

噪声污染的宏观经济分析

李 蓁 珊

(北京市环境保护科学研究所)

随着工农业生产、交通运输业和城乡建设的迅速发展,噪声的环境污染问题越来越突出。本文对噪声污染进行宏观经济分析,从环境经济学的角度,分析我国当前最大和最严重的噪声污染即工业和交通噪声污染所造成的经济损失,为取得低噪声所支付的环境保护费用,从而回答如何在现有的技术经济条件下,以最少的费用,取得最大噪声治理的社会、经济效益等问题。

一、模型结构的设计与基本步骤

根据噪声污染的特点,选择系统动力学(System Dynamics),包括数理统计等方法,对噪声污染环境经济模型进行了设计与研究。

先确定噪声污染环境经济系统的模型结构(见图1)。

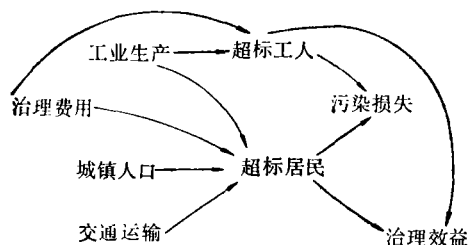


图1 模型结构

超标工人是指在工业噪声超过85(新企业)-90(老企业) dBA 环境中工作的工人;
超标居民是指在交通噪声超过55dBA 环境下生活的居民。

根据已确定的模型结构,找出相关的系统要素,并分析各要素的相互关系。主要变

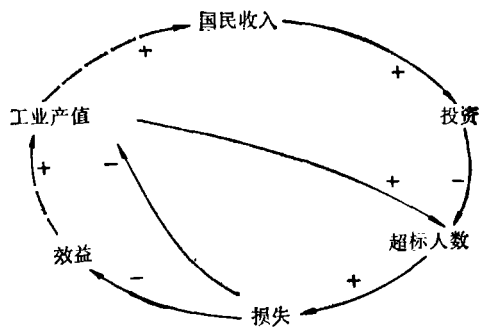


图2 主体反馈环

量为: 工业产值(产生噪声的十大行业)、劳动生产率、超标人数、损失、治理费用(投资及防治费用)、治理后超标人数减少的效益等。主体反馈环(见图2)由正、负两个反馈环组成。负环是当工业产值提高时,噪声污染加剧,超标人数增加;当超标人数增加后,污染损失增加,由于工业产值减少而制约了工业生产的发展。正环是当国民收入增加,投资增加;投资增加使超标人数减少,损失减少;损失减少使效益增加,工业产值增加,最终导致国民收入增加。其中,从效益到产值,到国民收入,在图中用虚线表示,因为:工业生产和国民收入这两个因素,已超出我们的预测范围,其真实关系无法在流程图中表示;就目前情况而言,通过噪声治理所得效益,尚未真实地增加国民收入,所以它们暂还是一种潜在的关系。

上述反馈环是从复杂的系统模型中挑选出的起决定作用的主要因素,根据所设计的模型结构作进一步扩充,制成能正确反映噪

声污染环境经济系统各变量之间具体联系的流程图(图略)。

如果把流程图中所反映的系统中的所有要素都看成是变量,那么噪声环境经济模型约含 80 个变量,100 个方程,可分成三种类型,分别有不同的作用。第一、常数变量,即常量。其不随时间变化,如发病率等,基本是按客观实际计算出来。这些量对仿真的精确度影响不大。第二、借用变量,或称之为借用常量。其特点一是属借用别人的预测数值,二是它们随时间而变化,如国民收入、工业产值、职工人数、城镇人口等。所谓常量,因是给定的,不是本系统预测的;所谓变量,因它们随时间而变化。由于是借用量,因而与系统仿真的精确度有关,即系统仿真的精确度是否精确,取决于别人预测的结果是否精确。第三、预测变量,这些量是经过仿真计算得到的实际需要的数据。

接着编写 DYNAMO 程序和确定参数。根据需要设计出各种对策研究方案,输入不同方案的参数,对各方案的输出结果进行比较。根据计算研究,提出对策建议。

二、噪声污染的宏观经济分析

本文以 1980 年噪声污染的实际情况为基准点,根据重点地区、部门 1980 年至 2000 年的工业生产和交通运输规模预测的噪声污染发展趋势的推测结果,对各种可能采取的主要控制对策所需高、中、低不同档次的投资

额,分别核算其环境经济效益、污染损失,并利用费用—效益分析等经济评价方法,对不同方案进行可行性比较。

(一) 噪声治理费用方案的确定

噪声治理费用包括噪声治理投资和噪声防治费用两项。目前噪声治理投资主要由工业和交通噪声治理投资构成;噪声防治费用主要包括个人防护、严重扰民工厂的搬迁、装置隔声窗、车辆更换高音喇叭等费用。

1. 噪声投资计算。据有关部门调查,1980 年工业噪声治理投资额约为 4,000 万元,交通噪声治理投资额约为 200 万元,总投资为 4200 万元。分别求得当年工业噪声与交通噪声治理投资各占总投资的比例为 95.2% 与 4.8%。这两个系数作为后面不同投资方案工业噪声和交通噪声治理投资的分配比例。求出 1980 年噪声治理投资(4200 万元)占当年国民收入(按 1980 年不变价为 3,687 亿元)的比例为 0.114%。这作为后面各投资方案中低方案的投资比例。根据有关部门对 2000 年中国的环境治理投资占国民收入比例的中₁、中₂、高方案的预测值(分别为 1%、1.5%、2.5%),并且确定各方案的环保投资都有 3—5% (本文取 3%) 用于治理噪声,这样,推算得各年度用于噪声治理所对应的中₁、中₂、高方案的投资占国民收入的比例分别为: 0.3‰、0.45‰、0.75‰,如表 1 所示。

根据有关部门提供的国民收入预测值,计算得各方案的噪声治理投资额见表 2。

2. 噪声防治费用计算。1980 年实际个

表 1 噪声污染治理投资的不同方案(%)

年度 年投资率[注] 方案	1980	1985	1990	1995	2000
低	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114
中 ₁	0.114	0.300	0.300	0.300	0.300
中 ₂	0.114	0.450	0.450	0.450	0.450
高	0.114	0.750	0.750	0.750	0.750

注:年投资率为噪声治理投资占国民收入的比例。

表 2 不同方案的噪声治理投资额*(单位: 万元)

方案	年度 投资额	1980			1985			1990			1995			2000		
		噪声治理		其中	噪声治理		其 中	噪声治理		其 中	噪声治理		其 中	噪声治理		其 中
		投资额	工业		投资额	工业		投资额	工业		投资额	工业		投资额	工业	
低		4203	4003	200	5967	5683	284	8502	8097	405	12470	11877	593	17375	16548	827
中 ₁		4203	4003	200	15702	14955	747	22373	21309	1064	32817	31255	1562	45723	43547	2176
中 ₂		4203	4003	200	23553	22432	1121	33561	31964	1597	49225	46882	2343	68584	65320	3264
高		4203	4003	200	39260	37390	1870	55930	53270	2660	82040	78140	3900	114310	108870	5440

* 投资均按 1980 年不变价计。

表 3 噪声防治费用(单位: 万元)

费 用	年 度	1980	1985	1990	1995	2000
个人防护		100	300	400	450	500
工厂搬迁		300	1000	500	0	0
隔 声 窗		0	0	100	300	2000
车辆更换高音喇叭		0	600	0	0	0
合 计		400	1900	1000	750	2500

表 4 不同方案噪声治理的费用(单位: 万元)

方 案	年 度	1980	1985	1990	1995	2000
低		4603	7867	9502	13220	19875
中 ₁		4603	17602	23374	33567	48223
中 ₂		4603	25453	34561	49975	71084
高		4603	41160	56930	82790	116810

人防护费用为 100 万元, 工厂搬迁费用为 300 万元, 据专家预估, 不论今后采取何种投资方案, 这笔费用的发展趋势相差不悬殊, 为此给出预估值, 列于表 3。

根据以上计算求得不同方案的噪声治理费用(投资与防治费用之和)见表 4。

(二) 宏观经济分析的步骤和结果

1. 不同方案的治理效益

噪声污染不属于物质性污染, 因此, 它没有资源、物料的回收和综合利用等直接效益问题。为此, 仅核算工业噪声治理和防护后对减少工人健康损失所产生的效益, 交通噪声降低后对减少居民损失所产生的效益和减少其他损失的效益。计算方法为:

$$U_t = I_t + H_t + K_t + L_t$$

式中, U_t 为 t 年噪声治理效益; I_t 为 t 年由于工业噪声治理投资使超标工人中发病人数减少的效益; H_t 为 t 年由于个人防护费用使超标工人中发病人数减少的效益; K_t 为 t 年减少居民蒙受损失的效益; L_t 为 t 年减少其他损失的效益。即:

$$I_t = t \text{ 年工业噪声治理投资} \times t \text{ 年万元投资减少超标工人数} \times t \text{ 年管理因素对减少超标工人数影响系数} \times \text{发病率} \times t \text{ 年人均损失额(因病缺勤日数/人} \cdot \text{年} \times t \text{ 年劳动生产率} + \text{医药费/人} \cdot \text{年})$$

$$H_t = t \text{ 年个人防护费用} \times \text{万元费用受益工人数} \times t \text{ 年防护用品配带率} \times \text{发病率} \times t \text{ 年人均损失额(因病缺勤日数/人} \cdot \text{年} \times t \text{ 年劳动生产率} + \text{医药费/人} \cdot \text{年})$$

表 5 不同方案的治理效益 (单位: 万元)

方 案 \ 年 度	1980	1985	1990	1995	2000
低	5370	13390	35120	82570	183790
中 ₁	5370	22830	46740	90960	185890
中 ₂	5370	29820	56740	103670	204670
高	5370	43780	76730	129090	242220

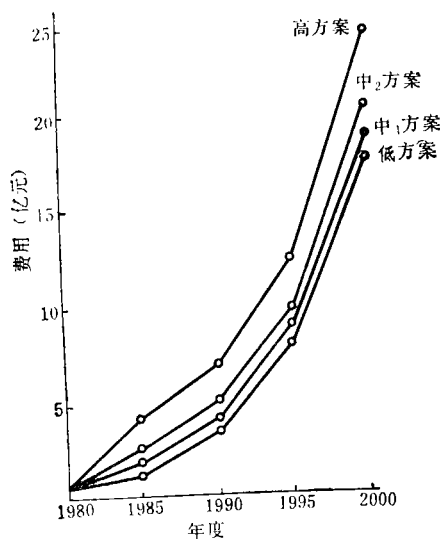


图 3 各方案的噪声治理效益

$K_t = t$ 年交通噪声投资额 $\times t$ 年万元投资受益居民人数 $\times t$ 年管理因素对受益人数影响系数 $\times$ 夜间受污染人数比例 $\times t$ 年人均损失额 (根据国外同类数据类比)

$L_t =$ 其他损失 $\times 10\%$

按上式计算出不同方案的治理效益,列入表 5,其变化趋势参见图 3。

由表 5 可知,到 2000 年四个方案的效益以高方案为最高,是 1980 年的 45.1 倍。低、中方案的治理效益相差不大,这是因为在个人防护费用完全相同的情况下,治理投资的一定变动所产生效益的差别并不明显。

进一步计算 2000 年个人防护费用取得的效益所占的比重。其中,低方案中防护费用取得的效益(14.9 亿元)占总治理效益(18.4 亿元)的比重高达 81%,即使是按高方案实施,该比重也高达 60%。这虽然说明个人防护措施,如护听器是最经济而有效的。但从

长远考虑,对于防治环境污染来说,这毕竟不是一个治本的办法,因此低方案是不可取的。至于中、高方案的利弊仍需从多方面进行分析。

2. 不同方案的环境污染损失

如前所述,噪声的污染损失主要是反映在对人体健康的危害。因此对噪声污染损失的计算主要从产值损失、居民蒙受交通噪声和其他损失三方面入手。计算方法为:

$$R_t = T_t + J_t + F_t \quad (1)$$

式中, R_t 为 t 年噪声污染损失; T_t 为 t 年产值损失; J_t 为 t 年居民损失; F_t 为 t 年其他损失。其中:

$$T_t = T_{1t} + T_{2t} + T_{3t} \quad (2)$$

式中, T_{1t} 为 t 年工人健康损失; T_{2t} 为 t 年设备限时运行损失 (属专家预估值); T_{3t} 为 t 年设备寿命降低损失 (属专家预估值)。即:

$T_{1t} = t$ 年职工人数 $\times t$ 年超标工人比例 $\times t$ 年设备更新使超标人数减少系数 $\times$ 发病率 $\times$ (因病缺勤日数/人 $\cdot$ 年 $\times t$ 年劳动生产率 + 医药费/人 $\cdot$ 年)

$$J_t = J_{1t} + J_{2t} \quad (3)$$

式中, J_{1t} 为在大于 65 dBA 环境下生活的居民损失; J_{2t} 为在 55 至 65 dBA 环境下生活的居民损失。即:

$J_{1t} = t$ 年城镇人口数 $\times t$ 年暴露于交通噪声大于 65 dBA 的居民所占比例 $\times$ 夜间受污染居民所占比例 $\times t$ 年人均损失额

$J_{2t} = t$ 年城镇人口数 $\times t$ 年暴露于 55 至 65 dBA 的居民所占比例 $\times$ 夜间受污染居民所占比例 $\times t$ 年人均损失额

表 6 不同方案的污染损失(单位: 万元)

方 案 \ 年 度	1980	1985	1990	1995	2000
中 ₁	241500	231420	271870	347730	434730
中 ₂	241500	228430	261870	335020	415950
高	241500	214460	241880	309600	378400

$$F_t = F_{1t} + F_{2t} + F_{3t} + F_{4t} \quad (4)$$

式中, F_{1t} 为 t 年房地产价格贬值损失; F_{2t} 为 t 年老工人提前离岗、新工人培训费; F_{3t} 为社会纠纷、事故、工人保健费损失; F_{4t} 为排污收费损失(以上均属专家预估值)。

将(2)、(3)、(4)式代入(1)式,求得各年度、各方案的噪声污染损失额,列于表 6, 各方案污染损失曲线,如图 4 所示。

由表 6 分析得出,1980 年噪声造成的污染损失额为 24.15 亿元,到 2000 年: 中₁方案的污染损失额将增长到 43.47 亿元,为 1980 年的 1.8 倍;中₂方案和高方案的污染损失额分别增长为 1980 年的 1.72、1.57 倍,差

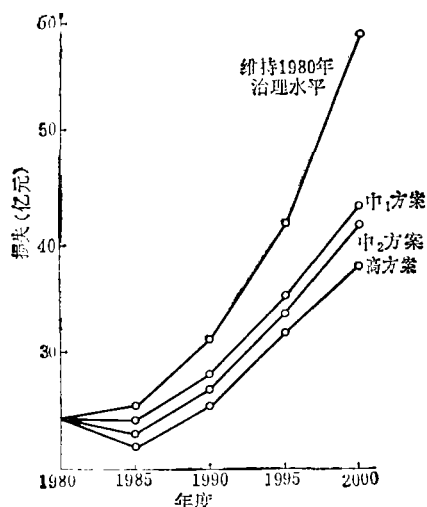


图 4 不同方案的污染损失

别不太大。从 1980—2000 年累计损失来看, 中₁方案是高方案的 1.3 倍, 高方案实施的结果略好于中方案。

经计算,到 2000 年中₁、中₂、高方案的污染损失占国民收入的比重(分别为 2.9‰、2.7‰、2.5‰)都低于 1980 年(6.6‰)。这说明,按中、高方案实施,到 2000 年噪声污染情况都会比现在有所好转。但是,如果不按本课题所列高、中、低各方案实施,即维持目前的噪声治理费用不变(噪声投资占国民收入比例不变,防治费用不变),到 2000 年,污染损失将高达 60 亿元左右(见图 4)。

3. 不同方案的效益费用比

对各方案的结果做费用—效益分析,求出效益费用比值,见表 7。通过表 7,可以认为,治理噪声是能取得经济效益的,特别是两个中方案的比值分别达 1:3.9 和 1:2.9。即在噪声治理中花费一元钱,就可以得到 3.9 元和 2.9 元的效益。

4. 不同方案的社会总费用

环境经济学认为,评价一项环境规划所需的费用,不能只看投资(费用),还应该考察投资(费用)加上损失,即社会总费用。社会总费用应最低为好。表 8 为各方案的社会总费用。

表 7 以及表 8 都反映出高方案的效益费用比值最低及社会总费用最高,因此不宜采

表 7 2000 年不同方案的效益—费用比值

方 案	效益 (万元)	费用 (万元)	效益—费用比值
中 ₁	185890	48223	3.8549
中 ₂	204670	71085	2.8792
高	242220	116810	2.0737

表 8 不同方案的社会总费用(单位: 万元)

方 案 \ 年 度	1980	1985	1990	1995	2000
中 ₁	246110	253020	295240	381290	482950
中 ₂	246110	253890	296430	384090	487030
高	246110	255620	298810	392390	495200

纳。

5. 不同方案的净效益

货币效益与总费用之差称为消减污染的净效益, 净效益最大值为优方案。经计算后得出, 2000 年的中₁、中₂、高方案的净效益分别为 13.8 亿、13.4 亿、12.5 亿元。即中₁、中₂方案的净效益均优于高方案。

三、噪声污染宏观经济分析的结论

通过噪声污染的宏观经济分析, 在有关问题上得到的主要结论为:

第一、治理噪声污染既是当务之急, 也是实现 2000 年环境保护总目标的一个重要组成部分。应将防治噪声污染作为国家环保总方针的一个重要方面。否则, 如今后噪声治理费用维持不变, 到 2000 年, 噪声污染的损失额将达 60 亿元左右, 是 1980 年的 2.48 倍。也就是工农业总产值翻两番, 噪声污染的损失额不止翻一番。

第二、为获得噪声治理的最佳投资效益, 宜采取经本课题论证的中₁或中₂投资方案。考虑到国家财力因素, 可分二步走: 在“七五”期间采取中₁方案; 在“七五”后采取中₂方案, 即使到 2000 年, 按中₂方案的噪声治理费用, 据推测, 也仅占国家全部环保投资的 3.2%。相当于日本、英国等发达国家七十年代中期的水平。

实施中方案的投资效果是理想的, 因为: (1) 到 2000 年污染损失将为 1980 年的 1.72 倍, 年增长速度为 3% (参见表 6)。而污染损失占国民收入的比重将从 1980 年的 6‰, 下降到 2000 年的 2.7‰。如按污染损失占

GNP (国民生产总值) 的比例计, 1980 年为 5.7‰, 2000 年为 2.4‰, 略高于七十年代美国的 2‰ 的水平。(2) 到 2000 年治理效益达 20.47 亿元, 为 1980 年的 38 倍, 年增长速度为 20%, 高于噪声治理费用的增长速度 (见表 5)。(3) 到 2000 年, 每元人民币噪声治理费用, 可获得 2.9 元的效益, 是 1980 年的 2.5 倍 (参见表 7)。因此, 按中方案治理噪声所花的投资是合算的。

第三、当前我国噪声污染以对工人健康的危害为最大。因此, 噪声治理投资的重点应以工业噪声治理为主。但是经济分析和预测表明, 在 1990 年以后, 在我国噪声污染总损失中, 工业噪声造成的工人健康损失将逐年降低, 而居民蒙受交通噪声的经济损失将逐年增高 (见图 5), 噪声污染的经济损失, 逐渐以居民损失为主。在确定不同阶段噪声污染治理工作的重点时, 应注意这个趋势。另外, 要解决交通噪声问题, 关键是要靠汽车单车降噪、道路改造、城市绿化等措施, 但这些费用不属于环保投资范围, 其费用与效益问题应另立课题研究。

第四、工业噪声的控制费用昂贵, 而护耳

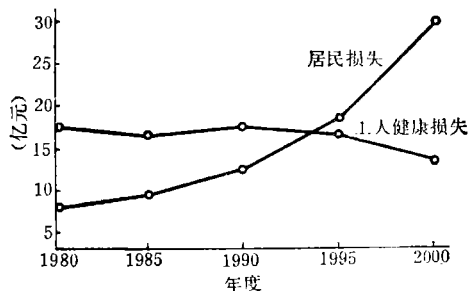


图 5 工人健康损失和居民损失的历年变化

(下转第 76 页)

具有安定的浅水环境,适宜介壳生长,因此还有介壳灰岩沉积,生物富集作用显著,促进了各种元素的聚积。侏罗系上统的遂宁组和蓬莱组,属半干燥气候条件下,浅水湖相沉积,多为钙质砂泥岩,并含钙质结核,金属元素含量较多,尤以遂宁组为最,是紫红色砂泥岩中金属元素背景含量最丰富的岩层。三迭系上统须家河组,其时海水逐渐退出本区,大部分地区与海洋断续相连,为河流、沼泽、三角洲相沉积,这些沉积物大多是径流水搬运后的再沉积,各种元素大量流失,形成金属元素含量最少的长石石英砂岩。侏罗系中统沙溪庙组,为潮湿气候条件下河湖相浅水沉积,形成各种金属元素含量较少的长石石英砂岩夹页岩。

(上接第82页)

器的效益较高。所以在国家经济力量尚薄弱期间,还得逐年增加个人防护费用。从长远考虑,大力推广和积极采用新技术、新工艺、新设备,以及不断制造低噪声的机器、设备、车辆等,是控制噪声污染最根本的也是最经济的办法。经济分析证明:即使不采取任何治理措施,仅仅由于技术进步和设备更新,同样可使超标工人数由1980年的1,148.3万人下降到2000年的847.3万人,累计减少污染损失52亿元。这应是为从根本上解决噪声污染问题所必须长期遵循的一个重要原则。

参 考 文 献

- [1] 曲格平,中国环境问题及对策,103页,中国环境科

从上所述,还可进一步说明三峡库区石灰土类型由于成土母质为富含金属元素的各种灰岩,所以各元素的背景值最高。紫色土由于广泛发育于沙溪庙组和遂宁组等紫红色砂泥岩之上,母岩中金属元素含量有高低,反映在各元素含量的全距上,紫色土明显比石灰土宽,各元素的背景值在库区各土类中居中等水平。

参 考 文 献

- [1] Connor, J. J. et al. (王景华译),美国大陆某些岩石、土壤、植物及蔬菜的地球化学背景值,科学出版社,1980年。
[2] 汪雅各等,中国环境科学,3(3),23-28(1983)。
[3] 中国科学院土壤背景值协作组,土壤学报,16(4),319-328(1979)。

学出版社,1984年。

- [2] 马大猷,《环境保护》十年选编,624页,环境保护杂志社,1984年。
[3] 孙吉民,《环境保护》十年选编,644页,环境保护杂志社,1984年。
[4] 刘文,十年科研成果和论文选编(第三分册),156页,北京市环境保护科学研究所,1982年。
[5] 王炎庠,十年科研成果和论文选编(第三分册),174页,北京市环境保护科学研究所,1982年。
[6] 中国统计年鉴,2-7页,中国统计出版社,1980、1981年。
[7] 牧野昇,环境恶化の社会的費用の測定方法に関する研究,129页,株式会社三菱総合研究所,昭和52年。
[8] К. Г. Гофман, Охрана Окружающей Среды Модели Социально-экономического Прогноза, стр. 197, Москва Экономика, 1982。

Abstracts

HUANJING KEXUE

Chinese Journal of Environmental Science

Trends of Sciences of Environmental Protection from the Viewpoint of Econ-ecology

Ma Shijun

This overview article examines the recent development in sciences of environmental protection econ-ecologically by discussing structure and function of human environment. In researching environmental features and taking protective measures, one should pay attention to the characteristics of time, space, dimension and ordination in environment so as to understand their variable rules. Environmental protection is to conserve environmental quality, including structure of man's physical environment and its regulative functions. In order to solve environmental issues, methodology of system engineering should be used so that growth of population and exploitation of resources may coordinate the economic construction as a whole to meet the needs of industrial and agricultural development and of the people's life. Two highlights in eighties of this century, sustainable development and eco-economic planning, show the trends of environmental protection sciences later on, according to the author.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 2, 1986

Atmospheric Environmental Impact Assessment for Baosan Iron and Steel Complex, Shanghai

Zhang Xifu et al.

Baosan Iron and Steel Complex is situated on the north of Shanghai city. The purpose of this study was to assess the influence of atmospheric diffusion of pollutants from the Complex to Shanghai city. By using SF₆ tracer for field experiments and model simulation, the result showed that concentration of SO₂ in the ambient air of the urban districts around the Complex was below permissible level under any meteorological conditions.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 83, 1986

Regional Features of Soil Background Values and Their Distributive Rules in the Songhuajiang-Liaohe Rivers Plain

Wu Yanyu et al.

This paper surveys background values of some trace elements in soils of Songhuajiang-Liaohe rivers plain, and finds out their regional features and distributive rules. Background values of some trace element contents in various soil groups of the said region reads in order as follows: paddy soil>bog soil>side bleached soils>brown soil>dark brown forest soils>meadow soils>black soils>cinnamon soils>chernozem>halogenic soils>dark castanozems>aeolian sandy soils, as is coincident approximately with natural geographical rules from east to west.

The soil background values in the region is low, as compared with normal ones in the world as well as in other regions of China. The variance coefficients of these values are mostly below 0.5; migration coefficients of the elements in soil profiles are 0.9–1.1. In this paper causes of mentioned rules have been discussed.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 24, 1986

Macroeconomic Analysis on Noise Pollution

Li Baoshan

This paper analyses the economic issues of noise pollution and its control measures from overview of social and economic development by applying the theory of environmental economics and methodology of system dynamics to establishing mathematic models with computer technique. It calculates economic losses caused by noise pollution at present and reads estimative loss figures of the year 2000 in the now, evaluates reasonable investments for noise control and their social, environmental and economic benefits which may be gained in different periods so as to choose the optimal project for policy-maker.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 77, 1986
