

环境工程学期末复习

2021 年 12 月 20 日星期一

名词解释

- 1、水质指标：用水对象和废水排放所要求的各项水质指标的数量限制。
- 2、水质：水与其中所含的杂质共同表现出来的物理学、化学和生物学的综合特性。
- 3、水污染：水体因接受过多的污染物而导致水体的物理特征、化学特征和生物特征发生不良变化，破坏了水中固有的生态系统，该状态称为水污染。
- 4、COD：用化学氧化剂氧化水中有机污染物时所消耗的氧化剂量。
- 5、BOD：水中有机污染物被好氧微生物分解时所需的氧量。
- 6、水环境容量：一定水体在规定的环境目标下所能容纳污染物质的最大负荷量。
- 7、水体自净：进入水体的污染物通过物理、化学和生物等方面的作用，使污染物的浓度逐渐降低，经过一段时间后，水体将恢复到受污染前的状态。这一现象为“水体自净作用”。
- 8、混凝：包括凝聚和絮凝两个步骤。胶体脱稳并聚集为微絮粒，再通过吸附、卷带和桥连而成为更大的絮体的过程。
- 9、气浮法：利用高度分散的微小气泡作为载体去粘附废水中的悬浮物，使其随气泡升到水面而去除。
- 10、离子交换法：不溶性离子化合物上的可交换离子与溶液中其他同性质离子的交换反应。
- 11、膜分离法包括电渗析、反渗透、微滤、超滤、纳滤、扩散渗析。
膜分离法：是用一种特殊的半透膜将溶液隔开，使一侧溶液中的某种溶质透过膜或者溶剂渗透出来，从而达到分离溶质的目的。
电渗析：在直流电场作用下，利用阴阳离子交换膜对溶液中阴阳离子的选择透过性，而使溶液中的溶质与水分离的一种物理化学过程。
生物膜法原理：通过附着在载体或介质表面上的细菌等微生物生长繁殖，形成膜状活性生物污泥生物膜，利用生物膜降解污水中的有机物。生物膜中的微生物以污水中的有机污染物为营养物质，在新陈代谢过程中将有机物降解，同时微生物自身也得到增殖。

几种膜分离技术的比较：

膜过程	推动力	传质机理	透过物及其尺寸	截留物	膜类型
电渗析	电位差	离子选择性透过	溶解性无机物	非电解质大分子	离子交换膜
反渗透	压力差 2-10MPa	溶剂的扩散	水或溶剂	溶质、盐、SS	非对称膜
超过滤	压力差 0.1-10. MPa	筛滤及表面作用	水、盐及低分子有机物	胶体大分子、不容有机物	非对称膜
渗析	浓度差	溶质的扩散	低分子物质、离子	溶剂	非对称膜
液膜	化学反应和浓度差	反应促进和扩散	电解质离子	溶剂（非电解质）	液膜

12、反渗透：借助压力促使水分子反向渗透，以浓缩溶液或废水的方法。

13、高级氧化技术：依靠体系中生成的羟基自由基等物质来氧化降解水中污染物的技术。

14、吹脱原理：让废水与空气充分接触使水中溶解性气体和易挥发溶质通过气液界面，向空气中扩散的传质过程。

15、汽提原理：用热蒸汽与废水接触，使废水水温升至沸点，利用蒸馏作用时废水中的挥发性污染物挥发到大气中。

16、序批式活性污泥法(SBR, Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process): 一种间歇运行的活性污泥法,按照进水、反应、沉淀、出水、待机的顺序在同一设备中完成周期性操作。

17、混合液悬浮固体(MLSS, mixed liquid suspended solids)、
混合液挥发性悬浮固体(MLVSS, Mixed Liquor Volatile Suspended Solids)、
污泥沉降比(SV, sludge settling velocity)、
污泥指数(SVI, sludge index)、
污泥龄(θ_c)。

18、吸附等温线：一定温度下，表示达到平衡时溶液浓度和活性炭吸附有机物数量关系的曲线。无拐点 Langmuir，有拐点 BET，直线 Freundlich。吸附操作分静态和动态两种。

19、氧垂曲线：在水体受到污染后的自净过程中,水体中溶解氧浓度可随着水中耗氧有机物降解耗氧和大气中复氧双重因素变化,反映水中溶解氧浓度随时间变化的曲线被称为氧垂曲线。

20、生物转盘：由盘片、接触反应槽、转轴和驱动装置等组成的旋转式生物反应器。

21、厌氧生物处理：在无氧条件下，通过厌氧微生物(包括兼氧微生物)的作用，将废水中的各种复杂有机物分解转化成甲烷和二氧化碳等物质的过程。

22、A/O：又称为厌氧—好氧除磷工艺。在厌氧池中释放磷，然后在好氧池中吸收磷和去除 BOD，当停留时间足够长时，还会进行硝化，通过二沉池泥去除磷。

23、A₂/O：在原来 A/O 工艺的基础上,嵌入一个缺氧池,并将好氧池中的混合液回流到缺氧池中,达到反硝化脱氮的目的,这样厌氧-缺氧-好氧相串联的系统能同时除磷脱氮。(这两个要结合环境生物学相关知识背)

24、大气污染：通常是指由于人类活动和自然过程引起某种物质进入大气中，呈现出足够的浓度达到足够的时间，并因此而危害了人群的舒适、健康和福利或危害了环境的现象。

25、烟气调质：增加烟气湿度，或像烟气中加入 SO₃, NH₃, Na₂CO₃ 等化合物，可使粒子导电性增强。

26、电晕闭塞：如果气体含尘浓度很高，电场内尘粒的空间电荷很高，会使电除尘器电晕电流急剧下降，严重时趋于零。这种情况称为电晕闭塞。

27、亨利定律：在一定温度下，当总压不高时，稀溶液中溶质的溶解度与其在气相中的平衡分压成正比。

28、希洛夫方程式：当浓度分布曲线进入平移阶段后，浓度分布曲线在吸附层中移动单位长度所需要的时间。

29、VOCs：即挥发性有机物，指温室下饱和蒸汽压大于 70.91Pa，常压下沸点小于 260℃的有机化合物。

30、回流比 $R=Q_R/Q$ ，即回流量与原污水水量之比。

31、固体废物：指在生产、生活和其他活动中产生的丧失利用价值或者仍有价值单被抛弃的固态、半固态和置于容器的气态物质等物品。

三化原则：减量化、资源化、无害化

32、3T 原则：燃料在炉内的停留时间、燃料与空气的混合状态、燃烧过程的温度

33、危险废物：含有高度持久性元素、化学品或化合物的废物，且会对人体健康产生危害。

34、POPs：持久性有机污染物，具有毒性、难降解等特性，通过水、空气和迁徙物种迁移并沉积。

35、磁选：利用固体废物中不同组分的磁性差异，在不均匀磁场中实现分离的一种分选技术。

36、筛选：根据固体废物颗粒粒径的差异，通过一定孔径的筛分器，达到分级筛选的目的。

37、浮选：以水为介质，投加适宜的化学浮选剂，由于不同废物颗粒表面性质不同，借由水中泡沫的浮力，从混合物中分离。

填空题

1. 水污染包括化学性污染、物理性污染和生物性污染。
2. 水质指标包括物理性水质指标、化学性水质指标和生物性水质指标。
3. 水环境容量大小的影响因素：水体特征、污染物特征和水质目标。
4. 废水处理的基本方法：物理法、化学法和生物法。
5. 粗大颗粒物的去除方法有：筛滤、截流、重力沉降和离心分离等。相应的设备有格栅、筛网微滤机、沉沙池、离心机和旋流分离器。
6. 水中悬浮物质的去除方法：混凝、沉淀、澄清、过滤、气浮和膜技术。
7. 悬浮物质在水中的沉降分为：自由沉降、絮凝沉降、拥挤沉降、压缩沉降。
8. 沉速公式：层流区 $Re \leq 2$ ，过渡流区 2
9. $q=Q/A$ ， q 称为表面负荷，表示单位沉淀池表面积在单位时间内所能处理的水量
10. 粒状介质过滤机理包括阻力截留、重力沉降、接触絮凝。
11. 软化就是降低水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量，以防止其在管道设备中结垢。包括：加热软化法、药剂软化法、离子交换法。
除盐就是减少水中各种阴阳离子的总量，包括：蒸馏电渗析法、离子交换法。
12. 离子交换树脂的物理性质包括粒度、密度、含水率、机械强度等，化学性质包括交联度、酸碱性和交换容量等。
13. 弱酸性树脂的选择顺序： $H^+ > Fe^{3+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Na^+$ ，弱碱性树脂选择顺序：

$\text{OH}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$

14. 离子交换操作有 four 步：交换、反洗、再生和清洗。

15. 膜分离法包括电渗析、反渗透、微滤、超滤、纳滤、扩散渗析。

16. 水的物理化学处理方法：中和法、高级氧化技术、化学还原法、化学沉淀法、电化学法、磁力分离法、溶剂萃取法、吹脱与气提、蒸发、结晶和冷冻。

17. 利用亚铁盐来催化的 H_2O_2 试剂就是 Fenton 试剂。其与有机物的反应机理：
 $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}^- + \cdot\text{OH}$, $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{HO}_2\cdot + \text{H}^+$

18. 微生物酶有：氧化还原酶，转移酶，水解酶，裂解酶，异构酶和合成酶。催化反应有：水解，氧化和合成。

19. 细菌生长过程：延缓期→对数增长期→减速增长期→内源呼吸期。Monod 公式： $\mu = \mu_m \cdot S / (K_s + S)$ 。细菌生长需要的某种基本物质供给不足，该物质就会限制细菌生长。

20. 好氧悬浮生长生物处理工艺主要有：活性污泥法、曝气氧化塘、好氧消化法、高负荷氧化塘。

21. 影响活性污泥增长的因素：溶解氧、营养物、PH 和温度。

22. 曝气方法：鼓风曝气、机械曝气及鼓风与机械并用曝气。

23. 曝气池从混合液的流型可分为推流式、完全混合式、循环混合式(氧化沟)。

24. 活性污泥法运行方式：普通活性污泥法、阶段曝气法、完全混合法、纯氧曝气法和深水曝气法。

25. 氧化沟（循环混合曝气池）：卡鲁塞尔、奥贝尔、曝气-沉淀-体化、交替工作式氧化沟。

26. 氧化塘：好氧氧化塘、兼性塘、曝气氧化塘、水生生物氧化塘。

27. 生物滤池：普通生物滤池、高负荷生物滤池、塔式生物滤池。

28. 影响厌氧生物处理的主要因素：温度，酸碱度，负荷，碳氮比和有毒物质。

29. 污泥处理和处置：稳定处理（生物法、化学法和物理法）、去水处理（浓缩、脱水和干化）、最终处置（填埋、投海、焚烧和综合利用）。典型流程：污泥→浓缩→消化(→自然消化→利用和→污泥与污泥气)→预处理→脱水(→干污泥)→干燥燃烧→最终处置。

30. 表征污泥性质的指标：污泥含水率；污泥比重；污泥脱水性能；污泥的量。
31. 污泥浓缩方法：重力浓缩法，气浮法，离心浓缩法。
32. 土地处理系统分为四大类：慢速渗透、快速渗透、地表漫流和地下渗滤。
33. 人工湿地类型：表面流湿地、地下潜流湿地、垂直下渗湿地。
34. 生物滤池设计中，进水 BOD 浓度过高时，为防止上层负荷过大，使生物膜生长过厚造成堵塞，必须采用处理水回流稀释。
35. 污水回用标准可分为工业回用标准，农业灌溉标准，景观娱乐用水标准，城市杂用水标准。
36. 再生水用作冷却水造成的危害：腐蚀，水垢，生物垢。
37. 大气污染物可分为两大类包括气溶胶态污染物和气态污染物。前者包括：粉尘、烟、飞灰、黑烟、霾、雾，后者包括硫氧化物、氮氧化物、碳氧化物、有机化合物、硫酸烟雾、光
38. 大气污染的范围分类：①局部地区污染②地区性污染③广域污染④全球性污染
39. 大气污染源：包括人为污染源和自然污染源。
40. 确定大气污染物发生量方法：物料衡算法、排放系数法、实测法。
41. 除尘器的选择原则：排放标准和排放要求、粉尘性质、运行条件、投资运行成本和其他因素。
42. 气态污染物的总净化量：液相物理吸收量+化学反应消耗量
43. 汽油机的工作过程：进气冲程、压缩冲程、做功冲程、排气冲程。
44. 汽油机排气中的有害物质是燃烧过程产生的，主要有 CO、NO_x 和 HC。
45. 如何控制 VOCs 污染？燃烧法、吸收法、冷凝法、吸附法、生物法
46. 固体废物分为：工业固体废物、城市垃圾、有毒有害固体废物
47. 固体废物三化处理：无害化、减量化、资源化。
48. 危险废物的特性：易燃性、腐蚀性、反应性、毒性。

49、城市垃圾的物理性质：含水率和密度。化学性质：化学成分和热值。

50、减少固体废物产量的途径：①降低产品原料用量和延长使用寿命②回收有用物质③提高产品重复利用次数

51、城市垃圾的处理技术：压实、破碎、分选、脱水和干燥。

52、固体废物破碎机：剪切式破碎机、锤式破碎机、颚式破碎机、辊式破碎机

53、固体废物最终处置：陆地处置、海洋处置。

简答题

0、什么是环境工程学？主要任务是什么？主要内容有哪些？

- ① 应用环境科学、工程学和其它有关学科的理论和方法，研究保护和合理利用自然资源，控制和防治环境污染和生态破坏，以改善环境质量，使人们得以健康、舒适地生存与发展的学科。
- ② 重点治理和控制废水、废气、噪声和固体废弃物，研究环境污染综合防治的方法和措施。
- ③ 水质净化与水污染控制工程；大气污染控制工程；固体废弃物控制及噪声、振动与其他公害防治工程；清洁生产、污染预防与全过程污染控制工程；环境规划、管理和环境系统工程；环境监测与环境质量评价。

1、地表水划分为哪五类？

I类主要适用于源头水、国家自然保护区；

II类主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产场、仔稚幼鱼的索饵场等；

III类主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区；

IV类主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区；

V类主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

2、解决废水问题的主要原则？

- ① 改革生产工艺，减少废物排放量
- ② 重复利用废水
- ③ 回收有用物质
- ④ 对废水进行妥善处理
- ⑤ 选择处理工艺与方法时，必须经济合理，尽量采用先进技术。

3、废水处理的基本方法？

废水处理分为物理法、化学法和生物法。物理法是利用物理作用来分离废水中悬浮污染物质，处理过程中不改变其化学性质；化学法是利用化学反应处理水中的溶解性污染物和胶体；生物法是利用微生物作用，使废水中呈溶解和胶体状态的有机污染物转化为无害物质。

4、自由沉淀、絮凝沉淀、拥挤沉淀与压缩沉淀各有什么特点？说明它们的内在区别和特点。

自由沉淀：颗粒在沉降过程中呈离散状态，其形状、尺寸、质量均不改变，下沉速度不受干扰。

絮凝沉淀：沉降过程中各颗粒之间相互粘结，其尺寸、质量会随深度增加而逐渐增大，沉降速度亦随深度而增加。

拥挤沉淀：颗粒在水中的浓度较大，颗粒间相互靠得很近，在下沉过程中彼此受到周围颗粒作用力的干扰，但颗粒间相对位置不变，作为一个整体而成层下降。清水与浑水间形成明显的界面，沉降过程实际上就是该界面下沉过程。

压缩沉淀：颗粒在水中的浓度很高时会相互接触。上层颗粒的重力作用可将下层颗粒间的水挤压出界面，使颗粒群被压缩。

联系：很多沉淀都是相互作用，一起发生的。

5、什么是氧垂曲线？具有什么意义？

在河流受到大量有机物污染时，由于有机物这种氧化分解作用，水体溶解氧发生变化，随着污染源到河流下游一定距离内，溶解氧由高到低，再到原来溶解氧水平，可绘制成一条溶解氧下降曲线，称之为氧垂曲线。

意义：①用来分析河水中溶解氧的变化，得出河水自净过程和环境容量，从而确定排入河流有机物的最大限量和污水厂应处理的程度；②推算氧垂点的位置和到达时间，以此制定河流水体防护措施。

水质指标可以分为物理的、化学的和生物学的三大类：

①物理性水质指标：

感官物理性状指标：温度、色度、嗅和味、浑浊度、透明度

其他物理性水质指标：总固体、悬浮固体、溶解固体、可沉固体、电导率

②化学性水质指标：

一般化学性水质指标：PH、碱度、硬度、各种阳离子、各种阴离子、总含盐量、一般有机物

有毒化学性水质指标：各种重金属、氰化物、多环芳烃、各种农药

氧平衡指标：溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、总需氧量（TOD）

③生物学水质指标:

一般包括细菌总数、总大肠菌群数、各种病原细菌、病毒

5、高锰酸钾耗氧量、COD 和 BOD 区别和关系?

根据所加强氧化剂的不同,分为 COD 和高锰酸钾耗氧量。化学需氧量可以代表废水中有机物的总量,高锰酸钾测定相对较快,但不能代表废水有机物总量。

6、胶体脱稳的机理?

胶体脱稳的机理包括**压缩双电层**、**吸附电中和**、**吸附架桥**、**网捕作用**。

压缩双电层:带同号电荷的胶粒之间存在着由 ζ 电位引起的静电斥力和范德华力,当距离很近时,范德华力占优势,合力为吸力,两个颗粒相互吸住,胶体脱稳。当投入电解质后,水中与胶粒上反离子具有相同电荷的离子浓度增加,这些离子与胶粒吸附的反离子相交换或挤入吸附层,使胶粒带电荷数减少,降低 ζ 电位,使扩散层厚度减少。

吸附电中和:胶粒表面对异号离子、异号胶粒和链状高分子带异号电荷的部位有强烈吸附作用,从而中和了它的部分和全部电荷,减少了静电斥力,容易与其他颗粒接近吸附。

吸附架桥:如果投加的药剂是能吸附胶粒链状高分子聚合物,或者两个同号胶粒吸附在同一个异号胶粒上,胶粒间就能连接团聚成絮凝体而被去除。

网捕作用:向水中投加金属离子的化学药剂后,由于金属离子的水解和聚合,会以水中胶粒为晶核形成胶体状沉淀物,在这种沉淀物从水中析出的过程中,会吸附和网捕胶粒而共同沉淀下来。

7、粒状介质过滤机理。

阻力截留:废水通过粒状滤料床层时,粒径较大的悬浮颗粒首先被截留于表层滤料空隙中,使空隙变小,截留能力变强,逐渐形成一层主要由被截留的固体颗粒构成的滤膜,并起主要过滤作用。

重力沉降:原水通过滤料床层时,滤料表面提供了巨大的沉降面积。滤料愈小,沉降面积愈大;滤速愈小,水流愈平稳,有利于沉降。

接触絮凝:由于滤料有巨大的表面积,它与悬浮物之间有明显的物理吸附作用。水中砂粒常带负电,能吸附带正电的铁、铝等胶体,进而吸附更多的带负电的粘土和多种有机物等胶体,在砂粒上发生接触絮凝。

较大悬浮颗粒以阻力截留为主,细微悬浮物以重力沉降和接触絮凝为主。

8、水中悬浮物能否黏附于气泡上取决于哪些因素？

实现气浮分离过程的必要条件是污染物粘附在气泡上。气泡和颗粒的附着过程是向使体系界面能减少的方向自发地进行的。 $\theta \rightarrow 0^\circ$ ，该物质不能气浮； $\theta < 90^\circ$ ，该物质附着不牢，易分离； $\theta \rightarrow 180^\circ$ ，该物质易被气浮。

9、水的软化与除盐在意义上有何差异？

水的软化是降低水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量，防止管道、设备结垢的处理；除盐则是降低部分和全部含盐量的处理。

10、水中微生物主要分哪几类？分别简单讨论它们在废水处理过程中所起的作用。

细菌、真菌、藻类、原生动物以及后生生物。在生物处理中，净化污水的主要承担者是细菌，而原生动物是细菌的首次捕食者，后生动物是细菌的二次捕食者。

11、活性污泥法的原理，净化过程及评价指标

活性污泥法就是以悬浮在水中的活性污泥为主体，在微生物生长有利的环境条件下和污水充分接触，使污水净化。进水→曝气池(通入空气)→二沉池(剩余污泥排除，回流污泥至曝气池前)→出水

吸附阶段：污水和活性污泥接触后在很短时间内水中有机物(BOD)迅速降低，主要由吸附作用引起。

氧化阶段：有氧条件下，微生物将吸附的有机物一部分氧化分解获得能量，一部分合成新细胞。

絮凝体形成与凝聚沉淀阶段：氧化阶段合成的菌体有机体形成絮凝体，通过重力沉淀出来，使水净化。

评价活性污泥的指标：

混合液悬浮固体(MLSS)：曝气池中污水和活性污泥混合后的混合液悬浮固体数，是计量曝气池中活性污泥数量的指标；

混合液挥发性悬浮固体(MLVSS)：混合液悬浮固体中有机物数量 $\text{MLVSS} = \text{Ma} + \text{Me} + \text{Mi}$ ，能基本表示活性污泥微生物数量；

污泥沉降比(SV)：曝气混合液在 100ml 量筒中静置沉淀 30min 后，沉淀污泥占混合液体积的百分比。它反映曝气池正常运行时的污泥量，以控制剩余污泥的排放，其还可反映污泥膨胀等异常情况；

污泥指数(SVI)：曝气池出口处混合液经 30min 沉淀后，1g 干污泥所占的容积(mL)。能较好的反映出活性污泥的松散程度(活性)和凝聚、沉淀性能。对于一般城市污水，SVI 在 50—150 左右，值低说明泥粒细小紧密，无机物多，缺乏活性和吸附能力；值高说明污泥难于沉淀分离；

污泥龄(θ_c): 曝气池中工作的活性污泥总量与每日排放的剩余污泥量的比值, 单位是天(d)。它表示新增长的污泥在曝气池中的平均停留时间, 其与细菌的增长处于什么阶段有关。

12、普通活性污泥法、生物吸附法和完全混合曝气法各有什么优缺点。

(一) **普通活性污泥法**曝气池呈长方形, 水流形态为推流式。污水净化的吸附阶段和氧化阶段在一个曝气池中完成。适用于处理要求高而水质比较稳定的废水。它的主要缺点是: ①不能适应冲击负荷; ②前段氧量不足, 后段氧量过量③曝气时间长, 曝气池体积大, 耗费高。

(二) **完全混合法**的流程与普通法相同。进水的水质变化对污泥的影响很小, 能够较好的承受冲击负荷; 池内各点有机物浓度均匀一致, 微生物群性质和数量基本相同, 池内各部分工作情况几乎完全一致, 微生物活性能够充分发挥。

(三) **生物吸附法**吸附时间短, 费用低。其缺点是处理效果稍差, 不适合处理含溶解性有机物较多的废水。

13、生物滤池的类型和特点。

普通生物滤池: BOD_5 去除率高, 工作稳定, 费用低。但负荷较低, 占地面积大, 滤料易堵塞, 影响周围环境。

高负荷生物滤池: BOD 溶积负荷和水力负荷大大高于普通生物滤池。

塔式生物滤池: 通风良好, 容易产生强烈的紊流, 大大提高传质速度和滤池净化能力。其负荷远比高负荷滤池高, 滤池内生物膜生长迅速, 同时受强烈水力冲刷更新快, 具有较好的活性。

14、厌氧生物处理的机理

有机物厌氧分解可分为两个阶段。

酸性消化阶段: 不溶性有机物在细菌的作用下, 水解成水溶性有机物, 产物渗入细胞, 在内酶作用下转化为挥发性有机酸类和一些无机物以及能量。随着碳水化合物的减少, 有机酸和含氮有机物开始分解, 生成一些碱性物质, pH 上升至 6.6—6.8, 同时放出臭气。

碱性消化阶段: 酸性消化阶段后期, 随 pH 回升甲烷细菌经一段时间的适应, 开始分解有机酸, 使溶液 pH 上升, 产气量增大, 进入碱性消化阶段, 当 pH 至 7—7.5 时, 产气量达到最大。

15、A/O 工艺和 A²/O 工艺流程图

原水→初沉池(排泥)→厌氧池→(加碱)好氧池(混合液回流至厌氧池前)→二沉池(污泥回流至厌氧池前)。

原水→厌氧段 | 缺氧段 | 好氧段(内循环至缺氧段)→沉淀池(富磷污泥排出, 回流

污泥至厌氧段前)→出水。

16、污泥的主要性质

①含有机物多，性质不稳定，易腐化发臭；②颗粒较细，比重接近于 1；③含水率高，成胶状结构，不易脱水；④易用管道输送；⑤含较多的植物营养素，有肥效；⑥含病原菌及寄生虫卵，流行病学上不安全。

17、生物脱氮除磷处理技术。

（一）脱氮技术：

①原理：将污水中的氮元素通过硝化与反硝化作用转化成氮气。

②处理工艺：二段生物处理脱氮工艺、三段生物处理脱氮工艺、外碳源三段生物脱氮、循环法生物脱氮工艺及 A/O 工艺

（二）除磷技术：

①原理：通过在好氧条件下聚磷菌磷的提取和在厌氧、无氮氧化物存在的条件下聚磷菌磷的释放，这两个过程完成磷的去除。

②处理工艺：厌氧-好氧除磷工艺（A/O 工艺）、Phostrip 除磷工艺

（三）同步脱氮除磷处理工艺：A₂/O 工艺、Bardenpho 工艺、Phoredox 工艺

（四）硝化反应： $\text{NH}_4^+ + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow$ （箭头上亚硝化菌） $\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} - 278.42\text{KJ}$ ， $\text{NO}_2^- + 1/2\text{O}_2 \rightarrow$ （箭头上硝化菌） $\text{NO}_3^- - 72.27\text{KJ}$ ，
总反应 $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} - 351\text{KJ}$

污泥膨胀的控制措施：

（一）投加某种物质来增加污泥的比重或杀死过量的丝状菌

（二）改变进水方式和流态

（三）改变曝气结构

（四）控制曝气池的 DO

（五）避免污泥的早期氧化

（六）调整废水的营养配比

（七）制备菌种的投加

18、试比较厌氧法与好氧法处理有机污水的优缺点。

（一）厌氧法：①有机废水、污泥被资源化利用；

②不需供氧。

缺点：处理不彻底，出水有机物浓度仍然很高，不能直接排放。

(二) 好氧法, 则有: ①对有机物的处理比较彻底, 出水可以达标排放
②动力消耗大。

19、大气结构对流层: 温度随高度增加而下降(地面长波辐射加热), 空气对流, 温度、湿度水平分布不均匀。平流层(臭氧): 温度随高度增加而升高。中间层, 暖层(电离层), 散逸层。

20、大气污染物的影响: 对人体(颗粒物→尘肺病, 承载有毒物质, 硫氧化物→刺激呼吸道, 一氧化碳→降低血液载氧能力, 氮氧化物→光化学烟雾, 刺激人体黏膜), 对植物(SO_2 →破坏细胞结构, 氟化氢→损害叶片组织), 对器物 and 材料, 对能见度和气候(TSP, 光化学烟雾)。

21、大气污染综合治理的防治措施。

①调整产业结构, 优化能源构成。②严格大气环境管理③实施大气污染物总量控制④推广大气污染控制技术⑤控制污染的经济政策⑥控制污染的产业政策⑥绿化造林

22.大气环境质量控制标准: 按用途环境空气质量标准、大气污染物排放标准、大气污染物控制技术标准、大气污染警报标准。按照使用范围分为: 国家, 地方和行业标准。

净化效率的计算:

若已知各级除尘器的除尘效率为 x_1, x_2, \dots, x_n , 则多级除尘系统的总除尘效率为 $A = 1 - (1 - x_1)(1 - x_2) \dots (1 - x_n)$

23、除尘器分类。

(1) 机械力除尘器: 原理: 利用气体中颗粒自身质量实现分离的装置。

分类: ①重力沉降室: 通过重力作用使尘粒从气流中沉降分离的除尘装置。(结构简单, 投资小, 压力损失小; 体积大, 效率低。)

②惯性除尘器: 使气流方向发生急剧转变, 利用尘粒本身的惯性使其与气流分离。(用于净化直径较大的颗粒物。气流速度越快, 气流方向转变角度越大, 转变次数越多, 净化效率越高, 压力损失也越大; 净化效率不高)

③旋风除尘器: 使含尘气流做旋转运动, 利用离心力的作用将颗粒从气流中分离的除尘装置。(除尘效率影响因素: 离心力和向心运动气流作用于尘粒上的阻力, 结构尺寸, 下部严密性; 效率高, 处理量大)

(2) 电除尘器: 原理: 利用静电力实现颗粒与气流分离的装置。包括粉尘荷电, 荷电粒子迁移, 被捕集粉尘的清除。捕集效率与粒子性质, 电场强度, 气流速度, 气流性质及除尘器结构有关。

分类: ①单区和双区电除尘器②管式和板式③干式和湿式④立式和卧式⑤冷端和

热端

结构：电晕电极、集尘电极、电晕极与集尘极清灰装置等注意：电除尘过程与其他除尘过程的根本区别在于，分离力（主要是静电力）直接作用在粒子上，而不是作用在整个气流上，这就决定了它具有分离粒子耗能小、气流阻力也小的特点。

设计：①收集有关资料②确定粉尘有效驱进速度③确定除尘效率和集成板面积④确定电除尘器长高比⑤确定气流速度⑥选择电除尘器型号

（3）袋式除尘器：原理：使含尘气流通过纤维组织将粉尘分离捕集的装置。

特点：①除尘效率高②适应性强③操作稳定④结构简单

滤尘机制：筛分、惯性碰撞、拦截、扩散。除尘过程：①尘气通过清洁滤料②形成粉尘初层增加除尘效率。

影响除尘效率因素：滤料结构、粉尘粒径、粉尘厚度、过滤速度。清灰方式

分类：①清灰方式：机械振动、逆气流、脉冲喷吹②形状：圆袋、扁袋③过滤方向：外滤式、内滤式

优点：用于尾气除尘，比电除尘器结构简单，投资小，运行稳，可回收高比电阻粉尘；比湿式除尘器动力消耗小，可回收干颗粒物。

电袋除尘器：电除尘器+袋式除尘器分类：串联式、并联式

（4）湿式除尘器：原理：使含尘气体与液体充分接触，将尘粒洗涤下来而使气体净化的装置。

机理：惯性碰撞和拦截、扩散、黏附、凝聚等作用。

24、气态污染物净化原理：气体吸收法、气体吸附法、气体催化法。

（1）**气体吸收法原理**：气体吸收分为物理和化学吸收，气体混合物各组分在液体溶剂中的物理溶解度或化学反应活性不同，进而将有害组分从气流中分离。优点：效率高，设备简单，投资费用低。

吸收设备：填料塔、板式塔、文丘里吸收塔吸收设备的设计：①吸收剂用量②塔径的计算③填料层高的计算

亨利定律公式： $CA=HA \cdot PA^*$ $PA^*=EA \cdot xA$

（2）**气体吸附法原理**：用多孔固体吸附剂将气体或液体混合物中一种或多种组分集中于固体表面，从而实现分离。

吸附过程：①外扩散②内扩散③吸附
吸附过程的阻力：①外扩散阻力②内扩散阻力③吸附本身的阻力

物理吸附的速率方程： $\frac{dMA}{dt}=k_y \cdot a_p(YA-YA_i)$ 动力学吸附速率方程： $\frac{dMA}{dt}=K[YA(M_\infty-MA)-MA/m]$

吸附设备：固定床、移动床、流化床吸附器
工艺流程：间歇式、半连续式、连续式

吸附剂再生方法：热再生、降压再生、通风吹扫再生、置换再生、化学再生、

希洛夫方程式： $T=KL-T_0$

(3) **气体催化法原理**：气体污染物在催化剂表面发生化学反应，转化为无害或易于处理的物质的方法。

催化剂组成：活性组分、助催化剂、载体性能：活性、选择性、稳定性

25、二氧化硫污染控制技术：

①石灰石/石灰湿法烟气脱硫

$(CaCO_3+SO_2+2H_2O \rightarrow CaSO_3 \cdot 2H_2O+CO_2 \uparrow, CaO+SO_2+2H_2O \rightarrow CaSO_3 \cdot 2H_2O)$ 、

②氧化镁湿法烟气脱硫

(抛弃法、再生法、氧化回收法 $Mg(OH)_2+SO_2(aq) \rightarrow MgSO_3(aq)+H_2O$, $MgSO_3(aq)+H_2O+SO_2 \rightarrow Mg(HSO_3)_2(aq)$,

$Mg(HSO_3)_2+Mg(OH)_2+4H_2O \rightarrow 2MgSO_3 \cdot 3H_2O, MgSO_3(aq)+1/2O_2 \rightarrow MgSO_4(aq)$)、

③海水烟气脱硫

④湿式氨法烟气脱硫

$(2NH_3+SO_2+H_2O \rightarrow (NH_4)_2SO_3, (NH_4)_2SO_3+SO_2+H_2O \rightarrow 2NH_4HSO_3)$

⑤喷雾干燥法烟气脱硫

$(Ca(OH)_2+SO_2+H_2O=CaSO_3 \cdot 2H_2O, CaSO_3 \cdot 2H_2O+0.5O_2=CaSO_4 \cdot 2H_2O)$

⑥循环流化床烟气脱硫

$(CaO+SO_2+2H_2O \rightarrow CaSO_3 \cdot 2H_2O, CaSO_3 \cdot 2H_2O+0.5O_2 \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O)$

26、氮氧化物污染控制技术：

低氮燃烧技术、

选择性催化还原烟气脱硝

$(4NH_3+4NO+O_2 \rightarrow 4N_2+6H_2O, 8NH_3+6NO_2 \rightarrow 7N_2+12H_2O)$ 、

选择性非催化还原法脱硝

$(2NH_3+2NO+3/2O_2 \rightarrow 2N_2+3H_2O+CO_2)$ 、

湿法氨气脱硝、烟气同时脱硫脱硝技术

烟气脱硫技术：

烟气脱硫方法可分为两类：抛弃法和再生法。抛弃法即在脱硫过程中形成的固体产物被废弃，必须连续不断地加入新鲜的化学吸收剂。再生法，即与 SO_2 反应后的吸收剂可连续地在一个闭环系统中再生，再生后的脱硫剂和由于损耗需补充的新鲜吸收剂再回到脱硫系统循环使用。

烟气脱硫也可按脱硫剂是否以溶液状态进行脱硫而分为湿法和干法脱硫。湿法系统指利用碱性吸收液或含触媒粒子的溶液，吸收烟气中的 SO_2 。干法系统指利用固体吸收剂和催化剂在不降低烟气温度和不增加湿度的条件下除去烟气中的 SO_2 。

烟气脱硝技术：

（1）选择性催化还原法（SCR）脱硝

SCR 过程是以氨作还原剂，通常在空气预热器的上游注入含 NO_x 的烟气，在含有催化剂的反应器内 NO_x 被还原为 N_2 和水。

（2）选择性非催化还原法（SNCR）脱硝

尿素或氨基化合物作为还原剂将 NO_x 还原为 N_2 。

（3）吸收法净化烟气中的 NO_x

氮氧化物能够被水、氢氧化物和碳酸盐溶液、硫酸、有机溶液等吸收。

（4）吸附法净化烟气中的 NO_x

吸附法既能比较彻底地消除 NO_x 的污染，又能将 NO_x 回收利用。常用的吸附剂为活性炭、分子筛、硅胶、含氨泥煤等。

27、高斯扩散模式：

对于连续源的平均烟流，其浓度分布是符合正态分布的，高斯扩散模式正是在污染物浓度符合正态分布的前提下导出的。其基本假设为：烟羽的扩散在水平方向和垂直方向都是正态分布；在扩散的整个空间风速是均匀、稳定的；污染源排放是连续、均匀的；污染物在扩散过程中没有衰减和增生；在 x 方向，平流作用远大于扩散作用；地面足够平坦。从这些假设出发，可以导出高斯扩散模式。

28、如何进行固体废物的污染控制？

①改进生产工艺②发展物质循环利用工艺和综合利用技术③进行无害化处理

29、固体废物对人类的危害？

①占据大片土地②污染土壤水体，危害人体健康③污染大气、影响环境卫生

30、固体废物的二重性：①废物、资源双重性，多种污染物的终态和源头③呆滞性大，扩散性小④潜在、长期、灾难性的

31、压实：为了减少固体废物体积，提高运输与管理效率的技术。

破碎：减小其粒度，使之质地均匀，从而降低孔隙率，增大密度。

31、细菌生长曲线①迟缓期：细菌适应环境的时间。②对数增长期：营养物质充足，细菌呈对数增长。③减速增长期：营养物质减少，细菌世代繁殖，代谢废物增加，当营养物浓度达到上限，细菌减速增长；④内源呼吸期：营养物耗尽，细菌代谢自身原生质，生长量逐渐减少。

32、简述污水中水分及分离方法。

①间隙水浓缩法②毛细结合水高速离心机③表面吸附水加热法④内部结合水高温加热

33、固体废物的化学处理：中和法，化学还原法

34、厌氧消化处理工艺：考虑碳氮比、温度、pH 与碱度、投料方式和投配率、搅拌与强度。

35、好氧堆肥工艺：①发酵阶段碳氮比含水率温度 Ph 空气需要量②熟化阶段③加工④储存

36、固体废物的处理

（1）物理处理：通过浓缩或相变化改变固体废物的结构，使之成为便于运输、贮存、利用或处置的形态

（2）化学处理：采用化学方法破坏固体废物中的有害成分从而达到无害化，或将其转变成为适于进一步处理、处置的形态。

（3）生物处理：利用微生物分解固体废物中可降解的有机物，从而达到无害化或综合利用

（4）热处理：通过高温破坏和改变固体废物组成和结构，同时达到减容、无害化或综合利用的目的。热处理方法包括焚化、热解、湿式氧化以及焙烧、烧结等。

（5）固化处理：采用固化基材将废物固定或包覆起来以降低其对环境的危害，因而能较安全地运输和处置的一种处理过程。