

《北京东南郊环境污染调查 及其防治途径研究》论文集

《北京东南郊环境污染调查及
其防治途径研究》协作组

1980年10月

编 者 的 话

在北京市环境保护局主持领导下,在各有关单位的努力协助下,“北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”课题已取得成果并通过鉴定。该课题的总结报告业已印刷出版,但尚不能充分反映“北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”的全部科研工作,特编辑出版本论文集,作为研究总结报告的补充,加强环境学术交流,共收集论文44篇,包括总论、水体、大气、土壤作物和分析方法等部份,此外,113页还附有“北京东南郊主要采样点位置图”,以便某些文章共同引用。

由于我们业务水平有限,加之时间仓促及缺乏经验,书中缺点错误在所难免,敬请读者批评指正。

《北京东南郊环境污染调查
及其防治途径研究》协作组
一九八一年一月

目 录

北京东南郊区域环境问题综合研究	
..... “北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”协作组	(1)
北京东南郊主要工业污染源、主要污染物的评价	
.....北京东南郊污染源调查评价小组	(7)
区域环境质量评价中单元环境的模糊聚类及污染类型的模糊识别	
.....王华东 车宇瑚	(11)
应用长城 203 电子计算机进行环境污染指数计算的方法	
.....张崇正	(25)
北京东郊高碑店污水处理厂重金属负荷及控制量的研究	
.....王新元 袁硕焱 孟维奇	(35)
北京东郊重金属的污染特征和防治途径探讨	.....夏增禄 (41)
北京东南郊地表水环境质量评价方法探讨	.....薛纪渝 (48)
北京市东南郊的水量平衡	.....邓厚培 张仲德 (54)
北京市东南郊河系底泥中汞释放问题的探讨	
.....唐子华 章洛文 刘国芬 杨定良	(59)
北京市东南郊地表水放射性水平调查总结 (1976—1979年)	
.....北京市环保所	(67)
高碑店污水处理厂上游污水量观测	.....北京市市政工程管理处 (72)
用生物膜评价河流污染的初步研究	.....赵艾 李日新 王大徽 (77)
用附生藻类评价北京东南郊凉水河、通惠灌渠和通惠河的污染	
.....陈淑云 谢凤君	(85)
北京市凉水河等水体污染和自净的大型无脊椎动物群落评价	
.....朱新源 高纬	(94)
工业废水污染的河渠水体自净生态系中纤毛虫的初步观察	.....史曾锐 (102)
从测定草履虫平均寿命时间“td”值评定污水综合毒性	.....史曾锐 (108)
北京东郊地区某些高等水生植物的净化能力的调查及试验研究	
.....陈章龙 胡肆慧 任继凯 孔繁志 缪有贵 韩荣庄 姚依群	(114)
我国水污染的经济损失初探	.....王百斌 朱济成 (124)
关于工业软化硬水的经济问题	.....朱济成 王百斌 (127)
北京东南郊水环境污染系统分析方法介绍	
..... “北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”协作组	(132)
北京东南郊多源二氧化硫数值计算模式	.....王淑芳 陈家宜 (144)

区域性大气二氧化硫空间分布的探讨·····	张良璧 (151)
植物对空气污染的监测作用·····	朱成珞 (155)
污泥中汞对农业环境的污染及其控制 ·····	北京市农业科学院农业环境保护气象研究所 (161)
汞的形态与水稻吸收关系的研究 ·····	北京市农业科学院农业环境保护气象研究所 (170)
砷在东南郊水和土壤、作物系统中的迁移转化规律的研究 ·····	北京师范大学地理系环境研究室 (178)
北京东南郊土壤中砷的环境容量的初步探讨·····	许嘉琳 李春兰 (188)
制革废水灌溉农田的研究·····	杨居荣 李森照 (194)
北京市污灌区土壤及水源的蛔虫卵调查·····	高 纬 邹文梅 (201)
北京市东南郊污灌区土壤和污水中细菌总数与大肠菌群数量的调查 ·····	橄云轩 周孟津 杨秀山 (208)
北京东南郊六六六、DDT在土壤中的迁移、残留累积和发展趋势分析 ·····	夏增禄 沈瑞珍 (212)
土壤中铬的累积速度及其环境容量探讨·····	李森照 (219)
铬在土壤——水稻体内迁移规律的研究 ·····	穆从如 李森照 王立军 何瑞珍 (224)
石灰性土壤中有效态镉、铅、铜、锌的测定·····	文杰 耿铁山 (232)
粮食作物蔬菜中 C_1 、 P_1 、 C_2 、 Z_2 的原子吸收分光光度测定 ·····	季延安 文杰 (241)
萃取分离分光光度法选择性测定水中不同价态砷 ·····	冯建章 马宝兰 张宝新 (244)
离子交换分离选择测定工业污水中微量六价铬及三价铬 ·····	李世豫 李淑妍 (250)
原子吸收(无焰)法选择性测定 A_2 (Ⅲ)与 A_2 (Ⅴ)·····	季延安 (258)
原子吸收氢化法测定水中微量锡的方法研究·····	陈美智 耿建群 (263)
紫外分光光度法测定水中二碘二丁基锡·····	尧元全 李月琴 (269)
紫外分光光度法测定污水中4—硝基间甲酚·····	柯以侃 (278)
气相色谱法测定污水中微量4—硝基间甲酚·····	柯以侃 (287)
大气中砷化物的测定(硼氢化钠法)·····	唐运 娄人俊 (295)
大气中二氧化硫的测定方法——盐酸付玫瑰草胺比色法的改进·····	冯秀丽 (305)
尼姆诺(Nemerow)污染指数在地下水水质评价中应用的探讨·····	王百斌 (313)
底泥中COD的测定方法·····	陈繁荣 贾窈云 张建军 (317)
凉水河的自净作用·····	陈繁荣 贾窈云 于涌泉 张建军 (321)

目 录

北京东南郊区域环境问题综合研究	
..... “北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”协作组	(1)
北京东南郊主要工业污染源、主要污染物的评价	
.....北京东南郊污染源调查评价小组	(7)
区域环境质量评价中单元环境的模糊聚类及污染类型的模糊识别	
.....王华东 车宇瑚	(11)
应用长城 203 电子计算机进行环境污染指数计算的方法	
.....张崇正	(25)
北京东郊高碑店污水处理厂重金属负荷及控制量的研究	
.....王新元 袁硕焱 孟维奇	(35)
北京东郊重金属的污染特征和防治途径探讨	.....夏增禄 (41)
北京东南郊地表水环境质量评价方法探讨	.....薛纪渝 (48)
北京市东南郊的水量平衡	.....邓厚培 张仲德 (54)
北京市东南郊河系底泥中汞释放问题的探讨	
.....唐子华 章洛文 刘国芬 杨定良	
北京市东南郊地表水放射性水平调查总结 (1976—1979年)	
.....北京市环保所	
高碑店污水处理厂上游污水量观测	.....北京市市政工程管理处
用生物膜评价河流污染的初步研究	.....赵艾 李日新 王大微
用附生藻类评价北京东南郊凉水河、通惠灌渠和通惠河的污染	
.....陈淑云 谢凤君	
北京市凉水河等水体污染和自净的大型无脊椎动物群落评价	
.....朱新源 高纬	
工业废水污染的河渠水自净生态系中纤毛虫的初步观察	.....史曾锐
从测定草履虫平均寿命时间“ta”值评定污水综合毒性	.....史曾锐
北京东郊地区某些高等水生植物的净化能力的调查及试验研究	
.....陈章龙 胡肆慧 任继凯 孔繁志 缪有贵 韩荣庄 姚依群	
我国水污染的经济损失初探	.....王百斌 朱济成
关于工业软化硬水的经济问题	.....朱济成 王百斌
北京东南郊水环境污染系统分析方法介绍	
..... “北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”协作组	
北京东南郊多源二氧化硫数值计算模式	.....王淑芳 陈家宜

区域性大气二氧化硫空间分布的探讨·····	张良壁
植物对空气污染的监测作用·····	朱成珞
污泥中汞对农业环境的污染及其控制 ·····北京市农业科学院农业环境保护气象研究所	
汞的形态与水稻吸收关系的研究 ·····北京市农业科学院农业环境保护气象研究所	
砷在东南郊水和土壤、作物系统中的迁移转化规律的研究 ·····北京师范大学地理系环境研究室	
北京东南郊土壤中砷的环境容量的初步探讨·····	许嘉琳 李春兰
制革废水灌溉农田的研究·····	杨居荣 李森照
北京市污灌区土壤及水源的蛔虫卵调查·····	高 伟 邹文梅
北京市东南郊污灌区土壤和污水中细菌总数与大肠菌群数量的调查 ·····	楸云轩 周孟津 杨秀山
北京东南郊六六六、DDT在土壤中的迁移、残留累积和发展趋势分析 ·····	夏增禄 沈瑞珍
土壤中铬的累积速度及其环境容量探讨·····	李森照
铬在土壤——水稻体内迁移规律的研究 ·····	穆从如 李森照 王立军 何瑞珍
石灰性土壤中有效态镉、铅、铜、锌的测定·····	文杰 耿铁山
粮食作物蔬菜中 C_a 、 P_b 、 C_u 、 Z_n 的原子吸收分光光度测定 ·····	季延安 文杰
萃取分离分光光度法选择性测定水中不同价态砷 ·····	冯建章 马宝兰 张宝新
离子交换分离选择测定工业污水中微量六价铬及三价铬 ·····	李世豫 李淑妍
原子吸收(无焰)法选择性测定 $A_s(III)$ 与 $A_s(V)$ ·····	季延安
原子吸收氢化法测定水中微量锡的方法研究·····	陈美智 耿建群
紫外分光光度法测定水中二碘二丁基锡·····	尧元全 李月琴
紫外分光光度法测定污水中4——硝基间甲酚·····	柯以侃
气相色谱法测定污水中微量4——硝基间甲酚·····	柯以侃
大气中砷化物的测定(硼氢化钠法)·····	唐运 娄人俊
大气中二氧化硫的测定方法——盐酸付玫瑰草胺比色法的改进·····	冯秀丽
尼姆诺(Nemerow)污染指数在地下水水质评价中应用的探讨·····	王百斌
底泥中COD的测定方法·····	陈繁荣 贾窈云 张建军
凉水河的自净作用·····	陈繁荣 贾窈云 于涌泉 张建军

北京东南郊区域环境问题综合研究

“北京东南郊环境污染调查及其防治途径研究”协作组*

继“北京西郊环境质量评价研究”之后，我们于1976~1979年又开展了北京东南郊区域环境问题的综合研究。协作组由25个单位、二百余名科技人员组成。在三百多平方公里范围内，共布置了采样点地面水86个、水生物51个、地下水114个、土壤与作物138个、大气69个。共取得污染监测数据6万多个、气象参数10万多个。共完成阶段成果50余份，最终总结报告七份（70余万字）及1/5万环境质量评价图60余幅。

本区环境的最大特点是：地处北京城区东南近郊，是城区、使馆区、工业区、农业区、天津市水源上游等多功能分区的交错过渡地带，本区环境质量受到人类活动的影响发生了深刻地变化，成了许多环境矛盾的交叉点。但在许多环境特征中，具有决定意义的是，本区为解放后兴建的化工、热电、纺织工业为主的工业区及主要污灌区，是本区及城中心区工业、农业和城市多种多样污染物汇集区。本区工业的发展，致使单位面积能源、水源、原材料的负荷量比全市平均水平高得多。每平方公里能源消耗量是中心区的6倍，是全市的70倍；污水量每年达4.4亿方；工业物料流失量高达52万多吨。致使本区成了污染严重的典型区域之一，是北京环境保护的重点地区。

区域环境问题是一个多层次、多因素、多因子的复杂课题，不进行全面、系统、综合而重点深入的研究，是无法认识和解决的。面对北京东南郊复杂情况及特点，我们开展了以下几个方面的研究：

1. 查明本区环境背景的主要特点；
2. 查明本区主要环境污染物、污染源；
3. 查明本区主要环境污染问题；
4. 查明本区主要污染物的迁移转化规律和机制；
5. 建立本区环境要素中主要污染物的污染模式；
6. 探索运用系统分析方法将环境污染调查、环境质量评价与区域综合防治紧密的结合起来。

一、查明了本区大气、水资源及土壤背景状况

背景的研究十分重要。它是环境污染比较的基准，它是污染物（“演员”）表演的舞台，它决定了区域污染的背景特征。

本区大气四季均有逆温，逆温厚度大、频率高、强度大。全年累计逆温时间约一个

* 执笔人：王健民

月，小于1米/秒的小风频率占20%以上。气象背景条件不利于污染物的稀释扩散。

本区10亿方/年来水量中，只有2亿方/年地下水是清水，8亿方/年为污水及污染地表水，所以本区污染自净能力小，水体对污染物的容量小。本区地下水年亏损静储量0.11亿方/年，水位不断下降，水质不断恶化。水资源背景条件不利于污染物的稀释自净。

本区除水源七厂一带表土层薄外，普遍在5米以上，多为亚砂土、亚粘土，土壤呈弱碱性或碱性，含碳酸钙较多。土壤背景有利于对地下水的保护及重金属的固定。在局部土层薄的水源地附近，对地下水的保护不利并是硬度增加的重要背景条件。

二、查明了本区潜在的主要污染物及污染源

污染物、污染源调查对环境保护多个方面：监测、评价、环境质量研究、环境污染物的控制等都是必需的，脱离了“演员”环境保护就无目标了。

根据调查归纳，本区工业、农业及城市产生的气态、液态及固态废弃物及自然尘，共有十类26种，可见，问题十分复杂。

如何将这些看起来风马牛不相干的不同环境要素的不同污染物进行比较，以确定出主要污染源、污染物呢？我们采用了“等标排放量率指数”这个指标，将所有污染物都经过标准化的处理，统一到同一的尺度上去进行比较。

评价证明，无论污染物、污染源多么复杂，只要调查工作细致，最后总是只有上十种污染物、上十家污染源是主要的，从而为区域综合防治工作明确了方向、重点，做到有的放矢。少花钱、多办事。

例如，本区大气主要污染物为粉尘（41.5%）、CO（16.8%）、SO₂（14.3%）、CN⁻（6.2%）、NO_x（4.9%）、Cl₂（3.1%）、Pb（2.9%）、沥青尾气（2.8%）、苯（1.3%）。八种共占等标排放量率指数的93.81%，前三种就占了72.6%。

大气主要污染源为北京热电厂（51.0%）、一家独占一半多，加上化工实验厂（17.3%）、北京焦化厂（11.13%）、北京化工二厂（6.5%）、北京油毡厂（2.6%）、北京油漆厂（1.8%）、北京铁合金厂（1.5%），以上六厂就占了91.9%。

三、查明了本区的主要环境问题

环境保护犹如大夫给人看病一样，必需摸清主要病情，才好对症下药。经过多学科的联合作战，分别查明本区存在如下主要环境问题：

1. 燃料燃烧、焦化、造气过程中产生的尘、氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳的区域性大气污染较重。其中：颗粒物的污染经常处在“PSI”评价指数的危险、很不健康的水平，氮氧化物达不健康、中等水平，二氧化硫与一氧化碳为中等、良好水平。包括降尘在内时，石景山区>东城区>东郊；不包括降尘在内时，东城>石景山区>东郊。所以，城区及石景山区的尘、氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳比之东郊更为严重。

2. 化工工艺过程产生的氨、氯气、氟化氢、沥青尾气、酚、氰化物、苯、汞、

铅、铍等局地大气污染严重。除铅超标范围可达二千米外，其它几项一般不超过一公里，但因有强烈的恶臭、刺激性和毒性，对职工及附近居民、植物危害甚大，为本区大气污染严重的特殊原因。

3. 生活污水及工业废水造成全区所有河、渠、沟、坑、塘的地表水有机耗氧及毒污染严重。由于又无天然稀释水源，实为排污河渠，普遍无大型无脊椎动物。因与北运河联通，加之闸门不严、管理不善及排洪需要等原因，北京污水可进入北运河，有时甚至会串入天津市饮水水源地。

4. 地下水受到有机及盐污染较重。造成了地下水硬度不断增长及硝酸根大面积污染，目前水源七厂出厂水硬度已超过饮用水德国度25度的标准。

5. 土壤、底泥受到重金属为主的局地污染，菜类受到细菌、蛔虫卵的生物性污染严重。土壤受重金属污染地区集中在施用高碑店污水处理厂污泥的三个大队。病菌、虫卵的污染与非污灌区（施用人粪尿）对比尚无明显差异。说明，不仅污灌区需要对污水进行无害化处理，非污灌区也需对传统浇粪尿方式进行改革，也应进行无害化处理。

6. 地下水资源出现了亏损，每年亏损0.11亿方，水位逐年下降，说明用水量已超过天然补给量。在纺织、化工、焦化几个工业片已出现较大下降漏斗，致使地下水污染物向漏斗集中，更不易扩散。水位下降还带来一系列的技术、经济损失。

7. 出现了多次局地污染事件，年年都有赔款事件发生，仅化工、轻工两个局统计，1972至1976年累计赔款202万元。对植物、作物、水生生物均产生了不同程度的污染及危害，某些局部地区还存在环境污染引起的致畸、致癌的迹象。根据概略计算，本区环境污染物的流失、污染损失及废水治理三个方面的损失及费用，约占本区工、农业总产值的六十分之一。由于欠帐太多，污水处理厂一次基建投资较高，但如按二十年折旧，则治理费远小于污染造成的损失费及取得的效益。

四、搞清了本区主要环境污染物的迁移转化规律或机制，并建立或采用了相应的模式

查明主要污染物、主要环境污染问题是必要的，但要进行综合防治那是不够的，还要真正掌握了污染物在环境中的行为，查明变化规律、机制，研究环境自净能力、确定环境容量，建立起相应动态模式，才使环境质量评价工作，从监测评价上升到质量研究的新高度。从而只用有限的监测资料，便可获得污染物在环境中的时、空动态变化规律。也就是查明主要污染物这个“演员”是如何表演的全过程。

1. 大气二氧化硫的湍流扩散过程

参考国内外有关模式，结合东南郊环境背景及污染源的特点，进行了适当简化，经过了模式校准，达到精度要求后，将源强、气象参数代入模式，上计算机，得到不同情况下二氧化硫的时空分布，提出了防治途径的建议。

对东郊热电厂连续高架源浓度分布采用正态烟云模式；对面源近地浓度分布采用多

源定常高斯大气污染扩散模式。

2. 地表水的强烈耗氧、复氧过程及毒污染、毒降解过程

采用了有机物在河流中的自净模式，并结合室内外试验及调查分析，选取了耗氧系数及复氧系数。从模式计算及试验中得到本区凉水河虽尚有一定的自净现象，但作用有限。污染远超过地面水允许容量，必需加以治理才能改善。

我们还采用将水质、底质的物理化学分析与水生生物相（藻类、细菌、底栖、原生、鱼的毒性）相结合的方法进行综合研究水体质量，得到凉水河、通惠河系的物理、化学、生物自净综合模式图，全面反映出河流污染后的复杂变化规律。

3. 地下水硬度升高过程

研究表明，地下水硬度的增高主要是污染的结果，但钙、镁不是一次污染物，而是二次污染物。这种间接引起地下水硬度增高的作用包括三个方面：（1）有机物分解产生的二氧化碳，对富含碳酸钙、镁地层的溶解作用；（2）盐效应作用，使水中碳酸钙、镁的饱和度降低，促进了碳酸钙、镁的溶解；（3）盐污染产生的阳离子交换作用，钠离子置换了土层中的钙镁离子。从而，建立起本区硬度增高过程的模式图。

4. 重金属污染物在河渠底泥、污泥中的富集过程

进入本区河渠中的重金属汞、镉、铅、铬、锌、砷等，经研究证明，绝大多数吸附在悬浮物颗粒上，由于水动力及水化学条件的改变，迅速转入底泥。以汞最明显，铅、镉次之。高碑店污水处理厂经一级沉淀处理后，重金属绝大部分富集于污泥中。

5. 重金属污染物在土壤及作物中的弱积累过程

从物质平衡角度，推导出了本区污灌土壤重金属的动态平衡方程式，其形式与西郊建立的土壤污染模式相近。实测资料表明，重金属年平均输入量超过了相应的土壤临界输入量，但因超过不多，致使本区处于重金属轻度污染的弱积累阶段。加上石灰性土壤背景条件，进一步限制了重金属污染物的活性，大大降低了对农作物的危害，作物中重金属也相应处于弱积累过程。

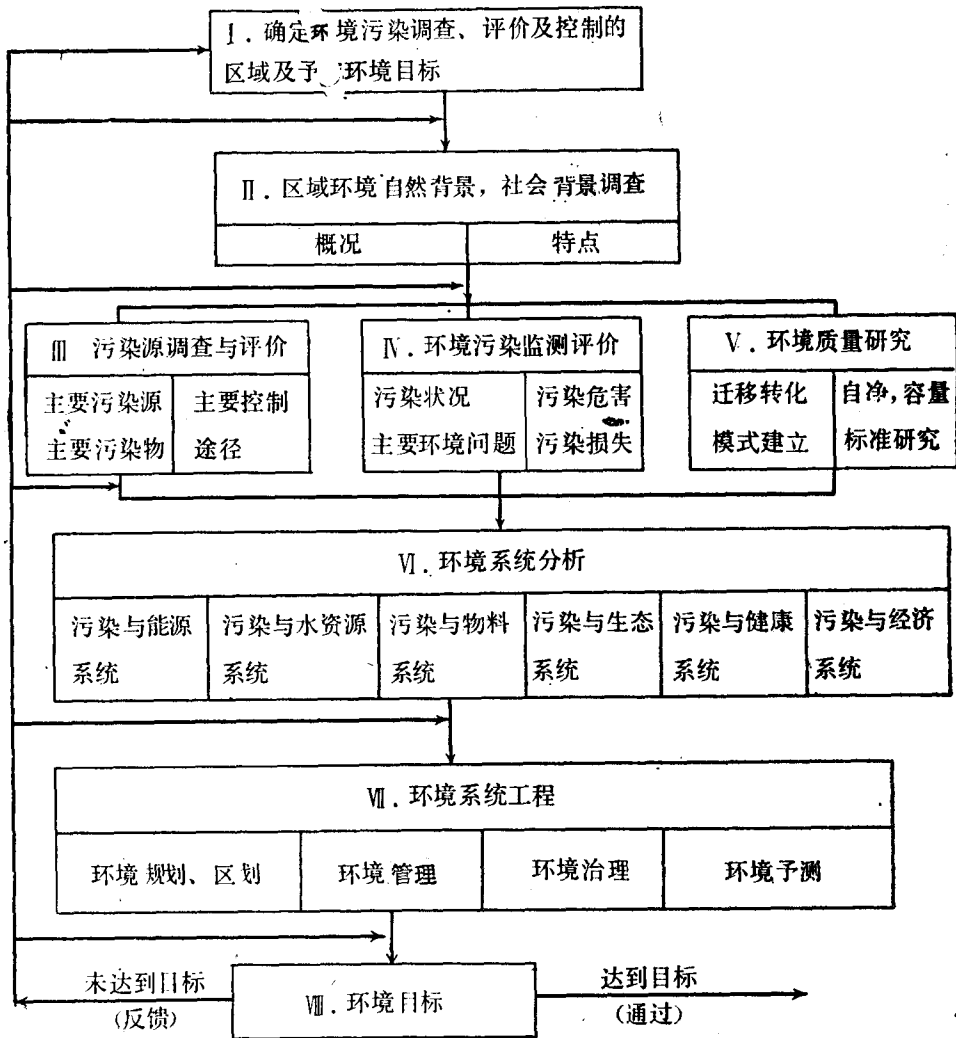
五、运用环境系统分析的思想和方法，探索了污染调查、环境质量评价与综合防治途径研究相结合的新途径

我们在西郊环境质量评价研究中取得了污染调查与评价的经验，迈出了可喜的一步，但如何将污染调查、评价成果运用到综合防治上？还缺乏经验。东南郊课题的名称要求在这方面进行探索。我们将环境背景模式、污染源模式、污染物的迁移转化规律模式、措施方案、经济效益分析结合起来，进行环境综合防治优化方案的选择。运用数学模型与经验数据定量化相结合的方法，分析了能源与大气污染，水资源与有机、盐、重金属的污染。其中，对水资源与有机（BDO₅）污染的系统分析比较全面。证明了系统分析方法应用于解决环境问题也是先进有效的。

六、提出了东南郊环境污染综合防治的原则、方法和途径的建议

据对环境背景的了解，对主要污染源、污染物、污染问题的筛选，对主要污染物的变化规律及主要污染问题的原因和机制的研究，我们对本区环境有了总体的掌握。并按照污染原因和性质的不同，分别从环境规划、区划、管理、控制、预测几个方面进行了综合防治途径的研究。既分别对大气、水、土、生物的污染问题、水资源问题提出了防治意见，更进一步从整体上、从彼此之间的联系上，对东南郊区域环境保护工作提出了全面、系统地科学建议，具有一定的指导意义。

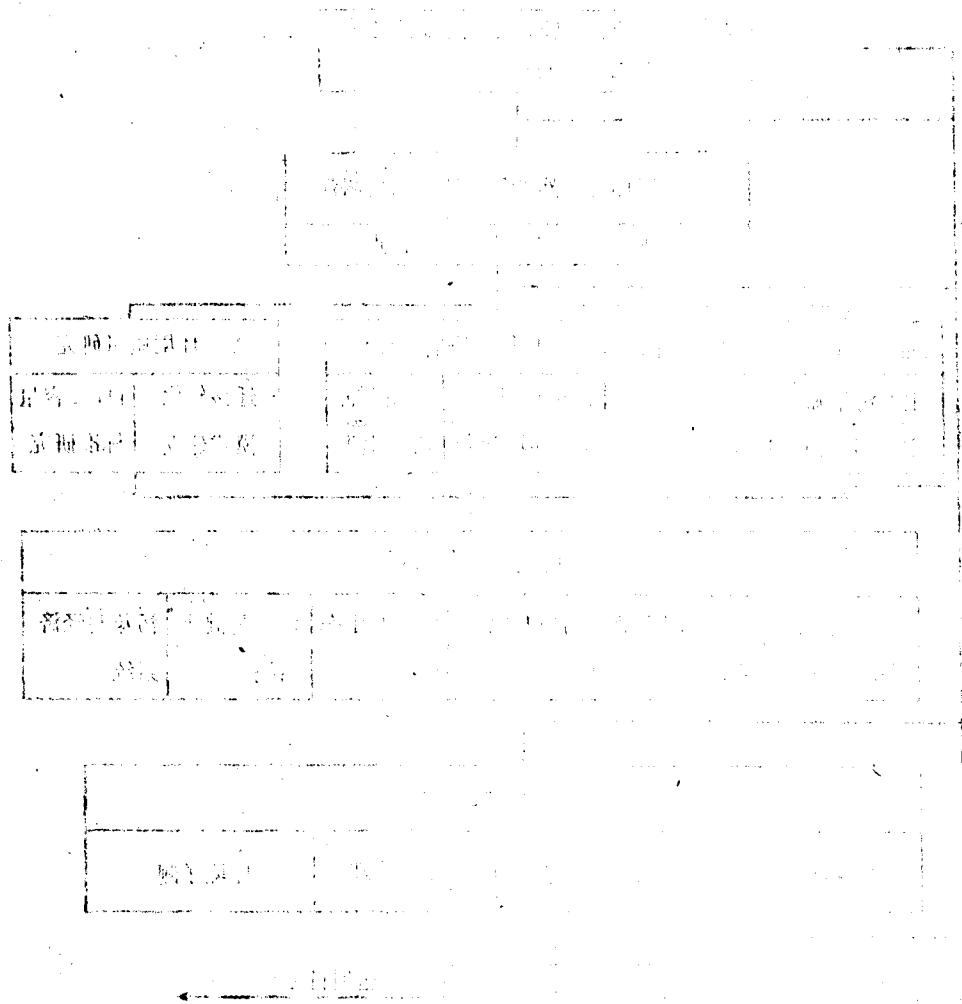
进一步从方法论的角度，归纳出区域环境污染调查、评价及综合防治途径研究的模



附图. 区域环境污染调查、评价及综合防治的模式图

式图,简明地指出了工作的原则、程序、要点。可供区域环境问题研究工作借鉴(见附图)。

本课题召开了鉴定会。有关部门对课题成果给予了好评和重视。如规划局、环保局正从全局考虑本区的污水出路、尘的治理和进一步研究;污水灌溉对有机物的作用及对病菌、病虫卵的防治已列入进一步研究课题;对环境健康工作的空白,有关部门准备开展。本课题结束了,而东南郊的防治工作刚刚开始。一些新的问题有待深入探讨。东南郊的环境污染状况是一定要改善的,也是一定能够改善的。



北京东南郊主要工业污染源、 主要污染物的评价

北京东南郊污染源调查评价小组*

1. 污染源概况：东南郊地区是北京市的主要工业区之一，约有20年左右的历史，其主要特点是工厂多而且集中，工厂类型复杂，废气、废水和废渣的排放量大，因此造成本区环境严重污染。区内对环境有影响的工厂共有180个。我们重点进行了118个工厂的调查，占工厂总数的65%，其中有化工、农药、造纸、电镀、仪表机械加工、皮革、印染、建材和冶炼等行业，基本上包括了对本区环境影响比较大的工厂污染源。

据1976年的初步调查统计，这些工厂使用对环境有影响的原材料有120多种。年用量为51万吨，其中东郊37万吨，占总用量的73%；南郊14万吨，占总用量的27%。包括了油类、无机盐、酸、碱、有机物、染料及金属等等，其中以油类的用量最大，占总用量的54%，其次是酸碱，占总用量的29.3%；有机物占总用量的15.4%。通过水、气的流失量达5.7万吨（由燃料燃烧造成的尘、SO₂、CO等物质的流失除外），平均流失率为11.18%，流失率以酸类最高，可达49.4%。

调查工厂工业废水的排放总量为41万吨/天，其中东郊34万吨/天，占本区总废水量的84%；南郊7万吨/天，占本区总废水量的16%。废水的主要特点是：水量大，类型复杂，排放途径多，污染物的浓度高，对环境的影响严重。本区废水排放去向有五处：

(1) 通惠干渠，占总废水量的36.8%；(2) 高碑店污水处理厂，占总废水量的35.5%；(3) 凉水河，占总废水量的14.6%；(4) 通惠河占总废水量的8%；(5) 沟、渗坑、污灌等，占总废水量的5.3%。

根据物料平衡和已有的分析监测资料的初步计算，废水中含有的各种污染物质在100种以上。每年向外环境排放的绝对量是5万余吨，其中无机酸类1.5万吨/年，占废水中物质总流失量的30.1%；碱类1.2万吨/年，占废水中物质总流失量的23.2%；无机盐类1.2万吨/年，占废水中物质总流失量的23.9%；油类0.27万吨/年，占废水中物质总流失量的5.5%；醇类0.24万吨/年，占废水中物质总流失量的4.7%；酚类0.09万吨/年，占废水中物质总流失量的1.7%。其他重金属、醛类、有机胺类、卤代烃类、苯类、有机磷等与废水中物质总流失量的比率都<1%。

调查工厂从废气中排放的污染物有47种以上，主要有粉尘、一氧化碳、沥青尾气、二氧化硫等，排放量约为19.9万吨/年，其中以粉尘为最多，约7.6万吨/年，占废气总排

* 执笔人：王健民 聂桂生 胡保林

排放量的38.2%；其次是一氧化碳，约6.6万吨/年，占废气总排放量的33.2%；二氧化硫为第三，约3.6万吨/年，占废气总排放量的18.3%；氮氧化物约有1万吨/年，占废气总排放量的5%。这九种物质加在一起占废气总排放量的94.7%，另外，其他污染物约有1.06万吨/年，占废气总排放量的5.3%。

初步统计，区内排放的废渣有35种，主要是硼泥、铁合金渣硅锰渣、各种有机渣、碳素铬渣、盐泥、铁泥等，总排放量33万吨/年，这些废渣的大部分尚未解决出路问题，进行综合利用的就更少了。

2. 主要污染源的确定：为了确定主要的污染源，我们采用了“污染率指数”来比较和确定各工厂对环境影响的相对潜在能力，从而进行污染源或污染物的排队。污染率指数是以各种污染物排入环境的绝对量为主要计算参数，根据不同评价的目的选择评价标准，然后进行标准化计算。最后按污染率指数的大小把污染源和污染物进行排队，从而确定出一个地区的主要污染源和主要污染物。

计算公式：

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{C_i}$$

$$R_{j\text{气(水、渣)}} = K \frac{P_j}{\sum_{j=1}^n P_j}$$

式中： i——污染物
j——工厂

m_{ij} ——某工厂从废气或废水中排放的某种污染物的绝对量对废渣来讲，它代表某种废渣的排放绝对量（单位：吨/年）。

C_i ——该污染物的评价指标（单位：废气毫克/立方米，废水毫克/升）。废气采用的是苏联1975年车间空气中污染物的阈上浓度，废水分别采用五个标准系列，经分别处理后，再加以综合。废渣无现成标准可查，暂给一组相对权值进行处理。

P_j ——某工厂的等标排放量，它是指使某工厂从废气中（或废水中）所排放的各种污染物的绝对量稀释到阈上浓度所需要的空气（或水）体积（单位： M^3 ）。

$R_{j\text{气(水、渣)}}$ ——某工厂废气（或废水、废渣）排放的率指数（百分率）。

K——率系数，取100。

根据以上公式计算分别确定出排放废气、废水、废渣的主要污染源如下：

(1) 排放废气的主要污染源：

- | | | | |
|----------|--------|-----------|-------|
| ① 北京热电厂 | 51.03； | ② 北京化工实验厂 | 17.3； |
| ③ 北京焦化厂 | 11.13； | ④ 北京化工二厂 | 6.54； |
| ⑤ 北京油毡厂 | 2.56； | ⑥ 北京油漆厂 | 1.82； |
| ⑦ 北京铁合金厂 | 1.54。 | | |

以上七个厂的率指数合计91.94。

(2) 排放废水的主要污染源：废水中污染物的评价指标采用毒性、感官、卫生、生化、污灌五种标准系列，分别求得其率指数值后再取平均值，称为综合平均率指数，计算确定的主要污染源如下：

- | | | | |
|----------|--------|-----------|--------|
| ① 北京焦化厂 | 19.59; | ② 制浆造纸试验厂 | 19.36; |
| ③ 北京化工二厂 | 9.99; | ④ 北京化工厂 | 7.87; |
| ⑤ 北京农药二厂 | 5.46; | ⑥ 化工实验厂 | 4.77; |
| ⑦ 北京染料厂 | 4.46; | ⑧ 农药一厂 | 3.63; |
| ⑨ 北京化工三厂 | 3.53; | ⑩ 生物化学制药厂 | 2.96; |

以上十个厂的率指数合计77.99。

(3) 排放废渣的主要污染源：根据废渣的成分、毒性及对环境可能造成污染的潜在能力，暂定了各种废渣的评价相对权值，也用以上公式进行了计算，确定以下五个厂为排放废渣的主要污染源（废渣综合利用部分未计算在内）。

- | | | | |
|-----------|--------|---------|--------|
| ① 北京铁合金厂； | 18.29; | ② 北京冶炼厂 | 13.84; |
| ③ 朝阳化工厂 | 12.19; | ④ 农药一厂 | 10.01; |
| ⑤ 北京化工二厂 | 9.41; | ⑥ 北京化工厂 | 6.50; |
| ⑦ 北京化工三厂 | 5.81; | ⑧ 北京轧辊厂 | 4.00; |
| ⑨ 木材防腐厂； | 3.52; | ⑩ 北京热电厂 | 3.45; |

以上十厂率指数合计为87.62。

(4) 综合水、气、渣排量确定主要污染源：

采用 $R_{\text{综}} = cR_{\text{气}} + dR_{\text{水}} + eR_{\text{渣}}$ 来进行计算，式中 $R_{\text{气}}$ ， $R_{\text{水}}$ ， $R_{\text{渣}}$ ，前面已分别求出， c 、 d 、 e 为反映三者之间关系系数，且使 $c + d + e = 1$ 。

由于对废渣未作深入的研究，且与水及气相比其危害小得多，因此，暂定 $e = 0.1$ ，则有 $c + d = 0.9$ 。

对于 c 与 d 来说，如果把水和气的污染对人体健康可能造成的最大影响作为比较的基础，那么根据 $\Sigma P_{\text{水}}$ ， $\Sigma P_{\text{气}}$ 以及相应的标准在制定时毒理学依据，可以求出：

$$c:d = 0.36:1$$

这样便可求得 $c = 0.24$ ， $d = 0.66$ 。

即： $R_{\text{综}} = 0.24R_{\text{气}} + 0.66R_{\text{水}} + 0.1R_{\text{渣}}$

据此算出本区综合评价的主要污染源如下：

- | | | | |
|-----------|--------|----------|--------|
| ① 北京化工厂 | 13.36; | ② 北京热电厂 | 11.27; |
| ③ 制浆造纸试验厂 | 8.80; | ④ 北京化工二厂 | 7.72; |
| ⑤ 北京化工实验厂 | 7.54; | ⑥ 朝阳区染料厂 | 6.06; |
| ⑦ 北京化工三厂 | 5.92; | ⑧ 北京农药一厂 | 4.78; |
| ⑨ 北京焦化厂 | 4.06; | ⑩ 北京农药二厂 | 3.84; |
| ⑪ 北京灯泡厂 | 3.31; | ⑫ 北京染料厂 | 2.58; |

以上十厂率指数共占79.24。

3. 主要污染物的确定：

计算公式：
$$Pi_{\text{气(水、渣)}} = \frac{mi}{Ci} \dots\dots\dots (1) (mi = \sum_{j=1}^n mi_j)$$

$$Ri_{\text{气(水、渣)}} = K \frac{Pi}{\sum_{i=1}^n Pi} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

mi ——某种污染物的排放绝对量（吨/年）

Ci ——该污染物的评价标准

K ——率系数，取100

$Pi_{\text{气(水、渣)}}$ ——该污染物的等标排放量

Ri ——该污染物的率指数

根据以上公式，分别计算了废气、废水中的主要污染物和废渣的率指数，分别确定的主要污染物如下：

(1) 废气中的主要污染物：从废气中统计计算了48种污染物，参加评价的污染物有33种，排放绝对量是19.34万吨/年，占废气总排放量的97.19%。计算结果确定出以下八种为废气中的主要污染物：①粉尘(41.45)，②CO(16.85)，③SO₂(14.26)，④CN⁻(6.22)，⑤NO_x(4.92)，⑥Cl₂(3.13)，⑦Pb(2.85)，⑧沥青尾气(2.82)。

(2) 废水中的主要污染物：根据毒性、感官、卫生、不影响生物氧化、污灌五种指标分别和综合确定了主要污染物，共计算了84种污染物，最后确定出以下八类为主要污染物：①氯(20.33)，②酚(18.68)，③苯类(11.17)，④CN⁻(11.2)，⑤重金属类(8.03)，⑥无机盐类(7.26)，⑦油类(6.60)，⑧醇类(6.10)。

(3) 废渣的评价：将本区所计算的34种工业废渣大体上分为五类，给出了一组权值：①有毒废渣，评价指标为0.1，②有害废渣，评价指标为2，③对环境影响较大的废渣，评价指标为4，④对环境有影响的废渣，评价指标为50，⑤对环境影响不大的废渣，评价指标为1000。

根据以上指标，代入公式进行标准化计算（公式与评价废气、废水的公式相同，在此略去）。计算结果，确定出以下八种为主要废渣：①铁合金渣(18.29)，②铜渣(13.06)，③硼泥(12.19)，④汞触媒(9.23)，⑤2,4-二氯酚(7.84)，⑥炉渣(4.10)，⑦铁渣(4.00)，⑧活性炭渣(3.59)。

需要指出的是，此评价是依据76年资料，近几年的增减变化未统计在内；原调查也不够深入细致，只能反映一个大概状况；有些物质未找到评价方法未能参与评价；渣的评价不一定反映实际情况；此评价指出的主要污染物是从排放角度分析，并不一定与环境中真正的主要污染物相符，只是为寻找环境中主要污染危害物提供了一个重要线索。环境中真正的主要污染危害物还要根据污染物在环境中的迁移、转化、形态、价态、结净、富集、摄入量及对资源、生态、人体健康、国民经济的具体危害等方面综合研究自果来确定。此外，作为指导治理方面还需作经济技术比较，治理的重点可以参照评价的结果，但其先后次序还要依据其它一些因素综合确定。

区域环境质量评价中单元环境的模糊聚类及污染类型的模糊识别

王华东 车宇璐

(北京师范大学地理系)

区域环境质量评价是我国目前环境科学发展中的一项重要研究工作。区域环境包括自然环境和社会环境两个组成部分,自然环境是一个综合的自然客体,它包括大气、水、土壤、生物等各种不同的环境要素,由于人类生产及生活等各种活动的影响,常造成自然环境各环境要素的不同程度的污染,对污染程度不同的单位环境如何评价和并类,是当前环境科学工作者正在探索的课题,本文就是运用模糊聚类和模糊识别的方法,在区域环境质量评价工作方面的一个初步尝试。

(一) 环境单元的模糊聚类

聚类分析是数理统计多元分析中的一个分支,它是对事物按一定要求进行分类的数学方法。单元环境的分类问题,多伴随着模糊性,因此运用模糊聚类的方法比较适宜。

我们先对模糊聚类分析的一般理论作一简单介绍,定理的证明从略,有兴趣的读者可参阅[1]。

定义1 设有两个论域 U 和 V ,则 $U \times V$ 上的一个模糊子集 \tilde{R} 就叫做 U 与 V 之间的一个模糊关系。

定义2 \tilde{R} 的隶属函数 $\tilde{R}(u, v)$ 是定义在 $U \times V$ 上的一个二元实函数:

$$\tilde{R}: U \times V \rightarrow [0, 1]$$

若 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 都是有限集合,则 \tilde{R} 可以用一个 $n \times m$ 矩阵来表示:

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

$$0 \leq r_{ij} \leq 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

式中 $r_{ij} = \tilde{R}(u_i, v_j)$ 表示 u_i 和 v_j 具有关系 \tilde{R} 的程度。(1)式的矩阵就叫做模