

长江中下游污染带趋势预测的初步探讨

Trend Forecast of Pollution Belt in the Middle and Lower Reaches of the Yangtse River

邱展霞 廖文根

(水利水电科学研究院水力学所水环境室, 北京 100044)

长江中下游的污染状况

1. 污染现状

长江是我国最长的河流,全长 6 300 公里,流经 10 省、市,流域面积约 181 万平方公里,约占全国总面积的 1/5。长江中、下游从宜昌南津关峡口至入海口,全长 1 790 公里,沿岸流经宜昌、沙市、岳阳、武汉、鄂城、黄石、九江、安庆、铜陵、芜湖、马鞍山、南京、镇江、南通、上海 15 个主要城市,城镇人口 7 500 万。长江流域工业总产值占全国 40% 以上,主要集中在长江中、下游地区。随着工、农业的发展,长江水资源已经遭受严重的污染。例如,长江从攀枝花至河口地区 3 600 公里,已形成 500 公里长的岸边污染带,其中已有 190 公里的水质严重恶化,不符合用水标准。而中、下游的污染重于上游,干流城市江段岸边污染尤为突出。武汉市早在 1984 年工业废水和生活污水排放量就分别达 6×10^4 吨和 3×10^4 吨,其中 80% 的废污水不符合排放标准,长江武汉江段的岸边污染带已达 120 公里,其岸边水质大多接近地面水 III 级标准,现在的污染情况更加严重。南京江段沿江 17 个大型工矿企业的废水,造成长达 70 公里岸边污染带,其中石油化工厂排污口的油污带长约 20 公里,在江段监测断面上检出酚的最大值超过地面水标准 4 倍多。上海江段每天约有 70×10^4 吨的污水,由西区和南区排污口直接排入长江,造成了两条黑色污染带,西区排污口的污染带长约 20 公里,在排污口下游 3 公里处污染带水中溶解氧仍为零。九江市的工业及生活污水大都未经处理直接或间接地排入了长江,每年排放污水 5 500 多万吨,形成污染带长约 8 公里。

2. 长江水资源的污染将进一步恶化

随着上海浦东的开发和三峡水利枢纽的建设,众多沿江城市都在抓住这一有利契机,将城市工业

向沿江布局,同时实施向长江干流直接排放城市污水的工程方案,以图通过利用长江水体改善城市自身的水环境,长江污染将呈现更为严峻的形势:①直接入江污水量将有大幅度的增加,预计本世纪末沪宁沿江一线污水直排量将由目前的 280 万吨增至 800 万吨左右。②污染物排放浓度增大,不仅工业废水比重大、污染物成份复杂而且浓度高,潜在威胁大。③城市污水直接排入长江的比重将迅速扩大。④岸边污染带呈扩展趋势,这是由于在建及拟建的污水排江工程由岸边排放改为深水排放,喷口离岸距离在 200~1 350 米之间,最大污染范围可达 4.2 平方公里,岸边污染带将日趋加重。如果进一步发展,每个城市岸边都形成数公里至数十公里连续不断的大小污染带,整个长江水质将发生质的变化。因此局部污染带所产生的总体效应如何,应当引起人们的足够重视。

研究状况

1. 研究现状

我国从 70 年代初期开始对长江水资源保护作了不少工作。1983~1988 年,制订完成了长江流域水资源保护规划,并利用水质模型等手段探索水质变化规律、评价水质现状和预测污染状况。长江水资源保护局邓联木、叶闽等自 1980 年以来,对长江干流的稀释自净规律、水环境容量以及水质规划等作了大量分析研究工作。在计算方法上,应用非线性回归法分析、估算河流纵向弥散系数,应用河流水质灰色模型和模糊数学建立水质预报和水质控制数学模型。吕兰军(1983 年)依据水质监测资料,用线性回归法,分析了长江九江段 1986~1991 年的水污染状况。薄燕怀等(1992 年)基于二维和三维水质稳态扩散模型,计算了长江安庆段的污染带,依据水环境容量确定控制排放总量。刘育民等(1992 年)运用二维水质模型计算了长江下游(南

京、镇江、南通三市)污染物的影响范围,然后确定水环境容量,提出了保护水资源的对策。聂质逊(1993年)在分析长江下游城市污水排江资料基础上,定性分析了排江口工程的环境影响与水污染防治问题。沈德贤(1993年)采用水质模型分析了长江段上海西区排污口污染带的纵向和横向浓度分布。长江水资源保护研究所(1993年)开展了三峡水库不同泄流量对长江中、下游水质影响研究,选取宜昌、武汉、安庆、南京4城市作为重点江段,依据二维水质模型计算了污染带的变化范围。

2. 存在的问题

现在,发达国家为控制水资源的污染,已开始注意水质污染预测。在流域水环境方面重视从整个区域、全流域、城市及相邻地区统一着手,综合考虑跨地区河流的水污染,考虑预测的时间水平年及未来时段内各种基本条件变化的影响。而我国目前长江流域的环境评价中尚存在若干不足:①缺乏系统分析,各城市的环境影响评价多为单个分散进行,主要是注重局部江段的污染特性分析、治理。②相对而言,定性或半定量分析多,定量分析少,且数学模型精度不够。精度不够的原因之一是实测数据有限,参数确定比较困难。③缺乏长期预测模型。

污染控制的战略原则是“不益于局部、有利于全局、力求无损于其它;有利于当前、照顾今后,至少无损于未来”。因此,长江水体中污染物的分布及运行规律和环境容量的研究,长江水环境长期污染预测和防治的研究,是亟需研究的重大课题。

污染带预测的研究方法探讨

研究方法的基本出发点应从系统观点出发,先从宏观上考虑长江的流域特性,然后细化到局部地区,而后再考虑地区之间、多因素之间的综合影响,最终达到宏观控制的目的。具体工作也应包括多方面的内容,如长江中、下游水质现状调查资料分析,主要污染源、污染物及水质现状评价,考虑未来工业、农业、人口发展、河道特性、水文条件等的变化(包括考虑三峡水库及其它工程的影响)进行污染源负荷的长期预测、水环境容量、负荷削减量计算,提供改善水质对策等。在进行污染带预测时,为了选取合适的模式,必须分析各种方法的特点。一般来说,复杂的方法可以全面地反映实际问题的特征,但必然要求待定的参数多,且要有充分的原始资料相匹配。对长江污染预测,由于空间跨度大,应先作一维模型计算,但对具体城市江段来说,污染物分布的二维特性明显,也应当考虑二维模型,较可取的方法是一、二维嵌套模型。

1. 污染负荷预测

污染源负荷的预测方法有:线性回归法、指数

增长法、外延法、灰色系统分析法等。污染负荷预测的影响因素很多,如未来城市布局、产业结构、治理投资、去除效率、基本资料的丰度和精度以及预测方法等,这些因素均将直接影响预测的准确性。一般是在污染源调查、资料分析的基础上,根据基准年状况,用工业产值、污水排放量、污染物排放量、用水循环利用率及规划年份工农业产值规划、工业用水循环利用率增长要求等,对不同水平年的污染物排放量进行预测计算。

2. 水动力学模型

水动力特性是水质保护研究的基础,只有掌握水动力特性的基本规律,才能对污染带的趋势作出科学预测。目前水流方程的求解方法已较成熟,有限元方法、差分方法都是有效的算法,可由一维或平面二维非恒定流基本方程计算得到流速和水深沿空间的分布。其中需要分析的一个问题是设计水文条件的选取。设计水文条件是水质预测时影响很大又很难确定的条件,一般要考虑设计时期、设计时段、设计保证率及多个径流来源的组合方式。在感潮河段,还要考虑潮高、含沙量和盐度的影响。

3. 水质模型

水质模型是水质评价和水环境容量计算的重要手段。近年来对不同江段的水污染预测多采用二维水质模型。运用数值方法求解污染物的输移扩散方程,可得到不同浓度值的污染范围,求出污染带的长度和宽度。在水质保护目标确定后可反推出污染源的最大允许排放值。水质计算中的源项处理通常采用一些简化方法,如直接给定源点的浓度值;给出源点控制体的加权平均浓度值;从物质守恒的概念出发,建立源点控制体的守恒方程,计算源点的浓度,这种方法综合考虑了受纳水体的影响,是一种更可靠的方法。在具体江段的水质计算中,还需要考虑远、近区的交互影响。对于污水排放口近区,需要用紊动射流理论进行分析计算,远区要用输移扩散方程计算,行之有效的方法应当是采用动态模型,把远、近区结合起来计算。

长江中下游污染带预测研究发展趋势

为了保护长江水资源,掌握其运动变化规律,需要大力开展污染带预测、控制方面的科学研究。这方面的工作重点,包括:运用系统分析方法对主要城市污染负荷、污染特性进行综合分析;充分运用数学模型,更加准确地反映实际污染物的运动规律;加强监测系统,提高预测模型的精度;在资料整理及结果分析方面更多地利用计算机辅助设计,使其具有动态显示、直观演示功能,以便于研究人员和决策部门的宏观研究和实时指挥调度。

(责任编辑 刘先曙)