

# 光伏太阳能温室的特点及应用前景

光伏太阳能温室既具有发电能力,又能进行种植生产,但应用局限性很大,应因地制宜,按需设计,适度发展。

刘立功 赵连法 刘超 尹希娟 丁卓

光伏太阳能温室是一种新型的温室,是在温室的部分或全部向阳面上铺设光伏太阳能发电装置的温室,它既具有发电能力,又能为一些作物或食用菌提供适宜的生长环境。经过大约5年时间的研究和推广,此类温室在山东、浙江等地已有少量在生产上应用,更多的地区则正计划应用此类温室。鉴于人们对其认识存在一些偏差,甚至错误的规划、建造和使用,在此,笔者谈谈个人的看法,希望能给大家提供一些参考。

## 1 光伏太阳能温室的种类

### 1.1 按照结构分类

光伏太阳能温室有两种类型,一种类似于传统的日光温室,带有保温性能良好的墙体,在采光面上安装有光伏太阳能电池板,称为光伏太阳能日光温室(图1);另一种类似于传统的连栋温室,屋顶向阳面安装有光伏太阳能电池板,墙体透明,以薄膜、玻璃或阳光板为墙体材料,保温性较差,称为光伏太阳能连栋温室(图2)。

对于大多数地区而言,鉴于发电与植物生长的

矛盾,光伏太阳能温室适合在夏季强光月份应用,而不适合在冬季弱光月份应用,也就是说在低温季节不能既发电又进行农业生产。故而在大多数情况下,只适宜建造光伏太阳能连栋温室。但在西藏、青海等地白天光照强、夜间温度低的特殊条件下,更适于设计建造光伏太阳能日光温室。



图1 光伏太阳能日光温室

### 1.2 按照遮光程度分类

光伏太阳能温室有全遮光型和部分遮光型两种类型。全遮光型多为日光温室结构类型,温室内几乎没有光照,温度变化较为平衡,适合种植食用菌类产品。部分遮光型包括全部的太阳能连栋温室和一些光伏太阳能日光温室。其光伏太阳能电池板的排列差异较大,从遮光面积比例来看,20%~80%不等。在光伏太阳能日光温室上,电池板在采光面后部排列较多,而前部相对较少或没有,遮光带更多的分布在后墙上,这样更有利于植物生长,在光伏太阳

刘立功,高级农艺师,寿光市蔬菜技术指导站站长,山东省寿光市商务小区5号楼B座243室,262700,电话:0536-5220341,E-mail:15954469108@163.com

赵连法,山东省诸城市农业技术推广服务中心

刘超,中国农业大学烟台研究院

尹希娟,丁卓,寿光市农业局

收稿日期:2013-07-12;接受日期:2013-07-22

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-25),山东省现代农业产业技术体系蔬菜创新团队建设专项资金

能连栋温室上,电池板一般在每个屋顶的向阳面上,而背阳面没有,电池板块之间呈马赛克状排列。

较先进的电池板本身就呈马赛克状(图3),较先进的玻璃或薄膜具有散射光特点,这两点都能使温室内的光照变得相对均匀一些,甚至接近或达到无影效果,以利于温室内植物生长。具有一定透光率的薄膜电池也具有同样的效果。



图2 光伏太阳能连栋温室



图3 电池板光伏电池组件(本身呈马赛克排列)

## 2 光伏太阳能温室的优点

温室表面加装太阳能电池板,使温室具有了发电功能,能够更充分地利用太阳能。

同一片土地上实现了发电与种植同时进行,节约了土地资源,在很大程度上解决了光伏发电与种植业争地的矛盾。

能够防风和减少蒸发,可以将蒸发量太大或风沙过大造就的不毛之地变为保护条件下的可耕地。如沙漠地区、西北干旱地区等。

实现一室多用,在条件艰苦的地方除了能供

电和进行农业生产外,还具有防风、防雨、防雪、防雹、生产淡水、收集降水等更多功能,可以拓展应用到生活、养殖等更多方面。

## 3 光伏太阳能温室的缺点

太阳能电池板不可以随季节变化而拆装,在光照较少的季节,发电与植物生长争光,矛盾较大。

建造成本非常高,回收期较长,不适合小规模的家庭经营。

对种植的植物要求较高。一般不适宜种植喜光的植物,尤其是光伏太阳能日光温室,可以种植一些不太需要高温强光的叶菜等作物,甚至是一些不需要见光的作物,如食用菌。

## 4 光伏太阳能温室的应用局限

### 4.1 光照和地域的限制

既然光伏太阳能温室的效益来源是以发电为主,那么就要选在太阳光照充足的地方建设,日照时数越多越好。如果光照不足,则发电与种植争光的矛盾就会突出。我国海南等北纬 $30^{\circ}$ 以南地区,有的区域年日照时数可达2400小时以上,西藏等高海拔地区,有的区域年日照时数可以超过3000小时;甘肃等西北干旱少雨地区,以河西走廊为代表,日照时数多超过2700小时,这些地区适合建设光伏太阳能温室。越往北的地区寒冷时间越长,对这种温室的利用效果越差,北纬 $40^{\circ}$ 以北地区基本不适合建造使用,而华南和西南多阴雨的地区因日照时数少,光照强度低,也不适合应用。

### 4.2 对温度和季节的要求

光伏太阳能温室进行农业生产时,对室内温度有一定要求,一般夜间最低温度不低于 $8^{\circ}\text{C}$ 。南方地区,可以种植的时间段比较长,甚至可以四季种植,而在北方和高海拔地区,可以种植的时间段比较短,主要适于夏秋季,而冬季和早春利用效果较差。

### 4.3 种植项目的限制

因为发电与种植之间存在争夺光照资源的矛盾,而且种植业在这个系统中居于次要位置,所以,温室中的种植项目首选那些基本不需要阳光的,如平菇、金针菇、白灵菇、香菇等食用菌品种;其次选择适合弱光的,如竹荪等食用菌品种及三七、人参等药材,而黄瓜、茄子、丝瓜等喜欢强光的植物与发电的

矛盾最大,不宜种植。中等喜光的植物如辣椒、西葫芦、葡萄等,可以在条件较好的温室里适时种植。

## 5 光伏太阳能温室的设计要点

光伏太阳能温室在设计上与普通温室在总体上是相似的,只是有些结构方面需要作出针对性的改变。作为一种发电设施,它与纯粹的光伏发电也有所不同,其电池板安放坡度较普通电池板坡度稍小,且多数情况下要求电池组件具有一定的透光率或呈马赛克排列。

### 5.1 加强承重

光伏太阳能温室的电池板一般较厚重,需要更好的立柱和梁架支撑。

### 5.2 更陡的屋面角

日光温室的屋面角要达到  $35^\circ$  左右,随地理纬度的升高而增大。连栋温室要设计有向阳屋面,向阳屋面的屋面角要在  $35^\circ$  左右,前后屋面可以不对称,原则上前一个背顶一年四季不能遮挡后一个向阳屋面的阳光照射。

### 5.3 选择合适的电池组件

太阳能光伏电池组件有单晶硅、多晶硅、非晶硅等多种不同的材料,同时,又有电池板和薄膜电池之分,还有不透明与半透明的区别。光伏电池的使用寿命多在 20 年以上。单晶硅电池在发电效率和使用寿命方面都比较好,但成本较高,因此目前面向温室开发的电池组件主要是多晶硅和非晶硅的。

现在光伏太阳能温室所用的电池板,多有单层或双层玻璃保护,总厚度  $3.0 \sim 6.5$  mm。电池板在接受阳光照射时会产生巨大的热量,在无雹灾风险的地区或主要围绕夏季种植的温室来说,其前板的厚度可以减小,以利于将这些热量向外散发;而在主要围绕冬季种植的温室上,则应加大前板的厚度、减小背板的厚度,甚至以薄膜取代背板,以便更多地将这些热量保留在温室内,充分利用。

### 5.4 分清主次,确定遮光率

光伏太阳能温室一般首先考虑发电,遮光率越高越合理。在全遮光的光伏太阳能温室里种植食用菌是光伏发电和农业生产相结合效益最大化的一种模式,这种模式对光能利用率最高,对土地和空间的利用率也最高。青岛华盛绿能农业科技有限公司成功实施了全遮光的光伏太阳能温室架式栽培食

用菌模式(图 4),其架式栽培的香菇每  $667 \text{ m}^2$  产量 1 万 ~ 2 万 kg,在不同保温性能的温室里可以种植 6 ~ 12 个月。



图 4 全遮光的光伏太阳能温室与食用菌栽培架

当遇到需以种植为主而发电为辅的应用时,要根据作物需要来设计遮光率,这与计划种植季节及当地日照强度有关。例如,某地计划夏季种植辣椒,需要最高 5 万 lx 的光照,当地夏季日照强度约 12 万 lx,那么光伏太阳能温室的设计遮光率应为 60% 左右。同样是设计为遮光率 60%,使用不透明的电池板遮挡 60% 的面积远没有使用透光率 40% 的薄膜电池或马赛克电池板进行全覆盖效果好,因为后者可以使温室内光照均匀,前者则会在温室内形成一块块很大的阴影。

## 6 光伏太阳能温室的典型应用

### 6.1 偏远地区一室多用

在荒漠、孤岛、高山哨所等偏远艰苦的地方,自然条件不便,甚至几乎不可能进行农业生产,而光伏太阳能温室能够抵御很多自然灾害,可以解决淡水、电力、热力、蔬菜、水果、建筑等很多问题。

### 6.2 高海拔地区使用光伏太阳能日光温室

高海拔地区,白天光照强,夜间温度低,光伏太阳能温室恰恰可以白天为植物遮挡过强的光照,夜间为植物提供安全的温度。建造光伏太阳能日光温室比光伏太阳能连栋温室更适合,因为前者的保温性较好,夜间温度较高,从而创造更好的植物生长环境,在良好的墙体保温条件下,生产更多种类的蔬菜。

### 6.3 低纬度地区使用光伏太阳能连栋温室

以海南为典型代表的低纬度地区,日照充足,昼夜温度都比较高,一年四季的温度和光照强度变化



都较小,建造太阳能连栋温室比日光温室更适合,而且比当地现用的塑料大棚更加抗风,可以更好地保护蔬菜生产。

## 7 光伏太阳能温室的应用误区

### 7.1 在光伏太阳能温室中种植喜光植物

光伏太阳能温室发展之初,人们就期望或幻想既不影响种植喜光喜温的植物,又能多发电,甚至在冬天也能种植喜温植物,但事实上这是很难的。对于光伏太阳能温室来说,当遮光率低于50%时,发电能力较低,投资回收期变得很长。因此,一般的光伏太阳能温室都设计了较高的遮光率,在这样的温室中种植喜光植物,可能达不到预期效果。

### 7.2 将光伏太阳能温室主要用于冬季种植

除非是在低纬度地区,一年四季日照长度变化不大,温度变化也不太大,可以计划在冬季使用光伏太阳能温室。纬度稍高些,具有明显四季变化的地方,夏季光照明显多于冬季,就应当以夏季为主来安排光伏太阳能温室内的农业生产。这样,才能减小发电和种植争光的矛盾,最好地发挥这种温室的综合性,提高整体效益。

### 7.3 在纬度偏高的地区建造光伏太阳能温室

一般来说,纬度在40°以上的地区,其年日照时数偏少,在同样的规划建设下,年发电量会较少,同时纬度越高则冬季温度越低,对温室中的种植业限

制越大。因此,总体上难以设计合理的遮光率和安排合理的种植项目。

原来的温室蔬菜种植区,多集中在北纬30°~40°之间,如山东、河北、甘肃、新疆、北京、河南等地,主要是在冬季种植喜温蔬菜,而光伏太阳能温室中的光照变少,所以要改变种植季节或种植种类,并安排与光照强度相适应的种植密度。以种植的种类为例,黄瓜、苦瓜等需要较强的光照,而种植辣椒对光强的要求就稍低些,菠菜、芹菜等对光强的要求更低,食用菌类则基本不需要光照,或需要的光照越少越好。

### 7.4 在光照条件较差的地方建造光伏太阳能温室

我国有些地方,虽然纬度不高,但阴天较多,年日照量少,不适合建造光伏太阳能温室。比较典型的如贵州省,“天无三日晴”的说法与实际情况基本一致,年日照时数仅1300小时左右。

### 7.5 两种似是而非的光伏太阳能温室

在现实的设计应用中,有两种温室与本文所说的光伏太阳能温室相似,一种是将太阳能电池板放置在温室前面的平地上,另一种是将太阳能电池板放置在日光温室宽大的后墙顶上。这两种温室只是把电池板与温室简单的放置在一起,并没有紧密的结合,因此,它不具备本文所说的光伏太阳能温室的优点,也不存在所述的缺点。至于如何设计和使用时这两种温室,并不能参考本文的说法。

· 封面说明 ·

## 松花菜庆松 65 天、庆松 90 天、庆松 100 天

庆松 65 天:早中生,生长快速,株型大,耐热,耐湿,结球期适温 16~26℃,单球质量 1~2 kg,秋种定植后 60~75 天、春延后种植定植后 50 天采收,花菜品质佳,球形扁平美观,花球美白松大,薹枝浅青梗,肉质柔软,甜脆,高海拔地区早夏或早秋采收。

庆松 90 天:适合我国东北、西北、华北地区与高海拔区春秋二季种植及大棚(小拱棚、冷棚)秋季延后、春季提早收获,冷凉地区夏季采收理想品种,单球质量 1~2 kg,高产优质,花球面白、薹枝青梗、甜脆好吃、松散有致的特级优良品种。结球适温 12~22℃,高垄深沟施足基肥种植。

庆松 100 天:晚生、耐寒,适合低温生长结球,抗病,生长势强,适应广,株型整齐,花球雪白美观,松大形,薹枝浅青梗,甜脆好吃,品质上佳,单球质量 1~2 kg,高产丰产,是冬春上市品种,定植后 90~100 天采收,结球期适温 8~20℃,适宜高垄深沟种植,施足基肥,后期追肥。

### 浙江神良种业有限公司

(浙江省著名商标、省农业科技企业、农业龙头企业、进出口自营企业)

地址 浙江省温州开发区灵江路 46 号(325011) 销售热线 0577-28862233 传真 0577-86531316

技术服务播期咨询:13806887818 邵泰良 网址 www.seedss.com