第33卷 第3期 气 象 学 报 Vol. 33, No. 3
1963 年 8 月 ACTA METEOROLOGICA SINICA August, 1963

气温平均值的准确性問題*

翁篤鳴 譚冠日 桂新蓉 龐嘉棠
（南京气象学院）

提 要

本文根据沈阳、北京、青島、上海、武汉、重庆等六个站的資料，計算了不同长度的滑动平均值，作为不同大小样本的平均数，研究月平均气温的准确性．得出了平均值的誤差（V_N）与求平均年数（N）之間的經驗关系式为 $V_N=\frac{N}{aN^2+bN+c}$，a，b，c 为随地区和季节而异的經驗系数．本文并对影响平均值准确性的某些气候特征进行了分析．最后，根据平均值誤差的时間空間分布，討論了时間上和空間上內插的可能性．

在气候資料的整理和应用中，通常以平均值来表征各种气候要素最基本的特征．可是样本平均值的准确性却与进行平均的資料年数关系很大，資料年数愈长，平均值愈能反映当地常年状况，愈接近于准平均值．我国长序列测站不多，大部分台站資料年代都較短，因此如何正确估价各种不同年数平均值的准确性，就具有很大的实际意义．

关于样本平均值的准确性，在数理統計中常以均方差和平均偏差来表示．并且有理論公式表达出平均值的誤差与平均年数之間的关系．本文試图从实际資料的統計分析过程中来討論气温不同年数月平均值的准确性問題，并找出平均偏差分布的規律性，供气候服务和研究时参考．

根据我国长序列测站較少这一实际情况出发，我們采用公認的、即以相当长的年数的平均作为准平均值．但为便于各站間的比較，将年数大致地划一：选择了北京（60 年），上海（60 年），青島（58 年），沈阳（45 年），武汉（40 年），重庆（30 年）六站[1]．这些站都分布在我国东部，至于西部地区由于长年代資料缺乏，暂不討論．

計算了某种年数（如 N 年）的滑动平均，作为許多样本的平均值．将这些值对准平均求出平均偏差 V_N 作为該年数平均值的誤差．当序列中最后剩下不足該年数資料时，以开始的几年資料补足．这样可以使平均值的样本数目足够地多，如有 60 年資料就有 60 个样本，各种不同年数平均值的样本数目相等．对于中断的序列，仍連接起来处理．从統計学的观点上看这是允許的，因为在这里我們把資料作为随机的数列来处理．对于不同年代的样本平均值，均以該站全部年数（如上一段所指出的各站的年数）的平均作为該站的准平均值．得出 1，5，10，20，30 年（重庆是 1，2，5，10，20 年）的滑动平均之后計算它們的平均偏差与均方差，就以这两种离势量数来表征平均值的准确性．

事实上，我們毋須討論上述两种量数，在統計理論中已証明，对于呈正态分布的无限

---

* 本文 1962 年 12 月 21 日收到，1963 年 2 月收到修改稿．
1）各站資料年数均由 1955 年起向前推算实有的年数．

长序列，平均偏差 V 与均方差 σ 的比值約等于 0.8. 我們根据实际資料計算了 6 个站五种不同年数 1，4，7，10 月共 120 对 V 和 σ，每对 V 和 σ 的比值都接近 0.8，并且相当集中. 表 1 所列的即为 V/σ 的分布情况.

表 1　平均偏差 V 与均方差 σ 的比值为各种数值的频率

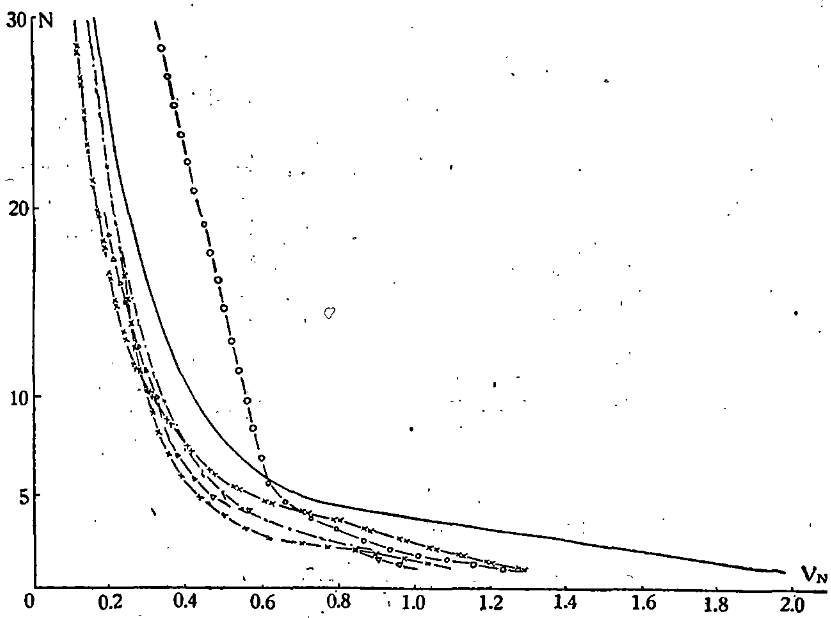
V/σ	0.70—0.75	0.75—0.80	0.80—0.85	0.85—0.90	0.90—0.95
次　数	3	26	55	28	8
頻率(%)	2.5	21.7	45.8	23.3	6.7

120 个 V/σ 的平均值为 0.831. 由此可見，我們只需分析平均偏差的一种量数，均方差的情况可以很簡单地推测到.

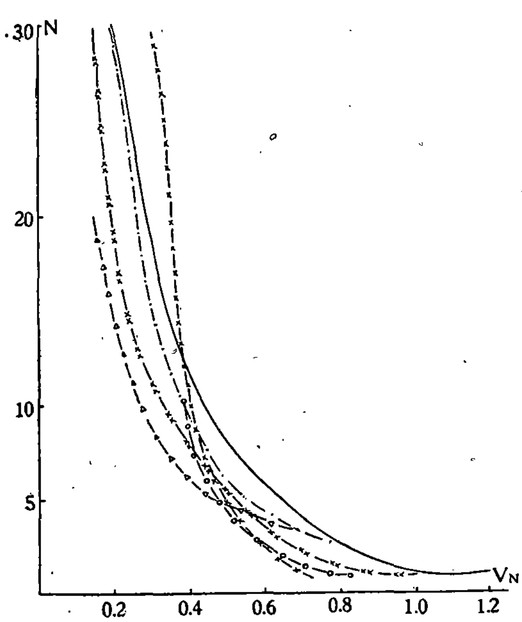
文中平均温度的单位均为 ℃，为方便起見均略而不写单位. 至于其他数量的单位自有說明.

一

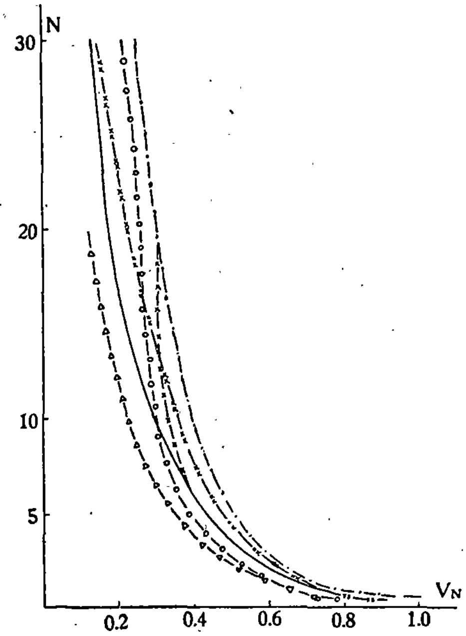
逐年之間天气条件的改变以及气候在整个較长时期的变化，都能引起气象要素平均值发生变化. 当然月平均气温也是如此. 所以，进行平均的年数愈多，誤差越小. 以平均的年数 (N) 为級坐标，对应的平均偏差 (V_N) 为横坐标，将各站 1，4，7，10 月不同年数 (N) 的平均值的平均偏差 (V_N) 点繪到图上，并分别連以平滑曲綫，得到了如图 1 (a)，(b)，(c) 和 (d) 的一族形式相同的曲綫. 各站各月曲綫的差异仅在于曲綫的位置和曲率略有不同.



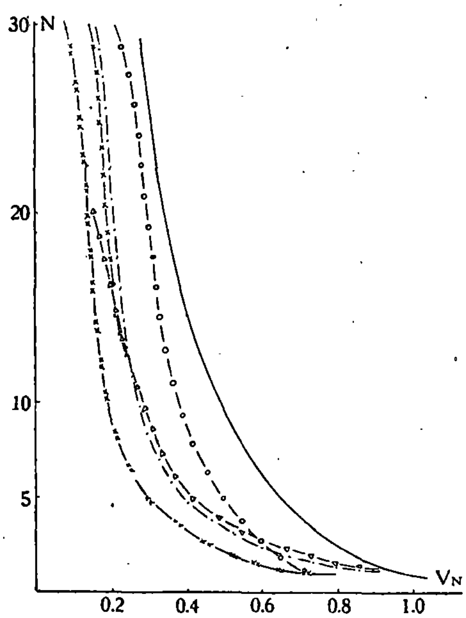
a. 1　月



b. 4 月



c. 7 月



d. 10 月

图 1 平均年数N与相应的平均偏差V_N的关系

沈阳 ——， 北京 -·-·-

青島 -×-×-， 上海 -○-○-

武汉 -××-××-，重庆 -△-△-

对这些曲綫配合經驗公式,均具有如下的形式:

$$V_N = \frac{N}{aN^2 + bN + c}. \tag{1}$$

式中N为平均的年数. V_N为这种年数月平均气温的平均偏差. a, b, c为随地区和

季节而异的經驗系数，已經求出列于表 2．按 (1) 式計算的 V_N 与实际資料計算的 V'_N 比較，相差很小，均不超过 0.05°，这可以作为(1)式的誤差 ΔV_N．这个誤差比常有的观測誤差还小，表明(1)式相当精确．現将(1)式的誤差也列于表 2．

表 2　系数 a，b，c 的数值和經驗公式的誤差 ΔV_N

	月 份	a	b	c	ΔV_1	ΔV_2	ΔV_5	ΔV_{10}	ΔV_{20}	ΔV_{30}
沈	1 月	0.185	0.515	−0.20	0.00		0.05	0.00	0.01	0.01
	4 月	0.151	0.849	−0.13	0.00		0.04	0.04	0.01	0.02
	7 月	0.275	1.080	0.33	0.00		0.03	0.02	0.00	0.00
阳	10月	0.107	1.073	−0.20	0.00		0.04	0.05	0.00	0.03
北	1 月	0.186	1.234	−0.74	0.00		0.03	0.00	0.00	0.00
	4 月	0.128	1.342	−0.55	0.00		0.01	0.01	0.01	0.01
	7 月	0.064	2.120	−1.00	0.00		0.04	0.02	0.03	0.00
京	10月	0.174	2.236	−1.31	0.00		0.03	0.00	0.00	0.01
青	1 月	0.150	1.930	−1.28	0.00		0.00	0.00	0.00	0.01
	4 月	0.045	1.995	−0.75	0.00		0.01	0.00	0.00	0.03
	7 月	0.050	2.400	−1.20	0.00		0.01	0.00	0.00	0.03
島	10月	0.205	1.795	−0.85	0.00		0.01	0.00	0.01	0.01
上	1 月	0.042	1.538	−0.69	0.00		0.02	0.03	0.01	0.02
	4 月	0.073	1.877	−0.44	0.00		0.00	0.00	0.01	0.04
	7 月	0.067	2.710	−1.66	0.00		0.04	0.01	0.02	0.00
海	10月	0.100	1.650	−0.36	0.00		0.01	0.01	0.01	0.03
武	1 月	0.300	0.180	0.30	0.00		0.00	0.01	0.03	0.01
	4 月	0.190	1.460	−0.63	0.00		0.01	0.01	0.02	0.00
	7 月	0.130	1.570	−0.75	0.00		0.01	0.04	0.03	0.05
汉	10月	0.325	2.125	−1.17	0.00		0.02	0.01	0.01	0.02
重	1 月	0.226	1.114	−0.34	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	
	4 月	0.310	0.740	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	
	7 月	0.376	1.024	−0.19	0.00	0.02	0.03	0.02	0.01	
庆	10月	0.350	0.650	+0.07	0.00	0.03	0.02	0.03	0.02	

从表 2 还可以統計出各級誤差的頻率如表 3．

表 3　各級誤差的頻率

ΔV_N	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
次　数	67	35	17	12	6	3
頻率(%)	47.8	25.0	12.1	8.6	4.3	2.2

由表 3 可見，約占 85% 的誤差不超过 0.02°．

为了进一步检驗(1)式的可靠性，还計算了北京 1 月平均气温，由 1—30 年共 30 种不同年数 N 的平均值的平均偏差 V'_N 与按 (1) 式計算的平均偏差 V_N 相比較，两者很符合．$\Delta V_N = V_N - V'_N$ 如表 4．

表 4 北京 1 月份不同年数N的 $\Delta V_N = V_N - V'_N$

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΔV_N		0.11	−0.01	−0.01	0.04	−0.005	−0.007	−0.012	0.000	0.002
N	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΔV_N	−0.018	−0.023	−0.014	−0.018	−0.016	−0.004	0.007	0.008	−0.001	0.006
N	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΔV_N	0.003	0.005	0.004	−0.003	0.000	0.008	0.005	0.001	0.001	0.000

由表 4 可見，除 2 年值的誤差达到 0.11° 之外，其余的全在 0.04° 以下，90% 的誤差不超过 0.02°. 这証明經驗公式是精确的. 根据經驗公式或图 1 曲綫能够很容易的估計出 1—30 年不同年数平均值的平均偏差(見表 5).

我們再考查一下 (1) 式，一般說来，当平均年数N在 5 年以上时，式中右边的分母中 $aN^2 + bN \gg c$. 可以将 c 略去不計，那么(1)式就成为

$$V_N = \frac{1}{aN + b}. \tag{2}$$

这是一族簡单的双曲綫. 它的特征只由 a, b 所决定. 当 $a \ll b$ 时 (如青島 7 月平均气温)，V_N 随N的变化很小，卽平均偏差随着年数的增加而減小很慢，也就是說短序列与較长序列平均值的准确性差不很多，只需較短的序列就能获得和較长序列相似的結果. 反之，若 a 接近 b，a 和 b 为同一量級时 (如武汉 1 月平均气温)，則(2)式中 V_N 随N变化很快，要取得准确度較高的平均气温，就必須有較长的序列.

为了进一步說明系数 a 与 b 对于 V_N 的影响，計算出各站各月 $\frac{V_{30}}{V_1}$ 与 $\frac{b}{a}$ 的相关系数为 0.84. 由于 $\frac{V_{30}}{V_1}$ 可以大体上表达平均偏差随着統計年数增加而減小的速度，因此根据 $\frac{b}{a}$ 的大小就能大略地判断某站平均偏差的变化情况，$\frac{b}{a}$ 也就能在某种程度上反映各地的气候特征.

二

众所周知，气温平均值的誤差与气候长期变化情况以及当地的气候特征有关. 这里我們着重討論气候长期变化对不同年数气温平均值的影响. 这种影响可表現为三方面:

(1) 气温历年的变化总在准平均值上下波动，正負距平或久或暫地相互交替出現.

(2) 气温变化可能有周期性或韵律性.

(3) 气温有系統的变化(变暖、变冷)，引起序列水准的变化.

至于当地气候特征对气温的影响，可以用我們通常使用的平均偏差 V_1 表示. 气候变化大的地方和季节，V_1 也大. 要討論气候长期变化对气温平均值准确性的影响，并便于各地的比較，可以取誤差的相对量，卽 $\frac{V_N}{V_1}$ 来表示，它显然代表誤差随平均年数的增加而递減的快慢，称之为誤差递減速率(以百分数表示). 如果随着年数增加誤差递減愈快，則 $\frac{V_N}{V_1}$ 愈小.

表 5　不同年数月平均气温的平均偏差 单位：℃

地点	月份＼年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
沈阳	1	2.00	1.33	0.97	0.80	0.71	0.61	0.56	0.51	0.47	0.43	0.40	0.38	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16
	4	1.18	0.95	0.84	0.71	0.64	0.57	0.53	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35	0.33	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19
	7	0.75	0.61	0.53	0.47	0.43	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	10	1.02	0.89	0.77	0.69	0.63	0.59	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23
北京	1	1.47	0.87	0.66	0.57	0.50	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15
	4	1.09	0.79	0.70	0.60	0.53	0.49	0.46	0.42	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20
	7	0.78	0.66	0.59	0.54	0.49	0.46	0.44	0.41	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25
	10	0.91	0.64	0.52	0.44	0.38	0.35	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15
青島	1	1.25	0.68	0.55	0.47	0.41	0.38	0.36	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16
	4	0.72	0.60	0.56	0.51	0.48	0.46	0.45	0.44	0.42	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28
	7	0.80	0.59	0.54	0.47	0.43	0.41	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25
	10	0.87	0.65	0.54	0.46	0.38	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
上海	1	1.10	0.82	0.70	0.66	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.51	0.50	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.41	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33
	4	0.82	0.65	0.56	0.51	0.46	0.44	0.42	0.40	0.39	0.39	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.32	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
	7	0.89	0.54	0.46	0.41	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.21
	10	0.72	0.65	0.58	0.53	0.47	0.46	0.44	0.41	0.48	0.39	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.20
武汉	1	1.28	0.99	0.81	0.68	0.57	0.49	0.45	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11
	4	0.98	0.73	0.60	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
	7	1.05	0.82	0.68	0.59	0.47	0.44	0.41	0.38	0.37	0.36	0.32	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15
	10	0.79	0.54	0.44	0.38	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06
重庆	1	1.00	0.66	0.57	0.51	0.46	0.44	0.42	0.35	0.33	0.31	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18										
	4	1.02	0.76	0.63	0.53	0.45	0.39	0.35	0.30	0.27	0.26	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14										
	7	0.83	0.60	0.49	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12										
	10	0.92	0.72	0.58	0.49	0.41	0.36	0.33	0.29	0.28	0.27	0.23	0.21	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13										

（1）气温正負距平交替特征与平均值的准确性：一般說来，在一个时期內，正負距平交替頻繁而且距平的絕对值又相差不大的話，較短年代的平均值也会有較高的准确性，相反，若距平符号很少改变，逐年气温常常在准平均以上或准平均以下，如果截取一段时期計算其平均气温，它就很可能远离准平均，誤差就大．以北京資料为例，在 1876—1955 年期間的实有 60 年資料中，1 月气温正負距平交替了 38 次，7 月仅 14 次．这种差別反映在 $\frac{V_5}{V_1}$ 上就是 1 月为 0.31，7 月为 0.60．亦即北京 1 月气温 5 年平均值的誤差已下降为平均偏差的 31%，而 7 月还保持在平均偏差的 60% 的水平上，可見 1 月气温的准确率随着年数增多而增加很快．

鉴于各站計算准平均的时期长短不一，在比較正負距平交替特征时，不能以交替的次数 n 来比較，而必須用相对頻数 $\frac{n}{N}$，N 为該站資料总年数．这种相对頻数我們称为涨落頻率 $\left(\frac{n}{N}\right)$．$\frac{n}{N}$ 与 $\frac{V_5}{V_1}$, $\frac{V_{10}}{V_1}$, $\frac{V_{20}}{V_1}$, $\frac{V_{30}}{V_1}$ 的相关系数分别为 -0.84, -0.73, -0.60, -0.20，表明涨落頻率（距平交替的頻繁与否）对于年代不很长（20 年以下）平均值的誤差关系最大．至于較长的年代（如 30 年以上），一般包含了气温变暖变冷的一个周期或几个周期，其平均值总較接近于准平均值，距平逐年变化的影响就次要一些．

（2）气温变化的周期性或韵律性对平均值准确性的影响．如果进行平均的年数正好与气温变化周期吻合，包括了一个正距平和一个負距平的时期，那么，正負距平的影响抵消了一部分，平均值的誤差就相对地小些．要探討序列中周期性和韵律性对平均值准确性的影响，利用图 1 或（1）式是不够的，必須把資料序列进行更細致的計算，即分別計算出 1，2，3，4……30 年的各种长度的滑动平均值（作为不同大小样本的平均值）和它們各自的平均偏差，并用类似图 1 的方法点繪图 2．

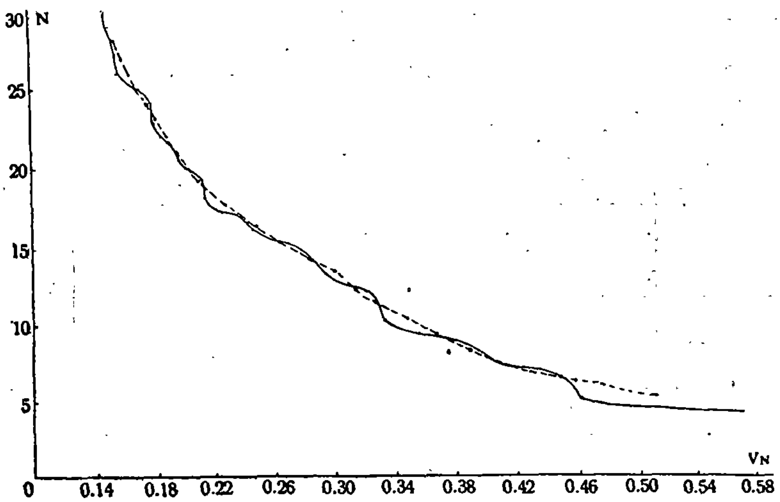


图 2 平均年数与平均偏差的关系（北京 1 月平均气温）

由图 2 可見，北京 1 月气温誤差的变化曲綫具有波动（实綫），其振幅随着平均年数的增加而变小．按經驗公式（1）計算出的曲綫正好是振动曲綫的平滑化曲綫（虚綫）．图 2 实綫表示出，随着平均年数的增加，誤差减小的速度是不均匀的．

对于这个問題，依次求出前后相邻两种平均年数平均值誤差的較差，即 $V_3—V_4$，$V_4—V_5$，$V_5—V_6\cdots$，用来表示随着平均年数增多誤差的递減，那么就看到这种較差是跳动的，显現出波动的性質，这种波动从直观地看来存在着 4—6 年的周期．对北京 1 月平均气温的周期分析正好証实了这个事实．

表 6　北京 1 月气温(t)的五年周期

年　代$_{(n=0,1,2\ldots)}$	t_{5n+1}	t_{5n+2}	t_{5n+3}	t_{5n+4}	$t_{5(n+1)}$
平均气温 ℃	−0.42	−0.33	−0.08	0.98	0.55

如果进行 10 年的周期图分析，可以看到振幅不同的两个五年周期．

既然資料序列中有 5 年的周期，将不同年数的平均偏差序列作 5 年的滑动平均，結果完全平滑了图 2 实綫中的波动，这根平滑曲綫(虚綫)与由(1)式所計算的曲綫是完全吻合的，以致在图 2 上无法表示出它們的差异．

对上海 1 月平均气温进行了类似的分析，結論是一致的，这証明了气温变化的周期性和韵律性对平均值的准确性是有影响的．

上文所討論的北京气温周期長度是針对所取的資料序列而言的，其中資料断缺的年份幷不考慮，而将实有年代的資料連接起来，所以这种周期不是气候上的实际周期，这是应該說明的．不过，这无損于我們分析的結論：只要序列中有周期性或韵律性变化，必将影响平均值的准确性．

(3) 气温的系統性变化(变冷，变暖)对平均值准确性的影响．这种变化引起序列水准的上升或下降，它对平均值的影响是巨大的．它可以表現为两种形式：第一是在一較长时期內保持同一符号的距平．第二是正負距平虽也交替出現，但某一符号的距平值經常大于另一符号的距平，这两种形式都可能造成一地气温的"淨"的正距平(变暖)或"淨"的負距平(变冷)．

为了闡述这种"淨"的距平的影响，我們引用"平均累积距平"(X)的概念，就是对距平(Δt)序列依次累加出代数和($\Delta t, \Delta t_1+\Delta t_2, \Delta t_1+\Delta t_2+\Delta t_3, \cdots$)，然后将其絕对值进行总和求平均得出 X．X 代表統計的时段內气温"淨"的正距平(或負距平)的大小．在分析 X 与平均气温誤差的关系之前作了以下的处理：因为 X 的大小还与各站当地气温逐年变动大小有关，为了尽可能消去当地气温变动大小的影响而便于比較各地气温系統变化对平均值的影响，将各地平均累积距平 X 除以当地的平均偏差 V_1，得到 $\left(\frac{X}{V_1}\right)$．$\left(\frac{X}{V_1}\right)$ 越小表示統計时期內"淨"的距平越小其平均值越准确．

要計算 $\frac{V_N}{V_1}$ 和 $\frac{X}{V_1}$ 的相关系数，只需計算 V_N 和 X 的相关系数即可．它們的相关系数分别为 $V_{X,V_5}=0.75$，$V_{X,V_{10}}=0.78$，$V_{X,V_{20}}=0.83$，$V_{X,V_{30}}=0.57$．平均累积距平 X 与 V_{20} 的相关系数最大．平均年数多于或少于 20 年时其相关系数均減小．其原因在于：一方面，气温漲落頻率对短年代平均值影响最大，随着平均年数的增多，其影响減弱了，这在前面已討論过．另方面，当平均年数不断增加而接近准平均的年数时，平均累积距平与平均值的誤差同时趋向減小(相关系数增大)．在这两种相反的因素共同作用下，使中等长

度年数平均值(20 年平均值)的誤差与平均累积距平的相关最大.

三

討論了平均誤差随平均年数的变化和它与气候长期变化的关系以后，现在让我們看看誤差在时間上和空間上的变化. 这在实用上非常重要.

各站 10 年平均气温誤差在一年以內的季节变化(图略);北方的沈阳、北京、青島較相似,大致 4 月較大, 10 月(或 7 月)較小. 南方的上海、重庆又較相象, 1 月較大, 7 月較小. 武汉則似乎介于它們之間.

至于其他月份, 我們不拟逐一地进行如此繁重的計算, 因此提出內插的可能性問題. 我們从表 5 中算出各站 5 , 10, 15, 20, 25, 30 年平均值誤差在年內之最大范围, 列于表 7. 可以看出, 誤差范围通常是随着平均年数增加而減小的, 这很容易理解. 但是青島例外. 原因是該站 1 月份誤差随平均年数增加而迅速減小, 以致 5 年平均值誤差的范围仅为 0.10°,以后誤差范围的增大主要是由 4 月份誤差随着年数的增加而降低太慢所致. 从各站誤差看来, 5 年平均值誤差范围已經很小了,最大的汉口也不过 0.29°. 10 年平均值的誤差除上海(0.27°)外,均在 0.20° 以下. 可以設想其他各月的誤差不会超过这个范围很远,因此,要知道某一月的誤差可以按其所在季度的代表月份的誤差估計之.

表 7　各种年数平均气温誤差范围

平均年数 / 站名	5	10	15	20	25	30
沈阳	0.28	0.19	0.16	0.16	0.14	0.11
北京	0.15	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10
青島	0.10	0.14	0.16	0.18	0.18	0.15
上海	0.24	0.27	0.23	0.19	0.16	0.13
武汉	0.29	0.17	0.12	0.10	0.09	0.09
重庆	0.11	0.10	0.08	0.06		

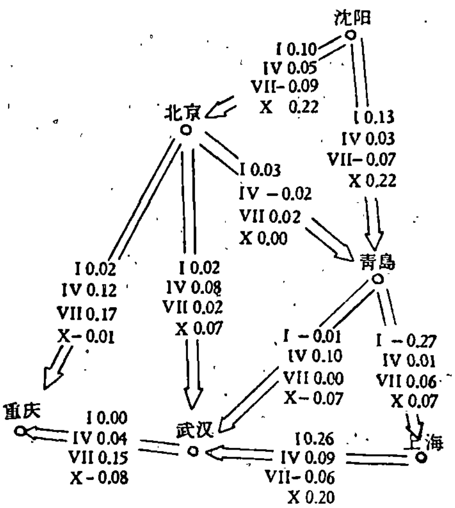


图 3　相邻两地間各月(1, 4, 7, 10 月) 10 年平均气温平均偏差的差值
(气温单位: ℃, 箭头方向表示减的方向)

关于誤差的空間分布,我們只需看 10 年平均气温誤差在相邻两站間的差值示意图(图 3).

从图上看出, 10 年平均誤差大体上由北向南递減. 重庆处于四川盆地之內, 变率最小. 沈阳、北京的誤差較大是与緯度較高和冬季气温变率特大有关的.

由图 3 还可看出,相邻站間的差值多在 0.1 以下,很少超过 0.20,这說明誤差在地区上的分布相当均匀. 因此, 欲了解在討論区域內某一地点气温平均值的誤差, 可以按表 5 所給出的六站中最靠近的一站的偏差值来估計, 或者按

相邻两站的偏差值进行綫性內插. 这样估計中間地点 10 年平均气温的偏差,其誤差一般不超过图 3 所給出的数字. 当年代較短誤差可能稍大,当年代較长,則誤差更小.

最后談談各种年数平均气温的最大偏差問題. 最大偏差 V_{max} 是一站資料計算了某种年数的很多滑动平均与准平均的偏差值中所挑出的最大值. 平均偏差与最大偏差的关系由相关曲綫图 4 所示. 只要确定平均偏差,就能从图中找出相应的最大偏差. 定出平均誤差和最大誤差,可以比較全面地估价平均值的准确性.

根据以上分析,对于位于本文所討論的六个站范围內的某一地点,均可以按內插法求出各月平均气温的平均誤差和誤差范围.

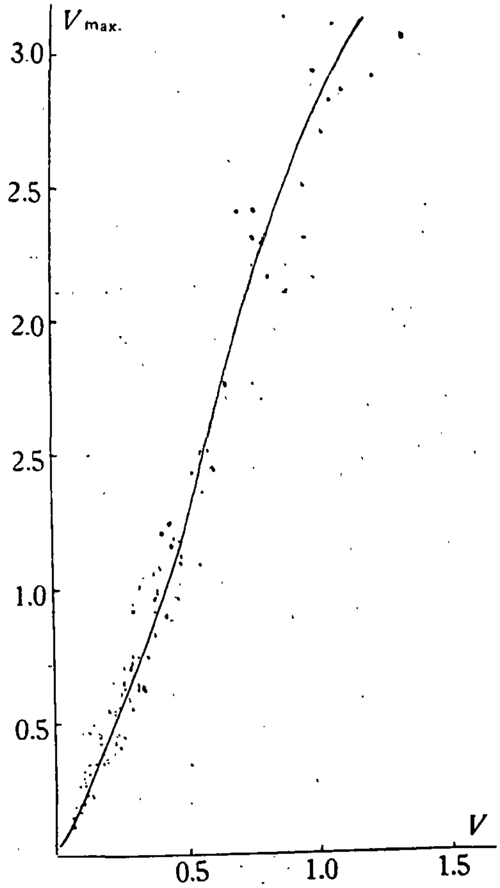


图 4 平均偏差 V 和最大偏差 V_{max} 的关系
(根据北京、上海、青島、武汉等地資料繪制)

四、結 論

1. 平均气温的平均偏差 V_N 与平均年数 N 之間的經驗关系式为

$$V_N = \frac{N}{aN^2 + bN + c}.$$

a, b, c 为随地区和季节而异的經驗系数,本文已經算出,上式可以近似地以 $V_N = \frac{1}{aN + b}$ 表示之.

2. 月平均气温誤差的大小,与序列本身的正負距平交替特征有关. 交替越頻繁,短年代的平均值可以具有較长年代平均值相近的准确性.

3. 月平均气温誤差还决定于統計时期內"淨"的距平值的大小,卽文中所引用的平均累积距平 X. 通常 X 大則誤差大,X 小則誤差也小.

4. 平均誤差随平均年数变化的双曲綫只是表示一种平滑化的狀況,事实上,平均值之誤差与气候变化的周期性和韵律有关.

5. 在我国东部地区,对月平均气温的平均偏差取所在季节的代表月份为代表并进行空間的內插是可能的;內插的精确度本文已經分别給出了.

参 考 文 献

[1] Дроздов, О. А., Метод климатологической обработки метеорологических наблюдений, Ленинград, 1957.

О ТОЧНОСТИ СРЕДНЕЙ МЕСЯЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ун Ду-мин Тан Гуа-же Гуэ Син-юн Пон Тя-тон

(*Нанкинский метеорологический институт*)

Резюме

В данной статье вычислены скользящие месячные средние температуры по разным длительностам периода для шести станций (Синьян、Пекин、Циндао、Шанхай、Ухань、Чунцы), расположжнных на различных климатических областях нашей страны. Изучая точность указанных температуры, получена эмпирическая формула, выражающая отношение между погрешностью средних температур (V_N) и числом годов (N), при котором вычисляются средние температуры. Формула имеет следующий тип: $V_N = \frac{N}{aN^2 + bN + c}$, где a, b, c есть эмпирические коэффициенты, изменяющиеся по сезонам и районам. Также рассматриваются некоторые климатологические характеристики, влияющие на точность вычисленных средних. По временным и пространственным распределениям погрешностей обсуждается возможность интерполяции этих значений во времени и в пространстве.