

中国新能源的开发与利用

中国能源情报网主编

王长贵 喜文华
张焕芬 郭运琰 编著

能源出版社

1986

内 容 简 介

本书由中国能源情报网主编。全书分为太阳能、太阳房、风能、潮汐能、地热能 and 新能源技术的发展前景等六章。本书除简要概括地介绍了各种新能源技术的基本知识及国外的开发利用情况外,着重以大量翔实材料介绍了我国各种新能源技术的开发利用现状及其经济技术效益,同时并对今后我国新能源技术的开发利用战略目标、发展措施、技术政策、攻关课题等方面提出了设想和建议。

本书可供能源工作者、科技情报工作者、管理工作、大专院校师生以及广大能源爱好者阅读参考。

中国新能源的开发与利用

王长贵 喜文华 编著
张焕芬 郭运琬

能源出版社出版 北京市新华书店发行

秦皇岛市抚宁县印刷厂印制

787×1092 1/32 开本 9.5 印张 214 千字

1986年8月第一版 1986年8月第一次印刷

印数: 1—7,000

书号: 13277·10 定价: 2.60元

前 言

能源是发展工业、农业、国防、科学技术和提高人民物质文化生活水平的重要物质基础。现代社会的生产和生活，依赖于能源的大量消费。要实现在本世纪末把我国建设成为四个现代化的社会主义强国的战略目标，能源是最重要的物质条件之一。因此，在实现四个现代化的过程中，全党和全国人民必须充分重视能源问题。

当代社会最广泛使用的能源是煤炭、石油、天然气和水利。特别是石油和天然气的消费量增长迅速，已占全世界能源消费总量的70%左右。但是，石油和天然气的储量是有限的。许多专家预言，石油和天然气的资源将在三十年、最多五十年内被耗尽。煤炭的资源虽然远比石油和天然气的资源多，但是直接应用煤炭严重污染环境，亟需研究解决把它转化为气体或液体燃料的问题。看来，人类如不及早采取对策，在不远的将来会面临一场全面的能源危机。这绝不是危言耸听，这是新技术革命所面临的一个重大课题。

为了保证大规模的能源供应不至中断，目前世界各国都在制订规划、采取措施、组织力量、增加投资，大力开发利用太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能以及核聚变能等新能源技术，力图在不太长的时间里，由目前的常规能源系统逐步地过渡到持久的、多样化的、可以再生的新能源系统上来。只要应用现代科学技术，广泛开发利用新能源，千方百计节约能源，采取合理的能源政策，完全可以避免世界性的、全面的能源危机的出现。

按照各种能源在当代人类社会经济生活中的地位，人们常常把能源划分为常规能源与新能源两大类。把那些目前尚未被人类大规模利用、还有待于进一步研究开发的能源称为新能源。新能源是一个相对的概念。现在的常规能源在过去也曾是新能源，今天的新能源将来也会成为常规能源。

在我国，目前新能源主要是指太阳能、风能、生物质能、地热能和海洋能。

我国新能源所提供的能量，解放前几乎是零，目前已经发展到占全国能源消费总量的0.2%，在满足广大农村和偏僻的草原、海岛、高山、沙漠等地少量分散的能源需要上起了一定的作用。

为了满足国民经济建设对于能源日益增长需要，适应新技术革命关于建立持久的能源系统的要求，我们应该大力加强我国新能源的开发利用工作，尽快建立起我国的新能源产业。据有关专家设想，新能源在全部能源中的比重，1990年可以提高到1%，2000年可发展到4%。

为便于广大能源管理干部、广大新能源工作者以及一切新能源的爱好者，对于我国新能源开发利用的现状及其前景有一个较为系统的了解，现根据搜集的资料对我国太阳能、风能、潮汐能、地热能的现在和未来加以介绍，供参考。由于水平所限，资料不全，错讹疏漏在所难免，欢迎批评指正。

关于本书的内容，这里有三点需要说明：一是本书对沼气未作介绍，因为这方面的书已经出过多种；二是海洋能有多种，本书仅介绍了潮汐能一种，因为它是海洋能开发的重点，并且已可实际应用，而海洋温差能、波浪能等目前尚处于研究试验阶段；三是本书关于太阳能的介绍重点放在应

用，而对它的原理从略，读者如欲了解，请读《太阳能》和《太阳电池及其应用》等书。

本书在编写中参考、引用了许多单位、许多同志撰写的书籍、论文、资料和报告，在此致以谢意。

本书为中国能源情报网主编，第一、三、六章由国家经委-中国科学院能源研究所王长贵执笔，第二章由甘肃自然能源研究所喜文华执笔，第四章由中国科学院广州能源研究所张焕芬执笔，第五章由辽宁能源研究所郭运珑和国家经委-中国科学院能源研究所王长贵执笔，全书由王长贵统编。

目 录

前 言

第一章 太阳能

- 一、我国的太阳能资源····· (1)
- 二、我国太阳能利用的发展简史····· (4)
- 三、太阳能的热利用····· (5)
- 四、太阳能的光电利用····· (47)
- 五、我国太阳能利用发展远景的设想····· (61)

第二章 太阳房

- 一、太阳能采暖的原理及种类····· (64)
- 二、被动式太阳房的优缺点····· (75)
- 三、我国太阳房的现状及应用····· (78)
- 四、太阳房的发展前景····· (106)

第三章 风能

- 一、风及风能····· (108)
- 二、风能利用的转换器——风力机····· (115)
- 三、国外的风能利用····· (122)
- 四、我国的风能资源····· (129)
- 五、我国的风能利用····· (138)
- 六、我国风能开发利用的展望····· (154)

第四章 潮汐能

- 一、潮汐与潮汐能····· (157)
- 二、我国的潮汐能资源····· (184)
- 三、我国潮汐能利用概况····· (194)
- 四、我国潮汐能开发利用前景····· (213)

第五章 地热能

一、什么是地热能, 地热能是怎样形成的?	(218)
二、怎样利用地热能?	(223)
三、国外地热能开发利用简况	(232)
四、我国的地热资源	(242)
五、我国地热能的开发利用现状	(252)
六、我国地热能开发利用的前景	(279)
第六章 新能源技术的发展前景	
一、核聚变能利用技术的研究	(282)
二、太阳能利用技术的研究	(285)
三、氢能利用技术的研究	(291)

第一章 太 阳 能

一、我国的太阳能资源

我们伟大的社会主义祖国，地处北半球，土地辽阔，幅员广大，气候适宜，资源丰富，是个江山多娇、富饶美丽的地方。我国的疆界，南从北纬 4° 附近西沙群岛的曾母暗沙以南起，北到北纬 $52^{\circ} 32'$ 黑龙江省漠河以北的黑龙江心，西自东经 73° 附近的帕米尔高原起，东到东经 $135^{\circ} 10'$ 的黑龙江和乌苏里江的会流处。我国的国土面积，从南到北，自西至东，距离都在5,000km以上，总面积达960万 km^2 ，为世界陆地总面积的6.44%，居世界第三位。在我国广阔富饶的土地上，有着十分丰富的太阳能资源。据估算，我国陆地表面每年接受的太阳辐射能约为 $50 \times 10^{18} \text{kJ}$ ($12 \times 10^{18} \text{kcal}$)。全国各地太阳年辐射总量达 $335 \sim 837 \text{kJ/cm}^2 \cdot \text{a}$ ($80 \sim 200 \text{kcal/cm}^2 \cdot \text{a}$)，中值为 $586 \text{kJ/cm}^2 \cdot \text{a}$ ($140 \text{kcal/cm}^2 \cdot \text{a}$)。从全国太阳年辐射总量的分布来看，西藏、青海、新疆、内蒙古南部、山西、陕西北部、河北、山东、辽宁、吉林西部、云南中部和西南部、广东东南部、福建东南部、海南岛东部和西部以及台湾省的西南部等广大地区的太阳辐射总量很大。尤其是青藏高原地区最大，那里平均海拔高度在4,000m以上，大气层薄而清洁，透明度好，纬度低，日照时间长。例如被人们称为“日光城”的拉萨市，1961年至1970年的平均值，年平均日照时间为3,005.7h，相对日照为68%，年平均晴天为108.5d，阴天为98.8d，年平均云量为4.8，太阳总辐

射为 $816\text{kJ}/\text{cm}^2\cdot\text{a}$ ($195\text{kcal}/\text{cm}^2\cdot\text{a}$)，比全国其它省区和同纬度的地区都高。全国以四川和贵州两省的太阳年辐射总量最小，其中尤以四川盆地最为，那里雨多、雾多，晴天较少。例如素有“雾都”之称的成都市，年平均日照时数仅为 $1,152.2\text{h}$ ，相对日照为 26% ，年平均晴天为 24.7d ，阴天达 244.6d ，年平均云量高达 8.4 。其它地区的太阳年辐射总量居中。

我国太阳能资源分布的主要特点有：太阳能的高值中心和低值中心都处在北纬 $22^\circ \sim 35^\circ$ 这一带，青藏高原是高值中心，四川盆地是低值中心；太阳年辐射总量，西部地区高于东部地区，而且除西藏和新疆两个自治区外，基本上是南部低于北部；由于南方多数地区云雾雨多，在北纬 $30^\circ \sim 40^\circ$ 地区，太阳能的分布情况与一般的太阳能随纬度而变化的规律相反，太阳能不是随着纬度的增加而减少，而是随着纬度的增加而增长。

为了按照各地不同条件更好地利用太阳能，可根据各地接受太阳总辐射量的多少，将全国划分为如下五类地区。

一类地区：全年日照时数为 $2,800 \sim 3,300\text{h}$ ，在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量达 $(670 \sim 837) \times 10^4\text{kJ}$ [$(160 \sim 200) \times 10^4\text{kcal}$]，相当于 $225 \sim 285\text{kg}$ 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括宁夏北部、甘肃北部、新疆南部、青海西部和西藏西部等地。此区是我国太阳能资源最丰富的地区，与印度和巴基斯坦北部的太阳能资源相当。尤以西藏自治区的太阳能资源最为丰富，太阳辐射总量最高值达 $921\text{kJ}/\text{cm}^2\cdot\text{a}$ ($220\text{kcal}/\text{cm}^2\cdot\text{a}$)，仅次于撒哈拉大沙漠，居世界第二位。

二类地区：全年日照时数为 $3,000 \sim 3,200\text{h}$ 。在每平方

米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 $(586\sim 670) \times 10^4 \text{kJ}$ [$(140\sim 160) \times 10^4 \text{kcal}$]，相当于 $200\sim 225 \text{kg}$ 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等地。此区为我国太阳能资源较丰富区。

三类地区：全年日照时数为 $2,200\sim 3,000 \text{h}$ 。在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 $(502\sim 586) \times 10^4 \text{kJ}$ [$(120\sim 140) \times 10^4 \text{kcal}$]，相当于 $170\sim 200 \text{kg}$ 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏北部和安徽北部等地。此区为我国太阳能资源的中等类型区。

四类地区：全年日照时数为 $1,400\sim 2,200 \text{h}$ 。在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 $(419\sim 502) \times 10^4 \text{kJ}$ [$(100\sim 120) \times 10^4 \text{kcal}$]，相当于 $140\sim 170 \text{kg}$ 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建北部、广东北部、陕西南部、江苏南部、安徽南部以及黑龙江省等地。此区是我国太阳能资源较差地区。

五类地区：全年日照时数为 $1,000\sim 1,400 \text{h}$ 。在每平方米面积上一年内接受的太阳辐射总量为 $(335\sim 419) \times 10^4 \text{kJ}$ [$(80\sim 100) \times 10^4 \text{kcal}$]，相当于 $115\sim 140 \text{kg}$ 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括四川、贵州两省。此区是我国太阳能资源最少的地区。

一、二、三类地区，年日照时数大于 $2,000 \text{h}$ ，辐射总量高于 $586 \text{kJ/cm}^2 \cdot \text{a}$ ($140 \text{kcal/cm}^2 \cdot \text{a}$)，是我国太阳能资源丰富或较丰富的地区，面积较大，约占全国总面积的 $2/3$ 以上，具有利用太阳能的良好条件。四、五类地区虽然太阳能资源条件

较差，但是也有一定的利用价值，仍可试用。总之，从全国来看，我国是太阳能资源较丰富的国家，具有发展太阳能利用事业的优越条件，只要我们扎扎实实地努力工作，太阳能利用事业在我国是有着广阔的发展前景的。

二、我国太阳能利用的发展简史

我国是世界上利用太阳能最早的国家。远在公元前十一世纪的西周时代就创造出了一种形似凹面镜的金属圆盘，用于会聚阳光，点燃艾绒等物。这就是我国古籍上所记载的“阳燧取火”。据说，当时人们随身总是带着“木燧”和“阳燧”两件东西。“木燧”是钻木取火的工具，“阳燧”是金属凹面镜。这是人类直接利用太阳能的开端，是人类直接利用太阳能最早最杰出的一项发明，在世界科学史上有着重要地位，比阿基米德时代早九百年左右。不仅如此，早在公元前五世纪，《墨经》的作者墨翟和他的学生们，就对凹面镜的光学原理作了较为深入的研究。把焦点和球心作了严格的区分，命焦点为“中燧”。并且发现，当物体放在中燧之内，得正立象，距中燧近象大，反之则小；当物体放于中燧之外，得倒立象；在中燧处，象与物重合。这样系统的实验和理论，也早于希腊传说约二百年。

但是，在解放前的旧中国，由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义的反动统治，我国的太阳能利用发展缓慢，十分衰败落后，与国外差距很大。

解放以后，我国的太阳能利用事业也和其它科学技术事业一样，在党和国家的重视下获得了新生。在五十年代就开始了太阳灶、太阳热水器和太阳电池的研究。但由于当时

正值建国初期，百废待举，人财物力有限，当时人民对太阳能的需要尚不迫切，所以发展不快。1974年8月，周总理亲自关怀太阳能利用工作，同年于上海召开了部分省市参加的太阳能利用经验交流会；1975年7月，又在河南省安阳市召开了全国第一次太阳能利用经验交流会。这两次会议，促进了我国太阳能利用事业的发展，逐渐形成了太阳能研究利用的热潮。粉碎“四人帮”后，迎来了科学的春天。能源科学被列为全国重点科研项目之一，太阳能利用进一步得到党和国家以及各方面的关心和支持，太阳能专业研究机构和工厂相继建立，初步形成了一支专业科技队伍，示范推广工作有了较大发展，国际交流也日益活跃。1979年9月，在西安召开了全国第二次太阳能利用经验交流会，举办了展览，讨论制订了全国太阳能科技发展长远规划；并接着召开了中国太阳能学会成立大会，创办了《太阳能学报》和《太阳能》科普杂志。特别是党的十一届三中全会和十二大以后，随着党的工作重点转移到经济建设上来，能源被列为国民经济发展的三大战略重点之一，太阳能被列为国家重点科研攻关项目和重点新技术推广项目之一，太阳能利用事业蓬勃发展，进展很快。目前全国从事太阳能利用的研究单位有162个，科技人员有3,000多人，生产太阳能利用设备的工厂已有50余家，太阳灶、太阳热水器、太阳能温室、太阳房、太阳干燥器、太阳电池等项目已由研究试验走向推广应用，并取得了较好的技术经济效益。

三、太阳能的热利用

通过反射、吸收或其它方式收集太阳辐射能，使太阳能

转换为热能并加以利用，通常称为太阳能的热利用。在生产生活中，热能的消耗量占总能源消耗量的比重很大。因此，热利用是当前太阳能利用工作中的重要方面。我国现已逐步推广应用的太阳能热利用项目主要有太阳灶、太阳热水器、太阳能温室、太阳能干燥、太阳能采暖等。据初步统计，截至1985年底，全国已应用太阳能塑料大棚和太阳能温室约100多万亩，太阳灶10万多台，太阳热水器45万 m^2 ，太阳能干燥装置60余部，太阳能采暖房200多座。此外，太阳能蒸馏、太阳能致冷、太阳能焊接、太阳能抽水、太阳能热发电以及太阳能育种、太阳能医疗等项目，也都在积极开展研究试验，有的并已取得可喜的进展。

1. 太阳灶

能够把太阳辐射能直接转换为热能供人们烧水做饭的太阳能设备，称为太阳灶。一般可分为箱式太阳灶、聚光太阳灶、平板式太阳灶等三类。

由于我国农村能源严重短缺，因此近十多年来太阳灶的研制和推广得到重视，发展很快。实践证明，在日照条件较好并且严重缺柴的广大农村，推广太阳灶是缓和燃料紧张的一项可行的措施。我国从五十年代开始研制太阳灶，据统计，截至1985年底，全国已有太阳灶约达10万台之多，是世界上使用太阳灶最多的国家，主要分布在甘肃、河北、青海、宁夏、西藏、黑龙江、辽宁、山东、江苏等省区。在甘肃省永靖县和新疆吉木萨尔县已出现了普及使用太阳灶的乡或村。在灶型上，已从初期的以热箱式太阳灶为主，发展为以聚光太阳灶为主。

太阳灶的生产技术水平也提高很快，已从试验、试制阶段，走向定型生产、推广应用阶段。1983年9月，农牧渔业

部在北京举行了全国太阳灶评比交流会，21个省市的49个单位送来了各类太阳灶102台，其中有80台参加了测试评议。结果为：煮水效率高于60%的有41台，约占51.3%；功率大于1,000W的有41台，约占51.3%；操作高度大部分低于1.25m；水泥厚壳灶的重量在160kg以下，水泥薄壳灶的重量在70kg以下；成本为30~114元/kW。经过评比，有24台获奖，其中一等奖11台，二等奖13台。获奖的灶，大都结构较为合理、热效率高、使用方便、成本较低，能够满足农村5口人之家的使用要求。

1986年1月，由中国农业工程研究设计院牵头、全国十八个部门和单位参加组成的“三西”（甘肃河西、定西及宁夏西海固）地区太阳灶联合攻关组，经过三年攻关，研制出的九种新型太阳灶在北京通过了鉴定。研制人员从我国实际出发，在原有太阳灶研制工作的基础上，建立了一套旋转抛物面太阳灶的设计理论、偏轴三圆设计方法和测试方法，形成了中国式的太阳灶。这九种新型太阳灶，经过在“三西”地区和西藏等省区试用，效果良好，比旧式太阳灶具有轻便灵活、坚固耐用、使用方便、成本低、效率高等优点。旧式太阳灶烧4kg的一壶水要30min，新型太阳灶只需17min。

我国大部分地区常年日照小时数平均在2,000h以上，太阳灶可利用的天数一般可达150~200天，一台太阳灶一年可节柴500~1,000kg。一台2m²的聚光灶，有效功率可达800~1,000W，焦团温度在600~1,000℃。

下面举几个实例说明太阳灶的技术经济效益。

（1）甘肃省永靖县早在1978年就开始推广应用太阳灶，至1985年底，全县已普及太阳灶近2万台，是全国推广太

阳灶最多的一个县。该县总结推广太阳灶有四大好处：①节约燃料，减少开支。据杨塔乡调查，太阳灶供5口人之家使用，每天可节省柴草5kg，全年按200天计，每年可节柴1t。杨塔乡1979年销售生活用煤139t，推广太阳灶后的1980年只销售了97t，减少了30%。②节省劳力。过去一个5口人之家，平均每天至少有半个劳力外出找柴，一年要花费180多个劳动日。用柴做一顿饭要花2个小时，而用太阳灶做一顿饭只需1个小时，既省力，又省时。③清洁卫生，没有污染。过去用柴草生火，烟多灰多，有碍卫生；现在用太阳灶做饭，无烟无灰，清洁卫生。④有利生态平衡，减轻了水土流失，促进了种草种树，增加了燃料来源，发展了农、林、牧业生产。

(2) 甘肃省永靖县小岭乡，共有1,110户，6,147口人。过去为了上山找柴，一户一年要花200多个劳动日，还时常发生摔伤人、甚至摔死人的事故。现在基本上每户都安装上了太阳灶，全乡一年可节省寻柴挖草劳力达16万个劳动日，一台太阳灶以解决4个月的柴草计，可节柴草1,440kg。全乡一年可节柴草 $150 \times 10^4 \text{kg}$ 。太阳灶提供的能量在该乡农户生活燃料的构成中已占33%，而秸秆的比重由42%下降为17%，草皮的比重由20%下降为8%，畜粪的比重由20%下降为5%。

(3) 江苏省海安县滩河大队8队，全队34户农家，每年缺柴草 $(1 \sim 1.5) \times 10^4 \text{kg}$ 。1978年使用太阳灶后，自1979年开始，柴草年年有余。由于柴草充裕，全队增加了手工业和副业收入上千元。据该队21台太阳灶全年的逐日统计，实际使用效果按同期普通锅灶实际消耗柴草计算，全年可节省12,420kg柴草，平均每台太阳灶一年可节省柴草约600kg，一般

来说，使用两年即可收回太阳灶的成本。

(4) 甘肃省永靖县杨塔乡松树湾大队，188户，家家用上了太阳灶。使用证明，全大队每年可节柴约 $20 \times 10^4 \text{kg}$ ，平均每台灶每年可省燃料费100元，当年即可收回太阳灶的成本。

(5) 新疆自治区还针对维吾尔族的生活习惯，研制推广了太阳能烤馕灶。馕是新疆地区少数民族的传统食品。烤时妇女们要在 $40 \sim 50^\circ\text{C}$ 的炕房中工作，条件艰苦，耗柴也多，每炉约需烧柴30kg。新疆太阳能研究所研制了一种太阳能烤馕灶，由于采用了硫化铅涂层和远红外辐射涂层，因而灶的热效率较高。从春分到秋分季节，40min左右即可烤一箱馕。一箱馕一般是用干面粉2kg制成8个馕。也可用来烤面包、包子和饼干等。

2. 太阳能温室

与太阳能采暖不同，太阳能温室通常是为人以外的其它生物设计的。在早期，我国北方和南方许多地方常见的太阳能温室是用玻璃制作的暖房，用于花卉园艺，如种植、培育名贵的花木等。近些年来，随着塑料工业的发展，各式各样的太阳能塑料暖棚在我国广大地区纷纷建立，用途也从种植花卉扩展到栽培蔬菜、瓜果以及养育棉花、水稻等作物的秧苗。不仅如此，太阳能温室也正在为畜禽饲养业所采用。在北方地区用暖圈养猪，可缩短猪的育肥期，提高仔猪的成活率，促进发育。用暖房养鸡，可改善鸡舍的条件，提高产蛋率。利用太阳能养鱼、养虾、养蚕的试验，也取得了良好的效果。

太阳能温室通常要求保温、保湿、采光和通风。我国各地建立的温室类型很多，可按外形、温度或用途进行分类。

按外形，可分为单面窗式、双面窗式、马鞍形、圆形、多角形等类。按温度，可分为高温型（18~30℃）、中温型（12~20℃）、低温型（7~16℃）、冷式（0~10℃）等类。用染色法可以调节温室光线的强弱。喜强光植物，温室内用白色；喜阴植物，可用土黄色或其它较暗的颜色。复杂的太阳能温室系统，一般均设有辅助能源，以便为空调或阴雨天提供热源。

截至1984年底，我国已推广应用各种结构的太阳能温室和太阳能塑料大棚百万亩以上，起到了延长种植期的作用，改善了蔬菜供应状况，调剂了品种，增加了产量。目前我国的太阳能温室正向着综合利用、多种经营的方向发展。

下面介绍几个太阳能温室应用效益的实例。

（1）太阳能温室种植蔬菜

太阳能温室里栽种出的新鲜蔬菜品种已达60多个。太阳能塑料温室在高原上应用，经济效益尤为明显。这种温室每平方米造价只要3元，每亩可产蔬菜 1.5×10^4 kg。拉萨市卫东办事处一个居委会修建了一个占地半亩的塑料温室，一年收获三季菜，其中一季产黄瓜6,500kg，卖了3,900元，一下子就把温室的投资收回来了。

（2）罗非鱼在太阳能温室中越冬

罗非鱼也叫非洲鲫鱼，原产非洲东部，它生长快，产量高，一年能繁殖几代。但这种鱼对水温要求高，一般不得低于12℃，这就给我国北方地区放养带来了困难。为使罗非鱼安全渡过严冬，同时又能节省常规能源，河北省衡水专区水产试验站，从1975年开始进行冬季利用太阳能温室养鱼的试验。经过八年的试验研究，鱼苗的成活率有大幅度地提高，取得了良好的效果。1982年10月19日将6,201尾罗非鱼苗放