

基于 GIS 的徐州市乡村聚落空间适宜性分析

单勇兵<sup>1</sup>, 马晓冬<sup>1</sup>, 宣 勇<sup>2</sup>

(1. 江苏师范大学 城市与环境学院,江苏 徐州 221116; 2. 民政部 国家减灾中心,北京 100053)

**摘要:** :以徐州地区 SPOT 与 TM 融合遥感影像为主要数据源,选用了自然、环境和社会人文 3 个方面的 10 个影响因子,借助 ArcGIS 软件的空间分析技术,采用取最小值法对乡村聚落空间分布的适宜性进行评价。在研究区的乡村聚落总面积中,高度适宜、中度适宜、低度适宜、临界适宜和不适宜的乡村聚落面积分别占 10.94%,42.35%,21.52%,18.13%,7.06%,表明徐州地区的乡村聚落适宜性总体上较高。乡村聚落空间适宜性与其密度分布之间呈现出较强的正相关。最后,结合实际情况对不同适宜性的乡村聚落提出了相应的优化调控措施。

**关 键 词:** 乡村聚落;适宜性;GIS;徐州市

**中图分类号:** P208;K901.8      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1003-2363(2012)06-0156-05

0 引言

乡村聚落学是研究乡村居民点的形成、发展、分布和形态变化规律及其与地理环境相互关系的学科,是人地关系地域体系研究的重要领域之一<sup>[1-2]</sup>。近年来,基于 RS 和 GIS 技术对乡村聚落的空间分布规律及格局的定量分析已经有很多成果<sup>[3-8]</sup>,但对乡村聚落所处空间的适宜性研究,国内才刚起步。朱雪欣等从区位因素对农村居民点适宜性进行了研究<sup>[9]</sup>;高艳等对农村居民点用地整理及空间开发的适宜性进行了方法和可行性的探讨<sup>[10-11]</sup>;曲衍波等基于生态位的视角对北京市平谷区农村居民点用地适宜性进行了评价<sup>[12]</sup>;朱亮等对人居环境适宜性进行了研究<sup>[13-15]</sup>;方创琳等对汶川地区居民点与人口的适宜性进行了分析<sup>[16]</sup>。研究者从不同的视角对乡村聚落的适宜性进行了研究,分析评价主要采用模糊评价、层次分析、主成分分析、多因子加权叠加等方法。

乡村聚落空间适宜性评价研究有助于乡村聚落优化调控和统筹发展,对进一步促进乡村聚落用地的集约化、资源配置的合理化及缓解紧张的人地关系等具有十分重要的指导意义。本研究在分析徐州地区 2008 年乡村聚落空间分布规律<sup>[8]</sup>的基础上,主要采用 GIS 空间分析技术,采用取最小值的方法对该地区乡村聚落空间分布的适宜性进行分析和评价,以期对乡村聚落的布局调整、规划和整治提供决策参考。

1 研究区概况及数据来源

徐州隶属江苏省,位于 116°22' ~ 118°40'E,33°43' ~ 34°58'N 之间,总面积 11 258 km<sup>2</sup>。地处黄淮平原的南部,除中部和东部存在少数低山丘陵外,其余大部为平原,地势呈西北高、东南低的格局。属暖温带湿润性季风气候,四季分明。境内路网较发达。河网纵横,湖泊、水库星罗棋布。

采用的主要数据是 2008 年的 SPOT 2/4( 全色) 和 TM 的融合影像。在 Erdas 9.1 软件下采用目视解译的方法,同时参考该地区 1 : 50 000 电子地形图(2006),得到研究区 2008 年的乡村聚落图斑、水系、道路、地形等空间信息;其他资料包括徐州市的土地资源分布、地震分布、滞洪规划等图件。

2 研究方法

2.1 评价因子的选取

乡村聚落空间的分布受若干要素的综合影响<sup>[3]</sup>,如地形、土壤、地质、水系等。在参考国内外对适宜性评价指标选取的基础上,结合徐州地区乡村聚落的本底特征<sup>[17]</sup>,选取了自然、环境和社会人文因素作为乡村聚落空间适宜性分析的一级影响因素,每一级影响因素又包含若干具体的因子。自然因素包括水体、高程与坡度 3 个因子;环境因素选择了塌陷风险、滞洪风险与土地资源 3 个因子;社会人文因素主要选择了道路交通、自然保护区、聚落面积规模和距集镇距离 4 个因子。

2.2 因子适宜性等级的划分

根据研究区选择的适宜性评价因子的影响程度划分为高度适宜、中度适宜、低度适宜、临界适宜和不适宜 5 个等级,为方便运算,依次分别赋值 9,7,5,3,1(表 1)。

收稿日期: 2011 - 11 - 23; 修回日期: 2012 - 10 - 08  
基金项目: 国家自然科学基金项目(41071116,41101428);教育部人文社会科学研究规划基金项目(11YJA630008);徐州师范大学校基金重点项目(10XLA11)  
作者简介: 单勇兵(1973 - ),男,江苏泰州市人,讲师,硕士,主要从事 GIS,RS 技术及应用研究,(E-mail) shanyongbing@ 126.com。

表 1 适宜性因子及其类别与等级体系			
Tab.1 Weights and ratings assigned to suitable factors and classes			
类型	适宜性因子	分类条件	等级属性
自然因子	距水体距离/km	<0.5	9
		0.5 ~ 1	7
		1 ~ 1.5	5
		1.5 ~ 2	3
		>2	1
	高程/m	<50	9
		50 ~ 100	7
		>100	5
	坡度/°	<5	9
		5 ~ 15	7
15 ~ 25		5	
>25		3	
环境因子	土地资源	宜农无限制类	9
		宜农限制类	7
		宜林类	5
		宜牧类	3
	塌陷沉降	稳沉采空区	3
		未稳沉采空区	1
	滞洪	边缘重灾区	7
		腹部重灾区	5
极重灾区		3	
社会人文因子	距道路距离/km	<0.3	9
		0.3 ~ 0.6	7
		0.6 ~ 0.9	5
		0.9 ~ 1.2	3
		>1.2	1
	自然保护区	县级	7
		市级	5
		省级	3
	聚落用地规模/km <sup>2</sup>	>0.08	9
		0.04 ~ 0.08	7
		0.02 ~ 0.04	5
		<0.02	3
距集镇距离/km	<4	9	
	4 ~ 6	7	
	6 ~ 10	5	
	>10	3	

**2.2.1 自然各因子适宜性等级的划分。**根据徐州地区乡村聚落受水体影响和地形影响的分布规律<sup>[8]</sup>,将<0.5,0.5~1,1~1.5,1.5~2,>2 km 依次划分为高度适宜区、中度适宜、低度适宜、临界适宜和不适宜;将高程<50,50~100,>100 m 分别划分为高度适宜、中度适宜及低度适宜区。徐州境内丘陵岗地覆盖的土壤,厚度多在15 cm 以下,易于发生水土流失和土壤侵蚀,利用徐州地区数字高程模型生成坡度图,以坡度5°,15°,25°为界限划分其适宜性等级。

**2.2.2 环境各因子适宜性等级的划分。**徐州地区塌陷风险主要是煤矿采空塌陷。由于采煤塌陷地会引

发不可预知的聚落建筑安全问题,因此,根据采煤塌陷危害程度,将未稳沉采空区划为不适宜,稳沉采空区划为临界适宜。根据徐州市的防洪规划划分滞洪因子的适宜性等级。在分析徐州市土地资源评价图的基础上,结合农业生产有无限制性因素,进行部分合并得出土地资源适宜性等级。

**2.2.3 社会人文各因子适宜性等级的划分。**根据道路对乡村聚落影响的分布规律<sup>[8]</sup>,将距离道路<0.3,0.3~0.6,0.6~0.9,0.9~1.2,>1.2 km 的乡村聚落分别划分为高度适宜、中度适宜、低度适宜、临界适宜及不适宜;依据自然保护区的管理级别将省级、市级和县级自然保护区依次划分为不适宜、临界适宜和低度适宜;基于聚落空间的邻近度,在对聚落面积规模和距集镇距离数据统计分析的基础上,划分两者的适宜性等级。

**2.3 评价方法**

首先对各个适宜性单因子的数据进行数字化及格式转换,在 ArcGIS9.2 软件下进行配准,同时建立相关属性数据库;然后运用 ArcGIS9.2 的空间分析模块分别作单因子的评价;再将乡村聚落(图斑抽取为点)与各个单因子评价的结果作叠置分析,获得聚落受各单因子影响的适宜性指数;最后将基于自然因子、环境因子和社会人文因子3个一级影响因子和综合乡村聚落适宜性属性值取各自的单因子适宜指数的最小值<sup>[18]</sup>。计算公式为: $S = Si \min$ 。式中: $S$ 为适宜性指数; $Si$ 为第*i*个单因子的适宜性指数。由此可获得它们的空间分布特征及其差异。

**3 评价结果分析**

**3.1 基于自然因子的聚落适宜性**

自然生态因子适宜性是研究区内水系、高程和坡度3个单因子共同作用的结果。将这3种单因子与乡村聚落点图形进行叠置,然后取最小值,即为乡村聚落自然因子适宜性等级,通过对自然因子适宜性等级属性进行统计分析,得出具有高度适宜的乡村聚落面积为448.63 km<sup>2</sup>,占该地区乡村聚落总面积的41.41%;中度适宜乡村聚落面积为325.39 km<sup>2</sup>,占30.04%;低度适宜乡村聚落面积为154.96 km<sup>2</sup>,占14.30%;临界适宜乡村聚落面积为86.80 km<sup>2</sup>,占8.01%;不适宜乡村聚落面积为67.55 km<sup>2</sup>,占6.24%(表2)。不适宜和临界适宜的乡村聚落主要分布于贾汪区、铜山县境内丘陵岗地及丰沛县地势相对较高且水网密度较小的地方。基于自然因子的乡村聚落适宜性空间分布总体上呈现为由东南向西北降低的态势(图1a)。

**3.2 基于环境因子的聚落适宜性**

研究区环境因子包括塌陷、滞洪及土地资源3个单因子。按同样方法对叠置后的环境因子适宜性属性数据进行统计分析,得出高度适宜的乡村聚落面积为

519.10 km<sup>2</sup>,占区域乡村聚落总面积的 47.92%;中度适宜乡村聚落面积为 429.85 km<sup>2</sup>,占 39.68%;低度适宜乡村聚落面积为 29.25 km<sup>2</sup>,占 2.70%;临界适宜乡村聚落面积为 96.79 km<sup>2</sup>,占 8.93%;不适宜乡村聚落面积为 8.34 km<sup>2</sup>,占 0.77%(表 2)。不适宜聚落位于铜山县和贾汪区煤矿未稳沉塌陷区;临界适宜聚落主要分布于铜山县和贾汪区煤矿稳沉塌陷区、故黄河和大沙河沿线、徐州市区附近丘陵和部分岗地及邳苍泄洪道一部分(图 1b)。

3.3 基于社会人文因子的聚落适宜性

经过对社会人文因子叠置后的适宜性等级属性数据统计,高度适宜的乡村聚落面积为 555.50 km<sup>2</sup>,占区域乡村聚落总面积的 51.28%;中度适宜乡村聚落面积为 365.86 km<sup>2</sup>,占 33.77%;低度适宜乡村聚落面积为 131.83 km<sup>2</sup>,占 12.17%;临界适宜乡村聚落面积为 29.46 km<sup>2</sup>,占 2.72%;不适宜乡村聚落面积为 0.68 km<sup>2</sup>,占 0.06%(表 2)。基于社会人文因子的乡村聚落适宜性程度整体较高,低度适宜乡村聚落主要位于圣人窝和骆马湖保护区及境内距道路和集镇偏远的地区,临界适宜乡村聚落主要分布在马陵山森林公园和微山湖湿地保护区(图 1c)。

3.4 聚落综合适宜性

将乡村聚落基于自然、环境和社会人文影响因子的适宜性空间分布再经过叠置取最小值,获得徐州地区乡村聚落综合适宜性的空间分布特征及其差异(表 2,图 1d)。徐州地区乡村聚落用地总面积为 1 083.32 km<sup>2</sup>,不适宜乡村聚落面积为 76.51 km<sup>2</sup>,占乡村聚落总面积的 7.06%,集中分布在铜山县和贾汪区煤矿塌陷区、中部低山丘陵地区及西部丰沛县境内交通不便和水资源贫乏地区;临界适宜乡村聚落面积为 196.39 km<sup>2</sup>,占 18.13%,主要分布于故黄河和大沙河沿线河滩地砂土质地区、微山湖湿地自然保护区及贾汪丘陵地带;低度适宜乡村聚落面积为 233.15 km<sup>2</sup>,占 21.52%,分布于铜山县境内圣人窝自然保护区、骆马湖周围的滞洪区;中度适宜乡村聚落面积为 458.74 km<sup>2</sup>,占 42.35%,高度适宜的乡村聚落面积为 118.53 km<sup>2</sup>,占 10.94%,中、高度适宜的乡村聚落主要分布于地势相对平坦、土壤肥力良好、交通便利和水资源较丰富的地区。高度适宜、中度适宜和低度适宜三者聚落面积之和占研究区聚落总面积的 74.81%,表明徐州地区的乡村聚落适宜性总体上较好。

表 2 适宜性分析结果及相关指数  
Tab.2 Result of suitability and relative indexes

类别	不适宜		临界适宜		低度适宜		中度适宜		高度适宜	
	面积/km <sup>2</sup>	占聚落总面积/%	面积/km <sup>2</sup>	占聚落总面积/%	面积/km <sup>2</sup>	占聚落总面积/%	面积/km <sup>2</sup>	占聚落总面积/%	面积/km <sup>2</sup>	占聚落总面积/%
自然因子	67.55	6.24	86.80	8.01	154.96	14.30	325.39	30.04	448.63	41.41
环境因子	8.34	0.77	96.79	8.93	29.25	2.70	429.85	39.68	519.10	47.92
社会人文因子	0.68	0.06	29.46	2.72	131.83	12.17	365.86	33.77	555.50	51.28
综合适宜性	76.51	7.06	196.39	18.13	233.15	21.52	458.74	42.35	118.53	10.94

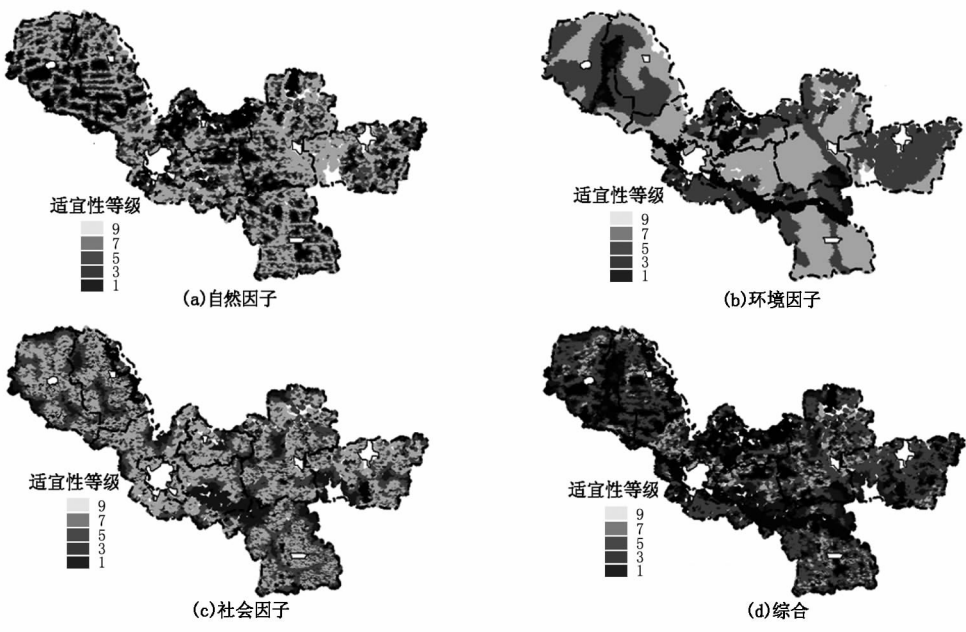


图 1 基于自然(a)、环境(b)和社会人文(c)单因子及综合(d)适宜性分析结果

Fig.1 Result of suitability based on natural, environmental, social cultural and comprehensive factors

3.5 聚落综合适宜性与其密度分布的相关性

以 2.5 km × 2.5 km 的网格覆盖在研究区上,统计每个网格内的聚落数目,以网格中心为载负点,进行 Kernel 空间差值,生成乡村聚落密度分布(图 2,自然断裂点分级)。将图 1d 和图 2 进行对比分析,可以发现徐州地区乡村聚落适宜性分布与乡村聚落密度的分布两者之间具有一定的相关性:(1)密度较高的乡村聚落主要分布于睢宁、沛县、丰县、邳州、铜山县及大运河沿线等地势相对平坦、土壤肥力较好的地区;图 1d 显示这些地区乡村聚落的适宜性也较高。(2)乡村聚落密度较低的地区主要是故黄河两侧河滩高地,贾汪区、徐州市周围、邳州北部及新沂低山丘陵岗地;这些地区地势较高,土壤肥力较差,生产条件差,使得乡村聚落分布较为稀疏;图 1d 显示这些地区乡村聚落的适宜性亦较低。(3)大沙河两侧和故黄河两侧的适宜性处于同一层次,但大沙河地区的聚落密度比故黄河两侧的要大,这可能是由于历史上故黄河常发生洪涝、决堤等自然灾害导致该地区乡村聚落密度比较低,体现了一定程度上的离水性质,而一般乡村聚落具有近水的特性;大沙河两侧虽然适宜性等级较低,但大沙河两侧的土壤非常适合种植当地特色农产品经济作物(红富士苹果),致使该地区的乡村聚落密度比故黄河附近地区聚落密度要高,但大沙河沿岸的乡村聚落密度明显比其周围乡村聚落密度低。

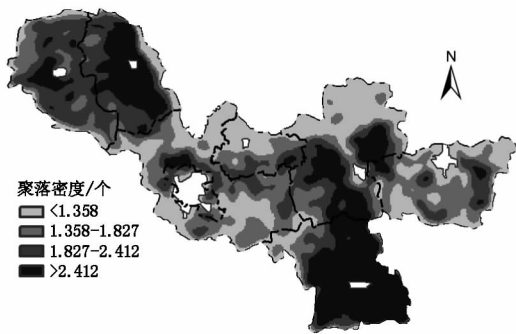


图 2 乡村聚落密度分布

Fig. 2 Spatial distribution of rural settlements density

3.6 聚落优化与调控模式

针对不同适宜性的乡村聚落,优化调控要采取因地制宜的策略<sup>[19]</sup>。高度适宜和中度适宜的乡村聚落其所处的自然、环境,社会人文各项指标均处于最优或较优的状态,这些聚落在不断加强基础设施,强化聚落的功能,具有实现乡村城镇化的现实可能性,是未来新农村建设的重点。

低度适宜的乡村聚落的各项评价因子处于相对较好的状态,具有限制性因素相对轻微,但明显低于中、高度适宜等级,通过对比分析自然、环境和社会人文的各个限制因子,处于该等级的大多数乡村聚落是由于距离交通及水资源相对较远所致;因此,通过改善交通,加强农村水资源管网建设,一定程度上可提高这些地区乡村

聚落的适宜性等级。

临界适宜的乡村聚落具有较为明显的限制性。通过对比自然、环境和社会人文的适宜性分析结果,徐州境内这些聚落主要分两部分:一部分位于境内低山丘陵周边及故黄河、大沙河附近这些地方,由于所处位置的土壤肥力较差,土地的生产率或效益很低,开发利用不当容易引起土地退化;还有一部分是处于保护区内。针对该等级的乡村聚落,可采取适当的政策和限制发展措施避免这些聚落扩张,通过维持其现状,不再安排新增宅基地,也无必要大搞基础设施,逐步引导聚落人口外迁,减小聚落用地的规模,使其自然衰退。不适宜的乡村聚落其评价的各项指标较差,一般不适宜居住。徐州境内这些聚落大多由于自然环境引起的,多处于境内低山丘陵、交通不便、水资源严重缺乏的地区。该等级的乡村聚落应采取一次性或分期搬迁的策略,将聚落整体迁或并至适宜性较高的地方。

4 结语

乡村聚落空间分布适宜性是由多种因子影响的结果,不同地区乡村聚落适宜性限制因子不尽相同,需选择合适的评价因子;根据徐州的本底环境特征,选择了具有代表性的限制性因子,采用最小值法对该地区乡村聚落的空间适宜性进行了评价和分析。(1)研究区域内乡村聚落的综合适宜性总体上较好,在空间格局上存在较大的差异。高度适宜的乡村聚落面积占聚落总面积的 10.94%,中度适宜的乡村聚落面积占 42.35%,中、高度适宜的乡村聚落位于自然环境优越、交通便利、受城镇辐射较强的地区;低度适宜的乡村聚落面积占 21.52%,分布于境内圣人窝自然保护区、骆马湖周围的滞洪区;临界适宜的乡村聚落面积占 18.13%,主要分布于境内低山丘陵周边、微山湖湿地自然保护区及故黄河、大沙河附近;不适宜的乡村聚落面积占 7.06%,集中分布煤矿塌陷区、中部低山丘陵及水资源严重缺乏的地区。(2)乡村聚落空间适宜性与其密度分布两者之间呈现为较强的一致性,乡村聚落密度分布较高的地区,适宜性也较高;密度分布较低的地区,适宜性亦较低。(3)针对不同等级适宜性的乡村聚落,在明确主要受限因子的基础上,提出了因地制宜的优化调控模式,结果可作为该地区乡村聚落整合的依据。

参考文献:

[1] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及现今趋向[J]. 地理学报, 1988, 43(4): 311-317.

[2] 陈宗兴, 陈晓键. 乡村聚落地理研究的国外动态与国内趋势[J]. 世界地理研究, 1994, 3(1): 72-79.

[3] Zhao M D, Tang G A, Shi W Z, et al. A GIS-based Research on the Distribution of Rural Settlements in Yulin of Northern Shaanxi[J]. Journal of Geographical Sciences,

- 2002,12(2):171-176.
- [4] 冯文兰,周万村,李爱农,等. 基于 GIS 的岷江上游乡村聚落空间聚集特征分析——以茂县为例[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(1):57-61.
- [5] 徐雪仁,万庆. 洪泛平原农村居民地空间分布特征定量研究及应用探讨[J]. 地理研究,1997,16(3):47-54.
- [6] 田光进,刘纪远,张增祥,等. 基于遥感与 GIS 的中国农村居民点规模分布特征[J]. 遥感学报, 2002, 6(4):307-311.
- [7] 于森,李建东. 基于 RS 和 GIS 的桓仁县乡村聚落景观格局分析[J]. 测绘与空间地理信息,2005,28(5):50-54.
- [8] 单勇兵,马晓冬. 基于 GIS 的徐州乡村聚落空间分布规律研究[J]. 徐州师范大学学报(自然科学版),2011,29(1):73-75
- [9] 朱雪欣,王红梅,袁秀杰,等. 基于 GIS 的农村居民点区位评价与空间格局优化[J]. 农业工程学报,2010,26(6):326-333.
- [10] 高艳,叶艳妹. 农村居民点用地整理的适宜性评价指标体系及方法研究[J]. 土壤,2004,36(4):365-370.
- [11] 李娜. 基于 GIS 的仪征空间开发适宜性分区研究[J]. 地域研究与开发,2009,28(2):123-128.
- [12] 曲衍波,张凤荣,姜广辉,等. 基于生态位的农村居民点用地适宜性评价与分区调控[J]. 农业工程学报,2010,26(11):290-296.
- [13] 朱亮,吴炳方,张磊. 三峡典型区农村居民点格局及人居环境适宜性评价研究[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(3):325-311.
- [14] 周莉,任志远. 基于 GIS 的人居环境自然适宜性研究——以关中—天水经济区为例[J]. 地域研究与开发,2011,30(3):128-133.
- [15] Feng Z M, Yang Y Z, Zhang D, *et al.* Natural Environment Suitability for Human Settlements in China Based on GIS[J]. Journal of Geographical Sciences, 2009,19(4):437-446.
- [16] Fang C L, Wu F L, Li M X. Suitability Evaluation of Population and Settlements Spatial Layout after Wenchuan Earthquake[J]. Journal of Geographical Sciences, 2011,21(3):539-548.
- [17] 单勇兵,李志江,马晓冬. 基于 GIS 的徐州生态敏感性分析[J]. 水土保持研究,2011,18(4):244-247.
- [18] 尹海伟,徐建刚,陈昌勇,等. 基于 GIS 的吴江东部地区生态敏感性分析[J]. 地理科学,2006,26(1):64-68.
- [19] 龙花楼,刘彦随,邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价[J]. 地理学报,2009,64(4):426-434.

## Suitability Analysis of the Rural Settlements in Xuzhou Based on GIS

Shan Yongbing<sup>1</sup>, Ma Xiaodong<sup>1</sup>, Xuan Yong<sup>2</sup>

(1. College of Urban and Environment Science, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China; 2. National Disaster Reduction Center of China, Ministry of Civil Affairs, Beijing 100053, China)

**Abstract:** Based on Xuzhou fused images of SPOT and TM as the major data sources, spatial information such as rural settlement patches, water system, terrain, et al, is picked up by interpreting the fused images. Using minimum of the factor-overlay method, spatial suitability of rural settlements and its distribution are thoroughly analyzed by selecting regionally representative factors according to environmental background in Xuzhou. The results indicate that: 10.94% of the rural settlements area is high suitability, 42.35% of the rural settlements area is middle suitability, 21.52% of the rural settlements area is low suitability, 18.13% of the rural settlements area is critical suitability, 7.06% of the rural settlements area is non-suitability, which shows that suitability of the rural settlements in Xuzhou is generally high. There is a strong positive correlation between the rural settlement spatial suitability and its density distribution. The concrete approaches and countermeasures with respect to rural settlements rearrangement in every suitability rank were put forward.

**Key words:** rural settlements; suitability; GIS; Xuzhou City