



# 新世纪的绿色环保能源

官自强 季福坤

(华北航天工业学院 河北廊坊 065000)

我们伴随着日益严重的世界性能源短缺和环境污染走进了21世纪。原油价格不断上涨的浪潮还在升温,而地球上的化石燃料如石油、煤炭等这些不可再生能源的储量在快速减少。那么,寻找无污染且可持续发展的绿色环保能源来取代化石燃料已是人类的共同课题之一。按照我国的21世纪发展计划,即到2050年进入中等发达国家的行列,那么,我国那时的年人均GDP要达到5000至6000美元(美国、日本20世纪80年代的水平)。设想那时的单位产值能耗可降至0.41吨标准煤/千美元GDP,可以推算出2050年一次能源总需求量约为34.4亿吨标准煤,按16亿人口计算,人均约为2.15吨标准煤。这就是说,到2050年,我国的GDP要增长10倍左右,而人均能源消耗仅增长1倍左右。况且我国当前的能源80%以上来源于原煤、石油、天然气这些化石燃料。它们污染环境、破坏地球的生态平衡、不可再生的特点,决定了我们必须大力发展绿色环保能源,以便从根本上保证我们国家的可持续发展战略得以实施。这里我们仅讨论与太阳直接相关的两种绿色环保能源——太阳能和风能。

## 一、太阳能

自从人类诞生至今,太阳能一直是人类生存的能量之源。太阳为人类生存提供了热能、光能、各种植物和化石燃料的化学能、风能等等。这些能量都一直间接或直接、被动或主动地为我们所用。太阳能是一种清洁的再生自然资源。应用太阳能,既不会出现大气污染,也不必担心生态平衡被破坏,可持续时间长,而且太阳光所及的地方都有可利用的太阳能。所以,在目前世界性能源短缺和对环境保护要求日益严格的情况下,太阳能的利用具有特别重要的意义。自20世纪60年代以来,世界各国都对太阳能给予高度重视。各发达国家自20世纪80年代

以来太阳能利用方面发展得都很快。预计到2050年,美国、日本等发达国家中,太阳能将占能源结构的60%以上。专家们预言,太阳能在21世纪将成为人类主要的能源之一。

### 1. 太阳能的产生

太阳是一个高温高压质量巨大的气态球体,主要由氢和氦两种元素构成。其表面的平均温度约为6000K,中心附近温度高达 $1.5 \times 10^7$ K。所以,太阳内部的物质具备了充分的热核聚变反应的条件。太阳内部进行的热核聚变反应机制是4个质子聚变为1个氦核的过程。这一过程使太阳每天消耗掉大约 $5 \times 10^{13}$ 吨的氢,以产生巨大的核反应能量并不断向外辐射,形成了可供人类持续使用的太阳能。

太阳内部任一时刻都有大量的氢核参与热核聚变反应,以致于每秒内放出的太阳能高达 $4 \times 10^{26}$ 焦耳。根据爱因斯坦的质能关系方程,可以计算出太阳每秒的质量亏损高达400多万吨。尽管质量亏损如此巨大,但相对太阳 $1.99 \times 10^{30}$ 千克的质量而言,这样的质量亏损仍属微不足道的,至少可以维持几百亿年。太阳之所以能维持缓慢的聚变反应,是因为太阳的巨大质量产生的强大引力,把自身压缩成等离子体状态。

太阳表面不断地以电磁波的形式向宇宙空间辐射能量,太阳每秒辐射到地球的能量,约为 $1.7 \times 10^{17}$ 瓦。由于大气层的吸引和反射,这部分能量的40%至50%左右辐射到了地球的表面。仅这一部分能量每年就达 $2 \times 10^{24}$ 焦耳。相当于人类所有能源在20世纪内所提供的能量的100倍以上。如此之大的数据告诉我们:太阳能是取之不尽的自然能源,也是人类最可以依赖的能源。

### 2. 太阳能的开发和利用

直接利用太阳能可通过3种途径:即光热转换、光电转换和光化学转换。这里我们主要讨论与物理

现代物理知识

学直接相关的前两种转换。

### (1) 光热转换

光热转换是将太阳辐射到地球的光能转换为地球上其他物质的内能的过程。光热转换所产生的热量可用于采暖、空调、水加热和干燥等诸多方面。由于光热转换成本低、技术上容易实现,适用面广,所以现在世界上许多国家都把它放在太阳能利用的首位。

光热转换的主要技术问题是如何来收集太阳能并高效地转换为热能。完成该项任务的装置称为集热器。能否高效地进行光热转换,取决于性能优良的功能材料。集热器的集热方式有平板型和聚焦型两种。平板型集热器吸收太阳辐射的面积与采集太阳辐射的面积相同,集热温度一般在 $80^{\circ}\text{C}$ — $100^{\circ}\text{C}$ 之间。目前广泛用于热水器上的真空玻璃管型太阳能集热器和新近开发的热管真空管太阳能集热器都属于平板型。为把更多的热量传递给集热器中的媒质,采用了在太阳光短波区域内吸收率高,而向外的长波低温辐射率低的材料作涂层,并使管内为真空以减少热传导引起的热损失。此外,还可以利用物理光学的干涉原理,采用镀膜技术增加透射光,使尽可能多的光能转化为热能。聚焦型集热器通过有凹型的反射器,以使落在反射器总面积上的辐射能聚集到表面积较小的换热器上,其集热温度可达数百度至上千度。利用获得的热量,可以进行太阳能热发电,提供生活用热水,替代锅炉为暖气系统供热,对空调系统进行吸收式制冷和工业制冷。

太阳能是随时间变化的能源,虽然供暖和制冷等也要随时间而变,但其变化规律完全不同于太阳能供给的变化规律。因此,如果要满足能量供给的需要,必须要解决蓄能问题。太阳能蓄能器一般有3种形式:固体蓄热器,液体蓄热器和潜热蓄热器。前两种蓄热器都是利用物质温度升高吸收热量而实现蓄热的,称为显热蓄热。潜热蓄热是利用某些物质发生相变时吸收或散发潜热来完成的,故又称相变蓄热。固体蓄热器一般用卵石作为热贮介质,同时卵石又是热交换器。液体蓄热器一般是贮水容器,其中水是热贮介质。潜热蓄热器必须使用具有高潜热的相变材料,且要求相变材料能在多次可逆相变中无严重变质。

很有发展前途的太阳能应用之一,就是太阳能供暖。太阳能供暖可采用被动式供暖系统或主动式供暖系统两种。前者不需要任何专用设备,只是根

据传热学原理,将房屋南面墙用蓄热好的材料建造,墙外盖有玻璃,其间形成空气夹层,配有通气孔与室内相通,通过冷热空气对流达到供暖的作用。后者则与常规的供暖系统相同,需要专门的供暖设备,并以太阳能集热器作为热源代替常规的燃料锅炉。

通过集热器采集的太阳能既可以用于供暖又可以制冷。通过消耗太阳能转化来的内能使热量从低温物体向高温物体传递。所使用的工质是两种不同沸点的物质组成的混合物。其中,沸点低的为制冷剂,沸点高的为吸收剂。通过选用不同的工质,可获得零度以上或零度以下的低温。由于阴雨天阳光不足,太阳能制冷也需要配有辅助系统,来保证制冷的连续性和稳定性。

一种很可行的综合系统是将太阳能供暖和太阳能制冷结合起来,一个集热器分季节既可用于供暖又可以用于制冷,这可以降低成本,提高集热器的利用率。

太阳能热力发电是当今世界各国在太阳能利用方面研究的主要课题之一。太阳能热力发电就是用太阳能集热器作为热源代替常规的燃料锅炉,用太阳能热力系统带动发电机发电。太阳能热力发电要求集热温度高,需采用聚焦型集热器,以提高光能流密度。目前被采用的有平面镜集热、曲面镜集热、透镜集热等。太阳能热力系统中工质的选择也是非常重要的。高集热温度要求高沸点的工质。对于大功率的太阳能热力发电系统,需要较大的占地面积。因此,太阳能热力发电特别适合于偏远地区和电力输送困难的地区。

### (2) 光电转换

光电转换即太阳光发电。由于它不需要燃料,没有运动部件,无气体排放,所以它既没有任何污染,也不会破坏生态平衡。因此,在利用太阳能发电中,太阳光发电在21世纪中具有特别重要的地位。

太阳光发电是通过太阳能电池直接将太阳光的光能转换为电能。我们称由于光照而产生电动势的现象为光伏效应。太阳能电池就是依据光伏效应而设计出来的。太阳能电池是用半导体材料制成,一般为p-n结型二极管,靠p-n结的光伏效应产生电动势。其种类现已多种多样。按材料分类有硅、化合物半导体、有机半导体等;按材料结晶形态有单晶、多晶和非晶态。单晶硅太阳能电池转换效率高,通过使用增透技术和低辐射技术,在正常阳光下光电效率可达22.8%,在聚光情况下可达28.2%。单片单晶硅太阳

电池在强阳光照射时,可产生 0.6 伏特左右的电动势,  $5\text{cm}^2$  的太阳电池可获得 0.1 安培的电流。一般阳光照射时,每  $5\text{cm}^2$  的太阳电池可获得几十毫安的电流。这些单片硅太阳电池也可按照要求通过串联或并联的方式组合成一定规格电源,以提供中等以及较大的电功率。当组成较大功率的电源时,考虑到其提供的电功率随其受光面上的光通量的变化而变化,例如多云天气下,太阳电池是靠漫反射光发电,功率会降低。我们常将其与能够充放电的二次电池一起使用,例如 Ni-Cd 碱蓄电池和低放电型铅蓄电池等。单晶硅太阳电池惟一的缺点是造价较高。利用大面积非晶态硅薄膜半导体制造太阳电池也很有发展前途。它制造简单、耗能低、使用材料少,是一种成本低但性能良好的太阳电池。

以长远发展的角度看,太阳光发电技术是未来最有希望达到工业规模应用的新能源发电技术。尽管目前太阳光发电技术的应用规模还不小,但是一旦解决了其成本过高的问题后,太阳光发电技术将会遍地开花,达到一个令人吃惊的工业规模。

## 二、风能

空气的流动称为风。风能来源于太阳能。当太阳照射地球表面时,由于照射角度和昼夜之别,地球表面各处受热不同,因而产生了温差,故形成了大气对流运动。所以风能的利用就是太阳能的二次利用。

风能的能量也是非常巨大的。据估计,地球上一年风能约为 200 亿千瓦左右。风能是一种有利有害的能量。风能可以产生沙尘暴,也可以用于发电。如何很好地利用风能,使其更多地为人类服务,是我们需要好好研究的课题。

### 1. 风能是一种可再生的绿色环保能源

从古到今,风能的利用一直为人们所关注。特别是随着能源危机的不断加重,风能利用受到了世界各国的普遍关注和重视。风能发电属于经济型可再生绿色环保能源发电方式。过去的 18 年间,世界风能发电装机容量以平均每年增长 52% 的速度增加。专家们预测,在 21 世纪,风能将占能源结构的 10% 以上,其中风能发电总量将达到全世界发电总量的 15% 以上。

风能发电灵活多样,既可单机发电,又可机组发电,以适合不同的需要。现在中小型风能单机发电在很多国家都处于增容发展过程,技术也比较成熟。当今世界对风能发电研究的重点是风能发电机大型化、提高效率和可靠性。当今风能发电机大型的单

机发电能力已经达到 600 千瓦以上。我国当前还不能制造大型高性能的风能发电机。另外,几千千瓦或者更大的风能发电机群也是各国专家关注的研究方向,这种大面积的发电机群又称为风车田。由于它的垂直面积大,它本身兼有利用风能发电和减少风害的双重作用。在地下水资源允许、且生态环境不好的地区,还可以用其发电取水,植树造林,以改变当地的生态环境。

### 2. 世界风能利用现状

目前全世界大约有近百万台风能发电机在工作,发电总功率在数百万千瓦左右。风能利用最好的国家当数丹麦,它在风能开发应用研究方面处于领先地位。这与丹麦地处富风区、风能密度高、风速全年几乎不变有必然联系。素有“风车之国”之称的荷兰在 90 年代初期风能发电就已经达到了 15 万千瓦,现在已经达到了近百万千瓦。此外,近海风场的开发利用也是方兴未艾。瑞典 7 家企业联合,准备在近海建造 98 台风能发电机,单机功率 300 千瓦,风轮直径为 80 米,每 7 台组成一座电站,共 14 座,联成一片,以 120 千伏的海底电缆同陆地联网。我国也有较丰富的风能资源,初步统计约为 10 亿千瓦以上,平均风能密度为每平方米 100 瓦以上。在我国的西北部地区,平均风能密度可达到每平方米 200 瓦以上。我国当前风能发电还处于研究试点阶段,发展方针是以小型为主、兼顾中大型。现在我国的内蒙、新疆、甘肃都有风能发电机在工作。目前我国共有风能发电机组约几十万台,最大的是位于新疆达板城,装机容量达 4000 千瓦的风能发电场。

### 3. 风能发电

风能是一种机械能,是由于空气流动而具有的动能。风能的能量密度可以用下面的公式计算:

$$\omega = \rho v^2 / 2$$

其中,  $\rho$  为空气密度,  $v$  为风速。

风能的能流密度可以用下面的公式计算:

$$I = \omega v = \rho v^3 / 2$$

上式说明,风能与风速的立方成正比。因此,风速越大的地区风能资源越丰富。另外,风能的利用必须具备 3 个主要条件:一是要达到启动风轮机的最小风速,即至少为三级风,风速不小于 3 米每秒,对中大型风轮机风速还要再大一些。二是不能超过风轮机的允许最大风速,这一指标由风轮机的设计要求来决定。三是要保证可用风速一年内的持续总时数,这一指标可根据以往的气象风速记录来确定。

现代物理知识

# 激光雷达在大气测量中的应用

杨 洋

(承德石油高等专科学校物理系 河北 067000)

从60年代初期激光雷达问世以来,在短短30余年中,激光雷达技术得到了飞速的发展,其应用领域也越发广泛,涉及科学研究、军事工程和国民经济许多部分。特别是应用激光雷达技术在完全大气测量等项工作中显示出这一技术独有的特性和突出的发展前景。

激光雷达对大气的测量工作是通过射向大气中的激光与大气中的气溶胶及大气分子的作用而产生后向散射且被探测器接收而实现的。如图1所示:从激光雷达到被反射至接收器的信号携带着被测物质有关的信息(吸收、散射等),通过对这些信息进行分析便可得到所需的物理量(温度、速度、密度等)。

激光雷达对大气测量过程中根据激光与大气的

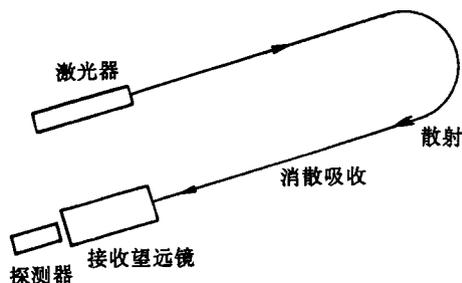


图 1

作用方式的不同及测量目的的不同,演变出了多种不同类型的激光雷达。

## 一、用于气溶胶的测量——米氏散射激光雷达

米氏散射激光雷达是最简单却又是十分有效的

风能资源和太阳能资源一样,也属于非恒定能源。它的可利用能量大小与季节、气象、地理位置等多种因素有关,所以也必须考虑蓄能、联网、辅助能源等问题。

### 4. 风能发电设备

风能发电设备主要由风轮机、传动变速机构、发电机、塔架等组成。风轮机的构造和样式很多,有浆叶绕水平轴转动的翼式风轮机,也有绕垂直轴转动的叶片式风轮机,还有圆环叶片绕垂直轴转动的风轮机等等。随着风能发电的发展,一定还会有其他更新更好的风轮机出现。但无论如何,叶片的受风面积(这里指叶片转动时所形成的圆面积)是决定风能发电功率的关键指标,因此,增加叶片长度是增加发电功率的主要方法。

### 三、太阳能与风能的综合利用

由于太阳能和风能都具有分散性和间断性的问题,对电力提供要求为不可间断的情况,我们就必须考虑储备电能、多个太阳能和风能发电系统联网、或与其他发电系统(水力发电或火力发电)并网,以保证供电的连续性。考虑到气象上的自然特点,阳光

充足时节往往是风速较小的时候,而阳光不充足时节往往是风速较大的时候,那么将太阳能发电与风能发电联合在一起,不失是一种比较理想的选择。这样可大大提高太阳能风能综合供电系统的供电稳定性。

新的世纪已经到来,人类对能源需求的增长将是越来越快,对能源的可持续性和清洁程度的要求越来越高,而对使用能源引起的负面效应,例如污染环境、破坏地球的生态平衡等,将有越来越严格的限制和要求。因此,加大对绿色环保能源利用的研究和开发、缩短研究-开发-应用的周期已是当务之急。尤其在人口密度不大、居住分散、地域广阔、且绿色环保能源丰富的地区,更应加大研究和开发的速度,并尽快进行区域性试点。例如,利用沙漠边缘地域辽阔和太阳能、风能资源充足的独特优势,进行太阳能、风能配套发电。以解决居住分散、地域广大造成的输电困难的问题。在太阳能发电方面,应以降低成本、达到工业规模为主要研究方向。新的世纪需要绿色环保能源。可以预言,21世纪将是一个以绿色环保能源为主要能源的新世纪。