

河流的污染监测

Monitoring of River Pollution

沈韞芬 冯伟松 顾曼如 著
王士达 吴建忠 谭渝云

Shen Yunfen Feng Weisong Gu Manru
Wang Shida Wu Jianzhong Tan Yuyun

中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

1994

河流的污染监测

Monitoring of River Pollution

沈韞芬 冯伟松 顾曼如 著
王士达 吴建忠 谭渝云

Shen Yunfen Feng Weisong Gu Manru
Wang Shida Wu Jianzhong Tan Yuyun

中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press
1995

(京)新登字 035 号

河流的污染监测

Monitoring of River Pollution

沈韞芬 冯伟松 顾曼如 著
王士达 吴建忠 谭渝云

Shen Yunfen Feng Weisong Gu Manru
Wang Shida Wu Jianzhong Tan Yuyun

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

文物出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 485 千字

1995 年 3 月第一版 1995 年 3 月第一次印刷

印数: 1—1,400 册 定价: 16.00 元

ISBN7-112-02445-5

X·36 (7503)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

摘 要

在长江最大的支流汉江进行了两年（1992年1月～1993年10月）的污染监测工作。在对汉江进行了污染源调查的基础上，共建立了47个采样站。对不同性质的污染源分别进行了化学监测、细菌学监测、微型生物群落监测和大型无脊椎动物监测。主要结果如下：

（1）在29个理化测试项目中，选择了氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、溶解氧、COD、BOD₅、挥发酚、氰化物8个控制项目，求得化学综合污染指数Pa和Pb。Pa是以对照站（干流的上游和支流的上游未污染地段）的化学数据为控制标准，Pb是以中华人民共和国国家标准（GB 3838—88）中的Ⅱ级地面水标准为控制标准。因而Pa的数据具有国际对比度，而Pb是根据中国环保局要求汉江作为饮用水源必须符合Ⅱ级地面水标准，作为监测准则。在此基础上比较汉江上、中、下游各江段和6条支流的水污染状况。

（2）细菌学监测是根据水细菌总数来判断。在汉江的干流和支流中没有清水，最佳是亚清水，均为本次考察中干流和支流的上游未污染的对照站。对干流和支流中的几个污染源和污染地区能监测出为强污浊水。但有些化学综合评价指数Pa、Pb是严重污染地段，根据细菌总数是亚清水，是令人费解的。

（3）微型生物群落监测根据中华人民共和国1992年4月公布的国家标准《水质—微型生物群落监测——PFU法》（GB/T 12990—91）进行，共有4个参数——原生动物种数、植鞭毛虫百分比、原生动物多样性指数、异养性指数。在对汉江上、中、下游干流和6条支流的水质进行监测的基础上，与化学监测同步对两条污染带进行净化效率的探索。在汉江共发现原生动物457种，其中植鞭毛虫131种，动鞭毛虫64种，肉足虫70种，纤毛虫192种。考察中表明了上述4个参数反映出随污染压迫的增强，原生动物种数下降，群落中代表自养性成分的植鞭毛虫百分比也下降，原生动物多样性指数下降，而异养性指数上升。虽然化学监测是瞬时的采样，而PFU法是反映3d内连续性的样品，但是PFU法中的4个生物参数均与化学综合污染指数Pa、Pb在统计学上成显著性相关。本项目再次证明PFU法能反映客观真实性。

（4）大型无脊椎动物监测方法根据中国环保局在1986年公布的《环境监测技术规范》中的方法进行。调查中共发现底栖动物70种，其中水栖寡毛类7种，软体动物13种，水生昆虫45种，其它生物5种。分析了区系组成的特征，提出敏感种类、耐污种类的指示性，用Shannon多样性指数分析不同污染程度河段的差别。但用多样性未能获得与化学综合污染指数Pa、Pb在统计学上有显著性的相关性。

（5）对两种生物监测方法——PFU法和大型无脊椎动物法进行全面比较，包括采样方法、室内工作量、可提供参数和监测效果4个方面，两种方法各有优、缺点。在条件均等的情况下（相同的干流和支流的采样站和相同的参数—多样性指数），PFU法中原生动物多样性指数与化学综合污染指数Pa、Pb均呈统计学上显著性相关，而大型无脊椎动物多样性指数与Pa、

Pb 相关性不显著。

(6)本项目在进行中 PFU 法已通过作为中华人民共和国的标准方法。本项目的结果表明，此方法具备在国际范围内，尤其是在发展中国家进行推广的条件。

目 录

摘要

1. 前言	1
2. 汉江自然地理和水文概况	3
2-1 一般特征	3
2-2 地貌	3
2-3 地层	4
2-4 气候	4
2-5 水文	4
2-5-1 河流水源	4
2-5-2 水位	4
2-5-3 流量	4
2-5-4 泥沙	5
2-5-5 土壤	5
2-5-6 矿产	5
3. 汉江水环境污染状况	6
3-1 汉江上游	6
3-2 汉江中下游	6
4. 汉江采样站的设置及其环境概况	7
4-1 上游 (郧西县—丹江口市)	7
4-1-1 干流	7
(1) 郧西县羊尾镇 (U-1)	7
(2) 丹江口市丹江口水库坝下 (U-2)	7
4-1-2 支流	7
4-1-2-1 十堰市神定河	7
(3) 十堰市八亩地 (U-A)	7
(4) 十堰市体育桥 (U-B)	7
(5) 十堰市市一招 (U-C)	7
(6) 十堰市岩洞沟 (U-D)	8
(7) 十堰市标准件厂排污口 (U-E)	8
(8) 十堰市水厢厂排污口 (U-F)	8
4-1-2-2 郧阳县神定河	8
(9) 郧阳县茶店镇 (U-G)	8
4-2 中游	8
4-2-1 干流	8
(A) 老河口市	8

(10) 老河口市冯营渡口 (M-1)	8
(11) 老河口市河套进口 (M-2)	8
(12) 老河口市河套中 (M-3)	8
(13) 老河口市河套下游江家洲 (M-4)	8
(B) 襄樊市	8
(14) 襄樊市白家湾 (M-5)	9
(15) 襄樊市闸口 (M-6)	9
(16) 襄樊市清河口 (M-7)	9
(17) 襄樊市湖北制药厂取水点 (M-8)	9
(18) 襄樊市湖北制药厂排污口 (M-9)	9
(19) 襄樊市余家湖棉码头 (M-10)	9
(C) 宜城县	9
(20) 宜城县窑湾 (M-11)	9
(D) 钟祥县	9
(21) 钟祥县皇庄 (M-12)	9
4-2-2 支流	9
(A) 谷城县南河	9
(22) 南河大桥 (M-A)	9
(23) 化肥厂排污口 (M-B)	9
(24) 南河入汉江口 (M-C)	9
(B) 襄樊市小清河	9
(25) 清河大桥 (M-D)	9
(26) 小清河出口 (M-E)	10
(C) 襄樊县唐白河	10
(27) 张湾 (M-F)	10
(D) 襄樊市南渠	10
(28) 烈士陵园 (M-G)	10
(29) 襄南化工厂排污口 (M-H)	10
(30) 襄南化工厂涵洞 (M-I)	10
(31) 南渠入汉江口 (M-J)	10
(E) 蛮河	10
(32) 南漳县三道河水库 (M-L)	10
(33) 南漳河胡营大桥 (M-M)	10
(34) 宜城县孔湾大桥 (M-N)	10
(35) 宜城县岛口 (M-O)	10
4-3 下游	11
(A) 仙桃市	11
(36) 总排污口上游 (L-1)	11
(37) 总排污口 (L-2)	11
(38) 总排污口下游 (L-3)	11
(B) 汉川县	11

(39) 电厂取水点 (L-4)	11
(40) 电厂出水口 (L-5)	11
(C) 武汉市	11
(41) 舵落口 (L-6)	11
(42) 宗关 (L-7)	11
(43) 国棉三厂排污口 (L-8)	11
(44) 一枝花油脂厂排污口 (L-9)	11
(45) 汉正街排污口 (L-10)	12
(46) 龙王庙 (L-11)	12
(47) 汉江入长江口 (L-12)	12
5. 材料和方法	13
5-1 物理、化学监测方法	13
5-1-1 测试项目	13
5-1-2 化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的计算及评价方法	13
5-2 细菌学监测方法	14
5-3 微型生物监测	14
5-3-1 PFU 方法	14
5-3-2 参数	14
5-3-3 分类学参数测试及评价方法	15
5-3-4 非分类学参数测试及评价方法	15
5-4 大型无脊椎动物监测方法	18
6. 第一阶段工作的结果 (1992 年 3 月 20 日~6 月 10 日)	19
6-1 理化监测	19
6-1-1 上游 (郧西县—丹江口市)	19
6-1-1-1 干流	19
6-1-1-2 支流	19
6-1-2 中游 (老河口市—钟祥县)	20
6-1-2-1 干流	20
6-1-2-2 支流	21
6-1-3 下游 (仙桃市—武汉市)	23
6-2 细菌学监测	24
6-3 微型生物群落监测	25
6-3-1 上游 (郧西县—丹江口市)	26
6-3-1-1 干流	26
6-3-1-2 支流	27
6-3-2 中游 (老河口市—钟祥县)	27
6-3-2-1 干流	27
6-3-2-2 支流	29
6-3-3 下游 (仙桃市—武汉市)	30
6-3-4 综合评价	31

6-3-4-1 干流	32
6-3-4-2 支流	32
6-3-4-3 干流和支流	32
6-3-4-4 小结	32
6-4 大型无脊椎动物监测	33
6-4-1 种类组成、多样性指数和评价方法	33
6-4-2 上游(郧西县—丹江口市)	34
6-4-2-1 干流	34
6-4-2-2 支流	35
6-4-3 中游(老河口市—钟祥县)	35
6-4-3-1 干流	35
6-4-3-2 支流	36
6-4-4 下游(仙桃市—武汉市)	37
6-4-5 综合评价	38
7. 第二阶段工作的结果(1992年12月1日~1993年4月15日)	40
7-1 目的	40
7-2 采样站的设置	40
7-3 工作方法	40
7-4 水质化学分析结果	41
7-4-1 溶解氧、电导率、 COD_{Cr} 和 BOD_5	41
7-4-2 总氮、无机氮、总磷、无机磷	41
7-4-3 其它化合物(挥发酚、氰化物、洗涤剂)	42
7-4-4 净化速率	42
7-4-5 化学综合污染指数及评价指数	42
7-5 微生物群落监测的结果	43
7-5-1 原生动物种数	43
7-5-2 微生物群落的群集过程	44
7-5-2-1 群集曲线	44
7-5-2-2 群集参数	44
7-5-3 植鞭毛虫的成分	45
7-5-4 原生动物多样性指数	46
7-5-5 微生物群落的异养性指数(HI)	46
7-5-6 综合评价	47
8. 讨论	48
8-1 评价环境工程对汉江水质的影响	48
8-2 两种生物监测方法的比较	49
8-2-1 从采样方法上来比较	49
8-2-2 从室内工作量上来比较	50
8-2-3 从可提供的参数上来比较	50
8-2-4 从监测效果上来比较	51

8-3 在国际范围内推荐 PFU 法的建议	52
9. 致谢	53
10. 文献索引	54
11. 附件	57
11-1 中华人民共和国国家标准《地面水环境质量标准》(GB 3838—88)	57
11-2 中华人民共和国国家标准《污水综合排放标准》(GB 8978—88)	60
11-3 中华人民共和国国家标准《水质-微生物群落监测-PFU 法》(GB/T 12990—91)	63
英文版	69
表、图说明	167
表 2-1 汉江及其主要支流的流域特征	167
表 2-2 汉江干流、支流主要站水位年变化	168
表 2-3 汉江干流、支流主要站的含沙量	169
表 2-4 汉江各采样站的气象、水文情况	170
表 6-1 汉江上游干流、支流中各采样站的物理、化学特性及其含量(括号内为国家地面水标准级别)	174
表 6-2 汉江上游干流、支流中各采样站的化学综合污染指数及评价指数	177
表 6-3 汉江中游干流中各采样站的物理、化学特性及含量(括号内为国家地面水标准级别)	179
表 6-4 汉江中游干流中各采样站的化学综合污染指数及评价指数	182
表 6-5 汉江中游支流中各采样站的物理、化学特性及含量(括号内为国家地面水标准级别)	184
表 6-6 汉江中游各支流采样站的化学综合污染指数及评价指数	187
表 6-7 汉江下游干流中各采样站的物理、化学特性及含量(括号内为国家地面水标准级别)	189
表 6-8 汉江下游干流中各采样站的化学综合污染指数及评价指数	191
表 6-9 汉江中各采样站的细菌总数及水质级别	193
表 6-10 汉江上游、中游干流中各采样站原动物种数、植鞭毛虫百分比和多样性指数	195
表 6-11 汉江上游、中游干流中各采样站中微型生物群落异养性指数	196
表 6-12 汉江上游、中游支流中各采样站的原动物种数、植鞭毛虫百分率和多样性指数	197
表 6-13 汉江上游、中游支流中各采样站微型生物群落异养性指数	198
表 6-14 汉江下游干流中各采样站中原动物种数、数量、植鞭毛虫百分率和多样性指数	199
表 6-15 汉江下游干流各采样站中微型生物群落异养性指数	200
表 6-16 汉江干流、支流中生物群落参数与化学综合污染指数的相关性	201
表 6-17 第一阶段原动物名录	203
表 6-18 底栖动物种类和分布目录	219
表 6-19 汉江各采样站中底栖动物的多样性指数	223
表 7-1 湖北制药厂污染带的水质分析(溶解氧、电导率、COD _{Cr} 、BOD ₅)	225
表 7-2 仙桃市污染带的水质分析(溶解氧、电导率、COD _{Cr} 、BOD ₅)	226
表 7-3 湖北制药厂污染带的水质分析(氮、磷)	227
表 7-4 仙桃市污染带的水质分析(氮、磷)	228
表 7-5 湖北制药厂、仙桃市两条污染带的水质分析(酚、氰、洗涤剂)	229
表 7-6 湖北制药厂污染带化学综合污染指数(Pa)及评价指数	230
表 7-7 湖北制药厂污染带化学综合污染指数(Pb)及评价指数	231

表 7-8	仙桃市污染带化学综合污染指数 (Pa) 及评价指数	232
表 7-9	仙桃市污染带化学综合污染指数 (Pb) 及评价指数	233
表 7-10	原生动物种数在两条污染带采样站的分布	234
表 7-11	两条污染带的原生动物名录及其在各采样站上的分布	235
表 7-12	汉江两条污染带各采样站原生动物的群集参数	250
表 7-13	汉江两条污染带原生动物群集参数、种数、植鞭毛虫百分比、多样性指数、异养性指数与化学综合污染指数的相关性	257
表 7-14	汉江两条污染带采样站上植鞭毛虫种数及百分比 (括号内)	259
表 7-15	汉江两条污染带采样站上原生动物多样性指数	260
表 7-16	汉江两条污染带采样站上微型生物群落的异养性指数	261
表 8-1	汉江干流、支流底栖动物和原生动物的多样性指数与化学综合污染指数相关性的比较	262
表 8-2	汉江干流上、中、下游被监测站的化学综合污染指数与生物监测多样性指数的平均值	263
图 2-1	汉江流域水系	264
图 4-1	汉江上游采样站分布	265
图 4-2	汉江上、中游采样站分布	266
图 4-3	十堰市神定河采样站分布	267
图 4-4	汉江中游襄樊市江段的采样站分布	268
图 4-5	汉江中游 (襄樊—宜城—钟祥) 采样站分布	269
图 4-6	汉江中游蛮河支流采样站分布	270
图 4-7	汉江下游 (仙桃—汉川—武汉) 采样站分布	271
图 4-8	汉江下游武汉市采样站分布	272
图 6-1	汉江上游、中游、干流中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	273
图 6-2	汉江上游、中流干流中植鞭毛虫百分比与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	274
图 6-3	汉江上游、中游干流中原生动物多样性指数 (D) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	275
图 6-4	汉江上游、中游干流中微型生物群落异养性指数 (HI) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	276
图 6-5	汉江下游干流中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	277
图 6-6	汉江下游干流中植鞭毛虫百分比与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	278
图 6-7	汉江下游干流中原生动物多样性指数 (D) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	279
图 6-8	汉江下游干流中微型生物群落异养性指数 (HI) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	280
图 6-9	汉江干流 (上、中、下游) 中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	281
图 6-10	汉江干流 (上、中、下游) 中植鞭毛虫百分比与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	282
图 6-11	汉江干流 (上、中、下游) 中原生动物多样性指数 (D) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	283
图 6-12	汉江干流 (上、中、下游) 中微型生物群落异养性指数 (HI) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	284

图 6-13	汉江六条支流中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	285
图 6-14	汉江六条支流中植鞭毛虫百分比与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	285
图 6-15	汉江六条支流中原生动物多样性指数 (D) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	286
图 6-16	汉江六条支流中微生物群落异养性指数 (HI) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	286
图 6-17	汉江干流、支流中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	287
图 6-18	汉江干流、支流中植鞭毛虫百分比与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	287
图 6-19	汉江干流、支流中原生动物多样性指数 (D) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	288
图 6-20	汉江干流、支流中微生物异养性指数 (HI) 与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	288
图 6-21	汉江干流、支流中全部采样站微生物群落异养性指数 (HI) 的波动	289
图 7-1	湖北制药厂 (A)、仙桃市 (B) 两条污染带水中电导率和溶解氧的变化	290
图 7-2	湖北制药厂 (A)、仙桃市 (B) 两条污染带水中 COD _{Cr} 与 BOD ₅ 含量的变化	291
图 7-3	两条污染带水中 COD _{Cr} 与 BOD ₅ 比值的变化	292
图 7-4	湖北制药厂 (A)、仙桃市 (B) 两条污染带水中总氮、氨氮、硝酸盐氮含量的变化	293
图 7-5	湖北制药厂 (A)、仙桃市 (B) 两条污染带水中总磷、无机磷含量的变化	294
图 7-6	湖北制药厂 (A)、仙桃市 (B) 两条污染带水中挥发酚、洗涤剂、氰化物含量的变化	295
图 7-7	湖北制药厂 (A)、仙桃市 (B) 两条污染带净化速率曲线	296
图 7-8	湖北制药厂污染带中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	297
图 7-9	仙桃市污染带中原生动物种数 (S) 与化学综合污染指标 (Pa、Pb) 的相关	298
图 7-10	湖北制药厂污染带各采样站原生动物在 PFU 上的群集曲线	299
图 7-11	仙桃市污染带各采样站原生动物在 PFU 上的群集曲线	300
图 7-12	湖北制药厂污染带中 Seq 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	301
图 7-13	湖北制药厂污染带中 T _{90%} 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	302
图 7-14	仙桃市污染带中 Seq 与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	303
图 7-15	湖北制药厂污染带水中植鞭毛虫百分比与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	304
图 7-16	湖北制药厂污染带水中原生动物多样性指数与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	305
图 7-17	仙桃市污染带水中原生动物多样性指数与化学综合污染指数 (Pb) 的相关	306
图 7-18	湖北制药厂污染带水中微生物异养性指数与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	307
图 7-19	仙桃市污染带水中微生物异养性指数与化学综合污染指数 (Pa、Pb) 的相关	308

1. 前 言

世界的水资源为 13.5 亿 km^3 ，其中 96.5% 是海水，2.8% 是淡水。扣除冰川和冰山后，实际可利用的淡水少于 1%。现在，在世界上 1/3 的水受到化肥和有害化学产品的污染。在 53.2 亿世界人口中，12 亿人缺少干净的饮用水。

中国的水污染主要由于工厂废水未经处理直接排放而引起的。1991 年废水总量为 336.2 亿 t，其中 70% 是工业废水。中国 42 个城市的处理污水能力还不到 5%。在中国共有 1200 条河流，其中 850 条河流已受到污染；受到严重污染的河流有 141 条，总长度为 2 万 km。11 亿人口中有 65% 的人在喝不符合饮用水卫生标准的水。

长江是中国最长的一条河流，干流全长为 6403 km。长江的一条最长的支流是汉江。在湖北省境内汉江负担了 10,418,113 人口（1982 年普查）的饮用水，湖北省环保局 1990 年的报告指出，根据中华人民共和国国家标准《地面水环境质量标准（GB 3838—88）》（见附录 1），汉江的水质属于地面水 II 级标准，即水质较好，大体相当于现行 TJ 20—76《生活饮用水卫生标准》中水源水质和 TJ 35—79《渔业水质标准》的水质，换言之，汉江属于基本上尚未污染的河流。

中国属于淡水贫乏的国家，为黄淮海平原补充外调水源，以基本解决华北缺水问题。京津地区及以南的海河平原在下世纪初需要调入的水量最低约 200 亿 m^3 。为此中国国务院有关部门提出南水北调的方案，即把南方长江的水调至北方，简称南水北调。经过 30 多年的科学调查和论证现提出南水北调中线和东线两条方案。目前倾向于先搞中线方案，第一阶段就是把汉江的水调入黄淮海平原的西部地区，解决北方部分缺水问题。至于黄淮海平原的东部地区，包括天津在内，由于汉江引水量有限，设想第二阶段将从长江干流三峡江段引水，但工程艰巨，价格昂贵。汉江在“南水北调”第一期工程中承担了引水任务，引水前后环境质量如何，将会引起什么变化，也是人们十分关心的问题。

水污染的生物监测在我国还没有很好地推广，原因是技术力量薄弱和经费严重不足。国家环保局 1986 年^[13]规定全国在 20 个城市推广生物监测，并制定了水环境野外监测的技术规范。其中规定野外监测的生物群落有 5 种，即（1）浮游动物、（2）浮游植物、（3）着生生物、（4）底栖动物、（5）水生维管植物。除着生生物外，其他 4 种方法与饶钦止等（1960）编著的湖泊调查基本知识基本相似，但在采样工具、采样量、采样方法等方面有所改进。这些方法也与国际上目前湖泊、水库、河流的水生生物调查方法类同。故这些方法均来自水生生物生态调查。在国际上进行生物监测时也借用这些方法，但都加以特殊的处理，以适用于生物监测这一特点，如对藻类、底栖生物都有不同种类的污染价，也即生物计分法、生物指数法等。本文采用的 PFU 法系由本课题组自 1983 年起，举行了全国 4 期学习班，151 名学员来自 24 个省和自治州，经 10 余年努力在全国 12 个省（湖北、安徽、甘肃、江苏、吉林、山西、四川、河北、贵州、湖南、河南、陕西），3 个直辖市（北京、上海、天津）进行推广，获得了

满意的结果。为进一步验证本方法的可行性，本课题在进行实验的过程中，同时进行已列入国家监测规范的、且在国内外推广的大型无脊椎动物（即底栖动物）也列入本项目的监测方法中去。根据上述情况，本项目的目的是：

- (1) 沿汉江进行污染源的调查。
- (2) 测定不同污染源对原生动物群落和大型无脊椎群落的效应。
- (3) 在指定的污染源比较 PFU 和大型无脊椎动物两种方法的效能。
- (4) 建议推荐这些方法用于汉江污染监测。

2. 汉江自然地理和水文概况

2-1 一般特征

汉江是长江的最长支流，其源有 3：中源发源于陕西省宁强县嶓冢山称漾水，北源发源于秦岭的沮水（又名黑河），南源发源于米仓山的南河（又名玉带河），其中以北源最长，水量也大，故定为汉江正源。

汉江干流流经陕西、湖北两省，于武汉市汇入长江，全长 1577km，流域面积 174000km²，流域位于东经 106°12′~114°14′E，北纬 30°08′~34°11′N 之间，包括陕西省南部，河南省西南部，湖北省北部、中部及四川省东北的一小部分。汉江流经陕西省的汉中和安康进入湖北省。在湖北省流经 13 个县市：郧西县、郧县、丹江口市、老河口市、谷城县、襄樊市、宜城县、钟祥县、潜江县、仙桃市、汉川县、汉阳县和武汉市，最后流入长江。在湖北省内汉江全长 997km。

根据汉江干流的河谷形态、水文特征及地貌类型，可将其划分成 3 个典型河段。羊尾镇至丹江口水库大坝为上游，全长 348km，河床较宽，两岸山坡陡峭，河谷深切，水急多滩。丹江口水库大坝至钟祥县为中游，全长 270km，为丘陵地带，河谷较宽，河床多沙砾，比降稍缓，河床不稳定，沿岸多沙洲、沙滩。钟祥县以下为下游，全长 379km，流经江汉平原，两岸为堤防所束，河道弯曲，水流较缓，河床多泥沙。

汉江支流很多，河网密布。据统计有 20 余条，较大的支流有：任河、堵河、南河、洵河、夹河、丹江、唐白河和沮水（表 2-1）。汉江及其支流所构成的水系是不对称的（图 2-1），右岸流域面积 62,247km²，占全流域面积的 35.77%，左岸流域面积 111,753km²，占全流域面积 64.23%。

在汉江流域上，大小水库有 29 座，大部分分布在中下游地区，其中以丹江口水库最大，该水库是以防洪为主，兼顾发电、灌溉、航运、养殖的综合性水库。

2-2 地貌

汉江流域的地貌类型有山地、丘陵和平原。汉江河谷盆地指上游汉江两岸狭长的河谷及冲积盆地。丘陵主要分布在丹江口市至钟祥县段河谷两岸，江汉平原位于汉江下游及唐白河中下游区域，系近代冲积而成。历史上由于汉江洪水泛滥，形成了许多自然堤，洪水时成为分洪的湖泊带。在平原与岗地毗连地带，一般地势较低，形成散布的湖泊。

2-3 地层

汉江流域的地层，上游基本上由变质岩和岩浆岩组成，中下游河谷镶嵌在沉积岩层和松散沉积物中。

2-4 气候

汉江流域由于冬季受强大蒙古高压控制，夏季受东南风的影响，所以气候具有亚热带季风气候的特征。气候比较温和，年平均气温 $15\sim 17^{\circ}\text{C}$ ，月均温度 7 月最高，约 $22\sim 34^{\circ}\text{C}$ ，绝对最高气温可达 43°C 。汉江流域降水比较丰沛，多年平均降雨量为 $700\sim 1000\text{mm}$ ，由南向北逐渐减少。上游年雨量 $600\sim 800\text{mm}$ ，中游地区年雨量约 $800\sim 900\text{mm}$ ，下游地区年雨量为 1110mm 。降水时空分配极不均匀，主要集中在 5~10 月，占全年降水量的 $70\%\sim 80\%$ 。由于降水的月变率大，年变率也在 20% 以上，降水量过分集中在某年某月内，造成河水流量变动迅速，水位暴涨暴落，所以汉江流域经常出现雨量不均，旱涝现象比较频繁。

汉江流域之湿度除高山地区外，比较一致，平均相对湿度在 $70\%\sim 80\%$ 左右。年蒸发量 $1000\sim 1400\text{mm}$ ，月最大蒸发量约 300mm ，最小仅 10mm 。

2-5 水文

2-5-1 河流水源

汉江流域位于中纬度地带，没有永久积雪，故水量的主要来源是雨水，主要是 4~9 月的雨季时各地均有洪水出现。枯水期的冬季时，河水枯浅，几乎全部由地下水补给。深层地下水（基流）的补给量占全年径流量的 $15\%\sim 20\%$ 左右。

2-5-2 水位

汉江干流和支流最高水位位于 5、7、8、9 月份，最低水位位于 12 月至翌年 2 月。6 月雨量少，也出现低水位。根据多年资料，汉江及其支流每年水位均差在 $2\sim 9\text{m}$ 之间，最大可达 10m 以上。年水位变化在 5m 左右，最大可达 19m 以上（表 2-2）。汉江及其支流的水位直接受降水的控制。每年较大洪峰约有 3~5 次，历时数日或一月不等。但最高洪峰持续时间一般很短，在汉江干流的中下游约 $3\sim 7\text{d}$ ，在汉江干流的上游及各支流比较短促，有的只有数小时。

2-5-3 流量

汉江及其支流的年流量变化与降雨密切相关。4~10 月流量较大。7~10 月经流量占全年径流量的 40% 以上，特殊年份高达 75% 以上。全流域多年平均径流量约为 600亿 m^3 。最大年径流量与最小年径流量相差一般在 3 倍以上。汉江洪水均由暴雨形成，洪水以 7~9 月出现的

机会最多。洪峰出现时最大流量均为平均流量的 10 倍以上。

2-5-4 泥沙

汉江的泥沙主要来于唐白河和丹江，其中以唐白河最多。汉江及其支流的含沙量年内变化较大，一般与降水一致，最大月含沙量集中在夏汛期，以 7、8 月份最大，最小月含沙量散见于枯水期的各个月份。因此汉江含沙量大小与夏季洪峰密切相关，若洪水大而集中，则河流的含沙量就增高。汉江干流、支流含沙量及输沙量见表 2-3。

2-5-5 土壤

汉江流域的地带性土壤为黄棕壤，它是一种过渡性自然土壤，表层为有机质含量达 2%~3% 的腐殖质层，中部为质地粘重的沉积层，下部为成土母质，土壤呈中性到微酸性。

汉江流域由于地质构造的复杂性和多期性，在构造上既有断裂，又有褶曲和沉积盆地。这些构造条件为矿产资源的形成提供了集中与储存的良好环境。

2-5-6 矿产

汉江流域矿产资源比较丰富，有将近 100 种矿产资源。已开发的有钛矿、金矿、汞矿、磷矿。此外还有石油、天然气等能源。