

文章编号:1673-8411(2018)04-0022-04

## 基于智能客户端的跑步气象指数预报方法研究

乐益龙<sup>1</sup>, 卢晶晶<sup>2</sup>, 鲍晗澍<sup>2</sup>

(1. 宁波鄞州区气象局, 浙江 宁波 315012; 2. 宁波市气象服务中心, 浙江 宁波 315012)

**摘要:**通过对影响跑步的气象条件研究,从户外活动气象条件的利好程度和气象要素变化对跑步者生理产生的影响两个方面进行分析,根据气象影响因子影响程度大小,采用十分制评分法设计跑步气象指数。选取各项气象因子评分的最小值作为跑步气象指数,最小值对应的气象条件作为首要影响天气。评分制的指数设计比传统的等级式指数更能体现时空预报的精细化程度,建立了一种基于智能客户端应用的跑步气象指数预报方法,用户可根据自身对气象因素设置不同关心权重,更体现了指数的个性化和定制化功能。

**关键词:**跑步指数;气象条件;评分制;智能客户端

**中图分类号:**P466

**文献标识码:**A

## Running Meteorological Index Forecasting Method Based on Intelligent Client

Le Yilong<sup>1</sup>, Lu Jingjing<sup>2</sup>, Bao Hanshu<sup>2</sup>

(1. Ningbo Yinzhou Meteorological Service, Ningbo Zhejiang 315012;

2. Ningbo Meteorological Service Center, Ningbo Zhejiang 315012)

**Abstract:** Through the analysis of the meteorological conditions affecting running, the influence degrees of meteorological factors are found out. The running meteorological index was calculated by ten-point scoring method, establishing a prediction method based on intelligent client application. Users can set different concerned weight according for meteorological factors, which embodies the individualization and customization of the index.

**Keywords:** running index; meteorological conditions; scoring system; intelligent client

### 引言

跑步作为一种最大众化和最经济的运动健身方式,越来越多的成为大众日常健身的首选运动项目之一。据有关部门统计,跑步是参与人数最多的一项运动,很受广大群众欢迎。由于跑步运动主要是在户外进行,无论是对于普通民众健身还是专业人士的跑步成绩,气象条件都会对其有较明显的影响。如何根据天气条件,选择适宜的气象条件开展跑步运动成了众多跑步爱好者关心的事情。目前气象部门针对公众开发了很多生活气象指数产品,如:旅游指

数,逛街指数,登山指数等,为公众出行、旅游、运动提供气象建议和指导。像这类户外活动指数的设计,研究方法主要基于天气现象,风力、气温等天气要素对户外活动的影响程度,以气象条件的利好程度作为分级指标,而像跑步这种更具有专业性的气象指数,还要考虑气象因子本身的变化规律对跑步活动的影响程度。目前专门针对跑步设计的气象指数并不多见,知名天气预报应用 The Weather Channel<sup>[1]</sup>新增了一个有趣的功能:跑步预报。能够查看最佳的跑步时间,并且还能预报一周内哪一天的天气适合跑步,以及自定义 GoRun 指数。该指数在天气类的

收稿日期:2018-7-18

基金项目:浙江省自然科学基金(LY15D050001)资助。

作者简介:乐益龙(1980-),男,籍贯浙江,硕士,工程师,主要从事公众气象服务和应用气象研究,E-mail:6998230@qq.com。

通讯作者:卢晶晶(1980-),女,籍贯湖北,硕士,高级工程师,主要从事气象服务与应用研究,E-mail:18492533@qq.com。

APP里实现应用,获得了很好的应用反馈,但由于是国外APP,在融入本地应用市场方面还存在一定的欠缺。国内主流的跑步类APP<sup>[2]</sup>,如咕咚,悦跑圈,小米运动等,已占据了市场大部分份额,均拥有各自的忠实用户。这些APP主要是帮助用户记录运动健身数据、指数等功能,并不具备建议适宜跑步的气象条件的功能,因此需要为智能化客户端建立一套“量身打造”的跑步指数产品预报方法。指数设计根据手机,手表等智能化客户端应用特点,可提供分区域、分时段的精细化跑步气象指数预报产品,真正为用户提供科学有效的应用建议。

## 1 资料与方法

影响跑步的气象因素主要有天气状况、气温、风力、湿度和空气质量等,还有些非气象因子,在此不做考虑。项目研究利用的气象资料取自宁波市一般气象观测站、自动气象站和紫外线观测仪。空气质量资料取自宁波市环境监测站。

跑步气象指数采用十分制的评分方法,设计原理是考量各气象因子对跑步运动的综合影响进行“打分”,再通过对不同气象因子影响程度赋予不同的权重,综合评判得到最后的评分结果。对各气象影响因子最优气象条件的评分设为10分,最差气象条件评分为0分,将最适宜跑步的气象条件作为气象因子评分最优指标,分数的变化区间与上述6个等级相匹配,最后综合考虑各气象因子的评分结果。由于每个气象因子的数值单位都不相同,对每个气象要素进行归一化。归一化标准化也称为离差标准化,是对原始数据的线性变换,使结果值映射到[0-1]之间。根据气象因子的最优评分指标确定各气象因子的评分临界值,根据气象因子与临界值的误差值建立归一化样本,然后采用十分制进行评分。评分公式如下:

$$f = 10 - \frac{\{ABS(x - x_0) - \min\}}{\max - \min} \times 10\% \quad (1)$$

其中max为样本数据最大值,min为样本数据最小值, $x_0$ 为样本临界值。利用该方法可以使评分线性变化,在设定的某一数值范围内评分将随着气象因子数值的增大或减小线性递增或递减。

## 2 气象因素对跑步的影响分析

根据前人对影响跑步的气象因素研究以及对跑

步爱好者的调研结果,对跑步主要的影响包括气象条件本身对户外活动的影响和气象要素变化对跑步者生理产生的影响。气象条件本身对户外活动的影响主要包括天气状况和环境,如大雨、雪、雷电、重污染等,一般上述天气出现的时候不利于在户外跑步。对跑步者产生生理影响的气象条件主要包括气温、风速、湿度、降水等。根据武雪莲<sup>[3]</sup>,刘韬<sup>[4]</sup>等对气象因素对跑步影响的研究,气温在12到20℃之间都是最适合跑步的温度,但如果气温过高和气温过低则不适合长时间的跑步,因为气温过高,跑步者出汗太多,会丧失大量水分和微量元素,容易造成脱水,而气温过低,人的肌肉会发生收缩,过冷的空气也不利于呼吸道系统。叶殿秀<sup>[5]</sup>等研究表明,马拉松跑步运动适宜风速指标在 $2 \sim 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,说明一定的风速对跑步有积极的作用,当风速 $< 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,风速的作用主要是散热与助力,当风速 $> 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 风速的作用主要变成了阻力。湿度过大,不利于汗液的蒸发和身体散热,跑步者会感到烦恼郁闷,湿度太小,空气过于干燥,跑步者长时间运动会容易脱水。刘韬<sup>[4]</sup>的研究表明,比较适合长跑的空气相对湿度范围是30%~60%。降水对跑步的影响主要是气象条件本身的影响,不过微量的降雨也会对跑步者产生一定的生理影响,有研究表明下毛毛雨对跑步者来说是适宜的天气。

上述分析表明,对大雨、雪、雷电、重污染等不利于出行跑步的气象条件,可根据上述气象条件的出现程度直接判定跑步气象等级。气温、风速、湿度等气象因子的变化可对跑步者产生不同程度的影响,因此对此类气象因子可采取线性评分的方法,当气象因子数值随时间发生变化时,评分也相应的产生变化,线性评分可以反映气象因子对跑步者影响程度的变化。

## 3 跑步气象等级划分

基于智能客户端应用的跑步气象指数预报最终呈现方式为跑步气象等级,首先根据十分制的评分方法划分跑步气象等级,分数越高,越适宜跑步,分数越低越不适宜跑步。表1按照分数的大小划分6个跑步气象等级,由于各气象影响因子评分在0~10之间线性变化,因此对各气象影响因子的评分原则上要对应6个跑步气象等级的分级标准,跑步气象等级各级别内的评分的线性变化体现了适宜程度的大小。

表1 跑步气象等级

级别	意义	评分分级标准(分)
1	非常适宜跑步	≥9
2	适宜跑步	(8~9)
3	较适宜跑步	(7~8)
4	不太适宜跑步	(6~7)
5	不适宜跑步	(5~6)
6	极不适宜跑步	<5

## 4 各气象因子的评分方法

### 4.1 生理气象条件评分方法

根据上述分析,气温、降水、风速、湿度都可对跑步者产生一定的生理影响,根据影响程度,可采用线性评分方法。每个气象因子评分总分设为10分,分数越高,对跑步者的影响越小,跑步条件越好,分数越低,对跑步者的影响越大,跑步条件越差。下面根据各气象因子的特点分析各气象因子的评分指标,并确定样本临界值,均采用公式(1)进行线性化评分。表2给出了各气象因子的具体评分方法。

#### (1) 气温

根据对跑步者的调研结果,一定范围内气温的变化对跑步者的影响不大,因此将12到20℃设为最优气温指标,该气温区间内的分数均设为10分;当气温升高或降低到某种程度时,会对跑步者产生明显的影响,设定气温低于2℃,或者高于35℃,评分不能高于5分。样本临界值分别取值12℃、20℃、2℃和35℃。

#### (2) 降雨

降雨量为0时,评分设为10分,有研究表明,微量降雨对跑步者也是适宜的天气,设定12h雨量<0.5mm的评分为9~10分,样本临界值取值为0mm。评分最大上限雨量设为5mm,随着雨量增大评分也线性降低,这样的设计既考虑了微量降雨对跑步者特别是长时间慢跑带来的舒适程度,也考虑到对降水有较高的敏感度的人群。

#### (3) 风速

考虑到风速对跑步的助力作用,设定2~5m·s<sup>-1</sup>为最优的风速指标,跑步评分均为10分,随着风速增大评分也线性降低;评分的最大上限风速设为10.8m·s<sup>-1</sup>(6级风),如果风速达到8m·s<sup>-1</sup>及以上,评分不能高于5分。样本临界值分别取值2m·s<sup>-1</sup>、5m·s<sup>-1</sup>、8m·s<sup>-1</sup>。

#### (4) 湿度

设定30%~60%为最优的相对湿度指标,考虑到

湿度对跑步的影响程度比其他因子较低,湿度最低评分设为7分。如果其他气象因素的评分低于7分,则主要的影响天气不考虑湿度影响。样本临界值分别取值30%和60%。

### 4.2 户外气象条件评分方法

气象条件对户外活动的影响主要包括天气状况和环境,气象因子评分主要考虑天气状况、紫外线和空气质量,由于影响户外活动的天气基本都属于不利的天气条件,因此可根据天气的影响程度直接定级评分,不考虑分数的线性变化。具体评分标准如下(表3)。

晴或多云天气评分为10分,降雨量超过5mm考虑不适合进行户外跑步活动,直接评分为0分。风速大于6级(10.8m·s<sup>-1</sup>)考虑不适合户外跑步,直接评分为0分。出现雪或雷电时考虑不适合户外跑步,直接评分为0分。紫外线和空气质量基本属于气象条件本身对跑步的影响,由于紫外线和空气质量已有相应的等级标准,则直接按照紫外线等级和空气质量等级进行评分。相对来说紫外线对跑步的影响并没有空气质量的影响大,所以紫外线评分最低值设定为6分,而空气质量达到重度污染级别时,设定评分为0分。

表2 影响生理气象条件的评分方法

生理气象条件	评分指标	评分
气温(T)	12~20℃	10分
	<2℃	<5分
	>35℃	<5分
雨量(R)	<0.5mm	9~10分
	2~5m·s <sup>-1</sup>	10分
风速(V)	<2 m·s <sup>-1</sup>	9~10分
	>8 m·s <sup>-1</sup>	<5分
湿度(RH)	30~60%	10分
	<30%or>60%	>7分

表3 影响户外气象条件的评分方法

户外气象条件	评分指标	评分
天气状况(S)	晴或多云	10分
	中雨及以上	0分
	(12h雨量>5mm)	
	强风(1h)>6级	0分
	降雪	0分
紫外线(Z)	1级,2级,3级,4级,5级	10分,9分,8分,7分,6分
	雷阵雨	0分
空气质量(A)	1级,2级,3级,4级,5级	10分,9分,7分,5分,0分



## 5 确立跑步气象指数

根据上述各项气象因子评分的结果综合评价跑步指数为G,跑步指数的具体评价方法是选取各项气象因子评分的最小值,当跑步指数低于6分时,最小值对应的气象条件作为首要影响天气,若首要影响天气为两项或两项以上时,并列为首要影响天气。考虑到每个跑步者对生理气象因子的敏感程度有所差异,这里对气温、风速、雨量和湿度的生理气象条件评分设置了关心权重,关心权重分为低、中、高三个等级,满分为100%,最低关心权重为50%。跑步者可根据自己对气象条件的关心程度设置关心权重,跑步指数G的计算公式如下:

$$G = \min \left\{ \frac{f(T)}{nT}, \frac{f(V)}{nV}, \frac{f(R)}{nR}, \frac{f(RH)}{nRH}, f(Z), f(A), f(S) \right\}$$

$f(T)$ 气温评分, $f(R)$ 降水评分, $f(V)$ 风力评分, $f(Z)$ 紫外线评分, $f(A)$ 空气质量, $f(S)$ 天气现象。 $nT, nV, nR, nRH$ ,分别表示气温、风速、雨量、湿度的关心权重,单位%。

在相同气象条件下,由于自定义的关心权重不同,跑步指数的数值也存在差异,如图1所示,不考虑关心权重时,最小跑步指数为6分,降雨为首要影响天气,根据跑步气象指数等级(表1),跑步指数在7分以上适合跑步,6分以下不适合跑步,代表有降雨天气出现不适宜外出跑步,如果跑步者对降雨敏感不高,认为下雨天仍可以外出跑步,把降雨的关心权重设为中等60%,跑步指数最小为7分,所以该指数的设计对于每个跑步者来说都是个性化的。这个设计可以让跑步者根据自身情况调整,预报符合自己适合跑步的时间和天气。

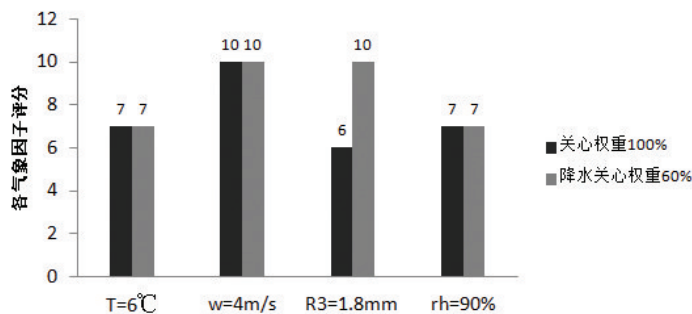


图1 不同关心权重的跑步指数案例

## 6 结论与讨论

(1)指数设计采取10分制评分,考虑了气象因子的线性变化,可以体现一段时间内指数随气象因子的时间变化,也可以体现不同区域气象条件差异所引起的指数变化。比起传统的等级

式指数,评分制的指数设计可以实现分区域、分时段精细化预报,满足了在智能手机客户端上按时间和地理位置定制以及跟踪服务的功能。

(2)指数基于智能客户端应用设计,增加了用户的体验感,根据用户自身对气象因子关心程度的需求,设计了不同气象条件的关心权重设置,通过人机交互式的选择,用户可以很方便的定制自己关心的产品。

(3)目前指数设计比较简单,对生理气象条件的临界指标取值只是停留在文献和部分跑步用户的调研阶段,对更深层次的影响并未深究,另外,户外条件的影响由于观测资料和预报数据的局限性,没有考虑如城市积涝,结冰等因素的影响,指数的设计算法还有待进一步的提高。

(4)由于指数的设计只考虑了跑步者对气象条件的感受和户外天气条件利好程度,对跑步时段或跑步地点的选择更多的取决于跑步者的主观因素,所以跑步指数只是为跑步者提供一种基于气象条件的建议,由于目前对跑步指数还没有一个很好的检验标准,只能在实际应用中根据用户体验进一步改进算法,提升用户应用效果。

### 参考文献:

- [1] The Weather Channel 跑步预告[EB/OL]. <https://www.appinn.com/the-weather-channel/>.
- [2] 何晨. 跑步类App的用户体验研究[D]. 暨南大学, 2016.
- [3] 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.
- [4] 刘韬. 气象因素对田径运动的影响[N]. 2006, 田径, (2): 53-54.
- [5] 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.