

# 蒙古高原草地利用特征及其国别差异

乌兰图雅

(内蒙古师范大学地理科学学院, 呼和浩特 010022)

**摘要:** 内蒙古草原是蒙古高原草原带的南部组成部分, 是我国北方重要的生态屏障, 草原生态修复任务重、压力大。本文以蒙古高原典型草原乌珠穆沁—温都尔汗样带为例, 以1988—2016年5期TM数据为信息源, 获取2016年样带草地利用信息基础上, 按国别和年限对样带草地利用特征进行分析, 揭示草地主要干扰因素, 探寻有效的修复途径和可借鉴的国际经验。研究发现: ① 草地面积占样带95.05%, 均匀覆盖于整个样带; 其他用地类型占比均不大, 但分布相对集中, 其中耕地集中于样带西北部蒙古国段, 工矿用地、沙地、盐碱地集中于样带东南部内蒙古段。② 1988—2016年样带耕地面积减幅最大, 为35.71%, 集中于蒙古国段; 草地、水域面积逐年减少, 在中国境内、境外变化趋势相同, 但内蒙古段草地减幅大于蒙古国段且多转为未利用地; 工矿用地面积增幅最大, 为初期的近367倍, 集中分布于内蒙古段; 盐碱地、沙地面积逐年增加, 在中国境内、境外的变化幅度相当。③ 草地是高原主要土地利用类型, 放牧是草地主要利用方式, 开矿是除放牧以外中国草地的主要干扰因子, 蒙古国则为垦殖, 内蒙古的草地干扰远大于蒙古国。草地退化与干旱化是蒙古高原面临的主要生态环境问题, 在中国境内尤为突出。

**关键词:** 土地利用; 草地退化; 国别差异; 蒙古高原

DOI: 10.11821/dlxb202107011

土地利用是指人类为获取所需的产品或服务, 而对土地自然属性利用的目的、方式、手段和意图。1995年“土地利用/覆被变化科学研究计划”(LUCC)的提出<sup>[1]</sup>, 2005年发布“全球土地计划”(Global Land Project, GLP)<sup>[2]</sup>, 2012年发布“未来地球”(Future Earth)研究计划, 土地利用/覆被变化始终是全球变化研究的核心内容<sup>[3-5]</sup>, “土地利用变化与生态系统服务”是当前国际地理学界关注的前沿问题之一<sup>[6-7]</sup>。

蒙古高原位于亚洲内陆地区, 东起大兴安岭、西至阿尔泰山脉, 北起肯特山—雅布洛诺夫山脉、南至阴山山脉, 主要包括蒙古国全部及中国内蒙古自治区全境<sup>[8]</sup>。高原西部为海拔3000~3500 m的高山, 南部为广阔的戈壁, 中部和东部为平均海拔700~1400 m的高平原区, 整体地势东低西高。高原属于温带大陆性气候区, 夏季温热、冬季寒冷, 年温差大, 降水主要集中在夏季, 在高原北部的色楞格河流域、东南部的大兴安岭西麓均可达400 mm左右, 然后向南、向西逐渐减少, 至中蒙交界处的二连浩特市仅为100 mm左右, 形成了从高原北部、东部的半湿润地带依次向西、向南过渡到半干旱、干旱和极干旱的半环绕带状气候格局。与气候条件相呼应, 蒙古高原的植被、土壤也有明显的带状特征, 植被类型由北向南、由东向西依次为草甸草原、典型草原、荒漠草原、戈壁荒漠, 土壤类型依次为黑钙土、栗钙土、棕钙土和灰棕漠土。

收稿日期: 2020-02-24; 修订日期: 2020-12-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(41861024) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41861024]

作者简介: 乌兰图雅(1967-), 女, 内蒙古库伦旗人, 博士, 教授, 主要从事土地利用与生态安全研究。

E-mail: mtuya1967@163.com

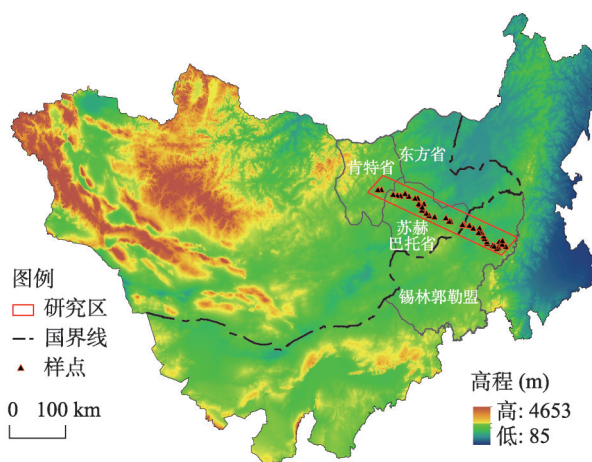
典型的温带干旱、半干旱气候孕育了蒙古高原广阔的草原带,草地是高原主要自然景观。其中,典型草原主要分布于蒙古国东部的苏赫巴托、肯特和东方3个省,以及中国内蒙古锡林郭勒盟东部、呼伦贝尔市西部,是温带草原的核心组成。内蒙古草原是这一草原带的南部组成部分,是中国主要的畜牧业基地之一,更是中国北方重要的生态屏障。在这草原带,边境线内外自然条件相同,干旱、多灾、脆弱特征一致,畜牧业经济核心地位相似,同属于游牧文明的发源地。同时,由于草原分布面积之广、利用强度之大,草地沙漠化、植被退化等问题日益严重<sup>[9-12]</sup>,威胁着中国北部边疆的生态安全、社会稳定与经济发展<sup>[13-14]</sup>。尤其自20世纪80年代初中国内蒙古实施草场承包制以来,草地利用逐步由游牧转为定牧,直至今天的禁牧、休牧、轮牧,与蒙古国的传统游牧形成鲜明对比,使得同一草原带所受压力不同、影响因素各异,导致草地利用的方式和强度、草场退化的类型和程度差异更为显著。为此,近年来有关蒙古高原地学研究中<sup>[15-21]</sup>,草原植被一直是研究的热点<sup>[22-28]</sup>,作为人类干扰的最直接表现,草原土地利用变化信息也零星出现于蒙古高原土地利用变化相关研究中<sup>[29-32]</sup>,但围绕草原开展的土地利用专门研究以及国别差异分析相对少见。鉴于此,本文选取蒙古高原典型草原跨境样带,借助遥感调查与实地踏查方法,系统分析了蒙古高原草地利用的现状特征、变化趋势以及国别差异,力求揭示草地变化特点及其主要人为干扰因素,为中国草原生态建设探寻有效的修复途径和可借鉴的经验。

## 1 样带划定

基于典型草原—栗钙土作业区的统一背景,样带的划定首先考虑下垫面自然地理条件的均质性,侧重于选择地形平坦的高平原区。同时,兼顾样带穿越不同国家领地,以便全面展示同一草原在不同国家、不同利用方式、不同利用强度下的变化特征。研究样带位于蒙古高原典型草原核心区,由西北部的蒙古国肯特省温都尔汗市向东南延伸至中国内蒙古西乌珠穆沁旗巴彦花镇,4个控制点分别为(111°8'51.25"E, 47°56'20.13"N)(西北)、(119°13'25.31"E, 45°13'9.35"N)(东北)、(118°14'32.64"E, 44°32'30.80"N)(东南)、(110°13'34.08"E, 47°13'58.02"N)(西南),斜跨蒙古国肯特省、苏赫巴托省、东方省和中国内蒙古锡林郭勒盟,总面积为6.985万km<sup>2</sup>(图1)。样带内,蒙古国段面积占比66.73%,中国内蒙古段面积占比33.27%。

## 2 数据与方法

数据选择上,本文力求选取降水和气温接近多年平均值年份的遥感影像,以客观反映样带植被的正常表现;同时考虑中国土地承包责任制的实施时间和蒙古国社会经济



注: 基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1600号的标准地图制作,底图无修改。

图1 蒙古高原典型草原乌珠穆沁—温都尔汗样带区位  
Fig. 1 Location of Ujimqin-Undur Khan sample belt of typical steppe in Mongolian Plateau

体制的变革时间,以20世纪80年代末期为起始年份,采用相同时间间隔的影像数据为主要信息源。基于上述两点,结合成像质量,研究从美国地质勘探局(USGS)获取1988年、1995年、2002年、2009年、2016年(7—8月份)5期分辨率为30 m的landsat-TM影像作为信息源,对样带2016年的土地利用状况及其1988-2016年的变化进行了分析。

遥感影像解译工作的前提是土地利用类型的划分。根据草原样带无林地的实际情况,并依据《全国土地利用分类系统(GB/T21010-2007)》和蒙古国土地利用分类体系<sup>[33]</sup>,将样带土地利用划分为耕地、草地、水域、城镇及工矿用地、未利用土地等5个一级类型。其中,城镇及工矿用地划分为居民地、工矿用地2个亚类,未利用土地划分为盐碱地、沙地和沼泽地等3个亚类。

土地利用信息的提取,首先解译2016年土地利用现状,并于2016年和2017年的7—8月各利用15~20 d时间对境内外的样地进行实地踏查,核准了解译结果(图1)。之后,把样带2016年土地利用现状与其他4期影像解译结果进行叠加,再以国境线为界进行分割,获得1988—2016年样带的土地利用变化及其国别信息。

### 3 结果与分析

#### 3.1 2016年样带土地利用状况

解译样带2016年遥感影像,获得当年土地利用信息。样带土地利用类型中,草地占比最大,为95.05%,因此样带土地利用可称为“草地利用”;在其余不足5%的用地类型中,占比1%左右的有盐碱地、沼泽地和沙地等未利用土地,占比分别为1.86%、1.20%和0.9%;接近0.5%的有耕地和水域,占比为0.41%和0.35%;居民地和工矿用地占比仅为0.08%和0.15%。

在空间分布上,草地铺满整个样带以外,其他地类较为集中(图2)。其中,耕地主要分布于样带西北部;盐碱地、沼泽地、沙地和工矿用地主要分布于样带东南部;水域、居民地零星分布于整个样带。

2016年地类分布国别特征显著,与样带不尽相同。蒙古国段草地占该段总面积的97.96%,占样带草地总面积的68.84%;中国内蒙古段草地占该段总面积的89.20%,占样带草地总面积的31.16%,均体现草地下垫面的优势。但是,其他地类面积占比的国别差异较大,表明除放牧活动外,样带其他人文经济活动的国别差异显著(图3)。主要体现在以下3点:①蒙古国段耕地占该段总面积的0.61%,占样带耕地总面积的97.91%,集中分布于样带蒙古国段西北部,表明垦殖是蒙古国草地地质变的主要人为因素;②内蒙古段工矿用地占该段总面积的0.43%,占样带工矿用地总面积的97.20%,表明矿产开采是内蒙古草

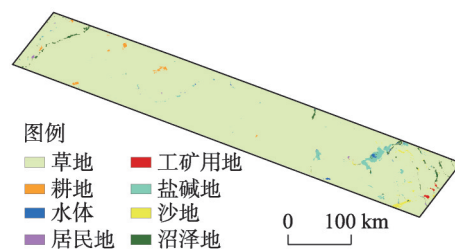


图2 2016年样带土地利用类型分布

Fig. 2 Distribution of land use types of sample belt in 2016

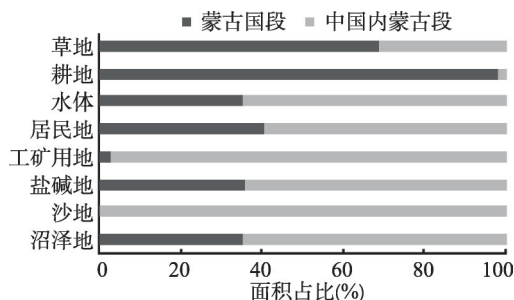


图3 样带国别地类面积占比

Fig. 3 Land types proportion of sample belt in different countries

地质变主要人文因素；③ 内蒙古段沙地占该段总面积的4.50%，占样带沙地总面积的99.88%，表明内蒙古土地沙漠化严重且范围广泛；④ 样带64.69%的盐碱地和65.03%的沼泽地也分布于内蒙古段，表明内蒙古草地退化范围广泛且类型多样；⑤ 基于河流等主要地表水资源的空间分布，样带内蒙古段的水域面积大于样带蒙古国段。

3.2 样带土地利用变化幅度

1988—2016年样带土地利用变化幅度如表1所示。样带草地面积一直在减少，虽然减幅仅为1.8%，但是草地占比大，因此实际缩减面积不可忽视；沙地、工矿用地、盐碱地的面积均在波动式增加，增幅分别于1988—1995年、1995—2002年、2002—2009年达到最大值；耕地、水域面积波动式减少。总体来看，1988—2016年样带草地、耕地、水域面积在减少，其中耕地减幅最大，为35.71%；工矿用地、盐碱地、沙地、居民地面积逐年增加，其中工矿用地增幅最为突出，为初期的近367倍。

表1 1988—2016年样带土地利用变化幅度(%)  
Tab. 1 The ranges of land use change of sample belt from 1988 to 2016 (%)

土地利用类型	1988—1995年	1995—2002年	2002—2009年	2009—2016年	1988—2016年
草地	-0.67	-0.19	-0.21	-0.73	-1.80
耕地	-9.75	-14.18	-31.06	20.40	-35.71
水域	21.45	32.59	-45.27	-2.91	-14.43
居民地	17.30	24.45	33.06	67.98	226.28
工矿用地	7.12	1005.29	790.83	248.80	36690.50
盐碱地	28.88	17.49	52.63	18.93	174.88
沙地	71.72	18.64	26.82	20.40	211.07
沼泽地	18.90	-10.99	-7.19	4.81	2.94

样带蒙古国段土地利用变化幅度如表2所示。样带蒙古国段草地面积微有波动，总面积减少0.06%；耕地面积在2009—2016年稍有增加以外，其他时期均在缩减，总体减少36.93%；水域面积在2002—2009年有所增加以外，其他时期均缩减；工矿用地面积持续递增，在2002—2009年达到最大值，增幅为75.29%；未利用土地中盐碱地持续增加、沙地和沼泽地波动式增加。

样带中国内蒙古段土地利用变化幅度如表3所示。样带中国内蒙古段草地面积缓慢递减，减幅为5.42%，大于蒙古国段；耕地波动式增加，增幅为初期的3倍多；水域和沼

表2 1988—2016年样带蒙古国段土地利用变化幅度(%)  
Tab. 2 The ranges of land use change of Mongolian sample belt from 1988 to 2016 (%)

土地利用类型	1988—1995年	1995—2002年	2002—2009年	2009—2016年	1988—2016年
草地	-0.08	0.01	0.08	-0.07	-0.06
耕地	-12.35	-12.79	-31.19	19.90	-36.93
水域	-9.45	-7.50	20.61	-23.61	-22.83
居民地	18.19	21.78	7.97	48.91	131.42
工矿用地	1.19	49.19	75.29	10.40	192.13
盐碱地	47.75	15.44	29.33	12.51	148.18
沙地	-60.77	143.20	189.42	52.95	322.37
沼泽地	22.96	8.71	-1.43	-6.85	22.74



表 3 1988—2016 年样带中国内蒙古段土地利用变化幅度(%)

Tab. 3 The ranges of land use change of Inner Mongolian sample belt from 1988 to 2016 (%)

土地利用类型	1988—1995 年	1995—2002 年	2002—2009 年	2009—2016 年	1988—2016 年
草地	-1.91	-0.63	-0.83	-2.16	-5.42
耕地	755.06	-55.95	-23.15	47.00	325.51
水域	44.50	51.34	-64.09	16.96	-8.15
居民地	16.13	28.03	65.08	83.89	351.34
工矿用地	-15.38	624.23	1457.73	273.81	35585.15
盐碱地	23.70	18.17	60.10	20.59	182.22
沙地	71.85	18.61	26.74	20.37	210.95
沼泽地	17.21	-19.61	-10.59	12.41	-5.30

泽地面积略有缩减；居民地、盐碱地和沙地面积持续增加；工矿用地面积增幅最大，在 2002—2009 年增幅高达 1457.73%。

总体来看，1988—2016 年样带蒙古国段和中国内蒙古段草地和水域面积均减少，工矿用地和未利用土地面积均增加，表明境内外干旱化趋势一致，草地退化普遍。但是，从变化幅度来看，中国内蒙古段居民地、工矿用地的增幅和草地减幅均大于蒙古国段，表明内蒙古草地的人类影响远大于蒙古国。

3.3 样带土地利用变化方向

1988—2016 年样带土地利用变化方向如表 4 所示。① 草地转换类型多，涵盖了其他所有用地类型，其中转向盐碱地、沙地和沼泽地的草地面积占总转换面积的 88.1%，表明草地退化程度严重、类型多样；② 耕地主要与草地互转，其中耕地转出以弃耕或退耕为主；③ 水域面积缩小，其中 65.2%的水域转向盐碱地、沼泽地等未利用土地，表明地表水域干涸、缩减明显；④ 居民地、工矿用地为净增加类型，均以草地转入为主；⑤ 未利用土地以草地转入为主，其中沼泽地的 93.5%也转向了草地、盐碱地、沙地，再次表明样带自然环境干旱化趋势显著。

样带土地利用类型转换在 2 个国家既有共性，也有差异（图 4）。共性表现为境内外草地、水域面积均减少，并主要转向盐碱地和沙地。差异表现在以下 3 个方面：① 耕地在蒙古国段以净转出为主，且多转为草地；在内蒙古段耕地占比不大，但是主要转向未

表 4 1988—2016 年样带土地利用转移矩阵(km<sup>2</sup>)

Tab. 4 Land use transition matrix of sample belt from 1988 to 2016 (km<sup>2</sup>)

土地利用类型	草地	耕地	水体	居民地	工矿用地	盐碱地	沙地	沼泽地	1988 年
草地		12.30	45.64	39.49	93.13	794.61	420.36	189.41	1594.94
耕地	173.78					0.03			173.81
水体	35.07					42.10	2.73	21.86	101.76
居民地									0.00
工矿用地	0.16		0.12						0.28
盐碱地	10.02		8.95		0.06		1.31	2.34	22.67
沙地	7.55				2.76	0.43		1.66	12.39
沼泽地	153.20	0.72	5.52	0.14	6.14	11.25	14.29		191.26
2016 年	379.78	13.02	60.23	39.63	102.09	848.41	438.68	215.27	2097.11

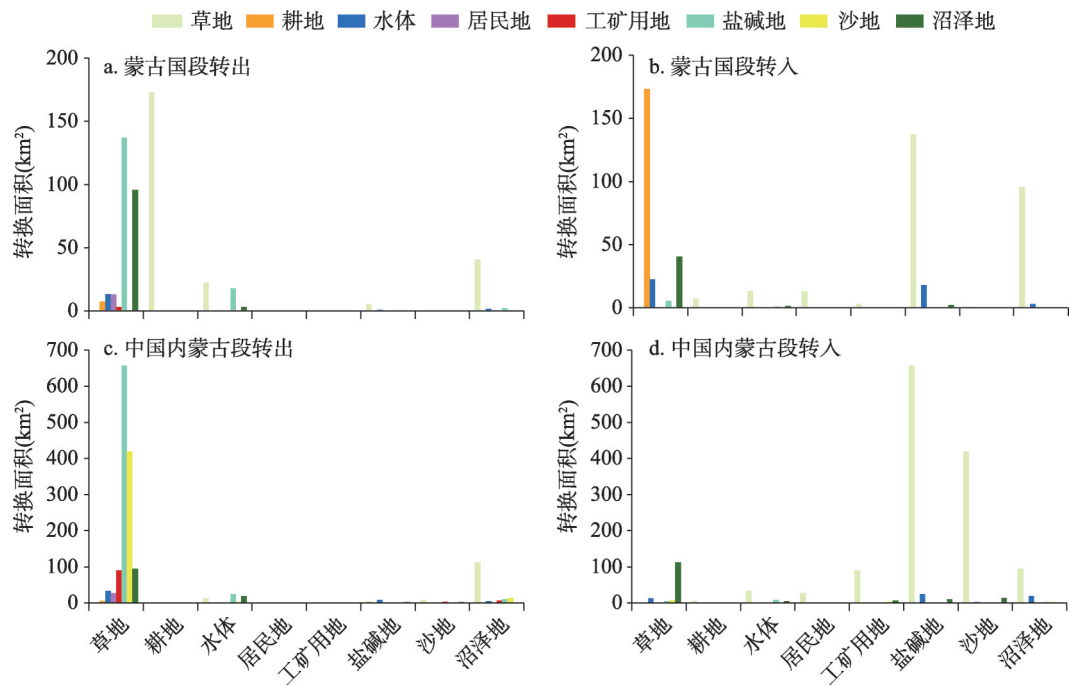


图4 样带国别地类转换面积

Fig. 4 Land type transition area of sample belt in different countries

利用土地；② 工矿用地以草地转入为主，集中于内蒙古段；③ 未利用土地的所有亚类面积大幅增加，其中蒙古国段以盐碱地和沼泽地增加为主，主要由草地和水域转入；而内蒙古段盐碱地和沙地面积增幅更大，主要由草地转入，表明草地退化在内蒙古段尤为严重。

3.4 样带土地利用变化区域

样带土地利用类型变化及其分布情况如图5所示。蒙古国段土地利用类型转换面积较小且分布不均衡，该段最主要特征是耕地转向草地，转出部分在西北部克鲁伦河流域相对集中，在东南部的苏赫巴托省零星分布；中国内蒙古段土地利用类型转换面积较大且分布相对集中，该段最主要特征是草地的转出，其中在东南部的西乌珠穆沁旗转向工矿用地较多，在中部及南部区域主要转向沙地。

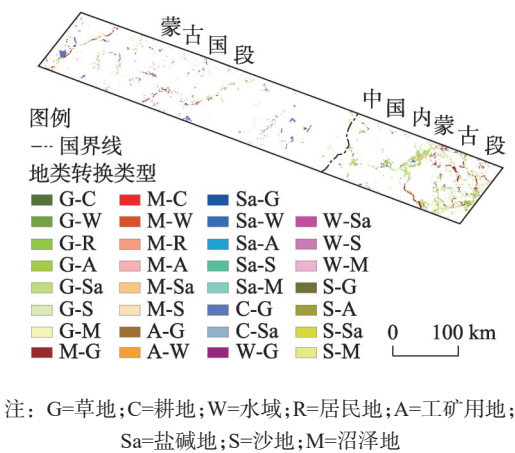


图5 样带国别地类转换分布

Fig. 5 Distribution of land type transition in different countries

4 结论与讨论

4.1 结论

(1) 从2016年样带草地利用情况来看，草地占绝对优势，为95.05%，在境内外占比接近；其他地类占比均较小，但分布相对集中，97.91%的耕地集中于样带西北部的蒙古

国段, 97.20%的工矿用地、99.88%的沙地、64.43%的盐碱地、65.03%的沼泽地分布于样带东南部的内蒙古段。

(2) 1988—2016年样带草地、耕地、水域面积在减少, 其中耕地减幅最大, 为35.71%, 集中于样带西北部的蒙古国段; 工矿用地、盐碱地、沙地、居民地面积逐年增加, 其中工矿用地增幅最大, 为初期的近367倍, 集中于样带东南部的内蒙古段。

(3) 1988—2016年样带蒙古国段和内蒙古段草地、水域面积均减少, 并主要转为未利用土地, 其中内蒙古段草地减幅为5.42%, 大于蒙古国段的0.06%, 表明内蒙古草地退化相对严重; 工矿用地、未利用土地均增加, 均由草地转入, 其中内蒙古工矿用地增幅约为初期的356倍, 远大于蒙古国的1.92倍, 表明内蒙古段草地人为干扰不断增强。

(4) 从样带土地利用特征及其国别差异可发现, 草地退化与干旱化是蒙古高原面临的主要生态环境问题, 在中国内蒙古草地退化更为严重且类型多样。草地是蒙古高原主要土地利用类型, 放牧是该区主要草地利用方式, 而开矿是除放牧以外中国草地的主要干扰因子, 在蒙古国则为垦殖。从耕地、工矿用地的变化幅度及其趋势也可发现, 蒙古国草地干扰在逐年降低, 而中国内蒙古的草地干扰在不断的增强。

## 4.2 讨论

(1) 样带内部自然条件具有一定的差异, 尤其降水量在样带东南部可达360 mm, 而在西北部仅为240 mm左右, 导致样带其他自然地理条件的异质性, 比如植被覆盖度的差异, 但这并不影响样带土地利用类型的确认以及转换信息的准确提取。此外, 草原带影像解译中耕地与人工草场容易混淆, 其斑块、纹理等特征差异较小。经实地踏查与验证, 斑块在蒙古国段多为面积大且集中连片的耕地, 而在中国内蒙古段多为面积小且零散分布的人工草场。因此, 乌珠穆沁—温都尔汗样带草地利用研究的结论是可信的。

(2) 样带中国内蒙古段工矿用地持续大幅增加, 这与内蒙古自改革开放以来快速工业化息息相关。改革开放之前内蒙古锡林郭勒盟原煤年产量不足50万t; 之后快速增长, 1997年突破100万t, 2006年突破1000万t, 2010年突破1亿t, 到2012年接近1.5亿t, 虽然受近几年原煤价格影响, 原煤年产量有所减少, 但仍然维持1亿t产量<sup>①</sup>。因此, 矿产开发是这些年影响样带草地变化的主导因素之一。

(3) 自20世纪50年代开始蒙古国出台3次鼓励垦荒政策, 分别在1959年、1976年和2007年。由此, 直至20世纪80年代末蒙古国苏赫巴托省耕地面积保持在130~180 km<sup>2</sup>之间; 之后受蒙古国体制改革影响, 苏赫巴托省耕地面积持续大幅减少, 到2006年耕地面积仅为0.46 km<sup>2</sup>; 2007年政府部门再次鼓励垦荒, 苏赫巴托省耕地面积大幅增加, 到2016年达175.84 km<sup>2</sup><sup>②</sup>。1988—2016年样带蒙古国段耕地变化主要受控于该国政策导向。

(4) 样带用地类型转换信息表明, 水域、草地等地类转向未利用土地的幅度大且变化趋势明显, 高原草地退化与气候干旱化特征显著。这与蒙古高原气候变化<sup>[11, 22-23]</sup>、水面增减<sup>[18, 21, 29]</sup>、植被覆盖度变化<sup>[12, 24-25]</sup>等专题研究的相关结论基本吻合。同时, 从各用地类型及其转换信息可发现, 内蒙古的草地退化、干旱化趋势更显著、类型更多、程度更严重。因此, 退化草地的生态修复研究中, 除了考虑气候干旱化的自然影响外, 应该更加注重开矿、垦殖以及草场利用方式等人类活动的生态效益分析, 以寻找减少人类干扰、促进草地自然修复能力的有效办法和科学途径。

致谢: 本论文数据处理得到敖敦和昂格力玛的帮助, 在此表示感谢!

① 数据来源: [http://tjj.xlgl.gov.cn/zwgk/ldjs/201508/t20150828\\_1464492](http://tjj.xlgl.gov.cn/zwgk/ldjs/201508/t20150828_1464492)。

② 数据来源: [https://1212.mn/tables.aspx?TBL\\_ID=DT\\_NSO\\_1001\\_021V1](https://1212.mn/tables.aspx?TBL_ID=DT_NSO_1001_021V1)。

## 参考文献(References)

- [1] Li Xiubin. A review of the international researches on land use/land cover change. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(6): 553-558. [李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向. *地理学报*, 1996, 51(6): 553-558.]
- [2] Jetz W, Wilcove D S, Dobson A P. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLOS Biology*, 2007, 5(6): 1211-1219.
- [3] Howells M, Hermann S, Welsch M, et al. Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. *Nature Climate Change*, 2013, 3(7): 621-626.
- [4] Liu Jiuyan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(1): 3-14. [刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局. *地理学报*, 2014, 69(1): 3-14.]
- [5] Pouzols F M, Toivonen T, Di Minin E, et al. Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism. *Nature*, 2014, 516(7531): 383-386.
- [6] Fu Bojie, Zhang Liwei. Land-use change and ecosystem services: Concepts, methods and progress. *Progress in Geography*, 2014, 33(4): 441-446. [傅伯杰, 张立伟. 土地利用变化与生态系统服务: 概念、方法与进展. *地理科学进展*, 2014, 33(4): 441-446.]
- [7] Wu Xutong, Fu Bojie, Wang Shuai. Linking science and society: Review of 33rd International Geographical Congress. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(10): 1849-1855. [武旭同, 傅伯杰, 王帅. 连接科学与社会: 从第33届国际地理大会看地理学的发展态势. *地理学报*, 2016, 71(10): 1849-1855.]
- [8] Liu Zhongling. Analysis of the landscape ecological area of Mongolian Plateau. *Journal of Arid Land Resources & Environment*, 1993, 7(3/4): 256-261. [刘钟龄. 蒙古高原景观生态区域的分析. *干旱区资源与环境*, 1993, 7(3/4): 256-261.]
- [9] Li Xiangzhen, Qu Qiuha. Soil microbial biomass carbon and nitrogen in Mongolian Grassland. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(1): 97-104. [李香真, 曲秋皓. 蒙古高原草原土壤微生物量碳氮特征. *土壤学报*, 2002, 39(1): 97-104.]
- [10] Liu Jiuyan, Qi Yongqing, Shi Huanding, et al.  $^{137}\text{Cs}$  tracer analysis of soil erosion rate in the Tariat-Xilin Gol zone of the Mongolian Plateau. *Chinese Science Bulletin*, 2007, 52(23): 2785-2791. [刘纪远, 齐永青, 师华定, 等. 蒙古高原塔里亚特—锡林郭勒样带土壤风蚀速率的 $^{137}\text{Cs}$ 示踪分析. *科学通报*, 2007, 52(23): 2785-2791.]
- [11] Bao Guang, Liu Yu, Liu Na, et al. Characteristics of climate changes during the instrumental period in the eastern and southern Mongolian Plateau and their ecological-environmental effects. *Journal of Earth Environment*, 2013, 4(5): 1444-1460. [包光, 刘禹, 刘娜, 等. 蒙古高原东部和南部气候要素变化特征及其生态环境影响分析. *地球环境学报*, 2013, 4(5): 1444-1449, 1460.]
- [12] Zhang Yanzhen, Wang Zhaoqi, Yang Yue, et al. Research on the quantitative evaluation of grassland degradation and spatial and temporal distribution on the Mongolia Plateau. *Pratacultural Science*, 2018, 35(2): 233-243. [张艳珍, 王钊齐, 杨悦, 等. 蒙古高原草地退化程度时空分布定量研究. *草业科学*, 2018, 35(2): 233-243.]
- [13] Zhen Lin, Liu Jiuyan, Liu Xuelin, et al. Structural change of agriculture-livestock system and affecting factors in Mongolian Plateau. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2008, 22(1): 144-151. [甄霖, 刘纪远, 刘雪林, 等. 蒙古高原农牧业系统格局变化与影响因素分析. *干旱区资源与环境*, 2008, 22(1): 144-151.]
- [14] Hai Shan. Environmental ethics of nomadic culture on the Mongolian Plateau and its realistic significance. *Journal of Minzu University of China (Philosophy & Social Sciences Edition)*, 2012, 39(5): 58-63. [海山. 蒙古高原游牧文化中的环境道德及其现实意义. *中央民族大学学报(哲学社会科学版)*, 2012, 39(5): 58-63.]
- [15] Zhang Xueyan, Hu Yunfeng, Zhuang Dafang, et al. The spatial pattern and differentiation of NDVI in Mongolia Plateau. *Geographical Research*, 2009, 28(1): 10-18, 274. [张雪艳, 胡云锋, 庄大方, 等. 蒙古高原NDVI的空间格局及空间分异. *地理研究*, 2009, 28(1): 10-18, 274.]
- [16] Liu Shuai, Yu Guirui, Qian Zhaoshun, et al. The thawing-freezing processes and soil moisture distribution of the steppe in central Mongolian Plateau. *Acta Pedologica Sinica*, 2009, 46(1): 46-51. [刘帅, 于贵瑞, 浅沼顺, 等. 蒙古高原中部草地土壤冻融过程及土壤含水量分布. *土壤学报*, 2009, 46(1): 46-51.]
- [17] Batunacun, Hu Yunfeng, Biligejifu, et al. Spatial distribution and variety of grass species on the Ulan Bator-Xilinhot transect of Mongolian Plateau. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(1): 24-36. [巴图娜存, 胡云锋, 毕力格吉夫, 等. 蒙古高原乌兰巴托—锡林浩特草地样带植物物种的空间分布. *自然资源学报*, 2015, 30(1): 24-36.]
- [18] Tao S L, Fang J Y, Zhao X, et al. Rapid loss of lakes on the Mongolian Plateau. *PNAS*, 2015, 112(7): 2281-2286.
- [19] Liu Zhaoifei, Wang Rui, Yao Zhijun. Air temperature and precipitation over the Mongolian Plateau and assessment of



- CMIP 5 climate models. *Resources Science*, 2016, 38(5): 956-969. [刘兆飞, 王蕊, 姚治君. 蒙古高原气温与降水变化特征及CMIP5气候模式评估. *资源科学*, 2016, 38(5): 956-969.]
- [20] Dong Yu, Yan Huimin, Du Wenpeng, et al. Spatio-temporal analysis of grassland carrying capacity in Mongolian Plateau based on supply-consumption relationship. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(5): 1093-1107. [董昱, 闫慧敏, 杜文鹏, 等. 基于供给-消耗关系的蒙古高原草地承载力时空变化分析. *自然资源学报*, 2019, 34(5): 1093-1107.]
- [21] Zhou Y, Dong J W, Xiao X M, et al. Continuous monitoring of lake dynamics on the Mongolian Plateau using all available Landsat imagery and Google Earth Engine. *Science of The Total Environment*, 2019, 689(1): 366-380.
- [22] Bao Gang, Bao Yuhai, Qin Zhihao, et al. Vegetation cover changes in Mongolian Plateau and its response to seasonal climate changes in recent 10 years. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(5): 613-621. [包刚, 包玉海, 覃志豪, 等. 近10年蒙古高原植被覆盖变化及其对气候的季节响应. *地理科学*, 2013, 33(5): 613-621.]
- [23] Yin Y, Liu H Y, Liu G, et al. Vegetation responses to mid-Holocene extreme drought events and subsequent long-term drought on the southeastern Inner Mongolian Plateau, China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2013, 178-179: 3-9.
- [24] Miao Lijuan, Jiang Chong, He Bin, et al. Response of vegetation coverage to climate change in Mongolian Plateau during recent 10 years. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, 34(5): 1295-1301. [缪丽娟, 蒋冲, 何斌, 等. 近10年来蒙古高原植被覆盖变化对气候的响应. *生态学报*, 2014, 34(5): 1295-1301.]
- [25] Hu Yunfeng, Xu Zhiying. Characteristic scales and the multi-scale correlation between dem and ndvi factors: A case study in the Mongolian Plateau. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(12): 1511-1517. [胡云锋, 徐芝英. 蒙古高原地形与植被指数的特征尺度及多尺度耦合关系. *地理科学*, 2014, 34(12): 1511-1517.]
- [26] Li Yifan, Wang Juanle, Zhu Junxiang. Landscape pattern analysis of Mongolia based on the geographical partitions. *Arid Land Geography*, 2016, 39(4): 817-827. [李一凡, 王卷乐, 祝俊祥. 基于地理分区的蒙古国景观格局分析. *干旱区地理*, 2016, 39(4): 817-827.]
- [27] Liu Qingsheng, Liu Gaohuan, Huang Chong, et al. Spatial distribution of vegetation and soil properties on the Ulan Bator-Fengzhen transect on the Mongolian Plateau. *Resources Science*, 2016, 38(5): 982-993. [刘庆生, 刘高焕, 黄翀, 等. 蒙古高原乌兰巴托—丰镇草地样带植被与土壤属性的空间分布. *资源科学*, 2016, 38(5): 982-993.]
- [28] Dong Y, Yan H M, Wang N, et al. Automatic identification of shrub-encroached grassland in the Mongolian Plateau based on UAS remote sensing. *Remote Sensing*, 2019, 13(11): 1623. DOI: 10.3390/rs11131623.
- [29] Stubblefield A, Chandra S, Eagan S, et al. Impacts of gold mining and land use alterations on the water quality of central Mongolian rivers. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 2005, 1(4): 365-373.
- [30] Wei Yunjie, Zhen Lin, Liu Xuelin, et al. Land use change and its driving factors in Mongolia from 1992 to 2005. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(9): 1995-2002. [魏云洁, 甄霖, 刘雪林, 等. 1992—2005年蒙古国土地利用变化及其驱动因素. *应用生态学报*, 2008, 19(9): 1995-2002.]
- [31] Wang X Y, Li F Y, Tang K Y, et al. Land use alters relationships of grassland productivity with plant and arthropod diversity in Inner Mongolian grassland. *Ecological Applications*, 2020, 30(3): e02052. DOI: 10.1002/eap.2052.
- [32] Batunacun, Nendel C, Hu Y F, et al. Land-use change and land degradation on the Mongolian Plateau from 1975 to 2015: A case study from Xilingol, China. *Land Degradation & Development*, 2018, 29(6): 1595-1606.
- [33] Joly F J C, Samdanjigmed T, Cottureau V, et al. Ecological constraints on and consequences of land use heterogeneity: A case study of the Mongolian Gobi. *Journal of Arid Environments*, 2013, 95(5): 84-91.

## Characteristics of grassland utilization in Mongolian Plateau and their differences among countries

WULAN Tuya

(College of Geographical Sciences, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China)

**Abstract:** Located in the southern part of the Mongolian Plateau, the Inner Mongolia grassland is an important ecological barrier in northern China. The ecological restoration is a tough task and poses a great pressure on the grassland. In this paper, we focus on the Ujumqin-Undurhan transect, a typical grassland of the Mongolian Plateau. We used Landsat TM data from 1988 to 2016 which was divided into five periods (of seven years), to reveal the characteristics of grassland utilization in the transect, a transboundary between Mongolia and Inner Mongolia autonomous region of China. In addition, we determined the main disturbance factors of grassland and explored effective restoration mitigation and an international experience for reference. Based on land-use type as of 2016, we found that grassland accounted for 95.05% of the transect, which was evenly distributed across the entire transect. Other land use types accounted for a small proportion, and were relatively concentrated in the localized areas. Among them, cultivated land was concentrated in the Mongolian section in the northwest of the transect, while mining and its industrial area, sandy land, and saline-alkali land were mainly located in the Inner Mongolian section in the southeast of the transect. In the past 30 years, the arable land in the transect decreased the most (35.71%), which was concentrated in the Mongolian section. The area of grassland and water mass suffered a continuous decline with a similar trend both on Chinese and Mongolian sides. However, the decrease in the area of grassland in Inner Mongolia, China was greater than that in Mongolia, and most of them were converted to unused land. The largest increase was found in mining and its industrial area in the transect, nearly 367 times of the initial period, which was concentrated in the Inner Mongolian section. The area of saline-alkali land and sandy land underwent a continuous increase and the changes within the two countries were comparable. Finally, we found the grassland was the predominant land use type on the plateau, which was mainly used for grazing. Mining was the chief disturbance factor of grassland in China, followed by grazing. Meanwhile, the reclamation was the main disturbance factor in Mongolia. The extent of grassland disturbance in Inner Mongolia, China was much greater than that in Mongolia. Overall, grassland degradation and drought were the main ecological and environmental challenges faced by the Mongolian Plateau, especially in Inner Mongolia.

**Keywords:** land use; grassland degradation; country differences; Mongolian Plateau