

北京地区室内氡浓度研究

林莲卿 马光勋 闻慧芬 李桂芸 齐万彪

(北京市放射卫生防护所, 北京 100013)

摘要 本文报道了北京地区 14 种代表性建筑物室内的氡浓度, 并对北京地区室内氡源的相对影响进行了分析。结果表明, 房屋下面的地基土壤和建筑材料是室内氡的主要来源, 占室内氡全部来源的 70—80%; 地面和建筑物表面的裂隙、孔道是氡气进入室内的主要途径; 生活用水、民用燃煤和燃气对室内氡的影响不到 2%。北京地区地面建筑室内平均氡浓度为 $30\text{Bq}/\text{m}^3$, 所致居民年有效剂量当量为 0.93mSv 。地下建筑中室内平均氡浓度为 $35\text{Bq}/\text{m}^3$, 所致居民年有效剂量当量为 1.3mSv 。

关键词 室内, 照射剂量, 氡 (Rn), 北京, 来源。

根据联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) 的估计, 在正常本底地区每年由于吸入氡及其短寿命子体所产生的辐射剂量约占全部天然辐射的一半 (约为 1mSv)。由于室内氡浓度比室外高, 且人们在室内停留的时间又长于室外, 故室内是人们受到氡及其短寿命子体照射的主要场所。据 UNSCEAR 报道, 对于世界温带地区, 来自室内氡的照射剂量约为 0.92mSv , 来自室外氡的照射剂量约为 0.06mSv , 即室内是室外剂量的 15 倍^[1]。近年来, 人们普遍认为, 就天然放射性物质对环境及健康的影响而言, 室内氡是最重要的核素。特别是氡与肺癌发生率的关系一直是人们密切关注的问题。对此, 笔者开展了几项调查和研究。①调查了北京主要建筑类型 1000 个房间室内 Rn 浓度及子体浓度。②测定了 136 个主要类型建筑物表面 Rn 的析出率。③测定了北京市 143 个土壤, 34 种建材以及 28 种民用煤中的 ^{226}Rn 含量。④测定了 69 个民用气体燃料 (包括天然气, 液化石油气, 焦炉煤气, 重油裂解气, 沼气等) 中 Rn 浓度。⑤研究了地热水, 自来水中 Rn 浓度。⑥对 Rn 气所致居民照射剂量进行估算。⑦对室内 Rn 源进行定量估算与分析。

一、材料和方法

土壤样品的采集考虑到北京地区的地质、地形、人口及地理分布, 在 18 个区县设 143 个

采样点, 收集 10cm 厚的表层土壤, 去除石子和杂物, 均匀混合, 称取 300g 样品, 装入 $\phi 75 \times 75\text{mm}$ 塑料容器内, 压紧加盖, 密封待 ^{226}Ra 与氡达到放射性平衡 (2 周) 后测量。

建材样品主要取自北京生产和使用的 6 类主要产品 (34 种); 煤样采集于市面民用煤的主要供应点, 考虑到产地和种类共收集 25 种。建材成品和原材料及煤充分风干后, 破碎成 40 目左右的颗粒。均匀混合后, 称取 300g 左右样品装入 $\phi 75 \times 50\text{mm}$ 的塑料容器内, 压紧、密封 2 周以上, 在 $\phi 75 \times 75\text{mm}$ NaI (Tl)——塑料反符合低本底 γ 谱仪上测量。该谱仪屏蔽铅室厚度 10cm, 0.05—2.0MeV 范围内的积分本底为 68cpm, 当计数时间为 1000min, 95% 的置信水平, 对 $\phi 8\text{mm}$ 面源 ^{137}Cs 最小可探测下限为 1.13dpm。上述样品测量时间为 7200s, 用逆矩阵方法分析其中的 ^{40}K , ^{226}Ra 和 ^{232}Th 浓度。当本底和样品测量均为 7200s 时, 最小探测限分别为 35、0.4 和 $0.4\text{Bq}/\text{kg}$ 。所用标准矿粉由北京铀地质研究所提供, 该分析方法均参加过国家计量科学院组织的 NBS 标准样及国内标样的比对, 结果令人满意。

空气中氡浓度采用被动式活性炭累积测平均氡浓度的方法, 让置于 $\phi 75 \times 50\text{mm}$ 容器内的 85g 活性炭, 开口暴露于欲测空气, 72h 后回

收密封带回实验室,于 3h 后在上述 γ 谱仪上测量 1200s,记录氡子体 ^{214}Bi 和 ^{214}Pb 的特征 γ 峰。该方法的最小可探测下限为 0.2PCi/L ($7.4\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$),一般情况下不确定度 $<25\%$,该方法参加过不同方法的比对,在 20% 范围内是一致的。

气体燃料和水中氡浓度采用 α 闪烁法测量, α 闪烁罐体积为 0.5L ,将气体燃料直接充入闪烁室,水中氡则用高纯氮赶入闪烁室。刻度系数为 $6.5 \times 10^{-3}\text{cpm/Bq} \cdot \text{m}^{-3}$,样品和本底均测量 30min,95% 置信水平的最小可探测限为 15Bq/m^3 。

建筑物表面氡析出率测定采用活性炭累积盆方法,即将 $\phi 75 \times 50\text{mm}$ 的活性炭盆扣于建筑物表面,周围用真空泥固定并密封,自建筑物表面析出的氡均被活性炭吸附。数天后,将活性炭盆取下在上述 γ 谱仪上进行测量,记录氡子体 ^{214}Bi 和 ^{214}Pb 的特征 γ 谱线强度,并计算出累积期间内氡的面积析出率,最小可探测限为 $1.2\text{mBq/m}^2 \cdot \text{s}$ (测量时间为 1800s,95%

的置信水平,暴露时间为 72h)^[2]。

二、结果与讨论

(一) 室内 Rn 浓度

表 1 给出了北京市 14 种建筑类型 1000 个房间 Rn 浓度测量的结果^[2]:地面建筑中的平房和楼房是本市的主要建筑类型,由表 1 可以看出,郊区平房和城区平房之间 Rn 浓度的差异无显著性,但是平房与楼房中室内 Rn 浓度有差异,平房中 Rn 浓度明显高于楼房 ($p < 0.01$)。如果假定居民在城市平房、郊区平房和楼房中居住比例均等,各占全体人口的 $1/3$,那么,地面建筑中室内平均 Rn 浓度为 $30\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$,该值代表了北京地区室内 Rn 的平均水平。高层建筑 (7 层以上) 和地铁站的 Rn 浓度,处同一水平、分别为 19.2 和 $17.4\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。这主要是与室内的空气换气率较高有关。而其它类型的地下建筑室内 Rn 均高于地面建筑,平均 Rn 浓度为 $40.7\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$,比地面建筑高 34% 。而人防工程中 Rn 浓度的总平均值为 $80.8 \pm 35.9\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$,

表 1 不同建筑物室内 Rn 浓度 ($\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$)

建筑类型	样品数	范围值	算术均值 $\bar{X}$	标准差 $S.D.$	几何均值 X_g	标准差 S_g
城区平房	141	1.9—259	37.7	40.7	25.0	3.7
郊区平房	223	1.9—107	31.5	18.5	25.9	2.4
普通楼房	142	2.5—92.5	22.5	18.1	15.2	2.3
高层楼房	31	5.2—85.1	19.2	18.5	6.7	1.9
地下铁路	28	5.92—43.7	17.4	11.1	14.8	1.8
地下旅馆	83	6.66—312	45.9	44.0	32.9	2.2
多层地下室	33	7.03—146	46.6	35.9	35.1	2.2
地下娱乐场	26	5.92—130	50.7	35.1	37.4	2.2
其它地下场所	28	8.88—73.3	32.6	21.1	27.0	1.9
天然溶洞	22	133—676	320	145	286	1.7
单建式人防	111	5.92—489	64.8	81.8	42.9	2.4
坑道式人防	26	21.8—849	333	252	188	3.5
附建全地下人防	55	5.92—201	54.8	48.1	35.1	2.7
附建半地下人防	51	5.92—64.8	21.5	10.0	17.0	1.7
其它	15	22.2—572	8.1	4.1	6.7	2.4

大约为地上建筑均值的 2.7 倍,是其它地下建筑(地下旅馆,地下娱乐场所,地下工作间等)的 2 倍^[3,4]。

位于房山地区的石花洞是一种石灰岩的天

然溶洞,尽管地表 γ 照射量率仅有 $1.5\mu\text{rad} \cdot \text{h}^{-1}$,但确有较高的 Rn 浓度,平均浓度为 $320\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$,最高值是 $676\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。这一水平与坑道式人防工程中的 Rn 浓度水平 $333\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$

相当,坑道式人防工程中最高 Rn 浓度为 $849 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

由此可见不同的建筑类型,建筑结构,有不同的 Rn 浓度水平,其中与地面土壤联接的程度以及通风的好坏是主要影响因素。北京地区

各区、县之间室内 Rn 浓度无明显差异,这与土壤中 ^{226}Ra 含量地域之间不存在明显差异相一致^[6]。

(二) 建筑物表面 Rn 的面积析出率

北京地区各种建筑物表面 Rn 的析出率测

表 2 建筑物表面 Rn 析出率 ($\text{mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

建筑表面类型	样品数	范围值	$\bar{X}$	S.D.
土壤				
室外土壤	2	32—88	60	39
室内三合土地面	15	14—140	53	33
地面				
金砖地	4	17—50	34	14
红砖地	3	20—26	22	4
古方砖地	2	15—21	18	4.2
农村平房水泥地	13	ND*—75	14	21
地下室水泥地	7	6.2—29	14	7.4
城市平房水泥地	5	1.5—28	10	11
二层楼以上水泥地	34	1.5—65	3.3	2.7
花砖地	10	ND—15	5.0	5.3
塑料砖面地	14	ND—8.0	3.8	2.7
马赛克地面	4	1.4—3.8	2.5	1.0
水磨石地面	11	ND—3.1	1.8	0.9
木质地板	12	ND—1.4	ND	0.5
无裂隙水泥地	24		9.0	3.5
有裂隙水泥地	24		101	38
墙面				
砖+白灰			4.6	2.3
青砖			18	0.3
古方青砖			4.6	2.5
红砖			11	0.6
油漆墙			2.5	14

* 小于探测下限

定结果列于表 2。

由表 2 可以看出:

1. 具有代表性的建筑物表面 Rn 的析出率呈对数正态分布,中位数是 $3.8 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,第 25 和 75 百分位数分别是 1.6 和 $12 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这一中位数比 UNSCEAR 报告中的估计值 $2 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 稍高,这可能是与我国的建筑材料、工艺、结构、施工过程有关。

2. 与地基土壤直接联接的房间(平房或一层楼房)都有较高的 Rn 析出率,例如平房不管是砖地还是水泥地, Rn 的析出率均 $>10 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而二层楼房水泥地的 Rn 析出率却只

有 $3.3 \text{ mBq} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。与地基土壤直接联接的房子,土壤对室内 Rn 的影响往往要大于建材,对于高层楼房,室内 Rn 主要是建材和室外空气中 Rn 的影响。

3. 建材,地基土壤中的 Rn 气进入室内的重要途径是裂隙和类似的孔道等开口面。正如表中所示,在同一房间地面,裂隙处 Rn 的析出率是无裂隙处的 11 倍之多。

4. 使用含 ^{226}Ra 少或不含 ^{226}Ra 的新型材料,如油漆,木板,塑料贴面,地板革之类材料覆于地面和墙,将能有效地降低表面 Rn 的析出率。从表 2 数据看出,经覆盖后的建筑表面 Rn

析出率可以降低 3 倍左右。

(三) 北京地区土壤和建筑材料中的天然放射性核素浓度

表 3 给出了北京地区主要建材和土壤中天然

放射性核素 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 的含量^[6,7]。由表 3 可见, 建材中 ^{226}Ra 的含量为 $40 \pm 83\text{Bq/kg}$, 而北京地区 143 个土壤样品中 ^{226}Ra 含量平均值为 $18 \pm 5.9\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, 低于世界正常本底

表 3 建材和土壤中天然放射性核素含量 ($\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$)

材料类型	样品数 n	^{232}Th		^{226}Ra		^{40}K	
		$\bar{X}$	S. D.	$\bar{X}$	S. D.	$\bar{X}$	S. D.
砖	9	35	20	74	130	660	250
水泥	4	28	19	34	27	320	150
石碴	5	32	20	15	16	920	380
砂子	4	18	10	10	6.1	790	130
石灰	4	13	24	10	16	35	0
其它	8	14	13	51	98	460	330
平均	34	24	19	40	83	550	360
土壤	143	34	8.9	18	5.9	597	148

地区平均值 $25\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, 是建材中 ^{226}Ra 含量的 1/2。这表明建材中 ^{226}Ra 是一个值得注意的问题, 也表明北京地区是一个低 ^{226}Ra 含量的区域, 因此取材于当地自然资源的建材, 其 ^{226}Ra 含量不会很高, 当地的室外 Rn 浓度也不会很高, 室内 Rn 也将不是引人注目的问题。土壤中 ^{226}Ra 浓度的高低, 将是对室内 Rn 平均

水平估计的基本出发点。

(四) 气体燃料中的 Rn

北京市区及近郊区居民以气体燃料为生活中的主要能源, 而气体燃料则是室内 Rn 的一种可能的潜在来源。为此, 我们测定了市民所用的几种主要气体燃料中的 Rn 浓度。结果见表 4。

表 4 气体燃料中的 Rn 浓度 ($\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$)

燃料名称	样品数 n	范围值	平均值 $\bar{X}$	标准差 S. D.
天然气	6	49—88	73	14
焦炉煤气 1 [#]	10	49—103	74	19
焦炉煤气 2 [#]	5	145—167	156	10
重油裂解气	5	21—27	24	2.8
液化石油气	11	7.5—29	10	6.7
混合气	9	27—52	36	10
沼气	23	7.5—499	233	165

天然气、煤气、液化石油气、石油裂解及沼气中平均 Rn 浓度分别为 73、87、10、24 和 $233\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。当在室内燃烧这些气体时, 气体中的 Rn 将释放到室内空气中, 并抬高了室内空气中的 Rn 浓度, 基于每年气体燃料的总消耗量, 估算由燃烧气体所释放到空气中 Rn 的总量是 $3.5 \times 10^{10}\text{Bq}$, 附加的年有效剂量当量是 $0.09—15\mu\text{Sv} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(五) 水中 Rn 浓度

表 5 给出了水中 Rn 测定的结果。由表 5 可以看到, 自来水中 Rn 浓度为 $17\text{kBq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。然而在某些地热水中却有着非常高的 Rn 浓度。这些地热水多用于取暖和洗浴, 在取暖过程中 Rn 不易扩散到环境中, 但是洗浴过程 Rn 就会释放到室内。对于经常洗浴的人员, 会附加额外的照射, 如某厂地热水中 Rn 浓

表5 北京地区地热井水中氡浓度

地热井水 编 号	水中氡浓度 (MBq/m ³)
No. 1	0.26
No. 2	0.19
No. 3	0.16
No. 4	0.15
其它 15 口井水	0.010—0.036
自来水	0.017

度为 $0.19\text{MBq} \cdot \text{m}^{-3}$, 浴室内平均 Rn 浓度为 $1.3\text{kBq} \cdot \text{m}^{-3}$ (在洗浴过程中), 工人每天洗一次, 每次 30min, 一年内在洗浴过程中吸入 Rn 额外附加的内照射剂量为 $0.92\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$; 在公共浴池内的工作人员, 受到 Rn 额外附加的照射剂量为 $4\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$, 是北京市正常公众所接受 Rn 照射的 4 倍。

(六) 煤中 ^{226}Ra 含量

本市还有相当一部分居民在冬天用燃煤取暖和做饭, 为估计燃煤对室内 Rn 的影响, 测定了本市主要用煤品种和产地的 28 个样品中的 ^{226}Ra 含量。结果表明, ^{226}Ra 的含量范围值为 $1.5—133\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, 平均值为 $30\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比本市土壤中 ^{226}Ra 的平均浓度 $18\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 高 66%, 低于全国 61 家火力热电厂用煤中 ^{226}Ra 平均浓度 ($46\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$)。假设 ^{222}Rn 与 ^{226}Ra 处于放射性平衡状态, 在燃烧过程中 ^{222}Rn 全部释放到室内, 根据每天一只煤炉的用煤量 (6kg), 可以计算释出 Rn 为 $180\text{Bq} \cdot \text{d}^{-1}$, 使室内 Rn 平均增加仅为 $0.18\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(七) 剂量估算

根据所测不同建筑类型中 Rn 的浓度, 采用 UNSCEAR 1982 年报告中所用的有效剂量当量估算的剂量转换因子, 即吸入单位 ^{222}Rn 子体 α 潜能所致有效剂量当量对室内为 $2\text{Sv} \cdot \text{J}^{-1}$, 对室外为 $3\text{Sv} \cdot \text{J}^{-1}$ 。在室内外居留因子分别为 0.8 和 0.2, 平均呼吸率分别为 $0.8\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $1\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 的假设条件下, 室内、外单位 Rn 子体当量浓度相应的有效剂量当量分别为 0.061 和 $0.031\text{mSv} (\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$ 。接受上述的假设条件, 并假设室内 Rn 的平衡因子 $F=$

0.5, 室外 $F=0.6$, 估算了生活在各类建筑物内的北京市居民吸入 Rn 子体所致的内照射剂量, 结果列于表 6。

表6 北京不同建筑类型中 Rn 所致居民年有效照射剂量当量估算

建筑类型	平衡当量 Rn 浓度 ($\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$)	有效剂量当量	
		室 内 (mSv)	室内+室外 (mSv)
郊区平房	16	0.96	1.1
城区平房	19	1.2	1.4
多层楼房	11	0.68	0.85
地铁	8.9	0.54(0.79)*	0.71(0.96)*
地下旅馆	23	1.4(1.0)*	1.6(1.4)*
天然溶洞	160	(4.6)*	(4.9)*
人防工程	80	1.1	1.3
地面建筑平均值	15	0.93	1.1
地下建筑平均值	21	1.3(1.9)*	1.5(1.6)*
室外空气	4.9		0.17

* 指在其内工作人员

由表 6 可以看出, 住在平房内的居民比住在楼房内的居民受到 Rn 的照射多 30—60%, 他们所受年有效剂量当量分别为 1.3 和 0.85 $\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$; 地面建筑平均剂量是 $1.1\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$, 其中室内为 0.93mSv 。在地下建筑生活的居民平均 Rn 的照射剂量为 $1.5\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$, 比地面建筑高 40%。在天然溶洞游览区的工作人员受到的 Rn 照射剂量是 $4.9\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$, 为地面建筑生活和工作居民的 4.4 倍。

总之, 北京地区是以地面建筑为主的城市, 北京地区居民受到的室内 Rn 照射是处于世界温带地区平均水平, 室内照射是室外照射的 5.5 倍 ($0.93/0.17$), 室内、外照射之和为 $1.1\text{mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

(八) Rn 的不同源项进入率

基于上述室内 Rn 源项的基本测量和估算, 按 UNSCEAR 1986 年报告中对源项的估算分析方法, 假定北京地区典型房间大小是 $15 \times 3\text{m}^3$, 空气换气率为 1h^{-1} , 混凝土地面, 砖墙, 墙厚 0.24m。对上述潜在 Rn 源进行了分析和定量计算, 给出了各源项的室内 Rn 进入率和相对重要性, 结果列于表 7^[9,10]。由表 7 可

以看出,地基土壤和建材是室内 Rn 的主要来源,它们引起的 Rn 进入率分别是 16 和 8—25 $Bq \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$, 占室内 Rn 浓度的 70—80%。其次是室外空气, Rn 进入率为 8 $Bq \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$ 。鉴于表 7 中的估算,城市平房室内 Rn 的平均浓度是 34—51 $Bq \cdot m^{-3}$, 实测城市平房 Rn 浓度为 38 $Bq \cdot m^{-3}$, 两者大体相吻合。

表 7 室内氡不同源项的相对重要性估计

Rn 源	进入率 ($Bq \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$)	相对贡献 (%)
地基土壤	16	47(31)*
建筑材料	8—25	23(49)
室外空气	8	23(15)
供水	2	6(4)
燃气	0.1	<1(<1)
燃煤	0.1	<1(<1)
总 计	34—51	100(100)

* 用建材引起 Rn 进入率为 25 $Bq \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$ 来估计。

(九) 对策

基于上述分析,地基土壤和建材是室内 Rn 的重要来源。防止 Rn 进入室内,降低室内 Rn

浓度,主要应针对这两源项。而建筑物表面 Rn 析出率的测量表明,地面裂隙是 Rn 进入室内的主要途径,往往是 10 倍乃至 100 倍于无裂隙处,特别是那些与地基接壤的房子。所以,降低 Rn 浓度,减少 Rn 的进入率,可采用下列措施:

1. 尽可能选用 ^{226}Ra 含量低的建材;
2. 密封地面、墙壁上的一切裂隙、开口、孔道;
3. 对地面和墙壁采取有效的装饰覆盖;
4. 在用水、用煤和燃气体时,应注意通风。

参 考 文 献

- 1 UNSCEAR. *Report*. 1986: 64
- 2 林莲卿等. 辐射防护. 1986, 6(1): 1
- 3 Ren Tianshan et al. *Health Physics*, 1987, 53 (3): 219
- 4 林莲卿等. 辐射防护. 1987, 7(2): 113
- 5 林莲卿等. 辐射防护. 1988, 8(3): 166
- 6 林莲卿等. 辐射防护. 1985, 5(5): 331
- 7 林莲卿等. 辐射防护. 1987, 7(6): 450
- 8 UNSCEAR. *Report*. 1982: 189
- 9 UNSCEAR. *Report*. 1986: 35—48
- 10 林莲卿等. 中华放射医学与防护杂志. 1990, 10(1): 10

• 环境信息 •

气溶胶是大气污染和气候变化中的重要因素

美国华盛顿大学的 Rudolf Husar, 把气溶胶定义为“大气中除云和雾之外的任何颗粒。”他说,由硫酸和烟灰组成的气溶胶会对环境造成很大破坏。他估计,来自洛杉矶流域污染和菲律宾皮纳图博火山爆发的气溶胶,对全球产生的有害影响,大大超过科威特油井火灾所产生的影响。例如,由皮纳图博火山喷出的 1500—2000 万吨 SO_2 组成的气溶胶,可能会增加平流

层臭氧层的耗损。目前, Husar 指挥其华盛顿大学大气污染影响和趋势分析中心 (CAPITA)。在他的指导下, CAPITA 将与国家海洋大气管理局协同建立一个新的全球气溶胶数据系统。

淮海译自 ES&T, 1992, 26(4): 641

以色列魏茨曼研究所大力开展太阳能技术研究

该研究所的一项科研项目包括一个太阳-化学热管, CO_2 和甲烷在管内混合,靠太阳将该管加热到 1000℃, 然后曝露于一种催化剂。大量热被吸收, 过后, 这些高达 700℃ 的热可被释放供工业之用。另一科研项目是, 研制太阳能驱动的燃气轮机, 利用由太阳加热到 1000℃ 的空气来驱动燃气轮机发电。该研究所的研究人员, 还将把来自以色列油页岩矿床的某些

物质曝露于集中的太阳辐射和一种催化剂。油页岩将被气化成氢和一氧化碳混合物, 预计此法所产生的能源, 将相当于通过其他方法从油页岩中提取的石油的两倍。另一种方法可能是, 通过已有方法将这种气体转化成高辛烷汽油。

淮海译自 ES&T, 1992, 26(5): 847

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Study on the Design Approach for Free-water Wet-land Technology. Li Wanqing (Tianjin Environment Protection Research Institute, Tianjin, 300191), Wang Pelong (Tianjin Environment Monitoring Center), Zhang Jianwen (Tianjin Environment Protection Research Institute); *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 2—5

Modifications were made to the technological design method of the water-surface flow wetland by using soil biological activity rather than the specific surface area (AV) of the medium required for the attachment of organisms and taking the functional relationship model of the slope length and applications rate with Ce/Co ration as the basis. Ce/Co ration increases slowly when the hydraulic loading rate is less than 4cm/d and increases exponentially when the hydraulic loading rate is over 4cm/d. BOD₅ values change in the form of negative exponent along the length direction of the land. The examinations of the modeling results indicate that the average relative error of the theoretical calculation values and the practical yearly-measured results is from 0.35% to 13.86% with the standard deviation from 6.6% to 14.57%. The average relative error and standard deviation of the present design method decreased by 33.51—90.10% and 3.32—37.87% respectively compared with the American design method for wetland systems.

Key word: wetland, soil biological activity, waste water treatment.

Design and Implementation of Environmental Management Information System in Shizuishan City. Cheng Shengtong (Tsinghua University, Beijing 100084), Sun Ningzhang (EPB of Shizuishan city); *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 6—7

SEMIS (Shizuishan city Environmental Management Information System) is the first case of practical environmental management information system for local EPB in China. SEMIS uses a 3 plus local network and 6 work stations in order to suit to the function departments of the EPB. The system contains a central database and designed day-to-day management functions such as pollution source management, environmental quality management, environment statistics, emission charge management and official business et al. The data share, the menu operation and the variety of system output (on screen, in files, in tables, in pictures, and so on) were implemented in SEMIS. It proved that SEMIS is an effective tool for regional environmental management.

Key words: environmental management, information system, software engineering.

Indoor Radon Measurements in the Region of Beijing. Lin Lianqing et al. (Beijing Public Health and Anti-epidemic Institute, Beijing 100013); *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 10—15

The indoor concentrations of radon in 14 types of typical dwellings in Beijing area were measured. Analysis of radon sources with respect to their relative contributions to indoor concentrations of the gas was carried out. It is found that

70—80% of the indoor radon comes from the soil beneath the foundations of the dwellings and the construction material. The cracks on the floors and walls of the construction are the main path for radon to enter into rooms. Daily used water, fuel coal and fuel gas contribute less than 2% of the indoor radon. The average indoor concentration of radon in Beijing area was measured to be 30Bq/m³, corresponding to an annual effective dose equivalent of 0.93 mSv to dwellers. While, the average concentration in basement rooms was 35Bq/m³, corresponding to an annual effective dose equivalent of 1.3 mSv.

Key words: indoor radon, radioactivity.

A Study on the Treatment of LAS in Detergent Waste Water with PVA Entrapped Immobilized Cells. Li Tong, Yu Yuxin, Hu Jicui (Dept. of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 16—19

A population of enriched and cultured bacteria can degrade 90% of the LAS with an initial concentration of 40—50mg/L in 24hr. The optimum pH and temperature for LAS removal in detergent waste water with the immobilized bacterial population obtained by entrapping the bacteria with PVA-boric acid were found to be from 5.35 to 7.70 and from 25°C to 35°C, respectively. When PVA-pellets/waste water (V/V) was 30%, LAS concentration in influent was from 40mg/L to 70mg/L and HRT was 3 hr, the rate of LAS removal could exceed 90% in 1 L batch reactor operation.

Key words: LAS, PVA-pellet, detergent waste water, immobilization of bacteria.

Treatment of Dyeing Waste Water with Bacteria-Inoculated Anaerobic-Aerobic System. Jia Shengfen, Liu Zhipei, Yang Huifang (Institute of Microbiology, Academia Sinica, Beijing 100080); *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 20—24

In this paper, the efficiencies for the treatment of dying wastewater of two anaerobic-aerobic systems, one of which was inoculated with decolorizing and PVA-degrading bacteria and the other with activated sludge, were compared. Results indicate that the former system is characterized by the rapid formation of "bio-film" and high activity for COD and PVA removal. In anaerobic reactor of the former system, the decolorization rate was 12.85% higher than that of the other system; in aerobic reactor, the removal rates of PVA, COD, BOD of the former system were 20.5, 9.27, and 9.34 percent higher than those of the latter, respectively. The results of bacterial distribution study show that there are large numbers of various bacteria growing normally in "bio-film" and that the counts of main functional bacteria such as dye-decolorizing bacteria and PVA-degrading bacteria were higher in the reactor inoculated with bacteria than those in the reactor inoculated with activated sludge. After running for a long period, predominant bacteria isolated from the treatment system were similar to those inoculated in the bioreactor, and had the same decolorizing activity.

Key words: microbial decolorization, treatment of