

ICS × × × × × × × ×
CCS × × ×

T/FDSA

团 体 标 准

T/ACEF—202×

规模化畜禽养殖场氨减排技术指南

Guidelines of ammonia mitigation practices for intensive animal operations

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华环保联合会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 规模化养殖场不同管理环节氨排放控制技术	3
4.1 饲料标准	3
4.1.1 降低饲料蛋白水平	3
4.1.2 饲料添加剂	3
4.2 饲舍设计	4
4.2.1 漏缝地板	4
4.2.2 添加脲酶抑制剂	4
4.2.3 垫料	4
4.2.4 空气过滤器	4
4.2.5 提高清粪频率	4
4.2.6 自动传送带装置	4
4.3 储存管理环节	4
4.3.1 自然或强化堆肥的酸化	4
4.3.2 堆肥添加剂	4
4.3.3 覆盖	5
4.3.4 固液分离	5
4.3.5 提高自然结壳率	5
5 规模化畜禽养殖场氨减排技术	5
5.1 可行技术工艺流程	5
5.2 可行技术工艺参数	6
5.3 氨减排和废弃物循环利用	7
5.4 技术经济适用性	7
5.5 技术应用注意事项	7

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法(2014 修订)》、《中华人民共和国大气污染防治法(2018 修正)》等法律，防治养殖业氨污染，改善环境质量，加强对养殖业氨排放的控制和管理，制定本指南。

本指南推荐了规模化奶牛养殖场、规模化肉牛养殖场、规模化生猪养殖场和规模化肉鸡/蛋鸡等畜禽养殖场粪污管理方法，以降低养殖业氨排放。

本指南为首次制定。

本指南由中华环保联合会提出并归口管理。

主编单位：河北农业大学

参编单位：北京市环境保护科学研究院，中国科学院南京土壤研究所

本标准主要起草人：高志岭、李珊珊、刘春敬、田玉华、江磊、廖文华

养殖场粪污露天存放场氨挥发测定方法

1 范围

本指南适用于生猪出栏量超过500头、奶牛存栏量超过10头、肉牛出栏量超过200头、蛋家禽存栏量超过15000羽、肉家禽超过30000羽的具有一定养殖规模的畜禽养殖场的氨排放管理。

规模低于上述养殖量的养殖场（户），推荐使用本指南。

本指南不包括牧区放牧氨排放管理。

2 规范性引用文件

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

- HJ/T 81-2001 畜禽养殖业污染防治技术规范
- GB 18596-2001 畜禽养殖业污染物排放标准
- 国务院令 第643号 畜禽规模养殖污染防治条例
- NY/T 1167 畜禽场环境质量及卫生控制规范
- HJ 497-2009 畜禽养殖业污染治理工程技术规范
- DB11/T 424-2207 畜禽养殖场环境影响评价准则
- NY/T 388-1999 畜禽场环境质量标准
- GJJ/T 54 93 污水稳定塘设计规范
- NY/T 682-2003 畜禽场场区设计技术规范
- NY/T 1567-2007 标准化奶牛场建设规范
- NY/T 1168-2006 畜禽粪便无害化处理技术规范
- NY/T 1222-2006 规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范
- NY/T 2600-2014 规模化畜禽养殖场沼气工程设备选型技术规范
- NY/T 1221-2006 规模化畜禽养殖场沼气工程运行、维护及其安全技术规程
- DB31-1025-2016 恶臭（异味）污染物排放标准（上海市）
- DB11/T 426-2007 奶牛场舍区、场区、缓冲区环境质量（北京市）
- T/CFIAS 001—2018 仔猪、生长育肥猪配合饲料
- T/CFIAS 002—2018 蛋鸡、肉鸡配合饲料

3 术语和定义

3.1

规模化畜禽养殖场 *intensively confined animal feeding operation*

指以企业化运营为主要模式从事畜禽养殖活动的场所，或者以个体经营模式从事经营性畜禽养殖活动但达到省级人民政府规定的养殖规模标准的场所（表1），以及从事畜禽养殖科研活动的场所。

表1 集约化畜禽养殖场的适用规模（以存栏数计）

类别规模分级	猪（头） (25kg 以上)	鸡（万只）		牛（头）	
		蛋鸡	肉鸡	成年奶牛	肉牛
一级	≥ 3000	≥ 10	≥ 20	≥ 200	≥ 400
二级	$500 \leq Q < 3000$	$1.5 \leq Q < 10$	$3 \leq Q < 20$	$100 \leq Q < 200$	$200 \leq Q < 400$

注：Q 表示养殖量。对具有不同畜禽种类的养殖场和养殖区，其规模可将鸡、牛的养殖量换算成猪的养殖量，换算比例为：30 只蛋鸡折算成 1 头猪，60 只肉鸡折算成 1 头猪，1 头奶牛折算成 10 头猪，1 头肉牛折算成 5 头猪。

3.2

畜禽养殖区 collectively confined animal feeding operation

指以集中建造畜禽圈舍、农户分户饲养为主要模式，按照畜禽养殖场所与居民生活区分离的原则，由地方人民政府、村民委员会、农村集体经济组织、畜牧业合作经济组织划定，或者由专门从事畜禽产品生产经营的龙头企业按照有关规定设置，集中从事畜禽养殖活动达到省级人民政府规定的养殖规模标准的区域（参见表 2）。

表2 集约化畜禽养殖区的适用规模（以存栏数计）

类别规模分级	猪（头） (25kg 以上)	鸡（万只）		牛（头）	
		蛋鸡	肉鸡	成年奶牛	肉牛
一级	≥ 6000	≥ 20	≥ 40	≥ 400	≥ 800
二级	$3000 \leq Q < 6000$	$10 \leq Q < 20$	$20 \leq Q < 40$	$200 \leq Q < 400$	$400 \leq Q < 800$

注：Q 表示养殖量。对具有不同畜禽种类的养殖场和养殖区，其规模可将鸡、牛的养殖量换算成猪的养殖量，换算比例为：30 只蛋鸡折算成 1 头猪，60 只肉鸡折算成 1 头猪，1 头奶牛折算成 10 头猪，1 头肉牛折算成 5 头猪。

3.3

粪污 manure

指畜禽排泄的粪便、尿液。

3.4

畜禽饲舍 animal house

畜禽生活的场区之一，通常分为开放式、半开放式和封闭式三种类型。

3.5

运动场 play ground for dairy cows

主要存在于奶牛养殖场，是奶牛日常活动、饮水、休息和补饲的场所之一。

3.6

堆肥场 the composting area of manure

将畜禽粪便等固体废弃物集中堆放并在微生物作用下使有机物发生生物降解的场所。

3.7

沼液池 digestate pond

存放养殖场粪便污水经厌氧消化后产生的废液的场所。

3.8

稳定塘/氧化塘 stabilization pond/oxidation pond/lagoon

以塘为主要构筑物，利用自然生物群体净化污水的处理设施。根据溶解氧含量和微生物种类分为厌氧塘、兼性塘、好氧塘、曝气塘、生物塘。根据处理后达到的水质标准分为常规处理和深度处理塘。

3.9

完全贮存塘 complete containment pond

污水贮存不外排，仅靠蒸发减少水量的稳定塘。

3.10

舍区 the animal housing area of livestock farm

畜禽所处的半封闭的生活区域、即直接的生活环境区。

3.11

场区 the working area of livestock farm

围栏或院墙以内、舍区以外的办公区域。

3.12

缓冲区 buffer area of livestock farm

场外周围，沿场院向外≤500m 范围内的保护区，该区具有保护畜禽场免受外界污染的功能。

3.13

畜禽养殖氨挥发 ammonia volatilization from manure storage in animal operations

畜禽粪污露天存放场所（自然堆肥、氧化塘、沼液存贮池等）向大气排放气态氨的过程。

4 规模化养殖场不同管理环节氨排放控制技术

4.1 饲料标准

4.1.1 降低饲料蛋白水平

为了避免营养过剩，提高养分利用率，应该根据动物的需要水平以及畜禽对饲料能量、蛋白质等的利用效率，采用平衡膳食配方。低蛋白日粮补充合成氨基酸可以在不影响动物生长的情况下，减少畜禽粪污对环境的影响。这是因为降低饲喂动物饲料中可被降解的蛋白含量时，降低了尿氮的含量，且粪便 pH 值可能会降低、干物质含量升高，能够降低粪便的氨排放量。

4.1.2 饲料添加剂

在饲料中添加微生态制剂，可以改善畜禽肠道内的有益菌群，而这些有益菌在生长繁殖期能以氨、硫化氢等物质为营养或受体，有一定的固氮功能，可减少在碱性条件下的挥发，从而减少氨的排放。在饲料中添加适量的粗纤维以及沸石、酶制剂、酸制剂、丝兰提取物等，也可降低畜禽的氨气排放。

4.2 饲舍设计

4.2.1 漏缝地板

漏缝地板可以使尿液快速渗入到地下储存装置而使固态粪便存留在饲舍内,达到粪尿快速分离的目的,与传统硬化地板相比,漏缝地板可以及时的将动物粪尿排放至相对凉爽的地下储存设施内,进而降低氨挥发。

4.2.2 添加脲酶抑制剂

使用脲酶抑制剂能够抑制脲酶活性,使尿液中的尿素以酰胺的形式保存在粪尿混合物中,显著降低氨挥发。N-丁基硫代磷酸三胺(NBPT)、苯基磷酸二酰胺(PPDA)、T-磷酸三环己胺(CHPT)等抑制剂的使用均可有效降低饲舍中的氨挥发。

4.2.3 垫料

添加垫料改变了混合物的C/N比,促进微生物的活性,增加对氮素的固定。添加垫料还可降低自然或机械通风时圈舍中地面气流的作用,同时垫料本身对氨的吸附固定,生物反应后粪尿pH下降。

4.2.4 空气过滤器

空气过滤器是一种阻止污浊、污染的空气进、出入饲舍中的一种先进设备,主要有酸性过滤器和生物过滤器。空气过滤是采用具有填充物的反应器用管道与饲舍连接一起。污浊的空气通过与饲舍相连的管道与充满填充物质的反应器相连,这些填充物质由惰性的或生物活性物质组成(酸性过滤器),或者木屑、沙土以或矿石棉组成的复合物(生物过滤器)。在酸性过滤器中,通过添加酸使循环水的pH值需要一直保持4以下,释放出的氨气被酸性溶液转变成 NH_4^+ 。在生物过滤器中,填充媒介物质添加特定的好养微生物,可以转化非有机物质或破坏有机复合物。因此,氨气被氧化 NO_2^- 和 NO_3^- 。经过反硝化作用变成无污染的氮气而减少氨气排放。

4.2.5 提高清粪频率

提高粪便清除频率,及时将畜舍内粪便转移到密闭的存储设施内,可降低饲舍氨挥发。

4.2.6 自动传送带装置

传送带式清粪机承粪板安装在每层家禽笼下面,当机器启动时,将家禽粪输送到一端,被末端设置的刮粪板刮落,完成清粪工作。缩短粪便在饲舍滞留时间可降低氨排放。

4.3 储存管理环节

储存管理环节将粪污分为固态及液态两种管理方式,其中固态存储场所主要有运动场、自然堆肥场以及强化堆肥处理设施等,液态粪污储存设施主要包括固液分离的沉淀池、稳定塘、完全贮存塘、沼液池等。氨减排措施主要包括酸化、覆盖、吸附添加剂等。

4.3.1 自然或强化堆肥的酸化

使用硫酸等酸化剂能调节畜禽粪便中氨和 NH_4^+ 的比例。在酸性条件下,液体中的 H^+ 浓度比较高, NH_4^+ 的解离平衡向左移动($\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$),抑制了氨的形成,减少氨氮的挥发,提高作为有机肥施用时的氮含量。此外,适宜的酸度可以减少细菌的滋生,减弱生成氨的酶的活性。

4.3.2 堆肥添加剂

添加剂是指为了加快堆肥进程或提高堆肥产品质量,在堆肥物料中加入的微生物、有机或无机物质。常用的添加剂一般包括有机物添加剂、微生物添加剂以及一些无机添加剂。微生物添加剂,利用添加外源微生物的办法来调控堆肥过程中氮、碳的代谢,通过氮素物质分解为 NH_4^+ 后的气态挥发损失来控制臭味的产生,并保留更多的氮养分。沸石,沸石表面远比一般颗粒的内表面大,每克沸石的内表面积竟有千余平方米,因此沸石的吸附量特别大。脲酶抑制剂,畜禽粪便含尿素和氨态氮较多,在堆肥过程中,其中的一部分尿素在脲酶的作用下分解为 NH_4^+ ,后又挥发损失掉。脲酶抑制剂对脲酶活性具有很强的抑

制能力，从而抑制尿素的转化率。

4.3.3 覆盖

粪便在存储过程中形成的天然结壳可有效减少粪便存储过程中产生的气体排放。实际生产操作中通常采用人工添加覆盖物的方法以减少粪污存储过程中的气体排放。传统的透过性覆盖物包括珍珠岩、油脂、粘土球、织布或塑料等；生物性覆盖物包括玉米秆、锯屑、木屑、谷壳等。

4.3.4 固液分离

固液分离是将固体粪污和液态粪污分开处理的一种工艺，固体粪污主要为粪便，其主要成分为蛋白质、脂肪、微生物、无机盐以及未消化完全的纤维素类物质；而液态粪污中氮主要以不稳定的尿素形式存在，当接触粪便中脲酶时转化为易挥发的氨。固液分离可消除液体中的大量有机物质，削弱了厌氧微生物的活动，从而减少了有害气体的挥发和氨气的释放。

4.3.5 提高自然结壳率

由于粪污表面自然风干，形成一层保护层，防止氨的挥发，是最简单、最经济的方法，当粪污中的纤维素和固体含量较高，并很少扰动时，可形成这种风干保护层。

5 规模化畜禽养殖场氨减排技术

5.1 可行技术工艺流程

根据养殖场氨排放源的组成特点，养殖场尺度的控氨工艺应该是基于饲料管理、饲舍粪污清理方式与频率、饲舍粪污管理、粪污传输方式、粪污堆放管理以及粪污处理（堆肥或厌氧发酵）等环节的全链条工艺流程。

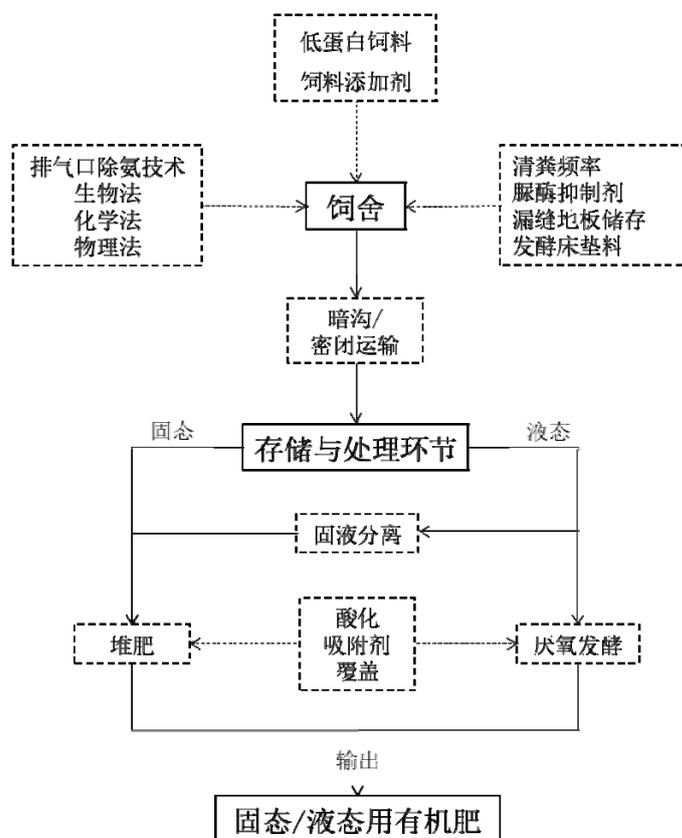


图1 规模化养殖场氨减排技术组合

5.2 可行技术工艺参数

养殖场不同管理环节的粪污处理工艺适宜参数。

表 3 养殖场不同环节氨减排工艺适宜参数

管理环节	处理工艺	技术环节	推荐技术指标	
饲料	低蛋白饲料	粗蛋白含量	猪饲料下降 1.5 个百分点，鸡饲料下降 1.0 个百分点	
	饲料添加剂	饲料	丝兰提取物用量 120~200mg/kg	
饲舍	空气过滤器	化学	酸性空气净化器（47mm 玻璃纤维，6m ³ /h 气泵），	
	粪污管理	清粪频率	至少每天清理一次。	
		漏缝地板	漏缝面积:地板面积为 50:50，下面建有液态储粪池。	
		脲酶抑制剂	nBTPT，100mg/kg。	
	垫料	全覆盖主要粪污区，材料为秸秆、锯末等，奶牛和肉牛饲舍用量 4.7 kg/头/天；猪饲舍用量 8.0 kg/头/周。		
粪污传输	暗沟传输	沟渠	全覆盖硬化。	
粪污存储	常规储存	覆盖	秸秆，塑料膜，土工布	
		酸化	硫酸、弱酸盐（pH<6.5）。	
		吸附剂	沸石（鲜基 10%）、生物炭（干基 5%）。	
粪污处理	堆肥	初始有机物含量	20%~60%	
		加入沸石	~2%	
		初始含水率	40%~65%	
		发酵温度	50~70℃（高温维持时间 7 天以上）	
		初始碳氮比	20~40:1	
		初始 pH	加硫酸调节至弱酸性（6.0~6.5）	
		一次发酵	10~30d	
		翻堆频率	2~10d/次，发酵过程不少于 7 次	
	厌氧发酵	除草、除毛		采用机械格栅，同时定期采取机械或人工方式对调浆池进行清捞处理。养牛场应设置机械破碎装置，对牛粪进行破碎预处理。养鸡场应特别考虑除毛问题。
		调浆		采用厂区生活污水、养殖场冲洗水或回流沼液调浆，一般含固率 8~12%为宜；搅拌应采用机械搅拌方式，搅拌器以中心搅拌为宜；
		除砂		采用机械除砂，根据原料含砂程度不同，1~2 周除砂一次；对于养鸡场、养牛场应特别考虑除砂问题。
		调节		应采用蒸汽或热水盘管等方式进行增温，厌氧段采用 CSTR，应设置机械搅拌装置，以实现物料均质。调节池停留时间一般为 1~2d。

表 3 (续)

管理环节	处理工艺	技术环节	最佳技术指标
粪污处理	厌氧发酵	水解	大型畜禽养殖场粪污处理工程宜设置水解池，停留时间一般为 2~4d，水解池内 pH 应维持在 5~6。
		沼液储存	沼气工程应建设沼液储存及利用设施。在具备沼液后处理设施时，沼液站内储存时间不应低于 5d，沼液回用于农田时，储存时间不低于 90d。储存池应该用薄膜覆盖。或用加入沸石等吸附材料、用硫酸调节 pH 为弱酸性。
		沼渣堆肥	沼渣堆肥沼渣经固液分离后含水率小于 85%，堆肥时间不小于 2 周，可参考堆肥工艺流程。

5.3 氨减排和废弃物循环利用

经过上述工艺后，养殖场尺度的氨减排率超过 40%。控氨过程中所添加的物料均可满足农田施用的要求，确保所产生的含有控氨材料的粪污在满足配方施肥、当地环境容量要求的基础上仍可以实现粪污还田。

5.4 技术经济适用性

本指南估算管理工艺的经济投入时，未包括堆肥设备或厌氧发酵工艺设备的建设费用，仅考虑了存储或处理过程中控氨措施本身所需要投入的物料、添加剂、覆盖物等材料成本及其相关的运行维护成本。以年出栏量为 4000 的猪场为例，若考虑养殖场尺度氨排放减排目标为 20~25%时，仅针对养殖场粪污存储与农田有机肥施用技术环节执行相应的减排工艺即可达到目标，运行成本最低为 6000 元/年左右；如果减排目标为 40~50%时，需要在上述管理环节基础上针对饲舍和饲料进行必要的管理，运行成本最低约为 9000 元/年。若减排目标为 70%以上，需要全链条减排，运行成本最低为 24 万元/年。其他养殖类型详见下表。

表 4 不同类型养殖场氨减排目标与最低运行成本

养殖场	规模	减排目标	最低运行成本（万元/年）
奶牛	400	20~25%，40~50%	0.6，10.00
猪	4000	20~25%，40~50%，>70%	0.60，0.90，24.00
蛋鸡	120000	20~25%，40~50%，>70%	0.35，1.50，21.00

5.5 技术应用注意事项

- 1) 采用水冲粪、水泡粪等湿法清粪工艺的养殖场要逐步改为干法清粪工艺，尽量推广高压水枪等节水设施。
- 2) 设置完善的堆肥产品监测系统，严格控制堆肥产品的质量。仅允许符合国家相关标准要求的好氧发酵产品出厂、销售或施用。
- 3) 在好氧发酵车间布设气体收集系统，通过引风装置将车间内的恶臭气体送入除臭装置，保证车间及场区内的环境安全和操作人员的健康。
- 4) 沼气利用时制定安全管理制度。在消化池、储气柜、脱硫间周边划定重点防火区，并配备消防

安全设施；非工作人员未经许可不得进入厌氧消化管理区内；在可能的泄漏点设置甲烷浓度超标及氧亏报警装置。

5) 本工艺是建立在养殖场固态和液态废弃物可充分实现农田循环利用基础上的，粪肥用量不能超过作物当年生长所需养分的需求量。在确定粪肥的最佳施用量时，需要对土壤肥力和粪肥肥效进行测试评价，并满足当地环境容量的要求。
