

**《集约化生猪养殖污染控制技术指南》**

**（征求意见稿）**

**编制说明**

**《集约化生猪养殖污染控制技术指南》编制组**

**2021年1月**

项目名称：集约化生猪养殖污染控制技术指南

项目来源：2020年中国环境科学学会标准（第一批）

承担单位：中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

编制组主要成员：耿兵，刘翀，李红娜，朱昌雄，刘雪，邸云飞，赵永坤，叶婧，李峰，田云龙

编制组联系人：赵永坤

# 目 次

1 项目背景.....	1
2 标准编制的必要性.....	2
3 国内外相关标准研究.....	4
4 行业概况与污染控制技术.....	7
5 编制原则与依据.....	11
6 标准主要技术内容说明.....	13
7 环境经济社会效益分析.....	23
8 标准实施建议.....	24

# 《集约化生猪养殖污染控制技术指南》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

国务院《关于落实科学发展观，加强环境保护的决定》中明确要求“以饮水安全和重点流域治理为重点，加强水污染防治”。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020）》明确将“水体污染控制与治理”列为确定的16个重大专项之一，湖泊富营养化控制和河流水环境综合整治是该重大专项的主要研究任务。2007年12月26日国务院常务会议，审议并原则通过了《水体污染控制与治理》国家科技重大专项实施方案，重点围绕“三河、三湖、一江、一库”提出解决畜禽养殖污染流域水环境的关键防治技术，为实现节能减排目标和改善重点流域水环境质量提供有力支撑。据预测，到2020年，我国畜禽养殖污染物产生量将达到：粪便13.37亿吨、尿液6.80亿吨、化学需氧量4,937万吨、总氮1,089万吨、总磷376万吨。生猪是我国最主要的畜禽品种之一，据《中国畜牧业年鉴》公布数据，2013年~2016年间国内生猪存/出栏量基本稳定，出栏量始终保持在68502万头~71557万头左右，存栏量保持在43503万头~47411万头左右，粪污产生量极大，如果得不到有效处理将对我国流域水环境造成严重污染。综上，在水专项《农业面源污染控制治理技术集成与应用》（2017ZX07401002）课题、“流域农业面源污染防控整装技术与农业清洁流域示范（2015ZX07103007）”子课题“养殖业面源污染防治共性与整装技术”的支撑下制定了编制《集约化生猪养殖污染控制技术指南》的任务，项目承担单位为中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所。

### 1.2 工作过程

承担项目后，编制组全面收集了生猪养殖行业发展概况和污染控制的文献资料、以及国内外生猪养殖行业有关的环保法规和标准等资料。在此基础上，编制组成员针对5大流域分布的典型规模化生猪养殖场进一步开展了污染控制措施的调研，主要包括以下方面：（1）生产概况，调研生猪养殖场的生产规模、品种、占地、水电消耗情况；（2）饲喂管理，生猪饲料的原料组成与配比、添加剂和药物的使用情况；（3）粪污产生、清理和去向，重点调研生猪养殖场的生产管理流程、污染物产生环节和组成、产生量、采用的清粪技术、以及污染物排放去向；（4）粪污处理现况，调研生猪养殖场现有粪污处理设备和设施、处理工艺、处理效果、投资费用、以及运行成本；（5）生猪养殖场废弃物资源化利用情况，包括利用率、利

用途、生产积极性、以及经济效益。

2017年，在北京召开了《集约化生猪养殖污染控制技术指南》开题论证会。由相关领域多位专家对编制污染控制技术指南的需求进行了论证。多位专家对编制组前期调研工作给予了一致肯定，并进一步提出明确和细化指南的适用范围，深入调研导则所规范的养殖污染控制技术的适用性与可行性。根据专家组意见，编制组开展针对性的深入调研，补充完善相关资料，形成污染控制技术指南的初稿及编制说明。

2018年10月，编制组邀请有关专家就指南草稿规范的技术内容进行研讨，在进一步修改完善的基础上，形成《集约化生猪养殖污染控制技术指南》（专家咨询稿）及编制说明。

2019年3月20日，召开了《集约化生猪养殖污染控制技术指南》审议会。与会专家一致肯定了指数的主要技术内容，提出针对指南中资源化利用部分的指导细节进行修改调整，并进一步完善指南文本和编制说明的建议。编制组根据与会专家的建议对相关内容进行了修改补充，形成《集约化生猪养殖污染控制技术指南》立项评审稿和编制说明。

2020年1月，编制组联合中国环境科学学会，邀请专家就指南的立项及内容等进行咨询，经专家结合指南内容及团体标准设计要求等提出的意见建议，进一步完善了指南内容，形成立项稿。

## 2 标准编制的必要性

### 2.1 生猪养殖污染治理技术优势未能得到有效发挥

据国家环保总局统计，畜禽粪污的有机污染负荷（COD）超过了工业废水和生活污水的总和。高浓度的污水排入江河湖泊中，造成水质不断恶化。近年来，我国生猪养殖的集约化和规模化发展迅速，生猪养殖场粪污排放已成为我国环境污染的主要来源之一。目前，尽管国内集约化生猪养殖场已基本具备了污染控制设施，但实际应用当中往往忽视了污染控制技术的适用范围，并且在粪污清理、收集、处理和利用过程缺少规范化的操作管理，未充分发挥各环节不同技术组合的优势，导致生猪养殖场处理粪污的运行成本过高，处理效果不理想，国内养猪业的污染治理问题无法得到有效的解决。

鉴于国内养猪业污染治理暴露的问题，通过编制污染控制技术指南筛选低投入、高效率、易管理的粪污处理和资源化利用技术，打造污染控制技术集成体系，指导生猪养殖业的污染防治是十分必要的。本指南编制目的是规范化生猪养殖污染控制技术与资源化利用的选择、建设、运行和管理，以标准指导生产和污染治理，淘汰不成熟技术甚至落后技术的滥用，更

高效的推进种养结合、循环利用的绿色农业发展模式。编制的指南将为生猪养殖场与环保部门的管理提供技术依据，构筑一道有效的环境技术管理防线，充分发挥环境投资效益以及规范环保技术市场，使生猪养殖场粪污处理和资源化利用的规划和设计、建设运行、技术评价等相关的工程咨询有章可循。

## 2.2 缺少可持续污染控制技术的筛选

生猪养殖是我国畜牧业最主要的支柱产业之一，存栏和出栏数约占全球总数的 50% 以上。尽管分散式养殖仍占据一定比例，但规模化生猪养殖场存栏占比已逐年提升，据《中国畜牧统计》公布，截止 2016 年全国千头以上规模化生猪养殖场生猪出栏量占比约为 32.6%。养猪业的料肉比通常为 3:1，也就是 33% 的饲料转化为猪肉，67% 饲料转变为猪粪，一个万头生猪养殖场每天产生的污染量，相当于一个人口为 5 万人~10 万人的乡镇每天产生的污染量。传统的粪污处理技术主要以沼气工程、堆肥、深埋、贮存为主，适用条件与范围模糊不清，养猪企业也没有针对技术自身特点进行筛选、优化与集成，导致这些技术实际应用当中要么运行成本高，要么存在二次污染隐患，没能产生出最佳的环境和经济效益。许多小型生猪养殖场粪污处理率较低、甚至出现污水直排问题，造成河流、湖泊，导致河水污染以及富营养化，破坏了自然生态环境；而粪便随意堆放，不仅占用大量土地，散发恶臭气体，造成地下水硝酸盐污染，还增加人畜疾病的发生和传播风险。大中型集约化生猪养殖场尽管配备粪污处理设施设备，但较高的运行成本限制了企业的发展步伐与经济收益，导致企业应对环保问题表现出普遍不高的积极性。

随着生猪养殖场规模的不断扩大和出栏量的持续增长，单一模式的粪污处理技术已无法解决养猪污染治理问题。最主要的原因在于粪污处理运行成本高，因此必须在种养结合、循环农业的发展指导框架下坚持粪污收集、转化、利用一体化的原则，进行粪污源头减量、提高污染控制技术的消减效率、以处理产品的资源化多元利用的增值补贴污染控制的运行成本，不断完善种养循环衔接，才能真正解决好养猪业环境污染问题。

## 2.3 现行养殖污染控制标准存在的主要问题

《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ/T 497) 以我国当前的污染物排放标准和污染控制技术为基础，规定了畜禽养殖业污染治理工程设计、施工、验收和运行维护的技术要求，重点针对废水处理、固体粪便处理、病死畜禽尸体处理与处置和恶臭控制进行了规范。

《畜禽养殖业污染防治技术规范》(HJ/T 81) 主要规定了畜禽养殖场的选址要求、场区布局与清粪工艺、畜禽粪便贮存、污水处理、固体粪肥的处理利用、饲料和饲养管理、病死

畜禽尸体处理与处置、污染物监测等污染防治的技术要求。

《畜禽养殖业污染防治技术规范》(HJ/T 81)和《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ/T 497)的实施对生猪养殖污染控制起到了积极的作用,但我国养殖规模化比例、集约化程度对技术的应用仍具有一定限制,导致存在一些问题。

上述技术规范主要提出了针对沼气工程处理污水和堆肥处理固粪的技术要求,但畜禽养殖业目前仍以分散式养殖为主,沼气工程更适用于规模化养殖,单纯以沼气工程处理污水运行成本太高,中小型企业无补贴情况下难以承受。此外,未对养殖废弃物资源化利用途径和方式进行说明,仅作肥料化利用的方式过于单一,在养殖区周边种植业不发达的情况下难以真正消纳粪便资源。

鉴于以上原因,上述技术规范不能完全满足当前养殖污染防治工作,因此编制养殖污染控制技术指南十分必要。本指南的编制针对我国复杂的养殖发展现状,创新提出以养殖方式和规模决定污染控制技术的使用,将原位养殖技术和粪污异位发酵床处理技术以及沼气工程技术进行组合,与源头饲料配方技术、清粪技术和资源化利用技术形成的集成技术体系,从而达到有效控制养殖污染的目的。

总之,本指南的编制将为提高养猪业污染治理的管理水平,推动国家环境污染治理工程技术标准体系的建立健全,以及国家环保事业的健康发展发挥重要作用。

### 3 国内外相关标准研究.

#### 3.1 国内相关法规和标准情况

##### 3.1.1 畜禽养殖污染治理现行政策法规

《中华人民共和国水污染防治法》(2008): 畜禽养殖场或养殖小区建设畜禽粪便、废水的综合利用或者无害化处理设施; 畜禽养殖场、养殖小区应当保证其畜禽粪便、废水的综合利用或者无害化处理设施正常运转, 保证污水达标排放, 防止污染水环境。

《固体废物污染环境防治法》(2004): 畜禽规模养殖企业应按照国家有关规定收集、贮存、利用或者处理养殖过程中产生的粪便, 防止污染环境。

《畜牧法》(2005): 畜禽养殖场、养殖小区应当保证畜禽粪便、废水及其他固体废弃物综合利用或者无害化处理设施的正常运转, 保证污染物达标排放, 防止污染环境。

《农业法》(2002): 畜禽规模养殖单位和个人应对粪便、废水及废弃物进行无害化处理或者综合利用。

《畜禽养殖污染防治管理办法》(2001): 畜禽养殖场应当保持环境整洁, 采取清污分流和粪尿的干湿分离等措施, 实现清洁养殖。

《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》(HJ/T 497): 养殖场的排水系统应实行雨水和污水收集输送系统分离; 新、改、扩建的畜禽养殖场应采取干法清粪工艺, 采取有效措施将粪便及时、单独清出, 不可与尿、污水混合出; 采用水冲粪、水泡粪湿法清粪工艺的养殖场, 要逐步改为干法清粪工艺; 畜禽养殖过程中产生的污水应坚持种养结合的原则, 经无害化处理后尽量充分还田, 实现污水资源化管理。

《畜禽养殖业污染防治技术规范》(HJ/T 81): 新、改、扩建的畜禽养殖场应采取干法清粪工艺; 采用水冲粪、水泡粪湿法清粪工艺的养殖场, 应逐步改为干法清粪工艺; 畜禽粪污应日产日清。

## 3.2 国外畜禽养殖污染治理相关法规或标准情况

### 3.2.1 美国

美国为解决畜禽养殖污染对生态环境的影响, 强制规模化养殖场必须实施、鼓励小养殖户自愿实施综合养分管理计划 (Comprehensive Nutrients Management Plan, CNMP), 主要是针对水、土壤、空气和动植物资源所做的保护措施和资源管理。其主要内容包括 6 部分: 粪便和污水贮存和处理; 养分管理; 土壤资源保护; 饲料管理; 操作记载以及可选择利用方式; 同时也关注到空气质量、病原菌、盐和重金属。

美国环保局修改了清洁水法案, 规定所有集中化养殖场 (Concentrated Animal Feeding Operations, CAFO) 需申请国家污染物减排系统许可, 将畜禽养殖场列入污染物排放源。建设新的大型集约养殖场需要建筑许可、雨水许可、个人经营许可、公开听证以及制订综合养分管理计划或养分管管理计划。中型规模化畜禽养殖场要求要有雨水许可、建筑许可、通用经营许可和制订养分管管理计划。典型规模化养殖场粪肥使用在无缓冲带条件下, 距离下游水体 30 米, 有植物缓冲带条件下, 距离下游水体 10 米。各州可有不同的规定, 一般要严于国家要求。

美国联邦法案 CFR Part 412 强调了规模化畜禽养殖场的环境管理, 并提出了具体的要求:

#### 3.2.1.1 场地管理, 对于所有规模化畜禽养殖场, 都需要实施最佳管理措施, 具体包括:

(1) 养殖场需对场地可能流失的氮和磷等营养元素含量、形态进行客观的评估, 采取措施减少氮和磷排入地表水的总量。



(2) 养殖场需监测畜禽粪便产生量、垃圾或污水还田施用的频次，在满足农田养分管理的前提下降低氮和磷排入地表水的总量。

(3) 每年至少对畜禽粪便中氮、磷含量进行 1 次监测，至少每 5 年对场地土壤中磷含量进行 1 次监测，肥料施用频次以监测结果作为依据。

(4) 养殖场需对粪污处理或施用的设备进行周期性的检查，防止污染的产生。

(5) 畜禽养殖产生的粪便、垃圾和工艺污水不能施用于离地表水体 100 英尺以内的土地上，以及农灌水井或其他直接通向地表水体的设施，但可以采用建设距地表水体 100 英尺外，宽 35 英尺的蔬菜种植区，并施用畜禽粪肥。

3.2.1.2 记录养殖场所在地的污染状况，包括粪污中的氮、磷、生物需氧量、总悬浮固体等污染物的排放情况；养殖场需制定当地土地营养管理计划，记录畜禽粪便、垃圾或污水还田情况等，计算还田土壤中氮、磷总量等。

### 3.2.2 欧盟

欧盟发布了“集约化畜禽养殖 (Intensive Rearing of Poultry and Pigs) 最佳可行技术支持文件”。在该文件中给出了集中式畜禽养殖场的定义，即：

- 大于 40000 只家禽（家禽包括蛋鸡、肉鸡、火鸡、鸭以及珍珠鸡）
- 大于 2000 头猪（大于 30kg）
- 大于 750 头母猪

欧盟对于集约化畜禽养殖业的最佳可行技术中一项主要内容是“良好的农业管理实践” (Good Agricultural Practice)，其中的主要内容是：

- 对养殖场人员进行培训；
- 记录用水量、耗能情况、饲料用量、三废产生情况及施用量等；
- 制订应急预案；
- 确保使用的机械设备等处于良好状态；
- 对粪便、垃圾等的处理进行合理规划；
- 对粪便施用于土地进行合理计划。

欧盟还对畜禽的饲养、畜舍建设给出了推荐的技术。尤其在养殖用水方面，推荐使用乳头饮水器、饮水槽等方式供畜禽饮水；推荐每一个养殖周期结束后，采用高压水枪清洗畜舍，同时记录用水量，避免渗漏等。对于畜禽养殖的粪便处理，采用储存池、固体粪便堆积等措施进行处理。

### 3.2.3 日本

70 年代，日本就已经制定了《废弃物处理与消除法》、《防止水污染法》和《恶臭防止法》等一系列法规，对畜禽养殖污染防控进行了明确的规定。日本污染物统一排放标准如表 1 所示：

表1 污染物排放标准

控制指标	日最大值	日平均值
BOD <sub>5</sub>	160 mg/L	120 mg/L
COD <sub>Cr</sub>	120 mg/L	/
TKN	120 mg/L	60 mg/L
TP	16 mg/L	8 mg/L
SS	200 mg/L	150 mg/L
粪大肠菌群数	3×10 <sup>6</sup> 个/L	/

### 3.3 本标准与国内外相关标准对比情况

#### 3.3.1 与国内相关标准比较

经过比较，指南中规范的养殖污染控制技术可实现污染的趋零排放，总体排放控制高于现行《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB 18596），在养殖污染控制技术的具体实施上，优先推荐采用原位发酵床养殖和异位发酵床处理技术，并对已发布标准未规定的粪污资源化利用方式与途径进行了规定；而《畜禽养殖业污染治理工程技术规范》（HJ/T 497）和《畜禽养殖业污染防治技术规范》（HJ/T 81）则仅推荐使用固体堆肥技术。

#### 3.3.2 与国外相关标准比较

与其他主要国家相关法规或标准进行比较，本指南推荐采用的生猪养殖污染控制技术能够将养殖粪污无害化处理与资源化利用紧密结合，生产、处理和利用环节不再产生二次污染，本指南对生猪养殖污染控制技术实施的具体规范已经非常完善和严格。

## 4 行业概况与污染控制技术

### 4.1 我国生猪存栏情况

随着社会经济的发展和人们物质生活水平的不断提高，生猪养殖业已经成为我国畜牧业发展的支柱产业之一。存栏量数据是生猪产业重要性的最有力说明，自 1990 年~2016 年，我国生猪年末存栏量始终保持稳定，稳中有增，如图 1 所示。近年来，随着农业产业结构的

调整和农村经济的发展，各省市相继出台了相关鼓励扶持政策，有力的促进了生猪养殖业的发展。截止 2016 年末，我国生猪存栏量约 4.4 亿头，是内存栏数最多的畜种。

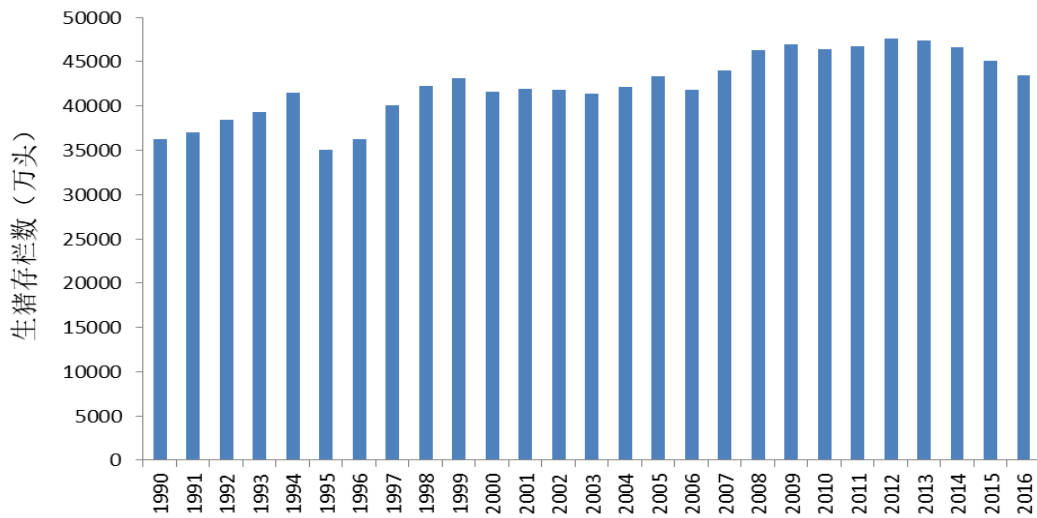


图 1 1990 年~2016 年来我国生猪年末存栏情况 (存栏数计)

#### 4.2 我国生猪养殖业规模化概况

随着人们生活水平需求的日益增长和农村产业结构的调整，生猪规模化养殖也逐渐成为我国畜牧产业发展的主要模式。2016 年，我国生猪饲养规模占比情况如图 2 所示 (以出栏数计)。年出栏数在 1 头~49 头的养殖场 (户) 的年出栏数所占比为 26.2%，5000 头以上的仅占 15.8%，10000 头以上的占 10.7%，而 2015 年上述养殖规模的出栏占比则分别为 28%、14.8%和 9.8%。总体来看，生猪养殖规模化、集约化，科学饲养水平和技术装备水平正在不断提升，我国生猪养殖仍然以中小规模的分散经营为主，专业化、规模化程度与欧美等发达国家差距很大，还有待进一步提高。

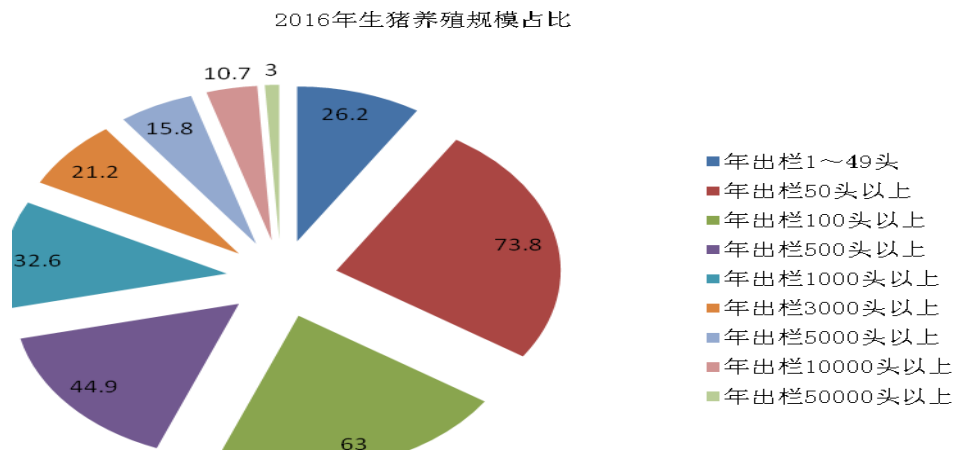


图 2 2016 年我国生猪养殖规模占比情况（以存栏数计）

#### 4.3 国内生猪养殖业市场状况

2016 年全年肉类总产量 8537.8 万吨，其中，猪肉产量 5299.1 万吨，出栏 1 头商品肥猪可获利约 400 元，同比增加 290 元左右。南方水网地区生猪饲养密度逐渐降低，大型养猪企业在东北、西北等潜力发展区积极布局。据统计，水网地区 133 个主产区禁养区内关闭或搬迁养殖场 2.5 万个，减少生猪存栏 282 万头。总体来看，市场有效供给保障水平提升，猪肉产品生产总体呈现稳中有进、稳中向优的良好态势。

#### 4.4 我国生猪养殖业发展趋势

我国是生猪养殖大国，猪存栏量和出栏量均居世界第一位，猪肉消费需求主要来自于国内，受外界影响不大。总体来说，我国生猪养殖业还处于相对较低的发展水平，以中小规模养殖为主，集约化程度低，生产效率低，专业化程度低，但随着社会经济发展和环保要求的提高，生猪养殖场集约化、规模化比例和生产管理水平还会继续不断提升。

#### 4.5 生猪养殖污染控制技术分析

我国各地域地理、气候环境和经济条件千差万别，生猪养殖业发展的规模化和集约化程度也各不相同，因此粪污处理与资源化利用方式通常因地制宜，整体来看缺少统一的规划和技术实施的管理。近年来，生猪养殖业的污染控制主要采取两种措施，第一种措施是源头污染控制技术；第二种措施是末端治理技术。

##### 4.5.1 源头污染控制技术

###### 4.5.1.1 减少粪尿污染物含量

培育优良品种、科学饲养，科学配料、合理配比畜禽饲料、应用无公害的绿色添加剂和高新技术改变饲料品质及物理形态（如生物制剂处理技术、饲料颗粒化、饲料热喷技术）等措施，提高生猪育肥性能和饲料转化率，降低粪尿中氮的含量及恶臭气体的排放。减少饲料抗生素、重金属添加量，降低养殖废弃物的处理成本，减轻对环境的二次污染。

###### 4.5.1.2 推进干清粪工艺

目前，我国规模化生猪养殖场采用的清粪工艺有 3 种，即水冲粪、水泡粪和干清粪工艺。

水冲粪是指粪尿污水混和进入缝隙地板下的粪沟，每天数次从沟端的自翻水放水冲洗。这种清粪方式劳动强度小，劳动效率高，在劳动力缺乏且较贵的欧美国家采用较多。其缺点是耗水量大，污染物浓度高。

水泡粪是在水冲粪工艺的基础上改造而来的，是在猪舍内的排粪沟中注入一定量的水，粪尿、冲洗和饲养管理用水一并排入缝隙地板下的粪沟中，储存一定时间后，待粪沟装满后，打开出口闸门将粪水排出。这种工艺虽然较水冲粪工艺节省用水，但粪便长时间在猪舍中停留，形成厌氧发酵，产生大量的有害气体如硫化氢、甲烷等，影响生猪和人体健康。粪水混合物的污染物浓度更高，后处理也更加困难。

干清粪是在粪尿产生后进行分流，干粪由机械或人工收集、清扫、集中、运走，尿及污水进入排污沟，固液分别处理。采用干清粪工艺的固态粪污含水量低，粪中营养成分损失小，肥料价值高，便于高温堆肥或其他方式的处理利用；产生污水量少、污染物含量低，易于净化处理。日本多采用这种工艺，欧美国家也倾向于这种工艺。

#### 4.5.1.3 原位发酵床养猪技术

原位发酵床养猪技术是一种新型生态养殖方式，是指在猪舍内铺设垫料并喷洒具有发酵功能的无害微生物菌剂，通过猪踩踏活动促使粪尿与垫料混合，并在微生物作用下持续发酵，从而在饲养过程中同步实现粪污的无害化降解。原位发酵床养猪技术目前正在我国部分省市推广应用势头良好，与传统养猪技术相比，无需清粪和粪尿处理措施，节约用水约 80%，生猪养殖场无恶臭，腐熟垫料可实现多途径的资源化利用。猪肉可达《无公害食品猪肉》(NY 5029) 的要求，废水可实现趋零排放。

#### 4.5.2 末端污染控制技术

##### 4.5.2.1 粪污异位发酵床处理技术

粪污异位发酵床处理技术是一种养殖污染控制技术，是指将生猪养殖场粪污集中收集贮存，均匀搅拌后通过自动喷淋设备定时喷洒在垫料上，并利用翻抛机定时翻拌，直至垫料完全腐熟，处理后的腐熟垫料可进行多途径的资源化利用。该技术可基本实现污水趋零排放，同时为养殖废弃物资源化利用提供了支撑，可打造高品质、高附加值的生物有机肥产品，提升养殖废弃物资源化的价值与竞争力。

##### 4.5.2.2 沼气工程技术

生猪养殖场污水一般有机负荷较高，氨氮含量高等特点，其污水的末端治理区别于工业生产，一般需要多种处理技术的结合。从治理技术来看，要实现目前去除 COD、BOD 的同时，再脱氮除磷的效果，厌氧工艺是不可或缺的；同时，配合我国农村地区的沼气化工程建设，厌氧沼气化可以实现资源的有效利用。目前我国生猪养殖污水的治理模式主要分两种：一种是能源环保型治理模式，以污水达标排放为目的；一种是能源生态型治理模式，以能源

化利用为目的。

#### 4.5.2.3 焚烧法

猪粪有机物含量高，以干物质计算，有机碳含量达到 25%~30%。因此，可利用焚烧处理技术，在 800℃~1000℃下充分燃烧固体粪便，产生的灰渣用作肥料资源，燃烧过程产生的热量则可用于发电。该技术可减少 90%以上的粪便，且灰渣中不含致病菌和虫卵，但技术投资大，处理费用昂贵，燃烧时释放大量有害气体污染大气环境。

#### 4.5.2.4 堆肥法

猪粪除含有大量有机质和氮、磷、钾等植物必需营养元素外，还含有微量元素、多种生物酶和微生物，是生产有机肥的优质原料。通过堆肥处理，粪便中的营养成分经微生物降解腐熟后可被植物更好的吸收利用。同时有机质经在降解过程中产生的热量能够灭杀粪便中含有大量的病原菌和寄生虫，最终腐熟的肥料可安全还田施用。因此，猪粪堆肥处理是一项可有效解决养殖污染问题，并实现养殖废物资源化利用的技术措施。

## 5 编制原则与依据

### 5.1 编制原则

5.1.1 认真贯彻国家、地方的环境保护法律法规及有关规定的原则；要有充分的科学依据，依靠系统科学的分析方法，考虑生猪养殖污染控制的特点，考虑与现有同类规范的衔接，提高规范的系统性和整体性。

5.1.2 充分考虑当地自然条件、养殖规模、农业发展水平以及气候特征，以选择工艺成熟、处理有效、建设和运行成本可承受为原则选择生猪养殖污染控制技术，力求运行管理简便易行。

5.1.3 在技术指南编制内容中坚持种养结合、循环利用的农业发展指导原则，强调养殖源头的饲料防控与污水产生减量，充分体现粪污的资源化利用带来的经济和环境效益。

5.1.4 规范养殖场污染控制过程的环境监测与设施设备的安全运行。

### 5.2 法律依据

技术指南编制过程中，依据的现有法律法规包括：

中华人民共和国环境保护法

中华人民共和国动物防疫法

中华人民共和国水污染防治法

### 5.3 技术依据

#### 5.3.1 污染控制技术选择依据

按《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596)的规定选择污染控制技术,以“减量化、无害化、资源化”为原则,污水和固废环境排放不超过产生总量的1%,构建粪污资源的“肥料化、基料化、燃料化”利用体系,同时减少养殖与处理过程的臭气产生。

#### 5.3.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备第1部分:通用技术条件

GB 13078 饲料卫生标准

GB/T 14048.5 低压开关设备和控制设备第5-1部分:控制电路电器和开关元件机电式控制电路电器

GB 18596 畜禽养殖业污染物排放标准

GB 50016 建筑设计防火规范

NY/T 682 畜禽场场区设计技术规范

NY/T 1168 畜禽粪便无害化处理技术规范

NY/T 1220.1 沼气工程技术规范工艺设计

NY/T 1222 规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范

NY/T 667 沼气工程规模分类

NY525 有机肥料

NY 884 生物有机肥

NY/T 2600 规模化畜禽养殖场沼气工程设备选型技术规范

NY/T 798 复合微生物肥料

NY 5032 无公害食品 畜禽饲料和饲料添加剂使用准则

NY 5030 无公害食品 兽药使用准则

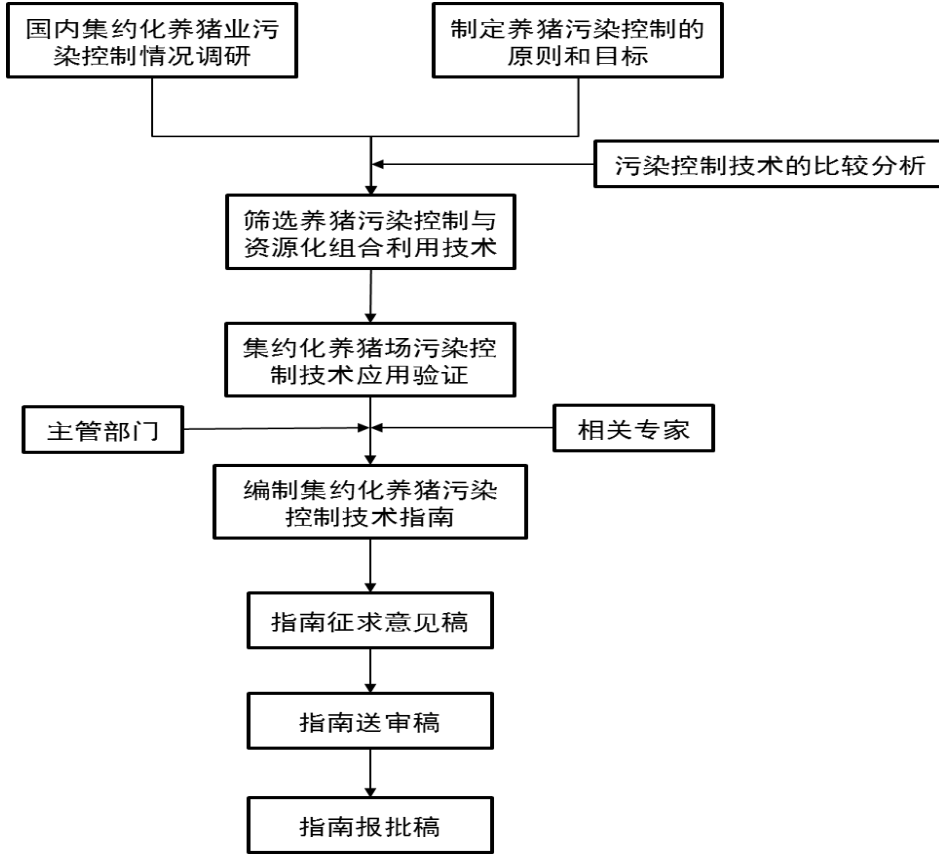
DB 64/T702 农村畜禽养殖污染防治技术规范

DB 32/T 2600 畜禽养殖粪便集中收集处理技术规程

DB 32/T 2603 养殖场污水生物净化处理技术规程

DB 32/T 2604 养生猪养殖场雨污、粪尿分离技术规程

#### 5.4 技术路线



## 6 标准主要技术内容说明

### 6.1 标准适用范围

本指南规定了集约化养生猪养殖场原位发酵床养猪、异位发酵床处理粪污和发酵产沼利用的技术实施细则，且规范了粪污处理后产品的资源化利用策略和途径。指南中规定的生猪养殖污染控制技术以服务资源化利用为目标，以集约化生猪养殖场为对象，突出种养结合过程粪污处理技术与资源化利用的整合性。

### 6.2 规范性引用文件

本部分说明本技术规范编制时引用的主要标准、规范和相关规定。

### 6.3 术语和定义

为了使指南易于理解，本指南规定了重要的术语和定义，分别为集约化养殖、垫料、发



酵菌剂、原位发酵床养殖、粪污异位发酵床处理、发酵车间、养殖场沼气工程、垫料资源化利用、沼渣和沼液资源化利用。

#### 6.4 养殖场区环境和管理要求

6.4.1 本指南 5.2 规定了污染控制技术的应用要求。生猪养殖污染控制技术的运行成本、效果好坏主要取决于养殖规模。本部分针对集约化和分散式养殖规模，分别列表说明了适用的污染控制技术、技术的关键内容和适用要求。粪污异位发酵床处理技术和沼气工程技术以整个养殖场粪污污染控制为目的，原位发酵床养殖技术则针对整栋猪舍进行粪便污染控制。当生猪存栏规模达到 I 级（ $\geq 3000$  头），上述两项污染控制技术有利于实现集中处理，且方便运行维护；对于生猪存栏规模为 II 级（ $500 \leq \text{存栏} < 3000$  头），除上述两项技术外，还可考虑采用原位发酵床养殖技术，或形成一定的技术组合模式，多种技术同时应用，这时运行成本能够实现可控；对于生猪存栏规模为 III 级（ $< 500$  头）的小规模分散式养殖，无论粪污异位发酵床处理技术还是沼气工程技术的运行成本都较高，此时采用原位发酵床养殖技术可将污染控制成本降到最低。

6.4.2 本指南 6.1 条规定了生猪养殖场选址和布局的要求，生猪养殖场雨污和粪尿分离的管理措施。生猪养殖场通过合理选址布局，在保障正常生产的前提下可避免对周边农村生活区域造成影响，场区选址按 NY/T 682 规定执行。生猪养殖场要严格执行雨污分流，可保证雨水不进入污水收集管道，排入附近河塘后不会对地表或地下水造成污染；而污水直接进入处理设施或进行资源化利用。规定了消火栓和建筑物内固定灭火器材的配置严格按 GB 50016 规定执行；电器电路系统按 GB/T 14048.5 规定执行；电气安全按 GB 5226.1 规定执行。

6.4.3 本指南 6.2 条规定了生猪采食饲料原料的品质要求。严禁变质饲料及原料用于生猪饲喂，避免诱发消化道疾病或造成生产性能下降，相关管理应严格按照 GB 13078 规定执行。同时建议通过改善饲料配比、添加无害环保饲料添加剂或微生物菌剂等方式提高饲料转化率，一方面可提高动物的生产性能，同时减少粪污源头的氮、磷排放量，也可减少臭气产生，对改善养殖环境具有一定作用。

6.4.4 本指南 6.3 条规定了生猪饲养过程中饲料添加剂的使用要求。饲料添加剂产品必须获得当地主管部门颁发的生产许可证，添加成分符合农业农村部规定，禁止存在毒害作用的非法添加物使用。此处尤其需要重点关注饲料中铜、锌等重金属元素的添加量，按农业农村部 2018 年初公布的《饲料添加剂安全使用规范 2625 号公示》，25 kg 体重以下仔猪饲料铜和锌添加指导量不超过 125mg/kg 和 110mg/kg，其它生长阶段铜添加量不超过 25mg/kg，锌添

加指导量在 80mg/kg~100mg/kg 之间，但全国范围的抽检数据表明实际添加量已远超指导标准。有关研究报道，成年猪对铜的吸收率为 5%~10%，锌的吸收率为 7%~15%，绝大部分铜、锌随粪尿排出。因此，加强饲料源头的管理调控，将有利于减少重金属残留量，既有助于后续粪污处理难度和降低成本，还有助于粪便资源化的安全利用，对促进种养结合、循环农业的发展具有重要意义。

6.4.5 本指南 6.4 条规定了生猪饲养过程中兽药的使用要求。由于国内生猪养殖企业普遍存在超量饲料中添加抗生素用于防病和促生长的情况，甚至农业农村部已公布废止使用的兽药仍然活跃在养殖行业。肉质中的药物残留可能会引发人体毒理反应，兽药残留也会增加粪污处理的难度和成本，还田利用还有可能引发环境耐药性扩散风险以及瓜果蔬菜的药物残留风险问题。因此，在养猪的饲喂源头上要求严格执行 NY 5030 的规定。

## 6.5 原位发酵床养殖技术实施要求

6.5.1 本指南 7.1 条规定了原位发酵床养殖技术的实施细则，包括技术适用范围、猪舍设计、通风控温、饮水采食设计、养殖密度要求、发酵池设计、菌剂选择与调配、发酵床铺设与管理、以及除臭。

原位发酵床养殖技术是适用于整栋猪舍生猪饲养和粪便处理的一体化模式，猪舍建议采用大通栏设计，单栏 200m<sup>2</sup>左右，饲养 100 头左右生猪，单栋猪舍建议设计两个大通栏。采用大通栏设计便于使用小型翻抛机进行疏粪，降低人力成本，提高管理效率。饮水和采食需要专门设计，通栏一侧可设置水泥饲喂台，同时在饲喂台上安装饮水器和饲料槽，推荐使用碗式饮水器，可有效减少滴漏水避免对垫料发酵造成影响。

原位发酵床养殖效果的好坏主要取决于发酵床制作和维护管理，一些关于垫料配制和影响发酵效果的关键参数必须符合指南规定。通过实验验证，将微生物发酵菌剂与垫料质量比为 1%、垫料水分控制在 40%~50%之间、发酵温度控制在 45℃~55℃之间，原位发酵床可实现最佳的饲养效果，这一条件下粪污处理最充分，无臭味、无病原菌存在，猪只活跃；发酵床垫料高度减少达到 10%或出现臭味时需及时补充垫料，否则碳氮比失衡，导致发酵床失活。

针对保育、育肥和母猪的生活习性和粪污排放量等特点，饲养密度宜按保育猪占地 0.8m<sup>2</sup>/头~1.0m<sup>2</sup>/头、育肥猪占地 1.2m<sup>2</sup>/头~1.5m<sup>2</sup>/头、繁育母猪占地 3.0m<sup>2</sup>/头~4.0m<sup>2</sup>/头，垫料厚度夏季分别为 40cm、60cm 和 60cm，冬季为 60cm、80cm 和 80cm，要给猪只保留足够的活动空间，避免其完全在粪污中活动休息，也不会超过垫料处理粪污的负荷，可以达到

最佳的垫料发酵效果；保育、育肥猪较为活跃，会自行踩踏翻耙垫料，因此可1周~2周翻拌1次垫料，而母猪产粪多，不及时清粪容易发生炎症引发流产或不育等情况，因此每天需至少翻拌1次，翻拌深度一般在20cm~30cm之间，既可减少臭气产生也能发挥出垫料最佳的发酵效率。垫料的补充和更换要分阶段进行，需要注意保育、育肥和母猪舍的区别。

对于保育、育肥猪，每轮保育或育肥结束后，更换表层20cm左右的垫料；母猪则3个~4个月更换1次表层20cm左右的垫料；由于表层垫料与粪污接触混合最为充分，此时已经腐熟完全，必须清除后补充新垫料，否则影响原位发酵床的使用，更换下来的腐熟垫料可直接用作肥料、基质等原料，进行资源化利用。

上述有关发酵床制作和管理过程的要点须严格执行指南的规定，否则达不到最适发酵温度，发酵床将无法正常运行，不能生产优质有机肥或培养基质原料，还会产生大量臭气，且滋生有害细菌，直接危害猪只健康。需要注意，原位发酵床垫料原料的选择要与养殖周期相搭配，避免选择秸秆类易降解的原料，宜选择锯末、稻壳、蘑菇渣和玉米蕊块等使用周期长的原料。

6.5.2 本指南7.1.15条对原位发酵床猪舍除臭措施进行了说明。主要把握两个基本原则：首先，饲喂管理上要提高饲料中粗纤维比例，补充益生菌、酶制剂或植物活性提取物，有利于提高饲料转化率的同时减少粪便中氨氮、硫化物和吲哚及粪臭素等臭味物质的含量；其次，原位发酵床管理上要及时进行垫料翻拌，适量在垫料中添加沸石粉、丝兰属植物等原料，喷洒经农业农村部认证的除臭菌剂。在饲养管理中采取上述措施可有效防止原位发酵床养殖过程产生臭气。

## 6.6 粪污异位发酵床处理技术实施要求

本指南7.2条规定了粪污异位发酵床粪污处理技术的实施细则，包括技术适用范围、发酵车间设计、养殖密度要求、清粪工艺选择、粪污收集与运输要求、粪污贮存要求、菌剂选择与调配、粪污异位发酵床运行管理。

粪污异位发酵床处理技术是针对集约化生猪养殖场整体粪污集中处理为目的而设计的，需要严格控制源头冲洗水用量和粪污产生量，这是确保粪污异位发酵床处理技术实现污染物趋零排放的前提之一。因此必须实施清洁生产，采用先进的技术，提高水的循环利用率，例如：逐步淘汰水冲粪和水泡粪工艺，采用干清粪工艺进行替代。粪污异位发酵床处理技术最适用于生猪存栏量 $\geq 500$ 头、具备漏缝地板排污系统或自动刮粪设备的集约化生猪养殖场，以整个养殖场的粪污集中处理为目的。

发酵车间宜采用轻钢结构框架设计，高度不低于 4m，需保持良好的采光和通风，门窗采用卷帘，车间式设计造价成本相对较低，有利于机械化操作和发酵产品的贮存和运输。粪污槽应在发酵车间中央位置，发酵槽分列于粪污槽两侧，可设置多列发酵槽，多列式分布设计可节约占地空间，减少了粪污输送管道的布置，同步实现多列发酵槽的粪污处理。需要注意的是，粪污槽和发酵槽底部及侧壁要做好防渗漏处理，避免污水或发酵产生的渗滤液渗入地下引起地下水污染。发酵槽一端需要设计污水循环池，将发酵过程中垫料产生的渗滤液回流到粪污槽，通过回用可避免污染环境。

粪污转运过程中应按 DB 64/T702 规定执行，粪污集中收集后向贮存池转运、贮存过程应做好防渗漏措施，设计专用通道，需与猪舍保持距离，最好处于下风向区域，避免引发疫病。粪污贮存池底及池壁应防水防漏，避免地下水污染。粪污贮存池有效容积应有粪污异位发酵床日处理量的 1.5 倍以上，否则可能导致粪污供给不足，导致发酵中断。圈舍冲洗水时调节贮存池中固形物浓度，可控制在 10% 左右。粪污池内必须安装循环搅拌设备，通过搅拌混匀粪污，避免产生结痂和沉淀，搅拌可确保贮存池内的粪污被均匀地喷洒到垫料上，保持稳定的垫料发酵效果。另外，粪污贮存池四周应设立警示标志和隔离栏，预防人畜掉入池中发生危险。

与原位发酵床养殖技术类似，粪污异位发酵床处理技术的运行管理维护也是关乎粪污处理效果和效率的关键，垫料配制和发酵管理的关键指标必须符合指南规定。发酵菌剂添加、垫料厚度、粪污喷洒量、翻拌次数和时间、水分调节、垫料替换须严格执行指南的规定，否则发酵床无法在最适发酵温度下正常运行，不能生产优质有机肥原料。现场实验证明，发酵菌剂与垫料质量比为 1% 左右，与垫料混合均匀后，最终堆高在 1.2m~1.5m 之间，可获得最佳的发酵效果；采用喷淋设备将粪污槽内的液体粪污喷洒在垫料上方，使粪污均匀的分布在垫料表面；喷洒粪污后静置约 8h~10h，待液体充分浸入垫料后，再进行机械翻抛，可充分混匀垫料和粪污混合物，否则容易导致不均匀发酵；正常情况下，每日翻抛 1 次即可，当夏季高温时或发酵温度过高的情况下需增加翻抛次数，有利于垫料的通风，避免堆体内部温度过高；翻抛应直达垫料底部，完全彻底混拌均匀，才不会出现局部腐熟不完全的情况。另外，处理过程中当垫料高度消耗量超过 10% 时，应及时补充垫料，充分将新旧垫料混合均匀，并进行含水量的调节，避免因碳氮比失衡而停止发酵或产生大量臭气。

发酵过程中应该严格监控垫料与粪污混合物的湿度和温度，如有异常需及时处理。混合物发酵的最适含水率为 50%~60%，发酵过程中需通过定期监测进行判断，增加或减少喷淋次数、补充干垫料或增加翻抛次数是调节湿度的常用方法；发酵的最适温度为 50℃~70℃，

发酵过程中也需定期监测，当温度较低时，可通过添加固体粪便、翻拌增加通气性、调节碳氮比范围在 25:1~30:1 之间、重新更换垫料。

## 6.7 沼气工程技术实施要求

全球范围内的沼气工程发展已经超过 30 年，单纯以厌氧运行情况来看，工艺成熟，运行稳定，技术突破度不大。但沼气工程作为本指南规定的污染控制技术体系中的重要一环，在养殖废弃物资源化利用领域还有较大发挥空间。因此，本指南中沼气工程技术的工艺选择并不以沼气产量多少作为唯一衡量标准，更需考虑沼气工程的建设规模、运行效果是否符合当地种植业发展需求以及两者间的协调关系。相对于种植业发达地区，农田面积广、肥料需求多，生猪养殖场可优先发展以厌氧产沼气的能源化利用和沼渣沼液肥料化利用为主的能源生态型沼气工程；而种植业欠发达地区农田面积有限，肥料需求小，生猪养殖场更需要关注环保效应，适宜优先发展以污水治理为主的能源环保型沼气工程，以污水达标排放为目的。

6.7.1 本指南 7.4 条规定了沼气工程技术的实施细则，包括技术适用范围、沼气工程规模选择、清粪技术选择、设备和工艺类型选择、厌氧消化技术选择、沼气净化脱硫、沼气发电和燃烧利用方式、沼气安全利用要求。

沼气工程的进料前处理是关键环节之一，本指南 7.4.5 条规定了前处理阶段所需技术措施，通常分为沉淀和固液分离两个步骤。养殖污水在沉淀环节相继通过格栅、沉砂池和沉淀池。在中小型养殖场废水处理系统中，较多采用固定式格栅。在粪水沟进入集粪池之前安装固定格栅，栅条间距一般为 15mm~30mm，用以在粪水进入集粪池和水泵前拦截较大的杂物。格栅一般可采用不锈钢材料，并制作成可移动式以便于清洗。经过格栅拦截后污水进入沉砂池，通过污水流速控制可使密度较大的无机颗粒自然沉降。沉砂池一般设置在泵站和沉淀池之前，通过这一步处理能够保护发动机件免受磨损，减少沉淀池的负荷，而污水中无机和有机颗粒的分离更方便于分别进行处理和处置。如果采用能源环保型污水治理工艺，沉砂池的出水将进入沉淀池，进一步沉淀污水中的悬浮物。沉淀池分为平流式和竖流式沉淀池，一般深度不宜超过 5 米，有效水深 2m~4m 左右，水力停留时间（HRT）为 1h~3h 左右。

通过格栅和沉淀后去除部分大颗粒固体物，养殖污水中仍然携带的大量小颗粒悬浮物，这些小颗粒悬浮物的 COD 和氨氮含量较高，因此采用固液分离处理高悬浮物和高浓度养殖废水是必不可少的措施。目前，生猪养殖场业污水处理中采用的固液分离技术主要有两大类，简易设施类和机械设备类。

自流式滤粪（柜）系统是目前我国中小型养殖场使用较为普遍的一种简易型固液分离装

置。该装置用不锈钢材质或木质框架制作而成。整个滤粪（柜）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。

离心式固液分离机是最主要的机械类设备，其基本原理就是重力沉降。悬浮于废水中的固体粒子，因为比水的密度微高，在重力作用下经过一段时间后会沉降于底部。当固体密度差增大时，这些颗粒沉降更快。在加速度作用下，沉降效果更加明显。离心分离机就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，但需要消耗大量电能，运行成本大大增加。

6.7.2 本指南 7.4.9 条规定了厌氧工艺的选择。沼气工程尽量选择技术成熟和运行稳定的工艺，尤其要因地制宜，指南中列出了养殖企业常用的厌氧工艺，全混式厌氧反应器（CSTR）、升流式厌氧污泥床（UASB）、升流式厌氧固体反应器（USR）、高浓度塞流式厌氧（HCF）、顶返式厌氧反应器（DFR）和黑膜发酵池等应用较为普遍，在我国使用较多。

6.7.3 本指南 7.4.10 条规定了沼气的净化脱硫。由于沼气中硫化氢一般占 0.001%~0.005%（V/V）。用作发动机燃烧时，沼气中硫化氢允许含量应小于 1.1 $\mu$ L/L；用作城市燃气时，沼气中硫化氢允许含量应小于 20mg/m<sup>3</sup>。

6.7.4 本指南 7.4.11 条规定了养殖场沼气发电利用的方式。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。由农村养殖场粪污，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、连杆进行做功，进而带动三相交流发电机发出强大的电力供用户使用，沼气发电技术的工艺流程如图 3 所示。

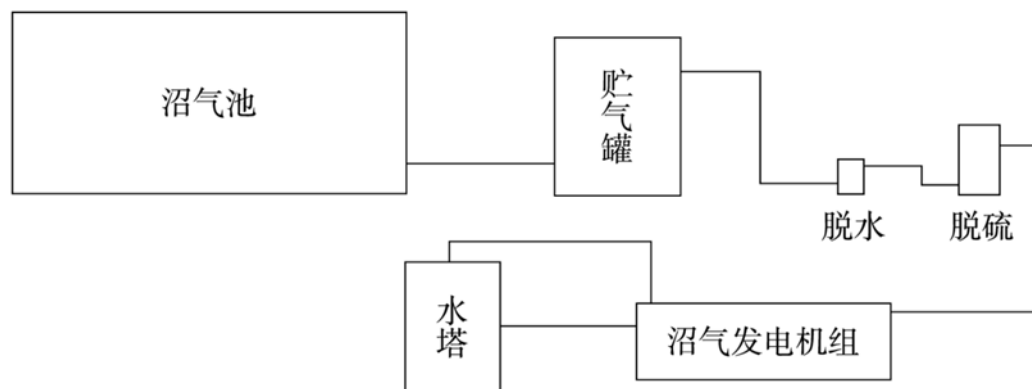


图3 沼气发电技术的工艺流程

沼气发电机组主要由以下三部分组成，包括：纯烧沼气发动机、三相无刷交流发电机和自动化运行控制台。沼气发电项目主要投资是购置沼气发电机组的费用，其次为机房及一些配套项目的投入。部分沼气发电机已经列入国家农机购置补贴名录，3种沼气发电机机型价格及补贴见表2。

表2 三种沼气发电机机型价格（万元）

机组型号	销售价格	享受补贴	实际出资
KZ30GF-K	18.33	5.0	13.33
KZ50GF-K	13.48	4.0	9.48
KZ75GF-K	11.20	3.4	7.80

沼气发电和热电联产循环利用工程技术是针对集约化畜禽养殖业发展的特点和环境保护的需要而发展起来的，是一项治理环境污染、获取绿色能源的经济、实用、节能和环保的技术。沼气发电机使用方便，既可以作为独立电源运行，也可以与电网并联运行，还可以作为备用电源使用，对增加农民收入、节约能源、改善农村人口生活质量、减少污染物排放和环境保护等意义重大。沼气发电机组的机型选择，主要取决于用户的养殖规模、厌氧沼气装置的容积（见表3），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。

表3 以厌氧反应器容积为参考选用机型

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

6.7.5 本指南 7.4.12 条规定了养殖场沼气燃烧利用的方式与使用原则。沼气集中供气模式是采用输气管网，将沼气工程生产的沼气输送给用气单位用作生活、生产能源的沼气利用方式。按供气动力类型分类，主要有自压供气和加压供气两种方式。自压供气即依靠沼气反应器贮气室内外水位差产生的压力提供供气动力，供气压力较大，供气距离可达 3km~4km，但供气压力有一定波动；加压供气即依靠空压机等机械动力维持沼气输送压力，供气压力相对较小，但压力可控且恒定。供气主要设施包括起点阀门、贮气罐、水封罐和阻火器。起点阀门

是沼气池排气口安装的总控制阀门，一般应采用 PVC 材质阀门，其输气口径应能满足整个供气系统单位时间内最大供气负荷量的参数要求。贮气罐用于沼气贮存，由于产气量和用气量之间存在一个平衡，除了“水压式”厌氧反应器具有内藏贮气室外，一般反应器都必须设置贮气罐进行调节。贮气罐体积可按最大调节容量或按平均日产气量的 25%~40% 设计，内部必须进行防腐处理。水封罐设置在沼气管道上，用于调整和稳定压力，在消化池、贮气罐、压缩机、锅炉房等构筑物之间起隔离作用。阻火器是安装在贮气罐上的重要安全设备，它的功能是允许易燃易爆气体通过，对火焰有阻止窒息作用。阻火器要求结构合理，耐腐蚀性强，耐烧、阻爆等各项技术性能具有突出的优势。

沼气输配一般采用低压输气系统；对输气距离较远的集中供气工程，可以采用中压和低压两级结合的输配气系统。对沼气用户较少的管网宜采用枝状管网形式，对大型集中供气沼气工程 (>2000 户) 宜采用环状与枝状结合的管网形式。沼气富含硫化氢等腐蚀性物质，一般采用 PVC 等耐腐蚀管材作为输气管道，其管网系统由首部（沼气净化系统）、干管、支管和毛管组合而成。管网的管径要合理级配，确保自输气端至用气端的沼气输送顺畅、供用平衡。同时，要在供气沿途相距一定距离（20~40m）安装排水器，并定时清除管道内积水，防止因积水而堵塞输气管道。输气管网以地理为宜，埋深不少于 3cm，以防外力破坏和暴晒而损坏管道。用气设施主要包括用户室外总控制阀及沼气流量计、室内调控器、输气管道及沼气燃气具等。其中室外总阀应设置在方便操控又不易损坏的地方，流量计安装在离地 2m 处，室内调控器安装在离地 1.6m 处，其他管道设施按其规范要求安装即可。

沼气集中供气利用属于系统工程，主要要求如下：

（1）采用合同制供气是确保供气长期稳定供气的基本保障。合同内容应涉及供气方法、供气量和供气时限、收费标准和方式、故障维修、供用气双方应履行的相关义务和责任等。

（2）限户供气，即根据一定的沼气发酵池容积或产气量相应限制其供气户数。目前，对于普通常温发酵沼气池，其产气率一般在  $0.2\text{m}^3/(\text{m}^3 \text{池} \cdot \text{天}) \sim 0.3\text{m}^3/(\text{m}^3 \text{池} \cdot \text{天})$ ，所以，每  $100\text{m}^3$  沼气池的供气户数应为 15 户~20 户；对于中温发酵沼气池，其产气率则大为提高，可达  $0.5\text{m}^3/(\text{m}^3 \text{池} \cdot \text{天}) \sim 1\text{m}^3/(\text{m}^3 \text{池} \cdot \text{天})$ ，可按每户每天用气量  $1.2\text{m}^3 \sim 1.8\text{m}^3$  计算其供气户数。

（3）计量收费供气应做到每户各自安装计量表，并逐月按商定的价格收费，收费供气可有效防止浪费用气，确保长期稳定供气。目前，供气价格一般为 1 元/ $\text{m}^3 \sim 1.2$  元/ $\text{m}^3$ ，每户（3 口~4 口之家）月用气量为  $30\text{m}^3 \sim 40\text{m}^3$ ，用气费用为 30 元~50 元。

（4）应当建立自沼气项目管理机构至供用气对象的各级分层联动供气管理机制，确保



供气政策、措施和技术方案得到有效的贯彻实施。

## 6.8 资源化利用方式、途径和要求

按照农业农村部提出的养殖废弃物五料化利用原则，即“肥料化、饲料化、燃料化、基质化、原料化”，将养殖污染控制与资源化利用结合起来。

6.8.1 本指南 8.1 条规定了发酵床垫料资源化利用方式和途径。发酵床养殖或处理产生的发酵垫料进行基质化、肥料化和饲料化利用。主要有 4 种途径：用作培养基质，垫料含有丰富营养成分，尤其在食用菌培养或绿植育苗产业上具有极大优势；用作简单有机肥料，成本投入低，对于中小型养殖场较为适用，可直接对腐熟垫料进行简单粉碎，无需再进行其他处理即可还田施用；腐熟垫料符合生物有机肥生产要求，可用作高品质生物有机肥的生产原料，具有较高的产品附加值；处理猪粪获得的腐熟垫料粉碎后适合用于水虻或蝇蛆养殖，将收获的幼虫作为生产动物蛋白饲料的原料。

6.8.2 本指南 8.2 条规定了沼渣、沼液资源化利用方式和途径。沼渣干化后用于固态有机肥生产。沼液稀释后可用于水肥一体化施用，或生产液态有机肥。

沼液利用需要注意事项如下：

（1）设置沼液过滤网（器），分自流式和动力过滤式两种过滤方式。自流式适用于有地势高低差的山地或丘陵地区，动力过滤式适用于平原地区。过滤环节必须严格控制，避免沼液输送管道堵塞。

（2）修建沼液沉淀池和贮存池，尤其是南方稻麦轮作条件下，沼液灌溉要建造贮存设施，可分别按相关沼气技术规范要求实施。

（3）沼液输送方式：①明沟自流输液，以沼液自流顺畅、不外流、溢流和淤积为宜；②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、不裂管和输液顺畅为准；③泵送输液，应充分考虑抽送沼液的电泵功率、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。

（4）沼液施用方式随作物不同而调整。果园采用：①沟灌，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；②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。硬管直接管灌以确保输液出水大小适宜为准；软管二次点施半径范围在 50 米内为宜。菜地采用：①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；②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而影响施肥效果。稻田宜采用漫灌方式，应着重考虑田地的平整度，以确保灌溉

均匀为准。林地采用：①自流沟施沼液，按林地林木行距的适当间距开掘水平施肥沟，沟的深、宽需视不同林种而定，宜为 0.5m 和 0.3m；②管灌沼液，与果园进行管灌的操作方法基本相同。

6.8.3 本指南 8.3 条规定了集约化生猪养殖场粪污完全消纳所需配置的农田要求。以小麦-玉米轮作模式为例，按照 1 亩农田消纳 3 头猪产生的粪污，年出栏 1 万头集约化生猪养殖场应配套不少于 3500 亩农田用于消纳每年产生的粪污；如以林地和果园等种植业发展为主，则需要更大面积的土地消纳粪污。采用肥料本地消纳策略，养殖规模和粪污处理技术的选择需要考虑当地种植业的实际需要，做到“以种定养”；采用肥料异地消纳策略，则需充分考虑运输成本、污染风险及本地消纳比例等综合因素的影响；一般来说，有机肥、液态有机肥和生物有机肥向周边农田输送的径距离分别应控制在 100km、150km 和 300km 以内，否则成本将超出生产企业的承受能力，且存在环境污染风险。

6.8.4 本指南 8.4 条规定了肥料化产品卫生与质量要求的标准依据，应严格按 NY/T 1168、NY525、NY 884 或 NY/T 798 规定执行，从而确保肥料具有有效养分，避免携带的致病菌和污染物污染种植作物和土壤环境。

## 7 环境经济社会效益分析

### 7.1 环境分析

7.1.1 在预测减排效果时，重点分析现有生猪养殖各污染物的年排放量，计算污染物年排放量削减量和削减比例。

7.1.2 基于产业政策与规划和环境政策等方面的要求，分析标准实施后未来 5 年~10 年新建集约化生猪养殖场的数量、规模等发展趋势，并分析预测各污染物的年排放量。

7.1.3 应用拟定标准的年排放量情况，分析未来 5 年~10 年的污染物排放削减量及削减比例。

7.1.4 对于化学需氧量、氨氮、总氮及总磷排放量较大的排放源，针对排放源分布的重点流域，基于未来 5 年~10 年每年污染物排放削减量，分析说明拟定标准实施后对重点流域水环境质量的改善效果。

### 7.2 经济分析

7.2.1 基于现有集约化生猪养殖场排放源的污染控制技术路线，根据每种排放控制技术投资数据及运维数据，分析确定典型污染控制工艺及设施的建设投资成本和年运行成本。

7.2.2 对因实施拟定排放标准，促进行业清洁生产工艺普及及环境保护，减少物耗、能耗，

增加产品产量等情况，可分析标准实施的经济效益。

## **8 标准实施建议**

本指南的实施需要配套管理措施；建议指南发布实施后，根据实施情况适时对本标准进行修订。

附表 1

集约化生猪养殖场粪污处理情况调查表

养殖场名称			备注
养殖场地址	省 市 县 村		
养殖场占地面积 (m <sup>2</sup> )			
负责人			
联系电话			
养殖规模	年存栏数 (头)		
	年出栏数 (头)		
饲养阶段	哺乳保育 (头)		
	生长育肥 (头)		
	能繁母猪 (头)		
清粪方式	①人工干清		①选择对应的清粪方式打“√”； ②如为其他方式请注明。
	②机械干清		
	③水冲粪		
	④水泡粪		
	⑤垫料垫草		
	⑥其他		
粪污处理技术	①原位发酵床		①选择对应的粪污处理技术打“√”，其中：发酵产沼技术所采用的厌氧处理工艺需要注明； ②如为其他处理技术请注明。
	②异位发酵床		
	③发酵产沼		
	④其他		