

喀斯特地区水土流失与农业发展的相关性研究 ——以大方县为例^{*1}

赵敬霞 张琦

(贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵州贵阳 550001)

【摘要】:贵州喀斯特地区生态环境脆弱, 水土流失严重, 与社会经济相互影响。采用相关分析法, 以大方县为例, 利用大方县 2011 年、2015 年水土流失侵蚀强度面积与该县各年 36 个乡镇种植业、林业、牧业产值进行相关性研究。从分析结果上看, 喀斯特地区强度以上侵蚀面积与各产值之间存在很强的相关性, 并在治理水土流失的基础上提出发展农业的措施。

【关键词】:喀斯特, 水土流失, 农业发展

【中图分类号】:S-1 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1003-6563(2017)02-0027-06

0 引言

我国拥有源远流长的农耕文化, 是历史悠久的农业大国, 农业是支撑国家经济发展的重要支柱, 能平衡生态系统, 是促进区域人口、资源、环境、经济等社会可持续发展的产业。追溯历史, 一切生物及生物活动都离不开水和土。水土流失是造成水土资源消耗的罪魁祸首, 水土流失造成耕地锐减, 土壤肥力下降, 土地贫瘠, 农业低产, 生态环境恶化, 使越来越多的农村居民生活陷入贫困状态, 这已成为农业与农村经济发展的最大障碍^[1]。

中国是世界上最早管理水土流失的国家, 在黄河流域最早实施并颁布了治理水土流失的许多政策^[2]。我国西南地区是世界上喀斯特发育典型的区域, 因其局部气候与地貌差异, 使农业发展之本一水土资源各异。贵州地处世界喀斯特发育最复杂、类型最齐全、分布面积最大的东亚喀斯特区域中心, 也是我国碳酸盐岩分布最大、岩溶最发育的省区^[3]。喀斯特地区是典型的生态环境脆弱区, 贵州毕节地区旱地面积变化和生态系统转化剧烈程度都较大^[4], 水和岩石的溶蚀性造就了喀斯特环境并形成了一定的影响机制, 对喀斯特地区的景观、水循环有重要影响^[5]。当前, 学术界已针对水土流失和社会经济发展做了大量研究, 但多注重于水土流失对农业发展影响原因、动力、措施的研究^[6-12]。大方县是喀斯特地貌的典型区域, 加上地表石漠化严重, 更加剧了水土流失的发生。由于客观的自然条件导致了水土流失的泛滥, 从而进一步导致农业发展的差异。本文以贵州省典型的喀斯特地区大方县为例, 在研究该县水土流失现状和变化的基础上, 初步探讨西南地区喀斯特区域水土流失与农业发展的相关性, 并提出喀斯特地区农业发展的对策和建议, 为西南喀斯特山区经济发展引路。

1 研究区概括

¹收稿日期:2016-12-09;修回日期:2016-12-17

作者简介:赵敬霞(1992-), 女, 贵州遵义人, 贵州师范大学地理与环境科学学院硕士研究生, 主要从事水土保持与国土整治研究。

大方县位于贵州省西北部，毕节地区中部，乌蒙山脉东麓。地跨东经 105° 15' 47" —106° 08' 04"，北纬 26° 50' 02" —27° 36' 04"。东与黔西县毗邻，南与纳雍县接壤，西南隔瓜仲河与纳雍相望，北及西北与毕节市相连，全县共辖 36 个乡镇 389 个村。总面积达 3505.21km²，2010 年末全县总人口 123.79 万人，少数民族占 33.02%。大方县属亚热带湿润季风气候，雨量充沛、气候温和湿润、雨热同季、四季分明，冬无寒冷、夏无酷暑、气候宜人；全县属长江流域乌江水系和赤水河水系，以九龙山、海马箐连续山脉为分水岭，北部为赤水河水系，流域面积 741km²，南为乌江水系，流域面积 2759.75km²。地质结构较复杂，根据地质资料显示，全县除缺乏中生代白垩系和新生代第三系外，其余地层均有出露。大方县属亚热带常绿阔叶林带，境内植被种类繁多，但由于人类活动的长期影响，原生植被已被破坏，次生植被被以华山松为主的人工林所代替，全县森林资源偏少，植被覆盖率低，人地矛盾突出，因此，水土流失严重，制约了全县社会经济增长，束缚了农业发展。

2 水土流失状况

由于强烈的燕山运动使贵州西半部形成高原，岩溶地貌与常态地貌相间分布，以喀斯特岩溶地貌为主，部分地区石漠化严重，土层薄，夏季降雨集中，自然条件导致大方县水土流失不可避免^[13]。种植业发展需开垦土地，农民越穷越开垦，加剧水土流失强度和范围。表 1 中 2011 年大方县水土流失数据显示，全县微度侵蚀面积 1923.03km²，轻度侵蚀面积 669.39km²，中度侵蚀面积 559.54km²，强度侵蚀面积 140.85km²，极强度侵蚀面积 113.66km²，剧烈侵蚀面积 98.74km²，强度以上侵蚀面积占全县面积的 10.08%。2015 年大方县各侵蚀强度面积分布面积为：微度侵蚀面积 2102.53km²，轻度侵蚀面积 651.73km²，中度侵蚀面积 445.61km²，强度侵蚀面积 127.85km²，极强度侵蚀面积 113.47km²，剧烈侵蚀面积 58.92km²，强度以上侵蚀面积占全县面积的 8.57%。可以看出，至 2015 年全县强度以上侵蚀面积减少 53.02km²，水土流失治理取得良好的效果。据大方县 2011 年 2015 年水土流失图(图 1)，2011 年大方县水土流失严重区域主要集中于西南部的双山镇、绿塘镇、文阁镇、高店镇等。2015 年水土流失情况稍有改善，但西南地区水土流失依然严重。目前，水土流失的治理还未受到广泛关注和重视。

表 1 大方县 2011 年与 2015 年土壤侵蚀强度分级面积 /km²
Tab. 1 Areas of different soil erosion intensity in
Dafang in 2011 and 2015 /km²

	微度侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	强度侵蚀	极强度侵蚀	剧烈侵蚀
2011 年	1 923.03	669.39	559.54	140.85	113.66	98.74
2015 年	2 102.53	651.73	445.61	127.85	113.47	58.92
2015 年较 2011 年 增加值	179.5	-17.66	-113.93	-13	-0.19	-39.82

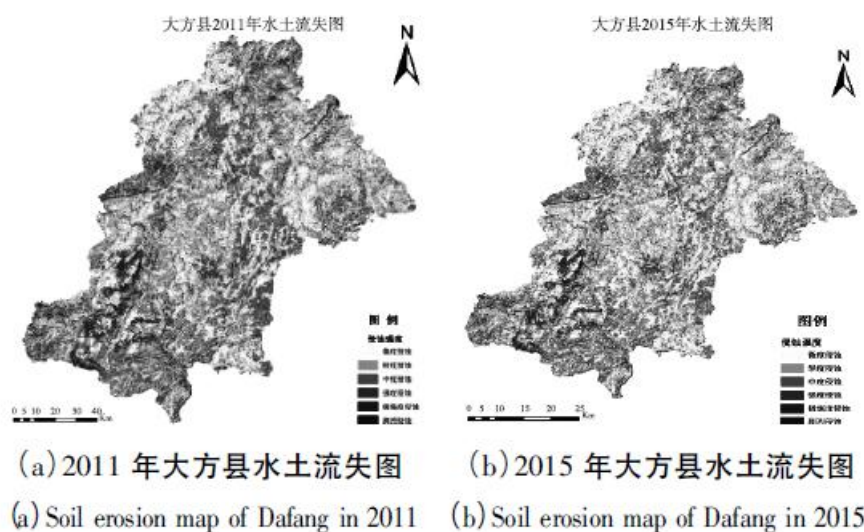


图 1 大方县 2011 年与 2015 年水土流失图

Fig. 1 Soil erosion maps of Dafang in 2011 and 2015

3 水土流失成因

3.1 自然因素

水土流失是指土壤在水的浸润和冲击作用下，结构发生破碎和松散，随水流动而散失的现象其实质是地表物质的迁移^[14]。影响水土流失的因素包括地质、气候、土壤、植被等自然因素，这些因素之间相互交错、相互影响，是一个相互作用的系统。

3.1.1 地质背景

地质背景是造成水土流失的特殊前提。喀斯特地区与非喀斯特地区的地质背景不同，地质背景包括岩性、地质构造等要素，喀斯特地区的可溶性岩石是其最独特的性质，大方县地区的可溶性岩石主要含碳酸盐，具有很强的溶蚀性，易被溶蚀；地质构造是喀斯特发育演化的主控因素之一，复杂的地质构造为中国南方喀斯特的发育奠定了基础。

3.1.2 气候条件

如果说地质背景是构成水土流失的基础，那么气候条件则是水土流失的关键因素。如前所述，大方县气候属于湿润亚热带季风气候，调查大方县近 30 年气象数据显示，大方县平均降水量 1085.4mm，最大降水量 1376.2mm，年均降雨量大但分布不均，降雨主要集中在雨季，且以频繁暴雨的形式出现，这样的特点为水土流失提供了动力条件^[15]。

3.1.3 土壤

大方县地形复杂，出露岩石和成土母质类型多样，决定其土壤类型的多样性。据调查，全县共有 6 个土类，13 个亚土类，45 个土属，105 个土种。主要以黄棕壤和黄壤为主，石灰岩在全县都有零星分布。黄壤保水蓄水能力差，质地松软，易被冲刷，加上大方县地势高和降水集中特点，土层较薄，易造成水土流失。

3.1.4 植被

据统计,2015 年大方县森林覆盖率为 41.9%,较 2011 年提高了 4.2%,蓄水保土稍有改善。但部分地区旱地面积大,覆盖率低,雨水冲刷动力强,水土流失贡献率大。

3.2 人为活动

人类活动对自然环境的干预是造成水土流失的重要原因,脆弱的山地环境是潜在的因素,而人类对其过度的干预和破坏,造成生态环境的变化,则是水土流失的重要激发因素^[16]。不合理的资源开发、生产建设活动,且不注重采取水土保持措施,或采用不合理的措施导致水土保持投入大,经济效益不明显。

4 研究数据与方法

4.1 研究数据

以大方县作为研究区域,通过获取大方县遥感影像运用 GIS 进行矢量化,再进行数据统计分析。得出大方县 2011 年、2015 年大方县水土流失数据。进行各个侵蚀强度面积的统计。由于受自然条件和经济状况的限制,大方县农业中贡献最大的是种植业、林业和牧业,因此,本文选取农业中具有代表性并通过实地调查收集的 2011 年、2015 年大方县各乡镇种植业、林业产量、牧业产量数据。

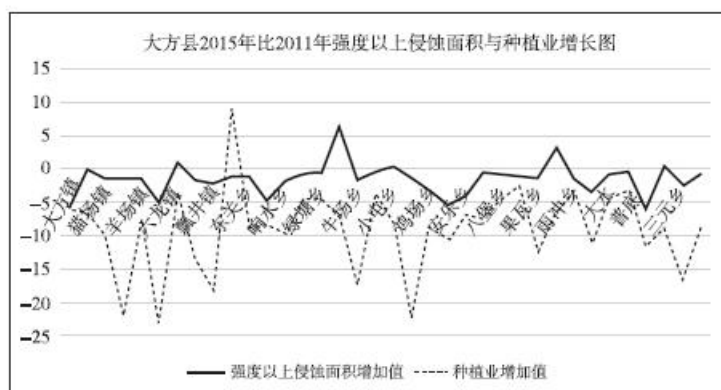
4.2 研究方法

4.2.1 水土流失定量分析

水土流失面积的大小和强度是影响农业发展的主要指标,为衡量各个乡镇农业发展与水土流失的相关性,首先要对全县水土流失各个侵蚀强度的面积进行计算和统计。其计算公式为:

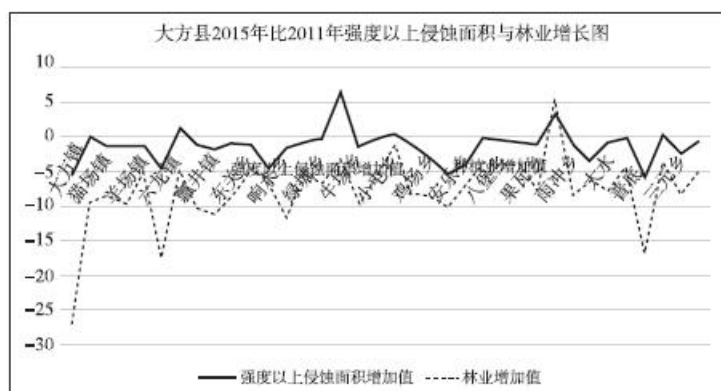
$$R = \sum_i^n k$$

式中:R 为大方县各乡镇强度以上侵蚀面积总和;k 表示各乡镇侵蚀面积;i 表示强度侵蚀面积;n 表示剧烈侵蚀面积。最后,运用 2015 年水土流失强度以上面积之和减去 2011 年强度以上面积之和,用相同的方法得出水土流失和种植业、林业、牧业产值的增加值。为直观看出以上数据之间的变化,运用绘图软件进行绘图,详见图 2,从图上可看出两组数据之间的相关性。



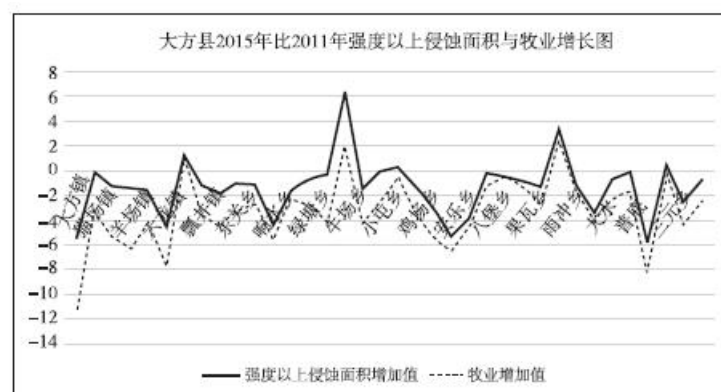
(a) 强度以上侵蚀面积与种植业增长图

(a) Erosion area above certain intensity and growth of planting industry



(b) 强度以上侵蚀面积与林业增长图

(b) Erosion area above certain intensity and growth of forestry



(c) 强度以上侵蚀面积与牧业增长图

(c) Erosion area above certain intensity and growth of animal industry

4.2.2 典型相关分析法

典型相关分析是用于分析两组随机变量相关关系的经典多元统计方法，它通过对线性变换达到对数据降维的目的^[17]。本文运用 Spss 软件，以乡镇为单位，对各乡镇 2011、2015 年水土流失侵蚀强度面积与 2011、2015 年种植业产值、林业产值、牧业产值分别进行双变量相关分析，在相关分析过程中，Pearson 简单相关系数是用数值的方式精确反映两组变量间线性关系的强弱，其计算公式为：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

式中:r 为相关系数，n 为大方县各乡镇数据， x_i 和 y_i 分别为两组变量的变量值。r 的取值在-1 和 1 之间，r 大于或者等于 1 表示两组变量之间存在正相关，r 小于或等于 -1 表示两组变量之间存在负相关，如 $|r| > 0.8$ 表示两变量之间具有较强的相关性，若 $|r| < 0.3$ 表示两变量之间的相关性较弱^[18]。通过上述计算方法得出两组变量之间的皮尔逊相关系数(表 2)，证实水土流失与农业生产值之间的相关关系。由表可见，两组变量之间的皮尔逊相关系数的值都在 0.75 以上，说明两组变量之间的相关性很强。

表 2 皮尔逊相关系数统计
Tab. 2 Pearson correlation coefficient statistics

	11 年种植业产值	11 年牧业产值	11 年林业产值	15 年种植业产值	15 年牧业产值	15 年林业产值
11 年水土流失强度以上面积	0.889	0.758	0.874			
15 年水土流失强度以上面积				0.887	0.784	0.857

5 水土流失与农业发展之间的关系

5.1 水土流失与种植业

大方县的水土流失问题是历史遗留下来的，初期水土流失面积占耕地面积的 58.6%，近年来，由于政府的重视，水土流失问题得到有效解决，2011 年强度以上侵蚀面积占大方县耕地面积的 20.08%，2015 年占 13.68%。随着水土流失的有效改善，大方县种植业发展得到创新性的提高。种植业的基础是土地资源，水土流失是影响土地资源的重要因素。从解放至今，大方县农村的生产面貌有了显著的变化，农民生活显著提高，解放前，全县农业生产水平极低 1949 年农业产值 2337.1 万元。进入 80 年代以来，农民生产水平不断提高，部分农民从吃不饱、穿不暖到脱贫致富，1984 年农业生产总值达到 9372 万元，比 1949 年增长 3.08 倍，农业生产总值得到显著提高^[19]。农业市场繁荣活跃，资源优势全面发挥。据统计，2015 年全县生产总值比 2011 年增加 36.58%，增加人民币 18004.26 万元。大方县种植业贡献率较高的农作物包括大豆、玉米、稻谷、土豆。大方手撕豆腐是贵州家喻户晓的特产，大方的黑豆花和酸汤豆腐饭是本地人每天不可或缺的食物，它们和手撕豆腐的原料都是大豆，因此，大豆在大方的种植业产量贡献率最大。2011 年大方县大豆产值 12717 万元，占据大方县农业产值的 6.81%。除了大豆外，种植业贡献

率较大的还有辣椒、烤烟、油菜籽。据资料显示,大方县 1957 年植被覆盖率为 36.5%,而 1958 年以后,森林覆盖率下降,直到 1983 年覆盖率仅为 7.75%。从图 2(a)可知,随着大方县水土流失的改善,2015 年较 2011 年种植业产值增长 18004.26 万元。近几年,农业总产值日益增长,这表明大方县农业结构正在日益改善,水土流失得到治理。

5.2 水土流失与林业

为了获取更多经济效益,边远山区毁林开荒,破坏土地利用方式,增加土地承受水土流失的压力。据调查,2015 年大方县用材林 503794 亩,历年来,全县平均每年育苗 23019 亩,经济林 106540 亩,经济林主要是核桃、樱桃、茶叶、漆树等,主要为核桃、樱桃,据 2014 年统计年鉴,2010 年大方县漆树、核桃产量 25.16 万千克,占全县生产总值的 5.89%。2011 年较 2015 年林业产值降低 227.41 万元,植被覆盖率增加 4.2%,林业产值降低,植被覆盖率增长,水土流失降低,蓄水保土效益增加。据图 2(b),水土流失强度以上侵蚀面积与林业产值负相关。

5.3 水土流失与牧业

牧业是农业的重要组成部分,畜牧业的发展与水土流失息息相关。在农村,传统的畜牧生产方式是放羊,粗放的经营,严重影响植被发展,甚至影响土壤退化,破坏生态环境,造成水土流失。经过大方县 2011 年与 2015 年数据显示,2011 年林业产值 9356.26 万元,2015 年产值 8359.71,减少 996.29 万元,2015 年较 2011 年牧业产值减少 71.94 万元,与水土流失强度以上侵蚀面积呈正相关关系。解放初期,大方县大牲畜 125033 头,到 2015 年减少至 9684 头。大牲畜草食量大,对植被破坏严重,植被覆盖率降低,水土流失情况加剧。

6 结语

农业作为我国经济基础,对人类生存和经济发展的作用是任何其他产业无法取代的。云、贵、川(含重庆)水土流失治理迫在眉睫,如不加大力度整治水土流失,将威胁该区域的粮食安全^[20]。喀斯特地区的水土流失与农业之间的关系密切,大方县水土流失与农业发展存在较强的相关性,种植业、牧业、林业与水土流失的相关程度表现为:种植业>林业>牧业。针对以上结果,提出以下建议:首先,运用先进技术达到双重效果,加强喀斯特地区的水土保持技术和农业科技创新技术,运用技术发展循环农业、生态农业产业化是目前的最佳选择,是农民增收、农业产值提高的有效途径。其次,掌握市场动态,面对农村土地改革发展,推动种植业和养殖业的规模化发展,利用农村淘宝平台销售农产品,增加农民收入,带动水土流失的治理。最后,加大创新力度,在改善水土流失的前提下发展创新型农业。

参考文献【REFERENCES】

- [1] 张慧芳,许德才. 防治水土流失促进农业经济发展[J]. 山西水土保持科技, 2012(2): 8-10.
- [2] QI S, SUN B P, SUN L D. Study on small watershed management and agricultural development technique in semi-arid hilly-gully region of loss plateau [J]. Journal of Beijing Forestry University(English ed), 1998, 7(1): 1.
- [3] 李雪冬,杨广斌,张旭亚,等. 基于 RS 和 GIS 的喀斯特山区生态系统构成与格局及转化分析——以贵州毕节地区为例[J]. 中国岩溶, 2014, 33(1): 82-90.
- LI X D, YANG G B, ZHANG X Y, et al. Ecosystem constitute pattern and change evaluation to karst mountain base on RS and GIS: A case study in Bijie, Guizhou province [J]. Carsologica Sinica, 2014, 33(1): 82-90.

-
- [4] 何腾兵. 贵州喀斯特山区水土流失状况及生态农业建设途径探讨 [J]. 水土保持学报, 2000, 14(5) : 28-34.
- HE T B. Status of soil and water loss and counter measures of ecological agriculture construction in Guizhou Karst mountainous region [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2000, 14(5) : 28-34.
- [5] LU Y R, LIU Q, ZHANG F. Environmental characteristics of Karst in China and their effect on engineering [J]. Carbonates and Evaporites, 2013(28) : 251-258.
- [6] 黄启芬. 贵州省水土流失与社会经济相关性分析 [J]. 水土保持研究, 2015, 22(4) : 72-78.
- HUANG Q F. Correlation analysis on soil erosion and socioeconomic development in Guizhou [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2015, 22(4) : 72-78.
- [7] 张建华, 赵燮京, 林超文, 等. 川中丘陵坡耕地水土保持与农业生产的发展 [J]. 水土保持学报, 2001, 15(1) : 81-84.
- ZHANG J H, ZHAO X J, LIN C W, et al. Soil and water conservation and agriculture production development of sloping upland in the hilly area of central Sichuan [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2001, 15(1) , 81-84.
- [8] 张树山. 土壤及地质因素对水土流失的影响作用分析 [J]. 农业与技术, 2012, 32(4) : 28.
- [9] 孙娟, 顾霜妹, 李强坤. 水土流失与农业非点源污染 [J]. 水利科技与经济, 2008, 14(12) : 963-965.
- SUN J, GU S M, LI Q K. Agriculture non-point source pollution and water&soil loss [J]. Water Conservancy Science and Technology and Economy, 2008, 14(12) : 963-965.
- [10] 谢凯, 罗旭辉, 翁伯琦, 等. 南方红壤区水土流失治理与循环农业发展对策研究 [J]. 福建农业学报, 2013, 28(11) : 1159-1163.
- XIE K, LUO X H, WENG B Q, et al. Countermeasures of soil erosion control and circulating agricultural development in red soil region of southern China [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2013, 28(11) : 1159-1163.
- [11] 毕安平, 朱鹤健. 水土流失区农业耦合模式选择 [J]. 闽江学院学报, 2013, 34(5) : 100-104.
- BI A P, ZHU H J. Agricultural coupling style choice in soil erosion area [J]. Journal of Minjiang University, 2013, 9(5) : 100-104.
- [12] 熊康宁, 胡顺光. 贵州喀斯特地区水土流失研究进展 [J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2011, 29(4) : 106-110.
- XIONG K N, HU S G. Evolution of soil and water loss in Guizhou karst area [J]. Journal of Guizhou Normal University(Natural Sciences), 2011, 29(4) : 106-110.
- [13] 熊康宁. 新构造运动对贵州锥状喀斯特发育的影响 [J]. 贵州地质, 1996, 13(2) : 181-186.

XIONG K N. Development of cone Karst in response to neotectonism in Guizhou [J]. Guizhou Geology, 1996, 13(2) : 181-186.

[14] 朱忠礼, 莫多闻, 徐海鹏. 水土流失与地貌侵蚀 [J]. 水土保持研究, 1999, 6(4) : 86-90.

ZHU Z L, MO D W, XU H P. Water and soil loss and geomorphology erosion[J]. Research of Soil And Water Conservation, 1999, 6(4) : 86-90.

[15] 中国大百科全书(环境科学卷) [M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1983.

[16] 邓贤贵. 金沙江流域水土流失与人类活动影响分析 [J]. 四川环境, 1997, 16(2) : 47-51.

DENG X G. Analysis of soil erosion in Jinsha river basin and influences of human activities [J]. Sichuan Environment, 1997, 16(2) : 47-51.

[17] 马振华. 现代应用数学手册——概率统计与随机过程卷 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.

[18] 薛薇. 基于 Spss 的数据的护具分析 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011.

[19] 王朝文, 张玉环, 等. 大方县综合农业区划 [M]. 贵州: 贵州人民出版社, 1989.

[20] 曹定爱. 中国农业的特殊性与生态农业产业化 [J]. 技术经济, 2000(1) : 1-4.

[21] 舍恩伯格. 大数据时代 [M]. 杭州: 浙江人民出版社, 2013.