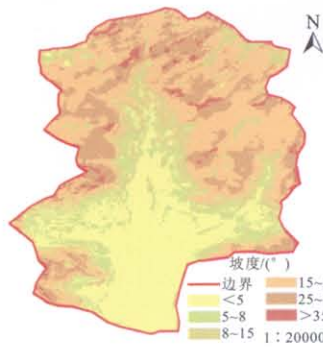
附图6 九仙山子流域土地利用图



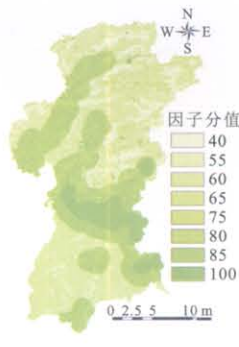
附图7 九仙山子流域植被盖度图



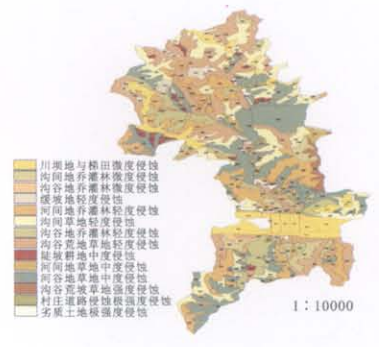
附图8 九仙山子流域DEM图



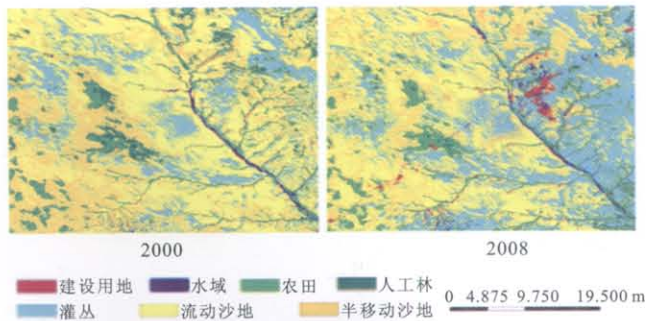
附图9 九仙山子流域坡度图



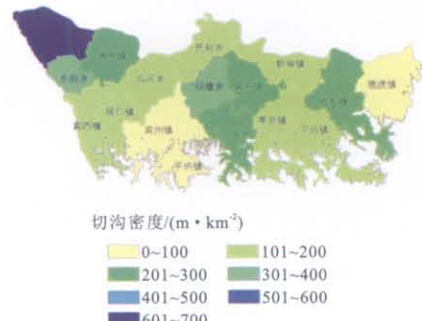
附图10 分宜县水源可及度因子分值图



附图11 安塞县侯门村土壤侵蚀类型图



附图12 2000年、2008年榆神矿区景观格局



附图13 宾县各乡镇切沟密度分布图