

京津地区生态系统特征与污染防治

中国科学院环境科学委员会攻关项目总体组*

前 言

京津地区生态系统特征与污染防治的研究是由中国科学院和院外的 14 个研究所共同承担和完成的。三年来,在京、津两市和河北省廊坊地区 34000 km² 的范围内,开展了多学科、多层次的区域生态环境研究。

京津地区是我国首都和华北经济中心所在地。建国以来,京津地区的工农业和城市建设取得了巨大的成就,但也暴露了诸如资源紧缺、工业与人口过于集中、中心城市规模过大、产业结构不尽合理、污染严重、区域自然生态系统退化等问题。为了探索问题产生的原因和解决途径,本课题从生态经济的角度出发,以区域性、综合性、战略性的观点对产业结构和布局的调整、资源合理利用、城镇体系建设、城乡环境保护以及区域生态经济发展方向等问题做了讨论,为国土整治、城市规划和环保等决策部门提供战略性建议和意见。部分成果已为有关部门采纳,产生了巨大的社会效益和经济效益。例如,泛目标生态规划方法获得很高的评价,并已在天津市长远规划中得到应用;旅游资源开发的研究也已为昌黎县采纳,在短期内使荒凉的海滩变成游人云集的海滨旅游胜地,减轻了北京旅游的压力,又为当地开辟了致富的途径,受到中央领导的重视;燕山典型区的生态工程设计和污染防治,也取得了显著成效;地下水有机污染的研究,为北京西郊地下水回灌提供了依据,又发现了玉泉山潜在污染,为保卫中央首长的健康作出了贡献,受到有关部门的重视。

课题设计的指导思想和特色

根据马世骏先生社会—经济—自然复合生态系统的观点,研究各亚系统之间的相互关系,摸清系统的结构、功能和发展趋势,因势利导,实现城市改造的规划设想。社会、经济、自然这三个亚系统的功能有三:生产、生活消费和还原。理想的城市群不仅要有计划地发展工业,而且要配置一定比例的郊区,协调物资供应,还要有相应的自然生态系统(绿化面积和废物还原系统)。这样,才能使生产、消费、代谢功能正常进行,保持平衡发展。许多生态环境问题,如水资源、能源、旅游资源和生物矿藏资源的开发,污染控制和自然保护区的设置,都不可能在京津的市区内加以解决,而是要在更大的区域内和更高的层次上进行规划、布局、开发和调控的。因此,课题的设计指导思想突出区域性,把京津及其邻区看作一个地域空间环境来研究,具有颇高的难度和相当大的工作量。

进行生态规划,提出对策,要求调整系统结构。本课题不仅考虑了调整产业结构、资源结构和工农业内部结构,而且强调了调整空间结构(布局)。因此不单做了生态规划,提出生态纲要,还进行了生态区划。这样,不但有结构调整的定性定量结论,而且有空间布局的建议。这也是本课题的特色,得到北京市战略规划部门的重视。

* 参加编写人员有庄亚辉、邢嘉明、陈业材、蒲汉听、薛兆瑞、宋树恩、陈灵芝、邹左军、王如松、孟智斌、张有标、叶常明、陈宗良、张洁。

研究的方法和步骤

在经济生态学原则的指导下,拟定社会目标、经济目标和生态目标,使复合生态系统的综合效益高、导致危机的风险小、存活进化的机会大;以实际资源、资金、科技文化管理水平为根据,结合突出的生态环境问题进行规划。其主要步骤如下。

1. 拟定目标 根据区域范围、期限和可用的人力、物力和资料等,拟定方案,确定目标。

2. 背景调查 收集水资源、土地资源、能源、生物资源、旅游资源、气候资源数据;地质、地貌、水文、气候、植被自然环境要素;社会经济状况;环境污染和生态失调状况。

3. 建立计算机软件系统 原始数据库,数据处理软件包,结果数据库,模一数变换,图象处理系统,图象库。

4. 系统分析和模拟 通常有三类模型:静态描述性模型、动态预测性模型和优化控制型模型。本课题中研究的是优化控制型模型。

5. 示范 选择天津市海河中心区作为试点。

主要研究内容概述

整个研究工作分为三个层次:区域复合生态系统特征和区划、优化的研究;本地区主要生态环境问题(环境污染、资源紧缺、中心城市超负荷和自然生态系统退化)的研究;典型小区的生态工程设计和典型行业的污染防治。

一、生态经济区划

生态经济区划,是根据生态经济学的理论和原则,运用系统分析和系统综合的方法,综合区域内各种生态环境因素和社会经济因素,及其二者之间的关系所做的具有多层次区域性和超前性特点的战略区划。它既是城市发展、工业布局、资源开发、国土整治和环

境管理决策的依据,又是城乡、部门、地区之间发展协调的基本指导原则。

生态经济区划,着眼于区域生态系统的总体结构和功能,以寻求区域全局发展最优化为目的,妥善处理区域全局最优和局地部门最优的关系。当局部与全局、部门与总体发生矛盾时,局部和部门必须服从全局和整体,最大限度地发挥区内资源和区域总体的最大效益。

由于生态经济区划涉及的数据不仅量大,而且关系极其复杂,我们一方面根据生态学要求提出一些数学综合方法(包括逻辑运算方法);另一方面借助计算机,机上配置图象显示软件和绘图软件,进行人一机对话,这样既可以迅速获得和修改结果,而且也使结果更趋于定量化。需要说明的是,一般说来,当指标数目小时,指标综合是比较容易的,且往往具有明显的生态学意义。但随着指标数目增加,综合的难度也随即增加,同时生态学意义也愈趋于不明显,甚至可能只剩有数学解释。古老的数值分类学,大抵属于这类情形。对数据进行分类,其方法的正确与否只有通过实验检验。当新的综合指标的生态学意义不明确时(例如,对于分类学所依据的数学相似性——这是数值分类学的本质,一般不容易找到相应的生态学解释),需要借助系统分析的手段,利用计算机编制若干算法(如各种聚类法,数学综合法),结合系统分析使区划结果较少主观性。

京津地区是个典型的复合生态大系统,影响其系统结构一功能的因素成千上万,为了便于分析,抓住主要矛盾,我们将收集到的173项原始数据(共计12万个数据)进行合并处理,形成若干项能够比较充分反映系统自然、经济和社会特征的指标体系。

二、泛目标规划方法

(一) 泛目标生态规划的流程(图1)

1. 系统问题辨识

城市生态系统出现的问题的实质是经济

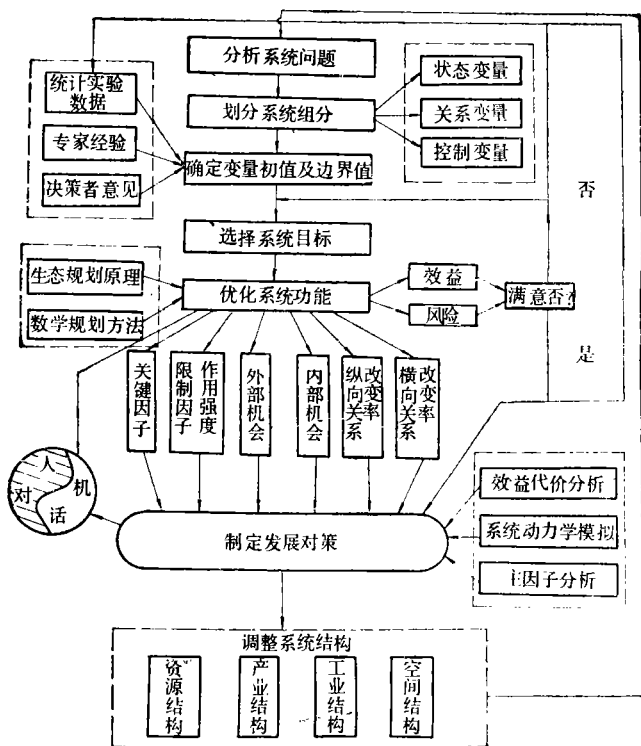


图1 泛目标生态规划流程示意图

开发与环境负载能力的矛盾,因此,我们的对策分析集中在资源消耗和环境污染两方面。

2. 系统结构辨识及度量

我们按行业、区域、公司、企业等不同层次将各个工业系统或子系统划分成相互关联的组分,选取状态变量(各个组分的结构变量和资源环境变量),关系变量(反映系统内部各组分经济产出、资源消耗和环境污染强度的变量)及控制变量(系统外部的约束及控制变量)来测度系统的结构和功能现状。

3. 变量赋值

在生态对策分析中,所有系统参数都是变化着的。我们需要确定其变化的初值和上、下界,这些值来自历年统计实验数据和有目的的、点、面调查结果,并广泛听取了专家和决策者的意见。

4. 选择系统目标

我们的最终目的是要通过一系列逐步优化手段使系统的整体功能最优,而不是某个

单项或综合指标最优。我们旨在调查系统各组间的关系,而各组分数量只具相对意义。在各个优化阶段,我们将根据决策者的意图,选择不同的单项指标(如产值、水耗、能耗等)或综合指标(如效益、风险等)作为中间优化目标。

5. 优化系统功能

利用生态规划原理和数学优化手段以及人、机对话过程,可以逐步调节系统内外部关系,使其功能趋向最优。在优化过程中,计算机将陆续输入效益、风险、内部机会、外部机会、关键因子、关键组分,从而为人机对话制定发展对策提供大量依据。

当各生态因子的机会系数比例大致均匀,限制因子作用强度大致均等,决策者也基本满意时,可以认为基本上实现了生态平衡,程序进行暂告结束。

6. 制定发展对策

改善系统功能的途径有二。一是外部开

源,即放宽外部约束,调整控制条件;二是内部“节流”,提高产出系数,降低资源消耗系数和环境污染系数。通过效益代价分析、系统动力学模拟及主因子分析等手段,我们获得了一系列调整产业结构(不同的发展比例和速度)、资源结构(开拓外部资源对策)、工艺结构(资源消耗和环境污染变化)和空间结构(布局)的发展对策。

(二) 城市工业部门生态经济对策

利用泛目标生态规划方法,我们对天津市 14 个部门,15 个工业区域及塘沽等典型功能区进行了一系列对策分析,找出了不同发展对策下的关键部门、关键区域及关键因子以及效益、内外部机会和风险。运算结果详见“天津市经济发展趋势的生态对策研究”报告。

(三) 泛目标生态规划软件

本课题研究为城市工业部门发展和区域工业布局的决策分析提供了一套决策软件,决策部门利用这一软件包,通过人机对话,既可以对全市的行业结构、产业布局乃至整个工业生态系统的结构和功能进行宏观调控,得出系列规划和管理的优化对策,也可供各区县、各工业局甚至各厂矿企业分析资源、环境及投入产出效益,成为计划 and 管理的得力助手。比如这次我们就对白庙工业区、市中心区(分中环线内及内环线内)的产业结构和塘沽区 28 个主要企业的生产环境作了泛目标生态规划,从中得出了许多有益的结果。

三、生态纲要

这是国内首次尝试提出区域生态纲要,其中包括京津地区 1986—2020 年人口、环境 and 经济协调发展的总目标以及城市生态系统、农田生态系统和自然生态系统等的环境目标,同时还对京、津、廊坊的水、土、旅游等资源的利用、城市发展、工业布局、农业结构、海域开发与自然保护区的设置提出了目标、进度和方案。

四、主要生态环境问题与防治对策

(一) 水资源紧缺和水体污染

1. 解决水资源短缺的战略设想

(1) 重视植被对水源的涵养调节作用

十五世纪以前,燕山和太行山森林茂密,北京山前平原也还有成片森林,只是从元、明、清定都以来,人类活动使这个地区的森林遭到灾难性破坏,地表水源缺少植被的涵养调节,本地区出现旱化趋向。因此,应恢复森林植被,以改变小气候,增加植被保水能力,这是治本的措施。

据中国科学院植物研究所等单位的研究,茂密的森林和灌丛均能增加土壤含水量。在相似的生境下,灌丛土壤含水量高于人工林,阔叶林土壤含水量高于针叶林。落叶覆盖地表,可减少地表蒸发量。林下枯枝落叶现存量达 4—9t/ha,落叶层含水量比同期土壤含水量高,秋季可高出 4—10%,树冠还能提高对雨水的截留率,减少径流。对四种人工林的截留率的测定表明差异不大,均在 16—19% 之间,以乔灌配植的截留率为最高。

(2) 增加再生水资源,推广污水资源化的技术。

(3) 发展代用水

天津地区矿化度为 2—5 g/L 的微咸水约有 6 亿米³,矿化度大于 5 g/L 的咸水有 5 亿多米³,如果能加以合理的利用,将是很可观的代替水源。

(4) 逐步调整工业的结构和布局

农业用水占总用水量的 70%,逐步调整农业结构,如逐步实现水稻旱种,减少一部分小麦种植面积,改种节水型的农作物,如在廊坊地区种草和粗粮作饲料发展畜牧业。农业实行先进的喷、滴灌技术等综合措施,并修建砌衬的水渠,可大幅度地节约农业用水。

京津地区工业节水的潜力也相当大,将用水量大的冶金、电力、化工和造纸四大行业进行调整,或者将冶金基地,电站和石化基地放在海边或区外,利用海水做冷却水资源,那么至少可以节约工业用水的 30%,如果工业

废水的重复利用率能再提高至 80%，那么又可节约一部分工业用水。

2. 水域有机污染问题

多年来，京津地区水域有机污染未得到有效的控制。非点源的污染，使于桥水库处于富营养化状态，官厅水库处于中营养化状态，北京市内的昆明湖、积水潭、后海、北海等游览水体处于中一富或富营养化状态，优势种浮游植物为硅藻、绿藻纲；底栖动物以孑孓、颤蚓和摇蚊幼虫为优势。海河河口水环境中 COD、总无机氮、总无机磷、营养状态指数值和浮游植物多样性指数等指标都已达到了超富营养化的水平，并存在着再次发生赤潮的潜在威胁。

京津地区石油化工、印染、焦化、造纸和化工等工业的废水含有邻苯二甲酸酯，取代烃、卤代烃、苯系物、多环芳烃、油、含硫含氮杂环化合物及染料等难降解的有毒有机物，另外合成化学品(如洗涤剂等)日益增加，致使本地区水体中有毒有机污染物的成分增加。

由于水流平缓，京津的排污河系底泥覆盖率在 80% 以上。到了雨季，这些底泥中的有机物被冲起，重新进入水体，造成水体爆发性的二次有机污染。这种超负荷的二次有机污染曾引起渤海湾河口区多次出现死鱼死虾现象。

过去京津两市地下水质的评价只限于常规指标，只知道硝酸盐和硬度在增加。中国科学院环境化学研究所对京津廊地区地下水有机污染首次作了调查。13 处地下水的定性定量分析结果表明，只有北京西山八大处 700 米的深井没有检出有机污染物，其余的点均受污染。在地下水中检出的数十种有机物中有不少是属于美国环保局优先监测的有机污染物。

3. 水域有机污染的有效控制方法

(1) 建立河流有机污染的数学模式，进行分区控制

采用了求解有约束条件极值的优化方法，它比以往普遍采用的最速下降方法简单，并且解决了多组解和不合理的问题，在河网模式的计算中，引进了相关矩阵和递归函数，使复杂的体系和复杂的运算简单化了，而且对一般的河流网络都适用。

在河流有机污染的评价和特征分析中，引入了新的概念，如自净因子、生物可降解性程度的因子和速度因子等，并将其公式化，这样可说明更多的问题，节省了开支。

(2) 利用渤海湾的环境容量

计算方案是在 Leendertse 模式的基础上，结合海河口具体情况做了一些修正而形成的。在研究过程中自行设计加工了一种水中有机污染物动力学过程模拟试验装置，这种装置结构简单，操作方便，可以用来研究有机污染物在水体中的动力学规律及测定反应速度常数。

(3) 进行地下水污染监测

自行设计加工了现场采样器，采样器能在现场直接将地下水中有有机污染物得到富集，避免了瞬时采水时水质的偶然性，并减少了长途运送中被测物的变化。水样经过浓缩，提取和酸碱性分类后，用 GC/MS 定性和色谱定量的方法，可测定地下水中 ppt—ppb 级的有机污染物。

(4) 自然净化与人工净化相结合的水处理技术

燕山石化区工业污水的治理是采用三级处理系统。

(5) 先进的污水回用和物料回收的减污技术

对京津地区印染行业废水进行了超滤技术和微生物技术相结合的物料回收和处理技术研究。扩大试验和经济核算表明，超滤技术回收还原染料和纤维油剂以及优势菌种生物膜处理印染废水均是可行的。

(二) 一次能源用量过大与大气污染

过去京津渤环境质量研究中以及北京、

天津环保部门的研究中,虽然也研究过颗粒物的污染,但局限于总颗粒物的时空分布和简单区分天然及人为来源,对颗粒物的粒径差异、地域差异和成因差异等均未深入研究,因此不能找出突出的问题对症下药,对策显得无针对性;另外对其危害(对能见度、人体健康、文物腐蚀和生态的影响)认识不够,因而治理措施不得力。

本项目着重研究不同颗粒物粒径差异,发现其酸度、成分、毒性均有不同,指出细小颗粒对人体、对能见度和对材料的危害更大。根据颗粒物组成的差异,判别出六种来源,并观测到了颗粒物在滨海与内陆,城市与工业区之差异。根据组成,求出了一次和二次颗粒物各自的贡献,首先讨论了颗粒物成因的差异。

1. 细小颗粒物的危害不容忽视

当大气颗粒物的粒径小于 $2\mu\text{m}$ 时,其 pH 值急剧下降至 2 左右。大约有 50% 的硫酸盐和多环芳烃集中在小于 $1.1\mu\text{m}$ 的颗粒物上。一些较易挥发的化学元素如 As, Hg, Se, Pb, Zn, Sb, Ga, Cu, Br, Cl, I, P, S 也是富集在小于 $2\mu\text{m}$ 的细小颗粒中,这些元素大部分对人体健康是有害的,根据上述结果,可以看出小于 $2\mu\text{m}$ 的细小颗粒对人体、生物和文物建筑材料的危害都比较大。

2. 硫酸盐对大气能见度有很大影响

能见度低于四公里的年出现几率与年耗煤量的相关系数约为 0.97,说明能见度的变化与燃煤排放污染物的关系相当密切。

硫酸盐对能见度降低的影响,在各种因素中占首位,其贡献达 50%,而且硫酸盐 70% 以上存在于 $3.3\mu\text{m}$ 以下的颗粒中,故细小的硫酸盐颗粒对大气能见度的影响占有重要地位。硫酸盐的前身是二氧化硫,因此欲改善大气能见度须严格控制和削减二氧化硫的排放。

气溶胶颗粒物的含碳化合物——烟炱对大气能见度降低的贡献约 20—30%,居第二位,因此改进燃烧条件,减少或消灭黑烟也实

属必要。

3. 大气污染物对建筑物和古迹有严重影响

大气环境的污染物对文物的损害已经越来越明显突出。京津地区尤其北京是我国大量文物集中的地方,引起我国各界的普遍重视和忧虑。中国科学院环境化学研究所与文化部文物保护科学研究所共同做了一些调查工作。调查结果表明大气污染使本地区众多的古迹文物受到腐蚀。位于城区和交通要道的文物比明十三陵和河北易县清西陵等清洁区的腐蚀要严重得多。例如北京太和门后的一个望柱的凤纹在 1901 年的照片中清晰可见,现在花纹已看不清了。北京东城区国子监大成殿前汉白玉栏杆望柱修建距今不过 1979 年已侵蚀成薄壳了。芦沟桥处于交通要道,石狮子、华表莲花座和栏板受侵蚀也很严重。距琉璃河水泥厂一公里处的明代石桥上望柱变成一圆秃石,远距琉璃河水泥厂同时代的石桥风化要轻得多,远离城市的明十三陵和河北易县清西陵的石象和华表风化侵蚀甚微,我们用 X 衍射物相分析和离子色谱鉴别出汉白玉腐蚀产物为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,证明侵蚀是燃煤释放的硫氧化物引起的。

发现上述新情况后,我们提出了一系列对策和措施,如建立电、钢、气、化工和轻工的联产企业、改变能源结构、改进价格税收政策、修改排放标准、推广型煤固硫等。其中锅炉改烧型煤的意见,已为国务院环境委员会及环保局采纳,准备在七五期间重点攻关推广。

(三) 自然生态系统退化

1. 生态系统类型单一化

自然生态系统如果继续逆向发展,则大部分落叶阔叶林生态系统如栎林、杨桦林、椴树林等将濒于消亡,代之为灌丛、草甸和草丛。沼泽植被亦将被草甸所代替。本地区野生维管束植物有 136 科,581 属,1377 种。随着某些生态系统的改变,植物种类将相应减

少,辽东栎林有植物 155 种。当森林为三桠绣线菊和二色胡枝子灌丛所替代时,灌丛的组成种类为 133 种,木本类减少,草本植物比重增加。当灌丛退化为草丛,草丛内植物种类仅 30—40 种,动物种类亦大幅度减少。山地森林应有鸟兽 139 种,现调查只得 29 种。灌丛的草丛应有鸟兽 134 种,现调查仅得 21 种。山地草甸应有鸟兽 21 种。现仅存 6 种,大量有经济价值的动植物减少或消失,使京津地区野生生物的基因库和资源库受到严重损失!

2. 生物量下降

随着自然生态系统的退化,生物量将大大减少。北京西山 26—31 年生的栓皮栎林,油松林、侧柏林和洋槐林的生物量(包括地上和地下部分)为 40—73t/ha,处于阴坡生长茂密的天然的三桠绣线菊灌丛生物量为 23.84 t/ha,较人工林下降 1—2 倍。阳坡的荆条灌丛生物量为 9.04t/ha,可见灌丛生物量幅度在 9—24t/ha 之间,草丛的生物量更低,每公顷 2—3 吨。平原的芦苇沼泽生物量较高,覆盖度 90—95% 的芦苇沼泽,平均产草量为 5.5t/ha,当退化为白茅草甸后,覆盖度为 70%,产草量为 2t/ha,经济效益降低。

3. 土壤资源流失

自然生态系统遭受严重破坏,使表土流失,土壤贫瘠化。辽东栎林地表有厚约 4cm 枯枝落叶层,土层深度为 50cm 以上,0—30 cm 土壤有团粒结构,根系发达。表层细土不易随径流而流失。当辽东栎林退化为三桠绣线菊灌丛,土层厚度仅 25—30cm,地表有 0—2cm 的枯枝落叶层,在土壤表层 0—13cm 处有团粒结构,13—25cm 处为碎块状结构,多石块和灌木根,在 25cm 以下为半风化母质。在低山丘陵的荆条灌丛和草丛下,土层厚度仅 15—25cm,地表多碎石。北京山区泥石流多集中在百花山,海陀山、云蒙山等以及大石河,清水河和汤河低山河谷,这与山地陡峻,植被稀疏有关。

4. 系统保水作用下降

北京西山各种阔叶林和针叶林的林冠可截流降水量的 16—19%,林下灌木和草本植物可截流降水量的 3—5%,地表的枯枝落叶层更具有强大的保水作用。本地区天然的阔叶林和针叶林的枯枝落叶层饱和含水率平均为 190% 左右。以此估算,每公顷枯枝落叶层的饱和含水量可达 75—95m³。本地区 20—30 年生人工针叶林和阔叶林的枯枝落叶层,每公顷的含水量可达 13—17m³。灌丛对水分保持也有一定作用,特别是生长茂密的灌丛不仅可截留雨水,减缓雨水对表层的冲击,而且密布的灌丛根系,具有强大的吸水力。在相似生境中,灌丛下的土壤含水量略高于人工林下土壤的含水量。在平原地区,芦苇沼泽是重要的绿色水库,在芦苇的覆盖下,地面的蒸发作用降低。芦苇根系强大,它的地下部分生物量大大超过地上部分,具有巨大的保水能力。

(四) 恢复自然生态系统的对策和措施

1. 封山育灌、育草

对于大面积的荆条灌丛和草丛,特别是处于阳坡的灌草丛,必须进行封山。通过二年封山,阴坡灌丛覆盖率可达 80%,阳坡所需时间稍长,随着灌丛覆盖率增加,表土泥沙流失量会明显减少。据怀柔县琉璃庙的观察,在坡度 30—36° 的山坡上,当灌丛覆盖度为 60—80%,泥沙流失量为 1.05m³/ha,在覆盖度仅 30% 的地段,泥沙流失量为 158.85 m³/ha,由此可见,封山后灌丛覆盖度增至 70%,泥沙流失基本上得到控制。待土壤改善后,可考虑适度利用或人工造林。目前的情况下,人工造林不易成活。

2. 封山育林

京津山区有一定面积的各种栎林、山杨和北鹅耳枥萌生丛,中山地区有二色胡枝子、榛子等灌丛,灌丛内乔木幼树较多。这些萌生丛只需封山,并进行抚育,预计十余年内就可恢复成林,这是增加森林覆盖率的最有效

途径。在封育规划中要预留一定面积的薪炭林,以解决农村能源问题。

3. 荒山、荒地造林

自然生态系统的演变,由裸地向灌丛和森林方向发展,需要一、二百年漫长的时间。而在土层较厚和水分适宜的地段,进行造林,并辅以人工抚育,20—30 年生的人工林即可造成一定郁闭度。

4. 建立各类自然保护区

自然保护区是保护各类自然生态系统、特殊自然景观和生物基因库以及涵养水源的重要场地。建议开辟物种保护区,水源保护区和自然公园三类保护区。

五、典型小区生态系统特征与生态工程设计

京津地区有着国内少有的经济、资源和智力的优势,但工业总产值和税利等却低于国内发达地区,而且已出现了城市人口过于集中、水资源和能源短缺、环境污染严重和自然生态系统退化等严重问题。面对这些问题如何进行整治,是否应限制经济发展以恢复生态平衡。是否应分散工业布点来减轻污染,众说纷云。城市化和工业化在缺乏宏观规划指导的情况下固会造成自然生态退化和环境污染,但经济和文化的高度发展却反过来为解决生态失调和环境恶化提供了物质基础(资金、设备和技术)和统一思想认识的有利条件。自然净化和人工净化相结合的做法,调整产业结构和布局与集中治理相结合的做法,将会逐步被人们所接受,关键是要有好的典型引路。使人们从事实中认识到改善生态环境与发展经济在一定条件下是可能统一的。我们选择了燕山石化区作为典型小区进行研究示范。燕山区(包括飞地在内)只有 36 平方公里,面积虽不大,但它是京津地区产值和利税最高的区,也是京津地区重点发展的卫星城镇。这里尽管污染较突出,生态失调(选址布局不合理),但雄厚的经济基础能够提供改造环境所需的资金、技术和设备

(包括外资)。面积小,污染源相对集中,又给集中治理带来了方便。我们对燕山区存在的生态环境问题进行研究,完成了环境影响评价,提出了污水处理场改造的方案和氧化塘工程的设计方案,并进行了全区的生态工程设计。在上述工作的基础上,我们探讨和提出燕山小区经济—生态—环境协调发展的初步想法,希望通过不懈的努力,能把燕山石化区变为一个经济高度发达、环境清洁优美、生物种群多样化、生活水平高的典型卫星镇。

燕山区社会经济发展与资源、生态、环境突出不协调之点有:(1)工业与林业不成比例,全区 2/3 的山地中至少有一半是可以造林绿化的。(2)工业内部结构不合理,深度加工注意不够。所有的原油、水、煤、粮由远处调入,而 2/3 的中间产品又远销京津以外。(3)水资源不足、地形和地质条件不利于该地区进一步发展。(4)人口密度超过 2000 人/km²,已进入人口最稠密的级别,但生活质量(指商品供应,文娱医疗、升学率、交通通讯等),比中心城市还差得多,加上污染较重,伤亡事故较多,对职工居民的吸引力还不够。因此应在提高生态环境质量(包括绿化造林、风景旅游点、安全防护)、文教水平和居民生活质量方面作更大的努力。

(一) 解决水资源不足和水污染问题

为了解决水资源不足和水污染问题,三年来查清了向阳污水厂 COD 超标原因,提出了降低 COD 的方案和对策,还为公司与外商谈判提供了数据资料,为扩建污水厂提出了科学依据;完成了牛口峪水库改造成氧化塘的可行性研究,进行了水库渗漏的示踪试验,完成了堵漏一期工程,使库容增加一倍;对水体(河流,水库和地下水)内潜在有机毒物进行了系统分析,提出了厂内优先控制的有机毒物清单(57 种)。

在上述工作的基础上,我们提出建立厂内外结合、自然净化与人工净化相结合的三级污水处理系统。根据污染物的毒性、降解

难易程度和排放量,制定控制程序。排放量大、难降解、毒性大的污染物(如对苯二甲酸及其酯类、烷基苯、油)在厂内预先去除后进入二级处理厂;排放量一般、易降解的污染物(丙酮、甲醇、乙二醇、苯酚等)在二级污水处理厂内处理后进入氧化塘。排放量很小、无毒、易降解的可以与一般废水一起直接排入三级氧化塘。经氧化塘净化后的污水,将用于灌溉经济作物、花木苗圃、绿地和土地处理系统,也可建立中水道,用于冷却循环和冲洗。

(二) 关于污染影响问题

过去传说畸形胎儿发生率高,但经过仔细分析发现,该区 1979—1984 年畸形发生率虽高于北京城区,但仍在北京市畸胎发生率的范围内,即低于农村发生率,特别是低于房山县的发生率。这可能与公司招收房山县农民为职工有关,这些人仍保持原有的生活习惯。但为了防患于未然和减少职工的不安,我们通过大气污染扩散和水污染的研究,建议改变生活区与工厂区交错的不合理布局,逐步将未来的生活区布置在燕山区的正东方向。采取措施控制减少火炬和无组织排放。饮用水全部改用凤凰山北的水井或京密水渠的水,避免用当地的地下水。

(三) 关于自然生态系统的退化问题

突出的现象是区内 2/3 的土地未被利用,都是属于灌丛草坡,林地面积极少,益兽益鸟和水生生物很少,鼠害的威胁在增加,已出现老鼠咬电缆造成停产事故,主要鼠种有传染疾病的危险。

为了改善区内生态环境,增加吸引力,进行了四、五类典型生态工程设计。(1)实现污水资源化和无害化;(2)加强绿色植物资源的生物净化功能;(3)建立自然保护小区,实现生态防治鼠害;(4)加强余热等废弃资源的利用,建立工农联合的生态农场。

(四) 关于经济—生态—环境协调发展的初步探讨

首先,在工业内部结构方面,应探讨如何能够在不过多增加用水的情况下增加产值和税利,即降低万元产值耗水量。燕山生产用水循环浓缩倍数不算很先进,如能在管理和设备上改进,提高浓缩倍数,并考虑发展深度加工和制造,则用水量又可能进一步压缩,使生产用水量只需增加 $840 \times 10^4 \text{t}$ 。

其次,在公司的利润收入中可规定提取百分之一用于改善生态环境质量,逐年进行荒山造林,使树林覆盖率面积占全区面积的 1/3。其中后沟至双泉沟一带,有山又有水,可造林开辟为燕山郊野公园。从动物栖息环境考虑,进行多功能绿化,招引鼠类虫类的天敌,水库改为氧化塘化,一部分可整修为观赏水体。使水面和林木成为调节环境的有效手段。在燕山区附近的元、明两代古迹周围造林,并加以保护。

为减少排污,可调整内部结构,增加深度加工,如塑料地毯草皮、拉伸膜,复合镀金膜等,有助于减少污水量和增加产值。

最后,应考虑采取措施增加卫星镇的吸引力,主要指提高生活质量、改善交通通讯便利程度。

(上接第 32 页)

题,有待今后继续深入研究下去,不断完善和提高。

我们衷心希望读者提出意见,不吝指教,以便改进研究工作,提高水平,为改善和提高我国的城市环境共同奋斗。

Abstracts

HUANJING KEXUE

Chinese Journal of Environmental Science

Characterization of Composite Ecosystem in Beijing-Tianjin Area and Integrated Pollution Control

Collaborative Group on Eco-environmental Research, Academia Sinica

A three-year comprehensive investigation on major features of the composite ecosystem in Beijing-Tianjin area has been done and briefed here.

The most important contribution of this research lies in its development of methodology and software for ecologic-social-economic studies. On the basis of the principles and methodology of ecologic-economic analysis, an integrated zoning and regional planning of 34,000 km² area have been made. The major eco-environmental issues in this area are: shortage of water and clean fuels, natural ecosystem deterioration and pollution. Strategic measures and technical ways for conservation of natural resources and protection of the environment have been discussed.

A typical town is chosen to demonstrate simultaneous improvement of ecological productivity, economic development and environmental quality.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 16, 1986

Recent Advances in Researches of Beijing Urban Ecosystems

Wu Zhishan, Nie Guisheng, Zhao Tongrun

This paper introduces research methods, trains of thought and results of Beijing urban ecosystem research project, in which the relationship among population, economy, natural resources and environment, as well as the tendencies of the systems in the coming years have been studied in a strategical view. However, in the results the contradictions between urban development and environment have been pointed out and some countermeasures proposed.

The research project comprises eight aspects, i.e. population, industrial economy, energy resources, water resources, urban land-use, environmental protection, urban afforestation and public health. A series of models for the project including simulation model (system dynamics model) of ecosystem,

system dynamics model and input-output model of water resources system, model of energy resources system, statistical correlation model of industrial structure and environmental quality, and model of industrial structure analysis, have been established by applying system analysis methods. In the meantime, data base of Beijing environmental information has been developed and an atlas including over 100 maps compiled.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 25, 1986

Studies on Tourism Value of Gardens and Scenic Spots in Suzhou City and the Measures Taken for Environmental Protection

Wang Jiaxi, Chen Yinghua, Wang Yuxi, Sun Pujun, Zhu Guangnong et al.

Suzhou is a city well-known for its scenic beauty and many classic gardens. But in recent years, owing to industrial pollution and various inappropriate man-made activities, environmental quality and tourism value of the gardens and scenic spots have deteriorated obviously.

The authors investigated and evaluated the present environmental situation of the gardens and scenic spots, covered air pollution, water pollution, noise and aesthetical damage of landscape, and then put forward some proposals of measures to be taken. The rational standard of noise in the gardens (50 dBA) was suggested and quantitative evaluation of aesthetical damage of landscape attempted. The tourist capacity of the gardens and scenic spots was investigated and an optimum tourist density determined at 4-10 people per 100 m². The harm of the tourist-overload done to the scenic spots, especially in the classic gardens, was described. The new places of scenery in and around Suzhou area were explored and the schedule was suggested. And, plan of greenery and forestation of the city for improving the urban environment was done. The relationship between economic development and protection of classic gardens, scenic spots and historic sites was discussed. The ways of increasing the tourism business for the gardens were investigated as well.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 83, 1986