目标值可分步逐渐实现,用暂时目标——可接受水 平的风险来调整和管理。

总之,环境与健康的风险评价已成为当今环境 保护工作中一个重要的新兴领域,虽然由于它很年轻,在一些问题上还有一些不同的看法,但它已经成 为制定环境法规和政策的不可缺少的依据.从健康 风险的角度管理环境也势在必行.

现在全世界市场销售的化学品达七万种以上, 我国生产的化学品也在 37000 种以上. 1988年国务 院明确了有毒化学品的管理是国家环保局的职责之 一,并于 1989 年 3 月成立了国家环保局有毒化学品 管理办公室,并确定该机构"既是国家环保局有毒化学品 管理办公室,并确定该机构"既是国家环保局的职能 部门,又是负责有毒化学品登记的技术部门",组织 有毒化学品的风险评价^[31],因此在我国开展风险评 价与风险管理已正式提到了日程. 很据笔者对一些 资料的学习,得出的初步印象是: 美国虽对风险评 价的程序有明确的科学规定(见前述),但对许多具 体化学品的评价方法认识并不相同,或者还没有建 立,因而需要对一些基本原则和概念有更深人全面 科学

的讨论和认识,才能对有关风险评价的资料做出判断. 也还必需注意到每项风险评价报告与编制人员 的学术观点、水平和所用资料的质量有很大的关系。 对风险评价工作者的要求是相当高的,他必须要有 环境、毒理、化学、生物学以及统计学等多方面的学 术造诣,或者说要有各方面专家的通力合作。

为了在我国开展有毒化学品的风险评价与风险 管理工作,笔者写此短文,抛砖引玉,敬希读者批评 指正.

参考文献

- National Academy of Sciences (NAS); Risk Assessment in The Federal Government: Managing the Process, National Academy Press, Washington, DC 1983.
- [2] Van Kuijen, C. J., Risk management in the Netherland. A quantitative approach. UNID workshop on hazardous waste management and industrial safety, Vienna, 1987.
- [3] 罗秉钧, SCOPE 中国委员会 1990 年丰会会议文 集,第 128 页,北京,1990.

环境气象学中的方向数据统计

庄世 坚

(厦门市环境保护科研所,厦门 361004)

摘要 在环境气象学中,方向数据具有它的特点,统计与普通的规型统计不同.本文将方向数据统计用于环境科学,用风向玫瑰图直观地表达了风向数据,介绍了平均风向的概念和计算方法及风向标准差的合理计算.最后给 出厦门市风向研究实例.

关键词 环境气象学,方向数据统计,风向玫瑰图.

以前人们由于对方向数据(如风的方向)问题认 识的局限,处理这类球面上的统计问题一般沿用直 线上的统计方法,因此存在不少问题.本文结合方 向数据统计分析的介绍¹¹¹,对环境气象学中有关风 向研究的若干问题进行探讨.

一、风向玫瑰图与污染玫瑰图

风可以反映大气环流的流场特征.风对污染物 起着输送和稀释作用.污染物的分布,首先受风向 影响,因此风是环境气象学中最重要的要素之一.风 向的观测所取得的是一种典型的方向数据序列.

方向数据可以用单位圆周上的点来描述。例如

某方向設据观测值为 $\theta^{\circ}(0^{\circ} \leq \theta^{\circ} < 360^{\circ})$,则 θ° 可 用一个单位向员描述,它由 x 轴沿逆时针方向转动 θ° 即得.如果用坐标表示,则该向量的直角坐标为 ($\cos \theta$, $\sin \theta$),极坐标为(1, θ°).当样本数目较大 时,一般将(0°,360°)分成若干个区间,计**算数据**落 在每个区间的频数,以此方法对数据进行分组。对 于分组数据,可用圆周直方图、直线直方图和玫瑰图 示法表示.

在气象学中,各种风向分布的概率或频数常用 风向玫瑰图表示. 如图1为厦门市1985年全年的

收到修改稿日期: 1990年12月6日



图 1 厦门市风向玫瑰图(1985年)

风向玫瑰图,用这种风向玫瑰图可以较完善地研究 风的体系,可以为交通运输、工业布局以及水库、桥 梁、城市建筑物和疗养事业的设计和大气环境影响 评价提供依据⁽²⁾.

在环境气象学中,风向风速对污染源下风向地 区空气污染的影响为:若某一风向频率越大,其下 风向受污染的机会越多;频率越少,则污染机会也越 少,即下游的污染程度与风向频率成正比,若某一方 向的风速越大,则下风向的污染程度减少,即污染程 度与风速成反比.风向、风速的这种作用常引用污 染系数的概念,并用污染系数玫瑰图表示''.除此 之外还有用污染机率玫瑰图来表征各风向的污染机 率(').这些以方向数据为本质的玫瑰图,目前已被 广泛地用于工程环境影响评价和城市规划之中.

二、平均风向

以前人们在处理风象这类问题时,由于未认识 方向数据的统计特征,沿用直线上的方法来描述圆 上分布的数字特征,因而遇到一些难以处理的问题。 例如对1°和359°这两个风向求算术平均,按直线上 的处理方法,得均值为180°,这个结果显然是错误 的,因为直观可见,平均方向应该为0°.如果改选, 轴为零方向,原数据变为269°和271°,则用算术平 均值270°作为均值,又变得似乎是合理的.可见直 线上用来描述数字特征的方法,如果搬到圆上,会极 大地依赖于零方向的选择.为此,人们在用矢量平 均法求平均风向时,还要人为地加上风矢移动方向 的限制.

由于人们在这个问题上认识的局限性,因而有 人认为风向的基本统计量为风向频数,不宜统计平 均风向,而常用最多风向为统计指标^(*).但是,实际 上平均风向是可以统计的.不仅在极坐标系统中可 以进行风向的平均",应用方向数据的统计分析也 完全可以统计平均风向.

设 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ 为 n 个风向数据样本观测值, 利用风向数据与单位圆周上点的对应关系:

 $\theta_i \sim \overrightarrow{OP}_i = (\cos \theta_i, \sin \theta_i)$ *i* = 1,2,...,*n* $\theta_i, \theta_1, \dots, \theta_n$ 的平均风向X,应由 $\overrightarrow{OP}_i, \overrightarrow{OP}_i, \dots, \overrightarrow{OP}_n$ OP, 的合向量方向来表征,即令

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \cos \theta_i, \quad \bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \sin \theta_i$$
(1)

$$\ddot{R} = \sqrt{\bar{C}^2 + \bar{S}^2}$$
 (2)

则 $R = n\bar{R}$ 就是这 # 个合向量的长度, 而 \bar{Z}_0 是方 程组

$$\overline{C} = \overline{R} \cos \overline{X}_{0}$$

$$\overline{S} = \overline{R} \sin \overline{X}_{0}$$
(3)

的解。

平均风向 ^x, 是一描述风向数据位置特征的统 计量.因此,^x, 作为(3)式的解,应满足统计量必须 具备的性质.

三、风向标准差

由于大气环流研究和环境保护工作的开展,人 们对于风向资料的处理,提出了一些更高的要求.其 中为了研究污染物的扩散模式, pasquill 确定了用 水平风向标准差 σ, 来计算污染物浓度水平散布的 标准差 σ,^[7],即公式

$\sigma_{,} = \sigma_{\theta} x f(x)$

 σ_{0} 可用来表征大气的湍流状况,用于较长时间 尺度时也可作为度量一地风向变动性的气候指标. 为了取得 σ_{0} ,常由风杯输出信息来确定.对于能记录瞬时风向数字值的具有微机处理系统的仪器装置 来说,一般也是用直线上的估算标准差的方法 $\sigma_{0} = \left[\frac{\sum \theta'_{i} - (\sum \theta_{i})^{2}/n}{n-1}\right]^{1/2}$ 来估计 σ_{0} .但在实际计算时经常遇到一些问题.若用方向数据的统计分析,

时经常遇到一些问题。 若用万回数据的统计分析, 这些问题就可以自然地解决。

设 P: 为单位圆上的点,对应角度 θ:, P 为零角 对应的点,即 P. 与 P 点在图上的离散程度可以用 由 OP 向 OP;转动时两个转动角度中最小的一个 ζ: 来表示,即

 $\zeta_i = \sin(\theta_i, 2\pi - \theta_i) = \pi - |\pi - \theta_i|$ (4) 因 0 ≤ ζ_i < π, 故 1 - ∞ ζ_i 是 ζ_i 的单调增加函数, 即可取

$$D = \frac{1}{n} (1 - \cos \zeta_i)$$
 (5)

作为θi,(i=1,2,...,n). 关于零方向的散度,显然

$$D = \frac{1}{n} \sum (1 - \cos \xi_i)$$

= $\frac{1}{n} \sum (1 + \cos (\pi - \theta_i))$
= $\frac{1}{n} \sum (1 + \cos (\pi - \theta_i))$
= $\frac{1}{n} \sum (1 - \cos \theta_i)$ (6)

自然地, θ_i (*i* = 1,2,...,*n*)关于任一方向 α 的散度 应定义为

$$D = \frac{1}{n} \sum (1 - \cos(\theta_i - \alpha))$$
 (7)

当 α = x, 时, D达到最小.将(7)式关于α微 分并令其为零,得

$$\sum \sin (\theta_i - \alpha) = 0$$

此式的两个可能的 解为 ^衣。或 ^ズ。 + **x**,分别代人(7) 式,得

$$D(\bar{X}_{0}) = \frac{1}{n} \sum (1 - \cos(\theta_{i} - \bar{X}_{0}))$$

$$= 1 - \frac{1}{n} \sum (\cos \theta_{i} \cos \bar{X}_{0} + \sin \theta_{i} \sin \bar{X}_{0})$$

$$= 1 - \frac{1}{n} (\sum \cos \theta_{i}) \cos \bar{X}_{0}$$

$$+ \left(\frac{1}{n} \sum \sin \theta_{i}\right) \sin \bar{X}_{0}$$

$$= 1 - \bar{R} (\cos^{2} \bar{X}_{0} + \sin^{2} \bar{X}_{0})$$

$$= 1 - \bar{R}$$

$$\exists \mathbb{P}_{i}^{\mathbb{P}}, D(\bar{X}_{0} + \pi) = 1 + \bar{R}$$

$$\exists S_{0} = D(\bar{X}_{0}) = 1 - \frac{1}{n} \sum \cos(\theta_{i} - \bar{X}_{0}) = 1$$

1- R,S, 即为圆上样本方差.

对于两峰相隔 180°的双峰分布,设 θ 为双峰方 向变量,作变换 $\theta^* = \theta (\text{mod}\pi), \text{则} \theta^* \beta [0,\pi) 上单$ $锋分布,再作变换 <math>\theta' = 2\theta^*$,求得 θ' 的圆上方差 $S'_0, \text{则} \theta$ 的方差为

$$\tilde{S}_0 = 1 - (1 - S'_0)^{1/4}$$
 (8)

根据方差与标准差的关系,就可得到圆上标准 差

$$\sigma_{\theta} = \sqrt{\bar{S}_{\theta}} = \sqrt{1 - \bar{R}}$$
(9)

对于两峰相隔 180° 的双峰分布,也有

$$\sigma_{\theta} = \sqrt{\tilde{S}_{0}} = \sqrt{1 - (1 - S_{0}')^{1/4}} = \sqrt{1 - \bar{R}^{1/4}}$$
(10)

在风向统计中, σ_{θ} 就是风向标准差.显然 0 $\sigma_{\theta} \leq 1$,即 $R \Rightarrow \mathbf{R}$ 为 * 个向量 \overrightarrow{OP}_{i} 的合向量长 度,当 \overrightarrow{OP}_{i} 集中于平均风向附近时,则 \mathbb{R} 大 σ_{θ} 小, 反之则 \bar{R} 小 σ_0 大. 又因 \bar{R} 不因变换零方向而改 变,因此 σ_0 的大小与零方向的选择无关.

四、应用实例

表1给出了厦门市 1985 年的风向频数统计表。 这是用逐时的观测资料整理得到的。

表1 厦门市风向频数统计表(1985年)

风向	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE
频数(%)	4.82	5.00	10.09	14.21	22.61	6.31
风向	SSE	s	ssw	sw	wsw	w
频数(%)	4.14	3.22	3.24	3.63	3.29	3.38
	WNW	NW	NNW	N	С	
频数(%)	5.44	1.96	1.82	2.44	4.40	

由表 1 的数据可见,厦门的风向分布是双峰的, 且两峰相隔大约 180°,峰值出现在 ESE 和 WNW 两个方位.为了计算平均风向和风向标准差,可依 如下步骤进行:

- (1) 改变零方向,即 $\theta_i = \theta_i 11.25^{\circ}$
- (2) 作变换 θ* = θ'(modπ)
- (3) 作变换 θ^{''} = 2θ*
- (4) 计算 X₀, s_o
- (5) 计算出平均风向 $\bar{X}_{0}:\bar{X}_{0} = \frac{1}{2} \bar{X}_{0}'' + 11.25^{\circ}$

或
$$\frac{1}{2}\bar{X}_{0}^{"}$$
 + 181.25°

表 2 给出了平均风向和风向标准差的中间计算 过程,由此可得

$$\bar{C} = -32.1918/95.60 = -0.3367$$

$$\bar{S} = 4.1033/95.60 = 0.04292$$

$$\bar{R} = (\bar{C}^2 + \bar{S}^2)^{1/2} = 0.3394$$

$$\cos \bar{X}_0'' = \bar{C}/\bar{R} = -0.9920$$

$$\sin \bar{X}_0'' = \bar{S}/\bar{R} = 0.1264$$

$$\bar{X} = \frac{1}{2} \times 172.74^\circ + 11.25^\circ = 97.62^\circ$$

277.62°

$$\sigma_{\theta} = \sqrt{S_{\theta}} = \left[1 - (1 - S_{\theta}')^{\frac{1}{4}}\right]^{\frac{1}{4}}$$
$$= \left(1 - \overline{R^{\frac{1}{4}}}\right)^{\frac{1}{2}} = 0.2367$$

环境科

峑

表2 平均风向、风向标准差计算

区间 (1)	频 数 (2)	180°+(1) 区间的频数 (3)	(2)+(3) 的频数 f; (4)	中点 θ; (5)	倍角 θ'; (6)	$\cos \theta_i^{\prime\prime}$ (7)	$f_i \cos \theta''_i$ (8)	$\sin\theta'_i$ (9)	f _i sinθ'i (10)
0°~	4.82	3.24	8.06	11.25°	22.5°	0.9239	7.4465	0.3827	3.0844
22.5°~	5.00	3.63	8.63	33.75°	67.5°	0.3827	3.3026	-5.1203	7.9731
45°~	10.09	3.29	13.38	56.25°	112.5°	-0.3827	-5.1203	0.9239	12.3615
67.5°~	14.21	3.38	17.59	78.75°	157.5°	-0.9239	-16.2510	0.3827	6.7314
90°~	22.61	5.44	28.05	101.25°	20 2.5°	-0.9239	-25.9148	-0.3827	-10.7343
112.5°~	6.31	1.96	8.27	123.75°	247.5°	-0.3827	-3.1648	-0.9239	-7.6405
135°~	4.14	1.82	5.96	146.25°	292.5°	0.3827	2.2808	-0.9239	5.5063
157 .5 °~	3.22	2,44	5.66	168. 75°	337.5°	0.9239	5.2292	-0.3827	- 2,1660
总计			95.60				-32.1918		4.1033

参考文献

- [1] 史久恩等,海洋学报,11(6),708(1989).
- [2] 杨吾扬等,中国科学,(11),1101(1979).
- [3] 吴鹏鸣等,环境空气监测质量保证手册,第417页, 中国环境科学出版社,北京,1989年.

[5] 么枕生等,气候统计,第288页,气象出版社,北京, 1990年。

[4] 张景哲等,环境科学,3(6),15(1982).

[6] 王金钊,气象,(1),28(1984).

[7] Pasquill, F., EPA. Pub. No. EPA-600/4-76
 -0306,(1976).

・环境信息・

未来可再生能源发电的价格

据美国 ldaho 国家工程实验室为美国政策、规 划和研究办公室提供的资料称,获得每千瓦时电力 的发电成本是:

风力,1981 年为 32 美分,2000 年 为 5 美 分, 2030 年为 3 美分;地热 1980 年为 4 美分,2030 年为 3 美分;光电 1980 年为 339 美分,2000 年为 10 美 分,2030 年为 4 美分;太阳热能辅以天然气,1984 年 为 24 美分,1994 年可降至 6 美分;太阳热能抛物线 型灶-焦点采热,1982 年为 85 美分, 2000 年降至 8 美分, 2030 年降至 5 美分;生物能 1980 年为 5 美 分,未来价格取决于生物质原料的价格。

高中摘译自 ES&T, 25(5),837(1991).

《离子交换与吸附》期刊征订启事

《离子交换与吸附》为国内外公开发行的综合性 学术刊物.它集中地反映国内外离子交换剂、吸附 剂等各种反应性高分子的研究、生产、应用和应用基 础研究诸方面的进展和动向.主要内容有:

1. 离子交换剂、吸附剂及其他反应性高分子的 合成研究和表征研究;

 2. 高宁交换与吸附过程的基础理论研究和工艺 研究;

3.离子交换剂、吸附剂及其他反应性高分子材 料在水处理、化学、化工、生物化学、湿法冶金、制药、 制糖、制酒、生物医学工程、石油化工、核能、电力、电 子、环境保护和分析化学等方面的应用;

4.国内外反应性高分子的科研、生产、应用和学

术等各方面活动的报道和文献介绍.

《离子交换与吸附》为双月刊,十六开本,每期 96页,每册定价 2.50 元,全年 15.00 元.

《离子交换与吸附》坚持学术性、实用性、知识性和情报性的办刊方针,深受广大读者欢迎,在国内外的影响迅速扩大.1989年人选美国化学文摘"CA千种表",成为世界上有名的学术期刊之一。

《离子交换与吸附》期刊自1991年起由天津市邮 政局发行,敬请广大新老订户尽快到当地邮电局 (所)办理订阅手续.邮发代号: 6-57.

也可直接向编辑部订阅,

编辑部通讯地址:天津南开大学《离子交换与吸附》 编辑部,邮政编码: 300071

HUAN JING KEXUE Vol. 13 No. 1, 1992

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Key words: SO_2 pollution, air pollution, sulphur content in plants, assessment of air pollution, plant indicator.

Study on Optimal Station Setting for Monitoring of Atmospheric Environment in Any⁻ ang Urban Area. Fu Jinsheng, Liu Ansheng, Chen Yafen. (Anyang Environment Protection Monitoring Station, Anyang): Chin. J. Environ. Sci., 13 (1), 1992, PP.

A model of optimal station setting for the monitoring of atmospheric pollution was developed based on the trait of local environment, the weblike check monitoring and the analysis of historical environmental data. The number of optimal stations was decided by variable factor method of sampling theory. The locations of the optimal stations were decided by correlation analysis method. The outputs of the model can depict the environmental trait of middle cities in plain areas.

Key words: atmospheric pollution monitoring, optimization of monitoring, model of optimal setting stations, number of optimal stations, situations of optimal stations.

Rapid Determination of COD_{Mn} in Environmental Water Samples Using Microwave-Heating Digestion Method. Gao Xiangyang (Henan Agricultural University, Zhengzhou), Guan Di (Southwest Jiaotong University, Chengdu): Chin. J. Environ. Sci. 13(1), 1992, PP.

A new microwave-heating digestion method was developed for the rapid determination of COD of water samples taken from Xiliu lake, Yellow river as well as a standard water sample (CW82: Environmental Monitoring Station of China). Water samples were dispelled in a closed-vessel with potassium permanganate under the action of microwave and as many as 14 samples could be treated each time. High Cl⁻ content (up to 1000 mg/L) did not interfere with the determination. The detection range of COD was found between 0.26 mg/L and 15.0mg/L, relative standard deviation less than 4.0% (n = 5 or 6), recovery ranging from 97.0% to 105.6%, and relative error 0.3% for the determination of CW82 standard water sample. Compared to the classical method, this method proved to be simple, rapid, accurate and suitable for the determination of CODMn of lightly polluted water.

Key words: microwave-heating digestion, COD_{Mn} determination.

Sediment-Water Exchange Capacity of To-

tal Phosphorus in Taihu Lake Calculated by Mass Budget Model. Huang Shaoji (Department of Environmental Protection, Suzhou Institute of Urban Construction & Environmental Protection, Suzhou), Zhao Haizhou, Fang Manping (Jiaozuo Municipal Pollution Management Station, Henan Province): Chin. J. Environ. Sci. 13(1), 1992, PP.

Sediment is a source or sink of micropollutants. Mass budget model is used to calculate the total phosphorus mobilization monthly in 1980 from the sediment in Taihu Lake. The mobilization is found to obviously affect the total concentration change in water body.

Kew words: mass budget model, taihu lake, sediment, phosphorus.

Introduction to Risk Assessment and Risk Management. Zhao Zhenhua (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992. PP.

Key words: risk assessment, risk management, hazardous chemical.

Statistics of Directional Data in Environmental Meteorology. Zhuang Shijian (Xiamen Municipal Research Institute of Environmental Protection): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

There are many problems in environmental meteorology in which only angles are concerned. Directional data have specific features resulting in the apparent differences between statistics of directional data and general mathematical statistics. In this paper, statistics of directional data is applied to the ennvironmental science. By means of direct-viewing wind rose, wind direction data is naturally expressed. The concept and calculation of average wind direction is introduced, and the reasonable calculation of wind direction standard deviation is also il!uminated. As an example, the wind directions in xiamen was studied.

Key words: wind direction data, statistics of directional data.