

大气污染物扩散中稳定度判定方法概述

刘 强

(新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要:大气稳定度方法主要分为2大类:第一类是基于常规气象资料,利用地面风速、云量、日照强度等资料对大气稳定度进行判定,此种方法主要针对开阔平坦乡村地区,资料采用城郊气象站或飞机场气象站的气象观测资料,并未考虑特殊的下垫面,如城市、山地、水面等的动力和热力因子对稳定度的影响,只是半定量地给出稳定度扩散级别。第二类是基于高空气象资料,利用温度和风速的垂直分布情况,综合考虑动力因子和热力因子对稳定度的作用,更好地反映出风、温度等气象要素对大气稳定度的影响。

关键词:大气稳定度;温度;风速

中图分类号:P421

文献标识码:A

引 言

大气稳定度是指气块受任意方向扰动后,返回或远离平衡位置的趋势和程度^[1]。它表示在大气层中的个别气块是否安于原在的层次,是否易于发生垂直运动,即是否易于发生对流。大气稳定度可表明大气湍流的强弱,并和大气的对流发展密切相关。在研究污染物在大气中的迁移转化规律里,大气的稳定度是很重要的,大气是否稳定直接影响到大气扩散的强弱,比如说大气越不稳定,其扩散能力越强,污染物在大气中稀释越快。在大气湍流扩散问题中,常用大气稳定度作为反映湍流状况、扩散速率强弱的主要指标。因而如何客观、合理地确定稳定度是长期以来人们一直研究的问题。目前,已经有很多专家对稳定度进行过研究,本文对常用的稳定度判定方法进行了总结。

1 大气稳定度的判定方法

到目前为止大气稳定度的判定方法主要分为2大类:第一类是基于常规气象资料,利用地面风速、云量、日照强度等资料对大气稳定度进行判定;第二类是基于高空气象资料,利用温度和风速的垂直分布情况,对大气稳定度进行判定。现将这2类方法中的常用方法做简单阐述。

(1) Pasquill 法

Pasquill(1961)^[2-3]利用常规观测的风速、云量、日射程度等资料将大气稳定度分为6个稳定度的扩散级别,即A,B,C,D,E,F类,依次规定分属极不稳定、不稳定、弱不稳定、中性、弱稳定、稳定级别。有时对极稳定情况定义为G类。另外,可更为细致地采用A~B,B~C,C~D,D~E,和E~F类,其稳定度扩散状况取2类间的内插值,Pasquill的稳定度分级方法见表1。

表1 Pasquill 的稳定度分级方法

Tab. 1 Method of stability classification from Pasquill

地面风速 /(m/s)	日间日射程度			夜间天空状况	
	强	中	弱	薄云遮阴天或 低云≤4/10	云量≤3/10
<2	A	A~B	B		
2~3	A~B	B	C	E	F
3~5	B	B~C	C	D	E
5~6	C	C~D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

这里日间的日射强的对应于中纬度(如英国)盛夏晴天阳光充足的中午,而日射弱的则相应于隆冬时的晴天中午。此种方法比较简便,只需要风速、云量、日射程度等资料,就可以简单判定大气稳定度

收稿日期:2011-03-10;改回日期:2011-06-01

作者简介:刘强(1984-),男(汉族),新疆乌鲁木齐人,助理工程师,环境影响评价与水土保持研究. E-mail:liuqiang137@163.com

的状况。但此类方法也有一定局限性,主要是针对开阔平坦乡村地区,比如城郊或飞机场的气象观测而言的,未考虑特殊的下垫面,如城市、山地、水面等的动力和热力状况,半定量地给出稳定度扩散级别。

(2)P-T法

Turner(1961)^[2,4]引进了一个用太阳高度角来判定日射强弱的更好且定量的规范方法,以给出稳定度扩散级别。某时某地的太阳高度角按下式计算:

$$\sin h_{\theta} = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega \quad (1)$$

式中,为 h_{θ} 太阳高度角, φ 为地理纬度, δ 为太阳赤纬(亦称太阳倾角), ω 为时角,并有

$$\omega = (t - 12) \times 15^{\circ} \quad (2)$$

这里 t 为地方时。赤纬可根据天文年历查得。由太阳高度角判定日射强度与等级方法见表2,由太阳高度角 h_{θ} 辅以天空状况判定日射等级的方法见表3。

表2 由太阳高度角 h_{θ} 确定日射强度与等级
Tab.2 Determination of the solar radiation intensity and its rank by the solar elevation angle

$h_{\theta}/(^{\circ})$	>60	35~60	15~35	≤15
日射强度	强	中等	轻度	微弱
日射等级	4	3	2	1

表3 日射等级确定规则

Tab.3 Rules of determining the solar radiation rank

时间	天空状况	日射等级
不论日间或夜间	总云量 10/10,而且云高 < 2 000 m	0
夜间	总云量 ≤ 4/10	-2
	总云量 > 4/10	-1
日间	$h_{\theta} \leq 15^{\circ}$	1
	$15^{\circ} < h_{\theta} \leq 35^{\circ}$	2
	$35^{\circ} < h_{\theta} \leq 60^{\circ}$	3
	$h_{\theta} > 60^{\circ}$	4
	云高 < 2 000 m 的低云量为 6~9, 而且: $h_{\theta} > 60^{\circ}$	1
	$h_{\theta} \leq 60^{\circ}$	0
	云高 < 2 000 m 的低云量 > 9, 不论 h_{θ}	0

最后根据确定的日射等级和地面风速给出稳定度的扩散级别,如表4所示。

表4 Turner 的稳定度分级方法

Tab.4 Turner's method for stability graduation

地面风速 (m/s)	日射等级						
	4	3	2	1	0	-1	-2
<2	A	A~B	B	C	D	E	F
2~3	A~B	B	C	D	D	D~E	E
3~5	B	B~C	C	D	D	D	D~E
5~6	C	C	D	D	D	D	D~E
>6	C	D	D	D	D	D	D

Turner 提出分级方法时,原是以 1,2,3,4,5,6,7 级分别对应 Pasquill 分级方法的 A,B,C,D,D~E,E,F 类。2 种分级方法的原理是相同,Turner 的分级方法定量较为确切,只要有地面风速、云量和云高的观测资料,就可以客观地定出稳定度扩散级别,可以由计算机完成分级工作。所以到目前为止,它仍是实际工作中最常用的方法。

(3)P·S法(国家标准中给定的方法)

20 世纪 70 年代开始,在我国的环境保护研究实践中,曾相当广泛地应用扩散曲线法确定扩散参数。并根据国情作出了修改与总结,将其纳入国家标准 GB/T 13201-91 作为规范使用^[2,5]。

为确定稳定度扩散级别 A、B、C、D、E、F 类,首先,按下式要计算时日的太阳倾角(即赤纬 δ):

$$\delta = \left[\begin{array}{l} 0.006918 - 0.399912 \cos \theta_0 \\ + 0.070257 \sin \theta_0 - 0.006758 \cos 2\theta_0 \\ + 0.000907 \sin 2\theta_0 - 0.002697 \cos 3\theta_0 \\ + 0.001480 \sin 3\theta_0 \end{array} \right] \cdot \frac{180}{\pi} \quad (3)$$

式中 $\theta_0 = \frac{360d_n}{365}$ ($^{\circ}$), d_n 为一年中日期序数 1,2,3, ..., 365。然后由下式计算太阳高度角 h_{θ} ,即

$$h_{\theta} = \arcsin[\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos(15 t + \lambda - 300)] \quad (4)$$

式中 λ 为当地经度,由计算所得的太阳高度角 h_{θ} 和观测所得的云量确定太阳辐射等级,由太阳辐

射等级和地面风速确定稳定度扩散级别,见表5。这里,方法的主要修改适应了我国大量地面气象观

测站无云高观测资料的情况,而仅以总云量和低云量来确定太阳辐射等级。

表5 太阳辐射等级和大气稳定度的等级

Tab.5 Grade of solar radiation and the rank of atmospheric stability

总云量/低云量	夜间	太阳高度角 h_θ				
		$h_\theta \leq 15^\circ$	$15^\circ < h_\theta \leq 35^\circ$	$35^\circ < h_\theta \leq 65^\circ$	$h_\theta > 65^\circ$	
$\leq 4 / \leq 4$	-2	-1	+1	+2	+3	
5 ~ 7 / ≤ 4	-1	0	+1	+2	+3	
$\geq 8 / \leq 4$	-1	0	0	+1	+1	
$\geq 5 / 5 \sim 7$	0	0	0	0	+1	
$\geq 8 / \geq 8$	0	0	0	0	0	
地面风速 /(m/s)	太阳辐射等级					
≤ 1.9	+3	+2	+1	0	-1	-2
2 ~ 2.9	A	A ~ B	B	D	E	F
3 ~ 4.9	A ~ B	B	C	D	E	F
5 ~ 5.9	B	B ~ C	C	D	D	E
≥ 6	C	C ~ D	D	D	D	D
	D	D	D	D	D	D

注:云量(全天空10分制)观测规则见中国气象局编制的《气象观测规范》第3.3节;
地面风速(m/s)系指离地面10m高度处10min平均风速,如使用气象台(站)资料,其观测规则与中国气象局编制的《地面气象观测规范》第8章相同。

(4)城市稳定度分类法(L_D)

Ludwig^[6-8]提出了城市(包括城郊)稳定度分类法,先由云量(n)和太阳高度角(h_θ)求日照参数(φ):

$$\varphi = (1 - 0.5n) \times \sin h_\theta \quad (5)$$

式中, $0 \leq \varphi \leq 1$ 。 φ 的大小可代表日照强度,分为弱日照($\varphi < 0.3$)、中等日照($0.3 \leq \varphi \leq 0.55$)、强日照($\varphi > 0.55$)3种。求得 h_θ 、 φ 后,再根据地面风速、 h_θ 、云量、 φ 等级,按表6就可判定稳定度级别。其中 h_θ 计算公式与公式(4)相同。

表6 城市稳定度分类

Tab.6 Urban stability classification scheme

地面风速 /(m/s)	白天 $h_\theta > 15^\circ$			不透光云量 $\geq 9/10$ (日、夜),或 $h_\theta \leq 15^\circ$	夜间云量	
	强日照	中等日照	弱日照		$\geq 5/10$	$\leq 4/10$
<2	A	B	B	D	E	E
2~3	A	B	C	D	D	E
3~5	B	C	C	D	D	D
5~6	C	C	D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D	D

上述4种方法属于第一类方法,优点是只需要常规气象资料就可以确定大气稳定度等级,应用起来比较简便;缺点是只能判定近地面大气稳定情况,对于大气稳定度在垂直空间上的分布,无法作出分

析,也无法给出影响大气稳定度的各项参数。

(5)与温度递减率有关的分类方法^[2,9-10]

①以温度递减率,即用2层大气之间的宏观垂直温度梯度来表示水平和垂直的湍流特征。国际原

子能机构(1980)推荐具有大量实验基础数据的判据(表7)。长期实践经验表明,这种方法对于稳定大气状况的情形是可靠的,而对于不稳定状况或者对于高架源排放的情形下使用很不可靠。

②以温度递减率与风速相结合考虑的方案,这种方案同时考虑了支配湍流活动的动力因子和热力因子。因此,一般认为较之仅以热力因子的温度梯度作判断的方法要好,见表8。

表7 温度梯度分类标准

Tab.7 Standard of stability classification using temperature difference method

判别方法	稳定度类别					
	A	B	C	D	E	F
$\frac{\Delta T}{\Delta z}$ ($^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$)	$\frac{\Delta T}{\Delta z} < -1.9$	$-1.9 \leq \frac{\Delta T}{\Delta z} < -1.7$	$-1.7 \leq \frac{\Delta T}{\Delta z} < -1.5$	$-1.5 \leq \frac{\Delta T}{\Delta z} < -0.5$	$-0.5 \leq \frac{\Delta T}{\Delta z} < 1.5$	$1.5 \leq \frac{\Delta T}{\Delta z}$

表8 以温度递减率和和风速划定稳定度类的标准

Tab.8 Standard of stability classification using temperature difference - wind speed method

地面风速 /(m/s)	$\frac{\Delta T}{\Delta z}$ ($^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$), 20~120 m 高2层						
	< -1.5	-1.4 ~ -1.2	-1.1 ~ -0.9	-0.8 ~ -0.7	-0.6 ~ 0	0.1 ~ 2.0	> 2.0
< 1	A	A	B	C	D	F	F
1 ~ 2	A	B	B	C	D	F	F
2 ~ 3	A	B	C	D	D	E	F
3 ~ 5	B	B	C	D	D	D	E
5 ~ 7	C	C	D	D	D	D	E
> 7	D	D	D	D	D	D	D

(6) 边界层湍流参量方法

大气稳定度状况实质上是大气热力过程和动力过程对湍流的产生、发展或抑制能力的一种度量。因此,采用一些具有明确理论意义的边界层湍流参量作为划分稳定度扩散级别的判据,可以更加客观地表征大气稳定度状况。最常用的是梯度理查逊数(Ri),总体理查逊数(BRi)和莫宁—奥布霍夫长度(L, m)。

①莫宁—奥布霍夫长度(L, m)

莫宁—奥布霍夫长度 $L^{[6]}$ 是另一个比较有用的表征边界层湍流状态的指数:

$$L = - \frac{u_*^3 C_p \rho T}{kgH} \quad (6)$$

或者以无量纲高度($\frac{z}{L}$)形式表达:

$$\frac{z}{L} = - \frac{g}{T} \frac{Hkz}{C_p \rho u_*^3} \quad (7)$$

式中, u_* 为摩擦速度, k 为卡曼常数, g 是重力加速度, T 是空气绝对温度, H 是垂直湍流热通量, ρ 为空气密度, C_p 是空气定压比热。

此法引进了较为全面的物理因子,考虑了不同场合热力湍流参数和机械湍流参数的变化,但是实际使用中却因观测技术的限制和基于地表粗糙度 z_0 为前提,所以应用时往往会有不同程度的偏差。地表粗糙度 z_0 是指平均风速减小到0时距地面的高度,地表粗糙程度越大表明平均风速减小到0的高度越大,地表就越粗糙。因为不同下垫面如沙漠、雪地、城市和海洋的地表粗糙度不同,因此实际使用时必须给出适合于当地地表粗糙度下的大气稳定度分类标准。

莫宁—奥布霍夫长度的标准计算: Irwin(1979)和 Houghton(1985)分别提出的经验拟合公式,利用地表粗糙度来计算 L 的分类标准: Irwin(1979)的经验拟合公式为 $1/L = aZ_0^b$, Houghton(1985)的经验拟合公式为 $1/L = a \cdot [\log_{10}(Z_0) - 1]$,表9是通过 Houghton 经验拟合公式,

给出塔中以雪表面 $Z_0 = 0.1$ ^[11] 为下垫面的对应 $P-T$ 稳定度,表 10 是通过 Irwin (1979) 的经验拟合公式给出以北京地区 $Z_0 = 0.35$ ^[12] 为下垫面

的对应 $P-T$ 稳定度,通过公式 6 计算的 L 值,结合表 9 和表 10,就可以判断不同地表粗糙度下的大气稳定度的级别。

表 9 Houghton 方法计算的 L 稳定度分类标准

Tab.9 Standard of stability classification for L of Houghton method

$P-T$ 类系数	A	B	C	D	E	F
a	0.05	0.026	0.015	0.004	-0.009	-0.023
L	$-10 < L < 0$	$-19.23 < L < -10$	$-33.33 < L < -19.23$	$L < -125,$ $L > 55.56$	$21.74 < L < 55.55$	$0 < L < 21.74$

表 10 Irwin 法计算的 L 稳定度分类标准

Tab.10 Standard of stability classification for L of Irwin method

$P-T$ 类系数	A	B	C	D	E	F
a	-0.0875	-0.0385	-0.0081	0.0	0.0081	0.0385
b	-0.103	-0.171	-0.305	0.0	0.305	0.171
L	$-13.00 < L < 0$	$-32.18 < L < -13.00$	$-180.91 < L < -32.18$	$L < -180.91,$ $L > 84.25$	$20.97 < L < 84.25$	$0 < L < 210.97$

②梯度理查逊数 (Ri)

Richardson^[9] 根据能量收支方程引入了无因次数 Ri ,以表征大气稳定度:

$$Ri = \frac{g}{T} \frac{\frac{\partial \theta}{\partial z}}{\left[\frac{\partial u}{\partial z} \right]^2} \quad (8)$$

温度梯度和风速梯度可以由对数内插公式比较精确的确定,即

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{z \ln \left[\frac{z_2}{z_1} \right]} \quad (9)$$

$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{u_2 - u_1}{z \ln \left[\frac{z_2}{z_1} \right]} \quad (10)$$

其中, $u_2, u_1, \theta_2, \theta_1$ 分别为对应高度 z_2, z_1 的风速和位温, $z = \sqrt{z_1 z_2}$ 。 Ri 作为描述大气湍流强弱的参数,从湍流生消的角度出发,综合了热力因子对湍流的激发、抑制作用以及摩擦切应力等动力因子产生湍流的作用,提供了较多的湍流状况的信息。

使用此类方法要根据当地地表下垫面粗糙度计

算其分类标准, Ri 与莫宁-奥布霍夫长度 L 有如下关系^[13]:

$$Ri = \frac{Z}{L} \frac{\varphi_h}{\varphi_m^2} \quad (11)$$

$$\begin{cases} \varphi_m = 1 + 4.7 Z/L & Z/L > 0 \\ \varphi_h = 0.74 + 4.7 Z/L & Z/L > 0 \\ \varphi_m = (1 - 15 Z/L)^{-1/4} & Z/L < 0 \\ \varphi_h = 0.74(1 - 9 Z/L)^{-1/2} & Z/L < 0 \\ \varphi_m = 8 - \frac{4.25}{Z/L} + \frac{1}{(Z/L)^2} & Z/L \geq 0.5 \end{cases} \quad (12)$$

通过计算所得的 L 值,对应 $P-T$ 稳定度级别参数值计算的稳定度分类标准,然后通过不同高度层的 Z/L ,利用公式(11)和(12)计算不同高度层的理查逊数的范围,表 11 是根据表 9 计算的出的 L 值来计算不同高度的 Ri 值的变化范围,再由公式 8 计算出的不同高度的 Ri 值,就可以判定不同高度的大气稳定度,继而判断大气稳定度的垂直分布特征。

笔者通过在塔中^[11] 地区的研究,发现采用梯度理查逊数,能客观地反映出大气稳定度垂直的分布情况,说明了风、温度、湍流对大气稳定度的影响,同时也能较好说明动力因子和热力因子对大气稳定度的作用。

表 11 不同高度的 Ri 稳定度等级范围Tab. 11 Standard of stability classification for Ri at different height

高度 $Z(Z_1, Z_2)/m$	A	B	C	D	E	F
22(10, 50)	< -2.12	$-2.12 < Ri < -1.09$	$-1.09 < Ri < -0.62$	$-0.62 < Ri < 0.08$	$0.08 < Ri < 0.25$	> 0.25
71(50, 100)	< -6.73	$-6.73 < Ri < -3.49$	$-3.49 < Ri < -2.01$	$-2.01 < Ri < 0.31$	$0.31 < Ri < 1.13$	> 1.13
122(100, 150)	< -11.68	$-11.68 < Ri < -6.06$	$-6.06 < Ri < -3.49$	$-3.49 < Ri < 0.62$	$0.62 < Ri < 2.90$	> 2.90
173(150, 200)	< -16.53	$-16.53 < Ri < -8.58$	$-8.58 < Ri < -4.94$	$-4.94 < Ri < 1.06$	$1.06 < Ri < 5.43$	> 5.43
245(200, 300)	< -23.38	$-23.38 < Ri < -12.15$	$-12.15 < Ri < -7.00$	$-7.00 < Ri < 1.88$	$1.88 < Ri < 10.39$	> 10.39
346(300, 400)	< -33.07	$-33.07 < Ri < -17.19$	$-17.19 < Ri < -9.91$	$-9.91 < Ri < 3.47$	$3.47 < Ri < 20.13$	> 20.13
447(400, 500)	< -42.7	$-42.7 < Ri < -22.2$	$-22.2 < Ri < -12.8$	$-12.80 < Ri < 5.54$	$5.54 < Ri < 32.98$	> 32.98
548(500, 600)	< -52.30	$-52.30 < Ri < -27.19$	$-27.19 < Ri < -15.68$	$-15.68 < Ri < 8.08$	$8.08 < Ri < 48.93$	> 48.93

③ 总体理查逊数

工作中,在测风资料没有非常高精度的情况下,常用 BRi [14] 代替 Ri 。其定义式为

$$BRi = \frac{g}{T} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial z} \cdot \frac{\bar{z}^2}{\bar{u}^2} \quad (13)$$

式中, \bar{z} 是上下连续 2 个高度层高度的几何平均值, \bar{u} 是该 2 个高度上风速的几何平均值, $\frac{\partial \theta}{\partial z}$ 是对应 2

个高度间的位温变化率。式中, \bar{T} 是所取气层 (z_1 、 z_2 层) 的平均绝对温度 (K)。 BRi 与莫宁 - 奥布霍夫长度 L 有如下关系:

$$BRi = \frac{Z}{L} \cdot \frac{\varphi_h}{[\ln(z/z_0) - \psi]^2} \quad (14)$$

同样,根据表 10 给出的 L 值,可以通过公式 (12) 和 (14) 计算出 BRi 的稳定度分类标准 (表 12)。

表 12 不同高度的 BRi 稳定度等级范围Tab. 12 Standard of stability classification for BRi at different height

高度 $Z(Z_1, Z_2)/m$	A	B	C	D	E	F
11(8, 15)	< -10.390	$-10.390 < BRi < -0.451$	$-0.451 < BRi < -0.039$	$-0.039 < BRi < 0.057$	$0.057 < BRi < 0.129$	> 0.129
23(15, 32)	< -1.297	$1.297 < BRi < -0.210$	$-0.210 < BRi < -0.026$	$-0.026 < BRi < 0.055$	$0.055 < BRi < 0.145$	> 0.145
39(32, 47)	< -0.828	$-0.828 < BRi < -0.172$	$-0.172 < BRi < -0.025$	$-0.025 < BRi < 0.064$	$0.064 < BRi < 0.192$	> 0.192
54(47, 63)	< -0.717	$-0.717 < BRi < -0.163$	$-0.163 < BRi < -0.025$	$-0.025 < BRi < 0.073$	$0.073 < BRi < 0.244$	> 0.244
71(63, 80)	< -0.666	$-0.666 < BRi < -0.160$	$-0.160 < BRi < -0.025$	$-0.025 < BRi < 0.084$	$0.084 < BRi < 0.311$	> 0.311
90(82, 102)	< -0.641	$-0.641 < BRi < -0.160$	$-0.160 < BRi < -0.026$	$-0.026 < BRi < 0.097$	$0.097 < BRi < 0.393$	> 0.393
111(102, 120)	< -0.63	$-0.63 < BRi < -0.162$	$-0.162 < BRi < -0.026$	$-0.026 < BRi < 0.112$	$0.112 < BRi < 0.492$	> 0.492
130(120, 140)	< -0.628	$-0.628 < BRi < -0.164$	$-0.164 < BRi < -0.027$	$-0.027 < BRi < 0.126$	$0.126 < BRi < 0.587$	> 0.587

2 结 语

对以上大气稳定度分类方法不难看出,不同的方法有各自的优缺点。基于常规气象资料的方法判断稳定度,如 Pasquill 法利用常规观测的风速、云量、日射程度判断稳定度较为简便,但此种方法主要是针对开阔平坦乡村地区,如根据城郊气象站或飞机场气象站的气象观测资料而言的,未考虑特殊的下垫面,如城市、山地、水面等的动力和热力状况,只能半定量地给出稳定度扩散级别,在使用中有一定局限性。边界层湍流参量方法能反映出风速和温度

等动力因子和热力因子对稳定度的作用。通过计算不同高度的 Ri 和 BRi 的分级标准,此类方法可以用在判定大气稳定度的垂直分布,有助于研究不同高度的大气稳定度对污染扩散的影响。

参考文献:

- [1] 周淑贞,张如一,张超. 气象学和气候学(第三版)[M]. 北京:高等教育出版社,2004. 15-17.
- [2] 蒋维楣,孔鉴泞,曹文俊,等. 空气污染气象学教程[M]. 北京:气象出版社,2004. 1-16.
- [3] Pasquill F. The estimation of the dispersion of windborne material [J]. Meteo Mag, 1961, 90: 33-49.

- [4] Turner D B. A diffusion model for an urban area[J]. *J Appl Meteo*, 1964, 3:83-91.
- [5] 国家技术监督局, 国家环境保护局. 制定地方大气污染物排放标准的技术方法(GB/T 13201-91)[M]. 北京: 国家标准出版社, 1992.
- [6] Ludwig F L. Comparison of two practical atmospheric stability classification schemes in an urban application[J]. *J Appl Meteo*, 1976, 15:172-176.
- [7] 曹文俊, 朱汶. 大气稳定度参数的计算方法及几种稳定度分类方法的对比研究[J]. *中国环境科学*, 1990, 10(2):124-147.
- [8] 曹文俊, 朱汶, 王蓓蕾. 重庆冬季大气边界层湍流扩散能力的初步研究[J]. *大气科学*, 1994, 18(2):243-251.
- [9] 李智边. 几种大气稳定度分类法的适用性研究[J]. *环境科学研究*, 1990, 3(2):14-21.
- [10] 杨洪斌, 刘万军. 4种大气稳定度划分方法的分析比较[J]. *辽宁气象*, 1995, (3):30-31.
- [11] 刘强, 何清, 杨兴华, 等. 塔克拉玛干沙漠腹地冬季大气稳定度垂直分布分析[J]. *干旱气象*, 2009(4):308-313.
- [12] 毕雪岩, 刘烽, 陈辉, 等. 北京地区大气稳定度垂直分布特征[J]. *热带气象学报*, 2003(增刊):173-179.
- [13] 毕雪岩, 刘烽, 吴兑. 几种大气稳定度分类标准计算方法的比较分析[J]. *热带气象学报*, 2005, 21(4):402-409.
- [14] 陈泮勤. 几种稳定度分类法的比较研究[J]. *环境科学学报*, 1983, 3:357-363.

Summary of Methods About Determination of Atmospheric Stability in Environmental Impact Assessment

LIU Qiang

(Xinjiang Survey and Design Institute of Water Resources and Hydropower, Urumqi 830000, China)

Abstract: Methods about determination of atmospheric stability are divided into two categories. The first one is based on conventional meteorological data, surface wind speed, cloud amount, and sunshine intensity data to determine the atmospheric stability, and this method mainly for flat open rural areas, only using observations from the suburban or airport meteorological station without considering some influences of dynamic and thermal factors of specific underlying surface, such as cities, mountains, water-surface, etc., and making semi-quantitative diffusion level of atmospheric stability. The second one is based on the high-altitude meteorological data, making use of the vertical distribution of temperature and wind velocity, and considering the influence of dynamic and thermal factors on atmospheric stability, in order to better reflect influence of the wind, temperature and turbulence on atmospheric stability.

Key words: atmospheric stability; wind speed; temperature

(上接第 354 页)

Review About the Impact of Meteorology Condition on Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases

MA Shoucun^{1,4}, ZHANG Shuyu², WANG Baojian³, LUO Bin¹

(1. Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; 2. Gansu Provincial Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China; 3. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China; 4. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The researches on medical meteorology, especially the influence of weather or climate on cardiovascular diseases were reviewed by integrating the epidemiology and animal experiments. The causation of the cardiovascular diseases is complex, and meteorological factors can induce the cardiovascular diseases, for example, the cold front, warm front, typhoon and foehn weather would increase morbidity and mortality of cardiovascular diseases, and when the meteorological factors change abruptly, the morbidity of cardiovascular and cerebrovascular diseases would be higher.

Key words: meteorological factors; cardiovascular and cerebrovascular diseases; research advance