

太阳能电围栏

TAIYANGNENGDIANUEILAN

● 白韵如



312

504

农业出版社

太 阳 能 电 围 栏

白 韵 如

农 业 出 版 社

太 阳 能 电 围 栏

白韵如

• • •

责任编辑 刘 存

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 mm 32 开本 5 印张 105 千字

1991年2月第1版 1991年2月北京第1次印刷

印数 1—385册 定价 2.45 元

ISBN 7-109-01611-0/S·1075

前 言

本书主要介绍使用太阳能电池作为电围栏能源以及电围栏本身的设计、施工、调试和使用方面的基本知识。

在草原建设中,围栏是极重要的先行工程设施。大面积永久性太阳能电围栏是近些年来出现的较先进的围栏形式,是将电子技术用于放牧的典型事例。它不仅有良好的围栏性能,而且比普通铁丝围栏用料少、安装快、成本低。因此,电围栏在一些畜牧业发达的国家正在发展之中。太阳能电围栏,即以太阳能电池为电源的电围栏。近年来,我国也在进行大面积永久性电围栏的研究和试验,其中很大一部分是太阳能电围栏,已经取得了可喜的效果。据不完全统计,现在我国已建设电围栏300多万亩。但我国的太阳能电围栏尚处于起步阶段,需要在实践中不断总结、完善和巩固提高。为了促使电围栏更快地得以发展,在设计、安装、调试、使用等方面有所遵循,这本小册子根据作者建设电围栏的实践经验,并参考国外资料,提出了有关电围栏设计、施工、调试和使用方面的一些意见,供广大牧区建设电围栏和培训电围栏技术人员时参考。我国草原面临着严重退化的危害,保护草场大抓草原建设,是草原畜牧业的当务之急,围栏建设是草原建设中的重要环节之一,而电围栏在各种围栏中围栏效果最好,成本最低,必将在今后有大规模的发展。也希望这本小册子能起到它应有的作用。鉴于本人水平有限,不足不妥

之处请各位读者指正。

本书蒙张季高教授斧正，并使用了河北省沽源牧场和黑龙江富裕牧场等地的部分试验资料，在此一并致以谢意。

编者

1987年6月7日

目 录

前言

第一章 太阳能在草原建设中的应用	1
第一节 太阳能的开发利用	1
第二节 太阳能在草原上的利用途径	6
第二章 太阳能电围栏的发展	12
第一节 围栏在草原建设中的作用	12
第二节 围栏的种类	19
第三节 电围栏的发展	28
第三章 太阳能电围栏的电源和脉冲发生器	38
第一节 太阳能电池	38
第二节 太阳能电池的储能装置——蓄电池	44
第三节 电围栏的其他电源	47
第四节 电围栏脉冲发生器	50
第四章 电围栏的结构设计	59
第一节 电围栏高度的设计	60
第二节 电围栏栏线的选择与配置	65
第三节 电围栏栏桩的设计与选择	71
第四节 电围栏绝缘子的选择	78
第五节 电围栏的栏门设计	81
第六节 电围栏上涵口的封闭	85
第七节 电围栏的安全设施	87
第五章 永久性电围栏路线的勘测	93
第一节 电围栏路线的勘查设计	93

第二节	电围栏路线的测量	97
第三节	绘制图纸编写设计说明书	105
第六章	永久性太阳能电围栏的施工	108
第一节	电围栏桩的制做	108
第二节	施工	114
第三节	太阳能电围栏的测试	127
第七章	电围栏的使用和管理	136
第一节	电源部分的使用与维护	136
第二节	电围栏的管理和维修	146

第一章 太阳能在草原建设中的应用

我国幅员辽阔，在960万平方公里的土地上，草原占一半以上。据初步统计，全国草原面积约为43亿多亩，其中可利用草原33亿多亩，加上南方草山草坡10亿亩，草场总面积约为全国现有耕地总面积的三倍半左右。这是一项巨大的、有待合理开发利用的宝贵自然资源，它蕴藏着极大的生产潜力，为我国的草原畜牧业提供了广阔的发展前途。特别是在我国，农业人口众多，耕地比较紧张，可供开垦的农田已经有限的情况下，草原的合理开发和利用对农业生产的发展有着更重要的意义。

我国大部分草原分布在边远省区，而且大部分处于比较干旱的高原上，交通不便，绝大部分是国家电网达不到的地区。这些自然条件给现代化草原畜牧业的发展带来一定的困难。但事物总有它的两面性，正是由于地处高原干旱地区，所以一般说来都具有较丰富的太阳能资源。年日照时间长，阳光辐射强度大，这就给草原上利用太阳能提供了良好条件。如何使太阳能更集中地、更有效地为草原人民的生产和生活服务，将是太阳能专家们的迫切任务。

第一节 太阳能的开发利用

太阳是距离我们地球最近的恒星，它无时无刻不在以它

的光和热哺育着大地，给人类带来光明和温暖。它是一切生命的源泉，也是地球上人类赖以生存和发展的根本条件。多少亿年以来，太阳以它无穷无尽的能量造就了地球上的万物，而形成了自然界，同时也创造了人类。人类作为地球的主人，不仅自然地、尽情地享受着大自然的赐给，也能动地、自觉地利用和改造自然界为自己服务。

在人类社会的发展中，太阳是最大的能源。目前已被人类利用的常规能源（或者叫化石能源，如煤、石油等）和自然能源，追根究底都与太阳有直接或间接的关系。例如，除人类直接利用太阳的光能和热能，利用绿色植物的光合作用生产农产品；利用太阳的光和热取暖烘干、发电以外，自然界中风能的产生，水利资源的孕育，潮汐的形成以及煤炭、石油、天然气等的生成，都有太阳的功劳。可以说，地球上的各种自然能源都是太阳能转化而来的。可见太阳能对于人类及其周围世界的重要性。

一、取之不尽的太阳能

在太阳系中，可以说太阳是主宰者，是巨大能量的源泉。据测定，太阳的直径约为139万公里，比地球的直径大一百多倍，其表面温度高达7000多摄氏度，每秒钟向宇宙发射出的能量达 3.75×10^{16} 瓦，而每年辐射到地球表面的能量大约为 6×10^{17} 千瓦，相当于全世界现有发电量总和的一万多倍。按目前人类对能源的消耗，太阳的能量要5000亿年才会消耗完了。因此，对地球来说，太阳是个巨大而永久的能源，可以说太阳能是取之不尽用之不竭的天然能源。人类应该能动地使太阳能为生活和生产服务。

然而，任何事物都不会是十全十美的，太阳能的利用也受到其固有特点的限制。其一，太阳的光热是均匀地向四周散

发出来的，它具有分散的特点，因此，单位面积上所分布的能量较低。在我国，一般情况下，单位面积上分布的能量只有100—150卡/厘米²。所以要想集中地利用单位面积上分布较低的光能和热能，获得较大的功率，就必须设有大面积的收集装置，从而使利用太阳能的成本升高。降低太阳能的利用成本是当前各国太阳能专家们奋斗的目标之一。

利用太阳能的另一个限制因素是：由于地球自转及其表面气象的变化，使地球上存在昼夜更替和阴、晴、雨、雪等变化，而造成太阳对地球所供给的能量是断续的和时强时弱的。要使断续而变化的太阳能成为稳定而持续的能源为人类的生活和生产服务，就必须把太阳能储存起来，以便均衡而持续地供给耗能装置。太阳能断续而变化的特性给人类对太阳能的开发与利用带来的困难，是当今太阳能利用的攻坚方向之一。

正是由于太阳能投射到单位面积上的量小，又具有间断性，所以人们称它为“伟大的贫矿”，也是它不能象煤和石油那样作为资源，成为经济活动对象的原因。

二、我国的太阳能资源

我国地处北半球，在北纬4°—55°之间，幅员辽阔，大部分地区地势较高，阳光充足，年日照时数超过了2800小时，热能等级在三级以上。特别是我国的草原牧区，一般都是高原和干旱少雨的地区，有利用太阳能的极好条件，这正是我国牧区发展太阳能电围栏的依据。据测算，太阳每年照射到我国领土上的能量约为12000亿千瓦以上，其辐射量为80—200万大卡/米²。由于我国地域辽阔，受地形和气候条件的影响，太阳能在各地区的分布情况也不同。我国的地势是西高东低，一般说来，太阳的辐射量西部高于东部，西部地区年辐射量

为140—200大卡/厘米²，而东部地区为80—160大卡/厘米²；北方也高于南方，北方年辐射量为120—160大卡/厘米²，南方为80—120大卡/厘米²。为了便于各地利用太阳能，我国把太阳能分为5个热能等级（表1—1）；并根据各地区的自然条件，将全国划分为7个地区（表1—2）。由于各地的太阳能资源分布不一，受地势和气候条件的影响，有时即使在一个省内差异也相当大，因此，凡利用太阳能的单位，都应以当地的太阳能利用条件为依据，来设计自己的太阳能利用装置。从表1—2可以看出，除南方和西南地区外，我国大部分地区都具有利用太阳能的条件，特别是青藏高原、内蒙古和西北地区，都是我国最大的草原牧区，而且交通不便，大多数地区没有国家电网，但太阳能资源非常丰富，开发利用太阳能，在草原建设中将会起重要作用。

表 1—1 太阳能的热能等级

等 级	日照时数(小时/年)	太阳能年辐射总量(万大卡/米 ² ·年)
1	3200—3300	160—200
2	3000—3200	140—160
3	2200—3000	120—140
4	1400—2200	100—120
5	1000—1400	80—100

表 1—2 我国各地区利用太阳能条件

序号	地 区	年辐射量(大卡/厘米 ² ·年)	条 件
1	青藏高原	160—300	地势高，一般2500米以上，年日照时数约2800—3000小时，且辐射强度大，年辐射值为各地区之首，利用太阳能的条件最好

(续)

序号	地 区	年辐射量 (大卡/厘米 ² ·年)	条 件
2	新疆、甘肃西北, 宁夏北部, 内蒙古西部	140—150	地势较高, 云量较小, 风沙大, 有时大气透明度较差, 年日照时数在3200小时以上
3	内蒙古高原	130—150	为黄土丘陵区, 地势较高, 辐射强度也较高, 年日照时数2600—3200小时
4	华北平原	130—140	辐射强度较低, 年日照时数约为2600—2800小时
5	东北三省	120—130	气温低, 辐射强度也低, 年日照在2400小时左右
6	北纬33°以南	100—120	气温高, 云量大, 阴雨天多, 年日照2200小时
7	云、贵、川三省	80—100	除川西、滇西高原外, 阴雨多, 云量大, 年日照在1400小时以下

为了给全国各地读者提供利用太阳能的参考数据, 现将全国29个省市典型地区1970年前20年所观测到的平均日照时数摘抄于表1—3。

表1—3 全国29省市典型地区平均日照时数

序 号	地 区	年平均日照 (小时)	年晴天数 (%)
1	贵州 (贵阳)	1412.6	32
2	四川 (成都)	1239.2	28
3	广西 (桂林)	1708.5	39
4	湖南 (长沙)	1725.9	39
5	福建 (福州)	1887.8	43
6	浙江 (杭州)	1970.6	45
7	甘肃 (天水)	1981.3	45
8	上海	2039.2	46

(续)

序 号	地 区	年平均日照(小时)	年晴天率(%)
9	陕西 (西安)	2065.6	46
10	江西 (景德镇)	2069.7	47
11	湖北 (汉口)	2085.3	47
12	江苏 (南京)	2218.8	50
13	安徽 (合肥)	2309	52
14	河南 (郑州)	2438.1	55
15	广东 (广州)	1945.3	44
16	云南 (昆明)	2528.2	57
17	新疆 (乌鲁木齐)	2572	58
18	辽宁 (沈阳)	2588.7	58
19	黑龙江 (哈尔滨)	2638.6	59
20	吉林 (长春)	2658.6	60
21	山西 (太原)	2698.2	61
22	青海 (西宁)	2742.4	62
23	河北 (石家庄)	2751.9	62
24	天津	2773.8	63
25	北京	2778.7	63
26	山东 (济南)	2783.8	63
27	内蒙古(呼和浩特)	2986.6	67
28	西藏 (拉萨)	3005.3	68
29	宁夏 (银川)	3031.6	68

三、太阳能的开发利用及在草原上的发展前景

从广义上讲太阳能的利用,可以说自从地球上有人类以来,就在自觉和不自觉地利用着太阳能。因此,可以把生物世界自然地摄取太阳的光和热除外,而只谈人类能动地利用太阳能,如取暖、烘干、照明、发电等等。随着人类社会的不断进步,人类对太阳能的利用从自在阶段走向了自为阶段。也就是说,除了根据太阳光热的自然特性对其加以广泛利用,

摄取能量以节省其他能源之外，人们还在想方设法设计各种器械和设备来克服太阳能分散、间断的特点，收集更多更密集的能量，使太阳能可以更好地为人类的生活和生产服务。我国是使用器械利用太阳能最早的国家，并积累了丰富的经验。据古书《淮南子·天文训》中记载：“阳燧见日，则燃而为火。”，燧是我国古代取火的工具，说的是用一个凹面的铜镜，将太阳光聚集在一起，可以使物质燃烧而成火。说明我国劳动人民早在三千多年以前就能利用聚光原理创造了利用太阳能取火的工具——凹面镜。这种聚光取火工具开创了世界上人为地利用太阳能的历史，也是我们祖先勤劳智慧的又一例证。到目前为止，所流行的太阳灶大部分就是利用凹面聚光原理制成的。

前几年，由于世界性能源紧缺，太阳能的利用日益为人们所重视。各国为了开发利用太阳能，都投入了大量的人力和物力。如日本已开始实施的“阳光计划”及1978年开始实施的“绿色能源”计划，太阳能利用技术也是“绿色能源”计划中开发的重点；美国能源研究发展局属下的各项太阳能研究计划，使太阳能的开发利用进入了一个崭新的阶段，并形成了一项专门的科学。据报道，美国计划到2000年全国约有20%的能量取自太阳能。可见太阳能利用技术将在今后的科技发展中占有重要的位置。

为了能大量而集中地获取太阳能，使其能象煤和石油那样参加经济活动，必须把太阳能加以转换。其转化方式大致有两种，一种是间接转换，另一种是直接转换。生物转换就是间接转换。例如被称为太阳能最大转换器的植物——大到作物、牧草和森林，小到螺旋藻、小球藻等微型藻类等等。这些植物通过光合作用把太阳能转变为蕴藏在碳氢化合物内的生物

质能而成为经济活动的对象。直接转换又可以归纳为三种方式：

1. 光-热转换 这是目前最常用、也比较简单的一种转换方式。例如太阳能烘干机，我国自1975年以来就逐渐开展了太阳能烘干器的研究和利用。河北省邢台市粮库曾采用太阳能烘干机，在晴天，一天可烘干20吨粮食。山西省用温室型太阳能烘干机烘干红枣，大大降低了烂枣率，仅此一项，三年就可以收回太阳能温室烘干器的投资。目前我国常用的太阳能烘干共有三种类型：太阳能温室型烘干机、有空气集热器的温室型烘干器和由空气集热器与干燥室组成的太阳能烘干机。

其他如太阳能热水器、太阳灶、太阳房等都属于光-热直接转换的利用太阳能装置。

2. 光-化学转换 即以太阳光照射物质而产生化学反应，释放出能量。在这方面科学家们正在投以巨大的力量，并已取得成绩。如利用太阳能分解水制取氢和氧；太阳光对三氧化硫的加热离解和复合放出能量；各种植物的光合作用而变为生物质能等等。

3. 光-电转换 就是把太阳的光能直接转换为电能。例如太阳能电池，利用半导体制成的P-N结所具有的光生伏特效应在持续光照的条件下，把光能直接转换为电能。太阳能电围栏就是利用太阳能电池所发的电作为电源的草原管理设施。

第二节 太阳能在草原上的利用途径

正如前面介绍的，我国的草原绝大部分位于无电或少电的边远地区，而且多为高原，有着较丰富的太阳能资源，一

般年日照时数在3000小时以上。因此，太阳能是我国草原建设中是值得很好重视和利用的自然能源之一。姑且不说太阳能在草原上的最大转换器——牧草。只就我国目前已在生产和生活上使用的太阳能利用装置而言，在草原上都可以利用。在广阔无垠的草原上，如果使用常规能源，如煤、油等，其运输费用都将是花不起的。但太阳能却随处可得，取之不尽，用之不竭。当前在草原上比较实用的太阳能利用装置有：

1. 太阳能畜舍 我国草原很大一部分在高寒地区。由于多年来一直延续着草原放牧饲养的习惯，很少建设畜舍。所以冬季来临，冰雪覆盖草场往往出现牲畜饥寒交迫的局面。应考虑建一些简易的太阳能畜舍，改善饲养条件，提高生产效益。

为了节省能源，提高饲养效益，许多国家都在研究如何利用太阳能为畜禽饲养服务。美国密执安大学曾采用平板型热空气集热器使鸡舍温度在冬季保持在15—16℃，节省了供暖能源，提高了经济效益。图1—1为我国的塑料牛棚，阳光通过透明塑料而产生温室效应，使畜舍温度升高。我国近几年在这方面作了不少工作，中国农业工程研究设计院在内蒙古试验用塑料大棚养牛取得了较好的效果。特别是用塑料棚做羊的产羔房效果更佳，产羔的成活率明显提高。储能装置在太阳能的利用中是不可少的。利用便宜易得的卵石做为储热器，美国的许多农业工程师做了这方面的试验，图1—2为用石床储热的利用太阳能的鸡舍。

近两年，北京农业大学在华北以南地区推广自然通风节能鸡舍，取得了较好的效果。为了把节能鸡舍向较寒冷地区发展，正在试验太阳能贮热石床鸡舍，用贮热石床夜间为鸡舍供暖取得了较好的效果。相信这种畜舍完全可以在我国



图 1—1 塑料棚牛舍

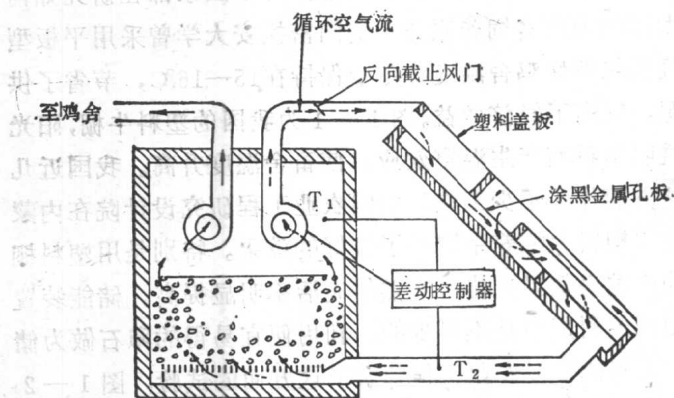


图 1—2 用于鸡舍的石床储热太阳能系统

的草原上应用。

2. 太阳能烘干机 太阳能烘干机一般是用透光材料和吸热体做成太阳能空气加热器，用加热的空气对被烘物进行烘