

基于加权马尔科夫链的新疆年降水

预测分析

白素琴

(新疆气候中心, 乌鲁木齐, 830002)

关键字: 加权马尔科夫链, 新疆, 年降水量, 预测

1 引言

降水量可视为一系列相依的随机变量, 其相依程度的强弱, 可采用自相关系数作为其定量的测度。众多学者将加权马尔科夫链模型应用于降水预测且取得了良好效果^[1-5]。

本文利用新疆 88 个气象站 1961-2008 年年降水量资料建立加权马尔可夫链模型, 计算分析了 2009-2018 年的降水及预测效果。

2 加权马尔科夫链原理和基本步骤

加权马尔科夫链的基本原理参见刘次华《随机过程》[6]。构建加权马尔科夫链模型进行降水预测的基本步骤如下:

- (1) 以均值-标准差方法确定年降水量分级标准。
- (2) 按照上述分级标准确定各年降水量状态, 建立降水状态序列。
- (3) 对降水状态序列进行马氏性检验。
- (4) 计算各阶自相关系数并规范化。
- (5) 建立不同步长状态概率转移矩阵。
- (6) 预测不同状态的概率并加权求和, 获得降水预测状态。
- (7) 利用预测状态和状态矩阵预测降水量。
- (8) 重复上述步骤, 预测不同步长对应的降水状态和降水量。

3 全疆 2009-2018 年降水预测及分析

3.1 新疆 88 站降水预测

基金项目: 新疆汛期降水异常的多因子相互作用及业务应用 (IDM2020008)、加权马尔科夫预测模型在新疆降水预测业务中的应用研究 (CAAS202007) 资助。

新疆 88 站预测降水距平百分率在-62%~110%之间，北疆和天山山区预测偏差小的年份明显多于南疆大部区域。

3.2 不同降水区间预测

将 88 个站按照常年降水量值分为 5 组，分析每组处于不同降水距平百分率区间的平均年份数，结果见表 2。

表 2 新疆 88 站 2009-2018 年预测降水距离百分率处于不同区间的年份(年)

常年降水量 (mm)	站数 (个)	偏少 1 成以 内的平均年 份 (年)	偏少 2 成以 内的平均年 份 (年)	偏少 3 成以 内的平均年 份 (年)
0~50	10	2.9	7.6	9.0
50~100	26	2.8	8.0	9.2
100~200	19	4.6	7.2	8.6
200~300	23	5.0	5.1	7.1
300~600	10	6.8	5.9	7.9

随降水量增加，偏少 1 成以内的平均年份显著增多，300 毫米以下时，仅有不足一半的年份预测降水偏少在 1 成以内，300 毫米以上时，预测降水偏少 1 成以内的年份接近 7 年。但预测偏少 2 成以内和 3 成以内的不满足这一规律。

3.3 代表站 2009-2018 年降水预测

在 3.2 分组基础上，选择 6 个代表站进行分析，结果见表 3。

表 3 代表站 2009-2018 年预测降水距离百分率(%)

年份	吐鲁番 15.3mm	和田 44.0mm	库车 75.1mm	莫索湾 140.9mm	温泉 253.9mm	昭苏 507.1mm
2009	17.1	5.9	11.4	-18.9	5.8	-2.8
2010	-28.6	-29.2	-39.2	9.1	-4.2	5.3
2011	-4.8	-26.6	-3.5	1.4	-7.6	10.4
2012	-48.4	2.9	-13.6	25.6	-2.3	1.8
2013	-25.6	96.6	12.2	13.5	-4.7	2.2
2014	-29.0	-25.8	0.8	4.9	3.1	-2.7
2015	-2.9	60.5	-4.7	22.9	-4.8	-5.4
2016	17.5	-2.8	10.3	-0.4	31.2	-4.3
2017	-16.6	4.6	11.4	3.3	4.2	-0.3
2018	-9.2	-1.9	18.0	24.4	-3.1	0.6
平均	-13.1	8.4	0.3	8.6	1.8	0.5

注：站点名称下方的数据为该站常年降水量。

和田、库车、温泉、昭苏预测效果优于吐鲁番和莫索湾，库车、温泉、昭苏

份明显多于南疆。

4.2 各站降水值明显影响偏差在 1 成以内的预测效果。只考虑偏差在 1 成以内时，本方法适用于常年降水量 300 毫米以上站点。

4.3 代表站预测结果也验证了本方法在北疆和天山山区预测效果好于南疆。

参考文献

- 1 韩合忠, 高淑会, 国伟华. 基于加权马尔可夫模型的济南市降水丰枯状况预测研究[J]. 水文, 2012, 32 (5): 72-75.
- 2 王鑫东. 加权马尔可夫链模型在农业灌溉用水预测中的应用研究[J]. 中国农村水利水电, 2016 (5): 58-64.
- 3 杜懿, 麻荣永, 赵立亚. 南宁市年降水量的加权马尔科夫链预测研究[J]. 人民珠江, 2018, 39 (2): 5-7, 13.
- 4 苗正伟, 徐利岗. 基于隶属度修正的加权马尔可夫链的降水预测[J]. 长江科学院院报, 2018, 35 (1): 40-46.
- 5 黄华, 蔡仁, 穆振侠, 等. 基于模糊集修正加权马尔科夫模型在新疆降水预测中的应用[J]. 新疆农业科学, 2015, 52 (10): 1891-1898.
- 6 刘次华. 随机过程[M]. 第 5 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014.