

农村居民点用地混合利用特征及驱动力

张佰林¹, 王昭颖², 朱敏杰²

(1. 天津工业大学环境科学与工程学院, 天津 300387; 2. 天津工业大学经济与管理学院, 天津 300387)

摘要: 土地混合利用是提高土地利用效率、激发地区发展活力的重要途径, 当前少有对农村居民点用地混合利用的系统解析。该研究探索性提出基于多样性和兼容性的农村居民点用地混合利用测度方法, 通过实地调研、兴趣点 (Point of Interest, POI) 数据抓取、GIS 与遥感技术, 以珠三角东莞市石排镇塘尾村、谷吓村和福隆村为例, 剖析不同类型农村居民点用地混合利用特征及驱动力。结果表明: 1) 农村居民点用地多样性从小到大为谷吓村、塘尾村、福隆村, 其中, 土地利用多样性从小到大为谷吓村、福隆村、塘尾村, 住宅用地非居住功能多样性从小到大为谷吓村、塘尾村、福隆村, 工业用地商业功能多样性从小到大为谷吓村、塘尾村、福隆村; 2) 农村居民点用地兼容性从小到大为谷吓村、福隆村、塘尾村, 其中, 土地利用兼容性从小到大为福隆村、谷吓村、塘尾村, 业态兼容性从小到大为谷吓村、福隆村、塘尾村; 3) 综合多样性和兼容性指标的农村居民点用地混合利用度从小到大为谷吓村、福隆村、塘尾村。塘尾村受乡村旅游政策及村域的历史和人文资源驱动, 农村居民点用地混合利用程度高; 谷吓村交通和区位良好, 但仅有沿交通干道两侧的村民发展商业, 农村居民点用地混合利用度相对较低; 福隆村受珠三角外向型经济带动并充分利用产城融合更新政策发展工业, 农村居民点用地混合利用程度较高。农村居民点用地混合利用由多样性和兼容性共同决定, 研究可为编制村庄规划、协同推进乡村产业发展与人居环境提升提供决策依据。

关键词: 农村; 土地利用; 农村居民点; 特征; 驱动力; 石排镇

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.03.031

中图分类号: F301.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2022)-03-0267-09

张佰林, 王昭颖, 朱敏杰. 农村居民点用地混合利用特征及驱动力[J]. 农业工程学报, 2022, 38(3): 267-275.

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.03.031 <http://www.tcsae.org>

Zhang Bailin, Wang Zhaoying, Zhu Minjie. Characteristics and driving forces of the mixed use of rural settlement land[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2022, 38(3): 267-275. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.03.031 <http://www.tcsae.org>

0 引言

历史上, 农村居民点一直是人类聚居的主要场所, 2018 年全球仍有高达 44.72% 的人口居住在乡村地区, 在一些发展中国家甚至超过 80%^[1]。作为全球最大的发展中国家, 中国农村人口众多, 农村居民点量多面广^[2], 第三次全国国土调查数据显示, 村庄用地占全部建设用地的比例高达 53.67%。即使到 2030 年中国城镇化率达到 70%, 将仍有超过 4 亿的人口生活居住在乡村地区。作为村民生产生活的载体, 农村居民点用地是一个产住共同体^[3], 尤其在中国都市郊区及东部经济发达地区, 受非农要素辐射和带动强烈, 农村居民点用地类型由单一到多样, 由多样到复合, 成为兼具居住、工业、商旅等的多功能复合体^[4-5], 具有显著的混合利用特征^[6]。

土地混合利用起源于西方城市规划领域, 指两种及以上的土地利用类型在一定空间和时间范围内的混合利用状态, 是促进土地集约利用、激发地区活力的重要途径^[7]。土地混合利用不仅包含多样性的内涵, 更强调土地

利用类型之间相互作用的兼容性^[8]。当前研究除了将土地混合利用应用于城市用地规划外^[9], 还探讨了土地混合利用与城市居民出行活动^[10]、城市活力^[11]及邻里街区活力^[12]等的关系; 在测度方法上集中于多样性指标, 关注城市居住、商服、工业等用地的丰富度^[13-14], 近些年也有学者对农村居民点内部用地的多样性进行了测算^[15]。总体来说, 土地混合利用测度缺少对兼容性的探讨^[16]。兼容性侧重土地利用之间互相协调的特性, 是表达不同用地之间“关系”的属性^[17]。例如, 农村居民点内部 2 个相邻地块, 功能分别为居住和污染性工业, 土地混合利用的兼容性较差, 但多样性却不能表达两地块互斥的特性。因此, 在多样性基础上加入兼容性指标进行农村居民点用地混合利用测度, 是从研究领域和方法上对土地混合利用研究的丰富。

在中国, 农村居民点建设与规划长期处于自发、随意和无序状态^[18-19], 人居环境恶化、污染事件频发, 主要原因是农村居民点内部各地块混杂布局, 土地利用兼容性较差^[20-21]。中国广泛开展的农村居民点整治, 政府多将新村建造成功能单一的居住小区, 对农村居民点产业用地规划不足, 忽视了土地利用多样性^[22-23]。因此, 从多样性和兼容性两方面开展农村居民点用地混合利用研究, 是破解中国农村居民点发展重大难题的重要突破口, 已在近期多项政策中得到重视。2021 年中央一号文

收稿日期: 2021-07-03 修订日期: 2021-09-11

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41801193; 42077434; 42071249), 中央高校基本科研业务费专项资金 (GK202103126)

作者简介: 张佰林, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为农村居民点评价与规划, 农村发展与土地利用转型。Email: zhangbailin135@163.com

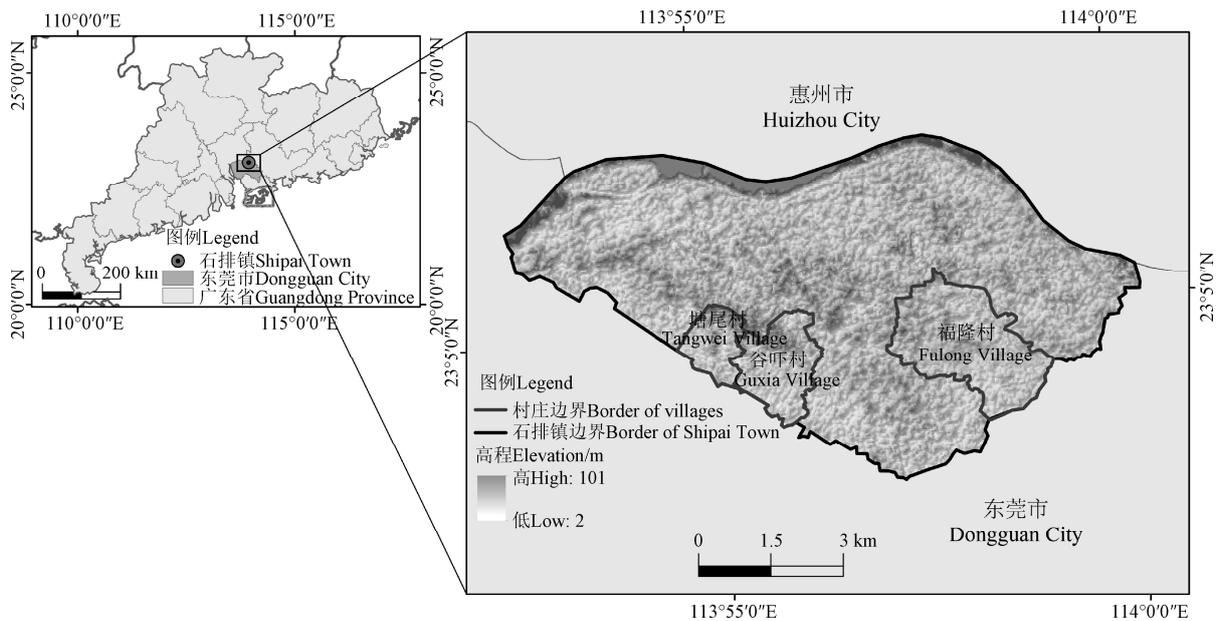
件提出“实施农村人居环境整治提升五年行动”，旨在提高农村居民点内部地块的兼容性，改善农村人居环境质量；村庄规划强调农村居民点内部地类的多样性，落实建设用地指标支持农村产业融合发展，2019年《关于加强村庄规划促进乡村振兴的通知》指出“各地可在乡镇国土空间规划和村庄规划中预留不超过5%的建设用地机动指标，村民居住、农村公共公益设施、零星分散的乡村文旅设施及农村新产业新业态等用地可申请使用”，2020年中央一号文件提出“新编县乡级国土空间规划应安排不少于10%的建设用地指标，重点保障乡村产业发展用地”。可见，强调农村居民点是一个产住用地复合体，倡导农村居民点用地混合利用也是服务国家乡村振兴战略的客观需求。

基于此，本文探索性构建基于多样性和兼容性的农村居民点用地混合利用测度方法，以经济发达的珠三角为研究区，探讨工业、商业、旅游等不同产业主导村的农村居民点用地混合利用特征差异并剖析其驱动力。在理论上丰富土地混合利用的测度方法，在实践中为村庄规划编制、农村人居环境整治及农村产业融合发展用地保障提供决策支持。

1 研究区域与方法

1.1 研究区概况

珠三角地区毗邻港澳，在外向型经济的驱动下，乡村非农业产业迅速发展，农村居民点用地类型高度多元化和非农化。以地处珠三角经济发达的东莞市石排镇为研究区，通过大量实地调研和访谈，选择3个较有代表性的不同产业主导村塘尾村、谷吓村和福隆村（图1）。塘尾村2020年户籍人口1098人，外来人口约5000人，村域面积0.9 km²，拥有明清古村落，大力发展乡村旅游，先后被评为广东省旅游特色村（2008年）、国家4A级旅游景区（2016年）和广东省文化和旅游特色村（2021年）；谷吓村2020年户籍人口1863人，外来人口约6000人，村域面积2 km²，该村对外联系便利，石排大道（省道120）、太和路和石岗大道穿过该村，沿主要道路两侧建房的村民利用住宅经营零售、美发、汽修、五金建材等商铺，村庄商业功能多样化；福隆村2020年户籍人口5998人，外来人口约1万人，村域面积3.7 km²，村庄共有3个工业园区，2017年工业企业为251个，占石排镇工业企业总量的15.45%，是石排镇工业企业数量最多的村。



注：该图基于自然资源部标准地图服务审图号为GS(2020)4619的地图制作，底图无修改。

Notes: This map is based on the map no. GS(2020)4619 of the Standard Map Service of the Ministry of Natural Resources, without modification of the base map.

图1 研究区位置

Fig.1 Location of the study area

1.2 数据来源与处理

课题组于2020年8月，运用参与式农村评估和问卷调查相结合获取3个村土地利用和社会经济数据。基于LocaSpace Viewer下载石排镇2020年Google earth高清影像（分辨率为0.6 m），从石排镇1:10万行政区划图提取石排镇、塘尾村、谷吓村和福隆村行政边界并与遥感影像配准，通过目视解译与实地踏勘相结合的方式提取并矢量化研究区农村居民点用地斑块和边界。农村居民

点内部用地提取和划分过程如下：结合实地调研与访谈，将农村居民点内部地块进行切割和矢量化，对每个地块进行核实并编号，用ArcMAP/Attribution进行录入，导入Geodatabase数据库，将每个编号添加字段，录入地块的性质，功能及使用状况等属性信息，并参考《城市用地分类标准与规划建设用地标准GB-50137（GB50137-2011）》中的村庄建设用地分类标准，得到研究区农村居民点用地分类（表1）。

表 1 农村居民点用地分类

Table 1 Classification of the rural residential land

土地利用类型 Land use type	内涵 Connotation
住宅用地 Residential land (I)	村民户独家使用的低层住宅用地、适应新型农村社区建设形成的多层、中层、村民集中居住用地等村庄用于生活居住的用地。
公共服务用地 Public service land (II)	村内公共管理、文体、教育、医疗卫生、社会福利、民俗、宗教等设施用地。
商业设施用地 Commercial land (III)	村内各类商业服务业的店铺，小超市、小卖部、小饭馆等以及集贸市场用地。
旅游用地 Tourism land (IV)	村庄旅游景点以及村集体独立设置的用于旅游接待服务的设施用地。
工业用地 Industrial land (V)	村庄内工业生产性建筑及其设施。
基础设施用地 Infrastructure land (VI)	村庄内各类道路用地、停车场、公交站点等交通设施以及排水、供电、供气等公用设施。
绿地与公共空间 Green space and public space (VII)	有一定游憩设施的公共绿地、用于安全、卫生、防风等的防护绿地以及用于村民活动的公共开放空间用地。

运用 OSpider 抓取 3 个村 2020 年的兴趣点 (Point of Interest, POI) 数据, 统计共获取 15 种商业业态和 18 种工业业态, 其中, 塘尾村共 40 个商业 POI、14 个工业 POI, 谷吓村共 36 个商业 POI、20 个工业 POI, 福隆村共 262 个商业 POI、64 个工业 POI (表 2)。参考《城市用地分类与规划建设用地标准 (GB50137-2011)》与《国民经济行业分类 (GB/T 4754-2017)》, 将 3 个村 POI 数据分成 3 类业态, 一类业态对居住和公共设施等环境基本无干扰、无污染和无安全隐患, 二类业态对居住和公共设施等环境有一定干扰、污染和安全隐患, 三类业态对居住和公共设施等环境有严重干扰、污染和安全隐患。

表 2 研究区工商业 POI 及其业态分类

Table 2 Commercial and industrial POI (Point of Interest) in the study area and its classification

业态 Industry	POI 类型 Type of POI	塘尾村 Tangwei	谷吓村 Guxia	福隆村 Fulong
一类商业 Business 1 (B ₁)	综合零售	1	1	54
	批发	1	0	0
	休闲娱乐	3	0	9
	药房诊所	4	1	14
	家具零售	0	0	3
	文化传媒	0	1	1
	日用品零售	0	0	1
	文体用品零售	0	0	2
	服装零售	0	0	2
	眼镜销售	0	1	1
生活服务	3	11	34	
二类商业 Business 2 (B ₂)	餐饮店	18	10	65
	美容美发美甲	3	3	10
	食品零售	0	0	6
三类商业 Business 3(B ₃)	五金建材销售	3	2	43
	汽车服务	4	6	17
一类工业 Industry 1(I ₁)	电子器件制造	1	3	17
	科技服务	0	2	0
二类工业 Industry 2 (I ₂)	塑料制造	5	5	11
	专用设备制造	4	1	5
	日用产品制造	2	0	1
	化学纤维制造	0	1	1
	玻璃制造	0	1	0
	照明器具制造	0	1	1
	鞋制造	0	1	0
	服装制造	0	1	1
	包装材料制造	0	0	2
	眼镜制造	0	0	1
三类工业 Industry 3 (I ₃)	金属制品制造	1	1	12
	印刷	1	0	0
	造纸	0	1	0
	颜料制造	0	1	0
	木材加工	0	1	1
机械加工	0	0	11	

1.3 研究方法

当前研究多采用多样性指数测度土地利用混合度, 对兼容性考虑不足^[24-25], 集成耦合测度少^[26]。量化指标的单一化难以全面科学地反映土地混合利用的复杂性。基于此, 本文从多样性和兼容性两方面选取指标构建农村居民点用地混合利用测度方法与指标体系。

1.3.1 农村居民点用地多样性

农村居民点用地多样性不仅体现在水平层面土地利用类型的多样性, 也体现在垂直层面土地利用的多功能复合, 即业态的多样性^[27-28]。根据调研村实际, 垂直层面多功能复合表现在居住用地非居住功能 (工商业业态) 和工业用地商业功能 (商业业态)。基于此, 本文从土地利用多样性、住宅用地非居住功能多样性和工业用地商业功能多样性 3 方面测度农村居民点用地多样性。

1) 土地利用多样性

$$D_1 = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (1)$$

式中 D_1 为土地利用多样性指数。 P_i 为第 i 类土地利用类型面积占农村居民点用地面积的比重。 n 为农村居民点用地类型数量。 D 的取值范围为 $[0,1]$, 值越大, 农村居民点用地多样性程度越高。

2) 住宅用地非居住功能多样性

$$D_2 = \frac{\sum_{i=1}^N M_i}{R} \quad (2)$$

式中 D_2 为住宅用地非居住功能多样性指数。 M_i 为村庄住宅用地上第 i 种非居住功能 POI 数量。 N 为非居住功能种类, R 为住宅用地面积, hm^2 。 D_2 的值越大, 村庄住宅用地非居住功能多样性程度越高。

3) 工业用地商业功能多样性

$$D_3 = \frac{M}{B} \quad (3)$$

式中 D_3 为工业用地商业功能多样性指数。 M 为村庄工业用地上商业 POI 数量。 B 为村庄工业用地面积, hm^2 。 D_3 的值越大, 村庄工业用地商业功能多样性水平越高。

1.3.2 农村居民点用地兼容性

农村居民点用地兼容性指多种土地利用类型或产业业态共存会产生正外部性或负外部性。据此, 农村居民点用地兼容性包括土地利用兼容性和业态兼容性。本文运用基于加权向量的混合度指数 (Weighted Vector-based Mix Degree Index, WVMDI) 测度农村居民点用地兼容性^[29], 值越大说明兼容性越高, 农村居民点用地混合利用程度越高。

1) 土地利用兼容性

$$\text{WVMDI}_1 = 1 - \frac{\sum_j^n (C_{ij} \cdot A_i / A_j)}{\sum_j^n (A_i / A_j)} \quad (4)$$

式中 WVMDI_1 为土地利用兼容性指数。 C_{ij} 为兼容性值, 不同地类之间兼容性值如表 3 所示。 A_i/A_j 为农村居民点

地类 *i* 与地类 *j* 的面积比。

表 3 土地利用兼容值表

Table.3 Compatibility value of mixed land use

用地类型 Type of land	II	III	IV	V	VI	VII
I	0	0	0	1	0	0
II		0	0	0.5	0.5	0.5
III			0.5	0.5	0.5	0.5
IV				1	0	0
V					0	1
VI						0

注: 0 表示完全兼容; 0.5 表示有条件兼容; 1 表示不兼容, 赋值参考文献[17]和文献[29]。下同。

Notes: 0 indicates full compatibility; 0.5 indicates conditional compatibility; 1 indicates incompatibility, the compatibility value references document of [17] and [29]. Same as blow.

2) 业态兼容性

$$WVMDI_2 = 1 - \frac{\sum_j^n \left(c_{ij} \cdot \frac{a_i}{d_i} / \frac{a_j}{d_j} \right)}{\sum_j^n \left(\frac{a_i}{d_i} / \frac{a_j}{d_j} \right)} \quad (5)$$

式中 WVMDI₂ 为业态兼容性指数。c_{ij} 为兼容性值, 不同产业业态之间兼容性值如表 4 所示, a_{ij}/d_{ij} 表示农村居民点业态 *i* 或 *j* 的 POI 个数与业态 *i* 或 *j* 所处的地类面积的比值, 如 a_i 为工业业态, 则 d_i 为村庄工业与住宅面积的总和; a_i 为商业业态, 则 d_i 为村庄工业生产与住宅面积的总和。

表 4 农村商业-工业业态兼容性值表

Table 4 Compatibility value of commercial and industrial industry of rural residential land

业态类型 Type of industry	B ₂	B ₃	I ₁	I ₂	I ₃
B ₁	0.5	1	0	0.5	1
B ₂		1	0.5	0.5	1
B ₃			1	1	1
I ₁				0.5	1
I ₂					1

1.3.3 农村居民点用地混合利用度

运用 min-max 标准化法对农村居民点用地混合利用

表 6 农村居民点用地混合利用度

Table.6 Mixed use degree of rural residential land

指标 Indexes	塘尾村 Tangwei	谷吓村 Guxia	福隆村 Fulong	指标 Indexes	塘尾村 Tangwei	谷吓村 Guxia	福隆村 Fulong
土地利用多样性 Variety of land use	0.74	0.68	0.69	土地利用兼容性 Compatibility of land use	1.00	0.91	0.86
住宅用地非居住功能多样性 Variety of non-residential functions on residential land	0.98	0.38	1.00	业态兼容性 Compatibility of activities	1.00	0.58	0.85
工业用地商业功能多样性 Variety of business function on industrial land	0.63	0.22	1.00	兼容性 Compatibility degree	1.00	0.78	0.86
多样性 Variety degree	0.78	0.51	0.84	农村居民点用地混合利用度 Mixed use degree of rural residential land	0.87	0.63	0.84

工业化、城镇化进程中, 3 个农村居民点用地由以住宅用地为主, 逐步向住宅、工业、商业用地多样化转型(表 7), 并逐步分化为不同产业主导村。塘尾村依托明清古村落建筑群开发乡村旅游, 部分早期村庄住宅用地转变为旅游用地, 加上配套的商业和公共服务设施, 其

各项测度指标进行数据标准化, 运用特尔菲法对各指标赋予权重(表 5), 标准化公式如下:

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (6)$$

式中 X' 为该指标标准化后的值, X 为该指标标准化前观测值, X_{min} 和 X_{max} 分别为该指标的最小值和最大值。

农村居民点用地混合利用度的计算公式为

$$A_d = \sum_{a=1}^3 X'_a \omega_a \quad (7)$$

$$A_c = \sum_{a=4}^5 X'_a \omega_a \quad (8)$$

$$A_L = A_d \omega_d + A_c \omega_c \quad (9)$$

式中 A_L 为农村居民点用地混合利用度, A_d 为农村居民点用地多样性, A_c 为农村居民点用地兼容性, X'_a、ω_a 分别为二级指标标准化值及其对应的权重, ω_d、ω_c 分别为一级指标的权重(表 5)。

表 5 农村居民点用地混合利用度权重

Table 5 Weight of mixed use degree of rural residential land

	一级指标 Index of first grade	一级指标权重 Weight of first grade index	二级指标 Index of second grade	二级指标权重 Weight of second grade index
农村居民点用地混合利用度 Mixed use degree of rural residential land	农村居民点用地多样性	0.56	土地利用多样性 X ₁	0.53
			住宅用地非居住功能多样性 X ₂	0.25
			工业用地商业功能多样性 X ₃	0.22
	农村居民点用地兼容性	0.44	土地利用兼容度 X ₄	0.62
			农村居民点业态兼容度 X ₅	0.38

2 结果与分析

2.1 农村居民点用地混合利用特征

2.1.1 多样性特征

农村居民点用地多样性测度结果为谷吓村<塘尾村<福隆村, 其中, 土地利用多样性为谷吓村<福隆村<塘尾村, 住宅用地非居住功能多样性为谷吓村<塘尾村<福隆村, 工业用地商业功能多样性为谷吓村<塘尾村<福隆村(表 6)。

用地类型最多(7 种)、用地结构均衡, 土地利用多样性水平最高(0.74); 外来游客增加对塘尾村土地利用多功能提出需求, 村民利用住宅经营特色农家餐馆、农家乐等。同时, 该村也有大量工业用地(42.07%), 村民在土地垂直空间发展服务工业的商业业态。因此, 塘尾村

住宅用地非居住功能多样性和工业用地商业功能多样性水平较高，分别为 0.98 和 0.63，均仅次于福隆村。

表 7 农村居民点用地利用结构

土地利用类型 Land use types	塘尾村 Tangwei	谷吓村 Guxia	福隆村 Fulong
住宅用地 Residential land	14.62	42.67	28.15
公共服务用地 Public service land	2.38	5.18	5.04
商业设施用地 Commercial land	2.12	0	3.07
旅游用地 Tourism land	9.15	0	0
工业生产用地 Industrial land	42.06	28.23	45.49
村庄基础设施用地 Infrastructure land	22.2	22.08	15.26
绿地与公共空间 Green space and public space	7.47	1.84	2.99

谷吓村农村居民点用地类型最少（5 类）、集中程度最高，居住用地占比高达 42.67%，因此其土地利用多样

性指数最低（0.68）。沿交通干道两侧的村民利用住宅经营商业，如餐饮、零售等，但空间范围相对较小，因此住宅用地非居住功能多样化程度最低（0.38）。由于该村工业用地占比最少（28.23%），且商业多布局在沿路的住宅用地上，工业用地上的商业业态少，其工业用地商业功能多样化水平最低（0.22）。

福隆村出现大量产业用地，尤其是工业用地占比高达 45.49%，形成了规模化工业园（图 2），其土地利用多样性水平较高（0.69）。工业发展吸引了大量外来务工人员，其生活和居住需求带动了本村餐饮、住宿等业态的发展，村民利用住宅经营商业或者出租，引发住宅用地非居住功能多样化。工业发展的同时，出现了大量服务工业的商业业态，如五金建材销售，注塑维修等，这些服务性商业多在工业用地上，引发工业用地商业功能多样化。

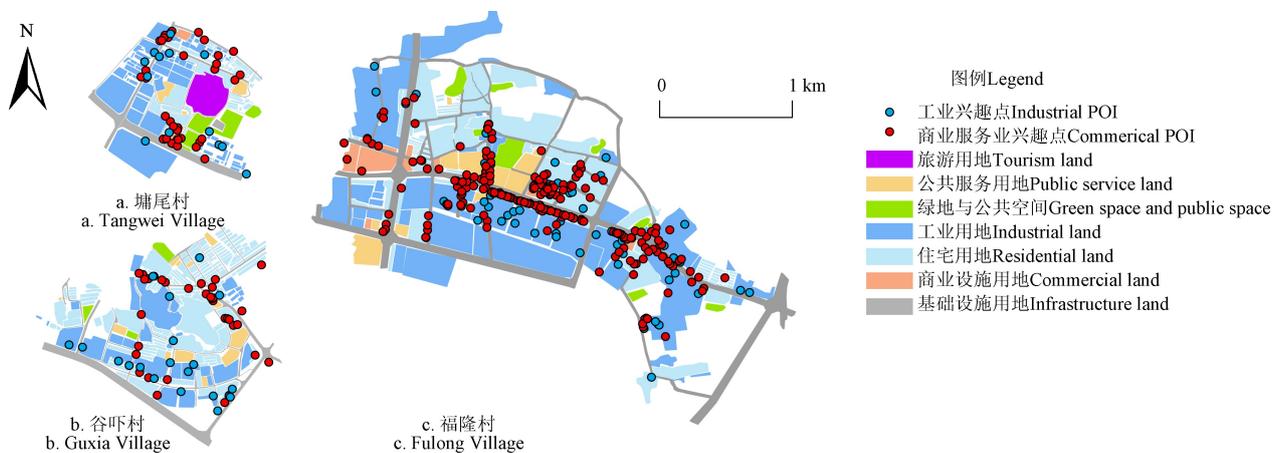


图 2 案例村农村居民点用地混合利用结构图

Fig.2 Mixed use structure of residential land in the study area

2.1.2 兼容性特征

农村居民点用地兼容性测度结果为谷吓村<福隆村<塘尾村，其中，土地利用兼容性为福隆村<谷吓村<塘尾村，业态兼容性为谷吓村<福隆村<塘尾村。

塘尾村在发展乡村旅游过程中极为重视对村庄环境的整治，其基础设施用地、绿地等正外部性地类占比最高，土地利用兼容性程度高。发展乡村旅游需较高的村庄环境质量，村内经营的多为农家乐、民宿、零售等一类商业，此类产业对环境无污染或污染性较少，因此，塘尾村业态兼容性程度高。

谷吓村工商业用地占比最小，多为住宅用地和公共服务用地，地类的负外部性不明显，其兼容性较高（0.91），仅次于塘尾村。但是，谷吓村沿交通干道新建或经过改造的住宅用地作为住宿、工业厂房等，有大量二类商业，比如餐饮店、美容美发等，以及三类商业，如五金建材和汽车服务，且与住宅用地混在一起，其业态兼容性程度低（0.58）。

福隆村作为工业村，工业用地占比最高，基础设施用地及绿地等正外部性较强的地类占比较小，其土地利

用兼容性程度低（0.86）。该村工业以塑料制造、五金建材、金属制品制造为主，多布局在 3 个工业园内，业态的混杂程度较轻、垂直分布在其他用地的情况少，业态兼容性相对较高（0.85）。

2.2 农村居民点用地混合利用驱动力

综合多样性和兼容性指标的农村居民点用地混合利用度测度结果为谷吓村<福隆村<塘尾村。广东省 2018 年出台《广东省促进全域旅游发展实施方案》，乡村旅游被视为发展全域旅游的重点，2019 年发布的《关于贯彻落实省委省政府工作部署实施乡村振兴战略若干用地政策措施（试行）》明确提出加大乡村旅游业用地的支持力度，鼓励各地探索以“点状”供地模式支持休闲农业和乡村旅游项目发展。塘尾村抓住政策机遇，深挖村庄人文历史和乡村民俗，对历史名人故居进行整体保护与修缮，创立“塘尾艺术家联盟”推动古村落活化利用，同时结合塘尾古村落生态公园、塘尾古韵步行街和古村文化长廊等旅游配套设施的修建，推进“旅游+产业+生活”高质量融合发展，驱动农村居民点用地多样性与兼容性的协同提升（图 3）。

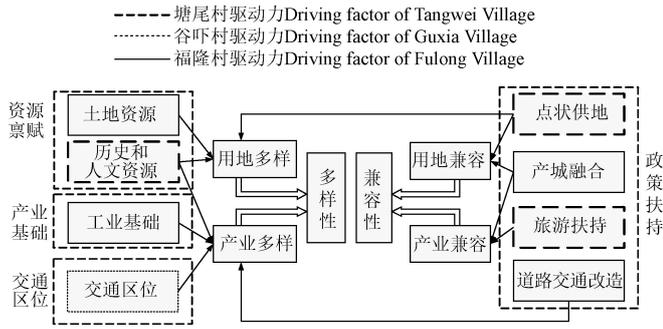


图3 研究区农村居民点用地混合利用驱动机理

Fig.3 Driving mechanism of mixed use of rural residential land in the study area

石排镇太和路、里仁路、龙腾路和石岗大道等多条主要交通干道穿过谷吓村，该村绝大部分商业聚集在干道沿侧的村庄住宅用地上，带动干道沿线住宅用地功能转型。距离主要交通干道越近，村庄住宅用地非居住功能多样性指数越大。但是，商业混杂在住宅用地上，也引发人居环境质量下降。因此，谷吓村农村居民点用地混合利用度较低。

福隆村依托珠三角良好的经济发展环境和本村相对丰富的土地资源，大力发展工业，引发工业用地大面积扩张，形成集中的工业园区。在石排镇推动工业、农业、文旅业和生产性服务业高质量发展背景下，福隆村积极开展产城融合类更新，与石排镇开展工业园区更新改造村镇合作项目。同时，镇政府对福隆村干道进行了升级改造，进一步提升了福隆村道路的运输能力。福隆村充分利用其工业基础优势，结合政策支持，推动农村工业改造升级，引导产业集中布局，业态多样性和兼容性逐渐提高，促使农村居民点用地混合利用度逐步提升。

3 讨论

3.1 综合多样性和兼容性指标完善了土地混合利用测度体系

当前研究在评价土地混合利用时主要采用多样性指标^[30]，例如采用香农熵（Shannon entropy formula）、Hill Numbers 多样性指数等单一指标测度土地混合利用度^[31-32]。有学者指出，量化体系的简单化与土地混合利用问题的复杂性并不匹配，无法反映相同数量地类的相关关系^[33]，而兼容性指标关注的恰好是不同类别土地相互排斥或兼容的关系^[25]。并非所有的土地利用彼此间都会产生正外部性，互相排斥的用地或业态混合，即产生负外部性，会导致环境污染和人居环境质量下降。因此，除了考虑数量结构，还应关注土地利用的空间关系维度即土地利用的兼容性，构建更加综合和全面的评价模型测度农村居民点用地混合利用程度。

当前，也有部分学者对农村居民点用地混合利用做了初步探讨，但多是基于理论层面的学理性分析，例如，朱晓青等^[34]基于土地混合利用理论，阐释了海岛产住混合聚落的演化范式和动因，程哲等^[35]认为城市边缘区的农村建设用地形成了性质混合、功能混合、开发方式混

合3个特征，张佰林等^[6]对农村居民点用地混合利用的内涵、特征、驱动机理进行了初步的学理性解析。本文综合多样性和兼容性对农村居民点用地混合利用度进行了测度，从土地利用多样性、住宅用地非居住功能多样性和工业用地商业功能多样性测度农村居民点用地多样性，从土地利用兼容性和业态兼容性测度农村居民点用地兼容性，是对土地混合利用研究领域的扩展和对土地混合利用测度方法与指标体系的完善。

3.2 农村居民点用地混合利用是多样性和兼容性的综合结果

多样性和兼容性共同决定了农村居民点用地混合利用度。例如，本文中的福隆村农村居民点用地多样性虽然高于塘尾村，但由于其兼容性低，因此其混合度低于塘尾村。多样性是农村居民点用地混合利用的基础，只有多样才有可能“混”。农村产业发展需求直接促进了农村居民点用地的多样性，尤其是促使产业用地迅速扩张。本文中的3个村地处珠三角，经济发达，福隆村、塘尾村、谷吓村工业用地占比分别高达45.49%、42.07%和28.23%。作为农户生产又生活的场所，农村居民点用地多样性是保障农村产业发展、实现乡村产业兴旺的基础和载体；农村居民点用地混合利用不仅体现在多样性基础上的“混”，更体现在兼容性基础上的“合”。农村居民点用地兼容性程度越高，说明其内部各地类相互作用引发的诸如污染等负外部效应越少。提高农村居民点用地的兼容性，避免各地类和业态混合布局引发的冲突和污染，优化农村居民点用地多功能性，是改善农村人居环境质量的关键途径。

3.3 政策建议

农村居民点用地混合利用成为实现土地多功能集约利用、激发乡村活力的重要手段，为建设用地由增量规划向存量甚至减量规划提供了新思路。村庄规划应遵循农村居民点用地混合利用特征，除了要考虑农村居民点内部用地多样性，发挥其生产生活多功能之外，还要考虑各地类的性质与空间布局^[36]，避免兼容性差从而降低人居环境质量等问题。

塘尾村在发展乡村旅游过程中注重对人居环境的改善，农村居民点用地兼容性较高，但旅游用地的缺乏导致旅游业发展缓慢，因此应通过村庄规划调整农村居民点用地结构，适当增加旅游及相关地类，提高农村居民点用地多样性；谷吓村通过住宅用地功能转型发展商业经济，但也导致各种不兼容的业态混杂，引发人居环境质量下降，因此，应通过村庄规划调整用地结构，适当增加产业用地比例，避免污染性的产业与居住用地混杂，以达到改善人居环境质量的目标；福隆村工业用地占比较高，由于分布集中且与居住用地等隔离，各类业态混杂的程度低，农村居民点用地兼容性反而比谷吓村高，该村未来发展的方向是促进工业用地转型，优化农村居民点用地多功能，满足乡村振兴背景下农户多样化需求。

3.4 不足与展望

本文中的3个村，村民在土地垂直空间发展多样化

业态, 引发农村居民点用地功能复合利用, 也是农村居民点用地混合利用的重要特征, 显著增加了农村产业类型, 尤其是在建设用地指标紧缺背景下, 可提升农村建设用地集约利用程度。本文对农村居民点用地垂直空间混合利用的测度主要通过采集工商业 POI 数据, 以单位居住用地工商业 POI 数据量、单位工业用地商业 POI 数据量等进行定量测度, 但由于农村地区的 POI 数据较少, 因此测度结果可能并不十分精确。未来应加强土地垂直空间混合利用的定量研究。

4 结 论

1) 综合多样性指标和兼容性指标的农村居民点用地混合利用度为谷吓村<福隆村<塘尾村。其中, 多样性为谷吓村<塘尾村<福隆村, 兼容性为谷吓村<福隆村<塘尾村。

2) 农村居民点用地多样性由土地利用多样性、住宅用地非居住功能多样性、工业用地商业功能多样性 3 个指标构成。塘尾村土地利用多样性指数最高, 以经营民宿为特色的住宅用地非居住功能多样性和工业用地商业功能多样性较高; 谷吓村沿路两侧的村民利用住宅经营商业, 土地利用多样性、住宅用地非居住功能多样性和工业用地商业功能多样性均最低; 福隆村土地利用多样性指数较高, 以出租为主的住宅用地非居住功能和以零售为主的工业用地商业功能多样性指数均最高。

3) 农村居民点用地兼容性由土地利用兼容性和业态兼容性 2 个指标构成。塘尾村发展乡村旅游, 正外部性地类占比高, 业态多为一类商业, 土地利用兼容性及其业态兼容性最高; 谷吓村土地利用兼容性较高, 但住宅用地上混杂二三类商业, 导致其业态兼容性差; 福隆村是工业村, 土地利用兼容性最低, 但工业布局在工业园, 业态兼容性相对较高。

4) 塘尾村受乡村旅游政策支持和本村丰富的历史和人文资源驱动, 农村居民点用地混合利用程度高; 谷吓村交通和区位条件良好, 但只是沿交通干道两侧的村民发展商业, 农村居民点用地混合利用度并不高; 福隆村受珠三角外向型经济带动并充分利用产城融合更新等政策发展工业, 农村居民点用地混合利用程度较高。

【参 考 文 献】

- [1] Liu Y S, Li Y H. Revitalize the world's countryside[J]. *Nature*, 2017, 548: 275-277.
- [2] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞, 等. 2007—2015 年中国农村居民点用地与农村人口时空耦合关系[J]. *自然资源学报*, 2018, 33(11): 1861-1871.
Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui, et al. Coupling analysis of rural residential land and rural population in China during 2007-2015[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(11): 1861-1871. (in Chinese with English abstract)
- [3] 李小建, 胡雪瑶, 史焱文, 等. 乡村振兴下的聚落研究: 来自经济地理学视角[J]. *地理科学进展*, 2021, 40(1): 3-14.
Li Xiaojian, Hu Xueyao, Shi Yanwen, et al. The role of rural settlements in rural revitalization: Perspective of economic geography[J]. *Progress in Geography*, 2021, 40(1): 3-14. (in Chinese with English abstract)
- [4] 曲衍波. 论乡村聚落转型[J]. *地理科学*, 2020, 40(4): 572-580.
Qu Yanbo. Transition of rural settlements: Concept, feature, mechanism and path[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(4): 572-580. (in Chinese with English abstract)
- [5] 席建超, 王新歌, 孔钦钦, 等. 旅游地乡村聚落演变与土地利用模式: 野三坡旅游区三个旅游村落案例研究[J]. *地理学报*, 2014, 69(4): 531-540.
Xi Jianchao, Wang Xinge, Kong Qinqin, et al. Spatial morphology evolution of rural settlements induced by tourism: A comparative study of three villages in Yesanpo tourism area, China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(4): 531-540. (in Chinese with English abstract)
- [6] 张佰林, 钱家乘, 蔡为民. 论农村居民点用地混合利用的研究框架[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(12): 2929-2941.
Zhang Bailin, Qian Jiacheng, Cai Weimin. Discussion on mixed use of rural residential land research framework[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(12): 2929-2941. (in Chinese with English abstract)
- [7] 郑红玉, 吴次芳, 沈孝强. 土地混合利用研究评述及框架体系构建[J]. *经济地理*, 2018, 38(3): 157-164.
Zheng Hongyu, Wu Cifang, Shen Xiaoqiang. Review on the research context of mixed land use and systematic framework construction[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(3): 157-164. (in Chinese with English abstract)
- [8] Manaugh K, Kreider T. What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix[J]. *Journal of Transport & Land Use*, 2013, 6(1): 63-72.
- [9] Jacobs C C, Rietveld P, Koomen E, et al. Evaluating the impact of land-use density and mix on spatiotemporal urban activity patterns: An exploratory study using mobile phone data[J]. *Environment & Planning A*, 2014, 46(11): 2769-2785.
- [10] Seong E Y, Lee N H, Choi C G. Relationship between land use mix and walking choice in high-density cities: A review of walking in Seoul, South Korea[J]. *Sustainability*. 2021, 13(2): 1-16.
- [11] Meng Y, Xing H F. Exploring the relationship between landscape characteristics and urban vibrancy: A case study using morphology and review data[J]. *Cities*, 2019, 95: 102389.
- [12] Motieyan H, Azmoodeh M. Evaluation of land-use mixed-ness at street level through spatial analyses and Gini method[J/OL]. *Geography and Sustainability of Environment*, 2021. [2021-07-02] <https://doi.org/10.22126/GES.2021.5844.2308>.
- [13] Abdullahi S, Pradhan B, Mansor S, et al. GIS-based modeling for the spatial measurement and evaluation of mixed land use development for a compact city[J]. *Mapping Sciences & Remote Sensing*, 2015, 52(1): 18-39.
- [14] Bordoloi R, Mote A, Sarkar P P, et al. Quantification of land use diversity in the context of mixed land use[J]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2013, 104: 563-572.
- [15] 姜广辉, 张凤荣, 周丁扬, 等. 北京市农村居民点用地内部结构特征的区位分析[J]. *资源科学*, 2007, 29(2): 109-116.

- Jiang Guanghui, Zhang Fengrong, Zhou Dingyang, et al. Analyzing the land use structure characteristic of rural residential area in Beijing City[J]. *Resources Science*, 2007, 29(2): 109-116. (in Chinese with English abstract)
- [16] 张佰林, 姜广辉, 曲衍波. 经济发达地区农村居民点生产居住空间权衡关系解析[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(13): 253-261.
- Zhang Bailin, Jiang Guanghui, Qu Yanbo. Trade-off of productive and dwelling space of rural settlement in developed areas[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2019, 35(13): 253-261. (in Chinese with English abstract)
- [17] 师浩辰, 赵渺希, 陈佩谦. 土地混合使用视角下的地块间兼容度测度: 以湖南省湘潭市市辖区为例[J]. *热带地理*, 2021, 41(4): 746-759.
- Shi Haochen, Zhao Miaoxi, Chen Peiqian. Measuring the functional compatibility of land from the perspective of land-use mix: A case study of Xiangtan[J]. *Tropical Geography*, 2021, 41(4): 746-759. (in Chinese with English abstract)
- [18] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴[J]. *地理学报*, 2018, 73(4): 637-650.
- Liu Yansui. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 637-650. (in Chinese with English abstract)
- [19] 杨庆媛, 田永中, 王朝科, 等. 西南丘陵山地区农村居民点土地整理模式: 以重庆渝北区为例[J]. *地理研究*, 2004, 23(4): 469-478.
- Yang Qingyuan, Tian Yongzhong, Wang Chaoke, et al. On the land use characteristics and the land consolidation models of rural residential area of the hilly and mountainous regions in Southwest China: A case of Chongqing[J]. *Geographical Research*, 2004, 23(4): 469-478. (in Chinese with English abstract)
- [20] 张凤荣, 周建, 张佰林. 基于内部用地结构及其功能的农村居民点整理潜力辨析[J]. *中国农业大学学报*, 2016, 21(5): 155-160.
- Zhang Fengrong, Zhou Jian, Zhang Bailin. Construction land consolidation potential analysis for rural settlements from aspects of land use structure and their functions[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2016, 21(5): 155-160. (in Chinese with English abstract)
- [21] 张正峰, 赵伟. 农村居民点整理潜力内涵与评价指标体系[J]. *经济地理*, 2007, 27(1): 137-140.
- Zhang Zhengfeng, Zhao Wei. Connotation and evaluating indicator system of rural residential land consolidation potentiality[J]. *Economic Geography*, 2007, 27(1): 137-140. (in Chinese with English abstract)
- [22] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构[J]. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576.
- Long Hualou, Tu Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576. (in Chinese with English abstract)
- [23] 曲衍波, 董晓珍, 平宗莉, 等. 人地协调视角下农村居民点利用质量评价与提升策略[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(18): 252-262.
- Qu Yanbo, Dong Xiaozhen, Ping Zongli, et al. Quality evaluation and improvement strategies of rural residential areas utilization from the perspective of human and land coordination[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2021, 37(18): 252-262. (in Chinese with English abstract)
- [24] 谢奔一, 蒋惠园. 基于路网饱和度的城市土地混合利用规划[J]. *公路交通科技*, 2015, 32(5): 129-134.
- Xie Benyi, Jiang Huiyuan. Urban mixed-land-use planning based on road network saturation[J]. *Journal of Highway and Transportation Research and Development*, 2015, 32(5): 129-134. (in Chinese with English abstract)
- [25] 郑红玉, 黄建洪, 卓跃飞, 等. 土地混合利用测度研究进展[J]. *中国土地科学*, 2019, 33(3): 95-104.
- Zheng Hongyu, Huang Jianhong, Zhuo Yuefei, et al. Research progress on the measurement of mixed land use[J]. *China Land Sciences*, 2019, 33(3): 95-104. (in Chinese with English abstract)
- [26] Yue Y, Zhuang Y, Anthony G O, et al. Measurements of POI-based mixed use and their relationships with neighbourhood vibrancy[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2017, 31(4): 658-675.
- [27] Su K C, Hu B Q, Shi K F, et al. The structural and functional evolution of rural homesteads in mountainous areas: A case study of Sujiaying village in Yunnan province, China[J]. *Land Use Policy*, 2019, 88, 104100.
- [28] 蔡为民, 张亦弛. 基于“反规划”理论的村庄“留白”用地选取研究: 以天津市洪水庄村为例[J]. *中国土地科学*, 2020, 34(12): 34-43.
- Cai Weimin, Zhang Yichi. Study on the selection of rural “Blank Land” based on the “Anti-Planning” theory: A case study of Hongshuizhuang village in Tianjin City[J]. *China Land Sciences*, 2020, 34(12): 34-43. (in Chinese with English abstract)
- [29] Zhuo Y F, Zheng H Y, Wu C F, et al. Compatibility mix degree index: A novel measure to characterize urban land use mix pattern[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2019, 75: 49-60.
- [30] Eck J R, Koomen E. Characterising urban concentration and land-use diversity in simulations of future land use[J]. *The Annals of Regional Science*, 2008, 42(1): 123-140.
- [31] Xing H F, Meng Y, Shi Y. A dynamic human activity—driven model for mixed land use evaluation using social media data[J]. *Transactions in GIS*, 2018, 22(5): 1130-1151.
- [32] Yue W Z, Chen Y, Zhang Q, et al. Spatial explicit assessment of urban vitality using multi-source data: A case of Shanghai, China[J]. *Sustainability*, 2019, 11(3): 638.
- [33] Song W, Li H H. Spatial pattern evolution of rural settlements from 1961 to 2030 in Tongzhou District, China[J]. *Land Use Policy*, 2020, 99: 105044.
- [34] 朱晓青, 邬轶群, 翁建涛, 等. 混合功能驱动下的海岛聚落范式与空间形态解析: 浙江舟山地区的产住共同体实证[J]. *地理研究*, 2017, 36(8): 1543-1556.
- Zhu Xiaqing, Wu Yiqun, Weng Jiantao, et al. Paradigm and spatial pattern analysis of island settlements based on mixed-use development: A case study of Zhoushan work-live

- community[J]. *Geographical Research*, 2017, 36(8): 1543-1556. (in Chinese with English abstract)
- [35] 程哲, 蔡建明, 杨振山, 等. 半城市化地区混合用地空间重构及规划调控: 基于成都的案例[J]. *城市规划*, 2017, 41(10): 53-59, 67.
Cheng Zhe, Cai Jianming, Yang Zhenshan, et al. Spatial reconstruction and planning response for mixed land use in the peri-urban area: A case study of Chengdu[J]. *City Planning Review*, 2017, 41(10): 53-59, 67. (in Chinese with English abstract)
- [36] 邹亚锋, 谷香香, 罗艺婷, 等. 采用安全韧性理论的农村居民点空间布局优化[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(12): 271-279.
Zou Yafeng, Gu Xiangxiang, Luo Yiting, et al. Spatial layout optimization of rural settlements based on the theory of safety resilience[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2021, 37(12): 271-279. (in Chinese with English abstract)

Characteristics and driving forces of the mixed use of rural settlement land

Zhang Bailin¹, Wang Zhaoying², Zhu Minjie²

(1. *School of Environmental Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387, China;*

2. *School of Economics and Management, Tiangong University, Tianjin 300387, China)*

Abstract: Mixed land use has been widely expected to realize the diversity of production and living functions, further to promote the primary land use for the housing and workplaces. It is necessary to evaluate the nature and spatial layout of land uses for a better compatible ecosystem. However, only a few studies were focused on the mixed use of rural residential land, in terms of the diversity and compatibility of land use. The purpose of this study is to determine the characteristics and driving forces of mixed land use in rural residential land, in order to synergistically improve the land use efficiency, living environment, and industrial development. Three villages (Tangwei, Guxia, and Fulong) were also taken as the examples in Shipai Town, Dongguan City, Guangdong Province, China. A measuring approach was then proposed to fully consider the variety and compatibility of mixed land use using the integrated field research, Point Of Interest (POI) data capture, Geographic Information System (GIS), and remote sensing. The results were as follows. 1) The variety degree of rural residential land was ranked in the ascending order of Guxia, Tangwei, and Fulong Village. Specifically, the diversity of land use was in the ascending order of Guxia, Fulong, and Tangwei village, whereas, the diversity of non-residential functions on residential land was Guxia, Tangwei, and Fulong village, and the variety of business functions on industrial land was Guxia, Tangwei, and Fulong Village. 2) The compatibility degree of rural residential land was Guxia, Fulong, and Tangwei village. Among them, the compatibility of land use was Fulong, Guxia, and Tangwei Village, whereas, the compatibility of activities was Guxia, Fulong, and Tangwei Village. 3) The mixed use degree of rural residential land was Guxia, Fulong, and Tangwei Village, in terms of the integrated variety and compatibility. More importantly, Tangwei Village presented the higher quality of human settlement environment, and the perfect construction of tourism supporting land facilities, indicating a high mixed use degree of rural residential land. This achievement was greatly attributed to rural tourism, as well as rich historical and cultural resources. Although excellent traffic and location conditions, the commercial land that mixed on the residential land was only distributed on both sides of the road in the Guxia village, indicating a low mixed use degree of rural residential land. Driven by the export-oriented economy of the Pearl River Delta, Fulong Village has fully utilized the land resources and policies, such as industry-city integration and renewal to develop industry, thereby promoting the industrial transformation and upgrading, the centralized layout, and transportation infrastructure, indicating a relatively high mixed use of rural residential land. Consequently, the mixed use of rural residential land can be expected to jointly determined by the diversity and compatibility. The demand for rural industrial development can also be greatly contributed to the diversity and compatibility in the rational layout of land use and business types. The findings can provide decision-making on the village planning, for the coordinated promotion of the industrial development and living environment in rural residential land.

Keywords: rural areas; land use; rural residential area; characteristic; driving force; Shipai Town