

海南省万泉河流域 水生态健康评估

李龙兵 王旭涛 林尤文 黄少峰 程 文 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

河湖水生态健康包括良好的自然生态状况和可持续的社会服务功能两个方面的内涵。通过逐步开展河湖水生态健康评估工作,加强对河湖水生态状况的了解,力求为水生态健康评估指标体系、评估标准和评估方法的探索积累经验,形成科学的评价规范,为水生态系统的保护与修复提供支撑。

本书在开展万泉河水生态健康调查的基础上,对生境物理特征、水文水资源状况、水质物化参数、水生生物群落、河湖服务功能等方面进行了多尺度的分析与评价,构建了万泉河水生态健康评估指标体系和评估方法,对万泉河的水生态健康作出了定量评估,识别影响万泉河健康的主要因素,为万泉河的水生态保护工作提供科学依据。本书共分10章,包括河湖健康评估技术的应用及海南省万泉河水生态健康现状,可为河湖生态研究和水资源管理工作提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

海南省万泉河流域水生态健康评估 / 李龙兵等著

. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2020.9

ISBN 978-7-5170-8856-1

I. ①海… II. ①李… III. ①流域—水环境质量评价—海南 IV. ①X824

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第171312号

书 名	海南省万泉河流域水生态健康评估 HAINAN SHENG WANQUAN HE LIUYU SHUISHENGTAI JIANKANG PINGGU
作 者	李龙兵 王旭涛 林尤文 黄少峰 程 文 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 12印张 285千字
版 次	2020年9月第1版 2020年9月第1次印刷
印 数	001—800册
定 价	68.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

本书编委会

主 编：李龙兵 王旭涛

副主编：林尤文 黄少峰 程 文

参 编：莫书平 黄迎艳 肖 静 李思嘉 张 鹭
吴际伟 郑冬梅 周通明 黄宗元 王 丁

前言



我国的水资源保护工作在过去很长一段时期内主要以水质理化参数作为水环境质量管理目标，但随着流域水生态问题的涌现及人们对水生态系统认知的逐步加深，水生态系统健康逐渐成为水行政主管部门关注的焦点，除继续抓好水质物化参数的监测外，还开展涉及生物群落、栖息地环境质量等要素的水生态健康调查评估工作。但由于我国各流域自然社会条件复杂、水生生物监测数据资料匮乏等原因，目前我国的水生态健康评估工作在各地以试点的形式开展，主要目标是加强对河湖水生态状况的了解，力求为水生态健康评价指标体系、评价标准和评价方法的探索积累经验，形成科学的评价规范，为水生态系统的保护与修复提供支撑。

目前生态系统健康的涵义尚未有统一的定义，众多学者从各自的研究领域出发，在多个角度给出了生态系统健康的定义。综合各家观点，一个健康的生态系统必须是能保持新陈代谢活力，并且内部组织结构完整，具备抵抗外界干扰和自我恢复的能力。对生态系统健康程度的评价方法也有很多，不同领域的研究者根据其知识经验给出了不同的评价方法，其中具有代表性的评价方法包括指示物种法、综合指数评价法、健康距离法、PSR 模型法等。目前国内外开展的水生生态系统健康研究主要是选用生态指标来进行评价，但其评价方法与标准的确定仍处于探索过程中；再加上目前对于水生生态系统健康还处于静态评价的阶段，而河湖健康与否本身就是动态变化的。因而，从哪些方面入手构建较为完善的、能突出某一区域河湖特点的健康评价指标体系？采用什么方法与标准评价河湖是否健康？影响河湖健康状况时空动态变化的驱动因子又是什么？如何维持与修复河湖健康？这都是河湖水生态健康评价研究领域值得探讨的科学问题。

本书认为，河湖水生生态系统健康的内涵是指河湖自然生态系统状况良好，同时具有可持续的社会服务功能。自然生态状况包括河湖的物理、化学和生物三个方面，我们用完整性来表述其良好状况；可持续的社会服务功能是指河湖不仅具有良好的自然生态状况，而且具有可以持续为人类社会提供服务的能力。本书在水利部水资源司、河湖健康评估全国技术工作组的《河流健康评估指标、标准与方法（试点工作）》《中国湖泊健康评价指标、标准与方法》的基础上，通过开展水生生态调查工作，了解河湖生态系统各要素的质量现状，从河湖生态系统的物理完整性、化学完整性、生物完整性和服务功能完整性以及它们的相互协调性这几个方面评价水生生态系统健康的状况，识别河湖水生生态存在的健康问题，并提出针对性的保护对策。

1999年3月30日，国家环境保护总局正式批准海南省为中国第一个生态示范省；1999年7月30日，海南省第二届人民代表大会常委会第八次会议通过《海南生态省建设规划纲要》。经过10余年的发展，海南生态省建设在生态环境质量持续保持全国领先水平。2015年，海南省政府办公厅下发了《2015年度海南生态省建设工作要点》，提出“加强自然生态保护”的工作要求，“加强松涛水库和南渡江、昌化江、万泉河、宁远河、太阳河五大流域以及城市内河生态系统的保护，提高水环境质量”。保护河湖水生生态健康、加强水资源管理是保护河流生态系统的重要基础，而水生生态健康评估作为落实最严格水资源管理工作的重要组成部分，对海南省河流生态系统保护工作有重要的指导意义。

万泉河是海南岛第三大河，位于海南岛东部，发源于五指山，全长163km，流域面积3693km²。沿河两岸典型的热带雨林景观和巧夺天工的地貌，令人叹为观止，因而被誉为中国的“亚马孙河”。但随着流域范围内的社会经济发展步伐逐步加快，生态植被受破坏、工农业污水无序排放等问题均对万泉河水生生态健康造成威胁。本书在开展万泉河水生生态健康调查的基础上，对生境物理特征、水文水资源状况、水质物化参数、水生生物群落、河湖服务功能等方面进行了多尺度的分析与评价，构建了万泉河水生生态健康评估指标体系和评估方法，对万泉河的水生生态健康作出了定量评估，识别影响万泉河健康的主要因素，为万泉河的水生态保护工作提供科学依据。

从调查结果来看，万泉河河流物理状态受到不同程度的人为干扰，其中岸坡开垦种植、水力梯级开发、河道采砂是主要的干扰因素。2011—2015年万泉河各水文站点实测平均流量较天然流量有较大幅度的变异，但均满足生

态基流。

万泉河流域水质相对较好,2015年干流全年水质达到Ⅱ类水质目标,定安河达标率较低。其中,除下游支流的高锰酸盐指数较高外,其他监测点的耗氧有机污染物浓度处于较低水平;河流未受明显的重金属污染,两个重要水库的营养盐处于较低水平。

万泉河流域共检出浮游植物8门204种(属),其中蓝藻门、绿藻门和硅藻门浮游植物是各调查点的优势类群,流域不同区位的浮游植物种类、密度、生物量、优势种等群落结构特征存在时空差异。浮游动物5类54种(属),各监测点浮游动物呈一定的时空分布特征,其中桡足类、枝角类等甲壳动物在大部分监测点的优势度较高。

万泉河流域汛期和非汛期分别检出着生硅藻142种和111种。其中,上游的大平水文站及下游的文曲河、汀州以喜污染性的硅藻种类占优,其他站点以喜中低污染水体的硅藻种类占优。

万泉河流域共检出底栖动物3门6纲45种,其中软体动物的腹足纲底栖动物在大部分站点中占有优势,近河口的汀州大桥站点则以咸淡水种类为优势;适应于溪流环境的昆虫纲底栖动物(如蜉蝣目、蜻蜓目)在上游的太平溪、营盘溪出现频率较高。从万泉河各站点的底栖动物群落的特点来看,底栖动物的丰富度与采样点处的底质状况、水文环境和水质状况有一定的联系。

万泉河流域记录鱼类73种,本研究通过现场调查和资料文献查阅,累计已采集及整理51种,其中有珠江水系及海南岛珍稀、特有种类5种:广东鲂、尖鳍鲤、倒刺鲃、异鱲、盆唇华鲮。与南渡江相比,万泉河水域的鱼类种类比较单一,且越往上游,鱼类种类越少。而在支流溪流的种类更是稀少。生物多样性指数方面,万泉河总体偏低。

根据调查结果可知,万泉河态健康属于健康状态。南源、北源和中下游三个评价单元各健康要素得分情况与流域总得分基本一致,均以河流形态和生物群落两项得分较低;其中北源定安河社会服务功能得分亦较低,主要是水功能区未能达标。根据万泉河水生态健康评估结果,识别出万泉河存在河流流量变异较大、鱼类多样性及资源量下降、水库消落带的脆弱性等健康问题。

本书共分10章,第1章是对万泉河流域概况的介绍,第2章介绍了万泉河水生生境现状,第3章介绍了万泉河水水质状况,第4章~第8章分别介绍了万泉河流域的浮游植物、浮游动物、着生硅藻、底栖动物、鱼类资源的群落

特征，第 9 章介绍了万泉河水生态健康评估方案，第 10 章分析了万泉河水生态健康问题及管理对策。

本研究和书稿撰写得到了多方支持和指导，在此谨向为本研究工作提供帮助与指导的单位、专家、学者表示衷心感谢！

本书虽力求全面反映万泉河流域水生态健康各项要素，评价水生健康状态和影响因素，但由于条件和能力所限，书中不妥之处请广大读者批评指正。

作者

2020 年 4 月

目 录



前言

第 1 章 流域概况	1
1.1 自然环境	1
1.2 社会环境	13
1.3 水力资源开发现状	19
1.4 河流水质质量现状	25
第 2 章 水生生境现状	26
2.1 岸带状况调查方法	26
2.2 河岸生境	28
2.3 河（库）岸带状况	35
2.4 河道采砂现状	39
第 3 章 水质状况	47
3.1 调查方法	47
3.2 水质类别	49
3.3 溶解氧及耗氧污染物	51
3.4 营养盐	58
3.5 重金属	60
第 4 章 浮游植物	63
4.1 调查方法	63
4.2 种类组成	65
4.3 密度状况	68
4.4 生物量状况	72
4.5 优势种	75

第 5 章 浮游动物	77
5.1 调查方法	77
5.2 种类组成	77
5.3 密度状况	81
5.4 优势种	84
第 6 章 着生硅藻	87
6.1 调查方法	87
6.2 群落结构组成	88
6.3 种类数空间变化	91
6.4 生态学意义	93
6.5 硅藻指数计算	101
第 7 章 底栖动物	103
7.1 调查方法	103
7.2 种类组成	104
7.3 密度和生物量组成	109
7.4 生态评价	113
第 8 章 鱼类资源	116
8.1 调查方法	116
8.2 鱼类资源概况	118
8.3 鱼类资源调查结果	119
8.4 珍稀及特有鱼类状况	127
8.5 鱼类生物多样性	129
8.6 重要鱼类生态习性	130
第 9 章 水生态健康评估方案	134
9.1 评估方案	134
9.2 水文水资源	150
9.3 河流形态	152
9.4 水质状况	155
9.5 生物群落	158
9.6 社会服务功能	161
9.7 万泉河健康综合评估	163
第 10 章 水生态健康问题及管理对策	165
10.1 水生态健康问题	166
10.2 健康管理对策	173
参考文献	178



第 1 章

流 域 概 况

1.1 自 然 环 境

1.1.1 地理位置

万泉河位于海南岛中东部，东经 $109^{\circ}37' \sim 110^{\circ}38'$ ，北纬 $18^{\circ}46' \sim 19^{\circ}31'$ 。南支源自五指山风门岭，向东横贯琼中县境内，流经霖田向东，经乘坡、灯火岭、牛路岭、会山至合阻与北源相汇；北支源自琼中县风门岭，向东流经中朗、红岭、嘉兴岭至合口阻。南北源上中游属山地区，两岸森林茂密，植被良好，多为次生林，该河段跌水礁滩较多，水流湍急，其间有侵蚀而造成的沟谷盆地。河流的出口处横亘着葫芦形的港湾，该港湾是由海沙与河沙冲积成的玉带滩形成的。博鳌地区位于万泉河的出海口处，该地区由于博鳌论坛的落地而声名远著，该区主要以滨海台地与三角洲为主要地貌类型，多姿多彩的丘陵山体、滨海沙坝、岛屿、河流、泻湖等构成独特的然景观（图 1-1）。

1.1.2 地质概况

万泉河从西向东流，河宽 $30 \sim 500\text{m}$ 。地形总的趋势为西南高、东北低，由西南内陆向东北沿海逐渐降低。流域上游属中、低山区，峰林连绵，群山环抱。最高山峰五指山 1879m ，鹦哥岭 1815m ，黎母岭 1437m ，万泉河就发源于这些群山峰林中，河流迂回弯曲，水系十分发育，支流众多，以万泉得名，属山区性河流，河谷为 V 形谷。中下游为半山区或丘陵区，在合口咀以下河道进入冲积平原区，一级阶地发育，河谷宽阔，河槽滩地宽阔，江心洲林立。

区内发育有古生界、中生界及新生界的地层，另外，还大面积分布有岩浆岩。

古生界：仅见寒武系地层出露，为一套深灰色碎屑岩。主要分布在流域区中下游及周边地区。

中生界：见白垩地层出露，为一套灰紫色、紫红色碎屑岩沉积，主要分布在流域下游地区。

新生界新四系：主要有基岩风化形成的残坡积棕红、黄色黏性土，主要分布于上中统山区丘陵地带；海相沉积、海陆混合相、冲洪积形成的堆积物，主要分布于出海口、三角洲部位及万泉河河流沿岸的阶地，山麓及山间盆地等部位。

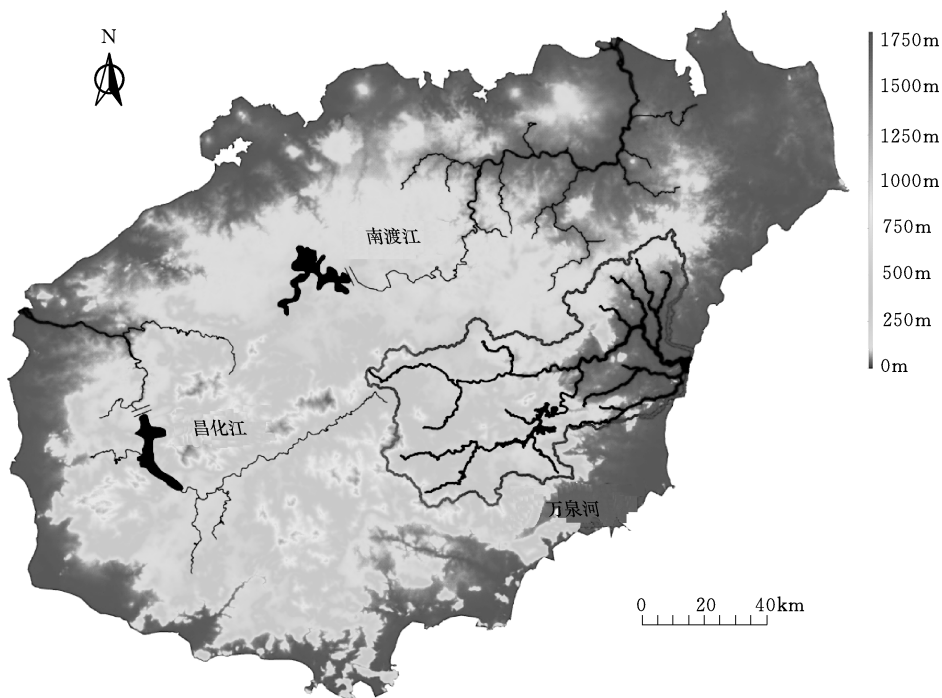


图 1-1 万泉河地理位置示意图

岩浆岩：由喷出岩和侵入岩两种组成，喷出岩形成于新生代，岩性多为玄武岩，主要分布在琼海市以北及文昌市的大部分地带；侵入岩是多次岩浆侵入作用的产物，形成于中生代，岩性较复杂，以花岗岩类为主，还有闪长岩和闪长斑岩等。主要分布于流域区中上游。

万泉河流域处于海南岛北部雷琼新凹陷（三级）中的雷海凹陷与南部南华准地台华夏褶皱带海南隆起两构造单元之间。自古生代以来，经历了多期构造运动，其中以印支运动和燕山运动较为强烈。区内规模最大断裂为：王五一文教东西向断裂及尖峰岭—吊罗山东西向断裂，万泉河流域呈东西向带状分布于两大断裂之间；此外，区内褶皱扭性断裂及层间错动均较发育，其构造形迹主要呈 NE—EW 向，为区内主导构造。

（1）王五一文教深断裂：分布于万泉河流域区之北部，东西走向。中生代第四期侵入体作东西方向分布，此外还见第三纪地层与老于第三纪地质体呈嵌入不整合接触。

（2）尖峰岭—吊罗山深断裂：位于万泉河流域区之南部，东西走向。由中生代第三、四期侵入体和中生代喷出体组成，呈东西向排列，属推测断裂破碎带。

万泉河流域地形图如图 1-2 所示。

1.1.3 流域气象

万泉河流域属热带季风海洋性气候。基本特征为：四季不分明，夏无酷热，冬无严寒，气温年较差小，年平均气温高；干季、雨季明显，冬春干旱，夏秋多雨，热带气旋、干旱等气候灾害频繁。万泉河流域多年平均气温为 23.5℃，极端最高气温 39℃，极端最

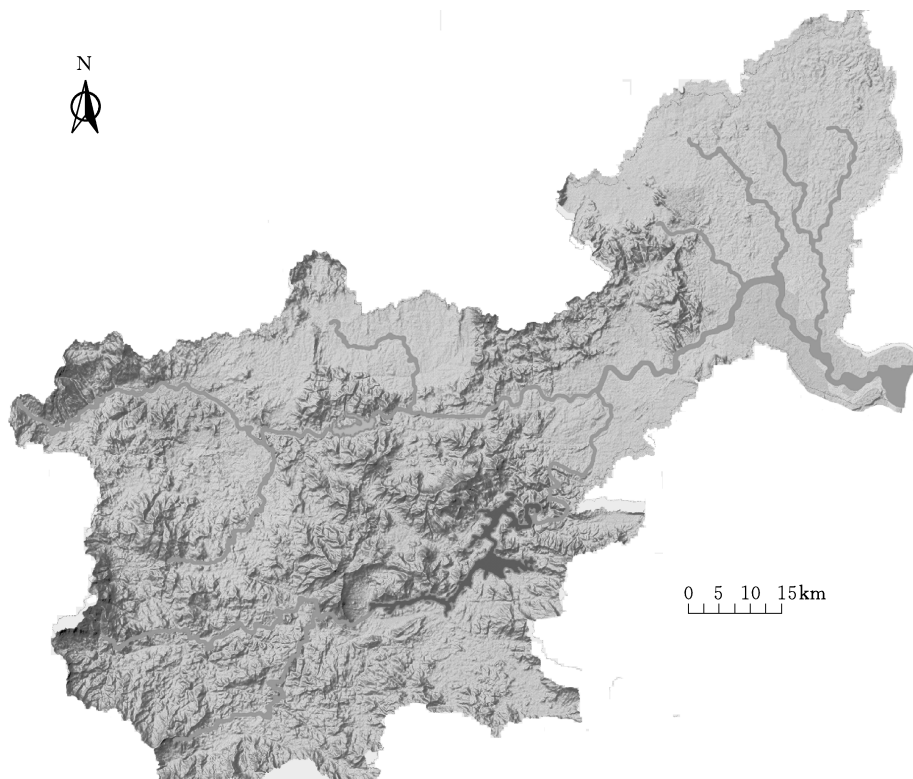


图 1-2 万泉河流域地形图

低气温 3℃。东部、东北部气温相对较高，西部、西南部气温相对较低；多年平均水面蒸发为 1479mm，陆地蒸发为 870mm；多年平均相对湿度 85%；该流域是海南岛降水量最为丰富的地区，多年平均降水量为 2385mm，但降水年内分配不均匀，每年 5—11 月为雨季，降水量约占全年的 84% 以上，降水的年际变化较大，具有明显的丰枯水年之分。万泉河流域也是海南省的暴雨中心之一，大墩、琼中、加报、乘坡、加豪、琼海等主要测站的多年平均最大 24h 暴雨量都在 171mm 以上，24h 暴雨量最大的达 433.4mm。年内 3d 最大暴雨量达 732.6mm。流域内降水分布不均匀，琼中、加报和琼海市气象观测站分别位于本次规划范围的上、中、下段，根据以上三站及结合其他站同期（1965—1988 年）降水观测资料分析，中部的多年平均降水量最大，加报站多年平均降水量为 2401.8mm，乘坡站为 2507.2mm；其次是上段的降水量，位于大边河上段的琼中站多年平均降水量为 2396.4mm，大墩站为 2188.2mm；下段的降水量最小，琼海市气象站多年平均降水量为 1953.4mm。

本流域是热带气旋多发区，登陆的热带气旋每年有 4~6 次。热带气旋登陆时最大风速达 21.5m/s（NNE），多年平均最大风速为 16.1m/s，多年平均风速为 2.3m/s。流域内主要站雨量特征值统计见表 1-1，主要站的年、月降水量统计见表 1-2，加报站蒸发量年内分配统计见表 1-3。

表 1-1

主要站雨量特征值统计表

%

站名	大墩	琼中	加报	乘坡	加豪	琼海	
年降水量 /mm	多年平均	2188.2	2421.3	2433.1	2569.3	2534.3	2006.7
	最大	3322.8	3769.0	3354.0	3568.0	3442.4	3531.4
	出现年份	1981	1978	1972	1978	1972	1953
	最小	1245.6	1434.9	1363.5	1186.2	1456.1	1162.5
	出现年份	1969	1969	1977	1977	1969	1977
最大 24h 暴雨量/mm	多年平均	181.7	191.7	181.1	200.5	206.4	171.3
	最大	345.5	416.5	409.6	390.7	433.4	378.4
	出现日期	1976-09-26	1976-09-26	1970-10-16	1983-10-27	1961-11-14	1953-09-28
年最大 3d 暴雨量/mm	最大	606.1	620.1	590.2	732.6	620.8	490.9
	出现日期	1976-09-25	1976-09-25	1982-11-25	1983-10-25	1982-11-25	1953-09-28

表 1-2

主要站年、月降水量统计表

单位: mm

站名	月 份												全年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
琼中	35.4	35.2	50.8	106.5	228.5	232.3	234.3	321.8	450.1	471.6	191.1	54.1	2411.7
琼海	36.5	40.1	62.0	118.4	178.9	228.3	164.7	283.6	391.8	287.1	151.8	63.5	2006.7
加豪	49.8	50.2	63.7	161.6	213.8	277.0	208.6	295.7	471.9	402.0	258.2	81.9	2534.4
加报	47.2	52.6	72.0	142.7	205.9	262.3	205.4	304.6	475.5	397.8	197.6	69.6	2433.2
大墩	31.3	20.9	28.3	146.0	229.2	243.7	231.1	278.6	422.0	478.1	172.2	42.2	2323.6
乘坡	31.3	33.5	33.9	117.7	210.1	256.0	257.1	315.2	541.3	521.0	202.2	50.0	2569.3

表 1-3

加报站蒸发量年内分配统计

项目	月 份												全年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
平均蒸发量 /mm	58.8	59.9	90.9	115.6	140.6	126.3	140.7	120.7	97.3	86.1	65.1	58.6	1160.6
百分比/%	5.07	5.16	7.83	9.96	12.11	10.88	12.12	10.40	8.39	7.42	5.61	5.05	100

1.1.4 河流水系

万泉河是海南岛第三大河流,流域面积 3693km²,总落差 800m,平均坡降 1.12‰;年均径流量 540300 万 m³,多年平均流量 172m³/s,仅次于南渡江;年最大洪峰一般出现在 7—10 月,非汛期(11 月至次年 4 月)流量甚少。海南岛三大水系比较图如图 1-3 所示。

万泉河流域水系十分发育,支流众多,以万泉得名。万泉河流域水系主要由南、北两源组成。南源为干流,发源于琼中五指山风门岭,横贯琼中县境内,流经霖田、乘坡、灯火岭、牛路岭、会山,至合口咀纳入定安河后,经琼海市的石壁、龙江、加积至博鳌港入海,干流全长 157km,平均坡降 1.12‰,总落差 586m,多年平均流量 154m³/s。干流在

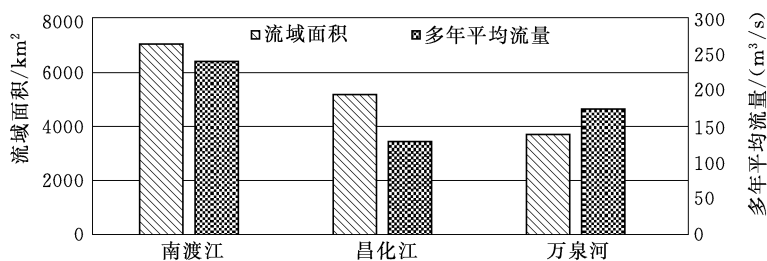


图 1-3 海南岛三大水系比较图（数据来源：海南省水务局，2005）

合口咀以上部分为上游段，主源为乘坡河（俗称乐会水），长度 103km，落差 573m，集水面积 1387km²；合口咀至入海口河段称万泉河，全长 56km，落差 13m。万泉河流域水系如图 1-4 所示。

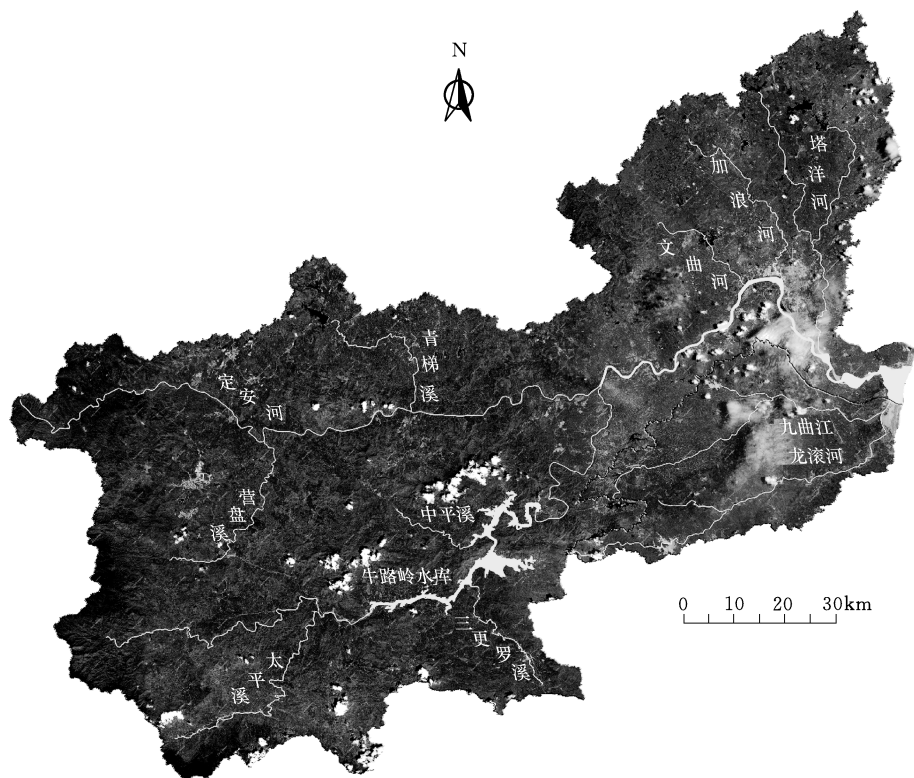


图 1-4 万泉河流域水系图（不包括九曲江和龙滚河）

北源大边河（又称定安河）为万泉河最大的一级支流，发源于琼中县风门岭，向东流经中郎、红岭、加兴岭，至合口咀从左岸汇入干流，河长 88km，落差 803m，坡降 2.89‰，集水面积 1222km²。

万泉河在琼海博鳌与九曲江和龙滚河汇合后流入南海，这两条河流的集水面积分别为 278km²和 214km²。

万泉河的主要支流情况详见表 1-4。

表 1-4

万泉河水系情况信息表

河流名称	发源地	出口地	集雨面积 /km ²	河长 /km	坡降 /‰	年均径流 /(m ³ /s)
太平溪	琼中县三角山	琼中县合口	220	34.6	9.07	3.92
三更罗溪	万宁市黑石岭	万宁市田堆村	99.9	27.5	10.40	1.70
中平溪	琼中县火岭	琼中灯火岭北	110	19.4	11.00	2.00
定安河	琼中县风门岭	琼海市合口咀	1222	88.0	2.89	18.39
营盘溪	琼中县那番苗岭	琼中县下村园	113	32.8	8.83	1.72
青梯溪	屯昌县双顶岭	琼中县合口村	214	31.3	4.69	3.03
文曲河	定安县山岭	琼海市石姆园	135	29.4	4.52	1.49
加浪河	定安县岭脚湖	琼海市溪边寨	181	31.2	2.17	1.99
塔洋河	定安县石马村	琼海市南面村	357	63.6	1.36	3.48

万泉河流域的径流来自降水。从上游至下游的水文（位）站有乘坡、加报、加积三个水文站点，各点均有水位、流量数据。加积（二）站位于万泉河流域的下游，集水面积 3236km²，占万泉河流域面积的 87.6%，为该流域的主要控制站，加积站的径流变化反映了万泉河流域的径流特性。据加积（二）站 1956—2015 年资料统计，多年平均径流量为 48.0 亿 m³，多年平均流量为 152m³/s。径流的年际变化，除丰、枯年相差较大外，一般年份的差异不是很大，丰水年（1973 年）年平均流量 247m³/s，枯水年（1977 年）年平均流量 54.9m³/s，丰、枯比值为 4.50 倍。乘坡站位于干流上游乘坡河，集水面积 727km²，占万泉河流域面积的 19.7%，据乘坡站 1961—2015 年资料统计，多年平均径流量为 11.8 亿 m³，多年平均流量为 37.4m³/s。径流的年际变化，丰水年（1964 年）年平均流量 68.8m³/s，枯水年（1977 年）年平均流量 12.4m³/s，丰、枯比值为 5.55 倍，除丰、枯年相差较大外，一般年份的差异不大。加报站位于主要支流大边河，集水面积 1149km²，据 1957—2015 年资料统计，多年平均径流量为 15.8 亿 m³，多年平均流量为 50.2m³/s。径流的年际变化，除丰、枯年相差较大外，一般年份的差异也不大，丰水年（1973 年）年平均流量 86.9m³/s，枯水年（2015 年）年平均流量 12.8m³/s，丰、枯比值为 6.79 倍。万泉河水文站点信息表见表 1-5。

表 1-5

万泉河水文站点信息表

水文站名	集水面积/km ²	地 址	地理坐标	
			东经	北纬
乘坡	727	海南省琼中县和平镇	110°01′	18°54′
加积	3236	海南省琼海市加积镇	110°28′	19°14′
加报	1149	海南省琼海市东太农场加报	110°12′	19°08′

1.1.4.1 乘坡水文站

乘坡水文站位于万泉河上游，于 1959 年 9 月由海南行政公署水文气象局设立为水文站进行水位、流量观测至今。1963 年 12 月 16 日以前是人工观测水位，一般每日 8:00、20:00 观测 2 次，汛期则根据水位变化增加测次。1963 年 12 月 16 日开始使用自记水位

计观测，一般每天校测一次。该站流量测验采用流速仪测验方法，低水时通常采用浮杆法施测。1980 年开始使用缆道测流。该站测验河段有 600m 顺直，中水控制良好，河床为岩石，测验断面变化微小，历年水位流量关系较为稳定。该站没有进行泥沙测验。

1965 年基本断面下游约 700m 处新建一滚水坝、坝顶高程 106.89m，当水位在 106.4m 以下时全断面接近死水。1994 年将原滚水坝改为低水公路桥，桥面最高点高程 107.30m。牛路岭电站建成蓄水后对乘坡站的低水水位流量关系造成影响。万泉河乘坡节点天然月均流量及实测流量如图 1-5 所示。

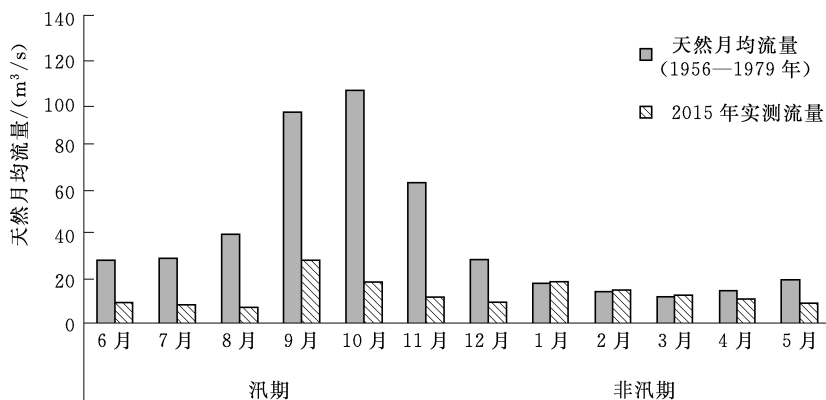


图 1-5 万泉河乘坡节点天然月均流量及实测流量

1.1.4.2 加报水文站

加报水文站位于大边河与万泉河交汇的合口咀以上约 8.5km 处，是大边河的主要控制站，于 1956 年 7 月由广东省水利电力厅水文总站设立为水文站测验至今。1974 年前水位为人工观测，一般每日 8:00、20:00 观测 2 次，汛期一般按 2:00、8:00、14:00、20:00 观测 4 次，如遇水位变化急剧时则适当增加测次。1974 年开始使用自记水位计观测，一般每天校测一次。该站流量测验采用精度较好的流速仪测验方法，当干流水较大时有回水顶托现象，故水位流量关系成绳套关系，测站断面较稳定，因此洪水期多采用断面计算流量。该站泥沙测验采用横式采样器采样，沙样处理为沉淀烘干法，烘干后用 1/1000 天平称重。由于单断沙关系较好，通常只测单位水样含沙量，断面含沙量采用历年综合单断沙关系推算。

该站顺直河段约 1500m，中水位河宽 115~135m。水位 26.1m 开始漫滩，最高水位两岸漫滩约 60m。下游约 700m 处有一小支流汇入，该支流发生较大洪水时有回水对本站顶托。下游 7.6km 处与万泉河汇合，万泉河发生较大水时也有回水对本站顶托，甚至产生负流。定安河加报节点天然月均流量及实测流量如图 1-6 所示。

1.1.4.3 加积水文站

加积（二）站位于万泉河流域的下游，为该流域的主要控制站。加积（一）站设于 1943 年 1 月，次年 1 月 1 日停测。1947 年 9 月由前珠江水利局恢复设立为水文站，1949 年 10 月 31 日停测。1951 年 1 月由珠江水利工程总局恢复设立为水文站，1955 年将基本水尺向下游迁移 184m，1959 年 6 月再向下游迁移 450m，位置在加积大桥下游 196m 处，

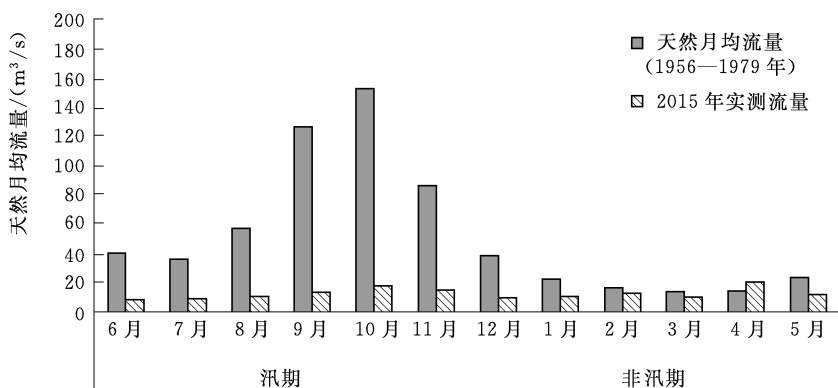


图 1-6 定安河加积节点天然月均流量及实测流量

万泉河左岸，改称为加积（二）站。1966年前和1973年后观测水位采用人工观测，一般每日8:00、20:00观测2次，汛期一般按2:00、8:00、14:00、20:00观测4次，如遇水位变化急剧时则适当增加测次。1966—1972年间使用自记水位计观测，一般每天校测一次或两次，自记钟每日误差超过10min，水位误差超过2cm则进行订正。该站流量测验采用精度较好的流速仪测验方法，该站测验河段尚顺直，断面较稳定，洪水时多借用断面推流，1969年在上游550m处建一水轮泵站拦河坝，但对本站的水位流量关系没有影响。水位在4.0m以上用加积（坝上）水位推流，4.0m以下用加积（二）站水位推流。该站泥沙测验采用横式采样器采样，沙样处理为沉淀烘干法，烘干后用1/1000天平称重。该站经代表线验证单断沙关系较好，因此通常只在代表垂线上测单位水样含沙量，然后采用历年综合单断沙关系推算断面含沙量。万泉河加积节点天然月均流量及实测流量如图1-7所示。

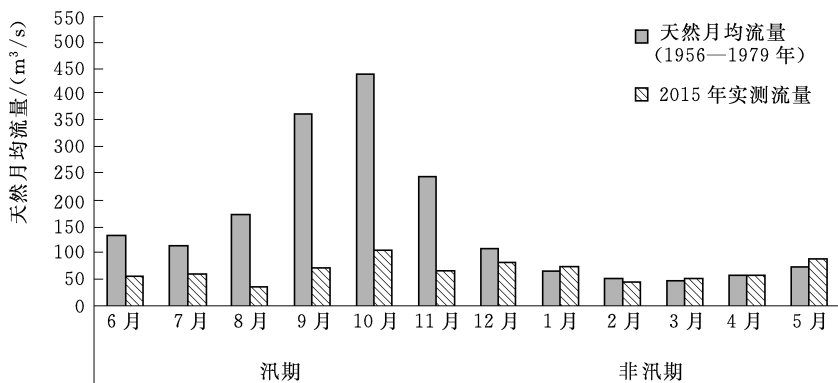


图 1-7 万泉河加积节点天然月均流量及实测流量

评估采用的加报、加积（二）、乘坡水文站均属国家基本站，基本资料每年由水文部门根据规范要求整编成册，资料质量可靠，经对其测验方法、高程系统、水尺位置、水准基面的变动，年与年之间的水位衔接等检查未发现不合理现象，因此采用的资料符合质量和规范要求。万泉河水文站分布位置如图1-8所示。