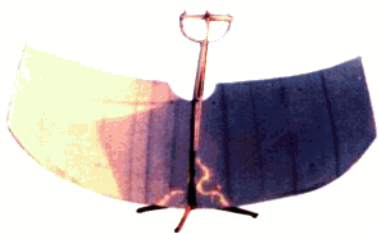


新农村生态家园丛书

太阳灶

陈晓夫 任宏琛 编著



中国环境科学出版社

出版说明

当前,我国农业和农村经济已经进入了一个新的发展阶段。新阶段除了以增加农民收入为中心、推进农业和农村经济结构战略性调整为主线之外,还有一个显著的特点就是将生态环境建设和保护纳入农业发展目标之中,强调农业的可持续发展。农业部计划在“十五”期间实施的“生态家园富民计划”,就是从农民最基本的生产和生活单元内部,挖掘潜力,以可再生能源的科学利用为切入点,引导农民改变落后的生产生活方式,达到增加收入,保护生态环境,实现可持续发展的目标。

“生态家园富民计划”包括政策和技术两方面的内容,在政策上就是引导农民按生态家园模式安排生产和生活,在技术上就是建设以农村户用沼气池为纽带的各类能源生态模式工程,根据实际需要配套建设太阳能利用工程、省柴节煤工程和小电源工程,使土地、太阳能和生物质能资源得到更有效的利用,形成农民家庭基本生产生活单元内部能流和物流的良性循环,达到家居温暖清洁化、庭院经济高效化和农业生产无害化的目标。同时按照各地不同的生态、社会和经济情况,把“生态家园

富民计划”的执行区分为：黄土高原旱作农业区、西北风沙区农牧交错带、西南诸河流石质山区、西南浅山丘陵区、新疆绿洲农业区、青藏高原区、东北平原农业区、华北平原农业区和东部沿海平原农业区等 9 个生态类型区，按照各区域不同的生态类型特点和农村经济发展状况，因地制宜实施不同的项目内容。

为了配合“生态家园富民计划”的实施，我们组织专家编写了“新农村生态家园丛书”，旨在向农民朋友普及农村可再生能源技术和科普知识，以推动“生态家园富民计划”在全国的顺利开展。

农业部科技教育司

2002 年 10 月

附：编审人员名单

编 者：陈晓夫 任宏琛

审稿组：邓可蕴 王孟杰 焦庆余 罗振涛 陈晓夫

前 言

勤劳智慧的我国劳动人民,很早就懂得了太阳能的利用,他们发明了“阳燧”,用以汇聚阳光取火。而取之不尽,用之不竭的太阳能,为我们人类提供了永恒的能源。何不取一缕阳光,为我们烧水做饭?其实这种装置在 20 世纪 50 年代就已经出现,在 20 世纪 70 年代已有小批量的应用,这种装置就是太阳灶。

太阳灶在我国的研究及推广应用已经历了近三十个年头,从分散的探索性试验,到全国性有组织的联合攻关,深入系统的研究;从国家无偿投放、补贴推广,到半商品化、商品化销售。无论从设计理论、材料工艺、技术标准,还是工业化生产、推广销售及售后服务,太阳灶的技术和应用都有了长足的进展,取得了可喜的成绩,引起国内外的瞩目。目前,我国太阳灶的保有量已达到五十余万台,是世界上推广应用最多的国家,尤其在西部开发建设中,取得了明显的社会效益和经济效益,突出地体现了太阳灶在生态与环保方面的价值。

但应当指出,目前我国太阳灶的生产,还存在着这样那样的问题,不少太阳灶厂由于缺乏这方面的技术知识,不懂得如何合理设计和掌握正确的制造工艺,直接影响了太阳灶的生产与应用。为此,将太阳灶的基本理论和关键技术深入浅出地介绍给广大读者,已显得十分必要。

本书用通俗易懂、适于初学者接受的语言,讲述太阳灶的设计原理与制作方法,是一部实用性较强的读物。我们希望太阳灶生产厂家或欲自己动手制作太阳灶的爱好者,能从本书获得切实可行的帮助。

本书在编写过程中得到罗振涛研究员、高援朝高级工程师的

帮助和指正,并由《新农村生态家园丛书》审稿组审核,在此表示感谢!

因编者水平有限,难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

一、太阳灶的用途	(1)
(一) 太阳灶应用实例	(1)
(二) 太阳灶的炊事功能有哪些	(2)
(三) 太阳灶适合哪些地区使用	(4)
(四) 使用太阳灶的效益	(5)
二、太阳灶分类	(7)
(一) 聚光型太阳灶	(7)
(二) 热箱式太阳灶	(8)
(三) 平板式太阳蒸汽灶	(9)
(四) 户内太阳灶	(10)
三、抛物面聚光太阳灶是怎样工作的	(12)
(一) 关于抛物线与抛物面	(12)
(二) 什么叫理论太阳影像	(16)
(三) 太阳灶聚焦比	(17)
四、如何设计聚光式太阳灶	(19)
(一) 记一记几个设计参数	(19)
(二) 算一算要多大面积	(25)
(三) 画一画灶面轮廓	(26)
(四) 选一选太阳灶的支架	(31)

五、太阳灶制作的工艺与技术	(39)
(一) 太阳灶模具的制作	(39)
(二) 太阳灶灶壳的材料和制作	(46)
(三) 反光材料	(52)
(四) 支架材料	(56)
六、太阳灶的调试与合理使用	(57)
(一) 如何挑选太阳灶	(57)
(二) 太阳灶的安装	(58)
(三) 太阳灶的首次炊事试验	(60)
(四) 太阳灶使用注意事项	(61)
七、太阳灶的技术要求和测试方法	(63)
(一) 技术要求	(63)
(二) 结构检测方法	(64)
(三) 热性能试验方法	(65)
附录:年产能力为 4 000 台太阳灶厂的设备与人员情况	
(参考)	(68)

一、太阳灶的用途

(一) 太阳灶应用实例

在 20 世纪 70 年代,甘肃省临潭县流顺公社上寨大队是我国第一个推广太阳灶的村庄。这个大队共有 280 户人家,1 500 多人,历史上就是个燃料缺乏的穷山沟。全大队每年仅外出拾柴,就得花费上千个工日。牛粪上了墙,晒干当燃料,造成田地肥料短缺。农民大量烧草皮、砍林木,造成生态破坏。烧柴问题成为农民一大负担,每拾一次柴,二三个劳力来回得三天以上,老百姓吃够了缺柴烧的苦头。

1976 年,甘南藏族自治州的太阳能技术人员在政府支持下,下乡推广太阳灶,至 1978 年,全队 280 家农户,已有 264 户用上了太阳灶,此外学校、大队部也配置了太阳灶 21 台。

三年的实践,群众总结有以下好处:

(1) 全年能节省 30% 的烧柴。当时的太阳灶很小,只有 1.35 平方米,技术性能也不高,所以节柴率约为 30%,使用太阳灶一天可以节省十来斤柴草。全大队一年可节柴草 250 吨。

(2) 一年节约 3 700 多个工日和近千个畜力。

(3) 烧牛粪的少了,肥料增加了。

(4) 农民的健康水平有所提高,喝生水拉肚子的人少了,烟熏火燎得眼病的人少了。

(5) 减轻了妇女的劳动强度,下工回家用开水做饭只需一个小时,以往需要二个小时。

(6) 开水烫猪食,猪上膘快。

(7) 利用太阳灶宣传科普知识,有利于移风易俗。

(二) 太阳灶的炊事功能有哪些

太阳灶有不同类型,炊事功能也不相同。应用最多的普通聚光式太阳灶相当于 800~1 200 瓦功率的电炉子,可以用来烧开水、做米饭、烙饼、炖肉、烩菜、炒鸡蛋、煮面条等等,除去爆炒大盘菜火候显得不足外,一般三四口之家用太阳灶炊事,是足以胜任的。

这里有一份太阳灶炊事试验表,这种太阳灶约 1.75 平方米,功率在 900 瓦左右,从表 1-1 中可以看出聚光太阳灶能胜任一般家庭的炊事需要。

表 1-1 太阳灶炊事试验记录表

(1995 年 10 月)

品种	数量	天气情况	使用时间
烧水	5 千克	晴	10:00—10:28
红烧牛肉	1 千克	晴	10:00—11:30
蒸米饭	1 千克米	晴	11:38—12:18
煮挂面	0.5 千克挂面	晴	11:00—11:22
烙饼	0.25 千克	晴	11:30—11:40
黄瓜炒肉片	一大盘	晴	12:20—12:26
煮白薯	3.5 千克	晴	11:30—12:20
炒鸡蛋	5 个	晴	10:50—10:55
煮元宵	0.5 千克	晴	11:30—11:50

除了聚光太阳灶外,还有一种热箱式太阳灶,它的主要功能在

于焖或者烤制食品,由于温度较低,不适合烧开水、煮面条之类的炊事。图1-1为聚光式太阳灶,图1-2为热箱式太阳灶。这两种太阳灶的构造及工作原理是不相同的,我们在后面还要讲到。

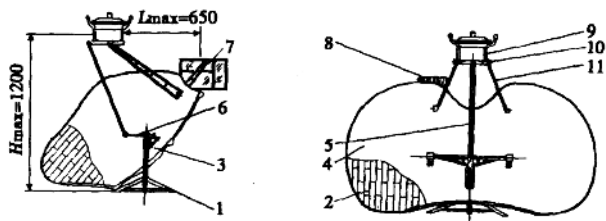


图1-1 聚光式太阳灶

1—支腿;2—镜片;3—支撑轴;4—灶面;5、11—锅架;
6—水平臂;7—炊具箱架;8—炊具箱;9—锅具;10—锅圈

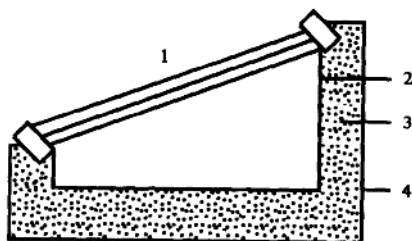


图1-2 热箱式太阳灶

1—透明玻璃层;2—保温材料;3—内箱;4—外箱

(三) 太阳灶适合哪些地区使用

我国地域辽阔,北起北纬 52 度 32 分的漠河,南到南海的曾母暗沙,东起东经 135 度 10 分的黑龙江与乌苏里江的汇合点,西到东经 73 度的帕米尔高原,涵盖了寒、温、热三种气候带,太阳能资源十分丰富。由于纬度不同,太阳能辐射有较大的差别,即使同一纬度,东部与西部也相差甚远。如在北纬 30 度附近,西藏的拉萨与四川和重庆的太阳辐照量相差一倍以上,此外,各地的日照时数与日照百分率也有相当大的差异。

根据资料分析,我国主要地区太阳能资源分布情况如表 1-2 所示。

其中,前三类地区为我国太阳能的丰富地区,约占我国总面积的 70%,利用太阳灶是非常适宜的;第四、五类地区,也有一定的太阳能利用价值,如可以使用太阳热水器等,但使用太阳灶则不太理想。

凡生活在第一、二、三类地区的家庭,门前有向阳的空地且不被阴影遮挡,都可以使用太阳灶。

表 1-2 我国主要地区太阳能资源表

类别	全年日照时数 (小时)	年总量(兆 焦/米 ² ·年)	相当于标准煤 (千克/米 ² ·年)	主要地区
1	3 200~3 300	6 680~8 400	225~285	宁夏北部、甘肃北部、新疆南部、青海西部、西藏西部
2	3 000~3 200	5 852~6 680	200~225	河北西北部、山西北部、内蒙古、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部

续表

类别	全年日照时数 (小时)	年总量(兆 焦/米 ² ·年)	相当于标准煤 (千克/米 ² ·年)	主要地区
3	2 200~3 000	5 016~5 852	170~200	山东、河南、河北的东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西的北部、甘肃的东南部、广东的南部、江苏、安徽的北部
4	1 400~2 200	4 190~5 016	140~170	湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建的北部、广东的北部、陕南、苏南、安徽的南部及黑龙江
5	1 000~1 400	3 344~4 190	115~140	四川、贵州

(四)使用太阳灶的效益

1. 经济效益

大家都知道用太阳灶做饭、烧水可以节约能源,但不一定清楚一台太阳灶到底有多大的经济价值。太阳灶根据不同的使用地区,不同的使用人员,不同的生活习惯,其经济效益有着明显的差别。根据 20 世纪 90 年代初河北省兴隆县三年的使用情况来看,每台太阳灶年节柴 750~1 000 千克,每百千克按 10 元计算,推广的 1 000 台太阳灶年节省 7.5 万元以上。甘肃省近几年来,每年销售太阳灶达三四万台,而且大都是农民自费自发购买,那里的太阳辐射好,使用率高,因而节能效果更为显著,每台灶年节约 800~1 000 千克柴草,一台太阳灶两年就可回收成本。西藏因太阳能资源丰富,常规能源价格昂贵,每台太阳灶每年可节省燃料费

600 元左右。

2. 社会效益

主要有三个方面：一是省劳力，甘肃、青海、新疆等地，部分地区严重缺柴，群众需要一人专职砍柴，使用太阳灶后可省下部分这方面的劳力；二是节柴省煤，使用太阳灶的地区，既节约煤炭减少污染，又省去长途运输费用；三是改善吃饭条件、提高健康水平，部分贫困地区由于缺柴，中午大都用生水配饭吃，严重影响了健康。太阳灶可随时用来热饭、烧水、给猪、鸡等家禽家畜煮食等，还可用于洗澡，对提高人民健康水平、改善环境卫生，把妇女从繁重的家务劳动中解放出来，均起到很大作用。

3. 生态效益

在一些干旱地区自然生态失调，有气候原因和人为因素。干旱造成植物生长缓慢，又因缺柴而被连根铲出，使那里的生态向恶性循环发展。而这些地区，大都雨量稀少，阳光辐射强烈，农户的燃料十分匮乏，如果家家能用上太阳灶，加之综合治理与多能互补，生态破坏就可能中止或减轻。如甘肃永靖县小岭乡推广太阳灶后，以往普遍存在的铲草皮现象渐趋杜绝，农民可以从省下的桔秆中拿出一部分作为有机肥还田，增加了土地抗旱保墒能力，现在小岭乡已成为该地区的绿化模范乡。总之，太阳灶在干旱与半干旱地区、沙化与半沙化地区、封山育林地区、群众燃料匮乏地区使用，有着特殊的生态意义。

二、太阳灶分类

(一) 聚光型太阳灶

顾名思义,聚光型太阳灶就是通过镜面的反射作用将阳光汇聚起来进行炊事的太阳灶,这种太阳灶由于聚光的方式不同而分为旋转抛物面太阳灶、柱状抛物面太阳灶、圆锥面太阳灶、菲涅尔太阳灶、球面太阳灶等多种类型。现就最常见的类型加以简单说明。

1. 柱状抛物面太阳灶

利用柱状抛物面制作太阳灶的实例不多,主要是用来烧开水。还有一种是热箱式柱状抛物面聚光太阳灶,即在柱状抛物面的焦线处放置一个与焦线等长的箱体,箱底是玻璃窗口,反射光通过玻璃窗口射入箱体,将箱内放置的饭盒加热,将食物煮熟。这种太阳灶,箱内的温度可达 300°C 。

2. 菲涅尔反射太阳灶

菲涅尔反射太阳灶的镜面,可以看成是共一个主光轴,共一个焦点,但焦距不同的一系列抛物面,被一个垂直主光轴的平面截取而得到,见图 2-1。对于每一块小反射曲面来说,可以近似地看成是一个斜平面。实际的反光面可以是共一个圆心构成的若干个抛物面圈,也可以是螺旋式抛物面带。这种太阳灶可制成近似的平面结构,重量较轻,但由于光带间互相遮光的影响,面积不易做大,效率较低。

3. 旋转抛物面聚光太阳灶

旋转抛物面聚光太阳灶是一种使用最广泛,效果最好的聚光

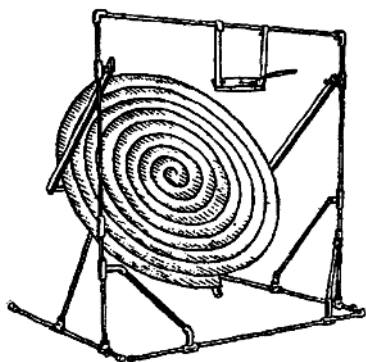


图 2-1 菲涅尔太阳灶

太阳灶。它利用旋转抛物面的聚光原理,经镜面反射把阳光汇聚到锅底,形成一个炽热的光团,温度可达 $400\sim 1\,000^{\circ}\text{C}$ 以上,同普通炉灶一样,能满足一般家庭的炊事要求。我国目前推广的几十万台太阳灶,基本上都是这种。本书介绍的太阳灶,就是抛物面聚光太阳灶。

(二) 热箱式太阳灶

热箱式太阳灶外形像是一只玻璃上盖的木箱,大部分这种类型的太阳灶其上盖是有一定斜度的坡面。图 2-2a 为有倾斜玻璃盖的热箱式太阳灶(加单面反光镜),图 2-2b 为加双面反射镜的热箱式太阳灶。

热箱式太阳灶的玻璃盖多为双层或三层玻璃,每层玻璃有 6 毫米左右的间隙。箱子内表面为黑色的吸热涂层,内箱体与外箱体之间是有一定厚度的保温层,箱体不允许有缝隙,箱体与玻璃盖

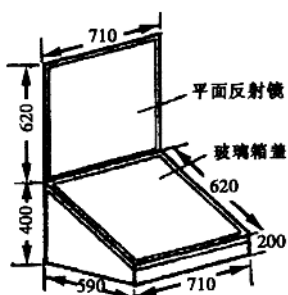


图 2-2a

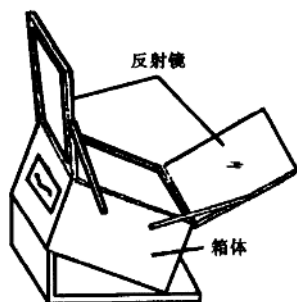


图 2-2b

的接口也要尽可能的严密。阳光透过玻璃窗照在黑色的内箱涂层,光能转换成热能,使箱内温度升高。这样在箱内放置的饭盒就可以进行闷、煮及炊事作业。热箱式太阳灶的缺点是当箱体温度升高到一定时(如 130°C),温度也就再高不上去了。这是因为在通过玻璃盖不断积累热量的同时,也不断以红外长波的形式从整个箱体向外发射能量。当接收的太阳能与散失的能量相等时,箱内温度也就停止上升,好在食品在 120°C 的热空气中足可以做熟。这种热箱式太阳灶由于提供温度较低,使用受到一定的限制。

(三) 平板式太阳蒸汽灶

平板式太阳能蒸汽灶是利用平板中温热水器将水加热后,产生蒸汽,蒸汽通过管道进入密封的保温罩内来煮食物,这个保温罩就是一只蒸汽箱。现在也有采用玻璃真空管作为集热器来产生蒸汽。平板式太阳能蒸汽灶见图 2-3。

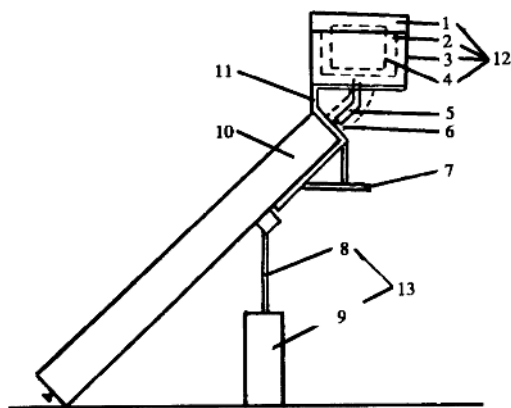


图 2-3 平板式蒸汽灶

- 1—盖;2—内层;3—外罩;4—蒸调器具;5—输汽软管;6—绝缘;
7—托盘;8—支承轴(直径12毫米);9—水泥柱;10—太阳能平板集热器;
11—蒸箱支承架;12—夹层蒸箱;13—调节取向转台

(四) 户内太阳灶

把太阳能引进室内的太阳灶是由聚光面、热管、贮热装置、炊具等通过管道组成的一个炊事系统,它通过热管将聚光面收集的太阳能传送到室内来进行炊事工作。国外的研究者较多,据报道,澳大利亚研制的户内太阳灶室内炊事温度可达到 150°C 。我国第七个五年计划期间,也开始了户内太阳灶的研究,但由于价格及技术方面的原因,目前还处于试验阶段。