

刘德锋, 彭琳, 郜鲁涛, 等. 基于地理信息系统(GIS)的云南省铁皮石斛种植适宜性区划[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(4): 227-230.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.067

# 基于地理信息系统(GIS)的云南省 铁皮石斛种植适宜性区划

刘德锋<sup>1</sup>, 彭琳<sup>1</sup>, 郜鲁涛<sup>1</sup>, 刘建阳<sup>2</sup>, 盛立冲<sup>1</sup>

(1. 云南农业大学基础与信息工程学院, 云南昆明 650000; 2. 云南省信息技术发展中心, 云南昆明 650000)

**摘要:**云南省是我国石斛的主产区, 其中铁皮石斛是在云南全省乃至全国范围种植面积最大的品种。而有关云南省铁皮石斛种植适宜性区划的研究还不多。为了研究铁皮石斛在云南省的适宜生长区域, 根据云南省的气候资源特点及铁皮石斛对生长环境的要求, 分析确定影响铁皮石斛生长分布的适宜性区划指标, 选取年平均温度、年极端最低温度、年极端最高温度、全年 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温、年降水量、海拔、年平均相对湿度 7 个气象因子作为种植区划指标, 利用云南省 109 个气象台站 1981—2010 年的气候资料及云南省地理信息数据, 采用地理信息系统(GIS)空间分析技术对区划指标进行细网格推算。结果得到云南省 1 km $\times$ 1 km 网格化气候资源的空间分布情况, 并按照最适宜生长区、次适宜生长区、不适宜生长区对云南省铁皮石斛进行了种植区域划分, 并给出了区划专题图, 为云南省铁皮石斛的合理种植提供了一定的科学依据。

**关键词:**铁皮石斛; 适宜生长区域; 地理信息系统(GIS); 气候资源; 区域划分

**中图分类号:** S127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)04-0227-04

铁皮石斛(*Dendrobium officinale* Kimura et Migo) 别称黑节草、云南铁皮, 主要分布于安徽西南部、浙江东部、福建西部、广西西北部, 以及四川、云南东南部<sup>[1]</sup>。云南省是目前全国种植铁皮石斛面积最大的地区。铁皮石斛茎可以入药, 具

有养胃生津、益气补血、抗肿瘤、防治癌症等功效, 是中草药种类中极其珍稀的中药材<sup>[2]</sup>。

光照、湿度、气候等条件稍有不便会就对铁皮石斛的生长发育造成影响。由于铁皮石斛对生长环境要求苛刻, 导致在自然条件下只有极少的环境适宜铁皮石斛生长, 加上森林砍伐、土地开发等导致的生态环境破坏, 以及长期无节制的掠夺式采挖, 铁皮石斛野生资源已经濒临枯竭<sup>[3]</sup>。目前, 市场上的铁皮石斛产品主要来源于人工栽培。由于铁皮石斛生长环境的特殊性, 人工栽培往往投入大、产量低, 加上铁皮石斛极高的药用价值, 市场供不应求, 其价格也在不断攀升。在经济利益的驱使下, 铁皮石斛的种植面积也在不断地扩大, 这往往又造成了一种盲目引进的现象, 使云南省铁皮石斛产业呈现一种“大面积小产业”的现状<sup>[4]</sup>。在这种背景下, 开展云南省

收稿日期: 2016-01-12

基金项目: 国家农村信息化示范省省级综合信息资源中心建设项目(编号: 2014AB017); 云南高原特色农业产业生产服务平台建设项目(编号: 2014AB019); 云南高原特色农业产业物联网示范工程(编号: 2014AB026)。

作者简介: 刘德锋(1989—), 男, 安徽宿州人, 硕士研究生, 研究方向为物联网技术及应用。E-mail: ldfdf120@163.com。

通信作者: 郜鲁涛, 讲师, 主要从事物联网技术研究。E-mail: gaolutao\_11@163.com。

[3] Habe H, Fukuoka T, Kitamoto D, et al. Biotransformation of glycerol to D-glyceric acid by *Acetobacter tropicalis* [J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2009, 81(6): 1033-1039.

[4] Habe H, Shimada Y, Fukuoka T, et al. Production of glyceric acid by *Gluconobacter* sp. NBRC3259 using raw glycerol [J]. *Agricultural and Biological Chemistry*, 2009, 73(8): 1799-1805.

[5] Habe H, Shimada Y, Yakushi T, et al. Microbial production of glyceric acid, an organic acid that can be mass produced from glycerol [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2009, 75(24): 7760-7766.

[6] Sato S, Morita T, Fukuoka T, et al. Microbial resolution of DL-glyceric acid production with newly isolated bacterial strains [J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2015, 119(5): 554-557.

[7] 刘宇鹏, 郑璞, 孙志浩, 等. 采用离子排斥色谱法分析发酵液中的琥珀酸等代谢产物 [J]. *食品与发酵工业*, 2006, 32(12): 119-123.

[8] 方亚坤, 靳魁奇, 刘宇鹏, 等. 离子排斥色谱法分析发酵液中甘油

酸等代谢产物 [J]. *食品与发酵工业*, 2015, 41(7): 171-174.

[9] 布坎南 R E, 吉本斯 N E. 伯杰氏细菌鉴定手册 [M]. 中国科学院微生物研究所, 译. 8 版. 北京: 科学出版社, 1984: 325-329.

[10] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册 [M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2001.

[11] 李华, 刘宇鹏, 孙杨, 等. 一株高产二羟基丙酮菌株的筛选及鉴定 [J]. *工业微生物*, 2013, 43(4): 23-28.

[12] 冯静, 施庆珊, 欧阳友生, 等. 葡糖杆菌属分类及其主要应用的研究进展 [J]. *微生物学杂志*, 2010, 30(2): 86-90.

[13] Malimas T, Yukphan P, Takahashi M, et al. *Gluconobacter kondonii* sp. nov., an acetic acid bacterium in the  $\alpha$ -*Proteobacteria* [J]. *Journal of General and Applied Microbiology*, 2007, 53(5): 301-307.

[14] Malimas T, Yukphan P, Takahashi M, et al. *Gluconobacter sphaericus* (Ameyama 1975) comb. nov., a brown pigment-producing acetic acid bacterium in the *Alpha proteobacteria* [J]. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 2008, 54(4): 211-220.

铁皮石斛种植区划研究,并为云南省铁皮石斛的合理种植布局提供建议,就显得十分必要。对铁皮石斛进行气候生态适宜性区划,可以充分利用当地的气候资源,选择适宜的生态种植环境<sup>[5-10]</sup>,优化铁皮石斛的种植结构,避免盲目引种,减少种植成本,从而提高药材产量和品质,同时可以为种植基地的选取及资源的可持续利用提供一定的科学依据。

根据铁皮石斛的现有种植区域进行其生长适宜性的研究,前人已经做了大量工作,也取得了一定的研究成果,但已有区划研究多为调查与考察结果,加上云南省地形复杂,铁皮石斛分布区域广泛,地域跨度大,现有区划研究不能完全反映其地理分布和生产发展现状,因此评价结果多是局部的、经验性的,缺乏一定的科学性。为了科学合理地进行云南铁皮石斛的适宜种植区划和评价,本研究根据云南省的气候资源特点和铁皮石斛生长发育对环境的要求,在总结和分析前人调查、研究成果<sup>[11-12]</sup>的基础上,建立了云南省铁皮石斛区划指标,利用 GIS 空间分析技术和云南省气象资料及地理信息数据,对云南省铁皮石斛进行精细化适宜度分区,以期充分利用当地的农业气候资源,为铁皮石斛的合理种植提供依据。

1 研究区概况

云南省地处中国西南边陲,位于 21°8'32"~29°15'8"N、97°31'39"~106°11'47"E 之间,北回归线横贯云南省南部。全省东西最大横距 864.9 km,南北最大纵距 900 km,总面积 39.4 万 km<sup>2</sup>。全省地形地貌中,山地约占 84%,高原、丘陵约占 10%,盆地、河谷约占 6%;平均海拔 2 000 m 左右,最高海拔 6 740 m,最低海拔 76.4 m<sup>[13]</sup>。

低纬度、高海拔的特殊地理位置,使得该地区年平均温度 16~20℃,日照充足,昼夜温差大,能够满足铁皮石斛对气候条件的要求,得天独厚的自然资源使云南省成为我国铁皮石

斛的主要产地之一。但是由于云南省各类地貌之间条件差异很大,类型繁杂,地势北高南低,因而形成了云南省复杂多样的气候类型。由北向南,年平均气温从 5℃升至 24℃,≥10℃活动积温从 900℃升至 8 220℃,年降水量从 500 mm 升至 2 250 mm,最热月平均气温为 20~28℃,最冷月平均气温为 8~10℃。云南省南北纵距 900 km,几乎涵盖我国从海南省到东北的所有气候类型<sup>[13]</sup>。气候类型的复杂性使得云南省铁皮石斛的分布也具有复杂性。

2 研究方法

2.1 数据收集与整理

气候数据:来源于云南省气象局,数据内容为云南省境内 109 个气象站的经、纬度坐标,海拔,以及各站点记录的温度、降水量、相对湿度、活动积温等,时段为 1981—2010 年。

地形数据:为 1:25 万云南省基础地理信息数据,包括云南省县以上行政边界,昆明市(县)政府所在地图层,云南省主要河流、公路等图层,云南省高程模型(DEM)栅格数据。

2.2 区划指标分析

调查研究表明,铁皮石斛的生长海拔多在 800~1 600 m,适宜种植在凉爽、湿润、空气畅通的环境中;生长适温 15~30℃,生长期温度以 16~21℃为宜,休眠期 16~18℃,夜间温度 10~13℃,昼夜温差保持 10~15℃<sup>[4]</sup>;幼苗在 10℃以下容易受冻,在 5℃以下开始落叶<sup>[14]</sup>;全年≥10℃的有效积温在 5 000℃以上;年降水量 1 000 mm 以上;种植环境中空气相对湿度在 80%左右较适宜,忌干燥、积水<sup>[15]</sup>;最高温度最好不要超过 37℃,最低温度最好不要低于-5℃。

为了进一步了解铁皮石斛在云南省的适宜生长条件,表 1 列出了云南省铁皮石斛主要分布区的环境因子概况,这些环境条件为云南省铁皮石斛的生态适宜性区划提供了重要参考依据。

表 1 1981—2010 年云南省铁皮石斛主要分布区的环境因子概况

地区	1 月平均温度 (℃)	7 月平均温度 (℃)	年平均温度 (℃)	极端最低温度 (℃)	极端最高温度 (℃)	≥10℃年活动 积温(℃·d)	年降水量 (mm)	相对湿度 (%)	海拔 (m)
贡山县	7.7	21.4	14.7	-2.2	35.5	4 720.0	1 778.5	79	1 583
石屏县	11.8	22.4	18.1	-2.4	33.5	6 105.6	923.5	74	1 419
文山自治州	11.5	23.0	18.4	-2.8	36.3	6 829.3	974.6	75	1 294
蒙自市	12.4	22.8	18.7	-3.9	35.9	6 225.1	858.9	72	1 300
广南县	8.9	22.8	17.0	-4.8	37.6	5 823.7	994.7	78	1 250
西畴县	9.3	21.3	16.3	-5.5	34.8	5 526.7	1 270.6	83	1 508
勐海县	12.9	22.5	18.9	-3.5	35.2	6 130.5	1 318.5	79	1 176
红河自治州	13.8	24.7	20.6	-0.6	39.0	7 483.2	832.0	74	1 367
勐腊县	16.5	25.0	21.8	1.1	37.9	8 116.0	1 513.0	83	1 762
陇川县	11.2	23.3	18.8	-2.9	34.9	7 178.5	1 618.0	81	959
镇康县	11.6	23.1	18.8	-1.0	36.1	6 767.8	1 623.7	82	995
沧源自治县	11.3	21.6	17.7	-1.5	34.1	6 401.2	1 747.2	82	1 278
金平自治县	12.6	21.6	18.2	-0.3	31.9	8 163.8	2 358.6	84	1 260

根据铁皮石斛的生长特性及其他相关调查、研究资料<sup>[12,16]</sup>,选取与铁皮石斛生长发育密切相关的以下几个因子作为云南省铁皮石斛自然立地的适宜性区划指标:(1)年平均温度(℃);(2)年极端最低温度(℃);(3)年极端最高温度(℃);(4)全年≥10℃的活动积温(℃·d);(5)年降水量(mm);(6)年平均相对湿度(%);(7)海拔(m)。各指标的

具体情况见表 2。表 2 中的区划指标,次适宜区、最适宜区为包含、被包含的关系,即最适宜区比次适宜区要求的条件高。

2.3 数据的分析与处理

2.3.1 构建区划因子栅格图 对均匀分布在云南省各地区的 109 个气象站收集到的连续完整的 1981—2010 年的气象资料,利用 ArcGIS 插值法<sup>[17-20]</sup>,经反距离权重法进行空间数

表 2 铁皮石斛适宜生长区划指标

适宜区类别	年平均温度 (℃)	极端最低温度 (℃)	极端最高温度 (℃)	≥10℃ 年活动积温 (℃·d)	降水量 (mm)	相对湿度 (%)	海拔 (m)
最适宜区	16.1~19.0	>-5.0	<37	≥5 000	≥1 000	≥78	800~1 600
次适宜区	14.5~22.4	>-6.7	<40	≥4 500	≥850	≥73	500~2 200
不适宜区	<14.5 或 >22.4	≤-6.7	≥40	<4 500	<850	<73	<500 或 >2 200

据内插等处理后,得到云南省全年≥10℃活动积温、年平均温度、年降水量、年平均相对湿度等数据,并建立1 km×1 km 区划因子栅格图。7 个区划因子共得到 7 个栅格图层。

2.3.2 分区及专题图制作 对于不同的作物和农业气候指标,应使用不同的分区方法,这样才能使区划更具有准确性<sup>[21]</sup>。集优法、逐步分区法、数理统计分析法、模糊数学法等是农业气候区划中常用的分区方法。在对已有分区方法<sup>[22-23]</sup>进行分析的基础上,本研究采用集优法对铁皮石斛进行适宜性区划。

根据表 2 所列出的区划指标、区划等级,设  $B_{i1}$ 、 $B_{i2}$ 、 $B_{i3}$  分别为对应的第  $i$  个因子所求得的最适宜区、次适宜区、不适宜区( $i$  为区划因子,且  $1 \leq i \leq 5$ )。由此可以得到相应的区划结果:最适宜区,  $S_1 = B_{11} \cap B_{21} \cap \cdots \cap B_{51}$ ;次适宜区,  $S_2 = B_{12} \cap B_{22} \cap \cdots \cap B_{52}$ ;不适宜区,  $S_3 = B_{13} \cup B_{23} \cup \cdots \cup B_{53}$ 。

将得到的分区别赋予不同的灰度,并叠加县边界、图例、指北针、经纬网等,最终得到云南省铁皮石斛的生态适宜性区划专题(图 1)。

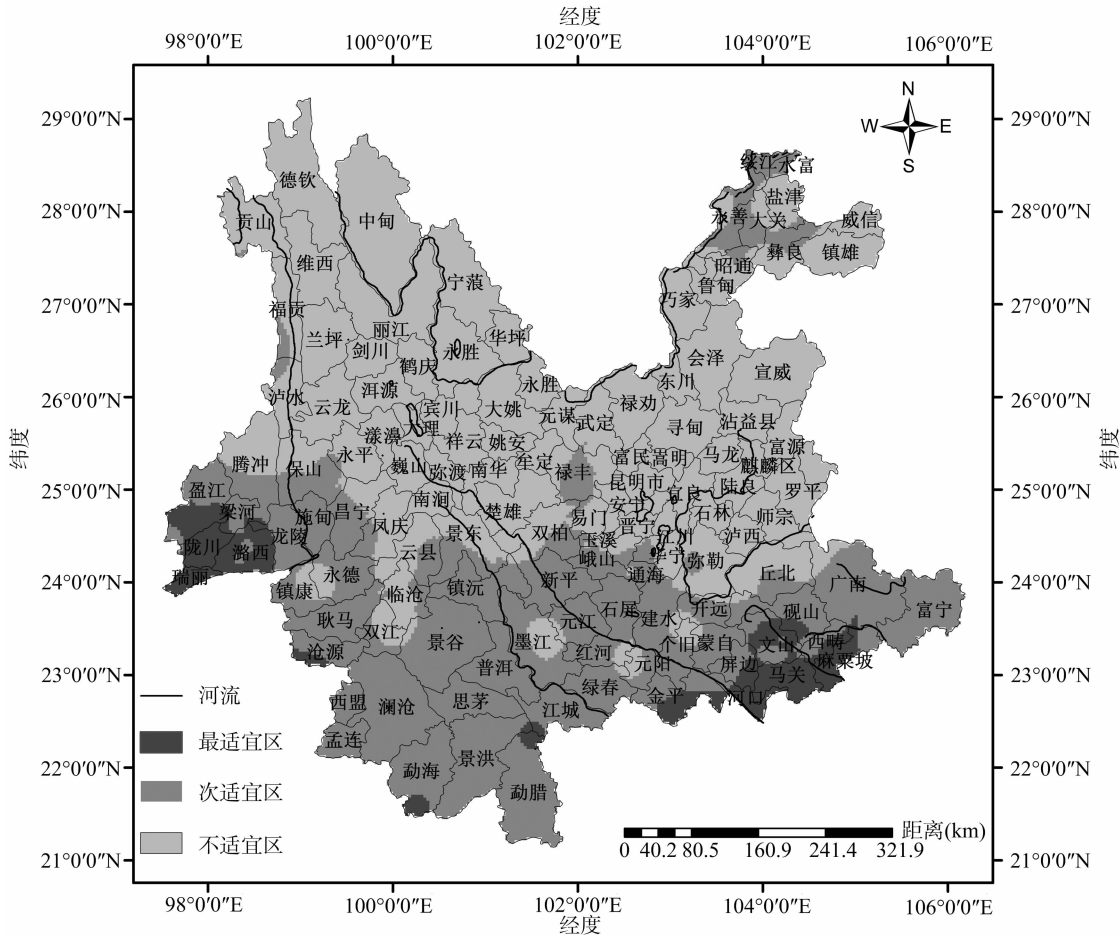


图1 云南省铁皮石斛生态适宜性区划

3 结果与分析

由云南省铁皮石斛的生态适宜性区划结果可以看出,25°N 以南的滇西南、滇南以及滇东南的绝大部分地区,即云南省南部 9 个地市(州)中涉及普洱、陇川、潞西、盈江、耿马、澜沧、勐海、景洪、思茅、勐腊、金平、河口、马关、文山、西畴、广南、富宁等 40 多个县(市、区)都比较适合铁皮石斛的生长。绥江、永善、大关等滇东北地区,环境条件适宜,也比较适合铁

皮石斛的种植。在 100°E 以西、25°N 以北的滇西地区也有少量地区适宜种植,但是由于湿度、海拔、温度等气候环境的限制,分布面积较小。

3.1 最适宜区

从区划结果上看,铁皮石斛的最适宜生长区主要集中在滇西南的普洱、陇川、盈江、潞西、梁河、沧源地区,滇东南的文山、西畴、金平、河口、屏边、马关、麻栗坡地区,以及滇南的勐海、勐腊等少量地区。这些地区的年平均温度在 16.1~

19.0℃ 之间,  $\geq 10$ ℃ 年活动积温在 5 000℃·d 以上, 年降水量 1 000 mm 以上, 年平均相对湿度在 78% 以上。温度适宜、光照和降水量充足、空气湿润, 各项生态条件均处于铁皮石斛生长的最佳位置。因此可以将这些地区作为铁皮石斛的重点种植地区, 以充分利用当地优异的气候资源, 减少种植成本, 提高经济效益。

### 3.2 次适宜区

25°N 以南的大部分地区、滇东北的部分地区以及滇西的极少数地区, 是铁皮石斛的次适宜生长区。这些地区的气候条件也比较适合铁皮石斛的生长, 但条件没有最适宜区好。年平均温度在 14.5~16.1℃ 或 16.1~22.4℃ 之间,  $\geq 10$ ℃ 年活动积温在 4 500~5 000℃·d 之间, 年降水量在 850~1 000 mm 之间, 年平均相对湿度在 73%~78% 之间。各项条件基本满足铁皮石斛生长的需求, 亦适合大面积种植, 但产量、质量可能会有所降低。

### 3.3 不适宜区

云南省的其他地区为不适宜区。这些地区由于地势的原因, 温湿度、光照等条件达不到铁皮石斛生长的要求, 因而不适合种植铁皮石斛。

## 4 结论

本研究根据云南省的气候资源特点及铁皮石斛对生长环境的要求, 选取了与铁皮石斛生长密切相关的 7 个因子作为云南省铁皮石斛生态适宜性的区划指标, 并利用 GIS 空间分析技术, 按最适宜区、次适宜区、不适宜区, 对云南全省进行了铁皮石斛的生态适宜性区划。

本研究区划所选取的气象站点数量众多, 且基本覆盖了云南省全境, 各区划因子对于铁皮石斛的生长也都有着至关重要的作用。因此本区划结果有着一定的科学性、准确性, 能够大体反映铁皮石斛在云南省不同地区的适宜性差异。

在众多影响铁皮石斛生长发育的环境条件中, 气候因素占主导地位, 但在实际种植过程中, 还要考虑到土壤、地质、交通等因素的影响。为提高结果的准确性, 这些因素在以后的研究中还须进一步补充和分析。

### 参考文献:

- [1] 石丽敏, 卢华兵, 胡贤女. 主要环境因子对铁皮石斛生长发育的影响[J]. 浙江农业科学, 2014(10): 1528-1529.
- [2] 张宇斌, 郭菊, 罗天霞, 等. 不同温度和湿度条件下光照强度对铁皮石斛光合速率的影响[J]. 北方园艺, 2013(8): 119-122.
- [3] 朱虹, 郝厚诚, 孙长生. 我国铁皮石斛产业现状和发展对策[J]. 陕西农业科学, 2014, 60(12): 77-79.
- [4] 杜静, 黄林芳, 谢彩香. 铁皮石斛生态适宜性研究[C]. 兰州:

海峡两岸暨 CSNR 全国第 10 届中药及天然药物资源学术研讨会论文集, 2012: 196-200.

- [5] 付小勇, 杨建荣, 刘永刚, 等. 基于 GIS 云南西南桦气候生态适宜性区划[J]. 西部林业科学, 2014, 43(6): 104-108.
- [6] Hao C Y, Fan R, Milton C R, et al. Modeling the potential geographic distribution of black pepper (*Piper nigrum*) in Asia using GIS tools[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2012, 11(4): 593-599.
- [7] Di B F, Zhang K S, Tang Y, et al. The development of a geographic information system (GIS) database for Jiuzhaigou National Nature Reserve and its application[J]. Journal of Mountain Science, 2013, 10(3): 398-409.
- [8] 罗天虎. 基于 GIS 的赤水市金钗石斛农业气候区划[J]. 气象与环境科学, 2014, 37(2): 70-73.
- [9] 黄梅丽, 廖雪萍, 罗燕英, 等. 基于 GIS 的广西金茶花气候生态适宜性区划[J]. 中国农学通报, 2014, 30(1): 163-168.
- [10] 杨洋, 何春阳, 李晓兵. 基于 GIS 的云南栽培型普洱茶树大规模种植适宜性评价[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(3): 33-40.
- [11] 唐丽, 李菁, 龙华, 等. 生态因子对铁皮石斛生长发育影响的研究进展[J]. 中药材, 2014, 37(1): 153-156.
- [12] 萧凤回, 郭玉姣, 王仕玉, 等. 云南主要药用石斛种植区域调查及适宜性初步评价[J]. 云南农业大学学报, 2008, 23(4): 498-505, 518.
- [13] 云南森林编写委员会. 云南森林[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1986.
- [14] 艾娟, 严宁, 胡虹, 等. 温度对铁皮石斛生长及生理特性的影响[J]. 云南植物研究, 2010, 32(5): 420-426.
- [15] 卢艳艳. 铁皮石斛栽植技术研究[J]. 北方园艺, 2013(20): 137-140.
- [16] 云南省气象局. 云南省农业气候资料集[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1984.
- [17] 谢全先, 晏路明. 基于 GIS 的福建省农业气候资源小网格推算[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2004, 20(3): 90-93.
- [18] Fang Y, Huang Z, Chen B, et al. Architecture and key technologies of grid geographic information system[J]. Science in China Series E: Technological Sciences, 2008, 51(s1): 102-113.
- [19] 余卫东, 陈怀亮. 河南省夏玉米精细化农业气候区划研究[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(2): 14-19.
- [20] 周秉荣, 胡爱军, 陈国茜, 等. 青海省农牧业气候资源综合区划及评价[J]. 资源科学, 2013, 35(1): 191-198.
- [21] 卞来福. 国内外农业气候区划方法[J]. 气象科技, 1980, 2(2): 34-37.
- [22] 韩湘玲. 农业气候学[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 1999: 162-188.
- [23] 张明洁, 赵艳霞. 近 10 年我国农业气候区划研究进展综述[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(2): 993-997.