

2021年1月28日

金瑞网站：www.jrqh.com.cn

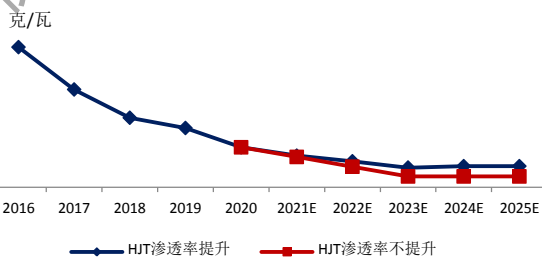
客服热线：400-888-8208

研究目的及意义：白银在光伏电池中应用于电池片的正面和背面，承载电极导电的功能。随着光伏在全球范围内新增装机量的提升，白银在光伏消费及整个工业需求中表现如何？白银供需边际变化又暗含怎样的机会？本文将从白银需求的关键变量出发，一窥究竟。

核心观点：

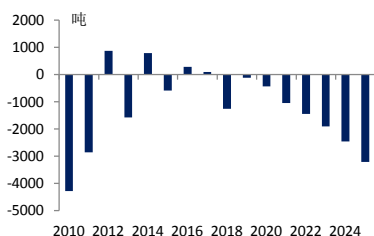
- 过去5年全球光伏装机量保持年均25%的高复合增速，然而光伏白银需求没有显著增长，主要是因为光伏单位耗银量大幅下降。未来技术路线优化，光伏效率持续提升，单位耗银下降空间有限，加上光伏装机增速进一步提升，光伏白银需求将进入高速增长长期。
- **高耗银技术路线电池渗透率提升，光伏单位用银量下降空间有限。**目前占据市场主流的P型电池单位耗银持续下降，另一种高耗银技术路线的HJT电池光电转换效率更高，将成为未来主要发展的技术路径，其单位银浆消耗是当前主流P型电池片的2.5-3倍。HJT电池市占率将提升，致使光伏电池单位用银量下降空间有限。

HJT渗透率提升致单位用银下降空间有限



- **光伏平价上网叠加政策扶持，光伏装机量迎来高速增长长期。**得益于技术进步带来的硅片成本大幅下降，光伏度电成本经历了大幅的下降，2020年度电成本0.72元，已接近城市居民用电价格。中国和欧盟提出碳中和目标，加快推进风光清洁能源使用占比。美国新任总统拜登，也将投入3000亿美元，大力主张新能源基建建设。预计未来5年，全球光伏年均新装机量达到216GW，在2025年新装机量达到278GW，较2020年增加122% (+153GW)。
- **光伏推动白银工业需求，白银现货形成供需缺口。**预计光伏白银消费未来5年保持年均218吨的增量，到2025年光伏的白银消费达到5838吨，比2020年高出97% (+2876吨)。供给端则因矿产银和再生银增量不多，白银现货将会形成一定的供需缺口。2021年将会短缺1049吨，到了2025年，供需缺口将会达到3209吨。
- **白银供需形成缺口，叠加投资需求追赶黄金，金银比将开启下行通道。**白银价格中枢主要跟随黄金价格，而与黄金投资需求的差异和白银现货供需影响将左右金银比价（金价/银价）的走势。贵金属价格已行至接近三年景气周期尾部，白银投资需求开始追赶黄金，将有利于金银比价下行。此外随着白银供需由紧平衡向着短缺过渡，也将助推金银比价下行。2021年金银比将开启向下修复的趋势，我们建议关注做空金银比的投资机会。

■ 白银供需平衡



金瑞期货研究所

研究员：杜飞

从业资格号：F3051786

投资咨询号：Z0016087

电话：0755-82717367

邮箱：dufei@jqqh.com.cn

请务必阅读正文之后的免责条款部分

一、背景

在光伏产业链中，白银主要用于光伏电池正面电极的，与电池 N 型区接触的电极，称之为正银；而应用于电池负极的，即与 P 型区接触的电极，称之为背银，两者合称为光伏银浆。白银是光伏产业中重要的辅材，随着光伏在全球范围内新增装机量的提升，白银的工业消费量也将迎来较大的增长。

以光伏为代表的清洁能源产业和政策息息相关，此前光伏行业处于发展不成熟期，和传统电力相比，成本较高。光伏产业链企业主要依靠政策补贴维持运营，但是发展十几年过去了，光伏发电迎来了平价上网的转折之年。2021 年大概率开启平价上网时代，光伏发电成本的持续下降以及投资成本的持续下降，将是短期可见可为的事情。

另一方面，国内在 2060 年实现“碳中和”的目标也提上日程，光伏、风能等清洁能源也获得政策的大力支持。2020 年 12 月 15 日，生态环境部应对气候变化司司长表示，“十四五”、“十五五”期间，我国将进一步大力发展风电、太阳能发电。到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。

欧美方面，欧盟减排目标逐渐提升，2020 年 9 月《2030 年气候目标计划》中指出可再生资源占终端能源消费量比重在 2030 年前达到 38%-40%。而美国因为拜登当选新任总统，也大力主张新能源基建建设，预计会有 3000 亿美元投入到清洁能源和基础设施基金中来。

随着光伏在国内外价格竞争力提升，各国政府大力扶持，光伏设备在全球范围内安装规模将会持续上升。

二、光伏银浆产业链——技术路径提升白银消费

2.1 白银主要用于光伏电池片的正面电极

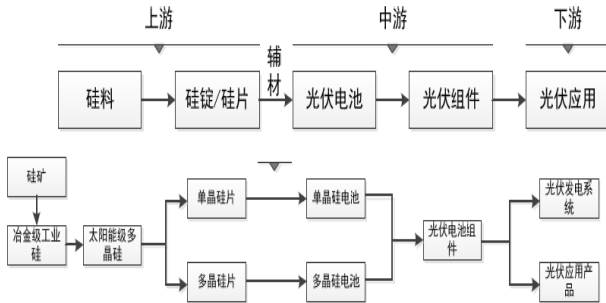
从光伏产业链来看，光伏发电组件生产环节主要包含 4 个环节：从硅料——硅片——电池——组件。其中每个环节的生产过程中都涉及一些辅材的使用，其中浆料为硅片向电池生产环节中所以使用的核心辅材。其作用在于印刷在电池片表面，用于收集和传导电池片表面的电流。在光伏产业链中，白银主要用于光伏电池正面电极的，与电池 N 型区接触的电极，称之为正银；而应用于电池负极的，即与 P 型区接触的电极，称之为背银，两者合称为光伏银浆。

太阳能电池使用的厚膜导体浆料分为三种：受光面的正面银浆、背光面的背面银浆和背面铝浆三种。导体浆料经过丝网印刷后分别印制在硅片的两面，烘干后经共烧结，形成硅太阳能电池的两端电极。

图表 1 光伏产业链

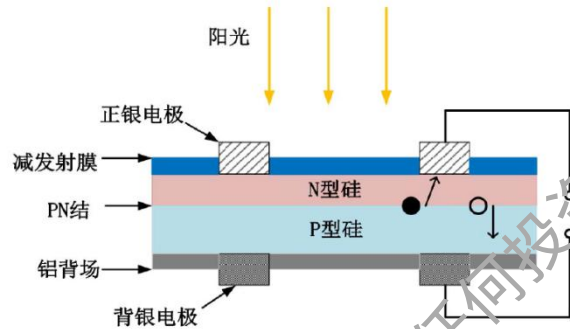
图表 2 白银在光伏电池中的应用部位

光伏产业链



资料来源：帝科股份，金瑞期货

硅太阳能电池发电原理



资料来源：帝科股份，金瑞期货

2.2 电池板单位用银量降低，但是降幅收窄

2019年P型电池银浆单耗量为115mg/片，同比下滑8.2%，其中正面单耗为83mg，背面银浆单耗量为32mg/片，N-PERT/TOPCon电池正面使用的银铝浆料（95%银）消耗量为95mg。预计到2022年P型正面单耗下降到75mg/片，进一步下降幅度相对有限。

而作为另一种技术路线的HJT电池，因可以双面受光，能量转换效率较高，最高可达到接近26%。HJT是未来主要发展的技术路径，预计市场占有率也会有较大提升。HJT电池双面印刷银浆，加上工艺中部分消耗，HJT电池的单位银浆消耗是当前主流PERC电池片的2.5-3倍。HJT电池片因本身单位耗银量高，和市占率提升，光伏电池用银需求量不会有太大的下降空间。

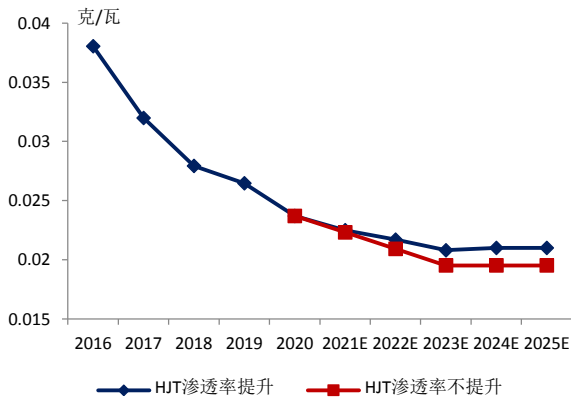
表格 1 不同类型电池片对比

电池类型	P型PERC电池	N-PERT/TOPCon电池	HJT
释义	法神机致化和背面接触——利用特殊材料在电池片背面形成钝化层作为背反射器。	隧穿氧化层钝化接触——在电池背面制备一层超薄氧化硅，然后再沉积一层掺杂硅薄层，二者共同形成钝化接触结构	具有本征非晶层的异质结——电池片里同时存在晶体和非晶体级别的硅，非晶硅的出现能更好地实现钝化效果。
成本	偏低	偏低	偏高
用银量	95mg/片	80 mg/片	约为 PERC 电池用银量的 2.5-3 倍
发电效率	22.3%	22.7%	23%
市占率	65%	2-3%	<1%
2025 年市占率 (预	70%	15%	8%

计)

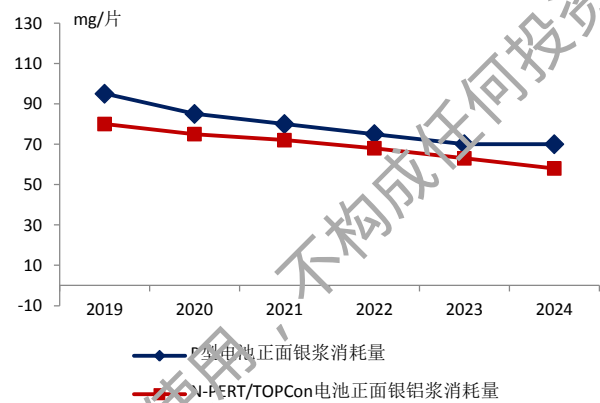
资料来源：中国光伏行业协会，金瑞期货

图表 3 HJT 渗透率提升致单位用银降幅缩窄



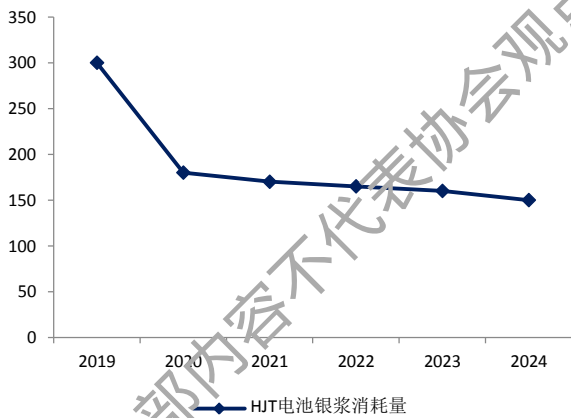
资料来源：世界白银协会，Wind，金瑞期货

图表 4 P 型 PERC 用银进一步下降幅度有限



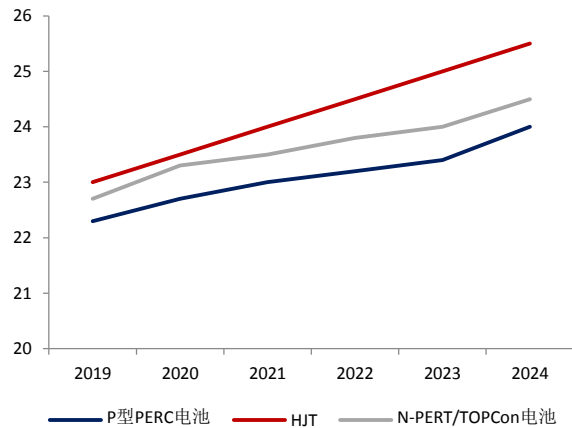
资料来源：中国光伏行业协会，金瑞期货

图表 5 HJT 电池银浆消耗量较高



资料来源：光伏行业协会，金瑞期货

图表 6 HJT 电池转换效率最高



资料来源：光伏行业协会，金瑞期货

三、光伏平价上网，进入高速增长期

3.1 海内外共同推进碳中和目标，清洁能源发展潜力大

以光伏为代表的清洁能源产业和政策息息相关，此前光伏行业处于发展不成熟期，和传统电力相比，成本较高。光伏产业链企业主要依靠政策补贴维持运营，但是发展十几年过去了，光伏发电迎来了平价上网的转折之年。2021 年大概率开启平价上网时代，光伏发电成本的持续下降以及投资成本的持续下降，将是短期可见可为的事情。

另一方面，国内在 2060 年实现“碳中和”的目标也提上日程，光伏、风能等清洁能源也获得政策的大力支持。2020 年 12 月 15 日，生态环境部应对气候变化司司长表示，“十四五”、“十五五”期间，我国将进一步大力发展风电、太阳能发电。到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。

欧美方面，欧盟减排目标逐渐提升，2020 年 9 月《2030 年气候目标计划》中指出可再生资源占终端能源消费量比重在 2030 年前达到 38%-40%。而美国因为拜登当选新任总统，也大力主张新能源基建建设，预计会有 3000 亿美元投入到清洁能源和基础设施基金中来。

随着光伏在国内外价格竞争力提升，各国政府大力扶持，光伏设备在全球范围内安装规模将会持续上升。

表格 2 国内光伏政策梳理

时间	项目	内容
2017 年	光伏发展进入快车道	2017 年 10 月 31 日，发布《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、用电稳定的企业。
		2017 年 12 月 22 日，下发了《关于 2018 年光伏发电项目价格政策的通知》，要求 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，补贴标准调整为每千瓦时 0.37 元（含税）。
2018 年	光伏政策收紧	2018 年 5 月 31 日，引发《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》。在电价上确定“两下调”原则，对光伏建设规模进行缩减。 2018 年 11 月 2 日，国家能源局召开的关于太阳能发展“十三五”规划中期评估的成果座谈会上，明确提出 2022 年前国家会持续提供补贴，2019 年光伏行业相关政策则会加速出台，将大幅提高“十三五”光伏建设目标。
2019 年	全国性竞价	2019 年 5 月 30 日，国家能源局正式下发了《2019 年光伏发电建设管理工作方案》，2020 年完全沿用该管理方案。该政策在之前的省内净价、领跑者净价经验的基础上，为了在补贴限定的情况下，实现最大规模的装机量，保障行业的发展，实行了“全国性竞价”

2019年	平价上网	国家发改委、国家能源局联合下发《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，推动光伏平价上网。
2020年	十四五规划	2020年12月15日，生态环境部应对气候变化司司长表示，“十四五”、“十五五”期间，我国将进一步大力发展风电、太阳能发电。到2030年，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。

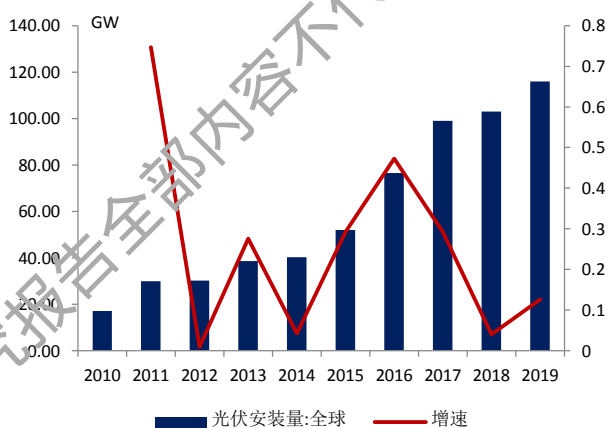
资料来源：索比光伏网，金瑞期货

表格 3 海外光伏政策

时间	内容
欧洲	减排目标逐渐提升，2020年9月《2030年气候目标计划》中指出可再生资源占终端能源消费量比重在2030年前达到38%-40%。
美国	拜登当选以后将宣布重新加入《巴黎协定》，2020年11月18日，美国太阳能行业协会向拜登建议，取消特朗普对进口设备加征关税，并提出通过立法来延长一份针对太阳能产业的、关键性联邦税收抵免政策； 拜登短期执政计划：短期每年花费5000亿美元来实现联邦政府的100%清洁能源以及零排放车辆的采购； 拜登长期执政计划：未来十年内对能源、气候研究和创新，以及清洁能源的基础设施建设进行4000亿美元的投资。

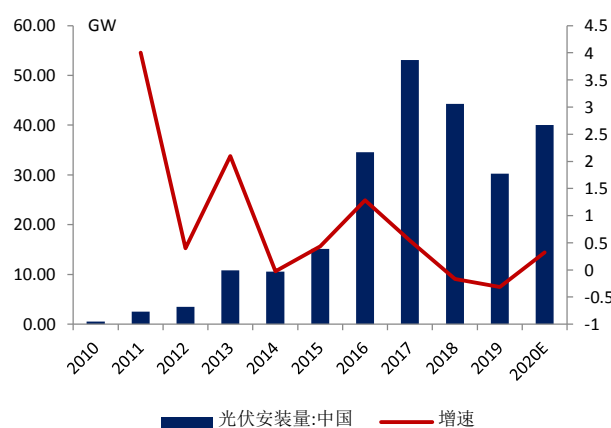
资料来源：网络，金瑞期货

图表 7 全球光伏装机量逐年走高



资料来源：Wind，金瑞期货

图表 8 国内光伏装机量迎来反转



资料来源：Wind，金瑞期货

3.2 光伏成本下降，补贴逐步正常化退坡

从国内补贴强度看，单个项目最低补贴强度为 0.0001 元/度，加权平均度电补贴强度约为 0.033 元/度（相比 2019 年的 0.065 元/度降低 0.032 元/度），其中普通光伏电站及全额上网分布式项目平均度电补贴强度 0.033 元/千瓦时（相比 2019 年的 0.0698 元/度降低 0.0368 元/度），自发自用、余电上网分布式项目平均度电补贴强度 0.03 元/度（相比 2019 年的 0.0404 元/度降低 0.0104 元/度）。

从电价降幅区间看，电价降幅大于 0.1 元/千瓦时的项目装机容量为 351.36 万千瓦；电价降幅在 0.08 到 0.1（含）元/度之间的项目装机容量为 641.031 万千瓦；电价降幅在 0.06 到 0.08（含）元/度之间的项目装机容量为 1124.1464 万千瓦；电价降幅在 0.04 到 0.06（含）元/度之间的项目装机容量为 479.3834 万千瓦；电价降幅在 0.02（含）元/千瓦时以下的项目装机容量为 0.8 万千瓦。

表格 4 国内光伏补贴需求减弱

时 间	加权平均补贴强度 (元/度)	普通光伏及全额上网平均补 贴强度(元/度)	自发自用、余电上网分布式项目 补贴强度(元/度)
2019	0.065	0.0698	0.0404
2020	0.033	0.033	0.03

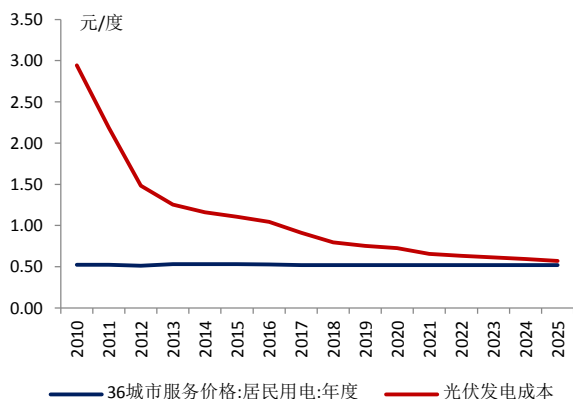
资料来源：中国能源局，金瑞期货

硅料技术进步是光伏成本下降的主要推动力

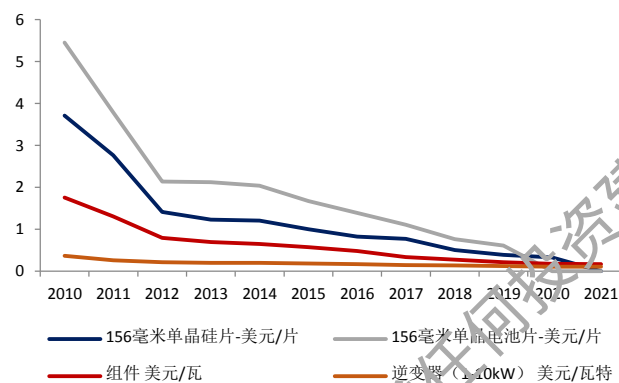
从彭博能源财经给出的数据可以看出，光伏度电成本经历了大幅的下降，2010 年度电成本为 2.94 元，而到了 2020 年降至了 0.72 元，10 年之间降幅为 76%。光伏发电成本大幅降低，主要是得益于光伏装机组件成本的降低。而在光伏组件中，硅片是主要占据主要成本，占比为 50-70%。而在过去十年中，光伏产业链经历了技术变革，西门子冷凝法提取硅料的工艺大规模市场化应用，以及金刚线切片技术的进步，硅片成本大幅下降，使得光伏组件平价上网成为可能。全球 156 毫米单晶硅片平均成本从 2010 年的 3.71 美元/片，降至 2020 年的 0.32 美元/片，10 年之间的降幅达到了 91%。

图表 9 光伏发电接近平价

图表 10 硅料成本大幅下降推动光伏装机成本下降



资料来源: BloombergNEF, Wind, 金瑞期货



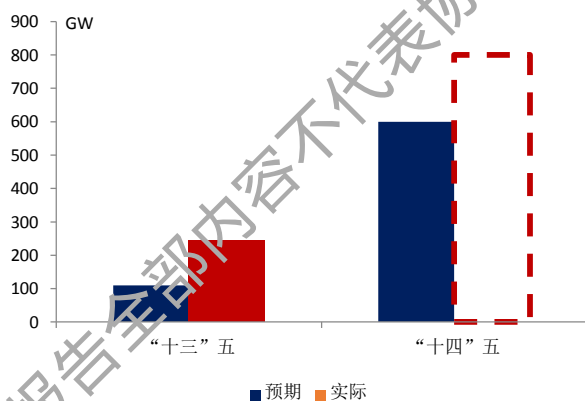
资料来源: Bloomberg, 金瑞期货

3.3 成本下降与政策驱动, 光伏迎来高速发展期

2020年12月12日, 习近平主席提出, 到2030年中国实现碳达峰, 2060年碳中和的目标, 并指出2030年光伏风电总装机超过12亿千瓦(1200GW)。我们保守估计到2025年, “十四五”计划收官之年, 国内累计光伏装机量预计达到600GW。而海外随着欧美等主要国家碳中和目标提出, 清洁能源基础设施建设大力推广, 也将呈现快速增长。

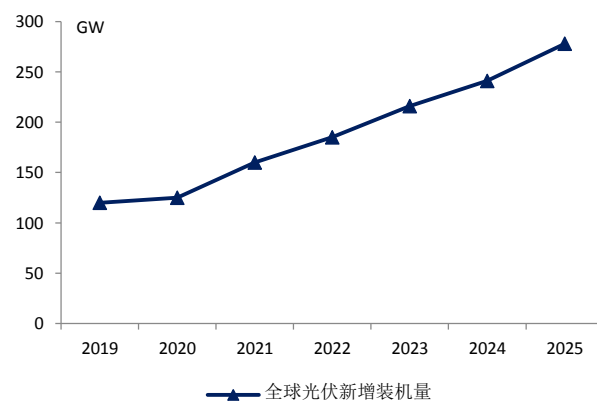
此外在当前光伏大幅降低至可以平价上网的时间节点上, 我们给出光伏新增装机较为乐观的增长预期, 预计未来五年全球每年平均新增光伏装机量达到216GW, 2025年累计装机量1780GW。

图表 11 国内光伏新装机量预测



资料来源: 金瑞期货

图表 12 全球新增光伏装机量稳步增长



资料来源: 中国光伏行业协会, 金瑞期货

四、光伏推动白银工业需求，金银存投资机会

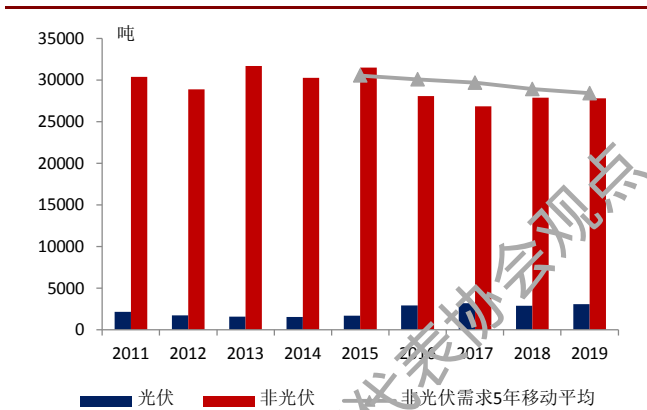
4.1 光伏需求推动白银工业应用，供需缺口扩大

表格 5 白银需求

时间	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏新增装机量 (GW)	120	125	160	185	216	241	278
光伏平均单位耗银量 (mg/w)	26.5	23.7	22.5	21.7	20.8	21	21
全球光伏白银需求 (吨)	3180	2962.5	3600	4014.5	4492.8	5061	5838
光伏白银需求增速 (%)		-6.84	21.5	11.5	11.9	12.6	15.4
全球白银总需求 (吨)	30845	30539	31154	31554	32016	32564	33314
白银需求增速 (%)		-0.9	2.0	1.3	1.5	1.7	2.3

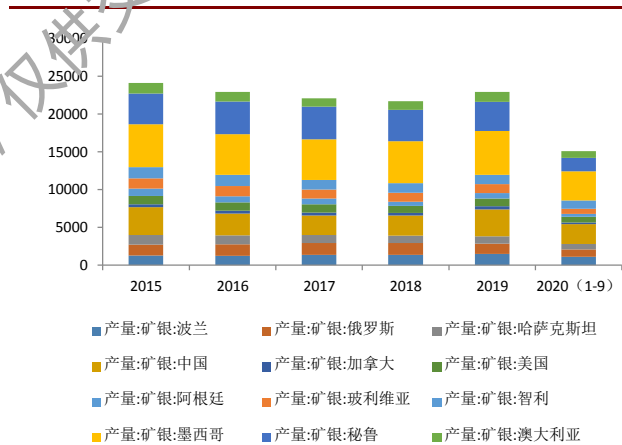
资料来源：中国光伏行业协会，世界白银协会，Wind，金瑞期货

图表 13 白银非光伏需求小幅下降



资料来源：wind，金瑞期货

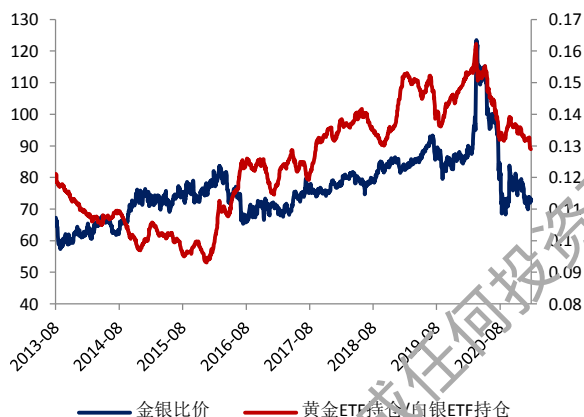
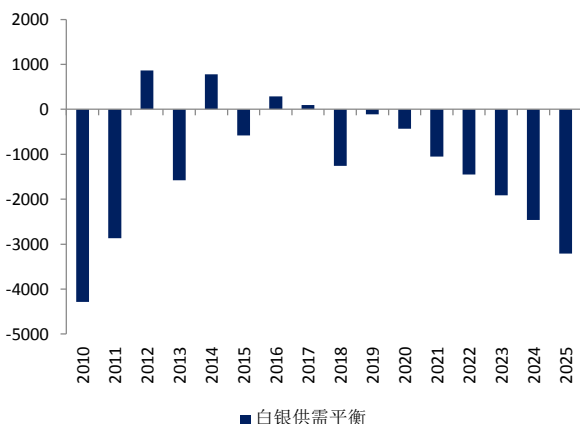
图表 14 银矿增量不多



资料来源：Wind，金瑞期货

图表 15 预计白银现货供需缺口扩大

图表 16 白银投资需求开始追赶黄金



资料来源：CPIA, 世界白银协会, Wind, 金瑞期货

资料来源：Bloomberg, Wind, 金瑞期货

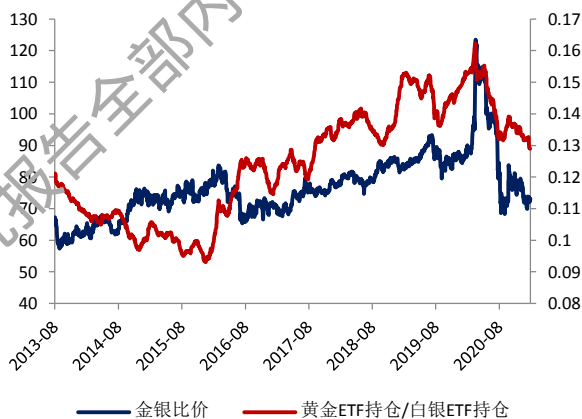
在光伏新增装机量快速上升的时期，预计光伏电池板银浆消耗量大幅上升，拉动白银工业需求。预计到 2025 年，用于光伏的白银消费达到 5838 吨，比 2020 年高出 97% (+2876 吨)。而从过往的数据来看，白银光伏需求占据白银总需求的 10%左右。而过去五年白银的非光伏需求呈现小幅下降，预计后期光伏白银需求是白银总需求变量的主要影响因素。

而研究白银的供需平衡之时，可以发现不同于其他工业品种的是白银的供需缺口与价格相关性并不算高，且几乎无规律可循。全球白银每年的产量约为 2.4 万吨，且每年波动幅度较小。在银价出现上涨的情况下，也并没有产量的增加。白银的供应主要是由矿山银和再生银组成，矿山银近几年几乎没有新增的产量，而再生银保持一定下降趋势。

在光伏推动白银工业需求保持增长的过程中，供给增量或将脱节，白银现货将会形成一定的供需缺口。预计 2021 年将会短缺 1050 吨，到了 2025 年，供需缺口将会达到 3209 吨。

4.2 白银供需缺口和投资需求共振，金银比开启下行通道

图表 15 白银投资需求开始追赶黄金



图表 16 金银比价将开启下行通道



资料来源：Bloomberg, Wind, 金瑞期货

资料来源：Wind, 金瑞期货

白银供需形成缺口，叠加投资需求追赶黄金，金银比将开启下行通道。

白银价格中枢主要跟随黄金价格，而与黄金投资需求的差异和白银现货供需影响将左右金银比价（金价/银价）的走势。在贵金属价格迎来景气周期的过程中，往往黄金的投资需求会领先于白银。黄金 ETF 持仓增加速度快于白银，助推金银比价走高。景气周期尾部阶段，白银投资需求开始追赶黄金，将导致金银迎来向下修复。目前来看，贵金属价格已行至接近三年景气周期尾部，白银投资需求开始追赶黄金，也将有利于金银比价下行。

此外，在光伏需求的推动下，白银供需由紧平衡向着短缺过渡，也将助推金银比价下行。白银投资需求追赶和供需短缺形成共振，2021 年金银比将开启向下修复的趋势，我们建议关注做空金银比的投资机会。

研究报告全部内容不代表协会观点，仅供交流使用，不构成任何投资建议。

分析师声明

负责撰写本研究报告的研究分析师，在此申明，报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正。作者薪酬的任何部分不会与本报告中的具体建议或观点直接或间接相联系。

免责声明

本报告仅供金瑞期货股份有限公司（以下统称“金瑞期货”）的客户使用。本公司不会因为接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告由金瑞期货制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开的资料，但金瑞期货对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。金瑞期货可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。

本报告中的信息、意见等均仅供投资者参考之用，并非作为或被视为实际投资标的交易的邀请。投资者应该根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用报告之内容，独立做出投资决策并自行承担相应风险。本公司及其雇员不对使用本报告而引致的任何直接或者间接损失负任何责任。

本报告版权归金瑞期货所有。未获得金瑞期货事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道。

金瑞期货研究所

地址：广东省深圳市福田区彩田路东方新天地广场 A 座 31 楼

电话：0755 - 8860 5629

传真：0755 - 8367 9900