



全国农业职业技能培训教材

沼气物管员

ZHAOQI WUGUANYUAN

(技师)

农业部人事劳动司 组织编写
农业职业技能培训教材编审委员会

邱凌 王久臣 主编



 中国农业出版社



全国农业职业技能培训教材

沼 气 物 管 员

ZHAOQI WUGUANYUAN

(技 师)

农 业 部 人 事 劳 动 司
农业职业技能培训教材编审委员会

组织编写

邱 凌 王久臣

主 编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

沼气物管员：技师/邱凌，王久臣主编；农业部
人事劳动司，农业职业技能培训教材编审委员会组织编写
组织编写. —北京：中国农业出版社，2014. 6

全国农业职业技能培训教材

ISBN 978-7-109-19285-0

I. ①沼… II. ①邱…②王…③农…④农… III.
农村—沼气利用—技术培训—教材 IV. ①S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 126350 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 王森鹤 颜景辰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月北京第 1 次印刷

开本：889mm×1194mm 1/32 印张：6.625

字数：180 千字

定价：30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)



农业行业国家职业标准和培训教材 编审委员会组成人员名单

主 任 曾一春

副主任 唐 珂

委 员 (按姓氏笔画排序)

王久臣 王功民 王宗礼 石有龙

叶长江 冯忠泽 向朝阳 刘英杰

齐 国 孙有恒 严端详 李书民

杨培生 何才文 张兴旺 欧阳海洪

国彩同 金发忠 胡乐鸣 郭立彬

黄伟忠 谢建华



本书编委会

主 任 唐 珂

副主任 王衍亮 杨礼胜 王久臣 李少华

委 员 郝先荣 强少杰 何兵存 邱 凌

徐志宇 万小春 王 飞 王 超

主 编 邱 凌 王久臣

副主编 梁 勇 郭 强 席新明

编写者 (按姓氏笔画排序)

万小春 王 飞 王 海 王 蕾

王久臣 刘 芳 孙建鸿 李惠斌

杨北桥 邱 凌 张 月 张衍林

张容婷 林 聪 欧阳迈 (德国)

罗马可 (德国) 周彦峰 赵媛媛 钱名字

徐志宇 郭 强 席新明 梅自力 梁 勇

葛一洪 曾邦龙 蓝宁阁 (德国) 潘君廷

穆斯文 (德国)



前言

在党中央、国务院的高度重视下，在各级政府积极推动下，通过农村能源体系努力工作，全国农村沼气建设快速发展，取得了显著的经济、社会和生态环境效益，受到社会各界的广泛关注和农民群众的普遍欢迎，已经成为发展现代农业、建设社会主义新农村和创建“美丽乡村”的重要抓手。2003—2013年，中央累计安排339亿元用于农村沼气建设。截至2013年年底，全国沼气用户达到4300万户，沼气工程10万处，年总产气量157.84亿米³，农村沼气呈现出多元化的发展格局。随着农村沼气设施的日益增多和使用年限的延长，相应的技术服务、维护维修等需求量也越来越大，逐渐成为农村沼气建设与发展的重点工作之一。各级政府、各有关部门把农村沼气服务体系建设作为推进农村沼气健康发展的关键举措，进一步加大人力、物力和财力的投入，开展沼气服务体系建设。为此，从2007年开始，农业部和国家发展和改革委员会启动了沼气乡村服务体系建设。到2013年年底，全国已建成乡村服务网点10.52万个、市（县）级沼气服务站1027处，地（市）级服务站51个314人，省级实训基地15个173人，直接从事沼气后续服务的从业人员达到17.8万人。为推进农村沼气健康发展，2010年农业部颁布实施《沼气物管员》职业技能标准，在全国农村能源行业开展沼气物管员的师资培训及技能鉴定工作。目前，已有近20个省份开展了沼气物管员的培训鉴定，服务于各级沼气服务网点及各类沼气工程的持证技工对沼气设施日常维护保养、维修发挥了重要作用。

《沼气物管员（技师）》作为《沼气物管员》系列教材之一，以沼气物管员技师为对象，以职业活动为导向，以职业技能为核心，

以模块式的教学方法，简明扼要地介绍了完成中小型沼气工程后续维护中每一项具体操作的方法、程序、步骤等。教材共分六章，以通俗易懂的文字介绍了中小型沼气工程中的发酵装备、输配装备、使用装备、配套装备、沼肥综合利用、后续服务与运营等方面的知识和技术。旨在通过本教材的学习和技能锻炼，使正在从事或准备从事沼气物管员的从业者具备技师的专业技术和能力。

本教材是编委会集体智慧的结晶，凝聚着编写者共同的心血。在教材构架和编写过程中，自始至终受到农业部人事劳动司和科技教育司等职能部门领导的关怀和指导，得到农业部职业技能鉴定指导中心和农村能源职业技能鉴定指导站的业务指导，同时也得到了农业部沼气科学研究所、德国国际合作机构（GIZ）及有关省农村能源主管部门的大力支持。在编写过程中，参考了大量的沼气科技著作、工程案例、装备资料和一些地方沼气推广部门的指导丛书，在此谨致衷心感谢。

本教材在广泛征求相关专家、基层沼气工作者和沼气物管员意见的基础上，经过初审和终审，进行了多次修订后定稿。参加本教材编写工作的有邱凌、郭强、杨北桥、席新明、罗马司（德国）、梁勇、葛一洪、刘芳、张月、周彦峰、潘君廷、王蕾、张容婷等同志，万小春、张衍林、梅自力、林聪、曾邦龙、李惠斌、徐志宇等同志参加了审稿和修改工作，全书由邱凌教授统稿和修订。由于专业知识水平有限，加之时间仓促，工作量大，书中不当之处在所难免，敬请各位读者提出宝贵建议，以便再版时修订。

编写组

2014年4月



目 录

前言	1
第一章 发酵装置运行维护	1
第一节 中小型沼气工程原料预处理	1
第一单元 养殖小区粪污预处理	1
第二单元 农村学校公厕粪污预处理	5
第三单元 蔬菜生产废弃物预处理	7
第二节 中小型沼气工程日常运行	11
第一单元 原料碳氮比计算	12
第二单元 原料浓度配料计算	14
第三单元 发酵负荷调试	17
第三节 中小型沼气工程故障诊治	19
第一单元 中小型沼气工程酸化故障诊治	19
第二单元 中小型沼气工程碱化故障诊治	22
第三单元 生活污水净化沼气工程运行维护	24
第四节 中小型沼气工程安全生产	31
第一单元 避雷装置维护	31
第二单元 气柜沼气置换	33
思考与练习题	37
第二章 输配装备运行维护	38
第一节 中小型沼气工程工艺管道维护	38
第一单元 中小型沼气工程管路附件维护	38
第二单元 中小型沼气工程管路附件故障处理	43
第二节 中小型沼气工程储气装置维护	51
第一单元 沼气储气柜水封池维护	52



第二单元 沼气储气柜维护	54
第三单元 导向机构维护	57
第三节 中小型沼气工程净化装置维护	58
第一单元 干式脱硫装置维护	59
第二单元 干式脱硫剂再生	62
第三单元 湿式脱硫装置维护	64
第四单元 湿式脱硫液处置	66
第四节 中小型沼气工程监控设备维护	67
第一单元 微电脑时控开关维护	67
第二单元 沼气流量计维护	74
思考与练习题	77
第三章 使用装备运行维护	78
第一节 沼气锅炉维护	78
第一单元 沼气锅炉运行维护	78
第二单元 沼气锅炉故障处理	81
第二节 沼气采暖装备维护	87
第一单元 沼气采暖装备运行维护	87
第二单元 沼气采暖装备故障处理	90
思考与练习题	94
第四章 配套装备运行维护	96
第一节 加热设备维护	96
第一单元 太阳能加热装置维护	96
第二单元 太阳能加热管网维护	101
第三单元 太阳能加热系统维护	103
第二节 搅拌设备维护	109
第一单元 潜水搅拌机维护	109
第二单元 潜水搅拌机轨道维护	112
第三单元 潜水搅拌机控制器维护	115
第三节 进出料装备维护	121

第一单元 物料粉碎机维护	122
第二单元 粪草分离机维护	125
第四节 后处理装备维护	127
第一单元 氧化塘维护	128
第二单元 人工湿地维护	130
思考与练习题	138
第五章 沼肥综合利用	140
第一节 沼液综合利用	140
第一单元 沼液无土栽培	140
第二单元 沼液养鱼	146
第二节 沼渣综合利用	153
第一单元 沼渣栽培食用菌	153
第二单元 沼肥的农田施用	160
思考与练习题	164
第六章 培训与管理	165
第一节 宣传培训	165
第一单元 沼气培训教案的编写	165
第二单元 用户管理指南的编写	169
第二节 经营管理	170
第一单元 沼气集中供气站管理制度	170
第二单元 沼气集中供气站的管理	175
思考与练习题	181
附录	183
附录 1 农业行业标准《沼气物管员》 (NY/T 1912—2010)	183
附录 2 各种能源折算标准煤参考值表	194
附录 3 国际单位制与工程单位制的单位换算表	195
附录 4 某些物理量的符号、单位与量纲	196

附录 5 常用计量单位表	197
附录 6 常用计量单位比较	198
参考文献	199

第一章 发酵装置运行维护

本章的知识点是学习中小型沼气工程发酵装置运行维护技术，重点是掌握原料预处理、日常运行、故障诊治和安全生产等技能。

第一节 中小型沼气工程原料预处理

中小型沼气工程发酵原料通常为中小型畜禽养殖场和养殖小区动物粪尿、农村学校公厕粪污及设施农业生产剩余物，其中常混杂有泥沙、浮渣、较大颗粒的块状物和长纤维等杂物，为便于用泵输送及防止发酵过程中出现故障，或者为了减少原料中的悬浮固体含量，在进入沼气池前进行升温处理等，要对发酵原料进行预处理。

第一单元 养殖小区粪污预处理

学习目标：根据养殖小区沼气发酵原料的基本特性，完成粪污的预处理。

一、养殖粪污预处理

一个完整的养殖小区沼气工程，无论其规模大小，粪污预处理系统包括如下几个部分：粗细格栅、集水沉淀池、除渣池、储料池和酸化升温池（图 1-1）。主要预处理工作有：

（一）隔栅清杂

由于畜禽在养殖过程中大多采用人工清运粪便，并且室外堆放，在粪便的收集过程中，还会混入垫料、麻绳、塑料袋等大量杂物。另外，鸡粪中的鸡毛、牛粪中的长草等杂物进入沼气发酵装置不易消化，如不经预处理，还会影响原料分解率及产气率，并且输

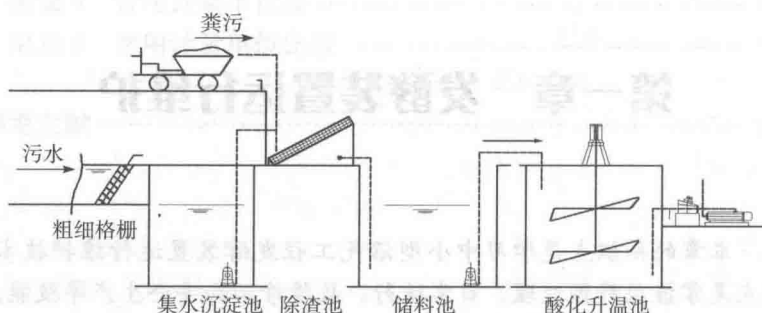


图 1-1 养殖粪污预处理工艺流程

料管路容易堵塞，必须根据畜禽粪便的性质及沼气发酵工艺对原料的要求，进行有效的预处理。在粪污排入口设置格栅，清除其中的垫料、麻绳、塑料袋、鸡毛、长草等杂物，以便后处理单元的正常运行。

（二）沉沙除渣

畜禽粪便在堆放、收集、运输的过程中难免会掺杂进土块、沙石等杂物。另外，鸡粪中含有较多贝壳粉和沙砾等，若直接进入沼气池进行发酵，会很快大量沉积于沼气池底部，不仅难以排除，而且会降低沼气池的有效容积，还会导致后处理泵输送困难，甚至出现发酵故障。因此，在沼气池前应设置沉砂池，使畜禽粪便在进入沼气池前进行沉砂除渣预处理，将污物中物理、化学及生物性质不同的无机颗粒和有机颗粒进行分离，以便后处理单元的正常运行。

（三）浓度调节

目前，畜禽粪便厌氧发酵大多采用湿式发酵，即原料浓度为 8%~10%，而畜禽粪便的含水率大多在 70%~80%。另外，由于厌氧发酵对碳氮比（C/N）的要求，加料时需要添加适量的碳含量较高的农作物秸秆，因此需要对发酵物料的浓度进行调节。原料浓度过高时，氨态氮和挥发酸容易积累，从而抑制产甲烷菌的生长和新陈代谢，甚至会导致干发酵过程的终止。反之，原料浓度过低，会造成细菌营养不足，发酵产气不旺，不能充分利用发酵罐容积，



发酵效率低。

(四) 温度调节

厌氧发酵过程受温度变化的影响很大，在一定的温度范围内，产气会随着温度的上升而加快，而当温度降低时，产气率则下降。在我国北方冬季寒冷的地区，厌氧发酵受到了很大程度的抑制，有些沼气池甚至不产气。由于投资限制，我国农村中小型沼气工程一般没有增温设施，发酵装置建在地下，发酵料液温度随季节的变化，受气温、地温的直接影响波动较大。因此，应根据发酵原料的性质、来源、数量，以及厌氧发酵的目的、要求、用途和经济效益，在采用塑料大棚、太阳能温室对厌氧发酵装置进行整体保温的基础上，尽可能利用太阳能和生产、生活余热对发酵原料进行增温加热，以保证沼气池的正常发酵和产气。

(五) 碳氮比调节

畜禽粪便中的氮素含量较高，因此碳氮比较低，不适合厌氧发酵的要求。一般的厌氧发酵所需的碳氮比为 $25 \sim 30 : 1$ ，当氮的含量很高时，高浓度的铵态氮会抑制厌氧发酵产甲烷。在发酵过程中当氮增加到一定浓度时，会对产甲烷菌形成氮抑制，甲烷产量降低。因此，需要对发酵过程中的碳氮比进行调控。

一般采取向发酵原料中加入含碳量较高的农作物秸秆的方法来降低氮的相对含量，调节碳氮比至适宜的范围，保证厌氧发酵过程正常运行。

二、注意事项

1. 牛粪中的长草、鸡粪中的鸡毛都应去除，否则极易引起管道堵塞。

2. 采用搅龙除草机去除牛粪中的长草，可以收到较好的效果，再配用切割泵进一步切短残留的较长纤维和杂草，可有效地防止管路堵塞。

3. 鸡粪中含有较多贝壳粉和沙砾等，必须进行沉淀清除，否则会很快大量沉积于沼气池底部，不仅难以排除，而且会降低厌氧反应器的有效容积。



三、相关知识

(一) 畜禽粪便的物料特性

畜禽粪便含有大量未消化的蛋白质、矿物质元素、粗脂肪和一定数量的碳水化合物，其含水率一般为 70%~80%，且含有丰富的氮、磷、钾，具有高含水率、高营养成分等特点，特别适合作为沼气发酵的原料。但由于畜禽粪便中的氮含量较高，造成了较低的 C/N，因此在发酵过程中需加入碳含量较高的农作物秸秆，以降低氮的相对含量，从而保证厌氧发酵过程的正常进行。表 1-1 列出了各主要畜禽粪便的物料特性，供运行管理参考。

表 1-1 主要畜禽粪便的物料特性

项目	鸡粪	猪粪	牛粪	羊粪	鸭粪
全氮 (克/千克)	35.40	25.56	17.75	22.08	8.46
全磷 (克/千克)	17.10	19.39	5.47	13.3	10.06
全钾 (克/千克)	17.22	11.69	8.56	2.5	14.29
挥发性固体 (%)	69	72	80	68	21
有机质 (克/千克)	510	610	750	270	140
含水率 (%)	74	82	72	50	83
C/N	7.6	11.2	18.8	10.6	9.3
pH	7.7	7.6	7.8	7.5	6.82

(二) 畜禽粪便的产气潜力

畜禽粪便具有较好的产气潜力 (表 1-2)，据估算，若中国畜禽养殖业粪便资源的收集系数为 0.6，则沼气资源总潜力为 1 200 亿米³，约合 675 亿米³ 天然气，相当于中国天然气年消费量的 77%。

表 1-2 主要畜禽粪便的产气潜力

发酵原料	猪粪	牛粪	鸡粪	羊粪	马粪	鸭粪	兔粪
总固体产气 (毫升/克)	420	300	310	214	340	441	210



第二单元 农村学校公厕粪污预处理 (二)

学习目标：根据农村学校公厕粪污的基本特性，完成农村生态校园沼气厕所粪污的预处理。

一、学校公厕粪污预处理

农村学校公厕是学校一种重要的卫生设施，每天接纳、蓄积师生日常生理活动中排泄的绝大部分污染物，而且公厕粪污有机浓度高，恶臭气体含量大。如果这些粪污未经过任何处理集中排放或处理不当，致使病原菌繁殖与传播，不仅影响学校师生的身心健康，而且给农村生态环境造成严重的破坏，影响校园及周边地区经济可持续发展。然而，粪污中含有丰富的有机物和氮、磷、钾，是很好的肥源，采取沼气厌氧发酵技术生产沼气和沼肥，可以实现粪污无害化处理和资源化利用，达到经济效益、社会效益、生态效益的统一。

学校公厕粪污中最难处理的是卫生巾、塑料袋等难降解杂物，这些杂物进入沼气发酵装置后，容易引起污物泵堵塞。另外，由于人粪尿中的氮含量较高，碳氮比（2.9：1）很低，可每隔10天左右向沼气池内补充适量的纯净牛羊粪，否则在沼气系统运行过程中厌氧发酵过程容易形成氨抑制而影响产气，其中牛羊粪中含有较多易漂浮的纤维，也必须进行预处理。除此之外，还有少量沙砾等。因此，如不经预处理直接入池，会影响原料分解率和产气率的提高，且易堵塞管路，所以在发酵原料进入沼气发酵装置前，要对原料进行预处理。

（一）隔栅清杂

为了方便管理和维护，格栅间与沉沙池合建，格栅间出水直接进入沉砂池。公厕粪污中含有大量的卫生巾和塑料袋等杂物，若直接冲洗入池，势必造成后处理泵输送困难，甚至发酵出现故障。因此，在粪污排入口设置格栅，分离去除公厕粪污中的漂杂物。沉砂池的作用是将污物中物理、化学及生物性质不同的无机颗粒和有



机颗粒进行分离，以便后处理单元的正常运行。

（二）重力沉砂

地面硬化不完全的农村学校，学生如厕时，鞋底所带的泥沙必然带入厕所，随之进入沼气池。如果不在沼气池前处理池沉淀清除，会很快大量沉积于沼气池底部，不仅难以排除，而且会降低沼气池的有效容积，会导致后处理泵输送困难，甚至发酵出现故障。因此，在农村校园公厕沼气池前应设置沉砂池，使人粪尿在进入沼气池前进行沉砂处理，定期清除沉砂池中的泥沙，保证后处理单元的正常运行。

（三）碳氮比调节

农村校园公厕沼气系统主要利用人粪尿作为发酵原料，人粪尿的碳氮比很低，不适宜沼气微生物发酵产气，因此需要设置酸化升温池。酸化升温池对格栅沉砂池拦截后的粪污进行浓度调节、碳氮调节、温度调节、原料混合和原料计量，并起到初步水解酸化作用，以满足厌氧发酵工艺的技术要求。

酸化升温池不但可沉淀寄生虫卵，而且由于池内粪尿含量高、水分比例小，粪便腐熟发酵的速度快、池中氨含量较高，所以杀灭肠道寄生虫卵及肠道致病菌的效果好（因为氨及缺氧的环境和厌氧菌产生的代谢产物是杀卵灭菌的主要因素）。粪尿液经过 20~40 天的预处理，由酸性变为碱性，加上粪便在常温下的产气高峰在第 40~80 天，所以不但不会对沼气产量产生影响，反而有利于产沼气菌的生长繁殖。

二、注意事项

1. 清洗农村学校公厕便槽要用 5% 左右的盐酸溶液，严禁用洁厕净等具有杀菌作用的清洗剂清洗厕所便槽，以免杀死沼气微生物，形成发酵中断。
2. 厕所粪污中的塑料废弃物必须清除干净后，方可作为原料投入沼气池。
3. 厕所粪污碳氮比很低，要定期添加碳氮比高的农作物秸秆等原料将发酵原料的碳氮比调节至适宜产气的范围。