

京津地区儿童呼吸系统疾病医疗气象预报初步研究

张德山¹ 刘 燕¹ 丁德平¹ 张姝丽¹
穆启占¹ 王 燕² 宛公展³

1 北京市专业气象台, 北京 100089
2 天津医科大学总医院, 天津 300100
3 天津市气象科学研究所, 天津 300074

摘 要 通过研究京津地区儿童呼吸系统 3 种常见疾病(感冒、气管炎、肺炎)发病与环境气象条件的可能联系,发现气温、气温日较差和风速等气象要素与疾病发病率有一定的相关关系。依此,采用岭回归技术,建立了医疗气象预报模式。并用 Visual Basic 6.0 语言搭建了每日医疗气象滚动预报软件平台,可用于日常业务预报。

关键词 儿童 呼吸系统疾病 医疗气象预报

文章编号 1006-9585 (2007) 06-0804-07 **中图分类号** R122 **文献标识码** A

The Basic Research on Medical-Meteorological Forecast of Children
Respiratory Disease in Beijing and Tianjin Area

ZHANG De-Shan¹, LIU Yan¹, DING De-Ping¹, ZHANG Shu-Li¹, MU Qi-Zhan¹,
WANG Yan², and WAN Gong-Zhan³

1 *Beijing Professional Weather Service Observatory, Beijing* 100089
2 *Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin* 300100
3 *Tianjin Research Institute of Meteorological Science, Tianjin* 300074

Abstract The certain correlation between the incidence of respiratory diseases and the weather factors of temperature, temperature daily range, and wind speed, etc is found by studying the possible relationships between the three kinds of familiar respiratory diseases of children (cold, tracheitis, pneumonia) in Beijing and Tianjin area. Ridge regression technique is adopted to build up the medical-meteorological forecast model. A computer software for daily medical-meteorological forecast has been made and can be used for daily operation.

Key words children, respiratory disease, medical-meteorological forecast

1 引言

儿童是祖国的花朵,人类的未来。关注他们的健康成长,是家长与社会的共同责任。而天气

变化是直接导致或加重儿童呼吸系统疾病发病的主导原因^[1~6],每当初冬的气温急剧下降时,因儿童的体质比成人弱,尚未经历入冬降温变化的锻炼,稍有疏忽,就容易患呼吸系统疾病^[7~9]。比如,1987 年立冬节气(11 月 8 日)前后,适逢

收稿日期 2006-06-30 收到,2007-09-06 收到修定稿
作者简介 张德山,男,1951 年出生,高级工程师,主要从事天气预报和专业气象服务研究工作。
E-mail: shandezhang@vip.sina.com

一次强寒潮大风天气，气温骤降，儿童 0~3 和 3~6 岁年龄组的感冒与气管炎日发病率，都有不同程度的飚升，甚至出现了本年度的最大值。根据历史病例和天气，研究儿童疾病与天气的关系，建立疾病预报模型，可及时提供天气与疾病发生、发展与蔓延的趋势预报，有利于贯彻“预防为主”方针，可在很大程度上指导广大儿童群体防病治病，保障儿童身心健康。

2 资料与方法

2.1 病情资料来源

儿童呼吸系统疾病发病，主要出现在冬半年 10 月至翌年 4 月（共 7 个月）。为此，笔者对此时段的发病人次进行布点搜集，时间为当年 10 月 1 日至翌年 4 月 30 日，连续 212 天（闰年为 213 天）。所采用的方法是，在相对固定的幼儿群体（如托幼儿园所），按 0~3 岁和 3~6 岁两个年龄组，观察并记录某类呼吸系统疾病的逐日发病人次，同步搜集同期气象因子。

天津观察病种为感冒与气管炎，布点为市区十余所幼儿园实况记录。相对固定样本人群为：0~3 岁 427 人，3~6 岁 1 003 人。观测时间为 1987~1988 年度。

北京观察病种为感冒与肺炎，布点为市区 3 所部队幼儿园。定点观察目前已完成 2002~2003 年度和 2003~2004 年度，在这两个年度中，法定节假日及公休日记录缺测。观察样本人群为：0~3 岁 29 人，3~6 岁 2 679 人（详见表 1）。

2.2 组建预报模式方法

医疗气象预报模式的预报对象为某年龄组某种疾病的日发病率，预报因子主要为候选的不同气象因子。可采用经典回归或现代岭回归（Ridge

Regression）技术建立预报模型^[10,11]。经经典回归模式的正规方程为

$$X'XB=X'Y,$$
(1)

式中， $X'Y$ 为预报因子与对象的协方差矩阵， B 为回归系数，可表示成

$$B=(X'X)^{-1}X'Y \text{ 或 } B=RX'Y,$$
(2)

其中 $R=X'X$ 为预报因子相关矩阵。现代岭回归引入岭迹参数 K_0 ，则回归系数变为

$$B(K_0)=(R+K_0I)^{-1}X'Y,$$
(3)

式中 I 为单位矩阵。当 $K_0=0$ 时，岭回归即为经典回归。用岭回归技术建立医疗气象预报模式时，需首先求解因子相关矩阵 R 的特征值与特征向量问题，计算岭迹，即岭回归系数。观察岭 $B(K_0)$ 迹随 K_0 的变化，去掉岭迹不好的因子，紧缩甩干 R 矩阵并迭代重复上面的计算，直到满意为止。现代岭回归技术可在很大程度上优先引进稳定的预报因子进入方程。

考虑获取气象资料的方便与快捷，初始选取 6 个源气象因子：日平均气温，最高气温，最低气温，相对湿度，日平均风速以及日降水量。进一步可加工派生出气温日较差等新的预报因子，预报对象则为逐日发病率。具体建模时，须充分考虑到发病前的潜伏期 M 和疾病后效表现期 N ，并依此来合成预报的样本单元 $(M+N)$ 。建模的实际可能样本数为

$$Y[212-(M+N)+1],$$
(4)

式中 Y 为建模的年度数。本文，北京 $Y=2$ ，天津 $Y=1$ 。

3 结果分析

3.1 儿童呼吸系统疾病日发病率的概率分布

找到儿童呼吸系统疾病日发病率的概率密度

表 1 京津两地儿童呼吸系统疾病发病情况比较
Table 1 Comparison of the incidence of children respiratory diseases between Beijing and Tianjin area

地点	年龄段/岁	人数/个	感冒		气管炎/肺炎	
			发病率/‰	标准差/‰	发病率/‰	标准差/‰
天津	0~3	427	5.50	4.82	1.96	2.81
	3~6	1003	2.97	2.67	0.72	1.45
北京	0~3	29	11.50	10.30	0.50	1.29
	3~6	2679	5.06	22.30	0.05	0.08

函数, 对其进行指定概率的积分, 可以解决分级预报的边界数值。本文选用正态 (Normality)、对数正态 (Log-normality)、维伯 (Weibull)、伽马 (Gamma) 和皮尔逊 III 型 (Pearson III) 等 5 种概率模型对儿童日发病率的概率分布进行检验拟合。用不同年龄组不同疾病的日发病人次除以实际的观测人数, 即可得到相应的日发病率。经概率分布检验发现, 天津 0~3 岁发病率基本属于皮尔逊 III 型分布, 3~6 岁发病率则更接近于对数正态分布 (详见图 1)。

经统计检验, 儿童呼吸系统疾病日发病率 X 多为对数正态分布, 理论模型为

$$P(X)=1/[\sqrt{2\pi}S_x] \cdot \exp[-(b_0 + b_1 \lg X - X_{\text{mean}})^2 / (2S_x^2)], \tag{5}$$

其统计参数为

$X_{\text{max}} = 0.1067168,$ (样品的最大值)
 $X_{\text{min}} = 0.09998254,$ (样品的最小值)
 $X_{\text{mean}} = 0.1024405,$ (样品的平均值)
 $S_x = 0.0012133,$ (样品的方差)
 $b_0 = 0.3353844,$ (修正样品的回归参数之一)
 $b_1 = 0.1022337.$ (修正样品的回归参数之二)

该理论分布统计检验的样本数为 207。当分组数目 $G=12$, 自由度 Freedom=11, 计算的 $X^2 = 10.60193$, 小于理论下限值=19.7, 通过了信度 $P=0.05$ 的 X^2 (Ka-Square) 统计检验。通常, 0~3 岁年龄组的发病率, 明显高于 3~6 岁年龄组的发病率。

北京儿童呼吸系统发病有随年龄增长明显减轻的趋势, 这当然和儿童随年龄增长身体抵抗力

增强有关系, 但同样年龄组儿童感冒发病率北京高于天津, 这可能跟各地区随季节引起的天气剧烈变化程度有关。从日发病率的概率分布来看, 感冒与肺炎基本遵循皮尔逊 III 型分布 (图略)。

3.2 儿童呼吸系统疾病发病率的年内变化

京津地区儿童呼吸系统疾病, 在观察的冬半年 (10 月~翌年 4 月) 有如下变化规律: 逐日发病率在 12 月上旬至 12 月下旬达到全年最高值, 11 月上旬至 11 月中旬及 2 月中下旬至 3 月上中旬为次高值, 1 月底至 2 月上中旬相对较低。这可能是经过隆冬的抗寒锻炼, 幼儿开始适应了冬季低温的缘故^[12,13] (见图 2)。

3.3 组建儿童呼吸系统疾病医疗气象预报模型

本文设计了 7 组不同的前潜伏期 ($M=2\sim8$ 天) 和 3 组后发病期 ($N=1\sim3$ 天), 共计建立了 21 个预报模型^[14,15], 估算出相应模型的复相关系数。经实际计算: 其中, 感冒类模式的复相关较高, 平均可达 0.57~0.65, 肺炎类稍低为 0.22~0.40, 平均可达 0.48 左右, 详见表 2。

选择其中复相关较高, 同时又较符合多数医学专家对呼吸系统疾病潜伏与发病规律的认识, 作为候选模式。如北京, 选中 $M=5, N=2$ 的模式, 即根据过去 5 天的气象因子变化, 预报未来 2 天的平均发病率 (时效用 5_2 表示)。该模式复相关系数平均可达 0.48 (其中, 感冒类为 0.62, 肺炎类为 0.28), 方程通过了信度 0.01 显著性统计检验, 可作为投入业务预报流程的首选调用模型。例如, 按北京 2003~2005 年度感冒 0~3 岁年龄组日发病资料, 所建立的逐日发病率 Y 的滚动预报模式为

$$Y=B_0+B_1X_1+B_2X_2+B_3X_3+B_4X_4+B_5X_5+B_6X_6+B_9X_9, \tag{6}$$

其选中因子的有关参数值为

$B_0 = 0.09704,$
 $B_1 = -0.00087, X_1:$ 前 5 日气温平均, (11.54267%)
 $B_2 = 3.94560, X_2:$ 前 5 日发病的气候背景均值, (38.19179%)
 $B_3 = -0.00375, X_3:$ 前 5 日气温变化倾向, (4.170418%)
 $B_4 = 0.00214, X_4:$ 前 5 日气温日较差, (15.19681%)

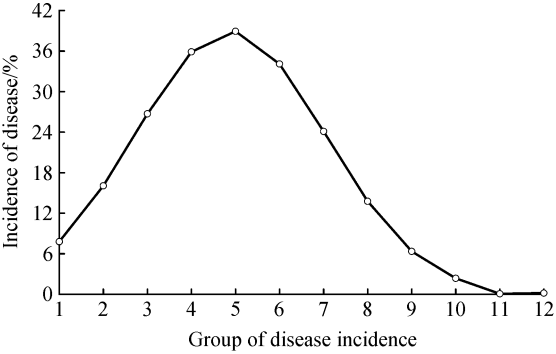


图 1 天津 3~6 岁儿童感冒的日发病率的正态 (近似) 分布
Fig.1 Fitting chart on experimental frequency and theoretical probability of daily cold incidence of children for 3~6 years old

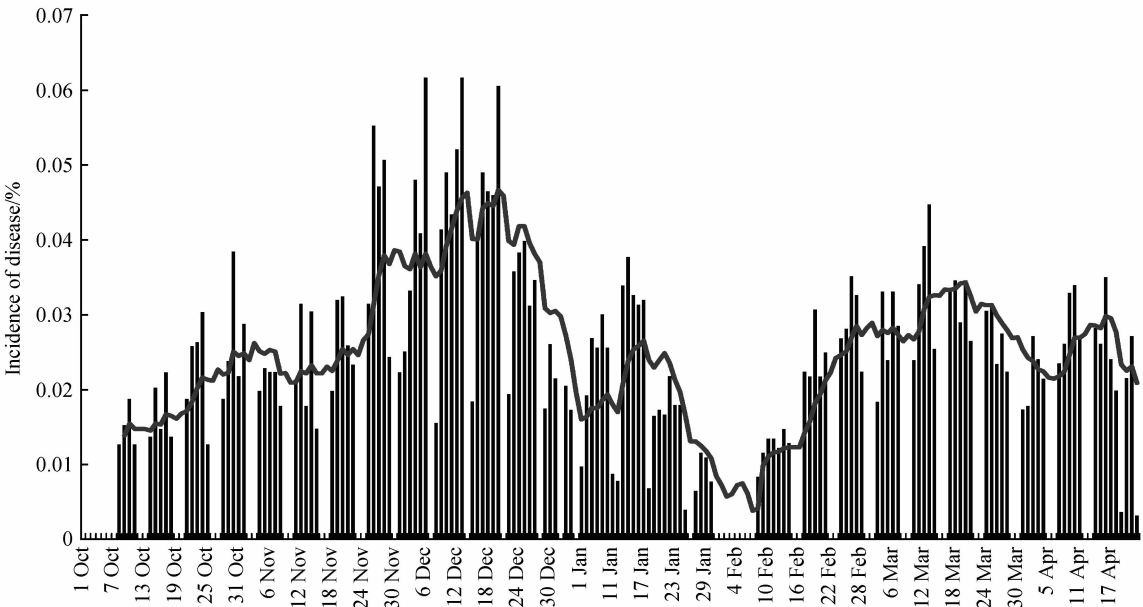


图 2 儿童呼吸系统疾病季节变化。竖线表示逐日发病率，曲线为 9 天滑动平均

Fig.2 Children respiratory disease varies with seasons. Vertical axes indicates daily incidence of disease, the curve is the 9-day running mean

表 2 不同时效模式的复相关系数

Table 2 Multiple covariance of various models

M	N	0~3 岁		3~6 岁		0~6 岁		感冒+肺炎	按病类平均
		感冒	肺炎	感冒	肺炎	感冒	肺炎		
2	1	0.46	0.37	0.61	0.19	0.62	0.22	0.62	0.44
2	2	0.46	0.35	0.66	0.21	0.67	0.22	0.66	0.46
2	3	0.48	0.33	0.67	0.23	0.68	0.22	0.68	0.47
3	1	0.48	0.41	0.61	0.19	0.63	0.22	0.63	0.45
3	2	0.50	0.39	0.65	0.23	0.67	0.22	0.67	0.48
3	3	0.51	0.36	0.66	0.24	0.68	0.23	0.68	0.48
4	1	0.51	0.45	0.61	0.19	0.63	0.21	0.63	0.46
4	2	0.53	0.41	0.64	0.22	0.67	0.23	0.67	0.48
4	3	0.55	0.37	0.65	0.24	0.68	0.22	0.67	0.48
5	1	0.54	0.45	0.60	0.19	0.63	0.22	0.63	0.47
5	2	0.57	0.40	0.64	0.23	0.66	0.22	0.66	0.48
5	3	0.60	0.37	0.64	0.26	0.67	0.22	0.67	0.49
6	1	0.58	0.42	0.60	0.21	0.63	0.21	0.63	0.47
6	2	0.61	0.38	0.63	0.25	0.66	0.21	0.66	0.49
6	3	0.65	0.38	0.63	0.27	0.67	0.21	0.66	0.50
7	1	0.63	0.40	0.59	0.21	0.63	0.20	0.62	0.47
7	2	0.66	0.40	0.62	0.24	0.66	0.21	0.65	0.49
7	3	0.68	0.40	0.62	0.26	0.66	0.21	0.66	0.50
8	1	0.67	0.42	0.58	0.21	0.62	0.20	0.62	0.47
8	2	0.69	0.42	0.61	0.24	0.65	0.21	0.65	0.50
8	3	0.71	0.44	0.62	0.26	0.66	0.22	0.65	0.51
平均		0.57	0.40	0.63	0.23	0.65	0.22	0.65	0.48

$B_6 = -0.00377$, X_6 : 前 5 日降水总量,
(5.093772%)
 $B_9 = -0.01438$, X_9 : 前 5 日平均风速。
(25.80455%)

该预报模式的复相关系数 $R = 0.5660108$, $F = 8.914993$, 通过了信度 0.01 的显著性检验。括号中的数值为对应因子 X_i 对预报对象 Y 的方差贡献百分率 (指该因子的偏回归平方和除以正规方程逆矩阵的对角线元素, 并按完备的因子群换算为百分数)。本例表明, 对该预报模式方差贡献最大的因子为 X_2 、 X_4 和 X_9 。需要指出的是, 尽管 X_6 的方差贡献不大, 但每当冬季降雪较大的日子 (降雪量大于 10 mm, 积雪深度大于 10 cm), 儿童呼吸系统疾病的发病率将明显走低。

3.4 所建模型对历史资料的回代模拟

通过媒体向社会公布的医疗气象预报结果, 通常是按 5 个等级发布的, 即: 1) 发病人数很少; 2) 发病人数较少; 3) 发病人数呈现增多趋势; 4) 发病人数较多; 5) 发病人数将显著增多。由于模式算出的 Y , 是逐日发病率的千分数 (‰), 因此, 须将其转化为相应等级。具体方法是对北京地区发病的概率密度函数 $P(x)$ 作数值积分。根据预报结果的需要, 事先指定 5 个发病等级出现的几率。比如, 指定 1、2、3、4 和 5 级出现的几率分别为 15%、20%、30%、20% 和 15%。对 $P(x)$ 积分时, 当曲边梯形的面积分别达到 0.15、0.35、0.65 和 0.85 时, 所记录的 4 个分点位置 x_1 、 x_2 、 x_3 和 x_4 即为 5 级的分档指标。

有了分档指标, 便可对源发病率及拟合预报发病率分别转化为 5 个分档值。如果预报分档与源分档相同或相差为 ±1 级以内为正确, 反之则为错误, 以预报时效为 5_2 的模式为例, 介绍如下, 余可类推。详见表 3。

从表 3 中数据不难看出, 儿童感冒疾病预报正确率较高, 可达 70% 以上, 肺炎稍低, 这可能与肺炎发病样本较少, 观察人数也较少有关。

4 儿童呼吸系统疾病医疗气象预报软件研制

本软件为医疗气象预报平台发布逐日滚动预报而设计。包括源资料加工、图形显示、待建模资料同步预处理、建立模型及滚动预报 (Roll Forecast) 等主要模块。用 Visual Basic 6.0 编制源码。入口输入信息为预报发布日前 M 日 (条) 网传的 6 因子气象数据, 窗口输出为未来 N 日, 不同病种 (天津: 感冒、气管炎, 北京: 感冒、肺炎)、不同年龄组的日平均发病率。

每日滚动预报的发布, 通常只需调用 Roll Forecast 模块。它首先自动检测预报发布当日是否落在有效时界 (即 10 月 1 日 ~ 翌年 4 月 30 日) 之内, 如不在其内, 可试验发布 (表演、演示) 一次。如在有效时界内, 它还可按优先级自动检测实时预报因子是否已追加完毕, 如尚未追加或追加样本数据不足, 均可给予提示。最终预报结果分为 5 级发布。软件默认 5 级出现的概率面积比例依次为 15%、20%、30%、20% 和 15%。用户也可指定另外 5 级发病各占总发病的比例, 进行人工干预调整。预报产品通过 8 个文本窗口发布各类预报病种的当日发病率、历史发病率、分档标准及相应的分级等 (图 3)。

5 服务应用检验

2005 年 10 月 ~ 2006 年 4 月, 逐日应用《京津地区儿童呼吸系疾病医疗气象预报研究成果》,

表 3 儿童呼吸系统疾病医疗气象预报 5_2 模式源发病回代模拟统计
Table 3 Back-substitution simulated statistics of 5_2 mode of medical meteorological forecast for children respiratory disease

年龄段/岁	疾病种类	等级完全符合/%	相差±1级/%	正确率/%	失误差/%
0~3	感冒	30.7	39.7	70.5	29.5
	肺炎	15.6	34.9	50.6	49.3
3~7	感冒	32.4	41.8	74.3	25.6
	肺炎	15.6	25.4	41.0	58.9
0~7	感冒	31.8	42.0	73.8	26.2
	肺炎	15.2	23.8	39.0	61.0
儿童呼吸系统疾病		31.8	41.8	73.6	26.4

起报时刻：2006 年 1 月 29 日 儿童呼吸系疾病预报结论分级标准： 5 级，约占发病总样本的 15%，发病人数将显著增多 4 级，约占发病总样本的 20%，发病人数较多 3 级，约占发病总样本的 30%，发病人数呈现增多趋势 2 级，约占发病总样本的 20%，发病人数较少 1 级，约占发病总样本的 15%，发病人数很少 根据过去 5 天的气候变化，预估未来 2 天的病情趋势如下：	
儿童呼吸系疾病，预计未来 2 天平均发病态势预计可达到 2 级，发病人数较少。 儿童自然人群日发病率未来 2 天估计可达 3.88‰（多年平均发病率为 6.4‰）。	
感冒 0～6 岁年龄组： 预计未来 2 天平均发病态势预计可达 2 级， 发病人数较少。 发病率未来 2 天估计可达 7.6‰（多年平均发 病率为 12.69‰）。	肺炎 0～6 岁年龄组： 预计未来 2 天平均发病态势预计可达 4 级，发病 人数较多。 日发病率未来 2 天估计可达 0.13‰（多年平均发 病率为 0.11‰）。
感冒 3～6 岁年龄组： 预计未来 2 天平均发病态势预计可达 2 级， 发病人数较少。 发病率未来 2 天估计可达 7.02‰（多年平均 发病率为 12.24‰）。	肺炎 3～6 岁年龄组： 预计未来 2 天平均发病态势预计可达 4 级，发病 人数较多。 日发病率未来 2 天估计可达 0.1‰（多年平均发病 率为 0.08‰）。
感冒 0～3 岁年龄组： 预计未来 2 天平均发病态势预计可达 3 级， 发病人数成呈增多趋势。 发病率未来 2 天估计可达 119.14‰（多年平 均发病率为 113.55‰）。	肺炎 0～3 岁年龄组： 预计未来 2 天平均发病态势预计可达到 4 级，发 病人数较多。 日发病率未来 2 天估计可达 5.21‰（多年平均发 病率为 4.63‰）。

图 3 儿童呼吸系统疾病医疗气象预报产品输出
Fig. 3 Result of the medical-meteorological forecast for children respiratory disease

表 4 2005 年 10 月～2006 年 4 月儿童呼吸系统疾病预报应用服务情况
Table 4 Applying and Service result of the period between Oct 2005 and Apr 2006

等级	预报/次	实况/次					准确率/%		
		1	2	3	4	5	完全正确	误差相差 1 级	误差≤±1 级
1	27	11	14	2			41 (11/27)	52 (14/27)	93 (25/27)
2	32	5	11	15		1	34 (11/32)	63 (20/32)	97 (31/32)
3	50	8	7	25	8	2	50 (25/50)	30 (15/50)	80 (40/50)
4	35		1	11	20	3	57 (20/35)	40 (14/35)	97 (34/35)
5	28			1	6	21	77 (21/28)	21 (6/28)	96 (27/28)
合计	172	24	33	54	34	27	51 (88/172)	40 (69/172)	91 (157/172)

通过北京青年报、12121 和 96221221 声讯电话对市民服务，取得较好的效果。在此采用蓝天幼儿园提供的逐日儿童感冒病历与对应的预测结果统计准确率（见表 4）。表 4 表明，3～5 级发病人数的预测准确率较高，其中 5 级发病人数的预测准确率达 77%。如果按儿童感冒发病人数预测误差≤±1 级统计，儿童感冒发病的各等级预测准确

率均≥80%。另外，历史上儿童感冒疾病的多发期在初冬的 12 月上旬，而 2005～2006 年度儿童感冒疾病的多发期出现在 2 月底到 3 月初，此方法预报效果很理想。

6 结语

本研究方法与应用软件通用性较强，只要有

当地较大样本发病资料,即可运行建模,并试验发布预报。当取得多年资料时,还可对原有模型参数优化。目前,该儿童呼吸系统疾病医疗气象预报软件,经过气象科技服务业务的应用,感觉操作方便,图文并茂,预测效果较为理想。欢迎同行不吝赐教,使其今后不断完善。

参考文献 (References)

- [1] 张一平, 张德山, 李佑荣, 等. 城市化对北京室内外气温影响的研究. 气候与环境研究, 2002, **7** (3): 345~350
Zhang Yiping, Zhang Deshan, Li Yourong, et al. A study about urbanization effect on the indoor and outdoor air temperature of Beijing City. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 2002, **7** (3): 345~350
- [2] 宛公展, 雷露茜, 舒桂秀, 等. 气象因素影响气管炎发病的初步探讨. 全国应用气候会议论文集. 北京: 北京科学出版社, 1976
Wan Gongzhan, Lei Luxiu, Shu Gueixiu, et al. Basic research of impact on racheitis by meteorologic factors. *Ana of Papers of National Applied Klimate Workshop* (in Chinese). Beijing: Science Press, 1976
- [3] 张德山, 王玉玲, 谢庄. 天气变化影响人体健康的信息与预报. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 32~34
Zhang Deshan, Wang Yuling, Xie Zhuang. The information and forecasting of impact on human health by weather variation. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 32~34
- [4] 李青春, 陆晨, 刘彦, 等. 北京地区呼吸道疾病与气象条件关系的分析. 气象, 1999, **25** (3): 8~12
Li Qingchun, Lu Chen, Liu Yan, et al. Relationship between respiratory tract diseasewith the meteorological conditions in Beijing area. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 1999, **25** (3): 8~12
- [5] 陈正洪, 杨宏青, 王祖承, 等. 武汉市呼吸道和心脑血管疾病气象预报研究. 湖北中医学院学报, 2001, **3** (2): 15~17
Chen Zhenghong, Yang Hongqing, Wang Zucheng, et al. Research on meteorological forecast about sick rate of diseases in respiratory tract and heart and brain blood vessels in Wuhan. *Journal of Hubei College Traditional Chinese Medicine* (in Chinese), 2001, **3** (2): 15~17
- [6] 叶殿秀, 张强, 董文杰, 等. 气象条件与 SARS 发生的关系分析. 气候与环境研究, 2004, **9** (4): 670~678
Ye Dianxiu, Zhang Qiang, Dong Wenjie, et al. Analysis on the relationship between meteorological conditions and SARS occurring. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 2004, **9** (4): 670~678
- [7] 王庚辰. 环境趋势和医学气象研究中的若干前沿科学问题. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 9~14
Wang Gengchen. Some front scientific problems in the study of environment variation tendency and medical meteorology. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 9~14
- [8] 刘家奇, 刘达恩, 张宜英, 等. 南宁市十大急症与气象要素变化关系探讨. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 25~31
Liu Jiaqi, Liu Daen, Zhang Yiyi, et al. The relationship between ten main emergencies in Nanning and meteorological factors. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 25~31
- [9] 蔡则怡, 李国庆. 气象保健、气象治疗与保健舱. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 111~115
Cai Zeyi, Li Guoqing. Meteorological care of good health and treat and health cabin. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 111~115
- [10] 屠其璞, 王俊德, 丁裕国, 等. 气象应用概率统计学. 北京: 气象出版社, 1984
Tu Qipu, Wang Junde, Ding Yuguo, et al. *Meteorologic Application Probability and Statistics* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 1984
- [11] 宛公展. PC-1500 袖珍计算机 BASIC 语言应用程序集. 北京: 气象出版社, 1988. 132pp
Wan Gongzhan. *PC-1500 Mini Computer Basic Language Program Collection* (in Chinese). Beijing: China Meteorological Press, 1988. 132pp
- [12] 周后福. 气候变化对人体健康影响的综合指标探讨. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 121~126
Zhou Houfu. Discussion in synthetic index of climatic change influence on human health. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 121~126
- [13] 李连方, 尚品洁, 杨金莲, 等. “六淫”致病的科学及定量标准探讨. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 87~93
Li Lianfang, Shang Pinjie, Yang Jinlian, et al. The investigation of the scientific foundation and quantitative standard of pathological mechanism caused by the six excessive atmospheric influences. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 87~93
- [14] 杨晓利, 张小军, 赵志刚, 等. 气温、气压对脑梗塞患者血液流变的影响. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 44~46
Yang Xiaoli, Zhang Xiaojun, Zhao Zhigang, et al. Hemorheology of cerebral infarction patienta patients affected by temperature and atmospheric pressure. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 44~46
- [15] 黄明北, 李子渊, 白友仙, 等. 气象因素与急性脑血管的相关研究. 气候与环境研究, 1999, **4** (1): 35~39
Huang Mingbei, Li Ziyuan, Bai Youxian, et al. Research in relationship betweenmeteofological factor and acute cerebrovascular disease. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 1999, **4** (1): 35~39