

环境中污染物及其生物效应 研究文集

中 国 地 理 学 会
中 国 环 境 科 学 学 会 编
中国地质学会环境地质专业委员会

科学出版社

环境中污染物及其生物效应 研究文集

中 国 地 理 学 会
中 国 环 境 科 学 学 会 编
中国地质学会环境地质专业委员会

科 学 出 版 社

1992

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本文集系由中国地理学会、中国环境科学学会、中国地质学会环境地质专业委员会召开的“环境中化学元素和环境变化及其生物效应与健康”学术讨论会百余篇论文中选出的具有代表性的 30 篇论文编辑而成。主要包括：重金属与稀有分散元素在水、气、土、生物等环境介质中的含量、分布与迁移转化规律；重金属与稀有分散元素的生物效应与对人体健康的影响；碳、氮、磷、硫的生物地球化学循环以及湖泊富营养化等问题。

本书可供从事环境化学、环境地球化学、化学地理、环境生物、环境医学和环境保护等方面科研人员和大专院校有关专业师生参考。

环境中污染物及其生物效应研究文集

中 国 地 理 学 会
中 国 环 境 科 学 学 会 编
中国地质学会环境地质专业委员会

责任编辑 刘卓澄

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号
邮政编码：100707

江苏省句容县排印厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992年1月第一版 开本：787×1092 1/16
1992年1月第一次印刷 印张：15
印数：1-250 字数：341 000

ISBN7-03-002905-4/X·18

定价：14.20元

前 言

环境污染引起的全球变化、区域环境质量的下降和对人体健康的影响常常与环境 中化学元素的行为和效应分不开。特别是最近 20 多年来人们一直力图充分认识重金属 和碳、氮、磷、硫等化学元素在环境中的来龙去脉,分散、富集规律和对环境、人体的影响,以便作出可靠的预测,达到有效控制环境污染,避免对人类的不良作用。因此,环境中重金属等化学元素的形态、迁移转化等行为及其环境、生物效应一直是环境科学、地学、生物学、化学、农学、医学等学科相互交叉、融合渗透、共同研究的活跃领域。当前摸清重金属等污染化学元素在环境中生物有效形态、含量水平,从环境热力学来研究其转化方向,从环境动力学来研究其迁移转化速度,以及从生物群体、细胞学和分子生物学水平来揭示其生物作用机理,并结合区域宏观因素,把社会人文、经济、技术、资源利用等因素与环境中重金属等化学元素的效应进行综合分析,从中找出它们之间的关系,转而采取有效控制环境污染来协调经济 and 环境的和谐发展,都是环境地学、环境生物学等学科面临的任务。同时,我国环境因素复杂,环境中污染物量大面广,因此更需要多学科、多部门开展协作,加强学术交流,促进环境科学、地学、生物学等学科的发展,为防治环境污染,保护环境,改善和提高环境质量多作贡献。

1989 年 11 月 25 日至 29 日,中国地理学会、中国环境科学学会和中国地质学会环境地质专业委员会,在江苏南京市联合召开了“环境中化学元素和环境变化及其生物效应与健康”学术讨论会。会议得到南京市环境保护局和南京大学环境科学研究所的大力支持。

出席会议的有中国科学院、高等院校、地质矿产部、国家环境保护局、医学部门所属的有关研究单位的代表约 90 人,会议收到学术论文共 100 篇,内容广泛,涉及化学地理、环境地球化学、生物地球化学、环境地质、环境医学和环境保护等环境中化学元素行为、效应和健康研究的主要研究领域。

为了进行学术交流,会议决定选编出版《环境中污染物及其生物效应研究文集》,并委托中国地理学会地理学报编辑部负责编辑工作。参加具体编辑工作有梁 珊、唐以剑、张国友、王明远、胡天新。在编辑过程中曾得到中国地理学会瞿宁淑先生、中国环境科学学会朱钟杰先生的指导和支持,有关专家对所收文章进行了认真审阅,提出了不少宝贵意见,对此深表感谢。

由于编者水平有限,难免有疏忽和错误之处,谨希读者批评指正。

章 申

1990 年 4 月

目 录

前言	(i)
元素环境谱和元素环境组合法在环境影响评价中的应用——以红水河龙滩水电站评价为例	唐永鑫 曾凡棠 陈 刘等 (1)
水生生物中的重金属含量	黄玉瑶 (14)
农业环境中重金属污染的生物效应研究进展	陈怀满 王宏康 (24)
巢湖盆地地球化学过程与湖泊富营养化关系的初步研究	屠清瑛 (32)
乌鲁木齐地区水的环境地球化学特征	唐以剑 王立军 陈喜保等 (36)
珠江口水域 C, N, P 生物地球化学初步研究	王肇鼎 彭云辉 (45)
海河流域氮循环动态生态模式	康德梦 (54)
大气中微量元素的长距离输送与循环	杨绍晋 (61)
长江武汉段水体中元素的含量及其化学形态特征研究	余道龙 崔郁郁 马 伶 (68)
长江干流沉积物中十二种金属元素含量水平的初步探讨	臧小平 郭利平 陈宏章等 (78)
乌鲁木齐地区天然水中砷的含量及其地球化学特征	王立军 唐以剑 (85)
长江源头区河水中重金属的化学形态及其分布特征	陈喜保 章 申 应卫明等 (91)
长江悬浮物中元素的环境活性	屈翠辉 陈超子 沈瑞珍等 (99)
河流重金属污染对河流两侧浅部地下水的影响研究	翁焕新 (103)
珠穆朗玛峰地区稀土元素的土壤地球化学	章 申 孙景信 屠树德等 (112)
我国南方某些铜矿地区土壤铜的环境化学形态与水稻效应研究	夏家淇 杨桂芬 李德波等 (125)
土壤外源锌、镉的形态和活性的比较研究	韩凤祥 胡霭堂 秦怀英等 (132)
我国红壤地区水的某些地球化学特征	张效朴 龚子同 (136)
磷酸盐对土壤 Cd 形态转化及对植物吸收 Cd 的影响	熊礼明 鲁如坤 时正元 (143)
土壤硒挥发的初步研究	王五一 P. J. Peterson (151)
砷在紫色土中的化学行为及其对作物生长的影响	罗金发 (157)
我国土壤的 Hg, Cd 基准研究	吴燕玉 周启星 (165)
天津市垃圾堆山的环境地球化学研究	杨春华 (172)
小球藻对溶液中铜有机配合物的富集及其生物浓缩因子	许鸥泳 王晓蓉 全 琦等 (180)
重金属对植物的毒性及其在体内结合形态的研究	杨居荣 许嘉琳 鲍子平等 (191)
铅及含铅、镉和铬的复合重金属毒物对凤眼莲的毒性研究	

.....刘剑彤 丘昌强 徐小清 (200)	
大气环境中金属污染物对儿童血清相应元素含量及其健康的影响.....	
.....陈顺天 柳 飞 卫经燕等 (206)	
高岭石悬浮颗粒吸附腐殖酸的特征.....	周克准 (212)
外推零预电解时间 ASV 法测定水中游离铜.....	陶 澍 王 静 (218)
L'vov 平 台塞曼石墨炉法直接测定人尿标准物中的铅、镉.....	
.....王耐芬 章 京 阮永道 (224)	

CONTENTS

Preface

Application of Environmental Element Spectrum and Environmental Element Combination Methods to Environmental Assessment——

A Case Study of Environmental Assessment for Longten Hydro-
electric Station, Hongshui River..... Tang Yongluan et al. (1)

Heavy Metal Contents in Aquatic OrganismsHuang Yuyao (14)

Research Advance on Biological Effects of Heavy Metal Pollution
in Agricultural Environment.....Chen Huaiman et al. (24)

Study on the Relationship Between Geochemical Process of the
Chaohu Lake Basin and Its Lake Eutrophication...Tu Qingying (32)

Environmental Geochemical Characteristics of Water in Ürümqi
Area..... Tang Yijian et al. (36)

A Preliminary Study on Biogeochemistry of C, N, and P in Water
Body of Zhujiang Estuarine.....Wang Zhaoding et al. (45)

Ecological Model of Nitrogen Cycle in Catchment of the Haihe
River..... Kang Mengde (54)

Long-range Transport and Cycle of Trace Elements in the Atmo-
sphere.....Yang Shaojin (61)

Contents and Species of Elements in Water Body of the Wuhan
Reach of the Changjiang (Yangtze) River.....Yu Daolong et al. (68)

A Preliminary Study on Contents of Twelve Metal Elements in
Sediments of Mainstream of the Changjiang (Yangtze) River.....
..... Zang Xiaoping et al. (78)

Content and Geochemical Characteristics of Arsenic in Natural Wa-
ter of Ürümqi Area..... Wang Lijun et al. (85)

Chemical Speciation and Distribution Characteristics of Heavy Me-
tals in Water From Source Area of the Changjiang (Yangtze)
River.....Chen Xibao et al. (91)

Environmental Mobilities of Elements in Suspended Matter in the
Changjiang (Yangtze) River.....Qu Cuihui et al. (99)

Research on the Influence of River Heavy Metal Pollution on Shal-
low Ground Water of Both Sides.....Weng Huanxin (103)

Soil Geochemistry of Rare Earth Element in Mt. Qomolangma Re-
gion..... Zhang Shen et al. (112)

Study of Species of Copper in Paddy Soils Around Some Copper Ores in Southern China and Their Influences on the Growth of Rice.....	Xia Jiaqi et al. (125)
Comparative Analysis Between Fractionations and Availabilities of Added Soluble Zinc and Cadmium in Soils	Han Fengxiang et al. (132)
Some Geochemical Characteristics of Waters in Red Soil Region of China.....	Zhang Xiaopu et al. (136)
Effect of Phosphate on Soil Cd Transformation and Its Influence on Cd Uptaking by Plants.....	Xiong Liming et al. (143)
Preliminary Study on the Volatilization of Selenium From Soil...	Wang Wuyi et al. (151)
Chemical Behavior of Arsenic in Purple Soil and Its Effect on Crop Growth.....	Luo Jinfa (157)
Study on the Environmental Guidelines for Cadmium and Mercury in Soils of China.....	Wu Yanyu et al. (165)
Study on Environmental Geochemistry of Rubbish Hill, Tianjin...	Yang Chunhua (172)
Bioconcentration Factors of Copper Species With Organic Ligands by Algae (<i>Chlorella pyrenodiosa</i>) in Solution.....	Xu Ouyong et al. (180)
Toxicity and Species of Heavy Metals in Plants.....	Yang Juronge et al. (191)
Effects of Lead Toxicity and Complex Toxicants Containing Lead, Cadmium and Chromium on Water Hyacinths (<i>Eichhornia cras-</i> <i>sipes</i> (Mart.) Solms).....	Liu Jiantong et al. (200)
Atmospheric Metals Pollution and Affection on the Related Ele- ment Contents in Children's Serum and Health.....	Chen Shuntian et al. (206)
Adsorption Characteristics of Humic Acid on the Surface of Su- spended Kaolinite	Zhou Kezhun (212)
Determination of Free Copper Ion in Water by Zero-extrapolation ASV Technique	Tao Shu et al. (218)
Direct Determination of Lead and Cadmium in Human Urine by the L'vov Platform Furnace and Zeeman.....	Wang Naifen et al. (224)

元素环境谱和元素环境组合法在环境 影响评价中的应用

——以红水河龙滩水电站评价为例

唐永銮 曾凡棠* 陈 刘 黄小平

(中山大学地球与环境科学学院)

杨广杏 吴群河 曾穗生 李世华

(中山大学环境科学研究所)

辨别环境中物质的来源,目前是环境科学中尚未彻底解决的问题。特别是分辨远距离多源的难度更大,还没有完善的办法。

对近距离水体中污染物,常采用追踪法查其来源,查中距离和远距离的来源尚缺乏完善方法。1987年中山大学环境科学研究所和地理系受水利部中南勘测设计院委托,研究红水河上拟建的龙滩水电工程对珠江三角洲及其沿海环境和生态的可能影响。

龙滩水电工程是红水河上最大水电站,它是我国仅次于长江三峡电站的大型水电工程,位于广西天峨县城北15公里的峡谷处,距珠江三角洲850—1000公里。

龙滩水电工程兴建,对红水河体环境质量必将发生影响。由于红水河径流量和输沙量对西江有较大影响,红水河天峨站和广东境内西江高要站作比较,红水河径流量占西江径流量23.21%,输沙量占61.10%,红水河水体环境质量发生变化,必会影响西江干道及其河口地区水体环境。

根据河流中物质迁移转化规律,河流上、下游之间,水体环境元素组成的特点必有相似之处。依此,从大气环境学中已用的化学元素平衡法、因子分析法和目标变换因子法的思路提出元素环境谱和元素环境组合法阐明河流水环境中源和汇之间关系,用该法辨别龙滩水电工程对红水河水体环境的影响及其引起的西江和河口地区的变化,结果较好。

环境科学研究环境中各种物质的含量,其目的不在于其绝对量,而是探求达到怎样浓度会影响、甚至危害生物个体生长发育和生存;影响生态系统与群落结构和组合;影响和危害人群健康。通常进行环境影响评价时,利用环境质量标准作为衡量尺度。这是我们建立新评价方法的理论基础和依据。

为了解决环境问题,在建立元素组合前,对各种元素进行“标一化”,就是将河流水体环境各要素(水、底泥和水生生物等)中各种元素的含量与其对应环境质量标准相比,按其比值大小(即与标准的比值),制成柱状图,称之为元素环境谱。

* 曾凡棠现在华南环境科学研究所工作。

将各元素含量与标准的比值相加,求出总和。然后求出各元素含量与标准的比值在总和中所占的百分比,并按百分比大小排列元素的先后位置。或者绘成圆圈分割图,即按其百分比多少分割圆弧,此称为元素环境组合。

一、红水河流域地球化学背景

红水河流域地质历史相当复杂,地质基础为扬子陆台的黔桂地台的一部分,曾受过海侵,各次造山运动均受较大影响,第四纪以来地盘仍不断上升。全流域山高谷深坡陡,土壤侵蚀强烈,大量泥沙不断进入红水河。红水河为全国含沙量高的河流之一。据天峨站16年统计,红水河年平均流量为 $1\,580\text{ m}^3/\text{s}$,输沙量年平均值为 $4.210 \times 10^7\text{ t}$,含沙量平均值为 $6.76\text{ kg}/\text{m}^3$ 。

流域内岩石以石灰岩、砂岩和页岩为主。其中重金属含量相当高,与世界同类岩层比较,红水河流域岩石重金属含量远比世界同类岩层的平均含量高,属于重金属高背景值区¹⁾(见表1)。

表1 红水河两岸岩层重金属含量与世界同类岩层的平均值比较 (单位: mg/kg)

地 区	含 量	汞	砷	铅	铜	锌
红水河两岸	背景值	<10.0	25.0	14.5	22	63.5
世 界	平均值	0.03—0.1	5	15—25	15—40	50—100

风化层及其上发育的土壤含重金属亦高。它们被侵蚀,随地表径流汇入河流中。其重金属因此转入河流物质迁移转化中。它们随着悬移质和推移质进入西江干流及其河口地区。这样给我们查明红水河与西江干流和河口地区之间物质转移关系提供了线索。

在地球化学和化学地理分析中,汞和砷可视为红水河的标识元素。与铅、铜、锌的元素组合可视为红水河的标识元素组合,以此探测龙滩水电工程引起的红水河水体环境的变化,对西江干流及其河口地区环境的影响。

二、红水河重金属环境谱和环境组合

水体环境通常认为由水、悬浮物、底泥和水生生物组成,进入水体中物质在它们之间迁移转化,它们在元素组成上有联系,在元素环境谱和环境元素组合上有相似处和有共同的特点。

1. 水质

从图1、图2和表2可以看出,红水河水的重金属环境谱和环境组合具有下列特点:

- (1) 属未超标谱;
- (2) 在重金属环境组合中,铜特别突出,约占50%;其次为砷,占15—20%;再次为汞,占10—15%,三者合计占75—85%。铜、砷、汞可视为红水河水环境标识元素。

1) 中国科学院华南热带生物资源综合考察队,1958年,广西红水河流域自然条件综合考察报告。

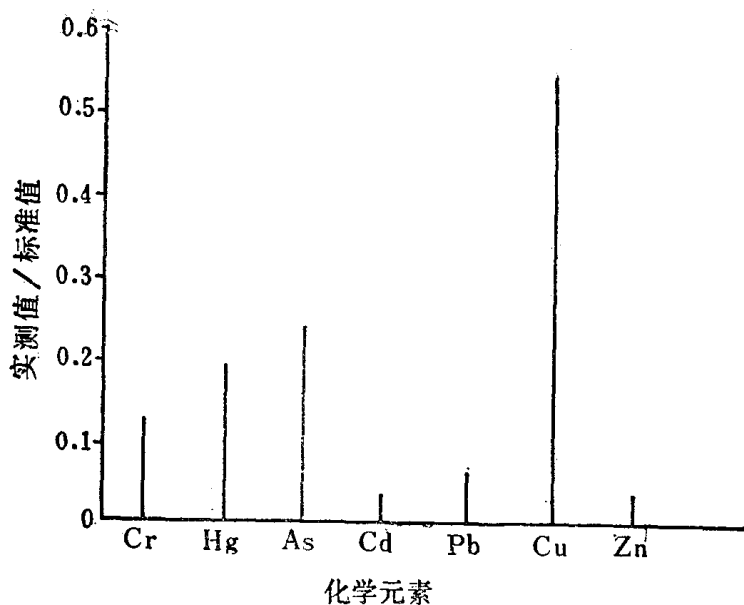


图1 龙滩库区白敏水中重金属环境谱

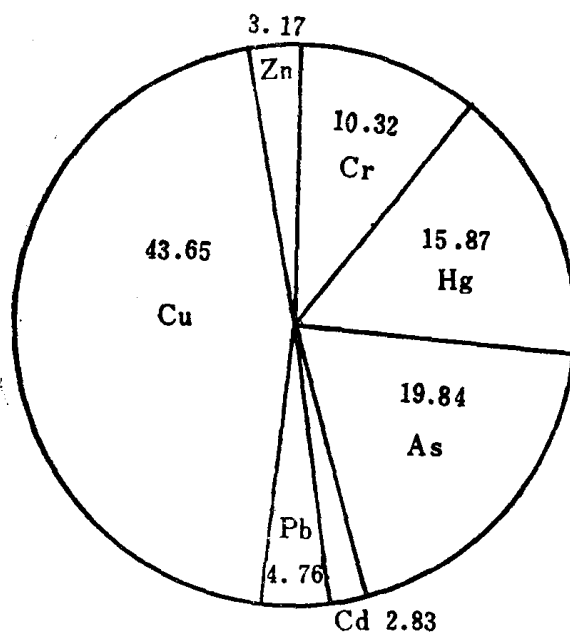


图2 龙滩库区白敏水中重金属环境组合

2. 悬浮物

红水河流域水中, 悬浮物含量相当高, 从表4可以看出, 南盘江上百乐为407.95 mg/L; 北盘江下乐顶为180.12 mg/L, 红水河在200 mg/L上下, 重金属多吸附在悬浮物上迁移。

悬浮物和沉积物(底泥)中重金属评价标准值列在表3中。

从表4和图3、图4可以看出:

北盘江悬浮物属于铅超标环境谱, 在元素环境组合中, 铅特别突出, 占95.92%, 铅可视为北盘江悬浮物的标识元素。

表 2 红水河流域河水中重金属含量及其元素环境谱和元素环境组合*

断面	河段	Cr	Hg	As	Cd	Pb	Cu	Zn	总和
1. 蔗香 含量(mg/L) 元素环境谱 元素环境组合(%)	南、北盘江会 口	0.004	0.00031	0.02	0.00024	0.0116	0.0139	0.0645	
		0.08	0.31	0.25	0.024	0.116	0.463	0.065	1.308
		6.12	23.70	19.11	1.83	8.87	35.40	4.97	100.00
		Cu>Hg>As>Pb>Cr>Zn>Cd							
2. 白敏 含量(mg/L) 元素环境谱 元素环境组合(%)	红水河上游	0.0066	0.0002	0.02	0.00027	0.0058	0.0165	0.0424	
		0.13	0.20	0.25	0.03	0.06	0.55	0.04	1.26
		10.32	15.87	19.84	2.38	4.76	43.65	3.17	99.99
		Cu>As>Hg>Cr>Pb>Zn>Cd							
3. 大坝 含量(mg/L) 元素环境谱 元素环境组合(%)	水库坝址	0.0055	0.00012	0.02	0.00026	0.0086	0.0238	0.0469	
		0.11	0.12	0.25	0.03	0.036	0.79	0.047	1.433
		7.68	8.37	17.45	2.09	6.00	55.13	3.28	100.00
		Cu>As>Hg>Cr>Pb>Zn>Cd							
4. 天峨 含量(mg/L) 元素环境谱 元素环境组合(%)	坝下	0.0053	0.0001	0.02	0.00032	0.0111	0.0265	0.1938	
		0.106	0.1	0.25	0.032	0.11	0.88	0.1938	1.672
		6.34	5.98	14.95	1.91	6.58	52.63	11.60	99.99
		Cu>As>Zn>Pb>Cr>Hg>Cd							

* 以1983年发布《地面水环境质量》三级水做为评比标准。
注：表中Cr为6价Cr。

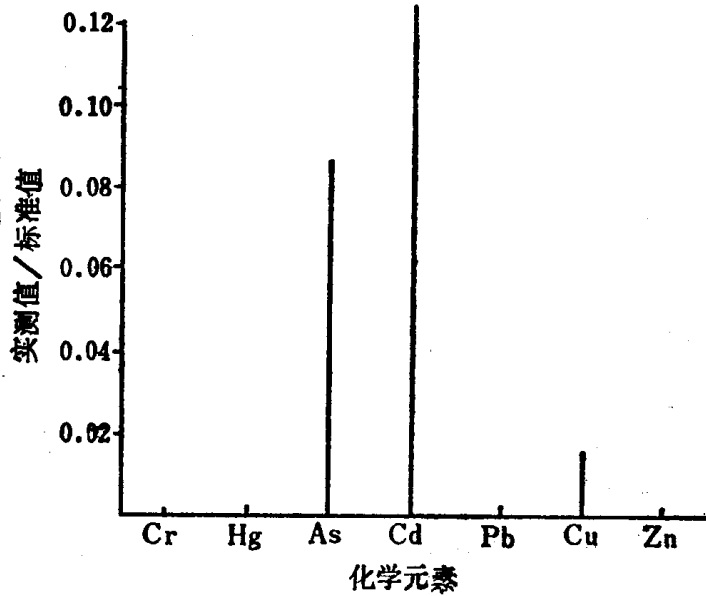


图 3 红水河蔗香悬浮物中重金属环境谱

南盘江悬浮物属于未超标环境谱。镉在元素环境组合中，相当突出，占77.90%；其次为铜，约占10%；再其次为砷，占6.23%。镉、铜和砷在南盘江悬浮物中显得突出，

表3 悬浮物和沉积物中重金属评价标准

(单位: mg/kg)

重金属元素	Cr	Hg	As	Cd	Pb	Cu	Zn
评价标准	60.0	0.3	25.0	0.4	14.5	12.0	63.5

表4 红水河流域河水悬浮物及其重金属含量与元素环境谱和元素环境组合

断面	河段	悬浮物 (mg/L)	Cr	Hg	As	Cd	Pb	Cu	Zn	总和
1. 下乐顶 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	北盘江	180.12								
			0.12	0.001	0.25	0.05	53.52	0.35	0.09	
			0.002	0.003	0.01	0.125	3.69	0.016	0.001	3.847
			0.052	0.08	0.26	3.25	95.42	0.42	0.03	100.01
Pb>Cd>Cu>As>Hg>Cr>Zn										
2. 百乐 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	南盘江	407.95								
			0.12	0.001	0.25	0.05	0.05	0.35	0.09	
			0.002	0.003	0.01	0.125	0.0034	0.016	0.001	0.1604
			1.25	1.87	6.23	77.93	2.11	9.98	0.62	99.98
Cd>Cu>As>Pb>Hg>Cr>Zn										
3. 蔗香 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	南、北 盘江会 口	357.95								
			0.12	0.001	2.20	0.05	0.05	0.35	0.09	
			0.002	0.003	0.088	0.125	0.0035	0.016	0.001	0.2384
			0.84	1.26	36.91	52.43	1.43	6.71	0.42	100.00
Cd>As>Cu>Pb>Hg>Cr>Zn										
4. 白敏 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	龙潭库 区	191.24								
			0.12	0.001	0.25	0.05	36.78	0.35	0.09	
			0.002	0.003	0.01	0.125	2.54	0.016	0.001	2.697
			0.07	0.11	0.37	4.63	94.18	0.59	0.04	99.99
Pb>Cd>Cu>As>Hg>Cr>Zn										

注: Cr为6价。

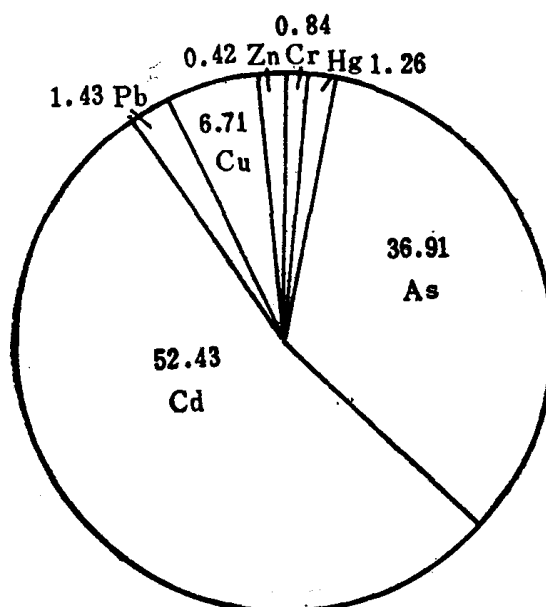


图4 红水河蔗香悬浮物中重金属环境组合

两江悬浮物混合后,自然以镉、砷、铜、铅具有代表性,蔗香断面分析结果可以明显看到。

3. 底泥

底泥是悬浮物不断下沉,经过相当长的时间而形成的。它的物质组成更具有环境特点。从表5可以看出,整个红水河流域底泥的重金属环境谱和环境组合有很大相似性。可以白敏为例加以说明,从表5与图5、图6中可以看出,属于镉、铅、锌、铜、汞超标环境谱。

表5 红水河流域河中底泥重金属含量及其元素环境谱和元素环境组合

断面	河段	Cr	Hg	As	Cd	Pb	Cu	Zn	总和
1. 下乐顶 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	北盘江	0.12	0.001	14.80	5.2	50.0	82.0	124.0	
		0.002	0.003	0.592	13.0	3.45	3.73	1.95	22.727
		0.01	0.01	2.60	57.20	15.18	16.41	8.58	99.99
		Cd>Cu>Pb>Zn>As>Hg,Cr							
2. 百乐 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	南盘江	0.12	0.588	8.30	5.2	48.0	36.0	128.0	
		0.002	1.96	0.33	13.0	3.31	1.64	2.02	22.262
		0.01	8.80	1.48	58.40	14.87	7.37	9.07	100.00
		Cd>Pb>Zn>Hg>Cu>As>Cr							
3. 蔗香 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	南、北盘江 会口	0.12	0.234	11.33	5.4	46.0	78.0	138.0	
		0.002	0.78	0.453	13.50	3.17	3.55	2.17	23.625
		0.01	3.30	1.92	57.14	13.42	15.03	9.19	100.01
		Cd>Cu>Pb>Zn>Hg>As>Cr							
4. 白敏 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	龙滩库区	0.12	0.59	21.52	7.8	40.0	46.0	138.0	
		0.002	1.97	0.86	19.5	2.76	2.09	2.17	29.352
		0.01	6.71	2.93	66.43	9.40	7.12	7.39	99.99
		Cd>Pb>Zn>Cu>Hg>As>Cr							

注:Cr为6价。

在环境组合中,镉占66.43%,铅占9.40%,锌占7.39%,铜占7.12%,汞占6.71%,砷占2.93%,铬最小,只占0.01%。这是预测红水河流域重金属对西江及其河口地区重金属的影响重要信息。

4. 水生生物体内重金属残留量

水生生物体内重金属残留量评价标准值列在表6中。

从图7、图8与表7可以看出,从红水河天峨断面捕获的鲇科(Siluridae)的斑鲃(*Mystus guttatus*)的重金属的金属环境谱属于不超标类型,汞在元素组合中占突出地位。

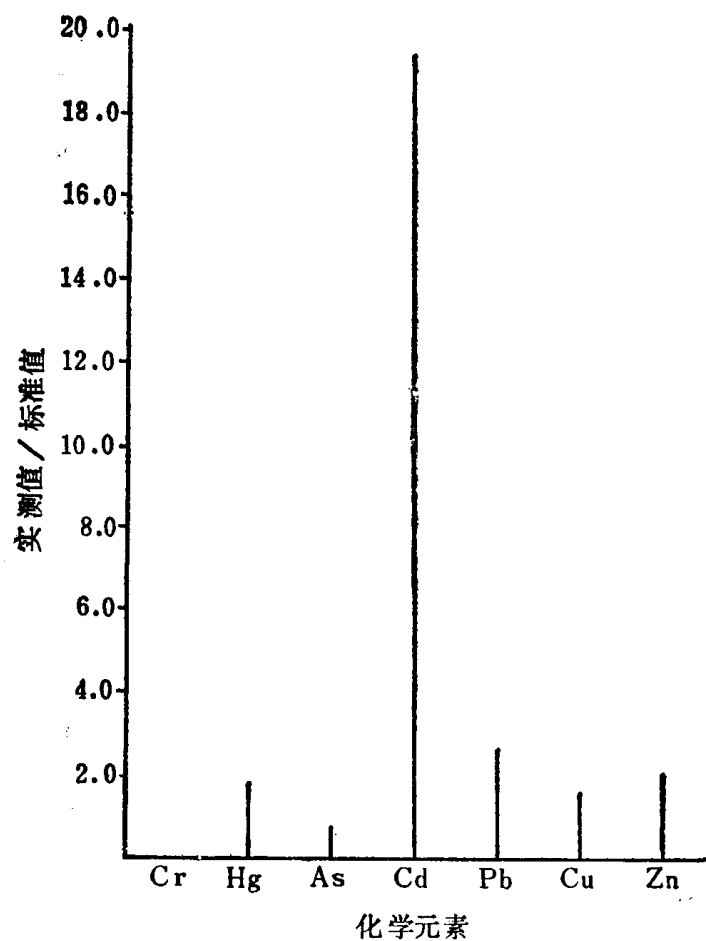


图5 龙滩库区白敏底泥重金属环境谱

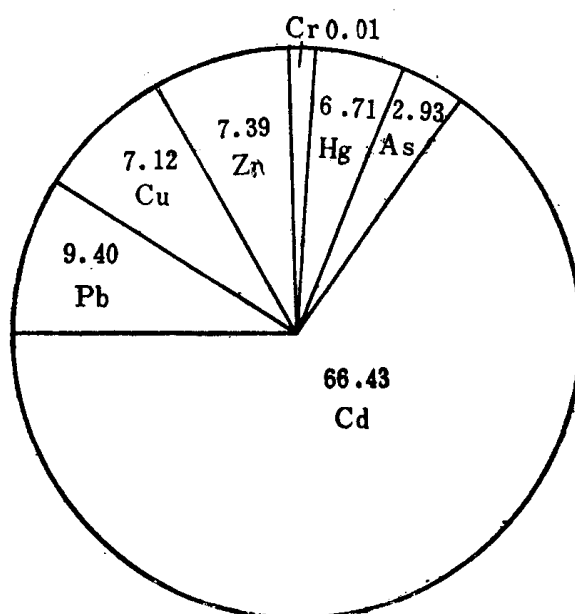


图6 龙滩库区白敏底泥重金属环境组合

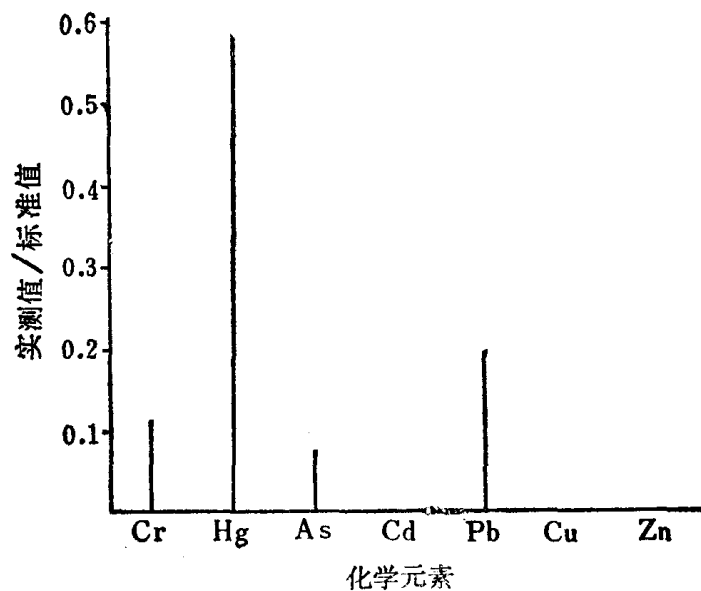


图7 龙滩库区鱼类重金属环境谱

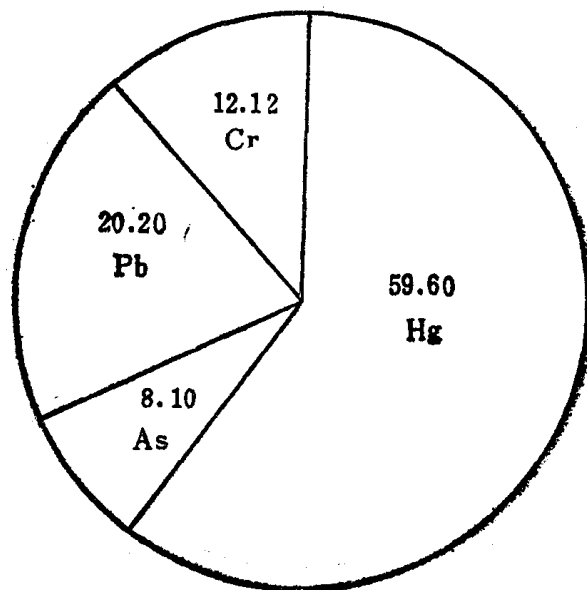


图8 龙滩库区鱼类重金属环境组合

表6 鱼体重金属残留量评价标准

重金属元素	Cr	Hg	As	Cd	Pb	Cu	Zn
评价标准 (mg/kg)	0.5	0.3	0.5	1.0	1.0	5.0	10.0

三、西江干流重金属环境谱和环境组合

1. 水质

西江干流水中重金属的环境谱和环境组合列在表8中,梧州江段属汞超标环境谱,其

表7 西江流域和珠江河口区水生生物重金属残留量及其
元素环境谱和元素环境组合

地 点	江段或 河口区	水生生物 种类	Cr	Hg	As	Cd	Pb	Cu	Zn	总和
1.白敏—天蛾 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	龙滩 水库	鱼(鮠形) 目科 (斑鳢)	0.06 0.12 12.12	0.176 0.59 59.60	0.04 0.08 8.10		0.2 0.2 20.10			0.99 100.02
Hg>Pb>Cr>As										
2.九江 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	九江 江段	鱼	3.60 7.2 75.08	0.112 0.37 3.86	0.947 1.89 19.71	0.0747 0.07 0.73		0.141 0.03 0.31	0.262 0.03 0.31	9.59 100.00
Cr>As>Hg>Cd>Cu,Zn										
3.湾仔 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	磨刀 门河 口区	底栖 生物	(0.195) (0.39) 3.06	0.018 0.06 0.47	(1.75) (3.5) 27.45	2.25 2.25 17.65	0.8 0.8 6.27	(12.3) (2.48) 19.45	(32.66) (3.27) 25.65	12.75 100.00
As>Zn>Cu>Cd>Pb>Cr>Hg										
4.银坑 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	磨刀 门河 口区	底栖 生物	(0.195) (0.39) 3.02	0.015 0.05 0.38	(1.75) (3.5) 27.13	2.33 2.33 18.06	0.9 0.9 6.98	(12.3) (2.47) 19.07	(32.66) (3.27) 25.35	12.9 99.99
As>Zn>Cu>Cd>Pb>Cr>Hg										
5.珠江口 含量(mg/kg) 元素环境谱 元素环境组合(%)	各口 门平 均值	底栖 生物	0.155 0.31 2.90	0.0488 0.163 1.52	1.8 3.6 33.65	0.275 0.275 2.57	2.58 2.58 24.14	7.105 1.42 13.27	22.353 2.35 21.97	10.698 100.00
As>Pb>Zn>Cu>Cr>Cd>Hg										

注:Cr为6价。

他为不超标环境谱。环境组合与红水河相似,汞、铜等元素比较突出,江门江段北街表现比较明显。能否反映西江干流水中重金属受红水河流域的影响是值得重视的。

2. 悬浮物

北街和外海悬浮物含量相当高,从表9可以看出,北街为168.5 mg/L,外海为256.4 mg/L,与龙滩库区悬浮物含量不相上下,不能说完全来自红水河流域。其环境谱和环境组合与红水河蔗香有相似之处。它们的元素环境谱和环境组合中,镉是“挂帅”的元素。北街和外海悬浮物重金属环境谱中,砷虽退居次要地位,却是超标元素,北街和外海属于多种金属超标环境谱,此与江门市排出工业废水中含有多种重金属有关。

3. 底泥

底泥中各种重金属含量最高,形成多种重金属超标环境型(表10)。谱型和环境组合与