

短期气候预测业务自动化的因子普查方法

李辑 柳晓放 赵连伟 (沈阳中心气象台 110015)

1 引言

在短期气候预测业务自动化系统的建设中,一个普遍存在的问题是:在保证因子的物理意义和质量的前提下,如何能够实现从因子普查、筛选到关键区的选取及因子库的建立完全自动化的流程。

目前,短期气候预测因子普查基本有两种方法:第一种是将预报对象与因子场计算相关普查,在成片相关区中寻找相关系数最大,并达到信度标准的单点相关因子入库,这样做虽然简单、方便,易于实现自动化流程,但至少存在以下两方面问题:①不符合预报因子与预报对象在时空尺度上必须相匹配的原则;②由于随机原因造成的单点相关因子和区域组合因子的预报能力不一致性,即单点相关因子的不稳定性。第二种方法是在相关普查的基础上,先由预报员人工挑选成片的高相关系数因子区,建立起一个复杂的检索表,将相关区因子的各项信息存入表内,再根据检索表由计算机建立因子库^[1]。这种方法虽然解决了单点相关因子存在的问题,但实现起来却非常繁琐,更新、扩充因子时必须修改检索表,由于过多的人工干预,出错的机会也较大。

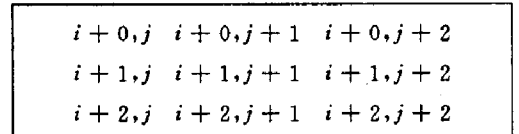
为此,本文提出一种易于实现短期气候预测自动化流程的因子普查方法:多点加权平均滑动相关普查因子方法。

2 多点加权平均滑动相关普查方法

针对目前短期气候预测因子普查自动化过程中存在的问题,我们设计的多点加权平均滑动相关普查因子方法,其基本原理是在预报对象与预报因子场单点相关普查的基础上,以单点相关系数作为权重函数,对原因子场进行多

点区域加权平均组合,然后将这个加权平均组合的因子场再与预报对象进行第二次相关普查计算,得到一个新的相关系数场。从中选取相关系数大而且彼此独立的高相关因子建立因子库。这样选取的因子既实现了高相关区内多点因子的区域组合,又不用人工干预,便于实现计算机自动化普查挑选。下面以 500hPa 高度场(北半球 500hPa 场为 16×36 个点)为例具体说明其实现过程。

设在 500hPa 月平均高度场上以 (i, j) 为顶点的一个 3×3 点方形区域(见附图,区域大小可随预报对象的空间尺度而定), i 为方形区域顶点在 500hPa 高度场上的行数, j 为列数。对于北半球 500hPa 月平均高度场共有 16×36 个点,则 $i = 1, 14; j = 1, 34$ 。



附图 以 (i, j) 为顶点的方区示意图

由附图看出,方区内的 3×3 点可用 $\Phi_{i+k, j+k}$ ($k = 0, 2$) 表示,设预报对象 Y , 则首先求 Y 与 $i+k, j+k$ 的逐点关系数 $R_{i+k, j+k}$, 然后再以 $R_{i+k, j+k}$ 为权重因子对 $\Phi_{i+k, j+k}$ 进行加权平均得 $Z_{i, j}$

$$Z_{i, j} = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^2 |R_{i+k, j+k}| \Phi_{i+k, j+k}$$

式中, $M = \sum_{k=0}^2 |R_{i+k, j+k}|$

将 $Z_{i, j}$ 与 Y 求相关得 $R_{i, j}$ 。

$R_{i, j}$ 实际上是以 i, j 为顶点的一个 3×3 点方阵中 9 点加权组合后与 Y 的相关系数, 将 i, j 逐点滑动, 则得一个相关系数场 $R_{i, j}$ ($i = 1, 4, j = 1, 34$), 在这个场上选取达到检验标准, 且彼

表1 辽宁8月平均气温与前期11月份500hPa高度场线性相关系数

经纬度	85°N	80°N	75°N	70°N	65°N	60°N	55°N	50°N	45°N	40°N	35°N	30°N	25°N	20°N	15°N	10°N
10°E	19	21	27	22	15	7	5	-5	-3	9	5	-6	-7	-5	-24	-28
20°E	18	21	26	20	18	9	1	5	0	12	17	1	-3	-7	-25	-30
30°E	17	18	24	20	19	15	9	12	13	20	12	-2	-1	-16	-33	-10
40°E	14	17	22	21	19	14	12	16	16	19	15	8	4	-1	-19	1
50°E	14	15	19	19	16	14	11	18	21	17	28	20	11	15	-1	17
60°E	15	14	18	16	15	8	10	13	16	15	18	8	16	18	26	21
70°E	15	12	17	13	10	2	3	-4	14	-4	7	7	8	17	29	45
80°E	17	13	13	9	4	-7	8	-17	-13	-15	-1	-4	16	22	37	47
90°E	15	14	11	3	-2	-12	19	-17	-14	-2	-1	9	16	45	37	36
100°E	16	13	8	-2	-11	-22	20	-16	-7	12	6	34	35	48	29	31
110°E	15	14	6	-6	-20	-31	26	-19	2	18	35	52	49	56	39	25
120°E	16	17	4	-6	-27	-30	33	-24	3	12	29	35	51	45	40	17
130°E	16	16	7	-2	-15	-16	38	-17	-8	2	16	10	36	42	32	12
140°E	16	17	9	2	-6	-13	25	-13	-5	-2	4	-4	23	32	25	20
150°E	18	18	8	2	-2	-9	12	-2	-5	-5	-7	-10	11	23	33	21
160°E	18	18	9	0	2	-1	2	7	2	-7	-7	-10	0	16	20	18
170°E	19	18	9	2	6	5	5	12	6	1	-6	-6	-2	14	21	14
180°W	18	14	3	1	3	4	13	16	14	15	3	11	-1	9	23	13
170°W	15	6	-2	-6	-4	1	10	11	16	21	25	15	16	11	16	30
160°W	14	-1	-12	-13	-11	-10	2	-5	1	-5	18	13	21	20	22	41
150°W	12	-7	-20	-22	-20	-21	18	-32	-22	-34	-6	1	34	27	34	21
140°W	12	-13	-30	-29	-28	-38	39	-40	-37	-41	-34	-26	23	3	27	14
130°W	10	-15	-33	-32	-35	-31	35	-23	-32	-24	-32	-18	-11	-2	6	27
120°W	9	-17	-30	-33	-31	-24	20	-4	-13	4	-13	8	4	6	4	29
110°W	10	-13	-24	-26	-29	-17	11	9	15	35	23	36	26	22	17	15
100°W	11	-10	-15	-16	-22	-11	2	22	32	39	43	26	43	17	17	1
90°W	12	0	-5	-10	-13	-9	6	21	33	11	17	-7	10	2	5	7
80°W	14	6	1	-11	-15	-10	6	14	17	-3	-12	-20	-15	-14	0	0
70°W	17	11	7	-6	-16	-12	1	9	6	-12	-21	-25	-21	-9	2	12
60°W	16	13	11	-3	-16	-14	1	13	3	2	-14	-2	-1	23	23	9
50°W	17	18	15	6	-10	-14	1	16	18	24	10	30	29	45	40	20
40°W	19	19	18	8	-3	-8	6	7	21	24	31	37	42	43	41	27
30°W	20	24	22	12	3	-3	6	-2	12	1	22	21	39	31	26	35
20°W	18	25	25	17	6	-1	7	-18	-13	-22	-11	2	26	25	36	22
10°W	23	20	28	24	11	1	13	-17	-26	-18	-13	-5	15	12	19	-5
0°W	19	24	26	26	15	4	10	-11	-17	-2	-1	-3	3	2	-7	-26

表2 辽宁8月平均气温与前期11月份500hPa高度场多点加权平均线性相关系数

经纬度	85°N	80°N	75°N	70°N	65°N	60°N	55°N	50°N	45°N	40°N	35°N	30°N	25°N	20°N
10°E	21	24	23	19	15	10	8	16	20	18	10	-10	28	-38
20°E	22	23	22	19	17	14	14	19	22	21	17	-4	27	-38
30°E	28	21	21	19	16	15	17	20	24	24	22	11	15	-16
40°E	18	19	19	17	15	15	17	20	23	23	23	18	15	17
50°E	17	17	17	15	13	13	17	19	22	21	23	19	23	34
60°E	16	15	15	11	7	1	4	3	9	7	18	19	29	41
70°E	15	14	12	4	-7	-14	-14	-13	-6	-4	13	30	37	46
80°E	15	12	6	-9	-16	-18	-19	-15	-9	12	28	42	43	48
90°E	11	11	-5	-20	-23	-24	-22	-11	14	39	47	60	57	56
100°E	15	11	-16	-26	-30	-30	-28	-12	23	37	48	56	66	52
110°E	16	13	-13	-23	-30	-28	-27	-14	13	24	37	45	49	40
120°E	16	13	-13	-23	-30	-28	-27	-14	13	24	37	45	49	40
130°E	16	14	0	-13	-22	-22	-22	-12	1	4	19	32	38	34
140°E	17	15	6	-8	-16	-15	-15	-6	-6	-7	3	19	30	29
150°E	17	15	7	-1	-4	1	3	5	-4	-9	-7	8	26	26
160°E	17	14	7	4	8	12	13	13	9	4	-3	8	20	21
170°E	16	11	3	1	9	13	14	16	19	22	19	14	18	22
180°E	11	-2	-10	-9	2	9	13	15	20	22	22	18	21	27
170°W	0	-15	-18	-18	-14	-15	-11	-14	-3	3	26	26	29	31
160°W	11	-23	-25	-28	-30	-35	-35	-38	-36	-37	2	20	32	31
150°W	18	-28	-31	-33	-36	-38	-38	-38	-38	-38	-20	9	30	30
140°W	21	-30	-34	-35	-37	-38	-38	-36	-36	-35	-26	-7	14	25
130°W	21	-30	-34	-33	-31	-26	-24	-11	-11	2	1	19	17	26
120°W	16	-26	-30	-28	-25	-11	7	27	32	38	39	38	35	26
110°W	9	-20	-23	-22	-19	4	25	35	41	41	41	37	35	21
100°W	2	-12	-16	-16	-13	10	27	32	38	29	27	16	26	7
90°W	12	-2	-11	-13	-12	5	21	19	11	-13	-17	-20	15	-5
80°W	13	5	-9	-14	-14	1	14	10	-6	-19	-21	-17	1	13
70°W	16	11	-3	-13	-14	0	15	16	8	3	-2	17	28	35
60°W	18	15	5	-9	-13	0	15	21	24	29	33	41	41	43
50°W	21	19	13	-2	-9	-1	14	21	25	31	36	41	44	44
40°W	21	22	18	8	-4	-10	0	2	14	21	35	39	41	41
30°W	26	25	22	16	-2	-15	-17	-20	-15	-6	22	30	35	35
20°W	26	27	24	20	1	-15	-19	-22	-23	-20	5	20	28	19

此之间有一定距离的相关系数所代表的因子按预报对象入库,海温和 100hPa 高度场选用 2×2 点方形区域加权平均。

3 计算结果分析

我们以辽宁省夏季 8 月全省月平均气温为预报对象,对前期 9 月到当年 3 月 500hPa 高度场进行相关普查,并将单点相关结果与多点加权平均后的滑动相关结果相对比发现:①两者高相关区的相关类型不变,相关区的区域范围也基本相同,即相关符号相同;②对于高质量的相关区,多点区域加权平均后的相关系数较同一单点相关区中相关系数最大值有显著提高。例如:对比 11 月 500hPa 高度场多点与单点相关图可以看出,表 1 在我国南海 ($20 \sim 25^{\circ}\text{N}$, $100 \sim 120^{\circ}\text{E}$) 有一显著正相关区(即 $i = 14, j = 11$),最高单相关系数为 0.56,而表 2 上同一区域南海处最高区域相关系数可达 0.66,较单点相关系数提高近 0.1。在相关系数均为线性处理的条件下,且数学计算方法也不十分复杂,可

提高如此大,说明本方法的确可行,而且实现起来也很方便。

4 结论

4.1 本方法从普查因子到挑选关键区,不需任何人工干预,实现了高相关区机器自动组合,完全适合短期气候预测业务自动化系统的要求。也可以扩广到短期天气预报因子普查使用。

4.2 入选因子的多点加权组合区域相关系数一般不低于同区域内单点相关系数的最大值,对于成片高质量的相关区并且有明显提高。

4.3 多点组合相关区的大小和形状根据需要可以有多种选择,如果按给定相关系数界限确定不规则关键区加以组合,效果可能会更好。

综上所述,本方法数学处理简单,实现方便,有一定应用和使用价值,特别对于长期预报业务化系统的建设,是一种有效的方法。

5 参考文献

- 1 陈国珍等. 长期天气预报微机业务系统. 气象, 1990;10