

文章编号:1673-8411(2018)04-0046-05

## 文山州烤烟大田期气候特征和气候风险分析

冯德花<sup>1</sup>,李大肥<sup>2</sup>,王 邴<sup>2</sup>,资云萍<sup>2</sup>

(1.云南省文山州气象局,云南 文山 663000;2.云南省烟草公司文山州公司,云南 文山 663000)

**摘 要:**利用1988~2017年4月下旬至9月下旬文山州烤烟种植大田期间气象数据资料,对文山州近30a烤烟种植气候特征进行分析,并对关键气候因子风险度进行评估。分析表明:(1)烤烟大田期平均气温、降水量和日照时数都呈现增长趋势,东部高温突出,南部多雨多日照,西部多日照,除富宁大部地区平均气温偏高外,文山州大部分地区均符合优质烟区的气候种植条件。(2)文山州烤烟种植前期平均气温和降水量风险度较高,为主要的的气候限制因子,整个生育期日照时数风险度最小,6~8月雨量风险次小;7~8月日照和平均气温风险均表现为东高西低,是中部及其以东地区烤烟种植的主要气候限制因子。综合气候风险度年际分布不均匀,除东部富宁地区外,文山州大部地区具备烤烟种植的较好气候条件,种植综合气候风险东部较高,未来不适宜优质烤烟种植,温度和降水是东部烤烟种植的主要限制气候因子。

**关键词:**文山州;烤烟;气候特征;气候风险

**中图分类号:**P464

**文献标识码:**A

## Analysis on climate characteristics and risk during the field period of flue-cured tobacco in Wenshan

Feng Dehua<sup>1</sup>, Li Dafei<sup>2</sup>, Wang Li<sup>2</sup>, Zi Yunping<sup>2</sup>

(1.Wenshan Meteorological Service, Wenshan Yunan 663000;

2.Wenshan Tobacco Company of Yunnan Province, Wenshan Yunan 663000)

**Abstract:** By analyzing the meteorological conditions of flue-cured tobacco planting in Wenshan from late April to late September in 1988–2017, the climatic characteristics and risk degree of flue-cured tobacco planting in recent 30 years were found out. (1) The average temperature, precipitation and sunshine duration of flue-cured tobacco in the field period have an increasing trend; high temperature in the east is sticking out, the southern area is rainy and sunny, and the west has abundant rainfall. Except for most parts of Funing has a high average temperature, most areas of Wenshan met the climatic planting conditions of high-quality tobacco. (2) The average temperature and precipitation risks of the early stage planting are higher, which are the main climatic limiting factors. The risk degree of sunshine duration is the lowest in the whole growth period. The rainfall risk is the lowest from June to August, at this period, the risk of sunshine and average temperature is high in the east and low in the west, which was the main climatic limiting factor for tobacco cultivation in the central and eastern regions. (3) The interannual distribution of comprehensive climate risk is uneven. Except for the eastern Funing, most areas of Wenshan have great climate conditions for flue-cured tobacco planting. The eastern Wenshan has higher comprehensive climate risk, not suitable for high-quality tobacco planting in the future. In addition, temperature and rainfall are the main limiting factors in east areas.

**Keywords:** Wenshan; flue-cured tobacco; climate characteristics; climate risk

收稿日期:2018-8-15

基金项目:云南省烟草公司科技项目(2016YN14)资助。

作者简介:冯德花(1985-),女,云南人,工程师,主要从事中短期天气气候预报预测,E-mail:15671090@qq.com。

引言

文山州地处低纬高原地区,属典型的南亚热带和中亚热带气候,干湿季节分明,雨量充沛且热量资源好,具有自身鲜明的气候特点<sup>[1-2]</sup>。文山州有着30多年的烤烟种植历史,是目前云南省重点发展的4大新烟区之一,烟叶具有“清甜香润”风格<sup>[3]</sup>。

目前关于作物种植气候适宜性和区划的研究不少,邓雨、朱华松、何麒峰、李永荣等学者分别研究了核桃、茶叶、芒果和桑蚕的气候适宜性和区划<sup>[4-7]</sup>。烟草种植中对环境条件变化比较敏感,气候因子不仅影响烤烟种植的区域分布,同时还影响烟叶品质,是烤烟生长中最重要的环境条件之一<sup>[8-11]</sup>。气候因子是难以复制和改变的,在生产过程中具有变化的不确定性,目前气候风险评估已经被广泛用于水稻、小麦、柑橘等作物中<sup>[12-14]</sup>,胡雪琼、黄中艳、古战朝、普吉存等人从不同角度分析了云南省烤烟种植气候条件<sup>[15-18]</sup>,冀浩等人对云南省临沧市双江县植烟区域气候特征分析及风险评价<sup>[19]</sup>,但目前关于文山州烤烟生育期内主要气候因子特征,及对烤烟生产的气候风险影响研究不多,因此评估文山州气候风险对于降低烤烟生产风险和优化植烟区分布具有重要意义。

1 资料与方法

本文资料为1988~2017年近30a文山州8个县级观测站的烤烟种植大田期间4月下旬~9月下旬的旬平均气温、降水量、日照时数等气象资料。通过调查、专家咨询和参阅相关文献资料选取4月下旬~5月上旬平均气温、7月~8月平均气温、4月下旬~5月下旬降雨量、6月~8月降雨量、7~8月日照时数、4月下旬~9月下旬日照时数等6项指标作为评价指标。4月下旬~9月下旬日照时数和7~8月日照时数分别表示烤烟整个大田期和大田中后期的平均光照条件,是烤烟成熟期影响品质的重要气候因子<sup>[20-21]</sup>;7月~8月平均气温是云南烤烟大田中后期热量强度的重要表征,影响烤烟品质<sup>[11]</sup>;烤烟种植中整个大田期对水分都有不同程度需求,无论移栽期还是伸根期和旺长期都需要一定的降雨量,成熟采摘期需求较少,因此文中选取了4月下旬~5月下旬(移栽、伸根期)以及6月~8月(旺长成熟期)两项降雨量指标<sup>[22]</sup>。

采用抛物线型隶属函数计算气候指标,结合权

重系数计算气候适宜度(CFI),通过引入气候风险度指标进行气候风险度(R)评估,气候指标拐点值及其权重见表1。

表1 文山州烤烟大田期气候要素指标拐点值和权重

Table1.The climate Inflexion point and weighing functions of climate evaluation indexes in Wenshan

气候评判指标	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	权重
7月上旬~8月下旬平均气温(℃)	18	19.5	22.5	26	0.3
7月上旬~8月下旬日照时数(h)	185	280	400	495	0.2
4月下旬~9月下旬日照时数(h)	530	660	980	1230	0.1
6月上旬~8月下旬降水量(mm)	230	350	560	1000	0.2
4月下旬~5月上旬平均气温(℃)	11.5	15	18	22	0.1
4月下旬~5月下旬降水量(mm)	20	80	100	300	0.1

气候指标采用抛物线函数进行计算:

抛物线函数 $f(x)=\begin{cases} 1 & x_2 < x < x_1 \\ 0.9 \times \frac{x-x_1}{x_2-x_1} + 0.1 & x_1 < x < x_2 \\ 0.9 \times \frac{x_4-x}{x_4-x_3} + 0.1 & x_3 < x < x_4 \\ 0.1 & x < x_1, x > x_4 \end{cases}$

公式中 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 分别为各个气候指标的下限值、最优下限值、最优上限值、上限值。

采用综合指数法计算烤烟生育期气候适宜度(CFI):

$$CFI = \sum_{i=1}^n Ni \times Wi$$

公式中 $Ni$ 和 $Wi$ 表示第 $i$ 个气候指标的适宜度和权重系数。

引入气候风险度(R)对烤烟生育期气候风险进行评估:

$$R_{ci} = \sqrt{Aci} \times (1 - \bar{S}i) \quad R = \sqrt{A} \times (1 - \bar{S})$$

$R_{ci}$ 和 $R$ 分别表示第 $i$ 个气候因子风险度和气候总风险度, $A$ 和 $A_{ci}$ 分别代表第 $i$ 个气候因子适宜度和气候总适宜度的标准偏差, $\bar{S}i$ 和 $\bar{S}$ 分别代表第 $i$ 个气候因子适宜度和气候总适宜度的平均值。

2 结果与分析

2.1 文山州烤烟种植气候特征分析

烤烟大田种植期文山州近30a(1988~2017年)平均气温21.9℃,较云南省同时期平均气温偏高1.7℃,较国外优质烟区中的巴西和津巴布韦平均气温偏高。年际间波动大,整体呈现出0.0251℃·a<sup>-1</sup>小

幅增长趋势,平均气温最高出现在2010年和2016年(22.6℃),最低出现在1996年和1997年(21.2℃)。大田期间,文山州平均气温空间分布呈现自东向西逐步梯度递减,文山州中部及以西大部分地区在20~22℃之间,东部平均气温在22~25℃之间,特别是东部富宁县大部地区历年平均气温均在24℃以上,2016年高达25.6℃,为近30a最高(图1)。

烤烟大田期间文山州降雨量在600~1100mm之间,大多数年份降水量都比国外优质烟区和云南省同期偏多,近30a平均降雨量为857.9mm,较云南

省同期偏多两成,增长趋势为0.1907mm/a,降雨量最少为642.7mm(2011年),最多为1039.1mm(2014年);8个县市的近30a平均雨量都在700mm以上,降雨量空间分布极不均匀,整体呈现出南多北少的趋势,南部的马关县降水量最多,大部地区在900mm以上,局部超过950mm(图2)。

大田期文山州近30a平均日照时数为820.8h,较云南和巴西偏高,却明显少于津巴布韦;历年日照时数均在700h以上,最多为964.7h(2014年),日照时数呈增长趋势( $1.9084\text{h}\cdot\text{a}^{-1}$ ),但年际间波动不大,呈

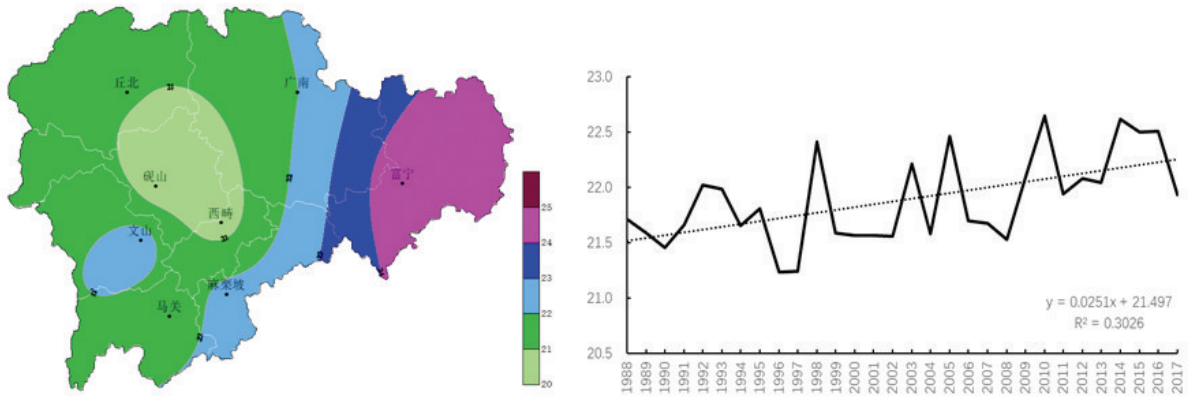


图1 大田期平均气温时空分布(单位:℃)

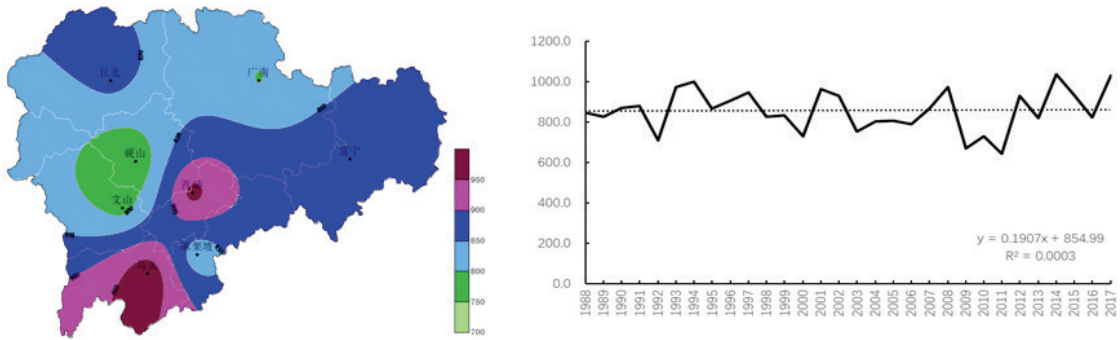


图2 大田期降雨量时空分布(单位:mm)

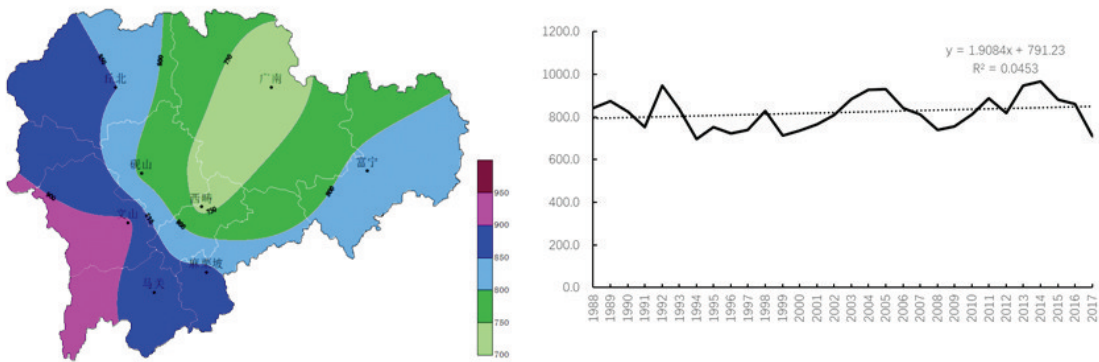


图3 大田期日照时数时空分布(单位:h)



现出3~5a间隔的波动增加和减少。其空间分布上东西差距大,整体表现为西南多东北少,西部边缘地区日照时数大多在850h以上,西畴和砚山局部以及广南大部地区日照时数仅为700~750h之间,为全州日照较少区域(图3)。

综合前面对烤烟种植大田期文山州气候条件分析可见:文山光热水都呈现增长趋势,但空间分布差异大,全州平均气温东高西低,除了富宁大部分地区较国内外优质烟区偏高外,其它大部分地区都满足优质烤烟种植的温度条件;降水量南多北少,较国内外大部分烟区偏高,特别是文山州南部地区降水量较多;日照时数年际波动较小,空间分布西南向东北递减,大部地区较云南同期平均值偏多,光热水条件是东部高温突出,南部多雨多日照,西部多日照,全州除东部外大部分地区均符合优质烟区的气候种植条件。

## 2.2 文山州烤烟种植气候风险分析

烤烟从移栽、伸根、旺长、成熟到收获不同时期对气候条件要求不同,有研究表明,云南烤烟气候在国内具有明显优势,但是部分地区部分年份移栽期的干旱少雨,伸根期连绵多雨,旺长期的高温不足,成熟期的温度偏低等都影响烟叶产量和品质<sup>[23]</sup>。黄中艳等人选取7~8月平均气温、4月平均气温、4~9月日照时数、7~8月日照时数以及6~8月降水量作为评价云南烤烟种植气候适宜性的指标<sup>[16]</sup>;谭智勇等人通过对文山大田期平均气温、降水量和日照时数的分析,表明文山烟区在伸根期和旺长期降雨量较为适宜,能够促进根系及其茎叶的迅速生长,成熟期降雨量稍多,在一定程度上影响烟叶的成熟,易造成烟叶中脂溶性香气物质含量降低,同时大田后期日照偏少,气温偏低的气候特点造成浓香型物质积累减少,因此文山烟叶具有“清香型”的独特风格<sup>[24]</sup>。本文参考相关文献,通过调查和专家咨询等选取不同生育期的6个气候指标分析近年文山州烤烟种植的气候风险。气候风险度值越大代表风险越高,文中气候风险划分为四级:气候风险度值0~0.1风险低;0.1~0.2风险较高;0.2~0.3风险高;0.3以上风险很高。

分析表明:文山州4月下旬~5月上旬移栽期间平均气温风险大部地区都在0.1以上,其中东部地区风险较高,广南东北部和富宁大部分地区风险超过0.2;较低风险集中在文山州中部区域(图4a,见彩页)。4月下旬~5月下旬降水量风险分析可见,文山

州中部及以西区域大部风险在0.1~0.2之间,东部区域风险高,在0.2以上,广南东部局地及富宁大部分地区高达0.3以上(风险很高),由此可知文山州烟草种植移栽期和伸根期热量和降水均存在一定风险,其中东部地区两者风险均较其它地区显著偏高(图4b,见彩页)。6~8月降水量影响云南烤烟产量、质量和品质,而文山州这期间的降水量风险较小,除马关大部分、西畴东南部和富宁西南局地风险在0.1~0.15之间外,其它大部分地区风险均在0.1及其以下,烤烟种植降雨量风险低(图4c,见彩页),有利于烤烟生长发育。7~8月平均气温是云南烤烟的主要热量因子,有学者研究表明这一指标与烤烟生长季节的总热量、年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温和适宜烤烟生长与成熟的持续天数成强正相关,文中采用这一指标分析文山州烤烟该发育期的风险表明,风险从西向东逐步增加,文山州大部分地区风险在0.1及其以下,但是东部地区风险较高,富宁地区大部在0.2以上(图4d,见彩页)。7~8月日照一定程度上反映着云南烤烟气候的主要光照条件,4月下旬~9月下旬日照时数反映烤烟种植从移栽苗期至成熟采摘期间光照总量,文山州两项风险分析表明:大田期间烤烟种植日照风险低,除富宁大部和西畴局部地区外,其余地区风险均在0.05及其以下(图4f,见彩页);7~8月日照风险较大田期日照风险略高,风险空间分布亦是东南向西北减小,富宁大部分地区和西畴局部地区风险在0.15~0.20之间;西部边缘地区日照风险低(图4e,见彩页)。

综上,文山州烤烟种植前期热量和水分气候风险较高,整个生育期日照风险最小,6月~8月雨量风险次小;7~8月日照和平均气温风险均表现为东高西低,中部及其以东风险均较高。综合6项气候指标的综合气候风险分析表明:文山州综合气候风险度平均值在0.03~0.10之间,其中2017年最高;8个县市中富宁县综合气候风险较高,近30a来大多年份综合气候风险度远远高于其它七个县市和文山州平均值,风险度大部分年份均在0.15以上,风险度最高为0.30(2010年);除富宁外其它县市多数年份风险度在0.10以下,其中西畴和砚山在1992年~2004年之间风险度较其它县市略偏高。综合气候风险空间上呈东高西低分布,富宁大部分地区在0.15~0.2之间;广南东部以及富宁西部在0.10~0.15之间,文山州其它地区的综合气候风险度在0.1以下,中部及其以西的区域在0.05以下(图5)。

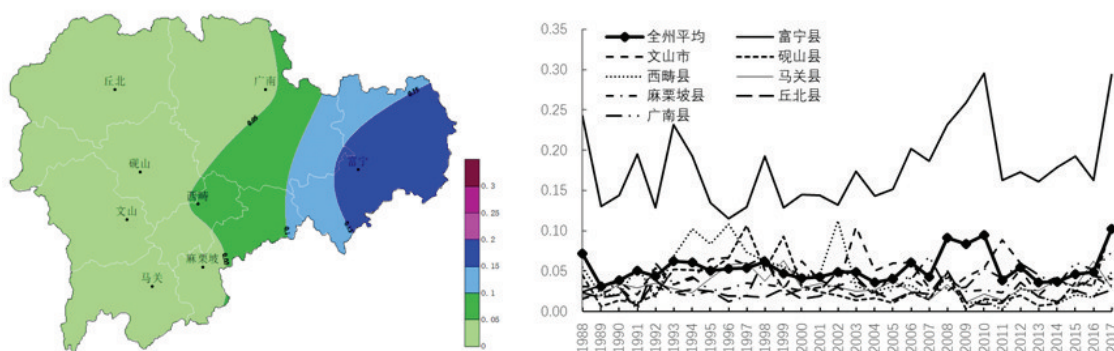


图5 烤烟种植综合气候风险度时空分布

### 3 总结

(1)文山州大部分地区均符合优质烟区的气候种植条件,光热水都呈现增长趋势,但空间分布差异大,东部高温突出,南部多雨多日照,西部多日照。文山州平均气温东高西低,除了富宁大部分较国内外优质烟区偏高外,其它大部分地区都满足优质烤烟种植的温度条件;降水量南多北少,特别是文山州南部地区降水量较多;日照时数年际波动较小,空间分布西南向东北递减,大部地区较云南同期平均年偏多。

(2)文山州烤烟种植中,前期热量和水分风险较高;整个生育期日照风险最小,除富宁外,其它大部地区日照风险度较小,6月~8月雨量风险次之,7~8月日照和平均气温风险均表现为东高西低,中部及其以东风险均较高。

(3)综合气候风险年际分布不均匀,空间分布有差异,其中近几年风险度有略微增大的趋势,特别是2017年较高;文山州海拔高度差距大,天气系统影响复杂,气候差异明显,文山州烤烟种植的气候风险自西向东逐步增加,广南东部以及富宁大部分地区烤烟种植气候风险度较高,据国家气候中心的预测以及胡雪琼等人对未来云南省烤烟种植气候资源变化分析,7月平均气温未来增幅在0.8~1.8℃之间,4~9月滇中以东地区累积降雨量呈减少趋势<sup>[15]</sup>,文山未来烤烟种植适宜区北抬,因此文山州东部地区目前烤烟种植风险将进一步加剧,不宜发展优质烤烟种植,优质烤烟种植区应该重点向西部和南部地区发展。

#### 参考文献:

[1] 许美玲,段旭,杞明辉,等.云南省天气预报员手册[M].

气象出版社,北京:2011.

- [2] 张文,汪德,杨松福,等.文山州天气气候特点及灾害性天气预报着眼点[J].云南地理环境研究,2011,5(23):77-81.
- [3] 谭智勇,许龙,徐天养,等.文山烟区烤烟气候适宜性评价及其变化特征分析[J].中国烟草科学,2015,36(1):78-83.
- [4] 邓雨,丁艳,邓丽玲,等.河池市贫困山区核桃种植气候条件适宜性分析[J].气象研究与应用,2018,39(1):63-65.
- [5] 朱华松,李波,唐宁琳,等.紫金县茶叶种植气候适应性分析[J].气象研究与应用,2018,39(2):59-62.
- [6] 何麒峰,戴雨菡,黄伟圣.田东县芒果种植的气候条件分析[J].气象研究与应用,2018,39(2):68-71.
- [7] 李永英,徐芳,刘桂华.蒙山县桑蚕精细化气候区划初探[J].气象研究与应用,2016,37(S1):105-106.
- [8] 蔡长春,邓环,赵云飞,等.湖北省植烟区生态气候因子的主成分分析和区域划分[J].烟草科技,2011,(2):64-69.
- [9] 黄中艳,朱勇,邓云龙,等.云南烤烟大田期气候对烟叶品质的影响[J].中国农业气象,2008,29(4):440-445.
- [10] 戴冕.我国主产烟区若干气象因素与烟叶化学成分关系的研究[J].中国烟草学报,2000,6(1):27-34.
- [11] 王连喜,尹远渊,朱勇,等.云南省烤烟品质与气象条件的关系及综合评价研究[J].中国农学通报,2012,28(10):103-108.
- [12] 俞芳.基于生态适宜度理论的淮河流域单季水稻气候风险评估[D].广州:广州大学,2008.
- [13] 赵峰.河南省冬小麦气候适宜性变化研究[D].开封:河南大学,2002.
- [14] 段海来,千怀遂,杜尧东.中国亚热带地区柑桔气候风险评估[J].地理学报,2010,65(3):301-312.
- [15] 胡雪琼,徐梦莹,何雨琴,等.未来气候变化对云南烤烟种植气候适宜性的影响[J].应用生态学报,2016,27(4):1241-1247.
- [16] 黄中艳.基于GIS的云南烤烟种植气候动态分区评估[J].地理研究,2011,8(8):1339-1448.
- [17] 古战朝,王毅,王逸飞,等.云南烟区 (下转第57页)

服务<sup>[14]</sup>。

## 4 总结

通过对跑步天气产品模型的应用研究,能够根据用户场景化将数据和算法“转化”为实用性较强的提示,能够提供不同性别用户的界面和跑步运动趋势结果,给出精细化、个性化、基于用户位置的天气预报数据。但同时也有3个需要继续优化的方面:一是多要素的提示算法较简单,对不同要素的阈值区分层级太少,提示库还有待丰富;二是基于位置的智能网格数据目前只提供未来24h,在时间的扩展性上还有待提升,例如增加明日和周末的数据<sup>[15]</sup>;三是市场与产品的商业模式还有待探索,例如增加产品插件植入和数据接口提供等方式<sup>[16]</sup>。

综上所述,“气象+跑步”服务还需要通过产品化深入探索,产品需要反复优化迭代,让跑步算法模型能够延伸到爬山、骑行等各类运动领域<sup>[17]</sup>,从而寻求运动装备等各类商品资源的引入<sup>[18]</sup>,打造让用户使用方便、市场反响良好、多方面数据融合共赢的新型气象服务应用产品<sup>[19-20]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 韩丹. 国内现有跑步类APP市场现状与对策研究[D]. 桂林:广西师范大学, 2017.
- [2] 张书余. 医疗气象预报基础[M]. 气象出版社, 1999.
- [3] 孟广琳, 张苏平. 天气条件对马拉松跑的影响:北京国际马拉松比赛调查分析[J]. 体育科学, 1992, (2):33-36.
- [4] 张胜林, 杨浩, 李小唐, 等. 兰州国际马拉松赛气象气候条件分析[J]. 四川体育科学, 2014, 33(2):24-26.
- [5] 赵国雄. 气象因素对马拉松跑比赛成绩的影响[J]. 暴雨灾害, 1998, 17(3):28-30.
- [6] 武雪莲. 气象条件对马拉松成绩影响的研究[J]. 中国体育科技, 2012, 48(5):16-20.
- [7] 叶殿秀, 宋艳玲, 张强. 气象条件与北京国际马拉松比赛成绩的关系[J]. 气象科技, 2005, 33(6):589-593.
- [8] Pugh, L. G. et al. Rectal Temperatures, Weight Losses and Sweating Rates in Marathon Running[J]. Journal of Applied Physiology, 1967.
- [9] Zhang Suping, Meng Guanglin, Wang Yanwen, et al. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners[J]. International Journal of Biometeorology, 1992, (2).
- [10] 夏廉博. 人类生物气象学[M]. 北京:气象出版社, 1986.
- [11] 欧阳里程, 张维, 邝建新, 等. 广东省专业(行业)气象服务调查分析[J]. 广东气象, 2011, 33(6):56-56.
- [12] 孙玫玲, 赵敏, 李仁禹, 等. 新老媒体融合提升公众气象服务传播能力的研究[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(3):123-125.
- [13] 宋艳华, 韦小琼, 谢玉宏, 等. 气象服务产品植入式营销[J]. 广东气象, 2011, 33(2):54-55.
- [14] 李晓娜, 刘云桦, 林江, 等. 省级新型公众气象服务产品的构建思路[J]. 广东气象, 2017, 39(5):58-60.
- [15] 哈斯塔木嘎. 精细化气象服务的思考[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(1):128-130, 136.
- [16] 尚惠玲, 谭敏玲. 浅谈气象经济的发展[J]. 气象研究与应用, 2009, 30(S1):214-215.
- [17] 杨再位, 黄桂珍, 黄学忠, 等. 推进公共气象服务健康发展的模式探索[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(2):99-102.
- [18] 廖贤达, 姚学民, 黄学忠. 行业气象服务要点探讨[J]. 气象研究与应用, 2008, 29(4):86-89.
- [19] 秦怀灵. 气象信息在市场中体现效益[J]. 广东气象, 1999, 21(2):25-27.
- [20] 俞宙, 陆文, 郭鹏. 基于气象服务渠道的定位及研究[J]. 广东气象, 2015, 37(1):55-58.
- [21] 贺升华, 任炜. 烤烟气象[M]. 云南科技出版社, 昆明: 2001.
- [22] 颜合洪. 水分条件对烤烟主要化学成分的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(1):101-103.
- [23] 黄中艳, 朱勇, 王树会, 等. 云南烤烟内在品质与气候的关系[J]. 资源科学, 2005, 13(1):101-103.
- [24] 谭智勇. 云南省文山烟区主要生态因子和烟叶质量时空变化及其发展潜力分析[D]. 长沙:湖南农业大学, 2016.

(上接第50页)

气象因子与烤烟化学成分的灰色关联度分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(10):243-248.

- [18] 普吉存, 方黎明. 曲靖烤烟气候与烤烟品质的关系[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(S1):206-209.
- [19] 冀浩, 卢叶, 吴剑, 等. 临沧市双江县植烟区域气候特征分析及风险评价[J]. 烟草科技, 2016, 49(3):30-36.
- [20] 云南省烟草农业科学研究院. 基于GIS的云南烤烟种植区划研究[M]. 科学技术出版社, 北京:2009.