

安徽省红薯淀粉生产和加工废水治理
技术规范（试行）

二〇一八年十一月

目 录

前 言	1
1 适用范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	4
4 红薯淀粉废水特征	4
5 红薯淀粉废水治理要求	6
6 治理思路与工艺设计要求	9
7. 推荐工艺组合模式	12
附录： 废水治理技术工艺简介	16
1.预处理工艺	16
2.生化处理工艺	26
3.深度处理工艺	42

前 言

为贯彻落实《中华人民共和国水污染防治法》、《水污染防治行动计划》（简称“水十条”）及《安徽省“十三五”环境保护规划》等法规和文件的精神及要求，规范红薯淀粉生产和加工废水污染治理工程技术，促进农村红薯淀粉产业升级，改善安徽省农村人居环境，制定本规范。

本规范包括以下内容：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、红薯淀粉废水特征、废水治理总体要求、治理思路与工艺设计要求、推荐工艺组合模式等。

本规范为指导性文件，主要针对安徽省红薯淀粉生产和加工废水治理工程进行技术指导，供环境保护部门、设计单位、农村基层组织和其他农村用户使用。

本规范起草单位：南京大学、安徽省环境科学研究院、南京大学盐城环保技术与工程研究院、安徽师范大学。

本规范主要起草人：谢显传、丁新春、匡武、海子彬、伍永钢。本规范于2018年12月1日发布，属于首次发布。以后将根据安徽省农村环境综合整治工作进展情况、农村人居环境管理要求及水污染治理技术发展情况适时修订。

本规范由南京大学、安徽省环境科学研究院、南京大学盐城环保技术与工程研究院、安徽师范大学共同起草，由南京大学负责解释。

安徽省红薯淀粉生产和加工废水治理技术规范（试行）

1 适用范围

本规范规定了安徽省红薯淀粉生产和加工废水治理工程设计、施工、验收和运行维护等技术要求。

本标准适用于红薯淀粉生产以及以红薯淀粉为原料加工粉丝生产企业或农户的废水治理工程，可作为环境影响评价、工程咨询、设计、施工、环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

对接入城镇污水管网或工业园区污水处理系统的红薯淀粉生产和加工废水处理不适用于本规范。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本规范。

HJ 2043 淀粉废水治理工程技术规范

HJ 576 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 2007-2010 污水气浮处理工程技术规范

GB25461 淀粉工业水污染物排放标准

GB5084 农田灌溉水质标准

GB 50014 室外排水设计规范

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB/T51063 大中型沼气工程技术规范

HJ2005 人工湿地污水处理工程技术规范

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 18883 建筑结构荷载规范

GB/T 50009 建筑结构荷载规范

GB T 13663 给水用聚乙烯 (PE) 管材

GB 50015 建筑给水排水设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50019 民用建筑采暖通风与空气调节设计规范

GB 50037 建筑地面设计规范

GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范

GBJ141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50335 污水再生利用工程设计规范

GB50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

HJ-T91 地表水和污水监测技术规范

CJJ60 城镇污水处理厂运行维护及安全技术规程

HJJ/T54 污水稳定塘设计规范

NY T 1220.2 沼气工程技术规范

NY/T1222 规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范

《全国农村环境连片整治工作指南》（环办〔2010〕178号）

《安徽省“十三五”环境保护规划》（皖政办【2017】31号）

《建设项目（工程）竣工验收办法》（国家计委 计建设【1990】1215号）

《排污口规范化整治技术要求（试行）》（环监【1996】470号）

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（2001年国家环境保护总局令第13号）

《污染源自动监控管理办法》（2005年国家环境保护总局令第28号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 红薯淀粉废水

指以红薯为原料生产和加工淀粉过程中各工序产生的废水总和。

3.2 红薯输送清洗废水

指在红薯淀粉生产过程中的红薯原料输送、清洗工序所产生的含有大量泥沙、悬浮物等污染物质的废水。

4 红薯淀粉废水特征

4.1 水量

红薯淀粉废水主要来源于以淀粉生产的粉碎、洗脱汁、分离、淀粉脱水工段后的排水，以及原料输送清洗废水。红薯淀粉废水排放量可通过工程实际测量确定，也可以根据生产实际进行水平衡试验确定。废水

排放量测量时，应对各个生产工序排放的废水逐一进行测量，并在工厂生产设施后的排放总口对综合废水排放总量进行实际测量作为校核；测量应符合 HJ/T 91 的技术要求。新建的淀粉废水处理工程，可类比现有同等生产规模和同种生产工艺淀粉厂的排放水量来确定废水排放量。当无实测数据及同类工程参考资料时可参考表 4-1。淀粉废水水量的变化系数等于时变化系数和日变化系数的乘积，时变化系数 1.3~1.6，日变化系数 1.1~1.3。

表 4-1 红薯生产单位淀粉产品的废水产生量

	红薯淀粉废水产生量（立方/吨淀粉）	
生产方式	先进	≤4
	平均	4~8
	一般	12~20

4.2 水质

现有企业淀粉废水水质可以通过采样化验确定，也可以根据生产实际进行物料平衡确定。采样化验室，应对各个生产工序排放的废水逐一进行取样，并在工厂废水排放总口对综合废水取样作为校核；采样化验应符合 HJ/T 91 的技术要求。新建的淀粉废水处理工程，可类比现用同等生产规模和同等生产工艺红薯淀粉企业的产污数据来确定淀粉废水的水质。当无实测数据及同类企业参考数据时，也可以参考表 4-2 估算废水的水质参数。

表 4-2 红薯淀粉废水的水质特征 (单位: mg/L, pH 为无量纲)

序号	项目	参考值
1	pH	4~7
2	化学需氧量 (COD _{Cr})	10000~35000
3	生化需氧量 (BOD ₅)	6000~25000
4	悬浮物 (SS)	3000~5000
5	总氮 (TN)	300~500
6	氨氮 (NH ₃ -N)	30~80
7	总磷 (TP)	10~50

5 红薯淀粉废水治理总体要求

5.1 一般要求

红薯淀粉生产要求贯彻国家产业政策和行业污染防治技术政策, 遵循“三同时”制度, 做到全过程控制, 力争从生产工艺源头控制污染物的产生来实现削减污染物的排放量, 提高资源、能源利用率。淀粉废水治理工程技术方案应以当地生产情况及发展规划为依据, 结合不同地区气候等环境因素, 经技术、经济论证后确定。

5.2 选址要求

红薯淀粉生产和加工废水治理工程选址应符合城镇总体规划和污水专业规划, 并满足环境影响评价批复文件的要求。可根据下列因素来综合确定程选址。

- (1) 在村镇水体的下游。
- (2) 便于处理后出水回田灌溉或安全排放。
- (3) 便于污泥集中处理和处置。

(4) 在城镇和当地村民聚居区的夏季主导风向的下风向。

(5) 有良好的工程地质条件。

(6) 少拆迁，少占农田，根据环境影响评价要求，有一定的卫生防护距离。

(7) 有扩建的可能。

(8) 工程地形不应受到洪涝灾害影响，防洪标准不应低于城镇防洪标准，具有良好的排水条件。

(9) 有方便的交通、运输和水电条件。

5.3 收集要求

(1) 红薯淀粉废水原则上应采用密闭管道收集，若利用厂区或农村内现有沟渠，应采取必要的密闭和防渗措施；同时尽量把淀粉废水与原料输送清洗废水进行分类、分质地收集处理。废水收集系统必须做到雨污分流，防止汛期雨水对废水治理工程冲击影响，同时应尽量考虑自流排水，管道或沟渠坡度应满足重力自流的要求。

(2) 由于红薯淀粉废水具有季节性强、水量大的特点，须专门建设具有均质和储存的调蓄池。调蓄池的容量应与废水产量与处理能力相匹配，即满足整个生产周期过程中未有效处理的净剩余总量要求，防止废水未得到有效治理而排入环境水体中。调蓄池必须做好防渗处理，防止污染地下水；同时要求做好一定的覆盖处理，避免恶臭气味影响周围环境，防止降雨时调蓄池溢流排污。

5.4 建设要求

红薯淀粉废水治理工程建设应以批准的《安徽省农村环境连片综合

整治实施方案》以及相关的新农村建设规划为主要依据，正确处理近期与远期、集中与分散、排放与利用的关系。废水处理工程应规范设计，严格施工，合理调试，保证废水处理达到预期效果。

5.5 排放要求

建议根据废水排放去向以及排放水域的水体功能，参考国家、行业和地方相关排放标准和水质标准，并结合当地环境保护管理部门要求，确定红薯淀粉废水治理工程的排放要求。建议红薯淀粉废水治理工程排放要求如下表 5-1 所示。

表 5-1 红薯淀粉废水排放参考标准

序号	标准名称	标准号	适用条件
1	淀粉工业水污染物排放标准	GB25461-2010	适用一般情况
2	城镇污水处理厂污染物排放标准	GB18918-2002	适用直接排入敏感水体的情况
3	农田灌溉水质标准	GB5084-92	适用周边有充足受纳农田面积的情况

5.6 管理要求

淀粉废水处理工程设施建设运行后，要保证处理设施的正常运行与出水水质达到设计标准，日常维护、定期检查等运行管理手段是不可或缺的重要内容。为了科学的管理好淀粉废水处理设备设施，需要制定保障淀粉废水治理工程的长效管理机制，落实责任。具体要求如下：

(1) 废水处理设备设施使用人应负责废水处理工程设施的维护工作，建立相关制度和章程，保证长效运行。

(2) 废水处理设计建造人除规范设计，严格建造外，还应根据实际工艺对废水处理使用人进行培训，包括环境意识培训、污水处理基础知识和专业技能培训、设施运行和日常操作培训、常见异常情况处理措施培训等，并长期为使用人提供本工程的技术支持。

(3) 管理部门除规定排放要求，负责组织工程验收外，还应加强对已建工程的日常监督管理，发现工程运行异常或处理不达标，应及时通知设备设施使用人，并追究相关责任。

6 治理思路与工艺设计要求

6.1 治理思路

(1) 应根据现行国家和地方有关排放标准、污染源及性质、排水去向确定淀粉废水处理程度，选择相应的处理工艺。

(2) 红薯淀粉生产废水浓度高、水质水量变化大、季节性变化明显，淀粉废水治理总体上宜采用“大池容调蓄+预处理+厌氧生物处理+好氧生物处理+生态净化处理”的污染治理思路。其中，预处理工艺优先选取混凝沉淀、气浮等工艺，而且药剂优先考虑绿色环保混凝药剂；厌氧工艺优先选取 IC、UASB 等高效厌氧反应器处理，好氧工段以多级 A/O 为宜，生态净化处理工艺可因地制宜采用农田土地渗滤、生态塘净化等处理方法。

6.2 常用工艺

红薯淀粉废水治理工程应优先采用高效节能的处理工艺，同时要确保废水处理设施能安全、可靠、稳定运行，且易于操作维护，保证运行

成本经济可行。红薯淀粉废水处理流程主要可分为预处理、生化处理和深度处理三个阶段，其常用工艺见下表 6-1。

表 6-1 红薯淀粉废水处理流程

序号	阶段	常用工艺	目的
1	预处理	格栅、沉砂、混凝反应、沉淀、气浮等。	去除大部分悬浮物和部分 COD _{cr} 、BOD ₅ 等。
2	生化处理	沼气发酵池、高效厌氧反应器、活性污泥法等。	去除大部分 COD _{cr} 、BOD ₅ 和部分氮、磷等。
3	生态处理	生态稳定塘、人工湿地、土地渗滤等。	进一步去除 COD _{cr} 、BOD ₅ 、氮、磷及其他污染因子。

6.3 工艺设计要求

(1) 在工艺设计前，应对项目废水的水质、水量和变化规律进行全面调查，并进行必要的分析试验。

(2) 根据红薯淀粉季节性加工特点，必须充分考虑整个生产周期内的废水净剩余量的收集暂存，建设满足存储容量的应急调蓄池。

(3) 淀粉废水处理应采用生物处理和物化处理相结合的组合工艺。

(4) 工艺路线的选择应该根据废水的水质特征、处理后的水的去向、排放标准，并进行技术经济必选后确定。

(5) 应考虑当地的自然条件选择工艺。地下水高、地质条件差的场所，一般不宜采用构筑物深度较大、施工难度较高的工艺。

6.4 污泥处置要求

(1) 产污泥量可根据实际工程情况测定或参照同类企业确定，也可以根据去除单位污染物量估算污泥量。①采用活性污泥法时，产泥量可

按 $0.3 \text{ kg DS}/(\text{kg COD}_{\text{Cr}}) \sim 0.4 \text{ kg DS}/(\text{kg COD}_{\text{Cr}})$ 设计，并按湿泥量（污泥含水率 99.3%~99.4%计）为废水处理量的 1.5%~2.0%校核；②IC 产生的厌氧剩余污泥产量可按 $0.05 \text{ kg DS}/(\text{kg COD}_{\text{Cr}}) \sim 0.2 \text{ kg DS}/(\text{kg COD}_{\text{Cr}})$ 设计，污泥含水率约 98%；③物化污泥产量可按 $1 \text{ kg DS}/(\text{kg COD}_{\text{Cr}}) \sim 1.5 \text{ kg DS}/(\text{kg COD}_{\text{Cr}})$ 设计，污泥含水率为 98%~99%。

(2) 淀粉废水预处理厌氧单元产生的剩余污泥应输送至综合废水处理工程污泥系统处理。

(3) 污泥处理工艺应综合考虑污泥的最终处置方式确定，其处理工艺包括污泥浓缩、污泥均质、污泥脱水和污泥堆场，应符合以下技术要求。①剩余污泥应进行浓缩，当采用重力浓缩时，污泥固体负荷宜采用 $20 \text{ kg}/(\text{m}^2/\text{d}) \sim 40 \text{ kg}/(\text{m}^2/\text{d})$ ，浓缩时间不宜小于 16 h；也可采用机械浓缩和气浮浓缩工艺；②污泥均质池容积应根据各类污泥产量及排泥方案确定，可按 2h~4h 的污泥排放量估算，均质池内应设置潜水推流器、搅拌器等设备；③污泥脱水前应进行加药调理，药剂种类和投加量应通过污泥性质和干污泥的处理方式试验确定；④污泥脱水机械的类型应按污泥的性质、产生量和脱水要求，经技术经济比较后确定，宜选用带式脱水机或离心脱水机，当污泥量较少时，可选用厢式或板框压滤机；⑤污泥脱水前的含水率宜小于 98%，污泥脱水后的含水率宜小于 80%。

(4) 应设置脱水污泥堆场，堆场面积根据污泥清运条件确定，并设置防渗、防漏、防雨水设施，且满足 GB18599 的相关规定。

(5) 污泥的处置优先考虑作为有机肥还田资源化利用，也可采用综合利用、焚烧和填埋等方式；填埋时应符合 GB 18599 等标准的规定，干

化焚烧时应符合国建的相关标砖规定。

(6) 污泥浓缩脱水过程中产生的废水应进入调节池进行处理。

6.5 沼气利用要求

(1)应根据厌氧反应器进水水质和沼气产率确定沼气利用系统的建设规模。

(2)根据沼气利用途径,对沼气进行脱硫和脱水的净化处理和贮存,其净化、贮存和利用技术应符合 NY/T 1220.2 和 NY/T 1222 中相关规定。

(3)应集合淀粉治理工程的实际情况进行沼气利用,可将沼气作为锅炉燃料。

7. 推荐工艺组合模式

7.1 达到淀粉行业直接排放或城镇污水排放标准的工艺组合模式

该组合工艺流程为：淀粉废水经过格栅拦截漂浮物后进入调蓄池，通过投加绿色环保混凝剂并与废水充分反应后进入沉淀池，沉淀物主要为淀粉废水中的粗粒淀粉、蛋白质等可资源化物质进行回收利用（比如成为优质饲料）。混凝沉淀出水经过加热后进入厌氧反应器，去除大部分有机物，出水再自流进入 A²/O 池中进一步生化降解，COD 及 N、P 污染物可在该工艺中处理，在二沉池中处理后的废水与活性污泥通过重力差而分离，二沉出水进入后续生态塘净化池进一步深度处理可达到《淀粉工业水污染物排放标准》（GB25461）规定的直接排放标准或《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）规定的一级 B 排放标准。

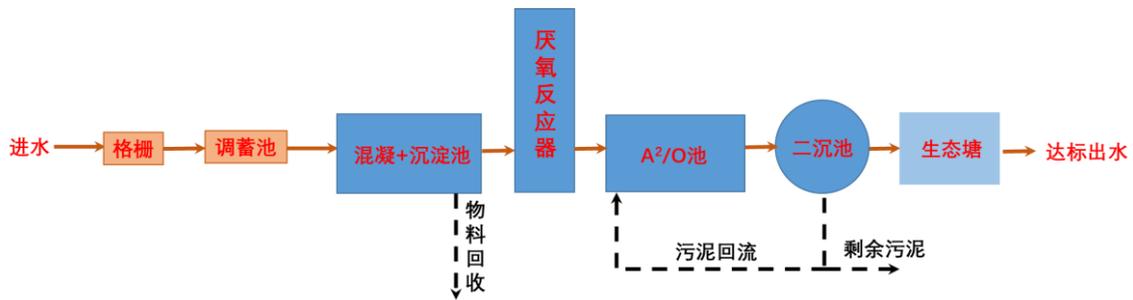


图 8-1 达到直接排放标准的工艺组合流程图

该模式工艺中由于采用绿色环保混凝剂，将废水中 useful 物质混凝沉淀再资源化利用的同时，可大幅削减废水中的污染物，进而减轻后续生化处理的负荷。仅需要较小的投资和用地即可增加混凝沉淀池，由于后续生化进水有机负荷的大幅减少，可以大幅降低厌氧塔、活性污泥池和湿地的投资费用，同时回收的粗粒淀粉和蛋白质也可以产生经济效益。

7.2 达到淀粉行业间接排放标准的工艺组合模式

该组合工艺流程为：淀粉废水经过格栅拦截漂浮物后进入调蓄池，然后进入厌氧反应器，去除大部分有机物，出水再自流进入 A²/O 池中进一步生化降解，COD 及 N、P 污染物可在该工艺中处理，在二沉池中处理后的废水与活性污泥通过重力差而分离，二沉出水可达到《淀粉工业水污染物排放标准》(GB25461) 规定的间接排放标准。

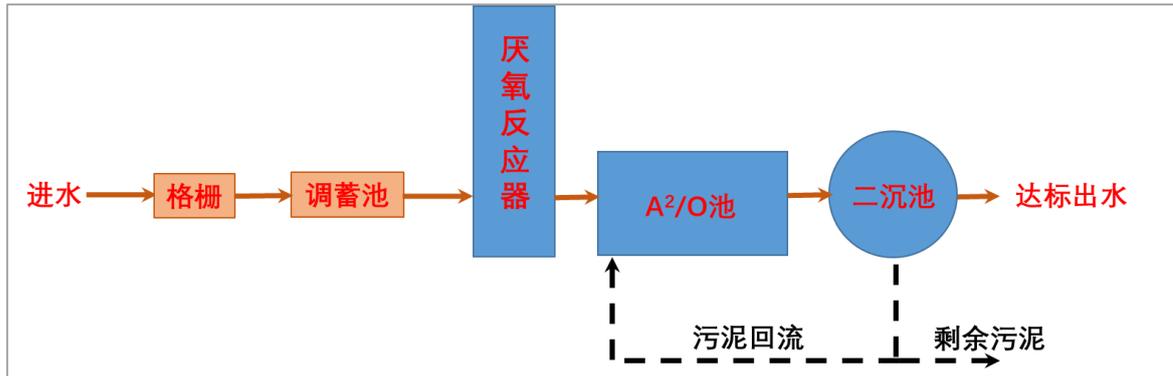


图 8-2 间接排放标准治理工艺流程图

该模式工艺具有投资少、运行成本低的特点，但需要有健全的管网收集输送入集中污水处理厂。

7.3 达到农田灌溉水质标准的工艺组合模式

该组合工艺流程为：淀粉废水经过格栅拦截漂浮物后进入调蓄池，然后进入厌氧反应器，去除大部分有机物，出水再自流进入活性污泥池中进一步生化降解，COD 及小部分 N、P 污染物可在该工艺中处理，在二沉池中处理后的废水与活性污泥通过重力差而分离，二沉出水可达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-92）规定的标准。

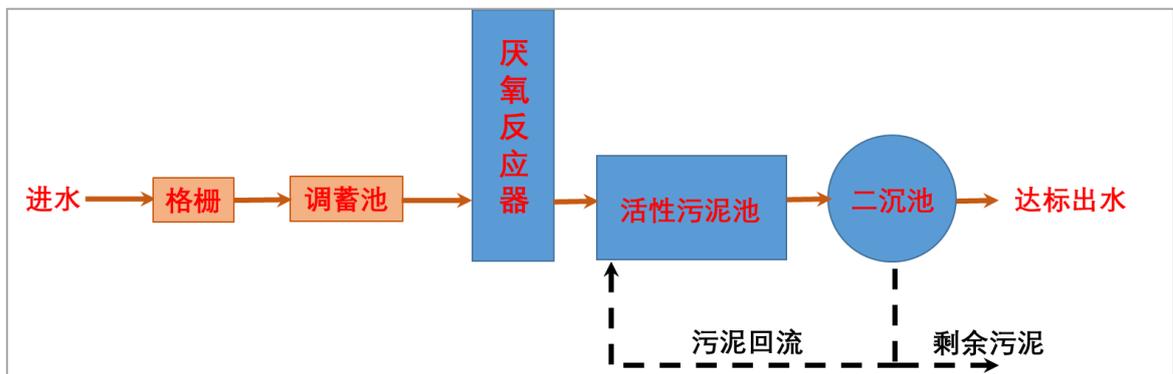


图 8-3 还田灌溉治理工艺流程图

该模式工艺具有投资少、运行成本低的特点，处理过程中尽可能保留了对农作物有益的 N、P 营养元素，该模式需要加工企业周边有充足的容纳农田。

附录： 废水治理技术工艺简介

1. 预处理工艺

1.1 格栅

(1) 原理

废水中的污染物一般以三种形态存在：悬浮（包括漂浮）态、胶体和溶解态。废水进入处理泵房之前需要将废水中的悬（飘）浮固体先除去以防止对后续设备（泵）造成损坏。固体悬浮物去除主要分为两大类：一类是废水受到一定的限制，悬浮固体在水中流动被去除；另一类是悬浮固体受到一定的限制，废水流动而将悬浮固体抛弃。格栅属于后者，它是污水泵站中最主要的辅助设备。

(2) 结构类型

格栅一般由一组平行的栅条组成，斜置于泵站集水池的进口处。格栅可分为平面与曲面格栅两种。平面格栅由栅条与框架组成；曲面格栅又可分为固定曲面格栅与旋转鼓筒式格栅两种。按格栅栅条的净间距，可分为粗格栅（50~100 mm）、中格栅（10~40 mm）、细格栅（1.5~10 mm）三种。平面格栅与曲面格栅，都可做成粗、中、细三种。由于格栅是物理处理的重要设施，故新设计的污水处理厂一般采用粗、中两道格栅，甚至采用粗、中、细三道格栅。按清渣方式，格栅可分为人工清渣和机械清渣格栅两种。人工清渣格栅适用于小型污水处理厂。当栅渣量大于 $0.2 \text{ m}^3/\text{d}$ 时，为改善工人劳动与卫生条件，都应采用机械清渣格栅。

(3) 主要设计参数

①粗格栅：机械清除时宜为 16~25mm，人工清除时宜为 25~40mm。

特殊情况下，最大间隙可为 100mm；

②细格栅：宜为 1.5~10mm；

③水泵前，应根据水泵要求确定。

污水过栅流速宜采用 0.6~1.0m/s。除转鼓式格栅除污机外，机械清除格栅的安装角度宜为 60° ~ 90° 。人工清除格栅的安装角度宜为 30° ~ 60° 。

④格栅除污机，底部前端距井壁尺寸，钢丝绳牵引除污机或移动悬吊葫芦抓斗式除污机应大于 1.5m；链动刮板除污机或回转式固液分离机应大于 1.0m。

⑤格栅上部必须设置工作平台，其高度应高出格栅前最高设计水位 0.5m，工作平台上应有安全和冲洗设施。

⑥格栅工作平台两侧边道宽度宜采用 0.7~1.0m。工作平台正面过道宽度，采用机械清除时不应小于 1.5m，采用人工清除时不应小于 1.2m。

⑦粗格栅栅渣宜采用带式输送机输送；细格栅栅渣宜采用螺旋输送机输送。

⑧格栅除污机、输送机和压榨脱水机的进出料口宜采用密封形式，根据周围环境情况，可设置除臭处理装置。

(4) 施工管理

①污水处理厂内各构（建）筑物的位置应按污水处理厂总平面布置图所注的坐标和相对尺寸放线定位，经核对无误后方可施工，要求所有构（建）筑物一次定位并核对。

②生产构筑物标高必须采用同一水准点测量以确保水力流程顺畅，其标高允许误差不得超过±10mm（有特殊要求的除外）；

③土建施工中，应对照工艺、电气等相关图纸，各工种之间密切配合，并按规定进行检查和验收，符合施工验收标准、规范后再进行下一道工序施工。所有图中规定预埋、预留的穿墙管件、钢件、孔洞等，必须在土建施工中核对无误后，正确预埋或预留，不得事后敲打凿洞，影响工程质量。

④所有水泵、电机、脱水机等设备基础必须待设备到货核对尺寸后，再进行基础的施工，所有与水泵、阀门等设备连接的法兰均需与设备法兰核对后再钻孔。

⑤外装修必须在管件安装完毕后进行。

⑥所有钢制管件、构件和金属设备等，必须进行防腐处理，

（5）运行管理

①正常情况下格栅除污机为间隙运行，但必要时可连续 24 小时运行。

②格栅除污机设置在雨水泵站进水渠中，以收集和去除较大的颗粒及漂浮物，并将污物从排渣口排出。

③清污机安装在渠道中，平台上部外型美观大方，不影响周围环境卫生。

④格栅在中断一段时间后恢复运行时，耙污机构可在完全阻塞的格栅上去除积聚的栅渣。

⑤设备所有传动部件均在水面以上，并在机架上方开设检修孔，遇

到偶然事故发生或需检修及保养时，工作人员只须在工作平台上通过检修孔处即可进行工作，维修保养方便。设备安装时只须将设备吊装到位，将地脚衬板与渠道两侧地平上的预埋钢板进行焊接即可。

⑥机耙行走装置灵活、平稳、制动可靠，定位精度 $\leq 2\text{mm}$ ，除污机具具有全面可靠的机械过扭保护装置，保证安全运行。

⑦驱动装置在格栅上部设有防护罩，设备具有过载保护功能，耙污的速度满足现场工艺和安装的要求。

⑧格栅水下链轮、链条具有防堵保护装置，运行可靠。

1.2 混凝反应池

(1) 原理

混凝是指通过某种方法（如投加化学药剂）使水中胶体粒子和微小悬浮物聚集的过程，是水和废水处理工艺中的一种单元操作。混凝则包括凝聚与絮凝两种过程。凝聚主要指胶体脱稳并生成微小聚集体的过程，絮凝主要指脱稳的胶体或微小悬浮物聚结成大的絮凝体的过程。

(2) 结构与药剂类型

混凝反应池分为机械混凝反应池与水力混凝反应池两种。前者设备复杂，但易调节控制；后者设备简单，但不易调节控制。混凝剂可归纳为两类：①无机盐类，有铝盐（硫酸铝、硫酸铝钾、铝酸钾等）、铁盐（三氯化铁、硫酸亚铁、硫酸铁等）和碳酸镁等；②传统高分子物质，有聚合氯化铝，聚丙烯酰胺等；③新型环保型混凝剂，有改进型聚壳糖、微生物絮凝剂等。优先选用安全环保的绿色混凝剂。

(3) 主要设计参数

影响混凝效果的主要因素：

①水温：水温对混凝效果有明显的影响。

②pH：对混凝的影响程度，视混凝剂的品种而异。③水中杂质的成分、性质和浓度。

④水力条件。常见的混凝反应器有平流式隔板反应槽。由于对场地使用没有限制，混凝反应效果好，构造简单，施工方便。絮凝体形成的适宜流速为 15-30 cm/s，时间为 15-30 min 左右。

(4) 运行管理

①运行操作人员应观察并记录反应池矾花生长情况，并将之与以往记录资比较。如发现异常应及时分析原因，并采取相应对策。

②运行管理人员应加强对入流废水水质的检验，并定期进行烧杯搅拌试验。通过改变混凝剂或助凝剂种类，改变混凝剂投药量，改变混合过程的搅拌强度等，来确定最佳的混凝条件。

③采用机械混合方式时，应定期测试计算混合区的搅拌速度梯度，核算其有问题时应及时调整搅拌设备转速或调节入流废水水量。采用管道混合或采用静态混合器混合时，由于流量减少，流速降低，会导致混合强度不足。对于其他类型的非机械混合方式，也有类似情况，此时应加强运行的合理调度，尽量保证混合区内有充足的流速。对于水力式絮凝反应池也一样，应通过流量调整来保证其水流速度。

④应定期清除絮凝反应池内的积泥，避免反应区容积减小，池内流速增加使反应时间缩短，导致混凝效果下降。

⑤反应池末端和沉淀池进水配水墙之间大量积泥，会堵塞部分配水

孔口，使孔口流速过大，打碎矾花，沉淀困难。此时应停止运行清除积泥。

⑥应经常观察混合、反应、排泥或投药设备的运行状况，及时进行维护，发生故障则及时更换报修。

⑦定期标定加药计量设施，必要时应予以更换，以保证计量准确。

⑧加强对库存药剂的检查，防止药剂变质失效。对硫酸亚铁尤应注意。用药应贯彻“先存先用”的原则。

⑨配药时要严格执行卫生安全制度，必须带胶皮手套以及其他劳动保护措施。

1.3 气浮处理

(1) 原理

气浮处理法就是向废水中通入空气，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（油）三相混合体，通过收集泡沫或浮渣达到分离杂质、净化废水的目的。

(2) 结构类型

气浮处理过程主要由四大部分完成：①溶气过程；②释气过程；③溶气水和原水接触和分离的过程；④原水水质调整的过程。按其产生气泡方式可分为：布气法气浮（包括转子碎气法、微孔布气法，叶轮散气浮选法等）电解气浮法；生化气浮法（包括生物产气气浮法，化学产气气浮）；溶解空气气浮（包括真空空气浮法，压力气浮法的全溶气式、部分溶气式及部分回流溶气式）。

(3) 主要设计参数

①气浮池应设溶气水接触室完成溶气水与原水的接触反应。

②气浮池应设水位控制室,并有调节阀门(或水位控制器)调节水位,防止出水带泥或浮渣层太厚。

③穿孔集水管一般布置在分离室离池底 20~40cm 处,管内流速为 0.5~ 0.7m/s。孔眼以向下与垂线成 45° 角交错排列,孔距为 20~30cm,孔眼直径为 10~20mm。

④排渣周期视浮渣量而定,周期不宜过短,一般为 0.5~2h。浮渣含水率在 95%~97%左右,渣厚控制在 10cm 左右。

⑤浮渣宜采用机械方法刮除。刮渣机的行车速度宜控制在 5m/min 以内。

⑥刮渣方向应与水流流向相反,使可能下落的浮渣落在接触室。

⑦气浮工艺设计时应考虑水温的影响。

(4) 施工管理

①气浮工艺的施工与验收应符合 GB50141、GB50204 和 GB50205 规定。

②供电系统需保证足够的供电可靠性,并设置相应的继电保护装置。

③设备选型应考虑污水处理工艺的环境条件,应选择抗腐蚀,性能稳定,安全可靠的产品。

④构筑物宜按照二类防雷保护设计。

⑤控制系统宜采用 IPC 和 PLC 组成的集散型监控系统,一般由中控室和 PLC 控制站组成。

(5) 运行管理

①气浮工艺污水处理厂（站）设施的运行、维护及安全管理应按照CJJ60 执行。

②操作人员应严格执行设备操作规程,定时巡视设备运转是否正常,包括温升、响声、

③振动、电压、电流等,发现问题及时检查排除。

④应保持设备各运转部位的润滑状态,及时添加润滑油、除锈;发现漏油、渗油情况应及时解决。

⑤气浮前处理如为铁盐混凝,应定时排除污泥及浮渣,以免结块。

⑥有填料的溶气罐进水管设置的除污器应定时清洗,损坏时进行更换。溶气罐的填料也

⑦需定时排污、清洗。出水阀的开启度应与流量一致,发现不一致时应加以调整。

⑧溶气罐的安全阀应定期校正。

⑨应做好设备维修保养记录。

1.4 沉淀池

(1) 原理

沉淀池是应用沉淀作用去除水中悬浮物的一种构筑物,净化水质的设备。利用水的自然沉淀或混凝沉淀的作用来除去水中的悬浮物。沉淀池按水流方向分为水平沉淀池和垂直沉淀池。沉淀效果决定于沉淀池中水的流速和水在池中的停留时间。

(2) 结构类型

按水流方向划分，沉淀池可分为平流式、辐流式和竖流式三种。沉淀池包括进水区、沉淀区、缓冲区、污泥区和出水区五个部分。进水区和出水区的作用是使水流均匀的流过沉淀池，避免短流和减少紊流对沉淀产生的不利影响，同时减少死水区，提高沉淀池的容积利用率；沉淀区也称澄清区，即沉淀池的工作区，是可沉淀颗粒与废水分离的区域；污泥区是污泥贮存、浓缩和排出的区域；缓冲区则是分割沉淀区和污泥区的水层区域，保证已经沉淀的颗粒不因水流搅动而再行浮起。

(3) 主要设计参数

表 1-1 不同类型沉淀池设计参数表

沉淀池类型		沉淀时间 (h)	表面 水力负荷 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	每人每日 污泥量 (g/人·d)	污泥 含水率 (%)	固体负荷 [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
初次沉淀池		0.5~2.0	1.5~4.5	16~36	95~97	—
二次 沉淀 池	生物膜法后	1.5~4.0	1.0~2.0	10~26	96~98	≤ 150
	活性污泥法后	1.5~4.0	0.6~1.5	12~32	99.2~ 99.6	≤ 150

①沉淀池的超高不应小于 0.3m。

②沉淀池的有效水深宜采用 2.0~4.0m。

③当采用污泥斗排泥时，每个污泥斗均应设单独的闸阀和排泥管。

污泥斗的斜壁与水平面的倾角，方斗宜为 60° ，圆斗宜为 55° 。

④初次沉淀池的污泥区容积，除设机械排泥的宜按 4h 的污泥量计算外，宜按不大于 2d 的污泥量计算。活性污泥法处理后的二次沉淀池污泥区容积，宜按不大于 2h 的污泥量计算，并应有连续排泥措施；生物膜法处理后的二次沉淀池污泥区容积，宜按 4h 的污泥量计算。

⑤排泥管的直径不应小于 200mm。

⑥当采用静水压力排泥时，初次沉淀池的静水头不应小于 1.5m；二次沉淀池的静水头，生物膜法处理后不应小于 1.2m，活性污泥法处理池后不应小于 0.9m。

⑦初次沉淀池的出口堰最大负荷不宜大于 $2.9\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ；二次沉淀池的出水堰最大负荷不宜大于 $1.7\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 。

⑧沉淀池应设置浮渣的撇除、输送和处置设施。

(4) 施工管理

①模板的架设中，两块模板相接处的平整度凸凹度不得大于 3mm。

②钢筋的制作要求每 m^2 内的纵横钢筋间距累积偏差不大于 10mm。

③浇灌混凝土的密实度，在所浇混凝土表面，每 m^2 内的蜂窝麻面面积不超过 10 cm^2 。

④脱模后，池墙下部的厚度如有增加即涨模不超过 10 mm。而且脱模时，必须有建设施工代表在场。避免施工单位掩盖蜂窝，麻面等质量问题。

⑤上一个工序施工完成，必须经建设方代表验收合格签字，才能进行下一个工序的施工。

(5) 运行管理

①操作人员要熟悉设备、管道系统、阀门布置的情况。

②当有多组沉淀池时，进水时要注意各组池子进出水阀门的合理调节，保证各组池子进水水量平衡。

③定期观察沉淀池出水的浊度和悬浮物，当出水中浊度或悬浮物异

常时，应及时调整运行工况。

④沉淀出水是否均匀、排泥机械运行是否正常。

2. 生化处理工艺

2.1 沼气发酵池

(1) 原理

沼气发酵又称为厌氧消化、厌氧发酵，是指有机物质在一定的水分、温度和厌氧条件下，通过各类微生物的分解代谢，最终形成甲烷和二氧化碳等可燃性混合气体的过程。沼气发酵系统基于沼气发酵原理，以能源生产为目标，最终实现沼气、沼液、沼渣的综合利用。

(2) 结构类型

沼气发酵池应设置进料管、出料管、排泥管、安全放散、集气管、检修人孔和观察窗等附属设施及附件。

(3) 主要设计参数

①检修人孔孔径不应大于 1200mm；

②进料管距消化器罐底不宜小于 500mm；

③集气管距液面不宜小于 1000mm，管径应经计算确定，且不宜小于 100mm；

④排泥管宜设置在消化器的最低处，排泥管的管径不宜小于 150mm；

⑤排泥管阀门后应设置清扫口；

⑥进料管和排泥管应选用双刀闸阀门；

⑦罐体应预留各附属管道及附件的接口；

⑧宜采用砖混、钢筋混凝土、红泥软体塑料等材质结构；

⑨上部应设置正负压保护装置和低压报警装置；

⑩集气管路上宜设置稳压装置，采用水封稳压装置时，有效高度应根据厌氧最大工作压力和后端储气压力确定。

(4) 施工管理

①构筑物的施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 中的有关规定。

②构筑物主体结构的混凝土应采用同品种、同标号的水泥拌制，底板和顶部的浇筑应连续进行，不应留施工缝；池墙上如有施工缝，应设置止水带。

③混凝土浇筑完毕后，应及时养护，养护期不得少于 14d。

④钢筋混凝土结构的构筑物施工完毕后应进行满水试验，满水试验时，工艺管道应有效断开，渗水量不应大于 $2L / (m^2 \cdot d)$ 。

⑤钢筋混凝土结构的厌氧消化器在满水试验合格后应进行气密性试验，气密性试验时，试验压力应为消化器工作压力，24h 的压力降不应大于试验压力的 3%。

⑥厌氧消化器气密性试验合格后，应对其进行防腐和保温。

(5) 运行维护

①沼气生产、供应单位应根据沼气站的工艺设备系统的结构、性能、用途等制定相应的操作规程，建立健全事故处理应急体系。

②沼气站应设化验人员和配备必要的化验仪器设备。

③运行管理、操作和维护人员应按规程进行操作，并应记录各项生

产指标和能源材料消耗指标。

④对沼气站内设施、管道、附件等应定期进行巡检，各连接部位应无泄漏，当发现泄漏时应及时修复。

⑤停气检修后重新使用时，应进行气密性试验，合格后方可使用。

⑥未经批准不得在生产区使用明火作业；必须使用明火作业时，应采取安全防护措施，并应在相关人员监护下操作。

⑦沼气站内管道及设备的压力表、计量装置等仪器仪表应定期校验。

⑧沼气站内应备有应急救护器材，器材应保持完好状态；所有人员应熟悉应急器材的存放地点及使用方法。

2.2 厌氧反应器

(1) 原理

废水厌氧生物处理是指在无分子氧的条件下通过厌氧微生物（包括兼氧微生物）的作用，将废水中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。厌氧生物处理的过程中，复杂的有机化合物被分解，转化为简单、稳定的化合物，同时释放能量。其中，大部分的能量以甲烷的形式出现，这是一种可燃气体，可回收利用。同时仅少量有机物被转化而合成为新的细胞组成部分，故相对好氧法来讲，厌氧法污泥增长率小得多。好氧法因为供氧限制一般只适用于中、低浓度有机废水的处理，而厌氧法既适用于高浓度有机废水，又适用于中、低浓度有机废水。厌氧生物反应包括水解、酸化和甲烷化三个大的阶段，将反应控制在水解和酸化两个阶段的反应过程，可以将悬浮性有机物和大分子物质（碳水化合物、脂肪和脂类等）通过微生物胞外酶水解成小分子，小分子有

有机物在酸化菌作用下转化成挥发性脂肪酸的过程。在这一过程中同时可以将悬浮性固体水解为溶解性有机物、将难生物降解的大分子物质转化为易生物降解的小分子物质。

(2) 结构类型

在诸多的常用厌氧反应器中,目前较为成熟的高效反应器有:UASB、IC。UASB 上升式厌氧污泥床基本构造如图 2-1 所示,它由配水系统、污泥反应区、三相分离器、沉淀区、出水系统、沼气收集系统组成。废水自底部进入,通过配水系统尽可能均匀的将废水分布于反应器底部,废水自下而上通过 UASB 反应器。反应器底部有一个高浓度、高活性的污泥床,废水中的大部分有机污染物在此间经过厌氧发酵降解为甲烷和二氧化碳。废水从污泥床底部流入,与颗粒污泥混合接触,污泥中的微生物分解有机物,同时产生的微小沼气气泡不断放出。微小气泡上升过程中,不断合并,逐渐形成较大的气泡,部分附着在颗粒污泥上。在颗粒污泥层的上部,因水流和气泡的搅动,由于沼气的搅动,形成一个污泥浓度较小的悬浮污泥层,可进一步分解有机物。气、固、液混合体逐渐上升经三相分离器后,其沼气进入气室,污泥在沉淀区进行沉淀,并经回流缝回流到污泥床。经沉淀澄清后的废水作为处理水排出反应器。

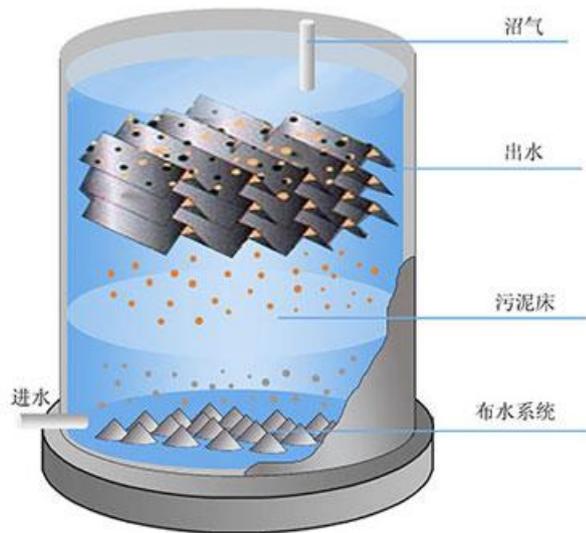


图 2-1 UASB 反应器原理图

IC 反应器基本构造如图 2-2 所示，它由 2 层 UASB 反应器串联而成。按功能划分，反应器由下而上共分为 5 个区：混合区，第 1 厌氧区，第 2 厌氧区，沉淀区和气液分离区。混合区：反应器底部进水，颗粒污泥和气液分离区回流的泥水混合物有效地在此区混合。第 1 厌氧区：混合区形成的泥水混合物进入该区，在高浓度污泥作用下，大部分有机物转化为沼气。混合液上升流和沼气的剧烈扰动使该反应区内污泥呈膨胀和流化状态，加强了泥水表面接触，污泥由此而保持着高的活性。随着沼气产量的增多，一部分泥水混合物被沼气提升至顶部的气液分离区。气液分离区：被提升的混合物中的沼气在此与泥水分离并导出处理系统，泥水混合物则沿着回流管返回到最下端的混合区，与反应器底部的污泥和进水充分混合，实现了混合液的内部循环。第 2 厌氧区：经第 1 厌氧区处理后的废水，除一部分被沼气提升外，其余的都通过三相分离器进入第 2 厌氧区。该区污泥浓度较低，且废水中大部分有机物已在第 1 厌氧

区被降解，因此沼气产生量较少。沼气通过沼气管导入气液分离区，对第 2 厌氧区的扰动很小，这为污泥的停留提供了有利条件。沉淀区：第 2 厌氧区的泥水混合物在沉淀区进行固液分离，上清液由出水管排走，沉淀的颗粒污泥返回第 2 厌氧区污泥床。从 IC 反应器工作原理中可见，反应器通过 2 层三相分离器来实现 $SRT > HRT$ ，获得高污泥浓度；通过大量沼气和内循环的剧烈扰动，使泥水充分接触，获得良好的传质效果。

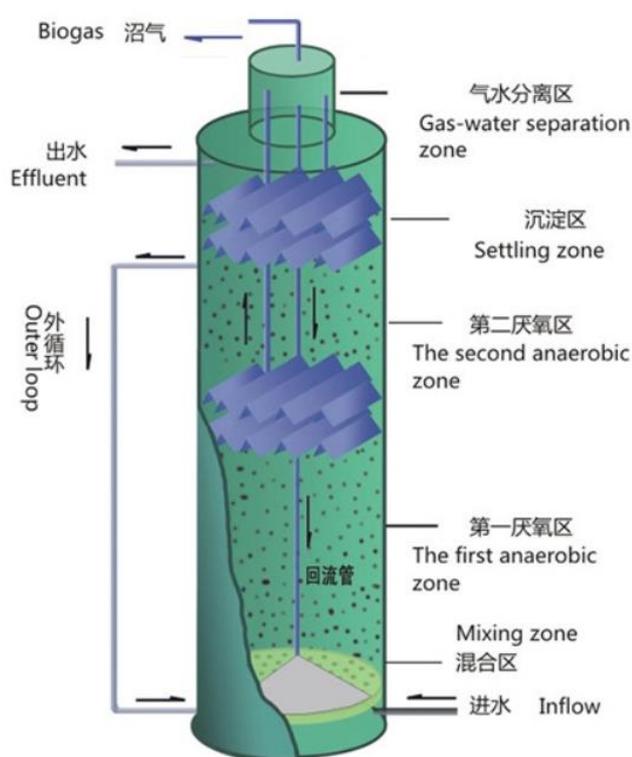


图 2-2 IC 厌氧反应器结构原理图

IC 厌氧反应器与 UASB 反应器相比具有以下优点：①有机负荷高。内循环提高了第一反应区的液相上升流速，强化了废水中有机物和颗粒污泥间的传质，使 IC 厌氧反应器的有机负荷远远高于普通 UASB 反应器。②抗冲击负荷能力强，运行稳定性好。内循环的形成使得 IC 厌氧反应器第一反应区的实际水量远大于进水水量，循环水稀释了进水，提高了反

反应器的抗冲击负荷能力和酸碱调节能力，加之有第二反应区继续处理，通常运行很稳定。③基建投资省，占地面积少。在处理相同废水时，IC 厌氧反应器的容积负荷是普通 UASB 的 4 倍左右，故其所需的容积仅为 UASB 的 1/4~1/3，节省了基建投资。加上 IC 厌氧反应器多采用高径比为 4~8 的瘦高型塔式外形，所以占地面积少，尤其适合用地紧张的企业。④节能。IC 厌氧反应器的内循环是在沼气的提升作用下实现的，不需外加动力，节省了回流的能源。由于该项目针对的是季节性生产废水处理，全年仅有冬季 3 个月左右时间产出废水，且水量波动较大，而 IC 反应器的高效性主要体现在形成颗粒污泥上，其启动周期较长（至少 3 个月），未等污泥培养完成，废水已用尽，因此 IC 不适宜使用在该项目中。UASB 虽然在无颗粒污泥形成的情况下也能较好的运行，但是其处理效果对水质水量波动影响较大，抗冲击能力较弱。

(3) 主要设计原则

反应器的涉及内容包括反应器的容积负荷、三相分离器、循环系统、布水系统及反应器的外形尺寸等。

① COD 容积负荷的确定

表 2-1 归纳了国内外生产装置和中试装置所推荐的 COD 容积负荷。这些数据对于主要含溶解性有机物的废水来水，是比较安全的。

表 2-1 不同温度下对应 COD 负荷值

温度 (°C)	设计负荷 (kg COD/m ³ d)
40	30-40
30	20-30

20	15-20
15	10-15
10	5-10

注：容积负荷的容积按反应器的总容积计算。

②三相分离器：三相分离器的设计目的是使沼气从混合液和上浮的污泥絮体或颗粒中分离出来，并使污泥尽可能很好地与水分离，返回反应区。

③配水系统：为了尽可能减少污泥床内出现的沟流、断路等不利因素，涉及良好的配水系统显得尤其重要。均匀的布水和良好的混合将充分发挥厌氧反应器内颗粒污泥的性能，提高生化降解速率创造条件。反应器底部配水管的布置方式可以是多种多样的。比较简单的是采用类似快滤池用的穿孔管配水系统。

④循环系统：厌氧反应器中的三相分离器、气液分离器和沼气提升管（IC）、泥水下降管构成了反应器的“心脏”和循环系统，两者协同作用使得该反应器在处理有机工业废水方面比其他反应器更有优势。比如：IC 反应器中一级三相分离器收集的沼气经由沼气提升管携带泥水倒入顶部的气液分离器，分离后的泥水再沿泥水下降管返回反应器底部，与底部进水充分混合。因此，沼气提升管的设计要考虑能够使所收集的沼气顺利导出，还要考虑由气体上升产生的气提作用能够带动泥水上升至顶部的气液分离器。

⑤高径比的控制：对于特定的废水，在一定的处理容量条件下高径比的不同将直接导致反应器内水流状况的不同，并通过传质速率最终影

响生物降解速率,能否控制合适的高径比还将直接影响沉淀出水的效果。过高的反应器高度必使水泵动力消耗增加。国外的生产装置,高径比一般为 4~8,反应器的直径和高度的关系主要通过选择适当的表面负荷(或水力停留时间来确定)。根据反应器的高度、容积以及设计的表面负荷,便可以确定反应器的横截面积。

(4) 运行管理

厌氧系统启动成功的标志是培养出活性高、沉降性良好的污泥。UASB 系统的启动应注意以下要点:①接种污泥量在 10~15g VSS/L;②初始污泥负荷为 0.05~0.2kg COD/kg VSS. d, ③当 COD 去除率达到 80%以上或出水有机酸浓度低于 200~300 mg/L 后才进一步提高污泥负荷,④对沉降性差的絮状污泥可任其自然流失。

接种污泥:接种污泥的选用范围较广。中温和常温处理废水的装置可以用城市污水厂消化池污泥、活性污泥法的二次沉淀池排泥、农村沼气池泥渣作接种污泥。这些种污泥都能在中温和高温下培养出颗粒污泥。

污泥颗粒化 UASB 和 IC 工艺的一个特点是在反应器内能培养出一种颗粒状的污泥。颗粒污泥一般有良好的沉降性能和高的产甲烷活性。污泥颗粒化过程所需时间因不同的接种污泥和废水的性质而有所不同。

2.3 A²/O 工艺

(1) 原理

A²O(Anaerobic-Anoxic-Oxic)生物脱氮除磷工艺是传统活性污泥工艺、生物硝化及反硝化工艺和生物除磷工艺的综合。生物池通过曝气装置、推进器(厌氧段和缺氧段)及回流系统的布置分成厌氧段、缺氧段、

好氧段（见图 2-3）。在该工艺流程内， BOD_5 、SS 和以各种形式存在的氮和磷被去除。在 A^2O 生物脱氮除磷系统的活性污泥中，菌群主要由硝化菌和反硝化菌、聚磷菌组成。在好氧段，硝化细菌将入流中的氨氮及有机氮氨化成的氨氮，通过生物硝化作用，转化成硝酸盐；在缺氧段，反硝化细菌将内回流带入的硝酸盐通过生物反硝化作用，转化成氮气逸入到大气中，从而达到脱氮的目的；在厌氧段，聚磷菌释放磷，并吸收低级脂肪酸等易降解的有机物；而在好氧段，聚磷菌超量吸收磷，并通过剩余污泥的排放，将磷除去。

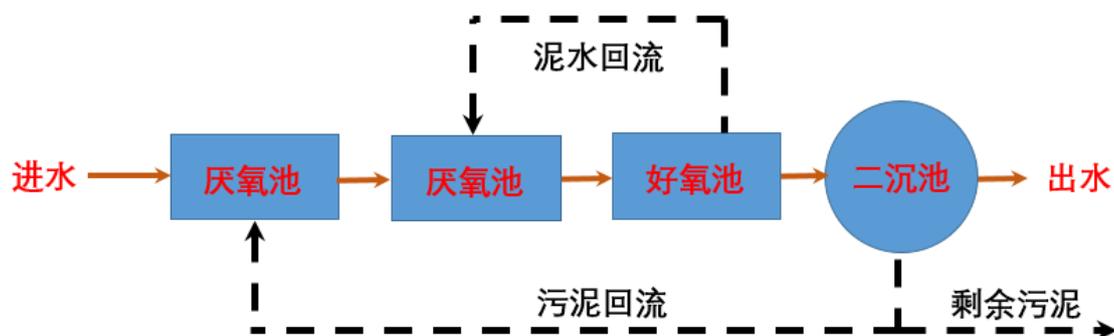


图 2-3 A^2O 工艺流程图

(2) 工艺特点

- ①厌氧、缺氧、好氧三种不同的环境条件和种类微生物菌群的有机配合，能同时具有去除有机物、脱氮除磷的功能。
- ②在同时脱氮除磷去除有机物的工艺中，该工艺流程最为简单，总的水力停留时间也少于同类其他工艺。
- ③在厌氧—缺氧—好氧交替运行下，丝状菌不会大量繁殖，SVI 一般小于 100，不会发生污泥膨胀。
- ④污泥中磷含量高，一般为 2.5% 以上。

(3) 主要设计参数

处理城镇污水或水质类似城镇污水的工业废水时主要设计参数，可按表 2-2、2-3 的规定取值。工业废水的水质与城镇污水水质差距较大时，设计参数应通过试验或参照类似工程确定。

表 2-2 厌氧/好氧工艺主要设计参数（水温：20℃）

序号	项目	单位	参考值
1	五日生化需氧量污泥负荷 (L_s)	kgCOD/(kgMLVSS·d)	0.30—1.00
2	污泥浓度 (MLSS)	g/L	2.0—4.0
3	污泥龄 (θ_c)	d	4—8
4	污泥产率 (Y)	kgVSS/kgBOD ₅	0.25—0.70
5	需氧量 (O_2)	kgO ₂ /kgBOD ₅	0.7—1.1
6	水力停留时间 (HRT)	h	厌氧段 1—2
7			好氧段 5—8
8	污泥回流比 (R)	%	40—100
9	总处理效率 (η)	%	80—95 (COD)

表 2-3 缺氧/好氧工艺主要设计参数（水温：20℃）

序号	项目	单位	参考值
1	五日生化需氧量污泥负荷 (L_s)	kgCOD/(kgMLVSS·d)	0.08—0.50
2	总氮负荷率	kgTN/(kgMLVSS·d)	≤0.10
3	污泥浓度 (MLSS)	g/L	2.0—4.0
4	污泥龄 (θ_c)	d	15—30
5	污泥产率 (Y)	kgVSS/kgBOD ₅	0.20—0.60
6	需氧量 (O_2)	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1—2.0

7	水力停留时间 (HRT)	h	厌氧段 1—3
8			好氧段 7—15
9	污泥回流比 (R)	%	50—100
10	混合液回流比 (R_i)	%	100—400
11	总处理效率 (η)	%	90—95 (COD)
12			60—85 (TN)

(4) 施工管理

①工程设计、施工单位应具有国家相应的工程设计、施工资质。

②应按工程设计图纸、技术文件、设备图纸等组织工程施工，工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后再实施。

③施工前，应进行施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。

④施工过程中，应作好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。

⑤管道工程的施工和验收应符合 GB50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合 GB50204 的规定；构筑物的施工和验收应符合 GBJ141 的规定。

⑥施工使用的材料、半成品、部件应符合国家现行标准和设计要求，并取得供货商的合格证书，严禁使用不合格产品。设备安装应符合 GB 50231 的规定。

(5) 运行管理

①A²/O 工艺污水处理设施的运行、维护及安全管理参照 CJJ 60 执行。

②污水处理厂（站）的运行管理应配备专业人员和设备。

③污水处理厂（站）在运行前应制定设备台帐、运行记录、定期巡视、交接班、安全检查等管理制度，以及各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等技术文件。

④操作人员应熟悉本厂（站）处理工艺技术指标和设施、设备的运行要求；经过技术培训和生产实践，并考试合格后方可上岗。

⑤各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等应示于明显部位，运行人员应按规程进行系统操作，并定期检查构筑物、设备、电器和仪表的运行情况。

⑥工艺设施和主要设备应编入台帐，定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检修维护，确保设施稳定可靠运行。

⑦运行人员应遵守岗位职责，坚持做好交接班和巡视。

⑧应定期检测进出水水质，并定期对检测仪器、仪表进行校验。

⑨运行中应严格执行经常性的和定期的安全检查，及时消除事故隐患，防止事故发生。

⑩各岗位人员在运行、巡视、交接班、检修等生产活动中，应做好相关记录。

⑪污水处理厂（站）应设水质化验室，配备检测人员和仪器。

⑫水质化验室内部建立健全水质分析质量保证体系。

⑬化验检测人员应经培训后持证上岗，并应定期进行考核和抽检。

化验检测方法应符合 CJ/T51 的规定。

⑭运行中应定期检测各池的 DO 和 ORP。

⑮应经常观察活性污泥生物相、上清液透明度、污泥颜色、状态、气味等，定时检测和计算反映污泥特性的有关参数。

⑯应根据观察到的现象和检测数据，及时调整进水量、曝气量、污泥回流量、混合液回流量、剩余污泥排放量等，使出水稳定达标。

⑰曝气池污泥排放量应根据污泥沉降比及混合液污泥浓度及时调整。

⑱当曝气池水温低时，应采取适当延长曝气时间、提高污泥浓度、增加泥龄或其他方法，保证污水的处理效果。

2.4 活性污泥法

(1) 原理

活性污泥法是在人工充氧条件下，对废水和各种微生物群体进行连续混合培养，形成活性污泥。利用活性污泥的生物凝聚、吸附和氧化作用，以分解去除废水中的有机污染物。然后使污泥与水分离，大部分污泥再回流到曝气池，多余部分则排出活性污泥系统。

(2) 结构类型

活性污泥法主要分为以下几大类：

①推流式曝气池：废水及回流污泥一般从池体的一端进入，水流呈推流型，底物浓度在进口端最高，沿池长逐渐降低，至池出口端最低。

②完全混合式曝气池：废水一进入曝气反应池，在曝气搅拌作用下立即和全池混合，曝气池内各点的底物浓度、微生物浓度、需氧速率完全一致。

③封闭环流式反应池：结合了推流和完全混合两种流态的特点，废水进入反应池后，在曝气设备的作用下被快速、均匀地与反应器中混合液进行混合，混合后的水在封闭的沟渠中循环流动。封闭环流式反应池在短时间内呈现推流式，而在长时间内则呈现完全混合特征。

④序批式反应池（SBR）：属于“注水-反应-排水”类型的反应器，在流态上属于完全混合，但有机污染物却是随着反应时间的推移而被降解的。其操作流程由进水、反应、沉淀、出水和闲置五个基本过程组成，从废水流入到闲置结束构成一个周期，所有处理过程都是在同一个设有曝气或搅拌装置的反应器内依次进行，混合液始终留在池中，从而不需另外设置沉淀池。

（3）主要设计参数

①根据去除碳源污染物、脱氮、除磷、好氧污泥稳定等不同要求和外部环境条件，选择适宜的活性污泥处理工艺。

②根据可能发生的运行条件，设置不同运行方案。

③生物反应池的超高，当采用鼓风曝气时为 0.5~1.0m；当采用机械曝气时，其设备操作平台宜高出设计水面 0.8~1.2m。

④废水中含有大量产生泡沫的表面活性剂时，应有除泡沫措施。

⑤每组生物反应池在有效水深一半处宜设置放水管。

⑥廊道式生物反应池的池宽与有效水深之比宜采用 1:1~2:1。有效水深应结合流程设计、地质条件、供氧设施类型和选用风机压力等因素确定，一般可采用 4.0~6.0m。在条件许可时，水深尚可加大。

⑦生物反应池中的好氧区（池），采用鼓风曝气器时，处理每立方米

废水的供气量不应小于 3m^3 。好氧区采用机械曝气器时，混合全池废水所需功率一般不宜小于 $25\text{W}/\text{m}^3$ ；氧化沟不宜小于 $15\text{W}/\text{m}^3$ 。缺氧区（池）、厌氧区（池）应采用机械搅拌，混合功率宜采用 $2\sim 8\text{W}/\text{m}^3$ 。机械搅拌器布置的间距、位置，应根据试验资料确定。生物反应池的设计，应充分考虑冬季低水温对去除碳源污染物、脱氮和除磷的影响，必要时可采取降低负荷、增长泥龄、调整厌氧区（池）及缺氧区（池）水力停留时间和保温或增温等措施。

⑧原废水、回流污泥进入生物反应池的厌氧区（池）、缺氧区（池）时，宜采用淹没入流方式。

（4）施工管理

①工程施工单位应具有国家相应的工程施工资质；工程项目宜通过招投标确定施工单位。变更文件后方可准后方可实施。

②施工过程中，应过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。构筑物的施工和验收应符合 GB 50141 的规定。

③施工使用的设备、材料、证书，不得使用不合格产品。设备安装应符合 GB 50231 的规定。

④在进行土建施工前应认真阅读设计图纸和设备安装对土建的要求，了解预留预埋件的准确位，模板、钢筋、混凝土分项工程应严格执行 GB 50204 的规定。

（5）运行管理

①污水处理设施的运行、维护及安全管理应参照 CJJ 60 执行。制度，以及各岗位践，并考试合格后方可上岗。

②定期检查构筑物、设备、电气和仪表的运行情况。

③工艺设施和主要设备应编入台账，定期对各类设备维护，确保设施稳定可靠运行。

④运行人员应遵守岗位职责，坚持做好交接班和巡视。

⑤应定期检测进出水水质，并定期对检测仪器、仪表进行校验。

3. 深度处理工艺

3.1 生态稳定塘

(1) 概述

稳定塘是利用天然水中存在的微生物、藻类，对污水进行好氧、厌氧生物处理的天然或人工池塘，它可以通过生物自净作用，在自然条件下完成污水的生物处理，可作为农村污水处理后的深度处理技术。

稳定塘的优点：能充分利用地形，结构简单，建设费用低；处理成本低，操作管理相对容易；不仅具有较好的 BOD_5 去除效果，还可以有效的去除氮磷等营养物质及病原菌，重金属及有毒有机物；能实现污水资源化。

稳定塘的不足：需要的土地面积大，处理效果受环境条件影响大，处理效率相对较低，可能产生臭味及滋生蚊蝇，不宜建设在居住区附近。

稳定塘适用范围：适用于在土地面积相对丰富的农村地区。可考虑采用村内现有坑塘和洼地、荒地、废地、劣质地等。

(2) 类型和结构

根据塘水中的溶解氧量和生物种群类别及塘的功能，可分为厌氧塘、

兼性塘、好氧塘、曝气塘、生物塘等。根据处理后达到的水质标准，可分为处理塘和深度处理塘。

(3) 设计事项

稳定塘的设计应参考《污水稳定塘设计规范》(HJJ/T54-93)及《室外排水设计规范》(GB50014),在河南省农村环境综合整治生活污水处理工程设计中,应着重考虑以下内容:

- ①稳定塘的塘体用料应就地取材;
- ②稳定塘单塘宜采用矩形塘,长宽比不应小于 3: 1~4: 1;
- ③利用旧河道、池塘、洼池等修建稳定塘,当水利条件不利时,宜在塘内设置导流墙;
- ④堤坝宜采用不宜透水的材料建筑,土堤的顶宽不宜小于 2m,石堤和混凝土堤顶宽不应小于 0.8m;
- ⑤在设计水位变动范围内土堤的最小铺砌高度不应小于 1.0m,安全超高应根据浪高计算确定,不宜小于 0.5m;
- ⑥坝体结构应按相应的永久性水工构筑物标准设计;
- ⑦坝外坡设计应按土质及工程规模确定。坝外坡坡度宜为 4: 1~2: 1,内坡坡度宜为 3: 1~2: 1;
- ⑧塘底应平整并略具坡度,倾向出口;
- ⑨深度处理塘进水水质原则上要求: pH 为 6~9、SS<80mg/L、BOD₅<70mg/L;
- ⑩当塘底原土渗透系数 K 值大于 0.2m/d 时,应采取防渗措施;
- ⑪进水口至出水口的水流方向应避开当地常年主导风向,易于主导

风向垂直。

(4) 施工事项

稳定塘的施工应充分考虑到以下几个施工要点：

①工程施工单位应具有国家相应的工程施工资质；工程项目宜通过招投标确定施工单位和监理单位；

②塘的底部和四周可作防渗处理，预防塘水下渗污染地下水。防渗处理有粘土夯实、土工膜、塑料薄膜衬面等；

③稳定塘应防止暴雨时期产生溢流，在稳定塘周围要修建导流明渠将降雨时的雨水引开；

④暴雨较多的地方，衬砌应做到塘的堤顶以防雨水反复冲刷；

⑤塘堤为减少费用可以修建为土堤。

(5) 技术经济指标

①经济指标：与人工湿地类似，稳定塘的运行包括水生植物的种植、杂草的去除和沉积物的挖掘等，一般运行费用不高于 0.1 元/m³，但如果是曝气塘等需要动力设备的话，应计算动力设备的电费和折旧费。

②处理效果：稳定塘处理效果如表 3-1。

表 3-1 稳定塘系统污染物去除率（单位：%）

序号	稳定塘类型	BOD ₅
1	好氧塘	40~60
2	曝气塘	70~90
3	生物塘	69~80

(6) 运行管理

稳定塘运行管理相对简单，主要注意以下几个方面：

①日常维护中要定期观察塘内的水生生物的生长，若水生生物过度生长，特别是藻类的快速繁殖会导致出水水质下降；

②应定期检测运行控制指标和进出水水质；

③定期测量进出水流量，检查塘是否出现渗漏；如果周边有地下井，可抽取地下水进行检测，查看是否受到塘水的下渗污染。

3.2 人工湿地

(1) 概述

人工湿地是 20 世纪 70 年代发展起来的一种污水处理技术，它是根据自然湿地模拟的人工生态系统，是一种由人工制造和监督控制的、类似沼泽的地面，利用自然生态系统中的物理、化学和生物的重重协同作用来实现对污水的净化作用，按水流方式可分为水平潜流湿地、垂直潜流湿地、和表面流人工湿地，可作为农村生活污水处理后深度处理技术。

①人工湿地的优点：基建投资和运行费用低（分别约为生化处理的 $1/3\sim 1/5$ 和 $1/5\sim 1/6$ ）；水力负荷远高于天然湿地，处理效果好，对氮、磷、重金属和难降解有机物也有处理效果；湿地植物有一定的经济价值；具有一定的景观功能。

②人工湿地的不足：需要的土地面积大；净化效果受气候和植物生长影响大，有蚊蝇孳生；容易造成二次污染。

③人工湿地适用范围：适合在土地面积相对丰富的农村地区应用，不仅可以治理农村生活水污染、保护水环境，而且可以美化环境，节约

水资源。

(2) 类型和结构

所谓的人工湿地污水处理系统，是将污水有控制地投配到人工构筑的湿地上，利用土壤、植物和微生物的联合作用处理废水的一种处理系统，可分为三种类型：表面流人工湿地、水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。如图 3-1 至 3-3。

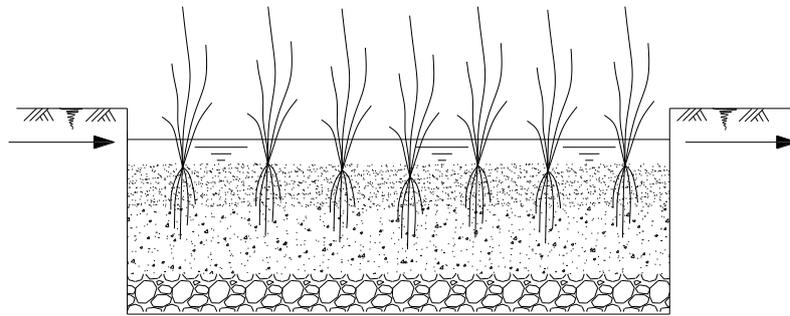


图 3-1 表面流人工湿地结构示意图

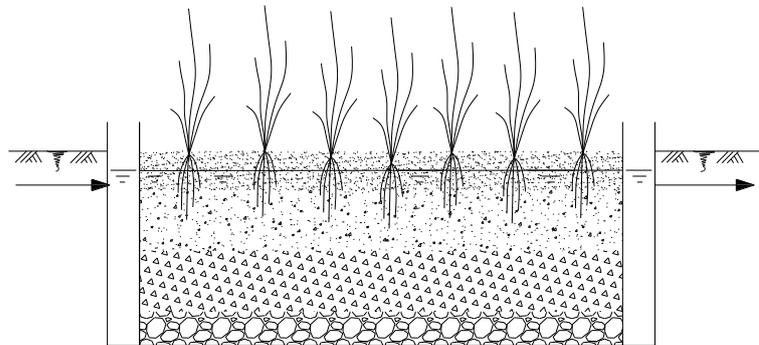


图 3-2 水平潜流人工湿地示意图结构示意图

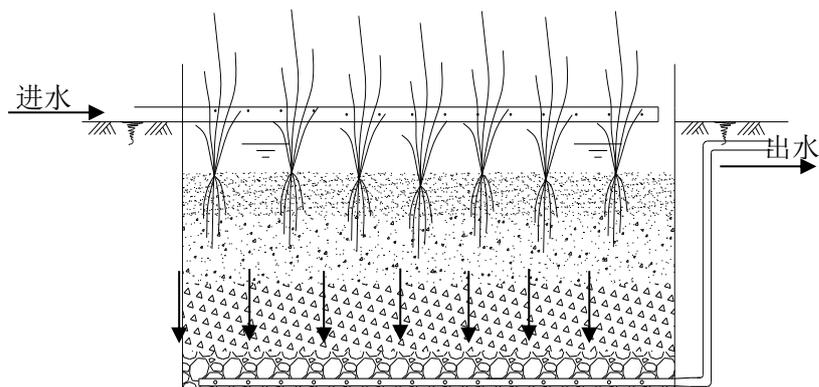


图 3-3 垂直潜流人工湿地结构示意图

(3) 设计事项

人工湿地的设计应参考《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ2005-2010) 及《建筑给水排水设计规范》(GB50015), 应着重考虑以下内容:

①潜流湿地几何尺寸设计应符合: 长宽比宜控制在 3: 1 以下, 水深宜为 0.4m~1.6m, 水力坡度宜为 0.5%~1%; 水平潜水人工湿地单元面积宜小于 800m², 垂直潜流人工湿地单元面积宜小于 1500m²;

②表流湿地几何尺寸设计应符合: 长宽比宜控制在 3: 1~5: 1, 当区域受限, 长宽比大于 10: 1 时, 需要计算死水曲线; 水深宜为 0.3m~0.5m; 水力坡度宜小于 0.5%;

③人工湿地进水水质原则上要求: $SS \leq 80\text{mg/L}$ 、 $COD_{Cr} \leq 200\text{mg/L}$ 、 $BOD_5 \leq 80\text{mg/L}$;

④穿孔管的长度应与人工湿地单元的宽度大致相等。管控密度应均匀, 管孔间距不宜大于人工湿地单元宽度的 10%;

⑤穿孔管周围宜选用粒径较大的基质, 其粒径应大于管穿孔孔径;

⑥人工湿地出水应设置排空设施;

⑦潜流人工湿地底部应设置清淤装置；

⑧潜流人工湿地基质层的初始空隙率宜控制在 35%~40%，厚度应大于植物根系所能达到的最深处；

⑨人工湿地宜选用耐污能力强、根系发达、去污效果好、具有抗冻及抗病虫害能力、有一定经济价值、容易管理的本土植物；

⑩种植土壤的质地宜为松软粘土和壤土，土壤厚度宜为 20cm~40cm，渗透系数宜为 0.025cm/h~0.35cm/h；

⑪防渗层可采用黏土层、聚乙烯薄膜及其他建筑工程防水材料，可参照 CJ117 执行；

⑫管材选用 PVC 或 PE 管时，应按 GB/T13663 规定执行，阀门选用应满足耐腐蚀性强、密封性好、操作灵活等要求。

(4) 施工事项

①工程施工单位应具有国家相应的工程施工资质，除遵守相关的施工技术规范之外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准；

②管道工程的施工和验收应符合 GB50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合 GB50204 的规定；构筑物的施工和验收应符合 GBJ141 的规定；设备安装应符合 GB50231 的规定；

③潜流人工湿地周边坡度宜采用夯实的土壤构建，坡度宜为 4: 1~2: 1；

④基质应进行级配、清洁，保证填筑材料的含泥量和填料粉末含量小于设计要求值；

⑤人工湿地防渗材料采用聚乙烯膜时，应由专业人员用专业设备进行焊接，焊接结束后，需进行渗透试验。

(5) 技术经济指标

①经济指标：人工湿地的运行包括水生植物的重新种植、杂草的去除和沉积物的挖掘等，一般运行费用不高于 0.1 元/m³。

③ 处理效果：人工湿地处理效果如表 3-2。

表 3-2 人工湿地系统污染物去除率（单位：%）

人工湿地类型	COD _{cr}	BOD ₅	悬浮物	氨氮	总磷
潜流	55~75	45~85	50~80	40~70	70~80
表流	50~60	40~70	50~60	20~50	35~70
垂直流	60~80	50~90	50~80	50~75	60~80

(6) 运行管理

①工程的运行应符合 CJJ60 中的有关规定，同时还应符合国家有关标准的规定；

②操作人员应按规程进行系统操作，并定期检查设备、构筑物、电器和仪表的运行情况；

③应定期检测进出水水质，并定期对检测仪器、仪表进行校检；

④人工湿地运行中应适时的进行水位调节；

⑤人工湿地在低温环境运行时，可采用的措施：做好人工湿地的保温措施，保证水温不低于 4℃；定期做人工湿地的冻土深度测试，掌握人工湿地系统的运行状况；强化预处理，减轻人工湿地系统的污染负荷；

⑥潜流人工湿地运行防堵塞可采用的措施：控制废水进入人工湿地

系统的悬浮物浓度；定期启动清淤；适当的采用间歇运行方式；局部更换人工湿地系统的基质。

3.3 土壤渗滤

(1) 概述

土壤渗滤处理技术是污水土地处理技术中的一种类型，由预处理系统和土壤渗滤系统两部分组合而成。污水在预处理系统中经过沉淀、厌氧等处理后，在人为控制下按照一定的水力负荷将污水均匀投配到土壤渗滤系统中，污水均匀地向通气性土壤向下渗滤。污水通过毛细、浸润及渗滤作用缓慢地向周围土壤浸润、渗滤和扩散。在上述渗滤过程中，通过土壤吸附、微生物生化作用以及生态效应，对污水中污染物进行吸收、吸附、离子交换、氧化还原、沉淀、络合、降解、转化等过程实现污水的净化，处理后的水可以作为水资源回用，污染物通过物化吸附作用被截留在土壤中，由土壤中的好氧微生物降解，其降解物再由草坪等作物所吸收、利用。

该技术基于生态学原理，并充分结合了工程技术，人工建造一个“土壤—微生物—植物”的复杂生态系统。具有深度处理性能、无需电力、运行费用低、易操作维护、抗冲击负荷强等优点，且系统上方可以发展成牧草地或绿化，并可以设置景观。

(2) 类型与结构

在地下渗滤坑的基础上发展出了地下土壤渗滤沟技术（soil infiltration trench），该系统引入了布水管，污水通过布水管周围的砾石和砂层，在土壤毛管作用下向附近土层扩散，污水中的污染物被过

滤、吸附和降解。该系统提高了污水的处理容量及能力，出水水质较地下渗滤坑有所提高。近年来又演化出无砾石系统地下渗滤装置，以渗滤管式及渗滤腔式地下渗滤系统为代表。无砾石系统具有处理能力强、费用低、易安装维护及处理规模调整灵活等特点。

(3) 设计事项

①有可供利用的土地和适宜的场地条件时，通过环境影响评价和技术经济比较后，可采用适宜的土地处理方式。

②污水土地处理的基本方法包括慢速渗滤法(SR)、快速渗滤法(RI)和地面漫流法(OF)等。宜根据土地处理的工艺形式对污水进行预处理。

③污水土地处理的水力负荷，应根据试验资料确定，无试验资料时，可按下列范围取值：慢速渗滤 $0.5 \sim 5 \text{ m/a}$ ；快速渗滤 $5 \sim 120 \text{ m/a}$ ；地面漫流 $3 \sim 20 \text{ m/a}$ 。

④在集中式给水水源卫生防护带，含水层露头地区，裂隙性岩层和溶岩地区，不得使用污水土地处理。

⑤污水土地处理地区地下水埋深不宜小于 1.5 m 。

⑥采用人工湿地处理污水时，应进行预处理。设计参数宜通过试验资料确定。

⑦土地处理场地距住宅区和公共通道的距离不宜小于 100 m 。

⑧进入灌溉田的污水水质必须符合国家现行有关水质标准的规定。