

引用格式:李换换, 宋伟, 张艳. 农村居民点演化数据制备综述[J]. 资源科学, 2019, 41(4): 689-700. [Li H H, Song W, Zhang Y. Review of data preparation for rural settlement evolution research[J]. Resources Science, 2019, 41(4): 689-700.] DOI: 10.18402/resci.2019.04.07

农村居民点演化数据制备综述

李换换^{1,2}, 宋伟¹, 张艳²

(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重点实验室, 北京 100101;

2. 长安大学地球科学与资源学院, 西安 710054)

摘要:精准、完备的农村居民点时空数据是开展农村居民点演化研究的重要数据基础。由于农村居民点规模相对较小、分布散乱的特征,高精度长时间序列的农村居民点数据制备一直是困扰农村居民点演化研究的一个难点。本文分别从长期、中期和短期时间跨度上,对农村居民点时空数据的获取来源、获取方法以及数据时空分辨率和精度进行了梳理和评述,分析了不同时间跨度上农村居民点数据获取方法的优缺点和适用性。结果表明:长期和中期时间跨度上农村居民点数据的获取主要依赖于对历史文献资料及历史地形图的收集和电子化处理,因此地域资料的缺失成为这两个时期数据制备的主要难点;而短期时间跨度内农村居民点数据制备主要依靠卫星遥感、航空遥感等现代技术手段,高精度农村居民点数据获取难度大、成本高是这一时期数据制备的主要难点。为此,今后的数据制备应注重历史学、考古学等学科间的融合,拓展居民点历史信息的来源;此外,尽可能利用 Google Earth、高分二号等免费高精度遥感影像,耦合遥感解译、口述历史、实地调查和入户访问等多种手段,构建一套完备的农村居民点空间数据集,充分实现数据共享。

关键词:农村居民点;演化;数据制备;历史文献;地形图;遥感信息;综述

DOI: 10.18402/resci.2019.04.07

1 引言

由于规模庞大的农村人口,中国农村居民点在城乡建设用地中的比重超过60%^[1]。因此,探索中国农村居民点的历史演化规律,进而依据规律引导其合理布局发展,成为优化城乡布局、缓解城镇建设用地供需矛盾、拓宽城乡建设用地空间的重要手段^[2-4]。21世纪以来,新农村建设、农村居民点整治以及新型城镇化等政策的实施,对中国亿万农村人口的生活方式和农村居民点的利用方式产生了重大影响,促使人们将目光更多地聚焦于农村居民点演化及其影响因素的研究^[5-8]。而要深入剖析农村居民点的发展历程,总结农村居民点的演化特征及规律,预估未来农村居民点的演化态势,科学合理

地调控农村居民点的演化发展,亟需制备精准、完备的农村居民点时空数据。

目前,农村居民点的数据获取及管理还缺乏系统化、体系化的处理方法,因此本文提出农村居民点数据制备的概念,以期加强对农村居民点数据收集及体系化管理的重视。借鉴其他学科领域对数据制备的定义^[9,10],我们认为,农村居民点数据制备是对农村居民点的地理空间数据和属性特征等信息的获取和处理过程,并得到可以直接可视化显示且可重复使用的数据。

由于农村居民点是土地利用/覆被变化(LUCC)的一个类型,其数据制备与LUCC监测的进展息息相关^[11]。20世纪90年代末,随着遥感卫星技术的发

收稿日期:2018-06-14 修订日期:2018-11-13

基金项目:国家自然科学基金项目(41671177);中国标准化研究院项目“标准起草专家数据库专题研究”;地球观测与时空信息科学国家测绘地理信息局重点实验室经费项目(201807)。

作者简介:李换换,女,山西临汾人,硕士,主要研究方向为土地资源管理。E-mail: lihh_wyh@163.com

通讯作者:宋伟, E-mail: songw@igsnrr.ac.cn

展以及GIS等手段的应用,农村居民点研究的数据制备途径得到很大改善,大量的农村居民点演化研究相继开展^[12-16]。特别是伴随着LUCC研究在国际上的推广和全球土地计划(GLP)等项目的实施、地学研究手段的完善以及测绘测量技术的改进,各国相继建立了不同尺度LUCC数据集/数据库、不同比例尺测绘地形图等,使农村居民点的空间数据获取更加便捷,进一步推动了农村居民点空间格局演化、模拟预测等相关研究的深化^[17-20]。

虽然LUCC研究相关数据库的建立,极大地推进了农村居民点数据制备的便捷性,但是,与常规LUCC数据的制备相比,农村居民点自身的一些特殊性,使其数据的制备与获取过程仍面临很大挑战。在不同的LUCC数据分类体系中,农村居民点一般都作为建设用地或者人工地表之下的一个二级地类或三级地类存在;甚至在很多国际分类体系(例如IGBP International Geosphere-Biosphere Program及GlobeLand30等体系)中,农村居民点都未单独作为一个地类出现,导致农村居民点基础数据存在很大程度的缺失。究其原因,主要是国内外农村居民点规模一般比较小,常规的中低分辨率全球或者大尺度的LUCC数据,很难实现对农村居民点的准确识别;而且在一些中高分辨率的遥感数据中,农村居民点也往往存在着识别精度不高的问题,从而造成对其进行实时监测的困难。特别是对于农村居民点内部用地结构等数据的制备,只有米级或者亚米级数据才能勉强支撑。但由于米级或者亚米级数据的获取成本高,很难在大尺度上实现农村居民点内部结构的全面监测。上述农村居民点空间数据获取上的诸多困难,导致农村居民点的演化研究面临长时间跨度上历史数据缺乏、高精度空间上数据制备困难、大尺度地域上数据难以支撑等困境。

农村居民点数据制备对于农村居民点演化研究至关重要。但是,以上存在的一些问题往往对从事农村居民点相关研究的工作者造成很大困扰。并且到目前为止,很少有研究对其数据获取方式和过程进行系统梳理和总结,不利于农村居民点演化研究工作的进一步开展。据此,本文以农村居民点演化研究的数据制备发展历程为主线,分别从长

期、中期和短期时间跨度,对农村居民点的数据获取来源、获取方式、数据提取方法进行了梳理,评述了不同方法的优缺点和适用性,以期为今后农村居民点空间演化研究过程中数据制备提供借鉴参考。

2 长期(百年以上)时间跨度农村居民点数据制备

2.1 农村居民点数据制备过程划分依据

目前,有关农村居民点演化研究的时间跨度,可达上千年之久^[21-23]。根据不同时期农村居民点数据获取的主要途径,我们将农村居民点研究的数据制备过程划分为长期(百年以上)、中期(近50年)和短期(近30年)三个时间段。距今百年以上时间跨度的农村居民点数据,主要留存于史册记载和地方志书,制备这些数据主要依靠历史文献整编与还原,完全不同于近现代居民点数据的制备。因此,我们将这一时期的居民点数据制备单独划定一个时期。20世纪60、70年代,伴随地理测绘技术的发展,各国开始绘制不同比例尺地形图;地形图的出现,使得这一时期农村居民点数据制备工作有了新的发展。农村居民点的相关信息、特别是空间信息,可直接从地形图上进行提取,有效地推动了农村居民点数据制备工作的发展。因此,我们根据地形图大量出现的时期,划分为农村居民点数据制备的新时期(近50年)。20世纪80年代,美国发射第二代试验型地球资源卫星(Landsat-4,5)之后,遥感手段极大提高了历史土地利用数据的成图质量。随着卫星技术和航天技术的应用,遥感信息提取成为陆地表层数据获取的主流手段。这一时期,农村居民点数据制备工作也得到了遥感技术的大力支持,取得了突飞猛进的发展。因此,我们将20世纪80年代之后的30多年间定义为一个新的数据制备时期(近30年)。

2.2 百年以上时间跨度农村居民点数据制备方法

在IGBP等国际研究计划的推动下,百年以前LUCC数据的历史重建工作已取得很多重要成果^[24-27],例如过去300年全球土地覆被数据集的建立。但这些成果主要集中在对耕地、林地、草地等用地数据的重建,而关于农村居民点甚至是建设用地的数据重建成果很少。目前,在有限的研究中,

2019年4月

百年以上农村居民点的数据制备多采用历史文献、存档地形图或多种数据获取手段相结合的方式

进行。

将农村居民点或村落研究与历史学相结合,通过研究农村居民点或乡村聚落的历史空间演化及其驱动力,探索农村发展的历史传承性,是农村居民点空间演化研究的一项重要内容。但是,在百年以上时间跨度上,无论是农村居民点数量数据还是空间数据,其信息的获取均存在一定困难,致使这一时期农村居民点历史演化研究的进展相对缓慢。直到20世纪80年代之后,随着一大批方志、档案、调查资料、家谱、文书等历史资料的整理出版,相关数据制备才成为可能。历史乡村聚落的空间研究逐渐受到学者们的重视,相关研究内容也不断丰富。利用这些历史资料,研究者们开展了上至秦、汉,下至明清和当代不同时期的农村居民点演化研究,并完成了相关的农村居民点数据制备工作(表1)。在区域上主要涉及经济较为发达的中国东部地区,例如江苏、广东、山东、北京等;在内容上,研究者们先后开展了乡村聚落的空间分布及区域差异性研究^[33,34]、乡村聚落规模等级的探讨^[32]、聚落空间格局的演变及影响因素分析^[21,29]等研究工作。

立足历史长河,分析农村居民点产生、转化、迁移的发展脉络,探索乡村聚落历史时空格局演化特征,所需制备的数据不仅涉及历史数量信息,还需要其空间分布情况。在这方面,已有的研究主要是采用历史地理的研究方法,参照各省、市、县的地方志、地名志等历史资料,对农村居民点数量数据进行挖掘,然后再借助于现代数理方法进行农村居民点空间上的分布重建(表1)。由于不同资料记录方式和记录内容的差异,从中提取农村居民点信息所用手段也各异。如有学者通过查阅史料记载和口述资料校正的方法确定乡村聚落规模,再以行政区划为依据,根据乡村聚落的相对位置确定其空间方位,以此探讨乡村聚落历史时空格局特征及演化规律^[22];也有学者在对清代中期农村居民点数据恢复研究中,根据农村人口数确定农村聚落用地数量,再通过构建居住适宜性综合评价模型,叠加研究期耕地时空分布图进行研究期农村居民点空间重建^[28]。

开展历史乡村聚落演化研究,不论采用哪一种方式获取其农村居民点规模和地理位置信息,都需要有记录详尽的史实资料。这些资料的获得,需要详细搜集、整理、归纳和总结不同历史时期的地名志、方志、实录等文本资料。因此,该项研究对资料

表1 百年以上时间跨度农村居民点数据制备典型案例

Table 1 Typical cases for the preparation of historical data of rural settlements over the time span of a hundred years

作者	时段	地域	资料来源	数量重建	空间重建
林亿南等 ^[28]	1820年	江苏省	中国人口史、嘉庆重修一统志、清代地理沿革表	根据农村人口确定农村居民点数量	构建居住适宜性综合评价模型,叠加研究期耕地时空分布图进行研究期农村居民点空间重建
任慧子等 ^[22]	公元前111年—公元1986年	广东省连州市	《广东省志·地名志》《清远市地名志》、各时期《连州志》、文物普查成果、《古村遗韵》等	根据史料记载及口述资料校正后确定数量	以行政区划为依据,根据乡村聚落的相对位置,确定空间方位
黄忠怀 ^[29]	明永乐以后(1403年)—民国时期	河北平原	各县志、州志、地名志、乡土志、《县境图》、纪要、实录、《畿辅义仓图》、各县村图、历史调查报告	据史料记载确定数量	根据历史图纸及村落间相互位置确定空间方位
郝文军 ^[30]	明清时期	晋东南	正史、方志、碑刻、文集、古今地图、地名志	文献爬梳和实地调查相结合,并考虑堡寨聚落形成时的自然、社会环境等情况,确定聚落规模	
张佰林等 ^[21]	隋朝—1949年	山东省沂水县	沂水县地名志	据地名志记载确定数量	以行政区划为依据,确定空间方位
陈桥驿 ^[31]	公元前—清末	绍兴地区	会稽志、吴越春秋、越绝书、出土古物调查记、族谱、古今游名山记、都图地名等	据各类文献志记载确定数量	根据不同时期手绘图、文字记载地形、区域、距河流距离等确定方位
尹钧科 ^[23]	先秦—当代	北京郊区	汇集多年、多种北京郊区村落历史资料	文献考证和实地调查相结合确定规模	各时期图志资料及村落间相对位置
王庆成 ^[32]	晚清	华北地区	方志、《青县村图》《深州村图》、西方学者游记		

的完备性要求非常高。中国历经几千年的文明历史,虽然各个朝代都会有相应的史料记载,但是每经改朝换代,尤其是由于近现代以来饱受外国侵略,导致历史记载资料损毁、丢失严重。尽管新中国成立以后,十分重视对历史资料的恢复和补充,但是,由于中国地域广大、地区发展差异显著,大部分地区的资料收集、整理难度仍然很大。加之,地名志、地方志等文本资料仅记录乡村聚落的相对位置,并未包含确切的经纬度信息,导致获取百年以上时间跨度农村居民点空间信息仍存在很大挑战。因此,推动百年以上农村居民点演化数据制备工作,需要加强对现有历史文献资料的保护,加快对相关历史资料的收集整理,力争尽快建立一个百年以上时间跨度的农村居民点历史数据集。

3 中期(近50年)时间跨度农村居民点数据制备

随着测量技术的发展,尤其是三角测量方法的创立,世界各国纷纷开展了大地测量工作,并根据实地测量结果绘制地形图。这些地形图不仅拥有准确的方位和比例尺,也有较高的精度,能够在地图上描绘出地表形态的细节,可实现地理信息的空间化显示,从而为地理空间数据的获取提供了极大的便利。因此,测绘地形图的出现,尤其是各国大比例尺地形图的绘制,为近50年时间跨度的农村居民点数据制备提供了新的手段。

世界各国开始进行测绘地形图的绘制时间差异较大,但将其数据应用于地理学研究,特别是应

用于农村居民点的演化研究,则主要是从近几十年才开始(表2)。这些研究所用的地形图比例尺从1:2000到1:50 000不等;在研究时段上,国内主要是在中华人民共和国成立后,而国外的研究时段则相对较早;在研究内容方面,主要是利用地形图提取多期农村居民点的空间分布数据,如从地形图中提取北京市大兴区1970年代末的农村居民点分布^[35];从1980—1985年、2000—2004年调绘的1:1万地形图中提取重庆市南川区农村居民点的空间数据^[36];以及从1945、1989、1991、1994、2003年的地形图中提取希腊不同地区两种传统的农村居民点分布数据等^[37]。虽然利用地形图开展农村居民点的研究工作主要是将研究时期延伸到近50年,但由于国外相关数据较为完备,历史数据也保留得较好,因而也有部分研究者将工作向前延伸到近200—300年。其中比较典型的案例是基于较早期的匈牙利军事测绘地形图,获取1782、1846、1876年等三个不同年份的历史农村居民点数据^[39]。

近年来,随着电子化地形图的不断发展,使得农村居民点的用地信息提取更加便捷。但由于电子化地形图成果是20世纪80年代之后才开始建立的,且大比例尺地形图往往涉密,导致数据获取有一定的难度。早期的测绘地形图一般以纸质形式留存,提取居民点用地空间数据需要先进行数字化,而不同时期绘制的地形图往往存在坐标系统不一致等问题。由于不同坐标系统转换涉及到复杂的转换参数,因此,增加了地形图的数字化难度。

表2 近50年时间跨度上地形图用于农村居民点数据制备典型案例

Table 2 Typical cases of using topographic maps to acquire rural settlements data on a time span of 50 years

典型案例	比例尺	绘制时间	研究时间	地域尺度
Tan等 ^[35]	1:50 000	20世纪50年代开始绘制,90年代基本覆盖全国	1970s	县域
刘心怡 ^[36]	1:10 000		1980s 2000s	
Sevenant等 ^[37]	1:50 000	1968年开始	1945年 1989年 1991年	海岛
张霞等 ^[38]	1:2 000	—	—	镇域
Kanianska等 ^[39]	—	1764年 1810—1869年 1875—1884年 1952—1957年	1782年 1846年 1876年 1956年	村域
胡燕等 ^[40]	1:2 000	2007年	2007年	

2019年4月

另一方面,利用地形图提取农村居民点时,由于较早期的地形图比例尺一般都比较小,很难对破碎化程度较大、规模较小的农村居民点进行有效识别;而较大比例尺地形图虽然可以提取出较小规模的农村居民点,但是其绘制时间一般比较晚。因此,利用地形图获取农村居民点数据的研究还相对比较少。

4 短期(近30年)时间跨度农村居民点数据制备

20世纪80年代美国发射第二代试验型地球资源卫星(Landsat-4,5)之后,地面空间分辨率提高到30 m,极大地提高了历史土地利用数据的成图质量。依据Landsat系列卫星影像获取的土地利用数据,产生了大量的农村居民点历史格局演化分析的研究成果。也是从这一时期开始,农村居民点的演化研究开始蓬勃发展,且其研究的时间跨度大多集中在近30年来。其空间数据的制备以遥感影像为主要数据源,并根据不同的影像特征和居民点用地类型采用不同的提取方法。目前,卫星遥感和航空遥感是农村居民点空间信息获取的两个主要数据源。

4.1 以卫星遥感获取农村居民点信息

4.1.1 数据源特征

10米级、米级、亚米级等不同分辨率卫星的出

现(表3),满足了不同尺度土地利用数据的获取。在农村居民点数据制备的相关研究中,Landsat系列、QuickBird、SPOT等影像数据是最为常用的遥感影像数据源,特别是Landsat先后发射的MSS、TM、ETM+、OLI等传感器拍摄的照片,在目前使用比较广泛。研究者利用这些遥感影像开展了大量的农村居民点数据制备工作^[41,44,53]。例如,利用1987年到2007年的30 m陆地资源图像,研究农村居民点等建设用地的扩张^[54];利用Landsat TM、ETM+、OLI遥感影像提取农村居民点时空分布信息,分析干旱区绿洲农村居民点景观演化特征及驱动机制^[55];采用Landsat TM影像解译农村居民点信息,研究长沙市农村居民点景观格局变化及地域分异特征^[42]等。其中,利用Landsat卫星的TM影像数据提取农村居民点信息是农村居民点空间数据制备的主流手段。

由于Landsat系列资源卫星30 m左右的分辨率只能够大致揭示农村居民点的规模特征,难以对其内部结构进行清晰判定。而且在中观、宏观尺度上,在解译多景TM影像时,需考虑大气、季节等因素以及南北方不同季节植物的差异等^[56],这对制备高精度的农村居民点空间数据带来了很大的挑战。为对农村居民点的格局变化进行更为细致地分析,也有学者开始利用QuickBird、SPOT等影像数据开展研究工作^[45,51](表3)。QuickBird多光谱遥感影

表3 卫星遥感影像数据源特征

Table 3 Characteristics of satellite imagery data sources

精度	卫星	获取时间	最高分辨率/m	优势	缺点	典型案例
10米级	Landsat 系列-MSS 传感器	1972 年	78	满足农村居民点判别及大尺度农村居民点数据获取	只能用于以农村居民点整个图斑为对象研究,对其内部结构无法辨识	蔡为民等 ^[41] 、谭雪兰等 ^[42]
	Landsat 系列-TM 传感器	1982 年	30			刘芳等 ^[43]
	Landsat 系列-ETM+ 传感器	1999 年	15			师满江等 ^[44]
	Landsat 系列-OLI 传感器	2013 年	15			师满江等 ^[44]
米级	SPOT5	2002 年	2.5	可实现农村居民点内部结构判读	需有偿取得,获取成本较高	王红梅等 ^[45]
	资源一号	2007 年	2.36			Tian 等 ^[46]
	资源三号	2012 年	2.1			Li 等 ^[47]
	Corona KH-4B	1967 年	1.8			Dong 等 ^[48]
	IKONOS-2	1999 年	1			Kuffer 等 ^[49]
	高分二号	2014 年	1			Zheng 等 ^[50]
亚米级	QuickBird	2001 年	0.61	可获取自1984年至今产品,部分地区分辨率达到1 m或0.5 m	部分农村区域分辨率只有30 m	任平等 ^[51]
	Google Earth	2005 年	0.5			Ma 等 ^[52]

像数据的分辨率可以达到3 m,且选取4、3、2波段合成的假彩色影像质量优良、反差适中,地类判读的精度可以达到93.8%^[57];SPOT-5影像米级的分辨率也完全可以满足对农村居民点内部结构的判读^[58]。这些高精度遥感影像的应用可有效地解决农村居民点空间数据制备的精度问题。不过在实际应用中,由于QuickBird、SPOT等影像必须有偿取得,数据的获取成本很大,而且QuickBird卫星于2001年发射、SPOT-5于2002年发射,其影像获取的时间更近,因此应用于农村居民点变化的研究也十分有限。近年来,国产高分卫星系列以其高空间分辨率、多光谱与宽覆盖相结合的优势,逐渐进入研究者的视野,如有学者利用高分2号影像,建立场景识别模型,将单纯的遥感影像机器理解分类,转为顾及上下文多重语义关系描述模型的场景理解,从更加精细的尺度区分出新、旧两种农村居民点类型^[50]。高分卫星亚米级的分辨率以及全国覆盖的优势,使其可为未来更精细尺度的农村居民点研究提供有力的技术支持,而且高分2号的免费获取、可长期稳定地拍摄光学遥感影像的特点,为其广泛使用提供了更强的竞争力。

Google Earth卫星影像将卫星图像、地图、百科全书和飞行模拟器整合在一起,为全球大城市、著名景区、建筑物区提供分辨率为1 m和0.5 m左右的高精度影像,对农村居民点及其内部不同类型用地的提取提供了有效途径。如有学者利用Google Earth提取农村居民点内部不同类型用地,从内部结构视角研究了农村居民点的转化过程^[52];还有学者利用Google Earth图像与土地利用图叠加,对农村居民点内部土地进行切割和编号,将其区分为不同的用地类型,据此研究农村居民点的生产功能演变^[59]。Google Earth的高精分辨率可满足对农村居民点内部结构的信息提取,但其提供高精度影像的地区主要限于各国大城市区域以及一些比较重要的地区,而在中国大陆的农村区域一般只提供30 m左右的分辨率,因此,利用Google Earth提取农村居民点信息的方法仍然受到一定的限制。

4.1.2 居民点用地信息提取方法

近30年来,中高分辨率遥感影像数据已成为农村居民点演化研究的主要数据源,常规的居民点数

据制备方案是对遥感影像经过坐标转换、几何校正、空间增强等基础处理之后,在相关遥感解译软件支持下,借助人机交互判别的方式提取农村居民点信息。由于农村居民点不仅包含农村房屋,还有房屋之间的空地、村间小路、零星树木等,使其呈现为一种混合型用地图斑,而在卫星影像上记载的信息是经房屋、道路、林草等对电磁波的反射及其辐射等混合而成的^[61],因此增加了农村居民点斑块的提取难度。

在以往研究中,一般根据不同的遥感影像特征、农村居民点类型来选择不同的农村居民点提取方法。例如,对TM影像的居民点信息提取方法进行研究时,利用Landsat TM2/3/4/5/7等各个波段上与其他地类的可分性,通过简单的谱间结构阈值法提取农村居民点信息,其点位精度可达到82%。同时,可根据农村居民点及背景地物的光谱信息,如居民点与居民点之间有道路相通,居民点四周一般有耕地、部分居民点周围会有水塘等特征,对农村居民点进行判别^[60,61]。同样是对Landsat影像进行解译时,有的学者则更加强调训练样本数和图像精度两方面的因素,并提出一个新的框架以期从Landsat影像提取有效的人类定居点。其方案为:首先基于库存的训练集来获得构建非定位掩膜所需的一些统计参数,这一掩膜不仅可减少不必要的计算而且可减少背景噪声的影响;之后对未掩膜区域,计算每个图像像素与预先采集的采样点的相似度,该方法针对不同掩膜区域实行不同的分类手段,提高了分类精度,可用于更大空间尺度的人类定居点的提取^[62]。也有学者从道路的可达性情况、影像表面纹理、地表下垫面特点等方面,并结合曲率、坡度等地形地貌因子对农村和城市居民点的结构差异进行区分,从而判别出农村居民点影像特征^[63]。

基于以上方式得到的农村居民点图斑,往往会忽略农村居住环境内部的非居民点地物,如村集体内部建设用地、基础设施用地及空地等。同时,直接将整个居民点作为一个图斑单元的做法^[46],制备的农村居民点数据只能满足其空间分布密度、规模、整体形态等方面的演化特征分析,很难描述其内部结构。农村居民点结构数据的制备,需要高精度影像数据的支持,航空影像或者Google Earth亚

2019年4月

米级卫星影像^[52,64]成为常用的数据源。在制备农村居民点内部结构数据的过程中,一般先根据中高精度遥感影像获取农村居民点村庄边界,再将边界图层与高精度影像套合,根据影像显示对居民区内部地类进行切割标记,对标记结果进行实地调查并向村庄内村委会和有经验的老人访问验证,最终确定农村居民点内部用地情况。也有一些研究者,利用QuickBird和IKONOS影像,使用影像分割技术,通过利用一系列空间指数整合而成的居民点形态指数来判别农村居民点^[49]。

4.2 以航空及无人机拍摄影像获取农村居民点信息

近年来,随着中国测绘技术的发展、航空摄影能力的提高,地学研究中航空遥感影像的需求逐渐增多,新型的遥感手段和影像获取技术广泛应用于测绘制图、科学研究和国民经济建设中。

航空遥感以其成像比例尺大、地面覆盖率高、影像获取自主性强、运用灵活等优势,成为获取高精度影像数据的有效手段,具有研究农村居民点空间格局的天然优势。中国现存有一些从20世纪60年代至今不同时期、不同航高、不同比例尺的航空相片,目前已有研究者利用这些航片数据,通过数字化和判读来提取农村居民点。例如,有学者在研究农村空心化问题时,利用高分辨率航空遥感影像解译村庄现状图,逐户调查获取村庄土地利用和社会经济信息,解析了禹城市赵庄村1967年以来的演化过程^[65];还有学者结合高分辨率的航片(0.25 m)和入户调查的结果,基于平原农区村庄空心化演化研究,剖析了农村空心化演化的动力机制等^[66]。

无人机遥感作为航空遥感的一种类型,伴随着3S技术、计算机设备、通讯技术的迅速发展,成为地理信息获取的常用手段。无人机遥感可实现影像的实时传输、高危地区探测,并具有低成本、高分辨率等优势,在国土、测绘、农业等方面受到广泛关注。目前,无人机遥感在农村居民点数据制备方面的应用尚未普及,但是其数据获取优势将成为农村居民点数据制备的一个新方向。航拍遥感系统进行航拍时,由于会产生飞行路线、飞行姿势的变化,加之摄像镜头的光学畸变等原因,会使拍摄的遥感图像产生比较严重的几何畸变,因此在进行航拍遥感信息解析时,需要先通过共线方程法或多项式法

对其图像进行几何纠正^[67],在图像得到校正的基础上,通过遥感解译软件进行地类信息解译,其解析方法与一般遥感解译相同。

长期以来,中国各测绘部门积累了大量的不同时期航空影像数据,这些航片的地面分辨率一般都在1 m以下,具有很大的信息负载量。但是,由于航空影像数据相对于卫星遥感影像数据,其拍摄范围小而且拍摄时段一般只有一期,难以完成持续动态监测,极大地限制了其在农村居民点演化数据制备中的应用。

4.3 利用国家土地利用数据库/数据集直接获取农村居民点信息

根据国家统一制备的土地利用图或土地利用数据库/数据集,直接提取农村居民点信息,是最快速便捷的农村居民点数据制备方式。早在19世纪后期,英美一些发达国家就已经通过进行小区域调查而制作大比例尺土地利用现状图;而中国利用现代方法进行区域土地利用调查并编制大比例尺地形图,始于20世纪30年代。但是国际上利用遥感技术、通过计算机进行电子化制图,并形成数据库成果,则从60、70年代才开始。不少学者利用这种方式开展了研究工作,例如使用英国国家土地利用数据库(NLUD)和土地利用变化统计数据(LUCS)获取连续的建设用地信息,分析英国农村居民点及周围的土地利用变化情况^[68];利用美国地质调查局1:200万数据集获取各县级边界,制备美国农村土地利用数据等^[69];中国的很多研究者也直接从国土资源部门获取土地利用现状数据,开展提取农村居民点信息的工作^[70,71]。

从国家建立的土地利用数据库/数据集直接提取农村居民点空间信息方便快捷,可以减少数据制备中的大量工作,无疑会受到学者们的欢迎。但是,国家数据库往往是作为国土资源基础数据,带有精准的坐标和属性特征,对其数据的保密性有严格要求,这对源数据的获取带来一定局限性。另一方面,在国土资源部的土地利用分类体系中,农村居民点作为二级地类没有继续细分,很难支撑居民点内部结构变化的研究。

5 结论

伴随着LUCC研究在全球普及,GIS、遥感等现

代化技术应用于地理学研究,以及不同时期、不同地域的土地利用数据库、数据集和地形图的相继建立与绘制,农村居民点的空间数据制备工作开始蓬勃发展。根据不同时期农村居民点数据获取的途径,可以将农村居民点数据制备过程划分为长期(百年以上)、中期(近50年)和短期(近30年)三个时间跨度。

(1)在百年以上时间跨度上,农村居民点数据制备主要依赖于对历史文献和地方志文书等资料的搜集整理,根据整理出版的大批方志、文书和历史资料,进行千百年来农村居民点的演化过程研究,但地域资料的缺失却成为这一时期农村居民点数据制备难以突破的问题。

(2)近50年来,农村居民点空间数据可通过地形图获取,为历史农村居民点空间数据制备提供了新的手段,但因大比例尺地形图的绘制时间较晚以及纸质地形图的电子化处理等问题,成为利用地形图制备农村居民点数据的主要限制因素。

(3)近30年来,农村居民点数据制备主要依靠遥感和卫星等现代技术手段,使得大区域、大范围的农村居民点数据获取成为可能,但高精度农村居民点数据获取的难度大、成本高等成为这一时期数据制备的主要难题。

农村居民点的演化发展与分布规律是乡村聚落地理学的重要研究内容。近十年来,农村居民点相关研究的文献呈现出爆发性增长特点。农村居民点的数据制备作为农村居民点相关研究的基础工作,也成为一个研究热点。不过,由于从事农村居民点相关研究工作的学者多以国土资源管理专业背景居多,对于数据制备尚缺乏系统梳理,以致成为影响农村居民点研究发展的重要因素之一。因此,本文通过对国土资源管理、地理信息、测绘技术、历史地理等不同学科中农村居民点数据制备研究的系统梳理,划分了农村居民点数据制备的主要阶段,明晰了各个阶段农村居民点数据制备的优缺点,以期能为农村居民点研究者提供数据获取的借鉴和数据制备的思路,有利于进一步推动乡村聚落地理学研究的振兴与发展。

6 展望

农村居民点数据制备是对农村居民点研究及

其深入分析的重要基础,未来对农村居民点的分析,将会在数据制备方面投入更多关注和研究力度。其中,中期和长期时间跨度的农村居民点数据制备更多地受人文地理及历史地理学相关领域学者关注,而近30年来农村居民点数据制备对自然地理中农村居民点相关研究也必不可少。

目前,不同时间跨度的农村居民点数据制备方法均具有各自的局限性及其适用性。中期和长期时间跨度上,由于现代技术无能为力,只能尽可能地对历史资料进行搜集、整理,因此对资料缺失地域的文史资料、口述资料等产品的整理、归档显得尤为重要。而短时期数据的制备,主要是基于遥感技术获取数据,特别是利用中高精度遥感影像监测土地利用变化,根据地物光谱特征及波段信息进行农村居民点的遥感解译。

为突破不同时期农村居民点数据制备的难题,今后,应针对不同的问题,提出具体的研究方向。在中期和长期时间跨度,由于历史学研究中,保存相对完备的史料信息完全可以为地理学中历史村落的研究提供相关的数据支撑,因此,应注重学科间的融合,多借鉴历史学、考古学等学科知识,广泛搜集历史居民点信息,并加强中、长期时间跨度农村居民点数据库和历史资料电子化存储体系构建,将史料记载中的坐落信息进行空间化示意,形成不同时期村落位置图集,将不同时期不同地域研究成果电子化入库,形成完善的数据保存体系。对于依赖于遥感解译的短时期数据制备,应根据农村居民点自身特殊性,深入解析农村居民点及其内部各地类的谱间结构特征,探索利用深度学习、大数据、中高低分辨率遥感影像融合等方法,寻找适用于农村居民点的遥感解译算法,提高解译精度;同时尽可能利用Google Earth、高分二号等免费高精度遥感影像,降低高分辨率影像获取成本,这也是未来研究中需要重点突破的方向。

最后,地域资料缺失,是数据制备过程中一直无法突破的瓶颈问题。须要充分挖掘利用好已经拍摄的早期航空影像数据及地形图等资料,充分利用无人机监测等现代化技术手段,对人工地面测量难以获取的地域资料进行实时收集,做到资料获取全覆盖。此外,由于单一的信息获取技术手段各有

2019年4月

优劣,耦合遥感解译、口述历史、实地调查和入户访问等多种手段,构建一套完备的农村居民点空间数据集,充分实现数据共享,将对农村居民点演化研究大有裨益。

参考文献(References):

- [1] 国土资源部. 中国土地资源与利用[M]. 北京: 中国大地出版社, 2016. [China Ministry of Land and Resources. China's Land Resources and Utilization[M]. Beijing: China Land Press, 2016.]
- [2] 张贵军, 朱永明, 臧亮, 等. 新型城镇化背景下昌黎县农村居民点空间重构评价与分区[J]. 农业工程学报, 2016, 32(12): 237-246. [Zhang G J, Zhu Y M, Zang L, et al. Spatial reconstruction evaluation and partition of rural residential areas in Changli county under background of new-type urbanization[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(12): 237-246.]
- [3] 关小克, 王秀丽, 张凤荣, 等. 生态刚性约束下的山区农村居民点整治与调控: 以北京市门头沟区为例[J]. 资源科学, 2017, 39(2): 220-230. [Guan X K, Wang X L, Zhang F R, et al. Rehabilitation and adjustment of rural residences in mountainous areas under rigid ecological constraints[J]. Resources Science, 2017, 39(2): 220-230.]
- [4] 刘善开, 韦素琼, 陈松林, 等. 基于 Voronoi 图的农村居民点空间分布特征及其整理潜力评价: 以福建省德化县为例[J]. 资源科学, 2014, 36(11): 2282-2290. [Liu S K, Wei S Q, Chen S L, et al. Voronoi diagram-based research on spatial distribution characteristics of rural settlements and consolidation potential evaluation [J]. Resources Science, 2014, 36(11): 2282-2290.]
- [5] Song W, Chen B M, Zhang Y. Land-use change and socio-economic driving forces of rural settlement in China from 1996 to 2005[J]. Chinese Geographical Science, 2014, 24(5): 511-524.
- [6] Song W, Liu M L. Assessment of decoupling between rural settlement area and rural population in China[J]. Land Use Policy, 2014, 39: 331-341.
- [7] 陈阳, 李伟芳, 任丽燕, 等. 空间统计视角下的农村居民点分布变化及驱动因素分析: 以鄞州区滨海平原为例[J]. 资源科学, 2014, 36(11): 2273-2281. [Chen Y, Li W F, Ren L Y, et al. Changes in the distribution of rural residential land on a coastal plain[J]. Resources Science, 2014, 36(11): 2273-2281.]
- [8] 董光龙, 许尔琪, 张红旗. 黄淮海平原不同类型农村居民点空间分布及变化特征研究[J]. 资源科学, 2017, 39(7): 1248-1258. [Dong G L, Xu E Q, Zhang H Q, et al. The spatial distribution and evolution of different types of rural settlements on Huang-Huai-Hai Plain[J]. Resources Science, 2017, 39(7): 1248-1258.]
- [9] 鲜勇, 李少朋, 李振华, 等. BP 神经网络制导弹道导弹的诸元数据制备方法[J]. 飞行力学, 2015, 33(6): 547-550. [Xian Y, Li S P, Li Z H, et al. An approach to data preparation of closed loop guidance based on BP neural network[J]. Flight Dynamics, 2015, 33(6): 547-550.]
- [10] 陆楠, 程承旗, 杨宇博, 等. 基于全球剖分模型的分发数据预处理与制备方法[J]. 地理与地理信息科学, 2013, 29(3): 56-59. [Lu N, Cheng C Q, Yang Y B, et al. A method of distribution data's pretreatment and preparation based on global subdivision model [J]. Geography and Geo-Information Science, 2013, 29(3): 56-59.]
- [11] 杨绪红, 金晓斌, 林忆南, 等. 中国历史时期土地覆被数据集地理空间重建进展评述[J]. 地理科学进展, 2016, 35(2): 159-172. [Yang X H, Jin X B, Lin Y N, et al. Review on China's spatially-explicit historical land cover datasets and reconstruction methods [J]. Progress in Geography, 2016, 35(2): 159-172.]
- [12] Dahms F. Settlement evolution in the Arena society in the urban field[J]. Journal of Rural Studies, 1998, 14(3): 299-320.
- [13] Rey V, Bachvaro M. Rural settlements in transition-agricultural and countryside crisis in Central-Eastern Europe[J]. GeoJournal, 1998, 44(4): 345-353.
- [14] Lewis C, Mrara A. Rural settlements, mission settlements and rehabilitation in Transkei[J]. Geojournal, 1986, 12(4): 375-386.
- [15] Zurick D N. Historical links between settlement, ecology, and politics in the mountains of west Nepal[J]. Human Ecology, 1989, 17(2): 229-255.
- [16] Grossman D. Settlement patterns in Judea and Samaria[J]. Geojournal, 1983, 7(3): 299-312.
- [17] Kanianska R, Kizeková M, Nováček J, et al. Land-use and land-cover changes in rural areas during different political systems: A case study of Slovakia from 1782 to 2006[J]. Land Use Policy, 2014, 36(1): 554-566.
- [18] Kohler F, Marchand G, Negrão M. Local history and landscape dynamics: A comparative study in rural Brazil and rural France[J]. Land Use Policy, 2015, 43: 149-160.
- [19] Ashraful A F M, Rumana A, Enamul K M. Rural settlements dynamics and the prospects of densification strategy in rural Bangladesh[J]. SpringerPlus, 2016, 5(1): 1-11.
- [20] 关小克, 张凤荣, 刘春兵, 等. 平谷区农村居民点用地的时空特征及优化布局研究[J]. 资源科学, 2013, 35(3): 536-544. [Guan X K, Zhang F R, Liu C B, et al. Spatio-temporal analysis and optimization of rural residential land distribution in Pinggu District[J]. Resources Science, 35(3): 536-544.]
- [21] 张佰林, 蔡为民, 张凤荣, 等. 隋朝至 1949 年山东省沂水县农村居民点的时空格局及驱动力[J]. 地理研究, 2016, 35(6): 1141-1150. [Zhang B L, Cai W M, Zhang F R, et al. Spatio-temporal evolution of rural settlements and its driving forces in Yishui County, Shandong Province from Sui Dynasty to 1949[J]. Geographical Research, 2016, 35(6): 1141-1150.]
- [22] 任慧子, 曹小曙, 李丹. 传承性视角下乡村聚落历史时空格局特征及演化研究: 以广东省连州市为例[J]. 人文地理, 2012, (2): 87-91. [Ren H Z, Cao X S, Li D. The historical space-time char-

- acteristics of rural settlement under the continuity perspective: A case study of Lianzhou[J]. *Human Geography*, 2012, (2): 87-91.]
- [23] 尹钧科. 北京郊区村落发展史[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001. [Yin J K. History of Village Development in Beijing Suburbs [M]. Beijing: Peking University Press, 2001.]
- [24] Goldewijk K K, Dreht G V. HYDE 3: Current and Historical Population and Land Cover[A]. Bouwman A F, Kram T, Goldewijk K K. Integrated Modelling of Global Environmental Change: An Overview of IMAGE 2.4[M]. Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), 2006.
- [25] Ramankutty N, Foley J A. Characterizing patterns of global land use: An analysis of global croplands data[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1998, 12(4): 667-685.
- [26] Ramankutty N, Foley J A. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992[J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1999, 13(4): 997-1027.
- [27] Cgm K G, Battjes J J. A Hundred Year (1890-1990) Database for Integrated Environmental Assessments (HYDE, Version 1. 1)[R]. Bilthoven: National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), 1997.
- [28] 林忆南, 金晓斌, 杨绪红, 等. 清代中期建设用地数据恢复与空间网格化重建: 方法与实证[J]. *地理研究*, 2015, 34(12): 2329-2342. [Lin Y N, Jin X B, Yang X H, et al. Data set establishment and spatial reconstruction of built-up area in the Mid Qing Dynasty: Method and case study[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(12): 2329-2342.]
- [29] 黄忠怀. 整合与分化: 明永乐以后河北平原的村落形态及其演变[D]. 上海: 复旦大学, 2003. [Huang Z H. Integration and Differentiation: The Village Form and Its Evolution in Hebei Plain After Mingyongle[D]. Shanghai: Fudan University, 2003.]
- [30] 郝文军. 明清时期晋东南堡寨聚落地理研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2015. [Hao W J. Study on the Settlement Geography of Baozhai Village in Southeast of Shanxi Province During the Ming and Qing Dynasty[D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2015.]
- [31] 陈桥驿. 历史时期绍兴地区聚落的形成与发展[J]. *地理学报*, 1980, 35(1): 14-23. [Chen Q Y. Formation and development of the settlements of Shaoxing area in historical periods[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1980, 35(1): 14-23.]
- [32] 王庆成. 晚清华北村落[J]. *近代史研究*, 2002, (3): 1-40. [Wang Q C. The villages in north China in the late Qing dynasty[J]. *Modern Chinese History Studies*, 2002, (3): 1-40.]
- [33] 张伟然. 湖南历史文化地理研究[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1995. [Zhang W R. Hunan Geography History and Culture[M]. Shanghai: Fudan University Press, 1995.]
- [34] 张伟然. 湖北历史文化地理研究[M]. 武汉: 湖北教育出版社, 2000. [Zhang W R. Hubei Geography History and Culture[M]. Wuhan: Hubei Education Press, 2000.]
- [35] Tan M H, Li X B. The changing settlements in rural areas under urban pressure in China: Patterns, driving forces and policy implications[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2013, 120(6): 170-177.
- [36] 刘心怡. 近30年渝南地区农村居民点时空演变研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013. [Liu X Y. A Study on the Spatial and Temporal Evolution of Rural Settlements in Southern Regions of Chongqing City in 30 Years: A Case Study of Nanchuan, Chongqing[D]. Chongqing: Southwest University, 2013.]
- [37] Sevenant M, Antrop M. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2007, 80(4): 362-374.
- [38] 张霞, 魏朝富, 倪九派, 等. 重庆市低山丘陵区农村居民点分布格局及其影响因素[J]. *中国农业资源与区划*, 2012, 33(3): 45-50. [Zhang X, Wei C F, Ni J P, et al. Distribution patterns and influence factors of rural settlements in the hilly and mountainous areas in Chongqing municipality[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2012, 33(3): 45-50.]
- [39] Kanianska R, Kizekova M, Novacek J. Land-use and land-cover changes in rural areas during different political systems: A case study of Slovakia from 1782 to 2006[J]. *Land Use Policy*, 2014, 36(1): 554-566.
- [40] 胡燕, 胡玉福, 邓良基, 等. 基于GIS的石角镇农村居民点空间分布特征分析[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(16): 315-320. [Hu Y, Hu Y F, Deng L J, et al. The analysis of spacial distribution characteristics of rural settlement in Shijiao town based on GIS[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(16): 315-320.]
- [41] 蔡为民, 唐华俊, 陈佑启, 等. 近20年黄河三角洲典型地区农村居民点景观格局[J]. *资源科学*, 2004, 26(5): 89-97. [Cai W M, Tang H J, Chen Y Q, et al. Landscape pattern of rural residential areas in Yellow River Delta in recent 20 years[J]. *Resources Science*, 2004, 26(5): 89-97.]
- [42] 谭雪兰, 周国华, 朱苏晖, 等. 长沙市农村居民点景观格局变化及地域分异特征研究[J]. *地理科学*, 2015, 35(2): 204-210. [Tan X L, Zhou G H, Zhu S H, et al. Landscape pattern changes and the characteristic of spatio-temporal differentiation of rural residential area in Changsha in recent 20 years[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(2): 204-210.]
- [43] 刘芳, 张增祥, 汪潇, 等. 北京市农村居民点用地的遥感动态监测及驱动力分析[J]. *国土资源遥感*, 2009, (3): 88-93. [Liu F, Zhang Z X, Wang X, et al. The dynamic monitoring of rural residential land in Beijing and driving force analysis based on multi-source remote sensing data[J]. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2009, (3): 88-93.]
- [44] 师满江, 颜耀文, 曹琦. 干旱区绿洲农村居民点景观格局演变及机制分析[J]. *地理研究*, 2016, 35(4): 692-702. [Shi M J, Xie Y W, Cao Q. The landscape evolution and mechanism analysis of rural settlements in the oasis of arid region[J]. *Geographical Research*, 2016, 35(4): 692-702.]

2019年4月

- [45] 王红梅, 廖丽君, 吴黎, 等. 基于3S的巴彦县农村居民点内农地测算研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(11): 69–73. [Wang H M, Liao L J, Wu L, et al. Measurement and estimation of farmland in rural residential spots of Bayan County based on 3S[J]. China Land Science, 2010, 24(11): 69–73.]
- [46] Tian G, Qiao Z, Zhang Y. The investigation of relationship between rural settlement density, size, spatial distribution and its geophysical parameters of China using Landsat TM images[J]. Ecological Modelling, 2012, 231: 25–36.
- [47] Li X, Chen W, Cheng X, et al. A comparison of machine learning algorithms for mapping of complex surface-mined and agricultural landscapes using ZiYuan-3 stereo satellite imagery[J]. Remote Sensing, 2016, DOI: 10.3390/rs8060514.
- [48] Dong J J, Chen N H, Ma Y H, et al. Land Use Change and Information Extraction of Rural Residential Land Based on Corona KH-4B Imagery[C]. Nanjing: Proceedings of the International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering, 2012.
- [49] Kuffer M, Barros J, Sliuzas R V. The development of a morphological unplanned settlement index using very-high-resolution (VHR) imagery[J]. Computers Environment & Urban Systems, 2014, 48 (10): 138–152.
- [50] Zheng X, Bowen W, Valerie W M, et al. Rural settlement subdivision by using landscape metrics as spatial contextual information [J]. Remote Sensing, 2017, DOI: 10.3390/rs9050486.
- [51] 任平, 洪步庭, 周介铭. 基于空间自相关模型的农村居民点时空演变格局与特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(12): 1993–2002. [Ren P, Hong B T, Zhou J M. Research of spatio-temporal pattern and characteristics for the evolution of rural settlements based on spatial autocorrelation model[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2015, 24(12): 1993–2002.]
- [52] Ma W, Jiang G, Wang D, et al. Rural settlements transition (RST) in a suburban area of metropolis: Internal structure perspectives [J]. Science of the Total Environment, 2018, 615: 672–680.
- [53] 周伟, 曹银贵, 王静, 等. 三峡库区近30a农村居民点格局变化与特征分析[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 294–300. [Zhou W, Cao Y G, Wang J, et al. Analysis on pattern changes and traits of rural residential areas during 30 years in Three Gorges Reservoir area[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(4): 294–300.]
- [54] Kurt S. Land use changes in Istanbul's Black Sea coastal regions between 1987 and 2007[J]. Journal of Geographical Sciences, 2013, 23(2): 271–279.
- [55] Shi M, Xie Y, Cao Q. Spatiotemporal changes in rural settlement land and rural population in the middle basin of the Heihe river, China[J]. Sustainability, 2016, DOI: 10.3390/su8070614.
- [56] 田光进, 刘纪远, 庄大方. 近10年来中国农村居民点用地时空特征[J]. 地理学报, 2003, 58(5): 651–658. [Tian G J, Liu J Y, Zhuang D F. The temporal-spatial characteristics of rural residential land in China in the 1990s[J]. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(5): 651–658.]
- [57] 任平, 洪步庭, 刘寅, 等. 基于RS与GIS的农村居民点空间变化特征与景观格局影响研究[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3331–3340. [Ren P, Hong B T, Liu Y, et al. A study of spatial evolution characteristics of rural settlements and influences of landscape patterns on their distribution using GIS and RS [J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3331–3340.]
- [58] 苏木兰, 戴文远, 黄华富, 等. 快速城镇化背景下海岛农村居民点空间演变: 以福建海坛岛为例[J]. 热带地理, 2016, 36(6): 1005–1018. [Su M L, Dai W Y, Huang H F, et al. Spatial evolution characteristics of island rural settlements under the background of rapid urbanization: A case study of the Haitan Island of Fujian[J]. Tropical Geography, 2016, 36(6): 1005–1018.]
- [59] Zhang B, Jiang G, Cai W, et al. Productive functional evolution of rural settlements: Analysis of livelihood strategy and land use transition in eastern China[J]. Journal of Mountain Science, 2017, 14 (12): 2540–2554.
- [60] 李换换, 宋伟, 陈百明, 等. 农村居民点时空格局演化模拟研究综述[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(1), 79–88. [Li H H, Song W, Chen B M, et al. Review of the research on the evolution simulation of spatial-temporal patterns in rural settlements. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning[J]. 2019, 40(1), 79–88.]
- [61] 杨存建, 周成虎. TM影像的居民地信息提取方法研究[J]. 遥感学报, 2000, 4(2): 146–150. [Yang C J, Zhou C H. Extracting residential areas on the TM imagery[J]. Journal of Remote Sensing, 2000, 4(2): 146–150.]
- [62] Li X, Gong P. An “exclusion-inclusion” framework for extracting human settlements in rapidly developing regions of China from Landsat images[J]. Remote Sensing of Environment, 2016, 186: 286–296.
- [63] Owen K K, Wong D W. Exploring structural differences between rural and urban informal settlements from imagery: The basureros of Cobaján[J]. Geocarto International, 2013, 28(7): 562–581.
- [64] Zhang B L, Jiang G H, Cai W M, et al. Productive functional evolution of rural settlements: Analysis of livelihood strategy and land use transition in eastern China[J]. Journal of Mountain Science, 2017, 14(12): 2540–2554.
- [65] 王介勇, 刘彦随, 陈秋分. 农村空心化程度影响因素的实证研究: 基于山东省村庄调查数据[J]. 自然资源学报, 2013, 28(1): 10–18. [Wang J Y, Liu Y S, Chen Y F. Empirical analysis on influencing factors of the hollowing village degree: Based on the survey data of sample villages in Shandong province[J]. Journal of Natural Resources, 2013, 28(1): 10–18.]
- [66] 龙花楼, 李裕瑞, 刘彦随. 中国空心化村庄演化特征及其动力机制[J]. 地理学报, 2009, 64(10): 1203–1213. [Long H L, Li Y R, Liu Y S. Analysis of evolutive characteristics and their driving mechanism of hollowing villages in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(10): 1203–1213.]
- [67] 汪沛, 罗锡文, 周志艳, 等. 基于微小型无人机的遥感信息获取

- 关键技术综述[J]. 农业工程学报, 2014, 30(18): 1–12. [Wang P, Luo X W, Zhou Z Y, et al. Key technology for remote sensing information acquisition based on micro UAV[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(18): 1–12.]
- [68] Bibby P, Beddington J. Land use change in Britain[J]. Land Use Policy, 2009, 26(12): S2–S13.
- [69] Brown D, Johnson K, Loveland T, et al. Rural land–use trends in the conterminous United States, 1950–2000[J]. Ecological Applications, 2005, 15(6): 1851–1863.
- [70] 李翔, 张毓涛, 王慧杰. 泽普县农村居民点空间格局演变及其影响因素[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(4): 108–116. [Li X, Zhang Y T, Wang H J, et al. Spatio-temporal evolution of rural settlement in Zepu[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2017, 38(4): 108–116.]
- [71] 刘鹏, 陈荣蓉, 杨朝现, 等. 基于“三生空间”协调的农村居民点布局优化研究[J]. 水土保持研究, 2017, 24(2): 283–288. [Liu P, Chen R R, Yang C X, et al. Study on layout optimization of rural settlements based on coordination of Production, Living and Ecology Space[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2017, 24(2): 283–288.]

Review of data preparation for rural settlement evolution research

LI Huanhuan^{1,2}, SONG Wei¹, ZHANG Yan²

(1. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. School of Earth Science and Resource, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract: Accurate and complete spatial distribution data of rural settlements provide a critical support for studying the evolution of rural settlements. Since rural settlements are characterized by small-scale and scattered distribution, it is hard to acquire a long-term and high-resolution rural settlement dataset. Focusing on the development of rural settlement data preparation, this article reviews the sources, acquisition methods, spatiotemporal resolution, and accuracy of different rural settlement datasets for the long-term, medium-term, and short-term temporal spans, respectively. It also summarizes the applicability, advantages, and disadvantages of different data acquisition methods. The results show that for studies on a medium and a long term, historical documents and digitized topographic maps are the main sources for acquiring spatial distribution of rural settlements, and missing regional data is the main difficulty in creating such datasets. For short-term studies, spatial data acquired through modern technologies, such as satellite remote sensing and aerial remote sensing, can provide high-resolution data to delineate rural settlements. However, acquiring high-resolution imageries often becomes the primary difficulty in the process of data preparation owing to its high price and poor accessibility. In response to the above problems, we should pay attention to the integration of history, archaeology, and other disciplines, and expand the sources of historical information about rural settlements. We should also make full use of free high-resolution imageries, such as Google Earth and Gaofen-2, coupled with image interpretation, oral history, field surveys, and household visits in order to construct a complete picture of spatial distribution of rural settlements and fully achieve data sharing.

Key words: rural settlement; evolution; data preparation; historical data; topographic map; remote sensing data; review