·专题·

适宜于我国东部沿海地区水生、耐盐药用生物资源调查方法技术的探讨与实践△

严辉[1]，郭盛[1]，段金廒[1*]，吴啟南[1*]，丁安伟[1]，尚尔鑫[1]，张朝晖[2]，王康才[3]，陈建伟[1]，谈献和[1]，任全进[4]，吴宝成[4]

（1. 南京中医药大学 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心/中药资源产业化与方剂创新药物国家地方联合工程研究中心，江苏　南京　210023；
2. 江苏省渔业技术推广中心，江苏　南京　210014；3. 南京农业大学，江苏　南京　210095；
4. 江苏省中国科学院植物研究所，江苏　南京　210014）

［摘要］　根据全国第四次中药资源普查（试点）工作技术要求，基于江苏省中药资源分布区域的实际现状，从调查背景地域的生态变化情况、区域中药资源的分布特点、县域普查方案的调整制定以及普查技术规范的补充完善等方面进行了分析和总结，探索性地提出了适宜于我国东部沿海地区水生、耐盐特色中药资源调查方法技术，为我国第四次中药资源普查工作的顺利开展、以及为进一步修订完善相关技术规范提供参考和借鉴。

［关键词］　中药资源普查；水生；耐盐；调查方法；适宜技术；江苏

Explore and Practice of Suitable Investigation Approach and Technology for Aquatic and Salt Tolerant Characteristic Chinese Materia Medica Resources in Eastern Coastal Areas of China

YAN Hui[1], GUO Sheng[1], DUAN Jin'ao[1*], WU Qinan[1*], DING Anwei[1], SHANG Erxin[1], ZHANG Zhaohui[2], WANG Kangcai[3], CHEN Jianwei[1], TAN Xianhe[1], REN Quanjin[4], WU Baocheng[4]

(1. *Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, and National and Local Collaborative Engineering Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization and Formulae Innovative Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing* 210023, *China*; 2. *Fishery Technology Extension Center of Jiangsu Province, Nanjing* 210014, *China*; 3. *Nanjing Agricultural University Nanjing* 210095, *China*; 4. *Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing* 210014, *China*)

［**Abstract**］　According to the technology requirements of the fourth national survey of Chinese materia medica (CMM) resources (pilot), the regional ecological change, distribution of CMM resources, adjustment of the investigation plan of county, and the supplement and improvement of the survey technical specification are analyzed and summarized on the basis of the actual distribution status of CMM resources in Jiangsu Province. Based on the results, an investigation approach for aquatic and salt tolerant characteristic CMM resources in the eastern coastal areas of China is proposed. It would be helpful to facilitate the fourth national survey of CMM resources and provide the reference for the revision and improvement of the relevant technical specification.

［**Keywords**］　Chinese Materia Medica resource survey; aquatic medicinal resource; salt tolerant medicinal resource; investigation approach; suitable technology; Jiangsu province

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.2015.7.001

△［基金项目］　国家公益性行业科研专项（201407002）；江苏高校优势学科建设工程资助项目

*［通信作者］　段金廒，教授，博士生导师，南京中医药大学副校长，中国自然资源学会中药及天然药物资源专业委员会主任委员，国家 973 计划首席科学家，主要研究方向：中药资源化学研究及其产业化，Tel：（025）85811116，E-mail：dja@njutcm.edu.cn；吴啟南，教授，博士生导师，研究方向：中药资源生产与品质评价，Tel：（025）85811507，E-mail：qnwyjs@163.com

中药资源是中医药事业和中药产业赖以生存发展的重要物质基础，是国家重要的战略性资源。为全面掌握我国中药资源家底，促进中药资源的可持续发展，国家中医药管理局于 2011 年起分批组织实施了全国第四次中药资源普查试点工作[1]。江苏、浙江、山东、福建、辽宁、广东等东部沿海省份在中医药行业科研专项“我国水生、耐盐中药资源的合理利用研究”的支持下，于 2014 年启动了沿海 6 省 109 个县的中药资源普查试点工作。

水生、耐盐类药用生物资源因其生长所处环境独特，是我国东部沿海地区极富生态特点的药材种类[2]，但以往专门针对该类药材资源调查研究及其报道较少[3-4]。随着中药资源普查试点工作的全面深入，将会有更多的东部沿海省份及水域面积较大的中西部地区面临该生态区域的资源本底调查和资源产业发展与合理布局问题。为了充分发挥普查试点工作的实践意义，满足江苏省及相关地区普查工作的实际需求，前期在应用常规生物资源调查方法的过程中，呈现出调查区域零散难统计、样地设置困难、调查目的难以实现等方法技术问题。因此，项目组在实施江苏省第四次中药资源普查(试点)暨我国水生、耐盐中药资源的合理利用研究专项工作的过程中，围绕水生、耐盐类药用生物资源的生态区域特点开展调查研究与具体实践，探索性地提出了适宜于我国东部沿海地区水生、耐盐特色中药资源调查方法技术，为我国第四次中药资源普查工作的顺利开展、以及为进一步修订完善相关技术规范提供参考和借鉴。

1　江苏省水生、耐盐药用生物资源生态区域背景及资源类群分布特点

1.1 江苏省水生、耐盐药用生物资源生态区域背景概况

江苏省跨江滨海，平原辽阔，水网密布，湖泊众多。省内海岸线 954 km，长江横穿东西 425 km，京杭大运河纵贯南北 718 km。有淮、沂、沭、泗、秦淮河、苏北灌溉总渠等大小河流 2900 多条。全国五大淡水湖，江苏得其二，太湖居第三，洪泽湖居第四，此外还有高邮湖、邵伯胡、骆马湖、微山湖等大小湖泊 290 多个，其中 50 km^2 以上的湖泊 12 个，水域面积达 17%，比例之高居全国首位。平原面积占 69%，由黄淮平原、江淮平原、滨海平原和长江三角洲平原组成。

同时，江苏人口稠密，经济发达，土地利用率高，尤其伴随着多年持续的经济高速增长和发展迅速的城镇化进程，江苏境内的自然景观已发生了较大的变化。江苏省平原及丘陵地区土地增值迅速，土地开发利用率较高；淡水水域围网养殖业发展迅速，湖泊、河流堤岸化程度较高[5]；沿海滩涂围垦改造工作推进较快，区域内鱼塘、良田面积不断扩大[6]。江苏省地域生态背景及多元生态系统分布见图 1。江苏省生态环境的较大变化，给项目组在调查方案制定和实施带来了较大困难。

1.2 江苏省湿地概况与水生、耐盐生物资源分布现状

水生、耐盐药用生物资源分布的生态环境主要为湖泊、河流、沼泽等淡水水域及其洲滩地区、沿海滩涂地区，这些区域从生态属性来看，均属于湿地生态系统范畴。因此，要做好水生、耐盐药用生物资源的调查，必须有机地结合湿地调查的相关基础与经验开展。江苏省作为全国首批开展湿地资源调查的省份之一，于 2009 年组织完成了全省的湿地调查工作。根据江苏省第二次湿地资源调查的相关资料显示(2009 年)[7]：江苏省有湿地 5 类 16 型，其中自然湿地有近海与海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地 4 类 12 型，人工湿地有库塘、运河和输水河、水产养殖场、盐田 4 型。同时，根据江苏省农业部门 2008 年数据，江苏省还有水稻田湿地类型面积 223.25 万 hm^2。将江苏省湿地概况与水生、耐盐药用生物资源分布的生态特点作一汇总，以便更有针对性地设计调查方案，详细数据见表 1。

根据《全国湿地资源调查技术规程(试行)》，全省划为 74 个湿地区，其中单独区划湿地区 12 个，零星湿地区 62 个。在单独区划的湿地区中湿地面积最大的是盐城滨海湿地区，南通滨海湿地区次之，第三为太湖湿地区。近海与海岸湿地主要分布在连云港滨海湿地区、南通滨海湿地区和盐城滨海湿地区；河流湿地面积最大的湿地区主要为长江湿地区；湖泊湿地主要集中于太湖湿地区、洪泽湖湿地区、高宝邵伯湖湿地区、石臼湖湿地区、滆湖湿地区、白马湖湿地区几个单独区划湿地区当中；沼泽湿地主要集中于太湖湿地区、长江湿地区以及高宝邵伯湖湿地区中；人工湿地在各个湿地区当中皆有分布，其中盐城滨海湿地区分布面积最大。江苏省中药资源普查 20 个试点区县均涉及 1 至数个湿地区，江苏省中药资源普查试点区域涉及相关湿地概况见表 2。

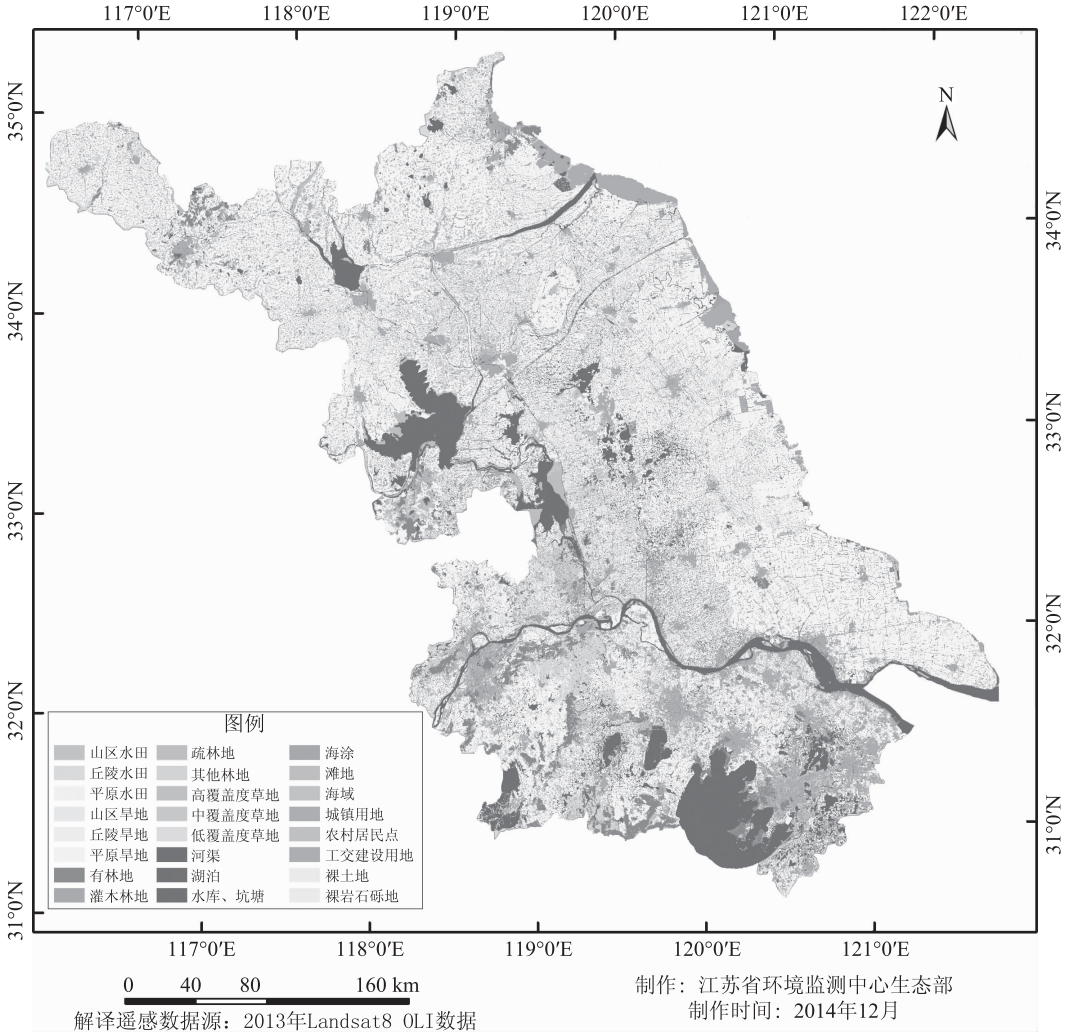

图 1　江苏省地域生态背景及多元生态系统分布图

表 1　江苏省湿地概况与水生、耐盐药用生物资源分布对应表

湿地类	湿地型	湿地型面积/hm^2	湿地型比例/%	湿地类面积/hm^2	湿地类比例/%	代表性药用生物资源类型
近海与海岸湿地	浅海水域	444 875.62	15.77	992 175.89	35.16	耐盐类
	岩石海岸	188.45	0.01			耐盐类
	沙石海滩	15 109.64	0.54			耐盐类
	淤泥质海滩	418 622.12	14.83			耐盐类
	潮间盐水沼泽	41 958.59	1.49			耐盐类
	河口水域	47 655.40	1.69			水生类/耐盐类
	三角洲(沙洲、沙岛)	23 766.07	0.84			水生类/耐盐类
河流湿地	永久性河流	353 668.18	12.53	389 294.02	13.80	水生类
	洪泛平原湿地	35 625.84	1.26			水生类
湖泊湿地	永久性淡水湖	536 505.87	19.01	536 505.87	19.01	水生类
沼泽湿地	草本沼泽	27 763.99	0.98	27 957.35	0.99	水生类/耐盐类
	森林沼泽	193.36	0.01			水生类
人工湿地	库塘	44 457.77	1.58	875 928.25	31.04	水生类
	运河和输水河	244 290.88	8.66			水生类
	水产养殖场	482 787.64	17.11			水生类/耐盐类
	盐田	104 391.96	3.70			耐盐类

表 2　江苏省中药资源普查试点区域相关湿地区域概况

序号	湿地区名	主要湿地类型	湿地面积/hm^2	相关中药资源普查试点区域
1	连云港滨海湿地区	近海与海岸湿地	112 479.01	连云区
2	南通滨海湿地区	近海与海岸湿地	378 009.52	如东县、海门市、启东市
3	盐城滨海湿地区	近海与海岸湿地	635 313.03	东台市、大丰市、射阳县
4	长江湿地区	河流湿地	168 431.01	江宁区、浦口区、句容市、海门市、启东市
5	太湖湿地区	湖泊湿地	246 053.03	吴中区、宜兴市
6	洪泽湖湿地区	湖泊湿地	170 819.23	洪泽县、泗洪县、盱眙县
7	高宝邵伯湖湿地区	湖泊湿地	89 152.16	宝应县
8	石臼湖湿地区	湖泊湿地	11 934.19	溧水区、高淳区
9	白马湖湿地区	湖泊湿地	10 870.80	洪泽县
10	滆湖湿地区	湖泊湿地	25 657.53	宜兴市
11	宝应县零星湿地区	零星湿地	20 216.03	宝应县
12	大丰市零星湿地区	零星湿地	19 432.53	大丰市
13	东台市零星湿地区	零星湿地	17 936.89	东台市
14	高淳县零星湿地区	零星湿地	25 206.78	高淳区
15	海门市零星湿地区	零星湿地	4 167.81	海门市
16	洪泽县零星湿地区	零星湿地	7 982.56	洪泽县
17	句容市零星湿地区	零星湿地	7 780.19	句容市
18	溧水县零星湿地区	零星湿地	6 779.00	溧水区
19	溧阳市零星湿地区	零星湿地	20 109.07	溧阳市
20	连云港市市辖区零星湿地区	零星湿地	32 054.67	连云区
21	南京市市辖区零星湿地区	零星湿地	27 483.25	江宁区、浦口区
22	启东市零星湿地区	零星湿地	4 007.57	启东市
23	如东县零星湿地区	零星湿地	13 908.03	如东县
24	射阳县零星湿地区	零星湿地	19 755.70	射阳县
25	泗洪县零星湿地区	零星湿地	15 556.91	泗洪县
26	苏州市市辖区零星湿地区	零星湿地	21 179.31	吴中区
27	铜山县零星湿地区	零星湿地	12 962.95	铜山区
28	兴化市零星湿地区	零星湿地	60 453.75	兴化市
29	盱眙县零星湿地区	零星湿地	27 445.55	盱眙县
30	宜兴市零星湿地区	零星湿地	18 904.07	宜兴市

2　江苏省水生、耐盐中药资源调查实践及取得的经验

2.1 利用现有中药资源普查信息管理系统(V2)进行普查方案制定时存在的问题

目前国内外有关水生、耐盐药材资源调查的专题报道较少，而现有的第四次中药资源普查信息系统及野外调查技术规范是主要侧重于陆生中药资源的通用性规范[8]，如直接应用于水生、耐盐类药材资源调查过程时，因其调查对象分布生态环境的特殊性，将难以实现既定目标，主要体现在几个主要方面：

2.1.1 现有信息系统中水域部分未被纳入代表性调查区域　在样地生成时，系统无法给出包含水生、耐盐药用生物资源所处环境的样地。对主要生长在水体或沿海滩涂环境下的重点调查品种，如芡实、三棱、半边莲、泽泻、木贼、水红花子、北沙参、海藻、蔓荆子等，难以获得真实可信的蕴藏量数据。

2.1.2 系统现有植被类型地图数据资料较为陈旧

现有资料与当前江苏省植被类型实际现状差异较大，不少系统预设样地已由天然植被转变为人工植被。同时，江苏省县域土地面积较小，自然植被区域较少，系统自动生成样地数目严重不足，甚至出现部分试点区域系统无法预设样地。江苏省中药资源普查试点区域系统预设样地情况见表 3。

2.1.3 缺少近年来沿海滩涂消长变化的资料　江苏省是我国海岸滩涂资源较为丰富的省份，且大部分是属于淤涨型滩涂，是我国东部地区潜力最大、重要的后备土地资源。但受数据库陈旧及保密安全等因素影响，现有基础地图中无法反映出近 10 年来沿海滩涂消长变化后的现状，系统无法在这些区域生成样地。同时，因代表性自然区域背景不足，还导致已有系统预设样地集中在岸线，成条带排列，分布均匀性较差。

2.1.4 滩涂自然植被遭到破坏　经长期生产实践[9]，江苏沿海滩涂地区已形成了农渔复合的盐土高效利用与改土模式，有效降低了围垦区的土壤盐分。但在滩涂改造过程中，大面积地挖沟养鱼、种植耐盐作物，在提高滩涂土地可利用度的同时，高度的人工干预，也破坏了滩涂自然植被，一定程度上影响了样地的预设工作。

2.1.5 众多河网面积难以被系统识别　江苏地区河网纵横，但是其中较大部分属于三级及三级支流以下的河、港、汊、渠，其数量众多、面积破碎，且与村庄、城镇交错分布，难以被系统识别。但这些区域也是传统水生药材自然分布及生产种植(养殖)的重要地域，应该纳入到调查区域内。

2.2 探索性开展江苏省水生、耐盐生态区域中药资源调查实践

2.2.1 增加水体矢量数据，形成基于水生、耐盐药用生物资源分布生态特点的代表性调查样地

为实现水生、耐盐中药资源的调查目标，对接现有中药资源国家普查信息系统，在中药资源国家普查办技术专家的支持下，调查区域数据库增加了江苏省第二次湿地调查所用湿地矢量数据，在此基础上，形成新的调查区域背景区域，随机生成基于水生、耐盐药用生物资源分布生态特点的调查样地。

表 3　江苏省中药资源普查试点区域系统预设样地情况

调查区域号	调查区域	调查地区不同植被类型样地数						系统预设样地数	经实地踏查确认可用样地数
		阔叶林	针叶林	草丛	灌丛	沼泽	草甸		
320111	浦口区	14	27	1				42	36
320115	江宁区	2	38					40	36
320124	溧水县	7	34					41	36
320125	高淳县		5					5	5
320282	宜兴市	19	20	4				43	36
320323	铜山县	7	27	10				44	27
320481	溧阳市	26	12		6			44	36
320506	吴中区	5	25			12		42	36
320681	启东市					38		38	4
320684	海门市					5		5	3
320703	连云区	3	33	5		4		45	36
320829	洪泽县							0	0
320830	盱眙县	13	7	18		8		38	36
320924	射阳县	4				16	24	44	16
320981	东台市	2					38	40	34
320982	大丰市	7				9	27	43	36
321023	宝应县							0	0
321183	句容县	14	25	4				43	30
321281	兴化市					19		19	5
321324	泗洪县					38		38	0

这既可以解决缺少水生、耐盐药用生物资源分布区域的问题，有助于获得水生、耐盐中药资源的蕴藏量；同时也解决了系统预设样地不足的困难。

生态类型分析表明[10]，江苏湖泊全属于浅水湖，多数湖泊的平均水深不到 2 m，个别湖泊的平均水深不到 1 m，仅骆马湖、太湖和阳澄湖 3 个湖泊的平均水深在 2 m 以上，以试点区域所涉及湖泊面积大于 20 km^2 的主要湖泊为例，其中，除太湖平均水深为 2.12 m 外，其余湖泊的平均水深都在 2 m 以下，见表 4。

表 4　江苏省中药资源普查试点区域主要湖泊分布及其背景信息

序号	湖泊名称	湖泊面积 /km^2	平均水深 /m	相关中药资源普查试点区域
1	太湖	2425	2.12	吴中区、宜兴市
2	洪泽湖	1960	1.77	泗洪县、盱眙县、洪泽县
3	高邮湖	674.7	1.44	宝应县
4	石臼湖	210.4	4.08	高淳区、溧水区
5	滆湖	146.5	1.19	宜兴市
6	白马湖	108.0	0.97	洪泽县、宝应县
7	洮湖	89.0	1.10	溧阳市
8	宝应湖	42.8	1.13	金湖县、宝应县
9	斗湖	34.0	1.05	盱眙县
10	大纵湖	28.0	1.02	兴化市
11	固城湖	24.5	1.56	高淳区
12	宜兴三氿	23.2	1.85	宜兴市

将江苏省湿地调查中所涉及湖泊、湿地、沼泽、河流等区域增加入普查信息系统中代表性调查区域范围时，结合水生、耐盐药用生物资源分布生态特点，对其进行归类合并，小型湖泊或池塘、湿地、沼泽、河流等归为一类，与陆地背景区域同类处理。一般大型湖泊中央湖区水深超过 2 m 时，药用水生植物分布较少[11]，考虑到芡实等重点调查品种的分布水深范围一般在 1.5 ~2 m 以内，大型湖泊样地调查区域需进行扣除湖心深水区技术处理。

考虑到水生、耐盐药用生物资源分布的特殊性，在实地踏查过程中，将已人工开发利用的区域从代表性样地背景中标记并去除；将江苏省内的运河及渠道化河流等不满足样方调查的区域标记并去除；对于大中型湖泊矢量数据进行修订处理，结合江苏省湖泊的构造特点和项目组湿地踏查结果，参照大型湖泊等深线[12]，在基础矢量底图上，只保留距离河岸 1 km 的湖面范围作为代表性区域。同时，考虑到水位涨落对三棱、木贼、泽泻等湿生及挺水植物分布的季节性影响，将调查区域拓展到河岸线以内 100 m 范围内。

2.2.1.1 以宝应县为示范的水生中药资源的样方设置　宝应县境内河湖密布，主要有潼河、朱马河、宝射河等 42 条河流，总长约 652 km。面积较大的湖荡有白马湖、范光湖、射阳湖、广洋湖、和平荡、獐狮荡等，约 257.69 km^2，是代表性的水生中药资源分布区域，芡实、莲子、荷叶、水蛭等分布广、产量大、质量优。

原有系统数据库条件下，宝应县预设样地数为 0。在增加了水体矢量数据后，宝应县在中药资源普查信息系统中可自动生成 46 个样地，其中永久性淡水湖 17 个，运河 3 个，永久性河流 29 个。结合实地踏查结果，初步考虑选择湖泊湿地样方 14 个，河流及零星湿地 22 个。见图 2。

图 2　增加水体背景数据后的宝应县系统样地设置示意图

2.2.1.2 以大丰市为示范的耐盐中药资源的样方设置　大丰市地处江苏省东部沿海地区，东临黄海，有112 km海岸线，沿海滩涂面积列全国之最，全市拥有滩涂面积超过 1000 km^2，大丰市的蒲黄、三棱、水蛭、蔓荆子、罗布麻、菊苣等水生、耐盐中药资源等均较为丰富，此外，还有麋鹿等珍稀保护动物。

在增加了水体矢量数据后，系统中可自动生成 54 个样地，其中草甸样地 17 个，潮前盐水沼泽 9 个，洪泛平原湿地 2 个，阔叶林 4 个，盐田 3 个，永久性河流 12 个，沼泽 5 个，大大丰富了调查的代表性区域。结合实地踏查结果，初步考虑选择草甸样地 11 个，潮前盐水沼泽 6 个，洪泛平原湿地 2 个，阔叶林 3 个，盐田 3 个，永久性河流 8 个，沼泽 3 个。见图 3。

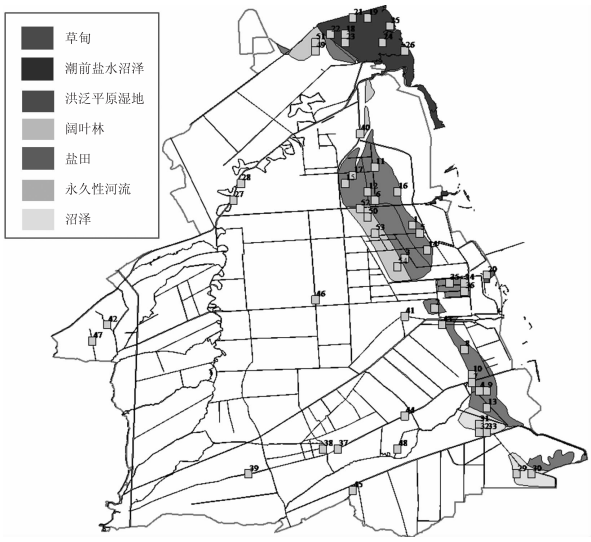

图 3　增加水体背景数据后的大丰市系统样地设置示意图

2.2.2 基于水生、耐盐药用生物资源特点补充完善相关普查技术规范

2.2.2.1 代表性样地选择及样方套设置　在同一水体中，水生植物在湖泊水体自沿岸带向深水区基本呈同心圆式分布，各生活型带间是连续的，水生植物分布呈一定规律，自沿岸带向深水区各呈连续分布态，依次为挺水植物—浮叶植物—漂浮植物—沉水植物[13]。但在传统水生植物调查中，生物蕴藏量计算主要采用估算的方法，可参考的资料极少[14-15]。因此，在实践过程中，各样地中样方套设置时，为便于和中药资源普查系统样方数据库对接，实现计算重点品种蕴藏量的目的，项目组目前调查过程中主要参照现行技术规范中的操作方法及计数方法[8]。在预设样地范围内，实际操作时注意控制相邻样方套间隔 100 m 以上的前提下，酌情选择沿岸植被较为丰富的区域，合理设置样方套。

2.2.2.2 样线设置　湿地植被分区，应依据不同地域背景下的地貌类型和植物群系特点为依据，尤其是受地形变化引起的水热状况再分配的迭加影响，特别是各地水文状况不同，导致不同地区湿地类型的差异性，在同一湿地类型中，也可能受自然及人为影响导致植被分布差异显著[16]。在制定调查方案时，要充分考虑湿地植被分区差异，设计合理路线，以免遗漏。如洪泽湖东侧堤岸化严重，湖泊西侧水生植被生境保存较为完整，可作为重点调查区域。

基于水生、耐盐药用生物资源的分布特点，结合水生生物调查的经验，通常小型湿地可采取与陆地区域一样处理，大型湖泊可采取环湖随机采样调查[17]、断面采样调查[18]、或复合采样调查的方法[19]，以保证水生、耐盐药用生物资源样线调查的代表性和全面性。

2.2.2.3 调查时间的选择　水生植物为 1 年生或多年生，其萌发、生长、生殖、死亡都是在 1 年内完成。植株在生长后期，全部或大部分死亡。次年的生长将从上一年的种子或无性繁殖体的萌发开始。虽然有萌发开始的时间早晚和生活周期长短的不同，但季节生长一般以春秋型为主。因此调查采样一般在 3 ~ 11 月逐月进行或按季节多次进行[20]。以江苏为例，江苏省水域、滩涂范围内所分布多数植物的花果期或生物量最大时期在 6 ~ 10 月份，此阶段为植物标本采集的关键时间，外业调查工作集中在这段时间完成。水生植物常以无性繁殖为主，对无性繁殖体的调查一般宜选择在冬季或枯水位时进行，药材的采集调查工作一般也在此时间段进行[4]。

2.2.2.4 调查资料的收集、调查工具与设备的选择、水体环境作业相关安全教育　为满足水生、耐盐药用生物资源调查的需求，需注意收集当地区域内的湖泊、水文背景等资料，结合普查试点区域的湿地背景情况，为合理制定普查方案提供参考。

因湿地区域的特殊生态环境，为保证人员安全，应尽量避开汛期开展外业调查，避免在大型湖泊河湾淤泥汇集处作业。增加乘坐船舶的安全教育，留意避免水蛭、钉螺、蜱虫等有害生物附着。上船调查人员装备救生衣，选择适宜的交通工具，确保安全。

为满足水体作业的需求，通常需租赁汽艇、木船、水泥船等交通工具，如需至深水区开展调查工作时，一般建议选择吨位较大的木船、水泥船或轮船，以保证安全。除配备一般陆生植物调查的工具外，水生、耐盐药用生物资源还需另外配备一些常用的专用器具：如带网采草器、水下镰刀、采泥器、直尺(或软尺)、水草袋、透明度盘、水草耙等。与此同时，还需为外业人员购买或租赁救生衣、连体雨裤等装备。

2.2.2.5 水生、耐盐中药资源名录确定　随着湿地生态学等应用生态学实践的发展，一些具有陆生特征的植物在水生态系统中得到应用和发展，使得水生植物的范围也有所扩展。基于水生、耐盐药用生物资源的生态学及生物学特点，为体现其应用特点，采用了广义的水生植物概念，即包含湿生植物、挺水植物、浮叶植物、漂浮植物、沉水植物[21]。项目

组在调查过程中对水生、耐盐中药资源种质基原的确定，常参考《中国湿地植被》[16]《中国水生高等植物图说》[22]《中国水生维管束植物图谱》[23]《中国水生杂草》[24]《中国水生植物》[25]《中国淡水藻类：系统、分类及生态》[26]《中国盐生植物》[27]《中国盐生植物资源》[28]《中华海洋本草》[29]及地方植物志、地方湖泊志等著作；水生、耐盐药用动物资源参考《中国动物志》《中华海洋本草》等著作，作为该特殊类群分类和基原鉴定的重要依据。

3　对我国东部沿海区域水生、耐盐中药资源调查方法技术的若干建议

3.1 补充更新现有国家中药资源普查信息系统数据库资料

现有国家中药资源普查信息系统数据库(V2)是以卫星遥感影像数据和基础地理信息数据为基础构建而成，是将国家行政区划矢量信息、生态区地理信息、中药资源分布信息、重点中药资源分布区等加以标准化及空间化整合，可实现不同尺度、不同空间下多源中药资源与环境数据的展布，较为便利地展现中药资源普查成果的共享应用和专题数据信息的提取和输出[30]。在普查试点过程中发现，现有系统中部分试点省区生态区地理信息与实际现状不一致，尤其是东部沿海省份，由于经济发展和大规模城镇化建设，原先的野生植被区域缩减较为明显，这就要求在可能的情况下对数据库加以补充、更新。尤其是这些省份拥有大面积的湖泊、河流、沼泽、滩涂等湿地类型，是水生、耐盐药用生物资源的分布区域，为获得水生、耐盐类重点调查药材的蕴藏量信息，迫切需要在数据库中补充矢量数据，并在实地踏查的基础上，加入到代表性区域进行提取抽样。

在各省份获取的矢量数据其来源不同，可能要对地形图、数字栅格地图、航片影像、卫星遥感影像等不同来源数据进行整合，同时其坐标系、高程基准等参数也会存在差异，数据库合并时，应充分考虑其来源的差异并加以修正和统一，以实现后台空间矢量数据的有机融合。

3.2 建立完善适宜于我国水生、耐盐药用生物资源调查相关技术规范

目前尚处于第四次中药资源普查的试点阶段，对不同试点区域在实践过程中反馈的具体问题应积极予以解决，并逐步完善规范，以便为普查工作的全面铺开奠定技术基础。在东部沿海地区中药资源普查试点过程中，已有江苏、浙江、山东等省反映代表性样地不足、现有技术规范难以满足普查实际需求等问题，因普查试点区域通常都是中药资源分布相对较为丰富的地区，后续中药资源普查工作全面开始后，自然植被区域不足或变化显著的现象将更为常见。因此，迫切需要国家普查办牵头或委托有关单位组织技术专家进行研讨。

在水生、耐盐药用生物资源调查相关技术规范讨论过程中，我国湖泊类型多样、性质各异，湿地的生态类型也十分丰富，应考虑到不同生态环境下药用生物资源分布的特殊性及开发利用价值。以东部沿海普查试点地区为例，辽宁省山区湖泊的成湖背景及湖泊特征与以江苏省为代表的东部平原湖泊就存在较大差异，在水深、矿质含量、植被分布等方面存在较大差异[10]。另外，江苏沿海的泥质滩涂与辽宁、山东、浙江等省的岩滩、砂滩，以及福建、广东以红树林为代表的生物滩等在滩涂基质性质、植被分布上存在显著差异[31]，在制定规范时应予以充分考虑。同时，对现有数据库进行微调，以满足水生、耐盐中药资源普查信息录入的需求；在普查记录表中增加与水生、耐盐药用生物资源生长和分布规律关系密切的生态因子，如：水分、盐度、水体化学特征等，以及与水生、耐盐药用生物资源分布与后续产业规划影响较大的相关水文资料[32-33]。水生、耐盐药用生物资源普查相关技术规范的完善，可使其成为国家中药资源普查技术规范的必要补充，并在适宜区域加以推广应用。

3.3 重视水生、耐盐药用生物种质资源保存及相关研究工作

水生、耐盐药用生物资源是我国中药资源的组成部分，其疗效独具特色，不可替代。同时，因其分布的生态区域较为特殊，且分布区域相对狭窄，容易受到自然气候及人为活动破坏，许多珍贵的资源种质濒临丧失的危险状况，应设立专门的保护场所，对普查过程中采集的种质资源加以保存，为后续种质创新及相关基础性研究工作提供珍贵原始材料。注重将中药资源普查成果服务于地方经济。水生、耐盐药用生物资源富有区域特色，如江苏地区的芡、莲等品种，具有重要的综合开发价值[34]。各地资源普查过程中，可结

合科研人员前期研究基础，与地方经济发展规划有机整合，协同政府主管部门、企业、基地，实现相关产业的延伸和发展。

致谢：感谢江苏省林业局姚志刚处长提供江苏省湿地调查相关资料及建议；感谢南京大学湿地生态研究所刘茂松教授、刘驰博士提供江苏水系矢量数据资料。

参考文献

[1] 黄璐琦. 全国中药资源普查试点工作进展[C]//2014 中药及天然药物资源国际学术研讨会暨 CSNR 天然药物专业委员会第十一届学术年会论文集. 南京:南京中医药大学,2014.

[2] 吴启南,徐飞,梁侨丽,等. 我国水生药用植物的研究与开发[J]. 中国现代中药,2014,16(9):705-716.

[3] 白文永,高德民,康怀兴. 山东水生药用植物调查研究[J]. 亚热带植物科学,2008,37(2):61-63.

[4] 严辉,周荣汉. 水生药材资源调查的理论和实践探讨[J]. 中国现代中药,2012,14(12):1-2.

[5] 张凤太,王腊春,冷辉,等. 近 40 年江苏省湖泊形态特征动态变化研究[J]. 灌溉排水学报,2012,31(5):103-107.

[6] 王芳,朱跃华. 江苏省沿海滩涂资源开发模式及其适宜性评价[J]. 资源科学,2009,31(4):619-628.

[7] 江苏省林业局. 江苏湿地[M]. 北京:中国林业出版社,2012.

[8] 黄璐琦,王永炎. 全国中药资源普查技术规范[M]. 上海:上海科技出版社,2015.

[9] 王建. 江苏省海岸滩涂及其利用潜力[M]. 北京:海洋出版社,2012:397-428.

[10] 王苏民,窦鸿身. 中国湖泊志[M]. 北京:科学出版社,1998:5-8.

[11] 崔心红. 水生植物应用[M]. 上海:上海科技出版社,2012:11-12.

[12] 中国科学院南京地理研究所湖泊室. 江苏湖泊志[M]. 江苏:江苏科学技术出版社,1982:4-5.

[13] 刘建康. 高级水生生物学[M]. 北京:科学出版社,1998:225-227.

[14] 李伟,钟扬,编译. 水生植物研究的理论和方法[M]. 武汉:华中师范大学出版社,1992:195-216.

[15] 崔心红,陈家宽,李伟. 长江中下游湖泊水生植被调查方法[J]. 武汉植物学研究,1999,17(4):357-361.

[16] 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,1999:270,488-549.

[17] 任艳芹,陈开宁. 巢湖沉水植物现状(2010 年)及其与环境因子的关系[J]. 湖泊科学,2011,23(3):409-416.

[18] 魏华,成水平,柴培宏,等. 2009 年秋季武汉大东湖北湖水系水生植物调查[J]. 湖泊科学,2011,23(3):401-408.

[19] 施文,刘利华,达良俊. 上海淀山湖水生高等植物现状及其近 30 年变化[J]. 湖泊科学,2011,23(3):417-423.

[20] 刘伟龙,胡维平,陈永根,等. 西太湖水生植物时空变化[J]. 生态学报,2007,27(1):159-170.

[21] 王德华. 水生植物的定义与适应[J]. 生物学通报,1994,29(6):10.

[22] 颜素珠. 中国水生高等植物图说[M]. 北京:科学出版社,1983.

[23] 王宁珠. 中国水生维管束植物图谱[M]. 武汉:湖北人民出版社,1983.

[24] 刁正俗. 中国水生杂草[M]. 重庆:重庆出版社,1990.

[25] 陈耀东,马欣堂,杜玉芬,等. 中国水生植物[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2012.

[26] 胡鸿钧,魏印心. 中国淡水藻类:系统、分类及生态[M]. 北京:科学出版社,2006.

[27] 中国盐生植物编辑委员会. 中国盐生植物[M]. 北京:科学出版社,1999.

[28] 赵可夫. 中国盐生植物资源[M]. 北京:科学出版社,2011.

[29] 管华诗,王曙光. 中华海洋本草[M]. 上海:上海科技出版社,2009.

[30] 张小波,郭兰萍,陆建伟,等. 基于网格(Grid)的空间信息技术在中药资源普查中的应用[J]. 中国天然药物,2009,7(5):328-332.

[31] 彭建,王仰麟. 我国沿海滩涂景观生态初步研究[J]. 地理研究,2000,19(6):249-256.

[32] 杨桂山,马荣华,张路,等. 中国湖泊现状及面临的重大问题与保护策略[J]. 湖泊科学,2010,22(6):799-810.

[33] 徐娜,贾建华,罗菊花,等. 江苏省湖泊遥感监测及 10 年动态变化分析[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(4):468-474.

[34] 段金廒,钱士辉,史发枝,等. 江苏省中药资源生产发展战略研究[J]. 世界科学技术—中药现代化,2001,3(6):42-46.

(收稿日期　2015-05-05)