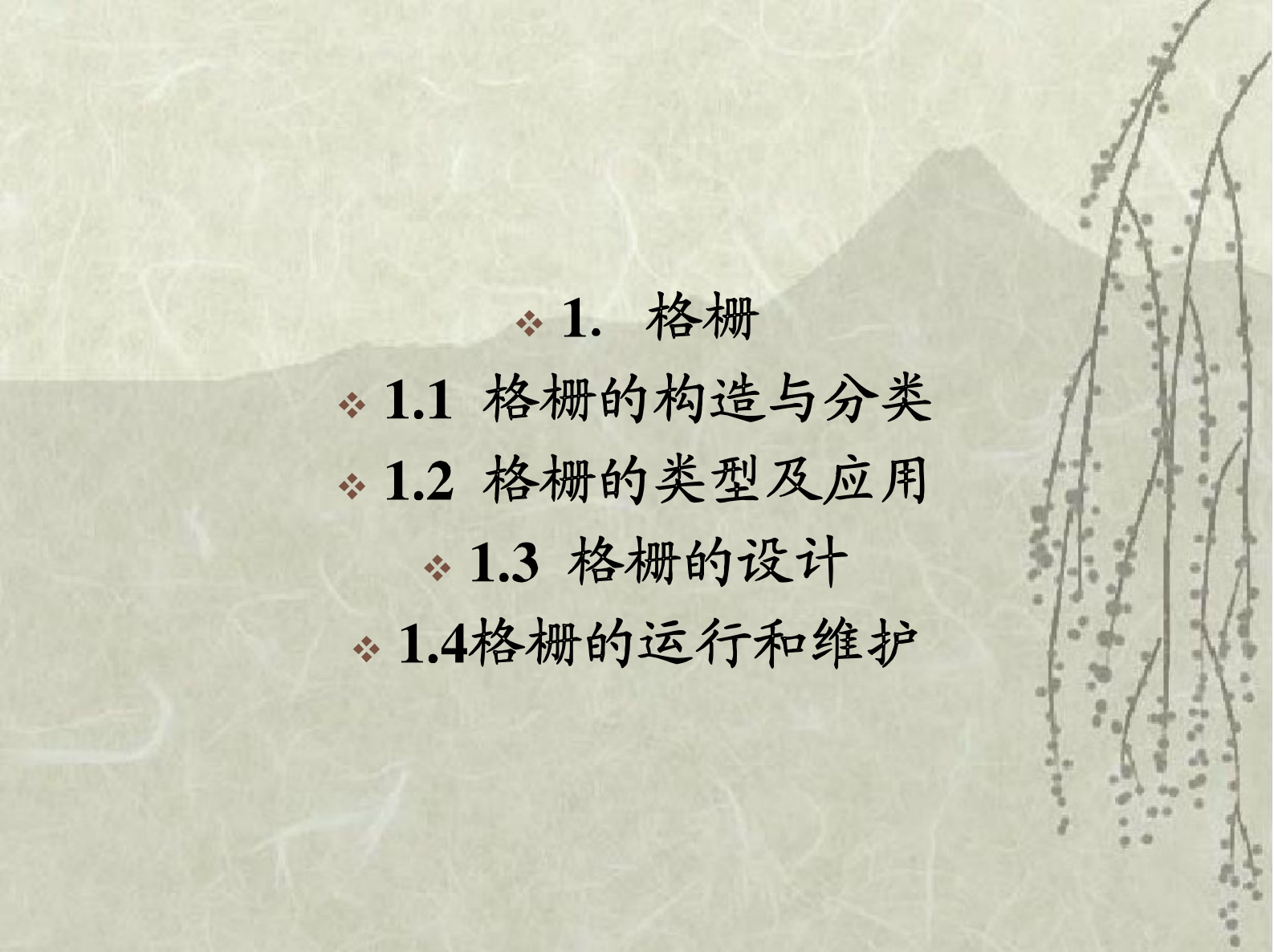


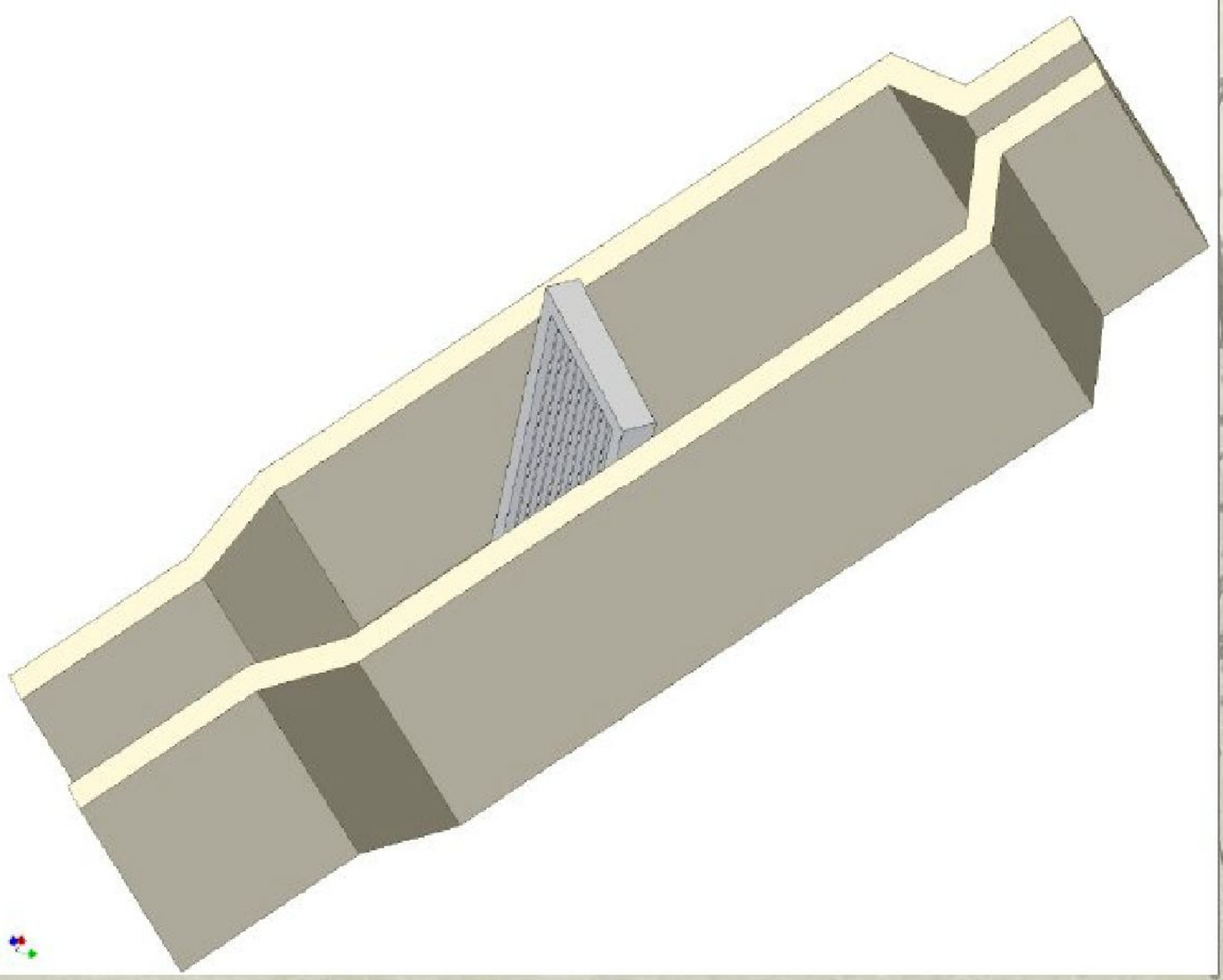
# 第一章 物理法污水处理设备

- ❖ 1. 格栅
- ❖ 2. 调节池
- ❖ 3. 沉淀池
- ❖ 4. 气浮设备

- 
- ❖ 1. 格栅
    - ❖ 1.1 格栅的构造与分类
    - ❖ 1.2 格栅的类型及应用
    - ❖ 1.3 格栅的设计
    - ❖ 1.4 格栅的运行和维护

## 1.1 格栅的构造与分类

格栅是一种最简单的过滤设备，由一组或多组平行的金属栅条制成的框架，斜置于污水流经的渠道中。格栅设于污水处理厂所有处理构筑物之前，或设在泵站前，用于截留污水中较大的悬浮物或漂浮物，防止其后处理构筑物的管道阀门或水泵堵塞。在水处理过程中，格栅是一种对后续处理设施具有保护作用的设备，尽管格栅并非污水处理的主体设备，但因其设置在污水处理流程之首或泵站进口处，位属咽喉，相当重要。按形状可分为平面格栅、曲面格栅；按栅条净间隙可分为粗（50~100mm）、中（10~50mm）、细（3~10mm）三种。下图为格栅三维视图。

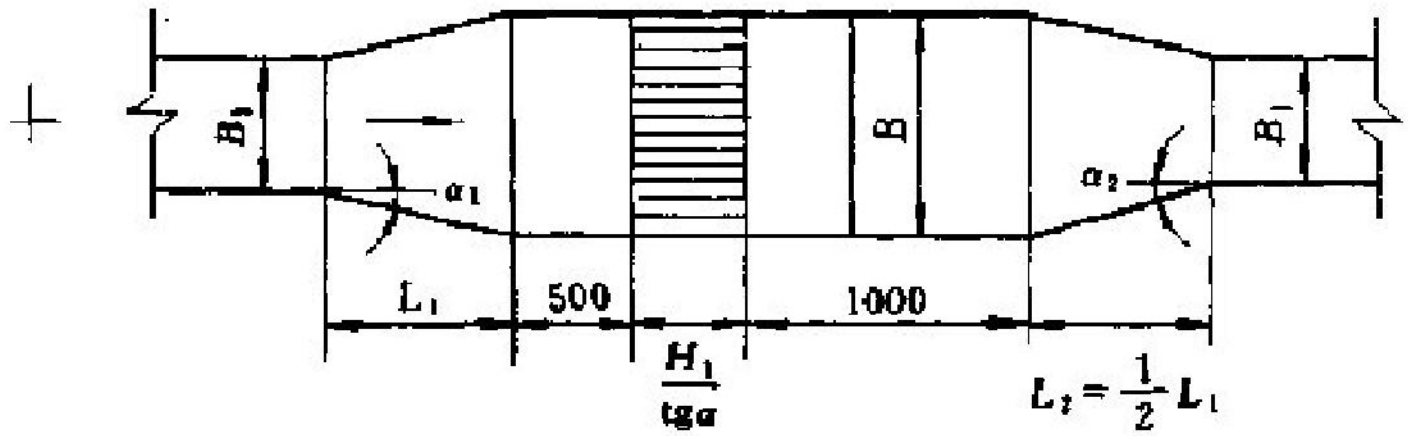
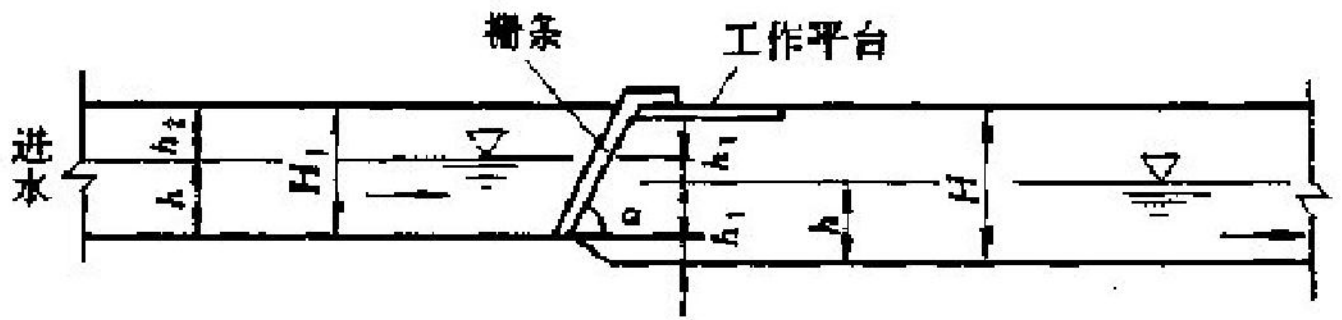


## 1.2 格栅的类型及应用

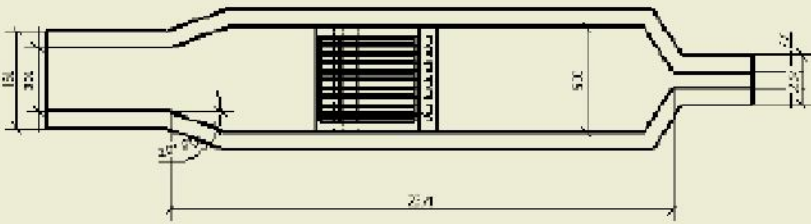
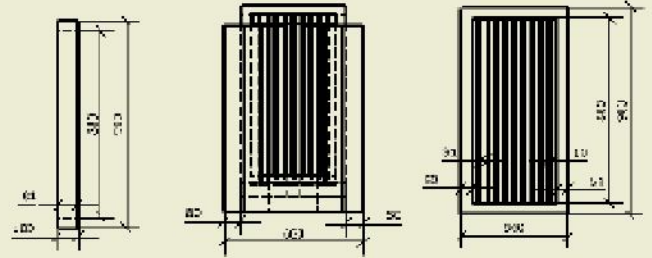
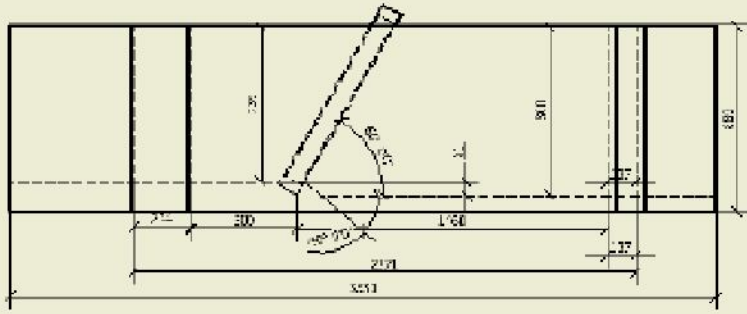
根据格栅上所截留的污物的清除方法，有人工清除和机械清除两类。

### 一. 人工清除的格栅

在中小城市生活污水厂或所需要截留污物量较少时，一般均设置人工清理的格栅。这类格栅用直钢条制成，按照 $50 \sim 60$ 度倾角安放，这样可增加有效格栅面积 $40\% \sim 80\%$ ，而且便于清洗和防止因堵塞而造成过高的水头损失。见课本175页图5-1人工清除格栅示意图。



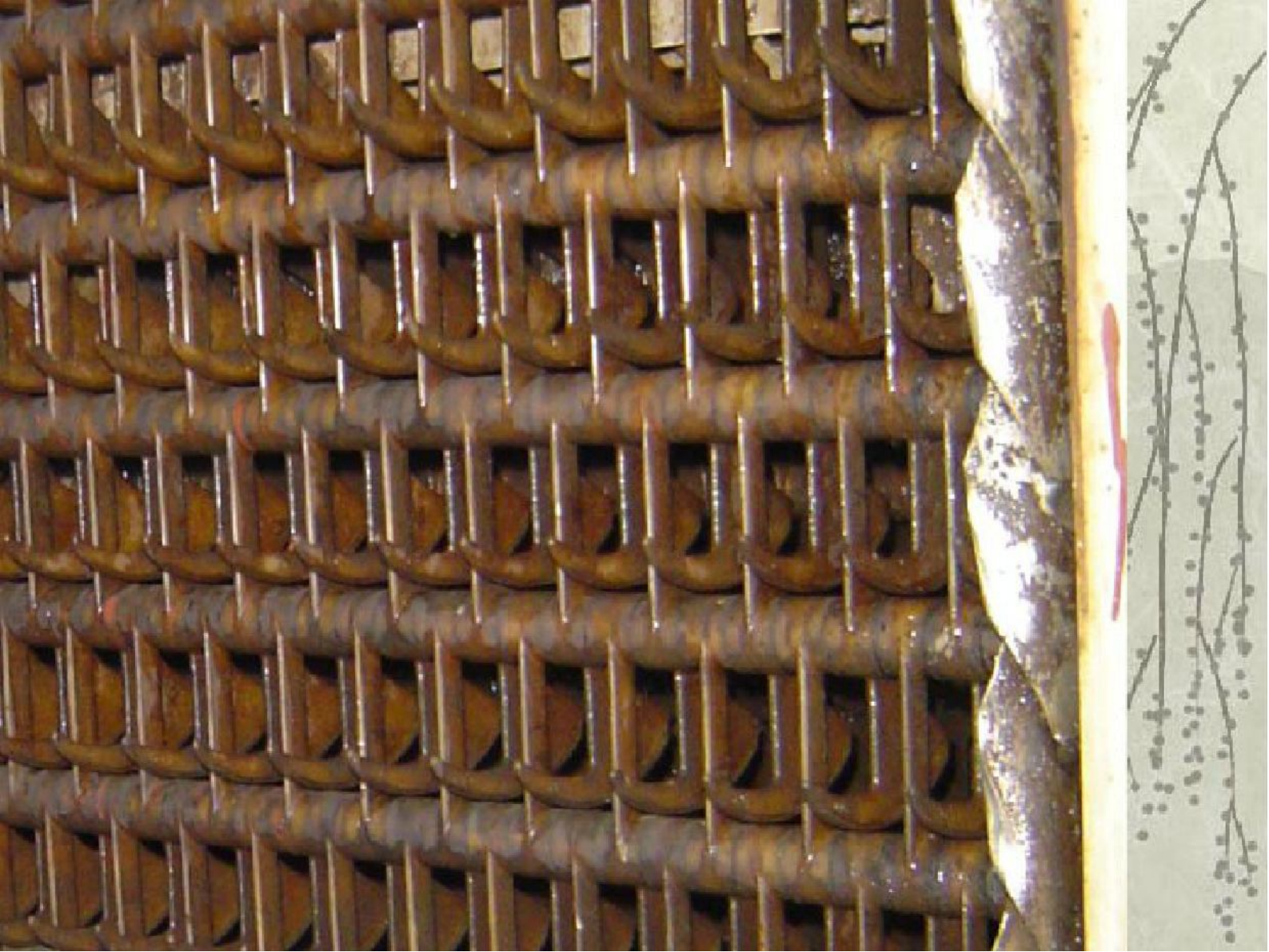
# 格栅



## 说明:

- 1 栅条采用扁钢制，栅条数 $n=9$ 条，栅条间距 $b=25$ mm；
- 2 本图标注单位为mm；
- 3 地面标高 $\pm 0.00$ m；
- 4 注: 过水时请面向水流方向安装。

										04-01 0402	
										0411	
										1	





## 二. 机械清除的格栅

在大型污水处理厂、污水和雨水提升泵站前均设置机械清除格栅，格栅一般与水平面成 $60 \sim 70$ 度，有时成 $90$ 度安置。格栅除污机传动系统有电力传动、液压传动及水力传动三种。我国多采用电力传动系统。目前常见的几种格栅除污机的适用范围及优缺点见课本176表5-1。

类 型	适用范围	优 点	缺 点
链条式	深度不大的中小型格栅，主要清除长纤维、带状物等生活污水中杂物	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 构造简单，制造方便</li> <li>2. 占地面积小</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 杂物进入链条和链轮之间时容易卡住</li> <li>2. 套筒滚子链造价高耐腐蚀性差</li> </ol>
移动式伸缩臂	中等深度的宽大格栅，耙斗式适于废水除污	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不清渣时，设备全部在水面上，维护检修方便</li> <li>2. 可不停水检修</li> <li>3. 钢丝绳在水面上运行，寿命长</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需三套电动机、减速器，构造较复杂</li> <li>2. 移动时耙齿与链条间隙的对位较困难</li> </ol>
圆筒回转式	深度较浅的中小型格栅	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 构造简单，制造方便</li> <li>2. 动作可靠，容易检修</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 配置圆弧形格栅，制造较难</li> <li>2. 占地面积大</li> </ol>
钢丝绳牵引式	固定式适用于中小型格栅，深度范围广，移动式适用于宽大格栅	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 适用范围广泛</li> <li>2. 无水下固定部件的设备，维护检修方便</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 钢丝绳干湿交替易腐蚀，需采用不锈钢绳，货源困难</li> <li>2. 有水下固定部件的设备，维护检修需停水</li> </ol>

## 1.3 格栅的设计

### 一. 设计参数的确定

1. 水泵前格栅间隙，应根据水泵要求确定。见下表

污水泵型号	栅条间距/mm	栅流量/[L/(人·d)]
$2\frac{1}{2}$ PW, $2\frac{1}{2}$ PWL	≤20	4~6
4PW	≤40	2.7
6PW	≤70	0.8
8PW	≤90	0.5
10PWL	≤110	<0.5

2. 污水处理系统前格栅栅条间隙，应符合下列要求：人工清除栅渣：栅条间隙为25~40mm；机械清除的以10~25mm为宜。大型污水处理厂应设置粗细两道格栅。

3. 如泵前的格栅间隙小于25mm，污水处理系统前可不再设置格栅。

4. 格栅截留的栅渣量：栅渣量与栅条间隙、当地的污水特征、污水流量等有关。

当缺乏当地运行资料时，可按下列数据采用：格栅间隙16~25mm，栅渣量0.05—0.10 m<sup>3</sup> / 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>污水；格栅间隙30~50mm，栅渣量0.01—0.03m<sup>3</sup> / 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>污水。栅渣的含水率一般为80%，容重约960kg / m<sup>3</sup>。

5. 若采用机械格栅时，不宜少于2台，如为1台时，应设人工清除格栅备用。

6. 过栅流速一般采用0.6~1.0m/s。

7. 格栅前渠道内的水流速度一般采用0.4~0.9m/s。

8. 格栅倾角宜采用45~75度，若采用机械清除，倾角可达80度。

9.通过格栅的水头损失一般采用0.08~0.15m/s。

10.格栅间必须设置工作台，其高度高出栅前最高设计水位0.5m，工作台上应装有安全装置和冲洗设备、工作台两侧过道宽度不小于0.7m。

工作台正面过道宽度：



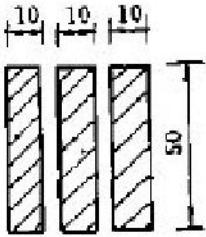
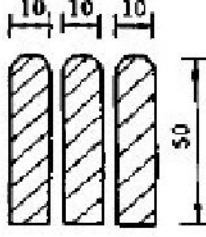
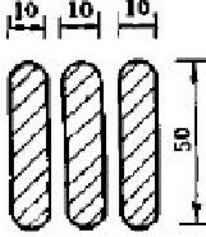
当人工清除栅渣时，不应小于1.2m；

机械清除栅渣时，不应小于1.5m。

11.机械格栅的动力装置一般设在室内，或采用其他保护措施。

12.机械清理齿耙的移动速度为5-17m/min。

13.格栅的栅条断面形状见课本178页表5-3。

栅条断面	正方形	圆形	矩形	带半圆的矩形	两头半圆的矩形
尺寸 (mm)					

## 二.设计计算

### ① 格栅槽的宽度 $B$

$$B = s(n-1) + bn$$

$$n = \frac{Q_{\max} \sqrt{\sin \alpha}}{bhv}$$

式中  $B$ ——格栅槽的宽度, m;

$s$ ——栅条宽度, m;

$n$ ——栅条间隙数量;

$b$ ——栅条间隙, m;

$Q_{\max}$ ——最大设计流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$\alpha$ ——格栅的倾角;

$h$ ——栅前水深, m;

$v$ ——过栅流速, m/s。

② 通过格栅的水头损失  $h_1$

$$h_1 = k \cdot h_0$$

$$h_0 = \xi \frac{v^2}{2g} \sin \alpha$$

式中  $h_1$ ——通过格栅的水头损失，m；

$h_0$ ——计算水头损失，m；

$g$ ——重力加速度， $9.81\text{m/s}^2$ ；

$k$ ——系数，格栅受栅渣堵塞时，水头损失增大的倍数，一般取  $k=3$ ；

$\xi$ ——阻力系数，其值与栅条的断面形状有关，可按表 1-4 选用。

表 1-4 格栅间隙的局部阻力系数  $\xi$

栅条断面形状	公 式	说 明	
矩形	$\xi = \beta \left( \frac{s}{b} \right)^{4/3}$	形状系数	$\beta = 2.42$
圆形			$\beta = 1.79$
带半圆的矩形			$\beta = 1.83$
两头半圆的矩形			$\beta = 1.67$
正方形	$\xi = \left( \frac{b+s}{cb} - 1 \right)^2$	$c$ —收缩系数，一般取 0.64	

### ④ 栅后槽总高度 $H$

$$H = h + h_1 + h_2$$

式中  $H$ ——栅后槽总高度，m；

$h$ ——栅前水深，m；

$h_2$ ——栅前渠道超高，一般取 0.3m。

### ⑤ 栅槽总长度

$$L = L_1 + L_2 + 1.0 + 0.5 + \frac{H_1}{\operatorname{tg}\alpha}$$

式中  $L$ ——栅槽总长度，m；

$L_1$ ——格栅前部渐宽段的长度，m；

$L_2$ ——格栅后部渐缩段的长度，m；

$H_1$ ——栅前渠中水深，m；

$\alpha_1$ ——进水渠渐宽段展开角度，一般取  $20^\circ$ ；

$B$ ——格栅槽宽度，m；

$B_1$ ——进水渠宽度，m。

$$L_1 = \frac{B - B_1}{2 \operatorname{tg}\alpha_1}$$

$$L_2 = \frac{L_1}{2}$$

$$H_1 = h + h_2$$

⑥ 每日栅渣量  $W$

$$W = \frac{Q_{\max} W_1 \times 86400}{K_2 \times 1000}$$

式中  $W$ ——每日栅渣量,  $\text{m}^3/\text{d}$ ;

$W_1$ ——栅渣量,  $\text{m}^3$  栅渣/ $10^3 \text{m}^3$  废水;

$K_2$ ——生活污水流量总变化系数, 见表 1-5。

表 1-5 生活污水流量总变化系数  $K_2$

平均日流量/(L/s)	4	6	10	15	25	40	70	120	200	400	750	1600
$K_2$	2.3	2.2	2.1	2.0	1.89	1.80	1.69	1.59	1.51	1.40	1.30	1.20



各种不同的机械格栅的运行条件见课本181页表5-5。为了保证机械除污机的正常运转,应对设备的各部位进行定期检查维修,如轴承、减速器/链条的润滑情况;传动皮带或链条的松紧程度;控制操作的定位装置或水位差的随动装置是否正常等,及时更换损坏的零部件,当机械除污机出现故障或停机检修时,应采用人工清渣。

### 各种类型机械隔栅的运行条件

隔栅类型	工作条件				
	污水负荷情况	污水量 ( $m^3/h$ )	渠道深度(m)	渠道速度 (m)	栅条间距 (mm)
在迎水面清理的隔栅					
曲面型隔栅	中等负荷	10—5000	0.40-1.70	0.32-2.00	12-80
机架型隔栅	重负荷	100—10000	1.50-5.00	0.60-2.00	12-80
带耙的隔栅	轻负荷	100—15000	2.50-10.00	0.60-4.50	12-80
带抓头的隔栅	重负荷	1000—40000	2.50-10.00	1.50-5.50	12-100
连续清理的隔栅	轻负荷	100—15000	1.50-8.00	0.80-3.00	12-25

#### ❖ 1.4 格栅的运行和维护

- ❖ 在所有的水处理设备的运行与维护工作中格栅是最为简单的设备之一，对于人工清除污物的格栅，运行管理人员的主要任务是及时清除截留在格栅上的污物，防止栅条间隙堵塞，对于机械格栅，则是保证机械除污机的正常运转。
- ❖ 机械格栅通常采用间隙式的清除装置，其运行方式可用定时装置控制操作，亦可根据格栅前后渠道的水位差的随动装置控制操作，有时也采用两种方法相结合的运行方式，为消除负荷变化造成的影响，机械除污装置应设负荷自动保护装置。

## 格栅

### (1) 栅条间隙数

设栅前水深 $h=0.4\text{m}$ ,

[栅前水深与栅前流速 $v_1$ 之间的关系为 ( $B$ 为渠道宽度)];

过栅流速 $v$ 取 $0.9\text{m/s}$ ; 栅条间隙宽度 $b=0.021\text{m}$  (中格栅); 格栅倾角为 $60^\circ$ 。

$$n = \frac{Q_{\max} \sqrt{\sin \alpha}}{bhv} = \frac{0.2 \times \sqrt{\sin 60^\circ}}{0.021 \times 0.4 \times 0.9} \approx 26$$

### (2) 栅条断面形状

选用栅条断面形状为锐边矩形断面; 栅条宽度;

阻力系数计算公式  $\zeta = \beta \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3}$

(3) 栅槽宽度

$$B = S(n-1) + bn = 0.01 \times (26-1) + 0.021 \times 26 \approx 0.8m$$

(4) 进水渠道渐宽部分长度  $L_1$

设进水渠道内流速为  $v_1=0.77m/s$

$$\text{进水渠道宽 } B_1 = \frac{Q_{max}}{v_1 h} = \frac{0.2}{0.77 \times 0.4} = 0.65m$$

其渐宽部分展开角度  $\alpha_1=20^\circ$ ，则  $L_1 = \frac{B-B_1}{2tg\alpha_1} = \frac{0.8-0.65}{2tg20^\circ} \approx 0.22m$

(5) 栅槽与出水渠道连接处渐宽部分长度  $L_2$

$$L_2 = \frac{L_1}{2} = \frac{0.22}{2} = 0.11m$$

(6) 通过格栅的水头损失  $h_1$

$$h_1 = s \left(\frac{s}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \sin \alpha \cdot k \frac{v^2}{2g} = 2.42 \times \left(\frac{0.01}{0.021}\right)^{\frac{4}{3}} \times \sin 60^\circ \times 3 \times \frac{0.9^2}{2 \times 9.8} = 0.097m$$

$k$ ——系数，格栅受污物堵塞时水头损失增大倍数，一般为 3。

(7) 栅后槽总高度  $H$

设栅前渠道超高  $h_2=0.3\text{m}$ ，则  $H = h_1 + h_2 + h_3 = 0.797\text{m}$

为避免造成栅前涌水，故将栅后槽底下降  $h_4$  作为补偿。

(8) 栅槽总长度  $L$

$$L = L_1 + L_2 + 0.5 + 0.1 + \frac{H_1}{\text{tg}\alpha} = 0.22 + 0.11 + 0.5 + 1.0 + \frac{0.4 + 0.3}{\text{tg}60^\circ} = 2.24\text{m}$$

(9) 每日栅渣量

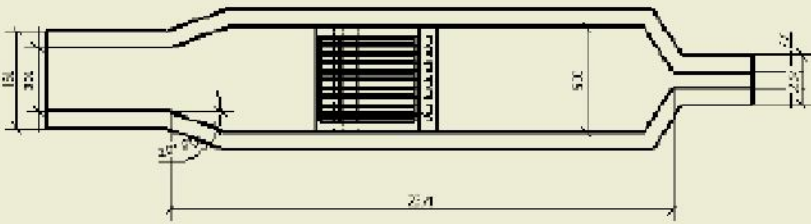
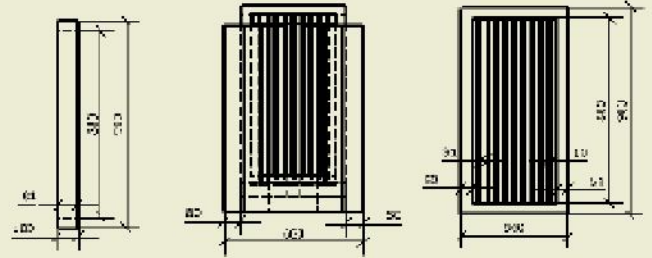
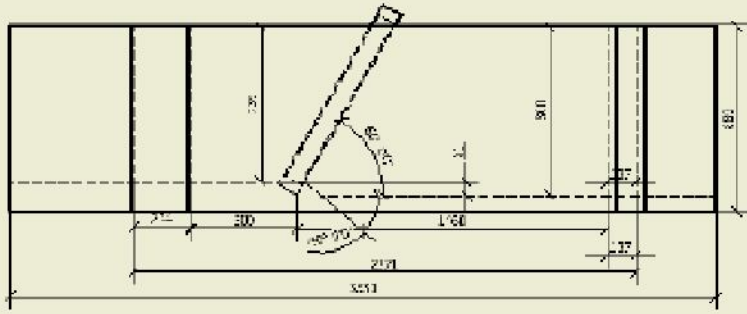
在格栅间隙  $21\text{mm}$  时，设栅渣量  $W_1$  为  $0.07 (\text{m}^3/10^3 \cdot \text{m}^3 \text{污水})$

$$\text{则: } W = \frac{Q_{\text{max}} \times W_1 \times 86400}{1000K_z} = \frac{0.2 \times 86400 \times 0.07}{1000 \times 1.50} = 0.8\text{m}^3/\text{d} \geq 0.2\text{m}^3/\text{d}$$

( $K_z$ : 污水流量变化系数)

(10) 采用机械清渣: 选用梯式格栅除污机。

# 格栅



## 说明:

- 1 栅条采用扁钢制，栅条数 $n=9$ 条，栅条间距 $b=25\text{mm}$ ；
- 2 本图标注单位为 $\text{mm}$ ；
- 3 地面标高 $+0.00\text{m}$ ；
- 4 详图在2007年01月01日版图中。

图号		01-01		图名		格栅		比例		1:1		设计		01-01		审核		01-01		日期		01-01	
图号		01-01		图名		格栅		比例		1:1		设计		01-01		审核		01-01		日期		01-01	
图号		01-01		图名		格栅		比例		1:1		设计		01-01		审核		01-01		日期		01-01	

除了隔栅外还有一种比较简易的过滤装置—筛网，一些工业污水含有较小的悬浮物，它们不能被隔栅截留，也难以用沉淀池去除，为了去除这类污染物，工业上常用筛网，选择不同尺寸的筛网可以去除不同尺寸的悬浮物。

