

《松花江水生态环境状况调查及
国家水生生物监测应用示范》项目资助

黑龙江省 水环境生物监测 体系研究

伍跃辉 主编

陈 威 刘元海 等 副主编

HEILONGJIANGSHENG SHUIHUANJING
SHENGWU JIANCE TIXI YANJIU

中国环境出版社

《松花江水生态环境状况调查及国家水生生物监测应用示范》项目资助
成果登记编号（20160059）

黑龙江省水环境生物监测体系研究

伍跃辉 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

黑龙江省水环境生物监测体系研究/伍跃辉主编. —北京: 中国环境出版社, 2016.11

ISBN 978-7-5111-2923-9

I. ①黑… II. ①伍… III. ①水环境—生物监测—体系—研究—黑龙江省 IV. ①X835

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 242965 号

出版人 王新程
责任编辑 孟亚莉
文字编辑 张倩
责任校对 尹芳
封面设计 岳帅

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (第二分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2016 年 11 月第 1 版
印 次 2016 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 14
字 数 276 千字
定 价 85.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《黑龙江省水环境生物监测体系研究》

编 委 会

主 编：伍跃辉

副主编：陈 威 刘元海 李中宇 孟庆庆 赵 然

主要编写人员：

宋 楠 贾立明 于宗灵 姚常浩 魏庆彬 姜 波 王丽娜

李经纬 周爱申 张晓梅 刘继永 邢延峰 郭 欣 龚 起

孟宪宪 赵雨峰 胡显安 郭 洁 范亚文 孙靖宇 王慧婷

李百庆 张伟薇 林宪策 白显昆 王晓燕 周宴敏 马 原

周 强 隋士英 李 慧 魏 南 宋 扬 袁 欣 袁国新

李 玲

前 言

目前，美国和欧盟等西方发达国家对水生态环境的监测和管理都不再单纯依赖于水化学指标，而是水化学指标和生物指标并重，生物学信息已成为上述国家水环境和水资源管理工作中的关键成分并具有明确的法律地位。但我国水生生物监测工作进展一直缓慢。随着人们对水质监测和人体健康评价的关注，近年来，水生生物监测在我国得到了人们越来越多的重视。

松花江是我国七大河流之一，是黑龙江的母亲河。同时松花江也是一条高度敏感的河流，是一条“外关国誉、内关民生”的政治河流。根据国家对重点流域和湖泊的环境管理需要，依据国家环境保护“十二五”规划要求，为全面客观地反映重点流域和湖泊的水生态环境质量，在目前地表水常规理化指标监测的基础上，黑龙江省组织开展了省重点流域和湖库的水生生物试点监测工作，探索建立水环境质量综合评价系统。

从2012年到2014年，经过三年多的水生生物监测，黑龙江省形成了覆盖松花江、黑龙江、乌苏里江和兴凯湖等区域的水生生物监测网络，开展了大量的监测工作，通过生物监测与理化监测进一步理清了全省水环境质量状况。

随着监测工作的深入，我们对黑龙江省内松花江流域及主要湖库水体水生生物实况有了较为清楚的认识，同时随着以水生生物为主要指标的水质评价方法的逐步验证和应用，开始为特征污染物减排工作提供生物学依据，也在国家环境保护管理由“总量控制”向“质量控制”转移方面提供了积极尝试。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者不吝批评指正。

编者

2016年5月

摘要

2012—2014 年，黑龙江省对省内松花江流域、黑龙江和重点湖库进行了水生生物群落和鱼类生物残留等相关监测，分析了监测区域内底栖动物和藻类的群落特征，对各断面水质进行了生物学评价；开展了流域背景断面水生生物调查工作；对鱼类生物体残留进行了监测，同时对鱼体进行了组织切片观测和遗传毒性监测，对鱼体健康状况及食用安全性进行了评价。

一、监测区域水生生物群落较完整，多样性较丰富

三年间，在 46 个断面采集底栖动物样品 597 个，总体上监测区域物种较丰富，物种数逐年增加。流域内多数点位群落结构较完整，较稳定；水生昆虫分布广，种类数量多，是多数点位的优势类群。

各背景断面、松花江下游佳木斯-同江江段及黑龙江均能采集到水生昆虫中的敏感种类，包括襀翅目、蜉蝣目多个物种，有的点位以优势种存在。毛翅目在松花江流域多数点位普遍存在，各地物种存在较大差异，密度相对很大，优势种出现频率较高。

监测区域河流的藻类植物主要由硅藻门和绿藻门植物组成，河流中大部分断面的优势种为硅藻门植物，符合河流的群落分布特征，大部分属于淡水中的常见种类。湖库中，优势种类多为绿藻门植物，个别断面采集到的种类数量极少，说明水体情况较差，总体来看，监测区域内物种丰富度较高，群落结构较为稳定。

二、监测区域水质生物学评价显示，90%以上点位处于轻污染等级以上

1. 根据底栖动物评价水质状况

(1) 底栖动物采用 7 种评价方法进行综合评价，结果显示，2014 年极清洁点位 2 个，占 3.6%，主要分布在背景断面；清洁点位 17 个，占 30.9%，主要分布在背景断面、嫩江、

松花江中下游，黑龙江及兴凯湖，包括背景断面、博霍头、摆渡镇、佳木斯-同江江段的多数断面、黑龙江的名山、东港断面、乌苏里江的乌苏镇断面以及兴凯湖的部分点位，综合评价为“清洁”等级以上，水生态质量很好；轻污染点位 35 个，占 63.6%，是松花江流域和兴凯湖的主要评价等级；重污染点位 1 个，占 1.8%。

(2) 利用 Trent 指数和底栖动物综合评价方法比较年际间变化趋势，2014 年多数点位好于或保持 2013 年的评价等级，水环境质量处于持续改善之中。

2. 根据藻类植物评价水质状况

(1) 监测区域大部分为轻-中污染，水体状况良好。

(2) 三年内，6 月与 9 月的评价结果变化基本一致，干流的评价结果好于支流。

三、鱼体污染物残留及生长观测研究表明鱼体健康，食用相对安全

(1) 鱼体内重金属（砷、镉、汞、铬、铅）、有机氯农药、多环芳烃达标率为 100%，挥发性有机物少量检出，多氯联苯少量定性检出，氯酚类物质未检出。

(2) 组织切片观察显示鱼类组织样本结构形态未见异常，组织细胞核质结构正常，未见组织病变或形态异常，鱼类身体健康。

(3) 遗传毒性监测实验显示，监测样品的鱼肉细胞均未出现彗星细胞，表明鱼体未出现任何形式的 DNA 损伤。

总体而言，鱼类生存状态较好，食用相对安全。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 监测区域水质概况	1
1.2 水生生物监测基本情况	2
第 2 章 研究区域生境情况概述	8
2.1 流域各断面生境概况	8
2.2 生境评价体系的建立、使用	19
第 3 章 藻类植物群落特征及水质生物学评价	24
3.1 藻类植物群落特征	24
3.2 藻类植物水质生物学评价	45
3.3 结论	50
第 4 章 底栖动物群落特征及水质生物学评价	51
4.1 底栖动物群落特征	51
4.2 底栖动物表征的水质生物学状况	83
4.3 小结	93
第 5 章 鱼类生物残留与生长观测	95
5.1 样本采集与处理	95
5.2 样本数量	95
5.3 污染物分析结果统计	96
5.4 鱼类组织切片分析	101
5.5 鱼类样品遗传毒性	102
5.6 小结	102

第 6 章 综合评价结果及其与水质相关性分析103

 6.1 评价方法..... 103

 6.2 标准和分级..... 105

 6.3 综合评价结果 105

 6.4 水生态系统稳定性的限制因子讨论 107

 6.5 高锰酸盐指数适用性讨论 108

 6.6 小结..... 108

结 论..... 109

附 件..... 111

第 1 章 概述

1.1 监测区域水质概况

监测区域主要包含黑龙江省内的松花江干流及 6 条主要支流，共 29 个断面；4 个湖库，共 12 条垂线。共设监测断面 41 个（不含背景断面），其中国控断面 34 个，省控断面 7 个。

2012—2014 年，通过理化指标对各断面水质进行了监测，结果见图 1-1～图 1-3 和表 1-1。

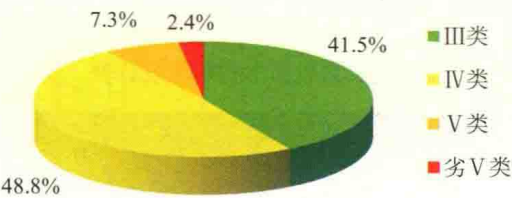


图 1-1 2012 年监测断面年均水质类别结构图

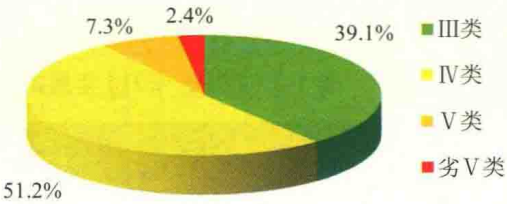


图 1-2 2013 年监测断面年均水质类别结构图

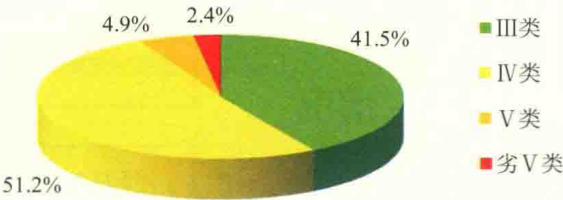


图 1-3 2014 年监测断面年均水质类别结构图

表 1-1 2012—2014 年各监测断面水质类别统计表

水质类别 年份	III类		IV类		V类		劣V类	
	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%	数量/个	占比/%
2012 年	17	41.5	20	48.8	3	7.3	1	2.4
2013 年	16	39.1	21	51.2	3	7.3	1	2.4
2014 年	17	41.5	21	51.2	2	4.9	1	2.4

在对未满足功能区划要求断面的特征污染物分析中发现，主要污染指标为化学需氧量、高锰酸盐指数和五日生化需氧量。根据国家环境监测总站发布的 2012 年全国环境质量公报显示，松花江流域高锰酸盐指数、化学需氧量在七大流域中分列第二、第三位，有机物污染相对较重；七大流域的氨氮、总磷浓度仅高于长江流域和珠江流域，无机污染程度相对较轻。

对黑龙江省内松花江干流水体化学指标分析中发现，氨氮、总磷、化学需氧量等多数指标均反映出明显的城市化特征，说明人口密度较高且规模不断扩大的城市对水质存在较大影响。高锰酸盐指数波动不大，所有断面高锰酸盐指数都处于相对较高的水平，城市下游断面高锰酸盐指数与上游断面相比变化不大，在非城市河段衰减也不明显，说明河流自身高锰酸盐指数本底值较高，城市的污染负荷对水体中高锰酸盐指数增加的影响相对较小，水体自净能力作用不大。

整体而言，监测区域的水质在 2012—2014 年呈现出稳定状态，整体水质处于轻-中污染状态。

表 1-2 2012—2014 年黑龙江省内松花江干流监测断面水质状况统计表

年份 \ 水质类别	I ~ III类	劣 V 类
2012	67.6%	8.8%
2013	80.0%	0
2014	70.0%	0

1.2 水生生物监测基本情况

1.2.1 技术路线

黑龙江省水生生物监测充分利用监测区域常年监测的理化指标，结合采样断面的生境，从着生藻类、浮游植物和底栖动物几方面入手，调查物种数量和群落结构，并进行生物学评价，通过重点研究鱼类的重金属、持久性有机污染物、挥发性有机污染物、环境荷尔蒙的残留累积情况，以及对鱼类的卵巢、精卵组织切片和肝脏遗传毒性等的观测，了解鱼类健康情况。技术路线见图 1-4。

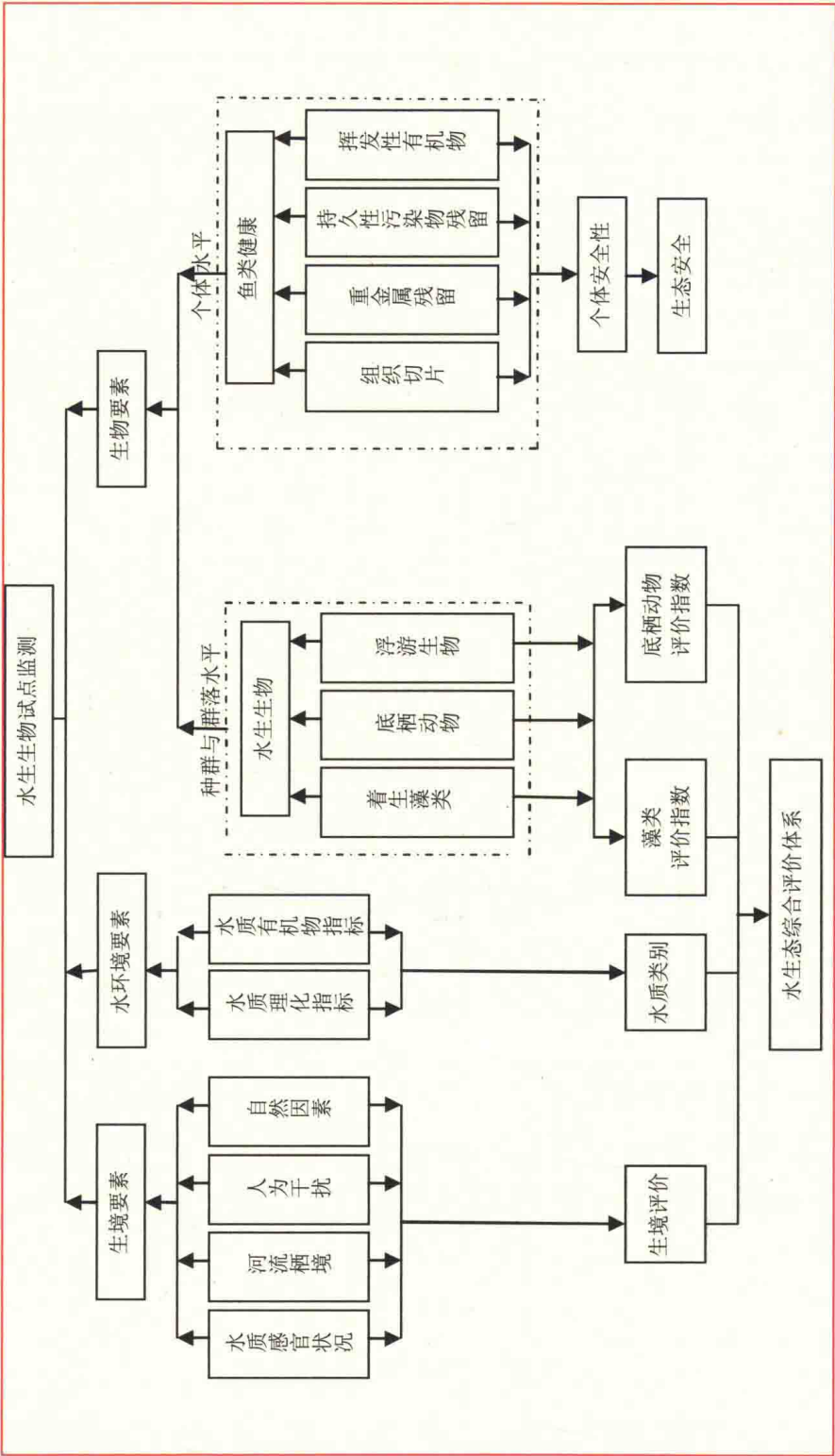


图 1-4 黑龙江省水生生物监测技术路线

1.2.2 样品采集

(1) 点位设置

生物群落监测点位设置见图 1-5。鱼类生物残留等的监测点位见第 5 章。



图 1-5 生物群落监测点位图

(2) 监测时间及任务分工

监测时间为每年的 6 月、9 月，各地根据情况，适当进行了调整。进行生物群落背景调查时，要结合山区气候特征，选择采样时间；水体富营养化项目按照常规理化监测的时间和频次进行；鱼类生物残留的采样时间为每年的 5—6 月，当年 9 月完成分析任务。黑龙江省水生生物监测断面及承担单位见表 1-3，具体监测项目见表 1-4。

表 1-3 黑龙江省水生生物监测断面及承担单位

序号	水体名称	断面名称	承担单位
1	嫩江	博霍头、拉哈、浏园、富上、江桥	齐齐哈尔市站
2	阿什河	阿什河口内	哈尔滨市站
3	呼兰河	呼兰河口内	哈尔滨市站
4	牡丹江	大山、柴河大桥、牡丹江口内	牡丹江市站
5	汤旺河	苗圃、友好	伊春市站
		汤旺河口内	佳木斯市站
6	梧桐河	梧桐河口内	佳木斯市站
7	松花江干流	肇源	肇源站
		朱顺屯、阿什河口下、呼兰河口下、大顶子山、摆渡镇、牡丹江口下	哈尔滨市站
		佳木斯上、佳木斯下、江南屯	佳木斯市站
		同江	三江监测站
8	黑龙江	名山	佳木斯市站
		松花江口上、东港	三江监测站
9	乌苏里江	乌苏镇	三江监测站
10	兴凯湖	档壁镇、疗养院、龙王庙、新开流、泄洪一闸、泄洪二闸	鸡西市站
11	镜泊湖	果树场、电视塔	牡丹江市站
12	莲花水库	三道	牡丹江市站
13	尼尔基水库	库首、库中、库尾	齐齐哈尔市站
14	背景断面调查	甘河，加格达奇上；多布库尔河，漂流上；门鲁河，门鲁河大桥；呼兰河，铁力上；汤旺河，桔源林场	黑龙江省站
15	鱼类监测	尼尔基库尾	齐齐哈尔市站
		大顶子山	哈尔滨市站
		佳木斯上	佳木斯市站
		名山	佳木斯市站
		抚远	佳木斯市站

表 1-4 黑龙江省水生生物监测项目

序号	监测类别	监测项目	监测水体
1	生物群落	着生藻类	河流
		底栖动物	河流、湖泊、水库
		浮游植物	湖泊、水库
2	鱼类生物残留	重金属：汞、铅、镉、铬、砷	河流、湖泊、水库
		挥发性有机物：苯系物、卤代烃	
		持久性有机物：有机氯农药、多环芳烃、多氯联苯	
		异味项目：硫醚、硫醇、氯酚	
		环境荷尔蒙：双酚 A、壬基酚	
3	富营养化	水温、溶解氧、总氮、总磷和高锰酸盐指数、叶绿素 a、透明度	湖泊、水库
4	鱼类生长观测	组织切片观察、遗传毒性观测	湖泊、水库

(3) 样品数量

三年来，共采集底栖动物样品 597 个，着生藻类和浮游植物样品 518 个，制备鱼类样品 214 个。详见表 1-5～表 1-7。

表 1-5 黑龙江省水生生物监测采集底栖动物样品数量统计表

序号	承担单位	断面数量/个	样品数量/个
1	齐齐哈尔市站	8	92
2	哈尔滨市站	8	124
3	佳木斯市站	6	137
4	牡丹江市站	6	84
5	伊春市站	2	2
6	黑龙江省站	5	104
7	鸡西市站	6	34
8	三江站	4	11
9	肇源站	1	9
合计			597

表 1-6 黑龙江省水生生物监测采集藻类及浮游植物样品数量统计表

序号	承担单位	断面数量/个	样品数量/个
1	齐齐哈尔市站	8	94
2	哈尔滨市站	8	103
3	佳木斯市站	6	124
4	牡丹江市站	6	72
5	伊春市站	2	7
6	黑龙江省站	5	63
7	鸡西市站	6	36
8	三江站	4	16
9	肇源站	1	3
合计			518

表 1-7 鱼类样品数量统计结果表

单位	断面	鲤鱼单样数/个	鲤鱼混样数/个	鲫鱼混样数/个	合计
齐齐哈尔市站	尼尔基	5	7	20	32
哈尔滨市站	大顶子山	20	20	20	60
佳木斯市站	佳木斯	19	13	3	35
	名山	20	18	6	44
	抚远	12	19	12	43
总计		76	77	61	214

第 2 章 研究区域生境情况概述

2.1 流域各断面生境概况

2.1.1 松花江干流断面生境概况

肇源断面距松花江两源汇合的三岔口约 6 000 m，是松花江的省际跨界断面。地处东经 124°59'，北纬 45°29'。江面宽约为 1 000 m，平均水深约为 2 m。河水轻微混浊，泥沙底质。左岸为沙滩，右岸筑有丁字坝，植被以灌木和挺水植物为主，覆盖率达 40%以上。采样点离居民聚集区约为 1 500 m 米，采样点周围少有人为干扰。



肇源断面

朱顺屯断面地处东经 126°33'，北纬 45°45'。江面宽约为 1 000 m，平均水深约为 2 m。左岸有少数水生植物和灌木，右岸有人工修筑的江堤，紧邻大桥，部分江堤长有水生植物和灌木，底质以淤泥为主。受航运等人为干扰相对较大。



朱顺屯断面

阿什河口下断面地处东经 126°42'，北纬 45°51'。距阿什河口 3 000~4 000 m，右岸离哈尔滨水泥厂约 1 000 m，附近有采沙场，植被退化较严重，只有少部分的灌木，底质以泥沙为主。江面船舶往来航行较多，人为干扰较大。



阿什河口下断面