

另外,要注意酸雨作为区域污染问题与局地污染的联系和区别。如工业布局问题,应参照当地易降酸雨的气象条件,在相关天气系统的范围内作高层次的规划。在排放控制方面,可先从局地污染角度采取削减措施。在产、烧高硫劣质煤的重酸雨地区,可考虑推广沸腾炉燃烧和炉内脱硫技术。

面对持续发展中的酸雨现象,对策研究要及早提出问题和解决问题的方法,在实践

和认识的多次反复中完善。

参 考 文 献

[1] U. S. Congress: Office of Technology Assessment, *Acid Rain and Transported Air Pollutants: Implications for Public Policy*, OTA-0-204, 123 (1984).
 [2] 马倩如等,环境质量评价,第102页,中国文化书院,北京,1988年。
 [3] 王德春等,世界环境,45(2),8(1988).

(收稿日期:1989年7月3日)

沈阳市工业用水的优化分配及环境经济效益

边茂新 刘春英 张文清 徐鸿涛

(辽宁省环境保护科学研究所) (国家环境保护局)

摘要 本文应用线性规划原理,对沈阳市工业部门用水进行优化分配,从水资源观点出发,提出该市工业结构调整方向。对工业用水优化分配的环境经济效益的计算方法进行了探讨,计算结果表明,工业用水优化分配的环境经济效益是显著的。

水是人类赖以生存的基本物质条件,不仅是国民经济和社会发展不可缺少而又不能替代的物质,而且是构成环境的基本要素。

我国淡水资源缺乏,北方地区已经出现了不同程度的水资源危机。城市水资源的严重短缺和水质的严重污染,已成为制约这些地区国民经济发展的重要因素之一,为此,合理使用现有水资源成为一个重要问题。本文应用线性规划原理,建立了沈阳市工业用水的优化分配模型,并对其环境经济效益作一些分析。

一、沈阳市工业用水优化分配模型

1. 目标函数 工业用水的优化分配把取得最大的水的经济效益视为目标函数,即工业用水的优化分配在满足社会总需求的前提下,使工业产值之和尽可能地大,或在工业产值一定的条件下,工业用水量尽可能地少,当然,这种尽可能大或尽可能少是相对的,是受

一定的生产能力和市场需求约束的。

2. 变量的确定 优化模型变量 x 是一组表示各工业部门分配水量的向量。工业部门的划分是依据现行市属工业部门的隶属关系,较大工业局的划分是根据产品性能、工艺过程、耗水量大小及企业行业归属相近的原则,优化分配水量的依据是工业部门(工业局或工业公司)的部门产值,优化模型变量见表1。

3. 工业用水经济指标的确定 工业用水经济指标是万元国民收入耗水量,国民收入在工业企业就是工业净产值,用万元国民收入耗水量作为工业用水经济评价指标,有以下优点:一是有利于提高企业管理水平,工业企业新创造的价值,既受产品产量的影响,又受企业管理水平的影响,在总产值一定的条件下,企业管理水平好的,净产值就大。相反,企业管理水平差的,净产值就小,甚至企业亏损。因此,万元国民收入耗水量的大小,反映

表 1 沈阳市工业用水优化模型变量

变量序号	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}
变量名称	印刷包装行业	轻工机械行业	造纸行业	食品酿造行业	服装行业	五金行业	塑料行业	电器行业	仪表行业	机械行业	汽车行业	电子行业	计算机行业	纺织行业	农机行业	建材行业	冶金行业	医药行业	化工行业	中央企业	省营企业

了工业企业用水的经济效果。二是工业净产值不包括转移价值,没有重复计算因素,避免了由于工业专业化和协作使企业合并,部门改组而产生的影响。

所以,万元国民收入耗水量避免了万元产值耗水量的弊病,有利于提高水资源的利用效果,全面地反映了工业用水的经济状况,使工业用水更加合理,更加节约,有利于解决水资源的供需矛盾。

4. 关于约束条件

(1) 水量约束 沈阳市水资源全部为地下水,在保证生活用水的前提下,工业用水即为一定值,在规划年各用水部门用水总量不得大于该值。

(2) 工业部门发展约束 各工业部门的发展除了水资源外,还需原材料、能源、市场等条件。因此,在确定工业部门发展约束条件时,还应考虑各工业部门根据自身条件确定的规划目标。同时,考虑到市计划部门确定的各工业部门发展速度,确定一组在一定程度上反映该工业部门发展速度的上、下限值。本文提出的发展速度是根据市计划委员会以及各工业局、工业公司的发展规划制定的,以各工业部门 1985 年工业净产值为基数,得出产值约束的上、下限值。

5. 数学模型的建立 大家都知道,水资源是工业发展的必要条件,但不是充分条件。只有水资源不能导致工业发展,工业发展是诸因素共同作用的结果。也就是说,工业用水量与工业产值并不成线性关系,但是,在水资源短缺的情况下,在工业发展的其它条件满足时,工业用水量与工业产值近似成线性

关系。

数学表达形式如下:

模型 I

目标函数

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^{21} 1/c_j(x_j + a_j) + L$$

约束条件

$$x_j + a_j \geq c_j \cdot b_j \quad j = 1, 2, \dots, 21$$

$$x_j + a_j \leq c_j \cdot d_j$$

$$\sum_{j=1}^{21} x_j = Q - H$$

$$\sum_{j=1}^4 \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) \geq e_1$$

$$\sum_{j=5}^7 \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) \geq e_2$$

$$\sum_{j=8}^{10} \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) \geq e_3$$

$$\sum_{j=1}^4 \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) \leq f_1$$

$$\sum_{j=5}^7 \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) \leq f_2$$

$$\sum_{j=8}^{10} \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) \leq f_3$$

$$x_j \geq 0$$

式中, x_j 为 j 行业分配水量, Q 为全市工业用水总量, H 为其它部门用水量, L 为其它部门产值, c_j 为 j 行业万元国民收入耗水量, a_j 为 j 行业循环水量, b_j 为 j 行业净产值下限, d_j 为 j 行业净产值上限, e_j 为 j 工业局净产值下限, f_j 为 j 工业局净产值上限。

模型 II

$$\text{目标函数 } Z_{\min} = \sum_{j=1}^{21} x_j + H$$

约束条件 将模型 I 中的

$$\sum_{j=1}^{12} = Q - H$$

改成

$$\sum_{j=1}^{21} \frac{1}{c_j} (x_j + a_j) = G - L,$$

其它条件不变。

G 为 1985 年沈阳市工业净产值。

二、沈阳市工业用水优化分配结果

优化计算采用 BASIC 语言编制程序,在 IBM-PC/XT 机上完成的,计算结果见表 2。

根据模型 I 计算,工业供水一定,工业用水所创全市最大工业净产值为 507745 万元,与原产值 493024 万元相比,增值 14721 万元,增长了 2.99%。

根据模型 II 计算,完成 1985 年沈阳市工业净产值 493024 万元,工业用水量最小值为 311115740 吨,比原全市工业用水节余 9703260 吨,节水率 3%。

从表 2 看出,冶金、医药化工和中央、省属企业(含冶金、机械行业)配水量减少了 21--13%;机电、汽车农机、二轻系统和电子

行业配水量增加了 20—6%。从水资源角度出发,沈阳市工业结构调整的方向是限制冶金、医药化工行业的发展,加强机电、汽车农机、二轻系统及电子行业的发展,这对于充分利用城市有限的水资源,创造更大的经济效益是十分有益的。

三、沈阳市工业可用水优化分配的环境经济效益分析

工业用水优化分配的环境经济效益包括直接经济效益和间接环境效益,其效益大小用下式表示:

$$C = (C_1, C_2)$$

式中: C₁ 为优化分配的直接经济效益; C₂ 为优化分配的间接环境效益。

1. C₁ 的计算 工业用水分配的直接经济效益是在工业可用水资源一定的条件下,通过模型 I 的计算,最大工业净产值与工业用水经验分配的工业净产值之差,即为工业用水优化分配的直接经济效益。

$$C_1 = 507745 - 493024 = 14721 \text{ 万元}$$

2. C₂ 的计算 工业用水优化分配节约了大量的市政用水,同时也减少了大量污水排放,减轻了对环境的污染程度,取得了明显的环境效益。环境效益大小以环境污染造成的经济损失大小来表示,包括处理同等数量污水的处理费用,经初级污水处理未达标的排

表 2 沈阳市工业用水优化分配表(%)

工业部门	经验分配水量	优化分配水量	优化配水减少		优化配水增加	
			减少量	减少率%	增加量	增加率%
一 轻	14856817	13449305	1407512	9.5		
二 轻	3766733	4143392			376661	9.9
机 电	7655562	9204710			1549148	20.2
汽车农机	5053556	5575522			521966	10.3
电 子	2172576	2308201			135625	6.2
纺 织	4339957	4602324	262367	6.0		
建 材	2870966	2557394	313572	10.9		
冶 金	6685321	5280485	1404836	21.0		
医药化工	32676584	27797196	4879388	14.9		
中央省营	34571166	30034225	4534941	13.1		

排污罚款以及因超采地下水水位下降的经济损失。计算公式如下:

$$C_2 = C_{21} + C_{22} + C_{23}$$

式中: C_{21} 为处理同等数量污水的处理费用; C_{22} 为排污费; C_{23} 为地下水水位下降的经济损失。

(1) C_{21} 的计算 C_{21} 的经济效益是指在达到一定产值条件下, 工业用水优化分配节约了一定数量的工业用水, 污水排放量随之减少, 因而节省了同等数量的污水处理费用。其费用计算根据 1983 年沈阳市各工业部门污水处理费用调查资料计算的, 计算前, 对 1983 年的处理费用进行了调整, 以 1983 年的物价为基数, 计算出 1985 年的物价指数为 0.15, 沈阳市各工业部门污水处理费用及优化配水的污水处理费用效益见表 3。

表 3 沈阳市各工业部门污水处理及优化配水费用效益(万元)

工业部门	投资费用	运行费用* (年)	污水处理费用	
			增加	减少
一轻	206.66	16.30		1.54
二轻	353.86	28.50	2.85	
机电	650.56	78.97	15.79	
汽车农机	16.10	1.16	0.12	
电子	13.57	3.21	0.2	
纺织	201.25	19.14		1.15
建材	15.87	0.76		0.08
冶金	333.50	55.61		11.68
医药化工	1638.18	265.83		39.61
中央省营	610.19	32.84		4.27
合 计			18.96	58.33

* 运行费用包括能耗费、设备折旧费、原材料费、维修费、人员工资等。

从表 3 看出, $C_{21} = 58.33 - 18.96 = 39.37$ 万元

(2) C_{22} 的计算 C_{22} 的效益是指在目前的技术条件下, 经过一定程度的污水处理后, 仍不能达到排放标准而缴纳的污水排放罚款。沈阳市企业废水处理效果是, 达

到排放标准的污水处理量占 43.9%, 按此处理率计算, 经过处理仍未达标的污水量为 484 万吨, 占全市工业污水排放总量的 2.1%, 1985 年全市征收排污费 1833 万元, 经计算得: $C_{22} = 39$ 万元

(3) C_{23} 的计算 C_{23} 是指由于地下水严重超采, 地下水水位大幅度下降而更换相应的水源机泵及增加电费的经济损失。优化分配效益表现在降低地下水水位的下降幅度而减少的损失, 损失费用用影子工程法计算。全市每年花于更换水源机泵等项费用约 400 万元, 增加电费经济损失 108 万元, 优化分配节水占全市用水量的 3%, 经计算得: $C_{23} = 15.24$ 万元

沈阳市工业用水优化分配的环境经济效益为, $C = (C_1, C_2) = (14721 \text{ 万元}, 93.24 \text{ 万元})$

从以上分析可以看出, 在水资源缺乏的沈阳市, 工业用水量不变的条件下, 通过优化分配, 节水 970 万吨, 减少污水排放 863 万吨, 直接经济效益 14721 万元, 比经验分配增加 7.62%, 间接环境效益 93.21 万元, 工业用水优化分配效果是明显的。

四、结 语

1. 本文采用线性规划模型对沈阳市工业用水进行优化分配, 并对其环境经济效益进行计算, 优化分配结果提示, 在水资源缺乏地区, 工业用水一定的条件下, 运用该方法可获得较大的环境经济效益。

2. 工业用水优化分配方法为缺水地区的工业用水提供了科学的管理方法, 该方法具有模型简单、计算方便、便于管理者使用的特点。

3. 优化分配结果提示, 从水资源角度来看, 该方法为缺水地区制定合理的工业结构提供了依据, 发展耗水小、环境经济效果好的行业, 限制耗水大、环境经济效益差的行业。

参 考 文 献

【1】 吴元方,给排水技术,4,7—11,1984.

(收稿日期: 1989年2月27日)

地方环境管理信息系统的设计

——软硬件环境及总控系统设计

司徒卫 程声通 章欣 龙沛湘 刘洪彬

(清华大学环境工程系)

摘要 本文从结构化设计的原理出发,论述了系统分析与设计的关系,系统设计的一般原则、思路及过程。详细论述了系统软硬件环境分析和总控部分的设计。软硬件设计应综合考虑系统功能、费用以及扩展可能性。

一、系统设计的基本问题

地方环境管理信息系统(REMIS)的系统设计是在系统分析的基础上进行的。系统分析阶段的需求功能分析,数据结构分析,数据流分析是系统设计的依据^[1,2]。

系统分析阶段是要解决“做什么”的问题,它的核心是对地方环境管理信息系统进行逻辑分析,解决需求功能的逻辑关系及其数据支持系统的结构,以及数据与功能之间的关系。

系统设计阶段的核心工作是要解决“怎么做”的问题,研究系统由逻辑设计走向物理设计,为系统的实现打下基础。

REMIS 的系统设计包含下述主要任务:
(1)系统输出设计:根据输出功能而定。(2)系统输入设计:由数据结构分析而设计输入数据格式。这也是机外数据组织和收集的基础。(3)系统软硬件环境分析。(4)数据库结构设计。(5)总控系统设计:系统模块重编逻辑关系并组合成较均衡的树形结构,并由此形成系统菜单。(6)系统模块的 HIPO 图(HIERACHICAL INPUT/PROCESS/OUT-

PUT)设计。(7)数据字典的最终完成及数据规范化。(8)系统实施计划及方案。

系统设计阶段的工作见图1。这是一项复杂的系统工程,内容很多,工作量巨大。系统设计阶段的工作所遵循的原则和系统分析阶段是一致的^[3]。系统设计不是直线式的过程,前述的各部分工作互相关联,互为因果。

系统输出设计的内容是:根据系统的需求功能分析,针对所确定的系统输出功能,设计出其输出表格和图形的形状,这是系统需求功能分析的具体化,也是系统设计中决定其他内容的重要部分。本系统有300多张输出表格。

系统输入设计的内容是:根据系统的数据结构分析和系统输出内容,对系统的输入及其数据格式进行设计,形成数据输入表格。数据输入表格中的数据项要包括整个系统所必须的全部数据;同时,输入表格又是机外进行数据组织和收集的基础。本系统有100多张输入数据表格。数据规范化和格式化也是其中内容。

软硬件环境分析的内容是:系统的实现离不开软硬件的支持,软硬件的选择是以必

(continued from page 96)

the lowest value in Lanzhou was high twice as much, but its highest value was similar to that in Beijing.

Application of Chemiluminescence Analysis to Environmental Detection.

Li Xiaohu, Lu Minggang (Department of Applied Chemistry, University of Science and Technology of China, Hefei): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The application of chemiluminescence analysis to environmental detection has been reviewed in this paper, in which the chemiluminescence detection of metal ions, inorganic compounds, organic compounds and biomass, and the chemiluminescence detection of air pollution are explained.

Characteristics of Acid Rain in China and Primary considerations of the Strategies.

Xu Kangfu, Hao Jiming (Research Institute of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

This article introduces briefly the control strategies for acid precipitation abroad and the main features of acid rain in China. Based on variant effects of the components of airborne particulates and acidity of precipitation, the attention should be paid to sources of SO₂ emission, ascertainment of the main controlling factors and selection of environmental goal. According to the present situation of investigation, the authors have offered a suggestion on methodology and principles of the strategies for controlling acid deposition in China.

Optimum Distribution of Industrial Water in Shenyang City and Analysis of Its Economic Benefit.

Bian Maoxin et al. (Liaoning Provincial Institute of Environmental Protection Sciences, Shenyang); Xu Hongtao (National Environmental Protection Agency, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

This paper describes the principles of linear programming applied in Shenyang City for optimum distribution of industrial water. From the viewpoint of water resources, the direction for adjusting industrial structure of the city is proposed. The authors have studied the calculating method of economic benefit for optimizing industrial water distribution. The results show environmental economic benefit is obvious according to calculation.

System Design of A Regional Environmental Management Information System—Software and Hardware Environment and Main Menu.

Situ Wei, Chen Shentong et al., (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

This article outlines the principles and procedures of the system design of a Regional Environmental Management Information System (REMIS), in which modular design method has been used. The REMIS hardwares selection, software environment hierarchical relations of the functional modules and main menu of the REMIS have been discussed in detail. Hardware selection should reach identity of system functions, cost/benefit analysis and expansibility.

Current Environmental Situation of the Liaodong Peninsula (Dalian Area) and Its Integrated Renovation.

Chen Tao et al. (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The ecological environment of Dalian area in the Liaodong Peninsula, as a whole, is getting deteriorated. Three main countermeasures should be taken to harness these environmental problems: (1) rational utilization of natural resources for controlling water pollution and soil erosion; (2) readjustment of distribution of industrial trades and removal of major industrial construction northward; (3) Development of agricultural economy, speeding up agro-ecological construction so as to avoid soil erosion.

Research on Natural Radionuclide Levels in Soil in Fujian Province, Southeast China.

Gao Weiwei et al. (Provincial Institute of Environmental Protection Science, Fuzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

This paper reports the natural radionuclide levels in soil in Fujian Province. 248 soil samples were collected and tested by using spectrometric and radiochemical analysis method. The results showed that average concentration for U-238 was 55.5 Bq/kg (13.9—136 Bq/kg), Th-232 97.1 Bq/kg (19.5—260 Bq/kg), Ra-226 62 Bq/kg (18—201 Bq/kg) and K-40 627 Bq/kg 24—1627 Bq/kg), and that natural radionuclide contents were different with topographical features, land forms and soil types, which were higher than those in the normal areas home and abroad.

(continued on page 92)