

水环境背景值的研究及实例

李 建 等 编

3-254

中国环境科学出版社

3-254

水环境背景值的研究及实例

李 健 等 编

中国环境科学出版社

1989

内 容 简 介

本书比较系统地阐述了水环境背景值的研究方法,包括设计思想、采样、样品处理、质量控制、数据处理、背景图的编绘等方面。还介绍了水环境体系中的水、水中悬浮物、沉积物、水生生物(鱼类、螺类、浮游动物、藻类、底栖大型无脊椎动物)等多种环境成份的元素背景值实例和数据,叙述了水体的生态特征。最后还综述了降雨、地表径流、地下水、地貌、水化学等因素对水环境背景值的影响。

本书可供环境监测、环境科研、水文、水利、地质、地理、生物及生态等专业的技术人员及大专院校师生阅读参考。内容和数据丰富、实用参考价值高。

水环境背景值的研究及实例

李 健 等编

责任编辑 周永平

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京牛栏山一中印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1989年7月第一版

开本: 787×1092 1/32

1989年7月第一次印刷

印张: 11.3/4

印数: 1—2000

字数: 263千字

ISBN 7-80010-370-6/X·216

定价: 4.40元

前 言

70年代开始,我国逐步开展了土壤和水环境背景值调查研究。第六个五年计划期间,在我国松辽平原,湘江谷地,松花江水系,洞庭湖水系,珠江北江水系开展了较大规模的环境背景值调查研究。“七、五”计划期间,全国将有更多地区开展水环境背景值调查研究。为了互相交流经验,我们用较短的时间编写完本书。第一章由曾北危、李健撰写,第二章由李健、姚岳云、丘昌强、徐小清、关淑樵、吴安定、莊南甫、胡冬严撰写,第三章由胡冬严、罗森源、丘昌强、徐小清、黎尚豪、钱杏珍、李岫霞、张立成、李健撰写,第四章由李健、张立成撰写。本书既包括了环境背景值的知识及研究方法,又包括了具体事例(洞庭湖水系环境背景值)的分析。

参加洞庭湖水系水环境背景值研究课题的有湖南省环境保护监测站、中国科学院水生生物研究所、中国科学院地理研究所、中国科学院高能所等单位的有关人员,他们为本书的编写做了大量的工作,在此向他们表示致谢。

由于编写时间仓促,书中如有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

1987,10

目 录

第一章 水环境背景值概论.....	(1)
第一节 水环境背景值的基本概念.....	(1)
第二节 开展环境背景值研究的目的和意义.....	(2)
第三节 国内外环境背景值研究的现状 和发展趋势.....	(3)
第二章 水环境背景值的研究方法.....	(22)
第一节 课题的设计思想.....	(22)
第二节 水环境背景研究对象与内容.....	(26)
第三节 采样断面和采样点的设计.....	(30)
第四节 水、悬浮物和沉积物样品的采集 和处理.....	(35)
第五节 水生生物样品采集和预处理方法.....	(43)
第六节 水、沉积物、悬浮物样品的分析方法.....	(62)
第七节 水生生物样品的分析方法.....	(88)
第八节 水、沉积物、悬浮物样品分析的 实验室质量控制.....	(92)
第九节 水生生物样品分析的实验室质量控制...	(142)
第十节 数理统计方法.....	(152)
第十一节 水背景图的编绘.....	(185)
第三章 洞庭湖水系的水环境背景特征与 水环境背景值.....	(197)

第一节	洞庭湖水系河水的地球化学特征·····	(197)
第二节	水环境背景值的表征·····	(210)
第三节	水、沉积物和悬浮物的元素背景值·····	(214)
第四节	亲铜成矿元素的水环境背景值·····	(221)
第五节	铁族元素的水环境背景值·····	(236)
第六节	稀有稀土元素的水环境背景值·····	(247)
第七节	分散元素铍、钡、镉、硒的水 环境背景值·····	(259)
第八节	钨、钼族元素的水环境背景值·····	(264)
第九节	放射性元素的水环境背景值·····	(267)
第十节	造岩元素的水环境背景值·····	(271)
第十一节	次原生环境单元的元素背景值·····	(275)
第十二节	水生生物的元素背景值·····	(284)
第十三节	水生生物的群落组成及生态特征·····	(297)
第十四节	张家界、索溪峪自然保护区的水环境 背景值与水生生物群落结构特征·····	(308)
第四章	洞庭湖水系水环境背景值的影响因素·····	(334)
第一节	岩石和土壤的影响·····	(335)
第二节	大气降水的影响·····	(356)
第三节	地表径流的影响·····	(359)
第四节	地下水的影响·····	(361)
第五节	水环境背景值的其它影响因素·····	(365)

第一章 水环境背景值概论

第一节 水环境背景值的基本概念

背景值的概念始于地球化学，并最早在地质工作中应用。从环境科学观点来认识环境背景值，还没有公认的概念。曾提出过的名称有本底值、自然本底值、环境本底值、环境基线值、环境背景值、相对背景值、地球化学背景值、自然背景值等。我国绝大多数环境科学工作者，经多年研究，认为用环境背景值这一概念较为合适。

环境背景值是环境系统的一种属性。而环境系统是以人类为中心的，是相对于人而言的客体。环境是人类赖以生存与发展所必须的一切条件与因素的综合总和，是人类生存与发展的物资基础和源泉。由于人类智慧圈的巨大活力，人类活动的影响遍及地球上每个角落，环境污染波及全球。要寻求绝对未受污染的区域环境是非常困难的。因此，环境背景只是一个相对的概念，只能是相对于人类发展历史的长河中某一阶段而言的。

环境背景是指未受或很少受人类活动影响，未受到污染和破坏的原生环境中各要素的特征结构和组成。按此推论，水环境背景是指未受或很少受人类活动影响，未受污染和破坏的（包括受过极轻微污染并已得到自净恢复的）水环境各层次、各要素、各单元的组成、性状、特征与结构。

水环境背景是水环境系统的属性，是水环境系统的一种

地球化学、生物地球化学、生态学的系统综合属性。水环境背景的概念应该赋以如下内涵和判断基准：

1. 水环境背景应综合地反映和表征出水环境系统的地球化学、生物地球化学、生态学的系统特征、组成、结构与功能；

2. 水环境系统有着物质流、能量流、以及二者互相依存、互相关联的运动变化。水环境背景实质上是水环境系统的物质、能量在特定侧面的本征映象或反映；

3. 水环境背景的系统属性表现为性能、时间、结构、功能与价值，还表现为可靠性、适应性、动态性、整体性、关联性、平衡性、因果性、目的性。环境背景研究均要认真考虑这些特性；

4. 水环境系统的不确定性、无样本性、开放性，决定了水环境系统属性的随机性、离散性、模糊性、突变性；

5. 基于上述的水环境系统属性与特征，水环境背景值不可能单纯的用具体数据来表征，较宜用数学模型和逻辑符号来综合表述；

6. 水环境背景值是一种量的模型，是将构成水环境系统的各部分的相互关系以及物质、能量、信息，用逻辑方式给以综合描述的数学模型。

第二节 开展环境背景值研究的目的和意义

环境背景研究是认识了解和弄清环境问题的巨大基础性工作，是制定国民经济和社会进步的发展战略所必须掌握和具备的基础资料。我国整体发展战略应当是：具有中国特色的社会主义现代化建设，经济、社会、科技三位一体协调

发展、人民生活、社会生产和环境生态综合平衡的发展模式。环境作为人民生存与生活的物质基础与源泉，作为经济振兴和社会发展的总资源。深入了解和深化认识环境的特征结构和功能，追溯环境背景状况及其变迁，揭示和认识环境中物、能、信三流的量变规律，以利于更好地优化规划和合理开发利用环境资源，以资永续利用。因此，环境背景研究，对于制定和实现我国总体发展战略具有重要意义，环境背景值的研究目的是为国民经济和社会发展的目标服务。

环境背景是环境保护的基础工作，是区域环境研究的重要课题。国家和地方环境标准的制定、环境质量评价、环境规划、环境区划、环境管理、环境综合整治、环境质量改善、环境景观生态的塑造与经营等，都要以环境背景作为依据。国土整治与优化规划经营，环境资源的优化开发利用，环境生态系统模式的建设，经济与社会发展，均要求了解和揭示环境背景状况，要以环境物质的组成和特征结构的背景值作为科学依据。环境背景研究将给环境、生态、经济、社会的协调发展提供有力的基础。研究环境背景值，了解某些地区因某些化学元素的丰缺引起的环境疾病，以便加强防治；农业上合理施用肥料和营养元素，利用环境背景值的异常值在一定区域找矿等都有重要的现实意义。

第三节 国内外环境背景值研究的 现状和发展趋势

在地球化学这一领域内，研究地球的化学元素分布，早在19世纪初就有人提出来。1889年美国地质调查所的F·W·克拉克发表了第一张克拉克值表。1924年F·W·克拉克

表 1-3-1 地壳元素丰度表 (ppm)

原子序数	元素符号	克拉克和华盛顿 (Clarke and Washington) (1924)	费尔斯曼 (Ферсман) (1933—1939)	戈尔德施密特 (Goldschmidt) (1937)	维诺格拉多夫 (Виноградов) (1949) (1962)	泰勒 (Taylor) (1964)	苗松 (P. Менсон) (1966)	魏杰波尔 (K. I. Беренсон) (1967)	蔡形 (1976)
1	H	8800	10000	—	1500	—	1400	700	1400
2	He	—	0.01	—	—	—	—	0.003	6.3×10^{-8}
3	Li	40	50	65	65	20	20	30	21
4	Be	10	4	6	6	2.8	2.8	2	1.3
5	B	10	50	10	3	10	10	9	13
6	C	870	3500	320	1000	200	200	320	2800
7	N	300	400	—	100	20	20	20	18
8	O	485200	491300	486000	472000	464000	466000	472500	4.6×10^8
9	F	270	800	800	270	625	625	720	450
10	Ne	—	0.005	—	—	—	—	—	7×10^{-8}
11	Na	26400	24000	28300	26400	23600	28300	24500	23000
12	Mg	19400	23500	20900	21000	23300	20900	13900	2.8×10^4
13	Al	75100	74500	81300	88000	82300	81300	78300	83000
14	Si	257500	260000	277200	278000	281500	277200	305400	2.9×10^8
15	P	1200	1200	1200	800	1050	1050	810	1200
16	S	480	1000	520	500	260	260	310	400
17	Cl	19000	2000	480	450	130	130	320	280
18	Ar	—	4	—	—	—	—	0.04	0.04

续表

原子序数	元素符号	克拉克和华盛顿 (Clarke and Washington) (1924)	费尔斯曼 (Ферсман) (1933— 1939)	戈尔德施密特 (Goldschmidt) (1937)	维诺格拉多夫 (Виноградов) (1949)(1962)	泰勒 (Taylor) (1964)	苗松 (B. Meerson) (1966)	魏杰波尔 (K. J. Be- denovb) (1967)	黎形 (1976)
19	K	24000	23500	25900	26000	20900	25900	28200	17000
20	Ca	33900	32500	36300	36000	41500	36300	28700	52000
21	Sc	0. x	6	5	6	22	22	14	18
22	Ti	5800	6100	4400	6000	5700	4400	4700	6400
23	V	160	200	150	150	135	135	95	140
24	Cr	330	300	200	200	100	100	70	110
25	Mn	800	1000	1000	900	950	950	690	1300
26	Fe	47000	42000	50000	51000	56300	50000	35400	5.8×10^4
27	Co	100	20	40	30	25	25	12	25
28	Ni	180	200	100	80	75	75	44	80
29	Cu	100	100	70	100	55	55	30	63
30	Zn	40	200	80	50	70	70	60	94
31	Ga	$x \cdot 10^{-5}$	1	15	15	15	15	17	18
32	Ge	$x \cdot 10^{-5}$	4	7	7	1.5	1.5	1.3	1.4
33	As	x	5	5	5	1.8	1.8	1.7	2.2
34	Se	0.0x	0.8	0.09	0.6	0.05	0.05	0.09	0.08
35	Br	x	10	2.5	1.6	2.5	2.5	2.9	4.4
36	Kr	—	$2 \cdot 10^{-4}$	—	—	—	—	—	—

续表

原子序数	元素符号	克拉克和华盛顿 (Clarke and Washington) (1934)	费尔斯曼 (Ферсман) (1933— 1939)	戈尔德施密特 (Goldschmidt) (1937)	维诺格拉多夫 (Виноградов) (1949)(1962)	泰勒 (Taylor) (1964)	苗松 (B. Менсон) (1966)	魏杰波尔 (K. I. Be- депов) (1967)	黎彤 (1976)
28	Rb	x	80	280	300	90	90	120	78
38	Sr	170	350	150	400	375	375	290	480
39	Y	—	50	28.1	28	33	33	34	24
40	Zr	230	250	220	200	165	165	160	130
41	Nb	—	0.32	20	10	20	20	20	19
42	Mo	x	10	2.3	3	1.5	1.5	1	1.3
43	Tc	—	0.001	—	—	—	—	—	—
44	Ru	$x \cdot 10^{-8}$	0.05	—	0.005	—	0.01	0.001	0.001
45	Rh	$x \cdot 10^{-8}$	0.01	0.001	0.001	—	0.005	0.001	0.001
46	Pd	$x \cdot 10^{-8}$	0.05	0.01	0.01	—	0.01	0.01	0.01
47	Ag	$0.0x$	0.1	0.02	0.1	0.07	0.07	0.07	0.08
48	Cd	$0.x$	5	0.18	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2
49	In	$x \cdot 10^{-8}$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
50	Sn	x	80	40	40	2	2	2	1.7
51	Sb	$0.x$	0.5	(1)	0.4	0.2	0.2	0.2	0.6
52	Te	$0.00x$	0.01	(0.0018)?	0.01	—	0.01	0.01	0.0006
53	I	$0.x$	1	0.3	0.3	0.5	0.5	—	0.6
54	Xe	—	$3 \cdot 10^{-8}$	—	—	—	—	—	—

续表

原子序数	元素符号	克拉克和华盛顿 (Clarke and Washington) (1924)	费尔斯曼 (Ферсман) (1933—1939)	戈尔德施密特 (Goldschmidt) (1937)	维诺格拉多夫 (Виноградов) (1949) (1962)	泰勒 (Taylor) (1964)	苗松 (B. Мен-сон) (1966)	魏杰波尔 (K. I. Be-денкоb) (1967)	彭黎 (1976)
55	Cs	0.00x	10	3.2	7	3.7	3	2.7	1.4
56	Ba	470	500	430	500	650	425	590	390
57	La	—	6.5	18.3	18	29	30	44	39
58	Ce	—	29	41.6	45	70	60	75	43
59	Pr	—	4.5	5.53	7	9	8.2	7.6	5.7
60	Nd	—	17	23.9	25	37	28	30	26
61	Pm	—	??	—	—	—	—	—	—
62	Sm	—	7	6.47	7	8	6.0	8.6	6.7
63	Eu	—	0.2	1.06	1.2	1.3	1.2	1.4	1.2
64	Gd	—	7.5	6.36	10	8	5.4	8.8	6.7
65	Tb	—	1	0.91	1.5	4.3	0.9	1.4	1.1
66	Dy	—	7.5	4.47	4.5	5	3.0	6.1	4.1
67	Ho	—	1	1.15	1.3	1.7	1.2	1.8	1.4
68	Er	—	6.5	2.47	4	3.3	2.8	3.4	2.7
69	Tm	—	1	0.20	0.8	0.27	0.48	—	0.25
70	Yb	—	8	2.66	3	0.33	3.0	3.4	2.7
71	Lu	—	1.7	0.75	1	0.8	0.50	1.1	0.8
72	Hf	30	4	4.5	3.2	1	3	3	1.5

续表

原子序数	元素符号	克拉克和华盛顿 (Clarke and Washington) (1924)	费尔斯曼 (Ферсман) (1933—1939)	戈尔德施密特 (Goldschmidt) (1937)	维诺格拉多夫 (Виноградов) (1949) (1962)	泰勒 (Taylor) (1964)	苗松 (Б. Мясоед) (1966)	魏杰波尔 (К. Г. Ве- сеполь) (1967)	黎 彤 (1976)
73	Ta	—	0.24	2.1	2	2	2	3.4	1.6
74	W	50	70	1	1	1.5	1.5	1.3	1.1
75	Re	—	0.001	0.001	0.001	—	0.001	(0.001)	$5 \cdot 10^{-4}$
76	Os	$x \cdot 10^{-4}$	0.05	—	0.05	—	0.005	(0.001)	0.001
77	Ir	$x \cdot 10^{-4}$	0.01	0.001	0.001	—	0.001	(0.001)	0.001
78	Pt	0.00x	0.2	0.005	0.005	—	0.01	(0.005)	0.05
79	Au	0.00x	0.005	0.001	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004
80	Hg	0.x	0.05	0.5	0.07	0.083	0.08	0.08	0.089
81	Tl	$x \cdot 10^{-4}$	0.1	0.3	3	1	0.45	1.3	0.48
82	Pb	20	16	16	16	12.5	13	15	12
83	Bi	0.0x	0.1	0.2	0.2	0.009	0.2	0.2	0.004
84	Po	—	0.03	—	$2 \cdot 10^{-10}$	—	—	—	0.001
85	At	—	?	—	—	—	—	—	—

续表

原子序数	元素符号	克拉克和华盛顿 (Clarke and Washington) (1924)	费尔斯曼 (Ферсман) (1933—1939)	戈尔德施密特 (Goldschmidt) (1937)	维诺格拉多夫 (Виноградов) (1949)	泰勒 (Taylor) (1964)	苗松 (B. Meerson) (1966)	魏杰波尔 (K. J. Beenoys) (1967)	黎彤 (1976)
86	Rn	—	?	—	$7 \cdot 10^{-13}$	—	—	—	—
87	Fr	—	?	—	—	—	—	—	—
88	Ra	$x \cdot 10^{-6}$	2×10^{-6}	—	10^{-6}	—	—	—	—
89	Ac	—	—	—	$x \cdot 10^{-10}$	—	—	—	—
90	Th	20	10	11.5	8	9.6	9.6	11	5.8
91	Pa	—	7×10^{-7}	—	10^{-6}	—	—	—	—
92	U	80	4	4	3	2.7	2.7	3.5	1.7
93	Np								
94	Pu								
95									

克与H·S·华盛顿共同发表了关于地壳中元素分布的资料。1933年费尔斯曼发表了代表当时水平的克拉克表。50年代以后地壳内元素平均含量的研究进一步向深度和广度方面发展，逐步形成了地壳丰度表。（见表1-3-1）表中列出了具有代表性的研究者的数据。

50年代末，环境问题在世界上引起广泛的关注。从60年代末到70年代，在美国、英国、苏联、日本、加拿大、瑞典、澳大利亚、西德等国对大气、土壤、水体、岩石、生物等要素的背景值都做了一些研究工作，陆续发表了有关环境背景值的调查研究报告。但是，主要工作集中在土壤背景值的研究方面。1979年，美国地质调查局编制出版了“美国大陆某些岩石、土壤、植物、蔬菜的地球化学背景值”一书。将美国大陆划分147个景观单元，分析了8000多个样品中的48种元素含量，是目前元素地球化学背景值研究方面比较系统的资料。70年代，苏联、英国、挪威、加拿大、日本等30多个国家都研究了土壤环境背景值。

对于水体和其他环境要素的元素背景值研究和报导比较少。美国地质调查局1970年分析了50个州的河流水样中17种元素。1972年至1975年又对800多个湖泊富营养化状况进行了调查。苏联、西德、英国、冰岛、挪威、瑞典、意大利、加拿大、瑞士、日本、波兰等国家也进行过河流与湖泊环境背景值调查研究。美国和加拿大于1975年对密执安湖近代沉积物的环境背景值进行了调查研究，采集湖底表层沉积物286个样品，分析了35个元素；美国1978年采集了714个河流沉积物样品分析了32种元素。苏联、西德、英国、芬兰对淡水沉积物的环境背景值也进行过调查研究。1984年，德国学者U. Forstner从大量资料中经过一定的评审和选择，提出了

表1-3-2 水体微量元素背景值

背景值 环境要素	Hg	Cd	As	Cr	Cu	Pb	Zn	Ni
内陆水(ppb)	0.01	0.02	1.0	0.5	1.0	0.05	0.5—4	0.3
湖泊沉积物(ppm)	0.35	0.4		62	45	34	118	66

内陆水中微量元素的背景值和世界一些边远地区87个湖泊沉积物微量元素背景值,如表1-3-2。

苏联、美国、以色列等国家和地区开展了地下水环境背景值的研究。1978年美国开始对地下水环境背景值进行了调查研究,共采集了736个地下水样品。以色列在137口井中,取样分析了铜、铬、锌、镉、铅、汞6种重金属元素的含量值,并分析了各种元素的空间分布规律。苏联对全国一些地区地下水环境背景值进行了调查研究,共分析了26种元素。

联合国环境规划署环境问题科学委员会(SCOPE)于70年代初,提出开展全球性环境监测行动计划,其中包括边远地区(未开发地区)基准线的水、气、土的监测内容,如南极洲、格陵兰冰川中微量原素的测定等。

1982年,苏联学者Ф·Я·波夫斯基等人搜集了各大洲46个国家和地区的1965年至1980年的大气、大气沉降物、地表水、淡水沉积物、土壤、植被等环境背景值资料,提出了铅、汞、砷、镉四元素的全球环境背景值,分别列于表1-3-3、表1-3-4、表1-3-5、表1-3-6、表1-3-7、表1-3-8中。

在我国,环境背景值调查研究起步较晚。70年代初才开始一些局部的研究工作。1976年11月中国科学院主持召开的全国环境科学讨论会,在纪要中明确建议在我国开展环境