

美国中东部温带稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温

任 国 玉

(辽宁师范大学地理系)

提 要: 应用修订的康拉德公式计算美国中东部温带地区日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温, 并同我国相应纬度地区作了对比。这一对比揭示出我国东部温带并非世界同纬度地带夏半年热量资源最丰富。

主题词: 积温 美国中东部温带 中国东部温带

美国中东部温带是世界上农业区域专业化相当完善、农业特别发达的地区。研究该处农业气候条件的特点和区域分异, 进而探讨其与农业区域专业化的关系, 可为我国农业现代化建设提供参考。本文仅分析该地区的热量条件。

日平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 累积温度(以下简称稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温)在说明热量条件方面不失为一个较好的指标, 我国地理文献上目前已较广泛使用。但是, 美国学者一般不用稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温表示热量状况, 较常见的指标是生长期日(Growing degree days)。为了便于比较, 可以计算美国中东部温带地区稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温。

根据历年日平均气温资料统计得出稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温是最理想的方法。但是, 这样详尽的国外气候资料难以获得, 且采用此法也较麻烦。如果根据多年平均气温资料计算稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温, 上述困难就可以得到克服。

康拉德曾推导出计算日平均气温通过某一界限温度起迄日期的公式^[1]。根据此公式能计算积温。然而, 康拉德公式实际上计算的是多年日均温通过某一界限温度的平均起迄日期, 尚非日均温稳定通过这一界限温度的起迄时间。后者在春季要比前者推迟, 而在秋季则较前者提早。为了根据平均月气温资料计算稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温, 需要把康拉德公式做些修订。

康拉德公式的原形为:

$$\delta_u = 30 \cdot \frac{t_o - t_b}{t_a - t_b} \quad (1)$$

$$\delta_d = 30 \cdot \frac{t_a - t_u}{t_a - t_b} \quad (2)$$

其中, t 是所研究的界限温度, 这里即 10°C ; t_a 是高于 t 的邻月平均气温; t_b 为低于 t 的邻

本文1985年11月8日收到, 1987年4月20日收到修改稿。

月平均气温; δ_a 、 δ_d 分别是 t_a 出现日期与 t_b 、 t_a 出现月份月半日之间的日数差。

春季稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起始日期比多年日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的平均起始日期推迟, 在秋天结束日期又提前。因此, 应该在(1)式(计算开始日期)和(2)式(计算终结日期)后各加上一个经验系数。即上述公式改写成如下形式:

$$\delta_1 = 30 \cdot \frac{10 - t_b}{t_a - t_b} + K_1 \quad (3)$$

$$\delta_2 = 30 \cdot \frac{t_a - 10}{t_a - t_b} + K_2 \quad (4)$$

这里, δ_1 和 δ_2 就分别是日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 出现日期与 t_b 、 t_a 所在月份月中日之间的日数差了。

K_1 、 K_2 可根据我国东部九个代表性台站的资料来确定。据1959年《中国气候区划(初稿)》提供的这九个地点的 δ_1 、 δ_2 、 t_a 和 t_b 资料分别求出它们的 K'_1 和 K'_2 值。然后计算所有地点 K'_1 和 K'_2 的算术平均值, 即得出 K_1 和 K_2 两个经验系数(见表1), 它们分别是+14和-12。

K_1 为+14, 表示在春天稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 开始日期比日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均开始日期晚14天; K_2 等于-12, 表示在秋季前者较后者结束日期早12天。 K_1 和 K_2 的绝对值不同与秋季日均温下降速率比春天日均温上升速率大这一事实相符。

表 1 修订的康德拉公式经验系数的确定

Determination of the empirical coefficient in the revised Conred's formula

站名	稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄		用原康德拉公式求得的		K'_1	K'_2
	日期		日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均起迄日期			
	始	止	始	止		
哈尔滨	15/5	19/9	1/5	1/10	+14	-12
沈阳	3/5	7/10	21/4	14/10	+12	-7
大连	1/5	15/10	18/4	29/10	+13	-14
北京	15/4	19/10	4/4	25/10	+11	-6
太原	25/4	3/10	9/4	17/10	+16	-14
西安	16/4	23/10	22/3	3/11	+25	-11
青岛	22/4	28/10	12/4	9/11	+10	-12
上海	7/4	8/11	26/3	24/11	+12	-16
重庆	27/2	29/11	18/2	14/12	+9	-15
平均					+13.6	-11.9

将+14和-12分别代入(3)、(4)两式,即可计算稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄日,并进而求算稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的持续天数。

为了再计算积温,关键在于设法求出稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 始现月和终止月的积温,然后才能同这两个月之间的各月积温累加,求得总的积温。假设春秋季节日均温的升降变化是线性的,则计算稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 开始和终止月份的积温可用下式^[2]:

$$K_i = \frac{10 + T}{2} \cdot h \quad (5)$$

式中 k_i 是日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 始现月和终现月的积温, T 是稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 始现月份最后一天或终止月份第一天的日平均气温, h 为这两个月中稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数。

T 在春秋季节气温升降变化为线性的前提下可由下式决定:

$$T = \frac{T_0 + T_1}{2} \quad (6)$$

T_0 是稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 始现月或终现月的月平均气温, T_1 为暖于并邻接稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄月的月均温。

把(6)式代入(5),得

$$K = \frac{1}{4} \cdot h(20 + T_0 + T_1) \quad (7)$$

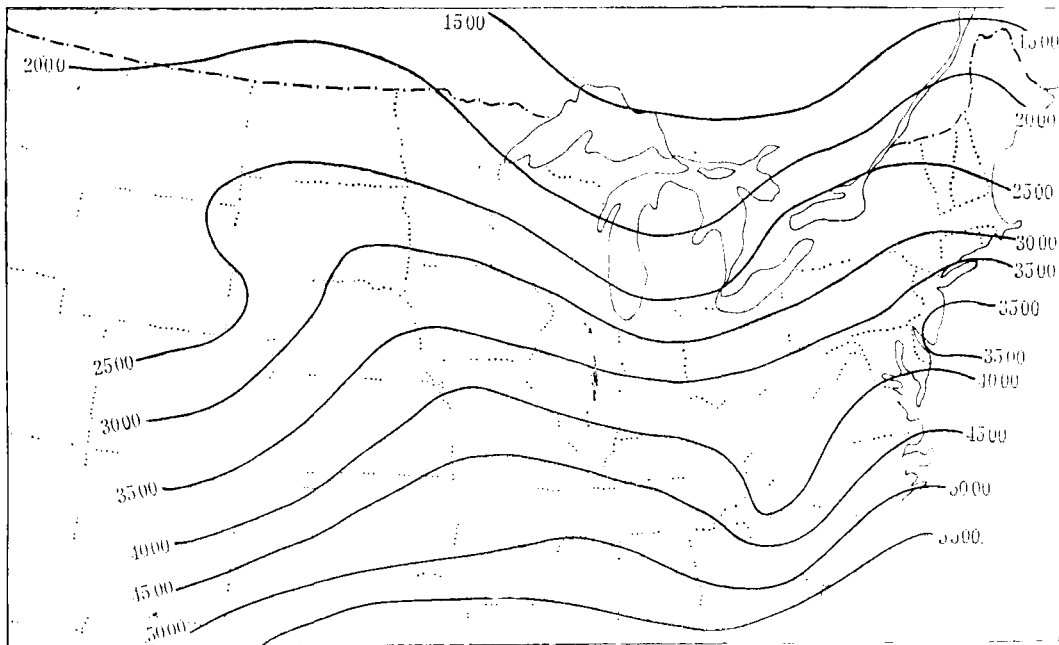


图 1 美国中东部温带稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温分布
Distribution of the accumulated temperature steadily above
 10°C in the central and eastern temperate area of U.S.A.

表 2 稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄日、持续期和积温

The beginning and end, the number of days, and the accumulated temperature of period with daily mean temperature steadily above 10°C

站 名	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均起迄日期		$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均持续期(天)	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温($^{\circ}\text{C}$)	站 名	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均起迄日期		$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均持续期(天)	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温($^{\circ}\text{C}$)
	始	止				始	止		
Birmingham	14/3	13/11	244	5188	Williston	17/5	24/9	130	2331
Little Rock	25/3	2/11	222	4998	Cincinnati	18/4	22/10	187	3841
Denver	8/5	9/10	154	2923	Cleveland	9/5	8/10	152	2804
Washington	13/4	28/10	198	4061	Tulsa	3/4	1/11	212	4737
Atlanta	21/3	9/11	233	4923	Harrisburg	24/4	19/10	171	3547
Cairo	4/4	29/10	208	4541	Haron	10/5	4/10	147	2903
Chicago	3/5	14/10	161	3285	Rapid city	15/5	4/10	142	2700
Moline	29/4	12/10	182	3345	Memphis	24/3	6/11	226	5061
Evansville	14/4	23/10	192	4010	Nashville	2/4	31/10	212	4557
Indianapolis	27/4	15/10	171	3426	Abilene	8/3	17/11	254	5512
Concordia	15/4	19/10	183	3885	Amarillo	11/4	24/10	197	4123
Caribou	31/5	14/9	106	1721	Dallas	3/3	25/11	267	5970
Portland	21/5	30/9	132	2287	Burlington	16/5	30/9	137	2459
Boston	12/5	12/10	153	2766	Richmond	8/4	30/10	205	4215
Detroit	8/5	12/10	157	2507	Parkersburg	18/4	21/10	186	3752
Lansing	11/5	7/10	149	2194	Milwaukee	20/5	3/10	136	2412
Saultste Marie	2/6	20/9	110	1714	Des Moines	28/4	11/10	166	3331
Duluth	31/5	17/9	110	1823	Dodge City	19/4	18/10	182	3797
Minneapolis	12/5	30/9	141	2643	Lander	21/5	27/9	129	2292
Kansascity	16/4	23/10	190	4116	Cheyenne	30/5	21/9	114	1933
St. Louis	16/4	22/10	189	4033	Havre	19/5	23/9	127	2187
Omaha	26/4	14/10	171	3594	Miley City	12/5	29/9	140	2277
Atlantic City	26/4	25/10	182	3568	Winnipeg	25/5	17/9	115	1993
Binghamton	8/5	9/10	152	2824	North Bag	28/5	18/9	113	1864
Buffalo	19/5	6/10	140	2534	Quebec	27/5	19/9	115	1963
New York	25/4	26/10	181	3719	Regina	25/5	12/9	110	1828
Asheville	11/4	25/10	197	3848	Kapuskasing	9/6	7/9	90	1385
Greensboro	7/4	28/10	204	4198	Toronto	15/5	7/10	145	2692
Bismarek	17/5	25/9	131	2413					

利用(7)式即可求出稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄月份的积温,再加上其间各完整月的积温,则得到全年稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温。

由于计算稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄日的经验公式是根据文献〔4〕提供的资料建立的,用这个方法求算的美国中东部温带地区稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温是不包括日平均气温 $< 10^{\circ}\text{C}$ 的日子里的积温,它也就只能同这次区划工作统计的我国稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温资料进行比较。

按上述方法,作者计算了美国中东部57个站(包括邻近的6个加拿大城市)的稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 起迄日期、持续天数和积温(表2),并据此给出积温分布图(图1)。月均温是指1931—1960年30年的平均值,基本上都取自Bryson和Hare的《北美洲气候》〔3〕。

落基山脉以东的美国温带地区稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温等值线分布有几个显著特征。1.在大平原上,等值线向北凸出,且愈往北愈明显,到加拿大边界附近,积温已大大高于五大湖及其以东地区了。其原因一是处于内陆,气候大陆性显著;二是位在落基山脉东坡的背风位置,西风越过山脉后产生了具有焚风性质的钦诺克风(Chinook)。2.在五大湖所处的经度地带,稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温等值线凹向南方。这同北边哈德孙湾和五大湖等水体的影响及南部阿巴拉契亚山脉地形的影响等都有关系。3.在东海岸地带,特别是沿岸地带的南部,等值线重又展示出向东北方向的转折,显然系夏半年偏东南气流和墨西哥湾暖流结合作用的结果。

把美国中东部温带稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温分布同我国东部作如下的比较。在研究地区的南部,稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温等值线和我国东部对比偏于高纬方向。如 4500°C 积温等值线除阿巴拉契亚山脉和极西侧大平原外,大致位于 $36-37^{\circ}\text{N}$ 纬度附近,而我国东部这条作为暖温带和北亚热带界线的积温等值线约在 $33-34^{\circ}\text{N}$ 左右,同秦岭-淮河所在纬度一致〔4〕。在相同的纬度上,美国中东部平原地区的热量资源较我国东部略为丰饶,这是一个颇有趣的发现。长期以来,我国学者一直认为,东亚季风气候使我国东部成为世界上同纬度地带夏半年热量条件最优越的地区〔5,6〕。这个观点是值得商榷的。从美国中东部温带和我国东部相同纬度上台站最热月平均气温的比较中可以看到,前者夏季热量条件至少不比我国东部低(表3),两个地区相似纬度上七月平均气温基本上是相同的,不存在明显差别。仅此一点,也可说明我

表 3 美、中相同纬度地点七月平均气温
Comparison of the July mean temperature at the similar latitude between the U.S.A. and China

美 国			中 国		
地 点	纬度(N)	平均气温 $^{\circ}\text{C}$	地 点	纬度(N)	平均气温 $^{\circ}\text{C}$
芝加哥	$41^{\circ}47'$	24.3	迪化	$41^{\circ}43'$	24.2
莫林	$41^{\circ}27'$	24.2	沈阳	$41^{\circ}46'$	24.9
奥马哈	$41^{\circ}18'$	25.8	朝阳	$41^{\circ}33'$	24.5
平均	$41^{\circ}31'$	24.7	平均	$41^{\circ}41'$	24.5

国东部地区并非世界上同纬度热量资源最富足。现在,通过稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的比较,我们又进一步了解到,落基山脉以东的温带南部夏半年热量实际上是高于同纬度我国东部地区的。

这个特点在中央低地和大平原一直向北持续到 3000°C 积温等值线。只是到了 45°N 以北, 美加交界处的大平原地区才和相同纬度的我国东北平原具有大致相等的积温。可见, 在同为平原地形的条件下, 美国中东部温带偏于低纬的地区(相当于暖温带)热量资源是优于我国东部的, 而偏于高纬的地区(相当于中温带)热量条件同我国东部大体相似。但是, 从总体上看, 美国中东部温带热量条件略优于我国东部温带地区。

由于最热月平均气温相差无几, 美国中东部和我国东部温带稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温上的不同在一定程度上要用稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续天数的差别来解释。东亚冬季风特别强盛, 持续时间也长, 致使春秋季节气温较低。北美东部则相反, 冬季偏北风弱而不稳定, 持续时间短, 春秋季节月平均气温都高于我国东部。如芝加哥和奥马哈 4 月平均气温分别是 9.5 和 10.9°C , 10 月平均气温分别为 13.0 和 13.2°C ; 而同其纬度相似的我国通化和朝阳 4 月平均气温分别是 7.4 和 9.4°C , 10 月分别为 8.9 和 9.6°C 。春秋温度较高意味着美国中东部温带地区稳定通过 10°C 这一界限温度的天数相应增多。在一般情况下, 这是有助于提高稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的。

此外, 除了最热月以外, 盛夏的八月份平均气温在美国中东部平原上一般比我国东部相应纬度地区为高, 这也是前者稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温略为偏多的一个原因。例如, 孟菲斯(Memphis)、小石城(Little Rock)同郑州、西安纬度位置相近, 海拔高度也相似, 尽管它们七月份平均气温大致等同, 但八月份平均气温美国的两个站都较中国两个地点高(表 4)。可

表 4 美、中相同纬度地点七、八月平均气温

Comparison of the mid-summer mean temperature at the similar latitude between the U.S.A. and China

美 国				中 国			
地 点	纬度 (N)	平均气温 $^{\circ}\text{C}$		地 点	纬度 (N)	平均气温 $^{\circ}\text{C}$	
		七 月	八 月			七 月	八 月
孟 菲 斯	$35^{\circ}03'$	27.7	27.2	郑 州	$34^{\circ}13'$	27.1	26.1
小 石 城	$34^{\circ}44'$	27.7	27.4	西 安	$34^{\circ}15'$	27.9	25.9

见, 美国中东部盛夏气温如果不是从一个最热月, 而是从七、八月平均来看显然是暖于同纬度我国东部地区的。所以会出现这种差别, 可能与美国中东部温带的平原地区七、八月份云量较少、降雨量相对低及夜雨比重大等有关。

我国学者习惯于使用积温阐明国内气候和自然地理特征。如何和国外比如和与我国气候特征相近而农业极为发达的美国的积温分布作比较, 这还是一个少有人研究的问题。而这类问题对于分析对比中美两国农业自然条件和农业制度方面的异同点, 对于借鉴美国农业合理利用自然条件方面的有益经验, 以及对于澄清过去由于外国自然地理研究薄弱而产生的理论上的混乱等都具有一定意义。本文根据修订的经验公式计算了美国中东部温带地区日均温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温, 为此提供了有用的材料。作者还认为, 美国中东部温带的平原地区热量资

源略为优于我国东部温带, 长期流行于我国地理学界的关于季风致使东亚地区成为世界上同纬度热量资源最优越的说法是值得重新审度的。美国中东部温带充分的热量资源, 同那里丰富而季节分配理想的降水及广阔的平原地形结合起来, 为这个当今世界上农业高度发展地区提供了得天独厚的自然基础。

参 考 文 献

- 〔1〕 么枕生: 气候统计. 科学出版社, 1963年。
- 〔2〕 周淑贞等: 气象学与气候学实习, 人民教育出版社, 1979年。
- 〔3〕 Bryson R.A., Hare F.K.; *Climates of North America*, Elsevier Scientific Publishing Company, 1974.
- 〔4〕 中国科学院自然区划工作委员会: 中国气候区划(初稿), 科学出版社, 1959年。
- 〔5〕 朱炳海: 中国气候, 科学出版社, 1963年。
- 〔6〕 上海师范大学等: 中国自然地理(上), 人民教育出版社, 1979年。

THE ACCUMULATED TEMPERATURE STEADILY ABOVE 10°C IN THE CENTRAL AND EASTERN TEMPERATE AREA OF THE UNITED STATES OF AMERICA

Ren Guoyu

(Department of Geography, Liaoning Normal University)

Subject Indexing: Accumulated temperature, Central and eastern temperate area of the U.S.A., eastern temperate area of China

Abstract

The accumulated temperature steadily above 10°C in the central and eastern temperate area of the United States of America has been calculated by using an empirical formula revised on the basis of the Conrad's formula. It has been found that, in the studied area of the United States, the accumulated temperature is generally higher than that in the similar latitude of the eastern temperate area of China. It is beyond a shadow of doubt that the accumulated temperature in the former is at least not lower than that in the latter. This new discovery corrects a traditional viewpoint, which has been in fashion for a long time among the geographers of China, that the heat resource of the Eastern Asia is the richest in the same latitude zone of the world due to the summer monsoon. The higher accumulated temperature in the central and eastern temperate area of the U.S. is associated with the slightly longer period with temperature steadily above 10°C and the warmer mean monthly temperatures within this period except July. The hottest month in the year. The northern states west of the Great Lakes have approximately equal accumulated temperatures with the Northeast of China in the same latitude.