

2018年度重庆市出版专项基金资助项目

DOI:10.11721/cqnuj20190309

三峡地区资源环境生态研究

# 基于 DPSIR 模型的重庆市城口县生态安全探究<sup>\*</sup>

邬晶, 何太蓉, 任娇娇

(重庆师范大学 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 401331)

**摘要:**【目的】分析研究重庆市城口县 2005—2015 年的生态安全水平动态变化过程。【方法】基于 DPSIR 框架模型, 选取 19 个评价指标, 采用熵权法计算权重, 计算得出城口县在研究期间内逐年的生态安全指数。【结果】研究初始阶段工矿业污染导致城口县生态安全状态处于重警状态; 研究中期, 城口县转变经济发展方式, 生态安全状态恢复至临界水平; 研究末期城口县生态安全经过不断恢复整治, 总体处于良好状况。影响因子的变化情况是: 负向影响的压力因子研究期内逐年降低, 共下降了 64.72%; 正向影响的响应因子在研究期内波动上升了 235.17%。驱动力因子、状态因子及影响因子也呈波动上升趋势。【结论】2005—2015 年城口县生态安全值从 0.236 5 升至 0.812 1, 由重警状态转为良好状态, 对同类型生态功能区的生态安全恢复整治工作具有一定的参考价值。

**关键词:**生态安全; DPSIR 模型; 城口县

**中图分类号:**X826

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2019)04-0055-07

在人类活动的干扰下, 人类赖以生存的生态环境发生了深刻的变化。人口激增和生态系统退化对环境的压力日渐增大, 生态安全已成为各国学者的关注热点。生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态, 是一个复合的人工生态安全系统<sup>[1]</sup>。生态环境被破坏, 生态处于不安全的状态, 将影响社会稳定及经济发展。

目前, 生态安全评价的研究尺度多以大尺度为主, 如: 国家尺度的研究有王韩民<sup>[2]</sup>构建的生态安全的战略框架; 郭中伟<sup>[3]</sup>主张建设的数字化生态系统、集成式监测评估系统等; 跨流域或省域尺度的研究中有朱卫红等人<sup>[4]</sup>对图们江流域的生态安全的预测研究; 朱莲莲等人<sup>[5]</sup>对湖南省各市的生态安全状况进行的探讨等。县域尺度的生态安全评价研究目前并不多见, 特别是生态脆弱区作为区域生态安全的红线区, 相关生态安全动态的评估显得尤为重要和迫切。

DPSIR 概念模型涵盖了自然环境、社会经济及人类社会活动三大要素, 与其他研究环境与社会关系的系统模型相比, 着重突出了人类活动对生态环境的影响。在以“DPSIR”为关键词在中国知网上搜索到的 600 多篇文献中, 发现目前该模型广泛应用于大气环境评测、土地安全评价、水资源评价、区域可持续发展以及沿海海岛区域的研究中, 而应用该模型对区域生态安全进行评价的研究尚不多见, 且集中于大尺度, 如张继权等人<sup>[6]</sup>对吉林省白山市的生态安全进行评价, 徐艺扬等人<sup>[7]</sup>对太平湖流域生态安全水平的探究等。本研究应用 DPSIR 模型对县域尺度的生态脆弱区重庆市城口县进行生态安全水平动态评价, 为小尺度范围的生态安全研究做出有益探索, 对同类型区域生态安全建设提供一定的参考。

## 1 研究区概况

城口县(北纬 31°37′~32°12′, 东经 108°15′~109°16′)地处大巴山南麓, 重庆市东北部, 全县面积 3 289.1 km<sup>2</sup><sup>[8]</sup>, 系大巴山弧形断褶带的南缘处, 山脉走向受地质构造线方向的控制由北西向东南高程逐渐降低。研究区属北亚热带季风气候区, 由于山高谷深, 地形高差大, 具有山区立体气候的特征<sup>[9]</sup>。区内自然资源丰富, 主要植

\* 收稿日期: 2018-09-08 修回日期: 2019-01-15 网络出版时间: 2019-07-15 12:30 2019-05-09 19:30

资助项目: 重庆市科学技术委员会重点项目(No. cstc2017jcyjB0317)

第一作者简介: 邬晶, 女, 研究方向为生态灾害与环境保护, E-mail: 773831385@qq.com; 通信作者: 何太蓉, 女, 教授, 博士, E-mail: he\_trong@263.net

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20190509.1930.028.html>

被类型为乔木、灌木等;区内植物起源古老,种类繁多,特有性极强,是国内不可多得的北亚热带植物集中分布区;区内动物以代表性和过渡性著称,共有昆虫 884 种,国家一级保护动物 5 种,二级保护动物 38 种<sup>[10]</sup>,是中国生态功能区划中“秦岭-大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区”的重要组成部分,是区域水源涵养、生物多样性保护及土壤保持的重要支撑点<sup>[11]</sup>。城口县素有“中国生态气候明珠”、“大巴盆景之城”之称,作为秦巴生态功能区不可或缺的一部分,城口是重庆最大的生物多样性基因库和生态屏障之一<sup>[8,12]</sup>。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本研究主要涉及城口县 2005—2015 年的生态安全水平动态变化过程,数据来源为 2006—2016 年发布和出版的《城口县统计年鉴》《重庆市统计年鉴》《城口县国民经济和社会发展统计公报》,以及城口县土地利用现状的相关报告和政府部门调研数据。

### 2.2 DPSIR 模型

DPSIR 框架模型,即驱动力(Driving)-压力(Pressure)-状态(State)-影响(Impact)-响应(Response)模型,由欧洲环境署(EEA)于 1993 年提出,主要用于研究区域自然环境与经济社会环境之间的关系<sup>[9]</sup>。DPSIR 模型以可持续发展的角度评价人类社会活动与生态环境的相互作用关系,注重人类社会在认识到生态环境破坏后产生的响应与反馈,目前在生态评价研究中有着广泛的应用。

就 DPSIR 模型中的 5 个子系统的相互关系而言,社会经济发展(如工农业)是自然环境变化的主要驱动力,环境压力来源于人类频繁活动对生态系统造成的干扰。环境压力迫使生态环境的状态发生变化,造成水土流失、土地荒漠化,水体污染等问题。环境问题产生后进一步影响人类社会的健康发展,人们为了自身健康与社会可持续发展,对生态恶化及环境问题采取相应的措施进行响应与调节。新的响应措施作用于自然环境与社会经济的各个方面,最终实现人与自然的和谐相处,人类社会的可持续发展。

### 2.3 生态安全评价指标体系的构建

城口县的生态安全系统是基于驱动力、压力、状态、影响和响应 5 个因子相互作用的结果,因而本研究的评价指标,通过自上而下、逐层分解的方法,将指标体系分为目标层、因子层和指标层 3 层<sup>[14]</sup>。目标层是生态安全指数,用定量数值代表城口县生态安全度;因子层即驱动力、压力、状态、影响、响应共 5 个因子,它们相互联系,完成了人类社会与生态环境之间的系统构建;指标层则由 19 个可直接度量的指标组成,选取指标时涵盖了环境、经济、人口和社会共 4 个方面内容,在此基础上参考目前国内相关研究的指标体系<sup>[5-7,13-19]</sup>,再根据城口县区域特性进行增减,最终完成城口县生态安全评价指标体系的构建(表 1)。

### 2.4 数据处理

2.4.1 数据标准化处理 评价指标体系中的各项参评因子由于系数间量纲

表 1 城口县生态安全评价指标体系

Tab. 1 Eco-security assessment index system of Chengkou county

目标层	因子层	因子层权重	指标层	指标权重
生态安全指数	驱动力	0.251 0	城镇化水平	0.020 1
			人口自然增长率	0.049 1
			固定资产投资额	0.181 8
	压力	0.128 9	化肥折纯量	0.002 8
			农用塑料薄膜使用量	0.025 3
			人口密度	0.000 3
			工业总产值	0.100 5
			社零总额	0.099 3
	状态	0.195 2	人均耕地面积	0.000 1
			万元 GDP 能耗	0.030 0
			经济效益指数	0.065 8
	影响	0.244 4	死亡率	0.064 6
			人均 GDP	0.111 7
			农林牧副渔总产值	0.061 0
			城镇人口失业率	0.007 1
	响应	0.180 5	第三产业占当年 GDP 比重	0.006 7
			农村居民人均纯收入	0.087 3
			单位耕地面积粮食产量	0.001 4
			科研投入占当年 GDP 比重	0.085 1

不统一而缺乏可比性,因而必须先对数据进行标准化处理<sup>[15]</sup>。各项指标与生态安全指数之间存在正负关系影响,本研究主要使用极差标准化方法进行标准化处理。

正项指标主要是指评价数据值与研究区生态环境存在一致性或正相关关系,如人均耕地面积、城镇化水平、

第三产业占 GDP 比重等,指标值越大表示研究区生态安全状况越好。它的计算公式为:

$$K_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

负向指标主要是指评价数值与研究区的生态环境存在负相关关系,如人口自然增长率、化肥折纯量、万元 GDP 能耗等,指标值越大则表示生态安全系数越低。它的计算公式为:

$$K_i = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}}$$

式中: $X_i$ 为评价因子实测值; $X_{\max}$ 为评价因子实测最大值; $X_{\min}$ 为评价因子实测最小值; $K_i$ 为标准化之后的指标值<sup>[5]</sup>。

2.4.2 权重确定 本研究采用熵权法确定指标权重。熵权法具有客观科学的优点,避免了权重赋值的主观性。通常,若某个指标的信息熵越小,则在生态安全评价中权重越大。据此,参考相关文献研究确定本文的指标权重<sup>[5-7]</sup>。

2.4.3 评价指标计算 根据以上构建的生态安全评价指标体系,本文采用以下计算方法得出生态安全指数。

1) 计算各因子层的评价指标评价价值:

$$f(D) = \sum_{i=1}^n W_{D_i} \times K_{D_i}$$

式中, $f(D)$ 代表生态驱动力因子层的评价价值; $W_{D_i}$ 为生态驱动力因子层中指标  $i$  的权重, $K_{D_i}$ 为生态驱动力因子层中指标  $i$  标准化的值, $n$ 为评价指标的个数。同理,可以分别求得生态压力因子层  $f(P)$ 、生态状态因子层  $f(S)$ 、生态影响因子层  $f(I)$ 和生态响应因子层  $f(R)$ <sup>[20]</sup>。

2) 计算生态安全指数:

$$V_{\text{ESI}} = f(D) + f(P) + f(S) + f(I) + f(R)$$

式中, $V_{\text{ESI}}$ 即生态安全指数,代表城口县生态安全综合状况,该值越高,表示生态状况越安全;该值越低,表示生态环境越不安全。

2.4.4 评价指数分级标准 根据生态安全指数公式可以看出,该指数的取值范围在 0~1 之间,综合国内外生态安全等级划分的方法<sup>[5,7,15-17,19,21]</sup>,将生态安全指数与生态安全水平等级做出如下关联,划定生态安全水平的分级临界值,将生态安全水平划分为 5 个等级(表 2)。

表 2 生态安全水平分级表

Tab. 2 Classification of the eco-security assessment index

生态安全指数	生态安全等级
0.00~0.35	重警
0.36~0.49	中警
0.50~0.59	临界
0.60~0.75	一般
0.76~0.85	良好
0.86~1.00	理想

## 3 结果与分析

### 3.1 生态安全指数评价

依据前述公式,计算得到了城口县 2005—2015 年的生态安全指数(图 1)。由图 1 可见,2005—2015 年城口县生态安全指数呈波动上升状态,生态安全水平等级由重警状态逐渐提高至良好状态。2005—2008 年城口县生态安全指数由 0.236 5 上升至 0.383 1,生态安全水平总体处于重警状态。2008—2010 年城口县生态安全水平处于中警状态,生态安全指数窄幅上升,平均年上升率 2.09%。2010—2011 年是城口生态安全状况转危为安的一年,生态安全指数由 0.445 9 直线上浮至 0.590 2,涨幅达 32%,生态安全水平由中警状态提升为临界状态。其中主要原因是当年为城口“十二五”生态建设与环境保护规划的开局之年,城口县以建设生态环境为出发点,以转变经济发展方式,建设和保护生态环境为主线,大力发展生态经济<sup>[17]</sup>,对生态安全恢复起到了积极作用。2011—2013 年,城口县生态安全水平在临界基础上进一步向安全状态发展,整体生态水平稳步上升;2013—2015 年,城口县生态安全水平已达良好状态,其中 2014 年生态安全指数略有回落,原因是城口县当年遭受冰雪、风暴、暴雨洪涝和滑坡等自然灾害,经济损失较大,对生态建设投入的资金响应相对减少。2015 年,城口县生态安全总体处于良好状态,生态安全指数值已达 0.812 1。

纵观城口县 2005—2015 年来生态安全整体状况,生态安全指数最低值为 2005 年的 0.236 5,最高值为 2015 年的 0.812 1,分别位于研究期的起止年份,可见 10 年间城口县生态安全状态总体处于恢复上升趋势。

### 3.2 生态安全因子动态评价

3.2.1 驱动力因子分析 城口县 2005—2015 年生态安全驱动力因子变化情况如图 2 所示。该因子评价价值整体呈现波动上升趋势。其中 2005—2008 年间驱动力因子变化平缓,数值基本维持不变。2008—2009 年生态安全

驱动力呈现较明显增长,数值由 0.058 增加到 0.100,原因可能是由于汶川地震影响,城口县当年人口自然增长率大幅下滑,因而驱动力因子有所增长。2010—2015 年城口县经济稳定发展,社会定投逐年增加,人口自然增长率逐年下降至 5.5%,而城镇化率逐年升高至 32.37%,因而呈现社会驱动力因子值波动上升的趋势。

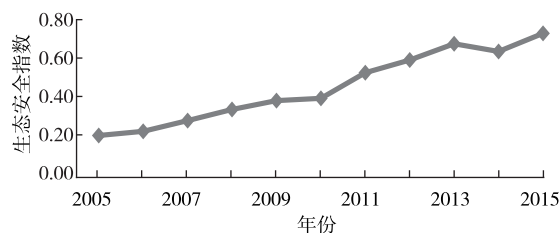


图 1 城口县 2005—2015 年生态安全指数变化

Fig. 1 Dynamic variation of Eco-security assessment index in Chengkou County

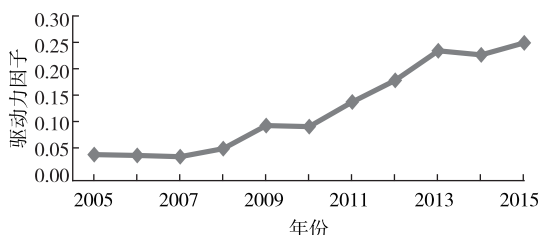


图 2 城口县 2005—2015 年生态安全驱动力因子变化

Fig. 2 The Driving Factors of eco-security change in Chengkou County

3.2.2 压力因子分析 城口县 2005—2015 年生态安全压力因子变化情况见图 3。城口县生态安全压力因子在 2005—2011 年呈现波动下降的趋势,2011—2014 年保持稳定少变,2015 年压力因子急剧加大。城口县自 2005 年起逐步发展绿色经济,减少农业垃圾污染,化肥施用量由  $6.881 \times 10^3$  t 下降为  $5.557 \times 10^3$  t,下降率 19.21%,农用塑料薄膜使用量由 165 t 降为 98 t,使用量减少 40%;在政府不断推动下,城口县第一产业产值逐渐下降,农业对环境产生的压力变小。但研究期间内,由于 2015 年工业总产值急剧下降,从 29.63 亿元跌至 12.59 亿元,跌幅达到 57.5%,生态压力骤增,导致城口县 2015 年生态安全压力评价值的攀升。

3.2.3 状态因子分析 图 4 显示了城口县 2005—2015 年生态安全状态因子变化情况,该因子值呈波动上升的趋势。城口县社零总额在 10 年间不断上升,2015 年达到研究期的最高值 12.8 亿元。社会消费增加的同时,城口县万元 GDP 能耗值与经济效益指数稳步下降,10 年间二者分别下降了 28% 和 43%。城口县不断调整产业结构,降低工业产值比重,仅 2015 年当年城口县第三产业增加值 14.1 亿万元,同比增长 10.2%,三次产业结构比为 17.2 : 49.6 : 33.2,第三产业占比较上年提高了 5.6 个百分点。

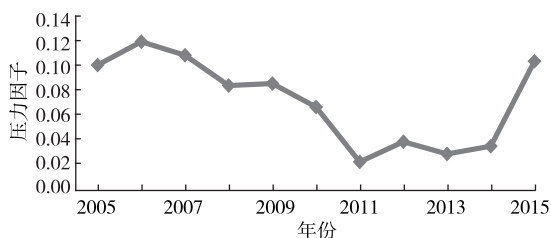


图 3 城口县 2005—2015 年生态安全压力因子变化

Fig. 3 The pressure factors of eco-security change in Chengkou county

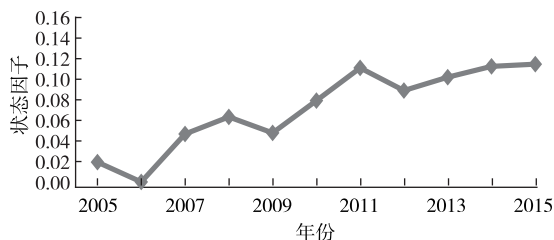


图 4 城口县 2005—2015 年生态安全状态因子变化

Fig. 4 The state factors of eco-security change in Chengkou county

3.2.4 影响因子分析 城口县 2005—2015 年生态安全影响因子总体呈现出波动上升的态势(图 5)。2005—2010 年,城口县生态安全影响因子窄幅上升,从 0.057 上升至 0.0817。此后 2010—2011 年出现井喷式增长,当年城口县 GDP 总额为 28.1745 亿元,经济增速为 21.7%;人均 GDP 为 19392 元,较上一年增长 31.36%,达到研究期间 10 年来城口县人均可支配收入的峰值。经济增长拉动了城镇居民的就业,2011 年城口县城镇人口失业率为近 10 年最低点,为 2.79%。经济实力的增强加速了生态安全影响因子评价价值上涨,仅 2010—2011 年该值从 0.081 激增至 0.183,上涨幅度达 125%。2011 年后,影响因子评价价值上升速度放缓,但仍保持每年约 11% 的速度上涨,至 2015 年,该评价价值达到 0.218。

3.2.5 响应因子分析 城口县 2005—2015 年生态安全响应因子同同样呈波动上升的趋势(图 6)。2005—2013 年为该因子稳定上升阶段,数值由 0.028 上升至 0.152,平均上升率为 1.54%。期间城口县农村居民人均纯收入从 1966 元增加到 5843 元,收入增加 197%。这是城口县产业扶贫的攻坚战的 8 年,城口县立足县情,因地制宜,不断加快富硒富锌、有机农产品基地建设,强化农业科技建设<sup>[23]</sup>,科研投入占当年 GDP 比重由 0.12 上升至 0.28,科技投入农业为经济发展注入了新的活力,城口县人文响应不断强化。2014 年响应因子评价价值大幅

下跌,由 2013 年的峰值下跌到 0.077,跌幅达到 37.48%。2014 年夏季,城口县遭遇风暴、暴雨灾害,导致大量农房倒塌,滑坡灾害同时掩埋了当季农作物,受灾程度较严重,影响当年夏季的旅游产业与政府财政对农业科技投入,科研投入仅占当年 GDP 的 0.06%,比上年下滑 77%。

纵观城口县 2005—2015 年生态安全驱动力、压力、状态、影响和响应 5 个因子的变化,不难看出,负向影响因子逐渐降低,正向影响因子逐渐升高,体现出研究期 10 年间城口县生态安全状态逐渐由重警状态转为良好状态的趋势。研究末期城口县生态经济发展已颇具成效,生态资源优势逐渐转化为经济优势,在脱贫致富的基础上强化生态安全建设。

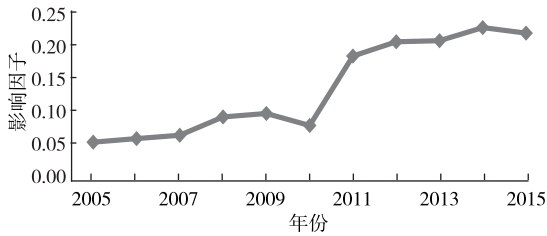


图 5 城口县 2005—2015 年生态安全影响因子变化

Fig. 5 The impact factors of eco-security change in Chengkou county

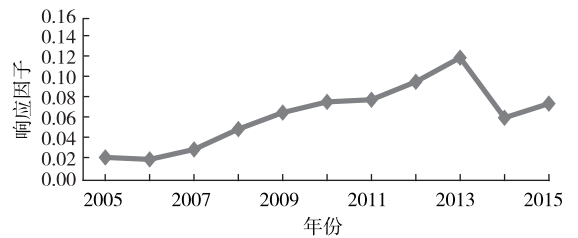


图 6 城口县 2005—2015 年生态安全响应因子变化

Fig. 6 The Reponse Factors of eco-security change in Chengkou County

## 4 对策与结论

本研究基于 DPSIR 概念模型,选取 19 个可度量指标构建评价指标体系,分析城口县 2005—2015 年的生态安全动态变化过程。经计算分析发现,在研究期间内城口县生态安全水平从由重警状态波动上升至良好状态。

### 4.1 问题与对策

在研究期 10 年间,城口县生态安全建设中亟待解决的问题主要为如何将资源依赖型的采矿业逐渐转变升级为发展生态旅游业。在治理采矿业带来的污染问题的同时,发展地方经济恢复区域生态安全水平。

城口县主要采取以下措施:一是整治“散、乱、小”的采矿企业,严查私有矿业,对大型采矿业秉持“谁开发谁治理”的要求,治理锰矿污染;二是重视农村环境整改,10 年间,城口县农膜等农业污染源使用量下降了 54%,农药化肥的使用量下降了 20%,同时启动农村环境连片整治项目,解决了农村污水渗坑或随街乱流及垃圾随地堆放的问题;三是发展生态经济,转变产业结构,将旅游业作为城口县支柱产业,推进全域乡村旅游,用旅游业带动全县就业与经济发展。通过以上方式城口县解决了锰矿开采遗留的环境问题,生态安全建设工作取得重大进展,对同类型的区域生态安全建设具有一定的参考意义。

### 4.2 结论与讨论

在县域尺度上的生态脆弱区生态安全动态评价中,本研究针对城口县进行了一些有益探索,主要结论有:

1) 从生态安全指数变化情况看:研究期初始阶段,锰矿开采是城口县的支柱性产业,此时的锰矿开采呈现出“散、乱、小”的特点,粗放式开发导致城口县生态环境恶化,生态安全状态处于重警状态;研究期中期阶段,城口县坚持“生态立县”,生态建设工作获得了突破性进展:取缔大批私有矿企,带动传统矿业转型升级,大力推进生态旅游业发展,不断提高城口县的生态安全状况;研究期末,城口县生态环境经过整治和维护,已处于良好状态,虽然每年生态安全值略有波动,但总体趋势仍向理想状态发展。

2) 从生态安全 5 个因子分别变化情况看:负向影响的压力因子指标逐年降低,数值从 0.100 8 下降到 0.035 6,下降率 64.72%,主要是由于第一产业比重下降,农业生态压力减小;正向影响的响应因子波动提升,评价数值从 0.028 2 提升至 0.094 8,上升率 235.17%,这是当地政府对生态安全状况变化的人文响应不断增强的过程。驱动力因子、状态因子及影响因子同样呈现出波动上升趋势,这 3 个因子层的具体指标属性有正有负,不能单纯视为正向或负向影响层面,但通过分析发现,三者的正项指标如社会定投、经济效益指数等大多呈上涨趋势;负向指标如人口死亡率、万元 GDP 能耗等则呈现下降趋势,最终导致在研究期内城口县生态安全状态逐渐由重警转为良好状态。

本研究构建的评价指标体系是基于 DPSIR 概念模型,虽然该模型在评价生态环境中已有较广泛的应用,但生态安全系统本身是一个复合系统,加之人类对生态环境的影响是多种方式、多种时间层面的,并不是简单的具

有代表性的指标可以完全评价的;同时,由于部分数据获取的难度,本研究在选取指标时,只能有所取舍,在后续的研究中,将更加注意指标体系的系统性和深入性。

### 参考文献:

- [1] 肖笃宁,陈文波,郭福良.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354-358.  
XIAO D N, CHEN W B, GUO F L. On the basic concepts and contents of ecological security[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(3): 354-358.
- [2] 王韩民.国家生态安全评价体系及其战略研究[D].西安:西北工业大学,2006.  
WANG H M. National ecological security evaluation system and its strategy research[D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University, 2006.
- [3] 郭中伟.建设国家生态安全预警系统与维护体系面对严重的生态危机的对策[J].科技导报,2001,19(1):54-56.  
GUO Z W. To build the early warning and maintaining system of national ecological security[J]. Science and Technology Review, 2001, 19(1): 54-56.
- [4] 朱卫红,苗承玉,郑小军,等.基于3S技术的图们江流域湿地生态安全评价与预警研究[J].生态学报,2014,34(6):1379-1390.  
ZHU W H, MIAO C Y, ZHENG X J, et al. Study on ecological safety evaluation and warning of wet lands in Tumen river watershed based on 3S technology[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(6): 1379-1390.
- [5] 朱莲莲,谢永宏,宋冰冰,等.基于DPSIR模型的湖南省生态安全评价及安全格局分析[J].农业现代化研究,2016,37(6):1084-1090.  
ZHU L L, XIE Y H, SONG B B, et al. Ecological security assessment and pattern analysis of Hunan province based on DPSIR model[J]. Research of Agricultural Modernization, 2016, 37(6): 1084-1090.
- [6] 张继权,伊坤朋,Hiroschi Tani,等.基于DPSIR的吉林省白山市生态安全评价[J].应用生态学报,2011,22(1):189-195.  
ZHANG J Q, YIN K P, TANI H, et al. Ecological security evaluation of Baishan city, Jilin province based on DPSIR[J]. Journal of Applied Ecology, 2011, 22(1): 189-195.
- [7] 徐艺扬,钱敏蕾,李响,等.基于DPSIR的太平湖流域(黄山区)生态安全综合评估[J].复旦学报(自然科学版),2015,54(4):407-415.  
XU Y Y, QIAN M L, LI X, et al. Comprehensive ecological security assessment of Taiping lake basin (Huangshan district) based on DPSIR[J]. Journal of Fudan University (Natural Science Edition), 2015, 54(4): 407-415.
- [8] 郭渠,李永华,孙佳,等.秦巴山区的生态旅游气候资源:以重庆城口县为例[J].山地学报,2016,34(1):54-62.  
GUO Q, LI Y H, SUN J, et al. Ecotourism climate resources in Qinba mountain area; a case study of Chongqing's Chengkou county[J]. Journal of Mountain Science, 2016, 34(1): 54-62.
- [9] 城口县人民政府.城口县自然地理[EB/OL]. [2018-09-08]. [http://www.cqck.gov.cn/ckgm/6/index\\_3.shtml](http://www.cqck.gov.cn/ckgm/6/index_3.shtml).  
People's Government of Chengkou County. Physical geography of Chengkou county[EB/OL]. [2018-09-08]. [http://www.cqck.gov.cn/ckgm/6/index\\_3.shtml](http://www.cqck.gov.cn/ckgm/6/index_3.shtml).
- [10] 邓洪平.重庆大巴山国家级自然保护区生物多样性[M].北京:科学出版社,2015.  
DENG H P. Chongqing Daba mountain national nature reserve biodiversity[M]. Beijing: Science Press, 2015.
- [11] 重庆市统计局,国家统计局重庆调查总队.重庆统计年鉴[J].北京:中国统计出版社,2005—2015.  
Chongqing Bureau of Statistics, National Bureau of Statistics Chongqing Investigation Team. Chongqing statistical yearbook[J]. Beijing: China Statistics Press, 2005—2015.
- [12] 何宗苡,袁兴中,卢虹宇,等.渝东北生态屏障建设探讨:以城口县为例[J].三峡生态环境监测,2017,2(2):28-33.  
HE Z Y, YUAN X Z, LU H Y, et al. Construction of ecological barrier in the northeastern Chongqing: a case study in Chengkou county. [J]. Ecology and Environmental Monitoring of Three Gorges, 2017, 2(2): 28-33.
- [13] 李玲.河南省土地生态安全评价[D].哈尔滨:东北农业大学,2014.  
LI L. Evaluation of land ecological security in Henan province[D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2014.
- [14] 程宗英.流域生态环境承载力理论及应用研究:以松花江流为例[D].武汉:华中师范大学,2011.  
CHENG Z Y. Study on the theory and application of ecological environment carrying capacity of river basin: a case study of Songhua river flow [D]. Wuhan: Central China Normal University, 2011.
- [15] 冯旭芳,刘晶妹,赵丽娟.基于P-S-R模型的县域生态安全评价研究:以山西省宁武县为例[J].中国农学通报,2013,29(35):127-131.  
FENG X F, LIU J M, ZHAO L J. Ecological security assessment in county area based on P-S-R model: a case study of Ningwu county, Shanxi Province[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2013, 29(35): 127-131.
- [16] 曾翠萍.庆阳市生态安全评价研究[D].兰州:甘肃农业大学,2010.  
ZENG C P. Research on ecological safety evaluation of qingyang city [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2010.

- [17] 李玉平,蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报(自然科学版),2007,43(6):784-789.  
LI Y P, CAI Y L. Land ecological security evaluation in Hebei province[J]. Journal of Peking University (Natural Science Edition),2007,43(6):784-789.
- [18] 孙海涛. 城市生态安全评价体系研究[J]. 中国国土资源经济,2009,22(3):23-26.  
SUN H T. Research on urban ecological security evaluation system [J]. Natural Resource Economics of China, 2009,22(3):23-26.
- [19] 郑奇洋,王纯彬,蒋丽钠,等. 基于 DPSIR 修正模型下的土地生态安全评价:以舟山市为例[J]. 湖北农业科学,2016(16):4158-4164.  
ZHENG Q Y, WANG C B, JIANG L N, et al. Evaluation of land ecological security based on DPSIR modified model; taking Zhoushan city as an example[J]. Hubei Agricultural Science,2016(16):4158-4164.
- [20] 艾云璐. 基于 DPSIR 模型 的旅游城市生态安全评价研究 [D]. 大连:大连理工大学,2013.  
AIY L. Study on tourism city ecological security evaluation based on DPSIR model[D]. Dalian:Dalian University of Technology,2013.
- [21] 张文柯. 西安市土地生态安全评价研究[D]. 西安:西北大学,2009.  
ZHANG W K. Study on land ecological security evaluation in Xi'an city[D]. Xi'an:Northwestern University,2009.
- [22] 城口县人民政府办公室. 城口县生态建设与环境保护“十二五”规划 [EB/OL]. [2018-09-08]. <https://www.lawxp.com/statute/s1489149.html>.  
People's Government Office of Chengkou County. The 12th five-year plan for ecological construction and environmental protection in Chengkou county[EB/OL]. [2018-09-08]. <https://www.lawxp.com/statute/s1489149.html>.

## Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

### Research on Ecological Security in Chengkou County of Chongqing Based on DPSIR Model

WU Jing, HE Tairong, REN Jiaojiao

(Three Gorges Reservoir Area Surface Process and Environmental Remote Sensing Key Laboratory of Chongqing, School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** [Purposes]The dynamic change process of ecological security level in Chengkou county, Chongqing from 2005 to 2015 is analyzed. [Methods]Based on DPSIR framework model, 19 evaluation indexes were selected, and entropy weight method was used to calculate the weight. The annual ecological security index of Chengkou county was calculated during the study period. [Findings]The study of the initial stage of industrial and mining pollution led to the ecological security of Chengkou county in a state of heavy alarm. In the middle stage of the study, Chengkou county transformed its economic development mode and restored its ecological security state to the critical level. At the end of the study, the ecological security of Chengkou county was in good condition after continuous restoration and renovation. The change of influencing factors is as follows: the negative influence of pressure factors decreased year by year during the study period, with a total decrease of 64.72%. The response factors of positive influence increased by 235.17% during the study period. Driving force factor, state factor and influence factor also fluctuate upward trend. [Conclusions]The ecological security value of Chengkou county rose from 0.236 5 to 0.812 1 over the past 10 years, and was changed from heavy police to good state, which has certain reference value for the restoration and renovation of ecological security in the same type of ecological functional area.

**Keywords:** ecological security;DPSIR model;Chengkou County

(责任编辑 许甲)