

中国环境监测总站文件

总站水字（2022）330号

关于印发《水生态监测技术要求 大型水生植物（试行）》 的通知

各省、自治区、直辖市生态环境监测中心（站），新疆生产建设兵团生态环境监测中心站，各流域海域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心：

为加快构建全国水生态监测技术体系，统一监测与评价技术要求，中国环境监测总站组织编制了《水生态监测技术要求 大型水生植物（试行）》，现予以印发，请遵照执行。试行期间若有意见和建议，请及时反馈我站。

联系人：李 璽、丁 页

电话：010—84943125；84943028

地 址：北京市朝阳区安外大羊坊8号院乙

邮 编：100012

邮 箱：watereco@cnemc.cn

附件：《水生态监测技术要求 大型水生植物（试行）》



抄送：水司，监测司

附件:

水生态监测技术要求 淡水大型水生植物（试行）

Technical specifications for aquatic ecological monitoring –
freshwater macrophytes

目 次

前 言.....	iii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 监测总体要求.....	2
5 仪器和设备.....	3
6 监测步骤.....	3
7 结果计算.....	8
8 质量保证.....	9
附录 A 采样工具规格、适用范围及使用方法（资料性附录）.....	11
附录 B 淡水大型水生植物分类检索及图谱（资料性附录）.....	13
附录 C 记录表格（资料性附录）.....	33
附录 D 淡水大型水生植物遥感数据来源（资料性附录）.....	36
附录 E 淡水大型水生植物分类检索依据（资料性附录）.....	37

前 言

本技术要求规定了淡水大型水生植物的遥感监测、样品采集、保存、运输、分析、质量保护与质量控制等监测要求。

本技术要求为首次发布。

本技术要求附录 A~附录 D 为资料性附录。

本技术要求起草单位：中国环境监测总站、江苏省常州环境监测中心（江苏省生态环境保护水环境生物监测重点实验室）、生态环境部长江流域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心、江苏省苏州环境监测中心。

水生态监测技术要求 淡水大型水生植物（试行）

1 适用范围

本技术要求规定了淡水大型水生植物监测的总体要求、仪器和设备、监测步骤以及质量保证和质量控制要求。

本技术要求适用于以水生态业务化监测和评价为目的的湖泊（包括水库）、河流等淡水水体中大型水生植物的监测。

2 规范性引用文件

本技术要求引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB/T8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
湖库水生植被遥感提取与野外核查技术规定（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术要求。

3.1

淡水大型水生植物 aquatic macrophytes

淡水中肉眼可见的大型植物，根据其生态类型，一般包括挺水植物、浮叶植物，漂浮植物和沉水植物。系统分类上包括所有水生维管植物、苔藓植物、轮藻和大型藻类。

3.2

挺水植物 emergent plant

指根生于底质中，茎、叶挺出水面，光合作用组织气生的植物。

3.3

浮叶植物 floating-leaved plants

指根生于底质中，茎叶浮水的植物。

3.4

沉水植物 submersed plant

指根生于底质中，植株基本沉于水中，光合作用组织水生的植物。

3.5

漂浮植物 free-floating plants

指根不生于底质中，茎叶浮水，根自由漂浮的植物。

3.6

分类单元 taxon

物种分类工作中的客观操作单位，有特定的名称和分类特征，主要包括门（Phylum）、纲（Class）、目（Order）、科（Family）、属（Genus）、种（Species）等分类等级，此

外，还包括亚纲（Subclass）、亚目（Suborder）、亚科（Subfamily）、族（Tribe）、亚种（Subspecies）等辅助分类等级。

3.7

样线 transect

用于调查植物群落数量而设置的有一定宽度的采样带。

3.8

样方 quadrats

用于调查植物群落数量而随机设置的取样地块。

3.9

几何精校正 geometric correction

为消除影像的几何畸变而进行的投影变换和不同波段影像的套合等校正工作。

3.10

大气校正 atmosphere correction

消除或减弱卫星遥感影像获取时在大气传输中因吸收或散射作用引起的辐射畸变。

3.11

决策树 decision tree

用于植被遥感提取，是一种基本的分类与回归方法，其模型呈树状结构，在分类问题中，表示基于特征对实例进行分类的过程。

4 监测总体要求

4.1 科学性原则

监测对象应具有代表性，能全面反应区域水生植物的整体状况；应采用统一、标准化的监测方法，同时根据不同类群物种分布的差异采用适当的采样方式和采样量。

4.2 代表性原则

监测结果应能在物种及数量等方面全面客观反映监测水域淡水大型水生植物群落的整体状况，同时也应反映监测水域的生境条件。

4.3 可操作性原则

淡水水生植物监测应考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，充分利用现有资料和成果，立足于监测目标，优化监测样点布设，优先采用效率高、低成本的监测方法。

4.4 保护性原则

监测活动应以保护和恢复为最终目标，因此在监测过程中应避免对野生生物造成伤害，当采集到国家重点保护野生动物名录中的物种时，进行必要的记录并拍照后应原地放回，避免超出客观需要的采样。

4.5 安全性原则

现场监测工作具有一定的安全风险，采样人员应接受相关专业培训，并做好安全防护措施。当在寄生虫病（如血吸虫病）防治水域采样时，需注意个人防护，避免直接接触水体及动物样本。

5 仪器和设备

5.1 通用设备

5.1.1 采样框：正方形，面积为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。

5.1.2 水草定量夹。

5.1.3 带柄手抄网。

5.1.4 采样耙。

5.1.5 抓钩。

5.1.6 镰刀

5.1.7天平（最大称量500 g，分度值0.001 g）或台秤（最大称量10000 g，分度值5 g）。

5.1.8 样品袋。

5.1.9 标本保存：吸水纸、标本夹、带密封盖的标本瓶。

5.2 辅助设备

5.2.1 现场设备：手持式全球定位系统、卷尺、测距仪、照相机、记号笔、防水签字笔、防水记录纸等，具备条件的可配备无人机。

5.2.2 防护设备：救生衣、防水裤、防水服、防晒服、防寒服、高筒胶鞋、橡胶手套、帽子、急救包等。

6 监测步骤

6.1 监测步骤流程图



6.2 监测方案制定

制定监测方案应该了解监测区域的地形地貌、水体的水文特征、所属的生态区域等基本信息。也可收集以往的监测数据，了解种群特征等。

大型水生植物监测一方面要获得表征监测点位相应物种及群落构成的数据，另一方面也要搞清点位该类生物作为生境条件的信息，它采用遥感监测和地面监测相结合的方式，达到科学评价大型水生植物现状及变化趋势的目的。

为全面而充分的调查水体中水生大型植物的种类和数量，应按需要尽量多设样方，但另一方面又要考虑人力、时间和经费等可行性。在制定某一水体监测方案时，应根据监测目的和要求、水体具体情况，并查阅有关的历史资料，合理选定样线、样方的位置和数量。

考虑到水生态评价的统一性，监测区域要尽量以理化指标监测评价点位为基础，扩展到周边一定的范围。

6.2.1 遥感监测

通过遥感监测识别被监测水体挺水植被、浮叶（漂浮）植被、沉水植被等大型水生植被分布的区域及面积，得到大型水生植物总体分布的情况。

6.2.2 地面监测

以地面监测方式验证上述遥感监测结果，并测定大型水生植物物种构成、植株长度、密度、生物量等指标。

6.2.2.1 点位布设

监测点位根据监测目的不同而分为两种情况，一种以整个水体（湖泊、水库、河流）为监测对象，根据水体大小按表 1 选择有代表性的监测点位；一种以湖泊、水库或河流内的某个水体为监测对象，即某个区域为监测对象，一般指以理化监测点位为基础选择采样点位。

湖库沿岸浅水区域是大型水生植物分布的典型区域，点位布设应更多考虑这些区域。

表 1 不同规模水体的监测点位参考布设数量

水体类型	水体规模	点位数量
湖泊、水库	< 50 km ²	3 个~10 个
	50~500 km ²	10 个~15 个
	500~1000 km ²	15 个~20 个
	1000~2000 km ²	20 个~30 个
	> 2000 km ²	30 个~50 个
河流	河宽 ≤ 200 m	按长度 ≤ 10 km 对河流进行分段，每段布设 2 个~5 个监测点位
	河宽 > 200 m	按长度 ≤ 50 km 对河流进行分段，每段布设 2 个~5 个监测点位

根据监测目的，结合水体自然条件和人类干扰特点布设有代表性的监测点位。通常情况下，湖泊和水库可在沿岸带、湾区、河口区等区域，深水区不设或应尽可能不设监测点位；在深水、浅水复合生境的情况下，可只在浅水区设置采样样方、样带。河流可在上游河段、中游河段、下游河段、支流汇入口上下游、排污口上下游、城镇上下游等区域布设监测点位。点位设置应避开主航道、航标塔、闸坝下方、渡口等地。

6.2.2.2 监测区域的选择

对大型水生植物监测区域的设置要包含一个较大范围的天然梯度单元，即包含被测区域所有不同的水深等各种生境条件。当对水体整体监测时，沿着河岸或湖岸，在水草的生长区

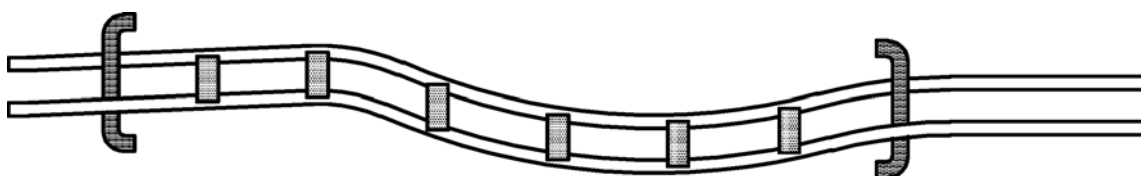
域设置离散的采样区域，每个采样区域为从河岸或湖岸向一定深度延伸的有一定宽度的区域。

河流：以监测点为基础，上下游范围各 100m，确定为待测区域。当河宽较宽（超过 200m），待测区域可延长，最长不超过 500m。河流点位的监测区域同时也是大型水生植物作为生境条件的监测区域。

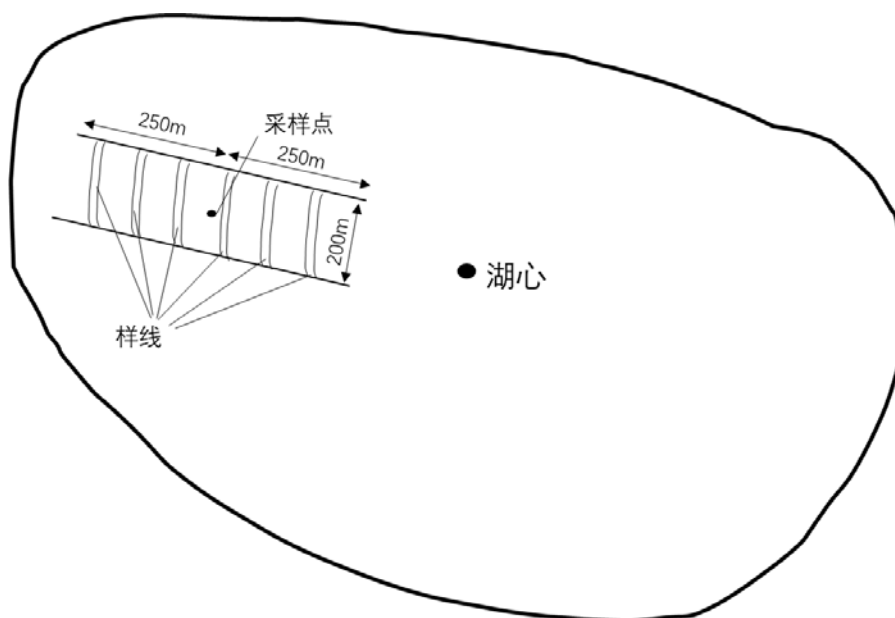
湖库：从监测点往沿岸画垂线，另一端为湖心，待测区域为垂线两侧各 100m，上下各 250m 的范围，当范围达到陆域部分时，则以岸线为起点沿垂线向湖心方向 500m 的范围为准。湖库点位的监测区域沿垂线延伸到岸边的整个区域也是大型水生植物作为生境条件的监测区域。

6.2.2.3 样线、样方设置

河流：水生植物监测设置垂直于河道的样线，按 40—100m 间距设置至少 3—6 条样线，样线设置要包含所有的水生植物群落类型。样线上，在不同水深处对所有不同类型的水生植物群落设置至少 1 个样方。



湖库：按确定的区域，湖岸到湖心方向上 500m 范围内，在不同水深处按 50—100m 间距设置至少 3—6 条样线，例如 0.5m-0.7m，1m -1.2m，2m-2.2m，3m -3.2m，4m -4.2m，5m-5.2m 水深处设置样线，样线设置要包含所有的水生植物群落类型。每个样线按照水生植物的生长情况设置 1-3 个样方，样方设置首要考虑代表性，尽量涵盖该样线内所有大型水生植物的种类。无水生植物的区域不设置样线。



6.2.3 采样时间安排

水生大型植物监测应尽可能在春末秋初进行，采样时间安排为一年两次，分别在每年的5月和9月。主要取决于当地气候和地理区域，确保大型植物的生长处于最佳状态。

最好是在水位较低的时候进行，从而提高了能见度，尽可能多的观测到被淹没的大型植物。

6.2.4 参考点的选择

为科学评估受测点（区域）的生态状况，在确定待测水体生态状况前，有必要为每种类型的水体建立生态状况的参考条件。参考点的物种组成和每一种的丰富程度、物理和化学变量以及水文地貌背景而言，应尽可能接近自然条件，有害物质应该完全不存在或接近检出限。营养状况或水质状况应接近本底水平，并考虑到当地地质和地理位置的影响。例如，来自农业和林业的影响应该很低，而且不存在重要的污染排放源。如果无法找到可靠的参考点，也可通过历史资料或咨询专家意见确定。

6.3 监测准备

准备好现场信息，水体名称、地图位置、周边人为因素和其他相关信息。在可能的情况下提前准备水生大型植物物种清单，清单应为本地的常见物种，以便于现场记录。

根据监测点和参考点的条件，准备采样设备及辅助装备，明确人员分工、监测任务及时间进度，并开展监测前的技术培训和安全教育。

6.4 遥感监测

6.4.1 数据预处理

选取以采样时间为准 14 天内的，具有蓝光（450nm~520nm）、绿光（520nm~600nm）、红光（630nm~690nm）、近红外（760nm~900nm）波段的卫星遥感影像，可覆盖整个监测区域且云量小于 10%。影像无明显噪声和缺行。建议使用国产高分系列（GF-1/1B/1C/1D/2/6，PMS/WFV）、美国陆地卫星(Landsat8/9，OLI)、欧洲哨兵 2 号（Sentinel-2 A/B，MSI）等数据源。遥感影像空间分辨率应取决于监测水体的面积和形状，水体面积越小、水体宽度越窄，空间分辨率要求越高。水体边界矢量数据坐标系及投影应与遥感影像数据保持一致。获取的遥感数据如果是 1 级数据需经过辐射定标、大气校正和几何精校正等预处理步骤，得到 2 级地表反射率产品再进行后续处理。将 2 级地表反射率产品利用水体边界矢量数据进行裁剪，最终获得监测区域的遥感影像产品。

6.4.2 水生植被提取

针对裁剪后的监测区域遥感影像，基于决策树分类对水生植被类型进行提取。为不同的水生植被类型选取合理的阈值，具体的阈值选取方法参考《湖库水生植被遥感提取与野外核查技术规范（试行）》。有蓝藻水华的湖泊需要排除干扰，蓝藻因含藻源蛋白在 625 nm 波长附近存在反射率谷值，利用这一特征，为蓝藻水华选取合理的阈值，精确区分水华与水生植被。常用的光谱指数有归一化差异植被指数 NDVI、改进的归一化水体指数法 MNDWI、挺水植被敏感指数 EVSI、浮游藻类指数 FAI 和沉水植被敏感指数 SVSI 等。

6.4.3 水生植被分布范围及面积计算

对决策树分类后得到的各类水生植物提取结果进行计算，可确定整体上监测水体大型水生植物覆盖的区域和面积，得出分布的位置及面积占比。同时，也可获得大型水生植物作为生境条件相应点位监测区域的分布情况。选择 1-3 个不等的样方，用作地面核查。

注 1：遥感监测对挺水植被、浮水植被和沉水植被等水生植被类型分布范围及面积无法准确判断时，可结合地面监测加以补充和修正。

6.5 地面监测

6.5.1 定量监测

6.5.1.1 依据 GPS 定位确认监测点位，最好在点位上设置标识；有条件的拍摄现场照片，以便留存并便于后期对现场状况的描述。建议由岸边向开阔水域方向拍摄第一张照片，第二张照片从开阔水域向沿岸方向拍摄。

6.5.1.2 按照 6.2.2.2 划定监测区域，用 GPS 定位并记录区域边界，便于下一次监测工作。现场最好用木棍等工具标记区域的边界。

6.5.1.3 按照 6.2.2.3 的要求确定监测样线，样线的布设根据现场情况调整，覆盖到大型水生植物主要的生长区域。并记录大型水生植物生长的最大深度。

6.5.1.4 样线内大型水生植物监测：按照 6.2.2.3 确定采样样方，样方大小一般为 0.25 m^2 — 1 m^2 ，用采样框、水草定量夹、带柄手抄网、采样耙、抓钩、镰刀等工具采集样方内的所有大型水生植物。现场处理时，去除枯死的枝、叶及污泥等杂质，并去根，抹去植株表面多余的水分，按不同物种分别计数株数、测量鲜重及平均株长。也可将样品带回室内后进行上述测定。若需称量干重，取部分鲜样品（不得少于 10%），在 105°C 的干燥箱内烘干，直至恒重，即为样品干重。

6.5.2 定性监测

6.5.2.1 在采样区域内，选取并采集定量监测中出现的植株大小适中的所有物种标本，找到同时具备根、茎、叶和生殖结构的植株。如在非生殖季采样，也应尽量使根、茎、叶齐全，如遇地下茎，也要一并采集，带回实验室用于分类鉴定和标本制作。

6.5.2.2 在采样区域内，在可能有其他不同物种出现的生境下，补充采集可能不同的物种样品。水下用采样耙、抓钩等采样工具水平拖动适当距离，以采样耙或抓钩最大植物抓取量的 80% 左右采集；水面用带柄手抄网等采样工具采集。

6.6 物种鉴定

采样人员经过适当培训，对照附录 B 应能够识别大多数大型植物的种类，同时该物种的外形和关键特征应拍照记录。如果一个物种的特性不能被确定，那么应采集样本返回实验室确认。用贴上标签的塑料袋或其他适当的密封容器运输样品。如有必要，应寻求本领域专家确认。

6.7 固定与保存

每个采样区域收集每种植物类型的代表性标本。将标本压在贴好标签的报纸之间，用吸水纸帮助干燥，吸水纸最初应在 24 小时更换 1 次，后续可 48 小时更换 1 次。定期更换吸水纸，直到标本完全干燥。在制作沉水植物标本（例如：金鱼藻、穗状狐尾藻、狸藻等）时，

由于其茎叶脆弱易碎，使用吸水纸与纱布进行固定，再放入标本夹中进行脱水干燥处理。样品干燥平整后（一周左右，取决于环境湿度），存放在安全干燥的地方，可长期保存。

7 结果计算

7.1 遥感监测结果

根据 6.4 的遥感监测结果，按公式（1）计算总覆盖度。

$$P_{\text{总}} = \sum_{i=1}^N B_i / W \times 100\% \quad (1)$$

$P_{\text{总}}$ ——水生植被总覆盖度，单位为%；

B_i ——第 i 个水生植被斑块的面积，单位为平方米；

W ——被监测水体的面积，单位为平方米。

按公式（2）计算挺水植被覆盖度。

$$P_{\text{挺}} = \sum_{i=1}^N B_{\text{挺}i} / W \times 100\% \quad (2)$$

$P_{\text{挺}}$ ——挺水植被覆盖度，单位为%；

$B_{\text{挺}i}$ ——第 i 个挺水植被斑块的面积，单位为平方米；

W ——被监测水体的面积，单位为平方米。

按公式（3）计算浮水（浮叶、漂浮）植被覆盖度。

$$P_{\text{浮}} = \sum_{i=1}^N B_{\text{浮}i} / W \times 100\% \quad (3)$$

$P_{\text{浮}}$ ——浮水（浮叶、漂浮）植被覆盖度，单位为%；

$B_{\text{浮}i}$ ——第 i 个浮水（浮叶、漂浮）植被斑块的面积，单位为平方米；

W ——被监测水体的面积，单位为平方米。

按公式（4）计算沉水植被覆盖度。

$$P_{\text{沉}} = \sum_{i=1}^N B_{\text{沉}i} / W \times 100\% \quad (4)$$

$P_{\text{沉}}$ ——沉水植被覆盖度，单位为%；

$B_{\text{沉}i}$ ——第 i 个沉水植被斑块的面积，单位为平方米；

W ——被监测水体的面积，单位为平方米。

7.2 地面监测结果

7.2.1 根据 6.5 的鉴定、计数及称重结果，按公式（5）、公式（6）和公式（7）分别计算淡水大型水生植物分类单元的密度、生物量和平均株长。

$$D_k = \sum_{i=1}^N Z_{ki} / \sum_{i=1}^N Y_i \quad (5)$$

式中：

D_k ——分类单元 k 的密度，单位为株每平方米；

Z_{ki} ——第 i 个样方中分类单元 k 个体株数，单位为株；

Y_i ——第 i 个样方的面积，单位为平方米。

$$B_k = \sum_{i=1}^N X_{ki} / \sum_{i=1}^N Y_i \quad (6)$$

式中：

B_k ——分类单元 k 的生物量（注明鲜重或干重），单位为克每平方米；

X_{ki} ——第 i 个样方中分类单元 k 鲜重（或干重），单位为克；

Y_i ——第 i 个样方的面积，单位为平方米。

$$C_k = \sum_{i=1}^N L_{ki} / \sum_{i=1}^N Y_i \quad (7)$$

式中：

C_k ——分类单元 k 的平均株长，单位为米每平方米；

L_{ki} ——第 i 个样方中分类单元 k 的平均株长，单位为米；

Y_i ——第 i 个样方的面积，单位为平方米。

8 质量保证

8.1 现场采样

8.1.1 制定合理的采样计划，使用手持式全球定位系统准确定位监测点位并用符合质量要求的设备进行现场采样。

8.1.2 现场采样人员应经过针对性训练，现场负责人对样品采集、保存及记录等现场采样全过程进行监督和审核。

8.1.3 与生境、水质或其他生物类群样品进行同步采样时，一般情况下最后采集大型水生植物样品。

8.2 样品分析

8.2.1 分析实验室需建立并统一淡水水生植物系统分类学检索资料、图谱及参考标本。

8.2.2 实验室分析人员应定期参加专题培训并持证上岗。

8.2.3 样品分析结果记录应经实验室第二位专业分析人员校核并签字确认。

8.2.4 若遇无法确认且需委托相关分类学专家对标本进行鉴定时，应做好信息记录，包括鉴定人姓名、所在单位、日期等。

8.2.5 数据处理及修约应按照 GB/T8170 要求进行。

8.2.6 具备条件的实验室，建议选择约 10% 已完成分析的样品，开展实验室内人员比对、实验室间比对或者与分类鉴定质控专家比对。依据双方鉴定和计数结果，计算物种分类差异百分比 PTD 和计数差异百分比 PDE，如 $PTD \leq 30\%$ 且 $PDE \leq 30\%$ ，物种分类鉴定计数合格。否则，实验室应组织比对人员围绕分析结果开展讨论，查找原因。

物种分类差异百分比按公式（1）计算。

$$PTD = \left(1 - \frac{comp_{pos}}{N}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

PTD——物种分类差异百分比，%；

comp_{pos}——比对分析结果中，物种分类一致的数量，个；

N——比对分析结果中，物种较多一方数量，个。

计数差异百分比按公式（2）计算。

$$PDE = \frac{|n_1 - n_2|}{n_1 + n_2} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

PDE——计数差异百分比，%；

n₁——比对计数结果 1，个；

n₂——比对计数结果 2，个。

附录 A 采样工具规格、适用范围及使用方法 (资料性附录)

根据需要，选择采样工具进行大型水生植物监测。采样工具包括采样框、水草定量夹、采样耙、带柄手抄网、抓钩等，其规格、适用条件和使用方法见表 A.1，示例图片见图 A.1~图 A.5。

表 A.1 采样工具及其适用条件和使用方法

采样工具	规格	适用范围	使用方法
采样框	1m×1m	所有水生植物	用于框定样方边界及样方内水生植物，以便开展后续的采样工作。
水草定量夹	开口面积0.25 m ²	浮叶植物和沉水植物	用双手提起水草定量夹，将其展开，然后用挂钩勾住两边的钢丝绳；将水草定量夹放入水中，让其自然下沉，等沉到水底，抖动下绳子，让挂钩松开勾住的钢丝绳；双手用力提采样绳，此时水草定量夹活页关闭，将水草定量夹提出水面，然后提起两侧的钢丝绳，把水草倒出来，收集水生植物。
采样耙	/	浮叶植物和沉水植物	用手绳拴牢水草耙系绳部位，将水草耙放入或抛入采样位置；水草耙落在水草上后，均匀用力将其和水草一起拉回。重复以上动作，直至样方内水草采集完毕。
带柄手抄网	/	漂浮植物	采集时，缓慢将带柄手抄网斜插入漂浮植物的下方，等待水面缓慢恢复平静后，慢慢提起，待水滤完，收集水生植物。
抓钩	/	深水区水生植物	将抓钩沉入水底，在样方内缓慢匀速拖动，收集水生植物。



图 A.1 采样框

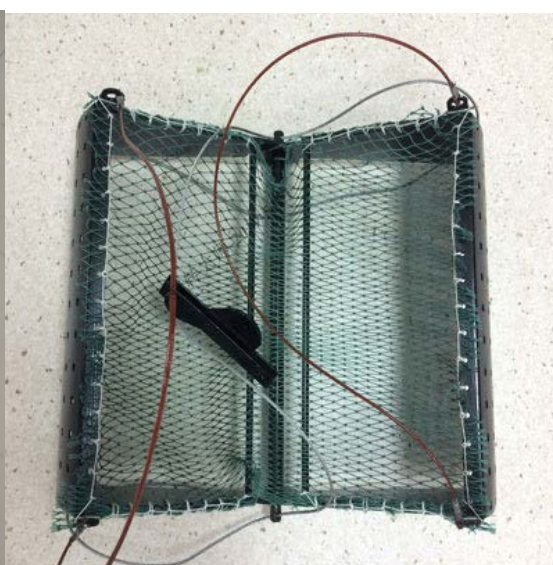


图 A.2 水草定量夹

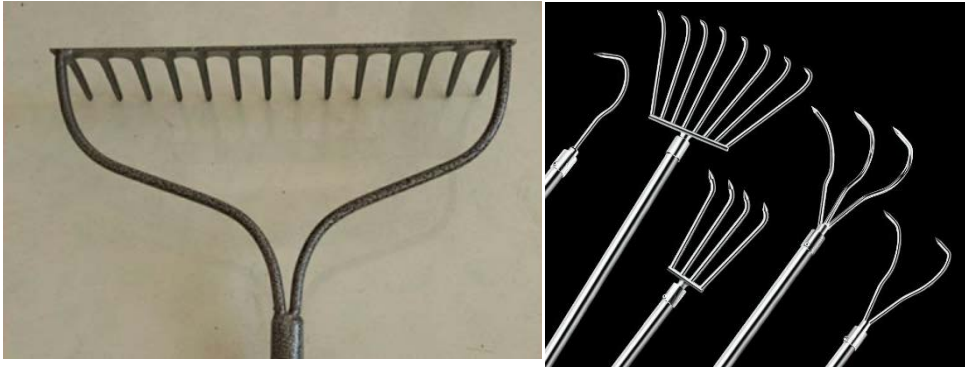


图 A.3 采样耙



图 A.4 带柄手抄网



图 A.5 抓钩

附录 B 淡水大型水生植物分类检索及图谱

(资料性附录)

淡水大型水生植物各生态类型检索表

- 1. 植物体全部淹没水中.....沉水植物
- 1. 植物体总有部分露出水面.....2
- 2. 植物全体漂浮水面，根不着生泥底.....漂浮植物
- 2. 根生泥底，茎、叶突出水面或漂浮水面.....3
- 3. 茎或叶突出水面.....挺水植物
- 3. 叶漂浮水面，茎细长，叶面广阔.....浮叶植物

常见挺水植物检索表

- 1. 叶片退化或仅据叶鞘.....2
- 1. 叶片发达.....5
- 2. 茎三棱形，花序假侧生.....
-席草 *Scirpus triangulatus*(莎草科)



席草 *Scirpus triangulatus*

- 2. 茎圆柱形或近似圆柱形.....3
- 3. 具地下球茎，茎节明显，多栽培.....荸荠 *Heleocharis dulcis*(莎草科)



荸荠 *Heleocharis dulcis*

(a. 植株; b. 球茎; c. 鳞片; d. 小坚果)

- 3.不具球茎，茎节不明显.....4
- 4.叶鞘筒状闭合式，花序顶生，小穗单一.....
-针蔺 *Eeleocharis valleculosa* (莎草科)
- 4.叶稍开放式，花序假侧生，小穗多数.....灯心草 *Juncus decipiens* (灯心草科)



灯心草 *Juncus decipiens*

- 5.叶轮生，羽状全裂，花轮生叶腋.....
-狐尾藻 *Myriophyllum verticillatum* (小二仙草科)



狐尾藻 *Myriophyllum verticillatum*

(a. 植株; b. 叶; c、d. 雌蕊)

- 5. 叶非轮生.....6
- 6. 羽状复叶.....7
- 6. 单叶.....8
- 7.二回羽状复叶，小叶片短，卵状披针形，边缘浅.....
-水芹 *Oenanthe stolonifera* (伞形科)



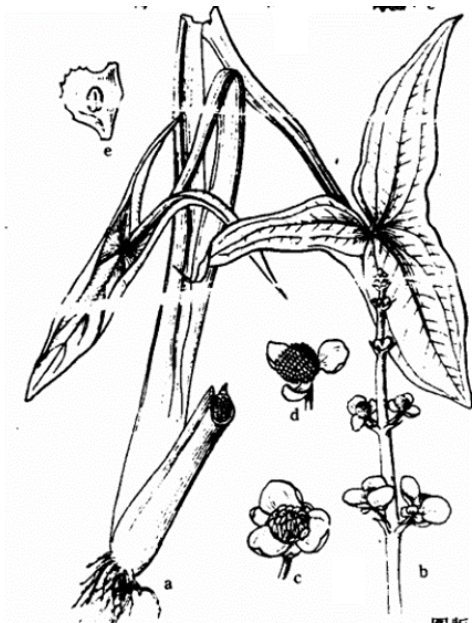
水芹 *Oenanthe stolonifera*

7.一回羽状复叶，小叶片长，线状披针形，边缘具齿.....
泽芹 *Sium suare* (伞形科)



泽芹 *Sium suare*

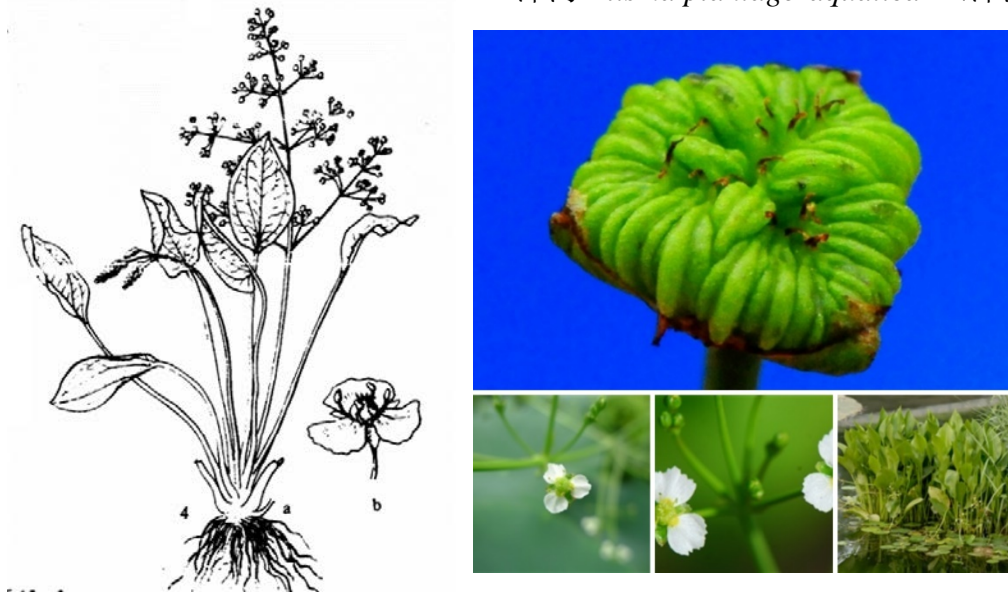
8.叶片极狭长，叶脉平行.....23
 8.叶片较广阔，叶脉多呈网状.....9
 9.地上茎营养茎不发达.....10
 9.地上茎发达.....15
 10.叶簇生于短地下茎上，叶片非圆形.....11
 11.叶片箭头形，具球茎.....
慈姑 *Sagittaria sagittifolia* (泽泻科)



慈姑 *Sagittaria sagittifolia*

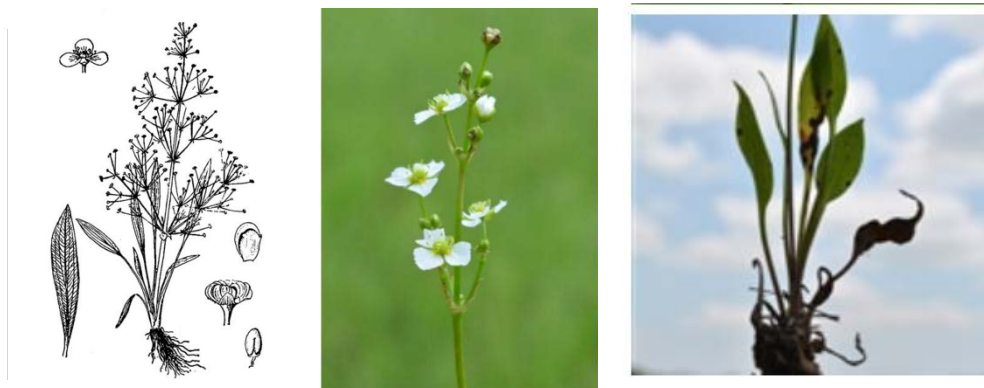
(a. 植株; b. 花序; c. 雄花; d. 雌花; e. 果实)

11. 叶片非箭头形，无球茎.....12
 12. 叶片长椭圆形，基部微心形，顶端稍尖，花序圆锥形，白色.....
泽泻 *Alisma plantago-aquatica* (泽泻科)



泽泻 *Alisma plantago-aquatica*
 (a. 植株; b. 花)

12. 叶片卵状心形或披针形.....13
 13. 挺水叶披针形，如有沉水叶则呈带状，圆锥花序.....
草泽泻 *Alisma canaliculatum* (泽泻科)



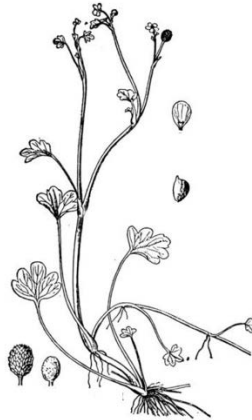
草泽泻 *Alisma canaliculatum*

13. 挺水叶心形，如具漂浮叶则呈披针形，无沉水叶，花序总状.....14
 14. 植株较大，高可达 60—80 厘米，漂浮叶披针形，挺水叶圆心脏形或卵状披针形，花序比包叶长，花多数，呈紫蓝色.....
雨久花 *Monochoria korsakowii* (雨久花科)



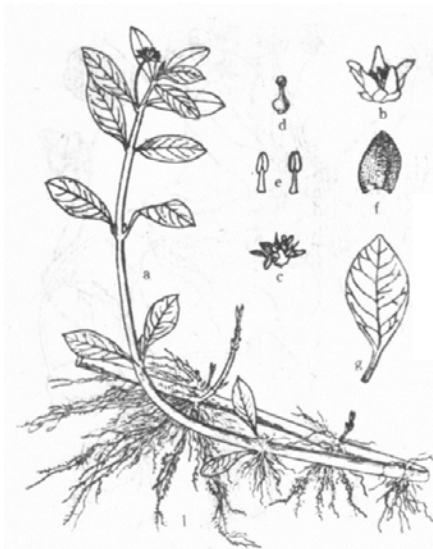
雨久花 *Monochoria korsakowii*

- 15.叶分裂.....16
- 15.叶不分裂.....18
- 16.茎匍匐，节上生根，叶小，肾形，叶缘3—5浅裂.....
.....浮毛茛 *Ranunculus natans* (毛茛科)



浮毛茛 *Ranunculus natans*

- 16.茎直立，叶大，掌状深裂.....17
- 17.茎上密生棘毛.....回回蒜毛茛 (*R. chinensis* 毛茛科)
- 17.茎秆光滑.....石龙芮毛茛 (*R. sceleratus* 毛茛科)
- 18.叶对生.....19
- 18.叶互生.....20
- 19.植株高达数十厘米，叶卵形披针形，头状花序具长柄.....
.....喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (苋科)



喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides*

(a. 植株; b. 花; c. 花除去花被示退化雄蕊; d. 雄蕊; e. 雌蕊; f. 萼片; g. 叶片)

- 20.茎密生长毛.....21
- 20.茎光滑或仅具稀疏软毛.....22
- 21.叶卵形，植株可达2米，花淡红色，无香气.....
.....东方蓼 *Polygonum orientale* (蓼科)
- 21.叶披针形，植株长不足一米，花鲜红色，有香气.....

.....香蓼 *Polygonum viscosum* (蓼科)



香蓼 *Polygonum viscosum*

22.茎多分枝,托叶鞘短,边缘具毛略有辣味,花序纤细,小花稀疏,基部间断
.....水蓼 *Polygonum hydropiper* (蓼科)

22.茎少分枝,托叶鞘长筒形,边缘光滑,叶片表面常具新月形黑斑,小花排列紧密
.....旱苗蓼 *Polygonum lapathifolium* (蓼科)

23.叶具叶舌.....24

23.叶不具叶舌.....25

24.叶舌为一圈短毛,茎秆坚硬,圆柱形,节明显
.....芦苇 *Phragmites australis* (禾本科)

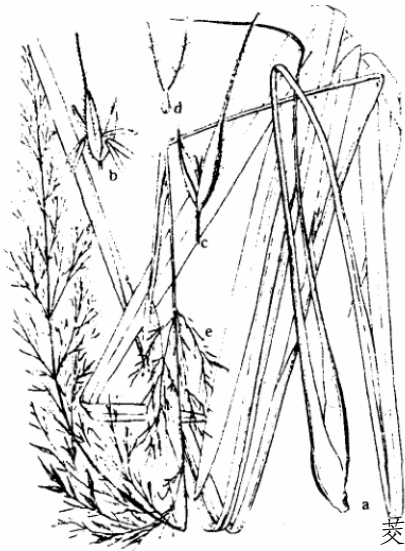


芦苇 *Phragmites australis*

(a. 植物一部; b. 小穗; c. 花; d. 雌蕊)

24.叶舌舌状,茎秆不甚坚硬,稍扁,幼嫩植株仅具由叶鞘包裹而成的假茎,顶部常被真菌寄生而膨大肉质化,可食用.....

.....茭白 *Zizania latifolia* (禾本科)



茭白 *Zizania latifolia*

(a. 生笋的菰; b. 雄花; c. 雌花; d. 雄蕊)

- 25.地上茎不发达.....26
 25.地上茎发达.....28
 26.有香气，叶剑形，花序圆柱状.....白菖蒲 *Acorus calamus* (天南星科)



白菖蒲 *Acorus calamus*

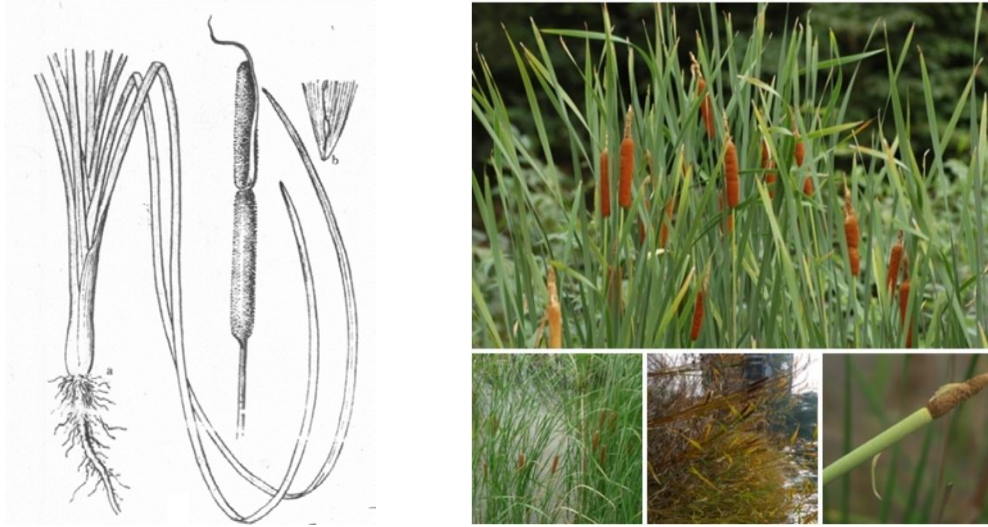
- 26.无香气，叶带状或三棱形.....27
 27.叶三棱形，尖端常卷曲，在地下茎上排成整齐的两列，花序伞状，紫色
花蔺 *Butomus umbellatus* (花蔺科)



花蔺 *Butomus umbellatus*

(a. 植株; b. 花; c. 雄蕊; d. 雌蕊)

27.叶带形，断面新月形，尖端不卷曲，基生或以发达的叶鞘彼此包裹成假茎；花茎具多数叶状苞片，形似一般营养茎，花序棒状，雌雄异花……………
 ………………香蒲 *Typha angustifolia* (香蒲科)



香蒲 *Typha angustifolia*
 (a. 植株; b. 雄花)

28. 茎三棱形或多棱形……………29
 28.茎圆柱形……………33
 29.茎生叶不甚发达，仅基部着生 1-2 片，不过 10 厘米，花序假侧生……………
 ………………三棱蔗草 *Schoenoplectus triqueter* (莎草科)
 29.茎生叶发达，多数，一般超过 10 厘米；花序顶生或沿花序成螺旋式排列
 ………………30
 30.具椭球状块茎，花序顶生，小穗卵形……………31
 30.不具块茎……………31
 31.茎锐三棱形，苞叶多数，花序顶生成复伞状，小穗长圆柱形或稍扁，雌雄同花
 ………………侧菹草(水莎草) *Juncellus serotinus* (莎草科)
 31. 茎微三棱形或多棱形，花穗与苞叶围绕花茎作螺旋状排列，雌雄异花……………32
 32.茎多棱形，叶片基部三棱状，叶在茎上排列成两纵列、花序头状……………
 ………………黑三棱 *Sparganium racemosum* (黑三棱科)



黑三棱 *Sparganium racemosum*
 (a. 植株; b. 雄花; c. 雌花序; d. 雌花; e. 雄花序; f、g. 果实)

- 32.茎微三棱形,叶不呈三棱状,在茎上排列成三纵列,花序穗状.....
苔草 *Carex* sp. (莎草科)
- 33.茎叶发达,分枝穗状花序,顶生.....水稗 *Echinochloa crusgalli* (禾本科)



水稗 *Echinochloa crusgalli*

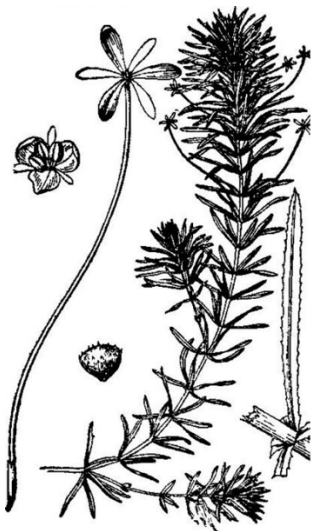
- 33.茎叶不甚发达,仅基部着生 1-2 片且不过 10 厘米,花序假侧生.....
水葱 *Scirpus validus* (莎草科)



水葱 *Scirpus validus*

常见沉水植物检索表

- 1.叶轮生.....2
- 1.叶不为轮生.....6
- 2.叶不分裂.....3
- 2.叶分裂.....5
- 3.叶片披针形或宽线形,4-8 叶轮生.....
-轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata* (水鳖科)



轮叶黑藻 *Hydrilla verticillata*

- 3.叶片细线形，3-4 叶轮生.....4
 4.叶片边缘光滑，无叶鞘，果实角状.....角果藻 *Zannichellia palustris* (茨藻科)



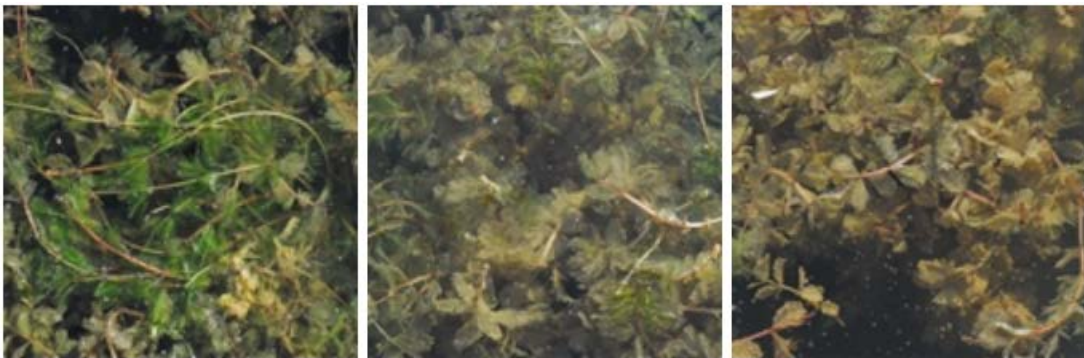
角果藻 *Zannichellia palustris*

- 5.叶形掌状分裂，裂片具刺状小齿，茎粗细与裂片接近，花单生，果实具刺
金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* (金鱼藻)



金鱼藻 *Ceratophyllum demersum*

- 5.叶羽状分裂，光滑，茎显著粗于叶裂片，常呈紫色，花序穗状.....
穗状狐尾藻 (聚草) *Myriophyllum spicatum* (小二仙草科)



穗状狐尾藻 (聚草) *Myriophyllum spicatum*

- 6.叶分裂.....7
 6.叶不分裂.....8
 7.叶掌状细裂，有短柄，花白色.....
水毛茛 *Batrachium bungei* (毛茛科)



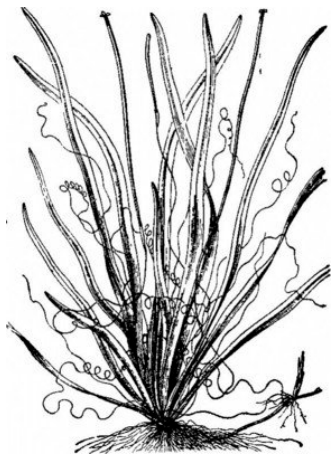
水毛茛 *Batrachium bungei*

- 7.叶多回羽状分裂，无柄，具捕虫囊，花黄色.....
狸藻 *Utricularia vulgaris* (狸藻科)



狸藻 *Utricularia vulgaris*

- 8.地上茎不发达，叶薄带状，花具长柄，喇叭状.....
苦草 *Vallisneria natans* (水鳖科)



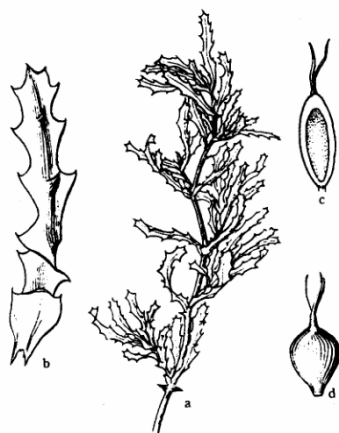
苦草 *Vallisneria natans*

- 8.具细长地上茎.....9
 9.叶对生.....10
 9.叶互生.....12
 10.叶片匙形或线形，光滑，无叶鞘.....水马齿 *Callitriche palustris* (水马齿科)



水马齿 *Callitriche palustris*

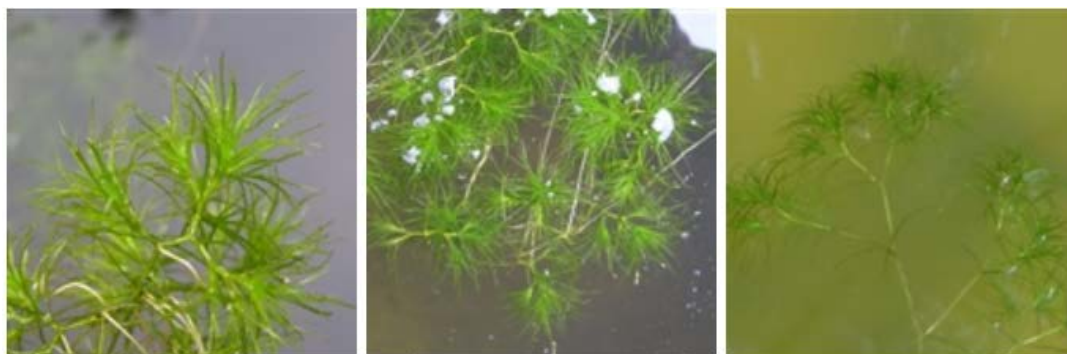
10. 叶片线形或宽线形，边缘具齿，有叶鞘.....11
 11. 茎上具短刺，叶线形，宽约 2-3 毫米.....茨藻 *Najas marina* (茨藻科)



茨藻 *Najas marina*

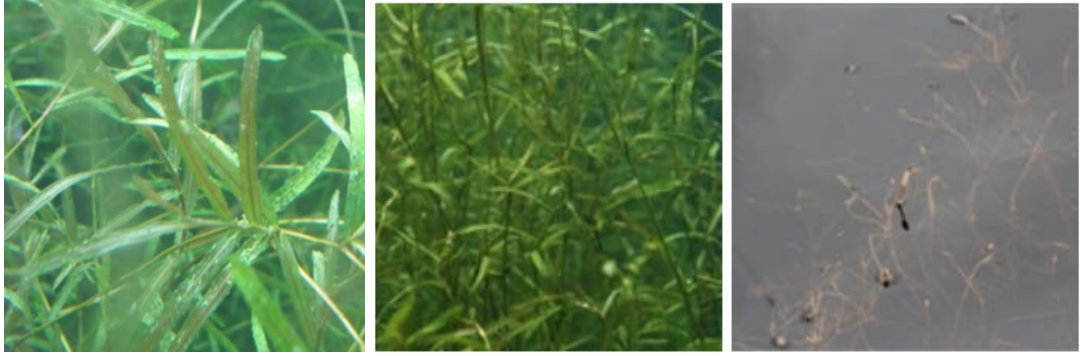
(a. 植株的一支; b. 叶; c. 雌花; d. 果实)

11. 茎光滑，叶狭线形，常反卷.....小茨藻 *Najas minor* (茨藻科)



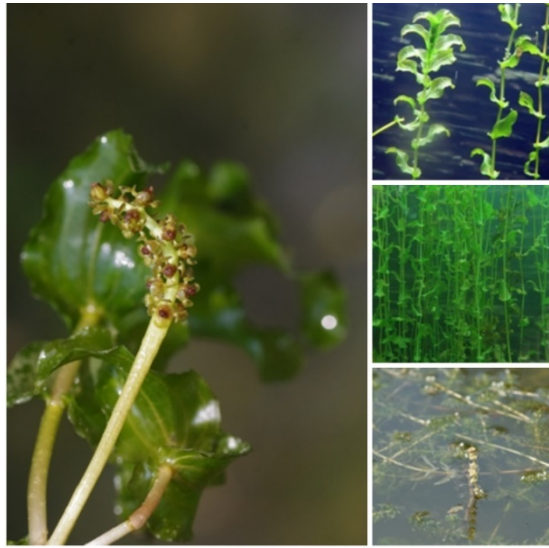
小茨藻 *Najas minor* All

12. 叶片卵圆形、披针形或宽线形
13
 12. 叶片线形或丝状.....19
 13. 叶无柄.....14
 13. 叶有柄.....16
 14. 叶缘光滑或具细齿，叶中脉 3-5 条，叶片长 3-5 厘米，宽 3-4 毫米
微齿眼子菜 *Potamogeton maackianus* (眼子菜科)



微齿眼子菜 *Potamogeton maackianus*

14. 叶缘波皱，主脉1条.....15
 15. 叶卵形或卵形披针形，基部苞茎.....穿叶眼子菜 *P. perfoliatus* (眼子菜科)



穿叶眼子菜 *P. perfoliatus*

15. 叶宽线形，基部不包茎.....菹草 *P. crispus* (眼子菜科)



菹草 *P. crispus*

(a. 植株; b. 花序; c. 花; d. 雄蕊; e. 果实)

16.叶柄短，叶片长椭圆形，薄而光滑，横脉清晰.....
光叶眼子菜 *P. lucens* (眼子菜科)



光叶眼子菜 *P. lucens*

16.叶柄长，叶片近似圆形或披针形，较厚.....17
 17.有漂浮叶和沉水叶之分.....18
 17.无异形叶，叶片呈椭圆形或长椭圆形.....
马来眼子菜 *P. malaianus* (眼子菜科)



马来眼子菜 *P. malaianus*

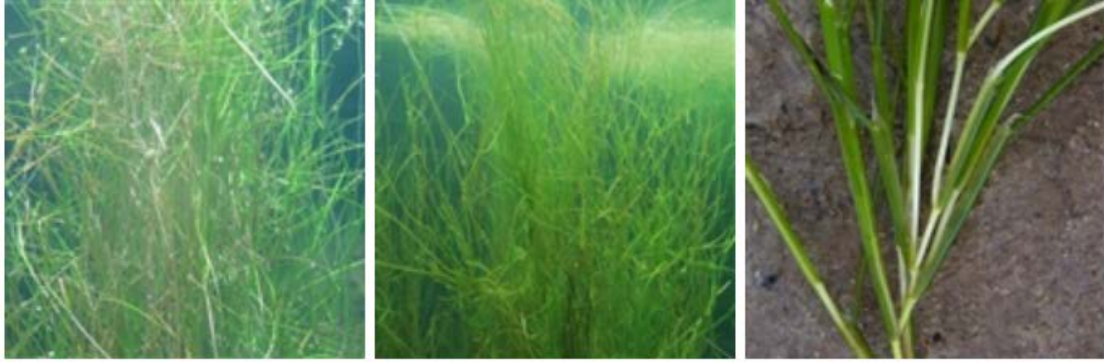
18.漂浮叶大型，多数，长圆或长椭圆形，沉水叶少数，披针形.....
眼子菜 *P. francbetii* (眼子菜科)



眼子菜 *P. francbetii*

18.漂浮叶小型，长约 1.5 厘米，椭圆形，少数，易脱落；沉水叶细线形，多数
小浮叶眼子菜 *P. vaseyi* (眼子菜科)
 19.茎扁平，叶片通常宽于 1 毫米.....20
 19.茎稍扁或圆柱形，叶片一般不宽于 1 毫米.....21

- 20.叶宽 2-3 毫米，侧脉明显，茎，叶绿色.....21
 20.叶片稍宽于 1 毫米，侧脉不明显，茎呈微红色.....
东北眼子菜 *P. mandshuriensis* (眼子菜科)
 21.叶片宽约 0.8 毫米，长 4-7 厘米，托叶鞘长筒形，茎分枝甚密.....
篦齿眼子菜 *P. pectinatus* (眼子菜科)



篦齿眼子菜 *P. pectinatus*

- 21.叶片宽约 1 毫米，长 1.5-3 厘米，托叶不呈鞘状，早脱.....
小眼子菜 *P. pusillus* (眼子菜科)

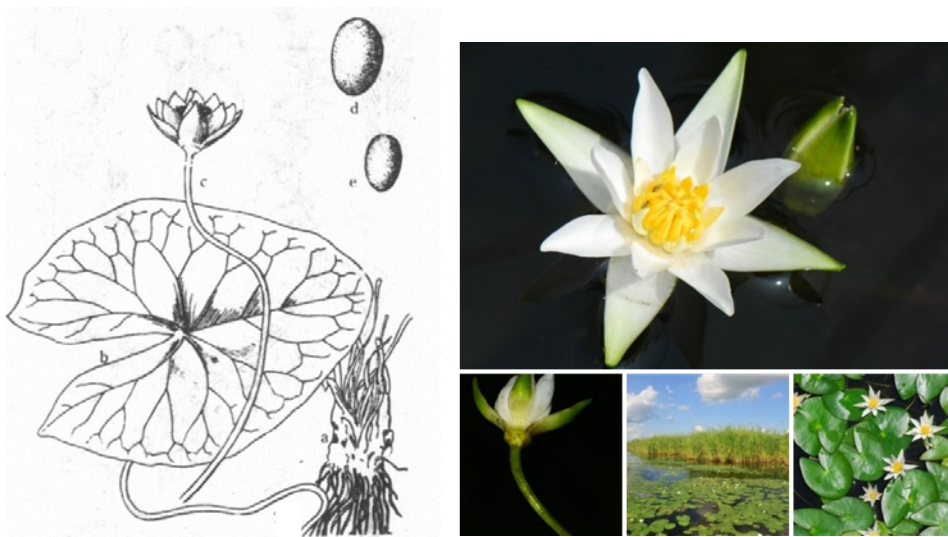
常见浮叶植物检索表

- 1.无地上茎.....2
 1.地上茎细长.....4
 2.叶片圆形，无裂缝，初生叶漂浮，次生叶挺出水面，根茎发达.....
莲 *Nelumbo nucifera* (睡莲科)



莲 *Nelumbo nucifera*

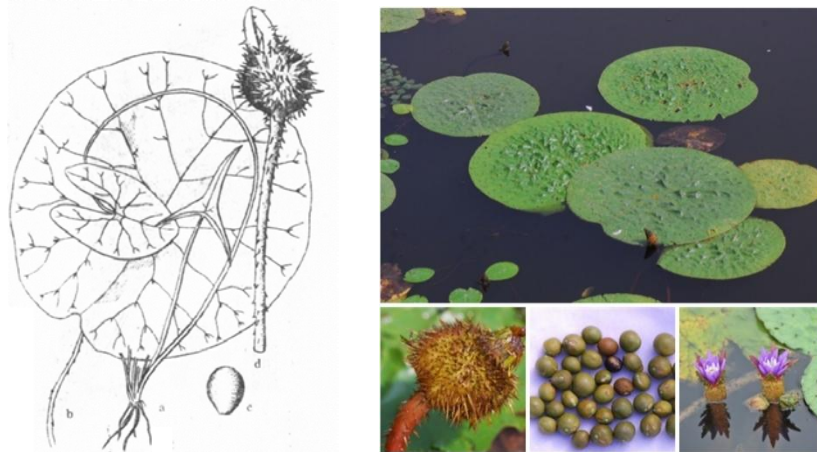
- 2.叶片圆形或近圆形，有裂缝，叶片均漂浮水面.....3
 3.叶片心脏形，叶面光滑，叶柄无刺.....
睡莲 *Nymphaea tetragona* (睡莲科)



睡莲 *Nymphaea tetragona*

(a. 根部; b. 叶; c. 花; d、e. 种子)

3. 叶片圆形或心形，叶面多皱褶，叶柄上具长刺……芡实 *Euryale ferox* (睡莲科)



芡实 *Euryale ferox*

(a. 带沉水叶的幼植株; b. 小型浮水叶; c. 果实; d. 种子)

- 4. 有沉水叶、漂浮叶之分.....5
- 4. 只具漂浮叶.....8
- 5. 漂浮叶菱形或近似菱形，沉水叶常早脱.....6
- 5. 漂浮叶椭圆形，沉水叶宿存.....7
- 6. 漂浮叶菱形，叶柄膨大为气囊，果实亦呈菱形。沉水叶小，早脱，通常所见绿色须状物系同化根.....菱 *Trapa natans* (菱科)



菱 *Trapa natans*

6.漂浮叶近似菱形，叶柄不膨大，果实棒状，如有沉水叶则披针形.....
茶菱 *Trapella sinensis* (胡麻科)



茶菱 *Trapella sinensis*

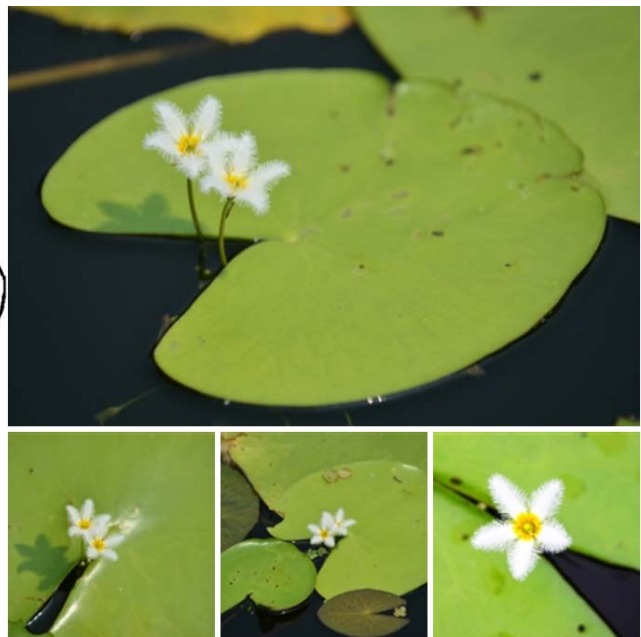
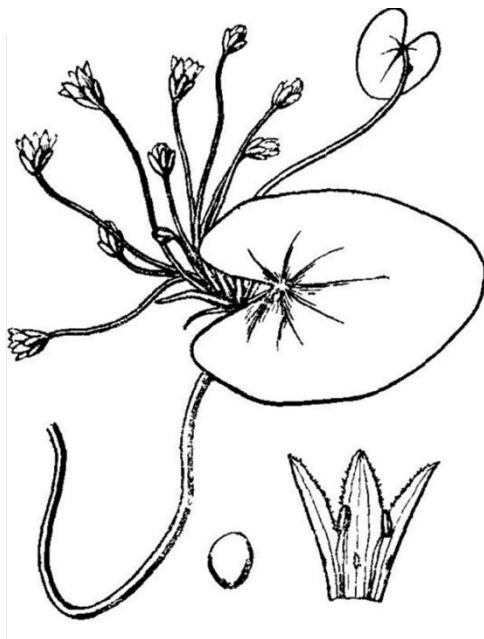
7.漂浮叶椭圆形，长不超过 2 厘米，沉水叶披针形.....
小浮叶眼子菜 *P.vaseyi* (眼子菜科)

7.漂浮叶长椭圆披针形，长 2 厘米以上，沉水叶披针形.....
眼子菜 *P. francbetii* (眼子菜科)

8.叶长椭圆形，紫色，具托叶鞘，花序穗状.....
两栖蓼 *Polygonum amphibium*

8.叶卵圆心形或圆心脏形，正面绿色背面紫色，不具托叶鞘，花序伞状.....9

9.叶圆心脏形，较大，宽可达 10 厘米以上，花白色，集生叶片基部.....
白花荇菜 *Nymphoides indica* (睡菜科)



白花荇菜 *Nymphoides indica*

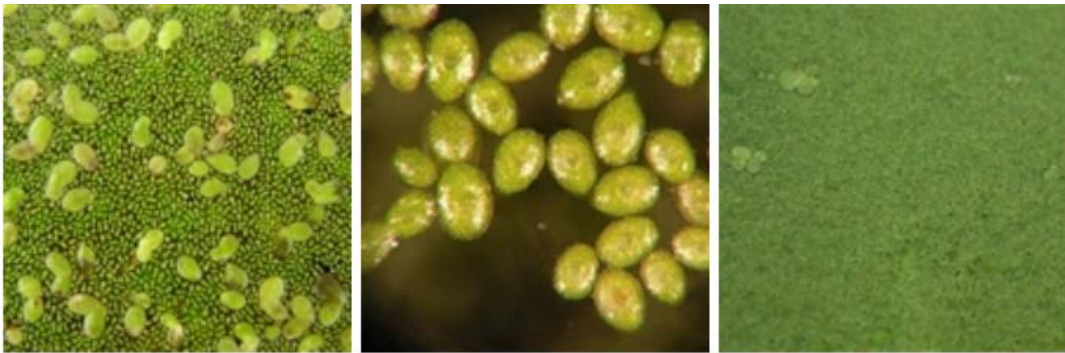
9.叶卵圆心形，宽不足5厘米，花黄色，集生叶腋.....
荇菜 *Nymphoides peltatum* (睡菜科)



荇菜 *L. nymphoides*

常见漂浮植物检索表

1.叶状体，无茎.....1
 1.有茎.....4
 2.叶状体细小，长不超过1毫米，根退化.....
芜萍 *Wolffia arrhiza* (浮萍科)



芜萍 *Wolffia arrhiza*

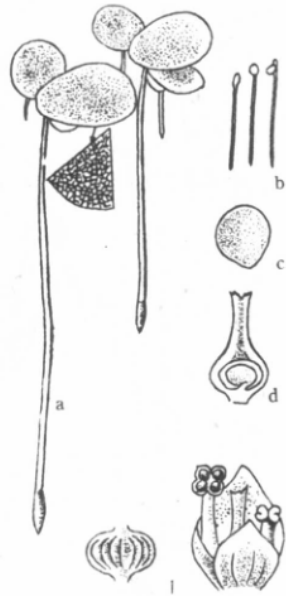
2.叶状体较大，长可达2-10毫米，有须根.....3
 3.叶状体可达10毫米，正面绿而背面紫，每一叶状体下着生多条须根.....
紫背浮萍 *Spirodela polyrrhiza* (浮萍科)



紫背浮萍 *Spirodela polyrrhiza*

(a. 植株; b. 根鞘附属物)

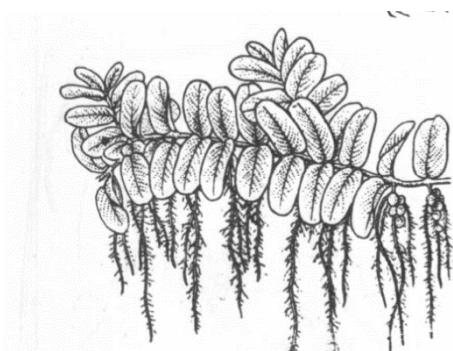
3. 叶状体2-6毫米，背腹均呈绿色，每一叶状体具1条须根.....
小浮萍 *Lemna minor* (浮萍科)



小浮萍 *Lemna minor*

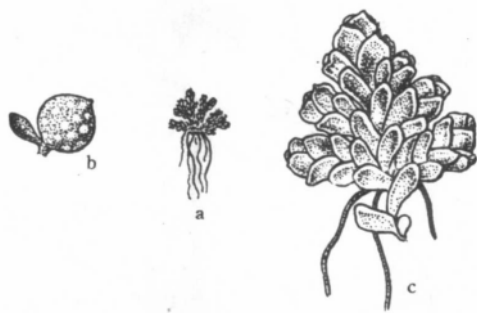
(a. 植株放大; b. 植株; c. 叶形; d. 雌蕊)

- 4. 植株小形，叶片长几毫米至 10 余毫米，孢子繁殖.....5
- 4. 植株大形，叶片长数十毫米，开花.....6
- 5. 叶轮生，其中漂浮叶两片呈椭圆形，沉水叶 1 片呈须状，茎明显可见.....
.....槐叶萍 *Salvinia natane* (槐叶萍科)



槐叶萍 *Salvinia natane*

- 5. 叶片复瓦状，细小，长不超过 1-2 毫米，秋季变红，无沉水叶，茎不明显
.....满江红 *Azolla imbricata* (槐叶萍科)



满江红 *Azolla imbricata*

(a. 植株; b. 植株一部分; c. 大小孢子囊果)

叶椭圆形或肾状圆形，叶柄膨大或气囊，花序呈蓝色.....
.....凤眼莲 *Eichhornia crassipes* (雨久花科)



凤眼莲 *Eichhornia crassipes*

(a. 植株; b. 花; c. 雄蕊)

6. 叶倒卵形至三角形，丛生于短茎上，根多，常集生成束，花不多见.....
.....水浮莲 *Pistia stratiotes* (天南星科)

附录 C 记录表格
(资料性附录)

C.1 遥感分析记录表

大型水生植物遥感分析记录表			
水体名称: _____ 分析日期: ____年__月__日			
遥感图谱时间_____			
覆盖率: 监测范围(经纬度) _____; 面积_____;			
序号	斑块范围(经纬度)	面积	备注(植被生态类型: 挺水、浮水、沉水)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
	合计		
备注:			
解译人员: _____ 复核人员: _____			

C.2 现场采样记录表

大型水生植物现场采样记录表											
水体名称：_____ 点位名称：_____											
经度：_____ 纬度：_____ 海拔：_____											
采样日期：____年__月__日 采样时间：____时__分至____时__分											
监测点位所在水体类型： <input type="radio"/> 湖泊 <input type="radio"/> 水库 <input type="radio"/> 河流 <input type="radio"/> 溪流											
现场采样示意图：											
样品采集：											
样方序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
采样工具											
面积 (m ²)											
采样工具 (设备编号)：											
样品封装与保存：											
样品名称：_____ 样品标识码：_____ 样品是否分装 <input type="radio"/> 是，分装数量：_____ <input type="radio"/> 否											
样品保存条件： <input type="radio"/> 常温保存 <input type="radio"/> 冷藏保存											
保存时间：____时____分											
备注：	简要记录采样当天现场情况										
采样人员：_____ 复核人员：_____ 现场负责人：_____											

C.3 样品分析记录表

大型水生植物样品分析记录表																				
点位名称： _____					采样日期： ____年__月__日						样方编号： _____					总采样面积： _____				
样品采集：																				
样方编号	1			2			3			4			均值							
种类	鲜重 (g)	株数 (株)	平均 株长 (m)	鲜重 (g)	株数 (株)	平均 株长 (m)	鲜重 (g)	株数 (株)	平均 株长 (m)	鲜重 (g)	株数 (株)	平均 株长 (m)	鲜重 (g)	株数 (株)	平均 株长 (m)					
采样人员： _____	复核人员： _____			现场负责人： _____																

附录 D 淡水大型水生植物遥感数据来源

(资料性附录)

D.1 遥感数据来源

国产高分系列 (GF-1/1B/1C/1D/2/6, PMS/WFV)、美国陆地卫星(Landsat8/9, OLI)、欧洲哨兵 2 号 (Sentinel-2 A/B, MSI) 等。

附录 E 淡水大型水生植物分类检索依据

(资料性附录)

E.1 分类检索依据

- a) 颜素珠.中国水生高等植物图说[M].北京:科学出版社,1983;
- b) 陈耀东,马欣堂.中国水生植物[M].河南科学技术出版社,2012;
- c) 王青锋,李伟等.中国水生植物图志[M].湖北科学技术出版社,2022;
- d) 王宁珠,张树藩等.中国水生维管植物图谱[M].武汉:湖北人民出版社,1983;
- e) 赵家荣,刘艳玲.水生植物图鉴[M].武汉:华中科技大学出版社,2009.