

# 过牧对草地生态系统服务价值的影响 ——以甘肃省玛曲县为例

王 静,尉元明,孙旭映

(中国气象局 兰州干旱气象研究所,甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,兰州 730020)

摘要:文章以甘肃省玛曲县为例,通过对该县草地状况的分析,以玛曲县 20 世纪 80 年代草地状况作为过牧前状态,目前草地状况作为过牧后状态,探讨过牧对草地生态系统服务价值的影响,并通过对该县草地生态系统的分析,建立了过牧对草地生态系统服务价值影响评价指标体系,即食物生产、调节大气、营养物质循环与贮存、控制侵蚀、涵养水源、环境污染净化六大功能。最后运用生态经济学方法对过牧造成的经济损失进行了初步估算。结果表明,玛曲县由于过牧造成的直接和间接经济损失分别为:食物生产  $1.50 \times 10^8$  元,调节大气  $1.04 \times 10^9$  元,营养物质循环与贮存  $0.99 \times 10^8$  元,控制侵蚀  $1.02 \times 10^7$  元,涵养水源  $3.94 \times 10^8$  元,环境污染净化  $2.9 \times 10^7$  元,总经济损失达到  $1.72 \times 10^9$  元,其中,间接经济损失占 91.3%。

关键词:过牧;草地;生态系统服务价值;玛曲县

中图分类号:S812 F062.2

文献标识码:A

文章编号:1000-3037(2006)01-0109-09

草地生态系统服务价值是指草地生态系统与草地生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件和效用,它不仅包括草地生态系统为畜牧业所提供的基础原材料,更重要的是支撑与维持了生命支持系统,如调节气候、维持大气化学平衡、维持生物多样性、减缓干旱和洪涝灾害、保持土壤、防治水土流失、净化环境等一系列功能<sup>[1,2]</sup>。

我国拥有大量的天然草地,在地区经济发展和生态环境维持方面起了重要的作用,不仅是我国重要的畜牧业生产基地,也是重要的绿色屏障。长期以来,放牧是草地利用的主要方式之一,然而,近 20 年来,由于超载放牧等不合理利用造成草地退化日益严重。据统计,目前我国 90% 的草地不同程度地出现退化<sup>[3]</sup>,草原大面积退化使草地生态系统服务价值逐渐降低,已严重威胁着我国畜牧业生产。针对这些情况,已有许多学者研究了过度放牧对草地生态系统的影响,包括草地生产力、土壤状况、牧草品质等<sup>[4-6]</sup>,结果均表明过度放牧对草地生态系统造成了负面影响。但是,过度放牧究竟对草地生态系统服务价值会造成多大的损失,目前主要是从对畜牧业的影响估算的,但实际上,这只是一小部分,过牧对草地所具备的那些环境支持功能的影响才是最为主要的。因此,正确估算过牧对草地生态系统服务价值的影响可使人们更加直观有效地了解过牧造成的不利影响,敦促人们认识保护生态环境的重要性。

甘肃省是全国五大牧区所在省之一,玛曲县草原是甘肃省的优质草原区,该区牧草茂密,植被覆盖度高,是甘肃省天然草场中自然载畜能力较高、耐放牧性最强的草场。近年来,由于过牧引起的草地退化、沙化十分严重,因此,研究这一地区过牧对草地生态系统服务价

收稿日期 2005-07-13;修订日期 2005-10-08。

基金项目:“甘肃省退牧还草效益遥感监测研究”项目(甘退牧 200301);“祁连山空中云水资源开发利用研究”项目(2004BA901A16)。

第一作者简介:王静(1978-)女,陕西汉中,人,硕士,从事草地生态学方面的研究工作。E-mail:wangjing1102@163.net

值的影响具有代表意义。

## 1 研究区概况

玛曲县位于甘南藏族自治州西南部,东经  $100^{\circ}46' \sim 102^{\circ}29'$ ,北纬  $33^{\circ}06' \sim 34^{\circ}33'$ ,地处青藏高原东端,海拔 3 300~4 806m 之间,地势东南低,西北高。气候具明显的高原大陆性气候特点,年均温  $1.1^{\circ}\text{C}$ ,年降水量 615.5mm,县内植被属高寒灌丛、草甸植被,土壤以亚高山草甸土为主。黄河从青海省久治县门堂乡进入玛曲县后,流域面积达  $1.02 \times 10^4 \text{km}^2$ ,形成了著名的“天下黄河第一曲”,该县雨水充沛,加之大小湖泊、沼泽草场,构成了黄河上游完整的水源涵养体系<sup>[7]</sup>。全县天然草地面积  $89.03 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,属纯牧业县,近年来,持续的超载过牧使草地得不到休养生息,草地植被生态趋于恶化,草地承载能力降低。

## 2 研究方法

### 2.1 过牧对草地生态系统服务价值影响评价指标体系

当前有关草地生态系统服务价值指标确定主要是基于 Costanza 的研究结果<sup>[8]</sup>,我国的学者又根据不同的草地类型,不同的评价目标,制定了不同的指标体系<sup>[9,10]</sup>。因此,本文在系统分析玛曲县草地生态系统的特性基础上,征求相关专家的意见,建立了如下评价过牧对草地生态系统服务价值影响的评价指标体系(表 1)。

表 1 过牧对草地生态系统服务价值影响评价指标体系

Table 1 Index system of effects of excessive grazing on grassland eco-system services valuation

指标	生态系统功能
食物生产	为畜牧业提供原材料以获得畜牧业产品,用来维持人的生活生产活动
调节大气	吸收 $\text{CO}_2$ 、释放 $\text{O}_2$ ,调节大气成分,维持人类生存的环境条件
营养物质循环与贮存	氮磷钾等营养元素的固定贮存,并通过食物网循环,间接提供人类生存所需的营养物质
控制侵蚀	地上部分减缓径流,防风固沙,地下部分固持土壤,防止侵蚀
涵养水源	拦截降水,就地入渗,存贮和保持水分
环境污染净化	吸收有害气体,滞纳灰尘,净化空气,改善环境质量

### 2.2 评价方法

草地生态系统的诸多服务类型中,除食物生产可以通过直接的畜牧业产品反映其经济价值外,其他服务类型均无法产生直接的经济效益,常为人类所忽视,但恰恰是这些服务类型为人类生存提供了基本的环境保证,对人类社会的可持续发展起着至关重要的作用。因此,针对这类特殊的服务,评价其产生的经济效益需要采用特殊的生态经济学方法来处理,目前常用的方法即:市场价值法、替代市场技术、防护费用法等<sup>[2]</sup>。

据统计,20 世纪 80 年代玛曲县处于草畜平衡状态,以后的 20 年间过度放牧日益显著,对草地生态系统产生了较大影响<sup>[11]</sup>。因此,本文以玛曲县 20 世纪 80 年代草地状况作为过牧前的状态,目前草地状况作为过牧后的状态,分析这两个时期草地生态系统服务价值,通过比较它们之间经济价值的差异以及由于过牧造成的经济损失,探讨过牧对草地生态系统服务价值的影响。

## 3 过牧对玛曲县草地生态系统服务价值的影响

### 3.1 食物生产

草地生态系统通过光合作用合成有机物质,为畜牧业发展提供基础生产资料,属于草地生态系统的最主要的服务类型。玛曲县草地类型及 20 世纪 80 年代草地生产状况见表 2。

食物生产价值的计算首先根据“以草定畜”原则确定载畜量,再乘以目前市场牲畜价格

表 2 20 世纪 80 年代玛曲县草地生产状况<sup>[12]</sup>

Table 2 Grassland production conditions in Maqu county in the 1980's

草地类型	高寒草甸	高寒灌丛草甸	沼泽草甸
可利用草地面积/hm <sup>2</sup>	159 563.87	690 483.67	8 631.27
鲜草单产/(kg/hm <sup>2</sup> )	4 890	5 985	9 315

即是此项功能价值。

$$V_s = Q_s \times P_s = \frac{\sum A_i \times Y_i \times R_s}{E_s \times 365} \times P_s$$

式中  $V_s$  为食物生产价值  $Q_s$  为草地载畜量  $P_s$  为牲畜价格  $A_i$  为第  $i$  种草地类型可利用草地面积  $Y_i$  为第  $i$  种草地类型牧草单产  $R_s$  为牧草利用率  $E_s$  为绵羊日食量。

根据对高寒草地生态系统的定位研究认为 ,高寒草地牧草利用率以 50% 为宜 ,每个羊单位的日食量按 4kg 鲜草计算<sup>[13]</sup> ,则 20 世纪 80 年代玛曲县理论载畜量为  $171.0 \times 10^4$  羊单位 ,若按现有市场价 250 元/羊计<sup>[13]</sup> ,则当时玛曲县草地生态系统食物生产价值为  $4.28 \times 10^8$  元。其后 ,草地退化严重 ,草地生产力迅速下降。据估计 ,目前草地产量较 20 世纪 80 年代下降了 30%~40% ,以草地产量平均下降 35% 计 ,现在玛曲县理论载畜量为  $111.2 \times 10^4$  羊单位 ,玛曲县草地生态系统食物生产价值为  $2.78 \times 10^8$  元 ,同 20 世纪 80 年代相比 ,减少了  $1.50 \times 10^8$  元。

### 3.2 调节大气

草地生态系统通过光合作用吸收  $CO_2$ 、呼吸作用释放  $O_2$  ,对保持大气平衡、人类正常生活起着基本的支持作用。据植物光合作用和呼吸作用估算 ,牧草每形成 1g 干物质 ,吸收 1.62g  $CO_2$  ,释放 1.2g  $O_2$ <sup>[2]</sup>。因此 ,首先计算玛曲县草地生态系统净初级生产力的变化 ,继而计算年吸收  $CO_2$  及释放  $O_2$  变化量 ,最后运用造林成本法估算经济效益变化。

$$V_i = Q_i \times P_i = NPP \times R_i \times P_i$$

式中  $V_i$  为草地吸收  $CO_2$  或释放  $O_2$  产生的经济效益  $Q_i$  为草地年吸收  $CO_2$  或释放  $O_2$  总量  $P_i$  为造林成本价格  $NPP$  为草地净初级生产力  $R_i$  为形成单位干物质吸收的  $CO_2$  或释放的  $O_2$  量。

对于草地生态系统来说 ,地上部生物量与地上部净初级生产力相当<sup>[14 15]</sup>。因此 ,可根据不同类型草地牧草单产、牧草干鲜比、地下/地上净初级生产力估算草地净初级生产力。据研究 ,高寒草甸区牧草干鲜比仅 1/3 左右<sup>[16]</sup> ,地下/地上净生物量的比值为 2.31<sup>[1]</sup>。由此得出的过牧前后玛曲县草地净初级生产力、固定  $CO_2$  总量、释放  $O_2$  量如表 3 所示。平均造林成本则以 240.03 元/m<sup>3</sup> 估算 ,折合 260.9 元/tC、352.93 元/tO<sub>2</sub><sup>[2]</sup> ,据此可估算过牧前后玛曲县草地生态系统调节大气价值的变化(表 3)。

表 3 过牧对玛曲县草地生态系统调节大气服务价值的影响

Table 3 Influence of excessive grazing on atmosphere regulation service

时间	地上部净初级生产 力/(t/a)	地下部净初级生产 力/(t/a)	净初级 生产力/ (t/a)	固定 $CO_2$		释放 $O_2$		调节大 气总 效益/元
				年固定量/t	经济效益/元	年释放量/t	经济效益/元	
目前	$1.08 \times 10^6$	$2.49 \times 10^6$	$3.57 \times 10^6$	$5.78 \times 10^6$	$4.07 \times 10^8$	$4.28 \times 10^6$	$1.51 \times 10^9$	$1.92 \times 10^9$

### 3.3 营养物质循环与贮存

生态系统中的营养物质既是贮存化学能的载体 ,又是维持生命活动的物质基础 ,对生态

系统有着极为重要的作用。因此,本文中借助于草地生态系统吸收的营养物质来估算其在生态系统中的循环与贮存作用。玛曲县草地生态类型共包括 3 类,5 个亚类,13 种草地型<sup>[12]</sup>。首先根据各草地型优势种的营养成份含量及净初级生产力估算每种草地型吸收营养物质,再依据替代价格法估算草地在营养物质循环与贮存中产生的经济效益。

$$V_y = Q_y \times P_y = \left( \sum_i NPP_i \times R_j \right) \times P_y$$

式中,  $V_y$  为草地营养物质循环与贮存功能经济价值,  $Q_y$  为草地营养物质总量,  $P_y$  为当前化肥价格,  $NPP_i$  为第  $i$  种草地型净初级生产力,  $R_j$  为第  $j$  种营养物质百分含量。

按照我国目前的化肥价格 2 549 元/t<sup>[2]</sup>估算玛曲县草地生态系统在营养物质循环与贮存中所造成的经济效益的变化。牧草含氮量依据牧草中粗蛋白质中氮元素比例(1/6.25)折算<sup>[2]</sup>。则过牧前后玛曲县草地生态系统年吸收营养物质及其经济效益如表 4。

表 4 过牧对玛曲县草地生态系统营养物质循环与贮存价值的影响  
Table 4 Influence of excessive grazing on nutrition circulation and storage service

时间	吸收氮		吸收磷		营养物质循环与贮存总效益/元
	年吸收量/t	经济效益/元	年吸收量/t	经济效益/元	
20 世纪 80 年代	1.03×10 <sup>3</sup>	2.61×10 <sup>8</sup>	8.9×10 <sup>3</sup>	2.27×10 <sup>7</sup>	2.84×10 <sup>8</sup>
目前	6.66×10 <sup>4</sup>	1.70×10 <sup>8</sup>	5.8×10 <sup>3</sup>	1.48×10 <sup>7</sup>	1.85×10 <sup>8</sup>

### 3.4 控制侵蚀

#### 3.4.1 土地损失价值

同裸地相比,草地具有紧密根网,可以固持土壤,提高土壤抗冲能力,对控制土壤侵蚀有较好的作用,但近年来因过度放牧造成植被根系破坏,水土流失严重,土壤侵蚀模数逐年增加。据统计,20 世纪 80 年代该地区土壤侵蚀模数为 44t/(km<sup>2</sup>·a)<sup>[17]</sup>,全县年土壤侵蚀总量为 4.22×10<sup>5</sup>t,目前土壤侵蚀模数为 60t/(km<sup>2</sup>·a)<sup>[17]</sup>,年土壤侵蚀总量为 5.75×10<sup>5</sup>t,土壤侵蚀总量增加了 1.53×10<sup>5</sup>t。因此,可根据土壤侵蚀量及单位面积草地收益估算土地损失价值:

$$V_{kt} = -(A_{kt} \times P_{kt}) = -\frac{Q_{kt}}{W \times H} \times P_{kt}$$

式中,  $V_{kt}$  为侵蚀造成的土地损失价值,  $A_{kt}$  为土地损失面积,  $P_{kt}$  为单位面积草地收益,  $Q_{kt}$  为土壤侵蚀总量,  $W$  为土壤容重,  $H$  为土层厚度。

如以我国草地根系主要生长的厚度 0.5m 作为草地的土层厚度,亚高山草甸土土壤容重平均为 1.35g/cm<sup>3</sup><sup>[18]</sup>,则 20 世纪 80 年代土壤年侵蚀面积为 62.4hm<sup>2</sup>,目前玛曲县土壤侵蚀面积为 85.2hm<sup>2</sup>,同 20 世纪 80 年代相比,由于过牧造成土地面积损失为 22.8hm<sup>2</sup>/a。以我国牧业平均收益 245.50 元/(hm<sup>2</sup>·a)作为单位面积草地收益<sup>[2]</sup>,则 20 世纪 80 年代,每年由于土壤侵蚀导致的经济损失为 1.53×10<sup>4</sup> 元,目前这一经济损失达到了 2.09×10<sup>4</sup> 元,同 20 世纪 80 年代相比,由于土壤侵蚀造成土地损失价值增加了 0.56×10<sup>4</sup> 元。

#### 3.4.2 土壤肥力损失价值

大面积水土流失还使大量肥沃表土丧失殆尽,不利于牧草的生长,造成生态环境的恶性循环。因此,不仅考虑过牧对土地损失的影响,还需要考虑由于过牧造成草地控制侵蚀能力减弱,使大量肥沃表土丧失所带走的土壤营养物质,然后依据化肥价格及土壤侵蚀总量估算营养物质丧失所造成的经济损失。

$$V_{kf} = - \left( \sum_i Q_{kf} \times R_i \right) \times P_{kf}$$

式中,  $V_{kf}$  为侵蚀造成土壤肥力经济损失,  $Q_{kf}$  为土壤侵蚀总量,  $R_i$  为单位重量土壤第  $i$  种营养物质含量,  $P_{kf}$  为当前化肥价格。

玛曲县土壤全氮含量为 0.199%, 全磷含量 0.083%, 全钾含量 2.33%<sup>[18]</sup>, 则 20 世纪 80 年代由于土壤侵蚀损失的氮为 839.8t, 磷为 350.3t, 钾为 9 832.6t, 造成的经济损失为  $2.81 \times 10^7$  元, 目前, 土壤侵蚀损失的氮为 1 144.3t, 磷为 477.3t, 钾为 13 397.5t, 造成的经济损失为  $3.83 \times 10^7$  元, 较 20 世纪 80 年代增加了  $1.02 \times 10^7$  元。

### 3.5 涵养水源

天然草地具有较强的截留降水及蓄水功能, 草地生态系统涵养水源的价值, 指草地通过截留雨水, 贮蓄水分后, 提供的水资源的附加经济价值。玛曲县天然草地具有极强的水源涵养功能, 对黄河补给十分重要。近年来, 由于过牧造成的草地退化使其涵养水分能力减弱, 致使该区地下水位下降, 地表水径流量和土壤含水量锐减, 对黄河的蓄水作用造成了较大影响。

目前, 国内外有关草地涵养水源价值研究较少, 因此, 这里借鉴有关森林涵养水源价值的研究方法进行估算。相对于林地来说, 草地涵养水源作用主要体现在土壤蓄水作用上。土壤蓄水作用与土壤类型、植被覆盖状况、土壤物理性质有关。因此, 首先估算玛曲县草地涵养水源总量变化情况, 然后再依据影子工程法估算由于过牧造成水源涵养能力下降所带来的经济损失。

$$\Delta V_h = \Delta Q_h \times P_h = (E_h - E'_h) \times H \times A_h \times P_h^{[19]}$$

式中,  $\Delta V_h$  为过牧使草地涵养水源能力下降造成的经济损失,  $\Delta Q_h$  为草地涵养水源变化量,  $E_h$ 、 $E'_h$  分别指过牧前后草地孔隙度变化,  $H$  为草地土层厚度,  $A_h$  为草地面积,  $P_h$  为水资源价格。

一般重牧下土壤总孔隙度较未放牧地低 9.3%~17%<sup>[5, 20]</sup>。在此, 即用其平均值 13.2% 作为过牧前后土壤孔隙度的变化量, 因此, 草地涵养水源减少量为  $5.88 \times 10^8 \text{m}^3$ 。水资源价格利用影子工程法, 即以 1988—1991 年我国建设  $1 \text{m}^3$  库容的造价 0.67 元替代<sup>[2]</sup>, 则过牧造成草地涵养水源能力下降所带来的经济损失为  $3.94 \times 10^8$  元。

### 3.6 环境污染净化

#### 3.6.1 吸收 SO<sub>2</sub> 价值

绿色植物被称之为“生物过滤器”, 在一定浓度范围内, 植物对有害气体有一定的吸收和净化作用。在当前日益严重的环境污染状况下, 较大面积的草地对空气净化起到了较强的作用, 玛曲县虽然是牧业县, 工业污染较少, 但玛曲县草地生态系统对周边区域及我国大环境的空气净化仍然起到了积极作用, 其净化能力同草地生产力有极其重要的关系。草地生产力高, 则吸收有害气体能力强, 否则, 会减弱草地生态系统这种空气净化能力。有关过牧对草地生态系统吸收 SO<sub>2</sub> 的影响, 则首先根据玛曲县草地地上部净初级生产力估算其吸收 SO<sub>2</sub> 总量, 再估算其产生的经济效益, 然后比较不同时期经济效益差异。

$$V_{jx} = NPP \times S_{jx} \times d \times P_{jx}$$

式中,  $V_{jx}$  为草地吸收 SO<sub>2</sub> 功能经济价值,  $NPP$  为草地地上部净初级生产力,  $S_{jx}$  为单位重量单位时间吸收 SO<sub>2</sub> 的量,  $d$  为牧草生长期,  $P_{jx}$  为削减 SO<sub>2</sub> 的治理成本。

据测定, 每 kg 干草叶每天可吸收 SO<sub>2</sub> 为  $1 \times 10^{-3} \text{kg}$ <sup>[21, 22]</sup>, 每年牧草生长期以 100d 计, 则 20 世纪 80 年代玛曲县草地生态系统每年可吸收 SO<sub>2</sub>  $1.66 \times 10^5 \text{t}$ , 按照每削减 1t SO<sub>2</sub> 的投资为 500 元<sup>[2]</sup>, 则其产生的经济效益为  $8.3 \times 10^7$  元。目前, 玛曲县草地每年可吸收 SO<sub>2</sub>  $1.08 \times 10^5 \text{t}$ , 产生的经济效益为  $5.4 \times 10^7$  元, 同 20 世纪 80 年代相比, 减少了  $2.9 \times 10^7$  元。



### 3.6.2 滞尘功能价值

草地中的草丛形成具有吸附力的表面积,具有较强的滞尘作用。其吸附能力同草地覆盖度有关,覆盖度越大,滞尘作用越强。过度放牧使草地覆盖度急剧下降,明显减弱草地吸滞烟尘的作用。因此,可根据草地覆盖状况和我国每年治理粉尘成本估算草地滞尘功能价值。

$$V_{jz} = C \times A \times S_{jz} \times P_{jz}$$

式中,  $V_{jz}$  为草地滞尘功能价值,  $C$  为草地覆盖度,  $A$  为草地面积,  $S_{jz}$  为单位面积滞尘量,  $P_{jz}$  为削减粉尘的治理成本。

本文借鉴城市绿地中草地年滞降尘量  $1.2\text{kg}/\text{hm}^2$ <sup>[21, 22]</sup> 作为覆盖度 100% 状况下草地的吸滞烟尘量, 然后依据覆盖度状况确定草地生态系统吸滞烟尘量。据研究, 玛曲县植被覆盖度由 20 世纪 80 年代的 95% 降至 75%。因此, 20 世纪 80 年代玛曲县草地生态系统年滞尘量为  $1.02 \times 10^6 \text{kg}$ , 削减粉尘的成本为 0.17 元/kg, 则产生的经济效益为  $1.73 \times 10^5$  元。目前草地生态系统年滞尘量为  $8.03 \times 10^5 \text{kg}$ , 产生的经济效益为  $1.37 \times 10^5$  元, 较 20 世纪 80 年代减少了  $0.36 \times 10^5$  元。

## 4 结论与讨论

草地生态系统提供人类赖以生存的自然环境条件和效用, 维持生命支持系统, 对人类具有重要作用, 但近年来, 由于过度放牧, 使得草地生态系统服务价值日益减弱, 其经济价值日益减小。本文以玛曲县为例, 对过牧造成的经济损失进行了初步估算(表 5)。

表 5 过牧对草地生态系统服务价值的影响(单位: 元)

Table 5 Influence of excessive grazing on grassland eco-system services value(unit: yuan)

时间	食物 生产	调节 大气	营养物质循 环与贮存	控制侵蚀		涵养 水源	环境污染净化		合计
				土地损失	土壤肥力损失		吸收 $\text{SO}_2$	滞尘	
20 世纪 80 年代	$4.28 \times 10^8$	$2.96 \times 10^9$	$2.84 \times 10^8$	$-1.53 \times 10^4$	$-2.81 \times 10^7$		$8.3 \times 10^7$	$1.73 \times 10^5$	
目前 经济 损失	$2.78 \times 10^8$	$1.92 \times 10^9$	$1.85 \times 10^8$	$-2.09 \times 10^4$	$-3.83 \times 10^7$		$5.4 \times 10^7$	$1.37 \times 10^5$	
	$1.50 \times 10^8$	$1.04 \times 10^9$	$0.99 \times 10^8$	$0.56 \times 10^4$	$1.02 \times 10^7$	$3.94 \times 10^8$	$2.9 \times 10^7$	$0.36 \times 10^5$	$1.72 \times 10^9$

上述结果表明, 过牧造成的经济损失为  $1.72 \times 10^9$  元, 其中直接经济损失仅占 8.7%, 而更巨大的损失是间接经济损失, 这一部分价值是直接经济损失的 10 倍, 但由于没有通过直接的商品体现, 而往往被人们所忽略, 也由此造成人们无法清楚认识到过牧所造成的损失和危害。目前, 我国正在进行退牧还草工程, 玛曲县作为重点区域, 这一估算也将有助于体现这一工程的巨大价值, 对于该地区草地恢复与生态补偿, 实现生态可持续发展具有重要意义。

本文主要是通过对过牧前后草地生态系统服务价值估算, 继而进行比较。国内外也有大量有关草地生态系统服务价值的研究结果, 主要是针对较长时期的草地平均状况进行估算。同其他相关研究成果相比, 本文所估算的不同时期草地生态系统服务价值同这些结果间存在着一定的差异, 如谢高地等<sup>[9]</sup> 对全国草地生态系统服务平均价值进行估算, 其间接经济价值是直接经济价值的 4 倍, 对青藏高原高寒草甸草地估算为 19 倍, 鲁春霞等<sup>[15]</sup> 对青藏高原草地价值的估算, 间接经济价值/直接经济价值则达 36 倍, 本文中这一比例则为 10 倍。究其原因, 一方面, 主要是因为所用评估方法不同, 大多数学者是基于 Costanza 对世界 16 类生态系统单位面积功能效益的研究基础上进行估算, 部分学者则是基于一种能够确定经济价值的服务类型, 如食物生产, 然后根据其他服务类型相对食物生产服务的权重进行

估算,还有的学者则是基于替代价格法等生态经济学方法对生态系统服务间接价值进行估算。由于估算建立的基础不同,因此,不同研究者所估算的经济价值间也存在较大差异。其次,草地生态系统服务类型多样,不同的研究者采用的评价指标体系不同,估算结果也存在差异。本文中草地大气调节功能和涵养水源功能经济价值较高,而控制侵蚀和环境污染净化功能经济价值较低,这同鲁春霞等对青藏高原地区生态系统服务价值估算是一致的,这说明本文的研究结果较为可靠。当然,本文仅采用了几种主要服务类型对过牧造成的经济损失作了保守估计,过牧造成的生态环境恶化对人类的影响远不止这些,还需要进一步探讨。

### 参考文献(References):

- [1] 赵同谦,欧阳志云,贾良清,等.中国草地生态系统服务功能间接价值评价[J].生态学报,2004,24(6):1101~1110.[ZHAO Tong-qian,OUYANG Zhi-yun,JIA Liang-qing,et al.Ecosystem services and their valuation of China grassland.*Acta Ecologica Sinica*,2004,24(6):1101-1110.]
- [2] 欧阳志云,王效科,苗鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):607~613.[OUYANG Zhi-yun,WANG Xiao-ke,MIAO Hong.A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values.*Acta Ecologica Sinica*,1999,19(5):607-613.]
- [3] 王庆锁,李梦先,李春和.我国草地退化及治理对策[J].中国农业气象,2004,25(3):43~48.[WANG Qing-suo,LI Meng-xian,LI Chun-he.Grassland degradation and management measures in China.*China Agricultural Metology*,2004,25(3):43-48.]
- [4] 刘建军,浦野忠朗,鞠士茂,等.放牧对草原生态系统地下生产力及生物量的影响[J].西北植物学报,2005,25(1):88~93.[LIU Jian-jun,Urano Tadaaki,Mariko Shigeru,et al.Influence of grazing pressures on belowground productivity and biomass in Mongolia Steppe.*Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin.*,2005,25(1):88-93.]
- [5] 高英志,韩兴国,汪诗平.放牧对草原土壤的影响[J].生态学报,2004,24(4):790~797.[GAO Ying-zhi,HAN Xing-guo,WANG Shi-ping.The effects of grazing on grassland soils.*Acta Ecologica Sinica*,2004,24(4):790-797.]
- [6] 王亚军,魏兴琥,杨萍.超载放牧对那曲地区高山高草草甸植被退化的影响[J].兰州大学学报(自然科学版),2005,41(1):32~38.[WANG Ya-jun,WEI Xing-hu,YANG Ping.Effects of over-grazing on vegetation degradation of Kobresia pygmaea meadow in Napqu,Tibet.*Journal of Lanzhou University(Natural Sciences)*,2005,41(1):32-38.]
- [7] 钱鞠,王根绪,马金珠.黄河上游玛曲县生态环境问题与综合治理对策[J].生态学杂志,2002,21(3):69~72.[QIAN Ju,WANG Gen-xu,MA Jing-zhu.Eco-environment problems and comprehensive controlling strategies in Maqu county in the upper reaches of Yellow River.*Chinese Journal of Ecology*,2002,21(3):69-72.]
- [8] R Costanza,R Arge,R Groot,et al.The value of the world's ecosystem services and natural capital [J].*Nature*,1997,386:253-260.
- [9] 谢高地,张德镔,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):47~53.[XIE Gao-di,ZHANG Yi-li,LU Chun-xia,et al.Study on valuation of rangeland ecosystem services of China.*Journal of Natural Resources*,2001,16(1):47-53.]
- [10] 闵庆文,谢高地,胡聃,等.青海草地生态系统服务功能的价值评估[J].资源科学,2004,26(3):56~60.[MIN Qing-wen,XIE Gao-di,HU Dan,et al.Service valuation of grassland ecosystem in Qinghai Province.*Resources Science*,2004,26(3):56-60.]
- [11] 董高生,李芹圃.玛曲县草地退化现状调查及防治措施[J].青海草业,2003,12(4):43~45.[DONG Gao-sheng,LI Qin-pu. Investigation on situation of degraded grassland and some countermeasures in Maqu county.*Qinghai Prataculture*,2003,12(4):43-45.]
- [12] 甘肃省草原总站.甘肃草地资源[M].兰州:甘肃科学技术出版社,1999.[Gansu Grassland Station.Gansu Grassland Resource.Lanzhou:Gansu Science and Technology Press,1999.]
- [13] 汪诗平.青海省“三江源”地区植被退化原因及其保护策略[J].草业学报,2003,12(6):1~9.[WANG Shi-ping.Vegetation degradation and protection strategy in the “Three rivers fountainhead” area in the Qinghai province.*Acta Prataculturas Sinica*,2003,12(6):1-9.]

- [14] 杨福屯,沙渠,张松林.高寒灌丛和高寒草甸初级生产量[A].夏武平.高寒草甸生态系统[C].兰州:甘肃人民出版社,1982.44~51.[YANG Fu-tun,SHA Qu,ZHANG Song-lin.On the primary production of alpine bushland and alpine meadow in Haibei,Qinghai Plateau.In:XIA Wu-ping.Alpine Meadow Ecology System.Lanzhou:Gansu People's Press,1982.44-51.]
- [15] 鲁春霞,谢高地,肖玉,等.青藏高原生态系统服务功能的价值评估[J].生态学报,2004,24(12):2749~2755.[LU Chun-xia,XIE Gao-di,XIAO Yu,et al.Ecosystem diversity and economic valuation of Qinghai Tibet Plateau.*Acta Ecologica Sinica*,2004,24(12):2749-2755.]
- [16] 李英年.高寒草甸牧草产量和草场载畜量模拟研究及对气候变暖的响应[J].草业学报,2000,9(2):77~82.[LI Ying-nian.Simulation of forage yield and stocking rate on alpine grassland in response to warming trend of climate.*Acta Prataculturas Sinica*,2000,9(2):77-82.]
- [17] 杨维军.甘南州生态环境现状及建设对策研究[J].甘肃社会科学,2004,(4):186~192.[YANG Wei-jun.Status and countermeasure of Gannan eco-environment.*Gansu Society Science*,2004,(4):186-192.]
- [18] 甘肃省土壤普查办公室.甘肃土壤[M].北京:中国农业出版社,1993.[Soil Surveying Office of Gansu.Gansu Soil.Beijing:China Agricultural Publishing House,1993.]
- [19] 何丙辉,田大伦.杉木人工林涵养水源与调控径流作用研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(5):31~34.[HE Bing-hui,TIAN Da-lun.Study on the capacity of water holding and runoff regulating in Chinese Fir plantation.*Journal of Soil Erosion and Soil and Water Conservation*,1999,5(5):31-34.]
- [20] 张蕴薇,韩建国,李志强.放牧强度对土壤物理性质的影响[J].草地学报,2002,10(1):74~78.[ZHANG Yun-wei,HAN Jian-guo,LI Zhi-qiang.A study of the effects of different grazing intensities on soil physical properties.*Acta Agrestia Sinica*,2002,10(1):74-78.]
- [21] 叶文虎,魏斌,全川.城市生态补偿能力衡量和应用[J].中国环境科学,1998,8(4):298~301.[YE Wen-hu,WEI Bin,TONG Chuan.Measurement and application of urban ecological compensation.*China Environmental Science*,1998,8(4):298-301.]
- [22] 柳碧晗,郭继勋.吉林省西部草地生态系统服务价值评估[J].中国草地,2005,27(1):12~21.[LIU Bi-han,GUO Ji-xun.The grassland ecosystem services value in the west Jilin province.*Grassland of China*,2005,27(1):12-21.]

## Effects of Excessive Grazing on Grassland Eco-system Services Valuation

WANG Jing, WEI Yuan-ming, SUN Xu-ying

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and  
Reducing Disaster, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** Grassland eco-system service provides a natural environment condition and function that grassland eco-system forms and sustains human being survival. And it does not only offer raw materials for husbandry, but also some regulating and supporting services. In fact the latter function and their values are most important, but usually neglected. In recent 20 years, excessive grazing has exerted severe negative influence on grassland eco-system services, especially on its environment sustaining service, and the resultant economic losses are very great.

Thus this paper discusses the effects of excessive grazing on grassland eco-system services values, by taking Maqu county as an example and analyzes its grassland conditions by taking grassland conditions in the 1980s as pre-excessive grazing and the present conditions as post-excessive grazing. Firstly, based on the analyses of grassland eco-system, the index system of effects of excessive grazing on grassland eco-system services valuation was constructed, including



food production,atmospheric regulation,nutrition circulation and storage,erosion control,water conservation and environmental purification.Then by choosing reasonable ecological economic methods and parameters based on other 's researches,assessment method of every index was established.Finally,using the above methods,the economic losses of excessive grazing were primarily estimated.

The results showed that economic losses in food production,atmospheric regulation,nutrition circulation and environmental purification values of grassland in Maqu county in the 1980s were  $4.28 \times 10^8$  yuan, $2.96 \times 10^9$  yuan, $2.84 \times 10^8$  yuan and  $8.3 \times 10^7$  yuan,respectively,while at present those values were  $2.78 \times 10^8$  yuan, $1.92 \times 10^9$  yuan, $1.85 \times 10^8$  yuan and  $5.4 \times 10^7$  yuan,respectively.Due to excessive grazing,the economic losses of food production,atmospheric regulation,nutrition circulation and storage,erosion control,water conservation and environmental purification services were  $1.50 \times 10^8$  yuan, $1.04 \times 10^9$  yuan, $0.99 \times 10^8$  yuan, $1.02 \times 10^7$  yuan, $3.94 \times 10^8$  yuan and  $2.9 \times 10^7$  yuan, respectively.The total economic losses reached  $1.72 \times 10^9$  yuan,in which direct economic losses accounted for 8.7%,and indirect economic losses were enormous and accounted for 91.3%. Among these services, the values of atmospheric regulation and water conservation services were higher,while those of erosion control and environmental purification services were lower.

**Key words:** excessive grazing; grassland ; eco-system services valuation; Maqu county