

西昌市社会经济活动与生态建设的关联分析

方一平

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041)

摘 要:利用灰色关联分析方法,从经济生产、社会生产和生态生产角度出发对西昌市社会经济活动与生态环境之间的关系进行了量化研究。研究表明:农业产业的活动是影响水土流失的主要因素,换句话说,调控农业产业经济活动是生态环境维护的有效途径。生态生产、经济生产和社会生产之间存在明显的作用关系,这种作用关系不外乎表现在正作用和负作用两个方面,生态与经济的协调很大程度上依赖于对以上三类要素的合理调节。事实上,就是利用以上三类生产要素的可塑性,通过产业经济活动的调控,弱化或消除产业与生态的矛盾,积极发展生态产业,这对西昌如此,对其他地区仍具有普遍意义。

关键词:经济生产; 社会生产; 生态生产; 关联分析

中图分类号:F062.2, P967

文献标识码:A

1 关联分析研究的意义和方法

所谓关联分析,就是系统的因素分析。它回答的问题是,某个包含多种因素的系统中,哪些因素是主要的,哪些因素是次要的;哪些因素影响大,哪些因素影响小;哪些因素是明显的,哪些是潜在的。在宏观经济系统中,国民经济取决于工业、农业、交通运输业、邮电业、建筑业和商业等;在社会系统中,影响人口子系统的因素包括计划生育政策、社会道德风尚、民族文化素质、医疗水平、社会福利等;在农业系统中,影响粮食子系统的因素包括科技、教育、价格、气候、农田水利、劳动力素质等;在生态系统中,影响生态系统功能的因素主要包括生态系统结构、系统完整性和人类活动对生态系统的干扰等。因素分析方法过去主要是统计方法。但统计分析大都是少因素、线性的,而多因素、非线性的回归分析难度很大。1982 年我国著名学者邓聚龙教授首先提出灰色系统理论,灰色关联分析应运而生^[1]。灰色关联分析作为一种系统分析技术,是分析系统中各因

素关联程度的方法,或者说是对系统过程发展态势的量化分析方法^[1]。其基本思路是根据系统动态过程发展态势来判断其关联程度。意义在于世间一切事物都是以系统的形式存在和发展,而社会、经济、生态等系统都是由多种要素组成的。它们彼此之间的关系错综复杂,使人们在认识、分析、预测、决策和控制时,得不到全面的、足够的信息。在某种意义上可以说,它们彼此之间的关系是灰的,即有一部分关系是确知的,另一部分关系是不确知的。即使是确知的关系,也多属定性分析和判断,不一定数量化、精确化。因此就难以抓住主要矛盾,发现主要特征或主要关系。就生态系统而言,应该是集层次性、系统性、复杂性于一体,这种复杂性掩盖了系统内部的诸多信息,可以说系统内部规律是灰色的、要素之间的关系是非线性的。我们完全可以把西昌市看成是一个包含诸多子系统的区域生态系统来进行关联分析,这不仅是生态系统之间人文要素和自然要素构架桥梁分析方法的一种有意探索,也是生态系统之间诸多不确定因素量化研究的积极实践。

灰色关联分析正是适应灰色系统因素分析的这

收稿日期(Received date):2003-08-16;改回日期(Accepted):2004-03-10。

基金项目(Foundation item):国家科技攻关项目((2001BA901A40)。

作者简介(Biography):方一平(1965-),男,浙江淳安人,博士后,副研究员,主要从事生态经济和环境管理方面研究。E-mail: ypfang@imde.ac.cn, Tel: 028-85229236。

种客观需要,通过对灰色系统动态过程发展态势的量化比较分析,把系统有关因素之间的各种关系展现在人们面前,为系统预测、决策、控制提供有用信息和比较可靠的依据。灰色关联分析方法自创立以来,在社会、经济、生态等各个领域得到了广泛应用^[2-4]。

关联分析的步骤首先确定参考序列(数列),即作比较的母序列。关联分析中与参考序列作关联程度比较的序列称为子序列。由于系统中各因素的计量单位不同,所以数据的量纲也不一致,为便于比较,在进行灰色分析时,先要进行无量纲化的数据处理。第二步是求关联系数,对于一个参考序列 x_0 有若干个比较序列 x_1, x_2, \dots, x_n , 各比较序列在曲线各点的差,可用下述关系式表示

$$\xi_{0i}(k) = [\min_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| + P \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|] / [|x_0(k) - x_i(k)| + P \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|]$$

式中 $\xi_{0i}(k)$ 是第 k 个时刻比较序列 x_i 与参考序列 x_0 的相对差值。这种形式的相对差值,就称为 x_i 对 x_0 在 k 时刻的关联系数。 P 为分辨系数,是为了削弱最大绝对差值因为过大而失真的影响,以提高关联系数之间的差异显著性,而人为给定的系数,取值范围为 $0 \sim 1$ 一般为 0.5 或 1 。

因为关联系数是比较曲线与参考曲线在第 k 个时刻的相对差值,所以它的数不止一个,信息过于分散,不便于从总体上进行比较。因此,就有必要将各个时刻的关联系数集中为一个值,也就是求其平均值,作为关联程度的数量表达。

第三步求关联度。关联度记为 r_{0i} , 其表达式为: $r_{0i} = 1/N \sum_{k=1}^n \xi_{0i}(k)$, 式中 N 为比较序列的数据数。事实上,在关联度分析中, r_{ij} 与 r_{ji} 的值是相等的($i \neq j$), 当 $i = j$ 时,为自相关,关联度显然等于 1 。

2 自然条件和经济活动的作用效果

2.1 自然条件

西昌市位于四川省南部凉山彝族自治州中部,为凉山彝族自治州首府。南北与德昌、冕宁二县接壤;东北至东南与喜德、昭觉、普格三县毗邻;西濒雅砻江与盐源县隔江对望,幅员面积为 $2\,655\text{ km}^2$ 。

区域地貌以高原山地地貌为主,间夹断陷河谷平原和山间盆地。山地面积占幅员面积的 83.3% ,

丘陵占 0.2% ,河谷平坦和盆地占 16.4% 。

气候属亚热带川西南高原山地气候,气候垂直差异明显,具有亚热带、中亚热带、北亚热带和暖温带 4 个气候区的特征。总体表现为冬暖夏凉,年温差小,日温差大,日照充分的高原气候特点。

植被类型多样,种类丰富。从亚热带的云南松、栎、桉树、银桦、桃、李、梅等树种及稀疏灌丛草坡,到暖温带、温带的云南松纯林、松、栎、樟等针阔混交林及华山松纯林等林型,过渡到寒温带、亚寒带的栎类、山杨、杜鹃等树种组成的常绿落叶阔叶混交林型和箭竹、冷杉、杜鹃、红桦林(图 1)。

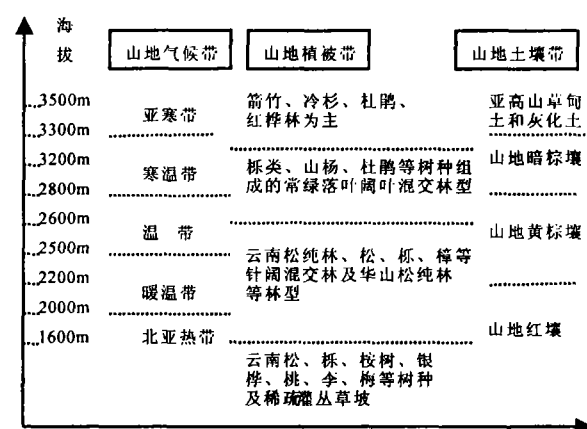


图 1 西昌市气候、植被、土壤的垂直带谱

Fig.1 Vertical belt ranges of climate, vegetation and soil types in Xichang

境内多年平均降雨量 $1\,079\text{ mm}$, 降水总量 $28.5 \times 10^8\text{ m}^3$ 。螺髻山地区是本市降雨高值区,牦牛山、磨盘山一带是本市多雨地带,邛海湖盆及安宁河宽谷地带是本市少雨区。降水量年内分配极不均匀,呈明显的干湿两季。夏、秋(5-10月)降雨量占全年降水总量的 90% 左右,为雨季。冬春(11月至次年4月)降雨量占全年降水总量的 10% 左右,为干季。其中 3-4 月降雨仅为全年降雨量的 4% 。境内降水年际变化幅度不大,年际降水量变差系数 C_v 值为 $0.15 \sim 0.20$ ^[5]。

境内安宁河主干流长度达 83 km , 汇入支流多达 20 余条。境内多年平均径流总量为 $13.21 \times 10^8\text{ m}^3$, 中等干旱年为 $10.85 \times 10^8\text{ m}^3$, 径流较丰沛,但受降水分配不均的影响而变化,加之下垫面的影响多,地区径流也不均匀。螺髻山年径流 $600 \sim 1\,000\text{ mm}$; 牦牛山、磨盘山一带 $600 \sim 800\text{ mm}$; 邛海湖盆

及安宁河宽谷区 400~600 mm。径流在年内分配也极不均匀,汛期(6~10月)径流量占年径流总量的 78.2%;春季(3~5月)径流总量占全年径流总量的 5%。最大月径流与最小月径流比值为 16.2。径流年际变化幅度不大,年际径流量变差系数 C_v 值为 0.21~0.32 间^[5]。

2.2 社会经济活动对生态环境的作用效果

2.2.1 土地利用

土地利用是人类社会活动的最直接表现,是社会经济活动对生态环境影响的核心内容。全市耕地面积为 $5.169 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占国土面积的 19.47%,林地 $12.28 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占国土面积的 46.24%,牧草地 1.53 hm^2 ,占土地面积的 5.75%。

西昌市辖 36 个乡镇,总人口 54.009 万人,其中农业人口 36.53 万。耕地人均占有量越来越少,耕地数量有减无增,据统计,1957 年全市耕地 $3.205 \times 10^4 \text{ hm}^2$,人均耕地 0.165 hm^2 ,而 1998 年统计全市耕地面积 $5.169 \times 10^4 \text{ hm}^2$,人均 0.096 hm^2 ,与此相反,境内人口数量平均每年以 1.65% 的速度在不断的增加,耕地数量则平均每年以 0.526% 速度在递减。

经济园地现有 $0.209 \times 10^4 \text{ hm}^2$,主要以桑园、烤烟、果园为主,分布于二半山区和房前屋后,经济园地的开发利用一方面给农民带来了一定的经济收入,另一方面也对生态环境改善起到了一定的作用。

林地除了灌木林、疏幼林,有林地面积 8.1784 hm^2 ,森林覆盖率为 30.8%,主要是 1970 年代安宁河西岸的飞播林和东岸的人工长防林体系。在城乡周边二半山区,近几年人工种植直杆桉树达 $0.233 \times 10^4 \text{ hm}^2$,提高了森林覆盖率,保护了城市周边的生态环境。

牧草地多为劣质的天然草场,主要分布于市内 12 个彝族乡,由于资金短缺、载畜过量及缺乏科学轮牧管理,使天然草地正以每年大约 5.7% 的速度在退化。

荒地面积 $5.381 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占土地总面积的 20.27%。主要分布于西昌市东、西两河流域及经久乡、中坝乡、礼州镇等第三阶地。荒滩 $0.333 \times 10^4 \text{ hm}^2$,主要分布于安宁河道两侧和部分山溪河下游。

水域面积 $1.1454 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占土地总面积的 4.31%。其中邛海是最大的天然湖,水面面积 2 682 hm^2 ,占全市水域总面积的 23.42%,其余为全市零

星分布的堰塘、水库、人工开挖的养鱼池塘。

非生产用地 $0.8581 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占土地总面积的 3.23%,目前随着城市规模的日益发展,非生产建设用地正以惊人的速度发展,挤占了坝区高产、稳产良田,因此少占耕地、不占耕地或合理规划是目前土地利用的迫切任务。

难利用地 $0.1933 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占土地总面积的 0.73%。这部分土地主要分布在河滩、苇地,宜林、宜农面积可利用率为 30% 左右,且开发难度大。

从综合农业一级区划看,全市可分为安宁河、邛海宽谷湖盆粮菜烟、果、渔发展区;牦牛山、磨盘山林牧综合发展区和螺髻山旅游林牧发展区 3 个区。

从土地利用分区来看,安宁河谷区土地面积占 29.08%,邛海湖盆区土地面积占 6.28%,山地农林区占 64.64%。从耕地的区域分布看,安宁河流域和邛海湖盆区耕地面积为 32 676 hm^2 ,占全市耕地面积的 63.22%,是全市主要粮食基地,山地农林区耕地面积占 36.78%。从农业经济发展的密度和粮食生产水平看,邛海湖盆区和安宁河谷区是西昌市的核心所在,邛海湖盆区农业经济密度、粮食生产水平、农民收入水平分别是山地农林区的 8.45、4.02、2.00 倍,安宁河谷区分别是山地农林区的 5.71、3.85、1.22 倍。山地农林区的耕地以坡耕地为主,坡耕地面积 12 989 hm^2 ,占该区耕地面积的 66.40%,其中 $>25^\circ$ 的坡地面积为 930 hm^2 ,占西昌全区 $>25^\circ$ 的坡地面积的 35.88%。分布状况见表 1,图 2,全市土地利用状况见图 3。

2.2.2 自然灾害

西昌自然灾害频繁,尤其是崩塌、滑坡、泥石流等山地地质灾害对工农业发展与人们生活影响较大。泥石流多发生在 7~9 月的雨季,物质来源主要是第四系松散堆积物。境内有 44 条泥石流沟,较大的泥石流沟就有十多条,如安宁河以西的樟木箐李家沟、高草坝猫猫石沟、河西保城河、中坝谷王庙河、西宁大塘河、月华黑沙河、海南鹅掌河、川兴官坝河以及西昌城两边的东、西河等。崩塌及滑坡主要分布于上述河流之上游。最大的东河滑坡,1960 年代曾经堵塞河床而形成小型天然水库。另外,公路两边也是崩塌与滑坡的主要分布区域,这些自然灾害除了本身地质因素影响外,与人类活动的诱发不无关联,特别是森林砍伐、坡地开垦、草地超载、不合理的土木工程建设等是人类社会经济活动对生态环境逆向作用最明显表现。

表 1 土地利用分区

Table 1 Regional division for land use in Xichang

分 区	土地面积 (km ²)	耕地面积 (hm ²)	人口密度 (人/km ²)	农业经济密度 (元/km ²)	粮食生产水平 (kg/hm ²)	农民收入水平 (元/人)	主 要 乡 镇
安宁河谷区	772.15	27 997	365	487 781	5 893	1 830	月华、礼州、琅环、兴胜、樟木箐、安宁、西乡、小庙、太和、裕隆、马道、羊角坝、经久、佑君、西溪、中坝、黄联关、阿七、黄水
邛海湖盆区	166.68	4 579	1 280	722 222	6 159	3 002	西郊(城区)、高视、川兴、大兴、海南
山地农林区	1 716.40	19 010	35	85 452	1 532	1 498	四合、大箐、农牧场、民胜、银厂、洛古坡、响水、白马、巴汝、开元、马鞍山、磨盘、养地

注:分区以完整的行政区为单位(2000 年)。

2.2.3 森林覆盖

1991—1998 年是西昌市林业发展的重要时期,经历“八五”和“九五”两个五年计划和《中华人民共和国森林法》的重新修订。8 年间西昌市林业经营思想发生根本性的转变,林业经营模式向多样化发展。1996 年开始,全市林业经营从上山砍树向上山植树过渡,8 年来,西昌市森林覆盖率从 1990 年的 28.35% 增至 1999 年的 32.76%,活立木总蓄积 10 794 349 m³,林分总蓄积 10 631 546 m³。林分面积结构,用材林占 48.4%,防护林 43.7%,薪炭林 0.2%,特用林 7.7%;从功能上分,生态公益林占 51.4%,商品林占 44.6%,兼用林占 4.0%。森林覆盖率在 50% 以上的主要乡镇为银厂、磨盘、养地三乡,但人口密集、生产活动、生活活动频繁的安宁河谷、邛海湖盆区大部分乡镇森林覆盖率均在 25% 以下,有的乡镇不足 5%,如月华、礼州、兴胜、西乡、西郊等。森林覆盖率的总体提高,在一定程度上,改善了西昌市的森林涵养效应和生态环境条件,但人类活动的高频区仍然是生态环境敏感区和脆弱区。

2.2.4 水土流失

由于山区复杂的地质地貌结构、高比例的坡耕地面积、强大的动力侵蚀和频繁的人为活动,尽管全市的森林面积和森林覆盖率有所提高,但是水土流失现象仍然十分严重。全市现有水土流失面积达 10.82×10^4 hm², 占国土面积的 40.75%, 其中极强度流失面积 2 hm², 占 0.002%, 强度流失面积 10 841 hm², 占 10.02%, 中强度流失面积 38 764 hm², 占 35.83%, 轻度流失面积 58 589 hm², 占 54.15%。全市土壤侵蚀量高达 303.74×10^4 t, 分布状况见图 4、5。水土流失主要分布于雅砻江自流灌区、安宁河断陷河谷区和邛海湖盆区以及近几年城市建设、公路交通建设区域。强度流失部分主要

集中在海南乡鹅掌河流域、西部拖朗河流域、东西部保城河、谷王庙河流域,泥沙流失量大、流域中上游多见滑坡及崩塌体,对下游农田、房屋造成直接危害。中度流失主要集中于安宁河主干流上的樟木李家沟、安宁镇大塘河等 20 余条山溪河域。其余分部在邛海湖盆区及城市建设地带。

2.2.5 城市污染

随着社会经济的发展,经济活动带来的生态环境问题也日趋严重,特别是产业活动所产生的污染日益明显。据环保部门统计,全市每年工业废气排放量为 $205\,888 \times 10^4$ m³/a, 工业废水排放总量为 286×10^4 t/a, 工业固体废弃物产生量为 45.6×10^4 t/a, 除工业污染外,城市生活污水和第三产业污水排放对湖泊与河流的污染日趋严重,特别是邛海周边餐饮娱乐业排放的生活污水已严重威胁邛海的生态环境安全。尽管 1997 年凉山州政府颁布了邛海保护条例,但由于资金短缺、执法不严、管理不到位等多方面原因,西昌市生产与生活活动所带来的污染问题不容乐观,治理任务十分艰巨。

3 水土流失与生态生产、社会生产、经济生产的关联性

3.1 经济、社会和生态生产的基本内涵

经济生产、社会生产、生态生产是人地关系作用的主要表现。经济生产是实现经济增长和经济发展的主要手段。从可持续发展的角度看,经济生产注重经济、社会和生态效益的统一,实现开发的结构均衡。中国经济生产的重点仍然是立足于产业结构的合理化和高级化,谋求产业经济与生态经济的统一。

社会文化生产主要是人力资源的开发和文化创

新,增强社会调控结构的转换能力。社会调控结构主要由人类的价值观念、人类社会的制度和社会的组织管理方式组成。调控结构不仅直接决定人地关系的基本过程,也通过对技术结构和消费结构的调整间接影响人地关系的发展。而合理的调控结构的建立,又有赖于人力资源的开发和文化创新^[6]。

生态生产是一种广义的生态活动,是人类社会活动的有机组成部分。包括与合理解决生态问题有关的、与社会生产和社会活动生态化有关的人类活动的所有种类和形式。人们保护和改变周围自然环境的物质活动、生产生态化活动、以及与形成生态意识有关的精神活动都可纳入生态活动的范畴。从可持续发展的角度看,生态活动与经济活动应是并行不悖的,科学的途径就是建立集约化的、合理的人地

关系系统,注重各类资源的节约,通过科技创新提高劳动生产率,积极发展生态产业。

3.2 经济、社会和生态生产的关联性

为便于分析和了解西昌市水土流失与社会经济生产活动的量化关系,我们以 2000 年西昌市林业统计资料、西昌市水土保持规划、西昌市土地利用规划、西昌市统计年鉴等资料为依据,以西昌市各乡镇可量化的水土流失的面积比例和土壤侵蚀总量作为因变量(作为生态生产要素的量化值),人口密度(作为社会生产的量化值)、农业经济生产密度(即单位面积的农业产值)(作为经济生产的量化值)、森林覆盖率(作为生态生产的量化值)、坡耕地面积比例(作为经济生产的量化值)、单位面积粮食产量(作为经济生产的量化值)作为自变量,来分析水土流失与社

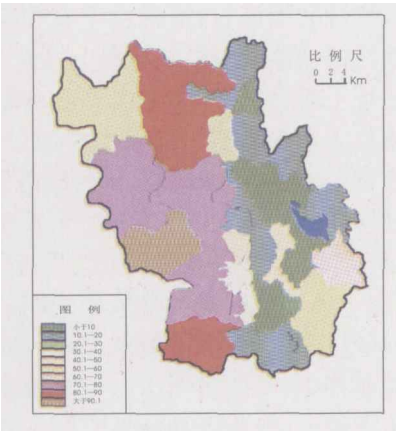


图 2 西昌市坡耕地面积比例分级

Fig.2 Gradation of slope cultivated land

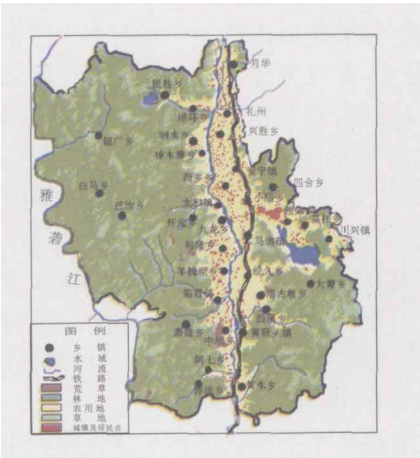


图 3 西昌市土地利用

Fig.3 Map of land use in Xichang

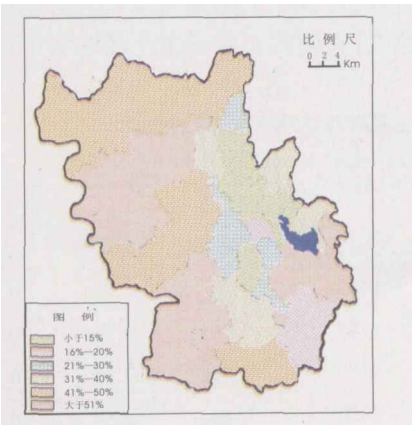


图 4 西昌市水土流失面积比例分级

Fig.4 Gradation of soil and water loss

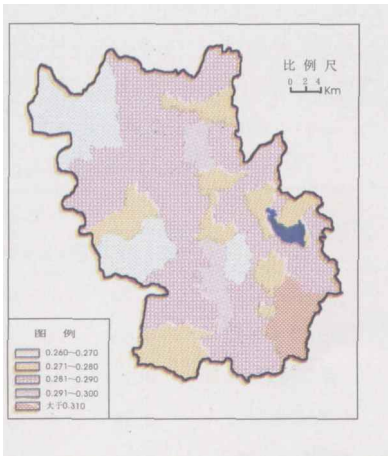


图 5 西昌市水土流失侵蚀强度分级

Fig.5 Gradation for soil erosion strength in Xichang

会经济生产活动之间的关联性,分析生态生产与社会经济生产之间的联系。由于水土流失不仅与自然因素相关,而且还与人类活动密切相关,特别是人类的产业活动直接影响水土流失的程度。然而要度量这种关系又十分复杂,表现在影响要素的多样性、许多影响要素本身的不可量化性以及要素之间相互影响的灰色性和不确定性,基于此,采用灰色关联方法进行量化分析。根据西昌市 2000 年的相关数据,以西昌市水土流失面积比例和水土流失总量为母序列,以人口密度、农业经济密度、森林覆盖率、坡耕地面积比例和单位面积粮食产量为比较序列,通过计算表明:人口密度、农业经济密度、森林覆盖率、坡耕地面积比例和单位面积粮食产量与水土流失面积比例之间的关联度分别为 0.807、0.979、0.936、0.940 和 0.720,人口密度、农业经济密度、森林覆盖率、坡耕地面积比例和单位面积粮食产量与水土流失总量的关联度分别为 0.817、0.900、0.869、0.884 和 0.721。可以看出,农业经济密度、森林覆盖率和坡耕地面积比例与水土流失面积的比例关系相当密切,关联度都达到了 0.9 以上,可以说农业经济密度、森林覆盖率和坡耕地面积比例是影响水土流失面积的重要因素;农业经济密度也是影响水土流失总量的重要因素,其关联度为 0.9,其次为坡耕地面积比例和森林覆盖率对水土流失侵蚀总量的影响,关联度分别为 0.884 和 0.869。

若以所选择的 7 个序列都作为比较序列来研究各个序列之间的相互关系,同样根据灰色关联的计算方法,计算可得各个序列的相互关系矩阵见表 2。从表 2 中可以看出,坡耕地面积比例与土壤侵蚀总量关系程度较高;农业经济密度、坡耕地面积比例、粮食产量和人口密度与水土流失面积比例、坡耕地面积与森林覆盖率、水土流失面积、粮食产量和人口

密度与农业经济密度、水土流失面积与坡耕地面积之间以及水土流失面积、农业经济密度、坡耕地面积和人口密度与粮食产量、水土流失面积、农业经济密度和粮食产量与人口密度都呈现较强相关性。

为了更直观地说明人类活动,特别是农业生产活动与水土流失的关系,我们用西昌市 37 个乡镇水土流失面积、侵蚀总量数列与农业经济密度、粮食单产、森林覆盖率和坡耕地面积序列绘成曲线(图 6~9),从曲线趋向看,除个别的点有所出入外,人类活动与水土流失面积、水土流失侵蚀量的曲线具有很强的相似性,显然这种联系是密切的,这种关联性至少隐含着水土流失与人类活动,特别是与农业生产活动的响应是敏感的,也就是说通过人类活动,特别是农业生产活动和行为调控应该是有效的,关键是通过调控农业生产的正向行为活动来尽可能降低生态环境和资源利用压力,降低由于农业生产活动引发生态系统的功能缺陷导致的水土流失。

从表面上看,农业经济密度和粮食单产是衡量农业经济发展水平和能力的两个指标,与水土流失不发生直接关联,不过从本质看,西昌市单位面积的农业产值和粮食产量大部分区域(尤其是少数民族聚集的山区)是通过粗放经营,也就是通过扩大耕作面积、提高土地垦殖指数来提高农业经济水平,而不是通过科学技术、耕作制度改革、良种推广应用、合理配置农业资源、有效利用生态位等精耕细作来发挥农业生产潜力,因此这种结果实际上是大大缩小了森林覆盖面积,扩展了农业活动在土地面积上的逆向活动强度,增加了土地的承载负荷,也就进一步强化了水土流失。森林覆盖率和坡耕地面积应该非常容易理解,这两个指标与水土流失密切相关,可以肯定地说,它们都与农业生产活动密不可分。

表 2 西昌市生态生产、经济生产与社会生产主要序列之间相关系数矩阵

Table 2 Matrix of relationship coefficients among ecological, economic and social production

关联系数	生态生产			经济生产		社会生产	
	土壤侵蚀总量	水土流失面积	森林覆盖率	农业经济密度	坡耕地面积	粮食单产	人口密度
土壤侵蚀量	1.00	0.76	0.71	0.73	0.78	0.76	0.72
生态生产 水土流失面积	0.80	1.00	0.71	0.95	0.90	0.98	0.94
森林覆盖率	0.77	0.72	1.00	0.70	0.74	0.73	0.70
农经密度	0.78	0.95	0.70	1.00	0.89	0.94	0.97
经济生产 坡耕地比例	0.82	0.90	0.72	0.88	1.00	0.89	0.87
粮食单产	0.81	0.98	0.72	0.94	0.90	1.00	0.94
社会生产 人口密度	0.77	0.95	0.70	0.97	0.88	0.94	1.00

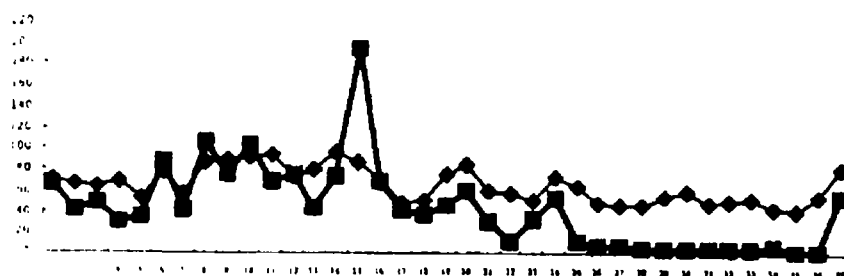


图6 水土流失面积比例与农业经济密度的关系

Fig.6 Relation between soil erosion proportion of area and agricultural output value

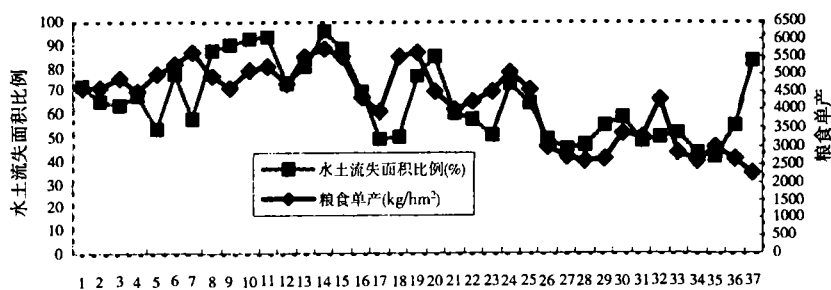


图7 水土流失面积比例与粮食单产的关系

Fig.7 Relation between total volume of soil erosion and grain output

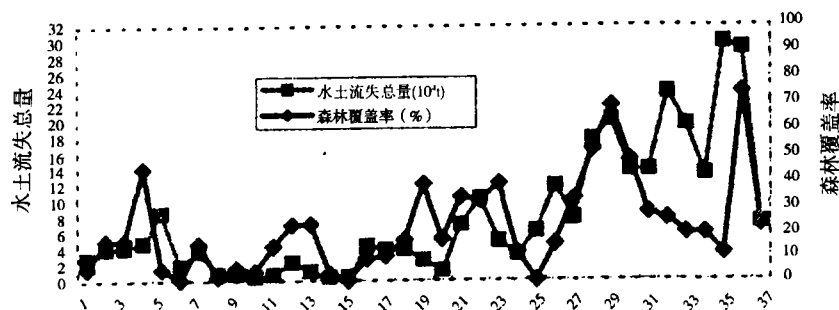


图8 水土流失总量与森林覆盖率的关系

Fig.8 Relation between total volume of soil erosion and forest coverage rate

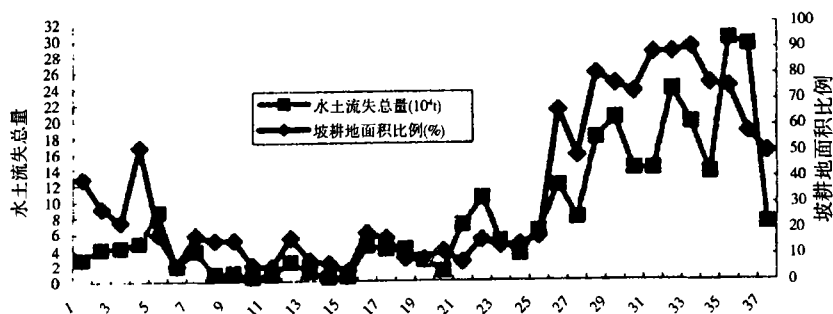


图9 水土流失总量与坡耕地面积的关系

Fig.9 Relation between total volume of soil erosion and slope cultivated land proportion

4 主要结论

农业产业的活动是水土流失影响的主要因素,换句话说,调控农业产业经济活动是生态环境维护的有效途径。

生态生产、经济生产和社会生产之间存在明显的作用关系,这种作用关系不外乎表现在正作用和负作用两个方向,生态与经济的协调很大程度上依赖于对以上3类要素的合理调节。因为产业文明向生态文明过渡的核心思想是生态生产、经济生产与社会生产的和谐统一、是生态效益、经济效益与社会效益的有机连接,其基本点是促进生态生产、经济生产和社会生产向有利于生态环境保护、有利于人类生存和持续发展的正向作用趋近。事实上,就是利用以上3类生产要素的可塑性,通过产业经济活动的调控,弱化或消除产业与生态的矛盾^[7],积极发展生态产业,这对案例分析区域的西昌如此,其它地区仍具有普遍意义^[8,9]。

参考文献(References):

- [1] Luo Qingcheng, Xu Guoxin. Analysis and application of gray relation. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press[M]. 1989, 4~15. [罗庆成, 徐国新. 灰色关联分析应用[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989, 4~15.]
- [2] Fang Yiping. Systemic forecast on grassland development in Nierong County of Tibet[J]. *Journal of Mountain Science*, 1999, 17(4): 375~379. [方一平. 西藏自治区聂荣县草地开发利用的系统预测[J]. 山地学报, 1999, 17(4): 375~379.]
- [3] Fang Yiping. Quantitative analysis of industrial chain in Liupanshui, Guizhou Province[J]. *Economic Geography*, 1993, 13(2): 46~48. [方一平. 贵州六盘水市产业链的量化分析[J]. 经济地理, 1993, 13(2): 46~49.]
- [4] Fang Yiping. Industrial structure and optimization of Chengdu and Chongqing area[J]. *Population, Resources and Environment*, 2001, 11(52): 54~56. [方一平. 成渝产业带产业结构与优化研究[J]. 人口资源与环境, 2001, 11(52): 54~56.]
- [5] Xichang City Government. Xichang Yearbook (1991-1998)[M]. Chengdu: Sichuan People Press, 1999. [西昌市政府. 西昌年鉴(1991-1998)[M]. 成都: 四川人民出版社, 1999.]
- [6] Yang Qingshan, Mei Lin. Man-Land Relation. System of Man-Land Relation and Regional System of Man-land relation[J]. *Economic Geography*, 2001, 21(5): 532~537. [杨青山, 梅林. 人地关系, 人地系统与区域系统[J]. 经济地理, 2001, 21(5): 532~537.]
- [7] Fang Yiping. Human approaches to the environmental management of disaster in mountain areas[J]. *Journal of Mountain Science*, 2000, 18(2): 151~155. [方一平. 山地灾害与环境治理的人文途径[J]. 山地学报, 2000, 18(2): 151~155.]
- [8] Fang Yiping. Ecotourism in western Sichuan, China: the replacing economy based on forestry[J]. *Mountain Research and Development*, 2002, 22(2): 113~115.
- [9] Fang Yiping. On characteristics of river basin and thoughts of eco-environment construction in Sichuan Province[J]. *Journal of Soil and water Conservation*, 2000, 14(6): 42~46. [方一平. 四川各流域特征及其生态环境建设思路[J]. 水土保持学报, 2000, 14(6): 42~46.]

Relation Analysis between Human Activities and Ecosystem in Xichang

FANG Yiping

(Institute of Mountain Disaster and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041)

Abstract: The Gray Relation Analysis was used to quantify the related degree between economic, social and ecological production in Xichang. Economic production is characterized by achievement economic growth and development, social production characterized by human resource improvement and creation for value philosophy, and ecological production characterized by production, circulation and consumption activities of protection ecosystem. Economic production was described using the index of per hectare output value of agriculture, per hectare output of grain, proportion of slope cultivated land use, social production using the index of population density, and ecological production using the index of forest coverage area, area and volume of soil erosion. It was concluded that the dominant factor is agricultural activities impact on soil erosion in Xichang. It means that supervision and regulation of agricultural activities is an effective approach to protect agricultural ecosystem. Ecological production is closely connected with economic and social production. The coordination between ecology and economy greatly depends on the rational regulation and management of social, economic and ecological productions. In fact, it is proved effective to relieve or eliminate the conflict between ecology and economy through above mentioned three factors supervision and management and development of ecological industry. Principles of this kind would be useful not only in Xichang but also in other areas.

Key words: economic production; social production; ecological production; relation analysis