

式中: $\frac{\partial c}{\partial x}$ 为某时刻浓度梯度; $\frac{\partial c_0}{\partial x}$ 为平衡时浓度梯度; D_m, D'_m 为扩散系数。

在上述讨论中, 虽然使吸附质脱附的直接因素是由于浓度差变化所致, 但归根结底, 引起这一浓度差变化的仍然是表面生物氧化作用。所以, 这种再生也应称为生物再生。

三、结 论

1. 所进行的活性炭生物再生实验, 从炭的比表面积、碘值、吸附等温线三个指标证明生物能够部分地再生被酚类物质饱和的活性炭。比表面积、碘值再生率分别为 52%、45%。

2. 胞外酶再生假说理论仍然可以用来解释活性炭的生物再生作用。

3. 生物活性炭胞外酶再生假说中所指的“胞外酶”既包括细胞正常生长时能够透过细

胞质膜的酶, 也包括细胞内不能通过渗透作用而离开细胞单独作用的酶(如氧化还原酶)。之所以将后者看成“胞外酶”是因为它们能够通过细胞自溶以及其他生长现象而流出细胞, 进入细胞外系统, 参与对有机物的生物反应。

4. 细胞以及胞外酶可顺利地将活性炭大孔、中孔中可生物降解的物质去除, 但没有充分的证据说明胞外酶能否对微孔部分起作用以及作用多大。但必须指出, 在讨论胞外酶催化作用现象时, 认为胞外酶是球体的观点值得商榷。

5. 生物再生活性炭是一个复杂的多因素过程。在再生过程中, 既有胞外酶的作用, 也有以生物反应为动力的逆浓度梯度脱附作用; 既要考虑细胞正常生长时的情况, 也应注意细胞代谢过程中的一些特殊现象。

大亚湾核电站热排水对底层海水 贫氧现象影响的预测*

林 洪 瑛 韩 舞 鹰**

(中国科学院南海海洋研究所, 广州)

大亚湾位于珠江口东侧, 面积约 600 km², 是一个山地溺谷型海湾, 自然生物丰富。1982—1986 年, 我们对大亚湾的水化环境进行了多航次的综合调查(调查站位见图 1)。著名的大亚湾核电站选址大亚湾的西侧, 目前已经开始动工。本文着重讨论核电站热水排放对这一自然生态环境特征的影响。

一、大亚湾海水季节性分层和 底层贫氧现象

1. 海水季节性分层

1982—1986 年海洋调查各水化要素的观测结果表明, 冬季大亚湾上, 下层海水混合均匀, 垂直梯度很小。春季, 水温的垂直梯度不断增大, 直至夏季形成强大的温度跃层及密度的强跃层。秋季, 海水才重新开始对流混合。各季度温度(T)、盐度(S)、溶解氧(DO)垂直分布, 温度的断面分布分别见图 2、3。

* 国家自然科学基金资助项目(地 85057)。

** 本文的海上调查数据, 由容荣贵、吴林兴、黄西能、王汉奎等提供, 在此一并致谢。

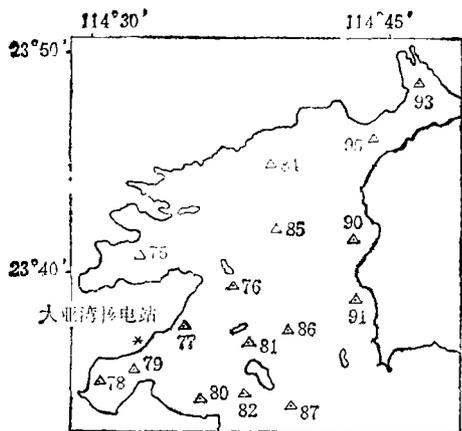


图1 大亚湾海区综合调查站位图(1982—1986)

由计算垂直稳定度 E 的简化式 (小于 100 m 的水层):

$$10^3 E = 10^3 \cdot d\sigma_t / dz$$

其中 σ_t 为条件密度; Z 为深度 (m)。

求得大亚湾 87 站春、夏、秋、冬, 水层的垂直稳定度如表 1。

由表 1 可见, 春季在 5—10 m 出现稳定度最大值, 夏季稳定度最大值上升至 0—5 m。高稳定度的水层如一道天然屏障, 把海水分为上下两层。冬季稳定度出现负值, 说明这时水块有对流混合现象, 跃层消失。

大亚湾水体季节性分层呈年周期变化, 分层时间从 4 月份至 10 月份, 分层的原因是由于春、夏季表面海水升温 and 降盐效应使密度变小, 形成密度不连续面, 温跃层强度春、夏、秋、冬四季分别为 +0.23、+1.22、+0.015、+0.009°C/m。

海水季节性分层, 使上下层海水具有不

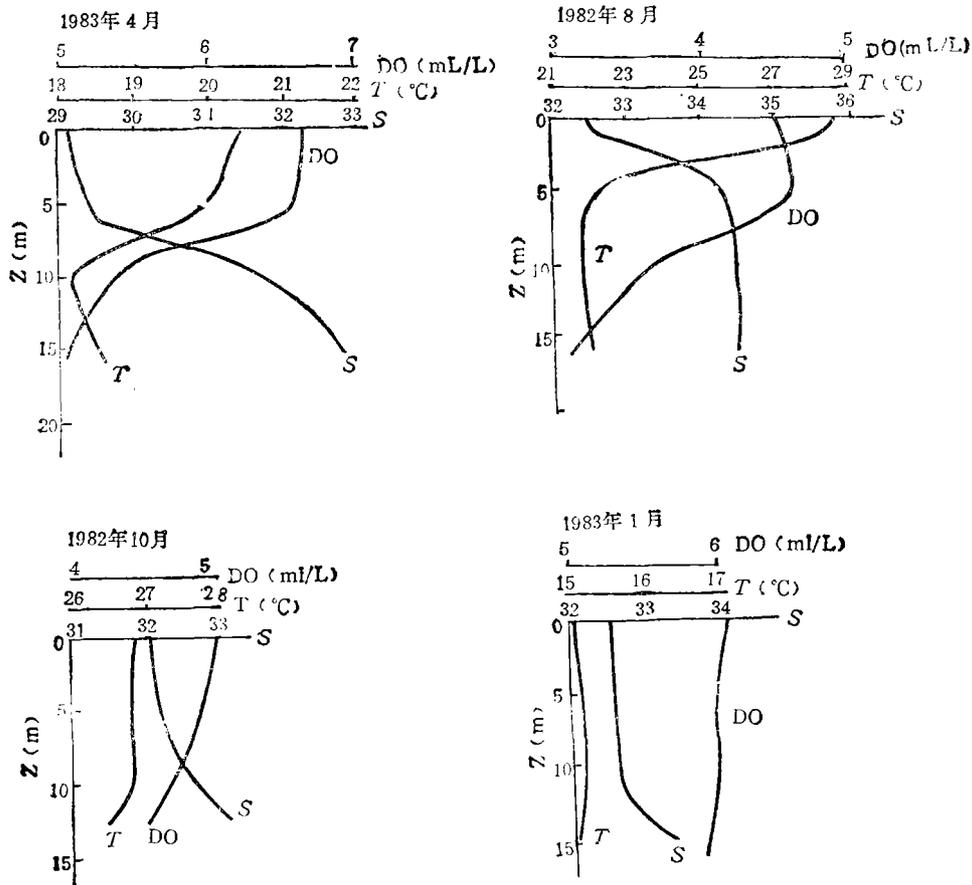


图2 87 站四季 T、S、DO 垂直分布

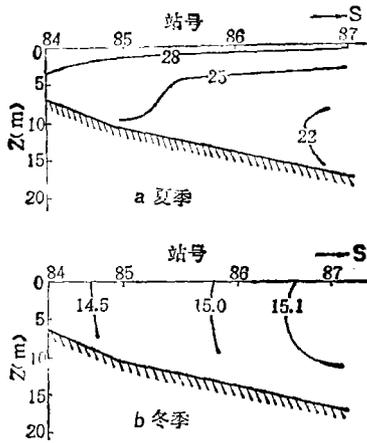


图 3 1982 年冬、夏 T 的断面分布

同的性质。如 1982 年春、夏、秋、冬，表、底层的温度、盐度、溶解氧含量、磷酸盐含量 (PO_4-P) 的平均值如表 2。

2. 底层海水季节性贫氧

DO 的垂直分布充分说明，大亚湾冬季，水深的垂直梯度小，海水混合均匀，表底层的溶解氧值几乎相等。春季开始，随着水温升高，海水的季节性分层出现，使表底层的溶解氧含量有较大的差异。底层海水，由于受到温跃层的屏蔽效应，上、下层海水的交换差，

深层水中的溶解氧被有机物分解消耗后得不到补充，相应地出现季节性的贫氧现象。一般至夏季，贫氧现象最严重，贫氧特征值如表 3。

调查中的底层系指离水底 2 m，按照溶解氧的垂直分布趋势，可以推断，到了海底，溶解氧的含量会更贫乏，要低于 2ml/L。1986 年 8 月现场观测证实了这一推断，沉积物表面海水的溶解氧含量只有 1.81 ml/L。

大亚湾底层水的季节性贫氧周期为一年，氧最小值出现时间从 4 月份至 10 月份。夏季底层水 DO 分布见图 4。

溶解氧是垂直稳定度与初级生产力的函数。因此，底层水的贫氧现象，一则是由于海水季节性分层妨碍海水复氧，二则是由于表层初级生产力的大小影响下沉的有机物量，下沉有机物多则分解消耗底层溶解氧就多。根据溶解氧的消耗与时间的关系： $\partial c_{O_2}/\partial t$ ，由实测资料求得了 4 月至 8 月底层水 DO 的平均消耗率为 0.02 ml/L·d。再利用氧、碳、氮、磷之间的原子比关系^[1] $O_2:C:N:P=127:106:15:1$ ，可推算得，春季到夏季有机

表 1 87 站各季度稳定度 (m^{-1})

$E(m^{-1})$ 深度 (m)	春	夏	秋	冬
0	4.38×10^{-3}	64.6×10^{-3}	1.02×10^{-3}	-0.088×10^{-3}
5	44.6×10^{-3}	6.58×10^{-3}	7.64×10^{-3}	0.438×10^{-3}
10	13.6×10^{-3}	0	5.94×10^{-3}	11.5×10^{-3}

表 2 1982 年各季度表、底层 T、S、DO、 PO_4-P 平均值

平均值 要素	春		夏		秋		冬	
	表层	底层	表层	底层	表层	底层	表层	底层
T(°C)	21.22	19.11	28.40	23.74	27.04	26.95	14.98	14.78
S	26.91	30.19	32.46	34.14	31.94	32.25	32.98	33.29
DO(ml/L)	6.37	5.43	4.50	3.44	4.75	4.43	5.93	5.97
pH	8.24	8.46	8.08	8.07	8.17	8.19	8.30	8.30
$PO_4-P(\mu mol/L)$	0.91	1.52	0.218	1.16	0.48	0.67	0.42	0.47

表 3 底层水溶解氧平均值

时间(年,月)	DO(ml/L)	
	底层平均值	最低值
1982.8	3.44	2.76
1985.7	3.89	2.96
1986.8	3.68	2.73

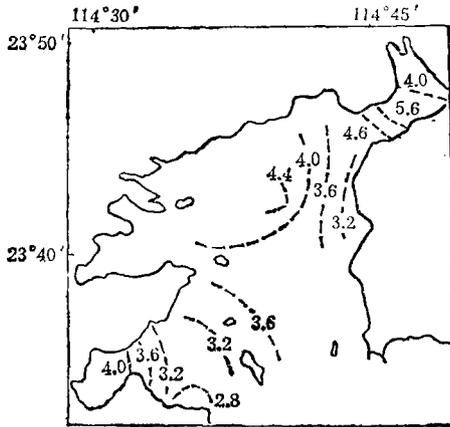


图 4 1986 年夏季大亚湾底层水 DO (ml/L) 平面分布

碳的消耗率为 $89.4 \text{ mg} \cdot \text{C}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。
综合上述，大亚湾的自然生态环境特征之一是海水季节性分层，底层水季节性贫氧。

二、大亚湾核电站热排水加剧海水分层，底层水贫氧更严重

核电站热水排入水体使表层水温升高，将会造成春季表层海水的浮游生物繁殖期提前。浮游生物的大量繁殖，初级生产力得到提高，使下沉的有机物量增大。到了底层，有机物分解消耗更多的氧，底层 DO 得不到补充，贫氧更为严重。

根据热水排放与水体混合的热量平衡关系，计算核电站热水排放的影响范围。假设：

(一) 跃层上下水体混合较弱，上下层海水的热量传递忽略；

(二) 海水受大气散热损失的热量主要分为传导方式和蒸发方式，而蒸发方式与传导方式耗损的热量之比为 9:1，故忽略传导的热量损失。

根据放出的热量与吸收的热量相等，有：

$$c \cdot V \cdot \rho \cdot \Delta t = c \cdot (V_r + V) \cdot \rho \cdot \Delta t' + Q \quad (1)$$

其中， c 为海水比热； ρ 为海水密度； V 为排放的热水体积； V_r 为参加混合的水体体积； Δt 为热(温)排水温度与环境水温之差； $\Delta t'$ 为热水排入水体，水温升高的温度。 Q 为蒸发耗损的热量。海水的蒸发潜热随表面温度的改变略有不同，近似地可视为常数，其值为 2518.08 J/g 。设海水蒸发速率为 K' ，则 $Q = K \cdot K' \cdot S \cdot \rho$ 或 $Q = K \cdot K' \cdot \rho \cdot V_r / h$

这里： K 为蒸发潜热； S 为影响水域的面积； h 为跃层上界深度。由(1)、(2)式整理得：

$$V_r = \frac{c \cdot V \cdot (\Delta t - \Delta t')}{(c \cdot \Delta t' + K \cdot K' / h)}$$

设 $c = 334.94 \text{ J/kg}$ ，热水排出速度为 $100 \text{ m}^3/\text{sec}$ ，按一天 24 h 计算，热水体积 $V = 100 \times 24 \times 3600 \text{ m}^3$ ， $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ ，海水蒸发速率取 Jacobs^[2] 计算的结果 $K' = 0.01 \text{ m/d}$ 。核电站热水排放使水温升高，跃层上方 ($h = 5 \text{ m}$) 参加混合的海水体积计算结果如表 4。

假设排出的热水以夹角 N ，半径为 R 的扇形覆盖在水面上，并与水体混合，影响深度为 h ，则有：

$$N \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h / 360 = V_r \text{ 即}$$

$$R = (360 \cdot V_r / N \cdot \pi \cdot h)^{1/2}$$

计算结果列于表 4。

表 4 核电站热排水影响范围估算

$\Delta t'$	$h(\text{m})$	$V_r(\text{m}^3)$	N	$R(\text{km})$
1°C	5	5.96×10^7	45°	5.51
			90°	3.93
2°C	5	2.57×10^7	45°	3.62
			90°	2.56

可见，核电站一天的热水排放，在 5 m 厚水层内，若使水温升高 2°C，影响范围达 3.62 km；升高 1°C，影响范围达 5.51 km。

核电站热水排放使水温升高,将会加剧海水分层,使分层时间延长,底层水溶解氧进一步消耗并得不到补充,贫氧严重甚至达到缺氧的程度.由时间变化与水温变化的关系: $\partial T/\partial t$, 利用春、夏、秋季的水温资料及底层氧的消耗率计算得,若海水表层升温 1°C ,海水分层时间将会提前 17 d,总分层时间延长 33 d;若海水升温 2°C ,海水分层时间将会提前 33 d,分层时间总延长 67 d. 分层时间的延长,使底层水的氧进一步消耗,计算得,DO 多消耗 14%—25%. 这就使具有贫氧现象的大亚湾底层海水更加缺氧,溶解氧的含量将远小于水产养殖所要求的 3 mg/L .

溶解氧浓度的不足,将会改变生物活动的水质环境,影响深层水中鱼类及底栖生物的正常生长,不能不引起有关方面的注意.

三、核电站热水排放的讨论

1. 大亚湾水平环流夏季表层水呈反时针方向流动,其余时间按顺时针方向.核电站正处西岸大坑附近,当其热水排放时,由于柯氏力的作用,排水的水流方向要向右偏转,而夏季表层流也是自东向西,使热排水主要注入大鹏澳内,根据上面我们计算的热水排放影响范围,夏季分层效应显著加强,该湾的生产力将严重受损.

2. 根据我们的调查资料,大亚湾底层海水的平均温度要低于表层海水的平均温度,底层海水的营养盐含量又高于表层海水的营养盐含量,见表 2. 因此,若冷却水从底层抽取,则:(1)增大了冷却水的温差,有利于水的冷却循环,有可能使热水排出的温度降低;(2)从底层抽水再排入表层,使表层海水的营养盐含量增大,可起到人工给表层“施肥”的作用,改善表层海水的生物环境.

由水体混合的关系得出:

$$c_{\text{表}} \cdot V + c_{\text{底}} \cdot V_x = (V + V_x) \cdot c_{\text{混合}}$$

$$\text{即: } c_{\text{混合}} = (V \cdot c_{\text{表}} + V_x \cdot c_{\text{底}}) / (V + V_x)$$

其中, $c_{\text{表}}$ 、 $c_{\text{底}}$ 分别表示表层、底层 $\text{PO}_4\text{-P}$ 的平均含量; $c_{\text{混合}}$ 表示热水排入表层与海水混合后的 $\text{PO}_4\text{-P}$ 含量.

若增加的 $\text{PO}_4\text{-P}$ 含量全部被生物利用,则可计算表层提高的初级生产力极值,如表 5.

表 5 增加 $\text{PO}_4\text{-P}$ 对水域初级生产力的影响

$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$V_x(\text{m}^3)$	季度	$c_{\text{混合}}(\mu\text{mol/L})$	提高的初级生产力(%)
1 $^{\circ}\text{C}$	5.96×10^7	春	0.99	9
		夏	0.34	56
		秋	0.50	4
		冬	0.43	2
2 $^{\circ}\text{C}$	2.57×10^7	春	1.06	16
		夏	0.46	111
		秋	0.53	10
		冬	0.43	2

初级生产力的提高有利于表层生物的生长、发育,但又会使下沉的有机物量增大,氧消耗率提高.春季到夏季,由此多消耗的溶解氧为 1.4—2.6%,而冷却水循环使热水排出的温度降低,将会缩小热排水的影响范围.计算得,若热水比水温高出 7°C ,升温 1— 2°C ,影响范围 3.3—5.1 km.若为 6°C ,范围仅 2.9—4.7 km.也就是说,同样范围内表层水的温升将会降低.若温升由 1— 2°C 变成 0.5— 1°C ,则底层氧人为消耗率将由 14—25% 降为 7.7—14%,少消耗 6.3—11%.

四、小 结

大亚湾自然生态环境特征之一是海水季节性分层,底层水贫氧.核电站热水排放使表层水温升高,将加剧这一环境特征.计算得,若水温升高 1— 2°C ,影响范围为 3—5 km,海水分层时间延长 33—67 d,人为造成的溶解氧消耗率增加 14—25%.此结果将使底层氧含量远小于水产养殖对水质溶解氧含量的要求值.

建议冷却水从底层抽取,一方面有利于

水的冷却循环,使热水排放温度降低,缩小热水排放的影响范围;另一方面可起到人工给表层“施肥”的作用,提高初级生产力,改善表层海水的生物环境。

总之,我们根据近几年所做的研究工作提出一些设想,希引起有关方面的注意。

参 考 文 献

[1] J.P. 赖利 (Riley), G. 斯基罗 (skirrow) 著,崔清晨等译,化学海洋学,第二卷,第 317—320 页,第二版,海洋出版社,北京,1982 年。
 [2] J. A. 翹斯 (Knauss) 著,潘学良等译,物理海洋学导论,第 20—28 页,科学出版社,北京,1983 年。

峨眉山地区大气中的硝酸和氨

孙庆瑞 王美蓉 邵可声

(北京大学技术物理系)

为了研究峨眉山地区降水、云雾水明显酸化的原因,1985 年 10 月我们进行了集中观测,并就其测定结果进行分析研究。

一、采样与分析

为了研究污染物的垂直分布,在峨眉山共设置四个采样点: 最高点在海拔 3078 m 的金顶,其次是 1300 m 的龙洞,900 m 的万年寺和 550 m 的西南交通大学。采样时间为 1985 年 10 月 7—19 日。为了研究 HNO₃ 和 NH₃ 的日变化,在无雨、无雾天每天采三个样,时间为 7—10 时, 10—14 时, 14—18 时。

硝酸选用 NaCl 滤膜收集法,用 KB-120 作为采样动力。过滤装置的第一层为石英滤材,第二层用 NaCl 浸渍过的定量滤纸。实验证明,NaCl 滤膜不收集 NO₂, 石英滤材对硝酸的阻留一般小于 1%。一张 NaCl 滤材收集 HNO₃ 的效率为 96.0±4.8%, NaCl 滤材上吸收的 HNO₃ 以 NO₃⁻ 形式存在,经去离子水沥取后,测其 NO₃⁻ [1]。

NH₃ 的采样也用膜过滤法,吸收 NH₃ 的滤材是浸渍过的 KHSO₄ 定量滤纸 (或玻璃纤维膜),采样方法与硝酸相同 [2]。

二、结果与讨论

1. 氨和硝酸的水平

(1) 氨: 影响大气中氨浓度的因素很多,主要有源强、温度和土壤 pH 值。地表温度越高越利于微生物分解有机物释放出 NH₃, 土壤 pH 值越高也越利于铵盐的分解。表 1 列出四川峨眉山和北京地区氨的水平。表中的浓度值均为标准状况下每立方米大气中的量(下同)。

表 1 氨的平均浓度 (μg/m³)

时 间	地 点	NH ₃ 的平均浓度	测量次数	
1985 年 10 月	峨眉山	西南交大	5.02±2.89	19
		万年寺	3.77±1.57	15
		龙洞	2.32±1.28	11
		金顶	未检出	8
1985 年 4 月	北京	14—35	19	
1987 年 4—5 月		18.7±8.9	25	

表 1 列出的平均值包括雨前和雨后的样品,这些数据能代表观测期间的平均水平。由表 1 的数据可以看出,峨眉山地区的氨比北京的氨要少得多,这可能与北京地区土壤 pH 较高,大气的湿度较低有关。

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

An Experimental Research on Mechanism of Biological Activated Carbon and Theory Concerned

Liao Zhimin, Xu Shusen and Lan Shucheng (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing)

In this experiment, the up-flow columns were used. By controlling different concentrations of dissolved oxygen and phenol in influent and effluent, the quantity of bio-regeneration were calculated. Meanwhile the hypothesis of "the outer-cell enzyme" has been discussed. (See pp. 2—7)

Prediction about the Influence of Hot Water Discharged from the Nuclear Power-Station on Oxygen-Lack in Bottom Water of the Daya Bay Guangdong Province

Lin Hongying and Han Wuying (South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou)

In recent years, the investigative data for essential factors of water chemistry in the Daya Bay show that one of the natural eco-environmental characteristics is that water is seasonally divided into layers, and there appears lack of dissolved oxygen in bottom layer during April—October. When hot water from the Nuclear Power Station is discharged to the Daya Bay, temperature of the surface layer water will increase and the phenomenon will be more obvious. According to calculation, if water temperature increases 1—2°C, the affected area will widen 3—5 km², duration of the layer divided will delay 33—67 days, and consumptive rate of dissolved oxygen will increase 14—25%. Finally the authors suggest that if the Power Station draw cooling water from the bottom layer, the primary productivity would increase 2—116% and consumptive rate of dissolved oxygen will decrease 7.7—14%. (See pp. 7—12)

Nitric Acid and Ammonia in the Air of the Emei Mountain area, Sichuan Province

Sun Qingrui, Wang Meirong and Shao Kesheng (Department of Technological Physics, Peking University, Beijing)

HNO₃(g) and NH₃(g) in the air have been measured in four different heights at the Emei Mountain area in October of 1985. The data analysis shows that vertical profiles of the concentrations of HNO₃ and NH₃ increased in a factor of ϵ as the heights dropped a distance of 780 m

and 1000 m respectively. During that time the equilibrium between NH₄NO₃(s) and HNO₃(g), NH₃(g) didn't exist. Quite good correlation has been obtained between HNO₃(g) and O₃ in the air. Calculations suggest that maximum contributions of H⁺ and NO₃⁻ caused by HNO₃(g) in fog water at the mountaintop are 11% and 8% respectively. (See pp. 12—16)

An Experiment of Pathogeny of Kaschin-Beck Disease Caused by Humic Compounds in Water

Wang Weizhe and Feng Lanfei (Liaoning Institute of Fundamental Medicine, Shenyang)

This paper introduces briefly the results of pathogeny of Kaschin-Beck disease (KB) which the authors have researched into for many years. (1) In KB zone, there exists humic substance in drinking water, which causes the damage of chondrocytes *in vitro*. As water quality was improved and the substance lessened, the incidence of KB disease in the residents had dropped and the effects of chondrocyte damage became lower; (2) Selenium can be used to prevent chondrocyte damage caused by humic substance. This result corresponds to the disease that probably occurs in the zone of low selenium nutrition. (3) Cereal and humic substance in the KB zone has caused GBH-Px activity of rat blood decreasing. (4) The initial results showed that hydroxyl group of the organic compound might affect chondrocyte damage. (See pp. 16—20)

An Investigation of Air Ions and Radon Hazard in the Underground Installations

Tian Zhigian, Feng Yueduan and Yuan Daiguang (Engineer Unit of Headquarters of the General Staff of PLA)

This paper deals with 3-years investigative results of 37 underground installations in Changsha, Wuhan, Beijing, Shengyang and Dailian cities. The results show that as the installations have been in use, mean concentration of air anions is 201/cm³, much lower than that at ordinary rooms, while mono-polarity index are 2.0, much higher. The main factors affecting air anions are radon and its daughter, dust and air humidity, ventilating conditions etc. It has been determined that concentration of radon daughter in the air is 93 Bq/m³. In this paper, the method for estimating radon exhalation rate, radon proof ventilation rate and effective way for improving air anions have been discussed. (See pp. 21—25)

Enactment of the Standard Concerning Polluted Sediment Types in the Rivers

Fang Yuqiao et al. (Department of Chemistry and