



主编

张华海
李明晶
姚松林

草海研究

CAOHAI YANJIU



贵州科技出版社

草海研究

主 编 张华海 李明晶 姚松林

贵州科技出版社
贵 阳

图书在版编目(CIP)数据

草海研究/张华海,李明晶,姚松林主编. —贵阳:贵州科技出版社,2007.5

ISBN 978-7-80662-571-2

I. 草... II. ①张... ②李... ③姚... III. 自然保护区—研究—威宁彝族回族苗族自治县 IV. S759.992.734

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 075444 号

出版发行 贵州科技出版社

地 址 贵阳市中华北路 289 号

邮政编码:550004

经 销:贵州省新华书店

印 刷:贵阳佳美印务有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

字 数:548 千

印 张:19

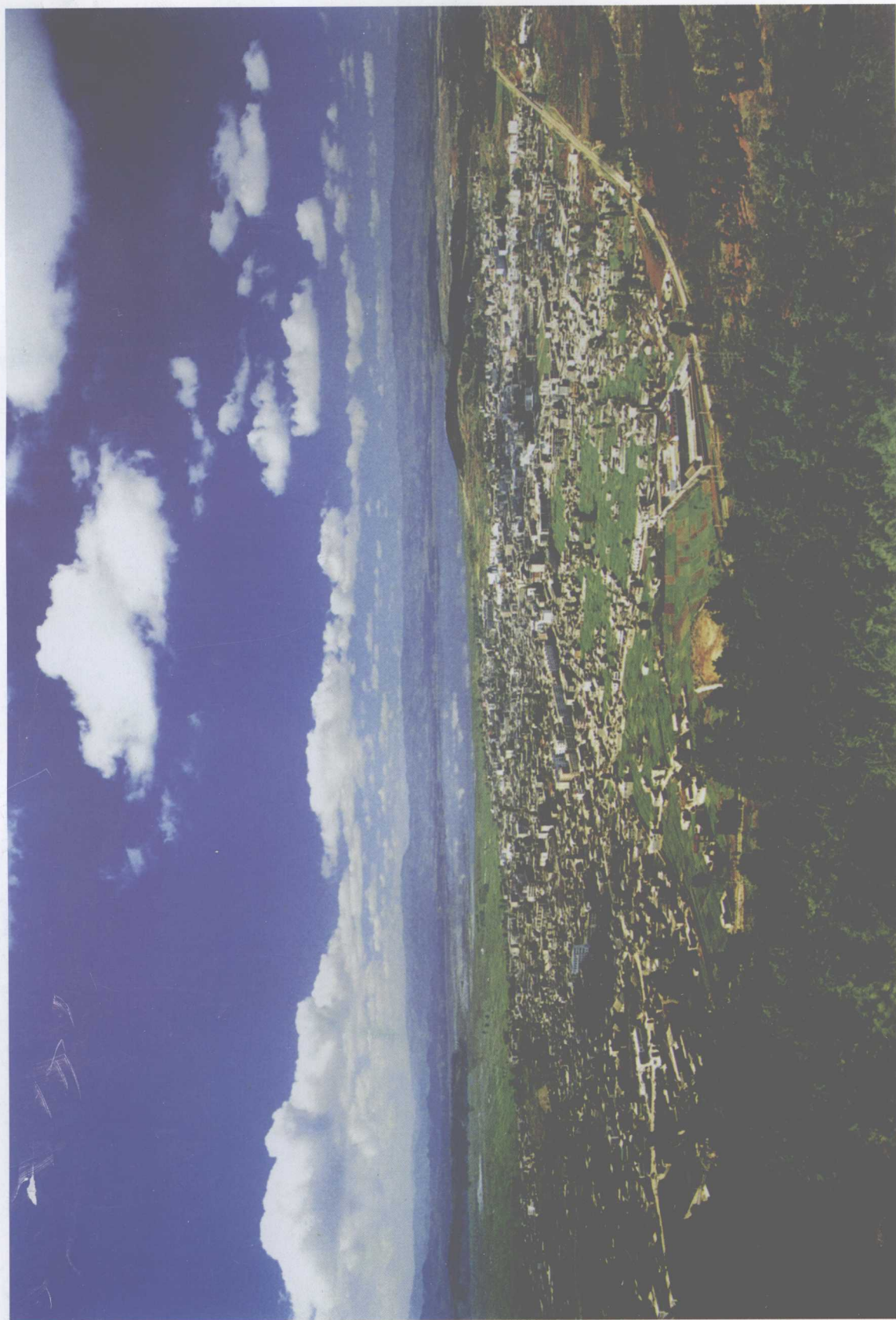
插 页:64

版 次:2007 年 5 月第 1 版

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~1 000

定 价:98.00 元



草海国家级自然保护区全景 黄鹤先 摄



草海上游——六洞桥地形 黄鹤先 摄



草海上游——晨曦中的六洞桥地形剪影。 黄鹤先 摄



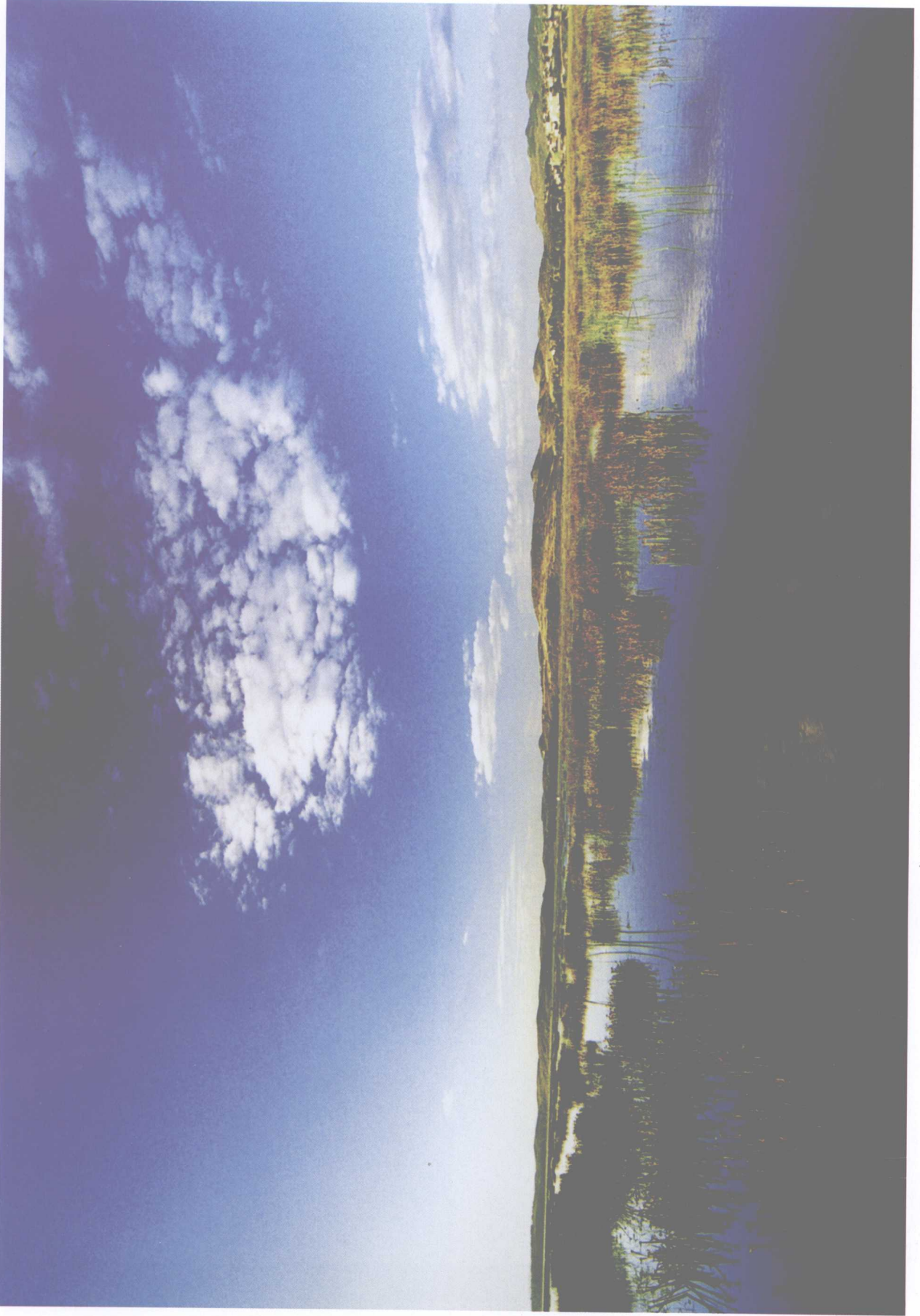
从风登山顶观草海中部主体水域及南西地形特征 黄鹤先 摄



白家嘴沼泽及地貌景观 黄鹤先 摄



草海下游阳关日落风光 黄鹤先 摄



高原明珠草海湿地风光 黄鹤先 摄



夏日草海绮丽的风光 · 黄鹤先 摄

目 录

草海研究综述.....	(1)
1 草海国家级自然保护区土壤特点研究	(12)
2 草海水体的理化性质及其污染状况检测与研究	(21)
3 草海国家级自然保护区夏季的浮游动物及生物量的研究	(33)
4 草海国家级自然保护区底栖动物资源研究	(51)
5 草海国家级自然保护区鱼类资源现状的研究	(58)
6 草海国家级自然保护区两栖爬行动物及其保护	(65)
7 草海国家级自然保护区鸟类资源调查研究	(75)
8 草海国家级自然保护区鹤类及栖息地调查研究	(88)
9 草海国家级自然保护区水鸟资源调查研究	(93)
10 草海国家级自然保护区兽类资源调查研究	(99)
11 草海国家级自然保护区及其附近昆虫资源调查初报	(103)
12 草海国家级自然保护区蜘蛛调查研究	(116)
13 草海国家级自然保护区浮游植物群落结构研究	(125)
14 草海国家级自然保护区水生植被及其生物量的变化研究	(141)
15 草海国家级自然保护区苔藓植物的物种及生态初步研究	(153)
16 草海国家级自然保护区蕨类植物调查研究	(164)
17 草海国家级自然保护区种子植物资源调查研究	(170)
18 草海国家级自然保护区种子植物区系研究	(201)
19 草海国家级自然保护区植被调查研究	(228)
20 草海国家级自然保护区植被恢复与重建研究	(238)
21 草海国家级自然保护区区划与管理	(245)
22 草海国家级自然保护区旅游资源评价及生态旅游对策	(255)
23 人口增长对草海国家级自然保护区影响的对策思考:草海人口与环境矛盾的调查报告	(261)
24 草海参与式自然保护与社区发展活动的探索和实践	(268)
25 草海国家级自然保护区村寨发展信用基金项目的现状分析	(281)
26 草海国家级自然保护区建立 20 多年来的工作概况	(288)

草海研究综述*

张华海 李明晶 姚松林

引言

草海,古称“松坡湖”。是云贵高原上的一颗明珠。

草海,据《威宁彝族回族苗族自治县志》记载:此湖曰草海,合南海、西海而名之。两海汇为一海,由东南折而西北,长四十余里,周一百三十余里,为黔中巨浸。明洪武二十八年(公元1395年),诏卫兵屯田其中,于是凿中、北边、南边三河以灌溉。海田千顷,随处可耕。南海无泄口,由最西之大落水洞潜伏至花鱼洞,涌出为乌江南源。西海亦无泄口,由锁簧仓前之落水洞潜伏至罐子窑,涌出为沱洛河源。天启壬戌(明·天启二年,1622),安效良叛据八年,军民流散,河道淤塞,收复卫城,田卒荒废。清咸丰七年七月(1857),雨四十余昼夜,海水涨至城南斗姥阁门外。清咸丰十年庚申(1860),水忽大涨,两海遂汇为一,名曰草海,淹没田地甚多。清光绪十九年(1894),总镇苏元瑞开浚,大著成效,惜未竟全功而去。清光绪三十年(1905)全涸,无人继续,今则河道塞如旧矣。

1958年以前草海正常水位高程为2175m,水域面积4500hm²。由于历史原因,1958年首次人工排水,使草海水面减少至3100hm²左右。1972年再次进行大规模人工排水,湖水几乎全部排干,仅存水面500hm²和部分沼泽地,大部分湖底被开垦为耕地。草海放水后,使一个运行若干个世纪的高原湿地生态系统,在短时间内崩溃瓦解,出现明显的地方性生态失调,气候反常,候鸟他迁,土壤沙化,农作物病虫害滋生等恶果。鉴于此,1980年中国生态学会委托贵州师范学院黄威廉教授主持开展《贵州草海排水后的生态环境与今后合理利用》的研究,该研究结论是:草海排水后使局部地区气候发生了明显的变化,空气湿度减小,威宁当地大气中每年损失970万t水蒸气,大气降水量减少,平均气温降低,灾害性天气增加,春旱加剧,夏季低温,秋雨增多,大风、冰雹增多,霜冻加重,对农作物生长十分不利。1980年贵州省人民政府决定恢复草海水面。1981年动工蓄水,设计水位高程2171.7m,水面恢复到1980hm²。

草海湿地从1982年重新恢复,自1985年建立草海自然保护区,至今已有20余年之久,这期间是我国改革开放、突飞猛进的20年。草海在建立保护区之初,为摸清其资源,贵州科学院组织了多学科的综合考察,为保护区的建立和发展奠定了基础。随之而来的是国内外专家学者的专题研究、考察持续不断,特别是国际鹤类基金会(ICF)、国际渐进组织(TUP)不懈地努力工作,为草海保护区的社区发展和稳定作出了贡献。

值草海国家级自然保护区建立20周年之际,在国家林业局、贵州省林业厅重视下,这一年组织了贵州科学院生物所、贵州大学、贵州省林业学校、国家林业局昆明勘察设计院、茂兰国家级自然保护区管理局、国际鹤类基金会等单位的专家学者又开展了规模浩大的综合科学考察,针对性地对草海自然环境、生物资源、社会环境等作了深入研究。同时,为草海的进一步发展作出了科学地规划。特别要提出的是国际鹤类基金会(International Crane Foundation)、国际渐进组织(Trickle Up Program)从1994年至今在草海合作尝试以“社区为基础的自然保护与社区发展并进”项目及活动,“在积极帮助社区改善生活水平,争取社区参与保护区的管理活动,联系社区与保护区发展的利

* 主要由张华海执笔

益”。“参与式方法使项目合作各方改变工作态和方法,促进农民积极主动参加社区发展和草海保护”(李凤山,2005年)。

本文是在这些专题研究报告基础上的总结。

一 草海保护区历史沿革

1980年贵州省人民政府于决定恢复草海水域,设计水位高程为2 171.7m,由省水利厅组织实施蓄水工程,于1982年竣工。1985年建立省级自然保护区,主要保护对象为完整、典型的高原湿地生态环境和以黑颈鹤为代表的珍稀鸟类。1986年确立保护区管理处为县级事业单位,隶属于毕节地区行署与省环保局共同领导,行政领导以毕节行署为主,业务领导以省环保局为主;1989年毕节行署在机构改革中将保护区管理处降格为副县级,1992年经国务院批准晋升为国家级自然保护区,同时成为我国第一批生物圈保护区网络成员。1994年,贵州省人民政府在认真总结保护区管理体制经验及保护区重要地位的基础上,以省编委(1994)33号文,重新明确“保护区管理处为县级事业单位,直属省环保局,由省环保局和威宁彝族回族苗族自治县(简称“威宁自治县”)人民政府共同领导”;1995年,中国政府保护生物多样性行动计划又将草海列为国家I级保护湿地,2002年加入东北亚鹤类网络。2004年12月,贵州省人民政府确定将草海自然保护区划归省林业厅领导,2005年正式移交,为林业厅直属县级事业单位,编制20人,经费由省财政支付。

2005年6月,在国家林业局、贵州省林业厅支持和关心下,成立了由省林业厅厅长和常务副厅长为组长的“草海国家级自然保护区总体规划”、“草海国家级自然保护区基本建设可行性研究”和“草海研究”领导小组,当年就完成了对保护区的重新规划设计,并获得了国家1 030万元的基本投资。《草海研究》的外业考察、内业分析及资料整理延续到2006年8月陆续成文。

二 草海研究的意义

草海从恢复初期到1986年,贵州科学院先后组织200多次有关动物、植物、浮游生物、底栖动物、土壤和环境的系统考察,采集大量标本;贵州科学院于1980年就建立了“草海高原湖泊淡水生态系统半定位研究工作站”对其进行系统测定和深入研究,将研究成果汇聚《草海科学考察报告》一书,于1986年12月由贵州人民出版社出版。该成果为草海保护区奠定了科学基础,为保护区的科学管理和发展方向起到指导作用,同时为向世人宣传草海、保护草海起到促进作用。

从草海保护区的建立到今天已有22年,这22年是我国改革开放、经济建设高速发展的时代,由于人口膨胀、城镇建设、工业发展、经济腾飞等诸多问题带来的影响,给草海的可持续发展、生物多样性保护产生了不可避免的问题,如环境污染、人鸟争地、生物入侵、过度捕捞、保护与发展等等。我们的《草海研究》,向人们展示一些学科研究成果、草海现状、面临问题、发展前景。以期引起重视,为云贵高原这颗明珠更加亮丽,为在贵州给鸟类保存这块栖息地作出历史贡献。同时,也为政府主管部门有关决策提供依据。

三 草海研究的结果

(一)生物多样性

1. 动物

(1)鸟类 草海是贵州最大的淡水天然湖泊,也是一个典型的高原湿地生态系统,是一个以我国特有的黑颈鹤 *Grus nigricollis* 等珍稀鸟类及其他候鸟的重要越冬地。鸟类是草海极其重要的生物资源,是主要保护对象,也是草海的灵魂。在草海203种鸟类中,属国家I级保护的有:黑颈鹤、白鹤 *Ciconia boyciana*、黑鹳 *Ciconia nigra*、白尾海雕 *Haliaeetus albicilla*、金雕 *Aquila chrysaetos*、白肩雕

Aquila heliaca 和白头鹤 *Grus monacha* 7 种;国家Ⅱ级保护的有:白琵鹭 *Platalea leucorodia*、黑脸琵鹭 *Platalea minor*、大天鹅 *Cygnus cygnus*、黑鸢 *Milvus migrans*、雀鹰 *Accipiter nisus*、松雀鹰 *Accipiter virgatus*、苍鹰 *Accipiter gentilis*、普通猛鸢 *Buteo buteo*、草原雕 *Aquila nipalensis*、白尾鹞 *Circus cyaneus*、灰背隼 *Falco columbarius*、燕隼 *Falco subbuteo*、游隼 *Falco peregrinus*、红隼 *Falco tinnunculus*、白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*、灰鹤 *Grus grus*、棕背田鸡 *Porzana bicolor*、短耳鸮 *Asio flammeus*、雕鸮 *Bubo bubo*、斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides* 和红角鸮 *Otus scops* 等 21 种。其中,白鹳、黑鹳、白琵鹭、黑脸琵鹭、大天鹅、黑颈鹤、白头鹤、白尾海雕、白肩雕在我省仅见于草海。

草海保护区的 203 种鸟类,隶属于 17 目,34 科。种数占贵州迄今所知 430 种鸟类的 47.2%。其中,有留鸟 88 种,占总数的 43.4%,夏候鸟 21 种,占 10.3%,冬候鸟 69 种,占 34.0%,旅鸟 13 种,占 6.4%,居留情况不清的 12 种,占 5.9%。

在草海地区的繁殖鸟(包括留鸟和夏候鸟)共有 109 种,从各个种的区系从属关系看,其中以东洋界种为主,有 54 种,占繁殖鸟总数的 49.5%;古北界种 27 种,占 24.8%;广布种 28 种,占 25.7%。草海鸟类区系较趋向西南区,更显示出西南区西南山地亚区与华中区西部山地高原亚区区系成分混杂过渡的特征,这是与草海地区位于两区交界地带和云贵高原东部边缘的自然地理位置相一致的。

(2)鱼类 草海淡水鱼类共有 4 目 6 科 12 属 14 种。其中鲤形目最多,有 9 种,占总数的 64.3%;其次是鲈形目,有 3 种,占 21.4%;鲱形目和合鳃目各为 1 种,各占 7.15%。14 种鱼中,土著鱼有 11 种,外来鱼 3 种。

按照鱼类的起源和地理分布,草海鱼类区系分为江河平原鱼类区系、热带平原鱼类区系、上三纪鱼类区系三个区系复合体。江河平原鱼类区系复合体,起源于中国东部的江河平原水域的鱼类,有草鱼 *Ctenopharyngodon idellus* 和油鲮 *Hemiculter bleekeri* 2 种,占总数的 14.3%;热带平原鱼类区系复合体,起源于南岭以南的热带、亚热带平原区各水系的鱼类,有青鲮 *Oryzias latipes*、黄鲮 *Monopterus albus*、波氏栉鰕虎鱼 *Ctenogobius cliffordpopei*、普栉鰕虎鱼 *C. giurinus*、黄魮鱼 *Hypseleotris swinhonis* 等 5 种,占总数的 35.7%;上三纪鱼类区系复合体,在第三纪旧大陆北部温带地区并经冰川期残留下来的鱼类,有鲫 *Carassius auratus*、鲤 *Cyprinus carpio haematopterus*、麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*、彩石鲃 *Pseudoperilampus lighti*、泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*、黑斑云南鳅 *Yunnanilus nigromaculatus*、草海云南鳅 *Y. caohaiensis* 等 7 种,占总数的 50.0%。云南鳅属 *Yunnanilus* 是云贵高原的特有鱼类,草海云南鳅是以草海标本为模式建立的新种,分布地域狭窄。

(3)兽类 草海自然保护区有兽类 18 种,隶属于 7 目 11 科,占贵州兽类种数(138 种)的 13.04%。其中穿山甲 *Manis pentadactyla*、水獭 *Lutra lutra* 为国家Ⅱ级保护的野生动物。草海兽类分布型以东南亚热带—亚热带型为主,其次是南中国型和北方型,横断山脉—喜马拉雅型。其区系在我国动物地理区划中,属于东洋界—西南区—西南山地亚区—黔西高原中山省。与贵州几个自然保护区兽类种数比较,草海自然保护区的兽类资源较为匮乏。

草海自然保护区是典型的高原湿地类型保护区,保护区面积较小,主要部分为水体,由于人类活动干扰严重,水域周边植被状况较差,原生植被丧失殆尽,仅存零散的次生植被,导致自然保护区的生境片段化,呈孤岛状,兽类赖以生存的栖息环境受到严重威胁,使得草海兽类的物种和种群数量逐渐减少,亟待保护。

(4)两栖爬行类 草海保护区两栖动物有 14 种,隶属于 2 目 7 科 12 属。其区系组成中,西南区 11 种,占 78.57%;华中区成分 3 种,占 21.43%。可见草海保护区的两栖动物区系成分以西南区为主导,华中区部分侵入。

爬行动物有 19 种,隶属于 3 目 6 科 14 属。其中贵州疣螈 *Tylototriton kweichowensis* 属于国家Ⅱ

级保护野生动物。在区系组成中,古北、东洋界成分3种,占此带种数15.8%;西南区成分为12种,占63.2%;华中—华南区成分为3种,占15.8%;华中成分1种,占5.2%。可见在草海保护区爬行动物区系组成上,西南区的成分占优势,但古北、东洋界成分、华中成分和华中、华南区的成分也渗透到本区域。

草海两栖爬行动物种类较为丰富,其中贵州疣螈分布极狭窄,数量稀少,较珍稀;威宁趾沟蛙 *Pseudorana weiningensis*、黑点树蛙 *Rhacophorus nigropunctatus*、云南小狭口蛙 *Calluella yunnanensis*、多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa*、昆明龙蜥 *Japalura varcoae* 等分布狭窄,仅分布于滇黔高海拔山区的个别地方,在生物多样性保护方面具有重要意义。

(5)昆虫 草海保护区的昆虫资源调查,这是首次。根据野外采集标本初步鉴定有189种,隶属13目58科152属。其中,蜉蝣目1种,蜻蜓目3科6属6种,直翅目6科8属8种,革翅目1种,同翅目3科21属23种,半翅目9科16属18种,广翅目1种,脉翅目2科2属2种,鞘翅目8科24属31种,长翅目1种,双翅目4科6属17种,鳞翅目17科62属77种,膜翅目2科3属3种。可见,草海的昆虫较为丰富,反映了草海温暖、湿润的温带气候特点。

草海昆虫在我国的动物地理区划中,属东洋区(界)、中印亚区(界),西南区,西南山地亚区。此次已鉴定的昆虫中有许多东洋、古北两区的广布种,高地型的种类亦有相当的比例。代表种如云南伊蚊 *Aedes yunnanensis*、云南菜蝻 *Eurydema pulchra* 和滇蜀星齿蛉 *Protohermes similes* 等。这一区系特点,反映具有明显的古北区(界)的色彩。

(6)蜘蛛 本次对草海自然保护区蜘蛛作了较全面的采集,经鉴定草海蜘蛛有15科41属68种。其群落的优势度明显,以园蛛科的角类肥蛛 *Larinioides crnuta* 和肖蛸科的前齿肖蛸 *Tetragnatha praedonia* 的个体为最多,为草海蜘蛛群落的优势种。这两种蜘蛛较喜欢生活于潮湿的近水域环境,而其他蜘蛛种类的个体数相当少,这是该区蜘蛛群落的一个最大的特征。这进一步说明了草海的生态多样性较单一,为典型的湿地生态系统。

(7)底栖动物 草海自然保护区底栖动物有83属121种,种数占贵州迄今所知144种底栖动物的84.03%。其中,软体动物15种,占12.40%;寡毛类13种,占10.74%;甲壳动物5种,占4.13%;蛭类2种,占1.65%;水生昆虫61属86种,占71.07%。草海底栖动物优势种为摇蚊 *Tendipus* sp.、中华圆田螺 *Cipangopaludina cathayensis*、狭萝卜螺 *Radix lagotis*、锯齿新米虾 *Neocaridina dentioulata*、黄蜻 *Pantala flavescens* 等5种,其中摇蚊属幼虫主要分布在近县城的入水口附近,呈核心分布;中华圆田螺、狭萝卜螺、锯齿新米虾、黄蜻在全湖均有分布。

此次调查增加了蜻蜓目昆虫37属59种,除蜻蜓目昆虫外,其他底栖动物仅有15属23种,明显低于1983年草海蓄水初期的属种数。草海全湖底栖动物平均密度为344个/m²,其中螺类平均密度为98个/m²,寡毛类平均密度为42个/m²,水生昆虫为198.0个/m²,其他底栖动物为6.0个/m²。明显高于1983年相同月份草海蓄水初期的螺类、寡毛类和水生昆虫的平均密度。但目前草海底栖动物的优势度更明显,密度增大的主要是优势种摇蚊属幼虫、中华圆田螺、狭萝卜螺、锯齿新米虾、黄蜻幼虫等。

(8)浮游动物 草海夏季的浮游动物有69属140种。其中原生动物10属24种,占总种数的17.1%;轮虫26属69种,占总种数的49.3%;枝角类14属28种,占总种数的20.0%;桡足类15属19种,占总种数的13.6%。优势种为普通表壳虫 *Arcella vulgaris*、唇形叶轮虫 *Notholca labis*、球形砂壳虫 *Diffugia globulosa*、尖顶砂壳虫 *Diffugia acuminata*、长肢多肢轮虫 *Polyarthra dolichoptera*、精致单趾轮虫 *Monostyla elachis*、长圆砂壳虫 *Diffugia pyriformis*、梨形单趾轮虫 *Monostyla pyriformis*、月形腔轮虫 *Lecane luna*、旋匣壳虫 *Centropyxis aerophia*、奇异六腕轮虫 *Hexarthra mira* 和汤匙华哲水蚤 *Sinocalanus dorii*。草海原生动物、轮虫类、枝角类的优势种群与1983年相比,发生了比较大的变化。

草海浮游动物多为广温、广布性种。草海浮游动物个体数量变化范围为 495 个/L ~ 12 360 个/L, 平均为 3 696 个/L。各类浮游动物中, 以原生动物的平均个体数量最大, 为 2 778.6 个/L; 枝角类最小, 为 42.86 个/L。在各站点中, 以湖中心 4 号站个体数量最大, 为 12 360 个/L, 中河排水沟 1 号站最小, 为 495 个/L。其个体数量呈现出以 4 号站水域为中心, 向四周逐渐减少至中河排水沟达到最低的分布特点。

草海浮游动物生物量的变化范围为 0.126 ~ 7.525mg/L, 平均为 2.326mg/L。各类浮游动物中, 以枝角类的生物量最大, 为 0.879mg/L; 原生动物最小, 为 0.083mg/L。在各站点中, 以中部偏西的 6 号站生物量最大, 为 7.525mg/L, 东部的 2 号站最小, 为 0.126mg/L。其生物量表现为东部偏低, 中部偏西的 6 号站为最高的分布格局。

各样点物种丰富度 Margalef 指数范围为 1.04 ~ 10.15。以 6 号样点最大, 为 10.15; 东部的 1 号样点最小, 为 1.04。物种丰富度的变化趋势表现为东部 1 号、2 号站最低, 逐渐到中部 4 号站及偏西的 6 号达到最高的分布格局。草海各样站浮游动物的 Shannon - Wiener 多样性指数 H' 和 Pielon 均匀度指数 J 均以湖中心偏南的 5 号站最高, 分别为 1.283 和 0.831; 以东部 1 号站最低, 分别为 0.407 和 0.676。

应用浮游动物指示种 (Hakkari 等, 1978) 来判定草海水体类型, 草海水体营养类型为中营养型。

2. 植物

(1) 浮游植物 草海的浮游植物由 8 门 96 属 207 种藻类组成。其中绿藻门有 47 属 99 种、硅藻门 24 属 60 种、蓝藻门 16 属 27 种、裸藻门 3 属 15 种、隐藻门 2 属 2 种、甲藻门 2 属 2 种、金藻门 1 属 1 种、黄藻门 1 属 1 种。主要优势类群有微囊藻 *Microcystis*、隐杆藻 *Aphanothece*、色球藻 *Chroococcus*、腔球藻 *Coelosphaerium*、平裂藻 *Merismopedia*、脆杆藻 *Fragilaria*、针杆藻 *Synedra*、衣藻 *Chlamydomonas*、盘藻 *Gonium*、实球藻 *Pandorina*、空球藻 *Eudorina*、杂球藻 *Pleodorina*、球囊藻 *Sphaerocystis*、网膜藻 *Tetrasporidium*、葡萄藻 *Botryococcus*、胶网藻 *Dictyosphaerium*、空星藻 *Coelastrum* 等属, 其中多数种类为富营养化藻类。

草海浮游植物平均细胞数为 $1\,111.6 \times 10^4$ 个/L。从门类上看, 个体数量以绿藻门最多。绿藻门细胞密度和所占比例分别为 655.2929×10^4 个/L 和 58.95%; 蓝藻门次之, 硅藻门第三, 裸藻门、黄藻门、甲藻门、金藻门 4 门的藻类数量很少, 其所占的比例也较低。在各站点水平分布上, 浮游植物平均细胞数以东部的 2 号站点最高, 为 $2\,892.63 \times 10^4$ 个/L, 最低为西北部的羊关山近出水口的 7 号站点, 为 226.86×10^4 个/L。

草海浮游植物平均生物量为 4.6954mg/L。从门类上看, 生物量以绿藻门最高, 绿藻门的生物量及其所占比例分别为 2.8187mg/L 和 60.029%; 硅藻门次之, 其生物量及其所占比例分别为 1.3532mg/L 和 28.8195%; 裸藻门第三, 其生物量及其所占比例分别为 0.3442mg/L 和 7.3305%; 蓝藻门仅占第四, 黄藻门、甲藻门、隐藻门和金藻门的生物量及所占比例很低。在各站点水平分布上, 浮游植物平均生物量以东部的 2 号站点最高, 为 7.7709×10^{-4} mg/L, 而湖中偏南的 5 号站点最低, 为 1.7537×10^{-4} mg/L。

草海各站点的属 Margalef 丰富度指数 ($d_{\max}$) 以西北部的羊关山近出水口的 7 号站点最高, 为 6.0131; 以中河近县城入水口的 1 号站点最低, 为 3.7996。属的 Simpson 指数 (d_{sim}) 以湖中心的 4 号站点最高, 为 0.7918; 以西南部的 6 号站点最低, 为 0.5491。属的 Shannon - Weaver 指数 (H') 和均匀度指数 (J) 均以湖中心的 4 号站点最高, 分别为 2.0511 和 0.4681; 以中河近县城入水口的 1 号站点最低, 分别为 1.1819 和 0.2831。

与 1983 年相比, 草海的浮游植物的组成门数相同, 但减少了 21 属, 增加了 26 属。草海藻类物种的变化呈以下趋势: 优势物种朝富营养化藻类发展和物种朝适应高 pH 值方向发展。

(2) 苔藓植物 草海国家级自然保护区的苔藓植物是第一次系统调查,据采集的标本鉴定得知草海保护区苔藓植物有 36 科 68 属 145 种。其中,苔类植物 13 科 14 属 17 种,藓类植物 23 科 54 属 128 种。昂氏藓属 *Aongstroemia* 为贵州新记录属;赤根青藓 *Brachythecium erythrorrh*、平叶墙藓 *Tortula planifolia* 为贵州新记录种。丛藓科 Pottiaceae、真藓科 Bryaceae、灰藓科 Hypnaceae、青藓科 Brachytheciaceae、曲尾藓科 Dicranaceae、凤尾藓科 Fissidentaceae 为该区的优势科。与贵州其他地方相比,该区苔藓植物具有较强的特殊性,该区单属科、单种属所占比例极高,对该区优势科进行分析,得知该区苔藓植物为温带性质。

草海自然保护区藓类植物占全国藓类植物科的 36.51%, 属的 13.08%, 种的 5.39%; 占贵州藓类植物科的 46.00%, 属的 25.12%, 种的 17.80%。苔类植物占贵州苔类植物科的 38.24%, 属的 20%, 种的 5.59%。

草海自然保护区内的苔藓植物含 7 种以上的优势科 6 个,分别是丛藓科 Pottiaceae (15 属 25 种)、真藓科 Bryaceae (5 属 24 种)、灰藓科 Hypnaceae (10 属 23 种)、青藓科 Brachytheciaceae (5 属 16 种)、曲尾藓科 Dicranaceae (4 属 8 种) 以及凤尾藓科 Fissidentaceae (1 属 8 种)。6 个优势科共有苔藓植物 104 种,占整个草海自然保护区苔藓植物的 71.72%, 构成了该区苔藓植物区系的主体。含 4 种以上的优势属有:真藓属 *Bryum* (14 种)、青藓属 *Brachythecium* (11 种)、凤尾藓属 *Fissidens* (8 种) 和小金发藓属 *Pogonatum* (4 种) 等 4 属共 37 种,占整个保护区苔藓植物总种数的 25.52%。而该区单种属较多,有牛毛藓属 *Ditrichum*、昂氏藓属 *Aongstroemia*、指叶苔属 *Lepidozia* 等 39 个属,占该区苔藓植物总属数的 57.35%。

总之,草海自然保护区苔藓植物的生态群落丰富,涵盖水生、石生、土生、木生类型。

(3) 蕨类植物 首次对草海自然保护区蕨类植物作了系统调查,共获 52 种,隶属 17 科 29 属。经区系成分分析,得知该地区的蕨类植物种类是以温带地理成分占优势的温带性质。该区由于紧靠威宁自治县县城,人为活动频繁,破坏严重,缺乏保存较好的森林植被,因而蕨类植物亦不够丰富。构成本区蕨类植物的前 5 个优势科依次为:蹄盖蕨科 Athyriaceae、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae、水龙骨科 Polypodiaceae、铁角蕨科 Aspleniaceae 和中国蕨科 Sinopteridaceae。由于本区处在热带亚洲和东亚两大分布区植物过渡的地段上,同时,山区多样化的生境,有 15 个属在这里仅有 1 种分布,构成属多种少的格局,具有明显的过渡性质。从属的分布区类型来看,世界分布 (10 属)、热带亚热带分布 (10 属) 和温带分布 (9 属),三大成分几乎占有相同的比例,说明该地区蕨类植物历史上的地理联系非常广泛。从种来看,该区海拔较高,均在 2 000m 以上,温带成分有所增加,占到了 76.5%。其中东亚成分最多 (24 种),占 47.0%,应属东亚区系。同时该区处在中国—喜马拉雅和中国—日本两个变型的分界线上,因而中国—喜马拉雅成分 (11 种,占 21.6%) 和中国—日本 (9 种,占 17.6%) 所占比例接近,说明与其区系地理联系的程度基本相同。从这一分界线开始,往西,中国—喜马拉雅的成分将有所增加;往东,则中国—日本成分将会有所增加。区内金顶瓦韦 *Lepisorus coetaneus*、西南石韦 *Pyrrosia gralla*、圆片耳蕨 *Polystichum cyclolobum*、四川蛾眉蕨 *Lunathyrium sichuanense* 等几种蕨类植物的分布范围都非常狭窄,应给予足够的重视,并加强其保护。

就调查结果,保护区蕨类植物种类不够丰富,除了海拔较高等环境因素外,主要是人为干扰影响较大,造成一些种类的缺失。

(4) 水生植物 草海自然保护区水生维管束植物有 49 种,隶属 25 科 37 属。较 1983 年的调查名录增加 5 科 10 属 11 种,增加的物种多数为两栖、湿中生或中生的植物种类。另有大型藻类 (轮藻门) 1 科 3 属 3 种,与 1983 年研究结果相同。水生植被的组成成分中,有 14 个科为世界广布科;金鱼藻 *Ceratophyllum demersum*、狐尾藻 *Myriophyllum spicatum*、穿叶眼子菜 *Potamogeton perfoliatus*、竹叶眼子菜 *P. malaianus*、菹草 *P. crispus*、黑藻 *Hydrilla verticillata* 等属于世界广布种;属于中国广布种