

成都区域气象中心短期气候预测业务评估^①

马振锋

杨佑洪

(四川省气象中心,成都 610072) (自贡市气象局)

提 要

采用预报评分(P)、技巧评分(S)、距平相关系数(A_{cc})三种参数,对10年来成都中心气象台月降水距平百分率和月平均气温距平预测、汛期(6~8月)降水距平百分率预测、以及年度降水距平百分率和年平均气温距平预测进行了评估,并对评估结果作了分析。

关键词: 短期气候预测 业务评估 结果分析

引 言

客观地评估短期气候预测水平,有利于逐步改进短期气候预测技术方法和提高预测能力。“九五”期间,“我国短期气候预测系统研究”列为国家重中之重科技项目,并将建立科学、客观的评估系统作为其中一项主要研究内容。项目评估组先后于1998年4月和1999年4月在京两次举行了研讨会,就评估过程中涉及到的关键技术问题达成了共识。明确了省级以上月、季、年气候预测效果使用统一评估方法,以对各预测方法的预测效果进行比较;规范了评估用语和评估参数,使评估方法基本实现了与国际接轨,又结合了本区域的实际情况。根据项目评估组两次研讨会纪要,我们对1988~1997年成都中心气象台月、季、年气候预测业务进行了评估。

1 评估项目

选取川渝地区有代表性的17个测站,对1988~1997年月降水距平百分率和月平均气温距平预测、汛期(6~8月)降水距平百分率预测、以及年度(冬、春、夏)降水距平百分率和年平均气温距平预测进行评估(表1、

2)。

表1 川渝地区平均气温距平、降水距平百分率分级标准

要素	正常级	二级异常	一级异常
平均气温距平/℃	$ \Delta T < 0.5^\circ\text{C}$	$ \Delta T \geq 0.5^\circ\text{C}$	$ \Delta T \geq 1.0^\circ\text{C}$
月降水距平百分率	$ \Delta R \leq 16\%$	$ \Delta R \geq 20\%$	$ \Delta R \geq 50\%$
季降水距平百分率	$ \Delta R \leq 12\%$	$ \Delta R \geq 20\%$	$ \Delta R \geq 50\%$

2 评估方法及其参数

根据项目评估组意见,采用文献[1]中的评估方法,即用预报评分(P)、技巧评分(S)、距平相关系数(A_{cc})三种参数对上述项目进行评估。

2.1 预报评分P

预报评分P可表示为

$$P = \frac{N_0 + f_1 n_1 + f_2 n_2}{N + f_1 n_1 + f_2 n_2} \times 100 \quad (1)$$

式中,P为预报评分;N为参加评分范围内的总站数; N_0 为预报与实况的距平符号相同的站数(距平为“0”一律按正值计算)以及预报与实况虽然距平符号不同,但都属正常级的站数; n_1 、 f_1 和 n_2 、 f_2 分别为一级异常预报和二级异常预报正确的站数和权重系数。

^① 国家“九五”重中之重项目 96-908-05-05 和四川省“九五”重大科技项目“四川省农业主要灾害性气候的预测技术研究”联合资助

表 2 川渝地区月、季要素达到一级或二级异常出现的平均气候概率(P_1 或 P_2)和气候预报评分(F)

站号	站名	月气温距平			月降水距平百分率			季气温距平			季降水距平百分率		
		P_1	P_2	F	P_1	P_2	F	P_1	P_2	F	P_1	P_2	F
56294	成都	0.30	0.62	0.55	0.37	0.74	0.47	0.02	0.36	0.67	0.16	0.49	0.53
56196	绵阳	0.34	0.66	0.51	0.45	0.79	0.40	0.09	0.38	0.56	0.29	0.62	0.42
57206	广元	0.37	0.64	0.50	0.41	0.76	0.41	0.24	0.51	0.51	0.27	0.56	0.44
57405	遂宁	0.36	0.66	0.53	0.37	0.71	0.47	0.13	0.36	0.60	0.29	0.64	0.53
56386	乐山	0.35	0.64	0.50	0.31	0.73	0.44	0.04	0.27	0.53	0.16	0.58	0.49
56287	雅安	0.36	0.62	0.51	0.20	0.64	0.45	0.04	0.33	0.62	0.13	0.49	0.58
56492	宜宾	0.38	0.66	0.53	0.24	0.64	0.45	0.13	0.33	0.64	0.13	0.40	0.42
57504	内江	0.40	0.68	0.51	0.34	0.72	0.43	0.16	0.44	0.49	0.18	0.56	0.38
57602	泸州	0.41	0.66	0.53	0.24	0.70	0.44	0.22	0.40	0.60	0.13	0.40	0.47
57411	南充	0.37	0.69	0.52	0.33	0.70	0.45	0.27	0.53	0.58	0.25	0.58	0.51
57328	达川	0.40	0.66	0.59	0.34	0.71	0.41	0.42	0.73	0.82	0.27	0.53	0.47
57516	重庆	0.40	0.64	0.49	0.29	0.66	0.48	0.27	0.49	0.47	0.13	0.49	0.51
57522	涪陵	0.41	0.68	0.51	0.32	0.69	0.42	0.64	0.82	0.87	0.16	0.64	0.49
57432	万县	0.40	0.66	0.49	0.37	0.74	0.39	0.73	0.87	0.89	0.31	0.67	0.42
56172	马尔康	0.32	0.63	0.51	0.35	0.68	0.44	0.13	0.38	0.51	0.16	0.29	0.44
56374	康定	0.40	0.70	0.50	0.36	0.69	0.47	0.13	0.33	0.49	0.11	0.36	0.47
56571	西昌	0.41	0.68	0.54	0.48	0.78	0.41	0.07	0.29	0.62	0.16	0.33	0.60
平均		0.38	0.66	0.52	0.34	0.71	0.44	0.22	0.46	0.61	0.19	0.51	0.48

根据文献[1],分别以正常级占总年数15%和30%的比例来控制全年各月和夏季不同站降水距平百分率的正常级标准,经试验,川渝地区各月和夏季(6~8月)正常级的平均标准分别为 $\pm 16\%$ 和 $\pm 12\%$,故将川渝地区月预报和季节预报(汛期、年度)正常级的降水距平百分率标准定义为 $\pm 16\%$ 和 $\pm 12\%$,基本与全国月、季降水预报距平百分率正常级标准相当。同样,川渝地区平均气温距平正常级定义为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。这样,川渝地区平均气温距平、降水距平百分率分级标准见表1。由于一级和二级异常的权重系数定义为 $f_i = 1/P_i$, f_i 与月或季的降水距平百分率或平均气温距平达到一级或二级异常出现的气候概率 P_i 成反比,文献[1]称之为反比权重系数。根据1951~1995年历史资料,川、渝地区各站月或季的降水距平百分率或平均气温距平达到一级或二级异常出现的气候概率 P_i 列表2,对应一级或二级异常权重系数 f_i 见表3。为了方便,在实际使用时,没有考

虑不同月份、不同测站权重系数的区别,而是同文献[1]取月或季平均(表3)的整数值作为固定权重系数。即月预报取 $f_1 = 3, f_2 = 1$,季预报取 $f_1 = 5, f_2 = 2$ 。

表 3 月、季要素一级或二级异常权重系数(f_1 或 f_2)计算值

一级或 二级异常	月气温 距平	月降水距 平百分率	季气温 距平	季降水距 平百分率
一级异常(f_1)	2.63	2.94	4.55	5.26
二级异常(f_2)	1.52	1.41	2.17	1.96

2.2 技巧评分 S

技巧评分 S 是相对于气候预报(距平为零的预报)距平符号报对的预报技巧,它可表示为

$$S = \frac{N_0 - N'}{N - N'} \times 100 \quad (2)$$

式中, S 为技巧评分; N 为参加评分范围内的总站数; N_0 为预报正确的站数; N' 为气候预报正确的站数。当 N_0 等于 N' 时,技巧评分 S 为0,当 N_0 等于 N 时,技巧评分 S 为100%,当 N_0 小于 N' 时,技巧评分 S 为负

值。

N' 由 $N' = FN$ 得到,其中 F 为气候预报的预报评分。由于气候预报定义为零距平预报,在技巧评分中又评定距平符号报对的技巧,因而气候预报的预报评分定义为相应月或季出现的正距平概率。根据1951~1995年的历史资料,计算得到川、渝地区月、季预报的气候预报评分(见表2)。

2.3 距平相关系数 A_{CC}

距平相关系数 A_{CC} 可用下式表示

$$A_{CC} = \frac{\sum_{i=1}^N (\Delta R_f - \overline{\Delta R_f})(\Delta R_0 - \overline{\Delta R_0})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\Delta R_f - \overline{\Delta R_f})^2 \sum_{i=1}^N (\Delta R_0 - \overline{\Delta R_0})^2}} \quad (3)$$

式中, ΔR_f 、 $\overline{\Delta R_f}$ 分别为降水距平百分率或平均气温距平的预报值及其多年平均值; ΔR_0 、 $\overline{\Delta R_0}$ 为相应的观测值; N 为参加评分范围内的总站数。距平相关系数不仅反映预报场与实况场分布的接近程度,而且更主要揭示要素距平量值预报与对应观测值的偏离程度。

3 业务预报评估结果

根据以上评估方案,对川渝地区月、季(汛期)、年预报进行评估。1988~1997年汛期降水预报评分66.4%,技巧评分8.5%;月降水预报评分65.0%,技巧评分7.2%;年度降水预报评分65.8%,技巧评分5.3%;月气温预报评分65.5%,技巧评分6.9%;年度气温预报评分62.4%,技巧评分3.2%(图表略)。降水评分最高的是汛期预报,其次是年度预报,最差的是月预报;月气温预报高于年度预报。值得注意的是汛期降水业务预报最近3年(1998~2000年)比过去10年(1988~1997年)预报评分提高了7.5%,技巧评分提高了22%(图1)。可见“九五”科技攻关成果的应用使西南地区短期气候预测质量有了较大提高。

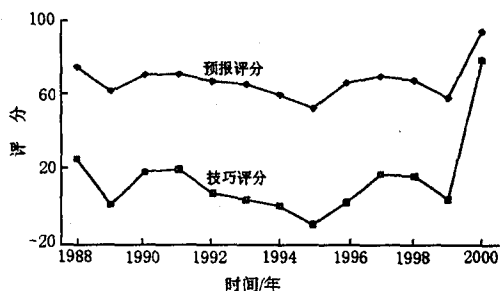


图1 1988~2000年成都中心气象台汛期(6~8月)降水预测评分

4 评估结果分析和讨论

下面我们以1995、2000年汛期降水预报为例,结合当时预报考虑的物理因子,对其预报效果进行分析。

90年代前期,我们制作短期气候预测主要是经验方法,而且主观性很大。此外,要素演变周期分析也是采用的方法之一。缺乏对气候背景分析重要性的认识。事实上,90年代前期,四川盆地夏季降水持续偏少。在1995年的汛期预报中,对降水偏少的气候背景认识不够,而由降水曲线演变认为该转变为正距平。第二,当时对厄尔尼诺现象与四川盆地降水关系缺乏认识。1995年春季发生的厄尔尼诺现象,夏季四川应该是少雨。当时制作预报时没有认识到这个强信号。第三,对西太平洋副热带高压活动与四川盆地降水的关系缺乏系统的认识,而且对副高未来演变预测更缺乏较好的方法。现在看来,根据当时海温、太阳活动与副高的关系,以及副高本身变化周期,8月副高偏北的可能性很大,6月偏南。但我们当时对副高估计为6、7月偏北,8月偏南。因此考虑7月川西多雨,8月少雨,实况恰好相反。第四,对前期环流分析不够。第五,没有很好的发挥国家级预报的指导作用。由于对以上五方面认识不足,对四川盆地中西部少雨、川东北多雨,作出了相反的趋势预测。

2000年,是我们实施国家“九五”重中之重项目96-908-05-05和四川省“九五”重大科

技项目“四川省农业主要灾害性气候的预测技术研究”的第五年。我们已对影响四川汛期降水的物理因子进行了大量研究和总结,并吸收了国内外有关气候预测的最新成果,应用在实际业务中。在当年的汛期预测会商会上,我们考虑了10个方面影响川渝夏季降水的因子和信号,参考了6种具有一定物理基础的预测技术方法的预测结果。作出了四川盆地中、西部少雨,盆地东北部及川西高原大部多雨的汛期雨型分布。该结论除川西高原北部少雨与实况不符外,其余川渝大部地区预报与实况吻合,该年预报评分94.7,技

巧评分79%,距平相关系数0.72,是近10多年以来的最好成绩。

随着“九五”攻关项目的顺利进行,预测技术方法也在改进和完善。1996年以来,有6~8种预测方法应用在每年的汛期降水预报中,从表4中预报成绩前2位的预测方法近年来成绩变化看,预报效果有所提高。但需说明的是,1999年汛期降水业务预报效果较低。今后如何对不同方法的预测结果进行科学、客观的集成,减少主观经验性推断,是我们提高短期气候预测技术水平的又一项工作。

表4 近年来汛期预报成绩前2位的预测方法及预测效果

时间	方法1	P	S	A_{CC}	方法2	P	S	A_{CC}	业务预报	P	S	A_{CC}
1996	EOF迭代	68.4	7	0.07	多因子集成	67.7	7	0.17		66.8	2	-0.11
1997	多因子集成	66.1	4	0.03	EOF迭代	65.0	5	0.09		70.6	17	0.39
1998	多因子集成	85.7	64	0.53	方差权重	84.2	64	-0.41		68.4	16	-0.29
1999	多因子集成	81.0	16	0.42	干旱指数	78.3	28	0.56		58.8	4	-0.02
2000	多因子集成	84.0	25	0.43	方差权重	79.0	15	0.29		94.7	79	0.72

此外,采用哪种评估参数对短期气候预测效果进行评估,还有待于进一步探讨。我们从上述评估结果可以看出,预报评分 P 和技巧评分 S 对某一项目的评估结果是一致的,但距平相关系数 A_{CC} 有时因为1个测站的预报与实况偏离发生异常,影响其他所有测站的评估结果。在表4中,前2种参数对1998年汛期2种预测方法的预测结果评估基

本是一致的,但参数 A_{CC} 给出的结果却完全不同,就是因为方差权重法对涪陵这个测站的预报出现了较大偏离所引起。而不能反映该方法真实预测水平。

参考文献

- 1 陈桂英,赵振国,王绍武.短期气候预测评估方法和业务初估.应用气象学报,1998,9(2):178~185.

Operational Evaluation of Short-term Climate Forecast in Chengdu Regional Meteorological Center

Ma Zhenfeng

(Chengdu Regional Meteorological Center, Chengdu 610072)

Yang Youhong

(Zigong Meteorological Bureau)

Abstract

By using the forecast score(P), skill score(S) and anomaly correlation coefficient(A_{CC}), it was evaluated for the short-term climate forecast results of monthly/seasonal/annually precipitation and temperature in Chengdu Regional Meteorological Center. And the results are also analyzed.

Key Words: short-term climate forecast operational evaluation results analysis