

北京科技大学水处理笔记（根据大纲总结）

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

固体污染物：水中以固体形态存在的污染物，其存在形态包括悬浮状态、胶体状态和溶解状态三种。

悬浮物：粒径在 1nm 以下，主要以低分子或离子状态存在的固体物质。

浊度：水中含有泥土、粉砂、微细有机物、无机物、浮游生物等悬浮物和胶体物都可以使水质变的浑浊而呈现一定浊度，水质分析中规定：1L 水中含有 1mgSiO₂ 所构成的浊度为一个标准浊度单位，简称 1 度。

色泽和色度：色泽是废水中的颜色种类，通常用文字描述。色度是指废水所呈现的颜色深浅程度。色度的两种表示方法：①铂钴标准比色法：规定在 1L 水中含有 Pt1mg 及 Co0.5mg 所产生的颜色深浅为 1 度。②稀释倍数法：将废水按一定的稀释倍数，用水稀释到接近无色时的稀释倍数。

生化需氧量（BOD）：是指在温度、时间都一定的条件下，微生物在分解、氧化水中有机物的过程中，所消耗的溶解氧量。

化学需氧量 COD：是指在一定条件下，用强氧化剂氧化废水中的有机物质所消耗的氧量，常用的氧化剂有高锰酸钾和重铬酸钾。

总需氧量 TOD：是指在特殊的燃烧器中，以铂为催化剂，在 900 度温度下使一定量水样汽化，其中有机物燃烧，再测定气体载体中氧的减少量，作为有机物完全氧化所需要的氧量。

总有机碳 TOC：用燃烧法测定水样中总有机碳元素量，来反映水中有机物总量。

有机氮：是反映水中蛋白质、氨基酸、尿素等含氮有机物总量的一个水质指标。可逐步分解为 NH₄⁺、NH₃、NO₃⁻、NO₂⁻等形态，NH₄⁺、NH₃

为氨氮，NO₂⁻ 为亚硝酸氮，NO₃⁻为硝酸氮。总氮 TN：是一个包括从有机氮到硝酸氮等全部含量的水质指标。

废水的分类：①根据废水来源：分为生活污水和工业废水；

②根据废水中主要成分：有机废水、无机废水、综合废水；

③根据废水中的酸碱性：酸性废水、碱性废水、中性废水。

④根据产生废水的工业部门或生产工艺：焦化、造纸、电镀、化工、印染、农药及冷却废水。

废水中主要污染物质：①固体污染物②有机污染物③油类污染物④有毒污染物（无机化学毒物、有机化学毒物、放射性物质）⑤生物污染物⑥酸碱污染物⑦营养物质污染物⑧感官污染物⑨热污染。

废水处理方法及各自特点：物理处理法、化学处理法、生物处理法。

①物理处理法：通过物理作用分离，回收废水中不溶解的悬浮状态污染物的方法，可分为重力分离法、离心分离法及筛滤截留法。属于重力分离法的处理单元有沉淀、上浮等，相应的处理设备是沉砂池、沉淀池、隔油池、气浮池及其附属装置等。离心分离法有离心分离机和水旋分离器等。筛滤截留法有栅筛截留和过滤两种处理单元，设备有格栅和筛网、砂滤池和微孔滤机等。

以热交换原理为基础的处理方法有蒸发、结晶等。

②化学处理法：通过化学反应和传质作用来分离、去除废水中呈溶解、胶体状态的污染物或将其转化为无害物质的方法。

以投加药剂产生化学反应为基础的处理单元有混凝、中和、氧化还原等；以传质作用为基础的处理单元（物理化学处理法）有萃取、汽提、吹脱、吸附、离子交换以及电渗析和反

渗透（膜分离技术）等。

③生物处理法：通过微生物的代谢作用，使废水中呈溶解、胶体以及悬浮状态的有机污染物转化为稳定、无害的物质的方法。根据微生物的不同，分为好氧生物处理（活性污泥法和生物膜法）和厌氧生物处理（消化池处理高浓度有机废水和污泥）。

城市废水处理的典型流程及各部分的作用：①一级处理：主要处理对象是较大的悬浮物。截流于沉淀池的污泥可进行污泥消化或其他处理，出水可排放于水体或用于污水灌溉。②二级处理：对出水水质要求更高时，再进行生物化学法处理，主要处理对象是有机物，并进一步降低悬浮物含量。③三级处理和高级处理：出水水质更高时，在二级处理后进行三级处理。主要对象是营养物质（N、P）及其他溶解物质和微量杂质，采用的方法有吸附、吹脱和超滤。有时目的不是为了排放，而是为了直接回用，处理对象还包括去除废水中的细小悬浮物，难生物降解的有机物，微生物和盐分等，采用的方法可能有吸附、离子交换、反渗透、消毒等。三级处理前必须有一、二级处理，强调顺序性，而高级处理强调处理深度。

沉淀类型：①自由沉淀：废水中悬浮固体浓度不高，而且不具有凝聚的性能，在沉淀过程中，固体颗粒不改变形状，也不互相粘合，各自独立地完成沉淀过程。（沉砂池和初沉池的初期沉淀）

②凝聚沉淀：废水中悬浮固体浓度也不高，但具有凝聚的性能，在沉淀的过程中，互相粘合，结合成为较大的絮凝体，其沉淀速度是变化的。（在初沉池后期和二沉池初期）

③集团沉淀（成层沉淀）：当废水中悬浮颗粒的浓度提高到一定程度后，每个颗粒的沉淀将受到其周围颗粒的干扰，沉速有所降低，如浓度进一步提高，颗粒间的干涉影响加剧，沉速大的颗粒也不能超过沉速小的颗粒，在聚合力的作用下，颗粒群结合成为一个整体，各自保持相对不变的位置，共同下沉。液体与颗粒群之间形成清晰的界面。沉淀的过程实际就是这个界面下降的过程。（活性污泥在二沉池的后期沉淀）

④压缩沉淀：此时浓度很高，固体颗粒互相接触，互相支承，在上层颗粒的重力作用下，下层颗粒间隙的液体被挤出界面，固体颗粒群被浓缩。（活性污泥在二沉池污泥斗中和浓缩池中的浓缩）

颗粒的沉降速度：依据斯托克斯公式得出。

沉淀池的表面负荷： Q/A ：单位时间内通过沉淀池单位表面积的流量，一般称之为表面负荷，以 q 表示。（数值上与颗粒沉速）

曝气沉砂池：是一长形渠道，沿渠壁一侧的整个长度方向，距池底 20-80cm 处安设曝气装置，在其下部设集砂斗，池底有 $I=0.1-0.2$ 的坡度，以保证砂粒滑入。由于曝气作用，废水中有机颗粒经常处于悬浮状态，砂粒互相摩擦并承受曝气的剪切力，砂粒上附着的有机污染物能够去除，有利于取得较为纯净的砂粒。

自由沉降总去除率试验的方法及总去除率的确定：将已测定过悬浮物含量的废水搅拌均匀后，同时注入数个沉淀管中，经 t_1 时间后，从第一个沉淀管高 h 处取出一定数量的废水，同样，经过 t_2 、 t_3 、 t_4 ... t_5 时间后，相应地从第 2、3、4... n 个沉淀管中同一高度处取出同样数量的水样，测定其中悬浮物含量分别为 $c_1/c_2/c_3$... c_n 。沉淀率为 $E=c_0-ct/c_0$ ，悬浮物经 t 时间的沉速为 $u_0=h/t$ 。以沉速为横坐标，以沉淀率为纵坐标，能够绘出“沉速-沉淀率”关系曲线。

理想沉淀池的工作过程分析：假定条件为：①池内废水按水平方向流动，从入口到出口，颗粒水平分布均匀，每个颗粒都按水平流速 v 流动；②悬浮颗粒在整个水深均匀分布，其水平分速等于废水的水平流速 v ，每个颗粒的沉速固定不变；③颗粒一经沉淀就不再上浮。沉淀池内分流入区、流出区、沉淀区和污泥区四部分。

沉淀池溢流率和颗粒沉降速度的关系：

沉淀池的分类及各自的水流特点：平流式（一端流入，按水平方向在池内流动，从另一

端溢出)、辐流式(从中心进入,沉淀后废水从池周溢出,水平流动)、竖流式(从池中央下部进入,由下向上流动,沉淀后废水从池面和池边溢出)

斜管沉淀池增强沉淀效果的原理和具体方法:原理是理想沉淀池:在理想条件下,分隔成 n 层的沉淀池,理论上其过水能力为原池的 n 倍。具体方法:将水平隔层改为与水平面倾斜成一定角度的斜面,构成斜板或斜管。

曝气沉砂池的工作原理:由于曝气作用,废水中有机颗粒经常处于悬浮状态,砂粒互相摩擦并承受曝气的剪切力,砂粒上附着的有机污染物能够去除,有利于取得较为纯净的砂粒。

格栅:是由一组平行的金属栅条制成的金属框架,斜置在废水流经的渠道上,或泵站集水池的进口处,用以截阻大块的呈悬浮或漂浮状态的固体污染物。

慢速滤池 快速滤池 高速滤池

过滤速度:关闭进水阀门后立即开始记录时间直至滤池水位下降到排水口附近时止,并记下水位下降高度。下降高度与滤池水位下降所用的时间即为过滤速度。

反冲洗强度:是指单位时间内单位滤料面积上通过的冲洗水量。(L/m²·s)

滤料的不均匀系数:(滤料的级配)是指滤料中粒径不同的颗粒所占的比例,K₈₀表示:
 $K_{80}=d_{80}/d_{10}$

过滤周期:两次反冲洗的时间间隔称为过滤周期;从反冲洗开始到反洗结束的时间间隔称为反洗历时。

滤池的过滤作用机理:①机械隔滤作用:滤料层由大小不同的滤料颗粒组成,其间有很多孔隙,废水流经时,比孔隙大的被截留在孔隙中,于是孔隙越来越小,以后进入的较小悬浮颗粒也被截留下来,使废水得到净化。②吸附、接触凝聚作用:废水流经滤料层的过程中,要经过弯弯曲曲的水流孔道,悬浮颗粒与滤料的接触机会很多,在接触的时候,由于相互分子间的作用力结果,出现吸附和接触凝聚作用,尤其是过滤前加了絮凝剂时,接触凝聚作用更为突出,滤料颗粒越小,吸附和接触凝聚作用的效果越好。

滤池的结构和分类:

分类:①按滤速大小:慢滤池、快滤池、高速滤池;②按水流过滤层的方向:上向流、下向流、双向流;③按滤料种类:砂滤池、煤滤池、煤-砂滤池;④按滤料层数:单层滤料、双层滤料、多层滤料;⑤按水流性质:压力滤池和重力滤池;⑥按进出水及反冲洗水的供给和排出方式:普通快滤池、虹吸滤池和无阀滤池。

结构:滤池外部由滤池池体、进水管、出水管、冲洗水管、冲洗水排出管等管道及其附件组成;滤池内部由冲洗水排出槽、进水渠、滤料层、垫料层(承托层)、排水系统组成。

普通快速滤池的工作过程:过滤-反冲洗两个过程交替进行。滤池进水时,废水自进水管经进水渠、排水槽分配入滤池,废水在池内自上而下穿过滤料层、垫料层,由排水系统收集,并经出水管排出。工作期间滤池处于全浸没状态。反冲洗时,关闭进水管及出水管,开启排水阀及反冲洗进水管,反冲洗水自下而上通过排水系统、垫料层、滤料层,并由排水槽收集,经进水渠内的排水管排走。

对滤料的要求和滤层的结构:对滤料的要求:①滤料的粒径较大、物理强度较高、抗腐蚀性较强,而且成本较低;②抗冲击负荷的能力较强。

滤层的结构:

快速滤池常见的问题及解决办法:①气阻:滤料层内积聚了大量空气,特别是当滤料层内出现负水头时,这部分滤料层内呈现真空状态,使水中的溶解气体逸出并积聚在滤层中,以致滤水量显著减少。冲洗时,气泡会冲出滤层表面,因而出现大量空气,它是形成滤料层裂缝、水质恶化的原因。这中现象叫气阻或气闭。解决办法:可增高滤料层上的水深。在池深已定的情况下,可采取调换表面层滤料,增大滤料粒径的方法。有时可适当加大滤速促使整个滤料层内积污比较严重。

②结泥球：由于长时间冲洗不净，使滤料层内逐渐累积胶质状污泥并相互粘结。污泥主要成分是有有机物，严重时腐化发臭。解决办法：①改善冲洗：检查冲洗时滤层膨胀程度和冲洗废水的排出情况。适当调整冲洗强度和冲洗时间；另外，还需检查配水系统，有条件时另加表面冲洗装置或压缩空气辅助冲洗。②已结泥球的滤池排除方法：a、翻池人工清洗，并检查承托层是否移动和配水系统是否堵塞；b、滤池反冲洗后暂停使用，然后保留滤料面上水深 20-30cm，加氯浸泡 12h，以后再进行反冲洗。（加氯量：漂白粉 $1\text{kg}/\text{m}^2$ ，液氯 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ ）③跑砂漏砂：由于冲洗强度过大或滤料级配不当，反冲洗冲走大量滤料；冲洗水分配不均匀，承托层会发生移动，促使冲洗水分布更不均匀，最后某一部分承托层被掏空，以至滤料通过配水系统流失。解决办法：检查配水系统，并适当调整冲洗强度。

均量池：均化水量的调节池。

均质池：均化水质的调节池。

调节的目的：均化水质或水量。

均量池的结构：P63。

异程式均质池的工作原理：常水位、重力流——沉淀池中每一质点流程由短到长，都不相同，再结合进出水槽的配合布置，使前后时程的水得以相互混合，取得随机均质的效果。

碱性废水：碱含量大于 1%-3% 的高浓度含碱废水，称为废碱液。

酸性废水：酸含量大于 3%-5% 的高浓度含酸废水，称为废酸液。

普通中和滤池：为固定床，水的流向分平流式和竖流式（又分升流式和降流式），滤料粒径一般为 30-50mm，不得混有粉料杂质，当废水中含有可能堵塞滤料的物质时，应进行预处理，过滤速度一般不大于 $5\text{m}/\text{h}$ ，接触时间不小于 10min，滤床厚度一般为 1-1.5m。

升流式膨胀中和滤池：水流由下向上流动，流速高达 30-70m/h，再加上生成二氧化碳气体作用，使滤料互相碰撞摩擦，表面不断更新，因此中和效果较好。

中和的目的：酸碱中和，以废治废。

投药中和与过滤中和的原理和适用条件：投药中和原理、适用条件：如石灰乳法是将石灰消解成石灰乳后投加，由于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 对废水中的杂质具有凝聚作用，因此适用于含杂质多的酸性废水。

过滤中和的原理和适用条件：是指废水通过具有中和能力的滤料进行中和反应。适用于含硫酸浓度大于 $2-3\text{mg}/\text{L}$ 并生成易溶盐的各种酸性废水的中和处理。

普通中和滤池和升流式膨胀中和滤池的优缺点：P74

混凝：通常把双电层作用而使胶体颗粒相互凝结过程的凝聚和通过高分子聚合物的吸附架桥作用而使胶体颗粒相互粘结过程的凝聚，总称为混凝。

双电层：胶核表面拥有一层离子，成为电位离子，电位离子层通过静电作用，把溶液中电荷相反的离子吸引到胶核周围，被吸引的离子称为反离子，它们的电荷总量与电位离子的相等而符号相反。这样，在胶核周围介质的相间界面区域就形成所谓双电层。

胶体颗粒的脱稳：要使胶体颗粒沉降就必须破坏胶体的稳定性，促使胶体颗粒互相接触，成为较大的颗粒，关键在于减少胶体的带电量。这可以通过压缩扩散层厚度，降低 ξ 电位来达到。这个过程就叫做胶体颗粒的脱稳作用。

混凝剂：能够使水中的胶体颗粒互相粘结和聚结的物质称为混凝剂。

碱式氯化铝：（PAC）是一种多价电解质，能显著降低水中粘土类杂质的胶体电荷。分子量大，吸附能力强，具有优良的凝聚能力，形成的混凝体较大，凝聚沉淀性能优于其他混凝剂。

助凝剂：废水混凝处理中，采用单一的混凝剂不能取得良好的效果，需要投加辅助药剂来提高混凝效果，投加的辅助药剂即为助凝剂。

澄清池：用于混凝处理的一类设备，在其内可同时完成混合、反应、沉淀分离等过程。

混凝的原理：双电层作用（低分子电解质对胶体微粒产生电中和以引起胶体微粒凝聚）和化学架桥作用（胶体微粒对高分子物质具有强烈的吸附作用，各微粒依靠高分子的连接作用构成某种聚集体，结合成为絮状物）。

胶体脱稳的机理：要使胶体颗粒沉降就必须破坏胶体的稳定性，促使胶体颗粒互相接触，成为较大的颗粒，关键在于减少胶体的带电量。这可以通过压缩扩散层厚度，降低 ξ 电位来达到。

影响混凝的因素：a、PH值。B、温度（35-40最佳）c、药剂种类和投加量；d、搅拌：适当。

混凝剂的分类及大致的应用范围：无机类和有机类。

混凝过程的阶段及各阶段的作用：投药、混合、反应及沉淀分离。混合阶段作用是将药剂迅速、均匀地分配到废水中各个部分，以压缩废水中胶体颗粒的双电层，降低或消除颗粒的稳定性，使这些颗粒能互相聚集成绒粒。反应阶段作用是促使失去稳定的胶体粒子碰撞结大，成为可见的矾花绒粒。

水力循环澄清池的工作原理：是利用原水的动能，在水射器的作用下，将池中的活性泥渣吸入和原水充分混合，从而加强了水中固体颗粒间的接触和吸附作用，形成良好的絮凝体，加速沉淀速度，使水得到澄清。

物理吸附：吸附剂和吸附质之间通过分子间力产生的吸附称物理吸附。

化学吸附：吸附剂和吸附质之间发生由化学键力引起的吸附称化学吸附。

离子交换吸附：吸附剂和吸附质之间发生由静电引力引起的吸附称离子交换吸附。

吸附平衡：如果吸附过程是可逆的，当废水和吸附剂充分接触后，一方面吸附质被吸附剂吸附，另一方面一部分已被吸附的吸附质由于热运动的结果，能够脱离吸附剂的表面，又回到液相中去，前者为吸附，后者为解吸，当两者速度相等时，即单位时间吸附数量等于解吸数量时，则吸附质在液相中的浓度和吸附剂表面上的浓度都不再改变而达到吸附平衡。

吸附容量：指单位重量的吸附剂所吸附的吸附质的重量。

吸附剂：具有吸附能力的多孔性固体物质。

吸附质：废水中被吸附的物质。

静态吸附操作：废水在不流动的情况下进行的吸附操作。

动态吸附操作：废水在流动条件下进行的吸附操作。

吸附的分类和各自的特点：物理、化学、离子交换。

影响吸附过程的因素：吸附剂的性质、吸附质的性质和吸附过程的操作条件。

对吸附剂的要求：多孔或磨的很细的物质，有很大表面积。

吸附操作的形式和各自的特点：静态（间歇式操作）、动态（固定床为半连续式，移动床和流化床为连续式）

离子交换剂：无机和有机两类。无机的有天然沸石和人工合成沸石。有机的有磺化煤和各种离子交换树脂（是一类具有离子交换特性的有机高分子聚合电解质，是一种疏松的具有多孔结构的固体球形颗粒）。

离子交换容量：是树脂交换能力大小的标准。可用重量法（单位重量的干树脂中离子交换基团的数量）和容积法（单位体积的湿树脂中离子交换基团的数量）来表示。

离子交换树脂的选择性：由于离子交换树脂对于水中各种离子吸附的能力并不相同，对于其中一些离子很容易被吸附而对另一些离子却很难吸附，被树脂吸附的离子在再生的时候，有的离子很容易被置换下来，而有的却很难被置换。离子交换树脂具有的这种性能称为选择性。

单床离子交换器：使用一种树脂的单床结构。

多床离子交换器：使用一种树脂，由两个以上交换器组成的离子交换系统。

复床离子交换器：使用两种树脂的两个交换器的串联系统。

混合床离子交换器：同一交换器内填装阴阳两种树脂。

联合床离子交换器：复床与混合床联合使用。

顺流再生与逆流再生：再生阶段的液流方向和交换时水流方向相同为顺流再生，反之为逆流再生。

离子交换的用途和特点：用途：用于回收和去除废水中金、银、铜、镉、铬、锌等金属离子，对于净化放射性废水及有机废水也有应用。特点：主要吸附离子化物质，并进行等当量的离子交换。

离子交换树脂的分类：A、按选择性分为阳离子交换树脂和阴离子交换树脂。B、按活性基团中酸碱的强弱分为 强酸性阳、弱酸性阳、强碱性阴、弱碱性阴。

离子交换树脂的性能指标：离子交换容量、含水率、相对密度、溶胀性、耐热性、化学稳定性。

柱式离子交换法的操作步骤和各步的作用：反洗（起除微粒及疏松树脂层的作用）、再生、正洗（清洗树脂颗粒表面及内部再生剂）、交换、洗脱（应用于回收操作）。

离子交换柱的装置类型和特点：单床、多床、复床、混合床、联合床。

混合床离子交换柱中交换剂的再生过程：再生前必须将树脂先分层，通常用水力反洗分层法，即借助于水力使树脂悬浮，利用阴阳离子交换树脂的比重及膨胀率不同，因而沉降速度不同而达到分层目的；分层后自上部注入再生液经阴离子交换树脂层流出，下部注入再生液经阳离子交换树脂层流出，各自获得再生。

捕收剂：能够提高颗粒可浮性的药剂。

起泡剂：作用在气液界面上，用以分散空气，形成稳定的气泡的物质。

调整剂：为提高浮选过程的选择性，加强捕收剂的作用并改善浮选条件的物质。

加压溶气浮选：空气在加压条件下溶于水而在常压下析出。

溶气真空浮选：空气在常压或加压条件下溶于水而在负压条件下析出的方法。

布气浮选：利用机械剪切力，将混合于水中的空气粉碎成细小的气泡以进行浮选的方法。

电解浮选：对废水进行电解，在阴极产生大量的氢气泡，直径 20-100um，它们起着浮选剂的作用，废水中的悬浮颗粒粘附在氢气泡上随其上浮达到净化废水的目的。

浮选的原理和用途：原理：向废水中通入空气，并以微小气泡形式从水中析出成为载体，使废水中的乳化油、微小悬浮颗粒等污染物质粘附在气泡上随气泡一起上浮到水面，形成泡沫-气、水、颗粒三相混合物，通过收集泡沫和浮渣达到分离杂质、净化废水的目的。用途：用来处理废水中靠自然沉降或上浮难以去除的乳化油或相对密度近于 1 的微小悬浮颗粒。

浮选药剂的种类和作用：捕收剂、起泡剂、调整剂（抑制剂、活化剂、介质调整剂）其中抑制剂降低物质可浮性，活化剂消除抑制作用，介质调整剂调整废水 PH 值。

加压溶气浮选的流程和特点：全溶气（溶气量大、乳化油量最大、池小、动力消耗大）、部分溶气（比全流程的压力泵小故动力消耗低、乳化油量次大、池大小与全流程的相同）、部分回流溶气（不促进乳化、矾花形成好、动力省但池大）。

吹脱：把空气通入废水中，使空气与废水接触，溶解于废水中的气体便从废水传递到空气中，这种解吸过程又称为吹脱过程（解吸过程即废水中溶解的气体由液相传递到气相的过程）。

汽提：把水蒸气通入废水中，当废水中的蒸汽压超过外界压力时，废水就开始沸腾，这样就加速了挥发物质从液相转入汽相的过程。另外当水蒸气以气泡形式穿过水层时，水与气泡之间形成自由表面，这时液体就不断地向气泡内蒸发扩散，当气泡上升到液面时就破裂而放出其中挥发性物质。这种用蒸气进行蒸馏的方法称为汽提法。

电渗析：是在直流电场的作用下，依靠对水中离子有选择透过性的离子交换膜，使离子

从一种溶液透过离子交换膜进入另一种溶液，以达到分离、提纯、浓缩、回收的目的。

反渗透：有一种膜只允许溶剂通过而不允许溶质通过，如果用这种半渗透膜将盐水与淡水隔开，则水将从淡水侧或浓度较低一侧通过膜自动地渗透到盐水或浓度较高的溶液一侧，盐水体积逐渐增加，在达到某一高度时边自行停止，此时达到了平衡状态。这种现象为渗透现象。当渗透平衡时，溶液两侧的静水压差为渗透压。如果在盐水上施加大于渗透压的压力，则发现盐水中的水就会流向淡水侧，这种现象称为反渗透。

超过滤：简称超滤，利用渗透薄膜隔滤分离废水中溶解的物质，主要依靠筛滤作用以分离高分子和低分子有机物以及无机离子等（溶质分子至少比溶剂分子大十倍）的方法。

吹脱与汽提的联系和区别：联系：都是利用液相与气相之间的传质作用来去除污染气体；区别：吹脱是利用气体在废水中溶解的浓度与其在废水中的平衡浓度来去除污染物质的，吹脱的过程只是曝气，而汽提是利用挥发性物质在蒸汽和废水中的浓度不同而去除污染物质的，汽提过程还要借助蒸汽带走所要去除的污染物质。

电渗析的原理、工作过程及应用范围：①原理：在直流电场的作用下，依靠对水中离子有选择透过性的离子交换膜，使离子从一种溶液透过离子交换膜进入另一种溶液，以达到分离、提纯、浓缩、回收的目的。②工作过程：有阴阳两中离子交换膜，阴膜只允许通过阴离子，阳膜只允许通过阳离子，废水中溶解的盐类，其阳离子通过阳膜，阴离子通过阴膜，这样，中间隔室中阴、阳离子浓度逐渐降低，最后达到所要求的含量。③应用范围：可以有效地回收废水中的无机酸、碱、金属盐及有机电解质等，使废水净化。

反渗透的原理和应用范围：①原理：工作压力大于溶液的渗透压，选择性吸附-毛细管流机理，反渗透膜是一种多孔性膜，具有良好的化学性质。当溶液与这种膜接触时，由于界面现象和吸附作用。对水优先吸附或对溶质优先排斥，在膜面上形成一纯水层。被优先吸附的在界面上的水以水流形式通过膜的毛细管被连续地排出。（即界面现象和在压力下流体通过毛细管的综合结果）②应用范围：废水的三级处理和废水中有用物质的回收，如处理溶解性有机物可获得 100% 的分离效率，达到净化废水和/回收有用物质的双重目的。

超过滤与反渗透的联系和区别：①联系：动力同是溶液的压力，在溶液的压力下，溶剂的分子通过薄膜，而溶解的物质阻滞在隔膜表面上。②区别：超过滤所用薄膜较疏松，透水量大，除盐率低，用以分离高分子和低分子有机物以及无机离子等，能够分离的溶质分子至少要比溶剂的分子大 10 倍，主要机理是筛滤作用，工作压力低；而反渗透所用的膜致密，透水量低，具有选择透过能力，用以分离分子大致相同的溶剂和溶质，所需工作压力高，去除机理是分离过程中伴随有半透膜、溶解物质和溶解之间复杂的物理化学作用。

活性污泥：向生活污水中注入空气进行曝气，并持续一段时间后，污水中即生成一种絮凝体。这种絮凝体主要是由大量繁殖的微生物群体构成，易于沉淀分离，并使污水得到澄清，称为活性污泥。

MLSS：即混合液悬浮固体，是指曝气池中污水和活性污泥混合后的混合液悬浮固体数量。（mg/L）

MLVSS：即混合液挥发性悬浮固体，是指混合液悬浮固体中有机物的重量。

污泥沉降比：（SV%）是指曝气池混合液在 100ml 量筒中，静置 30min 后，沉淀污泥与混合液之体积比。（%）

污泥容积指数：（SVI）即污泥指数：是指曝气池出口处混合液经 30min 静沉后，1g 干污泥所占的容积（即每单位重量干泥形成的湿污泥的体积 mL/g），以 ml 计，即： $SVI = \text{混合液 } 30\text{min 静沉后污泥容积} / \text{污泥干重} = SV\% \times 10 / MLSS$

污泥龄：是曝气池中工作着的活性污泥总量与每日排放的剩余污泥量之比值，单位是日。即新增长的污泥在曝气池中平均停留时间，或污泥增长一倍所需要的时间。

污泥负荷率：（Ns）实际中 F/M 值以 BOD 表示，即 $Ns = QLa / XV$ （Q 污水流量；La

进水 BOD 浓度；X 混合液悬浮固体浓度 MLSS；V 曝气池容积）

阶段曝气法：（逐步负荷法）污水沿曝气池池长分段多点进水，使有机物负荷分布较均匀，从而均化了需氧量，避免了前段供氧不足，后段供氧过剩的缺点；同时，微生物在食物比较均匀的条件下，能充分发挥氧化分解有机物的能力，还可减轻二次沉淀池的负荷。

延时曝气法：（完全氧化法）其工作长期处于内源呼吸阶段，不但去除了水中的污染物，而且氧化了合成的细胞物质，是污水处理和污泥好氧处理的综合构筑物。

动力效率（ E_p ）：指 1KW.h 电所能转移到液体中去的氧量（kg/（kw.h））。

氧转移效率（EA）对鼓风曝气而言：也称氧利用率：指鼓风曝气转移到液体中的氧占供给的氧的百分率，即 $EA=R_0/S \times 100(\%)$ 。S 供氧量， R_0 吸氧量。

充氧能力（对机械曝气而言）：是指叶轮或转刷在单位时间内转移到液体中的重量。（kg/h）

污泥膨胀：正常的活性污泥沉降性能良好，含水率在 99% 左右。当污泥变质时，污泥不易沉淀，SVI 值增高，污泥的结构松散和体积膨胀，含水率上升，澄清液稀少（但较清澈），颜色也有变异，称为污泥膨胀。

活性污泥的组成和活性污泥中微生物的组成：由具有活性的微生物、微生物自身氧化的残留物、吸附在活性污泥上不能为生物所降解的有机物和无机物组成。其中微生物是活性污泥的主要组成部分。活性污泥微生物是由细菌、真菌、原生动物、后生动物等多种微生物群体相结合组成的一个生态系。

活性污泥法的净化机理和工作过程：①初期去除与吸附作用：污泥表面积大，且表面有多糖类粘质层，污水中悬浮固体和胶体物质是被絮凝和吸附去除的。②微生物的代谢作用：活性污泥微生物以污水中各种有机物作为营养，在有氧的条件下，将其中一部分合成新的细胞物质（原生质），对另一部分有机物则进行分解代谢，即氧化分解以获得合成新细胞所需要的能量，并最终形成二氧化碳和水等稳定物质。在新细胞合成与微生物增长的过程中，除氧化一部分有机物以获得能量外，还有一部分微生物细胞物质也在进行氧化分解，并供应能量。③絮凝体的形成与凝聚沉淀：污水中有机物通过生物降解，一部分氧化分解为二氧化碳和水，一部分合成细胞物质成为菌体。为使菌体从水中分离出来，必须使其凝聚成为易于沉淀分离的絮凝体。

活性污泥法的各种指标及相互关系：MLVSS/MLSS 一般 0.75 左右， $SVI = \text{混合液 30min 静沉后污泥容积}/\text{污泥干重} = SV\% \times 10/MLSS$ （100ML 量筒）

影响活性污泥处理效果的因素：①溶解氧 2mg/l 左右为宜②营养物 BOD：N：P=100：5：1③PH 值 6.5-9.0④水温：20-30 度⑤有毒物质：重金属、H₂S 等无机物质和氰、酚等有机物质。会破坏细菌细胞某些必要的生理结构，或抑制细菌的代谢过程。

衡量曝气效果的指标及适用范围：动力效率（ E_p ）、氧转移效率（EA）对鼓风曝气而言即氧利用率、充氧能力（对机械曝气而言）

活性污泥法常见的问题及处理方法：①污泥膨胀：防止办法：加强操作管理，经常检测污水水质、溶解氧、污泥沉降比、污泥指数等。解决办法：缺氧、水温高可加大曝气量或降低进水量以减轻负荷或适当降低 MLSS，使需氧量减少。如污泥负荷率过高，可适当提高 MLSS 值，以调整负荷。如 PH 值过低，可投加石灰调整 PH。若污泥大量流失，则可投氯化铁，帮助凝聚。②污泥解体：污水中存在有毒物质，鉴别是运行方面的问题则对污水量、回流污泥量、空气量和排泥状态以及 SV%、MLSS、DO、Ns 等进行检查，加以调整；如是混入有毒物质，需查明来源，采取相应对策。③污泥脱氮：呈块状上浮，由于硝化进程较高，在沉淀池内产生反硝化，氮脱出附于污泥上，从而使污泥比重降低，整块上浮。解决办法：增加污泥回流量或及时排除剩余污泥，在脱氮之前将污泥排除；或降低混合液污泥浓度，缩短污泥龄和降低溶解氧等，使之不进入到硝化阶段。④污泥腐化：污泥长期滞留而进行厌氧

发酵生成气体,从而大块污泥上浮的现象。防止措施: a、安设不使污泥外溢的浮渣清除设备; b、消除沉淀池的死角区; c、加大池底坡度或改进池底刮泥设备,不使污泥滞留于池底。
⑤泡沫: 原因污水中存在大量合成洗涤剂或其他起泡物质。措施: 分段注水以提高混合液浓度; 进行喷水或投加除泡剂等。

生物滤池: 是以土壤自净原理为依据,有过滤田和灌溉田逐步发展来的。废水长期以滴状洒布在块状滤料上,在废水流经的表面上会形成生物膜,生物膜成熟后,栖息在生物膜上的微生物即摄取废水中的有机污染物质作为营养,从而使废水得到净化。

生物转盘: 即在生物滤池中以一系列转动的盘片代替固定的滤料。

生物接触氧化: 就是在曝气池内填充块状滤料,经曝气的废水流经填料层,使填料颗粒表面长满生物膜,使废水和生物膜接触,在生物膜生物的作用下废水得到净化。

生物滤池的水力负荷和有机负荷: 水力负荷: q : 即每单位体积滤料或单位滤池面积每天所处理的废水量。 $m^3/(m^3 \cdot d)$ 或 $m^3/(m^2 \cdot d)$ 。有机物负荷 M : 即每单位容积滤料每天所去除废水中有机物的数量,单位 $kg(BOD_5)/(m^3 \cdot d)$ 。

回流比: 高负荷生物滤池回流量 R 与原水量 Q 之比称为回流比。

塔式生物滤池: 是新型高负荷滤池。在功能上与高负荷生物滤池没有本质的区别,但在构造、净化功能等方面具有一定的特征。

生物膜法与活性污泥法的主要区别: 主要在于微生物提供的方式不同。生物膜法是指废水流过生长在固定支承物表面上的生物膜,利用生物氧化作用和各相间的物质交换,降解废水中有机物的方法,所需氧气一般直接来源于大气。活性污泥法是以存在于污水中的有机物作为培养基,在有氧的条件下,对各种微生物群体进行混合连续培养,通过凝聚、吸附、氧化分解、沉淀等过程去除有机物的一种方法,所需氧气是通过曝气装置提供的。所以生物膜法又称为生物过滤法。

普通生物滤池的构造及各部分的作用: 滤床、排水设备和布水装置三部分。滤床主要充填滤料; 排水设备用以排出滤水,且保证滤池通风,包括渗水装置(支撑滤料、排出滤水)、集水沟和总排水渠等; 布水设备: 布水均匀、使空气在布水间歇时进入滤池。

生物膜法净化废水的机理: 生物膜法是指废水流过生长在固定支承物表面上的生物膜,利用生物氧化作用和各相间的物质交换,降解废水中有机物的方法。

单极和多极生物滤池的主要运行系统:

生物滤池水回流的作用: ①稀释进水浓度,使 BOD_5 处于 $200mg/l$ 以下,并借以均化、稳定水质; ②增大进水量,冲刷生物膜,抑制厌氧层的发育,使生物膜经常保持活性; ③抑制臭味及滤池蝇的过度滋长。

塔式生物滤池的结构和生物相的特点: ①构造: 塔身、滤料、布水设备、通风装置和排水系统组成。②生物相特点: 自塔顶向下,生物膜明显分层,各层的生物相组成不同,种类由少到多,由低级到高级。生物转盘的构造和布置形式: 构造: 主体部分由盘片、转轴和氧化槽三部分组成。布置形式: 单轴单级、单轴多级和多轴多级,级数多少根据废水净化要求达到的程度来确定。

生物转盘的优缺点: 优点: ①操作简单,没有污泥膨胀和流失问题,没有污泥回流系统,生产上易于控制; ②剩余生物污泥量小,污泥颗粒大,含水率低,沉淀速度大,易于沉淀分离和脱水干化; ③设备构造简单,无通风、回流及曝气设备,运转费用低,耗电量低; ④可处理高浓度废水,承受 BOD 的浓度可达 $1000mg/l$,耐冲击能力强; ⑤废水在氧化槽内停留时间短, $1-1.5h$,处理废水高, BOD 去除率一般可达 90% 以上; ⑥比活性污泥法占地少。缺点: ①占地虽比活性污泥法少,但仍然较大; ②盘材昂贵、基建投资大; ③处理含易挥发有毒废水时,对大气污染严重。

生物接触氧化法的特点: ①使用蜂窝式或列管式填料,上下贯通,废水在管内流动,水

力条件好，能很好地向管壁上固着的生物膜供应营养及氧，因此生物膜上的生物相很丰富，除细菌外，球衣菌类的丝状菌、多种种属的原生动物和后生动物，能够形成稳定的生态系。②填料表面全为生物膜所布满，形成了生物膜的主体结构，有利于维护生物膜的净化功能；还能够提高充氧能力和氧的利用率；有利于保持高度的生物量。③对冲击负荷有较强的适应能力，污泥生成量少，不产生污泥膨胀的危害，能够保证出水水质，无需污泥回流，易于维护管理，不产生滤池蝇，也不散发臭气。④具有多种净化功能，能够有效地去除有机污染物外，还能脱氮和除磷，用于三级处理。缺点：填料易于堵塞，布气、布水不均匀。