

强农惠农丛书·现代农业装备系列

太阳能 设备 维修

赵民善 主编



中原出版传媒集团
中原农民出版社

农丛书·现代农业装备系列

太阳能 设备维修

赵民善 主编

中原出版传媒集团
中原农民出版社
· 郑州 ·

本书作者

主 编 赵民善

副主编 黄 黎

编 者 王 亮

图书在版编目(CIP)数据

太阳能沼气设备维修/赵民善主编. —郑州:中原农民出版社,2013.8

(强农惠农丛书·现代农业装备系列)

ISBN 978-7-5542-0361-3

I. ①太… II. ①赵… III. ①农村—太阳能装置—沼气利用—设备—维修 IV. ①S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 154954 号

出版社:中原出版传媒集团 中原农民出版社

(地址:郑州市经五路 66 号 电话:0371—65751257

邮政编码:450002)

发行单位:全国新华书店

承印单位:辉县市伟业印务有限公司

开本:710mm×1010mm 1/16

印张:9.75

字数:160 千字

版次:2013 年 8 月第 1 版

印次:2013 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5542-0361-3

定价:16.00 元

本书如有印装质量问题,由承印厂负责调换

目 录

第一章 太阳能集热设备 / 1

- 第一节 太阳能的特点及储存 / 1
- 第二节 太阳能集热器 / 3
- 第三节 平板太阳能集热器 / 6
- 第四节 真空管太阳能集热器 / 13

第二章 太阳能热水器与热水循环系统 / 24

- 第一节 太阳能热水器 / 24
- 第二节 太阳能储热水箱 / 29
- 第三节 太阳能热水循环系统 / 33
- 第四节 太阳能热水系统的设计与施工 / 36
- 第五节 太阳能热水系统常见故障与维修 / 41

第三章 沼气技术基础 / 61

- 第一节 沼气发酵原理与原料配比 / 61
- 第二节 沼气发酵工艺条件与发酵类型 / 65

第四章 户用沼气池 / 69

- 第一节 户用沼气池的常用池型及其特点 / 69
- 第二节 户用沼气池的施工建造 / 80

第五章 太阳能沼气池 / 91

- 第一节 太阳能沼气池的类型与结构 / 91
- 第二节 太阳能沼气设备的设计与计算 / 93
- 第三节 沼气池的启动与运行管理 / 98
- 第四节 太阳能沼气设施常见故障与维修 / 101

第六章 太阳能沼气配套设施 / 110

- 第一节 沼气输配设备 / 110
- 第二节 沼气利用设备 / 116
- 第三节 沼气用具常见故障与维修 / 139

参考文献 / 150

第一章

太阳能集热设备

第一节 太阳能的特点及储存

一、太阳能的特点

1. 太阳能的优点 太阳能与常规能源相比,具有能量大、寿命长、不受地理位置限制、清洁无害的优点。

太阳能能量巨大。每年地球陆地上接收的太阳能相当于全球一年内总能耗的 3.5 万倍,是当今全世界可以开发的最大能源,也是人类 21 世纪的主要能源。

太阳能使用寿命长久。太阳的能量,按核反应速度及质量亏损率计算,太阳上氢的储量足够维持 600 亿年,与地球上人类历史相比,可以说太阳能是一种取之不尽、用之不竭的长久能源。

太阳能具有广泛性。阳光普照全球,地球上无论在陆地或海洋、高山或平原、沙漠或草地,不分国家与地区都可以就地开发利用太阳能,无须开采和运输。

太阳能是一种清洁的能源。在开发和利用过程中没有废渣、废料、废水和废气排出,没有噪声,不产生对人体有害的物质,不会造成环境污染和生态平衡的破坏,而且无论如何利用,对人类都是绝对安全的,在环境污染越来越严重的今天,这一特点极其宝贵。

2. 太阳能的缺点 太阳能利用存在能量密度较低,受天气、昼夜、季节等因素影响而分布不均等缺点。

太阳辐射的能量密度较低。一般在北回归线附近夏季阳光较好,正午地面上接收的太阳辐照度约为 $1\ 000\text{W}/\text{m}^2$ 。按全年日平均约为 $500\text{W}/\text{m}^2$,而在冬季只有年日平均辐照度的一半。因此,在开发利用太阳能时,需要较大的采光面积。

由于夜晚得不到太阳辐射,需要考虑配备储能设备,供夜晚使用,或增

设辅助热源,才能全天候应用。

太阳能还随天气变化、季节变换而变化,从而影响太阳能利用的稳定性。

因此,太阳能储存技术在太阳能开发利用方面是一项重要的技术,必须加强研究与攻关。

二、太阳能的储存

能量储存技术主要包括机械能、电能和热能储存。热能是最普遍的能量形式,热能储存是我国普遍使用的太阳能收集和储存方式。热能储存的方法可以分为显热储存、潜热储存、化学能储存和地下含水层储热四大类。

1. 显热储存 显热储存是通过蓄热材料温度升高来达到蓄热的目的。蓄热材料的比热容越大、密度越大,所蓄的热量也越多。在选择各种蓄热材料时,一方面要着重考虑其蓄热性能,另外价格、获取难易程度也是重要的影响因素。在各种蓄热材料如水、碎铁块、碎铝块、碎混凝土块、岩石、砖块中(见表1-1),水的比热容最大,即单位体积的热容最大,而且水在地球上储量大、分布广,是一种比较理想的蓄热材料。

表1-1 若干蓄热材料的蓄热性质

材 料	密度(kg/m^3)	比热容 $[\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$	单位体积热容 $[\text{MJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})]$	
			无空隙	30%的空隙
水	1 000	4 180	4.18	2.53
碎铁块	7 830	460	3.61	1.74
碎铝块	2 690	920	2.48	1.78
碎混凝土块	2 240	1 130	1.86	1.63
岩石	2 680	879	2.33	1.38
砖块	2 240	879	1.97	—

2. 潜热储存 潜热储存是利用蓄热材料发生相变而储热。由于潜热储存热量比显热储存热量大得多,因此潜热储存有更高的储能密度。通常潜热储存都是利用固—液相变蓄热,因此好的蓄热材料的性能要求熔化潜热大,熔点在适应范围内,冷却时结晶率高,化学稳定性好,热导率高,对容器腐蚀性小,不易燃,无毒,价格低廉。常用的低温潜热蓄热材料的性质,见表1-2。

水具有汽化潜热较大、温度适应范围较大、化学性质稳定、无毒、价廉等许多优点,是液—气相变蓄热应用最广的蓄热材料。但水在汽化时有很大的体积变化,需要较大的蓄热容器,只适用于随时储存或短期储存热能。

表 1-2 常用的低温潜热蓄热材料的性质

材 料	熔点 (℃)	熔化热 (kJ/kg)	材 料	熔点 (℃)	熔化热 (kJ/kg)
六水氯化钙	29.4	170	正二十烷	36.7	247
十水碳酸钠	33	251	聚乙二醇 600	20 ~ 25	146
十水硫酸钠	32.4	253	硬脂酸	69.4	199
五水硫代硫酸钠	49	200	甘油三硬脂酸酯	56	190.8
十二水磷酸二钠	36	280	十水硫酸钠/氯化钠/氯化铵低熔共晶盐	13	181.3
正十八烷	28	243	水	0.0	333.4

3. 化学能储存 化学能储存是利用某些物质在可逆反应中的吸热和放热过程来达到热能的储存和提取。这是一种高能量密度的储存方法,但在应用上还存在不少技术上的困难,目前尚难实际应用。

4. 地下含水层储热 地下含水层储热是长期储存热能的有效途径之一,如采暖和空调等典型的季节性负荷常采用此类储能方式。

含水层储能是利用地下岩层的孔隙、裂隙、溶洞等储水构造以及地下水在含水层中流速慢和水温变化小的特点,用管井回灌的方法,冬季将冷水或夏季将热水灌入含水层储存起来。

由于灌入含水层的冷水或热水有压力,它们推挤原来的地下水而储存在井周围的含水层里。随着灌入水量的增加,灌入的冷水或热水不断向四周迁移,从而形成“地下冷水库”或“地下热水库”。当需要提取冷水或热水时,再通过管井抽取。

不仅地下含水层储热,另外土壤库、岩石库等大规模地下储热的储能方法也都有较好的发展前景。

第二节 太阳能集热器

太阳能集热器是一种收集太阳辐射并向流经自身的传热工质(水)传递

热量的装置。无论是太阳能热水器、太阳房、太阳能干燥器、太阳能热电站等,都离不开太阳能集热器。

一、太阳能集热器的类型

太阳能集热器可以根据不同方法进行分类:

 按传热工质不同可分为液体集热器和空气集热器。

 按收集太阳辐射方法不同可分为聚光型太阳能集热器和非聚光型太阳能集热器。

 按集热器是否跟踪太阳可分为跟踪集热器和非跟踪集热器。

 按集热器的结构不同可分为平板集热器、真空管集热器。

 按集热器的工作温度不同可分为低温集热器(100°C 以下)、中温集热器($100 \sim 200^{\circ}\text{C}$)和高温集热器(200°C 以上)。

二、太阳能集热器的功用

太阳能集热器已被广泛应用在工业、农业的热水应用工程,如锅炉进水的预热、牛奶加工及食品行业、制革、缫丝、印染及电影胶卷的冲洗等行业。

太阳能集热器是太阳能热水器最重要的组成部分,其热性能与成本对太阳能热水器的优劣起着决定性作用。生活热水,包括住宅、旅馆、学校、酒店、桑拿浴室等热水使用单位,尤其是游泳池水温加热,一般要求 28°C 左右,采用平板集热器效果十分理想;建筑行业的采暖和空调,包括地下人防工程的除湿、加温等诸多领域。太阳能集热器若采用真空隔热、选择性吸收涂层及跟踪技术聚光型集热器,其集热温度达 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$,可用于太阳能发电系统。

三、太阳能集热器集热原理

在进行太阳能热利用时,关键技术是将太阳的辐射能转换为热能。由于太阳能比较分散,必须设法将其集中起来,因此,集热器是各种太阳能利用装置的关键设施。集热器中,吸热装置吸收太阳辐射,把太阳光能转化为热能,将传热工质(主要是水)从低温加热到高温。热能的传递主要是通过热传导、对流和辐射三种方式实现的。

1. 热传导 热传导是依靠物体直接接触来传递能量的。一个物体的高温部分向低温部分传热,或彼此互相紧密接触的两物体之间的传热就是热

传导。若固体壁面两侧的温度 T_1 和 T_2 不相等(设 $T_1 > T_2$), 热量 Q 就会从高温 T_1 侧传向低温 T_2 侧。如: 在平板式太阳能集热器的盖板内外表面间进行的传热过程。

2. 对流传热 在太阳能集热器和储热水箱中, 热量的交换都是在流动的流体和固体壁面之间进行的, 这种在流体与固体壁面之间的热量交换称为对流传热。例如: 在太阳能平板集热器内与吸热面板有良好结合的管道或通道内水与管壁之间的传热; 再如, 真空集热管壁与管内水被加热, 都属于对流传热。

若流体的运动是靠外力, 如泵和风机等产生的, 称为受迫对流(或强迫对流); 若流体的运动是由流体内存在温差导致密度差而产生的浮升力引起的, 则称为自然对流。

3. 辐射传热 通常, 把物体因有一定的温度而发射的辐射能称为热辐射。热辐射所包括的波长范围为 $0.3 \sim 50 \mu\text{m}$, 其中 $0.4 \mu\text{m}$ 以下为紫外线波段, $0.4 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 为可见光波段, $0.7 \mu\text{m}$ 以上为红外线波段。前面所讲的热传导和对流传热都是在物体之间或物体中进行的热量交换, 而热辐射是一种不需要物质直接接触而进行的电磁波热量传递方式。

物体之间也存在辐射传热。因任何物体都在不停地向四周空间发射辐射能, 同时也在不断地吸收从四周物体照射来的辐射能, 从而构成辐射传热。当物体与周围物体的温度相等时, 该物体吸收和放出的辐射能相等, 此时该物体处于热平衡状态; 而当该物体与周围物体的温度不相等时, 则物体的吸收和放出的辐射能就不相等, 从而形成物体之间的辐射传热。

4. 复合传热 热量从一种流体通过固体壁传到另一种流体的传热过程是复合传热中较为常见的一种情况, 称为复合传热过程。

实际传热过程并不是按上述三种方式单一进行的, 而是两种以上同时发生的。例如平板式太阳能集热器, 太阳以辐射形式向吸热板加热, 然后通过固体的吸热板壁以热传导形式将热量传导给内壁, 再以对流形式在内板壁与水之间进行对流传热, 将水温提高, 与此同时还要考虑吸热板在与空气接触的一面板壁与空气的自然对流传热。

第三节 平板太阳能集热器

一、平板太阳能集热器的工作原理

平板太阳能集热器是利用吸热体吸收太阳辐射能量,并向工质传递热量的集热装置。平板太阳能集热器运行可靠,承压能力强,吸热面积大,并且易于和建筑相结合。

平板太阳能集热器的外观如图 1-1 所示。

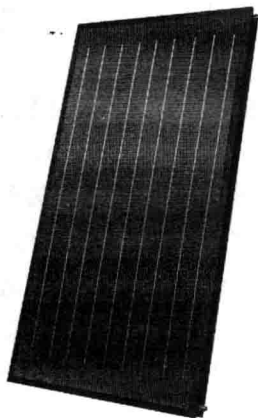


图 1-1 平板太阳能集热器单体

平板太阳能集热器工作的原理是:太阳辐射穿过透明盖板投射在吸热体上,吸热体吸收太阳辐射并将其转换成热能,然后将热量传递给吸热体内的传热工质,最后传热工质将有用的能量输送到储热水箱中进行储存和加以利用。在此过程中,吸热体温度升高后,由于与周围环境的温度差,不可避免地要通过传导、对流和辐射等方式向四周散热,使集热器收集的热量损失一部分。

二、平板太阳能集热器的类型

根据吸热板的结构不同,平板型太阳能集热器可分为管板式、翼管式、扁盒式、蛇管式等。根据聚光方式不同,平板型太阳能集热器可分为聚光型和非聚光型。

1. 管板式 管板式吸热体是将排管与平板以各种不同的结合方式连接

构成吸热条带,如图 1-2 所示,然后再与上下集管焊接成吸热体。这是目前国内使用比较普遍的吸热体结构类型。

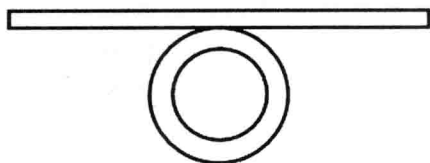


图 1-2 管板式吸热体断面形状

排管与平板的结合有捆扎、铆接、胶黏、锡焊等,但这些方式工艺落后,结合热阻也较大,后来已逐渐被淘汰。目前主要有热碾压吹胀、高频焊接、超声焊接及激光焊接等。加工材料可采用铜铝复合吸热体。

铜铝复合管板式吸热体优点是:①热效率高,热碾压使铜管和铝板之间达到冶金结合,无结合热阻;②水质清洁,吸热体接触水的部分是铜材,不会被腐蚀;③保证质量,整个生产过程实现机械化,使产品质量得到保证;④耐压能力强,太阳条带是用高压空气吹胀成型的。

铜铝复合管板式吸热体也有两大缺点:①太阳条带不能直接与集管焊接,必须用一个一端圆形、另一端菱形的铜管作为焊接的过渡段,而且一端是高温焊、另一端是低温焊,这样就大大降低了漏水的可能性;②吸热体使用期内发生渗漏,很难修补,另外使用寿命到期后,回收利用难度大。

近年来,全铜吸热体正在我国逐步兴起。全铜吸热体是将铜管和铜板通过焊接工艺连接在一起形成的,具有铜铝复合太阳条带的所有优点。但缺点是价格偏高。为了降低成本,也可以用铝板代替紫铜板。

2. 翼管式 翼管式吸热体是利用模子挤压拉伸工艺制成金属管,两侧连有翼片的吸热条带,如图 1-3 所示,然后再与上、下集管焊接成吸热体。吸热体材料一般采用防腐蚀的铝合金。

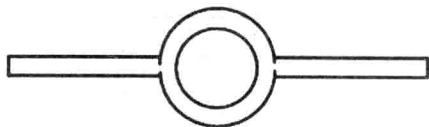


图 1-3 翼管式吸热体断面形状

翼管式吸热体的优点是:①热效率高,管子和平板是一体的,无结合热阻;②耐压能力强,铝合金管可以承受较高的压力;③易保证质量,生产易实现机械化。

缺点是:①水质不易保证,会被腐蚀,特别是未采用真正的防腐铝合金;②材料用量大,工艺要求管壁和翼片都要有较大的厚度。

3. 扁盒式 扁盒式吸热体是将两块金属板分别模压成型,然后再焊接成一体构成吸热体,如图 1-4 所示。吸热体材料可采用不锈钢、防腐蚀铝合金、镀锌钢等。通常,流体通道之间采用点焊工艺,吸热体四周采用滚焊工艺。

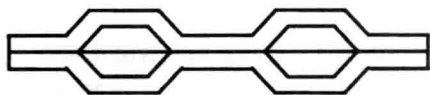


图 1-4 扁盒式吸热体断面形状

扁盒式吸热体的优点是:①吸热率高,管子和平板是一体,无结合热阻;②集热器本体不需要焊接集管,流体通道和集管采用一次模压成型。然后进行点焊和滚焊工艺。但在集热器进出口处还是需要焊接集管。

缺点是:①焊接工艺难度大,容易出现焊接穿透或者焊接不牢的问题;②耐压能力差,焊点不能承受较高的压力。

4. 蛇管式 蛇管式吸热体是将金属管弯曲成蛇形,如图 1-5 所示,然后再与平板焊接或减紧压结合构成吸热体。吸热体材料一般采用铜管铜板或铜管铝板,焊接工艺可采用高频焊接、超声焊接或激光焊接。

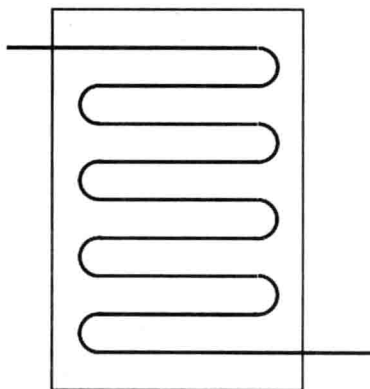


图 1-5 蛇管式吸热体断面形状

蛇管式吸热体的优点是:①不需要另外焊接集管,不仅泄漏的可能性极小,而且省去了集管,降低了成本;②热效率高,无结合热阻;③水质清洁,铜管不会被腐蚀;④保证质量,整个生产过程实现机械化;⑤耐压能力强,铜管

可以承受较高的压力。

缺点是：①流动阻力大，流体通道不是并联而是串联；②焊接难度大，焊缝不是直线而是曲线。

三、平板太阳能集热器的基本构造

平板太阳能集热器的主要构造包括吸热体、透明盖板、隔热层和外壳四部分。平板太阳能集热器的结构如图 1-6 所示。

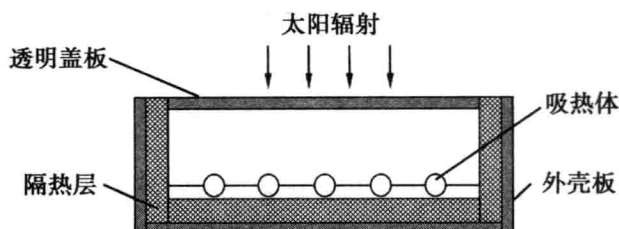


图 1-6 平板集热器结构示意图

（一）吸热体

集热器是通过吸热体吸收太阳辐射，并将其转换成热能的，因此吸热体的品质直接影响集热器功能的好坏。

1. 吸热体的技术要求 吸热体是平板集热器内吸收太阳辐射能并向传热工质传递热量的部件。优质的吸热体有以下技术要求：

（1）对太阳辐射的吸收率高 即要求吸热体尽可能多地吸收太阳辐射能。

（2）传热性好 作为吸热体材料，要求其热传导性能越高越好，从而能够最大限度地将热能传递给传热工质。

（3）与传热工质有良好的相容性 吸热体与传热工质的化学性质不能有冲突，即要求二者不会发生化学反应出现腐蚀和变质，甚至生成有害物质。

（4）能够承受一定的压力 根据需要，吸热体应有一定的承压能力，承压范围一般为 $0.05 \sim 0.6 \text{ MPa}$ 。

2. 吸热体的结构 吸热体上通常都要布置排管和集管，排管和集管是传热工质流动的通道，由其内部传热工质将吸热体吸收的能量传导到储热装置。其中纵向排列并构成流体通道的吸热体部件称排管；而吸热体上下两端横向连接若干根排管并构成流体通道的部件称集管。

3. 吸热体上的涂层 在吸热体上应当用深色涂层覆盖,从而使吸热体能够最大限度地吸收太阳辐射能并将其转换成热能,这种深色涂层称为太阳能吸收涂层。

太阳能吸收涂层可分为两大类:非选择性吸收涂层和选择性吸收涂层。非选择性吸收涂层是指其光学特性与辐射波长无关的吸收涂层;选择性吸收涂层则是指其光学特性随辐射波长不同有显著变化的吸收涂层。

一般而言,要单纯达到高的太阳吸收率并不十分困难,难的是要在保持高的太阳吸收率的同时又达到低的发射率。对于选择性吸收涂层来说,随着太阳吸收率的提高,往往发射率也随之升高。对于通常使用的黑板漆来说,其太阳吸收率可高达 0.95,但发射率也在 0.90 左右,所以属于非选择性吸收涂层。

选择性吸收涂层可以用多种方法制备,如喷涂方法、化学方法、电化学方法、真空蒸发方法、磁控溅射方法等。采用这些方法制备的选择性吸收涂层绝大多数太阳吸收率可达到 0.90 以上,但是它们的发射率范围却有明显的区别,见表 1-3。

表 1-3 不同方法制备的选择性吸收涂层的发射率 ε

制备方法	涂层材料	ε
喷涂方法	硫化铅、氯化钴、氯化铁、铁锰铜氧化物等	0.30 ~ 0.50
化学方法	氧化铜、氧化铁等	0.18 ~ 0.32
电化学方法	黑铬、黑镍、黑钴、铝等	0.08 ~ 0.20
真空蒸发方法	黑铬/铝、硫化铅/铝等	0.05 ~ 0.12
磁控溅射方法	铝-氮/铝、铝-氮-氧/铝、铝-碳-氧/铝、不锈钢-碳/铝等	0.04 ~ 0.09

4. 吸热体的材料 吸热体的材料要求传热系数高,与传热工质(水)的相容性好,不易腐蚀,耐压和加工工艺性能好,价格较便宜。目前吸热体常用材料中采用的金属材料有铜、铝合金、不锈钢、热镀锌板,采用的非金属材料有塑料、橡胶等。

(二) 透明盖板

透明盖板的主要作用是让尽可能多的太阳辐射投射到吸热体上,并起到保护吸热体的作用,另外还能减少吸热体向周围环境的散热。

1. 对透明盖板的技术要求

(1) 太阳透射板要大 太阳透射比愈大愈好,目的是让更多的太阳辐射

能照射到吸热体上。根据国家标准 GB/T 6424—1997 规定,太阳透射比应不小于 0.78。

(2) 红外透射比要小 红外透射比愈小愈好,这样可以减少因吸热体温度升高后向周围环境散失的辐射热量。

(3) 盖板材料的热导率要求低于 $0.76 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 这样可减少向周围环境的散热。

(4) 耐冲击强度高 要求一般情况下能承受冰雹、碎石等外力的冲击而不会损坏。

(5) 要求具有良好的耐候性能 即在室外长期使用后性能无明显下降。

2. 盖板的材料 集热器盖板材料主要有平板玻璃、钢化玻璃和玻璃钢透明板。

平板玻璃具有太阳透射比大、热导率低、耐候性能好、价格低等优点。但是太阳透射比小和抗冲击强度差是目前存在的主要问题,国内 3mm 厚普通平板玻璃的太阳透射比均在 0.83 以下,直到近两年来,平板玻璃材料和工艺才有了很大改进,4mm 厚平板玻璃的太阳透射比已达 0.88 以上。为了改善玻璃的抗冲击强度,不少企业的一些优质集热器已普遍采用钢化玻璃。

近年来玻璃钢材料及加工工艺都有了很大改进,国内多家企业已大批量生产销售单层及双层玻璃钢透明塑料板材。如贝尔双层玻璃透明塑料板材,无论是性能和成本均可接受。

3. 透明盖板的层数及间距 透明盖板的层数取决于太阳能集热器的工作温度及使用地区的气候条件。绝大多数情况下采用单层透明盖板。当太阳能集热器的工作温度较高或者在气温较低的地区使用时,宜采用双层透明盖板。双层透明盖板虽然可以进一步减少集热器的对流和辐射热损失,但同时会大幅度降低实际有效的太阳透射比。透明盖板与吸热板之间的距离应大于 20mm。

(三) 隔热层

隔热层是集热器中抑制吸热体通过热传导向周围环境散热的部件。

1. 对隔热层的技术要求 根据隔热层的功能,要求隔热层的热导率低,不易变形,不易挥发,更不能产生有害气体。

2. 隔热层的材料 用于隔热层的材料有岩棉、矿棉、聚氨酯、聚苯乙烯等。根据国家标准《平板型太阳集热器技术条件》(GB/T 6424—1997) 的规定,隔热层材料的热导率应不低于 $0.055 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。因而上述几种材料

都能满足要求。目前使用较多的是岩棉。

常见的隔热材料的性能见表 1-4。从表 1-4 所列的数值来看,虽然聚苯乙烯的热导率很低,但在温度高于 70℃ 时就会变形收缩,影响它在集热器中的隔热效果。所以在实际使用时,往往需要在底部隔热层与吸热体之间放置一层薄薄的岩棉或矿棉,在四周隔热层的表面贴一层薄的镀铝聚酯薄膜,使隔热层能在较低的温度条件下工作。

表 1-4 隔热材料性能

材料名称	安全使用温度(℃)	密度(kg/m ³)	热导率[W/(m·K)]
膨胀珍珠岩	800	40~300	<0.04
水泥珍珠岩板	<650	250~350	0.07~0.08
矿渣棉	<250	<150	0.04
酚醛树脂矿棉板	<300	200	0.04
火山岩棉	<700	80~110	<0.04
铝箔保温隔热纸板(5层)	<300	<150	0.06
酚醛玻璃矿棉板	<300	<150	0.04
岩棉板	<350	100~200	0.03
聚苯乙烯泡沫塑料板	<70	20~50	<0.047
硬质聚氯乙烯泡沫塑料板	<80	<45	<0.043
聚酯型软质聚氨酯泡沫塑料	<100	30~40	0.047
聚氨酯	<100	30~400	0.047

3. 隔热层的厚度 隔热层的厚度应根据选用的材料种类、集热器的工作温度、使用地区的气候条件等因素确定。应当遵循这样一条原则:材料的热导率越高、集热器的工作温度越高、使用地区的环境气温越低,隔热层的厚度就要求越大。一般底部隔热层的厚度选用 30~50mm,侧面隔热层的厚度与之大致相同。

(四) 外壳

外壳是集热器中保护及连接固定吸热体、透明盖板和隔热层的部件。

1. 对外壳的技术要求 根据外壳的功能,要求外壳有一定的强度和刚度,有较好的密封性及耐腐蚀性,而且有美观的外形。

2. 外壳的材料 用于外壳的材料有铝合金板、不锈钢板、彩色钢板、碳钢板、塑料、玻璃钢等。为了提高外壳的密封性,普遍采用密封圈、密封条和