

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2019-0426

董世魁, 杨明岳, 任继周, 尚占环, 赵昕月, 董全民, 刘文亭, 仁钦端治, 窦声云, 周学丽, 土旦加, 史德军. 基于放牧系统单元的草地可持续管理: 概念与模式. 草业科学, 2020, 37(3): 403-412.

DONG S K, YANG M Y, REN J Z, SHANG Z H, ZHAO X Y, DONG Q M, LIU W T, Renqinduanzhi, DOU S Y, ZHOU X L, Tudanxia, SHI D J. Sustainable grassland management based on grazing system unit: Concepts and models. Pratacultural Science, 2020, 37(3): 403-412.



基于放牧系统单元的草地可持续 管理: 概念与模式

董世魁¹, 杨明岳¹, 任继周², 尚占环², 赵昕月¹, 董全民³, 刘文亭³,
仁钦端治⁴, 窦声云⁴, 周学丽⁴, 土旦加⁴, 史德军⁴

(1. 北京师范大学环境学院, 北京 100875; 2. 兰州大学草地农业生态系统国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000;
3. 青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810003; 4. 青海省草原改良试验站, 青海 西宁 810000)

摘要: 放牧系统单元是放牧过程中形成的草地、家畜、人居三位一体的稳定格局, 具有移动性、适应性、灵活性、多样性、地带性(地理地带性和时间地带性)和脆弱性, 可以提供支持(如土壤保持)、供给(如草畜产品)、调节(如气候调节)、文化(如文化传承)等多种服务功能。放牧系统单元的组分——草地、畜群、人居之间的相互割裂是放牧管理不当的严重问题, 容易造成草地退化和牧民贫困等生态和经济问题。放牧系统单元的重建对我国草地畜牧业转型适应具有重要意义, 根据自然环境和社会经济条件, 放牧系统单元的重建可以采取3种模式: 1) 联户/合作社为单位的现代游牧模式; 2) 家庭/小型牧场为单位的定居放牧模式; 3) 合作社/大型牧场为单位的划区轮牧模式。

关键词: 放牧系统单元; 地带性特征; 生态功能; 失衡原因; 重建模式

文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2020)03-0403-10

Sustainable grassland management based on grazing system unit: Concepts and models

DONG Shikui¹, YANG Mingyue¹, REN Jizhou², SHANG Zhanhuan², ZHAO Xinyue¹, DONG Quanmin³,
LIU Wenting³, Renqinduanzhi⁴, DOU Shengyun⁴, ZHOU Xueli⁴, Tudanxia⁴, SHI Dejun⁴

(1. School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
2. State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China;
3. Academy of Animal Science and Veterinary, Qinghai University, Xining 810003, Qinghai, China;
4. Grassland Improvement Research Station of Qinghai Province, Xining 810000, Qinghai, China)

Abstract: Grazing systems are methods of grazing management that divide grazing land into units to create a stable pattern of grassland utilization for livestock and human residence. Subdivision of grasslands into grazing units can serve multiple functions, including support (such as soil conservation), provision (of animal fodder and animal products), regulation (such as climate regulation) and cultural services (heritage preservation). Damage to grassland, livestock, and human residence relationships results from inappropriate grazing management, which can easily lead to ecological and economic problems including grassland degradation and human poverty. Three models exist for rebuilding grazing units based on environmental and socioeconomic conditions: Joint household/farmer cooperative-based modern nomadic grazing patterns, household/small ranch-based settled grazing patterns, farmer cooperative/large ranch-based rotational grazing patterns.

收稿日期: 2019-08-22 接受日期: 2019-10-15

基金项目: 青海省科技成果转化项目(2019-SF-145); 青海省重大科技专项项目(2018-NK-A2); 国家重点研发计划重点专项课题(2016YFC0501906)

通信作者: 董世魁(1973-), 男, 甘肃和政人, 教授, 博士, 主要从事草地生态学研究。E-mail: dongshikui@sina.com

Keywords: grazing system unit; zonal characteristics; ecological functions; imbalance causes; rebuilding models

Corresponding author: DONG Shikui E-mail: dongshikui@sina.com

放牧是全球草地资源可持续利用的重要方式^[1-2], 具有管理草地使之保持健康、生产动物产品以获得可持续的经济效益的两重目的^[3]。美国、新西兰、澳大利亚等草地畜牧业发达国家的实践证明, 合理放牧是草地经济、有效的利用方式, 可以促进草地和放牧家畜的协同进化, 维持草地健康和生态平衡。但是, 过度放牧会使草地植被退化, 破坏草地生态平衡, 进而影响牧区社会经济可持续发展^[1,3]。从放牧的基本内涵看, 当前我国草原牧区所面临的草地退化等生态环境问题和牧民贫困等社会经济问题, 不是草地应该放牧与否的问题, 而是放牧管理不当的问题, 即严重割裂了放牧系统单元的人居、草地、畜群共生体之间的联系。千百年来, 正是依靠放牧系统单元的不断完善, 至今约占陆地面积一半的草地处于放牧管理之下^[3]。当前在中国草地退化严重的背景下, 阐明放牧系统单元的科学定义, 解析放牧系统单元失衡的原因和后果, 提出可持续放牧系统单元的重建模式, 将有利于草地生态环境保护、恢复以及牧区社会经济可持续发展。因此, 本研究对放牧系统单元的概念、特性、组分、功能、现存问题以及重建模式进行了讨论分析, 为放牧系统单元理论和模式的进一步研究和应用提供基础。

1 放牧系统单元的定义

放牧系统单元的概念是由任继周等^[4]首次提出的, 是指放牧过程中形成的草地、家畜、人居三位一体的共生体和稳定格局。尽管这一概念的提出时日已久, 但是尚缺乏科学定义。我们在深入理解任继周等^[3-4]对该概念的阐释的基础之上, 将放牧系统单元定义为一定数量的人群在一定面积的草地上牧养一定数量的家畜, 以维持牧业生产、牧民生计(生活)和草地健康的放牧系统。这一定义不仅体现了放牧系统单元的组成(草地、家畜、人居组分), 而且体现了放牧系统单元的功能(生产、生计和生态功能)。

由于放牧移动方式和经营目标不同, 放牧系统单元的涵义、属性和范围也不尽相同。放牧移动方式是区分放牧系统单元的主要因素, 包括移动

放牧和固定放牧两种基本形式。其中, 移动放牧包括无定居游牧、半定居游牧和划区轮牧3种。无定居游牧是指有规律的移动放牧形式, 半定居游牧是指在两个或多个相对固定的地点之间有规律地循环放牧的形式, 划区轮牧是将草地划分为不同的放牧小区进行轮流放牧。固定放牧是指几乎不移动或短距离移动的放牧形式^[1]。由于放牧移动方式的不同, 形成了游牧、划区轮牧和定牧等不同的放牧系统单元^[3]。

从经营目标来看, 放牧系统单元的定义主要由生产和生态两个维度推衍而来。在生产方式上, 放牧系统单元可以定义为草原分布区畜牧业生产的基本组成单位, 即放牧系统的三大要素—草地、家畜和人居的时空单元。在生态上, 放牧系统单元可以定义为以草地家畜牧养为主的生态功能单元或在贫瘠土地上牧养家畜以维持草地、家畜和人居平衡关系的基本生态单元。

2 放牧系统单元的组分

在放牧系统单元中, 草地、家畜、人居各个组分相互依存, 缺一不可, 人类通过放牧从草地上获得生产生活资料和生存空间, 草地通过合理放牧得到健康发展而不受损害, 家畜通过放牧能够全时段地满足所需的牧草营养源、水源和憩息场所^[3,5]。

2.1 草地—生存基质

草地(原)是主要生长草本植物或兼有灌丛或稀疏树木的土地, 可为家畜和野生动物提供生存场所, 是畜牧业的重要生产基地^[6], 是具有多种功能的自然和人类生存的重要环境^[7]。作为畜牧业生产基地, 广义上的草地(原)的类型包括草原、草甸、沼泽、荒漠、半荒漠、冻原、灌丛等。目前, 全球草地面积约占陆地面积的40%, 用于畜牧业生产的草地约占陆地面积的25%, 其中非洲约占25%, 亚洲约占20%, 大洋洲约占15%, 南美洲约占14%, 北美和中美洲约占11%, 欧洲约占15%^[1]。这些草地生产了全球25%~40%的反刍家畜肉产品和全球30%的反刍家畜的奶产品, 以及

大量的皮、毛等畜产品。此外，这些草地还提供了许多药用、纤维、油料、食用及蜜源植物^[8]。中国是草地资源大国，天然草地(原)面积4.0亿 hm^2 ，约占全球地(原)面积12%，世界第一。2017年，全国天然草地(原)鲜草总产量10.65亿t，畜产品生产能力折合2.58亿羊单位。2016年，西藏、内蒙古、新疆、四川、青海、甘肃六大草原牧区生产牛肉183.4万t、羊肉225.5万t、奶类1077.5万t，分别占全国牛肉、羊肉和奶产量的25.6%、49.1%、29.9%^[9]。正是这些大面积的草地，为国民的生存和生活提供了必要的物质资料，构成了放牧系统单元存在的自然资源基础。

2.2 家畜-生产资料

作为生产资料，放牧家畜通过采食、消化、吸收，将草地上的牧草转化为动物产品。一般而言，放牧草畜具备如下几个特点：

1) 草食家畜可以单独成群或混群放牧，提高草地放牧效率，维持牧民的生计和生活，并供应畜产品市场。

2) 草食家畜适应长距离游走，充分利用牧草分布的时空地带性，在不同季节放牧场上采食到充足的优质牧草。

3) 草食家畜对牧草等粗饲料的转化效率较高，尤其是牛羊等反刍动物可以将纤维类饲料转化为优质动物蛋白，供人类利用。

4) 草食家畜提供多样的动物产品，不仅可以持续供应肉、奶，还可以供应皮、毛、绒、角、骨等产品，为牧人提供生产和生活资料。

5) 草食家畜具有寻觅水草的生物学本能，现代人类追赶家畜放牧的本质，并逐渐演进为现代的草地放牧生产。

2.3 人居-草畜关系的调控者

放牧是草地畜牧业生产的重要环节，牧民是草畜关系的调解者。“逐水草而居”的游牧生产方式是早期牧民对草地与家畜关系的适应，在这一过程中牧民每年移动的轨迹形成了人居，即大游牧圈。在放牧系统单元中，通过草地生产经营者-人居的合理放牧调控以及草畜平衡的维持，把草地放牧家畜的数量限制在草地承受能力之内，从而实现草地资源的可持续利用，以及草地畜牧业持续生产和草地生态健康的有效评价。

3 放牧系统单元的特性

放牧系统单元是草地、家畜和牧民三者间相互联系、相互影响的草地管理系统，表现了系统性、地带性和脆弱性等特性。

3.1 系统性

放牧系统单元具有系统性，体现在人居、草地和家畜管理等多个方面。人居规模大小常常以家畜种类、畜群大小、母畜比例、草地类型、放牧场面积、草类特征等来区分。家畜和草地管理是为了避免风险，适应放牧制度，通过共同支持、合作共管、有效保护，确保公共放牧场的可持续发展。人居-草地-家畜的系统管理主要表现为多样性、灵活性、移动性、适应性等特点。放牧系统单元的多样性表现在草地类型、家畜种类、放牧方式和人居特点等方面(表1)。放牧系统单元的移动性主要表现在畜群需要经常移动，以获取饲草和水源。在干旱、高寒等脆弱的环境条件下，放牧系统单元能够实现自我维持的生计方式。牧民的放牧管理具有灵活性和机动性，可以在完整的生产链中改变管理系统，利用传统知识提高放牧系统单元的适应性。例如，在干旱、半干旱地区广阔的草地上，长距离游牧可以降低气候变化带来的风险；当牧业遭受干旱胁迫时，牧民会出售家畜或将牧群迁徙到新的牧场，以应对干旱带来的不利影响^[10]。

3.2 地带性

放牧系统单元因地理区域的气候、环境和其他资源的变化呈现地理地带性规律，在同一地理带中，放牧系统单元因季节变化而呈现时间地带性规律。

1) 空间地带性。

放牧系统单元中，草地(原)由于经纬度、海拔高度和距离海洋的远近差异，水热资源呈现不同的分异规律，从而形成不同生物地理区^[3]，即草地的空间地带性或地理地带性。根据地理地带性，全球的草原(天然草地)可以分为温带草原与热带草原两大类，前者如北美洲的普列里草原(prairie)、南美洲的潘帕斯草原(Pampas)、南部非洲的维尔德草原(Veld)、欧亚地区的斯太普草原(steppe)，后者如澳大利亚、南亚、东南亚、中非、东非的萨王纳草原(savanna)。这些不同地理地带性的草地

表1 全球不同地区放牧系统单元的主要家畜及其饲养方式
Table 1 Livestock and pastoral management strategies under different grazing system units around the world

畜种 Livestock	地区及草地类型 Region and grassland type	饲养方式 Pastoral management strategy			
		游牧 Nomadic	半游牧 Transhumant	定居放牧 Agropastoral	圈养 Enclosed
羊驼、美洲驼 Alpaca, Llama	南美安第斯山区(高寒荒漠) Andes of South America (alpine desert)	-	+	+	-
双峰驼 Bactrian camel	东亚、中亚(温带荒漠) East and middle Asia (temperate desert)	+	+	+	-
单峰驼 Dromedary camel	北非、西亚(热带荒漠) North Africa and West East Asia (tropical desert)	+	+	+	-
水牛 Buffalo	伊朗、印度(亚热带草原) Iran, India (subtropical grassland)	+	+	+	?
肉牛 Beef cattle	欧洲、澳洲、西亚(温带草原、热带草原、栽培草地) Europe, Australia, West Asia (temperate grassland, tropical grassland, cultivated grassland)	-	+	+	+
奶牛 Dairy cattle	欧洲、澳洲(温带草原、栽培草地) Europe, Australia (temperate grassland, cultivated grassland)	-	-	+	+
瘤牛(黄牛) Zebu cattle	非洲、西非(热带草原) Africa, West Asia (Tropical grassland)	+	+	+	+
牦牛 Yak	中亚高山、青藏高原(高寒草甸、高寒草原) Central Asian highland, Qinghai-Tibetan Plateau (alpine meadow, alpine steppe)	-	+	-	-
绵羊 Sheep	非洲、欧洲、亚洲(温带草原、热带草原) Africa, Europe, Asia (temperate grassland, tropical grassland)	+	+	+	+
山羊 Goat	非洲、欧洲、亚洲(温带灌丛、热带灌丛) Africa, Europe, Asia (temperate shrubland, tropical shrubland)	+	+	+	+
驯鹿 Reindeer	北极地区(冻原、苔原) Arctic region (Crymic, tundra)	+	+	-	?
马 Horse	中亚(温带草原) Central Asia (temperate grassland)	+	+	+	-
驴 Donkey	非洲、亚洲(温带草原) Africa, Asia (temperate grassland)	+	+	+	-

+, 有; -, 无; ?, 不确定。

+, yes; -, no; ?, not sure.

(原)上也相应牧养了不同类型的草食家畜,形成了放牧家畜的地理地带性(表1),如南美洲安第斯山区主要牧养美洲驼和羊驼,中亚地区主要牧养马,北非和西亚地区主要牧养驴和单峰驼,中亚、东北亚地区主要牧养双峰驼,西非和中西亚主要牧养山羊,中亚高原地区主要牧养牦牛,北极地区主要牧养驯鹿。欧亚草原带自古以来就以牧养牛、羊、马的畜牧业闻名^[3]。另外,非地理地带性的草地,如林缘草地、低地草甸以及半农半牧区和农区的农闲田种草养畜地等,也存在放牧系统单元,是极其重要的适应性和保护性土地利

用形式。

2) 时间地带性。

在同一地理地带性草地放牧系统单元中,牧民会根据季节更替寻找丰水源和牧草,在水平方向(纬度或经度方向)或垂直方向(高山、低山、山麓)往返迁徙放牧家畜,有时甚至会突破地理地带性的局限,随着雨水的季节性在不同地理地带性草地间迁徙(如新疆哈萨克族牧民在温性荒漠和高山草甸间迁徙),以获得充足的水、草资源^[1],这种“逐水草而居”的生产和生活方式体现了生物的时间地带性^[11]。但是,“逐水草而居”的草地畜牧业生

产并不等于随意放牧，而是有严格的放牧系统单元规划，即按照乡规民约将一定区域的牧场大体划分成为固定的部族或社区放牧场所，牧民在划定的区域内根据规定进行季节迁移、转换营地，如蒙古族的“走敖特尔”、藏族和哈萨克族的“转场”，都是以放牧系统单元为基本核心的草(原)上移动、游牧的通行习惯。在干旱或灾害(如雪灾)季节家畜无法得到充足的水草时，需要调整“走敖特尔”或“转场”的频次来解决实际问题。这种生产和生活方式既能使牧畜安全度过灾年，又能使草地有效的休养生息^[12]。千百年来，中国的蒙古族、藏族、哈萨克、裕固族等草原游牧民族一直遵循着这样的生产和生活方式，维系了把草地、家畜和人居关系的动态平衡^[13]。因此，放牧系统单元的时间地带性在降低牧业灾害风险、保持草地生态健康方面起到了重要作用。

3.3 脆弱性

以放牧系统单元为基础的草地畜牧业主要分布于全球干旱区、半干旱区、高寒区等水、热条件严重制约的地区或者生态环境极度脆弱的地区，是当地人口主要从事的生产或生计方式^[1]。在全球变化(包括气候变化、人口增长、土地利用与覆被变化、经济发展、社会转型、政策体制变化等)背景下，放牧系统单元的脆弱性日益凸显。中国西部地区(青藏高原、黄土高原、蒙古高原及新疆荒漠区)的案例研究结果表明，脆弱的生态环境是草地退化的自然内营力，气候变暖变干是加速草地退化的辅助外营力^[14]。近年来迅速增长的人口及家畜数量加重了载畜压力，造成了草地资源因过度利用而严重退化的后果。中央和地方政府先后在草原牧区推行了草畜双承包、以草定畜、牧民定居、退牧还草等政策措施等，但是这些政策措施并未和预期目标一样，实现生态保护和社会经济发展的双赢^[15-16]，一定程度上影响了放牧系统单元生态、生产、生计等“三生功能”的良性互动发展。

4 放牧系统单元的功能

放牧系统单元可以通过草地、家畜和人居3个要素，体现生产、生活及生态三大功能(图1)。借用联合国千年生态系统评估框架的概念，放牧系统单元具有支持(如土壤保持)、供给(如草畜产

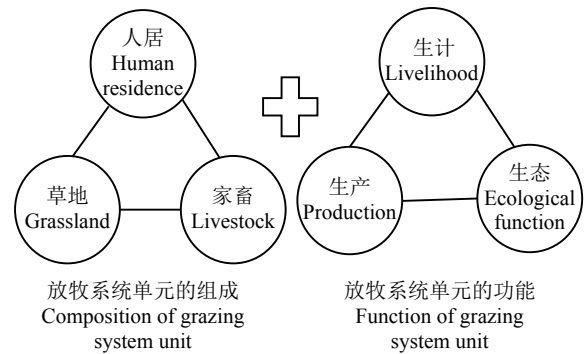


图1 放牧系统单元的组成与功能

Figure 1 Composition and function of grazing system unit

品)、调节(如气候调节)、文化(如文化遗产)等多种服务功能。

4.1 支持功能

放牧系统单元的组分中草地具有土壤形成及维持的重要功能，例如，草原区的蓝绿藻、地衣等低等植物可以使岩石分化、变为成土母质，其后在植物和微生物作用下逐渐成为土壤^[17]。草地植物的根系不仅可以提高土壤有机质含量，而且可以促进土壤团粒形成和土壤结构改良，加速土壤物理结构的形成和改良过程，使土壤向良性的方向发展。草地在合理的(放牧)利用状况下，生物有机体(植物、动物和微生物)的排泄物和残体归还于土壤，不断提高土壤肥力，改善土壤的化学性状及生态功能^[17]。

4.2 供给功能

放牧系统单元中的草地为人类提供了植物资源和产品，包括多种多样的食用和药用植物、适口性较好的饲用植物、种类繁多的景观植物。据报道，中国草地有饲用植物6352种，约占全国植物总种数的26%^[17]。除提供植物性资源和产品外，放牧系统单元还通过牧养家畜为人类提供大量的肉、奶、毛、皮等动物性产品。据de Hann等^[18]估计，1996年，全球仅12%的牛羊肉是圈养家畜生产的，88%的牛羊肉是通过放牧(单元)生产的。此外，放牧系统单元还具有木材、草类和放牧家畜的粪便等原材料和燃料的供给功能。

4.3 调节功能

放牧系统单元的地理地带性和时间地带性有效平衡了草地、家畜和人居间的关系，从而发挥了放牧系统的气体调节、气候调节、水分调节和干

扰调节等诸多调节功能。

放牧系统单元的气体调节功能主要指固碳释氧、保持碳(CO₂)氧(O₂)平衡、降低有害气体的功能。其中固碳释氧是重要的气体调节功能,即放牧系统单元中的家畜和人居通过呼吸作用向大气中释放CO₂,草地植物则通过光合作用吸收CO₂并向大气提供O₂,同时把CO₂通过生物转化作用贮存在植物和土壤中,起到减缓大CO₂排放、积累和温室效应的作用^[17]。

放牧系统单元的气候调节功能主要是对气温、降水、蒸发等气候要素的调节作用。草地植物生长、草地家畜放牧过程中,通过植物蒸腾、土壤蒸发、家畜的排汗等作用,调节草地环境的温度和湿度,加速水循环,降低环境温度和湿度的变幅,从而起到气候调节的作用^[17]。

放牧系统单元的水分调节功能主要是水资源供给和水源涵养功能。草地上的植物和土壤通过截留、径流、入渗等过程,可以调节水分的运移过程,起到调蓄水量、减轻洪涝或旱灾的作用,为下游持续不断提供水源;同时放牧系统单元中的家畜和人居可通过合理的水资源利用,起到水分调节作用。例如,由于草地放牧系统单元的调控作用,黄河的水量在玛曲段流量增加108.1亿m³·a⁻¹,可见放牧系统单元的水分调控能力巨大。

放牧系统单元的干扰调节功能是对内部和外在干扰下环境波动的反馈性调控,如防风固沙、洪水消减等受环境变化的反应和调控^[17]。放牧系统单元中的草地植被通过截流、吸收、蒸腾等作用起到洪水控制和干旱调节的作用,放牧系统单元中的草地植被通过降尘、枯枝落叶、分泌物、地表结皮等起到防风固沙的作用,放牧系统单元中的家畜和人居则通过放牧调控降低沙尘、干旱和洪水等带来的生态风险。

4.4 文化功能

放牧系统单元中,草地的自然环境和生产条件、放牧家畜的特点,塑造了牧业族群特定的传统习俗、生产和生活方式等,形成了各具地方特色的草原民族文化。草原民族在长期利用自然资源(草地资源)的过程中,养成了与大自然和谐共处、合理利用自然资源的生态伦理^[17,19]。在草地放牧生产实践中,草原民族创造了独特的绘画、音

乐、舞蹈和运动等艺术文化,为全球文明多样性的传承和发展起到了十分重要的贡献^[1]。可见,放牧系统单元具有十分重要的文化服务功能。

5 放牧系统单元的失衡

剖析中国草原牧区因管理不当造成的放牧系统单元失衡问题,可以看出,解放初期,在“以粮为纲”的方针政策误导下,北方大部分地区的放牧草地被大面积开垦,造成了家畜数量较多、放牧场面面积较小的草畜供需矛盾,草地放牧系统单元中草地、家畜和人居的和谐关系被打破,引发了草地退化的生态环境问题^[20]。改革开放后,由于家庭联产承包责任制在农区取得了巨大的成果,广大牧区也参照农区实施了草地、牲畜双承包政策,广阔的草原被分割成为每家每户经营的小片放牧场。该政策的实施从根本上改变了“草原无主,放牧无界,使用无偿,建设无责”的传统观念,初步建立了“以草定畜,草畜平衡,增草增畜,畜草同步发展”的发展机制。同时,该政策可以使牧民自主进行生产经营,不仅实现了牧民的劳动成果和实际回报的有机统一,而且极大地保障了牧民的社会权益,因此政策执行初期激发了牧民生产劳动的积极性,促进了草地畜牧业的迅速发展。然而30多年来,“草地、家畜双承包责任制”忽视了人居因子,人口和家畜数量激增带来的草地过牧现象严重,放牧系统单元的草地、畜群、人居关系逐渐失衡,出现了草地退化、牧业衰退、牧民返贫等一系列环境与社会问题^[3],主要表现在:

1) 草地条块化分割降低了放牧系统单元的流动性、灵活性和保护性,造成了部分草地因超载过牧或利用不足而发生退化的现象。其原因在于:游牧作为干旱、半干旱区和高寒区草地利用的主要方式,充分体现了放牧系统单元的时间地带性特征,即人居(牧民)通过大面积、长距离在不同草地间的游走和迁徙,使畜群根据不同季节的植物物候特征可持续利用草地资源,“逐水草而居”使草地得以休养生息。实行草地和家畜双承包责任制后,牧民被固定在自己承包的草地上,放牧系统单元的规模效应受限,无法实行“逐水草而居”的大范围、长距离游牧;由于家庭承包草地的面积过小,家畜无法进行充分的转场,长期反复的家畜啃食践踏,致使草原植被的再生和恢复受限。

同时，牧民受家畜“头数观念”的影响，在承包的小片草地上大量放牧家畜，造成草地的实际放养规模超过草地的载畜能力，导致部分草地超强度重复利用，造成草地退化、沙化等严峻的生态环境问题^[20]，进而影响牧民的牧业经济收入，最终陷入“草地生态退化-牧业生产减弱-牧民生计下降”的恶性循环之中。

2) 草畜分散化经营降低了放牧系统单元的适应性和多样化，造成草畜产品在市场竞中处于弱势地位。在游牧时期，牧户群体可以通过家畜搭配组合、大规模出栏和存栏调配来满足市场的需求，通过多样化生产经营来适应市场变化。草地和家畜由家庭(个体)承包后，由于生产规模小且相对分散，很难进行规模化、专业化生产经营，新技术的引入难度较大，扩大生产投资的能力和动力不足，难以获得精准的市场信息，草畜生产经营容易受到市场变化的冲击。

3) 人居个体化生产减弱了放牧系统单元的传统知识利用和共同支持作用，造成牧户应对自然灾害等风险的能力下降。在游牧时期，人居以部落或社区为单位(共同体)，充分利用传统知识经营草地和家畜，通过强有力的合作和相互支持，共同抵御雪灾、旱灾、火灾、蝗灾等自然灾害，充分保证了草畜生产、草地生态及牧民的生活水平。但草地和家畜个体化承包经营后，牧民的传统知识得不到充分利用，社区的通力协作和相互支持作用得不到发挥，导致草畜经营成本增加、牧户抵抗风险(自然灾害等)的能力下降，直接影响牧民收入和牧业可持续发展。

因此，草地和家畜双承包带来的草地经营条块化和破碎化、草畜产品市场竞争力弱、牧民(牧户)抗风险能力较低的问题，需要从人居、草地和畜群的整体性和系统性来优化放牧系统单元体系，形成生态、社会和经济效益显著提升的放牧系统单元优化模式。

6 放牧系统单元的重建

稳定健康的放牧系统单元是草地生态、牧业生产和牧民生活(生计)的根本保障，失衡无序的放牧系统单元则是草地退化、牧业衰退、牧民返贫的主要缘由。因此，放牧系统单元的恢复重建是

促进草原牧区草地畜牧业可持续发展的根本途径。可持续放牧系统单元的内涵和外延可以理解为：具有充足、连续分布的草地资源，以保证人居和家畜系统的运转空间；具有一定数量的畜群，以保障草地水分、养分的有效流通及草地健康；需要合理经营管理，以保持人居-草地-家畜耦合系统的有序运行。依据这些先决条件，放牧系统单元的重建需根据自然环境和社会经济条件，因时因地分类设计和实施，主要有3种模式。

6.1 联户/合作社为单位的现代游牧模式

在草地资源大面积分布但生产力较低的地区，适于发展联户或合作社为单位的现代游牧模式(图2)。这种放牧系统单元主要以牧民联户或合作社为单位，以规模化、低投入、粗放式草地畜牧业生产为目的，依据传统的“逐水草而居”的游牧原则，通过大范围、长距离的人居和家畜迁徙、游牧，维持人居、草地和家畜的时空平衡关系，实现草地资源的可持续利用。与过去“居无定所”的游牧方式比，现代游牧发展成为半定居游牧方式，即牧户冬季居住于固定的定居点，春、夏、秋季在草地上游牧，部分家庭成员在城市打工补贴家用。未来，现代游牧可以发展成为两段式甚至三段式定居游牧，即牧户具有2个或3个季节性定居点和两条游牧路线，在不同年份间交换使用季节

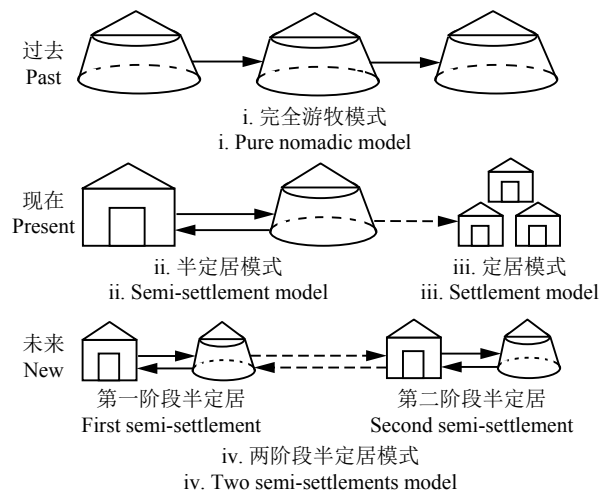


图2 联户/合作社为单位的现代游牧模式
 Figure 2 Joint household/farmer cooperative-based modern nomadic grazing patterns

参考文献 [21]，并进行了修改。

Figuer modified from reference [21].

性定居点和游牧路线,以减少草地因超载过牧而退化的风险^[21]。这种放牧系统单元模式不仅可以保障草地资源的可持续利用,而且可以促进联户/社区间的共同支持和相互协作,减少自然灾害等带来的社会和生态风险。从中亚、北非干旱半干旱区及南亚、南美高山地区的牧场管理实践来看,以联户/社区为单位的半定居式游牧可以实现脆弱区草地资源的可持续利用和牧业系统的健康发展^[1,15]。

当前,中国在实施农村土地“三权分置”(所有权、承包权和使用权)的政策下^[22],可以在西部荒漠草原和荒漠分布区(包括青藏高原高地区的高寒荒漠草原和高寒荒漠分布区),通过草原使用权转让或牧业合作社建设,形成一定规模的牧业联户/合作社,共同实践现代游牧的牧业生产模式,维系放牧系统单元的三大组分草地、家畜和人居之间的平衡关系,提高放牧系统单元的功能与价值。

6.2 家庭或小型牧场为单位的定居放牧模式

在水热条件较好、草地面积较小但生产力高的地区,适于发展家庭牧场或公司化运营的小型牧场定居放牧模式。这种放牧系统单元主要以家庭或小型牧场为单位,以商品专业化生产为目的,通过放牧与舍饲相结合的生产方式,拥有一定的牧业生产规模,能够获得稳定的经济收入。这种模式的优势在于突破草地载畜量的束缚,将土地的效益最大化,并且可以将资源配置合理化,使放牧系统单元的组分要素趋于最佳化发展。从欧洲、澳洲或北美的家庭牧场/公司化运营的小型牧场管理实践来看,这种放牧系统单元的共同模式是“高产人工草地+高效草地畜牧业+高技术草畜产品加工”。例如,欧洲的栽培草地占全部草地面积的50%以上,草地牧草占全部饲料生产的49%,通过“高产栽培草地+高效草地畜牧业+高技术草畜产品加工”的运营模式,西欧和北欧的栽培草地每年可获得 $9\,000\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 牛奶或 $950\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 牛肉^[23]。新西兰的栽培草地约占全部草地面积的69.1%,以家庭牧场或公司化运营的小型牧场为单位的放牧系统单元已成为全球低成本、高效益的种草养畜典范。

中国目前在“粮改饲”政策的引导下,在适合种优质牧草的地区推广牧草种植,将单纯的粮仓变

为“粮仓+奶罐+肉库”,将粮食、经济作物的二元结构调整粮食、经济、饲料作物的三元结构^[24],推动家庭牧场或小型牧场放牧系统单元的草牧业发展。在北方农牧交错区和农业区,这种放牧系统单元的模式可以促进形成农业的农、经、饲三元结构,改善农业和产品的结构性缺陷^[25]。在南方农业区,这种放牧系统单元的模式可以通过冬闲田建植超短期栽培草地,使传统的热带、亚热带水稻生产与牧草和草食家畜生产相结合,进一步提高复种指数、光能转化率、产品多样性和经济效益^[23]。在南方草山草坡区,充分利用这些地区独特的气候资源和土地潜力,发展家庭牧场或小型牧场放牧,施行精密的划区轮牧,如日粮计或小时计的划区轮牧,实现草牧业持续发展,生态环境优化,农牧民脱贫致富。

6.3 合作社/大型牧场为单位的划区轮牧模式

在草地资源大面积分布且生产力较高的地区,适于发展以合作社或公司化运营的大型牧场为单位的划区轮牧模式。这种放牧系统单元主要以社区或大型牧场为单位,以规模化、专业化、集约化草地畜牧业生产为目的,通过大范围草地的季节轮牧和小范围草地的小区轮牧,维持草畜供需之时空平衡,实现草地资源的可持续利用。这种放牧系统单元模式不仅可以保证畜牧业的规模化生产,而且可以保护草地生态环境,实现生态保护和牧业持续生产的双赢目的。从美国、澳大利亚等天然草地面积较大的发达国家大型牧场管理实践来看,通过实行严格的准入制度和监测管理,实现大面积草地的季节性轮牧或有计划地对区域草地进行科学轮牧利用,维持草畜平衡。

当前在中国农村土地政策变革的条件下^[22],可以在北方温带草原和草甸分布区、青藏高原高原高寒草甸和草原分布区,通过牧户承包草原的使用权转租或入股,形成规模化的牧业合作社或公司化运营的大型牧场,根据不同季节、不同类型草地的载畜量,配置相应数量和种类的放牧家畜;在同一类型的草地上根据牧草的生长和再生速率,划分不同轮牧小区以调控放牧家畜的数量和时间,维系放牧系统单元的三大组分草地、家畜和人居之间的和谐关系,提高放牧系统单元的生态服务功能。

参考文献 References:

- [1] DONG S K, KASSAM K, TOURRAND JF, BOONE RB. Building Resilience of Human-Natural Systems of Pastoralism in the Developing World: Interdisciplinary Perspectives. New York: The Springer, 2016.
- [2] BOONE R B, CONANT R T, SIRCELY J, THORNTON P K, HERRERO M. Climate change impacts on selected global rangeland ecosystem services. *Global Change Biology*, 2018, 24(3): 1382-1393.
- [3] 任继周. 放牧, 草原生态系统存在的基本方式: 兼论放牧的转型. *自然资源学报*, 2012, 27(8): 1259-1275.
REN J Z. Grazing, the basic form of grassland ecosystem and its transformation. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(8): 1259-1275.
- [4] 任继周, 侯扶江, 胥刚. 草原文化基因传承浅论. *中国农史*, 2011, 30(4): 15-19.
REN J Z, HOU F J, XU G. Discusses on inheritance of grassland culture genetic gene. *Agricultural History of China*, 2011, 30(4): 15-19.
- [5] 任继周, 侯扶江, 胥刚. 胥刚草原文化的保持与传承. *草业科学*, 2010, 27(12): 5-10.
REN J Z, HOU F J, XU G. Conservation and inheritance of nomadic culture. *Pratacultural Science*, 2010, 27(12): 5-10.
- [6] 任继周. 草地农业生态学. 北京: 农业出版社, 1995.
REN J Z. *Grassland Agroecology*. Beijing: Agriculture Press, 1995.
- [7] 许鹏. 草地调查与规划学. 北京: 农业出版社, 1994.
XU P. *Grassland Survey and Planning*. Beijing: Agriculture Press, 1994.
- [8] HERRERO M, HAVLIK P, VALIN H, NOTENBAERT A, RUFINO M C, THORNTON P K, OBERSTEINER M. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110: 20888-20893.
- [9] 中国林业网. 我国草原资源现状、保护建设成效和今后的工作重点. (2018-07-18) [2019-05-06] <http://www.forestry.gov.cn/main/3957/20180718/103759438556210.html>
China Forestry Web. Current status, conservation and construction progress and future work priorities on Chinese Grassland Resources. (2018-07-18) [2019-05-06] <http://www.forestry.gov.cn/main/3957/20180718/103759438556210.html>
- [10] BLENCH R. You can't go home again: Pastoralism in the new millennium. London: CISPAL, 2001: 6-47.
- [11] 任继周, 刘学录, 侯扶江. 生物的时间地带性及其农学涵义. *应用生态学报*, 2002, 13(8): 1013-1016.
REN J Z, LIU X L, HOU F J. Bio-geological temporal zonation and its agricultural significance. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(8): 1013-1016.
- [12] 宝力高. 论蒙古族传统生态文化. *内蒙古师范大学学报(哲学社会科学)*, 2006(1): 26-30.
Baoligao. On the traditional ecological culture of the Mongolian nationality. *Journal of Inner Mongolia Normal University (Philosophy & Social Science)*, 2006(1): 26-30.
- [13] 王素娟, 孙国军. 蒙古族游牧文化: 言说着人与自然的和谐. *原生态民族文化学刊*, 2010, 2(4): 91-96.
WANG S J, SUN G J. Mongolian nomadic culture: The expression of harmony between human and nature. *Journal of Original Ecological National Culture*, 2010, 2(4): 91-96.
- [14] 龙瑞军, 董世魁, 胡自治. 西部草地退化的原因分析与生态恢复措施探讨. *草原与草坪*, 2005(6): 5-9.
LONG R J, DONG S K, HU Z Z. Grassland degradation and ecological restoration in western China. *Grassland and Turf*, 2005(6): 5-9.
- [15] DONG S K, WEN L, YANG Z F, LIU S L, LASSIOE J P, ZHANG X F, YI S L, LI J P. Vulnerability of worldwide pastoralism to global changes and interdisciplinary strategies for sustainable pastoralism. *Ecology and Society*, 2011, 16(2): 10.[online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art10/>
- [16] 董世魁, 朱晓霞, 刘世梁, 王学霞, 苏旭坤, 李媛媛, 温璐. 全球变化背景下草原畜牧业的危机及其人文-自然系统耦合的解决途径. *中国草地学报*, 2013, 35(4): 1-6.

- DONG S K, ZHU X X, LIU S L, WANG X X, SU X K, LI Y Y, WEN L. Crisis of pastoralism associated with global changes and coupled human-natural systems for sustainable pastoralism worldwide. *Chinese Journal of Grassland*, 2013, 35(4): 1-6.
- [17] 胡自治. 草原的生态系统服务: II. 草原生态系统服务的项目. *草原与牧草*, 2005(1): 3-10.
HU Z Z. Ecosystem services of rangeland/grassland: II. Items of ecosystem services of rangeland/grassland. *Grassland and Forage*, 2005(1): 3-10.
- [18] DE HANN C, STEINFELD H, BLACK B H. *Livestock and the environment: Finding a balance*. Brussels: European Commission Directorate-General for Development Policy Sustainable Development and Nature Resource, 1997.
- [19] 任继周. *中国农业伦理学概论*, 北京: 农业出版社, 2019.
REN J Z. *Introduction to Agro-ethnics in China*. Beijing: Agriculture Press, 2019.
- [20] 董世魁, 江源, 黄晓霞. 草地放牧适宜度理论及牧场管理策略. *资源科学*, 2002, 24(6): 35-41.
DONG S K, JIANG Y, HUANG X X. Suitability-degree of grazing on the grassland and the management strategies of grazing land. *Resources Science*, 2002, 24(6): 35-41.
- [21] SHANG Z H, GIBB M J, LEIBER F, ISMAIL M, DING L M, GUO X S, LONG R J. The sustainable development of grassland-livestock systems on the Tibetan Plateau: Problems, strategies and prospects. *The Rangeland Journal*, 2014, 36: 267-296.
- [22] 陈朝兵. 农村土地“三权分置”: 功能作用、权能划分与制度构建. *中国人口资源与环境*, 2016, 26(4): 135-141.
CHEN C B. Division of three rights of rural land: The function, right content and system construction. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(4): 135-141.
- [23] 胡自治. 世界人工草地及其分类现状. *国外畜牧学: 草原与牧草*, 1995(2): 1-8.
HU Z Z. Artificial grasslands in the world and its classification status. *Oversea Animal Husbandry: Grassland and Forage*, 1995(2): 1-8.
- [24] 杨春, 韩振. “粮改饲”试点推进探索. *农业生产展望*, 2017(10): 32-35.
YANG C, HAN Z. Exploration on the pilot of “Changing Grain to Forage”. *Agriculture Production and Prospect*, 2017(10): 32-35.
- [25] 董世魁, 康慕谊, 江源. 北方农牧交错带的农业结构调整与草地畜牧业可持续发展. *中国草地*, 2004, 26(1): 59-64.
DONG S K, KANG M Y, JIANG Y. Adjustment of agricultural production structure and sustainable development of pastoral industry in farming-pastoral zone of northern China. *Grassland of China*, 2004, 26(1): 59-64.

(责任编辑 苟燕妮)