

推荐 (维持)

光伏系列报告之 (三十二)

2020 年 05 月 29 日

国产设备快速进步, HIT 产业化瓶颈即将打开

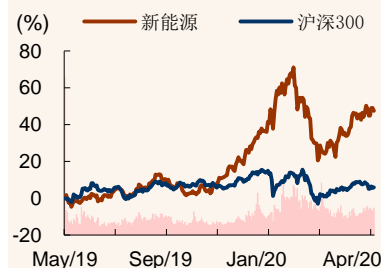
上证指数 2846

行业规模

	占比%
股票家数 (只)	46 1.2
总市值 (亿元)	9776 1.7
流通市值 (亿元)	6806 1.4

行业指数

%	1m	6m	12m
绝对表现	9.3	33.1	46.5
相对表现	9.1	33.2	41.5



资料来源: 贝格数据、招商证券

相关报告

1、《欧盟考虑筹划绿色经济振兴计划, 中国中游将显著受益—动力电池与电气系统系列报告之 (五十一)》2020-05-25

2、《行业集中度持续提升, 头部企业竞争力更强—光伏系列报告之 (三十一)》2020-05-10

3、《疫情影响制造环节 Q1 收入增速, 二季度制造端交付有望加快—风电系列报告之 (二)》2020-05-09

游家训

021-68407937
youjx@cmschina.com.cn
S1090515050001

刘晓飞

021-68407539
liuxiaofei@cmschina.com.cn
S1090517070005

电池是光伏产业技术最密集的环节, 自产业化以来经历了薄膜到晶硅、多晶到单晶的技术演变, 当前正处在 P 型到 N 型的转折点, 未来很可能还有单结到多结的转变。N 型 HIT 电池具备众多优势, 设备国产化快速推进有望打开产业化瓶颈, 一旦突破产业资源将加速向 HIT 汇集, 进一步加速提效降本, 促使 HIT 成为下一代主流技术。当前正处在 HIT 产业化的临界点, 山煤 GW 级项目落地有望开启产业化进程, 电池环节盈利空间有望重新打开, 设备环节将迎来数百亿规模的崭新市场, 建议积极布局。

- **国产设备酝酿突破, 产业化瓶颈打开。**高昂的设备投资是制约 HIT 产业化的核心因素, 大通量 PECVD 一直是难点所在。近几年国内设备商在 PECVD 上倾注了大量研发资源, 取得了很多进展, 国内 1GW 的设备价格已经下降到 5 亿左右, 随着节拍提升和零部件国产化, 设备价格有望继续下降到 4 亿, 打开 HIT 产业化的瓶颈。
- **产业资源向 HIT 聚集, 提效降本有望加速。**中国早期主要是汉能、钧石、晋能、中智等少数几家企业在研发 HIT 电池, 当前已经有 20 多家企业在布局 HIT, 通威、爱康、日升、普莱特、Ecosolifer、3sun、Hevel 等企业建设了中试线, 山煤正在推动建设 GW 级量产线, 此外部分能源类央企和地方国企也在积极布局 HIT, 一旦产业化开启, 资源会加速聚集, 提效降本也将加速。
- **电池盈利空间打开, 设备迎来崭新市场。**HIT 电池具有高效率、低衰减、低温度系数、高双面率等优点, 电池价格较 PERC 有一定溢价, 大规模量产后盈利能力有望超越 PERC, 重新打开电池环节的盈利空间。设备端 HIT 需要重新进行资本开支, HIT 设备商将迎来存量市场和增量市场双重红利, 未来五年 HIT 设备市场有望达到数百亿, 设备环节有望出现 1-2 家 300 亿市值的大公司。
- **结论与投资建议:**硅片环节推荐 N 型硅片龙头隆基股份, 电池环节推荐积极布局 HIT 的通威股份、山煤国际、东方日升, 设备环节推荐捷佳伟创、迈为股份、金辰股份。
- **风险提示:**疫情得不到有效控制; HIT 产业化进展低于预期。

重点公司主要财务指标

	股价	19EPS	20EPS	21EPS	20PE	21PE	PB	评级
隆基股份	30.85	1.40	1.60	2.00	19.3	15.4	4.0	强烈推荐-A
通威股份	13.09	0.68	0.64	0.86	20.5	15.2	2.6	强烈推荐-A
山煤国际	10.68	0.59	0.58	0.68	18.4	15.7	3.2	强烈推荐-A
东方日升	12.43	1.08	1.26	1.59	9.9	7.8	1.3	强烈推荐-A
捷佳伟创	64.48	1.19	1.82	2.38	35.4	27.1	7.7	强烈推荐-A
迈为股份	206.80	4.76	6.87	9.22	30.1	22.4	7.5	强烈推荐-A
金辰股份	21.28	0.57	0.82	1.02	26.0	20.9	2.4	未有评级

资料来源: 公司数据、招商证券

正文目录

一、国产设备酝酿突破，产业化瓶颈打开	4
1、HIT 制造工序及对应设备概览	4
2、量变到质变，国产设备不断突破	5
二、资源向 HIT 聚集，提效降本有望加速	8
1、研发投入加大，效率提升有望加快	8
2、HIT 队伍壮大，配套产业链降本即将启动	10
3、HIT 降本展望	11
三、电池盈利空间打开，设备迎来崭新市场	14
1、电池盈利空间打开	14
2、设备迎来崭新市场	15
四、结论与投资建议	18

图表目录

图 1: HIT 电池结构	4
图 2 清洗制绒机	4
图 3 丝网印刷机	4
图 4 PECVD	5
图 5 PVD	5
图 6: 国产设备商布局	6
图 7: AM 光伏级 PECVD 迭代进展	7
图 8: 光伏转换效率提升进展图	8
图 9 PERC 量产效率	9
图 10 PERC 电池产能	9
图 11: N 性电池效率比较	9
图 12: HIT 降本思路	11
图 13 HIT 完全成本展望	13
图 14 完全成本比较	13
图 15: HIT 低温度系数带来约 5%发电量增益	14
图 16: HIT 低衰减带来约 5%发电量增益	15
图 17 低衰减溢价测算	15

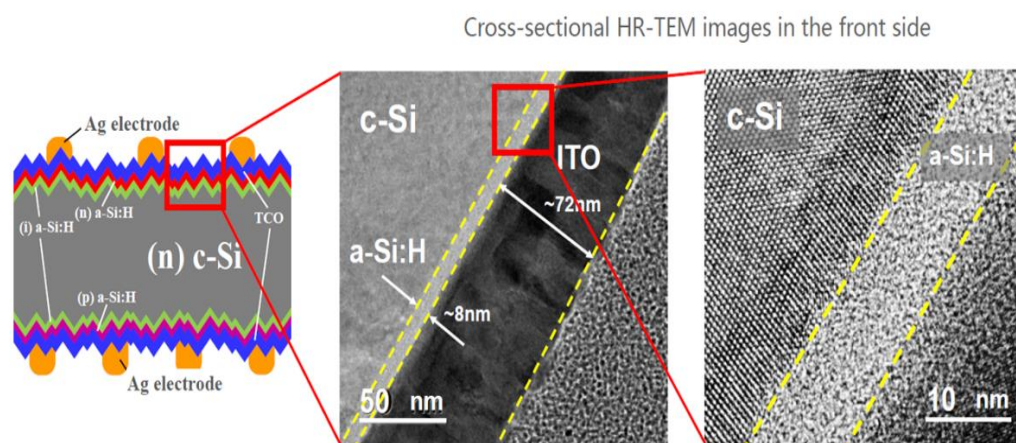
图 18 低温度系数溢价测算.....	15
图 19 HIT 新增产能展望.....	16
图 20 HIT 累计产能展望.....	16
图 21 HIT 设备价格展望.....	16
图 22 HIT 设备产值展望.....	16
图 23 HIT 设备 GW 净利展望.....	17
图 24 HIT 设备净利空间展望	17
图 25: 光伏全球渗透率依旧很低.....	17
图 26: 新能源行业历史 PEBand	18
图 27: 新能源行业历史 PBBand	18
表 1: 进口 HIT 设备价格在 7-8 亿/GW.....	5
表 2: 国产设备将降低到 4 亿/GW.....	7
表 3: 全球主要 HIT 产线明细	10
表 4: HIT 降本路径展望	12
表 5: 效率溢价测算.....	14
表 6: HIT 打开电池厂盈利空间	15
表 7: 重点推荐标的盈利预测	18

一、国产设备酝酿突破，产业化瓶颈打开

1、HIT 制造工序及对应设备概览

HIT 电池结构: N 型硅片+正反面各 3 层膜。HIT 电池以 N 型单晶硅片作衬底，正反面依次沉积本征非晶硅薄膜、掺杂非晶硅薄膜、金属氧化物导电层 TCO，再通过丝网印刷制作正负电极，呈双面对称结构。

图 1：HIT 电池结构



资料来源：wind、招商证券

核心生产工艺仅四步，分别对应 4 种专用设备：

清洗制绒：去除硅片表面杂质，制作金字塔绒面，减少阳光反射。HIT 制绒难度高于 PERC，对应设备为清洗制绒机，与 PERC 的清洗制绒机不通用。

非晶硅沉积：在清洗好的硅片两侧沉积本征和掺杂非晶硅薄膜，两侧共 4 层膜（i、n、i、p），在一台机器内完成，对应设备是 PECVD，和 PERC 的 PECVD 不通用。

TCO 沉积：在非晶硅薄膜两侧再沉积金属氧化物导电层 TCO，用于导出电流，对应设备为 PVD 或者 RPD，两种设备产业里都有应用，PERC 不需要沉积 TCO。

制作电极：在 TCO 两侧印刷银浆制备电极，对应设备为丝网印刷机，和 PERC 通用。

图 2 清洗制绒机



资料来源：捷佳伟创官网、招商证券

图 3 丝网印刷机



资料来源：迈为股份官网、招商证券

图 4 PECVD



资料来源：MB 官网、招商证券

图 5 PVD



资料来源：MB 官网、招商证券

2、量变到质变，国产设备不断突破

海外设备较为成熟，但核心设备价格较高不具备量产经济性。

清洗制绒机：日本 YAC、德国 RENA 和 Singulus、韩国 Exataq 均有成熟的清洗制绒机在售，当前全球已经建成的 HIT 产线中，60%以上选用日本 YAC 的设备。

PECVD：在面板行业应用较多，美国应材、瑞士梅耶博格是海外核心供应商。

PVD/RPD：PVD 海外核心供应商有德国的冯·阿登纳和 Singulus，RPD 核心专利在日本住友，台湾精耀、SNTEC 有生产授权。

丝网印刷机：意大利 Baccini，2016 年被美国应材以 3.3 亿美元收购。

四大设备中，清洗制绒机约 1000 万元/台（250MW），丝网印刷机约 1200 万元/套（200MW），和国产设备价格基本一致，且性能基本相当，不构成产业化的障碍。PVD 约 3000 万/台（250MW），国产设备在快速跟进，本身壁垒不高，也不是产业化的障碍。HIT 量产最大的痛点在于 PECVD，当前海外应材和梅耶博格的 PECVD 价格接近 5 亿元/GW，设备虽然成熟但价格太高，整线的设备投资达到 7-8 亿元/人民币。

表 1：进口 HIT 设备价格在 7-8 亿/GW

设备类型	均价-万元/台	单机产能-MW	1GW 配置-台	1GW 设备投资-
清洗制绒机	1000	250	4	4000
PECVD	4800	100	10	48000
PVD	3000	250	4	12000
RPD	2400	100	10	24000
印刷固化等	2000	200	5	10000
合计				74000

资料来源：招商证券 注：PVD 和 RPD 二选一

高设备成本对 HIT 产业化的制约体现在两个方面：

第一，PERC 设备投资已经可以控制在 2 亿以内，5-6 亿的差价意味着 5-6 分/W 的财务报表折旧成本差异，而光伏企业决策时普遍按照 3 年折旧，因此在管理会计报表上体现出来是 15-18 分/W 的差距，性价比被大幅拉低。

第二，设备国产化和降本是大势所趋，且进展迅速，如果采购高成本进口设备建成量

产线,很可能在运行 1-2 年后就面临低成本国产线的竞争,在成本上处于劣势。

国产设备商快速崛起,核心设备不断突破。

清洗制绒机:捷佳伟创已经形成供货能力, YAC 也在推动设备中国本土制造。清洗制绒环节的化学反应过程较为复杂,但近年来国内已经基本摸索出来,设备制造本身壁垒并不高,核心的制绒添加剂也已经实现国产。

PECVD:钧石、理想有设备供应,迈为研发进展较快,样机在通威合肥基地已经运行半年,下半年大概率会形成供货能力,捷佳伟创、金辰股份、常州比太也在积极布局,下半年有望推送样机到电池厂做测试。PECVD 是 HIT 设备最难的环节,也是价值量和盈利能力最强的环节,设备厂必须突破 PECVD 才能形成核心竞争力。

PVD:钧石、湖南宏大、红太阳已经形成供货能力,捷佳、比太等企业在积极研发。

RPD:捷佳获得日本住友授权,具备成熟供货能力。

丝网印刷机:迈为股份是全球龙头,设备十分成熟,捷佳、金辰也在布局。

图 6: 国产设备商布局

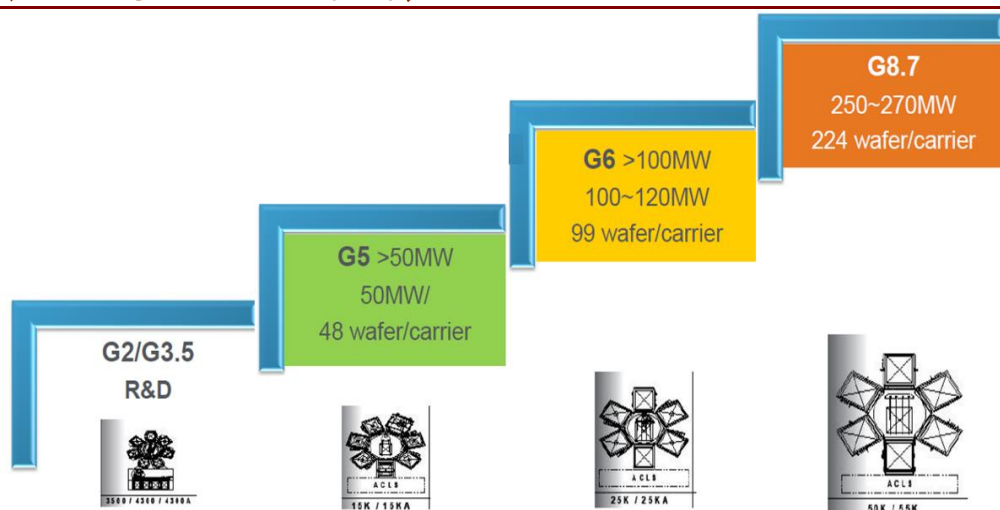


资料来源:招商证券

PECVD 的突破是关键。PECVD 并不是新兴技术装备,平板显示领域早已得到成熟应用,并且已经迭代到第 11 代了。2019 年中国光伏企业购买的应材 PECVD 主要是 6 代线,对应单机产能只有 100MW 左右,今年已经升级到 8.7 代(应材专门针对光伏产业的改动版),对应单机产能 250-270MW,8.7 代的推出意味着大通量的 PECVD 不管在理论上还是工艺上都是可行的,此前产业中存在 PECVD 能否做大的争论。

国内设备企业的技术攻关主要就是集中在 PECVD 上,主要解决成本问题。目前国内节拍最高的 PECVD 节拍是 3600 片/小时,对应单机产能 170MW,仍需要进步。迈为、捷佳、金辰、比太都在按照 5500-6000 片的节拍进行研发,对应单机产能 250-300MW,已经有很大进展。一旦彻底突破,PECVD 的 GW 投资将从 5 亿下降到 2.5 亿。

图 7: AM 光伏级 PECVD 迭代进展



资料来源: AM、招商证券

PECVD 突破将带动设备投资快速下降。当前清洗制绒机、PVD/RPD、丝网印刷机制造工艺都已经成熟，价格偏高主要是由于需求没有放量，一旦 PECVD 突破将 1GW 的 PECVD 投资额降低到 2.5 亿，GW 级的 HIT 产线将会迅速放量，进而带动其他设备降本，2 年内大概率可以看到 4 亿元/GW 左右的整线设备价格，突破产业化的瓶颈。

清洗制绒机：当前 1000 万元/台，产业化放量之后预计到 600 万/台以下，当前 PERC 的清洗制绒机价格约 200-300 万/台，设备 80% 以上成本为材料，降本空间较大。当前 1GW 产线需要 4 台清洗制绒机，未来可能只需 3 台，1GW 的价值量预计在 1500 万。

PECVD：进口设备价格接近 5 亿/GW，国产化后降低到 2.5 亿/GW，随着节拍的提升和原材料零部件的国产化，价格还有进一步下降空间。按 6000 片算 1GW 产线需要 4 台 PECVD，未来 8000 片以上机型推出后有潜力下降到 3 台，1GW 的价值量预计在 2.4 亿左右，如果供应链国产化能够大部分实现，有可能下降到 2 亿。

PVD：进口设备价格接近 3000 万元/台，国产约 2200 万/台，PVD 技术壁垒低于 PECVD。当前主流 PVD 节拍 6000 片，已经有企业推出 8000 片，未来 1GW 产线预计只需要 3 台 PVD，价值量预计不超过 6000 万。

RPD：当前价格约 2400 万元/台，由于 RPD 正反面不能在一台机器内完成，因此单线需要配置两台 RPD，1GW 要 10 台，2.4 亿元，成本较高。因此国内有头部企业在开发大通量的 RPD 和正面 RPD+背面 PVD 的一体机，兼顾效率和成本。

印刷机固化炉等：按最先进四道印刷技术，印刷机双轨 4 头，当前价格约 2000 万元/套，1GW 需要 5 套，对应价值量 1 亿元。丝网印刷机也在往大通量去做，需要银浆的可印刷性配套提升，未来 1GW 的配置有望下降到 4 套，价值量不超过 8000 万。

表 2: 国产设备将降低到 4 亿/GW

设备类型	均价-万元/台	单机产能-MW	1GW 配置-台	1GW 设备投资-万元
清洗制绒机	500	330	3	1500
PECVD	6000	250	4	24000
PVD	2000	330	3	6000
印刷固化等	2000	250	4	8000
合计				39500

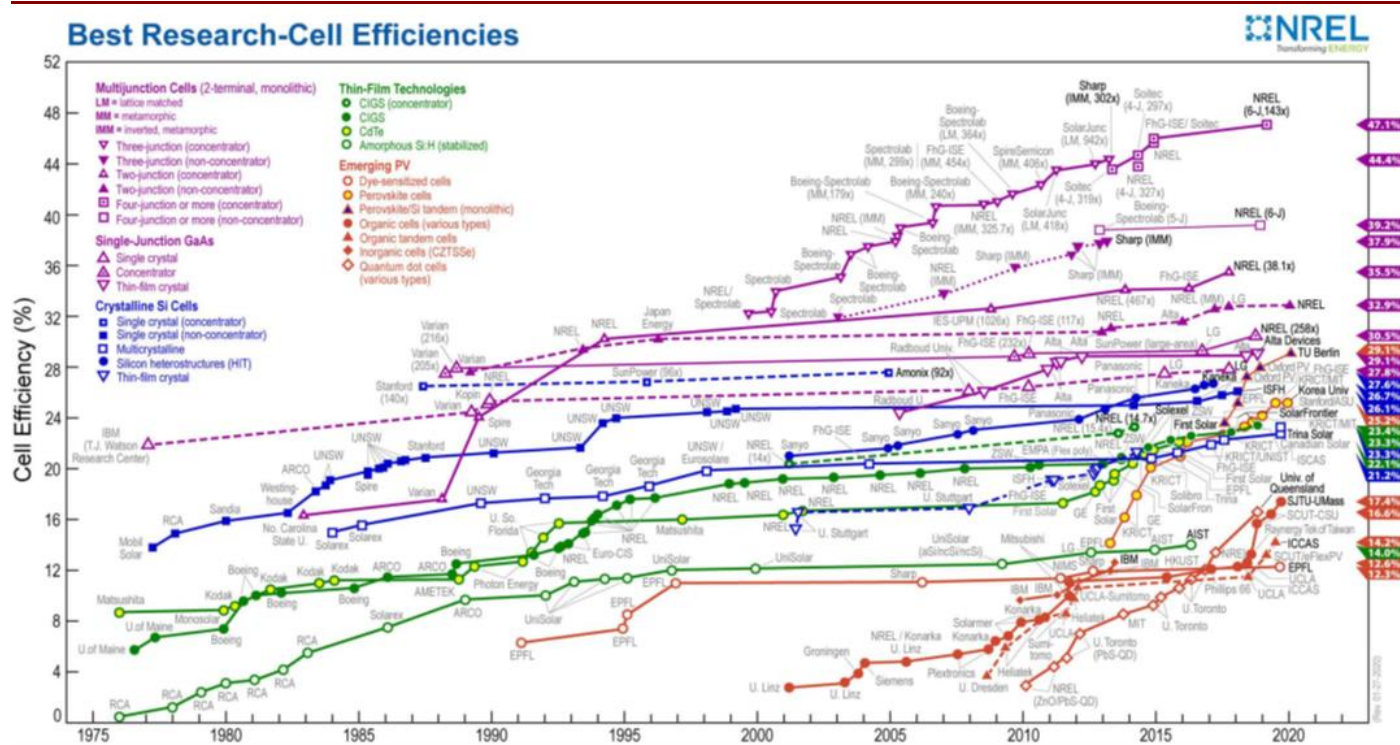
资料来源: wind、招商证券

二、资源向 HIT 聚集，提效降本有望加速

1、研发投入加大，效率提升有望加快

光伏电池量产效率提升空间依旧较大。当前全球光伏电池研发最高效率已经达到 47%，但量产的 PERC 电池平均效率只有 22.6%，量产效率和研发效率之间有巨大的差距，随着技术进步和成本下降，量产效率继续提升是大趋势。就单晶硅电池来看，效率极限预计在 27% 左右，技术类型为 HBC（HIT+IBC），如果升级到双结电池，效率极限预计在 35%，技术类型大概率是 Tandem（HIT+钙钛矿）。无论是单结还是双结，冲击效率极限都需要先做好 HIT 电池。

图 8：光伏转换效率提升进展图

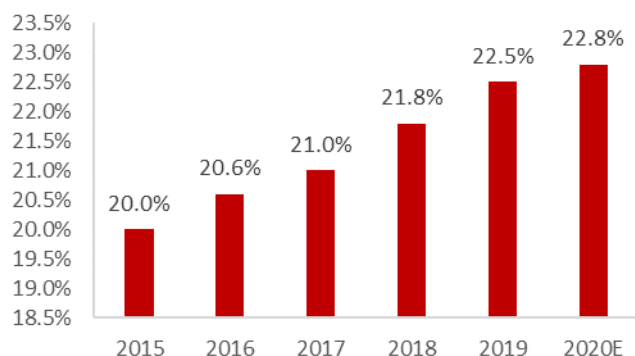


资料来源：NREL、招商证券

研发资源的导入对效率提升至关重要。当前占据绝对主流地位的 PERC 电池在 1989 年就已经诞生，发明人为澳大利亚著名光伏技术专家马丁·格林，但是 PERC 真正开始规模化量产是在 2015 年，当时金刚线革命带动单晶硅片成本大幅下降，单晶路线在性价比上开始超越多晶路线，PERC 强化了这一优势。当时 PERC 电池效率仅 20% 出头，通过 5 年的探索，今年量产效率已经接近 23%，平均每年提升 0.6%。PERC 电池的规模也从 0 增长到 2019 年底的 123GW，到今年底预计将达到 190GW，彻底完成对多晶的替代。

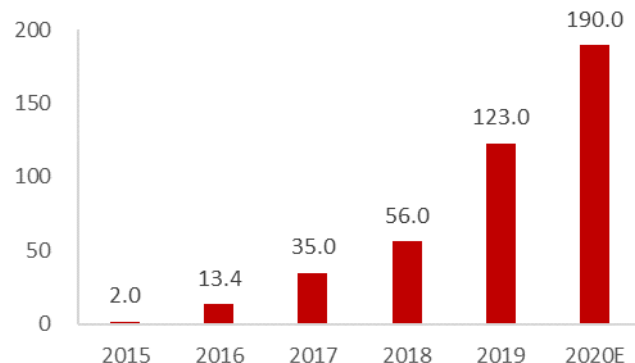
在效率提升的过程中，研发资源的导入至关重要，和 PERC 形成鲜明对比的是，由于多晶路线盈利较差，多晶路线上的研发资源越来越少，这导致多晶电池的效率提升陷入停滞，当前常规多晶电池的效率仅 19% 出头，落后 PERC 电池 3PCT 以上。当前 HIT 尚未大规模量产，研发资源远不如 PERC，随着规模增加，研发资源的导入有望加速 HIT 电池效率的提升，效率潜力在 25.5%-26.0%。

图 9 PERC 量产效率



资料来源：CPIA、招商证券

图 10 PERC 电池产能



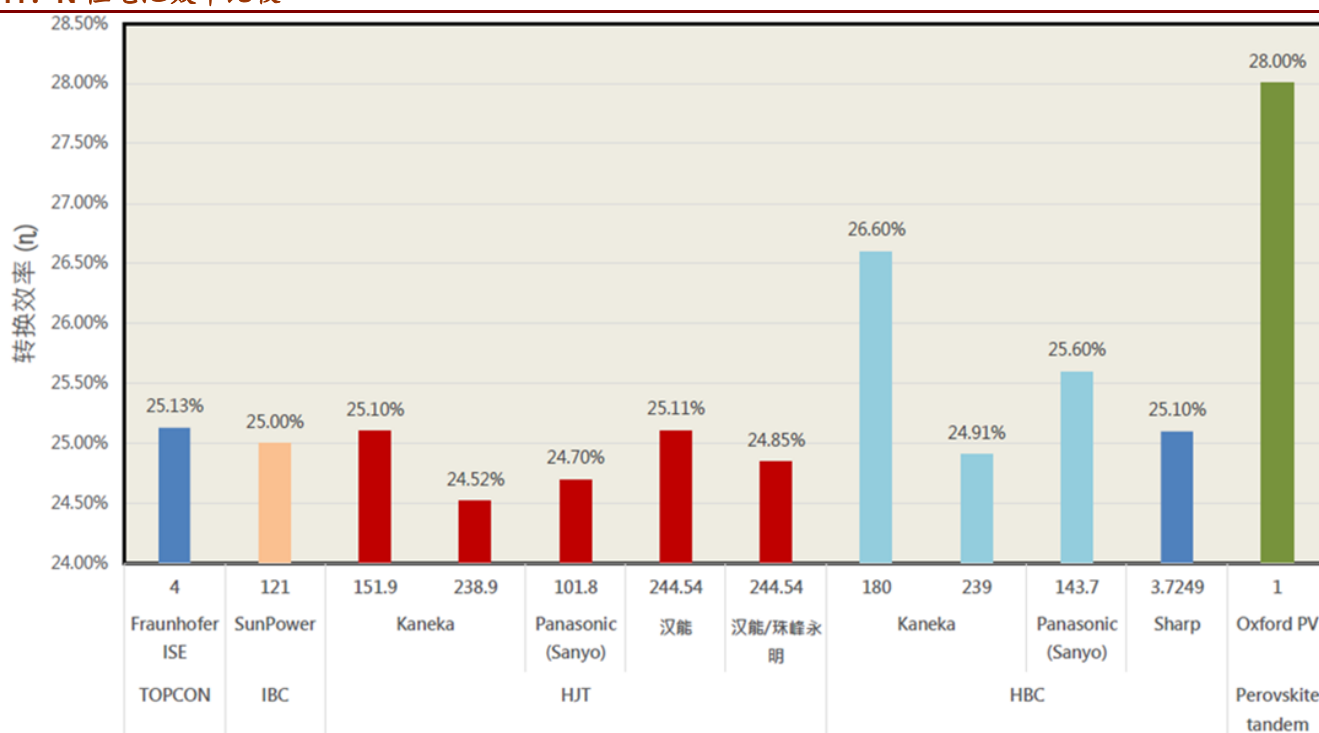
资料来源：CPIA、招商证券

HIT 研发效率已经站上 25%，量产效率站上 24%。当前全球 HIT 电池的研发效率世界纪录是汉能去年创造的 25.11%。叠加 IBC 之后，当前全球研发效率世界纪录是日本 Kaneka 创造的 26.6%，叠加钙钛矿做双结电池之后，当前全球研发效率最高的是英国牛津光伏的 28%。量产方面，海内外主流厂商在 24.0%-24.5%，工艺较为成熟，未来有望每年提升 0.5% 以上，潜力极限预计在 26%。

提效手段包括：

- 银浆、靶材等耗材品质的提升
- 制绒的改善
- 非晶硅薄膜的优化
- 窗口层的优化，碳硅氧合晶技术的成熟

图 11：N 性电池效率比较



资料来源：NREL、招商证券

2、HIT 队伍壮大，配套产业链降本即将启动

布局 HIT 的企业越来越多，产业化酝酿开启。当前全球最大 HIT 量产线规模仅 600MW，近两年新建产线以 100-200MW 的中试线为主。相较于去年，布局 HIT 的企业越来越多，已经超过 20 家，宣布了 GW 扩产规划的企业包括山煤国际、钧石能源、东方日升、爱康科技、中利腾辉、比太科技等，国产大流量低成本 PECVD 的突破将成为 HIT 产业化的发令枪。

表 3：全球主要 HIT 产线明细

	产能-MW	清洗制绒	非晶硅薄膜	TCO 导电膜	丝印	状态
REC	600	Exataq	梅耶博格	梅耶博格	迈为	在产
钧石	600	YAC	自制	自制	应材	在产
钧石	1000		自制	自制		筹备
晋能	60	YAC	应材	爱发科	迈为	在产
晋能	60	YAC	精曜	精曜 RPD	迈为	在产
晋能	100	YAC	应材	红太阳	应材	在建
汉能	120	YAC	理想能源	北儒	MB 老线	停机
通威成都	100	捷佳伟创	理想能源	捷佳伟创 RPD	捷佳伟创	在产
通威成都	200	YAC	应材	新格拉斯	应材	扩建
通威合肥	250	YAC	迈为	冯·阿登纳	迈为	在产
爱康科技	200	YAC	应材	捷佳伟创 RPD	应材	在建
爱康科技	1000					筹备
东方日升	60	YAC	理想能源	湖南宏大	应材	在产
东方日升	1500					筹备
爱旭股份	250	RENA	应材	冯·阿登纳	应材	在建
国电投	100	RENA	应材	冯·阿登纳	镀铜	在产
上彭	30	捷佳伟创	周星	爱发科	应材	停机
中智	160	新格拉斯	爱发科-CatCVD	冯·阿登纳	Microtech	复工
普兰特	60	新格拉斯	理想能源	新格拉斯	应材	在建
Ecosolifer	100	-	梅耶博格	梅耶博格	-	在产
3sun	200	新格拉斯	梅耶博格	梅耶博格	应材	在产
HEVEL	250	新格拉斯	欧瑞康改造	MB/冯·阿登纳	亚希	在产
日本松下	200	YAC	爱发科-CatCVD	住友 RPD	Microtech	在产
台湾新日光	30	YAC	精曜	精曜-RPD	应材	在产
长洲产业	50	YAC	梅耶博格	-	-	在产
山煤国际	10000	-	-	-	-	选型
阿特斯	200	-	-	-	-	选型
隆基股份	200	-	-	-	-	选型
比太科技	1000	YAC	自制	自制	金辰	选型
中利集团	1000	-	-	-	-	选型
上海电气						前期
中化能源						前期

资料来源：公开信息整理、招商证券

山煤 HIT 项目有望落地，GW 级产线有望出现。2019 年山煤国际公告拟建设 10GW 的 HIT 电池生产线，受疫情和集团合并影响，进度晚于预期，当前山西煤炭进出口集团（山煤国际控股股东）和山西焦煤集团合并已经完成，山煤 HIT 项目作为山西能源革命重点工程有望加快推进，GW 级别的设备招标有望出现，对推动设备国产化和降本有重要牵引作用，银浆、靶材等配套耗材的产业化降本也有望启动。

3、HIT 降本展望

降本思路：单瓦成本=单片成本/单片功率，一方面做低单片成本，另一方面做高效率；

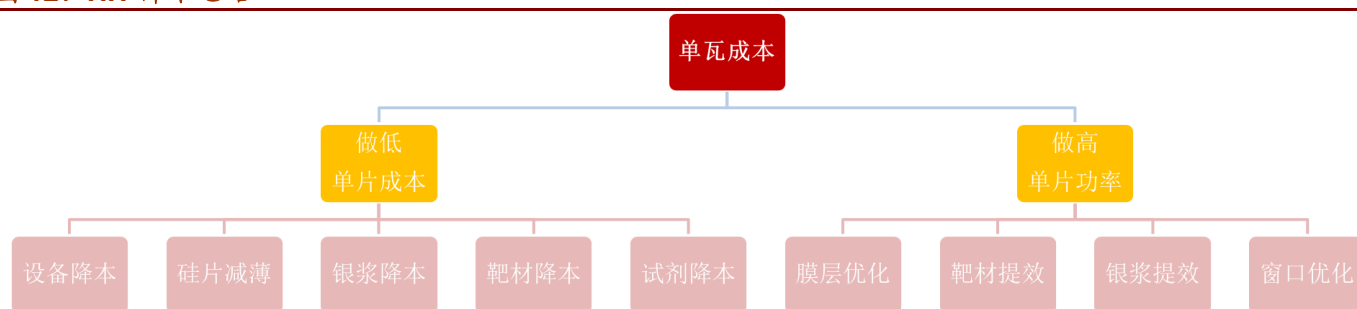
做低单片成本：

- 设备降本：同时降低折旧成本和财务成本，一举双得；
- 材料降本：硅片薄片化，清洗制绒试剂、靶材、银浆降本；
- 提高良率：HIT 自动化难度较大，尤其是节拍做高和硅片做薄之后，良率需要尽可能控制在 98% 以上；

做高单片功率：24%——26%.

- 钝化膜和窗口层优化；
- 靶材和银浆提质；

图 12：HIT 降本思路



资料来源：wind、招商证券

未来 3 年降本展望：

硅片成本：N 型硅片的硅料价格和加工成本都比 P 型略高，同等厚度下 N 型硅片价格比 P 型高约 7.2%，薄片化之后（150 微米左右）N 型和 P 型硅片价格基本打平，考虑到 HIT 约 1 个点的效率优势后，HIT 的硅料成本比 PERC 低约 2 分/瓦。HIT 是低温工艺，理论上硅片可以薄到 100 微米左右，但硅片、电池、组件制造工艺上有难度，预计两年内 N 型硅片厚度在 140-150 微米，随着制造工艺的进步，或许会往 120 微米去走。

银浆成本：主要跟银浆单耗和银浆价格有关。HIT 所用银浆为低温银浆，当前价格比 PERC 高温银浆贵约 20%，主要是量小，未来放量之后，低温银浆和高温银浆的价差预计可以控制在数百元以内。单耗方面，如果使用 MBB 印刷，210 毫克/片，如果使用 SWCT 智能串焊技术，可以控制在 100 毫克以内。预计 SWCT 会成为主流技术。按当前银浆价格计算，HIT 的银浆成本 0.18 元/瓦，如果使用 SWCT，银浆成本可以做到 0.07-0.08 元/瓦。

靶材成本：靶材在平板显示行业应用已经十分成熟，HIT 的靶材和平板靶材类似，当前价格约 3000 元/千克，消耗量约 120 毫克/片，沉积到腔体中的靶材可以回收，考虑回收之后靶材价格在 2200 元/千克。靶材成本可以控制在 5 分/瓦以内，潜力在 3 分/瓦。

表 4: HIT 降本路径展望

基于 M6 硅片	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4
硅片厚度-微米	150	150	140	140	130
硅锭长度-微米/千克	15658	15658	15658	15658	15658
钢线直径-微米	50	50	50	50	50
磨料损耗-微米	20	20	20	20	20
导轮槽距-微米	220	220	210	210	200
A 片率-片/千克	68	68	71	71	75
硅料价格-元/千克	63	70	65	63	62
硅料成本-元/片	0.82	0.92	0.81	0.79	0.74
拉晶成本-元/千克	30	30	30	30	30
切片成本-元/片	0.37	0.35	0.33	0.33	0.31
非硅成本-元/片	0.83	0.81	0.77	0.77	0.73
生产成本	1.65	1.73	1.58	1.56	1.46
硅片毛利率	30%	30%	30%	30%	30%
三费附加-元/片	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
完全成本-元/片	1.85	1.92	1.76	1.73	1.62
硅片不含税售价-元/片	2.36	2.47	2.26	2.22	2.09
硅片含税价格-元/片	2.67	2.79	2.55	2.51	2.36
电池面积-mm ²	27450	27450	27450	27450	27450
电池效率	24.0%	24.5%	25.0%	25.2%	25.5%
电池功率-W	6.59	6.73	6.86	6.92	7.00
硅片成本-元/瓦	0.36	0.37	0.33	0.32	0.30
设备投资-万元/GW	55000	50000	45000	40000	36000
厂房投资-万元/GW	20000	20000	20000	20000	20000
总投资-万元/GW	75000	70000	65000	60000	56000
折旧成本-万元/年	5867	5425	4982	4540	4186
折旧成本-元/瓦	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04
清洗制绒试剂-元/片	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
清洗制绒试剂-元/瓦	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
PECVD 气体成本-元/片	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
PECVD 气体成本-元/瓦	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
银浆消耗-毫克/片	210	200	170	150	140
银浆单价-元/千克	6300	6000	5900	5700	5300
银浆成本-元/片	1.17	1.06	0.89	0.76	0.66
银浆成本-元/瓦	0.18	0.16	0.13	0.11	0.09
靶材价格-元/千克	3000	2200	2100	2100	2100
单耗-毫克/片	120	120	120	120	120
靶材成本-元/片	0.32	0.23	0.22	0.22	0.22
靶材成本-元/瓦	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
人工成本-元/片	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
人工成本-元/瓦	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
动力成本-元/片	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
动力成本-元/瓦	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
其他成本-元/瓦	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
非硅合计-元/片	2.60	2.37	2.14	1.96	1.83
非硅合计-元/瓦	0.39	0.35	0.31	0.28	0.26
良率	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%
非硅成本-元/瓦	0.40	0.36	0.32	0.29	0.27
生产成本-元/瓦	0.76	0.72	0.65	0.61	0.56
期间费用-元/瓦	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
完全成本-元/瓦	0.84	0.79	0.71	0.67	0.62

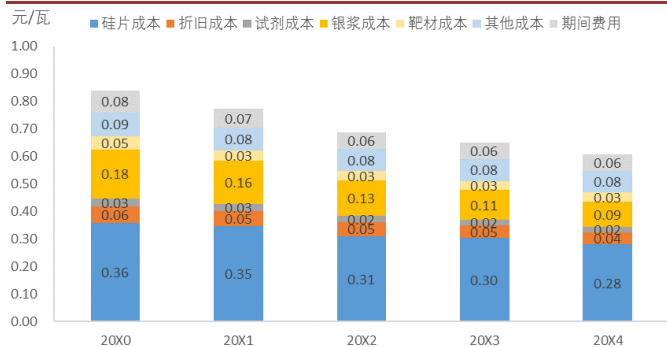
资料来源: wind、招商证券 注: 基于 GW 级工厂测算。

敬请阅读末页的重要说明

Page 12

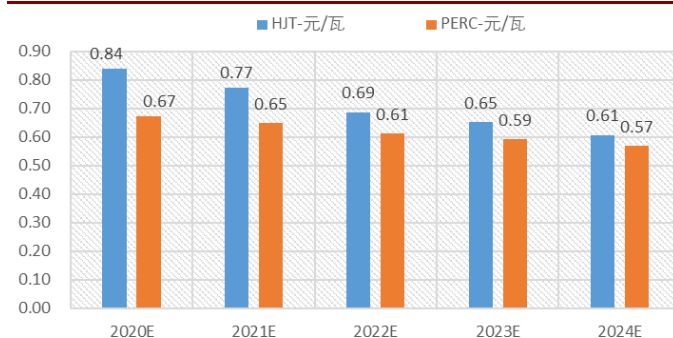
降本路径清晰，成本差逐渐缩小。按 GW 级产线和当前耗材价格计算，HIT 电池的不含税完全成本达到 0.84 元/瓦，当前 PERC（非硅按 0.23 计算）完全成本 0.67 元/瓦，HIT 比 PERC 高 0.17 元/瓦，随着设备降本和产业链配套的成熟，成本差预计每年缩小 4-5 分/瓦，5 年内缩小到 4 分/瓦，考虑到效率溢价、低温度系数溢价、低衰减溢价，HIT 的性价比超过 PERC 有比较大的可行性。

图 13 HIT 完全成本展望



资料来源：wind、招商证券

图 14 完全成本比较



资料来源：wind、招商证券

三、电池盈利空间打开，设备迎来崭新市场

1、电池盈利空间打开

HIT 电池具备高效率、低温度系数、低衰减、高双面率等优势，单瓦发电量较传统 PERC 电池高 10%-15%，因此具备更高的售价，较 PERC 电池溢价 0.3-0.4 元/W。

- 高效率：节省 BOM 和 BOS 成本，1%的效率差对应至少 6 分/W 的溢价。
- 低衰减：发电量多 5%，理论溢价 0.1 元/W+。
- 低温度系数：发电量多 5%，理论溢价 0.1 元/W+。
- 高双面率：等效功率多 10W，双面定价有待规范。

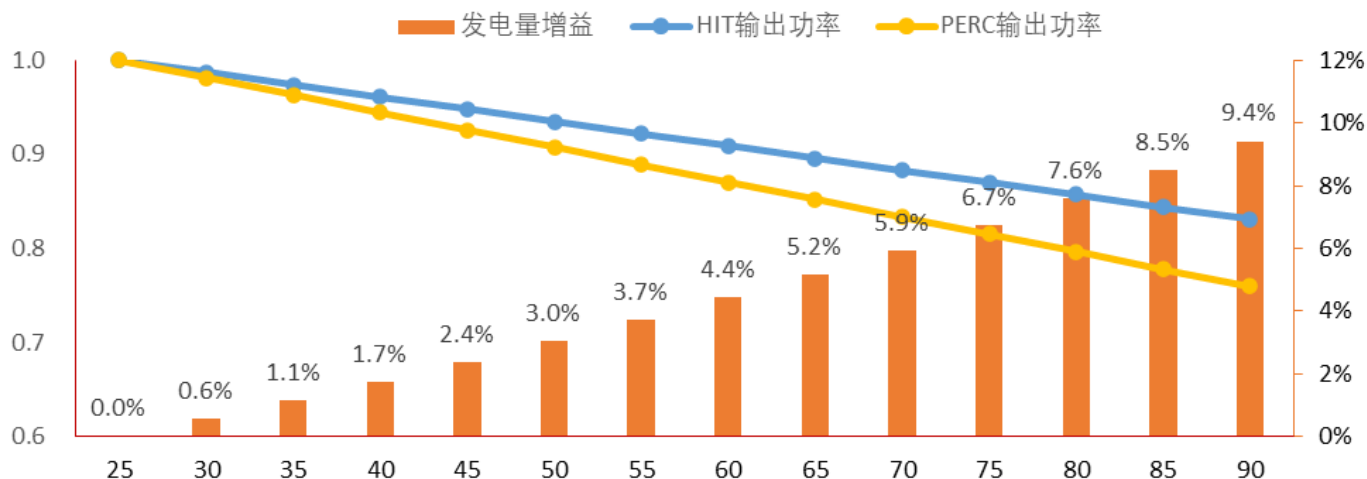
HIT 溢价存在差异。不同应用场景下，HIT 电池的溢价差异很大，整体来看，BOS 成本越高、温度越高、电价越高、发电小时越高的地区，HIT 的溢价越高，尤其对于欧美日等高 BOS 成本市场，中东印度巴西等热带高光照小时市场，HIT 的优势非常显著。

表 5：效率溢价测算

转换效率	22.8%	24.0%	24.2%	24.4%	24.6%	24.8%	25.0%	25.6%	25.8%	26.0%
电池面积-G1	25200	25200	25200	25200	25200	25200	25200	25200	25200	25200
电池功率-瓦/片	5.75	6.05	6.10	6.15	6.20	6.25	6.30	6.45	6.50	6.55
CTM-半片封装	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%
72 半片组件功率-瓦	412	433	437	441	444	448	451	462	466	469
组件全成本-元/块	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259
单瓦成本-元/瓦	0.63	0.60	0.59	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56	0.56	0.55
组件溢价-元/瓦		(0.03)	(0.04)	(0.04)	(0.05)	(0.05)	(0.06)	(0.07)	(0.07)	(0.08)
组件效率-瓦	412	433	437	441	444	448	451	462	466	469
面积相关 BOS-元/块	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
面积相关 BOS-元/瓦	0.90	0.86	0.85	0.84	0.83	0.83	0.82	0.80	0.80	0.79
电站溢价-元/瓦		(0.04)	(0.05)	(0.06)	(0.07)	(0.07)	(0.08)	(0.10)	(0.10)	(0.11)
合计溢价-元/瓦		(0.08)	(0.09)	(0.10)	(0.11)	(0.12)	(0.13)	(0.17)	(0.18)	(0.19)

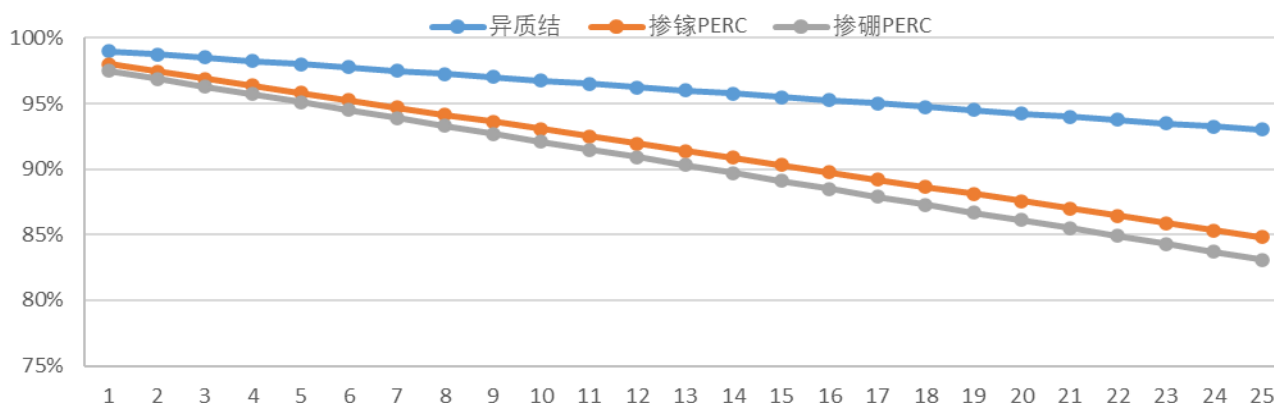
资料来源：wind、招商证券

图 15：HIT 低温度系数带来约 5%发电量增益



资料来源：wind、招商证券

图 16: HIT 低衰减带来约 5%发电量增益



资料来源: wind、招商证券

图 17 低衰减溢价测算

溢价	发电小时						
	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
0.25	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11
0.30	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13
0.35	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15
0.40	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
0.45	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.19	0.20
0.50	0.15	0.16	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22
0.55	0.16	0.18	0.19	0.20	0.22	0.23	0.24

资料来源: wind、招商证券

图 18 低温度系数溢价测算

溢价	发电小时						
	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
0.25	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12
0.30	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15
0.35	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
0.40	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.19	0.20
0.45	0.15	0.16	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22
0.50	0.16	0.18	0.19	0.20	0.22	0.23	0.24
0.55	0.18	0.19	0.21	0.22	0.24	0.25	0.27

资料来源: wind、招商证券

电池盈利空间打开。此次电池跌价之前, PERC 电池报价 0.95 元/W, 对应 HIT 电池报价 1.5 元/瓦, 当前 PERC 电池报价已经下落到 0.80 元/W, 跌幅相同的话 HIT 电池报价 1.35 元/W, 溢价 0.55 元/W。当前 HIT 电池尚未放量, 主要应用在高端市场, 因此溢价较高, 考虑 HIT 放量之后, 溢价大概率会压缩到 0.3-0.4 元/W, 对应电池价格在 1.1-1.2 元/瓦。相比 0.8 元/W 的完全成本, 电池的利润空间扩大到 0.2 元/W 左右。

表 6: HIT 打开电池厂盈利空间

盈利测算	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4
HIT 电池价格-元/瓦	1.20	1.12	1.00	0.93	0.85
HIT 完全成本-元/瓦	0.84	0.77	0.69	0.65	0.61
利润-元/瓦	0.22	0.22	0.20	0.17	0.14
所得税率	15%	15%	15%	15%	15%
净利-元/瓦	0.19	0.18	0.17	0.15	0.12

资料来源: wind、招商证券

2、设备迎来崭新市场

HIT 扩产节奏估算。参考 PERC, 2015 年 2GW, 2016 年 13GW, 2017 年 36GW, 2018 年 58GW, 2019 年 123GW, 2020 年预计年底 190GW。预计 2020-2025 年 HIT 新增产能分别为 2/6/20/60/80/100GW, 累计产能分别为 4/10/30/90/170/270GW。

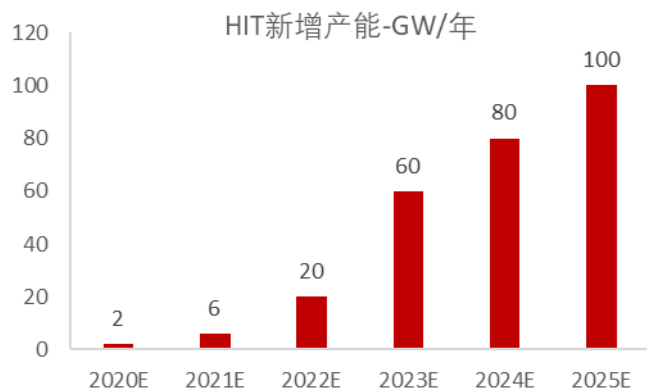
2020 年: 山煤项目大概率落地, 年底形成 GW 级产能, 此外数条中试线投产。

2021 年：山煤项目验证国产设备可行性和 HIT 的性价比，一旦确认，山煤继续扩张，其他电池厂或者产业外资本开始按照 1GW 产线上产能，预计 6GW 左右。

2022 年：产业链降本快速推进，设备降到 4 亿左右，数 GW 级别的单体工厂出现。

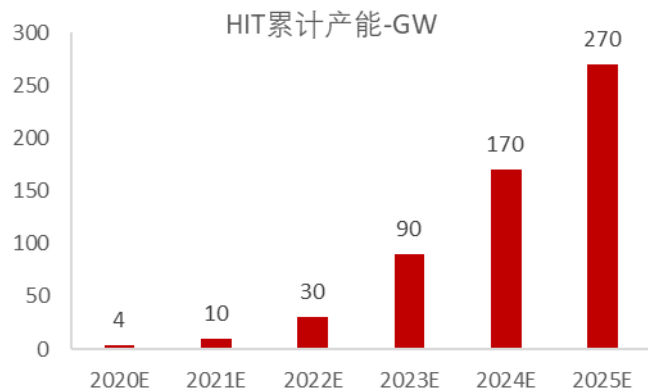
2025 年：光伏的年度需求有望增长到 250-300GW 级别，HIT 成为主流。

图 19 HIT 新增产能展望



资料来源：wind、招商证券

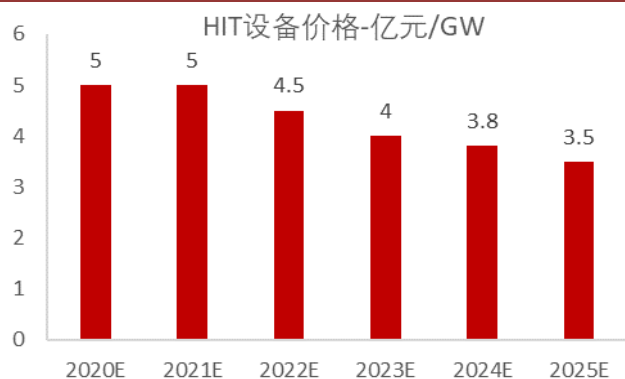
图 20 HIT 累计产能展望



资料来源：wind、招商证券

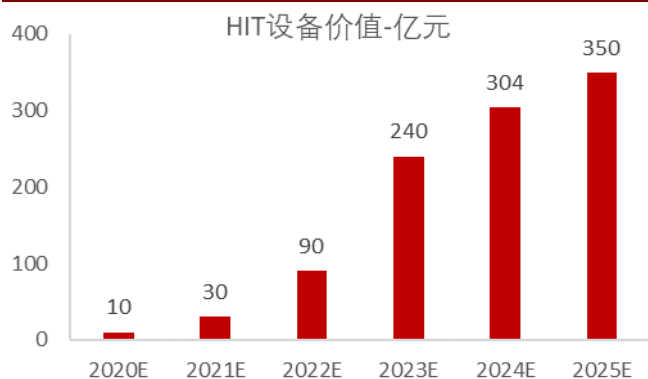
设备厂迎来产能更新盛宴。由于 PERC 无法升级到 HIT，电池厂将开启新一轮的资本开支周期，设备价格预计从 5 亿先降到 4 亿，未来有潜力降到 3.5 亿，对应 2020-2025 年设备产值 10/30/90/240/304/350 亿元。按照 20% 的光伏设备正常销售净利率计算，对应净利空间分别为 1.8、5.3、15.9、42.5、53.8、61.9 亿元，假设 HIT 装备龙头企业拿下 50% 的市场份额，第二大企业拿下 30% 市场份额，高峰期的净利在有望在 20 亿以上，龙头市值空间可以看到 300 亿，老二可以看到 200 亿。迈为股份和捷佳伟创综合实力最强，有望成为设备双雄。金辰股份引入梅耶博格技术人员，并联合海外技术专家进行联合研发，也有望分享设备市场。

图 21 HIT 设备价格展望



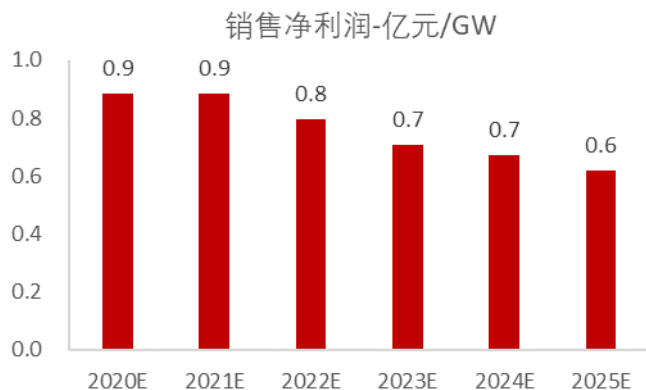
资料来源：wind、招商证券

图 22 HIT 设备产值展望



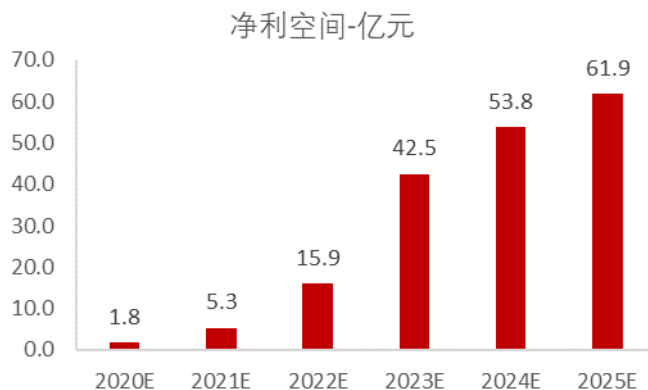
资料来源：wind、招商证券

图 23 HIT 设备 GW 净利展望



资料来源：wind、招商证券

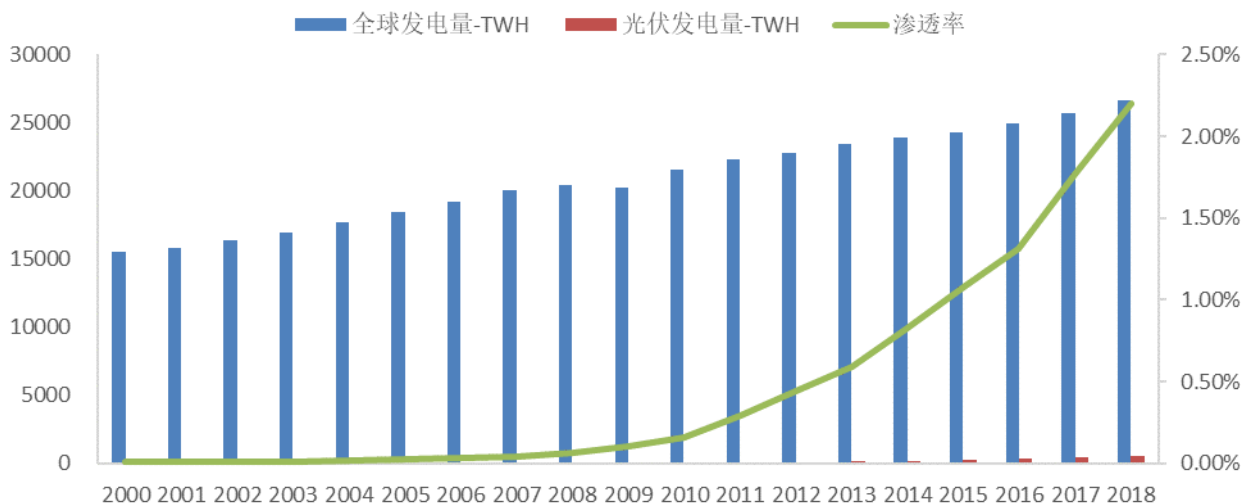
图 24 HIT 设备净利空间展望



资料来源：wind、招商证券

光伏设备是个具备长期成长性的优质赛道。根据 BP 世界能源统计数据，2018 年全球光伏渗透率仅 2.2%，如果全部使用光伏发电，需要 22216GW 光伏装机，是 2018 年底光伏装机的 45 倍。过去 10 年全球电力增速均值 3%，如果增量市场都给光伏，光伏每年的新增市场还有 600GW 以上。当前光伏组件价格已经下降到 1.55 元/瓦，未来在新技术的推动下还将继续下降，光伏在全球大多数地区都已经成为最具竞争力的发电方式，当前年度新增装机仅 100-120GW，未来有望增长到 200-300GW，未来随着储能技术的进步，还有更大的上升空间。对应电池产能也会继续扩张，因此光伏设备是个具有长期成长性的优质赛道，这个赛道上大概率会孕育出 1-2 家顶尖企业。

图 25：光伏全球渗透率依旧很低



资料来源：wind、招商证券

四、结论与投资建议

HIT 有望成为未来主流技术路线。从技术路线来看，未来 3 年内，PERC、TOPCon、HIT 大概率会共存，TOPCon 延续存量 PERC 产能的生命，HIT 开辟新的利润点，没有包袱的新进入者会直接扩 HIT。3 年后 HIT 大概率胜出，逐步淘汰其他。5 年后，HIT+钙钛矿做 Tandem 叠层电池，目前钙钛矿主要是材料的问题，学术界和产业界攻关较多，解决的可能性较大，一旦解决 HIT 的高电压叠加钙钛矿带来的高电流将推动电池效率站上 28%，最终潜力在 35% 左右。

技术进步将推动光伏产业装机进一步增长，产业链整体受益，建议积极布局。

硅片环节：推荐 N 型硅片龙头隆基股份，公司竞争力强大且清晰，HIT 也在布局。

电池环节：推荐通威股份，公司在 HIT 研发上走在行业前列；推荐山煤国际，公司凭借焦煤集团强大资源支撑大手笔转型 HIT；推荐东方日升，公司积极布局 HIT。

设备环节：推荐捷佳伟创、迈为股份（机械联合）、金辰股份，未上市公司建议关注常州比太科技。

银浆环节：建议关注苏州晶银和常州聚合。

表 7：重点推荐标的盈利预测

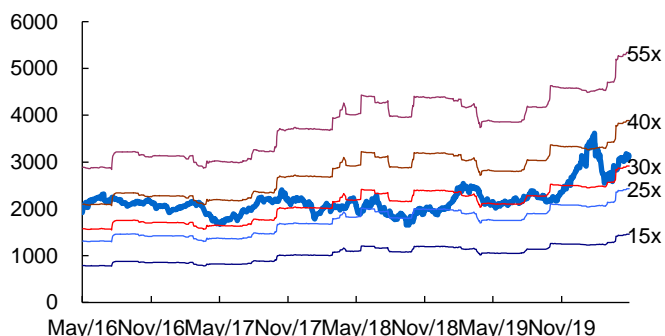
	股价	19EPS	20EPS	21EPS	20PE	21PE	PB	评级
隆基股份	30.85	1.40	1.60	2.00	19.3	15.4	4.0	强烈推荐-A
通威股份	13.09	0.68	0.64	0.86	20.5	15.2	2.6	强烈推荐-A
山煤国际	10.68	0.59	0.58	0.68	18.4	15.7	3.2	强烈推荐-A
东方日升	12.43	1.08	1.26	1.59	9.9	7.8	1.3	强烈推荐-A
捷佳伟创	64.48	1.19	1.82	2.38	35.4	27.1	7.7	强烈推荐-A
迈为股份	206.80	4.76	6.87	9.22	30.1	22.4	7.5	强烈推荐-A
金辰股份	21.28	0.57	0.82	1.02	26.0	20.9	2.4	未有评级

资料来源：wind、招商证券 注：部分公司盈利预测参考万得一致预期

风险提示：

- **疫情得不到有效控制。**光伏 70% 需求在海外，欧美是核心市场，如果疫情得不到有效控制，海外需求很可能难以恢复，制约光伏产业回暖。
- **HIT 产业化低于预期。**HIT 设备降本依赖于设备工艺的创新和配套零部件的国产化，如果低于预期，设备价格会高于预期，导致产业化进展较慢。

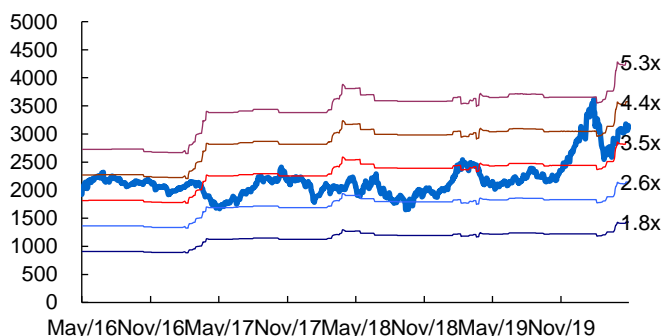
图 26：新能源行业历史 PEBand



资料来源：贝格数据、招商证券

敬请阅读末页的重要说明

图 27：新能源行业历史 PBBand



资料来源：贝格数据、招商证券

参考报告:**行业报告:**

光伏系列报告(三十一): 行业集中度继续提升, 头部企业竞争力更强 2020-5-9

光伏系列报告(三十): OCI 韩国多晶硅产能将退出, 全球份额加速向国内龙头集中

光伏系列报告(二十九): HIT 不断得到认可, 产业化进程或加速 2020-1-4

光伏系列报告(二十八): 产业化加速, HIT 电池片技术正酝酿着突破 2019-12-15

光伏系列报告(二十七): 2020 年海外需求可见度较高, 行业正在新一轮大发展前夜

光伏系列报告(二十六): 国内 2020 年有望高增长, 行业正在新一轮大发展前夜

光伏系列报告(二十五): REC 新加坡 HIT 开始量产, 产品数据超预期 2019-10-14

光伏系列报告(二十四): 山煤国际拟携手钧石能源发展异质结电池业务 2019-7-26

光伏系列报告(二十三): 异质结产业化加快, 2020 可能是产业元年 2019-7-24

个股深度报告:

爱旭股份(600732): 电池双雄之一, 效率成本领先同行 2020-5-4

晶澳科技(002459): 业绩稳健增长, 定增加速扩张 2020-4-29

东方日升(300118): 业绩快速增长, 海外 EPC、异质结有望带来增长新动力 2020-4-26

隆基股份(601012): 业绩超预期, 疫情加速竞争格局优化 2020-4-24

通威股份(600438): 硅料电池加速出清, 疫情后盈利水平有望快速恢复 2020-4-22

分析师承诺

负责本研究报告的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了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。

游家训：曾就职于国家电网公司上海市电力公司、中银国际证券，2015 年加入招商证券，现为招商证券电气设备新能源行业首席分析师。

普绍增：上海财经大学硕士，2017 年加入招商证券，覆盖工控自动化与信息化产业。

刘珺涵：美国克拉克大学硕士，曾就职于台湾元大证券，2017 年加入招商证券，覆盖新能源汽车上游产业。

刘晓飞：南开大学硕士，2015 年加入招商证券，覆盖光伏产业。

赵 旭：中国农业大学硕士，2019 年加入招商证券，覆盖风电和新能源汽车。

投资评级定义

公司短期评级

以报告日起 6 个月内，公司股价相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

强烈推荐：公司股价涨幅超基准指数 20%以上

审慎推荐：公司股价涨幅超基准指数 5-20%之间

中性：公司股价变动幅度相对基准指数介于±5%之间

回避：公司股价表现弱于基准指数 5%以上

公司长期评级

A：公司长期竞争力高于行业平均水平

B：公司长期竞争力与行业平均水平一致

C：公司长期竞争力低于行业平均水平

行业投资评级

以报告日起 6 个月内，行业指数相对于同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

推荐：行业基本面向好，行业指数将跑赢基准指数

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随基准指数

回避：行业基本面向淡，行业指数将跑输基准指数

重要声明

本报告由招商证券股份有限公司（以下简称“本公司”）编制。本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告基于合法取得的信息，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。除法律或规则规定必须承担的责任外，本公司及其雇员不对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。

本报告版权归本公司所有。本公司保留所有权利。未经本公司事先书面许可，任何机构和个人均不得以任何形式翻版、复制、引用或转载，否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。