

# 四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集 ( 1970–2010 )

史文娇<sup>1,2\*</sup>, 刘奕婷<sup>1,2</sup>, 石晓丽<sup>3</sup>

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 中国科学院陆地表层格局与模拟重点实验室, 北京 100101;
2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049;
3. 河北师范大学资源与环境科学学院, 河北省环境演变与生态建设实验室, 石家庄 050024

**摘 要:** 北方农牧交错带界线划定是开展该地区生态环境、气候变化、土地利用变化等相关研究的重要基础。本文在综合前人界定的基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线的基础上, 结合多年平均降水、耕地和草地的面积占比分别对二十世纪七十年代( 1970s )、二十世纪八十年代( 1980s )、二十世纪九十年代( 1990s )、二十一世纪前十年( 2000s )四个时期基于气候要素和土地利用的农牧交错带界线进行了划定。结果表明, 在空间上, 基于气候要素的北方农牧交错带界线变幅和面积变化均大于基于土地利用的农牧交错带界线, 但两种界线变幅均从东北地区向西北地区递减; 在时间上, 基于气候要素和土地利用的农牧交错带界线在 1970s–1980s 期间移动幅度和面积变化较大; 在 1970s–1980s 期间, 两种界线的移动方向较为一致, 而在 1990s 以后, 基于土地利用的界线与基于气候要素的界线变迁趋势各异。该数据集由 62 个数据文件组成, 以.shp 和.kml 格式存储, 数据量为 202 KB (压缩为 1 个文件包, 161 KB)。

**关键词:** 北方农牧交错带; 中国; 气候变化; 土地利用

**DOI:** 10.3974/geodp.2018.04.08

## 1 前言

农牧交错带是耕地与草地在时空上交错分布的地区<sup>[1]</sup>, 是从农业种植区到草原畜牧区的生态过渡区域<sup>[2]</sup>, 对人类活动和气候变化均较为敏感<sup>[3]</sup>。由于北方农牧交错带是中国范围最广、生态问题最为突出的农牧交错带区域, 因而成为农牧交错带研究的热点区域, 而对北方农牧交错带界线的准确刻画是该区域相关研究开展的重要基础工作。在农牧交错带界线界定方面, 从 1953 年赵松乔最早提出以降水量 400 mm 为指标界定农牧交错带的观点<sup>[4]</sup>, 北方农牧交错带界线的界定作为交错带相关研究的基础, 得到自然地理<sup>[5]</sup>、环境演变<sup>[6–8]</sup>、全球变化<sup>[9]</sup>、环境考古<sup>[10]</sup>、生态环境<sup>[1]</sup>等不同领域专家学者的关注, 并基于不同专业背景提出了界定指标和范围。经过近几十年的发展, 北方农牧交错带界线的定义主要基于代用证据推断、野外调查、气候要素、土地利用要素以及综合指标, 其中基于气候要素和土地

收稿日期: 2018-10-03; 修订日期: 2018-12-20; 出版日期: 2018-12-24

基金项目: 国家自然科学基金 (41771111); 中国科学院 (2016RC201, 2018071); 中国土地勘测规划院 (2018121101356); 河北省 (L052018Z09)

\*通讯作者: 史文娇 S-3255-2018, 中国科学院地理科学与资源研究所, shiwj@lreis.ac.cn

数据引用方式: [1] 史文娇, 刘奕婷, 石晓丽. 四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010) [J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(4): 419–425. DOI: 10.3974/geodp.2018.04.08.

[2] 史文娇, 刘奕婷. 四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.05.05.V1.



利用要素的界定方法应用较为广泛<sup>[11]</sup>。基于气候要素的指标,即以年降水量、降水变化率、湿润系数、干燥系数等气候要素作为判定农牧交错带界线的指标;基于土地利用的指标,即在气候要素的基础上结合耕地草地密度、耕地草地林地面积比等土地利用空间分布特征的界定指标。虽然不同专家学者提出的北方农牧交错带界线的界定指标、范围、方法有所不同,但对于年降水量 400 mm 的气候指标、半干旱气候区域以及土地利用上农业、牧业用地交错分布的认知是一致的,且在划分地理范围的核心区域均为内蒙古高原东南边缘和黄土高原北部<sup>[6]</sup>。本数据集在综合前人界定的基于气候要素和土地利用要素的北方农牧交错带界线的基础上,结合多年平均降水、耕地和草地的面积占比对二十世纪七十年代(1970s)、二十世纪八十年代(1980s)、二十世纪九十年代(1990s)、二十一世纪前十年(2000s)四个时期基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线分别进行了划定。

2 数据集元数据简介

四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010)<sup>[12]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、数据集组成等信息见表 1。

表 1 四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010)元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010)
数据集短名	_FPE_NorthernChina
作者信息	史文娇 S-3255-2018, 中国科学院地理科学与资源研究所, shiwj@lreis.ac.cn 刘奕婷 S-3180-2018, 中国科学院地理科学与资源研究所, liuyitinggis@126.com 石晓丽 A-5721-2019, 河北师范大学资源与环境科学学院, shixiaoli2004@163.com
地理区域	中国北方地区(内蒙古、宁夏、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、山西、陕西和甘肃共 10 个省、直辖市、自治区)
数据年代	1970–2010 年
数据格式	时间分辨率 10 年 .dbf、.prj、.sbn、.sbx、.shp、.shx、.xml、.kml
数据量	202 KB(压缩后 161 KB)
数据集组成	数据集由 62 个数据文件组成,包括 8 个数据文件和 1 个数据文件包,含 9 种数据格式,其中,数据文件包内有 2 个数据文件夹,Basedclimate 数据文件夹由 28 个数据文件组成,BasedLUCC 由 26 个数据文件组成
基金项目	国家自然科学基金(41771111);中国科学院(2016RC201,2018071);中国土地勘测规划院(2018121101356);河北省(L052018Z09)
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据(中英文)、实体数据(中英文)和通过《全球变化数据学报》(中英文)发表的数据论文。其共享政策如下:(1)“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放,用户免费浏览、免费下载;(2)最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源;(3)增值服务用户或以任何形式散发和传播(包括通过计算机服务器)“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》(中英文)编辑部签署书面协议,获得许可;(4)摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则,即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%,同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[13]</sup>



3 数据研发方法

3.1 算法原理

在基于气候要素的北方农牧交错带界线的提取方面，结合已有生态功能区范围<sup>[14–17]</sup>，在降水年变率 15%–30%、干燥度指数 0.2–0.5 界定区域的基础上<sup>[3]</sup>，以年降水量 400 mm 等值线为中心、300 mm 等值线为西北界、500 mm 等值线为东南界。西北界与东南界未闭合的部分，通过 350 mm、400 mm、450 mm 降水等值线实现从 300 mm 至 500 mm 降水等值线平滑过渡连接。为了具有可比性，每一段界线的等值线在不同时间范围内的选取规则一致，从而完成界线的闭合。

在基于土地利用的北方农牧交错带界线的提取方面，在已有的北方农牧交错带生态分区的范围内<sup>[14]</sup>，提取土地利用百分比栅格中同时满足栅格内耕地比重>15%，草地比重>15%，且耕地与草地之和比重>50%的连片区域。

3.2 技术路线

为了分别提取基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线，收集并处理 1970 年以来的气象站点数据和 Landsat MSS/TM/ETM+、CBERS-1、CBERS-2 等遥感影像数据，并基于处理后的气候要素数据和土地利用数据，分别提取基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线，技术路线如图 1。

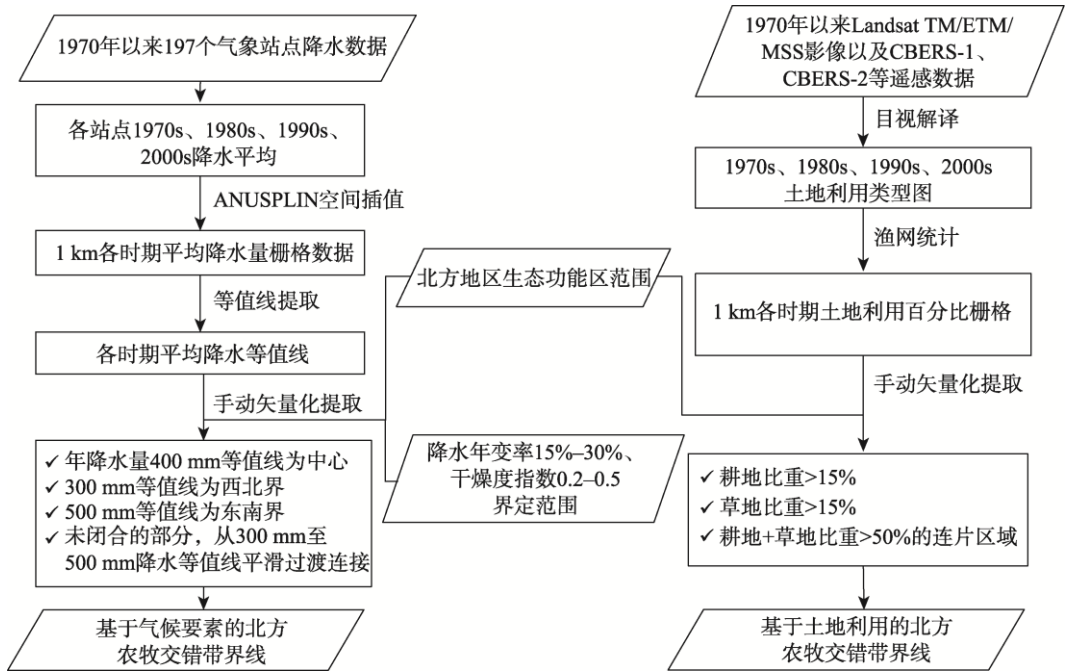


图 1 北方农牧交错带界线时空变化数据研发技术路线

在基于气候要素界线提取方面，本文收集了北方地区 197 个国家气象站点 1970–2010 年的日值降水数据，处理求得各个气象站点上 1970s、1980s、1990s、2000s 四个不同时期的平均降水量。在此基础上，使用了 ANUSPLIN 软件插值得到空间分辨率为 1 km 的平均降水量栅格数据；并使用 ArcGIS 10.2 中等值线工具，提取各个时期研究区内的降水量等值



线。根据界定指标,结合已有生态功能区范围<sup>[14]</sup>在前人研究中降水年变率 15%–30%、干燥度指数 0.2–0.5 界定范围的基础上<sup>[3]</sup>,手动矢量化完成对 1970s、1980s、1990s 和 2000s 基于气候要素的北方农牧交错带界线的提取。

在基于土地利用界线提取方面,收集了 1970s 末期、1980s 末期、2000、2010 年的遥感数据进行目视解译,采用了 ArcGIS 中创建渔网工具获得 1 km×1 km 的渔网,并使用 Matlab 程序计算每个渔网单元内各类土地利用类型所占面积,获得空间分辨率为 1 km 的 1970s、1980s、1990s 和 2000s 四个时期的耕地和草地的百分比栅格数据。根据界定指标提取满足条件的连片区域,结合已有生态功能区范围<sup>[14]</sup>,手动矢量化完成对 1970s、1980s、1990s 和 2000s 基于土地利用的北方农牧交错带界线的提取。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010)由 62 个数据文件组成,以.shp 和.kml 格式存储,数据量压缩前 199 KB,压缩后 159 KB。1970s、1980s、1990s、2000s 四个时期基于气候要素和土地利用界定的北方农牧交错带空间分布情况如图 2、图 3 所示。

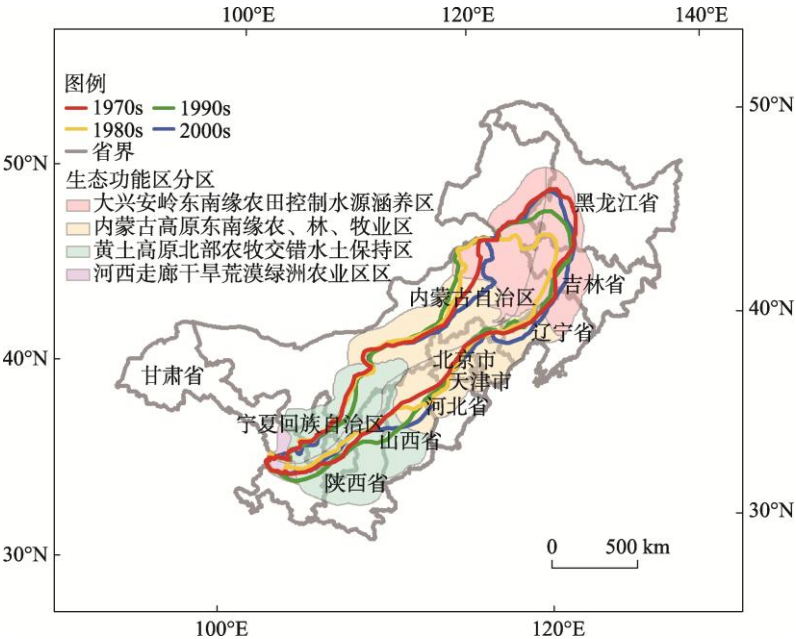


图 2 基于气候要素的北方农牧交错带界线

4.2 数据结果

1970–2010 年期间,基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线均发生了较大变迁,且在不同地区、不同时期内变迁情况各异。为更好地识别北方农牧交错带界线变迁的时空差异,本文在前人研究的基础上<sup>[14]</sup>,划定了大兴安岭东南缘农田控制水源涵养区(1 区)、内蒙古高原东南缘农、林、牧业区(2 区)、黄土高原北部农牧交错水土保持区(3 区)、河西走廊干旱荒漠绿洲农业区(4 区)四个生态功能区<sup>[14,16–17]</sup>。同时使用了农牧交错带界线在界线变迁方向变动的探测方法(DSAS 方法)<sup>[16–17]</sup>实现了在界线变迁方



向上对不同区域、不同时期内土地利用界线和气候界线变迁幅度的探测，并计算了界线的变化面积（表 2）。

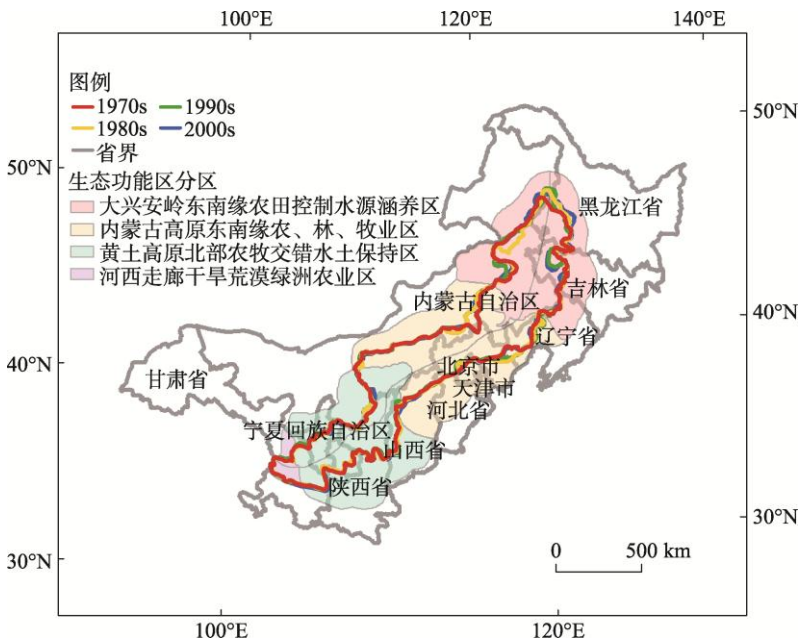


图 3 基于土地利用的北方农牧交错带界线

表 2 不同区域各时期界线面积变化和平均变迁距离

区域	时期	界线面积变化（万 km <sup>2</sup> ）		界线平均变迁幅度（km）	
		气候界线	土地利用界线	气候界线	土地利用界线
1 区	1970s–1980s	–9.48	–0.01	117.37	18.07
	1980s–1990s	7.74	0.48	75.13	30.55
	1990s–2000s	0.58	0.42	62.76	24.38
2 区	1970s–1980s	3.19	1.64	22.66	15.28
	1980s–1990s	0.50	–0.03	18.31	6.10
	1990s–2000s	–0.34	–1.28	48.93	14.55
3 区	1970s–1980s	–2.06	0.18	20.36	8.51
	1980s–1990s	3.38	0.16	48.41	8.46
	1990s–2000s	–2.43	0.27	36.99	11.50
4 区	1970s–1980s	–0.22	–0.09	13.65	2.94
	1980s–1990s	0.50	0.21	20.22	5.02
	1990s–2000s	–0.13	0.08	12.88	3.56
全研究区	1970s–1980s	–8.57	1.73	48.52	13.15
	1980s–1990s	12.13	0.82	43.84	13.76
	1990s–2000s	–2.31	–0.52	46.72	15.67

1970–2010 年期间，基于气候要素的北方农牧交错带界线变迁情况在不同生态功能区内、不同时期均所有不同（图 2）。基于气候的北方农牧交错带界线东北地区（1 区）移动的幅度和面积变化最大、西北地区移动的幅度和面积变化最小（4 区），其中在 1970s–1980s、1980s–1990s、1990s–2000s 三个时期内，1 区界线变动方向上的平均变迁距离分别为 117.37、



75.13、62.76 km,而在西北地区(4区)仅为13.65、20.22、12.88 km;另外,研究区内气候界线面积在四个时期内均发生了较大的变化,尤其在1970s–1980s期间由于东北地区降水增加界线南移,导致了界线面积出现了较大幅度的下降,全研究区界线面积从66.77万km<sup>2</sup>减少至58.20万km<sup>2</sup>,减少幅度为8.57万km<sup>2</sup>;随后,由于气候界线北移回归至1970s时期界线附近,农牧交错带面积有所增加,且2000s界线面积较1970s界线面积增加1.25万km<sup>2</sup>。

基于土地利用的北方农牧交错带界线在1970s–1980s、1980s–1990s、1990s–2000s三个时期内变迁幅度和面积变化程度均小于基于气候要素的北方农牧交错带界线,即不同时期内农牧交错带界线受土地利用影响的变迁程度远小于受气候影响的变迁程度(表2)。但是与气候界线类似,土地利用界线在东北地区(1区)移动幅度和面积变化最大、西北地区移动幅度和面积变化最小(4区)。在1970s–1980s、1980s–1990s、1990s–2000s三个时期内,1区土地利用界线变动方向上的平均变迁距离分别为18.07、30.55、24.38 km,而在西北地区(4区)仅为2.94、5.02、3.56 km;在界线面积变化方面,1970s–1990s期间土地利用界线面积有所增加,从64.56万km<sup>2</sup>增加至67.10万km<sup>2</sup>,增幅为2.54万km<sup>2</sup>,而在随后的时期内面积减少0.52万km<sup>2</sup>。

从气候界线和土地利用界线的空间耦合关系上看(图2,图3),在1970s–1980s期间,气候和土地利用界线的移动方向较为一致,尤其是在东北地区,气候驱动土地利用界线变迁作用明显;而在1990s以后该区域基于土地利用的农牧交错带界线与基于气候要素的农牧交错带界线移动趋势各异,气候驱动土地利用界线变迁作用不明显。

## 5 讨论和总结

本数据集在综合前人界定的基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线的基础上,结合多年平均降水、耕地和草地的面积占比,对1970s、1980s、1990s、2000s四个时期基于气候要素和土地利用的北方农牧交错带界线分别进行了划定。基于气候要素的北方农牧交错带界线与赵哈林等<sup>[1]</sup>、Liu等<sup>[18]</sup>基于气候要素指标界定的北方农牧交错带范围相似,均以400 mm降水线为北方农牧交错带的中心,以300 mm等降水线为北界并结合干燥指数和降水变率进行修正;气候界线南界则与李世奎等<sup>[19]</sup>、朱震达等<sup>[5]</sup>基于降水量、降水变率、降水保证率、风速等指标界定的南界空间分布相似,均起于松嫩平原,贯穿吉林省西部、辽宁省西北部、河北省西北部、陕西省北部、山西省北部,西至甘肃省和宁夏自治区内。本文划定的基于土地利用的北方农牧交错带界线则与吴传钧等<sup>[20]</sup>、王静爱等<sup>[21]</sup>、Ye等<sup>[22]</sup>类似,均使用了单位面积网格内耕地面积(农业用地)和草地面积(牧业用地)的比例界定基于土地利用的北方农牧交错带界线。吴传钧等<sup>[20]</sup>使用耕、林、草面积之比为1:0.5:1.5作为界定指标;王静爱等<sup>[21]</sup>则使用了农业用地占15%–35%且牧业用地占35%–75%的指标;Ye等<sup>[22]</sup>则使用了农业用地占15%–35%的界定指标。虽然各研究中面积比例阈值的选取略有不同,但本文界定结果与前人研究结果中界定核心范围相似,是对前人划定界线的综合和改进。

由于气候和人类活动的共同作用,北方农牧交错带地区耕地草地间转化频繁,导致气候界线和土地利用界线不断变迁和进退<sup>[16]</sup>,因而更准确、合理的农牧交错带界线可为该区域相关研究提供基础的数据支撑,尤其对研究气候、人类活动和北方农牧交错带界线变迁关系具有重要意义。但是,由于遥感数据可获得年份的限制,本文不同时期的土地利用界线划定的主要依据为各时期末期的土地利用数据;气候要素界线的划定则依据了各时期多



年气象要素的均值, 更精确时间分辨率的农牧交错带界线划定有待进一步研究。另外, 农牧交错带作为气候、土壤、海拔等自然因素空间过渡和社会、经济、人口等人类活动空间响应的过渡地带<sup>[11]</sup>, 亟需综合气候和人类活动因素、因地制宜的选择划定指标和标准, 从而确定更为合理的北方农牧交错带界线。

**作者分工:** 史文娇对数据集的开发做了总体设计, 史文娇和石晓丽设计了模型和算法; 刘奕婷采集和处理了数据, 并撰写了数据论文。

## 参考文献

- [1] 赵哈林, 赵学勇, 张铜会等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题[J]. 地球科学进展, 2002, 17(5): 739–747.
- [2] 赵军, 李霞. 中国农牧交错带研究进展[J]. 草业科学, 2009, 26(1): 94–99.
- [3] 刘军会, 高吉喜. 北方农牧交错带界线变迁区的土地利用与景观格局变化[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 76–82.
- [4] 赵松乔. 察北、察盟及锡盟——一个农牧过渡地区的经济地理调查[J]. 地理学报, 1953, 19(1): 43–60.
- [5] 朱震达, 刘恕, 杨有林. 试论中国北方农牧交错地区沙漠化土地整治的可能性和现实性[J]. 地理科学, 1984, 4(8): 197–206.
- [6] 王静爱, 徐霞, 刘培芳. 中国北方农牧交错带土地利用与人口负荷研究[J]. 资源科学, 1999, 21(5): 19–24.
- [7] 张兰生. 中国生存环境历史演变规律研究(一)[M]. 北京: 海洋出版社, 1993.
- [8] 张林源, 苏桂武. 第四纪全国泥石流学术讨论会文集[C]. 试论我国北方季风边缘区自然灾害的区域特征. 兰州: 甘肃文化出版社, 1994.
- [9] 王铮, 张丕远, 刘啸雷等. 中国生态环境过渡的一个重要地带[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 319–326.
- [10] 田广金, 史培军. 中国北方长城地带环境考古学的初步研究[J]. 内蒙古文物考古, 1997(2): 44–51.
- [11] 石晓丽, 史文娇. 北方农牧交错带界线的变迁及其驱动力研究进展[J]. 农业工程学报, 2018, 34(20): 1–11.
- [12] 史文娇, 刘奕婷. 四个历史时期中国北方农牧交错带界线数据集(1970–2010) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.05.05.V1.
- [13] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017年更新).
- [14] 黄青, 辛晓平, 张宏斌. 基于生态系统服务功能的中国北方草地及农牧交错带区划[J]. 生态学报, 2010, 30(2): 350–356.
- [15] Shi, W. J., Liu, Y. T., Shi, X. L. Development of quantitative methods for detecting climate contributions to boundary shifts in farming-pastoral ecotone of northern China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(9): 1059–1071.
- [16] Shi, W. J., Liu, Y. T., Shi, X. L. Contributions of climate change to the boundary shifts in the farming-pastoral ecotone in northern China since 1970 [J]. *Agricultural Systems*, 2018, 161: 16–27.
- [17] 史文娇, 刘奕婷, 石晓丽. 气候变化对北方农牧交错带界线变迁影响的定量探测方法研究[J]. 地理学报, 2017, 72(3): 407–419.
- [18] Liu, J. H., Gao, J. X., Lv, S. H., et al. Shifting farming-pastoral ecotone in China under climate and land use changes [J]. *Journal of Arid Environments*, 2011, 75(3): 298–308.
- [19] 李世奎. 中国农业气候区划[J]. 自然资源学报, 1987, 2(1): 71–83.
- [20] 吴传钧, 郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [21] 王静爱, 史培军. 论内蒙古农牧交错地带土地资源利用及区域发展战略[J]. 地域研究与开发, 1988, 7(1): 24–28.
- [22] Ye, Y., Fang, X. Q. Expansion of cropland area and formation of the eastern farming-pastoral ecotone in northern China during the twentieth century [J]. *Regional Environmental Change*, 2012, 12(4): 923–934.