中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）研发与分析

任红艳[1*]，王　琪[2]，徐南康[1,3]

1. 中国科学院地理科学与资源研究所地理信息科学与技术全国重点实验室，北京 100101；
2. 华东师范大学地理科学学院，上海 200241；
3. 中国电信股份有限公司上海分公司，上海 200120

摘　要：本研究基于 2010–2022 年中国城市尺度家禽生产与消费数据，采用修改后的辐射模型构建了中国长时序家禽贸易网络数据集（2010–2022），系统揭示了中国家禽贸易格局的时空演变。研究发现：总体来看，消费增长波动较大而生产增长相对平缓；城市间家禽贸易规模持续扩大，以短距离流通为主，网络聚集程度与密度均上升，呈现“东密西疏、短距主导、连接增强”特征。数据集内容包括 2010–2022 年的以下数据：（1）历年城市家禽消费量与生产量；（2）城市家禽贸易有向网络数据；（3）城市家禽贸易无向网络数据；（4）城市间家禽贸易二值网络数据；（5）家禽贸易量随距离增加而衰减数据；（6）家禽贸易网络特征。数据集存储为.xlsx 和.shp 格式，一共由 12 个数据文件组成，数据量为 103 MB（压缩为 1 个文件，47.3 MB）。

关键词：家禽贸易；辐射模型；贸易网络；2010–2022

DOI: https://doi.org/10.3974/geodp.2026.05.06

CSTR: https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.05.06

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.2026.06.04.V1 或 https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.06.04.V1.

1　前言

家禽作为动物蛋白的主要来源之一，包括肉类、鸡蛋等，在食品供应中扮演着关键角色。特别是，随着中国城镇化水平的不断发展，消费者的消费意识和方式随之发生深刻改变，推动饮食结构从谷物主导向肉类消费转变，人们对于禽肉类食品的需求不断增加[1,2]，2014 年至 2024 年间家禽肉在国内表观肉类消费中的份额从 20.7%上升至 26.0%[3]。同时，家禽作为禽流感传播的中间宿主，被认为在传播链中发挥着关键的放大与中介作用，通过

收稿日期：2026-06-07；**修订日期**：2026-09-19；**出版日期**：2026-10-25

基金项目：中华人民共和国科学技术部（2023YFC2307502）

***通讯作者**：任红艳，中国科学院地理科学与资源研究所，renhy@igsnrr.ac.cn

数据引用方式：[1] 任红艳，王琪，徐南康. 中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）研发与分析[J]. 全球变化数据学报，2026，10(5)：562–569. https://doi.org/10.3974/geodp.2026.05.06. https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.05.06.

[2] 任红艳，王琪，徐南康. 中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储杂志，2026. https://doi.org/10.3974/geodb.2026.06.04.V1. https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.06.04.V1.

活禽市场（LBMs）交易家禽被认定为禽流感人畜共患传播的重要途径[4–6]。

已有研究在省级或地市级尺度上运用辐射模型模拟了中国城市间的家禽贸易网络[7]，但多聚焦于单一年份，尚未构建长时序家禽贸易关系网络，难以系统分析我国家禽贸易的时空变化，揭示禽流感等人畜共患传染病的流行影响机制。基于此，本研究收集 2010–2022 年全国的家禽生产及消费数据，采用修改后的辐射模型构建了长时序家禽贸易网络数据，并整理为《中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）》。

2　数据集元数据简介

《中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）》[8]的名称、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。

表 1　《中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）》元数据简表

条　目	描　述
数据集名称	中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）
数据集短名	PoultryTradeNetwork2010-2022
作者信息	任红艳, 中国科学院地理科学与资源研究所, renhy@igsnrr.ac.cn 王　琪, 华东师范大学, 51283901128@stu.ecnu.edu.cn 徐南康, 中国科学院地理科学与资源研究所, xunankang6012@igsnrr.ac.cn
地理区域	中国（港澳台地区数据暂缺）
数据年代	2010–2022
时间分辨率	年
空间分辨率	地市尺度
数据格式	.xlsx、.shp
数据量	103 MB
数据集组成	（1）历年城市家禽消费量与生产量；（2）城市家禽贸易有向网络数据；（3）城市家禽贸易无向网络数据；（4）城市间家禽贸易二值网络数据；（5）家禽贸易量随距离增加而衰减数据；（6）家禽贸易网络特征
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2023YFC2307502）
数据计算环境	Python
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
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[9]
数据和论文检索系统	DOI，CSTR，Crossref，DCI，CSCD，CNKI，SciEngine，WDS，GEOSS，PubScholar，CKRSC，OARL

3 数据研发方法

3.1 数据来源

本数据集基于各地市禽肉生产量、人均食品消费支出、常住人口以及省级人均禽肉消费量获得，其中省级人均禽肉消费量来自《国家统计年鉴》（2011–2023）[10]，而禽肉生产量、人均食品消费支出、常住人口来自各省、直辖市、自治区的统计年鉴或者公报（2011–2023）[11–41]。

3.2 数据处理

对于各城市的家禽生产量，以其禽肉生产量为代理指标；在获取城市所在省份的人均禽肉消费量、省内各城市的人均食品消费支出、城市常住人口数量等信息基础上，对各城市家禽消费量进行估算[7]，具体计算公式如下：

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i}{n} \tag{1}$$

$$C_i = P_i \times \frac{m_i}{M} \times pop_i \tag{2}$$

式中，m_i 表示城市 i 的每年人均食品消费支出，单位为元/年·人；n 表示城市 i 所在省份的城市数量；M 表示省域内 n 个城市的城市每年人均食品消费支出的均值，单位为元/年·人；C_i 表示城市 i 的家禽消费量，单位为 kg；P_i 表示每年省级人均禽肉消费量，单位为 kg/年·人；pop_i 表示城市 i 的常住人口数量（人）。

3.3 修改型辐射模型

借鉴模拟人口移动模式和估算人口流动量的辐射模型[42]，我们将贸易流通的家禽视作与人口类似的要素，通过引入家禽生产与消费规模作为关键参数，采用修改后的辐射模型对各城市或省份之间的家禽贸易关系网络进行模拟和计算。其公式[7]如下：

$$T_i = k_i x_i \tag{3}$$

$$T_{ij} = T_i \frac{x_i y_j}{\left(x_i + S_{ij}\right)\left(x_i + y_j + S_{ij}\right)} \tag{4}$$

式中，T_i 为城市 i 的家禽总出口量，x_i 为城市 i 的家禽生产量，k_i 表示家禽生产量中的出口比例，本研究将其视为常量（k_i =1）；T_{ij} 表示城市 i 与 j 之间的家禽贸易量关系，y_j 为城市 j 的家禽消费量，而 S_{ij} 则表示以城市 i 为圆心，到城市 j 的距离范围内，各城市的家禽消费量总和。除 k_i 为无量纲常数外，其余变量单位均为 kg。

由于基于修改后的辐射模型所计算出的家禽贸易网络是双向的，难以直接进行空间可视化表达。为清晰展示城市间的贸易格局，本研究以两城市间双向贸易流量的均值作为权重，构建无向家禽贸易网络，并基于该网络绘制家禽贸易空间网络图。

3.4 复杂网络分析

本研究采用复杂网络分析方法，重点选取网络密度和聚集系数两项指标来分析家禽贸易网络的结构特征。

网络密度用来衡量节点间的连接强度，其计算公式如下：

$$D=\frac{2L}{N\left(N-1\right)} \tag{5}$$

式中，D 为网络密度，L 为网络中的连接数量，N 为网络中的节点数量。

聚集系数则反应节点邻居间的聚集程度，其计算公式如下：

$$CC=\frac{1}{N}\sum_{i}^{n}\frac{2\times E\left(i\right)}{\deg\left(i\right)\times\left(\deg\left(i\right)-1\right)} \tag{6}$$

式中，CC 是聚集系数，$E\left(i\right)$ 是节点 i 的邻居节点之间实际存在的连接数量，$\deg\left(i\right)$ 是节点 i 的度，N 为网络中的节点数量。

由于基于修改后的辐射模型计算得到的家禽贸易网络为全连接网络，即任意两个城市间均存在贸易流量，其网络密度与聚集系数为恒定值，无法有效反映家禽贸易网络的结构特征及其变化。为此，本研究采用 3σ 原则识别突出贸易量，并以其均值作为全局阈值，若城市间的任一方向的贸易量高于该阈值，则赋值为 1，否则赋值为 0，构建家禽贸易二值网络。在此基础上，进一步计算网络密度与聚集系数，以揭示家禽贸易网络的结构特征。

4　数据结果

4.1　数据集组成

《中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）》由历年城市家禽消费量与生产量、城市家禽贸易有向网络数据、城市家禽贸易无向网络数据、城市间家禽贸易二值网络数据、家禽贸易量随距离增加而衰减数据以及家禽贸易网络特征数据构成。

其中，城市家禽生产与消费数据为原始数据，是辐射模型的基础输入。家禽贸易有向网络数据、家禽贸易无向网络数据、家禽贸易量随距离增加而衰减数据和贸易网络结构特征数据为结果数据，用于表征城市间家禽贸易关系及其网络结构变化特征。此外，为支持网络可视化和结构特征计算，本研究提供了家禽贸易二值网络数据作为中间数据。

4.2　中国家禽生产与消费基本情况

中国的家禽生产和消费量总体均呈增长趋势。截至 2022 年，生产量已超过 2,500 万 t，消费量则超过 1,500 万 t。如图 1 所示，2010–2022 年间，中国家禽生产量、消费量以及生产与消费的差值分别呈现出不同变化特征：生产量呈波动增长态势；消费量先增长后下降；差值则表现为先增后降，再回升的趋势。其中，2012 年开始，消费量的增长速度明显开始变快，与之对应的是生产-消费量差值由上升趋势变为下降趋势，到 2020 年消费量开始下降，而生产-消费量差值开始上升，在这整个过程中生产量增长幅度较小。

4.3　家禽贸易网络及其结构特征

中国城市间家禽贸易网络的结构在时间和空间维度上呈现出显著的分异特征。在空间层面，如图 2 所示，家禽贸易活动在全国范围内广泛分布，贸易量超过 2 万 t 的城市间流通在大多数省份均有分布，且在 2010–2022 年间呈现出明显增长趋势（贸易量超过 2 万 t 的红色流通线路数量增加）。

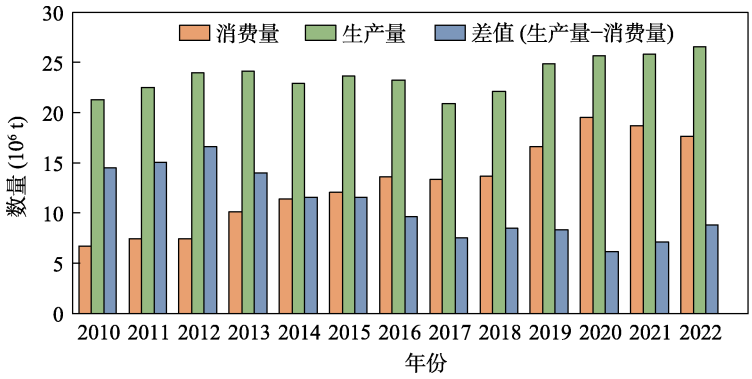


图 1　中国家禽市场基本情况统计图（2010–2022）

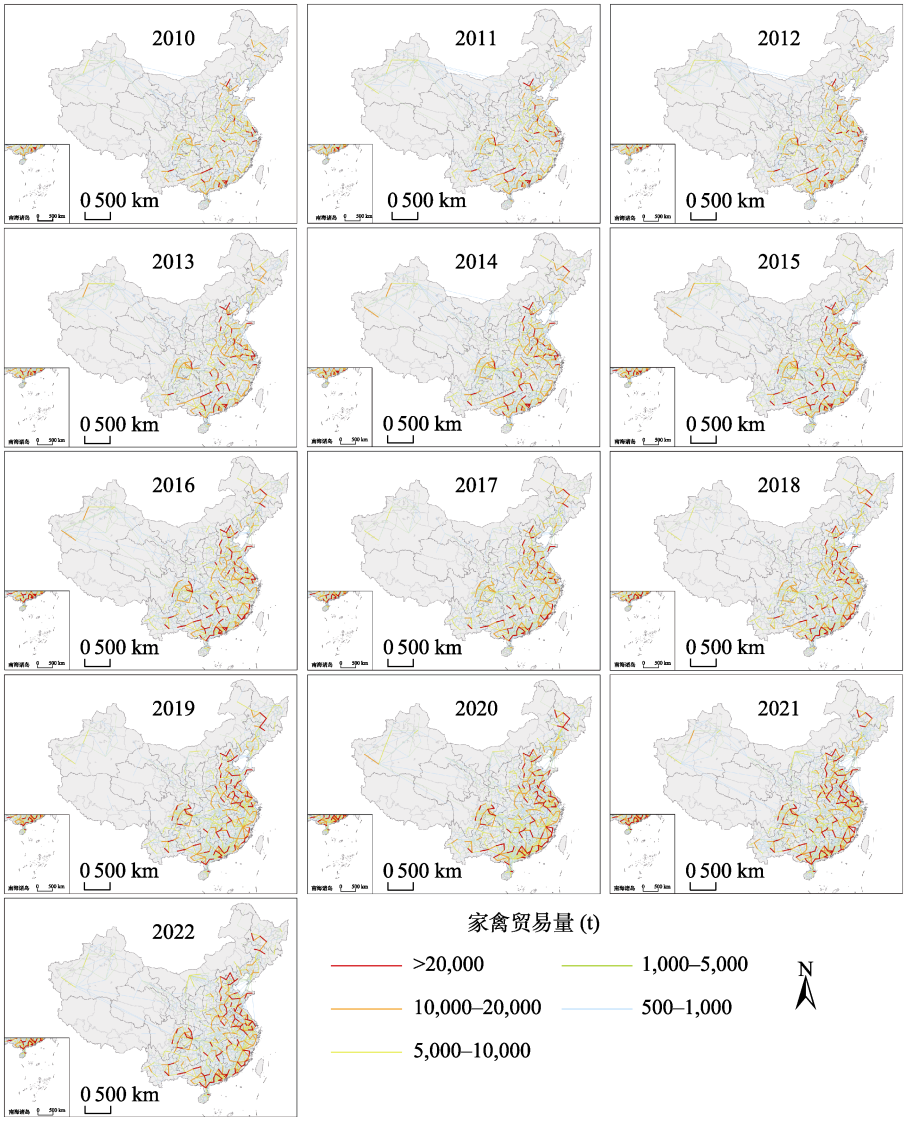


图 2　2010–2022 年中国城市间家禽贸易关系网络图（贸易量>500 t）

（该图基于审图号为 GS(2024)0650 号的标准地图制作，底图无修改）

同时，如图 3a 所示，城市间家禽贸易流通存在显著的距离衰减效应，约 80%的贸易量集中在 180 km 范围内，90%集中于 280 km 以内。进一步通过复杂网络分析方法对城市家禽贸易网络进行分析，结果表明，2010–2022 年间，中国城市家禽贸易网络的网络密度与聚集系数均呈明显上升趋势（图 3b）。其中，网络密度由 0.0017 增至约 0.0040，提升了约 135%，反映出城市间家禽贸易网络的连接强度持续增强，贸易联系日益紧密且趋于多元化；聚集系数则由 0.025 升至 0.08，增幅约为 220%，表明贸易网络内部的区域性集群特征不断强化，节点城市及其与相邻城市之间的贸易联系日益丰富。

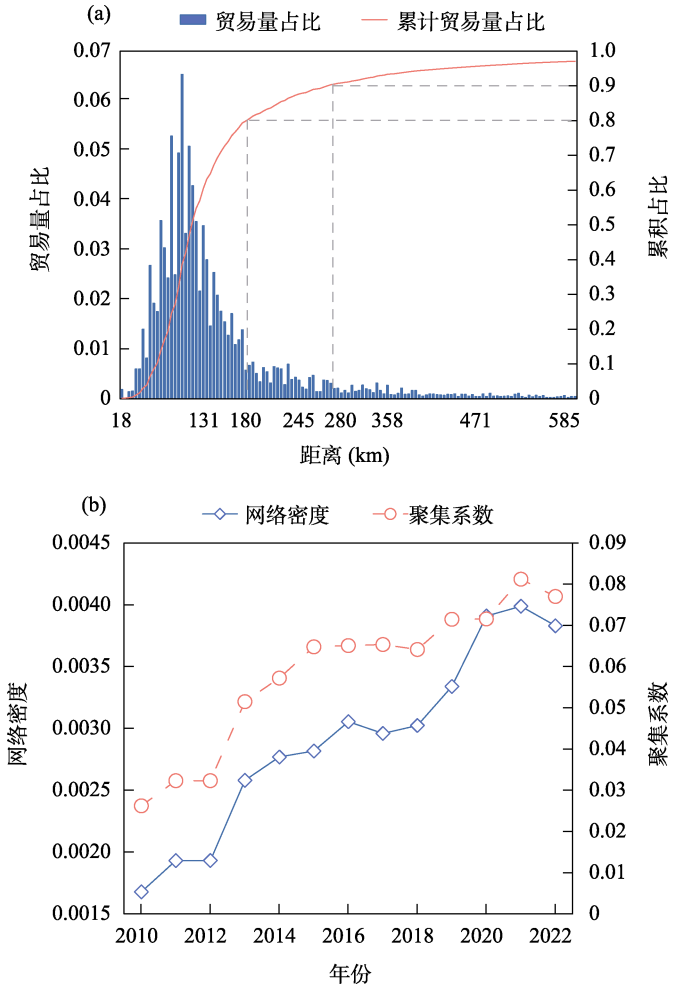


图 3　中国城市间家禽贸易关系网络特征统计分析图

综上所述，近年来中国城市及省级尺度的家禽贸易规模持续扩大，城市间以短距离流通为主导，家禽贸易网络的聚集程度与网络密度均呈现上升态势。

5　讨论和总结

本研究汇集了各城市的家禽消费生产数据，利用修改的辐射模型，获得长时序的中国

家禽贸易网络，为家禽贸易乃至禽流感传播的相关研究提供参考。

研究发现：2010–2022 年间，中国家禽供需格局在时间上表现为消费端主导的阶段性波动，生产增长相对平缓。中国城市尺度上的家禽贸易规模持续扩大，城市间以短距离流通为主，所形成的家禽贸易网络的聚集程度与网络密度均上升，呈现出“东密西疏、短距主导、连接增强”的特征。

本数据集反映了 2010–2022 年中国家禽贸易格局的时空变迁，为优化产业布局，保障肉类供给安全以及建立以家禽贸易管控为核心、兼顾区域差异的跨区域疫病联防联控体系提供了科学数据基础。

作者分工：任红艳对数据集的开发做了总体设计；任红艳和徐南康采集和处理了相关数据并设计了模型和算法；任红艳和王琪完成了做了数据验证、可视化以及撰写数据论文等；任红艳、王琪和徐南康完成了数据集及数据论文的修订、完善等。

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] Howard, A. G., Attard, S. M., Herring, A. H., *et al*. Socioeconomic gradients in the Westernization of diet in China over 20 years [J]. *SSM-Population Health*, 2021, 16: 100943.

[2] Zhai, F. Y., Du, S. F., Wang, Z. H., *et al.* Dynamics of the Chinese diet and the role of urbanicity, 1991–2011 [J]. *Obesity Reviews*, 2014, 15(S1): 16–26.

[3] Zhu, Z. Y. Trends and current situation of China’s meat sector [J]. *Animal Research and One Health*, 2026(1): 1–3.

[4] Wang, X. L., Jiang, H., Wu, P., *et al*. Epidemiology of avian influenza A H7N9 virus in human beings across five epidemics in mainland China, 2013–17: an epidemiological study of laboratory-confirmed case series [J]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2017, 17(8): 822–832.

[5] Zhang, R. S., Lei, Z., Liu, C., *et al*. Live poultry feeding and trading network and the transmission of avian influenza A(H5N6) virus in a large city in China, 2014–2015 [J]. *International Journal of Infectious Diseases*, 2021, 108: 72–80.

[6] Zhou, X. Y., Li, Y., Wang, Y. M., *et al*. The role of live poultry movement and live bird market biosecurity in the epidemiology of influenza A (H7N9): a cross-sectional observational study in four eastern China provinces [J]. *Journal of Infection*, 2015, 71(4): 470–479.

[7] Kong, L. C., Zhou, X., Duan, M. W., *et al*. A dataset of a proxy variable for the poultry trade flows in China [J]. *Scientific Data*, 2022, 9(1): 690.

[8] 任红艳, 王琪, 徐南康. 中国长时序家禽贸易网络模型计算数据集（2010–2022）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储杂志, 2026. https://doi.org/10.3974/geodb.2026.06.04.V1. https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.06.04.V1.

[9] 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).

[10] 国家统计局. 中国统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.

[11] 北京市统计局. 北京统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.

[12] 天津市统计局. 天津统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.

[13] 上海市统计局. 上海统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.

[14] 重庆市统计局. 重庆统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[15] 河北省统计局. 河北统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[16] 山西省统计局. 山西统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[17] 内蒙古自治区统计局. 内蒙古统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[18] 辽宁省统计局. 辽宁统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011-2023.
[19] 吉林省统计局. 吉林统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[20] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[21] 江苏省统计局. 江苏统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[22] 浙江省统计局. 浙江统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[23] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[24] 福建省统计局. 福建统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[25] 江西省统计局. 江西统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[26] 山东省统计局. 山东统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[27] 河南省统计局. 河南统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[28] 湖北省统计局. 湖北统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[29] 湖南省统计局. 湖南统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[30] 广东省统计局. 广东统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[31] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[32] 海南省统计局. 海南统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[33] 四川省统计局. 四川统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[34] 贵州省统计局. 贵州统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[35] 云南省统计局. 云南统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[36] 西藏自治区统计局. 西藏统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[37] 陕西省统计局. 陕西统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[38] 甘肃省统计局. 甘肃统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[39] 青海省统计局. 青海统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[40] 宁夏回族自治区统计局. 宁夏统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[41] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴(2011–2023 年)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011–2023.
[42] Simini, F., Gonzalez, M. C., Maritan, A., *et al*. A universal model for mobility and migration patterns [J]. *Nature*, 2012, 484(7392): 96–100.