

# 历史时期流域生态安全探研 ——以汾河上游为例

王尚义<sup>1,2</sup>, 张慧芝<sup>2</sup>, 马义娟<sup>2</sup>, 孟万忠<sup>2</sup>

(1 太原师范学院历史地理与环境变迁研究所, 太原 030012;

2 陕西师范大学历史环境与社会发展研究中心, 西安 710062)

**摘要:** 本文选择了位于生态脆弱区的汾河上游为研究区域, 运用“系列横剖面”、“压力-状态-响应”框架模型等方法, 对历史时期流域生态安全问题进行了尝试性探索。研究表明: 与历史时期社会生产技术水平相适应, 人类对环境的干预及应对环境变迁的能力较低, 故历史时期流域生态安全也存在波动变化; 研究历史时期生态脆弱地带的流域生态安全, 人口数量、耕地数量、畜牧业开发程度、国家政策、战争频次等应是主要指标; 在“压力-状态-响应”评价体系下, 压力、状态指标安全指数呈下降趋势, 响应指标安全指数反之, 民间控制行为的出现反证了生态演变程度的加剧。本文研究复原了历史时期汾河上游生态安全演变态势, 但如何量化不同阶段的流域生态阈值, 并进行生态安全性的判别等, 尚待进一步深入研究。

**关键词:** 历史时期; 流域; 生态安全评价

**文章编号:** 1000-0585(2008)03-0556-09

流域作为人类干预较为严重的自然区域, 生态安全问题备受关注。目前国内外学界对流域生态安全问题的研究, 从时间分析多集中于近年<sup>[1]</sup>, 鉴于流域生态安全演变的历史性、阶段特征<sup>[2]</sup>, 有必要从长时段角度, 对历史时期流域生态安全问题进行系统探索; 从区域分析方面, 目前国内学界多关注长江流域等经济重心区域, 研究历史时期流域生态安全问题, 似应更多关注历史时期经济重心区域——黄河流域。

汾河是黄河的第二大支流, 位于生态脆弱区, 历史时期该流域是华夏文明的滥觞之地, 目前作为黄河流域重要的工农业生产基地, 正面临诸多生态问题<sup>[3]</sup>。已有的研究成果, 或从数量生态、植被适宜性等角度进行探讨的<sup>[4,5]</sup>, 或从历史时期人类活动与环境状况演变互动角度进行研究的<sup>[6]</sup>, 咸具一定深度, 只是多从各自学科出发, 研究了生态安全问题的某一方面。本文在上述研究基础上, 对历史时期汾河上游的生态安全问题, 进行了长时段、较系统的研究, 并期望通过这一典型个案研究, 从方法论角度对历史时期流域生态安全问题进行尝试性探索, 进一步推进流域学及生态安全学科的发展。

## 1 历史时期流域生态安全研究的概念、主要研究内容

### 1.1 基本概念

生态安全作为一门自然科学与社会科学的交叉学科, 目前国际上尚无公认的关于生态

收稿日期: 2007-11-15; 修订日期: 2008-03-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40471033)

作者简介: 王尚义 (1955-), 男, 教授, 博士, 太原师范学院院长。从事历史地理与环境变迁研究 20 余年, 出版专著 4 部, 发表论文 30 余篇。E-mail: wsy326@263.net

安全的定义<sup>[7~9]</sup>,大致有广义和狭义两种理解。于是,国内有学者将生态安全概念分为两类:第一类,强调生态系统自身健康、完整和可持续性(广义);第二类,强调生态系统对人类提供完善的生态服务或人类的生存安全(狭义)<sup>[10]</sup>。分析历史时期生态是否安全,主要依据是史料记载,特别是正史资料,而正史所记偏重于政治、军事,社会经济相对缺乏,涉及自然生态更为少见。囿于研究条件及历史时期人地关系实际情况的制约,本文对生态安全的理解取狭义概念,专指人类生态系统的安全,即以人类赖以生存的生态条件的安全作为思考的主体。

## 1.2 主要研究内容

我国有关生态安全的现有研究内容涉及:区域生态安全的建设管理及对策措施,综合论述生态安全在资源开发、可持续发展等方面的战略地位与重要意义等诸多领域;从生态安全的概念内涵上分析,期间我国生态安全研究的内容主要有生态系统自身安全、生态服务和生态安全分析与评价3个方面<sup>[1]</sup>。从历史时期生态安全概念出发,历史时期生态安全研究的主要内容应包括:在人类活动压力下,生态系统能对人类提供完善的生态服务,确保人类的生存安全;为此,就需要构建历史时期生态安全评价指标体系和确定评价指标值。一些学者、国际组织和机构研究设计了不同评价指标体系,其中联合国经济合作开发署(DECD)提出了“压力-状态-响应”框架模型<sup>[11]</sup>,结合历史时期生态安全评价指标提取的实际情况<sup>[12]</sup>,本研究采用了这一模型。

## 2 历史时期流域生态安全研究的主要方法、步骤

### 2.1 主要方法

**2.1.1 系列横剖面方法** 横剖面方法属区域历史地理的研究方法。通过一系列横剖面的复原,来恢复某一地区地理景观的变化过程,从而为现代地理景观的特点做出发生学的解释<sup>[13]</sup>。本文借鉴了这一方法,以人类社会的重大事件或自然灾变作为历史时期生态分期的标志性刻度,选取不同时间段、多个横剖面,来复原历史时期生态变化过程。

**2.1.2 “压力-状态-响应”框架模型** “压力-状态-响应”综合状态响应指标体系,由联合国经济合作开发署(DECD)率先提出<sup>[11]</sup>,其中状态指标衡量人类行为导致的自然环境状态的变化,压力指标反过来表明生态环境问题的原因,响应指标则显示社会克服生态危机保障生态安全的能力或努力。鉴于自然灾害因素(状态指标),人口、技术、政策、军事等因素(压力指标),流民(移民)及政策调整等因素(响应指标),皆关系国计民生,多诸文献,所以这一理论适用于历史时期流域生态安全研究。

### 2.2 历史时期流域生态安全研究的主要步骤

**2.2.1 建立系列横剖面** 以史料为依据,选取、建立系列横剖面,复原历史时期流域生态安全状态。从理论上讲,应以期间人类活动对生态安全影响剧烈的重大事件,包括战争、国家经济政策等;或以对生态环境影响剧烈的自然因子的重大变化,如气候的冷暖交替等;再或以瘟疫、蝗灾等反映生态剧变事件为刻度性标志,建立生态安全演变的系列横剖面。囿于历史时期人口、耕地等主要指标统计数据分布稀疏,本文主要选取有政府统计数据的年份建立研究横剖面。

**2.2.2 量化评价指标** 由于绝大多数历史时期的地理现象已无法通过实地考察复原,只能依靠文献记载,而现存史料中往往只有不完整的描述,普遍缺乏必要的数量,“如何将史料中十分粗略的记载转化为可靠的数据,并且能为国内外同行所接受……是亟待解决的问

题<sup>[14]</sup>。为使不同横剖面评价指标取值标准一致, 本课题做了大量史料整理工作<sup>[12]</sup>, 不仅主要指标统计数字皆取自正史记载, 且根据不同朝代正史记载的舍取标准进行了调整。以自然灾害统计为例, 因每个朝代对灾害的定级不同、赈济标准也不同, 所以从赈济数量上即可反推出灾害程度。

**2.2.3 生态安全评价指标体系构建和安全评价** 受史料记载内容的局限, 如何构建历史时期生态安全评价指标体系是一大难题。本文借鉴了时间尺度理论的基本原理: 在一个给定的时间尺度, 能表现的生态现象的空间变化细节是有局限性的, 当时间长度超越某种限度, 所有的细节不能表现出来时, 便采取忽略不计的原则。据此, 对历史时期生态安全指标体系的构成精度、影响系数进行了调整, 除了人口数量、耕地数量等较为细微的指标外, 还选取了战争频率、灾害频率、规模移民、国家政策等较为笼统但具有表征、刻画作用的人文、自然因素特征的指标。

历史时期研究时段较长, 加之期间流域生态安全阈值是一个动态数值, 故宜采用对各个横剖面的生态安全指标的数值进行相对比较, 从而判断其在研究期间内相对发展情况的方法<sup>[15]</sup>。本文依据“压力-状态-响应”生态安全评价框架模型, 通过对不同历史时期“压力”、“状态”、“响应”指标不同贡献率的对比分析, 评价了区域生态安全的动态过程。

### 3 个案研究

#### 3.1 研究区域

汾河上游段从宁武县河源至太原市北部的兰村烈石口, 其中从源头至汾河水库为土石山区与黄土丘陵区, 水库至兰村烈石口为高山峡谷区。目前主要包括宁武县、静乐县、岚县、古交市三县一市, 其中古交市位于汾河水库下游, 历史时期分属于交城、阳曲两县边缘, 人口相对稀少, 为便于数据采集, 本文不计该区。其他县级政区边界古今变化不大(古代静乐县包括今娄烦县), 基本遵循“山川形便”的区划原则, 与流域两侧的分水岭基本吻合。本文数据的提取以县为单位, 研究区域如图1。

#### 3.2 建立系列横剖面

**3.2.1 第一个横剖面: 汉平帝元始二年(公元2年)** 春秋时期, 本区为林胡、楼烦等北方游牧民族据有。战国时期铁制工具的推广, 秦代旱作作物普及, 期间岚县-静乐盆地开始有农业生产, 但参照《史记·货殖列传》划定的汉初“龙门、碣石北多马、牛、羊、旃裘、筋角”的农牧界限, 本区宜牧区基本未受干扰。前196年汉高帝封靳疆为侯国于此, 这是见诸记载的最早行政建制, 据《大清一统志·太原府》考证, 治所位于今岚县古城, 《水经注·汾水》记城东“川土宽平, 垣山夷水”, 这是整个上游唯一的小平原(静乐-岚县盆地)。两汉时期汾河上游广大地区内只设了汾阳一县, 是本区人口稀少的结果, 人口见诸记载最早是汉平帝元始二年, 故将其择取为第一个剖面。

**3.2.2 第二个横剖面: 开元二十八年(740年)** 东汉末年, 匈奴侵边, 汾阳邑撤销,



图1 本文研究区域影像图

Fig 1 The image of the study area

曹魏、西晋两代汾河上游无县级行政建制, 隶新兴郡。东晋十六国游牧民族南下, 汾河上游畜牧业发展, 大部时间依然无县级行政建制。隋代本区属楼烦郡, 郡治在今宁武县宁化镇; 郡辖三县, 其中静乐县位于本区。唐代本区先后属岚州和楼烦郡, 州治、郡治皆在今岚县境内, 县一级行政区首次增至两个: 宜芳、静乐。这是一个值得注意的现象, 反映了当时汾河上游农业发展程度。史念海等认为隋及唐代前期, 农牧分界线大致与汉初接近<sup>[16]</sup>, 唐代是这一时段内该区域开发的顶峰, 开元二十八年(740年)曾进行过人口、土地统计, 故选作第二个横剖面。

**3 2 3 第三个横剖面: 金末(1220年左右)** 五代时后唐、后晋、后汉皆兴起代北, 本区成为游牧民族南下问鼎的通道, 政治、经济地位提升, 县级行政区最多达到5个: 静乐、宜芳(属岚州)、楼烦、玄池、天池(属宪州)。由于战火频仍及民族仇杀, 农业生产破坏严重, 大致以畜牧经济为主。迄宋, 又成为宋与契丹战争的前沿, 嘉靖、光绪《山西通志》记载, 熙宁年间宋辽议和, 曾一度在汾源附近大肆毁林毁草、拓坡垦荒, 致使太原府屡屡发生汾水暴涨的现象。期间本区大致包括宁化军、宪州及岚州的宜芳、楼烦2县。金代政府十分重视农业生产, 本区有宁化州、管州及岚州(宜芳、楼烦两县), 计有1州、1军、2县。元代管州大致包括汾河上游全部, 依据期间山西地区的生活经济情况分析, 本区应处于持续发展状态。金是这一时期汾河上游开发的高潮期, 金末曾进行过人口、土地等统计(具体时间不祥), 故本文取作第三个横剖面。

**3 2 4 第四个横剖面: 万历六年(1568年)** 明代气候转寒, 蒙古部族南徙, 农牧分界线——长城大幅度南移, 内长城接近汾源地区。受到朝代更迭及民族战争的杀掠, 加之逃逸, 汾河上游人口较之前代呈下降趋势。但由于汾源一带成了战争前沿, 为解决巨大的军需消耗, 明政府推行了屯田、开中法等制度, 设立卫所屯田, 开发边地、山地。于是焚林开荒, 庞尚鹏在《清理山西三关屯田疏》称“锄山为田”现象比比皆是。为廓清视野, 交战双方的中间地带成片的森林大多被砍伐, 此外, 构筑军事防御设施、驻军燃料消耗等, 汾河上游森林植被的破坏达到了前所未有的程度。万历六年在全国范围内进行“料田”, 即“万历清丈”, 这次清丈结果的可信度较高<sup>[17]</sup>, 所以本文取作为第四个横剖面。

**3 2 5 第五个横剖面: 光绪九年(1883年)** 清代随着人口增加及政府鼓励农耕的政策, 种植业进一步北移, 长城以北的归化等地皆成为重要的农业生产区, “长城以南就更说不上有多少地区了”<sup>[18]</sup>。汾源在清雍正四年(1726)开始设县级行政机构, 至此整个汾河上游基本上以农业为主, 这一产业结构是亘古未有的, 本区已无大规模畜牧业。研究区大致包括静乐、岚县、宁武3县。实行“摊丁入亩”之后, 人口显著增加; 此外, 依据晋北情况, 在清后期马铃薯开始在本区传播、种植, 但大规模普及则是民国以后事情。本文选取光绪九年(1883年)的统计数据作为第五个横剖面。

### 3 3 量化评价指标

**3 3 1 第一个横剖面: 汉平帝元始二年(公元2年)** 据《汉书·地理志》记载, 汉平帝元始二年, 太原郡有户近17万, 有人口68万, 有家马官(汉1个家马廐养马万匹)。下辖21县, 每县约为3.2万人。据钱穆研究, “汉县仅分二级, 万户以上为大县……万户以下为二级县”<sup>[19]</sup>, 本区土地瘠确、交通不便, 应属小县, 人口不会超过3万。依据雍正《岚县志·艺文》记载, 当时亩产2.3斗, 古代每人年均粮食消费18石计算<sup>[20]</sup>, 人均需要土地约55亩, 这一数据和明代万历清丈后, 较为真实的人均土地数据基本一致(人均53亩, 见后文), 和近人研究成果也大致近似(清代晋北人均耕地30~50亩)<sup>[21]</sup>。照此推

算这一时期汾阳县耕地应有 1.65 万顷,这一数值与现代卫片解读的静乐-岚县盆地内海拔 1000 米左右的河川面积大致吻合。见诸《史记》等记载的城镇有 1 个,无工矿业,战争每百年有 0.2 年次,灾害每百年有 0.1 次。此外,依据《水经注·汾水》描写静乐境内东西温溪水“声流翼注,水上杂树交荫,云垂烟接”,及娄烦县山城郭发现有春秋战国时期木炭<sup>[22]</sup>,结合史念海先生的研究,本区的森林草地植被大致保持天然状态<sup>[23]</sup>,森林覆盖率约为 70%,大致有 8.7 万顷。

**3.3.2 第二个横剖面:开元二十八年(740 年)** 据《新唐书·地理志》记载,740 年,楼烦郡户 16748,人口 8406,郡治汾河流域。另据《元和郡县志·河东道四》记载,开元年间(713~740)楼烦郡有户 10726,静乐、宜芳两县户数总计 8001。照此折算,740 年汾河上游人口应约有 5.9 万人,较之公元 2 年翻了一番。按人均 55 亩推算,这一时期汾河上游约有耕地 3.25 万顷,这一数值与现代卫片解读地理数据比照,农业活动扩展到了静乐-岚县盆地周边海拔 1200 米左右阶地地区。据这一时期正史记载统计,城镇增加到 6 个,出现 1 处冶铁记载,修筑汾阳行宫,战争每百年有 1 年次,灾害每百年有 1.2 次。隋炀帝大造汾阳宫,修筑连接晋阳城的“杨广道”,可视作汾河上游破坏森林之端,但对生态影响并不显著。《新唐书·裴延龄传》记唐开元年间,关中一代“近山无巨木,求之岚、胜间”,但规模不很大、并未深入林区腹地。唐代重视养马,《唐会要》等记载唐代在汾河上游设立天池、元池、楼烦 3 处养马监,大致位于今娄烦县境内,唐制上监养马万匹,3 监养马数量最多 3 万多匹,按照一匹马需要 25 亩草地计算,约需 0.75 万公顷,娄烦县在 20 世纪 90 年代尚有天然牧坡 4.38 万顷<sup>[24]</sup>,故唐代畜牧业对生态环境不应造成威胁。结合史念海先生的研究,推测这一时期森林覆盖率约为 50%,合 6.3 万顷。

**3.3.3 第三个横剖面:金末(1220 年左右)** 《宋书·地理志二》记载宋崇宁年间,宪州户 2722、人口 7444,岚州户 13269、人口 66224,宁化军户 1718、人口 3821,本区约有人口 4.7 万,较之唐代出现明显衰退。这一点还可从《太平寰宇记·河東道二》中得到佐证,岚州太平兴国年间人口较之唐开元减少 60% 之多。据《金史·地理志下》统计金代宁化州户 6100,岚州户 17557,管州户 5881,参照宋代户、人口情况,按每户 4 人计算,本区约为 7.8 万人。按人均 55 亩推算,金代汾河上游约有耕地 4.29 万顷。期间城镇大致有 6 个,军寨 4 个,无工矿业记载,战争每百年有 0.9 年次,灾害每百年有 1.3 次。1002 年以宪州多水潦,不得不移至静乐县。宋代本区饲养着大批军马,万历《太原府志·杂志》记载欧阳修曾言:“惟闻今河东路岚、石之间,山荒甚多,及汾河之侧,草地亦广,其间草软水甘,最宜牧养。”《元史·兵志》记载元牧地凡 14 处,其中未见本区。成书于 10 世纪的《太平寰宇记》记岚州土产松柏木,而宪州“牧马之地无所出”,可见当时流域西侧芦芽山依然是主要松、柏木材产地,河谷已无成材之木。成书于 12 世纪下半叶的《续资治通鉴长编》卷 371 记载:“火山、宁化之间,山林饶富,财用之藪也。自荷叶子、芦芽、雪山一直至瓦窑坞,南北百余里,东西五十余里,材木薪炭足以供一路。”即今偏关和宁武两县之间森林相对丰饶,已成为开采之地。金元两代政府所需木材主要取自本区,金代赵秉文《滏水文集·芦芽山》称当时是“万木下河汾”,采伐规模较大。结合史念海的研究,推测本期之末森林覆盖率约为 40%,合 3.2 万顷,适牧地区的畜牧业程度应近 70%。

**3.3.4 第四个横剖面:万历六年(1568 年)** 1568 年万历“清丈”,结果较为可信。据万历《太原府志·田赋》记载静乐县有田 17975 顷 7 亩,岚县 880 顷 14 亩,同书卷十九

《武备》记宁化守御千户所有地 804 顷 61 亩, 总计 1.89 万顷, 人口约 3.6 万人, 人均土地约 53 亩。人口相对较多的成化年间, 静乐、岚县总计 5.9 万人, 土地应有 3.13 万顷, 成化《山西通志》卷六《户口》所记载的 0.9 万顷显然有隐。明代本区人口减少的主要原因是战乱。据嘉靖《山西通志》和雍正《山西通志》记载, 冶铁工场有 2 个, 大型军事设施宁武关创建于成化二年 (1466), 城镇 7 个, 战争每百年有 3 年次, 灾害每百年有 1.5 次, 其中有关于 1532 年岚县城修筑水门, 1598 年用砖石修砌静乐县古河堤等记载, 可窥水灾趋增, 水土流失加剧。由于战争的破坏及山地开垦, 宜牧地区的畜牧业遭到剧烈破坏, 本文推测应降至 20%。明《经世文编·为禁伐边山林木以资保障疏》记载明嘉靖中期以后风俗趋奢, “木植价贵”, 本区逐步成为采伐基地。万历《静乐县志》称“芦芽禁山, 砍伐殆尽”。据《天下郡国利病书·山西》记载大肆砍伐一直持续到明季, 以至结合史念海先生的研究, 推测这一时期森林覆盖率约为 15%, 合 1.2 万顷。

**3.3.5 第五个横剖面: 光绪九年 (1883 年)** 据光绪《山西通志》卷 65《田赋略八》所附户口记载, 1844 年三县总计 24.4 万人; 同书卷 58、62、63《田赋略》记载在册耕地总计 1.01 万顷, 人均土地 4.1 亩。本文认为在册土地大幅度减少原因可能有四: 一是折亩及土地隐瞒; 二是木材业等对人口分流; 三是水土流失土地弃耕; 四是马铃薯、玉米传入土地承载力大幅度提高。结合汾河上游开发进程实际情况, 本文认为折亩及土地隐瞒是主要原因, 本文按人均 40 亩推算, 清代本区耕地约 10 万顷, 这大致是可信的。据《清史稿·地理志》、雍正《山西通志·物产》统计, 本区城镇有 7 个, 煤矿有 3 个, 战争每百年有 3 次, 自然灾害每百年有 4 次, 康熙《静乐县志》等有关于保护森林等民间控制记载。清初政府曾一度严申森林禁令, 但在商业利润诱惑下屡禁不止, 加之清后期本区山林产权“多演变为山主所私有或村庄共有”<sup>[25]</sup>, 木商在山下多设山厂, 向山主包买山林的采伐权, 于是开始出现整个山头推光的现象。据民国十三年《山西林业调查录》统计<sup>[26]</sup>, 到清季汾河上游宁武县天然林仅余 27.9 万亩, 静乐仅余 0.5 万亩, 岚县不过 0.1 万亩, 总计 0.29 万顷, 森林覆盖率降至不足 4%。这一时期水土流失日渐严重, 如雍正《岚县志·艺文》记: “……年来淫雨漂冲, 尽成沟渠, 寸土难耕。”直到清季, 上游依然没有出现规模较大的移民现象<sup>[27]</sup>, 这也佐证了本区土地承载力低下, 不具备人口招徕力的基本事实。

### 3.4 生态安全评价指标体系构建和安全评价

**3.4.1 构建生态安全评价指标体系** 依据前文对生态安全评价指标的量化, 建立历史时期汾河上游生态安全评价指标的变动情况表 (表 1)。表中灾害、战乱、大型建筑、工矿业等, 本文统一依据正史或全国志书记载进行次 (个) 数统计, 并依据不同朝代的取舍标准进行了修正; 关于水土流失程度、国家禁林政策等难以量化的指标, 本文依据史料记载, 参照当时社会经济发展与环境变迁的程度进行了量化处理。

**3.4.2 数据的无量纲化处理** 对于指标的无量化处理, 本文采用了使所有指标的数值越大反映生态环境越安全的方法, 公式如下:

对于越大越安全的指标:  $X_{大ij} = (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$

对于越小越安全的指标:  $X_{小ij} = (X_{jmax} - X_{ij}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$

其中,  $X_{ij}$  和  $X_{ij}$  分别为第  $i$  年第  $j$  指标的原值和标准化后的数值;  $X_{jmax}$  和  $X_{jmin}$  分别为第  $j$  指标的最大值、最小值。

对生态安全的综合评价中各指标权重的确定, 本文采用了德尔非法, 通过咨询相关专家确定了各因素的权重值。在此基础上得到生态安全综合评价值:

表 1 历史时期汾河上游生态安全评价指标的变动情况

Tab 1 The change of the ecological security evaluation index for upper Fenhe River in the historical period

评价因子	西汉	唐	金	明	清
人口增长率 (%)	100	197	260	197	813
城镇 (个)	1	6	6	7	7
工矿业 (个)	0	1	0	2	3
战争 (年次/百年)	0 2	1	0 9	3	3
畜牧业程度 (%)	100	90	70	20	10
宫殿、军事设施等 (个/百年)	0	1	4	1	0
耕地面积 (万顷)	1. 65	3 25	4. 29	3 13	10
人口数量 (万)	3	5 9	7 8	5 9	24 4
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	0. 38	0 75	0. 99	0 75	3 09
森林覆盖率 (%)	70	50	40	15	4
森林面积 (万顷)	5 3	4	3 2	1. 2	0 29
灾害频率 (次/百年)	0 1	1. 2	1. 3	1. 5	4
水土流失程度	0	0	0	1	1
国家禁林政策 (项)	0	0	0	1	1
人口规模迁徙 (次)	0	0	0	0	0
民间控制行为	0	0	0	0	1

$$W_i = \sum_{j=1}^n A_j \cdot X_{ij}$$

其中， $W_i$  为第  $i$  时期的综合评价值。

3 4 3 生态安全评价 依据综合评价值，本文将生态安全状况  $M$  分为 3 类：当综合评价值  $M > 0.7$  时，生态安全处于安全状态；当综合评价值  $0.7 \geq M \geq 0.4$ ，生态安全处于较安全状态；当综合评价值  $M < 0.4$ ，生态安全处于不安全状态。

表 2 汾河上游地区生态安全变化综合评价表

Tab 2 The appraisal of the ecological security in upper Fenhe River in historical period

时间	2 年	740 年	1220 年	1568 年	1883 年
综合评价值	0 9	0 666	0 546	0 493	0 265
状态评价值	0 6	0 422	0 36	0 312	0 155
压力评价值	0 3	0 244	0 186	0 131	0 04
响应评价值	0	0	0	0 05	0 07

由表 2 可知，汾河上游的生态安全状况大致可以分为 3 个历史阶段：唐代以前处于安全状态，但西汉至唐是汾河上游生态环境一个剧变期，这和期间汾河上游开始大规模农业开发，畜牧业开始大幅度减少相适应；唐代以降生态安全开始出现问题，但期间变化程度相对平缓，究其因和宋、金、元时期游牧民族南下，农业人口大幅度减少密切相关；明清两代是整个历史时期本区大发展时期，也是本区生态环境变化最为剧烈的时期，期间不仅农业、木材业成为主导产业，状态、压力和响应 3 指标对综合安全指数的贡献程度也有较大的区别：状态指标、压力指标的贡献不断下降，响应指标的贡献缓慢上升。

4 结论和讨论

通过历史时期汾河上游人类活动与生态安全的个案研究，可以得出以下初步结论：

(1) 人类需求与生态环境系统服务之间的互动关系决定了生态环境系统的安全程度。如汾河上游同样数量的土地, 畜牧业可以承载的人口数量小于种植业, 畜牧生产方式下的人口承载力小于农业生产方式; 清中后期, 适宜高寒地区种植的高产作物——马铃薯的传入普及, 也大幅度提高了本区的人口承载力, 故不同生产技术也影响了生态安全阈值。总之, 历史时期流域生态安全存在波动变化, 并非一成不变, 故有深入研究的必要。

(2) 历史时期人类活动对于生态环境干预程度最为显著的是人口、政策(主要包括经济政策、民族政策)及技术(包括农、牧生产方式)。传统农业时期, 因技术革新步履蹒跚, 三者中人口、政策尤为重要, 具体到汾河上游因毗邻边关, 毗邻农牧交错地带, 每到民族关系紧张之际, 往往战事频仍, 不仅造成农业人口大量逃逸, 且修筑军事设施、供给军队生活所需及战争本身等皆对自然环境造成很大破坏。研究历史时期生态脆弱地带的流域生态安全, 人口数量、畜牧业程度、耕地数量、国家政策、战争频次等应是主要指标。

(3) 在“压力-状态-响应”生态安全评价体系下, 历史时期汾河上游生态安全的状态、压力指标贡献呈下降趋势, 响应指标贡献反之, 特别是明清时期尤为明显。反应出期间随着生态问题的加剧, 国家管理层面及民间社会不得不开始采取应对措施。面对这一新生问题, 政府难以很快从思想层面上有一个明晰认识, 采取及时应对措施; 基层民众则随着传统的生产、生活方式逐步受到环境制约, 开始自发地通过调整自身的行为来应对生态的变迁。民间控制行为在一定程度上缓解了生态压力, 但由于小流域各自为政、缺乏全局观念、迷信色彩浓重等弊端, 历史时期的生态问题难以从根本上得到解决。<sup>[28]</sup>

本文运用“系列横剖面方法”、“压力-状态-响应”框架模型, 研究复原了历史时期汾河上游生态安全演变态势。受流域生态特征、恢复能力, 及人类利用自然、应对自然的生产技术水平影响, 流域生态安全阈值具有明显的历史性、阶段性, 汾河上游的人口承载力就是一组动态变化的数据。如何量化不同历史时期的流域生态阈值, 划分历史时期流域生态安全研究的不同阶段, 并进行生态安全判别等, 尚待进一步深入研究。

## 参考文献:

- [1] 陈星, 周成虎. 生态安全: 国内外研究综述. 地理科学进展, 2005, 24(6): 8~24.
- [2] 张慧芝, 王尚义, 曹志敏. 流域生态安全研究的历史阶段划分——以汾河上游为例. 太原师范学院学报(自然科学版), 2007, 6(3): 1~6.
- [3] 师忠东. 汾河水污染控制研究. 山西能源与节能, 2005, 38(3): 28, 29.
- [4] 牛俊杰, 赵景波, 王尚义. 汾河流域上游人工林地深层土壤干燥化探讨. 地理研究, 2007, 26(3): 773~781.
- [5] 李素清, 张金屯. 山西云顶山亚高山草甸群落生态分析. 地理研究, 2007, 26(3): 83~90.
- [6] 王尚义, 任世芳, 孟万忠. 六百年汾河上游人口压力增长与环境状态演变之关系. 地理研究, 2007, 26(3): 452~458.
- [7] 陈国阶. 论生态安全. 重庆环境科学, 2002, 24(3): 1~18.
- [8] 曲格平. 关注生态安全之一: 生态环境问题已经成为国家安全的热门话题. 环境保护, 2002, (5): 3~5.
- [9] 杨京平 主编. 生态安全的系统分析. 北京: 化学工业出版社, 环境科学与工程出版中心, 2002. 131~132, 129.
- [10] 肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念和研究内容. 应用生态学报, 2002, 13(3): 354~358.
- [11] Peter C. Schnlze. Overview: Measures of Environmental Performance and Ecosystem Condition. Washington DC: National Academy Press, 1999.
- [12] 王尚义, 张慧芝. 历史时期汾河上游生态环境演变研究——重大事件及史料编年. 山西人民出版社, 2008. 1.
- [13] 邓辉. 试论区域历史地理研究的理论和方法——兼论北方农牧交错带地区的历史地理综合研究. 北京大学学报(哲学社会科学版), 2001, 38(1): 117~123.
- [14] 葛剑雄, 华林甫. 二十世纪的中国历史地理研究. 历史研究, 2002(3): 145~165.



- [15] 陈东景, 徐中民. 西北内陆河流域生态安全评价研究——以黑河流域中游张掖地区为例. 干旱区地理, 2002, 25 (3): 219~ 224
- [16] 史念海. 司马迁所规划的农牧地区分界线在黄土高原上的推移及其影响(下). 中国历史地理论丛, 1999, (3): 219 ~ 224
- [17] 张海瀛. 张居正改革与山西万历清丈研究. 太原: 山西人民出版社, 1993 附录.
- [18] 史念海. 河山集第三集. 上海: 三联书店, 1963 68.
- [19] 钱穆. 中国历代政治得失. 北京: 商务印书馆, 2001 122.
- [20] 葛剑雄 主编. 中国人口史第一卷. 上海: 复旦大学出版社, 2002 372, 373.
- [21] 李三谋. 清代晋北农业概述. 古今农业, 1998, (1): 10~ 16.
- [22] 中国社会科学院考古研究所实验室. 放射性碳素测定年代报告(五).
- [23] 史念海. 黄土高原历史地理研究. 郑州: 黄河水利出版社, 2002.
- [24] 娄烦县志. 北京: 中华书局, 1999 234.
- [25] 翟旺, 杨丕文. 管涔山林区森林与生态变迁史. 太原: 山西高校联合出版社, 1994 93.
- [26] 山西林业调查资料. 中外经济周刊, 1924(民国十三年).
- [27] 安介生. 清代山西境内“客民”刍议. 晋阳学刊, 1998, (6): 90~ 95.
- [28] 王尚义, 张慧芝. 明清时期汾河流域生态环境演变与民间控制. 民俗研究, 2006, (3): 126~ 138.

## The research on basin ecological security in historical period: Taking Upper Fenhe River as a case

WANG Shang-yi<sup>1,2</sup>, ZHANG Hui-zhi<sup>2</sup>, MA Yi-juan<sup>2</sup>, MENG Wan-zhong<sup>2</sup>

(1 Institute of Historical Geography and Environment Changes, Taiyuan Normal University,  
Taiyuan 030012, China; 2 Center for Historical and Socio-Economic Development,  
Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** This article chooses the upper reaches of Fenhe River, which is an eco-fragile region, as the study area. Using “series cross profile” and “pressure-state-response” framework model, this article explores the main problem of the basin’s ecological security in historical period. The study indicates that, in line with the social production in historical period, both human capacity to intervene on the environment and the ability to respond to environmental changes are low, hence presenting a fluctuation in ecological security in the historical period; research on the basin ecological security, the cultivated land quantity, the plantation quantity, the level of stock raising, the state’s policies, the war frequency and so on in eco-fragile regions in historical periods should be the main indexes; in the “pressure-state-response” evaluation system, the pressure factor and the state factor indexes decreased, while the response factor indexes increased; and the emergence of civil control behavior proves the intensification of the ecological evolution from the other aspect. This paper restores and discusses the evolution state of ecological security of the upper reaches of Fenhe River in historical period. It is necessary for us to do more researches about how to quantify the ecological thresholds in different stages, and how to judge the ecological safety.

**Key words:** historical stage; basin; appraisal of ecological security