

基于GIS的生态气候资源区划在乡村振兴中的作用

——以祥云县为例

周明刚¹, 李成鹏², 许迎杰^{1*}, 杨国彬¹, 杨炳玉¹

¹云南省气象台, 云南 昆明

²云南省人工影响天气中心, 云南 昆明

收稿日期: 2022年12月27日; 录用日期: 2023年2月2日; 发布日期: 2023年2月10日

摘要

基于云南省大理州祥云县1981~2021年的气象观测资料和数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)资料, 通过地理信息科学(Geographic Information Science, GIS)技术分析祥云县降水、热量、光照、风以及地形、土壤等生态气候因子对烟草、核桃、桑树生长发育的影响, 结合农业生产实际, 运用GIS技术构建具有地方特色农业的生态气候区划及次生的地质灾害风险区划, 为振兴区域种植产业和防灾减灾提供科学指导。

关键词

GIS, 生态气候区划, 风险区划, 乡村振兴

The Role of Ecoclimate Resource Zoning in Rural Revitalization Based on GIS

—Taking Xiangyun County as an Example

Minggang Zhou¹, Chengpeng Li², Yingjie Xu^{1*}, Guobin Yang¹, Bingyu Yang¹

¹Yunnan Meteorological Observatory, Kunming Yunnan

²Yunnan Weather Modification Center, Kunming Yunnan

Received: Dec. 27th, 2022; accepted: Feb. 2nd, 2023; published: Feb. 10th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 周明刚, 李成鹏, 许迎杰, 杨国彬, 杨炳玉. 基于GIS的生态气候资源区划在乡村振兴中的作用[J]. 地球科学前沿, 2023, 13(2): 75-84. DOI: 10.12677/ag.2023.132007

Abstract

Based on the meteorological station observation data and Digital Elevation Model (DEM) data of Xiangyun County, Dali Prefecture, Yunnan Province from 1981 to 2021, analyze the impact of precipitation, heat, light, wind, terrain, soil and other ecological climate factors on the growth and development of tobacco, walnut and mulberry trees in Xiangyun County through geographic information science (GIS) technology. Combined with the actual production, GIS technology were used to divide the ecoclimate suitability of characteristic agriculture and geological hazards risk classification in Xiangyun County, to provide scientific guidance for the revitalization of regional planting industry, disaster prevention and mitigation.

Keywords

GIS, Ecoclimatic Regionalization, Riskzoning, Rural Vitalization

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

走中国特色社会主义乡村振兴道路, 全面实施乡村振兴战略, 是中国共产党第十九次全国代表大会作出的重大决策部署, 是决战全面建成小康社会、全面建设社会主义现代化国家的重大历史任务, 是新时代“三农”工作的总抓手。中华人民共和国国务院印发的《气象高质量发展纲要(2022~2035年)》中明确要求“强化气候资源合理开发利用”, 充分利用气候条件指导农业生产和农业结构调整, 加强农业气候资源开发利用[1]。

为深入贯彻习近平总书记关于乡村振兴战略重要论述和关于气象工作重要指示精神, 认真贯彻落实中央农村工作会议精神, 聚焦提高乡村振兴气象服务能力, 重点增强农村气象防灾减灾能力, 提高农业气象服务精细化水平, 推动气象为农服务不断适应并更加满足乡村振兴多元化需求、气候变化对农业影响研究进一步深入, 促使乡村振兴气象服务科技支撑更加有力、体制机制更加完善, 中国气象局提出了《全面推进乡村振兴气象服务能力提升工作方案(2022~2024年)》。气象部门围绕乡村振兴“产业兴旺、生态宜居、乡村文明、治理有效、生活富裕”总方针要求, 主动融入巩固脱贫攻坚成果同乡村振兴建设, 围绕农业产业结构调整 and 农业区域布局优化提供特色农业气象保障服务, 助力美丽乡村建设。

在乡村振兴战略背景下, 农村气象服务面临着更高的要求。祥云县位于云南省西部的大理白族自治州东部, 地处云贵高原和横断山脉交界地带, 干旱、雷电、冰雹、大风、滑坡泥石流等灾害频繁发生, 监测预报预警难度大, 灾害破坏性强, 贫困地区多处山区, 因灾致贫、因灾返贫现象突出。同时, 祥云县许多地区太阳能、风能等农业气候资源丰富, 迎来了新的机遇和挑战, 为发展特色产业, 脱贫致富, 乡村振兴提供了必要的资源禀赋。以祥云县特有降水、热量、光照、风以及地形、土壤等生态气候因子, 应用 GIS 技术对祥云县特色农业进行生态气候区划及次生的地质灾害风险区划, 为振兴区域种植产业, 防灾减灾贡献气象力量。

2. 资料与方法

2.1. 资料

气象观测资料选取祥云县 2011~2021 年祥云县区域自动气象观测站资料及 1981~2010 年祥云国家基本气象站的降水、日照、温度和风速观测资料。

2.2. 方法

通过 GIS 技术将气候要素与地理因子(经度, 纬度, 坡度, 坡向, 海拔高度)建立线性回归模型, 利用模型进行要素空间小网格化统计分析, 运用集优法叠加分类精细化显示祥云县生态气候适宜性分布图。

空间分布式模型:

$$Y = \beta(\lambda, \mu, \gamma, \theta, \omega) + \varepsilon$$

式中 Y 为气候要素估算值, λ 为经度, μ 为纬度, γ 为海拔高度, θ 为坡度, ω 为坡向。 $\beta(\lambda, \mu, \gamma, \theta, \omega)$ 为地理因子决定的趋项。

3. 生态气候资源分析

3.1. 降水资源

祥云县降水受季风气候影响, 多年平均降水量 822.5 mm。降水量最多的是夏半年(5 月~10 月), 约占全年降水量的 88.50% 以上, 冬半年(11 月~次年 4 月)降水占全年最少(图 1)。降水量各地区分布不均, 祥云县西北降水丰富, 东南区因降水偏少(图 2)。各季降水量空间分布特征与年降水量分布基本相似, 各乡镇降水主要集中于夏秋季节。

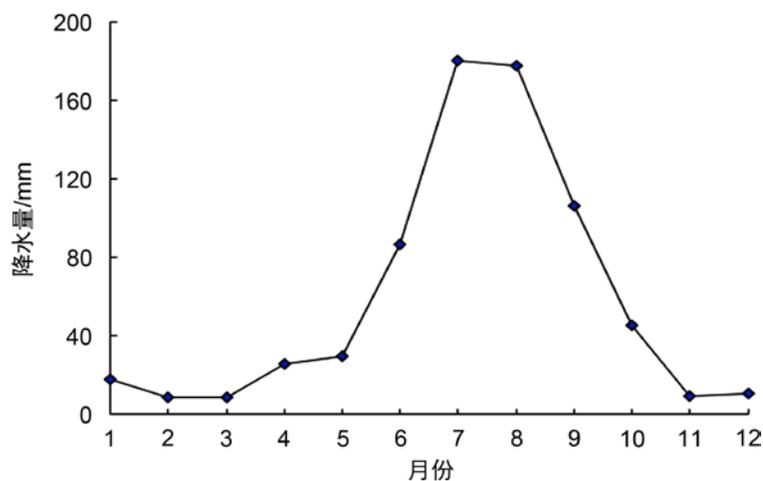


Figure 1. Monthly variation of average annual rainfall in Xiangyun County from 2011 to 2021

图 1. 2011~2021 年祥云县平均年降雨量月变化

降水是影响作物生长的关键性气候因子之一。祥云县降水的时空分布不均, 修坝建塘, 增加水窖, 改坡耕地为水平梯田, 增加蓄水能力和保土能力, 这样不仅防控坡耕地土壤水土的流失, 且在土壤熟化后, 粮食产量和环境容量也随之增加, 使区域生态环境向良性循环发展[2], 为祥云县核桃、烟草、桑蚕等特色产业发展创造条件, 增加农民收入, 有利于农村产业振兴。

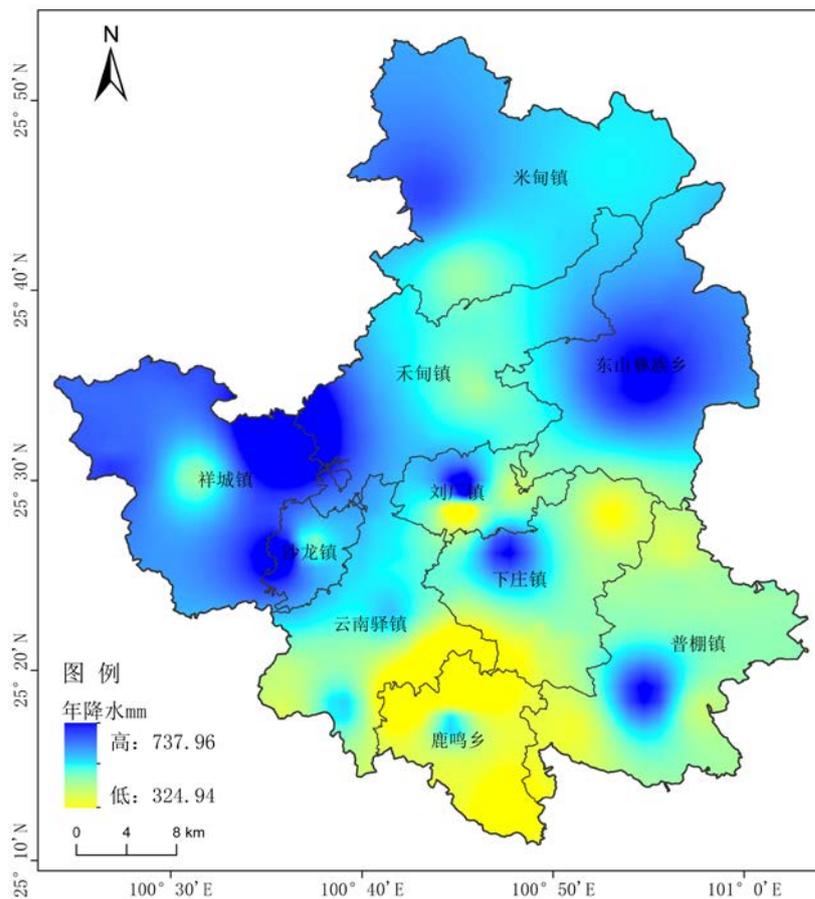


Figure 2. Spatial distribution of annual precipitation
图 2. 年降水空间分布图

3.2. 光照资源

祥云县晴天日数多、大气透明度好、日照时间长、辐射强度高，多年平均日照时数为 2410.6 h，年平均日照百分率为 54%，年平均太阳总辐射为 6360.1 MJ/m^2 ，年平均光合有效辐射为 3092.2 MJ/m^2 [3]。祥云县日照自然条件十分良好，太阳能资源利用发展潜力巨大。

上世纪八十年代初，云南省就致力于太阳能利用的研究工作，九十年代中期，省内十几条太阳能集热器生产线建成投产，受益显著[4]，根据分析祥云县辐射资源分布和地形有很大关系，适合在地势平坦，坡度起伏小的荒地，建设太阳能发电设备；在地势陡峭，坡度高的地区可安装小型太阳能电池版，鼓励安装太阳能热水器，太阳灶，太阳房，太阳能温室等自给自足的太阳能设备。

3.3. 温度资源

温度的季节变化直接影响着作物的生长节律和春播、夏管、秋收等农事活动。温度是热量资源的特征之一，祥云县年平均气温总的分布特点是南高北低，西高东低，随着海拔的升高逐渐降低(图 3)。多年平均气温 14.8°C ，极端最高气温 31.9°C ，极端最低气温 -6.5°C ， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $4467.6^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ [5]。

温度直接影响农作物有机体的主要活动机能，各种农作物的生长发育只有在它们所需要的适宜的热量条件下进行。祥云县的特色产业核桃、桑树、烟草等都性喜湿热，温度从发育起点到成熟期都达到适宜生长条件。

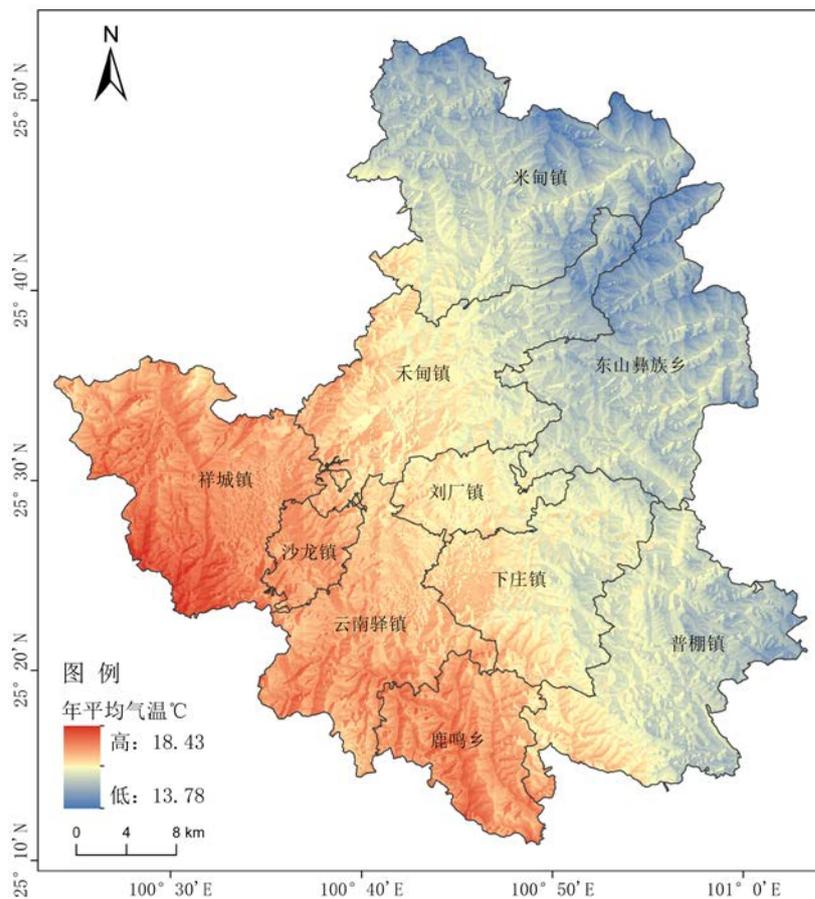


Figure 3. Annual mean temperature map
图 3. 年平均气温布图

3.4. 风能资源

风能是祥云县重要的可再生能源，风能替代化石能源发电、建设绿色能源，对缓解祥云县能源压力、确保能源安全，减少污染、保护生态环境，进入低碳经济的先进行列有着积极的促进作用，对实现能源与乡村振兴发展具有重大的战略意义。

祥云气象站海拔 2015.9 米，年平均风速在 4 m/s 以上，在祥云县东北海拔较高地区风能资源相对丰富，海拔较低地区峡谷风能资源较差。从 2006 年至 2011 年间，云南省共开展了 3 次大规模的风电场大规模选址规划工作，最终完成了《云南省风电场规划报告(2011 年)》，祥云县东山彝族乡野猫山风电场已经编入该规划报告中，风电场设计安装 22 台轮毂高度为 80 m，单机容量为 2000 KW 的风力发电机组，总装机规模为 44 MW，年上网点量为 9943 万 KM*h。

4. 乡村振兴农业生态气候区划

4.1. 烟草生态气候区划

祥云县为低纬高原季风气候，年均温，降水，年日照时数光照充足，土壤以紫色土、红壤和水稻土为主，独特的生态条件造就了祥云县特色优质烟叶。从生态气候及地形生态因子进行数理统计分析，选取高影响因子作为指标，在 ArcGIS 中对祥云县烟草生态气候适宜性进行区划，划分出烟草种植最适宜区、适宜区和不适宜区。

祥云县年日照时数不低于 2000 h, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温在 2600°C 以上、无霜期少于 120 天的地区, 降水量约为 450~600 mm 就能够满足烤烟正常生长[6]。如图 4, 烟草种植适宜区主要分布在禾甸镇、刘厂镇、下庄镇、云南驿镇、祥城镇、沙龙镇等海拔低于 2000 米, 坡度小于 10 度, 阳坡面的平坝区。

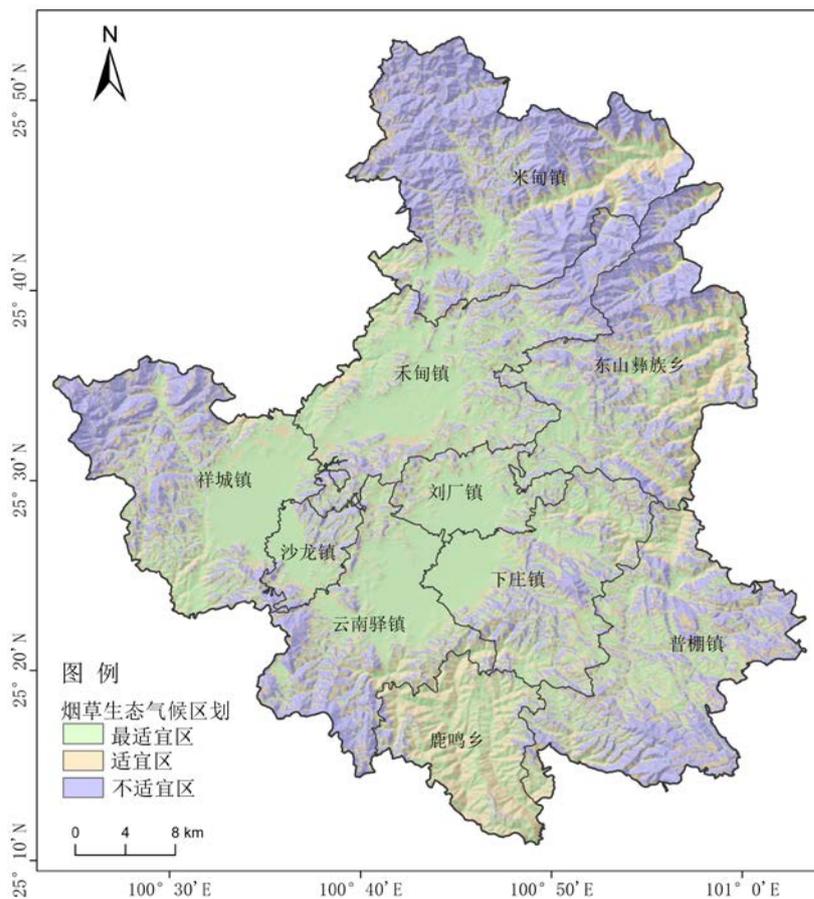


Figure 4. Results of ecoclimatic regionalization of tobacco cultivation

图 4. 烟草种植生态气候区划结果

米甸镇、东山乡、祥城镇、普棚镇、云南驿镇海拔大于 2300 米, 坡度大于 25 米的山区, 因海拔高, 温度低, 热量不足, 地形复杂等原因不适宜发展生态烤烟种植产业。

烟草产量、品质与生态气候密切相关, 祥云县烟草属于小区域精细化烤烟种植区划。可根据烟草生长发育特征改善生态小气候条件, 合理促控, 加强田间管理, 确保烟叶和品质的形成; 培育适宜的烟草良种, 推广烟草管理技术; 烤烟的生长与成熟受到多因素影响, 还需考虑土壤类型, 地形地貌, 灾害天气等因素。

4.2. 核桃生态气候区划

核桃生态气候区划主要考虑核桃生长发育的基本气候条件, 其次考虑夏季温度天气对核桃质量和产量的影响, 最后考虑限制核桃种植培育的地形地貌因子[7] [8] [9]。以祥云种植的美国山核桃为例, 祥云县降水在时间分布上对美国山核桃的生长发育有利(图 1): 4~5 月正值干季, 美国山核桃雌雄花相继开放, 少了阴雨天气对花粉的影响。7~8 月处于主汛期, 降雨量偏多, 日照充足, 正值美国山核桃果实的膨大期, 保证了充足的水分和温度供应, 使树势生长强, 叶片和果实大。

祥云县年均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4467.6^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$, 热量、光照、水分等条件均能充分满足美国山核桃各生长需求。如图 5 所示, 祥云县在米甸镇、东山乡、普棚镇、祥城镇等坡度大于 25° 度, 阴坡地区, 海拔在 2500 米以上高山地区不适宜发展生态核桃种植培育。禾甸镇、刘厂镇、下庄镇、鹿鸣乡、云南驿镇、祥城镇、普棚镇、米甸镇南部等中部坝区和带状河谷地区最适宜美国山核桃种植。其余地区为适宜区呈零星分布, 可根据需求及核桃品种, 种植培养各种适宜生育期的核桃品种。大力发展美国山核桃种植业, 对调整山区农业结构、实施退耕还林工程、培植山区新型绿色产业、绿化美化山区、改变其生态环境有着重要的现实意义。

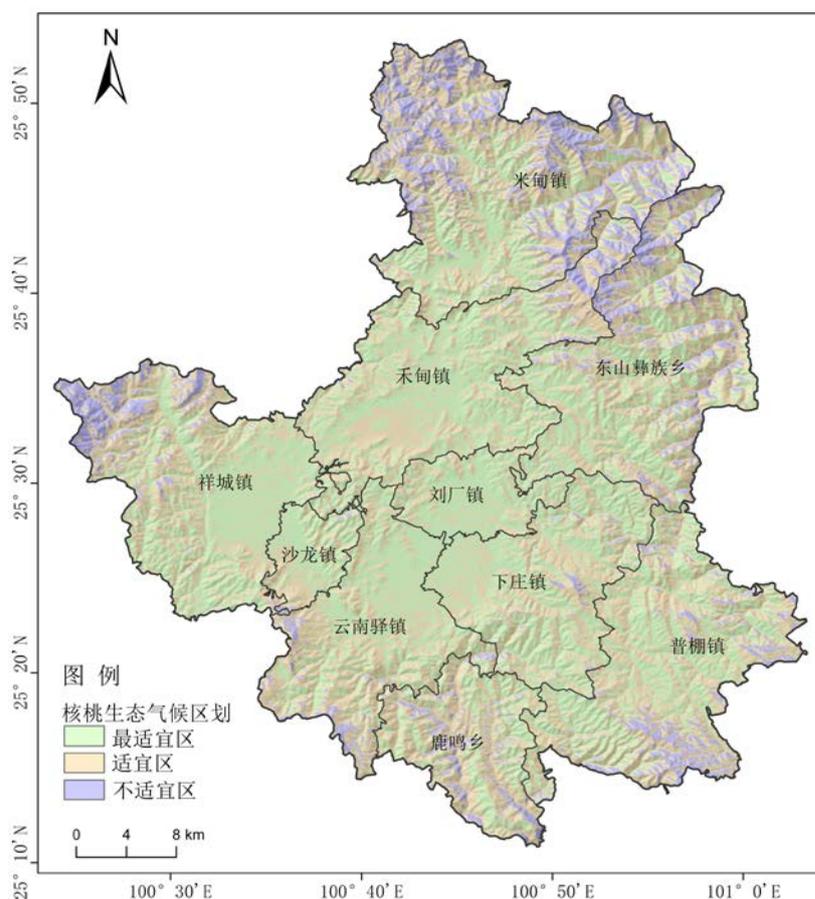


Figure 5. Results of ecoclimatic regionalization of walnut planting
图 5. 核桃种植生态气候区划结果

4.3. 桑蚕生态气候区划

结合生产实际, 通过气候适宜性分析得出热量和地形是影响祥云县桑树栽培生产的主要气候生态因子。选取年均气温、年 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 活动积温、坡度和坡向等 4 个高影响因子运用 GIS 技术和集优法进行区划[10][11]。

祥云县最适宜桑树生态种植的区域(图 6)主要分布在坡度小于 15° 度, 阳坡地区的禾甸镇、刘场乡、下庄乡、沙龙镇、鹿鸣乡、祥城镇、云南驿站镇等的平坝区、河谷地带。区域内交通便利, 日照和水分充足, 温度适宜, 满足桑树生长发育的需求。同时米甸镇, 普棚地区的河谷地区也有小面积带状区域适宜种植。

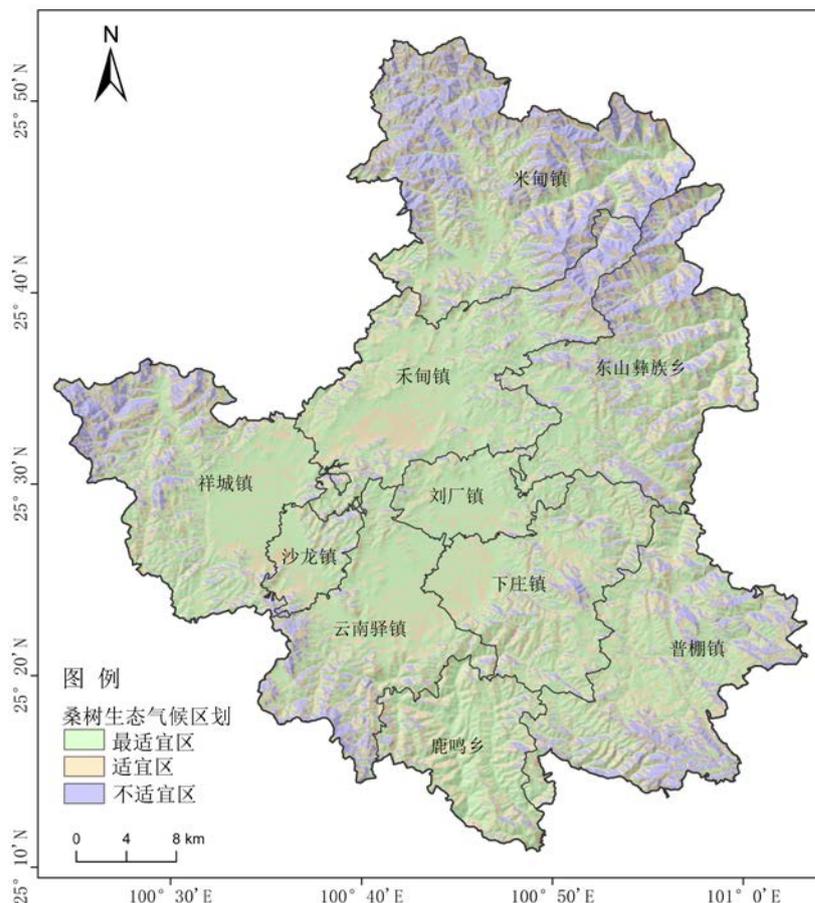


Figure 6. Results of ecological climate regionalization of mulberry planting

图 6. 桑树种植生态气候区划结果

适宜区发展桑树种植产业的面积小，适宜区光照条及热量较好地区，只是整体气候条件未达到桑树生长的最适条件，零星分布在最适宜区周围。不适宜桑树生态种植的区域主要分布在祥云县米甸镇、东山乡、祥城镇的高海拔地区。海拔大于 2200 米的山地由于温度低，水分匮乏，热量不足影响桑叶产量，高山地区交通不便，坡度陡，不适宜桑树生长。

综合分析，由于最适宜区到不适宜区热量、降水、日照、地形、坡度等条件不同，各生态气候区划的桑叶产量有所差距，因此建议政府和有关农林单位加大科普宣传，正确引导农民在最适宜区种植优良品种，提高桑叶产量和品质。

5. 气象灾害区划

祥云县国土总面积 2425 km² 其中山区占 86%~23% 坝区占 13%~67%。辖 8 个镇 2 个乡，2021 年末总人口 48.28 万。全县发育有滑坡、崩塌和泥石流等类型地质灾害，这些地质灾害不仅危害人民的生命财产安全易造成严重的经济损失，还极大地破坏着境内的生态环境，成为威胁乡村振兴最直接因素之一。

基于 ArcGIS 技术对祥云县地表坡度、起伏度、切割深度、地形湿度指数、降雨量、岩土类型等主要地质灾害的发生机制[12] [13]，采用指标权重对区域性地质灾害危险性区划分析，得到祥云县地质灾害危险等级区划，如图 7。

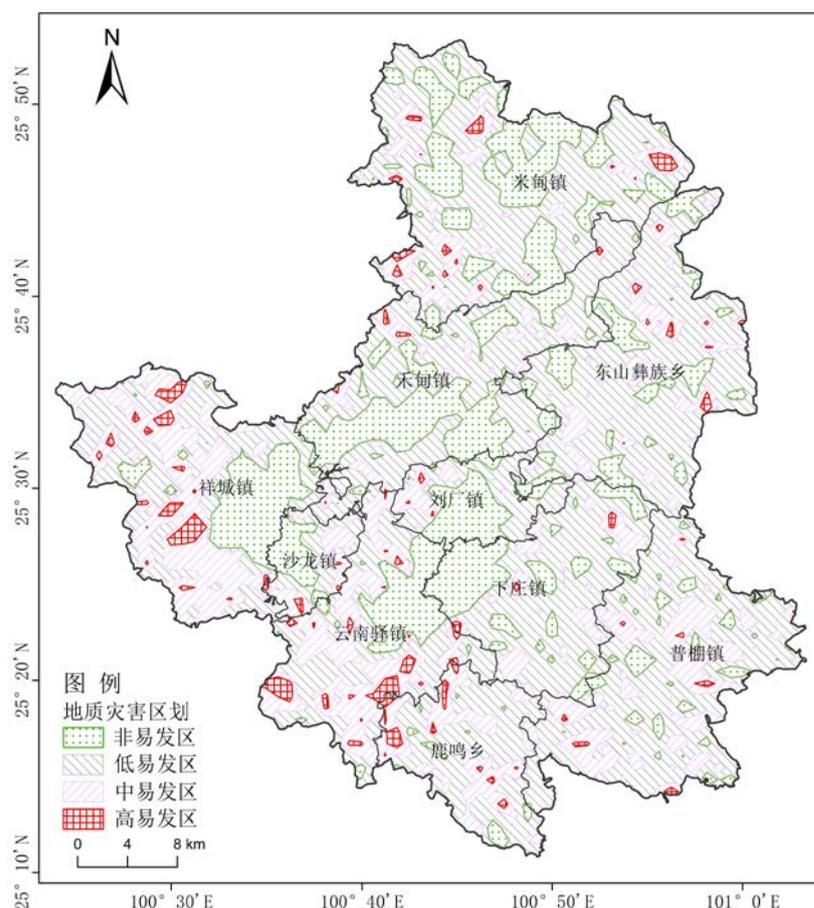


Figure 7. Regionalization of geological hazards in Xiangyun County

图 7. 祥云县地质灾害区划结果

地质灾害低易发区与地质灾害非易发区，主要分布米甸镇、禾甸镇、祥城镇、刘厂镇、云南驿镇、下庄镇、沙龙镇盆地周边，该区为湖相、河流相堆积地貌区主要为构造剥蚀、溶蚀，地形缓和。地质构造简单，岩性单一，地层稳定性好，人类经济活动主要以农业和旅游业为主，微度水土流失，地质灾害不发育。

地质灾害高易发区与害中易发区，主要分布在祥云镇、云南驿镇、鹿鸣乡一线，以及祥云县北部，东北部，包括米甸镇、东山乡有零星分布。该区坡度陡，地质构造复杂，断层、褶皱发育，断层南北走向，岩体破碎、风化强，地形切割密度大，水土流失严重，人类工程经济活动强烈。鹿鸣乡矿山多，植被破坏严重，地质灾害高发，灾害规模小型为主，危害附近的村庄，农田，公路。

对地质灾害高易发区与害中易发区，当地自然资源部门需提前开展隐患排查，对隐患点增防加固[14]；加强值班值守，各部门联合调度，精准监测预警信息和范围；开展地质灾害应急处置演练，专业技术巡查指导；分片负责制，强化科技智防，实现“人防 + 技防”，做好防灾减灾工作。

6. 结论

利用 1981~2021 年祥云县国家基本气象站资料，分析祥云县降水、热量、光照、风等气候资源时空分布。祥云县许多地区太阳能、风能等农业气候资源丰富，在原有的风电场基础上，可适当增加风力发电机组，增加太阳能发电的规模。

其次,采用 DEM 资料、土壤等生态气候因子,选取高影响指标对祥云县特色农业中的桑树、核桃、烟草从生态气候适宜性角度分析,划分出最适宜区、较适宜区和不适宜区,根据生态气候区划结果,调整优化产业结构为引领,助推高原特色农业强势发展;按照“县有多业、一乡两特、一村一品”的思路,走好“党建+绿色发展”之路,寻找优势气候资源,培育出多个特色优势产业,因地制宜发展新兴产业,在保障粮食安全、产业兴旺的基础上可大力发展核桃种植基地产业、烤烟基地、蚕桑基地、蔬菜基地和红梨基地。为大力发展桑树、核桃、烟草种植产业提供科学指导。

最后,基于 ArcGIS 技术对祥云县地表坡度、起伏度、切割深度、地形湿度指数、降雨量、岩土类型等主要地质灾害的发生机制,采用指标权重对区域性地质灾害危险性区划,划分出地质灾害高易发区、害中易发区、地质灾害低易发区、地质灾害非易发区,完善农村气象灾害防御机制和预警服务体系,加强农村气象防灾减灾知识宣传,推动乡村智慧气象发展助力生态宜居美丽乡村建设,为迁民避灾,气象灾害防治规划等提供了参考。

基金项目

云南复杂地形下网格实况分析产品的评估研究(YZ202101);云南基层台站气象科技创新与能力提升计划项目(STIAP202215)。

参考文献

- [1] 王亮. 国务院印发《气象高质量发展纲要(2022-2035年)》[N]. 中国气象报, 2022-05-20(001).
- [2] 贺丽娟. 雨水资源利用技术浅析[J]. 山西水土保持科技, 2021(3): 15-16+21.
- [3] 闫生杰, 章慧英, 徐安伦. 美国山核桃在祥云县种植的气候适应性研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(7): 221-224.
- [4] 孔德钰, 王喆. 浅析我国西部风能、太阳能利用发展概况——以云南、宁夏两省为例[J]. 法制与社会, 2015(2): 93-94.
- [5] 陈凤娇, 薛东剑. 大理白族自治州核桃种植气候适宜性区划[J]. 西华师范大学学报(自然科学版), 2019, 40(4): 407-412.
- [6] 尹远渊. 云南烤烟种植气候适宜性区划[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [7] 郭兆夏, 梁轶, 王景红, 等. GIS 技术支持下的陕西核桃精细化气候适宜性区划[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(1): 194-198.
- [8] 张志勇, 丁春晓, 田圆, 等. 云南省细香核桃气候适宜性研究[J]. 林业调查规划, 2017, 42(2): 1-6.
- [9] 田家硕, 宁德鲁, 王永兴, 等. 基于 GIS 的大理州漾濞泡核桃适宜性分布评价[J]. 西部林业科学, 2019, 48(3): 84-89.
- [10] 黄平, 储一宁, 罗太义, 等. 在云南立体气候条件下对不同桑树品种性状的比较分析[J]. 西南农业学报, 2007(3): 474-477.
- [11] 肖玲, 张伟, 彭云, 等. 基于 GIS 的高县桑树生态气候适宜性分析[J]. 高原山地气象研究, 2022, 42(S1): 146-151.
- [12] 杨波, 高伏芳, 罗志强, 等. 基于大理市地质灾害易发性评价方法研究[J]. 中国水运(下半月), 2022, 22(10): 125-126.
- [13] 宦吉林, 王铁霖, 吴柏清. 高原地区耕地后备资源开发适宜性及潜力评价——以西藏桑珠孜区为例[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(11): 32-38.
- [14] 李明和, 钱卫明, 闫晓波, 等. 历史遗留矿山地质灾害隐患防治与生态修复研究——以大理鹤庆马厂片区关停煤矿为例[J]. 工程技术研究, 2022, 7(10): 34-36.