
海南省畜禽养殖污染减排技术导则

海南省国土环境资源厅

二〇一四年

编制单位：环保部华南环境科学研究所、湖南农业大学

项目负责人：吴根义

参加人员：苏文幸、余磊、刘洁、罗惠莉、马晓蕊、姜珊、龙
雯琪、易湘琳、欧伟其、林毅青、刘永丰、李巧巧

审 核：许振成、邢仰明、韩泳

发布单位：海南省国土环境资源厅

目 录

第一章 总 则	1
1.1 编制目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 规范性引用文件	1
1.4 术语和定义	2
1.5 污染减排原则	3
第二章 畜禽养殖污染减排总体要求	5
2.1 全过程控制原则	5
2.2 合理规划，严格规模化养殖场准入条件	5
2.3 选择优良品种减少废弃物产生量	6
2.4 选用优质饲料减少废弃物产生量	6
2.5 采用科学饲养方法控制污染物产生	6
2.6 养殖废弃物循环利用控制污染物排放	7
2.7 建设废弃物储存设施，解决循环利用中时空不平衡问题	7
2.8 开发畜禽养殖废弃物资源化利用途径	7
2.9 合理建设畜禽养殖废水净化设施	8
2.10 建设因地制宜的排水调节与风险防范设施	8
2.11 建设因环境目标而异的排水净化设施	8
2.12 实施规范化畜禽养殖污染治理技术要求	9
第三章 畜禽养殖污染减排措施及相关要求	15
3.1 畜禽养殖减排模式基本设施要求	15
3.2 不同规模畜禽养殖污染减排模式及要求	20
第四章 畜禽养殖场环境管理	25
4.1 畜禽养殖场建设环保要求	25
4.2 畜禽养殖场污染治理设施施工及验收	28
4.3 运行管理及安全生产	32

附件：畜禽养殖污染防治单元技术	35
附 1.1 畜禽养殖清粪方式	35
附 1.2 前处理技术	36
附 1.3 厌氧处理装置	40
附 1.4 好氧处理：	44
附 1.5 后处理技术	47
附 1.6 畜禽粪便生产有机肥技术	59
附 1.7 沼气发电技术	60
附 1.8 生物发酵床工艺	62

海南省畜禽养殖污染减排技术导则

第一章 总 则

1.1 编制目的

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，治理我省畜禽养殖污染，推进“十二五”农业污染减排工作，编制本导则。

根据海南省畜禽养殖实际情况，进行分类指导。为畜禽养殖废弃物污染防治提供技术支持，供各地参考借鉴。

1.2 适用范围

本导则适用于规模化畜禽养殖场、养殖小区和养殖专业户。

本导则内容包括畜禽养殖污染防治总体要求、污染减排措施及相关工艺、畜禽养殖污染防治管理、污染减排单元技术等方面。

本导则适用于畜禽养殖污染减排工程设计、建设和管理。

1.3 规范性引用文件

《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB 18596-2001）

《畜禽养殖业污染防治技术规范》（HJ/T 81-2001）

《畜禽粪便无害化处理技术规范》（NY/T 1168-2006）

《规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范》（NY/T 1222-2006）

《沼气工程技术规范第3部分：施工与验收》（NY/T 1220.3）

《规模化畜禽养殖场沼气工程运行、维护及其安全技术规程》（NY/T

1221-2006)

《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ497-2009)

《畜禽粪便还田技术标准》(GB/T25246-2010)

《沼渣、沼液施用技术规范》(NY/T 2065 - 2011)

《畜禽养殖污染防治管理办法》(2001)

《规模畜禽养殖场污染防治最佳可行技术指南(试行)》(HJ-BAT-10)

《“十二五”污染物总量减排核算细则》中农业源部分

《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)

环发[2010]151号 畜禽养殖业污染防治技术政策

《污水稳定塘设计规范》(CJJ/T 54-1993)

《有机肥料》(NY 525-2002)

《畜禽场场区设计技术规范》(NY/T 682-2003)

《畜禽规模养殖污染防治条例》(中华人民共和国国务院令 第643号)

1.4 术语和定义

畜禽养殖废弃物：指畜禽养殖场产生的废水和固体粪便的总称。

畜禽养殖废水：指由畜禽养殖场产生的尿液、进入污水中的粪便及饲料残渣、冲洗水及工人生活、生产过程中产生的废水的总称。

干清粪工艺：指畜禽排放的粪便一经产生便通过机械或人工收集、清除，尿液、残余粪便及冲洗水则从排污道排出的清粪方式。

水冲粪工艺：指畜禽排放的粪、尿和污水混合进入粪沟，每天数次放水冲洗，粪水沿排污沟或管道流入粪便主干沟后排出的清粪工艺。

水泡粪工艺：指在畜禽舍内的排粪沟中注入一定量的水，将粪、尿、冲洗和饲养管理用水一并排放至漏缝地板下的粪沟中，贮存一定时间（一

一般为1~2个月) 待粪沟填满后, 打开出口闸门, 沟中的粪水顺粪沟流入粪便主干沟后排出的清粪工艺。

生物发酵床工艺: 是利用有机垫料建成一个发酵床, 通过添加商业化的微生物, 畜禽排泄出来的粪便被垫料掩埋, 水分被发酵过程中产生的热蒸发, 猪粪尿经微生物菌的发酵后, 得到充分的分解和转化, 达到无臭、无味、无害化目的养殖方式。

厌氧消化: 指有机物质(如人畜家禽粪便、秸秆、杂草等)在一定的水分、温度和厌氧条件下, 通过微生物的分解代谢, 最终形成甲烷和二氧化碳等混合型气体(沼气)的复杂的生物化学过程。

沼气工程: 以规模化畜禽养殖粪便污水的厌氧消化为主要技术环节, 集污水处理、沼气生产、资源化利用为一体的系统工程。

养殖专业户规模: 50 头 $\leq$ 生猪 $<$ 500 头(出栏)、5 头 $\leq$ 奶牛 $<$ 100 头(存栏)、10 头 $\leq$ 肉牛 $<$ 200 头(出栏)、500 羽 $\leq$ 蛋鸡 $<$ 10000 羽(存栏)、2000 羽 $\leq$ 肉鸡 $<$ 50000 羽(出栏)。

规模化养殖场规模: 生猪 $\geq$ 500 头(出栏)、奶牛 $\geq$ 100 头(存栏)、肉牛 $\geq$ 100 头(出栏)、蛋鸡 $\geq$ 10000 羽(存栏)、肉鸡 $\geq$ 50000 羽(出栏)。

养殖小区规模: 是指将分散经营的单一畜种的养殖户集中在一个区域内, 具有完善的基础设施和配套服务、规范管理制度, 按照统一规划、统一防疫、统一管理、统一服务、统一治污和专业化、规模化、标准化生产, 并达到规定饲养数量的养殖区域。饲养数量至少要达到规模化养殖场的规模, 即生猪 $\geq$ 500 头(出栏)、奶牛 $\geq$ 100 头(存栏)、肉牛 $\geq$ 200 头(出栏)、蛋鸡 $\geq$ 10000 羽(存栏)、肉鸡 $\geq$ 50000 羽(出栏)。

1.5 污染减排原则

以促进全省畜禽养殖业健康良性发展为前提, 以“合理规划、种养

平衡”为主、适当治理为辅的防治结合为指导思想，遵从畜禽养殖废弃物减量化、资源化和无害化的全过程系统控制思路。

第二章 畜禽养殖污染减排总体要求

2.1 全过程控制原则

1) 源头控制：畜禽养殖业主要污染物总量控制应从源头着手，通过优良品种选择、优化饲料配方、提高饲养技术、强化管理水平、严格执行雨污分流、改善畜舍结构和通风供暖工艺、改进清粪工艺等措施从源头减少污染物排放。

2) 资源化利用：畜禽养殖业排放废弃物按照资源化、减量化、无害化的原则，粪便以肥料化为主要手段进行综合利用，污水以能源化、无害化为主要利用和处理手段进行综合利用与治理，增强资源化利用途径，减少污染物排放。

3) 末端治理：畜禽养殖主要污染物总量控制坚持农牧结合、种养平衡的原则，根据承纳污染物的土地数量合理规划确定养殖规模及污染治理水平。结合地区特点选择适合的污染治理技术，降低污染处理成本，提高污染防治水平，从而保证畜禽养殖主要污染物达到总量减排的目标要求。

2.2 合理规划，严格规模化养殖场准入条件

各级政府、行政管理部门应根据当地自然条件、环境状况，进行合理规划，制定地区农业产业发展规划、畜禽养殖污染防治规划，合理规划划定适养区、限养区、禁养区。

严格规范执行新建项目环境影响评价和项目竣工验收“三同时”制度，提高新建规模化养殖场准入条件，保证新建养殖场不对环境造成破坏，实现增量不增污。落实好“以奖促治、以奖代补”政策措施，对原

有养殖场（小区）进行综合治理，提高污染物去除效率，对达不到要求的规模畜禽养殖场（小区）实行限期治理或强制关停措施，有计划、分步骤地削减畜禽养殖污染物。

2.3 选择优良品种减少废弃物产生量

畜禽养殖行业应积极选择优良养殖品种，积极培育和推广畜禽优良品种，提高饲料利用效率，降低养殖周期，从而从源头减少废弃物的产生量。

2.4 选用优质饲料减少废弃物产生量

在畜禽养殖过程中选用低硫、合理蛋白质含量的饲料，从源头上减少硫化物和含氮污染物的产生。

2.5 采用科学饲养方法控制污染物产生

1）提高养殖水平，根据畜禽生长阶段合理供应饲料量，根据不同养殖品种和养殖阶段对营养物质的需求量确定供给饲料营养配比，减少营养过剩而造成的污染物排放。采用科学饲养方法，提高饲料利用效率，缩短养殖周期，降低单位产品废弃物产生量。

2）养殖方式上根据当地自然条件选择污染物排放少、有利于后续资源化利用或污染治理的养殖方式。改变清粪方式，养殖企业必须逐步实行干清粪代替水冲粪和水泡粪的清粪方式，采取有效措施将粪便及时、单独清出，不可与尿、污水混合排出，并将产生的粪渣及时运至贮存或处理场所，实现日产日清。提高畜禽粪便肥料化利用率，减少水污染物产生。

2.6 养殖废弃物循环利用控制污染物排放

坚持农牧结合、种养平衡的原则，提高畜禽养殖废弃物循环利用率。畜禽养殖场应根据本场区土地（包括与其他法人签约承诺消纳本场区产生粪便污水的土地）对畜禽废弃物的消纳能力，确定畜禽养殖规模。县（市）以上行政地区应根据本地区农业种植规模和养殖特点，制定科学合理的地区畜禽养殖布局规划，做到地区内种、养平衡，保证养殖废弃物最大限度地循环利用。

2.7 建设废弃物储存设施，解决循环利用中时空不平衡问题

对于以农业资源化利用为主要污染防治手段的养殖企业，必须配套建立具有相应加工（处理）能力的粪便、污水处理减量和贮存设施。

1）规模化养殖场、集中污染处理的养殖小区应建立畜禽粪便有机肥加工厂，降低畜禽粪便体积和含水率，降低贮存和运输成本，从而解决畜禽养殖粪便产生与农业生产利用在时间与空间上不协调的问题。

2）对于种养结合的养殖场、养殖专业户必须建立配套的畜禽粪便和废水贮存池。贮存设施应采取有效的防渗处理工艺，防止畜禽粪便污染地下水，粪便贮存设施应采取防止降雨（水）进入的措施。畜禽粪便和废水贮存设施的总容积不得低于当地农林作物生产用肥最大间隔时间或持续降雨期内养殖场所产生废弃物的总量。

2.8 开发畜禽养殖废弃物资源化利用途径

开发多途径的养殖废物肥料化、能源化、饲料化利用方式。

1）养殖废水可采用经过生物发酵后浓缩制成商品液体有机肥料，解决当前养殖废水处理与资源化利用中的不足。

2）开发养殖废弃物饲料化利用途径，重点开发牛粪、鸡粪等用作

水产养殖饵料的利用方式和前处理技术。

3) 开发畜禽粪便能源化利用途径，对种、养不平衡地区推广畜禽粪便沼气化工程，积极开发畜禽粪便厌氧沼气化处理技术和设备。

4) 大力开发沼气利用方式和途径，适度推广与应用沼气发电技术，解决厌氧发酵沼气作为热能利用过程中产生与利用季节不平衡的问题。

2.9 合理建设畜禽养殖废水净化设施

对没有充足土地消纳污水的畜禽养殖场，必须对养殖过程产生的废水采取有效的处理设施进行净化处理，达到排放或利用要求，且满足当地环保部门总量控制指标要求。各级政府和养殖企业必须制定符合本地区特点的养殖业污染防治规划，有计划、分阶段完成养殖废水治理设施的建设。

2.10 建设因地制宜的排水调节与风险防范设施

1) 选用养殖废水处理工艺时，根据养殖场养殖种类、养殖规模、粪污收集方式、当地自然地理环境条件确定工艺路线及处理目标，并充分考虑畜禽养殖废水的特殊性，在实现综合利用或达标排放的情况下，优先选择低运行成本的处理工艺，应慎重选用物化处理工艺。

2) 建立养殖废水超标排放风险防范设施，对于废水必须直接排放至自然水体的养殖场，要求建立处理设施运行异常及其他异常状况下事故贮存池，保证全时段达标排放。

2.11 建设因环境目标而异的排水净化设施

畜禽养殖废水不得排入敏感水域和有特殊功能的水域，排放去向应符合国家和地方的有关规定。畜禽养殖废水处理设施建设应根据处理后废水排放环境的环境目标确定处理工艺和处理程度。排放水质应满足

GB 18596-2001（如新的排放标准执行，则按新标准要求执行）或有关地方污染物排放标准的规定，且满足当地环保主管部门总量控制指标要求；处理后资源化利用的，必须满足生产或当地环境质量要求。满足不同环境目标要求的排水净化设施建设参照《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》相关要求进行。

2.12 实施规范化畜禽养殖污染治理技术要求

为提高畜禽养殖污染治理水平，规范养殖行业治理技术，结合不同养殖规模、特点，就当前应用比较成功、实用的污染治理技术工艺及要求推荐如下：

2.12.1 储存还田模式

1) 模式简介：

“粪污储存还田模式”是指畜禽粪尿还田用作肥料，是一种传统的、经济有效的粪污处置方法，在合理和有效施用的条件下可以实现畜禽粪尿资源化利用。目前，生猪分散户养殖或小规模集中饲养的粪污处理基本上都采用这种处置方法。人工首先将干粪（或吸收粪尿垫草）清扫出畜禽舍，清扫出的干粪可经简单堆肥后农业利用或好氧堆肥后生产有机肥。用少量的水冲洗舍中残存的粪尿并贮存于贮粪池中，在施肥季节向农田中施用。

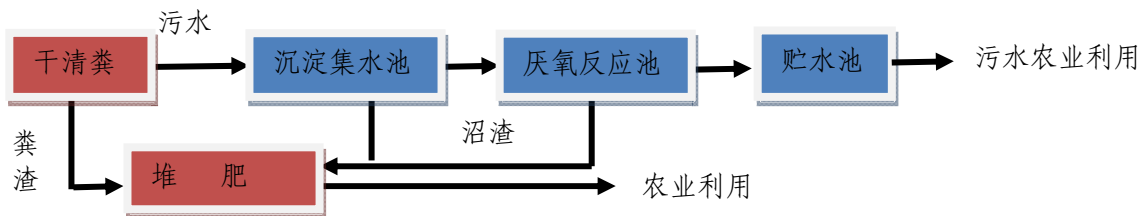


图 2-1 储存还田模式工艺流程图

2) 模式特点：

(1) 最大限度实现资源化，可以减少化肥施用，增加土壤有机质及肥力；

(2) 投资省，不耗能，不需专人管理，基本无运行费。

(3) 存在着传播畜禽疾病和人畜共患病的危险，恶臭以及降解过程产生的氨、硫化氢等有害气体对大气构成威胁。

(4) 不合理的使用方式或连续过量使用会导致土壤硝酸盐、磷及重金属的沉积，从而对地表水和地下水构成污染；

3) 适用范围及建设要求：

在远离城市和城镇、经济不发达、土地宽广，有足够农田消纳养殖场粪污的地区，特别是周边有可常年施肥的集中式农业种植区，如蔬菜、经济作物的设施化农业生产区；养殖场规模不宜太大，一般年出栏生猪在 5000 头规模以下；当地劳动力价格低，采用人工清粪养殖方式，冲洗水量少、浓度低。

海南省农业种植业发达，一年四季可种植，特别是消纳能力大的蔬菜种植面积和热带水果种植面积大，畜禽废弃物还田利用模式将是较符合本省自然特点的一种经济合理的治理方式；但海南省降雨量大，径流失量大，这要求在施用过程中必须严格控制施肥量，不能过量施肥，粪便和污水的储存必须严格按照规范要求建设，避免因储存不当而流失。

2.12.2 能源生态型模式

1) 基本定义：

“能源生态型”模式是指畜禽场产生的粪便储存或采用固体发酵池厌氧发酵生产沼气，污水经厌氧反应处理；产生的沼液、沼渣不直接排入自然环境，而是作为农作物浇灌的处置模式，这类模式适用于畜禽场周边有足够的农田、鱼塘、植物塘等，能够完全消纳经厌氧（沼气）发酵后的沼渣、沼液，使畜禽养殖成为生态农业园区的纽带。目前“能源

生态型”模式已经成为比较成熟的、适用的，以综合利用为主的畜禽养殖污染防治主要模式。这种工艺遵循了循环农业原则，具有良好的经济、环境和社会效益。

“能源生态型”模式工艺流程如图 2-2。干清后的畜禽粪便采用固体发酵工艺生产沼气，污水/尿液采用厌氧反应器进行厌氧发酵，从产生沼气角度考虑，养殖场单靠污水发酵产生沼气的量较采用粪便发酵少。

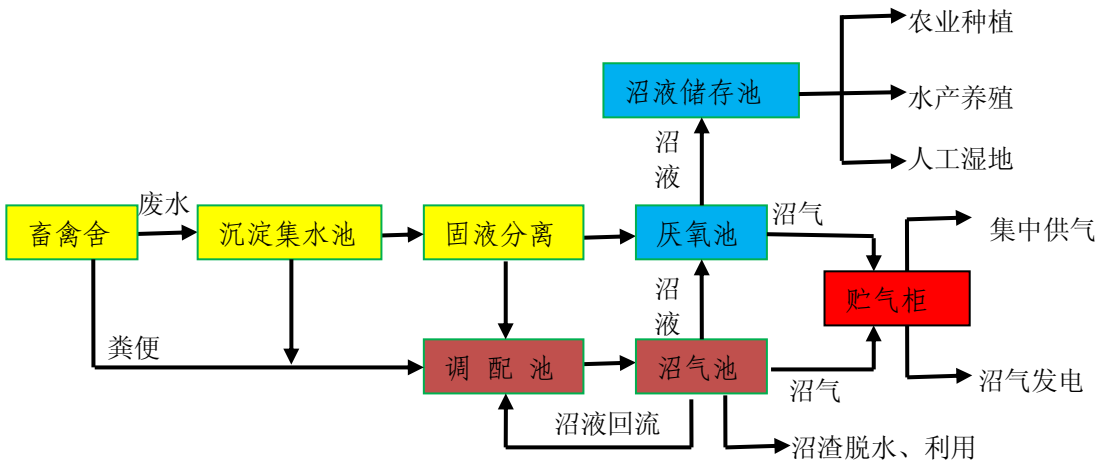


图 2-2 能源生态型模式治理工艺流程

2) 工艺特点:

(1) 通过粪便厌氧发酵可产生生物质能源沼气，同时可降低畜禽养殖废弃物直接农业利用可能存在的病原菌传播的风险问题。

(2) 粪便沼气发酵后产生沼液浓度高，必须有足够且完善的沼液储存与浇灌系统。

(3) 处理过程仅碳水化合物得到去除，对氮、磷几乎没有去除率，必须有对应的农业利用土地和相应的浇灌工具，产生沼液绝对不能直接排放或过量施用于农业种植。

(4) 操作简单、管理方便、运行成本低。

3) 适用范围及建设要求:

(1) 养殖业和种植业的合理配置，即养殖场周边有足够农田或土

地能够消纳发酵后的沼液、沼渣，最好是有集中连片的农业种植区，沼液可通过管道输送方式得到有效利用。

(2) 项目建设点周边环境容量大、排水要求不高、地下水位较低。

(3) 由于厌氧反应需要一定的温度，而海南省全年温度较高，比较适合于此类模式建设，但在冬季气温仍有较低时间，为保证厌氧发酵的正常运行，对以能源生产为目标的处理工程必须对厌氧反应池进行保温，以保证冬季厌氧反应所需的温度条件。

(4) 在采用该类模式中，为减少粪便与污水的接触而导致粪便中氮、磷溶解进入污水，增加处理难度，畜禽场污水、粪便分别进入不同反应池，不能将粪尿混合一起进入同一沼气池进行处理。

2.12.3 能源环保型模式

1) 基本定义:

“能源环保型”模式是指畜禽场的畜禽粪便经干清后用于生产生物有机肥，污水经处理后直接排入自然环境或回收利用的污染治理模式。该模式要求最终出水达到国家或地方规定的排放标准。此类模式一般用于畜禽养殖场周边环境无足够土地消纳畜禽粪污，必须将其进行处理达标后排放或降低污染物浓度后回收利用，以满足周边环境条件的要求。

其基本工艺流程如图 2-3 所示。

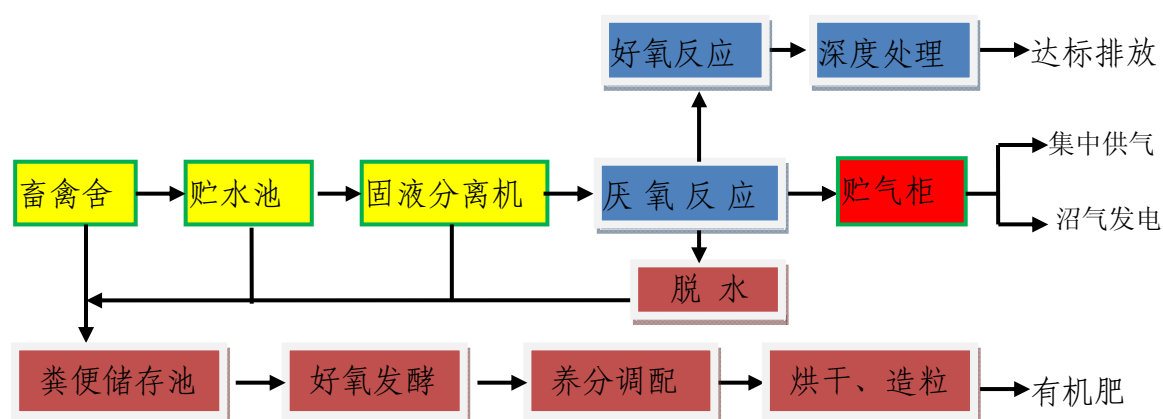


图 2-3 能源环保型工程模式工艺流程图

2) 工艺特点:

(1) 在前处理时尽可能通过物理方法去除污水中固形物，降低厌氧池工作负荷；

(2) 畜禽舍内清出的粪便以及固液分离的粪渣可制作有机肥；

(3) 污水减量化、无害化处理后农业利用或达标排放，可有效防止二次污染；

(4) 沼气产量小，有机肥市场需求较大，有较好的经济效益；

(5) 主体工程投资大、运行费用高、操作与管理水平要求较高。

3) 适用范围及建设要求:

(1) 工艺适宜于周边缺少消纳畜禽废弃物土地的大型规模化养殖场，污水处理量宜大于每小时 10 吨；项目建设点周边排水要求高，污水需减量化、无害化处理后农业利用或达标排放。选用该类型的养殖场规模大，生猪年出栏量至少大于 10000 头。

(2) 用“能源环保型”防治模式的，项目建设目标是畜禽粪便必须有固定设备加工利用（有机肥），污水经过处理后减量化、无害化后农业利用或达标排放。此类工程项目具有良好的环境、社会效益。目前该

类工程污水处理一般采用厌氧反应工艺（UASB/EGSB 反应器）与好氧反应工艺（SBR 反应器、接触氧化、A/O 工艺）相结合的典型工艺路线。

（3）采用该模式的污水排放必须建设废水在线监测装置并与环保部门联网。

第三章 畜禽养殖污染减排措施及相关要求

3.1 畜禽养殖减排模式基本设施要求

鼓励模式①：蛋鸡和肉鸡养殖场（小区）采取干清粪、粪便全部生产有机肥、且无废水排放的，可认定 COD、氨氮去除率 100%。

建设要求及注意事项：该模式仅适用于蛋鸡、肉鸡养殖场，原则上要求养殖规模较大的养殖场，粪便必须经专用设备生产有机肥（可自行生产，也可将粪便收集至有机肥厂集中生产）、采用全自动传输带清粪方式基本没有污水产生，采用人工清粪方式的必须对定期清洗栏舍产生的污水经厌氧处理或储存后用于农业利用，必须建设一定容积的污水处理或储存池，并配套一定的农业利用土地和污水浇灌设施。

鼓励模式②：五类畜禽养殖场（小区）建设治污设施的，无污水排放口，且所生产的废弃物综合利用产品（有机肥、沼渣、沼液及经处理后的污水等）经现场认定完全农田利用（需配备与养殖规模相适应的消纳土地，原则上以生猪计算每出栏 10 头不少于 1 亩土地，治污设施完全满足养殖规模需求，须提供详实的证明材料），可认定 COD、氨氮去除率 100%。

建设要求及注意事项：原则上要求养殖场规模较大，粪便必须建设专用设备生产有机肥（可由专业有机肥厂收购用于生产有机肥）、废水至少建设厌氧处理设施、且配备足够的土地，污水、沼液用于农业利用的必须有集中连片的种植基地，有固定的输送管道、沟渠等。缺少其中一项或有任何部分达不到要求的则按普通模式或鼓励模式 5 核算。

表 3-1 鼓励模式 2 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	配套设施要求	厌氧池体积 (m ³ /头)	粪便储存池体积 (m ³ /头)	污水/尿液储存池体积 (m ³ /头)	配套土地面积 (m ³ /头)
猪(出栏)	干清粪	有机肥生产厂、厌氧反应池、规范的沼液浇灌系统	0.1 m ³	0.1m ³	0.3 m ³	0.04 亩
奶牛(存栏)	干清粪		0.5 m ³	0.5 m ³	1.5 m ³	0.375 亩
肉牛(出栏)	干清粪		1 m ³	1 m ³	3 m ³	1 亩
蛋鸡(存栏)	干清粪	粪便厌氧发酵场、干化场	--	1/500 m ³	--	--
肉鸡(出栏)	干清粪		--	1/2000 m ³	--	--

鼓励模式③：五类畜禽养殖场（小区）采取干清粪、粪便生产有机肥、污水进行厌氧-好氧-深度处理达标排放，且配备了在线监测或视频监控设备并联网的，可认定 COD（氨氮）去除率 99%（94%）；

建设要求及注意事项：原则上要求粪便生产有机肥（可自行生产也可送专业有机肥厂）、污水经厌氧-好氧-深度处理达标排放，污水排放口必须安装在线监测设备，且在线监测与当地环保部门联网。该种模式适用于周围农业种植业少、没有集中连片农业种植用地可接纳养殖产生的废弃物的地区。

表 3-2 鼓励模式 3 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	配套设施要求	厌氧池体积 (m ³ /头)	好氧池体积 (m ³ /头)
猪(出栏)	干清粪	有机肥生产设施、且装备视频系统，所有视频能有效调阅，能充分说明粪便全部生产有机肥了。废水厌氧反应、好氧反应、深度处理、按国家要求建设废水在线监测，并与环保系统联网，废水排放达到国家或地方相关标准	0.1 m ³	0.01m ³
奶牛(存栏)	干清粪		0.5 m ³	0.05 m ³
肉牛(出栏)	干清粪		1 m ³	0.1 m ³
蛋鸡(存栏)	干清粪	有机肥生产设施、且装备视频系统，所有视频能有效调阅，能充分说明粪便全部生产有机肥了。	--	--
肉鸡(出栏)	干清粪		--	--

鼓励模式④：五类畜禽养殖场（小区）采取干清粪、粪便农业利用、

污水进行厌氧-好氧-深度处理达标排放,且出水全部利用的,可认定 COD (氨氮)去除率为 97% (89%)。

建设要求及注意事项:该模式要求粪便经堆肥后用于农业生产(必须养殖场有自己的土地或周围有大型农业公司),污水经厌氧-好氧-深度处理后全部回收利用,养殖场不设污水排放口,污水回收利用可用于水产养殖、农业种植、回用作养殖冲洗水。

表 3-3 鼓励模式 4 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	配套设施要求	储存池体积 (m ³ /头)	厌氧池体积 (m ³ /头)	好氧池体积 (m ³ /头)	配套土地面积 (亩/头)
猪(出栏)	干清粪	废水厌氧反应、好氧反应、深度处理、废水全部回用(包括回用于栏舍冲洗、农业利用、水产养殖)	0.1m ³	0.1 m ³	0.01m ³	0.06 亩
奶牛(存栏)	干清粪		0.5 m ³	0.5 m ³	0.05m ³	0.875 亩
肉牛(出栏)	干清粪		1 m ³	1 m ³	0.1 m ³	1.5 亩
蛋鸡(存栏)	干清粪	粪便干燥场、堆放场	1/500m ³	--	--	1/50 亩
肉鸡(出栏)	干清粪		1/2000m ³	--	--	1/200 亩

鼓励模式⑤:生猪、奶牛、肉牛规模化养殖场(小区)采取干清粪方式,建设废弃物储存设施,无污水排放口,且粪便、污水/尿液经现场认定完全农业利用(需配备与养殖规模相适应的消纳土地,原则上以生猪计算每出栏 5 头不少于 1 亩土地,储存设施满足养殖规模需求,须提供详实的证明材料),可认定 COD (氨氮)去除率 90% (70%)。

建设要求及注意事项:该模式仅用于猪、奶牛、肉牛规模化养殖场,必须建设合格的防雨防渗的粪便堆肥场或堆放场,堆放场体积达到规定要求;污水可厌氧处理或储存,沼液或污水储存池必须防渗处理,储存池体积必须达到规定要求。

表 3-4 鼓励模式 5 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	粪便储存池体积 (m ³ /头)	污水/尿液储存池体积 (m ³ /头)	配套土地面积 (亩/头)
------	------	-----------------------------	--------------------------------	--------------

猪(出栏)	干清粪	0.1m ³	0.3 m ³	0.2 亩
奶牛(存栏)	干清粪	0.5 m ³	1.5 m ³	2.5 亩
肉牛(出栏)	干清粪	1 m ³	3 m ³	5 亩
蛋鸡(存栏)	干清粪	1/500 m ³	--	1/50 亩
肉鸡(出栏)	干清粪	1/2000 m ³	--	1/200 亩

普通模式 1: (垫草垫料+垫料农业利用):

i、垫草垫料主要指生物发酵床养殖，现主要应用于生猪养殖，农村传统冬季垫草养殖不包括在内。

ii、养殖场栏舍面积（垫草垫料 2 m²/头猪）与养殖量的对应关系；

iii、垫料用于农业利用的必须有对应的土地面积；

iv、垫料农业利用必须注意其重金属浓度满足农业生产和环境质量的要求。

普通模式 2: (垫草垫料+垫料生产有机肥):

i、垫草垫料主要指生物发酵床养殖，现主要应用于生猪养殖，农村传统冬季垫草养殖不包括在内。

ii、养殖场栏舍面积（垫草垫料 2 m²/头猪）与养殖量的对应关系；

iii、必须有对应的有机肥生产设施或养殖场周边有相应的可接纳废弃垫料的有机肥生产厂。

普通模式 3: (干清粪+粪便农业利用+污水厌氧+好氧+深度处理):

i、干清粪执行必须完全（通过养殖场用水量或污水产生量确定是否采用干清粪方式，干清粪每头每天猪污水产生量冬季不超过 10L）；

ii、必须执行严格的雨污分流，

iii、粪便储存池必须防雨防渗，体积达到规定要求；

iv、污水处理设施必须达到规定求；

表 3-5 普通模式 3 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	配套设施要求	粪便储存池 体积 (m ³ /头)	厌氧池体积 (m ³ /头)	好氧池体积 (m ³ /头)	对应土地面 积 (亩/头)
猪(出栏)	干清粪	废水厌氧反应、 好氧反应、深度 处理、废水排放 达到国家或地方 相关标准	0.1m ³	0.1 m ³	0.01m ³	0.06 亩
奶牛(存栏)	干清粪		0.5 m ³	0.5 m ³	0.05 m ³	0.875 亩
肉牛(出栏)	干清粪		1 m ³	1 m ³	0.1 m ³	1.5 亩
蛋鸡(存栏)	干清粪	粪便干燥场、堆 放场	1/500 m ³	--	--	1/50 亩
肉鸡(出栏)	干清粪		1/2000 m ³	--	--	1/200 亩

普通模式 4: (干清粪+粪便生产有机肥+污水厌氧+好氧+深度处理):

i、干清粪执行必须完全 (通过养殖场用水量或污水产生量确定是否采用干清粪方式,干清粪每头每天猪污水产生量冬季为 10L);

ii、必须执行严格的雨污分流;

iii、建设专业有机肥生产设施或粪便送专业有机肥生产厂用作生产有机肥原料;

iv、污水处理设施必须达到规定求;

表 3-6 普通模式 4 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	配套设施要求	厌氧池体积 (m ³ /头)	好氧池体积 (m ³ /头)
猪(出栏)	干清粪	有机肥生产设施,能充分说明粪便 生产有机肥;废水厌氧反应、好氧 反应、深度处理、废水排放达到国 家或地方相关标准	0.1 m ³	0.01m ³
奶牛(存栏)	干清粪		0.5 m ³	0.05 m ³
肉牛(出栏)	干清粪		1 m ³	0.1 m ³
蛋鸡(存栏)	干清粪	有机肥生产设施,能充分说明粪便 生产有机肥;	--	--
肉鸡(出栏)	干清粪		--	--

普通模式 5: (干清粪+粪便生产沼气+污水厌氧+好氧+深度处理):

干清粪执行必须完全 (通过养殖场用水量或污水产生量确定是否采用干清粪方式,干清粪每头每天猪污水产生量冬季为 10L);

- ii、必须执行严格的雨污分流；
- iii、粪便厌氧发酵池体积必须达到规定的容积和要求；
- iv、污水处理设施必须达到规定容积和要求；

表 3-7 普通模式 5 建设要求及相关参数

畜禽品种	养殖方式	配套设施要求	粪便厌氧池 体积 (m ³ /头)	厌氧池体积 (m ³ /头)	好氧池体积 (m ³ /头)
猪(出栏)	干清粪	粪便厌氧发酵池;废水厌氧反应、好氧反应、深度处理、废水排放达到国家或地方相关标准	0.2m ³	0.1 m ³	0.01m ³
奶牛(存栏)	干清粪		1 m ³	0.5 m ³	0.05 m ³
肉牛(出栏)	干清粪		2 m ³	1 m ³	0.1 m ³
蛋鸡(存栏)	干清粪	粪便厌氧发酵池	1/250 m ³	--	--
肉鸡(出栏)	干清粪		1/1000 m ³	--	--

3.2 不同规模畜禽养殖污染减排模式及要求

结合海南省农业生产特点和污染防治要求，根据国家“十二五”农业减排核算细则的要求，对不同规模养殖场减排的要求与适用模式总结如表 3-8。

表 3-8 不同规模畜禽养殖污染减排模式及建设要求

养殖品种	养殖规模	条件	粪便处理方式	粪便处理设施基本要求	污水处理方式	污水处理设施基本要求	环评类型
猪	50-500 头/年出栏	所有	堆肥还回利用、至有机肥厂	防雨防渗粪便堆放场，堆放场容积不少于储存 3 个月粪便量，生产有机肥容积不少于最长运输周期	厌氧或储存还田利用	防渗污水或沼液储存池，储存池体积不少于储存 2 个月污水产生量	环评报告表
	500-2000 头/年出栏	配套有足够农业用地	堆肥还田利用	防雨防渗粪便厌氧堆肥池、粪便堆放场，堆放场容积不少于储存 3 个月粪便产生量	厌氧或储存还田利用	防渗污水或沼液储存池，储存池体积不少于储存 2 个月污水产生量	环评报告表
		配套农业用地面积不足	堆肥还田利用、多余部分至有机肥厂	防雨防渗粪便堆放场，堆放场容积不少于粪便最长运输周期	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、沼液运输工具或管道	
		无配套农业用地	至有机肥厂	防雨防渗粪便堆放场，堆放场容积不少于最长运输周期	能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后达标排放或回用	
	2000-10000 头/年出栏	配套有足够农业用地	堆肥还田利用	防雨防渗的粪便厌氧堆肥池、粪便堆放场，堆放场容积不少于储存 3 个月粪肥产生量	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、沼液运输工具或管道	存栏 3000 头以上（含 3000 头）：环评报告书；存栏 3000 头以下：环评报告表。
		配套农业用地面积不足	还田利用、多余部分至有机肥厂	防雨防渗粪便堆放场，堆放场容积不少于粪便最长运输周期	能源生态型为主、能源环保型相结合	厌氧处理、沼液储存池、沼液运输工具或管道，氧化塘或人工湿地处理	

		无配套农业用地	至有机肥厂	专业有机肥生产设施或粪便临时储存场	能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后达标排放或回用	
	10000-20000头/年出栏	配套有足够农业用地	堆肥还田利用	防雨防渗的粪便厌氧堆肥池、粪便堆放场，堆放场容积不少于储存3个月粪肥产生量	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、沼液输送管道、沼液浇灌设施	环评报告书
		配套农业用地面积不足	有机肥生产或至有机肥生产厂	专业有机肥生产设施或粪便临时储存场	能源环保型为主、能源生态型相结合	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后回用于农业灌溉	
		无配套农业用地			能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后达标排放或回用	
	20000 以上年出栏	有自有配套土地	有机肥生产	专业有机肥生产设施	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、沼液输送管道、沼液浇灌设施	环评报告书
		无自有配套土地			能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后达标排放或回用	
	牛	奶牛 5-100 头存栏量；肉牛 10-100 头年出栏量	堆肥还田利用，至有机肥厂	防雨防渗粪便堆放场，堆肥还田利用堆放场容积不少于储存3个月粪便量，有机肥生产堆放场容积不少于最长运输周期	厌氧或储存还田利用	防渗污水或沼液储存池，储存池体积不少于储存2个月污水产生量	环评报告表
		奶牛 100-400	堆肥还田利用	防雨防渗的粪便厌氧堆肥	厌氧或储存还	防渗污水或沼液储存池，	环评报告表

	头存栏量；肉牛 100-400 头 年出栏量	农业用地	用、食用菌生产	池、粪便堆放场，堆放场容积不少于储存 3 个月粪肥产生量	田利用	储存池体积不少于储存 2 个月污水产生量	
		配套农业用地面积不足	还田利用、多余部分有机肥生产	防雨防渗粪便堆放场，堆放场容积不少于有机肥厂粪便最长运输周期	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、沼液运输工具或管道	
		无配套农业用地	至有机肥生产厂	防雨防渗粪便堆放场，堆放场容积不少于最长运输周期	能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后达标排放或回用	
	奶牛大于 400 头存栏量；肉牛大于 400 头 年出栏量	有自有配套土地	有机肥生产	专业有机肥生产设施	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、沼液输送管道、沼液浇灌设施	奶牛存栏 500 头以上(含 500 头)，肉牛存栏 600 头以上(含 600 头)：环评报告书；其他：环评报告表。
		无自有配套土地			能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深度处理设施等，污水处理后达标排放或回用	
鸡	蛋鸡存栏量 500-10000 羽； 肉鸡年出栏量 2000-50000 羽	所有	堆肥还回利用或至有机肥厂	干化设施或防雨防渗粪便堆放场	农业利用	储存池	环评报告表
	蛋鸡存栏量 10000-40000 羽；肉鸡年出栏量 50000-200000 羽	配套有足够农业用地	还田利用	干化设施或防雨防渗粪便堆放场	农业利用	储存池	环评报告表
		配套农业用地面积不足	还田利用、多余部分至有机肥厂	干化设施或防雨防渗粪便堆放场	厌氧、还田利用	厌氧池、沼液储存池	
		无配套农业	有机肥生产	专业有机肥生产设施或粪	能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深	

		用地	或至有机肥 生产厂	便临时储存场		度处理设施等，污水处理 后达标排放或回用	
	蛋鸡存栏量大 于 40000 羽； 肉鸡年出栏量 大于 200000 羽	有自有配套 土地	有机肥生产	专业有机肥生产设施	能源生态型	厌氧处理、沼液储存池、 沼液输送管道、沼液浇灌 设施	存栏 100000 羽以 上（含 100000 羽）：环评报告 书；存栏 100000 羽以下：环评报 告表。
		无自有配套 土地			能源环保型	厌氧处理、好氧处理、深 度处理设施等，污水处理 后达标排放或回用	

第四章 畜禽养殖场环境管理

4.1 畜禽养殖场建设环保要求

4.1.1 新建畜禽养殖场要求

1) 建设前的评估工作

- (1) 确立项目建设目标;
- (2) 对现有的资源条件评估;
- (3) 项目建成后可能产生的影响评估(产品的利用方案、可能产生的经济效益、对周边的带动性和环境影响等)。

2) 养殖场场址选择

场址选择要根据养殖场经营种类、方式、规模、生产特点、饲养管理方式以及生产集约化的程度等基本特点,对地势、地形、土质、水源以及污染防治要相关规定、居民点的配置、交通、电力和物资供应等方面全面考察后确定。选择场址应考虑节约用地,选择交通便利、水、电供应可靠,便于废弃物利用或处置的地方建场。具体要求:

(1) 坚持三条原则: a.节约用地的原则; b.安全环保的原则; c.经济合理的原则。

(2) 相关要求:

- a. 符合当地养殖业规划布局的总体要求,建在规定的非禁养区内。
- b. 符合环境保护和动物防疫要求。新建、改建和扩建养殖场、养殖小区按照《中华人民共和国环境影响评价法》的有关规定进行环境影响评价,并提出切实、可行的污染物治理和综合利用方案。
- c. 符合当地土地利用规划和城乡发展规划,建设永久性养殖场、养殖小区和加工区不得占用基本农田,充分利用空闲地和未利用土地。

d. 坚持农牧结合、生态养殖，既要充分考虑饲草料供给、运输方便，又要注重公共卫生。

e. 建在地势平坦、场地干燥、水源充足、水质良好、排污方便、交通便利、供电稳定、通风向阳、无污染、无疫源的地方，处于村庄常年主导风向的下风向。

3) 环保要求：

新（改、扩）建养殖场要求按工业点源的管理方式进行环保管理，项目建设执行环保“三同时”制度（废弃物治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产运行），严格执行环境影响评价制度。

具体要求：

a. 新（改、扩）养殖场必须采用干清粪工艺，不可与尿、污水混合排出，并将产生的粪渣及时运至贮存或处理场所，实现日产日清。严禁采用水冲粪、水泡粪工艺。

根据环保部《规模畜禽养殖场污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-10）的要求，各类畜禽养殖场存栏畜禽日污水产生量和污水中各主要污染浓度限值如表 4-1 所示。

表 4-1 畜禽养殖主要水污染物产生量及污染物含量指标控制范围

养殖种类	清粪方式	日产生量 (kg/头羽)	COD(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	TN(mg/L)	TP(mg/L)
生猪	干清粪	≤10	2500~2770	230~290	320~420	35~50
	水冲粪	≤20	15600~46800	130~1780	140~1970	30~290
牛	干清粪	≤20	920~1050	40~60	57~80	16~20
	水冲粪	≤50	6000~25000	300~1400	300~500	35~50
鸡	干清粪	0.1-0.25	2740~10500	70~600	100~750	13~60

注：新扩改规模化养殖场必须采用干清粪方式，列出水冲粪工艺主要是为了对现有采用水冲粪工艺的养殖场进行用水量定量限制参考。

- b. 严格执行畜禽养殖清洁生产要求，严格执行雨污分流措施。
- c. 对采用种养平衡模式的新（改、扩）建养殖场环境影响评价必须制定完善的废弃物农业利用营养计划，并开展地下水专项评估。
- d. 对无法达到种养平衡的新（改、扩）建养殖场必须对废弃物进行处理，达到资源化利用或达标排放。

4.1.2 污染防治设施建设要求

1) 海南主要畜禽粪尿产生量值

为了便于确定污染防治设施建设规模，现将海南省主要畜禽粪、尿产生量列表如下：

表 4-2 海南省主要畜禽日产粪污量表

畜禽品种	饲养周期	每头日排泄量/kg			每头年排泄量/t		
		粪量	尿量	总计	粪量	尿量	总计
种公猪	365	2.0-3.0	4.0-7.0	6.0-10.0	0.9	2.0	2.9
哺乳母猪	365	2.5-4.2	4.0-7.0	6.9-11.2	1.2	2.0	3.2
后备母猪	180	2.1-2.8	3.0-6.0	5.1-8.8	0.4	0.8	1.2
出栏猪（大）	180	2.17	3.5	5.67	0.4	0.6	1.0
出栏猪（中）	90	1.3	2.0	3.3	0.12	0.18	0.3
乳牛	365	30-50	13-25	45-75	14.6	7.3	21.9
成牛	365	20-35	10-17	30-52	10.6	4.9	15.5
育成牛	365	10-20	5-10	15-30	5.5	2.7	8.2
犊牛	180	3-7	2-5	5-12	0.9	0.45	1.5
蛋鸡	365	0.14-0.16	0.06	--	--	--	--
肉鸡	50	0.09	0.0045	--	--	--	--

注：此表数值根据对海南省部分养殖场调查结果计算所得。

2) 污染治理工程选址

污染贮存、治理设施的位置须远离各类功能地表水体（距离不得小于 400m），并应设在养殖场生产及生活管理区的常年主导风向的下风向和侧风向处，距离畜禽舍 100m 以上，距生活区距离 200m 以上。

3）工程模式与工艺技术的选择

根据项目总体目标和项目依托方的综合条件等，选择适宜的工程模式和工艺技术。（具体要求详见第三章“畜禽养殖污染减排措施及相关要求”部分）

4）总平面设计

（1）按照工艺流程、各种构（建）筑物的功能及关联，各类管道及附属设施的布局，结合场地地形和地质条件等因素，科学设计总平面，为工程的施工、运行管理和安全维护提供保障。

沼气的生产、净化和储存的设施宜相对集中在一个区域，便于管理和安全防护；附属建筑物和生活设施，除因为特殊功能要求外，尽可能与处理构筑物保持一定距离。沼气工程是系统工程，它与供水、供电、供气、排水、消防及污泥处置均有着密切的联系，总图设计时，应将附属配套设施一并考虑。

5）纵向工艺流程设计

纵向工艺流程图应包括：各处理构（建）筑物和各类设备、仪表的名称、标高、剖面简图以及在垂直方向上的相对位置；各连接管线（渠）的名称（或编号）、直径、标高、坡度、走向等。

4.2 畜禽养殖场污染治理设施施工及验收

4.2.1 总体要求

1）建设工程构（建）筑物的施工及设备、管道、电气仪表的制作安装必须按照设计要求和施工图纸进行。

2) 施工过程中各专业应密切配合, 严格执行施工程序和制度。

3) 施工须遵守国家 and 地方有关抗震、安全、防火、劳保及环保等方面的现行规定。

4.2.2 施工准备

建设工程施工前应由设计单位向施工单位进行技术交底, 发现错误应及时更正。

1) 施工前, 应获取现场第一手资料:

✚ 工程现场地形和现有构、建筑物情况;

✚ 工程地质、水文及气象资料;

✚ 施工供水、供电及交通运输条件;

✚ 建筑材料、施工机具的供应条件;

✚ 结合工程特点和现场情况的其它资料。

2) 施工方应编制详细的施工组织方案, 主要内容应包括:

工程概况、施工部署、施工方法、材料、主要机械设备的供应、质量保证、安全、工期、降低成本和提高效益的技术组织措施; 施工计划、施工的安全管理体系, 安全保障措施和突发事件应急方案; 施工的环境保护措施; 组织机构及主要管理体制人员; 施工进度、质量和资金使用情况。

4.2.3 注意事项

构(建)筑物在施工过程中, 应与工艺、设备、管道、电气及仪器仪表专业工种密切配合, 编制详细的施工进度计划, 明确各自的职责, 严格按程序施工, 以防漏项。所使用的主要材料应有符合国家规定的技术质量鉴定文件或合格证书。

4.2.4 工程施工质量控制重点

包括：厌氧反应装置；好氧反应装置、鼓风曝气系统、沼气的净化、贮气设备；工艺管道；水电消防；隐蔽工程；仪器仪表。

4.2.5 试水、试压

1) 密闭装置的试水试验应符合下列规定：

a. 满水试验必须在密闭装置主体结构已达到设计强度，并在保温层施工及回填土前进行；

b. 满水试验的方法应符合 GBJ141-90 附录一的规定；

c. 检验方法：观察 24 小时，水位下降 2cm 以内为不渗漏。

2) 密闭装置的气密性试验应符合下列规定：

a. 试水合格后，密闭装置必须进行气密性检验；气密性试验应在防水层、涂料层施工后，保温层施工前进行；

b. 气密性试验的方法应符合 GBJ141-90 附录二规定；

c. 气密性试验压力应为密闭装置的设计工作气压，24h 的气压降应小于试验压力的 3%。

4.2.6 施工验收

1) 污染治理工程施工完毕，须经竣工验收合格后，方可投入使用。

2) 施工验收包括中间验收和竣工验收。

a. 中间验收：

中间验收——指分项或分部工程先进行验收，基础和隐蔽工程、主体结构的强度、单体装置的密闭性（厌氧反应器、储气装置及净化设备的试水试压）；各类水池的满水试验；水、电、气各分部的单项工程；各类管道系统的强度及严密性检验等。每项单项工程验收合格后，方可进行下道工序施工。

中间验收应按照相关质量检验标准和方法进行检验，并认真做好中间验收记录，有关参与方应签署验收意见。

b. 竣工验收:

工程全部施工完毕,需对工程整体施工质量和使用功能进行竣工验收。竣工验收前,施工单位应做好如下工作:

- ①全面检查项目建设情况,重点是各项收尾工作的完成情况。
- ②自查各工序的建设质量。
- ③竣工财务决算与审计。
- ④检查各系统的使用功能、生产和服务能力。
- ⑤整理健全项目建设档案(资料齐全、记录规范、签章完整)。
- ⑥撰写项目竣工验收报告。
- ⑦提交项目竣工验收申请。

污染治理工程竣工验收后,建设单位应将有关设计、施工、监理、验收的文件等技术资料立卷存档。

4.2.7 环保验收

在项目运行调试达到稳定正常运行后 1-2 个月内,建设单位应申请环保验收,项目环保验收由审批环评文件的环境保护部门组织实施,农业、畜牧部门共同参与。

环保验收前建设单位应完成如下工作:

- ①全面检查污染治理工程运行情况,保证所有设施正常稳定运行;
- ②完成项目竣工验收工作;
- ③建设完善的污染治理设施建设档案及运行管理档案;
- ④对于有废弃物外排的建设项目,必须提供由有资质单位的污染物排放监测报告,且监测结果符合相关环保标准要求;
- ⑤撰写项目环保验收报告;
- ⑥提交项目环保验收申请。

4.3 运行管理及安全生产

4.3.1 运行管理

1) 运行调试前的准备工作

污染治理工程的启动调试应在工程竣工验收合格后进行，同时还应做好下列准备工作：

a. 检查各类处理构筑物 and 设施内的杂物是否清除干净；所有盛水设施须做渗漏检验（清水试验），检验合格后须分期排干净。

b. 所有密闭装置（厌氧反应器、储气装置、脱硫设备、气水分离、水封及阻火器等）和各类管道应进行试水和密闭性检验，并合格。

c. 检查各类管道、阀门和设备是否清理干净、无异物，并处于备用状态。

d. 水泵、电机、加热设施、搅拌装置、气体收集系统以及其他附属设备等已进行了单机试车和联动试车

e. 各种仪表已经完成了校正。

f. 制定出启动调试方案、运行操作规程、维护保养规程、安全防护措施、应急预案和相关管理制度，并对污染治理工程的运行管理人员、操作人员、维修人员及安全员完成了专业及岗位技能培训。

g. 操作间、监控室及各类设施、设备附近的明显部位，已张贴必要的工作图表、安全注意事项、操作规程和设备运转说明等。

2) 运行管理要点

a. 投料量和周期应按工艺要求进行，并在实践中摸索出最佳参数。

b. 维持相对稳定的生物反应器温度。

c. 维持稳定的运行负荷。

d. 维持各处理单元的 stable 运行条件。

e. 定期检查各机械设备的运行状况，保证所有设施的稳定运行。

f. 发现运行异常时，应采取相应措施，并及时上报，记录处理结果。出现操作人员正常工作范围之外或不能立即解决的问题，在采取力所能及的解决措施的同时，应及时向上级主管部门汇报，组织有关方协助解决，并记录处理过程和后果。日常保养属于经常性工作，由操作人员负责。定期维护属于阶段性工作，由维修人员负责。大修理属于恢复设施、设备原有技术状态的检修工作，由专业检修人员负责。

4.3.2 安全生产

1) 对新从事治理工程操作与管理的员工应进行系统的安全教育，讲明有关安全生产法令，介绍污染治理工程的运行特点和安全生产规定，详细讲解沼气、防火、防爆、防窒息、防机械伤害、防触电等知识。

安全教育主要包括：学习有关安全生产的重要文件、安全操作规程和安全制度，交流安全生产中的经验与教训，开展查隐患活动，召开事故分析会，研究安全整改措施等。运行管理人员必须熟悉治理工程工艺和设施、设备的运行要求及技术指标。

2) 操作人员必须熟悉本岗位设施、设备的运行要求和技术指标，并应了解治理工程工艺流程。

3) 操作人员、维修人员、安全监督员必须经过专业技术培训。

4) 定期检查治理管道系统和设备是否泄漏、受阻，如发现泄漏或不畅通，应迅速检修。

5) 严禁随便进入具有有毒、有害的生物反应器、管沟（渠）、地下井室及储气装置内。需进入时，必须采取安全防护措施（通风、动物安全试验、安全带、救护措施）。

6) 操作人员在维护、启闭电器时，应按电工操作规程进行，并挂指

示标牌。

7) 维护保养有机械转动部件的设备时，应采取安全防护措施。

8) 储气装置因故需放空时，应间歇释放，严禁将储存的沼气一次性排入大气。放空时应选择天气，在可能产生雷雨或闪电的天气，不得释放沼气。

附件：畜禽养殖污染防治单元技术

附 1.1 畜禽养殖清粪方式

附 1.1.1 干清粪

1)人工干清粪。人工干清粪就是靠人利用清扫工具将畜禽舍内的粪便清扫收集，再由机动车或人力车运到粪便堆放场。

人工干清粪只需一些清扫工具、人工清粪车等，设备简单、无耗能、一次性投资少。还可以做到粪尿分离。其缺陷是劳动强度大、生产率低。

人工干清粪适合于各种规模的养殖场，特别适合于中、小规模养殖场，对刚起步或资金短缺的养殖户来说，宜采用人工干清粪方式。

干清粪通用的工具为铁锹、叉、铲板、扫把、刷子、加压冲洗机以及其他手工工具。其设备投资一般为 0.15—2.0 万元，人力工资大致上与清除的干粪价值相当。

2)机械干清粪。机械干清粪目前主要有链式刮板清粪机和往复式刮板清粪机等机械。

机械干清粪的缺点是一次性投资较大，运行维护费用较高；机械清粪现主要用于养鸡、养牛场，而在生猪养殖应用较少，但在国内已有一批大型规模化养猪场建设并运行了机械干清粪设施，且运行正常。

机械设备一次性投资较大，运行成本相对较高。采用机械清粪方式不仅可提高粪便收集率，也可降低人工劳动强度，在大型规模化养殖场采用将产生较好经济效益和环境效益。

采用干清粪工艺，从源头减少水污染物的产生，是畜禽粪便资源化利用的基础，也是降低畜禽养殖对环境的影响的一种经济有效的方式，其粪便清出率可达 70%以上。

附 1.1.2 水泡粪

水泡粪清粪(自流式清粪)，它是在缝隙地板下设粪沟，粪沟底部做成一定坡度，粪便在冲洗猪舍水的浸泡和稀释下成为粪液(粪水混合物)，在自身重力作用下流向端部的横向粪沟，待沟内积存的粪尿和水达到一定程度时(夏天 1-2 个月，冬天 2-3 个月)提起沟端的闸门排放沟中的粪水。这种方式，在粪便与尿液在粪池中储存过

程中会发生厌氧或兼氧反应使污染物浓度降低，可提高劳动效率、降低劳动强度，但水泡粪耗水耗能多，舍内卫生状况变差（潮湿、有害气体浓度提高），更主要的是，粪中的可溶性有机物溶于水，使水中污染物浓度增高，增加了污水处理难度。因此，不管从养殖环境和污染物治理难易程度两方面都不宜采用水泡粪工艺，对现有水泡粪工艺的养殖场要逐步改为干清粪工艺。

附 1.1.3 水冲粪

水冲式清粪指在缝隙地板下设粪沟（沟底有坡度），海南省多见为栏舍水泥地板，在栏舍内或外设粪污沟。每天多次用水将栏舍内粪污冲出舍外。水冲式清粪的优点是设备简单、投资较少、劳动效率高、工作可靠、故障少，易于保持舍内卫生。

海南省由于地处热带、亚热带地区，年平均温度高，水资源充足，大部分规模化养殖场采用水冲粪的清粪工艺。水冲粪工艺的特点水量消耗大、产生污水多、流出的粪便为液态、粪便处理难度大，也给粪便资源化利用造成困难，粪便中的可溶性有机物大部分溶解于水中，大大增加水中污染物的负荷。这种方式从环境保护的角度上讲是必须严格控制的一种高污染的清粪方式。现有存在的水冲的养殖方式的必须进行改造，采用干清粪工艺。

附 1.2 前处理技术

附 1.2.1 格栅

在大、中型畜禽场废水处理系统中，较多采用固定式格栅（见图 1-1）。在粪水沟进入集粪池之前安装固定格栅，栅条间距一般为 15-30mm，用以在粪水进入集粪池和水泵前拦截较大的杂物。格栅一般采用不锈钢材料，并制作成可移动式以便于清洗。格栅对于畜禽养殖粪便的分离效果较差，干清粪情况下，存留于栏舍的粪便颗粒较小，一般随冲洗水进入到污水中，格栅基本不能对



图 1-1 格栅

其进行分离，而水泡粪和水冲粪，大部分粪便在水中分散，格栅也不能对其分离。一般情况下较少用于对畜禽粪便的分离。

附 1.2.2 固液分离设施

1) 自流式滤粪（柜）系统。自流式滤粪（柜）系统是目前比较适合海南省中小型养殖场粪污分离的一种方式。该装置采用不锈钢材质或木质框架制作而成（见图 1-2 a、1-2 b）。



图 1-2 a 自流式滤粪（柜）系统图



1-2 b 运行中的自流式滤粪柜

整个滤粪系统由多个不锈钢滤网并联组合而成，利用地势高低差的水头压力，将粪水经 PVC 管（管径约 110mm）自流注入滤粪柜，粪水在重力作用下经滤网析出，粪渣则被截留于粪柜内。每天排放 100 吨污水的养殖场，可配套安装 12-16 个滤粪柜，每个柜长、宽、高分别约 1m、0.8m 和 0.6m。运行时，每次同时开启 3-4 个滤粪柜为一个工作组，当一组滤粪柜积满粪渣后即停止使用，同时启用另一组滤粪柜，待停用的滤粪柜内的粪渣自行沥干后予以清除，如此循环往复轮换使用。

由于该滤粪（柜）系统为自流式且自行沥干柜内的粪渣，其 TS 去除率可达 60% 以上，粪便中的大部分营养被截留并分离出来，较其他离心式或挤压等滤粪方式其污染物减量化效果更为突出。

自流式滤粪系统适用于任何具有较大自然高低差（粪水源与滤粪柜高低差以大于 1.5m 为宜）的养殖场。每个滤粪柜（包括土建在内）造价约 1600 元，按每天排放百吨污水需配套安装滤粪柜 16 个计，其总投资约 2.56 万元。具有造价低、牢固耐用、效果好、管理操作方便等优点。

2) 固液分离机

固液分离机应用于生猪养殖固液分离的主要有离心分离机、挤压式螺旋分离机。

离心分离机是一种通过提高加速度来达到良好固液分离效果的固液分离设备，但需要消耗大量的电能，因而运行成本较大。卧式离心分离机是一种典型的离心沉降设备，可用于畜禽场粪水的固液分离，当猪粪水中的含固率为 8% 时，TS 的去除率可达到 60% 左右。卧式离心分离机动力消耗大，运行费用高，而且还存在着专业维修保养的难题。

挤压螺旋式分离机是一种较为新型的固液分离设备，粪水固液混合物从进料口被泵入挤压式螺旋分离机内，安装在筛网中的挤压螺旋以 30r/min 的转速将要脱水的原粪水向前携进，其中的干物质通过与机口形成的固态物质圆柱体相互挤压而被分离出来，液体则通过筛网筛出。经处理后的固态物含水量可降到 65% 以下。

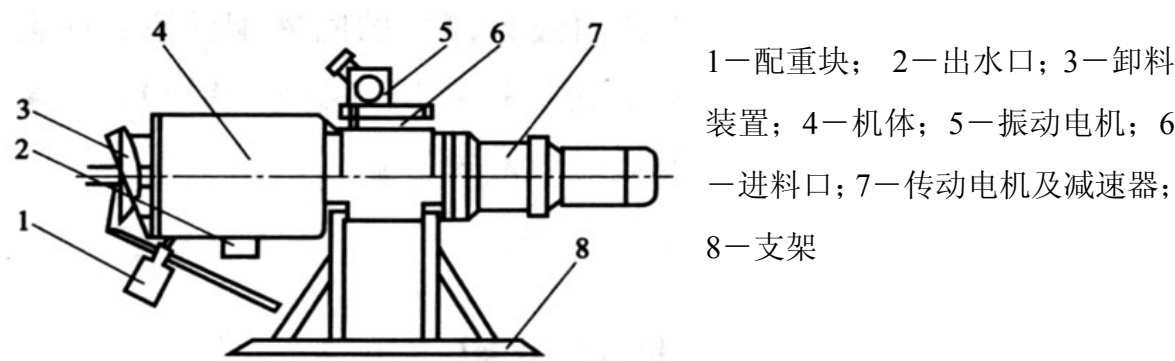


图 1-3a LJG - 1 型螺旋挤压式固液分离机示意图



图 1-3b 挤压螺旋式固液分离机



图 1-3c 离心式固液分离机

挤压式螺旋分离机工作效率的高低取决于原粪水的贮存时间、干物质含量、原粪水的黏性等因素，其平均效率为：猪粪水每小时处理量约为 20m^3 ，牛粪水每小时处理量约为 10m^3 ，鸡粪水每小时处理量约为 7m^3 。

挤压式螺旋分离机的优点是效率较高，分离出的干物质含水量较低，结构简单，维修保养简便。但其最重要的缺陷是，在分离以前需要将原粪水用搅拌器搅拌均匀，

从而造成粪水中大量的有机物溶解在水中，这使得废水的后处理变得异常困难，最终处理出水达不到排放标准。

离心式和挤压式固液分离机虽然一次性投资较大（约 3-5 万元），操作也相对复杂，需要精心维护，但具有效率高，可控性强，人工劳动强度较小、自动化或半自动化水平较高等特点，更适合于大中型畜禽养殖场使用。离心式和挤压式固液分离机在养殖废水固液分离中都有一定程度的应用，也可用于干清粪后污水中悬浮物的去除，沼渣脱水等，但在水泡粪固液分离中使用效果较差。

附 1.2.3 沉砂池

沉砂池的功能是从废水中分离密度较大的颗粒。沉砂池一般设于泵站及沉淀池之前，这样既能够使发动机件免受磨损，减少沉淀池的负荷，且能使无机颗粒和有机颗粒分别分离，便于分别处理和处置。

沉砂池的工作是以重力分离作为基础，就是将沉砂池内的废水流速控制到只能使密度大的无机颗粒沉淀的程度。

沉砂池形式，按池内水流方向不同，可分为平流式和竖流式两种。在畜禽养殖废水处理中，沉砂池大部分为平流式，且大部分建于每栋栏舍总集水口处，成为污水沟的一部分。水流部分实际上是一个明渠，两端设有闸板，控制水流，如专用沉砂池则在池的底部设有贮砂斗，下接排沙管，开启贮砂斗的闸阀，即能够将砂排出。

废水在沉砂池中的流速介于 0.3-0.15m/s 之间，而在最大流量时的停留时间不小于 30s，一般为 30-60s。池的座数或分隔数不少于 2。池体有效水深不大于 1.2m，一般采用 0.25-1m，每格宽度一般不小于 0.6m，超高 0.3m。进水头部一般设有消能和整流措施。池底坡度一般为 0.01-0.02%。贮砂斗的容积一般是按不超过 2 天的沉沙量考虑的。

沉砂池适用于所有的畜禽养殖污水处理工程。一般池体为砖砌，每立方米造价在 250-350 元之间，是不可缺少的一个废水前处理设施。在养殖废水处理中最常用的情况是每栋栏舍建一个 3-5m³ 的沉淀池，沉于底部的砂粒和颗粒较大的悬浮物人工清理。

附 1.2.4 沉淀池

沉淀池以平流和竖流式的沉淀池应用最多。新鲜的畜禽粪水有比较好的沉淀性能。但由于猪粪水厌氧发酵速度快，特别是在夏天气温较高时，沉于底部的粪渣如

不及时清理，因厌氧发酵产生沼气，将粪渣一起带上至表面，形成表面浮渣层。养殖废水处理中常用平流式沉淀池，一般畜禽污水水力停留时间为 1-3h，总高不宜大于 5 米，有效水深 2-4 米。沉淀池应设排渣管道或采用机械排泥方式，设计参数参见 GBJ14 的相关规定。通常情况下规模畜禽场（生猪存栏 10000 头以下）采用人工排渣。平流沉淀池比较适用于“能源环保”型工程，每天处理养殖污水 100 吨，建 15-20m³沉淀池，按砖混结构估算，建池费用为 0.50-0.65 万元。机械排渣仅用于大型规模化养殖场，其设备投资大，总投资为 17 万元左右。

附 1.3 厌氧处理装置

附 1.3.1 完全混合式厌氧反应器（CSTR）

1) 工作原理

完全混合式厌氧反应器是在常规反应器内安装了搅拌装置，使发酵原料和微生物处于完全混合状态，与常规反应器相比，使活性区遍布整个反应器，其效率比常规反应器有明显提高，故名高速反应器（图 1-4a，1-4b）。



图 1-4a CSTR 立式池(1)



图 1-4b CSTR 立式池(2)

该反应器采用连续恒温连续投料或半连续投料运行，适用于高浓度及含有大量悬浮固体原料的处理。在反应器内，新进入的原料由于搅拌作用很快与发酵器内的全部发酵液混合，使发酵底物浓度始终保持相对较低状态，而其排出的料液又与发酵液的底物浓度相等，并且在出料时微生物也一起排出，所以，出料浓度一般较高。该反应器是典型的 HRT（水力停留时间）、SRT（污泥滞留时间）和 MRT（微生物滞留时间）完全相等的反应器，为了使生长缓慢的产甲烷菌的增殖和冲出的速度保持平衡，所以要求 HRT 较长，一般要 10-15d 或更长的时间。CSTR 反应器主要用

于对畜禽粪便的处理上得到较大应用，如大型生猪、鸡、牛场粪便厌氧发酵生产沼气中得到较广泛的应用。

2) CSTR 的优点

- (1) 该工艺可以进入高悬浮固体含量的原料;
- (2) 反应器内物料均匀分布, 避免了分层状态, 增加底物和微生物接触的机会;
- (3) 反应器内温度分布均匀;
- (4) 进入反应器内的任何一点抑制物质, 能够迅速分散保持最低的浓度水平;
- (5) 避免了浮渣结壳、堵塞、气体逸出不畅和沟流现象。

3) CSTR 的缺点

- (1) 由于该反应器无法做到 SRT 和 MRT 大于 HRT 的情况下运行, 所以需要反应器体积较大;
- (2) 要有足够的搅拌, 所以能量消耗较高;
- (3) 生产用大型反应器难以做到完全混合;
- (4) 底物流出该系统时未完全反应, 微生物随出料而流失。

附 1.3.2 厌氧滤器 (AF)

1) 工作原理

厌氧滤器是在它的内部安置有惰性介质 (又称填料), 过去多采用石块, 焦炭。煤渣或蜂窝状塑料制品。厌氧发酵细菌, 尤其是产甲烷菌具有在固体表面附着的习性, 它们呈膜状附着于惰性介质上, 并在介质之间的空隙里互相黏附成颗粒状或絮状存留下来, 当污水自下而上或自上而下流动通过生物膜时, 有机物被细菌利用而生成沼气。附着生物膜不易流失, 从细菌生成到从膜上脱离可在反应器内滞留 150-600 天, 这样可在反应器内积累大量微生物, 从而可以利用厌氧滤器处理 COD 浓度很低的污水。

在 AF 内, 填料的主要功能是为厌氧微生物提供附着生长的表面积, 一般来说, 单位体积反应器内载体的表面积越大, 可承受的冲击负荷越高。除此之外, 填料还要有相当的孔隙率, 空隙率高, 在同样的负荷条件下 HRT 越长, 有机物去除率越高, 另外, 高孔隙率对防止滤池堵塞和短流均有好处。目前较普遍使用纤维填料, 因其性能和造价较传统填料优越。传统的填料在处理畜禽养殖等高悬浮物浓度废水时经常出现堵塞现象, 因此, 传统填料 AF 反应器很少用于处理畜禽养殖废水; 纤维填

料由于其孔隙大，悬浮物堵塞现象得到有效控制，在养殖废水厌氧处理中得到一定程度的应用，特别是对经固液分离后的废水进行厌氧处理。

2) AF 的优点

- (1) 不需要搅拌操作;
- (2) 由于具有较高的负荷率，使反应器容积缩小;
- (3) 微生物呈膜状固着在惰性介质上，MRT 长，污泥浓度高，运行稳定，技术要求低;
- (4) 更能够承受负荷变化;
- (5) 长期停运后可更快地重新启动。

3) AF 的缺点

- (1) 填料费用较高，安装施工较复杂，填料的寿命一般 5 年左右，要定时更换;
- (2) 易产生填料堵塞和短路;
- (3) 只能处理低悬浮物 (SS) 浓度的废水，对高 SS 废水效果不佳并易造成堵塞。

目前厌氧滤器在国内外的应用都较少，其发展前途将视其与 UASB 性能的综合比较而决定，一些新兴填料还有待于长期运行的考验。但从其主要功能看，对低 SS 的清沼液进行高效深化处理将有可能产生较好效果，如将第二级厌氧反应器改进成 AF 应较为可取。但必须注意一定不能用于处理高悬浮物浓度的养殖废水。

附 1.3.3 升流式厌氧反应器 (UASB)

UASB (见图 1-5a、1-5b、1-5c) 是海南省应用最多的一种厌氧反应器，由于该反应器结构简单，运行费用低，处理率高而得到较大程度的应用。



图 1-5a UASB 反应器图



1-5b UASB 反应器三相分离器

1) 工作原理

反应器内分为 3 个区，从下至上为污泥床、污泥层、和、液、固三相分离器。反应器的底部是浓度很高并具有良好的沉淀性能和凝聚性的絮状或颗粒状污泥形成的污泥床。污水从底部经布水管进入污泥床，向上穿流并与污泥床内的污泥混合，污泥中的微生物分解污水中的有机物，将其转化为沼气。沼气以微小的气泡形式不断放出，并在上升过程中不断合并成大气泡。在上升的气泡和水流的搅动下，反应器中部的污泥处于悬浮状态，形成一个浓度较低的污泥悬浮层。反应器的上端设有气、液、固三相分离器（图 1-5b）。在反应器内生成的沼气泡受反射板的阻挡进入三相分离器下面的气室内，再由管道经水封而排出。固、液混合液经分离器的窄缝进入沉淀区，在沉淀区内由于污泥不再受到气流的冲击，在重力的作用下沉淀。沉淀至斜壁上的污泥沿着斜壁滑回污泥层内，使反应器内积累大量污泥。分离后的液体，从沉淀区上表面进入溢流槽而流出。

2) UASB 的优点

（1）除三相分离器外，反应器结构简单，没有搅拌装置及供生物附着的填料；

（2）较长的 SRT 和 MRT 使其达到了很高的负荷率；

（3）颗粒污泥的形成，使微生物天然固定化，改善了微生物的环境条件，增加了工艺的稳定性；

（4）出水的悬浮固体含量低。

3) UASB 的缺点

（1）需要安装三相分离器；

（2）需要有效的布水器使进料能均布于反应器的底部；

（3）当冲击负荷或进料中悬浮固体含量升高，以及遇到过量有毒物质时，会引起污泥流失。

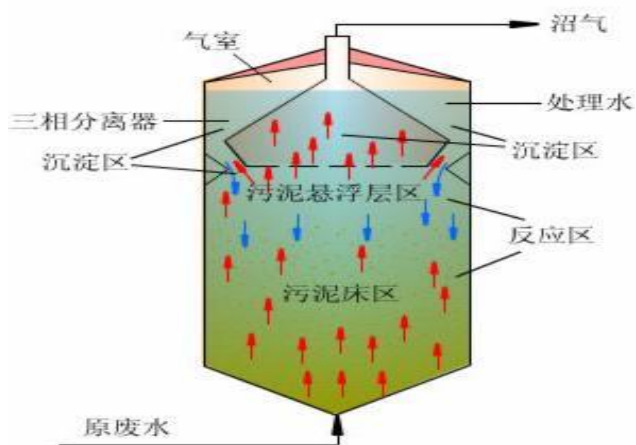


图 1-5c UASB 构造图

附 1.3.4 升流式固体反应器（USR）

1) 工作原理

USR 反应器是一种结构简单, 适用于高浓度悬浮固体原料反应器。原料从底部进入反应器内, 反应器内不需要安装三相分离器, 不需要污泥回流, 也不需要完全混合式那样的搅拌装置。未消化的生物质固体颗粒和沼气发酵微生物, 靠被动沉降滞留于反应器内, 上清液从反应器上部排出, 这样就可以得到比 HRT 高得多的 SRT 和 MRT。从而提高了固体有机物的分解率和反应器的效率。

2) USR 反应器的优点

(1) 在重力的作用下, 比重较大的固体物与微生物靠自然沉降作用积累在反应器下部, 使反应器内始终保持较高的固体量和生物量, 即有较长的 SRT 和 MRT, 这是 USR 在较高负荷下能稳定运行的根本原因。由于 SRT 较长, 出水带出的污泥不需回流, 固体物得到了较为彻底的消化, SS 去除率在 60—70%。

(2) 粪便消化过程中产生的氨使碱度增加, 中后期碱度保持在 7000-7500mg/L, 这对厌氧反应起到很好的作用。当超负荷运行时, 污泥沉降性能变差, 出水 COD 升高, 但一般不会造成酸化。

3) USR 反应器的缺点

(1) 进料固形物 SS 在 5-6%, 再提高易出现布水管堵塞等问题 (单管布水易断流);

(2) 对含纤维素较高的料液 (如牛粪), 应在发酵罐液面增加浮渣设施, 以防表面结壳。

附 1.4 好氧处理:

附 1.4.1 推流式活性污泥法:

1) 工作原理: 推流式活性污泥法中的推流式曝气池表面呈长方形, 在曝气和水力条件的推动下, 曝气池中的水流均匀地推进流动, 废水从池首端进入, 从池尾端流出, 前段液流与后段液流不发生混合。在曝气过程中, 从池首至池尾, 随着环境的变化, 生物反应速度是变化的, F/M 值也是不断变化的, 微生物群的量和质不断地变动, 活性污泥的吸附、絮凝、稳定作用不断地变化, 其沉降-浓缩性能也不断变化。

典型推流式活性污泥性工作示意图如图 1-6 所示。

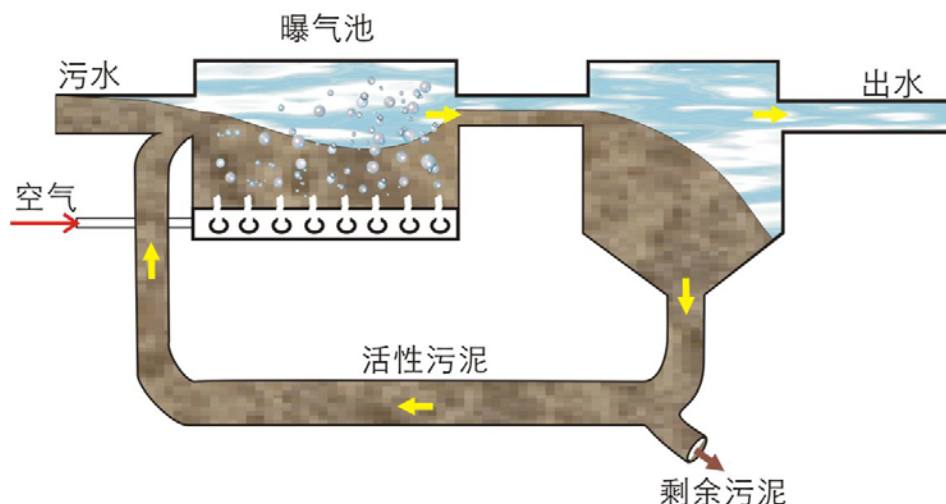


图 1-6 推流式活性污泥法工作示意图

2) 优点:

(1) 废水浓度自池首至池尾是逐渐下降的, 由于在曝气池内存在这种浓度梯度, 废水降解反应的推动力较大, 效率较高, BOD_5 的去除率可达 90%-95%;

(2) 对废水的处理程度比较灵活, 可根据要求进行调节;

3) 缺点:

(1) 为避免池首段形成厌氧状态, 不宜采用过高的有机负荷, 因而池容积较大, 占地面积较大;

(2) 池末端可能出现供氧速率高于需氧速率现象, 浪费动力费用;

(3) 对冲击负荷的适应性较弱。

4) 应用情况: 推流式活性污泥法是活性污泥法的原型, 运行管理难度较大, 在现有污水处理中比较少应用, 在畜禽养殖废水处理中应用较少。

附 1.4.2 序批式活性污泥法 (SBR):

1) 工作原理: SBR 工艺是通过程序化控制进水、反应、沉淀、排水和闲置 5 个阶段, 实现对废水的生化处理。SBR 反应器可分为限制曝气、非限制曝气和半限制曝气 3 种 (图 1-7)。限制曝气是污水进入曝气池只作混合而不作曝气; 非限制曝气是边进水边曝气; 半限制曝



图 1-7 SBR 现场图

气是污水进入的中期开始曝气，在反应阶段，可以始终曝气，也为生物脱硫，也可以曝气后搅拌，或者曝气、搅拌交替进行，其剩余污泥可以在限制阶段排放，也可以在进水阶段或反应阶段后期排放。

2) 优点:

(1) 工艺流程简单、造价低，SBR 处理工艺主体设备只有一个序批式间歇反应器。此外，SBR 法工艺的污水处理系统具有布局紧凑、占地省等优点。

(2) 具有良好的处理效果，反应过程基质浓度梯度大，反应推动力大，处理效率高。

(3) 有较高的脱氮除磷效果，SBR 法处理工艺通过采用灵活的时间控制，为其实现脱氮除磷功能提供了极为有利的条件。

(4) 具有良好的污泥沉降性能，能有效控制丝状菌的过量繁殖。

(5) 具有良好的抗冲击负荷能力，其间歇运行的方式使其可承受和适应较大的水质水量的波动，具有处理效果稳定的特点。

3) 缺点:

SBR 工艺对自动化控制要求很高，同时需要大量的电控阀门和机械滌水器，设备维护复杂。

4) 应用情况: 由于 SBR 反应器所具有的优点，在养殖废水的好氧处理中被广泛应用，但养殖废水处理量不大，现阶段出现了相当多简化的 SBR 处理工艺，在自动控制中采有人工操作，省去复杂的自动控制，而滌水器采用手动或电动阀门等方法控制。

附 1.4.3 接触氧化法:

1) 工作原理: 接触氧化法是一种兼有活性污泥法和生物膜法特点的一种新的废水生化处理法。这种方法的主要设备是生物接触氧化滤池(图 1-8)。在不透气的曝

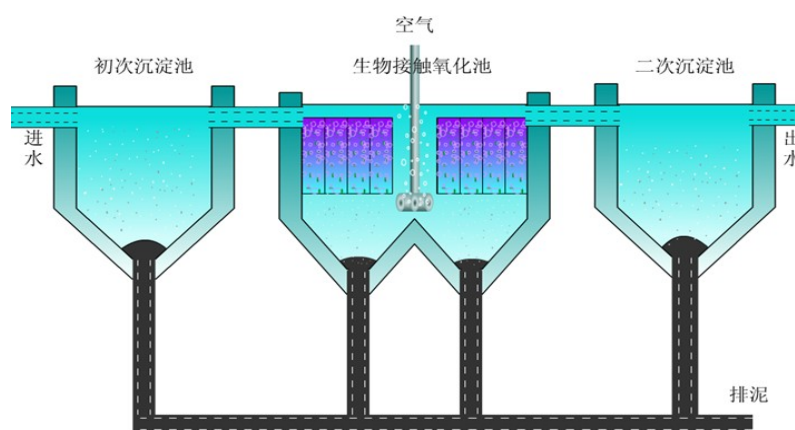


图 1-8 生物接触氧化法示意图

气池中装有焦炭、砾石、塑料蜂窝等填料，填料被水浸没，用鼓风机在填料底部曝气充氧，这种方式称为鼓风曝气；空气能自下而上，夹带待处理的废水，自由通过滤料部分到达地面，空气逸走后，废水则在滤料间格自上向下返回池底。活性污泥附在填料表面，不随水流动，因生物膜直接受到上升气流的强烈搅动，不断更新，从而提高了净化效果。生物接触氧化法具有处理时间短、体积小、净化效果好、出水水质好而稳定、污泥不需回流也不膨胀、耗电小等优点。

2) 优点:

(1) 由于填料比表面积大，池内充氧条件良好，池内单位容积的生物固体量较高，因此，生物接触氧化池具有较高的容积负荷；

(2) 由于生物接触氧化池内生物固体量多，水流完全混合，故对水质水量的骤变有较强的适应能力；

(3) 剩余污泥量少，不存在污泥膨胀问题，运行管理简便。

3) 缺点:

(1) 流程较为复杂；

(2) 布水、曝气不均匀，易出现死区；

(3) 反应池需定期反洗，对于高悬浮物含量废水容易造成阻塞。

4) 应用情况: 生物接触氧化在好氧处理中得到较广泛的应用，由于生物存留时间远远大于水力停留时间，对处理溶解性有机物、难降解有机物方面表现较大的优势。养殖废水悬浮物含量较高，对于传统填料（焦炭、砾石、塑料蜂窝）孔隙较小，容易产生阻塞，很少有应用，但新型生物弹性填料具有较大的生物附着面，而且孔隙率较大，不容易阻塞，已大范围应用于畜禽养殖废水处理中。

附 1.5 后处理技术

对于养殖废水处理而言，后处理即进一步去除 N、P 等营养性污染物的过程，处理中通常采用自然处理方法（该类方法不能用于直接处理污水，只能用于要求达标排放情况下的后处理），如人工湿地、氧化塘等。畜禽养殖废水处理而言，要达标排放，必须经过后处理，而当前经济上可行、技术上稳定的后处理技术还是以人工湿地和氧化塘为主，其他后处理技术在畜禽养殖废水处理上应用很少，且不成熟。人工湿地、氧化塘等自然处理系统不能用于处理高浓度的废水，因此，在养殖废水

的处理中仅用于经厌氧、好氧处理后的废水进一步深度脱氮除磷，这些处理方式受土地条件、自然条件影响较大。海南省年均气温较高，生物处理效果较佳，在有效防止对地下水影响的前提下可充分利用该类处理方法。

附 1.5.1 人工湿地

从生态学上说，湿地是由水、永久性或间歇性处于水饱和状态下的基质及水生植物和微生物等所组成的、具有较高生产力和较大活性、处于水陆交界的复杂的生态系统（见图 1-9a 至 1-9c）。而人工湿地是为处理污水而人为设计建造的工程化的湿地系统。这种湿地系统是在一定长、宽比及地面坡度的洼地中，由于土壤和基质填料（如砾石等）混合组成填料床，污水在床体的填料缝隙或床的表面流动，并在床的表面种植具有处理性能好、成活率高、抗水性强、成长周期长、美观及具有经济价值的水生植物（如芦苇等）。形成一个具有污水处理功能的独特的生态系统，故人工湿地也称为构筑湿地，国外更有人称之为生态滤地。



图 1—9a 人工湿地



图 1-9b 养猪场人工湿地（水生植物槽） 图 1-9c 水生植物塘

附 1.5.2 生物氧化塘

氧化塘（图 1-10a 至 1-10f）是一种依靠微生物生化作用降解水中污染物的天然池塘或经过一定人工修整的有机废水处理池塘。氧化塘处理是自然处理方法中的一种，一个氧化塘就是一个小型污水处理厂。其处理污水的过程实质上是一个水体自净的过程。在净化过程中，既有物理因素(如沉淀、凝聚)，又有化学因素(如氧化和还原)及生物因素。污水进入塘内，首先受到塘水的稀释，污染物扩散到塘水中从而降低了污水中污染物浓度，污染物中部分悬浮物逐渐沉淀至塘底成为污泥，这也使污水污染物浓度降低，随后，污水中溶解和胶体性的有机物在塘内大量繁殖的菌类、藻类、水生动物、水生植物作用下逐渐分解，大分子物质转化为小分子物质，并被吸收进微生物体内，其中一部分被氧化分解，同时释放出相应能量，另一部分可为微生物所利用，合成新的有机体。



图 1-10a 生物氧化塘

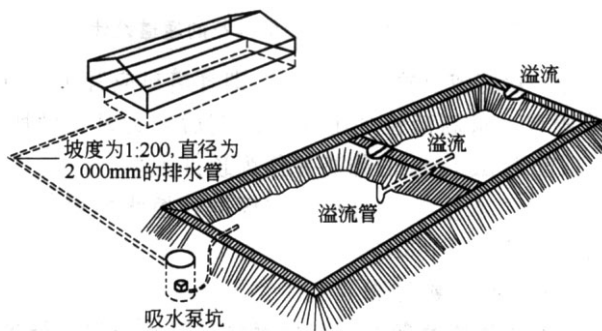


图 1-10b 提升泵提升进水氧化塘

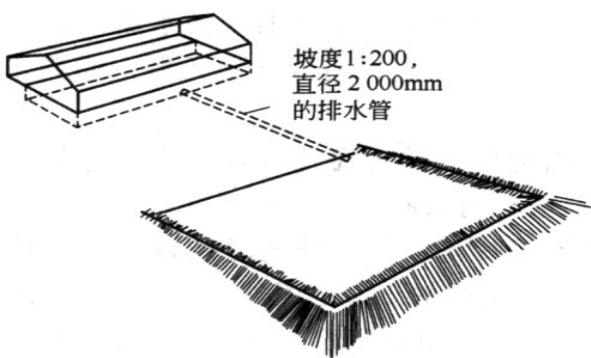


图 1-10c 畜禽养殖污水自流进入氧化塘

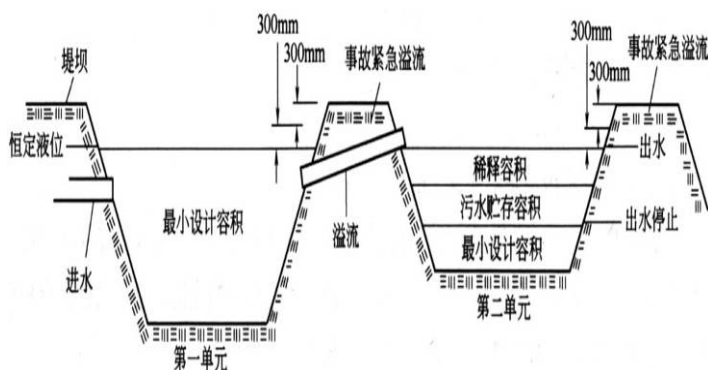


图 1-10d 畜禽污水处理二段式氧化塘

表 1-1 年排水一、二次的一段或两端氧化塘设计、贮存、稀释和总体积/ $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

项 目		一年排水一次			一年排水两次
家畜类型和氧化塘体积		一段氧化塘	两段氧化塘		一段氧化塘
			第一段	第二段	
猪	设计体积	0.084	0.078	0.022	0.084
	贮存体积	0.025	—	0.025	0.012
	稀释体积	0.025	—	0.025	0.012
	总体积	0.134	0.078	0.072	0.11
牛	设计体积	0.094	0.078	0.031	0.094
	贮存体积	0.021	—	0.021	0.011
	稀释体积	0.021	—	0.021	0.011
	总体积	0.14	0.078	0.074	0.11
奶牛	设计体积	0.11	0.094	0.031	0.11
	贮存体积	0.031	—	0.031	0.016
	稀释体积	0.031	—	0.031	0.016
	总体积	0.17	0.094	0.094	0.14

注：表中数据是相对单位质量的家畜质量而言。

1、氧化塘工艺原理及特点

氧化塘的优点：在条件合适时（如有可利用的旧河道、河滩、招泽、山谷及无农业利用价值的荒地等），氧化塘系统的基建投资少；运行管理简单、耗能少，运行管理费用约为传统人工处理厂的 $1/5 \sim 1/3$ ；可进行综合利用，如养殖水生动物，形成多级食物网的复合生态系统。在一定条件下，氧化塘污水可回用进行畜舍冲洗或灌溉。对废水资源进行利用，实现污水资源化，如使用得当，会产生明显的经济效益、环境效益和社会效益。因此在附近有废弃的沟塘、滩涂可供利用且能满足净化要求的前提下，应尽量考虑采用此类方法。

但氧化塘处理工艺也存在一些缺点，除占地面积大、可净化效率相

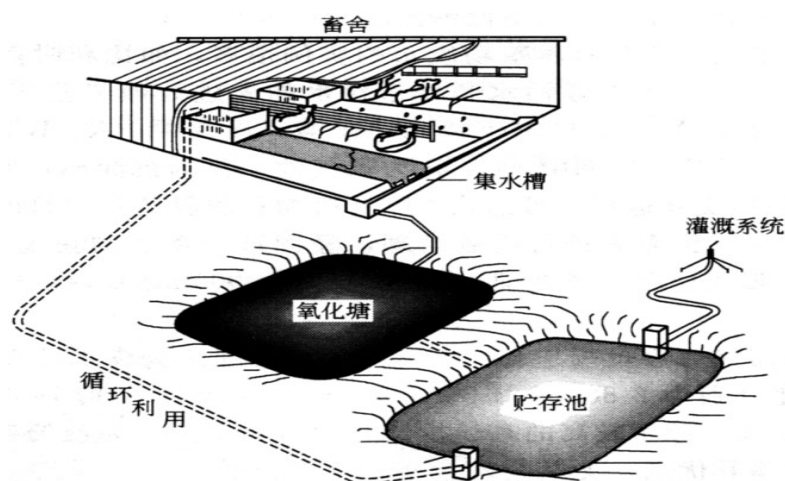


图 1-10f 畜禽废水氧化塘处理流程示意图

对较低以外，氧化塘结构设计不合理或管理不善可造成空气污染、剩余污泥堆积，或地下水和地表水污染；海南省地下水位较高，而养殖污水浓度较高，必须对氧化塘作防渗处理，防止地下水的污染。

2、氧化塘的适用条件

(1) 土地：因氧化塘占地多，当地需有可供氧化塘使用的土地，最好是可找到无农业利用价值的荒地，地价较便宜。

(2) 气候：当地的气候适于氧化塘的运行。首先要考虑气温，气温适于塘中的生物生长和代谢，使污染物质的去除率高，从而可减少占地面积，降低投资。

(3) 应考虑日照条件及风力等气候条件；兼性塘和好氧塘需要光能以供给藻类进行光合作用。适当的风速和风向有利于塘水的混合。

3、氧化塘工艺类型

按照占优势的微生物种属和相应的生化反应的不同，可分为好氧塘、兼性塘、厌氧塘、水生植物塘和曝气处理塘五种类型。下面对各种形式的氧化塘分别进行介绍。

(1) 好氧塘

好氧塘全塘皆为好氧区。为使阳光能达到塘底，好氧塘的深度较浅。好氧塘的水深一般在 0.5m 左右，阳光能够直透塘底，塘内藻类生长繁茂、光合作用旺盛，塘水中溶解氧非常充分、好氧微生物活跃、BOD 去除率高(在停留时间 2-6d 后可达 80% 以上)。其净化机理如图 1-11a 所示。

好氧塘可分为（普通）好氧塘和高负荷好氧塘。高负荷好氧塘的 BOD_5 设计负荷较高，因而水分停留时间短。高负荷好氧塘的缺点是出水藻类含量高，只适用于气候温暖且阳光充足的地区。

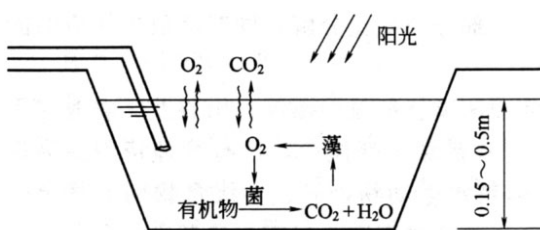


图 1-11a 好氧塘净化机理示意图

好氧氧化塘净化反应中的一个主要特征是好氧微生物与植物性浮游生物——藻类共生。藻类利用透过的太阳光进行光合作用，合成新的藻类，并在水中放出游离氧。好氧微生物即利用这部分氧对有机物降解，而在这一活动中所产生的 CO_2 又为藻类在光合作用中所利用。一般氧化塘午后溶解氧可以高至过饱和，午夜至凌晨可低至 $0.5mg/L$ 以下。这样在 CO_2 和 O_2 的授受过程中，有机污染物得到降解。好氧

塘是各类氧化塘的基础，一般各种氧化塘的最终出水都要经过好氧塘。好氧塘的最大问题是出水中藻类含量高，藻类 SS 可高达几十至几百毫克/升。如对藻类处理不当，会造成二次污染。

（2）兼性塘

兼性塘是最常见的一种污水氧化塘。其特点是塘深较深(1.2~2.5m)，塘中存在不同的区域。上层为阳光能透射到的区域，藻类得以繁殖，溶解氧含量充足，好氧细菌活跃，为好氧区。底层有污泥积累，溶解氧几乎为零，主要由厌氧菌对不溶性的有机物进行代谢，为厌氧区。中部则为兼性区，实际上是好氧区和厌氧区中间的过渡区，大量兼性菌存在其中，随环境条件的变化以不同的方式对有机物进行分解代谢。

兼性塘中三个不同区域不易截然分清，相互之间有密切的联系。厌氧区中生成的 CH_4 、 CO_2 等气体经过上部两区的水层逸出，有可能被好氧层中的藻类所利用，生成的有机酸、醇等物质会转移至兼性区 and 好氧区，由好氧菌对其进一步分解。好氧区、兼性区中的细菌和藻类也会因死亡而下沉至厌氧区，由厌氧菌对其分解。

兼性塘可以接受原污水或经预处理的污水，易于运行管理，其有机负荷不如好氧塘高，出水水质也不如好氧塘好。但因其深度较深，可缩小占地面积，常作为好氧塘的前级处理塘。

（3）厌氧塘

当用厌氧塘来处理浓度高的有机废水时，塘内一般不可能有氧存在。厌氧塘一般只能作预处理，常置于氧化塘系统的首端，以承担较高的 BOD 和 COD 负荷。

厌氧塘处理污水的原理与污水的厌氧生物处理相同。有机物的厌氧降解分为水解、产酸和产甲烷三个步骤。厌氧塘全塘大都处于厌氧状态。在厌氧状态下，进入厌氧塘的可生物降解的颗粒性有机物先被胞外酶水解成为可溶性的有机物，溶解性有机物再通过产酸菌转化为乙酸，接着在产甲烷菌的作用下，将乙酸转变为甲烷和二氧化碳。厌氧塘还可产生氨气并释放而除氮，并可有效减少畜禽粪便释放的气味。虽然厌氧降解机理是有顺序的，但是在整个系统中，这些过程则是同时进行的。厌氧塘除对污水进行厌氧处理以外，还能起到污水初次沉淀、污泥消化和污泥浓缩的作用。

厌氧生物塘一般作为预处理而与好氧塘组成厌氧—好氧(兼氧)生物氧化塘系

统，较好地应用于水量小、浓度高的畜禽废水处理中。厌氧塘作为氧化塘的一种形式，通常设置于氧化塘系统的首端以减少后续处理单元的有机负荷。

由于该塘在系统总面积中所占比例较小，为清除污泥带来方便。另外，厌氧塘的进水口接到厌氧塘的底部(图 1-11b)有利于利用塘内的厌氧污泥、提高处理率。厌氧塘的最大问题是无法回收甲烷、产生臭味、环境效果较差。

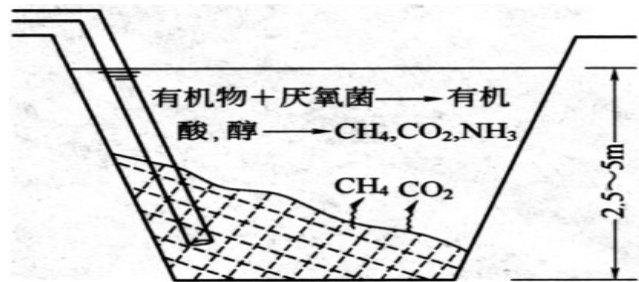


图 1-11b 厌氧塘作用机理示意图

厌氧塘有单级厌氧塘和二级厌氧塘。在处理畜禽污水时，二级厌氧塘比一级厌氧塘具有一些实际意义的优势。第一单元通常是一个深的厌氧塘，出水溢流进入第二单元，第二单元是浅的好氧塘或兼性塘，出水比一级厌氧塘出水气味小、有机固体浓度低，且在灌溉利用或循环利用污水冲洗畜舍时不易引起污水泵的堵塞。同时，由于一级厌氧塘液位是恒定的，这就需要更多的水来进行稀释处理和稳定进水浓度，但这有助于降低气味。

影响厌氧塘处理效率的因素有气温、水温、进水水质、浮渣、营养比、污泥成分等。其中，气温和水温是影响厌氧塘处理效率的主要因素。

(4) 水生植物塘

近年来，国内外多方发展水生生物氧化塘，通过对塘内种植具有除污功能的水生植物强化氧化塘的净化功能，同时还有使氧化塘得到利用获取一定经济效益的目的。接纳一级处理水的氧化塘适宜种植水葫芦、水葱以及水浮莲等一类去污能力较强的水生植物；接纳二级处理水(或已经氧化塘处理相当于二级处理的出水)的氧化塘，可种植具有较大经济价值或欣赏价值的水生植物，如芦苇、荷、莲等。图 1-11c 为水生植物塘作用机理示意。

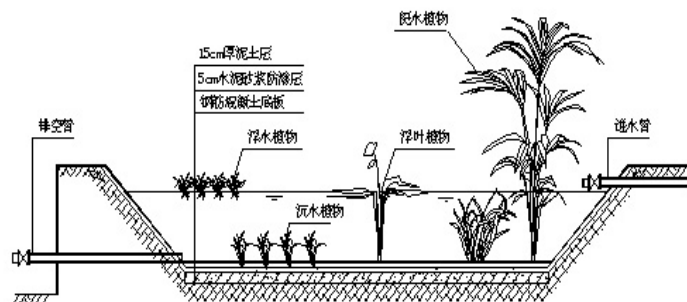


图 1-11c 水生植物塘

水生植物塘具有以下特点：

a 水生植物塘具有较高的去污效能。水生植物塘对磷和有机物一级降解速率比一般菌藻共生塘平均高出两倍以上。

b 建议水生植物塘采用矩形塘，长宽比应足够大，同时由于水生植物覆盖水面具有防风防浪作用，可使其理想流态得以保持。宽度方面应满足水生植物易于放养、打捞，并使塘系统在可控条件下良性运行。

（5）曝气处理塘

曝气处理塘是利用机械曝气机

为氧化塘提供处理所需的氧气，在有氧条件下运行氧化塘（见图 1-12d）。这种曝气塘的设计

可以将厌氧塘转变为好氧塘。曝气塘与厌氧塘一样具有表面积小、占地少、无难闻气



图 1-12d 曝气塘

味等优点。缺点主要是运行机械曝气机的能耗较高，要求运行管理水平较高。

曝气塘一般水深 3~4m，最深可达 5m。曝气塘有两种；一种是完全混合曝气塘，另一种是部分混合曝气塘。曝气塘有机负荷和去除率较高、BOD₅ 去除率平均在 70%以上、占地面积少，但需消耗能源、运行费用高，且出水悬浮物浓度较高。

曝气塘的设计参数有对塘内单位 BOD₅ 量所转移的 O₂ 量：塘内总固体悬浮物浓度稀释后应保持在 1%-3%之间；曝气塘深度取决于所采用曝气机的种类，应避免对污泥产生扰动。和自然好氧塘一样，设计要考虑粪污贮存和降雨问题。

曝气塘采用曝气机械供氧，一般可采用水面叶轮表面曝气或鼓气扩散管供氧，表曝机漂浮在水面上，将水提起使气水混合。扩散曝气系统是将气鼓入水中，但这种方法不如表面曝气经济。

海南省全年气温高，大部分人工湿地、氧化塘在冬季最低温度时也可正常生长，人工湿地、氧化塘都能正常运行，因此，这两种工艺得到推广和应用。但由于畜禽养殖污水浓度高，若采用人工湿地、氧化塘等生物处理方法对原水进行处理中则存在恶臭等大气污染问题。另外，海南省降雨量大，地下水位高，容易造成对地下水

污染的风险。采用该类方法处理畜禽养殖污水时通常仅适合进行养殖废水的深度处理，而不宜用于对原污水进行处理，且需采取有效措施防治对地下水的污染。

附 1.5.3 土地利用

1) 畜禽养殖场粪污进行厌氧、好氧、堆肥处理后，可作为灌溉水或肥料回用到土地；畜禽粪便也可以只经简单固液分离后直接施加到农田进行利用。另外，还可以利用土地对粪便污水进行处理，在利用污水中 N、P 等营养成分的同时，实现污水的净化处理，即所谓土地处理技术。土地利用存在季节性，故要求畜禽养殖场必须设有贮存装置和设备。

2) 畜禽粪便是饲料经畜禽消化后未被吸收利用的残渣，其中除含有大量有机质和氮、磷、钾及其他微量元素等植物必需的营养元素外，还含有各种生物酶(来自畜禽消化道、植物性饲料和肠道微生物)和微生物等。畜禽粪便直接还田作肥料是一种传统的、经济有效的粪污处置方式，可以在不外排污染的情况下，充分循环利用粪污中有用的营养物质，改善土壤中营养元素含量，提高土壤的肥力，增加农作物的产量。但若土地处理利用粪便量过多，也会造成土壤结构的破坏，影响植物的正常生长，造成产量降低，且污染环境。因此在进行土地处理利用时，应根据土质和畜禽粪便的特点，做好详细的土地处理利用计划和保护规划。

3) 土地承载力

《畜禽养殖业污染防治技术规范》提出了原则性规定：畜禽养殖场建设应坚持农牧结合、种养平衡的原则，根据本场区土地(包括与其他法人签约承诺消纳本场区产生粪便污水的土地)对畜禽粪便的消纳能力，确定新建畜禽养殖场的养殖规模。对于无相应消纳土地的养殖场，必须配套建立具有相应加工(处理)能力的粪便污水处理设施或处理(处置)机制。

4) 具体要求

(1) 用经过处理的粪肥作为土地的肥料或土壤调节剂来满足作物生长的需要，其用量不能超过当地的最大农田负荷量，避免造成面源污染和地下水污染。在确定粪肥的最佳使用量时需要对土壤肥力和粪肥肥效进行测试和评价，并应符合当地环境容量的要求。

(2) 粪肥施用后，应立即混入土壤。畜禽粪肥属迟效型有机肥，应作为农田基肥翻耕入土，谨防撒施在土壤表面，以免污染地面水体。

(3) 对高降雨区、坡地及容易产生径流和渗透性较强的沙质土壤，不适宜施用粪肥或粪肥使用量过高。当粪肥流失而引起地表水体或地下水污染时，禁止或暂停使用粪肥。

(4) 海南降雨量大，雨季时间较长，为保证在雨季畜禽粪便得到合理的储存和利用，进行畜禽粪便土地利用的必须建有与养殖规模配套的粪便或污水储存池，以便储存雨季和非种植季节畜禽养殖场产生的粪污。

(5) 粪便储存池必须做到防雨防渗处理，粪便储存池体积应不小于储存 3 个月粪便产生量。

(6) 尿液/污水必须建有防渗储存池，尿液/污水储存池体积不小于储存 2 个月污水产生量。

附 1.5.4 生态种养

1) 模式简介

所谓生态种养即根据养殖规模，配套足够的种植面积，将养殖产生的废弃物全部用于种植施肥的一种循环利用模式，此种模式是比较适合海南省农业发展与需求的一种经济、有效的畜禽养殖污染防治模式，但这种方式是最难于控制和管理的模式。国家提倡这种生态循环利用的种养平衡模式，但在管理上会从严要求，一定要达到相关的管理和核查规定。

2) 典型生态种养模式工艺流程

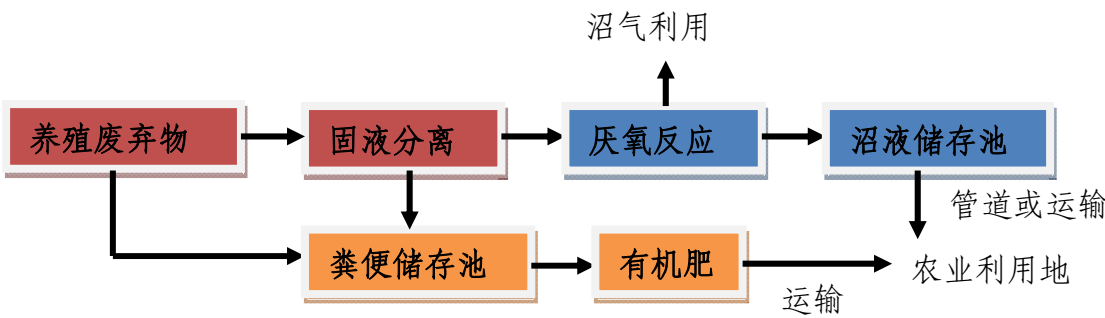


图 1-12 生态种养工艺流程图

3) 建设内容及技术要点

(1) 建设内容

建设内容主要包括四个方面：a. 厌氧反应池；b. 沼液沉淀和贮存系统；c. 沼液输送系统（自流沟、输液泵及管道、运输车等）；d. 沼液施用系统等。

（2）设施建设技术要点

a. 厌氧反应池：按有关技术规范施工；

b. 沼液沉淀池和贮存池：要求能保证持续降雨等非施肥期间沼液的储存，为防止对地下水的污染，沼液储存池必须进行严格的防渗处理。分别按相关沼气技术规范要求实施。

c. 沼液输送系统：一是明沟自流输液。以沼液自流顺畅、不外流、溢流和淤积为宜；二是管道自流输液。以主管、干管、支管和毛管各级管径级配合适，不堵塞、裂管和输液顺畅为准；三是泵送输液。应充分考虑抽送沼液的电机功率、扬程等的合理匹配，同时确保输送沼液的管网系统能够满足运行要求。

d. 沼液施用系统：

①果园沼液施用系统：一是沟灌。应顺树冠滴水线开掘环形或平衡型施肥沟，其规格按果树种植要求实施；二是管灌。分硬管直接管灌和使用软管从硬管接出进行二次点施两种方法。前者以确保输液出水大小适宜为准，后者以在一定半径范围内（一般不大于 50m 为宜），满足施肥操作为准。

②园地沼液施用系统：一是沟灌。开沟深度、宽度按蔬菜种植要求规范执行，但应确保沼液沟灌流动顺畅；二是喷灌。应采用大孔径微喷为宜，做到既不因喷孔过小而堵塞，又不因喷施半径过大影响施肥效果。

③稻田沼液施用系统：稻田一般普遍采用漫灌方式，应着重考虑田地的平整度，以确保灌溉均匀为准。

④林地沼液施用系统：一是自流沟施沼液。应按林地林木行距的适当间距开掘水平施肥沟，其沟深、宽应视不同林种而定，一般分别为 0.5m 和 0.3m；二是管灌沼液。其方法基本上与果园管灌相同。

⑤鱼塘沼液施用系统：一是灌注施用沼液。即直接把沼液流入鱼塘。此法宜在配置有鱼塘搅拌装置时采用；二是管灌或喷灌沼液。无论是管灌或喷灌，均必须确保管径级配合理、输液顺畅，其要求与其他管（喷）灌基本相同。

4）沼液施用负荷及技术要点

（1）沼液施用负荷：由于沼液施用量受到施用对象和种（养）品种不同以及其他制约因素的影响，很难确定其具体的标准值。目前尚未有严格的沼液施用量的相

关标准，但综合全国各地和海南省沼液施用经验，按猪的排污当量换算，不同施用对象的沼液施用负荷大致可参考以下准则：

- a.果园：出栏 4 头猪/亩；
- b.园地：出栏 5 头猪/亩；
- c.稻田：出栏 3 头猪/亩；
- d.林地：出栏 2 头猪/亩；
- e.设施化农业用地：出栏 20-30 头猪/亩
- f.鱼塘：出栏 2-4 头猪/亩。

（2）沼液施用控制要素及注意事项

a.果园：①控制要素。一是适时控量。即根据果树的不同生长期，适时施肥，并严格控制施用量。②注意事项。一是严禁把果园施肥沟充作沼液贮存沟，以防因渗漏而造成二次污染；二是严禁采用漫灌，以防因雨水冲蚀形成径流而造成沼液外泄的二次污染。

b.园地：①控制要素。一是适时、适量施液；二是坚持掺水施液，以防沼液浓度过高而烧苗。②注意事项。一是严禁直接从沼气池内输液浇灌，以防因沼液氧化夺氧而导致植物或水体局部缺氧影响种养生产；二是严禁长期过量施用沼液，造成硝酸盐过多积累等污染后果。

c.稻田：①控制要素。一是掺水施用沼液，以确保不过量且均匀施肥；二是不串流施用沼液，即逐个施肥对象单独施液，防止下游出现肥料过多积累。②注意事项。一是严禁不平衡施液，以防造成局部沼液累积而产生“返青”（过肥）或水体富营养化等后果；二是与化肥合理搭配施用，以防因单施沼液而致使其他必要元素（如钾等）出现缺失。

d.林地：①控制要素。一是选择高生物量、高耗肥的林种；二是尽可能采用自流但可控的管灌设施，确保精准施肥。②注意事项。一是不过量、不溢流而污染山地环境；二是不将林地施肥沟充当沼液贮存沟而污染山地地下水。

e.鱼塘：①控制要素。一是必须确保沼液布水均匀，尽量采用管灌或喷灌设施；二是强化配套鱼塘搅拌设施，强化充氧。②注意事项。一是适时、适量，防止因施肥时间错位或过量施肥；二是根据水体透明度施用沼液，确保水体生态处于最佳状态。

附 1.6 畜禽粪便生产有机肥技术

1) 场地选择

应选择地势较高、适当远离居民点、背风、交通运输方便的地块作为堆肥的场地。

2) 堆肥原料

(1) 畜禽粪便：干清粪处理的畜禽粪便或经固液分离处理的粪渣。

(2) 调理剂：畜禽粪便具有水分含量高、C/N 比值低的特点，不能满足堆肥发酵所需的理化条件，堆肥时需要加入具有调节堆体 C/N 比值、含水量和通气性等功能的调理剂，以保证堆肥的顺利发酵。常用的调理剂包括粗糠、烟末（生产香烟的下脚料）、茶渣（茶饮料厂的下脚料）、菇渣、秸秆粉、锯末和回流堆肥等。

3) 堆肥方法：

(1) 条垛式堆肥

(2) 强制通风静态堆肥

4) 工艺流程

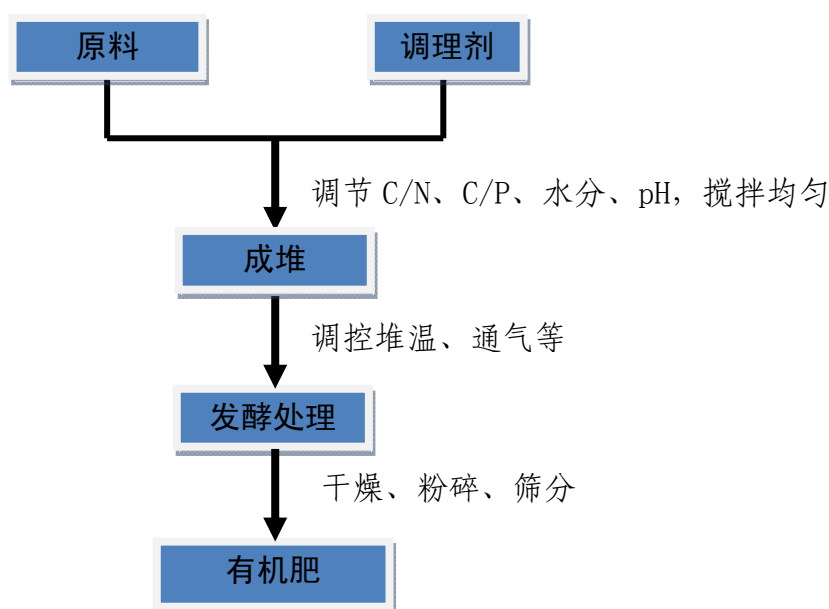


图 1-13 有机肥生产工艺流程图

5) 堆肥过程的条件控制

(1) C/N 比值和 C/P 比值: 堆料 C/N 比值的适宜值为 25-35; C/P 比值的适宜值为 75-150。通常可用 C/N 比值较高的调理剂来调节堆料的 C/N 比值, 用过磷酸钙调节堆料的 C/P 比值。

(2) 水分含量: 堆料起始含水率为 45-60%, 水分含量低于 40%或高于 65%会抑制微生物的代谢。

(3) pH: 堆料适宜的 pH 值为 6.5-8.5。

(4) 堆温: 堆肥温度应控制在 45-65℃之间, 以 55-60℃之间较佳。当堆温超过 65℃应采用翻堆或强制通风的方法进行降温。当堆温稳定在 30-40℃时, 说明发酵已基本完成。

堆肥过程中, 堆温在 50-55℃条件下保持 5 天以上是完全杀灭病原菌的基本条件, 也是无害化处理的要求。

(5) 通风: 可采用自然通风、翻堆、强制通风或翻堆与强制通风结合的方法给堆体供氧。

(6) 发酵剂: 有条件的地方可添加商品发酵剂, 也可以采用向堆料中加入占堆料重量 10-20%的腐熟堆肥来加快发酵的速度。

(7) 除臭: 采用占堆料重量 10-15%的沸石或 3-5%的过磷酸钙铺盖在堆体表面, 可减少氨的挥发损失, 有效减少堆肥过程中的氨臭味。

(8) 堆肥时间: 可根据气温、堆料 C/N 比值、堆肥工艺类型及调理剂种类确定堆肥时间, 原则上堆肥发酵的时间不少于 1 个月。

经充分发酵的堆肥, 经干燥、粉碎、过筛后可用于生产有机肥、有机-无机复混肥料和生物有机肥料。

附 1.7 沼气发电技术

纯烧沼气发电机组是利用纯沼气发动机以沼气为燃料, 配用三相无刷交流发电机组成的发电机组, 为固定式机组。机组安装配套后, 接通气路、电路后即可运行。

由农村养殖场粪便、污水, 经厌氧发酵后产生的沼气, 经过脱水、脱硫后, 引入纯烧沼气发动机燃烧室, 燃烧后产生的膨胀气体推动活塞、连杆进行作功, 进而带动三相交流发电机发出强大的电力供用户使用。

(1) 适用范围

纯烧沼气发电机组在农村的大中型畜禽养殖场，作为节能减排、达标排放的配套设备，具有绿色环保，节约能源的特点，有其广泛的适用范围。由于沼气的主要成份是甲烷，与天然气成份一样，所以纯沼气发电机组也可用天然气作为燃料，是一种绿色环保的备用电源。

(2) 工艺流程

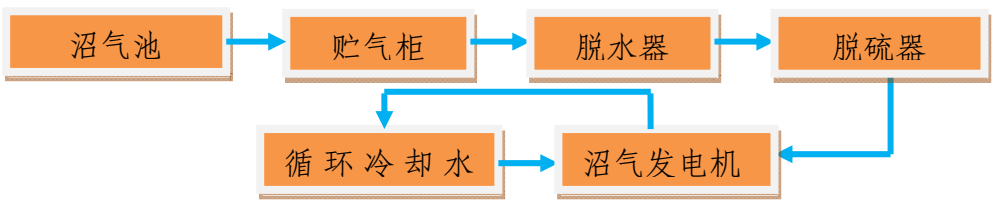


图 1-14 沼气发电工艺流程图

(3) 技术简介

沼气发电机组主要由以下三部份组成：沼气发动机；三相无刷交流发电机；自动化运行控制台。

(4) 运行管理

由于沼气是一种易燃易爆的气体，在使用中特别要注意消防安全。

(5) 机型选择

沼气发电机组机型选择，主要取决于用户的养殖规模、厌氧沼气装置的容积，还有就是用户的用电负荷，所要启动的最大单机动力的功率。

以生猪存栏数为依据，选用机型如下：

生猪存栏数（头）	选用机型
1500 以下	KZ30GF-K
1500 ~ 3000	KZ50GF-K
3000 以上	KZ75GF-K

以厌氧反应器容积为依据，选用机型如下：

厌氧反应器容积	选用机型
500 m ³ 以下	KZ30GF-K
500 ~ 1000 m ³	KZ50GF-K
1000 m ³ 以上	KZ75GF-K

附 1.8 生物发酵床工艺

发酵床养猪是近年从日本、韩国等地处亚寒带地区国家引进的一项新兴养猪技术，又称“自然养猪法”或“生物环保养猪法”，是利用有机垫料建成一个发酵床，通过添加商业化的微生物，猪排泄出来的粪便被垫料掩埋，水分被发酵过程中产生的热蒸发，猪粪尿经微生物菌的发酵后，得到充分的分解和转化达到对污染物去除目的的生猪养殖方式。发酵床养猪法的许多优点已为推广的商业机构广泛宣传，但在实践中也存在着一些缺点。

发酵床养猪的优点

1) 发酵床养猪可以减轻对水环境的污染。该养殖方式不会形成大量的冲圈污水，从而没有水污染物产生，基本实现了水污染物“零排放”，在一定程度上减轻了养猪业对环境的污染。

2) 正常情况下可节省药费，猪吃了微生物菌以后，能帮助消化，还有一定程度上提高猪群的抵抗力。并且发酵床养猪法减少了药物的使用，同时减小了猪肉的药物残留问题。

3) 节约水，常规养猪，需大量的水来冲洗，而采用此法只需提供猪只的饮用水，能省水 80-90%。

4) 据商业机构推广材料强调能节省饲料，原理是粪便给菌类提供丰富的营养，促使有益菌不断繁殖，形成菌体蛋白，猪只通过拱食圈底填充料中的菌体蛋白，补充了营养，因而在一定程度上可以相对节省一部分饲料。

5) 垫料在使用 1 年半后，形成可直接用于果树、农作物的生物有机肥，达到循环利用、变废为宝的效果。

发酵床养猪的缺点

许多养猪人经过试验后却发现发酵床养猪法也存在不少不足之处，主要体现在以下几个方面：

1) 发酵床养猪法猪舍内不能使用化学消毒药品和抗生素类药物，当猪场和猪群发生疾病时，面临着两难的选择，不用药，猪生长速度缓慢，成活率和生长速度、饲料报酬均降低，但用药又造成垫料不能发酵了，并且病毒将长期存在于发酵床养猪猪舍的温床上，一旦再次发病将损失惨重。

2) 建设成本高, 猪舍占地面积大, 100 平方米只能养 50-70 头猪 (每头猪占地面积 1.5 平方米), 而目前规模化养猪可饲养 100 头, 现有的猪舍不能用, 要一大笔费用来改造 (要垫 3 尺厚的锯木, 而且要杂木的)。

3) 养猪成本不一定能下降。需要定期喷洒菌液维持的菌种生长, 但菌液的成本代价较高, 另外, 生物发酵床养殖垫料的翻动需要消耗大量人力, 并不能降低劳动强度。

4) 发酵床是靠木屑、米糠等粉状物作为垫料, 而这些垫料容易在较干燥的时间容易产生扬尘进入生猪呼吸道, 造成呼吸道疾病。

5) 夏季猪舍内温度过高, 影响猪的生长发育, 日本是高层养猪, 很多猪场猪舍内均装有空调, 而发酵床养猪猪舍内发酵起来温度太高, 夏天不利于猪的健康生长。特别是海南省, 本来气温就很高, 发酵散热虽然表层温度并不高, 但使猪所处的环境温度上升, 猪只生长速度缓慢、饲料报酬有所下降。

6) 床面湿度必须控制在 45% 左右, 湿度过低不利于微生物繁殖, 并会导致猪发生呼吸系统疾病, 而湿度过高猪寄生虫病危害严重, 猪在啃食菌丝时将虫卵再次带入体内而发病, 而且皮肤病危害严重。

7) 更换垫料利用的风险问题, 一方面, 垫料集中一起更换, 需要大量的土地承纳, 重金属在垫料中积累, 更换垫料利用可能存在重金属超标的风险。