# 兰州冬季城市烟雾层辐射效应的观测分析研究\*

# 苏文颖 王海啸 陈长和

(兰州大学大气科学系,兰州 730001)

搞要一冬季兰州城市上空形成浓厚的烟雾层。利用 1990 年 11 月兰州大学和离城市地面 625m 高南山顶的辐射和探空资料,分析和计算了烟雾层的辐射效应。兰州城市烟雾层具有浑浊度系数大波长指数小的特点。对到达地面的太阳辐射有很强的削弱。浑浊度系数最大时,烟雾层内的平均加热率为 6.16 C/d,。大气层对各波段的消光强弱不同,对可见光削减最大。同时烟雾层使到达兰州地面的大气逆辐射比南山顶增加 5.2%,总的入射辐射比南山顶小 5.6%,地面辐射差额比南山顶小 67.8%。烟雾层的存在增加了城市边界层的稳定性。

关键词 城市烟雾层,兰州市,大气污染,消光率,长波辐射,短波辐射,地面辐射差额。

# 」 兰州市概况

兰州市位于青藏高原东北侧的河谷盆地之中。冬季由于天气形势稳定,河谷中风速很小,加上冬季居民取暖用煤量增加,使市区上空大气环境质量恶化。据1989、1990 2年观测,冬季兰州市上空存在一个明显的烟雾层,几乎整日不散,平均高度在600m左右。利用1990年11月进行

的一次辐射观测资料(表 1)分析了兰州冬季城市烟雾层的辐射效应。表 1 中兰州大学测点(简称兰大)位于市区中心,海拔高度为 1525m,与南山顶测点的垂直高度差为 625m,相当于兰州市区烟雾层的平均高度。观测前后对仪器进行了比对。观测期间,29 日有冷锋过境,其余各天均为晴天。

表 1 1990年 11月的观测资料

測点	观测内容	观测频数	观测日期
当大	总辐射 直接辐射 反射辐射	1/1 <b>0</b> min	23-30 日
南山顶	总辐射 直接辐射 反射辐射	1/10min	28-30 日
"大	地面放射的长波辐射 大气逆辐射	1/10min	23-30 日
有山顶	地面放射的长波辐射 大气逆辐射	1/1 <b>0</b> min	28-30 日
"大	气压,温度,风向,风速,露点温度	1/2h	23-30 日
"'大	波长大于 0. 3, 0. 4, 0. 5, 0. 6, 0. 7μm 的直接辐射	1/1 <b>0</b> min	23-30 日

#### 2 烟雾层短波辐射特征

#### 2.1 大气浑浊度特征

大气浑浊度是表示大气中气溶胶含量的大气光学参数,定义为由气溶胶引起的整个垂直气柱内的光学厚度 ral。根据 Ångström (1964)提出的大气气溶胶光学厚度随波长的变化可以写为:

$$\tau_{\alpha} = \beta \lambda^{-\alpha} \tag{1}$$

式中, $\lambda(\mu m)$ 为波长, $\beta$ 为 $\lambda$ ngström 浑浊度系数, $\alpha$ 为取决于散射粒子大小分布的波长指数。

利用兰大分光直接辐射资料,按(2)公式:

$$I_{\lambda} = I_{\lambda 0} \cdot e^{-\tau_{\lambda} \cdot m}$$

(2)

可以给出不同波长的整层大气光学厚度 τ<sub>2</sub>。式中 m 为大气质量数,由 Kasten 经验公式计算得到: I<sub>1</sub>,为 λ 波长的辐射强度观测值; I<sub>20</sub>为大气上界中心波长 λ 附近小光谱间隔中平均太阳辐射强度。

由式(2)所计算出的 r<sub>4</sub> 为整层大气的光学 厚度,需将气体吸收和分子散射造成的光学厚度 减去方为所需求的气溶胶光学厚度 r<sub>44</sub>。由于水

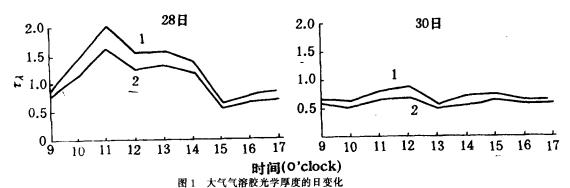
国家自然科学基金资助项目 1993年3月8日收到修改稿

汽和 CO2 的吸收带主要位于红外区,O2 和 O3 的 吸收带又主要位于紫外区,因而选择波段处于可 见光范围的 0.45μm 和 0.55μm 两个波长,则这 些吸收气体的影响可以忽略不计。由空气分子散 射引起的光学厚度由下式计算(1):

$$\tau_{\lambda R} = P/P_0.00838\lambda^{-(3.916+0.074\lambda+0.050/\lambda)}$$
 (3)

式中,P 为测点气压;P。表示海平面气压,等于 1013. 6hPa.

由式(1)、(2)、(3)计算得出 1990 年 11 月 28 日和 30 日兰州整层大气气溶胶光学厚度和 整层的  $\alpha$  和  $\beta$  平均值。



1. 0.  $4/\mu m2$ . 0.  $55\mu m$ 

度的日变化,可见 т山具有明显的日变化,且变化 0.796,比1989年12月兰州观测所得结果小8. 幅度大。与毛节泰[2](1983)观测到的北京地区 5%\*。这主要是由于 29 日冷锋过境,30 日大气 的光学厚度日变化相比, 兰州冬季的光学厚度远 相对清洁引起气溶胶平均光学厚度减小。兰州地 大于北京,且其极值出现在 10—12 时之间,比北 区 0.55 μm 处的光学厚度与法国南部受 Saharan 京极值出现的时间约超前 2-3h。在波长为 0.

图 1 给出了 28 日和 30 日大气气溶胶光厚`55μm 处兰州整层大气气溶胶平均光学厚度为 沙尘影响的光学厚度接近[3]。

表 2 兰州整层大气 α 和 β 平均值

时间(o'c	ock)	9	10	- 11	12	13	14	15	16	17	平均
00.11	α	0.706	1.005	1.070	1.000	0.846	0. 891	0. 881	0.905	1.060	0. 929
28 日 β	β	0.545	0.657	0.875	0.708	0.804	0.690	0. 323	0.379	0.361	0.594
00 [1	α	0.886	1. 134	1.005	1. 219	0.960	1. 204	0. 905	0.592	0.856	0.973
29日	β	0.336	0. 254	0.347	0.322	0. 253	0.260	0. 339	0.363	0.301	0.308

天的整层大气浑浊度系数平均值高达 0.451,而 波长指数为 0.951,比波长指数平均值 α=1.3 小 26.8%。王尧奇等印得到兰州整层大气波长 指数平均为 0.82,可见兰州冬季大气中大粒子 所占比重是很大的。冷锋过境前(28日),浑浊度 系数高达 0.594 而冷锋之后(30 日), 浑浊度系 数显著降低仅为 0.308。可见冷锋对清洁大气有

# 2.2 烟雾层短波辐射特征

明显作用。\*

为了讨论烟雾层对太阳辐射的影响,分别对 兰大和南山顶两测点的地面直接辐射 DIR',向 下散辐射 SR 及总辐射 TR=DIR'+SR 求同时

由于烟雾层对太阳辐射的削减,冬季到达兰 大地面的直接辐射平均比南山顶少 155. 2W· m-2,即比南山顶小 49.5%。到达地面的散射辐 射因烟雾层的散射作用而使兰大比南山顶多 28.0W·m²,即增加了21.8%,部分补偿了由于 烟雾层对直接辐射的削减而使到达地面的总辐 射减小。但由两测点的总辐射差值仍可看出兰大 接收的总辐射比南山顶的少 127. 2W·m-2,即

王海啸、黄建国、陈长和,城市气溶胶对太阳辐射的影 响以及在边界层温度变化中的反映,气象学报(待发 表)。

小 30.7%。兰州冬季烟雾层对总辐射的削减约 为加拿大 Hamilton 市工业区的 2.5 倍<sup>[4]</sup>,约为 相当可观的。被削减的太阳辐射能一部分被气溶 美国中部地区的 4 倍[5]。

兰州冬季城市烟雾层对太阳辐射的削减是 胶粒子吸收,从而使烟雾层升温。

## 2.3 烟雾层的短波加热率

表 3 兰大和南山顶冬季到达地面的辐射情况(Wm<sup>-2</sup>)

时间(	o'clock)	10	11	12	13	14	15	16	平均
DIR'	"大	50. 7	136.8	173.8	204. 2	231.8	213. 5	98. 1	158. 4
IMK	南山顶	201.1	330.1	409.2	408.8	386. 4	266.7	193. 1	313.6
SR	"大	87.5	139.3	163.8	163.0	147.1	108.1	89.6	128.4
SK	南山顶	109.9	101.4	99.3	101.2	98.6	129.3	63.4	100.4
T.D.	生大	138. 2	276.1	337.6	367.2	378.9	321.6	187.7	286.8
TR	南山顶	311.0	431.5	508.5	510.0	485.0	396.0	256. 5	414.0

为计算烟雾层的短波加热率,必须对气溶胶 对太阳辐射的散射作某种假定[6]:气溶胶粒子的 逆散射消光分量大约是总散射消光系数的 10%。令 ΔSR 为低层大气中粒子的向前散射分 量,根据假定,则该层大气中粒子对太阳辐射散 射的总消光为:

 $\Delta SR' = 10/9\Delta SR = 10/9(SR_L - SR_N)$ 低层大气对太阳直接辐射的削减量为:

$$\Delta DIR' = \Delta DIR \cdot Sinh$$

$$= (DIR_{N} - DIR_{L}) \cdot Sinh \tag{5}$$

 $SR_{L}$ ,  $SR_{N}$  中角标 L, N 分别表示兰大和南山顶 测点。而气溶胶粒子对太阳辐射的吸收为:

$$\Delta S(a)_{abs} = \Delta DIR' - \Delta SR'$$
 (6)  
事实上, $\Delta S(a)_{abs}$ 不仅只是气溶胶粒子对太阳辐射的吸收,也包括烟雾层内水汽吸收、臭氧吸收和分子散射。

利用 Möller 经验公式计算水汽对太阳辐射 的吸收(7):

$$\Delta S(H_2O) = 0.172 (mu)^{0.303}$$
 (7)  
式中,m 为大气质量数,u 为烟雾层内平均含水  
量,用兰州 1990年 11月 28日和 30日探空资料  
计算。结果表明,冬季正午时刻(北京时 13 时),  
水汽对太阳辐射的吸收仅占总削减量的 2.5%,

所以水汽的影响是可以忽略的。主要考虑近地面

600m 烟雾层的加热率,而臭氧主要存在于距地 25km 的平流层,故在烟雾层中可以忽略。近地 面 600m 范围内的分子含量仅占整层大气分子 含量的极小部分,故分子散射对烟雾层内太阳辐 射的削减亦可忽略。因而可以认为  $\Delta S(a)_{ab}$  是气 溶胶粒子对太阳辐射的吸收。烟雾层的平均加热 (4) 率由下式计算:

$$\frac{\partial T}{\partial T} = \frac{g}{C_0} \frac{\Delta S(\vartheta)_{abs}}{\Delta P} \tag{8}$$

式中,ΔP 为两测点的气压差,利用系留资料得烟 零层厚度平均为62kPa。

表 4 给出了依据公式(8)所得到的 28 日和 30 日烟雾层的逐时加热率。可见 28 日冷锋过境 之前烟雾层最浑浊时,平均加热率为 6.16 °C/d。 图 2 绘出了 28 日 09 时至 17 时的温度廓线,由 图可见 09 时至 17 时 600m 处的增温达 8.3 °C。 兰州冬季混合层的平均高度为 400m,混合层内 的温度变化主要是由地面加热引起的,而混合层 以上的增温与辐射加热有密切关系。辐射加热率 与 600m 处的增温在数值上也较接近。王海啸等 利用 1989 年 12 月观测资料采用二流近似辐射 模式计算得到的加热率为 6.4℃/d。与本文所得 结果接近。

表 4 烟雾层的平均加热率(C/h)

ान्नी (o'clock)	10	11	12	13	14	15	16	17	平均
28 H	0.92	1.23	1.28	1.13	0.82	0.34	0.35	0.12	0.77
30日	0.56	0.48	0.57	0.41	0. 32	0.32	0.40	0.17	0.40

# 3 大气层对各波段的消光

为研究大气层对不同波段的消光,将所测光 谱范围划分为3段:紫外段(λ<0.4μm)、可见光 段 $(0.4 < \lambda < 0.7 \mu m)$ 、近红外段 $(\lambda > 0.7 \mu m)$ 。利 用分光辐射资料计算出 25 日至 30 日各波段的 辐射通量,各波段大气外界的太阳辐射强度值取 自《大气辐射学》(刘长盛,刘文保,1990)。其中取 太阳常数为 1353W·m-2。在大气上界紫外段, 可见光段和近红外段范围内辐射入射分别占太 阳常数的 8.73%、38.15%和 53.12%。

消光率和浑浊度系数 β 的日变化。大气层对可见 光部分的消减最严重,对紫外线部分的影响最 小。就时间变化而言,日出时对各波段的消光都

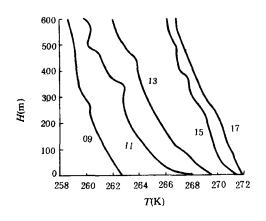


图 2 28日09时-17时温度廓线

图 3 绘出了 25 日和 26 日大气层对各波段 很大,之后都有所减小,其中紫外部分减小最为 迅速,到午后(13-15时)达到最小,而后逐渐回 升,日落时又达到与日出时相当的消光程度。总 之,大气层对各波段的消光都非常显著。

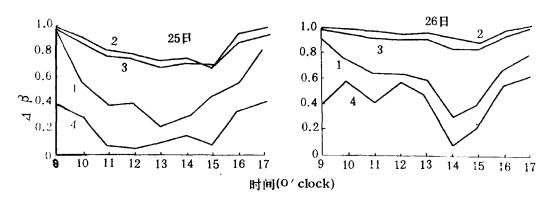


图 3 大气层消光率 Δ 及浑浊度系数 β 的日变化 1. 紫外光 2. 可见光 3. 红外光 4. 浑浊度系数

由图 3 可见,浑浊度系数 β 与各波段的消光 有较好的相关。利用兰大测点7个时次40组和 42 组资料分别拟合紫外、可见光和近红外部分 的消光率  $\Delta$  与  $\beta$  的关系, 分别得如下公式:

$$\Delta u = 0.414\beta + 0.259$$
 (9)

$$\Delta v = 0.198\beta + 0.794$$
 (10)

$$\Delta i = 0.225\beta + 0.724$$
 (11)

相关系数分别为 0.393、0.529、0.504。

则40组和42组样本的相关系数应分别大于射的放射,使到达兰大的大气逆辐射日平均通量

分别大于 0.401 和 0.393。可见大气层内气溶胶 粒子对各波段的消光程度与浑浊度系数呈正相 关,随β增大而增大。

#### 烟雾层的长波辐射效应

# (10) 4.1 烟雾层的长波辐射效应

取兰大和南山顶两测点的整点时刻长波辐 射资料,计算出 28 日和 30 日两测点的大气逆辐 从统计学角度来说, 若选取置信度为 5%, 射的日平均通量值见表 5。烟雾层增加了长波辐 0.312和0.304;若取置信度为1%,则相关系数应 平均比南山顶大 12.5W·m<sup>-2</sup>,即比南山顶增加

#### 5.2%.

地面上的长波净辐射通量密度  $F_{NO}$ 一般称为地面有效辐射:

$$F_{NO} = F^{\dagger}(O) - F^{\dagger}(O) \tag{12}$$

图 4 绘出了 28 日和 30 日兰大和南山顶两 测点的地面有效辐射。可见两处地表面都有长波能量净支出,但 28 日冷锋过境前,兰大测点的有效辐射比南山顶小 18.8%,而 30 日冷锋过境后 兰大比南山顶小 15.6%。

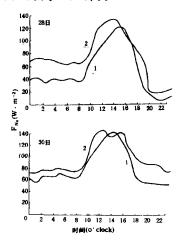


图 4 有效辐射日变化 1. 兰大 2. 南山顶

# 4.2 烟雾层平均吸收率及冷却率

利用兰大和南山顶两测点的大气逆辐射资料和兰大系留探空资料,并假定烟雾层是吸收率为 ε 的灰体。由下式:

$$F^{\downarrow}(O) = F^{\downarrow}(H)(1-\varepsilon) + \varepsilon \sigma T_{a}^{4}$$
 (13)

可计算烟雾层的平均吸收率:

$$\varepsilon = \frac{F^{\dagger}(O) - F^{\dagger}(H)}{\sigma T_{s^{\dagger}} - F^{\dagger}(H)}$$
 (14)

式中, $\sigma$ 为 Stefan-Boltzman-常数,T。为烟雾层大气平均温度,取系留探空资料 300m 处的温度。

由式(14)计算的吸收率包括烟雾层中水汽、吸收气体和气溶胶的总吸收率。水汽吸收率可由下式计算<sup>(8)</sup>:

A<sub>w</sub>=2.9u/[1+141.5u]<sup>0.635</sup>5.925u〕 (15) 式中,u 为平均含水量,可利用探空资料计算。将 平均含水量 u,水汽吸收率及其对烟雾层平均吸 收率的贡献列于表 5 中。可见水汽吸收率对平均 吸收率的影响甚微,可以忽略。臭氧在近地面处 含量极微位于 9.6um 处的吸收波段对于近地面 长波辐射的影响更小,故亦可忽略<sup>(9)</sup>。600m 烟雾 层内 CO<sub>2</sub> 的含量仅占大气中 CO<sub>2</sub> 总量的很小一 部分,所以其对吸收率的影响也可忽略。故由式 (14)所得的吸收率可近似认为是烟雾层内气溶 胶的吸收率。28 日和 30 日烟雾层的平均吸收率 列于表 5 中

表 5 兰大和南山顶的辐射和吸收情况

时间	大气逆辐射(V 兰大	W • m <sup>-2</sup> ) 肾山顶	平均含 水量(cm)	平均吸 收率 ε	水汽吸 收率 AW	AW/ε (%)
28 日	274.3	263. 9	0.003	0.21	0.007	3. 3
30 日	207.3	192. 7	0.001	0. 17	0.003	1.8

Grassl(1973)给出了计算辐射冷却率的公式<sup>(9)</sup>:  $\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\rho C_{\rho}} \frac{dF}{dh} = \frac{1}{\rho C_{\rho}} \frac{\Delta F}{\Delta h}$  (16)

式中 $\rho$ 为空气密度;C。为定压比热; $\Delta h$  为兰大测点与南山顶测点的高度差,取为 600m; $\Delta F$  为 600m 烟雾层内净长波辐射支出,由下式计算:

$$\Delta F = F^{\dagger}(O) - F^{\dagger}(O) + F^{\dagger}(H) - F^{\dagger}(H)$$

(17)

式中, $F^{\dagger}$ (O)、 $F^{\dagger}$ (H)、和  $F^{\dagger}$ (O)均已知,利用已 计算出的吸收率  $\varepsilon$  可以求得:

$$F^{\dagger}(H) = F^{\dagger}(O)(1-\varepsilon) + \varepsilon \sigma T_{\sigma}^{4}$$
 (18)

表 6 给出了依据式(16)计算所得的 28 日和 30 日的冷却率。28 日的平均冷却率为 0.043 ℃/h,即 1.032 ℃/d;30 日冷锋之后冷却率增大到 1.224 ℃/d。与短波加热率相比,长波辐射冷却率小得多。由于温度变化受多种因素影响故局地的烟雾层加热与冷却的差异并不能代表局地的温度变化。

表 6 大气冷却率(℃/h)

时间 (o'clock)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	平均
28 日	0.014	0.062	0.034	0.036	0.052	0.063	0.017	0.032	0.117	0.063	0.014	0.016	0.043
30 日	0.083	0.053	0.060	0.049	0.014	0.031	0.015	0.019	0.86	0.100	0.070	0.033	0.051

# 5 地面辐射平衡

取 28 日和 30 日兰大和南山顶两测点整点时刻太阳总辐射和大气逆辐射观测值并求平均,

表 7 给出了两测点的大气逆辐射、总辐射和入射辐射的日总量及平均值。兰大测点大气逆辐射比南山顶大5.2%,太阳总辐射比南山顶小26.9%,总的入射辐射比南山顶小5.6%。

表 7 兰大和南山顶两测点的大气辐射情况(J·m<sup>-2</sup>)

日期	<u>大气</u> ; 兰大	逆辐射 南山顶	<u>总</u> 兰大	福射 南山顶	<u>入射</u> 兰大	福射 南山顶
28 日	2. 37×10 <sup>7</sup>	2. 28×10 <sup>7</sup>	6.79×10 <sup>6</sup>	1.01×10 <sup>7</sup>	3. 05×10 <sup>7</sup>	3. 29×10 <sup>7</sup>
30 日	$1.79 \times 10^{7}$	1.66 $\times$ 10 <sup>7</sup>	8. $70 \times 10^6$	$1.11 \times 10^{7}$	2.66 $\times$ 10 <sup>7</sup>	2.77 $\times$ 10 <sup>7</sup>
平均	2. $08 \times 10^7$	1. $97 \times 10^7$	$7.75 \times 10^{6}$	$1.06 \times 10^{7}$	2.86 $\times 10^{7}$	3. $03 \times 10^7$

为进一步研究兰大和南山顶两测点长短波辐射交换的总收入与支出能量的差值,有必要计算地面的辐射差额:

$$B = TR(1-R) - F_{NO} \tag{19}$$

式中,TR 为总辐射, $F_{NO}$  为地面有效辐射,R 为地面的短波反射率。利用两测点的辐射资料计算得到兰大 2d 的反射率平均值为 0.18,南山顶的 0.22。由式(19)计算 28 日和 30 日 2d 的平均地面辐射差额日总量,兰大为 5.34×10 $^{6}$  J·m<sup>-2</sup>,南山顶为 1.66×10 $^{6}$  J·m<sup>-2</sup>,即南山顶的地面辐射差额比兰大的大 67.8%。Oke(1987)得出城乡之间的净辐射相差 9.2% [10]。

由于烟雾层的辐射效应,使城市地面所接收到的辐射能减小,并且气溶胶粒子吸收太阳辐射能而使烟雾层加热。故烟雾层的存在增加了城市边界层(UBL)的稳定性。而 UBL 稳定性的增加,又进一步阻碍了污染物质的扩散,使近地面的污染物浓度增加,结果在温度结构和污染物浓度之间建立了反馈。

图 5 给出了兰大和南山顶两测点的地面辐射差额的日变化。28 日和 30 日南山顶的地面辐射差额分别比兰大的大 73.6%和 32.2%。可见大气越浑浊烟雾层对地面辐射差额的削减越严重。

#### 6 结论

(1)冬季兰州城市上空污染十分严重, 浑浊

度系数平均值高达0.451,波长指数平均为0.951,大粒子所占比重较大。

- (2)由于烟雾层的影响,使到达兰大地面的 太阳总辐射比南山顶少 30.7%。污染最严重时 烟雾层平均加热率达 6.16℃/d。
- (3)大气层对各波段的消光程度与β呈线性相关,利用观测资料拟合得到:

$$\Delta u = 0.414\beta + 0.259$$
  
 $\Delta v = 0.198\beta + 0.794$ 

$$\Delta i = 0.225\beta + 0.724$$

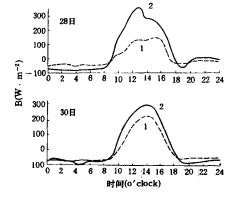


图 5 地面辐射差额日变化 1. 兰大 2. 南山顶

- (4)烟雾层使到达兰大的大气逆辐射比南山顶大 5.2%。烟雾层引起的辐射冷却率最大为1.224℃/d,与短波加热率相比要小得多。
  - (5)烟雾层使到达兰大的总入射辐射比南山 (下转第57页)

女几乎各半,尿砷含量比原来增加 1.08-8.73 倍。从表 6 可以看出,Braman1973 年指出,人尿中有机态胂含量占其总量的 50%—92%,有机态 胂中 DMAA 又占其总量的 66%<sup>(5)</sup>。 Crecelius1977 年指出,一名饮用含 0.2mgAs(V)井水的人,10h后,其尿中无机砷浓度提高 5 倍,10—70h 尿中 DMAA 的浓度提高 5—10 倍<sup>(14)</sup>。就是说人体代谢过程可使无机砷甲基化,可使MMAA 进一步甲基化而生成 DMAA。所以不少学者认为 DMAA 是砷在人体和高等动物体内代谢的最终产物。大量的实验资料说明,海洋动植物体内砷含量较高,但一般不表现毒性或毒性很低。长期而大量食用有无潜在危害,尚待进一步研究。

表 5 食用海产品前后尿砷含量测定结果19

编号의	As(µ	ıg/ml)	646.1 44
· 种 与	食前	食后	增加倍数
1	0.069	0.091	0.30
2	0.024	0.151	4. 43
3	0.033	0.192	4. 20
4	0.021	0.114	4. 18
5	0.038	0.114	1.99
6	0.066	0. 226	5.88
7	0.029	0. 283	8. 73
8	0.038	0.113	1.08
9	0.025	0.181	6. 71

- 1)在食用海产品前曾食用不同数量的高砷食物
- 2)1-4 号为男性(20-30 岁);5-9 号为女性(22-27 岁)

表 6 人尿中几种形态砷的含量测定结果(ng/ml)

尿样	AS( )	AS(V)	MMAA	DMAA	AS(总)							
男(28岁)尿	<0.1	0.84	0.61	8, 9	10. 4							
男(27岁)尿	5. 1	7. 9	2.5	10.4	25. 9							
男(42岁)尿	< 0.5	2. 4	2, 4	25. 2	30. 0							
女(40 岁)尿	2. 4	4.3	1.8	15. 5	24.0							

摘自 Braman(1973)

# 3 结论

- (1)污染土壤中的砷,不管是水田还是旱地都以无机砷为主,其中又以 As( V )为主。
- (2)我国渤海水中砷含量 5.0—6.9ng/ml, 其中以有机态胂为主。
- (3)渤海动物体中的砷以有机态胂为主,可占其提取总量的 85%以上,其中以 MMAA 为主,其含量为 DMAA 的几倍至几十倍。
- (4)海洋生物体可上千倍地富集环境中的 砷,其含砷量远远大于陆地生物体的砷含量。
- (5)人体随食用海产品数量的增加,尿砷含量成倍至几倍的增加。尿砷中以有机态胂为主,有机态胂中又以 DMAA 为主。

# 参考文献

- 1 Bishop R F, Chisholm D Can. J. Soil Sci. 1962, 42:77
- Woolson E A, Axley J H and Kearney P C Soil Soi. Soc. Amer. Proc. 1971 35:938
- 3 Samuel A Amankwah and James L Fasching. Talanta. 1985, 32 (2):111
- 4 Takamatsu T. Soil Sci. 1982, 133(4): 239
- 5 Braman R S, Foreback C C. Science. 1973 182:1247
- 6 Yasui A, Tsutsum C, Toda S. Agric. Biol. Chem. 1978, 42: 2139
- 7 Lunde G.J. Sci. Food Agr. 1973b, 24: 1021
- 8 Mc Bride B C, Wolfe R S. Biochemistry, 1971, 10:4312
- 9 Chapman A C. Analyst. 1926, 51:548
- 10 Lund G. Acta Chem. Scand. 1973, 27:1586
- 11 Lund G. Environ, Health Perspectives. 1977 19:47
- 12 Maher W A. Talanta. 1983,30 (7):534
- 13 Lunde G. J. Sci. Food Agric. 1975, 26:1247
- 14 Crecelius E A. Environ. Health Perspect. 1977b, 19:147
- 15 李生志等。中国环境科学。1983,3(2):65

# (上接第 47 页)

顶减少5.6%,使地面辐射差额比南山顶小67.8%。烟雾层的存在增加了UBL的稳定性,在温度结构和污染物浓度之间建立了反馈。

# 参考文献

- 1 王尧奇等。髙原气象。1984,1:84。
- 2 毛节泰等。气象学报。1983,41:321。
- "3 Deuze J L et al. . J. Appl. Met. . 1988, 27:680.

- 4 Rouse WR and McCutcheon J. J. Appl. Met. 1973, 13:798.
- 5 Ball R J and Robinson G D. J. Appl. Met. . 1982, 21:171.
- 6 中国科学院地理研究所气候变化组编译。气候变化若干问题。北京:科学出版社,1977:108。
- 7 沈志宝等。高原气象。1984,1:74。
- 8 王永生等。大气物理学。北京:气象出版社,1987:175。
- 9 Grassl H. Tellus. 1973, 25:386.
- 10 Oke T R. Boundary layer climates. 2nd edition, London: Methuen Co., 1987; 284.

Based on the property of the banknote printing effluent studied, the polysulfone blend hollow fiber menbrane with single skin was choosen. The technical parameters of ultrafiltration, such as operating pressure, curent velocity, temperature and cleaning reagent, procedure were determined. The results show that when the process operated at an enter pressure of 0.17MPa, recycle feed temperature of about 40°C and a curent velocity of about 2.7m/s, the flux could be 50-60L/m · h. Normally the permeate rate can be restored better only through a simple cleaning with the permeate. When the permeate rate ca was declined sianificantly, a chemical cleaning would be necessary to be taken at a temperature below 70°C. The cleaning period was at least 7 days.

Key words: hollow fiber menbrane, printing banknote effluent, ultrafiltration, wastewater recycle.

Treatment of High Concentration Copper-COD Wastewater. Zhang Zhongyan et al. (Shanghai University of Technology): Chin. J. Environ. Sci., 14(4), 1993, pp. 37—41

A combined chemical coagulation-biological fluidized bed process has been used to investigate the treatment of wastewater in which the concentrations of copper and COD are 1700-3800 mg/L and 3900-5400 mg/L, respectively. The relations between the copper and COD removal rates and the technical conditions of the process, such as retention time, load in influent water, the ratio of gas to water etc. for the fluidized bed, pH and coagulant dosages etc. for coagulation process, have been determined. The results show that the above combined process is the effective one for high concentration copper-COD wastewater. Under the optimum conditions, the copper and COD concentrations in the effluent can be less than 0.82 mg/L and 180 mg/L respectively, and the total removal rates can be obtained of up to 99.97% for copper and 95% for COD.

**Key words:** chemical coagulation, fluidized bed, copper, organic wastewater, wastewater treatment.

Observation and Analysis on the Radiative Effects of the Lanzhou Winter Urban Smog Layer. Su Wenying et al. (Department of Atmospheric Science, Lanzhou University, Lanzhou 730001); Chin. J. Environ. Sci., 14(4), 1993, pp. 42—47

In winter, there is a dense smog layer over Lanzhou city. In this paper, use the radiative and sonde data obtained in December 1990 at Lanzhou University and at the top of the South-mountain which is 625 m high to analyse and calculate the radiative effects of the smog layer. The Lanzhou urban smog layer is characterized by a high turbidity coefficient and a low wave length exponent, and decreases the solar radiation significantly. The average heating rate of the smog layer is 6.16 °C/dvwith maximum turbidity coefficient. The smog layer has different extinctions to different wave intervals and has a strongest extinction to the visible part. The smog layer causes the counter radiation reaching Lanzhou surface 5.2% more than that of the South-mountain, total incoming radiation is 5.6% less than that of the South-mountain, and surface radiation balance is 67.8% less than that of the South-mountain. The existence of the smog layer increases the stability of the urban boundary layer. Key words: urban smog layer, short-wave heating, long-wave cooling rate, extinction coefficient, surface radiation balance.

Application of the Face Graph and Geo-accumulation Index

Method to the Comprehensive Assessment of Pollution by Heavy Metals in Sedimdent. Zhao Zhijie wt al. (Department of City and Environmental Science, Peking University, B eijing 1000871): Chin. J. Environ. Sci., 14(4), 1993, pp. 48—52

Based on the sedimentation principles and environmentally chemical characteristics of heavy metal, and using internationally new methods on heavy metal pollution assessment with multi-variable graph expression—face graph, a synthtical assessment study has been made on the state of heavy metal pollution and geo-accumulation of heavy metals in Taizi river sediment in Benxi reach. The results indicated that the state of heavy metal pollution of Taizi river in Benxi reach is very serious, and appropriate counter measures should be taken.

Key words: multi-variable graph——face graph, heavy metal pollution, geo-accumulation index.

Study on Arsenic Speciation in the environment. Wang Chunxu, Li Shengzhi et al. (Hebet Normal University, Shijiazhuang 050016); Chin. J. Environ. Sci., 14(4), 1993, pp. 53—57

Different arsenic species in soils, sea waters, marine organisms and urine are determined by using the hydride generation-electrothermal quartz furnace-atomic absorption spectrometry. The results indicates that the inorganic arsenic is a major part of arsenic in soils and As (V) is major part of inorganic arsenic. Methylated arsenic species is important in sea waters and urine. Moreover MMAA and DMAA are significant fractions in marine organisms.

**Key Words:** electrothermal quartz furnace, Atomic absorption spectrometry, arsenic species.

A Study on the Natural Mineral Manganese Catalytic Oxidation Process for the Treatment of Sulfur-bearing Wastewater. Chen Tianhu, Wang Jiaquan. (Hefei University of Technology, Hefei 230009); Chin. J. Environ. Sci. 14(4),1993,pp. 58—61

A cheep natural mineral manganese was used as a catalyst to catalytically oxidate sulfur-bearing wastewater at the ambient temperature and pressure. When the wastewater has a sulfur concetration of 100—400mg/L, and is treated in a 101 reactor at oH 9 10, with an air flow of 0. 1m³/h and a catalyst dose of 100—150mg/L for 4 hours, the removal of sulfur from wastewaster reaches 94%—98%. As compared with the similar process without catalyst, the present process has a reduced air volume and time for aeration, about 30% reduction in energy consumption, and about 20% reduction in treatment cost. The results show that Using this King of cheep natural mineral manganese as a catalyst to catalytically oxidate sulfur-bearing wastewater is an effective method.

Key words: natural mineral manganese, catalytic oxidation, sulfurbearing wastewater.

An Anaerobic Reactor for the treatment of Organic Wastewater Containing High Suspended solids. Shen Lixian et al. (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037); Chin. J. Environ. Sci., 14(4), 1993, pp. 62—65

The reactor used in this study combined the features of UASB and two-phase digestion reactors. Acidification, methanogenesis digestion and settling clarification are effectively integrated in one reactor. The return mixing by produced biogas and the liquid is achieved and no energy and equipment are needed. The problems