

冬季积雪对我国夏季降水预测 的评估分析^①

孙林海 宋文玲

(国家气候中心, 北京 100081)

提 要

根据高原积雪和高纬积雪与我国夏季降水相关分析的结果,将高原积雪和高纬积雪作为独立因子分别对我国夏季降水预测做了检验,结果表明:高原积雪较高纬积雪效果要好,冬季高原积雪异常偏多时,长江流域夏季易发生洪涝,这也是预测汛期降水的一个重要信号。

关键词: 高原积雪 高纬积雪 降水预测 评估

引 言

积雪对气候有着重要的影响,特别是青藏高原积雪异常对东亚大气环流以及我国汛期旱涝的影响尤为显著。1998年夏季长江流域洪涝的先兆信号之一就是前期青藏高原积雪发生异常。因此,在我国汛期旱涝的短期气候预测业务中,积雪是需要重点考虑的一个物理因子。积雪与我国汛期降水虽然有一定的关系,但这种相关关系却很复杂。在欧亚大陆积雪中,高原积雪和高纬积雪与我国夏季降水的相关关系就不一致,其中冬季高原积

雪与我国长江中下游流域为正相关关系,而高纬积雪与夏季江淮流域降水为负相关关系,由此利用高原积雪和高纬积雪建立了夏季降水预测模型^[1,2]。本文的目的是在冬季积雪与我国夏季降水相关分析的前期工作基础上,分别利用冬季高原积雪和高纬积雪因子对我国夏季6~8月降水作预测并进行检验和对比分析,进一步探讨不同区域积雪因子对我国夏季降水预测的实际效果,以便通过检验找出对我国夏季降水预测较为优秀的预报因子和预测模型。

^①本文得到国家“九五”重中之重科技项目(96-908-04-04)资助

1 资料和方法

1.1 资料的分析

为使分析具有一定的可比性,我们选取同时具有冬季高原积雪和欧亚高纬积雪资料序列的 1974~1993 年共 20 年资料进行分析,其中高原积雪为积雪综合指数(青藏高原 60 个地面站的积雪日数和积雪深度资料标准化后求平均),欧亚大陆高纬积雪(简称高纬积雪)为 NOAA 卫星观测的积雪面积指数^[2]。由于预测检验的需要,首先确定积雪因子对应的夏季降水预测模型图。为此分别将高原积雪和高纬积雪资料序列分为 4 组,即按距平符号分为正距平积雪和负距平积雪,同时在正(负)距平年中取出最大(小)的 4~5 年为异常正距平积雪和异常负距平积雪。按照这样的不同分类作其对应年的夏季降水距平百分率合成图,并作为预测模型参考图。分类的年份见表 1。

表 1 冬季高原积雪和高纬积雪正负距平年和异常正负距平年分类表

| 高原积雪 | | 高纬积雪 | |
|--------|------------------------------|--------|--|
| 正距平年 | 1975, 1978, 1980, 1982, 1983 | 正距平年 | 1974, 1977, 1978, 1979, 1982, 1986, 1988, 1989, 1990, 1993 |
| 异常正距平年 | 1975, 1978, 1983, 1989, 1993 | 异常正距平年 | 1978, 1979, 1985, 1986 |
| 负距平年 | 1974, 1976, 1977, 1979, 1981 | 负距平年 | 1975, 1976, 1980, 1981, 1984, 1984, 1985, 1987, 1991, 1992 |
| 异常负距平年 | 1974, 1976, 1977, 1979, 1981 | 异常负距平年 | 1975, 1980, 1981, 1989 |

1.2 预测模型图的确立

分别取表 1 中 8 组资料作夏季降水距平百分率合成图。通过分析,我们发现其中冬季积雪异常正负距平年对应的夏季降水距平百分率合成图具有一定的代表性。由图 1~4 可见,冬季高原积雪异常偏多和异常偏少年对应的夏季降水分布趋势基本相反,冬季高纬积雪异常偏多和异常偏少年对应的夏季降水分布也为相反趋势,而高原积雪和高纬积雪异常年两两之间相应的夏季降水分布也呈相反趋势,这种关系与前期相关分析的结果^[2]也完全相符。高原积雪异常偏多与长江中下游和西北东部地区夏季降水正相关,高纬积雪异常偏多与东北和华北东部以及西南地区

降水为正相关。对于一般正负距平年份的降水合成图则没有这么鲜明(图略)。因此在下面的预测检验中,主要用积雪异常年夏季降水距平百分率合成图作为预测模型来进行评估分析,即冬季积雪为正距平年用图 1 和图 3 作为预报图,负距平年用图 2 和图 4 作为预报图。其中,对 1974~1993 共 20 年夏季降水进行历史检验,对 1996~2000 共 5 年夏季降水进行预测试验。

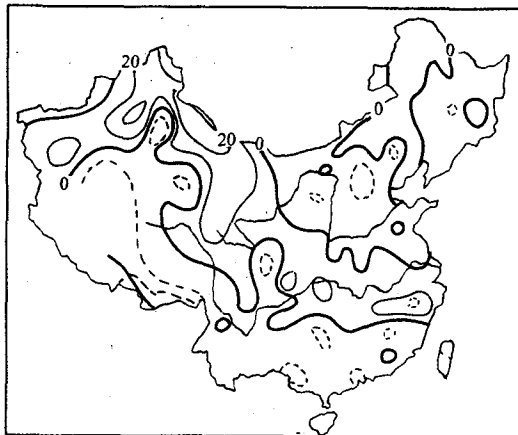


图 1 冬季高原积雪异常正距平年夏季(6~8月)降水距平百分率合成

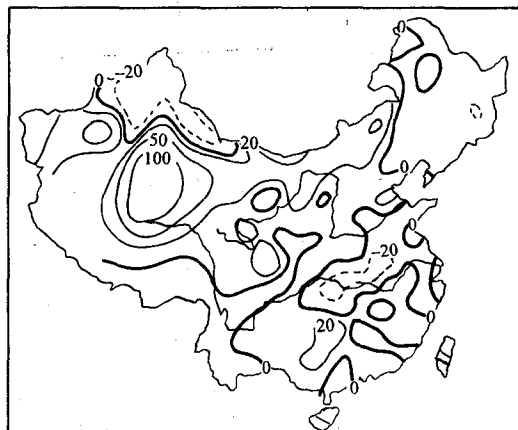


图 2 冬季高原积雪异常负距平年夏季(6~8月)降水距平百分率合成



图3 冬季高纬积雪异常正距平年夏季(6~8月)降水距平百分率合成

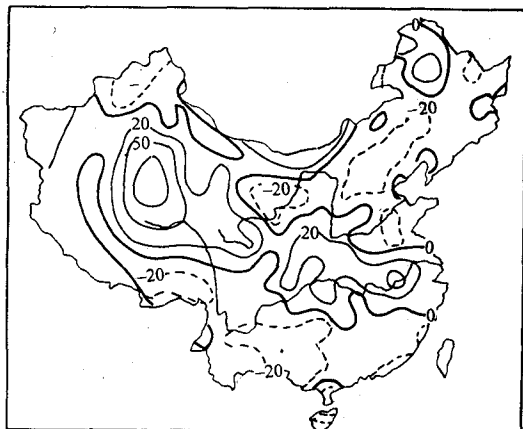


图4 冬季高纬积雪异常负距平年夏季(6~8月)降水距平百分率合成

1.3 夏季降水预测检验评分方法

按国家气候中心气候预测室使用的评估方法^[3],对1974~1993年、1996~2000年进行评估。评估参数包括预报评分PC、技巧评分RATC和CLTC、距平相关系数ACC以及异常气候评分TS。在技巧评分中RATC和CLTC的无技巧对比预报分别采用随机预报和气候预报。

2 预测检验的对比分析

2.1 冬季积雪因子预测我国夏季降水检验的平均情况

分别取预测模型,对我国夏季降水预测进行历史检验。表2是1974~1993年共20年夏季降水预测检验的平均情况,为比较起见也将一般正负距平年的夏季降水距平百分率合成图作为另一种预测模型(称作参考预测模型)作了相应的检验。

表2 积雪因子预测我国夏季降水检验评分表

| 20年平均 | 高原积雪 | | 高纬积雪 | |
|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 参考预测模型 | 预测模型 | 参考预测模型 | 预测模型 |
| PC | 59.63 | 65.04 | 60.66 | 62.90 |
| RATC | -0.02 | 0.00 | -0.02 | -0.06 |
| CLTC | 0.10 | 0.11 | 0.10 | 0.06 |
| ACC | 0.03 | 0.24 | 0.09 | 0.10 |
| TS | 0.04 | 0.10 | 0.07 | 0.13 |

注:PC为预报评分,RATC为相对于随机预报的技巧评分,CLTC为相对于气候预报的技巧评分,ACC为距平相关系数,TS为异常气候评分。

由表2可见:(1)无论高原积雪还是高纬积雪都是积雪异常年因子夏季降水合成图作为预测模型效果相对较好,5组评分值绝大多数是异常年因子模型高于参考模型。(2)作为我国夏季降水预测的积雪因子中高原积雪异常较高纬积雪效果要好些,这反映在表2的4组评分值中除TS外均是高原积雪预测模型值最大。

2.2 积雪异常偏多与异常偏少年预测我国夏季降水的检验

在1974~1993年的20年中,对冬季高原积雪和高纬积雪异常正距平和异常负距平年我国夏季降水的预测进行比较,表3是冬

表3 积雪因子异常偏多与异常偏少年预测我国夏季降水评分表

| | 高原积雪 | | 高纬积雪 | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| | 正距平年 | 负距平年 | 正距平年 | 负距平年 |
| PC | 66.66 | 63.43 | 60.91 | 64.88 |
| RATC | 0.08 | -0.07 | -0.06 | 0.00 |
| CLTC | 0.18 | 0.05 | 0.06 | 0.11 |
| ACC | 0.27 | 0.20 | 0.10 | 0.30 |
| TS | 0.11 | 0.10 | 0.13 | 0.14 |

季积雪异常年预测夏季降水的评估值,从中可以看出:(1)冬季高原积雪异常年中,多雪年的夏季降水预测较积雪异常少年效果要好;而冬季高纬积雪则相反,积雪异常少年的夏季降水预测较积雪异常多年效果好些。(2)高原积雪异常多年的夏季降水预测效果

最好,评估参数中除 TS 外其余 4 项都是同组中的最大值。

2.3 高原积雪与高纬积雪信号一致年与不一致年的夏季降水预测检验

高原积雪与高纬积雪预测信号一致即指高原积雪和高纬积雪指数距平符号相反,它们的预测模型降水分布趋势较为一致(见图 1 和图 4、图 2 和图 3)。而高原积雪与高纬积雪预测信号不一致即指高原积雪和高纬积雪指数距平符号相同,夏季降水的预测模型大致相反(见图 1 和图 3、图 2 和图 4)。从高原积雪与高纬积雪预测信号不同组合夏季降水检验结果的平均情况来看:冬季高原积雪与高纬积雪因子信号的一致与否,对于夏季降水预测的效果没有太大的差异,但是高原积雪正距平、高纬积雪负距平对降水预测的效果较好些。

我们也对异常年高原积雪与高纬积雪信号一致和不一致的情况进行类似的比较,但结果不很明显。

3 1996~2000 年夏季降水预测试验的评估

3.1 最近 5 年独立样本的预测试验

根据图 1~4 降水预测模型图,分别用冬季高原积雪和高纬积雪因子作 1996~2000 年夏季降水预测,它们的评估值列于表 4。将表 4 与表 2 相比较,最近 5 年的预测评估值与 20 年的历史资料评估的平均情况变化不大,相对而言高原积雪因子近 5 年的预测水平较前 20 年有所提高,但高纬积雪因子却有所下降。这在某种程度上也反映了积雪因子的预测信息具有一定的稳定性,而高原积雪因子较高纬积雪因子要更好些。

表 4 高原积雪与高纬积雪因子预测我国夏季降水评分表

| 评估值 | PC | RATC | CLTC | ACC | TS |
|--------|-------|-------|------|-------|------|
| 高原积雪因子 | 66.48 | 0.06 | 0.17 | 0.06 | 0.06 |
| 高纬积雪因子 | 61.50 | -0.11 | 0.01 | -0.01 | 0.12 |

3.2 高原积雪、高纬积雪与高原积雪和高纬积雪组合因子预测夏季降水的检验比较

我们在文献[4]的工作中,利用冬季高原

积雪和高纬积雪组合建立预测模型来预测我国夏季降水,1996~2000 年预测的平均情况列于表 5,同时也列出了本文对高原积雪因子、高纬积雪因子分别预测夏季降水的评估值。对比这三组预测评估值,其中预报评分的水平大致相同,即 61~66 分之间。但从 5 组评估值来看,高原积雪因子最好,高纬积雪因子最差,高原积雪和高纬积雪组合因子居中。

表 5 1996~2000 年高原积雪、高纬积雪与高原积雪和高纬积雪组合因子预测夏季降水检验评分表

| 评估值 | PC | RATC | CLTC | ACC | TS |
|--------|-------|-------|------|-------|------|
| 积雪组合因子 | 62.33 | -0.05 | 0.06 | -0.01 | 0.09 |
| 高原积雪因子 | 66.43 | 0.06 | 0.17 | 0.06 | 0.06 |
| 高纬积雪因子 | 61.50 | -0.11 | 0.01 | -0.01 | 0.12 |

4 结论

冬季高原积雪、高纬积雪与我国夏季降水趋势预测的对比分析结果可以得出:

①冬季积雪因子对我国夏季降水趋势预测有一定的预报信息,但是预测检验的平均评估值都不够大,说明积雪因子所反映的预测信号也是有限的。

②冬季高原积雪、高纬积雪以及高原积雪和高纬积雪组合因子对于我国夏季降水预测的效果并不相同,其中冬季高原积雪因子预测效果相对最好,高纬积雪的预测效果相对较差。

③冬季高原积雪与我国夏季降水预测关系中,平均而言冬季高原积雪异常偏多时预测效果较之一般年份要好些,表明高原积雪异常正距平年的信号更具有预测意义。

④积雪异常与我国夏季降水预测之间有复杂的关系,不仅反映在预测检验中冬季高原积雪异常与高纬积雪异常的不一致,而且即使对于高原积雪异常偏多年的预测效果也不完全一样,如 1989 年预报评分 74 分,而 1993 年冬季高原积雪也明显偏多,但预报评分只有 64 分,有的年份甚至会更低。因此在应用积雪因子时还需分析各种不同的环境条件和初始条件的影响。

(下转第 35 页)

(上接第 27 页)

参考文献

- 1 陈兴芳,宋文玲. 冬季高原积雪和欧亚积雪对我国夏季旱涝不同影响关系的环流特征分析. 大气科学,2000,24(5):585~592.
- 2 陈兴芳,宋文玲. 欧亚和青藏高原冬春季积雪与我国夏季降水关系的分析和预测应用. 高原气象,2000,19(2):212~223.
- 3 陈桂英,赵振国. 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.
- 4 陈兴芳,宋文玲. 冬季高原和欧亚大陆积雪因子预测我国夏季降水的检验和 2000 年预测. 气候预测评论,2000:69~71.

Influence of the Winter Snow Cover in Tibetan Plateau and Eurasia on Summer Rainfall in China

Sun Linhai Song Wenling

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

According to the relationship between the snow cover in Tibetan Plateau and Eurasia in winter and the summer rainfall in China, the correlation between the summer rainfall in China and the snow cover in Plateau and Eurasia is verified. Results indicate that the prediction of summer rainfall is better by snow cover over the Plateau than that over Eurasia. The flood of the Changjiang River valley in summer usually occurred when anomalous snow cover in Tibetan Plateau is above normal in winter. This is an important indicator for the prediction of rainfall in summer.

Key Words: snow cover in Tibetan Plateau snow cover in Eurasia summer rainfall