

四川省宁南县沼气开发利用

孙国朝 邵廷杰 周绍英

郑开仁 杨康生

(中国科学院成都生物研究所)

(宁南县沼气办公室)

提 要 本文概要介绍四川省宁南县开发沼气能源的 4 个潜在优势和 3 个存在问题,在此基础上,对该县沼气能源开发利用划分为三个区。最后对以沼气为主的能源示范工程实践情况进行了简要论述。

关键词 宁南县 沼气能源 农村生活用能

一、基 本 情 况

宁南县位于四川省凉山彝族自治州南部,该县东部为大凉山余脉,西部及西南部为鲁南山脉,两山之间夹一条由西北流向东南的黑水河。境内山脉高峰都在 3000 米以上,最高峰贝母山海拔 3919 米;金沙江河谷最低,海拔只有 585 米,相对高差达 3000 米以上¹⁾。在河谷两岸的缓坡地、台地、凹地是宁南县的主要耕作区,也是能源最缺乏的地区。

据 1988 年统计,全县总人口 14.8 万人,其中农业人口 13.7 万人,农业耕地 1.5 万公顷,占全县土地面积的 8.9%;林业用地 10.3 万公顷,占 61.7%;草地 4.2 万公顷,占 25.1%。作物以水稻、小麦、玉米等为主;经济作物以甘蔗、烟叶为主。1988 年全县粮食总产量达 5.2 万吨,人均(农业人口)产粮 0.38 吨,收入 480 元。

二、沼气能源潜在优势和存在的问题

(一)潜 在 优 势

根据县气象站资料,宁南县历年平均气温在 18.5—20.1℃,多年平均值为 19.3℃。最冷的 1 月份平均气温 10.8℃,最热的 7 月份平均气温 25.2℃,年温差为 14.4℃。冬季温度偏高,有利于沼气发酵,制取沼气。太阳能的日照时数、日照百分率和太阳总辐射能等分别为 2257.7 小时,51%和 535.1 千焦/平方厘米,国内属可利用区。宁南县多年平均降雨量 960 毫米左右,适宜于各种生物的生长,提供了丰富的沼气发酵原料。作物秸秆产量达 7.2 万吨,折标准煤 3.7 万吨。若将 7.2 万吨秸秆用来作沼气发酵原料,可产沼气 5200 万立方米,折标准煤 4.1 万吨²⁾。

宁南县属粮食高产区,具有丰富的饲料,促进了家禽家畜的发展。据 1988 年统计资料,人畜粪便实际收集量达 6.2 万吨,用于沼气发酵原料,可制取沼气 1600 万立方米,折

1)宁南县农业区划委员会办公室编,1986,四川省宁南县农业资源调查和农业区划报告集。

2)农业部环能司主编,1986,农村能源区域规划大纲。

本文改回日期:1992-06-01。

标准煤 1.3 万吨。

生物质资源可制取沼气 6800 万立方米,相当于标准煤 5.4 万吨。只要合理开发和利用生物废物资源,发展沼气的潜力特大。

(二)存在的问题

宁南属山区县,地形复杂,坡度大,对建池材料和沼气料液的运输受到不同程度的限制。该县文化素质偏低,经济实力差,对发展沼气资金积累和技术推广带来一定的困难。另外,该县雨水集中,沼气池内多余料液排出困难,而影响沼气池正常发酵产气。

三、沼气开发利用区划

根据影响人工制取沼气的气候条件,生物质资源条件及经济、技术等因素,将该县沼气能源划分为三大区^[1,2]。

(一)金沙江—黑水河河谷沼气主要发展区

本区位于金沙江和黑水河河谷两岸,海拔 1300 米以下地区,包括披惠、景星、松新、华弹等 16 个乡,55 个村,349 个组。农业人口 6.5 万人,占全县 49.6%;土地面积 3.48 万公顷,占全县 20.8%;耕地面积 0.55 万公顷,人均耕地 0.08 公顷,属于人多地少的农业地区,也是宁南缺能最严重地区。

该区海拔低,光热资源丰富。全年日照时数 2200—2100 小时,太阳总辐射量 567—533 千焦/平方厘米,年平均气温 22—18℃,≥10℃积温 8000—6000℃,无霜期在 320 天以上。生物质资源,如秸秆、人畜粪便和薪柴等达 7.2 万吨,折标准煤 3.0 万吨,人均标准煤 0.46 吨。可产沼气 1390 万立方米,人均沼气资源量达 215 立方米。区内有劳动力 2.8 万个,每个劳动力平均负担耕地 0.19 公顷。不仅数量多,文化素质居宁南县首位。区内交通较方便,乡乡通公路,利于建池材料的运输。

该区发展沼气不利因素:每年的降雨量集中在 5—10 月,占总降雨量 90%,雨水多,用肥困难,沼液无法排除,影响沼气发酵产气。据此应重点发展沼气,同时发展省柴灶,充分利用人畜粪便,减少秸秆和薪柴的消耗,改善现有农村能源结构,促进有机物还田。

(二)中山下半部沼气次发展区

本区位于海拔 1300—1800 米之间,包括松林、红星、双塘、西瑶等 22 个乡,80 个村,305 个组。农业人口 4.25 万人。土地面积 4.51 万公顷,耕地 0.47 万公顷,人均耕地 0.11 公顷。属于一般缺能地区。

区内年平均气温 15—18℃,≥10℃的积温 4000—6000℃,日照时数 2000 小时,无霜期 300 天左右,年降雨量 1000—1200 毫米,雨水充沛。热量能满足一年两熟。秸秆、人畜粪便、薪柴等生物质资源量 6.5 万吨,折标准煤 2.6 万吨,人均标准煤 0.62 吨。可产沼气 921 万立方米,人均沼气资源量达 220 立方米。农业人口占全县的 31.8%,平均每个劳动力负担耕地 0.24 公顷,劳动力较丰富。

本区发展沼气的主要不利因素是:地形较复杂,坡度大,对运输建池材料和用沼气肥有一定困难;文化素质偏低,经济收入少,不利于开发利用沼气新技术推广和资金积累。雨

水集中,用肥困难,不利于池内料液更新,影响发酵产气,据此本区在合理开发沼气的同时,应积极推广省柴灶、太阳能、薪柴和小水电等新技术。

(三)中山上半部沼气局部发展区

本区在海拔 1800 米以上地区,包括 19 个乡,59 个村,86 个组。属彝族聚居区,农业人口 2.3 万人。土地面积 8.75 万公顷,占全县面积的 52.4%,耕地 0.47 万公顷,属于地多人少、农林牧混合区。

区内虽然生物质资源非常丰富,但热量和光照偏少,年平均气温在 15—18℃,绝大部分 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 4000—2500℃,年降雨量 1200 毫米以上,气候温凉湿润,属一年一熟地区。区内宜林地面积达 6.25 万公顷,占全县林业用地的 60.7%。各种薪柴每年采伐量达 2.7 万吨,人均 1.2 吨,薪柴资源量非常丰富。草场 1.80 万公顷,还有 2.82 万公顷林牧用地可供放牧,是宁南县发展草食畜牧潜力最大的区域。畜粪实际收集量可达 1.3 万吨,其中牛马粪可直接燃烧,相当于 1125 吨标准煤的燃料。

根据本区的特点,应积极推广应用薪柴、秸秆和部分畜粪作燃料的省柴灶。虽然可用作沼气发酵原料很多,但由于热量资源差,气温低,达不到人工制取沼气所需的发酵温度,在海拔 1800—2500 米,仅有 4—6 个月的时间,能满足沼气发酵所需温度。

四、沼气能源示范工程实践及效果

沼气能源示范工程的第一步建设以沼气为主的能源示范村;第二步在宁南县农村沼气推广应用。

(一)以沼气为主的能源示范村

能源示范村位于县城所在地的披砂坝子,是宁南县两个较大的山间盆地之一,在低山河谷地区具有一定的代表性。据县气象站资料,多年的平均温度 19.3℃,一年中夏季较长,春秋稍短,几乎无冬,具有亚热带气候的特点。全年日照数 2000 小时以上,太阳总辐射量 535.1 千焦/平方厘米,年平均降雨量 960 毫米左右。

示范村的农业基础建设较好,具备发展多种农业结构特点,主产小麦、水稻、甘蔗等。生猪业很发达,是凉山州商品猪基地。1989 年人均收入 660 元,属宁南县富裕地区之一。

示范村人口稠密,严重缺柴,一年缺柴四个月以上。采用老式灶、热效率只有 10.0% 左右,是既缺能又耗能高的地区。1986 年示范村生活用能情况(表 1)。

从表 1 可看出:示范村的生物质能占生活总用能 69.7%,其中茅草占 43.9%,秸秆占 18.6%,沼气占 2.7%。商品能占生活总用能 30.3%,其中电力占 20.3%,煤炭占 10.0%。

1. 示范村的可再生能源资源特点

按 1989 年统计,示范村农业秸秆实物量 234.5 吨,相当于标准煤 113.4 吨。人畜粪便实际收集量 176.7 吨,折标准煤 82.3 吨。全年日照时数达 2200 小时以上,平均日照百分率为 51%,年总辐射量 535.1 千焦/平方厘米,属国内太阳能可利用区,具备良好的开发利用条件。黑水河流域,可建小水电站和微型电站自发自用,水能资源相当丰富。示范村只有零星树木,可伐薪柴很少。但每年对桑树进行整枝,可修剪桑枝条 15.1 吨,相当于

8.9 吨标准煤。1989 年示范村生物质资源总量相当于 195.7 吨标准煤的资源量,人均资源量达 0.4 吨标准煤。

表 1 1986 年示范村生活用能情况

Table 1 The use of living energy for the exemplary villages in 1986

项 目 种 类		消 费 量	热值(千焦/千 克·米 ³ ·千瓦时)	热转换效 率(%)	有效热量 (10 ⁶ 千焦)	折有效标 准煤(吨)	供 能 (%)
商 品 能 源	煤	16.6 吨	21000	18	62.7	2.2	10.0
	电	1.04 万千瓦时	12600		13.1	4.5	20.3
	合 计				75.8	6.7	30.3
非 商 品 能 源	薪 柴	14.2 吨	16800	10	23.9	0.8	3.6
	秸 秆	85.6 吨	14000	10	119.8	4.1	18.6
	茅 草	200.0 吨	14000	10	280.0	9.7	43.9
	蔗 渣	7.7 吨	8200	10	6.3	0.2	1.0
	沼 气	1400.0 米 ³	23100	50	16.2	0.6	2.7
	合 计				446.2	15.4	69.7
生 活 用 能 总 计					522.0	22.1	100.0

2. 解决能源示范村的用能途径

在示范村重点推广简易厌氧上流式污泥床消化器和发酵工艺。该消化器和工艺具有以下特点:1)消化器设回流沟;2)进料口位置高于消化器气箱顶 50 厘米,出料口设溢料装置,便于自动进料和自动出料;3)适当缩小发酵间容积,增加囤粪坑容积;4)活动盖偏心 40—60 厘米,增加畜圈的有效使用面积。示范村共建沼气池 118 口,其中简易厌氧上流式污泥床沼气池 86 口。1989 年共产沼气 5.4 万立方米左右,年均产气率达 0.24 立方米/立方米·天,折标准煤 43 吨,户均标准煤 350 千克。

宁南县农村主要生活燃料是生物质能,推广应用中国科技大学研制的 KG—I 型省柴灶,并结合当地实际情况进行了改进。经抽样实测,热效率均达 30% 以上,可节约燃料 50% 以上。示范村一年可节约生物质燃料 110 吨以上,相当于节约 57 吨标准煤的资源量。另外,凉山州科委研制的 PMG1-2—I 型家用太阳能热水器,已在示范村推广应用 57 户,经测试日平均热效率 0.629。经一年多时间的运行使用,具有安全、方便,使用效果好。

示范村用电户数达到 100%,1989 年生活用电达 1.52 万千瓦时,户平均 124 千瓦时。家庭用电除了照明外,主要用于家用电器,如电视机、电饭煲、洗衣机和收录机等。

3. 示范村的效益分析

示范村通过推广沼气、省柴灶、家用太阳能热水器和小水电站的建设,生活用能得到缓解,用能条件得到改善。具体情况(见表 2)。

从表 2 可看出:1)1989 年示范村的生活有效热能总消耗 1111.1×10^6 千焦,每天户均消费 42700 千焦,生活能耗费比较高。2)商品能提供有效热能 196.4×10^6 千焦,占生活总用能的 17.7%,其中小水电提供的热能占商品能的 97.0%,煤仅占 3.0%,说明商品能中主要小水电提供的能源。3)非商品能提供的有效热量 914.7×10^6 千焦,占生活总用能的 82.3%。其中沼气提供的有效热量为 617.9×10^6 千焦,占非商品能源中的 67.4%。直接燃

烧秸秆、甘蔗叶、桑枝条等生物质能提供有效能 296.8×10^6 千焦,占非商品能 32.6%。说明示范村生活用能主要是生物质能,在生物质能中又以沼气能为主。

表 2 1989 年示范村生活用能情况

Table 2 The use of living energy for the exemplary villages in 1989

项 目 种 类		消 费 量	热值(千焦/千 克·米 ³ ·千瓦时)	热转换效率 (%)	有效热量 (10 ⁶ 千焦)	折标准煤 (吨)	供 能 (%)
商 品 能 源	煤	1.3 吨	21000	18	4.9	0.2	0.5
	电	1.52 万千瓦时	12600		191.5	6.6	17.2
	合 计				196.4	6.8	17.7
非 商 品 能 源	秸 杆	25.6 吨	14000	20	71.7	2.5	6.5
	甘蔗叶	59.0 吨	14000	20	165.2	5.7	14.8
	桑枝条	14.7 吨	17000	20	50.2	1.7	4.4
	茅 草	3.3 吨	14000	20	9.2	0.3	0.8
	蔗 渣	1.6 吨	8200	20	2.6	0.1	0.3
	沼 气	5.35 万米 ³	23100	50	617.9	21.3	55.5
	合 计				914.7	31.6	82.3
生 活 用 能 总 计					1111.1	38.4	100

示范村推广沼气池、省柴灶和热水器等先进技术,一年可节约燃料费 3.0 万元以上,户均节约 245 元。1)推广沼气池后,1989 年共产沼气 5.35 万立方米,按有效能换算成秸秆量,可节约秸秆 220 吨,合人民币约 1.3 万元,户均 143 元。2)推广 KG—I 型省柴灶,一年可节约 108 吨秸秆,按秸秆折价 8640 元,按建灶户计,户均 96 元。3)推广 PMG1-2—1 家用太阳能热水器后,每天能提供 45—50℃ 热水 8.6 吨左右。一年可节约秸秆 49 吨,按秸秆折价 3920 元,以安装户计,户均 69 元。

1989 年示范村共养蚕 290 张,蚕茧产量 6536 千克,产值 6.1 万元,比 1986 年养蚕张数增长接近一倍,产值增长 2.9 倍,该村推广了沼气池和省柴灶后,用于养殖业的副产物增加,促进了生猪的发展,生猪发展又促进了沼气的发展。1989 年生猪头数达 604 头,比 1986 年增加 50%,产值增加 50%,年产值达 13.3 万元。该村对可再生能源的开发利用,已取得经济效益 3.0 万多元,同时促进了农副业和庭院经济的发展。该村年增收金额约 7.9 万元,1989 年的财政收入 33.4 万元,比 1986 年增加 12.6 万元,对该村的可再生能源的合理开发利用,节约了大量的生物质资源,保护了植被,特别是推广沼气池后,人畜粪便得到较充分的利用,各种有机废弃物经沼气发酵后的沼气渣液是很好的有机肥料,增加了大量的有机质还田,促进了有机质的良性循环,优化了农业生态环境,提高了土地生产力和防御自然灾害的能力,并使环境不断优化,为生产的发展创造了良好条件。

(二)宁南县农村沼气推广应用情况

1989 年底,全县已建沼气池 4208 口,其中金沙江和黑水河河谷区已建沼气池 3280 口,占总沼气池的 78%,中山下半部地区已建沼气池 926 口,占 22%,说明宁南县是按这种布局进行沼气建设,也说明这一布局是符合宁南县的实际情况的。

宁南县沼气已发展到全县 16 个乡,从河谷坝区发展到海拔 1800 米以下地区。1989 年统计,全县年产沼气 210 万立方米左右。相当于标准煤 1670 吨,农民生活用能得到缓

解。全县推广沼气和省柴灶,可节约标准煤 6000 吨左右,节约能源折款 100.0 万元以上,并促进了农工副业生产的发展和庭院经济的建设。全县新增产值 299.2 万元以上,还保护了农业、林业和草地生态环境,并可减少山地灾害的发生。

参 考 文 献

- [1] 顾树华、张正敏等编著,1990,农村能源建设综合规划方法及其应用,北京出版社,第 10—53 页。
[2] 黄志杰、张正敏等编著,1985,农村能源资源及其区划能源出版社,第 20—45,177—190 页。

DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF BIOGAS IN NINGNAN COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Sun Guochao Shao Tingjie Zhou Shaoying

(Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences)

Zheng Kairen Yang Kangsheng

(Biogas Office of Ningnan County)

Abstract

Ningnan County is located in southern Liangshan Autonomous Prefecture. It is a typical poor county in the mountainous region in China. In this region, the temperature is higher and the annual mean temperature is 19.3°C. The region is one of the usable areas of radiant energy and sunshine percentage. Here, the annual precipitation is 960mm, it is suitable to the growth of various plants and has some superiorities in developing biogas. It may be divided into three areas for developing biogas: main biogas area in the Jinsha River-Heishui River valley; secondary biogas area at the low part of the middle mountain; the partial biogas area at the upper part of the middle mountain. Thus, it is necessary to build the exemplary engineering and spread the urban biogas use in the region. At present, there are 16 biogas Xiangs and 4208 biogas pits in Ningnan County. The annual biogas volume is 2.1Mm³ and is equal to standard coal of 1670t. After developing biogas, the urban needs of energy have been solved and agricultural eco-environment has been improved.

Key words Ningnan County, biogas, development and utilization