

天气气候分析

云南春季低温标准的研究^①

段 旭 王恒康

董谢琼

(云南省气象台,昆明 650034)

(云南省气象科学研究所)

提 要

在参考了国内许多文献针对各地农业提出的不同的低温冷害指标和经过大量的统计分析的基础上,根据实际业务需要提出了新的云南春季低温标准。并与旧标准中的“倒春寒”和晚霜冻指标进行了对比分析。

关键词: 春季低温 “倒春寒” 晚霜冻 指标 标准

引言

云南春季低温包括“倒春寒”和晚霜冻,是云南春季主要的灾害性天气。根据当地小春作物的生长情况,春季低温主要指2月下旬至4月中旬发生的“倒春寒”和晚霜冻。一旦出现春季低温,对正值抽穗、扬花以及灌浆期的小春作物会造成不同程度的危害。

国内许多文献针对各地农业提出了不同的低温冷害指标,文献[1,2]把日平均气温低于 12°C 连续3天定义为“倒春寒”标准,文献[2]还根据西南地区的特点把最低气温低于 5°C 也作为“倒春寒”标准;关于霜冻标准,各地比较统一,除文献[1,2]外,文献[3,4]均把地面最低温度低于 0°C 当作霜冻指标。

关于云南春季低温标准已有明确规定^②,但这个标准有两个明显的缺陷:一是所制定的标准是根据经验确定的,缺乏定量的气候背景分析和客观的统计依据;二是所制定的标准是用连续3天或4天滑动平均气温低于某一临界值,这样在实际的短期气候业务预测中难以操作,因为目前短期气候预测的对象是旬、月、季、年的气温、降雨量等要素。本文在参考国内许多文献提出的低温冷害指标的基础上,根据实际业务需要提出一种用旬气温距平和旬最低气温表征的云南春季低温标准,并对该标准和目前使用的标准进行对比分析,指出其相对合理性。

1 春季低温标准及依据

春季低温标准用以下指标来衡量,凡满足其一者,就表示该旬发生了春季低温。

“倒春寒”指标:

$$T_{\text{dep}} \leq -3^{\circ}\text{C}, \text{同时 } T_{\text{min}} \leq 5^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

晚霜冻指标:

$$T_{\text{min}2} \leq 0^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

$$T_{\text{min}3} \leq 1^{\circ}\text{C} \quad (3)$$

$$T_{\text{min}4} \leq 2^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

其中 T_{dep} 和 T_{min} 分别代表从2月下旬起至此月中旬的旬平均气温距平和旬最低气温, $T_{\text{min}2}$ 、 $T_{\text{min}3}$ 、 $T_{\text{min}4}$ 分别表示2月下旬、3月上中旬、4月上中旬最低气温。

1.1 “倒春寒”指标的依据

“倒春寒”实际上是春季出现的寒潮(或强冷空气,下同)天气。目前,云南省气象台中长期寒潮标准是采用文献[5]中提出的标准,通过多年业务使用检验,比较符合云南天气气候特点。为考察旬平均气温与中短期寒潮标准之间的关系,我们计算了1956~1995年文献[5]中提出的5个代表站出现寒潮时与旬平均气温距平值之间的相关系数(见表1)。

表1 1956~1995年寒潮日与各等级旬平均气温距平值之间的相关系数

站名	-1.0°C	-1.5°C	-2.0°C	-2.5°C	-3.0°C	-3.5°C	-4.0°C	-4.5°C
会泽	0.013	0.080	0.126	0.137	0.361	0.280	0.185	0.064
昆明	-0.051	-0.046	0.119	0.145	0.352	0.313	0.052	0.009
文山	-0.012	0.016	0.086	0.123	0.212	0.341	0.126	0.094
丽江	-0.098	0.068	0.185	0.196	0.234	0.013	0.006	/
思茅	-0.066	-0.074	-0.036	-0.006	0.227	0.227	0.227	/

注:表中“/”表示该站无 $\leq -4.5^{\circ}\text{C}$ 的观测记录

相关系数计算结果表明,会泽、昆明、丽江、思茅4站旬平均气温距平值在 -3.0°C 左右时与寒潮的相关性最好。文山站虽然在 -3.5°C 时相关性最好,但文山地处云南低纬度东部,春季冷暖空气交替频繁,气温升降幅度较大;有时降温幅度虽大,但最低气温仍大于 5°C ,不会出现低温冷害。因此,考虑最低气温 $T_{\text{min}} \leq 5^{\circ}\text{C}$ 这个因素,仍可以认为旬平均气温

距平值在 -3.0°C 左右时与寒潮的相关性最好。

为进一步证实旬平均气温距平 -3.0°C 值能作为“倒春寒”指标,我们还统计了云南省32个基本站1961~1995年春季旬平均气温距平 $-0.5 \sim -4.5^{\circ}\text{C}$ 各气温段出现的频率,分析其变化趋势(表略)。

由统计可见,多数站频率的最大变率在 $-3.0 \sim -3.5^{\circ}\text{C}$ 气温段,一些春季冷暖空气交换频繁的站(如广南59007、屏边56986等)最大变率在 $-3.5 \sim -4.0^{\circ}\text{C}$ 之间,还有一

② 云南省气象局. 云南省重要天气预报质量评定办法的补充规定(试行). 1990:14.

些极少受冷空气影响的热带和西部站(勐腊 56969、保山 56748 等)最大变率在-2.5~-3.0℃之间。与上述一样,如果考虑低温冷害最低气温必须 $T_{\min} \leq 5^\circ\text{C}$ 这个因素,-3.0~-3.5℃气温段最能体现云南大部地区受寒潮影响时旬平均气温距平变化的低限。

为更直观表示旬平均气温距平各气温段出现的频率变化,图1给出了32个基本站平均频率分布直方图。其中,-3.0~-3.5℃气温段相对频率变化为(0.028-0.013)/0.028=53.6%,是各气温段变率最大的。

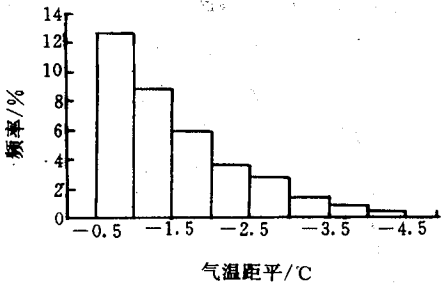


图1 旬平均气温距平各气温段出现的频率

1.2 晚霜冻指标的依据

农作物发生霜冻的一个必不可少的条件是植物体温降至0℃以下,许多文献中把最低地温0℃以下作为霜冻指标显得比较粗糙,因为植物叶温与地温有明显差异。但测定叶温的办法不可能大面积普遍推行,因此,本文用最低叶温、最低气温和最低地温之间的关系,来确定霜冻指标。

关于最低叶温与最低地温的关系,冯玉香等人根据不同植物最低叶温与最低地温进行了统计分析,指出其温差频率因受土壤性质、土壤含水量的影响而变得非常复杂^[6],但仍然有近50%的温差在1.5~2.5℃之间。张养才等人也提出^[3],叶温与地温之间温差多数情况下约为1.5~2.0℃之间。参考这些研究结果,在云南没有得出具体叶温与地温之

间关系前,暂采用叶温与地温之差为2℃左右的提法。

由于得不到最低地温观测数据,无法比较最低气温与最低地温之间的关系,我们用08时气温与地温之差来近似表达这种关系。通过计算云南32个国家基本站3年(1995~1997年2~4月)的资料,得出表2各项统计结果。

表2 云南32个基本站2~4月08时气温与地温平均差值(单位:℃)

区站号	2月	3月	4月	区站号	2月	3月	4月
56778	2.4	3.1	4.4	56533	1.5	2.5	2.6
56586	0.7	1.9	4.0	56741	2.0	3.0	4.2
56684	2.7	4.0	4.2	56751	2.5	3.8	4.4
56786	2.1	3.7	4.3	56763	2.2	3.9	/
59007	1.6	3.0	/	56768	2.7	3.1	4.3
56994	1.9	3.3	/	56856	2.0	3.1	3.4
56886	1.6	3.0	4.6	56964	2.2	3.4	/
56985	2.1	3.9	/	56977	0.6	/	/
56986	1.6	3.6	/	56954	2.3	2.6	/
56875	2.7	3.6	3.0	56959	2.6	/	/
56966	/	/	/	56969	/	/	/
56651	2.9	3.9	5.0	56951	2.9	3.6	4.7
56664	2.5	3.0	/	56946	1.7	2.2	/
56444	0.3	1.6	2.0	56739	2.3	3.7	4.5
56543	1.2	2.8	3.5	56748	2.6	2.8	3.3
56548	1.9	2.4	3.4	56838	2.3	/	/
平均					2.03	3.14	3.84

注:表中“/”代表该站在本月内地温均 $\geq 5^\circ\text{C}$,不发表

从表2中气温与地温的差值看,各站各月不尽相同,但各月温差变化有一定规律。2月各站温差在0.7~2.8℃之间变化,3月在1.9~4.0℃,4月在3.0~5.0℃,平均分别为2.03℃,3.14℃,3.84℃,各月相差约1℃左右。这样我们可以把2~4月气温与地温的差值分别近似看做2℃、3℃、4℃。

结合叶温与地温2℃左右差值关系,我们定义云南2月下旬至4月中旬晚霜冻指标分别为最低气温 $T_{\min 2} \leq 0^\circ\text{C}$ 、 $T_{\min 3} \leq 1^\circ\text{C}$ 和 $T_{\min 4} \leq 2^\circ\text{C}$,就是上面提出的式(2)~(4)。

2 新旧标准的比较

2.1 旧的低温标准

2月标准:

① 2月份连续4天日平均气温滑动平均值 $\Delta T_2 \leq T_2 - 5.0(^{\circ}\text{C})$

② 2月份任意一天及以上日最低气温值 $\Delta T_{m_2} \leq T_{m_2} - 5.9(^{\circ}\text{C})$

3月标准:

① 3月份连续4天日平均气温滑动平均值 $\Delta T_3 \leq T_3 - 6.0(^{\circ}\text{C})$

② 3月份任意一天及以上日最低气温值 $\Delta T_{m_3} \leq T_{m_3} - 5.7(^{\circ}\text{C})$

4月标准:

① 4月份连续3天日平均气温滑动平均值 $\Delta T_4 \leq T_4 - 7.5(^{\circ}\text{C})$

② 4月份任意一天及以上日最低气温值 $\Delta T_{m_4} \leq T_{m_4} - 7.2(^{\circ}\text{C})$

其中, T_2, T_3, T_4 分别为2、3、4月份的30年日平均气温平均值; $T_{m_2}, T_{m_3}, T_{m_4}$ 分别为2、3、4月份的30年日最低气温平均值, 它们所减去的数值均为经验值。

技术规定: 当 $\Delta T_2, \Delta T_3, \Delta T_4$ 求出之值 $\geq 10.0^{\circ}\text{C}$ 时, 不能作为该地“倒春寒”临界值的指标; 当 $\Delta T_{m_2}, \Delta T_{m_3}, \Delta T_{m_4}$ 求出之值 $\geq 5.0^{\circ}\text{C}$ 时, 也不能作为该地“晚霜冻”临界值的指标。

2.2 晚霜冻新旧指标的比较

晚霜冻新旧指标的差异比较明显, 新指标是通过地温、叶温和气温之间的关系统计估算出来的, 遵循了霜冻出现的一般规律和气象上的基本规定。旧指标对于许多站霜冻临界值的定义是不合理的, 按2.1节给出的云南32个基本站2~4月晚霜冻指标计算, 其临界值从 $-13.6 \sim -13.0^{\circ}\text{C}$, 虽然技术规定中限定了最低气温的上限 ($T_{\min} \leq 5.0^{\circ}\text{C}$), 但对下限却没有限制, 许多站点最低气温 $T_{\min} \leq -10.0^{\circ}\text{C}$ 才算霜冻显然是极不合理的。当然, 一些气候较寒冷的地方植物和农作物抗

冻能力较强, 出现霜冻也不一定受害; 但这是属于霜冻和冻害之间的关系问题。

2.3 “倒春寒”新旧指标的比较

新指标是以旬的气温距平值 $\Delta T \leq -3.0^{\circ}\text{C}$, 同时最低气温 $T_{\min} \leq 5^{\circ}\text{C}$ 来衡量的, 前者表示气温下降的程度, 后者则表示气温的降低程度。该指标既考虑了各地的气候差异, 也考虑了低温冷害产生的临界气温值, 而且简明易行。旧指标虽然也考虑了各地的气候背景(2.1节中的 T_2, T_3, T_4 项), 但差值 ($-5.0^{\circ}\text{C}, -6.0^{\circ}\text{C}, -7.5^{\circ}\text{C}$) 不合理, 没有充分考虑同样的低温天气各地降温幅度不会一样这一因素。

以滇中代表站昆明站为例, 1951~1995年按新指标统计“倒春寒”过程8次, 平均5年左右一次(比较符合实际情况), 旧指标统计出“倒春寒”过程33次, 平均3年2次, 显然与滇中地区较少受强冷空气影响这一气候特征不符。昆明比较严重的春季低温过程, 如1959年2月下旬和1986年3月上旬, 新旧标准同时反映, 但1974年3月下旬昆明出现历史上罕见的降雪天气和1994年3月下旬出现的严重低温(据省农气中心提供的1992~1996年全省小春作物平均单产量分别为127、132、118、135、131kg表明, 1994年3月下旬我省出现的低温冷害天气, 对小春产量影响极大, 该年的平均单产量最低。), 旧指标却没有反映。而像1969年4月4~5日和1970年4月12日等天气过程虽然降温幅度较大, 但气温绝对值仍较高却包含在内。

为更客观定量地比较新旧指标的差异, 我们选取了能较好反映低温持续时间的旬平均气温距平和能较好反映降温幅度的旬内气温3天滑动平均值距平两个参数之和, 作为共同对比的低温参数, 并逐旬(建站~1995年2月下旬~4月中旬)计算了云南32个基本站新旧指标与低温参数的相关系数(见图2)。很明显, 新指标与低温参数的关系比旧指

标要好,大多数站约高20%,一些气候寒冷站或热带站高出30%~50%。由此表明,新指标同时较好地反映了低温持续时间和降温幅度两个因素,而旧指标只反映了降温幅度,没有充分考虑低温持续时间。

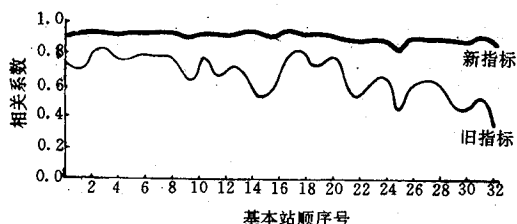


图2 云南32个基本站“倒春旱”新旧指标与低温参数之间的相关系数

1,2,⋯,32代表昆明,昭通,会泽,沾益,广南,文山,泸西,蒙自,屏边,玉溪,元江,丽江,华坪,德钦,中甸,维西,贡山,泸水,大理,元谋,楚雄,景东,思茅,江城,澜沧,景洪,勐腊,临沧,腾冲,保山,瑞丽

3 结论

3.1 旧标准的晚霜冻指标不尽合理,新标准通过对地温、叶温和气温之间的关系统计估算和分析研究,给出了客观定量的指标,弥补了主观因素造成的缺陷。

3.2 旧标准中的“倒春寒”指标用3天或4天滑动平均值只考虑了降温幅度,没有考虑低温的持续时间,新标准充分考虑到了这一点。新标准与能同时反映降温幅度和低温持续时间的低温参数的相关系数比旧标准约高20%,一些气候寒冷或热带站甚至高出30%~50%。

3.3 本文通过大量的数据统计分析,提出了云南春季低温标准,依据充分,表达式简明,业务操作方便,在与旧标准的对比分析中,各项指标均优于旧标准。

参考文献

- 1 鹿世瑾. 华南气候. 北京:气象出版社,1990:181~186.
- 2 徐裕华. 西南气候. 北京:气象出版社,1991:262~268.
- 3 张养才等. 中国农业气象灾害概论. 北京:气象出版社,1991:147~157.
- 4 国家科学技术委员会. 中国科学技术蓝皮书第5号《气候》. 1990:25~26.
- 5 段旭等. 云南寒潮时空分布及环流分型. 云南气象, 1994,1:12~14
- 6 冯香玉等. 霜冻的研究. 北京:气象出版社,1996:49~51.

Study on the Microtherm Standard in Spring of Yunnan Province

Duan Xu Wang Hengkang

(Yunnan Meteorological Observatory, Kunming 650034)

Dong Xieqiong

(Yunnan Institute of Meteorology, Kunming 650034)

Abstract

Based on consulting the documents about the different microtherms index for agriculture in China and the statistical analysis of temperature data, the new microtherm standard in spring of Yunnan Province was proposed to the operational requirements. Comparing to the old microtherm standard for cold of the late spring and late frost index, the new standard is much more flexible and practical.

Key Words: microtherm in spring cold of the late spring late frost index standard