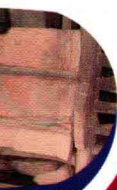


新农村低碳能人培训系列教材

新农村太阳能利用能人 培训教材

迟全勃 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新农村低碳能人培训系列教材

新农村太阳能利用 能人培训教材

迟全勃 主编

机械工业出版社

本书从太阳灶、太阳能热水器、太阳能温室、太阳能干燥器及太阳房等方面介绍了太阳能在新农村生产生活中的应用。本书内容通俗易懂、深入浅出,所介绍的太阳能技术不仅具有实用性而且具有很强的可操作性。

本书可作为太阳能农民工的培训教材,也可作为从事太阳能应用相关工作的技术人员、研发人员及管理人员的技术指导用书,还可供广大太阳能技术业余爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

新农村太阳能利用能人培训教材/迟全勃主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 4

新农村低碳能人培训系列教材

ISBN 978-7-111-33980-9

I. ①新… II. ①迟… III. ①农村—太阳能利用—技术培训—教材
IV. ①S214

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第056236号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:肖耀祖 责任编辑:肖耀祖 李 坤

版式设计:霍永明 责任校对:刘 岚

封面设计:路恩中 责任印制:乔 宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2011年5月第1版第1次印刷

140mm×203mm·3.625印张·102千字

标准书号:ISBN 978-7-111-33980-9

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

太阳能是取之不尽、用之不竭的绿色新能源，使用安全、方便，无污染。近年来，随着我国社会经济的不断发展和新农村建设的稳步前进，广大农民生活水平不断提高，农村清洁能源利用率越来越高，太阳能技术的推广应用在农村生活、生产中越来越广泛。太阳能必将成为未来能源结构的基础之一。

2008 年，山西省在全国率先开展了太阳能利用工的培训和鉴定工作，培训太阳能利用工超过 120 人。培训合格的太阳能利用工逐年增加，到“十一五”末期山西省培训合格的初级以上太阳能利用工累计达到 250 人，适应了农村太阳能技术发展的需要。2010 年，山西省下发了《关于 2010 年农村可再生能源新技术培训计划的通知》，决定从 2010 年 8 月开始，计划培训农民技工 2262 人，其中太阳能利用工 110 人。为了更好地适应培训，我们组织人员编写了这本《新农村太阳能利用能人培训教材》。

由于作者的经验和学识有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，敬请专家和读者批评指正。

编 者

本书编写人员

主 编 迟全勃

参 编 张 祎 荣 星 王 帅

单 超 黄金凤 白雅君

目 录

前言

第1章 太阳灶	1
1.1 太阳灶的类型	1
1.2 太阳灶的结构	6
1.3 太阳灶的设计	10
1.4 太阳灶的制作	16
1.5 太阳灶的性能检测	22
1.6 太阳灶的安装、使用与维护	27
第2章 太阳能热水器	32
2.1 太阳能热水器的构成与分类	32
2.2 太阳能集热器	39
2.3 家用太阳能热水器的安装	47
2.4 家用太阳能热水器的使用与维护	51
2.5 太阳能热水系统的安装	54
2.6 太阳能热水系统的维护	59
第3章 太阳能温室	63
3.1 太阳能温室的分类、选型与规划	63
3.2 太阳能温室的设计	69
3.3 太阳能温室的建造	74
3.4 竹木结构太阳能温室	80
第4章 太阳能干燥器	85
4.1 太阳能干燥	85
4.2 太阳能干燥器的分类与特点	86
第5章 太阳房	95
5.1 太阳能采暖系统的分类与特点	95
5.2 被动式太阳房	99
5.3 太阳房的建设	104
参考文献	110

第 1 章 太 阳 灶

1.1 太阳灶的类型

【要 点】

太阳灶是利用太阳辐射能，通过聚光、传热和储热等方式获取热量，从而对食物进行加热的一种装置。根据太阳灶收集太阳能量的不同，基本上可以分为箱式太阳灶、聚光式太阳灶及综合型太阳灶三大类。

【解 释】

1. 箱式太阳灶

(1) 普通箱式太阳灶 此类太阳灶外形看起来像一个大木箱，所以我们称之为箱式太阳灶，它包括箱体、箱盖、外壳和支架等部分，其结构如图 1-1 所示。

箱式太阳灶主要是利用黑色物体吸收太阳辐射能的原理制造，其主要结构为一个箱体，上盖由一层或者多层平板玻璃构成，目的是让太阳辐射能容易进入，并且尽量减少对外辐射和对流散热。箱的其他壁体可采用多层隔热材料，如泡沫塑料、玻璃纤维、棉花、发泡聚苯乙烯等。为了保护这些隔热材料，壁体的外表面可以用木板、胶合板或其他适当材料做成。箱内表面涂上黑色涂层，它的太阳辐射能吸收率比较高（应当大于 0.90），可以改善其吸收太阳辐射

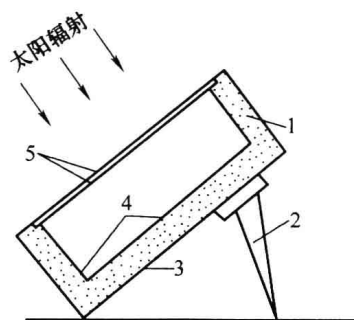


图 1-1 普通箱式太阳灶
1—保温层 2—支架 3—外壳
4—黑色涂层 5—玻璃

能的性能。整个箱体需密封良好，灶体与箱盖之间也需用胶条镶缝。普通箱式太阳灶在使用的时候，应把透光面对准太阳光。灶内温度一般可达到 $120 \sim 130^{\circ}\text{C}$ ，可以满足煮、蒸食物的要求。普通箱式太阳灶不但结构简单、使用方便，而且成本低廉。但是，由于普通箱式太阳灶聚光度低，功率有限，箱温不高，只适合于蒸、煮食物，且时间较长，所以使用受到很大限制。

(2) 加装平面反射镜的箱式太阳灶 为了提高箱式太阳灶的热性能，人们在箱式太阳灶朝阳的玻璃面四周装上 $1 \sim 4$ 块平面反射镜。太阳光照射到反射镜后，有很大一部分能量会进入玻璃面，从而使箱式太阳灶接收的有效能量提高 $1 \sim 2$ 倍。加装平面反射镜的箱式太阳灶的结构如图 1-2 所示。

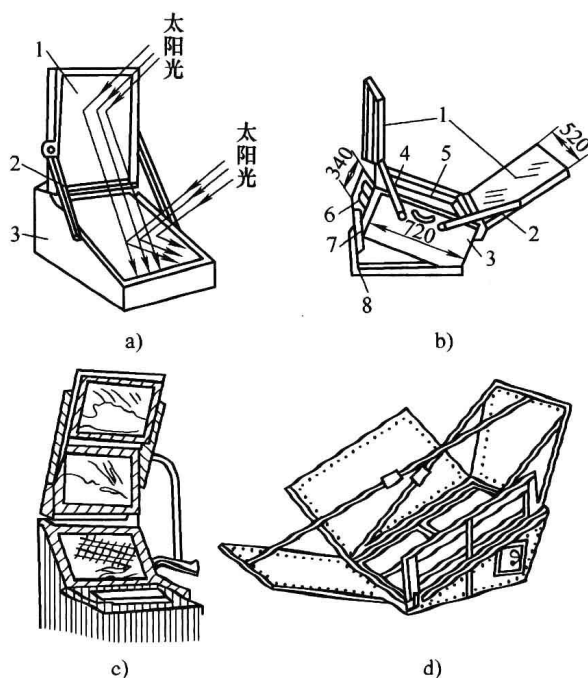


图 1-2 加装平面反射镜的箱式太阳灶 (单位: mm)

a) 1 块反射镜 b) 2 块反射镜 c) 3 块反射镜 d) 4 块反射镜

1—反射镜 2—支架 3—灶体 4—铝板空箱体

5—玻璃盖板 6—炉门 7—支柱 8—底框

2. 聚光式太阳灶

聚光式太阳灶主要是利用抛物面的聚光特性，来提高太阳灶的聚光度和功率。锅底温度高达 500°C ，便于进行各种炊事作业，可大大缩短炊事作业的时间。但是，聚光式太阳灶与箱式太阳灶相比在设计制造的方面较为复杂且成本也高。聚光式太阳灶的结构如图 1-3 所示。

3. 综合型太阳灶

(1) 热管式真空管太阳灶 将热管式真空管和箱式太阳灶的箱体结合起来就形成热管式真空管太阳灶，其结构如图 1-4 所示。

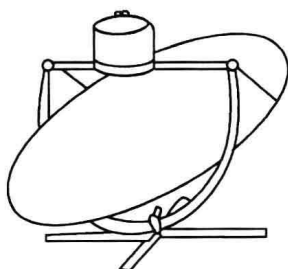


图 1-3 聚光式太阳灶

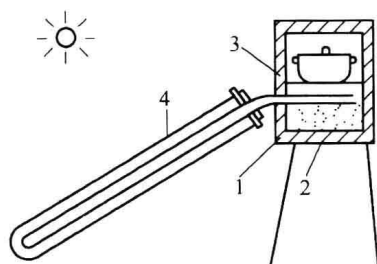


图 1-4 热管式真空管太阳灶

1—散热片 2—蓄热材料

3—绝热箱 4—热管式真空集热管

(2) 储热太阳灶 储热太阳灶的工作原理：聚光器把光线聚集照射到热管蒸发段，热量经过热管迅速传导到热管冷凝段，经过散热板再传给换热器中的硝酸盐，控制高温泵和开关，将硝酸盐获得的热量通过管内的传热介质传给炉盘，利用炉盘所达到的高温进行炊事。储热太阳灶的结构如图 1-5 所示。

此类太阳灶是一种室内太阳灶，与室外太阳灶相比有很大的改进。其技术特点是用一种可靠的高温热管及管道中高温介质对热能进行安全输送和循环，它对工作可靠性的要求很高。

(3) 抛物柱面聚光箱式太阳灶 抛物柱面聚光箱式太阳灶是吸收了聚光式与箱式太阳灶的优点研制而成的，其结构如图 1-6 所示。

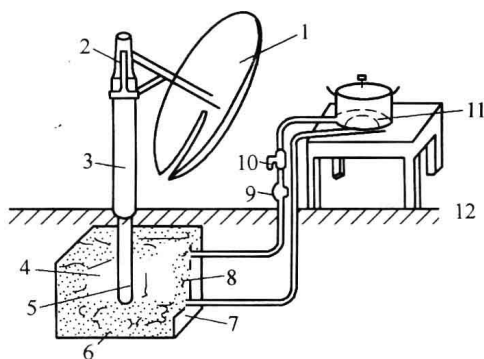


图 1-5 储热太阳灶

1—聚光器 2—热管蒸发段 3—支承管 4—散热板 5—热管冷凝段
6—换热器 7—硝酸盐 8—绝热层 9—泵 10—开关 11—炉盘 12—地面

图 1-7 为此类太阳灶箱体剖面图。阳光由上面箱盖窗口直接入射，经位于箱体下面两侧的抛物柱面镜聚光后射入箱内，可大大提高箱体的吸热功率及箱内温度。此灶型的光学反射路径如图 1-8 所示。

此类太阳灶的优点是功率大，散热损失小，能量集中，升温快，灶温可超过 200°C 。

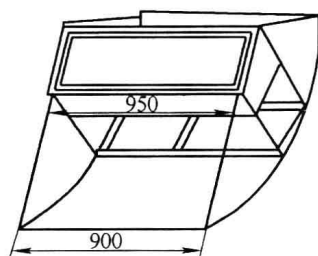


图 1-6 抛物柱面聚光箱式太阳灶（单位：mm）

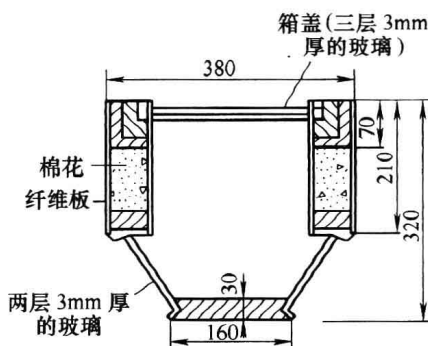


图 1-7 箱体剖面图（单位：mm）

长条形箱的内部装有柱架、每次可以放 12 个饭盒，比一般箱式灶容量大 1 倍。若在架上放置筒形水箱，就可用来烧开水，每小时可以烧约 3kg 开水。

(4) 聚光双回路太阳灶 聚光双回路太阳灶是一种典型的室内太阳灶。其工作原理是：聚光器将太阳光聚集到吸热管，吸热管所获得的热能将第一回路中的传热介质（棉籽油）加热到 500°C ，

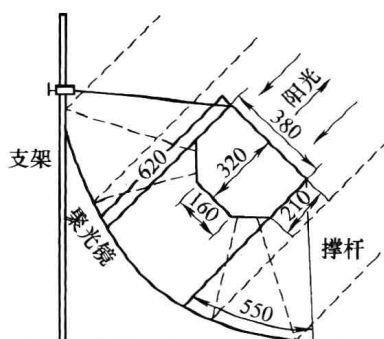


图 1-8 光路示意图 (单位: mm)

通过盘管换热器把热量传递给锡，锡熔融后再把热量传递给第二回路中的棉籽油，使其温度达到 300°C ，最后通过炉盘来加热食物。聚光双回路太阳灶的结构如图 1-9 所示。

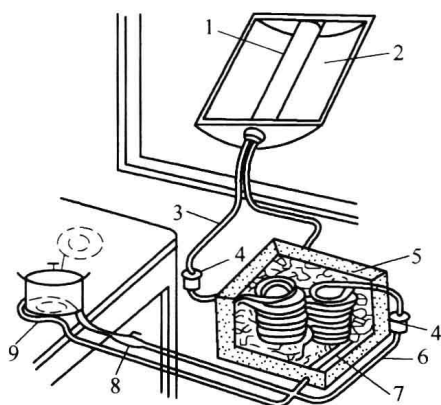


图 1-9 聚光双回路太阳灶

1—吸热管 2—聚光器 3—第一回路 4—泵 5—隔热层
6—第二回路 7—锡 8—开关 9—炉盘

这种太阳灶循环系统比较复杂，制作工艺要求高，生产成本低，难以推广和应用。

【相关知识】

当前我国推广及应用太阳灶取得的成效

太阳灶对于广大农村地区，特别是那些缺乏燃料且太阳能丰富的地区（例如我国甘肃、宁夏、青海、四川、西藏、云南等地）有着重要的现实意义，同时对缓解农村能源紧缺的情况起到积极的作用。太阳灶的推广及应用与国家和社会政府的支持是分不开的。2006年年底，农业部在青海省玉树和四川省甘孜两个藏族自治州投资870万元实施的太阳能温暖工程项目全面完成。两个藏族自治州的22800户牧民每户安装一台太阳灶，实现一户一灶，每年可以为牧民节约劳动力成本1368万元。2008年，农业部继续在青海等四省藏区以及宁夏中部干旱地区实施太阳能温暖工程。为此，农业部投资7741万元，在青海、甘肃、四川、云南的部分藏区以及宁夏中部干旱地区，为64个县的近20万户农牧民安装太阳灶198235台。

目前，我国太阳灶的保有量为70万台（不含西藏，若加上西藏已超过百万台）。每年可节省约60万吨标准煤。绝大多数太阳灶可以正常使用5年以上，当年就可以收回投资成本。太阳灶作为太阳能的热利用设备，在今后一段时期内还会有一定的发展，我国农业部将推动太阳灶行业技术进步和市场化进程。

1.2 太阳灶的结构

【要 点】

本节主要从灶面结构、支承机构与跟踪装置三个方面来介绍太阳灶的结构特点。

【解 释】

1. 太阳灶的灶面结构

太阳灶的灶面结构由基面和反光材料两部分组成。

（1）按太阳灶的曲面类型分类 太阳灶可以分为旋转抛物面、

抛物柱面、球面、圆锥面、菲涅耳反射面等。

(2) 按太阳灶的灶形分类 太阳灶可以分为正轴灶（正圆、扁圆、椭圆）、偏轴灶（矩形、扇形、扁圆、椭圆）。灶面结构分为整块灶面，两块、三块或四块组合灶面。

2. 太阳灶的支承机构

太阳灶的支承机构由灶面支承体和锅架支承体两部分组成。灶面支承体常见的有重心支承体和小车支承体。锅架支承体有两种形式，一种是以地面作支承体，锅架转动时，锅具位置保持不变；另一种是锅架被支承在灶面上，隔 10min 调整一次灶面位置，来保证锅具处于焦点位置。

灶面支承机构如图 1-10 所示，该灶采用小车支承。它的特点是方便移动，在背光的情况下，人们可以很轻松地把太阳灶推移到太阳光线比较好的地方进行使用。

锅架支承在地面上的太阳灶如图 1-11 所示。它的特点是稳定性好，炊具高度保持不变。

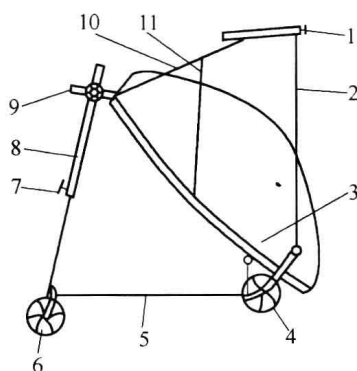


图 1-10 灶面支承机构

- 1—锅架 2—平行拉杆
3—聚光器 4—转动轮 5—底架
6—小轮 7—手柄 8—定位杆
9—手柄 10—后支杆 11—前支杆

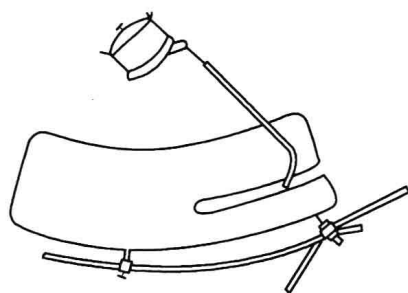


图 1-11 锅架支承在地面上的太阳灶

3. 太阳灶的跟踪装置

太阳灶的跟踪装置分为手动跟踪、自动跟踪和控放式自动跟踪装

置三种形式。

(1) 手动跟踪装置 太阳灶的高度角和方位角是不断变化的, 由于高度角每天变化很小, 几天内基本上不会有什么改变, 几天调节一次即可。因此, 太阳灶操作人员只要隔十几分钟调整一次方位角, 就可以满足太阳灶的正常工作需求。这种调整大多需要手动完成, 所以具有造价低廉、结构简单、运行可靠性高等优点。

(2) 自动跟踪装置 太阳灶的自动跟踪装置, 应当采用双轴跟踪系统, 也就是在高度角方向上的南北向跟踪和在方位角方向上的东西向跟踪。这样的装置, 需要两套信号传输、控制系统和传动系统。它的特点是跟踪精度高, 结构复杂, 价格较高。所以, 如果没有特殊情况, 通常只采用单轴的东西向自动跟踪装置, 如图 1-12 所示。其中高度角变化靠赤纬调节杆进行人工调节, 几天调一次即可, 调节时让太阳灶主轴和回转轴的交角等于 $90^\circ - \delta$ (δ 为赤纬角); 为使回转轴以 $15^\circ/\text{h}$ 的速度由东向西匀速转动, 可以采用钟表式传动机构, 也可以采用电机驱动装置。因为电动机转速为每分钟几百转甚至上千转, 而太阳灶东西向转速很慢, 所以变速装置较复杂, 造价也较高。

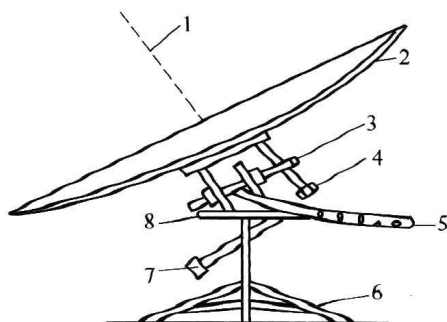


图 1-12 自动跟踪装置

1—主光轴 2—灶面 3—回转轴 4—赤纬调节杆
5—配重杆 6—支撑脚 7—地纬调节杆 8—支撑座

(3) 控放式自动跟踪装置 太阳灶转动的动力是由偏重给出的, 每天早上将太阳灶转向东方, 由于偏重的作用, 灶体就会有一个和太阳运动方向一致的转动趋势, 而制动装置则施以反向力控制锅体的转

动。当太阳运动时，焦面就会偏离锅底，这时感温元件就将发出信号，制动装置就会放松制动绳索，灶体自动转一下，焦点就又回到了锅底。控放式自动跟踪装置的结构如图 1-13 所示。

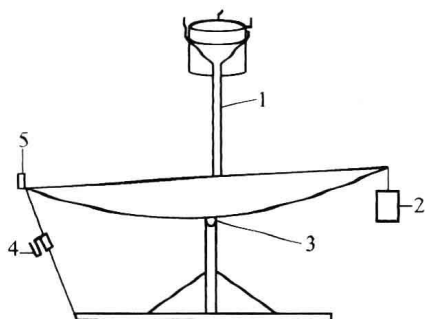


图 1-13 控放式自动跟踪装置

1—锅架 2—偏重 3—回转轴
4—制动装置 5—信号感受器

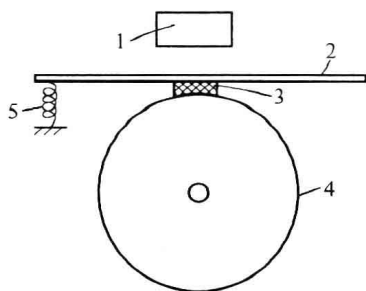


图 1-14 制动装置原理图

1—电磁铁 2—制动杆 3—制动橡皮
4—制动轮 5—制动弹簧

图 1-14 所示的是由一套变速齿轮组和电磁制动器组成的制动装置。感受信号的元件是一个光控盒，它由一组太阳能光电池和遮阳板组成，如图 1-15 所示。光控盒一般安装在灶面边缘上。当太阳焦斑偏离锅底时，太阳光将直射光电池，产生较大电流，起动电磁铁，使制动轮失去阻力，绳索放松，灶体自动转一下，使焦斑恰好位于锅底；这时电池的遮阳板又挡住太阳光线，电流减小，电磁铁磁性减弱，制动弹簧又拉紧制动橡皮，使制动轮停止转动。

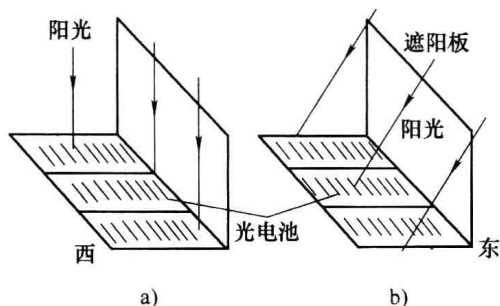


图 1-15 光控盒

a) 太阳光直射光电池 b) 太阳光斜射光电池，光线被遮阳板遮蔽

太阳灶自动跟踪装置种类繁多,但是要研制一套性能可靠且价格较低廉的自动跟踪装置是很困难的,因为太阳灶在室外工作,不仅要承受阳光的暴晒;雨雪的侵蚀,而且还要抗击风沙的影响。因此,研制具有操作简便、性能可靠、成本低廉特点的自动跟踪装置将成为今后太阳灶研发领域的主攻方向。

【相关知识】

太阳灶的结构符号

太阳灶的结构符号,见表 1-1。

表 1-1 太阳灶的结构符号

符号	D	H	K	Z
意义	折叠式	盒(箱)式	敞开(普通)式	自动跟踪式

1.3 太阳灶的设计

【要 点】

太阳灶的设计与抛物线的制作、曲面的设计以及设计参数的选取有着密切的关系。正确地制作抛物线,选择符合要求的抛物曲面,合理地确定设计参数,适当地选择约束条件,是太阳灶优化设计的关键。

【解 释】

1. 抛物线的绘制

抛物线大样如图 1-16 所示。

(1) 绘制抛物线 根据抛物线公式 $x^2 = 4fz$ 进行准确的坐标计算,由各点坐标绘出抛物线。随着焦距 f 取值的不同, x 对应的 z 值也会出现变化,见表 1-2。

当选定 f 值后,从表 1-2 中找出 x 与 z 的相应坐标值,并用描点的方式精确地标出它们在坐标纸上的位置,连接各点就可以得到相应的太阳灶灶面抛物线大图样。

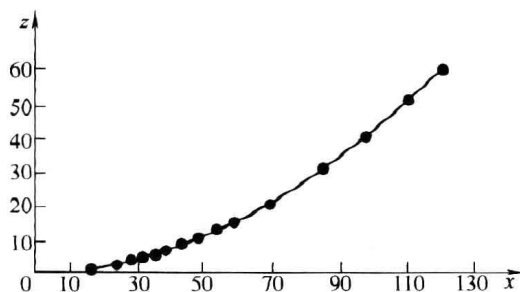


图 1-16 抛物线大样图

表 1-2 不同焦距抛物线 x 、 z 的坐标值

f/cm	z	$\pm x$	f/cm	z	$\pm x$	f/cm	z	$\pm x$	f/cm	z	$\pm x$	f/cm	z	$\pm x$
50	1	14.1	60	1	15.5	70	1	16.7	80	1	17.9	90	2	26.8
	2	20.0		2	21.9		2	23.7		2	31.0		5	42.4
	3	24.5		3	26.8		3	29.0		5	40.0		10	60.0
	4	28.3		4	31.0		4	33.5		8	50.6		15	73.5
	5	31.6		5	34.6		5	37.4		10	56.6		20	84.9
	6	34.6		6	37.9		8	47.3		15	69.3		25	94.9
	8	40.0		8	43.8		10	52.9		20	80.0		30	103.9
	10	44.7		10	49.0		15	64.8		25	89.4		35	112.2
	12	49.0		12	53.7		20	74.8		30	98.0		40	120.0
	15	54.8		15	60.0		25	83.7		35	105.8		45	127.3
	20	63.2		20	69.3		30	91.7		40	113.1		50	134.2
	25	70.7		25	77.5		35	99.0		45	120.0		55	140.7
50	30	77.5	60	30	84.9	70	40	105.8	80	50	126.5	90	60	147.0
	35	83.7		35	91.7		45	112.2		55	132.7		65	153.0
	40	89.4		40	98.0		50	118.3		60	138.6		70	158.7
	45	94.9		45	103.9		55	124.1		65	144.2		75	164.3
	50	100		50	109.5		60	129.6		70	149.7		80	169.7
				55	114.9		65	134.9		75	154.9		85	174.9
				60	120		70	140		80	160		90	180