

环境 监 测

酸雨 pH 值分级短期预报方法研究初探*

酸雨的预报方法种类繁多，主要包括统计预报、数值预报及主观综合预报等。但这些预测研究大都是年度或季度等较长时段的预测，而且这些预测方法主要以线性统计方法为主。

本文探讨用非线性的统计方法及酸沉降数值预报模式建立酸雨 pH 值 24h 短期预报模型，以期对酸雨 pH 值短期预报方法进行有益的探索。

1 预报因子的初步选取

以降水的 pH 值为预报量，以前期 SO₂ 浓度、pH 值及气象要素为预报因子。以南宁市为例，选取 2002 年 9 月 1 日至 2004 年 8 月 29 日有降水的个例为样本。研究表明，中雨以上降水和中雨以下降水，降水量的多少和酸雨的 pH 值具有不同的相关性。因此，将个例分为中雨以上（≥ 10mm）和中雨以下（< 10mm），中雨以上的个例共 56 个，50 个样本用于预报模型建模，6 个样本用于预报检验；中雨以下的个例共 90 个，80 个用于预报模型建模，10 个样本用于预报检验。通过相关场的普查，共获得 20 个预报因子。其中包括：站点周边五个站的 SO₂ 浓度和前 5d 的 pH 值平均值共 10 个因子，站点周边五个站前 1d 的降水量共 5 个因子，本站前 1d 850hPa 的风向、风速、气压、温度露点差和温度共 5 个因子。

2 主分量学习矩阵模型的建立

根据主成分分析方法，对上述各因子作主成分分析。表 1 给出了由初选的预报因子群作主成分计算得出的各主分量特征值及各主分量与预报量之间的相关系数。以主分量特征值相对较大并考虑与预报量相关系数高作为取舍标准，确定神经网络学习矩阵的输入。本文采用三层前馈网络计算方法，隐节点数为 3。学习因子和动力因子分别取 0.9 和 0.7。利用上述给出的公式，对标准化的学习矩阵作反复的学习训练，当学习矩阵训练达 5000 次时，误差函数趋于稳定。由网络模型所确定的连接权系数及阈值可以得到相应的预报模型，并以此确定的参数和网络结构作为未来独立样本和实际预报的模型。

表 1 各主分量特征值及主分量与预报量的相关系数

	样本	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
中雨以上 (≥ 10mm)	特征值	6.07	2.34	2.04	1.42	1.36	1.25	1.02	0.84	0.79	0.59
	相关系数	0.26	- 0.13	- 0.11	- 0.28	- 0.20	- 0.16	- 0.07	0.26	0.01	- 0.07
	样本	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	特征值	0.54	0.50	0.36	0.24	0.21	0.13	0.12	0.08	0.06	0.03
	相关系数	0.31	- 0.13	- 0.19	0.06	- 0.07	0.15	0.15	- 0.03	- 0.12	- 0.08
	样本	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
中雨以下 (< 10mm)	特征值	6.31	2.08	1.81	1.67	1.78	1.05	0.97	0.90	0.76	0.61
	相关系数	0.04	- 0.02	- 0.06	0.17	0.07	0.03	- 0.15	0.02	0.21	- 0.19
	样本	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	特征值	0.53	0.44	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.12	0.10	0.06
	相关系数	0.17	- 0.00	0.03	0.07	0.04	- 0.10	- 0.09	0.01	0.22	0.05
	样本	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

为了考察预报方法的实际预报能力，对独立样本进行预报检验。从表 2 可以看出，预报误差最大为 40.6%，最小为 3.8%。由此可见，神经网络预报方法对酸雨有一定的预报能力，在实际工作中具有较高的应用价值。

在 2004 年 7 月至 2005 年 1 月期间，对预报方法进行了试运行，表 3 是各城市的相对误差及分级预报评定情况。由表 3 可知，神经网络预报方法相对误差较小，分级评分较高，具备一定的预报能力。

* 国家自然科学基金项目“遗传算法和人工神经网络的预报建模研究”(40075021)及广西计划攻关项目(0322022-5)资助。

表 2 主分量神经网络预报模型对独立样本的预报结果

样本	中雨以上 (≥10mm)			中雨以下 (<10mm)		
	观测值	预报值	相对误差 %	观测值	预报值	相对误差 %
1	4.94	5.57	12.7	4.26	5.99	40.6
2	5.25	5.38	2.6	4.45	6.18	38.8
3	6.16	5.83	5.2	6.25	5.82	9.5
4	7.13	5.48	23.0	5.73	6.37	11.2
5	6.52	4.68	28.2	6.56	6.29	3.9
6	7.05	5.96	15.5	6.9	6.54	5.1
7	5.01	5.96	13.6	7.41	5.82	21.3
8	6.64	5.55	16.4	6.25	6.00	3.8
9	6.84	6.46	5.6	6.79	5.55	18.1
10	5.04	5.68	12.7	7.35	5.47	25.4

表 3 各城市神经网络预报方法的相对误差及分级预报评定

	南宁	桂林	柳州	北海	百色
相对误差 %	18.63	15.26	15.84	13.83	17.04
分级评分 %	63	58	69	68	73

注: 相对误差 = |预报值 - 实况值| × 100% / 实况值; 分级评分 = 预报准确次数 × 100% / 预报总次数.

3 酸沉降预报模型

以中国科学院大气物理研究所建立的欧拉酸沉降模式. 定量描述不同污染源排放和气象条件下区域的大气污染和酸雨状况.

采用空间结构为三维欧拉输送的模式, 垂直坐标采用地形追随坐标. 水平格距为 50km, 垂直不等距分为 8 层. 污染物包括 SO₂, NO_x, C_mH_n, O₃, CO 和 NH₃等, 包括污染物在整个对流层中经历的排放、平流输送、扩散、气相、液相及非均相反应, 干沉降以及湿沉降等物理与化学过程.

气象场资料来源于 NCEP-AVN (the National Centers for Environmental Prediction-Aviation), 包括地面风场、温度、相对湿度、位势高度、垂直速度、云顶高度、云中水含量和降水量等要素场, 空间分辨率为 1.0° × 1.0°. 污染监测资料来源于各环境监测站提供的 SO₂, NO₂ 和 PM₁₀ 污染物监测的浓度.

模式的区域范围覆盖整个广西省, 并以广西省区划界, 周边向外拓宽, 以考虑地区间大气污染物和酸沉降的相互影响. 模式选取的预报区域为 100.25°E—124.75°E, 15.25°N—34.75°N, 格距为 0.50°, 24h (48h 或更长) 预报, 每 6h 输出一次结果. 由表 4 可见, 相对误差较小, 具备一定的预报能力, 但预报准确率略低于神经网络预报方法.

表 4 各城市欧拉酸沉降预报模式的相对误差及分级预报评定

	南宁	桂林	柳州	北海	百色
相对误差 %	18.36	16.36	17.64	15.30	19.21
分级评分 %	58	62	63	62	61

黄海洪 孙崇智 郑凤琴 林振敏 供稿
(广西气象台, 南宁, 530022)