

泥释磷的污染影响,建议彻底清除 0.86m 厚的湖泊沉积层。

为使疏浚工作收效,一是要重点疏浚西湖南区及近岸湖区重污染地带的污泥;二是研究开发适宜于半流动态腐泥的疏浚技术和设备,将营养盐丰富的腐泥消除干净;三是妥善解决底泥的出路,以免二次污染。

### 2. 合理养殖水生生物

在不影响西湖景观的前提下,种植能吸收水中氮、磷等营养盐的水生植物,如荷花、水葫芦等,但要妥善管理,及时处理残枝。同时,适量放养吞食藻类的鱼类,但严格禁止投放饵料。

### 3. 充分发挥引水效能

根据西湖水情尽可能增加引水量,加速湖水更新,降低水中营养盐及藻类的含量。同时进一步研究引水流向,以期整个湖面水流均匀分布,提高引水效果。

当然,为制止西湖富营养化进程,改善其生态环境,除了上述消除底泥释磷的污染影响的对策外,还必须进一步发挥截污工程的效能,加强湖区旅游及流域内经济活动的管理,有效地控制外部营养源的输入。

致谢 张国勋同志参加了本工作,中国环境科学研究院金相灿副研究员和本所吴静波高级工程师给予指导和帮助,本所仪器室和西湖课题组同志协助部分分析工作,在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- 1 吴静波等. 中国湖泊富营养化. 北京: 中国环境科学出版社, 1990: 442—447
- 2 Provini A., Premazzi G., (意大利); 张荫华译. 环境科学与技术(国际湖泊污染与恢复研究译文集), 1987: 56—68
- 3 焦念志. 海洋湖沼通报. 1989, (2): 80

## 通风换气改善居室空气质量及健康效应的研究

邱世聪 陈贵孚

(皖南医学院, 芜湖市 241001)

**摘要** 于1988年12月至1989年4月,对417户有儿童居室的通风换气与呼吸道健康状况进行了调查,并以模拟方式探讨改善措施。结果表明,85%居室每小时换气次数(ACH)介于0.5—1.0之间,ACH与儿童呼吸道每100人周(pw)症状率呈负相关关系( $P < 0.01$ ), $ACH < 0.5$ 儿童呼吸道症状率 $3.52/100pw$ 高于其他组;开窗时ACH为关门窗时的4倍,室内空气中 $CO_2$ 、HCHO、 $^{222}Rn$ 浓度关门窗为开门时的1—3倍,室内风速 $< 0.05m/s$ ,通风效率 $E < 1$ ,致使污染物逐渐累积,长期接触有害健康,如若以“对流论”组织通风,则可有效地改善空气质量,增进居民健康。

**关键词** 居室通风换气,空气质量,人体健康效应。

室内空气污染物浓度增高,是人们生活中一个严酷事实,即使污染物浓度不高,长期接触也可导致人群发病率,死亡率升高<sup>[1]</sup>。Luly Trepte 强调通风是防止室内污染危害的有效措施,国际能源组织试图用空气质量知识获得保护健康的通风率标准<sup>[2]</sup>表明通风研究有现实意义。本研究旨在提供居室换气现状,探讨正确利用大自然比较新鲜的空气来改善室内空气质量。

### 一、材料与方 法

1. 调查对象 从安徽南方两个自然村中抽取417户父母儿童三人合住居室进行现场调查,入选住宅为80年代建筑物(平房350户,楼房67户)。

#### 2. 项目和方法

(1) 居室规模

(2) 空气指标 对15户居室及室外对照

点,在离地面 1.5m 高处,在室中央和排气口,连续 5 日收集二开二关 4 个时点气样。

(3) 分析污染指标 CO<sub>2</sub>(GB,01—03 容量滴定法); HCHO (GB, 06—01 分光光度法): <sup>222</sup>Rn (闪烁瓶法)。

(4) 同步测定气温、气湿、气流、气压(常规仪器法)。

(5) 儿童症状追踪观察 采用美国哈佛大学儿童健康调查日历\*,由调查员逐日逐户访问登记整个冬季儿童呼吸道症状,计算 100 人周症状率,并按统一标准判断症状的严重程度。

### 3. 模拟实验

模拟居室总容积为 53.3m<sup>3</sup>,人均容积为 17.5m<sup>3</sup>,门窗面积 1.6m<sup>2</sup>,前后窗面积 2.1m<sup>2</sup>。依门窗启闭划分通风类型:关门关窗、关门开窗(开小窗和地脚窗),开门开小窗。按对角线布置测点,于 1989 年 2 月底连续 5 天在 15 个采样点采样测试,改变通风类型需间隔 2 小时,测点顺序和类型顺序依随机方式确定。

### 4. 通风换气计算式<sup>[3-5]</sup>

$$(1) ACH = 3600 \mu \cdot v \cdot S / Q$$

式中,ACH——每小时换气次数;  $\mu$ ——通风口流量系数;  $v$ ——通风口风速 (m/s),  $S$ ——通风面积 (m<sup>2</sup>),  $Q$ ——居室容积 (m<sup>3</sup>)

$$(2) L = u / p_1 - p_2$$

式中,  $L$ ——排除室内 CO<sub>2</sub> 必须换气量 (m<sup>3</sup>/h);  $u$ ——室内产生 CO<sub>2</sub> 量 (L/h);  $p_1$ ——室内 CO<sub>2</sub> 容许量 (1.0L/m<sup>3</sup>);  $p_2$ ——室内空气中 CO<sub>2</sub> 平均含量 (L/m<sup>3</sup>)

$$(3) E = c_e / c_r$$

式中  $E$ ——通风率效应;  $c_e$ ——室内排气处某污染物平均浓度;  $c_r$ ——室内某污染物的平均浓度。当  $E > 1$  时,通风率高,可降低室内污染物浓度;当  $E = 1$  时,通风率持平,室内污染物可稍有增加;当  $E < 1$  时,通风率低,污染物逐渐累积。

## 二、结果与分析

### 1. 居室规模与换气水平

(1) 417 户儿童居室卫生规模的均值和标

准差 居室总容积 48.96±11.46m<sup>3</sup>, 家具系数 1.32±0.82, 门窗面积 1.41±0.15m<sup>2</sup>, 气窗面积 0.36±0.17m<sup>2</sup>, 大窗面积 0.98±0.46m<sup>2</sup>, 采光系数 1:8~1:10, 进深系数 2.0。统计结果符合 GB9981—88 《农村住宅卫生标准》要求。

(2) 按式计算居室换气水平 85%的居室 ACH 介于 0.5~1.0, 8.4% 居室不及 0.5; 抽测户关门窗时 ACH = 1.11±0.10, 开门关窗时 ACH = 4.22±0.22, 人均  $L = 8.3L/S$ , 表明冬季只需打开房门一刻钟就可换气一次。排出室内 CO<sub>2</sub> 所需换气量与建议值相当<sup>[2]</sup>。

### 2. 启闭门窗对室内微小气候和污染物的影响

表 1 结果推知,开门换气较紧闭门窗有利减少空气污染 ( $P < 0.01$ ), 改善室内小气候 ( $P < 0.05$ )。关闭门窗时,  $E < 1$ , 其 CO<sub>2</sub>、HCHO、<sup>222</sup>Rn 浓度分别为开门时的 1.3, 1.1, 2.7 倍。在门窗打开时,室内通风效率  $E > 1$ , 室内平均风速极值最小 0.058m/s, 最大 0.092m/s, CO<sub>2</sub> 浓度与室外相当。当风速  $< 0.05m/s$ ,  $E < 1$ , CO<sub>2</sub> 0.06% 时, 两组比较  $t = 3.26$ ,  $P < 0.01$ 。

### 3. 居室换气与儿童健康

(1) 呼吸道症状分析 417 名受观察儿童,在 117 天观察期内,出现症状  $< 10$  日者占 60%, 多于 10 日者占 10%, 有 34% 儿童至少每天出现一种症状,也有 30% 儿童未见症状。

出现症状级别: I 级(有症状、不发热、活动不受限、无需就医)占 55.41%; II 级(有症状、伴发热)占 9.11%; III 级(有症状,伴发热,活动受限)占 0.24%; IV、V 级未见。

住宅类型与症状: 350 户平房儿童 1.96/100pw, 67 户楼房儿童 1.41/100pw, 两者差别无显著意义。

### (2) 居室换气水平与儿童呼吸道症状

由表 2 可知,居室 ACH  $< 0.5$  组儿童呼吸道症状率较高 ( $P < 0.05$ ), 各换气水平的年龄别间差别不显著 ( $P > 0.05$ )。

\* 胡汉升,刘有成. 北京地区农村住宅室内空气污染的卫生学评价. 北京医科大学环境卫生资料. 1987 年。

表 1 各测试指标  $\pm$ SD 对比分析<sup>(1)</sup>

组别	气象因素			污染指标		
	气温(°C)	气湿(%)	气流 (m/s)	CO <sub>2</sub> (%)	HCHO( $\mu$ g/m <sup>3</sup> )	<sup>222</sup> Rn(Bq/m <sup>3</sup> )
关闭门窗	3.8 $\pm$ 0.58	80.7 $\pm$ 5.5	0.06 $\pm$ 0.02	0.060 $\pm$ 0.014	4.60 $\pm$ 1.10	18.86 <sup>(2)</sup>
开门开窗	3.7 $\pm$ 0.42	75.0 $\pm$ 4.5	0.07 $\pm$ 0.01	0.046 $\pm$ 0.012	4.19 $\pm$ 1.07	7.05
室 外	0.9 $\pm$ 1.6	75.5 $\pm$ 12.4	0.87 $\pm$ 0.51	0.032 $\pm$ 0.009	3.33 $\pm$ 1.04	5.05

1) 平房与楼房测得值的差异无显著意义,故合并计算

2) 因测次少,未计算 SD. 气流测次  $N = 120$  余为 60

表 2 居室 ACH 与冬季儿童呼吸道症状

居 室 ACH	<7 岁			7~15 岁			合 计		
	人数	阳性数	100pw	人数	阳性数	100pw	人数	阳性数	100pw
<0.5	21	13	3.64	14	8	3.36	35	21	3.52
0.5—1.0	136	52	2.20	205	50	1.63	341	102	1.75
>1.0	14	6	2.25	27	8	1.74	41	14	2.01

表 3 不同通风条件与室温风速变化

通风类别	风速 (m/s)			气温(°C)		
	底	中	上	底	中	上
关门开窗	0.089	0.060	0.057	7.15	7.60	7.51
关门开窗	0.104	0.066	0.064	7.26	7.61	7.62
开门开窗	0.105	0.063	0.061	6.96	7.34	7.36

注: 测次 风速 2700 气温 225

表 4 通风条件与污染物浓度均值比较

通风类别	CO <sub>2</sub> (%)			HCHO( $\mu$ g/m <sup>3</sup> )			<sup>222</sup> Rn(Bq/m <sup>3</sup> )
	上	中	下	上	中	下	
关门开窗	0.049	0.057	0.053	6.79	7.84	6.93	13.73
关门开窗	0.030	0.034	0.038	6.79	7.84	5.92	8.82
开门开窗	0.028	0.032	0.034	5.83	5.60	5.64	7.42

注: 测次 CO<sub>2</sub> = 255 HCHO = 255 <sup>222</sup>Rn = 3

(3) 居室 ACH 与儿童 100pw 症状率的相关分析表明  $r$  值 = -0.188,  $t_r(415) = 3.117$ ,  $P < 0.01$ , 两因素间有负相关关系。从群体中显示居室换气水平低, 症状率较高。

#### 4. 改善措施的模拟研究

模拟室内 ACH, 关门开窗时 3.41, 开门开窗时 6.05, 关门开窗时 0.83。

室内温度和风速的平均变动情况见表 3。三种通风条件实验数据的分布、符合低进高排

空气对流的通风原理<sup>[4]</sup>, 气流是底层高上层低, 室温则相反, 底层低上层高。启开居室门窗, 借助于风压和温差, 促使室外清洁空气由下入室, 受污染的热空气上升由室上部排出。

上述结果表明, 相同通风条件下, 层次间污染物分布未见规律性, 但在关门窗时污染物浓度均高于室外(室外值 CO<sub>2</sub> = 0.038%, HCHO = 5.18  $\mu$ g/m<sup>3</sup>, <sup>222</sup>Rn = 5.05 Bq/m<sup>3</sup>)。其余两种换气方式时, 污染物浓度与室外接近。

### 三、讨 论

1. 调查结果表明, 417 户居室中有 85% 以上居室 ACH 已达 0.5—1.0 建筑物换气水准, 然而人们在冬季多喜欢紧闭门窗, 仅依赖门窗缝隙换气, 因而通风率低 ( $E < 1$ ), 致使室内污染物逐渐累积。本资料显示关闭门窗比开启门窗换气  $CO_2, HCHO, ^{222}Rn$  浓度高 1~3 倍, 儿童症状率  $ACH < 0.5$  组较另两组高, 这说明在长期换气不足 ( $ACH < 0.5$ ) 居室内生活, 儿童症状率可明显增高, 我们观察结果与 Majanen A 观点“认为在自然通风条件下, 关闭房门气体在室内滞留时间为开启房门的两倍……”<sup>[6]</sup>基本一致。事实告诉我们, 应使居室换气水平至少应等于室内污染物产生量 ( $E = 1$ )。室内污染物浓度质量守恒模式估算:

$$C_i = P_i + \frac{1}{q} \dot{V}_i$$

分析住宅在一般情况下, 若将室外渗入量 ( $P_i$ ), 室内污染物平均浓度 ( $\bar{c}$ ) 视作常数增加量, 那么换气量 ( $q$ ) 的大小对室内污染就起着主导作用。说明启开门窗加大居室换气次数对改善室内空气质量、减少发病率有重要作用。

2. Narasaki M 等提出的风力通风理论气流示意图<sup>[8]</sup>认为室内污染物浓度分布与室内气流有关, 气流本身又受通风状况、通风口位置、房屋建筑本身等诸因素影响而经常变动。本研究证明室内平均风速在  $< 0.05 m/s$ , 通风效率低, 而风速  $> 0.05 m/s - < 0.1 m/s$  可满足  $E > 1$  的换气要求。模拟研究数据 (见表 3 表 4) 显示, 增加地脚窗和一扇气窗 (或在室内上部设与排气管道相通排气孔), 即使关门关窗, 其排污

效果亦相同于开门换气效果。说明合理组织通风, 是应用简易有效的通风措施, 并能保证室内空气清洁, 值得研究和推广。

3. 为了防止空气污染对健康的损害, 保证室内有新鲜空气补充, 我们认为换气不应仅仅建立在排除  $CO_2$  [ $CO_2$  不超过 0.07%, 换气量 4, 8L/S/人 (1.5 L 或 1L)] 的基础上, 还应考虑新型建筑材料、隔声设备、装饰材料等不断增加给居室污染带来的新问题, 如 HCHO、 $^{222}Rn$  等的影响。虽然本调查材料显示对此影响不大, 从发展趋势讲, 还是应该采纳国际能源组织<sup>[2]</sup>从总结空气质量知识入手, 针对污染物制定最小通风率标准, 供建筑卫生管理部门参考。

致谢 安徽省卫生防疫站王乃蓝主任医师对本工作给予了指导, 吴昌祚、程能能、黄雪玉、李权、鲍德平、李会珍、章建生、曾昭宏、陈京、杨艳、桂常青、卓晓光、宗清文等同志参加了工作, 一并致谢。

### 参 考 文 献

- 1 Spengler TD, Saxton K. *Science*, 1983, 221(4605): 9
- 2 Trepte L, Lemarie A. *Indoor air '87 Berlin (West)*. 1987, 3:157
- 3 Nurtan A Esmen. *Environmental health*. 1985, 62: 259
- 4 Eystein Rodahi. *Indoor air '87 Berlin (West)*. 1987, 3:57
- 5 Olesson H. *Indoor air '87 Berlin (West)*. 1987, 3: 383
- 6 Majonen A et al. *Indoor air '87 Berlin (West)*. 1987, 3:301
- 7 陈秉衡. 中国医学百科全书环境卫生学. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 35—37
- 8 Narasaki M et al. *Indoor air '87 Berlin (west)*. 1987, 3:367

## 雨水径流是污染物

根据目前生效的 1987 年清洁水法修正案, 雨水径流是污染物。这意味美国环保局将需要地方权限, 以确保雨水和暴雨水排入航运水道之前将得到净化。雨水径流处理系统的修建费或整修费, 将被转嫁给住宅所有者和公寓房主, 并可能通过增加租金转嫁给租户。

例如, 预计马里兰州蒙哥马利县和华盛顿市郊区的住宅所有者每年可能要为暴雨水处理纳税 33 美元, 公寓房主每年可能要付 17 美元。这些纳税额可能将随通货膨胀率增加。

小康 译自 *ES&T*, 1991, 25(12): 1951

lake in summer was 1.02 mg/m<sup>2</sup>·d. The total phosphorus release capacity from the sediments was estimated to be 1.346 t/y which is equivalent to 36.4% of the average annual external phosphorus loading. Sediment release of phosphorus is a major contributory factor for the eutrophication of the lake.

**Key words:** sediments, phosphorus, eutrophication.

**Effect of Proper Ventilation on Improving Indoor Air Quality and Dweller's Health.** Qiu Shicong, Chen Guifu (Wannan Medical College, Wuhu, Anhui): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 29—32

An investigation on the natural ventilation in 417 rural dwellinghouses with children living in was carried out in south China from December 1988 to April 1989. Meanwhile, a follow-up observation of respiratory health conditions for the dwelling children was performed. An experimental model was also established to explore the possible improving measures. The results revealed that in 85% of the dwellinghouses, the times of air changes per hour (ACH) ranged from 0.5 to 1.0, and ACH was negatively correlated to the rate of respiratory symptoms (RRS) in the children ( $P < 0.01$ ); when ACH was less than 0.5, the children's RRS was 3.52/100pw, which is much higher than that of other groups with larger ACH; when room doors and windows were open, the ACH was 4 times as much as that when they were closed; moreover, closing doors and windows increased the indoor air concentrations of CO<sub>2</sub>, HCHO, and <sup>222</sup>Rn by 1—3 times; when the indoor air flow velocity was below 0.05 m/s the ventilation efficiency decreased to below 1.0, accordingly, the pollutants gradually accumulated and would finally impair the health of the residents. This study suggested that the proper arrangement of the ventilation in the light of the convection theory may effectively improve the air quality and thereby the health conditions of the residents.

**Key words:** ventilation in dwelling-house, indoor air quality, health efficiency.

**Evaluation of the Pollution in Lake Dianchi with Zooplankton as Indicator.** Huang haikui, Zhao Jiachong (Kunming Municipal Institute of Environment Science): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 33—36

Analysis of the species and mass population of zooplankton was carried out by means of Sander's sparse curve and Shannon-Wiener's diversity index on different regions of lake Dianchi. Integrated with the output of the analysis of zooplankton indicator distribution, the following results were obtained: (1) the extent of pollution is obviously different in the inlake from the outlake i. e. the inlake is in  $\alpha$  stage of pollution and the outlake is in  $\beta$  stage. (2) the gravity of pollution in different regions of lake Dianchi are: the exit of river Xinhe > the exit of river Daguang > the center of inlake > Huiwan > Darhewei > the middle of Guanyinshan. (3) the inlake is in the process of swamping.

**Key words:** lake Dianchi, zooplankton, pollution indicator, Sander's Sparse curve, Shannon-Wiener's diversity index.

**Catalyst for Removing Carbon Monoxide at Room Temperature.** Li Chunhua, Xu Hongbing and An Lidun (Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, PP. 37—39

Activated carbon compound carrier supported noble metal catalysts for the catalytical oxidation of CO were investigated in the following aspects: selection and preparation of supports and precursors of active components as well as preparation conditions of the catalysts. Results show that CO-20-2 catalyst made in this work can remove CO completely at room temperature. Both of its activity and stability are better than the catalysts available now.

**Key words:** palladium and platinum catalysts, carbon monoxide oxidation, activated carbon complex support.

**Study on Pollution Contributions from Traffic in Beijing City.** Han Zhixiong, Xing Yulan, Quan Baoling (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 40—42

This paper clearly defines the conceptions for both road and regional pollution contributions and gives a set of methods for the calculation of regional pollution contribution. As an example, the pollution contributions of CO, NO<sub>x</sub>, and THC, which are major pollutants from vehicles, were studied for an central area of 158 km<sup>2</sup> of Beijing city. The study shows that the regional pollution contributions for CO, NO<sub>x</sub> and THC reached 14.3%, 32.2% and 86.6% in winter and 58.4%, 68.7%, and 86.6% in fall, respectively. While, the road pollution contributions for CO, NO<sub>x</sub> and THC reached 65.7%, 71.6%, and 37.6% in winter and 58.8%, 75.5% and 67.5% in fall, respectively.

**Key words:** air pollution, traffic pollution.

**Assessment of the Maximum Removal Rate of Pulp-making Waste Water with Flocculation Treatment by UF Technology.** Cheng Yanjun (Environmental Protection Institute, Ministry of Light Industry): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(3), 1992, pp. 43—44

Relative molecular weight fractions of COD in the waste water were determined by UF technology, so as to estimate the maximum removal rate of COD with flocculation-treatment. It has been found that most of the COD in the water is associated with the fractions having molecular weight greater than 10000 or smaller than 3000; the maximum removal rate of COD is 71.3%.

**Key words:** UF, Flocculation, Pulp-making waste water, COD.

**A Study on Denitrification of Coke-plant Wastewater through a Biological Process** Wen Yibo