

东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系的建立

刘振举^{1,2}, 蔡强国¹, 李国强^{1,3}

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所 陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 华中农业大学 资源环境学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 在东北黑土区, 水土流失是生态安全最重要的胁迫因子。从水土流失的角度出发, 通过对东北黑土区水土流失成因、危害、现状以及防治等 4 方面因素的具体分析, 引入一系列相关评价指标, 结合指标选取的一些基本原则, 参考压力(P)—状态(S)—响应(R)模型框架模式和专家的建议, 对初选指标进一步筛选和分类, 建立了东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系。该指标体系分为系统压力 P, 系统状态 S, 系统响应 R 共 3 大部分; 由 8 个一级指标, 21 个二级指标构成。

关键词: 东北黑土区; 水土流失; 生态安全; 评价指标体系

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)06-0064-06

中图分类号: S157, X171.1

Establishment of Evaluation Index System of Ecology Security Under Soil and Water Loss Stress in Black Soil Region of Northeast China

LIU Zhen-ju^{1,2}, CAI Qiang-guo¹, LI Guo-qiang^{1,3}

(1. Key Laboratory of Water Cycle and Related Land Surface Processes, Institute of Geographic Sciences

and Natural Resources, CAS, Beijing 100101, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing

100049, China; 3. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: Soil and water loss is the most important stress factor to ecology security in black soil region of Northeast China. Based on the concrete analysis of the causes, hazards, and present status of soil loss and its prevention in black soil region of Northeast China, some indexes related to soil loss were introduced. According to the index selection principles and by referring to the model of Press (P)—Status (S)—Response (R) and the suggestions from several experts, the primary selection of indexes were made further and classified. Finally an evaluation index system of ecology security under soil and water loss stress in black soil region of northeast China was established, which is composed of 8 first-grade indexes and 21 second-grade indexes.

Keywords: black soil region in Northeast China; soil and water loss; ecology security; evaluation index system

东北黑土区作为国家重要的商品粮基地,在我国粮食安全体系建设中具有重大作用。然而,长期以来该区的发展却是以牺牲生态环境为代价的,由于自然因素影响及人为不合理生产活动的破坏,导致水土流失比较严重^[1],由此引发黑土层厚度变薄,养分平衡失调、土壤物理性状恶化、面源污染加剧、洪涝灾害频繁等一系列问题,严重威胁到东北地区的生态安全和全国的粮食安全^[2]。根据相关文献^[2],在东北黑土区,水土流失是各种生态退化的集中反映,又是导致

生态进一步恶化的根源,是生态安全最重要的胁迫因子。针对东北黑土区的水土流失和生态安全问题,国内一些学者进行了相关的研究^[3-8],但目前的研究一般只针对水土流失或生态安全评价,对于二者之间的关系研究还不多见。

从目前的研究来看,对二者关系的处理主要有两种形式:一种是通过对比分析法罗列数据或定性地说明确水土流失对生态环境的破坏或者水土保持对生态环境的改善;另一种是在生态安全评价中把水土流失

收稿日期:2009-01-06

修回日期:2009-05-18

资助项目:国家重点基础研究(973)发展计划项目(2007CB407207)

通信作者:刘振举(1984—),男(汉族),河南省新乡市人,硕士研究生,主要从事水土保持与生态安全研究工作。E-mail:liuzhenju08@gmail.com。

作者简介:蔡强国(1946—),男(汉族),湖北省武汉市人,研究员,博士生导师,主要从事土壤侵蚀、水土保持、流域侵蚀产沙模拟与GIS技术应用等方面的研究。E-mail:caiqq@gsnrr.ac.cn。

面积比、土壤侵蚀模数、水土流失治理率等作为指标,纳入生态安全评价指标体系中,这两种形式都很难全面、定量地描述与水土流失这一个东北黑土区生态安全最重要胁迫因子对生态安全的综合影响。因此,本研究从水土流失的角度出发,在具体分析与水土流失相关的各种因素的基础上,探讨东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系的建立问题,以期对定量研究东北黑土区水土流失与生态安全的关系提供一种途径。

1 评价指标体系建立的过程

1.1 指标体系建立的方法

评价指标体系的建立是要依据一定的方法来建立的,这样才便于进行评价和分析。目前在生态安全研究中,被广泛承认和采用的指标体系建立方法是联合国经济合作开发署(OECD)提出的压力—状态—响应(Pressure—State—Response, P—S—R)框架模式(图1)。这一框架模型具有非常清晰的因果关系,即人类活动对环境施加了一定的压力;因为这个原因,环境状态发生了一定的变化;而人类社会应当对环境的变化作出响应,以恢复环境质量或防止环境退化^[9]。

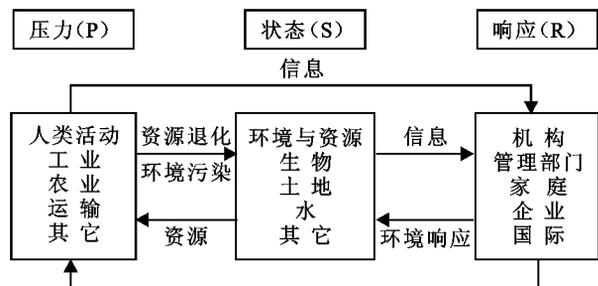


图1 压力—状态—响应(P—S—R)框架模型

在国内的生态安全评价研究中,绝大部分的评价指标体系都是基于“P—S—R”框架模型建立起来的^[3-6],在区域尺度、流域尺度及地块尺度都有诸多应用,这也说明了该模型目前在生态安全评价中的优越性,因此,本研究基于该模型建立生态安全评价指标体系。

该模型把评价指标分为系统压力、系统状态和系统响应3大部分。其中“压力”指标是指人类活动对环境的直接压力因子,如废物排放,人口增长等;“状态”指标指环境当前的状态和趋势,如林草覆盖率,污染物浓度等;“响应”指标指环境措施中可量化的部分,它在社会处理环境问题中不断发展^[9]。如水土流失治理率,此外还包括一些人文社会方面的响应,如人均纯收入等等。

1.2 指标体系建立的过程

与水土流失相关的因素分为4大类:水土流失成因、水土流失危害、水土流失现状以及水土流失防治。根据东北黑土区实际情况,对每类因素进行具体分析,依据分析结果引入相关指标,然后按照生态安全评价指标体系建立的相关原则对初选指标进行筛选,基于压力—状态—响应框架模式,把指标分为系统压力、系统状态和系统响应3大类,并咨询专家的意见,建立东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系。

2 水土流失成因分析及相关评价指标的引入

东北黑土区水土流失的因素主要有自然因素和人为因素两种,东北黑土区特有的气候、土壤、地貌等自然因素是水土流失的潜在因子,人类不合理的社会生产活动是引发和加速水土流失的主导因子^[7,10]。

2.1 自然因素

2.1.1 气候 所有的气候因素对水土流失都有一定的影响,其中降水和风与水土流失的关系最为密切,它们是水力侵蚀和风力侵蚀的外营力。另外,在东北黑土区气温对土体的抗蚀性也产生较大的影响。

黑土区的东部水蚀区多年平均降水量在450~550 mm之间,70%~80%的降水集中在6—9月份,历时短、降雨强度大,大雨或暴雨的降水量占全年降水量的40%~60%。由于大雨或暴雨对土体的击溅力强,径流量大,冲刷强烈,往往造成严重的水土流失。呼伦贝尔的观测结果表明^[11],1988年降雨量682.6 mm时,6 顺坡垄小区的径流量、土壤流失量分别为 $1.29 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$, $3\ 748.04 \text{ t}/\text{km}^2$;明显高于1987年478.8 mm降雨的 $2.40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$, $110.96 \text{ t}/\text{km}^2$ 和1989年525.5 mm降雨的 $2.33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$, $1\ 157.10 \text{ t}/\text{km}^2$ 。

黑土区十年九春旱,每年春季(3—5月)风多、风大、风期长,这是引起风蚀的主要因素。据统计,该区每年>4级大风天数在120 d以上,>6级大风有65~80 d。该区地势相对平坦,沙岗和沙坨子零星分布,表土经冻融后结构松散,颗粒细小,加之春旱连连,植物覆盖较少,风蚀严重^[12]。

冻融是东北黑土区地形起伏较小、坡度较缓,土壤侵蚀却比较严重的主要原因之一。由于冻融的交替作用,在河流两岸、侵蚀沟沟边和沟头还常因出现裂缝而崩塌,加速了河流岸边侵蚀和坡地侵蚀沟的发展^[7]。

基于以上分析,引入降水因子、年大风日数和气温年较差等 3 个指标来分别表征降水、风以及冻融作用对水土流失的影响。

2.1.2 地形 地形因子主要包括坡度和坡长因子。东北黑土区的漫川漫岗区坡度小(多小于 5°),但坡长大,一般都在 $500 \sim 2\,000\text{ m}$,汇水面积大,坡耕地表土流失严重,汇水区多形成侵蚀沟。

坡度直接影响雨滴打击地面的角度、影响坡面径流的动能及对地表的冲刷能力。坡度越大,雨滴落地的入射角越小,雨滴分散土壤颗粒的分力就大,径流能量集中,携沙力强,侵蚀作用越强。黑龙江省的研究表明:坡度 1° 的耕地土壤流失量为 $3\text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$;而 $5^\circ, 15^\circ$ 的坡耕地土壤年流失量分别达 78.0 和 $220.5\text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[21]。

坡度相同而坡长不同时,因长坡垂直高度大,汇水面积和径流量大,水的流速增大,侵蚀(主要是片蚀和浅沟侵蚀)增强,水的携沙能力强,水土流失就大。吉林省土壤肥料总站在仇家沟的研究表明,坡长 $10 \sim 20\text{ m}$ 的农田土壤流失量相差不大($2\,775 \sim 3\,000\text{ t}/\text{hm}^2$),但 40 m 坡长的土壤流失量($5\,010\text{ t}/\text{hm}^2$)是 10 m 坡长农田土壤输出量的近 2 倍^[21]。

基于以上分析,引入坡长、坡度因子来表征其对水土流失的影响。

2.1.3 土壤及其母质 土壤是水土流失的主体,因其质地、结构、孔隙度不同,透水性能亦不同,而这正是影响土壤可蚀性的重要因素^[12]。王金平等^[13]对哈尔滨黑土的透水性进行了测定。结果表明,黑土透水性表层最高为 $1.65 \times 10^{-6}\text{ mm/s}$,但从第二层起明显降低,透水性土壤机械组成中 $> 0.01\text{ mm}$ 颗粒含量的分布状况基本一致。造成这种情况的原因是黑土成土母质地较为黏重,使其极易形成“上层滞水”现象,夏季降水集中时易产生地表径流和难透水层以上的下渗水流,因此土体容易遭到侵蚀和淋溶。

土壤类型不一样,其抗蚀性也有差别,张宪奎等人^[14]在克山、宾县及牡丹江的实地监测结果表明,黑土的可蚀性因子较低(0.26),抗蚀能力相对白浆土(0.31)、暗棕壤(0.28)较差。

基于以上分析,引入土壤类型这个指标来表征不同土壤对水土流失的影响。

2.2 人为因素

黑土、黑钙土是在腐殖质长期积累的基础上发育而成的,随着人类在该区的不断开发,逐渐破坏了地表的自然状态,加快和增强了自然因素对地表土壤的

破坏作用,由于诸多人为因素的综合影响,加速了侵蚀的发生发展。

2.2.1 毁林开荒 黑土区的广阔农田,特别是缓坡耕地林草覆盖率很低,对土壤的防护作用微乎其微。新中国成立以来,东北黑土区人口增长近 3 倍,特别是原来人口稀少地区,移民大量涌入,人口成倍增长,有的乡镇甚至增长近 10 倍。为了解决吃饭问题,人们只好不断扩大耕地面积。1960—1980 年,新增耕地 $1.65 \times 10^6\text{ hm}^2$,占黑土区耕地面积近 30%,其中 60%以上是毁林、毁草开荒增加的。典型黑土地几乎全部被开垦为耕地。整个黑土区的森林覆盖率由 20 世纪 60 年代的 7.1% 下降到 5.2%,分布还很不均匀^[12]。失去植被涵养水源和保护土壤的作用,致使土壤遭受雨滴的溅蚀和地表径流的冲刷,水力侵蚀加重。

基于上面的分析,引入人口密度、人口自然增长率和林草覆盖率等 3 个指标。其中人口密度和人口自然增长率用来表征区域的人口压力对水土流失的潜在影响。

2.2.2 其它人为因素 其它人为因素主要包括不合理的耕作制度、大量的工程建设、保护黑土地意识薄弱、土地用养失调等,但这些很难用具体的指标来衡量,因此,这些因素不纳入指标体系中。

3 水土流失危害分析及相关评价指标的引入

3.1 黑土层变薄,肥力下降

水土流失导致黑土层变薄。据调查^[15],目前黑土区坡耕地每年流失表土层 $0.3 \sim 1\text{ cm}$ 。在水土流失严重的地方只剩下薄薄的表层,颜色由黑变黄形成“破皮黄”。东北黑土地初垦时黑土层厚度一般在 $60 \sim 80\text{ cm}$,深的可达 100 cm 。开垦 20 a 的黑土层厚度减至 $60 \sim 70\text{ cm}$,开垦 40 a 的减至 $50 \sim 60\text{ cm}$,开垦 $70 \sim 80\text{ a}$ 的黑土层只剩下 $20 \sim 30\text{ cm}$ 。

黑土层厚度的变薄伴随着土地肥力和生产能力的下降。据中国科学院东北地理与农业生态研究所张兴义等对坡耕地田间剥离不同厚度黑土层对粮食产量影响的模拟试验。试验表明,黑土层剥蚀掉 30 cm 时,玉米产量只有对照的 $4.3\% \sim 26.3\%$,几乎绝产;黑土层剥蚀掉 20 cm 时,玉米产量是对照的 $53.8\% \sim 65.4\%$,减产 $30\% \sim 50\%$;黑土层剥蚀掉 10 cm 时,玉米产量是对照的 $81.3\% \sim 95.3\%$,减产 $5\% \sim 20\%$ ^[16]。

由以上的分析可知,黑土层厚度的变薄伴随着土壤肥力的下降,因此,引入有效土层厚度这个指标来综

合表示水土流失所导致的黑土层变薄和肥力下降的危害。所谓有效土层,是指具有肥力特征的土壤腐殖质层(A)或耕作层(A_p)。黑土区典型黑土(黑土、黑钙土)的有效土层一般以黑土层亦即腐殖质层的厚度衡量,非典型土壤(暗棕壤、草甸土、白浆土)有效土层厚度一般以耕作层以上活土层厚度衡量。土壤环境以有效土层厚度为表观对土地生产力产生影响^[17]。

3.2 侵蚀沟侵吞耕地,使耕地面积减少

水土流失产生的侵蚀沟侵吞耕地,使耕地面积减少。据调查统计,黑土区有各类侵蚀沟46万条,吞没耕地 $4.83 \times 10^5 \text{ hm}^2$,若按每 hm^2 耕地年产玉米7500 kg计,每年损失粮食可达 $3.62 \times 10^9 \text{ kg}$ 。

在水土流失严重的区域,更有大量耕地丧失。拜泉县有各类侵蚀沟27000多条,总长度1120 km,占地5067 hm^2 ,沟壑密度0.32 km/ hm^2 。该县黄家沟等6条小流域有侵蚀沟1764条,侵吞耕地1890 hm^2 ,占该区耕地面积的14.35%^[21]。

由于侵蚀沟的条数和面积数据不大容易获取,因此,考虑到数据的可获取性,引入农业从业者人均耕地面积这个指标。

3.3 生态环境恶化,自然灾害频繁

水土流失还导致生态环境日趋恶化,造成旱灾、涝灾、风灾、冷害和冰雹等自然灾害频繁发生,不但周期越来越短,而且受灾面积也越来越大,给国民经济和人民生命财产造成巨大损失。据调查,在黑龙江省20世纪50年代平均每年受灾面积 $1.30 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占播种面积的2.3%;60年代增至 $2.27 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占总播种面积的4%;70年代增至 $5.30 \times 10^5 \text{ hm}^2$,占播种面积的9.3%;80年代增加到 $2.00 \times 10^6 \text{ hm}^2$,占播种面积的35%以上,30a的时间增加了14倍。

基于以上分析,引入自然灾害成灾率指标,另外引入耕地有效灌溉率来综合表征地域自然灾害的能力。

3.4 加剧了水体的面源污染

由于水土流失导致了有效土层变薄,土地肥力下降和各种自然灾害的频发,为了提高粮食产量和应对各种病虫害,只有通过施肥和农药控制,而没有被植物吸收的化肥和农药便通过水土流失进入到水体里面,导致了水体的污染。以沈阳市和抚顺市的饮用水水源大伙房水库为例,水库上游使用大量有机磷和有机氮农药,每年农药使用量为122~200 t,化肥使用量为 $3.5 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4 \text{ t}$,且使用量有逐年增加的趋势。因氮肥的作物吸收率不足40%、磷肥的作物吸收率不足30%,所以,施用的化肥以不同形式进入

环境。其中,以渗漏和地表径流形式进入地表水的氮肥约占施用量的35%、磷肥约占4%。导致大伙房水库富营养化,而有机农药如杀虫剂、除草剂、杀螨剂、杀菌剂等,多数在环境中比较稳定,不易分解,随着水土流失进入水库,对人和生物也有直接危害^[21]。此外,还包括一些重金属、垃圾污染等。基于以上分析,引入单位面积化肥负荷和单位面积农药负荷这2个指标来表征水体污染的潜在可能性大小。

3.5 加剧了贫困化

东北黑土区是重要的粮食产区,各农业县市收入和农民收入主要来源于粮食生产。一方面,农田特别是坡耕地是主要的水土流失源地,垦殖率高的县市往往也是水土流失严重的地区;另一方面,严重的水土流失使黑土生产力下降,将造成粮食生产水平的下降,从而导致当地经济与农民收入下降,有些地区甚至已成为贫困地区,影响了区域经济的可持续发展。

黑龙江省农民人均纯收入在1500元以下的有通河、龙江、泰来、甘南、克东、拜泉、林甸、杜尔伯特、兰西、明水,农民人均纯收入在1500~2000元的有延寿、富裕、孙吴、望奎、青冈,这些多是水土流失严重的地区,目前仍处于贫困状态,属于国家级贫困县。

基于以上分析,引入农民年人均纯收入和单位耕地农业产值2个指标。

4 水土流失现状、防治因素及相关评价指标的引入

4.1 水土流失现状及评价指标的引入

东北黑土区水土流失总面积为 $2.76 \times 10^5 \text{ km}^2$,占总土地面积的27.09%。其中,内蒙古自治区 $1.15 \times 10^5 \text{ km}^2$,黑龙江省 $9.55 \times 10^5 \text{ km}^2$,吉林省 $3.11 \times 10^5 \text{ km}^2$,辽宁省 $3.41 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。东北黑土区水土流失主要来源于坡耕地。东北黑土区坡耕地面积为 $1.28 \times 10^7 \text{ hm}^2$,占耕地总面积的60%,且多数分布在3°~15°坡面上,是产生水土流失的主要源地。据黑龙江省调查,黑土区坡耕地每年流失6~7 mm厚的表土,全省每年流失土壤 $2 \sim 3 \times 10^7 \text{ m}^3$,到目前为止,黑龙江省共有 $1.05 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 的坡耕地表层黑土流失殆尽,永远失去了耕种能力^[18]。

表征水土流失现状的指标主要有水土流失面积比、土壤侵蚀模数、有效土层厚度等。由于这些指标的引入并不需要建立在对东北黑土区的水土流失现状的具体分析的基础上,因此,本研究引入这3个指标并不再对东北黑土区的水土流失现状进行具体的分析。

4.2 水土流失防治及相关评价指标的引入

东北黑土区的水土流失防治主要有工程措施、生物措施、农业措施、生态修复以及一些配套的制度。这些可以用水土流失治理率这个综合指标来表征,另外引入“万人中农业科技人员数”这个指标来表征防

治水流失的科技方面响应程度大小。这里也不再对东北黑土区的水土流失防治情况进行分析。

通过以上对东北黑土区水土流失成因、水土流失危害、水土流失现状以及水土流失防治的具体分析,引入了相关指标(表 1)。

表 1 东北黑土区水土流失相关因素及生态安全评价相关指标

因素	具体因子	引入指标	数据可获取的途径
水土流失成因	气候	降水因子/mm	统计年鉴
		年大风日数/d	当地气象部门
		气温年较差/	统计年鉴
	地形	坡度/(°)	DEM 数据
		坡长/m	DEM 数据
	土壤及其母质	土壤类型	土壤图或土壤普查数据
	人为因素	林草覆盖率/%	林业部门或遥感图像
人口密度/(人·hm ⁻²)		统计年鉴	
人口自然增长率/%		统计年鉴	
水土流失危害	黑土层变薄	有效土层厚度/cm	根据水保部门数据计算
	侵吞耕地	农业从业者人均耕地面积(hm ² /人)	统计年鉴
	自然灾害	自然灾害成灾率/%	统计年鉴
		耕地有效灌溉率/%	统计年鉴
	水体面源污染	单位面积化肥负荷/(kg·hm ⁻²)	统计年鉴
		单位面积农药负荷/(kg·hm ⁻²)	统计年鉴
贫困化	农民年人均纯收入/元	统计年鉴	
	单位耕地农业产值/(元·hm ⁻²)	统计年鉴	
水土流失现状		水土流失面积比/%	当地水保部门
		土壤侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	当地水保部门
		有效土层厚度/cm	根据水保部门数据计算
水土流失防治		水土流失治理率/%	当地水保部门
		万人中农业科技人员数/人	统计年鉴

5 评价指标体系的建立

生态安全评价指标体系建立时要遵循以下一些基本原则。主要有科学性原则、代表性原则、综合性原则、主导性原则、可获取性原则和空间性原则等^[19-20]。

基于“P—S—R”模型框架并征求相关专家的意见,建立了东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系(图 2),该指标体系分为系统压力、系统状态、系统响应 3 大部分,由 8 个一级指标,21 个二级指标构成。

6 结论

由于东北黑土区在保障国家粮食安全体系中的重要战略地位,近年来,东北黑土区水土流失和生态安全状况越来越引起大家的关注。国内的一些学者在东北黑土区水土流失和生态安全评价方面也进行了一些有益的探索。以水土流失是东北黑土区生态安全重要的胁迫因子为切入点,围绕水土流失相关因素进行分析,建立了东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系,运用该指标体系进行评价能够较全面地定量表征水土流失对区域生态安全的综合影响。

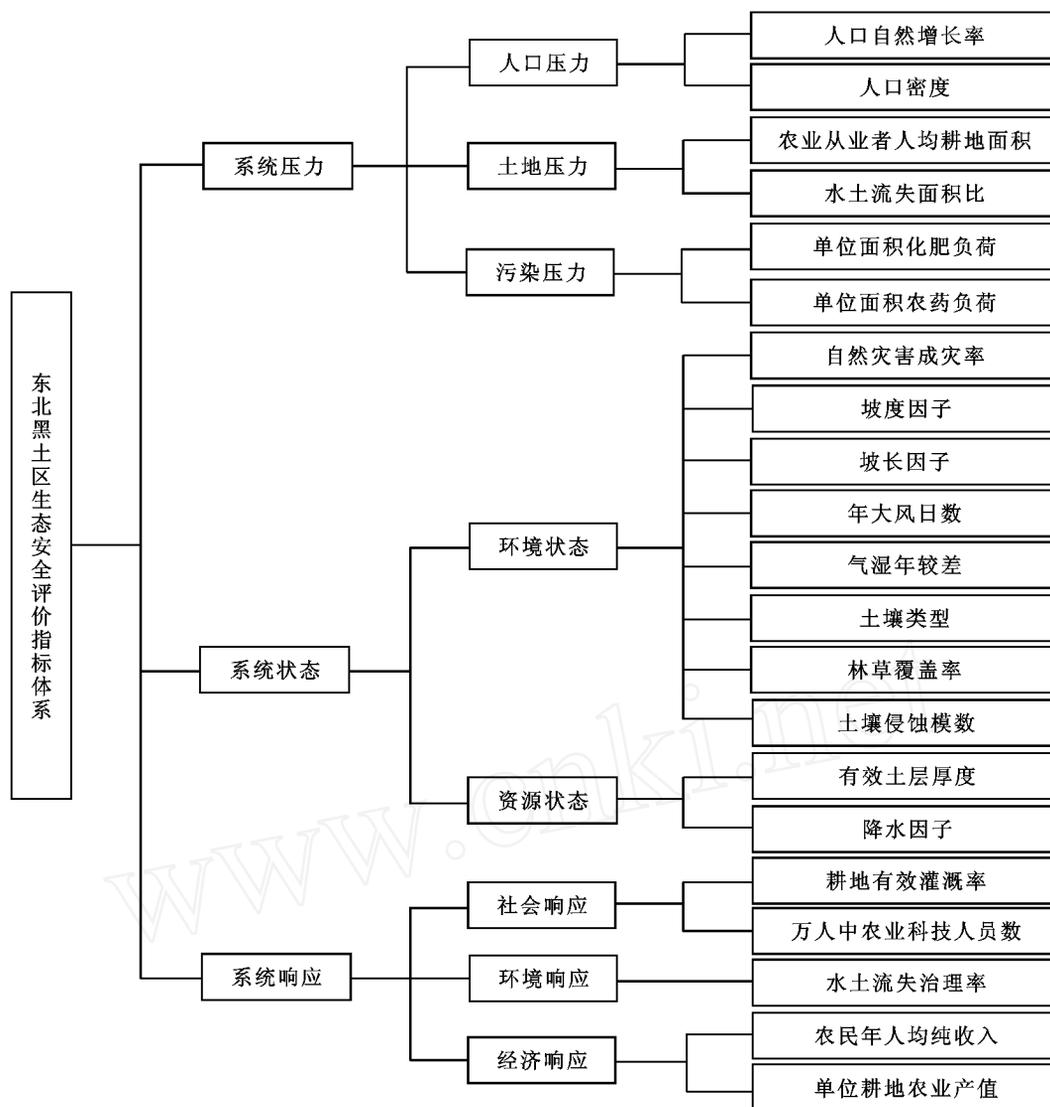


图 2 东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系

由于篇幅有限,主要介绍了建立指标体系,在以后的工作中将会运用该指标体系进行评价,对水土流失和生态安全的定量关系进行研究。另外,由于研究尺度和具体区域不同,评价指标体系也不尽相同,在后续研究中,将以该评价指标体系为基础,对东北黑土区不同典型区域、不同尺度的评价指标体系进行研究和验证;并通过与实际区域的结合建立东北黑土区水土流失胁迫下生态安全评价指标体系群。

[参 考 文 献]

[1] 范昊明,蔡强国,王红闪. 中国东北黑土区土壤侵蚀环境[J]. 水土保持学报,2004,18(2):66-70.
 [2] 中国科学院东北地理与农业生态研究所. 中国水土流失与生态安全综合科学考察:东北黑土区考察报告[R]. 2006:30-53.
 [3] 李晓燕,王宗明,张树文. 吉林省西部生态安全评价[J].

生态学杂志,2007,26(6):954-960.
 [4] 汤洁,朱云峰,李昭阳. 东北农牧交错带土地生态环境安全指标体系的建立与综合评价:以镇赉县为例[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(1):119-124.
 [5] 王宏昌,魏晶,姜萍,等. 辽西大凌河流域生态安全评价[J]. 应用生态学报,2006,17(12):2426-2430.
 [6] 邱微,赵庆良,李崧,等. 基于“压力—状态—响应”模型的黑龙省生态安全评价研究[J]. 环境科学,2008,29(4):1148-1152.
 [7] 王玉玺,谢运杰,王萍. 东北黑土区水土流失成因分析[J]. 水土保持科技情报,2002(3):27-29.
 [8] 范建荣,潘庆宾. 东北典型黑土区水土流失危害及防治措施[J]. 水土保持科技情报,2002(5):36-38.
 [9] 左伟,周慧珍,王桥. 区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究[J]. 土壤,2003(1):2-7.

(下转第 78 页)

>刚察(11.869 16);造成各县耕地最大适宜承载量存在差异的主要原因是除了水热条件外,农业基础设施建设和农业科技投入也起到很大作用,湖区 3 县中,共和县除了水热条件相对较好外,该县的农业基础设施和科技应用比较广泛,因此该县的耕地承载量相对较高;另外,该结果也充分说明在刚察县应全面实施退耕还草措施,将有利于生态、经济、社会的可持续发展。而在共和和海晏两县,除实施还草还林战略的同时,应保留一部分旱涝保收的生产潜力较高的耕地,这一方面协调保护生态环境和发展当地经济发展之间的矛盾,另一方面也可缓解实施退耕还林还草战略带来的人口压力,使退耕还林还草战略得以进行并顺利实现;(3)各县土地最大适宜人口承载量(万人)从大到小依次为:共和县(7.017 6) > 海晏县(6.004 8) > 刚察县(5.964 0) > 天峻县(0.033 2);从中也说明水热条件对当地土地生产力和经济、社会发展有较大影响。

3 小结

由以上分析看出,在青海湖区,今后制定人口、土地、环境保护和其它相关政策时,一定要以该区及各县的最大适宜人口承载量为基准和依据,否则就难以实现生态、社会和经济的可持续发展和区域粮食安

全;另外,在全球气候变化大背景下,该区土地生产力和粮食安全势必会受到气候变化的影响,如何根据气候变化趋势和规律制定出合理的土地利用规划方案、调整农业结构和转换经济发展模式,是一个需要进一步研究和探讨的问题。

[参 考 文 献]

- [1] 张志良. 人口承载力与人口迁移[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1983:167-178,201-212.
- [2] 封志明,陈百明. 现实与未来:中国的人口与粮食问题[J]. 科技导报,1991(4):62-66.
- [3] 毛志锋,任世清. 论人口容量与资源环境[J]. 中国人口·资源与环境,1995(3):32-38.
- [4] 董玉祥. 谈环境人口容量研究[J]. 南方人口,1998(4):29-33.
- [5] 高小红,王一谋. 基于遥感与 GIS 的青海湖地区土地利用变化及其对生态环境影响的研究[J]. 遥感技术与应用,2002,17(6):303-309.
- [6] 杨改河. 西藏土地资源生产能力及人口承载力研究[M]. 西藏:西藏人民出版社,1995:22-43,73-92,168-222.
- [7] 毛志锋. 适度人口与控制[M]. 西安:陕西人民出版社,1995:201-223.
- [8] 石玉林. 中国土地资源的人口承载能力研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1992:278-296.
- [9] 张兴义,孟令钦,刘晓冰,等. 黑土区水土流失对玉米干物质积累及产量的影响[J]. 中国水利,2007,22:47-49.
- [10] 崔明,蔡强国,范昊明. 东北黑土区土壤侵蚀研究进展[J]. 水土保持研究,2007,14(5):29-34.
- [11] 李明贵,李明品. 呼盟黑土丘陵区不同土地利用水土流失特征研究[J]. 中国水土保持,2000(10):23-26.
- [12] 刘宪春,温美丽,刘洪鹤. 东北黑土区水土流失及防治对策研究[J]. 水土保持研究,2005,12(2):74-79.
- [13] 王金平,张秀茵. 黑龙江哈尔滨黑土水分状况与养分供应的关系[J]. 土壤通报,1979(6):7-9.
- [14] 张宪奎,许靖华,卢秀琴,等. 黑龙江省土壤流失方程的研究[J]. 水土保持通报,1992,12(4):1-9.
- [15] 邢志学. 坡地流失一吨土壤所损失的经济价值是多少?[J]. 水土保持科技资料汇编,1982.
- [16] 张兴义,孟令钦,刘晓冰,等. 黑土区水土流失对玉米干物质积累及产量的影响[J]. 中国水利,2007,22:47-49.
- [17] 解运杰,刘凤飞,白建宏,等. 基于 GIS 技术的黑龙江省典型土壤有效土层厚度调查研究[J]. 水土保持研究,2005,12(6):251-253.
- [18] 杨文文,张学培,王洪英. 东北黑土区坡耕地水土流失及防治技术研究进展[J]. 水土保持研究,2005,12(5):232-236.
- [19] 肖薇薇,谢永生,王继军. 黄土丘陵区农业生态安全评价指标体系的建立[J]. 水土保持通报,2007,27(2):146-149.
- [20] 李芬,王继军. 黄土丘陵区农业生态安全评价指标体系初探[J]. 水土保持通报,2007,27(6):184-188.

(上接第 69 页)