

黄土高原农村社会 - 生态系统适应性循环机制分析

王 俊^{1,2}, 刘文兆², 汪兴玉¹, 白红英¹

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710127; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 基于社会—生态系统适应性循环模型, 以陕西省长武县王东村为例, 通过对系统几个关键变量的观察, 分析了黄土高原地区农村社会—生态系统适应性循环的演变机制; 并从适应性循环周期中研究了系统的恢复力和适应性能力变化过程。结果表明, 建国以来王东村社会—生态系统依次经历了一个完整的适应性循环(1949—1961年)、贫穷困境(1961—1980年)和新的一个适应性循环的前环阶段(1980至今); 制度变革特别是土地制度的调整是系统循环过程的驱动力, 而技术革新可以使系统维持在开发阶段; 干旱等气候变化事件对系统具有强烈的扰动作用, 并可能导致整个系统崩溃释放。

关键词: 社会—生态系统; 适应性循环; 黄土高原; 王东村

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)04—0094—06

中图分类号: S181, X171.1

Adaptive Cycles of Rural Social-Ecological System on the Loess Plateau

WANG Jun^{1,2}, LIU Wen-zhao², WANG Xing-yu¹, BAI Hong-ying¹

(1. Department of Urban and Resource Science, Northwest University, Xi'an 710127, Shaanxi, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and

Minister of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the adaptive cycle model, the evolvement mechanism of social-ecological system was explored in a case study of Wangdong Village, Changwu County, Shaanxi Province. The dynamic adaptive cycles of Wangdong Village were identified by integrating key variables from social, economic, and ecological aspects. The social-ecological system of Wangdong Village has experienced a total adaptive cycle (1949—1961), then fell into a poverty trap (1961—1980), and now is in the exploitation phase of a new adaptive cycle (1980—). The institutional changes, especially the adjustment of land use policies, are the main driving force for the adaptive cycles. The technical innovation maintains the current system in the exploitation phase. Climate change such as drought is a strong disturbance to the social-ecological system and may lead the system into a releasing phase.

Keywords: social-ecological system; adaptive cycle; Loess Plateau; Wangdong Village

黄土高原地区目前呈现的一系列生态环境问题与当地社会经济系统的发展过程具有密切的内在联系, 因此如何将生态过程与社会经济过程进行耦合分析对该地区的可持续发展具有重要意义。以“社会—生态系统(social-ecological system)”为主要研究对象, 从复杂系统动力学角度研究系统对外部干扰的恢复力和适应力, 是近年来可持续性研究的一个趋势^[1-2]。社会系统和自然系统相互依赖, 也都是动态的和复杂的, 二者紧密相连共同构成了一个复杂适应

的社会—生态系统, 它具有非线性相关、阈值效应、历史依赖和多种可能结果等特征^[3-4], 并在时间序列上依次经历开发(exploitation)、保护(conservation)、释放(release)和重组(reorganization)4个阶段, 构成一个适应性循环^[2-5]。

本文基于适应性循环模型, 以陕西省长武县王东村为例, 分析时间序列上的王东村社会—生态系统适应演化行为及其循环机制, 以为黄土高原地区农村可持续发展研究提供一种新思路。

收稿日期: 2008-02-10

修回日期: 2008-04-11

资助项目: 国家自然科学基金(30500077); “十一五”国家科技支撑计划重点项目(2006BAD09B09)

作者简介: 王俊(1974—), 男(汉族), 河南省虞城县人, 博士, 副教授, 主要从事农业生态学和社会—生态系统生态学研究。E-mail: wangj@nwu.edu.cn.

通信作者: 刘文兆(1960—), 男(汉族), 陕西省乾县人, 博士, 研究员, 主要从事生态水文学研究。E-mail: wzliu@ms.iswc.ac.cn.

1 适应性循环理论

1.1 适应性循环模型

Holling 和 Gunderson(2002)^[2]通过对前人研究的分析总结,提出在时间序列上,一个社会—生态系统将依次经过开发(r)、保护(K)、释放()和重组() 4个阶段,构成一个适应性循环,循环的每一个周期特征可由系统的3种属性,即潜力(potential)、连通度(connectedness)和恢复力(resilience)进行表达。潜力决定了系统未来可供选择的范畴,可被认为是系统的“财富(wealth)”,包括诸如:生态、经济、社会和文化的积累资本及无法表示的创新和变化等。在生态系统中,所谓的“财富”积累相当于营养、生物量的积累;在经济或社会系统中,则相当于技术的提高、人类关系网的构建以及在此过程中逐步增进的信任与融合。连通度是指系统各组分之间相互作用的数量和频率,表示的是系统控制其自身状态的程度,如系统对抗动的敏感程度等。恢复力,即系统的适应力,是系统对非预期或不可预测扰动脆弱性的量度,可看成是与系统脆弱性相对的概念。

适应性循环各阶段的时间分配是不平均的。系统的轨迹是在资源缓慢积累和转变的长周期与创新和重组的短周期间运行的,系统的连通度和潜力亦随之变化(表1)。将恢复力作为第三维加入的二维平面中,得到适应性循环的三维模型。系统的恢复力也是随系统的运行而不断发生变化的。从r到K的过程将生产和积累最大化,以增长和稳定为主;从 到

的过程则将创新和分类最大化,以改变和更新为主。两个过程不能同时发生,只能按顺序进行。如果适应性循环以 阶段代表循环的终结的话, 阶段就是新一轮循环的开始——这是一个既有生态意义又颇具哲理的过程。作为一个隐喻式的模型,适应性循环可被用来解释或描述自然、经济或社会系统的行为,具有普适性^[2-3,5]。

1.2 病态状态

如果把适应性循环中系统的3个属性(潜力、连通度、恢复力)定为两个特定值,即高或低。那么在适应性循环中这3个属性就可以组成8种结合;但8种组合仅有4个在适应性循环中的出现是正常的(表1),而一旦出现了其它4种组合则表明系统偏离了适应性循环而进入了病态的困境^[2-3,6]。

Holling 等(2002)^[2]对表1中的贫穷困境和僵化困境进行了辨识。在贫穷困境中,系统3个属性的特征都是低值,这样就形成了一个不可持续的枯竭系统。某个社会—生态系统若对某一自然资源过分依

赖,如对土地潜能过分开发,超过自身可承受能力时,同时缺乏适应性创新机制,则会进入贫穷困境并导致整个系统最终瓦解。在僵化困境中系统组织成员之间和其机构变得高度连接、僵化和无弹性。对那些仅仅通过命令—控制方式来进行管理的系统,系统中机构与机构之间会相互增强彼此的权力和利润,这在人类的政治系统中较为常见。锁定困境的特点是低潜能、高连通度和高恢复力。Allians 和 Hobbs(2004)^[6]运用适应性循环模型对西澳大利亚农业区进行的分析表明,该地区目前采用来自外部的制度干涉和技术创新提高了系统的适应能力,但同时存在的资源耗竭,环境污染,人口下降以及商业系统效益锐减等因素导致整个系统陷入了锁定困境。

表1 适应性循环4个阶段以及病态状态的3个变量属性变化特征

项目	潜力	连通度	恢复力
循 环 阶 段			
开 发(r)	低	低	低
保 护(K)	高	高	低
释 放()	低	高	低
更 新()	高	低	高
病 态 状 态			
贫 穷 困 境	低	低	低
僵 化 困 境	高	高	高
锁 定 困 境	低	高	高
未 知 困 境	低	高	高

注:研究所需数据主要通过问卷调查和历史统计资料获取。

2 长武县王东村适应性循环分析

2.1 研究区概况及数据收集

王东村位于陕西省长武县的洪家镇(35°12'—35°16'N,107°40'—107°42'E)。该区气候为暖温带半湿润大陆性气候,年均气温9.1℃,年均10℃积温3 029.8℃,年均日照时数2 226.5 h,年均降水量578.5 mm,多集中在7—9月且年变率大,多年平均无霜期171 d,热量供作物一年一熟有余,复种指数一般达115%。土壤类型主要为黑垆土,土层深厚,理化性质良好。

2.2 王东村社会—生态系统关键变量的时序变化特征

系统动态特征随时间、空间的变化而变化,因而需要通过一系列参考模型和其它的描述性数据来显示系统问题是怎样出现的,甚至今后的演化轨迹又是怎样的。参照 Gunderson 等的研究成果^[2],本研究中分别从人口、经济收入、土地利用3个方面对王东村社会—生态系统的时序变化特征进行分析。

2.2.1 人口 建国后人口增长潜力得到最大释放,王东村人口数量迅速增长(图1)。然而受三年自然

灾害的影响,从 1958—1964 年人口总量有较明显的下降趋势。1964 年全村人口仅 901 人,之后人口增长迅速,至 70 年代中后期计划生育政策实施后人口数量趋于稳定,但随着前期人口逐步达到生育年龄,自 80 年代中期开始至今全村人口处于持续增长状态,至 2001 年人口总数稳定在 1 766 人左右。

与人口总量不同,劳动力数量的变化可以反映出人口结构的动态特征。1987 年之前全村劳动力数量维持在 450 人左右,之后则随着人口总量的持续增加有相应增加,至 2001 年趋于稳定,2006 年统计全村劳动力数量 850 人,占人口总数的 48.1%。但是需要指出的是,80 年代以前,农村劳动力主要用于农业耕作,农闲时节就会出现无事可做,有句俗语叫“农忙干活,农闲晒太阳”;改革开放以后,农民(主要为劳动力)外出所从事的非农业劳动逐渐增多,从事行业多样化,大大降低了家庭过于依赖农业收入的风险。劳动力外出主要采取两种形式:常年外出和间歇性外出。而间歇性外出表现在“农忙返乡,农闲外出”。这种兼业行为充分利用了农村多余的劳动力,农民不仅没有忘却其立土之本,又能适时的利用其它区域资源来提高家庭经济潜能。1999 年以后,农村劳动力转移外出更为突出,一些家庭只剩下老人和上学的小孩在家,而农业生产的主劳动力已经由年轻、中年人替换为 55 岁以上老人。这些转变尽管给他们家庭带来更多副业收入,但也给农户带来更多的不确定隐患。

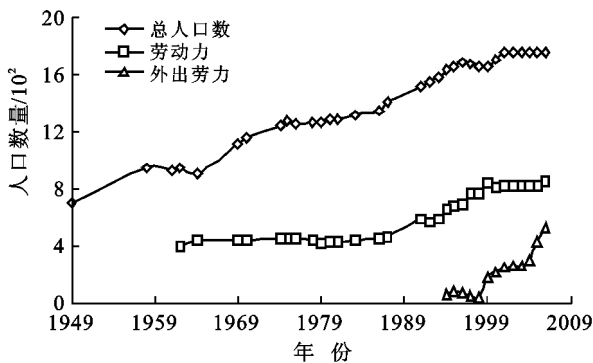


图 1 王东村人口与劳动力年际变化

2.2.2 经济收入 由图 2 可见,王东沟村人均纯收入增加,农户就会有更多经济资本积累,在应对生活、生产中出现不确定的事件更加从容。1974—1980 年期间,王东村人均纯收入逐年下降,农户家庭经济资本积累处在负增长,甚至消耗以前的经济资本。1980 后至今人均纯收入持续增长,2006 年全村人均纯收入达 1 970 元。其中 1995 年由于严重干旱导致粮食自给不足,农户需要拿出其它产业的资金来购粮,因而出现短期的人均纯收入下降。

在经济收入逐年增加的同时,收入结构也在发生着巨大变化。80 年代之前,种植业是农民经济收入的主要来源。自 1985—2005 年,种植业收入比例从 74.0%降至 8.6%,而林果业收入比例从 4.0%增至 46.5%,工副业收入比例从 13.0%增至 36.8%^[10]。农民收入结构的变化大大降低了干旱等气象灾害对种植业的潜在风险,谋生手段的多样化也有助于整个系统抵御外部扰动(如气候变化、农产品价格波动等)能力的提高。

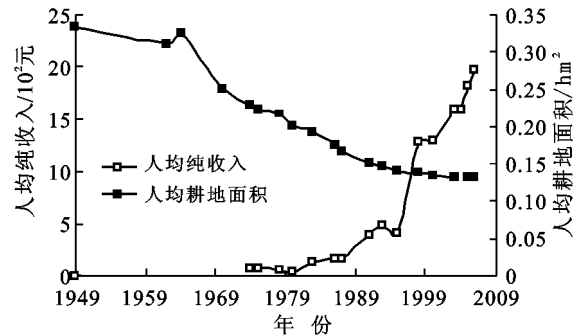


图 2 王东村人均纯收入和人均耕地面积变化

2.2.3 土地利用 土地利用是自然和人文交互作用的结果,反映了人类因素与自然环境因素的综合效应。在总的土地面积有限的情况下,60—70 年代后期人口的急剧增长导致王东村人均耕地面积持续减少。人均耕地面积减少带给农户越来越多的生存压力,一些家庭为了缓解粮食不足,以牺牲林草地面积来提高粮食耕地面积,结果导致林草覆盖率降低。1986 年之后,当地土地管理部门对王东村土地进行了合理规划,改变了传统的以农用地为主的利用模式,充分发挥各类土地生产潜力。据宋桂琴等^[7]调查结果,“七五”期间,王东村农业用地由 48.4%降到 43.6%,果园由 1.7%提高到 8.7%,林业用地由 20%提高到 29.0%,生产力极低的荒草地由 10.6%降到 3.5%,形成了“塬面耕地园田化,沟坡土地梯田化”。

1986 年,国家在陕西省长武县设立王东沟(王东村,丈六村)综合试验示范区,依托中国科学院水土保持研究所的科技力量攻关水土流失及农民经济发展。从“七五”开始,王东村的生态环境得到了明显的改善。到 2000 年底,整个王东沟小流域(包括王东、丈六两村)林草覆盖率由 1986 年的 18%提高到了 43%。林草覆盖率提高,减少了坡地水土流失,也改善了局部区域微气候特征,对重建生态系统的服务功能意义重大^[8]。1986 年以后人均耕地面积仍持续下降。除人口增长这一主要原因以外,当地农户由于果业能带来丰厚的收益,而主动减少耕地面积改种果树所致。从 1994—2004 年王东沟流域有 14.2%的农地转化为果园^[4]。

2.3 王东村社会—生态系统适应性循环过程

在上述分析的基础上,依照建国以来我国农村社会发展变革期的特点对王东村适应性循环周期进行了识别,各周期持续时间及变化特征如表2所示。建国后至今的王东村历史演变可以通过两个适应性循

环和一个贫穷困境加以描述:第一个适应性循环周期自1949年起持续13 a(1949—1961),紧接着系统进入贫穷困境并持续19 a(1961—1980),第二个适应性循环开始于1980年,并先后经历了两次开发阶段,至今仍处在适应性循环的前环周期。

表2 王东村社会—生态系统适应性循环过程及其机制

时间	循环	持续时间/a	阶段	特征	机制
1949—1958年	1	9	开发(r) 保护(K)	人口增加,经济资本开始积累,耕地面积增加,粮食产量大幅度提高。	制度响应
1958—1961年	1	4	释放()	人口锐减,家庭破碎,经济收入断绝,耕地荒废。	气候变化
1961—1980年	1	19	贫穷困境	人口增加,耕地生产力低,经济负增长,人地压力增大。	—
1980—1986年	2	6	开发(r)	人口增加,经济收入增长较快,粮食单产提高。	制度响应技术革新
1987年—	2	>19	开发(r)	人口增加,经济收入大幅度提高,土地利用结构转变,收入多元化等。	技术革新

2.3.1 第一循环周期 1949年新中国成立后,土地改革使农民重新拥有了土地资源。第一个“五年计划”期间,社会稳定,人口数量增加,民风良好;经济稳步发展,经济资本开始积累;土地得到大面积开发。王东村社会—生态系统很快从战后中恢复重建,进入到开发(r)—保护(K)阶段。在此时期农户的社会经济资本得到不断积累,系统之间的变量关系也得到不断加强。1958年初,全国开始“大跃进”运动,国家工作中心发生转移,把工业放在第一位,农业发展让步于工业发展,广大农村青壮年劳力被抽到炼铁炼钢厂去,其结果导致农村因劳动力缺乏而土地被休耕、弃耕。前期积累的潜能不断被消耗,最终在三年自然灾害的扰动下系统崩溃。

2.3.2 贫穷困境 大跃进结束以后,1962年国家及时纠正了错误的农业政策路线,王东村系统开始进行更新重组(阶段)。王东村利用系统内已有人力、物力、土地资源来恢复经济及粮食生产,但由于人口的迅速增加导致人均粮食下降,很多农户家庭面临挨饿的局面,尤其是那些劳力不足的家庭。另一方面“文革”时期带来不稳定外部环境,让农村的经济增长出现下滑,尤其1975年以后出现负增长。由于人民公社时期土地制度进一步深入,农户对集体的统一经营生产逐渐不信任,主要表现在干活中出现出工不出力,甚至呈献给集体的物质资料也出现掺假现象。如对该村一些老年人访谈了解到,当时一些农户所提供的厩肥多是低质的泥土,而肥效较高的厩肥却施到自家的自留地。农户这种自私行为进一步加剧农村集体土地贫瘠化,同时生态环境也因这种行为演化导致沟坡水土流失严重,即通过消耗生态亚系统恢复力来维持其它社会、经济亚系统,使系统陷入低潜力(经济

收入)、低连通度(不信任感)和低恢复力的贫穷困境。

2.3.3 第二循环周期 1980年以后,王东村开始实行家庭联产承包责任制,农户对自己分得的土地进行精耕细作,同时积极采用新的农业科技(化肥、地膜、优良品种、杀虫剂等)以提高产量。农业技术改良和土地政策调整为粮食高产提供了必要的前提,初步解决了人口增长所带来家庭饥荒危机,甚至一些家庭富余的粮食开始成为经济增长点,系统由此进入一个新的适应性循环周期。

1986年,中国科学院西北水保所等科研单位在王东沟流域进行高效生态经济系统技术综合研究,建立了王东沟小流域试验示范区,从水肥资源高效利用与旱作农田产量潜势实现技术体系、低产沟坡土地开发技术、农业产业结构优化、苹果产业化链条构建与防护林体系建设等不同角度进行综合治理,经过20 a的综合治理,粮食单产大幅度提高,流域林草配置合理,林草覆盖率增加,以果业为支柱的粮、果、工副三元产业结构基本建立,农民收入显著增加,有效实现了王东沟小流域农业生态系统的高效与相对稳定性^[10]。系统由此进入了一个二次开发阶段,并持续至今。

农户依靠果业收入、劳动转移获取的副业收入减少了对传统种植业的依赖。苹果产业已成为王东村农民增收的一个主要途径,但农户对经济利益的盲目追求会导致大面积粮食高产塬地转变成苹果园,人均耕地面积的减少增加了系统内部粮食安全供给风险,提高了对外部果品粮油市场的依赖性;另一方面果树用地的单一化也会削弱生态系统恢复力,增加病虫害的发生频率。农户应该在科技人员指导下,依照当地气候、地貌资源特点,继续对低产的坡地进行开发,在维持生态服务功能正常运转的情况下,增加农户家庭的经济资本积累,提

高整个社会—生态系统的恢复力及适应性能力。

2.4 循环机制

2.4.1 制度响应 国家制度变革,尤其是土地制度的调整是王东村适应性循环运转的主要驱动力。

新中国成立后,对当前存在的土地制度问题作了一系列的调整。1950年《中华人民共和国土地改革法》颁布,土地被分到无地或少地及缺乏其它生产资料的贫苦农民手里,激发了农民的生产积极性,使农业生产得到极大的恢复,农户家庭潜能得到积累,而社会—生态系统各个变量之间联系也得到加强。但农民的分散经营也存在一定的问题。如部分农户因劳力不足,导致土地资源不能得到很好的开发利用,社会—生态系统潜能增长速度减慢,导致系统间变量协调性降低。面对这种因劳动力缺乏制约农村经济发展问题,政府部门作出适时地调整,使土地政策由个体所有制向集体所有制转变。农业土地集体制度经历了农业生产合作化、初级社、高级社和人民公社几个不同时期。这种由集体统一经营生产,解决了前期因劳动力不足而延误农业生产最佳时机所带来农业困境,社会—生态系统潜能得到进一步开发(粮食总量增加,农户的经济生活水平得到极大提高),系统变量间联系也更加紧密,协调组织功能加强。1958年8月中央发出了《关于在农村建立人民公社问题的决议》,把人民公社化运动推向了高潮,以“一平二调、一大二公”为特征的新型土地制度代替了高级社,社会—生态系统前期积累的潜能最大化,而系统连接度仍在增加,但系统对外部干扰恢复能力降低;最终系统在自然灾害的扰动下崩溃释放。1962年国家适时的对大跃进时期土地所有权及经济政策进行了微调,如公社一级管理支配的土地所有权、土地使用权、产权和分配权下放到各个生产队,农业在国民经济中的地位重新回到第一位。由此社会—生态系统由崩溃释放()期进入重组恢复()期,系统在寻找新的潜能,来增加变量间连接度和恢复力。该次土地政策的调整,仍然存在一定的问题。如土地属于集体,农民潜意识里认为土地是集体、大家的,属于那种有权利获取收益无义务承担责任的资源。因而生产过程中劳动不积极,严重制约着农村社会经济的发展,系统的社会经济潜能(资本)在经历一段积累过程后又出现下滑,系统变量之间的连接度提高缓慢,农户之间协作散漫,社会—生态系统恢复力较低,系统进入贫穷困境。随着1980年家庭联产承包制的普遍推行,王东村社会—生态系统才走出困境,开始了新一轮的适应性循环。

2.4.2 技术革新 在王东村第二个适应性循环中,技术革新是系统维持在开发阶段的主导力量。

80年代开始当地农民开始大量施用氮磷化肥,改

变了过去的自然生态农业模式,使得粮食单产大幅度提高。农户存粮的增加直接提高了对自然灾害的抵抗能力,从系统角度看可以说是扩展了系统潜力和恢复力的边界,将开发至保护阶段的所需时间延长。随着1986年长武王东沟小流域试验示范区的建立,王东村社会—生态系统开始了新一轮的开发阶段。新型农业技术的应用和三元结构的建立将系统的潜力(如农业生产力和恢复力(如对自然灾害的抵抗能力)进一步拓展。以粮食生产为例,王东村过去主要通过豆科养地,轮作倒茬,施用有机肥等方式增加土壤肥力,外部能量输入不足,土地生产力较低。由于粮食单产低,70年代以前粮食需求主要通过扩大粮田来保证;80年代开始氮磷化肥投入量逐渐增大,满足了粮食作物对养分需求,粮食单产大幅度提高,人均占有量大幅度增长。1986年后由于使用了高产抗逆的作物新品种、优化施肥等措施,在连续干旱且遇到三个特大干旱年的生产条件下,粮食生产达到黄土高原同类地区旱作产量潜能的高实现率。即使在特大干旱的1995年,仍取得相当于70年代以前正常年份的产量水平,粮食生产的综合抗灾能力达到了一个新的高度^[10]。

在粮食需求得到满足的同时,苹果种植在给王东村村民带来巨大经济效益的同时,也彻底改变了原来的单一依赖粮食生产获得收入的经济增长方式,粮、果、工副三元产业结构的形成,经济收入的多元化无疑增加了社会经济系统的恢复力。从生态系统看,防护林体系的建设增加了林草覆盖率,生态系统服务功能大大增强。由于外部科技力量的介入,王东村社会—生态系统进入了一个高效、稳定的二次开发阶段。

2.4.3 气候变化 作为主要的外部扰动事件,气候变化/自然灾害是导致王东村社会—生态系统第一个适应性循环进入崩溃释放阶段的主要动力,并在第二个适应性循环过程中具有明显的扰动作用。在黄土高原地区,降水不足且分布不均,直接限制了农业生产,并进一步影响到社会经济系统的正常运行。需要指出的是,干旱等自然灾害通过影响粮食生产而进一步对整个社会—生态系统产生影响的情况可以通过制度调整,技术革新等手段而加以消除。在90年代中期连续干旱期间,由于农业新技术的应用农田仍维持了一定的生产力。干旱扰动虽然对农户经济收入产生了一定影响,但并没有导致前一个循环中出现的系统崩溃情形。

3 结语

作为一个隐喻式的模型,适应性循环的应用有助于全方位了解社会—生态系统在时间序列上的演化行为。本文通过对系统关键变量的分析表明,王东村

自建国以来依次经历了一个适应性循环、贫穷困境并处在第二个循环的开发阶段,其中驱动适应性循环更替的主要驱动力来自制度变革,特别是土地制度的调整;气候变化事件对系统具有强烈的扰动作用,并可能导致整个系统崩溃释放;技术革新则有助于拓展系统潜力和恢复力边界,大大延长系统从开发到保护所需时间。作为一个典型村落,1986年之前,王东村系统演化规律与黄土高原其它村落基本相似,但自从1986年国家在王东河流域实行农业综合治理以来,在强势农业科技冲击下,王东村社会—生态系统开始沿着自己的模式运行,并且通过农业新技术、防护林建设、粮、果、工副三元结构调整等手段将系统维持在开发阶段。它所展现的出来良性适应性演化轨迹能够为黄土高原其它地区提供参考。

[参 考 文 献]

- [1] Berkes F, Folke C. Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience [M]. U.K: Cambridge University Press, 1998.
- [2] Gunderson L H, Holling C S. Panarchy: Understanding

- Transformations in Human and Natural Systems [M]. Washington, DC: Island Press, 2002.
- [3] Holling C S. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems [J]. *Ecosystems*, 2001, 4: 390—405.
- [4] Beisner B E, Haydon D T, Cuddington K. Alternative stable states in ecology [J]. *Front. Ecol. Environ.*, 2003, 1(7): 376—382.
- [5] Walker B, Holling C S, Carpenter S R, et al. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems [J]. *Ecology and Society*, 2004, 9(2): 5—13.
- [6] Allison H E, Hobbs R J. Resilience, adaptive capacity, and the “Lock-in Trap” of the Western Australian agricultural region [J]. *Ecology and Society*, 2004, 9(1): 3—27.
- [7] 宋桂琴, 巨仁, 李领涛, 等. 浅谈长武王东试区“八五”土地利用规划[J]. *水土保持通报*, 1993, 5(13): 9—12.
- [8] 郝明德, 李军超, 党廷辉. 黄土高原沟壑区高产高效农业综合发展研究[J]. *水土保持通报*, 2002, 5(22): 5—8.
- [9] 李志, 刘文兆, 杨勤科, 等. 黄土沟壑区小流域土地利用变化及驱动力分析[J]. *山地学报*, 2006, 24(1): 27—32.
- [10] 郝明德, 李军超, 党廷辉. 长武试验示范区高效农业生态经济系统研究[J]. *水土保持研究*, 2003, 10(1): 1—5.

(上接第93页)

4.3 风蚀区

该区位于辽宁省西北部,包括彰武县北部及康平西北沙丘、沙地。区内年降雨量不足450mm,属半干旱气候区,冬春季风沙大,每年七级以上大风日数25~30d。矿区风蚀剧烈,植被难以生长。该区现有矿点25个,占矿点总数的0.4%,破坏面积276.75hm²,仅占破坏总面积的0.3%,因此该区不进行二、三级分区。

5 结语

辽宁省矿产资源种类多,分布广,自然地理特点、基质立地条件不同的矿区,其生态重建限制性因子不同,生态重建主攻方向 and 治理措施亦不同。科学合理地对全省矿区进行水土保持生态建设分区,是因地制宜地进行矿区生态重建的前提,是建立科学的矿区水土保持生态重建技术体系的关键。

气候条件和矿区立地条件是影响矿区水土保持生态建设分区的主要因子。遵循主导因子与综合因子相结合,科学性与实用性相结合,大区与小区相结合,同类矿区主攻方向和治理措施相一致的原则,根据地域分异原理和类型空间映射原理,结合矿区基质立地条件,将全省矿区划分为3个一级区、5个二级区和7个三级区。

在一级区中,水蚀矿区现有矿点总数占全省现有矿点总数的94.5%,破坏面积占全省矿区破坏总面积的96.2%,是辽宁省近期矿区生态重建的重点。土状基质矿区内下垫面物理性状与土壤相近,但养分、特别是速效养分含量较低,生态重建能否成功的关键是保持水土、熟化土壤和选择耐瘠薄树种。岩状基质矿业废弃地没有土壤状物质,任何高等植物都难以存活,矿区生态重建的关键是在基质表层创造出足够厚的土壤状物质,保持水土并选择速生、耐干旱瘠薄的植物进行生态重建。

[参 考 文 献]

- [1] 卞正富. 矿区土地复垦界面要素的演替规律及其调控研究[M]. 北京:高等教育出版社,2001:21—27.
- [2] 吴成基,甘枝茂,惠振德,等. 神府—东胜矿区土壤侵蚀规律及分区治理[J]. *陕西师范大学学报:自然科学版*, 1996, 24(2): 89—93.
- [3] 李树彬,贾天会,郑国相,等. 辽宁省矿区水土流失现状及治理方略[J]. *水土保持通报*, 2004, 24(4): 76—80.
- [4] 李日运,吴林峰. 岩石风化程度特征指标的分析研究[J]. *岩石力学与工程学报*, 2004, 23(22): 3830—3833.
- [5] 范军富,李中伟. 露天煤矿排土场土地复垦及其生态学原理[J]. *辽宁工程技术大学学报*, 2005, 24(3): 313—315.