

沼气应用技术 问答

彭武厚 沈瑞芝等 编著



上海科学技术出版社

170.3.95
602

沼气应用技术问答

彭武厚 沈瑞芝等 编著

310524/13



沼 气 应 用 技 术 问 答

彭武厚 沈璿芝等 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 787 1092 1/32 印张 4.5 字数 92,000

1986 年 10 月 第 1 版 1986 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1-6,300

统一书号: 15119 · 2457 定价 0.67 元

前 言

沼气是一种生物能源，由各种有机废弃物经微生物发酵生成。它的开发和利用不仅解决农村部分能源，同时还可改善城镇、乡村的环境卫生，积制优质有机肥料，改良土壤，促进农业生产。因此它有着广阔的发展前景。

近十多年来，人工沼气的研究和应用在我国有较大进展，全国几百万个沼气池有效地解决了农民的生活能源，引起了国际上的广泛注意。

为了适应沼气建设的需要和满足广大沼气工作者的要求，我们根据近年来沼气科研所取得的成果和实际经验，以及存在的问题，用问答的形式，对建池、发酵、燃烧、综合利用和科学管理等方面的基础知识作系统的介绍。

本书由上海市沼气推广小组组织上海市工业微生物研究所、上海市农科院土壤肥料研究所、同济大学、上海市内燃机研究所、上海市农机研究所、川沙县沼气办公室和南汇县沼气试验站等单位的有关专家和技术人员编写。最后由彭武厚、沈瑞芝、胡思渊和冯善良等同志审稿。

由于我们的水平有限，本书难免有不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

前言

一、沼气发酵与科学管理	1
1. 什么是沼气? 它与天然气有什么不同?	1
2. 什么叫沼气发酵? 发酵过程分几个阶段进行?	1
3. 甲烷是怎样形成的?	2
4. 为什么说醋酸是甲烷形成中的重要中间产物?	4
5. 非产甲烷菌和产甲烷菌的作用是什么? 它们有些什么不同的特性?	5
6. 什么叫“酶”? 它有什么特性? 在沼气发酵中的作用如何?	6
7. 什么叫辅酶? 沼气发酵中的特殊辅酶是什么? 它们有什么作用?	6
8. 什么叫连续发酵? 它有什么好处?	7
9. 什么叫二步发酵? 它有什么好处?	7
10. 什么叫干发酵? 它有什么特点?	8
11. 什么叫化学需氧量和生化需氧量? 每公斤化学需氧量和生化需氧量能产多少沼气?	8
12. 什么叫干物质浓度? 沼气发酵中干物质浓度多少为宜? 怎样计算投料量?	9
13. 什么叫总固体? 什么叫挥发性固体?	10
14. 什么叫碳氮比? 沼气发酵的碳氮比应该多少为好?	10
15. 哪些物质含碳量高? 哪些物质含氮量高?	10

16. 哪些物质可以作为沼气发酵原料?.....	11
17. 农村常用发酵料每公斤能产多少沼气?.....	12
18. 怎样确定沼气池容积的大小?.....	12
19. 知道沼气池容积和加料浓度怎样计算加料量?.....	13
20. 怎样配料对发酵有利?.....	13
21. 什么叫原料的预处理? 哪些原料入池要经过预处理?预处理有什么好处?	14
22. 用鸡粪进行沼气发酵要注意什么?.....	15
23. 木质素对沼气发酵有影响吗?.....	15
24. 为什么有些沼气池产的气总是烧不着? 应该怎么办?.....	15
25. 什么叫接种物?接种物以多少为宜?可以人工培养接种物吗?.....	16
26. 什么叫抑制剂?什么叫促进剂?	17
27. 什么叫酸中毒?怎样防止?	17
28. 什么叫氨中毒?怎样防止?	18
29. 什么叫酸碱度?怎样测定发酵液的酸碱度?.....	18
30. 沼气发酵的酸碱度不正常怎么办?.....	19
31. 温度的高低对沼气发酵有何影响?.....	19
32. 怎样使沼气发酵能有较高的温度?.....	20
33. 温度与气压对沼气体积有影响吗? 怎样影响?.....	21
34. 搅拌对沼气发酵有何作用?目前有几种搅拌方法?	22
35. 怎样使沼气池能够均衡地产气?.....	22
36. 要使冬季也能正常产气有些什么办法?.....	23
37. 什么叫产气率和产气量?.....	23
38. 可以用加电石的办法来提高产气量吗?.....	24
39. 有机物产沼气量可以计算吗?.....	24

40. 什么叫大出料?为什么要大出料?	25
41. 大出料应该选在什么时候为宜?	26
42. 大出料后为什么要立即装料装水?	26
43. 沼气池装料数天后,为什么严禁再次入池加料?	26
44. 沼气池气体压强对产气有何影响?	26
45. 什么叫沼气池的负压?怎样避免?	27
46. 什么叫厌氧过滤器?它有什么特点?	27
47. 农村有机废物可用厌氧过滤器进行沼气发酵吗?	28
48. 什么叫上流式厌氧污泥床反应器?	29
49. 怎样制造简易的水柱压力表?	29
二、发酵装置的建造和维修	30
50. 目前农村常用沼气池的池形有哪几种?	30
51. 圆筒形和球形沼气池的主要特点是什么?	30
52. 沼气池从埋设位置分主要有哪几种? 其主要特点是什么?	31
53. 沼气池不同的埋设位置有哪些区别?利弊关系如何?	31
54. 沼气池的贮气方式有哪几种?其特点是什么?	32
55. 设计沼气池的技术参数是什么?	32
56. 怎样计算圆筒形和球形沼气池的容积?	33
57. 怎样计算圆筒形和球形沼气池的表面积?	34
58. 水压间的作用是什么?什么叫水压间的有效容积?	34
59. 怎样设计水压间?	34
60. 作用于沼气池上的荷载有哪些?	35
61. 圆筒形沼气池采用什么样的矢跨比较适宜?	35
62. 球形沼气池施工要点有哪些?	36
63. 什么叫曲率半径?它在沼气池施工中的作用	

是什么?	37
84. 地下水位高的地区怎样建池?	38
85. 在什么情况下, 要采取沉井法建池? 应注意 哪些问题?	38
86. 什么情况下可采用浮沉法建池?	39
87. 浮沉法球形池施工步骤如何?	39
88. 水压式沼气池气箱的密封层, 须从哪里做起?	40
89. 沼气池的内密封工艺要求如何?	40
90. 怎样密封活动盖?	41
91. 球形沼气池的模具有哪几种?	41
92. 混凝土浮罩有哪些优点? 装置浮罩需哪些配件?	42
93. 混凝土浮罩的材料用量如何计算?	43
94. 钢板浮罩的特点是什么?	45
95. 浮罩的压强(即压力强度)如何计算?	45
96. 设计分离贮气箱(袋)应注意什么问题?	45
97. 什么叫混凝土? 它主要有哪几种?	46
98. 球形沼气池的混凝土用量怎样计算?	46
99. 配制和浇注混凝土的基本要求是什么?	47
100. 怎样计算混凝土的级配比?	47
101. 什么叫混凝土的塌落度?	48
102. 怎样养护混凝土?	49
103. 什么叫建筑砂浆? 主要有哪几种?	49
104. 沼气池用的密封砂浆配比怎样计算?	49
105. 怎样计算沼气池内粉刷砂浆的用量?	50
106. 沼气池质量验收包括哪几个方面?	50
107. 气渗检验标准是什么? 怎样检查沼气池 的气渗漏?	51

88. 水渗检验标准是什么? 怎样检查沼气池水渗漏?.....	51
89. 气渗检验时, 压力表上会出现哪几种情况? 原因是什么?.....	52
90. 为什么沼气池压力低时压力表水柱上升快, 压力高时反而上升慢?.....	53
91. 为什么压力表水柱不升不降, 而进出料间的水位会上升?.....	53
92. 当压力表水柱上升到一定高度时, 为什么进出料间会冒气泡?.....	53
93. 压力表水柱虽高, 但使用效果差是何原因?	53
94. 开启燃烧器开关, 压力表水位差大幅度下降, 关闭后又慢慢上升至原位, 是什么原因?	54
95. 为什么使用沼气时压力表水柱上下波动、火力时强时弱? 如何处理?	54
96. 为什么压力表水柱上升快, 管内水常被冲掉, 随之跑气? 如何处理?	54
三、沼气的利用	55
97. 沼气有什么用途?.....	55
98. 人工沼气由哪几种成分组成? 为什么能燃烧?.....	55
99. 什么是沼气的燃烧? 燃烧需要哪些条件?	56
100. 何谓沼气的热值? 沼气的热值为多少?	56
101. 什么是理论空气需要量和实际空气需要量?.....	57
102. 什么是一次空气? 什么是二次空气?	58
103. 人工沼气的燃烧方法分哪几种?.....	58
104. 什么是火焰传播速度?.....	59
105. 什么叫离焰或脱火?.....	60
106. 为什么沼气燃烧容易发生离焰或脱火现象?.....	60

107. 什么叫回火?	61
108. 沼气灶主要由哪些部分组成?	61
109. 为什么使用沼气灶需要提供二次空气?	61
110. 什么是沼气灶的额定压力?	62
111. 什么是沼气灶的热负荷?	62
112. 什么是沼气灶的热效率?	63
113. 怎样测定沼气灶的热效率?	64
114. 怎样的沼气灶才算符合要求?	65
115. 怎样从火焰的颜色来评价燃烧情况的好坏?	66
116. 怎样使用沼气灶?	67
117. 为什么要保持适当的锅架高度?	67
118. 如何节约使用沼气?	67
119. 是否燃烧时声音越响的沼气灶质量越好?	68
120. 沼气燃烧产物中含有哪些有害物质?	69
121. 目前我国有哪些较好的沼气灶?	69
122. 什么是沼气红外辐射器?	71
123. 什么是沼气的催化燃烧? 沼气催化燃烧器的构造是怎样的?	72
124. 催化燃烧的特点是什么? 沼气催化燃烧板可以应用在哪些方面?	72
125. 什么叫沼气灯? 它是由哪几部分组成的?	73
126. 怎样使用好沼气灯?	74
127. 为什么沼气管路的直径不宜过小?	74
128. 沼气管路采用哪种材料为好?	74
129. 为什么室外管路应采用地下敷设?	75
130. 为什么在敷设沼气管路时应保持一定的坡度?	75
131. 沼气发动机有几种类型?	76

132. 将汽油机和柴油机改装成沼气发动机应遵循 哪些原则?.....	76
133. 如何将柴油机改装成电点火沼气发动机?.....	77
134. 如何将柴油机改装成双燃料发动机?.....	78
135. 如何实现双燃料发动机沼气量的自动调节?.....	79
136. 沼气发动机有什么用途?.....	80
137. 沼气发动机马力范围怎样?.....	80
138. 沼气发动机每小时要消耗多少沼气?.....	81
139. 一个沼气发电站至少要包括哪几个部分?.....	81
140. 一个沼气发电站至少要配备哪些仪表?.....	81
141. 沼气电站管道选择、安装应注意哪些问题?.....	81
142. 沼气发电用贮气浮罩有什么好处?.....	82
143. 沼气发动机起动程序怎样?.....	83
144. 双燃料发动机常见故障是什么?.....	84
145. 双燃料发动机日常维护工作内容有哪些?.....	85
146. 电点火沼气发动机常见故障有哪些?.....	86
147. 电点火沼气发动机日常维护工作内容 有哪些?.....	87
148. 办沼气电站应注意哪些安全问题?.....	87
149. 农村沼气电站设计要点有哪些?.....	87
四、沼气发酵残留物的应用	90
150. 什么叫沼气发酵残留物?它由哪些部分 组成的?.....	90
151. 沼气发酵残留物有哪些用途?.....	91
152. 为什么说沼肥的营养特点是“迟速兼备”的?.....	91
153. 为什么说办沼气会增加有机肥料?.....	92
154. 有机肥料中的养分在沼气发酵过程中	

是怎样转化的?.....92

155. 为什么说沼气发酵能保氮?.....93

156. 燃烧沼气会把“肥气”带走吗?.....94

157. 沼气发酵能加入化肥一起发酵吗?.....94

158. 哪些因素影响沼肥质量?.....95

159. 什么叫氨态氮?为什么说沼肥中速效氮的
形态是氨态氮?.....96

160. 沼肥能与碱性物质相混合吗?.....96

161. 施沼肥会不会影响作物发根?.....97

162. 施沼肥通常用量多大为好?施多了会不
会有肥害?.....97

163. 为什么说沼肥浸种有效果?.....99

164. 为什么沼肥也要适当深施?.....99

165. 沼肥对农作物是否有“刺激”作用?.....100

166. 怎样确定沼肥液的浓度?.....100

167. 怎样发挥沼肥的肥效?.....101

168. 沼气肥出料后如不直接上地,应如何处置?.....102

169. 为什么施沼肥能节省化肥?.....103

170. 沼肥能改良土壤吗?.....103

171. 沼肥适宜施于任何土壤吗?.....104

172. 为什么说沼渣水养鱼效果好?.....104

173. 为什么说办沼气能促进食用菌生产?.....105

174. 沼渣能否作饲料?.....105

175. 沼气发酵为什么能消灭病原菌和寄生虫卵?.....106

176. 施沼肥为什么能减轻农作物病害?.....106

177. 为什么沼渣出池后最好再进行一次卫生处理?.....107

178. 沼气发酵对人粪尿无害化处理是否有用处?.....107

179. 为什么严禁人、畜下沼气池？	108
180. 城市生活垃圾制沼气后的残渣能否作肥料？	109
五、出料机具的种类、性能及其使用方法	109
181. 目前我国农村沼气池出料机具主要有 哪几种类型？	109
182. 什么是离心式液肥泵？有哪几种？	109
183. 用软轴传动的液肥泵有什么特点？ 性能怎样？	112
184. 什么是自吸沼肥泵？性能怎样？	112
185. 什么是潜入式液肥泵？适用范围怎样？	112
186. 泥浆泵能否用于沼气池出料？	113
187. 用液肥泵出料的一般方法怎样？	113
188. 人力泵有哪几种类型？	114
189. 人力活塞泵和隔膜泵的性能特点是什么？	114
190. 活塞泵和隔膜泵吸不上粪水怎么办？	115
191. 抓卸器有什么用途？有哪些类型？	116
192. 手提式抓卸器的性能特点怎样？	116
193. 半机械抓卸器的性能特点怎样？	117
194. 液肥车的工作原理是什么？	118
195. 液肥车的工作特点及其适应范围如何？	120
196. 为什么要检查电动机的转向是否与泵工作 的转向相符？	121
197. 使用出料机具要注意些什么？	121

附录

1. 发酵原料的配料比	122
2. 几种气体的物理、化学常数	123
3. 压力单位的换算	123

4. 几种气体的着火点及爆炸限度·····	124
5. 几种常用的面积、重量、容量、长度换算·····	124
6. 几种常用燃料的燃烧热值·····	126
7. 农作物体养料含量表·····	127
8. 主要动物肥料养分含量表·····	128
9. 不同卵石粒径的混凝土用水量与塌落度的关系·····	129
10. 砂率参考表·····	130

一、沼气发酵与科学管理

1. 什么是沼气？它与天然气有什么不同？

沼气是由厌氧微生物分解转化有机物而生成的一种可燃性气体。下水道污泥、池塘、粪坑、水田、垃圾堆、海洋深处以及反刍动物的肠、胃等处都有沼气产生，因为最早发现于沼泽地带而得名。沼气主要成分是甲烷和二氧化碳，此外还有少量的氢气、一氧化碳及硫化氢等，总的可燃成分含量一般在60~70%。本书所讲的沼气是人们用某种装置进行厌氧发酵，并加以收集与利用的可燃性气体，因此也称为人工沼气。它可用于燃烧、照明、发电和制取一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷及四氯化碳等化工原料。天然气是蕴藏在地层内的，由古代微生物分解有机物而生成的一种可燃性气体，因此有古代沼气之称。它常与石油共存在岩石裂缝和空洞中，或存在于地下的水层中。天然气与人工沼气的主要不同点见下表：

表 1-1 人工沼气与天然气的差异

气 体 种 类	人 工 沼 气	天 然 气
制 取 方 法	发 酵 法	钻 井 法
可 燃 成 分	甲烷, 氢气, 一氧化碳, 硫化氢	甲 烷, 丙 烷, 丁 烷, 戊 烷
可燃成分含量%	60~70	85 以 上
热值(千焦/立方米)	20000~29000	39000 左 右

2. 什么叫沼气发酵？发酵过程分几个阶段进行？

微生物在厌氧条件下，分解转化有机物形成沼气的过程称为沼气发酵。它是一种复杂的生化反应过程，分三个阶段进行(图1-1)。

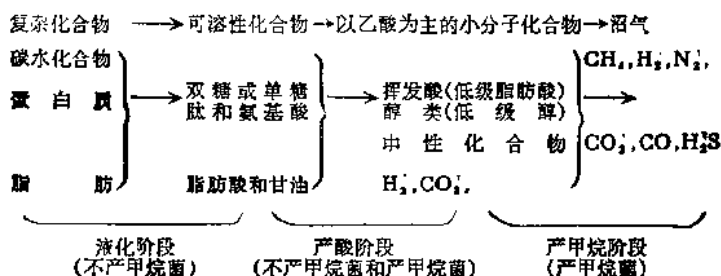
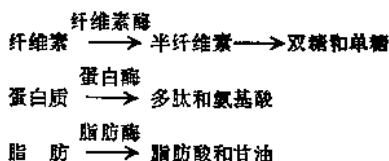


图 1-1 沼气发酵的阶段性

第一阶段是液化阶段。即微生物通过胞外酶的作用，把固体物质转化成可溶于水的物质。例如，



第二阶段是产酸阶段。上述的可溶性物质在胞内酶的作用下继续分解转化成低分子物质，如甲醇、乙醇、甲酸、乙酸等，同时，也有部分释放出氢和二氧化碳，在这个阶段中，主要的产物是乙酸，占 70% 以上，所以称为产酸阶段。

这两个阶段是一个连续过程，通常被称为不产甲烷阶段。它是复杂的有机物转化成沼气的先决条件。

第三阶段是产甲烷阶段。在这个阶段中严格厌氧的产甲烷菌把产酸阶段形成的小分子化合物通过一步或几步的还原作用，最终形成甲烷和二氧化碳。

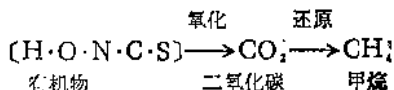
这三个阶段互相联系、互相制约，并保持着动态平衡。如果平衡受到破坏，沼气发酵就会受阻甚至停止。

3. 甲烷是怎样形成的？

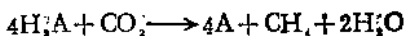
甲烷是由产甲烷菌转化低分子有机化合物而形成的。早

在 20 世纪初就开始研究的甲烷形成理论,迄今为止可简单地归纳为下列二种。

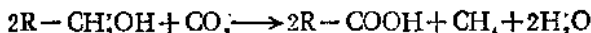
(1) 二氧化碳还原论。这种理论认为任何产生沼气的有机物先氧化成 CO_2 , 然后由 CO_2 还原形成甲烷。



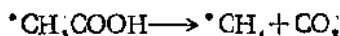
式中还原 CO_2 所需的氢来自含氢有机物的分解, 如果用 H_2A 代表任何可被产甲烷菌所活化的有机化合物, 则可用下列通式表示:



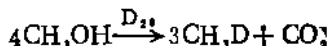
一级醇的降解就是这种反应的一个例子:



(2) 基质直接还原论。随着同位素技术的发展, 对标记碳原子示踪试验的结果表明, 许多有机化合物, 不一定先形成 CO_2 。例如, 醋酸中的甲基也可直接形成甲烷。



甲醇在重水中转化的结果表明, 甲醇的甲基能直接形成甲烷, 而额外的氢来自于水。



后来巴克对上述理论提出一种新设想: 二氧化碳、甲醇、醋酸等低分子化合物转化成沼气时, 要与一种含氢的载体 XH 相结合, 经过几步的还原作用, 生成一种 X 甲基化合物。这种 X 甲基化合物经进一步的还原, 最终生成甲烷和再生载

* 星号标记是同位素原子。