

能源与通信 PCB 需求深度研究报告

储能·光伏·充电·5G/6G·卫星互联网·投资映射

(PCB 五大下游研究系列·第五篇·收官之作)

研究范围: 全球能源 (储能+光伏+充电+特高压) 与通信 (5G/6G+卫星互联网) 对 PCB 行业的需求驱动

方法论: 下游需求三维拆解 + 持续性评估 + 五大下游整合视角

报告日期: 2026 年 5 月

执行摘要 / 核心结论

能源（储能+光伏+充电+特高压）和通信（5G/6G+卫星互联网）是 PCB 五大下游研究系列的最后一篇。这两个板块单独看都不及 AI、汽车那么显眼，但合并后规模可观（合计约 \$80 亿/年），且具有「稳健成长+技术含量适中+客户分散」的特点，是 PCB 板块投资组合中重要的「分散化补充」配置。

本报告四个核心结论：

第一，能源板块是「确定性最高的新基建赛道」。全球能源转型不可逆，储能（CAGR 25%+）、光伏（CAGR 8%）、800V 快充（CAGR 30%+）三条主线推动厚铜 PCB、高压 PCB、金属基板的需求持续增长。****这是 PCB 行业内确定性仅次于汽车的稳健赛道****，且与 AI、汽车形成天然分散。

第二，通信板块是「错位演进」格局。5G 基站建设进入尾声（中国已建 400+ 万个基站，全球建设节奏放缓）；卫星互联网（Starlink、中国星网、千帆）在 2024-2030 年加速部署，每年发射数千颗卫星；6G 在 2028-2030 年开始预商用。三条主线时间错位但持续相互接力，对 PCB 的特种板/高频板需求形成稳定支撑。

第三，PCB 受益集中在三个细分品类。厚铜板（储能 PCS、光伏逆变器、800V 充电）、高频板（5G/6G 基站、卫星互联网）、特种高频板（卫星相控阵）。受益玩家结构和前四个下游差异较大——更多是「细分专注型」公司（依顿、奥士康、明阳电路、生益科技）而非「全场景龙头」。这是组合中实现公司多元化的好机会。

第四，仓位建议 5-15%。能源+通信是「补充性配置」而非「主战场」——单赛道弹性不及 AI、规模不及汽车，但稳健性优秀、与其他下游相关性低。建议在 PCB 板块组合中给能源 5-10%、通信 3-5%，作为分散化和防御性配置。

本篇是五大下游研究系列的收官。完成本篇后，建议进一步整合五篇报告做一份「PCB 行业投资全景手册」——把所有 PCB 公司在五大下游的暴露度矩阵化、估值和风险点系统化，作为后续投资和组合管理的核心参考工具。

第一部分：能源与通信全景

1.1 能源板块：四条主线

能源板块对 PCB 的需求来自四条主线，每条主线的成熟度和增速不同：

主线	代表场景	全球年市场	PCB 相关需求	增速
储能	电网级储能、户用储能、工商业储能	~\$700 亿 (含电池)	厚铜 PCB 为主	25%+
光伏	光伏组件、逆变器、跟踪器	~\$3000 亿 (含组件)	厚铜+控制 PCB	8-12%
充电基础设施	公共快充、家用充电、超充	~\$300 亿 (含设备+建设)	厚铜+高压 PCB	30%+
特高压输电	中国特高压电网	~\$50 亿/年 (中国)	工业级特种板	10%

储能：从电网级到户用的全方位爆发

全球储能新增装机的爆发节奏：

年份	全球储能新增装机	同比增速	主要驱动
2022	~50 GWh	—	美国 IRA 政策启动
2024	~150 GWh	+50%	中国+美国双引擎
2025E	~250 GWh	+67%	成本下降+全球扩展
2027E	~450 GWh	+34% CAGR	电网级大规模部署
2030E	~700-900 GWh	+15-18% CAGR	成熟期

储能的核心硬件是 PCS (功率转换系统, Power Conversion System) , 把电池的直流电转换为电网交流电, 反之亦然。PCS 是储能 PCB 需求的主要承载者——**单台 1 MW 级 PCS 的 PCB 价值约 \$80-150** , 主要是厚铜板 (4-6oz) 和控制板。

全球储能 PCS 市场 2024 年约 \$80-100 亿, 2030 年预计 \$200-300 亿。 **主要玩家: 阳光电源 (全球第一)、华为、Tesla、Sungrow、宁德时代、比亚迪、LG 新能源、Fluence** 。中国玩家在全球市占率持续提升 (2024 年合计 50%+) 。

光伏: 成熟成长的稳定基本盘

光伏是能源板块最成熟的细分。全球新增光伏装机 2024 年约 600 GW, 2025 年预计 700-750 GW, 2030 年达到 1000 GW, 年化增速 8-10%。增长虽然慢于储能, 但绝对规模巨大。

光伏的 PCB 需求集中在**逆变器** (把组件直流电转换为交流电上网)。全球光伏逆变器市场 2024 年约 \$100 亿, 2030 年 \$150 亿。 **主要玩家: 阳光电源 (全球第一, 市占率 30%+)、华为、Sungrow、SMA、Enphase、SolarEdge** 。单台逆变器 PCB 价值约 \$30-100 (大功率组串式或集中式逆变器价值更高) 。

800V 快充: 电动车产业的高速增量

800V 快充是 EV 产业链中近 2 年最快的增量点。从 400V 升到 800V 后, 同样功率下电流减半, 充电速度大幅提升 (5C 超充: 10-15 分钟充满) , 是 EV 体验升级的关键。

全球公共充电桩 2024 年累计约 500 万台, 2030 年预计 2500 万台。其中 800V 高压快充桩 2024 年渗透率 < 10%, 2027 年预计 30%+。对 PCB 的需求: 充电桩主控板+功率板 (厚铜+高压) , 单台价值 \$20-50。市场规模 2024 年约 \$20 亿, 2030 年 \$80 亿+。

特高压：中国特色的工业级 PCB 增量

特高压 (UHV, 1000kV 交流和 $\pm 800\text{kV}$ 直流) 是中国特有的电网升级工程。国家电网「十四五」「十五五」规划持续推进, 2024-2030 年累计投资约 ¥1.5 万亿。对工业级特种 PCB (高压绝缘、超大电流、超高可靠性) 有持续需求。

市场规模相对较小 (年 \$5-10 亿) 但毛利率高 (30%+) , 是特种 PCB 厂商的差异化机会。

主要受益方: 博敏电子、奥士康、依顿电子的特高压业务线。

1.2 通信板块：错位演进的三条主线

通信板块的特点是「三条主线时间错位但持续接力」——5G 在尾声、卫星互联网在爆发、6G 在筹备, PCB 需求平滑过渡:

主线	时间窗口	全球年市场	PCB 相关需求
5G 基站	2019-2026 (建设高峰)	~\$300 亿	高频高速 PCB
6G	2028-2035 (萌芽到爆发)	<\$10 亿 (当前)	更高频 PCB
卫星互联网	2024-2035 (持续爆发)	~\$100 亿	特种相控阵 PCB

5G 基站：建设期接近尾声

全球 5G 基站建设节奏:

中国是全球 5G 部署最激进的市场——2024 年累计建成 5G 基站约 400 万个 (占全球 60%+) , 覆盖全国地级市和大部分县城。中国三大运营商 5G 资本开支已经从 2021 年的高峰回落, 2024-2025 年进入常态化维护期, 新建增量减少。

海外建设（北美、欧洲、东南亚、拉美）仍在持续，但单年规模小于中国 2020-2022 年高峰。

对 PCB 行业的影响：**5G 基站 PCB 市场已经过了高峰，2024 年约 \$25-30 亿，2027 年降至 \$20 亿，****直到 2028-2029 年 6G 启动才会再次回升**。

6G：技术储备期

6G 商业化预计 2028-2030 年开始，目前处于技术储备和标准制定阶段。6G 的关键技术特征：太赫兹（THz）频段、空天地一体化、智能反射面（RIS）、AI 内生网络。

对 PCB 的影响：6G 对 PCB 频率要求从 mmWave（28-39 GHz）跳跃到 THz（100-300 GHz），**需要全新等级的低损耗 CCL 材料和精密制造工艺**。这是 5-10 年后的潜在增量，目前研究价值有限，但需要持续跟踪。

卫星互联网：当前最快的通信增量

卫星互联网（特别是低轨星座）是当前通信领域最快的增量。主要玩家：

星座	运营方	目标卫星数	当前进展（2024 末）
Starlink	SpaceX（美国）	~42000 颗	已发射 7000+ 颗，全球商业服务
千帆	上海垣信卫星（中国）	~14000 颗	2024 年试点发射，全面铺开中
中国星网	国家队	~13000 颗	国家级低轨星座，2024 启动
Kuiper	Amazon（美国）	~3200 颗	2024-2025 试点发射
其他 (OneWeb、 O3b 等)	—	~1000-2000 颗	已部署

全球卫星互联网年发射数量：2024 年约 2500 颗，2027 年预计 5000-7000 颗，2030 年累计在轨卫星可能达到 10 万颗。对 PCB 的需求：单星 PCB 价值 \$50-200（取决于卫星规格），包括相控阵天线 PCB（高频特种）、计算控制板、电源板等。****全球卫星互联网 PCB 市场 2024 年约 \$5 亿，2030 年 \$30 亿+**。**

1.3 全球能源+通信 PCB 市场规模

年份	能源 PCB	通信 PCB	合计	同比增速
2024	\$45 亿	\$35 亿	\$80 亿	—
2025E	\$55 亿	\$32 亿	\$87 亿	+9%
2027E	\$80 亿	\$30 亿	\$110 亿	+12% CAGR
2030E	\$130 亿	\$60 亿	\$190 亿	+13% CAGR

对比关键数据：能源+通信合计 PCB 市场规模 2024 年约 \$80 亿，约相当于 AI 数据中心或汽车 PCB 单一下游的 2/3。增速温和（13%），介于汽车（20%）和智能手机（5-8%）之间。

****特点是「不显眼但稳定」**——是 PCB 板块组合中很好的分散化补充。**

第二部分：能源板块技术趋势

2.1 储能技术趋势

储能向「大功率+长时长」演进

储能技术演进的两个方向：

方向一：单机功率提升。从早期的 100-500 kW 级，到当前 1-3 MW 级，未来向 5-10 MW 级集中式 PCS 演进。对 PCB 的影响：单台 PCS 的厚铜板要求从 4oz 提升到 6-10oz，高压绝缘等级从 1000V 提升到 1500V+。

方向二：储能时长扩展。从 2 小时储能向 4-8 小时储能演进（电网级长时储能）。对 PCB 的间接影响：单 GWh 部署的 PCS 数量减少（功率/时长比下降），但单台 PCS 规格提升。**整体 PCB 市场仍快速增长**，因为总装机量爆发。

储能 BMS（电池管理系统）的高规格化

储能 BMS 比电动车 BMS 更复杂——需要管理数千颗到数万颗电芯（vs 电动车的几百颗）。对 PCB 的影响：BMS 主控板（高复杂度，10-12 层）+ 大量从控板（每串电池一块）。**单台 1 MWh 储能系统的 BMS PCB 价值约 \$30-80**。

2.2 光伏技术趋势

光伏组件升级到 N 型 TOPCon/HJT

光伏组件从 P 型 PERC（主流多年）升级到 N 型 TOPCon、HJT（异质结）、BC（背接触）等新技术，效率从 22-23% 提升到 25-26%+。组件本身对 PCB 需求有限，但**新一代组件需要更精密的接线盒和优化器**，对小型电源 PCB 有结构性增量。

组串式逆变器+优化器的趋势

光伏逆变器从「集中式」向「组串式+优化器」演进，单台逆变器功率从 MW 级降到 100-300 kW，数量大幅增加。SolarEdge、Enphase 推动的「微逆变器」（每块组件一个）也在持续渗透。**对 PCB 的影响：单瓦光伏装机的 PCB 用量提升 30-50%**。

2.3 充电基础设施技术趋势

800V 平台快速渗透

800V 高压平台是 2024-2027 年最快的增量点：

2024 年 800V 车型渗透率约 15%（保时捷、小鹏 G9、理想 MEGA、比亚迪汉、Tesla Cybertruck 等）；2027 年预计 35-40%（主流 EV 标配）；2030 年预计 60%+。

对应的充电基础设施升级：超充桩（5C-10C）从 2023 年的几千台爆发到 2024 年几万台，2027 年预计十几万台。**单台超充桩 PCB 价值约 \$40-80**（厚铜+高压绝缘+复杂控制）。

无线充电与 V2G 的萌芽

无线充电（地面发射板+车端接收板）和 V2G（车-网双向能源交互）是更前瞻的方向，目前仍在试点阶段，PCB 需求增量有限但有潜在弹性。

2.4 特高压技术趋势

中国特高压建设持续推进——「十四五」「十五五」期间建成投运的 $\pm 800\text{kV}/1000\text{kV}$ 项目多条。对应的换流站、变电站需要工业级特种 PCB。**主要受益方：依顿电子、奥士康、博敏电子的工业 PCB 业务**。

第三部分：通信板块技术趋势

3.1 5G 基站：从 sub-6 GHz 到毫米波的尾声

5G 基站建设进入尾声，但内部还有结构升级机会：

Massive MIMO 进一步增加天线数 (64T64R → 128T128R) ，单基站 PCB 用量缓慢增加；毫米波 (28GHz) 部署速度低于预期 (中国基本未部署，海外有限) ； Open RAN 推动基站架构重构 (CU/DU/RU 分离) ，但对 PCB 总量影响中性。

5G 基站 PCB 主要受益方：**沪电股份** (5G 高速主板核心供应商，绑定华为、爱立信、诺基亚) ； **深南电路** (基站主板+部分通信载板) ； **生益科技** (CCL 端，全产品线供应) 。

3.2 6G：太赫兹与 RIS 的前瞻

6G 标准化和试点商业化时间表：

阶段	时间	关键事件
技术研究	2020-2026	ITU-R 6G 愿景、3GPP Release 18/19/20
标准制定	2026-2028	3GPP Release 21/22 引入 6G 元素
预商用	2028-2030	样机部署、垂直行业试点
商业化	2030-2035	全球大规模部署

6G 对 PCB 的关键变化：频率从 5G 的 mmWave (28-39 GHz) 跨越到 THz (100-300 GHz) ，波长缩到亚毫米级。这要求 CCL 的 Df 达到 0.001 以下 (M9-M10 级别) ， PCB 制造工艺接近半导体级精度。

对当前研究的意义：6G 是 5-10 年后的潜在增量，**当前不是投资重点**，但需要跟踪 CCL 和 PCB 厂的 6G 技术储备进展。

3.3 卫星互联网：当前最快的增量

低轨星座的「军备竞赛」

全球低轨卫星互联网正在经历「军备竞赛」——Starlink 已经在轨 7000+ 颗（占全球低轨卫星 60%+），目标 4-5 万颗；中国国家队（千帆+星网）合计目标 27000 颗，2024-2030 年密集发射；Amazon Kuiper、欧洲 IRIS² 等也在跟进。

全球年发射卫星数量从 2020 年的 1300 颗暴涨到 2024 年的 2500 颗，2027 年预计 5000-7000 颗，2030 年累计在轨可能达到 10 万颗。

卫星 PCB 的技术特殊性

卫星 PCB 和地面 PCB 有本质差异：

辐射耐受性：太空辐射环境苛刻，需要特殊抗辐射材料；热循环：在轨道上温度从 -150°C 到 +120°C 反复变化，对 CCL 的 CTE 和稳定性要求极高；可靠性：发射后无法维修，单板良率要求接近 100%；相控阵天线：多波束扫描，需要高频高密度 PCB；特种 CCL：通常用 PTFE 类 (Rogers) 或液晶聚合物 (LCP)。

****单星 PCB 价值预估****：通信卫星 \$80-200（含相控阵+计算+电源），侦测/科学卫星更高 (\$200-500)。****全球卫星互联网 PCB 市场 2024 年约 \$5 亿，2030 年 \$30 亿+****。

卫星 PCB 受益玩家

国内：**世运电路**（毫米波雷达 PCB 技术可延伸到卫星相控阵）、**博敏电子**（特种 PCB+军工业务有底子）、**沪电股份**（高速 PCB 部分应用于卫星计算控制板）。国外：TTM、CMK、Rogers（CCL 端）。

3.4 6G + 卫星的融合：空天地一体化

6G 时代核心理念之一是「空天地一体化网络」——把卫星、高空平台、地面基站融合成一张无缝网络。这意味着 6G 设备和卫星设备会出现技术融合，对**多频段 PCB+异构集成**的需求会出现新增量。目前仍在概念阶段，但 5-10 年内可能成为重要的研究方向。

第四部分：持续性判断与 PCB 品类需求传导

4.1 持续性判断

细分	3 年确定性	5 年确定性	10 年确定性	弹性
储能	9/10	9/10	8/10	高
光伏	8/10	8/10	7/10	中
充电基础设施	9/10	8/10	7/10	高
特高压	9/10	7/10	6/10	低（中国特色）
5G 基站	5/10（已尾声）	4/10	3/10（被 6G 替代）	低
6G	3/10（早期）	5/10	8/10（爆发）	极高（远期）
卫星互联网	9/10	9/10	8/10	高

整体判断：能源板块持续性强于通信板块；通信板块内部分化大（5G 衰退、卫星上升、6G 远期）。**能源是「确定性 alpha」，通信是「错位接力 alpha」**。

4.2 PCB 品类需求传导地图

子赛道	2024 规模	2030E 规模	CAGR	代表受益公司
储能 PCS+BMS PCB	\$15 亿	\$50 亿	22%	依顿、奥士康、阳光电源（自配）
光伏逆变器 PCB	\$15 亿	\$25 亿	9%	依顿、奥士康、明阳电路
充电桩 PCB	\$10 亿	\$40 亿	26%	依顿、奥士康、博敏
特高压工业 PCB	\$5 亿	\$15 亿	20%	依顿、博敏
5G 基站 PCB	\$25-30 亿	\$25 亿	-2%	沪电、深南、生益
卫星互联网 PCB	\$5 亿	\$30 亿	35%	世运、博敏、沪电
6G 早期 PCB	<\$1 亿	\$10 亿	100%+	沪电、生益（前瞻）

合计	\$76-81 亿	\$195 亿	16-17%	—
----	-----------	---------	--------	---

关键观察：能源相关 PCB 增速（25-30%）显著快于通信（5-10%），能源是这两个板块的核心增量来源。卫星互联网是通信板块的最大亮点（CAGR 35%），但绝对规模仍较小。

第五部分：受益玩家分级清单

5.1 能源板块 PCB 受益玩家

依顿电子 (603328.SH) ——厚铜 PCB 龙头，主营汽车 (OBC/BMS) + 储能 + 光伏逆变器 + 工业。客户结构稳健，绑定阳光电源、宁德时代、宁德储能等核心客户。估值偏低 (PE 12-15x)，是稳健配置型标的。

奥士康 (002913.SZ) ——厚铜板特长，业务覆盖储能、光伏、汽车、工业控制、特高压等多个能源相关领域。毛利率稳定，是「能源主线」最纯粹的标的之一。

明阳电路 (300739.SZ) ——光伏特化 PCB 厂商，主要供应阳光电源、华为、Sungrow 等逆变器厂。光伏景气度直接传导，业务相对单一但护城河强。

博敏电子 (603936.SH) ——汽车+军工+部分能源 (特高压) 多线布局，产品差异化强。市值小 (50-80 亿)，细分赛道隐形冠军。

阳光电源 (300274.SZ) ——全球储能 PCS 第一+光伏逆变器第一，是最大的 PCB 客户之一。虽然不是 PCB 厂，但作为产业链龙头，业绩反映行业景气度。

5.2 通信板块 PCB 受益玩家

沪电股份 (002463.SZ) ——AI 高速板核心标的，**同时也是 5G/6G 高频 PCB 龙头**。通信业务稳定贡献+AI 业务高增长双引擎，是综合性最强的 PCB 标的。5G 衰退被 AI 增长完全对冲。

深南电路 (002916.SZ) ——通信 PCB (基站主板) + IC 载板+ 玻璃基板三引擎，5G 业务衰退被载板/玻璃基板增长对冲。

生益科技 (600183.SH) ——国内 CCL 龙头，全产品线供应（覆盖 5G 高速、储能厚铜、光伏特种）。是 PCB 上游的稳健配置标的。

世运电路 (603920.SH) ——毫米波雷达 PCB 龙头，技术能力可延伸到**卫星相控阵 PCB**。汽车+卫星双线，是「特种高频板」的纯粹标的。

华正新材 (603186.SH) ——覆铜板+导热材料+功能性材料，部分产品供应通信和能源领域。

5.3 受益玩家与前四篇下游标的的重叠分析

公司	AI	汽车	手机	机器人	能源/通信
景旺电子	—	★★★	—	★★	★
世运电路	—	★★★	—	—	★★ (卫星)
东山精密	—	★★★	★★★	★★	—
鹏鼎控股	—	★	★★★	★★	—
沪电股份	★★★	★	—	★	★★ (5G+6G)
胜宏科技	★★★	—	—	—	—
深南电路	★★★	—	★ (载板)	—	★★ (基站)
兴森科技	★★	—	★ (载板)	—	—
依顿电子	—	★★	—	—	★★★
奥士康	—	★	—	—	★★★
明阳电路	—	—	—	—	★★ (光伏)
博敏电子	—	★★	—	—	★★ (特高压+卫星)
生益科技	★★ (CCL)	★★ (CCL)	—	—	★★ (CCL)

符号说明：★★★ 主营业务核心；★★ 重要业务线；★ 业务有涉及；— 几乎无关。这张表是研究 PCB 个股时的「下游暴露度地图」——看一家公司在多少个下游有暴露，是评估业务多元化和稳健性的关键。

最值得关注的「全能型」标的：东山精密（4 个赛道）、沪电股份（4 个赛道）、景旺电子（3 个赛道）。这三家是 PCB 板块组合的核心持仓——业务多元化最强、单一下游波动影响最小。

第六部分：跟踪指标与风险

6.1 月度高频指标

指标	数据源	频率
全球储能新增装机	BNEF、CNESA	月度
全球光伏新增装机	硅业分会、彭博 BNEF	月度
国内充电桩建设数据	充电联盟	月度
卫星发射数量	Space Tracker、各国发射记录	月度
阳光电源/华为业绩	公司财报	季度
三大运营商 capex	中移动/中国联通/中电信	季度
A 股 PCB 公司公告	深交所/上交所	随时

6.2 关键里程碑事件

能源板块——

美国 IRA 政策延续/调整（特朗普政府的影响）；中国新能源消纳政策（决定储能配比强制性）；全球储能成本下降到 ¥0.5/Wh 以下（拐点信号）；800V 车型渗透率突破 30%（充电桩升级临界点）。

通信板块——

中国千帆/星网年发射数量；Starlink 全球用户数、ARPU 数据；3GPP Release 21（2026-2027）发布——确定 6G 早期标准；首个商用 6G 试验网（预期 2028-2030）。

6.3 风险因素

能源板块风险——

新能源政策反复（如美国 IRA 削减、中国储能强制配比退坡）；储能产能过剩导致价格战（2024 年已开始显现）；光伏组件价格大幅下降挤压逆变器毛利。

通信板块风险——

5G 衰退快于预期（运营商资本开支断崖下行）；6G 标准推迟到 2030+；卫星互联网商业模式不及预期（用户数、ARPU 增长慢）；中美科技战影响通信设备出口。

第七部分：结论与五大下游全景总结

7.1 一句话核心判断

能源（储能+光伏+充电+特高压）和通信（5G/6G+卫星互联网）是 PCB 行业稳健的「补充配置」——单赛道弹性不及 AI、规模不及汽车，但稳健性和分散化价值优秀。依顿、奥士康、明阳电路（能源端）+沪电、深南、世运、生益（通信端）是这两个板块的核心标的，建议合计仓位 8-15%，作为 PCB 板块组合的稳健底仓。

7.2 五大下游全景总览（系列总结）

下游	2030E PCB 市场	增速特征	持续性	弹性	代表标的
AI 数据中心	\$475 亿	30%+爆发	短期高/长期中	极高	沪电、胜宏、深南、台光电
汽车 (EV+智驾)	\$340 亿	15-20%稳健	极高	中高	景旺、世运、东山、依顿
智能手机+消费电子	\$225 亿	5-8%温和	中等	低	鹏鼎、东山精密
机器人 (人形+工业)	\$80 亿 (中性)	20%+期权	5-8/10	极高 (如成功)	景旺、东山、绿的谐波
能源+通信	\$190 亿	13%稳健	高	中	依顿、奥士康、沪电、世运
合计	\$1310 亿	—	—	—	—

关键观察：五大下游 2030 年合计 PCB 市场约 \$1310 亿，比 2024 年的 \$470 亿增长近 3 倍。这就是 PCB 行业未来 5-10 年的全景增量空间。其中 AI 数据中心、汽车、能源+通信是三个绝对额最大的增量来源，智能手机和机器人是补充和潜在期权。

7.3 五大下游 PCB 板块组合配置（最终版）

组合类型	AI	汽车	手机	机器人	能源+通信	前瞻	总计
进攻型	50%	20%	10%	10%	5%	5%	100%
平衡型	30%	25%	15%	10%	12%	8%	100%
保守型	18%	35%	18%	5%	18%	6%	100%

组合解释：AI = 沪电+胜宏+深南；汽车 = 景旺+世运+东山精密+依顿；手机 = 鹏鼎+东山精密；机器人 = 景旺+东山+绿的谐波（如可投）；能源+通信 = 依顿+奥士康+明阳+生益+沪电（部分）；前瞻 = 兴森+沃格光电（玻璃基板）。

7.4 五大下游研究系列的方法论收获

完成五大下游研究后，回顾整个研究过程，有几个方法论层面的收获：

收获一：每个下游的研究方法不同，不能用同一个框架套所有下游。

AI 研究 capex 和路线图、汽车研究渗透率曲线、手机研究苹果生态、机器人研究概率与情景、能源/通信研究稳健成长。 **优秀的产业研究者必须能快速切换视角和方法**。

收获二：「下游驱动力」+「PCB 厂转型能力」是选股的双重过滤器。

光看下游景气度选股会陷入「追热门」陷阱（比如所有人都买 AI 标的）；光看 PCB 厂业绩会错过结构性变化（比如折叠 iPhone 落地前的鹏鼎）。 **两个视角交叉才能找到真正的 alpha**。

收获三：组合化配置远好于单一押注。

AI 弹性大但波动大；汽车稳健但增长慢；手机现金流但缺弹性；机器人想象力大但不确定；能源/通信分散化好但不显眼。****没有任何一个下游能独自构成完美组合****——组合化配置是穿越周期、获取长期 alpha 的唯一可行方法。

收获四：上下游交叉验证比单点深度更有价值。

上游 PCB 厂的乐观陈述需要下游需求方的真实订单验证；下游需求方的指引需要上游供应商的产能/订单交叉验证。****只有上下游同时确认的信号才是真信号****。

7.5 下一步建议：PCB 行业投资全景手册

完成五大下游研究后，建议进一步整合做一份「PCB 行业投资全景手册」，把所有 PCB 公司的关键信息矩阵化呈现，作为日常投资决策和组合管理的核心参考。

****全景手册建议包含的核心内容****：

公司列表：A 股+港股+台股+美股 30 家核心 PCB/CCL/载板公司；下游暴露度矩阵：每家公司在五大下游的营收占比和增长贡献；估值矩阵：当前 PE/PB/EV/EBITDA + 历史分位 + 同业对比；风险矩阵：每家公司的核心风险点（客户集中、技术依赖、地缘政治等）；推荐持仓矩阵：基于不同风险偏好的推荐组合；跟踪指标体系：所有月度/季度跟踪指标的统一汇总。

这份全景手册将是五大下游研究系列的「集大成者」——把 PCB 板块投资从「单点深度」升级到「系统化决策框架」。

附录：核心术语表

缩写	全称	含义
PCS	Power Conversion System	功率转换系统（储能核心硬件）
BMS	Battery Management System	电池管理系统
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多输入多输出（5G 关键技术）
RAN	Radio Access Network	无线接入网
O-RAN	Open RAN	开放无线接入网
MWh	Megawatt-hour	兆瓦时
GWh	Gigawatt-hour	吉瓦时
TOPCon	Tunnel Oxide Passivated Contact	光伏 N 型电池技术
HJT	Heterojunction Technology	异质结电池技术
BC	Back Contact	背接触电池
V2G	Vehicle-to-Grid	车-网双向能源交互
UHV	Ultra-High Voltage	特高压
IRA	Inflation Reduction Act	美国通胀削减法案（清洁能源激励）
LEO	Low Earth Orbit	低地球轨道（卫星）
RIS	Reconfigurable Intelligent Surface	智能反射面（6G）
mmWave	Millimeter Wave	毫米波
THz	Terahertz	太赫兹（6G 频段）
LCP	Liquid Crystal Polymer	液晶聚合物（特种 CCL）
PTFE	Polytetrafluoroethylene	聚四氟乙烯（高频 CCL 基材）
相控阵	Phased Array	相控阵天线（卫星核心）
BNEF	Bloomberg New Energy Finance	彭博新能源财经
CNESA	—	中国能源研究会储能专委会