黑龙江省拜泉县水土保持新进展与效益评价

张爱玲[1], 钟云飞[2], 陈祥伟[1]

(1. 东北林业大学 林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 松辽委松辽流域水土保持监测中心站, 吉林 长春 130021)

摘　要: [目的] 对黑龙江省拜泉县近年来的水土保持工程保土效益定量进行评价,为进一步的水土保持规划和生态环境建设提供科学参考。[方法] 通过对拜泉县 2008—2015 年水土保持工程实施情况的调查分析,利用遥感影像解译土地利用,采用土壤侵蚀模型计算工程实施前后的土壤流失量评价拜泉县水土保持工程保土效益。[结果] 2011—2015 年该县土地利用变化不大,总体由耕地向居民点及工矿交通用地和林地流转,水土流失总面积减少 193.8 km^2,生态环境有所好转。2008—2015 年,新增实施水土保持措施总面积 103.49 km^2,通过实施梯田、地埂植物带和改垄措施,共计保土 507 338.86 t,其中 2008—2010 年占总保土量的 3.80%,2011—2015 年保土量逐年递增,2015 年占总保土量的 34.04%。所有年份合计,梯田的保土量最多,占总保土量的 40.21%,其次为改垄和地埂,分别为 37.23%和 22.56%。[结论] 拜泉县水土流失综合防治工程效益显著,为进一步提高水土保持效益,应优化水土保持措施的分布,扩大梯田和地埂面积。

关键词: 水土流失; 水土保持措施; 效益评价; 黑龙江省拜泉县

文献标识码: A　　**文章编号**: 1000-288X(2018)01-0276-05　　**中图分类号**: S157.1

文献参数: 张爱玲, 钟云飞, 陈祥伟. 黑龙江省拜泉县水土保持新进展与效益评价[J]. 水土保持通报, 2018,38(1):276-280. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.01.048. Zhang Ailing, Zhong Yunfei, Chen Xiangwei. Recent progress in soil and water conservation and effect assessment in Baiquan County of Heilongjiang Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018,38(1):276-280.

Recent Progress in Soil and Water Conservation and Effect Assessment in Baiquan County of Heilongjiang Province

ZHANG Ailing[1], ZHONG Yunfei[2], CHEN Xiangwei[1]

(1. *College of Forestry, Northeast Forestry University, Haerbin, Heilongjiang* 150040, *China*; 2. *Songliao Monitoring Center of Soil and Water Conservation in Songliao Water Resources Commission, Changchun, Jinlin* 130021, *China*)

Abstract: [Objective] Effect of the soil and water conservation in Baiquan County of Heilongjiang Province has been evaluated for the soil and water conservation project. The results could provide some suggestions for further planning of the soil and water conservation and the development of ecological environment. [Methods] This paper analyzed the soil loss variation using the soil loss model for the soil conservation projects based on the field survey from 2008 to 2015. The land use data was extracted from the remote sensing images. The soil conservation was assessed based on the aforementioned methods. [Results] The land use was dominated by cultivated land and the area of soil erosion accounted for 27.37% of total land area. From 2011 to 2015, the land use transferred from cultivated land to settlements, industrial and mining land and forest land. The total area of soil erosion decreased by 193.8 km^2, and the ecological environment improved. The new area covered with soil and water conservation measures was 103.49 km^2. The total conserved soil was 507 338.86 t with the implementation of terracing measures, strip ridging and ridging, of which total conserved soil from 2008 to 2010 accounted for 3.80%. From 2011 to 2015, the soil conservation

收稿日期:2017-07-17　　**修回日期**:2017-07-21

资助项目:松辽水利委员会松辽流域水土保持监测中心站承担的经常性业务项目"水土保持业务项目"(126205012000150001)

第一作者:张爱玲(1991—),女(汉族),云南省昆明市人,硕士研究生,研究方向为水土保持。E-mail:804738426@qq.com。

通讯作者:钟云飞(1981—),男(汉族),吉林省长春市人,大学,高级工程师,主要从事水土保持监测及监测网络管理工作。E-mail:slwstbc@163.com。

increased year by year, and the conserved soil in 2015 accounted for 34.04% of total conserved soil. The soil conservation of terraced fields was the largest, accounting for 40.21% of the total soil conservation, followed by strip ridging and ridging, accounting for 37.23% and 22.56%, respectively. [Conclusions] Soil and water conservation projects produced remarkable effect on soil conservation. The distribution of conservation measures should be optimized and investing more resources in terracing and strip riding for improving the conservation effect.

Keywords: soil and water loss; soil and water conservation measures; effects assessment; Baiquan County of Heilongjiang Province

东北黑土区是中国最大的商品粮生产基地,同时又是重要的生态安全屏障区。虽然开垦历史仅有百余年,但由于机械化开发强度大、速度快,加之独特的漫川漫岗起伏丘陵区地形,没有采取任何水土保持措施,导致目前水土流失问题凸显,呈危害加剧的发展态势。除表现为黑土层变薄外,大量的侵蚀沟道不仅破坏了土地资源,更是对机械化作业构成严重障碍,降低作业效率,阻碍了现代农业的发展。拜泉县位于黑龙江省中部,行政隶属齐齐哈尔市,地理范围125°30′—126°31′E,47°20′—47°55′N,地处小兴安岭西麓向松嫩平原过渡的山前台地和丘陵地带,地形呈波状起伏,坡度较缓,一般不超过 5°～8°,但坡长较长,多为几百米,甚至上千米。土壤类型以黑土为主,有机质含量高。在中国水土保持分区中属于东北黑土丘陵漫岗区。气候属于中温带大陆性季风气候,平均年降水量 490 mm,大于等于 10 ℃积温 2 454.5 ℃,无霜期 122 d。拜泉县 1898 年开始放荒,1906 年建县开始垦殖,县名源自蒙语,意为"宝贵的泉水"。和缓的地形,肥沃的土壤,雨热同季的气候条件,比较丰富的水资源曾使其成为东北"呼(兰)海(伦)巴(彦)拜(泉)4 大粮仓"之一[1]。建国初期就是东北地区极具代表性的种植业为主的农业大县,是全国著名的产粮大县。1958 年曾荣获周恩来总理签发的"农业社会主义建设先进单位"奖状。但由于长期生产中未关注水土保持,到 80 年代农业生态环境已严重恶化,农村经济步履维艰,是黑龙江省和国家重点扶持的贫困县[2]。1986 年拜泉县启动了生态农业建设,在制定《拜泉县生态农业建设总体规划》的基础上[3],走以水土保持为依托的生态农业发展之路,实现了生态、经济、社会效益三增长[4]。经过约 20 a 的努力,已形成较为完善的水土流失综合防护体系[5]:依托工程、植物、耕作三大措施,建立坡顶、坡面、沟道"三道防线"体系,实现工程、土壤、生物"三种水库"运转,成为东北黑土区水土保持示范模式[6]。2008 年以后随着国家水土流失综合防治工程的陆续投入,拜泉县水土保持更是上了新的台阶,2013 年被评为东北黑土区唯一的国家水土保持生态文明县。这些工程包括:东北黑土区水土流失综合防治试点工程,国家农业综合开发东北黑土区水土流失治理重点工程,坡耕地水土流失综合治理试点工程。很多学者围绕生态、经济和社会效益指标,对拜泉县生态农业和国家防治工程实施成效进行了总结,缺少定量效益的直接估算。本研究拟针对国家防治工程的投入,定量评价拜泉县实施这些工程后的水土保持效益。

1　资料与方法

资料包括 4 部分:①水土保持措施工程实施情况。包括两部分,一是水利部松辽流域委员会提供的 2011—2015 年国家级农发项目水土保持工程的统计资料,其中拜泉县仅在 2011,2013,2015 年实施,含水土保持措施类型、实施位置和面积;二是发表的 2008—2012 年国家级试点工程水土保持工程文献数据,含水土保持措施类型和面积[5];②土地利用数据。与这水土保持措施实施年份对应的拜泉县 2011,2013 和 2015 年的资源 3 号卫星影像,空间分辨率为 2.1 m,用于分析土地利用变化;③拜泉县气象站 1981—2010 年 30 a 逐日降雨资料,用于计算全县降雨侵蚀力;④拜泉县 1∶1 万比例尺的 DEM 高程数据,属 TIN 表面类型数据,用于提取坡度和坡长。

分别以高分辨率卫星遥感影像为数据源,在 GIS 技术支持下,采取人机交互方式[7-8],解译获取拜泉县土地利用图,项目区水土保持措施分布图;然后实地调查项目区水土保持措施实施情况[9],调查内容包括:梯田、地埂、改垄等坡耕地治理措施;截水沟等荒坡治理措施;造林、种草等林草措施和封育治理措施;沟头防护、跌水、谷坊等沟道治理措施;塘坝、蓄水池、作业路等措施的面积和数量。同时进行土地利用解译结果验证。

根据解译和调查结果,在全县范围内采用中国土壤流失方程(CSLE, Chinese soil loss equation)[10]分别计算项目实施前后的土壤流失量:

$$A=R\times K\times L\times S\times B\times E\times T \quad (1)$$

式中：A——年平均土壤流失量〔t/(hm² · a)〕；R——降雨侵蚀力因子〔MJ · mm/(hm² · h · a)〕；K——土壤可蚀性因子〔(t · hm² · h)/(hm² · MJ · mm)〕；L，S——坡长因子和坡度因子，无量纲；B——植被覆盖与生物措施因子，无量纲；E——水土保持工程措施因子，无量纲；T——水土保持耕作措施因子，无量纲。计算降雨侵蚀力使用拜泉县 1981—2010 年 30 a 逐日降雨资料，计算坡度坡长时使用 1∶1 万比例尺 DEM 数据（属 TIN 表面类型数据）。

降雨侵蚀力因子采用章文波等[11]提出的简易算式估算：

$$R_i=\alpha\sum_{j=1}^{k}P_j^{\beta} \quad (2)$$

$$\beta=0.836\ 3+18.144/P_{d12}+24.455/P_{y12} \quad (3)$$

$$\alpha=21.586\beta^{-7.189\ 1} \quad (4)$$

式中：R_i——第 i 个半月时段的侵蚀力值〔MJ · mm/(hm² · h)〕；k——半月时段内的天数(d)；P_j——半月时段内第 j 天日雨量大于等于 12 mm 的侵蚀性日雨量(mm)，否则以 0 计算；全年 24 个时段，以每月前 15 d 作为一个半月段，该月剩下部分作为另一个半月时段；P_{d12}——日降雨量≥12 mm 的多年平均日雨量(mm)；P_{y12}——日降雨量≥12 mm 的多年平均年雨量(mm)。计算逐年各半月降雨侵蚀力后，累加得到年降雨侵蚀力，取多年平均后得出年均降雨侵蚀力。

土壤可蚀性因子采用黑土的标准小区实测值，根据北京师范大学水土保持试验站观测得到，取值为 0.038 (t · hm² · h)/(hm² · MJ · mm)。

坡度因子和坡长因子首先基于 DEM 数据计算坡长和坡度，然后按以下公式计算坡长因子和坡度因子：

$$L=(\lambda/22.1)^m$$

$$m=\begin{cases}0.2 & (\theta\leqslant 1^\circ)\\ 0.3 & (1^\circ<\theta\leqslant 3^\circ)\\ 0.4 & (3^\circ<\theta\leqslant 5^\circ)\\ 0.5 & (\theta>5^\circ)\end{cases} \quad (5)$$

$$s=\begin{cases}10.8\sin\theta+0.03 & (\theta<5^\circ)\\ 16.8\sin\theta-0.5 & (5^\circ\leqslant\theta<10^\circ)\\ 21.9\sin\theta-0.96 & (\theta\geqslant 10^\circ)\end{cases} \quad (6)$$

式中：L——坡长因子，无量纲；λ——坡长(m)；m——坡长指数；S——坡度因子，无量纲；θ——坡度(°)。

植被覆盖与生物措施 B 因子主要针对林地和草地，以及其他各类非农地的土地利用按表 1 赋值，主要参考了张雪花等[12]利用人工降雨径流模拟试验得到的东北黑土区植被因子值，同时参照美国农业部农业手册 282 号 USLE[13]基于土地利用/覆被类型的 C 因子值表。

拜泉县耕地的工程措施只有梯田，其他主要是耕作措施，包括：深松、秸秆还田、垄向区田、等高垄作、地埂植物带等[14]。依据松辽水利委员会(2012 年)发布的各种水土保持措施效益公告，得到措施因子值(表 2)。

利用 ArcGIS 软件，分别基于土地利用和水土保持措施分布进行因子赋值，然后进行 7 个因子的栅格图层乘积运算，得到每个栅格的侵蚀模数，按照《黑土区水土流失综合防治技术标准》(SL446-2009)划分等级后汇总分析。

由于 2008—2012 年国家级水土保持工程只有统计资料，采用 2011—2015 年计算的各类措施平均保土量，依据 2008—2012 年各类措施类型和面积估算其保土量。

表 1 基于不同土地利用类型的 B 因子取值

有林地	其他林地	灌木林地	天然草地	人工草地	独立工矿用地	裸土	其他各类土地
0.002 5	0.018 4	0.006	0.01	0.003 2	0.05	1	0

注：其他各类土地包括交通运输用地、水域及水利设施、城镇和农村居民点、特殊用地、商服及公共用地、除裸土外的其他土地。

表 2 耕地工程措施因子 E 与耕作措施因子 T 取值

梯田	深松	秸秆还田	垄向区田	等高垄作	地埂植物带	斜坡起垄	顺坡起垄
0.02	0.97	0.71	0.198	0.093	0.084	0.547	1

注：深松因子值根据北京师范大学水土保持试验站观测资料得到；斜坡起垄因子值是等高垄作与顺坡起垄因子值的平均值。

2 结果与分析

2.1 土地利用变化

拜泉县总土地面积 3 601.7 km²。2015 年该县土地利用类型以耕地为主，面积为 2 761 km²，占全县土地总面积的 76.66%，其次为居民点及工矿交通用地，面积 380.6 km²，占全县土地总面积的 10.57%，林地面积 302.3 km²，占 8.39%，草地面积占 2.50%，其他

土地利用类型面积较小(图 1)。5 a 以来,拜泉县总体耕地、草地、其他用地面积减少,其中耕地面积由 2 878.5 km^2 减少为 2 761 km^2,减少了 117.5 km^2,草地面积由 172.8 km^2 减少为 90.2 km^2,减少了82.6 km^2。林地、居民点及工矿交通用地、水域及水利设施用地面积增加,其中林地面积由 271.8 km^2 增加为 302.3 km^2,增加了 30.5 km^2,居民点及工矿交通用地由 211.3 km^2 增加为 380.6 km^2,增加了 169.3 km^2。各土地利用类型中变化最为明显的为耕地和居民点及工矿交通用地,拜泉县 2011,2013,2015 年,耕地面积减少,人口扩张较为明显,居民点及工矿交通用地大大增加,耕地和草地主要转化居民点及工矿交通用地和林地,耕地面积减少、林地面积增加在一定程度上说明拜泉县生态环境状况有所好转。

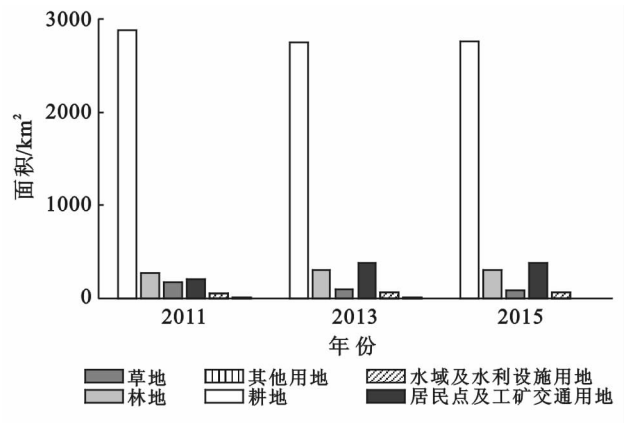


图 1　拜泉县 2011,2013,2015 年土地利用统计

2.2　拜泉县 2008－2015 年实施水土保持措施情况

在国家农业综合开发水土保持项目和坡耕地水土流失综合治理试点工程建设的推动下,2008—2010 年拜泉县水土保持措施实施面积为 72.03 km^2,主要包括坡耕地治理工程(66.12 km^2)和林草措施(5.91 km^2,表 3)。坡耕地的治理包括坡改梯(水平梯田、土坎坡式梯田和灌木坎坡式梯田),面积为 15.64 km^2,地埂植物带,面积为 7.24 km^2,改垄,面积为43.24 km^2。此外,还修建了 497 座谷坊和 45 座跌水。同 2008—2010 年相比,拜泉县的水保措施类型和面积都大幅增加,2011—2015 年增加了荒坡治理工程、封育治理和小型蓄水保土工程的修建。2011—2015 年各类水土保持措施都有所增加,截止到 2015 年拜泉县水土保持措施总面积为 2 497.62 km^2,其中以坡耕地治理工程为主,面积为 1 985.89 km^2,占水土保持措施总面积的 79.51%,其中,梯田面积为 110.32 km^2,地埂面积为 37.15 km^2,改垄面积为1 669.09 km^2,截流沟面积为 169.33 km^2。荒坡治理工程总面积 34.96 km^2,封育治理面积 24.57 km^2,林草措施面积 452.2 km^2,治沟工程 13 481 处/座,小型蓄水保土工程490 处/座。2011—2015 年,拜泉县水土保持措施面积逐年增加,其中 2011—2013 年新增实施国家农业综合开发东北黑土区水土流失综合治理工程太平川项目区松林、兴家、整理、战斗小流域,全国坡耕地水土流失综合治理试点工程久胜项目区,中央预算内水土流失重点治理工程建国、卫东小流域,项目区总面积 150.41 km^2,新增水土保持措施总面积 65.66 km^2。2013—2015 年新增实施国家农业综合开发东北黑土区水土流失综合治理工程太平川项目区进步、老道山小流域,中央预算内水土流失重点治理工程乾元小流域,省级财政水土保持专项工程史家沟、霍家沟,全国坡耕地水土流失综合治理工程劳动和互助项目区,项目区总面积 154.92 km^2,新增实施水土保持措施面积 37.83 km^2。5 a 以来新增项目区累计面积 305.33 km^2,水土保持措施新增治理面积 103.49 km^2。

表 3　拜泉县 2008－2015 年水土保持措施实施情况

年 份	坡耕地治理面积/km^2	林草措施面积/km^2	治沟工程(处/座)	小型蓄水保土工程(处/座)
2008—2010	66.12	5.91	931	—
2011	1 889.13	505.00	12 525	363
2012	11.11	42.71	164	—
2013	1 951.41	508.38	12 949	480
2015	1 985.89	511.73	13 481	490

2.3　拜泉县 2008－2015 年国家级水土保持工程实施后的效益分析

2015 年,拜泉县水土流失总面积 985.7 km^2,占全县土地总面积的 27.37%,以轻度侵蚀面积为主,面积 821.1 km^2,占侵蚀总面积的 83.30%,其次为中度侵蚀,面积 143.3 km^2,占侵蚀总面积的 14.54%,其他侵蚀类型面积较小(表 4)。2011,2013,2015 年,拜泉县侵蚀总面积逐年减少,由 1 179.5 km^2 减少为 985.7 km^2,减少了 193.8 km^2。各级侵蚀面积也呈逐年减少趋势,其中轻度侵蚀面积减少最大,由 934.3 km^2 减少为 821.1 km^2,减少了 113.2 km^2。5 a 以来,拜泉县侵蚀总面积和各级强度侵蚀面积均呈减少趋势,从各级侵蚀所占比例看中度及以上侵蚀面积比例呈减少趋势,其中中度侵蚀面积占侵蚀总面积的比例由 2011 年的 16.79%减少为 2013 年的 15.82%和 2015 年的 14.54%,轻度侵蚀面积占侵蚀总面积的比

例呈增加趋势，由 2011 年的 79.21%，增加为 2013 年的 81.45%，至 2015 年增加为 83.3%，说明拜泉县总体侵蚀状况有所好转，侵蚀面积减少且侵蚀程度下降，中度及以上侵蚀逐渐转化为轻度侵蚀。从 2011，2013 年到 2015 年，拜泉县水土流失总面积减少了 193.8 km^2，各类水土保持措施新增治理面积 103.49 km^2 是水土流失面积减少的主要原因，水域及水利设施用地和林地面积增加是水土流失面积减少的次要原因。拜泉县实施的水土保持治理工程较好的改善了县域水土流失状况和生态环境。

表 4 拜泉县 2011，2013，2015 年水土流失情况统计

年份	轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈		合计	
	面积/km^2	比例/%	面积/km^2	比例/%	面积/km^2	比例/%	面积/km^2	比例/%	面积/km^2	比例/%	面积/km^2	比例/%
2011	934.3	79.21	198.0	16.79	30.4	2.58	10.5	0.89	6.3	0.53	1 179.5	32.75
2013	864.6	81.45	167.9	15.82	17.6	1.66	6.4	0.60	5.0	0.47	1 061.5	29.47
2015	821.1	83.30	143.3	14.54	13.3	1.35	4.6	0.47	3.4	0.34	985.7	27.37

拜泉县在坡耕地实施的水保措施主要包括坡改梯、地埂和改垄。不同的水土保持措施发挥着不同的效益（表 5）。2008—2015 年，梯田的保土量最多为 203 984.95 t，占总保土量的 40.21%，其次为改垄，保土量为 188 873.93 t，占总保土量的 37.23%，地埂的保土量最少，为 114 479.98 t，占总保土量的22.56%。2008—2010 年保土量为 19 278.19 t，占总保土量的 3.80%，其中梯田的保土量最多为 9 748.27 t，占该时段总保土量的 50.57%，其次为地埂和改垄，保土量比例分别为 40.90%和 8.54%。2012 年水土流失综合试点工程建设 11.11 km^2 的梯田，保土量为 6 926.18 t。对比 2011，2013 和 2015 年，各水土保持措施类型的保土量逐年增加，占总保土量的比例由 2011 年的 29.65%，上升为 2013 年的 31.14%，再上升为 2015 年的 34.04%，这主要是得益于各措施类型面积的逐年增加。5 a 来，改垄面积较为稳定，其平均保土量为 62 409.51 t。2011 和 2013 年改垄的保土量为最多，2015 年梯田的保土量高于改垄的保土量。虽然单位面积的地埂保土量最高，但由于其面积相对较少，其保土量低于梯田和改垄。由于改垄不占用和破坏耕地，工程量小，推广容易，因此是拜泉县分布面积最广，最常见的坡耕地水土保持措施。但改垄的单位面积保土量低，如何综合投入产出效益和保土效益优化水土保持措施分布应加强研究。

表 5 拜泉县 2008－2015 年坡耕地水土保持措施效益评估

年 份	梯田保土量		地埂保土量		改垄保土量	
	数量/t	比例/%	数量/t	比例/%	数量/t	占总保土量比例/%
2008—2010	9 748.27	50.57	7 884.52	40.90	1 645.40	8.54
2011	59 042.32	39.26	30 614.37	20.35	60 769.94	40.39
2012	6 926.18	100.00	—	—	—	—
2013	59 511.41	37.67	35 531.82	22.49	62 941.41	39.84
2015	68 756.77	39.81	40 449.27	23.42	63 517.18	36.77
合计	203 984.95	40.21	114 479.98	22.56	188 873.93	37.23

3 结 论

本文使用拜泉县 2011，2013 和 2015 年 3 a 的遥感影像数据进行了土地利用变化分析，结果显示拜泉县土地利用以耕地为主，占县域总面积的76.7%，该县土地利用由耕地向居民点及工矿交通用地和林地流转，生态环境有所好转。对拜泉县 2008—2012，2011，2013，2015 年实施水土保持工程情况及其效益进行了分析，结果显示 2011—2015 年水土流失面积和强度逐年降低，由中度及以上程度侵蚀转为轻度侵蚀；新增实施水土保持措施总面积 103.49 km^2，水土流失总面积减少 193.8 km^2。2008—2015 年梯田、地埂植物带和改垄措施的总保土量为 507 338.86 t，梯田保土占 40.21%，改垄保土占 37.23%，地埂保土占 22.56%。不同年份相比，2008—2010 年，梯田保土占 50.57%，地埂保土占40.9%，改垄保土仅占 8.54%。2011—2015 年，梯田和地埂比例明显下降，改垄比例明显上升。如何从投入产出、保土等角度优化水土保持措施分布，是需要进一步研究的内容。

（下转第 286 页）

[参 考 文 献]

[1] 姚孝友,肖幼,顾洪,等.淮河流域水土保持生态修复机理与技术[M].北京:中国水利水电出版社,2011:16-30.

[2] 张荣华,刘霞,姚孝友,等.桐柏大别山区土壤侵蚀特征分析[J].水土保持研究,2010,17(1):24-30.

[3] 王延平,刘霞,姚孝友,等.淮河流域沂蒙山区水土保持生态脆弱性的AHP分析[J].中国水土保持科学,2010,8(3):20-27.

[4] 徐志强,张光灿,刘霞,等.淮河流域伏牛山区水土保持生态自然修复适宜性评价与分区[J].中国水土保持科学,2013,11(3):17-23.

[5] 刘瑞娟,张万昌,裴洪芹.淮河流域土壤侵蚀与影响因子关系分析[J].中国水土保持,2010(5):29-32,68.

[6] 陈盼盼,胡利利,李亦秋,等.龙门山地区水土流失敏感性评价及其空间分异[J].水土保持通报,2017,37(3):237-241.

[7] 程先富,余芬.安徽省土壤侵蚀空间分布及其与环境因子的关系[J].地理研究,2010,29(8):1461-1470.

[8] 黄淑玲,方刚,袁新田,等.水土流失成因分析与治理措施:以安徽江淮丘陵地区为例[J].广东农业科学,2010(1):147-149,153.

[9] 林琳.区域土地利用/覆被变化对水土流失的影响研究[D].福州:福建农林大学,2008.

[10] 黄志霖,傅伯杰,陈利顶.黄土丘陵区不同坡度、土地利用类型与降水变化的水土流失分异[J].中国水土保持科学,2005,3(4):11-18,26.

[11] 栗清林.试论不同坡度、坡长、植被与水土流失的关系[J].中国水土保持,1982(2):32-34.

[12] 水利部水土保持监测中心.水土流失动态监测方法研究[M].北京:中国水利水电出版社,2011.

[13] 邓书斌,陈秋锦,杜会建,等.ENVI遥感图像处理方法[M].北京:高等教育出版社,2014:132-154.

[14] 中华人民共和国国家标准.GB/T15772-2008水土保持综合治理规划通则[S].北京:中国标准出版社,2009:19-23.

[15] 中华人民共和国国家标准.GB/T21010-2007土地利用现状分类[S].北京:中国标准出版社,2007:2-5.

[16] 中华人民共和国水利部.SL665-2014北方土石山区水土流失综合治理技术标准[S].北京:中国水利水电出版社,2014:3-4.

[17] 王小花.利用ENVI提取植被覆盖度[J].环境与发展,2014,26(7):71-72.

[18] 孙厚才,袁普金.开发建设项目水土保持监测现状及发展方向[J].中国水土保持,2010(1):36-38.

(上接第280页)

[参 考 文 献]

[1] 韩忠军,陈寿刚,钟喜华.对拜泉县生态农业建设与可持续发展的思考[J].黑龙江环境通报,2011,35(1):9-11.

[2] 王树清,苏继昌.拜泉县生态农业发展战略的提出、实施及其它[J].农业环境与发展,1995(1):5-8.

[3] 于立河,曲长祥,曹茹,等.拜泉县发展生态农业的调查[J].农业系统科学与综合研究,2003,19(2):120-123.

[4] 孙媛媛.生态农业是实现农业可持续发展的最佳模式:拜泉县发展生态农业的启示[J].理论观察,2002(1):64-66.

[5] 周宁,张春山.拜泉县水土保持生态文明建设的成效与经验[J].中国水土保持,2014(1):55-57.

[6] 中华人民共和国水利部.中国水土流失防治与生态安全(东北黑土区卷)[M].北京:科学出版社,2010:64-66.

[7] 陈宁强,戴锦芳.人机交互式土地资源遥感解译方法研究[J].遥感技术与应用,1998,13(2):15-20.

[8] 阎守邕,王涛,刘亚岚,等.遥感影像人机交互判读系统及其技术特点[J].遥感学报,2002,6(3):198-204.

[9] 国务院第一次全国水利普查领导小组办公室.第一次全国水利普查培训教材之六:水土保持情况普查[M].北京:中国水利水电出版社,2010:5-9.

[10] Liu Baoyuan, Zhang Keli, Xie Yun. An Empirical Soil Loss Equation [M]// Proceedings-Process of Soil Erosion and Its Environment Effect(Ⅱ): 12th International Soil Conservation Organization Conference, 2002: 21-25.

[11] 章文波,谢云,刘宝元.利用日雨量计算降雨侵蚀力的方法研究[J].地理科学,2002,22(6):705-711.

[12] 张雪花,侯文志,王宁.东北黑土区土壤侵蚀模型中植被因子C值的研究[J].农业环境科学学报,2006,25(3):797-801.

[13] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning [M]. USDA: Agriculture Handbook, 1978.

[14] 王洪岩,牟向东,张春山.拜泉县实施黑土区水土流失综合防治试点工程的做法与成效[J].黑龙江水利科技,2007,35(4):186-187.