

严 军,侯源远,张仲昊. 基于 GIS 的农业观光园生态适宜性评价与规划——以安徽省庐江农业观光园为例[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):520-524.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.158

# 基于 GIS 的农业观光园生态适宜性评价与规划 ——以安徽省庐江农业观光园为例

严 军,侯源远,张仲昊

(南京林业大学风景园林学院,江苏南京 210037)

**摘要:**以安徽省合肥市庐江县庐江农业观光园为研究对象,依据主导性、独立性、代表性等原则选择农业观光园土地生态适宜性评价的影响因子,采用特尔菲法建立单因子生态适宜性评价,采用层次分析法确定各个因子权重,利用地理信息系统(GIS)对各影响因子进行加权叠加,得出庐江农业观光园生态适宜性评价,并以此确定农业观光园规划方案。结果表明,利用 GIS 对农业观光园进行生态适宜性评价,可为其提供合理有效、实用性强的规划方法。

**关键词:**农业观光园;生态适宜性;评价规划;多因子叠加分析;GIS

**中图分类号:** TU986.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0520-05

生态适宜性评价是运用生态学原理和方法,通过调查搜集社会和环境要素等资料,从环境保护、土地可持续利用的角度,定量分析不同土地利用方式的适宜程度并划分等级的综合研究过程,旨在通过划分生态适宜性级别,指导城市规划、景观规划<sup>[1-3]</sup>。近年来,生态适宜性评价技术不断完善,其中地理信息系统(GIS)的空间叠加分析功能为其提供了关键的技术支持<sup>[4]</sup>。张浩等基于 GIS 对浙江省台州市城市用地进行生态适宜性评价,用以指导该地区可持续发展<sup>[5]</sup>。目前基于 GIS 的生态适宜性评价应用多集中于城镇土地利用、中药材及粮食作物种植区划研究。农业观光园以自然环境为背景,

以农业资源、乡土文化为基础,以生态农业、观光旅游为主要功能,对农业观光园进行生态适宜性评价可以在保护生态环境条件下实现对土地资源的合理开发<sup>[6]</sup>。本研究以安徽省庐江农业观光园为研究对象,通过对农业观光园土地进行生态适宜性评价分级,得到生态适宜性分区并提出土地合理利用方式,确定庐江农业观光园总体规划方案,旨在为制定农业观光园规划提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

庐江农业观光园位于安徽省合肥市庐江县,该区域气候温和、寒暑明显。庐江农业观光园位于庐江县低山丘陵地区,地势起伏较大,植物长势良好,水系丰富。目前庐江农业观光园以农业用地、居住用地为主,基地临近县道,交通便利(图1)。

收稿日期:2015-01-28

基金项目:江苏省高校优势学科建设工程。

作者简介:严 军(1969—),男,博士,副教授,研究方向为风景园林规划设计。E-mail:csthesis@163.com。

## 参考文献:

- [1] Willimason S, Karen R. Agribusiness and the small-scale farmer: a dynamic partnership for development [M]. Boulder, USA: Westview Press, 1985.
- [2] Zylbersztajn D. Tomatoes and courtes; strategy of the agro-industry facing weak contract enforcement [R]. School of Economic and Business, University of Sao Paulo, Brazil, 2003.
- [3] 刘凤芹. 不完全合约与履约障碍——以订单农业为例[J]. 经济研究, 2003(4): 22-30, 92.
- [4] 孔国荣, 吴 萍. “订单农业”履约率低的法律思考[J]. 江西社会科学, 2005(1): 153-155.
- [5] 郭红东. 龙头企业与农户订单安排与履约: 理论和来自浙江企业的实证分析[J]. 农业经济问题, 2006(2): 36-42.
- [6] 卢 昆, 马九杰. 农户参与订单农业的行为选择与决定因素实证研究[J]. 农业技术经济, 2010(9): 10-17.
- [7] 胡余清. 超市场契约的制度特征与履约效率——对长青水果场与温氏食品集团的比较研究[J]. 山东社会科学, 2010(8): 86-89.
- [8] 谢瑾岚, 杨顺顺, 宋春艳. 绿色食品生产补偿的理论机理与政策设计[J]. 生态环境学报, 2012, 21(1): 194-198.
- [9] 李 彬. 订单农业契约内部治理机制与风险防范[J]. 农村经济, 2013(2): 46-50.
- [10] 周荣华, 张明林. 绿色食品生产中农户机会主义治理分析[J]. 农村经济, 2013(1): 119-122.
- [11] 刘 刚, 张晓林. 基于农民合作社的农产品质量安全治理研究[J]. 农业现代化研究, 2014(6): 710-714.
- [12] 王亚飞, 黄 勇, 唐 爽. 龙头企业与农户订单履约效率及其动因探源——来自 91 家农业企业的调查资料[J]. 农业经济问题, 2014(11): 16-25.
- [13] 郭锦塘, 胡克敏, 刘 滨. 影响农户营销合作履约行为因素的理论分析与实证分析——以江西省农户调查数据为例[J]. 中国软科学, 2007(9): 6-16.
- [14] 黄祖辉, 王祖锁. 从不完全合约看农业产业化经营的组织方式[J]. 农业经济问题, 2002(3): 28-31.
- [15] 罗必良, 刘成香, 吴小立. 资产专用性、专业化生产与农户的市场风险[J]. 农业经济问题, 2008(7): 10-15, 110.
- [16] 赵西亮, 吴 栋, 左臣明. 农业产业化经营中商品契约稳定性研究[J]. 经济问题, 2005(3): 42-44.

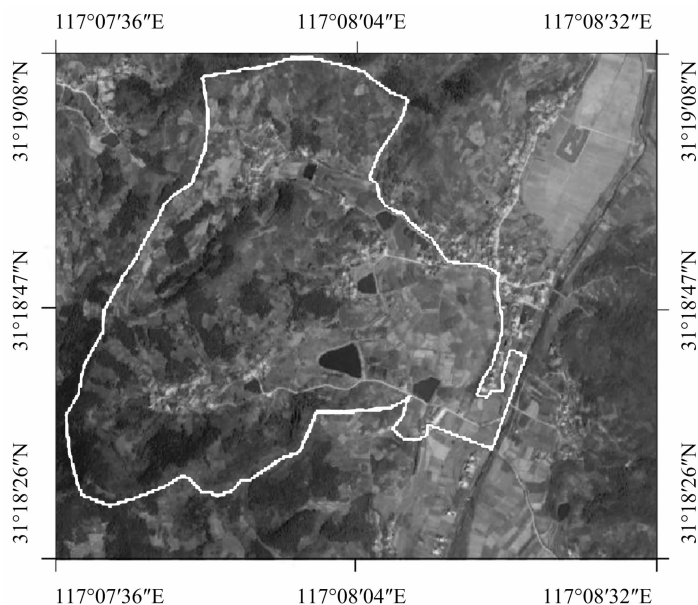


图1 规划场地区位图

## 1.2 研究方法

对庐江农业观光园土地生态适宜性进行评价,达到景观效果与生态环境有机结合的目的,避免大挖大填,节约成本,保护生态敏感区,实现土地可持续利用的目标。

**1.2.1 选取评价因子** 采用实地调研、资料查阅等方法,以主导性、独立性、代表性为原则,选择高程、坡度、坡向、道路、河流、湖泊、建筑等 7 个因子作为生态适宜性分析的主要影响因素。

**1.2.2 单因子评价、分级** 根据各个因子中不同要素对生态适宜性重要性程度不同,采用特尔菲法对每个影响因素进行打分。按最适宜、高适宜、中适宜、低适宜、不适宜建设分别取值为 9、7、5、3、1,用来表示不同生态适宜性等级<sup>[7]</sup>。

**1.2.3 评价因子权重确定** 依据各因子对场地控制能力高低分配权重,将图形与数值数据一体化,通过各因子对场地决定能力大小调整权重,采用层次分析法(AHP)确定各个评价因子权重。

**1.2.4 评价因子加权叠加** 利用单因子生态适宜性等级划分结果,得出单因子生态适宜性评价分析图。基于 GIS 软件的空间叠加分析功能,对单因子评价进行加权叠加,得出生态适宜性综合评价分区,以最终的生态适宜性综合评价分区指导农业观光园规划。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因子评价分级

遵循因子的主导性、独立性、代表性等原则,对高程、坡度、坡向、道路、河流、湖泊、建筑等 7 个单因子进行评价分级。

**2.1.1 高程(P1)** 庐江农业观光园建设基地多为丘陵山地。受地势影响,该区域容易造成雨水冲刷,生态环境较为脆弱,同时,较高的地方有利于游人观景、游览,所以高程是影响生态适宜性的重要因子之一。庐江农业观光园建设基地用地高程为 46 ~ 198 m,通过 GIS 技术得到高程重分类栅格图层,按照平均分类法,将其平分分为 5 个高度等级。

**2.1.2 坡度(P2)** 坡度是影响建筑物建设、观光活动的重要

影响因素之一。通过坡度分析可以充分了解地形结构,不同的土地利用类型需要建立在不同坡度的地形上。将庐江农业观光园基地坡度按照生态适宜性划为 5 个部分:0 ~ 10.3%、10.3% ~ 21%、21% ~ 31.7%、31.7% ~ 61.4%、61.4% ~ 87.6%。

**2.1.3 坡向(P3)** 坡向不同,日照长短也不同。坡向是决定植被种植适宜性、建筑布局适宜性的重要地形因子之一。庐江农业观光园基地地形复杂,分为平面、西-西北、北、东-东北、东南-西南五部分。

**2.1.4 道路(P4)** 道路主要起导向、交通功能,距离道路越近,对生态环境影响越大,生态适宜性越高,越适宜开发建设。本研究以 20、40、60、60 m 以外以及道路本身进行等级分类,得到生态适宜性评价的道路因子图层。

**2.1.5 河流(P5)** 河流是生态系统的重要组成部分,可以维持场地本身生态系统的稳定性,优化局部小气候环境,是保障生态格局安全性的重要廊道<sup>[8]</sup>。规划区内河道纵横,以 20、40、40 m 以外及河流本身为缓冲距离进行等级分类。

**2.1.6 湖泊(P6)** 湖泊也是生态系统中的重要组成部分,湖泊一般为生态系统中生物多样性较高的区域,因此具有较高的生态保护价值。同时由于其景观特色较为突出,湖泊也是构成景观特色的重要因子。庐江县农业观光园所处的庐江县属于亚热带湿润气候,雨量充足,所以场地内水系部分汇集为小型湖泊,以 20、40、40 m 以外及湖泊本身为缓冲距离进行等级分类。

**2.1.7 建筑(P7)** 建筑是当地居民主要活动区域,同时也是农业观光园建设主要居住用地,土地生态适宜性的高低与距离建筑距离远近成反比,以 20、40、40 m 以外为缓冲距离进行影响等级分类。

依据 7 个影响因素的分级情况,结合各个影响因素对土地生态适宜性的重要程度,采用特尔菲法,以 9、7、5、3、1 赋值分别代表各个因子对生态适宜性影响的大小(表 1)。

### 2.2 评价因子的权重评定

由于我国各地区之间自然资源差异很大,客观赋权法很难满足不同地区的需要,根据对场地生态适宜性评价影响因

表 1 生态适宜性评价因子分级评价及权重

| 评价因子  | 权重   | 分类                     | 分级赋值 | 生态适宜性等级 |
|-------|------|------------------------|------|---------|
| 高程 P1 | 0.07 | 46.0 ~ 72.2 m          | 1    | 最适宜     |
|       |      | 72.2 ~ 97.3 m          | 3    | 高适宜     |
|       |      | 97.3 ~ 120.5 m         | 5    | 中适宜     |
|       |      | 120.5 ~ 146.7 m        | 7    | 低适宜     |
|       |      | 146.7 ~ 198 m          | 9    | 不适宜     |
| 坡度 P2 | 0.15 | 0 ~ 10.3%              | 1    | 最适宜     |
|       |      | 10.3% ~ 21.0%          | 3    | 高适宜     |
|       |      | 21.0% ~ 31.7%          | 5    | 中适宜     |
|       |      | 31.7% ~ 61.4%          | 7    | 低适宜     |
|       |      | 61.4% ~ 87.6%          | 9    | 不适宜     |
| 坡向 P3 | 0.12 | 平面( - 1)               | 1    | 最适宜     |
|       |      | 西 - 西北(247.5 ~ 337.5)  | 3    | 高适宜     |
|       |      | 北(337.5 ~ 22.5)        | 5    | 中适宜     |
|       |      | 东 - 东北(22.5 ~ 112.5)   | 7    | 低适宜     |
|       |      | 东南 - 西南(112.5 ~ 247.5) | 9    | 不适宜     |
| 道路 P4 | 0.06 | 道路                     | 1    | 最适宜     |
|       |      | 距道路 ≤ 20 m             | 3    | 高适宜     |
|       |      | 距道路 ≤ 40 m             | 5    | 中适宜     |
|       |      | 距道路 ≤ 60 m             | 7    | 低适宜     |
|       |      | 距道路 > 60 m             | 9    | 不适宜     |
| 水域    | 0.27 | 距河流 > 40 m             | 3    | 高适宜     |
| 河流 P5 |      | 距河流 ≤ 40 m             | 5    | 中适宜     |
|       |      | 距河流 ≤ 20 m             | 7    | 低适宜     |
|       |      | 河流                     | 9    | 不适宜     |
| 湖泊 P6 | 0.27 | 距湖泊 > 40 m             | 3    | 高适宜     |
|       |      | 距湖泊 ≤ 40 m             | 5    | 中适宜     |
|       |      | 距湖泊 ≤ 20 m             | 7    | 低适宜     |
|       |      | 湖泊                     | 9    | 不适宜     |
| 建筑 P7 | 0.06 | 建筑                     | 1    | 高适宜     |
|       |      | 距建筑 ≤ 20 m             | 3    | 中适宜     |
|       |      | 距建筑 ≤ 40 m             | 5    | 低适宜     |
|       |      | 距建筑 > 40 m             | 7    | 不适宜     |

子的实际分析状况,最终确定采用层次分析法计算各个影响因子的权重<sup>[9]</sup>。采用 7 个主要评价因子,以 10 位专家对各个单因子进行评价打分构建判断矩阵,结果如表 2 所示。对判断矩阵进行归一化处理,得到归一化后的判断矩阵,见表 3。

将上述矩阵的每列按照单行相加,公式为:  $W_i = \sum_{j=1}^n R_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \cdots, n$ )。

结果为[0.49,1.05,0.86,0.45,1.89,1.89,0.41]<sup>T</sup>  
再对向量  $W$  进行归一化处理,结果为:[0.07,0.15,0.12,0.06,0.27,0.27,0.06]<sup>T</sup>,为所求矩阵的特征向量的近似解。

计算判断矩阵最大特征根,公式为:  $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(RW)_i}{nW_i}$  ( $i = 1, 2, \cdots, n$ ),结果为  $\lambda_{\max} = 7.066\ 53$ 。

一致性指标 (consistency index):  $C. I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.011\ 09$

随机性指标  $R. I.$  (random index)见表 4,由此可知七阶矩阵  $R. I. = 1.3$ 。

表 2 判断矩阵

| 评价因子  | 高程 P1 | 坡度 P2 | 坡向 P3 | 道路 P4 | 河流 P5 | 湖泊 P6 | 建筑 P7 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 高程 P1 | 1.00  | 0.50  | 0.50  | 1.25  | 0.25  | 0.25  | 1.25  |
| 坡度 P2 | 2.00  | 1.00  | 2.00  | 2.00  | 0.50  | 0.50  | 2.00  |
| 坡向 P3 | 2.00  | 0.50  | 1.00  | 2.00  | 0.50  | 0.50  | 2.00  |
| 道路 P4 | 0.80  | 0.50  | 0.50  | 1.00  | 0.25  | 0.25  | 1.00  |
| 河流 P5 | 4.00  | 2.00  | 2.00  | 4.00  | 1.00  | 1.00  | 5.00  |
| 湖泊 P6 | 4.00  | 2.00  | 2.00  | 4.00  | 1.00  | 1.00  | 5.00  |
| 建筑 P7 | 0.80  | 0.50  | 0.50  | 1.00  | 0.20  | 0.20  | 1.00  |

表 2 归一化后的判断矩阵

| 评价因子  | 高程 P1 | 坡度 P2 | 坡向 P3 | 道路 P4 | 河流 P5 | 湖泊 P6 | 建筑 P7 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 高程 P1 | 0.07  | 0.07  | 0.06  | 0.08  | 0.07  | 0.07  | 0.07  |
| 坡度 P2 | 0.14  | 0.14  | 0.24  | 0.13  | 0.14  | 0.14  | 0.12  |
| 坡向 P3 | 0.14  | 0.07  | 0.12  | 0.13  | 0.14  | 0.14  | 0.12  |
| 道路 P4 | 0.05  | 0.07  | 0.06  | 0.07  | 0.07  | 0.07  | 0.06  |
| 河流 P5 | 0.27  | 0.29  | 0.24  | 0.26  | 0.27  | 0.27  | 0.29  |
| 湖泊 P6 | 0.27  | 0.29  | 0.24  | 0.26  | 0.27  | 0.27  | 0.29  |
| 建筑 P7 | 0.05  | 0.07  | 0.06  | 0.07  | 0.05  | 0.05  | 0.06  |

表 4 13 阶平均随机一致性指标

| $N$     | 1 | 2 | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|---------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $R. I.$ | 0 | 0 | 0.5 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

随机一致性比率:  $C. R. = \frac{C. I.}{R. I.} = 0.008\ 5 < 0.10$ ,由此得出随机一致性比率小于 0.1,认为判读矩阵具备可以接受的一致性,所以上面所求的近似特征向量可以作为 7 个因子的权重。

2.3 生态适宜性综合评价过程

导入 CAD 地形图,提取坐标点图层、道路线性图层、河流等图层,对建设场地地形进行前期分析与处理。通过对坐标点图层的预处理,生成原始地形图骨架,优化处理坐标缺失的部分,完成对基本资料的预处理,并将其导入 ArcGIS 10.0 中,建立 GIS 属性数据库。基于预处理的原始图层、属性数据库,建立评价单因子生态适宜性评价图,分别为高程 P1、坡度 P2、坡向 P3、道路 P4、河流 P5、湖泊 P6、建筑 P77 个图层(图 2)<sup>[10]</sup>。将上述 7 个图层进行按照上文计算所得的权重加权叠加分析,得到庐江农业观光园生态适宜性分析成果图(图 3)。

2.4 生态适宜性综合评价分区结果分析

从庐江农业观光园生态适宜性综合评价图可以看出:不适宜区面积 35.46 hm<sup>2</sup>,占 47.64%。该区域多为陡坡地带或植被生长茂盛的地区,生态环境优良、敏感程度较高。一旦对该地区进行开发利用,会造成水土流失、破坏植被景观等问题,而且也可能给整个农业观光园土地利用带来不可逆转的损失,此区域为自然生态重点保护地段。适宜区面积 18.07 hm<sup>2</sup>,占 24.48%。该区域多为缓坡地带,生态敏感程度不高,土壤条件较好,适宜茶叶、果蔬等采摘型植物生长,可以承受低开发力度的建设项目。高适宜区面积 20.90 hm<sup>2</sup>,占 28.08%,主要为基地范围内 2 个谷地及临近道路区域。该区域建筑较多,生物多样性较单一,大部分区域为村民生活区,能够承受一定强度的人类干扰,可在减少水土流失、环境

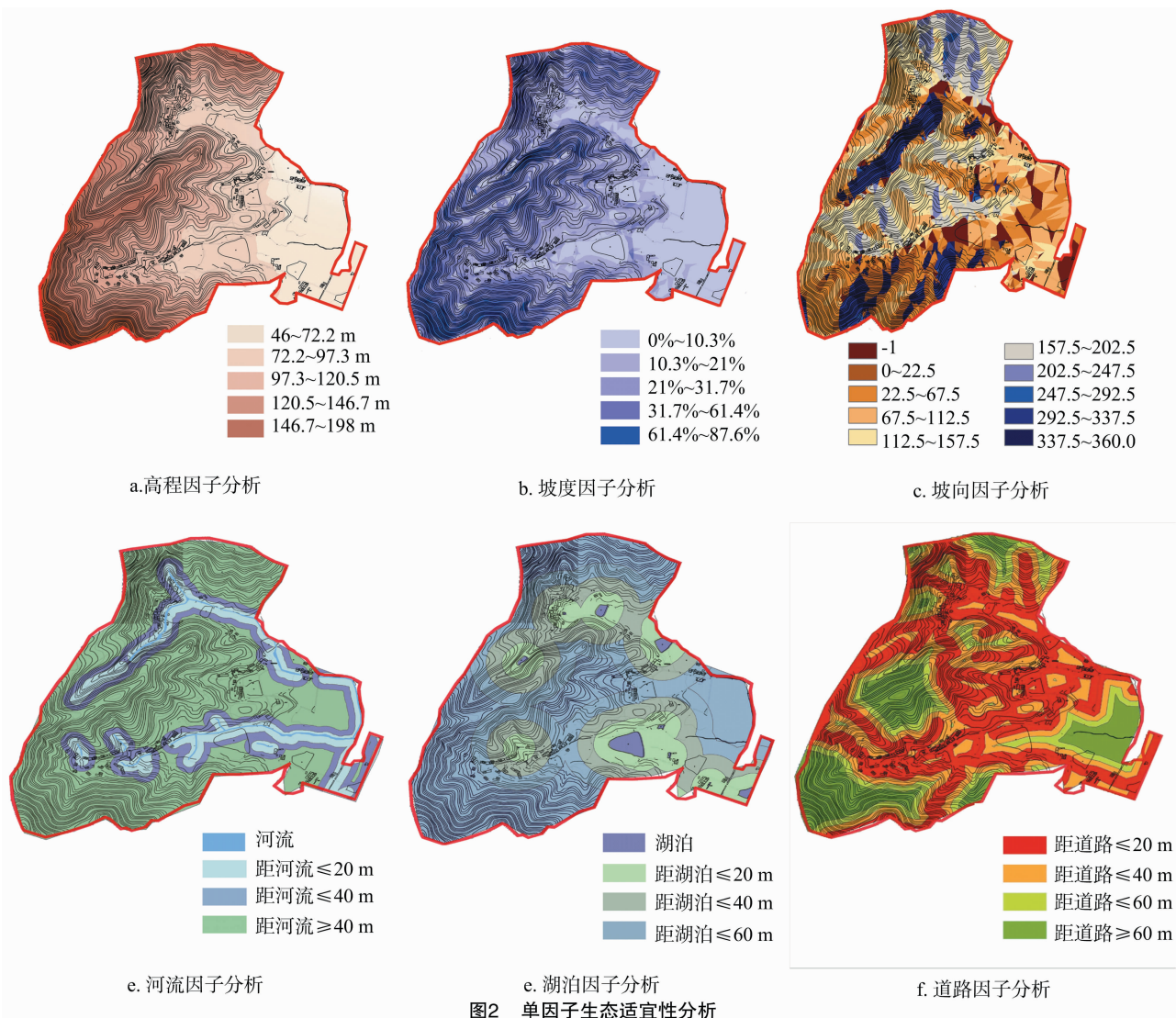


图2 单因子生态适宜性分析

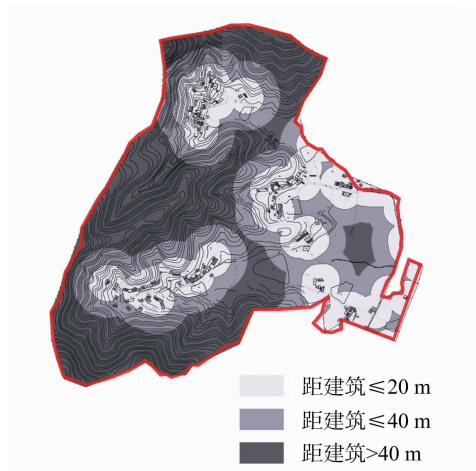


图3 多因子叠加的土地生态适宜性综合评价

建议。(1)不适宜区:此区域地形、坡度较大,原有植被生长良好,仅进行森林氧吧、禅宗修行等较低开发力度的活动,以保证生态环境不被破坏。此区域主要开发为山地游览区与禅修养生区。(2)适宜区:该区域现以茶叶种植、竹林为主,环境相对静谧。可在保护现有自然资源生物多样性前提下开发四季瓜果、地景花圃等开发建设力度较小的项目,此区域主要开发为农业养生区。(3)高适宜区:一方面该区域现有植被单一,另一方面该区域有部分现存建筑与道路,且建筑多位于坡度较低的谷地与平原地区,利于建设。所以在规划阶段,将其作为农业观光园活动的集中规划区,开发农家乐、印心精舍等开发建设力度较大的项目。此区域主要开发为入口景观区与文化体验区。(4)另外,由于水域对于土地生态适宜性影响较大,有利于形成全园的焦点区域,为人们提供休闲怡情的去处。所以在规划前期梳理水网、形成较大面积的水域,有利于构建完整的生态循环体系。滨水地区主要开发为滨水休闲区。

通过上述建设指导性意见,并结合场地实际调研,最终得到与生态适宜性分析相符合的总平面图(图4)。以归园为规划理念,以生态田园、山林资源、历史文化底蕴为基础,形成文

污染的前提下,作多用途开发建设。

### 3 生态适宜性评价在农业观光园规划中的应用

基于以上评价结果,对庐江县农业观光园规划提出以下



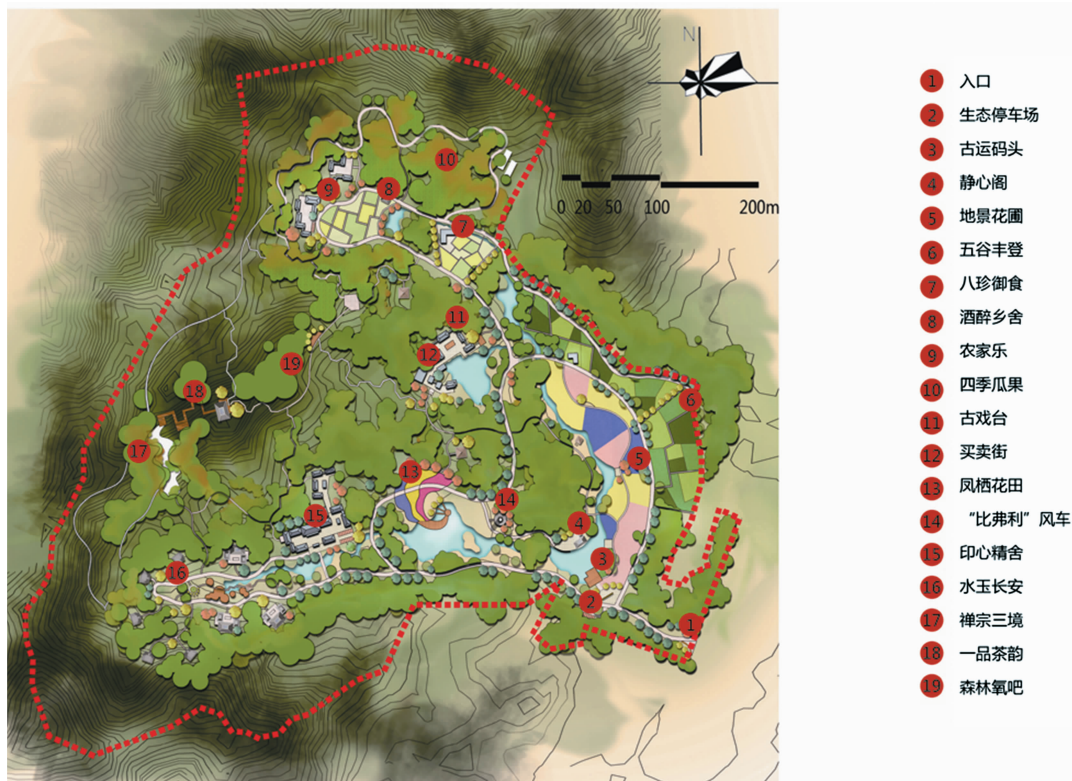


图4 庐江农业观光园规划图

化体验区、禅修养生区、农业养生区、滨水休闲区、入口景观区、山地游览区六大区域,将其打造成为集休闲、度假、养生、娱乐为一体的生态农业观光园。

#### 4 结论与讨论

本研究对影响因子进行筛选,以特尔菲法对其进行评价分级,采用层次分析法确定影响因子权重,通过 GIS 进行叠加分析,以生态适宜性综合评价结果为指导,可为农业观光园的规划提供科学依据与实践基础。然而,由于生态适宜性评价的复杂性与客观条件的限制,对影响因子的选择与评价还不够全面,且存在一定的主观性。本研究也只是将各生态要素垂直叠加分析生态适宜性,未考虑雨水径流、生物迁徙等水平方向生态要素流动。因此,将水平方向与垂直方向的生态要素流动进行综合考虑,将成为笔者今后进行农业观光园生态适宜性研究的重点。

#### 参考文献:

- [1] 刘康,李团胜. 生态规划:理论、方法与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2004:5-16.
- [2] 陈燕飞,杜鹏飞,郑俊津,等. 基于 GIS 的南宁市建设用地生态适宜性评价[J]. 清华大学学报:自然科学版,2006,46(6):801-804.

- [3] 杨敏. 基于 GIS 和模糊评价法的土地生态适宜性分析[D]. 成都:西南交通大学,2004.
- [4] Nisar A R, Gopal R K, Murthy J R. GIS based fuzzy membership model for crop land suitability analysis[J]. Agricultural Systems, 2000, 63(2):75-95.
- [5] 张浩,赵智杰. 基于 GIS 的城市用地生态适宜性评价研究——综合生态足迹分析与生态系统服务[J]. 北京大学学报:自然科学版,2011,47(3):531-538.
- [6] 李晓颖,王浩,申世广,等. 景观·产业·游憩——三位一体生态农业观光园规划设计[J]. 江苏农业科学,2010(5):271-273.
- [7] 孔令阳,李中强,王双玲,等. 基于生态适宜性分析的湖泊保护与利用——以湖北斧头湖为例[J]. 湖泊科学,2012,24(1):67-74.
- [8] 宗跃光,王蓉,汪成刚,等. 城市建设用地生态适宜性评价的潜力-限制性分析——以大连城市化区为例[J]. 地理研究,2007,26(6):1117-1126,1305.
- [9] Li Z W, Zeng G M, Jiao S, et al. Integrated assessment of ecology and environment of hilly region of red soil based on GIS: a case study in Changsha[J]. Ecology and Environment, 2004, 13(3):358-361.
- [10] 许浩,铃木雅和. 3S 技术在东京都绿地分析与规划中的应用[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2005,29(5):115-118.