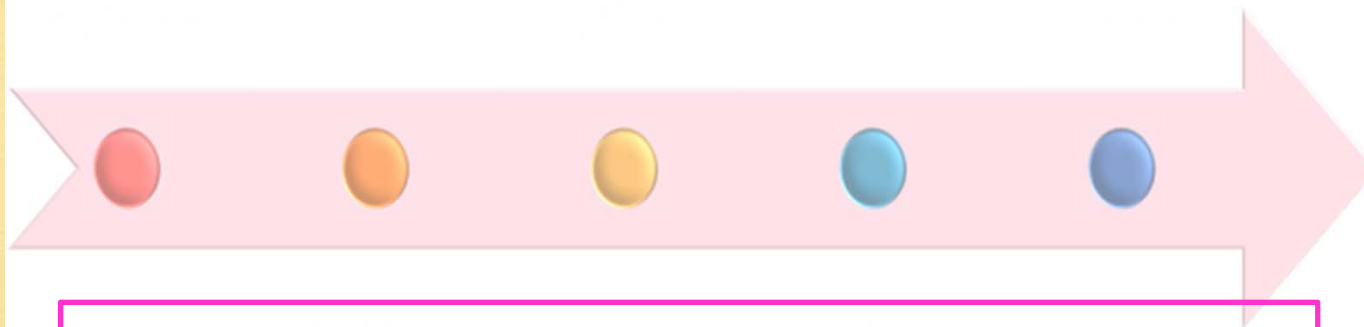




湿地工程规划设计

张振明 张明祥

北京林业大学自然保护区学院



张振明

北京林业大学主楼1201室

Email :Zhenmingzhang@bjfu.edu.cn

TEL:62336683

Cell Phone:13601296335

课程助教

姓名：代立熠

邮箱：527251312@qq.com

电话：15827293792



本课程教学目的

教学目的：湿地工程的理论和实践是自然保护区建设与管理的重要基础之一。通过本课程的学习，使学生了解各种湿地工程的特点、要求、建设内容，通过实际典型案例设计，掌握湿地**植被恢复工程、湿地水体恢复工程、湿地生境改造工程、湿地护坡工程、人工湿地工程、生态体验服务设施工程**的特点、建设要求、建设内容、技术方法等。



课程教学方法

- 本课程采用理论讲授与实际案例相结合的教学模式。
- 24学时，其中讲课8次4周（24学时，1.5学分）、湿地工程规划设计（实习）（0.5周，0.5学分），实地地点为北京园博园



考核方式

期末考试：无。

总评成绩：

理论——本课程采用考核方式，通过平时每个专题的规划设计作品，了解学生对基本理论和基本知识的掌握程度。设计作业占80%，出勤和平时课堂提问约占期末**成绩的20%**。

实习——通过现场实例设计，考核学生独立分析问题和解决问题的能力；出勤和平时课堂提问约占期末**成绩的20%**。

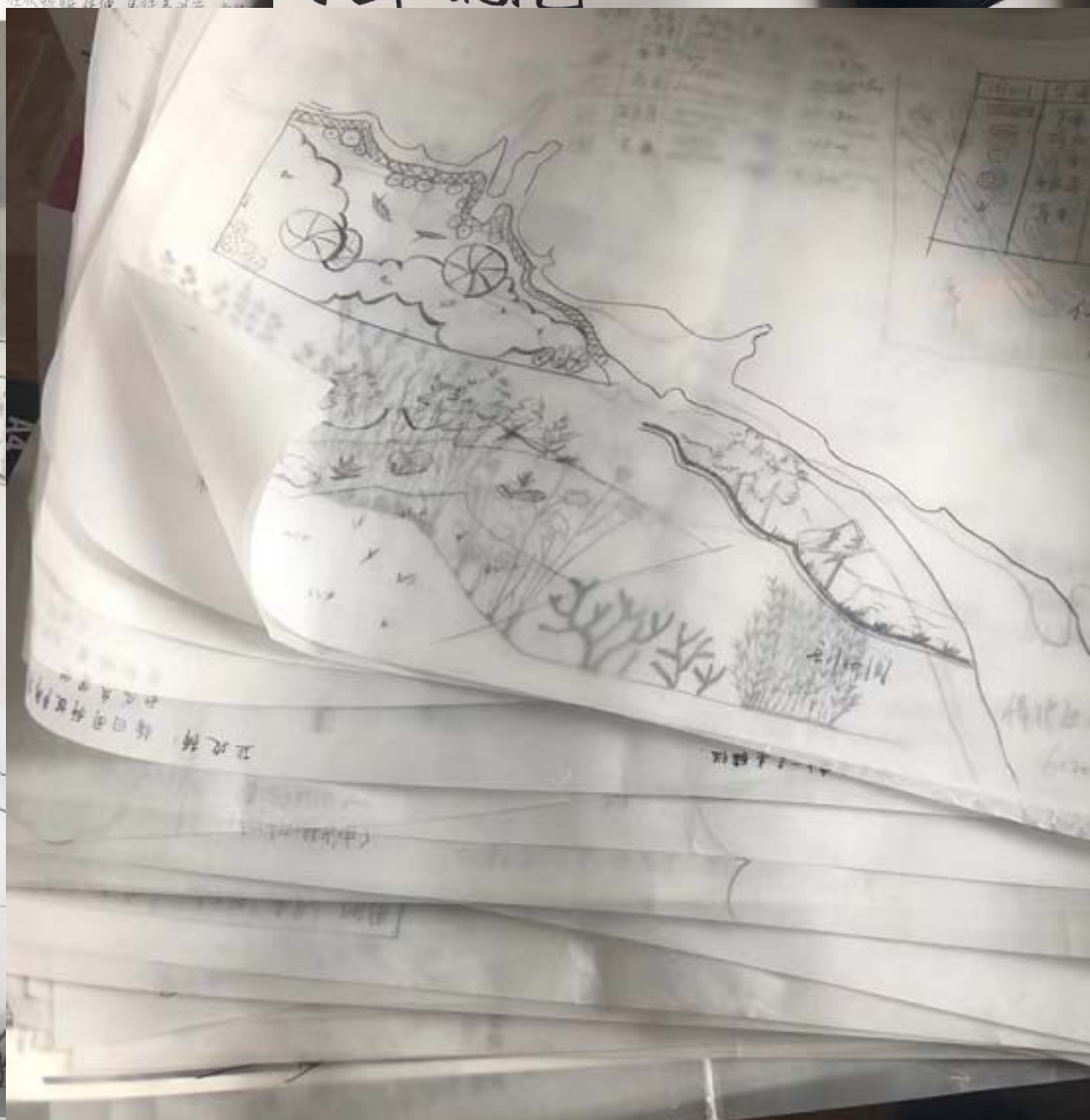


局部深挖

左图方桌灯示意图，灯杆落在透视线或视线外，在视线内

新图2号
↑
12.12.12

黄浦区
规划局

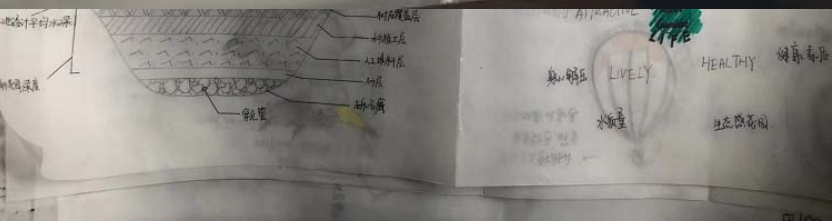


正观桥 绿日可利规划

12.12.12



新图2号
↑
12.12.12

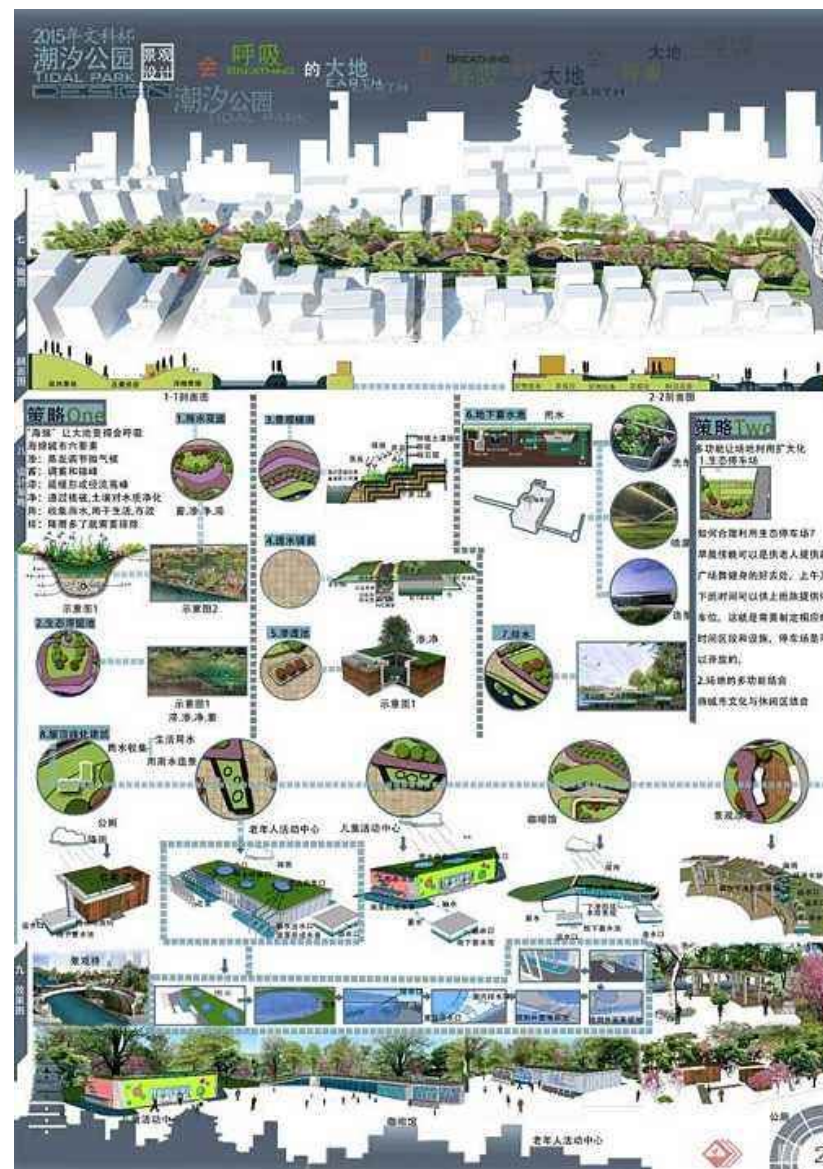


HEALTHY
LIVELY
HEALTHY
HEALTHY

考核方式

现场实例设计选题—提交展板

A0大小



本学期主要内容

1. 湿地植物恢复工程（4学时） 张振明

- （1）挺水植物构建工程
- （2）沉水植物定植工程
- （3）人工浮岛构建工程

2. 湿地水体恢复工程（4学时） 张振明

- （1）扩挖小水面工程
- （2）沟通小水面工程
- （3）局部深挖工程
- （4）区域滞水工程



本学期主要内容

3. 湿地护坡工程（4学时）

张振明

- (1) 木桩护坡工程
- (2) 块石护坡工程
- (3) 生态砖、生态混凝土和生态袋护坡工程
- (4) 植物护坡和生物工程护坡工程

4. 生态体验服务设施工程（4学时） 张振明

- (1) 园路设计工程
- (2) 木栈道工程
- (3) 观鸟亭工程



本学期主要内容

5. 湿地生境改造工程（3学时） 张明祥

- （1）营建浅滩湿地工程
- （2）规整小型水面工程
- （3）营造生境岛工程

6. 人工湿地工程（3学时） 张明祥

- （1）表流人工湿地设计工程
- （2）水平潜流人工湿地设计工程
- （3）垂直潜流人工湿地设计工程

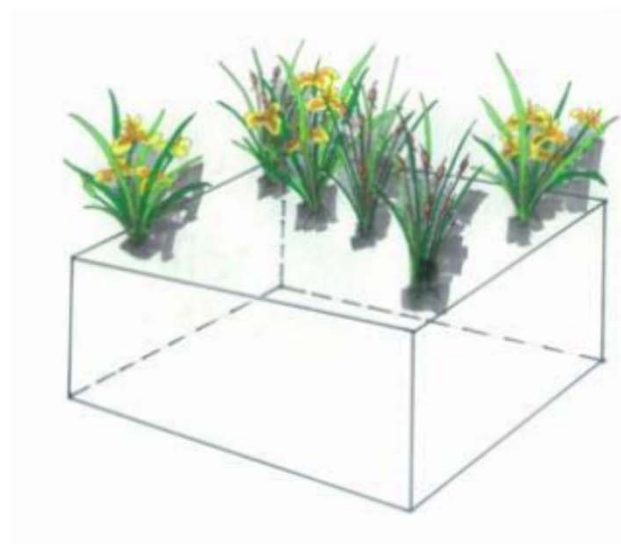
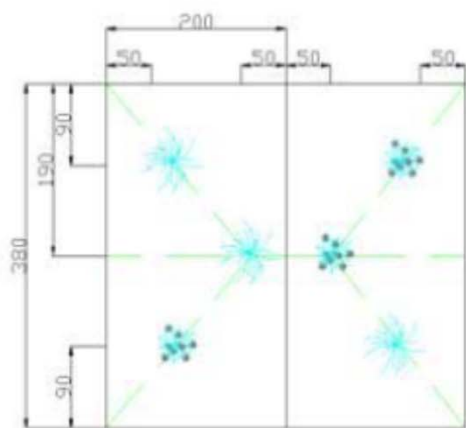


第一章 湿地植物恢复工程

(1) 挺水植物构建工程

(2) 沉水植物定植工程

(3) 人工浮岛构建工程



(1) 挺水植物构建工程

1) 构建原则:

- ◆ 生态学原则：主要包括生态演替规律、生物多样性规律、生态位原则等。在植物生态恢复的过程中根据生态系统自身的演替规律分步骤分阶段进行恢复，并根据生态位和生物多样性的原则构建生态系统结构和生物群落，达到水文、植被、生物的自然演替。
- ◆ 景观性原则：在岸坡带生态修复过程中，宜自然美和人文景观和谐统一，营造一个舒适、优美的景观环境。
- ◆ 亲水性原则：岸坡带的植物修复宜体现人们亲水的要求，以满足人们亲水和赏景的要求。

(1) 挺水植物构建工程

2) 技术参数:

◆栽种时间：最佳栽种时间一般是春夏或初夏，设计时应考虑各种配置植物的生长旺季以及越冬时的苗情，防止在栽种后出现因植株生长未恢复或越冬植物弱小而不能正常越冬的情况出现。

◆栽种水深：

- 水深>110cm时，除部分荷花品种外，不适宜其它挺水植物布置；
- 水深80-110cm时，适宜布置的植物有荷花、芦苇等；
- 水深50-80cm时，适宜布置的植物有芦苇、香蒲、水葱等；
- 水深20-50cm时，宜布置的植物有芦苇、香蒲、水葱、黄菖蒲、旱伞草（水竹）、梭鱼草等；
- 水深<20cm时，适宜生长的植物较多，除上述植物外还有千屈菜、
2/14/2020 意苡等。

(1) 挺水植物构建工程

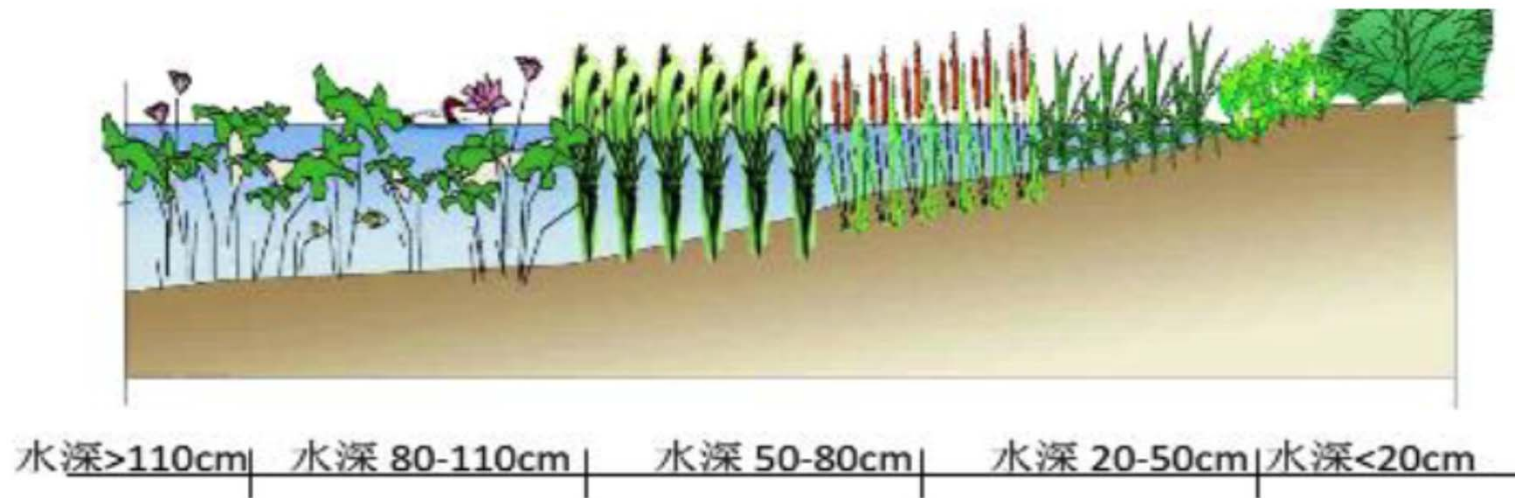


图 6-3 植物栽种水深要求

(1) 挺水植物构建工程

- ◆ **种植方式**：一般可以采用**裸根幼苗移植**、**收割大苗的移植**以及**盆栽移植方法**栽种。浮叶植物可采用先放浅水进行栽种，再逐渐加深的方法，如睡莲、荇菜、菱、中华萍蓬草等。浮水植物，漂浮植物，一般采用**打捞引种法**，并注意控制生长范围，如大藻、槐叶萍、凤眼莲和浮萍。



(1) 挺水植物构建工程

◆ **种植密度**：设计密度根据植物类型、生长特性、成活率等要求，按有关标准确定。

分生能力强的植物一般可以稀植。**种植密度从分蘖特性大致可分三类**：

一类是不分蘖，如慈姑；**第二类**是一年只分蘖一次，如玉蝉花、黄花鸢尾、德国鸢尾等；**第三类**是生长期内不断分蘖，如再力花、水葱等。针对不同的差别，种植密度可有小范围的调整。

挺水植物种植面积占2km河流岸带恢复区的水面20%，挺水植物一般以**2-10丛/m²**的密度种植。

(1) 挺水植物构建工程

◆ 种植品种：

水生植物的生长受水深条件的限制，**水位**是决定水生植物分布的主导因素与关键因子。不同功能群的物种对水深有不同的耐受力，作为与水体生境密切相关的一类植物，水生植物对水体水位的变化比较敏感。

植物的**适宜水深**是其生存的最基本条件，不同的水生植物物种有不同的适宜水深，生态湿地修复物种配置必须考虑水深的因素。水生高等植物多分布在100-150cm的水中，多数挺水植物和浮叶植物不能长时间忍受超过其植物体高度的水深，一般来说，挺水及浮水植物常以**30-100cm**为适，如**荷花、芡实、睡莲、芦竹、香蒲、芦苇、千屈菜、水葱**等，而沼生、湿生植物种类只需20-30cm的浅水即可，**如茳尾等**。

(1) 挺水植物构建工程

- 随着季节的推移、降雨量大小等客观因素的存在，一般可分为最低水位、常水位、最高水位，并在其间浮动变化。平时，水位处于常水位；枯水季节，如夏天、冬天部分时日，则处于低水位甚至干涸；在丰水期、大范围降雨或暴雨时，水位会快速升高接近最高水位甚至洪水位。处于高水位时，水生植物必须避免长时间被淹没，雨季淹没的最大深度应保证大部分植物能够生存并发挥其功能。在一定程度上，超高深度取决于被种植的水生植物种类，如香蒲、芦苇、芦竹等本身就可以长得很高，且具有较强的生命力。

(1) 挺水植物构建工程

在种植设计时应根据植物生态习性，将不同的植物栽植于合适的水深位置，如灯心草等较低矮种类喜浅水10-20cm水深，种植在近岸可以很好地遮掩池岸、柔和边界，香蒲、水烛等直立的种类则可耐近50cm水深。美人蕉和香根草二者对水深的耐受性均不强，不适合在深水中生长与繁殖，与美人蕉相比，香根草对水深的耐受性更强，美人蕉不适合在水深>20cm的水域生长，而芦苇在岸边1m的水深范围环境中。



片植黄菖蒲



混合种植



混合种植

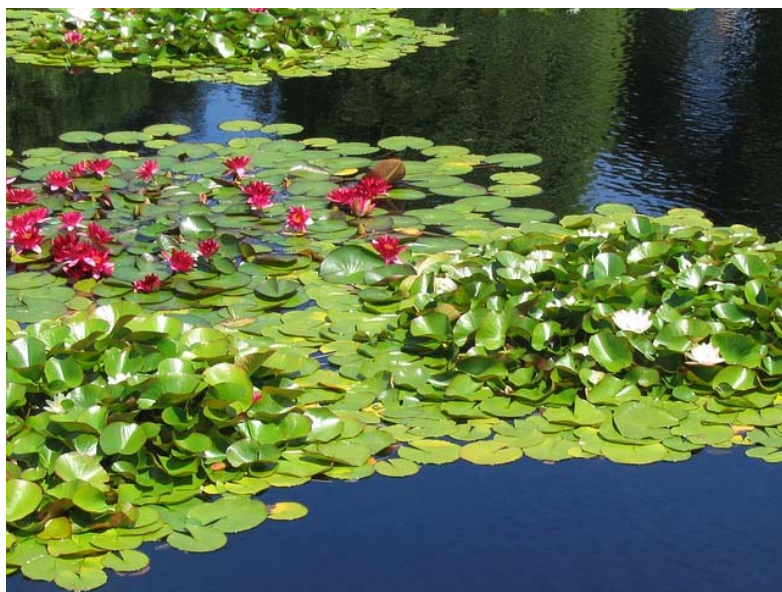
(1) 挺水植物构建工程

序号	生态类型	种类	适宜水深
1	挺水植物	芦苇	<1.0m
2	挺水植物	菱草	<1.2m
3	挺水植物	香蒲	<1.15m
4	挺水植物	荻	<0.8m
5	挺水植物	水葱	<0.61m
6	挺水植物	莲	<1.6m
7	挺水植物	水烛	<0.25m
8	挺水植物	荷花	<0.3m
9	挺水植物	富蒲	<0.4m
10	挺水植物	黄首蒲	0.15~0.25m
11	挺水植物	千屈菜	0.15~0.20m
12	挺水植物	菱白	0.15~0.30m
13	挺水植物	美人蕉	<0.61m
14	挺水植物	慈姑	<0.15m
15	浮叶植物	菱	<2.3m
16	浮叶植物	蒋菜	<1.8m
17	浮叶植物	睡莲	<1.8m
18	浮叶植物	萍蓬	0.3~0.8m

(1) 挺水植物构建工程

◆ 植物养护与管理：

水生植物需“三分种植，七分养护”。由于各种水生植物之间的生长习性、生态特性和观赏特性存在一定差异，故种植目的、观赏要求、管理措施等就不尽相同。



(1) 挺水植物构建工程

- 日常维护

防止人为破坏：阻止游人随意采摘水生植物枝叶及花朵，并禁止进入水生植物种植区以防践踏和破坏等，特别是在2-5月份，沿岸水生植物刚处于萌发生长期，而游人在岸边的亲水活动则很容易损伤水生植物，影响后期生长发育良好的景观形成。

杂草的去除：杂草的自然存在，很大程度上会给人以一种较为自然、野趣的感觉，但由于杂草繁殖能力强，势必影响湿地植物的正常生存与生长，因此，岸边杂草去除工作的开展有其重要性与必要性。

（1）挺水植物构建工程

水体中植株残体的打捞：无论对于水质还是水体景观来说，大量枯枝落叶凋落并不是一个好现象。故而，在多数景点都经常可见有园林工人拿着网兜或驾船水面，或沿路而行，打捞着水面杂物。特别是在秋冬季节，任务甚是繁重。此外，对风景区内的水生植物进行长期监管，及时预防病虫害，并对局部区块进行及时调整和改进也是一个非常基础的日常维护工作。

(1) 挺水植物构建工程

- 季节性收割

每年10月过后随着温度的逐渐下降，水生植物开始进入枯萎期。枯萎植株或歪斜，或匍匐在水面，并开始腐烂，直接影响景观效果，且对周边水体水质产生一定影响。由于水生植物各种类的枯萎期有较大的差异，因而收割时期、收割方法均有所不同，应注意加以区分处理。

(2) 沉水植物构建工程

1) 设计要求

- 基于物理基底设计，选择对应沉水植物种类、生活型，设计优势物种结构配置、节律匹配，季节和景观结构，实现**稳定群落功能**。采用生境和生物对策，因地制宜，设计定植优势物种的种类和生长时期。
- 在沉水植物种植上，以**集中种植最适宜**，这样可以使种植的沉水植物形成一个群体，增强个体的存活能力。由于沉水植物物种的不同，因此在种植方式上存在**草甸种植、播撒草种、扦插等**工作方式，这些可以在优质土层回填时同步完成。

(2) 沉水植物构建工程

2) 技术参数

- 优势种选择

选择当地优势物种，如沉水植物以水鳖科的轮叶黑藻 (*Hydrilla Varticillata* Royle)、小二仙草科的穗花狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum* L.) 和金鱼藻科的金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum* L.)



(2) 沉水植物构建工程

- 种植方式选择

在沉水植物种植上，以**集中种植**最适宜，这样可以使种植的沉水植物形成一个群体，增强个体的存活能力。由于沉水植物物种的不同，因此在种植方式上存在**草甸种植、播撒草种、扦插、容器种植**等工作方式，这些可以在优质土层回填时同步完成。

(2) 沉水植物构建工程

a. 草甸种植

沉水植物草甸种植具体步骤如下：

- ①水下草皮种植床设计：采用可降解材料或塑胶泡绵按照3-5 mm孔距制作成疏松多孔、平面尺寸为30×40 cm、厚度为2-5 cm，具有一定硬度和柔韧性的块状种植网格作为种植基网，并在块状种植网格下部配以厚度为10-20 cm培养基质（采集肥沃湖泥、粘土及可降解纤维，按比例配制培），由种植基网和培育土层构成水下草皮种植床；

(2) 沉水植物构建工程

②水下草甸培育：将种植基网置于水槽或者水池内，控制水位在30-40 cm，在底部敷设10-20 cm培育用土，在种植基网上播撒沉水植物休眠体、种子或者扦插沉水植物茎段；在20-25° C、保湿、通风、光照条件下，经历1个月左右，沉水植物长出根系，扎入种植基网中，由沉水植物和基网紧密结合形成水下草皮模块；

(2) 沉水植物构建工程

③水下草皮移栽：待沉水植物长至10-20 cm高时，将沉水植物和种植网格构成的水下无土草皮模块从培育水池里取出，卷成筒状，放置在塑料箱体内，采取保湿措施，避免阳光直射，运输至种植目标水域；



(2) 沉水植物构建工程

④水下草皮种植：在枯水季节或湖区水位较低时，在目标水域将湖滨裸露的浅滩浅水区进行翻土，必要时可敷设10-20cm泥土土层，再将择时水下草皮模块展开铺设至浅滩浅水区，先通过细网将多块草甸联结在一起，通过两岸将细网两端带入水体，分别向两个方向伸展，将草甸完全拉平后将两端固定，或者先将一端固定在水底，通过向另一端拉直，这样就完成了一条草甸的种植工作，然后再将其他草甸按照顺序种植。在草甸的联结间距及两条草甸间的间距上，可根据种植密度的需要进行调整。

(2) 沉水植物构建工程

b. 杆插种植

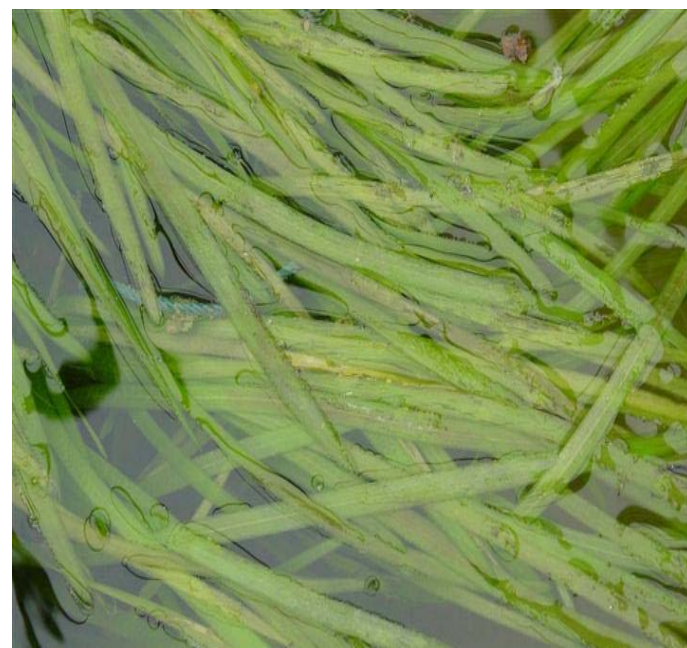
在沉水植物扦插种植方式上，可一次扦插数十根水生植物，效率较高。扦插法种植的沉水植物，由于直接将植株的根部插入底泥中使植株固定，种苗有较好的抵御外界干扰的能力，如风浪及水流等，致使其存活率远高于其他种植方式



(2) 沉水植物构建工程

c. 播撒草种

在播撒草种的种植方式上，可直接播种在淤泥层上，这样可以避免草种可能悬浮在水体中，也有助于其快速沉降，提高种植效率。



(2) 沉水植物构建工程

d. 容器种植

用易降解、解体的材质特制容器装有土质及需种植的沉水植物，投资湖底，一定时间后容器材质解体或降解，沉水植物便可独自存活。



(2) 沉水植物构建工程

e. 挂网种植

利用挂网及固定根系设施，将沉水植物挂于湖中生长繁殖，适用于深水湖沉水植物种植。

沉水植物选择不同季相的种类来恢复疏浚后的河流生态系统，约占恢复湖湾水面的10%，沉水植物以3-100株/m²的密度种植。

(2) 沉水植物构建工程

3) 沉水植物护养

在夏季选用暖季型的沉水植物品种，等到冬天再种下冷季型的沉水植物品种，两者交替养护，提升净化效果。组建专门护养队伍，定时打捞腐败的沉水植物，并及时补种。



(3) 人工浮岛构建工程

- 人工浮岛技术

生态浮床又称生态浮岛、人工生物浮床、人工浮岛、无土栽培浮床等，生态浮床(岛)技术是经过人工设计，将水生植物种植在浮于水面的床体上，利用水生植物的吸收、吸附、截留作用以及植物根系附着的微生物对污染物的降解作用，达到净化水体、增加水体透明度、改善水质、有效控制水体污染的一项新型水体原位修复技术。

(3) 人工浮岛构建工程

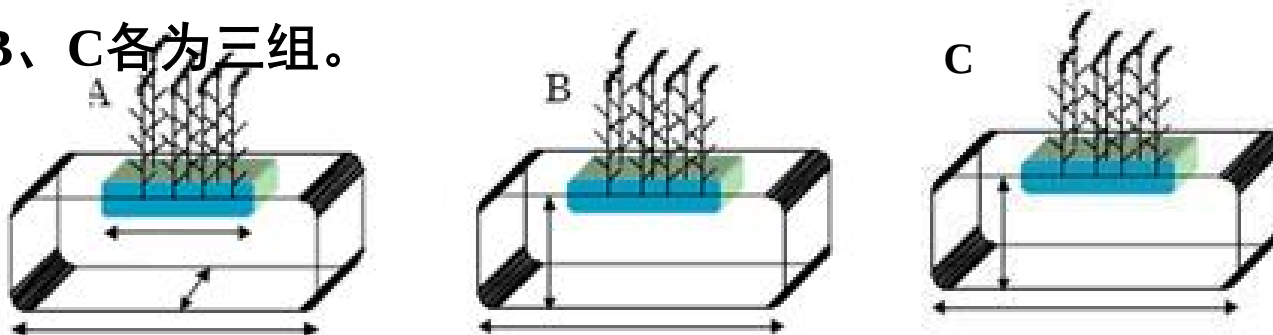
- 生态浮床技术根据植物与是否接触在实际应用中可分为干式和湿式两种，生态浮床可以通过自身植物根系吸附水体中大量的悬浮物，并逐渐在植物根系表面形成生物膜，膜中微生物吞噬和代谢水中的污染物，使其成为植物的营养物质，通过光合作用转化为植物细胞，促进其成长，最后通过收割浮床植物和捕获鱼虾减少水中营养盐。

(3) 人工浮岛构建工程

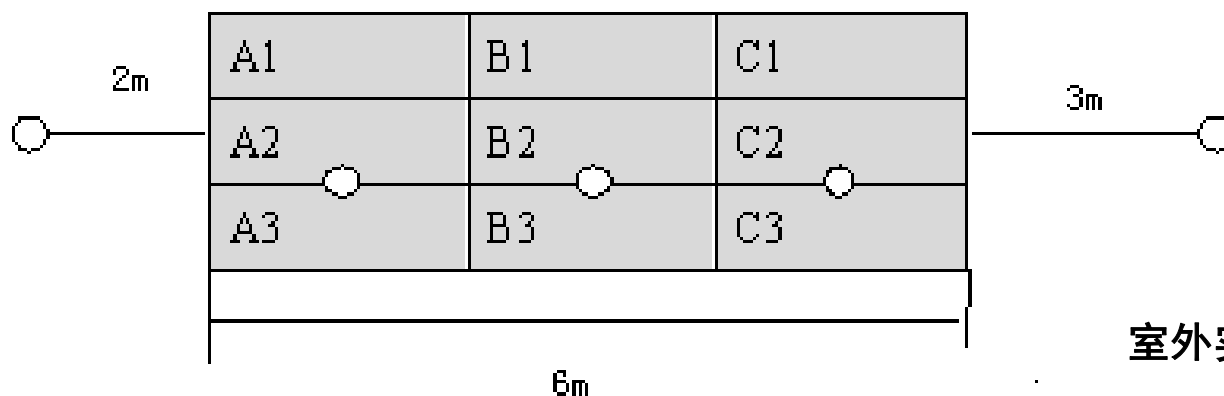
1) 室外实验

室外实验布设于通州滨河森林公园封闭水域和连通水域，人工浮岛面积分别为 33.3m^2 和 37.2m^2 （人工浮岛大小为 $9 \times 3.7\text{ m}^2 = 33.3\text{m}^2$ ）。平行实验

A、B、C各为三组。



- A: 种植挺水植物群落1（以千屈菜为建群种，占三分之二，搭配小菖蒲、鸢尾，比例各位六分之一）
B: 种植挺水植物群落2（以小菖蒲为建群种，占三分之二，搭配千屈菜、鸢尾，比例各占六分之一）
C: 种植挺水植物群落3（以黄花鸢尾为建群种，占三分之二，搭配千屈菜、小菖蒲，比例各占六分之一）



室外实验采样点示意图

(3) 人工浮岛构建工程

2) 室内实验

共设计78个大桶：上底直径为0.75m，上底面积为0.4415 m²，深度80cm，浮岛面积为 。选用1/24浮岛（ $0.406 \times 0.386 = 0.155$ m²，占总水域面积35.1%）

表1 水生植物配置模式类型

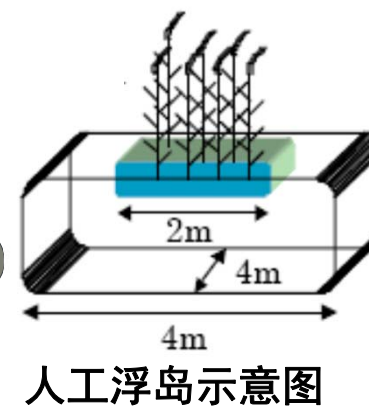
a1千屈菜	e1黄花鸢尾*狐尾藻
a2千屈菜*鱼	e2黄花鸢尾*狐尾藻*鱼
b1黄花鸢尾	f1千屈菜*黄花鸢尾*狐尾藻
b2黄花鸢尾*鱼	f2千屈菜*黄花鸢尾*狐尾藻*鱼
c1千屈菜*黄花鸢尾	g1佛甲草*狐尾藻
c2千屈菜*黄花鸢尾*鱼	g2佛甲草*千屈菜*鱼
d1千屈菜*狐尾藻	h1佛甲草*千屈菜
d2千屈菜*狐尾藻*鱼	h2佛甲草*狐尾藻*鱼
i2空白浮岛*鱼	i1空白浮岛

(3) 人工浮岛构建工程

野外调查与实验研究相结合、
室内与室外两种尺度相结合



野外实验



(3) 人工浮岛构建工程

室内实验

不同植物

曝气

鱼



(3) 人工浮岛构建工程

测定指标：PH、COD、DO、T-P、
T-N、 $\text{NO}^3\text{-N}$ 、 $\text{PO}^4\text{-P}$

水质测定实验



(3) 人工浮岛构建工程

➤ 安装浮岛



(3) 人工浮岛构建工程

➤ 不同时期浮岛植物生长状况(室外)



(3) 人工浮岛构建工程

➤ 不同时期浮岛植物生长状况(室内)



(3) 人工浮岛构建工程

➤ 收割浮岛植物



(3) 人工浮岛构建工程

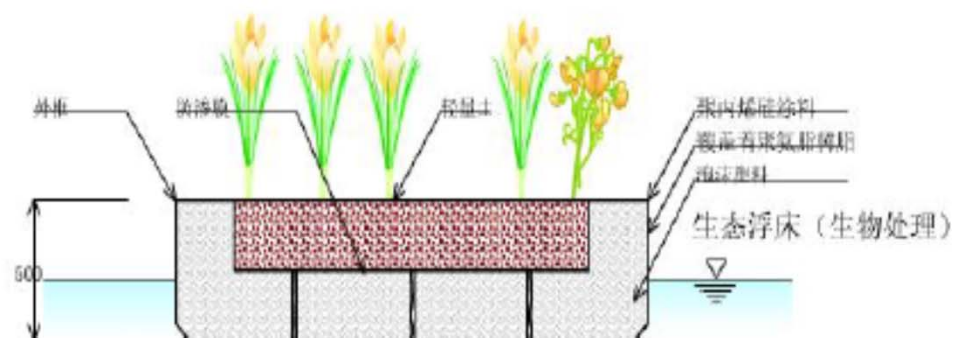


图 6-5 生态浮床结构示意图



2/14/2020



(3) 人工浮岛构建工程



(3) 人工浮岛构建工程

三	沉水植物						
1	沉水植物 种植						
①	播种草籽	1.种类	m2	种植	暂估	以面积计 算	种植带宽度 以1m计
②	铺(植)沉 水植物制 成的草甸	2.铺设形 式	m2	种植	暂估		
③	杆插种植	1.规格	m2	1.种植2.入水	暂估		种植带宽度 以1m计
		2.尺寸					
		3.厚度					
④	容器种植 及挂网种 植	1.载体材 质2.尺寸	m2	1.载体覆土 2.种植 3.入水	暂估		种植带宽度 以1m计
四	挺水植物						

(3) 人工浮岛构建工程

工程量清单计量							
编号	项目名称	项目	计量	工程内容	工程量	计算依据	备注
		特征	单位				
1	挺水植物 购买	1.材质2. 体积	个	1.种植	暂估	以个数计 算	暂估
五	其他附属设施						

谢谢！