

DOI:10.26974/j.cnki.XBGC.2026.01.012

# 基于手机信令数据的哈尼梯田地区居民 外出务工规模与特征

李晓琳<sup>1</sup>, 李春朋<sup>2</sup>, 王海英<sup>3</sup>, 谢杰<sup>1</sup>, 王子珊<sup>1</sup>, 陈燕<sup>1</sup>, 尤飞<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北方干旱半干旱耕地高效利用全国重点实验室, 北京 100081;

2. 中国农业农村部信息中心, 北京 100081; 3. 兰州财经大学金融学院, 甘肃兰州 730101)

**摘要:** 为了了解云南省哈尼梯田地区居民外出务工情况及未来发展趋势, 基于2020—2024年间该地区居民外出务工的手机信令数据, 分析了外出务工人员的规模变化、流向特征和群体特征。结果表明, 哈尼梯田地区居民外出务工规模自2020年开始减少, 2021—2022年基本持平, 2023年起开始大规模增长, 2024年仍有小幅增长; 外出务工人员选择跨省务工的较多, 占比在50%左右, 流入地主要以珠三角和长三角地区为主, 2020—2024年, 流入珠三角地区的人数占比逐渐减少, 流入长三角地区的人数占比逐渐增多; 外出务工人员中男女比例较为稳定, 大致为6:4; 人群较为年轻化, 总人数中超过80%为16~39岁年龄段的人口。基于此, 提出建立外出务工实时监测平台, 针对务工缺口定向提供指导, 并提供务工人员返乡返岗保障等建议。

**关键词:** 居民外出务工; 手机信令; 数据识别; 群体特征; 流向特征; 哈尼梯田地区

**中图分类号:** F323.6 **文献标志码:** A

随着农业机械化的普及和生物技术的发展, 农村地区劳动生产率大幅提高, 劳动力冗余现象凸显。与此同时, 城市对劳动力的需求大幅增长。因城乡收入差距进一步扩大, 农村居民外出务工现象越来越普遍。我国外出务工人员仍以中西部内陆向东南沿海跨省迁移为主, 省内跨县市就近迁移与跨省异地迁移并存, 地域选择更趋多元<sup>[1]</sup>。劳动力的有效转移对社会经济的发展起到了重要作用。2024年, 全国农民工总量达到29 973万人<sup>[2]</sup>, 这些农民工不仅集中在一线大城市, 还逐渐扩展到二线、三线城市以及区域性产业园区。农民工迁移是推动中国城镇化的主要力量, 而随着农民工代际更替, 即新生代农民工的崛起, 其迁移意愿、职业选择等也发生了变化。通过对新生代农民外出务工趋势的分析, 可预判未来人口流动方向, 为区域发展规划提供依据。

在我国人口流动和变化方面, 王桂新<sup>[3]</sup>基于第七次人口普查公布的数据研究了我国人口迁移问

题; 胡泰等<sup>[4]</sup>基于2000—2020年的人口普查数据和相关社会经济数据, 分析了福建省各县域流动人口结构的时空演化及影响因素; 周皓<sup>[5]</sup>基于第七次人口普查公布的数据解读了我国人口流动特征。以上对于我国人员规模、特征、流向等方面的研究均基于统计数据或调查数据, 然而, 利用以上这些传统的统计和调查方式难以获取实时数据, 会造成研究结果的滞后性, 难以及时反映最新情况。因此, 可整合多源大数据进一步加强对农民工动态迁移轨迹、代际流动特征等方面的研究。

在手机信令数据的利用方面, 近年来, 随着移动电话的普及和无线通信技术的快速发展, 手机信令数据逐渐被用于相关研究中。最常用的途径是利用手机的GPS提取时间和定位信息, 从而识别居民的外出和流动情况<sup>[6]</sup>; 另一个重要途径是利用手机信令数据获取手机端的位置信息和移动数据<sup>[7]</sup>。国内外众多学者利用手机信令数据推算出人流量, 并进

收稿日期: 2025-05-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(42471406); 中国农业科学院项目(Y2021YJ12)

作者简介: 李晓琳(1992—), 女, 博士研究生, 主要从事区域发展研究(290105466@qq.com)。

\* 通信作者: 尤飞(1972—), 男, 研究员, 博士, 主要从事农业区域发展研究(youfei@caas.cn)。

引用格式: 李晓琳, 李春朋, 王海英, 等. 基于手机信令数据的哈尼梯田地区居民外出务工规模与特征[J]. 西北工程技术学报(中英文), 2026, 25(1): 88-96.

一步将其应用于交通规划、城市交通、政府管理等领域<sup>[8]</sup>。何夏萱等<sup>[9]</sup>利用手机信令数据等多源大数据,基于流动性理论建立了城市公园活力特征评价体系,总结了人群时空活动模式;徐婉庭等<sup>[10]</sup>通过手机信令数据计算了场所人群密度;高义轩<sup>[11]</sup>基于手机信令数据识别了武汉市摊贩空间与分布特征;韩滨鹏等<sup>[12]</sup>利用 2017 年连续 4 周的手机信令数据,分析了北京市在场人口的分布、流动性及时段变化特征。Cavallaro 等<sup>[13]</sup>利用手机的 GPS 数据描绘出行者的移动轨迹,进一步识别出交通轨道,并划分出轨迹路线的不同频繁程度。Wang 等<sup>[14]</sup>通过手机信令数据对吉林省不同交通通道人流量进行统计和分析,得出该地区交通通道的分布情况。手机信令数据覆盖全面,可以实时获取,且能够准确反应研究对象的地理位置,因而具有良好的实用性与适用性<sup>[15]</sup>。利用手机信令数据开展人口定量分析,可以提高对人类活动的动态监测水平,大大提升研究的时效性、准确性和全面性。

目前为止,手机信令数据的应用多集中于城市的人口密度、公共交通、出行轨迹等方面,鲜少应用于研究重要农业文化遗产区的人员外出务工情况。作为全球重要农业文化遗产(试点)的哈尼梯田地区,其地形复杂、交通不便、村寨错落,且居民居住区域较为分散,通过传统调查方式统计其外出务工情况难度较大,因而需利用先进技术获取相关数据。本研究利用手机信令数据获取哈尼梯田地区外出务工人员的规模、流向、性别、年龄等,并进行识别和筛选,分析 2020—2024 年间哈尼梯田地区居民外出务工的规模及特征变化,也为以后其他类似地区的人员外出务工情况和农村劳动力流失的相关研究提供新的思路和方法。

## 1 研究区概况

哈尼梯田位于云南省东南部红河哈尼族彝族自治州境内哀牢山脉,主要分布在元阳县、红河县、绿春县和金平苗族瑶族傣族自治县,总面积约 54 666.7 hm<sup>2</sup>;最低海拔为 144 m,最高海拔为 2 939.6 m,地形复杂,高低悬殊,立体气候突出,海拔 2 000 m 以上的高山区为森林,村寨多坐落在海拔 1 200~1 800 m 之间的中半山,高低错落分布在梯田之中,呈现森林-水系-村寨-梯田“四素同构”的格局。2010 年,哈尼梯田被联合国粮农组织列入首批全球重要农业文化遗产(试点),2013 年,又被联合国教科文组织列入《世界遗产名录》,是世界上第一个以民族

名称命名,也是中国第一个以农耕文明为主题的世界文化遗产。哈尼梯田研究区区位图见图 1。



图 1 哈尼梯田研究区区位图

Fig. 1 Location of the Hani Rice Terraces study area

注:地图底图来源于国家基础地理信息中心,审图号为 GS(2024)0650 号。

云南省是我国主要劳务输出省份之一,由于当地经济发展水平相对较低,许多农村地区的居民通过外出务工来提高收入,尤其是到东部沿海发达地区,以及一些中西部地区务工增收。元阳县、红河县、绿春县和金平苗族瑶族傣族自治县大部分为农村区域,主要产业均为农业,当地居民主要以务农为主,即种植水稻、茶叶、水果等,但当地农业生产的经济效益较低。当地居民多选择外出务工,其劳务输出规模较大,因而该地区是研究农村居民外出务工情况的代表性区域。

## 2 数据获取与处理

### 2.1 数据获取

研究选取了 2020 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日云南省红河哈尼族彝族自治州元阳县、红河县、绿春县和金平苗族瑶族傣族自治县的中国联通公司手机信令数据、基站地理信息、辅助数据等。手机信令数据包括用户匿名 ID、号码归属地、时间戳、连接的基站 ID、事件类型(如开机、切换基站、通话等)、起止时间、持续时间等。基站地理信息包括基站经纬度及覆盖范围(通常半径在 500 m~2 km)。辅助数据包括行政区划边界、人口统计数据、节假日时段(如春节)。

### 2.2 数据识别与处理

2.2.1 区域内联通用户数统计及全量人口反推确定统计区域,并划分基于 WGS 84 坐标系栅格,按栅格、街道、行政区、市、省等空间粒度,统计区域内所有使用联通号卡的用户总数。已知联通用户位

置,采用话单数据,通过机器学习、卷积神经网络算法推算与异网用户位置是否一致,得出联通用户的区县级市场占有率。研究中选用的元阳县、红河县、绿春县和金平苗族瑶族傣族自治县总人口数据为户籍人口数,红河哈尼族彝族自治州籍贯的联通用户占比为 10.55%,由此推算出以上 4 县的外出务工人员规模。

2.2.2 外出务工人员及工作地识别 手机信令数据一般按照行政区划单元采集,常用行政区划单元为地级市。研究选取的行政区划单元为县级,当地移动通信网络可以完全覆盖。分析手机信令在基站间的切换数据,可以判断人员是否长期在某一地点停留。若该数据在号码归属地与外地之间有规律切换,且长期停留,说明该号码持有者可能为外出务工人员。将号码归属地为本地,且在本乡镇地域以外从业 6 个月及以上的人员归类为外出务工人员。

根据入网时的实名制信息,对跨运营商或同运营商之间用一个身份证号办理的多个手机卡,仅保留一个手机卡的手机信令数据,检查人员驻留位置及行为轨迹,如果同位置同轨迹则去重,位置与轨迹不同则保留。结合 1,3,6 个月内主被叫通话次数,设置非人阈值,阈值暂定为 3 个月内无呼出,剔除该类用户数据。之后,通过一致性校验、坐标偏移校验、时序连续性校验等方式删除重复数据和无效信息。

剔除纯流量卡、物联网卡、季度通话次数过少或过多的卡,并剔除瞬时路过基站(停留时间 $<10$  min)和信号漂移点(如基站跳跃异常)数据。此外,研究还剔除了大学生群体。大学生群体一般会在学校与归属地之间有规律的往返,特别是在 1—2 月,7—8 月。将 1—2,7—8 月数据与 4 月和 11 月比对,并

筛选外出长期停留地点,剔除在号码归属地与大学间因寒暑假有规律切换的大学生群体。

以工作日 9:00—18:00 为观测时段,若某用户在该基站单日累计停留 $\geq 6$  h,且一周内出现该情形的日数 $\geq 4$  d,则将该基站所在位置视为工作地。

2.2.3 人员外出流向识别 通过 ArcGIS 软件获取迁移数据的经度和纬度,使用聚类算法将相似迁移路径归类,识别主流方向。通过用户在某一地点停留期间产生的手机信令数据的基站经度、纬度坐标,可以得到用户具体停留位置。根据用户在号码归属地与务工地基站之间的手机信令切换数据,判断外出务工人员的流入地、流动规律和趋势,进而判断流动规模和流动路径。

2.2.4 群体特征识别 根据入网时的实名制信息,将外出务工人员按性别、年龄分类,可以判断外出务工人员的性别比例和主要年龄段,从而分析群体特征。

### 3 结果与分析

#### 3.1 居民外出务工规模变化

2020 年,元阳县、红河县、绿春县、金平苗族瑶族傣族自治县外出务工人员总规模达 15.57 万人;2021 年,4 县外出务工人员总规模为 13.74 万人,较上年有所减少;2022 年,4 县外出务工人员总规模为 14.51 万人;2023 年,4 县外出务工人员总规模达 34.58 万人,较上年增长 151.67%;2024 年,4 县外出务工人员规模持续上升,达到 35.12 万人。各县总人口数及外出务工人员统计结果见表 1。

哈尼梯田地区居民外出务工规模自 2020 年开始减少,2021—2022 年基本持平,2023 年起开始大规模增长,截至 2024 年年底,居民外出务工总规模

表 1 各县总人口数及外出务工人员统计表

Tab. 1 Total population and number of migrant workers by county

| 年份   | 元阳县     |            |            | 红河县     |            |            | 绿春县     |            |            | 金平苗族瑶族傣族自治县 |            |            |
|------|---------|------------|------------|---------|------------|------------|---------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|      | 总人口数/万人 | 外出务工人员数/万人 | 外出务工人员占比/% | 总人口数/万人 | 外出务工人员数/万人 | 外出务工人员占比/% | 总人口数/万人 | 外出务工人员数/万人 | 外出务工人员占比/% | 总人口数/万人     | 外出务工人员数/万人 | 外出务工人员占比/% |
| 2020 | 46.04   | 6.72       | 15         | 35.72   | 3.36       | 9          | 24.67   | 1.45       | 6          | 39.61       | 4.04       | 10         |
| 2021 | 45.96   | 5.94       | 13         | 35.84   | 2.94       | 8          | 24.70   | 1.29       | 5          | 39.59       | 3.57       | 9          |
| 2022 | 45.93   | 6.19       | 13         | 35.94   | 3.14       | 9          | 24.66   | 1.38       | 6          | 39.57       | 3.80       | 10         |
| 2023 | 45.97   | 11.04      | 24         | 36.01   | 8.94       | 25         | 24.64   | 6.01       | 24         | 39.53       | 8.59       | 22         |
| 2024 |         | 11.16      |            |         | 9.02       |            |         | 6.08       |            |             | 8.86       |            |

注:因 2025 年各县统计年鉴未出,故暂无 2024 年各县人口数据。

已达 2020 年的 226%。2020 年 1 月 20 日,中国国家卫生健康委员会发布公告(2020 年第 1 号),将新型冠状病毒肺炎纳入乙类传染病管理,并采取甲类传染病管理,因而人员流动受到一定影响,外出务工人员开始下降,此后的 2021—2022 年,外出务工人员持续偏低。2022 年 12 月 26 日,中国国家卫生健康委员会再次发布公告(2022 年第 7 号),将新型冠状病毒肺炎更名为新型冠状病毒感染,并自 2023 年 1 月 8 日起调整管理措施,全国解除对新型冠状病毒感染的甲类传染病防控措施。随后,外出务工人员迎来了大幅增长,截至 2024 年底,外出务工人员人数仍有小幅增长。

### 3.2 居民外出务工流向分析

3.2.1 外出务工跨区变化 研究根据行政区划,将外出务工跨区域情况划分为 4 类:跨省、省内跨市、市内跨县、县内跨乡镇。2020—2024 年,哈尼梯田地区各类外出务工人员总数及占比见表 2。可见,各年跨省外出务工人员占比居首位,均在 50% 左右;其次是县内跨乡镇外出务工人员,比例稳定在 20%~29%;省内跨市外出务工人员在 2020—2022 年占比逐渐减少,2023—2024 年占比回升至 20% 左右;占比最少的是市内跨县外出人口,均保持在 10% 左右。

表 2 哈尼梯田地区各类外出务工人员总数及占比

Tab. 2 Total number and proportion of migrant workers by type in the Hani Rice Terraces region

| 年份   | 跨省外出务工 |       | 省内跨市外出 |       | 市内跨县外出 |       | 县内跨乡镇外出 |       |
|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|
|      | 人数/万人  | 占比/%  | 人数/万人  | 占比/%  | 人数/万人  | 占比/%  | 人数/万人   | 占比/%  |
| 2020 | 7.43   | 47.72 | 2.51   | 16.12 | 2.42   | 15.54 | 3.21    | 20.62 |
| 2021 | 7.47   | 54.37 | 1.84   | 13.39 | 1.74   | 12.66 | 2.69    | 19.58 |
| 2022 | 7.20   | 49.62 | 1.87   | 12.89 | 1.25   | 8.61  | 4.19    | 28.88 |
| 2023 | 17.26  | 49.91 | 6.96   | 20.13 | 3.19   | 9.22  | 7.17    | 20.73 |
| 2024 | 17.97  | 51.17 | 6.47   | 18.42 | 3.09   | 8.80  | 7.59    | 21.61 |

表 3 4 县各类外出务工人员统计结果

Tab. 3 Migrant workers by type in the four counties

| 县名          | 跨区域情况 | 万人    |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |       | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 |
| 元阳县         | 跨省    | 3.54  | 3.49  | 3.48  | 5.60  | 5.97  |
|             | 省内跨市  | 0.79  | 0.59  | 0.43  | 1.65  | 1.72  |
|             | 市内跨县  | 1.16  | 0.96  | 0.67  | 1.38  | 1.29  |
|             | 县内跨乡镇 | 1.23  | 0.90  | 1.61  | 2.41  | 2.18  |
| 红河县         | 跨省    | 1.12  | 1.17  | 1.24  | 3.76  | 3.77  |
|             | 省内跨市  | 0.88  | 0.73  | 0.72  | 3.18  | 2.46  |
|             | 市内跨县  | 0.48  | 0.34  | 0.27  | 0.80  | 0.79  |
|             | 县内跨乡镇 | 0.88  | 0.70  | 0.91  | 1.20  | 2.00  |
| 绿春县         | 跨省    | 0.56  | 0.66  | 0.51  | 3.26  | 3.35  |
|             | 省内跨市  | 0.26  | 0.13  | 0.28  | 1.15  | 1.18  |
|             | 市内跨县  | 0.24  | 0.17  | 0.09  | 0.41  | 0.39  |
|             | 县内跨乡镇 | 0.39  | 0.33  | 0.50  | 1.19  | 1.16  |
| 金平苗族瑶族傣族自治县 | 跨省    | 2.21  | 2.15  | 1.97  | 4.64  | 4.88  |
|             | 省内跨市  | 0.58  | 0.39  | 0.44  | 0.98  | 1.11  |
|             | 市内跨县  | 0.54  | 0.27  | 0.22  | 0.60  | 0.62  |
|             | 县内跨乡镇 | 0.71  | 0.76  | 1.17  | 2.37  | 2.25  |

4 县各类外出务工人员统计结果见表 3。2020—2024 年,对于各县单独而言,元阳县跨省外务工人数最多,省内跨市外出务工人员最少;红河县跨省外务工人数最多,市内跨县外出务工人员最少;绿春县跨省外务工人员最多,市内跨县外出务工人员最少;金平苗族瑶族傣族自治县跨省外务工人员

数最多,市内跨县外出务工人员最少。可见,4 县的外出务工人员均以跨省外务工为主。

3.2.2 外出务工跨省流向变化 研究将主要外出务工流向地按省份和直辖市划分为珠三角地区(包括广东省)、长三角地区(包括上海市、江苏省、浙江省、安徽省)、京津冀地区(包括北京市、

表 4 哈尼梯田地区居民跨省外务工流向变化统计结果

Tab. 4 Changes in residents' inter-provincial migration destinations in the Hani Rice Terraces region

| 年份   | 流向珠三角地区 |       | 流向长三角地区 |       | 流向京津冀地区 |      | 流向成渝地区 |      | 流向长江中游城市群 |      |
|------|---------|-------|---------|-------|---------|------|--------|------|-----------|------|
|      | 人数/万人   | 占比/%  | 人数/万人   | 占比/%  | 人数/万人   | 占比/% | 人数/万人  | 占比/% | 人数/万人     | 占比/% |
| 2020 | 3.66    | 49.26 | 1.76    | 23.69 | 0.16    | 2.15 | 0.23   | 3.10 | 0.24      | 3.23 |
| 2021 | 3.52    | 47.12 | 2.37    | 31.73 | 0.16    | 2.14 | 0.15   | 2.01 | 0.14      | 1.87 |
| 2022 | 3.54    | 49.17 | 2.48    | 34.44 | 0.17    | 2.36 | 0.13   | 1.81 | 0.16      | 2.22 |
| 2023 | 7.36    | 42.64 | 5.96    | 34.53 | 0.23    | 1.33 | 0.32   | 1.85 | 0.33      | 1.91 |
| 2024 | 7.20    | 40.07 | 5.84    | 32.50 | 0.20    | 1.11 | 0.45   | 2.50 | 0.41      | 2.28 |

表 5 4 县居民跨省外务工流向变化

Tab. 5 Changes in residents' inter-provincial migration destinations of residents in the four counties

| 县名          | 流向      | 万人    |       |       |       |       |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |         | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 |
| 元阳县         | 珠三角地区   | 1.89  | 1.80  | 1.76  | 3.05  | 2.95  |
|             | 长三角地区   | 0.75  | 0.98  | 1.00  | 1.47  | 1.50  |
|             | 京津冀地区   | 0.07  | 0.07  | 0.08  | 0.08  | 0.07  |
|             | 成渝地区    | 0.09  | 0.06  | 0.06  | 0.09  | 0.11  |
|             | 长江中游城市群 | 0.09  | 0.07  | 0.02  | 0.10  | 0.12  |
| 红河县         | 珠三角地区   | 0.48  | 0.57  | 0.59  | 1.28  | 1.20  |
|             | 长三角地区   | 0.21  | 0.32  | 0.44  | 1.37  | 1.35  |
|             | 京津冀地区   | 0.05  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.05  |
|             | 成渝地区    | 0.03  | 0.03  | 0.00  | 0.06  | 0.14  |
|             | 长江中游城市群 | 0.03  | 0.02  | 0.05  | 0.08  | 0.09  |
| 绿春县         | 珠三角地区   | 0.23  | 0.21  | 0.25  | 1.28  | 1.25  |
|             | 长三角地区   | 0.20  | 0.28  | 0.30  | 1.41  | 1.23  |
|             | 京津冀地区   | 0.00  | 0.01  | 0.01  | 0.05  | 0.04  |
|             | 成渝地区    | 0.03  | 0.02  | 0.05  | 0.08  | 0.07  |
|             | 长江中游城市群 | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.05  | 0.09  |
| 金平苗族瑶族傣族自治县 | 珠三角地区   | 1.06  | 0.94  | 0.94  | 1.75  | 1.80  |
|             | 长三角地区   | 0.60  | 0.79  | 0.74  | 1.71  | 1.76  |
|             | 京津冀地区   | 0.04  | 0.05  | 0.04  | 0.05  | 0.04  |
|             | 成渝地区    | 0.08  | 0.04  | 0.02  | 0.09  | 0.13  |
|             | 长江中游城市群 | 0.10  | 0.04  | 0.08  | 0.10  | 0.11  |

天津市、河北省)、成渝地区(包括四川省、重庆市)、长江中游城市群(包括湖北省、湖南省、江西省)。哈尼梯田地区居民跨省外出务工流向变化统计结果见表4(人员流入数量很少的其他地区未列入表内)。2020—2024年,4县居民外出务工主要流向基本一致,主要集中在长江以南地区,人数最多的为长三角和珠三角地区,京津冀、成渝地区、长江中游城市群的人数均较少。另外,流入长三角地区的人员占比逐渐增多,而流入珠三角地区和其他地区的人员占比在下降。

4县居民跨省外出务工流向变化见表5(人员流入数量很少的其他地区未列入表内)。元阳县外出务工人员2020—2024年间均为流入珠三角的人数最多,流入京津冀、成渝地区、长江中游城市群的人数较少;红河县外出务工人员2020—2022年间流入珠三角的人数最多,流入京津冀、成渝地区长江中游城市群的人数较少,2023年起流入长三角的人数超过珠三角,流入京津冀地区的人数较少;绿春县外出务工人员2020—2024年间均为流入京津冀地区的人数较少,2020年流入珠三角的人数最多,2021年起流入长三角的人数开始超过珠三角;金平苗族瑶族傣族自治县外出务工人员2020—2024年间均为流入珠三角的人数最多,流入京津冀、成渝地区、长江中游城市群的人数较少。

### 3.3 居民外出务工人员特征

3.3.1 外出务工居民性别特征 哈尼梯田地区外出务工居民性别特征统计结果见表6。由表6可知,2020年,哈尼梯田地区外出务工居民中,男女比例基本持平,女性总数为7.68万人,男性总数为7.89万人。2021—2024年,外出务工人员男性数量均多于女性数量,男女比例大致保持在6:4,其中,2021—2022年,女性外出务工人数较2020年下降明显,这可能受新冠肺炎疫情影响,女性更趋向于留在本地,

表6 哈尼梯田地区外出务工居民性别特征统计结果

Tab. 6 Gender composition of migrant workers in the Hani Rice Terraces region

| 年份   | 男性    |      | 女性    |      |
|------|-------|------|-------|------|
|      | 人数/万人 | 占比/% | 人数/万人 | 占比/% |
| 2020 | 7.68  | 49   | 7.89  | 51   |
| 2021 | 8.76  | 64   | 4.98  | 36   |
| 2022 | 9.26  | 64   | 5.25  | 36   |
| 2023 | 21.36 | 62   | 13.22 | 38   |
| 2024 | 21.48 | 61   | 13.64 | 39   |

外出务工占比减少。2023年起,女性外出务工人数开始回升。至2024年,外出务工人数持续增加,女性总数为13.64万人,男性总数为21.48万人。

4县外出务工居民性别特征统计结果见表7。可见,2020年,4县外出务工人员中,男女比例均相当,元阳县、红河县、绿春县的男性略多于女性,仅金平苗族瑶族傣族自治县的女性略多于男性。2021—2024年,各县不同性别外出务工人员比例变化与哈尼梯田地区总体不同性别外出务工人员比例变化趋势一致。

表7 4县外出务工居民性别特征统计结果

Tab. 7 Gender composition of migrant workers in the four counties

| 县名          | 性别 | 年份   |      |      |      |      |
|-------------|----|------|------|------|------|------|
|             |    | 2020 | 2020 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 元阳县         | 男  | 3.29 | 3.81 | 3.95 | 6.99 | 7.02 |
|             | 女  | 3.43 | 2.12 | 2.24 | 4.05 | 4.14 |
| 红河县         | 男  | 1.70 | 1.89 | 2.02 | 5.41 | 5.39 |
|             | 女  | 1.66 | 1.05 | 1.12 | 3.53 | 3.63 |
| 绿春县         | 男  | 0.73 | 0.81 | 0.89 | 3.62 | 3.65 |
|             | 女  | 0.72 | 0.49 | 0.49 | 2.39 | 2.43 |
| 金平苗族瑶族傣族自治县 | 男  | 1.96 | 2.25 | 2.40 | 5.34 | 5.42 |
|             | 女  | 2.08 | 1.32 | 1.40 | 3.25 | 3.44 |

3.3.2 外出务工居民年龄特征 研究将外出务工年龄段分为16~24岁、25~29岁、30~39岁、40~49岁和50岁及以上。哈尼梯田地区外出务工居民年龄特征统计结果见表8。可知,2020—2024年,哈尼梯田地区外出务工人员占比最大的年龄段为16~24岁,其次是25~29岁和30~39岁;超过80%的人员年龄段在16~39岁,外出务工群体较为年轻化;50岁及以上的外出务工人员占比最少。

各县外出务工居民年龄统计见表9。可见,2020—2024年,4县外出务工人员中,各县占比最多的均为16~24岁年龄段,占比最少的均为50岁及以上年龄段,外出务工人员多集中于16~39岁年龄段。

## 4 结语

经过对2022—2024年间元阳县、红河县、绿春县和金平苗族瑶族傣族自治县4县外出务工人员手机信令数据的整理和分析,可以得到以下4点结论。

表 8 哈尼梯田地区外出务工居民年龄特征统计结果

Tab. 8 Age structure of migrant workers in the Hani Rice Terraces region

| 年份   | 16~24岁    |       | 25~29岁    |       | 30~39岁    |       | 40~49岁    |       | 50岁及以上    |      |
|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|------|
|      | 人数/<br>万人 | 占比/%  | 人数/<br>万人 | 占比/%  | 人数/<br>万人 | 占比/%  | 人数/<br>万人 | 占比/%  | 人数/<br>万人 | 占比/% |
| 2020 | 6.71      | 43.10 | 2.17      | 13.94 | 3.69      | 23.70 | 2.26      | 14.52 | 0.74      | 4.75 |
| 2021 | 6.46      | 47.02 | 2.33      | 16.96 | 2.97      | 21.62 | 1.54      | 11.21 | 0.44      | 3.20 |
| 2022 | 5.16      | 35.56 | 3.23      | 22.26 | 3.75      | 25.84 | 1.84      | 12.68 | 0.53      | 3.65 |
| 2023 | 13.52     | 39.10 | 8.09      | 23.40 | 7.68      | 22.21 | 3.65      | 10.56 | 1.64      | 4.74 |
| 2024 | 11.11     | 31.63 | 9.79      | 27.88 | 8.46      | 24.09 | 3.84      | 10.93 | 1.92      | 5.47 |

表 9 4县外出务工居民年龄特征统计结果

Tab. 9 Age structure of migrant workers in the four counties

| 县名              | 年龄     | 万人    |       |       |       |       |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |        | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 |
| 元阳县             | 16~24岁 | 2.88  | 2.80  | 2.27  | 4.44  | 3.53  |
|                 | 25~29岁 | 0.99  | 1.02  | 1.41  | 2.43  | 3.17  |
|                 | 30~39岁 | 1.54  | 1.25  | 1.50  | 2.36  | 2.64  |
|                 | 40~49岁 | 1.01  | 0.68  | 0.79  | 1.26  | 1.22  |
|                 | 50岁及以上 | 0.30  | 0.17  | 0.21  | 0.54  | 0.60  |
| 红河县             | 16~24岁 | 1.51  | 1.41  | 1.17  | 3.63  | 3.05  |
|                 | 25~29岁 | 0.41  | 0.47  | 0.72  | 2.11  | 2.54  |
|                 | 30~39岁 | 0.77  | 0.60  | 0.63  | 1.89  | 1.99  |
|                 | 40~49岁 | 0.51  | 0.37  | 0.49  | 0.90  | 0.91  |
|                 | 50岁及以上 | 0.17  | 0.09  | 0.15  | 0.43  | 0.53  |
| 绿春县             | 16~24岁 | 0.64  | 0.59  | 0.47  | 2.28  | 1.82  |
|                 | 25~29岁 | 0.21  | 0.26  | 0.32  | 1.50  | 1.75  |
|                 | 30~39岁 | 0.31  | 0.25  | 0.46  | 1.46  | 1.65  |
|                 | 40~49岁 | 0.21  | 0.15  | 0.07  | 0.48  | 0.55  |
|                 | 50岁及以上 | 0.08  | 0.05  | 0.07  | 0.28  | 0.32  |
| 金平苗族瑶族<br>傣族自治县 | 16~24岁 | 1.68  | 1.66  | 1.25  | 3.17  | 2.71  |
|                 | 25~29岁 | 0.56  | 0.58  | 0.78  | 2.05  | 2.33  |
|                 | 30~39岁 | 1.07  | 0.87  | 1.16  | 1.97  | 2.18  |
|                 | 40~49岁 | 0.53  | 0.34  | 0.49  | 1.01  | 1.16  |
|                 | 50岁及以上 | 0.19  | 0.13  | 0.10  | 0.39  | 0.47  |

(1)哈尼梯田地区居民外出务工规模自2020年开始减少,2021—2022年基本持平,2023年起开始大规模增长,2024年仍有小幅增长。

(2)哈尼梯田地区居民选择跨省务工人员较多,占比在50%左右,流入地主要以珠三角和长三角地区为主,2020—2024年,流入珠三角地区的人员逐渐减少,流入长三角地区的人员逐渐增多。从

外出务工人口数量上看,流入珠三角地区和长三角地区的人员由2020年的5.42万人增加至2024年的13.04万人,5年间人数增长将近3倍。

(3)2021年以后,外出务工人员中男女比例较为稳定,大致为6:4,与全国平均水平一致。

(4)外出务工人员较为年轻,总人数中超过80%的人口为16~39岁,受流入地经济水平、产业

发展和人员职业观念转变等影响,年轻人更偏好于外出务工。

综上,除去疫情影响,哈尼梯田地区4县的居民外出务工人员仍在逐年增加,且外出务工人员年轻化。这可能主要由经济驱动,加之社会结构变迁、城乡公共服务差距大、新生代农民职业观念转变等,使当地居民将外出务工作为首选。但随之而来的便是当地劳动力不足,哈尼梯田水稻种植面积减少,传统农耕技能面临失传。哈尼梯田作为全球重要的农业文化遗产和世界文化遗产,其生态功能、生产功能、文化功能、社会经济功能等多功能性体现了人类与自然和谐共处的智慧,被联合国粮食及农业组织列为气候适应性农业的典型案列,入选联合国可持续发展目标(sustainable development goals)最佳实践案列,是全球范围内气候农业的样板,也是山地农业可复制模式、可持续农业生态系统的典范。如何在提升当地居民收入的同时,保障农村劳动力的充足,并保持哈尼梯田传统农耕技术的传承,这是哈尼梯田地区亟待解决的现实问题。

## 参考文献:

- [1] 蒋婷. 湖南省外出务工人员的区域选择影响因素及其收入效应研究[D]. 长沙:湖南大学,2017.
- [2] 国家统计局网站. 2024年农民工监测调查报告[EB/OL]. (2025-04-30). [https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202504/content\\_7021923.htm](https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202504/content_7021923.htm).
- [3] 王桂新. 中国人口流动与城镇化新动向的考察——基于第七次人口普查公布数据的初步解读[J]. 人口与经济,2021(5):37-54.
- [4] 胡泰,林李月,朱宇,等. 基于2000—2020年人口普查数据的福建省流动人口结构时空演化及影响因素[J]. 地理科学,2024,44(12):2176-2184.
- [5] 周皓. 中国人口流动模式的稳定性及启示——基于第七次全国人口普查公报数据的思考[J]. 中国人口科学,2021(3):28-42.
- [6] Merry K, Bettinger P. Smartphone GPS accuracy study in an urban environment [J]. PLOS One, 2019, 14 (7) : e0219890.
- [7] Huang H S, Cheng Y, Weibei R. Transport mode detection based on mobile phone network data: A systematic review [J]. Traffic Research Part C: Emerging Technologies, 2019, 101:297-312.
- [8] Fekih M, Bellemans T, Sm Oreda Z, et al. A data driven Approach for origin - destination matrix construction from cellular network signalling data: A case study of Lyon Region (France) [J]. Transportation, 2021, 48 (4): 1671-1702.
- [9] 何夏莹,袁奇峰,卢俊文,等. 基于多源大数据的广州市城市公园人群时空活动模式与规划策略研究[J]. 现代城市研究,2025(1):6-12.
- [10] 徐婉庭,张希煜,龙瀛. 基于手机信令等多源数据的城市居住空间选择行为初探——以北京五环内小区为例[J]. 城市发展研究,2019,26(10):47-57.
- [11] 高义轩. 基于手机信令数据的城市摊贩空间识别与分布特征研究——以武汉市中心城区为例[J]. 城市建筑,2025,22(3):126-133.
- [12] 韩滨鹏,任熙元,王德. 北京市局部空间的在场人口研究:分布、流动性及时段特征——基于手机信令数据的探索[J]. 西部人居环境学刊,2021,36(5):105-111.
- [13] Cavallaro C, Vitrià J. Corridor detection from large GPS trajectories datasets [J]. Applied Sciences, 2020, 10(14): 5003.
- [14] Wang Z Z, Chu R J, Wu W J, et al. Identification and optimization models for a freight-integrated transportation corridor with line importance and freight communication capability [J]. IEEE Access, 2019, 7: 11114-11126.
- [15] 中华人民共和国自然资源部. 自然资源领域应用手机信令数据技术指南: TD/T 1085—2023[S/OL]. 中华人民共和国自然资源部,2023.

## Scale and Characteristics of Outward Labor Migration in the Hani Rice Terraces Region Based on Mobile Signaling Data

LI Xiaolin<sup>1</sup>, LI Chunpeng, WANG Haiying<sup>3</sup>, XIE Jie<sup>1</sup>, WANG Zishan<sup>1</sup>,  
CHEN Yan<sup>1</sup>, YOU Fei<sup>1\*</sup>

(1. State Key Laboratory of Efficient Utilization of Arid and Semi-Arid Arable Land in Northern China, Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. Information Center, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China, Beijing 100081, China;

3. School of Finance, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730101, China)

**Abstract:** This study investigates the migrant labor situation in the Hani Terraced Fields region of Yunnan, utilizing mobile signaling data to analyze the scale changes, flow characteristics, and demographic profiles of migrant workers from 2020 to 2024. The findings indicate that the scale of resident migration for work in this region has decreased since 2020, remained relatively stable in 2021 and 2022, and started to experience significant growth from 2023 onward. More than half of the migrant workers opt for inter-provincial employment, primarily in the Pearl River Delta and the Yangtze River Delta regions. Between 2020 to 2024, the percentage of migrant workers heading to the Pearl River Delta region has gradually declined, while the proportion traveling to the Yangtze River Delta has steadily increased. The gender ratio among migrant workers remains relatively stable at approximately 6:4, and the population is relatively young, with over 80% aged between 16 and 39. Based on these insights, it is recommended to establish a real-time monitoring platform for migrant workers, providing targeted guidance to address labor shortages, and ensuring support for workers returning home and resuming employment.

**Keywords:** residents go out to work; mobile signaling; data recognition; group characteristics; flow characteristics; Hani Terraced Fields region

(责任编辑 李 琼)

### 关于《西北工程技术学报》文种 由中文变更为中英文的公告

经国家新闻出版署批准,《西北工程技术学报》文种由中文变更为中英文,国内统一连续出版物号由 CN 64-1077/TB 变更为 CN 64-1080/TB,期刊名称登记为《西北工程技术学报(中英文)》,其他登记事项不变。此次文种变更是我刊发展历程中的重要里程碑,希望通过中英文出版,打破语言壁垒,吸引更多国内外优秀学者关注和投稿。未来,我刊将继续秉持高质量、严标准的办刊理念,持续推动期刊向高水平发展,诚挚欢迎大家踊跃投稿。

《西北工程技术学报(中英文)》编辑部