

畜禽养殖废弃物贮存设施的设计

尚 斌,董红敏*,陶秀萍

(中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,北京 100081)

摘 要:粪便贮存是废弃物农田利用和无害化处理的关键环节之一,该文对畜禽养殖粪便污水贮存设施设计过程中的选址、基本参数确定、如何防渗等进行了论述,提出优化设计方法,为资源化处理粪便的肥料利用成为可能,该设计运行费用低,使用方便,且能取得良好的经济效益,环境效益。设计可供畜牧环境工程设计和管理人员参考。

关键词: 畜禽;废弃物;贮存;设计

中图分类号: X713

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2006)Supp-0257-03

0 引 言

随着畜禽养殖业的规模化发展,由于粪便不合理贮存、处理和利用造成的环境问题已经引起广泛关注。特别是由于忽视粪污贮存设施的作用,造成许多畜禽养殖场有粪便无害化设备,但由于没有合理的贮存设施而造成二次污染十分严重。粪污贮存设施在畜禽场粪污还田过程起着重要作用,在作物生长季节将经过无害化处理的畜禽粪便施用到农田,不但能够为作物提供灌溉用水而且可以提供丰富的有机肥,从而实现了粪污的资源化。因此,粪便贮存设施在畜禽场污染防治和资源利用方面有着重要作用。

1 国内外畜禽养殖粪便贮存设施概况

为解决规模化畜禽养殖带来的环境污染问题,许多畜牧业发达国家采取多项措施来对畜禽养殖业进行调控,并通过立法的形式进行规范化管理。在各种管理规范中,粪便污水贮存设施的作用显得尤为重要。美国规定畜禽场粪污只能通过农田消化,不允许排放,每个畜禽场在建场时必须建造粪便和污水的贮存、处理和利用设施^[1];欧盟各国大多采用限制每公顷农地的畜禽饲养量来控制农地的粪尿施用量,另外要求农户建立能贮存 4 个月以上粪尿的设施^[2],丹麦有关部门就不但规定了每公顷土地可容纳的粪便量,同时要求每个农场建造能够贮存 9 个月粪污量的贮存设施^[3];加拿大农业部颁发的《牧场粪便管理办法》根据牧场规模不同,对粪便的处理也做了不同的要求,如饲养 150~400 头母猪规模的猪场,必须要建粪便和污水贮存池,每半年还田 1 次,400 头以上规模则每年只能还田 1 次^[4]。同时,国外对于各类贮粪池的设计、建造以及日常管理方面,比如如何合理设计贮粪池容积以及如何防渗、防臭等方面都有较为详细的规定。可以说,贮存设施在国外已经得到十分普遍和规范的应用。

在国内,大多数畜禽养殖场粪便污水的贮存和处理能力都不足,90%以上的规模化养殖场没有污染防治措施^[5],基本上是粪便随处堆积,污水直接排放,不但污染了环境而且造成了资源的严重浪费。而在已建有贮粪池中,由于设计以及建造不合理等原因,造成一些贮粪池防漏、防渗性能很差,没有起到贮粪池本身所具备的作用和功能,因此,加强贮存设施的管理已经十分必要。

2 粪便贮存设施的选址

首先,选址应根据当地有关要求和规定进行,粪便污水贮存设施应远离湖泊、小溪、水井等水源地,以免对地下水源地和地表水造成污染,并且与周围各种构筑物 and 建筑物之间的距离应满足相关的规定。如美国依阿华州要求粪污贮存设施距农业用水井的距离大于 150m,距小溪、河流的距离大于 60m^[1,6]。其次,粪污在贮存的过程中会有臭味产生,尤其是无任何覆盖措施的贮粪池,臭味污染是相当大的,甚至在其周围达 800m 远的地方都可能受到臭味影响^[7],因此选址的过程中要充分考虑到贮粪池臭味污染可能带来的影响,尽量将其设在下风向,并且尽量远离风景区以及住宅区。同时注意不能将贮粪池建在坡度较低、经常发生水灾的地方,以免在雨量较大或洪水爆发时,池内污水溢出而污染环境。此外,还要结合当地的实际情况,充分考虑到周围其他因素的影响。比如,为保证贮存设施的整体稳定性,避免大树的树根破坏池底,美国规定贮粪池距灌木丛的距离应大于 15m,距阔叶树的距离大于 25m^[8]。

为防止粪污贮存池内污水渗过池壁和池底而对周围的土壤和地下水造成污染,在施工前应对拟建场地进行必要的地质勘查工作,通过勘查场地的工程地质条件,分析该地土质、岩土类型等基础情况,以确定该场地是否适合建造贮存设施。在美国,各类粪便和污水贮存设施必须由注册建筑师来设计,为确定该场地能否满足当地有关的防渗要求,在施工前必须进行土壤的渗水性

收稿日期:2006-03-16 修订日期:2006-08-15

作者简介:尚斌(1981-),男,徐州人,研究方向为农业废弃物处理及资源化利用,北京中关村南大街 12 号,中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,100081

通讯作者:董红敏,博士 研究员,北京中关村南大街 12 号,农业部农业环境与气候变化重点实验室,中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,100081。Email:donghm@mail.caas.net.cn

检测^[7]。

3 粪便贮存设施的设计

3.1 容积

粪污贮存设施容积计算公式^[6]

$$v = \frac{MW \cdot D}{MD} + BF + WW \cdot D \quad (1)$$

式中 V —贮存设施容积, m^3 ; MW —畜禽场每天产生的粪尿量, kg/d ; D —贮存天数, d ; MD —粪尿密度, kg/m^3 ; WW —日产各种废水总量, m^3 ; BF —垫料体积, m^3 , 其大小通过公式(2)计算

$$BF = VR \left(\frac{N \cdot B \cdot D}{BD} \right) \quad (2)$$

式中 VR —比例系数, 一般取 $0.3 \sim 0.5$; N —动物头数; B —每头动物每天所用的垫料量, kg/d ; BD —垫料堆积密度, kg/m^3 。

日产粪尿量是指在贮存期内畜禽场每天所产生的粪尿总量, 表1列出了每1000kg活体重动物的日产粪尿量, 根据畜禽场的种类及规模计算出该场活体重动物的总重, 进一步可以计算出该场日产粪尿总量。

贮存天数一般由当地气候、作物种类、作物生长需水期以及土地耕作方式等因素决定。为避免粪污还田后对环境造成不良影响, 应选择合适的施肥时间与季节, 从而考虑合适的粪污贮存期, 粪污还田时应注意以下几点^[6]: ①冬季里受天气原因的影响, 可能导致某段时期无法还田; ②春季, 土壤被冰雪覆盖, 为避免冰雪融化导致粪污污染环境应避免此时期施肥; ③某段时期土壤状况可能不适宜施肥; ④作物在某段生长季节内可能不适宜用污水施肥和灌溉。因此, 根据实际情况的不同, 不同国家和地区在设计粪便贮存设施容积时考虑的贮存天数均不一样。芬兰要求按贮存期6个月设计^[7], 丹麦要求贮存期为9个月^[3]; 美国各州根据各地的不同情况对贮存天数有不同的规定, 在气候比较寒冷的地区, 一般要求贮存期为210d, 有的地区要求贮存期更

长, 在气候温暖的地区则要求最少贮存45d^[6]。我国地域宽广, 南北种植作物差异很大、农田作物特点也不一致, 各地可以根据当地作物的生长习性和需水季节结合场区的条件, 选择合适的贮存时间。

有的畜禽场使用垫料铺垫畜禽舍, 这样在设计粪便贮存容积时应当把这些垫料的体积考虑进去。垫料的体积大小与垫料的种类、湿度、吸水率等特性有关, 见公式(2)。畜禽场废水主要包括冲洗粪使用水、各种喷淋洒落水以及冲洗房舍和设备用水等, 日产污水量与畜禽场种类、规模以及清粪方式和工艺等有关, 另外, 不同季节里的废水产生量也不一样, 夏季里温度高, 各种淋浴、喷淋等降温措施用水量大, 这段时期废水量就远大于冬季废水量, 因此应根据实际情况确定贮存期内的日产废水量。

采用固态粪便贮存池贮存粪便时, 一般需要建造一个集水池来贮存污水, 也可以将贮粪池底部做成0.5%的坡度, 以方便将污水排入集水池内保存或者直接将污水用以还田^[6]。以这种贮存方式贮存粪便可以有效减少粪便贮存设施的体积, 而且既适应于地下的贮粪池也适应于地面以上的贮存罐, 还可在贮粪池上方加盖以控制臭气, 粪便中氧分的保留率也比较高^[10], 因此应用较为广泛。

厌氧氧化塘(anaerobic lagoons)一般作为液态粪便的贮存和处理设施。在设计厌氧氧化塘容积时, 还要综合考虑有机物分解需要的处理体积, 以保证达到处理效果。其计算公式如下^[10]:

$$TV = LAW \cdot VS / TDVSL \quad (3)$$

式中 TV —处理体积, m^3 ; LAW —畜禽场总动物活体重(取贮存期内的平均值), kg ; VS —每1000kg活体重动物每天产生的挥发性固体总量, $kg/(1000kg \cdot d)$; $TDVSL$ —每1000 m^3 厌氧氧化塘每天的 VS 负荷值, $kg/(1000m^3 \cdot d)$, 其大小与当地气候以及温度等因素有关。

表1 每1000kg活体重动物的日产粪尿量及粪便特性^[9]

Table 1 Fresh manure production and characteristics per1000kg live animal mass per day

参 数	动物种类										
	奶牛	肉牛	小肉牛	猪	绵羊	山羊	马	蛋鸡	肉鸡	火鸡	鸭
鲜粪/kg	86	58	62	84	40	41	51	64	85	47	110
尿样/kg	26	18	* *	39	15	* *	10	* *	* *	* *	* *
密度/ $kg \cdot m^{-3}$	990	1000	1000	990	1000	1000	1000	970	1000	1000	* *
VS/kg	10	7.2	2.3	8.5	9.2	* *	10	12	17	9.1	19

注: * * 表示未测

3.2 高度

确定粪便贮存设施的容积后, 增加其高度可以有效减少占地面积以及贮粪设施的臭味污染, 对于厌氧氧化塘来说还可以减少塘内养分的损失, 增强塘内的厌氧环境, 从而提高处理效果。但是如果池子太深, 会给粪污还田以及贮存设施清理带来一定的难度, 因此不管是固态粪便贮存池还是厌氧氧化塘, 池高一般不超6m^[7]。对于地下贮粪池来说, 合理高度为1.8~3.6m, 其中包括0.6m的预留高度^[6]。考虑到贮存期内降雨等的因

素的影响, 要求贮粪设施上部留有一定的预留空间, 以满足25年24h的最大降雨量^[8], 而对于无盖的厌氧氧化塘来说, 除了要预留25年24h最大降雨量的空间之外, 还需要再增加0.3m的预留高度, 以确保安全^[6]。

贮粪池底部一般都设有防渗功能的建筑材料, 为保证应这部分材料的稳定性, 土贮粪池要求预留0.6m高度的空间, 混凝土贮粪池则要求预留0.2m高度的空间^[6]。另外, 对于地下贮粪设施来说, 一般要求池底高于地下水位0.6m以上^[7], 对于一般的土贮粪池来说,

边坡坡度(高:宽)不宜大于 1:3^[11],在确定贮粪池高度时,应考虑到这一点。

3.3 粪便贮存设施的防渗

粪便贮存设施要求池底和池壁有较高的抗腐蚀和防渗性能。尤其是地下的贮粪池,不管是土制还是混凝土制,都要做好池底的防渗防漏措施。一般做法是将池子底部的原土挖出一定深度,然后用粘土或混凝土等一些具有较高防渗性能的建筑材料填充后压实,若地区对于防渗要求极高或附近有饮用水源,可以再在铺设一层防水膜。在美国,施工完成后,要根据相关的规定进行池底和池壁的渗水性测试,以保证水的渗透性满足要求,如不满足,则需要重新处理^[6]。有些粪便贮存设施容积较大,在清理底层淤泥等物质的时候可能工作量比较大而需要采用一些设备来进行完成,这就要在池底设置保护材料,防止由于振动等因素而对池底造成磨损和破坏。

4 结束语

畜禽粪污中的各种有机物,只要管理得当就是有用的资源。贮存设施可以使经无害化处理的粪便在作物的需水季节用以施肥,使得粪便中的养分得到充分利用,从而最大限度地实现了粪污的资源化。此外,粪便贮存设施的投资相对较低,运行过程不需要能源,管理也比较简单,有着很好的环境效益和经济效益,因此,在我国规模化畜禽场建造合理的粪便贮存设施是十分必

要的。

[参 考 文 献]

- [1] 董红敏,陶秀萍,等. 美国关于动物废弃物排放及处理的有关法律及法规[J]. 农业工程学报. 1999,15(增刊):188-192.
- [2] 陈国武. 集约养猪场粪污的控制与利用[J]. 福建畜牧兽医,2000,22(4):25-26.
- [3] 水木. 国外重视畜禽业环境[N]. 人民日报,华东新闻,2000. 12. 06.
- [4] 戴旭明. 加拿大牧场的粪便处理技术[J]. 福建畜牧兽医,2000,25(1):42-43.
- [5] 孔源. 农业废弃物综合利用提上议事日程[N]. 中国环境报,2005. 07. 28.
- [6] ASAE EP393. 2. Manure Storages[S]:585-588.
- [7] Design and Management of Anaerobic Lagoon in Iowa for Animal Manure Storage and Treatment[J]. Iowa State University, University Extension, February 1995,1590.
- [8] Earthen Pits for Liquid Manure Storage [J]. IOWA STATE UNIVERSITY University Extension, February 1995,1603.
- [9] ASAE D384. 1 FEB03 Manure Production and Characteristics[S].
- [10] Steve Pohl, 猪场的粪便管理系统[J]. 国外畜牧学,2003. 23(5):41-45.
- [11] ANSI/ASAE EP 403. 3 FEB04 Design of Anaerobic Lagoons for Animal Waste Management[S].

Design of storage facilities for animal waste

Shang Bin, Dong Hongmin*, Tao Xiuping

(Institute of Agricultural Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Manure storages play an important role in the manure treatment and land application. This paper summarizes the general principles in manure storages design and management, including site selection, volume determination and leakage prevention measures of manure storages. An optimum design idea is proposed. The design can wake the manure as fertilizer resources. The design of the storage facility for animal manure runs economically, is easy to operate and has great benefits of both economy and environment. It can provide areference of design for livestock environment facilities design and management.

Key words: animal ; waste; storage; design