

# 城市型县级水土流失重点防治区复核划分研究

胡彦婷<sup>1</sup>, 王守俊<sup>2</sup>, 张富<sup>1</sup>, 严能<sup>1</sup>, 戚继阳<sup>1</sup>, 高哲<sup>1</sup>, 赵秀兰<sup>1</sup>

(1. 甘肃农业大学 林学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省水利厅水土保持局, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** [目的] 对城市型县级水土流失重点防治区复核划分进行研究, 为县级水土流失防治工作的深入开展提供支持。[方法] 采用 eCognition, ArcGIS 提取土地利用现状、水土流失强度、林草覆盖率等关键因子, 运用定性和定量分析、自上而下和自下而上相结合的方法, 对兰州市西固区“两区(重点预防区、重点治理区)”划分进行研究。[结果] 城市型“两区”划分具有辖区面积小, 人口多, 经济发达, 一产比重小, 土地利用碎块化, 水土流失严重和潜在危害大等特性, 确定了“两区”划分的定性和定量指标, 将西固区划分为 2 个重点预防区和 2 个重点治理区。[结论] 在城市周边丘陵区加大水土流失防治力度, 遏制其对下游城区的危害; 在深山降雨较好地区, 进行封禁治理和生态植被自然修复; 发展设施农业, 增加农民收入。

**关键词:** 水土流失; 重点预防区; 重点治理区划分; 城市型; 县级

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)06-0291-08

中图分类号: S157.1

**文献参数:** 胡彦婷, 王守俊, 张富, 等. 城市型县级水土流失重点防治区复核划分研究[J]. 水土保持通报, 2017, 37(6): 291-298. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.048; Hu Yanting, Wang Shoujun, Zhang Fu, et al. Rechecked division of urban-type soil erosion at county-level[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(6): 291-298. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.048

## Rechecked Division of Urban-type Soil Erosion at County-level

HU Yanting<sup>1</sup>, WANG Shoujun<sup>2</sup>, ZHANG Fu<sup>1</sup>,  
YAN Neng<sup>1</sup>, QI Jiyang<sup>1</sup>, GAO Zhe<sup>1</sup>, ZHAO Xiulan<sup>1</sup>

(1. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Soil and Water Conservation Bureau, Lanzhou, Gansu 730000, China)

**Abstract:** [Objective] This study conducted rechecked division of key preventing and controlling area of urban-type soil erosion at county-level, to provide support for deep development of the prevent and control methods of soil erosion at county-level. [Methods] According to the key factors such as land use status, soil erosion intensity, vegetation coverage extracted from ArcGIS and eCognition, we explored the soil erosion division with regard to key prevention area and key control area in Xigu District, Lanzhou by combining qualitative and quantitative methods, and top-down and bottom-top methods. [Results] The district has characteristics of small jurisdiction, large population, developed economy, small proportion of the primary industry, land use fragments, serious soil erosion, potential erosive harm and others. We determined the qualitative and quantitative index of the above two areas: two key prevention areas and two key control areas. [Conclusion] ① Our main efforts of soil and water prevention should be pay to the upstream hilly regions to prevent downstream cities from being suffered erosion. ② Forest close and natural revegetation should be taken into effect in the mountains that have abundant rainfall. ③ Farm mechanization should be developed to increase the income of farmers.

**Keywords:** soil erosion; key prevention area; key controlled area division; urban-type; county-level

收稿日期: 2017-04-05

修回日期: 2017-06-08

资助项目: 国家自然科学基金项目“人类活动干扰下陇中黄土高原生态系统服务功能相互关系研究”(41571051)

第一作者: 胡彦婷(1991—), 女(汉族), 甘肃省天水市人, 硕士研究生, 研究方向为水土保持。E-mail: hyt10170909@163.com。

通讯作者: 张富(1961—), 男(汉族), 甘肃省定西市人, 博士, 研究员, 主要从事小流域水土保持防治措施对位配置研究。E-mail: fuzhang001@163.com。

划定并公告水土流失重点防治区是水土保持法赋予各级政府的法定义务,是落实“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针,实施分类指导、分区防治战略,科学防治水土流失的依据。中国水土流失重点防治区划分始于 1999 年,各级政府按照 1991 年颁布的《中华人民共和国水土保持法》进行了水土流失重点预防保护区、重点治理区和重点监督区(以下简称“三区”)划分并公告。根据 2011 年颁布实施的新《水土保持法》规定,2012 年 6 月水利部颁布了《国家级水土流失重点防治区复核划分技术导则(试行)》(以下简称“导则”),将原有的“三区”划分改为重点预防区、重点治理区(以下简称“两区”),2016 年国家“两区”划分完成,并经国务院批准水利部发布国家“两区”划分公告(水利部〔2016〕2 号);各省市自治区也相继完成了辖区的“两区”划分并公告。如:甘肃省人民政府关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告(甘政发〔2016〕59 号)。中国“两区”划分研究多集中于国家级和省级 2 个层面,多采用定性和定量分析相结合的方法。由于划分范围比较宏观,选取的指标较单一,可操作性不强<sup>[1]</sup>,因此做好县级“两区”划分成为水土流失防治的重要前提和保障。但由于政府业务部门对水土流失防治工作的重视不够、技术资料缺乏、技术力量差,技术手段落后等原因,导致县级特别是城市型县级“两区”划分一直是水土保持工作的薄弱环节<sup>[2]</sup>。因此,研究城市型县级“两区”划分的技术与方法,对做好县级水土流失防治具有十分重要的意义。

## 1 研究区概况

西固区地处我国黄土高原西北部、兰州市西郊,是甘肃省和兰州市的核心工业区,中国西部最大的石油化工基地,素以“西部石化明珠”,“石化工业摇篮”闻名遐迩。地理位置处于东经  $103^{\circ}20'8''$ — $103^{\circ}41'22''$ ,北纬  $35^{\circ}58'8''$ — $36^{\circ}13'52''$ ,区域面积  $358.35 \text{ km}^2$ 。截至 2016 年底,西固区辖 5 镇 1 乡和 8 个街道 41 个村委会。2014 年底全区总产值达 292.96 亿元,一、二、三产业分别为 3.93、193.25、95.78 亿元,人均 9.08 万元。地貌南北环山,中间夹一川,黄河穿城而过,可分为河谷川区、平台沟坡区、南山梁峁区和北山梁峁沟壑区。气候属温带半干旱气候,多年平均气温  $9.51 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最高气温  $39.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最低气温  $-19.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  的活动积温为  $3\ 669.45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;年均降水量 290 mm,年均蒸发量  $1\ 316.3 \text{ mm}$ ,年日照时数 2 781 h,无霜期 169 d。植被类型为半荒漠草原植被,林草覆

盖率为 11.46%。土壤侵蚀面积  $237.62 \text{ km}^2$ 〔微度和特殊侵蚀(铁路、公路、农村道路、建制镇、河流水面、村庄、城市用地等)<sup>[3]</sup>未计入〕占土地总面积的 66.31%。其中轻度  $7.71 \text{ km}^2$ ,中度  $31.33 \text{ km}^2$ ,强烈  $53.39 \text{ km}^2$ ,极强烈  $86.55 \text{ km}^2$ ,剧烈  $58.64 \text{ km}^2$ 。属黄河干流省级水土流失重点治理区。城市建设区位于西固区中心地带,周边被丘陵山区的农村环绕,上游的水土流失极易引发下游水土流失灾害,同时全市 2/3 地质灾害点位于城区,威胁人口 2.34 万人、5.79 亿元财产安全,水土流失对城市防洪及地质灾害防治造成极大的压力。

## 2 材料与方法

### 2.1 基础资料

(1) 1:1 万地形图,由甘肃省测绘局提供(2000 国家大地坐标系),用于产生 DEM、地块坡度数据等。

(2) GF1 号卫星影像图,由中国科学院寒旱所遥感与地理信息科学研究所提供(成像时间为 2015 年 7 月 24、28 日,2 m 分辨率,属顶级数据),用于土地利用现状的提取。

(3) 其他相关资料。主要收集了兰州市西固区人民政府“关于划分水土流失重点防治区的通告(2001 年)”,甘肃省人民政府“关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告(2016 年)”,西固区村级行政区划、西固区国民经济统计资料(2006—2014 年),第二次全国土地调查资料(2014 年),全国第一次水利普查(2011 年)成果资料、兰州市城市总体规划(2011—2020 年),兰州国际港务区总体规划(2014—2030 年),兰州关山省级森林公园总体规划(2015—2025 年)等通过政府及有关部门审批、审定的各类数据、专项规划、区划等权威资料,为做好“两区”划分与相关专项规划、区划的衔接,科学划定“两区”边界,制定水土流失防治体系布局提供依据。

### 2.2 划分原则

(1) 统筹考虑水土流失现状和防治需求。以水土流失调查为基础,依据不同区域水土流失潜在危险性、严重性,控制水土流失难易程度、技术经济合理性和城市发展对防治水土流失的需要,划分“两区”。

(2) “两区”划分要充分继承原“三区”划分成果,充分吸纳区域内城市规划的最新成果,与已批复实施水土保持综合和专项规划,特别与土地、城市、专项等相关发展规划相协调,保证水土流失重点防治工作的延续性、可行性。

(3) 与省级重点防治区划分结果相协调。以省级“三区”划分结果为基础,划入省级重点预防区的乡

镇应划分为县级重点预防区,可将符合县级重点治理区标准的村划为县级重点治理区;划入省级重点治理区的乡镇应划分为县级重点治理区,可将符合县级重点预防区标准的村划为县级重点预防区。

(4) 相对集中连片。由于县级城市区域面积较小,自然、社会经济条件与周边相邻县域交叉、关联程度较高,所以县级重点防治区划分在考虑本区域集中连片的同时,还必须考虑与周边县区的连片因素,以发挥整体效应。

(5) 定性分析与定量分析相结合。县级城市重点防治区划分应采取定性分析与定量分析相结合的方法,以定性分析为主,以定量分析为辅<sup>[2]</sup>。

### 2.3 划分方法

(1) 划分指标的确定。在国家级、省级“两区”划分的基础上,根据城市水土流失危害及其防治措施体系布局、土地利用方向等特点,按照区内一致性、区间差异性的分类原则,对国家级、省级分区指标细化,组织有关专家对分区指标进行评议,提出城市型县级“两区”划分的定性和定量分析参考指标。

(2) “两区”划分指标采用定性分析与定量分析相结合、自上而下与自下而上相结合<sup>[4]</sup>、逐步细化的方法进行。

(3) 县级“两区”划分原则上以行政村为基本单元,遇到城乡结合部的插花地、县(区)域之间连片的林草地时,可打破行政村的界限,按实际统计。

(4) “两区”面积统计扣除不能实施水土保持措施的面积,即重点预防区将公路用地、农村道路,坑塘水面,村庄等扣除;重点治理区将有林地、灌木林地、其他林地,铁路用地、公路用地、农村道路,河流水面、坑塘水面,建制镇、村庄、采矿用地等扣除。城区所有地类归为其它类。

(5) 指标的提取与统计。依据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),参照郭索彦<sup>[3]</sup> ArcGIS 提取方法,提取土地利用现状、植被覆盖度、坡度等水土流失主要因子,确定每个图斑水土流失强度等级及面积。

① 土地利用现状的提取。按照《水土保持工程可行性研究报告编制规程》(SL448-2009)附录 B 规定,利用 eCognition 提取土地利用现状信息。② 植被覆盖度因子提取。采用 ENVI 波段计算功能,计算归一化植被指数(NDVI)<sup>[5]</sup>。③ 提取坡度因子。以 1:1 万地形图为底图,在 ArcGIS 中经过地理配准,建立点、线属性数据库,将高程点和等高线矢量化,创建不规则三角网(TIN),即使用三角网转换法生成 2 m 分辨率(CELLSIZE 2)的数字高程模型(DEM);基于 DEM 和 SL190-2007 的规定,按照 $<5^{\circ}$ , $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ , $8^{\circ}\sim 15^{\circ}$ , $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ , $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ , $>35^{\circ}$ 共 6 个坡度级进行统计。

## 3 结果与分析

与农业县区相比,西固区城市型县级“两区”划分具有明显的特点:① 辖区面积小,仅为 358.35 km<sup>2</sup>,人口密度高,为 900 人/km<sup>2</sup>,人为对土地的干扰大,土地碎块化现象严重;② 经济发达,以二、三产业为主,一产比重仅占 1.34%;③ 随着经济社会的逐步发展,农村青壮年劳力外出,土地闲置率高;④ 城区位于河流两岸、川台阶地等地势较低、较平坦,周边丘陵山区暴雨洪水、泥石流对市区的潜在危害巨大;⑤ 城市内涝、滑坡、泥石流、不稳定斜坡等地质灾害时有发生。基于以上特点,城市型县级“两区”划分原则在上级“两区”划分的基础进行细化、特色化,才能满足城市发展对水土流失防治的特殊需求,为城市建设的总需求提供保障和支撑。

### 3.1 指标确定

根据“两区”划分原则,结合西固区水土流失地地貌特征、水土流失危害程度及潜在危险度、生态功能的重要性及治理的迫切性、水土流失防治措施布局及土地利用发展方向等方面的差异性,通过专家评议确定了“两区”划分的定性和定量指标。

3.1.1 定性指标 水土流失重点防治区定性指标的划分情况表 1—2。

表 1 水土流失重点预防区划分定性指标

区类	地貌特征	土壤侵蚀潜在危险程度	生态功能重要性	防治措施布局
重点预防区	山势陡峭	大	重要	封禁治理,生态修复,建立生态修复三道防线。

表 2 水土流失重点治理区划分定性指标

区类	地貌特征	水土流失危害程度	治理迫切性	预期治理成效	防治措施布局
重点治理区	山高坡陡地形破碎	大	迫切	明显	四荒林草化,增加植被覆盖;坡地梯田化,发展特色农业;沟道川台化,发展经济林果;建立水土保持治理开发体系。

3.1.2 定量指标 定量指标分主导指标与辅助指标 2 类。

(1) 主导指标。国家级、省级使用的主导指标有森林覆盖率、草地覆盖率、林草地占地率和侵蚀强度 4 类。“导则”对侵蚀强度用水土流失面积比、中度以

上水土流失面积比 2 个指标来反映;甘肃省则用侵蚀强度来表示。根据西固区水土流失特点,选择水土流失强度、水土流失面积比、森林覆盖率、草地覆盖率、林草地占地率作为主导指标,制定了西固区“两区”划分指标(表 3)。

表 3 西固区“两区”划分主导指标

分区	水土流失强度	水土流失面积比/%			森林覆盖率/%	草地覆盖率/%	林草地占地率/%
		占比	轻度以下	中度以上			
重点预防区	轻度以下	<70	≥30	—	≥20	≥30	≥55
重点治理区	中度以上	≥70	—	≥90	<20	<30	<55

(2) 辅助指标。① 降雨量。在半干旱区降雨量是影响林草植被恢复的主要因子,本研究参照蔡建勤干湿地区划分指标<sup>[6]</sup>确定了划分标准,在重点预防区年降雨量为 400~800 mm;重点治理区年降雨量为 200~400 mm。② 集中连片面积。重点预防区面积 >10.0 km<sup>2</sup>,重点治理区面积 >50.0 km<sup>2</sup>,与相邻县县级水土流失重点预防区和重点治理区相连接时,可小于上述连片面积。

### 3.2 指标提取结果

(1) 土地利用现状提取。土地利用现状信息的提取分为分类、提取、现场校核和精度评价 4 个步骤。① 使用 eCognition 软件采用面向对象的分类方法,对西固区 GF1 影像进行设置分割参数<sup>[7]</sup>(表 4)、构建特征空间、编写规则集,使用阈值分类法将阈值范围一致的对象分成一类,通过人机对话,反复比对、分析归纳,将西固区各类土地分为耕地、园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地、其它土地 8 个 I 级类,26 个 II 级类,29 个 III 级类,33 个 IV 级类,土地利用现状分类结果详见表 5。② 选择典型小流域对提取的土地利用现状进行现场校核,调整矢量图层。③ 根据 Cohen 提出的 Kappa 系数分类评价标准<sup>[8-10]</sup>,经计算,Kappa=89.60%,分类质量达到最佳标准(0.81~1.00)(表 6)。

(2) 植被覆盖度及坡度提取。利用 ENVI 提取每个图斑的 NDVI,并将 NDVI 转换为植被覆盖度;利用 ArcGIS“分区统计”工具,计算平均坡度,并将平均坡度转为坡度级。

(3) 水土流失强度分级。根据上述水土流失因子提取结果,运用 ArcGIS 的空间叠加分析功能,将行政村的矢量图层与土地利用现状、植被覆盖度及坡度数据叠置,按行政村统计分析每个图斑的水土流失程度。

表 4 分割参数及波段权重

参数	层次				
	第 1 层	第 2 层	第 3 层	第 4 层	
R	1	1	1	1	
G	1	1	1	1	
波	1	1	1	1	
段	Nir Red	1	1	1	
权	NDVI	0.2	0.2	0.2	0.2
重	Dem	0.2	0.2	0.2	0.2
	Slope	0.2	0.2	0.2	0.2
	GLMC	0.2	0.2	0.2	0.2
分割尺度	40	60	80	110	
颜色	0.6	0.7	0.7	0.8	
形状	0.4	0.3	0.3	0.2	
光滑度	0.5	0.5	0.5	0.5	
紧致度	0.5	0.5	0.5	0.5	

注:R 为红,G 为绿,B 为蓝,Nir Red 近红外,NDVI 为归一化植被指数,Dem 为数字高程模型,Slope 为坡度,GLMC 为灰度共生矩阵。

### 3.3 “两区”划分步骤

① 其他区初步划分。依据“两区”复核划分的原则,在原“三区”划分的基础上,根据兰州市城市总体规划、兰州国际港务区总体规划、确定西固区城市建设区四周边界,划出其它区(城市建设区)。② 重点预防区初步划分。在原“三区”划分的基础上,根据兰州关山省级森林公园总体规划及永靖县原“三区”划分结果,划定重点预防区,本次划分考虑与永靖县重点预防区划分结果的衔接,在原关山片区外,新增青石台片区。③ 重点治理区划分。根据以上重点预防区(西固区与永靖县交界的南部边缘)、其它区(位于西固区中心的城市建设区)初步划分结果,得出南、北两个重点治理片区。④ 分区调整与统计。按照初步划定的“两区”和其它区,对分割后辅助指标进行微调,按照划界情况重新统计降雨量、水土流失强度、水土流失面积比、森林覆盖率、草地覆盖率、林草地占地率

等指标,最终将西固区划分为 2 个重点预防区、2 个重点治理区。将上述划分结果征求农林水土相关业务部门及乡镇意见后,修改完善,形成西固区县级“两区”划分成果详见图 1,表 7。

表 5 西固区土地利用现状分类结果汇总

I 级类	II 级类	III 级类	IV 级类	面积/hm <sup>2</sup>	小计/hm <sup>2</sup>	占总/%
耕地	水浇地			2 100.43	5 266.12	14.70
		旱平地	<5°	97.01		
	旱地	梯田		437.37		
		坡耕地	5°~8°	147.98		
			8°~15°	405.02		
			15°~25°	975.45		
			25°~35°	995.17		
		沟川坝地	沟台地	3.05		
园地	果园		1 199.33	1 205.64	3.36	
	其他园地		6.31			
林地	有林地		916.35	2 172.92	6.06	
	灌木林地		306.96			
	其他林地		949.61			
草地	其他草地	天然草地		2 884.95	19 081.15	53.25
		荒草地		16 196.20		
交通运输用地	铁路用地		83.67	535.67	1.49	
	公路用地		367.90			
	农村道路		82.64			
	管道运输用地		1.46			
水域及水利设施用地	河流水面		738.54	918.55	2.56	
	坑塘水面		75.85			
	内陆滩涂		87.13			
	水工建筑用地		17.03			
城镇村及工矿用地	城市		3 364.43	6 231.04	17.39	
	建制镇		779.79			
	村庄		1 217.93			
	采矿用地		83.87			
	公共设施用地		5.11			
其他土地	风景名胜及特殊用地		779.91	423.99	1.18	
	设施农用地		116.44			
	沼泽地		3.34			
	裸地		304.21			
总计				35 835.08	35 835.08	100.00

注:有林地(指树木郁闭度≥0.2 的乔木林地,包括红树林地和竹林地)灌木林地(指灌木覆盖率≥40%的林地)其他林地(包括疏林地(指树木郁闭度 0.10~0.19 的林地)、未成林地、迹地、苗圃等林地)天然草地(覆盖率>40%的天然生长的,以草本植物为主的,不用于畜牧业的草地)荒草地(覆盖率≤40%的不用于畜牧业的其他草地)。

### 3.4 分区评述

3.4.1 西固区县级水土流失重点预防区(F) 西固区水土流失重点预防区由关山和青石台 2 个重点预防区组成,共涉及 2 个乡(镇)4 个村,总土地面积 22.27 km<sup>2</sup>。森林覆盖率 24.04%,草地覆盖率 37.61%,林草地占地率 61.66%,水土流失程度 57.15%,重点预防区面积 21.60 km<sup>2</sup>(表 8)。① 西固

区关山水土流失重点预防区(F<sub>1</sub>)。该区共涉及 1 个乡(镇)3 个村,总土地面积 17.62 km<sup>2</sup>(表 7—8)。森林覆盖率 23.46%,草地覆盖率 31.67%,林草地占地率 55.13%,水土流失程度 53.58%,重点预防区面积 16.96 km<sup>2</sup>。该区年降雨量 400~500 mm,年蒸发量 1 000~1 200 mm,年平均气温 4.3~5.8 ℃,无霜期 95~117 d。海拔 1 897~2 586 m。水土流失的防治

按照生态清洁小流域建设布设原则,以封育保护天然植被、种植水保林、布设谷坊、坡改梯等措施,实施“生态修复、综合治理、生态保护”三道防线的治理模式,促进自然修复,防治面源污染,强化生产建设活动过程中的水土保持监督和管理。② 西固区青石台水土流失重点预防区(F<sub>II</sub>)。该区共涉及 1 个乡镇 1 个村,总土地面积 4.65 km<sup>2</sup>(表 7—8)。森林覆盖率 26.25%,草地覆盖率 60.14%,林草地占地率 86.39%,水土流失程度 69.66%,重点预防区面积 4.64 km<sup>2</sup>。主要为石质山岭,沟、梁、湾地貌特征。年降雨量 450~500 mm,年蒸发量 900~1 200 mm,年平均气温 4.8~6.2℃,无霜期 100~125 d。海拔 1 982~2 468 m。该区面积较小不足 10.0 km<sup>2</sup> 但与永靖县水土流失重点预防区相连成片,因此在西固区也划分出来。水土流失的防治以封育保护天然植被为主。

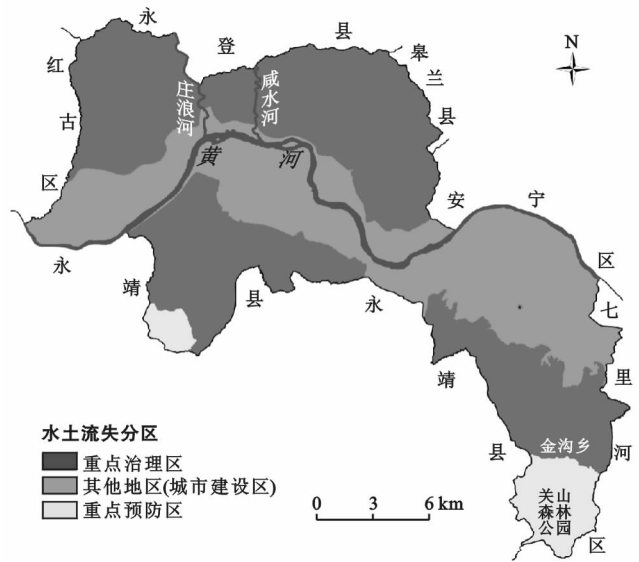


图 1 西固区县级水土流失重点预防区和重点治理区

表 6 土地利用现状分类精度评价结果

I 级类	II 级类	III 级类	生产精度/%	用户精度/%	Kappa 系数
耕地	水浇地		79.31	92.00	0.745 9
		旱平地	100.00	89.99	1.000 0
	旱地	梯田	100.00	88.89	1.000 0
		坡耕地	92.00	100.00	0.912 5
		沟川坝地	100.00	100.00	1.000 0
园地	果园		90.32	84.85	0.889 7
	其他园地		100.00	100.00	1.000 0
林地	有林地		100.00	100.00	1.000 0
	灌木林地		89.68	90.30	0.892 3
	其他林地		88.66	89.39	0.876 5
草地	其他草地	天然草地	89.66	68.42	0.879 5
		荒草地	86.11	86.11	0.839 7
交通运输用地	铁路用地		100.00	100.00	1.000 0
	公路用地		100.00	100.00	1.000 0
	农村道路		100.00	100.00	1.000 0
	管道运输用地		100.00	100.00	1.000 0
水域及水利设施用地	河流水面		100.00	90.00	1.000 0
	坑塘水面		94.60	100.00	0.937 9
	内陆滩涂		95.80	100.00	0.945 8
	水工建筑用地		100.00	100.00	1.000 0
城镇村及工矿用地	城市		100.00	100.00	1.000 0
	建制镇		100.00	100.00	1.000 0
	村庄		100.00	100.00	1.000 0
	采矿用地		100.00	100.00	1.000 0
	公共设施用地		100.00	100.00	1.000 0
	风景名胜及特殊用地		100.00	100.00	1.000 0
其他土地	设施农用地		96.53	90.59	0.963 4
	沼泽地		98.58	92.57	0.923 8
	裸地		93.33	100.00	0.929 7
总体精度/%			89.60		
总体 Kappa 系数			0.881 1		

表 7 西固区“两区”划分指标汇总

“两区” 划分	片区划分	土地总 面积/km <sup>2</sup>	流失强度占总面积/%			林草覆盖率/%			坡级占总面积/%	
			总占比	中度 比例	轻度 比例	总森林	草地	林草地 占地率	>25°	>35°
重点预防区	关山片区	17.62	53.58	—	43.11	23.46	31.67	55.13	83.58	35.22
	青石台片区	4.65	69.66	—	30.90	26.25	60.14	86.39	90.67	66.87
	合计/平均	22.27	57.15	—	40.56	24.04	37.61	61.66	85.06	41.83
重点治理区	南部片区	87.67	93.86	91.30	—	2.14	14.09	16.23	69.95	36.62
	北部片区	110.50	94.70	93.06	—	0.13	3.61	3.74	72.37	33.18
	合计/平均	198.17	94.33	92.28	—	1.02	8.25	9.26	71.30	34.70
其他区	城市建设区	137.91	27.95	25.00	29.49	3.65	3.00	6.65	13.85	5.93
合计	西固区	358.35	66.47	64.16	16.85	3.46	58.31	61.77	50.04	24.07

表 8 西固区水土流失重点预防区范围面积

分区名称	乡、镇(街道)	行政村	总面积/ km <sup>2</sup>	重点预防区 面积/km <sup>2</sup>
关山重点预防区	金沟乡	小金沟村、熊子湾村、杨家咀村	15.68	15.02
	关山森林公园		1.94	1.94
小计			17.62	16.96
青石台重点预防区	新城镇	青石台村	4.65	4.64
合计			22.27	21.60

3.4.2 西固区县级水土流失重点治理区(Z) 西固区县级水土流失重点治理区由南部、北部 2 个重点治理区组成,共涉及 9 个乡(镇、街道)28 个村,总土地面积 198.17 km<sup>2</sup>。森林覆盖率 1.02%,草地覆盖率 8.25%,林草地占地率 9.26%,水土流失程度 94.33%,重点治理区面积为 183.27 km<sup>2</sup>(表 9)。

① 西固区南部水土流失重点治理区(Z<sub>I</sub>)。该区共涉及 6 个乡(镇、街道)16 个村(表 7,9)。森林覆盖率 2.14%,草地覆盖率 14.09%,林草地占地率 16.23%,水土流失程度 93.86%,重点治理区面积为 75.19 km<sup>2</sup>。该区年均降雨量 300~400 mm,降雨集中在 7—9 这 3 个月,春旱和夏旱比较严重。年蒸发量 850~1 070 mm,年平均气温 4.0~7.4℃,无霜期 102~153 d,海拔 1 583~2 468 m。水土流失的治理以小流域为单元的山水田林路村综合治理,主要水土

流失防治措施布局是“山顶造林种草戴帽子”、“山腰梯田林草系带子”、“沟底打坝坊穿靴子”加强侵蚀沟道治理和梯田建设。② 西固区北部水土流失重点治理区(Z<sub>II</sub>)。该区共涉及 3 个乡(镇、街道)12 个村(表 7,9),森林覆盖率 0.13%,草地覆盖率 3.61%,林草地占地率 3.74%,水土流失程度 94.70%,重点治理区面积为 108.08 km<sup>2</sup>。该区年均降雨量 290~320 mm,降雨集中在 7—9 这 3 个月,占全年降雨量的 60%以上,年蒸发量 1 100~1 150 mm,年平均气温 6~8℃,无霜期 130~160 d,海拔 1 556~2 057 m。水土流失的治理以小流域为单元的山水田林路村渠综合治理,采取封育保护草地、人工种草、种植水保林、坡改梯等措施,巩固退耕还林还草成果,保护和建设林草植被。加强生产建设活动过程中的水土保持监督和管理。

表 9 西固区水土流失重点治理区范围面积

分区名称	乡、镇(街道)	行政村	总面积/ km <sup>2</sup>	重点治理区 面积/km <sup>2</sup>
南部重点 治理区	柳泉镇	漫坡头村	5.29	5.03
	新城镇	青春村、青石台村	31.31	24.24
	东川镇	东河湾村、梁家湾村、龙爪山村、马泉村、坡底下村	15.69	13.20
	金沟乡	马家山村、熊子湾村、小金沟村	19.44	17.76
	四季青街道	光月山村、杏胡台村、马耳山村	13.64	12.86
	陈坪街道	孟家山村	2.30	2.10
北部重点 治理区	河口镇	大滩村、岗镇村、河口村、青杨村、石圈村、咸水村、张家台村、八盘村	76.68	74.92
	达川镇	吊庄村、幸福村	6.35	6.01
	西柳沟街道	柴家台村、张家大坪村	27.47	27.15
合计			198.17	183.27

## 4 讨论与结论

(1) 城市水土流失治理更加迫切。西固区水土流失重点预防区面积为 21.60 km<sup>2</sup>, 占该区总面积的 6.03%; 水土流失重点治理区面积为 183.27 km<sup>2</sup>, 占全区总面积的 51.14%。市区周边治理程度低, 水土流失严重, 与农村县区相比, 水土流失的程度更高、危害性更大, 而且治理的难度更大、要求更高, 水土流失防治的任务更加迫切。

(2) 土地利用和土壤侵蚀调查精细化。与农村县区相比, 由于城市建设的迅猛发展、向农村地区快速扩展, 使得城市建设区与相邻“两区”边界的土地利用呈碎块化、犬牙交错, 行政村与街道办交错分布, 城市建设区边界往往是依据地形地貌而不是行政村来确定, 这就要求在进行城市型“两区”划分时常打破行政村界限和采用最新的卫星影像信息逐地块进行土地利用和土壤侵蚀调查, 才能满足“两区”划分的要求。

(3) 片区划分单元化。重点预防区集中连片面积在“导则”及甘肃省参考指标分别是面积 > 10 000 km<sup>2</sup>, 2 000 km<sup>2</sup>。重点治理区在“导则”及甘肃省参考指标分别是面积 > 10 000 km<sup>2</sup>, 5 000 km<sup>2</sup>。由于县级城市面积小, 如西固区仅为 358.35 km<sup>2</sup>, 且与周边县市区“两区”关联性较强, 为保持与周边县市区“两区”划分连片(整体性、一致性), 与相邻县县级水土流失重点预防区和重点治理区相连接时, 面积可以缩小到一个小流域(片区), 作为以后实施水土保持项目的施工单元。如西固区青石台村与永靖县重点预防区相连, 符合重点预防区指标的面积只有 4.65 km<sup>2</sup>, 故将其划分为重点预防区。

(4) 防治措施功能化。按照水土流失特点和水土保持的服务功能, 布设水土流失防治措施。一是在

城市周边重点治理区, 建立健全水土流失灾害防御体系, 从源头上控制水土流失对下游城区的潜在危害; 二是在山高坡陡、降雨、自然植被好的重点预防保护区, 加大封禁治理和生态植被自然修复的力度, 做好天然次生林的保护, 充分发挥生态植被自然恢复的功能。三是在城市郊区, 大力发展设施农业, 促进农家乐、假日生态游等城市休闲旅游观光业的发展, 促进水土流失地治理与开发措施的有机结合。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张洋, 彭瑶, 刘竞妍, 等. 江苏省水土流失重点防治区划分[J]. 水土保持通报, 2014, 34(2): 300-306.
- [2] 王治国, 王春红. 对我国水土保持区划与规划中若干问题的认识[J]. 中国水土保持科学, 2007(1): 105-109.
- [3] 郭索彦. 水土保持监测理论与方法[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010: 294-299.
- [4] 杨世凡, 孙泉忠, 宁茂岐, 等. 县级水土流失重点防治区划分研究: 以贵州省紫云苗族布依族自治县为例[J]. 中国水土保持, 2016(6): 31-34.
- [5] 符思涛, 周云. 基于遥感影像的归一化植被指数算法研究[J]. 江西测绘, 2010(3): 31-32, 15.
- [6] 蔡建勤, 张长印, 陈法杨. 全国水土保持生态修复分区研究[J]. 中国水利, 2004(4): 46-48.
- [7] 侯群群. 面向对象的遥感影像水土保持措施信息提取研究[D]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [8] Feinstein A R, Cicchetti D V. High agreement but low Kappa: (I): The problems of two paradoxes [J]. Journal of Clinical Epidemiology, 1990, 43(6): 543-549.
- [9] Cicchetti D V, Feinstein A R. High agreement but low kappa (II): Resolving the paradoxes. [J]. Journal of Clinical Epidemiology, 1990, 43(6): 551-558.
- [10] 许文宁, 王鹏新, 韩萍, 等. Kappa 系数在干旱预测模型精度评价中的应用: 以关中平原的干旱预测为例[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(6): 81-86.