



· 生态学研究 ·

漓江湿地植物与湿地植被

梁士楚 田华丽 田丰 夏艺 郭琼 马姜明 著



科学出版社

生态学研究

漓江湿地植物与湿地植被

梁士楚 田华丽 田 丰 著
夏 艺 郭 琼 马姜明



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共5章。第一章概述了漓江湿地生态环境特点及其存在的问题；第二章描述了漓江湿地及其主要类型的特征；第三章分析了漓江湿地植物的种类组成特点及其区系成分，同时描述了各个种类的分类学特征；第四章较为系统地分析了漓江湿地植被的组成种类、分类系统、群落学特征及生态系列；第五章阐述了漓江湿地植物资源的类型、利用现状、存在的主要问题及其合理利用和保护管理对策。书中不仅对漓江湿地植物和湿地植被特征进行了文字描述，还配有彩图。

本书可供湿地学、植物学、生态学、环境科学等学科的研究人员，以及林业、农业、水资源、生态旅游等方面工作者、自然保护区管理人员和大专院校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

漓江湿地植物与湿地植被 / 梁士楚等著. —北京: 科学出版社, 2016.6
(生态学研究)
ISBN 978-7-03-048506-9

I. ①漓… II. ①梁… III. ①漓江-沼泽化地-植物-研究 ②漓江-沼泽化地-植物-研究 IV. ①Q948.526.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第123731号

责任编辑: 张会格 / 责任校对: 刘亚琦

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 刘新新

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

文物出版社印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年6月第一版 开本: 889×1194 1/16

2016年6月第一次印刷 印张: 16

字数: 448 000

定价: 198.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

PREFACE 前言

漓江位于广西壮族自治区东北部，隶属珠江流域西江水系，是西江支流桂江上游河段的通称。漓江是世界十大水奇迹之一，早在1982年就被国务院列入第一批国家级重点风景名胜区。“江作青罗带，山如碧玉簪”，以漓江风光和溶洞为代表的山水景观素有山青、水秀、洞奇、石美“四绝”的美誉。

漓江湿地属于河流湿地，主要的亚类型有永久性淹水区、边滩、支流河口、江心洲、河漫滩、岸坡等，它们都是湿地植物及湿地植被的重要生长环境。根据近年来的野外实地调查，漓江现已知的湿地维管植物有49科106属151种，其中蕨类植物4科4属4种，裸子植物1科1属1种，被子植物44科101属146种。漓江的湿地维管植物，从生活型来看，可以划分为常绿乔木、落叶乔木、常绿灌木、落叶灌木、亚灌木、多年生草本、二年生草本、一年生草本等类型，以草本植物为主；从生态类群来看，可以划分为沉水植物、浮叶植物、漂浮植物、挺水植物、两栖植物、湿生植物、半湿生植物等类型，以湿生植物和水生植物为主。优势种类有枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、樟(*Cinnamomum camphora*)、腺柳(*Salix chaenomeloides*)、细叶水团花(*Adina rubella*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、丛枝蓼(*Polygonum posumbu*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、青葙(*Celosia argentea*)、紫云英(*Astragalus sinicus*)、匍茎通泉草(*Mazus miquelii*)、石芥苳(*Mosla scabra*)、破铜钱(*Hydrocotyle sibthorpioides* var. *batrachium*)、半边莲(*Lobelia chinensis*)、水蕴草(*Egeria densa*)、黑藻(*Hydrilla verticillata*)、密刺苦草(*Vallisneria denseserrulata*)、苦草(*Vallisneria natans*)、刺苦草(*Vallisneria spinulosa*)、竹叶眼子菜(*Potamogeton wrightii*)、凤眼蓝(*Eichhornia crassipes*)、大藻(*Pistia stratiotes*)、浮萍(*Lemna minor*)、短叶水蜈蚣(*Kyllinga brevifolia*)、条穗薹草(*Carex nemostachys*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、李氏禾(*Leersia hexandra*)、五节芒(*Miscanthus floridulus*)、铺地黍(*Panicum repens*)、双穗雀稗(*Paspalum distichum*)、沟叶结缕草(*Zoysia matrella*)等30多种，它们构成了含4个植被型组、8个植被型和30个群系的群落类型。这些湿地植物及湿地植被具有降污、护岸、绿肥、指示、食用、药用、饲用、纤维、材用、能源、观赏等功能，对于维护漓江生物多样性稳定和生态系统健康具有重要作用。然而，由于各种各样的原因，漓江湿地生态环境遭受到的破坏日趋严重，物种多样性下降，优势种群和群落类型数量减少，群落结构趋于简单，一些种类已经消失或处于濒危状态。例如，水禾(*Hygroryza aristata*)、金银莲花(*Nymphoides indica*)、荇菜(*Nymphoides peltata*)、蛇眼(*Dopatrium junceum*)、大茨藻(*Najas marina*)、大苦草(*Vallisneria gigantea*)等种类20多年前在漓江及其支流还有分布，但近年来的调查中一直没有发现，可能已绝灭。因此，开展漓江湿地植物和湿地植被的研究可为相关资源的有效保护管理和可持续利用奠定重要基础。

迄今为止，有关漓江湿地植物和湿地植被的专门性研究还不多。就低等湿地植物而言，目前主要开展了藻类植物的种类、群落类型和演替及其与环境关系等方面的研究。例如，谢强等(2002)对漓江流域藻类生态分布与水质的相关性进行了调查研究，徐淑庆和徐文立(2006)对漓江藻类植物进行了生态学

研究,赵湘桂等(2009)调查了漓江流域浮游植物及其演替,周振明等(2014)调查分析了漓江桂林市区段夏季浮游植物群落特征及其与水质之间的关系等。就高等湿地植物而言,已经开展的研究工作主要体现在如下5个方面:一是湿地植物种类和湿地植被调查,如金鉴明等(1981)记载阳朔漓江河道及其沿岸水生植物有21科24属25种,并调查了10多种类型的湿地植被及其与环境的关系,覃勇荣(1987)记载漓江有水生高等植物11科12属25种,并探讨了水生植被分布及其与环境的关系,梁士楚(1988)记载包括漓江及其支流湿地在内的桂林地区水生高等植物有31科53属82种,何安尤(2007)记载漓江水生维管植物有18科23属27种,并分析了水生植被分布及其与环境的关系,李扬等(2013)调查了漓江水陆交错带植被多样性指数,任远等(2014)调查了漓江水陆交错带植被配置类型及其生态特征,李青山等(2014)调查了漓江水陆交错带典型立地根系分布特征,田华丽等(2015)调查和分析了漓江湿地植被种类组成特点及其区系成分,李扬等(2015)调查了漓江水陆交错带不同淹没区植物多样性特征;二是环境条件对湿地植物和湿地植被的影响,如李荣辉等(2009)研究了洪水脉冲作用下漓江岸坡植物的生长特征,蔡德所等(2009a)分析了青狮潭水库补水对漓江岸边带植被的影响,陈求稳(2010)探讨了水库运行对下游岸边带植被的影响;三是湿地植物景观调查与规划,如韦毅刚(2004)探讨了漓江沿岸植物区系特点及其与景观的关系,黄莹等(2013)对漓江沿岸水陆交错带植物景观进行了调查并提出了生态修复技术,李彩云(2014)研究了漓江植物景观色彩现状并提出了植物景观色彩保护和修复建议;四是湿地植被退化机理及其生态恢复,如信忠保等(2014)探讨了漓江河岸带植被配置类型与退化机制;五是湿地植物资源现状及其开发利用,如陈梅等(2006)对漓江支流桃花江中下游植物资源分布进行了现状调查与评价。这些研究有助于掌握漓江湿地植物与湿地植被的生物生态学特征、动态变化和资源现状。

本书的研究对象包括沉水、浮叶、漂浮、挺水、两栖、湿生、半湿生等湿地植物类群及其组成的湿地植被类型。本书的第一章由梁士楚和田华丽编写;第二章由梁士楚编写;第三章的第一节和第二节由田丰编写,第三节由梁士楚和田丰编写;第四章的第一节至第三节由田华丽、梁士楚和马姜明编写,第四节由夏艺和郭琼编写,第五节由梁士楚编写;第五章由田华丽和梁士楚编写;全书由梁士楚负责统稿。李丽香、赵红艳、漆光超、刘润红、吴华静等协助野外调查和稿件整理工作。本书是在国家“十二五”科技支撑计划课题“漓江流域水陆交错带生态修复关键技术及示范”(2012BAC16B03)、广西自然科学基金重点项目“广西湿地生态系统退化机理与生态恢复技术研究”(桂科自0991022Z)、广西壮族自治区林业厅野生动植物和自然保护区管理站项目“广西第二次湿地资源调查——湿地植物和植被资源调查”和“广西湿地植物种类与生态特征”、广西壮族自治区高等学校科学研究项目“漓江河道水生植被生态学研究”(KY2015LX043)、珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室项目“漓江湿地植被生态学研究”等有关成果的基础上编写而成,其目的在于为桂林漓江湿地植物及湿地植被多样性研究、保护管理和资源开发利用提供参考。感谢桂林善图科技有限公司提供江心洲方面的统计数据。

由于作者水平所限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

梁士楚

2015年12月于广西桂林

前言

第一章 漓江生态环境概况 001

第一节 地理位置	002
一、漓江	002
二、漓江流域	002
第二节 地质地貌	002
一、地质特征	002
二、地貌特征	002
三、河床特征	003
第三节 气候	005
第四节 水文	005
第五节 动植物资源	005
第六节 生态环境问题	006
一、洪涝灾害频繁	006
二、枯季缺水	006
三、水体污染	008
四、河道破坏	009
五、生物入侵	010

第二章 漓江湿地及其主要类型 011

第一节 河流与河流湿地	012
第二节 漓江湿地的定义	012
第三节 漓江湿地的主要类型	013
一、永久性淹水区	013
二、边滩	013
三、支流河口	015
四、江心洲	016
五、河漫滩	016
六、岸坡	018

第三章 漓江湿地植物及其特征 019

第一节 湿地植物的种类组成	020
一、科的组成	025
二、属的组成	028
三、种的组成	031
第二节 湿地植物的区系成分	032
一、科的区系成分	032
二、属的区系成分	033
三、区系组成特点	034
第三节 湿地植物的分类学特征	035
一、木贼科 Equisetaceae	035
二、金星蕨科 Thelypteridaceae	036
三、蘋科 Marsileaceae	037
四、满江红科 Azollaceae	037
五、杉科 Taxodiaceae	038
六、樟科 Lauraceae	039
七、毛茛科 Ranunculaceae	040
八、金鱼藻科 Ceratophyllaceae	042
九、三白草科 Saururaceae	043
十、十字花科 Brassicaceae	045
十一、堇菜科 Violaceae	048
十二、虎耳草科 Saxifragaceae	050
十三、石竹科 Caryophyllaceae	051
十四、粟米草科 Molluginaceae	053
十五、蓼科 Polygonaceae	054
十六、藜科 Chenopodiaceae	066
十七、苋科 Amaranthaceae	067
十八、酢浆草科 Oxalidaceae	069
十九、千屈菜科 Lythraceae	071
二十、柳叶菜科 Onagraceae	072
二十一、小二仙草科 Haloragaceae	076
二十二、藤黄科 Clusiaceae	076
二十三、蝶形花科 Papilionaceae	077
二十四、杨柳科 Salicaceae	079
二十五、桑科 Moraceae	081
二十六、荨麻科 Urticaceae	082
二十七、胡桃科 Juglandaceae	085
二十八、伞形科 Apiaceae	086
二十九、马钱科 Loganiaceae	090

三十、萝藦科 Asclepiadaceae	091
三十一、茜草科 Rubiaceae	092
三十二、菊科 Asteraceae	093
三十三、报春花科 Primulaceae	098
三十四、半边莲科 Lobeliaceae	099
三十五、玄参科 Scrophulariaceae	100
三十六、爵床科 Acanthaceae	105
三十七、唇形科 Lamiaceae	107
三十八、水鳖科 Hydrocharitaceae	111
三十九、眼子菜科 Potamogetonaceae	115
四十、茨藻科 Najadaceae	118
四十一、鸭跖草科 Commelinaceae	118
四十二、谷精草科 Eriocaulaceae	120
四十三、雨久花科 Pontederiaceae	121
四十四、天南星科 Araceae	122
四十五、浮萍科 Lemnaceae	125
四十六、蒟蒻薯科 Taccaceae	127
四十七、灯心草科 Juncaceae	128
四十八、莎草科 Cyperaceae	129
四十九、禾本科 Poaceae	139

第四章 漓江湿地植被类型及其分布规律 151

第一节 漓江湿地植被种类组成	152
一、组成种类	152
二、科的组成	156
三、属的组成	159
四、种的组成	160
五、区系成分	161
第二节 漓江湿地植被分类系统	163
一、分类单位	163
二、分类系统	163
第三节 主要类型的群落学特征	165
一、枫杨群系 (Form. <i>Pterocarya stenoptera</i>)	165
二、樟群系 (Form. <i>Cinnamomum camphora</i>)	173
三、细叶水团花群系 (Form. <i>Adina rubella</i>)	174
四、腺柳群系 (Form. <i>Salix chaenomeloides</i>)	176
五、短叶水蜈蚣群系 (Form. <i>Kyllinga brevifolia</i>)	178
六、条穗薹草群系 (Form. <i>Carex nemostachys</i>)	179
七、李氏禾群系 (Form. <i>Leersia hexandra</i>)	181

八、五节芒群系 (Form. <i>Miscanthus floridulus</i>)	181
九、铺地黍群系 (Form. <i>Panicum repens</i>)	182
十、双穗雀稗群系 (Form. <i>Paspalum distichum</i>)	183
十一、狗牙根群系 (Form. <i>Cynodon dactylon</i>)	183
十二、沟叶结缕草群系 (Form. <i>Zoysia matrella</i>)	185
十三、破铜钱群系 (Form. <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> var. <i>batrachium</i>)	185
十四、半边莲群系 (Form. <i>Lobelia chinensis</i>)	186
十五、丛枝蓼群系 (Form. <i>Polygonum posumbu</i>)	187
十六、水蓼群系 (Form. <i>Polygonum hydropiper</i>)	188
十七、紫云英群系 (Form. <i>Astragalus sinicus</i>)	190
十八、喜旱莲子草群系 (Form. <i>Alternanthera philoxeroides</i>)	190
十九、匍茎通泉草群系 (Form. <i>Mazus miquelii</i>)	192
二十、石芥苳群系 (Form. <i>Mosla scabra</i>)	193
二十一、青葙群系 (Form. <i>Celosia argentea</i>)	194
二十二、黑藻群系 (Form. <i>Hydrilla verticillata</i>)	195
二十三、水蕴草群系 (Form. <i>Egeria densa</i>)	195
二十四、苦草群系 (Form. <i>Vallisneria natans</i>)	196
二十五、密刺苦草群系 (Form. <i>Vallisneria denseserrulata</i>)	196
二十六、刺苦草群系 (Form. <i>Vallisneria spinulosa</i>)	196
二十七、竹叶眼子菜群系 (Form. <i>Potamogeton wrightii</i>)	197
二十八、凤眼蓝群系 (Form. <i>Eichhornia crassipes</i>)	199
二十九、大藻群系 (Form. <i>Pistia stratiotes</i>)	199
三十、浮萍群系 (Form. <i>Lemna minor</i>)	200
第四节 湿地植被的生态系列	201
一、盐铺村河段	201
二、千家村河段	201
三、军营村河段	202
四、双洲村河段	203
五、泗洲湾河段	203
六、瓦窑河段	204
七、六坊洲河段	204
八、伏荔村河段	205
九、刘家埠河段	206
十、月光岛河段	206
十一、冷水渡河段	207
十二、元宝榨河段	208
十三、高洲河段	208
十四、木山榨河段	209
十五、留公村河段	209
十六、普益乡河段	210

第五节 漓江湿地植被的分布特点	211
一、植被类型与生境的关系	211
二、影响植被分布的生态因子	211
第五章 漓江湿地植物资源保护与利用	213
第一节 湿地植物资源类型	214
一、环境保护植物资源	218
二、经济植物资源	218
第二节 湿地植物资源利用现状	219
一、饲料	219
二、肥料	219
三、护岸	219
四、景观	221
第三节 漓江湿地植物合理利用及保护管理对策	222
一、加强漓江上游水源林的保护	222
二、加强漓江湿地的保护与管理	222
三、加强科学研究, 建立漓江湿地植物动态监测体系	223
四、重视漓江湿地外来入侵种的防治	223
参考文献	224
中文名索引	230
拉丁学名索引	238

漓

江

生态环境概况

LIIANGSHENGTAIHUANJINGGAIKUANG

漓江最初称“离水”或“漓水”，也有“桂水”、“桂江”、“癸水”、“东江”等之称。宋代柳开在《湘漓二水说》中认为“二水本一水”，二水在兴安境内分水岭南北“相离”，在“相离”二字偏旁加“氵”，北去的名为“湘江”，南流的名为“漓江”。

第一节 地理位置

一、漓江

漓江位于广西壮族自治区东北部,属于桂江上游河段,是珠江流域西江水系的北部支流,发源于兴安县华江乡猫儿山东北面的老山界南侧。漓江主源乌龟江在南流中西接龙塘江,东纳黑洞江,三江汇合后称六峒河,继续往南流至溶江镇司门村前与黄柏江、川江汇合,称大溶江,至溶江镇附近与灵河汇合,始称漓江。漓江自北向南,流经兴安、灵川、桂林市区、阳朔,至平乐县平乐镇北的恭城河口为终点,全长164km。按照河流水道的自然走向,漓江可以划分为上游、中游和下游。其中,上游为溶江镇附近至桂林市区河段,全长约48km,中游为桂林市区至阳朔镇河段,全长约86km,下游为阳朔镇至平乐镇北河段,全长约30km(《桂林漓江志》编纂委员会,2004)。

二、漓江流域

根据2011年11月24日广西壮族自治区第十一届人民代表大会常务委员会第25次会议通过的《广西壮族自治区漓江流域生态环境保护条例》,漓江流域生态环境保护范围为:北至漓江源头猫儿山国家级自然保护区北端,南至平乐三江口,东至海洋山自治区级自然保护区,西至青狮潭自治区级自然保护区,具体的地理坐标为北纬 $24^{\circ}38'10''\sim 25^{\circ}53'59''$,东经 $110^{\circ}07'39''\sim 110^{\circ}42'57''$,涉及桂林市象山区、秀峰区、七星区、叠彩区、雁山区全境及临桂区、兴安县、灵川县、阳朔县、平乐县的部分区域。重点保护的区域包括:①漓江干流,自兴安县猫儿山六峒河至平乐县三江口段;②漓江源头猫儿山国家级自然保护区及川江、黄柏江、小溶江;③青狮潭自治区级自然保护区及甘棠江;④海洋山自治区级自然保护区(漓江流域部分)及潮田河;⑤漓江风景名胜区。

第二节 地质地貌

一、地质特征

漓江流域地层发育比较完整,自下而上依次有元古界丹洲群、板溪群、震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系。流域北部,即漓江源头及上游区为加里东花岗岩及震旦系、寒武系、奥陶系、志留系等古生代地层,岩性以碎屑岩为主;南部为泥盆系及石炭系的石灰岩及碎屑岩;西南部为中、下泥盆系碎屑岩(图1-1)。漓江中下游桂林—阳朔—平乐主要是泥盆系上统融县组石灰岩地层。三叠系、白垩系、第三系等较新的地层仅有少量小片地分布在桂林盆地、雁山盆地等区域。第四系从坡残积层到冲洪积层分布较广,但厚度一般仅数米,仅桂林盆地等盆地中的冲洪积层厚度达20~30m,局部60~70m。流域内地质构造较为复杂,主要是向西凸出的桂林弧形构造带,分布在全州、兴安、灵川、桂林、阳朔、平乐一带,由同一系列上古生界弧形线状褶皱和逆冲断层组成,弧顶向西凸出。主要构造形迹有桂林—阳朔、驾桥岭复式背向斜,灵田、杨堤、潮田等背向斜,以及临桂—蒙山、雁山、白沙等压扭性断裂。弧形构造南翼与广西山字型构造东翼合并,北翼与桂林—南宁新华夏大断裂呈斜接复合(缪钟灵,1998;《桂林漓江志》编纂委员会,2004)。

二、地貌特征

漓江流域地貌类型众多,以低山、丘陵、岩溶地貌为主,兼有少量中山、平原台地。主要有两大

地貌类型：一是北部碎屑岩中低山地貌，二是中、南部碳酸盐岩岩溶峰丛、峰林地貌，漓江贯穿于两者之间，形成了流域内独特的自然景观。流域内地势是由北向南倾斜，溶江镇附近至桂林为丘陵地带，中下游则为岩溶地貌发育区，漓江穿峰而过。桂林至阳朔的漓江河段流经三种地貌类型：①桂林—潜经村为峰林、孤峰平原；②潜经村—兴坪为岩溶峰丛峡谷；③兴坪—阳朔为泥质灰岩和碎屑岩地层形成的岩溶缓丘（房玲昌，1993；《桂林漓江志》编纂委员会，2004）。

三、河床特征

漓江流域兴安至灵川段属河谷平原与宽谷地，两岸为河流冲积物构成的平坦地面，可分为如下两种类型：一是洪积冲积黏砂质河谷平原，主要分布在各大河流两侧，地势低平，属河流低阶地和高河漫滩，其组成物质下部为砂砾层或粗砂层，上部为黏砂层，一般厚度为1.5~3.5m；二是冲积洪积黏砂质谷地，分布于山区河流两侧，由河流冲积洪积而成的平地，一般面积不大，河流两侧狭长地带河槽宽85~475m，河岸高3~5m。桂林市区河段两岸地面标高132~154m，属一级阶地的堆积物，上部为砂砾质黏土，一般厚度为2~4m，下部为砂卵石层，最厚达20~30m；河槽宽125~585m，河岸高3~5m（表1-1）；河床滩潭相间，滩长潭深。河滩主要分布在董家村、新码头、解放桥、象山、漓江桥、白果树村、吴家里、王家里、柘木镇及龙门村等附近河段；枯水期河滩水深不足1m，滩长一般在500~1000m，其中以吴家里滩最长，达1970m。深潭主要分布在白龙潭、泗洲湾、木龙渡、伏坡山、九娘码头、象山、南溪山、净瓶山、胡子岩、龙门村、马家坊等附近；深潭枯水时水深在6m以上，最深处是净瓶山潭，水深达14m以上，其次是南溪山和马家坊，水深12m以上（《桂林漓江志》编纂委员会，2004）。桂林至大圩两岸为一阶台地，河谷开阔，漫滩发育；大圩至兴坪两岸多为陡峻山峰，间有一阶台地，漫滩不发育；兴坪至阳朔两岸以缓坡丘陵为主，台地漫滩不发育；阳朔至小湾两岸为一阶台地，河谷开阔，漫滩发育

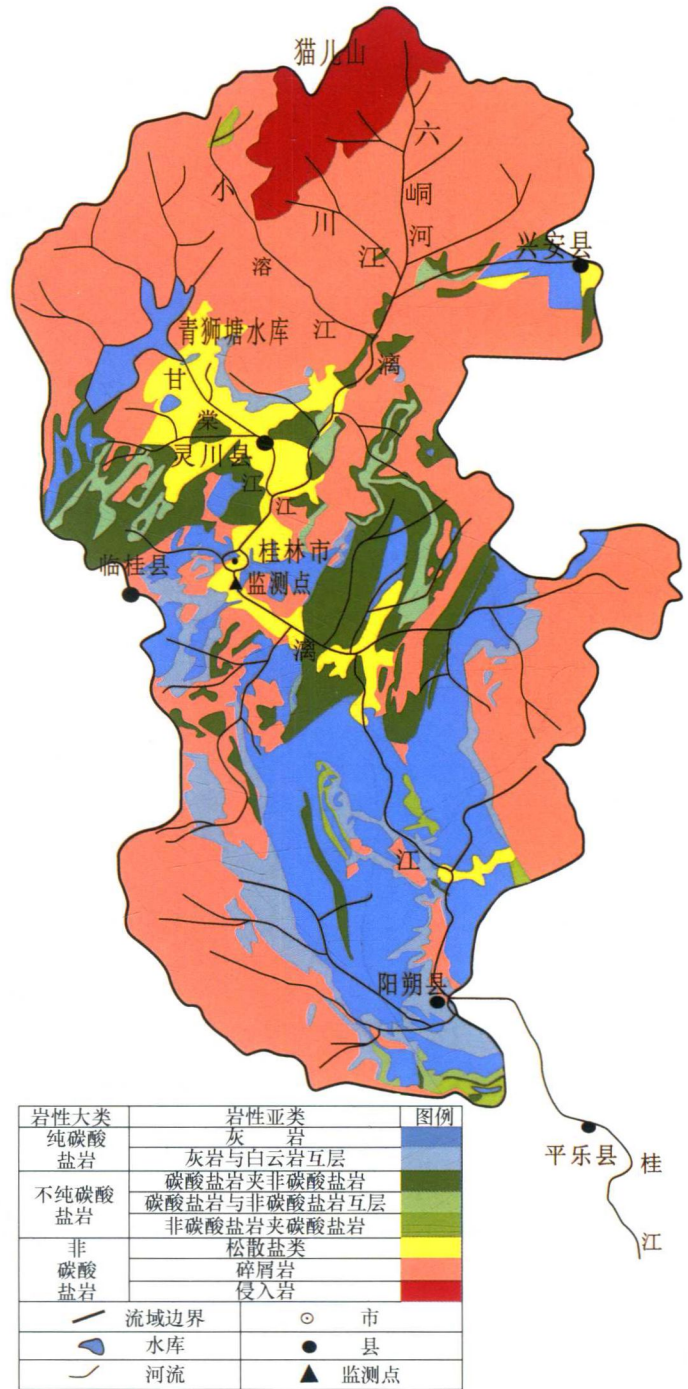


图 1-1 漓江流域的地质条件
(引自：覃星铭等，2015)

(《桂林漓江志》编纂委员会, 2004)。漓江河床多为第四系全新统, 河流相为砂卵石, 间有岩石出露, 卵石粒径一般为 4~15cm, 最大达 85cm(漂石), 河床卵石覆盖层厚 1~5m。漓江滩多水流急, 如碧岩阁—兴坪段边滩面积超过 13km²(表 1-2)。漓江流域为上、下游两头较窄, 中间宽的长形多支流河系。河势北高南低, 呈缓坡倾斜, 河流向南, 大溶江至桂林段河床比降为 0.94‰, 市区段河床平均比降为 0.44‰(《桂林漓江志》编纂委员会, 2004)。

表 1-1 漓江桂林市区段若干点的河槽情况

地点	距离 /km	水面宽 /m		河底高程 /m	河岸高程 /m
		低水位	平滩水位		
灵川秦家	0	180	230	149.80	153.6
白石潭	1.4	160	190	143.70	153.5
董家巷	2.7	120	495	147.60	153.5
大河圩	5.0	190	250	146.70	153.5
泗洲湾	6.7	130	232	138.12	151.0
新码头	7.9	210	255	145.40	151.0
蚂蟥洲尾	8.6	200	405	145.10	150.2
木龙渡	9.2	125	180	137.10	150.1
风情园	9.4	112	390	144.90	150.2
解放桥	10.8	170	190	142.70	150.6
文华大酒店	11.4	130	520	143.90	149.0
象鼻山	12.1	95	400	143.20	149.3
漓苑宾馆	13.1	94	157	140.70	148.4
白果树	13.8	210	360	142.50	149.2
南溪山	14.0	70	125	130.90	148.8
边洲头	15.3	200	585	142.30	148.4
渡头村码头	17.1	140	230	140.30	147.4
王家洲头	19.0	120	395	139.10	146.4
蒋家坝	21.7	47	346	137.20	143.1
马家坊	27.6	64	200	126.60	142.6
竹江村	40.24	150	210	130.20	136.2
冠岩	49.34	140	210	153.60	132.1

注: 资料来源于《桂林漓江志》编纂委员会, 2004; 高程基准面是珠江基面

表 1-2 漓江峡谷段(碧岩阁—兴坪)边滩面积统计

右岸	面积 /km ²	左岸	面积 /km ²
明村	0.630	潜经村	1.519
官村	0.670	草坪	1.879
桃源	0.850	浪州	1.050
杨堤	0.725	双全	0.720
全家洲	0.305	浪石	0.912
老村头	0.300	新崴洲	0.450

续表

右岸	面积 /km ²	左岸	面积 /km ²
冷水	0.500	大树脚	1.950
大河背	0.700		

注：资料来源于房玲昌，1993

第三节 气候

漓江流域属于中亚热带季风气候区。全年气温比较高，热量丰富，雨量充沛，光照较为充足，春夏秋冬四季分明，且雨热基本同季，气候条件十分优越。受流域内复杂地形影响，漓江流域降水量分布不均，5~6月降水量最丰富，12月降水量最少（表1-3）。多年平均气温16.5~20℃，极端最高气温39.4℃，极端最低气温-8.4℃；多年平均降水量1367.5~1932.9mm；多年平均日照时数1305.6~1658.8h；多年平均相对湿度76%~83%；多年平均蒸发量1330.4~1584.76mm（《桂林漓江志》编纂委员会，2004）。

表1-3 漓江流域多年平均降水量和流量

项目	统计年数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年合计
平均降水量/mm	30	54.8	86.7	128.8	262.7	334.2	319.6	206.2	167.8	71.6	93.1	81.2	46.9	1853.6
占全年比例/%		2.96	4.68	6.95	14.17	18.03	17.24	11.13	9.05	3.86	5.02	4.38	2.53	100
平均流量/(m ³ /s)	41	33.1	60.4	101.6	212.8	316.6	318.1	224.8	123.3	63.1	52.8	48.5	33.6	1588.7
占全年比例/%		2.08	3.81	6.40	13.39	19.93	20.02	14.15	7.76	3.97	3.32	3.05	2.12	100

注：资料来源于黄丹等，2015

第四节 水文

漓江属于雨源型河流，径流量受降水支配，以具有2860km²集水面积的桂林水文站为例，其径流量年平均41.8×10⁸m³，最大58.8×10⁸m³，最小24×10⁸m³，年径流深1461.5mm，年均降水量1895.4mm，径流系数0.67，径流模数46.61/(s·km²)，平均流量133m³/s。每年3~8月为丰水期，其径流量约占全年80%，9月至翌年2月为枯水期，其径流量占全年20%。枯水期内流量呈两谷一峰变化，9月初开始下降，到10月中旬至谷底，之后流量有一个回升过程，11月中旬出现枯季中峰值，然后又下降为第二个谷。第二谷下降支延续较长，谷值较第一谷更低，直至翌年2月春雨降临，流量复苏，枯季结束。枯季谷值流量多数为7~10m³/s。漓江含沙量低，多年平均含沙量0.036kg/m³，年均输沙率11.1kg/s，年输沙量36.8×10⁴t/年（缪钟灵，1998）。

第五节 动植物资源

漓江动植物资源丰富，如在动物资源方面，浮游动物有35科159种（属）（韩耀全和许秀熙，2009），大型底栖动物有昆虫纲、腹足纲、寡毛纲、蛭纲、甲壳纲和瓣鳃纲6纲34种（杨青瑞等，2011），鱼类有鳃鲉目、鲤形目、鲇形目、鲟形目、合鳃鱼目和鲈形目6目，鳃鲉科、鳅科、鲤科、鲇科、胡子鲇科、长臂鲃科、鲢科、鲮科、胎鲿科、合鳃鱼科、鲟科、沙塘鳢科、虎鱼科、斗鱼科、鳢

科和刺鳅科 16 科, 包括 50 属 66 种 (蔡德所等, 2009b; 周解和韩耀全, 2007); 在植物资源方面, 浮游植物有 7 门 80 属 (赵湘桂等, 2009), 维管植物有 156 科 483 属 808 种 (韦毅刚, 2004), 湿地维管植物有 49 科 106 属 151 种。

第六节 生态环境问题

一、洪涝灾害频繁

漓江丰水期暴雨洪水频繁发生, 容易造成洪涝灾害。根据对 1951~2010 年每一年最高水位数据 (表 1-4) 的分析可知, 漓江在 20 世纪 60~80 年代的大部分年份最高水位保持在警戒水位 (145~146m), 严重淹没 (>147m) 水位几乎没有出现, 而 1991~2010 年 20 年间最高水位严重淹没水位出现了 6 次, 因此当前桂林漓江处于严重淹没水位发生概率较大的时段 (吴毅杰, 2005; 刘福洲和白先达, 2011)。频繁的洪水严重威胁漓江沿岸人民生命安全和对其造成财产损失, 如仅 1998 年出现的、自 1936 年有实测水文记录以来的第一大洪水, 其最高水位 147.7m, 实测洪峰流量 5890m³/s, 桂林市遭受直接经济损失达 21.63 亿元 (桂林市水利局和桂林工学院, 2004)。同时, 因为洪水冲刷, 漓江河床植被遭到破坏, 流域内一些被折断、连根拔起或者浮漂生长的植物随洪水大量漂入漓江, 造成局部河道堵塞并有可能在漓江河道定居, 如照片 1-1 和照片 1-2 所示。漓江洪涝灾害的主要生态过程干扰根源在于由气候变化异常造成的降水强度增大。漓江流域处于广西桂北暴雨区中心, 属于湿热的亚热带季风气候。影响流域暴雨天气系统的主要因素有锋面、切变线、低压、低涡、高空辐合等, 暴雨中心经常出现在华江一带, 流域多年平均降水量 1360mm 以上 (黄坤安, 1999; 罗锦珠, 2006)。由于流域的特性, 加上全球气候异常及流域降水特性的改变, 由锋面、切变线引起的降水变成了热岛效应引起的强对流暴雨, 由流域普降暴雨变成了短历时极端雨强的点暴雨, 降水天数减少, 同时由于暴雨区下移, 导致降水下渗减少, 流域内蓄水减少, 地下水水位下降。这些因素导致洪涝灾害更加频繁, 枯水期水量更少, 枯水期时间提前并延长, 且严重干旱缺水, 枯水保证率大幅度下降 (黄坤安, 2008)。

表 1-4 1951~2010 年桂林漓江不同年代最高水位统计表

年代	年数	水位区间 /m				
		<145	145~146	146~146.5	146.5~147	>147
1951~1960	10	3	2	1	1	3
1961~1970	10	3	3	3	1	0
1971~1980	10	2	6	0	2	0
1981~1990	10	1	5	3	1	0
1991~2000	10	2	2	1	2	3
2001~2010	10	0	2	2	3	3
合计	60	11	20	10	10	9

注: 资料来源于吴毅杰, 2005; 刘福洲和白先达, 2011

二、枯季缺水

漓江属于雨源型河流, 上游山区海拔较高, 河床坡度大, 水流湍急。漓江流域面积小, 河床切割深度浅, 地下水来源范围小 (罗锦珠, 2004)。在漓江流域中下游地区, 岩溶地貌普遍发育, 裂隙、落水洞、地下河等比较多, 蓄水能力差。降水量时空分布不均匀, 丰水期和枯水期的径流量相差悬



照片 1-1 灵川县大圩镇伏荔村河段洪水过后边滩上覆盖的苦草及江面上漂浮的凤眼蓝



照片 1-2 灵川县大圩镇伏荔村河段洪水过后汉道堵塞的凤眼蓝

殊，漓江长期面临着水量过多和过少的生态难题。近年来，漓江水量日益枯竭，枯水期河床水位比较低，砾卵滩及水草的裸露面积比较大，致使漓江旅游景区大型游船的航程缩短（照片 1-3）。枯水期漓江流量的大量减少，不仅影响漓江旅游正常开展，还危及当地工农业生产、居民生活用水等。王庆婣（2013）对 1969~2011 年桂林水文站的径流量进行统计分析，结果表明漓江桂林市区河段以上流域的