

BIPV 行业深度：万事俱备 一触即发

—电气设备

申港证券
SHENGANG SECURITIES

投资摘要：

BIPV 当前供需条件成熟，供给方技术和产能均已到位，需求方项目收益具备吸引力，规模尚未打开的原因主要在于：

- **产权划分不够明确、技术标准尚待完善**的情况下，BIPV 项目的定制属性较强，隐性成本较高，用户对产品认知度较低，难以形成规模化的成熟商业模式；
- **国家政策扶持尚未明确**。集中式光伏电站在国家政策扶持下已走入独立发展路径。目前 BIPV 领域，在减排目标的推动下，国家层面仅有鼓励性政策，缺少配置比例、补贴标准等更明确的指引。

3060 双碳目标的政策刚性不断加强，建筑行业在目前节能措施下预计将在 2040 年碳达峰，落后整体标准 10 年。减排压力不仅将推动行业加快制定相关标准，同时建筑作为占全国碳排比例 20% 以上的行业，将得到国家减排举措的重视。从紧迫性角度考虑，我们认为有很大的概率 2021 年会陆续出台相关扶持政策。

项目收益可行性：工商业屋顶 BIPV 项目投资回收期平均 7~8 年，考虑实行补贴的可能性，可缩短回收期 0.5~1.5 年，叠加考虑建筑行业加入碳交易市场的可能性，可再将回收期减少 0.4~2 年。

行业空间可能性：工商业及公共建筑屋顶面积存量 200 亿平，平均每年新增 7~8 亿平，考虑 BIPV 在新增建筑中渗透率逐年提升至 2030 年 15%，存量改造比例 1%，2030 年我国建筑可安装屋顶 BIPV 总装机空间达 662~745GW，对应投资规模约 3 万亿。

市场规模预测：综合考虑市场空间、降本速度、行业发展进程等因素，我们预计 2021 年 BIPV 装机 0.9~1.2GW，2025 年 26.4~41.3GW，5 年复合增长率 130%，2030 年 54.6~75.4GW，10 年复合增长率 57%。

建筑配置 BIPV 的减排潜力：参考上述装机规模预测结果，在 2030 年碳达峰的目标指引下，到 2025 年 BIPV 减排量可覆盖建筑行业当年 23% 的减排目标，2028 年之后可覆盖当年全部减排目标。

投资策略：在我国 BIPV 特殊的商业模式下，组件发电效率、组件强度、产品渠道将成为这场蓝海之战的决胜武器。推荐关注抢先布局 BIPV 赛道的光伏龙头隆基股份，技术经验渠道占优的钢结构厂商森特股份、中信博，光伏玻璃龙头福莱特，超薄光伏玻璃先行者亚玛顿，幕墙龙头江河集团。

风险提示：国家及地方政策风险；光伏装机不及预期；行业标准制定进度不及预期；原材料价格波动风险。

行业重点公司跟踪

证券简称	EPS(元)			PE			PB	投资评级
	2020	2021E	2022E	2020	2021E	2022E		
隆基股份	2.27	2.12	2.94	35.1	37.6	27.1	11.10	买入
福莱特	0.83	1.18	1.46	45.7	32.0	25.9	7.89	买入
亚玛顿	0.86	1.83	2.68	40.8	19.2	13.1	2.54	买入
中信博	2.52	3.35	5.06	65.0	49.0	32.4	9.82	买入
森特股份	0.38	0.52	0.76	83.2	60.8	41.5	6.87	买入
江河集团	0.84	0.75	0.85	8.3	9.4	8.2	0.99	增持

资料来源：公司财报、申港证券研究所

评级

增持（维持）

2021 年 06 月 25 日

贺朝晖

分析师

SAC 执业证书编号：S1660520050001

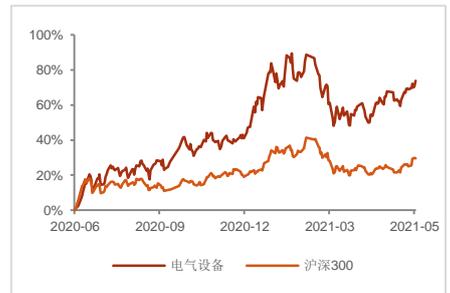
hezhaohui@shgsec.com

010-56931952

行业基本资料

股票家数	214
行业平均市盈率	42.48
市场平均市盈率	8.64

行业表现走势图



资料来源：申港证券研究所

相关报告

- 1、《电气设备行业研究周报：我国 5 月风光装机分析》2021-06-21
- 2、《电气设备行业研究周报：5 月中欧新能源车维持高景气》2021-06-15
- 3、《电气设备行业研究周报：从 SNEC 新品看光伏技术发展方向》2021-06-07

内容目录

1. 两个触发点：行业标准+碳	5
2. BIPV：进一步打开分布式空间的新生力量	5
2.1 集中式 vs 分布式 vs BIPV	5
2.2 光伏屋顶：BIPV 主要增量空间	9
2.3 光伏幕墙：薄膜电池的春天	10
3. 行业标准：万亿鸿图业绩兑现的基线	10
3.1 标准制定现状：还差临门一脚	11
3.1.1 BIPV 行业规范正在完善	12
3.1.2 装配式建筑正处在快速发展通道	14
3.2 行业空间取之不尽用之不竭	15
3.2.1 屋顶 BIPV 面积渗透率预测	15
3.2.2 屋顶 BIPV 装机规模预测	19
3.3 收益水平具备吸引力	21
3.3.1 BIPV 项目成本拆分	21
3.3.2 BIPV 项目一般性收益测算	22
3.3.3 倾斜角偏离对项目收益的影响	24
4. 碳：政策优先级不断提高	27
4.1 市场：政策牵引下起舞	27
4.1.1 复盘历史政策对分布式光伏的激励	27
4.1.2 政策的连续性加快	30
4.1.3 政策对装机规模的影响	32
4.2 非化石消费指标引导装机预测	34
4.3 BIPV 是建筑碳减排超强助力	37
4.3.1 建筑行业距碳达峰目标有十年差距	38
4.3.2 BIPV 减排潜力巨大	39
4.4 碳交易市场：潜在净收益领域	44
4.4.1 建筑参与碳交易市场的可能性很高	44
4.4.2 建筑碳交易收益空间测算	45
4.4.3 公共建筑实施碳交易机制优点	47
5. 政策支持力度动态分析	47
5.1.1 各种形式的补贴对项目收益影响测算	47
5.1.2 碳交易给业主带来潜在额外收益测算	50
5.1.3 总结	51
6. 投资策略	53
6.1 隆基股份：前瞻布局 BIPV 的光伏龙头	54
6.2 福莱特：光伏玻璃规模化龙头	54
6.3 亚玛顿：超薄光伏玻璃先行者	54
6.4 中信博：跟踪支架龙头	55
6.5 森特股份：绑定组件龙头享受 BIPV 行业红利	55
6.6 江河集团：行业龙头积极开拓 BIPV 幕墙市场	55
7. 风险提示	56

图表目录

图 1: 我国光伏历史年新增装机.....	6
图 2: 立柱式 BAPV 光伏屋顶实景图	6
图 3: 斜屋面 BAPV 光伏屋顶实景图	6
图 4: BIPV 屋顶实景图.....	7
图 5: BIPV 采光顶实景图	7
图 6: 北京世园会中国馆 BIPV 幕墙实景图	7
图 7: BIPV 遮阳板实景图	7
图 8: BIPV 产品结构示意图.....	8
图 9: BAPV 利用反光玻璃增加发电量.....	8
图 10: BAPV 间距示意图	8
图 11: BAPV 平面屋顶改造示意图	9
图 12: 特斯拉光储电一体化生态效果图.....	11
图 13: 特斯拉 BIPV 光伏屋顶实景图	11
图 14: 特斯拉 BIPV 光伏屋顶瓦片.....	11
图 15: 我国装配式建筑年新增面积	14
图 16: 2020 年装配式建筑各类型面积及占比	15
图 17: 城市建设用地存量面积比例	16
图 18: 县城建设用地存量面积比例	16
图 19: 建制镇建设用地存量面积比例	16
图 20: 建制镇建设用地新增面积比例	16
图 21: 建筑用地新增面积及预测 (亿平)	17
图 22: 建筑用地存量面积及预测 (亿平)	18
图 23: BIPV 年新增装机规模预测 (GW)	21
图 24: 倾斜角偏离最佳角度对发电效率的影响程度.....	26
图 25: 我国分布式补贴标准.....	28
图 26: 分布式电站全生命周期补贴占成本比例	29
图 27: 分布式光伏补贴后实际投资成本 (元/Wp)	29
图 28: 分布式光伏补贴后实际度电成本 (元/kWh)	30
图 29: 我国分布式年度新增装机.....	33
图 30: 我国集中式和分布式光伏装机规模 (GW) 及分布式占比	33
图 31: 我国集中式+分布式光伏年度新增装机规模及预测.....	37
图 32: 我国光伏累计装机结构预测	37
图 33: 2018 年我国建筑全生命周期碳排放结构 (亿 tCO ₂)	38
图 34: 我国建筑运行阶段碳排放量 (亿 tCO ₂)	40
图 35: 我国建筑运行阶段能源消费量 (亿 tce)	40
图 36: 2017 年全国建筑能流分析图	41
图 37: 2016~2021.5 我国发电量结构 (亿 kWh)	41
图 38: 2019 年海外部分国家能源结构.....	42
图 39: 不同发电类型 CO ₂ 排放当量 (g/kWh)	42
图 40: 2021~30 年我国各类型光伏电站新增装机预测.....	43
图 41: 我国七大碳市场行情 K 线走势图	46
图 42: 单位 BIPV 装机带来的碳交易年收入 (万元/MW)	47
图 43: BIPV 市场空间预测 (亿元)	53

表 1: BIPV 相关标准性文件.....	12
表 2: 建筑用地分类.....	17
表 3: 屋顶建筑面积测算结果 (亿平)	18
表 4: 新增工商业及公共建筑 BIPV 装机规模预测 (GW)	19
表 5: 存量工商业及公共建筑屋顶 BIPV 改造的装机规模预测 (GW)	20
表 6: 装配式 BIPV 屋顶项目成本构成 (元/W)	22
表 7: 系统成本对 BIPV 内部收益率 IRR 的影响	23
表 8: 系统成本对 BIPV 项目回收期的影响 (年)	24
表 9: 国内部分城市光伏组件安装角度与效率损失关系, 最佳倾角发电性能	25
表 10: 倾斜角造成发电效率损失使得投资回收期延长的年数 (年)	26
表 11: 光伏度电补贴标准.....	28
表 12: 地方对于光电建筑的支持性政策.....	30
表 13: 全国性光电建筑支持性政策	31
表 14: 海外关于支持光电建筑的部分政策	33
表 15: 风光发电量预测的参数假设	35
表 16: 2021~30 年风电光伏发电量预测	35
表 17: 2021~20 年风电光伏装机预测.....	36
表 18: 风电光伏 2021~30 年均新增装机预测	36
表 19: 我国建筑运行阶段碳排放及能耗预测.....	39
表 20: 2020 年发电结构下 CO ₂ 度电排放量.....	43
表 21: BIPV 对建筑行业碳减排的贡献测算	44
表 22: 建筑行业碳交易市场空间预测 (亿元)	46
表 23: 部分地区分布式光伏补贴政策整理	48
表 24: 分布式光伏单位投资补贴换算相关参数	49
表 25: 部分地区分布式光伏单位投资补贴换算 (元/W)	49
表 26: 系统补贴对缩短投资回收期的影响 (年)	50
表 27: BIPV 业主参与碳交易获得收益换算为项目投资减免 (元/W)	51
表 28: 度电补贴力度对可覆盖成本比例的影响	52
表 29: 单位面积补贴力度对可覆盖成本比例的影响	52
表 30: 碳交易价格及参与交易比例对可覆盖成本比例的影响.....	53
表 31: 重点跟踪公司.....	56

1. 两个触发点：行业标准+碳

从行业发展阶段来看，BIPV 当前供需条件成熟，供给方技术和产能均已到位，需求方项目收益具备吸引力，整个行业呈万事俱备、只欠东风之势。我们认为在这阵东风中，尚需完善的行业产权划分、产品技术标准是行业规模化发展的基石，而碳减排指引下的国家扶持政策是行业高速化发展的加速器，二者缺一不可。

- ◆ **行业标准对应成熟的商业模式：**在当前产权划分不够明确、技术标准尚待完善的情况下，BIPV 项目的定制属性较强，隐性成本较高，难以形成规模化的成熟商业模式。目前相关标准文件正在行业协会引导、头部企业的支持下如火如荼地进行，预计 2021 年内行业的标准化进程将会有显著推进。
- ◆ **碳对应国家政策扶持：**3060 双碳目标的政策刚性不断加强，建筑行业在目前节能措施下预计将在 2040 年碳达峰，落后整体标准 10 年。减排压力不仅将推动行业加快制定相关标准，同时建筑作为占全国碳排比例 20% 以上的行业，将得到国家减排举措的重视。从紧迫性角度考虑，我们认为有很大的概率 2021 年会陆续出台相关扶持政策。

近期光伏受到上游产能限制，产业链价格均处于高位，全年装机压力增大，预计 2022 年硅料供给紧张的情况将得到缓解，摆脱产能制约的光伏行业将迎来新一轮充满想象空间的扩张期，而分布式具有投资主体数量庞大、适用场景广泛、项目收益模式逐渐成熟的特点，以 BIPV 为风口的分布式光伏潜力巨大，分布式或可成为未来光伏行业的惊喜增量。

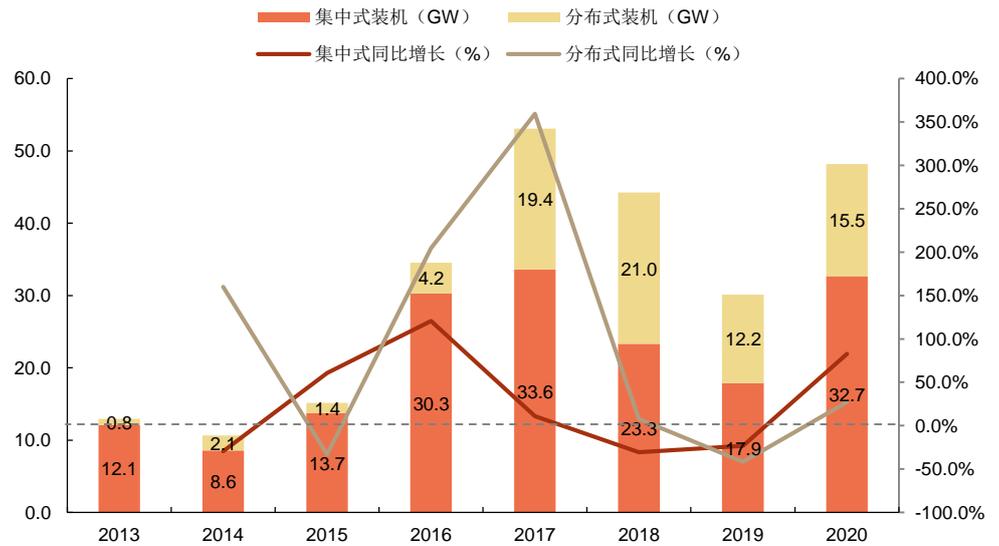
2. BIPV：进一步打开分布式空间的新生力量

2.1 集中式 vs 分布式 vs BIPV

集中式看规模，分布式偏灵活，BIPV 重质量。分布式区别于集中式电站的主要特点，除单个电站规模差异外，还有其主要应用场景以及电站业主。分布式应用场景九成在建筑屋顶，在成本端，节约的土地成本可以部分填补规模较小带来的成本劣势。

集中式电站起步较早，规模扩张较快，在我国光伏行业发展初期占据绝大部分是市场份额。分布式的快速增长始于 2016 年，彼时集中式电站补贴开始退坡，分布式依然维持较高补贴水平，且光伏组件成本有一定程度下降，同时在户用端人们对于光伏电站的接受度有所提升，在恰逢天时、地利、人和的大背景下，分布式光伏开启了它漫长而宏大的征程。

图1：我国光伏历史年新增装机



资料来源：国家能源局，申港证券研究所

BIPV (Building Integrated Photovoltaic)，即建筑光伏一体化，是一种将太阳能发电设备集成到建筑和建材上的技术，属于分布式光伏电站的一种类型。BAPV (Building Attached Photovoltaic) 概念的出现主要是为了区别于 BIPV，实际上 BAPV 就是已经发展多年的屋顶分布式电站及其简易变形。

图2：立柱式 BAPV 光伏屋顶实景图



资料来源：公开资料，申港证券研究所

图3：斜屋面 BAPV 光伏屋顶实景图



资料来源：公开资料，申港证券研究所

BIPV 相对于 BAPV 最大的区别在于光伏和建筑相结合的一体化程度更深，BAPV 从本质上来说电站属性更加突出，而 BIPV 组件虽然具备光伏发电性能，但基础属性上是一种建筑材料。因此除发电性能外，建筑标准、产权划分等方面是 BIPV 面临的主要问题。

同时也因为 BIPV 的建材属性更突出，其在建筑上的应用场景也更加丰富，除了 BAPV 也可以用的平屋顶、斜屋顶、幕墙外，透明采光顶、遮阳棚等应用场景都可以安装 BIPV。

图4: BIPV 屋顶实景图



资料来源: 公开资料, 申港证券研究所

图5: BIPV 采光顶实景图



资料来源: 公开资料, 申港证券研究所

图6: 北京世园会中国馆 BIPV 幕墙实景图



资料来源: 公开资料, 申港证券研究所

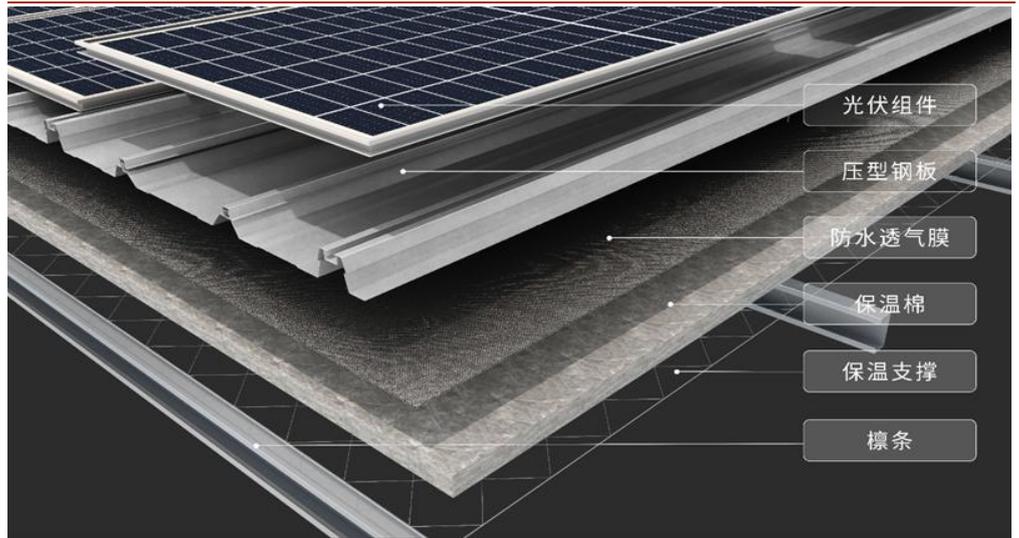
图7: BIPV 遮阳板实景图



资料来源: 公开资料, 申港证券研究所

在结构上, 目前市面上主流的装配式 BIPV 产品减去了传统分布式电站所需要的光伏支架, 而是通过直接压覆在彩钢瓦上, 通过结构件固定与其形成一体化模块产品, 直接作为屋顶建材安装在建筑上, 因此对 BIPV 组件的强度硬度、防水防风防火等性能要求较高, 从而对光伏玻璃的质量要求也更高。

图8: BIPV 产品结构示意图

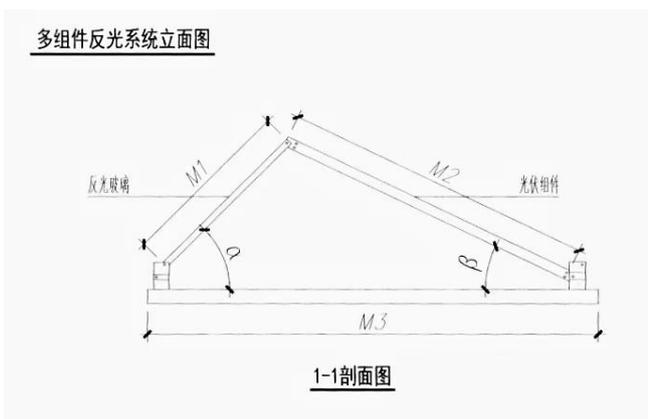


资料来源: 公开资料, 申港证券研究所

BIPV 和 BAPV 在帮助建筑实现清洁能源替代方面具备相同的作用, BAPV 技术发展阶段更加成熟, 之前 BIPV 受制于玻璃性能、产品技术标准等因素, 发展较慢, 但二者起步都很早。上量主要通过新增建筑设计配置和存量建筑改造来达成。

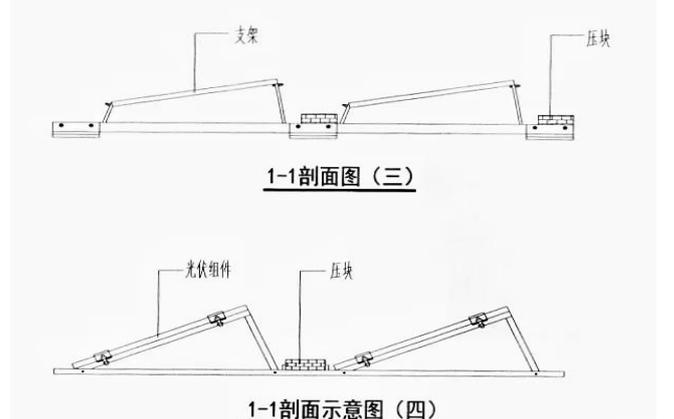
- ◆ **新增建筑:** 可以从建筑设计阶段将使用光伏建筑一体化产品纳入到设计规划中, 用更低的成本达到更充分地发挥发电效益的目的。从产品特性来看, BIPV 对屋顶面积的利用更加充分, 可以有效提高单位面积功率 15~30%; 从成本来看, 两者材料成本基本相当, BIPV 可以通过光伏厂商与建材厂商的深度合作进一步降本, 同时使用年限更长, 成本具备优势。对于新增建筑, 无论是从成本、还是美观角度来说, BIPV 都具备显著的优势。

图9: BAPV 利用反光玻璃增加发电量



资料来源: 《建筑太阳能一体化光伏组件安装设计图集》, 申港证券研究所

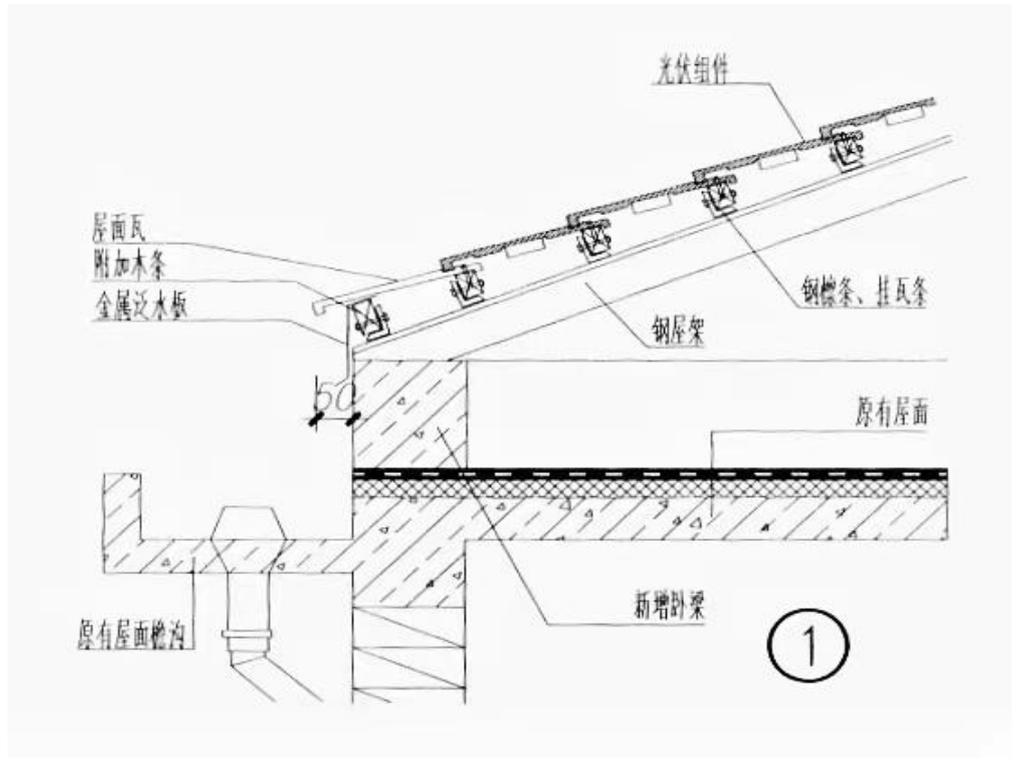
图10: BAPV 间距示意图



资料来源: 《建筑太阳能一体化光伏组件安装设计图集》, 申港证券研究所

- ◆ **存量建筑:** 由于建筑结构已经确定, 业主通常会根据建筑改造条件和周围环境的实际情况选择使用 BAPV 或者 BIPV 产品。一般来说, 混凝土屋顶更适用于 BAPV 产品, 不改变原有的建筑结构, 不替代建材本身; 而钢结构屋顶, 由于建造成本 BIPV 相对 BAPV 更具优势, BIPV 的使用比例较大。另外由于建筑的外墙结构在建成后无法改变, 存量建筑幕墙只能使用 BAPV 产品。对于存量建筑, BAPV 和 BIPV 各有千秋, 共享市场。

图11: BAPV 平面屋顶改造示意图



资料来源:《建筑太阳能一体化光伏组件安装设计图集》, 申港证券研究所

随着光伏发电技术日臻成熟, 光伏玻璃钢化技术不断提升, 组件厂与建材厂的磨合升温, 长期来看, 在光伏建筑一体化领域, BIPV 是确定性的发展方向。

屋顶和幕墙是 BIPV 主要应用场景。目前的市场格局是, 晶硅组件霸占几乎全部屋顶市场, 幕墙则根据外观需求、透光度要求、墙面材料等区别, 薄膜和晶硅二分天下。

2.2 光伏屋顶: BIPV 主要增量空间

屋顶是封闭建筑的必要构成部分, 且多年屋顶分布式的设计和应用经验也为 BIPV 在该场景的推广打下良好基础。

根据住建部《城乡建设统计年鉴》, 2020 年我国城镇(除农村外的地区)建筑用地约 800 亿平, 建筑屋顶面积约 300 亿平, 此外我国每年新增建筑面积 20~30 亿平, 具备装配 BIPV 条件的屋顶占比 15~20%, 行业空间广阔。

装配比例较高的建筑类型主要是工商业和公共建筑屋顶。我国城镇居民建筑以高层为主, 屋顶空间较小且形貌多样, BIPV 应用空间有限, 同时国内居民电价较低, 项目收益率相对较低。

相对应的, 我国工商业屋顶多以平房为主, 屋顶面积较大, 标准化程度较高, 同时工商业电价相对较高, 且白天用电高峰的特点更适合光伏发电性质。此外, 国内主流的 BIPV 产品是采用彩钢瓦叠加光伏组件的装配式产品, 住宅应用条件的适配性较低。工商业屋顶将成为我国 BIPV 市场发展的突破口。

2.3 光伏幕墙：薄膜电池的春天

薄膜电池主要包括铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）、钙钛矿（PSC）等材料路线。薄膜电池在幕墙 BIPV 领域占据主流地位。

薄膜组件和晶硅组件相比，薄膜电池的弱光效应好，比晶硅发电时间长，对散射光的吸收好；薄膜电池的温度系数低，随着组件温度的升高导致效率的减少仅为晶硅的一半；但晶硅组件的价格更低。所以目前针对工商业厂房屋顶为主的 BIPV 系统，晶硅组件是更好的选择；而透明薄膜更适用于幕墙产品，或者在未来对追求美观的需求上升，薄膜组件或可分屋顶的一杯羹。

目前应用于幕墙的薄膜电池产品以 CdTe 为主。前几年薄膜电池市场份额不断下滑，主要原因在于薄膜电池成本增速低于晶硅电池，从 2012 年起，CdTe 电池产量增长缓慢，但随着 CdTe 电池成本降低至具备竞争力水平，将开启新一轮产能扩张，未来几年有望触底反弹。

3. 行业标准：万亿鸿图业绩兑现的基线

BIPV 并不是一个新概念，自国内第一个 BIPV 项目落地至今已过去了 15 年，但在当下时点 BIPV 市场仍是一片蓝海。

早期进入行业的多是幕墙以及钢结构建材厂商，他们不仅在行业内积累了丰富经验和渠道，同时由于建材对防水防火等安全等级要求高，设计院资源和行业进入门槛较高，组件厂虽然掌握 BIPV 产品核心竞争力技术，但在渠道与经验方面仍需通过建材厂商来做建设引导。头部组件厂可以通过与建材厂商的深度合作，达到产业链向下延伸以完善行业布局的目的。

目前国内的 BIPV 系统严格来说仍然是分布式光伏电站的变形，并没有真正地做到**光伏建筑一体化**。成熟的 BIPV 产品需要光伏电池片与建材更加紧密的结合，形成完全一体化的建材产品，典型代表是特斯拉的光伏屋顶瓦片 Solar Roof，直接将电池片作为瓦片安装在屋顶上。

但这样会牺牲必要的组件表面积，失去了钢结构的辅助，对组件本身的耐候性、安全性、防水性、防火性等要求也会更高，同时由于需要完美匹配建筑结构，组件产品的定制化程度很高，难以形成规模化标准生产，且成本偏高。在我国当前电价水平下，短期内不具备盈利能力。在很长一段时间内仍需要组件厂与建材厂进行合作，来覆盖这片蓝海市场。

图12：特斯拉光储电一体化生态效果图



资料来源：特斯拉官网，申港证券研究所

图13：特斯拉 BIPV 光伏屋顶实景图



资料来源：公开资料，申港证券研究所

图14：特斯拉 BIPV 光伏屋顶瓦片



资料来源：特斯拉官网，申港证券研究所

国内主流 BIPV 产品是将组件进行组件化改造，做成标准化产品，最大程度地保持组件发电效率、最大化电池有效发电面积在屋顶面积中占比，以达到最大化光伏发电屋顶性价比，但同时也限制了应用场景，目前主要应用于工商业厂房屋顶、防雨车棚等形状规律、坡度较小、表面平整的大面积屋顶。

在光伏行业，我国无论是技术水平还是产能储备都走在全球前列；在建材行业，幕墙和钢结构企业的技术经验、产能建设、市场渠道方面也早已做好了充分准备。供给端不对行业发展造成限制影响，可以催化 BIPV 这个新兴行业快速打开的因素主要有两点：一是国家政策引导；二是行业标准完善。

3.1 标准制定现状：还差临门一脚

我国限制 BIPV 推广的标准化问题主要体现在两方面：一是 BIPV 自身产品性质、产权划分、技术标准；二是装配式建筑相关构件、设计标准。

3.1.1 BIPV 行业规范正在完善

BIPV 从生产、建设、运行再到拆除，是一个设计多方主体的过程，产权划分模糊延后了商业模式的建立。生产阶段主要涉及光伏组件厂和建材厂；建设阶段涉及到投资方、施工方以及建筑业主，运行阶段也存在建筑所有者和使用者分离的状况。因此在多方之间明确收益主体和产权责任是一个消耗较高交涉成本的过程。由于牵涉主体过于复杂，目前行业尚未出台明确的划分标准，但在行业热度不断升高，国家政策支持倾向逐渐明朗背景下，划分标准落地指日可待。

BIPV 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。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，BIPV 产品供应链配套往往先需获得中国建材检验认证集团等相关认证。

标准化工作在多年以前行业诞生之初就以启动，从对产品各种原材料的性能要求，到项目施工要求，到安全性要求，到逆变器等系统设备标准要求，再到 BIPV 产品本身性能要求，正在陆续出台填补行业空白，但目前仍不完善，以及部分标准涉及到发布日期和实施日期的滞后性，导致行业发展速度延缓。

表1: BIPV 相关标准性文件

发布时间	发布主体	文件名称	领域	文件内容概括
2014/9/29	住建部建筑制品与构配件标委会	《建筑光伏组件用乙烯-醋酸乙烯共聚物（EVA）胶膜》	EVA 胶膜	规定了建筑光伏用 EVA 胶膜的术语和定义、分类及标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志等
2014/10/14	全国建筑用玻璃标委会	《建筑用薄膜光伏中空玻璃一致性评定要求》	玻璃	规定了建筑用薄膜光伏中空玻璃术语和定义、评定要求、型式试验及材料变更定型试验
2014/10/20	住建部建筑制品与构配件标委会	《建筑光伏组件用聚乙烯醇缩丁醛（PVB）胶膜》	PVB 胶膜	规定了建筑光伏用 PVB 胶膜的术语和定义、分类及标记、要求、试验方法、检验规则等
2014/12/4	住建部建筑制品与构配件标委会	《建筑光伏夹层玻璃用封边保护剂》	玻璃	规定了建筑光伏夹层玻璃用封边保护剂的术语和定义、分类及标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志等
2015/1/20	住建部建筑电气标委会	《建筑光伏系统 无逆流并网逆变装置》	逆变器	规定了无逆流并网逆变装置的术语和定义、分类及标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志等
2015/8/31	安徽省建筑节能标委会	《建筑用光伏构件》	构件	规定了建筑用光伏构件的术语和定义、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。本标准规定的建筑用光伏构件适用于建筑的非承重外围护结构。
2015/11/13	住建部	《建筑用光伏遮阳构件通用技术条件》	构件	规定了建筑用光伏遮阳构件的术语和定义、分类和标记、一般要求、要求和试验方法
2016/6/14	住建部	《建筑用光伏构件通用技术要求》	构件	规定了建筑用光伏构件的术语和定义、分类及标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志等
2017/2/23	辽宁省质量技术监督局	《绿色建筑材料评价标准》	绿色建筑	地方标准
2017/12/8	全国建筑用玻璃	《绿色产品评价建筑玻	玻璃	规定了建筑玻璃绿色产品评价的术语和定义、

发布时间	发布主体	文件名称	领域	文件内容概括
	标委会、国家标委会	《玻璃》		评价要求和评价方法，适用于建筑用钢化玻璃、夹层玻璃、中空玻璃的评价
2017/12/22	住建部	《建筑用柔性薄膜光伏组件》	薄膜组件	规定了建筑用柔性薄膜光伏组件的术语和定义、分类及标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志等
2018/8/8	安徽省市场监督管理局	《建筑光伏系统防火技术规范》	建筑光伏	规定了建筑光伏系统防火的防火设计、工程施工、工程验收。本标准适用于在工业与民用建筑上安装的光伏系统（包括建筑光伏一体化系统和建筑附加光伏系统）的防火设计及其防火保护的施工和验收。
2018/9/21	河北省质量技术监督局	《建筑幕墙用光伏系统通用技术要求》	建材-幕墙	规定了建筑幕墙用光伏系统的术语和定义、分类、要求和试验方法
2018/12/28	国家监管局、标委会	《建筑用光伏遮阳板》	建材-遮阳板	规定了建筑用光伏遮阳板的术语和定义、分类和标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存
2018/12/28	国家监管局、标委会	《光伏建筑一体化(BIPV)组件电池额定工作温度测试方法》	电池	规定了光伏建筑一体化组件电池额定工作温度的测试方法，包括属于和定义、测试原理、测试装置、样品制备、测试程序和测试报告
2018/12/28	国家监管局、标委会	《光伏建筑一体化系统防雷技术规范》	安全	规定了光伏建筑一体化系统的直击雷防护、雷电电磁脉冲防护及相关雷电防护装置的检测和维护要求等
2019/1/24	住建部	《近零能耗建筑技术标准》	建筑	明确了超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑和产能建筑的相关定义
2019/2/14	中国光伏行业协会	《户用光伏并网发电系统系列标准》	发电系统	对户用光伏并网发电系统的安装准备、设计规范、安装过程与验收、运行维护和发电性能评估制定了相关标准
2019/3/13	住建部	《绿色建筑评价标准》	建筑	国家标准文件，提出应推广建筑节能技术，提高建筑节能标准，推广绿色建筑和建材，支持与鼓励太阳能发电新能源技术，反展被动式房屋等绿色节能建筑
2019/6/4	国家监管局、标委会	《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》	发电系统	规定了光伏与建筑一体化发电系统验收的术语和定义，验收的基本要求，以及结构相关工程验收、电气工程验收、系统整体验收等分项验收的内容。
2019/12/31	国家监管局、标委会	《建筑用太阳能光伏夹层玻璃的重测导则》	玻璃	规定了建筑用太阳能光伏夹层玻璃的重测要求、试验方法、检验规则以及检测或认证报告
2019/12/31	国家监管局、标委会	《建筑光伏幕墙采光顶检测方法》	建材-幕墙	规定了建筑光伏幕墙和光伏采光顶检测方法的试件、检测项目和方法、检测顺序和结果表达及检测报告
2020/3/24	中国建筑装饰协会	《光电建筑技术应用规程》	建筑	规定了新建、改建、扩建及既有建筑中采用光电建筑技术的设计、制作、安装、测试及验收流程。
2020/10/11	中国建筑材料联合会	《建筑光伏玻璃组件色差检测方法》	组件	规定了建筑光伏玻璃组件色差检测方法的测试要求、测试方法、数据处理和测试报告

资料来源：公开资料整理，申港证券研究所

3.1.2 装配式建筑正处在快速发展通道

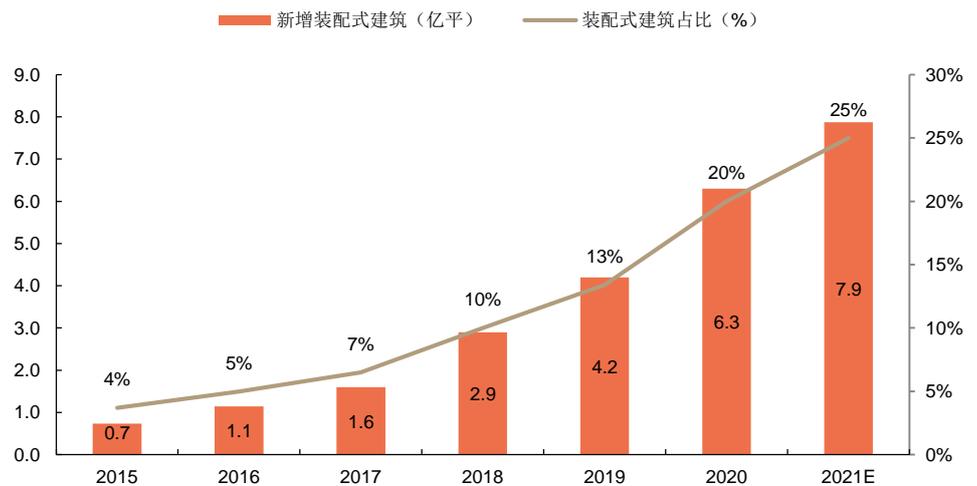
装配式建筑直接在工厂进行现场作业，将加工制作好建筑用构件和配件运输到建筑施工现场，通过可靠的连接方式在现场装配安装而成，具有缩短工期、减少能耗、降低成本等优点，主要包括混凝土结构、钢结构、现代木结构建筑等。钢结构装配式建筑的结构特点，可以在设计阶段较为方便的与 BIPV 产品结合。

2016 年 9 月，国务院发布《关于大力发展装配式建筑的指导意见》，提到争取用 10 年时间使装配式建筑占新增建筑面积比例达到 30%，自此开启装配式建筑快速发展通道。

2020 年，京津冀、长三角、珠三角等重点推进地区新开工装配式建筑占全国的比例为 54.6%，其中，上海市新开工装配式建筑占新建建筑的比例为 91.7%，北京市 40.2%，天津市、江苏省、浙江省、湖南省和海南省均超过 30%。

2020 年我国新增装配式建筑 6.3 亿平，占全年新增建筑比例 20%，相对 2016 年的 4.97% 提升 15.03 pct，成果显著，我们预计 2021 年装配式建筑占比可提升至 25%，对应面积 7.9 亿平。

图15：我国装配式建筑年新增面积

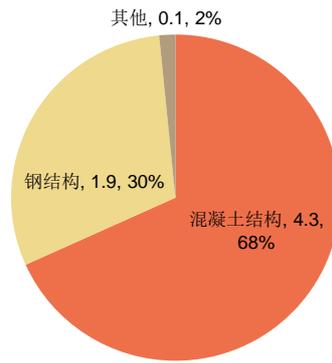


资料来源：住建部，申港证券研究所

装配式建筑以混凝土和钢结构为主，2020 年混凝土结构新增建筑 4.3 亿平，在装配式建筑中占比 68.3%，钢结构新增建筑 1.9 亿平，占比 30.2%，占据装配式市场绝大部分的份额。

考虑到钢结构装配式建筑与 BIPV 产品的天生适配性，市场成熟后 BIPV 在该领域渗透率可达 50% 以上。按照年均新增建筑面积 20~30 亿平、装配式建筑 30% 渗透率目标、钢结构 30% 市占率进行计算，对应装机规模 3~4.5GW。

图16：2020年装配式建筑各类型面积及占比



资料来源：住建部，申港证券研究所

标准化程度不高在一定程度上制约了装配式建筑发展，目前住建部正在积极牵头进行相关标准的制定，预计2021年底前将看到显著成效。

- ◆ 2020年8月，住建部发布《钢结构住宅主要构件尺寸指南》，引导生产企业与设计单位、施工单位就构件和部品部件的常用尺寸进行协调统一。
- ◆ 2021年4月，《装配式住宅设计选型标准（征求意见稿）》发布，是住建部组织中国建筑标准设计研究院等单位共同起草的行业标准，对结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装修系统做出标准性规定。
- ◆ 另外《装配式混凝土结构住宅主要构件尺寸指南》、《住宅装配化装修主要部品部件尺寸指南》正在编制中。

3.2 行业空间取之不尽用之不竭

尽管行业标准存在滞后，但是需求市场已做好准备随时为行业打开庞大空间。经测算，我们认为BIPV在项目收益上已具备大规模建设的可行性，在行业空间方面的潜力同样十分庞大。

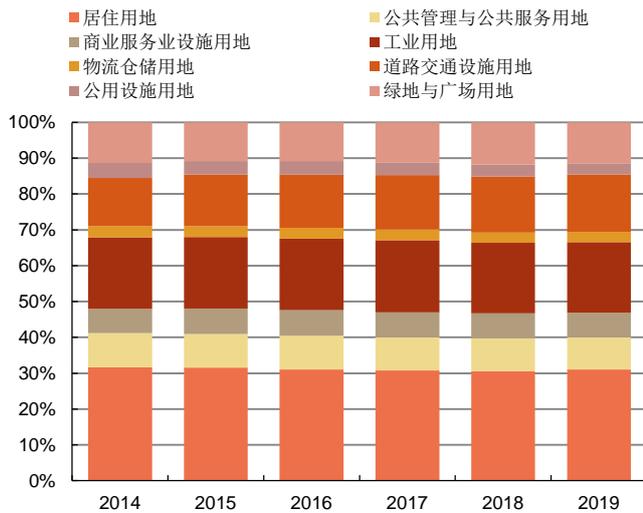
我国存量建筑可进行屋顶改造的BIPV总装机空间达662~745GW，预计2021年BIPV装机0.9~1.2GW，2025年26.4~41.3GW，2030年54.6~75.4GW，一般情境下复合增长率2021~25年130%，2021~30年56.8%。

3.2.1 屋顶BIPV面积渗透率预测

由于BIPV幕墙产品的使用领域较为灵活，难以进行较为准确的定量测算，且屋顶是主要的应用场景，因此接下来的测算主要针对BIPV屋顶。

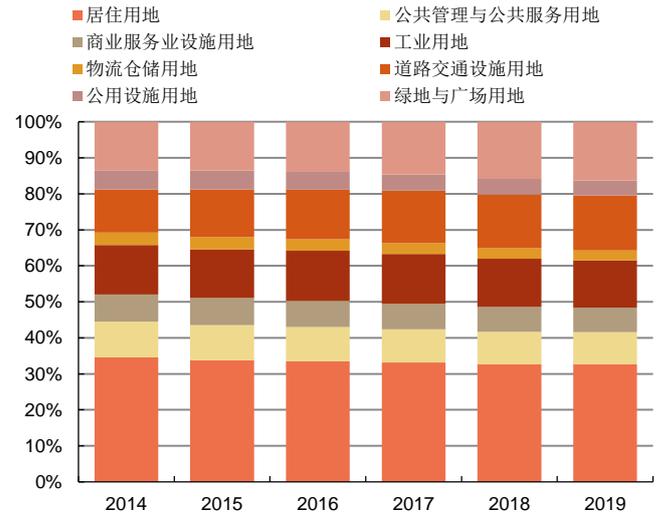
住建部每年发布的《城乡建设统计年鉴》将城市、县城的建筑用地分为八种类型，分别为居住用地、公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、工业用地、物流仓储用地、道路交通设施用地、公用设施用地、绿地与广场用地，且这八种类型用地面积的比例基本稳定。

图17：城市建设用地存量面积比例



资料来源：住建部，申港证券研究所

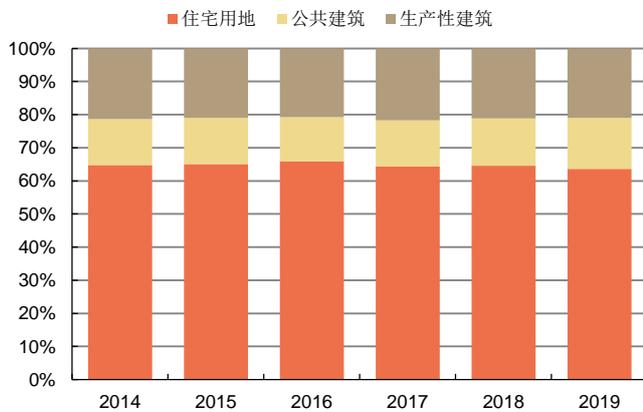
图18：县城建设用地存量面积比例



资料来源：住建部，申港证券研究所

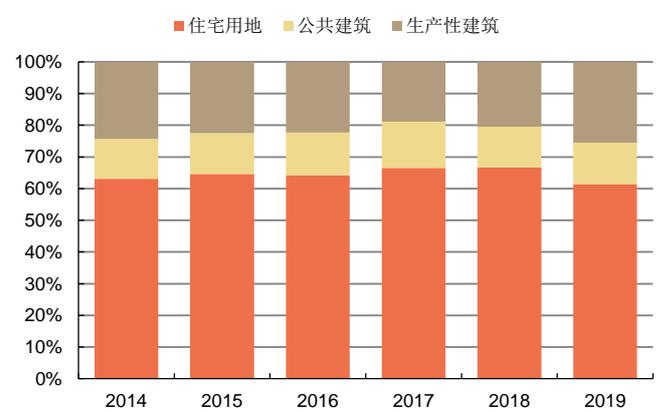
建制镇用地类型划分为三种，分别为住宅用地、公共建筑、生产性建筑，其中住宅用地占比最大，约为 65%。三种用地类型的比例同样维持基本稳定。这方便了我们针对 BIPV 的应用场景，将上述建筑用地进行进一步的分类。

图19：建制镇建设用地存量面积比例



资料来源：住建部，申港证券研究所

图20：建制镇建设用地新增面积比例



资料来源：住建部，申港证券研究所

不同应用场景对 BIPV 项目盈利的影响，主要在于电价差异，因此我们将上述不同地区间略显复杂的建筑用地分类方式简化为三类：住宅、工商业及公共建筑、其他，其中工商业及公共建筑包括城镇的公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、工业用地、物流仓储用地、道路交通设施用地、公用设施用地，以及建制镇的公共建筑、生产性建筑。

表2：建筑用地分类

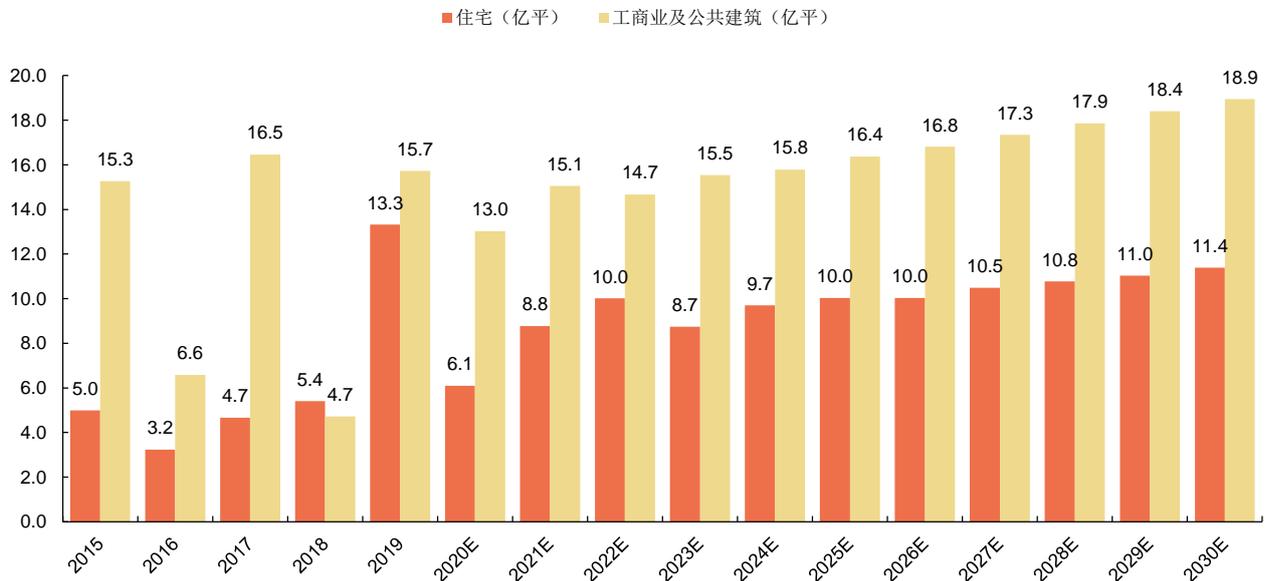
报告分类	地区	官方分类
住宅	城市、县城	居民用地
	建制镇	住宅用地
工商业及公共建筑	城市、县城	公共管理与公共服务用地
		商业服务业设施用地
		工业用地
	建制镇	物流仓储用地
		道路交通设施用地
		公用设施用地
		公共建筑
其他	城市、县城	生产性建筑
		绿地与广场用地

资料来源：住建部，申港证券研究所

对存量建筑进行 BIPV 屋顶改造以及对新建建筑配置 BIPV 屋顶，在项目成本和市场接受度上存在差异，因此我们在计算市场空间时，将存量建筑和新增建筑分开独立分析。

过去五年住宅和工商业及公共建筑用地每年平均新增 20 亿平，且有缓慢增长的趋势，其中住宅占比约 40%。

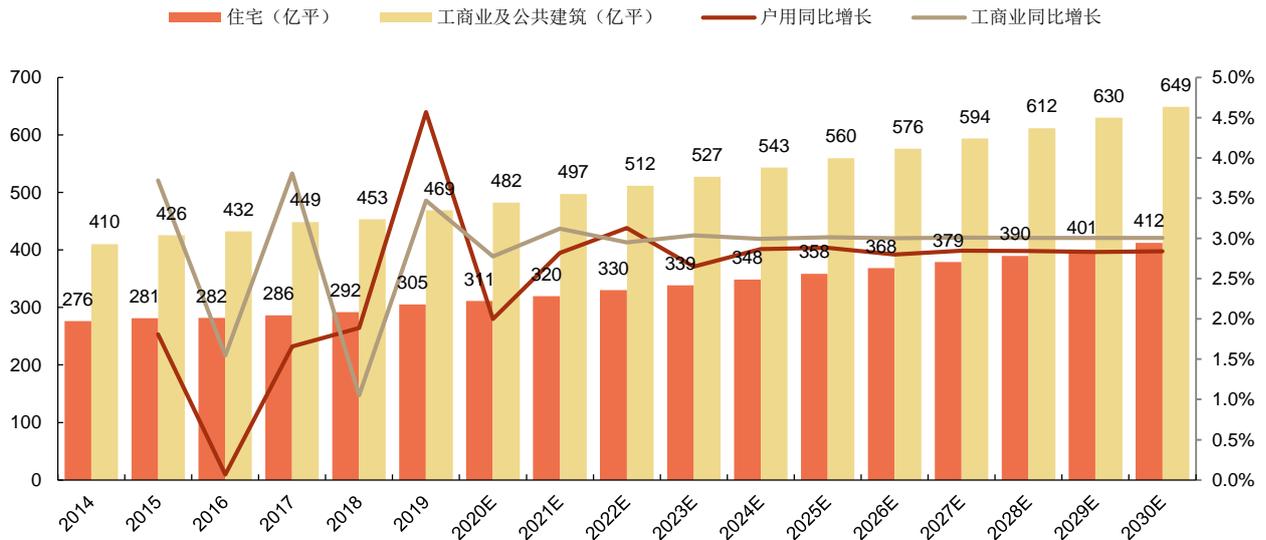
图21：建筑用地新增面积及预测（亿平）



资料来源：住建部，申港证券研究所

由于我国存量建筑数量庞大，尽管存量改造 BIPV 成本相对新建略高，但依然是我国未来中短期内 BIPV 的主要增量市场。2019 年我国城镇住宅面积 305 亿平，工商业及公共建筑用地 469 亿平。过去五年工商业及公共建筑用地增速相对稳定，平均增速约 3%。

图22：建筑用地存量面积及预测（亿平）



资料来源：住建部，申港证券研究所

我国建设用地建筑密度大部分在 30~50% 区间范围内，其中住宅用地密度偏小，工商业及公共建筑密度偏大。我们把建筑密度分为 30%、35%、40%、45%、50%，对屋顶建筑面积进行估算（下表中橙色区域表示实现可能性较大的区间范围）：

- ◆ 考虑到住宅建筑密度实际偏小，我们仅采用 30~40% 区间对住宅屋顶建筑面积进行估算，预计住宅 2021 年新增屋顶建筑面积 2.6~3.5 亿平，2025 年 3~4 亿平，2030 年 3.4~4.6 亿平，存量屋顶建筑面积 2021 年 96~128 亿平，2025 年 108~143 亿平，2030 年 124~165 亿平；
- ◆ 工商业及公共建筑建筑用地密度偏大，选取 40~45% 区间对其屋顶建筑面积进行估算，预计新增屋顶建筑面积 2021 年 6~6.8 亿平，2025 年 6.6~7.4 亿平，2030 年 7.6~8.5 亿平；存量屋顶建筑面积 2021 年 199~224 亿平，2025 年 224~252 亿平，2030 年 260~292 亿平。

表3：屋顶建筑面积测算结果（亿平）

应用场景		年份	30%	35%	40%	45%	50%
存量	户用	2021	96.0	112.0	127.9	143.9	159.9
		2025	107.5	125.4	143.3	161.3	179.2
		2030	123.6	144.2	164.8	185.4	206.0
	工商业	2021	149.1	174.0	198.9	223.7	248.6
		2025	167.9	195.8	223.8	251.8	279.8
		2030	194.7	227.1	259.6	292.0	324.4
新增	户用	2021	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4
		2025	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
		2030	3.4	4.0	4.6	5.1	5.7
	工商业	2021	4.5	5.3	6.0	6.8	7.5
		2025	4.9	5.7	6.6	7.4	8.2
		2030	5.7	6.6	7.6	8.5	9.5

资料来源：住建部，申港证券研究所

3.2.2 屋顶 BIPV 装机规模预测

当前头部组件厂的屋顶 BIPV 组件产品单位面积 STC 功率(即在光照强度 1000W/M、电池温度 25°C、大气质量 1.5 的标准环境下的峰值发电功率) 200W 左右, NOCT 功率(即在光照强度 800W/M、电池温度 20°C、大气质量 1.5、风速 1m/s 的标准环境下测算得到的发电功率) 150W 左右。

在我国电价水平下, 在采用工商业电价的建筑上实施 BIPV 项目的收益率较高, 住宅由于电价较低、分布式电站规模较小, 盈利能力偏弱, 且平房屋顶大多位于农村地区, 未来短期内对于 BIPV 的主观接受度较低, 我们在下面的 BIPV 装机空间测算中暂时将住宅摘除, 只考虑工商业及公共建筑。

考虑不同组件产品之间的功率差异, 我们选取 STC 标准下 125~200W/平区间范围对 BIPV 装机规模进行测算, 并假设屋顶 BIPV 有效面积利用率为 85%。(下表中橙色区域表示实现可能性较大的区间范围, 橙色越深代表可能性越大)

- ◆ **新增建筑:** 在我国存量建筑结构基础上, 具有 BIPV 改造条件的屋顶面积比例 15~20%, 而当前新增建筑中配置 BIPV 产品的比例 1~1.5%, 因此我们选取 1.2~20% 的 BIPV 渗透率区间, 对未来十年配置 BIPV 规模进行预测, **预计新增建筑 2021 年 BIPV 装机规模 0.9~1.2GW, 2025 年 9.7~12.5GW, 2030 年 19.3~24.5GW。**

表4: 新增工商业及公共建筑 BIPV 装机规模预测 (GW)

建筑用地密度		40%			45%		
BIPV 渗透率	STC 功率 (W/平)	2021 年	2025 年	2030 年	2021 年	2025 年	2030 年
1.2%	150	0.9	1.0	1.2	1.0	1.1	1.3
	175	1.1	1.2	1.4	1.2	1.3	1.5
	200	1.2	1.3	1.5	1.4	1.5	1.7
	225	1.4	1.5	1.7	1.6	1.7	2.0
5%	150	3.8	4.2	4.8	4.3	4.7	5.4
	175	4.5	4.9	5.6	5.0	5.5	6.3
	200	5.1	5.6	6.4	5.8	6.3	7.2
	225	5.8	6.3	7.2	6.5	7.0	8.2
10%	150	7.7	8.4	9.7	8.6	9.4	10.9
	175	9.0	9.7	11.3	10.1	11.0	12.7
	200	10.2	11.1	12.9	11.5	12.5	14.5
	225	11.5	12.5	14.5	13.0	14.1	16.3
15%	150	11.5	12.5	14.5	13.0	14.1	16.3
	175	13.4	14.6	16.9	15.1	16.4	19.0
	200	15.4	16.7	19.3	17.3	18.8	21.7
	225	17.3	18.8	21.7	19.4	21.1	24.5
20%	150	15.4	16.7	19.3	17.3	18.8	21.7
	175	17.9	19.5	22.5	20.2	21.9	25.4
	200	20.5	22.3	25.8	23.0	25.1	29.0
	225	23.0	25.1	29.0	25.9	28.2	32.6

资料来源: 住建部, 部分组件厂产品参数, 申港证券研究所

- ◆ **存量建筑：**存量建筑由于既有建筑结构较为复杂，改造成本较高，实际上很难达到理论 15~20% 的改造比例，我们选取 0.1~2% 的 BIPV 渗透率区间，对未来十年对屋顶进行 BIPV 改造的装机规模进行预测，**预计存量建筑 2021 年 BIPV 改造装机规模可几乎忽略不计，2025 年 14.3~18.7GW，2030 年 44.1~55.8GW。**

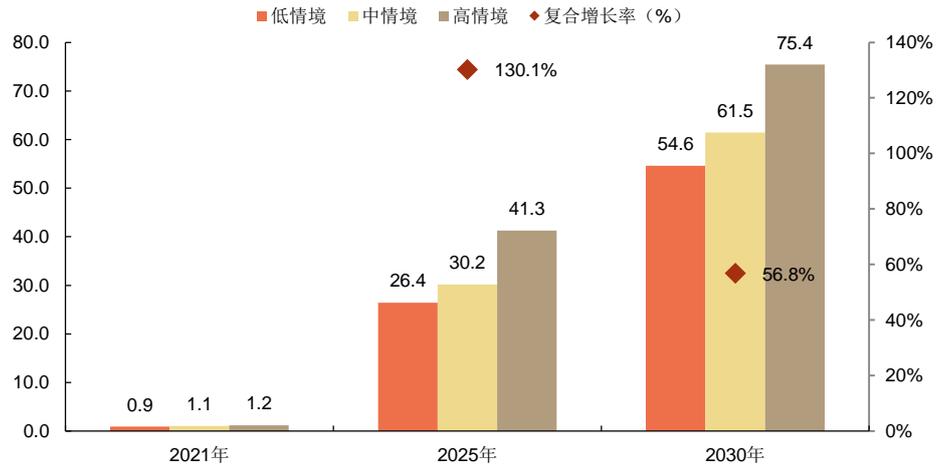
表5：存量工商业及公共建筑屋顶 BIPV 改造的装机规模预测（GW）

建筑用地密度		40%			45%		
BIPV 渗透率	STC 功率 (W/平)	2021 年	2025 年	2030 年	2021 年	2025 年	2030 年
0.1%	150	2.5	2.9	3.3	2.9	3.2	3.7
	175	3.0	3.3	3.9	3.3	3.7	4.3
	200	3.4	3.8	4.4	3.8	4.3	5.0
	225	3.8	4.3	5.0	4.3	4.8	5.6
0.5%	150	12.7	14.3	16.5	14.3	16.1	18.6
	175	14.8	16.6	19.3	16.6	18.7	21.7
	200	16.9	19.0	22.1	19.0	21.4	24.8
	225	19.0	21.4	24.8	21.4	24.1	27.9
0.8%	150	20.3	22.8	26.5	22.8	25.7	29.8
	175	23.7	26.6	30.9	26.6	30.0	34.7
	200	27.0	30.4	35.3	30.4	34.2	39.7
	225	30.4	34.2	39.7	34.2	38.5	44.7
1%	150	25.4	28.5	33.1	28.5	32.1	37.2
	175	29.6	33.3	38.6	33.3	37.5	43.4
	200	33.8	38.0	44.1	38.0	42.8	49.6
	225	38.0	42.8	49.6	42.8	48.2	55.8
1.5%	150	38.0	42.8	49.6	42.8	48.2	55.8
	175	44.4	49.9	57.9	49.9	56.2	65.2
	200	50.7	57.1	66.2	57.0	64.2	74.5
	225	57.0	64.2	74.5	64.2	72.2	83.8

资料来源：住建部，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

综上，我们设定高、中、低三种情境，对新增建筑屋顶配置 BIPV 和存量建筑屋顶 BIPV 改造两种应用场景进行综合分析，对 BIPV 年新增总装机规模做出预测。预计 2021 年 BIPV 装机 0.9~1.2GW，2025 年 26.4~41.3GW，一般情境下 2021~25 年复合增长率 130%，2030 年 54.6~75.4GW，一般情境下 2021~30 年复合增长率 56.8%。

图23: BIPV 年新增装机规模预测 (GW)



资料来源: 住建部, 部分组件厂产品参数, 申港证券研究所

结合之前从政策目标方向对 2030 年光伏装机规模的测算结果来看, 假设 2025 年、2030 年分布式光伏装机占比分别达到 40%、45%, 则 2025 年分布式装机中 BIPV 占比约 75%, 2030 年占比 94%, 占据几乎全部分布式市场。

在减排目标指引下, 分布式规模或将成为我国未来光伏装机空间的**最大变量**。根据非化石能耗占比和能源消费总量确定的 2030 年光伏当年新增装机规模为 150~160GW, 按照分布式占比 45% 计算, 2030 年分布式装机 68~72GW, 与新增 BIPV 渗透率 15%+ 存量 BIPV 改造率 1% 的测算结果基本一致。

到 2030 年工商业及公共建筑面积预计可达 650 亿平, 届时 BIPV 市场成熟度以及标准完善程度, 可用于 BIPV 屋顶改造的存量建筑面积基本固定。考虑 40~45% 的建筑用地密度、200W/平组件功率、85% 屋顶面积利用率, 则长期来看, 我国存量建筑可进行屋顶改造的 BIPV 总装机空间达 662~745GW, 应用场景空间不会成为行业发展的限制因素。

3.3 收益水平具备吸引力

3.3.1 BIPV 项目成本拆分

对于建筑业主来市, BIPV 项目成本主要包括两部分: 决策阶段的信息成本、施工阶段的设备和建设系统成本。与集中地面电站相区别的是, BIPV 屋顶系统一体化程度较强, 一般由钢结构企业或者组件厂承包系统安装, 即设备方在出售产品的同时, 实际上出售的是系统产品, 因此需要将厂商利润包含在建筑业主需承担的项目成本中。

由于 BAPV 项目相对成熟, 样本数据较齐全, 我们选择对天津市某正在运行的 BAPV 项目成本进行拆分, 将设备方面与 BIPV 相区别的环节进行增减替换, 并根据当前各项目环节实际成本进行调整, 得出近期 BIPV 项目单位投资成本在 5.97 元/W 左右。

表6: 装配式 BIPV 屋顶项目成本构成 (元/W)

阶段	类型	一级项目	二级项目	三级项目
决策阶段	开发费用	咨询服务合同	0.15	
		项目文本费	0.06	
		人员费用	0.02	
		开发费用	0.38	
建造阶段	项目建造成本			组件 1.76
				彩钢瓦 0.45
			光伏厂区设备费 2.48	逆变器 0.15
		工程建设费用 3.00		其他 0.12
			厂内建安费 0.21	
			升压站/开关站 0.31	设备费 0.23
				建安费 0.08
			外线工程(含线路清赔) 0.10	
				业主管理费 0.07
			其他费用 0.21	监理费 0.02
				设计勘察费 0.05
				生产准备费 0.07
	建设期利息 0.04			
	施工方利润 2.01			

资料来源: 天津市某 BAPV 项目, PVInfolink, CPIA, 申港证券研究所

其他部分参数假设:

- ◆ 根据光伏电站以往的经验, 年运营费率常在 1~3% 之间, 针对钢结构厂房屋面光伏项目来说, 将它的运维费率定在 1~1.9% 之间, 在模型中我们选取 1.5% 进行计算。
- ◆ 组件转换效率首年衰减 2.5%, 之后每年衰减 0.7%
- ◆ 在不考虑补贴和碳交易收入的情况下, 项目收益=工商业电价×项目发电量。

3.3.2 BIPV 项目一般性收益测算

根据以上信息和假设条件, 我们对国内不同地区建设 BIPV 项目的内部收益率 IRR 和投资回收期进行测算。由于分布式项目个人业主资金成本相对较高, 相应地对内部收益率要求较高, 我们将可接受的 IRR 确定为 10% 以上。

考虑到当前组件价格较高, 若回落至 1.4~1.5 元/W 相对合理的价格水平, 则对应系统成本相对目前基准成本下降 10% 左右。

表7: 系统成本对 BIPV 内部收益率 IRR 的影响

成本增减幅	5%	2.5%	基准	-2.5%	-5%	-7.5%	-10%	-12.5%	-15%	-17.5%	-20%
项目成本	6.27	6.12	5.97	5.82	5.67	5.53	5.38	5.23	5.08	4.93	4.78
吉林	13.3%	12.9%	12.9%	13.3%	14.1%	15.4%	17.4%	20.1%	24.0%	29.6%	37.4%
内蒙古	13.0%	12.6%	12.6%	13.0%	13.8%	15.1%	17.0%	19.7%	23.5%	28.9%	36.6%
天津	12.6%	12.3%	12.3%	12.6%	13.4%	14.7%	16.6%	19.2%	23.0%	28.3%	35.8%
黑龙江	12.6%	12.2%	12.2%	12.6%	13.3%	14.6%	16.5%	19.1%	22.8%	28.1%	35.6%
北京	12.3%	12.0%	12.0%	12.4%	13.1%	14.4%	16.2%	18.8%	22.5%	27.7%	35.1%
甘肃	12.1%	11.7%	11.7%	12.1%	12.9%	14.1%	15.9%	18.5%	22.1%	27.2%	34.5%
上海	11.9%	11.5%	11.5%	11.9%	12.7%	13.9%	15.7%	18.2%	21.7%	26.8%	34.0%
辽宁	11.6%	11.3%	11.3%	11.6%	12.4%	13.6%	15.3%	17.8%	21.3%	26.2%	33.2%
河南	10.7%	10.4%	10.4%	10.8%	11.5%	12.6%	14.3%	16.6%	19.9%	24.5%	31.1%
宁夏	10.7%	10.4%	10.4%	10.7%	11.4%	12.5%	14.2%	16.5%	19.8%	24.4%	31.0%
河北	9.9%	9.6%	9.6%	9.9%	10.6%	11.7%	13.2%	15.4%	18.5%	22.9%	29.1%
江苏	9.6%	9.3%	9.3%	9.6%	10.3%	11.3%	12.9%	15.0%	18.0%	22.3%	28.3%
浙江	9.6%	9.2%	9.2%	9.6%	10.2%	11.3%	12.8%	15.0%	18.0%	22.2%	28.2%
山西	9.5%	9.2%	9.2%	9.6%	10.2%	11.3%	12.8%	14.9%	17.9%	22.2%	28.2%
云南	9.5%	9.2%	9.2%	9.5%	10.1%	11.2%	12.7%	14.9%	17.8%	22.0%	28.0%
广东	9.4%	9.1%	9.1%	9.5%	10.1%	11.1%	12.7%	14.8%	17.8%	22.0%	28.0%
湖北	9.2%	8.9%	8.9%	9.2%	9.8%	10.9%	12.4%	14.5%	17.4%	21.5%	27.3%
陕西	9.0%	8.7%	8.7%	9.0%	9.6%	10.6%	12.1%	14.2%	17.0%	21.1%	26.8%
安徽	8.9%	8.6%	8.6%	8.9%	9.5%	10.5%	12.0%	14.0%	16.9%	20.9%	26.6%
湖南	8.6%	8.3%	8.3%	8.6%	9.2%	10.2%	11.7%	13.7%	16.5%	20.4%	26.0%
青海	8.5%	8.2%	8.2%	8.5%	9.1%	10.1%	11.5%	13.5%	16.3%	20.2%	25.7%
福建	8.5%	8.2%	8.2%	8.5%	9.1%	10.0%	11.5%	13.5%	16.2%	20.1%	25.6%
广西	8.3%	8.0%	8.0%	8.3%	8.9%	9.9%	11.3%	13.3%	16.0%	19.8%	25.2%
海南	8.3%	8.0%	8.0%	8.3%	8.9%	9.8%	11.2%	13.2%	15.9%	19.7%	25.1%
江西	8.0%	7.7%	7.7%	8.0%	8.6%	9.5%	10.9%	12.8%	15.5%	19.2%	24.5%
新疆	7.1%	6.9%	6.9%	7.1%	7.7%	8.6%	9.9%	11.7%	14.2%	17.6%	22.5%
贵州	6.7%	6.4%	6.4%	6.7%	7.2%	8.1%	9.3%	11.1%	13.5%	16.8%	21.5%
四川	6.5%	6.2%	6.2%	6.5%	7.0%	7.8%	9.1%	10.8%	13.1%	16.4%	21.0%
山东	5.6%	5.4%	5.4%	5.6%	6.1%	6.9%	8.1%	9.7%	11.9%	14.9%	19.1%
重庆	4.5%	4.3%	4.3%	4.5%	4.9%	5.7%	6.7%	8.2%	10.2%	12.9%	16.6%

资料来源: 发改委, PV Infolink, CPIA, 申港证券研究所

在当前价格水平下, 不考虑补贴情况, 全国平均 BIPV 屋顶项目的投资回收期 9~10 年, 若组件价格回落至 1.4~1.5 元/W 的合理水平, 则全国平均投资回收期将下降至 8~8.5 年。

表8：系统成本对 BIPV 项目回收期的影响（年）

成本增减幅	5.0%	2.5%	基准	-2.5%	-5.0%	-7.5%	-10%	-12.5%	-15%	-17.5%	-20%
项目成本	6.27	6.12	5.97	5.82	5.67	5.53	5.38	5.23	5.08	4.93	4.78
吉林	7.5	7.8	7.8	7.5	7.1	6.5	5.8	5.0	4.2	3.4	2.7
内蒙古	7.7	7.9	7.9	7.7	7.3	6.6	5.9	5.1	4.3	3.5	2.7
天津	7.9	8.2	8.2	7.9	7.4	6.8	6.0	5.2	4.4	3.5	2.8
黑龙江	8.0	8.2	8.2	8.0	7.5	6.8	6.1	5.2	4.4	3.6	2.8
北京	8.1	8.3	8.3	8.1	7.6	6.9	6.2	5.3	4.4	3.6	2.8
甘肃	8.3	8.5	8.5	8.3	7.8	7.1	6.3	5.4	4.5	3.7	2.9
上海	8.4	8.7	8.7	8.4	7.9	7.2	6.4	5.5	4.6	3.7	2.9
辽宁	8.6	8.9	8.9	8.6	8.1	7.4	6.5	5.6	4.7	3.8	3.0
河南	9.3	9.6	9.6	9.3	8.7	7.9	7.0	6.0	5.0	4.1	3.2
宁夏	9.3	9.6	9.6	9.3	8.8	8.0	7.0	6.1	5.1	4.1	3.2
河北	10.1	10.4	10.4	10.1	9.4	8.6	7.6	6.5	5.4	4.4	3.4
江苏	10.4	10.8	10.8	10.4	9.7	8.8	7.8	6.7	5.5	4.5	3.5
浙江	10.5	10.8	10.8	10.5	9.8	8.9	7.8	6.7	5.6	4.5	3.5
山西	10.5	10.8	10.8	10.5	9.8	8.9	7.8	6.7	5.6	4.5	3.5
云南	10.6	10.9	10.9	10.5	9.9	8.9	7.9	6.7	5.6	4.5	3.6
广东	10.6	10.9	10.9	10.6	9.9	9.0	7.9	6.8	5.6	4.6	3.6
湖北	10.9	11.3	11.3	10.9	10.2	9.2	8.1	6.9	5.8	4.7	3.7
陕西	11.1	11.5	11.5	11.1	10.4	9.4	8.3	7.1	5.9	4.7	3.7
安徽	11.3	11.7	11.7	11.3	10.5	9.5	8.4	7.1	5.9	4.8	3.8
湖南	11.6	12.0	12.0	11.6	10.8	9.8	8.6	7.3	6.1	4.9	3.9
青海	11.8	12.2	12.2	11.8	11.0	9.9	8.7	7.4	6.1	5.0	3.9
福建	11.8	12.2	12.2	11.8	11.0	10.0	8.7	7.4	6.2	5.0	3.9
广西	12.0	12.5	12.5	12.0	11.2	10.1	8.9	7.5	6.3	5.1	4.0
海南	12.1	12.5	12.5	12.1	11.3	10.2	8.9	7.6	6.3	5.1	4.0
江西	12.5	12.9	12.9	12.5	11.6	10.5	9.2	7.8	6.4	5.2	4.1
新疆	14.0	14.5	14.5	14.0	13.0	11.6	10.1	8.6	7.1	5.7	4.4
贵州	15.0	15.5	15.5	14.9	13.8	12.4	10.7	9.0	7.4	6.0	4.7
四川	15.5	16.1	16.1	15.5	14.3	12.7	11.0	9.3	7.6	6.1	4.8
山东	17.8	18.5	18.5	17.7	16.3	14.4	12.4	10.3	8.4	6.7	5.2
重庆	22.4	23.5	23.5	22.3	20.2	17.6	14.9	12.2	9.8	7.8	6.0

资料来源：发改委，PV Infolink，CPIA，申港证券研究所

3.3.3 倾斜角偏离对项目收益的影响

由于 BIPV 项目在安装组件产品时需考虑建筑本身结构要求（包括建筑场地条件、建筑功能、建筑规模等），作为屋顶建材时倾角较小，铺设角度较为平缓，而作为幕墙建材时倾角较大，甚至达到完全直立的状态，因此往往无法从单纯发电效率的角度达到理想目标。

在我国南向光照条件最佳，东西次之，所以光伏幕墙通常会选择安装东、西、南三面，个别建筑出于外观形状特殊性（无法准确区分朝向）、外形美观统一等原因，会选择四面安装；工商业屋顶、采光顶等一般倾斜角度较小，会选择全面积安装。

我们将倾斜角度对发电效率的影响进行归纳分析，用以计算 BIPV 项目实际发电功率。目前市面上头部组件厂的屋顶 BIPV 产品转换效率大多在 20~21%，峰值功率 200~210W/平，幕墙 BIPV 转换效率 16~17%，峰值功率 160~170W/平。同时考虑不同地区地理位置、气候、光照条件等光照禀赋条件的不同，我们选取部分城市，通过 PV system 软件，分析发电效率相比于理想倾角的损失，测算结果如下：

表9：国内部分城市光伏组件安装角度与效率损失关系，最佳倾角发电性能

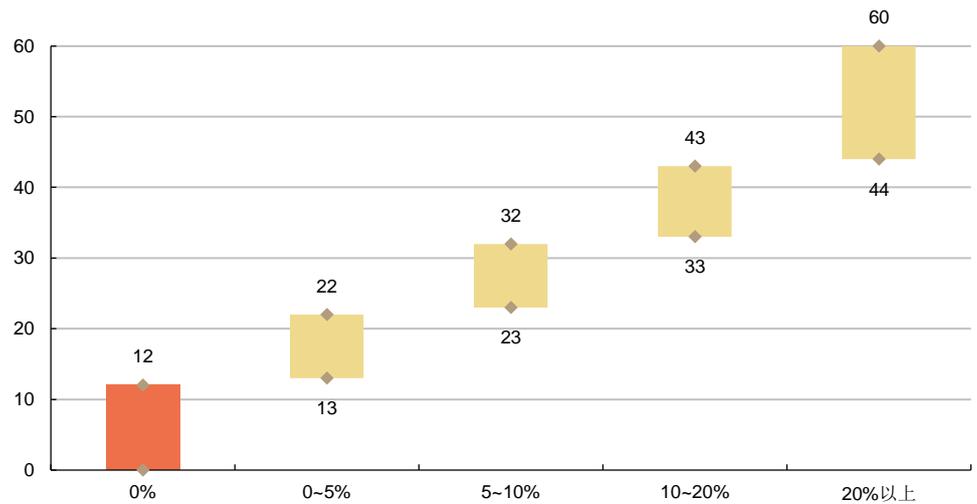
城市	最佳倾角范围 (°)		安装角度-效率损失			峰值日照时数 (h/day)	年峰值日照 时数 (h)	单 W 首年发电量 (kWh/W)
			0°	15°	75°			
哈尔滨	40	42	-20%	-9%	-13%	4.3	1570	1.27
沈阳	36	39	-18%	-7%	-15%	4.4	1599	1.26
北京	35	37	-15%	-5%	-16%	4.2	1537	1.21
太原	33	36	-14%	-5%	-17%	4.7	1697	1.34
济南	31	32	-10%	-3%	-20%	4.3	1559	1.23
合肥	23	27	-5%	0%	-24%	3.7	1347	1.06
上海	24	25	-5%	0%	-24%	4.1	1493	1.18
南京	23	25	-5%	0%	-23%	3.7	1354	1.07
广州	20	21	-3%	0%	-27%	3.2	1153	0.91
杭州	20	21	-4%	0%	-26%	3.4	1248	0.99
长沙	17	20	-2%	0%	-30%	3.2	1161	0.92
福州	17	18	-3%	0%	-29%	3.5	1292	1.02
三亚	15	18	-3%	0%	-33%	4.8	1734	1.37
南宁	14	16	-2%	0%	-31%	3.6	1321	1.04
平均	25	27				3.9	1441	1.14

资料来源：PV system，全国能源信息平台，申港证券研究所

对测算结果进行归纳发现，当安装倾斜角度相对最佳倾角差值小于 12° 时，对组件发电效率几乎没有影响，当差值位于 13°~22° 之间时，发电效率损失在 5% 以下，当差值位于 23°~32° 之间时，发电效率损失在 5~10% 之间。

对于屋顶 BIPV，国内大部分地区最佳安装角度在 35° 以下，坡度较平缓，基本符合工商业屋顶的安装要求。将安装倾角与最佳倾角差值控制在 22° 以内，则可以将发电效率损失控制在 5% 以下，在此标准下，全国绝大部分地区均可以使屋顶安装角度低于 25°，不对屋顶安装 BIPV 的可行性造成严重影响。

图24：倾斜角偏离最佳角度对发电效率的影响程度



资料来源：PV system，全国能源信息平台，申港证券研究所

进一步测算组件安装倾斜角对投资回收期的影响，上文中已证：在我国地理条件下，几乎所有地区均可将安装倾斜角偏移最佳倾角对发电效率造成的影响控制在 5% 以内。当影响小于 1.5% 时，可以将投资回收期延长控制在 1 年以内；影响小于 3% 时，大部分地区 BIPV 项目投资回收期延长少于 2 年；当影响大于 4% 时，会对项目投资回收期产生较大影响。

表 10：倾斜角造成发电效率损失使得投资回收期延长的年数（年）

效率影响	-0.5%	-1.0%	-1.5%	-2.0%	-2.5%	-3.0%	-3.5%	-4.0%	-4.5%	-5.0%
吉林	0.0	0.1	0.3	0.4	0.7	0.9	1.3	1.7	2.3	2.9
内蒙古	0.0	0.1	0.3	0.4	0.7	1.0	1.3	1.8	2.3	3.0
天津	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.4	1.9	2.4	3.1
黑龙江	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.4	1.9	2.4	3.1
北京	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.4	1.9	2.5	3.2
甘肃	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	1.1	1.5	2.0	2.6	3.3
上海	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	1.1	1.5	2.0	2.6	3.4
辽宁	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	1.1	1.6	2.1	2.7	3.5
河南	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	1.7	2.3	3.0	3.9
宁夏	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.3	1.7	2.3	3.0	3.9
河北	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	1.4	1.9	2.6	3.4	4.4
江苏	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.7	3.6	4.6
浙江	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.7	3.6	4.7
山西	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.7	3.6	4.7
云南	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.5	2.1	2.8	3.6	4.7
广东	0.1	0.2	0.4	0.7	1.0	1.5	2.1	2.8	3.7	4.7
湖北	0.1	0.2	0.4	0.7	1.1	1.6	2.2	2.9	3.8	5.0
陕西	0.1	0.2	0.4	0.7	1.1	1.6	2.2	3.0	4.0	5.1
安徽	0.1	0.2	0.4	0.7	1.1	1.6	2.3	3.1	4.0	5.2
湖南	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.7	2.4	3.2	4.2	5.5

效率影响	-0.5%	-1.0%	-1.5%	-2.0%	-2.5%	-3.0%	-3.5%	-4.0%	-4.5%	-5.0%
青海	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.7	2.4	3.2	4.3	5.6
福建	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.8	2.4	3.3	4.3	5.7
广西	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.8	2.5	3.4	4.5	5.8
海南	0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.8	2.5	3.4	4.5	5.9
江西	0.1	0.2	0.5	0.8	1.3	1.9	2.6	3.6	4.7	6.2
新疆	0.1	0.3	0.6	1.0	1.5	2.3	3.1	4.3	5.7	7.5
贵州	0.1	0.3	0.6	1.1	1.7	2.5	3.5	4.8	6.4	8.4
四川	0.1	0.3	0.7	1.2	1.8	2.6	3.7	5.0	6.8	9.0
山东	0.1	0.4	0.8	1.4	2.2	3.3	4.6	6.3	8.6	11.6
重庆	0.2	0.6	1.2	2.1	3.2	4.8	6.8	9.5	13.2	18.4

资料来源：发改委，PV Infolink，CPIA，申港证券研究所

4. 碳：政策优先级不断提高

从 2020 年起，“30·60 碳中和碳达峰”的目标执行力空前强硬，建筑行业作为碳排放量占全国总量比例 20% 以上的部门，面临较大减排压力。

碳减排不会直接刺激建筑行业增加 BIPV 配置比例，但催生政策要求的可能性很大。光伏一直以来都是在国家政策指引下发展的新兴产业，历史上推出相关政策的时间节点上，都为光伏行业带来了巨大冲击。我们认为未来短期内国家推出政策对光伏建筑一体化做出强制性要求的可能性很大。

4.1 市场：政策牵引下起舞

目前投资 BIPV 所获得的收益并不足以推动大规模的 BIPV 项目落地，同时政府支持性以及强制性政策在应用范围和政策力度方面稍显薄弱。光伏建筑的缺点基本表现在技术成熟度低、政策不稳定、开发成本高、在已有建筑中应用的比例低。主要原因是缺少更明确、范围更广的政策指引，产业链协同尚不成熟，整体规模较小

4.1.1 复盘历史政策对分布式光伏的激励

BIPV 市场起步较早，但规模十分有限，早年间分布式光伏中 BAPV 占比达到 9 成，其余由 BIPV 和工厂空地分布式大致平分。

2009 年，“太阳能屋顶计划”与“金太阳”示范项目启动，发出了我国分布式光伏万亿征程的第一枪。2009 年 3 月，“太阳能屋顶计划”启动并于当年开展 111 个太阳能光电建筑应用示范项目，装机容量 91MW。根据《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》，2009 年全国补贴标准 20 元/W，另外部分地区还叠加地补。

“金太阳”示范工程共实施了 4 年，项目规模总计接近 3GW，2009 年设计装机总规模 642MW，实际批复约 300MW，其余部分转至 2010 年，2010 年新增 272MW，2011 年新增 600MW，2012 年新增 17.09GW。2009 年发布的《暂行办法》中提及补贴标准为光伏发电系统及配套输配电工程总投资的 50%，偏远无电地区的独立光伏发电系统补助比例为 70%。2011 年起采取定额补贴 9 元/W，后来因组件价格下降调整为 8 元/W，2012 年定额补贴 7 元/W，后降至 5.5 元/W。

2013年，补贴形式由装机规模补贴转向度电补贴。2013~17年分布式电价补贴标准为0.42元/kWh，期限原则上为20年。

表11：光伏度电补贴标准

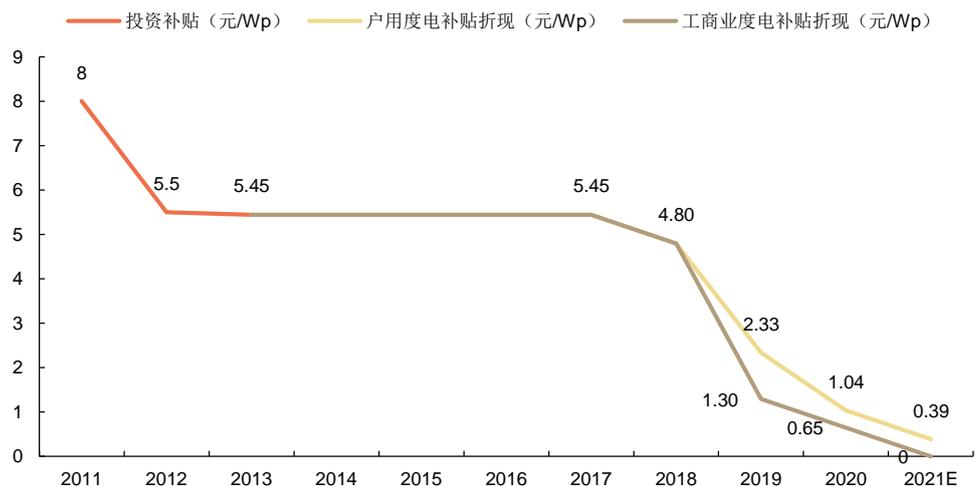
	集中式光伏上网指导电价（元/kWh）			分布式固定度电补贴（元/kWh）	
	I类资源区	II类资源区	III类资源区	工商业分布式	户用分布式
2013	0.9	0.95	1	0.42	
2014	0.9	0.95	1	0.42	
2015	0.9	0.95	1	0.42	
2016	0.8	0.88	0.98	0.42	
2017	0.65	0.75	0.85	0.42	
2018	0.55	0.65	0.75	0.37	
2019	0.4	0.45	0.55	0.1	0.18
2020	0.35	0.4	0.49	0.05	0.08

资料来源：国家发改委，申港证券研究所

在不同补贴标准下，我们按照20年补贴期限和发电量，考虑组件效率衰减、实际功率与额定功率偏差等影响因素，对分布式电站历年可获得补贴进行贴现计算：

- ◆ 在0.42元/kWh的补贴标准下，相当于投资补贴4.57元/Wp，即2013年分布式电站补贴退坡17%；
- ◆ 相当于2018~21年户用分布式每年投资补贴4.02元/Wp、1.96元/Wp、0.87元/Wp、0.33元/Wp，分别退坡11.9%、51.4%、55.6%、62.5%，
- ◆ 相当于2018~20年工商业分布式每年投资补贴4.02元/Wp、1.09元/Wp、0.54元/Wp，分别退坡11.9%、73%、50%；2021年工商业分布式无补贴。

图25：我国分布式补贴标准



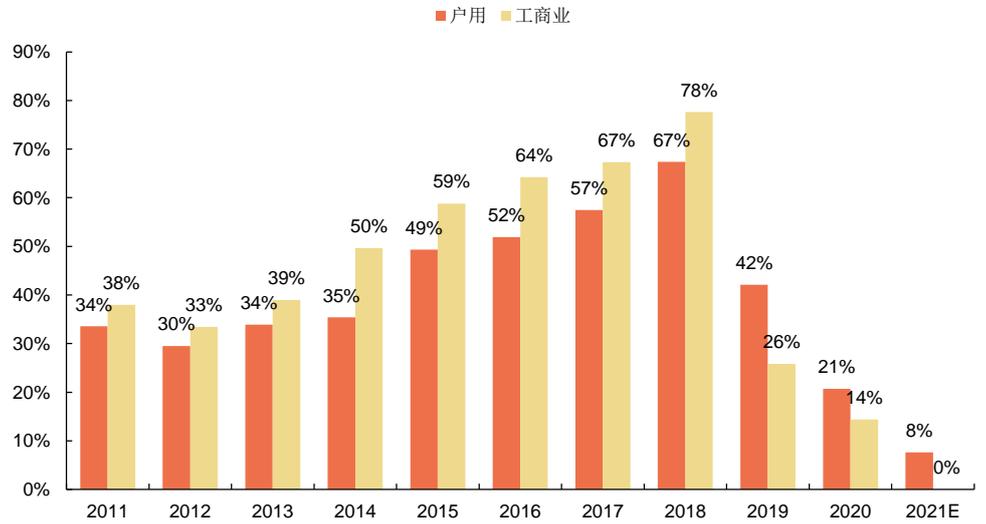
资料来源：国家发改委，IRENA，申港证券研究所

2013~18年分布式实际补贴力度不断加大。随着光伏分布式电站成本的下降，2013~17年补贴相对成本的比例不断增加，2018年分布式度电补贴标准开始下降，但由于降本速度快于补贴下降速度，所以2018年补贴力度占成本比例仍在增加。2019年户用分布式补贴可覆盖成本的比例仍高达35%，实际力度高于2014年及

之前的水平。

另外由于工商业分布式在规模化成本较低，相同度电补贴标准下工商业分布式更具优势。2019年之后，户用分布式补贴可以覆盖成本的比例反超工商业。

图26：分布式电站全生命周期补贴占成本比例

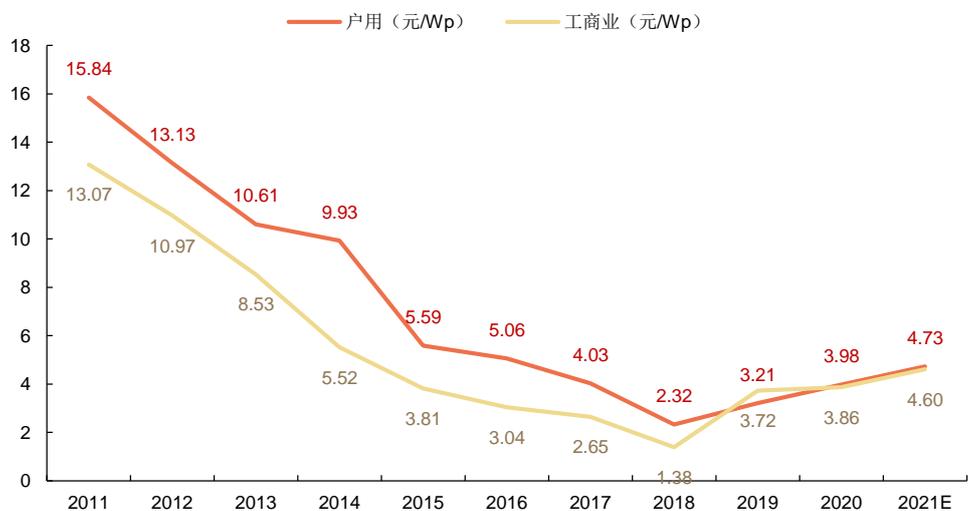


资料来源：IRENA, 《中国光伏产业发展路线图》，申港证券研究所

考虑减去补贴后的分布式电站实际投资成本，在补贴退坡的作用下，出现两个现象：

- ◆ 2019年之后电站成本开始回升，在2021年组件价格高位的情况下，工商业分布式成本已接近2015年水平。
- ◆ 在同期户用补贴相对较高的加持下，户用分布式和工商业分布式的成本逐渐接近，甚至出现户用分布式成本低于工商业的情况。

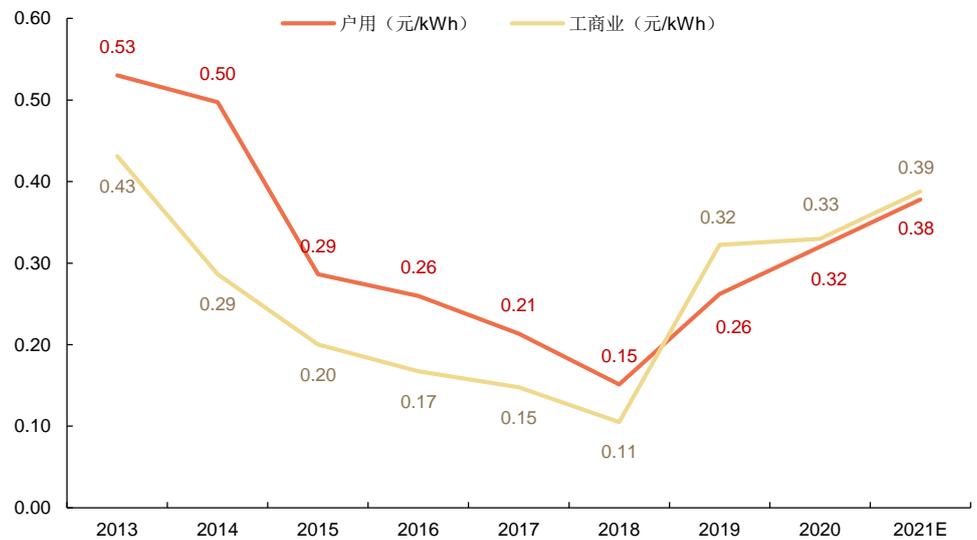
图27：分布式光伏补贴后实际投资成本（元/Wp）



资料来源：IRENA, 《中国光伏产业发展路线图》，国家能源局，申港证券研究所

从度电成本出发，可以更明显地看出，2019年之后，户用分布式的成本要略低于工商业分布式。

图28：分布式光伏补贴后实际度电成本（元/kWh）



资料来源：IRENA,《中国光伏产业发展路线图》，国家能源局，申港证券研究所

实际上，即使不考虑补贴的加持，户用和工商业的度电成本也已十分接近。2019~21年，无补贴度电成本户用高于工商业的差额，已由早年间 15~20% 缩小至 5% 以内。

4.1.2 政策的连续性加快

2020年起部分地区开始出现单独针对 BIPV 的补贴政策。

- ◆ 2020年11月，北京率先发布对 BIPV 的特殊扶持政策：北京地区全部实现光伏建筑一体化应用（光伏组件作为建筑构件）的项目，补贴标准为 0.4 元/kWh（含税），补贴时间为 5 年，折现后相当于投资补贴户用 1.9 元/W，工商业 1.6 元/W；其他分布式补贴标准为 0.3 元/kWh，相当于投资补贴户用 1.5 元/W，工商业 1.2 元/W。
- ◆ 2021年3月，南京发布《南京市绿色建筑示范项目管理暂行办法》，BIPV 等绿色建筑享受 20~30 元每平方米补贴。我们对 BIPV 实际案例进行总结，考虑角度、间距损失等问题，屋顶建筑面积每平方米可安装 BIPV 实际功率约 80~100W/平，相当于投资补贴户用 0.53~0.7 元/W，工商业 0.2~0.38 元/W。

表12：地方对于光电建筑的支持性政策

时间	地点	相关机构	文件名称	主要内容
2020-06	上海	上海市发改委	《可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法（2020版）》	2019年光伏电站奖励标准为 0.3 元/kWh，分布式光伏（含户用光伏）奖励标准为 0.15 元/kWh。学校光伏为 0.36 元/kWh。2020年、2021年投产光伏项目奖励标准以 2019年标准为基准分别减少 1/3、2/3。
2020-11	北京	北京市发改委	《关于进一步支持光伏发电系统推广应用的通	适用一般工商业电价、大工业电价或农业生产电价的项目、个人利用自有产权住宅建设的户用光伏发电项目补贴标准 0.3

时间	地点	相关机构	文件名称	主要内容
			知》	元/kWh (含税)。学校、社会福利场所以及全部实现光伏建筑一体化应用项目等补贴标准 0.4 元/kWh (含税)。
2020-12	广州	广州市发改委	《2020 年光伏发电项目补贴申报通知》	分布式光伏发电的投资方按照发电量给予补贴, 补贴标准为 0.15 元/kWh(非公共机构)、0.3 元/kWh(为公共机构)。采用合同能源管理模式建设分布式光伏发电项目应用方按照项目装机容量给予一次性奖励, 奖励标准为 0.2 元/W, 单个项目最高奖励金额为 200 万元。
2021-01	湖南	湖南省住房和城乡建设厅	《湖南省绿色建筑发展条例(征求意见稿)》	积极推广应用装配式建筑技术、低能耗建筑技术、可再生能源建筑应用技术。政府投资新建的公共建筑和二万平方米以上的大型公共建筑应当应用一种以上可再生能源或者采用低能耗建筑技术。
2021-02	浙江	浙江省发改委	《浙江省能源发展“十四五”规划(征求意见稿)》	持续推进分布式光伏发电应用, 积极发展建筑一体化光伏发电系统。全面推广“光伏+”模式, 在特色小镇、工业园区和经济技术开发区以及商场、学校、医院等建筑屋顶继续推进分布式光伏应用; 在新建厂房和商业建筑等, 积极开发建筑一体化光伏发电系统。
2021-03	南京	南京市城乡建设委员会、财政局	《南京市绿色建筑示范项目管理办法》	BIPV 等绿色建筑享受 20~30 元每平方米补贴

资料来源: 公开资料整理, 申港证券研究所

BIPV 支持性政策具象化程度显著提高, 从简单的“鼓励”两字, 向着分支细化、目标具体化、模式多元化转变。针对 BIPV 的全国统一补贴政策尚未出现, 但具体的目标性政策已经发布。

表13: 全国性光电建筑支持性政策

时间	相关机构	文件名称	主要内容
2014-05	中国建筑金属结构协会等	《光电建筑发展“十三五”规划》	明确光电发展目标任务和光电建筑发展保障措施, 系“十三五”光电建筑发展基本依据。
2014-06	国务院	《能源发展战略行动计划(2014-2020 年)》	鼓励大型公共建筑及公用设施、工业园区等建设屋顶分布式光伏发电。
2014-09	能源局	《关于进一步落实分布式光伏发电有关政策的通知》	鼓励开展多种形式的分布式光伏发电应用。充分利用具备条件的建筑屋顶(含附属空闲场地)资源, 鼓励屋顶面积大、用电负荷大、电网供电价格高的开发区和大型工商企业率先开展光伏发电应用。
2016-02	国务院	《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》	推广建筑节能技术。推广绿色建筑和建材。推广应用地源热泵、水源热泵、太阳能发电等新能源技术。
2016-11	发改委、能源局	《电力发展“十三五”规划(2014-2020 年)》	“十三五”期间将全面推进分布式光伏发电建设, 重点发展屋顶分布式光伏发电系统, 实施光伏建筑一体化工程。
2016-12	发改委、能源局	《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。
2016-12	能源局	《能源技术创新“十三五”规划》	将新型高效低成本光伏发电关键技术列为集中攻关类, 将多能互补分布式发电和微网应用推广列为应用推广类, 将光伏组件用高分子材料开发及应用列为示范实验类, 目标包括研制新型高效低成本光伏电池、突破大型光伏电站设计集成和运行维护关键技术, 掌握 GW 级光伏电站集群控制技术等等。

时间	相关机构	文件名称	主要内容
2016-12	发改委、能源局	《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。
2016-12	能源局	《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。
2017-03	住建部	《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》	鼓励开展零能耗建筑建设试点，力争到 2020 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 1000 万平方米以上
2017-12	发改委	《关于 2018 年光伏发电项目价格政策的通知》	对分布式光伏发电项目自用电量，免收随电价征收的各类政府性基金及附加、系统备用容量费和其他相关并网服务费。
2018-04	工信部、住建部、能源局等	《智能光伏产业发展行动计划(2018~2020 年)》	建设独立的“就地消纳”建筑光伏一体化电站
2020-07	住建部、发改委等	《绿色建筑创建行动方案》	推动超低能耗建筑、近零能耗建筑发展，推广可再生能源应用和再生水利用，目标到 2022 年，当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到 70%。
2020-08	住建部、科技部、工信部、中国人民银行等	《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》	推动智能光伏应用示范，促进与建筑相结合的光伏发电系统应用。
2021-05	住建部等 15 部门	《关于加强县城绿色低碳建设的意见》	通过提升新建厂房、公共建筑等屋顶光伏比例和实施光伏建筑一体化开发等方式，构建县城绿色低碳能源体系，推广分散式风电、分布式光伏、智能光伏等清洁能源应用。

资料来源：公开资料整理，申港证券研究所

4.1.3 政策对装机规模的影响

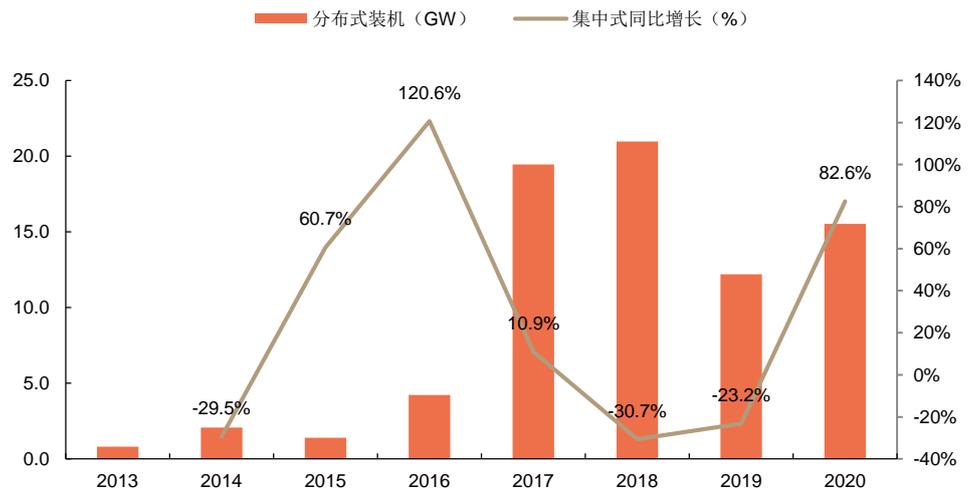
2011 年我国 BIPV 建筑累计装机容量 535.6MW，2018 年 1.1GW，复合增速 11%。2020 年国内 BIPV 装机量 Top6 企业新增装机 709MW，存量累计超过 2GW，建设规模明显提速。

2016 年起，集中式光伏电站补贴开始退坡，我国分布式装机规模开始扩大，2017 年装机规模出现量级式大幅提升，分布式装机规模达到 19.4GW，同比增长 360%，占比达到全年光伏装机总规模的 36.6%。

2021 年光伏进入平价时代，户用分布式保留 0.03 元/kWh 补贴力度。2021 年 1~5 月，分布式光伏装机 2.81GW，同比增长 63.4%，渗透率达到 52.7%，同期集中式电站装机 2.52GW，同比增长 13%。分布式的活力逐渐被激发。

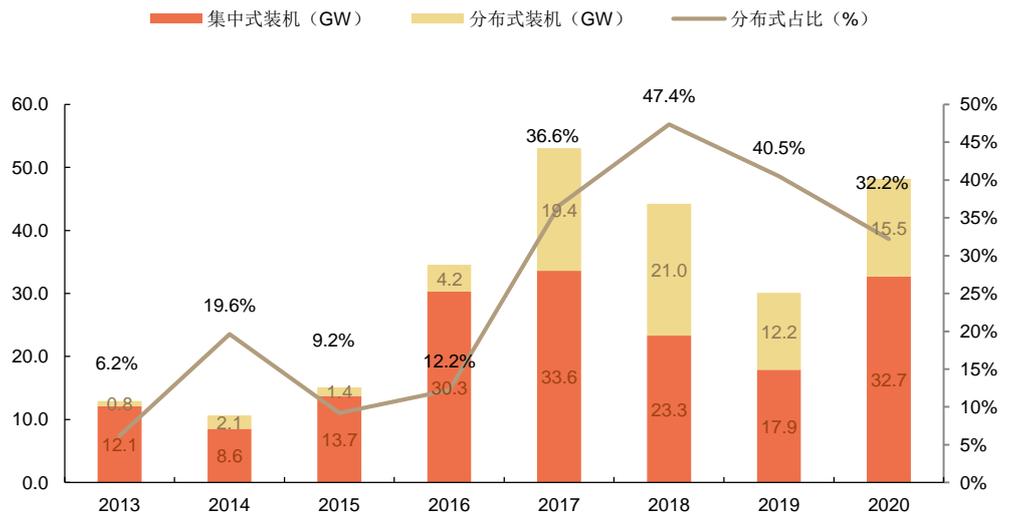
国家对光伏的扶持在政策由集中式向分布式偏移，并看好屋顶分布式的长远发展。2021 年 6 月 23 日国家能源局发布《国家能源局综合司关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》，其中提到：我国建筑屋顶资源丰富、分布广泛，开发建设屋顶分布式光伏潜力巨大，引导整县申报屋顶分布式光伏开发试点，并对申报整县的屋顶总面积可安装分布式光伏的比例做出规定，党政机关不低于 50%。学校、医院、村委会等公共建筑不低于 40%，工商业不低于 30%，农村不低于 20%。

图29：我国分布式年度新增装机



资料来源：国家能源局，申港证券研究所

图30：我国集中式和分布式光伏装机规模（GW）及分布式占比



资料来源：国家能源局，申港证券研究所

建筑作为碳排大户同样受到具备减排目标的海外国家的重视，外国的经验与这也促进了近几年我国光伏建筑行业的高速发展。

表14：海外关于支持光电建筑的部分政策

国家	政策内容
美国	要求在 2020 年或以后进入规划的所有大于 5000 总平方英尺的新联邦建筑实现能源净零，到 2025 年要求现有建筑的 15%或更多达到指导原则的要求。
	提出到 2030 年，所有新建公共建筑将按照净零能耗标准进行建造;到 2040 年，50%的既有公共建筑达到净零能耗要求;到 2050 年，所有公共建筑达到净零能耗;
美国加州	2025 年后的新的洲建筑和大型翻新工程都应建设零净能源设施 2020 年后开始设计的新设施的 50%应为零净能源

	2025 年实现现有国有建筑的 50%达到零净能源
	2020 年 1 月 1 日起加州所有三层及以下新建住宅都必须强制安装户用光伏系统
欧盟	2020 年 12 月 31 日所有新建公共建筑物要净令能源
	促进深度翻新新建筑能源，2030 年至少将建筑物的年能源翻新率提高一倍
英国	2019 年所有新建公共建筑实现零碳排放，
	到 2025 年取消化石燃料加热系统，提倡光伏
	从 2020 年 12 月 31 日起，所有建筑物必须零能耗
	所有的 home（不明白是特指住宅还是所有建筑物）需要在 2025 年达到零碳排放
德国	2050 年没有与气候相关的建筑存量
	新建公共建筑自 2019 年起，其他所有新建建筑自 2021 年起达到零能耗建筑标准
丹麦	2020 年新建的建筑能耗水平几乎为零
日本	2030 年所有新建建筑实现平均零能耗建筑目标

资料来源：公开资料整理，申港证券研究所

4.2 非化石消费指标引导装机预测

政策目标在光伏此类新兴产业的发展节奏方面占据举足轻重的地位。目前已明确的、可作为规模指引的政策目标主要有两个：

- ◆ **短期：**2021 年风电光伏保障性并网规模不低于 90GW；
- ◆ **中长期：**2030 年能源消费总量控制在 60 亿 tce 以内，同时非化石能源消费占比在 2030 年达到 25%；

我们根据以上两个目标，对风电光伏 2030 年装机规模进行反向推算，。

- ◆ **能源消费总量：**2021~2025 年参考历史能耗增速，假设五年内平均增速相对 2020 年增速降低 0.22 pct；2026~30 年增速按照 25% 的目标，求取复合增长率得到 1.47%。
- ◆ **非化石可再生能源占比：**2020 年非化石能源消费占比 15.9%，为达到 2030 年 25% 的目标，则 2021~30 年占比复合增速 4.63%。由此得出的结果，符合 2025 年非化石可再生能源占比 20% 左右的目标。
- ◆ **可再生能源发电煤耗：**风电光伏能源目前仅应用于电力系统中，按照电力能耗平均占总能耗比例 23%、2020 年可再生能源发电量 25,816 亿 kWh 计算，2020 年可再生能源发电的度电煤耗约为 69.6 g/kWh。根据历史数据假设可再生能源度电煤耗逐年下降 0.5g/kWh。
- ◆ **风光发电量：**由于水电、核电属于相对成熟的可再生能源发电方式，生物质能发电量占比很小，我们通过对以上三种发电方式的发电量增速做出假设，用可再生能源发电总量减去以上三种发电量的方式来估算未来每年风电、光伏的发电量。

测算过程及结果如下表所示：

表15：风光发电量预测的参数假设

		2021~25年	2026~30年
能源消费总量增速		2.29%	1.47%
非化石-复合年增速		4.63%	
各发电类型增速	水电	3%	0%
	核电	9%	3%
	生物质能	10%	8%
可再生能源发电煤耗年均下降量		-0.5 g/kWh	
有效发电小时数	光伏	1150	
	风电	2082	

资料来源：国家统计局，国家能源局，申港证券研究所

表16：2021~30年风电光伏发电量预测

年份	能源消费总量 (亿 tce)	非化石能源				发电量 (亿 kWh)					
		消费占比 (%)	消费量 (亿 tce)	发电能耗 (亿 tce)	度电煤耗 (g/kWh)	可再生 能源	水电	核电	生物质	风电 光伏	风光 增速
2018	46.4	14.3%	6.64	1.51	69.7	21,603	12,318	2,944	906	5,435	
2019	48.6	15.3%	7.44	1.69	70.5	23,932	13,044	3,484	1,111	6,293	15.8%
2020	49.8	15.9%	7.92	1.80	69.6	25,816	13,552	3,662	1,326	7,276	15.6%
2021	50.9	16.6%	8.47	1.92	68.3	28,185	13,959	3,992	1,459	8,776	20.6%
2022	52.1	17.4%	9.07	2.06	67.8	30,388	14,377	4,351	1,604	10,055	14.6%
2023	53.3	18.2%	9.71	2.20	67.3	32,764	14,809	4,743	1,765	11,448	13.9%
2024	54.5	19.1%	10.39	2.36	66.8	35,329	15,253	5,170	1,941	12,965	13.3%
2025	55.8	19.9%	11.12	2.52	66.3	38,096	15,710	5,635	2,136	14,615	12.7%
2026	56.6	20.9%	11.81	2.68	65.8	40,772	15,710	5,804	2,306	16,951	16.0%
2027	57.5	21.8%	12.54	2.85	65.3	43,629	15,710	5,978	2,491	19,450	14.7%
2028	58.3	22.8%	13.32	3.02	64.8	46,679	15,710	6,158	2,690	22,121	13.7%
2029	59.2	23.9%	14.13	3.21	64.3	49,934	15,710	6,342	2,905	24,976	12.9%
2030	60	25.0%	15.00	3.40	63.8	53,409	15,710	6,533	3,138	28,028	12.2%

资料来源：国家统计局，国家能源局，申港证券研究所

根据为达到政策目标的风电光伏发电量需求计算结果，进一步推算装机规模。2020年光伏发电量在风光中占比为 35.45%，假设光伏发电量在风光中占比 2025 年达到 43%，2030 年达到 47%，以五年为界限计算光伏装机的年复合增长率。此外，2021 年的风电光伏装机规模，按照总量 90GW，光伏、风电分别 55GW、35GW 进行反向设定基准。

表17：2021~20年风电光伏装机预测

	光伏				风电			
	发电量占比	发电量(亿 kWh)	累计装机(GW)	新增装机(GW)	发电量占比	发电量(亿 kWh)	累计装机(GW)	新增装机(GW)
2019	35.6%	2,240	204.7	30.1	64.4%	4,053	210.1	25.7
2020	35.9%	2,611	253.4	48.2	64.1%	4,665	281.5	71.4
2021	33.2%	2,914	308.4	55.0	66.8%	5,861	311.8	35.0
2022	35.4%	3,562	376.2	67.8	64.6%	6,493	342.1	30.2
2023	37.8%	4,326	454.5	78.3	62.2%	7,122	371.7	29.6
2024	40.3%	5,226	546.5	92.0	59.7%	7,739	400.1	28.4
2025	43.0%	6,285	645.2	98.7	57.0%	8,331	457.8	57.7
2026	43.8%	7,420	753.6	108.4	56.2%	9,531	517.9	60.1
2027	44.6%	8,666	872.5	118.9	55.4%	10,783	580.6	62.6
2028	45.4%	10,033	1002.8	130.3	54.6%	12,087	645.7	65.2
2029	46.2%	11,532	1145.5	142.7	53.8%	13,444	713.5	67.8
2030	47.0%	13,173	1145.5	156.3	53.0%	14,855	783.9	70.4

资料来源：国家统计局，国家能源局，申港证券研究所

根据以上测算结果，我们依据 2030 年非化石能源消耗占比假设高、中、低三种情境，在将目标 25% 假定为一一般情境，则未来 10 年的光伏年均装机为 105GW，情境区间为 86~124GW。

表18：风电光伏 2021~30 年均新增装机预测

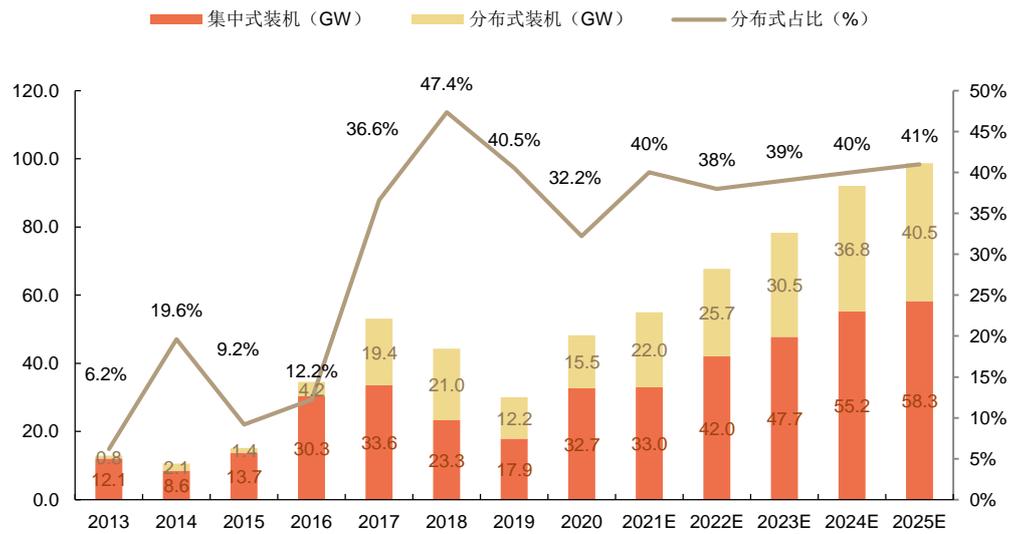
	2030 年非化石能源占比目标	发电增量 (亿 kWh)			年均新增装机 (GW)	
		风光合计	光伏	风电	光伏	风电
低情境	23%	17,903	9,132	8,771	86	40
中情境	25%	21,735	10,933	10,802	105	51
高情境	27%	25,535	12,719	12,816	124	61

资料来源：国家统计局，国家能源局，申港证券研究所

我们根据光伏装机空间和建筑面积空间两个维度，来预测未来 BIPV 以及 BAPV 分布式装机规模。

自 2017 年分布式光伏市场开始快速增长以来，每年分布式新增装机占比在 40% 上下浮动。2021Q1 全国光伏新增装机 5.33GW，其中集中式光伏电站装机 2.52GW，同比增长 13%，占比 47.3%；分布式光伏装机 2.81GW，同比增长 63.4%，占比 52.7%，同比提升 9.2 pct。

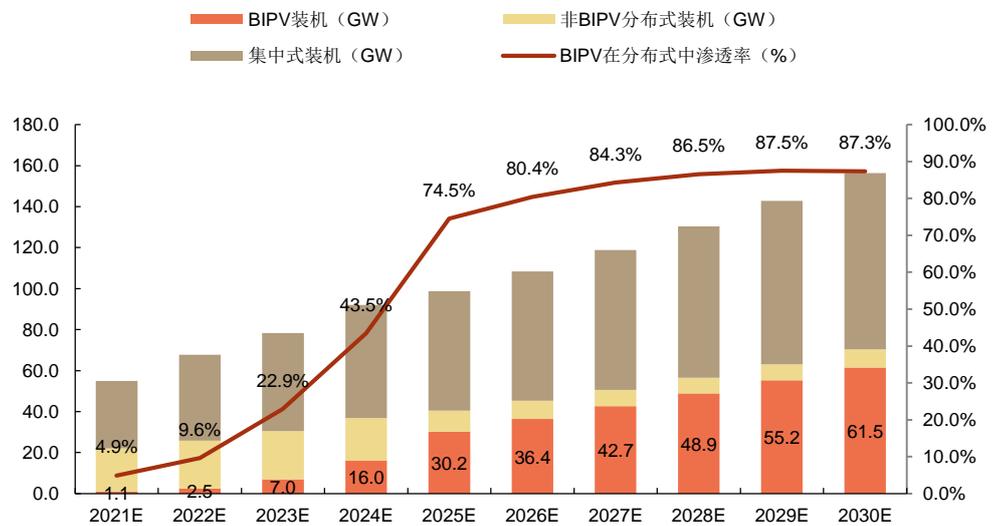
图31：我国集中式+分布式光伏年度新增装机规模及预测



资料来源：国家能源局，申港证券研究所

从存量规模来看，分布式占比在缓慢提升，2020年已达到31%，相对2016年的13.2%增加17.8 pct，且在2019年之后增速有所放缓。

图32：我国光伏累计装机结构预测



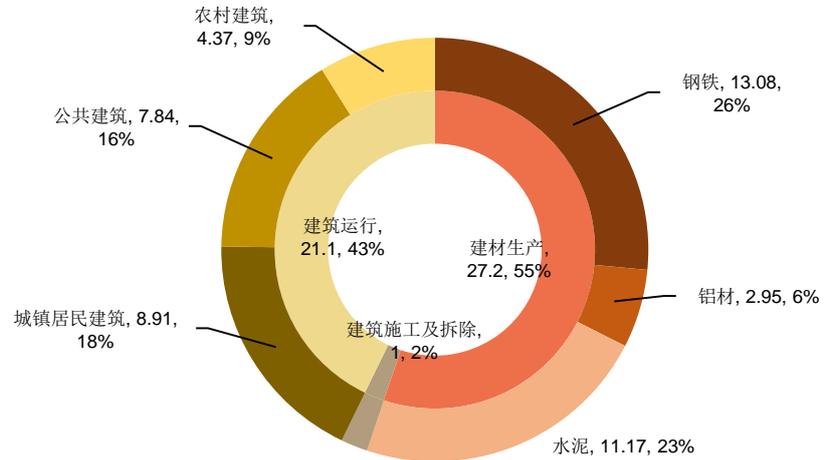
资料来源：国家能源局，申港证券研究所

4.3 BIPV 是建筑碳减排超强助力

BIPV 是目前建筑行业减少碳排放最具性价比途径，顺应经济周期，平衡碳减排与保持经济高速发展之间的关系，具有路径明晰、技术成熟、可持续性收益的优点。参考上文对 BIPV 装机规模的一般性预测结果，在 2030 年碳达峰的目标指引下，到 2025 年 BIPV 减排量可覆盖建筑行业当年 23% 的减排目标，2028 年之后可覆盖当年全部减排目标。

建筑全生命周期分为建筑材料生产运输、建筑施工、建筑运行、建筑拆除四个环节，其中建材生产和建筑运行两个环节占据绝大部分全生命周期碳排比例（98%以上）。中国建筑节能协会发布的《中国建筑能耗研究报告（2020）》中，对建材生产运输、建筑运行两个重点环节的能耗与碳排放测算方法做出规定，为建筑行业进入碳交易市场打下基础。

图33：2018年我国建筑全生命周期碳排放结构（亿 tCO₂）



资料来源：中国建筑节能协会，申港证券研究所

我们认为，由于建筑全生命周期环节较长、涉及的业务主体较复杂，难以划分碳排放责任。因此，未来建材部门将会以独立行业的身份加入全国碳交易市场，而建筑部门在碳交易市场中的角色，只需考虑建筑运行阶段的碳排放量。

4.3.1 建筑行业距碳达峰目标有十年差距

2000年全国建筑碳排放总量仅为6.68亿 tCO₂，2018年达到21.1亿 tCO₂，占全国碳排放的21.9%，根据能源消耗量与碳排放量换算系数，以及建筑行业在全国碳排放总量的占比趋势进行计算，预计2020年达到21.9亿 tCO₂，复合增速6.1%。

根据中国建筑节能协会2020年的测算，在当前能源结构下：

- ◆ 建筑部门碳达峰时间为2040年，预计届时碳排放峰值为27.01亿 tCO₂，其中公共建筑碳排放峰值为10亿 tCO₂，达峰时间与2030年的全行业总目标相比迟到10年。在此路径下，“十四五”末，即2025年，建筑运行碳排放量为25.5亿 tCO₂。
- ◆ 将碳排放量折算成能源消耗量，2040年建筑部门碳达峰时能源消费量为14.03亿 tce，在此路径下，2025年能源消费量12.08亿 tce。

以2030年建筑全生命周期实现碳达峰为目标进行测算，在目标指引的路径下，碳排放量和能源消耗量都须在现有基础上进一步压缩：

- ◆ 2025年建筑碳排放达到需达到24.23~25.18亿 tCO₂，2030年峰值为

24.46~26.08 亿 tCO₂，2060 年降至 8.7~11.69 亿 tCO₂。

- ◆ 将碳排放量折算成能源消耗量，建筑部门 2025 年能源消费量为 11.83~11.97 亿 tce，2030 年碳达峰时能源消费量为 12.48~12.82 亿 tce。

综上，为达到建筑部门 2030 年碳达峰的目标，“十四五”期间建筑部门在运行阶段的节能减排须达到以下水平：

- ◆ 碳排放年均复合增速需从 2.6% 下降至 1.6~2.4%，降低 0.2~1 pct，即通过节能措施每年减排 0.06~0.23 亿 t CO₂；
- ◆ 能源消耗量年均复合增速需从 2% 下降至 1.5~1.8%，降低 0.2~0.5 pct，即通过节能措施每年减少能源消耗 0.02~0.05 亿 tce。

表19：我国建筑运行阶段碳排放及能耗预测

		达峰时间	2025 年	2025 年 差值	“十四五”期间 年复合增速	年均减 排/耗	峰值	2060 年
建筑碳排放 (亿 tCO ₂)	现状	2040 年	25.5	-	3.1%	-	27.1	14.99
	目标区间	2030 年	24.23	1.27	2.0%	0.23	24.46	8.7
			25.18	0.32	2.8%	0.06	26.08	11.69
建筑能耗 (亿 tce)	现状	2040 年	12.08	-	2.0%	-	14.03	10.58
	目标区间	2030 年	11.83	0.25	1.5%	0.05	12.48	7.62
			11.97	0.11	1.8%	0.02	12.82	8.08

资料来源：中国建筑节能协会，EIA，CEADs，BP，申港证券研究所

4.3.2 BIPV 减排潜力巨大

工商业及公共建筑有诸多具备可操作性的减排环节，包括前期的建筑选址、节能设计方案、节能技术材料，运行阶段激励使用者使用低资源消耗的节能设备、形成节约资源的办公、生活习惯等。当公共建筑的使用者和所有权人不一致时，通过运行阶段实现减排会相对复杂。

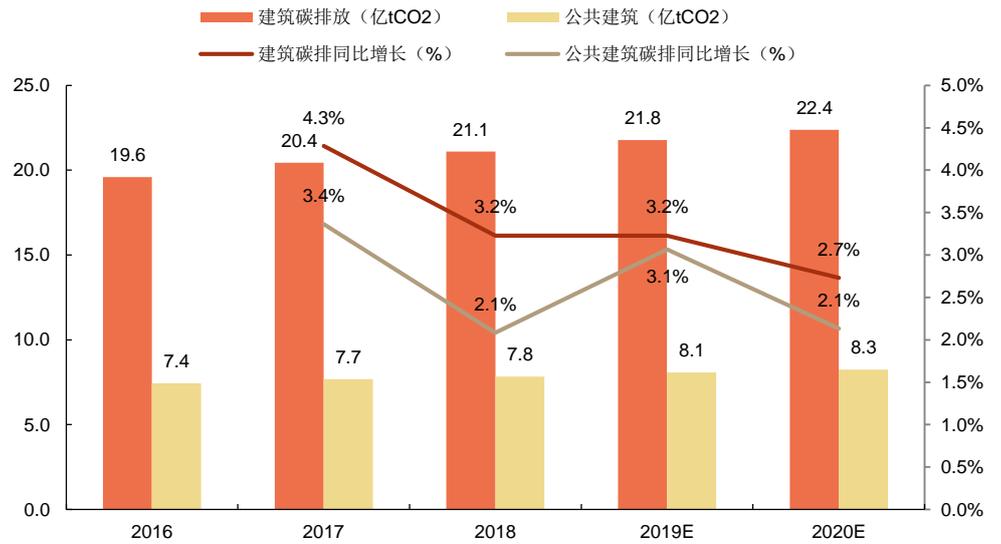
目前国家推动的节能改造措施主要针对公共建筑，主要包括两部分工作，一是节约型校园建设，另一个是公共建筑节能改造重点城市，两部分工作都着眼于园区、城市级建设，其中规定高校建筑节能改造示范应不低于 20 万平方米，单位面积能耗应下降 20% 以上；公共建筑重点改造城市每个城市改造任务量为 400 万平米，改造后综合节能率在 20% 以上。

我国公共建筑能耗水平较国际先进水平差距较大，有很大的提升空间。以耗电量为例，大型公共建筑与国家机关办公建筑每平方米年耗电量是欧洲和亚洲等发达国家同类型建筑的 1.5~2 倍。

无论是从减排空间和成本的经济层面，还是从操作简易、执行有力的实践层面来看，在前期建造阶段使用节能技术是实现建筑实现减排最有效的途径。

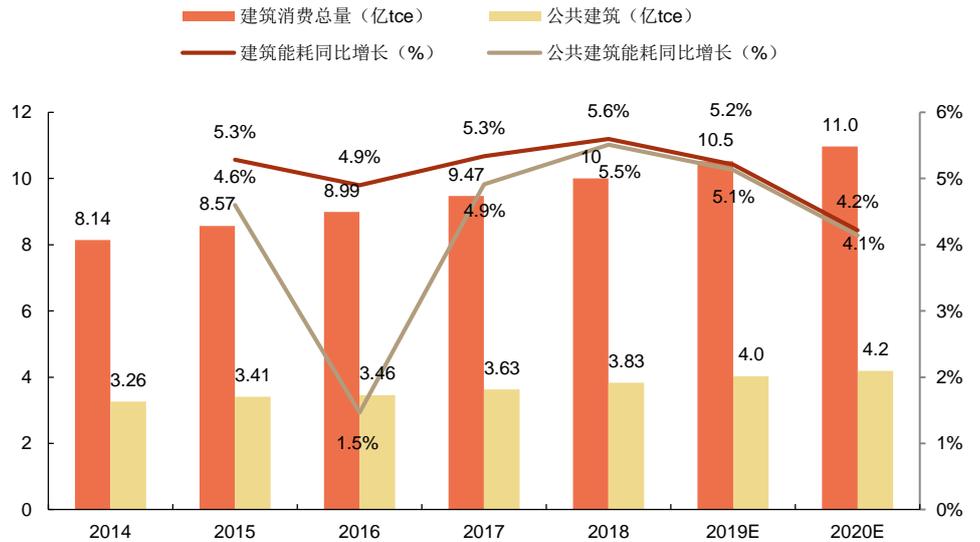
随着建筑面积年均 20~30 亿平方米的增长，目前建筑部门碳排放及能源消耗量仍在逐年小幅增长，碳排放量年均增长 0.6 亿 t CO₂，即采取减排措施带来的碳排放量减少量占年总排放量比例为 10~39%，能源消耗年均增长 0.5 亿 tce，即采取节能措施带来的能源消耗减少量占年总能耗比例为 4~9%。

图34：我国建筑运行阶段碳排放量（亿 tCO₂）



资料来源：中国建筑节能协会，申港证券研究所

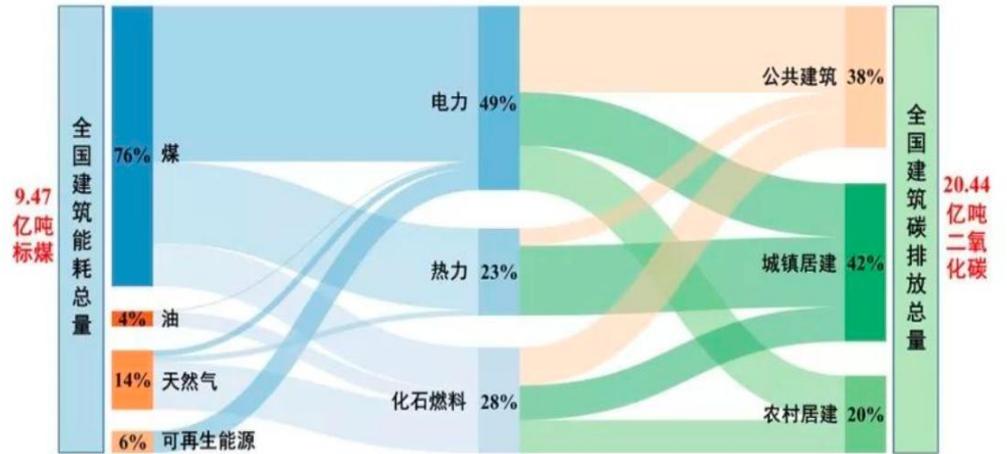
图35：我国建筑运行阶段能源消费量（亿 tce）



资料来源：中国建筑节能协会，申港证券研究所

2017年电力消耗在建筑能源总消耗中占比49%，且该比例逐年小幅增长，假设“十四五”期间电力占总能耗比例为50~55%。与此同时，可再生能源在建筑能耗结构中全部贡献给电力。近五年来，公共建筑在建筑总碳排放量中占比37~38%，且该比例较为稳定。

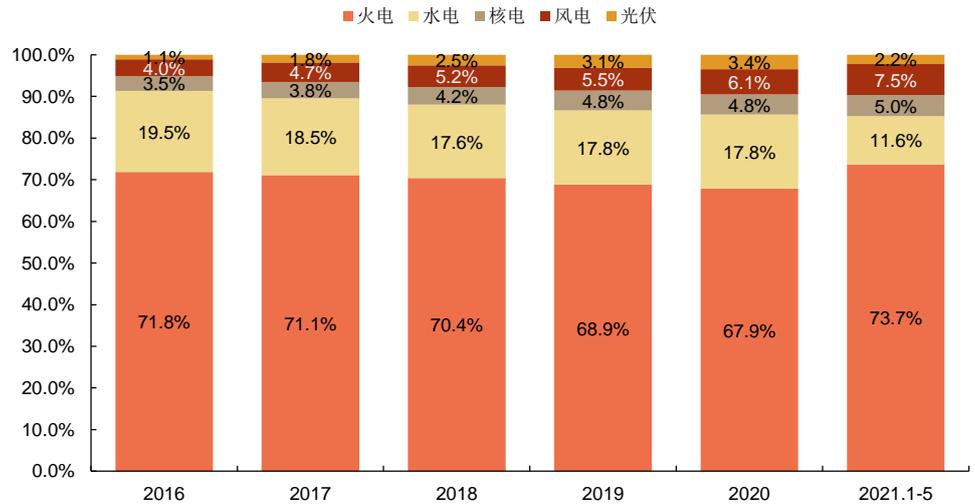
图36：2017年全国建筑能流分析图



资料来源：中国建筑节能协会，申港证券研究所

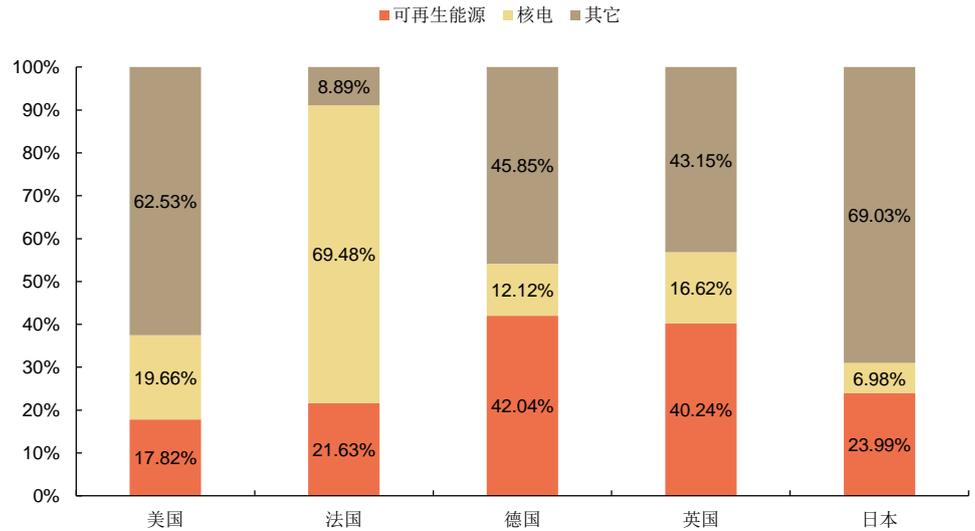
我国当前发电结构中，尽管可再生能源占比在不断扩大，但火电依旧占据主流地位。2020 年火力发电量占比达到 67.9%，其中以燃煤发电为主，天然气占比很小，而光伏占比仅 3.4%。与海外发达国家相比，可再生能源占比仍有较大差距。

图37：2016~2021.5 我国发电量结构（亿 kWh）



资料来源：中电联，申港证券研究所

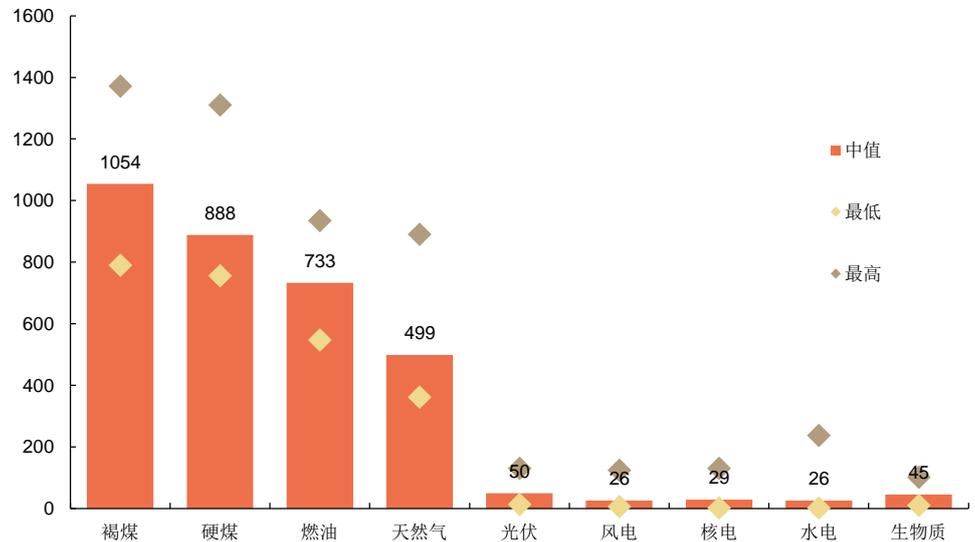
图38：2019年海外部分国家能源结构



资料来源：Wind，申港证券研究所

根据不同地区资源禀赋的不同，有效利用小时数、技术设备、运行条件均有所差别。火电中燃煤发电 CO₂ 排放量位于 756~1372 g/kWh 区间，其中褐煤 CO₂ 排放量相对较大，燃油、天然气略小，可再生能源发电 CO₂ 排放量普遍显著小于火电，位于 2~237 g/kWh 区间。

图39：不同发电类型 CO₂ 排放当量 (g/kWh)



资料来源：世界核能协会，申港证券研究所

取各发电类型碳排放量中值，并假设燃煤发电采用的是相对环保的硬煤，在 2020 年发电结构下，我国电力系统综合加权度电 CO₂ 排放当量为 612g/kWh，光伏发电 50g/kWh，仅为综合加权发电碳排放量的 8.2%。

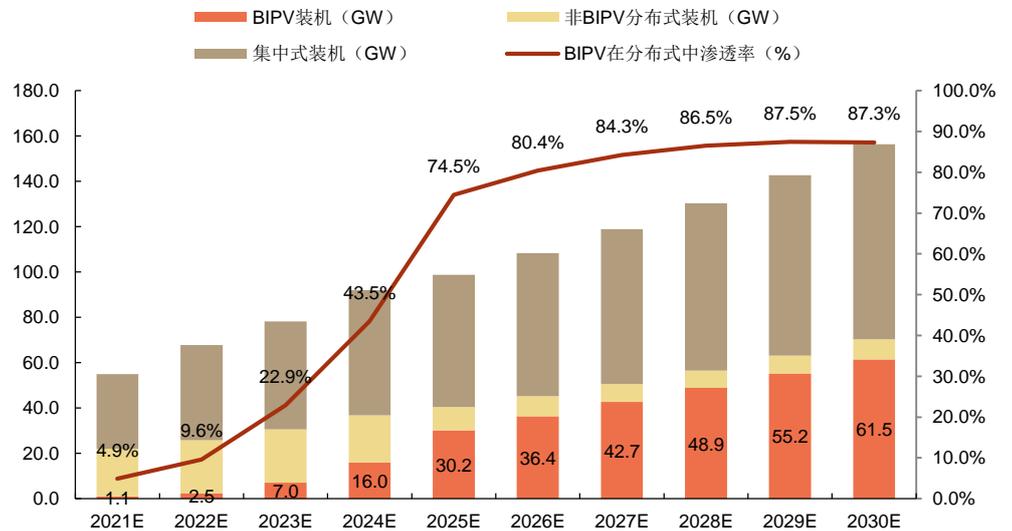
表20: 2020年发电结构下CO₂度电排放量

	火电	水电	核电	风电	光伏	总计
发电量(亿 kWh)	51,743	13,552	3,662	4,665	2,611	76,233
占比(%)	67.9%	17.8%	4.8%	6.1%	3.4%	
度电 CO ₂ 排放量 (g/kWh)	888	26	29	26	50	612

资料来源: 世界核能协会, 国家统计局, 申港证券研究所

根据上文中测算得到的我国光伏装机总规模预测结果, 以及 BIPV 在 2021 年、2025 年、2030 年 BIPV 装机规模预测结果, 两者均取中情境数据, 并假设分布式占比维持 40% 左右, 对未来十年历年不同类型光伏电站的装机规模做出进一步预测。BIPV 电站规模将从 2022 年起逐渐打开行业空间, 并于 2023~25 年进入大阶梯型增长阶段。

图40: 2021~30年我国各类型光伏电站新增装机预测



资料来源: 国家能源局, 中国建筑节能协会, 住建部, 部分组件厂产品参数, 申港证券研究所

建筑行业年度减排量进行估算: 上文中已经得到, 在 2030 年碳达峰的目标指引下, 2025 年、2030 年建筑行业需要达到的碳排放水平区间, 取区间中值, 并以每五年为界, 按照等差递减原则, 估计每年建筑行业的减排目标排放量。

- ◆ 度电减排: 在当前我国电力系统结构下, 考虑全生命周期碳排水平, 用 BIPV 自发自用电力代替电网电力, 每度电可减少 CO₂ 排放量 562g/kWh。
- ◆ 发电量: 2020 年我国存量 BIPV 项目 2GW, 叠加历年新增 BIPV 装机规模得到存量规模, 当年 BIPV 减排量按照上一年底存量规模可贡献的减排量计算。

随着 BIPV 存量装机规模的增加, 其在建筑领域的减排效应逐渐凸显, 到 2028 年之后, BIPV 的减排效果可以完全覆盖建筑行业的减排目标, 并使建筑行业提前达到碳达峰。

表21：BIPV 对建筑行业碳减排的贡献测算

	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
BIPV 累计装机(GW)	2.0	3.1	5.5	12.5	28.5	58.7	95.1	137.8	186.7	241.9	303.4
BIPV 渗透率(%)	2.6%	3.1%	4.4%	8.0%	14.8%	25.1%	34.1%	41.8%	48.3%	53.8%	58.4%
年发电量(亿 kWh)	-	23	35	64	144	328	675	1094	1585	2148	2782
BIPV 减排量(万 tCO ₂)	-	129	199	359	811	1,845	3,794	6,148	8,907	12,069	15,637
基准排放量(万 tCO ₂)	223,761	230,009	236,256	242,504	248,752	252,525	254,382	256,240	258,097	259,954	261,812
目标排放量(万 tCO ₂)	-	228,419	233,076	237,734	242,392	247,050	248,180	249,310	250,440	251,570	252,700
目标减排量(万 tCO ₂)	-	1,590	3,180	4,770	6,360	7,950	6,202	6,930	7,657	8,384	9,112
BIPV 贡献减排比例(%)	-	8%	6%	8%	13%	23%	61%	89%	116%	144%	172%

资料来源：中国建筑节能协会，住建部，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

4.4 碳交易市场：潜在净收益领域

在 BIPV 加持下，建筑是减排成本最低的行业之一。如果建筑行业可以纳入全国碳交易市场，那么通过 BIPV 实现部分电力的自发自用，将富余的碳排放配额放到市场上出售来增加额外收益。

4.4.1 建筑参与碳交易市场的可能性很高

建筑纳入碳交易市场的难点在于建筑物排放边界的划分，这一问题正在逐渐得到解决。电力企业耗能模式相对单一，而建筑生命周期较长，包含建材生产与建筑运行两个阶段，其中运行阶段碳排放量占据绝大部分。

建立碳交易制度的重要技术前提之一是准确掌握管制建筑的能耗状况或历史排放数据。“十二五”期间，我国建筑节能工作取得长足进展，我国在 33 个省市建设能耗监测平台，累计对 9000 余栋建筑开展能耗监测。这是监管机构分配碳排放配额的依据。

- ◆ 2007 年，住房和城乡建设部于在全国 22 个试点城市试行《建筑能耗统计报表制度》，2010 年，正式将建筑能耗统计报表制度作为法定的常规制度推向全国。
- ◆ 同年，住房和城乡建设部印发的《公共建筑节能改造节能量核定导则》中，针对可再生能源应用系统的核定计算做出了详细规定。
- ◆ 2008 年，住房和城乡建设部开始推行国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监管，率先在北京、天津和深圳进行试点，实施能耗统计、能源审计和能效公示，建立能耗分项计量和能耗采集传输平台。

建筑行业参与碳交易市场历史上有不少先例。目前已经有不少针对建筑碳排放核算的研究，且海外国家以及我国深圳试点已有将建筑纳入碳交易市场的实践经验，欧洲碳市场是现代碳市场运行模式的先行者和创造者，与我国发展历程十分相似，建筑行业在欧洲的实际经验可为我国提供借鉴。

- ◆ 2009 年，天津市建筑节能主管部门通过天津碳排放交易平台，联合瑞碳公司等专业机构推动基于“强度控制与交易”的建筑能效交易制度。2010 年，天津建筑碳排放交易市场正式启动，是我国首个自主开发的碳交易体系。

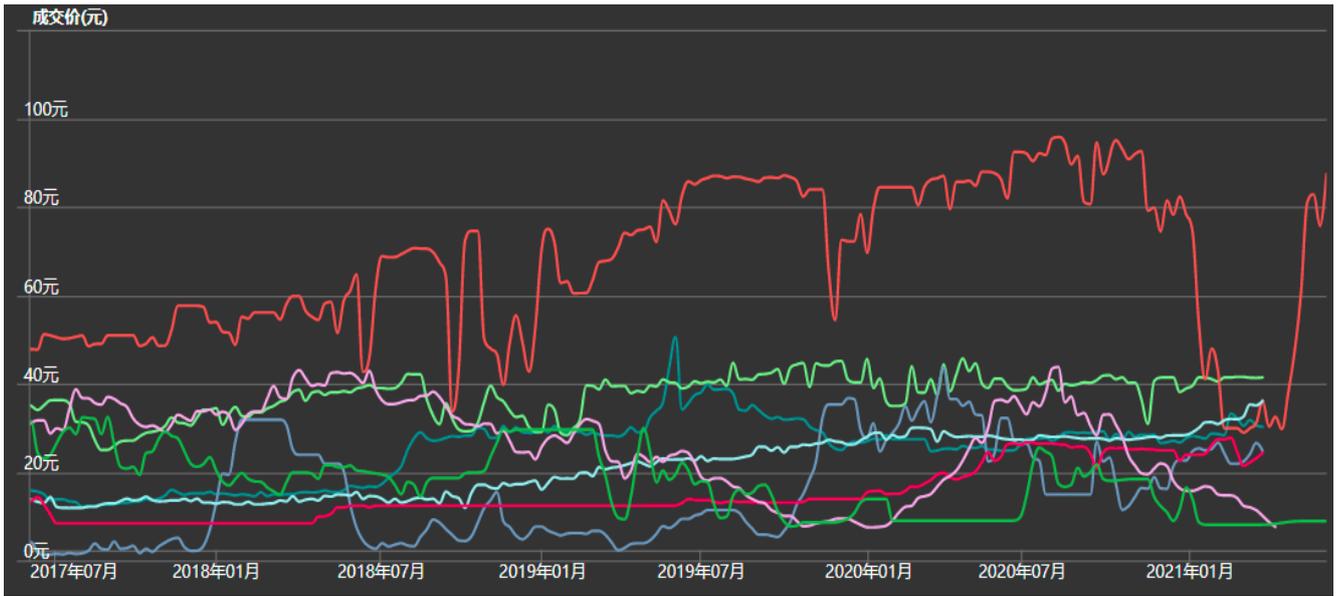
- ◆ 2010年，日本东京都碳排放总量控制交易体系建立，是世界上第一个城市级的强制排放交易体系。东京的排放源主要来自商业建筑，且主要来自于电力的使用，便于统计监测，因此市场参与主体同样以商业建筑为主，包括 1100 家商业及政府建筑及 300 家工业建筑和设施，占东京总建筑面积的 40%。目标是 2020 年相对 2000 年减排 25%，其中工业建筑与公共建筑至少减排 17%。
- ◆ 2011年 10 月，国家发改委下发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，批准北京、天津、上海、重庆、广东、湖北和深圳市开展区域碳排放权交易试点。
- ◆ 2012年 6 月，国家发改委正式印发《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》，我国碳交易市场建设进入政府实操阶段。
- ◆ 2013年 6 月，深圳将大型建筑物纳入碳交易试点市场，按照从公共建筑到居住建筑，从大型建筑到一般建筑，纳入主体由少到多、逐步扩充。深圳是我国最早启动的碳交易试点，确定 635 家企业和 200 个大型公共建筑纳入碳交易体系。建筑业采用能耗限额或碳排放限额标准法，大部分免费逐年分配。对超额排放量，按平均市场价格 3 倍处以罚款。
- ◆ 2019年德国颁布法案，对建筑业和交通业碳排放定价做出规定，并从 2021 年起实施，价格为每吨二氧化碳 10 欧元，并于 2025 年增至每吨 35 欧元。德国 DGNB（可持续建筑认证标准）体系对建筑碳排放量提出了计算方法，根据建筑在使用过程中的能耗，区分不同能源种类，计算其一次性不可再生能源消耗量，然后折算出相应的二氧化碳排放量。
- ◆ 2021年 4 月 22 日，欧盟委员会主席冯德莱恩表示，欧洲将对建筑业与运输业提供碳排放交易，为欧盟碳市场改革设定下阶段目标。
- ◆ 2021年 5 月，生态环境部应对气候变化司近日向中国建筑材料联合会发出委托函，正式委托中国建筑材料联合会开展建材行业纳入全国碳市场相关工作，表明除电力之外的其他行业纳入全国碳交易市场的步伐已经迈出。

4.4.2 建筑碳交易收益空间测算

全国碳交易市场启动在即，全国性统一市场可以使得企业交易成本下降，价格机制更加完善，成交量将大幅上升。近期碳交易成交价格大多位于 30~40 元/t，北京成交价格较高 80 元/t 左右。

我们认为当前碳交易价格偏低，市场尚处于探索阶段，当前碳价水平对减排的实际约束力有限，未来碳价将会随着减排量要求的提高、边际减排成本的提高而逐渐增加。而目前价格偏低的市场环境下，将会对企业参与碳交易起到积极激励作用，碳价偏低的这段时期是减排成本较低的企业主体的红利期。

图41：我国七大碳市场行情 K 线走势图



资料来源：中国碳交易平台，申港证券研究所

假设将建筑行业纳入碳交易市场，我们对在不同碳价水平下，工商业及公共建筑部门整体的碳交易收入做出预测。2025 年碳价达到 120 元/t 以上是一个较为合理的预测，届时工商业及公共建筑部门的碳交易年收入空间将达 20 亿元以上。

表22：建筑行业碳交易市场空间预测（亿元）

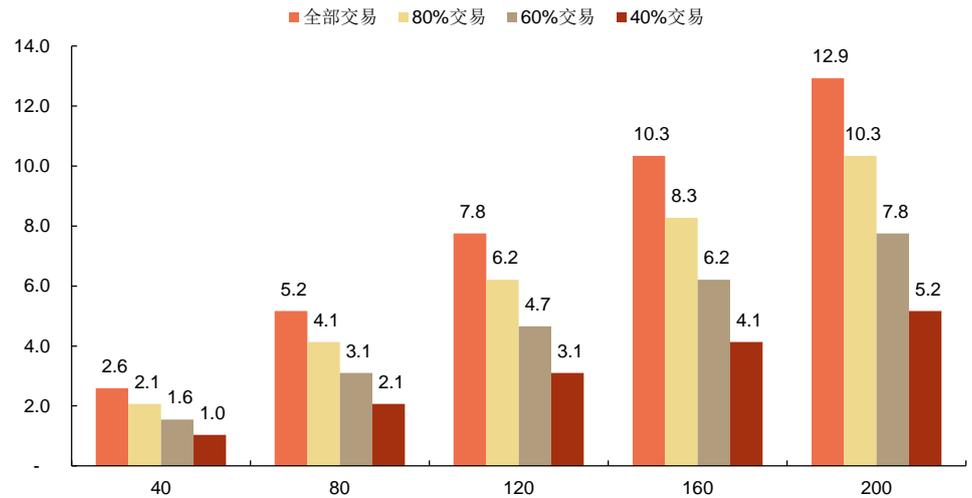
碳价（元/t）	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
40	0.5	0.8	1.4	3.2	7.4	15.2	24.6	35.6	48.3	62.5
80	1.0	1.6	2.9	6.5	14.8	30.4	49.2	71.3	96.6	125.1
120	1.6	2.4	4.3	9.7	22.1	45.5	73.8	106.9	144.8	187.6
160	2.1	3.2	5.7	13.0	29.5	60.7	98.4	142.5	193.1	250.2
200	2.6	4.0	7.2	16.2	36.9	75.9	123.0	178.1	241.4	312.7

资料来源：中国建筑节能协会，住建部，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

回归到 BIPV 单体项目，由于配额限制，建筑主体高概率不会将全部减排量转换成碳配额进行交易，我们选取碳价格和交易比例两个维度的变量，对 BIPV 项目的碳交易收入做出测算。

如果建筑主体将减排量的 60%（相对合理的比例假设）投入到碳交易市场中，则单位规模（1MW）的 BIPV 项目在 40、80、120、160、200 元/t 的价格水平下，碳交易收入可达 1.6、3.1、4.7、6.2、7.8 万元/MW。

图42：单位 BIPV 装机带来的碳交易年收入（万元/MW）



资料来源：中国建筑节能协会，住建部，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

4.4.3 公共建筑实施碳交易机制优点

相比于居民建筑，公共建筑实施碳交易具有一定的优势：

- ◆ 建筑是减排成本最低的行业之一。
- ◆ 大型公共建筑产权相对明晰，对于存量建筑的节能改造、新增建筑的节能方案，采取一致性措施的执行力较强，且碳收入的受益主体明确；
- ◆ 公共建筑的碳筑排放量较大，减排路径相对明确，试错成本低，节能潜力空间可观，为达到双碳目标的贡献较大；
- ◆ MRV(碳排放的量化与数据质量保证的过程,包括监测 Monitoring、报告 Reporting、核查 Verification) 的基础相对较好。建立碳交易制度的重要技术前提是准确掌握该行业的能耗状况或历史排放数据，监测方法简单易行。现有的大型公建能耗统计制度和动态监测平台的实施为建立大型公建碳交易的方法学奠定了较好的基础。

5. 政策支持力度动态分析

在行业标准制定方面，需要行业协会和头部厂商的引导，而在项目经济性的鼓励措施方面，则需要国家和地方政府的扶持。

5.1.1 各种形式的补贴对项目收益影响测算

目前国家尚未制定统一的针对 BIPV 的补贴政策，各地方针对 BIPV，或者包括 BIPV 在内的分布式补贴，形式和维度多种多样，补贴发放年限也各不相同。上海采用度电补贴的模式，北京、广州采取度电补贴与固定投资规模补贴相结合，南京采用面积补贴、单位投资补贴以及单个项目固定补贴多种形式。

表23：部分地区分布式光伏补贴政策整理

发布时间	地点	类型	补贴标准	补贴方式	应用时间
2020/6/2	上海	海上风电	0.1		2020年
			0.3		2019年
		光伏电站	0.2		2020年
			0.1		2021年
		分布式光伏	0.15	度电补贴	2019年
			0.1	(元/kWh)	2020年
			0.05		2021年
			0.36		2019年
		学校分布式	0.24		2020年
			0.12		2021年
2020/11/18	北京	分布式光伏	0.3	度电补贴	2020~2021年
		学校、社会福利场所（居民电价）	0.4	(元/kWh)	
		BIPV	0.4		
2020/12/1	广州	多能互补集成优化项目	总投资额 20%	专业评定	2020-2025年
		分布式光伏（屋顶，公共机构）	0.3	度电补贴	
		分布式光伏（屋顶，非公共机构）	0.15	(元/kWh)	
		合同能源管理模式建设分布式	0.2元/W	规模补贴	
		绿色建筑单体示范项目	20~30元/平	面积补贴	
		绿色建筑片区集成示范及绿色小镇项目		专业评定	
		超低能耗建筑示范项目	30~100元/平	面积补贴	
		太阳能光伏项目	≤500元/kW	规模补贴	
		既有政府办公建筑改造	30元/平		
		既有其它公建改造	30元/平		
2021/3/16	南京	既有居住建筑改造-屋顶	50元/平	面积补贴	暂无截止时间
		既有居住建筑改造-外墙	20元/平		
		其它节能设备		专业评定	
		建筑节能监管体系建设示范项目	300元/幢	数量补贴	
		重点耗能建筑审计项目	2万元/幢		
		建筑能耗监测平台数据的传输维护	≤40万元/年	专业评定	

资料来源：各地政府公开文件，申港证券研究所

为了方便分析对比各地补贴力度，以及对未来国内其他地区可能采取的补贴措施进行预测，并分析当地项目收益的影响，我们把上述补贴政策中涉及到 BIPV 的条目筛选出来，度电补贴按照补贴发放年限逐年贴现、面积补贴按照单位装机规模所需屋顶面积，全部换算为单位投资补贴，进行横向对比。

表24：分布式光伏单位投资补贴换算相关参数

项目	参数	单位
实际功率/额定功率	98%	
平均利用小时数	1150	小时
折现率	5%	
屋顶面积利用率	85%	
组件单位面积额定功率	200	W/平
1MW 项目占地面积	5882	平

资料来源：国家能源局，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

在研究的四个样本城市中：

- ◆ 北京对 BIPV 补贴力度最大，对于实现光伏建筑一体化的建筑，单位投资补贴达 1.88 元/W，可覆盖项目投资成本的 31.5%，缩短投资回收期 2.7 年；
- ◆ 南京涉及 BIPV 项目的补贴条目最多、划分最细，但补贴不可重复申领，单个 BIPV 可获得单位投资补贴 0.12~0.59 元/W，覆盖成本比例 2~9.9%，缩短回收期 0.2~1.2 年。

我们认为在双碳目标指引以及分布式光伏快速发展的大趋势下，其他地区陆续推出补贴政策的可能性较大。除去北京地区对 BIPV 补贴标准较高之外，其他地方补贴力度大致在 0.2~0.6 元/W 区间内，参考该区间，设定高中低三种补贴环境，单 W 补贴分别 0.2、0.6、1 元/W，BIPV 屋顶项目投资回收期可缩短 0.4、1.2、1.9 年。

表25：部分地区分布式光伏单位投资补贴换算（元/W）

地区	项目类型	贴现单位投资补贴（元/W）	占成本比例	缩短投资回收期（年）
上海	光伏电站	0.47	7.9%	0.7
	分布式光伏	0.23	3.9%	0.4
	学校分布式	0.56	9.4%	0.9
北京	分布式光伏	1.41	23.6%	2.0
	学校、社会福利场所（居民电价）	1.88	31.5%	2.7
	BIPV	1.88	31.5%	2.7
广州	分布式光伏（屋顶，公共机构）	1.65	27.6%	3.2
	分布式光伏（屋顶，非公共机构）	0.82	13.8%	1.7
南京	绿色建筑单体示范项目	0.12	2.0%	0.2
		0.29	4.9%	0.6
	超低能耗建筑示范项目	0.18	3.0%	0.4
		0.59	9.9%	1.2
	既有政府办公建筑改造	0.18	3.0%	0.4
	既有其它公建改造	0.18	3.0%	0.4
	既有居住建筑改造-屋顶	0.29	4.9%	0.6
	既有居住建筑改造-外墙	0.12	2.0%	0.2
全国平均	低水平补贴	0.2	3.4%	0.4
	中水平补贴	0.6	10.1%	1.2
	高水平补贴	1.0	16.8%	1.9

资料来源：各地政府公开文件，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

以目前我国各地已发布政策确定的补贴力度，对缩短回收期的影响绝大部分在 2 年以内，考虑补贴实施的可行性，基本位于 0.5~1.5 年区间。

表26：系统补贴对缩短投资回收期的影响（年）

地区	系统投资补贴（元/W）									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
吉林	0.14	0.27	0.41	0.54	0.68	0.81	0.94	1.08	1.21	1.34
内蒙古	0.14	0.28	0.42	0.56	0.70	0.83	0.97	1.11	1.24	1.37
天津	0.15	0.29	0.43	0.58	0.72	0.86	1.00	1.14	1.28	1.41
黑龙江	0.15	0.29	0.44	0.58	0.72	0.87	1.01	1.15	1.29	1.43
北京	0.15	0.30	0.45	0.59	0.74	0.88	1.03	1.17	1.31	1.45
甘肃	0.15	0.31	0.46	0.61	0.76	0.91	1.05	1.20	1.35	1.49
上海	0.16	0.31	0.47	0.62	0.78	0.93	1.08	1.23	1.37	1.52
辽宁	0.16	0.32	0.48	0.64	0.80	0.96	1.11	1.26	1.41	1.57
河南	0.18	0.36	0.53	0.71	0.88	1.05	1.22	1.39	1.55	1.72
宁夏	0.18	0.36	0.54	0.71	0.88	1.06	1.23	1.40	1.56	1.73
河北	0.20	0.40	0.59	0.78	0.97	1.16	1.35	1.53	1.72	1.90
江苏	0.21	0.41	0.61	0.81	1.01	1.21	1.40	1.59	1.78	1.97
浙江	0.21	0.41	0.62	0.82	1.02	1.22	1.41	1.60	1.79	1.98
山西	0.21	0.42	0.62	0.82	1.02	1.22	1.41	1.61	1.80	1.99
云南	0.21	0.42	0.63	0.83	1.03	1.23	1.42	1.62	1.81	2.00
广东	0.21	0.42	0.63	0.83	1.03	1.23	1.43	1.63	1.82	2.01
湖北	0.22	0.44	0.65	0.86	1.07	1.28	1.48	1.69	1.89	2.08
陕西	0.23	0.45	0.67	0.89	1.11	1.32	1.53	1.74	1.94	2.15
安徽	0.23	0.46	0.69	0.91	1.13	1.34	1.55	1.77	1.97	2.18
湖南	0.24	0.48	0.71	0.94	1.17	1.39	1.61	1.83	2.05	2.26
青海	0.24	0.49	0.72	0.96	1.19	1.42	1.64	1.86	2.08	2.30
福建	0.25	0.49	0.73	0.97	1.20	1.43	1.65	1.88	2.10	2.31
广西	0.25	0.50	0.75	0.99	1.23	1.46	1.69	1.92	2.15	2.37
海南	0.25	0.50	0.75	0.99	1.23	1.47	1.70	1.93	2.16	2.38
江西	0.27	0.53	0.78	1.04	1.29	1.53	1.78	2.02	2.25	2.48
新疆	0.31	0.62	0.92	1.21	1.50	1.79	2.07	2.34	2.61	2.88
贵州	0.34	0.68	1.01	1.33	1.65	1.96	2.26	2.56	2.85	3.14
四川	0.36	0.71	1.06	1.40	1.73	2.06	2.37	2.68	2.99	3.29
山东	0.44	0.87	1.29	1.70	2.10	2.49	2.87	3.24	3.60	3.96
重庆	0.62	1.22	1.81	2.37	2.91	3.44	3.96	4.46	4.95	5.42

资料来源：国家能源局，部分组件厂产品参数，发改委，PV Infolink，CPIA，申港证券研究所

5.1.2 碳交易给业主带来潜在额外收益测算

BIPV 作为建筑的构成部分，发电带来的碳减排量可转换为碳配额在碳交易市场上进行出售，由此获得的交易收入可作为 BIPV 项目收益的一部分，贴现折算到项目建设初期对投资成本的减免。此外值得注意的一点是，虽然单个 BIPV 项目只能享受一项地方补贴政策，但补贴可以与碳交易收入相叠加，获得额外收益。

上文中我们计算过 BIPV 项目可以为业主带来的碳交易收入，进一步将其折算成单

W 收益的维度，我们认为减排量参与交易的比例在 40~80% 的可能性较大。与此同时，在碳配额供给丰盈的市场发展初期，交易价格相对较低，交易意愿也相应积极；随着减排进行，减排成本上升，推动碳价格上涨，交易情绪趋缓。

根据以上思路，我们确定实现可能性较大的区间（下表中橙色部分），在不同碳交易价格下，项目可获得 0.25~0.52 元/W 的单位投资成本减免，对应可缩短投资回收期 0.4~2 年。

表27：BIPV 业主参与碳交易获得收益换算为项目投资减免（元/W）

	减排量参与交易比例	碳价（元/t）				
		40	80	120	160	200
1MW 碳交易年收入（万元）	100%	2.3	4.5	6.8	9.1	11.4
1 万平 BIPV 项目碳交易年收入（万元）	100%	2.9	5.8	8.7	11.6	14.5
度电收入（元/kWh）	100%	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11
25 年生命周期碳交易收入贴现 单位投资减免（元/W）	100%	0.33	0.65	0.98	1.30	1.63
	80%	0.26	0.52	0.78	1.04	1.30
	60%	0.16	0.31	0.47	0.63	0.78
	40%	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31
	20%	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06

资料来源：世界核能协会，部分组件厂产品参数，申港证券研究所

5.1.3 总结

目前采用较多的补贴形式主要有三种：系统投资补贴、度电补贴、单位面积补贴；另外单独考虑碳交易对项目收益影响的可能性，可以算作第四种补贴形式。

系统投资补贴一次性付清，对项目的激励作用最为直接，也最方便进行收益换算。我们分析以上除系统投资补贴外的其他三种形式补贴，对 BIPV 项目收益效果的影响进行总结归纳：

- ◆ **度电补贴**：是一种方便统计，且对激励业主采用高效率组件产品有积极作用的补贴形式，逐年发放的模式对政府财政压力也相对较小，发放年限 5~20 年不等。缩短发放年限，同时适当提高度电补贴额度的模式，对业主的激励作用更强。我们认为未来可能会采取的补贴措施以发放 5~10 年、补贴力度 0.05~0.2 元/W 为主，可覆盖成本比例 5~25%。（橙色区域代表未来施行的可能性较大，下同）

表28: 度电补贴力度对可覆盖成本比例的影响

补贴力度 (元/kWh)		发放年限		
		5 年	10 年	20 年
0.03	投资补贴换算 (元/W)	0.1	0.2	0.4
	占成本比例 (%)	2.4%	4.1%	6.5%
0.05	投资补贴换算 (元/W)	0.2	0.4	0.6
	占成本比例 (%)	3.9%	6.9%	10.9%
0.1	投资补贴换算 (元/W)	0.5	0.8	1.3
	占成本比例 (%)	7.9%	13.8%	21.7%
0.2	投资补贴换算 (元/W)	0.9	1.6	2.6
	占成本比例 (%)	15.7%	27.6%	43.4%
0.3	投资补贴换算 (元/W)	1.4	2.5	3.9
	占成本比例 (%)	23.6%	41.4%	65.1%
0.4	投资补贴换算 (元/W)	1.9	3.3	5.2
	占成本比例 (%)	31.4%	55.2%	86.8%

资料来源: 国家能源局, 部分组件厂产品参数, 申港证券研究所

- ◆ **单位面积补贴:** 根据建筑面积补贴发放补贴的特点与投资规模补贴相类似, 补贴金额一次性发放, 对业主激励作用更直接。同时由于以建筑面积为计量单位, 存量建筑屋顶改造更适合这种补贴模式。因此我们在这种模式下考虑BIPV和BAPV改造情境下补贴对项目收益的影响。

采用光伏屋顶的绿色建筑一般评级较高, 可获得区间范围内较高的补贴标准, 获得 60~100 元/平的可能性较大, 在此区间内, 对应相当于电站单位投资补贴 0.35~0.59 元/W, 可覆盖投资成本比例 6~10%。

表29: 单位面积补贴力度对可覆盖成本比例的影响

补贴力度 (元/平)	各类型项目系统成本 (元/W)	项目类型		
		新建 BIPV	改造 BIPV	改造 BAPV
		5.97	6.27	5.92
20	投资补贴换算 (元/W)		0.12	
	占成本比例 (%)	2.0%	1.9%	2.0%
40	投资补贴换算 (元/W)		0.24	
	占成本比例 (%)	3.9%	3.8%	4.0%
60	投资补贴换算 (元/W)		0.35	
	占成本比例 (%)	5.9%	5.6%	6.0%
80	投资补贴换算 (元/W)		0.47	
	占成本比例 (%)	7.9%	7.5%	7.9%
100	投资补贴换算 (元/W)		0.59	
	占成本比例 (%)	9.8%	9.4%	9.9%

资料来源: 国家能源局, 部分组件厂产品参数, 申港证券研究所

- ◆ **碳交易:** 碳交易作为一种附加的隐性收益模式, 使得 BIPV 电站为业主带来净收益成为可能。但碳价格、交易规模、未来政策的不确定性较强, 同时也具备超预期的潜力。按照我们较保守的预期, 碳交易可为业主带来的额外收入, 可覆盖项目成本比例达到 3~10%。

表30: 碳交易价格及参与交易比例对可覆盖成本比例的影响

碳交易价格 (元/t)		减排量参与碳交易比例				
		20%	40%	60%	80%	100%
40	投资减免换算 (元/W)	0.01	0.06	0.16	0.26	0.33
	占成本比例 (%)	0.2%	1.0%	2.6%	4.4%	5.5%
80	投资减免换算 (元/W)	0.03	0.13	0.31	0.52	0.65
	占成本比例 (%)	0.4%	2.1%	5.2%	8.7%	10.9%
120	投资减免换算 (元/W)	0.04	0.19	0.47	0.78	0.98
	占成本比例 (%)	0.6%	3.1%	7.9%	13.1%	16.4%
160	投资减免换算 (元/W)	0.05	0.25	0.63	1.04	1.30
	占成本比例 (%)	0.8%	4.2%	10.5%	17.5%	21.8%
200	投资减免换算 (元/W)	0.06	0.31	0.78	1.30	1.63
	占成本比例 (%)	1.0%	5.2%	13.1%	21.8%	27.3%

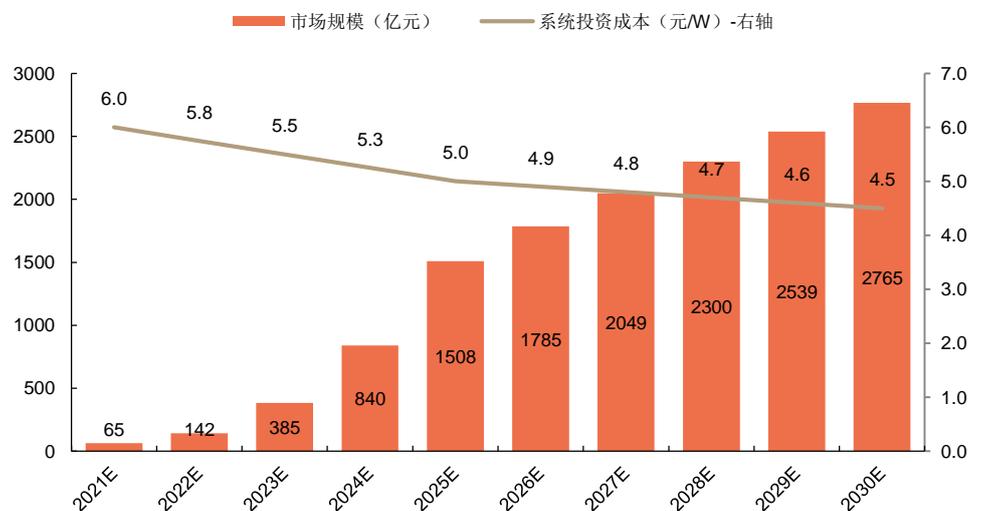
资料来源: 世界核能协会, 部分组件厂产品参数, 申港证券研究所

6. 投资策略

我国 BIPV 市场在供给端已具备规模化上量的条件, 需求端即使是在无补贴加持的情况下投资回收期也可控制在十年以内, 市场供需条件成熟。预计首批大规模 BIPV 项目将于 2022~2023 年落成, 但在此之前, 行业准备工作已提前启动, 在一般性情况下, 我们预计 BIPV 市场空间将会在 2022 年超过百亿, 2023 年起行业迎来大规模爆发。建议关注三个方面的行业消息:

- ◆ 针对 BIPV 终端产品各方面性能的行业标准发布;
- ◆ 碳减排目标下, 国家对光伏建筑一体化相关政策要求, 包括项目补贴、配置比例、示范项目工程启动等;
- ◆ 建筑行业加入全国碳排放交易市场。

图43: BIPV 市场空间预测 (亿元)



资料来源: 国家能源局, 申港证券研究所

在我国 BIPV 特殊的商业模式下，组件发电效率、组件强度、产品渠道将成为这场蓝海之战的决胜武器。因此我们推荐关注抢先布局 BIPV 赛道的光伏一体化龙头隆基股份，光伏玻璃龙头福莱特，超薄光伏玻璃先行者亚玛顿，技术经验渠道三项占优的钢结构厂商森特股份、中信博，积极开拓光伏幕墙业务的幕墙龙头江河集团。

6.1 隆基股份：前瞻布局 BIPV 的光伏龙头

2020 年公司推出面向工商业屋顶用户的装配式 BIPV 产品，适用于屋顶应用场景的“隆顶”、适用于幕墙系统的“隆锦”，正式进军 BIPV 市场。2021 年 3 月 5 日，公司溢价森特股份 27.25% 的股权，交易完成后公司成为森特股份第二大股东，加码布局 BIPV 赛道。6 月 4 日，公司与中国燃气等多家企业签订战略合作协议，并联合中国绿色供应链联盟等 11 家企业单位发起联合倡议，共推光伏建筑一体化产业高质量发展。

此外在主营业务方面，公司作为光伏硅片、组件双龙头业绩不断超预期，在电池片效率、生产链成本控制能力、产能规模等方面领先行业。硅片非硅成本快速下降，领先行业，组件 2020 年全球市占率 19%，同比提升 11pct，海外出货比例不断提升，进一步拉高结构性毛利水平，2021 年产能+技术双路径强化一体化龙头地位。光伏产业链价格见顶，终端需求空间正在逐渐打开，板块拐点已至。

我们预计公司 2021 年-2023 年的营业收入分别为 937.5 亿元、1155 亿元、1342.7 亿元，归母净利润分别为 114.8 亿元、159.2 亿元、192.1 亿元，每股收益分别为 2.1 元、2.9 元、3.5 元，对应 PE 分别为 37.6、27.1、22.5 倍。给予“买入”评级。

6.2 福莱特：光伏玻璃规模化龙头

公司在光伏玻璃领域市占率 20%，位列行业第二，当前产能 9,200 t/d，公司通过融资继续产能扩张，预计 2022 年达到 12,000t/d 以上。6 月 17 日，公司发布公告公开发行人可转债募资 40 亿元用于原片窑炉扩产，增加产能 2,400 t/d，以及分布式电站建设、深加工技改项目，稳固行业龙头地位。受益于双面组件渗透率提升，光伏玻璃需求将稳步增长，而供给端重资产、验证周期长特性，使得行业集中度将进一步提升。

公司作为光伏玻璃龙头，产品质量领先行业，具备强大的成本控制能力，不断夯实盈利护城河。目前光伏玻璃价格触底，库存开始下降，预期短期内价格将有所回升，下半年业绩弹性较大。

我们预计公司 2021 年-2023 年的营业收入分别为 102.2 亿元、134 亿元、179.8 亿元，归母净利润分别为 25.4 亿元、31.3 亿元、39.9 亿元，每股收益分别为 1.2 元、1.5 元、1.9 元，对应 PE 分别为 32、25.9、20.4 倍。给予“买入”评级。

6.3 亚玛顿：超薄光伏玻璃先行者

公司是光伏玻璃深加工厂商，多年深耕超薄光伏玻璃物理钢化技术，在超薄玻璃领域超前布局， $\leq 2\text{mm}$ 的超薄玻璃出货占比远高于行业平均水平，1.6mm 超薄玻璃开始出货。海外光伏屋顶瓦片玻璃稳定供货，具备丰富的行业技术经验。BIPV 行业拐点即将到来，光伏头部厂商加大投资布局，公司有望凭借技术优势抢占 BIPV 市场份额。此外在 BIPV 组件领域，公司推出彩色双玻组件和幕墙双玻组件产品，具

有彩釉玻璃和 SPO 彩色胶膜专利技术，可实现原始电池片效率 75~80%。

集团旗下凤阳硅谷在产原片玻璃窑炉产能 1,300 t/d，另有一座窑炉将于近期点火，届时形成原片产能 1,950 t/d，折合 1.2 亿平，保障公司原片稳定供应。叠加外购原片打满深加工产能 1.5 亿平，届时考虑成品率的镀膜光伏玻璃年化出货能力将达到 1.3 亿平，由于新产能在 6 月之后释放，我们预计实际出货量约为 1 亿平米，市占率提升至 10%。

我们预计公司 2021 年-2023 年的营业收入分别为 31.6 亿元、39.5 亿元、51.9 亿元，归母净利润分别为 2.9 亿元、4.3 亿元、5.9 亿元，每股收益分别为 1.8 元、2.7 元、3.7 元，对应 PE 分别为 19.2、13.1、9.5 倍。给予“买入”评级。

6.4 中信博：跟踪支架龙头

公司较早开始涉猎 BIPV 领域，并参与相关行业规范制定，具有先发优势。公司在支架领域具备先进生产技术，凭借在钢结构领域的经验优势，开始发力 BIPV 业务。目前公司拥有智顶、双顶、睿顶三款 BIPV 产品，并具有多项专利技术，各项产品性能领先行业，适应于不同应用场景。公司在 2020 年承接了国内最大 BIPV 项目，丰城 40.9MW 项目，并已顺利完工，全年实现 BIPV 装机 53.95MW。

光伏跟踪支架和固定支架是公司主营业务，跟踪算法具有较高技术壁垒，领先行业。2020 年，公司实现跟踪支架销量 3.1GW，同比增长 80.22%，实现固定支架销量 5.13GW，同比增长 42.11%，跟踪支架利润较厚，业务占比稳定上升。

我们预计公司 2021 年-2023 年的营业收入分别为 48.5 亿元、62.5 亿元、81 亿元，归母净利润分别为 4.7 亿元、6.2 亿元、9.2 亿元，每股收益分别为 3.3 元、5.1 元、7.3 元，对应 PE 分别为 49、32.4、22.4 倍。给予“买入”评级。

6.5 森特股份：绑定组件龙头享受 BIPV 行业红利

森特股份是国内金属建筑围护行业优质企业，专注于“高端金属建筑围护系统+环保”两大领域，核心技术水平领先行业，市场龙头地位稳定。公司业务覆盖全国多地区，市场基础扎实，参与了超过 2100 项工程、其中包括北京大兴国际机场等多项标志性项目。

2021 年 3 月隆基股份溢价入股公司，与组件龙头形成深度绑定合作，凭借自身在屋顶产品设计、销售渠道、屋顶维护等方面的优势，进军 BIPV 市场。

我们预计公司 2021 年-2023 年的营业收入分别为 47.2 亿元、63.4 亿元、86.2 亿元，归母净利润分别为 2.8 亿元、4.1 亿元、6.3 亿元，每股收益分别为 0.5 元、0.8 元、1.2 元，对应 PE 分别为 60.8、41.5、27 倍。给予“买入”评级。

6.6 江河集团：行业龙头积极开拓 BIPV 幕墙市场

公司稳居高档幕墙行业龙头，盈利能力突出，具有良好的品牌效应，客户渠道稳固。2017 年公司股东江河源入股中清能，进入光伏行业。公司积极布局 BIPV 幕墙领域，公司承建多项示范性光伏幕墙工程，包括世园会中国馆、国家环保总局履约中心大楼、江苏无锡机场航站楼、珠江城（烟草大厦）等。目前 BIPV 业务在公司幕

墙业务中占比较小，但看好光伏幕墙作为未来幕墙行业发展方向，定制化产品增厚整体利润。

除江河幕墙主营高端幕墙品牌外，旗下港源幕墙主要面向第二梯队的中高端幕墙，在内装行业集团旗下有承达集团、港源装饰、梁志天设计集团三大品牌，另在医疗健康板块有所涉猎，主要覆盖眼科领域。

我们预计公司 2021 年-2023 年的营业收入分别为 204.3 亿元、227.8 亿元、258.1 亿元，归母净利润分别为 8.6 亿元、9.8 亿元、11 亿元，每股收益分别为 0.8 元、0.9 元、1 元，对应 PE 分别为 9.4、8.2、7.3 倍。给予“增持”评级。

7. 风险提示

- ◆ 国家及地方政策风险；
- ◆ 光伏装机不及预期；
- ◆ 行业标准制定进度不及预期；
- ◆ 原材料价格波动风险。

表31：重点跟踪公司

公司 名称	投资 评级	盈利预测				PE 估值			
		2020A	2021E	2022E	2023E	2020A	2021E	2022E	2023E
隆基股份	买入	2.27	2.12	2.94	3.55	35.15	37.60	27.13	22.49
福莱特	买入	0.83	1.18	1.46	1.86	45.65	32.00	25.95	20.39
亚玛顿	买入	0.86	1.83	2.68	3.68	40.81	19.23	13.09	9.53
中信博	买入	2.52	3.35	5.06	7.31	65.04	48.98	32.41	22.43
森特股份	买入	0.38	0.52	0.76	1.17	83.16	60.81	41.53	27.03
江河集团	增持	0.84	0.75	0.85	0.95	8.32	9.38	8.23	7.33

资料来源：申港证券研究所

分析师简介

贺朝晖，所长助理，电力设备与新能源行业首席分析师，清华大学工学学士、硕士，7年能源行业工作经验，3年证券行业研究经验，2019年进门财经最具影响力分析师第3名，2018年Wind平台影响力电新行业第6名。曾在中国核电工程有限公司工作4年，美国能源行业外企工作3年，参与过多个核电、火电、油气、新能源项目建设。对能源行业全产业链有着深刻理解，在电力项目成本分析、行业政策研究等领域拥有丰富经验。曾就职于东兴证券，2019年加入申港证券。

研究助理简介

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告的观点、逻辑和论据均为分析师本人研究成果，引用的相关信息和文字均已注明出处。本报告依据公开的信息来源，力求清晰、准确地反映分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示

本证券研究报告所载的信息、观点、结论等内容仅供投资者决策参考。在任何情况下，本公司证券研究报告均不构成对任何机构和个人的投资建议，市场有风险，投资者在决定投资前，务必要审慎。投资者应自主作出投资决策，自行承担投资风险。

免责声明

本研究报告由申港证券股份有限公司研究所撰写，申港证券股份有限公司是具有合法证券投资咨询业务资格的机构。本研究报告中所引用信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

我公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本报告版权仅为我公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处为申港证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本研究报告仅供申港证券股份有限公司客户和经本公司授权刊载机构的客户使用，未经授权私自刊载研究报告的机构以及其阅读和使用者应慎重使用报告、防止被误导，本公司不承担由于非授权机构私自刊发和非授权客户使用该报告所产生的相关风险和法律责任。

行业评级体系

申港证券行业评级体系：增持、中性、减持

增持	报告日后的 6 个月内，相对强于市场基准指数收益率 5% 以上
中性	报告日后的 6 个月内，相对于市场基准指数收益率介于 -5%~+5% 之间
减持	报告日后的 6 个月内，相对弱于市场基准指数收益率 5% 以上

市场基准指数为沪深 300 指数

申港证券公司评级体系：买入、增持、中性、减持

买入	报告日后的 6 个月内，相对强于市场基准指数收益率 15% 以上
增持	报告日后的 6 个月内，相对强于市场基准指数收益率 5%~15% 之间
中性	报告日后的 6 个月内，相对于市场基准指数收益率介于 -5%~+5% 之间
减持	报告日后的 6 个月内，相对弱于市场基准指数收益率 5% 以上