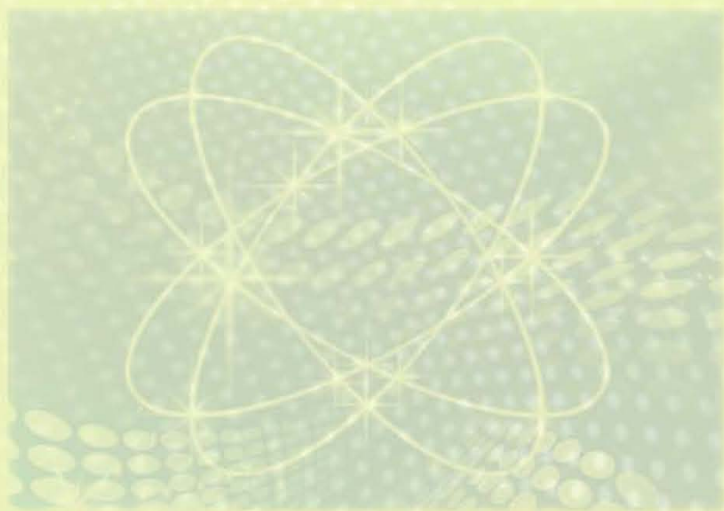


农户实用沼气技术 修订版



序

沼气是一种优质、可再生的生物质能源，沼渣、沼液是优质的有机肥料。农户办沼气具有能源、经济、卫生、生态等多重效益，对改善农村生活、生产条件，增加农民收入具有重要的推动作用，是建设社会主义新农村的重要基础，在确保农产品的质量安全和国家的能源安全上也将发挥越来越重要的作用。近些年，沼气建设作为一项重要的民生工程，受到党和政府的高度重视和农民群众的普遍欢迎，发展速度不断加快，发展规模不断扩大，新形势下迫切需要各级农村能源管理部门加强技术队伍建设，开展技术培训，规范施工行为，确保建设质量。

本书作者在沼气战线上工作了 30 多年，从一个基层的农民沼气技术员成长为沼气行业的管理干部，其间被我省选派到三个非洲国家援建沼气池，具有丰富的沼气

建设实践经验。该作者作为主要执笔人之一，参与了《四川省城镇生活污水净化沼气池设计、施工、安装、验收、管理规范》和四川省《农村家用沼气池设计、施工、验收、配套规范》的编写，并多次被聘请在全省沼气技术培训班授课。

本书是作者在总结多年实践经验的基础上，针对基层沼气生产工培训而编写的。本书特别对农村户用沼气池的容积选择、施工要点、管理技术以及病态池维修等内容进行了详细说明，其内容丰富，文字精炼，浅显易懂，不失为一本实用性很强的参考教材。

推荐这本书给沼气工作者，希望读者能从中有所启发、有所获益，以进一步提高建池水平，使农民从沼气建设中长期受益，也促进沼气事业持续健康发展。

中国沼气学会副理事长 屈 锋

2008. 8. 18

前 言

加强农村沼气技能培训，提高县和乡镇基层沼气技术人员的技术水平，是提高沼气池质量和完成各类沼气项目的基础，是沼气事业持续稳步向前发展的重要保证。本人从实用性角度出发编写了这本培训教材，以期能对沼气技能培训工作有一定的益处。

本教材共分八章，前五章为建池内容，后三章为运行管理内容。本教材作为县和乡镇农村初级沼气技术员的技能培训教材，适用于具有初中及以上文化的学员。对于教材中部分属中级沼气技术员掌握的内容（如：沼气发酵基础知识中的相关理论，施工前准备中的材料用量计算，维修病池等），培训时可酌情使用。学员经技能培训后能修建容积为 10 m^3 （立方米）以内用粪便发酵的农户用沼气池，能解决一般的发酵、建池和管理问题。

由于本人水平有限，教材中的缺点甚至错误之处在所难免，敬请读者批评指正，以便再版时改正。

本教材在编写过程中得到了农业部沼气科学研究所高级工程师廖先明、郑时选、吴力斌和四川省农村能源办何万宁、唐和建五位同志的大力支持，在此表示衷心的感谢！

王敬堂

2015 年 5 月

目 录

第一章 沼气、沼气发酵基础知识

第一节 沼气基础知识

- 一、名词解释
- 二、什么是沼气
- 三、沼气的成分及性质
- 四、沼气的用途

第二节 沼气发酵基础知识

- 一、沼气发酵的理论基础知识
- 二、沼气发酵的基本特点
- 三、沼气发酵的基本条件
- 四、沼气发酵工艺分类

第三节 沼气发酵的启动及常见问题的处理

- 一、沼气发酵的启动
- 二、沼气发酵过程中常见问题的处理

第四节 沼气燃烧基础知识

- 一、沼气的热值
- 二、沼气燃烧的空气需要量
- 三、沼气的爆炸极限
- 四、单一气体的特性

五、沼气的燃烧方式

六、一次空气量

七、沼气燃具的热负荷

八、沼气燃具的热效率

九、沼气燃烧后的烟气量

第二章 沼气池各部位的名称、功能和几何尺寸

第一节 建筑识图基础知识

一、投影基础知识

二、看农户小沼气池施工图要点

三、图例、图注符号

第二节 沼气池的组成及各部位的名称

第三节 沼气池各部位的功能

第四节 沼气池各部位的几何尺寸

第三章 适宜的容积和池型结构

第一节 农户用小沼气池的适宜容积

一、如何确定容积

二、以制取沼气为主要目的建池时的适宜容积

三、以制取沼气和造肥、储肥为目的建池时的适宜容积

四、以造肥、储肥为主要目的建池时的适宜容积

第二节 农户用小沼气池的池型结构

一、农户对池型的要求

二、池型及池型结构的选择

三、沼气池总深度

四、沼气池的标高要求

五、活动盖

- 六、直管进料
- 七、沼气池拱幅及池底坡度
- 八、下圈梁和上圈梁
- 九、出料口
- 十、抽渣器和自动出渣管
- 十一、溢粪池
- 十二、高位回流池

第四章 农村户用沼气池施工及材料

第一节 修建农户用小沼气池材料及要求

- 一、水泥
- 二、砂
- 三、石子（卵石、碎石）
- 四、水
- 五、砖
- 六、预制板
- 七、板石
- 八、混凝土

第二节 施工前的准备

- 一、合理布局，确定池址
- 二、确定混凝土强度等级和厚度
- 三、材料用量计算
- 四、准备、检查建池材料

第三节 沼气池施工技术

- 一、放线
- 二、挖坑
- 三、制作预制板
- 四、处理地下水

五、现浇混凝土沼气池施工

六、砌块沼气池施工

七、砖混沼气池施工

八、玻璃钢沼气池施工

九、密封层施工

十、回填土

第五章 竣工验收

第一节 竣工验收的检验方法

一、刷浆检查方法

二、直观检查方法

三、试压检验方法

第二节 沼气池整体工程竣工验收

第六章 配套设备及其安装

第一节 配套设备及其要求

一、配套设备必须齐全

二、配套设备的作用、规格和质量要求

第二节 配套设备的安装

一、画安装图

二、安装前的准备

三、安装的总体要求

四、导气管安装

五、室外安装具体要求

六、室内安装具体要求

七、气密性验收

第七章 管理使用

第一节 怎样进行后期管理工作

一、建立物业管理机制

二、后期管理工作的内容和方法

第二节 安全管理使用

一、必须十分重视安全管理使用

二、安全发酵

三、安全管理

四、安全用气

五、安全大换料和大换料的方法

六、安全维修

第三节 窒息中毒的抢救和烧伤急救

一、窒息中毒的抢救

二、烧伤急救

第四节 维修病池

一、确定沼气池是何种病态

二、查找病态池漏水漏气部位的方法

三、维修病态池的方法

第五节 沼气燃具使用

一、沼气灶的使用

二、沼气灯的使用

三、沼气热水器的使用

四、沼气饭煲的使用

第六节 沼气配套设备常见故障及处理

一、几种故障的症状分辨及处理技术

二、输气线路、管件常见故障及处理方法

三、沼气灶常见故障及处理方法

四、沼气饭煲常见故障及处理方法

五、沼气热水器常见故障及处理方法

六、沼气灯常见故障及处理方法

第八章 沼气综合利用与生态农业模式及效益

第一节 沼气综合利用常用项目介绍

一、沼气养蚕

二、沼液浸种

三、沼液治虫

四、沼液养鱼

五、沼液种蔬菜

六、利用沼渣改良土壤和开垦荒地

七、沼渣配制经济作物和花卉肥料

第二节 以沼气为纽带的生态农业模式

第三节 以沼气为纽带的生态农业效益

一、经济效益

二、生态效益

三、社会效益

附录 1 普通混凝土配合比参考表

附录 2 建沼气池常用图形及计算公式

附录 3 6 m^3 圆筒形沼气池材料用量参考表

附录 4 8 m^3 圆筒形沼气池材料用量参考表

Contents

Chapter 1 Biogas and the Basic Knowledge on Biogas Fermentation

Section 1 Biogas Basic Knowledge

1. Noun-Explanation
2. What is Biogas?
3. Biogas Components and Property
4. Biogas Usage

Section 2 Biogas Fermentation Basic Knowledge

1. Biogas Fermentation Fundament Theory Knowledge
2. Basic Features of Biogas Fermentation
3. Basic Conditions of Biogas Fermentation
4. Biogas Fermentation the Process Classification

Section 3 Biogas Fermentation Start-up and Shoots of Its Commonly Shown Problems

1. Biogas Fermentation Start-up
2. Biogas Fermentation and Shoots of Its Commonly Shown Problems ...

Section 4 Basic Knowledge of Biogas Combustion

1. Biogas Calorific Value
2. Airconsumption Dosages for Biogas Combustion
3. Biogas Explosion Limitation
4. Characteristics of the Single Gas
5. Biogas Combustion Way
6. The One-time Air Supply Volume
7. The Heat-load of Biogas Appliances
8. The Thermal Efficiency of Biogas Appliances
9. The Exhausts Smog Volume of Biogas Combustion

Chapter 2 The Names of Biogas Digester in Various Parts within Its Function and Geometry by Size

Section 1 Basic Knowledge of Building and Knowledge of Reading-Drawing

1. Projection Basic Knowledge
2. Check the Farmer's Construction Chart Points of the Small Biogas Digester
3. Legend, Legend Remarks and Legend Symbols

Section 2 Composition of Biogas Digester and the Names of Various Parts

Section 3 The Function of Biogas Digester by Each Part

Section 4 The Geometric Size of Each Part of Biogas Digester

Chapter 3 The Appropriate Digester Volume Digester-Type Structure

Section 1 Appropriate Volume of Household Small Biogas Digester

1. How to Determine the Volume of Biogas Digester
2. The Appropriate Volume to Digester-Building on the Main Purpose of Biogas

• | •

Production

3. The Appropriate Volume to Digester-Building on the Main Purpose of Biogas Production, Fertilizer Production and Fertilizer Storage as the Main Purpose
4. The Appropriate Volume to Digester-Building on the Main Purpose of Digestate Fertilizer Production and Fertilizer Storage as the Main Purpose

Section 2 The Digester Type Structure of Household Small Biogas Digester

1. Household Requirements to Biogas Digester Type
2. Selection of Biogas Digester Type and Biogas Digester Structure
3. The Total Depth of Biogas Digester
4. The Elevation Requirements of Biogas Digester
5. Removable Cover
6. Straight Pipe-Feeding
7. The Arch Width of Biogas Digester and the Slop of the Digester Bottom
8. The Bottom Ring Beam and the Upper Ring Beam
9. Outlet
10. Anaerobic Sludge-sucking Pump and Automatically the Anaerobic Sludge-sucking Tube for Discharge
11. Overflow Anaerobic Slurry Facility
12. Higher-position Reflux Facilities

Chapter 4 Rural Household Biogas Digester Construction and Materials

Section 1 The Construction of Rural Household-used Small Biogas Digester Mater and Its Requirements

1. Cement
2. Sand
3. Stones (Pebbles, Gravel)
4. Water
5. Brick
6. The Prefabricated Plate
7. Slate
8. The Concrete

Section 2 Preparation before Construction

1. Rational Distribution, Determine the Biogas Digester Constructed in-situ
2. Deciding both of the Concrete Strength Level and Thickness
3. Calculating the Quantity of Building Material Consumption
4. Preparing and Checking the Digester Building Materials

Section 3 The Biogas Digester Construction Technology

1. Layout
2. Digging the Digester Pit
3. Making the Pre-fabricated Panels
4. Processing the Under Groundwater

5. Cast-in-situ the Concrete for Biogas Digester Construction
6. Bricks-laying for the Biogas Digester Construction
7. Brick-concrete Biogas Digester Construction
8. Fiberglass Material Biogas Digester Construction
9. Construction for the Sealing Layer
10. Backfill Soil

Chapter 5 Project Completion Acceptance

Section 1 The Test Method for the Completion Acceptance

1. Check Method for Brush Syrup
2. Intuitive Check Method
3. Test Pressure Method

Section 2 The Overall Project Completion and Acceptance of Biogas Digester

Chapter 6 The Counter-parted Equipment and Its Installation

Section 1 The Counter-parted Equipment and Requirements

1. The Counter-parted Equipment Must Be Complete
2. The Role of Specifications and Quality Requirements

Section 2 The Installation of the Counter-parted Equipment

1. Drawing the Image of Installation
2. Preparation before the Installation
3. Overall Requirements for the Install
4. Installation for the Biogas Conduit Pipe
5. Specific Requirements for the Outdoor Installation
6. Specific Requirements for the Indoor Installation
7. Air-tightness Acceptance

Chapter 7 Management and Utilization

Section 1 How to Make the Later-on Management for the Biogas Digester?

1. Establishing the Estate Industry Management Mechanism
2. Content and Method for the Later Period of Management Work

Section 2 Safety Management and Utilization

1. Great Concern Must Be Paid to the Security Management and Use
2. Safety Fermentation
3. Safety Management
4. Safety Gas Utilization
5. Safety Grand Discharge and the Method for Grad Discharge
6. Safety Maintenance

Section 3 Suffocation Poisoning Rescue and the Burned Rescue

1. Suffocation Poisoning Rescue
2. The Burned Rescue

Section 4 The Maintenance for the Sick Digester

1. To Identify What Is the Reason for the Sickness of the Biogas Digester

2. Method to Find Out the Positions of the Digester Where the Biogas Leakage and Digesting Slurry Leakage Happen

3. The Method of Maintenance for Sick Biogas Digester

Section 5 Biogas Appliances Utilization

1. Biogas Stoves Utilization

2. Biogas Lamps Utilization

3. Biogas Water Heater Utilization

4. Biogas Rice Cooker Utilization

Section 6 Common Failures and Shootings for Counter-parted Biogas Equipment

1. The Identification and Resolving of Symptoms for Several Failures and Treatment Technology

2. Biogas Transmission Lines, Fittings as Well as Treatment Method for Common Failures

3. Biogas Stoves as Well as Treatment Method for Common Failures

4. Biogas Rice Cooker as Well as Treatment Method for Common Failures

5. Biogas Water Heater as Well as Treatment Method for Common Failures

6. Biogas Lights as Well as Treatment Method for Common

Chapter 8 Biogas Integrated Utilization and Ecological Agriculture Mode as Well as Benefits

Section 1 Biogas Utilization Commonly-Used Projects Introduction

1. Sericulture by Means of Using Biogas Technology

2. Soaking Seeds with Anaerobically Digested Slurry

3. Pest Control with Anaerobically Digested Slurry

4. Fish-breeding with Anaerobically Digested Slurry

5. Vegetables Plantation with Anaerobically Digested Slurry

6. Improving Soil and Wasteland Reclamation with Anaerobically Digested Sludge

7. Preparation Flowers Plantation Fertilizer with Anaerobically Digested Sludge

Section 2 The Ecology-Agriculture Mode within Biogas Technology as the Linkage

Section 3 The Ecology-Agriculture Benefits within Biogas Technology as the Linkage

1. Economic Benefits

2. Ecological Benefits

3. Social Benefits

Appendix 1 Reference Table for Ordinary Concrete Mixture

Appendix 2 The Common Graphics and Computing Formula for Building Biogas Digesters

Appendix 3 Reference Table for the Material Consumption a 6m³ Cylindrical Type Biogas Digester

**Appendix 4 Reference Table for the Material Consumption of a 8m³ Cylindrical
Type Biogas Digester**

Author: Wang Jingtang **Phone:** 18123379932

第一章 沼气、沼气发酵基础知识

第一节 沼气基础知识

一、名词解释

(1) 微生物——肉眼看不见，必须用显微镜放大后才能看到的单个生物，统称为微生物。

微生物包括细菌、放线菌、真菌、病毒、原生动物等等。

(2) 有机物——除 CO_2 、 CO 和碳酸盐以外的一切含碳的化合物都是有机物（如粪便、作物秸秆、杂草等）。

(3) pH 值——表示溶液的酸碱度，用数字 1~14 表示，数字越小表示酸性越强，越大表示碱性越强，7 表示中性。

(4) 标准立方米——是指沼气温度的在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，压力为 101325 Pa（帕），即 10332 mmH₂O（毫米水柱），也即 760 mmHg（毫米汞柱）状态时的容积。

二、什么是沼气

沼气是有机物质在一定的温度、水分、酸碱度和厌氧条件下，经过多种微生物分解发酵产生的以甲烷为主的混合可燃气

体。由于最早发现于沼泽、湖泊中，所以称之为沼气。

三、沼气的成分及性质

沼气是多种气体组成的混合可燃气体，它的主要成分是甲烷（ CH_4 ）和二氧化碳（ CO_2 ）。农村主要以猪、牛粪便为原料发酵产生的沼气中一般含甲烷 60% 左右（天然气含甲烷 96% 左右），二氧化碳 35% 左右，另外还有少量的氮气（ N_2 ）、氧气（ O_2 ）、硫化氢（ H_2S ）、一氧化碳（ CO ）和氢气（ H_2 ）。其中，甲烷、硫化氢、一氧化碳、氢气都是可燃气体，甲烷是无色、无味、无毒又不溶于水的气体。甲烷的比重是 0.55，比空气轻近一半。沼气是无色、有味气体。沼气的热值约为 22 MJ/Nm^3 （沼气中 CH_4 含量为 60%， CO 和 H_2S 的含量为 3% 时），密度（ kg/m^3 标米）为 1.21 左右，爆炸范围一般在 7%~27% 之间（沼气中 CH_4 含量为 70%~50%， CO_2 含量为 30%~50% 时）。沼气的比重约为 0.93，比空气稍轻一点。二氧化碳的比重是 1.53，为空气的 1.53 倍。硫化氢的比重是 1.19，比空气稍重，燃烧前略带臭鸡蛋味。

四、沼气的用途

从理论上计算，沼气中甲烷成分占 60% 时，每标准立方米（ Nm^3 ）沼气的热值约相当于 0.52 kg 汽油，或 0.75 kg 标煤。能使 65 kg 水从 20℃ 加热至烧开，能发电 6 度左右。实际应用中，由于使用沼气的热效率高且可控性好，而烧煤和柴草的热效率低，因此 1 m^3 沼气（含甲烷 60% 左右时）约相当于 3.3 kg 低热值为 5000 kcal 的原煤，或 6.6 kg 柴，或 8.6 kg 秸秆，能供五口之家一日煮饭用，能使 40 kg 水从 20℃ 加热至烧开，能发 2 度电左右。沼气是优质气体燃料，除用于炊事、照明和发电外，还可