

87.1563

WSC

103441

~~28587~~

鐵路給水處理設備 的選擇與運用

王世聰 編



1962.11.第

黃州鐵道學院

人民鐵道出版社

本書闡述鐵路給水處理設備的選擇與運用的問題，並介紹了幾種新型的給水處理構造物，可供鐵路給水部門工作人員參考，亦可供農村人民公社在處理生活用水和工業用水時作參考。



鐵路給水處理設備的選擇與運用

王世聰 編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

書號 1615 開本 787 × 1092 1/32 印張 2 字數 45 千

1960年2月第1版

1960年2月第1版第1次印刷

印數 0,001—1,500 冊

統一書號: 15043·1152 定價 (8) 0.20 元

核



C0042919

103441

前 言

随着我国工农业生产的大跃进，铁道建设事业也正以一日千里的速度飞跃地向前发展，在这种形势下，对于铁路给水工作者也提出了相当艰巨的任务。

虽然，蒸汽机车必将过渡到内燃或电力机车，但是，这并不能因此而减低给水工程在铁道建设事业中的意义。正如苏联专家 M·M·别良夫斯基教授于1957年初在唐山铁道学院讲学中所提过的一样，铁路给水除了供给蒸汽机车以优质的软水外，还必须保证机务段、车辆段等的生产、消防用水，以及铁路沿线职工和家属的生活用水。同时，内燃机车和电力机车对水质的要求将更高。在铁道部颁布的标准轨距新建铁路设计技术规范中，对铁路给水的任务也作了明确的规定。因此为了保证供给生产及生活用水符合于规定的水质标准，给水处理设备的需要就更具有重要的意义。

为了配合全党全民办铁路对给水工程提出的要求，本文将结合铁路给水的特点（水量较小），针对着铁路、厂矿的净水及软水设备的选择与运用进行讨论，以供参考。

由于编者水平较低，缺点一定很多，请同志们多予指正。



411-86/93

目 录

一、水的淨化	1
§1. 水的沉淀	1
1. 自然沉淀	1
2. 凝聚沉淀	5
3. 垂直沉淀池	7
4. 輻射式沉淀池	10
5. 澄清池	11
§2. 水的過濾	14
1. 慢濾池	16
2. 普通快濾池	21
3. 双层濾池	23
4. 接触澄清池 (KO ₂ 型澄清池)	25
5. 双向濾池 (即A.K.X濾池)	26
二、水的消毒	28
§1. 小型漂白粉消毒設備	29
§2. 漂白粉加氯器	30
1. 列別捷夫型加氯器	30
2. 奧夫啓金型加氯器	31
三、水的軟化	31
§1. 石灰-苏打法	34
§2. 离子交換軟水法	46
§3. 联合軟水法 (石灰-鈉离子軟水法)	46
§4. 鍋爐內水处理	48
四、水的除鉄	48
五、水的除盐	50
六、处理站的设计	52
附录	56
1. 饮用水水质标准	56
2. 工业用水中杂质的允許含量簡表	59
参考書目	60

一、水的淨化

天然水源中含有許多溶解的鹽類，大量的懸浮雜質（粘土顆粒，砂粒等）及有機水生物（如細菌等），因此必須事先進行處理然後才能使用。

水的淨化，可以分為兩大類：一類是為了滿足生產的需要，當原水中含有大量的懸浮雜質時，則必須經過淨化後才能使用，例如用於普通的生產用水（洗滌車輛等），則只經過沉淀或澄清即可。當原水中除了含有大量懸浮雜質外，尚含有許多溶解鹽類，例如鈣、鎂的重碳酸鹽及硫酸鹽等，若用於機車鍋爐時，除了進行沉淀或澄清外，尚應進行軟化（詳見第……頁），才能符合標準；另一類是為了滿足生活用水的要求，除了經過沉淀過程外，尚須過濾和消毒，若取用地下水源作為生活用水時，則不必沉淀和過濾，僅為了保證不被細菌的污染而消毒即可。

§1. 水的沉淀

當水中含有大量懸浮物時，應首先經過沉淀將懸浮物除去後才能使用。在沉淀過程中可以分為自然沉淀及凝聚沉淀兩大類。茲分別敘述如后。

1. 自然沉淀

原水中砂或泥粒之比重較大時，其系借助於水的流動而懸浮於水中，若水流減緩或停止，則懸浮物質即因本身的自重而慢慢的沉淀下來。其沉淀所需的時間，與懸浮物質的性質有關，應由試驗方法決定之。

在設計中可分為兩種沉淀池（指水平沉淀池），即間隔

式与續流式，現分述如后。

間隔式水平沉淀池（如图1）系將原水送入池中，然后靜置約6~24小时。待懸浮物沉淀后，即可使用。这样的沉淀池应設置二座，以便交錯地进行工作。

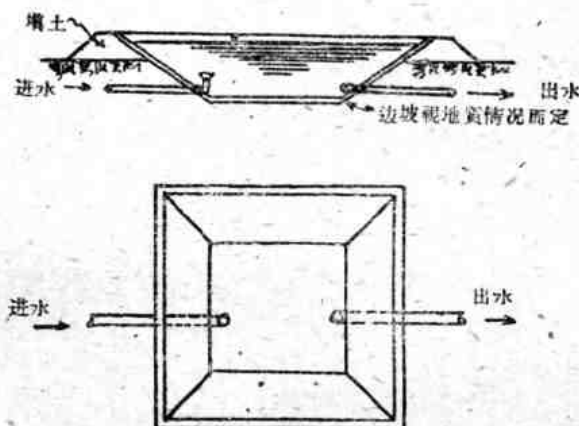


图1 坡壁沉淀池

場地寬闊、土質優良及地下水位較低时，应采用如图1所示的坡壁式水平沉淀池，这种方案使池壁受力情况良好，因而池壁厚度可大大减小，从而降低了工程造价。其构造系將厚30厘米的良質粘土或白灰三合土作为底垫层，表面防护視現場情况可采用磚砌或石砌均可。当采用磚砌时，应在池之表面涂沫75号水泥沙漿厚20毫米以防护之。池壁之坡度視土質如何，可参考下表决定之。

表 1

土 質 种 类	池 壁 坡 度
一 般 土 質	1:1.5~1:2
硬 粘 土	1:1 ~1:1.5
风 化 石	1:0.5~1:1

若原水混濁度達3000~5000毫克/升時，進行初次沉淀所採用的沉淀池，大多利用地形或與河流相連的土沉淀池（如圖2所示），將原水中較大顆粒的懸浮物沉淀下來，其沉淀時間按水質具體情況決定，一般約1小時左右。

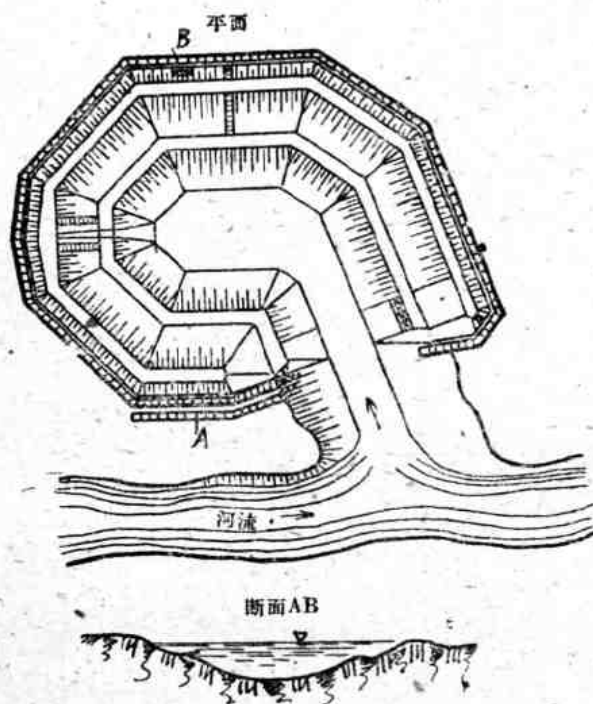


圖2 勾形沉淀池

續流式水平沉淀池（如圖3）系在池內增設導流壁，使水用極慢的速度流動，使得懸浮物慢慢沉下來。其間水流速度以不超過每秒0.005米為宜，且使水流經過池身全長之時間為6~20小時。池長與深之比一般來說在10~20之間，如水量過小時，亦可按實際情況決定之。池之深度按高程系統決定，一般為2~2.5米。池底的縱向坡度（與水流方向相

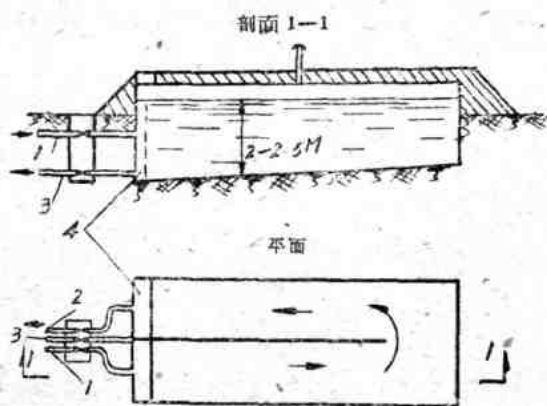


图 3 水平沉淀池

- 1——需处理水的进口； 2——已澄清水的出口；
3——下水道； 4——多孔配水隔板。

反) 采用 2%，横向坡度采用 5%。

沉淀池之效率，即水力沉降值与颗粒之比重和水温有关，温度能影响水的黏滞性，因此夏季之沉淀率比冬季为大。表 2 为悬浮球形颗粒在华氏 50 度时静水中的水力沉降值之估计（假定与石英砂相同之比重，即 2.65）。

沉 淀 数 据

表 2

颗粒直径(毫米)	大小次序	水力沉降值 (毫米/秒)	每沉降 0.3 米 (1 呎) 所需之时间
10	砾	1000	0.3 秒
1	粗 砂	100	3.0 秒
0.1	细 砂	8	38.0 秒
0.01	泥	0.154	33.0 分
0.001	细粒粘土之大小	0.00154	55.0 时
0.0001	最细粘土之大小	0.0000154	230.0 天
0.00001	胶体之大小	0.000000154	63.0 年

从上表中所列之理论数值，可以看出颗粒愈细，沉淀所需之时间愈长。

2. 凝聚沉淀

从表 2 可以看出，为了加速细小颗粒的沉淀，可采用凝聚沉淀法。此法系在原水中加入凝聚剂（普通常用硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ，硫酸铁 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等），经反应后便形成许多绒体，其表面可以吸附水中有机胶体和杂质而沉淀。

凝聚剂的投配量视水质情况而定，一般为 40~120 毫克/升。在春汛期间水中的混浊度增高而碱度降低，碱度较低，则会影响形成氢氧化物绒体的反应进行得不完全，因此必须在水中加入石灰（或苏打）增加碱度。其投入量按下式求算：

$$X = (0.05A - III + 2)K$$

式中：X——增碱所用药量，以毫克/升计；

A——硫酸铝用量；

III——水中的碱度（碳酸盐硬度），以度计；

K——每增高 1° 碱度所加的药剂量。

对于石灰 $K = 10$ 毫克

对于苏打 $K = 18.9$ 毫克

一般来说采用石灰较为便宜，但若用量较小而苏打又易于购买时应用苏打，因为苏打的调制与投配较为简便。

凝聚剂的调制和投配如图 4 所示，凝聚剂投入溶药桶 1 中加水溶解，溶解后即流入溶液桶 2，3 中，调制成 5~10% 的溶液。然后经投药桶 4 投入水中。投药龙头应高出漏斗 0.2 米，漏斗距地板面 0.5~0.7 米。龙头及配管应能耐酸，如玻璃管、橡皮管等。这三个桶用木制，桶内放置一层铁丝网，并用耐酸水泥涂抹一层（厚 35 毫米）。

若条件许可时可以采用土制瓦缸。

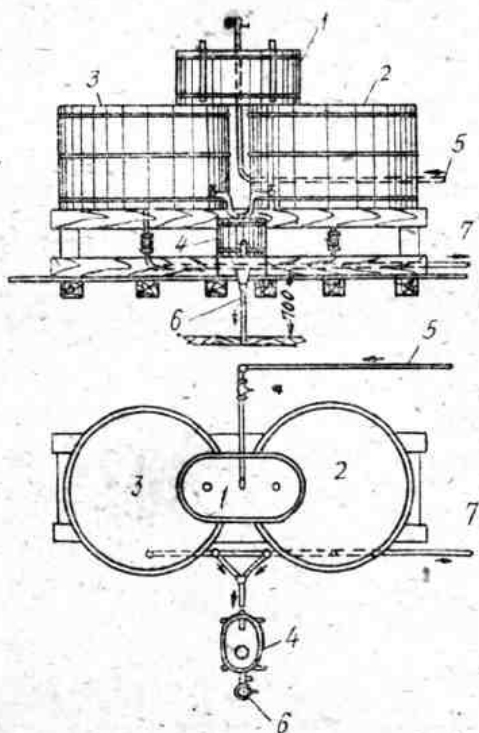


图4 凝聚设备图

- 1——溶药桶； 2,3——溶液桶； 4——投药桶；
5——送水管； 6——投药管； 7——排水管。

溶液桶的容量按下式计算

$$W_1 = \frac{q \cdot a \cdot T}{10000nbc} (M^3)$$

式中： q ——处理站出水率， M^3 /小时计；

a ——无水凝聚剂用量，毫克/升；

b ——溶液浓度，以%计；

c ——溶液比重；

n ——每日调药次数；

T ——每日工作时数，以小时计。

溶药桶容量按下式求得：

$$W_2 = 0.2W_{10}$$

凝聚剂溶液的投入方式，视具体情况决定之。一般可分下列几种：1. 投入水泵的吸水管中；2. 投入第一次扬水管中，但其投入处离末端之距离应不小于50倍管子的直径；3. 采用混合槽，将水和药剂投入槽中，使之能充分地混合。混合槽有两种，即曲径式与穿孔式，一般以采用曲径式混合槽为宜。如图5，在槽中设置与槽成45°斜角的隔板，水流过时产生涡流，这就保证了水和药剂的充分混合。

混合槽的水流截面积为：

$$F = \frac{q}{V} (M^2)$$

式中： q ——流量；

V ——流速，

一般为

0.4 ~

0.6米/

秒。

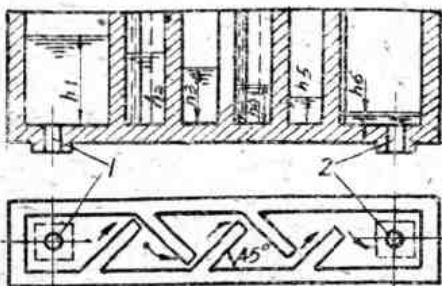


图5 曲径混合槽

1. 进水管； 2. 出水管。

每道缝隙间的水头损失为

$$h = \xi \frac{v_1^2}{2g}$$

式中 v_1 ——缝隙处流速0.8~1米/秒；

ξ ——顺隔板的局部阻力系数，采用2~2.5。

根据所定的水槽宽度，即可推出水深 h_4 ，如此则可推算出各道缝隙的宽度（隔板数目一般为4~5道）。

当采用凝聚沉淀时，以采用垂直沉淀池或澄清池为宜。

3. 垂直沉淀池

经过凝聚的水引入中央管1，再自池的底部进入池中，

水流慢慢上昇，經過凝聚的悬浮物因絮狀的氢氧化物的吸附和团聚作用而使之逐漸增大，能够靠自重而沉淀下来。清水即上昇經上部出水槽 2 流出。所沉淀下来的沉渣应随时注意排出。

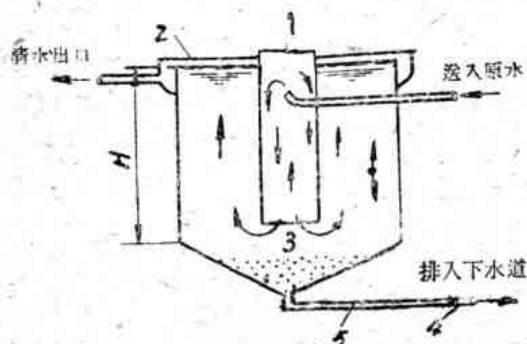


图 6 垂直沉淀池

- 1——中央竖管； 2——环形集水槽； 3——锥底部份；
4——閘閥； 5——排泥管。

图 6 所示为带圆锥底的沉淀池，适用于直径在 6~6.5 米以下者，因为锥底倾角较大，排泥方便，且排泥时可不停止工作，特别是原水中悬浮物含量大时，更为优越。

其水流上昇速度应根据悬浮物沉降指数按下式求出：

$$v = \frac{1}{a} \left[\frac{1.2B - 0.2A - y}{B - A} \right] (\text{毫米/秒})$$

式中：a —— 不均匀系数，1.5~1.8；

B, A —— 悬浮物沉降指数（见表 3）；

y —— 必须截留的悬浮物百分数（ $y = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$ ； M_1 为原水中悬浮物含量， M_2 为悬浮物的容许含量）。

若缺乏原水中悬浮物特性的资料，设计时亦可按沉淀时间 $T = 2$ 小时计算其流速 v 值。

各种水的悬浮物沉降指数

表 3

进 行 沉 淀 水 的 性 质	悬浮杂质的沉淀指数 A:B*
未經凝絮的河水 (洪水期間)	12:35
經過凝絮的河水	7:39
在反应室及沉淀池間的水	30:34
石灰苏打法软化后的河水	34:03
經其他淨水设备后的河水	70:95

※ A 为沉降速度等于1.2毫米/秒及以上的悬浮物截留百分数。

B 为沉降速度等于0.2毫米/秒及以上的悬浮物截留百分数。

$$v = \frac{H}{3.6T} \text{ (毫米/秒)}$$

式中: H ——沉淀池之高度, 由高程系統決定, 但直徑与高度之比一般均小于1.5, 单位以米計;

T ——沉淀時間, 采用 2 小时。

沉淀池中水流上升速度一般为0.6~0.75毫米/秒, 进水管中的流速不应大于0.6米/秒, 其位置应設在水面下 0.5~0.75米之处。中央管的流速按下式計算:

$$v_u = 25\sqrt{D} \text{ (毫米/秒)}$$

式中: D ——沉淀池直徑, 以米計。

計算沉渣池的直徑时, 应把中心管的面积增加在內一并考虑。中心管内外水位差采用0.2~0.4米。池底的傾斜角 $\alpha=30\sim45^\circ$ 。

用垂直沉淀池, 可以断續的工作, 因此在水量較小的而只有一班或間断工作过多的处理设备中, 得到了普遍的推广。

当水量較大, 仍需用垂直沉淀池时, 則以采用平底者为宜, 特别是在原水中悬浮物含量較小时更为合适。但由于底

平排泥困难，須將池中的水放空，再用水冲，操作比較复杂。因此在直徑小于7米时建議采用錐底的垂直沉淀池。

4. 輻射式沉淀池

工业企业或鐵路給水中，在遇到原水中含有大量泥砂悬浮物时（如采用黄河等河流作为給水水源时），根据技术經濟比較，亦可采用輻射式沉淀池（如图6-1）。

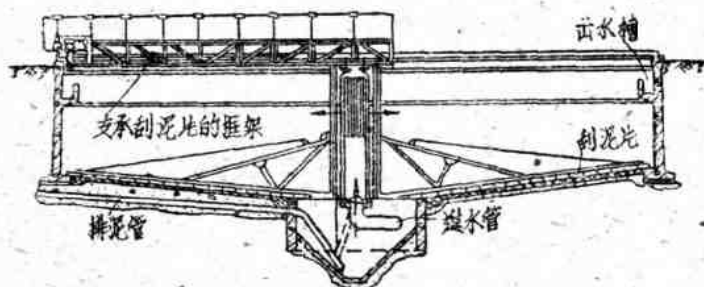


图6-1 輻射式沉淀池

这种沉淀池無論凝聚与否均可采用。在池中設有能旋轉的刮泥桁架，桁架上的刮泥片可以不断的清出沉淀物。把沉淀物鏟到池中心后，再由排泥管排出。可以連續地大量清除沉淀物，这是輻射式沉淀池的最大优点。

池內各处流速不同，靠近中心部分最大，沿池边为最小。池的直徑为5~60米及以上，深度靠边处約1.5~3米，中心处約3~5米。原水从沉淀池的中心部分进入，然后再沿輻射方向流动，而至环形集水槽溢出。

在直徑至20米的輻射式沉淀池，其桁架采用装在沉淀池中央的机械来引导其轉动。而直徑大于20米时，則用与桁架同时沿池壁移动的机械（沿一根軌道轉动）来进行。

5. 澄清池

苏联С·Х·阿别尼耶尔教授于1929年在使用垂直沉淀池的基础上，提出了将水流自下而上地通过悬浮滤层而达到澄清的原则。

水中形成的绒体由于水流的上升作用，使之处在悬浮状态，这个上升的速度既能使悬浮物处于悬浮状态，又不把悬浮物带出池外。其大小与悬浮滤层的高度及处理方法等有关，一般不大于1.2毫米/秒。悬浮滤层的厚度与水質及处理方法有关，当澄清混凝水时为2~2.5米；当采用石灰软化水时不得小于1.5米；澄清池中清水层的厚度也与沉淀物的性质及下一步净化系统的高程等有关，可采用1.5~2.5米。

为了保证澄清池的正常工作，原水水温的变化在一小时内不宜大于0.5~1，水量的变化不应大于20%，否则处理效果将会降低。

1957年初苏联专家М·М·别良夫斯基教授在唐山铁道学院讲学时，介绍了苏联交通部的新型澄清池，即ЦНИИ-2型澄清池（如图7）。

原水经混合槽加凝聚剂后，即引入空气分离器（除气筒）1排除水中所含之空气，由中心管2引入固定配水管，由喷嘴6喷出。喷出之方向系沿池体下部中心线的切线方向喷出。随即上升，水中杂质与凝聚剂作用后所生存的沉淀物，由于水流上升的作用，使之处在悬浮状态形成悬浮滤层，水流通过后，其中的悬浮物即被截留，而达到澄清之目的。

ЦНИИ-2型澄清池其主要设计数据为：

澄清池出口部份上升流速 $v_0 = 1$ 毫米/秒

澄清池中部区域的上升速度 $v_n = 2$ 毫米/秒

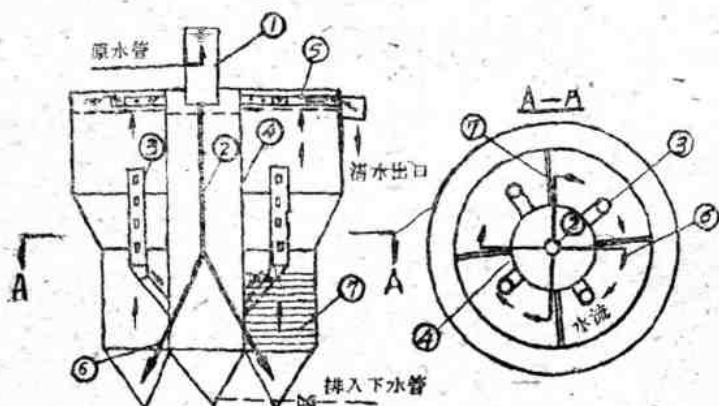


图7 悬浮澄清池（即LHHH-2型澄清池）

- ①——除气筒 ②——中心管 ③——排泥筒 ④——沉渣分离器
⑤——集水槽 ⑥——固定配水喷嘴 ⑦——带缝混合木隔板

水在池中的停留时间为1.0~1.5小时

当原水的混浊度不发生经常变动，且不超过1000毫克/升时，出口部分的流速可提高到 $v_0 = 1.25$ 毫米/秒，如果处理水量没有经常的变动和能保证正确的投配药剂时，此一数值还可提高到 $v_0 = 1.5$ 毫米/秒。

在计算澄清池直径时，应考虑中间所设置的沉渣分离器所占的面积。

这种类型的澄清池，由于原水和药剂分开引入比较困难，故仅适用于用凝聚法澄清水，而不能用于软水。

对于一般的生产用水（蒸汽锅炉及特殊要求除外）时，原水只经过沉淀或澄清处理后即可运用，只有在供给生活用水时才需要过滤和消毒。

若在气候温和地区修建时，应考虑修建在室外，但应加盖防护（可用木盖）。

这种澄清池在铁路部门已得到了极大的推广，并且已设

計成定型設計圖。

一般說來澄清池的上升流速比沉淀池約大0.5~1倍，即在相同的出水面積時，出水量可大0.5~1倍，透明度也高，因此新建時應以修建澄清池為宜。但亦應考慮到澄清池對工作的連續性、水溫、水量的變化等要求，可按具體情況決定。

茲將沉淀設備的各種構築物使用範圍及特點列表如下，以供參考。

沉淀構築物比較表

表 4

名 稱	構造形式	適用條件	優 缺 點
勺形沉淀池	依地形決定	1. 原水混濁度較大時作初步沉淀池 2. 有地形可資利用	優點：可利用地形，造價低，就地取材 缺點：占地面積較大。
水平沉淀池	用上、礫石砌成的矩形池子	1. 地下水位較高。 2. 土地面積較大。 3. 原水中含砂量大的預沉池。 4. 水量較小，採用間隔式水平沉淀池，一則可作沉淀，二則可作蓄水池之用。 5. 水量大於20,000 T/日 時作混濁沉淀之用。	優點： 1. 可用礫石結構就地取材，造價經濟。 2. 管理簡便。 3. 施工方便。 缺點： 1. 占地面積較大。 2. 有效容積較小。 3. 在嚴寒，風砂較大的地區不合適。 4. 排泥較困難。
垂直沉淀池	礫石透圓形（或鋼筋骨造）	1. 混濁沉淀。 2. 占地面積小。 3. 地下水位較低。 4. 嚴寒地區亦可應用。	優點： 1. 有效容積大。 2. 對原水要求低。 缺點： 1. 上升流速受下沉速度限制，出水量較小。 2. 管理複雜。 3. D/H受一定限制。