

我国月降水 and 气温网格点 资料的处理和分析

魏凤英 曹鸿兴

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

用逐步搜索逼近法的客观分析技术计算出 1951—1992 年中国月降水量和月平均气温的格点资料, 并利用图象识别原理对格点值和站点观测值进行了比较。

关键词: 资料格点化 逐步搜索逼近 插值 图象识别

引 言

随着数值天气预报的发展, 气象要素被插值到网格点上。后来, 由于磁带的广泛使用, 逐日格点资料被贮存起来, 日积月累, 这些资料再被加工成气候资料。若对基本气候要素再进行统计加工, 如计算平均值、中值、峰度、调和及分析乃至主分量分析, 这些资料及其图集就成为气候分析和模拟的基本手段。

Shea^[1]用全球 1950—1979 年资料绘制了一套关于气温、降水、海平面气压和海表温度的图集, 并运用客观分析中的逐步订正法由测站资料插值到格点上, 权重函数取随距离平方衰减的指数型式。这套格点资料已成为国际上气候分析和模拟的通用资料。Shea 资料有 3 种载体: 图集、微缩胶卷、格点资料软盘。Trenberth 和 Olson^[2]运用全球 1979—1986 年 ECMWF (欧洲中期预报中心) 的客观分析格点资料, 对资料质量进行了评估, 然后计算了多种大气环流统计量, 如风、温度、湿度的平均场, 这些要素的标准差场、动能场等。可见, 有了格点资料, 无论对气候统计、观测诊断分析, 模拟研究都十分有用。

迄今, 我国还没有一套网格点化月气象

要素资料, 给气象预报业务和研究工作带来许多困难和限制。由于中国区域测站气象要素资料无法与全球或半球格点资料衔接配套, 不便于使用和对外交流, 因此, 需要用客观分析技术形成一套中国气象要素的格点资料。用逐步搜索逼近法^[3]我们计算出一套中国月降水量和月平均气温的格点资料, 这是全国气候资料格点化的一次尝试。

1 资料与方法

1.1 资料

测站资料用 1951—1992 年中国 200 个站逐月降水量和月平均气温。200 个测站的站点分布见图 1。为了得到更客观、精确的格

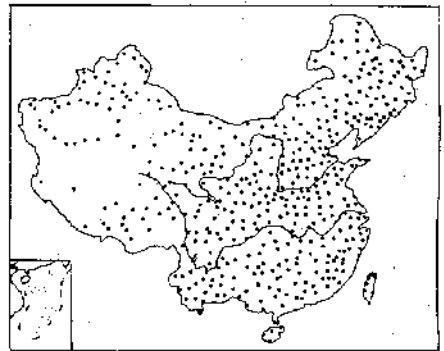


图 1 站点分布

点化资料,在选取站点时力图做到分布均匀,尤其注意更多选取中国西部偏远地区的一些测站。

把逐月测站点降水、气温资料插值到 15—55°N, 70—135°E 范围内 1°×1° 的网格点上。

1.2 插值方法

客观分析技术采用逐步搜索逼近法。它的基本做法是先给定一个初始估计格点场,然后用实测场逐步订正使初始估计场最终逼近实测场^[3,4]。

设 G 为某格点值, $G(0)$ 为某格点初始估计值, ER 为对 G 的订正值, 则有

$$G(1) = G(0) + ER(0)$$

用 $G(1)$ 作为新估计值

$$G(2) = G(1) + ER(1)$$

如此迭代下去

$$G(K) = G(K-1) + ER(K-1)$$

其中 K 为订正次数。

用初始估计场经拉格朗日插值公式^[4]插

$$z(x, y) = \sum_{r=i}^{i+2} \sum_{s=j}^{j+2} \left(\prod_{k=i, k \neq r}^{i+2} \frac{x - x_k}{x_r - x_k} \right) \left(\prod_{L=j, L \neq s}^{j+2} \frac{y - y_L}{y_s - y_L} \right) z_{r,s}$$

其中

$$i = \begin{cases} 1 & x \leq x_2 \\ r & x_r < x \leq x_{r+1} \quad r = 2, 3, \dots, N-2 \\ N-1 & x > x_{N-1} \end{cases}$$

$$j = \begin{cases} 1 & y \leq y_2 \\ S & y_S < y \leq y_{S+1} \quad S = 2, 3, \dots, M-2 \\ M-1 & y > y_{M-1} \end{cases}$$

2 格点化资料与测站资料对比

用上述客观分析技术我们得到一套 1951—1992 年逐月降水量、月平均气温 1°×1° 格点资料,在 486/66 微机实现。中国边界以外地区的格点均赋值 9999。

用客观分析技术得到的格点资料与不规则的测站资料进行比较分析时存在下列问题:

出测站 S 的估计值 $\overline{CI}_S(0)$, 它与实测值 CI_S 之间的误差为

$$\Delta CI_S = CI_S(0) - \overline{CI}_S(0)$$

对第 m 个格点涉及到周围 M 个站点,用 Cressman 订正公式

$$ER_m = \sum_{s=1}^M W_s \Delta CI_S / \sum_{s=1}^M W_s$$

订正,其中 W_s 为权重函数, ΔCI_S 为估计值与测站实测值间的误差。

权重函数使用圆型权重函数^[5], 设 R 为观测站点到网格点之间的距离, R_1 为搜索半径, 权重函数为

$$W_s = \frac{R_1^2 - R^2}{R_1^2 + R^2}$$

这里,我们把最大搜索半径取为 500km,之后每迭代一次减少 150km,共迭代 4 次,即 R_1 分别取为 500、350、200 和 50km。

给定 $N \times M$ 个插值网格点 x_i, y_j 及其对应的函数值 z_{ij} 。那么,测站 (x, y) 点上的函数值 $z(x, y)$ 的二元拉格朗日三点插值公式为,

(1) 格点值反映了某个范围内的平均状况,而站点观测值大大受到局地因子如地形、植被的影响。故两点即使离得很近也不能视为等同。

(2) 从站点观测值插值到格点上,实际上经过了一次滤波处理,格点值代表了某一尺度以上的气象要素值。当从格点值返插回站点值时又经受了一次滤波处理。

(3)人们很关注气象极端值。但由于插值时,极端值往往被抹平了。此外,格点值又大大受到所用插值公式、站点密度、资料完备程度的影响。

这样,比较格点值与站点观测值,可以考虑用图象识别原理,即比较由两种值绘制的等值线图,考察其图象相似或一致的程度。表面看来,把由数值模式模拟的或插值公式得到的格点资料与实测资料进行比较是不困难的,但实际上也包含诸多复杂的问题。

我们以1991年7、8月降水量和1991年1、7月气温的等值线图为例对插值的格点资料和测站资料作一比较。1991年7月江淮地区发生了震惊中外的特大洪水,以这一年为例是有代表性的。

从图2a中可以看出,1991年7月原始测站场中,长江中下游地区有一明显的高值区,有两个中心,一个在江苏的东台、盐城一带,另一个在武汉地区。另外,贵州、湖南部分地区、华南的南部及东北东部地区降水量亦明显偏大。插值到格点上的降水量(图2b)在长江中下游也为显著的高值,中心位置亦与原测站场一致。贵州、湖南、华南及东北几处的较高值区均在格点场上清楚地表现出来。

从图2c中看出,1991年8月全国大部分地区降水量较小。只有长江下游沿江地区、四川部分地区及华南小部分地区降水量较大。另外,华北及东北部分地区的降水量超过100mm。这个月降水量无异常值出现,插值的效果比7月份更好。上面提及的几处较大值区均在格点场(图2d)上有明显的反映。

1991年1月平均气温(图3a),从北到南逐渐增高,35°N附近为零线,零线以北为负值,以南为正值。东北地区北部气温低于-20℃,华南的南部气温超过20℃。本月格点场的平均气温(图3b),零线位置与原始场无差别,东北和华南的极值均与测站场一致。

7月份全国范围温度梯度较小,因此,插值的格点场平均气温(图3d)与测站场(图3c)相差甚小,等值线的位置、形状也非常相似,尤其江南的高值插值结果与测站场十分一致。

从等值线图分析,插值的图象与测站的

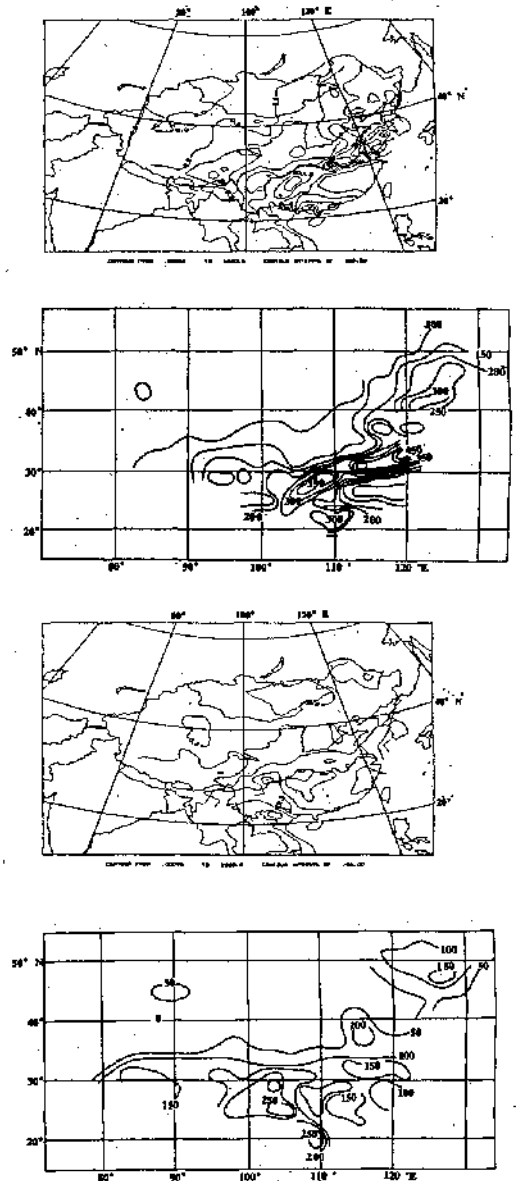


图2 1991年7月、8月降水量(a、c为测站值,b、d为格点值)从上至下分别为a b c d
单位:mm

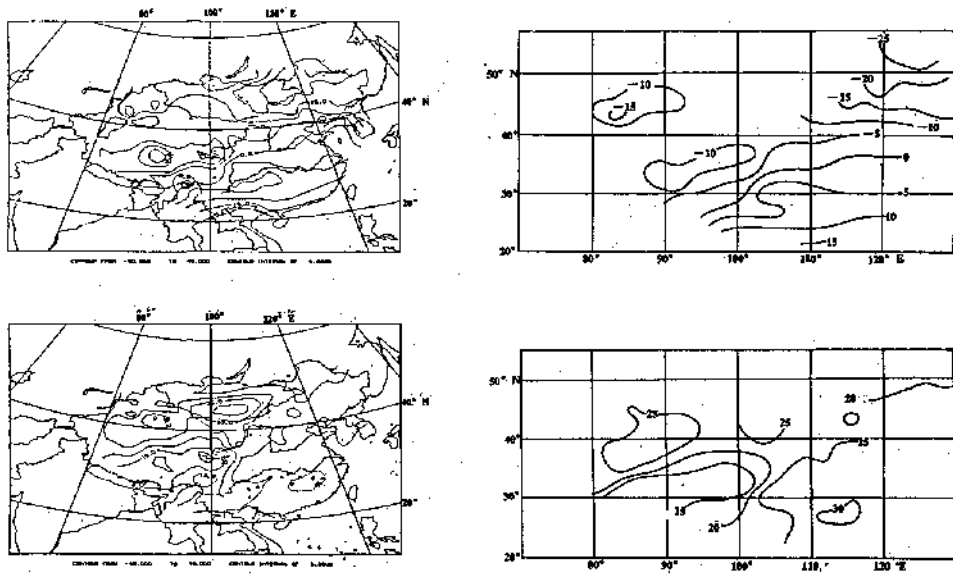


图3 1991年1月、7月平均气温(左边为测站值,右边为格点值)
单位:℃

附表 测站值与接近格点估计值比较

测站 纬度 经度	邻近格点 纬度 经度	降水量/mm						气温/℃						
		7月			8月			1月			7月			
		测站	格点	误差	测站	格点	误差	测站	格点	误差	测站	格点	误差	
连云港	34°35', 119°10'	34°, 119°	279	348	69	43	53	10	1.1	1.0	0.1	27.0	27.0	0.0
淮阴	33°36', 119°02'	33°, 119°	427	494	67	33	131	98	1.0	2.0	1.0	27.0	27.2	0.2
徐州	34°17', 117°09'	34°, 117°	153	224	71	82	87	5	1.2	1.2	0.0	27.9	27.9	0.0
蚌埠	32°57', 117°23'	33°, 117°	328	307	21	76	122	46	2.8	2.7	0.1	28.2	28.2	0.0
阜阳	32°55', 115°49'	33°, 116°	254	284	30	181	148	33	3.0	2.8	0.2	28.6	28.4	0.2
郑州	34°43', 113°39'	34°, 113°	67	81	14	65	80	15	0.7	1.0	0.3	28.3	27.6	0.7
南阳	33°02', 112°35'	33°, 112°	53	83	30	158	145	13	2.7	2.7	0.0	27.7	27.7	0.0
信阳	32°08', 114°03'	32°, 114°	132	120	12	230	201	29	2.5	2.9	0.4	28.1	28.0	0.1
东台	32°52', 120°11'	33°, 120°	720	598	122	251	178	73	2.4	2.0	0.4	26.8	26.9	0.1
南京	32°00', 118°48'	32°, 119°	533	536	3	228	205	23	3.0	3.1	0.1	27.8	27.6	0.2
合肥	31°52', 117°14'	32°, 117°	448	396	52	181	175	6	3.5	3.3	0.2	28.2	28.2	0.0
安庆	30°32', 117°03'	30°, 117°	411	391	20	213	153	60	4.6	4.7	0.1	28.8	29.1	0.3
武汉	30°37', 114°08'	30°, 114°	720	545	175	115	92	23	5.0	5.2	0.2	28.4	28.5	0.1
钟祥	31°10', 112°34'	31°, 112°	245	254	9	142	124	18	4.5	4.6	0.1	27.7	27.8	0.1
宜昌	30°42', 111°18'	31°, 111°	159	188	29	102	123	21	5.6	5.3	0.3	27.5	27.3	0.2
郧县	32°51', 110°49'	33°, 111°	93	83	10	127	119	8	3.0	3.0	0.0	27.7	27.6	0.1
平均					45.9			30.1			0.22			0.14

图象十分相近,这足以证明插值的效果。我们还选取 35—30°N, 110—120°E 范围内的 16 个测站为代表,比较接近这些测站的网格点值与测站值间的误差。当然,正如前面所述,格点与测站即使很靠近也不能视为等同,尤其对降水量更是如此。

从附表看出,格点值与测站值之间的误差主要表现在异常值上。如 1991 年 7 月东台、武汉两站月降水量高达 720mm,是近几十年罕见的,与它们邻近的格点值分别为 598mm 和 545mm,数值误差较大。但是,这不能说明插值的精度很差,因为站点观测值受局地因子的影响很大。从附表中我们看到,离东台非常近的蚌埠 7 月降水量仅有 328mm,离武汉很近的安庆降水量也只有 411mm。1991 年 7 月这一区域出现几十年罕见的洪涝,异常值十分突出;对于其它年份插值的结果要比这一年好得多。这年 8 月份 16

个站格点值与测站值的平均误差为 30.1mm,比 7 月份(45.9mm)小得多。1 月份气温梯度较大,格点值与测站值的平均误差为 0.22℃,7 月份平均误差则只有 0.14℃。

致谢:感谢兰州高原大气物理所胡泽勇同志提供逐步搜索值的子程序。

参考文献

- 1 Shea D. J., Climatological Atlas, 1950—1979, NCAR Technical Note, NCAR/TN-269+STR, 1986.
- 2 Trenberth K. E., ECMWF Global Analyses 1979—1986, Circulation Statistics and Data Evaluation, NCAR Technical Note, NCAR/TN-300+STR, 1988.
- 3 胡泽勇,中蒙地温、降水资料网格化处理及一些初步分析结果,全国首届地气耦合学术研讨会,兰州,1993.
- 4 中国科学院沈阳计算技术研究所等,电子计算机常用算法,北京,科学出版社,1976.
- 5 廖洞贤、王两铭,数值天气预报原理及其应用,北京,气象出版社,1986,358—361.

Gridded Processing and Analysing for Monthly Precipitation and Temperature Data in China

Wei Fengying Cao Hongxing

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, 100081)

Abstract

Monthly precipitation and temperature data for 1951—1992 in China have been gridded with objective analysis procedure, i. e. stepwise search approximation. A comparison of the gridded data with the observational data have been also made with pattern recognition.

Key Words: data grid processing stepwise search approximation interpolation
pattern recognition