

• 内部资料 •

• 注意保存 •

中国2000年水环境预测

韩国刚 严济民 舒金华 胡学海等

中国环境科学研究院等

一九八七年七月

前 言

《中国2000年水预测》是由中国环境科学研究院等30多个单位，近百名环境科学专家、学者、教授和科技工作者，用了三年多时间收集资料、调查研究和剖析、反复修改编写而成的，是我国水环境预测战线上集体智慧的结晶。全书共分13章，约30多万字。内容包括到公元2000年时全国取水量和污水排放量预测；全国20个省、市、自治区、57座不同规模城市污水和COD排放量预测；七大江河、18个主要湖泊和近海环境污染预测和对策；中国27座城市地下水污染及其环境地质问题预测；中国2000年污灌预测和对策；中国2000年环境污染造成渔业损失的预测；中国2000年水污染造成的直接经济损失的估算；中国2000年污水量宏观控制对策；国内外污水量预测和城市污水控制对策动态等。该书涉及面之广，数据之多，成果之丰富，实用性之强，居全国水环境预测书籍中之首。有重要的实用价值和交流价值，尤其对各级政府环保、规划部门、厂矿企业制订长远环境规划、国土整治规划、水资源发展战略与决策有重要参考价值。本书还可做为环境监测、科研、教育、影响评价参考书。参加本书部分编写工作的还有下列同志：邢振刚、汤纯鹏、汪志达、贺德璜、杜逸伦、袁留根、汤志浩、李相元、刘长海、郭希利、郭成模、张玉琨、郭 岗、张步洲、贾德义、陈维东、顾丁锡、楼 宵、林庆礼、任光照、郝纯珉、刘殿家、侯盛新、李清浮、戴申生、单既云、冯连英、胡喻义、刘文健等。

本书编写过程中得到国家环保局曲格平局长、王玉庆处长的指导与支持；得到了中国2000年水预测研究课题技术顾问：姜圣阶、陈西平、过祖源、刘鸿亮、柴文琦、黄道基、杨本津、马梅生、关伯仁、王希华、于湧泉、乔致奇、臧玉祥、南淳熙、陈子久、曹如明、陈镇华、曹凤中、吴忠勇等同志支持与指导；得到了水课题鉴定委员马世骏、傅国伟、杨通谊、王文兴、张永良、井文湧、刘天齐、王如松、于连生、张顺江、陈永成、袁铭道、奚盘根、俞光跃、朱钟杰等同志指导；吉林省、广东省、上海市、江苏省、浙江省、宁夏自治区、内蒙古自治区、山东省、贵州省、青海省、四川省、陕西省、安徽省、河北省等2000环境预测课题组、国家环境保护局规划处、水处等单位，还为我们提供了2000年环境预测研究报告和环境统计数据，在此一并表示感谢。

由于时间和水平所限，书中定有不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

1987年7月

作 者

	韩国刚	严济民	胡学海	
	舒金华	高剑清	姜凤兰	
谭继强	石磊	曹立业	李万庆	董克虞
胡玉奎	李京森	张克	冯幼英	江欣等

责任编辑：刘文健

内容提要

全书共十三章，约30多万字。该书是一本内容十分丰富、内部交流的参考书。该书描述了到公元2000年时全国、20个省、市、自治区、57座不同规模城市污水和COD排放量预测情况；我国七大江河、18个主要湖泊、近海、27座城市地下水及污灌预测和对策情况；还描述了中国2000年水环境污染造成的直接经济损失和国内外水环境预测和对策的动态等内容。该书对制订环境规划，国土整治规划，城市发展总体规划、流域规划及发展战略有重要的参考价值。还可做为环境监测、科研、教育、影响评价、预测与决策参考书。

目 录

第一部份

一、中国2000年污水总量预测	(1)
1、中国水资源及污水概况	(1)
2、中国2000年污水总量预测	(4)
二、S D模型预测中国2000年污水总量	(17)
1、前言	(17)
2、系统动力学方法的选择	(17)
3、因果关系分析及模型构造	(17)
4、流程图构造	(18)
5、仿真结果	(20)
三、2000年二十个省、市、自治区污水量预测与对策	(21)
1、污水量预测及评价方法	(21)
2、二十个省、直辖市、自治区污水量现状	(22)
3、二十个省、直辖市、自治区2000年污水量预测	(22)
4、小结	(23)
四、中国七大江河水质污染预测	(33)
1、长江等七大江河概况	(33)
2、预测方法	(33)
3、预测结果	(33)
4、对策	(35)
五、中国57个城市污水量预测	(50)
1、污水量预测及评价方法	(50)
2、200 万人口以上特大城市污水量预测	(50)
3、100 ~200 万人口特大城市污水量预测	(51)
4、50~100 万人口大城市污水量预测	(51)
5、20~50万人口中等城市污水量预测	(52)
6、20万人口以下的小城市污水量预测	(52)
7、城市化进程对水污染的潜在影响	(52)
六、中国2000年主要湖泊水质污染预测	(67)
1、我国主要湖泊概况及污染现状	(67)
2、我国主要湖泊水质污染预测	(78)
3、湖泊水质污染主要防治对策	(90)
七、中国2000年城市地下水资源及环境地质问题预测	(94)
1、主要城市地下水资源与开发利用概况	(94)
2、地下水监测资料序列和预测模型	(94)

3、城市地下水可开采资源预测和供需平衡·····	(95)
4、城市地下水水质及发展趋势预测·····	(95)
5、城市地下水水位区域下降及预测·····	(101)
6、地面沉降及预测·····	(101)
7、岩溶塌陷及预测·····	(102)
8、保护城市地下水资源,防治地下水环境问题的对策·····	(102)
八、中国近海环境污染预测与对策·····	(104)
1、近海环境污染现状及评价·····	(104)
2、近海环境污染预测·····	(112)
3、近海环境质量变化趋势预测和评价·····	(122)
4、近海环境防治污染对策·····	(123)
九、中国2000年污水灌溉预测与对策·····	(127)
1、我国农业水资源现状及评价·····	(127)
2、污水灌溉发展趋势及预测·····	(132)
3、污水灌溉对农业环境的影响及防治对策·····	(134)
4、污水灌溉经济效益分析·····	(138)
十、中国2000年环境污染造成渔业损失的预测·····	(141)
1、渔业环境概况·····	(141)
2、渔业环境污染现状及评价·····	(142)
3、渔业环境污染及损失预测·····	(144)
十一、中国水环境污染的直接经济损失与治理费用初步估算·····	(148)
1、水环境污染造成的直接经济损失估算·····	(148)
2、水环境污染治理费用估算·····	(150)
十二、中国2000年污水总量宏观控制对策·····	(153)
1、全国污水总量控制对策·····	(153)
2、全国部份城市水污染控制对策·····	(157)
3、全国部份城市(按城市功能划分)污水控制对策·····	(164)
第二部份	
十三、国内外水环境预测与控制对策研究动态·····	(168)
十四、意大利国际文献检索服务中心,环境系列技术报告检索译文·····	(189)
十五、水污染控制情报资料文摘、参考文献·····	(192)

一、中国2000年污水总量预测

1. 中国水资源及污水概况

(一) 中国水资源概况

全世界水体总贮水量约13.6亿立方公里,其中淡水总贮量约0.4亿立方公里,占水总贮量的2.8%,如果扣除冰冠和冰川外,全世界可供利用的淡水量还不到1%。可见,地球上的淡水资源是很有限的。

我国淡水资源有如下明显特点:

(1) 水资源并不丰富

按人均水量来看,我国平均每人占有水资源2700立方米,低于世界上多数国家,水资源并不丰富。目前,我国可利用水量年均只有1.1万亿立方米,而1980年我国实际用水总量已达5075亿立方米(其中工业用水570亿立方米,农业用水4454亿立方米,城市生活用水50亿立方米),占可利用水资源的46%,数量已相当可观。1975年,美国人均实际用水量高达2528立方米,约为我国人均总用水量的6倍。

(2) 用水地区与供水地区水资源空间分布不均衡

在全国径流总量2.7万亿米³中,长江流域年径流量约为10000亿立方米,约占全国径流总量的37%;黄河流域年径流总量约为500亿立方米,约占全国径流总量的2%;华北地区海、滦河流域年径流量仅占全国径流总量的1%。在我国东部的的外流流域,面积为全国国土面积的64%,而径流量占全国径流量的96%;内陆河流域面积占全国面积的36%,而地表水资源只有约1100亿立方米,仅占全国的4%。这样,形成了中国东部、南部地区水资源丰富,西部、北部水资源缺乏的地域分布的不均衡状态。

(3) 用水与供水时间分布不均衡

降水量年际变化大、年内分配不均,形成连年枯水和连年丰水现象是我国水资源的又一突出特点。我国不少地区和流域,降水量年际之间相差高达十几倍,几十倍甚至上百倍。如淮河1921年年径流量719亿立方米,是枯水的1978年年径流量27亿立方米的26.7倍。我国主要江河都出现过连续枯水年和连续丰水年的现象。如松花江,曾出现过连续18年的枯水期和连续7年的丰水期。

(4) 经济发展迅速、人口增长迅速,水资源供需矛盾与日俱增

我国国民经济发展迅速,2000年工农业总产值预计比1980年翻两番,即增加至4倍,年均增长7.18%。这意味着用水总量要逐年相应地增加。

1980年—2000年间,中国人口年均自然增长率为12‰。在保持人均耗水现状条件不变的情

表1—1 中国2000年取水量预测结果 单位:亿立方米

	1980年	1990年	2000年
总取水量	4767	5532	6300
农业取水量	4195	4634	5147
工业取水量	523	702	944
城市生活用水量	67	116	200
合 计	4785	5452	6291

况下, 每年至少应增加1.2 %的用水量(包括工业用水、农业用水、生活用水)。如果再考虑到生活水平提高, 城镇人口膨胀, 居民条件改善等因素, 用水总量还要增加, 给已经十分紧张的水资源带来更大的压力。据初步预测, 2000年全国总取水量约为6300亿立方米, 年平均增长率约为1.5% (参见表1—1), 供需矛盾十分突出。

(5) 水质污染减少了有限的淡水资源, 突出了水资源的危机

由于工农业迅速发展, 人口不断增加, 城镇人口增长, 技术工艺及管理水平落后, 排放的污水、废水将逐年增多。目前, 约85%的污水未经处理直接排入水体, 使许多江河、湖泊、地下水、近海海域等水体受到不同程度的污染, 且污染程度逐年加重, 间接减少了可用水资源数量。从有监测资料的全国1200条河流看, 已有850条河流受到污染; 在调查过的18个以地下水作为供水来源的城市中, 竟有17个受到了污染。

因此, 亟需探讨如何更加科学地、合理地开发、利用和保护淡水资源, 使有限的淡水资源在促进工农业生产、发展国民经济和提高人民生活水平中发挥更大的作用。

(二) 中国污水概况

(1) 污水总量大

据初步预测, 如按2000年工农业总产值比1980年翻两番的定值目标计, 且污水总量的增长按过去和现在的趋势和规律变化, 则2000年污水总量达800亿立方米(包括工业废水和城市生活污水), 约为1980年的2.8倍, 平均每年递增5.3%。

(2) 地域分布不平衡

我国东部地区污水量大, 西部地区污水量少。我国11个省市污水量预测列于表1—2中。

(3) 生产工艺、技术落后, 产污系数高

万元产值工业废水量(产污系数)的大小, 是衡量一个国家工业水平、技术工艺、管理水平先进与否的综合指标之一。从1980年至1984年间, 我国万元产值工业废水量呈逐年下降趋势, 平均每年下降约28吨/万元, 随着时间的推移, 下降幅度将减小。在全国范围内, 总产污系数仍高于世界上较先进的工业国家。

(4) 治理费用不足, 污水处理率低

由于污水综合治理资金短缺, 目前, 全国工业污水总量中, 1985年污水处理率仅为16.6%, 即约有83.4%的污水未经处理直接排入水体。由此造成的水环境污染, 再反过来导致产生直接或间接经济损失。如此恶性循环, 在某些污染严重地区愈演愈烈。

(5) 管理方式落后, 法制不健全

综合防治污染、减少污染造成的危害, 切实保护好水资源, 除提高科学技术、生产工艺水平外, 还必须依靠先进的科学管理方式和严格健全的法制, 要做到这一点的坚实基础就是: 各级决策者和全国人民都必须从战略的高度彻底明了保护水资源的重大意义。近年来, 虽陆续颁发了一些环境保护法规、条例, 但至今仍未彻底解决水环境严重污染问题。尤其是自1984年以来, 随着国民经济体制全面改革的进程, 广大农村放开搞活, 乡镇企业、集体企业, 甚至私人企业迅猛发展, 由于生产工艺、技术、管理等极为落后, 产值不高但排污量甚大, 而且常无视国家环境保护法规, 随意向环境排放大量污染物甚至有毒物质, 造成大气及水体严重污染, 而且国家对此难以检查、监督和控制。这一矛盾在今后若干年内可能变得更加突出。

中国11个省市、污水量预测

表1—2

项 目	地 域	天津市	上海市	黑龙江省	江苏省	广东省	河南省	吉林省	山东省	宁夏区	辽宁省	浙江省
		1990年	1990年	1990年	1990年	1990年	1990年	1990年	1990年	1990年	1990年	1990年
污水总量 (万吨)		64604	160000	177400	440000	370000	512000	124810	174938	13647	267625	282070
	2000年	88640	300000	290100	710000	609000	946000	195440	235732	23270	448908	414860
工业废水量 (万吨)	1990年	25104	120580	146200	153200	272000	258000	99010	138096	11560	200000	255470
	2000年	43440	236600	245800	320000	452000	550000	159160	178394	19010	349100	336660
生活污水量 (万吨)	1990年	39500	39420	45700	286800	120000	254000	25800	26842	2087	67825	26600
	2000年	45200	56210	64700	390000	160000	396000	36280	42338	4260	99808	78200

由此可见,随着国民经济的迅速发展,中国水资源、污水和水环境保护问题,定将更加严重,任何局部的、单一的、暂时的措施都不可能彻底解决。必须依靠客观规律,在战略高度上认清这一问题的严重性和紧迫性,采取综合的、全面的、防治结合的一整套对策体系,才能实行有效的控制。否则,污水和水资源问题将影响“四化”建设的进程和2000年国民经济既定的发展目标,遭到大自然的无情惩罚。

本研究的主要目的在于提供我国2000年工农业总产值翻两番、人口总数12.6亿的定值目标下全国污水总量的预测值,为决策者制定全国范围内的总体宏观决策和控制对策提供必要的依据。

2. 中国2000年污水总量预测

在对污水总量预测中,使用了产值系数、工业行业统计、人均系数、系统动力学等方法、模型,目的在于把根据不同方法、模型得出的预测结果进行对照分析,相互验证,从中选择一个比较切合实际且准确度较高的预测结果,为决策者制订全国范围内的宏观决策与控制对策提供必要的依据。

污水总量的预测结果,只表示各预测年分(1985,1990,1995,2000年)全国在总体上污水总量的多少,并未给出具体、细微的空间分布。

(一) 工业废水排放总量预测

(1) 产值系数生长曲线模型

①万元产值工业废水量预测模型

A、原始数据与预测依据(见表1—3)

a、1979—1985各年万元产值工业废水量;

b、2000年国民经济发展,以工农业总产值比1980年翻两番(增长至4倍)为定值目标,兼预测国民经济其它增长速度下的全国污水总量;

c、工农业总产值中,工业总产值所占比例的统计平均值;

d、计算中,均以1980年不变价格为基础。

B、数据修正

a、1981、1982两年,万元产值工业废水量的统计数据略有偏高。主要原因是部分工业企业为了向国家多要环保治理投资而虚报了一些份额的工业废水量。经抽样调查和分析,总量中约有5%左右的虚报量,这一部分必须修正;

表1—3 万元产值工业废水量

时 间 (年)	工业总产值* (亿元)	废水总量 (亿吨)	工业废水总量 (亿吨)	万元产值工业 废水量(吨/万元)
1979	4483	308.1	243.4	543
1980	4897	309.5	233.6	477
1981	5178	302.7	237.9	459 (437)**
1982	5577	310.0	239.4	429 (408)
1983	5164	309.3	238.8	387
1984	7030	323.9	251.4	358 (372)
1985				310

注: * 以1980年不变价格计 ** () 内数据为修正值

b、从1984年起，由于乡镇工业企业大量增加，而其废水排放量并未全部计入工业废水总量中，使全国工业废水量数值偏低。据初步估计，废水总量偏低约4%左右，这一部分仍需进行修正。

C、预测模型和预测结果

图1—1示出了工业废水总量的预测系统结构。为了得出工业废水总量的预测结果，必须首先得出各预测年分的工业总产值与万元产值工业废水量 $W(t)$ 的值。为此，分别建立下列各预测模型。

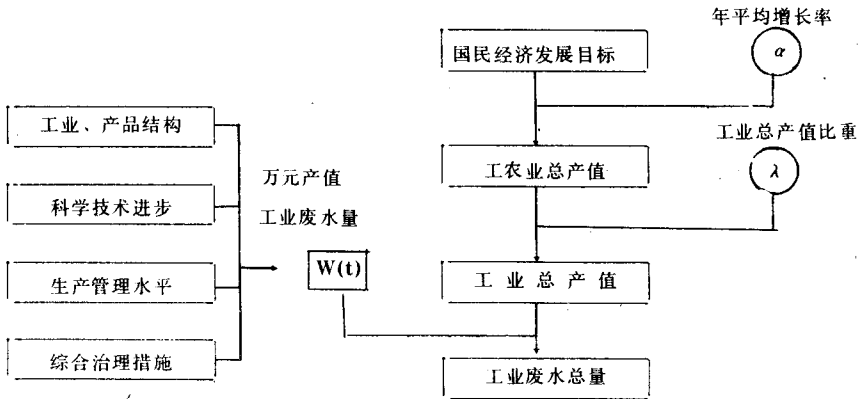


图1—1 工业废水总量预测系统结构

据根表1—3中数据的散点分布和万元产值工业废水量 $W(t) \sim t$ 的内在规律，对 $W(t)$ 随时间的变化特性选用了皮尔模型和龚珀兹模型。经计算检验，龚珀兹模型的相关性高于皮尔模型，故确定以龚珀兹生长曲线模型为万元产值工业废水量 $W(t)$ 的预测模型，即：

$$W(t_i) = y_i = ka^{b^{t_i}} \quad (1-1)$$

其中 k ， a ， b 为三个由 N 组已知时间系列 (t_i, y_i) 数据确定的常数：

$$b^n = \frac{\sum_3 \lg y_i - \sum_2 \lg y_i}{\sum_2 \lg y_i - \sum_1 \lg y_i} \quad (1-2)$$

$$\lg a = \frac{(\sum_2 \lg y_i - \sum_1 \lg y_i) \frac{b-1}{(b^n-1)^2}}{\quad} \quad (1-3)$$

$$\lg k = \frac{1}{n} \left(\sum_1 \lg y_i - \frac{b^n-1}{b-1} \lg a \right) \quad (1-4)$$

此处， $n = \frac{N}{3}$ ，即已知时间系列数据组数 N 必须是3的倍数； $\sum_1 \lg y_i$ ， $\sum_2 \lg y_i$ 和 $\sum_3 \lg y_i$ 分别是将诸 $\lg y_i$ 值依次分为三组（各组中， $\lg y_i$ 数据个数相等），对应的每组 $\lg y_i$ 之和。经计算，得出万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 的预测模型为：

$$W(t_i) = 218 \times 2.40^{0.8736^{t_i}} \quad (1-5)$$

表1—4列出了万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 的预测结果。

图1—2绘出了万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 随时间 t_i 的变化曲线。

从表1—4和图1—2所示万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 的变化趋势可以看出：

a、万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 是一个宏观综合特性参数。在全国范围内，它从总体上宏观地反映了下列诸因素：

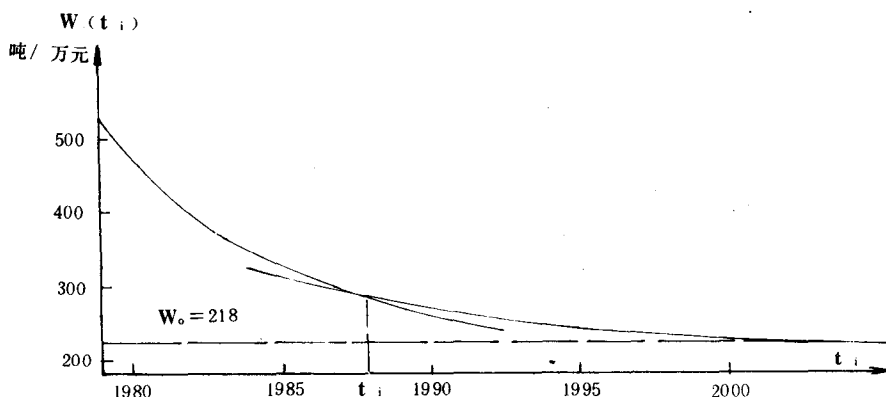


图 1—2 万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 随时间 t_i 的变化

- I、工业结构、产品结构对万元产值工业废水量的影响；
- II、科学技术进步因素对降低万元产值工业废水量的作用；
- III、对老技术、旧工艺及设备进行技术改造，从而降低万元产值工业废水量的作用；
- IV、环境保护法规、节水措施对提高工业废水处理率，增加循环用水比例等管理水平提高对降低 $W(t_i)$ 所起的作用等。

表 1—4 万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 的预测结果

时 间 (年)	y_i (吨/ 万元)	$W(t_i)$ 的平滑值及预测值 (吨/ 万元)	
1979	543	523	
1980	477	468	
1981	459 (437) *	425	
1982	429 (408)	391	
1983	387	363	
1984	358 (372)	340	
1985	310	321	
1990			266
1995			241
2000			229

* () 内数据为修正值

b、万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 这个综合特性参数不可能无限地下降，而是存在一个极限值 $W_0 = 218$ 吨/ 万元(参见图 1—2)。就全国范围来说，在科技进步、生产工艺、工业及产品结构、管理水平与综合治理措施等方面没有取得重大突破以前， $W(t_i)$ 按预测模型 (1—1) 和 (1—5) 式描述的规律趋于 W_0 值，而不能低于 W_0 值无限下降。

c、此预测模型对原给定已知数据(非修正数据)的相关指数大于 0.90，表明预测模型与预测事件时间系列有较好相关性。

② 万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 年均削减率 $g(t_i)$

$W(t_i)$ 年均削减率 $g(t_i)$ 的预测模型为：

$$g(t_i) = -25.8 \times 0.8736^{t_i} \times 2.40^{0.8736 t_i} \quad (1-6)$$

表 1—5 万元产值工业废水量年削减率预测值

时 间 (年)	t_i	$W(t_i)$ (吨/万元)	$g(t_i)$ (吨/万元·年)
1979	0	523	-61.9
1980	1	468	-48.4
1981	2	425	-38.4
1982	3	391	-30.8
1983	4	363	-25.0
1984	5	340	-20.5
1985	6	321	-16.9
1990	11	266	-7.1
1995	16	241	-3.3
2000	21	229	-1.6

表 1—5 列出了据 (1—6) 式计算的 $g(t_i)$ 值。 $g(t_i)$ 的物理意义:

A、 $g(t_i) < 0$, 表明 $W(t_i)$ 为单调减函数。即万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 逐年下降;

B、在万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 随时间 t_i 的变化曲线 (参见图 1—2) 上, $t=t_i$ 时, 曲线的斜率就是 $g(t_i)$ 值。此 $g(t_i)$ 值表示: 在 t_i 年, 万元产值工业废水量 $W(t_i)$ 的年均削减率。

③ 工业废水排放总量预测

A、预测模型

根据图 1—1, 工业废水总量预测模型为

$$Q(t_i) = W(t_i) G(t_i) \quad (1-7)$$

其中: $Q(t_i)$ —— t_i 年工业废水排放总量, 吨/年

$W(t_i)$ —— t_i 年万元产值工业废水量, 吨/万元

$G(t_i)$ —— t_i 年工业总产值, 万元/年

t_i 年国民经济中工农业总产值中的工业总产值 $G(t_i)$ 由下式确定:

$$G(t_i) = \lambda(t_i) N(t_i) = \lambda(t_i) N_0 (1 + \alpha)^{(t_i - 1)} \quad (1-8)$$

式中: 1980年, $t_i = 1$; 1982年, $t_i = 2$, ……

$\lambda(t_i)$ —— t_i 年工业总产值在工农业总产值中所占比例

$N(t_i)$ —— t_i 年工农业总产值, 万元/年

α —— 工农业总产值年均增长率

根据多年平均, $\lambda(t_i)$ 值取

$$\bar{\lambda} = 0.66^* \quad (1-9)$$

α 值由下式确定:

$$\alpha = \exp \left(\frac{m}{20} \ln 2 \right) - 1 \quad (1-10)$$

其中, m 为国民经济中工农业总产值增长所翻的番数。

* 据《中国统计年鉴—1985年》有关资料计算

根据 (1—5), (1—7), (1—8), (1—9), (1—10) 诸式及1980年的工农业总产值 N_0 , 并取 $m = 2$, 得 t_i 年工业废水总量的预测模型为:

$$Q(t_i) = 102 \times 2.40^{0.8736t_i} \times 1.07177^{(t_i - 1)} (1 + \beta(t_i)) \quad (1-11)$$

式中 $\beta(t_i)$ 为 t_i 年乡镇企业排污量比例系数。

B、预测结果

据预测模型 (1—11) 式得出的工业废水总量预测结果列于表 1—6。

表 1—6 工业废水总量预测值 (单位: 亿吨/年)

时 间 (年)	工农业总产值增长速度 *		
	$m = 1.5$ (2.83)	$m = 2.0$ (4)	$m = 2.5$ (5.66)
1990	250.9	298.4	355.0
1995	319.8	414.8	537.9
2000	425.3	601.4	850.6

* () 内数字为工农业总产值2000年增长到的倍数

图 1—3 绘出了 $m = 1.5, 2.0, 2.5$ 三种情况工业废水总量的增长趋势曲线; 表 1—7 列出了相应的工业废水总量年均增长比例。

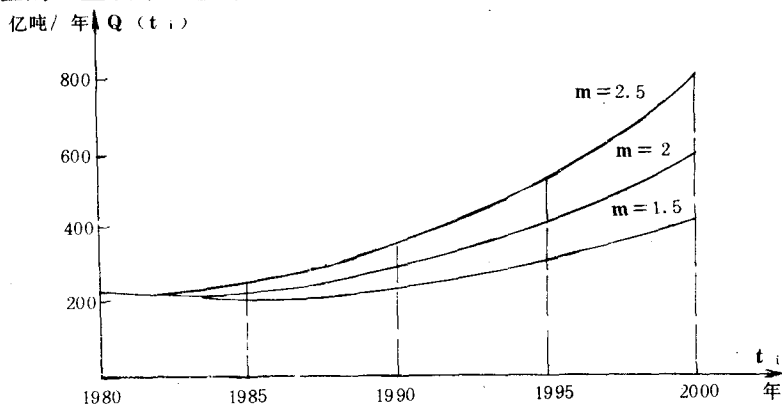


图 1—3 工业废水总量的增长趋势

表 1—7 工业废水总量年均增长比例

时 间 (年)	$m = 1.5$ 番	$m = 2.0$ 番	$m = 2.5$ 番
1986—1990 (七五期间)	3.37%	5.48%	7.80%
1991—1995 (八五期间)	5.49%	7.79%	10.30%
1996—2000 (九五期间)	6.60%	9.00%	11.63%
2000年为1980年倍数	1.94	2.74	3.88

在工农业总产值2000年翻两番的定值目标下, 2000年全国工业废水排放总量的预测值为601.4亿吨, 约为1980年排放总量的2.7倍。即2000年, 工农业总产值比1980年净增长3倍时, 工业废水年排放总量比1980年增加约1.7倍。

(2) 工业行业统计模型

按主要工业行业进行全国统计预测, 是工业废水总量预测较为理想的方法之一, 预测结果也相对比较准确。但是由于各主要工业行业本身万元产值工业废水量及该行业2000年发展

的定值目标难以确定,故目前只能建立相应的预测模型而不能得出定量的预测结果。

① 14个主要工业行业的产污系数

表1—8列出了我国75座城市14个主要工业行业1983年和1984年的产污系数,表1—9列出了该75座城市1980年至1984年间各年的总产污系数。

表 1—8 75座城市14个工业行业万元产值工业废水量 (吨/万元)*

序 号	工业行业	1983 年	1984 年
1	冶金工业	713.76	625.81
2	电力工业	679.17	1053.27
3	煤炭工业	882.47	955.42
4	石油工业	163.56	186.68
5	化学工业	664.94	661.35
6	机械工业	147.02	134.90
7	建材工业	298.44	344.94
8	森林工业	136.00	149.11
9	食品工业	162.80	155.25
10	纺织工业	135.36	219.83
11	缝纫工业	25.81	33.06
12	皮革工业	134.41	102.06
13	造纸、文化教育工业	854.27	760.66
14	其 它	316.64	169.95
	总产污系数	341.01	341.31

* 据国家环保局《环境统计年报》

表 1—9 75座城市14个工业行业的总产污系数*

时 间 (年)	工业总产值 (亿元)	工业废水量 (万吨)	万元产值废水量 (吨/万元)
1979			(445.26)
1980	3081.35	1237791	401.70
1981	3097.82	1192466	384.94
1982	3247.47	1159798	357.13
1983	3135.16	1069109	341.01
1984	3467.24	1183394	341.31

* 据国家环保局《环境统计年报》计算

② 产污系数预测模型

由于统计资料不完备,尚难以建立第j行业第i年的万元产值工业废水量 $W_j(t_i)$ 的预测模型,该模型主要应依靠第j部门根据本部门的实际情况建立。这里,只列出75座城市14个工业行业总体产污系数 $W(t_i)$ 的生长曲线预测模型:

$$W(t_i) = 296 \times 1.489^{0.7948t_i} \quad (1-12)$$

③ 工业废水总量预测模型

A、按行业预测的总量预测模型为:

$$Q(t_i) = \frac{1}{\beta(t_i)} \sum_{j=1}^{14} Q_j(t_i) = \frac{1}{\beta(t_i)} \sum_{j=1}^{14} W_j(t_i) P_j(t_i) \\ = \frac{1}{\beta(t_i)} G(t_i) \sum_{j=1}^{14} W_j(t_i) \alpha_j(t_i) \quad (1-13)$$

$$Q_j(t_i) = W_j(t_i) P_j(t_i) \quad (1-14)$$

$$P_j(t_i) = \alpha_j(t_i) G(t_i) \quad (1-15)$$

式中: $Q(t_i)$ ——第*i* 年工业废水总量

$Q_j(t_i)$ ——第*j* 行业第*i* 年废水排放量

$W_j(t_i)$ ——第*j* 行业第*i* 年万元产值废水排放量

$P_j(t_i)$ ——第*j* 行业第*i* 年总产值

$\alpha_j(t_i)$ ——第*j* 行业第*i* 年产值占14个行业总产值比例

$G(t_i)$ ——第*i* 年14个行业总产值

$\beta(t_i)$ ——第*i* 年14个行业废水总量占工业废水总量比例

B、将14个工业行业作为宏观整体的总量预测模型为

$$Q(t_i) = \frac{1}{\beta(t_i)} G(t_i) W(t_i) \alpha(t_i) \quad (1-16)$$

式中: $Q(t_i)$ ——第*i* 年工业废水排放总量

$\beta(t_i)$ ——第*i* 年14个工业行业废水占工业总废水量的比例

$G(t_i)$ ——第*i* 年14个行业总产值

$W(t_i)$ ——第*i* 年14个行业总万元产值工业废水排放量

$\alpha(t_i)$ ——第*i* 年14个行业产值占工业总产值的比例

(3) 工业废水量系统动力学模型预测结果

时 间 (年)	1980	1985	1990	2000
工业废水总量 (亿吨/年)	234	301	404	705

(4) 预测结果初步评价

① 根据工业废水总量预测模型计算出的结果, 当2000年工农业总产值翻两番时, 2000年工业废水总量约为600亿吨。

② 工业废水总量的预测值, 是根据目前及历史资料, 按照当前和过出的发展规律外推的, 不可能完全符合今后的实际变化情况。为使预测结果更能符合实际情况, 对预测结果应逐年修正。

③ 乡镇工业企业是一个相当重要的影响因素, 但由于原始数据中并未完全计入乡镇工业企业的废水量, 故总量预测模型中只能较粗略地表明这一因素的影响。

④ 由于已知时间系列数据数目太少 (仅有6组), 且数据的准确度也较差, 这对建立预测模型带来了较大的困难。实际上, 在一个样本空间中选取的样本数量不足时, 即使得到了拟合模型, 但随机误差也是相当大的。另外, 预测区间与已知时间系列的时间间隔相比相对较大, 也造成一定的预测误差。此处, 我们将总量预测模型在 $m=3$ 时对原始数据进行了相关性检验, 相关指数 $R^2=0.74$ 。

⑤ 总量预测结果, 是在全国范围内给出工业废水2000年排放总量的宏观数值, 主要目

的是为制订宏观决策（如制订“七五”规划）和制订工业废水宏观控制对策服务，并不表示局部地区、个别部门的具体时空分布。

（二）城市生活污水总量预测

城市生活污水总量预测采用了人均系数预测模型和系统动力学模型。在人均系数模型中又分别采用了全国平均法和南北方分别统计法。

（1）全国平均法

根据图 1—4 示出的城镇人口生活污水总量预测系统，得出城市生活污水总量预测模型为：

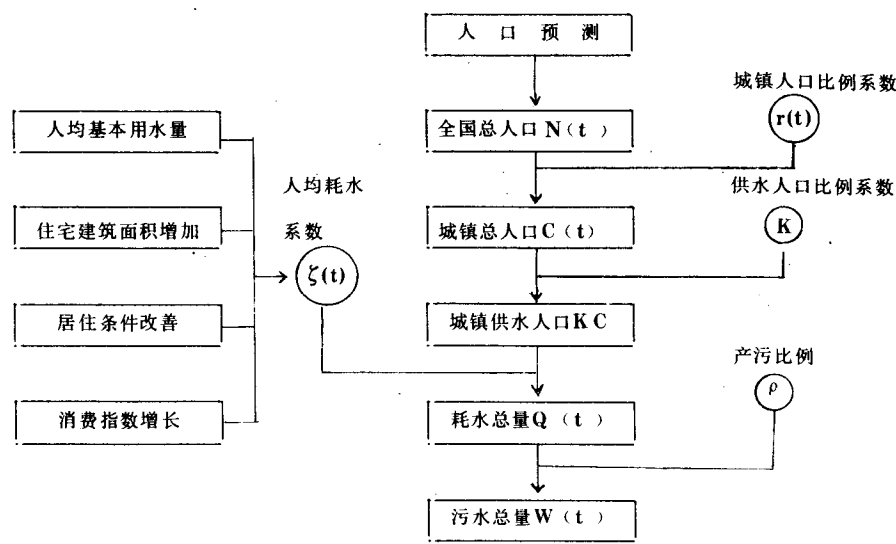


图 1—4 城镇人口生活污水总量预测系统结构（一）

$$W(t_i) = \rho K \zeta_0 N_0 (r_0 + \beta t_i) (1 + \eta t_i) (1 + \alpha)^{t_i} \quad (1-17)$$

式中：W(t_i)——t_i 年（预测年分）城镇人口生活污水总量，亿吨

1980年，t_i = 0；1981年t_i = 1；……

N₀ ——1980年（预测基准年）全国总人口

N₀ = 9.87亿*

ζ₀ ——1980年城镇人口人均耗水系数

ζ₀ = 46.7立方米/人·年**

K ——供水人口比例系数（供水普及率）

r₀ ——1980年全国城镇人口比例系数

β ——城镇人口比例增长系数

η ——城镇人口人均耗水量增长系数

α ——人口自然增长率，=0.01188 **

ρ ——产污比例系数

* 据《中国统计年鉴——1984年，1985年》 有关资料计算

**据《中国统计年鉴》 有关资料计算