

福建省土木工程建筑行业协会团体标准

《手机信令在县域村镇规划建设领域数据采集与分析应用技术导则
采集与分析应用技术导则
(征求意见稿)》

编制说明

《手机信令在县域村镇规划建设领域数据采集与分析应用技术导则》编制组
二〇二一年十二月

目录

一、 工作简况	1
1.1 任务来源	1
1.2 制定本标准的意义	1
1.3 主要工作过程	2
1.4 标准起草单位和起草人	2
二、 编制原则和主要论据	3
2.1 标准的编制原则	3
2.1.1 可靠性和可持续性	3
2.1.2 合法合规和规范化原则	3
2.1.3 高价值和增值原则	3
2.1.4 可操作性原则	3
2.2 标准的主要论据	3
2.4 手机信令数据加工流程	6
2.4.1 数据采集要求	6
2.4.2 数据处理要求	7
2.4.3 数据扩样要求	7
2.4.4 数据质检要求	9
2.5 手机信令人口活动识别模型	11
2.5.1 人口分布识别模型	11
2.5.2 个体手机驻留、出行识别模型	13
2.5.3 人口职住分类分析模型	14
2.5.4 OD 出行分析模型	14
2.5.5 外地人口来源研究模型	15
2.6 主要应用场景与指标	16
2.6.1 区域和城市战略规划、城乡总体规划中的前期区县初步认知	16
三、 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果	17
3.1 主要试验报告	17
3.1.1 蓟州区人口空间分布特点和可持续发展评价结果	19
3.1.2 蓟州区乡村分类结果	21
3.2 预期经济效果	25
四、 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况	25
五、 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	26
六、 重大分歧意见的处理经过和依据	26
七、 废止现行相关标准的建议	26
八、 其他应予说明的事项	26

一、工作简况

1.1 任务来源

在城市快速发展的背景下，城乡问题一直是国内外的关注热点，许多国家为了缩小城乡差异，促进城乡一体化发展都结合本国国情进行过探索。我国也先后提出了统筹城乡发展、新农村建设、乡村振兴等战略。十九届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》也首次提出了“实施乡村建设行动”，在其中明确指出“统筹县域城镇和村庄规划建设”的建设要求，基于此背景，提出本课题研究内容与方向。

为了推动我国村镇领域技术创新，建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系，加快推进农业农村现代化，依据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》和《国务院关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革方案的通知》（国发[2014]64号），科技部在2018年启动实施“绿色宜居村镇技术创新”重点专项。

根据专项的统一部署，结合绿色宜居村镇技术创新链条的特点与规律，2018年度指南发布10个任务方向，其中基础性研究任务方向4个、重大共性关键技术与装备创制任务方向6个。经过前期申报和评审等程序，2018年11月公布拟立项清单，由清华大学负责的课题三“村镇聚落发展评价模型与变化监测”中的专题任务“村镇聚落生态环境数据提取与监测评价”的研究，其中包括“手机信令在县域村镇规划建设领域人类活动基础数据采集与分析”子任务，根据课题组的统一部署，结合乡村振兴战略及项目研发的总体要求，确定由清华大学和智慧足迹数据科技有限公司作为起草单位编制“手机信令在县域村镇规划建设领域数据采集与分析应用技术导则”。

1.2 制定本标准的意义

随着城市建设现代化水平的提高，对城市的定量研究要求越来越高，利用手机信令数据开展人口定量分析得到大量的实践应用并获得了良好的效果，极大的丰富和提升了空间规划的覆盖广度和研究深度，成为大数据时代推动构建新型国土空间规划的科学助力。

为进一步完善空间规划大数据体系，有效支撑空间规划编制，促进国土空间全域数字化人地要素全覆盖，全面提升空间治理体系和治理能力现代化水平，实现人地和谐，根据《中共中央关于深化党和国家机构改革的决定》、《国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知》（国发〔2016〕73号）等有关要求，展开利用手机信令的人口大数据的制作工作。在此

基础上，结合课题研究背景，提出开展手机信令人口数据的制作标准工作。本标准在梳理归纳和定义手机信令人口数据指标基础上，形成手机信令人口大数据指标体系，并编制手机信令人口数据制作技术规范，促进全国空间规划编制和监测预警中所需手机信令人口数据制作方法和口径的一致性。

空间规划需要了解城市演变规律、内外部交流关系、人口岗位分布特征、居民出行流动特征等，以便科学合理地制定发展策略、布局基础设施、提供支撑服务。传统获取数据的手段主要包括人口普查、经济普查、人口抽样调查、居民出行抽样调查等。传统调查耗费大量人力物力、抽样率低、精度不高，数据更新周期长，且只能获取特定时间段的数据，难以适应新时期的规划管理需求。因此，对于新时期空间规划人口分析，需要实现静态思维向动态思维的转变，构建一套复合动态指标，以居民活动刻画空间、产业和用地规律。

1.3 主要工作过程

技术调研阶段。2020 年上半年主要工作内容是文献调研和试验区域数据获取。手机的广泛普及使得基于海量手机信令数据分析用户出行特征、获取规划管理所需信息成为可能。相比传统调查技术手段，手机信令数据分析具有覆盖范围广、分析样本大、成本低、数据更新周期短等优势。通过数据清洗预处理、基站定位及空间匹配，将手机信令数据映射至地理信息分析单元，并进一步完成驻留出行分析、人口分类、结果扩样等一系列海量数据运算处理，最终可获得城市人口及其出行特征数据。在比较各国对人口活动特征提取的技术综述基础上，提出本标准的技术路线。

技术应用阶段。2020 年下半年，在前期文献调研的基础上，以村镇聚落监测数据库为基础，优化村镇土地利用效益及影响评价指标体系，并以天津市蓟州区为示范点进行示范，并初步验证了评价体系的适用性。

标准起草阶段。2021 年上半年编制组主要起草人员在前期技术调研和示范应用的基础上开始村镇土地利用效益及影响评价标准初稿的撰写，并在 2021 年 6 月 30 日召开专题会议进行讨论，根据福建省土木工程建筑行业协会有关专家的建议，进一步优化完善评价指标体系，在指标体系中纳入附加项。

1.4 标准起草单位和起草人

本标准主要起草单位包括：清华大学建筑学院、智慧足迹数据科技有限公司。主要起草人包括：荣冲，黄杉，赵亮，黄蔚欣，秦李虎。

二、编制原则和主要论据

2.1 标准的编制原则

2.1.1 规范化和可持续性

形成一套自然资源行业认可的，可持续性的手机信令人口数据制作技术规定非常重要，从数据采集、指标确定、计算模型选择、数据计算、数据扩样、数据质检、成果验证等方面规范手机信令人口数据制作方法，统一有关数据制作口径。

2.1.2 合法合规的原则

基础数据在获取、处理和使用过程中需满足国家安全的法律法规；，满足建立行业内数据分析的标准化，向地方省、市推广的基础；数据应具有明确的质量监管措施，保证对基础数据采集、加工、处理的真实性与准确性；形成可靠的模型和方法论。

2.1.3 高价值和增值原则

数据时间精度应满足特定月份统计的需求，并且具备数据年度更新的能力。提升人口空间分布的数据服务支撑能力。加强数据价值的分析、挖掘和多维展示能力。

2.1.4 可操作性原则

根据计算结果和村镇人口的发展特点提出科学、合理、可行的村镇规划依据指标体系及人口静态动态指标的感知建议。在整体评价的基础上，对典型村镇可以开展深入分析。

2.2 标准的主要论据

制订本标准依据的相关重要文件和相关标准规范如下：

GB 2312	信息交换用汉字编码字符集
GB/T 2260	中华人民共和国行政区划代码
GB/T 17798-2007	地球空间数据交换格式
GB/T 12991.1-2008	数据库语言SQL 第1部分：框架

GB/T 7408	数据元和交换格式 信息交换 日期和时间表示法
GB/T 16831	基于坐标的地理点位置标准表示法
GB/T 35295-2017	大数据 术语
GB/T 35589-2017	大数据 技术参考模型
TD/T 1028-2010	乡(镇)土地利用总体规划数据库标准

2.3 技术路线的确定

本标准确定对象为手机信令研究人口活动数据,标准涵盖内容及技术路线如下:([图1](#))。

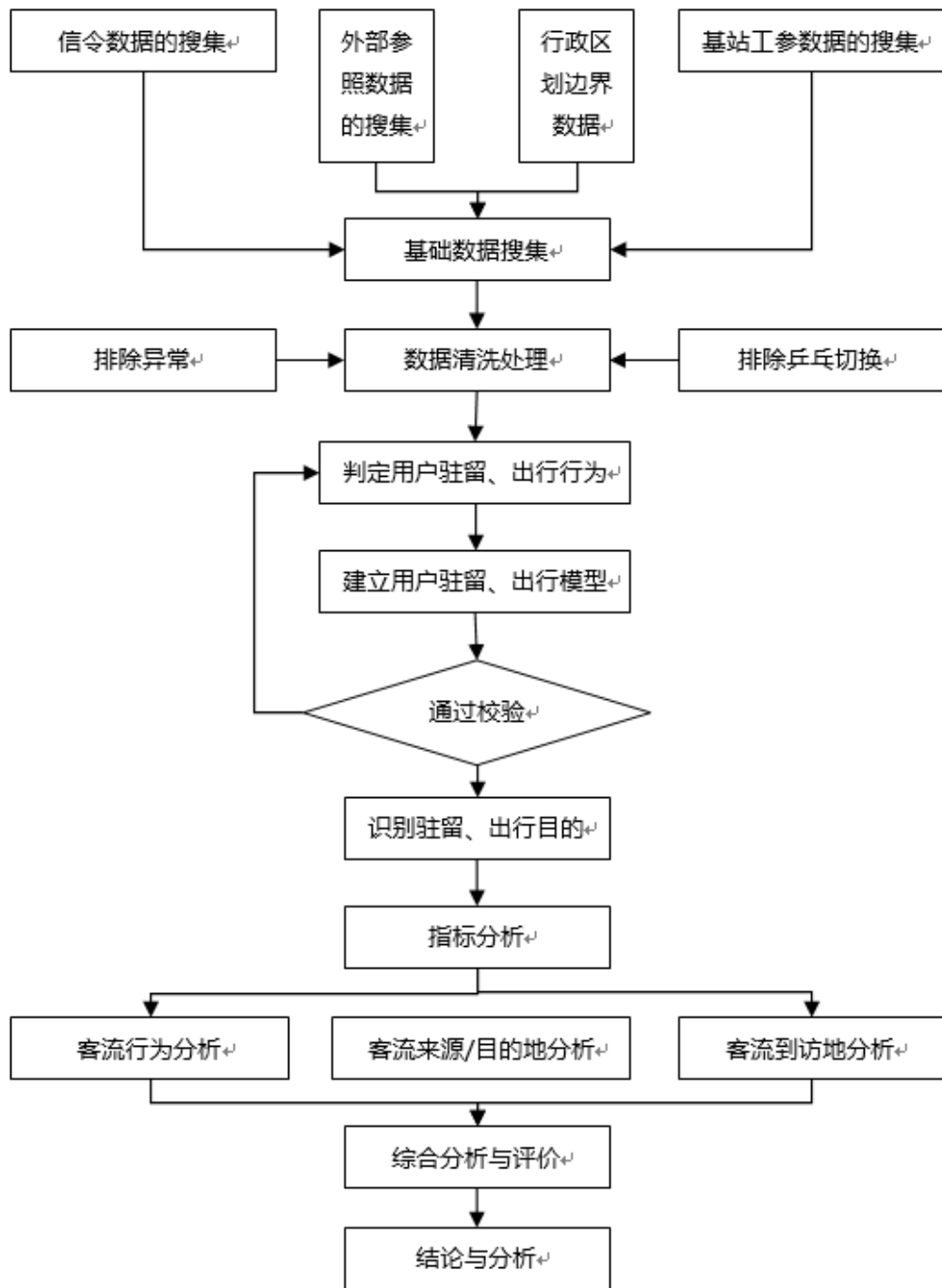


图 1 标准指标制定总体技术路线图

2.4 手机信令数据加工流程

2.4.1 数据采集要求

手机信令数据，通常根据事件的类型分为主动信令和被动信令两个大类，主动事件如拨打或接听电话、发出或接收文本消息、开机或关机将触发主动信令，而被动信令主要由周期性位置更新、用户运动到一组新的蜂窝站、不同的通讯时代（2G 至 3G）间切换的位置区更新等被动事件引起。

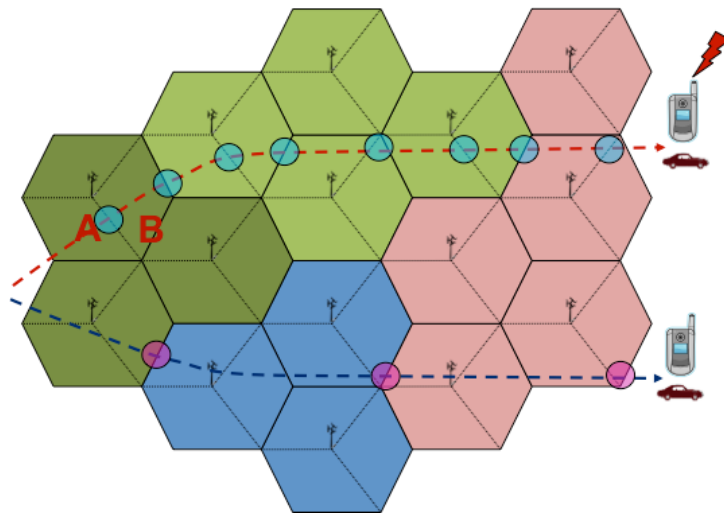


图2 手机信令数据的采样机制

以上采样机制，是手机信令数据可以用来掌握人员时空变化的最根本条件，而直接利用手机数据，只能得到手机用户在移动通信网络中不同的信号覆盖小区间的运动情况，只有将手机基站信号映射到城市地理空间上，才能得到手机用户在城市地理空间中的运动情况。手机基站信号与城市地理空间的相互映射关系，是利用手机信令捕捉和分析人员时空出行、继而服务和应用于人员出行调查最为关键的基础技术。

为了保证为手机用户提供连续的移动通信服务，移动通信网络要求尽量覆盖到城市空间上每一片区域。但由于蜂窝基站本身所具有的波束宽度、范围、方向要素特点，城市空间上，存在着无数处的移动网络覆盖重叠和交叉。

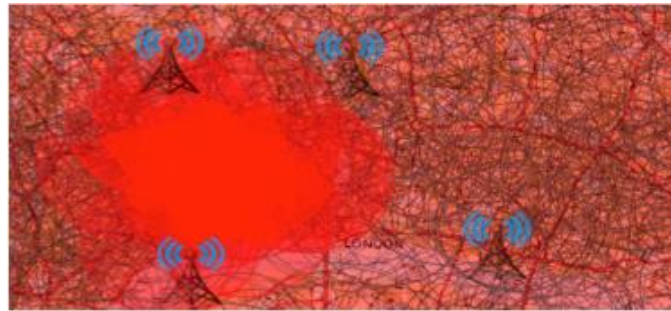


图3 蜂窝基站的空间覆盖情况

2.4.2 数据处理要求

数据处理和应用分析流程包括四个步骤：

1、数据收集：数据来源包括手机信令数据、基站工参数据、以及用户属性数据和用户上网标签数据等。信令数据包括CS域信令数据和PS域信令数据，均为记录级脱敏数据。

2、降噪及加工：Spark下的数据加工处理。清洗信令数据中的噪声，将信令数据和基站工参进行关联从而获得信令产生位置；分析数据质量；通过平台独有算法计算出以250m*250m网格为单位区域的位置标签数据和其他相关联的属性标签数据。

3、数据存储：采用数据仓库多维模型存储产出的标签数据，OLAP模型便于数据的快速查询和主题扩展。

4、建模分析：对产出数据进行初加工和扩样；根据统计区域在GIS上绘制分析范围；筛选区域内的基站及网格；根据需求和条件进行数据分析和结果验证工作。

2.4.3 数据扩样要求

2.4.3.1 总体扩样流程



图4 总体扩样流程

总体扩样流程一共涉及3类参数的计算和推导： p_1 代表的所有设备中非物联网卡的比例， p_2 代表的移动运营商用户在当地手机用户中的市占率， p_3 代表手机普及率。

2.4.3.2 非人号卡剔除

非人号卡剔除，主要包括三个部分，物联网去重、同一用户多张联通卡的网内去重以及同一用户网间去重等，具体方案如下：

1、非人号卡剔除：电信运营商的号卡，不是都发给了真实的人，也包括了物联网、车联网设备的号卡，需要识别并剔除该部分号卡，该部分主要通过特殊号段以及IMEI获取的设备类型进行剔除处理；

2、网内一人多卡去重：对同一用户也有可能在同一运营商有多部手机或者多个号码，需在内部完成去重，可利用唯一ID识别及同轨识别去重；

3、网间一人多卡去重：实际生活中，存在同一个用户办理两个及以上运营商号卡的情况，有鉴于三家运营商明细数据都不能出自己的机房，所以网间去重比较困难，但调查发现同一用户办理的不同运营商号卡，存在分功能使用的现象，且多为一个主卡打电话、一个副卡上网，故可采取话单去重达到此目的，如三个月无呼出的用户，认为存在另一主卡，进行剔除。

2.4.3.3 市占率参数测算

市占率参数测算可以通过：（1）电信运营商实际的市场占比测算；（2）第三方数据（含三家运营商实际占比）测算；（3）通过话单等电信运营商自有数据结合算法测算获得。

2.4.3.4 手机普及率

1、15-65岁全量手机人口的计算：先在全量手机用户数中，结合运营商开卡用户的年龄特征，剔除一老一小用户，得出15-65岁全量手机人口；

2、采用校准后的手机普及率得出15-65岁全量劳动人口：

3、利用人口抚养比，外推出全量人口

人口抚养比：指总体人口中非劳动年龄人口数与劳动年龄人口数之比。通常用百分比表示，说明每100名劳动年龄人口大致要负担多少名非劳动年龄人口。具体计算采用：少儿人口（0~14岁）及老年人口（65岁及以上）之和与劳动年龄人口(15~64岁)之比。利用总抚养比和上一步中计算所得全量劳动人口，最终计算出总人口。

2.4.4 数据质检要求

2.4.4.1 数据质量校验整体框架

手机信令数据产品交付过程可主要分为数据采集、数据处理、建模分析共3个阶段，见下图所示。

1、数据采集：主要完成移动运营商信令数据的接入、脱敏和清洗，以及不同来源数据（信令数据、基站工参等）之间的关联处理。

2、数据处理：基于数据仓库，通过大数据模型的核心加工模块，将历史信令数据聚合计算为网格化标签数据，并基于GIS数据的路径拟合、基于预测算法的趋势分析等多种数据挖掘分析处理，生成人口洞察用的基础输出数据。

3、建模分析与成果交付：根据客户定制化需求，对数据处理产生的数据结果，进行建模分析，提供数据集、API、洞察报告/行业报告、系统平台类等多角度、多场景的交付成果。

数据质量校验必须贯穿数据产品的全过程



图5 手机信令人口识别质量校验流程图

2.4.4.2 输入数据检查

输入数据检查主要包括手机信令、基站工参、属性数据、参考数据4部分。

1、手机信令检查：以省为单位，对每日的2G/3G/4G信令数据进行检查，主要为分省数据的容量大小值。若某省信令数据量低于阈值，则标为异常并预警，人工排查原因，在问题修复或数据恢复后进行事件记录。

2、基站工参检查：对每月灌入的2G/3G/4G基站工参数据进行检查，主要是分省统计2G/3G/4G各类基站工参总量，同时检查工参完整性，剔除基站经纬度为空或为0的工参数据。

3、用户属性检查：对每月灌入的用户属性表进行统计检查，主要为：各省用户总量、正常状态用户量检查，其中正常状态用户指当月有手机信令的用户；年龄未知用户及占比、性别未知用户及占比检查。

4、参考数据检查：参考数据主要为全国各区县的人口统计数据，为年度更新表，以各统计局/政府发布的统计年鉴数据为准。检查内容：按地市汇总区县常住人口，与统计公报公布数字进行对比，检查是否吻合；男女总数是否等于常住人口数。

2.4.4.3 输出数据检查

通过大数据模型的核心加工模块处理，将手机信令数据加工为5大类核心数据表，分别为月点位表、月驻留表、月出行表、日驻留表和日出行表。对这5大类输出数据进行省、市、区县级等更精细空间粒度的数据质量检查，所采用的方法主要是统计学中的离散系数和离群值检验方法。

2.4.4.4 项目成果检查

建模分析阶段的质量检查流程主要分为项目启动、项目成果提交、质检和内部/外部评审4部分。

1、项目启动：项目启动时需通知质检负责人，告知项目名称、城市描述、交付形式、项目描述、交付负责人、计划交付日期、计划提交质检时间。此时质检状态为“待提交”。

2、提交的项目成果主要为：

(1) 合同+补充协议：指最终签订的项目合同，以及执行过程中因需求变更或者新增需求而增加的补充协议。该内容一般作为质检依据。

(2) 成果包：包含执行代码、数据图层、数据集、图、报告。

(3) 成果说明表：包含交付客户的成果列表、成果数据字典以及统计口径。

(4) 自检报告：交付负责人自检报告。

此时质检状态为“待质检”。

3、质检：质检负责人根据提交内容，按质检指标进行质检；若质检无问题，则“质检通过”，通知交付负责人，通过质检可进行成果交付；若质检过程发现问题，则将质检结果反馈给交付负责人，此时质检状态为“修改中”；交付负责人进行修改，直至质检通过。

4、评审：对于大额项目或有重大战略意义的项目，由质检负责人组织内部评审。交付负责人作为主讲人，讲解项目需求、制作方案，展示项目成果和质检结果，内部专家评审对以上内容进行评审，评审过程记录到《评审记录表》进行留存和问题追踪。如果内部评审后对结果意见不一致或把握性低于50%的，由项目经理邀请相关的行业专家，召开外部评审会。

2.5 手机信令人口活动识别模型

2.5.1 人口分布识别模型

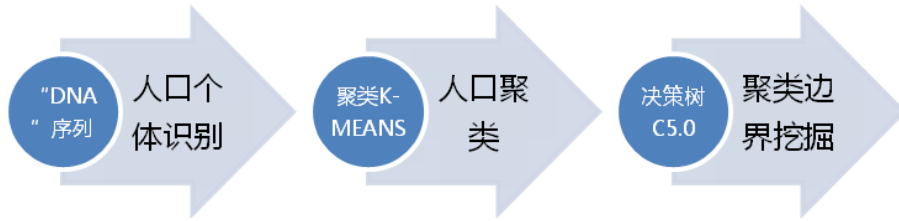


图 6 图名？

1、人口个体识别

算法目标：一人多机、一机多卡甚至多机多运营商现象日益增多，在统计中需要对用户进行个体识别。

2、人口聚类

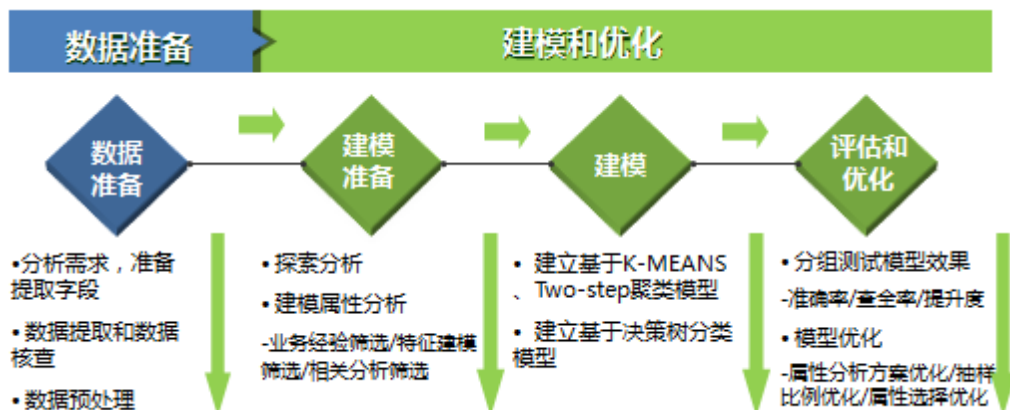
算法目标：需要根据用户特征识别用户的人口属性“居住人口”和“工作人口”。通过构建时间维度和空间维度上的用户驻留和行为特征，再用K-means聚类算法对人群进行聚类，时间维度上取分时段统计每个用户发生在对应场景区域的信令条数、停留时长、驻留天数和驻留月数，空间维度上取用户位置信息所在区域。

3、聚类边界挖掘

算法目标：根据聚类结果进一步对聚类边界进行挖掘，得出“居住人口”和“工作人口”的判断规则

分类：分类是以实例为基础的归纳学习算法。它从一组无次序、无规则的元组中推理出决策树表示形式的分类规则。它采用自顶向下的递归方式，在决策树的内部结点进行属性值的比较，并根据不同的属性值从该结点向下分支，叶结点是要学习划分的类。从根到叶结点的一条路径就对应着一条合取规则，整个决策树就对应着一组析取表达式规则。

4、工作人口与居住人口的识别



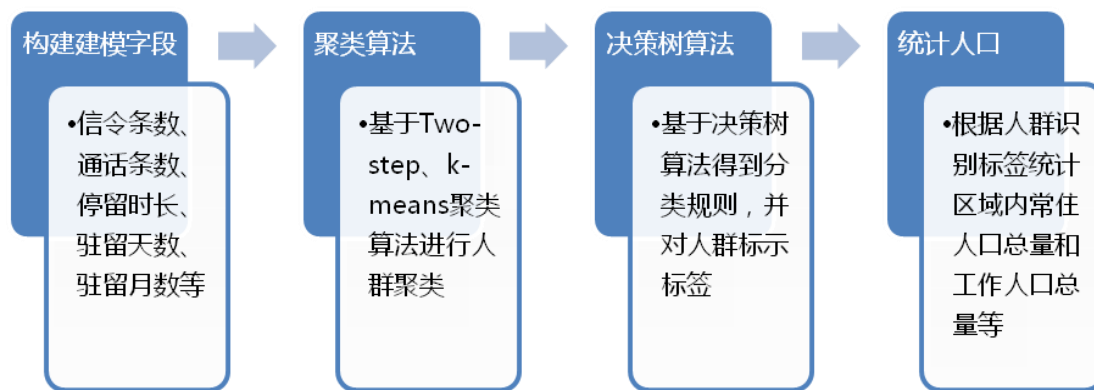


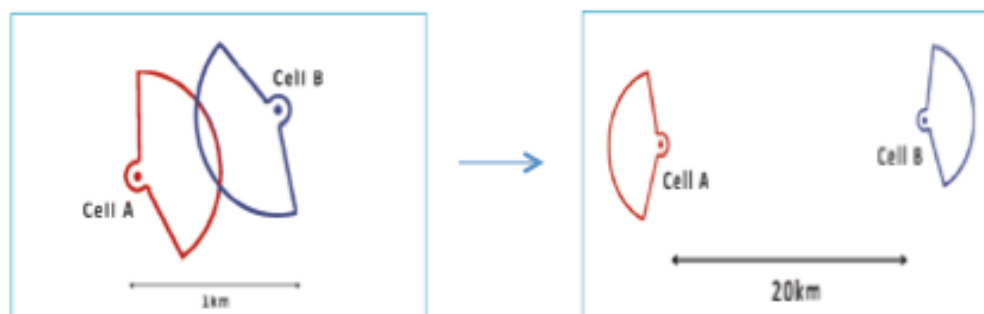
图7居住人口工作人口识别建模方法流程图

具体步骤：

- (1) 设定居住地时间为21:00点至07:00点（次日凌晨）。
- (2) 设定工作地时间为07:00点至20:00点（工作日）。
- (3) 根据用户发生通信行为所在的位置信息定位所属区域。
- (4) 基于Two-step、k-means聚类算法+决策树组合算法得到居住人口和工作人口分类规则。
- (5) 如果一个用户满足多个居住地，则以驻留天数最多的位置作为居住地。
- (6) 如果一个用户满足多个工作地，则以驻留天数最多的位置作为工作地。
- (7) 计算居住地和工作地区域内的人口数量。

2.5.2 个体手机驻留、出行识别模型

将基站小区信令和时空网格数据相结合，分析用户的驻留信息和出行经过信息。



- 如果用户出现在Cell A，接着出现在Cell B，有可能用户处在两个小区的重叠处，而不一定产生真正的移动。
- 在这种情况下，用户肯定从Cell A移动到了Cell B，产生了移动

图8 用户驻留、出行综合算法系统

2.5.3 人口职住分类分析模型

手机用户不同人口分类分析模型如下图所示：



图9 手机用户不同人口职住分类分析模型

步骤1：通过个体用户驻留、出行模型，分析得到每日人口驻留数据，既可以直接应用于动态人口分析模型，也应用于月度职住驻留分析模型。

步骤2：月度人口职住驻留模型，人员驻留地属性得以优化完善，分别通过居住人口判定模型、工作人口判定模型、流动人口判定模型，分析得到居住人口、工作人口、流动人口三大城市主要人口集合。

步骤3：对不同人口集合使用对应不同的居住地、工作地、游憩地、来源地等分析模型，进而分析得到居住人口居住地、游憩地、工作人口工作地、外来人口来源地在空间上的分布情况

以居住人口判定模型举例，识别原理如下：

在一个自然月内，用户在目标区域每天21点至次日凌晨5点，累计驻留时间最长的位置标记为该区域的居住用户。

2.5.4 OD 出行分析模型

手机用户出行分析模型主要流程如下：



图10 手机用户出行OD分析模型

步骤1：总体流程中的驻留模型、出行模型得到每日人口出行数据。对已有数据进行时空聚类模型处理，得到出行在时间、空间上的分布数据，对出行数据使用特征分析模型，得到出行时间、距离、频次等出行特征数据。

步骤2：研究职、住、娱三地之间的出行期望。通过职住分析模块中月度数据的分析，分别使用通勤出行期望模型、住娱出行期望模型，得到“工作地-居住地”之间的通勤期望与“居住地-休憩地”之间的住娱出行期望数据。

步骤3：月度驻留数据，通过POI分析模型，识别用户POI数据，结合单日出行数据，经由出行目的分析模型，得到分目的出行数据。

2.5.5 外地人口来源研究模型

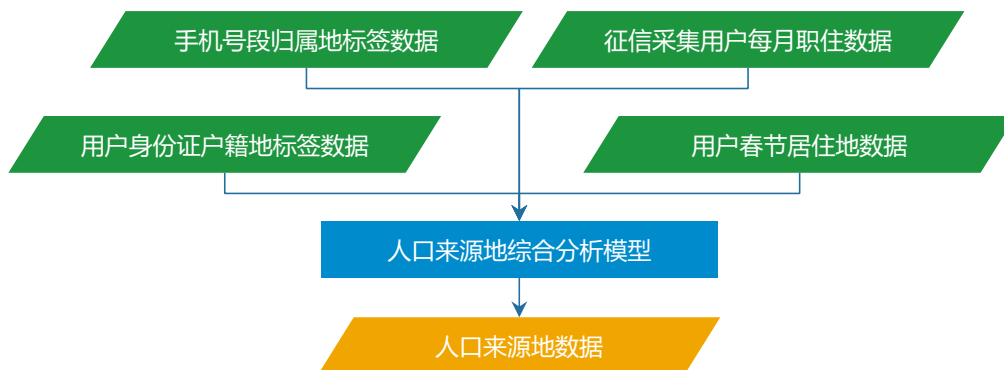


图11 手机用户出行OD分析模型

除了较传统使用手机号段归属地、手机用户户籍地信息外，结合长期观测数据尤其是以下两个时间段数据：手机用户春节期间的居住地数据，及在征信领域使用到的用户每月职住数据，进行综合评价，准确分析人口来源地。应用于城市流动人口分析，或城市“新人口”的来源地分析。

2.6 主要应用场景与指标

2.6.1 区域和城市战略规划、城乡总体规划中的前期区县初步认知

目标区县与其他区县的关系判断。以研究县为目标县，以区县间通勤OD作为区县关系的重要表征指标（9.3.1），统计不同区县间的通勤OD规模，按照大小进行排序，找到与目标县关联较为紧密的区县。

区县对其他区县的人口吸引力判断。以研究县（主要应用于都市圈研究）为目标县，以区县内来自不同来源地的外来人口规模作为外来人口吸引力的表征指标（9.3.3），计算各来源地的外来人口规模占比并排序，分析目标县对其他区县的人口吸引力。

区县旅游吸引力判断。以研究县为目标县，以区县休闲人口来源地作为旅游吸引力的重要表征指标，分析其休闲人口（9.3.2）总规模以及来源地分布和构成，并进行排序，分析目标区县对省内其他县县的旅游吸引力。

2.6.2 城乡总体规划过程中，对人口、交通等专题版块下，分析要素的特点和问题等

县域乡村劳动力就业地验证。通过区县全域已有资料调研或者取样的形式，收集第三方信息（劳动力人口、劳动力主要就业地等），与手机信令中工作日通勤OD（9.2.1）进行比对和验证。

交通综合评价验证。以城市主要道路为基础，分析沿线居住和工作人口分布（9.1.1，9.1.2），与第三方交通实时状况进行比对，验证交通拥堵与居住和工作人口密度和规模之间的关联。

2.6.3 城乡总体规划中后期城市空间结构、城市规划区边界等的判断和划定

人口密集区（或城市地区）识别。以500或1000米网格为基本网格单元，分配已有手机信令中的居住和工作人口（9.1.1，9.1.2），得到县域居住人口密度和工作人口网格化的密度分布，结合地方实际情况（如居住人口密度超过800人/km²，或工作人口密度超过150人/km²，集中连片规模超过5万人等）定义并分类，界定人口密集区和稀疏区。

县域居住中心识别。以500或1000米网格为基本单元，分配已有手机信令中的居住人口（9.1.1），结合地方实际情况，划分不同层级的居住地类型（如“居住人口密度10000人/km²以上，且居住人口集中连片超过5万人”的地区定义为“一级居住中心”，以此类推），从而界定县区内的居住中心、次中心和其他。

县域工作中心识别。以500或1000米网格为基本单元，分配已有手机信令中的工作人口（9.1.2），结合地方实际情况，划分不同层级的工作地类型（如“工作人口密度2000人/km²以上，且工作人口集中连片超过2万人”的地区定义为“一级工作中心”，以此类推），从而界定县区内的就业中心、次中心和其他。

县域旅游目的地识别。以乡村为基本单元，分配已有的手机信令中的县域内休闲人口分布（9.1.5）和县域外休闲人口分布（9.3.2），结合休闲人口的规模，识别县域村镇旅游目的地。

2.6.4专题规划如交通、产业等的定量分析

空间网络分析。以研究单元（县区、乡镇、乡村等）间的工作日通勤OD（9.2.1）联系为基础，结合社会学网络分析方法等分析具有紧密联系的空间单元。

空间联系分析。以研究单元（县区、乡镇、乡村等）的居住和工作人口（9.1.1，9.1.2），以及单元间的工作日通勤OD（9.2.1）联系为基础，通过空间聚类分析（如莫兰指数等），以及联系可视化等形式，观察测度不同研究单元间的联系强度和紧密程度。

2.6.5可持续发展评价方面，进行持续性的空间监测

乡村可持续发展评价监测。乡村可持续发展评价监测是持续的监测，其中涉及社会经济、生态质量、人民生活等诸多方面，在社会经济方面，手机信令中的居住人口、工作人口、老龄化率（9.1.1，9.1.2，9.1.3，9.1.4，9.1.5）等，可以持续予以应用。

乡村分类指标体系。乡村分类指标体系中涉及到的常住人口、居住人口、工作人口、老龄化率（9.1.1，9.1.2，9.1.3，9.1.4，9.1.5）等，手机信令数据可以予以支持县域的乡村分类。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

选取《天津市蓟州区村庄布局专项规划》作为本标准导则的应用项目进行说明。该项目以蓟州区乡村振兴为基本背景，结合《国家乡村振兴战略规划（2018-2022年）》中提出的“四类村庄”要求，对每个村建档，并进行细致的实地调研，建设蓟州区乡村人口、经济、产业、生活等方面的第三方数据库，与手机信令中的职住OD、工作人口、居住人口进行比对验证，分析蓟州区村庄的特点、问题和布局规划。

3.1 主要试验报告

研究以蓟州区941个村庄为研究对象，依托统计年鉴、手机信令、问卷调查、土地调查、生态分析等多源数据方式构建“村镇聚落监测数据库管理系统”。通过构建乡村可持续发展评价指标体系，包括空间发展条件、生态环境质量、经济发展活力、人口活动状况、农民生活质量五个一级指标，35个二级指标（表1）。从数据库管理系统中选择相应的数据，进行分析评价。

表1 村庄可持续发展评价指标体系一二级指标体系、权重及数据来源

一级指标	二级指标	指标权重	指标说明	村镇聚落监测数据库管理系统
空间发展条件	人均耕地面积	0.010	正	土地调查
	人均林地面积	0.010	正	土地调查
	人均果园面积	0.016	正	土地调查
	到达各自镇区时间	0.027	负	地图测算
	到达蓟州区中心的时间	0.037	负	地图测算
生态环境质量	2015 生态环境质量指数	0.012	正	生态分析
	遥感生态指数	0.015	正	生态分析
	干度指数	0.008	负	生态分析
	湿度指数	0.008	正	生态分析
	绿度指数	0.026	正	生态分析
经济发展活力	村庄/社区 2019 年的农业总产值	0.011	正	问卷调查
	土地流转面积	0.015	正	问卷调查
	设施农业用地	0.021	正	土地调查
	旅游总收入	0.042	正	问卷调查
	农家乐数量	0.033	正	问卷调查与地图识别校核
	商业服务设施用地	0.029	正	土地调查
人口活动状况	户籍总人口	0.020	正	问卷调查
	居住人口密度	0.023	正	手机信令测算
	工作人口密度	0.035	正	手机信令测算
	村庄常住率	0.035	正	根据手机信令计算
	60 岁以上人口占比	0.017	负	根据手机信令计算
	18 岁以下人口占比	0.009	负	根据手机信令计算
	人口增长率	0.075	正	根据手机信令计算
	劳动力总量	0.044	正	手机信令
	外出打工超过半年的劳动力数量	0.017	正	问卷调查
	本村/社区从事农业劳动的劳动力占劳动力总数的比例： ___%	0.015	负	问卷调查与手机信令对比
农民生活质量	农民人均可支配收入	0.066	正	问卷调查
	每年每户用电量	0.027	正	问卷调查
	每年每户天然气用量	0.027	正	问卷调查

人均宅基地面积	0.020	正	问卷调查和土地调查
村民主观生态环境满意度	0.039	正	问卷调查
村民主观美感度	0.020	正	问卷调查
村民主观公共服务设施满意度（各项公共服务设施满意度平均分）	0.059	正	问卷调查
村民主观基础设施满意度（各项基础设施满意度平均分）	0.059	正	问卷调查
在蓟州区购买商品房的户数	0.074	正	问卷调查

3.1.1 蓟州区人口空间分布特点和可持续发展评价结果

从人口活动的空间特点来看（图 1），在城区边缘以及区域干道上，局部村庄人口相对密集，两者存在紧密的相关性。人口发展综合评价指数（图 2），蓟州区南部边缘地区评分相对较高。

从综合发展水平指数来看，可持续发展评分较高的村落在空间上呈现聚集现象，评分较低的村落在空间上较为分散，其中综合评价指数较高的地区位于蓟州区的南部边缘。

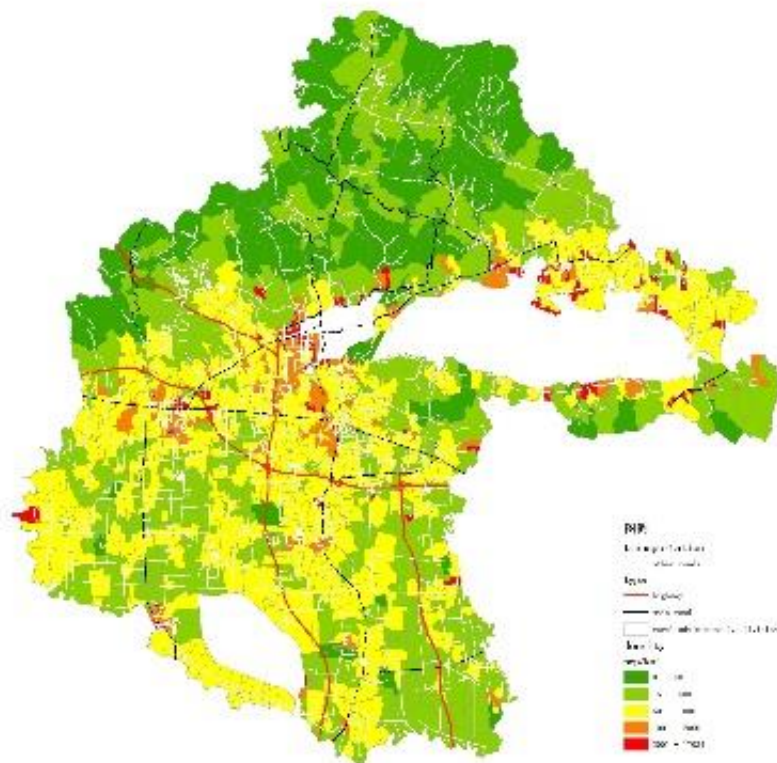


图 12 蓟州区乡村居住人口密度分布

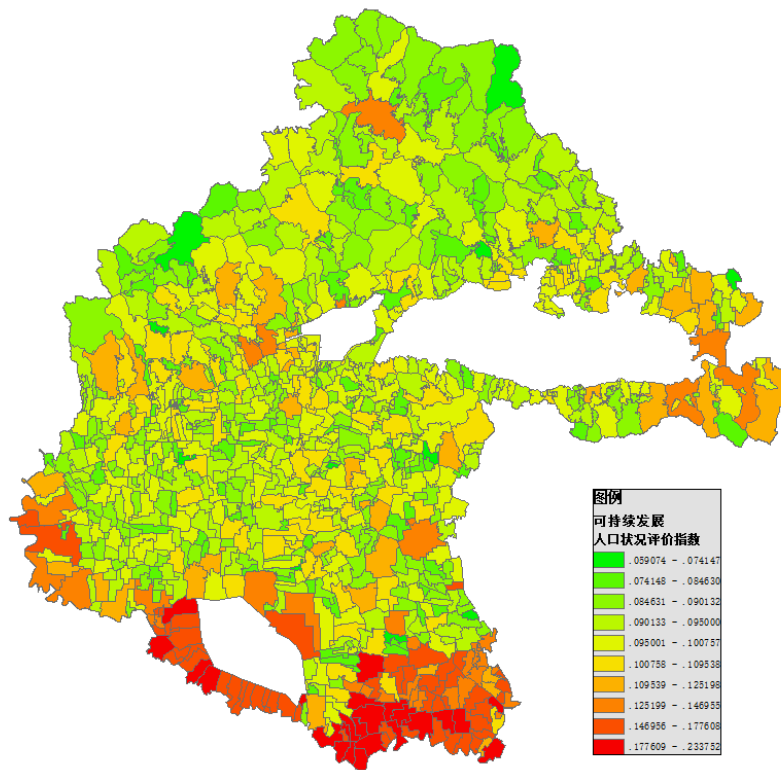


图 13 蓟州区村落人口发展状况评价指数空间分布图

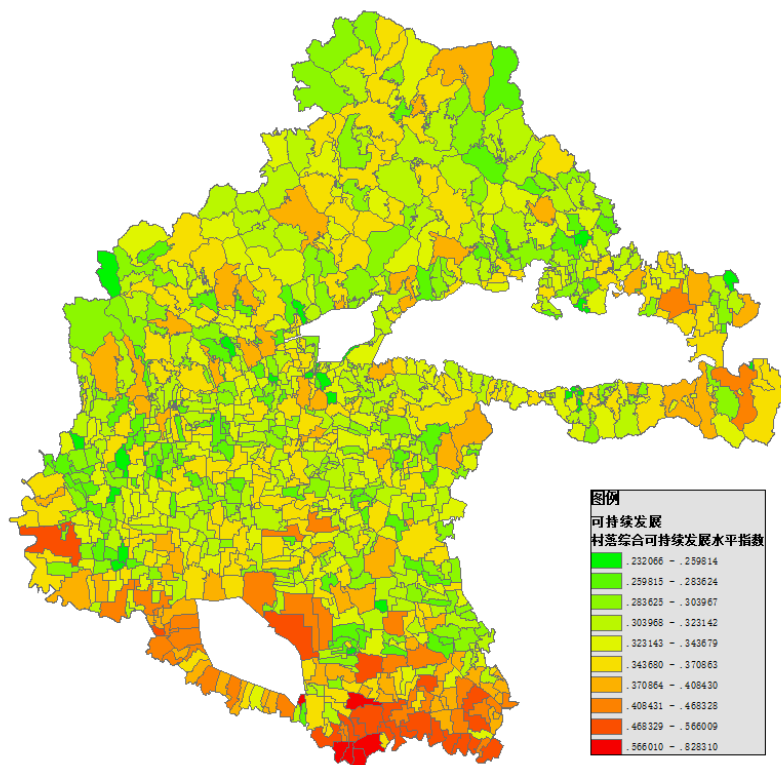


图 14 蓟州村落综合可持续发展水平指数空间分布图

经过测算，蓟州区可持续发展水平最高值0.828，最低值0.232，中位数值为0.324，平均值0.332。

表2 蓟州区村落可持续发展水平一二级指标中位数和平均数

分指标	村落综合可持续发展水平指数	空间发展条件评价指数	生态环境质量评价指数	经济发展活力评价指数	人口发展状况评价指数	农民生活质量评价指数
中位数	0.324	0.016	0.051	0.004	0.094	0.156
平均值	0.332	0.016	0.052	0.008	0.101	0.156

蓟州区内可持续发展水平排名前10位（这里可以多选）的村落分别为邵庄子、南石庄、少林口、九王庄、后屯、福里庄、安各庄、毛家庄、下仓、左家铺。

表3 蓟州区可持续发展水平排名前10位的村落

行政编号	村名	村落综合可持续发展水平指数	空间发展条件评价指数	生态环境质量评价指数	经济发展活力评价指数	人口状况评价指数	农民生活质量评价指数
120225029001	邵庄子	0.828	0.015	0.071	0.138	0.228	0.376
120225026067	南石庄	0.647	0.020	0.053	0.079	0.216	0.280
120225026064	少林口	0.636	0.019	0.053	0.025	0.214	0.325
120225026065	九王庄	0.607	0.019	0.054	0.046	0.195	0.293
120225026033	后屯	0.597	0.014	0.052	0.047	0.180	0.303
120225026066	福里庄	0.596	0.017	0.052	0.028	0.220	0.279
120225026052	安各庄	0.566	0.024	0.055	0.056	0.202	0.229
120225026048	毛家庄	0.557	0.014	0.053	0.030	0.156	0.304
120225026035	下仓	0.544	0.020	0.051	0.038	0.234	0.201
120225026061	左家铺	0.537	0.019	0.052	0.034	0.166	0.265

3.1.2 蓟州区乡村分类结果

研究以蓟州区941个村庄为研究对象，构建乡村分类认知维度体系，包括空间特征、人口状况、经济状况、生活状况四个一级认知维度，11个二级认知维度（表4）。从数据库管理系统中选择相应的数据，进行分析评价。

表4 蓟州区乡村分类认知结构和表征维度

认知	一级维度	二级维度	村镇聚落监测数据库 管理系统	解释
整体	空间特征	常住人口密度	手机信令	乡村空间特征可以整体辅助认知乡村当前的发展状况,对乡村有最直观的判断。
		生态质量指数	生态评价	
		到城区时间	地图测算	
结构	人口状况	人口流入流出状况	手机信令与问卷调查 对比校核	乡村人口特征可以反映乡村的发展活力和发展潜力,通过人口流失状况、年龄以及老龄化程度可以对乡村当前的发展有进一步的认知和判断。
		工作人口年龄中位数	手机信令	
		超过60岁的居住人口比例	手机信令	
	经济状况	人均旅游收入	问卷调查	受到资源禀赋的影响,乡村以多种的产业结构呈现出来,通过农业、工业和三产的视角,可以对乡村地区的发展潜力和健康程度有深入判断。
		人均工业产值	问卷调查	
		人均农业产值	问卷调查	
个体	生活状况	工作地点选择	手机信令与问卷调查 对比校核	作为乡村生产生活的重要元素,乡村中个体在工作生活中的选择可以深入反映乡村的实际发展情况和其对个体的影响力。
		人均收入水平	问卷调查	

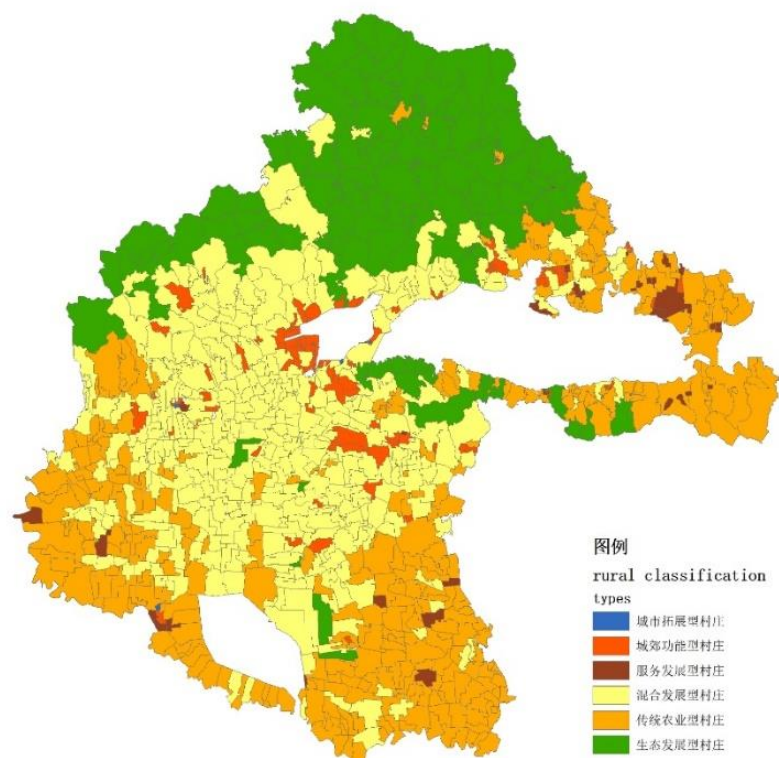


图 15 蓟州区乡村分类结果

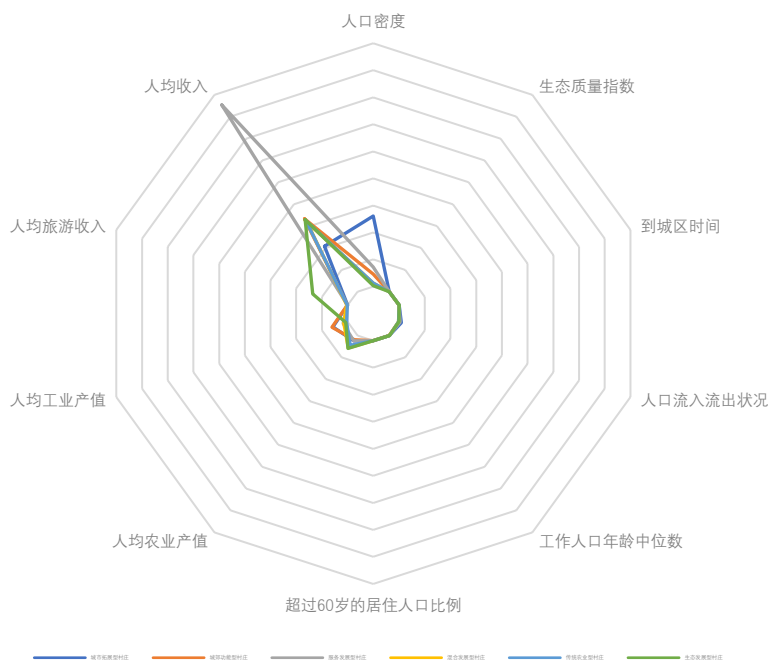


图 16 蓟州区乡村不同维度乡村特征表现

表 5 蓟州区村庄分类结果

分类	数 量	村庄数 量比例	人口密 度	生态环境 质量	到达城 区时间	人口流 失情况	居住人 口年龄 中位数	居住人 口年龄 超过 60岁 的比例	人均农 业	人均工 业	人均旅 游	人均可 支配收入
城市拓 展型村 庄	5	0.54%	13047.66	9.39	19.05	442.60	39.83	0.04	1233.71	2892.99	0.00	10380.00
城郊功 能型村 庄	82	8.84%	2280.15	13.63	19.36	-35.10	40.99	0.13	943.00	3081.30	53.90	16662.55
服务发 展型村 庄	37	3.99%	3623.12	12.05	42.52	186.84	44.93	0.90	1233.69	886.32	10.73	42701.54
混合发 展型村 庄	387	41.70%	652.09	22.36	22.82	- 101.14	42.00	0.12	2858.34	754.18	204.18	15880.27
传统农 业型村 庄	309	33.30%	622.79	22.58	38.81	-80.81	45.00	0.21	2246.67	199.81	42.08	16177.68
生态发 展型村 庄	108	11.64%	192.69	34.76	31.05	-65.90	46.41	0.13	2965.22	368.99	6814.13	16473.20

对以上的11个特征性指标采用主成分分析，并采用K-means聚类的方法进一步聚类，分为6类，得到如上图所示结果（图4、图5）。对以上6类村庄的解释如下：

第一类，城市拓展型村庄（表5）。村庄平均人口密度超过10000人/km²，已经属于典型的的城市地区，从空间上看紧邻蓟州区的城区或者重要的区域城市功能组团，是人口净流入地区，居住人口年龄偏小；但是也能看出，这些村庄的人均可支配收入偏低。这部分村庄数量较少，占比0.54%。

第二类，城郊功能型村庄（表5）。村庄人口密度相对较高，超过2000人/km²，从空间上看属于比较典型的城郊地区或者城市工业组团地区。这些乡村，工业发展水平高，农业生产占比低。这部分乡村数量相对较多，占比8.84%。

第三类，服务发展型村庄（表5）。村庄人口密度也相对较高，超过3000人/km²，从空间上来看，属于各乡镇可以提供基本公共服务和商业服务的地区，人口处于净流入的状态。这部分乡村数量相对较少，占比4%。

第四类，混合发展型村庄（表5）。村庄人口密度相对较低，在600人/km²左右。这些地区生态环境条件相对较好，农业生产水平较高，同时还拥有一定规模的工业和旅游业发展，人口流出水平较高；从空间上来看，这些乡村与城区关系相对紧密，大概20mins。这部分乡村数量最多，占比41.7%。

第五类，传统农业型村庄（表5）。村庄人口密度相对较低，在600人/km²。这些地区生态环境相对较好，以传统农业发展为主，工业发展水平处于较低水平，人均可支配收入处于全区平均水平。从空间上来看，这些村庄距离城区较远，超过40mins。这部分乡村数量相对较多，占比33.3%。

第六类，生态发展型村庄（表5）。村庄人口密度最低，从空间上来看，主要集中在山区和水库库区附近，生态环境质量最好。这些地区农业生产水平也最高，旅游业发展也最高，工业发展一般。这部分乡村数量相对较多，占比11.64%。

3.2 预期经济效果

1) 手机信令数据的科学应用将提升对村镇可持续发展评价和分类的工作效率。以往在人口数据获得方面主要来源于统计年鉴，但是仅能到县区或者乡镇常住人口一级，对村庄单元实际人口情况了解不足；采用问卷调查的形式，存在数据收集工作量巨大、费时费力、缺乏时效性等问题。通过手机信令的方式具有时效性强、颗粒度高、可靠性强等特点，能够在很大程度上解决在村庄可持续发展评价和分类过程中的不足。

2) 依托手机信令数据深入了解乡村的人口活动情况有利于我国开展村镇的持续性的空间监测。人口活动情况对深入了解乡村，促进乡村振兴有重要的作用。伴随着城乡一体化进程不断推进，城乡空间逐步融合，当前城乡地区空间处于动态变化之中，需要从原有的静态观察逐步转向动态的持续性的空间观察。通过及时了解村庄的人口发展动态，包括人口构成、人口密度和规模以及人口流动等情况，结合土地利用效益、生态发展状况等的评价，对优化村庄发展路径，采取合适的乡村发展政策，从而有效带动乡村经济发展和人居生活水平，有至关重要的作用。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

针对采用手机信令数据识别村镇建设相关人口活动指标的标准目前国内还处于空白状态。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

5.1 与有关的现行法律、法规的关系

目前针对手机信令人口识别方面未检索到专门的强制性标准。

5.2 与强制性国家标准的关系

目前针对手机信令人口识别方面未检索到专门的强制性标准。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、废止现行相关标准的建议

无。

八、其他应予说明的事项

无。