

# —光伏建筑一体化的发展现状—

## 目录

### 概述

太阳能与光伏	P1
光伏建筑一体化	P2

### 发展现状

政策扶持	P4
产业现状	P5
技术与应用	P8

### 产业动态

国内首个光伏建筑领域国际标准正式发布	P13
光伏建筑一体化助力全绿冬奥会	P14

# 概述

## 太阳能与光伏

由于化石能源的大量消耗，导致一系列困扰人类的社会问题，譬如：能源危机、环境污染、温室效应等。人们迫切需要寻找一种对环境没有污染的可再生能源提供人们所需的能源，以替代传统的化石能源。因为太阳能具有取之不尽、用之不竭的优点，且使用过程中不会给环境带来污染，得到了人们的青睐。以一年为单位计算，太阳辐射到地表的太阳能约相当于燃烧 130 万亿吨标煤所释放的能量，因而太阳能是当今最引人关注的可再生能源。

太阳光伏系统，简称光伏，是指利用光伏半导体材料的光生伏打效应而将太阳能转化为直流电能的设施，是人类利用太阳能的主要方式之一。光伏系统一般由太阳能电池方阵、蓄电池组、充放电控制器、逆变器、交流配电柜、自动太阳能跟踪系统、自动太阳能组件除尘系统等设备组成。

目前光伏发电系统按电站安装位置可分为分布式光伏和集中式光伏。

集中式光伏是指充分利用荒漠地区丰富和相对稳定的太阳能资源构建的大型光伏电站，接入高压输电系统实现远距离供给。我国集中式光伏电站主要集中在西部地区，远离电力负荷中心，使得长期以来，集中式光伏项目开发在输电网建设、跨区消纳等方面一直面临挑战。而分布式光伏是指利用建筑屋顶及附属场地建设的光伏发电项目，在项目备案时可选择“自发自用、余量上网”或“全额上网”中的一种模式。目前国内分布式光伏以并网系统为主，具体项目以屋顶电站、光伏建筑一体化、农光互补等形式为主。

分布式与集中式各有利弊，形成互补。目前集中式光伏发电和分布式集中发电在多方面具有共同点，其发电原理和使用的一次设备、发电光伏组件均基本相同，而二者除安装位置有所不同外，其不同点还体现在如下几点：

### 1. 并网电压等级不同

对于分布式光伏来讲，一般都是 380V 电压并网，一般使用的是低压脱扣器来并网，而集中式光伏电站并网电压一般常见的是 35KV 或者 110KV。

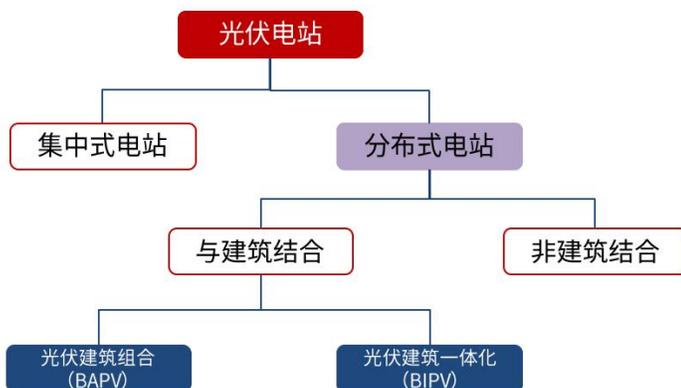
### 2. 电站所使用的二次设备不同

分布式光伏电站由于是低压 380V 并网，因此对于一次设备和二次设备来说使用的比较少，集中式光伏电站因为电压等级比较高，因此一般设有自己的变电站，相对于分布式光伏来说复杂很多。

### 3. 输送距离不同

分布式光伏一般来说发的电就地并网，补充当地的电量，供当地及附近的用电用户使用。集中式光伏电站发出的电经高压并网，将电输送到更高的电压等级，最终输送到华东等地区，以实现西电东输。以此，二者在不同方向拥有了各自的优劣势，形成互补。

图 1：光伏电站及建筑光伏分类



数据来源：光大证券研究所

## 光伏建筑一体化

根据光伏方阵与建筑结合的方式不同，太阳能光伏建筑一体化可分为两大类，一类是光伏组件与建筑结合（又称普通型光伏构件，BAPV），即光伏组件依附于建筑物上，建筑物主要作为光伏组件载体；另一类是光伏产品与建筑一体化（又称建材型光伏构件，BIPV），即光伏组件与建筑集成后成为不可分割的建筑构件，可以代替部分建筑材料使用，如图 2 所示。

BAPV 的概念提出于 20 世纪 70 年代，首先应用于大型公共建筑屋顶以及商业建筑屋顶，后随着组件成本下降，开始向户用推广。经过多年发展，随着建筑自身节能和美观要求的不断提升，以及光伏组件发展成熟，BIPV 概念顺势提出。组件厂商针对 BAPV 痛点进行产品迭代，不断有符合 BIPV 定义的新产品诞生，光伏建筑组件正式被赋予建筑材料的含义。

图 2：“光伏+建筑”模式不同类型对比

一体化类型	应用形式	附加效益	适用组件
光伏组件与建筑结合(BAPV)	屋顶倾角	-	无特殊要求,性价比优先,普通型光伏构件
	屋面平铺	保温隔热、通风	
	墙体贴附安装	降低墙体温度,减少空调冷负荷	
光伏组件与建筑集成(BIPV)	光伏屋顶	节材、保温	建材型光伏构件
	光伏幕墙	遮阳、节材、保温	
	光伏遮阳板	遮阳	
	采光顶	采光、照明、节材	
	阳台护栏	节材	

数据来源：东方财富网

BIPV 是 BAPV 的升级产品，BIPV 能作为建筑物外部结构的一部分，代替部分建材并降低系统成本。它既具有发电功能，又具有建筑构件和建筑材料的功能，甚至还可以提升建筑物的美感，与建筑物形成完美的统一体。

与 BAPV 相比，BIPV 拥有以下优势：

#### 1. 性能更优

BIPV 稳定性、寿命都优于 BAPV，这是因为 BIPV 产品外部暴露部分较少，且其使用的 PVB 膜具有透明、耐热、耐寒等物理特性，能达到较长的使用寿命。

#### 2. 投资成本低

由于 BIPV 系统可替代原有屋面，因此可以减少原有屋面的制造成本，以钢结构厂房为例，BIPV 不需要铝镁锰屋面板，在发电组件单元价格相同的情况下，其单平米可节约材料成本 164 元。

#### 3. 施工便捷

BIPV 建设工期短，难度低，安装便捷性高于 BAPV。

#### 4. 美观程度高

BIPV 保障建筑整体性更好，还可通过改变组件的颜色、形状、透明度等方面定制设计，建筑更加美观。

## 发展现状

## 政策扶持

光伏建筑一体化（BIPV）具有绿色节能、减少碳排放，减少大气和固废污染，保护生态环境等巨大优势。光伏建筑一体化与当前的碳达峰、碳中和及绿色发展目标高度契合。

产业发展“十四五”规划纲要提出，推广绿色建材、装配式建筑和钢结构住宅，建设低碳城市。深入推进工业、建筑、交通等领域低碳转型。在降低建筑能耗的大背景下，绿色建筑发展逐渐成为能源转型的一大趋势，而光伏建筑一体化被认为是绿色建筑最重要的应用形式之一。“十四五”时期，国家深入推进建筑领域低碳转型将推进该产业的发展。

2021年6月20日，国家能源局下发《关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，“整县推进”激活了广阔的建筑屋顶资源，让光伏建筑一体化有望成为未来分布式光伏的主流形式，资本市场更是因此掀起了一波光伏建筑一体化热潮。

2021年10月13日，住建部发布《建筑节能与可再生能源利用通用规范》，作为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行，自2022年4月1日起实施，其中要求“新建建筑应安装太阳能系统”，而光伏作为能效更高、使用周期更长的方式，光伏建筑一体化有望得到更大力度的推广。

2021年10月24日，中央国务院发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，其中要求：大力发展节能低碳建筑，加快优化建筑用能结构，深化可再生能源建筑应用，加快推动建筑用能电气化和低碳化，开展建筑屋顶光伏行动。这些举措都将直接刺激光伏建筑一体化的应用和推广，也将光伏建筑一体化提升到了“碳达峰、碳中和”的战略高度。

从地方政策层面看，为进一步响应国家节能减排的号召，各地方政府也出台了相关的绿色节能建筑政策。目前已有北京、海南等20个省发布政策，补贴力度从0.3~0.4元/度，补助限额从100~300万元各有不同，这对于光伏建筑一体化产业的发展起到了极大的支持促进作用。

如上海市发布《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》，将超低能耗建筑示范项目作为新增补贴项目类型，补贴标准为每平方米300元；深圳市发改委印发《分布式光伏

发电项目管理操作指引（征求意见稿）》，就加快推进光伏产业高质量发展，支持分布式光伏发电项目推广应用给予 0.1~0.3 元/千瓦时的政策补贴。这些扶持政策，对光伏建筑一体化都有很好的促进。

## 产业现状

### 一、发展环境

#### 1、全社会用电量持续增长

近年来，全社会用电量持续增长。2021 年上半年，全社会用电量累计 39339 亿 kWh，同比增长 16.2%。作为可再生能源的重要组成部分，用电量的需求增长必然会对光伏发电系统有更多的需求。

图 3：2016~2021 年上半年中国社会用电量统计情况



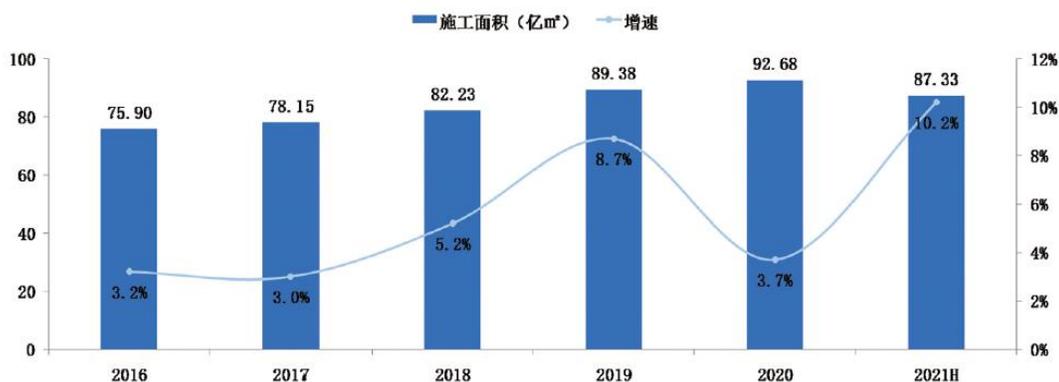
数据来源：国家统计局

#### 2、建筑屋顶资源丰富

光伏建筑一体化的应用形式多样化，光伏组件可以与幕墙、采光顶、屋顶、阳台等建筑结构结合形成绿色建筑。

近年来，全国房地产开发企业房屋施工面积持续增加。2020 年房屋施工面积增至 926759 万平方米。2021 年 1~5 月，全国房地产开发企业房屋施工面积 839962 万平方米，同比增长 10.1%。我国建筑屋顶资源丰富、分布广泛，开发建设屋顶分布式光伏潜力巨大。

图 4：2016~2021 年中国房企房屋施工面积统计情况



数据来源：国家统计局

## 二、发展现状

### 1、光伏建筑一体化产业逐渐成熟

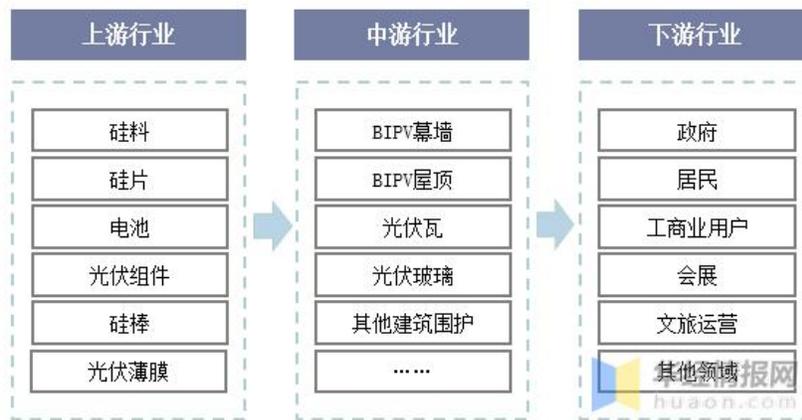
近年来，光伏凭借其绿色、环保的优势，在海内外继续快速发展，装机容量和技术迭代创新呈现螺旋式增长。根据中国光伏行业协会预测，未来五年全球光伏市场新增装机规模将持续增长，2025 年最高可达 330GW，未来五年中国光伏年均新增装机可达到 70~90GW，2025 年最高可达 110GW。随着技术持续进步，光伏发电成本不断下降以及相关技术标准陆续出台，光伏建筑一体化产业逐渐成熟，市场空间持续扩容。

从企业角度来看，近年来光伏相关企业年注册量变化趋势起伏较大 2014~2017 年光伏相关企业注册量持续增长，2017 年光伏相关企业注册量达到小高峰，此后光伏相关企业注册量连续 2 年下降。2020 年光伏相关企业注册量大幅增长达到 14.18 万家。2021 年上半年，光伏相关企业注册量 4.22 万家，同比增长 75%。

光伏建筑一体化产业的上游是光伏组件及其原材料，包括硅片、硅棒、封装材料等等；中游产业也就是光伏建筑一体化系统集成商，包括光伏屋顶和光伏幕墙的服务商；下游光伏投资商包括政府、居民、工商业用户等，投资动力主要来自绿色低碳需求。特别是商业和工业领域由于用电成本较高，因此相比于住宅而言成本回报周期更短，是目前光伏建筑一体化产业的主要应用领域。而从竞争情况来看，上游产业的参与者众多，少数龙头的优势比较明

显；中游服务商拥有营销渠道和集成服务能力，拥有一定议价能力，但是进入门槛和盈利能力相对较高，目前主要以建筑围护、钢结构、幕墙等建筑细分领域跨产业经营为主。

图 5：我国光伏建筑一体化产业产业链结构一览



数据来源：华经产业研究院

## 2、光伏产业和建筑产业加强协作

光伏建筑一体化需要光伏产业和建筑产业的紧密协作。而目前光伏建筑一体化产业内光伏产业和建筑产业的协同并不足。光伏建筑一体化主战场在建筑业，主力军为没有建筑资质的光伏企业，与建筑企业往往割裂。好在随着市场快速增长，光伏企业正越来越多地与建筑企业联手合作，加入到光伏建筑领域。

一个比较有代表性的例子是：2021年6月，隆基股份与森特股份正式签署战略合作协议，携手进军光伏建筑一体化市场。业内人士预计未来产业间协同和整合将成大趋势，产业将趋于规范和成熟。

森特股份核心技术突出，市场龙头地位稳定，拥有先进的金属屋面制作工艺和现场生产技术。森特股份在大型公共建筑、工业厂房建设方面的丰富经验将大力促进双方共同开拓市场，提高光伏建筑一体化产品在相关领域的应用，加速建筑减碳步伐。

隆基股份是光伏产业龙头企业，业务主要涵盖分布式电站解决方案。此次深层次战略合作的达成，有助于促进双方业务的深度融合，充分发挥森特股份在大型公共建筑屋面系统的设计能力、资源优势，结合隆基股份在光伏建筑一体化产品制造方面的经验和先进技术，共

同开拓大型公共建筑、工业建筑领域光伏建筑一体化业务，拓展光伏产品的应用场景，实现光伏建筑一体化规模化应用。

### 3、光伏建筑一体化仍以示范项目为主

2011年，财政部、住房和城乡建设部联合发布《关于组织实施太阳能光电建筑应用一体化示范的通知》，要求示范项目要以一体化程度较高的建材型光伏构件、普通型光伏构件应用为主。

虽然经过多年的发展，光伏建筑一体化产业正在向好的方向发展，但目前仍以示范项目为主，规模化商用并不多。国内光伏建筑一体化项目呈现出围绕示范城市群分布的特点。

由于光伏建筑建设成本较高，建设投入后投资回报周期比较长，一般回报周期需要4~5年，一般民宅由于用电量不大，投资光伏建筑回报周期更长，而商厦写字楼由于电力用户存在不确定性，开发商投资意愿不高。业内人士认为，存量建筑通过后期加装光伏电池组件的BAPV模式，目前看是最便利快捷的推广手法。

但从未来看，光伏建筑一体化将有更大的发展。未来光伏建筑一体化将建筑与光伏深度结合，相较传统BAPV具有全方位优势，可形成多样化产品形态，全面覆盖客户需求。随着全球低碳经济意识增强与光伏产业快速发展，光伏建筑一体化向纵深领域发展势不可挡。

## 技术与应用

### 一、技术发展

光伏产业发展至今，“效率”与“成本”始终是产业发展的关键词，六大光伏先进技术蓬勃发展，将进一步提高光伏设备治理，降低光伏设备成本，进而驱动光伏建筑一体化产业发展。

#### 1、PERC 电池技术

PERC 电池通过在电池背面实行钝化技术，增强光线的内背反射，降低了背面复合，从而使电池的效率能够有效提高，拥有广泛的应用前景。

相比一般电池技术，PERC 电池增加了两道额外的工序：背面钝化层的沉积和激光开槽。因为需增加两套设备的投资，按目前的生产情况传递到组件端单瓦成本略高，但随着生产规

模的扩大及专用原材料费用的降低，PERC 组件的成本将低于常规组件。并且在电站端的实际测试中，PERC 组件比常规组件每瓦发电量高出 3%左右。

PERC 组件比一般组件多发电的原理，在于其优秀的低辐照性能，更好的功率温度系数以及首年光衰问题的解决。

### （1）低辐照

与 AM1.5 同样光谱分布的低辐照测试当中，PERC 组件具有更高的相对转换效率，因小于标准光强下的相对效率主要由开路电压的变化来决定，常规电池的相对开路电压低于 PERC 电池，且光强越弱，两电池的暗饱和电流密度相差越大，短路电流相差越大，相对效率相差越多。

更重要的是，PERC 电池红外波段的量子效率显著提高，尤其在 1100~1200nm 波段增加的发电不计入到标称功率当中。因此 PERC 组件在正常辐照下由于低辐照特性可以多发电，而在阴雨天以及早晚，相对常规组件的多发电优势更加明显。

### （2）功率温度系数

一方面 PERC 电池的红外波段量子效率高，其电流温度系数略高；另一方面 PERC 电池的开路电压更高，电压温度系数更低。综合来看，PERC 电池的功率温度系数低于多晶和常规单晶。

### （3）初始光衰

晶硅组件都存在光致衰减问题，主要原因是 p 型硅片中的硼与氧在室外光照后产生的“B-O 对”导致组件功率降低。

采用了 PERC 技术后，光生空穴需要运行更远的距离才能被背电极收集，“B-O 对”与杂质、缺陷会产生更明显影响，导致 5%以上的光致衰减。通过降低硅片氧含量、改变掺杂剂、对电池进行退火处理等措施，可以将 PERC 电池的光衰显著降低，例如单晶 PERC 组件可以达到 2%以下的首年功率衰减。

## 2、黑硅技术

黑硅对光伏产业来讲，不是一个新技术。不过，黑硅技术近期的进展可能归结于两个主要因素：第一，金刚线切割能够大幅度的降低多晶硅片成本，但传统的酸制绒导致电池效率

降低，而黑硅制绒可以很大程度上解决金刚线切割带来了制绒工艺上的困难。第二，黑硅技术的设备成本降低，电池和组件端的进步也促进了该技术的发展。

黑硅除了能解决外观问题之外，还能形成奈米级的凹坑、增加入射光的捕捉量，降低多晶电池片的光反射率以推升转换效率。故金刚线切搭配黑硅技术的工艺，能同时兼顾硅片端降本与电池片端提效两方面。

目前黑硅技术主要分成干法制绒的离子反应法技术，以及湿法制绒的金属催化化学腐蚀法。

以现有设备来看，RIE 技术因效率提升较高、已有量产实绩等因素较被市场接受，然而其机台价格昂贵，让不少欲进入者踌躇不前。湿法 MCCE 方面，虽然机台价格远低于干法制绒，但现有技术尚未成熟，容易导致外观颜色不均、转换效率较低、废液难以回收等议题，目前仍无法解决。

因此，近两年黑硅的产能扩充将不如 PERC 当年迅速。不过，为抵御单晶产品步步进逼，多晶电池片厂商也会开始采用黑硅技术，以推升电池效率。随着金刚线切多晶硅片品质趋于稳定，黑硅产品也将引燃另一波产业界的热议讨论。

### 3、MWT 组件技术

MWT 技术是在硅片上利用激光穿孔技术结合金属浆料穿透工艺将电池片正面的电极引到背面从而实现降低正面遮光提高电池转换效率的目的。同时由于该技术的组件封装特点，组件的串联电阻低，转换效率高；并且可以适用于更薄的硅片，使得进一步较大幅度降低成本成为可能。

若考虑系统安装总量相同的情况，则采用更高功率的组件在节约安装面积的同时，也能够节约单瓦成本。

针对常规电池和组件的不足，MWT 电池组件采用了全新的电池和组件结构设计，大幅提高了电池和组件的光电转化效率及可靠性，60 片电池的单、多晶硅电池组件标准输出功率分别达到 290W 和 280W，较市场常规产品提高 8%左右，达到产业领先水平。

MWT 组件不仅输出功率远高于常规产品，而且比常规产品美观大方，性能更稳定可靠，电池片背面的平面金属箔还可起到隔绝水汽和增强散热的作用，在高温高辐照度区实际发电量优势更为明显。

#### 4、双玻组件

双玻是一个平台型的技术理念，所有电池、组件、系统的降本增效技术都可以叠加在双玻技术平台上面。也就是说，结合高可靠性高发电量的特征来看，双玻是领跑者先进技术的可扩展承载平台，能够跟领跑者的需求较好地贴合起来。

双玻组件具有高可靠性，抗酸碱、抗盐雾、抗水汽、抗 UV 等性能，同时还能抗隐裂，并且做到了零水透、不积灰不积雪，抗载荷能力非常好，达到了 A 级防火标准。因为这些特性，其发电量要比普通组件高 3% 以上，与多地形都有很好的环境匹配性。

#### 5、IBC 电池

IBC 电池是将正负两极金属接触均移到电池片背面的技术，使面朝太阳的电池片正面呈全黑色，完全看不到多数光伏电池正面呈现的金属线。这不仅为使用者带来更多有效发电面积，也有利于提升发电效率，外观上也更加美观。

这种背电极的设计实现了电池正面“零遮挡”，增加了光的吸收和利用。但制作流程也十分复杂，工艺中的难点包括 P+ 扩散、金属电极下重扩散以及激光烧结等。

#### 6、HIT 太阳电池组件

HIT 硅太阳能电池，是在晶体硅片上沉积一层非掺杂氢化非晶硅薄膜和一层与晶体硅掺杂种类相反的掺杂氢化非晶硅薄膜。采取该工艺措施后，改善了性能，因而使转换效率达到 23%，开路电压达到 729mV，并且全部工艺可以在 200℃ 以下实现。

与常规晶体硅太阳电池组件相比，HIT 太阳电池组件的单位面积发电量更高、高温时能发更多的电、制成双面组件能够利用反射光，发电量进一步提升。

HIT 电池特点有：（1）结构对称，相比传统晶体硅电池，HIT 电池的工艺步骤更少；（2）低温工艺，其最高工艺温度不超过 200℃；（3）高开路电压，其  $V_{oc}$  达到了 750mV；（4）温度特性好；（5）光照稳定性好，HIT 电池中没有发现转换效率无因光照而衰退的现象，也不存在 B-O 对导致的光之衰减现象；（6）双面发电，HIT 电池的对称结构，使得正反面受光照后都能发电，其组件年平均发电量比单面电池组件高出 10% 以上。

## 二、光伏建筑一体化应用

光伏建筑一体化的应用形式多样化，光伏组件可以与幕墙、采光顶、屋顶、阳台等建筑结构结合形成绿色建筑。目前形式主要包括与屋顶、墙体和遮挡装置相结合。

## 1、光伏幕墙

光伏组件与建筑物的墙面结合，将普通玻璃替换为光伏玻璃进行幕墙的建设。光伏幕墙不仅要满足光伏组件本身的性能要求，还需要满足幕墙的建筑功能，例如抗风压、气密性能、透明度以及美观度等，因此对光伏组件的要求很高。根据光伏幕墙采用的光伏玻璃组件的类型，可以将光伏幕墙分为两大类：晶体硅类光伏幕墙系统和碲化镉薄膜类光伏幕墙系统。相对而言，晶体硅类的转换效率更高，更加适合在强光环境中工作。薄膜类能够根据建筑物的需要进行定制化的设计，更具美观性和协调性。

## 2、光伏屋顶

建筑物屋顶往往接受太阳光的条件最好，因此光伏系统在屋顶的应用十分广泛。通过将光伏组件嵌入建筑物的屋顶，以实现太阳能发电的目的。

在光伏组件的设计上，为满足多类需求，大多选用硅电池，即晶硅类电池和非晶硅薄膜类光伏电池。根据屋顶的类型不同，光伏屋顶可以大致分为平屋顶式、斜屋顶式和曲面屋顶式三大类。平屋顶式可以通过调整光伏组件的角度，以获得最大的太阳辐射量和最大的发电量，因此平屋顶式的经济效益最高。斜屋顶式是通过调整屋顶的角度，寻找最佳倾角以满足光伏组件需要的最佳光照角度。曲面屋顶式可以满足建筑物的美学需要，但是由于受力更加复杂，因此对光伏组件的力学性能要求更高，施工难度和建设成本更高。

## 3、光伏遮阳

光伏组件与建筑遮阳相结合，利用建筑的阳台、空调栏板、露台、遮阳挑板等功能性构件设置光伏组件，起到发电与遮阳统一作用。按照光伏遮阳系统的这样形式不同，可分为光伏水平建筑遮阳、光伏垂直建筑遮阳和光伏挡板建筑遮阳三种。垂直类的能有效控制从墙体四周进入室内的太阳辐射应用也最普遍。光伏挡板建筑遮阳一般应用在东西方向的外窗，设计更为灵活，既可以平行于墙面，也可以不平行于墙面。在材料选择上，多晶硅电池以及非晶硅电池在光伏遮阳的应用较为普遍。尤其是非晶硅电池，尽管其转换效率较多晶硅电池低，但是因为其造价低、厚度小、弱光性强、热斑效应不明显等优势，在光伏遮阳系统中应用广泛。

# 产业动态

## 国内首个光伏建筑领域国际标准正式发布

光伏建筑项目设计时，需要考虑屋顶自身特性，涉及承重、防雷、防火、防止塌陷等，并要考虑灰尘等影响，同时考虑屋顶的安全、电力的销售等问题。目前技术标准、规范与检测认证体系不足，建筑标准编制进程跟不上光伏发展速度。未来随着产业规模扩大、应用趋于成熟，有望加快出台包括国标、行标、地标在内的完整行业规范体系。

2021年4月23日，SEMI中国光伏标准技术委员会2021年度春季会议在义乌召开，英利集团保定嘉盛光电科技股份有限公司主编的SEMI国际标准《光伏建筑一体化（BIPV）分类标准》正式发布。这是国内首个光伏建筑一体化领域的国际标准，将有利于推动光伏建筑一体化全球产业化发展。

SEMI是全球性的产业协会，多年来始终致力于国际标准的制定，成功搭建了半导体、光伏、纳米科技等国际行业技术标准的合作平台，有效加速新技术的成熟和量产，推动技术创新，加强产品的可靠性和提高生产力。此次会议由SEMI中国光伏标准技术委员会主办，吸引国内外百余家知名光伏企业现场或通过网络参会。

《光伏建筑一体化（BIPV）分类标准》针对产业内光伏建筑一体化的安装部位、产品类别、建筑采光要求、颜色外观形式、建筑支撑结构、安装方式等进行分类标准编制，旨在通过明确光伏建筑一体化的分类标准，推动光伏建筑一体化产业的科学规范发展。

目前我国光伏建筑一体化的行业标准多集中于建筑产业，对于光伏方面的标准较少。光伏建筑一体化本质上是建材，但又与建材有区别，因此需要一整套全新的行业标准来对产品技术做出相关规定。而《光伏建筑一体化（BIPV）分类标准》的发布实施将对光伏建筑一体化产业规范发展产生重要影响，填补中国企业参与该行业标准编制的空白，标志着我国光伏建筑一体化产业正在从国际标准制定的跟随者开始向标准制定的并跑者转变。

## 光伏建筑一体化助力全绿冬奥会

2022年北京冬奥会作为首个全绿电奥运会，光伏及光伏建筑一体化发挥了重要作用。传统分布式光伏，柔性特高压、光伏建筑一体化、光伏+景观场景等多个创新应用都在冬奥会上有体现，如图6所示。

图6：冬奥光伏建筑一体化总体项目表

项目名称	安装容量(kWp)	安装形式
1.国家体育馆100kWp并网光伏示范电站	102.5	并网、BIPV
2.奥运森林公园80kWp并网光伏电站	79.2	并网、BIPV
2.1.奥运大厦2.5kWp太阳光伏并网电站	2.5	并网、BIPV
3.奥运村光伏发电综合利用示范		
3.1奥运村186盏太阳能路灯(40盏超级电容器储能)	13.95	太阳能路灯系统
3.2奥运村21套太阳能景观阳台灯(568盏)	26.84	独立系统
3.3奥运村微能楼10kWp并网光伏电站	10	并网、BIPV
4.奥运中心区BIPV景观灯柱光伏发电系统	124.53	并网、BIPV
<b>合计</b>	<b>359.52</b>	

数据来源：北极星太阳能光伏网

### 京能集团绿电控制中心

京能集团是此次冬奥会最大绿电提供方，所以，京能集团自己的建筑上也应用了光伏建筑一体化技术。

嘉盛光电为张家口可再生能源清洁供热示范工程配套京能集团绿电控制中心提供了9.328千瓦的光伏绿色建材。嘉盛光电根据绿电控制中心建筑造型，为项目定制了7种不同类型的光伏绿色建材——琉璃·空明系列，来匹配建筑的美感设计要求。项目建成后，预计年发电量约为1万度，一年节约标准煤3.75吨，减少二氧化碳10吨。

### 冬奥会场馆全绿电

冬奥会场馆“冰菱花”，将光伏发电技术融入建筑建设，在屋顶上铺设了1958块光伏板。场馆的外观设计来自于雪花图案，建筑外立面均采用格栅幕墙体系，斜向格栅呈45°交叉，通过几何图形组成雪花的图案。

项目每年可产生的清洁电力相当于节约标准煤252吨，减少二氧化碳排放约697.8吨。

此外，国家游泳中心、首都体育馆、五棵松体育中心、国家体育馆等 4 家 2008 年奥运遗产场馆和新建的延庆赛区高山滑雪中心、雪车雪橇中心、张家口赛区“三场一村”等场馆也使用了绿色电力。

### **山地新闻中心光伏建筑一体化应用项目**

山地新闻中心光伏建筑一体化应用项目总容量 129.6 千瓦，是北京 2022 年冬奥会延庆赛区首个光伏建筑一体化应用项目，预计年发电量 15.3 万度，每年可减排二氧化碳 36.7 吨。项目的光伏组件全部为特殊定制产品，采用双玻无边框设计，前后两片 6 毫米超白玻璃，并加入一层黑色胶片，在满足当地层压雪压承载要求的同时，也保障了建筑的采光和美观，提升了光伏组件的运行效率。

### **张北 500 千伏柔性直流电网工程**

张北 500 千伏柔性直流电网工程致力于“用张北的风点亮北京的灯”。该工程是北京冬奥会的清洁能源配套项目，成功将张家口地区上百家风电场、数千家光伏电站连成一个有机整体，实现了绿电的全部接入、消纳和输送。

### **张北光伏电站**

张北柔性直流电网试验示范工程是世界首个输送大规模风电、光伏、抽水蓄能等多种能源的四端柔性直流电网。

有估算显示，张北 500 千伏柔性直流电网工程可向北京地区输送清洁电量约 225 亿度，大约相当于北京市年用电量的十分之一，相当于节约标煤 780 万吨，减排二氧化碳 2040 万吨，为满足冬奥会赛区及场馆充足绿色供电需求提供有力支撑。

### **乔波滑雪场光伏项目**

北京冬奥会张家口分赛区“乔波滑雪场光伏项目”，总装机容量 1.20615MWp，年均发电量约 150 万度，每年发电总收入为 210 万元，电站运用周期为 25 年，实现二氧化碳总减排 37130 吨，相当于植物 1200 棵。

从社会效益上说，北京乔波 1.20615MWp 光伏电站作为光伏建筑一体化的示范性工程，将建筑与光伏相结合，作为分布式光伏项目的典范，能够极大的宣传光伏发电、推广清洁能源的利用。

## 奥运迎宾“光伏走廊”

奥运迎宾“光伏走廊”，作为冬奥设施的一部分，目前在辛庄子乡、定方水乡启动建设 5 个光伏电站项目，装机规模 435MWp，总投资 37.67 亿元。项目建成后，不仅可以辅助冬奥会电力需求，之后每年可发电 2.5 亿千瓦时，供当地民用和工业用电。

此次北京冬奥会，太阳能光伏发电技术的应用量在实现奥运碳中和环节中不是特别大，但却胜在其应用涉及面非常广，涵盖了晶硅太阳能电池、非晶硅太阳能电池、新型薄膜太阳能电池；独立光伏发电系统、并网发电系统；固定光伏电站、跟踪型光伏电站等多个产品种类、多种应用类型，深刻勾勒出了中国太阳能发电领域未来发展的蓝图。

## 参考资料

深圳市发展和改革委员会网站

中国能源网

东方财富网

前瞻经济学人

北极星太阳能光伏网

中国光伏建筑一体化市场前景及投资研究报告

王冬, 张可佳, 张洋等. 国内外 BIPV 相关标准的发展现状 [J]. 太阳能, 2021, (5):12-19. DOI:10.19911/j.1003-0417.tyn20210401.03.

天风证券. 光伏建筑: 碳中和背景下的建材新蓝海 [J]. 股市动态分析, 2021, (8):54. DOI:10.3969/j.issn.1671-0401.2021.08.027.

张宏, Manfred Norbert FISCH, 胡心怡等. 基于光伏建筑一体化(BIPV)的智慧化产能建筑设计研究[J]. 供用电, 2020, 37(8):21-27. DOI:10.19421/j.cnki.1006-6357.2020.08.004.

张战战, 叶华胜, 吴佳铭等. 碲化镉薄膜电池在建筑中的应用 [J]. 能源研究与管  
理, 2020, (3):70-74, 90. DOI:10.16056/j.2096-7705.2020.03.015.