

天山北部山地-绿洲-过渡带-荒漠系统的 生态建设与可持续农业范式

张新时

(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室, 北京 100093; 北京师范大学资源科学研究所, 北京 100875)

摘要: 天山北部的山盆系统由山地植被垂直带系统和荒漠盆地的同心环形(地质-地貌)植被地带所构成。该系统包括:山地、山前倾斜平原和古老冲积平原 3 个“圈”和其下的高山带、山地森林-草原带、低山荒漠带、砾石戈壁荒漠带、农业绿洲带、扇缘灌草带、冲积平原带、沙漠带和湖泊等 9 个“带”。这些地带是干旱区最本质和弥足珍贵的自然资源的存在和作用方式,也是指导干旱区生态保育和土地利用的、不可违抗的大自然规律的宏观展现。在此基础上所提出的“山地-绿洲-过渡带-荒漠生态-生产范式”以山地和荒漠盆地的植被地带为框架,以贯穿和联系着这一系列环带的生物地球化学循环、生物地球物理过程和生物地球社会经济关系为驱动因素,建立起以可持续农业与生态保育为目的的、优化的土地覆盖与土地利用结构和格局。

关键词: 绿洲; 绿洲-荒漠过渡带; 荒漠; 山盆系统; 可持续农业; 生态-生产范式

中图分类号: Q948.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0577-7496(2001)12-1294-06

Ecological Restoration and Sustainable Agricultural Paradigm of Mountain-Oasis- Ecotone-Desert System in the North of the Tianshan Mountains

ZHANG Xin-Shi

(Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;
Institute of Resource Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The mountain-basin system (MBS) in the north of the Tianshan Mountains consists of mountain vegetation vertical belt system and concentric circular vegetation (geologic and geomorphic) system of desert basin. The MBS contains three “circles”: montane, piedmont fan and alluvial plain, including nine belts, viz. alpine belt, montane forest-grassland belt, low-mountain desert belt, gravel gobi desert belt, agricultural oasis, marginal belt of diluvial fan, alluvial desert plain, sandy desert belt, and lake. The above-mentioned zonation is the most essential existence and functional pattern of those precious natural resources. It is the representation of an irresistible rule of the nature and, also, the guidance system of ecological conservation and land use. Basing on this foundation, a “mountain-oasis-oasis/ desert ecotone-desert eco-productive paradigm” is proposed. The MBS is its basic frame. Its driving forces are the biogeochemical cycles, biogeophysics process, and biogeosocial interaction, which run through the whole system. Thus, the establishment of a sustainable agricultural system and an optimized land use and land cover structure and pattern, which aimed at ecological conservation, may be possible.

Key words: oasis; oasis/ desert ecotone; desert; mountain-basin system; sustainable agriculture; eco-productive paradigm

天山北坡及其山麓的洪积-冲积平原是新疆政治、经济与文化的中心,也是欧亚大陆桥东部的关键地段,是中国西部大开发的重点地区。这一地段从高耸的冰峰(博格达峰海拔 5 545 m)、高山草甸、山地森林、草原、荒漠、农业绿洲和城镇,到浩瀚的准噶尔沙漠和低凹的湖盆(艾比湖海拔 180 m)是一个大幅度、多层次而有规律的山地-盆地陆地生态系统组

合(complex of mountain-basin terrestrial ecosystems),或简称为“山盆系统”(mountain-basin system, MBS)。山盆系统是由山地植被垂直带系统和荒漠盆地的同心环形(地质-地貌)植被地带构成的,因而是气候地带(climatic zone)和非气候(非地带性)的地质地带(edaphic zone)的复合体。这一地区经过了亿万年的海陆变迁、造山运动、冰川进退、沙漠形成、生命进化

收稿日期: 2001-08-08 接受日期: 2001-09-28

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043500, G2000018600)。Supported by the State Key Basic Research and Development Plan of China (G1999043500, G2000018600)。

E-mail: <zhxsh@public.bta.net.cn>.

与植被更替等演变过程而造就今日丰富多彩的地带系统;复加以全新世以来人工农业绿洲的形成和城镇的兴起而添加了浓厚的人文社会因素。该地带系统是由能流、物流(水流)、生命流、价值流和文化流串联起来的,是干旱区最本质和弥足珍贵的自然资源的存在和作用方式,从而成为该地区自然生态和人文社会的支持系统,也是指导干旱区生态保育和土地利用的、不可违抗的大自然规律的宏观展现。然而,近代人口剧增、工农业发展和不合理的土地利用也造成了对该山盆系统的一系列干扰与破坏,如大量采伐山地森林、草地过牧、土地次生盐渍化、过度利用河水与地下水资源、沙漠植被因樵采、开垦与放牧而遭到损害、荒漠野生动物因滥肆猎杀而几近绝灭等,从而导致了该地区生态环境的强烈退化与破坏,对工农业生产和人民的生活条件与质量产生了恶劣的影响,严重地阻碍着这一地区生态、社会与经济的可持续发展。

中国西部大开发的两个重点是生态环境建设和产业结构调整。因此,迫切需要针对不同地区的自然生态环境与社会经济发展特点,制定生态建设与农业结构调整的可持续农业范式与规划,以保证与促进西部大开发在近期发展与长远目标相结合的基础上,科学合理、政策稳定、切实可行地纳入新世纪可持续发展的轨道。中国科学院有关研究所的科研人员自 20 世纪 50 年代以来在新疆进行了两次大规模的综合科学考察,建立了一些专门从事西部生态环境研究的研究所与野外研究台站,有了丰富扎实的基础科学和实验科学的积累,培养造就了一大批各科学门类的专家。在此基础上所提出的“山地-绿洲-绿洲/荒漠过渡带-荒漠系统”(mountain-oasis-oasis/desert ecotone-desert system,MOEDS)生态-生产范式^[1]经逐步发展,已有较深厚的科学基础,似可作为新疆天山北部山盆系统生态保育与建设和农业结构调整的一个模式。

这个模式以天山的垂直自然-经济带和毗邻荒漠盆地的同心环状自然-经济带为基础框架^[2],以贯穿和联系着这一系列环带的生物地球化学循环、生物地球物理过程和生物地球社会经济关系为驱动因素,建立起以可持续农业与生态保育为目的的、优化的土地覆盖与土地利用结构和格局。

该范式将荒漠地区的山盆系统分为 3“圈”9“带”(图 1)。

1. 山地圈:(1) 高山带(含冰雪带、亚冰雪带、高山/亚高山草甸带);(2) 山地森林/草原带;(3) 低山

荒漠带。2. 山前倾斜平原(洪积扇)圈:(4) 砾石戈壁荒漠带;(5) 灌溉农业绿洲带;(6) 扇缘灌草带(绿洲-荒漠过渡带)。3. 古老冲积平原圈:(7) 壤质冲积平原带;(8) 沙漠带;(9) 湖泊。

1 山地生态系统功能的恢复与产业结构的两个大转移

山地是新疆荒漠盆地的水源地,其高山冰川积雪夏季消融与山地降水是流到荒漠盆地的河流与地下水的主要水源。天山北坡海拔 1 600~2 700 m 之间的山地森林带处在山地最大降水带的下部,具有重要的水源涵养、水文调节与水土保持作用。天山北坡森林具有较丰富的生物多样性和很高的生物生产力,尤其在气候温和湿润的伊犁山地年降水可达 1 000 mm,是地质时代的山地生物避难所,具有罕见的天然生物基因库,如新疆野苹果(*Malus sieversii*)林、野胡桃(*Juglans regia*)林和物种丰富的山地草甸等,具有极大的研究和开发利用价值。但由于近数十年来天山山地森林普遍遭受了强度的采伐利用,现多为未及更新的疏林地、采伐迹地或幼林地,其保水护土功能大为衰减。故山区河流洪、枯水期流量比率增大,一些小型河流在枯水期已全然断流,河水含沙量增多,流域的侵蚀模数随之剧增。今后在不继续破坏森林和良好的保育与管理下,估计在本世纪末叶,即 60 到 100 年后,现有的人工更新青幼林达到 100~140 龄时,天山北坡山地森林的水源涵养和调节器功能有望部分恢复。但是,天山山地森林作为用材林基地的作用则应当永远地予以排除,即使在百年之后当森林接近成熟,也只能实施以促进更新和森林环境卫生为目的的弱度更新择伐。新疆的用材林基地应当实行向盆地的全面转移。

天山北坡的高山草甸、亚高山草甸、山地草甸和山地草原历来是主要的夏秋放牧场,低山荒漠则是冬春牧场。由于近数十年来放牧的牲畜数量剧增,草场因严重超载过牧而普遍退化,尤其是冬春草场仅能负载夏秋草场载畜量的 40%,超载更甚。因此,天山北坡的高山、亚高山草甸、山地草甸、草原和低山荒漠应全面转向减负-降低载畜量和合理、定时、定地、定量、划区轮牧的优化管理。天山草地经过这样 15~20 年的休养生息,草地的植物种类组成、生产力、土壤的营养状况和持水保土功能可得到逐步恢复。因此,草地畜牧业的重点也必然要实施向盆地的大转移。

上述的两个大转移将导致新疆林、牧业产业结

构的极大转变:1) 50 年来山地天然针叶林工业式采伐 在平原建立防护林与速生丰产人工林基地的转移;2) 数千年传统的山地游牧 平原定居种草高效舍饲与育肥畜牧业的转移。

山地农业结构的大转移,将使已被过度消耗的山地生态系统得以休养生息,恢复其生态功能和对盆地的良性补给。今后山地的功能主要是水源涵养、生物多样性保育和合理负载的夏秋放牧场。

2 洪积扇缘的新产业带

天山北麓的山前洪积-冲积扇连成一串裙褶状的向盆地倾斜的平原(图 2、3),其宽度可达数 10 km (在昆仑山前可达 100 km)。洪积扇一般可分为上中下 3 段。

2.1 扇形地上部(砾石戈壁)

在出山口处由洪水携带的石块、砾石与沙砾堆积而成。河水出山口后多在此地段下渗,该处的潜水位多在百米以下。地表为风蚀残余的砾幕或砂砾所覆盖,下有含砂砾的土壤,不宜农垦。在有充足水源的情况下,可横向挖沟拦洪或填入地表砂土或客土后种植葡萄。

2.2 扇形地中部(灌溉绿洲)

洪积-冲积扇的中部已有深厚的壤质土堆积,具有流动淡水的潜水位大致在 3、4 m 以下,不致引起盐渍化,却可支持中生乔木生长,在天然情况下,常有白榆(*Ulmus pumila*)林。该地段最适于农垦,故为古老的灌溉农业绿洲所在地,林带成荫,渠道纵横,万顷粮棉,瓜果丰盛,是干旱地带中的绿色世界,迥然大异于周边的贫乏荒漠。农业绿洲中生态-经济结构的改善主要是构成优质、高效、集约管理,合理配置的农、园、林、草、水复合系统,主要有 3 类:(1) 绿洲的种植业系统,包括以棉花为主的棉/草轮(间)作种植业模式,以经济作物(果树等)为主的果/草间作模式和以饲料作物为主的饲/草轮作模式;(2) 绿洲的防护林体系;(3) 绿洲的病虫草害防治(IPM)体系。

在绿洲中要大力推行草田轮(间)作,避免单种作物长期连作。新疆大力发展棉花,在许多宜棉绿洲中,棉田比例可达 70% 以上,且多年连作,长期大量使用化肥、化学农药以及不降解的农用薄膜,已导致较严重的土地污染、退化与病虫害蔓延。故应实行棉花与紫花苜蓿轮、间作,既可减免病虫害发展,恢复土壤肥力,又可促进草食性畜牧业发展与提供有机肥。在果园与经济林中亦应提倡在树行间种植耐荫豆科牧草,如白三叶等,以改善土壤结构与肥

力,减少病虫害,兼顾畜牧业。

2.3 扇形地下缘(扇缘带)

绿洲外沿的洪积扇下部的扇缘带是绿洲与荒漠之间的过渡带,因潜水接近地表(潜水位 0.5 ~ 1.5 m,含盐碱)与土质黏重而普遍发生盐渍化,或因绿洲灌溉余水与开垦耕地而引起次生盐渍化。天然植物为耐盐的柽柳(*Tamarix* spp.)、胡杨(*Populus euphratica*)、盐豆木(*Halimodendron holodendron*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、花花柴(*Karelinia caspica*)、疏叶骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、芦苇(*Phragmites communis*)等灌木与草本,以及重盐土上的盐穗木(*Halostachys caspica*)、盐节木(*Halocnemum strobilaceum*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、小叶碱蓬(*Suaeda microphylla*)、囊果碱蓬(*S. physophora*)等盐(碱)生植物^[3]。由于盐渍化,这一地带虽不宜农作与造林,但其上的天然灌丛草类却具有良好的防风阻沙功能,形成绿洲前沿的生态屏障与风沙过滤带;亦常被用作绿洲牛羊的放牧地,但草质不佳,生产力不高。据研究,在扇缘带先期种植耐盐牧草,如草木樨、芨芨草、骆驼刺等,可迅速改良盐土,一般种草次年即可改种甜菜、玉米等^[4]。因扇缘带潜水接近地表,可就近开浅井利用中轻度含盐的浅层潜水灌溉人工草地与饲料地,兼得降低潜水位,改良盐碱土之利。扇缘带人工草地与饲料地的生产能力为天然草地的 26 ~ 95 倍,载畜量可达 9 ~ 33 羊/hm²^[5]。人工种植的芨芨草每公顷产干草 15 000 kg,可养羊 21 头。

因此,完全有可能把一切有条件的扇缘带改造成新疆新的高产、优质、高效畜牧业基地,以人工草地和饲料地支持的舍饲畜牧业和育肥畜牧业为支柱产业,并可得到毗邻农业绿洲农作物秸秆加工饲料的雄厚支持。新产业带不仅可全年舍饲养畜,并可在秋季大量接受山地牧区当年出栏的架子畜,经 3 个月育肥后即可屠宰加工或销售,从而大大减轻山区放牧的压力,使山地草场得以休养生息;也可避免低产、低质、低效和必然破坏脆弱生态环境的荒漠放牧。同时,新产业带高生产力的人工草地还能更好地覆盖地表,具有更高的防风固沙、防止盐渍化、庇护绿洲的生态功能。

目前,新疆草场总面积约 5 040 × 10⁴ hm²,其中

美国棉田因施用化学农药过量,土壤污染与病虫害严重。现规定棉田必须与苜蓿间作,以解决此问题。

新疆农业大学科研人员在扇缘带种植草木樨,石河子大学教师在表土总量 2% ~ 5% 的重盐土上种植芨芨草均获得成功。

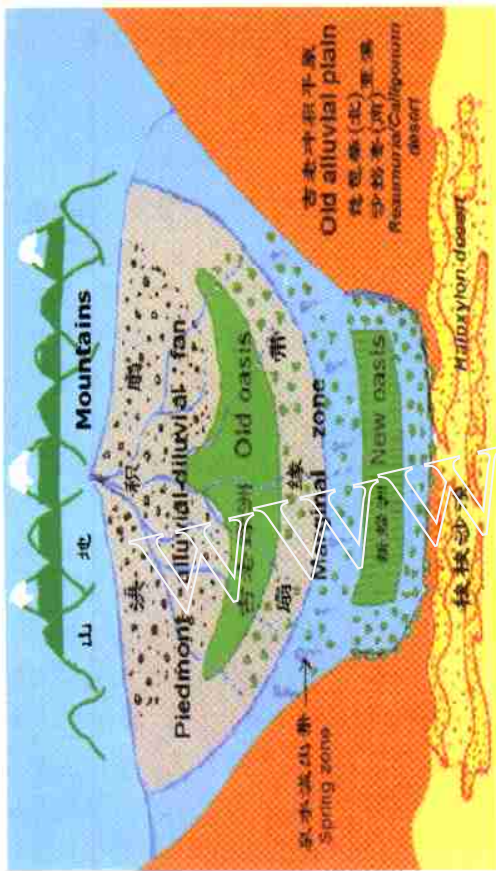


图 3. 荒漠盆地洪积扇、绿洲、扇缘带、冲积平原与沙漠示意图。
Fig.3. Schema of diluvial fan, oasis, ecotone, alluvial plain and sandy desert.

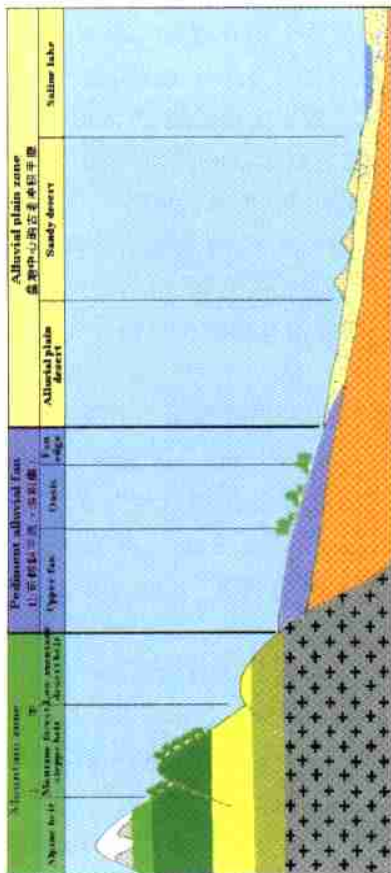


图 1. 山地-绿洲-过渡带-荒漠景观示意图。
Fig.1. Schema of landscape zones along the mountain-oasis-ecotone-desert system.

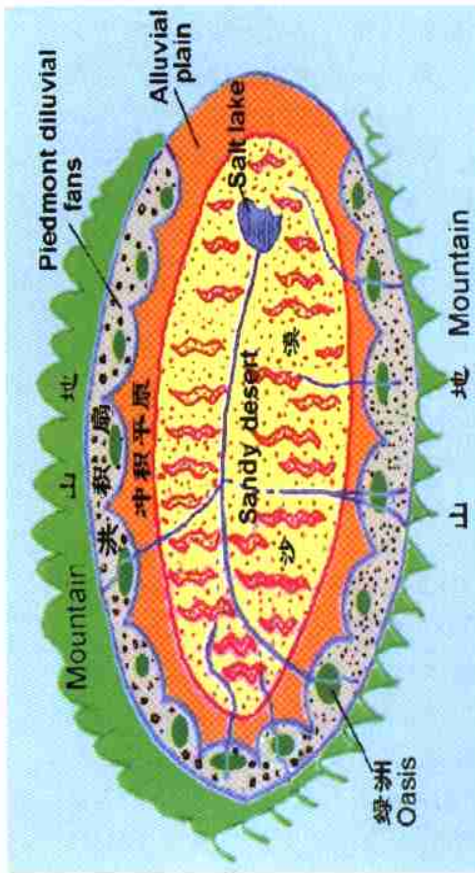


图 2. 荒漠盆地的景观带示意图。
Fig.2. Schema of landscape zones in desert basin.

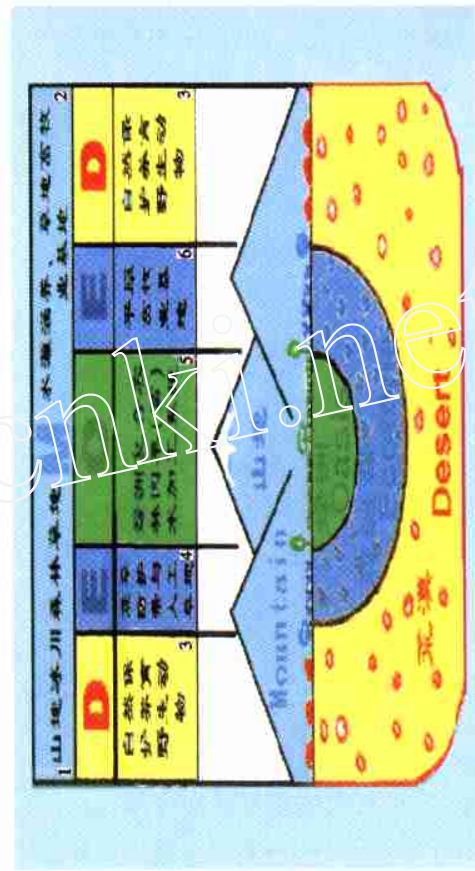


图 4. 山地-绿洲-过渡带-荒漠生态-生产范式。
Fig.4. The Mountain-Oasis-Ecotone-Desert eco-productive paradigm.
1, alpine glaciers, forests and grasslands; 2, base for watershed conservation and pastoral farming; 3, natural conservation and wild animal rearing; 4, protected belt of shrubs and grasses; 5, system of oasis agroforestry and processing; 6, base of lowland pastoral farming.

58.5%,即 $2\,948.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 在山区;总牲畜3 724万头,约70%,即2 607万头在山区,山区平均载畜量为 1.13 hm^2 (17亩地)/羊。但山区草场有30%不可利用,实际平均载畜量为 0.8 hm^2 (12亩地)/羊。如果在扇缘带开拓 $100 \sim 133.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (1 500~2 000万亩)人工草地,加以绿洲饲草的补充,其平均载畜量为 0.05 hm^2 (0.75亩地)/羊,则可负载2 000~2 667万头羊,即全新疆54%~72%的牲畜,成为新疆主要的畜牧业基地。

3 返璞归真的荒漠带

天山北部的准噶尔盆地底部是古老的冲积平原,其周围有着各类石质、砾质、砂砾与壤质戈壁、雅丹残丘和龟裂地;中部是大沙漠、一些湖泊和干湖盆。荒漠盆地十分干旱,年降水150 mm以下,生态条件极为严酷,大致可分为准噶尔南缘荒漠平原和准噶尔沙漠两个带。

3.1 准噶尔南缘荒漠平原

地形平坦开阔,以砂壤质的荒漠灰钙土为主,略碱化,富含碳酸钙,中部积累较多石膏和可溶性盐分。植被以琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)荒漠和梭梭(*Haloxylon ammodendron*)荒漠占优势。20世纪50年代初,新疆生产建设兵团开渠引水在此开拓了大面积新的灌溉绿洲,取得了伟大的农业成就。但在不合理的灌溉条件下则会引起大面积的土地次生盐渍化。只有在充足的外来水源和排灌条件保证下,通过严格的工程规划和生态-经济评估,才可能在壤质荒漠平原上利用当地丰富的太阳辐射和土地资源,营造速生丰产人工林,形成新的用材林或经济林基地。

3.2 准噶尔沙漠

基本上半固定和固定的沙丘,具有适应冬春雨雪气候的土兰(中亚西部)型荒漠植被,主要由白梭梭(*Haloxylon persicum*)、梭梭、多种沙拐枣(*Calligonum* spp.)和短生、类短生植物组成,后者在冬春多雨雪的年份,形成短暂美丽的葱郁春季短生草本层片,是我国物种最丰富的沙漠植被类型。准噶尔沙漠通常被用作放牧场,但其净第一性生产力很低,植物对牲畜的适口性不佳,加以沙漠酷暑严冬的气候和干旱缺水的生境,实不宜放牧家畜。且其生态系统十分脆弱,即使是不重的放牧也会导致沙漠植被的退化和沙漠珍贵野生生物资源的破坏。因此,沙漠放牧实在是得不偿失的不智之举,是以牺牲自然为代价的、粗放落后与脆弱的生产方式,应当坚决

地予以摈弃。上述在灌溉绿洲和荒漠之间的扇缘带建立起来的新产业带则足可抵偿因减免山地与沙漠放牧而造成的损失且绰绰有余。

准噶尔沙漠应当立即整个划为一个国家自然保护区或荒漠公园,其理由有二如下:

(1) 准噶尔沙漠是温带干旱地带野生植物的基因宝库:干旱地带在地质历史的长期自然选择和适应过程中演化形成了许多适应干旱生境的生物物种和特殊的基因型;其中具有大量耐旱、耐高温、耐温度剧变、耐强辐射、抗寒、耐盐碱、抗风沙、耐贫瘠土壤、高光合效率、高纤维、具坚厚角质层或蜡层、具特殊次生代谢化合物(芳香油、生物碱等)的基因。干旱地带的野生植物基因资源被英国邱园的科学家认为是21世纪人类对农业、食物、医药、工业原料等需求的最重要来源,但这一宝贵的植物资源有很多是稀有植物或濒危植物,亟需保育。故邱园集资近一亿英镑建成了世界上最大的离体保存世界热带与亚热带干旱地带野生植物资源的种子库,号称“千年种子库”。准噶尔沙漠具有世界温带荒漠中最为丰富的生物资源,它兼有中亚细亚荒漠土兰区系和北亚蒙古戈壁区系成分以及残遗的古地中海旱生区系成分,构成了多样的荒漠植物群落类型,是世界温带干旱地带的基因宝库。但在近数十年来,准噶尔沙漠的生物区系与植被因为开垦、过牧、樵采等人为活动的严重干扰而受到极大的威胁,群落退化,许多物种濒临绝灭,急需采取严格的保育措施。建立自然保护区,进行整体性的就地保护是第一步,也是当前最迫切的手段。因此建议,将准噶尔沙漠整个划为国家级自然保护区或荒漠公园,由新疆维吾尔自治区保护与管理,以挽救与重建这个独一无二的大自然恩物。

(2) 把准噶尔沙漠还给野生有蹄类动物:距今数百年前,准噶尔沙漠中曾经漫游着与荒漠植物长期协同进化形成的野生大型草食性有蹄类动物群,如,鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)、赛加羚(高鼻羚羊)(*Saiga tatarica*)、蒙古野驴(*Equus hemionus mongolicus*)、普氏野马(*E. przewalskii*)与野骆驼(*Camelus bactrianus*)等,还有它们的捕食者——狼(*Canis lupus*);盘羊(*Ovis ammon darwini*)和北山羊(*Capra ibex*)冬季时偶尔也下到盆地。这些荒漠有蹄类食草动物是荒漠生态系统的关键种,也是珍贵的生物资源,通常活动于荒漠盆地与山麓的荒漠草原之间。它们在长期的进化过程中形成了适应于荒漠植物粗砺和高盐碱的食性,且食性较广,能更有效率地利用

多种荒漠植物,尤其是灌木和半灌木。生长在同一地区的各种野生有蹄类食草动物具有特殊的生态位分化,每一种的食性均不同于其他种并互为补充,它们不仅采食不同种植物,且采食同一种植物的不同部位,或在不同期采食。它们能耐荒漠夏季高温、冬季严寒和长期干旱缺水的严酷生境,可以数日不饮水,并具有惯于日逐上百公里饮水的超凡能力,或可在采食植物时获取其中水分等。对野生有蹄类食草动物的管理和照料要比家畜的要求为少,而其成熟与繁殖通常也较快,据南罗德西亚的经验,驯养的野生有蹄类动物群甚至比牛群还要温驯和易于管理。野生有蹄类动物适应于荒漠生境,且在荒漠食物链的控制下不致过度繁殖造成荒漠植被的退化与破坏^[6]。

但在人类的无情捕杀下,准噶尔沙漠的野生有蹄类食草动物在近百年来遭到极大的摧残。如普氏野马已于上一世纪初在野外灭绝,赛加羚羊在我国境内亦不复存在,野骆驼则趋避于极端艰苦荒僻的罗布戈壁,头角硕大的盘羊更是狩猎者千金难求的珍贵猎物。20世纪50年代尚成群结队的鹅喉羚与蒙古野驴,在60年代初的毁灭性猎杀下,其种群至今犹未恢复。近年来,有关部门已开始回引国外繁育的普氏野马和赛加羚羊,初获成功。建议有关科研与行政部门在准噶尔沙漠建立野生动物繁育场,经试验后大力繁育上述野生有蹄类动物并放归野外,以形成荒漠食草动物种群。前苏联在中亚荒漠中曾经繁育赛加羚羊获得成功;美国近年来则在北美中央大草原成功地恢复了原已在野外灭绝的北美野牛群,获得良好的生态-经济效益,并形成了庞大的产业^[7]。因此,恢复重建准噶尔沙漠地带原始丰美的生物多样性、通畅合理的食物链、自然和谐的生态系统和最有效率的第二性(食草动物)生产力,并在此基础上逐步开展野生有蹄类食草动物的繁育业,以

及适度的生态旅游与草场狩猎业,乃是对准噶尔沙漠的一个优化的生态保育与可持续发展方式。

上述天山北部山盆系统各不同功能景观带的生态保育和可持续利用方式构成一个整体的生态管理体系,即山地-绿洲-过渡带-荒漠生态-生产范式(图4)。天山北部山盆系统是整个中亚干旱荒漠地带山地与盆地相间地貌的典型生态系统结构。在我国西北的昆仑山与天山南麓山地之间的塔里木盆地、昆仑山与祁连山之间的柴达木盆地以及祁连山北麓的河西走廊等均有大同小异的“山盆”结构,类似的生物地球化学循环关系与土地利用格局。因此,该优化生态生产范式经过因地制宜的调整与修改后,当可适用于我国西北的其他山盆系统,期能被采用为西北大开发的一个理论基础和战略措施,促进与保证大西北的生态保育与开发协调永续的同步进程。

参考文献:

- [1] Zhang X-S (张新时). The ecologic and economic function of grassland and its paradigm. *Sci Tech Rev* (科技导报), 2000, **146**(8): 3 - 7. (in Chinese)
- [2] Xinjiang Comprehensive Scientific Survey of the Chinese Academy of Sciences and Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences (中国科学院新疆综合考察队,中国科学院植物研究所). *Vegetation of Xinjiang and Its Use*. Beijing: Science Press, 1978. (in Chinese)
- [3] Wang H-S (王荷生). Distribution of halophyte communities and its relationships with soil and underground water. *J Plant Ecol Geobot* (植物生态学与地植物学丛刊), 1964, **2**: 57 - 69. (in Chinese with Russian abstract)
- [4] Xu P (许鹏). State of grassland in the oasis-desert ecotone and its developmental principle. *Chinese Grassland* (中国草地), 1995, **5**: 18 - 22, 28. (in Chinese with English abstract)
- [5] Xu P (许鹏). *Grassland and Water-Salt-Plant System of Desert Zone of Xinjiang and Its Optimized Ecological Mode*. Beijing: Science Press, 1998, 231. (in Chinese)
- [6] Shelton M, Ranching G. An ecologically sensible use of range lands. DeBell G. *The Environmental Handbook*. New York: Ballantine Books Inc, 1970. 92 - 95.
- [7] Callenbach E. *Bring Back the Buffalo: a Sustainable Future for America's Great Plains*. Berkeley: University of California Press, 1996.

(责任编辑:崔金钟)