

报导某火力发电站结果基本类似(见表3),可以看出,煤燃烧时大部放射性物质浓集在煤灰中, ^{238}U 、 ^{232}Th 等元素在除尘灰中为原煤强度的4—10倍,在飘尘中更多,且随飘尘微粒扩散到大气中,其中 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 尤甚,可达煤的数10倍到100倍。

根据煤中铀、钍含量计算,四个电厂每年向上空排放总放射性可达600—1000毫居里。可见燃煤电厂对周围环境污染不应忽视。

表3 煤及煤灰中的放射性强度(pCi/g)

放射性	煤	灰	
		除尘器前(除尘灰)	除尘器后(飘尘)
^{228}Th	0.56	2.4	2.8—3.2
^{232}Th	0.33	2.2	2.9
	0.69	—	2.9—3.3
^{226}Ra	0.64	2.9	3.3—5.9
	0.031	1.8	0.89
^{238}U	0.85	3.5	5.4—12
	0.72	10.0	—
	0.70	—	—
^{210}Pb	0.68	2.2	38
	0.61	23	4.3—17
	—	—	105
^{210}Po	—	28	42

性大部浓集在煤灰中,除尘器一般使煤灰中大粒子积聚沉降除去,小粒子则成为飘尘从烟道逸出。飘尘粒子微小表面积大,对放射性物质吸附性高。即使只有重量1%的飘尘排入大气,但其放射量却远在1%以上。尤其 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 为挥发性物质容易在锅炉中气化经过烟道时由于温度下降而被煤灰吸附。因此煤灰中放射性浓度增高为原煤4—10倍,尤其 ^{210}Pb 、 ^{210}Po 可浓缩为原煤数10倍。

核电站或多或少放出放射性物质,这是事实。但燃煤电厂放出的放射性水平、毒性、剂量不亚于核电站,并在它之上。因此煤火力发电对环境污染应该成为现代环境分析的主流,至少应和原子能设施放出的放射性一样对它的危害性应引起重视。采取措施,减少环境污染。

参 考 文 献

- [1] M. E. Eisenbud and H. G. Petrow, *Science*, **144**, 288, (1964).
- [2] 岡本和人,原子力工業, **25**(2), 65, (1979).
- [3] 岡本和人,日本物理學會誌, **33**, 635, (1978).
- [4] 編輯部,原子力工業, **25**(3), 63, (1979).

三、燃煤电厂放射性高的原因

根据国外文献报道,煤燃烧后,煤中放射

湘 江 环 境 问 题 浅 析

曾 北 危

(湖南环境保护科学研究所)

一、湘江流域的基本自然概况

湘江是我国亚热带地区一条有代表性的河流,湘、资、沅、澧四水汇入洞庭湖,然后进入长江,形成一个完整的水系。湘江发源于广西灵川县的海洋山,在湖南湘阴注入洞庭

湖,全长856公里(在湖南境内670公里),流域面积94,660平方公里。湘江流域地处亚热带温湿地区,热量丰富,季节分明,雨水充沛,年平均降雨量1200—1700毫米,4—9月集中了年降雨量的60—70%,而4、5、6月的雨季期间又占年降雨量的40—50%。湘江

迳流来源主要为降水,由于降雨分布不均,湘江的流量、水位、迳流随季节变化,高水位与洪水期出现于4—7月,低水位与枯水期出现于11—2月,年水位变幅在10米左右。年平均迳流量713亿立方米。由于水量丰富,流速快,年迳流量还超过黄河一百多亿立方米。湘江水体自净能力强,溶解氧充足,原生水质状况良好。

湘江流域矿产资源丰富,号称“有色金属之乡”。湘江流域气候温和,雨水充沛,土壤肥沃,是有名的“鱼米之乡”。流域工农业比较发达,约有人口三千万。由于人们的生产与社会活动,使湘江在不同程度上受到了污染,自然资源也受到了破坏。近年来,湘江流域的环境问题引起了普遍的关注,湘江污染综合防治被列为国家重点科研课题正在进行研究。

二、湘江环境质量的概况与特征

几年来,湘江流域各级环境监测站在全水系设置了53个监测断面,其中干流上27个,支流上26个。监测断面的设置是根据湘江流域的工农业布局及地理、水文状况来确定的。每年分洪、丰、平、枯四大水期,各连续数天以取得有代表性的样品与数据。在监测项目方面,根据湘江流域的特征来规定,以温度、pH、电导率、溶解氧(DO)、生化需氧量(BOD)、化学耗氧量(COD)、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、悬浮性固体、总硬度、氯化物、氟化物、正磷酸盐、粪大肠菌作为基本测定项目;以镉、汞、铅、有机氯化物(又以六六六、滴滴涕为主),以及放射性作为全球意义的战略测定项目;以砷、铜、锌、铬、铍、锰、酚、氰、硫化物、钙、镁等作为选择项目。除了水体之外,考虑到重金属和有机氯等有易于转入底泥和生物体中的特征行为,还定期地开展了沿江全流域的底泥与生物体的监测。实践表明,这样对水体、底泥、水生生物等的较全面监测,并从流域地区的气候、水文、地

学、资源开发、社会经济状况的角度出发,以上述监测项目来全面考察和评价湘江水系是适宜的。

为了全面地掌握和评价湘江环境质量,除了对全流域进行定期的环境监测之外,还组织了数次从源头到河口的全面系统考察调查,获得成万的数据和浩繁的资料,经过初步的归纳整理和综合研究,对于湘江水系的环境质量状况和景观生态有个初步评价。湘江的环境问题不仅是污染较为严重,并且自然资源和生态平衡的破坏也相当厉害,环境质量仍在继续恶化。就自然资源和景观生态平衡的状况来说,全流域在不同程度上遭受了破坏。就污染状况而论,污染还只是局部的或区域性的,尚非全水系的。湘江流域上游水质较好,只在少数江段有轻度污染;中游水质次之,常宁松柏江段污染严重;衡阳以下的下游污染较为严重,其中又以衡阳、株洲、湘潭、长沙四个江段污染较为突出,尤其是株洲霞湾江段污染为全江之冠。

湘江污染的主要特征是:重金属污染是首要问题,放射性污染是潜在威胁,有机氯(农药)污染比较严重,有机物污染不容忽视。

1. 湘江污染物主要是重金属。由于湘江流域的地质条件,使流域地区的内生金属矿床很为丰富,并且矿产资源的品种颇为齐全,因此,使湘江流域的底泥、土壤、岩石中重金属丰度的背景值稍高。流域地区金属矿产资源的开发利用,对湘江的重金属污染带来了影响。如水口山铅锌矿,早在1886年就开始开采,它使松柏江段的重金属污染仅次于株洲霞湾江段而居于全流域的第二位。重金属在湘江水环境中的分布丰度是底泥>水生生物>水体。湘江水质除松柏和霞湾两江段偶尔有铅、镉、锌、砷超过地表水卫生标准之外,其它均符合卫生标准,即使在这两个污染严重的江段,水体中的重金属也很快的凝絮沉积于底泥中。因之,湘江污染的另一特征是底泥污染相当严重。霞湾江段由于受有色金属冶

炼厂和化工厂的污染影响,使该江段的水质严重恶化,底泥中重金属的含量高得惊人(锌 4000—6000ppm、铅 1000—2400ppm、砷 3000—4000ppm、铜 800—1200ppm、镉 40—80ppm、汞 8—20ppm),此外,底泥中有机氯化物也很高(如 BHC 150—300ppm)。同时,该江段沉积物中 C/N 比值超过 300 以上,这表明此江段的有机物污染也相当严重。

2. 湘江的放射性污染是个潜在性问题。 湘江流域不仅有丰富的有色金属矿床,还有丰富的放射性矿产资源,此外,有些煤矿中也含有可观量的放射性元素,这都对湘江水系有着严重潜在威胁。

3. 湘江的有机氯污染比较严重。 湘江流域的农业比较发达,盛产粮食和各种经济作物,历年来对施用农药未加以严格控制,如湖南全省农药的施用量占全国的十分之一,年亩施药量高达 10—14 公斤,使湘江水系以六六六为代表的有机氯农药污染成为一个比较严重问题。重点污染江段鱼体中六六六和 DDT 的含量分别高达 1.3 和 1.2ppm,底栖动物(如贝、虾)中最高可达 2—3ppm,食鱼性水鸟的肝脏和脂肪中有机氯化物总量可高达 40—180ppm。这对湘江水系的生态系统产生了影响。鱼鹰绝迹,水鸟的软壳蛋增多和孵化率降低,这是有机氯污染造成对生态的影响。

4. 湘江的有机物污染不能忽视。 虽然就现有的数据与资料来看湘江的有机物污染还不严重,这表现在湘江水体的溶解氧很高,大多数江段和断面以及各水期的 DO 在 7—10 毫克/升,而 BOD 小于 2 毫克/升, COD₂—3 毫克/升。只有在株洲霞湾、湘潭下摄司、长沙浏阳河口等重点污染江段, BOD 有时可达 3—6 毫克/升。湘江沿岸化工、轻工类的工厂分布较多,但相对分散,个别江段承受了相当大的酚、氰、硫化物、油类及 BOD、COD 等污染物,由于湘江迳流量大、水温高,水体的稀释自净能力很强,复氧效率高,使有机物很快降解。

如若是一条北方亚温带或干旱地区的河流,也承受湘江现在这么多有机物负荷,那该河的有机污染则会显得相当严重。湘江环境同化容量大,这是湘江得天独厚的地方。但是,不能因为如此,而对湘江的有机污染掉以轻心。当前,湘江全流域的有机氯污染比较严重,个别江段的有机污染也有所表现,重点江段底泥沉积物中有机质高和 C/N 比值高,这表明湘江的有机污染很可能是潜在问题。

三、湘江环境大系统理论的探索

为了保护与开发湘江流域的自然资源(包括水资源),保护与改善流域的环境质量,优化经营景观生态,整治国土,加快现代化建设的步伐。近年来,我们开展了湘江污染综合防治的科研工作。这项工作的目的旨在了解和认识湘江流域的环境质量和自然资源的现状,回顾其历史进程,预测其发展趋势,为了源远流长,合理开发利用流域的自然资源,保护好环境;为流域的工农业区划、产业结构的调整、城市规划、优化设计景观生态、环境质量控制等提出有科学依据的方案。

湘江污染综合防治途径研究的具体做法是:查明污染源,弄清污染现状,找出污染物在环境中迁移转化的运动规律,揭示污染对流域生态系统的影响和对人体健康的危害,从而对湘江流域环境质量作出科学评价,把污染源治理和探索环境同化容量的研究结合起来,提出湘江流域污染总量控制及有关标准,制定水质规划。在充分考虑到湘江流域的资源、能源、人口、经济、环境等诸因素及其相互关系的基础上,运用大系统控制理论来分析或处理湘江环境问题,以探索湘江综合防治途径和技术经济上的最优方案,为保护与开发湘江流域的自然资源和改善环境质量寻求最优的或满意的规划方案和途径。

“以江控源,治源保江”是湘江污染综合防治的具体目标,但这只是解决湘江环境问题的基本要求和近期目标。从战略意义来

说,湘江环境问题的解决应着眼于综合研究流域的自然条件、自然资源、环境和社会经济、人口等之间的关系,寻求在合理开发的前提下,发展经济,控制人口,保护环境。开发和发展必须符合资源有限的事实及生态系统的支持能力,要充分考虑环境的边界条件,必须考虑到子孙后代的需要,这就是环境保护意义的所在。

环境是一个包罗万象的大系统。欲寻求湘江环境问题的满意解决方案,必需运用现代控制理论中的大系统理论。大系统理论已经跨入了理论发展和实际应用互相促进的阶段,利用大系统理论来分析解决湘江环境问题,要探索以下三个课题:

1. 数学模型。特别是宏观环境的数学模型问题,其中包括湘江流域系统的输入输出描述问题,状态空间实现问题,从输入输出观测值决定模型结构或参数的测辨或估计问题。

2. 结构理论问题。湘江流域系统的可控性、可观性、可达性、可重构性、总体和局部稳定性、参数变化性、反馈方式和途径,湘江系统的不变子空间,可控性子空间,传输子空间等空间结构问题。特别是湘江流域的环境与自然条件、自然资源、经济发展、人口变化等各因素之间的相关函数或结构理论。

3. 湘江综合防治的控制方案问题。其中包括分散最优控制问题,多级递阶和多层控

制问题,其它非最优或次最优控制问题等等。这些问题中最关键的是要找出湘江环境的自净能力或环境的同化容量以及与各因素的关系,抓住这一线索,才能进一步解决控制方案问题。

上述三个问题几乎包括了现代控制理论和大系统理论的全部内容,并涉及到湘江环境系统的一切方面。显然,这些问题的解决不是轻而易举的,但却是可能的。为此,必需用大系统理论来探索和分析湘江环境问题,探求湘江环境系统的结构理论和控制问题,发展和设计最优防治方案,为决策提供科学依据,在保护湘江流域环境质量的同时也促进流域的经济繁荣。湘江环境系统是一个涉及因素很多,结构上极其复杂的大系统,尤其是要重点考虑很多随机因素。建立湘江环境系统数学模型有三个基本步骤:1. 确定湘江环境系统的定义和性质,确定系统中关系最密切的系统综合因素或因子。2. 确定各因素之间的结构关系。3. 确定结构内部的相应参数或系数。湘江环境数学模型是湘江环境现象的定量模型,它以观测的数据和资料作为依据,以环境科学的理论作基础,借用适当数学方法建立起数学模型,包括宏观环境模型和微观环境模型。目前,还没有一种能为人们普遍接受的完善的环境数学模型,现有模型都有相当的近似性和一定的局限性,随着认识的深化,环境数学模型会逐渐完善。

湘江水体中重金属的迁移转化和归宿*

张立成 屈翠辉 董文江 章 申

(中国科学院地理研究所)

为探索湘江水体污染防治途径,近年来对湘江进行了全面的污染调查:包括对水体重金属的浓度、形态的分离分析。同时测定

了江水的主要理化特性(见表1)。湘江的水

* 参加工作的还有:饶丽莉、赵桂久、郑建勋、王同山。