

# 建筑装饰

证券研究报告  
2021年04月01日

## 绿色产业链系列报告之一：BIPV—打开碳中和背景下建筑建材新蓝海

投资评级

行业评级

上次评级

强于大市(维持评级)

强于大市

作者

鲍荣富

分析师

SAC 执业证书编号: S1110520120003  
baorongfu@tfzq.com

王涛

分析师

SAC 执业证书编号: S1110521010001  
wangtao@tfzq.com

行业走势图



资料来源: 贝格数据

相关报告

- 1 《建筑装饰-行业研究周报:继续沿低估值蓝筹和绿色建筑产业链两主线寻找投资机会》 2021-03-28
- 2 《建筑装饰-行业研究周报:投资类数据快速恢复,施工企业商业模式再现利好政策》 2021-03-21
- 3 《建筑装饰-行业点评:地产竣工改善迹象显著,水泥玻璃景气度向好》 2021-03-16

### 产品趋于成熟,政策有望发力,BIPV或迎来发展新阶段

BIPV 作为光伏与建筑结合的新形式,更加强调系统产品的集成,区别于 BAPV“安装型”的特征,BIPV“建材型”的特征使得其更具造价及性能优势。碳中和背景下政策持续发力,“隔墙售电”等商业模式探索利好 BIPV 产业链快速放量。根据我们测算,当前 BIPV 项目可达到的内部收益率为 14.48%,静态回收期为 8.73 年,提高光伏组件发电效率,降低其生产成本,是提升 BIPV 项目经济性的核心。我们测算至 2025 年 BIPV 市场空间有望达 693 亿元,20-25 年 CAGR+82.8%,行业处于快速扩容阶段。产业链角度看,建筑渠道重要性凸显,建材的光伏玻璃、防水等材料需求增加,龙头具备先发优势,建议关注光伏玻璃、屋顶围护、幕墙及防水等相关环节的龙头公司。

### 经济性&商业模式:发电效率带动财务可行性改善,隔墙售电有望逐步推广

我们建立一个测算屋面光伏项目收益率的简单模型,在 BIPV 系统投资为 5 元/W、贷款利率 6%、发电效率每瓦每年 1.3kw·h 的假设之下,BIPV 项目的资本金内部收益率为 14.48%,静态回收期为 8.73 年。我们认为 BIPV 系统的初始投资是影响 BIPV 项目财务回报性的最主要指标,提高光伏组件发电效率,降低其生产成本,是提升 BIPV 项目经济性的核心,工商业建筑的屋顶有望是最先开展的 BIPV 市场。分布式光伏商业模式的核心在于电力消纳模式和项目建设的投融资模式,在当前标杆电价和低补贴的情况下,短时间内分布式光伏仍无法实现大批量的直接并网售电,而自发自用(余量上网)则要求用电企业有尽可能大且稳定的用电需求,一定程度上缩小了包括 BIPV 在内的分布式光伏的应用范围,后续随着“隔墙售电”政策的逐步落实,有望在一定程度上解决电力消纳持续性的问题。

### 两维度看市场空间:渗透率提升潜力大,工业建筑有望率先放量

从光伏装机容量来看,保守预计下,至 25 年我国光伏装机容量有望达 90GW,分布式光伏占比 50%,装机容量达 45GW,工商业分布式光伏占比有望达 75%,对应 34GW 的市场空间,20-25 年 CAGR+62.8%;从建筑面积来看,至 25 年仅厂房仓库类新建建筑为 BIPV 带来的潜在市场有望达到 27.7GW,对应市场空间 693 亿元,20-25 年 CAGR+82.8%,我们假设住宅/商办/工业/其他建筑的屋顶占地面积为建设用地面积的 30%、40%、50%、30%,按此计算当年上述建筑的可用屋顶面积可达 12 亿平米,是可用厂房屋顶面积的 5.3 倍,我们认为从新增建筑面积的角度出发,BIPV 的市场潜力或更大。

### 产业链:建筑建材深度参与,先发优势重要性凸显

建筑建材企业主要参与 BIPV 产业链的后端,通过对组件的建材化改造,使其满足建筑构造的要求,对于难以使用标准化 BIPV 构件的部分,也需要专业建筑公司提供专门的服务。由于 BIPV 需要在设计阶段就进行统筹考虑,利用建筑和设计渠道更早切入,对 BIPV 厂商获取客户有望产生积极影响,龙头具备先发优势。我们梳理的主要标的有:1)光伏玻璃:亚玛顿;2)屋顶金属围护结构:森特股份、精工钢构;3)光伏幕墙:瑞和股份、维业股份;4)防水材料:东方雨虹、科顺股份。

**风险提示:**政策支持力度不及预期,BIPV 系统推广不及预期,上游原材料涨价带动成本上扬抑制需求。

## 内容目录

1. 产品趋于成熟，政策有望发力，BIPV 或迎来发展新阶段.....	5
1.1. BIPV：集成化产品，为绿色建筑&碳中和提供新的解决方案.....	5
1.1.1. 建材型光伏建筑，成本及性能方面具备明显优势.....	5
1.1.2. 并网发电更具备商业投资价值，可与屋顶、墙体和遮挡装置等建筑结构结合.....	7
1.1.3. 当前应用仍以工商业屋顶为主，总长期阳台、车棚等场景有望逐渐丰富..	11
1.2. 政策：绿色主旋律下，光伏建筑重要性凸显，BIPV 提供新的发展思路.....	12
1.2.1. 绿色建筑&碳中和背景推动光伏建筑发展.....	12
1.2.2. BIPV 为绿色建筑&碳中和提供新的解决方案.....	14
2. 经济性、商业模式不断改善，BIPV 市场潜力大.....	17
2.1. 经济性：光伏发电效率提升，带动 BIPV 财务可行性大幅改善.....	17
2.2. 两维度看市场空间：渗透率提升潜力大，工业建筑有望率先放量.....	19
2.3. 商业模式：仍处于探索期，“隔墙售电”等模式探索有望带动市场发展.....	24
3. 产业链分析：建筑建材深度参与，先发优势重要性凸显.....	26
3.1. 产业链：组件建材化，建筑渠道重要性凸显.....	26
3.2. BIPV 的技术难点和竞争壁垒.....	27
3.3. 目前正在做的建筑建材公司一览.....	31
4. 风险提示.....	37

## 图表目录

图 1：某典型 BAPV 建筑.....	5
图 2：某典型 BIPV 建筑.....	5
图 3：BIPV 离网型和并网型发电系统.....	7
图 4：光伏电池方阵示意图.....	8
图 5：光伏逆变器装置.....	9
图 6：并网型光伏系统逆变器装置.....	9
图 7：太阳能光伏发电系统与建筑结合示意图.....	9
图 8：光伏组件与屋顶结合示意图.....	10
图 9：光伏组件与建筑幕墙结合示意图.....	10
图 10：光伏组件与建筑遮阳结合示意图.....	11
图 11：上海某典型 BIPV 建筑.....	11
图 12：嘉兴某典型 BIPV 建筑.....	11
图 13：中山某典型 BIPV 车棚项目.....	12
图 14：绿色建筑打分公式.....	12
图 15：绿色建筑得分中各类评价指标的权重.....	12
图 16：建筑全过程碳排放量统计.....	14
图 17：建筑全过程细分品类的碳排放量统计.....	14
图 18：BIPV 系统建造成本近年来不断下降.....	17

图 19: BIPV 系统组成 .....	17
图 20: 中国历年分布式与集中式光伏装机容量与同比增速 .....	20
图 21: 中国历年分布式与集中式光伏装机容量的占比 .....	20
图 22: 2019 年分布式光伏新增装机类型分布 .....	20
图 23: 2018 年分布式光伏新增装机类型分布 .....	20
图 24: CPIA 对于我国光伏新增装机容量的预测 .....	21
图 25: 2020 年全国建筑竣工面积分类占比 .....	22
图 26: 全部建筑及厂房仓库竣工面积及同比增速 .....	23
图 27: 分布式光伏电站利益相关方示意 .....	25
图 28: 分布式光伏园区级开发示意图 .....	26
图 29: BIPV 构件及安装产业链图谱 .....	27
图 30: 各光伏系统单元实验室条件下转化效率历史发展 .....	28
图 31: 工商业屋顶成为国内现阶段 BIPV 主要应用场景 .....	29
图 32: BIPV 设计流程图 .....	30
图 33: 森特股份致力于提供建筑围护系统专业的一体化解决方案 .....	31
图 34: 2016-2020H1 公司新签合同金额及增速情况 .....	32
图 35: 公司业务营销网络 .....	32
图 36: 上海南侨食品有限公司项目 (56.55kWp 薄膜组件 BIPV) .....	33
图 37: 西安城市客厅项目 (光伏幕墙) .....	33
图 38: 公司光伏安装项目: 安徽金寨县白塔畈光伏电站 .....	33
图 39: 公司分布式光伏发电项目: 深圳瑞和大厦 .....	33
图 40: 公司精品幕墙项目: 青岛天安数码城 .....	34
图 41: 公司精品幕墙项目: 杭州天安数码城富春硅谷 .....	34
图 42: TPO 卷材应用项目: 武汉神龙太阳能屋面 .....	34
图 43: TPO 卷材应用项目: 捷豹路虎太阳能屋面 .....	34
图 44: 公司代表性项目 .....	35
图 45: 公司的产能布局 .....	35
图 46: 公司主要产品及介绍 .....	36
图 47: 公司原片及深加工玻璃在产产能及未来产能规划情况 .....	36
图 48: 亚玛顿与隆基和特斯拉合作详情 .....	36
表 1: BAPV 系统与 BIPV 系统经济性成本对比表 .....	5
表 2: BIPV 系统相较于 BAPV 系统具备明显的性能优势 .....	6
表 3: 分布式与集中式并网的优缺点对比 .....	7
表 4: 太阳能电池种类 .....	8
表 5: 各省市对于绿色建筑均有补贴政策 .....	13
表 6: 我国近年来光伏建筑一体化的相关政策 .....	15
表 7: BIPV 项目收益率测算基准假设表 .....	18
表 8: 固定运营期营收情况下 BIPV 项目 IRR 与每瓦投资及贷款利率之间的关系 .....	18
表 9: 固定运营期营收情况下 BIPV 项目静态回收期与每瓦投资及贷款利率之间的关系 .....	18
表 10: 固定初始投资情况下 BIPV 项目 IRR 与每瓦组件年发电量及电价之间的关系 .....	19

表 11: 固定初始投资情况下 BIPV 项目静态回收期与每瓦组件年发电量及电价之间的关系 .....	19
表 12: 光伏上网电价历史变化 .....	20
表 13: 分布式及工商业分布式光伏装机容量预测表 .....	21
表 14: 乐观情况下 BIPV 市场空间预测 .....	22
表 15: 保守情况下 BIPV 市场空间预测 .....	22
表 16: 厂房仓库对应 BIPV 潜在市场 .....	23
表 17: 全国一到四线城市土地出让及规划建筑面积数据 .....	24
表 18: 分布式光伏电站与集中式光伏电站各环节的比较 .....	25
表 19: BIPV 与 BAPV 对比 .....	27
表 20: BIPV 光伏组件与建筑结合的应用要求 .....	29
表 21: 隆顶装配式 BIPV 产品性能优势 .....	30
表 22: 公司太阳能电池板屋面施工技术优势 .....	32
表 23: 公司旗下子公司开展的 BIPV 业务 .....	32
表 24: 光伏屋面采用 TPO 单层柔性卷材的优点 .....	34

## 1. 产品趋于成熟，政策有望发力，BIPV 或迎来发展新阶段

### 1.1. BIPV：集成化产品，为绿色建筑&碳中和提供新的解决方案

#### 1.1.1. 建材型光伏建筑，成本及性能方面具备明显优势

光伏建筑是应用太阳能发电的一种新概念，其中 BIPV 模式强调的是系统集成，与建筑结合度高。目前光伏与建筑结合主要有 BAPV (Building Attached Photovoltaic) 和 BIPV (Building Integrated Photovoltaic) 两种形式，从定义来看，BIPV 是一种将光伏产品集成到建筑上的技术，即光伏建筑一体化，而 BAPV 则是简单地将光伏系统附着在建筑上，因此 BIPV 更具备产品集成的特质；从施工过程来看，BAPV 采用特殊的支架将光伏组件固定于原有建筑结构表面，BIPV 则是与建筑物同时设计、施工和安装，并与建筑物形成高度结合；从结构类型来看，BAPV 主要是“安装型”光伏建筑，主要功能是发电，不破坏或削弱原有建筑物的功能，而 BIPV 是“构件型”和“建材型”光伏建筑，作为建筑物外部结构的一部分，既具有发电功能，又具有建筑构件和建筑材料的功能，与建筑物形成统一体。

图 1：某典型 BAPV 建筑



资料来源：武汉市节能协会、天风证券研究所

图 2：某典型 BIPV 建筑



资料来源：武汉市节能协会、天风证券研究所

BIPV 系统材料造价成本更低，且全生命周期角度更具备经济性价比。直观造价来看，根据北极星太阳能光伏网的某钢结构厂房实际工程数据，BIPV 系统可在铝镁锰屋面板部分节约 200/m<sup>2</sup>，而在系统固定支架配件部分多增配套轻钢檩条、铝合金压条等配件，仅需比 BAPV 系统多 36 元/m<sup>2</sup>，因此综合材料造价来看，采用 BIPV 系统比 BAPV 系统可节约材料 164 元/m<sup>2</sup>，而中长期来看，BIPV 系统具有更长的使用寿命，全生命周期角度具有可观的经济性。传统钢结构后置光伏发电屋面的光伏发电组件因为全部处于露天环境，寿命一般在 20 年，光伏建筑一体化屋面的光伏发电组件只有屋面暴露在外，有良好的密封环境，BIPV 光伏组件封装用的胶为 PVB，而 PVB 膜具有透明、耐热、耐寒、耐湿，机械强度高特性，并已经成熟应用于建筑用夹层玻璃的制作，能达到 50 年甚至更长的使用寿命。

表 1：BAPV 系统与 BIPV 系统经济性成本对比表

对比项	BAPV 系统	BIPV 系统
铝镁锰屋面板	包括直立锁边铝镁锰屋面板和铝合金 T 型支座，约 200 元/m <sup>2</sup>	无
系统支架配件	包括夹具、导轨、固定件等，约 0.3 元/W*120W/m <sup>2</sup> =36 元	包括配套轻钢檩条、铝合金压条、橡胶密封条、固定件等，约 0.6 元/W*120W/m <sup>2</sup> =72 元
光伏发电组件单元板	包括光伏发电板和铝合金边框，约 120W/m <sup>2</sup> *2.8 元/W=336 元	包括光伏发电板和铝合金边框，约 120W/m <sup>2</sup> *2.8 元/W=336 元
综合造价（材料价）	铝镁锰屋面板+系统支架配件+光伏发电组件单元板=572 元/m <sup>2</sup>	系统支架配件+光伏发电组件单元板=408 元/m <sup>2</sup>
使用寿命	20 年更换一次	使用寿命≥50 年
结论	采用光伏建筑一体化屋面系统可节约材料 164 元/m <sup>2</sup>	

资料来源：北极星太阳能光伏网、天风证券研究所

此外，BIPV 系统在美观、屋面受力、防水、施工难易程度及速度以及运营维护方面都具备明显优势。具体来看：

1) **建筑外观对比：**BAPV 屋面在彩色压型金属板上后期安装支架和光伏电池板，屋面较凌乱，整体性较差。BIPV 把太阳能利用纳入建筑的总体设计，把光伏发电组件单元板和检修走道板直接作为屋面板，可通过相关设计将接线盒、连接线等隐藏在组件和踏板下方。这样既可防阳光直射和雨水侵蚀，又不会影响建筑物的外观效果。

2) **屋面受力对比：**BAPV 屋面的压型金属板与后置的光伏电池板的受力复杂，金属板和光伏电池板既有风载正压也有负压，光伏电池板受力通过支架传递到压型金属板，长期的风载作用和变形会产生疲劳效应，影响结构安全。光伏建筑一体化屋面只是单纯的屋面，结构受力清晰，结构安全性高。

3) **防水可靠性对比：**BAPV 屋面在压型金属板屋顶安装完毕后，后期而从安装光伏组件等设备，会因为吊装、施工踩踏、长期光伏自重荷载和局部设备超载，从而造成彩钢板或铝镁锰板永久沉降形变，造成后期隐患性漏水并且难于检修和发现漏点；BIPV 屋面系统主要采用憎水性玻璃面板与主水槽、防水密封等形成屋面防排水系统，组件与组件间使用可靠的密封扣条进行固定和密封，泛水包边采用对焊连接，系统设计带有防震动体系，可有效防止海边高频次风荷载作用，有效消化伸缩变形、温度变形。整个屋面表面的无穿孔连接技术，避免了漏水的隐患。

4) **施工难度和速度对比：**BAPV 屋面分二期施工，施工周期长。直立锁边铝镁锰屋面板施工难度大。BIPV 屋面施工难度小，安装速度快，在完成支架和水槽施工后，每人每天至少安装 40 m<sup>2</sup>(25 块组件)，以 10000 m<sup>2</sup>主屋面为例，20 人 15 天左右即可完成组件安装和屋面的整体密封工作。

5) **屋面运营维护对比：**BAPV 屋面在施工检修中多次踩踏，屋面变形大，漏水隐患多，维修难度大。BIPV 屋面同步设计、施工，对屋面构件形成保护，不造成二次施工踩踏破坏。屋面以单块电池组件为单元模块化设计安装，可随意拆卸、修葺，检修维护方便；屋面根据合理运维半径设置的检修走道踏板，对屋面和组件不造成破坏。

表 2：BIPV 系统相较于 BAPV 系统具备明显的性能优势

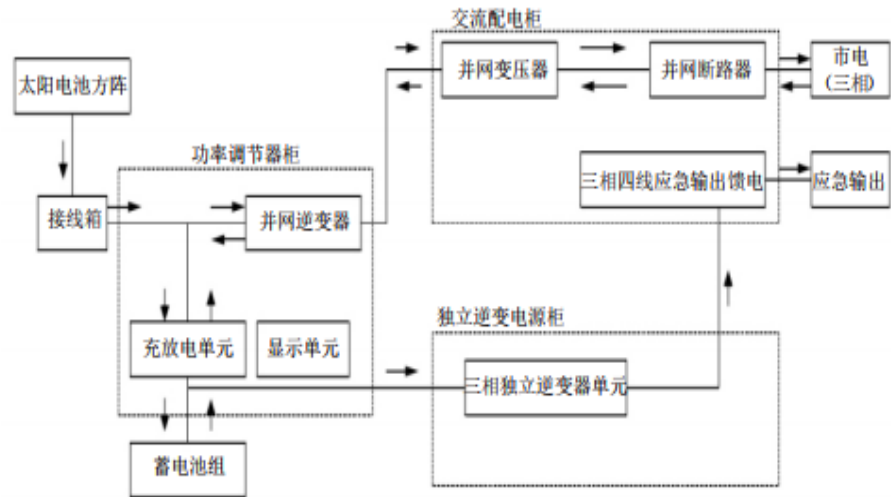
对比项	BAPV 系统	BIPV 系统
建筑外观	在彩色压型金属板上后期安装支架和光伏电池板，屋面较凌乱，整体性较差。	把太阳能利用纳入建筑的总体设计，把建筑、技术和美学融为一体，把光伏发电组件单元板和检修走道板直接作为屋面板，可通过相关设计将接线盒、连接线等隐藏在组件和踏板下方。既可防阳光直射和雨水侵蚀，又不会影响建筑物的外观效果。
屋面受力	传统钢结构后置式光伏发电屋面的压型金属板与后置的光伏电池板的受力复杂，金属板和光伏电池板既有风载正压也有负压，光伏电池板受力通过支架传递到压型金属板，长期的风载作用和变形会产生疲劳效应，影响结构安全。	光伏建筑一体化屋面只是单纯的屋面，结构受力清晰，结构安全性高。另外，该系统采用双面玻璃组件，钢化玻璃的厚度符合国家建筑设计规范，是通过严格的力学计算得出，能够满足屋面安全性要求。
防水可靠性	在压型金属板屋顶安装完毕后，后期屋面二次上人安装光伏组件等设备，会因为吊装、施工踩踏、长期光伏自重荷载和局部设备超载，从而造成彩钢板或铝镁锰板永久沉降形变，造成后期隐患性漏水并且难于检修和发现漏点。	主要采用憎水性玻璃面板与主水槽、防水密封等形成屋面防排水系统，组件与组件间使用可靠的密封扣条进行固定和密封，泛水包边采用对焊连接，系统设计带有防震动体系，可有效防止海边高频次风荷载作用，有效消化伸缩变形、温度变形。整个屋面表面的无穿孔连接技术，避免了漏水的隐患。
施工难度和速度	分二期施工，施工周期长。直立锁边铝镁锰屋面板施工难度大。光伏建筑一体化屋面施工难度小，安装速度快，工程进度有保障。	在完成支架和水槽施工后，每人每天至少安装 40 m <sup>2</sup> (25 块组件)，以 10000 m <sup>2</sup> 主屋面为例，20 人 15 天左右即可完成组件安装和屋面的整体密封工作。
屋面运营维护	施工检修中多次踩踏，屋面变形大，漏水隐患多，维修难度大。光伏建筑一体化屋面同步设计、施工，对屋面构件形成保护，不造成二次施工踩踏破坏。	屋面以单块电池组件为单元模块化设计安装，可随意拆卸、修葺，检修维护方便；屋面根据合理运维半径设置的检修走道踏板，对屋面和组件都不造成破坏。

资料来源：北极星太阳能光伏网、天风证券研究所

### 1.1.2. 并网发电更具备商业投资价值，可与屋顶、墙体和遮挡装置等建筑结构结合

并网发电更符合 BIPV 系统的中长期发展逻辑，具备商业投资价值。BIPV 的发电运作系统通常分为独立（离网）型光伏发电系统和并网型光伏发电系统，离网型系统指的是不与常规的电网相连接，独立的运行系统，通常是“自给自足”的用电模式，电能储存在蓄电池组中；而并网型系统发电原理为由 BIPV 组件通过“光生伏特”效应将太阳能转化为直流电，汇流系统将直流电传输至逆变设备，逆变设备及其它设备将直流电转换为符合标准要求的交流电后并入电网，由于并网发电不需要蓄电池，降低了光伏发电系统的运营成本，是光伏发电发展的合理方向，同时并网系统体现出光伏发电的商业价值。

图 3：BIPV 离网型和并网型发电系统



资料来源：马维锋《太阳能并网光伏发电系统装置的设计与应用》、天风证券研究所

光伏系统并网又可分为分布式和集中式两种。分布式并网主要基于建筑物表面，就近解决用户的用电问题，通过并网实现供电差额的补偿与外送。集中式并网则充分利用荒漠地区丰富和相对稳定的太阳能资源构建大型光伏电站，接入高压输电系统供给远距离负荷。分布式并网的优点在于可有效减少对电网供电的依赖，减少光伏电站的占地面积，但目前电压和无功调节的困难、大容量光伏的接入后功率因数的控制存在技术性难题，同时也增加了系统管理的复杂性，而集中式并网虽然选址更加灵活，建设周期短，但是需要依赖较长距离的输电线路送电入网，此外大容量的光伏电站须由多台变化装置组合实现，设备的协同管理技术仍不够成熟。

表 3：分布式与集中式并网的优缺点对比

	分布式并网	集中式并网
优点	<p>光伏电源处于用户侧，发电供给当地负荷，视作负载，可以有效减少对电网供电的依赖，减少线路损耗。</p> <p>充分利用建筑物表面，可以将光伏电池同时作为建筑材料，有效减少光伏电站的占地面积。</p> <p>与智能电网和微电网的有效接口，运行灵活，适当条件下可以脱离电网独立运行。</p>	<p>选址更加灵活，光伏出力稳定性有所增加，并且充分利用太阳辐射与用电负荷的正调峰特性，起到削峰的作用。</p> <p>运行方式较为灵活，相对于分布式光伏可以更方便地进行无功和电压控制，参加电网频率调节也更容易实现。</p> <p>建设周期短，环境适应能力强，不需要水源、燃煤运输等原料保障，运行成本低，便于集中管理，受到空间的限制小，可以很容易地实现扩容。</p>
缺点	<p>配电网中的潮流方向会适时变化，逆潮流导致额外损耗，相关的保护都需要重新整定，变压器分接头需要不断变换等问题。</p> <p>电压和无功调节的困难，大容量光伏的接入后功率因数的控制存在技术型难题，短路电力也将增大。</p> <p>需要在配电网级的能量管理系统，在大规模光伏接入的情况下进行负载的同一管理。对二次设备和通讯提供了新的要求，增加了系统的复杂性。</p>	<p>需要依赖长距离输电线路送电入网，同时自身也是电网的一个较大的干扰源，输电线路的损耗、电压跌落、无功补偿等问题将会凸显。</p> <p>大容量的光伏电站由多台变换装置组合实现，这些设备的协同工作需要进行同一管理，目前这方面技术尚不成熟。</p> <p>为保证电网安全，大容量的集中式光伏接入需要有 LVRT 等新的功能，这一技术往往与孤岛存在冲突。</p>

资料来源：董胜宪《再论山东海阳核电厂厂区标高和厂区护堤设计标准的确定》、天风证券研究所

光伏电池方阵、并网逆变器属于光伏发电系统的关键设备。光伏电池组件、光伏方阵支架、直流汇流箱、直流配电箱、并网逆变器、交流配电柜等设备（如果是高压并网还应该增加升压变压器），是光伏并网系统的基本设备，相比独立型发电系统来说，因无需增加储能系统，并网型发电系统结构设备更为简单。

1) 光伏电池方阵：太阳能光伏电池组件通过串联或者并联组合而成的实际供电装置。太阳能光伏阵列就是由光伏组件组成，是整个系统的核心，也是光伏发电系统中最有价值的部分，其作用就是将太阳能转换成电能。影响光电转换效率取决于光伏板电池的排列，因此光伏电池片是最小的单元，通常多片电池片排列组合好之后形成光伏电池组件。

图 4：光伏电池方阵示意图



资料来源：张斐《南方工业厂房顶光伏一体化构造研究》、天风证券研究所

从更小的光伏电池片来看，光伏组件中使用的主要是晶硅太阳能电池和薄膜太阳电池，前者占据了主要的市场份额。晶硅太阳能分为单晶硅和多晶硅两种品类，相较于多晶硅，单晶硅的纯度更高，发展和应用时间更长，具有较高的电池转换效率和良好的稳定性，但是生产成本较高，电耗较高。薄膜式电池，相对晶体硅电池来说其生产工艺少，成本低，其最突出的优点是在弱光条件下也能发电，其厚度减小，质量也轻、应用更加方便，有利于建筑美观，但是其缺点是稳定性不高、光电转换效率低，通常分为硅基、碲化镉（CdTe）、铜铟镓硒（CIGS）这三类薄膜电池。

表 4：太阳能电池种类

	商业化太阳能电池种类		材料属性	转化效率
第一代	晶硅太阳能电池	单晶硅太阳能电池	硅半导体	17%-22%
		多晶硅太阳能电池	硅半导体	16%-19%
第二代	薄膜太阳能电池	硅基薄膜电池	硅半导体	
		碲化镉（CdTe）薄膜电池	化合物半导体	6%-10%
		铜铟镓硒（CIGS）薄膜电池	化合物半导体	

资料来源：张斐《南方工业厂房顶光伏一体化构造研究》、天风证券研究所

2) 逆变器：将直流电转化为交流电的装置。光伏系统发电是发直流电，因此并网发电，或者在直接使用过程中，很多设备需要交流电供电，就必须配备逆变器。逆变器分两种：独立光伏系统逆变器和并网光伏系统逆变器。其作用除了输出稳定的交流电外，为了保护发电系统，一般还具有一定的过载能力。逆变器必须具有快速响应，启动平稳，运行稳定，及换流损失小、逆变效率高等要求。

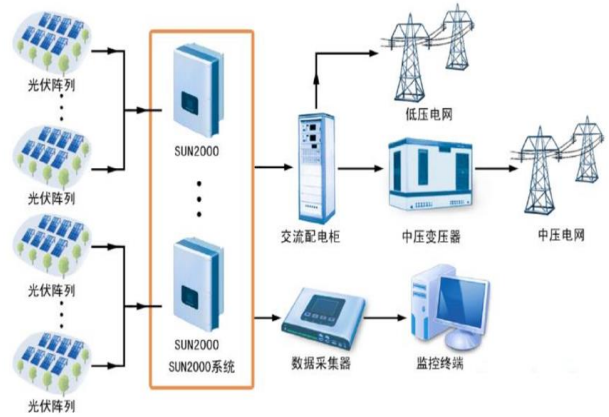


图 5：光伏逆变器装置



资料来源：北极星太阳能光伏网、天风证券研究所

图 6：并网型光伏系统逆变器装置

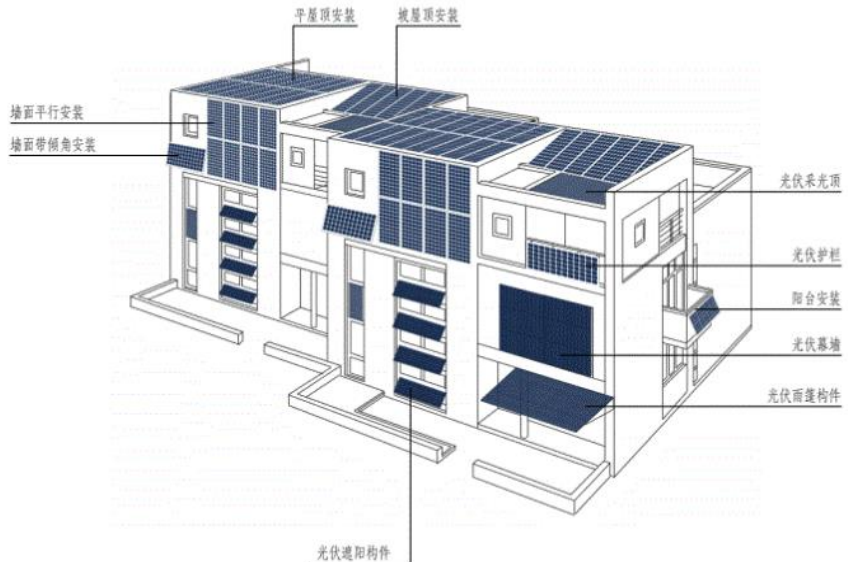


资料来源：北极星太阳能光伏网、天风证券研究所

目前光伏与建筑的结合有两种方式：1) 建筑与光伏系统相结合，2) 建筑与光伏组件相结合，BIPV 系统则属于后者。传统的 BAPV 系统是建筑与光伏系统相结合，把封装好的光伏组件平板或曲面板安装在居民住宅或建筑物的屋顶上，再与逆变器、蓄电池、控制器、负载等装置相联，而 BIPV 系统则强调建筑与光伏组件相结合，将光伏组件与建筑材料集成化。一般的建筑物外围护表面采用涂料、装饰瓷砖或幕墙玻璃，目的是为了保护和装饰建筑物。如果用光伏组件代替部分建材，即用光伏组件来做建筑物的屋顶、外墙和窗户，这样既可用做建材也可用以发电。但是将光伏组件用做建材，必须具备建材所要求的几项条件：坚固耐用、保温隔热、防水防潮、适当的强度和刚度等性能。若是用于窗户、天窗等，则必须能够透光，除此之外，还要考虑安全性能、外观和施工简便等因素。

光伏与建筑材料结合的形式主要包括与屋顶、墙体和遮挡装置等相结合。根据江苏省城市规划设计院主编的《太阳能光伏与建筑一体化构造》中的示意图，太阳能发电系统可与屋顶、采光顶、幕墙、阳台、护栏等建筑结构组合，形成绿色环保节能的建筑物，也可与建筑材料结合形成光伏遮阳构件、光伏雨篷构件，从而达到遮阳挡雨的作用。

图 7：太阳能光伏发电系统与建筑结合示意图



资料来源：江苏省城市规划设计院、天风证券研究所

1) 光伏组件与建筑屋顶结合：建筑屋顶形式有平屋顶、斜屋顶、曲面等不规则屋顶等形式，因此光伏组件与屋顶的结合也有多种形式，如坡屋顶有太阳能瓦，嵌入式斜屋面，光伏玻璃顶棚等，从发电角度上来讲，平屋顶发电的经济效益最好。由于平屋顶可以把光伏系统安装在最佳的日照角度，以获得最大的发电量，采用的光伏组件除了屋顶防水保温外，不与其他冲突。斜屋顶可以根据光伏组件需要的最佳角度来设置屋顶坡度，因此正南向斜

屋顶可以达到发电效益较好；但是除了正南向，其他方向受自身角度的影响，发电效益次之。空间结构的曲面屋顶，一般要求较高的力学性能和结构连接，同时对美学要求也相对较高。一般在安装时候，如果采用刚性组件，一般都会分解成近似平面的小局部，因此很多小的局部都可能时唯一形状且放置在唯一位置，因此无法像平屋顶或者坡屋顶那样采用标准的光伏组件以获得最大的发电效益。发电成本较高，施工难度也较大，但是能够带给建筑视觉效果上的提升。

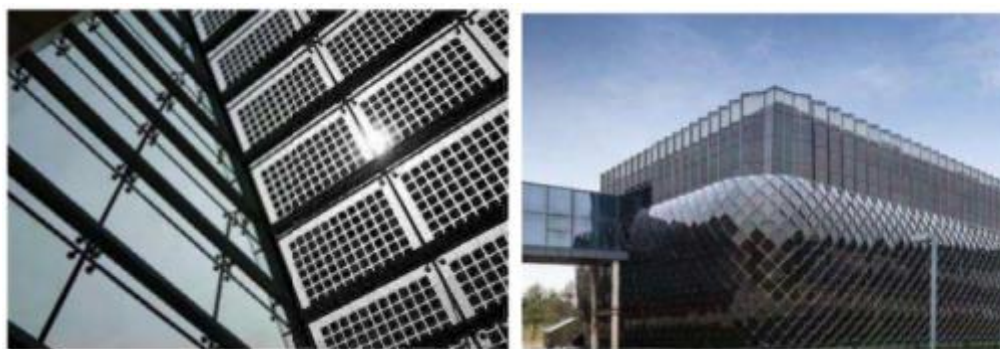
图 8：光伏组件与屋顶结合示意图



资料来源：张斐《南方工业厂房屋顶光伏一体化构造研究》、天风证券研究所

2) **光伏组件与建筑墙面结合：即是指光伏幕墙。**光伏幕墙除了应符合自身的发电需求外还要集建筑幕墙功能、通风采光、透明度、外部维护、力学、美学等功能一体。光伏幕墙可分为透明和不透明光伏幕墙。透明光伏幕墙采用非晶硅（薄膜）类光伏玻璃组件，或者是使用没有满铺的晶硅玻璃组件，不透明光伏组件则可以和其他外墙建筑材料拼接在一起。

图 9：光伏组件与建筑幕墙结合示意图



资料来源：张斐《南方工业厂房屋顶光伏一体化构造研究》、天风证券研究所

3) **光伏组件与建筑遮阳结合：**主要是利用建筑的阳台、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。作为维护栏板的光伏组件，应有适当的倾角，具体角度应充分考虑最佳日照角度以及栏板外观造型等综合因素来确定，并且与主体建筑之间的连接要牢固，一般情况是与预埋构建连接，要注意做好防水。作为阳台栏板的光伏构建，应满足高度、刚度、强度、防雷、抗风、抗震等维护与防护功能，同时还要考虑电气安全。光伏组件由于背面温度较高，也要注意电气连接件损坏可能引起的安全事故，以及儿童烫伤安全等问题。

图 10：光伏组件与建筑遮阳结合示意图



资料来源：张斐《南方工业厂房屋顶光伏一体化构造研究》、天风证券研究所

光伏系统与建筑的结合要求在建筑的不同阶段更具有协同设计和全局考虑。以往 BAPV 系统的使用过程中，由于大部分建筑师对光伏产品的了解甚少，光伏组件通常被建筑师视为一种特殊的建筑材料，而光伏设计一般由光伏企业进行专项化设计，独立于建筑设计整体之外，因此经常造成光伏组件与建筑主体的脱节，导致一体化构造的缺失以及其他一系列的问题，而在光伏系统与建筑的结合过程中，若采用 BIPV 的方式，光伏组件与建筑物同时设计、施工和安装，这对设计环节作出更高的要求，同时多方的参与、合作亦必不可少。

### 1.1.3. 当前应用仍以工商业屋顶为主，总长期阳台、车棚等场景有望逐渐丰富

目前国内 BIPV 主要应用于新建工商业屋顶，住宅领域布局较少。由于屋顶面积大、电价高昂、标准化、节能减排、隔热降温等因素推动下，使得国内发展屋顶式光伏主要是以政府投资公共建筑、工业、商业等项目的屋顶为主，也存在少部分用于工商业项目的幕墙和阳台，住宅领域的布局较少，相较于 BAPV 的二次施工，BIPV 一体化技术在工商业厂房领域具备明显的施工优势。

图 11：上海某典型 BIPV 建筑



资料来源：天合智慧分布式能源、天风证券研究所

图 12：嘉兴某典型 BIPV 建筑



资料来源：天合智慧分布式能源、天风证券研究所

此外 BIPV 的应用也逐步拓展到遮阳棚、阳台、车棚等多个应用场景。位于中山市沙溪镇乐群龙阳路的车棚 BIPV 项目，光伏阵列面积达 1600m<sup>2</sup>，总装机容量 328.86kW<sub>p</sub>，年度发电量达 34 万 kWh。当地物业公司为缓解场地紧张，提高住户体验进行的创新试点，项目在整栋大厦的基础结构上，通过精确现堪和设计，在楼顶与底楼平台上加盖了的光伏系统与光伏车棚，均采用了 BIPV 模式，既能有更高的发电效率又能防雨防漏、隔热降温，保护屋顶设施与车棚内车辆不受环境等的影响。

图 13：中山某典型 BIPV 车棚项目



资料来源：天合智慧分布式能源、天风证券研究所

## 1.2. 政策：绿色主旋律下，光伏建筑重要性凸显，BIPV 提供新的发展思路

### 1.2.1. 绿色建筑&碳中和背景推动光伏建筑发展

绿色建筑，根据住建部《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2014)所给的定义，绿色建筑是指在建筑的全生命周期，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。建筑的全生命周期是指包括建筑的物料生产、规划、设计、施工、运营维护、拆除、回用和处理的全过程，绿色建筑对于节能减排做出更高的要求，和装配式建筑类似，绿色建筑也有打分体系，根据标准，绿色建筑最低得分为 40 分，当总分达到 50 分、60 分、80 分时，绿色建筑登记分别为一星级、二星级、三星级。

图 14：绿色建筑打分公式

$$\sum Q = w_1 Q_1 + w_2 Q_2 + w_3 Q_3 + w_4 Q_4 + w_5 Q_5 + w_6 Q_6 + w_7 Q_7 + Q_8$$

资料来源：住建部《绿色建筑评价标准》、天风证券研究所

从绿色建筑得分中各类评价指标来看，节能与能源利用的打分权重最高，光伏建筑契合绿色建筑的发展。绿色建筑的七项权重分别是节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量、施工管理和运营管理，从不同的权重系数来看，节能与能源利用在居住和公共建筑中打分比重均最高，我们认为太阳能作为最清洁的能源，可满足节能与能源利用的最高要求，光伏建筑则是绿色建筑重要的实现路径。

图 15：绿色建筑得分中各类评价指标的权重

		节地与室外环境 $w_1$	节能与能源利用 $w_2$	节水与水资源利用 $w_3$	节材与材料资源利用 $w_4$	室内环境质量 $w_5$	施工管理 $w_6$	运营管理 $w_7$
设计评价	居住建筑	0.21	0.24	0.20	0.17	0.18	—	—
	公共建筑	0.16	0.28	0.18	0.19	0.19	—	—
运行评价	居住建筑	0.17	0.19	0.16	0.14	0.14	0.10	0.10
	公共建筑	0.13	0.23	0.14	0.15	0.15	0.10	0.10

资料来源：住建部《绿色建筑评价标准》、天风证券研究所

**十四五阶段绿色生态重要性进一步提升，利好光伏建筑发展。**3月12日新华社播发《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，对比十三五阶段，十四五阶段强调“生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放分别降低13.5%、18%，主要污染物排放总量持续减少，森林覆盖率提高到24.1%，生态环境持续改善，生态安全屏障更加牢固”，绿色生态的重要性更加凸显，各省市对于绿色建筑的补贴政策有助于绿色建筑成为发展的新方向。

表 5：各省市对于绿色建筑均有补贴政策

地区	类别	政策要点
北京	《北京市装配式建筑、绿色建筑、绿色生态示范区项目市级奖励资金管理暂行办法》	取得二星级、三星级绿色建筑运行标识的项目分别给予50元/平方米、80元/平方米的奖励资金，单个项目最高奖励不超过800万元。
上海	《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》	支持范围包含8项，其中支持可再生能源与建筑一体化示范项目。利用太阳能、浅层地热能等可再生能源与建筑一体化的居住建筑或公共建筑。二星级绿色建筑运行标识项目每平方米补贴50元，三星级绿色建筑运行标识项目每平方米补贴100元。符合可再生能源与建筑一体化示范的项目，采用太阳能光热的，每平方米受益面积补贴45元；采用浅层地热能的，每平方米受益面积补贴55元。
重庆	《关于完善重庆市绿色建筑项目资金补助有关事项的通知》	对获得金级绿色建筑标识的项目仍按项目建筑面积25元/平方米的标准予以补助，但资金补助总额不超过400万元。
浙江	《浙江省深化推进新型建筑工业化促进绿色建筑发展实施意见》	对获得国家绿色建筑二星（含2A住宅性能认定）和三星（含3A住宅性能认定）标识的新型建筑工业化项目，按照规定给予财政奖励。
山西	《关于印发山西转型综改示范区绿色建筑扶持办法(试行)的通知》	绿色工业建筑项目，获得国标二星级运行标识的，按照建筑面积给予100元/m <sup>2</sup> 奖励，单个项目最高不超过200万元；获得国标三星级运行标识的，按照建筑面积给予150元/m <sup>2</sup> 奖励，单个项目最高不超过300万元。绿色民用建筑项目，获得省标三星级运行标识的，按照建筑面积给予100元/m <sup>2</sup> 奖励，单个项目最高不超过200万元。获评为近零能耗的建筑，按其地上建筑面积给予200元/m <sup>2</sup> 奖励，单个项目最高不超过300万元。
山东	《山东省省级建筑节能与绿色建筑发展专项资金管理办法》	绿色建筑示范奖励标准为：一星级15元/平方米（建筑面积，下同）、二星级30元/平方米、三星级50元/平方米，单一项目最高不超过500万元。示范方案批复后，根据方案包含项目的绿色建筑标识星级，获得二星、三星级设计标识的，先拨付50%，获得运行标识再拨付50%；
宁夏	《宁夏回族自治区绿色建筑示范项目资金管理暂行办法》	对通过自治区验收评估、获得绿色建筑标识的示范项目按照建筑面积给予奖补：一星级15元/平方米，其中，一星级设计标识奖励3元/平方米、运行标识12元/平方米；二星级30元/平方米，其中，二星级设计标识奖励5元/平方米、运行标识25元/平方米；三星级50元/平方米，其中，三星级设计标识奖励10元/平方米、运行标识40元/平方米，单一项目奖补资金最高不超过100万元。
陕西	《关于加快推进陕西省绿色建筑工作的通知》	二星级绿色建筑45元/平方米（建筑面积，下同），三星级绿色建筑80元/平方米。省财政对一、二、三星级绿色建筑的奖励标准，分别为每平方米10元、15元、20元。
吉林	《吉林省建筑节能奖补资金管理办法》	三星级绿色建筑设计标识的项目每平方米奖补25元；二星级绿色建筑设计标识的项目每平方米奖补15元，一星级绿色建筑设计标识的项目将根据具体情况给予适当奖补。

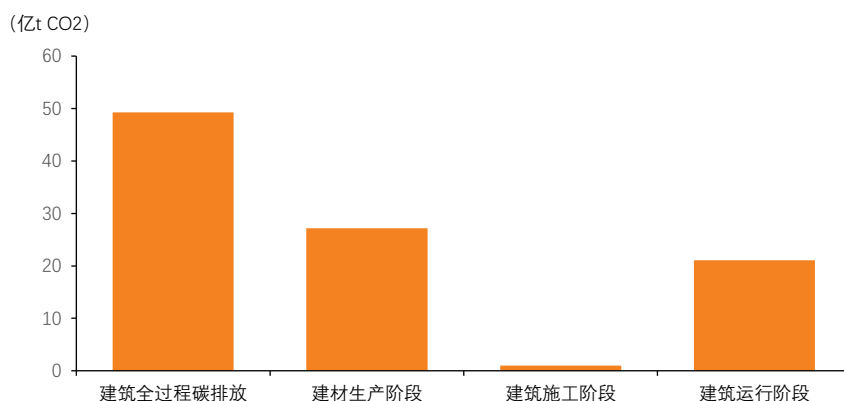
资料来源：国际能源网、天风证券研究所

**建筑行业碳排放量大，碳中和进一步催生光伏建筑需求。**根据《中国建筑能耗研究报告（2020）》，2018年全国建筑全过程能耗总量为21.47亿tce，占全国能量总耗的46.5%，细分来看，建材生产阶段排放11亿tce，占比23.8%；建筑施工阶段排放0.47亿tce，占比1.0%；建筑运行阶段10亿tce，占比21.7%，由此可见，建筑行业对于能源的消耗量十分大，而同时建筑行业也是全国碳排放最高的行业，2018年全国建筑全过程碳排放总量为49.3亿吨CO<sub>2</sub>，占全国碳排放的比重为51.3%，细分来看，建材生产阶段排放27.2亿吨CO<sub>2</sub>，占比28.3%；建筑施工阶段排放1亿吨CO<sub>2</sub>，占比1%；建筑运行阶段21.1亿吨CO<sub>2</sub>，占比21.9%。

当前格局下，实现“2030年碳达峰”、“2060年碳中和”的目标对于绿色建筑做出更高的

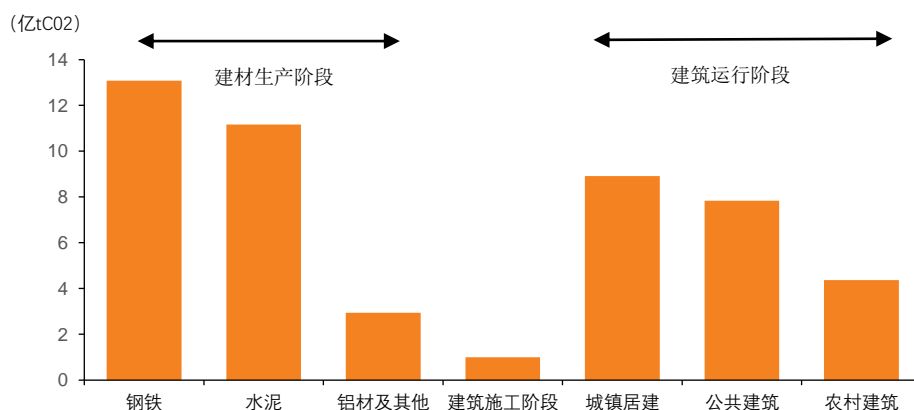
要求，我们认为光伏建筑一体化将建筑与光伏组件结合，可有效减少传统水泥、钢铁等建材生产过程中能量的耗损以及碳排放，而在建筑的运行阶段，光伏建筑一体化可直接利用光伏进行发电，对于传统电能的节约亦有帮助。21年3月《关于2020年中央和地方预算执行情况与2021年中央和地方预算草案的报告》提出进一步支持风电、光伏等可再生能源发展和非常规天然气开采利用，增加可再生、清洁能源供给，“碳中和”进一步催生光伏建筑的需求。

图 16：建筑全过程碳排放量统计



资料来源：中国建筑节能协会、天风证券研究所

图 17：建筑全过程细分品类的碳排放量统计



资料来源：中国建筑节能协会、天风证券研究所

### 1.2.2. BIPV 为绿色建筑&碳中和提供新的解决方案

BIPV 作为光伏与建筑相结合的一种形式，伴随着光伏行业的蓬勃发展而兴起，展望十四五阶段，BIPV 是绿色建筑、碳中和的重要实现路径。BIPV 作为光伏建筑的一种实现路径，光伏发电行业的政策引领着技术的发展，回顾光伏政策的发展历程，主要可分为以下几个阶段：

**1) 2012-2014 年：光伏产业支持政策密集出台阶段。**此阶段光伏政策的出台主要是以推动光伏新能源的应用以及通过补贴方式支持光伏产业的发展为目的。12年9月《关于申报分布式光伏发电规模化应用示范区通知》拉开光伏分布式应用序幕，13年6月《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展》规定分布式光伏发电的度电补贴政策，并明确光伏补贴政策的期限原则上为20年。

**2) 2015-2017 年：分布式光伏高速发展，企业盈利能力快速提升，补贴政策开始退坡。**16年能源发展“十三五”规划陆续出台，明确提及优先发展分布式光伏，16年12月的太阳能发展“十三五”规划中提出大力推进屋顶分布式光伏发电，到20年建成100个分布

式光伏应用示范区，园区内 80% 的新建建筑屋顶、50% 的已有建筑屋顶安装光伏发电。17 年分布式光伏发电高速发展，分布式光伏发展不受各地年度新增建设规模限制，而在企业盈利能力快速提升的同时，补贴政策开始有所退坡。分布式光伏补贴由 16 年的 0.42 元/千瓦时，调降为 17 年 0.37 元/千瓦时。

**3) 2018-2020 年：光伏政策开始收紧，补贴力度继续下调。**18 年 531 新政出台，在电价上确认“两下调”原则，在电价上确认“两下调”原则，对光伏建设规模进行缩减；分布式光伏发电项目，全电量度电补贴标准降低为每千瓦时 0.32 元（含税），而 19 年 4 月和 20 年 4 月，采用“自发自用、余量上网”模式的工商业分布式光伏全发电量补贴标准再次下调为每千瓦时 0.10 元/0.05 元，分布式光伏发电补贴力度继续下调。

**4) 十四五阶段：BIPV 是绿色建筑、碳中和的重要途径。**在绿色建筑以及碳中和政策指引下，预计十四五阶段国内 BIPV 的推广政策有望进一步加码。20 年由中国建筑科学研究院主编的《户用光伏发电系统》和《建筑光伏组件》先后发布，为 BIPV 行业的规范发展奠定基础，我们认为类似强制安装的推广政策有望在未来持续出台，将为光电建筑大规模发展打下基础。

表 6：我国近年来光伏建筑一体化的相关政策

特点	时间	政策	主要内容
政策密集出台	2012 年 9 月	《关于申报分布式光伏发电规模化应用示范区通知》	<b>光伏分布式应用拉开序幕</b>
	2013 年 7 月	《促进光伏产业健康发展的若干意见》	支持分布式光伏发电发展的政策实现从无到有，此后相关部门、单位和地区依据此意见出台了一系列政策综合支持体系
	2013 年 6 月	《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展》	规定分布式光伏发电的度电补贴政策，补贴标准为每千瓦时 0.42 元（含税），并明确光伏补贴政策的期限原则上为 20 年
	2013 年 11 月	《关于分布式光伏发电项目管理暂行办法的通知》	分布式光伏细化政策出炉
	2014 年 9 月	《关于进一步落实分布式光伏发电有关政策的通知》	光伏新政终于正式落地
相关规范与标准陆续出台	2015 年 3 月	《光伏制造业行业规范条件》	首次明确光伏行业规范
	2015 年 4 月	《光伏发电企业安全生产标准化创建规范》	明确光伏企业法律法规与安全管理制度等十三方面的内容和要求
	2015 年 12 月	《关于完善陆上风电光伏发电上网标杆电价政策的通知》	实行陆上风电、光伏发电上网标杆电价随发展规模逐步降低的价格政策。光伏发电先确定 2016 年标杆电价，2017 年以后的价格另行制定
全民光伏扶贫正式开展以及十三五规划出台	2016 年 3 月	《关于实施光伏发电扶贫工作的意见》	计划在 2016 年将光伏扶贫全面铺开
	2016 年 5 月	《关于印发光伏扶贫实施方案编制大纲的通知》	标志全国范围内的、全面的光伏扶贫即将进入实施阶段
	2016 年 10 月	《关于下达第一批光伏扶贫项目的通知》	全民的光伏正式落地，本批光伏扶贫项目总规模 516 万 KW，其中，村级光伏电站（含户用）共计 218 万 KW，集中式地面电站共计 298 万 KW
	2016 年 12 月	可再生能源发展“十三五”规划	继续支持在已建成且具备条件的工业园区、经济开发区等用电集中区域规模化推广屋顶光伏发电系统
	2016 年 12 月	能源发展“十三五”规划	优化太阳能开发布局，优先发展分布式光伏发电，扩大“光伏+”多元化利用，促进光伏规模化发展
	2016 年 12 月	太阳能发展“十三五”规划	大力推进屋顶分布式光伏发电。到 2020 年建

			成 100 个分布式光伏应用示范区，园区内 80%的新建建筑屋顶、50%的已有建筑屋顶安装光伏发电
<b>分布式光伏发电高速发展</b>	2017 年 5 月	《关于报送可再生能源“十三五”发展规划年度建设规模方案的通知》	分布式光伏发电，不受各地区年度新增建设规模限制
	2017 年 10 月	《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》	即使国家补贴会下调至消失，用户安装的家用光伏电站，也可以通过卖电给电价高、用电稳的企业
	2017 年 11 月	《开展分布式发电市场化交易试点的通知》	<b>推动隔墙售电</b> ，纳入分布式发电市场化交易试点的可再生能源发电项目建成后自动纳入可再生能源发展基金补贴范围，按照全部发电量给予度电补贴
	2017 年 12 月	《关于 2018 年光伏发电项目价格政策的通知》	2018 年 1 月 1 日以后投运的、采用“自发自用、余量上网”模式的分布式光伏发电项目，全电量度电补贴标准降低 0.05 元，即补贴标准调整为每千瓦时 0.37 元（含税）
<b>光伏政策收紧</b>	2018 年 5 月	《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》	531 新政出台，在电价上确认“两下调”原则，对光伏建设规模进行缩减；分布式光伏发电项目，全电量度电补贴标准降低为每千瓦时 0.32 元（含税）
	2019 年 4 月	《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》	2019 年 I~III 类资源区纳入财政补贴年度规模管理的新增集中式光伏发电项目指导价，分别确定为每千瓦时 0.40 元、0.45 元、0.55 元。纳入 2019 年财政补贴规模、采用“ <b>自发自用、余量上网</b> ”模式的工商业分布式光伏全发电量补贴标准调整为每千瓦时 0.10 元；纳入 2019 年财政补贴规模、采用“全额上网”模式的工商业分布式光伏项目，按所在资源区集中式光伏电站指导价执行。能源主管部门统一实行市场竞争方式配置的新增工商业分布式光伏发电项目，价格不得超过所在资源区指导价， <b>且补贴标准不得超过每千瓦时 0.10 元</b>
	2019 年 5 月	《清洁能源消纳重点专项监管工作方案》	进一步促进优化清洁能源并网服务，保障公平无歧视、高效接入电网
	2020 年 4 月	《关于 2020 年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》	将纳入国家财政补贴范围的 I 至 III 类资源区新增集中式光伏电站指导价，分别确定为每 KW·h 0.35 元、0.4 元、0.49 元；采用“ <b>自发自用、余量上网</b> ”模式的工商业分布式光伏发电项目，全发电量补贴标准调整为每千瓦时 0.05 元；采用“全额上网”模式的工商业分布式光伏发电项目，按所在资源区集中式光伏电站指导价执行。能源主管部门统一实行市场竞争方式配置的所有工商业分布式项目，市场竞争形成的价格不得超过所在资源区指导价， <b>且补贴标准不得超过每千瓦时 0.05 元</b>
<b>支持光伏发展</b>	2021 年 2 月	《关于征求 2021 年可再生能源电力消纳责任权重和 2022-2030 年预期目标建议的函》	拟实行双消纳双考核，压实风电太阳能发电发展责任。为压实 2030 年风电、太阳能发电装机容量达到 12 亿 KW 以上的责任，对各省省级行政区域分别设置总量和非水电两类消纳责任权重，且两类权重均应逐年提高至少不降低
	2021 年 3 月	《关于 2020 年中央和地方预算执行情况与 2021 年中央和地方预算草案的报告》	支持做好碳达峰、碳中和工作。进一步支持风电、光伏等可再生能源发展和非常规天然气开采利用，增加可再生、清洁能源供给。

资料来源：中国政府网、发改委网站等、天风证券研究所



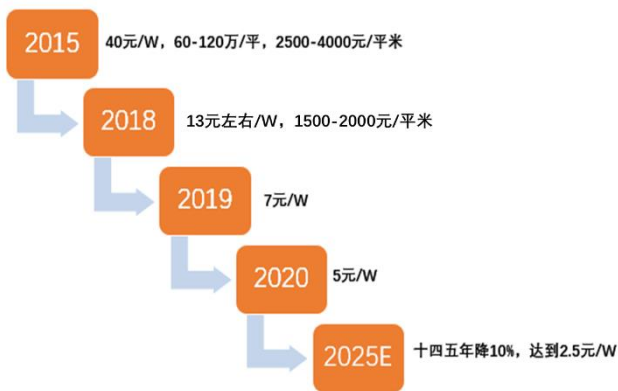
## 2. 经济性、商业模式不断改善，BIPV 市场潜力大

### 2.1. 经济性：光伏发电效率提升，带动 BIPV 财务可行性大幅改善

经过数年的发展，BIPV 组件的成本已经出现明显下降。根据北极星太阳能光伏网的数据，2016 年特斯拉在美国发布的 Solar city 屋顶瓦片产品的售价达到 25 元/w，能量密度为 80-90w/m<sup>2</sup>；2018 年汉能发布的汉瓦产品的售价约为 13 元/w，能量密度 80-85w/m<sup>2</sup>；2018 年 6 月，赫里欧发布的第二代智能 BIPV 产品，系统造价仅为 4.5-5.0 元/w，且能量密度大幅提升至 160-170w/m<sup>2</sup>。根据中国 BIPV 联盟的数据，十三五期间我国 BIPV 的系统造价（包含材料和人工）降幅达到 90%。根据中国 BIPV 联盟的预测，十四五末 BIPV 的系统造价有望降至 2.5 元/w，具备全面推广替代建材的条件。

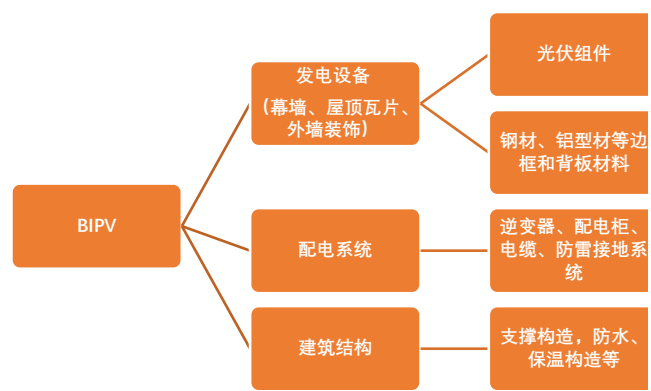
我们认为 BIPV 系统的建设主要包括光伏建材（如光伏瓦）、配电系统（逆变器、配电柜、电缆、储能设备等）、建筑构造（檩条、保温、防水等），其中主要的成本或在于光伏建材，而光伏建材本质上是另一种形式的光伏组件，其度电成本的下降主要与光伏组价的发电效率相关。以北极星光伏网的江西某屋顶光伏电站的投资概算为例，其最终实现的静态造价为 5.76 元/w，而在静态投资中，设备及安装工程（发电设备、升压变电设备、控制保护设备及其他设备）占总投资的比重达到 81%，而在设备及安装工程中，设备购置费的占比达到 77.6%，建安工程费占比相对较低。

图 18：BIPV 系统建造成本近年来不断下降



资料来源：中国 BIPV 联盟、天风证券研究所

图 19：BIPV 系统组成



资料来源：国际太阳能光伏网、天风证券研究所

我们建立一个测算屋面光伏项目收益率的简单模型，可以发现，初始投资、年发电量、电价、以及资金成本是影响 BIPV 收益率较为显著的因子。根据北极星光伏网数据，BIPV 项目的系统建造成本主要包含设备、人工、建设期利息等因素，而在运营期的成本主要包括材料费（经验值 0.01 元/w·年）、运营费用（一般假设为初始投资的 1%/年）、财务费用（具体数额与投资中的贷款比例和贷款利率相关）和保险费用（一般假设为初始投资的 0.10%/年）。在假设用电方和投资方非同一主体的情况下，投资方可能还需要支付房屋业主屋顶租金，但在我们的测算中，我们以打折售电的方式进行计算，进而不考虑屋顶租金。

从收益端看，投资方的运营期收益全部来自于售电，此时，所在区域、屋顶坡度、系统转化效率及组件的衰减系数可能对年发电量的预测产生影响，而电价则是另外一个需要考量的因素。光伏组件的年发电量计算方式较为复杂，我们运用“光伏宝”网站提供的计算软件计算每瓦 BIPV 组件的首年发电量（我们以江苏南京地区 30° 坡屋顶为基准，年发电量约为 1.3 度/w），而后续年份的发电量，按首年衰减 2%，后续线性衰减 0.65%/年计算。我们将测算的基准定为不打折的含税电价为 0.7 元/度，售电折扣 15%（各地光照条件和电价均不相同）。

从现金流的角度看，对于投资人而言，其在运营期的每年现金净流入等于 BIPV 电站的净利润+当年折旧-贷款本金的偿还额，根据北极星网的经验数据，我们测算的基准：电站的运营期为 25 年，折旧期为 15 年，贷款年限也为 15 年，贷款期限中采用等额本金的还款方式。通过对上述条件的假设，我们可以计算出，在 BIPV 系统投资为 5 元/w、贷款利率 6%、发电效率每瓦每年 1.3kw\*h 的假设之下，项目的资本金内部收益率为 14.48%，静态回

收期为 8.73 年。

表 7：BIPV 项目收益率测算基准假设表

成本假设：		收益假设：		年限假设：		杠杆假设：	
系统单位投资（元/w）	5	年发电量（KW·H）	1.3	运营期	25	贷款比例	80%
年运营费用比例	1%	电价（元/KW·H，不含税）	0.62	折旧期	15	贷款年限	15
材料费（元/w）	0.01	电价（元/KW·H，含税）	0.7	折旧方法	直线	贷款利率	6%
固定资产残值比例	5%	电价折扣	15%	年折旧（元）	0.32		
增值税率	13%			建设期（年）	0.25		
所得税率	25%						
保险费率	0.10%						

资料来源：北极星光伏网、天风证券研究所

在固定运营期收入的情况下，BIPV 项目的财务回报情况与单位初始投资更相关，对贷款利率敏感度相对不高。在上述基准测算的基础上，我们针对投资和售电收入两个关键指标对项目收益情况进行情景假设分析。从下表中可以看出，项目 IRR 和静态回收期对项目的系统初始投资的变化更加敏感，如同样在 6% 贷款利率下，初始投资从 2 元/w 上升至 5 元/w，IRR 由 47.03% 降至 14.48%，静态回收期由 1.72 年升至 8.73 年；而同样在 5 元/w 的初始投资下，贷款利率由 4% 上升至 8%，IRR 仅由 17.38% 降至 12.02%，静态回收期也仅由 6.59 年上升至 11.38 年。根据前文，若当前 BIPV 的系统投资已降至 5 元/w 左右，我们认为其对不同投资主体的财务回报均较好。事实上，若 BIPV 的初始投资超过 5 元/w，在先前的假设条件下，只有融资成本显著较低的投资主体才能获得较好的财务可行性。

表 8：固定运营期营收情况下 BIPV 项目 IRR 与每瓦投资及贷款利率之间的关系

	2	3	4	5	6	7
4%	50.50%	36.60%	25.50%	17.38%	11.72%	7.73%
5%	48.75%	34.74%	23.74%	15.87%	10.49%	6.71%
6%	47.03%	32.93%	22.06%	14.48%	9.37%	5.78%
7%	45.33%	31.18%	20.48%	13.20%	8.34%	4.93%
8%	43.66%	29.48%	19.00%	12.02%	7.40%	4.15%

注：横轴为每瓦投资，单位为元/瓦，纵轴为贷款利率，单位为%

资料来源：北极星光伏网、天风证券研究所

表 9：固定运营期营收情况下 BIPV 项目静态回收期与每瓦投资及贷款利率之间的关系

	2	3	4	5	6	7
4%	1.54	2.49	4.00	6.59	11.19	16.05
5%	1.63	2.67	4.41	7.58	13.04	16.89
6%	1.72	2.87	4.91	8.73	14.83	17.74
7%	1.81	3.09	5.49	10.03	15.61	18.59
8%	1.92	3.34	6.17	11.38	16.30	19.44

注：横轴为每瓦投资，单位为元/瓦，纵轴为贷款利率，单位为%

资料来源：北极星光伏网、天风证券研究所

在现有的投资强度下，折扣前电价至少要达到 0.7 元/度，BIPV 项目的经济性才较为显著。在系统初始投资为 5 元/w，且融资成本在 6% 的前提下，可以看出，年发电量和售电单价对项目的投资收益指标均有较为显著的影响。从年发电量角度看，在上文假设下，我国西部地区可做到 1.5 度/w 以上，华东、华南、西南等区域普遍在 1.2-1.5 度/w 区间内，从下表可看出，在 0.6 元/度的折扣前电价情况下，只有年发电量达到 1.5 度/w 以上时才具备较好的财务回报性，而对于大多数地区来看，电价需要达到 0.7 元/度以上时，才具备较好的财务回报性，因此对于居民建筑而言，在没有价格补贴的情况下，当前 BIPV 的投资回报率

或仍处于较低水平，工商业建筑的屋顶有望是最先开展的 BIPV 市场。

表 10：固定初始投资情况下 BIPV 项目 IRR 与每瓦组件年发电量及电价之间的关系

	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
0.5	0.48%	2.12%	3.75%	5.40%	7.06%	8.76%
0.6	3.75%	5.73%	7.74%	9.79%	11.92%	14.11%
0.7	7.06%	9.45%	11.92%	14.48%	17.15%	19.93%
0.8	10.49%	13.37%	16.38%	19.52%	22.79%	26.17%
0.9	14.11%	17.54%	21.14%	24.89%	28.76%	32.71%

注：横轴为每瓦组件年发电量，单位为度/W，纵轴为折扣前电价（税后），单位为元/度，由于在测算过程中未考虑屋顶租金，故实际电价统一为八五折

资料来源：北极星光伏网、天风证券研究所

表 11：固定初始投资情况下 BIPV 项目静态回收期与每瓦组件年发电量及电价之间的关系

	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
0.5	24.52	22.14	19.85	18.00	16.47	15.23
0.6	19.85	17.67	15.93	13.94	11.16	9.04
0.7	16.47	14.47	11.16	8.73	7.02	5.80
0.8	12.94	9.67	7.45	5.95	4.92	4.18
0.9	9.04	6.82	5.39	4.43	3.76	3.26

注：横轴为每瓦组件年发电量，单位为度/W，纵轴为折扣前电价（税后），单位为元/度，由于在测算过程中未考虑屋顶租金，故实际电价统一为八五折

资料来源：北极星光伏网、天风证券研究所

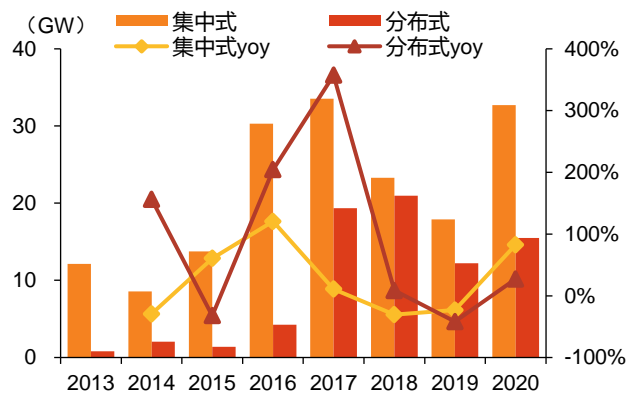
通过上述测算，我们认为针对 BIPV 的经济性可得出以下结论：

- 1) 随着近年来 BIPV 系统初始投资的不断下降，目前 BIPV 项目在工商业屋顶项目中已经具备了较好的财务可行性，后续 BIPV 在工商业屋顶项目中有望率先放量增长，工业建筑屋面面积较大，能够摊薄非发电设备的成本，经济性或更好。工商业建筑的墙面和居住建筑实施 BIPV 的财务回报仍有待提高，但后续若出台促进性政策，上述市场有望提前开启；
- 2) BIPV 系统的初始投资，是影响 BIPV 项目财务回报性的最主要指标，而 BIPV 组件产品是 BIPV 初始投资的最主要组成部分，占比可达 50%以上，因此我们认为提高光伏组件发电效率，降低其生产成本，是提升 BIPV 项目经济性的核心。融资成本虽然也会对项目的经济性产生影响，但影响程度远没有初始投资大。

## 2.2. 两维度看市场空间：渗透率提升潜力大，工业建筑有望率先放量

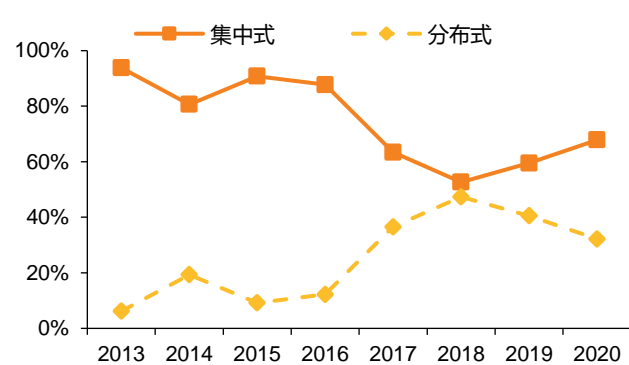
2020 年全国工业厂房类 BIPV 市场或仅不到 1GW，后续渗透率提升潜力大。据索比光伏网，2020 年全国光伏新增装机容量达到 48.2GW，同比+60%，其中集中式/分布式光伏新增装机容量分别同比+82.6%/+27.1%，二者占新增装机容量的比重 67.8%/32.2%，2013-2018 年间分布式光伏的新增容量占总装机容量的比重有所提升，但 19/20 年又有所下降。具体到分布式光伏来看，对比 18 年/19 年的数据，可以发现工商业分布式光伏的比例显著下降，户用光伏比例显著提升，而从绝对装机容量角度，2019 年户用光伏新增装机容量 4.27GW，同比增长 27%，光伏扶贫装机容量同比略降 7%，而工商业分布式光伏新增装机容量出现大幅下行。2020 年前 11 月户用光伏的新增装机容量达到 10.1GW，而全年的分布式光伏装机容量仅 15.5GW，因此我们预计 2020 年全年户用光伏占分布式光伏的比重相比 2019 年仍有提升，工商业分布式光伏 2020 年的新增装机容量或较少。而根据中国建筑科学研究院的数据，我国 2020 年 BIPV 的装机容量或在 709MW 左右。

图 20：中国历年分布式与集中式光伏装机容量与同比增速



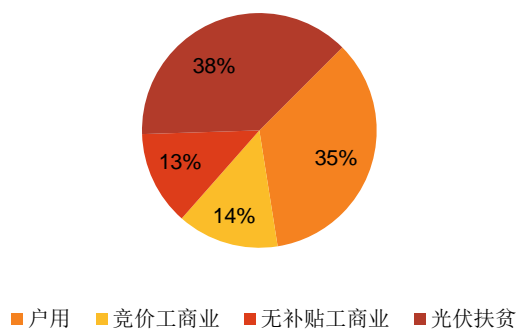
资料来源：北极星光伏网、索比光伏网、天风证券研究所

图 21：中国历年分布式与集中式光伏装机容量的占比



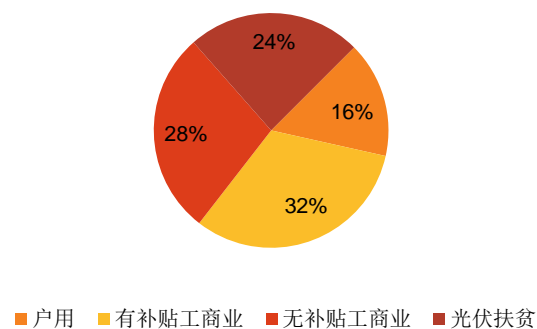
资料来源：北极星光伏网、索比光伏网、天风证券研究所

图 22：2019 年分布式光伏新增装机类型分布



资料来源：户用光伏网、天风证券研究所

图 23：2018 年分布式光伏新增装机类型分布



资料来源：户用光伏网、天风证券研究所

从过往情况来看，不同种类分布式光伏占比的变化受政策影响较大，但随着 BIPV 投资成本的下行，工商业自发自用模式有望得到快速发展。随着技术进步，发改委在过去几年中不断调低了光伏发电的上网价格和补贴力度，这对于分布式光伏而言影响较大。对于工商业的分布式电站而言，其上网电价不得高于所在资源区的光伏电站指导价，但在竞价上网的同时能够享受到一定的财政补贴。但 2018 年后，分布式光伏电站的度电补贴下行较为明显，针对“自发自用，余量上网”模式的分布式电站，补贴从 2018 年的 0.37 元/度降至 2020 年的 0.05 元/度，户用光伏的补贴力度虽然也有所降低，但降幅小于一一般工商业分布式光伏。我们认为补贴退坡或是 2019/2020 年分布式光伏占新增装机容量下行的原因之一，而工商业分布式光伏目前补贴已经较少，可能也是其在分布式光伏新增装机容量中占比下降的主要原因，但从自发自用的角度看，随着 BIPV 初始投资的逐步降低，其经济性有望逐渐摆脱对补贴的依赖性（根据前文的测算，我们认为在 5 元/w 的初始投资下，BIPV 已经能够有较可观的财务回报）。

表 12：光伏上网电价历史变化

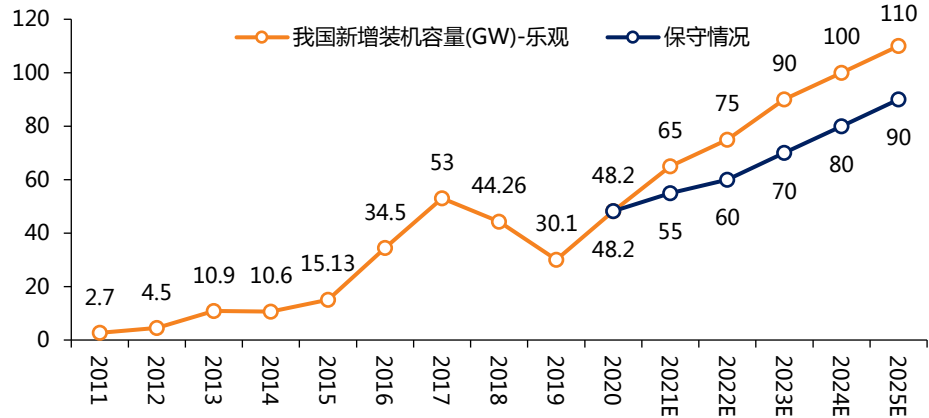
	上网标杆电价 (元/度)			分布式光伏补贴上限 (元/度)		
	I 类	II 类	III 类	自发自用, 余量上网	全额上网	户用光伏
2018	0.55	0.65	0.75	0.37	同集中式	
2019	0.4	0.45	0.55	0.1	同集中式	0.18
2020	0.35	0.4	0.49	0.05	同集中式	0.08

资料来源：国家发改委、天风证券研究所

从后续光伏装机容量的角度出发，我们认为 BIPV 具有较大的渗透率上升空间。根据 CPIA 的预测，2021-2025 年我国光伏新增装机量有望达 355-440GW，较“十三五”阶段有望

实现大幅增长，21-25 年年新增装机量复合增速有望达 13.3%-13.7%。至 2025 年，我国光伏的年新增装机容量有望达到 90-110GW。我国 2016 年外发的能源十三五规划中曾指出，优先发展太阳能，当时提出 2020 年太阳能发电规模达到 1.1 亿千瓦以上，其中分布式光伏达到 6000 万千瓦，分布式占比达到 55%，太阳能十三五规划中也提到目标到 2020 年，在 100 个光伏示范园区中做到 80%新建建筑和 50%既有建筑在屋顶安装光伏发电设备，但从目前来看，十三五规划中的目标或未实现。根据国际能源署 IEA 的预测，至 2024 年，全球光伏新增装机容量中 50%为分布式光伏，而分布式光伏中 75%为工商业分布式光伏项目。

图 24：CPIA 对于我国光伏新增装机容量的预测



资料来源：CPIA、天风证券研究所

根据前文数据可知，我国 2020 年光伏新增装机容量达到 48.2GW，分布式光伏新增装机容量 15.5GW，其中前 11 月的户用光伏装机容量就超过了 10GW，而 2020 年没有光伏扶贫项目，我们预计 2020 年工商业分布式光伏项目的装机容量或不超过 3GW。若 2025 年我国光伏新增装机中 50%来自于分布式，则 2025 年光伏新增装机中分布式的装机容量有望达到 45-55GW，20-25 年 CAGR24%-29%，若假设 25 年工商业分布式的新增装机占比达到 75%，则 25 年工商业新增装机容量或达 33.75-41.25GW，假设 2020 年的工商业分布式装机容量为 3GW，则 20-25 年新增装机 CAGR62%-69%。根据中国 BIPV 联盟的预测，至 2025 年 BIPV 在工业厂房新建屋顶分布式光伏项目中的渗透率有望达到 100%，即使保守假设工商业新增装机容量中 50%来自于工业建筑，2025 年工业建筑带来的 BIPV 市场也有望达到 16.88-20.63GW，20-25 年 CAGR88%-96%，若假设 2025 年工商业分布式新增装机全部使用 BIPV，2025 年 BIPV 市场的复合增长率有望达到 116%-125%，我们认为，即使从较为保守的假设出发，十四五阶段 BIPV 也有望取得较快的复合增长。

表 13：分布式及工商业分布式光伏装机容量预测表

		2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
光伏装机 (GW)	乐观	48.2	65	75	90	100	110
	保守	48.2	55	60	70	80	90
分布式装机占比		32.2%	35.8%	39.3%	42.9%	46.4%	50.0%
分布式装机容量 (GW)	乐观	15.52	23.24	29.49	38.59	46.44	55.00
	yoy		27.05%	49.76%	26.87%	30.86%	20.34%
分布式装机容量 (GW)	保守	15.52	19.67	23.59	30.02	37.15	45.00
	yoy		27.05%	49.76%	26.87%	30.86%	20.34%
工商业分布式占比		19%	31%	42%	53%	64%	75%
工商业分布式装机 (GW)	乐观	2.95	7.21	12.39	20.45	29.72	41.25
	yoy			144.35%	71.89%	65.14%	45.31%
工商业分布式装机 (GW)	保守	2.95	6.10	9.91	15.91	23.78	33.75
	yoy			106.76%	62.51%	60.55%	49.46%

资料来源：CPIA、天风证券研究所

表 14：乐观情况下 BIPV 市场空间预测

BIPV 占工商业分布的比例	30%	50%	100%
BIPV 装机量 (GW)	12.38	20.63	41.25
20-25CAGR	77.12%	96.17%	125.34%
5 元/w 时 2025 年市场空间 (亿元)	618.75	1031.25	2062.50
2.5 元/w 时 2025 年市场空间 (亿元)	309.38	515.63	1031.25

资料来源：CPIA、天风证券研究所

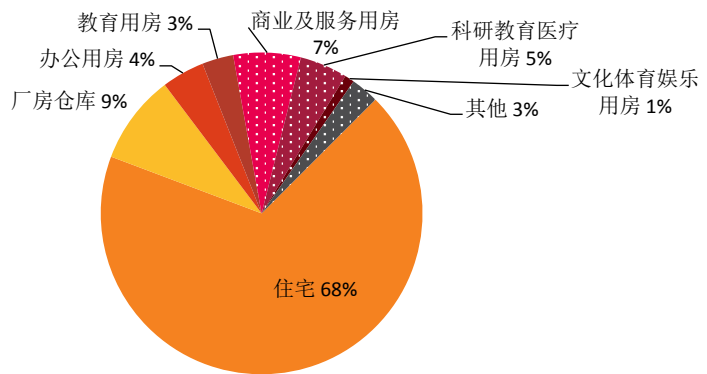
表 15：保守情况下 BIPV 市场空间预测

BIPV 占工商业分布的比例	30%	50%	100%
BIPV 装机量 (GW)	10.13	16.88	33.75
20-25CAGR	70.15%	88.45%	116.47%
5 元/w 时 2025 年市场空间 (亿元)	506.25	843.75	1687.5
2.5 元/w 时 2025 年市场空间 (亿元)	253.13	421.88	843.75

资料来源：CPIA、天风证券研究所

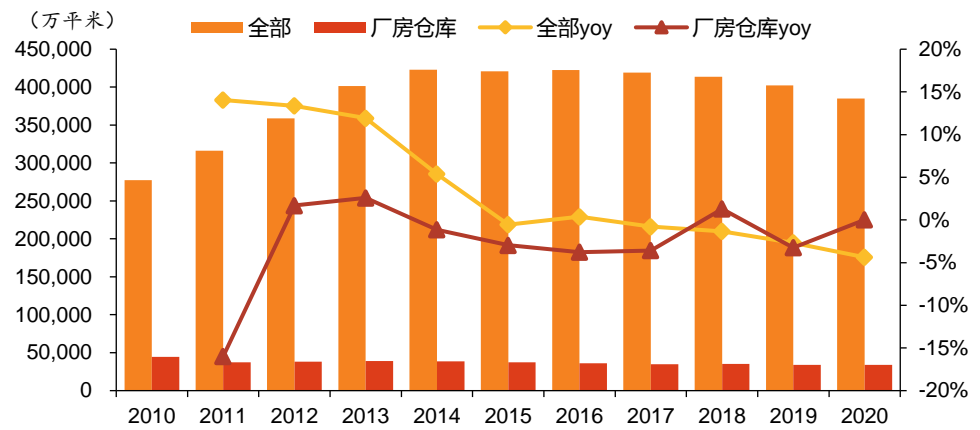
以上从光伏新增装机容量角度对 BIPV 市场进行了预测，但如果从新增建筑面积的角度出发，BIPV 的市场潜力或更大。据统计局，2020 年我国建筑竣工面积达到 38.5 万平米，同比下滑 4%，其中住宅竣工面积占比达到 68%，厂房仓库作为占比第二大的竣工建筑类型，占比达到 9%，竣工面积达到 3.4 亿平方米。若假设 2020 年装机的 0.71GW BIPV 全部用于工业建筑，按照 200W/平米功率计算，对应厂房的屋顶面积 354.5 万平方米，占厂房仓库 2020 年竣工面积的比例约为 1-2%。

图 25：2020 年全国建筑竣工面积分类占比



资料来源：Wind、天风证券研究所

图 26: 全部建筑及厂房仓库竣工面积及同比增速



资料来源: Wind, 天风证券研究所

通过建筑面积角度估测，厂房仓库类新建建筑在 2025 年为 BIPV 带来的潜在市场有望达到 28GW 左右。在通过工业厂房竣工面积对 BIPV 市场潜力进行测算过程中，由于厂房不止一层，因此屋顶面积小于实际竣工面积。根据中国 BIPV 联盟的预测方法，2020 年厂房仓库中钢结构和混凝土建筑的比例各占 50%，而随着后续建设用地的趋于紧张，厂房仓库中的多层混凝土建筑占比可能增加，且混凝土建筑的层数也可能在一定程度上增加。我们假设 21-25 年工厂仓库竣工面积以每年 3% 的速度减少，但 BIPV 的渗透率从 2020 年的 1.5% 左右线性增加至 100%，则厂房仓库新建建筑在 2025 年有望为 BIPV 带来的市场潜力可达到 28GW 左右，对应市场空间达 693 亿元，20-25 年 BIPV 市场有望快速增长，复合增速达 82.8%。

表 16: 厂房仓库对应 BIPV 潜在市场

	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
工厂仓库竣工面积 (亿平米)	3.40	3.30	3.20	3.10	3.01	2.92
yoy	0	-3%	-3%	-3%	-3%	-3%
钢结构厂房比例	50%	45%	40%	35%	30%	30%
新建钢结构屋顶 (亿平米)	1.70	1.48	1.28	1.09	0.90	0.88
新建混凝土厂房 (亿平米)	1.70	1.81	1.92	2.02	2.11	2.04
混凝土厂房平均层数	3	3	3	4	4	4
新建混凝土厂房屋顶 (亿平米)	0.57	0.60	0.64	0.50	0.53	0.51
新建可用屋顶 (亿平米)	2.27	2.09	1.92	1.59	1.43	1.39
BIPV 渗透率	2%	21%	41%	61%	80%	100%
对应 BIPV 市场 (GW)	0.68	8.86	15.70	19.27	22.96	27.74
造价 (元/W)	5.00	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50
对应市场空间 (亿元)	34.00	398.53	628.04	674.62	688.85	693.43

资料来源: 中国 BIPV 联盟、天风证券研究所

除厂房仓库外，在解决商业模式和投资回报率的情况下，BIPV 在其他类型新建建筑屋顶的渗透率也有望逐步提升，市场空间潜力可观。根据中国指数研究院的数据，2020 年全国一到四线城市出让的住宅/商办/工业/其他建筑的建设用地面积达到 10.18/3.2/14.41/1.26 亿平米，合计 29 亿平米，我们假设住宅/商办/工业/其他建筑的屋顶占地面积为建设用地面积的 30%、40%、50%、30%，按此计算当年上述建筑的可用屋顶面积可达 11.92 亿平米，是可用厂房屋顶面积的 5.3 倍，因此若所有新建建筑均具备安装 BIPV 的条件，则 BIPV 的潜在市场空间有望是单纯工业厂房市场的 5.3 倍。若考虑存量改造，则 2001-2020 年四类建筑对应的屋顶面积或达到 114 亿平米左右，仅存量工业厂房屋顶面积或也达到近 70 亿平米，甚至建筑面积相当的外墙也是 BIPV 的应用场景之一。因此，我们认为 BIPV 应用场

景十分广阔，后续渗透率的提升或主要依赖于技术进步带来的初始投资下降，以及商业模式的持续改善。

表 17：全国一到四线城市土地出让及规划建筑面积数据

建设用地面积（2020，亿平米）				
	住宅	商办	工业	其他
一线	0.17	0.05	0.16	0.01
二线	2.58	0.60	2.75	0.25
三四线	7.42	2.56	11.50	1.00
合计	10.18	3.20	14.41	1.26
累计建设用地（2001-2020，亿平米）				
	住宅	商办	工业	其他
一线	3.18	0.87	2.39	0.13
二线	29.15	8.20	31.84	2.23
三四线	62.69	26.06	103.17	5.58
合计	95.02	35.12	137.40	7.94
规划建筑面积（2020，亿平米）				
	住宅	商办	工业	其他
一线	0.42	0.14	0.39	0.02
二线	5.77	1.26	4.41	0.33
三四线	16.98	4.80	14.39	1.08
合计	23.17	6.20	19.19	1.43
累计规划建筑面积（2001-2020，亿平米）				
	住宅	商办	工业	其他
一线	5.72	2.09	4.16	0.19
二线	65.67	17.65	40.96	2.91
三四线	146.84	51.45	115.49	6.03
合计	218.23	71.20	160.61	9.13

资料来源：中国指数研究院、天风证券研究所

### 2.3. 商业模式：仍处于探索期，“隔墙售电”等模式探索有望带动市场发展

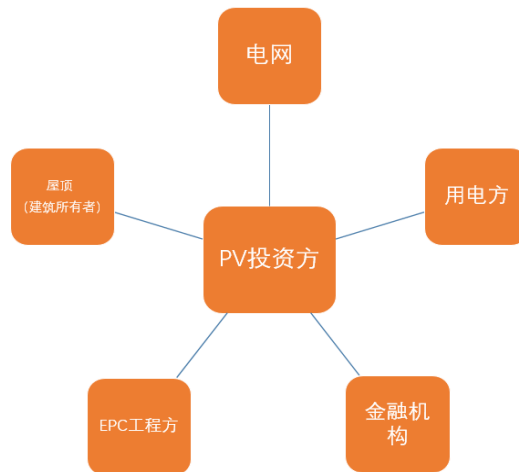
我们认为分布式光伏商业模式的核心在于电力消纳模式和项目建设的投融资模式，其核心在于管控项目运营过程中可能存在的风险。根据中国循环经济协会可再生能源专业委员会发布的《中国分布式光伏投融资机制研究》，分布式光伏与集中式光伏电站的主要区别在于：1）集中式光伏电站规模效应更强，度电成本更低，因此当前通过直接升压并网的方式仍能够获得较好的投资回报，但分布式光伏电站单体发电量低，度电成本较高，以较低的价格并网会使得项目投资回报率大打折扣，因此自发自用、隔墙售电等方式可能更加适用于分布式光伏电站；2）分布式光伏电站产权和收益方式均十分清晰，而分布式光伏涉及的主体及利益相关方范围广泛，包括屋顶所有者、设备生产商、开发商、用户、工程总包公司、合同能源管理公司及电网公司等，造成了分布式光伏商业模式较为复杂，投融资模式相应复杂化。

从风险角度看，分布式光伏项目需要管控的风险主要包括：1）分布式光伏在 20-25 年的生命周期内，能否按照涉及预期稳定的发电，涉及到 BIPV 组件本身的质量（如发电效率的衰减、房屋或屋面结构的寿命等）；2）分布式光伏能否以稳定的价格卖电（涉及到用户用电量的稳定性，从这个角度看，并网或是最彻底的解决方案）；3）发电方能否稳定的收



到电费，涉及到电力用户的信用和支付电费的及时性。

图 27：分布式光伏电站利益相关方示意



资料来源：《中国分布式光伏投融资机制研究》、天风证券研究所

表 18：分布式光伏电站与集中式光伏电站各环节的比较

	集中式光伏电站	分布式光伏电站
项目前期	征地，并网等手续，较为容易	面临屋顶租用，电网接入，确定用户等问题，不确定性较高
资金筹措	项目规模大，建设运营较为简单，电量直接接入电网，融资较为容易	规模小，建设运营都较为复杂，电量用户存在不确定性，融资难度较大，不确定性高
建设期间	技术成熟，难度小	需要考虑屋顶自身特性，涉及到承重、防雷、防火、防塌陷、防水、保温等，施工难度大，不确定性高
运营期间	考虑灰尘等影响，影响因素较少	考虑灰尘等影响，同时考虑屋顶的安全，电力的销售等问题，不确定性较高
电费收取	电网公司按月支付，资金能够及时到位	从电力用户收取，存在电费之后，甚至拖欠电费的可能。同时面临电力用户频繁改变的问题，不确定性较高
转让	涉及到股东、电网公司，较为容易	涉及到屋顶所有者，电量公司，电网公司，合同能源管理服务公司等多个相关者，转让难度较大，不确定性较高

资料来源：国家可再生能源中心 CNREC 《中国分布式光伏投融资机制研究》、天风证券研究所

**“隔墙售电”政策的逐步落实，有望在一定程度上解决电力消纳持续性的问题。**从电量的交易对手方而言，分布式光伏的“电力使用方式”包括自发自用（余量上网）、并网和隔墙售电三种，其中自发自用交易环节相对简单，是当前分布式光伏的主要消纳方式，但缺点在于用电主体的电量需求存在不稳定的情况；并网从理论上而言是稳定性最好的电力消纳方式，但当前分布式光伏的度电成本仍然较高，且分布式光伏当前的上网电价和补贴均较低，采用直接并网的方式会大幅降低分布式光伏项目的财务回报；隔墙售电是指通过配电网，将所发电量就近输送至附近用电主体进行销售的消纳方式，由于需要借助电网运行，每度电需向电网缴纳一定的“过网费”。相比于直接并网，“隔墙售电”能够获取更高的售电单价，但同样也使得电网的利益有所受损。

据北极星售电网，2017年起我国从政策层面即开始推行分布式发电的市场交易，当年国家能源局与发改委发布了《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》（以下简称《通知》）和《关于开展分布式发电市场化交易试点的补充通知》，明确了分布式发电试点市场化交易的项目规模，交易组织、“过网费”核定原则以及相关政策支持，但由于申报过程与电

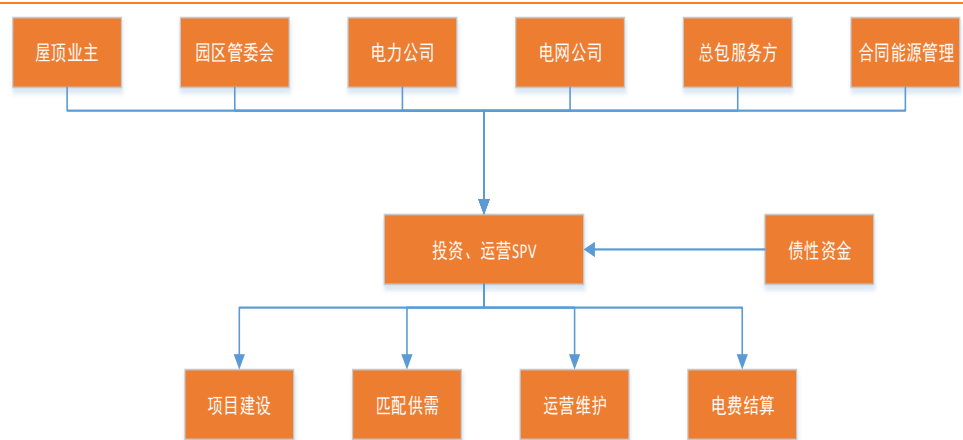
网密切相关，而隔墙售电对电网利益形成损害，存在“过网费”核定困难等问题，因此隔墙售电迟迟无法落地。2019年5月，国家发改委及能源局公布了2019年分布式发电市场化交易试点名单，涉及10个省份，均为风电及光伏项目；2019年9月，江苏省发布《分布式发电市场化交易规则》(征求意见稿)并于4个月后发布试行交易规则；2020年3月，江苏省发改委、江苏能监办发布的《关于积极推动分布式发电市场化交易试点有关工作的通知》，江苏省将试点范围明确于苏州工业园区、海门市余东镇、等7个区域，其中苏州工业园区和海门市余东镇交易规模为5万千瓦，其余各试点不超过5万千瓦；2020年12月，江苏省能监办印发《江苏分布式发电市场化交易及电网企业输配电服务三方合同(示范文本)》，为推动江苏分布式发电市场化交易规范化落地进一步扫清了障碍。

我们认为，在当前标杆电价和低补贴的情况下，短时间内分布式光伏仍无法实现大批量的直接并网售电，而自发自用(余量上网)则要求用电企业有尽可能大且稳定的用电需求，一定程度上缩小了包括BIPV在内的分布式光伏的应用范围。若后续隔墙售电在试点后能够得到大规模推行，有望对解决电力消纳持续性问题产生积极影响。

**分布式光伏投资主体较为多元化，园区级开发模式若成形，有望拉动市场需求快速增长。**由于包括BIPV在内的分布式光伏电站利益相关方较多，分布式电站的投资主体也较为多元：

- 1) 房屋业主本身。**其可通过自筹资金等方式在自己的建筑物屋顶投资建设光伏电站，发电量采取自发自用，余电上网的方式进行消纳。在这种模式下，业主自身对电站进行投资和管理，模式简单，但需自主承担运营阶段的发电效率和经营期限风险。
- 2) 合同能源管理机构对分布式光伏电站进行投资和运营管理。**合同能源管理方与建筑物业主签订屋顶租赁协议，或约定向建筑业主以折扣价格售电。由于合同能源管理方具备专业的光伏电站建设和运维能力，在这种方式下，用电业主无需自主进行初期投资，且规避了运维阶段的发电效率风险。具体项目如中广核深圳机场10MW屋顶光伏发电示范项目。
- 3) 以园区为单位的连片开发模式。**上述两种模式均为以单体建筑物为单位的分散开发模式，而园区级的连片开发模式有望形成更强的规模效应。在这种模式下，多投资主体可通过SPV形成园区分布式光伏电站的投资主体，SPV可兼具投资、运维、售电等多项职能，在隔墙售电逐步落地的情况下，园区级的管理机构更容易匹配电站与用电户，较大的规模有助于其在融资、建造和运维环节实现规模效应，而整体园区的用电需求稳定性或好于单体企业的用电需求稳定性，对其投融资也具有积极影响。具体项目如中广核嘉兴21MW屋顶光伏发电项目。

图 28：分布式光伏园区级开发示意图



资料来源：国家可再生能源中心 CNREC《中国分布式光伏投融资机制研究》，天风证券研究所

## 3. 产业链分析：建筑建材深度参与，先发优势重要性凸显

### 3.1. 产业链：组件建材化，建筑渠道重要性凸显

**BIPV 将光伏组件与建筑构造结合，具备了建材的属性。**以屋顶 BIPV 为例，其代替了屋面的固有结构，其自身具备了建筑物屋顶的功能，已经具备了建材的功能，而传统 BAPV 是将光伏组件固定在既有建筑结构上，更类似于一个“家电”。因此 BIPV 组件一方面需要具备建材的功能，也需要建立类似建材的渠道。由于建筑物在外观、尺寸、功能等方面均具备定制化属性，BIPV 组件也需要满足建筑的定制化需求。而由于 BIPV 需要在设计阶段就进行统筹考虑，利用建筑和设计渠道更早切入，对 BIPV 厂商获取客户有望产生积极影响。

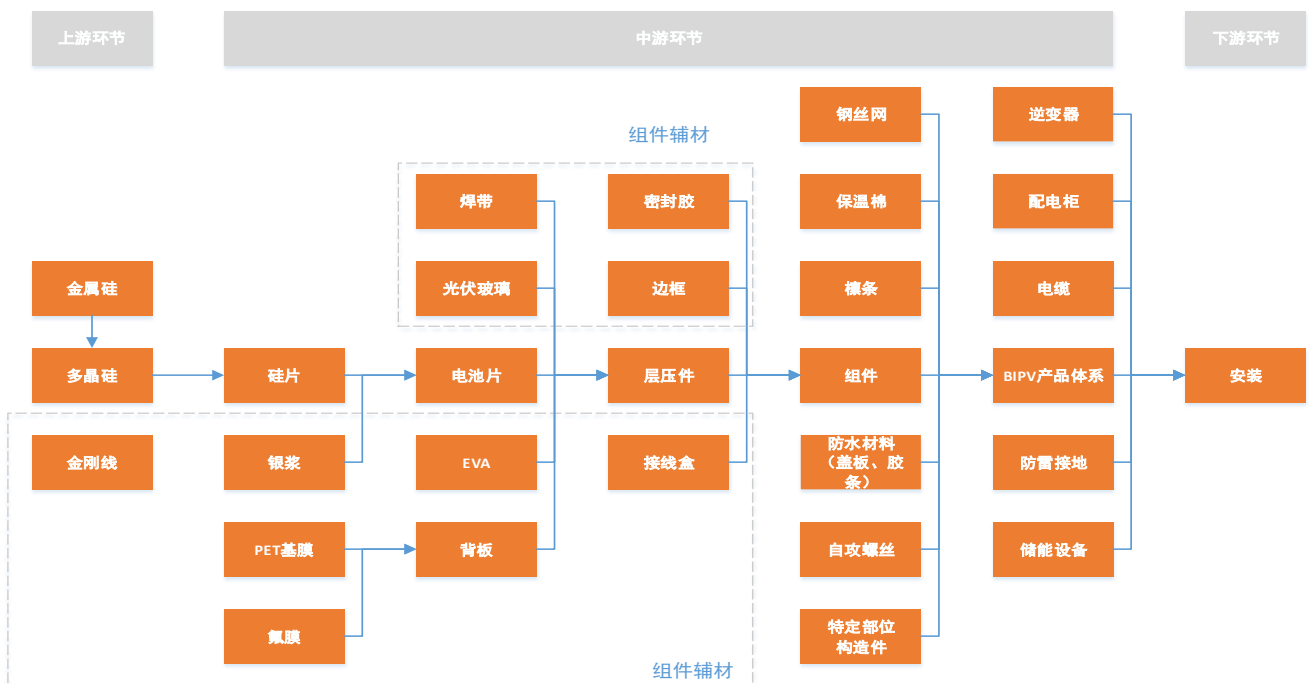
表 19: BIPV 与 BAPV 对比

	BIPV	BAPV
房屋建造过程参与度	高	低
组件标准化程度	需根据业主需求一定程度定制，如颜色，尺寸等	标准化程度高
切入时点	设计阶段需统筹考虑	选型可在后期完成
销售对象	业主、总包商	业主、总包商
定价方式	有一定灵活定价权	价格或较为透明

资料来源：索比光伏网、天风证券研究所

**建筑建材企业有望主要参与产业链中后段的 BIPV 构造和安装环节。**BIPV 产品主要由光伏组件和建筑构造组成，其中光伏组件的产业链与 BAPV 及集中式光伏电站组件类似，且是 BIPV 产品迭代和成本下降的主要环节。建筑建材企业主要参与产业链的后端，一方面通过对 BIPV 组件的建材化改造，使其满足建筑构造的要求，如设计满足搭接要求的边框、边缘防水构造、支撑构造、及在屋脊、女儿墙、烟道等部位的处理构造，而这是屋面、围护等专业施工企业的优势所在，因此理论上而言，BIPV 产品的设计过程需要建筑建材企业的参与，对于难以使用标准化 BIPV 构件的部分，也需要专业建筑公司提供专门的设计、产品生产和安装服务。总体而言，我们认为建筑公司虽然在整个 BIPV 产业链中贡献的价值量比例不高，但却参与到了 BIPV 产品的设计、安装服务和渠道拓展过程中，若建筑公司以 EPC 总包方身份完成 BIPV 项目，则可拓展自身在产业链上的获利空间。

图 29: BIPV 构件及安装产业链图谱



资料来源：索比光伏网、赫里欧官网、天风证券研究所

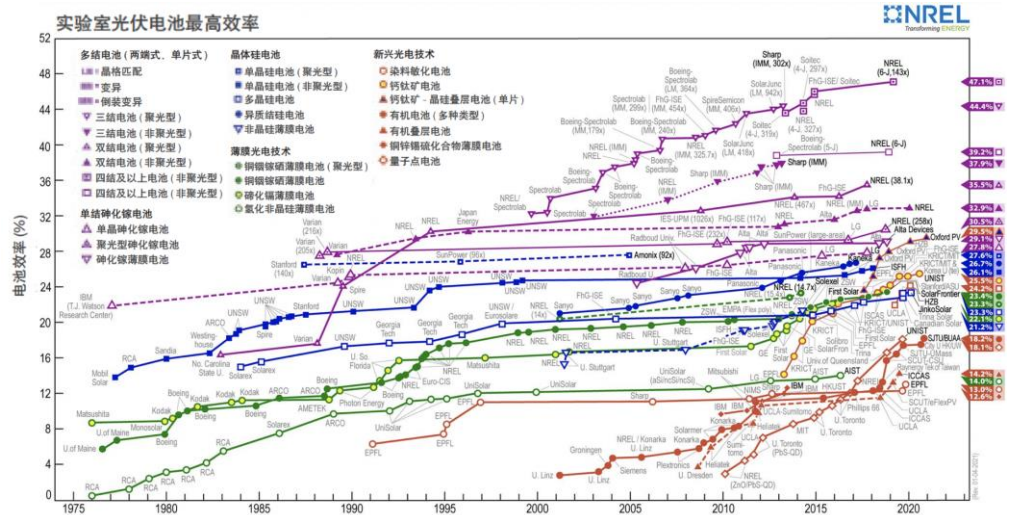
### 3.2. BIPV 的技术难点和竞争壁垒

从 2012 年分布式光伏发展正式拉开序幕以来，BIPV 技术取得了一定的进步，但仍存在一

定的技术难点：

1) 光伏材料的转化效率仍需提升，BIPV 发展主要技术瓶颈有待突破。光伏材料的转化效率长期以来被认为是制约 BIPV 推广的技术因素之一，更高的能源转化效率成为光伏企业研发未来产品的重点关注指标。在过去的近 50 年中，实验室条件下各光伏系统单元的产品种类与转化效率正在逐步提升，但同时也可以发现，转化效率提升的幅度相对缓慢，部分产品的实验室转换效率遇到瓶颈。根据 NREL 的研究数据，2020 年实验室条件下晶硅电池的最高转化效率约为 27.6%，薄膜电池的最高转化效率约为 23.4%。作为现阶段 BIPV 主要采用的两种光伏材料，其转换效率存在进一步提升的空间。

图 30：各光伏系统单元实验室条件下转化效率历史发展



资料来源：National Renewable Energy Laboratory(NREL)、天风证券研究所

2) 受限于工艺及成本问题，现阶段国内 BIPV 产品应用场景仍不够丰富。如前文所提，国内现阶段的 BIPV 产品主要应用于大型公共建筑及公用设施、工业园区等屋顶单体面积较大、标准化程度较高的建筑，对于屋顶空间较小且形貌复杂的户用屋顶来说，BIPV 组件较难因地制宜地匹配，需要进行“光伏组件”到“光伏构件”的二次加工，非标产品的定制增加了系统的使用成本。并且在设计和安装组件时，出于建筑的融合性和自身采光性的要求，需要在每块组件上配套微型逆变器或功率优化器，导致单位投资成本较高。

图 31：工商业屋顶成为国内现阶段 BIPV 主要应用场景



资料来源：隆基绿能科技股份有限公司官网、天风证券研究所

3) 常规光伏组件难以满足 BIPV 要求，需要实现发电系统与建筑建材完美结合。BIPV 以建材属性为主，发电属性为辅，性能指标往往高于普通光伏系统。目前用于 BIPV 的光伏产品主要基于光伏设计考虑，对建筑装饰的重视程度偏低，对普通光伏组件简单修改后用于安装的 BIPV 产品难以达到建筑材料的要求。BIPV 光伏组件要成为建筑构件的一部分，不仅要满足建筑材料必备的耐候性、安全性、防水、通风，结合方式的牢固性和密闭性等要求，还应有多尺寸，多色彩以满足不同建筑的需要。

表 20：BIPV 光伏组件与建筑结合的应用要求

应用要求	具体内容
安全性要求	BIPV 光伏组件不仅要满足 IEC61730 标准中关于安全性的要求，其内部薄膜组件与晶体硅组件还要满足 IEC61646 标准与 IEC61215 标准中的安全性要求，必须要具备良好的温湿度性能、机械性能、力学性能与电绝缘性能
隔热隔音采光要求	BIPV 光伏组件需要利用 PVB 或 EVA 胶膜将其制作成真空或中空 BIPV 组件，并且在透光率、隔音效果及热传导系数等参数上应满足建筑物的应用要求
美学要求	BIPV 组件必须要对组件的整体外观进行考虑，使其无论从形式上，还是从颜色上，都能和建筑物整体相协调
安装要求	主要是利用玻璃幕墙进行安装，在安装时除了要确保 BIPV 光伏组件的安装便捷以外，还要对组件自身的散热进行考虑，并采取措施避免 BIPV 光伏组件受到阴影遮挡
寿命要求	BIPV 光伏组件的封装材料应采用 PVB 或 EVA 胶膜，以此确保 BIPV 在使用过程中能够耐热、耐湿、耐冲击及耐寒

资料来源：冯欢欢《BIPV 光伏组件与建筑结合的应用研究》、天风证券研究所

4) 光伏企业介入 BIPV 建设过程滞后，产业链的协同仍不到位。BIPV 横跨建筑、光伏两个行业，行业融合度对其发展至关重要，但目前光伏与建筑行业割裂现象较为普遍。传统光伏产品注重降本增效，对建筑协同技术考虑不足，而多数建筑设计师缺少光伏设计的经验，对于光伏的应用比较陌生，因此光伏企业在建筑规划设计阶段就应提前介入。但 BIPV 在实际建设过程中，光伏产品的植入往往滞后，导致设计方案的反复变更和频繁返工，增大项目的施工难度。

中长期来看，若想在广阔的 BIPV 市场分得一杯羹，光伏组件产品的性能以及产业链的协

**同或将是竞争壁垒。**目前，BIPV 行业的龙头隆基股份已经在产品性能方面做出改进和尝试，针对既有 BIPV 产品痛点进行针对性开发研究，基于隆基全球领先的单晶高效光伏技术，深度结合具备多项专利的屋顶建材技术，将有效解决现有工商业建筑屋顶的弊端，在全面提升 BIPV 产品性能的同时，实现高效发电功能与可靠建材功能的一体化完美结合。

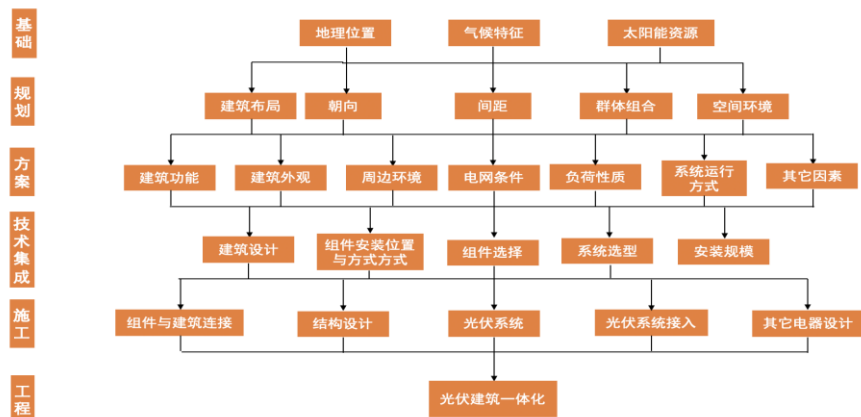
表 21：隆顶装配式 BIPV 产品性能优势

性能优势	具体内容
防水性能	360 度直立锁边、防水简单可靠，丁基密封填充锁边间隙，通长版型、竖向无搭接缝，可滑移系统实现动态密封
防火性能	配置自动关断设备，表面 2.00mm 钢化玻璃，底部不可燃镀铝锌钢板，整体构件 A 级不燃（GB8624）
抗冲击能力	正面载荷 8100Pa 以上，使用双层 2.0mm 钢化玻璃，使得组件机械载荷能力更强，屋面具有更高的强度
抗风揭能力	标准 1.5 米檩距下，按照 FM 测试方法，通过 3300Pa 的负风压实验
使用寿命	所有构件等寿命设计，30 年线性功率输出质保，10 年产品工艺质量质保
自然散热特性	组件与钢板间设有散热通道，组件工作温度比竞品低 10 度，增加发电 4%，同时降低室内空调能耗
装机容量	隆基装配式建材可踩踏，不用再设置运维马道，提高了屋顶利用率，整体可增大 15%左右装机容量
防积灰设计	双玻无框组件，减少积灰引起的发电量损失和组件功率衰减
BIM 一体化施工	开发了专属 BIM 建造系统，集成了项目管理、物料管理、施工监控等功能，每一个构件都可以追溯溯源从而实现精细化维护

资料来源：隆基绿能科技股份有限公司官网、天风证券研究所

**参股建筑公司加强产业链融合，进一步推动 BIPV 行业升级。**针对当前光伏行业与建筑行业之间割裂的现状，隆基股份首先作出尝试，参股金属围护行业的领军企业森特股份，将推进解决光伏行业与建筑行业的割裂问题，促进双方业务融合。建筑屋（墙）面是 BIPV 的主要应用场景之一，森特股份拥有先进的金属屋面制作工艺和现场生产技术，并提供从方案设计到安装围护一体化解决方案，可以在建筑产品研发和方案设计阶段就置入 BIPV 产品，同时结合隆基股份本身 BIPV 制造上的优势，推动 BIPV 产品快速渗透。

图 32：BIPV 设计流程图



资料来源：刘术波——《太阳能光电建筑一体化设计及应用》、天风证券研究所

考虑到森特股份主要从事建筑屋顶设计和围护等业务，我们认为隆基股份跨界收购主要为了搭建 BIPV 与建筑屋顶的有机融合，实现下游产业链的拓展，而建筑公司有望凭借和光伏公司的合作，打开业务品类发展的空间，龙头具备明显的先发优势。

图 33：森特股份致力于提供建筑围护系统专业的一体化解决方案



资料来源：森特股份官网、天风证券研究所

### 3.3. 目前正在做的建筑建材公司一览

前文的分析中我们清楚地明白 BIPV 强调的是系统的集成，不但有光伏组件，还有微型逆变器、支架等其他东西，要求防水、防火，具有结构性、材料性以及电气安全等，我们认为光伏企业与建筑建材企业可在材料、结构和工程等方面形成合作，例如很多防水、防火材料都可以运用在 BIPV 里。从建筑施工和建材部品两类公司来看：

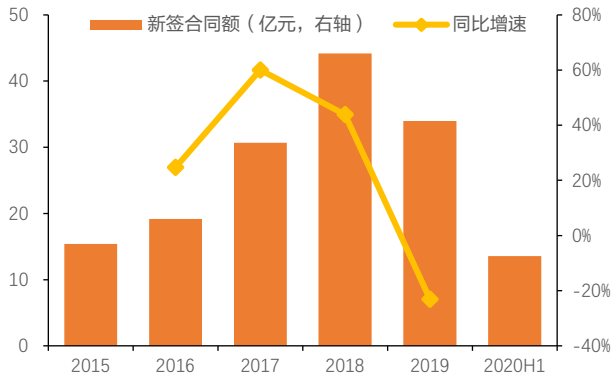
**建筑公司有望凭借 BIPV 提升市占率并打开产业链其余环节的盈利空间。**建筑公司由于多年的施工经验，在建筑屋顶设计和围护等业务方面具备丰富的技术积攒，通过 BIPV 产业发展实现自身市占率的提升，若后续有望成为光伏公司 BIPV 系列产品的渠道经销商商则有望进一步打开利润空间。

**建材公司有望在材料等方面形成合作，龙头企业在 BIPV 产业链发展过程中获得先发优势。**由于 BIPV 集成建筑体系对于防水、防火等环节也提出更高的要求，我们认为建材部分龙头公司有望凭借自身的技术实力、齐全的产品体系在 BIPV 产业链发展中获得先发优势。

#### ➤ 维度一：屋顶围护结构公司

**森特股份：国内金属围护行业龙头，携手隆基进军 BIPV 蓝海。**公司深耕金属围护领域近 20 载，在金属屋面行业核心技术突出，市场龙头地位稳定。公司现有 9 种屋面系统、10 余种墙面系统，拥有先进的金属屋面制作工艺和现场生产技术，参与超 2100 项工程、建筑面积达 1 亿平米。公司业务涵盖大工业、公共建筑两大领域，在手订单饱满，先后承建北京大兴国际新机场、雄安高铁站、国家会展中心等多项国家重点工程的屋面工程项目，为大客户提供独特的个性化定制服务和完善的一体化服务。公司早 2017 年 8 月便与亚洲洁能资本签署《分布式光伏项目合作协议》，布局分布式光伏项目开发，目标项目资源主要以世界领先的汽车公司在中国的合资/独资的整车厂、办公楼、及适合建设分布式光伏电站的国内机场及高铁站等。近日光伏龙头隆基股份成为公司第二大股东，双方携手合作，将充分发挥公司在大型公共建筑屋顶方面的优秀设计能力和资源优势，同时结合隆基在 BIPV 的技术研发和产品品质上的优势，快速推广 BIPV 业务，扩大分布式光伏市场。

图 34：2016-2020H1 公司新签合同金额及增速情况



资料来源：公司公告、天风证券研究所

注：2020H1 数据为中标金额

图 35：公司业务营销网络



资料来源：公司官网、天风证券研究所

表 22：公司太阳能电池板屋面施工技术优势

性能优势	具体内容
连接简单	太阳能系统与屋面板连接固定，无需在铝镁合金板上开洞，通过屋面板型的特制配件连接
维护便利	两层板之间的开放式连接无需维护，并且降低清理要求
可调节	可调节系统使太阳能板可完美布置，即可以按照设计要求点式布置或大面布置，按照美观要求安排电池板的分格和相对位置
拆换方便	拆换方便，电池板的更换或维修，不破坏屋面板，不破坏屋面的防水效果

资料来源：公司官网、天风证券研究所

**精工钢构：早期开始布局 BIPV 业务，钢结构龙头有望进一步开拓 BIPV 市场。**2011 年公司通过 IPO 募集资金近 10 亿元，其中 4.31 亿元拟投资光伏一体化项目，为进军 BIPV 市场打下良好基础。2012 年公司与中节能太阳能签署《战略合作协议》，在太阳能电站工程建设方面进行合作，BIPV 业务稳步推进。2014 年公司所控制企业绿筑光能承接精工能源及其下属企业拥有的 30MW 分布式光伏发电项目工程，BIPV 业务取得重大突破。目前公司已发展成为集设计、制造、施工和安装于一体的“绿色集成建筑系统服务商”，通过旗下多家子公司开展光伏建筑一体化业务，承接 BIPV 项目。在发展绿色建筑、实现碳中和目标的政策推动下，公司凭借其在工业建筑、公共建筑、新型金属围护系统等领域领先的设计研发和施工能力、丰富的集成管理经验以及积累的客户资源，未来有望进一步开拓 BIPV 市场。

表 23：公司旗下子公司开展的 BIPV 业务

子公司	具体业务内容
精工能源	专业的太阳能光伏发电项目投资商、建设商、运营商，通过精工能源投资运营的屋顶电站，在同等条件下优先由公司提供 EPC 服务
精锐金属	专业从事钢结构建筑金属屋面围护体系、建筑光伏发电一体化系统的工程集成商，年业务产值 8-10 亿元的规模
绿筑光能	从事太阳能科技领域内的技术开发、技术服务、技术转让、技术咨询，光伏电池、组件、组件支架、光伏发电系统、光热系统设备、节能领域产品的设计，机电产品、电气配件、光伏设备和组件、新能源及光伏发电集成系统的销售，电力建设工程施工
苏州中节新能	与中节能太阳能科技有限公司共同出资设立的合伙制企业，基金规模 2.9 亿元，基金资金将全部用于投资中节能太阳能，推动公司发展光伏建筑一体化业务

资料来源：公司公告、公司官网、天风证券研究所



图 36：上海南侨食品有限公司项目（56.55kWp 薄膜组件 BIPV）



资料来源：公司官网、天风证券研究所

图 37：西安城市客厅项目（光伏幕墙）



资料来源：公司官网、天风证券研究所

### ➤ 维度二：幕墙结构公司

**瑞和股份：信义光能战略合作伙伴，持续深化光伏建筑领域布局。**作为业内资质种类、等级齐全的建筑装饰企业之一，公司于 2015 年涉足光伏产业，与全球太阳能光伏玻璃制造龙头信义光能成为战略性合作伙伴，就光伏电站的投资建设等方面展开合作，强强联合进军光伏业务。同年公司通过非公开发行股票募集资金不超过 85000 万元，其中计划投入 5810 万元建设 BIPV 研发中心项目，致力于研发 BIPV 的技术与应用，为公司抢占市场先机、实现跨越式发展奠定坚实基础。公司通过整合在光伏系统、幕墙、钢结构、BIM 技术的优势形成，系统化 BIPV 建筑光伏一体化解决方案，让光伏发电与建筑完美结合。目前公司在安徽金寨与信义光能共同投资的 100MWp 光伏电站，以及在江西信丰独立投资建设的 30MWP 农光互补光伏发电项目均已进入稳定盈利阶段。

图 38：公司光伏安装项目：安徽金寨县白塔畈光伏电站



资料来源：公司官网、天风证券研究所

图 39：公司分布式光伏发电项目：深圳瑞和大厦



资料来源：公司官网、天风证券研究所

**维业股份：建筑装饰一体化集成服务商，进军光伏幕墙领域有优势。**公司拥有多项壹级、甲级资质，是业内中高等级资质最完备的企业之一，此前承接人民大会堂系列工程、腾讯大厦、深圳湾一号顶级豪华公寓等数千项各类大中型建筑装饰与设计工程，在业界属于头部梯队。公司拥有多年沉淀的专业研发技术和创新型设计经验，在建筑幕墙领域打造精品幕墙类工程具有优势。随着近日公司收购华发景龙和建泰建设的完成，产业链上下游的整合得以加强，目前公司不仅可以满足下游客户对产品多样化的需求，还可以在技术、资金、经验、渠道、规模效益等方面与标的公司之间发挥协同效应。今后公司背靠珠海市国资委，有望持续承接“粤港澳大湾区”建设释放的业务订单。优质的客户资源，以及专业的建筑资质、建筑研发设计和施工管理能力，这些正是一般光伏企业所欠缺的，因此我们认为公司进军光伏幕墙领域具备优势。

图 40：公司精品幕墙项目：青岛天安数码城



资料来源：公司官网、天风证券研究所

图 41：公司精品幕墙项目：杭州天安数码城富春硅谷



资料来源：公司官网、天风证券研究所

➤ 维度三：防水公司

**东方雨虹：建筑防水行业龙头打造全产业链产品体系，TPO 防水卷材成为 BIPV 绝佳拍档。**公司深耕建筑防水行业二十余年，以主营防水业务为核心延伸上下游及相关产业链，形成建筑防水、民用建材、非织造布、建筑涂料、建筑修缮、节能保温、砂浆粉料等业务板块合力的建筑建材系统服务体系。公司产品品类丰富，应用场景广泛，为公司快速进入 BIPV 领域提供条件。BIPV 光伏组件需要满足建筑材料必备的防水性，公司研发的热塑性聚烯烃（TPO）单层屋面系统与 BIPV 材料需求相契合，成为其拓展应用的绝佳拍档。TPO 防水卷材优秀的技术性能不仅能与太阳能光伏完美结合，还能与建筑屋面本身的采光窗、通风器、换气风机、虹吸系统、避雷系统等结合，在保证防水效果的同时兼顾实用，目前已成功应用于数十万平方米的太阳能光伏屋面。

表 24：光伏屋面采用 TPO 单层柔性卷材的优点

优点	具体内容
接缝可靠	TPO 卷材搭接边采用热风焊接，接缝可靠，且卷材近在搭接边固定，大面空铺，基于 TPO 卷材的延伸率，适应大跨度建筑变形大的特点，防水效果可靠
维护便利	光伏组件通过短柱连接，光伏组件与屋面之间有一定的操作空间，卷材出现破坏，可随时维修，保证屋面的防水效果
使用寿命长	TPO 卷材具有超长的使用寿命，可证实的使用寿命超过 25 年，与光伏组件的使用寿命匹配
杜绝渗漏	立柱构件为穿出式，易于卷材进行包覆处理不易渗漏，且卷材可采用同穿出式立柱相匹配的 TPO 预制件形式，减少了焊接作业，杜绝了渗漏隐患

资料来源：公司官网、天风证券研究所

图 42：TPO 卷材应用项目：武汉神龙太阳能屋面



资料来源：公司官网、天风证券研究所

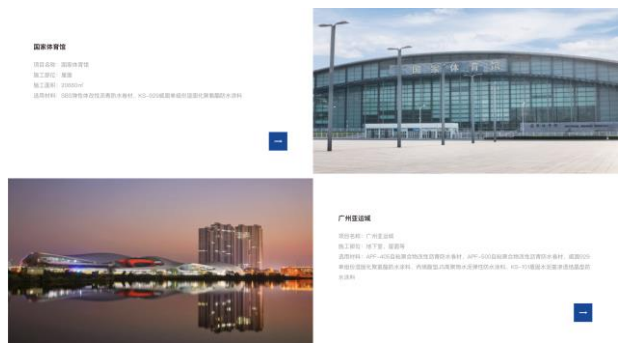
图 43：TPO 卷材应用项目：捷豹路虎太阳能屋面



资料来源：公司官网、天风证券研究所

**科顺股份：防水行业头部企业产能+渠道优势明显，助力 BIPV 快速推广。**作为防水行业第二大龙头公司，公司的产品涵盖防水卷材、防水涂料两大类 100 多个品种，拥有和正在申请的专利超过 280 多项，已形成较为完整的产品体系，产品结构优势和研发创新优势不仅可为下游客户提供“一站式”防水解决方案，同时也为 BIPV 屋面系统提供更多拓展应用可能。公司已在全国布局 9 座生产基地，覆盖华南、华北、华东、华中、西南、东北地区，同时公司正在建设福建科顺、德州科顺二期项目生产基地，公司上述各生产基地全面投产后，公司的产能优势及供应辐射区域优势将更加明显。公司拥有三大防水品牌，对应建筑市场、家装市场、维修堵漏市场，应用于多个国家重大基础设施建设项目。公司采用直销+经销的销售模式，在全国 30 个省份与超过 1,000 家经销商建立长期稳固的合作关系，客户渠道优势明显。受益于产能优势+渠道扩张，BIPV 产品有望快速渗透推广。

图 44：公司代表性项目



资料来源：公司官网、天风证券研究所

图 45：公司的产能布局

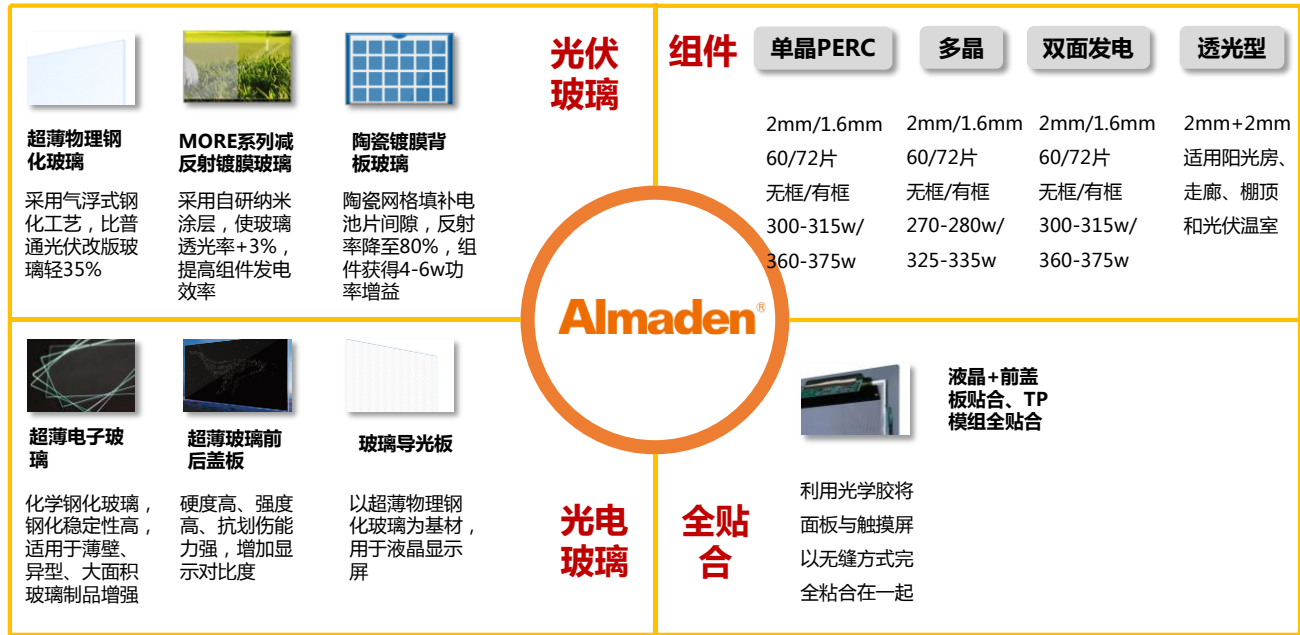


资料来源：公司官网、天风证券研究所

➤ 维度四：光伏玻璃公司

**亚玛顿：光伏镀膜玻璃巨头深度参与特斯拉 Solar Roof 产业链，有望受益国内。**公司自成立以来一直专注于对新材料和新技术的研发和创新，从最初国内首家研发和生产应用纳米材料在大面积光伏玻璃上镀制减反射膜到国内率先利用物理钢化技术规模化生产≤2.0mm 超薄物理钢化玻璃、超薄双玻组件，产品技术处于行业先进地位。公司目前具有光伏玻璃原片产能 650t/d，凤阳的原片 100%供应给公司，能满足公司 80%左右的深加工产能。此外，公司另有 2 座原片窑炉合计 1,300t/d 预计将于 21 年年中投产。公司同步进行深加工产能新建与技改，通过募投新增 12 条深加工产线对应产能超 1 亿平方米/年，可满足下游超 10GW 组件的生产需求，并对应当前市场上的 182 和 210 尺寸组件。原 10 条产线改造为 5 条光伏智能化加工产线，产能设计匹配凤阳 3 座窑炉，预计与窑炉同步投产，合计约 1.2 亿平方米光伏玻璃，公司将拥有深加工产线产能合计约 1.5 亿平方米。公司正逐步形成原片+深加工一体化能力，后续有望充分受益 BIPV 为光伏玻璃市场带来的增量机会。

图 46：公司主要产品及介绍



资料来源：公司官网、天风证券研究所

图 47：公司原片及深加工玻璃在产产能及未来产能规划情况

投产情况	地区	产线	产品	产能	投产时间
在用产能	安徽凤阳	凤阳硅谷一期（一座窑炉）	光伏玻璃原片	650t/d	2020年4月
	江苏常州	光伏减反玻璃生产线	光伏减反光伏玻璃	5000万平米/年	
	贵州贵安新区	物理气浮式超薄钢化玻璃生产线	超薄钢化玻璃	500万平米/年	2018年12月
	贵州贵安新区	白色陶瓷背板配套玻璃生产线	白色陶瓷背板配套玻璃	500万平米/年	
规划&技改产能	安徽凤阳	凤阳硅谷二期（两座窑炉）	光伏玻璃原片	2*650t/d	2021年5-6月
	安徽凤阳	大尺寸、高功率超薄光伏玻璃智能深化加工产线（新建12条光伏玻璃产线）	超薄光伏玻璃（≤2.0mm）	8条盖板：7463万平方米/年 4条背板：3444.5万平方米/年	2021年11月
	江苏常州	大尺寸、高功率超薄光伏玻璃智能深化加工技改项目（10条产线改造为5条光伏智能化深加工生产线）	超薄光伏玻璃（≤2.0mm）	技改前：3066万平方米/年 技改后：4306万平方米/年	

资料来源：公司公告、天风证券研究所

作为国内较早进入 BIPV 领域的玻璃公司，公司是特斯拉 Solar roof 玻璃的主要指定供应商，自 2019 年开始逐步放量向其提供太阳能瓦片玻璃。目前特斯拉使用的屋顶光伏是 2019Q4 发布的第三代产品，2020Q3 特斯拉屋顶光伏在美国部署 57MW，是 Q2 的 3 倍，并计划将屋顶光伏业务扩展到加拿大。公司产品超薄大尺寸玻璃符合 BIPV 产品的需求，2011 年公司在原募投项目“新建 900 万平方米年光伏镀膜玻璃产业化项目”基础上延伸产业链，将项目整体变更为超薄双玻光伏建筑一体化(BIPV)组件生产项目，目前公司已拥有超 1000 套/周的产能，可满足特斯拉相应需求。公司向特斯拉提供的光伏瓦占 2019 年营业收入的 7%，我们认为公司作为瓦片玻璃供应商深度参与特斯拉 Solar Roof 产业链将为未来业绩贡献重要增长点。公司同时与隆基股份签订了光伏玻璃长单销售合同，2020/2021 年将向隆基供应 6028 万平米光伏玻璃。

图 48：亚玛顿与隆基和特斯拉合作详情

交易对方	隆基	特斯拉
交易产品	光伏镀膜玻璃（≤2.0mm）	太阳能瓦片玻璃
销售数量	6028万平米	
合同期限	2020年1月1日-2021年12月31日	
合同类型	长单销售合同	
交易价格	按月协商玻璃的采购价格	
合同金额	预估合同总金额为人民币15亿元（不含税）	占2019年销售收入7%

资料来源：公司公告、天风证券研究所

## 4. 风险提示

- 1) **政策支持力度不及预期：**十四五阶段，碳中和背景下 BIPV 技术有望成为绿色建筑发展的重要路径之一，若后续政策对于绿色建筑、光伏等产业支持的力度不及预期，则行业发展或将受到影响；
- 2) **BIPV 系统推广不及预期：**当前竞争格局下，享有产品及产业链资源的龙头公司具备先发优势，但若因 BIPV 的技术难点以及产业链公司自身竞争壁垒未形成，BIPV 系列产品的推广可能不及预期，进而影响产业链公司的盈利能力；
- 3) **上游原材料涨价带动成本上扬抑制需求：**光伏平价时代，光伏需求有望长期高成长，相关企业也积极布局扩大产能，由于硅料扩产进度慢于下游领域，导致上游硅料价格大幅升高，成本向下游传递，提高企业成本的同时，终端价格升高影响终端客户光伏安装的积极性，进而导致需求降低。

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

## 特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

## 天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号	湖北武汉市武昌区中南路 99	上海市浦东新区兰花路 333	深圳市福田区益田路 5033 号
邮编：100031	号保利广场 A 座 37 楼	号 333 世纪大厦 20 楼	平安金融中心 71 楼
邮箱：research@tfzq.com	邮编：430071	邮编：201204	邮编：518000
	电话：(8627)-87618889	电话：(8621)-68815388	电话：(86755)-23915663
	传真：(8627)-87618863	传真：(8621)-68812910	传真：(86755)-82571995
	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com