

# 草原资源资产管理评价研究

——以内蒙古锡林浩特市为例

孙若梅

(中国社会科学院 农村发展研究所, 北京 100732)

**摘要:**我国自然资源资产管理中,其质量评价是重点和难点。研究以界定草原资源资产管理的概念为逻辑起点,试图揭示出衡量草原资源资产质量的指标,建立起草原资源资产质量的评价框架;基于内蒙古锡林浩特市草原的监测信息,通过分析草原监测样点的草地型、植被盖度、多样性、产草量指标的变化,对草原资源资产的稳定性和退化性做出评价,提出草原资源资产管理和监测制度安排的政策建议。主要结论如下:(1)自然资源资产管理评价中,基于产权单元的资源资产信息的可获得性是重要基础;(2)制定出与草原资源资产质量特征相匹配的政策,是实现自然资源资产有效管理和生态文明制度创新的重要举措。

**关键词:**自然资源资产管理;草原资源资产质量评价;生态文明制度创新

中图分类号:F062.2 文献标识码:A 文章编号:1671-4407(2015)12-088-05

## Research on Assessment of Grassland Resource Asset Management: A Case Study on Xilinhaote City of Inner Mongolia

SUN Ruomei

(Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Science, Beijing 100732, China)

**Abstract:** In the natural resource asset management of China, quality assessment is critical and a difficulty. As a logical starting point of defining concept of grassland resource asset (GRA)management, the paper's study tries to reveal indicators for measuring the GRA quality, to develop a framework for GRA quality assessment. Based on the grassland monitoring information from Xilinhaote City of Inner Mongolia, by analyzing some changes of indicators, such as grassland composing, vegetation coverage, diversity and grass yield, the assessment has been made for the stabilization and degradation of grassland resource assets. Furthermore, policies are suggested for management and monitoring system of GRA. The key conclusions are: (1) For the GRA assessment, availability of basic resource asset data based on property unit is important foundation. (2) Designing the policy which are matching the characteristics of GRA are important strategy for realization the GRA management efficiency of GRA and innovation of ecological civilization system.

**Key words:** natural resource asset management; grassland resource asset quality assessment; innovation of ecological civilization system

### 1 基本概念和研究进展

#### 1.1 自然资源资产概念的提出

自然资源资产管理的经济学基础是共有品理论、产权理论和生态资本概念。100年前经济学家已提出的共有财产和开放进入资源的管理问题,至今一直没有解决;并且伴随巨大的经济发展,在自然资源领域存在的与可更新资源相联系挑战在不断增加,其中往往以资源的开放进入为特征。基于对共有性理解的不断深入,经济政策工具的设计变得更加精致,可以使政策制定者解决具有不确定、空间和时间上有异质性和持续时间长的问题<sup>[1]</sup>。已有的研究,认识到草原资源因其具有开放进入特征而导致过度利用和生态系统退化。自然资源资产管理是以产权单元为基

础的资源管理,追求产权单元与生态系统单元的统一管理。

1987年布伦特兰委员会在《我们共同的未来》<sup>[2]</sup>报告中提到:生物圈是一种最基本的资本,应该把生态和环境当成本来看待,这是早期使用生态资本概念的经典文献。自然资源的生产资源与生态资源属性,已经诱导学者将探索研究的重点从资源生产价值扩展到环境核算<sup>[3]</sup>和生态系统生产总值核算的理论和方法论<sup>[4]</sup>,自然资源定价和生态资本度量正在成为资源与生态经济学研究核心范畴。

党的十八届三中全会提出:健全国家自然资源资产管理体制,完善自然资源监管体制,探索编制自然资源资产负债表,对领导干部实行自然资源资产离任审计。由此,自然资源资产管理成为我国生态文明战略布局下

基金项目:中国社会科学院农村发展研究所“农业资源与农村环境保护”创新项目

作者简介:孙若梅(1962~),女,研究员,博士生导师,中国社会科学院农村发展研究所生态与环境经济研究室主任,研究方向为生态经济和农村发展。

的重要内容, 实现这一目标需要获得反映资源资产数量和质量的信息。

### 1.2 可更新资源的理论研究进展

在过去的一个世纪, 有再生能力的可更新自然资源, 在多数情况下变得很稀缺, 在有些情况下被耗竭、甚至灭绝了。而具有讽刺意味的是, 许多有限供给的不可更新自然资源 随着时间的推移没有变得更加稀缺、也没有被耗竭。对这一事实的经济学解释是 : 当绝大多数不可再生资源具有明确定义的、可强制执行的财产权特征时, 价格信号反映出相对的经济稀少性一直激励着探索和发现, 技术进步供给替代。因此, 不可更新资源更多地具有平稳过渡的特征而不是过冲和崩溃 ; 储量增加了, 需求变化了, 替代品出现了, 在某些情况下, 已经激励着再循环。结果是, 在过去的一个世纪, 自然资源的经济稀缺程度没有不断地增加, 而是下降了。而大多数可更新资源具有共同产权或开放进入特征, 结果可更新的自然资源( 包括许多森林和绝大多数渔场 ) 的稀缺性表现为单调性增加特征<sup>[1]</sup>。自然资源资产管理正是基于这样的困境, 而具有理论价值和现实意义。

### 1.3 生态系统质量评价的研究进展

在生态系统质量评价研究文献中, 涉及自然生态系统质量评价( 湿地、森林、草原 ) 和城市生态系统评价。此外, 在自然科学的研究中, 多以草原面积和净初级生产力 ( NPP ) 作为生态系统质量的评价指标。

第一, 评价指标和评价方法的研究。重点放在评价指标选择、指标权重确定上, 如 : 熵权法, 模糊综合评价法, 层次分析法等, 主要结论多以给出评价单元的分等级或排序形式出现。在上海城市生态系统质量评价研究<sup>[5]</sup>中, 以县级行政区域为评价单元, 通过确定评价标准、指标和各指标权重完成评价, 包括 : (1) 生态系统结构评价指标 : 景观破碎性、景观多样性和景观连通性 ; (2) 生态系统功能评价指标 : 生物量和初级生产力两个指标 ; (3) 生态系统胁迫评价指标 : 人口密度、经济活动强度。在额尔齐斯河流域湿地生态系统评价中, 基于 PSR 模型, 建立包含压力、状态、响应 3 大类共 11 个指标的生态系统健康评价指标体系, 以遥感数据和统计监测数据为基础, 结合层次分析法和模糊数学综合评价模型对额尔齐斯河流域的湿地进行综合评价, 分析面临的压力、所处的状态及其对压力的响应<sup>[6]</sup>。

第二 基于草原植被覆盖度的评价。欧阳志云的研究中, 采用基于植被覆盖度指标和以省级行政单位为评价单元, 对全国各省草地生态系统质量进行等级评价( 2010 年数据 ); 评价标准分为优、良、中、低、差五个等级。全国草地面积, 从优到差的比例分别为 5.5%、12.0%、14.3%、22.7% 和 45.5%。按这一评价结果, 我国草地等级 45.5% 处于“差”水平。这一基于遥感数据的大尺度研究, 勾勒出全国和各省

级行政单元的草原生态系统质量状况, 为自然资源资产宏观管理提供了基础信息。同时, 仍有待完善和深入研究的地方 : 第一, 对不同类型的草原生态系统采用了单一的评价标准 ; 而草甸草原、典型草原、荒漠草原的植被覆盖度之间存在着差异, 这样就难免存在高估和低估的问题。第二, 草原植被覆盖度重要的评价指标, 是影响草原的评价生产力的显著因素。同时, 生态系统植被群落的结构和植物种数, 也是草原生态系统质量评价中的重要内容。

## 2 草原资源资产评价——锡林浩特市的研究

### 2.1 草原资源资产管理的内涵

草原资源资产管理的内涵是 : 以草原的产权主体为监测对象, 刻画的是产权单元( 牧户、嘎查、苏木、旗等 ) 所有或使用的草原资源资产质量的变动特征, 管理的目标是产权单元经济收益的可持续性和草原生态系统的安全性。而草原资源管理, 以草原生态系统为监测对象, 勾勒的是以草原资源和生态系统的变动特征, 管理的目标是草原生态系统功能的持续性。在草原资源资产管理评价中, 既可以按生态系统对草原资源做出评价, 又可以按产权主体对草原资产进行评价, 它们就有机地结合起来了。由此可见, 草原资源资产管理, 是基于所有权或产权的管理, 是基于用途管制和承载力约束的管理, 是能问责和可追究的制度化、管理。扎实地开展草原资源资产管理, 是健全国家自然资源资产管理体制、完善自然资源监管体制和推进生态文明制度建设的基础性工作。

### 2.2 评价框架

本文的草原资源资产评价研究框架是, 基于草原资源产权的评价单元, 选择出刻画草原资源资产数量和质量的评价指标, 确定出评价标准, 依据产权单元的监测数据进行评价( 图 1 )。

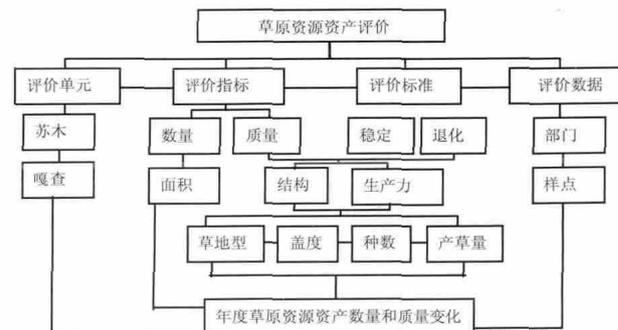


图1 草原资源资产评价框架

### 2.3 评价指标和数据

#### 2.3.1 数量指标

草原资源资产数量评价指标是草原面积, 即以各个苏木和国有牧场草原面积变化监测数据为基础, 重点关注草

原资源资产用途的变化,是草原资产负债管理的重要内容和草原管理的数量红线。

### 2.3.2 质量指标

草原资源资产质量评价指标是结构指标和生产力指标,具体为草地型、植被盖度、植物多度和产草量。第一,草地型,以建群种和优势种的构成为重要表征,可以判断草原生态系统的稳定性或演替性,作为衡量草原演替方向进而评价草原资源资产质量升降态势的监测指标。长期内主要是受气候因素影响而相对稳定。但在近期因为气候变化的背景,对生态系统造成一定冲击。第二,植被盖度和植物多度,既是衡量生态系统的结构性指标亦与生产力水平相关,是衡量草原生态系统质量的监测指标,可以判断草原的恢复或退化程度。第三,产草量,为衡量指标的草原生态系统生产力的指标,它是测定出的数值而非直接观察的指标。产草量长期内主要受草地型影响而相对稳定,短期内它主要受天气因素影响而波动较大,由于草原产草量受天气因素、特别是降水的影响,具有波动性,各年的产草量需要调整,而不宜直接拿来分析。

### 2.3.3 评价单元和数据

草原资源资产质量的基本评价单元为苏木和嘎查,目的是获得与产权单元相匹配的草原资源资产信息,苏木(国有牧场)和嘎查是国有和集体草原资源的基本产权单元,应作为自然资源资产管理和干部考核的基础。为此,需要根据草地类型、海拔高度、坡度等特征,在苏木中的各个嘎查和国有牧场的各个分场抽出固定样点,年复一年地进行连续监测,全面把握基于产权单元的各年度草原资源资产质量的变化。

数据来源主要为两部分:(1)来自市国土局草地面积数据,为2009~2012年的按行政单元汇总数据,具体是锡林浩特市辖的3个苏木(镇)和4个国有牧场;(2)来自市草监局样点监测数据,为2003年、2008~2014年的样点数据,其中样点数由2003年9个增加到2014年32个。

### 2.4 数量评价

根据国土部门的草地面积数据,锡林浩特市2009年和2012年草地总面积分别为139.07万公顷和138.91万公顷,天然牧草地占绝对优势(见表1)。

全市及各个苏木和国有牧场的草地面积变化的特征(见表2):第一,总体呈现出草地面积数量减少的趋势,但减少的百分比在下降;2010年较2009年减少0.060%,2011年较2010年减少0.030%,2012年较2011年减少0.025%。第二,比较国营牧场和苏木的草地面积变化,总体上是国营牧场的草原面积减少比例大于苏木。第三,比较人工牧草地面积和天然牧草地的变化,人工牧草地的变化幅度大于天然牧草地变化幅度。

表1 锡林浩特市天然牧草地和人工牧草地的比例

单位:%

	2009		2010		2011		2012	
	天然牧草地	人工牧草地	天然牧草地	人工牧草地	天然牧草地	人工牧草地	天然牧草地	人工牧草地
锡林浩特市平均	94.09	0.90	94.06	0.95	94.05	0.95	94.07	0.95
牧场1	96.71	0.90	96.63	0.98	96.63	0.98	96.63	0.98
牧场2	99.59	0.34	99.56	0.37	99.56	0.37	99.56	0.37
牧场3	97.83	2.02	97.78	2.07	97.79	2.08	97.79	2.08
苏木1	92.15	0.37	92.12	0.40	92.12	0.40	92.12	0.40
苏木2	96.08	1.07	96.04	1.12	96.04	1.12	96.07	1.12
苏木3	85.02	1.28	85.02	1.28	85.02	1.28	85.02	1.28

表2 2009~2012年锡林浩特市草地面积变动率

单位:%

	2010~2009的变动率(2010~2009)/2010			2011~2010的变动率(2011~2010)/2011			2012~2011的变动率(2012~2011)/2012		
	草地	其中:		草地	其中:		草地	其中:	
		天然牧草地	人工牧草地		天然牧草地	人工牧草地		天然牧草地	人工牧草地
锡林浩特市平均	-0.060	-0.099	4.885	-0.030	-0.032	0.125	-0.025	-0.012	-0.042
牧场1	-0.002	-0.082	7.874	-0.003	-0.002	-0.086	-0.004	-0.002	-0.138
牧场2	-0.007	-0.038	8.124	-0.032	-0.031	-0.314	-0.003	-0.003	0.000
牧场3	-0.171	-0.224	2.306	-0.420	-0.417	0.000	-0.054	-0.055	-0.029
苏木1	-0.007	-0.043	8.157	0.000	0.000	0.000	-0.002	-0.002	0.000
苏木2	-0.101	-0.136	4.484	-0.041	-0.043	-0.020	-0.041	-0.012	-0.003
苏木3	-0.015	-0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 2.5 质量评价

本研究中的草地资源资产质量评价包括:稳定性评价,退化性评价和生产力评价。

### 2.5.1 稳定性评价

锡林浩特市草原类型为典型草原(面积占70%)、草甸草原(面积占25%)和沙地植被(面积占5%),各类草原类型中的草地型由不同的建群种与优势种组成,其变化是评价草原生态系统稳定性和演替性的主要指征。第一,典型草原为地带性植被,建群种是大针茅(针茅),一般情况下羊草典型草原是优势种而不是建群种,根据建群种和优势种分为三个草地型,I-1:大针茅(针茅)+羊草+杂,I-2:大针茅+隐子草+羊草,I-3:克氏针毛+羊草+杂草;出现冰草是生态系统恢复的标志;而羊草减少和隐子草增多,是过度放牧利用的结果;克氏针茅增加成为建群种,表明是群落呈现退化演替。第二,草甸草原为非地带性草原群落,生产力较高,包括山地草甸、湿地草甸和林缘草甸三个草地型,II-1:贝加尔针茅+杂草,II-2:苔条+羊草+杂草,II-3:羊草+(苔草)+杂草。第三,沙地植被类型中的沙蒿(沙鞭)为建群种,生产力较低;根据演替性特征分为两种草地型,III-1:沙鞭+杂草,III-2:沙鞭+冰草+杂草,草原沙地植被群中出现冰草为正向演替标志。

具体评价结论如下。

总体上讲:2008~2014年间,锡林浩特市的草地生态系统总体具有稳定性,同时存在着部分样点的正向演替特征和部分样点出现过度利用现象。具体为:第一,典型草原样点中,2008、2010、2011年分别有一个样点出现正向演替;2011、2012、2013、2014年共有5个样点出现过度利用;2008、2011年各有一个样点出现逆向演替,其余均为稳定状态;第二,草甸草原样点中,2008、2011、2012、2013、2014年共有5个样点出现过度利用;第三,沙地植被中,2014年一个样点出现恢复(见表3)。

表3 锡林浩特市草原资源的草地型

产权单元		2008	2010	2011	2012	2013	2014
苏木(牧场)	嘎查(分场)	监测样点号					
苏木1	1	26	I-1	I-1	I-1	I-1	I-1
	2	29	I-1	I-1	I-3	I-3	I-3
	3	34	I-1	I-1	I-1	I-2	I-2
	4	工程锡市-001内	I-1	I-1	I-1	I-1	I-1
	5	工程锡市-001外	I-1	I-1	I-1	I-1	I-1
苏木2	6	工程锡市-003内	I-1	I-1	I-1	I-1	I-1
	7	工程锡市-003外	I-1	I-1	I-1	I-1	I-1
苏木3	8	工程锡市-005内	I-1	I-1	I-1	I-1	I-1
	9	工程锡市-006内	I-1	I-1	I-2	I-1	I-1
	10	工程锡市-006外	I-1	I-1+	I-1	I-1	I-1
牧场1	1	27	I-1+	I-1	I-1	I-1	I-2
	2	锡市-08	II-3	II-2	II-3	II-3	II-3
牧场2	3	31	I-3	I-1	I-3	I-1	I-1
	4	锡市-03(31外)	I-1	I-1	I-1+	I-1	I-1
牧场3	5	30	II-1	II-1	II-1	II-1	II-3
	6	锡市-06	II-2	II-2	II-2	II-2	II-2
牧场4	7	32	III-1	III-1	III-1	III-1	III-2

注:“I-1+”含义是“I-1”草地型中出现冰草,表现恢复特征。

2.5.2 退化性评价

利用样点监测数据确定出恢复与退化指标包括:植被盖度(C)和植物种数(多度D)。盖度:即植被覆盖度的百分比,反映草原利用程度和生产水平,与当年降水量相关;种数(多年生植物种数):又称为多度,反映草原生态系统质量指标。本研究中以锡林浩特市草原管理部门提供的经验数据为评价标准(见表4)。

表4 锡林浩特市草原按盖度和多度恢复的评价标准

单位:%

草原类型	恢复		轻度退化		中度退化		重度退化	
	C	D	C	D	C	D	C	D
典型草原	>30	>10	20~30	6~10	15~20	4~6	<15	<4
草甸草原	>50	>15	40~50	10~15	20~40	8~10	<20	<8
沙地草原	>25	>10	25~15	6~10	10~15	4~6	<10	<4

基于各年度可获得的样点监测数据,以每个年度中不同级别的样点数占总样点数的百分比判断草原恢复和退化的程度,分别按盖度和多度对各个样点数据评价结果(见表5),可以做出以下判断。

第一,按盖度指标评价的结果是:2003、2012和2014年度典型草原处于恢复的样点为100%,最低的2008

年为70%。考虑到典型草原面积占总面积的70%,所以可以判断总体处于恢复状态。草甸草原总体处于恢复状态,沙地植被多数年份处于轻度退化状态;三种草原类型中没有处于重度退化的样点。

第二,按多度指标评价的结果是:典型草原和沙地植被总体处于轻度和中度退化状态,草甸草原是恢复、轻度退化和重度退化并存状态。

表5 按盖度和多度指标的草原资源资产质量结果

单位:个,%

	2003		2008		2010		2011		2012		2013		2014		
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	
典型草原	样点数	6	6	10	10	12	12	13	13	21	21	21	21	23	23
	恢复	100	16.7	70	80	83.3	66.7	84.6	92.3	100	95.2	95.2	4.8	100	4.3
	轻度	0	50.0	20	20	8.3	25.0	7.7	7.7	0	4.8	4.8	52.4	0	56.5
	中度	0	33.3	10	0	8.3	8.3	7.7	0	0	0	0	42.9	0	39.1
	重度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
草甸草原	样点数	1	1	4	4	3	3	2	2	4	4	4	4	6	6
	恢复	100	0	75	0	100	100	100	100	100	75	100	0	83.3	33.3
	轻度	0	100	25	100	0	0	0	0	0	25	0	50	0	50.0
	中度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16.7	0
	重度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	16.7
沙地植被	样点数	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3
	恢复	0	0	66.7	33.3	0	0	0	0	0	100	0	0	66.7	0
	轻度	100	0	33.3	33.3	100	100	10	100	100	0	100	0	33.3	66.7
	中度	0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	100	0	33.3
	重度	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.5.3 生产力评价

锡林浩特市是典型的草原牧区,以产草量作为生产力的评价指标,呈现出显著的波动性特征(见图2和图3),具体为:第一,产草量的长期相对稳定性与年度间产草量波动幅度大特征并存;第二,各草地型和各嘎查间产草量差异。由此,决定了牧民选择适应天气的放牧行为的差异。载畜量的本质含义是多年平均的产草量可以饲养的羊单位,由此产草量是核心指标。从长期观察,草地型(建群种和种数)是产草量的决定性因素,短期内最主要的影响因素是降水量,降水量对草地的影响表现为盖度和高度。

3 主要发现和启示

3.1 稳定天然牧场面积是草原资产数量管理的重中之重

草地面积的变化可以反映草原用途的变化,可以用来评价矿业、农业和基础设施等占用情况,可以为评价和制

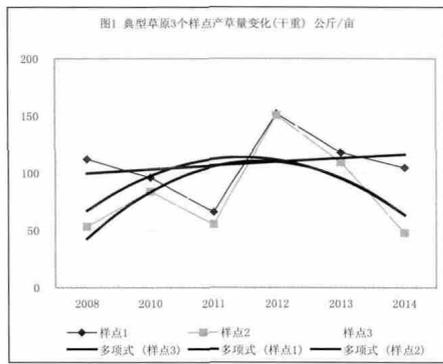


图2 典型草原3个样点产草量变化(干重) 公斤/亩

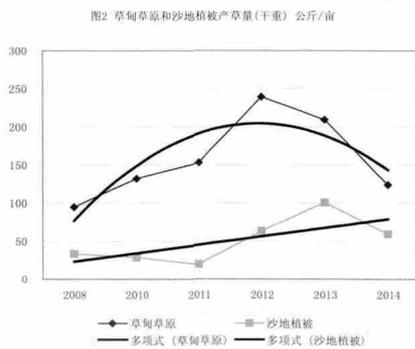


图3 草甸草原和沙地植被产草量(干重) 公斤/亩

止不合理的草原利用行为提供依据。锡林浩特市草原面积持续减少,但减少幅度呈现下降趋势,且天然牧草地面积的变化幅度小于人工牧草地面积变化幅度,表明草地数量保护管理、特别是天然草场管理发挥着重要作用。保护天然牧草地的重要意义是区域生态安全目标,远远超越本地的草原资源利用的意义,为了更大尺度的生态效益需要对当地的保护行为提供支持。

### 3.2 进一步完善草原资源资产质量评价方法学

草原资源资产质量的评价,是基于草原草地型变化,对生态系统稳定性和演替性的分析;是以通过盖度和多度的变化,对生态系统的恢复与退化特征的分析,是以产草量指标,对草原生产力水平的分析。锡林浩特市草原资源资产质量,按盖度指标评价总体处于恢复状态,按多度指标评价则仍处退化状态。由此得到三点启示:第一,草原生态系统质量的评价,需要利用盖度指标和多度指标相结合的方法;第二,相对于草原植被盖度的恢复而言,草原植被多样性的恢复可能需要更长的时间;第三,草原资源资产质量评价的方法仍待进一步完善。

### 3.3 加快构建起与草原资源资产管理相匹配的监测体系

草原资源资产管理的突出特点,是以产权单元为基础的资源资产化管理,聚焦于各个产权单元草场变化特征、特别关注点是区分自然因素的影响和政策与行为的影响。为此,获得各个产权单元的草原资源资产质量信息是十分重要的基础工作,这要求建立起相应的监测体系。从内蒙

古草原管理监测数据最完整的地区之一的锡林浩特市的情况看,现有的草原监测的样点数据,基本可满足以苏木(或嘎查)和国有牧场为单元监测草原资源资产质量变化的要求,草原资源资产质量评估的精准性还不够高。

为了监测苏木和国有牧场的草原资源资产质量,需要根据草地类型、海拔高度、坡度等特征,按经度和纬度定位,在苏木中的每个嘎查和国有牧场的各个分场抽出固定样点,年复一年地进行连续观察,全面把握基于产权单元的各年度草原资源资产质量的变化。要提高监测的精准性,连续性和稳定性,进一步加强监测样点的代表性,建立起草原资产管理监测制度包括:上报制度、统计制度和信息披露制度。特别是,在统计体系中逐步增加衡量基于产权单位的生态资产变化的可度量指标,拓宽国民财富核算指标体系,满足牧区实施以生态资本概念为核心的草原资源资产负债管理和国家实施生态文明战略的需要。

### 3.4 草原生产管理体系与草原资源监测管理体系的分离

草原生产管理体系与草原资源监测管理体系的分离,是实现资源管理和资产管理并重的必要条件。其中,资源管理的重点是草地资源利用的可持续和承载力的稳定性,资产管理的重点是产权(所有权)主体在草原资源资产质量不下降,风险可控的前提下获得持续的经济收益。借鉴森林资源和耕地资源的管理监测方法,建立定期抽样普查与年度管理监测相衔接、国家遥感监测与地方样点监测相配合、科研监测与管理监测并重、覆盖草原生态系统数量和质量连续性监测方法体系。

#### 参考文献:

- [1]Robert N S. The problem of the commons: still unsettled after 100 years[J]. American economic review, 2011,101: 81-108.
- [2]世界环境与发展委员会. 我们共同的未来[M]. 北京: 世界知识出版社, 1989.
- [3]Nicholas Z M, Robert M, William N. Environmental accounting for pollution in the United States economy [J]. The American Economic Review, 2011(8): 1649-1675.
- [4]欧阳志云, 朱春全, 杨广斌, 等. 生态系统生产总值核算: 概念、核算方法与案例研究[J]. 生态学报, 2103, 21: 6747~6761.
- [5]张毅. 上海市生态系统质量评价及演变特征分析研究[J]. 环境污染与防治, 2015(1): 46~51.
- [6]吴金鸿, 杨涵, 杨方社, 等. 额尔齐斯河流域湿地生态系统健康评价[J]. 干旱区资源与环境, 2014(6): 149~154.

(责任编辑: 苏斌)