

# 基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗 牲畜抽样调查研究

王东亮<sup>1\*</sup>, 谌文博<sup>1,2</sup>, 张奥冲<sup>1</sup>

1. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地表层格局与模拟院重点实验室, 北京 100101;  
2. 东华理工大学测绘与空间信息工程学院, 南昌 330013

**摘要:** 牲畜种群数量调查是卫生防疫、禁牧、休牧、草畜平衡核定等草原管理工作的重要内容, 关系到畜牧业现代转型升级和草原的可持续发展。2023年7月, 利用无人机对呼伦贝尔市陈巴尔虎旗进行了抽样调查, 飞行了48个架次共获取45,254影像, 然后, 拼接这些无人机影像, 共获得83条航带, 使用目视解译法对其中的牲畜进行标记。最后, 根据航带中的牲畜种群密度估算了整个陈巴尔虎旗的羊、牛和马的种群规模。该数据集包括: (1) 研究区域范围数据; (2) 无人机调查样带分布; (3) 牲畜的分布位置; (4) 估算的陈巴尔虎旗牲畜数量。数据集存储为.shp和.tif格式, 由49个数据文件组成, 数据量为12.5 MB (压缩为1个文件, 4.19 MB)。

**关键词:** 抽样调查; 无人机影像; 牲畜; 目视解译

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.03.12>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.03.12>

## 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.2023.12.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.12.02.V1>.

## 1 前言

我国是草地畜牧业大国, 草地畜牧业是农业生产的重要组成部分<sup>[1]</sup>。准确及时的牲畜数据是开展卫生防疫、禁牧、休牧、草畜平衡核定等草原管理工作的基础数据, 对草地资源的合理利用、保障肉产品供应、避免过度放牧影响生态安全方面都至关重要<sup>[2]</sup>。

传统的动物种群调查通常是采用地面调查方法, 这种方法虽然可以近距离观察动物的行为和数量, 并可以采集动物痕迹样本和食草样本, 但效率低, 成本高, 结果重复率高, 容易受到地形的限制<sup>[3]</sup>。卫星调查法, 目前主要用于野生动物的适宜栖息地面积、产草量、生态容量等方面的监测评估研究<sup>[4]</sup>, 不能直接观测到小牲畜和幼畜。使用无人机进行种群

收稿日期: 2023-08-01; 修订日期: 2023-09-15; 出版日期: 2023-09-25

基金项目: 中国科学院 (XDA23100200); 中华人民共和国科学技术部 (2021YFD1300501)

\*通讯作者: 王东亮 0000-0002-1377-8394, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangdongliang@igsrr.ac.cn

数据引用方式: [1] 王东亮, 谌文博, 张奥冲. 基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜抽样调查研究[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(3): 327-333. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.03.12>.  
<https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.03.12>.

[2] 王东亮, 谌文博, 张奥冲. 基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜抽样调查实验数据集 (2023年7月) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.12.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.12.02.V1>.

量调查，不仅采样周期短，而且搭载了高分辨率相机的无人机可以快速准确地抓拍到小牲畜和幼畜，进而精确统计牲畜的种类和数量<sup>[5]</sup>。陈巴尔虎旗是传统牧业旗区，以畜牧业为基础产业，面积达 17,458 km<sup>2</sup>。以往牲畜数据主要来源于统计数据，存在数据来源单一，调查成本高和时效性差的问题，本研究于 2023 年 7 月 13–26 日，利用固定翼无人机，对陈巴尔虎旗草原地区的牲畜进行了调查，获得了航拍影像，然后，在无人机影像拼接形成的航带的基础上，对牲畜进行了标记，最后，根据航带中的牲畜种群密度，估算了羊、牛和马的牲畜种群规模，为当地畜牧业生产和草原管理提供了科学依据。

2 数据集元数据简介

《基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜抽样调查实验数据集（2023 年 7 月）》<sup>[6]</sup>的名称、作者、地理区域、空间分辨率、数据年代、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 研究区概况

陈巴尔虎旗（图 1）位于内蒙古自治区呼伦贝尔市西北部的大兴安岭与呼伦贝尔高平原的交界地区，是呼伦贝尔草原的主要组成部分，地处北纬 48°48′–50°12′、东经 118°22′–121°02′，属于中温带半干旱大陆性气候，气候年平均气温–2.5℃，年平均降水量 300–550 mm<sup>[8]</sup>。地势较为平坦，平均海拔 600–800 m，是以蒙古族为主体的牧业旗，全旗人口 53338 万，土地总面积 18,600 km<sup>2</sup>，植被类型以温性草原、温性草甸草原、沙地草原、山地草甸、低地草甸打草场类型为主，草原面积 15,800 km<sup>2</sup>，占土地总面积的 85%。陈巴尔虎旗还是三河马、三河牛的故乡和主要培育基地，是呼伦贝尔重要的畜牧业生产基地之一，主要的牲畜类型有牛、羊、马等。

表 1 《基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜抽样调查实验数据集（2023 年 7 月）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜抽样调查实验数据集（2023 年 7 月）
数据集短名	UAV_Livestock_Chenbarhu
作者信息	王东亮 0000-0002-1377-8394, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangdongliang@igsnr.ac.cn 湛文博 0009-0009-9608-1717, 中国科学院地理科学与资源研究所, 976101217@qq.com 张奥冲 0009-0009-5617-657, 中国科学院地理科学与资源研究所, zhangaochong0013@igsnr.ac.cn
地理区域	呼伦贝尔市陈巴尔虎旗, 地理范围: 48°48′N–50°12′N、118°22′E–121°02′E
数据年代	2023 年 7 月 13–26 日, 每天 8:30–16:30
空间分辨率	3–5 cm
数据格式	.shp、.tif
数据量	12.5 MB
数据集组成	研究区域范围数据、无人机调查样带分布、牲畜的分布位置、估算的陈巴尔虎旗牲畜数量

续表 1

条 目	描 述
基金项目	中国科学院（XDA23100200）；中华人民共和国科学技术部（2017YFC0506505，2017YFB0503005）
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	（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>[7]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

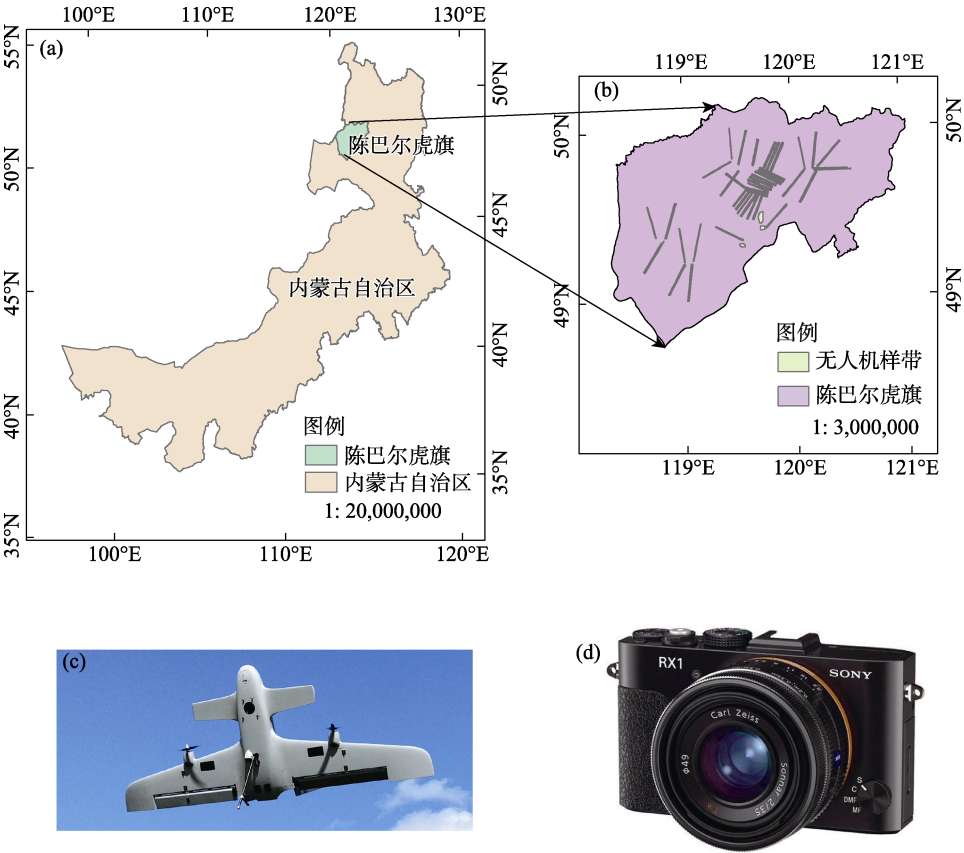


图 1 研究区域位置 (a)、飞行路线 (b)、无人机 (c) 及传感器照片(d)

4 数据来源及获取方法

4.1 无人机数据采集

2023 年 7 月 13–26 日，采用垂起固定翼无人机（图 1c）在陈巴尔虎旗进行了 45 次垂直俯视图态的无人机飞行，如图 1b 所示。该活动捕获了 45,254 张图像，飞行高度约为 300

m, 航拍面积约为 526.24 km<sup>2</sup>, 每张图像的图像分辨率为 3–5 cm。数据总量为 727 GB。无人机续航时间为 120 分钟, 飞行速度可达 76 km/h, 无人机所搭载的传感器则采用索尼 RX1R II 大面阵相机 (图 1d), 有效像素 4,240 万像素 (7952×5304), 传感器尺寸 35.9×24.0 mm。调查采用系统抽样调查方法, 抽样强度为 2.15%。

4.2 无人机影像拼接

采用 photoscan 软件, 实现了航拍的影像的一键快拼, 一共生成 83 条航线, 影像覆盖总面积约 526.24 km<sup>2</sup>, 其中一条航线见图 2。

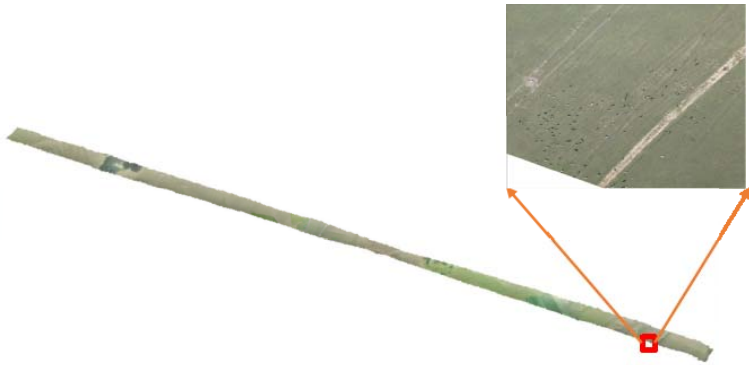


图 2 拼接结果

4.3 无人机影像解译

目视解译法是遥感领域较为经典、应用较广的解译方法之一<sup>[9]</sup>, 指的是将外业收集处理得到的遥感数据, 导入专门的遥感处理软件 ENVI、ArcGIS 中, 专家利用目视解译法在 ArcGIS 中确定了牲畜的位置和类型。

4.4 种群数量估算方法

根据航带中的牲畜种群密度, 估算了陈巴尔虎旗的羊、牛和马的种群大小, 公式为:

$$N_i = N'_i \times \frac{A}{A'} \tag{1}$$

式中:

- $N_i$  ——调查区内第 i 种家畜数量;
- $N'_i$  ——样带调查第 i 种家畜数量;
- $A'$  ——所有调查样带的总面积;
- $A$  ——调查区总面积。

5 数据结果与验证

5.1 数据集组成

数据集包括: (1) 研究区域范围数据; (2) 无人机调查样带分布; (3) 牲畜的分布位置; (4) 估算的陈巴尔虎旗牲畜数量。数据集存储为.shp 和.tif 格式, 由 49 个数据文件组成, 样带边界以及牲畜位置见图 3。

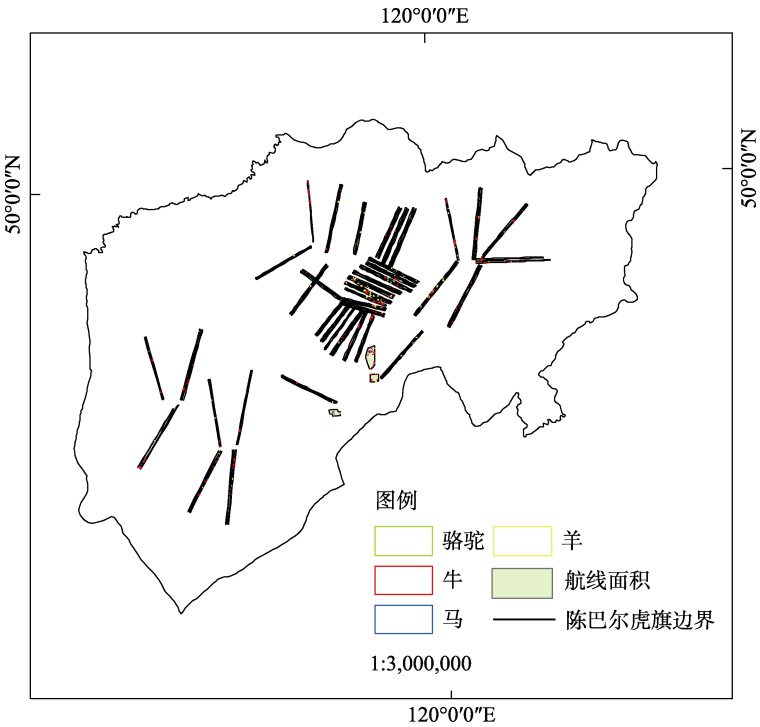


图 3 陈巴尔虎旗牲畜分布图

5.2 数据结果

5.2.1 呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜调查结果分析

(1) 样带数量和密度。在 2023 年 7 月无人机飞行调查样带内, 共发现牧畜 52,171 只, 其中羊约 38,956 只, 样带密度为 74.02 只/km<sup>2</sup>, 牛 10,655 头, 密度为 18.33 头/km<sup>2</sup>, 马 2,560 匹, 密度为 4.40 匹/km<sup>2</sup>, 骆驼 25 头, 密度为 0.047 匹/km<sup>2</sup>。

(2) 种群规模。在 2023 年 7 月无人机飞行调查样带内, 牛 128 群, 平均每群 83 头。其中小于 20 头有 30 群, 占总群数的 23.45%; 20–200 头的共 85 群, 占总群数的 66.40%; 200 头以上的共 13 群, 占总群数的 10.15%。羊 88 群, 平均每群 641 只。其中 100 只以下的有 18 群, 总群数的 20.45%; 100–1,000 只的共 48 群, 占总群数的 54.55%; 1,000 头以上的共 22 群, 占总群数的 25%。马 74 群, 平均每群 34 只。其中 10 只以下的共 14 群, 占总群数的 18.92%; 10–80 头的共 54 群, 占总群数的 72.97%; 80 头以上的共 6 群, 占总群数的 8.10%。骆驼总计 2 群, 分别为 13 和 12 头。牛、羊、马的种群规模频率分布见图 4。

5.2.2 呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜数量估算与验证

本研究通过公式(1)对陈巴尔虎旗牲畜种群数量进行估算, 估计得到全陈巴尔虎旗有羊 1,924,501 只、牛 363,200 头、马 87,263 头, 羊单位总计 4,176,816。将基于无人机图像估算的牲畜数量与 2022 年统计年鉴的数据进行了比较<sup>[10]</sup>: 2022 年统计年鉴显示, 2021 年 6 月, 陈巴尔虎旗羊和大牲畜(牛、马)存栏数分别为 1,234,406、222,855, 合计 2,348,681 个羊单位; 与使用地面调差方法得到的数据相比, 基于无人机图像估算的绵羊和大牲畜(牛和马)存栏数的分别偏离了 55.9%和 102.1%。偏差较大的原因可能与无人机航带分布未均匀

覆盖整个陈巴尔虎旗导致推算结果不准确，统计数据也可能存在较大偏差等问题有关。

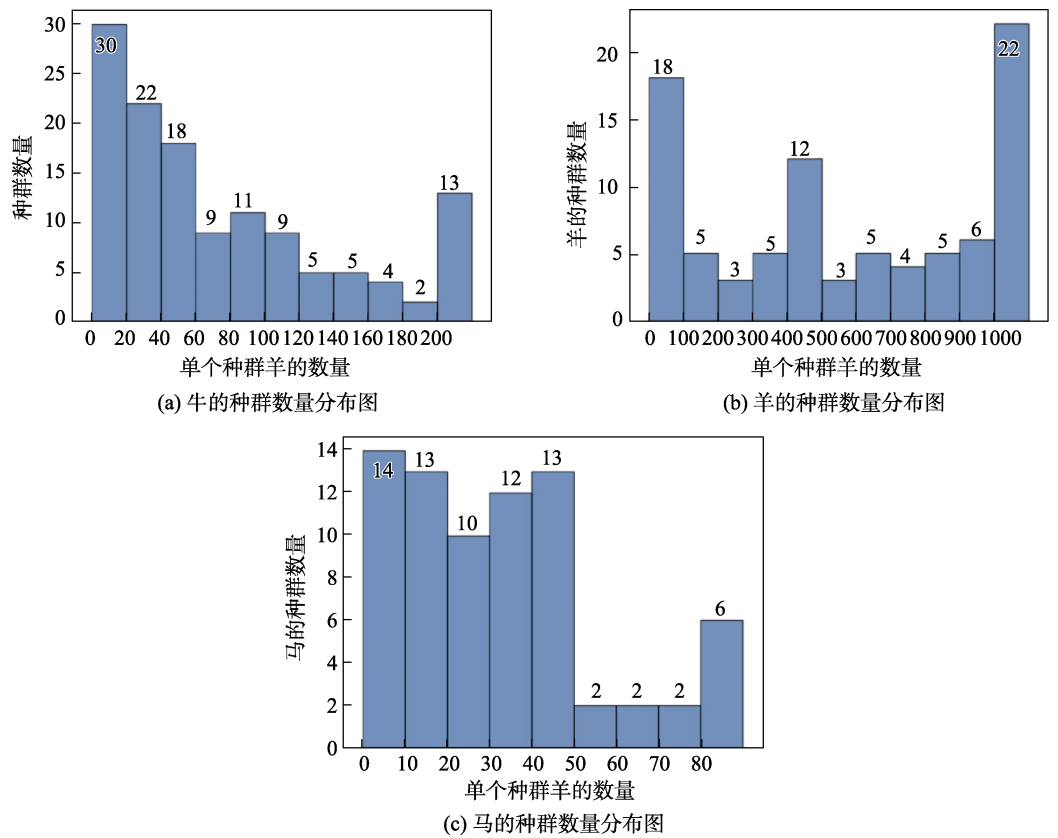


图 4 种群规模频率直方图：(a) 牛，(b) 羊，和 (c) 马

表 2 估算方式结果与 2021 年陈巴尔虎旗统计结果对比表

牲畜	基于无人机影像的种群数量估算值（2023 年 7）	统计数据中的种群数量（2021 年 6）	无人机估计值与统计数据的偏差	无人机估计值与统计数据的相对偏差（%）
羊	1,924,501	1,234,406	690,095	55.91%
大牲畜（牛和马）	450,463	222,855	227,608	102.13%
羊单位	4,176,816	2,348,681	1,828,135	77.84%

6 讨论与总结

在内蒙古自治区呼伦贝尔市陈巴尔虎旗进行了一次基于无人机的牲畜调查，共获得 45,254 张无人机航拍图像，将其拼接成 83 条航带。在这 83 条无人机航带中，发现了 52,171 头牲畜，其中有 38,956 只羊、10,655 头牛、2,560 匹马和 25 头骆驼。根据牲畜的种群密度，估算陈巴尔虎旗内大约有 1,924,501 头羊、363,200 头牛和 87,263 匹马。与使用地面调查方法统计的数据相比，基于无人机图像的估算结果在羊和大型牲畜（牛和马）的数量上分别偏离了 55.9%和 102.1%。估算的羊与统计数据之间的差异分别为 55.9%和 35.8%。估算的

大型牲畜(牛和马)与统计数据之间的差异分别为102.1%和76.2%。这种显著的偏差可能是由于自然灾害和人为因素引起的年际和年中变化,也可能是无人机飞行路径分布的不均匀和估算方法太简单而导致的估算不准确,还可能是因为统计数据存在较大偏差,因此,将基于无人机图像估计的结果与不同年份统计数据中的种群规模比较具有很大的不确定性。基于无人机图像的估算方法提供了更好地了解陈巴尔虎旗牲畜资源的途径。

与传统的地面调查方法相比,无人机能够在更短的时间内以更低的人力成本完成大面积的牲畜调查,但无人机可能会受到恶劣天气影响,而使用目视解译法,不同的观察者可能对同一图像或场景有不同的解释,从而引入误差,所以,未来应引入自动识别算法,将可以在年际之间更加频繁地对大面积区域进行统计,并提供更加一致和客观的结果。此外,无人机估算结果与统计数据存在较大偏差,未来将联合统计数据相关部门查找原因,旨在提升基于无人机图像估算的准确性和可靠性。

**作者分工:**王东亮对数据集的开发做了总体设计,张奥冲负责无人机影像采集和处理,湛文博、张奥冲标记样本数据集,撰写了数据论文。

**致谢:**本次无人机航拍得到呼伦贝尔优然牧业示范牧场有限责任公司的大力支持,李申龙等人在当地工作人员和课题组成员协助下,采集和处理了无人机影像,在此表示衷心的感谢!

**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] Thornton, P. K. Livestock production: recent trends, future prospects [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2010, 365(1554): 2853–2867.
- [2] Harris, P., Brunsdon, C., Charlton, M. Geographically weighted principal components analysis [J]. *International Journal Of Geographical Information Science*, 2011, 25: 1717–1736.
- [3] 邵全琴, 郭兴健, 李愈哲等. 无人机遥感的大型野生食草动物种群数量及分布规律研究[J]. *遥感学报*, 2018, 22(3): 497–507.
- [4] 刘世梁, 赵海迪, 董世魁等. 基于SPOT NDVI的阿尔金山自然保护区植被动态变化研究[J]. *干旱区研究*, 2014, 31(5): 832–837.
- [5] 曹楠, 习润南, 何立宁等. 无人机在畜牧业中的应用前景和问题[J]. *今日畜牧兽医*, 2023, 39(7): 53–55.
- [6] 王东亮, 李愈哲, 张奥冲. 基于无人机影像的呼伦贝尔市陈巴尔虎旗牲畜抽样调查实验数据集(2023年7月)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.12.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.12.02.V1>.
- [7] 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).
- [8] 聂浩刚, 岳乐平, 杨文等. 呼伦贝尔草原沙漠化现状, 发展态势与成因分析[J]. *中国沙漠*, 2005, 25(5): 635.
- [9] 周志伟. 基于无人机遥感和计算机解译的岸滩塑料垃圾监测技术[D]. 上海: 华东师范大学, 2022. DOI: 10.27149/d.cnki.ghdsu.2022.001948.
- [10] 呼伦贝尔市统计局. 呼伦贝尔统计年鉴[OL]. <http://tjj.hlbe.gov.cn/News/show/1037849.html>.