

基于 RBP 的长白山源头溪流生境质量评价指标体系 (XBC-RHA) 构建及应用

朱梓玉¹, 田泽¹, 柴雪晴¹, 闫学翠¹, 张莹雪¹, 夏兰¹, 肖洋¹, 次仁顿珠¹

1 东北师范大学生命科学学院, 吉林省长春市人民大街 5268 号, 130024

摘要: 世界范围内河流生态系统都发生了不同程度的退化。河流生境, 作为河流生态系统的重要组成部分, 是河流健康评价与河流管理的重要依据, 因此河流生境质量评价具有重要的现实意义。本文选择国际上最具有代表性的河流生境质量评价方法: 美国典型的快速生物评价方案(RBP)作为理论依据, 结合长白山源头溪流西北岔河的生境特征, 确定西北岔河生境质量评价体系框架。包括河岸生境特征、河道生境特征和人类活动干扰三个方面, 筛选出河岸稳定性、河岸带宽度、河岸植被带结构、人工护岸类型、河道水量状况、河流水质参数、河道底质组成、河道连通性、河道水生植物、土地利用类型 10 项三级指标, 构建出一套适用于西北岔河的河流生境质量评价指标体系(XBC-RHA), 用以评价西北岔河生境质量健康状况。

关键词: 河流生境评价; RBP; 源头溪流; 生境

1. RBP 生境评价

随着河流健康状况日趋严重, 河流健康问题在国际上备受关注, 旨在关注河流健康状况的监测和评价工作也随之不断深入^[1-3], 近 10 多年来已有很多国家应用多指标综合指数法开展河流健康评价, 根据标准对河流的物理、化学、生物以及形态特征指标评价打分, 将各项指标得分之和作为评价河流生境质量的依据^[3, 4]。其中以美国、英国、澳大利亚等国家为代表。1999 年, 美国环保署(EPA)发表的《溪流及浅河快速生物评价方案》, 英文全称为 Rapid Bioassessment Proctols (RBP), 包括着生藻类、大型底栖动物、鱼类及生境评价方案^[5]。RBP 的生境评价方案是一个基于视觉观察的、直观的生境评价方法标准^[6, 7], 包括河床表层生境、河床泥沙组成、流速与水深参数、河床稳定性、河道水流情况、河流形态改造、河道蜿蜒程度、河岸稳定性、河岸植被保护、河岸植被宽度 10 项评价指标, 对被评价河流的 10 项生境指标进行调查, 根据 10 项指标组成的评价体系得出的综合评分确定研究河流的生境质量^[8, 9]。该方法最大的特点是采用

了快速的视觉生境评估法。

在此基础上, RBP_s 根据被评价河流和参照河流之间的生境质量的异同, 间接利用参照河流的生物的多指标综合评分判断被评价河流的生物状况, 确定河流健康状况。RBP_s 的生境评价方法结果在河流分类、水资源问题识别及其现状评价、生物趋势监测评价以及河流复原评价等均具有广泛的应用, 是较为成功的生境评价方法之一^[10]。

2. 河流生境质量评价体系的构建方法

2.1 确定指标的原则

进行河流生境评价的关键在于选择合适的表征因子或评价指标, 评价指标的选择决定技术的可行性和评价结果的可获得性和合理性^[11]。河流生境与河流生态系统密切相关, 影响河流生境质量的因素包括河流自然形态特征、地貌生态条件和人为因素等, 因此进行河流生境评价指标的构建, 应遵循以下几方面原则:

(1) 科学性与规范性原则

对反映河流生态系统的河流生境进行评价, 构建生境评价指标的过程应充分体现生态系统的自然客观规律和特征, 遵循科学性, 筛选和构建指标的过程规范, 使得评价结果真正客观且明确地反映河流生境健康水平。

(2) 全面性与目的性原则

进行河流生境评价的目的在于评估研究河流生境特征和质量状况, 要求生境指标包含河流生境的全部特征, 包括微观和宏观水平。基于生境评价目的, 全面且综合地构建出河流生境评价指标。

(3) 精确性与可操作性原则

基于科学性和目的性原则, 对每个河流生境评价指标进行等级划分, 明确指标和等级含义, 综合视觉观察评价和具体细化的等级评价, 以满足评价的需要以及可行性。因此, 指标体系应具有精确性和可操作性。

2.2 评价指标的选择

根据国外具有代表性的河流生境评价指标体系, RBP_s 快速调查法作为理论依据, 综合西北岔河预调查(2017年06月)获得的河流环境特征, 本研究在河岸生境特征、河道生境特征和人类活动干扰三个方面选取了10项生境评价指标: 河岸稳定性、河岸带宽度、河岸植被带结构、人工护岸类型、河道水量状况、河流水质参数、河道底质组成、

河道连通性、河道水生植物和土地利用类型（图-1）^[12-16]。

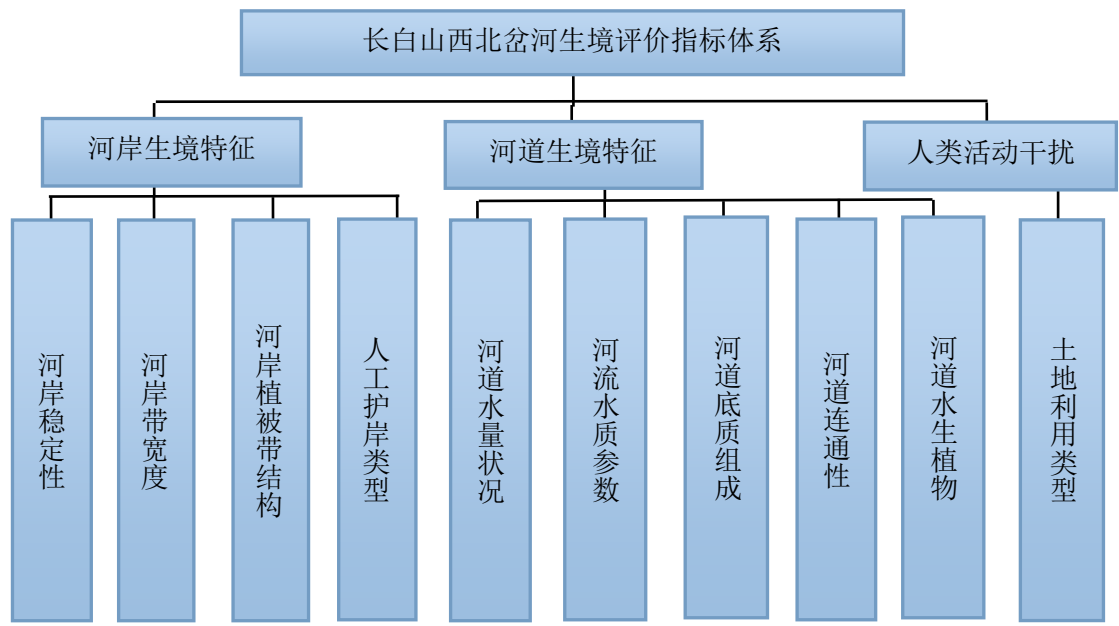


图-1 西北岔河河流生境评价指标体系

2.3 体系构建的流程

根据以上原则，本文结合河流及所在区域环境特征，借鉴国内外河流生境评价指标与评价方法，按照以下四个步骤构建西北岔河河流生境质量指标体系：

（1）理论框架的凝练

综合国内外研究河流生境文献，确定采用多指标综合指数法，选取国际上典型的、具有代表性且应用广泛的河流生境质量评价方法作为构建体系的理论框架。

（2）研究区预调查

选择西北岔河为生境评价的对象，在收集西北岔河所在区域环境特征历史数据的基础上，对西北岔河进行包括地理因素、气候因素、地貌因素、水文水质因素、植被调查的预调查。

（3）指标的确定

根据指标确定的原则，结合河流生境评价方法的主要内容和初步筛选的指标，结合西北岔河研究区的预调查，确立指标体系框架。

（4）指标值的获取和权重的确定

针对各指标的特点，设计每项指标的取值方法和范围。取值方法应该便于操作，各

指标的取值应该具有明显差异。根据体系的框架和各指标特点,采用层次分析法进行指标权重的确定。

3. 研究地及断面布设

西北岔河位于二道白河上游,位于吉林省长白山自然保护区。长白山位于我国吉林省东南部与朝鲜交界处, $41^{\circ}31' \sim 42^{\circ}28' \text{N}$, $127^{\circ}9' \sim 128^{\circ}55' \text{E}$, 靠近欧亚大陆的最东端, 濒临太平洋西岸。长白山属于温带大陆季风气候区, 具有显著的中纬度山地气候特征。夏季短暂, 温暖湿润; 秋季凉爽多雾; 冬季漫长, 寒冷。山下(海拔 740 m)年均温约 2.8°C 。气温的年较差和日较差均很大, 无霜期短、冰冻期长。雨量充沛, 山下部年均降雨量 600~900mm, 为我国长江以北降水量最多的地区。自 1960 年长白山自然保护区建立以来, 该自然保护区内的二道白河上游河岸带及其植被得到了较好的保护。然而, 近年来, 伴随着旅游业的进一步发展, 长白山自然保护区的生态环境受到了一定的影响, 二道白河上游河岸带人为干扰日趋严重^[17]。

在全面了解西北岔河河流环境的基础上, 遵循全面性、代表性和可行性原则, 在西北岔河选取 5 个典型河段, 于 2017 年 6 月(丰水期)对西北岔河进行 1 次生境调查, 采集研究区生态环境评估数据。每个河段长 50m, 间隔 50m。

4. 西北岔河生境质量综合评价

根据西北岔河生境评价指标体系(XBC-RHA)以及河流生态调查结果, 对西北岔河 5 个监测河段进行生境质量评价。10 项调查指标分别按照 4 个级别进行生境评分, 采用累积求和的方式计算河流生境综合指数, 结合权重计算河流生境健康指数为 10.264 分。对河流生境综合指数的分级方法, 确定河流生境综合指数的分级评估标准为: 大于 75% 分位数值为“好”的等级, 介于 60%和 75%为“较好”等级, 介于 40%和 60%为“一般”等级, 介于 25%和 40%为“较差”等级, 小于 25%分位数值为“差”等级^[18-21]。

4.1 丰水期生境质量综合评价

评估结果表明, 丰水期西北岔河的河流生境质量指数(Y-RQI)为 90.97, 为 55.39% 分位数值, 因此丰水期西北岔河生境评价结果为“一般”等级。5 个监测河段的河流生境质量指数(RQI)介于 4.0~8.47 之间(图 2), 等级水平差异较大, 对比分级评估标准, 监测河段的生境质量健康等级在“较差”~“好”之间。

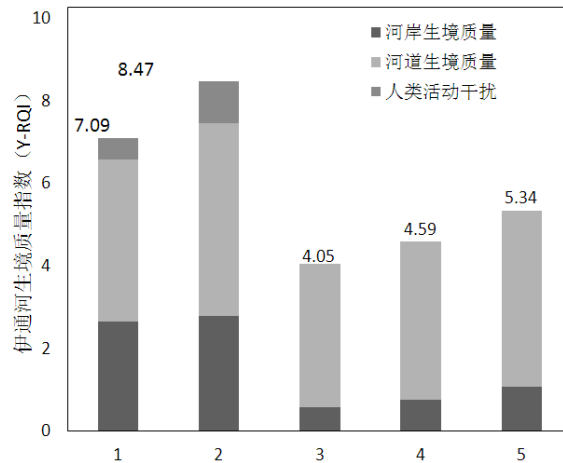


图-2 西北岔河丰水期监测河段生境质量指数

4.2 二级生境指标指数分析

结合野外调查情况对河岸生境特征 (B1)、河道生境特征 (B2)、人类活动干扰 (B3) 等 3 项二级指标评价结果进行对比和深入分析, 如表 1。可以发现, 河道生境特征 (B2) 得分相对较高, 河段评价等级为“好”和“较好”的有 9 个 (56.3%), 占监测点位总数的一半以上, 主要集中在上游区域。河岸生境特征 (B1) 在不同评价等级的监测点位分布广泛且较为平均, 说明丰水期西北岔河河岸生境变化较大, 其中监测河段最多的生境评价等级为“一般”, 共有 5 个 (31.3%)。从河流生态健康角度出发, 西北岔河生境质量主要在河岸生境特征、部分河道生境特征退化程度相对较高。

表-1 丰水期西北岔河生境评价各级表征指标评价结果

各级表征指标	好	较好	一般	较差	差
	河段数/点位比例 (%)				
河岸生境特征 (B1)	4/25.0	2/12.5	5/31.3	3/18.8	2/12.5
河岸稳定性 (C1)	10/62.5	3/18.8	2/12.5	1/6.25	0/0
河岸带宽度 (C2)	4/25.0	2/12.5	2/12.5	2/12.5	6/37.5
河岸植被带结构 (C3)	4/25.0	1/6.25	3/18.8	5/31.3	3/18.8
人工护岸类型 (C4)	7/43.8	0/0	2/12.5	4/25.0	3/18.8
河岸生境特征 (B2)	4/25.0	5/31.3	3/18.8	4/25.0	0/0
河道水量状况 (C5)	1/6.25	8/50.0	3/18.8	3/18.8	1/6.25
河道水质参数 (C6)	7/43.8	5/31.3	2/12.5	1/6.25	1/6.25
河道底质组成 (C7)	1/6.25	2/12.5	1/6.25	3/18.8	9/56.3
河道连通性 (C8)	11/68.8	0/0	0/0	0/0	5/31.3
河道水生植物 (C9)	3/18.8	0/0	3/18.8	4/25.0	6/37.5

4.3 三级生境指标指数分析

进一步对丰水期各项三级指标评价结果进行比较和分析，对于河岸生境要素，源头区的监测河段由于两岸耕地对河岸植被带的破坏，因此上游区域河岸带宽度（C2）、河岸植被带结构（C3）得分较低，河岸稳定性差；进入中游区域和中下游区域的监测河段出于防洪排涝、河岸稳定等需求建设了浆砌块石、直立式钢筋混凝土护岸等人工护岸，对河流生境影响较大，因此人工护岸类型（C4）得分相对较低，而河岸稳定性（C1）则较高。对于河道生境要素，丰水期河道水量状况（C5）得分较高，监测河段评价等级为“好”和“较好”的有 9 个（56.3%），占监测点位总数的一半以上；河道水质状况（C6）变化明显，其中 DO 指标有 13 个监测河段达到 III 类水标准，从上游区域、中游区域到中下游区域，CODCr、BOD5 以及 NH3-N 等水质理化参数逐渐从 III 类水变为 V 类水标准，特别是 NH3-N 参数，8 个（50.0%）监测河段超过 V 类水标准，监测位点 11、15、16 为劣 V 类水；西北岔河地址类型多为淤泥，河岸底质类型（C7）和河道水生植物（C9）得分较低。

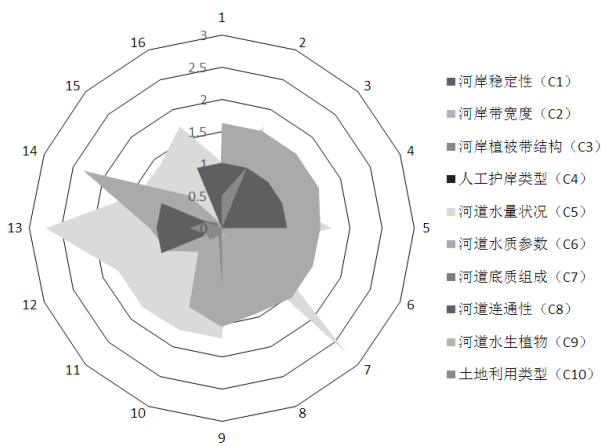


图-3 西北岔河丰水期生境评价各项指标分值

结合图 4，进一步对西北岔河 5 个区段进行比较分析：整体状态上源头区和生态工程区生境质量指数高于其他各区段，优良位点普遍具有河岸较稳定，植被状况良好，河岸人类干扰强度小，护岸类型多维持或建有原有的土坡护岸、自然弯曲形态等特征，如大酱缸、自由大桥回流处等；源头区河道受人类干扰程度相对较低，生态工程区进行使用生物膜处理法和种植水生植物等对河道水质进行净化，因此各位点河道水质达到 III 类水标准，河道形态完整性和连通性方面较好。

乡村区生境质量指数相对较低，其生境质量主要体现在：①河岸不稳定，河岸带人

类干扰强度大，尤其是监测点位河源镇、新四村，部分河岸垂直、土质裸露，河岸侵蚀严重；②河岸带宽度小，主要受耕地等活动的影响，乡村区段 3 个监测位点的河岸带平均宽度低于 5m，评分在 2 分以下；③河岸植被带结构状况差，3 个位点的河岸两侧被开发成耕地，几乎没有植被；④河道水生植物密度低，几乎没有水生植物；⑤乡村区段 3 个位点两岸 100m 范围内，土地利用几乎完全被耕地占用，天然用地基本不存在。

4.4 河流生境质量综合指数与水质

河流生境质量综合指数与 pH 和高锰酸钾指数呈显著负相关，与其它水质理化因子无相关性。从图 4 可知，当河流生境质量综合指数大于 7 时，对应的 pH 值为 6.9~7.10，pH 值增加，对应的生境质量综合指数降低；当河流生境质量综合指数大于 7 时，高锰酸钾指数均小于 10mg/L，高猛酸钾指数超过 20mg/L 时，对应的生境质量综合指数为最低。

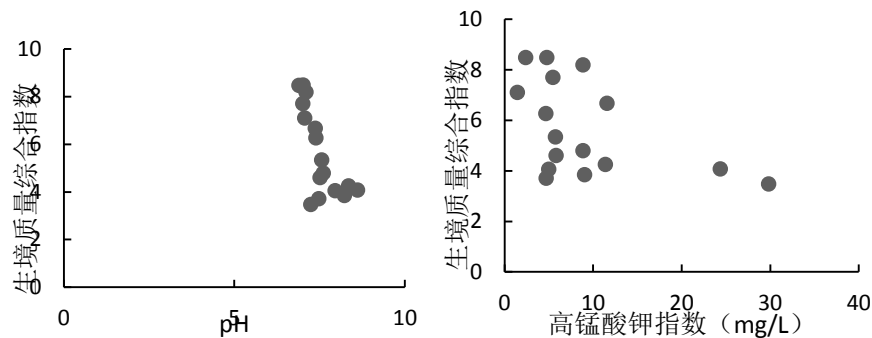


图-4 生境质量综合指数与 pH、高锰酸钾指数的散点关系图

分析 10 个生境质量评价指标与理化因子之间的相关关系(表 6-11)，河岸稳定性(C1)、人工护岸类型 (C4)、河道水质参数 (C6)、河道连通性 (C8)、土地利用类型 (C10) 与部分理化因子呈现显著性相关，说明是影响部分水质因子变化的主要生境指标。其中河道水质参数这一生境指标与电导率、CODMn、总氮、总磷均呈显著性负相关，说明河道水质参数作为代表河流水质生境质量这一重要参数，是河流生境质量综合指数的重要组成成分。河岸带宽度、河岸植被带结构、河道水量状况、河道底质和河道水生植物组成，相对而言对水质的影响较小，说明这些生境指标对水质影响不显著，分析其原因，西北岔河上中游流域水质受沿岸人类活动如农业种植面源污染影响严重，而河岸带宽度、河岸植被带结构、河道水生植物等对水质的影响或改善作用相对较小。

表-2 河流生境因子与水质理化指标的相关性分析

理化指标	Y-RQI ^a	河岸稳定性 ^b	河岸带宽度 ^a	河岸植被带结构 ^a	人工护岸类型 ^a	河道水量状况 ^a	河道水质参数 ^a	河道底质组成 ^a	河道连通性 ^b	河道水生植物 ^a	土地利用类型 ^a
水温 ^a	-0.497	-0.161	-0.430	-0.606*	-0.467	-0.059	-0.262	-0.295	-0.128	0.085	-0.541*
pH ^a	-0.620*	-0.115	-0.343	-0.311	-0.648**	-0.349	-0.355	-0.195	-0.602**	-0.097	-0.395
电导率 ^a	-0.186	0.037	-0.038	-0.081	-0.313	0.353	-0.549*	-0.388	-0.273	0.262	-0.168
COD _{Mn} ^a	-0.500*	-0.279	-0.351	-0.225	-0.500	0.082	-0.748**	-0.285	-0.396	-0.213	-0.355
浊度 ^a	-0.439	-0.681**	-0.386	-0.378	-0.265	0.054	-0.170	-0.322	-0.376	-0.379	-0.457
硝酸盐氮 ^a	0.313	0.008	-0.179	-0.023	0.323	0.490	0.349	-0.076	0.513*	-0.166	-0.181
总氮 ^a	-0.287	0.076	-0.270	-0.146	-0.388	-0.342	-0.669**	-0.342	-0.199	-0.178	-0.336
总磷 ^a	-0.270	-0.115	-0.112	-0.146	-0.281	-0.308	-0.655**	-0.253	-0.298	-0.065	-0.219

注：**表示 $p<0.01$ ；*表示 $p<0.05$ ；^a为 Pearson 相关分析，^b为 Spearman 相关分析。

5. 结论

(1) 以 RBP_s 河流生境评价体系为理论基础，基于西北岔河河流生境现状和特点，在全面了解西北岔河整体情况的基础上，构建由 3 个层次构成的西北岔河生境质量评价指标体系（XBC-RHA）。一级指标为西北岔河河流生境综合指数，用于反映河流生境的总体特征。二级指标分别定义为：①河岸生境质量；②河道生境质量；③人类活动干扰。分别反映河流生境的 3 个组成，每项二级指标包括 1 至 5 项三级指标。确定各个评价指标的评价等级和方法，利用层次分析法（AHP），进行各项指标的权重计算。(3) 通过对西北岔河基本信息、水质参数以及生境指标的生态调查，将西北岔河生境评价体系（XBC-RHA）应用于西北岔河，评价西北岔河生境质量健康状况。对西北岔河丰水期生境质量进行评价，得出丰水期西北岔河的河流生境质量指数（Y-RQI）为 90.97，为 55.39%分位数值，均为“一般”等级。(4) 结合西北岔河生境评价体系（XBC-RHA）与河流水质因子的相关性研究，全面地分析西北岔河生境现状，对西北岔河生境质量健康状况进行问题识别与诊断，发现西北岔河主要存在河岸带空间有待重建、河流护岸类型有待改善、河道连通性破坏等问题，识别导致西北岔河生境质量退化的原因，讨论西北岔河生境质量保护和恢复的有效方法和措施，为政府管理以及西北岔河生态修复提供科学依据。

参考文献

- [1]唐涛, 蔡庆华, 刘建康. 河流生态系统健康及其评价[J]. 应用生态学报, 2002(9):1191-1194.
- [2]赵进勇, 董哲仁, 孙东亚. 河流生物栖息地评估研究进展[J]. 科技导报, 2008, 26(17):82-88.
- [3]Palmer M A, Filoso S, Fanelli R M. From ecosystems to ecosystem services: stream restoration as ecological engineering[J]. Ecological Engineering, 2014, 65:62-70.
- [4]Elhatip H, Hınıs M A. Statistical approaches for estimating the environmental flows in a river basin: case study from the Euphrates River catchment, Eastern Anatolian part of Turkey[J]. Environmental Earth Sciences, 2015,

73(8):4633-4646.

- [5]Barbour M T, Gerritsen J, Snyder B D, et al. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish[M]. US Environmental Protection Agency, Office of Water Washington, DC, 1999.
- [6]曹敏, 吴阿娜, 车越, et al. RBPs 在苏州河水系生境评价中的应用[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2012(3):130-137.
- [7]王建华, 田景汉, 吕宪国. 挠力河流域河流生境质量评价[J]. 生态学报, 2010, 30(2):481-486.
- [8]Raven P, Holmes N, Naura M, et al., *Using river habitat survey for environmental assessment and catchment planning in the UK*, in *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters*. 2000, Springer. p. 359-367.
- [9]王强, 袁兴中, 刘红, et al. 基于河流生境调查的东河河流生境评价[J]. 生态学报, 2014, 34(6):1548-1558.
- [10]陈鹏, 张庭荣, 刘慧, et al. 基于 RBPs 的广东省典型中小河流生境评价[J]. 广东水利水电, 2017(2017 年 01):21-25.
- [11]郑丙辉, 张远, 李英博. 辽河流域河流栖息地评价指标与评价方法研究[J]. 环境科学学报, 2007, 27(6):928-936.
- [12]Mendes T, Calapez A R, Elias C L, et al. Comparing alternatives for combining invertebrate and diatom assessment in stream quality classification[J]. Marine and Freshwater Research, 2014, 65(7):612-623.
- [13]Nichols S J, Reynoldson T B, Harrison E T. Evaluating AUSRIVAS predictive model performance for detecting simulated eutrophication effects on invertebrate assemblages[J]. Freshwater Science, 2014, 33(4):1212-1224.
- [14]Izquierdo Santacruz M L, Madroñero Palacios S M. ECOLOGICAL FLOW REGIMEN, MANAGEMENT TOOL TO PRESERVE ACUATIC BIOTA[J]. Ciencia e Ingenier á Neogranadina, 2013, 23(2):77-94.
- [15]Armstrong D S, Parker G W. Assessment of habitat and streamflow requirements for habitat protection, Usquepaug-Queen River, Rhode Island, 1999-2000 [R]. GEOLOGICAL SURVEY DENVER CO, 2003.
- [16]王琼, 范志平, 李法云, et al. 蒲河流域河流生境质量综合评价及其与水质响应关系[J]. 生态学杂志, 2015, 34(2):516-523.
- [17]邓红兵, 王青春, 潘文斌, et al. 长白山二道白河森林流域溪流倒木调查研究[J]. 生态学报, 2002, 22(11):1896-1901.
- [18]Wang Q, Cui Y, Dong Y. Phytoremediation of polluted waters potentials and prospects of wetland plants[J]. Engineering in Life Sciences, 2002, 22(1 - 2):199-208.
- [19]徐彩彩. 辽河流域河流分类与生境评价研究 [D]. 2015.
- [20]彭静, 董哲仁, 李翀. 河流生态功能综合评价的层次决策分析方法[J]. 水资源保护, 2008, 24(1):45-48.
- [21]万峻, 刘红艳, 张远, et al. 太子河流域河流生态功能评价及其管理策略[J]. 应用生态学报, 2013, 24(10):2933-2940.

河流生境参数调查表

无灰质组分（总和为 100%）			有机质组分（总和不一定为 100%）		
基质类型	直径	百分比 %	基质类型	特征	百分比 %
巨砾	> 256 mm		碎石	树枝、木材、粗植物原料	
粗砾	64-256mm				
中粒	4-64 mm		粪泥	黑色，富含有机物	
细砾	2-4 mm				
沙砾	1/16-2 mm		泥灰岩	灰色，贝壳碎片	
粉砂	1/256-1/16 mm				
粘土	<1/256 mm				
沉积物/ 基底	气味 ☐ 正常/无 ☐ 污水 ☐ 原油 ☐ 化学 ☐ 鱼腥	沉积物是否深陷、呈黑色？ ☐ 是 ☐ 否	浮油 ☐ 无 ☐ 轻微 ☐ 中度 ☐ 丰富		
河 道	河床特征 裸露的基岩_____% 裸露的漂砾_____% 有/无植被的心滩_____% 边滩_____% 河段水生植被比例 _____%		河岸侵蚀(%) ☐ < 5 ☐ 5-30 ☐ 30-60 ☐ 60-100 渠道化 ☐ 是 ☐ 否 水坝 ☐ 是 ☐ 否		
水 文	河段长度 _____ m 河段弯曲长度 _____ m 河流宽度 _____ m 溪流深度 _____ m 表面流速 _____ m/sec (在河道深泓线)		郁闭度 ☐ 部分开放 ☐ 部分遮蔽 ☐ 遮蔽 代表的溪流形态类型 ☐ 自由跌落 ☐ 斜槽 ☐ 破损驻波 ☐ 混流 ☐ 涟漪 ☐ 上涌 ☐ 平滑 ☐ 静止 ☐ 干涸 代表的溪流形态类型 浅滩_____% 流水_____% 深潭_____%		
水 质	温度 _____℃ 溶解氧 _____℃ 电导率 pH	总氮 总磷 硝态氮 氨态氮 COD（铬法） COD（锰法） BOD	水体气味 ☐ 正常/无 ☐ 污水 ☐ 原油 ☐ 化学 ☐ 鱼腥 水体表面浮油 ☐ 平滑 ☐ 光泽 ☐ 团状 ☐ 斑点 ☐ 无 浊度 ☐ 清晰 ☐ 微浊 ☐ 浑浊 ☐ 不透明 ☐ 染色		
河岸植被	(左岸)长度 _____m 主要的指示物种类型 乔木(10×10) 灌木(10×10) 草本(1×1)		(右岸)长度 _____m 主要的指示物种类型 乔木(10×10) 灌木(10×10) 草本(1×1)		
土地利用类型 (100m)	左岸 ☐ 森林 ☐ 灌丛 ☐ 草地 ☐ 农田 ☐ 果园 ☐ 自然湿地 ☐ 人工水体 ☐ 建城区 ☐ 工厂 ☐ 公路 ☐ 居民		右岸 ☐ 森林 ☐ 灌丛 ☐ 草地 ☐ 农田 ☐ 果园 ☐ 自然湿地 ☐ 人工水体 ☐ 建城区 ☐ 工厂 ☐ 公路 ☐ 居民		
污 染	☐ 点源污染 ☐ 面源污染		☐ 无证据 ☐ 一些潜在来源 ☐ 明显来源		