



沼気开发手册



能源出版社

沼 气 开 发 手 册

邓 新 译

李 力 谢志恒 贺 亮 校

1983

内 容 简 介

本书为农村沼气开发工作的参考手册。除沼气发酵微生物学外，几乎包括了沼气开发工作的所有方面。全书分十五章，前六章介绍沼气装置的建造，包括设计、材料和施工；第七章介绍家用沼气用具；第八章至第十章介绍沼气装置的启动、运行、维修、安全性及性能改进；第十一章介绍沼气的工业用途；第十二章介绍消化池废液及其应用；最后三章介绍一些有关全局的问题，包括沼气开发计划的制定、公用沼气装置和沼气利用的经济性等。本书可供农村从事沼气生产、应用和组织推广工作的同志，从事沼气工艺研究工作的同志，以及大、中专院校有关专业的师生参考。

GUIDEBOOK ON BIOGAS DEVELOPMENT

United Nations Publication, ST/ESCAP/96, 1980

沼气开发手册

邓 新 译

李 力 谢志恒 贺 亮 校

能源出版社出版 能源出版社发行部发行

妙 峰 山 印 刷 厂 印 制

787×1092¹/₁₆ 开本 9.375印张 212千字

1983年5月第一版 1983年5月第一次印刷

印 数 1—20,000

书 号15277·14

定价0.94元

校 者 序

《沼气开发手册》是亚洲与太平洋经济和社会委员会组织编写、由联合国发行的能源开发丛书中的一本。该书对亚洲与太平洋区域主要沼气发展国家的沼气技术、经济效益作了系统的评价，不仅介绍了各种沼气装置的一般设计原理、建造技术、管理办法，还介绍了影响沼气装置正常运转和使用的各个具体环节。该书篇幅虽然不大，但内容广泛、丰富，文字也比较简练、通俗易懂，是一本具有实用价值的手册，值得从事沼气工作的同志们一读。

当然，我们并不认为它是一本十全十美的介绍沼气知识的书，但通过此书的翻译出版，对总结我国开发沼气的经验，发展我国的沼气事业还是有益的。

农牧渔业部沼气办公室 谢志恒 贺亮

一九八三年三月

原 前 言

我们出版的这本书，可作为发展中国家农村地区小规模开发沼气的 一种参考手册。该手册特别适用于亚洲和太平洋区域的发展中国家。我们根据1978年6月20日至26日召开的沼气开发专业组会议的推荐，并得到澳大利亚政府财政上的资助，方出版了这本书。中国政府有关部门提供的开发沼气的技术资料，由亚洲与太平洋经济和社会委员会（ESCAP）的一位工作人员，在1979年9月1日至21日联合国组织的中国地区性沼气学习班开班期间，进行了收集和整理，编入了本书。在这本书的汇编和技术校订中，秘书处得到尼泊尔布特瓦尔开发与咨询机构的约翰·芬莱先生的协助。

谨向为这次会议和出版此书提供经费的澳大利亚政府，向中国政府的有关部门，以及亚洲与太平洋经济和社会委员会的成员国，特别是为秘书处提供设计资料的印度乡村工业发展委员会（KVIC）和尼泊尔开发与咨询机构（DCS）表示衷心的感谢。

原 序 言

近几年来,亚洲与太平洋经济和社会委员会已关心农村地区能源的需要,并特别关心使用地方资源和技术。这是根据最近召开的大会和委员会所作出的决定进行的。在第七届专业会议期间,强调了发展科学与技术合作,以及保证科学应用与技术发展的需要。在新德里,在第31届委员会会议期间,强调了在所有经济和社会活动的领域内加强地区性合作的紧迫性。会议也建议发展中国家,通过真正的技术合作,进一步利用已获得的成果,以适应本国的需要。

1975年,在新德里和马尼拉召开了有关沼气技术及其应用的专题讨论会;1976年,在曼谷召开了太阳能和风能的专家工作组会议;1977年,在苏瓦特别为太平洋岛屿国家召开了沼气和其他农村能源的专题讨论会;并于1977年,在印度尼西亚、伊朗、菲律宾和泰国召开了讨论农村能源开发的流动会议;这些都是按农村能源计划的安排进行的。尽管这些沼气专业会议均对沼气技术的了解和推广应用作出了非常有益的贡献,尽管增加了这些专业资料的印刷经费,但那些包括在农村发展计划中的国家,或要求发展自己沼气装置的独立单位,仍普遍缺少适用的印刷资料。

根据这种需要,1978年6月,召开了开发沼气的专家组会议,亚洲与太平洋经济和社会委员会的成员国与非成员国有33名专家参加了这次会议。会上集中讨论了各种沼气装置的设计、建设、操作和维护方面的问题,集中讨论了沼气的用途,包括象照明、炊事和原动机燃料等应用方面的设计和操作的要求,并集中讨论了把废液用作肥料的方法,包括加工成合成肥料的利用方法。诸如教育和对外联络等可协助达到综合目的的非技术方面,也均考虑到了。这本书就是专家会议的成果。会议已为出版这本综合性的、简明而实际的手册作出了努力。

这本书包括了沼气的所有方面,因此,它可使没有这方面学科知识的人,也会有信心地设计、建造、操作和维护沼气装置。有关中国的沼气技术资料,也在本书中作了介绍。

这本书仍缺少专门关于沼气细菌学方面的技术资料。一些研究人员正在进行这方面的工作。如果某些研究人员从研究实验的经验中,获得可对其他研究人员有所帮助的资料,则请将资料寄给亚洲与太平洋经济和社会委员会。这些资料在将来重审再版此书时,考虑予以编入。

希望那些负责农村地区推广使用沼气的人和要求建造沼气装置的人,能从此书中找到所需要的资料。

目 录

原序言

第一章 沼气工艺技术	1
1. 厌氧发酵.....	1
2. 沼气装置是怎样工作的.....	1
3. 沼气的优点和缺点.....	3
第二章 影响沼气装置设计和运行的因素	4
A. 社会因素	4
1. 沼气装置的效益.....	4
2. 农民的民族特性.....	4
B. 影响设计的因素.....	4
1. 可利用的建筑材料.....	4
2. 地下水位的高低.....	4
3. 使用的发酵原料.....	5
4. 不同用途需要的沼气体积.....	5
5. 各种发酵原料的沼气体积.....	6
6. 预期沼气装置生产的肥料量.....	8
7. 从每一牲畜、家禽或人可收集到的粪便量.....	8
8. 其他原料.....	8
C. 影响运行的因素	8
1. 所需的水量.....	8
2. 海水或微咸水的利用.....	9
3. 关于额外加入原料问题.....	9
4. 沼气装置的寿命.....	9
5. 连续型消化池产生浮渣的情况.....	9
第三章 沼气装置的设计和分类要点	10
1. 固定拱盖型消化池.....	11
2. 软袋型.....	12
3. 浮罩式沼气储存器型.....	13
4. 有水封的浮罩式沼气储存器型.....	16
5. 分离式沼气储存器型.....	17
6. 输气系统.....	18
7. 沼气储存器支撑系统.....	20
第四章 结构、容积和位置的选择	23

1. 结构的选择	23
2. 容积的选择	23
3. 位置的选择	28
第五章 消化池的建筑	30
1. 所需的材料	30
2. 浮罩式消化池	31
3. 软袋型消化池	37
4. 固定拱盖型消化池	37
第六章 沼气储存器和输气管	47
A. 沼气储存器	47
1. 建造沼气储存器的材料	47
2. 沼气储存器中的沼气压力	48
3. 沼气储存器的支撑	49
B. 输气管及其附件	49
1. 输气管道的类型	49
2. 沼气开关	50
3. 冷凝水排放装置	51
4. 阻火器	53
5. 组合式压力表和安全阀	54
6. 输气管尺寸的选择	54
7. 渗漏试验	56
第七章 家庭沼气用具及其用法	59
A. 炊事	59
1. 设计沼气灶具	59
2. 市售的沼气灶具	60
3. 农村制造的灶具(燃烧器)	60
4. 沼气灶具的调节和维护	63
B. 照明	63
1. 市售的沼气灯	63
2. 农村制造的沼气灯	64
3. 沼气灯的操作	65
4. 沼气灯的维护	66
第八章 沼气装置的起动和运行	67
A. 起动沼气装置	67
1. 浮罩式消化池	67
2. 袋型消化池	70
3. 固定拱盖型消化池	70
B. 操作沼气装置	71
1. 添加原料	72

2. 搅拌料液	73
C. 操作中的故障及其排除办法	74
1. 起动故障	74
2. 一般故障	75
3. 灶具故障	76
4. 灯具故障	77
5. 原料的入口和(或)出口端故障	78
第九章 保养和安全	79
A. 保养	79
1. 沼气储存器涂漆	79
2. 排除浮渣	79
3. 清除固定拱盖型消化池中的沉积污泥	79
4. 在消化池内修理砖石砌体的工作	80
5. 冷凝水的排除	80
6. 保持开关灵活	80
7. 灶具	80
8. 灯具	80
9. 干料的清除	80
10. 水封	80
11. 软管	80
12. 橡胶输气管	81
13. 主输气管的渗漏试验	81
14. 修理钢质沼气储存器	81
15. 检查沼气压力	81
16. 产气量的测量	82
B. 安全	83
1. 一般性的考虑	83
2. 固定拱盖型消化池	84
第十章 沼气装置性能的改进	85
A. 加温方法	85
1. 保温	85
2. 原料的加热	85
3. 暖房	85
4. 太阳能加热消化池	86
5. 沼气储存器的茅草顶盖	86
6. 反射光的面	86
7. 环绕消化池边墙挖石灰坑	86
B. 化学与微生物学方法	87
1. 碳氮比(C/N)和pH值	87

2. 添加养分.....	87
C. 机械方法.....	87
1. 混合(搅拌).....	87
2. 料液的重复循环.....	88
第十一章 沼气的工业用途	89
1. 冷冻机.....	89
2. 孵化器.....	89
3. 焊接.....	89
4. 清除不应有气体成分的方法.....	90
5. 沼气装瓶.....	90
6. 动力机械.....	91
7. 发电.....	94
第十二章 废液及其利用	95
1. 废液价值.....	95
2. 有效氮.....	95
3. 废液的其他特性.....	96
4. 农作物对废液的反应.....	96
5. 废液的用途.....	96
6. 废液的卫生状况.....	98
第十三章 沼气装置的开发计划	99
1. 宣传.....	99
2. 推广.....	99
3. 培训.....	101
4. 国家沼气中心.....	102
第十四章 公用的沼气装置	103
1. 背景.....	103
2. 考虑的社会问题.....	103
3. 考虑的管理问题.....	103
4. 考虑的技术问题.....	104
第十五章 经济	105
1. 方案的评价.....	105
2. 沼气的价值.....	106
3. 肥料的价值.....	106
4. 沼气评价的实例——农民的观点.....	106
附录	
I. 沼气的特性.....	110
II. 影响沼气生产的因素.....	111
III. 选择的参数对产气量的影响.....	112
IV. 固定拱盖型沼气装置.....	114

V. 袋型沼气装置	117
VI. 浮罩式沼气装置	118
VII. 换算系数和常用方程式	124
VIII. 术语	135

表

1. 几种发酵原料的沼气产量	7
2. 各种粪便的产气量	7
3. 投入消化池的各种原料的比例	73
4. 牛粪的含氮量	95
5. 燃料的热值	106
6. 与沼气有效热量对应的燃料价格	107
7. 使用沼气的成本和利益	108
8. 年摊还系数a的值	108

附录中的表

1. 不同原料的碳氮比(C/N) (近似值)	112
2. 6、8、10和12米 ³ 容积的砖结构消化池的变量尺寸	114
3. 6、8、10和12米 ³ 容积的混凝土、石灰混凝土和灰土结构消化池的 变量尺寸	114
4. 50米 ³ 容积的混凝土、石灰混凝土和灰土结构消化池的变量尺寸	115

图

1. 浮罩式沼气储存器型沼气装置 (印度和尼泊尔)	1
2. 固定拱盖型沼气装置 (中国)	2
3. 分离式罐型消化池 (泰国)	2
4. 沼气的用途	5
5. 普通圆形固定拱盖型消化池 (中国)	11
6. 方形固定拱盖型消化池 (中国)	12
7. 软袋型消化池与沼气储存器的组合体	12
8. 无水封浮罩式普通圆形消化池 (印度)	13
9. 水平型浮罩式消化池 (印度)	14
10. 锥形浮罩式消化池 (尼泊尔)	15
11. 油桶形消化池 (印度尼西亚)	15
12. 双腔矩形浮罩式消化池 (菲律宾)	16
13. 有水封的浮罩式双腔矩形消化池 (菲律宾)	16
14. 有水封的浮罩式消化池 (巴基斯坦)	17
15. 分离式沼气储存器型罐形消化池 (泰国)	17
16. 浮罩分离固定拱盖型消化池 (中国四川)	18
17. 通过软管输送沼气的系统	19
18. 通过弯管输送沼气的系统	20
19. 通过中心导向管输送沼气的系统	20

20. 沼气储存器内导向系统	21
21a. 固定在地上的沼气储存器外导向系统 (用于大型沼气装置中)	21
21b. 固定在消化池壁上的沼气储存器外导向系统	21
22. 带导向轮系统的沼气储存器	22
23. 带反平衡系统的沼气储存器	22
24. 例1, 平面布置图	29
25. 例2, 向北陡坡的平面布置图	29
26. 例3, “三结合”的规则 (中国)	29
27. 连接混凝土圈的方法	31
28. 消化池底部的结构	32
29. 地平面以下的边墙建筑	32
30. 地平面以上的边墙建筑	33
31. 装入消化池混凝土墙体的导流凸缘结构	33
32. 相对于导流凸缘的消化池高度	34
33. 中心导向杆的结构	34
34. 进料 (混合料) 坑的结构	35
35. 进料和 (或) 出料管道	35
36. 原料混合机	36
37. 粉碎原料的装置	36
38. 软袋型消化池沟槽的挖掘工程	37
39. 消化池池体的布置	38
40. 固定消化池的中心线	39
41. 使用转动臂规的墙体建筑	39
42. 顶盖支座的建筑	40
43. 不浇灌拱顶的顶盖建筑方法	40
44. 夹住砖块的U形夹子的用法	42
45. 环形沟的挖掘工程	42
46. 消化池顶盖的浇注	42
47. 按数字顺序挖掘池体底部	43
48. 在木 (竹) 支撑上浇注顶盖的全面施工法	44
49. 按照数字顺序来浇注顶盖	44
50. 固定拱盖型消化池的设计改进	45
51. 固定拱盖型消化池挖掘工程的中心测竿	45
52. 活动盖的结构	46
53. 沼气储存器支撑详图	49
54. 沼气开关的类型	50
55. T型管冷凝水排放装置	51
56. 瓶型冷凝水排放装置	52
57. “U”型管排水装置	52

58.虹吸管排水装置	52
59.水出口装置图	53
60.阻火器	53
61.组合式压力表和安全阀	54
62.迅速确定适合的输气管内径的图	55
63.渗漏探测试验用的附属装置	56
64.检查渗漏的方法	57
65.普通沼气灶具“450升/小时”(印度)	61
66.带转动炉门的沼气灶具“450升/小时”(尼泊尔)	62
67.烧木柴灶具的改造	62
68.粘土燃烧器(中国)	62
69.单灯罩的沼气灯(印度)	63
70.双灯罩沼气灯(印度)	64
71.沼气台灯(巴基斯坦)	64
72.简单的沼气灯(中国)	65
73.粘土沼气灯(中国)	66
74.针的正确形状	66
75.液体比重计及其应用	68
76.修理砖石结构中破裂处的加强铁丝网	80
77.压力表	81
78.产气量的测量	82
79.产气量/小时与每天时间、空气温度和云量的关系曲线	83
80.保温的消化池	85
81.太阳能加热的消化池	86
82.用双燃料运行的柴油发动机	92
83.连接输气管与进气管的各种装置	92
84.用沼气运行的10马力汽油发动机的汽化器	93
85.产气量随料液温度的变化	113
86.产气率随滞留时间的变化(朝鲜民主主义人民共和国)	113
87.总产气量随滞留时间的变化(朝鲜民主主义人民共和国)	113
88.牛粪产气量随固体百分比的变化(印度)	113
89.容积为6、8、10和12米 ³ 的砖结构固定拱盖型消化池(中国)	115
90.容积为6、8、10和12米 ³ 的混凝土、石灰混凝土和灰土结构固定拱盖型 消化池(中国)	116
91.容积为50米 ³ 的混凝土、石灰混凝土和灰土结构固定拱盖型消化池(中国)	116
92.活动盖和可移动箱盖详图	117
93.圆柱形的一般结构	117
94.每天产沼气2.8米 ³ 的浮罩式消化池,DCS设计(尼泊尔)	119
95.每天产沼气5.7和10米 ³ 的浮罩式消化池,DCS设计(尼泊尔)	120

96.每天产沼气10米 ³ 的浮罩式消化池(锥形),DCS设计(尼泊尔)	121
97.每天产沼气2.8和5.7米 ³ 的DCS沼气装置的沼气储存器(尼泊尔)	122
98.每天产沼气10米 ³ 的DCS沼气装置的沼气储存器(尼泊尔)	123
99a.每天产沼气2和3米 ³ 的浮罩式消化池,KVIC设计(印度)	125
99b.每天产沼气2和3米 ³ 的沼气储存器,KVIC设计(印度)	126
99c.每天产沼气2和3米 ³ 的沼气储存器的导向装置,KVIC设计(印度)	127
100a.每天产沼气5米 ³ 的浮罩式消化池,KVIC设计(印度)	128
100b.每天产沼气5米 ³ 的浮罩式沼气储存器,KVIC设计(印度)	129
100c.每天产沼气5米 ³ 的沼气储存器导向装置,KVIC设计(印度)	130
101.每天产沼气10米 ³ 的浮罩式消化池,KVIC设计(印度)	131~134
102.两种截体的容积	135

第一章 沼气工艺技术

1. 厌氧发酵

植物和粪肥在缺少空气的情况下，由细菌进行分解，能产生一种可燃气体。例如，用一根木棍插入污泥池中，就有气泡出现。这些气泡包含一种可燃性气体，称之为沼气。沼气也可用别的名字来称呼，如沼泽气、污水气和戈巴气等等。沼气是一种混合气体，但主要由可燃性气体甲烷(CH_4)和不可燃气体二氧化碳(CO_2)所组成。关于沼气的详细参数，见本书附录1。

这种生产和分解气体的自然过程，可使农民得到很大的好处。因为这一自然过程，不仅制造了燃料，而且也生产了优质肥料和土壤调节剂，此外，还杀死了病菌和寄生虫。

2. 沼气装置是怎样工作的

沼气装置有许多种不同的类型。对每一种要分别讨论。然而，首先对沼气装置究竟是什么东西，要有一个总的概念。

图1表示了在亚洲地区见到的一个典型的沼气装置。整个消化池内，装满了牲畜粪便与水混合的料液。每天在混合池内准备好新鲜的原料，并加入消化池中。一些用过的料液，叫做废液，在静压作用下通过出口管流出去。废液储存在一池中，直到需要用作肥料时才取走。图2和图3表示其他种类的沼气装置。有千百万个细菌在消化池中专吃粪便，产生沼气并留下有机物残渣和水。气泡浮出液面，就被收集到沼气储存器中，并使浮罩向上升起（如图1和图3所示）。当人们使用这些装置内的沼气时，气体储存器的浮罩又向下移动。在固定拱盖型沼气装置*中（图2），当沼气蓄积在储存器中时，仅仅升高气压，而在人们使用沼气时，仅仅是减低气压。沼气燃烧具有清澈的蓝色火焰，没有毒，实际上没有气味，没有烟，而且在明亮的日光下看不见。

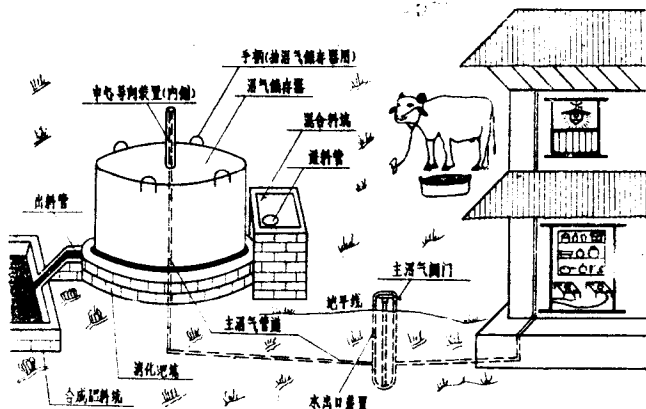


图1 浮罩式沼气储存器型沼气装置（印度和尼泊尔）

* 即中国的水压式沼气池。——校者注

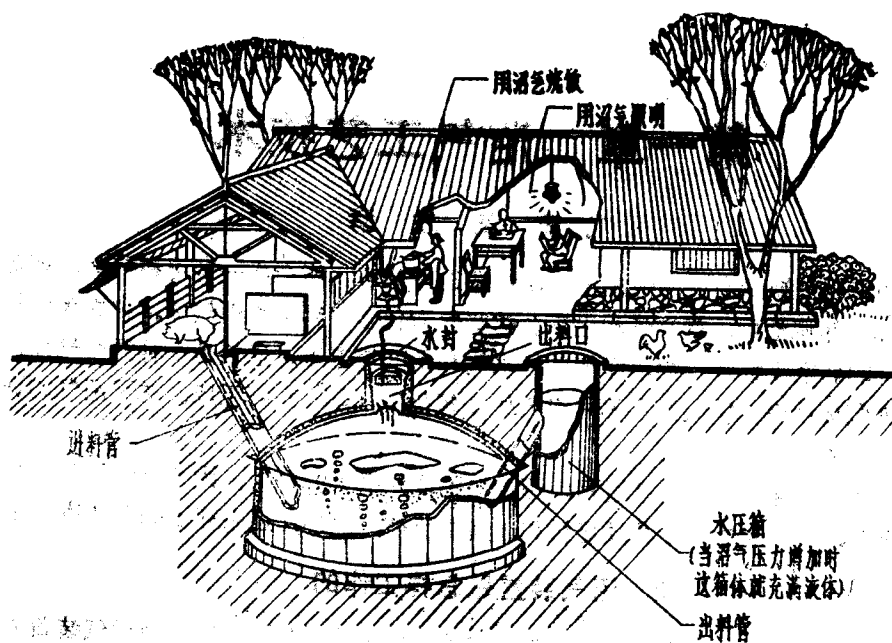


图 2 固定拱盖型沼气装置 (中国)

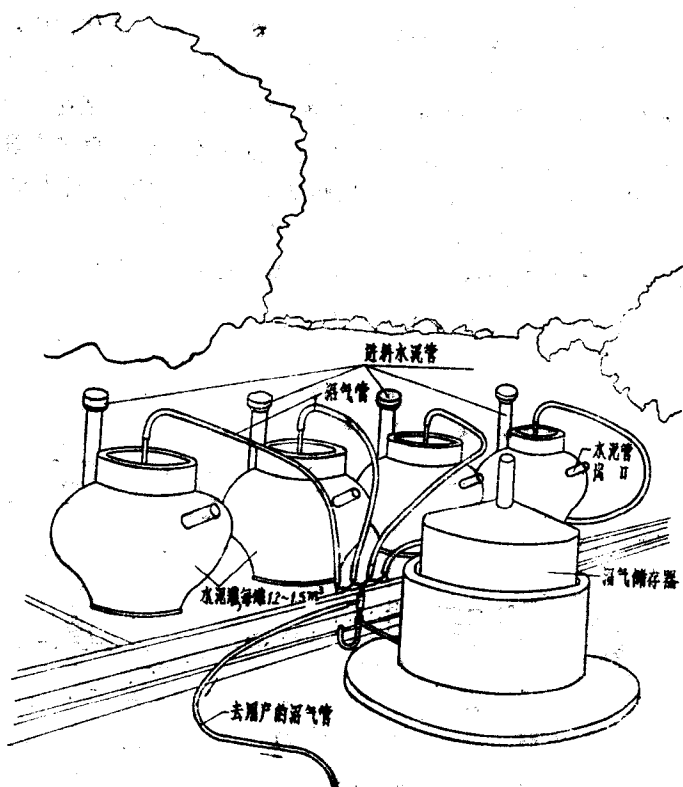


图 3 分离式罐型消化池 (泰国)

3. 沼气的优点和缺点

估计约95%的沼气装置供家庭使用，这种规模的沼气装置仅能用作炊事和照明。所产生的废液，作为家庭自留田施肥用。使用沼气的优点和缺点难以用数值表示，只能通过与其他实际应用作比较来确定。例如，将使用沼气与烧粪、薪柴或煤油进行比较。

优点和缺点也要从所起的作用来看，例如对一个家庭、社区或国家所起的作用。这些因素是：

(a) 对家庭

(i) 优点：

- 清洁的燃料且烧饭快；
- 较好的照明；
- 由于替代了冒烟的燃料而改善了卫生（特别对眼和肺）；
- 特别是厕所与沼气装置连接起来，改善了卫生；
- 从废液中得到更好的肥料和土壤调节剂，导致更好的收成；
- 比用传统燃料耗时少（不用砍伐薪柴和制作牛粪饼）。

(ii) 缺点：

- 最初的投资费用大；
- 需要足够的家畜来提供相当数量的粪便，用于已建的沼气装置中；
- 需要水，有时水并不容易得到；
- 在寒冷月份沼气的产量减少。

(b) 对社区

(i) 优点：

- 减少了来自牲畜和人的垃圾的污染，从而改善了社区的卫生；
- 在沼气装置建设和有关的工业中，创造了就业条件；
- 可作乡村工业的能源；
- 便利农村，从而鼓励了聪明的青年人留在社区，而不迁移到集镇和城市中去。

(ii) 缺点：

- 对富裕农民比对没有牲畜的贫困农民更有利，这样可能扩大贫富之间的差距。

(c) 对国家

(i) 优点：

- 节省通常用于石油和化肥的外汇；
- 减少供给农村地区能源的经费，并节约非再生能源；
- 保护森林，因此可防止土壤风化、暴洪、坍塌和河流的淤塞。

(ii) 缺点：

- 如果本国不能解决沼气装置的建设材料，则需外汇购买外国的沼气装置。