

梁子湖湿地植物多样性现状与评价

葛继稳^{1,2}, 蔡庆华^{1*}, 刘建康¹, 刘胜祥³, 蒲云海², 梅伟俊² (1.中国科学院水生生物研究所, 淡水生态与生物技术国家重点实验室, 湖北 武汉 430072; 2.湖北省野生动植物保护总站, 湖北 武汉 430079; 3.华中师范大学生命科学学院, 湖北 武汉 430079)

摘要: 根据 1999~2001 年的野外调查数据, 研究了湖北梁子湖湿地浮游藻类 and 高等植物多样性资源。结果表明, 该湿地常见浮游藻类 73 种, 隶属于 7 门 58 属(绿藻 28 种, 硅藻 19 种, 蓝藻 14 种, 金藻 4 种, 裸藻 3 种, 甲藻 3 种, 隐藻 2 种); 高等植物 282 种, 隶属于 72 科 183 属(苔藓 8 种, 蕨类 9 种, 裸子植物 3 种, 被子植物 262 种), 其中国家重点保护野生植物 5 种。浮游藻类密度和生物量均值分别为 $(1163.79 \pm 913.51) \times 10^4 \text{ cell/L}$ 和 $6.134 \pm 2.737 \text{ mg/L}$, 叶绿素 a 含量 $12.75 \pm 4.98 \mu\text{g/L}$, 浮游藻类表层日生产量 $1.18 \sim 2.29 \text{ mgO}_2/(\text{L} \cdot \text{d})$ 。水生植被繁茂, 可划分为 12 个群丛, 群丛单位面积生物量为 6.443 kg/m^2 ; 水生植被覆盖率 54.27%, 单位面积生物量为 3.496 kg/m^2 , 在同类湖泊中处于中等水平; 植被种类复杂, 以沉水植物微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)和金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)为优势群落。该湖泊总体上属中营养型水体, 仍保持草型湖状态。

关键词: 湿地; 植物多样性; 现状; 评价; 梁子湖; 湖北

中图分类号: X176 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2003)05-0451-06

The present situation and evaluation of plant diversity of Lake Liangzihu wetland. GE Ji-wen^{1,2}, CAI Qing-hua¹, LIU Jian-kang¹, LIU Sheng-xiang³, PU Yun-hai², MEI Wei-jun² (1.State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China; 2.Hubei Wildlife and Plant Conservation Station, Wuhan 430079, China; 3.College of Life Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430079, China). *China Environmental Science*, 2003,23(5): 451~456

Abstract: Based on the field data investigated during 1999~2001, the planktonic alga and higher plant diversity resources of Lake Liangzihu wetland in Hubei Province were studied. The wetland was quite rich in plant diversity, with 73 common planktonic alga species (including 28 species of Chlorophyta, 19 species of Bacillariophyta, 14 species of Cyanophyta, 4 species of Chrysophyta, 3 species of Euglenophyta, 3 species of Pyrrophyta and 2 species of Cryptophyta) belonging to 7 phyla and 58 genera; as well as 282 common higher plant species (including 8 species of Bryophyta, 9 species of Pteridophyta, 3 species of Gymnospermae and 262 species of Angiospermae) belonging to 72 families and 183 genera. Among the higher plants, there were 5 national key protected species. Of the planktonic alga, the average values of density and biomass, were $(1163.79 \pm 913.51) \times 10^4 \text{ cell/L}$ and $6.134 \pm 2.737 \text{ mg/L}$ respectively; chlorophyll a content was $12.75 \pm 4.98 \mu\text{g/L}$ and surface daily production rate of planktonic alga was $1.18 \sim 2.29 \text{ mgO}_2/(\text{L} \cdot \text{d})$. The aquatic vegetation was luxuriant which can be classified into 12 associations, the association biomass in unit area was 6.443 kg/m^2 ; the aquatic vegetation covering rate was 54.27%, biomass in unit area was 3.496 kg/m^2 , being of middle level among the similar lakes. Species composing the aquatic vegetation were complex with submersed plant *Potamogeton maackianus* and *Ceratophyllum demersum* as dominant species. The lake belongs to mesotrophic waters and is still a macrophytic lake.

Key words: wetland; plant diversity; present situation; evaluation; Lake Liangzihu; Hubei

梁子湖是长江中游的一个大型永久性淡水湖泊湿地, 位于湖北省东部, 地跨武汉市江夏区和鄂州市。中水位(19m)时, 梁子湖水面面积 30430 hm^2 , 库容 $10.893 \times 10^8 \text{ m}^3$, 系中国第 13 大淡水湖, 湖北省第二大湖(库容第一), 因盛产“武昌鱼”而驰名中外。梁子湖为河谷沉弱湖类型, 全湖以中心梁子

岛和南、北咀一线为界, 可划分为东梁子湖、

收稿日期: 2003-01-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30070153); 中国科学院知识创新工程领域前沿项目; 国家林业局湿地资源调查资助项目(1997~2001)

* 通讯联系人

前江大湖和中湖 3 部分.由于受到构造断裂和地貌条件等的影响,湖岸曲折,湖面破碎,形成小湖依大湖、母湖连子湖的复杂形态特征,在国内十分罕见.

梁子湖植物资源的调查始于 20 世纪 50 年代,20 世纪 90 年代形成高峰.中国科学院水生生物研究所刘建康和王祖熊等^[1,2]对梁子湖自然环境和湖沼学进行了定位调查研究,20 世纪 80 年代初期,湖北省区划委员会和江汉平原水产资源考察组^[3]对梁子湖水产资源进行了综合考察,1992 年王卫民等^[4],1996 年金刚^[5],1997~1998 年陈中义等^[6]和 1998~1999 年詹存卫等^[7]分别研究了梁子湖水生植被,沉水植被资源现状,沉水植物种群数量和生物量周年动态以及水—陆交错区水生植物群落生态学.但以梁子湖整个湿地植物为对象的研究尚不够全面.为建立自然保护区,保护梁子湖湿地丰富的生物多样性资源,作者于 1999 年 2 月~2001 年 7 月对梁子湖湿地进行了全面的综合考察,期望为梁子湖湿地生态系统的保护,湿地植被的恢复与重建提供理论依据.

1 材料与方法

在梁子湖主体湖(面积 22715hm²,不包括子湖)水域地区,用 GPS 定位,共设置 2×2km²网格 60 个;在网格的交叉点处作为浮游藻类和水生高等植物研究的样点.根据水生植物在梁子湖的物候期及生长规律,确定调查和取样时间为 2001 年 5~6 月.由于绝大多数水生植物,尤其是沉水植物(特别是早春出现的种类)在这一时期均有较大的出现率和较高的生物量.在梁子湖非水域地区,于 1999 年 2 月~2001 年 7 月按照植物的物候期广泛采集高等植物标本.

1.1 浮游藻类研究方法

采用王骥等人的方法^[8].采集 1000mL 水样沉淀,浓缩至 50mL,取 0.1mL 在显微镜下计数,同时测算各种藻类细胞体积,假定比重为 1,根据各种藻类细胞体积和细胞数计算浮游藻类密度与生物量;叶绿素 a 含量测定,采用分光光度法,用 90% 丙酮提取,测算酸化前后光密度,用

Lorenzen^[9]公式计算;采用黑白瓶测氧法,曝光 24h,测定浮游藻类的生产量.

1.2 高等植物研究方法

采用多次随机重复小样方的取样方法,每样点用 0.04m²样方夹采集水生植物 6 次,每次除去枯死枝叶,按种分开,分别称其鲜重,用 6 次结果的平均值代表该点的生物量;挺水植物设置 1×1m²样方,采集全部植株称重;在 1:5 万地形图上绘制群落分布边界,使用求积仪计算各群落分布面积,再计算群落覆盖率.目测各群丛盖度.

2 结果

2.1 浮游藻类

共检测到 73 种浮游藻类,隶属 7 门 58 属.其中,绿藻门 25 属 28 种;硅藻门 12 属 19 种;蓝藻门 10 属 14 种;金藻门 4 属 4 种;裸藻门 2 属 3 种;甲藻门 3 属 3 种;隐藻门 2 属 2 种.浮游藻类密度均值为 $(1163.79 \pm 913.51) \times 10^4$ cell/L;生物量均值为 6.134 ± 2.737 mg/L;叶绿素 a 含量 12.75 ± 4.98 μg/L.

浮游藻类表层生产量在梁子湖不同区域分布不同,东梁子湖最高,为 2.29mgO₂/(L·d),前江大湖次之,为 1.43mgO₂/(L·d),中湖较低,为 1.18mgO₂/(L·d).

2.2 高等植物

2.2.1 植物区系 初步统计,梁子湖湿地有高等植物 282 种(含变种),隶属于 72 科 183 属,其中苔藓植物 8 科 8 属 8 种,蕨类植物 6 科 6 属 9 种,裸子植物 1 科 2 属 3 种,被子植物 57 科 167 属 262 种(双子叶植物 43 科 114 属 174 种,单子叶植物 14 科 53 属 88 种).

优势种类有微齿眼子菜、金鱼藻、穗状狐尾藻、苦草、菰、四角菱、荇菜、菹草等.

2.2.2 生活型 梁子湖湿地植物包括沼生植物、湿生植物和水生植物 3 种生活型^[10].沼生植物 29 种,湿生植物 173 种,水生植物 80 种.在水生植物中,挺水植物 28 种,浮叶植物 20 种,漂浮植物 9 种,沉水植物 23 种.

2.2.3 国家重点保护野生植物 根据 1999 年国家林业局和农业部颁布的《国家重点保护野生植物名录(第一批)》的标准,梁子湖湿地有国家重点

保护野生植物 5 种,其中一级 1 种,即莼菜(*Brasenia schreberi*),二级 4 种,即水蕨(*Ceratopteris thalictroides*)、野菱(*Trapa incisa*)、莲(*Nelumbo nucifera*)和野大豆(*Glycine soja*)。

2.3 水生植被

2.3.1 植被类型 依据水生植物优势度确定建群种的群落分类原则^[11],可将梁子湖水生植被划分为挺水、浮叶和沉水 3 种类型,共 12 个群丛。

挺水植物群落 1 个,即菰群丛(*Zizania caduciflora* Ass.)分布在东梁子湖和前江大湖北岸带 2m 以内的水中和部分湖汉中,集中在东梁子湖的东井、南湾、月山、扁担洲和前江大湖北部的局部浅水区域。菰群丛垂直结构简单,挺水植被层以单优种菰为建群种,水面及水下零星分布有浮叶植物荇菜、四角菱、漂浮植物槐叶萍、满江红及沉水植物金鱼藻、穗状狐尾藻、菹草、微齿眼子菜,近岸边分布有空心莲子草等。群丛覆盖率(指群丛分布面积覆盖梁子湖主体湖面积的比例,下同)6%左右,群丛盖度 20%~95%。该群丛是梁子湖目前唯一的挺水植物群落。浮叶植物群落有以下 5 个群丛。

四角菱群丛(*Trapa quadrspinosa* Ass.)零星分布于沿岸带水深 2m 左右的水域。浮叶植物层闭合度较高,达 65%,且以四角菱占绝对优势,伴生有荇菜;沉水植物层种类单一,仅有金鱼藻 1 种。

四角菱—金鱼藻群丛(*Trapa quadrspinosa*—*Ceratophyllum demersum* Ass.)分布于东井大堤附近菰群丛中航道边及桐油嘴附近水域。浮叶层闭合度较低,30%左右,四角菱为优势种,伴生有荇菜;沉水层异常发育,金鱼藻为优势种,伴生有穗状狐尾藻、菹草、微齿眼子菜等。生物量最高,达 25.312kg/m²(鲜重,下同)。

荇菜群丛(*Nymphoides peltatum* Ass.)主要分布在南湾、余家咀、扁担洲南岸附近的菰群丛外沿。浮叶层闭合度达 70%左右,为荇菜单优种群落;沉水层种类少,仅有少量的金鱼藻和竹叶眼子菜分布。

荇菜—金鱼藻群丛(*Nymphoides peltatum*—

Ceratophyllum demersum Ass.)分布于东井大堤菰群丛外沿。浮叶层闭合度 35%左右,荇菜为优势种,伴有少量的四角菱和漂浮植物浮萍、水鳖;沉水层发育良好,以金鱼藻占优势,伴生种有黑藻、微齿眼子菜和穗状狐尾藻。生物量达 16.55kg/m²,在各群丛中列第 2 位。

莲—穗状狐尾藻+金鱼藻群丛(*Nelumbo nucifera*—*Myriophyllum spicatum* + *Ceratophyllum demersum* Ass.)分布于扁担洲附近水域。浮叶层闭合度 45%左右,莲为优势种,伴生有四角菱和荇菜;沉水层以穗状狐尾藻和金鱼藻呈簇状交错分布,构成共优种,还伴生种有微齿眼子菜和菹草等。该群丛面积仅 0.2hm²,为梁子湖唯一的野生莲群落。野生莲为国家二级保护植物,要注意加以保护。沉水植物群落有以下 6 个群丛。

微齿眼子菜群丛(*Potamogeton maackianus* Ass.)主要分布自扁担洲北岸,经管理咀,直至牛山湖大坝,形成茂密壮观的“水下森林”。以单优种微齿眼子菜为建群种,伴生种有浮叶植物荇菜、四角菱和沉水植物菹草、穗状狐尾藻和金鱼藻等。它是目前梁子湖分布面积最大的沉水植物群落,覆盖率达 25%左右。

穗状狐尾藻+微齿眼子菜群丛(*Myriophyllum spicatum* + *Potamogeton maackianus* Ass.)分布于梁子湖岛至湖瓢咀一线较大区域和扁担洲西南约 500m 处。伴生种为浮叶植物四角菱和荇菜。

穗状狐尾藻+竹叶眼子菜群丛(*Myriophyllum spicatum* + *Potamogeton malaianus* Ass.)分布在东梁子湖湖中心。穗状狐尾藻和竹叶眼子菜混生,斑块状交错分布,伴生种有四角菱、菹草和黑藻。

金鱼藻群丛(*Ceratophyllum demersum* Ass.)分布于南起东井大堤北部,北至南竹林一大沙咀一线的沿湖中部水域,分布面积仅次于微齿眼子菜群丛。以单优种金鱼藻为建群种,主要伴生种有穗状狐尾藻、苦草、菹草、黑藻,还有浮叶植物四角菱、荇菜和漂浮植物浮萍、水鳖等。生物量达 11.441kg/m²,在各群丛中列第 3 位。

菹草群丛(*Potamogeton crispus* Ass.)分布于梁子岛以西约 600m 处,为菹草单优群丛,伴生种

仅穗状狐尾藻。

苦草群丛(*Vallisneria natans* Ass.)主要分布在湖心区,水深在 2m 以上的龙港口至湖瓢咀一带水域,南、北咀沿岸岸线浅水带(水深<0.5m)亦

有少量分布.伴生种类有黑藻、金鱼藻和茨藻等。

2.3.2 群丛分布面积和生物量 梁子湖水生植被各群丛的分布面积和生物量见表 1。

表 1 2001 年梁子湖主体湖水生植物群落分布面积、群落生物量(鲜重)
Table 1 Distribution area and biomass (wet weight) of aquatic macrophyte communities in main Lake Liangzihu in 2001

名 称	面积 (hm ²)	覆盖率 (%)	单位面积生物量 (kg/m ²)	群丛生物量 (t)	各群丛生物量占总生物量 比例(%)
挺水植物群落	1408.33	6.20	5.264	74134	9.334
菰群丛	1408.33	6.20	5.264	74134	9.334
浮叶植物群落	1113.07	4.90	14.430	160671	20.230
四角菱群丛	193.01	0.85	2.300	4439	0.559
四角菱—金鱼藻群丛	397.51	1.75	25.312	100618	12.669
荇菜群丛	238.51	1.05	3.620	8634	1.087
荇菜—金鱼藻群丛	283.84	1.25	16.550	46976	5.915
莲—穗状狐尾藻+金鱼藻群丛	0.20	0.00	2.020	4	0.000
沉水植物群落	9806.06	43.17	5.680	559398	70.435
微齿眼子菜群丛	5690.10	25.05	5.416	308176	38.803
穗状狐尾藻+微齿眼子菜群丛	581.50	2.56	3.300	19190	2.416
穗状狐尾藻+竹叶眼子菜群丛	826.83	3.64	5.645	46675	5.877
金鱼藻群丛	1374.26	6.05	11.441	157229	19.797
菹草群丛	186.26	0.82	3.400	6333	0.797
苦草群丛	1147.11	5.05	1.900	21795	2.744
合计	12327.46	54.27	6.443	794203	100.00

梁子湖主体湖(面积 22715hm²)2001 年 5~6 月间水生植物群丛分布总面积为 12327.46hm²,群丛覆盖率 54.27%,群丛单位面积生物量 6.443kg/m²,群丛总生物量 794203t.经计算,全湖水生植物单位面积生物量为 3.496kg/m²,其中沉水植物单位面积生物量为 2.463kg/m²。

2.3.3 植被分布 在东梁子湖东井大堤一带,水生植被分布规律较为明显.从湖岸到深水部位,依次出现湿生、挺水、浮叶与沉水等 4 个植被带,并在东井、新堤、月山及金牛港口一带出现沼泽植被。

湿生植被带分布于全湖湖岸边及水深不超过 0.5m 处.主要种类有旱苗蓼、苔草、稗草、灯心草、狗牙根、石龙芮、毛茛、碎米荠、水蓼、齿果酸模、空心莲子草、龙芽草、鳢肠和白茅等。

挺水植被带主要分布于东井大堤、月山新港

口等沿岸一带,水深 2m 以下水域,是湖中分布面积较小的植物带.主要种类是菰,局部地区有芦苇、菖蒲等,但未形成群落。

浮叶植被带主要分布于东梁子湖沿岸 2.5m 左右的水域中.主要种类有四角菱、莲、芡实、荇菜和萍蓬草等.在这个植物带中间,同时分布着大量沉水植物,如金鱼藻、穗状狐尾藻、菹草、微齿眼子菜、黑藻、茨藻、苦草和竹叶眼子菜等。

沉水植被带在东梁子湖全湖几乎都有分布,覆盖面积达 80%以上.主要种类有眼子菜科的种类(以微齿眼子菜和菹草为主)、金鱼藻、穗状狐尾藻、苦草、竹叶眼子菜、黑藻和茨藻等。

梁子湖水生植被分布差异极为显著,东梁子湖为草型湖,前江大湖植被较少,中湖基本上无水生植被.目前除前江大湖有部分沉水植物分布和在部分近岸水域有少量菰外,中湖的水生植被覆

盖率趋近于零;而东梁子湖还维持为草型湖泊,水生植被发育良好,覆盖率为 95%左右。

3 讨论

梁子湖植物多样性反映了水环境的变化.在浮游藻类方面,梁子湖浮游藻类以绿藻门和硅藻门的种类占优势.在 73 种浮游藻类中,绿藻 28 种,占 38.36%;硅藻 19 种,占 26.03%;蓝藻 14 种,占 19.18%;金藻 4 种,占 5.48%;裸藻和甲藻各 3 种,各占 4.11%;隐藻 2 种,占 2.74%。

从 20 世纪 50~80 年代直至最近,梁子湖浮游藻类种类、密度、生物量呈明显增加的态势,优势类群也发生了从贫营养型向富营养型的变化

(表 2),表明梁子湖水质有变坏的趋势.按 Wetzel^[12]提出的浮游藻类叶绿素 a 最高含量在 2~15μg/L 范围内为中营养型水体的标准,梁子湖总体上应属中营养型水体,但局部地区已跨入富营养型水体行列。

在高等水生植物方面,由于水较深和沙质底质的影响,西梁子湖(包括前江大湖和中湖)水生植被历史上就较东梁子湖少,特别是挺水植物特别少,加之从 20 世纪 90 年代初期人类活动(如 在南、北咀用钢网隔离,大面积围栏养鱼及多种商业开发活动)的负面影响,导致西梁子湖水体生态系统逆向演替。

表 2 梁子湖不同时期浮游藻类区系组成、密度和生物量的变化
Table 2 Comparison of changes in planktonic alga flora, density and biomass between different times in Lake Liangzihu

时间(a)	区系组成	密度(cell/L)	生物量(mg/L)	优势类群
1955~1956 ^[1,2]	46 属	4.7175×10 ⁴		硅藻、甲藻
1982 ^[3]	8 门 27 科 40 属	227.84×10 ⁴	2.4053	隐藻
2001	7 门 58 属 73 种	(1637.9±913.51)×10 ⁴	6.134±2.737	绿藻、硅藻

梁子湖湿地植物生活型以湿生植物为主.梁子湖湿生植物最为丰富,有 173 种,水生植物次之,有 80 种,沼生植物最少,仅 29 种,分别占总种数的 61.35%、28.37%和 10.28%。在水生植物中,又以挺水植物(28 种),沉水植物(23 种)和浮叶植物(20 种)占优势,漂浮植物较少(9 种),分别占水生植物总种数的 35%、28.75%、25%和 11.25%。

梁子湖具有草型湖水生植被的特点;沉水植物微齿眼子菜和金鱼藻为优势群落.梁子湖水生植被丰富,覆盖率达到 54.27%。沉水植物群落占绝对优势,浮叶植物群落次之,其生物量比率分别为 70.435%和 20.230%。在沉水植物群落中,又以微齿眼子菜群落和金鱼藻群落为优势,其生物量比率分别为 38.803%和 19.797%,四角菱—金鱼藻群落为次优群落,生物量比率也较高,为 12.699%。但如果以种群生物量为单位计算,则金鱼藻种群的生物量同微齿眼子菜种群的生物量比率几乎相等,达到 38.318%;并以金鱼藻为优

势种或共优种构成的群落类型为 4 个,分布广(覆盖率 8.85%),单位面积生物量很大(2.020~25.312kg/m²)。

一般情况下,湖泊从湖岸到湖心,随着水深的增加,水域生态环境发生差异,形成环境梯度,水生植物相应形成环带状分布.梁子湖由于湖岸曲折,岬湾众多,湖岸较陡,浅滩不发育,所以上述生态系列不明显,水生植物从湖岸到湖心没有形成明显的环带状分布,挺水植物和浮叶植物未形成一个独立的植物带,另外缺乏自由漂浮植物带。但部份区域从湖岸至湖心,仍可分为湿地、挺水、浮水与沉水 4 个植被带。

梁子湖水生植物单位面积生物量在同类湖泊中属中等水平.2001 年 5~6 月梁子湖主体湖水生植物单位面积生物量为 3.496kg/m²,超过江苏洪泽湖 20 世纪 80 年代后期的生物量(3.0kg/m²)^[13],略高于湖北保安湖主体湖 1994 年 4 月的生物量(3.302kg/m²),但略低于其 1988 年

10 月的生物量(3.63kg/m^2)^[14];低于湖北牛山湖 1980 年的生物量(6.5256kg/m^2)^[15],1986 年 10 月的保安湖主体湖最高生物量(5.954kg/m^2)^[16],湖北西凉湖 1992~1993 年夏季(7 月)的生物量(4.333kg/m^2)^[17]和湖北洪湖 90 年代初期(1992~1993 年)夏季沉水植物最大生物量(6.835kg/m^2)^[18].可见,梁子湖水生植物单位面积生物量在同类湖泊中属中等水平.

4 结语

梁子湖湿地植物多样性丰富,水生植被发育较好,水生植被的主体—沉水植被十分繁茂.尽管浮游藻类的优势种类已从贫营养型的硅藻和甲藻向富营养型的绿藻变化,且浮游藻类的密度、生物量、叶绿素 a 含量、生产量等均较高,但这种变化是局部的和缓慢的,由于水生植被繁茂,沉水植物丰富、生物量高,具有很好的水体净化作用,就全湖而言,梁子湖仍保持草型湖状态,在长江中下游天然湿地中具有典型性和代表性.

参考文献:

- [1] 刘建康.梁子湖的自然环境及其渔业资源问题 [A]. 太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集 [C]. 北京:科学出版社,1959.52-64.
- [2] 王祖熊.梁子湖湖沼学资料 [J]. 水生生物学集刊,1959,(3): 352-368.
- [3] 金伯欣.江汉湖群综合研究 [M]. 武汉:湖北科学技术出版社, 1992.186-202.
- [4] 王卫民,杨干荣,樊启学,等.梁子湖水生植被 [J]. 华中农业大学学报,1994,13(2):281-290.
- [5] 金 刚.梁子湖、牛山湖和保安湖沉水植被资源现状 [J]. 水生生物学报,1999,23(1):87-89.
- [6] 陈中义,雷泽湘,周 进,等.梁子湖六种沉水植物种群数量和生物量周年动态 [J]. 水生生物学报,2000,24(6):582-588.
- [7] 詹存卫,于 丹,吴中华,等.梁子湖水-陆交错区水生植物群落生态学研究 [J]. 植物生态学报,2001,25(5):573-580.
- [8] 王 骥,梁彦龄.保安湖浮游植物密度、生物量和生产量的周年动态及渔产潜力的估算 [A]. 梁彦龄,刘伙泉.草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一) [C]. 北京:科学出版社, 1995.61-88.
- [9] Lorenzen C J. Determination of chlorophyll and phaeopigments, spectrophotometric equations [J]. Limnol. Oceanogr., 1967,12: 343-346.
- [10] 中国湿地植被编辑委员会.中国湿地植被 [M]. 北京:科学出版社,1999.26.
- [11] 陈洪达.东湖水生维管束植物 [A]. 刘建康.东湖生态学研究(一) [C]. 北京:科学出版社,1990.94-104.
- [12] 沈毓芬,章宗涉,龚循矩,等.微型生物监测新技术 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1990.120-139.
- [13] 张圣照.洪泽湖水生植被 [J]. 湖泊科学,1992,4(1):63-70.
- [14] 苏泽古,张堂林,蔡庆华.保安湖水生植被的演变与渔业利用的研究 [A]. 梁彦龄,刘伙泉.草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一) [C]. 北京:科学出版社,1995.147-159.
- [15] 刘文郁,刘伙泉,黄根田,等.武汉市牛山水生植物的分布及生物量合理利用的初步研究 [A]. 中国科学院武汉分院,中国科学院武汉图书馆,中国科学院水生生物研究所.长江流域资源、生态、环境与经济开发研究论文集 [C]. 北京:科学出版社,1991.113-118.
- [16] 苏泽古,倪乐意,葛耀文,等.保安湖水生维管束植物研究 [A]. 胡传林,黄祥飞.保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集 [C]. 北京:科学出版社,1991.31-48.
- [17] 苏泽古,张堂林,蔡庆华.西凉湖水生维管束植物 [A]. 梁彦龄,刘伙泉.草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一) [C]. 北京:科学出版社,1995.160-171.
- [18] 陈宜瑜,许蕴珩.洪湖水生生物及其资源开发 [M]. 北京:科学出版社,1995.58.

作者简介: 葛继稳(1965-),男,湖北咸宁人,高级工程师,硕士,在职博士研究生,从事流域生态学、湿地、生物多样性保护和自然保护区方面的研究和管理工作,出版专著 7 部,发表论文 47 篇.

致谢: 野外工作得到鄂州市林业局和梁子湖自然保护区管理局及吕守稳、李振文、熊跃进、吕文清、张广舟;中国科学院水生生物研究所王骥、黎道丰、谢志才、唐涛、马凯、刘瑞秋;华中师范大学杨其仁、何定富、崔红、戴宗兴;中国科学院武汉植物研究所黄德世、刘贵华、张学江、王相磊;华中科技大学范晓鹏、刁红丽等的大力支持,特致谢忱!