

# 河北省农村生活污水治理技术导则

## (试行)

河北省生态环境厅

2019年11月

# 《河北省农村生活污水治理技术导则（试行）》

## 编 委 会

主 任：高建民

副主任：李建良

陈恩慧

委 员：冯海波

张文平

杨国翠

王靖飞

岳剑青

杨永杰

靳永超

## 编 写 组

成 员：朱 静

吴亦红

田在峰

王月锋

李 橙

夏训峰

# 前 言

为改善我省农村人居环境、做好全省农村生活污水治理工作，规范农村生活污水治理设施的设计、建设、验收、运行、管理，高质量推进我省乡村振兴战略落地生效，依据《水污染防治行动计划》《河北省碧水保卫战三年行动计划（2018-2020）》《农村人居环境整治三年行动方案》《农业农村污染治理攻坚战行动计划》等政策文件，结合我省农村实际，在系统总结全省农村生活污水治理研究与实践成果、开展大量实地调研的基础上，制定本技术导则。

本导则立足我省农村实际，考虑不同区域差异，注重污水治理与生态建设、生产实际相结合，分类提出治理模式和技术工艺，强化生活污水源头减量和尾水回收利用，指导农村地区选取生活污水治理模式和处理工艺，积极采用低成本、低能耗、易维护、高效率的污水治理技术。

除按本导则执行外，尚应符合国家现行有关标准、规范、指南的规定。

本导则由河北省生态环境厅提出并归口。

# 目 录

1 总则.....	1
1.1 适用范围.....	1
1.2 基本原则.....	1
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	3
4 一般规定.....	4
4.1 治理模式选择.....	4
4.2 设计水量与设计水质要求.....	5
4.3 选址要求.....	5
4.4 总平面布置.....	6
4.5 排放控制要求.....	6
4.6 恶臭控制要求.....	6
4.7 污泥处理要求.....	6
5 污水收集系统.....	8
5.1 典型农户/村落收排水系统.....	8
5.2 管网设计.....	10
5.3 污水泵站.....	11
6 治理工艺.....	12
6.1 简单模式.....	12
6.2 常规模式.....	12
6.3 高级模式.....	13
6.4 常用水污染治理工艺设计要求.....	14
7 施工与验收.....	15
7.1 一般规定.....	15
7.2 工程施工.....	15
7.3 工程验收.....	15
7.4 归档.....	15
8 运行与管理.....	16
8.1 运行管护模式.....	16
8.2 污水治理设施出水水质监测.....	16
附录 A 农村生活污水治理模式及适用技术对比情况.....	17

附录 B 常用水污染治理工艺设计要求.....	21
B.1 预处理.....	21
B.2 氧化沟.....	23
B.3 A/O (A <sup>2</sup> /O) .....	25
B.4 生物接触氧化.....	32
B.5 膜生物反应器 (MBR) .....	39
B.6 人工湿地 .....	39
B.7 土地处理 .....	49
B.8 稳定塘.....	54
B.9 污水一体化处理.....	56

# 河北省农村生活污水治理技术导则(试行)

## 1 总则

### 1.1 适用范围

本导则适用于指导我省农村（包括行政村、自然村以及分散农户）生活污水治理设施设计规模小于 500 m<sup>3</sup>/d 的设计、施工、验收、运行、维护的全过程环境管理。

### 1.2 基本原则

(1) 生态循环、利用优先。牢固树立绿色发展理念，结合农田灌溉回用、生态保护修复、环境景观建设等，鼓励污水资源循环利用，实现农村生活污水治理与生态农业发展、农村生态文明建设有机衔接。

(2) 因地制宜、有效管控。根据地理气候、经济社会发展水平和农民生产生活习惯，科学确定本地区农村生活污水治理模式。条件允许或对污水排放有严格要求的地区，宜采用建设污水处理设施的方式确保达标排放；其他地方要充分结合农村改厕，借助地理自然条件、环境消纳能力等进行有效管控。

(3) 建管并重、运维长效。明确农村生活污水治理设施建设主体和运维主体，建立长效管护机制，吸引社会资本参与农村生活污水治理，鼓励推行第三方运维模式。有条件的地区，宜先行先试建立污水监管“数字化”智能监控平台，推动运维监管一体化。鼓励探索污水处理、景观构建、特色农业协调发展的农村生活污水治理与管控的长效模式。

## 2 规范性引用文件

本导则引用了下列文件中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用本导则。

GB 4284 农用污泥中污染物控制标准

GB 7959 粪便无害化卫生标准

GB 11607 渔业水质标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质

GB/T 18921 城市污水再生利用 景观环境用水标准

GB/T 19923 城市污水再生利用 工业用水水质

GB 50014 室外排水设计规范

GB 50445 村庄整治技术规范

GB/T 51347 农村生活污水处理工程技术标准

HJ 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范

HJ 574 农村生活污染控制技术规范

HJ 576 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 577 序批式活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 578 氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范

HJ 2009 生物接触氧化法污水处理工程技术规范

HJ 2010 膜生物法污水处理工程技术规范

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

CJ/T 295 餐饮污水隔油器

CJ/T 309 城镇污水处理厂污泥处理农用污泥

CJJ 124 镇（乡）村排水工程技术规程

CJJ/T 54 污水稳定塘设计规范

DB 13/2171-2015 河北省农村生活污水排放标准

### **3 术语和定义**

#### **3.1 农村生活污水**

农村居民生活活动中产生的污水，主要包括洗涤、洗浴和厨厕排水，不包括乡镇企业工业废水和规模化畜禽养殖业废水。

#### **3.2 农村生活污水治理设施**

对农村生活污水进行治理的建筑物、构筑物及设备，包括污水处理构筑物（设备）、配套管网和辅助设施。

#### **3.3 黑水**

人排泄及冲洗粪便产生的高浓度生活污水。

#### **3.4 灰水**

农村居民家庭厨房、洗衣、洗浴和清洁等产生的低浓度生活污水。

#### **3.5 纳入城镇污水处理厂治理**

位于城镇/园区内及周边的村庄污水经收集后直接纳入城镇污水管网，由城镇污水处理厂统一处理的方式。

#### **3.6 集中治理**

村庄或一定范围内农户的污水经管网或暗渠收集就近接入农村生活污水治理设施的处理方式。

#### **3.7 分散治理**

单户或几户的污水进行就地处理的方式。

## 4 一般规定

### 4.1 治理模式选择

4.1.1 鼓励农村黑、灰水分别处理回用。黑水浓度高，可经化粪池或厌氧发酵等无害化处理后还田回用，或采用以生化处理为主体的处理工艺，达到相应标准后回用或排放；灰水污染物浓度较低，可因地制宜，采用过滤、人工湿地等物理或生态处理工艺，达到相应标准后回用或排放。

4.1.2 根据农村的地理位置、居民集中程度、地形地貌状况不同，选择适宜模式对农村污水进行治理。

4.1.2.1 纳入城镇污水处理厂治理模式适合于城镇/园区污水处理厂周边、人口集中、地理和施工条件都满足输送污水至已有集中式污水处理厂的村庄。

4.1.2.2 集中治理模式适用于村落规模较大、人口较多、居住相对集中或邻近敏感水域的单个或相邻几个村庄（行政村或自然村）的生活污水收集治理。

4.1.2.3 分散治理模式适用于远离城镇及敏感水体、地形条件复杂、村庄规模较小或居住分散、污水不易集中收集、偏僻单户或相邻几户的农村生活污水治理。

4.1.2.4 集中+分散治理模式适用于多数住宅相对集中、少数分散或具有特殊情况的农村地区。

表 4.1-1 农村污水治理模式选择表

治理模式		适用情况	水量 (m <sup>3</sup> /d)	家庭数 (户)	人口数 (人)
综合利用模式		适用于黑水、灰水单独或混合处理达标后综合利用的农村	-	-	-
纳入城镇污水处理厂治理		适用于城镇污水处理厂周边(距离 3km 左右)、人口集中、地理和施工条件都满足输送污水至已有集中式污水处理厂的农村地区	-	-	-
集中治理模式	单村集中型	适用于村村距离相对较远(大于 5km)	5.0~200	10~500	100~2500
	村村连片集中型	适用于村村距离相对较近(小于 5km)	200~500	>500	2500~1000
分散治理模式	分区/单户分散型	适用于人口数量较少、住宅布局较分散、山区等地形条件复杂、污水不易集中收集、偏僻单户或相邻几户的农村地区	≤5.0	1~10	<100
集中+分散治理模式		适用于多数住宅相对集中、少数分散或具有特殊情况的农村地区	-	-	-

## 4.2 设计水量与设计水质要求

### 4.2.1 设计水量

设计水量应根据所纳农户、村庄实际排放的废水水量确定。当缺乏调查数据时，可根据当地水务部门提供的居民用水量数据确定，或依据当地人口规模、经济条件、生活习惯、用水现状等确定或根据其他类似地区排水量确定，也可参照《华北地区农村生活污水处理技术指南》确定（见表 4.2-1）。排水系数宜根据村庄卫生设施水平、排水系统的组成和完善程度等因素的实地调查确定，也可参照《华北地区农村生活污水处理技术指南》确定（见表 4.2-2）。

表 4.2-1 河北省农村居民生活用水量参考值

村庄类型	用水量 (L/人·日)
户内有给水排水卫生设备和淋浴设备	100~145
户内有给水排水卫生设备，无淋浴设备	40~80
户内有给水龙头，无卫生设备	30~50
无户内给水排水设备	20~40

表 4.2-2 华北地区农村居民生活排水系数参考值

排水收集特点	排水系数
全部生活污水混合收集进入污水管网	0.8
只收集全部灰水进入污水管网	0.5
只收集部分混合生活污水进入污水管网	0.4
只收集部分灰水进入污水管道	0.2

### 4.2.2 设计水质

宜以实测值为基础分析确定，测定方法和数据处理方法应符合 HJ/T91 的规定。当缺乏实测数据时，设计水质宜根据当地人口规模、用水现状、生活习惯、经济条件、地区规划等确定或根据其他类似地区排水水质确定，也可参照《华北地区农村生活污水处理技术指南》确定（见表 4.2-3）。

表 4.2-3 河北省农村居民生活污水水质参考值

单位：mg/L，pH 值除外

主要指标	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	TP	SS	pH 值
建议取值范围	200~450	200~300	20~90	2.0~6.5	100~200	6.5~8.0

注：厕所污水单独经化粪池处理后出水浓度高于表中参考值。

### 4.3 选址要求

选址应在村庄夏季最小频率风向的下风侧；应利用自然地势高差，尽量减少动力消耗；应具有较好的排水条件，同时避免雨季和洪水季节自然水体的倒灌；应有良好的工程地质条件；应有

方便的交通和水电条件。其他要求参照 GB 50014 有关规定执行。

#### 4.4 总平面布置

4.4.1 农村生活污水处理设施建设应以村镇规划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。

4.4.2 总体布置应根据厂内各建筑物和构筑物的功能及流程要求，结合厂址地形、气候和地质条件，优化运行成本，便于施工、维护和管理等，经技术经济比较确定。

4.4.3 污水处理的工艺流程、竖向设计宜充分利用地形，符合排水通畅、降低能耗、平衡土方的要求。

4.4.4 各建筑物造型应简洁美观，选材适当，并使建筑物和构筑物群体的效果与周围环境协调。

#### 4.5 排放控制要求

4.5.1 优先选择资源化与尾水利用技术或途径。通过粪污无害化或生活污水处理技术，就地就近资源化利用。通过农田沟渠、塘堰等排灌系统生态化改造，栽植水生植物，建设植物隔离带、生态湿地等，对尾水进一步利用和净化，提高农田生态系统水质净化功能效果；无法进行资源化利用的尾水，宜利用村庄周边沟渠、水塘、土地等途径进一步净化后排入受纳水体。

4.5.2 资源化与尾水利用应满足国家或地方相应的标准或要求。黑水无害化处置应满足 GB 7959 的要求；尾水用于农田灌溉的，相关控制指标应满足 GB 5084 规定；用于渔业的，相关控制指标应满足 GB 11607 规定；用于生活杂用的，相关控制指标应满足 GB/T 18920 规定；用于景观环境的，相关控制指标应满足 GB/T 18921 规定；用于工业回用的，相关控制指标应满足 GB/T 19923 规定。

4.5.3 农村生活污水经处理后排向环境水体的，执行 DB 13/2171-2015 规定。

#### 4.6 恶臭控制要求

4.6.1 宜采用臭气散发量少的污水处理技术、设备和措施，以减少臭气产生量。

4.6.2 无需经常人工维护的设施，如沉砂池、初沉池和污泥浓缩池等，宜采用固定式的封闭措施控制臭气；需经常维护和保养的设施，如格栅间、泵房的集水井和污泥脱水机房等，宜采用局部活动式或简易式的臭气隔离措施控制臭气。

#### 4.7 污泥处理要求

4.7.1 污泥处理与处置应符合资源化、减量化、稳定化、无害化的原则，根据当地条件选择农村适宜的污泥处理设施与处置方式。

4.7.2 污泥脱水和处理时宜优先考虑自然干化和堆肥处理。污泥干化场建设需考虑污泥性质、产量以及当地的气候、地质及经济发展等方面因素。干化场宜建在干燥、蒸发量大的地区。

4.7.3 污泥处置应考虑综合利用。日产污泥量 0.2 t 以下的，可采用简易堆肥后还田，或定期统一收集到干化场处理，待污泥熟化后，再进行土地利用。

4.7.4 农村生活污水处理设施产生的污泥经干化或脱水处理后，可作为农用泥质进行资源化利用处置，污泥中污染物浓度应符合 CJ/T 309 的规定。污泥用于还田，有害物质含量应符合国家现行有关标准规定。

## 5 污水收集系统

### 5.1 典型农户/村落收排水系统

#### 5.1.1 收排水原则

收排水工程要服从村落总体规划。鼓励黑、灰水分质处理回用。排水管渠的布置，应根据村落的格局、地形情况等因素，并应尽量考虑自流排水。便于统一收集的村落，宜采用雨污分流制，污水通过管道、暗渠收集处理后回用或排放。

#### 5.1.2 农户庭院收水

使用旱厕、农户庭院土地较多，排水主要为厕所、厨房、洗漱和院落排水，典型的污水排放系统如图 5.1-1 所示。

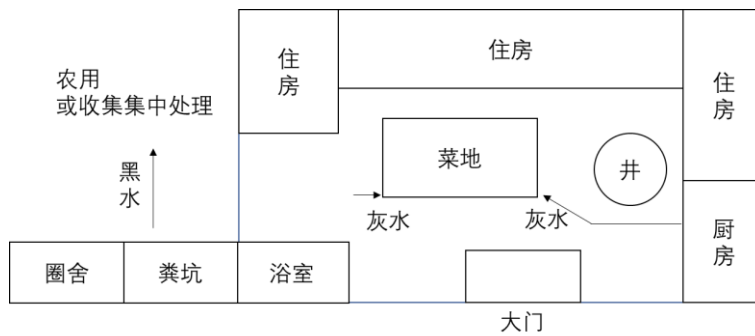
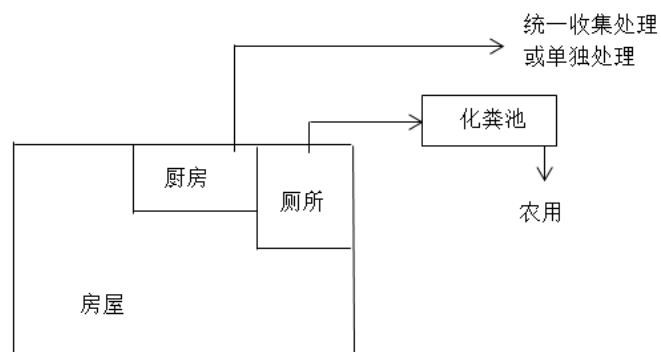


图 5.1-1 户厕在室外的农户院落典型排水系统

使用水冲厕所、庭院地面硬化、室内卫生较设施齐全，化粪池可单户设置，也可相邻住户集中设置，典型的庭院生活污水排水系统宜采用图 5.1-2 和图 5.1-3 所示方式。



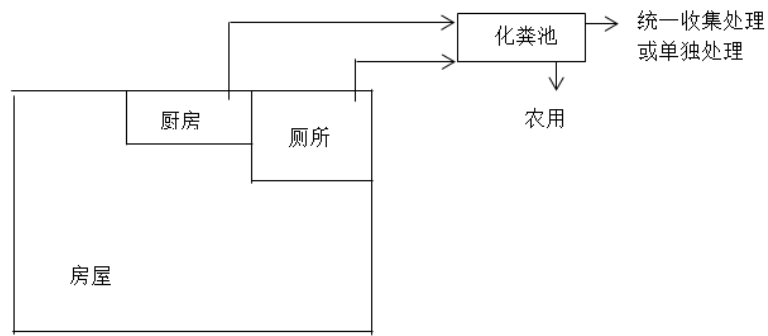


图 5.1-2 农户厕所建在室内的生活污水排水系统

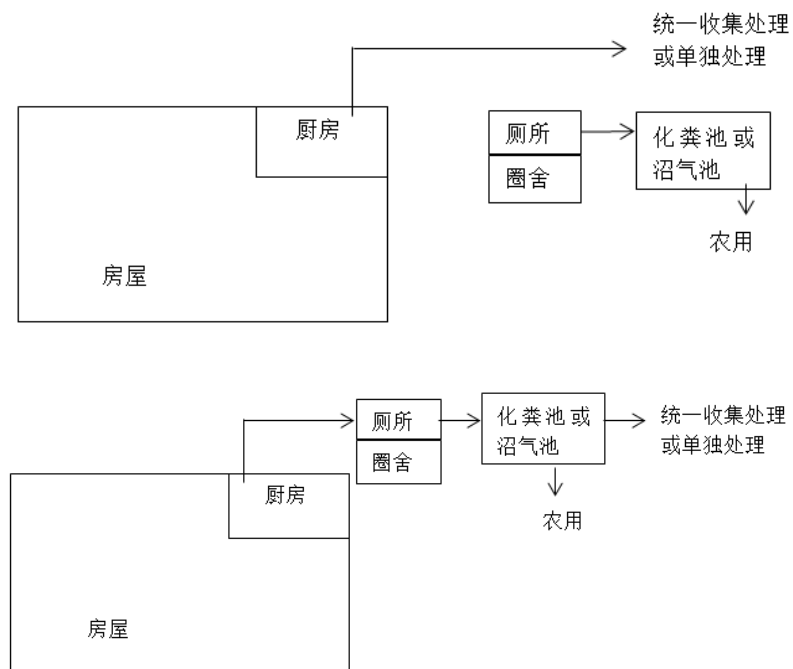


图 5.1-3 农户厕所建在室外的生活污水排水系统

### 5.1.3 村落收水

村落污水收集系统常用收集方式如图 5.1-4 和 5.1-5 所示。

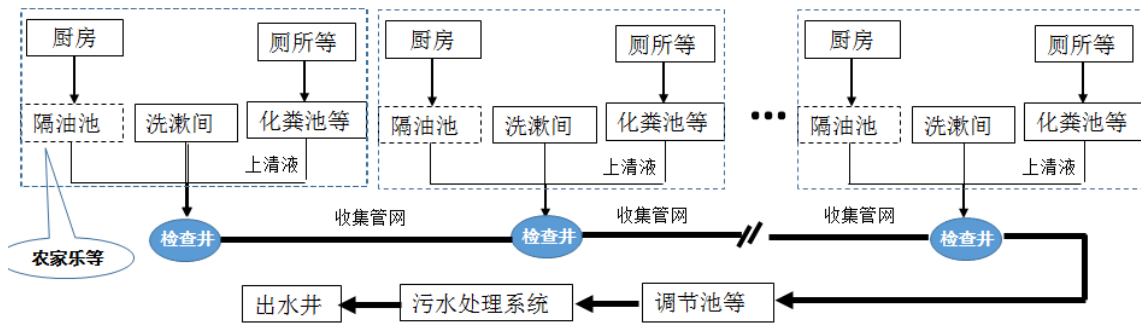


图 5.1-4 黑水预处理后与灰水混合收集系统

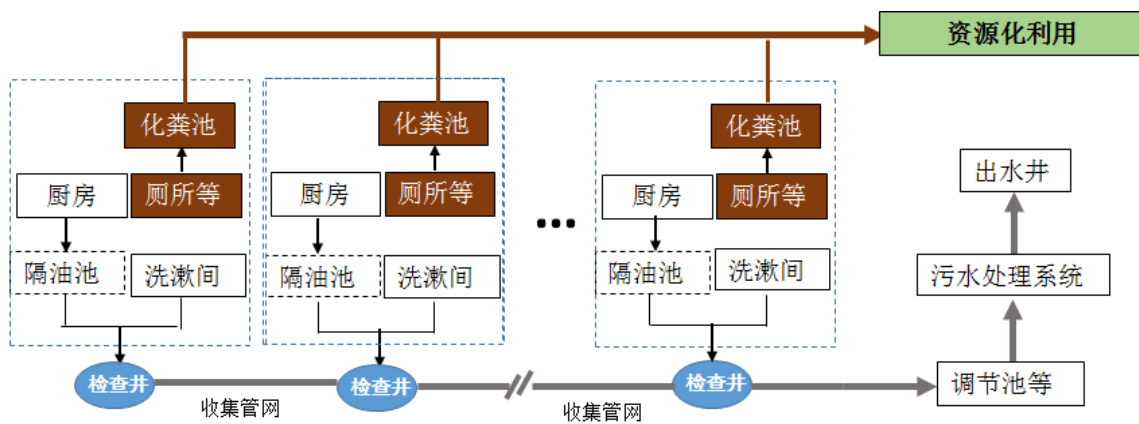


图 5.1-5 黑灰水分离收集系统

## 5.2 管网设计

### 5.2.1 户内管网

5.2.1.1 收集户内厕所粪污、盥洗污水、厨房污水等，其铺设方式应考虑农户的生活习惯、民俗文化、庭院布局、污水治理方式等因素。

5.2.1.2 农户入户收集系统宜将黑水与灰水分开收集。黑水需先排入化粪池无害化处理，再进行粪肥资源化利用，或与其他污水一并进入污水收集管网。

### 5.2.2 收集管网

5.2.2.1 污水收集管网的管径大小应根据水量合理计算，应考虑农村生活污水间歇性排放的特点，适当增大坡度防止管道堵塞。

5.2.2.2 污水收集管道粗糙系数、最大设计充满度、设计流速、管径等参照 GB 50014 执行。

### 5.2.3 污水收集管道及附属构筑物

5.2.3.1 污水收集管道和附属构筑物应保证其密闭性，应进行闭水实验，防止污水外渗和地下水入渗。

5.2.3.2 管道基础应根据管道材质、接口形式和地质条件确定，对地质松软或不均匀沉降地段，

管道基础应采取加固措施。

5.2.3.3 管顶最小覆土深度，应根据管材强度、外部荷载、土壤冰冻深度和土壤性质等条件，结合当地埋管经验确定。

5.2.3.4 污水收集管道宜采用基础简单、接口方便、施工快捷的材料结构，推荐使用 HDPE 双壁波纹管。

5.2.3.5 检查井的位置应设置在管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处、跌水处以及直线管段上每隔一定距离处。

5.2.3.6 具体设计要求参照 GB 50014 执行。

### **5.3 污水泵站**

5.3.1 污水需要提升时应设置泵站，泵站建设宜按远期规模设计，水泵机组可接近期规模配置。

5.3.2 单独设置的泵站与居住房屋和公共建筑物的距离，应满足规划、消防和环保部门的要求。

5.3.3 水泵机组的选择应根据设计流量和所需扬程等因素确定，具体应符合 GB 50014 规定。

5.3.4 提升泵站构（建）筑物包括进水交汇井（含溢流管和事故排水管）、格栅间、集水池、机器间等，各部分的设计要求应符合 GB 50014 的规定。

## 6 治理工艺

治理工艺应根据经济条件、污水收集方式、处理规模和排放控制要求等进行简单模式、常规模式或高级模式合理选择。详见附录 A。

### 6.1 简单模式

适用于居住较分散的山区、偏远农村，干旱缺水、寒冷地区的农村以及有大量农田可消纳治理后污水的农村。该模式出水宜优先考虑资源化再利用。

#### 6.1.1 旱厕+粪尿资源化组合工艺

6.1.1.1 适用于仍广泛使用旱厕的农村地区。

6.1.1.2 采用粪尿分集式厕所-尿液发酵-粪便腐熟无害化技术，尿液经过短期发酵直接用作肥料，粪便可采用干燥脱水、自然降解的方法进行无害化处理后回收利用。

6.1.1.3 采用双坑交替式厕所-粪便加土密封降解技术，宜建造 2 个贮粪池，人粪尿用土覆盖，粪便长时间储存后可用于农田施肥。

#### 6.1.2 化粪池/厌氧发酵池工艺

6.1.2.1 适用于有大量农田可消纳治理后污水的单户或连户的分散式污水治理。厌氧发酵池尤其适用于混入养殖废水、粪污的生活污水的治理。

6.1.2.2 应防止雨水进入化粪池/厌氧发酵池，造成池体内的污水溢出。

6.1.2.3 采用化粪池治理黑水，粪液须从三格式化粪池的第三格或者是双瓮式的第二瓮中取用，且禁止向第三格或者是第二瓮倒入新鲜粪液。

6.1.2.4 采用厌氧发酵池，需定期检查治理设施气密性、输气管是否漏气或堵塞等，做好定期维修。

6.1.2.5 污染物去除率可达 COD40%~50%，SS60%~70%，动植物油 80%~90%，致病菌寄生虫卵不小于 95%。

#### 6.1.3 化粪池-稳定塘/人工湿地/土壤渗滤组合工艺

6.1.3.1 适用于水环境要求一般且可利用土地充足的农村地区的单户或连户污水治理。

6.1.3.2 拥有坑塘、洼地的农村可选择化粪池-稳定塘/人工湿地技术组合工艺，同时需配套建设冬储系统；寒冷、缺水且土壤渗透性较好的地区可选择化粪池-土壤渗滤组合工艺；实现黑、灰水分离的地区，灰水收集后可不经化粪池直接进入人工湿地/土壤渗滤等。

6.1.3.3 治理效果：COD≤100 mg/L，SS≤30 mg/L，NH<sub>3</sub>-N≤25 (30) mg/L，TP≤3 mg/L。

### 6.2 常规模式

适用于环境要求较高的农村地区的集中式污水治理，污水处理效果基本可达到 DB

13/2171-2015 一级 B 及以下标准。该模式出水可以灌溉农田，也可以直接排放。

### 6.2.1 预处理-厌氧池-稳定塘/人工湿地/土壤渗滤组合工艺

6.2.1.1 适用于各种地形条件，有较大面积闲置土地的地区。

6.2.1.2 寒冷地区推荐采用预处理-厌氧池-人工湿地/土壤渗滤组合工艺，同时应做好冬季储水工作；采用预处理-厌氧池-稳定塘组合工艺的地区应将治理设施建于居民点主导风向的下风向，同时应防止暴雨时期产生溢流。

6.2.1.3 治理效果： $COD \leq 60 \text{ mg/L}$ ， $SS \leq 20 \text{ mg/L}$ ， $TN \leq 20 \text{ mg/L}$ ， $NH_3-N \leq 8(15) \text{ mg/L}$ ， $TP \leq 1 \text{ mg/L}$ 。

### 6.2.2 预处理-生物稳定塘/强化人工快渗-人工湿地组合工艺

6.2.2.1 主要适用于有较大闲置土地的平原地区，尤其适用于干旱缺水的平原地区。

6.2.2.2 对于寒冷地区采用本组合工艺需做好冬季保温及储水工作。

6.2.2.3 治理效果： $COD \leq 60 \text{ mg/L}$ ， $SS \leq 20 \text{ mg/L}$ ， $TN \leq 20 \text{ mg/L}$ ， $NH_3-N \leq 8(15) \text{ mg/L}$ ， $TP \leq 1 \text{ mg/L}$ 。

### 6.2.3 预处理-生物接触氧化池/SBR/氧化沟/生物滤池组合工艺

6.2.3.1 适用于用地紧张且出水要求较高（有脱氮除磷要求）的农村地区。

6.2.3.2 预处理-生物接触氧化池/SBR/生物滤池组合工艺，适用于处理规模在  $200 \text{ m}^3/\text{d}$  以下的污水治理设施；当有餐饮业废水进入时，可增设隔油池。

6.2.3.3 预处理-氧化沟组合工艺适用于处理规模在  $200 \text{ m}^3/\text{d}$  以上的污水处理。

6.2.3.4 治理效果： $COD \leq 50 \text{ mg/L}$ ， $TN \leq 15 \text{ mg/L}$ ， $NH_3-N \leq 5(8) \text{ mg/L}$ ， $TP \leq 0.5 \text{ mg/L}$ 。

## 6.3 高级模式

适用于水环境保护要求较高的地区，如饮用水水源地、水系源头、重要湖库集水区等需要执行相对严格标准的区域。污水处理效果基本可达到 DB 13/2171-2015 一级 A 标准。该模式出水可以灌溉农田，也可以直接排放。

### 6.3.1 预处理-强化A<sup>2</sup>/O-深度处理组合工艺

6.3.1.1 适用于环境要求高，且用地紧张，并实现了污水集中收集的地区。

6.3.1.2 预处理设施包括格栅和沉淀池；根据实际运行情况确定 A<sup>2</sup>/O 污泥回流比（一般为 40-100%）和混合液回流比（一般为 100-400%）；好氧区曝气宜根据污水处理设施规模确定，大中型污水处理设施宜选择鼓风式中、微孔水下曝气系统，小型污水处理设施可根据实际情况选择。

6.3.1.3 治理效果： $COD \leq 40 \text{ mg/L}$ ， $BOD_5 \leq 5 \text{ mg/L}$ ， $SS \leq 10 \text{ mg/L}$ ， $TN \leq 15 \text{ mg/L}$ ， $NH_3-N \leq 2 \text{ mg/L}$ ， $TP \leq 0.5 \text{ mg/L}$ ；化学加药除磷，可以控制  $TP \leq 0.4 \text{ mg/L}$ 。

### **6.3.2 预处理-生物接触氧化池/SBR -人工湿地组合工艺**

6.3.2.1 适用于环境要求高，且有可利用土地的地区。

6.3.2.2 当有餐饮业废水进入时，可增设隔油池。

6.3.2.3 治理效果： $\text{COD} \leq 30 \text{ mg/L}$ ， $\text{BOD}_5 \leq 5 \text{ mg/L}$ ， $\text{SS} \leq 10 \text{ mg/L}$ ， $\text{TN} \leq 10 \text{ mg/L}$ ， $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.5 \text{ mg/L}$ ， $\text{TP} \leq 0.4 \text{ mg/L}$ 。

### **6.4 常用水污染治理工艺设计要求**

污水治理设施应规范设计，保证污水处理后达到预期效果。具体工艺设计详见附录 B。

## **7 施工与验收**

### **7.1 一般规定**

7.1.1 农村生活污水处理设施施工单位应具有相应的资质。

7.1.2 工程施工和验收宜由建设单位组织设计、施工、管理、质量监督、监理，并和有关单位联合进行。

### **7.2 工程施工**

7.2.1 工程施工应施行工程监理，委托具有相应工程监理资质的单位实施监督。

7.2.2 施工前，应编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，与业主、设计方进行技术交底后方可实施。

7.2.3 建筑、安装工程应符合施工设计文件、设备技术文件的要求，对工程的变更施工应取得设计单位认可后再行施工。

7.2.4 施工中，应做好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过验收合格后，方可进行下一道工序施工。

7.2.5 管道工程、混凝土结构工程、砌体结构工程、构筑物的施工和验收应符合现行国家标准 GB 50268、GB 50204、GB 50203、GB 50141 的有关规定。

### **7.3 工程验收**

7.3.1 工程的竣工验收应执行《建设项目(工程)竣工验收办法》。

7.3.2 工程的环境保护验收应执行《建设项目竣工环境保护验收管理办法》。

7.3.3 除《建设项目竣工环境保护验收管理办法》规定的验收材料外，申请单位还应提供污染治理工程的系统性能试验报告。

### **7.4 归档**

污水处理设施竣工验收后，建设单位应将有关设计、施工和验收的文件归档。

## 8 运行与管理

### 8.1 运行管护模式

8.1.1 农村生活污水处理设施应建立明确的管理模式，清晰的责任体系、以及运行资金保障体系。

8.1.2 采用属地自行运行管护模式，需强化运营主体工作责任，建立长效管护机制，明确专业专职技术人员。

8.1.3 采用第三方运行管护模式，可以县区或乡镇为单位对农村生活污水处理设施进行连片打包，统一运行管理

8.1.4 采用建设运行一体化模式，是将设施建设与后期运行捆绑，由建设方负责污水处理设施后期运行维护。

### 8.2 污水处理设施出水水质监测

8.2.1 按照 HJ/T 91 要求，定期进行进出水水质监测。

8.2.2 日处理能力 200 t 以上的污水处理设施，每季度至少监测一次；日处理能力 5~200 t 的污水处理设施，每年至少监测一次。

8.2.3 检测项目共计 7 项，包括 pH、化学需氧量（COD）、悬浮物（SS）、氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ，以 N 计）、总氮（TN，以 N 计）、总磷（TP，以 P 计）、动植物油。

8.2.4 由县级人民政府和各级生态环境行政主管部门负责实施。

## 附录 A 农村生活污水治理模式及适用技术对比情况

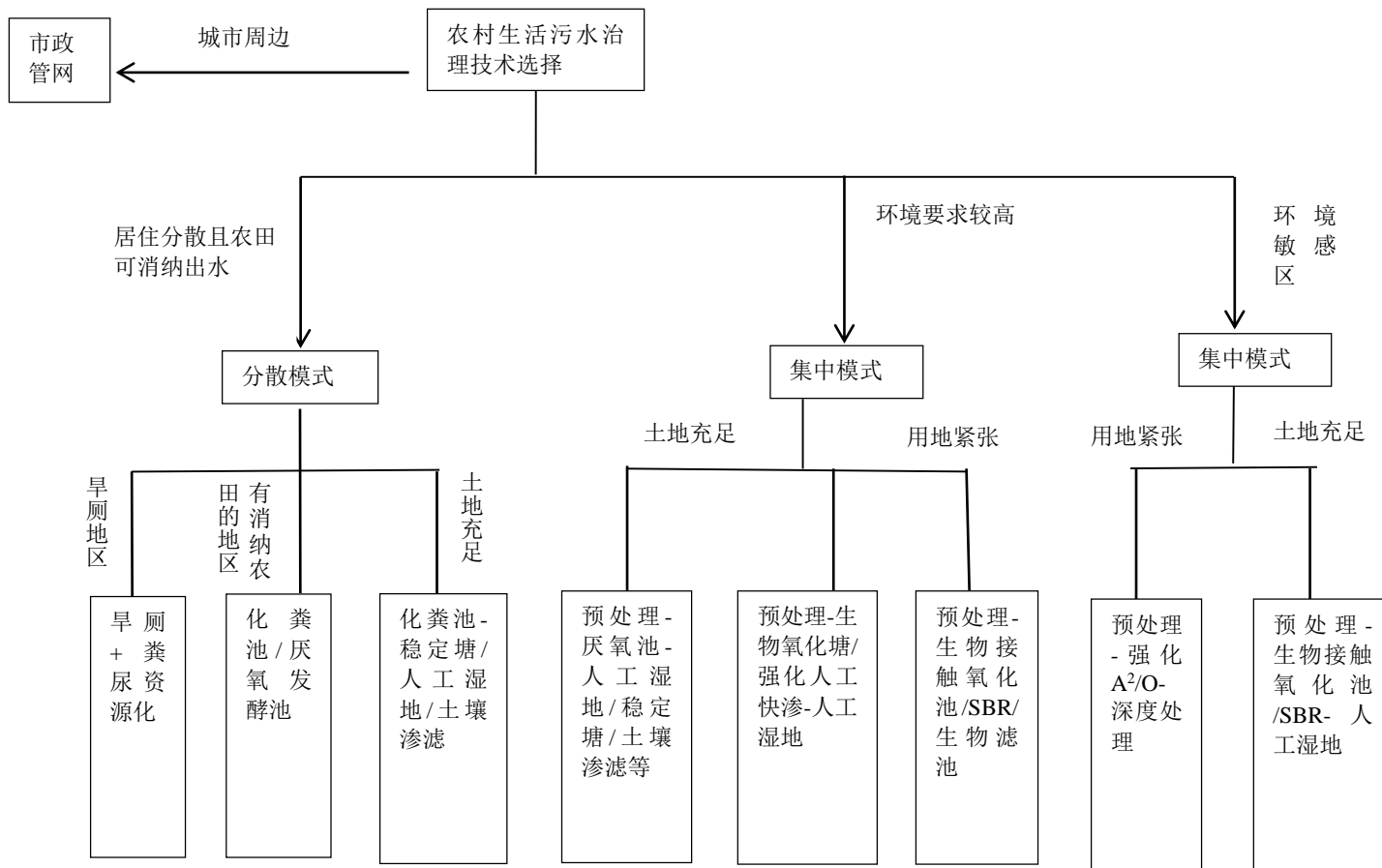


图 A-1 农村生活污水治理模式

表 A-2 农村生活污水治理适用工艺对比

序号	污水治理模式	技术工艺流程	适用范围			技术特点			出水去向
			集聚程度	气候地形	其他	建设成本	运维成本	去除效率	
1	分散模式	旱厕（粪尿分集式厕所）+尿液发酵和粪便无害化处理	分散	适用于各种地形	适用于山区、偏远村庄及干旱缺水、寒冷地区的村庄	粪便和尿液分开收集，富含养分且基本无害的尿液经过短期发酵加 5 倍水稀释后可直接用作肥料，含有寄生虫卵和肠道致病菌的粪便定期外运或腐熟后回收利用，基本无设备运行费。			农田施肥
2		旱厕（双坑交替式厕所）+粪便加土密封降解	分散			2 个贮粪池交替轮流使用，加入略经干燥的黄土，密封储存，粪便中的有机质缓慢降解，长时间的储存后可用于农田施肥，基本无设备运行费。			
4		化粪池（包括三格式、双瓮式）	分散	适用于各种地形	普遍适用	0.17-0.21 万元/户（个）	基本无设备运行费	COD 40%~50%，SS：60%~70%，动植物油 80%~90%，致病菌寄生虫卵不小于 95%	农田灌溉
污水停留时间至少 12h，3-12 个月清掏一次									
5		厌氧发酵池	分散			0.025~0.035 万元/m <sup>3</sup> （池容积）	<0.10 元/m <sup>3</sup>	COD：40%~50%；SS：60%~70%	农灌或排入沟渠
定期检查（一般一年一次）气密性，定期维修（4 至 8 年）									
6		化粪池（厌氧生物膜）+稳定塘/人工湿地	分散	0.4-0.45 万元/吨	基本无设备运行费	COD：50%~65%，SS：50%~65%，NH <sub>3</sub> -N：30%~45%			
7	化粪池+土壤渗滤	分散或集中	适用于各种地形条件，有较	普遍适用，基本可达到 DB 13/2171-2015 一	0.47-0.61 万元/吨	<0.05 元/吨	COD：75%~90%，SS：>90%，NH <sub>3</sub> -N：40%~60%	农灌或排入沟渠	
9	集中模式	预处理+厌氧生物膜单元+土地渗滤			集中	0.6-0.8 万元/吨	<0.1 元/吨		COD：75%~90%，SS：>90%，NH <sub>3</sub> -N：40%~60%

序号	污水治理模式	技术工艺流程	适用范围			技术特点			出水去向
			集聚程度	气候地形	其他	建设成本	运维成本	去除效率	
10		预处理+厌氧池+人工湿地	集中	大面积闲置土地的地区	级B及以下标准	0.15-0.4 万元/吨	0.05-0.1 元/吨	COD: 70%~85%, SS: 80%~90%, TN: 30%~40%, TP: 50%~70%	
11		预处理+强化型人工快速渗滤+人工湿地	集中			0.2-0.4 万元/吨	0.05-0.1 元/吨	COD: 70%~85%, SS: 80%~90%, TN: 30%~40%, TP: 50%~70%	
12		预处理+人工快渗	集中			0.15 万元/吨	0.36 元/吨	COD>80%, NH <sub>3</sub> -N>80%	
13		预处理+生物稳定塘+人工湿地	集中			0.3-0.55	0.05-0.1 元/吨	COD: 70%~85%, SS: 80%~90%, TN: 30%~40%, TP: 50%~70%	
14		预处理+厌氧水解+人工湿地+生态塘	集中			0.45-0.65 万元/吨	0.05-0.1 元/吨	COD: 75%~85%, SS: 50%~65%, NH <sub>3</sub> -N: 30%~45%	
15		预处理+生物接触氧化池	集中			0.5-1 万元/吨	0.5-0.8 元/吨	COD: 80%~90%, SS: 70%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 40%~60%	
16		预处理+SBR	集中	0.4-0.5 万元/吨	<0.5 元/吨	COD: 80%~90%, BOD: 85%~95%, SS: 70%~90%			
17		预处理+氧化沟	集中	适用于多种地形条件, 占地较小	0.4-0.5 万元/吨	<0.5 元/吨	COD: 80%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 85%~95%, SS: 70%~90%, TN: 55%-85%		
18		预处理+A/O	集中		0.6-0.8 万元/吨	0.8-1.2 元/吨	COD: 80%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 85%~95%, SS: 70%~90%, TN: 55%-85%		
19		预处理+生物滤池	集中		0.5-1 万元/吨	0.11-0.22 元/吨	COD: 80~90%, SS: 75~98%, NH <sub>3</sub> -N: 80%~95%		

序号	污水治理模式	技术工艺流程	适用范围			技术特点			出水去向
			集聚程度	气候地形	其他	建设成本	运维成本	去除效率	
20		预处理+A/O+人工湿地	集中	适用于有较大面积闲置土地的地区、冬季气温较低时要注意处理设施的保温	适用于生态环境敏感地区	0.75-1.2 万元/吨	0.55-0.6 元/吨	COD: 80%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 85%~95%, SS: 70%~90%, TN: 55%-85%	回用或排入地表水体
21		预处理+生物接触氧化池+人工湿地	集中			0.65-1.4 万元/吨	0.55-0.6 元/吨	COD: 80%~90%, SS: 70%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 40%~60%	
22		预处理+SBR+人工湿地	集中			0.55-0.9 万元/吨	0.55-0.6 元/吨	COD: 80%~90%, BOD: 85%~95%, SS: 70%~90%	
23		预处理+氧化沟+人工湿地	集中			0.55-0.9 万元/吨	0.55-0.6 元/吨	COD: 80%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 85%~95%, SS: 70%~90%, TN: 55%-85%	
24		预处理+生物接触氧化池+土壤渗滤	集中			0.65-1.4 万元/吨	0.55-0.6 元/吨	COD: 80%~90%, SS: 70%~90%, NH <sub>3</sub> -N: 40%~60%	
25		预处理+SBR+土壤渗滤	集中			0.55-0.9 万元/吨	0.55-0.6 元/吨	COD: 80%~90%, BOD: 85%~95%, SS: 70%~90%	
26		预处理+强化A <sup>2</sup> /O+深度处理	集中			0.7-0.87 万元/吨	1.0-1.3 元/吨	COD: 80%~90%, BOD: 85%~95%, SS: 70%~90%。	
27		预处理+A <sup>2</sup> /O+MBR	集中	土地紧张	1.25~1.5 万元/吨	1.8-2.5 元/吨	出水 COD<60 mg/L, SS <20 mg/L, NH <sub>3</sub> -N <15 mg/L, TN <20 mg/L, TP <1 mg/L。		
28		预处理+接触氧化+MBR	集中						
29		预处理+MBR	集中						
30	纳入城镇污水管网处理模式	接入市政管网+城镇污水处理厂	集中	地形较平坦	适合于满足纳管要求的农村地区	/	/	/	/

## 附录 B 常用水污染治理工艺设计要求

### B.1 预处理

#### B.1.1 化粪池

B.1.1.1 可广泛应用于省内农村生活污水的预处理，特别适用于生态卫生厕所的粪便与尿液的预处理。

B.1.1.1 根据建筑材料和结构的不同，主要可分为砖砌化粪池、现浇钢筋混凝土化粪池、预制钢筋混凝土化粪池、玻璃钢化粪池等。根据池子形状可以分为矩形化粪池和圆形化粪池。

河北省农村化粪池可根据使用人数分为双格化粪池和三格化粪池（如图 B.1-1 所示）。化粪池宜用于使用水冲厕所的场所，并宜设置在接户管下游且便于清掏的位置。

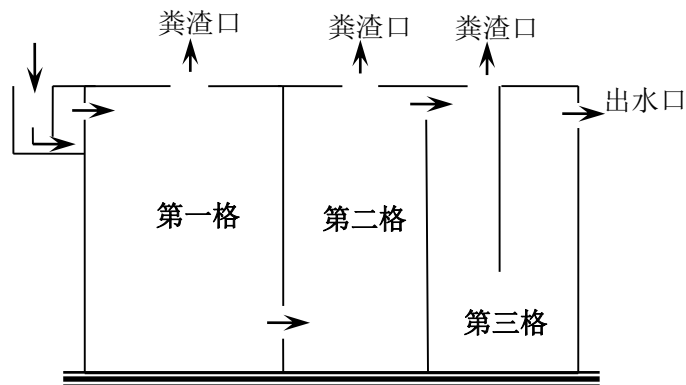


图 B.1-1 典型三格化粪池结构示意图

B.1.1.3 化粪池应根据《化粪池标准图集》，结合出水水质要求进行设计。

(1) 化粪池污染物产生量取  $0.1 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{年} \sim 0.14 \text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ，有效水深取  $2 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$ ，池体容积为污水量与污泥量之和，滤料层高度为  $0.8 \text{ m} \sim 1.2 \text{ m}$ 。

(2) 当化粪池污水量小于或等于  $10 \text{ m}^3/\text{d}$ ，首选两格化粪池，第一格容积占总容积的  $65\% \sim 80\%$ ，第二格容积占  $20\% \sim 35\%$ ；若化粪池污水量大于  $10 \text{ m}^3/\text{d}$ ，一般设计为三格化粪池，第一格容积占总容积的  $50\% \sim 60\%$ ，第二格容积占  $20\% \sim 30\%$ ，第三格容积占  $20\% \sim 30\%$ ；若化粪池污水量超过  $50 \text{ m}^3/\text{d}$ ，宜设两个并联的化粪池；化粪池容积最小不宜小于  $2.0 \text{ m}^3$ ，且此时最好设计为圆形化粪池（又称化粪池井），采取大小相同的双格连通方式，每格有效直径应大于或等于  $1.0 \text{ m}$ 。

(3) 农村化粪池的水力停留时间宜选  $48\text{h}$  或以上。

(4) 为防止污染地下水，化粪池须进行防水、防渗设计。

(5) 化粪池的设计应与村庄排污和污水处理系统统一考虑设计，使之与排污或污水处理系统形成一个有机整体，以便充分发挥化粪池的功能。

(6) 化粪池距地下给水排水构筑物距离应不小于 30 m，距其他建筑物距离应不小于 5 m，化粪池的位置应便于清掏池底污泥。

#### B.1.1.4 化粪池的养护与维修

(1) 化粪池水量不宜过大，过大的水量会稀释池内粪便等固体有机物，缩短了固体有机物的厌氧消化时间，会降低化粪池的处理效果；且大水量易带走悬浮固体，易造成管道堵塞。

(2) 清理格栅杂物：若化粪池第一格安置有格栅时，应注意检查格栅，发现有大量杂物时应及时清理，防止格栅堵塞。

(3) 清理池渣：化粪池建成投入使用初期，可不进行污泥和池渣的清理，运行 1~3 年后可采用专用的槽罐车，对化粪池池渣每年清抽一次。

(4) 其他注意事项：在清渣或取粪水时，不得在池边点灯、吸烟等，以防粪便发酵产生的沼气遇火爆炸；检查或清理池渣后，井盖要盖好，以免对人畜造成危害。

(5) 对破损的盖板、井盖应及时修理、更换。

(6) 对化粪池堵塞的宜采用便携式疏通工具及时进行疏通，无法疏通的应及时报运维部门采用专用疏通工具疏通，对堵塞严重无法正常适用的应及时报备、更换。

### B.1.2 格栅池

B.1.2.1 污水中固体悬浮物含量高应设置格栅。

B.1.2.2 格栅的设计应参照 GB 50014 执行。

B.1.2.3 一般设计细格栅的间隙为 4~10 mm；中格栅的间隙为 15~25 mm；粗格栅的间隙为 40 mm 以上。格栅空隙有效总面积，一般按流速 0.8~1.0 m/s 计算，最大流量时可高至 1.2~1.4 m/s。

B.1.2.4 格栅前渠道内的水流速度一般采用 0.4~0.9 m/s。格栅的水头损失为 0.10~0.40 m。格栅倾斜角一般采用 45°~80°。应根据格栅选型，配套设计格栅池。格栅池上必须设置工作台，其高度应高出格栅前设计最高水位 0.5 m。工作台上应该有安全和冲洗设施。

B.1.2.5 人工清除栅渣时，不应小于进水管渠有效面积的 2 倍；用机械清除时，不应小于进水管渠有效断面的 1.2 倍。

### B.1.3 集水池

B.1.3.1 分散式处理模式水量较小，一般不需要设置污水集水池，连片集中型处理系统前需设置污水集水池，起到收集和储蓄污水的作用。

B.1.3.2 集水池设计要求参照 GB 50014 执行。

B.1.3.3 集水池容积不小于最大一台水泵 5 min 流出量，同时满足一小时内启泵次数≤6 次。

### B.1.4 调节池

B.1.4.1 农村生活污水处理一般均应设置调节池。

B. 1. 4. 2 调节池设计要求参照 GB 50014 执行。

B. 1. 4. 3 调节池可与厌氧池、缺氧池合建，设计成缺氧调节池、厌氧调节池。

B. 1. 4. 4 调节池水力停留时间一般不宜小于 12 h。

B. 1. 4. 5 调节池一般不设搅拌系统。必要时也可利用穿孔管，进行间歇空气搅拌。调节池应设置人孔、通风管等。

### **B. 1. 5 隔油池**

B. 1. 5. 1 进水水质含油较高 ( $>50$  mg/L) 及农家乐、民宿餐饮污水需设置隔油池。

B. 1. 5. 2 隔油池的设计应参照 GB 50015、CJ/T 295、HJ 554 等标准执行。

B. 1. 5. 3 应根据农家乐、民宿经营户的厨房面积、餐厅面积会提供就餐人数来计算排水量，并对实际排放餐饮污水情况进行调查核实。

B. 1. 5. 4 餐饮污水经过滤隔渣，再经过三格式隔油池沉淀悬浮杂物和油水分离的工艺流程处理后，可进入管网或农村生活污水处理设施。

B. 1. 5. 5 合理布置隔油池进出水平高度，每一池的进出水口应位于浮油层下方，避免冲击浮油层或浮油直接排到下一池；第三池出水位置和水平高低应方便接管和向低处排放。

B. 1. 5. 6 隔油池可以视情况现场构筑，亦可购买成品。隔油池可根据实际使用情况采用地上式、地埋式、半埋式等安装方式、隔油池应设在便于清运和管理地方，不应设在厨房、饮食只做间等有卫生要求的空间内。禁止封闭隔油池盖板，每个池子应设有通气口。

B. 1. 5. 7 隔油池应进行防渗处理，应进行满水试验，确保隔油池在稳定运行中无污水渗漏。

B. 1. 5. 8 隔油池废弃物宜优先考虑资源化回收和利用，可纳入餐厨垃圾处理系统进行集中处置。

### **B. 1. 6 沉淀池**

B. 1. 6. 1 进水水质浊度较高 ( $SS > 100$  mg/L)，则需设置沉淀池。

B. 1. 6. 2 沉淀池设计要求参照 GB 50014 执行。宜根据实际需要选择沉淀池形式及布置工艺。

B. 1. 6. 3 根据污水处理的人口当量设计沉淀池体积，对于 5 个人口当量的单个家庭处理系统，沉淀池总体积不宜小于  $2\text{ m}^3$ 。对于较大的系统，沉淀池体积应与相关的污水处理人口当量成正比。

B. 1. 6. 4 沉淀池的个数或分格不应少于 2 个，一般按同时工作设计，容积应按池前工作水泵的最大设计出水量计算，自流进入时，应按管道最大设计流量计算。池的超高不宜小于 0.3 m。池的缓冲高度一般采用 0.3-0.5 m。排泥管直径不小于 200 mm。池内污泥一般采用静水压力排出。池内污泥采用机械排泥时可连续排泥或间歇排泥，不采用机械排泥时应每天排泥。

## **B. 2 氧化沟**

B. 2. 1 适用于处理污染物浓度相对较高的污水；处理规模宜大不宜小，适合村落污水处理。污

水经过农村适用的氧化沟工艺的处理后，出水通常达到或优于 DB 13/2171-2015 中的二级标准。氧化沟通常按延时曝气条件运行，以延长污水和生物固体的停留时间和降低有机污染负荷。氧化沟通常使用卧式或立式的曝气和推动装置。如果受纳水体有对氮的处理要求，则需通过调整氧化沟不同区域的供氧量，使具有较高的脱氮功能。此外，在氧化沟前增加厌氧池，也可提高除磷效率。

B. 2. 2 结构和类型：氧化沟的类型很多，针对农村的经济和技术特征，宜采用 Passever 氧化沟（如图 B. 2-1 所示）和一体化氧化沟（如图 B. 2-2 所示）。氧化沟沟渠的平面形状有圆形、椭圆形、直沟道或其组合；沟道横断面可为矩形、梯形或椭圆形；转刷曝气机和转盘曝气机适合在农村污水处理中使用。

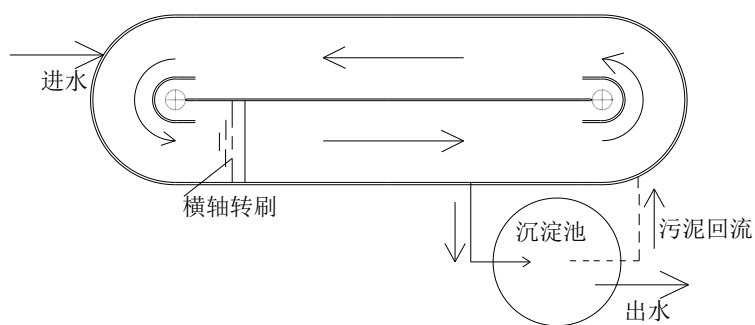


图 B. 2-1 Passever 氧化沟

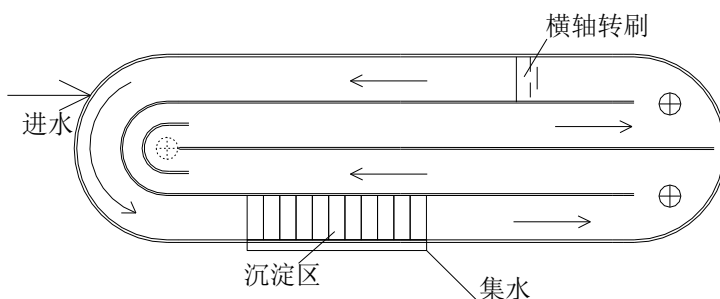


图 B. 2-2 一体式合建氧化沟

B. 2. 3 氧化沟系统前可不设初沉池，一般由沟体、曝气设备、进水分配井、出水溢流堰和导流装置等部分组成。氧化沟主要设计参数见表 B. 2-2。

表 B. 2-2 延时曝气氧化沟主要设计参数

项目	单位	数值
污泥负荷 (BOD <sub>5</sub> /MLSS)	kg/(kg·d)	0.05~0.10
污泥浓度	g/L	2.5~5
污泥龄	d	15~30

污泥回流比	%	75~150
总处理效率	%	>95

B. 2. 4 氧化沟一般建为环状沟渠型，其平面可为圆形和椭圆形或与长方形的组合型。其四周池壁可根据土质情况挖成斜坡并衬砌，也可为钢筋混凝土直墙。处理构筑物应根据当地气温和环境条件，采取防冻措施。

B. 2. 5 氧化沟的渠宽、有效水深视占地、氧化沟的分组和曝气设备性能等情况而定。一般情况下，当采用曝气转刷时，有效水深为 2.6~3.5 m；当采用曝气转碟时，有效水深为 3.0~4.5 m；当采用表面曝气机时，有效水深为 4.0~5.0 m。

B. 2. 6 在氧化沟所有曝气器的上、下游应设置横向的水平挡板和导流板，以保证水平、垂直方向的混合。在弯道处应该设置导流墙，导流墙应设于偏向弯道的内侧。可根据沟宽确定导流墙的数量，在只有一道导流墙时可设在内壁 1/3 处(两道导流墙时外侧渠道宽为池宽的一半)。导流墙应高出水位 0.2~0.3 m。氧化沟内流速不得小于 0.25 m/s。

B. 2. 7 氧化沟的建设成本主要包括池体建设和购置设备。一般氧化沟钢筋混凝土池体的建设费用为 600~1000 元/m<sup>3</sup>池容，不同地区或池体埋地与否会有差别，采用钢板或玻璃钢池体的造价约为 850 元/m<sup>3</sup>池容。转刷的费用为 15000~30000 元/m，如果定做，会大幅度节省费用。转盘的费用更贵一些。

B. 2. 9 氧化沟其他设计内容可参考 HJ 578。

### B. 3 A/O (A<sup>2</sup>/O)

#### B. 3. 1 一般要求

B. 3. 1. 1 A/O 工艺主要适用于没有可利用的土地或者可利用的土地极少且对出水水质要求较高，实现了污水集中收集的地区，埋地式 A/O 系统适用于处理规模 20~200 t/d 的污水处理项目；地上式 A/O 系统适用于处理规模在 200 t/d 以上的污水处理项目。

B. 3. 1. 2 A<sup>2</sup>/O 工艺适用于出水水质要求较高的农村，如风景区旅游村、湖泊河流沿岸农村等。

B. 3. 1. 3 一般来说，要达到良好的硝化效率，水温要求为 25~30℃；要达到良好的反硝化效率，水温要求为 30~35℃。为保证良好的脱氮率，要求冬天最低水温不低于 20℃。

B. 3. 1. 4 设计内容可参考 HJ 576。

#### B. 3. 2 主要技术内容

工艺设计分为除磷、脱氮和同时脱氮除磷三种，除磷工艺设计包括厌氧池设计和好氧池设计，脱氮工艺设计包括缺氧池设计和好氧池设计，同时脱氮除磷工艺设计包括厌氧池、缺氧池和好氧池设计。此外，设计内容还应包括曝气系统和污泥处理系统等。设计程序如下图所示：

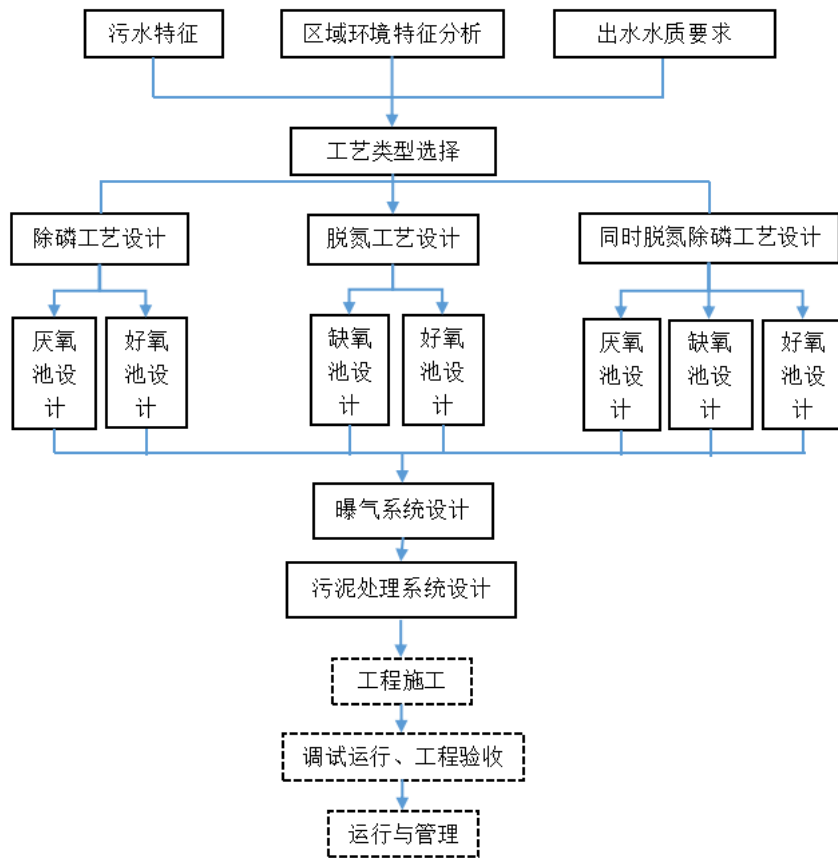


图 B. 3-1 工艺流程图

### B. 3. 2. 1 场地选择

易于在常规活性污泥系统上改建：为了适应废水排放标准中氨氮的严格要求，在常规活性污泥生物处理设施基础上，改建成具有生物脱氮功能的 A/O 系统，不必增建更多特殊设施与设备。

### B. 3. 2. 2 进水水质要求

#### (1) 进水 COD、NH<sub>3</sub>-N

根据设计，一般要求，进入生化池的 COD 含量不宜超过 2450 mg/L，NH<sub>3</sub>-N 含量不超过 150 mg/L，进水碳氮比值： $(\text{COD}/\text{NH}_3\text{-N}) > 6$ 。

#### (2) 进水营养盐配比

根据生化要求，C:N:P=100:5:1，根据废水特点，碳源、氮源足够，但是适当缺乏 P 源，为保证良好的出水，可在好氧池前适当投加磷酸盐，磷酸盐投加量约为 20-50 kg/d，也可根据出水情况确定。

#### (3) 进水水温

一般来水，要达到良好的硝化效率，水温要求为 25-30℃；要达到良好的反硝化效率，水温

要求为 30-35℃。为保证良好的脱氮率，要求冬天最低水温不低于 20℃。

#### (4) 进水 pH

过高或过低的 pH 值都将对污水的生化造成影响，一般要求进入好氧池的污水的在 7-9 左右。若进水 pH 低于 5，则应对其进行 pH 值调节，此处调节 pH 值可投加石灰乳或烧碱溶液，不允许使用氨水。

#### (5) 溶解氧控制

缺氧池溶解氧控制在 0.2-0.5 mg/L，好氧池溶解氧控制在 3-5 mg/L，调试阶段好氧池要求每天测定溶氧量并进行记录。一般情况风机开启两台，初期水量较少时可开启一台。

#### (6) 污泥沉降比 SV%及污泥指数 SVI

为防止污泥膨胀，SV%要求控制在 50~60%之间，污泥浓度达到 3500 mg/L 左右。相应的污泥指数 SVI 在 150~200 之间。

污泥龄是指曝气池每天工作着的活性污泥总量与排放的剩余污泥量的比值。一般来说好氧污泥龄为 20-40d。

好氧池在运行过程中，需要定期对 COD、氨氮、pH、温度、SVI、溶解氧、污泥浓度等进出水水质进行测定，以便对调试方法做出改进。

### B.3.2.3 污染负荷去除设计

A0 工艺污染物去除率 (%)：BOD：90~95，SS：90~95，NH<sub>3</sub>-N：85~95，TN：60~70。

A<sup>2</sup>O 污染物去除率宜按照表 B.3-2 计算。

表 B.3-2 A<sup>2</sup>O 污染物去除率

污水类别	主体工艺	污染物去除率/%					
		化学耗氧量 (COD)	五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )	悬浮物 (SS)	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	总氮 (TN)	总磷 (TP)
生活污水	预(前)处理 +A <sup>2</sup> O 反应池+二沉池	70~90	80~95	80~95	80~95	60~85	60~90

### B.3.2.4 工艺设计

#### (1) 预处理和前处理

- 1) 进水系统前应设置格栅，污水治理设施还应设置沉砂池。
- 2) 生物反应池前宜设置初沉池。
- 3) 当进水水质不符合规定的条件或含有影响生化处理的物质时，应根据进水水质采取适当的前处理工艺。

#### (2) 厌氧好氧工艺设计

### 1) 工艺流程

当以除磷为主时，应采用厌氧/好氧工艺，基本工艺流程如图 B. 3-2 所示。



图 B. 3-2 厌氧好氧工艺流程图

### 2) 工艺参数

厌氧/好氧工艺处理生活污水时，主要设计参数宜按表 B. 3-3 的规定取值。水质与生活污水水质相差较大时，设计参数应通过试验或参照类似工程确定。

表 B. 3-3 厌氧好氧工艺主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷	$L_s$	kg/ (kg · d)	0.30~0.60
		kg/ (kg · d)	0.20~0.40
反应池混合液悬浮固体 (MLSS) 平均质量浓度	$X$	g/L	2.0~4.0
反应池混合液挥发性悬浮固体 (MLVSS) 平均质量浓度	$X_v$	g/L	1.4~2.8
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	$Y$	g/g	0.65~0.75
		g/g	0.5~0.65
设计污泥泥龄	$q_e$	d	3~7
污泥产率系数 (VSS/BOD <sub>5</sub> )	$Y$	kg/kg	0.3~0.6
		kg/kg	0.5~0.8
厌氧水力停留时间	$t_p$	h	1~2
好氧水力停留时间	$t_o$	h	3~6
总水力停留时间	HRT	h	4~8
污泥回流比	$R$	%	40~100
需氧量 (O <sub>2</sub> /BOD <sub>5</sub> )	$O_2$	kg/kg	0.7~1.1
BOD <sub>5</sub> 总处理率	$h$	%	80~95
TP 总处理率	$h$	%	75~90

## (3) 缺氧好氧工艺设计

### 1) 工艺流程

当以除氮为主时，应采用缺氧好氧工艺，基本工艺流程如图 B. 3-3 所示。

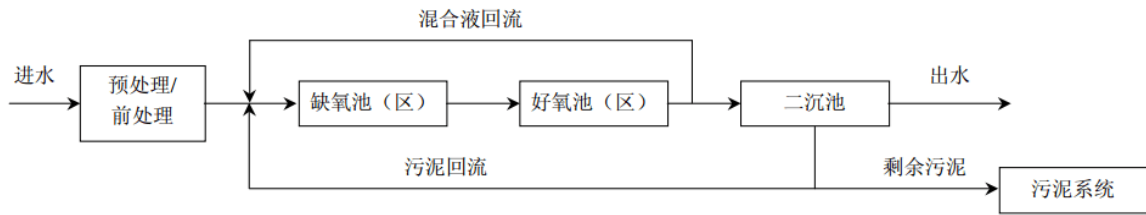


图 B.3-3 缺氧好氧工艺流程图

## 2) 工艺参数

缺氧好氧工艺处理生活污水或水质类似生活污水时，主要设计参数宜按表 B.3-4 的规定取值。水质与生活污水水质相差较大时，设计参数应通过试验或参照类似工程确定。

表 B.3-4 缺氧好氧工艺设计参数

项目名称		符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷	BOD <sub>5</sub> /MLVSS	$L_s$	kg/(kg·d)	0.07~0.21
	BOD <sub>5</sub> /MLSS		kg/(kg·d)	0.05~0.15
反应池混合液悬浮固体 (MLSS) 平均质量浓度		$X$	kg/L	2.0~4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体 (MLVSS) 平均质量浓度		$X_v$	kg/L	1.4~3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	设初沉池	$y$	g/g	0.65~0.75
	不设初沉池		g/g	0.5~0.65
设计污泥泥龄		$q_c$	d	10~25
污泥产率系数 (VSS/BOD <sub>5</sub> )	设初沉池	$Y$	kg/kg	0.3~0.6
	不设初沉池		kg/kg	0.5~0.8
缺氧水力停留时间		$t_n$	h	2~4
好氧水力停留时间		$t_n$	h	8~12
总水力停留时间		HRT	h	10~16
污泥回流比		$R$	%	50~100
混合液回流比		$R_i$	%	100~400
需氧量 ((O <sub>2</sub> /BOD <sub>5</sub> )		$O_2$	kg/kg	1.1~2.0
BOD <sub>5</sub> 总处理率		$\eta$	%	90~95
NH <sub>3</sub> -N 总处理率		$\eta$	%	85~95
TN 总处理率		$\eta$	%	60~85

## (4) 厌氧缺氧好氧工艺设计

### 1) 工艺流程

需要同时脱氮除磷时，应采用厌氧缺氧好氧工艺，基本工艺流程如图 B.3-4 所示。

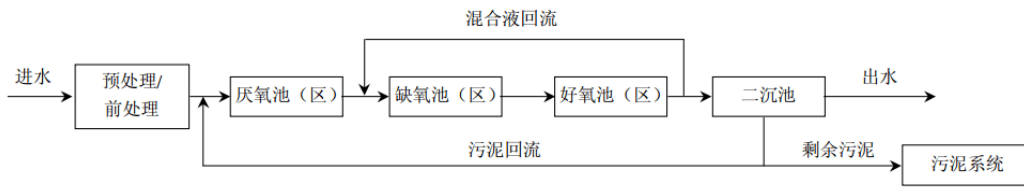


图 B.3-4 厌氧缺氧好氧工艺流程图

2) 厌氧缺氧好氧工艺处理污水或水质类似的污水时，主要设计参数宜按表 B.3-5 的规定取值。水质与生活污水水质相差较大时，设计参数应通过试验或参照类似工程确定。

表 B.3-5 厌氧缺氧好氧工艺主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷	$L_s$	kg/(kg·d)	0.07~0.21
		kg/(kg·d)	0.05~0.15
反应池混合液悬浮固体 (MLSS) 平均质量浓度	$X$	kg/L	2.0~4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体 (MLVSS) 平均质量浓度	$X_v$	kg/L	1.4~3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	$y$	g/g	0.65~0.7
		g/g	0.5~0.65
设计污泥泥龄	$q_e$	d	10~25
污泥产率系数 (VSS/BOD <sub>5</sub> )	$Y$	kg/kg	0.3~0.6
		kg/kg	0.5~0.8
厌氧水力停留时间	$t_p$	h	1~2
缺氧水力停留时间	$t_n$	h	2~4
好氧水力停留时间	$t_o$	h	8~12
总水力停留时间	HRT	h	11~18
污泥回流比	$R$	%	40~100
混合液回流比	$R_i$	%	100~400
需氧量 (O <sub>2</sub> /BOD <sub>5</sub> )	$O_2$	kg/kg	1.1~1.8
BOD <sub>5</sub> 总处理率	$h$	%	85~95
NH <sub>3</sub> -N 总处理率	$h$	%	80~90
TN 总处理率	$h$	%	55~80
TP 总处理率	$h$	%	60~80

### (5) 曝气系统

#### 1) 曝气方式的选择

- ①曝气方式应结合供氧效率、能耗、维护检修、气温和水温等因素进行综合比较后确定。
- ②大、中型污水处理厂宜选择鼓风式中、微孔水下曝气系统，小型污水处理厂可根据实际情况选择适当的曝气系统。

#### 2) 鼓风机与鼓风机房

- ①应根据风量和风压选择鼓风机。大、中型污水处理厂宜选择单级高速离心鼓风机或多级低速离心鼓风机，小型污水处理厂可选择罗茨鼓风机。
- ②单级高速离心鼓风机、罗茨鼓风机应分别符合 HJ/T 278 和 HJ/T 251 的规定。
- ③鼓风机的备用应符合 GB 50014 的有关规定。

④鼓风机及鼓风机房应采取隔音降噪措施，并符合 GB 12523 的规定。

### 3) 曝气器

①曝气器材质和形式的选择应考虑污水水质、工艺要求、操作维修等因素。

②中、微孔曝气器的技术性能应符合 HJ/T 252 的规定。

③好氧池（区）的曝气器应布置合理，不留有死角和空缺区域。

④曝气器的数量应根据曝气池的供气量和单个曝气器的额定供气量及服务面积确定。

⑤A<sup>2</sup>O 曝气池的供气主管道和供气支管道的配置应当合理，末梢支管连接曝气器组的供气压力应满足曝气器的工作压力。

### (6) 搅拌系统

1) 厌氧池（区）和缺氧池（区）宜采用机械搅拌，宜选用安装角度可调的搅拌器。

2) 机械搅拌器的选择应考虑设备转速、桨叶尺寸和性能曲线等因素。

3) 机械搅拌器布置的间距、位置，应根据试验确定或由供货厂方提供。

4) 应根据反应池的池形选配搅拌器，搅拌器应符合 HJ/T 279 的规定。

5) 搅拌器的轴向有效推动距离应大于反应池的池长，并且应考虑径向搅拌效果。

6) 每个反应池内宜设置 2 台以上的搅拌器，反应池若分割成若干廊道，每条廊道至少应设置 1 台搅拌器。

### (7) 加药系统

#### 1) 外加碳源

当进入反应池的 BOD<sub>5</sub>/总凯氏氮（TKN）小于 4 时，宜在缺氧池（区）中投加碳源。

投加碳源量按式计算：

$$\text{BOD}_5 = 2.86 \times \Delta N \times Q$$

式中：

BOD<sub>5</sub>——投加的碳源对应的 BOD<sub>5</sub>量，g/d；

$\Delta N$ ——硝态氮的脱除量，mg/L；

$Q$ ——污水设计流量，m<sup>3</sup>/d。

碳源储存罐容量应为理论加药量的 7~14 d 投加量，投加系统不宜少于 2 套，应采用计量泵投加。

#### 2) 化学除磷

当出水总磷不能达到排放标准要求时，宜采用化学除磷作为辅助手段。

最佳药剂种类、投加量和投加点宜通过试验或参照类似工程确定。

化学药剂储存罐容量应为理论加药量的 4~7 d 投加量，加药系统不宜少于 2 套，应采用计

量泵投加。

接触铝盐和铁盐等腐蚀性物质的设备和管道应采取防腐措施。

#### (8) 回流系统

- 1) 回流设施应采用不易产生复氧的离心泵、混流泵、潜水泵等设备。
- 2) 回流设施宜分别按生物处理工艺系统中的最大污泥回流比和最大混合液回流比设计。
- 3) 回流设备不应少于 2 台，并应设计备用设备。
- 4) 回流设备宜具有调节流量的功能。

#### (9) 消毒系统

消毒系统的设计应符合 GB 50014 的有关规定。

#### (10) 污泥系统

- 1) 污泥量设计应考虑剩余污泥和化学除磷污泥。
- 2) 污泥系统宜设置计量装置，可采用湿污泥计量和干污泥计量两种方式。
- 3) 大型污水处理厂宜采用污泥消化方式实现污泥稳定，中小型污水处理厂（站）可采用延时曝气方式实现污泥稳定。

### B.3.2.5 化学药品

#### (1) 加碱

如前所述，硝化过程对碱度及 pH 有一定的要求。

#### (2) 碳源

如前所述，A/O 系统在反硝化过程中，首先利用进水中快速降解 BOD 成分，当 BOD/TKN<3 时需增加有机物补充碳源，达到较好的脱氮率。用甲醇、甲醛等低分子含碳有机物，作为碳源时的脱氮速率高，但价格较高，因此常结合现场实际情况，以高浓度易降解含碳有机废水作为碳源。

### B.3.2.6 污泥处理及处置

A/O 系统的 BOD 负荷低、污泥龄长，系统排除的剩余污泥量较常规活性污泥量大大减少，而且污泥达到了一定的稳定性，对于小规模污水厂（规模<6 万 m<sup>3</sup>/d）可以不经厌氧消化直接脱水，因此可以大大节省污泥处理及处置费用，污泥处理的占地面积也可以减少。

## B.4 生物接触氧化

### B.4.1 一般要求

B.4.1.1 适用于有一定经济承受能力的农村，处理规模为多户或集中式污水处理设施。对总磷指标要求较高的农村地区应配套建设深度除磷单元。

B.4.1.2 接触氧化技术可分为一级接触氧化、二级接触氧化和多级接触氧化；根据曝气装置位

置的不同，接触氧化池的在形式上可分为分流式和直流式，分流式接触氧化池污水先在单独的隔间内充氧后，再缓缓流入装有填料的反应区，直流式接触氧化池是直接在填料底部曝气；按水流特征，又可分为内循环和外循环式，内循环指在填料装填区进行循环，外循环指在填料体内、外形成循环。一般由池体、填料、支架及曝气装置、进出水装置以及排泥管道等部件组成。

B. 4. 1. 3 进水水质、水量变化大的污水处理厂（站），宜设置水质和水量的调节设施。

B. 4. 1. 4 接触氧化污水处理构筑物宜采取双系列并联设计。

B. 4. 1. 5 应优先选用高效填料。依据污水处理要求确定接触氧化池需要的总生物量和填料附着生物量，并考虑附着生物膜厚度和生物膜活性等对污水处理效果的影响。填料种类包括：悬挂式填料、悬浮式填料和固定式填料等。

B. 4. 1. 6 生物接触氧化池进水应防止短流，出水采用堰式出水，集水堰过堰负荷宜为 2.0~3.0 L/(s·m)，池底部应设置排泥和放空设施。

B. 4. 1. 7 工艺设计内容可参考 HJ 2009。

## B. 4. 2 主要设计内容

### B. 4. 2. 1 设计水质

(1) 接触氧化池的进水应符合下列条件：

①水温宜为 12℃~37℃、pH 宜为 6.0~9.0、营养组合比 (BOD<sub>5</sub>:氨氮:磷) 宜为 100:5:1，当氮磷比例小于营养组合比时，应适当补充氮、磷；

②去除氨氮时，进水总碱度（以 CaCO<sub>3</sub> 计）/氨氮（NH<sub>3</sub>-N）的比值不宜小于 7.14，不满足时应补充碱度；

③脱总氮（TN）时，进水的易降解碳源 BOD<sub>5</sub>/总氮（TN）值不宜小于 4.0，不满足时应补充碳源。

(2) BOD<sub>5</sub> 的容积负荷可参考下表：

表 B. 4-1 生物接触氧化池 BOD<sub>5</sub> 容积负荷参数

处理能力 (t/d)		0.1~5	5~20	>20
好氧池 (I) (kgBOD <sub>5</sub> / (m <sup>3</sup> ·d))		0.15~0.18	0.20~0.22	0.20~0.25
缺氧池+好氧池 (kgBOD <sub>5</sub> / (m <sup>3</sup> ·d))	好氧池 (II)	0.10~0.12	0.12~0.15	0.10~0.15
	缺氧池	0.06~0.08	0.10~0.14	0.10~0.15

注：好氧池 (I) 为去除 COD 和 BOD<sub>5</sub> 功能的处理方法，有脱氮要求时将好氧池 (II) 与缺氧池联合使用，反应池顺序为缺氧池、好氧池 (II)，并设置硝化液回流装置。

①好氧生物接触氧化池 (I) 曝气总时间宜为 1.5 h~3 h，曝气时池中的溶解氧含量宜维持在 2.0 mg/L~3.5 mg/L。

②好氧生物接触氧化池 (I) 污水的水力停留时间保持在 1 d~1.5 d。曝气总时间为 1.5 h~

3 h, 曝气时池中的溶解氧含量宜维持在 1.0 mg/L~3.5 mg/L。

③需要脱氮时, 保证污水在生物处理单元的停留时间大于 24 h, 以提高处理设施的处理效果。20 t/d 以上的村庄污水处理站设计时, 应考虑运行模式, 如采用与城镇污水处理厂相同的连续曝气方式, 可按表 B.4-1 中大于 20 t/d 的负荷选取, 如采用每日曝气 3~4 h 的间歇式运行, 应采用处理能力为 5~20 t/d 的参数设计。本导则规定的生物接触氧化池的有效接触时间及曝气量为最低标准。设计和运行时, 需要合理布置曝气系统, 实现均匀曝气。正常运行时, 需观察填料载体上生物膜生长与脱落情况, 并通过适当的气量调节防止生物膜的整体大规模脱落。确定有无曝气死角, 调整曝气头位置, 保证均匀曝气。定期察看有无填料结块堵塞现象发生并予以及时疏通。

### (3) 污染物去除率

接触氧化法污水处理工艺的污染物去除率设计值可按表 B.4-2 确定。

表 B.4-2 接触氧化法污水处理工艺的污染物去除率设计值

污水类别	污染物去除率 (%)				
	悬浮物 (SS)	生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )	化学耗氧量 (COD)	氨氮	总氮 (TN)
生活污水	70~90	80~95	80~90	60~90	50~80

## B.4.2.2 工艺设计

### (1) 前处理、后处理和预处理

#### 1) 前处理

生活污水治理设施应设置格栅渠。格栅渠的设计应符合 GB 50014 的规定。

污水集中治理设施应设置沉砂池。沉砂池的设计应符合 GB 50014 的规定。

进水悬浮物浓度高于五日生化需氧量设计值 1.5 倍时, 生活污水治理设施应设置初次沉淀池。初沉池的设计应符合 GB 50014 的规定。

#### 2) 后处理

生活污水治理过程应根据处理出水要求设置后处理, 普通的后处理单元工艺包括: 终沉池、杀菌消毒池及污泥浓缩、脱水工艺。

#### 3) 预处理

生物接触氧化池前应设置初沉池等预处理设施, 以防止填料堵塞。初沉池可以是单独的沉淀池或一体化设备中的沉淀单元, 已建符合要求的化粪池也可作为初沉池。

进水的化学需氧量浓度超过 2000 mg/L 时, 应增加厌氧法预处理工艺。

进水的 BOD<sub>5</sub>/COD 小于 0.3 时, 宜增加水解酸化法厌氧处理工艺, 以改善废水的可生化性。

处理含油量大于 50 mg/L 的污水时, 应增设隔油池、气浮等预处理工艺。

进水 pH 值超出 6.0~9.0 之间时, 应增设酸碱中和的预处理工艺。

进水水温宜控制不低于 12℃，或不高于 37℃。水温超出控制范围时，应考虑设置加热系统或设置冷却装置。

进水水温较高时，水力停留时间的设计宜取低值；进水水温较低时，水力停留时间的设计宜取高值。

## (2) 接触氧化工艺流程

### 1) 基本工艺流程

接触氧化法的基本工艺流程由接触氧化池和沉淀池两部分组成，可根据进水水质和处理效果选用一级接触氧化池或多级接触氧化池（如图 B. 4-2，B. 4-3）

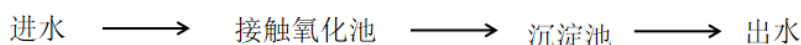


图 B. 4-2 一级接触氧化工艺流程图



图 B. 4-3 二级接触氧化工艺流程图

### 2) 组合工艺流程

接触氧化工艺可单独应用，也可与其他污水处理工艺组合应用。单独使用时可用做碳氧化和硝化，脱氮时应在接触氧化池前设置缺氧池，除磷时应组合化学除磷工艺。

以“缺氧接触氧化+好氧接触氧化”为主体工艺的组合流程适宜普通生活污水的除碳和脱氮处理（见图 B. 4-4）。

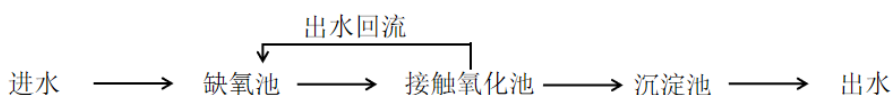


图 B. 4-4 除碳脱氮组合工艺流程

## (3) 接触氧化工艺设计

### 1) 池容设计

接触氧化池有效容积可按下列公式计算

$$V = \frac{Q \times (S_0 - S_e)}{M_c \times \eta \times 1000}$$

式中，

V ——接触氧化池的设计容积，m<sup>3</sup>；

Q ——接触氧化池的设计流量，m<sup>3</sup>/d；

So ——接触氧化池进水五日生化需氧量，mg/L；

Se ——接触氧化池出水五日生化需氧量，mg/L；

M ——接触氧化池填料去除有机污染物的五日生化需氧量容积负荷，kgBOD<sub>5</sub> / (m<sup>3</sup> 填料 · d)；

η ——填料的填充比，%。

脱氮反应的接触氧化池有效容积的计算：

硝化好氧池有效容积可按式

$$V = \frac{Q \times (N_{IKN} - N_{EKN})}{M_N \times \eta \times 1000}$$

式中，

V ——接触氧化池的容积，m<sup>3</sup>；

N<sub>IKN</sub> ——接触氧化池进水凯氏氮，mg/L；

N<sub>EKN</sub> ——接触氧化池出水凯氏氮，mg/L；

M<sub>N</sub> ——接触氧化池的硝化容积负荷，kgTKN / (m<sup>3</sup> 填料 · d)；

η ——填料的填充比，%；

Q ——设计流量，m<sup>3</sup>/d。

反硝化缺氧池的有效容积可按式计算：

$$V_{DN} = \frac{Q \times (N_{IN} - N_{EN})}{M_{DNL} \times \eta \times 1000}$$

式中，

V ——缺氧池的设计容积，m<sup>3</sup>；

Q ——设计流量，m<sup>3</sup>/d；

N<sub>IN</sub> ——反硝化池进水的硝态氮，mg/L；

N<sub>EN</sub> ——反硝化池出水的硝态氮，mg/L；

M<sub>DNL</sub> ——缺氧池的反硝化容积负荷，kgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N / (m<sup>3</sup> · d)；

η ——填料的填充比，%。

同时去除碳源污染物和氨氮时，接触氧化池设计池容应分别计算去除碳源污染物的容积负荷和硝化容积负荷。接触氧化池的设计池容应取其高值；或将两种计算值之和作为接触氧化池的设计池容。

采用水力停留时间对计算得出的池容进行校核计算，计算公式如下所示：

$$V = \frac{Q \times HRT}{24}$$

式中,

$V$  ——设计池容,  $m^3$ ;

$Q$  ——设计流量,  $m^3/d$ ;

HRT ——水力停留时间, h;

## 2) 工艺参数

### ①去除碳源污染物

生活污水治理设施宜按表中所列的设计参数取值。但水质相差较大时, 应通过试验或参照类似工程确定设计参数。

表 B. 4-3 去除碳源污染物主要工艺设计参数 (设计水温 20℃)

项目	符号	单位	参数值
五日生化需氧量填料容积负荷	$M_c$	$kgBOD_5/m^3 \text{ 填料} \cdot d$	0.5~3.0
悬挂式填料填充率	$\eta$	%	50~80
悬浮式填料填充率	$\eta$	%	20~50
污泥产率	$Y$	$kgVSS/kgBOD_5$	0.2~0.7
水力停留时间	HRT	h	2~6

### ②除碳与脱氮

同时除碳脱氮时, 应设置缺氧池和接触氧化池, 主要工艺设计参数宜按下表取值。

表 B. 4-4 脱氮处理时主要工艺设计参数 (设计水温 10℃)

项目	符号	单位	参数值
五日生化需氧量填料容积负荷	$M_c$	$kgBOD_5/m^3 \text{ 填料} \cdot d$	0.4~2.0
硝化填料容积负荷	$M_N$	$kgTKN/m^3 \text{ 填料} \cdot d$	0.5~1.0
好氧池悬挂填料填充率	$\eta$	%	50~80
好氧池悬浮填料填充率	$\eta$	%	20~50
缺氧池悬挂填料填充率	$\eta$	%	50~80
缺氧池悬浮填料填充率	$\eta$	%	20~50
水力停留时间	HRT	h	4~16
	$HRT_{DN}$		缺氧段 0.5~3.0
污泥产率	$Y$	$kgVSS/kgBOD_5$	0.2~0.6
出水回流比	$R$	%	100~300

多级接触氧化工艺的第一级生物接触氧化池的水力停留时间应占总水力停留时间的 55%~60%。

## 3) 池体设计

接触氧化法池的长宽比宜取 2:1~1:1, 有效水深宜取 3 m~6 m, 超高不宜小于 0.5 m。

接触氧化池采用悬挂式填料时, 应由下至上布置曝气区、填料层、稳水层和超高。其中, 曝气区高宜采用 1.0 m~1.5 m, 填料层高宜取 2.5 m~3.5 m, 稳水层高宜取 0.4 m~0.5 m。

接触氧化池进水应防止短流, 进水端宜设导流槽, 其宽度不宜小于 0.8 m。导流槽与接触氧

化池之间应用导流墙分隔。导流墙下缘至填料底面的距离宜为 0.3 m~0.5 m，至池底的距离不宜小于 0.4 m。

竖流式接触氧化池宜采用堰式出水，过堰负荷宜为 2.0L/(s·m)~3.0L/(s·m)。

接触氧化池底部应设置排泥和放空装置。

#### (4) 加药系统

##### 1) 一般规定

加药设备应不少于 2 套，应采用精密计量泵投加。

化学药剂储存容量应为理论加药量的 4 d~7 d 的总投加量。

##### 2) 外加碳源

接触氧化池进水的 BOD<sub>5</sub>/TKN 小于 4 时，应在缺氧池（区）中投加碳源。

投加碳源量宜按下式计算

$$BOD_5 = 2.86 \times \Delta N \times Q$$

式中

BOD<sub>5</sub> —— 投加的碳源对应的 BOD<sub>5</sub>量，mg/L；

ΔN —— 硝态氮的脱除量，mg/L；

Q —— 设计污水流量，m<sup>3</sup>/d。

##### 3) 化学除磷

污水生物除磷不能达到要求时，宜采用化学除磷。药剂种类、投加量和投加点宜通过试验或参照类似工程确定。

化学除磷的药剂宜采用铝盐、铁盐或石灰。采用铝盐或铁盐时，宜按照铁或铝与污水总磷的摩尔比为 1.5~3: 1 进行投加。

接触铝盐和铁盐等腐蚀性物质的设备和管道应采取防腐措施。

#### (5) 污泥系统

沉淀池表面负荷宜按常规活性污泥法二沉池设计值的 70%~80%取值。

污泥量设计应同时考虑剩余活性污泥和化学除磷污泥。

去除有机物产生的污泥量宜按去除每 kgBOD<sub>5</sub>产生 0.2 kgVSS~0.4 kgVSS 计算。

化学除磷的污泥量应按化学反应计量。

接触氧化池不宜单独设置污泥消化系统。

剩余污泥应计量，宜采用湿污泥计量法或干污泥计量法。

污泥脱水设备宜优先选用板框压滤机，或离心脱水机和带式脱水机等，选用的设备应分别符合 HJ/T 242、HJ/T 283、HJ/T 335 的规定。



B. 6. 1. 3 污水进入人工湿地之前应先经过预处理，降低悬浮物和其它大颗粒泥沙和漂浮物等。预处理的方式可以是沉淀、化粪池、稳定塘、厌氧生物设施等。当污水处理设施可建设用地面积不足时，为降低湿地污染物负荷，宜采用好氧生物设施处理后再进入人工湿地。

B. 6. 1. 4 人工湿地应远离饮用水水源保护区，一般要求土壤质地为黏土或壤土，渗透性为慢或中等，土壤渗透率为 0.025~0.35 cm/h。如不能满足条件的应有防渗措施。

B. 6. 1. 5 人工湿地系统应根据污水性质及当地气候、地理实际状况，选择适宜的水生植物。表面流人工湿地水力负荷 2.4~5.8 cm/d；潜流人工湿地水力负荷 3.3~8.2 cm/d；垂直流人工湿地水力负荷 3.4~6.7 cm/d。

B. 6. 1. 6 冬季寒冷地区可采用潜流人工湿地，冬季保温措施可采用秸秆或芦苇等植物覆盖的方式。

B. 6. 1. 7 湿地植物应选择本地生长、耐污能力强、具有经济价值的水生植物。观赏类湿地植物应当定期打捞和收割，不得随意丢弃掩埋，形成二次污染。

B. 6. 1. 8 人工湿地工艺设计内容参考 HJ 2005。

## B. 6. 2 主要设计内容

### B. 6. 2. 1 设计流程

人工湿地的设计应包括场地选择、水量计算、污染负荷去除设计、构造设计、集配水系统设计、植物设计、防渗设计、附属设施与管理机制设计。设计程序如 B. 6-1 图所示：

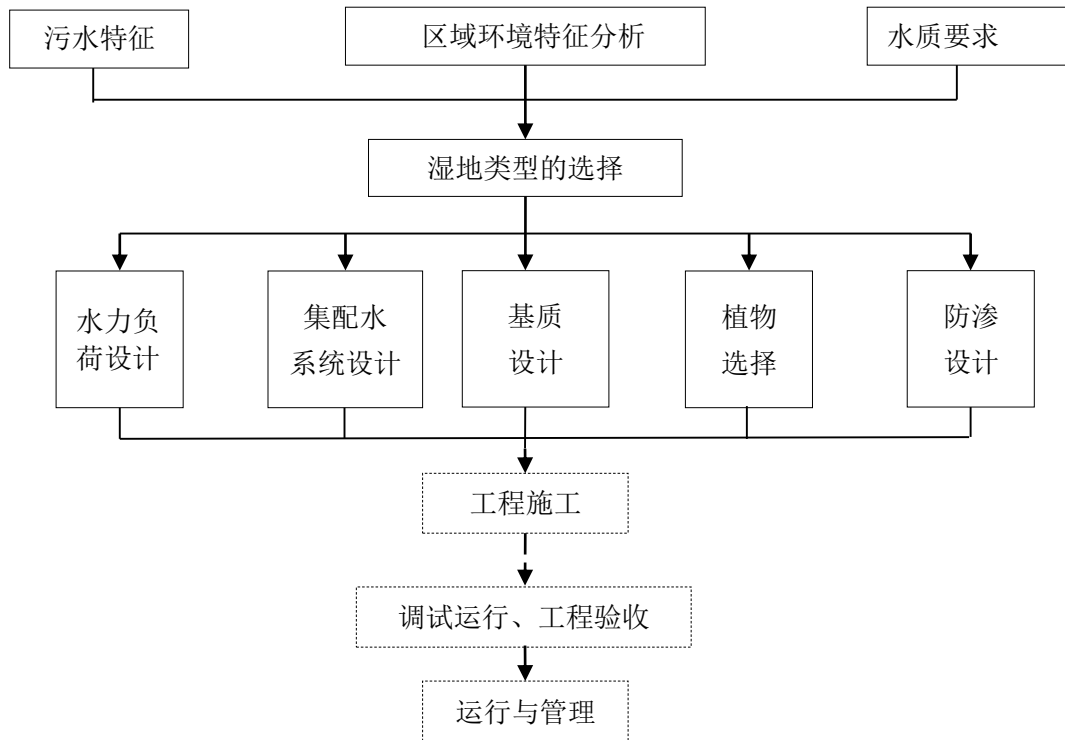


图 B. 6-1 人工湿地处理技术设计程序

### B.6.2.2 人工湿地场地选择

人工湿地场地选择要充分利用天然湿地，不能直接利用的需进行工程改造，不能利用的废弃池塘，根据需要建立人工湿地。

### B.6.2.3 水量与进水水质

#### (1) 设计水量

人工湿地设计进水水量必须考虑各种极限情况，如暴雨、洪水、干旱等。同时，人工湿地应具备10%~20%的超负荷能力，污水进入量应可调节。

人工湿地应以污水入流量和出流量的平均流量作为设计水量：

$$Q_{av} = \frac{Q_{in} + Q_{out}}{2}$$

$$Q_{out} = Q_{in} + A(P - I - ET)$$

式中，

$Q_{av}$  —— 平均流量， $m^3/d$ ；

$Q_{in}$  —— 人工湿地污水入流量， $m^3/d$ ；

$Q_{out}$  —— 人工湿地污水出流量， $m^3/d$ ；

$A$  —— 人工湿地面积， $m^2$ ；

$P$  —— 降雨量， $m^3/d$ ；

$I$  —— 渗透量， $m^3/d$ ；

$ET$  —— 蒸发量， $m^3/d$ ；

#### (2) 设计进水水质

表 B.6-1 人工湿地系统进水水质要求单位：mg/L

人工湿地类型	BOD <sub>5</sub>	COD	SS	NH <sub>3</sub> -N	TP
水平潜流人工湿地	≤80	≤200	≤60	≤25	≤5
垂直流人工湿地	≤80	≤200	≤80	≤25	≤5

### B.6.2.4 污染负荷设计参数

表 B.6-2 人工湿地主要设计参数

参数	表面流人工湿地	水平潜流人工湿地	垂直潜流人工湿地
表面 BOD <sub>5</sub> 负荷 [kg/(hm <sup>2</sup> ·d)]	15~50	80~120	80~120
水力负荷 [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·d)]	<0.1	<0.5	0.2~0.5
水力停留时间/d	4~8	1~3	1~3

### B.6.2.5 构造设计

#### (1) 湿地面积

湿地面积设计根据污染物去除总量或湿地污染物去除负荷进行计算。当人工湿地出水无脱氮

要求时，按 BOD<sub>5</sub> 表面积有机负荷确定湿地面积；当出水有脱氮需求时，按总氮（TN）表面积负荷进行确定。

$$A = \frac{Q(C_i - C_o) \times 10}{R}$$

式中，

$A$  —— 湿地面积，m<sup>2</sup>；

$Q$  —— 流量，m<sup>3</sup>/d；

$C_i$  —— 进水浓度，mg/L；

$C_o$  —— 出水浓度，mg/L；

$R$  —— 面积负荷，g/(m<sup>2</sup>·d)。

### (2) 水力停留时间 $t$

水力停留时间定义为：

$$t = \frac{nLWd}{Q}$$

式中，

$t$  —— 水力停留时间，d；

$n$  —— 介质的孔隙度，%；

$L$  —— 湿地长度，m；

$W$  —— 湿地宽度，m；

$d$  —— 浸没水深，cm，不同水生植物的  $d$  值为：芦苇  $d$  值取 60 cm，香蒲  $d$  值取 30 cm；

$Q$  —— 流量，m<sup>3</sup>/d。

### (3) 水力坡度 $S$

水力坡度  $S$ ：

$$S = \frac{Q}{K_s A_c}$$

$$A_c = WD_w$$

式中，

$S$  —— 水力坡度；

$A_c$  —— 与污水流速垂直方向的断面积，m<sup>2</sup>；

$W$  —— 人工湿地池体宽度，m；

$D_w$  —— 水深，m；

$K_s$  —— 潜流渗透系数。

### (4) 池体宽度 $W$

池体宽度  $W$  计算公式为:

$$Q = K_s A_c S = \frac{K_s W d h}{L} = \frac{K_s W D_w d h W}{A_s}$$
$$W = \sqrt{\frac{A_s Q}{K_s D_w d h}}$$

式中,

$W$  ——人工湿地池体宽度, m;

$A_s$  ——人工湿地表面积,  $m^2$ ;

$L$  ——人工湿地池体长度, m;

$A_c$  ——与污水流速垂直方向的断面积,  $m^2$ ;

$D_w$  ——水深, m;

$d h$  ——水头损失, m;

$S$  ——水力坡度;

$Q$  ——流量,  $m^3/d$ ;

$K_s$  ——潜流渗透系数。

#### (5) 池体长度 $L$

池体长度  $L$  计算公式为:

$$L = \frac{A_s}{W}$$

式中,

$L$  ——人工湿地池体长度, m;

$W$  ——人工湿地池体宽度, m;

$A_s$  ——人工湿地表面积,  $m^2$ 。

#### (6) 长宽比 $L:W$

人工湿地长宽比  $L:W$  宜为  $1:1 \sim 4:1$ , 建议  $3:1$ 。

#### (7) 系统深度

潜流湿地的深度宜为  $1.6 \sim 2.0$  m。

湿地床高程和厚度由以下公式计算:

湿地处理区出水口处填料表面高程  $E_{me}$  为:

$$E_{me} = E_{be} + D_m + D_s$$

式中,

$E_{be}$  ——湿地出口底部高程;

$D_m$  —— 处理区填料厚度，一般取 0.4~0.7 m；

$D_s$  —— 表层填料厚度，一般取 0.1~0.15 m。

湿地进口填料表面高程  $E_{m0}$  为：

$$E_{m0} = E_{me} + L \times S$$

式中，

$L$  —— 湿地长度，m；

$S$  —— 处理区底部坡度，一般取 0.005~0.01。

湿地进口底部的高程  $E_{b0}$  为：

$$E_{b0} = E_{be} + L \times S$$

整个湿地床的厚度  $D$  为

$$D = E_m + D_s$$

$$E_m = (E_{m0} - E_{b0})/2$$

### (8) 水头损失 dh

水头损失计算公式为：

$$Q = K_s A_c S = K_s W D_w dh/L$$

$$dh = \frac{QL}{K_s W D_w}$$

式中，

$W$  —— 人工湿地池体宽度，m；

$L$  —— 人工湿地池体长度，m；

$A_c$  —— 与污水流速垂直方向的断面积， $m^2$ ；

$D_w$  —— 水深，m；

$S$  —— 水力坡度；

$Q$  —— 流量， $m^3/d$ ；

$K_s$  —— 潜流渗透系数。

### (9) 填料层设计

孔隙过大不利于植物固定生长。若使用土壤为基质则孔隙过小，容易堵塞，导致坡面漫流。

砾石、粗砂是目前应用最为普遍的湿地填料。其他考虑到强化去除磷、氨氮等功能可以考虑矿渣等特殊填料。填料粒径范围宜取 1-10 mm。对于起均匀布水作用的填料，粒径可以取 10-35 mm。

#### 1) 基质选择

潜流人工湿地基质孔隙率宜控制在 35%~40%。达到 DB 13/2171-2015 规定的一级 B 排放标准时，人工湿地基质中钙、铁、铝、镁含量均不能低于 20%。

表 B. 6-3 部分人工湿地基质的粒径及其水力传导性

基质类型	粒径/mm	孔隙率/%	水力传导系数 /[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·d)]
粗砂	2	32	1000
碎石砂	8	35	5000
细碎石	16	38	7500
粗碎石	32	40	10000
粗盐石	128	45	100000

2) 基质厚度

①水平潜流型人工湿地和垂直流型人工湿地的滤料层厚度应根据湿地的运行方式和滤料层滤料的渗透系数确定，滤料层厚度宜为 1.2~1.4 m。

②垂直流型人工湿地填料层各层的填充厚度宜按表 B. 6-4 进行设计。

表 B. 6-4 垂直流型人工湿地填料层从下而上结构分层及特点

分层	功能	厚度/mm	材料	注意事项
排水层	汇集排出已处理污水	200~350	粒径 8~16 mm 砾石	需洗涤 不应带泥
过渡层	防止上层砂砾堵塞下面排水层	100	粒径 4~8 mm 砾石	需洗涤 不应带泥
滤料层	核心处理区	1200~1400	特殊级配 2~6 mm 无粗泥沙	符合级配 曲线范围
覆盖层	防治砂层表面被冲蚀	50(污水喷流范围内局部 铺设)	粒径 8~16 mm 砾石	根据喷流 距离铺设

B. 6. 2. 6 集配水系统设计

(1) 配水系统

人工湿地的配水系统由配水井、配水槽、配水管网、布水管等组成。配水槽采用钢筋混凝土构造，其上设置溢流管和排空管，以便水位过高时有组织地回流到集水池中；配水管、布水管一般采用 PVC-U 管。为保证每支配水管进水流量的均匀性，宜在植物池前设置一级或二级配水槽，再通过配水管网到达布水管，布水管间距不超过 2 m，每支布水管长不超过 6 m。

为了系统运行的稳定性，防止堵塞，调节配水量，每支配水管前装设阀门，布水管的直径为 32~45 mm，在管道底部每隔 0.4~0.7 m 设置 5~7 mm 的小洞。

进出水系统的配置：湿地床进水系统的设计应尽量保证配水的均匀性，一般采用多孔管或三角堰等。多孔管可设于床面上或埋于床面以下，埋于床面下的缺点是配水调节较为困难。多孔管设于床面上方时，应比床面高出 0.5 m 左右，以防床面淤泥和杂草积累而影响配水。

同时应定期清理沉淀物和杂草等，保证系统配水的均匀性。系统的进水流量可通过控制阀门和闸板调节，过多的流量或紧急变化时应有溢流、分流措施。

(2) 进水方式

人工湿地的进水方式目前主要采用推流式、阶梯式、回流式和综合式 4 种（图 B. 6-3）。

阶梯式进水可以避免处理前部堵塞，使植物长势均匀，有利于后部的硝化脱氮作用；回流式可以应用于农村生活污水人工湿地处理一级达标处理技术中，回流比为 1：3，从而稀释进水，增加水中的溶解氧，减少出水时可能出现的臭味；采用综合式进水方式时，应设置出水回流，同时将进水分布至填料床的中部，以减轻填料床前端的负荷。

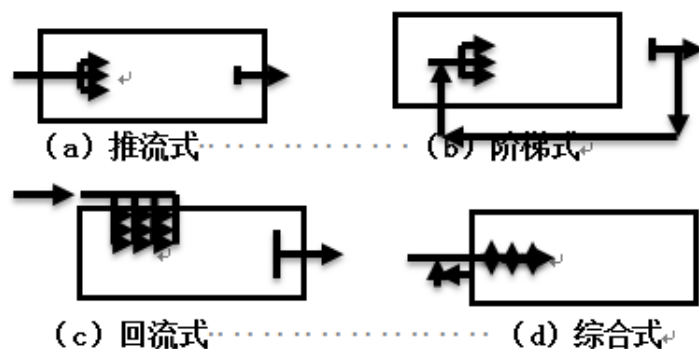


图 B.6-3 湿地进水方式

### (3) 出水收集

出水收集系统由集水池和集水管组成。集水管一般采用 PVC-U 管。

湿地出水系统的设计可采用沟排、管排、并排等方式，合理的设计应考虑受纳水体的特点、湿地系统的布置及场地的原有条件。为有效地控制湿地水位，一般在填料层底部设穿孔集水管，并设置旋转弯头和控制阀门，进、水管的设置须考虑防冻措施，并在系统的必要部位设置控制阀和放空阀。

### (4) 水位控制

水位控制和流量调整是影响其处理性能的最重要因素。为使污水在床体内以推流式流动，需控制湿地水位，使湿地进出水端不出现表面流，应在出水管上设闸阀以调节流量。进出水构筑物的设计应便于建造和维护，出水设计应保证池中水位可调，且应在出水处设置放空管。

表面流人工湿地包含开放性水域、漂浮植物和挺水植物。根据当地的规制、土壤条件、护堤、堤坝和衬垫来控制流量和下渗。废水流经湿地时，经过沉降、过滤、氧化、还原、吸附、沉淀过程被处理。

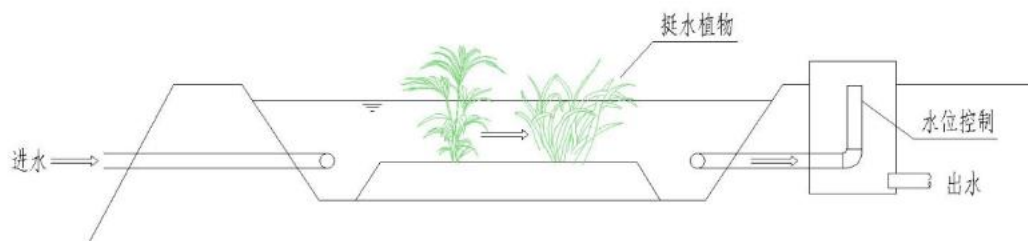


图 B.6-4 表面流人工湿地构造示意图

水平潜流型人工湿地在系统接纳最大设计流量时，湿地进水端不得出现壅水现象和表面流现象。

水平潜流人工湿地通常包括进水管、粘土或人工合成衬里、过滤介质、挺水植物、护堤和水位控制出口管道。废水保持在填料床表面的下方，在植物的根茎周围流动。在处理过程中废水不暴露在空气中，这使得人类和野生动物接触致病微生物的风险降低。

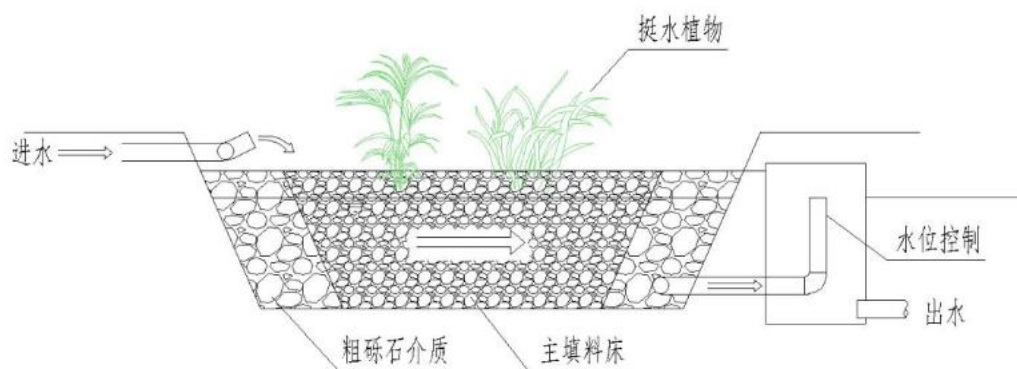


图 B.6-5 水平流人工湿地构造示意图

在系统接纳最小的设计流量时，出水端不得出现填料床面的淹没，以防止出现表面流；为了利于植物的生长，床中水面浸没植物根系的深度应尽量均匀，并尽量使水面坡度与底坡基本一致。

表面流人工湿地水深一般为 20~80 cm，水平潜流人工湿地水位则一般保持在基质表面下方 5~20 cm，并根据待处理的污水水量等情况进行调节。

#### B.6.2.7 植物设计

##### (1) 湿地植物选择

人工湿地植物的选择应符合下列要求：

- 1) 人工湿地宜选用多年生、供氧能力强、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、容易收割管理的本土植物；
- 2) 湿地植物应能忍受较大变化范围内的水位、含盐量、温度和 pH 值；
- 3) 成活率高，种苗易得，繁殖能力强；
- 4) 有一定的美化景观效果；
- 5) 应尽可能增加植物的多样性、提高对污水的处理性能、延长使用寿命，植物种类一般为 3~7 种，其中至少 3 种为优势物种；
- 6) 人工湿地水生植物以挺水植物为主。

人工湿地植物种类可以根据湿地类型，功能需求，结合景观效果进行选择。潜流人工湿地可选择芦苇、蒲草、莲、水芹、水葱、茭白、香蒲、千屈菜、菖蒲、风车草、灯芯草等挺水植物。

表流人工湿地可选择菖蒲、灯芯草等挺水植物；凤眼莲、浮萍、睡莲等浮水植物；茨藻、金鱼藻、黑藻等沉水植物。

表 B. 6-5 人工湿地水生植物选择及种植密度

污水处理类型	植物选择	种植密度/(株/m <sup>2</sup> 、芽/m <sup>2</sup> 、丛/m <sup>2</sup> )
分散型（注重景观效果）	香蒲	20~25
	千屈菜	16~25
	水生美人蕉	9~12
连片型（注重去除效果）	芦苇	16~20
	茭白	9~10
	千屈菜	16~25
	荷花	2~3
	菖蒲	20~25
	水葱	8~12

## (2) 湿地植物种植

人工湿地植物的栽种移植包括根幼苗移植、种子繁殖、收割植物的移植以及盆栽移植等，不宜选用苗龄过小的植株。植物宜在每年春季种植。植物种植初期的适宜密度可根据植物种类与工程要求进行调整，挺水植物种植密度宜为 9~25 株/m<sup>2</sup>。

垂直潜流人工湿地的植物宜种植在渗透系数比较高的基质上。植物种植的质地应为松软黏土-壤土，土壤厚度宜为 20~40 cm，渗透系数宜为 0.006~0.084 cm/d。应优先选用当地的表层土种植，如当地原土不适宜人工湿地植物生长时，则需进行置换。植物种植时，应搭建操作架或铺设踏板，严禁直接踩踏人工湿地。

植物种植时，应保持基质湿润，基质表面不得有流动水体；植物生长初期，应保持池内一定水深，逐渐增大污水负荷使其驯化。

### B. 6. 2. 8 防渗设计

人工湿地的防渗设计应符合下列要求：

地下水位较低，人工湿地建设时，采用素土夯实等基本防渗措施，防止地下水污染。

地下水位较高，人工湿地建设时，应在底部和侧面进行防渗处理，底部不得低于最高地下水位。

当原有土层渗透系数大于 10<sup>-8</sup> m/s 时，应构建防渗层，敷设或者加入一些防渗材料以降低原有土层的渗透性，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。

选择防渗层的材料应符合下列要求：

塑料薄膜：薄膜厚度宜大于 1.0 mm，两边衬垫土工布，以降低植物根系和紫外线对薄膜的影响，宜优选 PE 薄膜，敷设时应按有关规定进行；

水泥或合成材料隔板：应按建筑施工要求进行建造；

黏土：如原有土壤含砂量较高、黏土含量较低、透水性好，应敷设 2 层黏土防渗层，每层厚度宜为 30 cm；如原有土壤含砂量较低、黏土含量较高、透水性较差，可敷设一层黏土防渗层，厚度宜大于 30 cm。亦可将黏土与膨润土相混合制成混合材料，敷设 60 cm 厚的防渗层，以改善原有土层的防渗能力。

对于渗透系数小于  $10^{-7}$  m/s 且厚度大于 60 cm 的土壤，可直接作为人工湿地的防渗层，不需采用其他措施进行防渗处理。工程建设中，应对湿地底部和边坡 60 cm 厚度的土壤进行渗透性测定。

#### **B. 6. 2. 9 附属设施与管理机制设计**

##### **(1) 保温防冻设计**

人工湿地保温防冻应满足以下要求：

池内水温应保证不低于 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情况；

强化预处理，减轻人工湿地系统的污染负荷；

冬季管理宜采用植被覆盖、塑料大棚温室、增加滤层厚度、建造双层保温墙等保温措施以保证人工湿地冬季正常运行。

##### **(2) 人工湿地的启动与运行**

在启动阶段，芦苇等植物栽种后即需充水。初期可将水位控制在地面下 25 mm 左右处。按设计流量运行 3 个月后，将水位降低至距床底 0.2 m 处，以促进芦苇等植物根系向深部发展。待根系深入到床底后，再将水位调节至地表下 0.2 m 处开始正常运行。进入稳定成熟阶段后，系统处于动态平衡，植物的生长仅随季节发生周期性变化，而年际间则处于相对稳定的状态，此时系统的处理效果充分发挥，运行稳定。人工湿地系统从启动到成熟一般需 1~2 年时间。

对设计合理的人工湿地系统，在进水水质及水量变化不大时，一旦进入成熟期，系统可自流运行，无须任何动力设备，也无须更多的维护。湿地中的植物一般可于冬季干枯期定期收割。

##### **(3) 清淤与通气设计**

1) 潜流人工湿地底部应设置清淤装置。

2) 垂直潜流人工湿地内可设置通气管，同人工湿地底部的排水管相连接，并且与排水管道管径相同。

#### **B. 7 土地处理**

##### **B. 7. 1 一般要求**

B. 7. 1. 1 土地处理系统适用于有可供利用的、渗透性能良好的砂质土壤和河滩等场地条件的农

村地区，其土地渗透性好，地下水位深( $>1.5$  m)。主要用于分散的居民点、度假村、疗养院等小规模污水处理，并同绿化相结合。土地处理技术主要包括慢速渗滤、快速渗滤、地表漫流等处理技术。

B. 7. 1. 2 慢速渗滤系统年水力负荷  $0.5\sim 5$  m/a，土地渗透系数为  $0.036\sim 0.36$  m/d，地面坡度小于 30%，土层深度大于 0.6 m，地下水位埋深大于 0.6 m；快速渗滤系统年水力负荷  $5\sim 120$  m/a，土地渗透系数  $0.45\sim 0.6$  m/d，地面坡度小于 15%，以防止污水下渗不足，土层厚大于 1.5 m，地下水位埋深大于 1.0 m；地表漫流系统年水力负荷  $3\sim 20$  m/a，适用于土质渗透性差的黏土或亚黏土的地区，地面最佳坡度为 2%~8%。

B. 7. 1. 3 土地处理设计时，应根据应用场地的土质条件进行土壤颗粒组成、土壤有机质含量调整等。

B. 7. 1. 4 在集中供水水源防护带，含水层露头地区，裂隙性岩层和溶岩地区，不得使用土地处理系统。

## **B. 7. 2 主要设计内容**

### **B. 7. 2. 1 设计流程**

设计内容主要包括场地选择、水力负荷设计、土壤填料结构和布局、布水系统和排水系统设计。具体设计程序见图 B. 7-1。

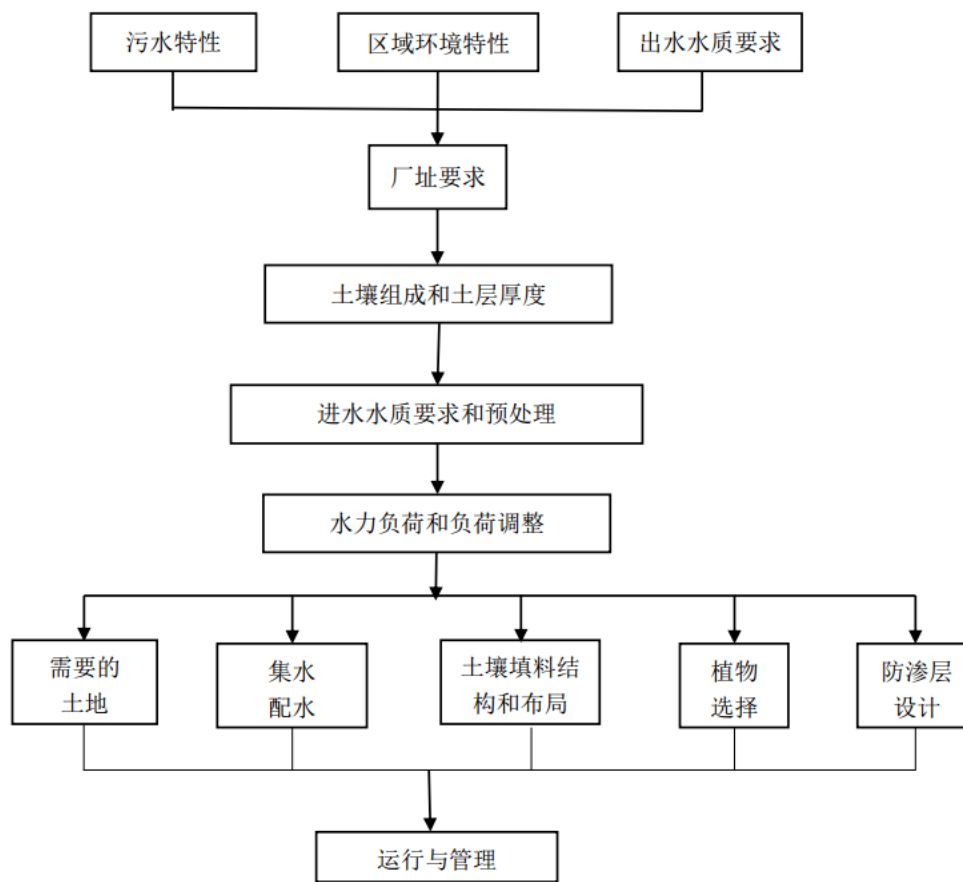


图 B. 7-1 土壤渗滤设计流程图

### B. 7. 2. 2 场地选择

土地渗滤系统对场地的土壤条件也是具有一定要求的，具体如下：

土壤类型：最好是壤土、砂壤土等；

土层厚度：在 0.6 m 以上；

地面坡度：<15%；

土壤渗透率：0.15~5.0 cm/h；

地下水埋深：>1 m。

若土壤类型不符合要求，需对土壤进行改良以满足渗滤要求。

在回填土前应按设计在池底先铺 15 cm 的砂石层，以粗砂为主（可混入少量绿豆大的碎石），以防止土壤颗粒进入排水管道。

待回填土装完后，对整个池子要灌清水（淹水层厚度 15 cm 左右），让土层在重力作用下自然落实，此种操作进行 2~3 次，以防止土层未经压实而在土层中形成局部的短路影响其处理效果。同时，这种方法也可检验分层回填土、压实等工序的施工质量，淹水压实要求池内土层回落厚度

与设计高程相比较，其正负误差不能大于 3~5 cm。

### B. 7. 2. 3 水力负荷设计

#### (1) 水力负荷

水力负荷的大小决定工程的占地面积和处理效果。水力负荷过小，占地面积大；水力负荷过大，污水在系统内停留时间短，影响污染物去除效率。

土地渗滤系统应以处理污水为主要目的，最大允许污水水力负荷率可用下式计算：

$$L_w = ET - P_r + P_w$$

式中，

$L_w$ ——最大允许污水水力负荷率，cm/a；

$ET$ ——土壤水分蒸发损失率，cm/a；

$P_r$ ——最大允许渗透速率，cm/a，一般取土壤限制性渗透速率的 4%~10%；

$P_w$ ——降水量，cm/a。

实践表明，在保证没有土壤堵塞问题发生的前提下，基于  $BOD_5$ 、磷和 SS 的负荷率都不会成为水力负荷的限制因素，氮的去除率和负荷率通常是土地渗滤系统的限制设计参数，并决定系统所需的土地面积。基于氮负荷的最大允许水力负荷率可用下式较精确地计算：

$$L_w(N) = [CP(P_r - ET) + 10U] / [(1 - f)CN - CP]$$

式中，

$L_w(N)$ ——基于氮负荷的最大允许污水水力负荷率，cm/a；

$CP$ ——渗滤出的水中氮的浓度，mg/L；

$CN$ ——进水的氮浓度，mg/L；

$U$ ——植物吸收的氮量，kg/( $hm^2 \cdot a$ )；

$f$ ——投配污水中氮素的损失系数，投配污水为一级处理出水时  $f$  约为 0.8，二级处理出水时为 0.1~0.2。

根据国内外典型试验研究，地下土壤渗滤系统水力负荷为 20~80 m/a。

#### (2) 水力负荷周期

为了提高系统对污水的处理效率，长期保持预期的出水水质和最大渗透速率，采用投配淹水与停水落干交替运行的方式。每完成一个投配与落干循环的时间为水力负荷周期。

水力负荷周期的确定需选用适宜的湿干比，即滤床投配淹水的时间和停水落干的时间比，以恢复和维持滤床的水力传导能力、有机物的生物降解能力和脱氮能力，落干期间土壤重新复氧，氧化分解被阻滞的固体有机物。根据国内外不同湿干比和配水时间组合试验，确定连续配水时间 8~12 h，湿干比 0.2~0.125，运行周期 2~4.5 d 为最适运行方案。

#### B.7.2.4 进水水质要求

土地渗滤系统对生活污水浓度的要求是不严格的，它可以处理各种浓度的生活污水。

从各国的实用工程水质资料表明，土地渗滤系统的进水水质控制的最佳状态是： $BOD_5 < 200$  mg/L， $TOC/BOD_5 < 0.8$ 。

#### B.7.2.5 构造设计

##### (1) 面积计算

土地渗滤床的面积可根据渗透速率、所需处理的污水量而定。其计算式为：

$$A = 100 \frac{CQ}{TKI}$$

式中，

$A$  实际所需的滤床面积， $m^2$ ；

$Q$  —— 预计日处理污水量， $m^3$ ；

$T$  —— 滤床每天运转时间， $min$ ；

$K$  —— 渗滤速率， $cm/min$ ；

$I$  —— 水力梯度；

$C$  —— 配水时间， $d$ ；

100 —— 换算常数， $cm/m$ 。

滤池可采用方形和矩形，提高土地面积的使用率，可在滤池上种植经济作物。

##### (2) 配、集水系统设计

###### (1) 配水系统

土地渗滤池的进水采用自动液位浮球控制进水。为了使污水能够均匀分布，地下渗滤池的进水系统管道宜布置在地表以下 0.2~0.4 m，每根配水管道不宜长于 6 m，配水管道间距应在 1.5~2.0 m。配水管道应用尼龙网包裹，周围采用厚度为 100~200 mm、直径为 20~30 mm 的砾石形成保护层覆盖，并在下方用不透水的土工布将配水管道与土壤分隔，形成以配水管道为中心向两侧均匀布水，由毛细作用向上层土壤布水。

###### (2) 集水系统

经过渗滤处理的出水从池底排出，为使排水顺畅，池底可修成 3% 的坡底。集水管分布于渗滤池底部，集水管道应用尼龙网包裹，周围采用厚度为 100~200 mm、直径为 20~30 mm 的砾石形成保护层覆盖，均匀收集滤层的处理水。

##### (3) 填料层设计

对于土地渗滤系统，土壤条件不适合时，可以采取对土壤渗透系数进行调整。

###### (1) 基质材料选择

1) 筛分: 各种粒径级别的土壤颗粒按照一定的重量百分比率进行机械组合。

2) 向土壤中适当添加介质材料, 主要有砂料、草炭等。土壤是生物活性的接种剂; 砂是保证填料具有通透能力的基本骨架; 草炭是启动和维持生物活性的能源和物源。

3) 当对土地渗滤系统有相应的脱氮除磷要求时, 可向土壤中添加对氮磷有吸附性能的功能性材料。

#### (2) 填料层结构和厚度设置

土地渗滤系统的填料层主要由植物种植土层、人工土层、砂滤层组成, 植物种植土层主要为地表植物提供沃土, 为植物生长提供环境, 植物根系吸收污水中的营养元素, 同时为人工土层表层复氧。植物种植土层厚度常为 30 cm。人工土层是污水处理的核心区, 根据处理要求选择单层填制或分层填制。人工土层厚度常为 1.2~1.4 m。砂滤层主要起过滤作用, 厚度常为 20 cm。填料层根据处理污水特点、地下水水位、地理地形条件选择填料层的总厚度。

#### (4) 植物设计

土壤渗滤处理池上可种植适宜当地生产的耐水性作物、蔬菜或绿化植物。

#### (5) 防渗设计

为保护地下水不受污染和影响, 土地渗滤系统必须设置防渗层。当地下水水位低于土地渗滤系统的最低点时, 土地渗滤系统的底部和池壁可考虑采用难以压缩的密实土, 系统内由于渗透所导致的水位降落不得大于 2.5 mm/d。当地下水水位高于土地渗滤系统最低点或当地的密实土不能满足要求时, 需另行采用衬底材料, 包括沥青、混凝土、水泥或其他衬底。在实际工程中通常采用 120 mm 厚的 C<sub>25</sub> 素混凝土来进行防渗。

### B.7.2.6 附属设施与管理机制设计

#### (1) 冬季保温措施

冬季干旱寒冷, 在设计时必须考虑保温措施, 保证冬季处理运行效果。土地渗滤系统可设计双层布水管, 底层布水管应设置在冻土层以下 0.2 m, 应将布水管埋深在冬季土壤温度不低于 10℃ 的位置。冬季时开启。土地渗滤系统边墙可采取双墙保温结构, 墙体中间可填充碎石、秸秆等。

#### (2) 其他

当土地渗滤系统出水不能达到执行标准时, 需进行回流, 回流比为 1:1。

## B.8 稳定塘

B.8.1 稳定塘适用于在干旱、半干旱地区, 资金短缺、土地面积相对丰富的农村地区。可考虑采用荒地、废地、劣质地, 以及坑塘和洼地等建设稳定塘处理中低污染物浓度的生活污水。有湖、塘、洼地及闲置水面可供利用。选择类型以常规处理塘为宜, 如好氧塘、兼性塘、厌氧塘、曝气

塘和生态塘等。曝气塘宜用于土地面积有限的场合。

1) 好氧塘的深度较浅，一般在 0.5 m 左右，阳光能直接照射到塘底。塘内有许多藻类生长，释放出大量氧气，再加上大气的自然充氧作用，好氧塘的全部塘水都含有溶解氧。

2) 兼性塘同时具有好氧区、缺氧区和厌氧区。它的深度比好氧塘大，通常在 1.2~1.5 m 之间。

3) 厌氧塘的深度相比于兼性塘更大，一般在 2.0 m 以上。塘内一般不种植植物，也不存在供氧的藻类，全部塘水都处于厌氧状态，主要由厌氧微生物起净化作用。多用于高浓度污水的厌氧分解。

4) 曝气塘的设计深度多在 2.0 m 以上，但与厌氧塘不同，曝气塘采用了机械装置曝气，使塘水有充足的氧气，主要由好氧微生物起净化作用。由于有高浓度的氧气，反应速率较快，污水所需要的停留时间较短，可用于净化较高污染物浓度的污水。

5) 生态塘(深度处理塘)适用于进水污染物浓度低的深度处理，塘中可种植芦苇、茭白等水生植物，以提高污水处理能力。

B. 8. 2 稳定塘应采取必要的防渗处理，且与居民区之间设置卫生防护带。

B. 8. 3 厌氧塘表面负荷( $BOD_5$ ) 15~100  $g/(m^2 \cdot d)$ ；兼性塘表面负荷( $BOD_5$ ) 3~10  $g/(m^2 \cdot d)$ ；好氧塘表面负荷( $BOD_5$ ) 2~12  $g/(m^2 \cdot d)$ ，总停留时间可采用 20~120 d；曝气塘表面负荷( $BOD_5$ ) 3~30  $g/(m^2 \cdot d)$ 。年平均温度高的地区采用高  $BOD_5$  表面负荷，年平均温度低的地区采用低  $BOD_5$  表面负荷。

B. 8. 4 稳定塘污泥的污泥蓄积量为 40~100 L/(a·人)，应分格并联运行，轮换清除污泥。

B. 8. 5 稳定塘地址宜选饮用水水源下游；应妥善处理塘内污泥，污泥脱水宜采用污泥干化床自然风干；污泥作为农田肥料使用时，应符合 GB 4284 中的相关规定。

B. 8. 6 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/ $m^3$ ，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 B. 8-1。

表 B. 8-1 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

3) 造价指标: 稳定塘修建的主要成本是塘体的挖掘和防渗处理。在好氧塘和生态塘中种植一些观赏性水生植物会增加一些费用。为了减少成本, 可以在地势低洼的地方进行修建, 也可对农村原有的蓄水塘进行改建而成, 挖掘时也宜采用机械作业以减少成本。如果土壤的入渗率较低, 也可以采用就地夯实的办法作防渗。稳定塘投资造价约 100~150 元/m<sup>2</sup>。

## B.9 污水一体化处理

### B.9.1 一般要求

B.9.1.1 适用于处理中小水量、水质波动小的生活污水。适用于住宅小区、村庄、村镇、办公楼、宾馆、饭店、疗养院、机关、部队、高速公路、铁路、工厂、矿山、旅游景区等生活污水和与之类似的屠宰、水产品加工、食品等中小型规模工业有机废水的处理和回用。处理工艺主要是厌氧工艺、A/O 工艺、MBR 工艺、多级 A/O 工艺等。对于较高的水质要求时, 可将小型污水处理装置出水采用自然生物技术进行进一步处理。

B.9.1.2 小型污水处理装置又称净化槽或埋地式处理装置, 分为厌氧、好氧处理装置。

B.9.1.3 厌氧生物处理装置(或称厌氧生物膜池、无动力埋地式污水处理设施等)处理效率较低, 可用于农村生活污水的预处理。填料装填高度不宜小于池深的 2/3; 水力停留时间宜取 2 d~5 d, 排泥间隔时间约为 3 个月至 12 个月; 应采取防渗、防臭和防爆措施。

B.9.1.4 好氧生物处理装置(或称有动力埋地式污水处理设施), 宜使用接触氧化、SBR 等工艺, 工艺参数选取应符合本规范相关条款的规定。

B.9.1.5 小型污水处理设备材质可选钢筋混凝土结构、玻璃钢以及钢结构等。选用钢结构反应器需做好防腐工作, 其使用寿命应该保证在 15 年以上。

### B.9.2 主要设计内容

#### B.9.2.1 预处理

若有化粪池、沼气池等已建成的相关设施可以作为预沉淀处理单元, 已建池体的结构应满足防水防渗要求; 在无化粪池和沼气池设施的情况下应设置在一体化设施内。对于埋地式设施的防水、防腐、防渗漏和满足结构安全等要求的规定。

#### B.9.2.2 材质

可采用玻璃钢、增强型复合材料等材质, 一体化小型设施的池壁应达到表 B.9-2 的要求。一体化污水处理设备可选择碳钢、玻璃钢、不锈钢、增强型复合材料作为设备的外壳。

(1) 碳钢材质的污水处理设备造价相对便宜, 设备的硬度较大, 不宜变形, 然而碳钢设备的耐腐蚀性较差, 在不做防腐处理的情况下 3~5 年就可能损坏。即便涂上防腐保护层也很难保证设备长久使用。设备重量一般较重, 运输不便。

(2) 玻璃钢污水处理设备采用树脂和玻璃纤维布加工制作而成，耐酸、耐碱、质轻而硬，不导电，可以根据产品的形状、技术要求、用途及数量来灵活地选择成型工艺的特点。抗老化性等优良特性、使用寿命长达 30 年以上。是农村污水处理项目的主流选择，也被广泛用于农家乐、景区、服务区或一些零星生活污水处理。

(3) 不锈钢污水处理设备的亮点是耐腐蚀耐生锈，且焊接型良好；不锈钢的缺点也很明显，价格比较昂贵。价格随着钢板的厚度增加而递增。过薄的钢板容易变形。材料的选择需要根据污水水质及排放量以及项目预算来确定。

表 B. 9-1 净化装置主体材料厚度

材质	净化装置主体材料厚度 (单位: mm)
玻璃钢	≥3.5
塑料	≥5
不锈钢	≥3.5
碳钢	≥3.5

注：净化装置主体材料厚度除满足表 3.8-1 要求外，还应满足净化装置强度要求，必要时可以加筋增强净化装置主体强度。

表 B. 9-2 一体化设施池壁材料的主要技术参数

基本参数	数值	单位
壁厚	3.5~10	mm
基体材料的拉伸强度	≥90	MPa
基体材料的弯曲强度	≥135	MPa
基体材料的缺口冲击	≥35	kN/m <sup>2</sup>
密封渗漏性	满水负荷，72h 无渗漏	
耐酸性	pH5 溶液中保持 72h，试样无软化、起泡、开裂、溶出现象	
耐碱性	pH8 溶液中保持 72h，试样无软化、起泡、开裂、溶出现象	
耐温性	可在-20℃~60℃温度条件下正常使用	

### B. 9. 2. 3 基础设施建设投资

表 B. 9-3 农村生活污水分散式治理设施投资参考标准

工艺	吨水投资 (元)			
	处理规模 <1m <sup>3</sup> /d	处理规模 2~4m <sup>3</sup> /d	处理规模 5~9m <sup>3</sup> /d	处理规模 >10 m <sup>3</sup> /d
小型一体化污水处理装置	32000~39000	19500~28000	13000~22000	11000~15000

### B. 9. 2. 4 运行费用

小型一体化装置运行费用为 0.1~0.8 元/吨水。

### B. 9. 2. 5 运行维护要求

农村污水处理一体化设施一般包括多个工艺处理环节，如调节池，厌氧池，兼氧池，好氧池，沉淀池以及清水池等。处理终端根据现场环境需要，可设置动力设备，包括水泵，气泵等。

提升泵可根据集水池内液位开关控制。当水位高时开启提升泵，当液位低时停止提升泵；气泵在每天的设定时间段运行，其余时间停止；污泥泵间隔一段时间运行一段时间。水量会由流量计进行计量然后把数据传给控制器，服务器会对现场设备进行数据采集监测在有问题后作出报警处理。

#### **(1) 远程数据传输**

监控一体机包括远程数据通信模块，通信模块将采集或控制指令通过 GPRS 或者以太网的方式与平台进行双向通信。监控一体机将采集的数据传输到中心平台，同时，接收中心平台的指令进行现场处理。

#### **(2) 气泵水泵控制和运行状态监测（动力设备运行状态监测传感器）**

监控一体机对站点水泵、气泵等动力设备进行启停控制，可以设置动力设备的运行策略，定义时段运行时间，或者暂时关闭某个设备。也可以安装运行状态监测传感器检测动力设备的运行真是情况。可以实时监测站点内现有水泵和风机的开启与关闭状态。

#### **(3) 浮球/液位计/水浸传感器**

可以在设施的池子里，安装高低位浮球或者液位计或水浸传感器，监测液位情况，监控一体机采集这些数据，并根据指令作为依据，或者进行水位超高报警。

#### **(4) 水流量监测（水流量计）**

在设施的出、入口部署工业级流量计，并将其与监控一体机相连接，能够监测流量和流速。流量计防护等级为 IP67 及以上。

#### **(5) 水质监测（在线水质监测仪）**

根据需要，可在部分的出水口部署在线水质监测仪，并将其与监控一体机相连接，可实时监测出水口的氨氮、COD、总磷、pH 等水质数据。特别是在调试和紧急处理站点过程中，可根据需要临时加装 DO 或相关水质监测仪，整体控制站点的工艺运行情况，为站点达标调试参考，保证最大程度的污染物去除率。

#### **(6) 电耗信息**

站点能耗是站点运行的主要指标之一，站点监测包括电表或用电功率信息，这样可以直观的了解站点运行状况之一，可以在中心平台形成电耗，流量，工况报表，对站点运维提供参考。

#### **(7) 运维考勤**

监控一体机可以自动感应电子工牌，巡维人员携带 RF 电子工牌，当人员到达现场时，可以进行自动感应考勤，记录到达和离开时间。

#### **(8) 自动报警**

当站点的环保设备停止工作或者出现异常状况，比如：气泵、水泵等设备不正常工作，水流

量异常等情况，监控一体机出发报警，同时会给对应运维人员移动终端 APP 发送告警信息。运维人员可以通过移动客户端接收告警，并处理与提交解除告警。告警包括：

设备故障告警：一旦设备产生过载，可以生成报警，并停止设备运行，确保设备寿命。

水位超高报警：一旦水位超过警戒线，产生报警。

设备断电告警：一旦设备断电，监控一体机传输模块内置的超大电容将利用电容电量，上传断电告警信息，让中心知道设备停止运行的原因。

设备断线告警：断线的原因可能多种多样，例如 SIM 流量用完等，一旦设备断线，直接生成告警，提示解决。

设备 24h 运行告警：提升泵 24h 运行，往往意味着终端可能出现的问题，例如泵损坏，管道损坏等。

设备 24h 不运行告警：如果设备 24h 不运行，也可能意味着终端问题，比如没有水进入。

24h 流量超高告警：24h 内流量超过设计 t 位若干倍，产生告警。

水质监测超高或超低告警：水质监测在线数据一旦超过限制阀位，即产生告警。

电控箱非法打开报警：一旦电控箱在没有电子工牌的情况下打开，视为非法打开，产生告警。

其它告警：其它异常情况告警。