

麻城龟峰山古杜鹃花期滚动预报方法探讨

刘中新¹ 朱慧丽¹ 李建平² 张维¹

(1 湖北省麻城市气象局, 麻城 438300; 2 湖北省黄冈市气象局, 黄冈 431600)

摘要 利用麻城龟峰山杜鹃花海 3 个不同海拔高度和临近区域自动站连续 2 年观测的气温和物候资料, 结合前期物候资料, 统计不同高度、不同时段和不同要素的气象条件, 结果表明: 杜鹃花开放的临界温度为日平均气温稳定通过 10 °C, 达到盛花期物候标准的积温指标为: 1 月 1 日起至盛花期前一日 ≥ 0 °C 活动积温大于等于 730 °C; 3 月 1 日起至盛花期前一日 ≥ 10 °C 活动积温大于等于 450 °C, 对两项积温按不同高度、不同时间段进行垂直递减率计算并作相关分析, 两因子与花期的线性相关显著。以两项积温作预报因子, 建立从 3 月底到 4 月底, 每隔 5 天一次的不同时段共 7 个花期预报方程。利用积温指标结合预报方程, 可对杜鹃花期进行滚动预报和精细化预报, 预报效果与实况基本吻合, 误差较小。

关键词 古杜鹃; 花期预报; 积温; 盛花期; 滚动预报

引言

旅游与赏花一直联系紧密, 我国是世界上杜鹃品种分布最多的国家^[1], 贵州百里杜鹃、江西井冈山杜鹃和大别山麻城杜鹃^[2]等景区的杜鹃赏花旅游各具特点。

植物花期变化与前期气象条件关系密切^[3-4], 气象条件不同, 使杜鹃花期每年变化较大, 研究和开发杜鹃花期预报方法, 开展旅游气象服务, 具有现实意义。目前, 高山杜鹃花期预报的主要难题是无法取得高山杜鹃生长点的实地气象资料, 有的针对性考察时间较短, 资料长度很有限。为了探讨高山杜鹃花期预报, 大部分学者主要是使用临近气象台站的气象资料, 如万汉芸等使用大方和黔西两县气象站资料分析贵州百里杜鹃开花期与前期气温的关系, 探讨杜鹃花花期的预报方法^[5]。王晓玲等利用实地短期考察资料结合林芝气象站同期资料进行分析, 确定色季拉山杜鹃花的临界温度指标^[6]。上述研究共同表明: 杜鹃花期主要与前期某时段气温和 0~10 °C 某项积温存在线性相关, 但所使用的气象资料大多都是临近气象台站的订正资料, 缺少高山杜鹃生长点实地气象资料, 制约了预报效果。张利

华等对梨花、桃花等其他植物花期或产量的预报, 也是基本采用当地气象站订正资料, 进行相关分析^[7-12]。

本文使用 2013—2014 年在麻城龟峰山杜鹃花海连续 2a 每日不同海拔高度观测的实地气温资料和花期物候资料, 结合在此之前观测的 2008—2012 年物候资料, 分析杜鹃花期与 0~10 °C 不同积温的关系, 确定最佳预报因子, 构建从 3 月底至 4 月底, 每隔 5 天为一个时段, 共 7 个时段的积温与杜鹃花期线性回归方程, 实现杜鹃花期的滚动预报, 提高杜鹃花期预报的时效和准确性。

1 观测试验和资料统计

龟峰山位于鄂东北大别山中段, 距麻城市 21 km, 115°15'E, 31°05'N, 大部海拔高度 700~1200 m, 最高峰海拔 1320 m。这里生长着集中连片面积达 6666.67 hm², 平均树龄达 200 年以上的原始杜鹃群, 其种群主要为红色(映山红), 目前已开发并对游人开放的区域称为杜鹃花海, 面积约 4666.67 hm², 海拔高度大多在 1000~1200 m。

在杜鹃花海, 选取海拔高度相对最低点、最高点和最大植株代表“杜鹃花王”3 个点同时进行气温、

物候观测,观测起止时间:2013年1月1日至2014年5月30日,并与大块地区域站(龟峰山风景区所在地村名,龟峰山半山腰,与花海水平直线距离2 km以内,海拔高度721 m,2012年建立4要素区域自动站)同期气温、物候资料进行对比分析。各观测点情况见表1(表中年平均气温为本次试验观测2年平均值):

表 1 古杜鹃群温度观测点情况

	大块地	观音殿	杜鹃花王	云峰亭
海拔高度/m	721	1065	1166	1223
坡向	阳坡	阳坡	阳坡	阳坡
树龄/a	200	200	300	300
年平均气温/℃	15.1	13.6	12.3	12.1

在观音殿、杜鹃花王和云峰亭3个点各安装一只HOBO型温度观测仪,设置每小时正点采集一次数据,日平均气温用24次平均。大块地区域站温度资料统计方法相同,并同时进行杜鹃花期物候观测。

物候观测方法:选取温度观测点附近生长状况良好能代表周围大多数树龄和直径的2~3株杜鹃树进行观测,花蕾膨大前,先观测统计其中一株的总花蕾数,其他两株作比较,每天连续观测,统计进入花芽膨大、花开放、花脱落的百分比。杜鹃花开放标准^[13-14]:花蕾膨大后见最外层花瓣张开,但不可见花蕊。观测时间:每天12:00。

物候统计指标:花芽膨大为目测,花开放和花脱落进行定株统计观测,以 $\geq 10\%$ 的花蕾开放为始花期,以 $\geq 50\%$ 的花蕾开放为进入盛花期,以 $\geq 50\%$ 的花脱落为尾花期,以 $\geq 95\%$ 的花脱落为花期结束。

2008—2012年物候观测地点在杜鹃花海赏花亭(海拔高度1174 m)附近,可代表杜鹃花海每年平均花期状况。2013—2014年,麻城气候年型为偏暖年型,气温比常年略偏高,降水量正常。

2 杜鹃花期预报因子选取

2.1 杜鹃花开放临界温度计算

杜鹃(映山红),属杜鹃花科、杜鹃属,喜光、温、湿,主要生长于海拔800 m以上,最适宜的生长温度15~25℃,3—5月开花。杜鹃花属种类多,习性差异大^[15-16]。

为了揭示温度条件对龟峰山杜鹃花芽开放的影响,对杜鹃花海3个观测点及大块地2年观测的7

个始花期(因杜鹃花王2014年仪器丢失,缺1组资料)前后2天内时间段的日平均气温进行5天滑动平均,再进行7次平均,结果为10.2℃,因此,可将杜鹃花芽开放的临界温度值定为气温稳定通过10℃。当然,将气温稳定通过10℃作为高山杜鹃花开放临界值指标,只是说明这个临界值具有比较明显的生态学意义,并不表示所有杜鹃当气温达到10℃就一定开放,要达到全部或大部花开放(即盛花期),还需要一定的累积量,即积温条件。

2.2 盛花期积温指标选定

为了选取与盛花期关系最为密切的积温因子,这里采用离散率统计的方法。从杜鹃花海3个观测点气温资料中统计8项积温值,这8项积温分别是:当年1月1日、3月1日起至盛花期前一日的日平均气温 $\geq 0^\circ\text{C}$ 、 $\geq 5^\circ\text{C}$ 、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温以及3月1日起至盛花期前一日 $\geq 5^\circ\text{C}$ 、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 有效积温。统计各项积温的离散率,其中方差和极差最小的两个因子均为1月1日起至盛花期前一日 $\geq 0^\circ\text{C}$ 活动积温(以 $\sum \bar{T}_{01}$ 表示,下同)和3月1日起至盛花期前一日 $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温(以 $\sum \bar{T}_{103}$ 表示,下同),将上述离散率最小的2项积温 $\sum \bar{T}_{01}$ 和 $\sum \bar{T}_{103}$ 作为杜鹃盛花期预报因子,用这2组积温平均值并按10位数取整(个位四舍五入)作为杜鹃盛花期积温指标,其指标值分别为: $\sum \bar{T}_{01} \geq 730^\circ\text{C}$, $\sum \bar{T}_{103} \geq 450^\circ\text{C}$ 。

2.3 大块地区域站盛花期积温指标订正

计算大块地与3个观测点之间的1—4月 $\sum \bar{T}_{01}$ 、 $\sum \bar{T}_{103}$ 随海拔高度变化的垂直递减率,结果见表2。将杜鹃花海的积温指标值,通过垂直递减率进行订正,得到大块地的积温指标值。

表 2 杜鹃花海各高度1—4月底
积温垂直递减率 $^\circ\text{C}/\text{hm}$

	观音殿	杜鹃花王	云峰亭	平均
$\sum \bar{T}_{01}$	33.1	41.4	50.8	41.8
$\sum \bar{T}_{103}$	37.9	37.9	40.0	38.6

注: $\sum \bar{T}_{01}$ 为1月1日起至盛花期前一日 $\geq 0^\circ\text{C}$ 活动积温, $\sum \bar{T}_{103}$ 为3月1日起至盛花期前一日 $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温,下同。

3个观测点平均海拔高度为1151 m,将上述2个临界指标值按其对应的垂直递减率订正后并按10位数取整(个位四舍五入),大块地的积温值指标为: $\sum \bar{T}_{01} \geq 910^\circ\text{C}$, $\sum \bar{T}_{103} \geq 610^\circ\text{C}$ 。由于大块

地海拔高度比杜鹃花海低,气温比杜鹃花海高,大块地积温值就是指当杜鹃花海达到盛花期标准的前一日,大块地同期的 $\sum \bar{T}_{01}$ 、 $\sum \bar{T}_{103}$ 积温值。

3 花期滚动预报

3.1 各时段滚动预报方程

龟峰山杜鹃盛花期大多出现在4月中下旬至5月上旬,由于大块地和杜鹃花海只有2013—2014年共7组气象资料,物候观测资料为2008—2014年共12组,为了进行回归统计,需要利用麻城站资料计

算补充2008—2012年杜鹃花海积温资料。统计麻城站(海拔高度59.3 m)2013—2014年与龟峰山杜鹃花海3个观测点平均高度上的不同时段积温(从1月1日起至3月31日、4月5日、4月10日、4月15日、4月20日、4月25日、4月30日的 ≥ 0 °C活动积温 $\sum \bar{T}_{01}$ 和3月1日起至上述对应日期的 ≥ 10 °C活动积温 $\sum \bar{T}_{103}$),计算各时段 $\sum \bar{T}_{01}$ 和 $\sum \bar{T}_{103}$ 随海拔高度变化的2年平均垂直递减率,结果见表3。

表3 麻城站与1151 m高度各时段积温垂直递减率

°C/hm

	截止日期						
	3月31日	4月5日	4月10日	4月15日	4月20日	4月25日	4月30日
时段	01-01—03-31	01-01—04-05	01-01—04-10	01-01—04-15	01-01—04-20	01-01—04-25	01-01—04-30
$\sum \bar{T}_{01}$ 垂直递减率	21.2	23.3	25.9	27.9	30.0	31.7	33.9
时段	03-01—03-31	03-01—04-05	03-01—04-10	03-01—04-15	03-01—04-20	03-01—04-25	03-01—04-30
$\sum \bar{T}_{103}$ 垂直递减率	15.3	18.1	23.3	25.3	27.8	31.3	33.3

用表3中的垂直递减率和麻城站对应时间段积温值分别计算出杜鹃花海2008—2012年3月31日至4月30日的 $\sum \bar{T}_{01}$ 和3月31日至4月30日 $\sum \bar{T}_{103}$,每隔5天统计一次,共7个时段两项积温值,与2013—2014年的7组两项观测值共同组成一个统计分析系列,见表4。

分别计算各时段 $\sum \bar{T}_{01}$ 和 $\sum \bar{T}_{103}$ 与盛花期日期序数的单相关、自相关、复相关系数(表5),结果显示,其单相关、复相关系数绝对值大多在0.88以上,且越临近花期,其相关系数绝对值越大,表明它们之间的相关显著,对复相关系数进行F检验,计算的各F值均远远大于信度 $\alpha=0.01$ 查表值。

上述计算结果表明,杜鹃花开放的气象条件不仅要求日平均气温稳定通过10 °C,而且需要一定的积温条件,盛花期与前期 ≥ 0 °C活动积温和 ≥ 10 °C活动积温呈显著负相关,积温值越高,花期愈早,反之愈迟。

通过回归分析,分别建立杜鹃花海3月31日、4月5日、4月10日、4月15日、4月20日、4月25日、4月30日共7个预报方程:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

用于对应日期的预报,7个预报方程系数及检验结果见表5。

从预报结果与实况误差分析,每个方程中只有一年(次)的误差较大,其它年(次)误差都在2.0天左右或以下。随着花期的临近,误差越来越小,特别是4月15日以后的4个预报方程效果相当理想。

如4月30日的预报方程:

$$\hat{Y} = 173.4535 - 0.0588X_1 - 0.0209X_2$$

其预报日期与实况比较,最大误差2.1天,最小误差0.0天,平均误差1.1天(表6)。

3.2 盛花期积温指标值检验

假设前述确定的盛花期积温指标值 $\sum \bar{T}_{01} \geq 730$ °C 和 $\sum \bar{T}_{103} \geq 450$ °C 正确,将其代入上述3月31日至4月30日的7个预报方程进行检验,即假设当使用预报方程的日期积温值达到: $\sum \bar{T}_{01} = 730$ °C 和 $\sum \bar{T}_{103} = 450$ °C 理论上正确,结果应为各自方程对应使用日期的第2天,即分别为:4月1日、4月6日、4月11日、4月16日、4月21日、4月26日、5月1日。预报方程计算结果为:3月25日、4月3日、4月8日、4月15日、4月21日、4月26日、5月2日。从检验结果看,4月10日前的3个计算值有一定的误差,4月15日以后的计算值完全正确。结合龟峰山杜鹃花海花期物候特点,盛花期都出现在4月15日以后,出现在4月10日前的概率

表 4 杜鹃花海各时段 $\sum \bar{T}_{01}(X_1)$ 和 $\sum \bar{T}_{103}(X_2)$

℃

年份	盛花期 日序数	预报 因子	3 月 31 日	4 月 5 日	4 月 10 日	4 月 15 日	4 月 20 日	4 月 25 日	4 月 30 日
2008	121	X_1	359.4	407.7	472.5	528.1	589.7	664.2	693.2
		X_2	221.6	262.2	298.7	354.3	420.5	466.4	556.6
2009	118	X_1	479.2	511.8	571.7	652.4	723.1	803.2	816.4
		X_2	101.1	116.1	144.7	228.4	294.7	355.2	429.6
2010	126	X_1	433.3	488.1	527.9	556.3	613.4	670.6	680.4
		X_2	70.7	112.8	129.3	143.1	195.8	233.4	304.4
2011	125	X_1	323.9	364.0	411.4	583.9	562.4	652.0	696.9
		X_2	65.0	90.3	109.4	181.9	256.0	326.0	432.1
2012	124	X_1	327.3	386.0	450	509.9	583.6	671.9	694.7
		X_2	2.3	53.3	89.0	148.9	218.2	286.9	370.9
2013 (云峰亭)	120	X_1	409.2	468.1	503.9	575.2	634.8	683.1	764.2
		X_2	157.3	208.9	219.5	290.7	339.8	370.1	451.2
2013 (杜鹃花王)	115	X_1	450.7	512.1	551.8	627.6	690.0	739.6	822.7
		X_2	177.6	231.0	242.6	318.5	369.2	400.4	483.5
2013 (观音殿)	112	X_1	503.4	568.9	612.9	689.0	756.4	809.8	895.8
		X_2	204.6	261.2	272.8	349.0	402.6	435.7	521.8
2013 (大块地)	101	X_1	559.8	636.1	687.7	774.5	852.2	906.8	1006.8
		X_2	248.7	325.0	360.4	447.2	520.9	552.2	652.2
2014 (云峰亭)	116	X_1	403.1	462.2	526.2	585.5	649.1	701.7	761.5
		X_2	144.7	203.8	258.3	317.6	372.0	407.0	457.8
2014 (观音殿)	107	X_1	517.9	585.4	654.8	719.8	787.0	844.1	912.1
		X_2	160.7	228.2	297.6	362.6	429.8	477.3	545.2
2014 (大块地)	98	X_1	590.1	664.3	744.6	815.6	888.5	955.4	1028.7
		X_2	221.8	296.0	376.3	447.3	520.2	587.1	660.4

表 5 各时段 $\sum \bar{T}_{01}$ 和 $\sum \bar{T}_{103}$ 与盛花期相关系数及预报方程系数和检验结果

计算项目	3 月 31 日	4 月 5 日	4 月 10 日	4 月 15 日	4 月 20 日	4 月 25 日	4 月 30 日
X_1Y 单相关系数	-0.8982	-0.9230	-0.9408	-0.9603	-0.9652	-0.9551	-0.9800
X_2Y 单相关系数	-0.7368	-0.7969	-0.8616	-0.8867	-0.8997	-0.9085	-0.8841
X_1X_2 相关系数	0.6520	0.7230	0.7702	0.7929	0.7955	0.7964	0.8241
复相关系数	0.9202	0.9418	0.9650	0.9821	0.9895	0.9859	0.9892
F 计算值	27.01	37.53	63.18	124.59	212.47	158.32	207.67
$\alpha = 0.01$ F 查表值	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02
预报方程系数 b_0	154.4868	156.3898	158.0173	161.9097	166.7308	172.7936	173.4535
b_1	-0.0770	-0.0700	-0.0629	-0.0601	-0.0579	-0.0564	-0.0588
b_2	-0.0323	-0.0289	-0.0323	-0.0298	-0.0311	-0.0360	-0.0209
预报最大误差/d	7.2	6.7	5.4	2.8	2.3	3.3	2.1
预报最小误差/d	1.0	0.7	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0
预报平均误差/d	3.5	3.0	2.3	1.7	1.3	1.5	1.1

表6 4月30日预报结论与实况误差

d

	日期序号											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
预报	121.1	116.5	127.1	123.4	124.9	119.1	115	109.9	100.6	119.1	108.4	99.1
实况	121	118	126	125	124	120	115	112	101	117	107	98.0
误差	0.1	-1.5	1.1	-1.6	0.9	-0.9	0.0	-2.1	-0.4	2.1	1.4	1.1

几乎为零,也就是说,杜鹃花海在4月10日前积温达到: $\sum \bar{T}_{01} \geq 730 \text{ } ^\circ\text{C}$ 和 $\sum \bar{T}_{103} \geq 450 \text{ } ^\circ\text{C}$ 的概率几乎为零,因此可认为,不需要使用4月10日前的方程对临界值进行检验,检验结果盛花期积温临界指标值 $\sum \bar{T}_{01} \geq 730 \text{ } ^\circ\text{C}$ 和 $\sum \bar{T}_{103} \geq 450 \text{ } ^\circ\text{C}$ 完全正确,具有明显的生物学意义。

3.3 利用区域站资料实现预报

前述预报方程要求使用的资料必须是杜鹃花海的积温值,如果没有杜鹃花海气温观测资料,可根据上述计算的各阶段大块地与杜鹃花海高度的积温垂直递减率,将大块地每时段积温值订正到杜鹃花海高度,使用以上回归方程进行预报。

4 结论与讨论

前人对杜鹃等植物花期与气象的研究大多使用临近气象站资料进行分析,这是在缺少实地气象资料的情况下的一种模拟方法。本文利用实地气象资料,因子筛选采用离散率分析方法,回归分析虽也部分使用了临近气象台站资料,但严格按不同要素、不同时间段积温垂直递减率进行订正,数据真实程度较高,预报方程效果较好。

从3月底开始就可以根据大块地区域站气温资料或杜鹃花海观测资料进行花期预报,积温条件可以每日进行统计并结合后期天气趋势预测进行积温预报,预报方程计算每隔5天一次(使用对应方程),两种手段使用的预报因子相同、量级相同,两种方法结合使用,进行滚动预报,能使杜鹃花期预报更量化、数值化和精细化。

杜鹃花海范围较大,由于海拔高度差异^[17],杜鹃花从低海拔向高海拔依次开放,本文预报模型是基于龟峰山杜鹃花海3个观测点平均高度1151 m而建立的,但可用于龟峰山任一高度进行预报,如:统计云峰亭(1223 m)的资料,就可预报该点的花期,其他点类同。利用临近区域站资料根据不同

高度、不同时间段的积温垂直递减率可以计算出预报点各时段积温,再使用本模型进行预报。因此,本方法可用于不同海拔高度盛花期的精细化计算。

本文方法也有不足之处。根据文献[16]的结果,当4月上中旬出现倒春寒,杜鹃花海气温在 $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ 以下,会使杜鹃植株产生结冰(雾凇或雨凇)。龟峰山4月上旬至中旬倒春寒每出现1天,将使花期比正常推迟1天,但本文中预报因子只考虑到前期积温条件,没有考虑后期天气(如倒春寒)的影响,这也是4月上旬前的3个预报方程有一定误差的原因之一,有待于在今后应用中改进。

参考文献

- [1] 吴志,刘念,王定跃,等.中国野生杜鹃花属景观资源研究进展[J].广东农业科学,2009(9):183-186.
- [2] 邓九阳,刘中新.麻城龟峰山原生态古杜鹃群生长的气候条件分析[C]//第27届中国气象学会年会气候资源应用研究分会场论文集,2010:10-21.
- [3] 陈正洪,肖玫,陈璇.樱花花期变化特征及其与冬季气温变化的关系[J].生态学报,2008(1):5209-5217.
- [4] 姜纪红,朱明,楼茂园,等.桂花开花与花期气象条件的关系[J].浙江农业科学,2002(5):225-227.
- [5] 万汉芸,王丽媛,李德章,等.贵州百里杜鹃景区杜鹃花花期预报方法分析[J].北京农业,2013,11月下旬刊:141-142.
- [6] 王晓玲,丽东,西朗旺姆,等.杜鹃花花期预报方法的探讨[J].西藏科技,2012(11):71-72.
- [7] 张利华,任曙霞,张永强,等.梨树始花期预报[J].气象科技,2012,40(3):485-488.
- [8] 韩迎春,王国平,范正义,等.主要气候因子对麦棉两熟棉花产量的影响[J].生态学报,2013,33(10):3185-3191.
- [9] 李荣平,周广胜,阎巧玲.植物物候模型研究[J].中国农业气象,2005,26(4):210-214.
- [10] 刘流,甘一忠.桃花迟早年型的冬季气候特点及花期预测[J].热带地理,2005,25(4):327-330.
- [11] 姚日升,涂小萍,丁焯毅,等.宁波桃树花期预报方法[J].气象科技,2014,42(1):180-186.
- [12] 祁如英,李应业,魏永林,等.青海牧区近10年牧草产量变化与气象田间的关系[J].气象科技,2011,39(3):369-373.

- [13] 冯国楣. 中国杜鹃花[M]. 北京:科学出版社,1992,151-153.
- [14] 刘秀珍,宛民渭. 中国物候观测方法[G]. 北京:中国科学院地理研究所,1978.
- [15] 李菁洁,聂忠兴. 百里杜鹃自然保护区血凝灾情分析及重建思考花花期预报方法的探讨[J]. 林业科学,2008(11):113-116.
- [16] 刘中新,邓久阳. 麻城龟峰山古杜鹃群花期预报气象因子量化分析[J]. 湖北气象,2012(1):20-22.
- [17] 陈丽,尹云鹤,赵东升,等. 长白山不同海拔树木生长对气候变化的响应差异[J]. 生态学报,2014,34(6):1568-1574.

A Method for Forecasting Flowering Time of Ancient Azaleas

Liu Zhongxin¹ Zhu Huili¹ Li Jianpin² Zhang Wei¹

(1 Macheng Meteorological Service, Hubei, Macheng 438300; 2 Huanggang Meteorological Service, Hubei, Huanggang 431600)

Abstract: According to temperature and phenological data of the latest 2 years from different altitudes of the Guifeng mountain, Macheng of Hubei Province, in combination with the previous phenology, the accumulated temperature conditions at different heights and different times for different elements are studied. The result shows that the critical temperature for ancient azaleas bloom is ≥ 10 °C stably ; and the indicators (active accumulated temperature) for full bloom are devised. Further analysis indicates that the two factors are closely related with flowering dates. Taking the above two factors as predicting factors, for the period from the end of March to the end of April, once every 5 days, seven flowering forecast formulas with high accuracy are established. The accumulated temperature indicators can be used, combined with the regression equation, to make rolling and fine forecast of ancient azaleas flowering time.

Keywords: ancient azaleas; bloom forecast; accumulated temperature; rolling forecast