

中华人民共和国行业标准

# 污水稳定塘设计规范

CJJ/T54—93

1993 北 京

# 中华人民共和国行业标准

## 污水稳定塘设计规范

**CJJ/T54 - 93**

主编单位：哈尔滨建筑工程学院

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1994年1月1日

网易 NetEase  
www.gpszx.com  
给排水在线

## 关于发布行业标准 《污水稳定塘设计规范》的通知

建标[1993]339号

根据建设部(90)建标字第407号文的要求,由哈尔滨建筑工程学院(全国氧化塘协作组)主编的《污水稳定塘设计规范》,业经审查,现批准为推荐性行业标准,编号CJJ/T54-93,自一九九四年一月一日起施行。

本标准由建设部城镇建设标准技术归口单位建设部城市建设研究院归口管理,其具体解释工作由哈尔滨建筑工程学院(全国氧化塘协作组)负责。

本标准由建设部标准定额研究所组织出版。

中华人民共和国建设部

一九九三年五月六日

## 目 次

|     |           |      |
|-----|-----------|------|
| 1   | 总则        | 20—3 |
| 2   | 术语        | 20—3 |
| 3   | 水质        | 20—4 |
| 3.1 | 进水和出水控制点  | 20—4 |
| 3.2 | 水质评价指标    | 20—4 |
| 3.3 | 接纳污水水质    | 20—4 |
| 3.4 | 出水水质      | 20—5 |
| 4   | 总体布置      | 20—5 |
| 4.1 | 塘址选择      | 20—5 |
| 4.2 | 总体布置      | 20—5 |
| 5   | 工艺流程      | 20—6 |
| 5.1 | 工艺流程设计原则  | 20—6 |
| 5.2 | 污水预处理     | 20—6 |
| 5.3 | 污水稳定塘系统   | 20—6 |
| 5.4 | 污泥处理与处置   | 20—6 |
| 6   | 各种污水稳定塘设计 | 20—7 |
| 6.1 | 设计参数      | 20—7 |
| 6.2 | 厌氧塘       | 20—7 |
| 6.3 | 兼性塘       | 20—7 |
| 6.4 | 好氧塘       | 20—8 |
| 6.5 | 曝气塘       | 20—8 |
| 6.6 | 水生植物塘     | 20—8 |

|      |         |       |
|------|---------|-------|
| 6.7  | 污水养鱼塘   | 20—8  |
| 6.8  | 生态塘     | 20—8  |
| 6.9  | 控制出水塘   | 20—8  |
| 6.10 | 完全贮存塘   | 20—8  |
| 7    | 塘体设计    | 20—9  |
| 7.1  | 一般规定    | 20—9  |
| 7.2  | 堤坝设计    | 20—9  |
| 7.3  | 塘底设计    | 20—9  |
| 7.4  | 进、出水口设计 | 20—9  |
| 8    | 附属设施    | 20—10 |
| 8.1  | 稳定塘附属设施 | 20—10 |
| 8.2  | 输水      | 20—10 |
| 8.3  | 跌水      | 20—10 |
| 8.4  | 计量      | 20—10 |
| 附录 A | 本规范用词说明 | 20—10 |
|      | 附加说明    | 20—11 |
|      | 条文说明    | 20—11 |

## 1 总 则

**1.0.1** 为使我国污水稳定塘的规划、设计符合国家的方针、政策和法令，并达到净化污水，保护环境的目的，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于处理城镇生活污水及与城镇生活污水水质相近的工业废水的污水稳定塘的设计。

**1.0.3** 污水稳定塘设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

网易 NetEase  
www.gpszx.com  
给排水在线

## 2 术 语

### 2.0.1 稳定塘(stabilization ponds)

以塘为主要构筑物，利用自然生物群体净化污水的处理设施。根据塘水中的溶解氧量和生物种群类别及塘的功能，可分为厌氧塘、兼性塘、好氧塘、曝气塘、生物塘。根据处理后达到的水质标准，可分为常规处理塘和深度处理塘。

同义词：氧化塘(oxidation pond)。

### 2.0.2 厌氧塘(anaerobic pond)

塘水在无氧状态下，净化污水的稳定塘。

### 2.0.3 兼性塘(facultative pond)

塘水在上层有氧下层无氧的状态下，净化污水的稳定塘。

### 2.0.4 好氧塘(aerobic pond)

塘水在有氧状态下，净化污水的稳定塘。

### 2.0.5 曝气塘(aeration pond)

设有曝气充氧装置的好氧塘或兼性塘。

### 2.0.6 生物塘(biological pond)

人工种植水生植物或养殖水生生物的稳定塘。生物塘一般可分为水生植物塘、养鱼塘和生态塘。

### 2.0.7 水生植物塘(macrohydrophyte pond)

种植水生维管束植物或高等水生植物的稳定塘。

### 2.0.8 养鱼塘(fish pond)

利用养殖鱼类，摄食水中藻类及各种浮游生物，以净化污水，并可回收资源获得经济效益的稳定塘。

### 2.0.9 生态塘(ecological pond)

利用菌、藻、浮游生物、底栖动物、鱼、虾、鸭、鹅等形成多条食

物链,以达到净化污水目的的**稳定塘**。

#### **2.0.10 常规处理塘 (conventional pond)**

作为一般生物处理设施的**稳定塘**。

#### **2.0.11 深度处理塘 (maturation pond)**

通常指与一般生物处理设施连用的生物塘,或常规二级处理设施之后,做进一步去除 BOD<sub>5</sub>、病原菌和降低氮、磷含量之后的塘,亦称**熟化塘 (maturation pond)**。

#### **2.0.12 控制出水塘 (controlled release pond)**

为解决超过受纳水体自净容量问题而设计的可调控污水排放的**稳定塘**。

#### **2.0.13 完全贮存塘 (complete containment pond)**

污水贮存不外排,仅靠蒸发减少水量的**稳定塘**。

#### **2.0.14 污水稳定塘系统**

由预处理、兼性塘、好氧塘或曝气塘、生物塘等组成的**串联组合**。对处理有机物浓度较高的城镇污水或工业废水的塘系统,可由预处理、厌氧塘、兼性塘、好氧塘或曝气塘、生物塘**串联而成**。

## 3 水 质

### 3.1 进水和出水控制点

3.1.1 污水稳定塘系统进水控制点应设在第一座稳定塘的进水口。如果有预处理设施，应设在预处理设施的进水口。

3.1.2 污水稳定塘系统出水控制点应设在最后一座稳定塘的出水口。

### 3.2 水质评价指标

3.2.1 宜选择 pH 值、SS、BOD<sub>5</sub> 项目作为污水稳定塘的水质评价指标。

3.2.2 应在进水和出水控制点进行水质、水量监测，以其去除效率衡量污水稳定塘的处理效果。

3.2.3 处理与城镇生活污水水质相近的工业废水时，可根据具体情况增减相应的水质指标。

### 3.3 接纳污水水质

3.3.1 污水稳定塘系统接纳污水水质应符合现行的国家标准《污水综合排放标准》中三级标准的规定。

3.3.2 进入污水稳定塘系统的污水中含有抑制或危害塘中生物净化作用的有毒、有害物质的浓度，必须符合现行的国家标准《污水综合排放标准》中表 1 的规定。

3.3.3 稳定塘系统中设有厌氧塘时，进水 BOD<sub>5</sub> 可放宽到 800mg/l。

### 3.4 出水水质

**3.4.1** 污水稳定塘系统出水水质，根据受纳水体的要求，应符合现行的国家标准《污水综合排放标准》的规定。

**3.4.2** 采用稳定塘系统作为常规二级处理时，其出水应达到二级污水处理厂的出水标准。

网易 NetEase  
www.gpszx.com  
给排水在线

## 4 总体布置

### 4.1 塘址选择

4.1.1 污水稳定塘选址必须符合城镇总体规划的要求，应以近期为主、远期扩建为原则。应因地制宜利用废旧河道、池塘、沟谷、沼泽、湿地、荒地、盐碱地、滩涂等闲置土地。

4.1.2 塘址应选在城镇水源下游，并宜在夏季最小风频的上风侧，与居民住宅的距离应符合卫生防护距离的要求。

4.1.3 选择塘址必须进行工程地质、水文地质等方面的勘察及环境影响评价。

4.1.4 塘址的土质渗透系数(K)宜小于0.2m/d。

4.1.5 塘址选择必须考虑排洪设施，并应符合该地区防洪标准的规定。

4.1.6 塘址选择在滩涂时，应考虑潮汐和风浪的影响。

### 4.2 总体布置

4.2.1 稳定塘系统总体布置应充分利用自然环境的有利条件。总体布置应紧凑。

4.2.2 系统内的道路宜采用单车道，宽度不应小于3.5m；主干道可建双车道，宽度应为6~8m。

4.2.3 多塘系统的高程设计应使污水在系统内自流，需提升时，宜一次提升。

4.2.4 塘堤外侧应种树绿化，系统外围绿化林带宽度应大于10m。

## 5 工艺流程

### 5.1 工艺流程设计原则

- 5.1.1 污水稳定塘可自成系统，也可与其他污水处理设施相结合使用。
- 5.1.2 选择污水稳定塘工艺流程时，应因地制宜。
- 5.1.3 工艺设计应对污染源控制、污水预处理和处理以及污水资源化利用等环节进行综合考虑，统筹设计，并应通过技术经济比较确定适宜的方案。

### 5.2 污水预处理

- 5.2.1 预处理设施应包括格栅、沉砂池、沉淀池等，其设计应符合现行的国家标准《室外排水设计规范》的规定。
- 5.2.2 稳定塘系统预处理宜采用排泥周期较长的、投资和运行费用较低的构筑物。

### 5.3 污水稳定塘系统

- 5.3.1 稳定塘系统可由多塘组成，或分级串联或同级并联。
- 5.3.2 多级塘系统中，单塘面积不宜大于  $4.0 \times 10^4 \text{m}^2$ ，当单塘面积大于  $0.8 \times 10^4 \text{m}^2$  时，应设置导流墙。

### 5.4 污泥处理与处置

- 5.4.1 沉砂池(渠)宜采用机械或重力排砂，并应设置贮砂池或晒砂场。
- 5.4.2 污泥脱水宜采用污泥干化床自然风干，亦可采用机械脱

水。

**5.4.3** 污泥作为农田肥料使用时，应符合现行的国家标准《农用污泥中污染物控制标准》的有关规定。

**5.4.4** 污泥作填埋处置时，其含水率应小于 85%。

网易 NetEase  
www.gpszx.com  
给排水在线

## 6 各种污水稳定塘设计

### 6.1 设计参数

6.1.1 厌氧塘、兼性塘、好氧塘、曝气塘、水生植物塘、养鱼塘、生态塘应按  $BOD_5$  表面负荷确定水面面积。厌氧塘亦可按  $BOD_5$  容积负荷设计，完全曝气塘亦可按  $BOD_5$  污泥负荷进行设计。

6.1.2 控制出水塘宜按其前置处理设施的实际处理流量与受纳水体季节允许排放污水流量之差设计。为农灌贮存用水的控制出水塘可按农灌需水量进行设计。

6.1.3 完全贮存塘应按全年进塘水量与塘水表面全年净蒸发量达到平衡进行设计。

6.1.4 各种污水稳定塘设计参数可按表 6.1.4 选取，用于专门处理工业废水塘的设计参数应由实验确定。

各种污水稳定塘工艺设计参数

表 6.1.4

| 常 规<br>塘 型 | $BOD_5$ 表面负荷<br>( $kgBOD_5/10^4m^2d$ ) |         |         | 有 效<br>水 深<br>(m) | 处 理<br>率<br>(%) | 进塘 $BOD_5$<br>浓度(mg/l) |
|------------|--|---------|---------|-------------------|-----------------|------------------------|
|            | I 区                                    | II 区    | III 区   |                   |                 |                        |
| 厌 氧 塘      | 200                                    | 300     | 400     | 3~5               | 30~70           | $\leq 800$             |
| 兼 性 塘      | 30~50                                  | 50~70   | 70~100  | 1.2~1.5           | 60~80           | $< 300$                |
| 好 氧 塘      | 常规处理塘                                  | 10~20   | 15~25   | 20~30             | 0.5~1.2         | $< 100$                |
|            | 深度处理塘                                  | $< 10$  | $< 10$  | $< 10$            | 0.5~0.6         |                        |
| 曝 气 塘      | 部分曝气塘                                  | 50~100  | 100~200 | 200~300           | 3~5             | 300~500                |
|            | 完全曝气塘                                  | 100~200 | 200~300 | 200~400           | 3~5             |                        |

续表 6.1.4

| 常 规<br>塘 型  | BOD <sub>5</sub> 表面负荷<br>(kgBOD <sub>5</sub> /10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> d) |       |        | 有 效<br>水 深<br>(m) | 处 理<br>率<br>(%) | 进塘 BOD <sub>5</sub><br>浓度(mg/l) |      |
|-------------|---|-------|--------|-------------------|-----------------|---------------------------------|------|
|             | I 区   | II 区  | III 区  |                   |                 |                                 |      |
| 生<br>物<br>塘 | 水生植物塘   | —     | 50~200 | 100~300           | 0.4~2.0         | 60~80                           | <300 |
|             | 深度处理塘   | —     | 20~50  | 30~60             | 0.4~2.0         | 60~80                           | <100 |
|             | 污水养鱼塘   | 20~30 | 30~40  | 40~50             | 1.5~2.5         | 70~90                           | <50  |
|             | 生态塘   | 20~30 | 40~50  | 50~60             | 1.2~2.5         | 70~90                           |      |

注：I 区系指年平均气温在 8°C 以下的地区；

II 区系指年平均气温在 8~16°C 的地区；

III 区系指年平均气温在 16°C 以上的地区。

**6.1.5** 塘的总深度应包括污泥层深、有效水深、风浪爬高及安全超高。

## 6.2 厌 氧 塘

**6.2.1** 厌氧塘并联数目不宜少于 2 座。处理高浓度有机废水时，宜采用二级厌氧塘串联运行。在人口密集区不宜采用厌氧塘。

**6.2.2** 厌氧塘可采取加设生物膜载体填料、塘面覆盖和在塘底设置污泥消化坑等强化措施。

**6.2.3** 厌氧塘应从底部进水和淹没式出水，当采用溢流出水时，在堰和孔口之间应设置挡板。

## 6.3 兼 性 塘

**6.3.1** 兼性塘可与厌氧塘、曝气塘、好氧塘、水生植物塘等组合成多级系统，也可由数座兼性塘串联构成塘系统。

**6.3.2** 兼性塘系统可采用单塘，在塘内应设置导流墙。

**6.3.3** 兼性塘内可采取加设生物膜载体填料、种植水生植物和机械曝气等强化措施。

## 6.4 好氧塘

- 6.4.1 好氧塘可由数座串联构成塘系统，也可采用单塘。
- 6.4.2 作为深度处理塘的好氧塘，总水力停留时间应大于 15d。
- 6.4.3 好氧塘可采取设置充氧机械设备、种植水生植物和养殖水产品等强化措施。

## 6.5 曝气塘

- 6.5.1 曝气塘宜用于土地面积有限的场合。
- 6.5.2 曝气塘系统宜采用由一个完全曝气塘和 2~3 个部分曝气塘组成的塘系统。
- 6.5.3 完全曝气塘的比曝气功率应为  $5\sim 6\text{W}/\text{m}^3$  (塘容积)。
- 6.5.4 部分曝气塘的曝气供氧量应按生物氧化降解有机负荷计算，其比曝气功率应为  $1\sim 2\text{W}/\text{m}^3$  (塘容积)。

## 6.6 水生植物塘

- 6.6.1 水生植物塘可选种浮水植物、挺水植物和沉水植物。选种的水生植物应具有良好的净水效果、较强的耐污能力、易于收获和有较高的利用价值。
- 6.6.2 浮水植物塘水面应分散地留出 20%~30% 的水面。设计中应考虑水生植物的收集及其利用和处置。
- 6.6.3 塘的有效水深度，选用浮水植物时，宜为 0.4~1.5m；挺水植物，宜为 0.4~1.0m；沉水植物，宜为 1.0~2.0m。
- 6.6.4 寒冷地区不宜采用水生植物塘。

## 6.7 污水养鱼塘

- 6.7.1 污水养鱼塘应作为塘系统中的后置塘。进水  $\text{BOD}_5$  浓度应符合本规范第 6.1.4 条的规定，其他污染物及溶解氧浓度应符合现行的国家标准《渔业水质标准》的规定。高负荷养鱼塘应设增氧

机。

**6.7.2** 污水养鱼塘中放养鱼种和比例应根据当地养鱼的成功经验和有关研究结果确定。

**6.7.3** 鱼的用途应根据卫生防疫部门的检验结果确定。

## **6.8 生态塘**

**6.8.1** 生态塘水中溶解氧应不小于  $4\text{mg/l}$ ，可采用机械曝气充氧。

**6.8.2** 塘中养殖的水生动、植物密度应由实验确定。

## **6.9 控制出水塘**

**6.9.1** 当污水处理系统排水量季节性的超过受纳水体自净容量或为适应农灌用水需要时，应设置控制出水塘。

**6.9.2** 寒冷地区的控制出水塘容积设计应考虑到冰封期需要贮存的水量，塘深应大于最大冰冻深度  $1\text{m}$ ，塘数不宜少于 2 座。

**6.9.3** 控制出水塘应按照兼性塘校核其有机负荷率。

## **6.10 完全贮存塘**

**6.10.1** 完全贮存塘宜用于有显著湿度亏缺（亦即年蒸发量与年降水量之差大于  $770\text{mm}$ ）的地区。

**6.10.2** 完全贮存塘的容积应按污水进水量、年降水量与年蒸发量相平衡的原则确定。应按雨季累计最大贮水量确定塘的最高水位，按旱季累计最小贮水量确定塘的最低水位。

**6.10.3** 完全贮存塘最大有效水深应为  $2\sim 4\text{m}$ ，最小水深不应小于  $0.5\text{m}$ 。

## 7 塘体设计

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 稳定塘的塘体用料应就地取材。
- 7.1.2 稳定塘单塘宜采用矩形塘，长宽比不应小于 3:1~4:1。
- 7.1.3 利用旧河道、池塘、洼地等修建稳定塘，当水力条件不利时，宜在塘内设置导流墙(堤)。
- 7.1.4 对塘体的堤岸应采取防护措施。

### 7.2 堤坝设计

- 7.2.1 堤坝宜采用不易透水的材料建筑。土坝应用不易透水材料作心墙或斜墙。
- 7.2.2 土坝的顶宽不宜小于 2m，石堤和混凝土堤顶宽不应小于 0.8m。当堤顶允许机动车行驶时，其宽度不应小于 3.5m。
- 7.2.3 土堤迎水坡应铺砌防浪材料，宜采用石料或混凝土。在设计水位变动范围内的最小铺砌高度不应小于 1.0m。
- 7.2.4 土坝、堆石坝、干砌石坝的安全超高应根据浪高计算确定，不宜小于 0.5m。
- 7.2.5 坝体结构应按相应的永久性水工构筑物标准设计。
- 7.2.6 坝的外坡设计应按土质及工程规模确定。土坝外坡坡度宜为 4:1~2:1，内坡坡度宜为 3:1~2:1。
- 7.2.7 塘堤的内侧应在适当位置(如进、出水口处)设置阶梯、平台。

### 7.3 塘底设计

7.3.1 塘底应平整并略具坡度，倾向出口。

7.3.2 当塘底原土渗透系数  $K$  值大于  $0.2\text{m/d}$  时，应采取防渗措施。

### 7.4 进、出水口设计

7.4.1 进、出水口宜采用扩散式或多点进水方式。出水口应设置挡板，潜孔出流。

7.4.2 进水口至出水口的水流方向应避开当地常年主导风向，宜与主导风向垂直。

给排水在线

## 8 附属设施

### 8.1 稳定塘附属设施

8.1.1 稳定塘附属设施应包括输水设施、充氧设备、计量设备和生产、生活辅助设施。

8.1.2 生产、生活辅助设施的设计可参照现行的行业标准《城镇污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准》的规定。

### 8.2 输 水

8.2.1 稳定塘的输水设施应包括输水管(渠)、泵站及闸、阀。

8.2.2 输水可用暗管或明渠，在人口稠密区宜采用管道输水。

8.2.3 邻塘之间的连通，宜采用溢流坝、堰、涵闸或管道。

8.2.4 塘系统出水量较大且跌落较高时，其出水口应设消力坎或消力池。

### 8.3 跌 水

8.3.1 在多塘系统中，前后两塘有 0.5m 以上水位落差时，连通口可采用粗糙斜坡或阶式跌水曝气充氧。

### 8.4 计 量

8.4.1 稳定塘系统应在入流处和出流处安装计量装置。

## 附录 A 本规范用词说明

**A. 0. 1** 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

**A. 0. 2** 条文中指明必须按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的要求(或规定)”。非必须按所指定的标准执行的写法为“可参照……的要求(或规定)”。

## 附加说明

### 本规范主编单位、参加单位和 主要起草人名单

**主编单位：**哈尔滨建筑工程学院(全国氧化塘协作组)

**参加单位：**中国环境保护工业协会

贵州省城乡规划设计研究院

农业部环保监测科研所

长沙市城建科研所

**主要起草人：**田金质 王宝贞 祈佩时 陈士年 王德荣

周恂达 任南琪 张金松 杨松滨 李鸿滨

中华人民共和国行业标准

**污水稳定塘设计规范**

**CJJ/T54 - 93**

**条文说明**

给排水在线

网易 NetEase

WWW.GPSZX.COM

## 前 言

根据建设部(90)建标字第 407 号文的要求,由哈尔滨建筑工程学院(全国氧化塘协作组)主编,中国环保工业协会等单位参加共同编制的《污水稳定塘设计规范》(CJJ/T54-93),经建设部一九九三年五月六日以建标[1993]339 号文批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《污水稳定塘设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,供国内使用者参考。在使用中如发现本条文说明有欠妥之处,请将意见函寄哈尔滨建筑工程学院(全国氧化塘协作组)。

本条文说明由建设部标准定额研究所组织出版发行。

给排水在线

## 目 次

|     |                 |       |
|-----|-----------------|-------|
| 1   | 总则 .....        | 20—13 |
| 2   | 术语 .....        | 20—15 |
| 3   | 水质 .....        | 20—16 |
| 3.1 | 进水和出水控制点 .....  | 20—16 |
| 3.2 | 水质评价指标 .....    | 20—16 |
| 3.3 | 接纳污水水质 .....    | 20—16 |
| 3.4 | 出水水质 .....      | 20—16 |
| 4   | 总体布置 .....      | 20—19 |
| 4.1 | 塘址选择 .....      | 20—19 |
| 4.2 | 总体布置 .....      | 20—20 |
| 5   | 工艺流程 .....      | 20—21 |
| 5.1 | 工艺流程设计原则 .....  | 20—21 |
| 5.2 | 污水预处理 .....     | 20—22 |
| 5.3 | 污水稳定塘系统 .....   | 20—23 |
| 5.4 | 污泥处理与处置 .....   | 20—23 |
| 6   | 各种污水稳定塘设计 ..... | 20—24 |
| 6.1 | 设计参数 .....      | 20—24 |
| 6.2 | 厌氧塘 .....       | 20—24 |
| 6.3 | 兼性塘 .....       | 20—25 |
| 6.4 | 好氧塘 .....       | 20—25 |
| 6.5 | 曝气塘 .....       | 20—26 |
| 6.6 | 水生植物塘 .....     | 20—26 |

|      |               |       |
|------|---------------|-------|
| 6.7  | 污水养鱼塘 .....   | 20—28 |
| 6.8  | 生态塘 .....     | 20—29 |
| 6.9  | 控制出水塘 .....   | 20—29 |
| 6.10 | 完全贮存塘 .....   | 20—30 |
| 7    | 塘体设计 .....    | 20—31 |
| 7.1  | 一般规定 .....    | 20—31 |
| 7.2  | 堤坝设计 .....    | 20—32 |
| 7.3  | 塘底设计 .....    | 20—32 |
| 7.4  | 进、出水口设计 ..... | 20—33 |
| 8    | 附属设施 .....    | 20—33 |
| 8.1  | 稳定塘附属设施 ..... | 20—33 |
| 8.2  | 输水 .....      | 20—33 |
| 8.3  | 跌水 .....      | 20—34 |
| 8.4  | 计量 .....      | 20—34 |

## 1 总 则

随着城乡建设和经济建设的发展，城镇生活污水和工业废水日趋增加，面对急需解决的水污染现实，需要我们寻求适合我国国情的污水处理技术。

我国稳定塘技术的发展是有个过程的。稳定塘习惯上称为氧化塘，从50年代起步研究，60~70年代以改善污水灌溉水质和解决某些城镇污水排放问题为目的，利用坑洼淀塘或古旧河道稍加修整建成一批污水库塘，如西安市漕运河污水库、保定唐河污水库、齐齐哈尔市污水库等。在使用过程中逐渐认识到，污水库有很可观的净化有机物效果，可以大大改善水质，起到了稳定塘的自净作用，成为我国第一代初级形态稳定塘。这些库塘不是按着稳定塘工程要求设计的，而多数是按水利工程要求设计，有的则是临时解决污水出路。多数施工因陋就简，无人管理和维修，或放弃管理职权，如果按稳定塘工程要求来衡量，则几乎所有塘都处于超负荷状态。因此，尽管污水库在农业上发挥了一定的积极作用和减缓了城镇污水污染环境的矛盾，但是对出现的污染地下水、臭味散逸、淤积、占地面积大等问题产生了许多争议。

我国第二代稳定塘吸收了过去的经验和教训，有了改进。比如，针对淤积的问题，设计并联运行的沉淀塘交替使用，为定期清淤创造了条件，采用机械清淤，减轻体力劳动；针对超负荷的问题，对进塘水质水量做出规定，定时化验监测，建立排污收费和超标罚款制度，将稳定塘工程纳入正规污水处理设施运行管理之列，保证稳定塘的使用寿命和净化效果。

从稳定塘的利用考虑，在兼性塘，甚至从厌氧塘就开始养殖凤眼莲，放养耐污鱼类等，都能获得很好的处理效果和经济收益。过

去曾以处理污水为主的稳定塘，也搞起了利用污水养鱼、养水生植物等经济活动，以及出水灌溉农田、绿化或回用于生产，形成了多种形式的系统工程。稳定塘工程作为一项系统工程，要确定入塘水质、污水生物处理过程和污水资源化利用三方面，使其能互相补充，发挥自然净化优势，其设计在开拓具有我国特色的污水处理工艺上，向前迈进了一步。

90年代，我国较正规的稳定塘已有 113 座，处理污水量  $1898 \times 10^4 \text{t/d}$ ，占我国污水排放总量的 2%。其中，处理城市污水稳定塘占总数的一半，其余是处理各种工业有机废水的稳定塘，比 1985 年调查的 38 座稳定塘增加了 2 倍。

从调查结果分析，5 年来稳定塘无论从数量上和处理的水量上都有了很大的发展。建塘的质量从原始的水库型向人工强化型发展。管理水平也有提高，发展趋势是健康的，速度是快的，预计今后每年在全国将会新建 30~50 座正规的稳定塘，特别是在乡镇企业发达的中小城镇，以及造纸、食品加工、化工、化肥等行业将会出现发展稳定塘的趋势。

稳定塘投资省，管理简便，运行可靠，节省能耗。因此国务院环境保护委员会发布的《关于加强城市环境综合整治的决定》和《关于防治水污染技术政策的规定》等文件中都明确说明了稳定塘技术在处理城镇生活污水和工业有机废水占有重要的地位，提倡采用稳定塘技术。对没有经济实力建设二级污水处理厂的大多数城市和地区，在研究和制定污染防治规划和落实项目时，应优先考虑采用稳定塘技术。

为了积极稳妥发展稳定塘，在总结实践经验和吸收科研成果的基础上，并参考国外经验，编制了我国的稳定塘设计规范，以利稳定塘技术的推广。

我国现有的大部分稳定塘是处理城镇和工业企业污水的稳定塘，并有多年的运行经验和实测数据。同时，近年来的科研试验也多是在这些塘上开展的。因此，本规范的适用范围规定为适用于处

理城镇污水及与城镇污水水质相近的工业废水。

稳定塘接纳的污水来源广泛，污水成分复杂，大致包括以下几类：

1. 易生化降解的有机物(以  $BOD_5$  表示)和比较容易降解的工业有机物(以  $COD_{Cr}$  表示)，包括了各种可提供生物能源的有机物。
2. 可溶性无机盐类，供给植物生长的营养元素(N、P、K 等)。
3. 悬浮物，包括易沉降的有机、无机颗粒物质。
4. 少量难以生物降解的有机物。
5. 微量重金属。
6. 细菌和病原菌(由细菌总数和大肠菌群数表示)。

稳定塘不是万能技术，对污水中所含的可能在环境或动、植物体内蓄积，对人体健康产生长远不良影响的重金属、放射性和难生物降解的有毒污染物应从严控制，以保证稳定塘的安全运行。

本规范引用以下标准：

GB 8978 - 88《污水综合排放标准》；

GB 2828 - 88《地面水环境质量标准》；

GB 5084 - 92《农田灌溉水质标准》；

GB 4284 - 84《农用污泥中污染物控制标准》；

CJ 18 - 87《污水排入城市下水道水质标准》；

GB 11607 - 89《渔业水质标准》；

GBJ 14 - 87《室外排水设计规范》；

CJJ 31 - 89《城镇污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准》。

## 2 术 语

污水稳定塘是一种自然或半自然的生物净化污水的处理设施，含有丰富的内容，这里仅对几种主要的稳定塘术语进行解释。

我国自开展稳定塘研究以来，从 50 年代开始，氧化塘这一术语已为人们所熟悉和习惯，但不够规范和严密，为使国内外在名称上趋于一致，更准确地反映所包含的丰富内容，将氧化塘改称为稳定塘，故本规范改称为污水稳定塘设计规范。

根据处理不同类型的污水和达到不同出水水质的要求，多年来，人们研究、开发和实际应用了多种类型稳定塘，如厌氧塘、兼性塘、好氧塘、曝气塘、生物塘、控制出水塘等。

我国从实践中逐步形成的稳定塘技术，具有自己的特色，主要表现为：

1. 它突破了菌藻共生系统的限制，发展成为由菌、藻、水生植物、浮游动物、底栖动物、鱼、蚌、水禽等多条食物链共存组建的生态系统。南溪山医院按稳定塘机理运行，将其污水处理设施改变成生态系统净水工程，将原配水池改为厌氧塘，栽种凤眼莲防止臭气，用青蛙捕食蚊虫改善环境条件，放养污鱼，形成独特的小生态平衡区，基本上达到了塘内污泥消化与新增污泥的平衡。在兼性塘内（原沉淀池）布置淋洒曝气管充氧，藻类生长滤网，分层放养不同鱼种，使得污水在此既得到了净化，又育肥了鱼，形成良性循环系统。

2. 稳定塘把污水处理与资源综合利用紧密结合起来，形成了一个良性系统。在解决水资源缺乏，保障农业用水，发展污水养鱼，种植水生植物、花卉等方面都收到了很多效益。

3. 因地制宜改进稳定塘设计。贵州省气候条件适宜建稳定塘，

但山多地少，没有土地成为建稳定塘的突出矛盾，设计研究单位巧妙地结合地形特点，设计了塔式稳定塘，将稳定塘向空间发展，塔内布置了多层结构的稳定塘，有效地利用了空间和阳光，仅用 $300\text{m}^2$ 面积，布置了厌氧→塔式稳定塘→凤眼莲串联系统，每天处理 $100\text{t}$ 污水，塔内还可以保障凤眼莲安全过冬。

4. 各地积累了一批区域性的设计经验。通过在塘中增设纤维填料，成倍地增加了附属生物量，以增加单位体积的处理负荷量，并提高其处理效率，在低温下处理效率的提高尤为明显。

网易 NetEase  
www.gpszx.com  
给排水在线

## 3 水 质

### 3.1 进水和出水控制点

稳定塘工程包括预处理、塘体工程及资源利用三个部分。作为净化污水的完整设施考虑其净化能力，应当选择合理的进、出水监测点，稳定塘工程也是一种污水处理厂，进水监测点应设在输水管网末端，进厂前的部位；出水监测点应设在稳定塘工程系统的最后一级处理设施之后，以此来统一衡量稳定塘的功能。

### 3.2 水质评价指标

**3.2.1** 稳定塘属于生物处理设施，习惯上把稳定塘列为二级生物处理范围，同样生物二级污水处理厂使用的水质控制项目也适用于稳定塘。一般采用 pH 值、SS、BOD<sub>5</sub> 等作为水质控制指标。

**3.2.2** 将上述指标的量的变化(去除率)作为衡量稳定塘净化效果，可基本上反映稳定塘的功能状况。

**3.2.3** 对某些工业废水、含有特殊污染物，比如酚、硝基酚、甲醛、马拉硫磷、洗涤剂、农药等，稳定塘也有一定的处理净化效果。为说明稳定塘对其处理效果，需增加相应的污染物测试指标项目。

### 3.3 接纳污水水质

**3.3.1** 污水稳定塘接纳的污水既要满足《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 18-87)要求，保证管网系统的安全运行，又要满足处理能力的要求，《污水综合排放标准》(GB 8979-88)适用于排放污水和废水的一切企、事业单位。对排入城镇下水道并进入二级污水处理厂进行生物处理的污水，规定执行三级标准，即在排污单位

出口取样,其最高允许限值规定为:

|                  |     |       |                  |     |       |
|------------------|-----|-------|------------------|-----|-------|
| pH               | 6~9 | ;     | 悬浮物              | 400 | mg/l; |
| BOD <sub>5</sub> | 300 | mg/l; | COD <sub>5</sub> | 500 | mg/l; |
| 石油类              | 30  | mg/l; | 动植物油             | 100 | mg/l; |
| 挥发酚              | 2.0 | mg/l; | 氰化物              | 1.0 | mg/l; |
| 硫化物              | 2.0 | mg/l; | 氟化物              | 20  | mg/l; |
| 苯胺类              | 5.0 | mg/l; | 硝基苯类             | 5.0 | mg/l; |
| LAS              | 20  | mg/l; | 铜                | 2.0 | mg/l; |
| 锌                | 2.0 | mg/l; | 锰                | 5.0 | mg/l. |

以此作为稳定塘进水水质要求。

对不超过污染物总量控制要求的其他废水可排入城市排水管网,由城市综合污水稳定塘集中处理。

**3.3.2** 对可能在环境或植物体内蓄积,对人体健康产生不良影响的重金属和难生物降解的有毒污染物应从严控制,不分行业和污水排放方式,也不分受纳水体的功能类别,一律在车间处理,排放口取样,其最高允许排放浓度在《污水综合排放标准》(GB 8978-88)中严格规定为:

|                      |           |      |          |
|----------------------|-----------|------|----------|
| 总汞:                  | 0.05mg/l; | 烷基汞: | 不得检出;    |
| 总镉:                  | 0.1 mg/l; | 总铬:  | 1.5mg/l; |
| 六价铬:                 | 0.5 mg/l; | 总砷:  | 0.5mg/l; |
| 总铅:                  | 1.0 mg/l; | 总镍:  | 1.0mg/l. |
| 苯并芘(a): 0.00003mg/l; |           |      |          |

稳定塘接纳污水标准也应当执行这一严格规定,以避免给环境带来二次污染。

**3.3.3** 对单独处理造纸、皮革、食品、洗毛、酿造、发酵、生物制药、肉类加工、纤维板等有机工业废水的稳定塘系统,如果设有性能好的沉淀池和厌氧塘,BOD<sub>5</sub>可放宽到 800mg/l。

### 3.4 出水水质

**3.4.1** 设计稳定塘净化污水,根据受纳水体功能的不同,可以有

不同的水质要求。

作为二级处理工艺后深度处理的稳定塘，其进水水质决定于二级处理后出水水质。目前我国二级污水处理厂能够达到的实际效果，根据《给排水设计手册》提供的实例情况摘录于表 1。

城市污水、工业有机废水采用二级工艺的效果汇总表 表 1

| 废 水 种 类       | 处理效果(出水)(mg/l) |                  |          | 备 注           |
|---------------|----------------|------------------|----------|---------------|
|               | pH             | BOD <sub>5</sub> | SS       |               |
| 炼油废水          | 6.8~8.5        | 30~70            | (油 4~10) | 实际运行情况        |
| 聚酯、三纶废水       | 6.8~8.5        | 40~70            | 40       | 实际运行情况        |
| 焦化废水          |                | 20               |          | 实际运行情况        |
| 印染、漂练废水       | 6~8            | 20~50            | 50~100   | 实际运行情况        |
| 毛纺废水          | 5.5~7          | 10~50            | 10~30    | 实际运行情况        |
| 化工废水          |                | 70               | 50       | 实际运行情况        |
| 屠宰废水          |                | 50               | 50       | 实际运行情况        |
| 造纸废水          | 7              | 7.5              | 13       | 实际运行情况        |
| 碱性亚纳法麻浆废水     | 5.5~6          | 10~30            | 100      | 实际运行情况        |
| 草浆中段废水        |                | 48               | 104      | 实际运行情况        |
| 胶片洗印废水        |                | 20               |          | 实际运行情况        |
| 制革废水          | 6~7            | 26               | 103      | 实际运行情况        |
| 纤维板废水         |                | 10~20            | 15~30    | 实际运行情况        |
| 城市污水二级污水处理厂出水 | 6~9            | 20~70            | 20~30    | 活性污泥法和高负荷生物滤池 |

一般情况下，深度处理接纳从二级污水处理厂排出的工业废水或城镇污水，其水质的 pH 值为 6~9，BOD<sub>5</sub> < 70mg/l，SS < 80mg/l。经过净化后要求达到：pH6~9，BOD<sub>5</sub> < 30mg/l，SS < 60mg/l。在稳定塘设计手册中，稳定塘出水水质和深度处理设计参数为本规范提供了技术依据。

### 3.4.2 表 2 列出部分稳定塘运行效果。

当稳定塘出水排入一般保护水域时，应符合《污水综合排放标准》(GB 8987 - 88) 二级标准的要求，稳定塘担负二级处理的责任。在控制进塘的污水达到二级排放标准要求的条件下，合理设计稳定塘，其净水效果可达到二级污水处理厂的出水标准，这在国内已有一大批各种类型的稳定塘在成功地运行。表 3 列出了部分稳

定塘较可靠的测试数据。这些数据表明，采用稳定塘技术可以达到本节中所规定的要求。

实践证明，经过稳定塘处理达到一级处理水平就基本能满足农灌的要求。表 4 列出了以处理工业废水为主的氧化塘的净化效果。我国的 113 座稳定塘中 80% 是达到一级处理水平的，保证农业灌溉不成问题。

生物塘养鱼，群众习惯称为污水养鱼。

水质是污水养鱼的一个重要因素。当前存在的问题是有些地方工业污染严重影响鱼产质量，有的有煤油味，有的残毒超标，因此必须注意城市污水和工业废水的预处理，控制入塘水水质，保证生产安全和鱼产品质量符合食品卫生要求。污水养鱼水中有毒有害物质含量要同清水养鱼一样严格要求，应符合《渔业水质标准》(GB1607—89)的有关规定。

达到深度处理效果的稳定塘工程

表 2

| 地点 | 工艺流程            | 进 水(mg/l) |                   |                  | 出 水(mg/l) |                   |                  |
|----|-----------------|-----------|-------------------|------------------|-----------|-------------------|------------------|
|    |                 | SS        | COD <sub>Cr</sub> | BOD <sub>5</sub> | SS        | COD <sub>Cr</sub> | BOD <sub>5</sub> |
| 湖南 | 沉淀→生态塘→院内湖→出水   | 200       |                   | 100              | 15        |                   | 10               |
| 山西 | 沉淀→九级兼性塘串联→渔场   | 40        | 40                | 10               | 19        | 25                | 6                |
| 北京 | 四级塘串联(生物塘)出水    | 105~525   | 142~237           | 75~46            | 10~15     | 25~87             | 4~28             |
| 山东 | 厌氧→兼性→好氧→生物塘→出水 | 80        | 60                |                  | 11        | 17.4              |                  |
| 湖南 | 过滤→消毒→曝气塘→出水    | 21.5      | 242               | 115              | 10        | 18                | 6                |
| 广西 | 沉淀→四级生态塘串联→出水   |           | 30~100            | 15~70            |           | 4~12              | 2~4              |

达到二级处理效果的稳定塘工程

表 3

| 地点   | 工艺流程                 | 进 水 (mg/l) |                  | 出 水 (mg/l) |                  |
|------|----------------------|------------|------------------|------------|------------------|
|      |                      | SS         | BOD <sub>5</sub> | SS         | BOD <sub>5</sub> |
| 黑龙江省 | 厌氧、兼氧、好氧<br>串并联系统    | 80~110     | 60~150           | 15~30      | 8~30             |
| 黑龙江省 | 过滤→强化厌氧→<br>兼性→曝气→出水 | 300        | 250              | 60         | 75               |
| 黑龙江省 | 厌氧→兼性→好氧<br>→曝气→出水   | 534        | 760              | 17         | 12               |
| 湖南省  | 厌氧→曝气→生态<br>→出水      | 280        | 120              | 90         | 51               |
| 长沙市  | 预沉→鱼池→出水             | 174        | 45               | 17         | 17               |
| 长沙市  | 沉淀→并联鱼池              | 200        | <500             | 20~100     | 10~20            |
| 福建省  | 三级塘串联                | 1293       | 1131             | 120        | 5.9              |
| 新疆   | 五级兼性塘串联              |            | 87               |            | 35               |
| 新疆   | 五级串联塘                | 188        | 115              | 32         | 20               |
| 江苏省  | 厌氧→兼性→好氧             | 203        | 31               | 122        | 24               |
| 黑龙江省 | 沉淀→兼性→贮存<br>→利用→排出   |            | 338              |            | 10               |
| 山东省  | 厌氧塘→兼性塘<br>→兼性塘      |            | 142              |            | 30               |
| 湖北省  | 接触氧化→氧化塘             | 80         | 125              | 60         | 50               |
| 河北省  | 过滤→二级氧化塘<br>→过滤→出水   | 112        |                  | 30         |                  |
| 河北省  | 气浮→氧化塘               | 150        | 120              | 50         | 20               |
| 桂林市  | 生态→强化→氧化<br>沟→排江     | 350~460    | 150~210          | 30~45      | 5~10             |
| 贵州省  | 沉淀→厌氧→生物             | 814        | 328              | 97         | 94               |
| 贵阳市  | 串联塘(生态塘)             | 63         | 72               | 13         | 13               |

达到一级处理效果的稳定塘工程

表 4

| 地点          | 工艺流程                    | 进水口 (mg/l) |                   |                  | 出水口 (mg/l) |                   |                  |
|-------------|-------------------------|------------|-------------------|------------------|------------|-------------------|------------------|
|             |                         | SS         | COD <sub>Cr</sub> | BOD <sub>5</sub> | SS         | COD <sub>Cr</sub> | BOD <sub>5</sub> |
| 黑龙江省<br>某农场 | 厌氧→兼性→好<br>氧→出水         | 650        | 2500              | 850              | 130        | 1000              | 213              |
| 齐齐哈尔<br>市   | 沉淀→厌氧→兼<br>性→生态→出水      | 200~570    | 300~1500          | 200~1000         | 40~180     | 100~700           | 60~430           |
| 兰西<br>氧化塘   | 过滤→厌氧→兼<br>性→好氧→出水      | 300        | 10000             | 500              | 60         | 300               | 120              |
| 垦丰<br>氧化塘   | 沉淀→厌氧→兼<br>性→好氧→出水      | 1460       | 3230              | 1620             | 160        | 420               | 240              |
| 鹿溪<br>氧化塘   | 沉淀→兼性→好<br>氧生态塘→出水      | 3300       | 4390              | 1330             | 33         | 347               | 139              |
| 通辽<br>氧化塘   | 沉淀→兼性→好<br>氧→生态塘→出<br>水 | 270        | 2360              | 590              | 121        | 1321              | 230              |

## 4 总体布置

### 4.1 塘址选择

**4.1.1 稳定塘**如果以菌藻共生为主，在感官上较差；如果以有观赏价值的水生植物为主，则夏季可形成很美的绿化水面，冬季水生植物枯萎，观赏价值大减；当解决好水生植物越冬时，则稳定塘均可成为城镇绿化水面。总之稳定塘面积较大，其观感好坏，对城镇环境影响较大。因此，塘址选择应符合城镇总体规划的要求。由于城镇总体规划是动态的，塘址选择可以近期为主，并应考虑远期，是就地扩建还是另选新址，或是原塘址与新塘址并用。

稳定塘占地面积大，征地费用大，所以，塘址以不占耕地为原则，尽量将塘址选在无农用开发利用价值的盐碱地、沿海滩涂、废旧河床、山坡荒地、低洼湿地、沼泽、河谷等闲置土地，并要注意节约用地。

**4.1.2** 考虑到稳定塘出水残余的有机物必须经一定时间和空间才能在受纳水体中完成净化，因而稳定塘排水口应尽可能选择在城镇水源的下游。稳定塘布置在城镇夏季最小风频的上风侧，以免稳定塘内产生的臭味或孳生的蚊蝇影响城镇居民生活环境。稳定塘与居民区的卫生防护带留有一定的距离并在塘周围种植乔木、灌木绿化带。

在我国东部季风气候区，全年有两个风频率大体相等，方向基本相反的情况。当两盛行风向成 $180^\circ$ 时，则在最小风频的上风侧布置稳定塘，而在其最小风频的下风侧布置生活区最为适宜。如两盛行风向成一夹角，而与其他风频率相差不大时，生活区布置在夹角内，稳定塘放在其对应方向最为合理，如图1。

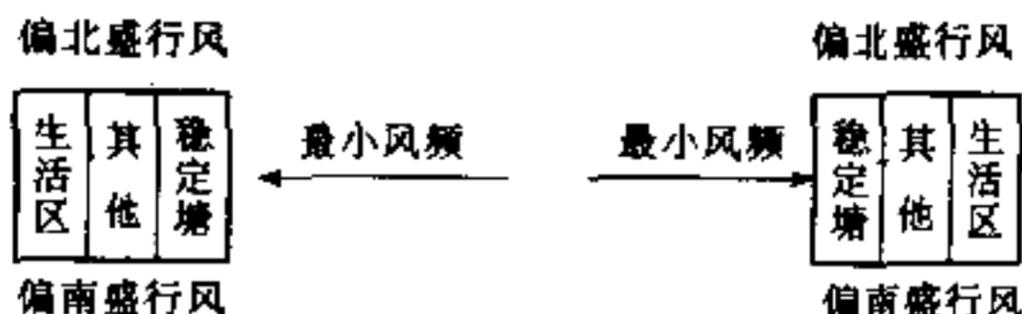


图1 稳定塘布置示意图

4.1.3 塘址选择应考虑区域地形、工程地质、水文地质、工农业生产现状等条件，也要考虑乡镇给水、水产养殖、农田灌溉等方面情况。选择时应深入实地进行调查研究，并进行环境质量评价，在方案充分论证的基础上，审慎确定。

4.1.4 近年来，由于环境意识不断提高，对塘渗漏污染地下水的问题越来越被重视，也提出了越来越高的要求。要求防渗的理由是：

1. 避免污染地下水，影响周围居民的安全用水；
2. 当塘的出水需回收利用时，避免水的损失；
3. 渗漏会引起塘内水深度变化而影响处理能力。

污染半径与土壤渗透性、地下水的流向等因素有关。为预防稳定塘水渗漏对地下水造成的污染，一般可监测 500m 以内地下水污染状况。表 5 列出不同土质的渗透系数(K)经验值，一般认为当 K 值大于 0.2m/d 时，应当考虑防渗处理。

不同土质的渗透系数(K)经验值

表 5

| 土 质   | 渗透系数      |     | 防渗处理  |
|-------|-----------|-----|-------|
| 粘 土*  | 0.001     | m/d | 不考虑防渗 |
| 重亚粘土  | <0.05     | m/d | 不考虑防渗 |
| 轻亚粘土  | 0.05~0.1  | m/d | 不考虑防渗 |
| 亚 粘 土 | 0.1~0.5   | m/d | 应考虑防渗 |
| 黄 土   | 0.25~0.05 | m/d | 应考虑防渗 |
| 粉土质砂  | 0.5~1.0   | m/d | 应考虑防渗 |
| 细 粒 砂 | 1~5       | m/d | 不宜建塘  |
| 中 粒 砂 | 5~20      | m/d | 不宜建塘  |
| 粗 粒 砂 | 20~25     | m/d | 不宜建塘  |
| 砾 石   | 100~500   | m/d | 不宜建塘  |
| 漂 石   | 500~1000  | m/d | 不宜建塘  |

注：※按黄淮海平原地区资料，除粘土外，均为综合资料。

资料来源：河北省地质四大队主编《水文地质手册》，地质出版社，1978年。

**4.1.5 选择废旧河床建稳定塘，要充分注意防洪问题，尽量不选用排洪的旧河床。**对于拟选作塘址的废旧河床，首先应根据城市的防洪标准，推算出河流的洪峰量和最高洪水水位；判明在洪水期间拟在塘址的旧河道是否作为排洪的过水断面，假如有被洪水淹没的可能性，则不能选择该河床作为稳定塘的塘址。

利用山谷坡地建稳定塘，要注意山洪的危害。山洪爆发时间短，水流湍急，对稳定塘的危害甚大。一旦因山洪造成堤坝决口，将会使污水外流，造成灾害，后果十分严重。因此，设计时应调查核实入塘山洪的汇水面积、径流损失因素，参照山洪防治工程有关的规范，推算出山洪流量。条件允许时应设排洪沟，排除山洪，尽量使山洪不入稳定塘。山洪必须进塘时，应设溢流堰和消力池，及时排走入塘的山洪。此外，山洪到来前，应排放部分塘水，预留蓄洪容积。

**4.1.6 利用沿海滩涂建稳定塘，要考虑防止潮汐和风浪的侵袭。**沿海滩涂地势低洼，易受天文潮汐和风暴的影响，为确保塘堤的安全，在调查分析海潮变化规律的基础上，应确定设计高潮位和风浪袭击的高度，并以此考虑堤坝的设计高程。易受风浪袭击的危险堤段应采取块石护面，并设防浪设施，严防溃堤。塘最终出口处的水面高程，根据在高潮位时防止海水倒灌的要求加以确定。

利用入海口附近的旧河道作为稳定塘，可能受到河洪、天文潮汐和风暴潮的危害。若三者同时发生，危害更加严重，这时稳定塘应按最不利的情况进行设计。

## 4.2 总体布置

**4.2.1 充分利用地形，减少土方量，降低工程造价。**资料分析表明，土方工程一般占工程总造价的50%~60%，因此，高程设计时要遵循土方平衡的原则，设计时尽量做到挖方和填方平衡，以降低土方工程费用。利用废旧河道建塘时，尽量利用河道的自然坡降，

由高到低依次建塘。

为便于管理，塘系统宜相互靠近，并以公用堤坝连接，以减少土方量和占地面积，降低输水管渠的长度。格栅、沉砂池、沉淀池等预处理设施，力求布置紧凑，构筑物之间净距一般可采用 5~10m。变电所应靠近污水提升泵站。

**4.2.2 稳定塘系统内部的道路系指塘周围道路，主要考虑到系统内设备运输，因而可采用单行车道。一般系统内可以不设主干道，对于需要大型机车进入的道路，则设置双行车道。**

**4.2.3 对塘水排空，特别是对于北方地区稳定塘（控制出水塘），从冬储前塘水排空的角度来看，多塘系统塘标高逐级降低，将有利于塘水排空。为保证污水、污泥在各处理设施和塘内通畅自流，应尽量减少流程中的水头损失和污泥泵站的提升高度，以节省电能。污水、污泥必需设泵站提升时，一般以一次抽升为宜，尽量减少抽升次数。**

**4.2.4 塘周围绿化主要目的是为了防止臭气逸散，防止风沙，起到保护稳定塘的屏障作用，同时也美化环境。绿化可视塘址具体条件决定，可规划不同层次的草皮、灌木、乔木等。厌氧塘臭味较大，最好种植灌木、乔木林等。宽度至少在 10m 以上时，树木才有很好的防臭效果。**

## 5 工艺流程

### 5.1 工艺流程设计原则

**5.1.1** 为了能够处理各种废水和达到不同的出水水质要求，在研究、开发和应用各种类型的单元塘及所组成的多种系统模式的同时，应重视塘处理与常规处理或土地处理组成的混成处理系统的研究。

各种类型稳定塘的组合体系有很大的灵活性，可以根据具体情况设计。

在国外，对于城镇污水，美国、德国、法国主要采用兼性塘、好氧塘等二三塘或更多塘串联系统，例如，德国和法国多采用三塘（兼性1→兼性2→熟化塘）的串联系统，其设计人均塘面积为 $10\text{m}^2/\text{人}$ ，三个塘面积的比例分别为3:4:3（德国）和2:1:1（法国），塘水深1~1.2m。其代表性的处理效果是 $\text{COD}_\text{cr}$ 从原水300~700mg/l降至出水小于90mg/l，氨氮从30~60mg/l降至小于15mg/l， $\text{BOD}_5$ 从8~15mg/l降至小于5mg/l。为了保护受纳水体免受污染，德国一些重要水域要求二级污水处理厂出水的 $\text{SS}/\text{BOD}_5$ ，从20/20mg/l提高到10/10mg/l，于是在越来越多的二级处理塘之后增加了深度处理塘。例如，鲁尔河流域水管理协会所属的120座污水处理厂中，带有深度处理塘的有40座，其出水水质不仅 $\text{SS}$ 、 $\text{BOD}_5$ 有所减少，而且病原菌、氨氮等也明显减少。德国一些小型处理厂（服务人口1000~5000人），把生物滤池或生物转盘与塘结合起来，用塘取代初沉淀池和二次沉淀池，使整个系统得以简化和更加经济，而且还能进一步提高处理效率。美国、德国一些二级处理厂后的熟化塘中，还放养了鲤科鱼类，以控制流失的活性

污泥和繁殖藻类及水草，既提高了出水水质，又有一定的经济效益。德国慕尼黑市污水处理厂出水与河水混合的大型养鱼塘（总面积 $233\text{km}^2$ ，每个 $7\text{km}^2$ ）堪为最成功的范例。美国、德国、匈牙利、波兰等国，把塘（处理与贮存塘）与土地处理或农田灌溉结合起来，构成取代常规三级处理的所谓革新与代用技术（I/A）处理系统。它们不仅能保证全年的污水处理并达到高质量的出水水质，种植的牧草、谷物、树木等也有明显的增产。

我国应用的稳定塘工艺流程主要有以下几种形式：

1. 厌氧→兼性→好氧串联塘，如湖北省鸭儿湖氧化塘、黑龙江省安大氧化塘。
2. 兼性→好氧串联塘，如广西壮族自治区硝酸厂氧化塘。
3. 沉淀（一级处理）→多级生物塘，如广西壮族自治区南溪山医院生物塘。
4. 多功能单塘，如黑龙江省齐齐哈尔氧化塘、河北省唐河污水库、陕西省漕运河污水库。
5. 预处理→厌氧→沉淀塘，如海南省西联农场氧化塘。
6. 厌氧→兼性塘，如齐齐哈尔市肉联厂氧化塘。
7. 二级污水处理厂→氧化塘，如上海金山化工厂氧化塘。
8. 沉淀→养鱼塘，如长沙市湘湖渔场、大托渔场。

**5.1.2** 我国各地兴建的稳定塘，都是结合地方特点因地制宜修建的，在形式上不拘一格，各有特色。

稳定塘设计时可采用单塘分割成多级或几个塘串、并联或混合形式，不必拘于一格，以使水流均匀、提高处理效果为目的，决不可脱离本地特点，生搬硬套外地经验。

例如，齐齐哈尔市氧化塘工程，在改建时选择了沉淀→厌氧→兼性→贮存利用→排江和农灌相结合的工艺流程；山西省长治市护城河道氧化塘建成沉淀→厌氧或兼性塘→九级凤眼莲塘→养鱼→排出的工艺路线；广西阳朔县氧化塘采用沉淀→兼性凤眼莲塘→养鱼塘→排入漓江的工艺路线；昆明市福保造纸厂与滇池只有

一坝之隔，采用厌氧→气浮→混凝沉淀→曝气氧化塘→排入滇池的联合工艺路线。

改善农业污灌水质，实现污水资源是广大城乡人民的迫切要求。我国几乎所有城市和工业区周围都形成了污水灌溉体系，小型的分散的灌区更多。

为了实现稳定塘净化后的污水作为资源回收利用，要求在进行设计时统筹考虑。

我国的稳定塘有多种工艺流程，经过调查，认为常规一级处理与生态稳定塘系统相结合的方案是比较适宜的方案之一，其基本流程如图 2 所示。

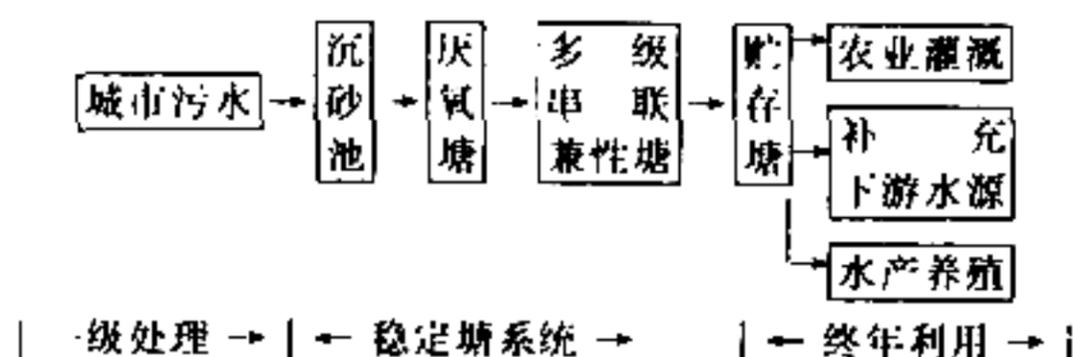


图 2 稳定塘处理系统工艺利用模式图

根据稳定塘运行情况的调查，比较成熟的处理工艺流程列于表 6。

城市污水稳定塘系统工艺流程

表 6

| 序号 | 处理工艺流程  | 适用情况                     |
|----|---|--------------------------|
| 1  | 城市污水→沉砂池或沉淀池→兼性塘(菌藻)→生物养殖塘或贮存塘→灌溉             | 北方寒冷地区,缺水地区,冬贮存灌地区       |
| 2  | 成份较复杂污水→沉砂池或沉淀池→厌氧塘→水葫芦兼性塘→兼性塘(菌藻)→芦苇塘→灌溉经济作物 | 含有微量重金属及难降解的有机废水         |
| 3  | 低浓度城市污水→沉砂池→水生植物塘→养鱼→芦苇塘→灌溉                   | 南方低浓度有机污水、小城镇及乡村生活污水     |
| 4  | 高浓度有机污水→沉砂池→厌氧塘→兼性塘→水生植物塘→养鱼塘→灌溉              | 屠宰、制糖、酿酒、石油、化工等与城市污水的混合水 |

**5.1.3 稳定塘工程**具有许多优点，因此选择污水处理方案时，有条件的地方，应采用稳定塘工程系统或稳定塘与其他污水处理设施相结合的处理系统，以使整体工程得到最佳效果。

根据 1985 年全年氧化塘协作组对全国氧化塘现状调查分析，由于建塘的土地绝大多数是废旧池塘、河套、盐碱地等，这样既减少了土方工程量，又减少了土地征购费用，因而建塘投资是最经济的。

修建较为正规的稳定塘投资预算应该包括以下几项主要内容（见表 7）。

**稳定塘基建投资表**

**表 7**

| 序号 | 项 目                   | 占投资比例(%) |
|----|-----------------------|----------|
| 1  | 修筑或清理污泥               |          |
| 2  | 简易沉砂(沉淀)池             | 30       |
| 3  | 清淤设备                  |          |
| 4  | 塘主体工程防渗处理,导流,堤坝,闸门,泵站 | 60       |
| 5  | 土地征购或赔偿损失费            | 10       |

稳定塘系统工艺流程选择的原则是，必须确保该工艺流程的出水能满足设计任务的要求，同时又是经济合理，甚至还有可能创造一定的经济效益。

稳定塘系统工艺流程一般可分为三部分：

第一部分：预处理工艺，一般包括格栅和沉砂池。

第二部分：稳定塘工艺，又可分为常规处理塘和深度处理塘，分别相当于接近二级处理和接近三级处理水平。

第三部分：污泥处理工艺。

## 5.2 污水预处理

**5.2.1 预处理工艺**的主要目的在于去除大块垃圾和无机悬浮物，以保证稳定塘的正常运行。污水中的无机悬浮固体进入稳定塘后不能被分解，不断在塘底积累，需周期清塘，由此带来一系列的管理和经济问题。所以，对于含无机悬浮固体较多的污水，必须经

过格栅、沉砂、初次沉淀预处理，或者格栅、沉砂预处理。其设计应符合现行的《室外排水设计规范》的要求。

**5.2.2 稳定塘**一般位于城镇较偏远地区，根据许多稳定塘的运行调查，为方便运行管理，宜采用清污周期长、管理简单的预处理设施。采用除砂渠和厌氧沉淀塘定期清淤比较符合实际情况。

除砂渠可采用土石结构，节省投资。为便于清砂，除砂渠不应少于2条，设计渠内流速为0.15m/s以上，清砂前由于积存砂量对渠断面的减小会使渠内流速可达0.3m/s，但仍可满足沉砂设计标准(渠内流速为0.15~0.3m/s)的要求。

研究表明，挥发性悬浮固体在厌氧塘中通过厌氧发酵得以分解，降解常数可达 $1.36\text{m}^3/10^4\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ，4~5年中约70%的挥发性悬浮固体得以去除。因此，以厌氧塘代替初次沉淀池，可起到污水和污泥处理的双重作用，从而降低系统造价和运行费用，并可避免污泥处理所带来的一系列问题。从对安达氧化塘中以厌氧塘代替初次沉淀池(我们称之为厌氧沉淀塘)的运行经验来看，厌氧沉淀塘不宜过大，以免导致清塘困难。从清塘期间污泥分布规律看，蓄积污泥主要集中在进水口20m的范围内，约占污泥总量的30%，进水口处污泥厚度为1.8m，末端为0.7m。清塘前该塘出水水质无明显降低，只是春、秋季污泥上浮增多，厌氧作用加剧。从清出污泥的性质来看，除上层有一流动性较大的黑色污泥层外，下层均为棕色污泥，并无明显臭味，肉眼可分出主要为无机泥砂，平均非挥发性固体总量占80%~90%以上，表明厌氧沉淀塘中污泥处理效果良好。

### 5.3 污水稳定塘系统

**5.3.1 稳定塘系统**一般在预处理之后，设兼性塘、好氧塘、生物塘。进塘污水浓度较高时，兼性塘前设厌氧塘，形成多级塘串联形式，污水在各塘中逐渐净化，有机污染物逐级减少，通常采用2~4个塘串联运行。为了便于管理和清淤工作，也可将塘分成并联系

统。

**5.3.2** 在多级塘系统中，如果单塘面积太大，水流不易均匀，风吹动水面使水体短路循环流动，可能造成塘的有效使用容积减少，缩短水力停留时间。缩小塘的面积，能控制由风引起的水浪冲刷。根据稳定塘调查资料及美国稳定塘运行经验，提出了经验单塘面积不应超过  $4.0 \times 10^4 \text{m}^2$ 。

以往设计的塘大都是一点进水，而且往往位于塘体中心部位。其水力学和运行效果的研究认为：中心一点进水不是污水最好的入塘方式，即使在小型塘内 ( $< 0.8 \times 10^4 \text{m}^2$ ) 也不理想。多点进水，可利用水头压力损失使水在塘内循环流动和初步混合。设置多点出水和导流墙避免股流和短路循环。设置导流墙，在墙底部能引起涡流，增强混合作用，破坏分层或其形成趋势。

## 5.4 污泥处理与处置

**5.4.1** 对于污水中较大的固体颗粒，与一般污水处理厂一样，采用沉砂池除砂，通常采用机械或重力排砂等方式。为除砂需要，应设置贮砂池、晒砂场等。

**5.4.2** 稳定塘工程系统排除的污泥，多采用自然风干。污泥干化场应按《室外排水设计规范》的有关规定来设计。

**5.4.3** 一般城市污水，其污泥成份简单。污泥经沉淀塘或厌氧塘中微生物的厌氧消化后，可采用直接填埋或运至经设计的堆泥场进一步干化处置。

## 6 各种污水稳定塘设计

### 6.1 设计参数

**6.1.1** 稳定塘是一种复杂的生物处理设施，其生物种群丰富，除菌藻外，还有各种高等水生植物和水生动物，而不同种群之间的相互作用更为复杂。同时，稳定塘还受各种自然环境与社会环境的影响，在设计中也必须加以考虑。国外曾有不少研究人员提出多种计算模式，但由于稳定塘的影响因素过于复杂，到目前为止，各种理论模式都还存在应用上的许多困难。因此，本规范建议以经验数据计算为主，即厌氧塘、兼性塘、好氧塘、曝气塘、水生植物塘、生态塘均以  $BOD_5$  表面负荷设计；厌氧塘也可按  $BOD_5$  容积负荷设计；曝气塘在我国使用不多，对其中完全混合曝气塘也可按  $BOD_5$  污泥负荷设计。

**6.1.2** 控制出水塘一般按其贮存污水的要求设计，而将塘内的处理作为安全系数；如要作较精确的计算，也可参照稳定塘的设计公式进行。

缺水地区的控制出水塘容积，主要是根据农灌及其他用途的要求考虑。其设计要综合考虑蒸发、降水等因素的影响计算。

**6.1.3** 完全贮存塘是将污水存于塘内，使之全部蒸发，其计算是按水量平衡原理考虑的。全年净蒸发量即全年蒸发量与全年降水量之差。

**6.1.4** 我国幅员辽阔，条件各异，为保证正确设计稳定塘，根据国内 113 座运行的稳定塘的调查资料和“七五”期间的稳定塘科研成果，并结合国内的具体条件，本规范提出不同地区、不同类型的工

艺设计参数。按年平均气温划分成  $8^{\circ}\text{C}$  以下、 $8\sim 16^{\circ}\text{C}$ 、 $16^{\circ}\text{C}$  以上三个区域，供设计人员选用。处理工业废水的稳定塘，设计参数较为复杂，应由实验确定。

在设计塘深时应有附加贮泥层的深度和北方地区冰盖的厚度，以及为容纳流量的变化和风浪冲击的保护高度（即超高），贮泥层平均厚度按  $0.5\text{m}$  考虑，对兼性塘系统在一般情况下这个深度可以贮泥 5 年以上；冰盖厚度由地区气温而定。

设计好氧塘的有效深度，应保证冬季阳光能透射到塘底，使藻类在全部容积内都能进行光合作用，使整个好氧塘都处于好氧状态，阳光穿透水的深度与塘中水质、季节和气象条件有关。设计塘深较浅时，会引起下列问题：

1. 有的水生植物会露出水面，会引起蚊虫孳生；
2. 由于塘深过浅，在夏季塘内水温可升高到足以抑制某些藻类的生长；
3. 有时氧未被利用的过饱和期间，会有多余的氧留在水中。

好氧塘的水深不应小于  $0.5\text{m}$ 。

好氧塘在条件允许时（允许清塘时污水超过排放，某些用于处理季节性工业污水的好氧塘等），可采用单塘。

光线是藻类增长的主要因素。光线通过水层时按指数规律被吸收，因此不能透射得深。对某一既定的水力停留时间来说，增加塘深，将使塘表面积减少，因而减少了光线的总入射量，塘深应设计为至少  $3\text{m}$ 。

## 6.2 厌 氧 塘

**6.2.1** 厌氧塘全塘处于厌氧状态，进入厌氧塘的颗粒状有机物被细菌的胞外酶水解成为可溶性有机物，再通过产酸菌转化为乙酸，在产甲烷菌的作用下，将乙酸和  $\text{H}_2$  转变为甲烷和二氧化碳，使污水得到净化。

厌氧塘位于氧化塘系统首端，截留污泥量大。因此，厌氧塘宜

并联,以便清除污泥。厌氧塘一般为单级,为了使兼性厌氧产酸菌和专性厌氧产甲烷菌分别有效地完成第一和第二阶段的厌氧消解过程,可采用二级串联厌氧塘。在二级厌氧塘中,第二级塘浮渣厚度较薄,有时不能盖满全塘,不能遏止表面进氧,影响  $BOD_5$  去除率。串联厌氧塘的出水 SS 较低。

**6.2.2** 为了强化厌氧塘的运行效能,提高其表面或容积负荷和处理效率,可在塘中设置网式或挂帘式纤维填料或其他填料。在塘中设置纤维填料能够扩大微生物量,并且能够直接接触污水,通过生物絮凝、吸附和分解等过程进一步去除水中溶解性和胶质有机物。厌氧塘模型试验结果表明,与无填料的厌氧塘相比,在相同的有机负荷下,其  $BOD_5$  的去除率提高 10%(35℃时)~30%(15℃时)。

**6.2.3** 挡板能截留水面油污和漂浮物,在水面上起到与大气隔绝的作用,可以防止大气中氧扩散到水中破坏厌氧环境,同时也阻碍厌氧过程中产生的臭气溢出水面。

### 6.3 兼性塘

**6.3.1** 兼性塘是污水稳定塘中最常见的塘型,上部阳光能够透入,藻类光合作用的放氧和水表面的充氧形成一个上层的好氧区。悬浮固体和塘中老化藻类沉淀于塘底发生厌氧消化,形成底部厌氧区。在好氧区和厌氧区之间形成了一个兼性区。兼性塘内好氧、兼性、厌氧菌共同完成了污水的净化。

有机负荷的选择主要取决于出水  $BOD_5$  的要求,若要求出水的  $BOD_5$  小于 20mg/l,有机负荷应小于  $100\text{kg}BOD_5/10^4\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。

水力停留时间是影响稳定塘处理效率的另一个非常重要的因素,美国 EPA 介绍的一些兼性氧化塘的水力停留时间均很长(多为 40~60d,实际运行的停留时间则达百日)。考虑到我国地少人多,不可能采用较长的停留时间,研究表明,为使出水  $BOD_5$  小于 20mg/l,水力停留时间约为 12~18d。

兼性塘常采用条形塘,由于施工简便,易于串联组合,因此得

到普遍采用。然而更重要的还在于狭长的塘中具有较好的水力流动状态，可获得较长的水力停留时间。不规则的塘形不应采用，因其容易短路和形成死水区。

**6.3.2** 很小规模的处理系统可以采用单塘，一般均应采用几个塘。多塘系统既可以按串联形式，也可以按并联形式布置，一般多用串联塘。串联塘系统最少为3个塘，其第一个塘的面积较大，约占总面积的30%~60%，采用的负荷也较高，以不出现全塘厌氧状态为限。当面积较大时，可以采取划分为几个相同的系统解决。

**6.3.3** 与厌氧塘相同，为提高兼性塘的处理效能，可采用塘内设置纤维填料的办法，增大生物量，提高去除水中有机物的能力。

种植水生植物，利用其根系的拦截、吸附、过滤及其生物光合等作用，提高处理能力和控制污水中的生物链的生长，达到强化的目的。

## 6.4 好氧塘

**6.4.1** 深度处理好氧塘(也称熟化塘)在多级塘系统的后部或常规二级处理系统之后，它接受二级处理出水并予以进一步的净化，以提供更高质量的出水。目前国外已有越来越多的常规二级处理厂加设好氧塘，用以进一步去除二级出水中的SS和BOD<sub>5</sub>，使出水从20mg/l普遍排放标准降至10mg/l的更严格的排放标准，同时细菌总数降至10<sup>3</sup>MPN/ml，以便能被允许排放于控制严格的受纳水域。

**6.4.2** 从实验结果(表8)可得出以下结论：停留时间10d左右，塘中BOD<sub>5</sub>去除率可达到60%~70%。为确保处理效果，规范将水力停留时间定为不少于15d。

**6.4.3** 为提高好氧塘处理效果，可采用机械充氧设施、种植水生植物、养殖水产品等强化措施，当以强化措施处理为主时，其好氧塘也因此发展成为曝气塘、水生植物塘、养鱼塘等新塘型。

水力停留时间对 BOD<sub>5</sub> 去除率的影响

表 8

| 水温(℃)                   | 5     |       |       |       | 25    |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水力停留时间(d)               | 6.3   | 0.7   | 12.4  | 15.0  | 3.0   | 5.0   | 6.9   | 9.3   |
| BOD <sub>5</sub> 去除率(%) | 43.98 | 49.04 | 57.06 | 60.94 | 47.93 | 57.53 | 64.97 | 67.73 |

## 6.5 曝气塘

**6.5.1** 通过曝气设备向氧化塘内供氧,即为曝气塘。曝气塘按其曝气强度分为部分曝气塘和完全曝气塘。当曝气强度只能使部分固体物质处于悬浮状态进行好氧分解,而另一部分固体物质则沉积塘底进行厌氧分解,增加的溶解氧不能满足好氧分解的全部需要,这种曝气塘即为部分曝气塘,又称兼性曝气塘;当曝气强度能使全部固体物质都处于悬浮状态,又能提供充足的溶解氧,使之进行好氧分解的曝气塘即为完全曝气塘,又称好氧曝气塘。

**6.5.2** 由表 9 中可见,当曝气塘的 BOD<sub>5</sub> 负荷为 150~500kg/10<sup>4</sup>m<sup>2</sup>d 之间时,其出水可达到二级处理水平。

因此,有适宜的水力停留时间,由一个完全曝气塘和 2~3 个部分混合曝气塘组成的塘系统,可达到常规二级处理水平。

曝气塘系统中,确定适宜的水力停留时间十分重要。过长,会导致藻类过度增殖而使出水含过多的甾类,使 TSS 和 BOD<sub>5</sub> 浓度增高而不符合排放标准;过短,则会使可沉淀的悬浮固体不能完全沉淀下来,特别是溶解的 BOD<sub>5</sub> 在塘中进行好氧生物降解时所形成的生物污泥。由细菌和原生动物等组成的生态系统无足够的时间来发生熟化而形成不了沉淀性能良好的絮凝体,易于随出水流失。

国外典型曝气塘系统设计和运行数据

表 9

| 参 数  | 曝 气 塘 系 统 |        |        |        |       |
|--|-----------|--------|--------|--------|-------|
|  | 帕 尼       | 比克斯巴   | 可希科隆   | 温 栢    | 北盖佛波梯 |
| 总表面积( $10^4\text{m}^2$ )                                   | 4.45      | 2.3    | 2.8    | 8.4    | 2.5   |
| 平均深度(m)  | 3         | 3      | 3      | 3      | 1.9   |
| 设计流量( $\text{m}^3/\text{d}$ )                              | 1893      | 1514   | 2271   | 7670   | 1893  |
| 有机负荷量( $\text{kgBOD}_5/\text{d}$ )                         | 386       | 336    | 467    | 1361   | 374   |
| 进水 $\text{BOD}_5$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )                 | 473       | 368    | 85     | 173    | 178   |
| 水力负荷( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )             | 0.018     | 0.0221 | 0.0335 | 0.0563 | 0.109 |
| 有机负荷<br>( $\text{kgBOD}_5/10^4\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ) | 151       | 161    | 87     | 285    | 486   |

**6.5.3** 经研究发现,在非曝气塘中,藻类的平均世代时间约为2d。但是发现,如果塘系统是由几个塘串联而成,则在总停留时间4~5d内未出现多大的增长,即:在由几个完全混合塘串联的塘系统中,微生物的产量要小于相同体积单塘中的微生物产量。对完全曝气塘的水力停留时间取高值时应将曝气塘设计成多塘串联,以达到最佳运行效果。

完全曝气塘能使塘中全部固体物质处于悬浮状态,又能向塘中提供足够的溶解氧,其工作原理与活性污泥法相似。根据“七五”国家重点科技攻关项目研究成果,其比曝气功率为 $5\sim 6\text{W}/\text{m}^3$ 塘容积。

**6.5.4** 部分曝气塘底部为厌氧分解,必须留有污泥沉积层,其厚度参照兼性塘取 $0.3\sim 0.5\text{m}$ 。由于仅需使上部固体物质处于悬浮状态,此类塘的比曝气功率一般采用 $1\sim 2\text{W}/\text{m}^3$ 塘容积即可。

## 6.6 水生植物塘

**6.6.1** 放养水生植物是人工强化塘净化能力的措施,可以提高塘出水的水质,增强稳定塘的环境效益和经济效益。

由于自然条件的差别,放养水生植物的不同,我国各地水生植

物的  $BOD_5$  表面负荷差别很大。按以前的设计参数,其  $BOD_5$  表面负荷仅为  $20\sim 30\text{kg}BOD_5/10^4\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。近年来采用水生植物种类有:凤眼莲、水花生、浮萍、菖蒲、芦苇、大米草、香蒲、莲藕、睡莲等 10 余种,  $BOD_5$  表面负荷较高,如贵阳花溪公园试验塘为  $140\text{kg}BOD_5/10^4\text{m}^2\cdot\text{d}$ ,贵阳畜产品厂稳定塘为  $200\text{kg}BOD_5/10^4\text{m}^2\cdot\text{d}$ ,贵州龙里麻芝铺油库稳定塘为  $120$ (秋季) $\sim 260$ (夏季)  $\text{kg}BOD_5/10^4\text{m}^2\cdot\text{d}$ ,运转效果良好(去除率  $60\%\sim 75\%$ )。

水生植物塘中,最常见和最有实用价值的水生植物是水生维管束植物,它们都具有韧皮部和木质部组成的维管系统,两者分别承担有机物和水分的输送。

水生维管植物按生态类型分为沉水植物、浮水植物和挺水植物。浮水植物的叶片漂浮在水面,可分为浮叶植物和漂浮植物,前者的根扎入水底,只是叶片浮于水面,后者全株浮于水面。水生植物塘中常见的浮水植物有凤眼莲、水葫芦、水浮莲、水花生、浮萍、槐叶萍等,其中凤眼莲具有最强的耐污和除污能力。浙江农大的试验证明,对生活污水和畜牧场污水中的有机物、氮、磷的耐受程度和净化效率的顺序为凤眼莲大于水浮莲,水浮莲大于水花生,水花生大于槐叶萍,槐叶萍大于细绿萍。其中凤眼莲对总 N、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、总 P 和水溶性磷的去除率分别为  $98.4\%$ 、 $97\%$ 、 $88.2\%$  和  $100\%$ 。因此,凤眼莲适于种植在相当于  $\alpha$  或  $\beta$  中污带的前级兼性塘中,而水浮莲、水花生、浮萍等适于生长在  $\beta$  中污带塘中。它们除去污水中有机物和 N、P 等营养物能力很强,相应其生物增长量很大,平均每亩水面的凤眼莲年产量可达  $2\times 10^4\text{kg}$ (北方) $\sim 4\times 10^4\text{kg}$ (南方)。这些浮水性的维管植物都是很好的家禽和家畜饲料。凤眼莲

对焦油、酸、氰等也有较强的耐污和净化能力,但对砷很敏感, $0.06\text{mg/l}$  含砷污水即可使其叶片出现伤害症状。

凤眼莲是一种喜温植物,抗寒能力较弱,我们前面提到的负荷量、放养密度、净化效率,都是指在温暖的季节进行的,在自然条件

下,冬季出现霜雪地区,凤眼莲易受冻害而死亡,不能安全越冬。因此,在这些地区需采取适当的越冬保护措施,以保存种苗,这一期间,塘内不能种植凤眼莲。

沉水植物是整个植物体沉没在水下,与大气完全隔绝,常见种类有金鱼藻、茨藻、黑藻、苔草、眼子菜等,它们大多生长在相当于寡污带的后级稳定塘中,如常规二级处理后或多级塘系统中最终净化塘中。它们大多是鸭、鹅和草食鱼类的良好饲料,可及时和适量消耗水生植物塘中的沉水植物,建立良好的生态平衡系统,促进进水(相当于二级处理出水)中剩余  $BOD_5$  和氮、磷等营养物质在食物链(沉水植物→食草鱼、沉水植物→鹅、鸭等)中的迁移和转化。

挺水植物是茎叶部分挺出水面,最常见的种类有水葱、大米草、芦苇、香蒲、三凌草等,它们可生活在中污带或寡污带浅水中,因此适于种植在浅的最终净化塘中,它们能有效的除去水中剩余的营养物质、酚、微量金属、无机盐等。如水葱可以在酚浓度高达  $600\text{mg/l}$  的水中迅速生长,每  $100\text{g}$  水葱经  $100\text{h}$  可净化酚  $200\text{mg}$ ,水葱能够在两周内使食品工业废水的  $BOD_5$  降低  $60\% \sim 90\%$ 。大米草能吸收污水中  $80\% \sim 90\%$  的氮和磷,还能在石油污染下生存,对重金属、放射性同位素、悬浮固体的拦截能力极强,大米草含有 17 种以上天然氨基酸磷,是优质牧草,还可提炼成食品添加剂,提高食品营养价值。我国大米草分布宽广,北自辽宁盘山( $40^{\circ}53' \text{N}$ ),南至广东电白( $21^{\circ}30' \text{N}$ )均有种植,可在水生植物塘中发挥重要作用。每  $100\text{g}$  鲜芦苇在  $24\text{h}$  能分解酚  $8\text{mg}$ ;在试验水池中种植芦苇后,水中的悬浮物可减少  $30\%$ ,氯化物减少  $90\%$ 、有机氯化物减少  $60\%$ ,磷酸盐减少  $20\%$ ,氨减少  $66\%$ ,总硬度减少  $33\%$ 。

水生植物对有毒有害物质的处理能力很强;在一定条件下水生植物塘可处理含有毒有害物质的污水,不同的水生植物适于处理的有毒有害物质也不相同。

凤眼莲的放养密度范围,主要是针对凤眼莲净化二级处理水

过程中实际去除总氮负荷的情况提出的。凤眼莲密度  $M > 10\text{kg}/\text{m}^3$  时，可构成一定的净化能力，并且适用于一般和水质等条件， $M > 43\text{kg}/\text{m}^3$  时，凤眼莲增长明显会受到抑制而使其净化能力降至较低的水平，因此在实际应用中，一般应选择在  $10 \sim 35\text{kg}/\text{m}^3$  之间。另外当塘水深超过  $1\text{m}$  时，也要对上述范围重新选择。其他水生植物也应按其特性决定放养密度。

水生植物塘必须进行科学的管理和维护，应定期收获老的个体，以免其死亡腐败对塘造成二次污染，而且这也会促进污染物特别是营养物质从污水中向水生植物迁移转化。

**6.6.3** 由于水生植物生态类型不同，塘的有效水深也各不相同，挺水植物一般为  $0.4 \sim 1.0\text{m}$ ，如果水深过大，可能造成水生植物倒伏或烂叶；浮水植物可根据选用好氧塘或兼性塘而确定其水深，好氧塘  $0.4 \sim 1.0\text{m}$ ，兼性塘  $1.0 \sim 1.5\text{m}$ ，沉水植物水深可以更深些，为  $1.0 \sim 2.0\text{m}$ ，应根据光照情况确定。

## 6.7 污水养鱼塘

**6.7.1** 在污水净化到一定程度的好氧塘内，放养鱼类，通过食物链能有效地去除水中藻类和悬浮物以及水中 N、P 营养物质，使出水水质接近地面水质要求，不引起受纳水体的富营养化。

为保证鱼体的成活，鱼体的生物学品质不发生变化，对于进入养鱼塘的污水必须严格控制其水质。

污水进入养鱼塘前必须进行必要的预处理，去除泥沙、油脂、漂浮物和有毒有害物质，尤其是重金属、放射性物质，以减少污染负荷，防止其通过食物链在鱼体内富集。预处理程度视水质和鱼塘容量决定，要求鱼塘水质符合养殖要求。污灌与清水配灌要配合好，既要保证鱼塘水质要求，又不必将有机质大量去除。

池塘大部分为成鱼池，可以并联方式直接受纳经过预处理的污水，避免污灌量局部集中。池水肥瘦不均匀可设置少部分二级、三级串联塘作寄养池，适应渔业生产要求。

**6.7.2 利用污水养鱼，对水中氮、磷的去除率很高，可以有效地改善水质。**

鱼塘中放养的种类多为鲤科，根据它们的食性可分为杂食性鱼类、滤食性鱼类和草食性鱼类。

鲤、鲫为杂食性鱼类，其耐污力较强，它们能生活在 $\alpha$ -中污带的塘区，鲫鱼甚至能到多污带和 $\alpha$ -中污带的过渡区寻食废水中的食物残渣。

滤食性鱼类主要有鲢、鳙等鱼种，它们在塘中、上层，能有效地消除藻类，使其转化为鱼蛋白。

草食性鱼类如：草鱼、鳊鱼等。

在控制进水，保证池塘水质符合鱼类正常生长的前提下，鱼类的放养方式和饲料管理也很重要，以下是长沙市污水养鱼经验。

1. 一般每亩水面放养大规格鱼类 800~1000 尾，池塘主要是放养滤食浮游植物和动物的鲢、鳙鱼，其次放养吞食底栖生物和碎屑的鲤、鲫鱼，也放养少量杂食性的鳊鱼、刁子、黄姑子，这样就可充分利用各种不同食性的鱼类在上、中、下(底)层摄食自然饲料，鱼类品种搭配比例一般为：鲢 70%，鳙 15%，鲤、草鱼各为 5%，鳊鱼、黄姑子约为 5%，此外，还可酌情搭放一些鲫鱼和罗非鱼等。

2. 鱼种规格：污水鱼塘特别是水面较大的池塘要求放养一些体壮、规格大、摄食能力较强的鱼种，以适应环境、抵抗病害，一般鲢、鳙、草鱼每尾 50~100g，这就要求建立相应的育苗池寄养苗种。

3. 根据污水特性和池塘负荷量，合理引灌经过预处理的污水。在条件好的池塘，可采取细水长流的方式灌水，这种方式管理方便，细水长流适应鱼类生长，鱼产量高；在水质复杂、水量较少、不好掌握的情况下，采取间歇式灌水，10d 左右灌一次，每次灌水量为池塘容积的 1/5。

4. 轮捕轮放。一般根据市场需要，定期安排在“五一”、端午、国庆、中秋、元旦、春节捞捕成鱼上市，并及时补充鱼苗，保持适当的

放养密度，通过亮网可检查了解鱼类生长情况，捕大放小，同时也可促使鱼类跳跃运动，增强体质。

5. 适当投放人工饲料。放养草鱼、罗非鱼等，利用池塘水面放养草鱼、鳊鱼等，是提高池塘产量，改善上市品种的一项技术措施，一般在池塘水质较好的水域搭框架，投放草料。此外在池塘边也可投放麦麸、糠粉或混合饲料，增加罗非鱼的饲养，往往能够达到亩产 500kg 以上的效果。

6. 定期干塘清底。污水养鱼塘沉积污泥较多，特别是前段常引起缺氧。厌氧分解，影响底层生物生长和鱼类觅食，因此，一二年干塘、清除污泥，施撒石灰、亮底消毒，同时还可清除害鱼，提高鱼种成活率。一般干塘后翌年产量都有所增长。

7. 设置增氧机和清水回流等设施。污水鱼塘特别是高产量鱼塘，由于水体耗氧量大，溶解氧日夜变化，春夏间高温低压的闷热天，在天亮前后这个时刻常出现缺氧引起鱼类浮头，甚至窒息死鱼，除了注意控制污水饲料的投放量和鱼类的放养密度外，需设置增氧机在缺氧时开机增氧，提高饲料转化率。增氧机常采用螺旋式表曝机，每台动力 3kW，一般  $0.5 \times 10^4 \text{m}^2$  面配备 1 台。

6.7.3 污水养鱼的卫生检验极为重要，据以往养鱼经验，经过严格的卫生防疫检验，均能符合食用标准。如果一直采用污水养鱼，而不是采用清污间养，或是严格控制污水质量，鱼肉可能有轻微异味，不宜食用。因此，本条规定应根据卫生防疫部门检验后，方可确定所放养鱼类的用途。

## 6.8 生态塘

生态塘是由人为控制入塘水质、水量、培育浮游动植物、放养鱼类，形成的一个人工生态塘系统。生态塘系统中各种生物的和非生物的因素处在运动变化中，并保持相对的稳定和动态平衡，一定的限度内，能承受冲击，稳定效应好。

我国从实践中逐步形成的生态塘技术，具有自己的特色，主要

表现为：它突破了菌藻共生系统的限制；发展成为由菌、藻、水生植物、浮游动物、鱼、蚌、水禽等多条食物链共存组建的生态系统。南溪山医院，按生态塘运行机理，将其污水处理设施改变成生态系统净水工程，在原配水池内栽种凤眼莲防止臭气，用青蛙捕食蚊虫改善环境条件，放养耐污鱼，形成独特的小生态平衡区，基本上达到了塘内污泥消化与新增污泥的平衡。在塘内布置淋洒曝气管充氧，藻类生长滤网，分层放养不同鱼种，使得污水在此既得到了净化，又育肥了鱼，形成良性循环系统。生态塘把污水处理与资源综合利用紧密结合起来，形成了一个良性系统工程。在解决水资源缺乏，保障农业用水，发展污水养鱼，种植水生植物、花卉等方面都收到了很好效益。

污水应经过一定的处理之后再进入生态塘，因此在塘系统中生态塘设置在后面，对其他污水处理系统，也应放在其后。

**6.8.1** 当系统的供氧自调应变能力达不到生态环境要求的最低溶解氧量  $4\text{mg/l}$  时，必须采取人工辅助措施，设置增氧机，在缺氧时开机增氧，以保证水体各类生物的正常存活、生长。

**6.8.2** 水生植物种类多样，根据各地的具体条件研究选择不同的种类和种植密度，其原则是要综合考虑环境效益、经济效益和社会效益。具体地讲，是要综合考虑其处理机能（是否具有良好的净化效果）、运转机能（是否易于收获，是否能全年运转）、缓冲机能（是否有较强的抗污能力）、应用机能（是否有较高的利用价值）等。

## 6.9 控制出水塘

**6.9.1** 北方寒冷地区冬季由于低温，稳定塘的处理效率很低，出水难以达到排放标准，在此期间应将塘水贮存，不排放，当气候转暖，塘水达到排放标准后，方可排放；缺水地区非农灌期，为了贮存农灌期用水，也需设置贮存塘，这两种塘均称控制出水塘。

无论是由于低温需贮存污水，延长处理期以保证出水水质，还是由于缺水，需贮存用于农灌均应按稳定塘考虑。通常可按兼性塘

有机负荷的低限值设计。

**6.9.2 控制出水塘的主要特征是长时间贮存，贮存期的确定应考虑冰封前水质恶化所造成的出水超标和春季冰雪融化后翻塘所造成的 BOD<sub>5</sub> 和 SS 升高的因素，因此寒冷地区设计控制出水塘的容积应考虑当地冰封期所需的容量。**

在冰封期间，控制出水塘不但应有足够的贮存容积，而且还会具有一定的净化能力。为了减少塘的热损失，保证冰封期塘内有较大的冰层容积，为微生物提供分解有机污染物的条件，控制出水塘塘深应大于冰冻深度 1m，即在冰层下保持有 1m 的水层。

控制出水塘的塘数不宜少于 2 座，为了运行方便，多级塘宜布置为既可按并联运行，又可按串联运行。为了保证塘的贮容量，冰封前必须将塘内污水排空（或达到塘内的有效水位以下）。由于冰封前塘中污水已在高温条件下运行至少 3 个月（7、8、9 月），各项污染指标均较低，每日进入的污水可迅速得到稀释，此时出水水质指标可达到排放要求。因而可在冰封前一二个月内加大排放量，强制排放。

齐齐哈尔稳定塘是一座超大型城市污水稳定塘系统，该系统将稳定塘的处理和贮存、排放有机地结合起来，是北方地区控制出水塘设计的一个有代表性的范例。

## 6.10 完全贮存塘

**6.10.1 在有显著湿度亏缺的地区，依赖蒸发和微量渗透，使污水的体积在塘中减小，其减少量大于污水进塘量及降水量之和时，即为完全贮存塘。据美国 EPA 认为，年蒸发量与年允许渗透量之和减去降水量大于 750mm 时，用完全贮存塘是最经济的。一般来讲，稳定塘的渗透控制较严，因此，本规范对完全贮存塘的使用范围规定较严，即要求年蒸发量与年降水量之差大于 770mm 的地区才可使用。**

**6.10.2 为使完全贮存塘发挥其经济效益，其容积可按污水年进**

塘量、年降水量与年蒸发量平衡进行计算。由于每日污水进塘量、降水量与蒸发量是变化的，因此，雨季塘内的贮水量会达到最大，塘处于最高水位；旱季塘内的贮水量将降至最小，塘处于最低水位。根据塘内水位的变化及对应的容量，即可确定塘的面积。

**6.10.3 完全贮存塘**是靠蒸发将污水体积减小，其盐浓度将逐渐增加，最终会抑制微生物的生长，使生物降解效率降低。塘的水深不必考虑生物降解的要求，而以蒸发量控制为主要目标，其最大水深一般取2~4m。为控制塘内野草的生长，最小水深不应小于0.5m。

完全贮存塘是将未经任何处理的污水贮存，通过蒸发减小体积，其渗透污染危害较大，对塘底、塘堤均需作防渗处理。

## 7 塘体设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 在一般稳定塘工程中，大多利用现有的天然坑洼淀塘，加以修整改造，这样可以大大地减少土方量，而且原有岸坡的稳定塘较好。在条件不允许时，则采用人工建造。我国现有的稳定塘虽然建造形式各异，但都是以当地的建筑材料为主修建的，它具有取材容易、上马快、投资少的特点，便于建成后的管理。

**7.1.2** 过去的设计对稳定塘的水力特性注意不够，人们往往只注意了废水的水质特点、塘的有机负荷、生化降解常数(K)等生化因素，其实这些生物化学因素明显地受日光、风、塘的几何形状和水力特性的影响，水力特性会显著地影响塘中被降解基质的扩散、转输和实际的平均停留时间，因而会影响到有机物和病原体在处理过程中的去除效率。

1969年申德迪(Shinddie)就通过稳定塘的实地观察和研究指出：矩形塘比圆形塘有更好特性，加上矩形塘易于施工的优点，因此目前除少数依照原有地形改造而成的稳定塘外，多数都采用矩形塘。确定矩形塘的长宽比也就成为设计中的重要问题之一。

随着长宽比的增加，塘内的水流状态逐渐趋近于推流状态，水力特性得到改善，处理效率也随之增加。但当长宽比增加到一定限度时，由于水流与塘的接触面越来越大，因而塘内的死区体积也开始增加，死区的加大必然造成平均停留时间的下降，使处理效率降低。同时，由于窄长的塘还容易形成股流，短流系数也随长宽的增加而增加，此时，塘内水流状态与推流的偏离程度也会越来越大。

研究表明，仅就水力特性而言，矩形塘的长宽比存在着一个最

优值。对已经研究的几种形式来说，其值在 3:1~4:1 左右。

如地形条件只能设置窄长，易形成股流，可将塘分为多级，使每个塘的长宽比不超过 4:1，以改善水力条件。

**7.1.3** 对于利用旧河道、旧水库或洼地等改造的稳定塘，应尽量利用原有地形。塘形对水力特性无利时，可设置导流墙来改善水力特性。

同样体积、同样深度的塘，长宽比不同时，其内壁的总面积也不同，塘施工时需要衬砌、加固的也不相同，这将直接影响塘的造价。因此，设计时必须考虑经济上的合理性。

在设计中，应使内壁总面积尽可能小，以减少造价。当这一要求与水力特性最优的要求发生矛盾时，应进行综合的经济技术分析以确定长宽比。

导流墙的长宽和数目也是影响塘的水力特性的重要因素，研究表明，导流墙的数目对于所设计的塘也是一个可优化的参数。

随着导流墙数的增加，处理效率有较大幅度的增加，但是，当导流墙数增加到一定程度时，由于下面两因素的影响会使处理效率不再增加甚至有所下降。第一，导流墙数过多会占去较多的有效面积。第二，塘中的廊道过多则相应的死区增大。因此，对于一个确定的稳定塘，导流墙的数目有一个最佳值，该值与塘的规模和形状有直接关系。

**7.1.4** 由于塘的堤岸主体基本上是土方工程，经常会受到风、雨、冰冻、浪击，以及掘地动物等的破坏作用。设计时必须考虑适当的防护措施。

塘堤外侧设排水沟，能避免雨水对坝体低部的冲刷，确保坝体安全。如果有可能发生管涌，则应设反滤层以避免。

为防雨水冲刷，外坡可作简易铺盖，如采用薄层卵石，或铺设表土、种植当地植物护坡。

在有冰冻地区，背阴面的铺砌要防冻。当筑堤土为粘土时，冬季会由于毛细作用吸水而产生冻胀，应在结冰水位以上换置非粘

性土。

掘地穴居动物会破坏堤岸，在设计中应注意防护。防浪工程应注意尽量采用整体性好的材料和作法，不给穴鼠以可乘之机。此外，在管理中经常（在几周内）变化水位，也能解决某些鼠害的骚扰，如麝鼠喜在半淹没的洞中生产，变化水位时，可破坏其生活环境。

## 7.2 堤坝设计

**7.2.1** 堤坝最重要的就是防渗漏，因此应采用不易透水的材料筑造，或者不易透水的材料作心墙和斜墙，以保证坝体的安全。

**7.2.2** 岸（堤）顶的道路要按坝体的安全、使用目的和施工的要求来修筑。一般土坝的顶宽为2m，主要是从安全的角度确定的；而石坝及混凝土坝的顶宽是按通行的要求确定的。行车时，要有足够的宽度（可按单车道3.5m考虑）。

**7.2.3** 浪击的作用大小决定于浪高，而浪高又决定于风的速度和风在水面上作用的距离。根据经验，防浪铺盖的高度，一般应在设计水位上下0.5m；最少不得小于0.3m。对于盛行风向迎风面塘水位经常变化或塘面积较大时，受浪击最严重的堤面部分，应特别予以防护，加大衬砌范围。

块石护坡常被采用，有的地方也利用混凝土块堆砌护坡。从目前的使用来看，虽然这些做法存在着一些不足之处，但相比之下是较为理想的材料，护坡的厚度一般为20~30cm左右。

干砌块石护坡稳定性较好，且不用水泥，有一定的可变性，适宜在北方应用。浆砌块石抗风浪、冰冻的能力优于干砌块石，但水泥用量大。有时为了节约水泥，可采用干砌勾缝的作法，但寒冷地区勾缝易脱落。

**7.2.4** 坝体超高受塘大小及其形状的影响，较大的水体浪高较大，在一般情况下，塘的超高不宜小于0.7m。对混凝土坝、浆砌石坝，可根据风浪大小，保证安全超高不应小于0.5m。

**7.2.5** 稳定塘堤坝要满足的另一个条件是防洪要求，稳定塘堤坝的高低和作用应满足永久性水工建筑的标准。

**7.2.6** 堤坝的外坡受土质及工程规模影响，外坡一般取 4:1~2:1，内坡取 3:1~2:1。

**7.2.7** 为了便于稳定塘运行时取样、清除漂浮物等，设置阶梯、过道和平台是十分必要的。

### 7.3 塘底设计

**7.3.1** 塘底尽可能平整并略具坡度，坡向出口，清塘时便于排除污水。

**7.3.2** 堤坝的砌筑和塘底的修建应使其渗漏达到最小程度，当渗漏严重时，应采取密封措施，以保持塘内有一符合要求的水位。一般湖塘及水工建筑的防护、防渗做法，原则上都适用于稳定塘工程。

在采取任何防渗工程设施之前，首先要保证塘体土方工程的质量，疏松土壤和有害塘体稳定性的植被必须除去，填方必须保证密实。

在国内外的试验和实践中均发现，污水中的悬浮物及微生物在塘底沉积时，有物理的和生物的封堵防渗作用，这种污泥自然防渗，可在工程中加以利用，特别是在厌氧塘和兼性塘中。

以下为国外某些小试验和生产性试验结果。

1. 曾有人用牲畜污水在 4 种不同土壤的土柱中试验，发现土柱上部 5cm 由于悬浮物在土壤缝隙中堵塞造成物理性封堵。以后由于微生物繁殖造成完全封堵，水即不再渗透。

2. 有人对砂质土进行了清水渗漏率的测定，其数值为 122cm/d，然后投放畜粪污水，两周后渗率降到 5.8cm/d，4 个月后降到 0.5cm/d。另一类似的试验，在土质为粉砂的塘中加入污水后，渗漏率起始为 11.2cm/d，3 个月后降为 0.56cm/d，6 个月后降为 0.3cm/d。

## 7.4 进、出水口设计

**7.4.1** 进、出水口的形式对塘的水力特性有很大的影响，进而影响到塘的处理效率。模型实验表明，在两种极端的进、出口形式下，塘内的死区体积可相关 25%，处理效率可相差 12.7%，因此，对进、出口的设计必须给予足够的重视。

进、出口设计应尽量避免在塘内产生短流、沟流、返混和死区，使塘内的水流状态尽可能接近推流状态，以增加进水塘内的平均停留时间，进而提高稳定塘的处理效率。

无论是进口还是出口都应尽量使塘的断面上配水或集水均匀，避免死水区的产生。一般应采用扩散管或多点进水。

**7.4.2** 进口至出口的方向应避开当地常年盛行风向，最好与盛行风垂直，以避免短流。

## 8 附属设施

### 8.1 稳定塘附属设施

**8.1.1 稳定塘附属设施的设置**目前尚无统一规定,但从国内百余座稳定塘的运行看,一个功能完善的稳定塘系统的附属设施应包括输水设施、充氧设施、导流和计量设施。有些稳定塘的进水有机物浓度较高,由于卫生条件要求高,为稳定塘的首端不出现厌氧状态,则还设有回流系统。

随着稳定塘建设的正规化,生活和生产附属设施进一步向完善化发展,因此,新的稳定塘设计都比较重视生活和生产附属设施的建设。

**8.1.2 城市污水稳定塘处理系统配备人员的多少**,决定于处理规模大小、处理程度的高低、处理工艺的繁简、操作管理的自动化程度、科技管理人员的技术水平以及操作工人的熟练程度等因素。对稳定塘处理系统每处理  $1000\text{m}^3/\text{d}$  污水需配备的人员数量,我国尚未定出标准,并且过去建造的稳定塘,其管理机构不健全,稳定塘管理相对简单,通常是由排水部门或环保部门代管。近年来,这种现象正在改变,因此,考虑到稳定塘的管理难度和工作强度,通常可参照国内一级处理厂来设置人员。从我国的统计资料看,用人情况大约为  $0.4\sim 1.0$  人/ $10^3\text{m}^3$  污水(水型)。

### 8.2 输 水

**8.2.1 输水设施的任务**是将污水汇集起来,送至稳定塘内,并起到各塘的连通作用,然后将塘的出水排至接纳水体。由于采用堤坝作为各塘之间的隔断,因此,在它的输水管(渠)、泵站外,增加了过

水涵洞(管)。

**8.2.2** 污水在流动中会产生臭气逸散,为了减少对环境污染,在居民稠密区及人流集中区不宜采用敞开式排水沟渠。

**8.2.3** 从减少基建投资费用来考虑,输水管线应尽量短,并应不占或少占农田。

典型的稳定塘工艺流程为厌氧塘→兼性塘→好氧塘,各塘有着不同的溶解氧要求,呈逐级增多趋势,因此,采用坝顶溢流的过水方式不但容易保证各塘的水位,而且能够增加水中的溶解氧,当有水位差时应首先采用这种过水方式。但对于北方寒冷地区,由于冬季塘表面结冰,应在堤坝上设连通管,并使其位于冰冻层以下。当塘与塘之间无水位差时,通常采用连通管或涵洞(管)过水。

**8.2.4** 当涵洞(管)内过水流速较大时,涵洞出口设消力坎,使出口水流逐渐扩散。消力坎可采用钢筋混凝土结构或块石砌筑。为防止水流冲刷塘底,涵洞(管)的出口处应加护砌。当出口流速过大时,需要设防冲齿墙和消力池。

### 8.3 跌 水

**8.3.1** 利用自然高差进行充氧,是最经济的方法,在我国许多稳定塘的设计中都采用了自然充氧方式,实践证明效果良好。充氧方式有多种方式,比较常见的有多级(单级)跌水曝气充氧、多级(单级)陡坡曝气充氧、曝气格栅充氧、单级斜坡曝气充氧等。

利用山坡、河谷作为稳定塘,上游塘水面高程与下游塘水面高程相差较大时,可采用多级曝气充氧。

1. 多级跌水曝气充氧。多级跌水曝气充氧由进水段、跌水曝气充氧段,出水连接段和整流段组成。为使上游塘内水流均匀地进入跌水曝气充氧段,进水段首段为八字形进水口。其后为进口连续部分,连续部分上部设人行便桥。跌水曝气充氧段由跌水墙和跌水底板组成,一般采用钢筋混凝土结构,也可用块石砌筑。跌水底平砌,末端一般不设消力槛;若跌水较大,根据需要可以设,这时会产生

水跃，溅起水花卷入空气，对曝气充氧十分有利。

出口连接段和整流段保证跌水充氧后的水流，逐渐扩散均匀分布，扩散角可尽量大些。

各段连接处应做好防渗、防漏处理。

2. 多级陡坡曝气充氧。上游塘和下游塘之间，有一段相当长陡坡的地区可以考虑采用。多级陡坡曝气也由三个部分组成：进口段、陡坡曝气段和出口整流段。

进口段和出口段的构造与多级跌水曝气相同。多级陡坡以及平置护底是曝气充氧的主要设施。陡坡坡度一般采用 $1:2\sim 1:4$ ，陡坡底部可考虑设消力槛，以便形成水跃，提高充氧效果。陡坡面积及具体尺寸，根据充氧需要由计算决定。

3. 低水头跌水曝气充氧。塘上、下游水面高差为 $0.3\sim 1\text{m}$ 时，可采用曝气格栅、悬臂式跌水墙和斜坡曝气等充氧设施。

污水通过栅隙均匀淋下，与空气充分接触充氧。曝气格栅构造简单，管理方便，运行可靠，受跌水高度限制较小，稳定塘均可采用。当塘上、下游水面高差为 $0.5\text{m}$ 左右时，可充分利用连接渠道的陡坡进行充氧，在陡坡段加入大块毛石，水流撞击石块溅起水花，达到充氧的目的。

## 8.4 计 量

8.4.1 为了考查和控制稳定塘的处理水量，一般要在进水和出水口分别设计量装置，掌握进出水流量、回流量，这对计算动力消耗，提高管理水平，积累技术资料是十分必要的。