

水处理常用计算公式汇总

简单讲，“水处理”就是通过物理、化学、生物的手段，去除水中一些对生产、生活不需要的有害物质的过程。是为了适用于特定的用途而对水进行的沉降、过滤、混凝、絮凝，以及缓蚀、阻垢等水质调理的过程。本文总结了净水人必须知道的一些水处理行业常用单位换算及计算：

1.长度：

$$1 \text{ 英寸(inche)}=25.4 \text{ 毫米(mm)}$$

2.面积：

$$1 \text{ 平方英尺(ft}^2\text{)}=0.093 \text{ 平方米(m}^2\text{)}$$

3.体积：

$$1 \text{ 立方英尺(ft}^3\text{)}=28.317 \text{ 升(L)}=0.028317 \text{ 立方米(m}^3\text{)}$$

4.重量：

$$1 \text{ 磅(lb,Pound)}=0.455 \text{ 公斤(Kg)}$$

$$1 \text{ 格令(grain)}=64.8 \text{ 毫克(mg)}$$

$$1 \text{ 千格令}=0.0648 \text{ 千克}$$

5.流速、流量：

$$1 \text{ 加仑/分(gpm)}=0.272 \text{ 立方米/小时(m}^3\text{/h)}=272 \text{ 升/小时(L/h)}=4.53\text{L/min}$$

顺流再生一般流速应该控制在 4-6m/h

6.硬度：

$$1 \text{ 格令/加仑(grain/gal)}=17.1 \text{ 毫克/升(mg/L)}$$

$$1 \text{ 格令/加仑(grain/gal)}=0.342 \text{ 毫克当量/升(mgN/L)}$$

CaCO₃ 的克当量为 50，即 1 克当量 CaCO₃ 的质量为 50g；

1 毫克当量/升=50 毫克/升

(1 千格令=1.297 克当量)

7.水压:

1psi(磅/平方英寸)=0.07kg/cm²=0.006895 兆帕(MPa)

8.温度:

华氏度是以前发明者 GabrielD.Fahrenheit(1681-1736)命名的, 一般用 F 表示, 其结冰点是 31°F, 沸点为 212°F。

摄氏度的发明者是 AndersCelsius(1701-1744), 一般用 C 表示, 其结冰点是 0°C, 沸点为 100°C。

两者的换算公式: $C=5/9(F-32)$ $F=9/5C+32$

9.与软化器有关的部分数据:

1)总交换容量(克当量)=树脂体积(m³)×1000

根据实际选用的树脂性能进行估算

如果设备控制器上能够设定的最大值比实际值小, 按控制器的能力进行设定

2)周期总制水量

$Q(m^3)=\text{总交换容量}(mol)\div\text{原水硬度}(mmol/L)$

$Q(m^3)=\text{总交换容量}(\text{克当量})\div\text{原水硬度}(\text{毫克当量/升})$

3)周期盐耗(公斤)

=总交换容量(克当量)×(0.08~0.1)公斤/克当量

4)盐阀盐液高度计算

盐液浓度为 28-32%

周期再生所需盐液量(m³)=(周期盐耗(Kg)÷0.32)÷1000

盐阀高度(m)=盐液量(m³)÷(3.14×盐箱半径²)

周期再生所需盐液量(L)=(周期盐耗(公斤)÷0.32)

盐阀高度(cm)=10×盐液量(L)÷(3.14×盐箱半径²(分米))

格栅的设计计算

一、格栅设计一般规定

1、栅隙

(1)水泵前格栅栅条间隙应根据水泵要求确定。

(2)废水处理系统前格栅栅条间隙，应符合下列要求：最大间隙 40mm，其中人工清除 25~40mm，机械清除 16~25mm。废水处理厂亦可设置粗、细两道格栅，粗格栅栅条间隙 50~100mm。

(3)大型废水处理厂可设置粗、中、细三道格栅。

(4)如泵前格栅间隙不大于 25mm，废水处理系统前可不再设置格栅。

2、栅渣

(1)栅渣量与多种因素有关，在无当地运行资料时，可以采用以下资料。

格栅间隙 16~25mm； 0.10~0.05m³/103m³ (栅渣/废水)。

格栅间隙 30~50mm； 0.03~0.01m³/103m³ (栅渣/废水)。

(2)栅渣的含水率一般为 80%，容重约为 960kg/m³。

(3)在大型废水处理厂或泵站前的大型格栅（每日栅渣量大于 0.2m³），一般应采用机械清渣。

3、其他参数

(1)过栅流速一般采用 0.6~1.0m/s。

- (2) 格栅前渠道内水流速度一般采用 0.4~0.9m/s。
- (3) 格栅倾角一般采用 45°~75°，小角度较省力，但占地面积大。
- (4) 机械格栅的动力装置一般宜设在室内，或采取其他保护设备的措施。
- (5) 设置格栅装置的构筑物，必须考虑设有良好的通风设施。
- (6) 大中型格栅间内应安装吊运设备，以进行设备的检修和栅渣的日常清除。

二、格栅的设计计算

1、平面格栅设计计算

(1) 栅槽宽度 B

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

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

式中，S 为栅条宽度，m；n 为栅条间隙数，个；b 为栅条间隙，m； Q_{\max} 为最大设计流量， m^3/s ； α 为格栅倾角，(°)；h 为栅前水深，m，不能高于来水管（渠）水深；v 为过栅流速，m/s。

(2) 过栅水头损失如

$$h_1 = h_0 k$$

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

式中， h_0 为计算水头损失，m；k 为系数，格栅堵塞时水头损失增大倍数，一般采用 3； ξ 为阻力系数，与栅条断面形状有关，按表 2-1-1 阻力系数 ξ 计算公式计算；g 为重力加速度， m/s^2 。

(3) 栅后槽总高 H

$$H = h + h_1 + h_2$$

式中， h_2 为栅前渠道超高，m，一般采用 0.3。

(4) 栅槽总长 L

$$L = l_1 + l_2 + 1.0 + 0.5 + \frac{H_1}{\tan\alpha_1}$$

$$l_1 = \frac{B - B_1}{2 \tan\alpha_1}$$

$$l_2 = \frac{l_1}{2}$$

$$H_1 = h + h_2$$

式中, L_1 为进水渠道渐宽部分的长度, m; L_2 为栅槽与出水渠道连接处的渐窄部分长度; H_1 为栅前渠道深, m; B_1 为进水渠宽, m; α_1 为进水渠道渐宽部分的展开角度, ($^\circ$), 一般可采用 20。

(5) 每日栅渣量 W

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

式中, W_1 为栅渣量, $\text{m}^3/10^3\text{m}^3$ 废水, 格栅间隙为 16~25mm 时, $W_1=0.10\sim0.05$; 格栅间隙为 30~50mm 时, $W_1=0.03\sim0.01$; K_z 为城市生活污水流量总变化系数。

污泥池计算公式

一、地基承载力验算

1、基底压力计算

(1) 水池自重 G_c 计算

顶板自重 $G_1=180.00 \text{ kN}$

池壁自重 $G_2=446.25\text{kN}$

底板自重 $G_3=318.75\text{kN}$

水池结构自重 $G_c=G_1+G_2+G_3=945.00 \text{ kN}$

(2)池内水重 G_w 计算

池内水重 $G_w=721.50$ kN

(3)覆土重量计算

池顶覆土重量 $G_{t1}=0$ kN

池顶地下水重量 $G_{s1}=0$ kN

底板外挑覆土重量 $G_{t2}=279.50$ kN

底板外挑地下水重量 $G_{s2}=45.50$ kN

基底以上的覆盖土总重量 $G_t = G_{t1} + G_{t2} = 279.50$ kN

基底以上的地下水总重量 $G_s = G_{s1} + G_{s2} = 45.50$ kN

(4)活荷载作用 G_h

顶板活荷载作用力 $G_{h1}=54.00$ kN

地面活荷载作用力 $G_{h2}=65.00$ kN

活荷载作用力总和 $G_h=G_{h1}+G_{h2}=119.00$ kN

(5)基底压力 P_k

基底面积: $A=(L+2\times t_2)\times(B+2\times t_2)=5.000\times 8.500 = 42.50$ m²

基底压强: $P_k=(G_c+G_w+G_t+G_s+G_h)/A$

$=(945.00+721.50+279.50+45.50+119.00)/42.500= 49.66$ kN/m²

2、修正地基承载力

(1)计算基础底面以上土的加权平均重度 γ_m

$\gamma_m=[1.000\times(20.00-10)+2.000\times 18.00]/3.000= 15.33$ kN/m³

(2)计算基础底面以下土的重度 γ

考虑地下水作用, 取浮重度, $\gamma=20.00-10=10.00$ kN/m³

(3)根据基础规范的要求，修正地基承载力:

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

$$= 100.00 + 0.00 \times 10.00 \times (5.000 - 3) + 1.00 \times 15.33 \times (3.000 - 0.5) = 138.33 \text{ kPa}$$

3、结论

$P_k = 49.66 < f_a = 138.33 \text{ kPa}$, 地基承载力满足要求

二、抗浮验算

$$\text{抗浮力 } G_k = G_c + G_t + G_s = 945.00 + 279.50 + 45.50 = 1270.00 \text{ kN}$$

$$\text{浮力 } F = (4.500 + 2 \times 0.250) \times (8.000 + 2 \times 0.250) \times 1.000 \times 10.0 \times 1.00 = 425.00 \text{ kN}$$

$$G_k / F = 1270.00 / 425.00 = 2.99 > K_f = 1.05, \text{ 抗浮满足要求。}$$

三、荷载计算

1、顶板荷载计算:

$$\text{池顶板自重荷载标准值: } P_1 = 25.00 \times 0.200 = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{池顶活荷载标准值: } P_h = 1.50 \text{ kN/m}^2$$

池顶均布荷载基本组合:

$$Q_t = 1.20 \times P_1 + 1.27 \times P_h = 7.91 \text{ kN/m}^2$$

池顶均布荷载准永久组合:

$$Q_{te} = P_1 + 0.40 \times P_h = 5.60 \text{ kN/m}^2$$

2、池壁荷载计算:

池外荷载: 主动土压力系数 $K_a = 0.33$

侧向土压力荷载组合(kN/m^2):

部位(标高)	土压力标准值	水压力标准值	活载标准值	基本组合	准永久组合
地面(0.000)	0.00	0.00	3.33	3.81	1.33
池壁顶端(-0.200)	1.20	0.00	3.33	5.33	2.53
地下水水位处(-2.000)	12.00	0.00	3.33	19.05	13.33
底板顶面(-2.700)	14.33	7.00	3.33	30.90	22.67

池内底部水压力：标准值= 25.00 kN/m²，基本组合设计值=31.75 kN/m²

3、底板荷载计算(池内无水，池外填土)：

水池结构自重标准值 $G_c=945.00\text{kN}$

基础底面以上土重标准值 $G_t=279.50\text{kN}$

基础底面以上水重标准值 $G_s=45.50\text{kN}$

基础底面以上活载标准值 $G_h=119.00\text{kN}$

水池底板以上全部竖向压力基本组合：

$$Q_b=(945.00\times 1.20+279.50\times 1.27+45.50\times 1.27+119.00\times 1.27\times 0.90)/42.50=$$

39.59kN/m²

水池底板以上全部竖向压力准永久组合：

$$Q_{be}=(945.00+279.50+45.50\times 1.00+1.50\times 36.000\times 0.40+10.00\times 6.500\times 0.40)/42.50$$

0= 31.00kN/m²

板底均布净反力基本组合：

$$Q=39.59-0.300\times 25.00\times 1.20= 30.59 \text{ kN/m}^2$$

板底均布净反力准永久组合：

$$Q_e=31.00-0.300\times 25.00= 23.50 \text{ kN/m}^2$$

4、底板荷载计算(池内有水，池外无土)：

水池底板以上全部竖向压力基本组合：

$$Q_b = [4.500 \times 8.000 \times 1.50 \times 1.27 + 945.00 \times 1.20 + (3.900 \times 7.400 \times 2.500) \times 10.00 \times 1.27] /$$

$$42.500 = 49.86 \text{ kN/m}^2$$

板底均布净反力基本组合：

$$Q = 49.86 - (0.300 \times 25.00 \times 1.20 + 2.500 \times 10.00 \times 1.27) = 9.11 \text{ kN/m}^2$$

水池底板以上全部竖向压力准永久组合：

$$Q_{be} = [4.500 \times 8.000 \times 1.50 \times 0.40 + 945.00 + (3.900 \times 7.400 \times 2.500) \times 10.00] / 42.500 = 39.72 \text{ kN/m}^2$$

板底均布净反力准永久组合：

$$Q_e = 39.72 - (0.300 \times 25.00 + 2.500 \times 10.00) = 7.22 \text{ kN/m}^2$$

四、内力、配筋及裂缝计算

1、弯矩正负号规则

顶板：下侧受拉为正,上侧受拉为负

池壁：内侧受拉为正,外侧受拉为负

底板：上侧受拉为正,下侧受拉为负

2、荷载组合方式

(1) 池外土压力作用(池内无水，池外填土)

(2) 池内水压力作用(池内有水，池外无土)

(3) 池壁温湿度作用(池内外温差=池内温度-池外温度)

顶板内力：

计算跨度: $L_x = 4.100 \text{ m}$, $L_y = 7.600 \text{ m}$ ，四边简支

按双向板计算：

荷载组合作用弯矩表 (kN.m/m)

部位	基本组合	准永久组合
下侧-L向跨中	12.60	8.92
B向跨中	5.10	3.61
上侧-L向边缘	0.00	0.00
B向边缘	0.00	0.00

L侧池壁内力:

计算跨度: $L_x = 4.200 \text{ m}$, $L_y = 2.500 \text{ m}$, 三边固定, 顶边简支

池壁类型: 普通池壁, 按双向板计算

基本组合作用弯矩表 (kN.m/m)

部位	池外土压力	池内水压力	温湿度作用	基本组合
内侧-水平跨中	2.58	-	-	2.58
水平边缘	-	7.07	-	7.07
竖直跨中	5.33	-	-	5.33
竖直上边缘	-	0.00	-	0.00
竖直下边缘	-	11.52	-	11.52

外侧-水平跨中	-	-2.21	-17.46	-19.66
水平边缘	-8.25	-	-26.74	-34.99
竖直跨中	-	-4.61	-16.88	-21.48
竖直上边缘	0.00	-	0.00	-0.00
竖直下边缘	-12.78	-	-26.63	-39.41

准永久组合作用弯矩表 (kN.m/m)

部位	池外土压力	池内水压力	温湿度作用	准永久组合
内侧-水平跨中	1.78	-	-	1.78
水平边缘	-	5.57	-	5.57
竖直跨中	3.69	-	-	3.69
竖直上边缘	-	0.00	-	0.00
竖直下边缘	-	9.07	-	9.07
外侧-水平跨中	-	-1.74	-15.27	-17.01
水平边缘	-5.70	-	-23.40	-29.09
竖直跨中	-	-3.63	-14.77	-18.39
竖直上边缘	0.00	-	0.00	-0.00
竖直下边缘	-8.97	-	-23.30	-32.27

B侧池壁内力:

计算跨度: $L_x = 7.700 \text{ m}$, $L_y = 2.500 \text{ m}$, 三边固定, 顶边简支

池壁类型：浅池壁,按竖向单向板计算

池外土压力作用角隅处弯矩(kN.m/m):

基本组合：-8.13，准永久组合：-5.61

池内水压力作用角隅处弯矩(kN.m/m):

基本组合：6.95，准永久组合：5.47

基本组合作用弯矩表(kN·m/m)

部位	池外土压力	池内水压力	温湿度作用	基本组合
内侧-水平跨中	0.00	-	-	0.00
水平边缘	-	6.95	-	6.95
竖直跨中	7.11	-	-	7.11
竖直上边缘	-	0.00	-	0.00
竖直下边缘	-	13.23	-	13.23
外侧-水平跨中	-	0.00	0.00	-0.00
水平边缘	-8.13	-	-26.56	-34.69
竖直跨中	-	-5.91	-12.54	-18.45
竖直上边缘	0.00	-	0.00	-0.00
竖直下边缘	-14.82	-	-25.07	-39.90

准永久组合作用弯矩表(kN.m/m)

部位	池外土压力	池内水压力	温湿度作用	准永久组合
内侧-水平跨中	0.00	-	-	0.00
水平边缘	-	5.47	-	5.47
竖直跨中	4.86	-	-	4.86
竖直上边缘	-	0.00	-	0.00
竖直下边缘	-	10.42	-	10.42
外侧-水平跨中	-	0.00	0.00	-0.00
水平边缘	-5.61	-	-23.24	-28.84
竖直跨中	-	-4.66	-10.97	-15.63
竖直上边缘	0.00	-	0.00	-0.00
竖直下边缘	-10.37	-	-21.94	-32.31

底板内力:

计算跨度:Lx= 4.200m, Ly= 7.700m, 四边简支+池壁传递弯矩按双向板计算。

1、池外填土，池内无水时，荷载组合作用弯矩表(kN·m/m)

基本组合作用弯矩表:

部位	简支基底反力	池壁传递弯矩	弯矩叠加
上侧-L向跨中	50.73	-	22.88
B向跨中	20.86	-	8.99
下侧-L向边缘	0.00	-39.90	-39.90
B向边缘	0.00	-39.41	-39.41
L向跨中	-	-27.85	-
B向跨中	-	-11.87	-

准永久组合作用弯矩表

部位	简支基底反力	池壁传递弯矩	弯矩叠加
上侧-L向跨中	38.97	-	16.36
B向跨中	16.02	-	6.42
下侧-L向边缘	0.00	-32.31	-32.31
B向边缘	0.00	-32.27	-32.27
L向跨中	-	-22.61	-
B向跨中	-	-9.61	-

2. 池内有水, 池外无土时, 荷载组合作用弯矩表 (kN. m/m)

基本组合作用弯矩表

部位	简支基底反力	池壁传递弯矩	弯矩叠加
上侧-L向跨中	15.10	9.00	24.10
B向跨中	6.21	3.96	10.17
L向边缘	0.00	13.23	13.23
B向边缘	0.00	11.52	11.52

准永久组合作用弯矩表

部位	简支基底反力	池壁传递弯矩	弯矩叠加
上侧-L向跨中	11.97	7.09	19.06
B向跨中	4.92	3.12	8.04
L向边缘	0.00	10.42	10.42
B向边缘	0.00	9.07	9.07

配筋及裂缝:

配筋计算方法: 按单筋受弯构件计算板受拉钢筋。

裂缝计算根据《水池结构规程》附录 A 公式计算。

按基本组合弯矩计算配筋, 按准永久组合弯矩计算裂缝, 结果如下:

顶板配筋及裂缝表(弯矩:kN.m/m, 面积:mm²/m, 裂缝:mm)

部位	弯矩	计算面积	实配钢筋	实配面积	裂缝宽度
下侧-L向跨中	12.60	429	D12@250	452	0.12
B向跨中	5.10	429	D12@250	452	0.05
上侧-L向边缘	0.00	429	D12@250	452	0.00
B向边缘	0.00	429	D12@25C	452	0.00

②L侧池壁配筋及裂缝表(弯矩:kN.m/m, 面积:mm²/m, 裂缝:mm)

部位	弯矩	计算面积	实配钢筋	实配面积	裂缝宽度
内侧-水平跨中	2.58	643	D14@230	669	0.01
水平边缘	7.07	643	D14@230	669	0.04
竖直跨中	5.33	643	D14@230	669	0.02
竖直上边缘	0.00	643	D14@230	669	0.00
竖直下边缘	11.52	643	D14@230	669	0.06
外侧-水平跨中	-19.66	643	D14@230	669	0.11
水平边缘	-34.99	643	D14@230	669	0.19
竖直跨中	-21.48	643	D14@230	669	0.12
竖直上边缘	-0.00	643	D14@230	669	0.00
竖直下边缘	-39.41	643	D14@230	669	0.19

B侧池壁配筋及裂缝表(弯矩:kN.m/m, 面积:mm²/m, 裂缝:mm)

部位	弯矩	计算面积	实配钢筋	实配面积	裂缝宽度
内侧-水平跨中	0.00	643	D14@230	669	0.00
水平边缘	6.95	643	D14@230	669	0.04
竖直跨中	7.11	643	D14@230	669	0.03
竖直上边缘	0.00	643	D14@230	669	0.00
竖直下边缘	13.23	643	D14@230	669	0.07
外侧-水平跨中	-0.00	643	D14@230	669	0.00
水平边缘	-34.69	643	D14@230	669	0.19
竖直跨中	-18.45	643	D14@230	669	0.10
竖直上边缘	-0.00	643	D14@230	669	0.00
竖直下边缘	-39.90	643	D14@230	669	0.21

底板配筋及裂缝表(弯矩:kN.m/m, 面积:mm²/m, 裂缝:mm)

部位	弯矩	计算面积	实配钢筋	实配面积	裂缝宽度
上侧-L向跨中	24.10	643	D14@230	669	0.13
B向跨中	10.17	643	D14@230	669	0.05
L向边缘	13.23	643	D14@230	669	0.07
B向边缘	11.52	643	D14@230	669	0.06
下侧-L向跨中	-	-	-	-	-
B向跨中	-	-	-	-	-
L向边缘	-39.90	643	D14@230	669	0.19
B向边缘	-39.41	643	D14@230	669	0.19

风机常需用的计算公式

(简化, 近似, 一般情况下用)

1、轴功率:

$$N = \frac{Q(m^3/h) \times P(mmHg)}{102 \times 3600 \times 0.8 \times 0.98} = N(\text{轴功率}) \times K(\text{电机贮备系数}) = \text{电机所需功率}$$

注: 0.8 是风机效率, 是一个变数, 0.98 是一个机械效率也是一个变数(A 型为

1, D、F 型为 0.98, C、B 型为 0.95)

2、风机全压: (未在标准情况下修正)

$$P_1 = P_2 \times \frac{B}{760} \times \frac{273 + T_2}{273 + T_1}$$

式中：P1=工况全压(Pa)、P2=设计标准压力(或表中全压 Pa)、B=当地大气压 (mmHg)、T2=工况介质温度°C、T1=表中或未修正的设计温度°C、760mmHg=在海拔 0m,空气在 20°C情况下的大气压。

3、海拔高度换算当地大气压：

$$(760\text{mmHg}) - (\text{海拔高度} \div 12.75) = \text{当地大气压 (mmHg)}$$

注：海拔高度在 300m 以下的可不修正。

$$1\text{mmH}_2\text{O} = 9.8073\text{Pa}$$

$$1\text{mmHg} = 13.5951\text{mmH}_2\text{O}$$

$$760\text{mmHg} = 10332.3117\text{ mmH}_2\text{O}$$

4、风机流量 0~1000m 海拔高度时可不修正；

1000~1500M 海拔高度时加 2%的流量；

1500~2500M 海拔高度时加 3%的流量；

2500M 以上海拔高度时加 5%的流量。

比转速：ns

$$nS=5.54 \times n \times \frac{\sqrt{gV}}{\sqrt{[(1.2/\rho)P]^3}}$$

注: ρ 气体密度 (Kg/m³); 公式: $P_1=P_2 \times 1.2/\rho$, $\rho=1.2 \times (273+T_2)/(273+T_1)$

20℃=1.2、50℃=1.089、80℃=0.996、100℃=0.943、150℃=0.813、200℃=0.743、250℃=0.672、280℃=0.636、300℃=0.614、350℃=0.564。

压力系数:

$$\text{压力系数 } \psi = \frac{P}{\rho \times U^2 / 12}$$

ψ =压力系数、 P =全压(Pa)、 ρ =气体密度(Kg/m³)、 U =叶轮外缘园周速度(m/s)。

风机最大扭矩:

550×电机功率÷转速=...Nm(一般是大型电机,或用户需要的)

风机的动载荷系数:

2900 转是 0.5、1450 转是 0.25、960 转是 0.175、580 转是 0.0875

调节门的扭矩:

$T_{mix}=(2 \sim 2.5) \times 10^{-6} \times Q^{3/2} \times P = \dots \text{N.m}$

计算公式:

➤ 污水样体积 $V_{\#}$, 单位: L

➤ 双氧水质量 $M_{(H_2O_2)} = K_1 \times M_{(COD)}$, 单位: mg

➤ 双氧水体积 $V_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{C_{(H_2O_2)}}$, 单位: mL

➤ 双氧水摩尔质量 $m_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{34}$, 单位: mmol

➤ 亚铁摩尔质量 $m_{(Fe^{2+})} = K_2 \times m_{(H_2O_2)}$, 单位: mmol

➤ 亚铁质量 $M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)} = m_{(Fe^{2+})} \times 278$, 单位: mg

➤ 亚铁溶液体积 $V_{(Fe^{2+})} = \frac{M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}}{C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}}$, 单位: mL

➤ K_1 : 双氧水与 COD 质量浓度比

➤ K_2 : 亚铁与双氧水摩尔比

➤ 双氧水质量浓度 $C_{(H_2O_2)}$, 单位: mg/mL。例如: $C_{(H_2O_2)}=30\%$, 则 100mL 中含 30gH₂O₂, 则 1mL 含 300mgH₂O₂。

➤ 亚铁溶液质量浓度 $C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}$, 单位: mg/mL。例如: $C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}=8\%$, 则 100mL 中含 8gFeSO₄·7H₂O, 则 1mL 含 80mgFeSO₄·7H₂O。

例如：水样 1000mL，COD=4500mg/L，COD: H₂O₂=1: 1，H₂O₂: Fe²⁺=10: 1，计算如下：

$$\text{双氧水质量 } M_{(H_2O_2)} = K_1 \times M_{(COD)} = 1 \times 1L \times 4500 = 4500\text{mg}$$

$$\text{双氧水体积 } V_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{C_{(H_2O_2)}} = 4500(\text{mg}) / 300(\text{mg/mL}) = 15\text{mL}$$

$$\text{双氧水摩尔质量 } m_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{34} = 4500 \div 34 = 132.35(\text{mmol})$$

$$\text{亚铁摩尔质量 } m_{(Fe^{2+})} = K_2 \times m_{(H_2O_2)} = 132.35 \div 10 = 13.24(\text{mmol})$$

$$\text{亚铁质量 } M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)} = m_{(Fe^{2+})} \times 278 = 13.24 \times 278 = 3679.4\text{mg}$$

$$\text{亚铁溶液体积 } V_{(Fe^{2+})} = \frac{M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}}{C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}} = 3679.4(\text{mg}) / 80(\text{mg/mL}) = 45.99\text{mL}$$

就是说：

- 理论投加量吨废水投双氧水 10~15 升，每吨双氧水 1200 元，计吨废水耗双氧水 12~18 元
 - 理论投加量吨废水投硫酸亚铁 3.6kg，每硫酸亚铁 600 元，计吨废水耗硫酸亚铁 2.16 元
 - 合计催化氧化耗药剂 14.16~20.16 元
 - 如果不需要去除 4500COD，再按比例减。
-
- 如果只去除 900COD 理论双氧水投加 2~3 升/m³，每吨双氧水 1200 元，计吨废水耗双氧水 2.4~3.6 元
 - 理论投加量吨废水投硫酸亚铁 0.72kg，每硫酸亚铁 600 元，计吨废水耗硫酸亚铁 0.432 元
 - 合计催化氧化耗药剂 2.832~4.032 元

MBR 计算公式

1.MBR 瞬时通量

$$Q = J \times \frac{t_1 + t_2}{t_1}$$

其中：J 理论平均膜通量， $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；

t_1 抽吸循环周期内抽吸泵运行时间，min；

t_2 抽吸循环周期内抽吸泵停止时间，min；

2.膜元件总数

$$n = \frac{Q}{J * A}$$

其中：Q 日平均污水处理量， m^3/d ；

J 理论平均膜通量， $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；

A 膜元件有效膜面积， $\text{m}^2/\text{片}$

3.膜组件数量

$$N = \frac{n}{n_1}$$

其中：n 膜元件总数，片；

n_1 每组膜组件含元件数，片/组

4.MBR 反应池有效容积

$$V = \frac{Q(S_0 - S_e) \times 10^{-3}}{Nv}$$

其中 Q 日平均污水处理量, m³/d ;

S₀ MBR 进水 BOD₅ 浓度, mg/L ;

S_e MBR 出水 BOD₅ 浓度, mg/L ;

N_v MBR 池 BOD₅ 容积负荷, kgBOD₅/ (m³-d)

5.MBR 膜组件所需风量

$$Q_{\text{风}} = N \times n_1 \times q \times a_1$$

其中 : N 膜组件组数, 组 ;

n₁ 每个膜组件含膜片数量, 片/组 ;

q 单片膜所需风量 11~12 L/min, 一般为 11~12 L/min ;

a₁ 安全系数, 可取 1.1

6.MBR 生物处理所需风量

$$G = \frac{aQ(S_0 - S_e) + bVX_v}{0.277e}$$

其中 : a 活性污泥微生物氧化分解有机物过程中的需氧率,
kgO₂/kg, 一般为 0.42~1.0 ;

Q 日平均污水处理量, m³/d ;

b 活性污泥微生物内源代谢的自身氧化过程中的需氧率,
kgO₂/ (kg-d), 一般为 0.11~0.18 ;

V MBR 池容积, m³

X_v MBR 池内挥发性悬浮物浓度, kg/m³

e 溶解效率, 一般为 0.02~0.05

7.MBR 自吸泵流量

$$Q_{\text{吸}} = \frac{Q}{24} \times \frac{t_1 + t_2}{t_1} \times a_1$$

其中：Q 日平均污水处理量，m³/d；

t₁ 抽吸循环周期内抽吸泵运行时间，min；

t₂ 抽吸循环周期内抽吸泵停止时间，min；

a₁ 安全系数，可取 1.1

8.MBR 清洗加药量

$$V = nq$$

其中：n 清洗对象膜的片数，片；

q 单片膜清洗所需加药量，一般为 3L~5L

9.MBR 池理论每日污泥量

$$W = \frac{Q (C_0 - C_1)}{1000^2(1 - P_0)}$$

其中：Q 日平均污水处理量，m³/d；

C₀ 进水悬浮物浓度，mg/L；

C₁ 出水悬浮物浓度，mg/L；

P₀ 污泥含水率，%

环保水圈

AAO 进出水系统设计计算

一、曝气池的进水设计

初沉池的来水通过 DN1000mm 的管道送入厌氧—缺氧—好氧曝气池首端的进水渠道，管道内的水流速度为 0.84m/s。在进水渠道中污水从曝气池进水口流入厌氧段，进水渠道宽 1.0m，渠道内水深为 1.0m，则渠道内最大水流速度

$$v_1 = \frac{Q_s}{N b_1 h_1}$$

式中：v₁——渠内最大水流速度(m/s)；

b₁——进水渠道宽度(m)；

h₁——进水渠道有效水深(m)。

设计中取 b₁=1.0m， h₁=1.0m

$$V_1 = 0.66 / (2 \times 1.0 \times 1.0) = 0.33 \text{ m/s}$$

反应池采用潜孔进水，孔口面积

$$F = Q_s / N v_2$$

式中：F——每座反应池所需孔口面积(m²)；

v₂——孔口流速(m/s)，一般采用 0.2~1.5 m/s。

设计中取 v₂=0.4 m/s

$$F = 0.66 / 2 \times 0.4 = 0.66 \text{ m}^2$$

设每个孔口尺寸为 0.5m×0.5m，则孔口数

$$N = F / f$$

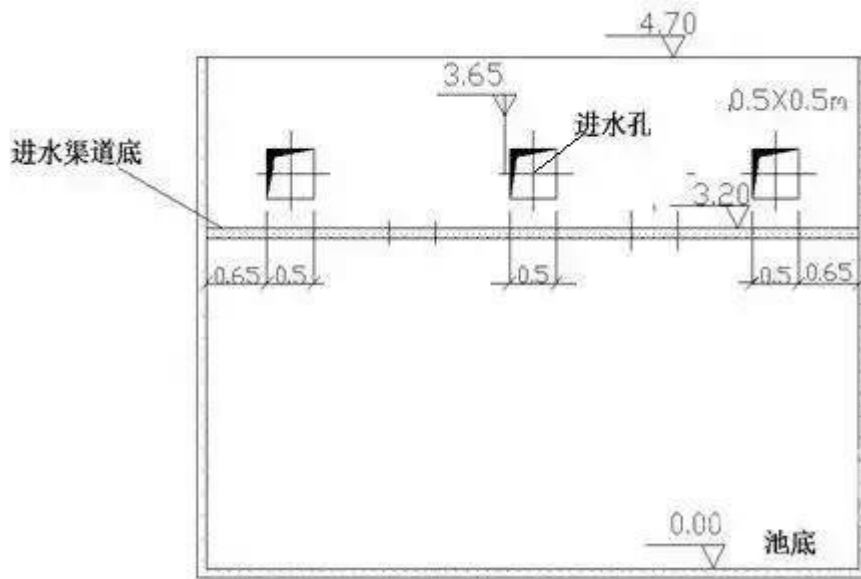
式中：n——每座曝气池所需孔口数(个)；

f——每个孔口的面积(m²)。

$$n = 0.66 / 0.5 \times 0.5 = 2.64$$

取 n=3

孔口布置图如下图所示：



二、曝气池出水设计

厌氧—缺氧—好氧池的出水采用矩形薄壁堰，跌落出水，堰上水头

$$H = \left(\frac{Q}{mb\sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

式中：H——堰上水头(m)；

Q——每座反应池出水量(m^3/s)，指污水最大流量(0.579 m^3/s)；与回流污泥量、回流量之和($0.717 \times 160\% \text{ m}^3/\text{s}$)；

m——流量系数，一般采用 0.4~0.5；

b——堰宽(m)；与反应池宽度相等。

设计中取 $m=0.4$ ， $b=5.0\text{m}$

$$H = \left(\frac{0.66 + 0.66/1.368 + 160\%}{2 \times 0.4 \times 5 \times \sqrt{2 \times 9.8}} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.186\text{m}$$

设计中取为 0.19m。

厌氧—缺氧—好氧池的最大出水流量为($0.66 + 0.66/1.368 \times 160\%$)= $1.43\text{m}^3/\text{s}$ ，

出水管管径采用 DN1500mm，送往二沉池，管道内的流速为 0.81 m/s 。

芬顿计算公式

计算公式:

- 污水样体积 V_w , 单位: L
- 双氧水质量 $M_{(H_2O_2)} = K_1 \times M_{(COD)}$, 单位: mg
- 双氧水体积 $V_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{C_{(H_2O_2)}}$, 单位: mL
- 双氧水摩尔质量 $m_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{34}$, 单位: mmol
- 亚铁摩尔质量 $m_{(Fe^{2+})} = K_2 \times m_{(H_2O_2)}$, 单位: mmol
- 亚铁质量 $M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)} = m_{(Fe^{2+})} \times 278$, 单位: mg
- 亚铁溶液体积 $V_{(Fe^{2+})} = \frac{M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}}{C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}}$, 单位: mL
- K_1 : 双氧水与 COD 质量浓度比
- K_2 : 亚铁与双氧水摩尔比
- 双氧水质量浓度 $C_{(H_2O_2)}$, 单位: mg/mL。例如: $C_{(H_2O_2)}=30\%$, 则 100mL 中含 30gH₂O₂, 则 1mL 含 300mgH₂O₂
- 亚铁溶液质量浓度 $C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}$, 单位: mg/mL。例如: $C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}=8\%$, 则 100mL 中含 8gFeSO₄ · 7H₂O, 则 1mL 含 80mgFeSO₄ · 7H₂O

例如: 水样 1000mL, COD=4500mg/L, COD: H₂O₂=1: 1, H₂O₂: Fe²⁺=10: 1, 计算如下:

$$\text{双氧水质量 } M_{(H_2O_2)} = K_1 \times M_{(COD)} = 1 \times 1L \times 4500 = 4500\text{mg}$$

$$\text{双氧水体积 } V_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{C_{(H_2O_2)}} = 4500 (\text{mg}) / 300 (\text{mg/mL}) = 15\text{mL}$$

$$\text{双氧水摩尔质量 } m_{(H_2O_2)} = \frac{M_{(H_2O_2)}}{34} = 4500 \div 34 = 132.35 (\text{mmol})$$

$$\text{亚铁摩尔质量 } m_{(Fe^{2+})} = K_2 \times m_{(H_2O_2)} = 132.35 \div 10 = 13.24 (\text{mmol})$$

$$\text{亚铁质量 } M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)} = m_{(Fe^{2+})} \times 278 = 13.24 \times 278 = 3679.4\text{mg}$$

$$\text{亚铁溶液体积 } V_{(Fe^{2+})} = \frac{M_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}}{C_{(FeSO_4 \cdot 7H_2O)}} = 3679.4(\text{mg}) / 80(\text{mg/mL}) = 45.99\text{mL}$$

就是说：

- 理论投加量吨废水投双氧水 10~15 升，每吨双氧水 1200 元，计吨废水耗双氧水 12~18 元
 - 理论投加量吨废水投硫酸亚铁 3.6kg，每硫酸亚铁 600 元，计吨废水耗硫酸亚铁 2.16 元
 - 合计催化氧化耗药剂 14.16~20.16 元
 - 如果不需要去除 4500COD，再按比例减。
- 如果只去除 900COD 理论双氧水投加 2~3 升/m³，每吨双氧水 1200 元，计吨废水耗双氧水 2.4~3.6 元
 - 理论投加量吨废水投硫酸亚铁 0.72kg，每硫酸亚铁 600 元，计吨废水耗硫酸亚铁 0.432 元
 - 合计催化氧化耗药剂 2.832~4.032 元

碳源计算公式

一、碳源选择

通常反硝化可利用的碳源分为快速碳源(如甲醇、乙酸、乙酸钠等)、慢速碳源(如淀粉、蛋白质、葡萄糖等)和细胞物质。不同的外加碳源对系统的反硝化影响不同，即使外加碳投加量相同，反硝化效果也不同。

与慢速碳源和细胞物质相比，甲醇、乙醇、乙酸、乙酸钠等快速碳源的反硝化速率最快，因此应用较多。表 1 对比了四种快速碳源的性能。

表 1 快速碳源的性能
Tab.1 Performance of fast carbon sources

项目	甲醇	乙酸钠	乙酸	乙醇
分子式	CH ₃ OH	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa·3H ₂ O	CH ₃ OH
防爆要求	高	低	低	低
反硝化速率(gNO ₃ -N/(gVSS·d))	0.289	0.592	0.603	0.349
价格(元/t)	1500	2850	3250	4250
最佳 C/N	3	3.66	3.52	4.85

注：由于甲醇有毒、易燃、易爆，运输、储存有一定危险性，不适于改造项目

二、碳源投加量计算

1、氮平衡

进水总氮和出水总氮均包括各种形态的氮。进水总氮主要是氨氮和有机氮，出水总氮主要是硝态氮和有机氮。

进水总氮进入到生物反应池，一部分通过反硝化作用排入大气，一部分通过同化作用进入活性污泥中，剩余的出水总氮需满足相关水质排放要求。

2、碳源投加量计算

同化作用进入污泥中的氮按 BOD_5 去除量的 5% 计，即 $0.05(S_i - S_e)$ ，其中 S_i 、 S_e 分别为进水和出水的 BOD_5 浓度。

反硝化作用去除的氮与反硝化工艺缺氧池容大小和进水 BOD_5 浓度有关。

反硝化设计参数的概念，是将其定义为反硝化的硝态氮浓度与进水 BOD_5 浓度之比，表示为 $K_{de}(kgNO_3--N/kgBOD_5)$ 。

由此可算出反硝化去除的硝态氮

$$[NO_3--N]=K_{de}S_i。$$

从理论上讲，反硝化 1kg 硝态氮消耗 2.86kg BOD_5 ，即：

$$K_{de}=1/2.86(kg NO_3--N/kgBOD_5)$$

$$=0.35(kg NO_3--N/kgBOD_5)$$

污水处理厂需消耗外加碳源对应氮量的计算公式为：

$$N=N_{e\text{ 计}}-N_{s\text{ 计}}=N_i-K_{de}S_i-0.05(S_i-S_e)$$

式中：

N —需消耗外加碳源对应氮量，mg/L；

$N_{e\text{ 计}}$ —根据设计的污水水质和设计的工艺参数计算出能达到的出水总氮，

mg/L;

N_s —二沉池出水总氮排放标准, mg/L;

K_{de} —0.35, kg

NO_3-N —N/kgBOD₅;

S_i —进水 BOD₅ 浓度, mg/L;

S_e —出水 BOD₅ 浓度, mg/L;

N_e 计需通过建立氮平衡方程计算, 生化反应系统的氮平衡见图 1。

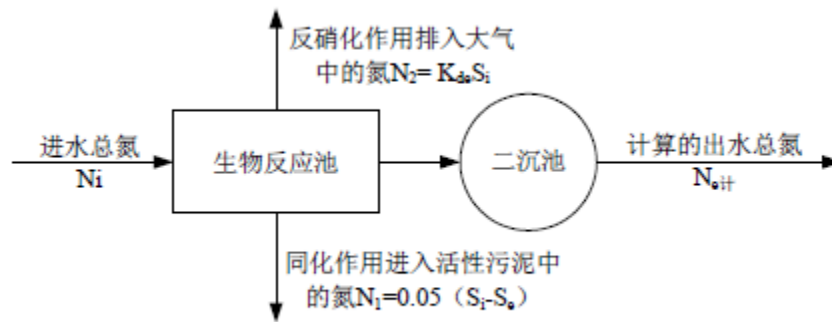


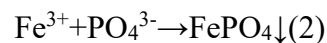
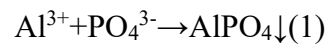
图 1 生化反应系统氮平衡计算

通过计算出的氮量, 折算成需消耗的碳量。

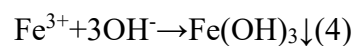
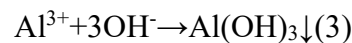
除磷计算公式

一、除磷药剂投加量的计算

国内较常用的是铁盐或铝盐, 它们与磷的化学反应如式(1)、(2)。



与沉淀反应相竞争的反应是金属离子与 OH^- 的反应, 反应式如式(3)、(4)。



由式(1)和式(2)可知去除 1mol 的磷酸盐，需要 1mol 的铁离子或铝离子。

由于在实际工程中，反应并不是 100%有效进行的，加之 OH⁻会参与竞争，与金属离子反应，生成相应的氢氧化物，如式(3)和式(4)，所以实际化学沉淀药剂一般需要超量投加，以保证达到所需要的出水 P 浓度。

《给水排水设计手册》第 5 册和德国设计规范中都提到了同步沉淀化学除磷可按 1mol 磷需投加 1.5mol 的铝盐 (或铁盐)来考虑。

为了计算方便，实际计算中将摩尔换算成质量单位。如：

1molFe=56gFe, 1 molAl=27gAl, 1molP=31gP;

也就是说去除 1kg 磷，当采用铁盐时需要投加： $1.5 \times (56/31) = 2.7 \text{ kgFe/kgP}$;

当采用铝盐时需投加： $1.5 \times (27/31) = 1.3 \text{ kgAl/kgP}$ 。

二、需要辅助化学除磷去除的磷量计算

同步沉淀化学除磷系统中，想要计算出除磷药剂的投加量，关键是先求得需要辅助化学除磷去除的磷量。对于已经运行的污水处理厂及设计中的污水处理厂其算法有所不同。

1、已经运行的污水处理厂

$$P_{\text{Prec}} = P_{\text{EST}} - P_{\text{ER}} \quad (5)$$

(5)式中

P_{Prec} ——需要辅助化学除磷去除的磷量，mg/L;

P_{EST} ——二沉池出水总磷实测浓度，mg/L;

P_{ER} ——污水处理厂出水允许总磷浓度，mg/L。

2、设计中的污水处理厂

根据磷的物料平衡可得：

$$PPrec=PIAT-PER-PBM -PBioP \quad (6)$$

(6)式中

PIAT——生化系统进水中总磷设计浓度，mg/L；

PBM——通过生物合成去除的磷量， $PBM=0.01CBOD, IAT$ ，mg/L；

CBOD, IAT——生化系统进水中 BOD_5 实测浓度，mg/L；

PBioP——通过生物过量吸附去除的磷量，mg/L。

PBioP 值与多种因素有关，德国 ATV-A131 标准中推荐 PBioP 的取值可根据如下几种情况进行估算：

(1)当生化系统中设有前置厌氧池时，

PBioP 可按 $(0.01\sim0.015)CBOD, IAT$ 进行估算。

(2)当水温较低、出水中硝态氮浓度 $\geq 15\text{mg/L}$ ，即使设有前置厌氧池，生物除磷的效果也将受到一定的影响，

PBioP 可按 $(0.005\sim0.01)CBOD, IAT$ 进行估算。

(3)当生化系统中设有前置反硝化或多级反硝化池，但未设厌氧池时，

PBioP 可按 $\leq 0.005CBOD, IAT$ 进行估算。

(4)当水温较低，回流至反硝化区的内回流混合液部分回流至厌氧池时(此时为改善反硝化效果将厌氧池作为缺氧池使用)，

PBioP 可按 $\leq 0.005CBOD, IAT$ 进行估算。

反渗透计算公式

(1) 给水、浓缩水和透过水的流量

$$Q_i = Q_b + Q_p$$

式中 Q_i ——给水（进水）的流量， m^3/h ；

Q_b ——浓缩水的流量， m^3/h ；

Q_p ——透过水（产品水）的流量， m^3/h 。

(2) 盐透过率

$$SP = \frac{c_p}{c_i} \times 100$$

式中 SP ——盐透过率，即透过水（产品水）的含盐量与给水（进料水）的含盐量之比，%；

c_p ——透过水（产品水）的含盐量， mg/L ；

c_i ——给水（进料水）的含盐量， mg/L 。

(3) 脱盐率或截流率

$$R = \left(1 - \frac{c_p}{c_i}\right) \times 100$$

式中 R ——脱盐率，或称截流率，%；

c_p ——透过水（产品水）的含盐量， mg/L ；

c_i ——给水（进料水）的含盐量， mg/L 。

(4) 回收率或浓缩倍数

回收率或浓缩倍数简易计算方法如下：

$$y = \frac{Q_p}{Q_i} \times 100$$

式中 y ——透过水（产品水）的流量与给水（进料水）的流量之比（即回收率），%；

Q_p ——透过水（产品水）的流量， m^3/h ；

Q_i ——给水（进料水）的流量， m^3/h 。

$$K = \frac{100 - SP \times y}{100 - y}$$

式中 K ——浓缩倍数。

当 SP 较小时，上式可简化为：

$$K = \frac{100}{100 - y}$$

或近似为：

$$K = \frac{c_b}{c_i}$$

式中 c_b ——浓缩水的含盐量， mg/L ；

c_i ——给水（进料水）的含盐量， mg/L 。

产水量随温度变化通常按下式计算：

$$Q = Q_0 \times 1.037^{T-25}$$

式中 T ——温度， $^{\circ}\text{C}$ ，即温度每变化 1°C 使产水量变化 3% 左右；

Q_0 ——最低产水量， m^3/h 。

用压力校正系数计算流量公式：

$$Q_p = Q_{30} (1 + \beta \Delta p)$$

$$\Delta p = (p - 3.0) \text{MPa}$$

式中 Q_p ——压力为 p 时的产水流量， m^3/h ；

Q_{30} ——标准压力 (3.0MPa) 时的产水流量， m^3/h ；

β ——压力校正系数，由实验测得。

(6) 按照 ASTM D4516-00 的标准，产水量的标准化

$$Q_{\text{cor}} = \frac{\left(p_{\text{fs}} - \frac{\Delta p_{\text{fs}}}{2} - p_{\text{ps}} - \pi_{\text{fs}} + \pi_{\text{ps}} \right) T_{\text{CFs}}}{\left(p_{\text{fs}} - \frac{\Delta p_{\text{fs}}}{2} - p_{\text{ps}} - \pi_{\text{fs}} + \pi_{\text{ps}} \right) T_{\text{CFa}}} Q_{\text{ps}}$$

式中 Q_{ps} ——标准状态下产水流量， m^3/h ；

p_{fs} ——标准状态下进水压力，kPa；

$\frac{\Delta p_{\text{fs}}}{2}$ ——标准状态下装置压力降的 1/2，kPa；

p_{ps} ——标准状态下产水压力，kPa；

π_{fs} ——标准状态下进水和浓缩的渗透压，kPa；

π_{ps} ——标准状态下产水的渗透压，kPa；

T_{CFs} ——标准状态下温度校正系数；

Q_{ps} ——实际操作状态下产水流量， m^3/h ；

p_{fs} ——实际操作状态下进水压力，kPa；

$\frac{\Delta p_{\text{fs}}}{2}$ ——实际操作状态下装置压力降的 1/2，kPa；

p_{ps} ——实际操作状态下产水压力，kPa；

π_{fs} ——实际操作状态下进水和浓缩的渗透压，kPa；

π_{ps} ——实际操作状态下产水的渗透压，kPa；

T_{CFa} ——实际操作状态下温度校正系数。

(7) 透水量下降斜率

$$m = \log(F_t/F_0)/t$$

式中 F_t 和 F_0 ——分别为运装 t 小时后产水量和初始产水量， m^3/h ；

t ——时间，h。

m 值应该控制在 $-0.0015 \sim -0.02$ 之间。

水泵计算公式

泵的扬程计算是选择泵的重要依据，这是由管网系统的安装和操作条件决定的。计算前应首先绘制流程草图，平、立面布置图，计算出管线的长度、管径及管件型式和数量。

一般管网如下图所示，（更多图例可参考化工工艺设计手册）。

D ——排出几何高度， m ；

取值：高于泵入口中心线：为正；低于泵入口中心线：为负；

S ——吸入几何高度， m ；

取值：高于泵入口中心线：为负；低于泵入口中心线：为正；

P_d 、 P_s ——容器内操作压力， m 液柱（表压）；

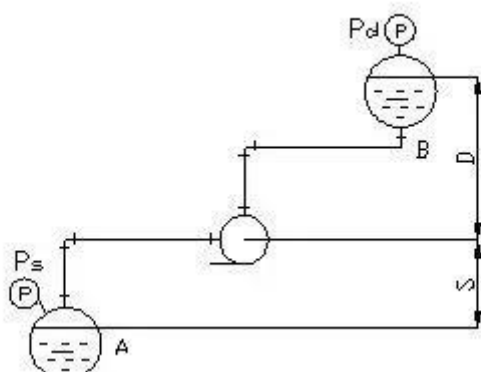
取值：以表压正负为准

H_{f1} ——直管阻力损失， m 液柱；

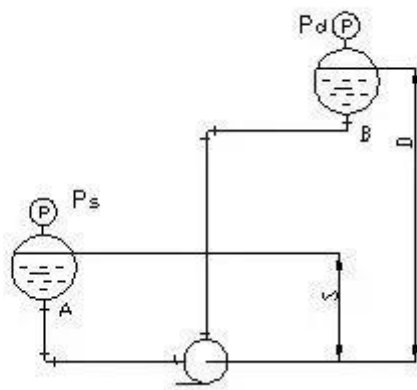
H_{f2} ——管件阻力损失， m 液柱；

H_{f3} ——进出口局部阻力损失， m 液柱；

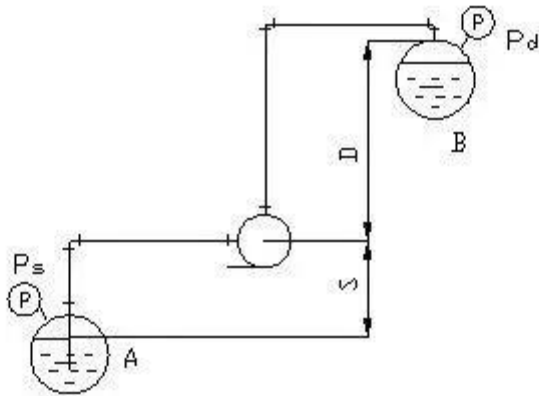
h ——泵的扬程， m 液柱



$$h = D + S + h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + P_d - P_s$$



$$h = D - S + hf_1 + hf_2 + hf_3 + P_d - P_s$$



$$h = D + S + hf_1 + hf_2 + hf_3 + P_d - P_s$$

计算式中各参数符号的意义↓

符号	意义	单位
d	管内径	m
l	长度	m
Q	液体的体积流量	m ³ /s
Re	雷诺准数	—
T	时间	s
v	液体的流速	m/s
ρ	密度	Kg/m ³
μ	粘度	Pa·s
ζ	局部阻力系数	—
ε	绝对粗糙度	m
λ	摩擦因数	—

某些工业管材的 ε 约值见下表↓

管道类别		绝对粗糙度 ε/mm	管道类别		绝对粗糙度 ε/mm
金属管	无缝黄铜管、钢管、铅管	0.01~0.05	非金属管	干净玻璃管	0.0015~0.01
	新的无缝钢管、镀锌铁管	0.1~0.2		橡皮软管	0.01~0.03
	新的铸铁管	0.3		木管道	0.25~1.25
	具有轻度腐蚀的无缝钢管	0.2~0.3		陶土排水管	0.45~6.0
	具有显著腐蚀的无缝钢管	0.5以上		很好整平的水泥管	0.33
	旧的铸铁管	0.85以上		石棉水泥管	0.03~0.8

管网局部阻力计算 ↓

项目	计算方法	依据条件	备注
管径	(1) 确定流量、流速 (2) 计算管径: $Q=v\frac{\pi d^2}{4}$ (3) 确定管子规格		
管道阻力	(1) 计算 Re 准数 $Re = \frac{dv\rho}{\mu}$ (2) 计算直管阻力 $h_{f1} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ ① 当 $Re \leq 2000$ 时为滞流 (层流) $\lambda = \frac{64}{Re}$ ② 当 $Re \geq 2000$ 时为湍流 ¹ $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1.14 - 21g \left(\frac{\varepsilon}{d} + \frac{9.35}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \parallel$ (3) 管件阻力: (管件、阀门等) $h_{f2} = \zeta \frac{v^2}{2g}$ (4) 进出口局部阻力 $h_{f3} = \zeta \frac{v^2}{2g} = 1.5 \frac{v^2}{2g}$ $\text{突然扩大: } \zeta = \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2} \right)^2$ $\text{突然缩小: } \zeta = 0.5 \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2} \right)$ 由于 $d_1/d_2 \approx 0$, 所以 $\zeta = 1+0.5=1.5$ (5) 管网总阻力 $h_f = h_{f1} + h_{f2} + h_{f3}$	液体的密度和粘度 直管长度 l 液体流量 Q , 管内径, 管件, 阀门型式 扩大或收缩前后管的尺寸 d_1 、 d_2 : 小管、大管管径	科尔布鲁克 (Colebrook) 公式试用范围 ¹ $Re = 4 \times 10^3 \sim 10^8$, $\varepsilon/d = 5 \times 10^{-2} \sim 10^{-6}$ 从水力光滑管到完全粗糙管。 公式中 $\frac{9.35}{Re\sqrt{\lambda}}$ 很小, 可以忽略, 即 $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1.14 - 21g \frac{\varepsilon}{d}$

常用管件和阀件底局部阻力系数 ζ

弯管	ϕ R/d	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°				
	1.5	0.08	0.11	0.14	0.16	0.175	0.19	0.20				
	2.0	0.07	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16	0.17				
突然扩大	A_1/A_2	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	ζ	1	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01	1
突然缩小	A_1/A_2	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	ζ	0.5	0.47	0.45	0.38	0.34	0.3	0.25	0.20	0.15	0.09	0
标准三通管												
	ζ	0.4	1.5			1.3			1			
闸阀	全开	3/4 开			1/2 开			1/4 开				
	0.17	0.9			4.5			24				
截止阀 (球心阀)	全开 $\zeta=6.4$						1/2 开 $\zeta=9.5$					
	α	5°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°		
 碟阀	ζ	0.24	0.52	1.54	3.91	10.8	18.7	30.6	118	751		
	θ	5°		10°	20°		40°		60°			
旋塞	ζ	0.24		0.52	1.56		17.3		206			
	单向阀	摇板式 $\zeta=2$					球形式 $\zeta=70$					
角阀(90°)	5											
底阀	1.5											
滤水器 (或滤水网)	2											
水表(盘形)	7											

隔油池计算公式

一、设计基准

可能分离的油的最小粒径： $d \geq 15 \mu\text{m}$ ；

油的密度： $\rho = 0.92 \sim 0.95 \text{g/cm}^3$ ；

隔油池水平流速： $v \leq 0.9 \text{m/min}$ ，且不大于油滴上浮速度的 15 倍；

池子的尺寸范围：深度 0.9~2.4m；宽度 1.8~6.1m；深度/宽度 0.3~0.5；安

全系数 $k=1.6$ 。

二、计算

过水断面面积 A:

$$A=Q/v, \text{ m}^2 \quad (1)$$

式中:

Q——处理水量, m^3/min ;

v——水平流速, m/min ;

$$v \leq 15u \quad (2)$$

$$u = \left(\frac{G}{18\mu} \right) (\rho_k - \rho_{\text{水}}) d^2 \quad (3)$$

环保水圈

式中

G——重力加速度, $980\text{cm}/\text{s}^2$

$\rho_{\text{油}}$ ——油的密度, g/cm^3

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度, g/cm^3

d——油滴粒径, 一般取 0.015cm

μ ——动力粘度系数, $(\text{g}\cdot\text{s})/\text{cm}^2$, 当水温为 20°C 时 $\mu=0.0102$

u——油滴上浮速度, m/min

池子宽度 B 和有效水深 h_1 , 按设计基准取下限值, 然后校核 $Bh_1 \geq A$, 否则重新设定 B、 h_1 值。

池总长度 $L=L_1+L_2+L_3+L_4$

式中

L1——布水槽宽度, 一般取 $0.5 \sim 0.8\text{m}$;

L2——油水分离区有效长度, m ;

$L_2 = kv_t$

式中

t——沉淀时间，min

$$t=h1/u$$

其他符号同前

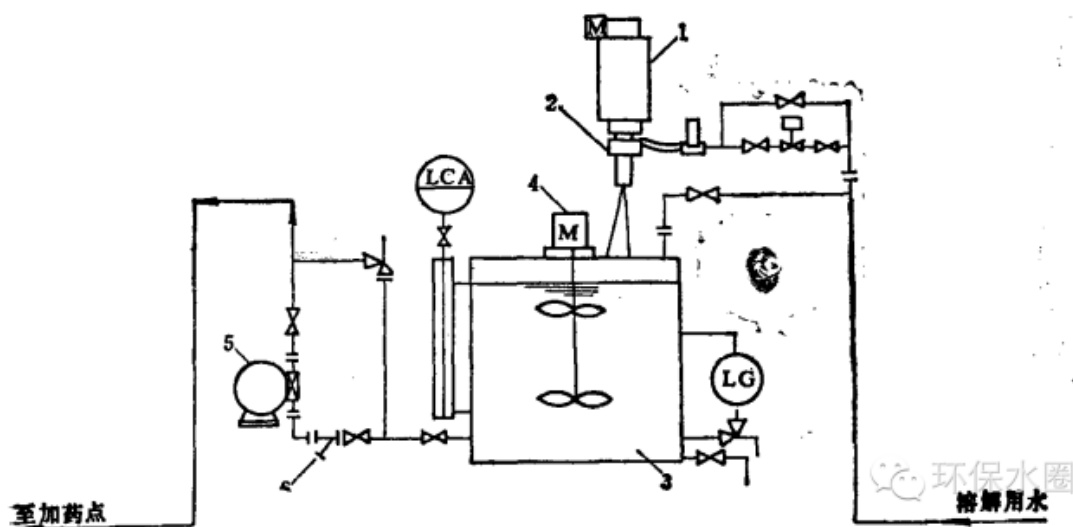
L3——集水槽宽度，一般取 0.8m；

L4——吸水井宽度，m。

吸水井有效容积大于排水泵 5min 排水量。

三、浮上油的处置

浮油经撇油管收集，自流出水外。在浮油量不大，来水比较稳定时，可在池外用油桶接受，否则需设贮油坑，坑顶面高度与隔油池顶相平。对温度低时粘度较大的浮油，贮油坑里可设蒸汽加热。



1—料斗；2—定量给料器；3—溶解溶液桶；

4—搅拌机；5—计量泵；6—Y型过滤器。