

# 中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集 (辽、金、元、明时期)

吴致蕾<sup>1,3</sup>, 方修琦<sup>2\*</sup>, 叶瑜<sup>2</sup>, 胡志强<sup>1</sup>

1. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810008;

2. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100871;

3. 青海师范大学, 高原科学与可持续发展研究院, 西宁 810016

**摘要:** 历史耕地覆盖重建研究不仅可以为全球变化和生态环境效应模拟提供基础数据, 而且有助于深刻理解区域人地关系。过去千年间, 中国北方农牧交错带的土地利用方式在时间上经历了时农时牧的变化过程, 在空间上呈现出半农半牧的特征。因此, 准确重建类似区域的耕地覆盖变化是当前本领域关注的热点与难点问题。本研究选择地处中国北方农牧交错带带宽最大的东段作为研究区, 使用历史文献以及聚落与耕地面积之间的关系估算了辽、金、元、明时期的耕地面积总量, 采用基于聚落考古信息构建耕地格网化重建方法重建了对应时期的 5'×5'耕地覆盖数据集。该数据集客观、准确地刻画了辽代至明代研究区土地利用从半农半牧到牧业的根本性转变过程。本数据集包括 1 组表格数据和 2 组空间数据。表格数据包括研究区辽、金、元、明时期的耕地面积总量和聚落数量, 以.xlsx 格式储存。空间数据包括: (1) 中国北方农牧交错带东段边界数据, 以.shp 格式储存; (2) 辽、金、元、明共 4 期的 5'×5'耕地覆盖数据, 以.shp 格式储存。数据集一共由 36 个数据文件组成, 数据量为 2.26 MB (压缩为 1 个文件, 242 KB)。

**关键词:** 土地利用/土地覆盖; 耕地; 聚落考古; 辽、金、元、明; 农牧交错带

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.02.09>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.02.09>

## 数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2023.08.01.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.08.01.V1>.

## 1 前言

土地利用/土地覆盖变化(Land Use and Land Cover Change, LUCC)是全球变化及其影响研究的重要方向<sup>[1]</sup>。人类的土地利用活动对地球系统产生的影响具有累积效应, 历史时期或更早时期的人类土地利用对当前生态的影响不应被忽视或低估<sup>[2,3]</sup>。历史 LUCC 重建不

收稿日期: 2023-04-02; 修订日期: 2023-06-18; 出版日期: 2023-06-25

基金项目: 中华人民共和国科技部(2021YFD1500704)

\*通讯作者: 方修琦, 北京师范大学, [xfang@bnu.edu.cn](mailto:xfang@bnu.edu.cn)

数据引用方式: [1] 吴致蕾, 方修琦, 叶瑜等. 中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集(辽、金、元、明时期)[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(2): 204–214. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.02.09>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.02.09>.  
[2] 吴致蕾, 方修琦, 叶瑜等. 中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集(辽、金、元、明时期)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.08.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.08.01.V1>.

仅能够反应土地覆盖的时空演变过程,而且能为全球气候、环境变化的模拟提供基础数据<sup>[4-6]</sup>。耕地是农业活动出现以后,扩张最快、影响地表原始覆盖最深且最具代表性的土地利用类型之一,其扩张不仅直接改变了地表原始覆盖类型,而且通过改变陆地表面的物理条件和生物地球化学循环等过程,间接影响区域乃至全球的环境变化<sup>[7]</sup>。因此,耕地的重建是其他土地利用/土地覆盖类型重建的起点。重建时间序列长、可靠性高的耕地覆盖变化有助于深入理解人类土地利用活动改变土地覆盖的全过程。作为最具有代表性的全球四大历史土地覆盖数据集:SAGE<sup>[8]</sup>、HYDE<sup>[9]</sup>、PJ<sup>[10]</sup>、KK 10<sup>[5]</sup>都包括耕地数据,这些数据集虽已被广泛应用,但其可靠性却受到诸多质疑<sup>[11-13]</sup>。这主要是由于上述数据集使用的耕地面积数据的空间分辨率较低(国家或大洲尺度),以及使用自然因子构建宜垦性模型进行耕地覆盖格网化分配等因素造成的。

重建区域尺度的耕地覆盖不仅能定量刻画区域耕地覆盖变化过程,也是修正全球尺度土地覆盖数据集的关键环节<sup>[13]</sup>。近年来,国内学者基于丰富的历史文献记录和考古资料等针对耕地覆盖重建开展了大量的研究工作,呈现出三大趋势:一是耕地覆盖重建工作流程逐步统一、规范<sup>[14]</sup>;二是耕地重建的时段不断向更久远的历史时期延伸<sup>[15-17]</sup>;三是耕地重建的格网化分配方法不断得到改进,重建结果可靠性有所提高<sup>[18-20]</sup>。尽管成果丰硕,但,需要指出的是当前研究主要集中在历史文献记录相对丰富、农业发展条件较优越的农区,而对于农牧交错带等类似区域长时序的耕地重建研究仍较为薄弱。这主要是由于这些区域的生态脆弱性强、农业发展的继承性差,加之多变的土地利用方式,导致历史耕地数据的获取、格网化分配方法的构建难度大。

本研究选择对气候变化的响应敏感,土地利用方式呈现时农时牧、半农半牧特点的中国北方农牧交错带东段作为研究区,使用历史文献以及聚落与耕地面积之间的关系估算了辽(公元916-1125年)、金(公元1115-1234年)、元(公元1279-1368年)、明(公元1368-1644年)共4期的耕地面积总量,采用基于聚落考古信息构建耕地格网化分配方法重建了对应时期的5'×5'耕地覆盖数据集,以期为农牧交错带类似区域的历史长时序的耕地重建研究提供参考。

## 2 数据集元数据简介

《中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集(辽、金、元、明时期)》<sup>[21]</sup>的元数据包括名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表1。

## 3 数据研发方法

### 3.1 中国北方农牧交错带东段的选择与划定

由于历史时期农牧交错带变化显著,且其范围通常与自然界线相吻合(图1a),而较难使用明确的亚国家级行政单元(省级行政单元)进行刻画<sup>[23-25]</sup>。因此,考虑到研究的可行性与资料的可获取性,本研究选择大约千年以前较为温暖湿润的中世纪暖期内<sup>[25, 26]</sup>的辽代

表 1 《中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集（辽、金、元、明时期）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集（辽、金、元、明时期）
数据集短名	Cropland_LiaoJinYuanMing
作者信息	吴致蕾，青海师范大学地理科学学院，wuzl@qhnu.edu.cn 方修琦，北京师范大学地理科学学部，xfang@bnu.edu.cn 叶 瑜，北京师范大学地理科学学部，yeyuleaffish@bnu.edu.cn 胡志强，青海师范大学地理科学学院，huzq@qhnu.edu.cn
地理区域	中国北方农牧交错带东段，位于 41°58'N–46°53'N，116°25'E–124°38'E 之间，总面积约为 19.35 万 km <sup>2</sup> ，其行政范围包括内蒙古自治区东部的通辽市、翁牛特旗、克什克腾旗等 16 个市县，吉林省的白城市、洮南市、通榆县等共 9 个市县，以及黑龙江省的泰米县
数据年代	辽、金、元、明
时间分辨率	朝代（需要指出的是，本研究使用的原始聚落数据 <sup>[21]</sup> 的时间分辨率仅到朝代，因此，本研究最终数据集为各朝代 1 期，共 4 期的耕地面积数据以及对应的 5'×5'的耕地覆盖数据）
空间分辨率	5'×5'
数据格式	.shp
数据量	2.26 MB (压缩文件 242 KB)
数据集组成	(1) 研究区辽、金、元、明共 4 期的耕地面积和聚落遗址数量，1-CroplandArea_Liao-Jin-Yaun-Ming，数据格式为.xls (2) 中国北方农牧交错带东段，即辽代上京道农区的边界数据，2-BND_Eastern_NorthernChina's_Farming-Pastoral_Zone，数据格式为.shp (3) 研究区辽、金、元、明共 4 期耕地覆盖数据，3-CroplandCover_Liao-Jin-Yuan-Ming，包括：CroplandCover_Liao、CroplandCover_Jin、CroplandCover_Yuan、CroplandCover_Ming，数据格式为.shp
基金项目	中华人民共和国科技部（2021YFD1500704）
数据计算环境	ArcGIS
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）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据集和通过《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>[22]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

上京道农区作为研究农牧交错带的案例区。该区域是中国北方农牧交错带内带宽最大的区域（图 1a）。

辽代（公元 907–1125 年），是游牧民族契丹建立的北方王朝，其疆域广阔，除了包括我国境内的东北三省、内蒙全部区域、河北以及山西省外，还包括今俄罗斯、蒙古国部分

区域，但其经济政治中心主要集中在我国东北地区（图 1b）。辽代的行政区主要包括上京道、东京道、南京道、西京道以及中京道共五道（图 1b），其中上京道是辽代建国时都城上京临潢府所在之地，也是辽代农业起步与发展的重要区域，特别是其东南部的西拉木伦河流域由于人口集聚成为农业的集中发展区（图 1c）<sup>[27-31]</sup>。

由于人口组成结构、自然条件等因素限制，上京道的农业发展区主要集中在我国境内的上京道区域的东南部地区，即本文的研究区。本研究以中国现代国界线为界，研究辽代分布在我国境内的上京道地区，其中上京道东南农业区主要是参照辽代古城遗址分布以及中国 1：400 万县级行政界线（www.geodata.cn）而划定的。

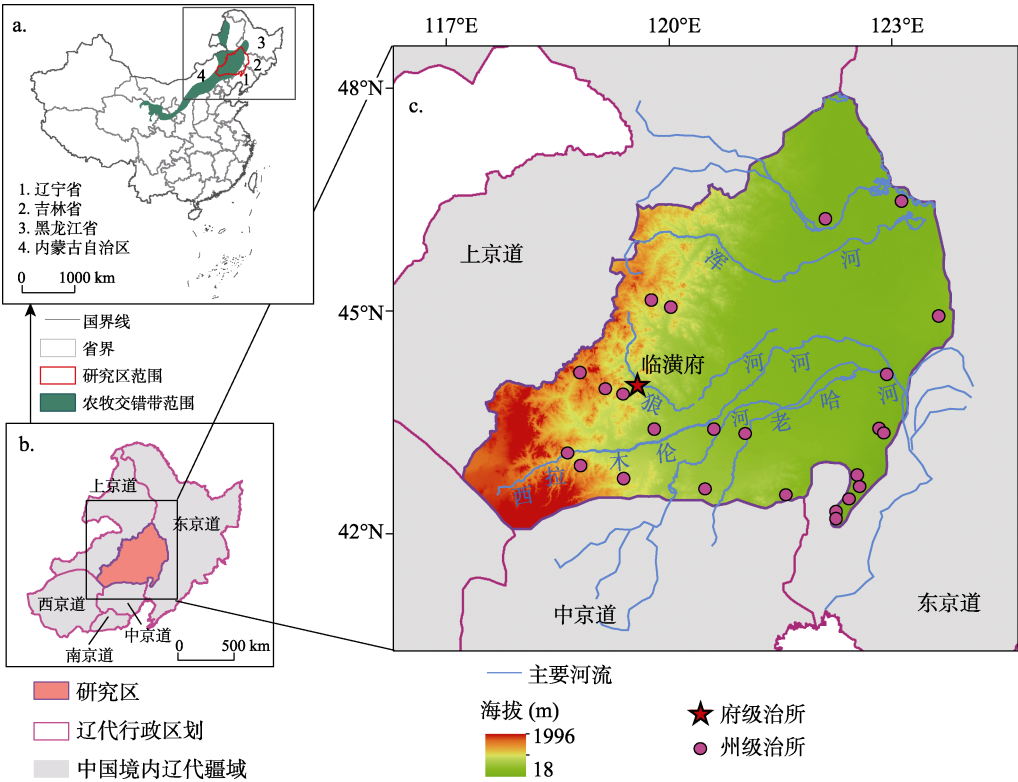


图 1 中国北方农牧交错带东段地理位置图<sup>[30]</sup>  
(a. 中国北方农牧交错带分布范围; b. 辽代行政区划图<sup>[31]</sup>; c. 研究区地理、地貌及辽代府、州级治所分布)

3.2 历史聚落数据的收集与处理

辽代聚落遗址数据采用 Wu 等<sup>[18]</sup>基于中国北方古城遗址数据集<sup>[23]</sup>和《中国历史地图集：宋·辽·金时期（第六册）》<sup>[31]</sup>中提取的聚落数据。金、元、明三个朝代的聚落遗址数据提取自中国北方古城遗址数据集<sup>[23]</sup>。

3.3 耕地面积的重建方法

(1) 辽代耕地面积重建方法

研究区辽代的耕地面积是基于区域内生产与消费总量平衡作为前提，首先估算研究区

人均粮食消费量/年；其次，综合考虑研究区的粮食单产、耕作制度、不同民族的饮食差别等人文因素，进而估算人均耕地面积/年以及对应的户均耕地面积；最后，结合人口数或户数，对研究区耕地面积进行重建。

$$T_{\text{Croparea}} = F_{\text{Croparea}} + P_{\text{Croparea}} \quad (1)$$

式中， $T_{\text{Croparea}}$  为研究区总耕地面积； $F_{\text{Croparea}}$  为农业户口所需耕地面积； $P_{\text{Croparea}}$  为牧业户口所需耕地面积。

$$F_{\text{Croparea}} = F_{\text{population}} \times A_{\text{Croparea}} \quad (2)$$

$$P_{\text{Croparea}} = P_{\text{population}} \times A_{\text{Croparea}} \times 1/10 \quad (3)$$

式中， $F_{\text{population}}$  为农业户口总量， $P_{\text{population}}$  为牧业户口总量； $A_{\text{Croparea}}$  为户均耕地面积/年。

《辽史·兵卫志》<sup>[32]</sup>中明确记载“凡民年十五以上，五十以下，隶兵籍”，且“一户两丁”，“丁”即是兵丁数，以此推断辽代一户约有 6.5 人，由 4 个成年人（包括 2 个兵丁），2.5 个未成年人组成<sup>[33]</sup>。研究区的人均耕地约 12 宋亩/成年人，未成年人折半为 6 宋亩<sup>[34]</sup>，因此，户均约 63 宋亩。再根据非农业人口的人均耕地面积约为农业人口的人均面积的 1/10 折算<sup>[34, 35]</sup>，最终按照 1 宋亩=0.06 hm<sup>2</sup>，1 ha=0.01 km<sup>2</sup>，计算得到研究区具有现代统计意义的耕地面积数据。

## （2）金、元、明时期的耕地面积重建方法

辽、金、元、明四朝时段内研究区的农业生产技术皆处于传统农业阶段，农业生产水平相近<sup>[28]</sup>，因此可以假定研究区内辽、金、元、明四朝的农业生产水平是相对稳定的。故，可以使用辽代单位聚落的耕地面积与金、元、明各朝的聚落数量重建对应朝代的耕地面积总量。

辽代单位聚落面积的计算。历史时期耕地总是以聚落为中心在其周围分布，区域内的耕地总面积为每个聚落周边开垦的耕地面积之和。因此，聚落的位置信息能指示耕地存在区域，聚落的数量反映了区域内开垦耕地的多少，见公式 4、5。

$$CA(w, t) = a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_N \quad (4)$$

$$\bar{a}(w, t) = \frac{(a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_N)}{SN(w, t)} \quad (5)$$

式 4 中， $CA(w, t)$  表示  $t$  年  $w$  区域内的耕地面积总量； $a_N$  表示  $t$  年  $w$  区域内第  $N$  个聚落的耕地面积， $N$  表示  $t$  年  $w$  区域内聚落的编号。式 5 中， $\bar{a}(w, t)$  表示  $t$  年  $w$  区域内的单位聚落的平均耕地面积， $SN(w, t)$  表示  $t$  年  $w$  区域内聚落数量。因此，根据研究区辽代的耕地面积总量和聚落数量，可以计算单位聚落的平均耕地面积。

金、元、明时期耕地面积重建。由公式 4 和公式 5 推导得公式 6，即区域内耕地面积总量（ $CA(w, t)$ ）等于单位聚落的平均耕地面积（ $\bar{a}(w, t)$ ）与聚落数量（ $SN(w, t)$ ）的积。采用辽代单位聚落耕地面积与金、元、明时期对应的聚落数据，重建出金、元、明时期的耕地面积。

$$CA(w, t) = \bar{a}(w, t) \times SN(w, t) \quad (6)$$

### 3.4 基于聚落密度的耕地格网化分配方法

本研究采用能指示研究区历史耕地开垦活动的聚落遗址数据构建的聚落密度法进行耕地格网化分配<sup>[18, 19]</sup>。具体步骤如下：

（1）结合当前国际数据集的空间分辨率以及本研究区的实际情况，选择  $5' \times 5'$  格网尺度进行耕地覆盖重建，建立研究区  $5' \times 5'$  格网，并统计各格网内聚落数量分布情况。

（2）辨识耕地格网，如格网内有聚落，则被辨识为耕地格网，如果格网内无聚落，则该格网被辨识为非耕地格网。

（3）构建基于聚落密度的耕地分配比重，也就是说，使用格网内聚落的数量多寡决定各耕地格网分配得到的耕地的多少。

（4）使用基于聚落密度的耕地分配比重将研究区辽、金、元、明四朝的耕地面积分配至格网尺度，结果为格网尺度的耕地所占比例，也称垦殖率。计算公式如下：

$$CA(i, t) = CA(w, t) \times Z(i, t) \quad (7)$$

$$CA(w, t) = \sum_{i=1}^n CA(i, t) \quad (8)$$

$$Z(i, t) = \frac{CA(i, t)}{\sum_{i=1}^n CA(i, t)} \quad (9)$$

式中， $Z(i, t)$  为耕地分配比重，取值范围在 0–1 之间。

由公式 6 和公式 9 推导出基于聚落数量的耕地分配比重，简化后得公式 10：

$$Z(i, t) = \frac{SN(i, t)}{\sum_{i=1}^n SN(i, t)} \quad (10)$$

$$SD(i, t) = \frac{SN(i, t)}{area(i)} \quad (11)$$

式 11 中， $SD(i, t)$  表示  $t$  年  $i$  格网的聚落密度； $SN(i, t)$  表示  $t$  年  $i$  格网内的聚落数量； $area(i)$  表示单位格网的面积。由公式 10 和公式 11 推导出基于聚落密度的耕地分配比重，简化后得公式 12：

$$Z(i, t) = \frac{SD(i, t)}{\sum_{i=1}^n SD(i, t)} \quad (12)$$

基于聚落密度的格网耕地面积计算方法见式 13：

$$CA(i, t) = CA(w, t) \times \frac{SD(i, t)}{\sum_{i=1}^n SD(i, t)} \quad (13)$$

为将格网内耕地面积转换为具有统计意义的格网化耕地数据，需计算单位格网内的垦

殖率,公式如下:

$$FR(i,t) = \frac{CA(i,t)}{area(i)} \quad (14)$$

式中,  $FR(i,t)$  是单位格网内的垦殖率;  $CA(i,t)$  为  $t$  年  $i$  格网内分配到的耕地面积;  $area(i)$  表示单位格网的面积,由于单位格网的面积在不同纬度有所不同,在 ArcGIS 软件的支持下,求取研究区不同纬度的单位格网面积  $area(i)$ 。

## 4 数据结果与验证

### 4.1 数据集组成

《中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集(辽、金、元、明时期)》包括中国北方农牧交错带东段的边界数据,以.shp 格式储存;研究区辽、金、元、明 4 期的耕地面积和聚落遗址数量,以.xlsx 格式储存;以及耕地覆盖数据,以.shp 格式储存,空间分辨率为  $5' \times 5'$ ,时间分辨率为朝代,即辽代、金代、元代、明代。

### 4.2 数据结果与验证

#### (1) 辽、金、元、明时期耕地面积重建结果

由重建的辽代研究区耕地面积  $3,905 \text{ km}^2$  和聚落遗址数量 1,834 个,计算辽代单位聚落耕地面积  $2.13 \text{ km}^2$ 。考虑到辽、金、元、明时期的农业生产水平相近,使用辽代单位聚落耕地面积与获取的研究区金、元、明时期聚落遗址数据 825、72、29 个,重建了金、元、明时期的耕地面积,分别为  $1,757 \text{ km}^2$ 、 $154 \text{ km}^2$ 、 $62 \text{ km}^2$ 。辽、金、元、明时期,研究区垦殖率分别为 2.0%、0.9%、0.1%、0.03%,从辽到明,聚落遗址数量和耕地面积急剧减少,分别减少 98.4%和 98.0%,该区的土地利用方式由半农半牧转为以牧为主(图 2)。

此外,为评估本研究耕地面积重建结果的准确性,以辽代为例,我们将重建耕地面积与相关研究结果进行了对比。结果显示,本研究耕地重建结果与 Li 等<sup>[34]</sup>的重建结果相当,也与韩茂丽<sup>[29]</sup>对西辽河流域耕地面积的估算结果相近(5 万顷  $\approx 0.34 \text{ 万 km}^2$ )。本研究重建的耕地面积略大,主要原因是本研究区范围较其更大。因此,表明本研究重建的耕地面积是可靠的<sup>[18]</sup>。

#### (2) 辽、金、元、明时期耕地格网化分配结果

图 3 显示了辽、金、元、明时期研究区  $5' \times 5'$  空间分辨率的耕地格网化分配结果。从空间分布来看,耕地分布范围在辽代最广,金代有所缩小,元代显著缩减,到明代仅零星分布于研究区。

辽代该区耕地在空间上已形成一定规模,受自然环境的限制,耕地呈“插花式”分布<sup>[29, 35]</sup>。耕地格网占全区总格网数的 28.3%,耕地主要沿西拉木伦河、狼河、老哈河等主要河流分布,集中分布于研究区的聚落密集分布区<sup>[28, 29]</sup>(图 3a)。耕地格网的平均垦殖率为 6.6%,最高垦殖率达 31.4%。垦殖率的空间分布差异较为显著,垦殖率较高的耕地格网主要分布在临潢府附近、东南部的横州和东部的凤州等聚落集中分布的区域,垦殖率以上述聚落相对集中区域为中心逐渐向外降低。

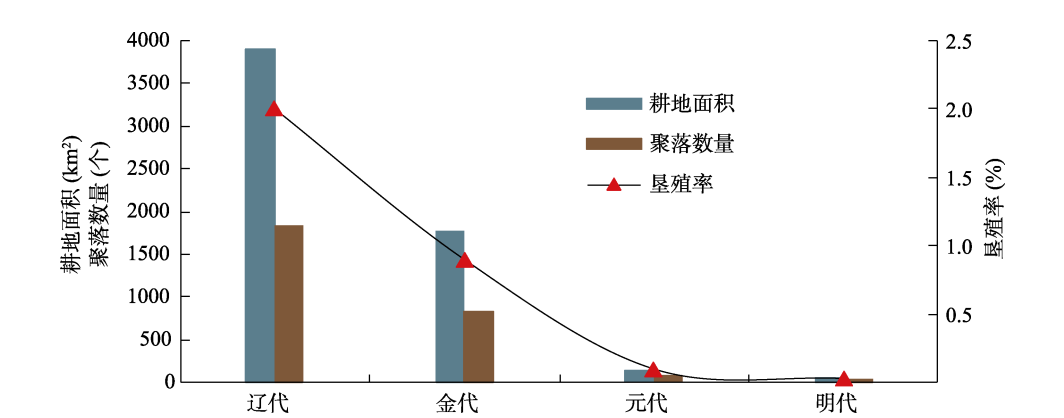


图 2 中国北方农牧交错带东段辽、金、元、明时期耕地面积总量与聚落数量变化趋势图

金代该区的耕地格网占比为 13.4%，相较于辽代下降了 14.9%，耕地规模有所缩减，耕地格网的平均垦殖率为 6.3%，最高垦殖率为 30.3%（图 3b）。耕地主要分布在研究区的东部地区，这主要是由于人口的迁移导致的农业重心的空间转移，金中期起，大量农业人口从老哈河向东迁移至大凌河流域的金代兴中府，使得农业重心也随之发生转移。

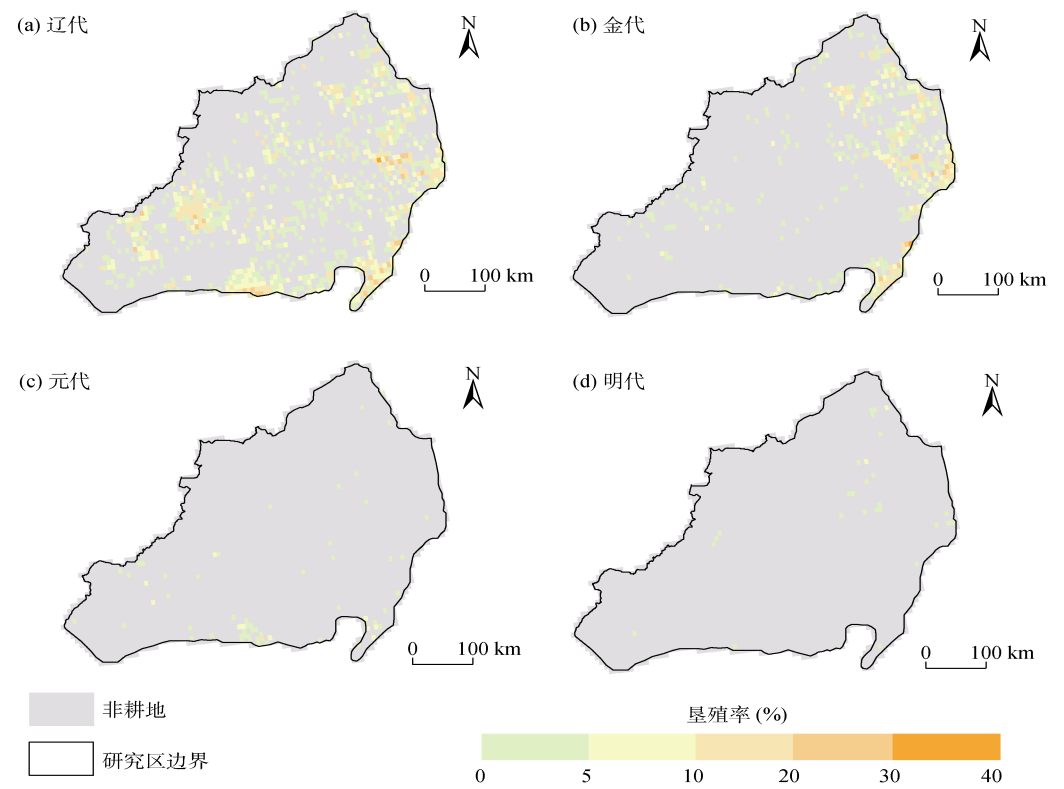


图 3 中国北方农牧交错带东段辽、金、元、明时期的 5'×5'耕地覆盖结果图

元代研究区的耕地格网占比为 1.8%，相较于金代下降了 11.6%，耕地空间规模进一步



缩减,耕地仅在研究区南部部分地区集中分布(图3c)。耕地格网平均垦殖率为4.1%,最高垦殖率为10.1%。元代统治者为蒙古族,以牧业为生,不重视农业的发展,使得该区农业几乎被游牧业取代。

明代耕地格网占比仅为0.8%,耕地仅零星分布于研究区范围内,明代是研究时段内4个朝代中耕地面积最低,耕地空间规模最小的(图3d)。耕地格网的平均垦殖率为3.8%,最高垦殖率为7.1%。明代中原王朝与鞑靼等蒙古高原的游牧部落长期对峙,一直未完全控制该区域。一方面,该区域属于明朝修筑的边墙以外,另一方面,蒙古高原长期未形成稳定政权。因此,明代该区域缺乏相对稳定的政治环境,进而使得农业走向衰落,完全成为牧业区。

此外,为评估本研究耕地格网化分配结果的可靠性,我们将本研究结果与全球土地覆盖数据集HYDE 3.2中的耕地覆盖数据进行空间对比。结果显示,本研究基于聚落密度法制备的辽、金、元、明耕地覆盖数据不仅能有效克服了基于宜垦性模型重建结果的缺陷,而且刻画研究区由农转牧的土地利用变化过程,真实、客观地再现耕地覆盖变化。这证明本研究重建的耕地覆盖数据是可靠的<sup>[30]</sup>。

## 5 讨论和总结

本数据集基于历史文献与聚落考古信息重建了中国北方农牧交错带东段辽、金、元、明时期的耕地面积数据以及 $5' \times 5'$ 的耕地覆盖数据。从耕地总量分析,自辽代到明代,研究区耕地面积由 $3,905 \text{ km}^2$ 下降至 $62 \text{ km}^2$ ,减少了98.0%;从耕地空间分布上看,辽代耕地的空间分布最广,金代有所缩小,元代耕地空间分布范围显著缩减,至明代仅有零星分布。因此,研究表明,过去千年间,研究区土地利用方式发生了由农转牧的根本性转变,这是气候变化与人文因素共同作用的结果。基于历史文献和聚落考古信息重建中国北方农牧交错带东段的耕地覆盖变化,不仅能客观、真实地定量刻画研究区的耕地覆盖变化过程,而且有望为重建类似的生态环境脆弱区和气候变化敏感区的耕地覆盖变化提供借鉴与参考。

**作者分工:**方修琦、吴致蕾对数据集的开发做了总体设计;叶瑜、吴致蕾、胡志强挖掘和处理了数据;方修琦和吴致蕾设计了算法;吴致蕾撰写了数据论文。

**利益冲突声明:**本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

## 参考文献

- [1] 张懿铨,刘林山,王兆锋等. 青藏高原土地利用与覆被变化的时空特征[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2865–2875.
- [2] ArchaeoGLOBE Project. Archaeological assessment reveals Earth's early transformation through land use [J]. *Science*, 2019, 365: 897–902.

- [3] Ellis, E. C. Land use and ecological change: a 12,000-year history [J]. *Annual Review of Environment and Resources*, 2021, 46: 1–33.
- [4] Pongratz, J., Raddatz, T., Reick, C. Radiative forcing from anthropogenic land cover change since A.D. 800 [J]. *Geophysical Research Letters*, 2009, 36: L02709. [https://doi: 10.1029/2008GL036394](https://doi.org/10.1029/2008GL036394).
- [5] Kaplan, J. O., Krumhardt, K. M., Ellis, E. C., *et al.* Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land cover change [J]. *The Holocene*, 2011, 21(5): 775–791.
- [6] Harrison, S. P., Gaillard, M. J., Stocker, B. D., *et al.* Development and testing of scenarios for implementing Holocene LULC in Earth System Model Experiments [J]. *Geoscientific Model Development*, 2020, 13(2): 805–824.
- [7] Gaillard, M. J., Morrison, K. D., Madella, M., *et al.* Past land-use and land-cover change: the challenge of quantification at the subcontinental to global scales [J]. *Past Land Use and Land Cover, PAGES Magazine*, 2018, 26(1): 1–44.
- [8] Ramankutty, N., Foley, J. A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992 [J]. *Global Biogeochemical Cycle*, 1999, 13(4): 997–1027.
- [9] Klein Goldewijk, K., Beusen, A., Doelman, J., *et al.* Anthropogenic land use estimates for the Holocene-HYDE 3.2 [J]. *Earth System Science Data*, 2017(9): 927–953.
- [10] Pongratz, J., Reick, C., Raddatz, T., *et al.* A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium [J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 2008, 22(3): 1–16.
- [11] Klein Goldewijk, K., Verburg, P. H. Uncertainties in global-scale reconstructions of historical land use: an illustration using the HYDE data set [J]. *Landscape Ecology*, 2013, 28: 861–877.
- [12] 曹雪, 金晓斌, 王金朔等. 近 300 年中国耕地数据集重建与耕地变化分析[J]. *地理学报*, 2014, 69(7): 896–906.
- [13] 方修琦, 赵琰一, 张成鹏等. 全球历史 LUCC 数据集数据可靠性的评估方法及评估案例[J]. *中国科学: 地球科学*, 2020, 50(7): 1009–1020.
- [14] 何凡能, 李美娇, 杨帆. 近 70 年来中国历史时期土地利用/覆被变化研究的主要进展[J]. *中国历史地理论丛*, 2019, 34(4): 5–16.
- [15] 何凡能, 李士成, 张学珍等. 中国传统农区过去 300 年耕地重建结果的对比分析[J]. *地理学报*, 2012, 67(9): 1190–1200.
- [16] 方修琦, 何凡能, 吴致蕾等. 过去 2000 年中国农耕区拓展与垦殖率变化基本特征[J]. *地理学报*, 2021, 76(7): 1732–1746.
- [17] 何凡能, 杨帆, 赵彩杉等. 过去千年中国耕地网格化重建与时空特征分析[J]. *中国科学: 地球科学*, 2023, 53(1): 115–131.
- [18] Wu, Z. L., Fang, X. Q., Jia, D., *et al.* Reconstruction of cropland cover using historical literature and settlement relics in farming areas of Shangjing Dao during the Liao Dynasty around 1100 AD [J]. *The Holocene*, 2020, 30(11): 1516–1527.
- [19] Wu, Z. L., Fang, X. Q., Ye, Y. A settlement density based allocation method for historical cropland cover: a case study of Jilin Province, China [J]. *Land*, 2022, 11: 1374.
- [20] Zhang, C. P., Fang, X. Q., Ye, Y., *et al.* A spatially explicit reconstruction of cropland cover in China around 1850 C.E. employing new land suitability based gridded allocation algorithm [J]. *Quaternary International*,

- 2022, 641: 62–73.
- [21] 吴致蕾, 方修琦, 叶瑜等. 中国北方农牧交错带东段耕地变化数据集(辽、金、元、明时期)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.08.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.08.01.V1>.
- [22] 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]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).
- [23] 贾丹. 过去 2000 年中国北方古城分布与气候变化的关系[D]. 北京: 北京师范大学, 2017, 1–92.
- [24] 张兰生, 方修琦, 任国玉. 我国北方农牧交错带的环境演变[J]. 地球科学前沿, 1997, 4(1/2): 127–136.
- [25] 满志敏, 葛全胜, 张丕远. 气候变化对历史上农牧过渡带影响的个例研究[J]. 地理研究, 2000, 19(2): 141–147.
- [26] 葛全胜. 中国历朝气候变化[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [27] 林荣贵. 辽朝经营与开发北疆[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1995.
- [28] 韩茂莉. 辽金农业通史[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 1999.
- [29] 韩茂莉. 辽金时期西辽河流域农业开发与人口容量[J]. 地理研究, 2004, 23(5): 677–685.
- [30] 吴致蕾, 方修琦, 叶瑜. 基于聚落考古信息的中国北方农牧交错带东段历史耕地覆盖格网化重建[J]. 古地理学报, 2022, 24(6): 1238–1248.
- [31] 谭其骧. 中国历史地图集: 宋·辽·金时期(第六册)[M]. 北京: 中国地图出版社, 1996.
- [32] 脱脱. 辽史·兵卫志[M]. 北京: 中华书局, 1974.
- [33] 吴松弟, 葛剑雄. 中国人口史(第三卷)[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2000.
- [34] Li, M. J., He, F. N., Li, S. C., *et al.* Reconstruction of the cropland cover changes in eastern China between the 10th century and 13th century using historical documents [J]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 13552.
- [35] 韩茂莉. 辽代西拉木伦河流域聚落分布与环境选择[J]. 地理学报, 2004, 59(4): 543–549.