

黄国林,曾斌,李卫东,等. 基于地貌形态的湖南星级农庄空间分布[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):28-32.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.006

# 基于地貌形态的湖南星级农庄空间分布

黄国林<sup>1,2,3</sup>, 曾斌<sup>1,3</sup>, 李卫东<sup>1,2,3</sup>, 张力<sup>1,3</sup>, 肖远志<sup>1,2,3</sup>, 唐桂梅<sup>1,3</sup>, 何涛<sup>1,3</sup>

(1. 湖南省园艺研究所,湖南长沙 410125; 2. 湖南省农业科学院休闲农业与乡村旅游研究中心,湖南长沙 410125;

3. 湖南省农业科学院,湖南长沙 410125)

**摘要:**通过研究星级农庄位点的地形数据,揭示出基于地貌形态的星级农庄空间分布特征。以 30 m 精度 SRTM1 DEM 数据为基础,湖南地区 971 个星级农庄为样本,采用 GIS 定量分析和 GIS 可视化技术对地貌形态和星级农庄地形数据进行测度,分析归纳星级农庄位点的地貌形态分布规律,划分星级农庄类型。湖南省星级农庄在东部地区分布密度明显高于西部地区,主要分布在湘北、湘中、湘南的低海拔丘陵平原,及东、西、南三面山区中海拔较低的山谷盆地;位于海拔 500 m 以下、坡度 25° 以下、起伏度 200 m 以下的星级农庄分别占比达 92.07%、93.92%、96.71%;在北、东北、东、东南、南、西南、西、西北 8 个坡向区域,星级农庄分布数量占比在 11.43% ~ 13.39% 之间。湖南省星级农庄空间分布受地貌形态影响明显,整体呈现为“东密西疏、区域集聚、低海拔分布”的特点,趋向于集中分布在海拔较低、地势平缓、适宜农业耕作的地形区域,在地形坡向上分布数量相对均衡。依据地貌形态星级农庄初步划分为湖区平原型、平原台地型、丘陵山岗型、低海拔山地型、高海拔山地型 5 种类型。该研究可宏观上为休闲农业发展布局及休闲农庄建设选址提供借鉴与参考。

**关键词:**地貌形态;高程;坡度;坡向;起伏度;星级农庄;空间分布特征;农庄类型;SRTM1 DEM;休闲农业;发展布局

**中图分类号:** F327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)21-0028-05

地貌形态是地貌的基本要素之一,通过高程、坡度、坡向、起伏度等形态特征及其组合构成类型多样的地表景观,是地貌类型划分的重要基础<sup>[1-3]</sup>。数字高程模型(digital elevation model, DEM)是描述地表起伏形态特征的空间数据模型,记录了精确的空间三维定位信息<sup>[4-5]</sup>,被广泛应用于地貌调查、地貌形态特征分析、地貌类型划分等研究<sup>[6-7]</sup>。以 DEM 为数据源的地貌形态定量分析技术已成为地理信息科学的研究热点<sup>[8]</sup>,为农业生产、旅游开发、土地利用、森林保护、水土保持等地理环境资源开发提供了技术支持<sup>[9-12]</sup>。休闲农业是我国实施乡村振兴战略,构建农村一二三产业融合发展体系的重要内容。作为一种以农业为基础的新型产业形态和消费业态<sup>[13]</sup>,休闲农业发展受地理空间位置、地形地貌的影响非常明显,很有必要开展基于地貌的空间分布特征研究。现有研究主要是利用地理计量学方法和辅助 GIS 系统工具,定量分析了湖南、陕西、山西、山东、福建、北京、上海等省(市)的休闲农业空间分布特征<sup>[14-20]</sup>,但与高程、坡度、坡向、起伏度等地貌形态相关的空间分布研究鲜有报道。因此,本研究以基于 30 m 精度的 SRTM1 DEM 数据为基础,运用 GIS 系统等方法分析湖南省地貌形态和星级农庄的空间地形特征,以期揭示基于地貌形态星级农庄的空间分布特征,为今后休闲农庄

建设选址及湖南省休闲农业发展布局提供数据支持。

## 1 研究区概括、数据来源与研究方法

### 1.1 研究区概括

湖南省地处 108°47' ~ 114°15'E、24°38' ~ 30°08'N 的长江中游地区,属大陆型中亚热带季风湿润气候。全省地貌类型齐全,呈现东、西、南三面山地环绕,东北开口的马蹄形丘陵型盆地。东部有湘赣交界的幕阜山-罗霄山,西北部有武陵山脉,西南部有雪峰山脉,南部有南岭山脉。西北角为湖南最高峰壶瓶山,海拔高度 2 098.7 m<sup>[21]</sup>。湘中部除衡山外大多为丘陵、盆地和河流冲击平原,湘北部为洞庭湖及湘、资、沅、澧四水河湖冲击平原。优越的地理条件与多样的地形地貌为湖南省的休闲农业发展提供了有利条件,各种类型的休闲农庄成为湖南省休闲农业发展的重要形式,截至 2016 年底全省规模农庄已达 4 600 多家,其中代表湖南省休闲农庄最高水准的省级星级农庄 1 019 家。

### 1.2 数据来源与处理

DEM 数据来源于 <http://earthexplorer.usgs.gov> 网站提供的、精度为 30 m 的 SRTM1 DEM 数据,空间数据来源于国家基础地理信息系统 1:400 万地形数据库,借助 ArcGIS 10.2 软件,利用行政区划矢量边界截取出湖南省范围的 DEM 数据。星级农庄位点数据是基于湖南省农业农村厅公布的 6 批次星级农庄名单,通过百度地图、360 地图、腾讯地图、高德地图、Google Earth 等地图软件对农庄位置进行核实,获得的百度坐标点位数据样本为 971 个,利用 ArcGIS 10.2 软件对样本点位数据进行矢量化处理。

### 1.3 研究方法

1.3.1 地貌形态特征分析 利用 ArcGIS 10.2 软件从

收稿日期:2019-07-11

基金项目:湖南省重点研发计划(编号:2018NK2050、2018NK2051、2018NK2055);湖南省农业科学院科技创新项目(编号:2017JC38)。

作者简介:黄国林(1976—),男,湖南永兴人,副研究员,研究方向为休闲农业与乡村旅游、观赏园艺。E-mail:44636692@qq.com。

通信作者:李卫东,研究员,研究方向为休闲农业与乡村旅游。

E-mail:228376749@qq.com。

SRTM1 DEM数据中提取出湖南省地貌形态的高程、坡度、坡向、起伏度数据,辅助运用GIS可视化技术绘制地形分层设色图,直观且定量分析湖南省地貌形态特征。

地形数据依据不同级别分层提取:高程以 $\leq 30$ 、 $30 \sim 70$ 、 $70 \sim 200$ 、 $200 \sim 500$ 、 $500 \sim 1\,000$ 、 $> 1\,000$  m 6级提取绘制;坡度以 $\leq 2^\circ$ 、 $2^\circ \sim 6^\circ$ 、 $6^\circ \sim 15^\circ$ 、 $15^\circ \sim 25^\circ$ 、 $> 25^\circ$  5个级别提取绘制;坡向以北( $0^\circ \pm 22.5^\circ$ )、东北( $45^\circ \pm 22.5^\circ$ )、东( $90^\circ \pm 22.5^\circ$ )、东南( $135^\circ \pm 22.5^\circ$ )、南( $180^\circ \pm 22.5^\circ$ )、西南( $225^\circ \pm 22.5^\circ$ )、西( $270^\circ \pm 22.5^\circ$ )、西北( $315^\circ \pm 22.5^\circ$ )、平坦(无)9个方向提取绘制<sup>[22]</sup>;起伏度以平原(30 m以下)、台地(30~70 m)、丘陵(70~200 m)、小起伏山地(200~500 m)、中起伏山地(500~1 000 m)、大起伏山地(1 000~2 500 m)和极大起伏山地(2 500 m以上)7个等级提取绘制<sup>[23]</sup>,其中起伏度提取采用的分析窗口须要确定最佳的分析窗口。本研究利用对数拟合人工判定与均值变点分析法<sup>[24-25]</sup>,计算得出以30 m精度SRTM1 DEM数据提取湖南省地形起伏度的最佳分析窗口大小为 $14 \times 14$ 网格,面积大小为 $0.1984 \text{ km}^2$ 。

1.3.2 星级农庄空间分布特征分析 绘制基于SRTM1 DEM的湖南省星级农庄空间分布图,直观分析星级农庄空间总体分布状况。提取星级农庄空间位点高程、坡度、坡向、起伏度地形数据,运用箱形图与直方图直观分析地形数据的分布状况,统计分析基于地形高程、坡度、坡向、起伏度的星级农庄空间分布特征。

基于高程、坡度、起伏度的星级农庄分布数量直方图参照Sturges的经验公式确定组数 $K$ : $K = 1 + 3.322 \lg n$ ,其中 $n$ 为数据个数,组距的确定参照公式“组距 = (最大极差值 - 最小极

差值)/组数”<sup>[26]</sup>。本研究星级农庄样本971个,确定组数 $K$ 为11组,组距分别为158 m、 $4.40^\circ$ 、36 m。基于坡向的星级农庄分布数量直方图则按组距 $45^\circ$ 分为9组,其中 $-45^\circ \sim 0^\circ$ 的组为位于平坦无坡向的星级农庄。

## 2 结果与分析

### 2.1 湖南省地貌形态特征分析

湖南省地貌形态呈现为“东西南3面高、中北部低”的特点,以海拔200 m以上的地形为主,面积占比62.25%,最低处位于湘北洞庭湖流域中心区域,海拔30 m以下(图1-A)。以坡度 $25^\circ$ 以下适合农业耕作的平坡、缓坡、斜坡地形为主<sup>[27-28]</sup>,面积占比达81.60%,最平缓区域主要分布在湘北洞庭湖流域(图1-B)。北、东北、东、东南、南、西南、西、西北8个坡向的地形整体分布相对均衡,面积占比分别为11.82%、11.58%、12.64%、13.49%、11.99%、12.12%、12.31%、12.82%,平坦无坡向地形只占1.22%,同时在海拔较高的山地具有明显的连续色块,表明局部高海拔山地地形坡向分布较不均衡,存在较大面积的同坡向地形(图2-A)。依据地形起伏度对地貌类型进行划分,湖南省地貌形态以平原、台地、丘陵为主,面积占比达89.75%,山地以小起伏山地为主,中起伏山地分布极少,无大起伏山地与极大起伏山地(图2-B)。

### 2.2 基于地貌形态的星级农庄空间分布特征分析

2.2.1 星级农庄空间分布总体特征 从图3可知,湖南省星级农庄在东部地区分布密度明显高于西部地区,主要分布在湘北、湘中、湘南的低海拔丘陵平原及东、西、南3面山区中海拔较低的山谷盆地。地貌形态对星级农庄分布影响明显,特别是在武陵山脉、雪峰山脉、南岭山脉、罗霄山-幕阜山等山

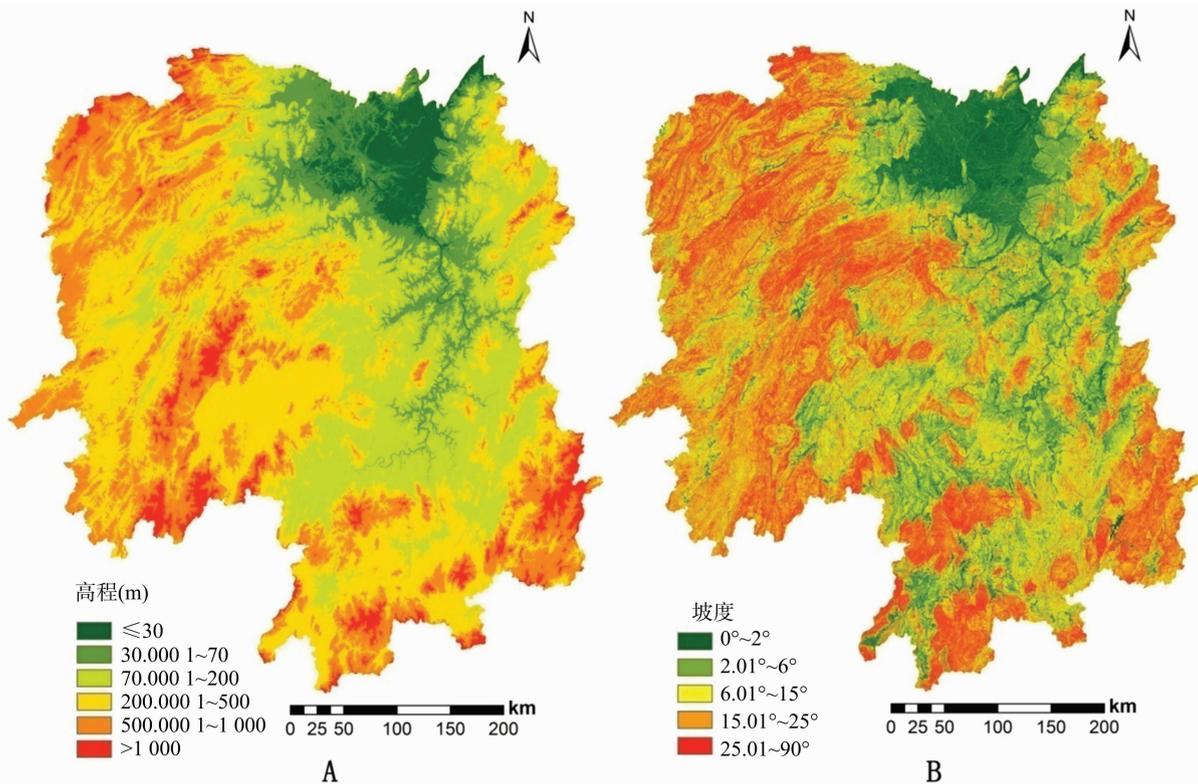


图1 湖南省地形高程与地形坡度分层设色图示

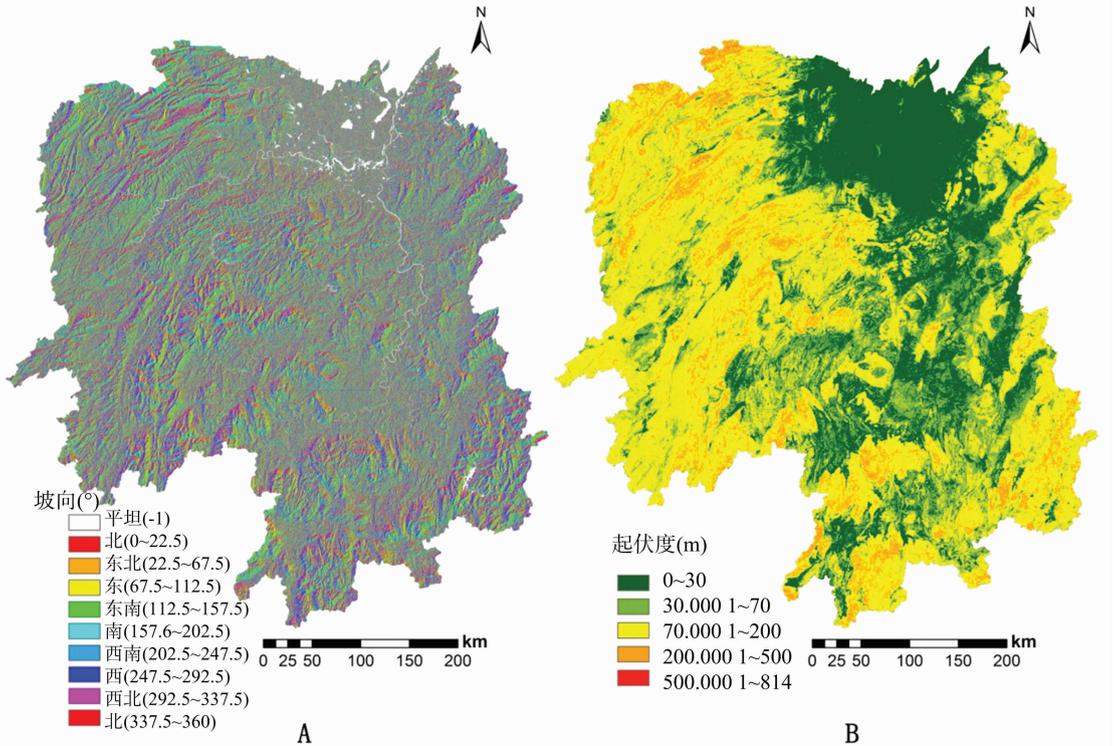


图2 湖南省地形坡向与地形起伏度分层设色图示

区,星级农庄沿山谷盆地形成群落或带状分布。总体呈现为“东密西疏、区域集聚、低海拔分布”的特点。

**2.2.2 星级农庄空间分布的地貌形态特征** 从图4可知,星级农庄的高程、坡度、起伏度数据中位数都位于较低位置,在低海拔、小坡度、低起伏度区域集中趋势明显,星级农庄随海拔、坡度、起伏度的增加分布数量快速减少,表明湖南省星级农庄主要分布在低海拔、小坡度、低起伏度地形区域。湖南省星级农庄分布在海拔22~1754 m、坡度 $0^{\circ}$ ~ $48.26^{\circ}$ 、起伏度0~395 m之间,平均海拔206.79 m、坡度 $8.77^{\circ}$ 、起伏度57.20 m;其中,位于海拔500 m以下、坡度 $25^{\circ}$ 以下、起伏度200 m以下的星级农庄分别占比达92.07%、93.92%、96.71%,而同时满足以上条件分布的星级农庄也达到608个,占比62.26%(图4)。进一步证明了星级农庄主要趋向于分布在低海拔和起伏度小的平原、台地和丘陵区域,主要为适宜农业耕作坡度较小的平坡、缓坡、斜坡区域。

坡向数据在 $0^{\circ}$ ~ $360^{\circ}$ 区间呈现均衡分布特征,在北、东北、东、东南、南、西南、西、西北8个坡向区域,星级农庄分布数量占比在11.43%~13.39%之间,呈现均衡分布特征,无坡向星级农庄9个(表1),表明星级农庄在各个坡向的分布数量较为均衡。

### 2.3 基于地貌形态星级农庄类型划分

依据地貌形态可以把湖南省的星级农庄划分为湖区平原型、平原台地型、丘陵山岗型、低海拔山地型、高海拔山地型。湖区平原型农庄主要位于海拔低地势平缓的湖区平原区域;平原台地型农庄主要位于海拔较低、起伏度较小、地势较为平缓的平原和台地区域;丘陵山岗型农庄主要位于海拔较低、有一定起伏的丘陵区域;低海拔山地型农庄主要是位于海拔较低、起伏度较大的山地;高海拔山地型农庄主要位于海拔较

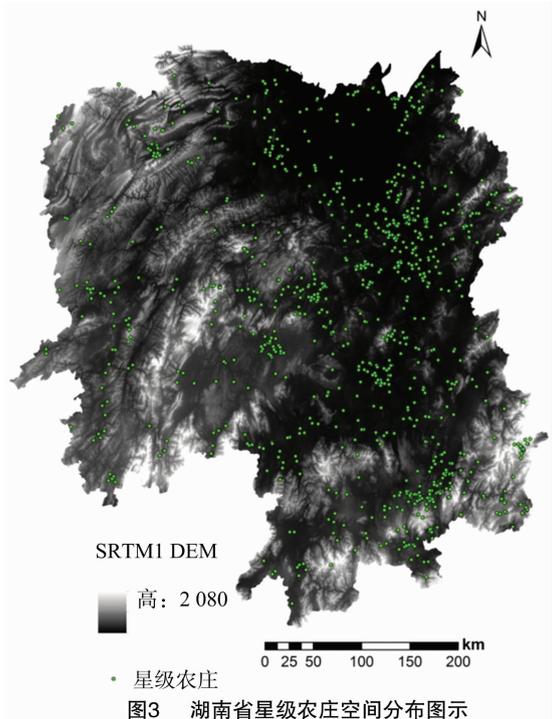


图3 湖南省星级农庄空间分布图示

高、地势起伏度较大的山地。从表2可知,湖南省的星级农庄以丘陵山岗型农庄最多,为367个;低海拔山地型农庄次之,为279个;湖区平原型农庄最少,为38个。

## 3 结论与讨论

### 3.1 结论

运用DEM数字高程模型、GIS定量分析、GIS可视化技

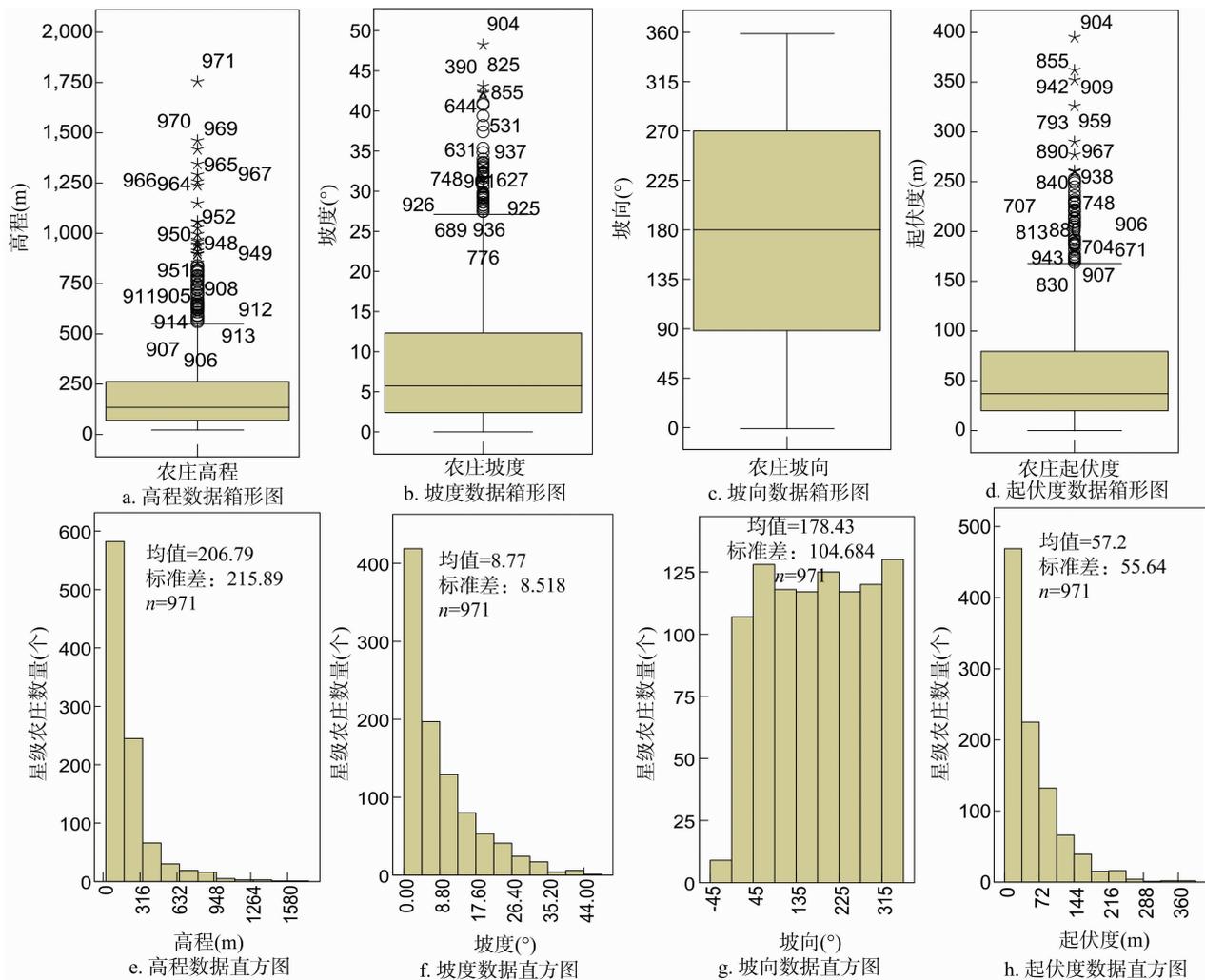


图4 湖南省星级农庄高程、坡度、坡向、起伏度数据箱形图与直方图

表1 湖南省地形坡向与星级农庄空间分布情况

坡向 (°)	地理坡向	名称	面积占比 (%)	农庄数量 (个)	个数占比 (%)
0.0 ± 22.5	无	无坡向	1.22	9	0.93
45.0 ± 22.5	北	阴坡	11.81	118	12.15
67.5 ± 112.5	东北	半阴坡	11.58	118	12.15
90.0 ± 22.5	东	半阴坡	12.64	119	12.26
180.0 ± 22.5	东南	半阳坡	13.49	123	12.67
225.0 ± 22.5	南	阳坡	11.99	111	11.43
270.0 ± 22.5	西南	半阳坡	12.12	130	13.39
315.0 ± 22.5	西	半阳坡	12.31	117	12.05
	西北	半阴坡	12.82	126	12.98

表2 基于地貌形态的星级农庄类型及主要特点

类型	高程 (m)	起伏度 (m)	坡度 (°)	分布数量 (个)	主要特点
湖区平原型农庄	≤ 30	≤ 30	≤ 15.00	38	海拔低、地势平缓
平原台地型农庄	> 30 ~ 70	≤ 70	≤ 25.00	209	海拔较低、地势较为平缓
丘陵山岗型农庄	> 70 ~ 200	≤ 200	≤ 45.00	367	海拔较低、地势有一定起伏
低海拔山地型农庄	> 200 ~ 500	≤ 395	≤ 45.00	279	海拔较低、地势起伏较大
高海拔山地型农庄	> 500	≤ 395	≤ 48.26	78	海拔高、地势起伏大

术,对基于地貌形态的湖南省星级农庄空间分布特征进行研究,得出以下结论:湖南省星级农庄空间分布呈现为“东密西疏、区域集聚、低海拔分布”的特点;高程、坡度、起伏度对星级农庄空间分布影响明显,星级农庄趋向分布在海拔较低、地势平缓、适宜农业耕作的平原、台地和丘陵地区,海拔较高、起伏度较大、坡度较大的山地分布数量少;坡向对星级农庄空间分布影响不大,在北、东北、东、东南、南、西南、西、西北8个坡向区域星级农庄分布数量较为均衡;依据地貌形态把湖南省星级农庄划分为湖区平原型、平原台地型、丘陵山岗型、低海拔山地型、高海拔山地型5种类型。

### 3.2 讨论

基于地貌形态对星级农庄空间分布进行研究,是对侧重于集聚类型、均衡程度、分布密度等空间分布研究的有益补充。本研究通过对星级农庄位点的地形数据进行探讨,分析现有星级农庄的地貌特征,归纳出星级农庄位点的地貌形态分布规律,划分出星级农庄的类型。这在一定程度上可为从宏观上指导休闲农庄建设选址及休闲农业发展布局提供借鉴与参考。本研究发现,星级农庄绝大多数分布在海拔500 m以下、坡度25°以下、起伏度200 m以下的区域,海拔高且起伏度大的山区、坡度大于25°的地形不适宜农业开垦,这符合休闲农业“以农为本”的特点,可以进一步研究利用地貌形态对星级农庄空间分布影响划分出休闲农业发展适宜区域。

目前,运用地理计量学与GIS系统定量分析休闲农业空间分布特征研究,多采用地图软件定位样本的空间坐标,但休闲农业示范点、休闲农业园区、休闲农庄、休闲农业景点等样本都具有较大空间面积,因而存在因地图软件不同或实地采样位置不同而导致提取的地形数据有一定偏差。同时,DEM数据来源不同、精度不同都会造成研究结果具有一定的差异性。前人对中国区域地貌形态特征开展研究,大多采用90 m精度SRTM3 DEM和30 m精度ASTER GDEM V2数据,国内30 m精度SRTM1 DEM数据近几年才开放,相关研究较少。虽然武文娇等研究表明在垂直精度上SRTM1 DEM明显高于ASTER GDEM V2,总体上对地形表达更准确<sup>[29]</sup>,但其地形表达的准确性与可靠性方面还有待进一步研究。

高程与起伏度都是反映地貌形态的重要指标,是划分平原、台地、丘陵、山地等基本地貌类型的主要依据,但由于地貌形态类型复杂多样,分类方法多样,未形成一个公认的地貌分类体系<sup>[30]</sup>。本研究中基于起伏度200 m以下划分的平原、台地与丘陵区域面积占比89.75%,而基于高程500 m以下划分的平原、丘陵区域面积占比74.01%,因而建立一种统一的地貌基本形态划分体系值得进一步研究与探讨。

### 参考文献:

[1] 周成虎,程维明,钱金凯,等. 中国陆地1:100万数字地貌分类体系研究[J]. 地球信息科学学报,2009,11(6):707-724.  
 [2] 王雷,朱杰勇,周燕. 基于1:25万DEM昆明地区地貌形态特征分析[J]. 昆明理工大学学报(理工版),2007,32(1):6-9.  
 [3] 李炳元,潘保田,韩嘉福. 中国陆地基本地貌类型及其划分指标探讨[J]. 第四纪研究,2008,28(4):535-543.  
 [4] 杨昕,汤国安,刘学军,等. 数字地形分析的理论、方法与应用[J]. 地理学报,2009,64(9):1058-1070.

[5] 王玲,吕新. 基于DEM的新疆地势起伏度分析[J]. 测绘科学,2009,34(1):113-116.  
 [6] 赵洪壮,李有利,杨景春,等. 基于DEM数据的北天山地貌形态分析[J]. 地理科学,2009,29(3):445-449.  
 [7] 全迟鸣,周成虎,程维明,等. 基于DEM的黄土塬形态特征分析及发育阶段划分[J]. 地理科学进展,2014,33(1):42-49.  
 [8] 李婧晗,江岭,左颖,等. 面向对象的安徽省基本地貌类型划分方法[J]. 地理与地理信息科学,2018,34(5):80-85.  
 [9] 王琛智,张朝,张静,等. 湖南省地形因素对水稻生产的影响[J]. 地理学报,2018,73(9):1792-1808.  
 [10] 崔步礼,李小雁,姜广辉,等. 基于DEM的山地丘陵区土地利用覆被研究—以青海湖流域为例[J]. 自然资源学报,2011,26(5):871-880.  
 [11] 李仁杰,谷枫,郭风华,等. 基于DEM的交通线文化景观感知与功能分段研究——紫荆关长城景观的实证[J]. 地理科学,2015,35(9):1086-1094.  
 [12] 李照会,郭良,刘荣华,等. 基于DEM数字河网提取时集水面积阈值与河源密度关系的研究[J]. 地球信息科学学报,2018,20(9):1244-1251.  
 [13] 朱华武,张好记,傅志强,等. 湖南省休闲农业发展策略与空间布局探讨[J]. 经济地理,2013,33(6):132-134,154.  
 [14] 夏赞才,唐月亮,殷章馨,等. 湖南省星级休闲农庄空间表征及影响因素[J]. 经济地理,2018,38(6):203-209.  
 [15] 刘艳艳. 陕西省休闲农业空间布局与发展对策研究[D]. 西安:陕西师范大学,2013:17-40.  
 [16] 刘真真,李盈昌. 山西省休闲农业与乡村旅游景点空间结构的计量地理分析[J]. 中国农业资源与区划,2017,38(7):108-114.  
 [17] 任开荣,董继刚. 山东省休闲农业资源空间分布及影响因素分析[J]. 中国农业资源与区划,2017,38(10):185-191.  
 [18] 林国华,郑石. 福建省休闲农业示范点空间分布及其影响因素分析[J]. 福建农业学报,2017,32(6):676-684.  
 [19] 张颖,陈奕捷,王道龙. 北京市休闲农业园区空间分布特征研究[J]. 中国农业资源与区划,2016,37(12):209-219.  
 [20] 胡亚丹,徐建华,李治洪. 上海市休闲农业布局及影响因素分析[J]. 长江流域资源与环境,2017,26(12):2023-2031.  
 [21] 湖南省统计局. 湖南省统计年鉴2017[M]. 北京:中国统计出版社,2018:1-30.  
 [22] 牟怀义. 基于DEM的森林植被空间分析与变化检测[J]. 地理空间信息,2018,16(7):96-100.  
 [23] 韩海辉,高婷,易欢. 基于变点分析法提取地势起伏度——以青藏高原为例[J]. 地理科学,2012,32(1):101-104.  
 [24] 张伟,李爱农. 基于DEM的中国地形起伏度适宜计算尺度研究[J]. 地理与地理信息科学,2012,28(4):8-12.  
 [25] 陈学兄,张小军,常庆瑞. 陕西省地形起伏度最佳计算单元研究[J]. 水土保持通报,2016,36(3):265-270.  
 [26] 贾振声,骆永菊,徐文权. 关于正态分布的等距分组[J]. 数学的实践与认识,2010,40(20):238-244.  
 [27] 国土资源部地籍管理司,中国土地勘测规划院. 第二次全国土地调查技术规程:TD/T 1014—2007[S]. 北京:中国质检出版社,2007:9-12.  
 [28] 吴照柏. 森林资源规划设计调查中地形因子自动提取初探[J]. 中南林业调查规划,2007,26(3):51-53.  
 [29] 武文娇,章诗芳,赵尚民. SRTM1 DEM与ASTER GDEM V2数据的对比分析[J]. 地球信息科学学报,2017,19(8):1108-1115.  
 [30] 程维明,周成虎. 多尺度数字地貌等级分类方法[J]. 地理科学进展,2014,33(1):23-33.