

HAINANSHENG NANDUJIANG LIUYU
SHUISHENGTAI JIANKANG PINGGU

海南省南渡江流域水生态健康评估

陈成豪 王旭涛 程文 黄少峰 林尤文 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

海南省南渡江流域水生态健康评估

陈成豪 王旭涛 程文 黄少峰 林尤文 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书在开展南渡江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,构建了南渡江水生态健康评估指标体系和评估方法,对南渡江的水生态健康做出了定量评估,识别影响南渡江水生态健康的主要因素,为南渡江的水生态保护工作提供科学依据。本书共分十二章,包含了河湖健康评估技术的应用及南渡江水生态健康现状,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

海南省南渡江流域水生态健康评估 / 陈成豪等著

. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2020. 11

ISBN 978-7-5170-9175-2

I. ①海… II. ①陈… 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251272号

书 名	海南省南渡江流域水生态健康评估 HAINAN SHENG NANDU JIANG LIUYU SHUISHENGTAI JIANKANG PINGGU
作 者	陈成豪 王旭涛 程文 黄少峰 林尤文 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 7.5印张 183千字
版 次	2020年11月第1版 2020年11月第1次印刷
印 数	001—800册
定 价	48.00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：陈成豪 王旭涛

副主编：程 文 黄少峰 林尤文

参 编：莫书平 李思嘉 张 鹭 黄迎艳 肖 静

吴际伟 郑冬梅 周通明 黄宗元 王 丁

前 言



水是生命之源、生产之要、生态之基。河流作为淡水资源的重要组成部分，其健康与否对所在流域的社会经济发展有重要作用。河流健康是指河流生态状况良好，同时具有可持续的社会服务功能。自然生态状况包括河流物理、化学和生物三个方面，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。河流水生态调查与评价工作主要目的是对河流水生态健康状况的各项要素进行调查，评价其水生态现状，识别对河流健康产生影响的因素，并形成相应的保护修复对策。

1999年3月30日，国家环保总局正式批准海南省为中国第一个生态示范省；7月30日，海南省二届人大八次会议通过《海南生态省建设规划纲要》。一直以来，生态建设都是海南省工作的重点，从2002年以来，先后出台了《海南岛水环境功能区划》《海南省生态功能区划》《海南中部山区国家级生态功能保护区规划》《海南省水环境功能区划》《海南省地表水环境容量核定》等五项水环境保护规划，共划出138个水环境功能区，河流长度超过3700km。

2005年5月8日，由海南省水务局组织，海南省水文水资源勘测局具体负责编制的《海南省水功能区划》经海南省人民政府批准同意实施。《海南省水功能区划》按照《全国水功能区划技术大纲》和珠江流域片区划的总体要求，结合海南省水质监测资料，对全省集水面积大于500km²以上18条河流和具有饮用水功能的主要中型以上水库进行区划。《海南省水环境功能区划》结合《取水许可和水资源征收管理条例》《取水许可管理办法》等条列和办法，海南省主要河流的水资源质量得到了较好的控制。

2007年9月29日，海南省第三届人民代表大会常务委员会第三十次会议

通过《海南省松涛水库生态环境保护规定》，该规定自 2008 年 1 月 1 日起施行，将松涛水库生态环境保护工作纳入国民经济与社会发展规划。明确了关于松涛水库管理范围和保护范围、管理范围内的土地权属、行政执法、管理和保护范围内人工林的采伐及水质监测等五大问题，明确规定“库区设计洪水线以下的土地与水面为管理范围，设计洪水位线向外水平延伸 400m 的范围以内为保护范围”自此开始，海南省以松涛水库作为国家湖泊生态环境保护试点，陆续推进生态补偿机制建设。

2015 年海南省政府办公厅下发《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。

海南省南渡江作为我国一条较大型的热带河流，水生态环境健康具有良好的基础，水生态建设也受到海南省以及国家的重视。然而随着近年来海南省社会经济的快速发展，水生态环境状况面临新的挑战。在这样的背景下，本书以南渡江流域为试点，开展河流水生态调查和评价，构建了生境物理特征、水文水资源状况、水质物化参数、水生生物群落、河湖服务功能等多维度水生态健康评估指标体系，对实现南渡江水资源可持续利用，保障流域社会、经济与环境可持续发展具有十分重要的意义。

从调查结果来看，南渡江汛期的生态基流和适宜生态流量满足程度较高，但非汛期适宜生态流量满足程度较低。南渡江干流已建有多个梯级，其中上游的松涛水库基本把南渡江上游与中下游隔离，中游梯级坝高较大地阻隔了河流连通性，下游低水头梯级仅能在较大地流量时恢复连通性。南渡江河砂资源丰富，采砂行业已有较长历史，部分河段仍存在无序挖沙活动，对河流生境产生较大损害。

南渡江总体水质状况良好，其中中上游水体质量较高，保持在Ⅱ类以上；下游接近河口段水质有所下降，保持在Ⅲ类。各河段耗氧污染物和重金属含量均处于较低水平。

南渡江干流共鉴定浮游植物 7 门 151 种（属），支流 7 门 120 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；干流共鉴

定浮游动物 5 类 74 种，支流 52 种，轮虫、枝角类是各调查点中主要类群。

南渡江共鉴定底栖动物 44 种，种类丰富度空间分布特征为非汛期大于汛期、支流大于干流、上游大于下游。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；近河口以钩虾为优势；适应于溪流环境的昆虫纲底栖动物（如蜉蝣目、蜻蜓目）在干流上游站点出现频率较高。

南渡江共鉴定着生硅藻 98 种，其中菱形藻属、舟形藻属等属种类较丰富。从着生硅藻群落的生态指示性来看，干流多数站点以耐中强污染的种群占优势，支流以 β -中污染种群占优势，污染耐性较干流优势种群低，表明南渡江支流生态质量优于干流。

南渡江记录鱼类 93 种，本书通过现场调查和资料文献查阅，累计采集及整理 48 种，其中包括花鳗鲡、长臀鲩、台细鳊、海南鲈、大鳞白鲢、高体鳊等珍稀保护或海南特有种类。与历史资料记载相比，南渡江鱼类资源已经显著衰退，虽然种类还较丰富，但各种群资源量已十分微小，也没有某个种类有大群体、占相对较大比例。

根据调查结果进行水生态状况评价，南渡江处于健康状态。从各健康指标评价得分来看，南渡江健康得分较低为河流形态，其次为生物群落、水文水资源。由此识别出南渡江存在河道敏感生态需水不足、河流形态遭破坏、鱼类多样性及资源量下降等健康问题。本书针对性地提出下泄生态流量、恢复河流纵向连通性、人工保育鱼类资源、栖息地保护等南渡江健康管理对策。

本书共分 12 章，第 1 章是对南渡江流域自然及社会环境的介绍，第 2 章介绍了南渡江的水文及河流物理结构状况，第 3 章介绍了南渡江水质状况，第 4 章~第 8 章分别介绍了南渡江流域的浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生硅藻、鱼类资源的群落特征，第 9 章、第 10 章介绍了南渡江水生态健康评价方案和水生态现状评价，第 11 章识别出南渡江存在的水生态问题并提出针对性管理对策，第 12 章为结论。

本书稿撰写得到了多方支持和指导，在此谨向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南渡江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

2018 年 6 月

目 录



前言

1 河流概况	1
1.1 自然环境	1
1.2 社会环境	6
2 水文及河流物理结构	13
2.1 调查方法	13
2.2 水文水资源	16
2.3 水生生境现状	17
2.4 河流连通性	21
2.5 河流采砂现状	24
2.6 河岸带状况	26
3 水质状况	28
3.1 调查方法	28
3.2 水质类别	30
3.3 溶解氧	31
3.4 耗氧污染物	31
3.5 重金属	32
4 浮游植物	34
4.1 调查方法	34
4.2 种类组成	35
4.3 密度和生物量组成	37
4.4 浮游植物现状评价	42
5 浮游动物	45
5.1 调查方法	45

5.2	种类组成	45
5.3	密度和生物量组成	47
5.4	浮游动物现状评价	51
6	底栖动物	54
6.1	调查方法	54
6.2	种类组成	55
6.3	密度和生物量组成	56
6.4	底栖动物现状评价	58
7	着生硅藻	60
7.1	调查方法	60
7.2	种类组成	61
7.3	种群结构	62
7.4	生态学意义	63
7.5	指数计算	65
8	鱼类资源	66
8.1	调查方法	66
8.2	渔业资源概况	66
8.3	干流及支流淡水鱼类现状	68
8.4	重要鱼类生态习性与重要生境	72
8.5	鱼类资源现状变化分析	76
9	水生态评价方案	78
9.1	调查评价指标选择原则	78
9.2	河流水生态调查与评价方法	78
10	水生态现状评价	89
10.1	水文水资源	89
10.2	河流形态	90
10.3	水质状况	92
10.4	生物群落	94
10.5	社会服务功能	96
10.6	综合评价	97
11	河流水生态问题及管理对策	99
11.1	主要河流健康问题	99
11.2	健康管理对策	102
12	结论	110

河流概况

1.1 自然环境^①

1.1.1 地理位置

南渡江流域位于东经 $109^{\circ}10'14'' \sim 110^{\circ}33'24''$ ，北纬 $18^{\circ}56'00'' \sim 20^{\circ}05'26''$ ，流域面积 7033km^2 ，约占海南岛总面积的 21%。流域范围涉及海口市、定安县、屯昌县、澄迈县、临高县、儋州市、琼中县、白沙县、文昌市等 9 市县。

1.1.2 河流水系

南渡江，又称南渡河，是海南省第一大河流。发源于海南省白沙黎族自治县的南峰山，流经白沙县、儋州市、琼中县、屯昌县、澄迈县、定安县和海口市，于海口市分三支注入琼州海峡：北支为干流，在三联村附近入海；西北支横沟河，在网门港（横沟村附近）入海；西支海甸溪，在海口港（新港码头附近）入海。南渡江干流长 334km ，河道平均坡降 0.72‰ ，总落差 703m ，平均宽度 21m 。

南渡江流域形态呈狭长形，河流大体流向为自西南向东北。南渡江松涛水库坝址以上为上游（河段长 137km ），松涛水库坝址至九龙滩电站坝址为中游（河段长 83km ），九龙滩电站坝址以下为下游（河段长 114km ），其中龙塘电站坝址以下为河口段（河段长 26km ）。

南渡江干流基本情况见表 1.1。

表 1.1 南渡江干流基本情况

河流		起 讫 地 点		集水面积 /km ²	河长 /km	平均坡降/‰
		起	讫			
南渡江		白沙县南峰山	海口市美兰区	7033	334	0.72
河段	上游	南峰山	松涛坝址	1496	137	—
	中游	松涛坝址	九龙滩坝址	1520	83	—
	下游	九龙滩坝址	海口市美兰区	4017	114	—

① 河流水系、水资源量、地形地貌等小节内容引自《南渡江流域综合规划（修编）环境影响报告书》，中水珠江规划勘测设计有限公司，2015 年。

流域内流域面积大于 100km^2 的支流有 20 条, 包括 15 条一级支流和 5 条二级支流, 详见表 1.2。

表 1.2 流域面积大于 100km^2 的支流基本情况

河流名称	河流等级	河流发源地	河流出口	流域面积 / km^2	河长 / km	坡降 / $\%$	多年平均流量 / (m^3/s)
南美河	一级	白沙斧头岭	白沙同岭	124	32.4	11.3	1.5
南湾河	一级	白沙尖头岭	白沙南万岭	310	38.7	5.52	13
南春河	一级	白沙鹦哥岭	白沙罗亲园	105	27.1	10.6	3.5
腰子河	一级	琼中鸡嘴岭	儋州亲足口下	356	42.3	2.47	12.1
南利河	二级	琼中三星林岭	琼中阳江农场	108	23.6	12.7	3.84
南坤河	一级	屯昌黄竹岭	屯昌合水村	133	26	5.87	5.18
西昌水	一级	屯昌雨水岭	澄迈岭脚岭	144	25.7	7.27	3.88
缘现河	一级	澄迈加东铺村	澄迈谷蛟岭	174	34	2.96	4.41
大塘河	一级	儋州大王岭	澄迈大塘村	601	55.7	1.83	9.53
海仔河	一级	澄迈山猪岭	澄迈新村港	176	30	2.53	4.3
汶安河	一级	澄迈群番岭	澄迈文安村	165	24.7	1.34	4.45
龙州河	一级	屯昌黄竹岭	定安溪头坡	1293	107.6	1.11	43.5
南淀河	二级	屯昌南吕岭	屯昌弯头仔村	134	27.3	3.14	6.2
卜南河	二级	屯昌长旦岭	定安卜南村	148	29	3.89	4.4
温村水	一级	定安北斗岭	定安仙屯村北	124	24.9	1.82	3.91
巡崖河	一级	定安黄竹镇	定安巡崖村	445	42.3	1.27	11.56
永丰水	二级	文昌蓬莱镇	海口水口村	110	28.4	1.85	2.9
昌头水	二级	文昌蓬莱镇	海口多历村	157	37.4	1.28	4.63
铁炉溪	一级	海口文岭村	海口旧州镇	105	28.7	2.03	3
南面沟溪	一级	海口扬南村	海口蛟龙村	120	33.9	1.91	2.8

南渡江流域单河水能理论蕴藏量在 10MW 以上的一级支流有南湾河和龙州河, 南湾河多年平均流量 $13\text{m}^3/\text{s}$, 龙州河多年平均流量 $43.5\text{m}^3/\text{s}$ 。

南渡江水系图如图 1.1 所示。

1.1.3 地形地貌

松涛水库坝址以上为南渡江上游, 河长 137km , 为中低山地区, 河谷狭窄, 坡降大, 急滩多, 两岸地形陡峻, 高程都在 500m 以上, 最高点鹦哥岭 1812m 。松涛水库坝址以下至九龙滩为南渡江中游, 河长 83km , 属低山丘陵, 南高北低, 一般山顶高程 $200\sim 500\text{m}$, 最高点黎母岭 1411m , 山间谷沟发育, 河道迂回弯曲, 两岸坡陡。九龙滩以下为南渡江下游, 河长 114km , 属丘陵台地及滨海平原三角洲, 地势南高北低, 河道宽阔, 坡降平缓, 沙洲、小丘及浅滩较多, 两岸是平坦的台地, 大部分为农田, 其中潭口以下为河口段, 最下游的梯级龙塘大坝离河口 26km 。

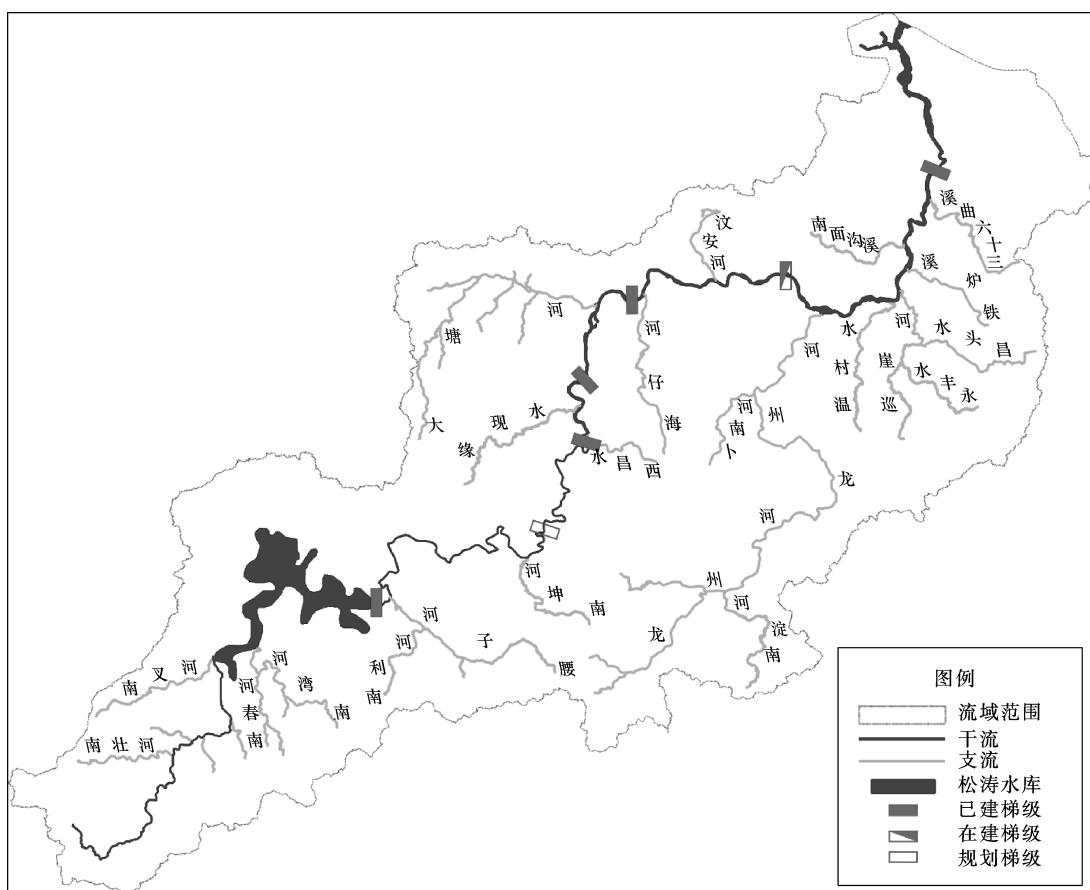


图 1.1 南渡江水系图

1.1.4 土壤

根据资料，南渡江流域的土壤主要有玄武岩砖红壤、玄武岩赤土地、浅海砖红壤、浅海赤土地、花岗岩砖红壤、砂页岩砖红壤、砂页岩赤红壤、砂页岩黄色赤土地、花岗岩黄色砖红壤、酸性紫色土、火山灰石质土、潯育型水稻土等。

1.1.5 矿产资源

南渡江流域矿产资源丰富，主要分布有锌矿、铅矿、铜矿、水晶矿、钨矿、高岭土矿、煤矿、沸石矿等。

1.1.6 水文气象

1.1.6.1 气象

南渡江流域地处热带北部边缘，具有丰富的雨量、阳光和热能。台风频繁，干湿季差别显著。年平均气温 23.5℃，气候温和，四季界线不明显。5—9 月为高温期，7 月平均气温最高，为 28℃，绝对最高温度 41.6℃；低温期在 1—2 月，1 月平均气温最低，为 17℃，绝对最低温度 -1.4℃（出现在白沙县）。年平均相对湿度 85%。主导风向为东北季风，其次为东风和东南风，8—10 月风速最大。上游平均风速 1.5m/s，为全省风速最

小区域；中、下游受东北风及台风影响，以及由于昼夜间海陆气候交替等因素关系，常年风速较大，平均风速为 $3\sim 4\text{m/s}$ 。海口地区最大风速达 42.8m/s ，多年平均 10min 最大风速 13.6m/s 。年均受台风影响 7 次，台风登陆 1~2 次。

流域雨量充沛，多年平均降雨量为 1929mm 。降雨量在空间分布上，自上游向下游递减，南部多于北部。流域上游及中游山区的仙婆岭、黎母岭一带是全岛暴雨中心之一，多年平均降雨量为 $2000\sim 2400\text{mm}$ ；下游的琼北台地及沿海一带多年平均降雨量为 $1600\sim 2000\text{mm}$ 。降雨量时间分配不均，5—11 月为汛期（雨季），降雨量占全年降雨量的 85%，12 月至次年 4 月为非汛期（旱季）。中、下游地区雨量年际变化较小，变差系数在 $0.15\sim 0.25$ 。

流域多年平均陆面蒸发量为 930mm ，其中上游为 $800\sim 900\text{mm}$ ，中下游为 $900\sim 1000\text{mm}$ 。据龙塘水文站观测资料统计，多年平均水面蒸发量为 1450mm ，最大蒸发量为 1710mm ，最小蒸发量为 1320mm 。松涛水库多年平均蒸发量为 1390mm 。

1.1.6.2 水资源量

(1) 地表水资源量。南渡江流域 1956—2000 年多年平均地表径流量为 69.07亿 m^3 ，折合径流深 982.1mm ，径流系数为 0.51。地表水资源量年际变化较大，最大与最小年地表水资源量相差约 3 倍。流域内不同频率地表径流地域分布见表 1.3，琼中县多年平均径流最大深度为 1446.8mm ，其次为屯昌县 1080.4mm ，最小的是儋州市 585.9mm 。

表 1.3 南渡江流域不同频率地表径流量 单位：mm

分 区	多年平均 径流量	20%	不同频率地表径流量			
			50%	75%	90%	95%
海口市	824.4	1064.5	786.6	602.8	464.2	393
定安县	1042.9	1356.6	992.4	753.4	574.6	483.2
屯昌县	1080.4	1399.4	1029.2	785.7	602.8	508.8
澄迈县	831.7	1068.2	795.9	614.6	477.7	406.7
临高县	661.7	854.2	631.6	484.1	373.2	316
儋州市	585.9	748.5	561.7	437.1	342.1	292.8
琼中黎族苗族自治县	1446.8	1862.2	1382.9	1065	824.8	701
白沙黎族自治县	898	1186	847.5	628.4	467.3	386.2
文昌市	782.6	990.1	753.7	594	471.7	407.4
合计	982.1	1278.7	933.9	707.5	538.6	452.3

注 各行政区数据按行政区面积折算。

据龙塘水文站实测资料，最大年平均流量为 $296\text{m}^3/\text{s}$ ，相应径流量为 93.3亿 m^3 （1973 年）；最小年平均流量为 $78.6\text{m}^3/\text{s}$ ，相应径流量为 24.8亿 m^3 （1977 年）；多年平均流量为 $181\text{m}^3/\text{s}$ ，相应径流量为 57.1亿 m^3 （1959—1997 年系列）；最大流量 $9300\text{m}^3/\text{s}$ （2000 年）；最小流量为 $1.4\text{m}^3/\text{s}$ （1976 年）。调查最大流量为 $8960\text{m}^3/\text{s}$ （1928 年）。估算历史最大洪水流量为 $13000\text{m}^3/\text{s}$ （1772 年）。

(2) 地下水资源量。南渡江流域多年平均地下水资源可开采量为 15.29亿 m^3 ，其中

平原区为 6.16 亿 m^3 ，山丘区为 9.13 亿 m^3 。

(3) 水资源总量。南渡江流域多年平均水资源总量为 69.45 亿 m^3 ，其中地表水资源量为 69.07 亿 m^3 ，地下水资源与地表水资源不重复量为 0.38 亿 m^3 。

1.1.6.3 洪水

南渡江流域的较大洪水一般出现在 7—10 月，尤以 9—10 月为多。洪水具有涨率大、来势迅猛、峰高量小、过程尖瘦的特点。流域洪水主要来自澄迈以上，下游防洪控制站点龙塘站实测最大洪峰流量为 $9300 \text{ m}^3/\text{s}$ (2000 年)，最大还原洪峰流量为 $10300 \text{ m}^3/\text{s}$ (1963 年)，调查历史洪水最大洪峰流量为 $14000 \text{ m}^3/\text{s}$ (1911 年)。

据史料记载，自明弘治十三年 (1500 年) 至 1950 年 4 月海南解放，南渡江下游发生较大洪水 70 余次，平均每 7 年发生 1 次，其中以 1772 年、1864 年和 1585 年洪水为甚，按定城西门估算水位，排列依次为 1772 年 (21.0m)、1864 年 (20.5m)、1585 年 (20.0m)、1621 年 (19.7m)、1653 年 (19.5m)、1897 年 (19.0m)、1894 年 (18.5m)、1928 年 (18.4m)。

中华人民共和国成立以来，南渡江下游龙塘水文站处出现流量超过 $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的年份有 10 个，按龙塘站实测流量大小依次排列为 2000 年 ($9300 \text{ m}^3/\text{s}$)、1954 年 ($8480 \text{ m}^3/\text{s}$)、1958 年 ($7550 \text{ m}^3/\text{s}$)、1963 年 ($6380 \text{ m}^3/\text{s}$)、1957 年 ($6360 \text{ m}^3/\text{s}$)、1996 年 ($6280 \text{ m}^3/\text{s}$)、1978 年 ($6050 \text{ m}^3/\text{s}$)、1970 年 ($5840 \text{ m}^3/\text{s}$)、1976 年 ($5540 \text{ m}^3/\text{s}$)、1977 年 ($5260 \text{ m}^3/\text{s}$)，平均每 5 年发生 1 次较大洪水灾害。1996 年 9 月 18—21 日，受 9618 号台风影响，南渡江流域普降特大暴雨，上游降雨量为 $250 \sim 600 \text{ mm}$ ，中游为 $250 \sim 450 \text{ mm}$ ，下游为 $300 \sim 580 \text{ mm}$ 。中、下游暴雨中心位于河口段及大塘河，其中龙塘为 573 mm (最大日降雨量 324 mm)，澄迈为 438 mm (最大日降雨量 323 mm)，三滩为 313 mm (最大日降雨量 188 mm)。南渡江下游出现较大洪水：金江水位为 30.95 m ，超警戒水位 2.25 m ；定安水位为 18.19 m ，超警戒水位 2.35 m ，相应流量为 $6700 \text{ m}^3/\text{s}$ ；龙塘水位为 14.72 m ，超警戒水位 2.38 m ，相应流量为 $6280 \text{ m}^3/\text{s}$ ；海口潮水位达 2.72 m 。海口、澄迈、定安位于南渡江岸边，由于未建设堤防，致使洪水泛滥成灾，直接经济损失达 19 亿元，其中海口市 (未含原琼山) 直接经济损失达 11 亿元。

南渡江流域河口段和出海口沿海地区风暴潮灾害亦经常发生，特别是海口美兰、龙华及琼山区等地常遭风暴潮侵害。民国三十七年 (1948 年) 9 月 27 日，第四号飓风使海口潮位站出现最高潮位 2.514 m ，为 20 世纪最大风暴潮位。市郊房屋倾覆，仅剩断垣；国立高农职校舍、国立侨中校舍倒塌；水巷口、新民路和军医营养厂房屋倒塌压死人数 30 人以上，数艘轮船被风卷走、搁浅沙滩或抛上岸，数百渔船和三艘海关检查船被打坏，郊外白沙乡检获浮尸百余具，货物行李四处漂浮，牲畜淹死不计其数。

1.1.6.4 泥沙

南渡江流域上、中游地区森林茂密，植被良好，四季常青，水土流失轻微。据龙塘水文站和三滩水文站泥沙观测资料，实测多年平均悬移质输沙量为 36.5 万 t ，松涛等大中型水库建库前年均输沙量为 84.5 万 t ，1971 年龙塘建坝后年均输沙量为 26.1 万 t 。

南渡江干流下游龙塘站年平均含沙量呈减少趋势，近期 (1980—2000 年) 多年平均含沙量比早期 (1956—1979 年) 偏少 44%，输沙量偏少 47%。龙塘站上游南渡江支流龙

州河三滩站, 近期(1980—2000年)多年平均含沙量比早期(1956—1979年)偏多8%。1970年以前, 龙塘站和三滩站年平均含沙量比较接近, 1970年以后, 龙塘站年平均含沙量明显少于三滩站, 其原因是1970年上游169km处建成松涛水库, 控制面积为1496km², 1958年后陆续修建了一批中小型蓄水工程, 控制面积在685km²以上, 占龙塘站集水面积的31%, 另1970年1月在龙塘站下游1.2km处建成拦河坝, 坝上水流速度减慢, 含沙量变小, 水流平稳时, 受大坝调节后含沙量更小。

1.1.6.5 潮汐

潮汐类型有不正规日潮、不正规半日潮和正规日潮三种类型, 从东营至后海为不正规日潮, 东营以东为不正规半日潮, 后海以西为正规日潮。

南渡江出海口沿岸海甸岛以西至澄迈湾(含海口湾、秀英港)平均潮差为1.0~1.5m; 海甸岛北部以东至铺前湾平均潮差在1.0m以下。最大潮差: 海甸岛以西为2.5~3.0m, 海甸岛北部以东为2.0~2.5m。平均涨潮历时比落潮历时长2h, 实测天文潮最高潮位为1.46m(85国家高程系, 下同), 实测风暴潮最高潮位为3.33m(1948年), 最低潮位为-0.98m; 实测风暴潮最高潮位的最大增水为2.5m(1981年)。

1.1.7 水土流失

海南省地处热带, 光热资源丰富, 雨量充沛, 有利于植被生长, 四季常绿, 生态环境状况整体较好, 但局部土壤构造与坡度变化明显, 地区水土流失严重。据2000年10月全国第三次土壤侵蚀遥感调查结果显示, 海南省水土流失面积为437.77km², 占全省土地总面积的1.29%。其中, 水力侵蚀207.42km², 占47%; 风力侵蚀230.35km², 占53%。按定安、屯昌、澄迈、白沙、琼中及海口市三分之二行政区范围计, 南渡江流域水土流失面积39.20km², 以水力侵蚀为主, 约占80%。

土壤侵蚀形式以沟蚀的危害较为严重, 由于降雨量多、强度大, 侵蚀沟下切深度大, 形成冲沟的沟壁向两侧扩展速度快, 侵蚀量极大。南渡江流域土壤侵蚀严重的区域主要分布在海口市的鸭程溪、澄迈县的黄龙岭山口溪一带等水土流失区。水土流失区内侵蚀沟纵横密布, 沟蚀密度高达5.1km/km², 侵蚀沟下切最大深度为29m, 侵蚀模数为11030t/(km²·a)。

1.2 社 会 环 境

1.2.1 行政区划

南渡江流域行政区划涉及定安县、屯昌县、海口市、儋州市、琼中黎族苗族自治县、澄迈县、临高县、白沙黎族自治县和文昌市共9个市县, 流域面积为7033km², 约占海南岛面积的21%。

1.2.2 社会经济

以2014年海南省统计年鉴为基准, 按行政区在南渡江流域内面积占行政区面积的比例, 同时考虑行政驻地位置是否在南渡江流域内, 计算各行政区在南渡江流域内的户籍人口、国民经济发展情况。2014年南渡江流域内总人口270.4万人(表1.4), 占全省总人

口的 29.5%，人口密度为 384 人/km²，高于全省平均人口密度；流域内生产总值 1245.7 亿元，占全省的 40.8%，人均 GDP4.61 万元，略高于全省 3.89 万元的平均水平，其中第三产业占比最高，占流域 GDP 的 61.2%。

表 1.4 南渡江流域人口变动情况 单位：万人

分 区	2014 年	2013 年	2012 年	2011 年	2010 年
海口市	126.9	125.3	124.0	124.6	123.1
定安县	27.6	27.4	27.2	27.4	27.2
屯昌县	27.5	27.8	27.3	27.3	26.9
澄迈县	46.8	45.9	45.7	45.5	45.0
临高县	11.1	11.0	10.9	10.8	10.6
儋州市	15.5	15.3	15.2	16.1	15.8
琼中黎族苗族自治县	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9
白沙黎族自治县	11.0	11.0	11.3	11.5	11.5
合计	270.4	267.7	265.6	267.2	264

1.2.3 拦河工程现状

根据《南渡江流域综合规划》（修编），南渡江干流共分六梯级开发：

第一梯级为松涛水库，这一级共 17 座电站，已建 14 座（包括南丰坝后电站和反调节的南茶电站）。此外，松涛灌区渠道上还有 15 座利用跌水修建的水电站。

第二梯级为迈湾水库，该工程仅完成可行性研究报告。

第三梯级为谷石滩水库，谷石滩水电站位于迈湾规划坝址下游约 25km，电站正常蓄水位为 52.5m，装机容量为 6400kW，水库回水长度约 15km。

第四梯级为九龙滩水坝，已建东岸、西岸水电站各 1 处。其中，九龙东水电站总装机 3.8MW，已装机 3.2MW，待扩容 0.6MW；九龙西水电站年发电量约 0.1781 亿 kW·h，已装机的年发电量为 0.15 亿 kW·h，待扩容的年发电量为 0.0281 亿 kW·h。

第五梯级为东山闸坝，东山闸坝位于海口市东山镇上游南渡江干流东山镇上游约 400m，闸坝正常蓄水位为 15.0m，东山坝址上游约 200m 处规划建设东山泵站，工程级别为 2 级，设计流量为 13.2m³/s，设计运行水位为 13.96m，设计洪水位为 23.74m。目前该工程已获批，并于 2015 年年底开工。

第六梯级为龙塘滚水坝。龙塘滚水坝距南渡江河口约 26km，正常蓄水位为 7.5m，水电站布置在滚水坝两岸，设计总装机容量为 6.125MW，多年平均发电量为 2850 万 kW·h。

南渡江干流各梯级基本情况见表 1.5，纵剖面示意图如图 1.2 所示。

根据实际调查，九龙滩水电站与东山闸坝之间还有金江水电站虽未纳入规划，但实际已经建成并投入运行。金江水电站正常蓄水位为 27.7m，总库容为 3750 万 m³。水电站装机容量为 5.0MW，多年平均发电量 1730 万 kW·h。

南渡江干流已建的水利工程中，除松涛水库为大型工程外，其他梯级均为径流式小电站。

表 1.5

南渡江干流各梯级基本情况

项 目	梯 级 名 称						
	松涛	迈湾	谷石滩	九龙滩	金江	东山	龙塘
距河口距离/km	205	152	127	114	93	68	26
开发任务	灌溉防洪发电	供水防洪发电	供水发电	发电	发电	供水	灌溉供水发电
流域面积/km ²	1496	2466 (970)	2627 (1131)	3039 (1543)	2226	4325 (2829)	6841 (5345)
多年平均来水量 /亿 m ³	14.99	(9.33)	(10.8)	(15.07)	23.77	45.4 (27.96)	70.95 (52.56)
正常蓄水位/m	188.23	115.0	57.0	40.7	27.7	15	7.5
坝顶高程/m	195.33	120.5	62.0	40.7	27.7	15	7.5
最大坝高/m	80.1	72.5	23.0	14.0	4	5	5.5
装机容量/MW	44.85	75.0	9.6	5.4	5	—	6.125
年平均发电量 /(亿 kW·h)	1.7964	1.169	0.35	0.2281	0.173	—	0.285
调节性能	多年	季			日		
建成时间	1970 年	可研	2009 年	1976 年/待扩	2013 年	在建	1970 年

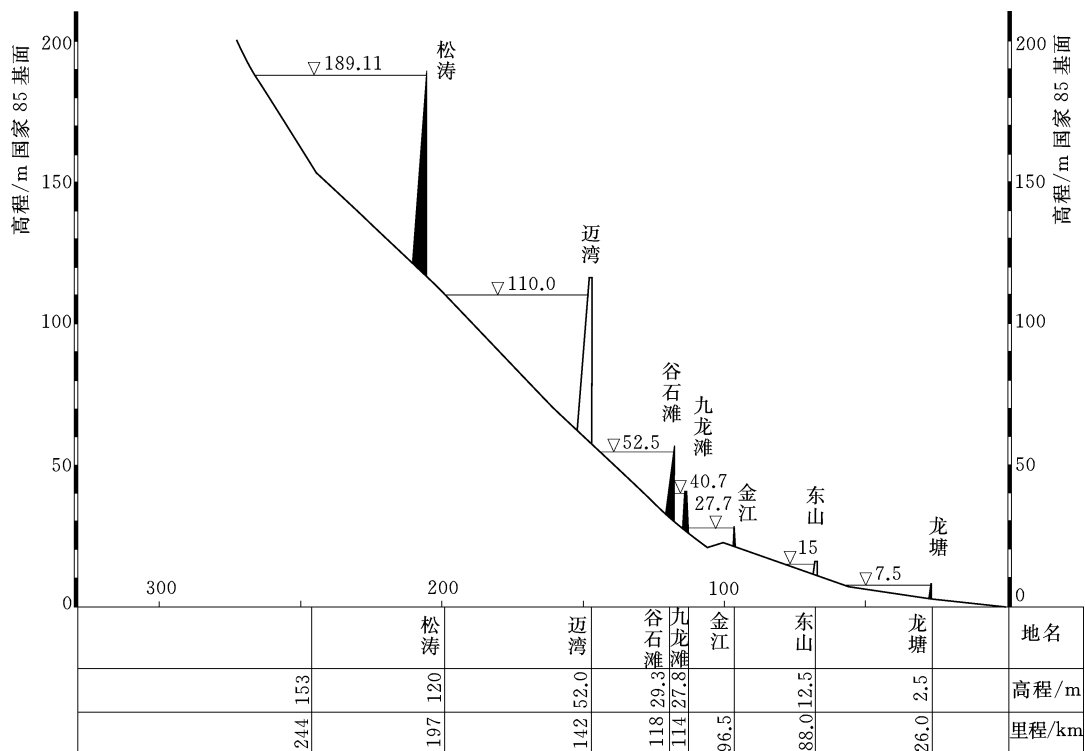


图 1.2 南渡江干流各梯级纵剖面示意图