



上海证券
SHANGHAI SECURITIES

半导体国产化进入新阶段，芯片需求有望迎来复苏

——电子行业 2023 年度投资策略报告

增持（维持）

行业： 电子
日期： 2023年02月12日

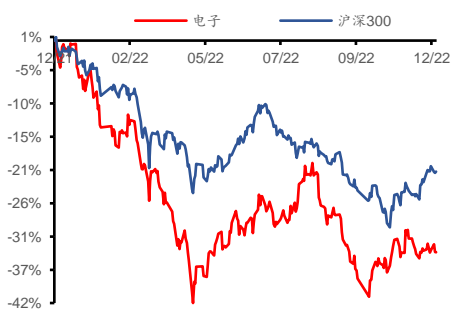
分析师： 陈宇哲
Tel: 021-53686143
E-mail: chenyzhe@shzq.com
SAC 编号: S0870521100002

分析师： 席钊耀
Tel: 021-53686153
E-mail: xiqianhao@shzq.com
SAC 编号: S0870522070001

联系人： 马永正
Tel: 021-53686147
E-mail: mayongzheng@shzq.com
SAC 编号: S0870121100023

联系人： 潘恒
Tel: 021-53686248
E-mail: panheng@shzq.com
SAC 编号: S0870122070021

最近一年行业指数与沪深 300 比较



相关报告：

《2022 年电子行业中期策略：坚定自立自强+碳中和+元宇宙，静待反弹行情，把握结构性机会》

——2022 年 06 月 04 日

《电子行业动态跟踪：Meta 将推出首款手表产品，智能手表产业有望加速成长》

——2022 年 01 月 19 日

主要观点

对于2023年电子行业我们提出了两个关键词组：新安全新制造、待复苏谋创新。由此对应的两个投资方向为：以安全可控为主的中国高端制造及以受益需求复苏和科技创新为主的芯片设计产业链，并分别衍生出六大细分赛道：半导体制造国产替代、半导体先进封装制造、航空大飞机高端制造（对应新安全新制造），电池管理系统（BMS）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）+碳化硅（SiC）、虚拟/增强现实（VR/AR）+物联网（IOT）（对应待复苏谋创新）。

以新安全保障新发展，以新制造创造新未来。美国修改《出口管理条例》，升级对我国出口管制措施，我国半导体产业链国产化率目前仅有部分领域超过20%，国产替代有望持续加速。Chiplet(芯粒)协同先进封装，破局摩尔定律后时代。Chiplet能降低芯片设计和验证的时间及难度，同时也具备低成本及降低对先进制程的需求，也可以打动IP的内部复用。《美国芯片与科学法案》出台促使半导体国产替代的迫切性进一步提高，Chiplet技术被寄予厚望。2021年全球Chiplet市场规模为18.5亿美元，预计2025年达到84.0亿美元，CAGR为46.0%。另外，国产大飞机即将进入量产交付阶段，电子零部件、军工半导体、新材料等有望迎来放量。首架国产C919预计在近期交付东航，计划2023年上半年满足民航局规章要求后投入商业运营，根据我们测算，未来隶属于单通道喷气客机的C919市场空间有望达到千亿级别。

需求终会复苏，创新仍将持续。电池管理系统（BMS）国产替代空间广阔，具有多年技术沉淀以及应用升维能力的企业或将充分受益。我们认为，未来储能&新能源汽车市场将推动BMS需求快速增长，预计2025年国内新能源汽车、储能BMS市场规模分别达到87.7亿、178亿，2021-2025年年均复合增长率将为11.47%、47.12%。电池管理芯片（BMIC）作为BMS核心部件，目前国产化率仅为10%，国产替代需求迫切。目前以模拟前端（AFE）芯片为代表的汽车正处在关键攻坚期，部分优质厂商未来有望实现从0到1的华丽蜕变。功率半导体作为汽车电动化核心组件，采取设计、制造、一体化（IDM）模式并且积极布局绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、碳化硅（SiC）的企业竞争优势明显。Omdia预计到2024年全球以及国内功率半导体规模分别为522、206亿美元。IGBT、SiC等新型功率半导体凭借优势性能，未来在汽车领域的渗透率有望进一步提升。虚拟/增强现实（VR/AR）新品发行热度不减，无线音频系统级芯片（SoC）作为物联网领域关键的底层应用叠加消费复苏预期，我们预计未来边际改善空间较大。

投资建议

未来十二个月内，维持电子行业“增持”评级。我们看好“新安全新制造”带来的半导体设备、材料与零部件板块投资机会，推荐国内半导体设备与零部件国产替代的平台型新星企业，受益于 chiplet(芯粒)先进封装的半导体测试探针供应商和林微纳，建议关注半导体设备零部件龙头公司富创精密，同时我们看好受益于C919国产大飞机实现规模量产交付的核心供应商，建议关注振华科技、烽火电子、景嘉微。“待复苏谋创新”中我们推荐电池管理系统（BMS）产品力领先的赛微电子，建议关注微控制器（MCU）+BMS 优势突出的中颖电子、电源管理芯片龙头同时在 BMS 产品布局的必易微；建议关注新能源车产业链投资机会，推荐设计制造一体化（IDM）模式车规功率龙头闻泰科技和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）龙头时代电气、模拟芯片重点关注有较强产品升维能力的个股，磁传感器龙头灿瑞科技、模拟开关龙头帝奥微，物联网（IOT）芯片推荐恒玄科技，建议关注中科蓝讯。

风险提示

下游终端需求复苏不及预期、研发不及预期、中美贸易摩擦加剧。

目 录

1 以新安全保障新发展，以新制造创造新未来	5
1.1 中国芯仍是安全发展之重，国产化率提升需从制造源头解决	5
1.2 Chiplet(芯粒)技术协同先进封装，半导体制造有望超越摩尔定律	11
1.3 国产大飞机交付在即，航空制造树立新的里程碑	15
2 需求终会复苏，创新仍将持续	20
2.1 电池管理系统(BMS)国产替代迈入深水区，应用领域持续升维	20
2.2 绝缘栅双极型晶体管(IGBT)+碳化硅(SiC)等汽车功率半导体从估值弹性到业绩弹性	28
2.3 VR/AR+物联网(IoT)浪花翻涌，无线音频 SoC 市场规模稳步提升	34
3 投资建议	37
4 风险提示	38

图

图 1: 半导体产业链	6
图 2: 国内外晶圆代工厂资本历年开支情况(亿元)	7
图 3: 2019-2025 年全球晶圆代行业资本开支及预测	7
图 4: Chiplet(芯粒)示意图	11
图 5: 芯片封装技术的发展	12
图 6: 台积电 CoWoS 架构	12
图 7: 英特尔 EMIB 架构	12
图 8: 《2022 年芯片与科学法案》正式通过	13
图 9: 全球先进封装市场规模及预测(亿美元)	14
图 10: Chiplet(芯粒)全球市场规模及预测(亿美元)	14
图 11: C919 大型客机发展历史沿革	15
图 12: 2021 年全球飞机交付占比情况	16
图 13: 全球各地区客机机队预测(架)	17
图 14: 全球客机市场规模及预测(万亿美元)	18
图 15: 中国客机市场规模及预测(万亿美元)	18
图 16: 2019 年大飞机各模块成本占比	18
图 17: 全球与国内客机航电系统市场规模测算(万亿美元)	18
图 18: 电池管理系统基本功能	20
图 19: 全球快充市场规模(2020)	22
图 20: 2021 年 9 月至 2022 年 11 月 5G 手机占比	22
图 21: 全球无线电动工具市场规模(单位: 亿美元, %)	22
图 22: 全球工业机器人销售额及增速(单位: 亿美元, %)	22

图 23: 2016-2027 年全球市场汽车 BMS 市场规模预测 (单位: 亿元)	23
图 24: 2021-2025 年中国新能源汽车 BMS 市场规模预测 (单位: 亿元, %)	23
图 25: 电化学储能上下游示意图	23
图 26: 中国储能电池出货量及增速 (单位: GWh, %)	23
图 27: 2022-2027 全球储能 BMS 市场规模及预测 (单位: 亿美元)	24
图 28: 2021-2025 全球及中国中国储能 BMS 市场规模及预测 (单位: 亿元)	24
图 29: 全球电池管理芯片市场规模 (单位: 亿美元, %)	25
图 30: AEC-Q 系列认证	28
图 31: ASIL 系列认证	28
图 32: 全球及中国功率半导体市场规模及预测	29
图 33: 中国新能源汽车 IGBT 模块市场规模	29
图 34: 2022 年全年功率模块装机占比	29
图 35: 2015-2021 年中国 IGBT 自给率变化情况	29
图 36: 国内企业 IGBT 技术进展	30
图 37: 宽禁带器件相比硅器件有更好的效能	32
图 38: 第三代半导体渗透率稳步提升	32
图 39: 全球电动车 6 英寸 SiC 晶圆需求 (万片)	32
图 40: IDM 模式和 Fabless 模式	33
图 41: 2022 年上半年主流 VR 内容平台数量 (单位: 款)	34
图 42: 全球 VR 头显出货量情况	34
图 43: 全球 AR 眼镜出货量情况	34
图 44: 2022Q1 各大厂商市占率	35
图 45: 国内 AR/VR 头盔产量	35
图 46: 国内 AR/VR 头盔市场渗透率	35
图 47: 全球物联网设备连情况	36
图 48: 全球物联网市场规模	36
图 49: 全球蓝牙音频设备年出货规模	37

表

表 1: 美国对中国半导体行业制裁实践汇总	5
表 2: 国内半导体设备、材料和零部件方面的国产化率情况	8
表 3: 国内半导体设备、材料及零部件厂商主要产品情况	9
表 4: 国内各家半导体设备材料及零部件厂商估值情况以及预测 (注: 极端值、奇异值 已经剔除)	10
表 5: 单片 SoC 和单片 Chiplet(芯粒)对比	11
表 6: 传统封装与先进封装对比	12
表 7: 《2022 年芯片与科学法案》部分条例	13
表 8: Chiplet(芯粒)技术优势一览	13
表 9: 国内 Chiplet(芯粒)相关标的及概述	14

表 10: 各公司主流飞机型号参数对比.....	16
表 11: C919 订单情况一览.....	16
表 12: 2041 年全球和中国各类型客机交付量 and 价值预测 (亿美元、架)	17
表 13: 国产大飞机产业链条相关标的.....	19
表 14: SOC 估算方法.....	20
表 15: 国内外主流 BMS 供应商的技术参数对比	21
表 16: BMIC 类型.....	24
表 17: 国内厂商电池管理芯片布局情况.....	25
表 18: 赛微微电在工控领域布局强劲 (2020)	26
表 19: 汽车 BMS 核心芯片介绍	26
表 20: 国外车规级 BMS 芯片厂商	27
表 21: 国内厂商车规级 BMS 芯片进展	27
表 22: 各代 IGBT 技术特点一览	30
表 23: 半导体原料共经历了三个发展阶段	31
表 24: 2022 年部分 AR/VR 新品汇总	36

1 以新安全保障新发展，以新制造创造新未来

1.1 中国芯仍是安全发展之重，国产化率提升需从制造源头解决

美国《出口管理条例》的修订已将半导体国产替代推至国家安全发展的重要位置上。从 2017 年美国便开始指出中国半导体发展对美国构成“威胁”，随着 2018 年中兴事件发酵，美国对中国半导体产业的打压加速。2019 年 5 月美国商务部宣布将华为列入实体名单，禁止美国企业采购华为产品。紧接着在 2020 年，美国宣布一系列制裁措施，直接导致华为海思芯片和华为手机出货锐减，以及中芯国际被美方列入“军事最终用户”，出口环节受到限制。2021 年美国将七家中国相关实体添加到其出口管制清单中。2022 年美国总统拜登签署《芯片与科学法案》，禁止获得联邦资金的公司在中国大幅增产先进制程芯片，同年 10 月美国商务部工业与安全局发布对《出口管理条例》进行修订，进一步限制中国在先进计算、半导体制造领域获得或使用美国产品及技术。随着美国对中国科技硬件、软件、航天航空等产业的制裁持续升级，国产替代迫在眉睫。

表 1：美国对中国半导体行业制裁实践汇总

时间	机构	文件	主要内容
2017 年 1 月	总统科学技术咨询委员会	《确保美国半导体的领导地位》	指出中国的半导体发展对美国构成了“威胁”
2018 年 4 月	商务部	中兴事件	禁止美国企业向中兴销售零部件
2018 年 8 月	国会	国防授权法案	限制政府采购华为、中兴、海康、大华生产设备
2018 年 8 月	商务部	宣布限制 44 家企业的技术出口	包括航空科工、中国电科、部分关联和下属企业
2018 年 9 月	总统特朗普	扩大课税范围	对中国的 2000 亿货物和征 10% 的关税
2018 年 11 月	商务部	宣布制裁普华	禁止美国企业向普华销售零部件
2019 年 1 月	商务部	对华为提出刑事指控	向加拿大发出引渡孟晚舟的正式文件
2019 年 5 月	商务部	宣布将华为加入实体名单	禁止所有美国企业采购华为产品
2020 年 5 月	商务部	使用美国技术的外国公司在向华为或海思等供应芯片之前，需要获得美国许可证	禁止使用美国技术的芯片制造企业（台积电等）向华为提供芯片
2020 年 8 月	美国商务部工业和安全局	华为限制进一步升级	美国商务部出台限制华为采购外国制造商使用美国技术制造的芯片的规定，禁令将 38 家华为子公司列入了实体清单
2020 年 9 月	美国商务部工业和安全局	中芯国际进口美国技术受到美方限制	中芯国际出口的部分美国设备、配件及原物料，会受到美国出口管制规定的进一步限制，须事前申请出口许可证后，才能向中芯国际继续供货
2021 年 4 月	商务部	实体清单	美国将中微、飞腾等七家超算实体列入实体清单，限制应用美国技术
2022 年 5 月	印太经济框架	-	首批 13 个参与方包括美国和日本，不包括中国
2022 年 7 月	无	美国对华封锁光刻机	美国推动荷兰禁止曝光微影设备制造商(ASML) 出售相关主流设备和技术给予大陆
2022 年 8 月	美国总统拜登签署	《2022 芯片与科学法案》	法案将为美国半导体的研究和生产提供 520 亿美元的政府补贴，还将为芯片工厂提供投资税抵免。法案另授权拨款约 2000 亿美元，用于促进美国未来 10 年在人工智能、量子计算等各领域的科研创新

2022 年 8 月

-

-

NVIDIA 和 AMD 获美国政府命令，要求两家公司停止向中国出口用于人工智能(AI)的高阶运算芯片
加强限制中国获得先进计算芯片、开发和维护“超级计算机”以及制造先进半导体的能力及“美国人”员工的涉华工作和活动等

2022 年 10 月

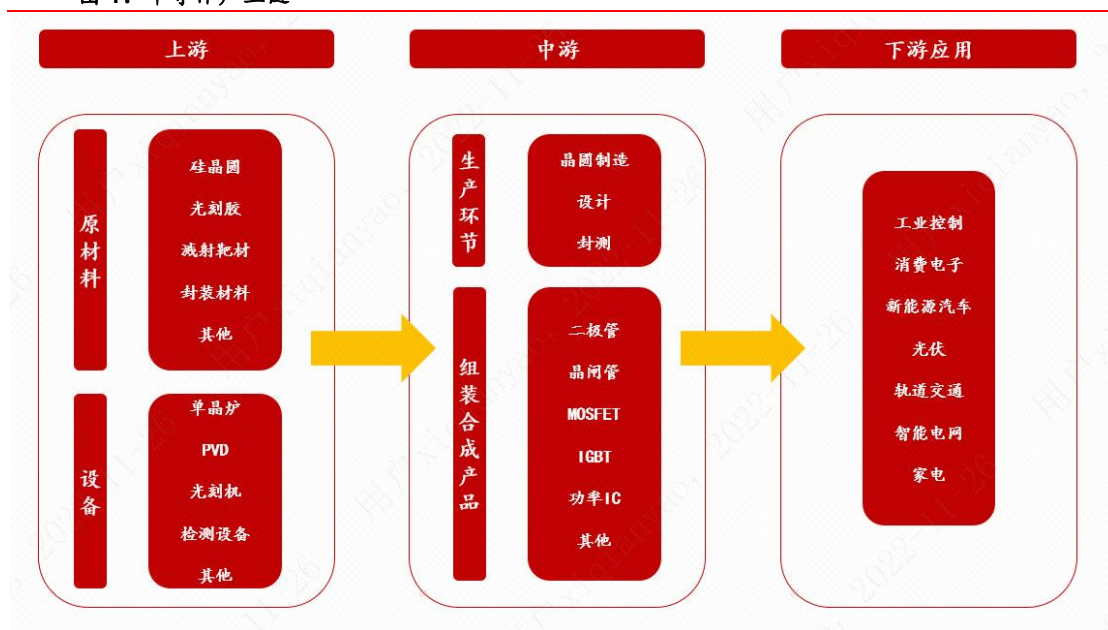
商务部工业
与安全局

《出口管制条例》修订

资料来源：前瞻产业研究院，每日经济新闻，澎湃新闻，中芯国际公司公告，芯智讯，百度百科，CINNO，ICSPEC，九芯电子官网，美国盛信律师事务所，上海证券研究所

半导体设备及材料是半导体芯片制造的基石，晶圆代工环节更是产业链中不可或缺的核心环节。根据二十大报告中指出，“以新安全格局保障新发展格局”，坚持安全与发展并重被摆在了更加重要的位置。

图 1：半导体产业链



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所

由于疫情、全球通货膨胀及经济疲软等因素，迫使台积电、世界先进等晶圆代工厂调整原有资本开支计划，其中，中芯国际逆势扩产，彰显公司中长期发展信心。根据 wind 数据显示，2022 年前三季度，台积电、联电、格芯、中芯国际、华虹半导体资本开支分别为 1,677.65 亿元、24.00 亿元、146.82 亿元、302.09 亿元、47.22 亿元，根据半导体行业观察及 Gartner 数据，我们预计 2022 年台积电、联电、格芯、中芯国际、华虹半导体资本开支分别将达到 3,007.20 亿元、214.80 亿元、322.20 亿元、358.00 亿元、85.92 亿元，其中，根据中芯国际三季报显示，公司 2022 年资本支出预期从 320.5 亿元上调至 456.0 亿元，主要系支付长交期设备提前下单的预付款。根据集微咨询数据显示，2021 年全球晶圆代行业资本开支为 509.88 亿美元，预计 2022-2023 年

受益先进制程扩产，晶圆代工行业资本开支将维持在600亿美元以上，2023年之后资本开支将逐年下滑，预计到2025年将达到519.59亿美元。

图 2：国内外晶圆代工行业资本历年开支情况（亿元）



资料来源：Wind，半导体行业观察，Gartner，上海证券研究所

图 3：2019-2025 年全球晶圆代工行业资本开支及预测



资料来源：Gartner，集微咨询，上海证券研究所

国内半导体设备、零部件、材料国产化率持续提升，自主可控能力不断增强。从国内半导体设备来看，刻蚀设备、等膜沉积设备、清洗设备、CMP设备、涂胶显影设备国产化率超过5%，其中，CMP设备和清洗设备国产化率分别达到10%、20%。根据中研普华数据显示，2021年我国半导体设备市场规模为1244亿元，预计2025年将达到2580亿元，CAGR为20.01%；在国内半导体精密部件领域，国产化率超过5%的有Quartz（石英）、Shower head（反应腔喷淋头）、Edge ring（边缘环）、Pump（真空泵）、Ceramic（陶瓷件）。根据华经产业研究院数据显示，2021年我国半导体设备零部件市场规模为74亿美元，预计2030年将达到140亿美元，CAGR为7.34%；在国内半导体材料领域，我国光刻胶辅助材料、电子特种气体、化学试剂、靶材、CMP材料国产化率超过10%，其中，化学试剂国产化率40%、电子特种气体国产化率30%、光刻胶辅材国产化率25%、靶材国产化率20%。根据中商产业研究院和亿欧网数据显示，2021年我国半导体材料市场规模约99亿美元，预计2025年将达到250亿美元，CAGR为26.06%。

表 2：国内半导体设备、材料和零部件方面的国产化率情况

	名称	国产化率 (2020 年)	主要国内厂商	市场规模及预测
设备	刻蚀设备	7%	北方华创、中微半导体	2021 年我国半导体设备市场规模为 1244 亿元，预计 2025 年将达到 2580 亿元，CAGR 为 20.01%。
	光刻设备	<1%	上海微电子	
	等膜沉积设备	8%	北方华创、中微半导体、沈阳拓荆	
	检测设备	2%	上海容励、精测电子、长川科技	
	清洗设备	20%	盛美半导体、北方华创、中微半导体、至纯科技	
	离子注入设备	3%	中信科、凯世通	
	CMP 设备	10%	华海清科	
	涂胶显影设备	8%	沈阳芯源	
设备零部件	Quartz 石英	>10%	菲利华、太平洋石英	2021 年我国半导体设备零部件市场规模为 74 亿美元，预计 2030 年将达到 140 亿美元，CAGR 为 7.34%。
	Edge ring 边缘环	>10%	珍宝、神工半导体	
	Shower head 反	>10%	靖江先锋、江丰电子	
	应腔喷淋头			
	Pump 真空泵	5%-10%	沈阳科仪、京仪	
	Ceramic 陶瓷件	5%-10%	苏州柯玛	
	RF generator	1%-5%	北广科技、中科院微电子	
	Robot	1%-5%	新松机器人	
	MFC 气体流量计	1%-5%	北方华创	
	Valve 阀门	<1%	-	
	Gauge 测量并指示高于环境压力的仪表	<1%	-	
	O-ring O 形密封圈	<1%	-	
材料	硅片	5%	新阳、中环、有研	2021 年我国半导体材料市场规模约 99 亿美元，预计 2025 年将达到 250 亿美元，CAGR 为 26.06%。
	SOI	5%	沪硅产业	
	光掩胶	<10%	迪思、中微、芯思	
	光刻胶	<5%	南大、华科、瑞红、星泰克	
	光刻胶辅助材料	25%	晶瑞、南大	
	电子特种气体	30%	雅克科技、昊华科技、凯美特气、华特气体	
	化学试剂	40%	晶瑞股份、新宙邦、雅克科技、晶瑞电材	
	靶材	20%	有研新材、江丰电子、隆华科技、阿石创	
	CMP 材料	<15%	鼎龙股份、观胜、芯谦	

资料来源：新材料在线，中商情报网，中研普华产业研究院，芯谋研究，亿欧网，华经产业研究院，中商产业研究院，SEMI 上海证券研究所

随着国内晶圆代工厂扩产计划继续推进，相关国产厂设备、材料、零部件厂商有望加速国产替代进程。半导体设备、零部件、材料领域已涌现出一批优质的国产企业，产品已陆续通过中芯、华虹、长存等晶圆代工厂的验证。美国接连出台一系列政策压制国产半导体产业发育，我们认为产业链国产化会再次迎来加速。

表 3：国内半导体设备、材料及零部件厂商主要产品情况

公司	主要产品情况
北方华创	高可靠高稳定电阻器、固体钽电容器、混合集成电路、集成电路制造设备、石英晶体器件
中微公司	MOCVD 设备、VOC 设备、电感性等离子体刻蚀设备、电容性等离子体刻蚀设备
沪硅产业-U	200mm 及以下半导体硅片（含 SOI 硅片）、300mm 半导体硅片
天岳先进	半绝缘型衬底、导电型衬底
盛美上海	SAPS 单片清洗设备、TEBO 单片清洗设备、槽式清洗设备、单片背面清洗设备、单片槽式组合清洗设备、单片清洗设备、后道先进封装电镀设备、立式炉管设备、前道刷洗设备、前道铜互连电镀设备、去胶设备、湿法刻蚀设备、涂胶设备、无应力抛光设备、先进封装刷洗设备、显影设备
扬杰科技	扬杰科技 Automobile Rectifier、扬杰科技 Bridge Rectifier、扬杰科技 Fast Recovery Rectifier、扬杰科技 General Purpose Rectifier、扬杰科技 High Efficient Rectifier、扬杰科技 Module、扬杰科技 Schottry Rectifier、扬杰科技 Silicon Bidirectional、扬杰科技 Small Singnal Diode、扬杰科技 solar diode、扬杰科技 Super Fast Rectifier、扬杰科技 TVS、扬杰科技 Zener Diode
拓荆科技-U	12 英寸 HTM PECVD 设备 NF-300H、12 英寸 ALD 设备 FT-300H、12 英寸 PEALD 设备 FT-300T、12 英寸 PECVD 设备 PF-300T、12 英寸 PECVD 设备 PF-300T eX、12 英寸 SACVD 设备 SA-300T、12 英寸 Thermal-ALD 设备 FT-300T、8 英寸 PECVD 设备 PF-200T、8 英寸 SACVD 设备 SA-200T、TFLITE
华海清科	CMP 设备、Universal-200、Universal-200Plus、Universal-300、Universal-300Dual、Universal-300Plus、Universal-300T、Universal-300X、Versatile-GP300、配套材料及技术服务
华峰测控	V/I 源表测试模块、半导体自动化测试系统 STS 8200 系列、半导体自动化测试系统 STS 8202 系列、半导体自动化测试系统 STS 8203 系列、半导体自动化测试系统 STS 8250 系列、半导体自动化测试系统 STS 8300 系列、继电器控制测试模块、交流 V/I 源表测试模块、时间测量测试模块、数字测量测试模块
有研硅	半导体硅抛光片、半导体区熔硅单晶、刻蚀设备用硅材料
芯源微	喷胶机、清洗机（集成电路制造后道先进封装）、清洗机（集成电路制造前道晶圆加工）、去胶机、湿法刻蚀机、涂胶/显影机、涂胶/显影机（集成电路制造后道先进封装）、涂胶/显影机
新洁能	新洁能 1200V~1350V 绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、新洁能 20V-250V 沟槽型功率 MOSFET、新洁能 20V-250V 屏蔽栅沟槽型功率 MOSFET、新洁能 500V-900V 超结功率 MOSFET、新洁能 650V 绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、新洁能 MOSFET 或 IGBT 功率模块
大族数控	HDI 板、IC 封装基板、多层板、挠性板及刚挠结合板
东微半导	Tri-gate IGBT、超级硅 MOSFET、高压超级结 MOSFET、中低压屏蔽栅 MOSFET
捷捷微电	二极管、防护器件、晶体管、可控硅
长光华芯	VCSEL 芯片-PS 系列、VCSEL 芯片-SL 系列、VCSEL 芯片-TOF 系列、百瓦级直接半导体激光器-DDLM 系列、高功率巴条器件、高功率巴条芯片、高功率单管器件 -TO 系列、高功率单管器件-COS 系列、高功率单管芯片、高功率直接半导体激光器-DDLF 系列、高亮度直接半导体激光器-DDLV 系列、光通信芯片系列产品、光纤耦合模块-F 系列、光纤耦合模块-M 系列、数百瓦直接半导体激光器-DDLM 系列、阵列模块 -MCP-V、VQ 系列、阵列模块-QCP-M 系列、阵列模块-QCP-V 系列、中功率直接半导体激光器-DDLF 系列
概伦电子	FastSPICE 电路仿真器（NanoSpice Pro）、GigaSPICE 电路仿真器（NanoSpice Giga）、PDK 验证软件（PQLab）、半导体参数测试软件（Fastlab）、半导体参数测试仪器（FS-Pro）、半导体工程服务、波形查看器（NanoWave）、低频噪声测试软件（NoiseProPlus）、低频噪声测试仪器（9812DX）、电路与工艺互动设计平台（ME-Pro）、高频器件建模平台（MeQLab）、良率导向设计平台（NanoYield）、通用并行 SPICE 电路仿真器（NanoSpice）、先进器件建模平台（BSIMProPlus）、自动化建模平台（SDEP）
新益昌	单头高速固晶机、滚筒高分子(固态)老化测试机、滚筒式老化测试机、锂电池立式制片机、连线三头平面式高速固晶机、六头平面式高速固晶机、牛角测试分选机、平面式双头高速固晶机、全自动平面固晶机、全自动圆柱锂电池卷绕机、全自动圆柱锂电池制片卷绕一体机、双头平面式高速固晶机、隧道式老化测试机
苏州固得	固得电子玻璃钝化超快速整流二极管、固得电子玻璃钝化高效整流二极管、固得电子玻璃钝化快速恢复
德邦科技	高端装备应用材料、集成电路封装材料、新能源应用材料、智能终端封装材料
伟测科技	晶圆测试、其他服务、芯片成品测试
神工股份	硅棒、硅环、硅盘、硅筒
华微电子	华微半导体放电管芯片、华微二极管、华微功率晶体管、华微集成电路芯片、华微小型服务器
南亚新材	车用板、高频高速系列、普通板系列、无卤板系列、无铅板系列、粘结片
联动科技	半导体自动化测试系统、分立器件测试系统、激光打标机、激光打标设备、集成电路测试系统、配件、其他机电一体化设备、全自动激光打标设备
派瑞股份	5 英寸电控晶闸管、5 英寸光控晶闸管、6 英寸电控晶闸管、IGBT 参数综合测试台、大功率 IGBT 开关电源、电力半导体模块、非同相逆并联上下分极式整流柜、高温阻断试验台、化工电解整流柜、晶闸管静态及动态参数综合测试台、快速晶闸管、浪涌电流试验台、门极触发特性及维持电流测试仪、普通晶闸管、普通整流管、通态电流临界上升率试验台、通态及正向峰值电压测试台、同相逆并联带柜体整流柜、同相逆并联绝缘自支撑式整流柜、直流试验站电源、阻断特性测试仪

康强电子	康强 SOT 表面贴装引线框架、康强电极丝、康强集成电路引线框架、康强键合金丝、康强键合铜丝、康强精密模具、康强三极管引线框架、康强载带 102 系列、康强载带 103 系列、康强载带 204 系列
台基股份	MUR200 超快恢复二极管、UDS、UDQ 系列电焊机整流桥、大功率超高速半导体开关 RSD、单相/三相整流桥模块、非绝缘型晶闸管/整流管混合模块、非绝缘型晶闸管模块、非绝缘型整流管模块、高频晶闸管、功率组件、快恢复二极管、快速晶闸管、快速晶闸管/整流管模块、平板式功率模块、普通晶闸管、普通晶闸管/整流管混合模块、普通晶闸管模块、普通整流管模块、散热器、双向晶闸管、特种半导体器件、整流二极管
深深爱	深深爱 CMOS 电路、深深爱 DMOS 功率晶体管、深深爱 LED 驱动芯片及模块、深深爱双极型功率晶体管、深深爱肖特基二极管系列
敏芯股份	敏芯微 MEMS 惯性传感器、敏芯微 MEMS 声学传感器、敏芯微 MEMS 压力传感器、敏芯微 MEMS 麦克风

资料来源: Wind, 上海证券研究所

2020-2022 年 11 月 25 日半导体设备材料及零部件板块 PE 均值分别为 213.38、122.29、148.31X, EPS 分别为 0.51、1.04、1.47 元, 根据 wind 一致预期 (剔除奇异值、极端值) 作为参考, 2022-2024 年板块 PE 将达到 83.86、76.12、53.83 X, EPS 将达到 1.94、2.73、3.68 元。

表 4: 国内各家半导体设备材料及零部件厂商估值情况以及预测 (注: 极端值、奇异值已经剔除)

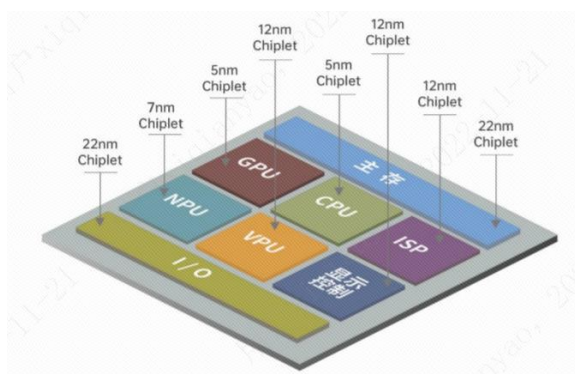
公司	市值 (亿元)	PE(TTM)			PE 预测			EPS			EPS 预测		
		2020	2021	2022 (11.25)	2022E	2023E	2024E	2020	2021	2022 (11.25)	2022E	2023E	2024E
北方华创	1189.04	1189.04	215.57	210.00	56.48	59.40	43.37	0.84	1.65	3.98	3.79	5.19	6.93
中微公司	605.15	605.15	254.97	103.04	47.93	54.21	42.10	0.62	1.23	2.05	1.81	2.33	2.95
沪硅产业-U	538.14	538.14	-1819.68	338.00	313.97	245.02	168.09	-0.02	0.08	0.06	0.08	0.12	0.16
天岳先进	441.18	441.18			-545.25	762.78	311.78			-0.19	0.13	0.33	0.55
盛美上海	354.48	354.48		248.45	63.48	63.94	49.43		0.51	1.29	1.28	1.65	2.15
扬杰科技	295.40	295.40	61.83	50.59	26.12	25.92	20.51	0.72	1.33	2.21	2.22	2.81	3.58
拓荆科技-U	284.83	284.83			114.84	112.58	72.69			1.96	2.00	3.10	4.57
华海清科	241.98	241.98			61.57	56.65	35.93			3.68	4.00	6.31	8.31
华峰测控	237.93	237.93	145.23	84.02	46.73	43.83	32.82	2.57	6.09	5.59	5.91	7.86	10.48
有研硅	195.75	195.75			55.46	58.46	51.26			0.28	0.27	0.31	0.40
芯源微	191.53	191.53	118.51	248.22	114.49	111.25	80.77	0.87	0.68	1.81	1.86	2.56	3.70
新洁能	184.51	184.51	144.93	72.27	42.18	38.18	28.94	1.35	2.46	2.06	2.27	3.00	3.84
大族数控	181.44	181.44			28.01	30.04	22.15			1.54	1.44	1.95	2.43
东微半导	171.47	171.47			67.46	62.80	45.42			3.77	4.05	5.60	7.40
捷捷微电	151.74	151.74	86.20	48.41	37.78	38.27	22.18	0.50	0.65	0.55	0.54	0.93	1.20
长光华芯	143.76	143.76			108.22	94.21	56.08			0.98	1.13	1.89	2.79
概伦电子	136.13	136.13		541.16	309.23	272.87	200.64		0.07	0.10	0.12	0.16	0.22
新益昌	123.80	123.80		62.64	43.66	43.43	32.77		1.93	2.78	2.79	3.70	4.62
苏州固锟	111.17	111.17	91.65	54.33	48.18	42.22	33.12	0.11	0.25	0.29	0.33	0.42	0.55
德邦科技	98.59	98.59			90.49	67.53	38.36			0.77	1.03	1.81	2.76
伟测科技	97.07	97.07			45.87	43.57	28.82			2.43	2.55	3.86	5.93
神工股份	71.65	71.65	117.41	66.75	38.81	34.14	24.98	0.37	1.32	1.15	1.31	1.79	2.30
华微电子	65.88	65.88	278.64	113.69	72.44			0.03	0.08	0.09			
南亚新材	52.09	52.09	55.63	32.14	39.46	13.46	8.87	0.57	1.57	0.56	1.65	2.50	
联动科技	50.28	50.28			32.34					3.35			
派瑞股份	50.21	50.21	100.95	148.71	86.34			0.19	0.13	0.18			
康强电子	47.77	47.77	45.39	38.48	31.12			0.23	0.37	0.41			
台基股份	36.76	36.76	-20.40	96.72	185.97			-1.23	0.24	0.08			
深深爱	27.72	27.72			22.06			-0.03	-0.13	0.49			
敏芯股份	24.08	24.08	137.90	260.20	-159.74	103.78	50.42	0.90	0.36	-0.28	0.43	0.89	1.41
均值 (剔除极端值)		213.38	122.29	148.31	83.86	76.12	53.83	0.51	1.04	1.47	1.94	2.73	3.68

资料来源: Wind, 上海证券研究所

1.2 Chiplet(芯粒)技术协同先进封装，半导体制造有望超越摩尔定律

Chiplet(芯粒)有望在后摩尔时代发展成为一种新的芯片生态。Chiplet 称为“芯粒”或“小芯片”，通过将功能丰富、面积较大的芯片拆分成多个小芯片，再把这些特定功能的 Chiplet 通过先进封装技术集成在一起组成一个系统级芯片，以实现一种新形式的 IP 复用。根据摩尔定律半导体芯片上集成的晶体管和电阻数量将每 18 到 24 个月将增加一倍。芯片工艺发展至今，由于硅的工艺发展趋近于其物理瓶颈，摩尔定律曲线逐步放缓。相较于 SoC（系统级芯片），Chiplet 具有高性能、低功耗、高面积使用率以及低成本等优势，有望成为摩尔定律延续的关键。

图 4: Chiplet(芯粒)示意图



资料来源：芯原股份年报，上海证券研究所

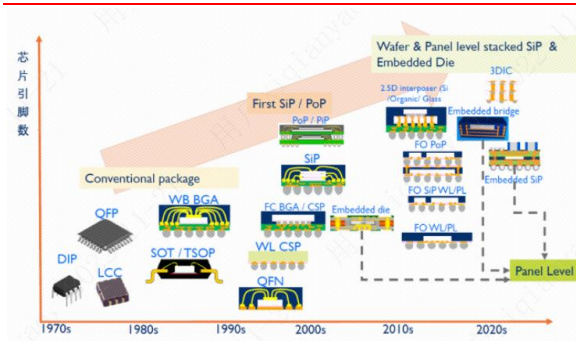
表 5: 单片 SoC 和单片 Chiplet(芯粒)对比

项目	单片 SoC	Chiplet(芯粒)
设计成本	高，7nm 大于 2 亿美元	比单片 SoC 设计成本低
设计时间	长，一般大于 18 个月	较短，一般 12 个月，后续设计更快
设计风险	高，遗漏功能需要重新设计	较低，重新设计内容，可以增减模块芯片
性能	高，针对不能规模化功能的重新设计会造成资源低效使用	较高，可根据模块功能选择芯片制造
功耗	低	接近单片 SoC 功耗
上市时间	慢	较快
产品尺寸	小	较小

资料来源：《集成电路应用》期刊 2020 年第 5 期，上海证券研究所

通过先进封装技术来满足系统微型化、多功能化成为延续摩尔定律的重要手段。先进封装指处于前沿的封装形式和技术，是提高连接密度、提高系统集成度与小型化的重要方法，技术包括带有倒装芯片（FC）结构的封装、晶圆级封装（WLP）、系统级封装（SiP）、2.5D 封装、3D 封装等。根据 IC Insights，28nm 制程节点的芯片开发成本为 5,130 万美元，16nm 节点的开发成本为 1 亿美元，7nm 节点的开发成本需要 2.97 亿美元，5nm 节点开发成本上升至 5.4 亿美元。由于集成电路制程工艺完成突破需要较长的周期，通过先进封装技术提升芯片整体性能成为了集成电路行业技术发展趋势。

图 5：芯片封装技术的发展



资料来源：电子发烧友，Yole，上海证券研究所

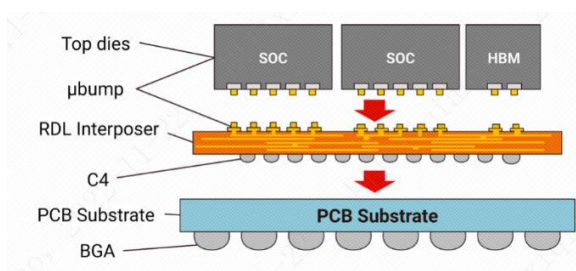
表 6：传统封装与先进封装对比

封装形式	传统封装			先进封装
	通孔封装	表面贴装	面积阵列封装	堆叠封装
时间	1980S 前	1980S	1990S	2000S
代表技术	金属圆形封装 双列直插封装 单列直插封装 针栅阵列	小外形封装 扁平四角引脚封装	球栅阵列封装 芯片尺寸封装 扁平无引脚封装 多芯片组件	倒装芯片技术 硅通孔技术 晶圆级封装 系统及封装
集成度	引脚数 < 64 安装密度 ≤ 10 引脚/cm ²	引线替代引脚 3-300 根引线 安装密度 10-50 引线/cm ²	焊球替代引线 芯片与系统链接 距离缩短 安装密度 40-60 焊球/cm ²	通过堆叠提高集成度 超越传统意义上的安装密度

资料来源：电子发烧友，上海证券研究所

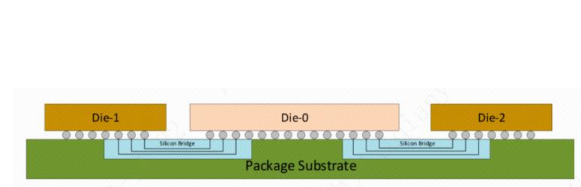
先进封装技术是 Chiplet(芯粒)前提和基础，Chiplet 对先进封装工艺提出更高的要求。Chiplet 技术需要将单个大硅片“切”成多个，接着通过封装级整合。由于单个硅片上的布线密度和信号传输质量要远远高于 Chiplet 之间的，使得适配的先进封装技术必须具备高密度、大带宽布线的特点，尽可能的提升在多个 Chiplet 之间布线的数量并提升信号传输质量。2022 年 3 月，Chiplet 的高速互联标准 UCle 正式推出，发起人为 Intel（英特尔）、AMD（超威半导体）、ARM、高通、三星、台积电、日月光、Google Cloud、Meta 和微软等十家公司。UCle 联盟为 Chiplet 制定了多种先进封装技术，包括英特尔 EMIB、台积电 CoWoS、日月光 FoCoS-B 等。

图 6：台积电 CoWoS 架构



资料来源：电子发烧友，上海证券研究所

图 7：英特尔 EMIB 架构



资料来源：电子发烧友，上海证券研究所

《美国芯片与科学法案》出台促使半导体国产替代的迫切性进一步提高，Chiplet(芯粒)技术被寄予厚望。2022 年 8 月《美国芯片与科学法案》正式通过，法案将采取给美本土芯片行业提供巨额补贴，给半导体和设备制造提供投资税收抵免等一系列措施，以鼓励企业在美国建厂。另一方面，附加条例中提出接受补助的企业不得在对美国安全造成威胁的国家新建或扩大某些半导体的生产能力（主要是 28nm 以下），其 10 年内有效。美国对中国技术封锁持续升级，尤其是在高端芯片制成领域。在此背景下，

Chiplet 作为能在短期大幅提升芯片能效的封装技术，有望成为国产替代新阵地。

图 8:《2022 年芯片与科学法案》正式通过



资料来源：中科院科技战略咨询研究院，上海证券研究所

表 7:《2022 年芯片与科学法案》部分条例

条款	内容
10263 条	禁止中国公司参加美国制造计划：要求在审查外资实体参与时，严格审查中国公司；除非已经得到豁免否则中国公司不得产于美国制造计划
10364 条	强调维持与中国在内的其他竞争对手在“空间技术、利用微重力环境进行科学、工程和技术”方面的竞争力
10387 条	评估美国及其盟国、合作伙伴与中国之间在关键技术重点领域的领导权
10631 条	禁止联邦研究人员参加“外国人才招聘计划”。科学和技术政策办公室应向联邦机构发布指南，禁止联邦机构人员参与“外国人才招聘计划”；并禁止获得研发奖励的个人参与包括中国等关注外国赞助的所谓“恶意外国人才招聘计划”

资料来源：传感器专家网，上海证券研究所

Chiplet(芯粒)技术能降低芯片设计和验证的时间及难度，同时也具备低成本及降低对先进制程的需求，也可以打动 IP 的内部复用。当 Chiplet 技术成熟之后，通过对现有芯粒的叠加及少量验证，可以快速设计出大量新产品。

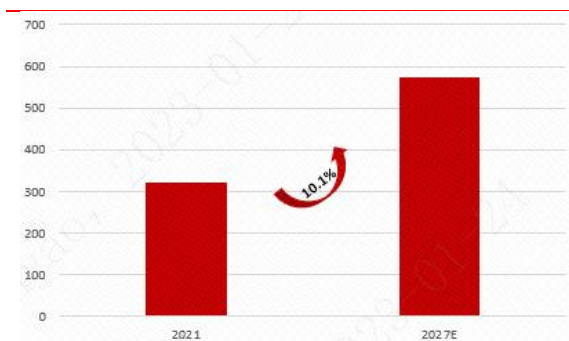
表 8: Chiplet(芯粒)技术优势一览

优势	概述
提升良率	当需要制造的芯片被拆成小块分别制造，单片的良率就可以达到 90%以上，整体的良率也能达到 80%以上，比目前大芯片不足 30%的良率节省了许多成本。
降低对先进制程的需求	在芯片内部所包含的模块中，除了计算单元需要应用最先进的制程来达到良好的效果之外，其他模块如存储、模拟、射频等则不必须用最先进的制程。过往芯片的设计中，所有模块都用同一个工艺节点制造，不仅会造成大量的浪费，而且也不一定是最优解。
IP 内部复用	如果按原来的设计模式，虽然购置的 IP 看似可以复用，但与其他模块的连接都需要重新设计，也需要重新再做测试，设计流程并没有因此简化。应用了 Chiplet(芯粒)技术之后，芯粒在不同芯片之间可以重复使用，大大降低成本。

资料来源：甲子光年科技智库，上海证券研究所

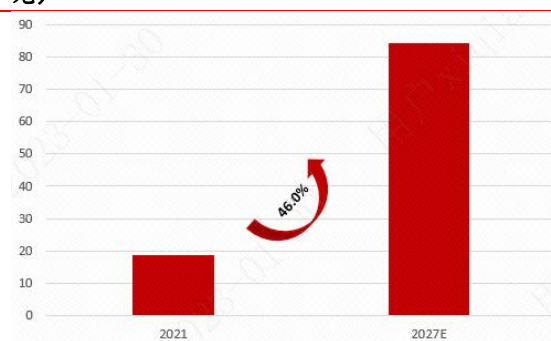
未来 Chiplet(芯粒)市场规模将迎来高速增长，先进封装作为 Chiplet 的基础，市场规模也将持续提升。根据集微网及 Yole 预测数据显示，2021 年全球先进封装市场规模为 321.0 亿美元，预计 2027 年将达到 572.0 亿美元，CAGR 为 10.1%。根据观察者网及灼识咨询数据显示，2021 年全球 Chiplet 市场规模为 18.5 亿美元，预计 2025 年将达到 84.0 亿美元，CAGR 达到 46.0%。

图 9：全球先进封装市场规模及预测（亿美元）



资料来源：集微网，Yole，上海证券研究所

图 10：Chiplet(芯粒)全球市场规模及预测（亿美元）



资料来源：观察者网，灼识咨询，上海证券研究所

Chiplet(芯粒)技术代表着更多异构芯片和各类总线的加入，整个芯片制造过程将会变得更加复杂。从整个芯片制造环节来看，Chiplet 技术将对 EDA 厂商、晶圆制造、封装、IP 供应商、Chiplet 产品及系统设计等环节带来影响。

未来随着 Chiplet 技术逐步走向成熟，产业链标的有望迎来价值重估，相关标的如下。

表 9：国内 Chiplet(芯粒)相关标的及概述

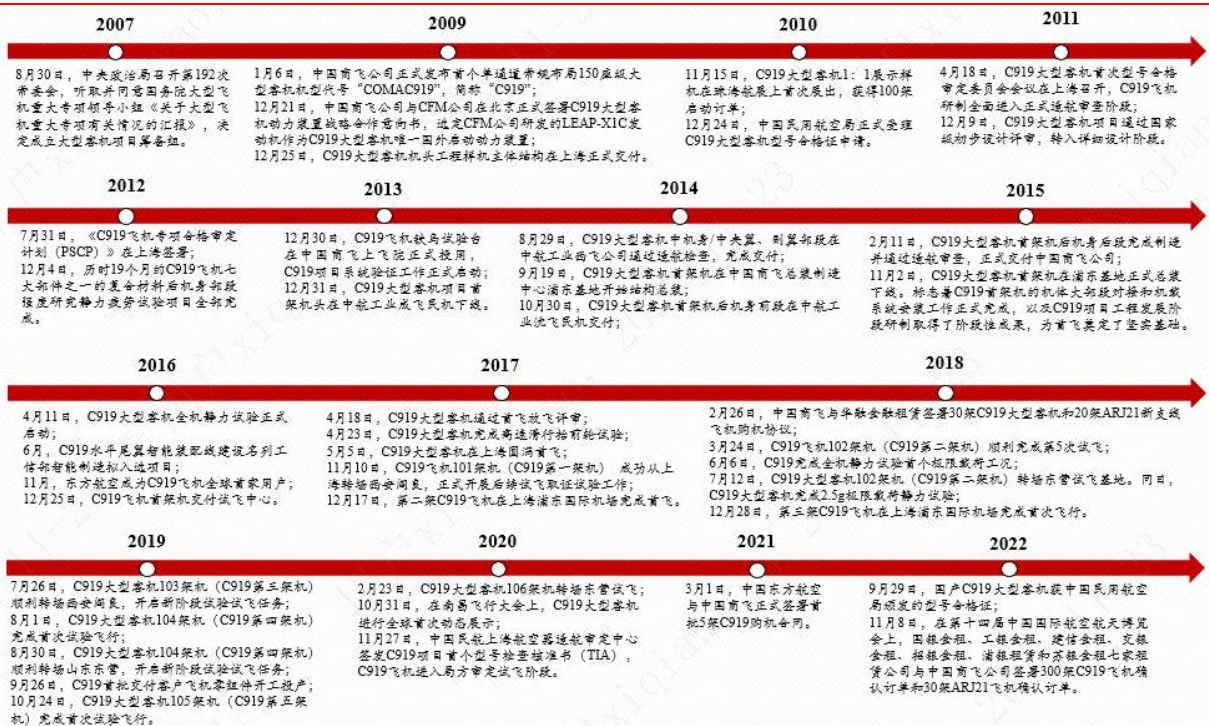
公司	细分领域	概述
兴森科技	PCB	公司是国内最大的印制电路样板小批量板快件制造商，产品广泛运用于通信、网络、工业控制、计算机应用、国防军工、航天、医疗等行业领域
长川科技	封测设备	公司主要为集成电路封装测试企业、晶圆制造企业、芯片设计企业等提供测试设备，包括大功率测试机、模拟/数模混合测试机等；分选机包括重力下滑式分选机、平移式分选机等
华大九天	EDA	公司主要产品包括模拟电路设计全流程 EDA 工具系统、数字电路设计 EDA 工具、平板显示电路设计全流程 EDA 工具系统和晶圆制造 EDA 工具等 EDA 工具软件，并围绕相关领域提供技术开发服务
概伦电子		公司的主要产品及服务包括制造类 EDA 工具、设计类 EDA 工具、半导体器件特性测试仪器和半导体工程服务等
长电科技	先进封装	公司面向全球提供封装设计、产品开发及认证，以及从芯片中测、封装到成品测试及出货的全套专业生产服务
通富微电		公司封装技术包括 Bumping、WLCSP、FC、BGA、SiP 等先进封测技术，QFN、QFP、SO 等传统封装技术以及汽车电子产品、MEMS 等封装技术；测试技术包括图片测试、系统测试等
芯源股份	IP	公司是一家依托自主半导体 IP，为客户提供平台化、全方位、一站式芯片定制服务和半导体 IP 授权服务的企业
伟测科技	第三方测试	公司是国内知名的第三方集成电路测试服务企业，主营业务包括晶圆测试、芯片成品测试以及与集成电路测试相关的配套服务。

资料来源：Wind，上海证券研究所

1.3 国产大飞机交付在即，航空制造树立新的里程碑

中国商飞首架 C919 将在今年年底交付东航，计划 2023 年上半年满足民航局规章要求后投入商业运营，其余东航 C919 订单预计 2023、2024 年完成交付，2023 年将是国产大飞机验证交付和量产的关键时点。2007 年，大型客机项目组正式成立；2009 年，中国商飞发布首个单通道常规布局 150 座级大型客机机型代号“COMAC919”，简称“C919”，同年 C919 样机主体结构在上海交付；2015 年，C919 首架机总装下线；2017 年，首架 C919 完成首飞；2021 年，东方航空与中国商飞正式签署首批 5 架 C919 购机合同；2022 年，C919 获中国民用航空局颁发的型号合格证，同年七家租赁公司与中国商飞签署 300 架 C919 飞机订单和 30 架 ARJ21 飞机订单。

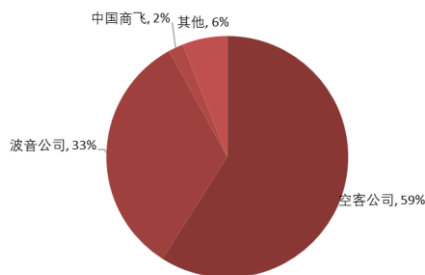
图 11：C919 大型客机发展历史沿革



资料来源：中国商飞官网，上海证券研究所

全球飞机交付市场呈现双寡头垄断局面，C919 规模量产后有望改善波音、空客垄断市场的局面。根据中商产业研究院数据显示，从 2021 年全球飞机交付占比情况来看，空客公司占比为 59%，波音公司占比 33%，中国商飞占比 2%。C919 对比欧洲空客 A320-200 和美国波音 B737-800，三种机型都属于窄体飞机（座位数 100-200），其性能指标与售价相差不大。C919 商业化落地有望推动国内民航产业链高速发展，标志着我国航空业进入新阶段。

图 12: 2021 年全球飞机交付占比情况



资料来源: 中商产业研究院, 上海证券研究所

表 10: 各公司主流飞机型号参数对比

参数	空客 A320-200	波音 737-800	中国商飞 C919
座位	基本混合型 150 座, 全经济舱型 180 座	基本混合型 162 座, 全经济舱型 189 座	基本混合型 158 座, 全经济舱型 168 座
长度	37.57 米	39.5 米	38.9 米
翼展	34.10 米	35.79 米	33.6 米
高度	4.14 米	4.01 米	4.17 米
最大速度	0.82 马赫	0.82 马赫	0.82-0.84 马赫
满载航程	6100 公里	5665 公里	5555 公里
实用升限	12000 米	12500 米	12100 米
发动机	V2500	CFM 56-7B	CFM LEAP-1C
单价	CFM 56-5B 1.0 亿美元	0.9 亿美元	0.99 亿美元

资料来源: 前瞻产业研究院, 澎湃新闻, 环球时报, 上海证券研究所

根据公开资料统计, 目前下单 C919 的客户达到 34 家, 订单总和为 1085 架, 其中海外订单数量 34 架。根据 C919 单机价值量 0.99 亿美元进行测算, 目前订单总价值量达到 1074 亿美元。2022 年 11 月, 第十四届中国国际航空航天博览会开幕, 中国商飞携手 C919 和 ARJ21 首次亮相中国航展, 当日国银金租、工银金租、建信金租、交银金租、招银金租、浦银租赁和苏银金租 7 家租赁公司与中国商飞公司签署 300 架 C919 和 30 架 ARJ21 飞机确认订单。

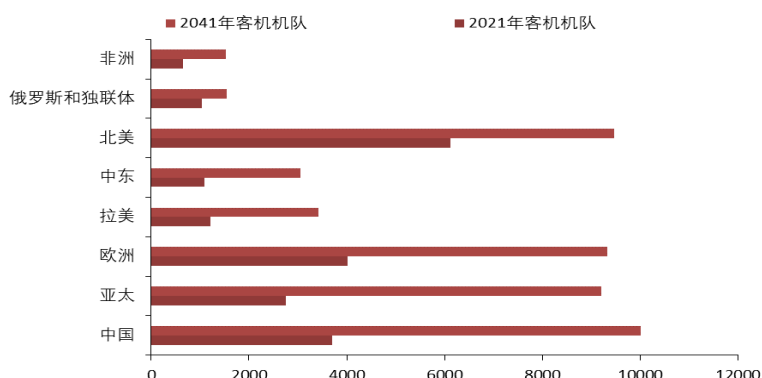
表 11: C919 订单情况一览

序号	用户	订单数量	序号	用户	订单数量
1	中国国航	20 架	15	建信租赁	50 架
2	东方航空	20 架	16	河北航空	20 架
3	南方航空	20 架	17	幸福航空	20 架
4	海南航空	15 架	18	兴业金融租赁	20 架
5	国银租赁	15 架	19	招银金融租赁	30 架
6	美国 GECAS 公司	20 架	20	华夏金融租赁	20 架
7	工银租赁	100 架	21	平安金融租赁	50 架
8	四川航空	20 架	22	德国普仁航空	7 架
9	交银租赁	30 架	23	泰国都市航空	7 架
10	中国飞机租赁	20 架	24	浦银租赁	20 架
11	中银航空租赁	20 架	25	中信金融租赁	36 架
12	农银租赁	75 架	26	光大金融租赁	30 架
13	中核建租赁	40 架	27	华宝租赁	30 架
14	航空工业租赁	30 架	28	7 家租赁公司	300 架

资料来源: 中国商飞官网, 浦东发布, 上海证券研究所

从全球各地区客机机队预测数据来看, 2041 年中国有望超越北美、欧洲, 成为全球客机数量最多的国家。根据中国商飞公司市场预测年报数据显示, 2021 年全球客机总量为 20,563 架, 预计到 2041 年将达到 47,531 架, CAGR 为 4.28%, 其中, 2021 年中国客机共有 3,695 架, 占全球客机总量的比例为 17.97%, 预计到 2041 年将达到 10,007 架, CAGR 为 5.11%, 占全球客机总量的比例将达到 21.05%。

图 13: 全球各地区客机机队预测 (架)



资料来源: 中国商飞公司市场预测年报, 上海证券研究所

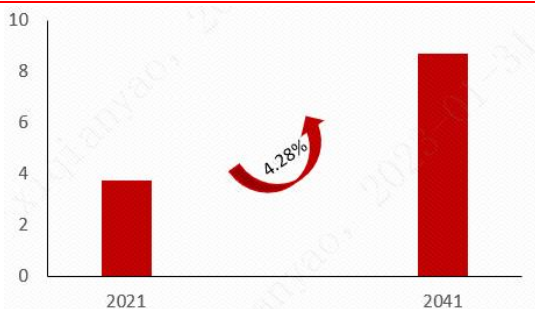
未来 20 年国内客机市场行业规模将达到万亿级, 其中 C919 属于单通道喷气客机, 其市场空间也将达到千亿级。根据客机单机均价 1.83 亿美元测算, 2021 年全球客机市场规模为 3.76 万亿美元, 预计 2041 年将达到 8.70 万亿美元, CAGR 为 4.28%, 其中, 2041 年涡扇支线客机市场规模为 2205 亿美元; 单通道喷气客机市场规模为 3.64 万亿美元; 双通道喷气客机市场规模为 2.54 万亿美元。根据测算, 涡扇支线客机小、中、大型单机价值量分别为 0.31、0.48、0.52 亿美元; 单通道喷气客机小、中、大型单机价值量分别为 0.90、1.17、1.35 亿美元; 双通道喷气客机小、中、大型单机价值量分别为 3.00、3.88、4.84 亿美元。由此推算 2041 年国内客机市场规模将达到 1.83 万亿美元, 2021 年国内客机市场规模为 6762 亿美元, CAGR 将达到 5.07%, 其中, 2041 年涡扇支线客机市场规模为 498 亿美元; 单通道喷气客机市场规模为 7474 亿美元; 双通道喷气客机市场规模为 6630 亿美元。

表 12: 2041 年全球和中国各类型客机交付量和价值预测 (亿美元、架)

飞机类型	大小	全球		中国	
		新机交付量 (架)	市场空间 (亿美元)	新机交付量 (架)	市场空间测算 (亿美元)
涡扇支线客机	小型	160	50	0	0
	中类	484	231	0	0
	大型	3,723	1,924	958	498
单通道喷气客机	小型	2,092	1,890	260	234
	中类	20,587	24,161	4987	5,835
	大型	7,688	10,377	1041	1,405
双通道喷气客机	小型	5,689	17,068	1509	4,527
	中类	1,466	5,692	477	1,851
	大型	539	2,612	52	252

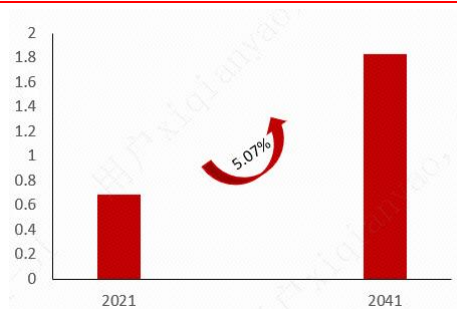
资料来源: 中国商飞公司市场预测年报, 上海证券研究所

图 14：全球客机市场规模及预测（万亿美元）



资料来源：中国商飞公司市场预测年报，上海证券研究所

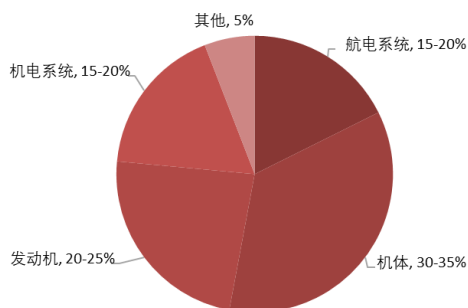
图 15：中国客机市场规模及预测（万亿美元）



资料来源：中国商飞公司市场预测年报，上海证券研究所

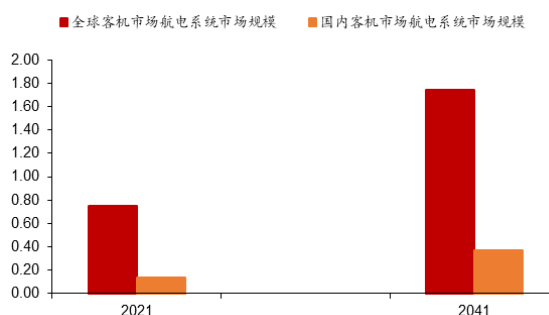
大飞机主要由机体、发动机、航电系统、机电系统组成，成本占比分别为 30-35%、20-25%、15-20%、15-20%，其中，航电系统又称航空电子系统，包含人机交互系统、飞行状态传感器系统、导航系统、外部传感器系统、任务自动化系统等。假设航电系统占大飞机总成本 20%，根据测算 2021 年全球及我国客机航电系统市场规模分别约 7500、1400 亿美元，预计 2041 年将分别达到 17400 亿美元、3700 亿美元。

图 16：2019 年大飞机各模块成本占比



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所

图 17：全球与国内客机航电系统市场规模测算（万亿美元）



资料来源：中国商飞公司市场预测年报，中商产业研究院，上海证券研究所

我们认为伴随国产大飞机订单和交付放量，上游供应商将迎来较大的投资机会，其中，电子零部件、军工半导体、新材料、激光雷达等领域空间广阔。

表 13: 国产大飞机产业链条相关标的

相关标的			所属板块	公司产品类型
原材料	碳纤维	中航高科	化工新材料	电子元器件、机床机械、进出口贸易、民用建筑、耐火材料、商业地产、医用耗材、园艺工具、证券业务、住宅楼盘、专用设备与零部件
钛材	钛材	西部超导 宝钛股份	金属材料 金属材料	合金 镍、重有色金属
材料加工	锻件	中航重机	航天航空	动力机械、发动机设备、风泵机械
	钣金件	利君股份	工业机械	冶金机械
飞机制造	蜂窝材料	日发精机	日发精机	工控机械、机床机械、专用设备与零部件
	飞机总装置	中航机电	航天航空	航空零部件、医疗器械用制剂、专用设备与零部件
飞机结构件	集成安装架	中航光电	电子元件	电子元器件、通信终端设备
	飞机结构件	新研股份 通达股份	航天航空 电气设备	航空零部件、重型农业机械 钢丝类
电子零部件	元器件	航天电器	电子元件	低压电器类、电子元器件、发电机及附属设备
		振华科技	电子元件	半导体分立器件、电话机及配件、电子元器件、集成电路、交换设备
	传感器	中航电测	电子元件	发动机设备
	特种线缆	宝胜股份	电气部件与设备	输电设备
		全信股份	电气部件与设备	通信线缆
客舱核心系统	客舱核心系统	铂力特	工业机械	打印机、专用设备与零部件
		光韵达	电子元件	电子设备及加工
飞机核心系统	航电系统	四川九洲	消费电子	传输设备、电脑外围设备、电声器件、电子元器件、视频产品、音响产品
	通信系统	中航电子	航天航空与国防	轿车、客车、轻型卡车、专用车
	图显系统	烽火电子	通信设备	电子元器件、纺织机械、输电设备、通信线缆、通信终端设备、移动通讯设备与配件、照明器具
雷达系统	雷达系统	景嘉微	航天航空与国防	电子元器件
测试维修	测试维修	国睿科技	航天航空与国防	电子测试和测量仪器、电子设备及加工
		航新科技	航天航空与国防	航空检测维修
		东华测试	电子设备和仪器	电子测试和测量仪器
		苏试试验	调查和咨询服务	专用设备与零部件
		海特高新 南方轴承	航天航空与国防 汽车零部件	航空检测维修、航空零部件、机场货运服务、教育培训服务 横向附件、专用设备与零部件
发动机	总体制造	航发动力	航天航空与国防	变电设备、淀粉类、动力机械、发电机及附属设备、发动机设备、铝合金及制品、轻型工程机械、五金加工机械
	控制系统	中航动控	航天航空与国防	电子测试和测量仪器、电子设备及加工、纺织机械、航空零部件、机床机械
	零部件	航发科技	航天航空与国防	电子测试和测量仪器、电子设备及加工、纺织机械、航空零部件、机床机械
		华伍股份	工业机械	轻型工程机械、冶金机械、重型建筑工程机械、专用设备与零部件
	结构件	新研股份	航天航空与国防	航空零部件、重型农业机械
	高温合金叶片	万泽股份 应流股份	生物科技 工业机械	合金、住宅楼盘 专用设备与零部件
集成电路	特种集成电路	紫光国微	集成电路	电子元器件
-	-	旋极信息	信息科技咨询	电子元器件、系统集成服务
-	-	隆华科技	工业机械	化工机械、压力容器、专用设备与零部件

资料来源: Wind, 上海证券研究所

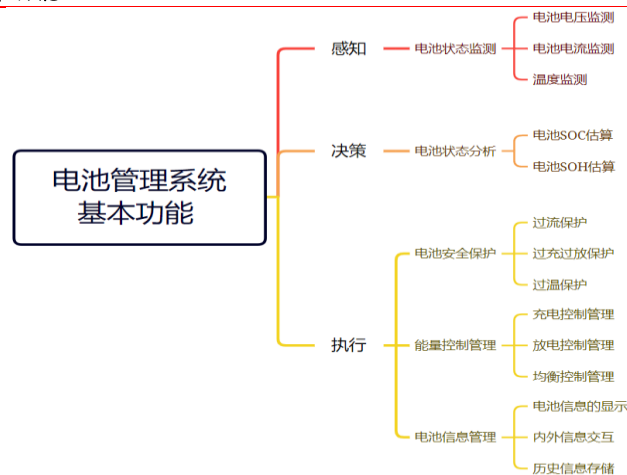
2 需求终会复苏，创新仍将持续

2.1 电池管理系统（BMS）国产替代迈入深水区，应用领域持续升维

BMS 即电池管理系统，其性能优劣直接决定电池组的使用寿命。一个合适的电池管理系统能够在充分发挥电池优越性能的同时，给予电池最佳的保护。

电池管理系统的基本功能具体可分为感知、决策以及执行三个方面，主要是对电池包进行实时监控，采集剩余电量、电池状态、电流等信息，防止电池过充、过放、过压、过流、过高温，例如决策层的电池状态分析包含电池荷电状态（SOC）/健康状态（SOH）估算，通过监测数据做出反馈，指导 BMS 进行控制管理，执行层的充放电+均衡控制是整个电池管理流程的核心。

图 18：电池管理系统基本功能



电芯监控、荷电状态（SOC）、均衡三大核心技术造就 BMS 行业高壁垒。其中 SOC 估算精度越高，对于相同容量的电池，可以使电动车有更高里程。高精度 SOC 估算可以使电池组发挥最大效能，目前最常采用的计算方法有安时积分法和开路电压标定法，通过建立电池模型和大量的数据采集，将实际数据与计算数据进行比较，需要长时间大量数据积累。

表 14：SOC 估算方法

估算方法	优点	缺点
放电实验法	准确、可靠	须中断、时间长
安时计量法	计算简单	不够准确
开路电压法	在数值上接近 电池电动势	需长时间静置
内阻法	与 SOC 关系密切	测量困难
线性模型法	模型简单	不够准确
卡尔曼滤波法	适合非线性模型	需准确的模型算法
神经网络法	精度比较高	需大量训练方法和

请务必阅读尾页重要声明

资料来源：电动知家,上海证券研究所

均衡技术主要分为主动均衡与被动均衡。被动均衡一般通过电阻放电的方式，对电压较高的电池进行放电，以热量形式释放电量，在充电过程中为其他电池争取更多充电时间。主动均衡是一种复杂的均衡技术，在充电和放电循环期间，使得电池单元内的电荷得到重新分配，从而缩短充电时间，延长放电使用时间。主动均衡电路更加复杂，成本更高。

当前国内主流厂商电池管理系统（BMS）系统在荷电状态（SOC）估算精度上已实现一致，但测量精度以及均衡方式上相较国外主流厂商具有一定差距。根据佐思产研数据，国外和国内厂商在电压/电流的测量精度上分别为 0.1%FS 和 0.5%FS，并且国外主流厂商采取性能更加优越的主动均衡方式。

表 15：国内外主流 BMS 供应商的技术参数对比

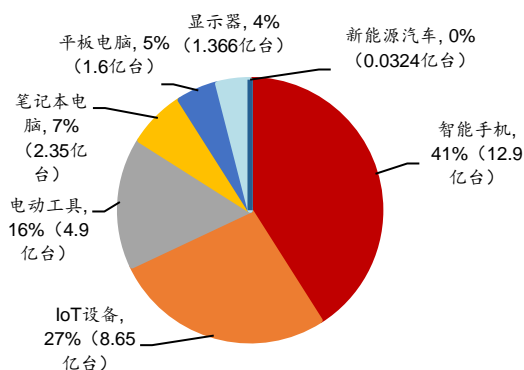
	国外主流厂商	国内主流厂商
配套方案	主从结构	主从结构
技术指标	电压测量精度： 0.1%FS	电压测量精度：0.5%FS
	电流测量精度： 0.1%FS	电流测量精度：0.5%FS
	电流测量范围： 0~±600A	温度测量范围（℃）：-40~125℃
	SOC 估算精度：5% 均衡方式：主动平衡	SOC 估算精度：5% 均衡方式：被动平衡
车型应用范围	纯电动车、混合动力车	纯电动车、混合动力车
功能安全	电池过充、过放、温升保护、绝缘防护、高压互锁、预充电	电池过充、过放、温升保护、绝缘防护
适用电芯范围	锰酸锂、三元材料	铅酸电池、镍氢电池、锂电池等动力电池

资料来源：佐思产研,上海证券研究所

BMS 下游应用广泛，具体包括消费端（3C 数码）、动力电池（电动车）和储能电池（国防军工、可再生能源、通讯、医疗健康等），电动汽车产业快速成长推动 BMS 的快速发展。

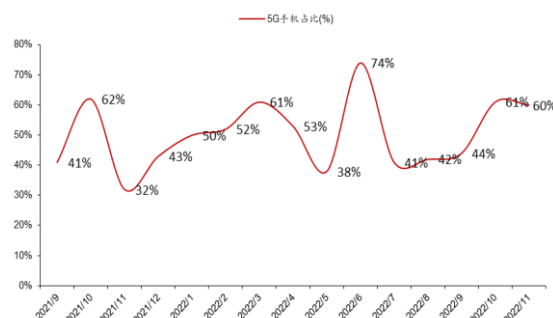
消费端受到快充和 5G 等新技术的拉动，市场规模有望稳步提升。快充技术能够大大降低充电时间，目前已逐渐成为智能手机的标配，对 BMS 的电量管理能力提出更高的要求。5G 技术在丰富手机功能的同时加入了更多高性能元器件，进一步提升手机能耗，根据中新经纬数据，截止 2022 年 11 月，5G 手机占比高达 60%。

图 19：全球快充市场规模（2020）



资料来源：充电头网，上海证券研究所

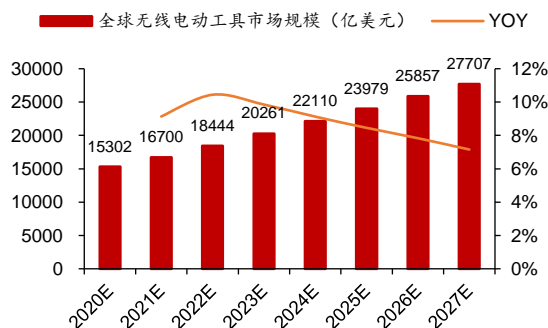
图 20：2021 年 9 月至 2022 年 11 月 5G 手机占比



资料来源：亚威会展，中国通信院，上海证券研究所

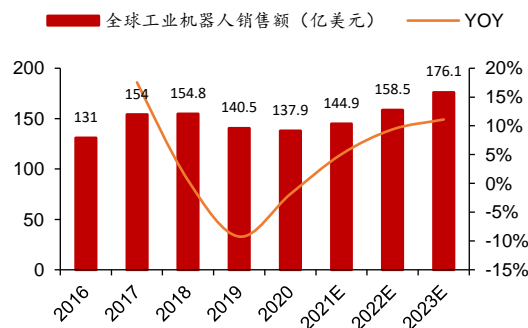
工业端应用主要包括电动工具、无人机、工业机器人等。根据 Allied Market Research 统计数据，预计 2027 年全球无线电动工具市场规模将达到 277 亿美元，2020-2027 年的年均复合增长率预计达 8.85%。工业机器人领域，根据华经产业研究院预测，预计到 2023 年全球工业机器人销售额可达 176.1 亿美元。其中，中国是工业机器人最大的消费国，预计 2023 年销售额可达 589 亿元。

图 21：全球无线电动工具市场规模（单位：亿美元，%）



资料来源：赛微微电招股说明书，Allied Market Research，上海证券研究所

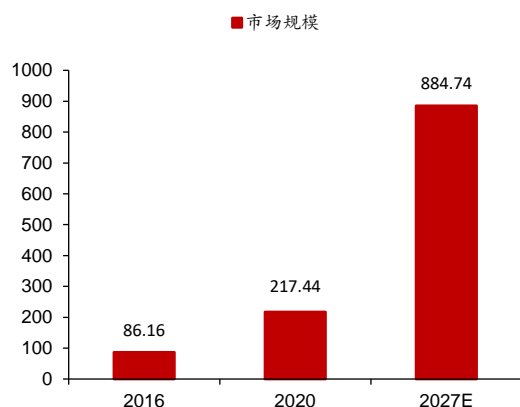
图 22：全球工业机器人销售额及增速（单位：亿美元，%）



资料来源：华经产业研究院，上海证券研究所

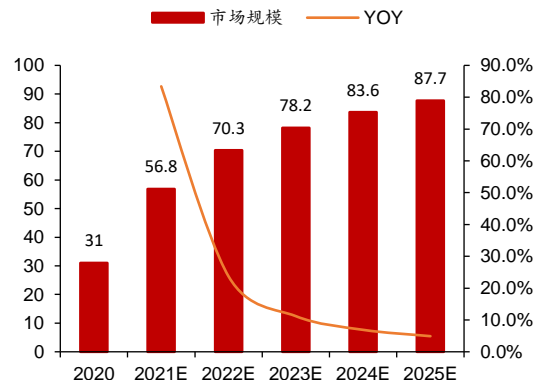
新能源汽车市场快速增长带动了 BMS 需求。根据 QYResearch 数据，全球汽车 BMS 市场规模预计到 2027 年会增至 884.74 亿元，2021-2027 年年均复合增长率高达 26.35%。而从一览众咨询所公布的数据显示，国内新能源汽车 BMS 市场规模预计在 2025 年达到 87.7 亿元，2021-2025 年年均复合增长率将为 11.47%。

图 23：2016-2027 年全球市场汽车 BMS 市场规模预测（单位：亿元）



资料来源：QYResearch，上海证券研究所

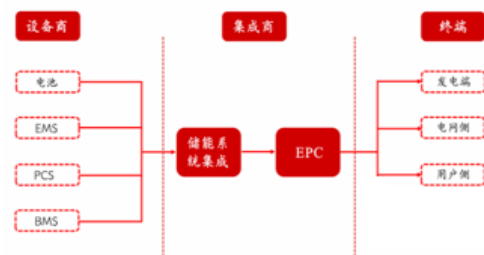
图 24：2021-2025 年中国新能源汽车 BMS 市场规模预测（单位：亿元，%）



资料来源：一览众咨询，上海证券研究所

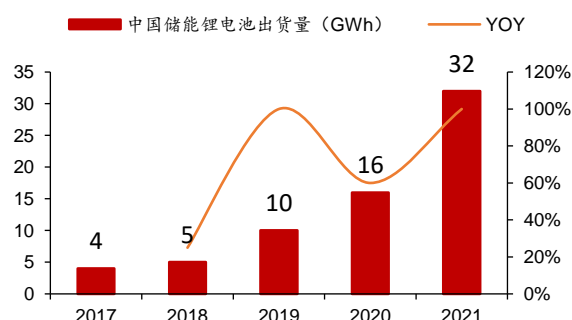
电化学储能产业链上下游明晰，产业链上游为原材料、设备提供商，中游为系统集成商及安装商、系统运营商，下游为终端用户。其中，上游原材料包括正负极材料、电解液、隔膜、结构件等，设备包括电池组、电池管理系统（BMS）、能量管理系统（EMS）和储能变流器（PCS）。中游储能系统集成商根据终端用户需求，将储能设备及配套设施进行整合，并设计出适用于各场景的储能服务系统。下游终端用户包括发电端如风、光、传统电站，电网端如电网公司，和用户端如家庭用户、工业园区等三部分。根据高工产业研究院（GGII）数据显示，2021 年国内储能电池出货量达到 32GWh。

图 25：电化学储能上下游示意图



资料来源：深圳特区报，上海证券研究所

图 26：中国储能电池出货量及增速（单位：GWh，%）

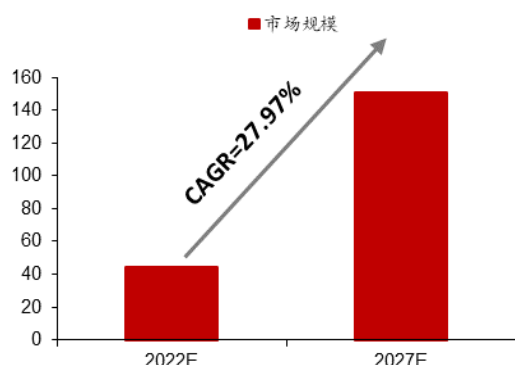


资料来源：中商情报网，上海证券研究所

储能锂电池出货量的增长显著带动了电池管理系统(BMS)设备的需求。Market and Markets 预计 2027 年以 BMS 为核心的电池储能系统市场规模将达到 151 亿美元，2022-2027 年年均复合增

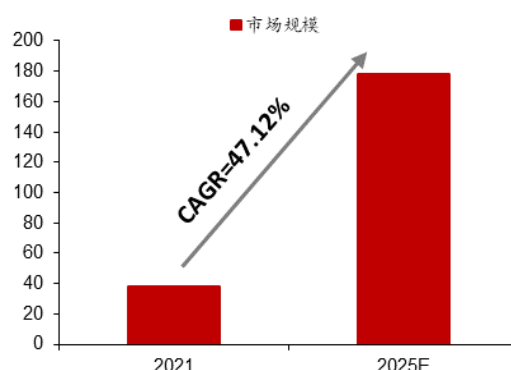
长率为 27.97%。根据高工产研的数据，中国储能 BMS 市场规模预计会在 2025 年达到 178 亿元，2021-2025 年年均复合增长率高达 47.12%。

图 27：2022-2027 全球储能 BMS 市场规模及预测
(单位：亿美元)



资料来源：Markets and Markets, 华夏储能, 上海证券研究所

图 28：2021-2025 全球及中国中国储能 BMS 市场规模及预测 (单位：亿元)



资料来源：高工产研, 上海证券研究所

电池管理系统(BMS)核心部件电池管理芯片(BMIC)是当前行业竞争的关键点,先发优势尤为重要。电池管理芯片针对电池提供电池计量、状态监控及电池保护、充电管理等功能,有效解决荷电状态估算、电池状态监控、充电状态管理以及电池单体均衡等问题,以达到保证电池系统的平稳运行并延长电池使用寿命的目的,主要产品包括电池安全芯片、电池计量芯片、电池充电管理芯片。

表 16：BMIC 类型

BMIC 类型	产品示例	具体功能
电池安全芯片		用于电池状态监控和电池单体均衡,通过实时监测每节电池或电池包,避免出现过充、过放、过流和短路等故障的模拟芯片
电池计量芯片		用于确定电池的电量状态和健康状态,进行电池荷电状态估算的模拟芯片
电池充电管理芯片		可将外部电源转换为适合电池充电的电压,并在充电时进行检测及各种管理功能的模拟芯片

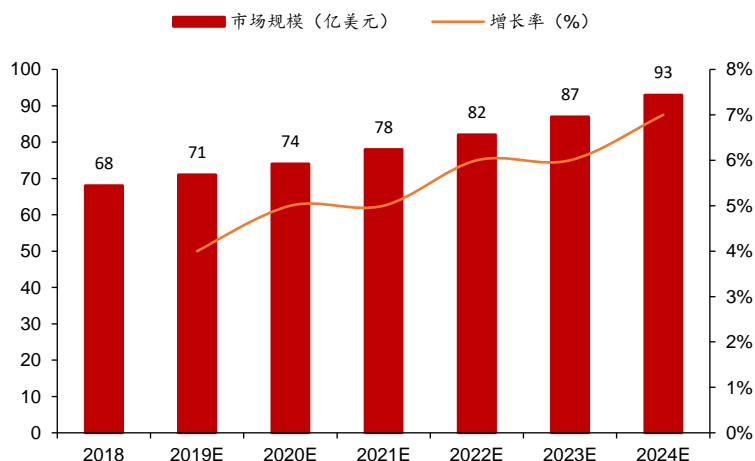
资料来源：赛微微电招股说明书, 上海证券研究所

电池管理芯片 (BMIC) 国产替代需求迫切,2022 年国产化率较低仅为 10%左右。据 Mordor Intelligence 数据显示,2018 年全球电池管理芯片市场规模为 68 亿美元,预计到 2024 年将增长

请务必阅读尾页重要声明

至 93 亿美元，年均复合增长率为 5.36%。近年来，随着下游应用领域不断拓展，客户对电池管理芯片产品的性能要求不断提升，推动电池管理芯片不断向高精度、低功耗、微型化、智能化方向发展，未来机遇和挑战并存。

图 29：全球电池管理芯片市场规模（单位：亿美元，%）



资料来源：Mordor Intelligence，赛微微电招股说明书，上海证券研究所

表 17：国内厂商电池管理芯片布局情况

电池管理芯片细分领域	赛微微电	圣邦股份	中颖电子	力芯微	希荻微	比亚迪半导体
电池计量芯片	√					
电池安全芯片	√	√	√			√
充电管理芯片	√	√		√	√	

资料来源：赛微微电招股说明书，上海证券研究所

消费电子领域电池管理芯片（BMIC）国产替代优势逐步凸显。虽然当前整体电池管理芯片市场仍被德州仪器（TI）、亚德诺半导体（ADI）等国外企业所占据，但国内厂商逐渐在主流手机市场完成国产替代，并在 TWS 耳机等新兴消费电子市场上占据优势地位。南芯科技电荷泵大功率充电系列产品已通过国内多个知名手机品牌厂家的认证，并已实现大规模稳定量产。根据 Frost & Sullivan 研究数据显示，以 2021 年出货量口径计算，其电荷泵充电管理芯片位列全球第一，升降压充电管理芯片位列全球第二、国内第一。

工控领域电池管理芯片（BMIC）正处于国产替代成长期。在电动自行车、电动工具、扫地机器人以及小型储能市场，国内芯片厂商也在加紧进行验证测试。例如赛微微电产品在工控领域表现出色，根据赛微微电招股书数据，2020 年其轻型电动车、电动工具全球市占率较高，分别为 13.33%-21.26%、8.42%-12.65%。

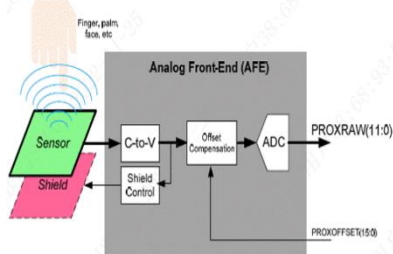

表 18：赛微微电在工控领域布局强劲（2020）

应用领域	终端产品	内含芯片个数			市占率
		电池充电 (个)	电池计量 (个)	充电管理 (个)	
消费领域	笔记本电脑	1	1	1	1.04%
	平板电脑	1	1	1	2.41%
	TWS 耳机	1-3	1-3	1-3	1.02%-3.06%
工控领域	电动工具	1-2	/	1	8.42%-12.65%
	轻型电动车	4-8	1	1	13.33%-21.26%
	无绳家电	1-2	1	1	1.75%-2.33%
	民用无人机	2	2	2	10.49%
	便携 POS 机	1	1	1	2.89%
通讯及其他	智能手机	1	1	1	0.04%

资料来源：赛微微电招股说明书，上海证券研究所

汽车领域电池管理芯片（BMIC）技术门槛非常高，以模拟前端芯片（AFE）为首的车规级芯片研发之路任重道远。车规级电池管理系统（BMS）系统的核心芯片主要包括车规级 AFE、微控制单元（MCU）、数字隔离通讯接口芯片等，其中，AFE 负责高精度电池电压等信息采集，MCU 进行计算和控制，数字隔离通讯接口芯片则实现高低压模块间的电气隔离功能。其中 AFE 芯片需要对高压信号进行采样，对芯片模拟性能要求高，需要采用高压单片集成工艺（BCD），而国内企业在这块相对薄弱。另外，因为涉及到车辆动力系统，还需要满足 ISO 26262 ASIL D 的功能安全等级要求，车规 AFE 芯片门槛非常之高。

表 19：汽车 BMS 核心芯片介绍

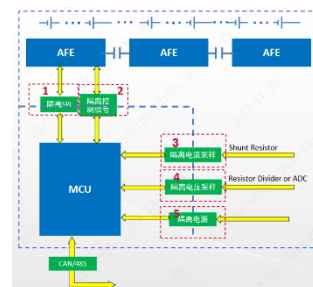
种类	功能介绍	原理示例/产品展示
AFE（模拟前端，Analog Front End）	处理信号源给出的模拟信号，对其进行数字化及分析处理。其功能包括信号放大、频率变换、邻频处理以及电平调整与控制等。	
ADC（模拟数字转换器，Analog to Digital Converter）	作为模拟信号和数字信号的连接桥梁，能够将连续的模拟信号转换为数字形式的离散信号，如将模拟信号转换为与电压值成比例的数字离散信号。	

**MCU（微控制器，
Microcontroller Unit）**

将 CPU 的频率与规格做适当缩减，并将内存、计数器、USB、A/D 转换、UART、PLC、DMA 等周边接口都整合在单一芯片上，形成芯片级计算机，从而为不同的应用场合做不同组合控制。


数字隔离器

将输入信号进行转换并输出，以实现输入、输出两端电气隔离，保证强电电路和弱电电路之间信号传输的安全性。能够阻断共模、浪涌等干扰信号的传播，让电子系统具有更高的安全性和可靠性。



资料来源：传感器专家网、华强电子网、中电网、纳芯微官网、广芯微电子、上海证券研究所

表 20：国外车规级 BMS 芯片厂商

种类	国际供应商
AFE	ADI、TI、ST、松下、NXP、瑞萨
MCU	TI、ST、NXP、英飞凌、瑞萨
ADC	TI、ADI、ST（系列较少）、瑞萨
数字隔离器	ADI、TI、Silicon Labs

资料来源：电子工程世界，上海证券研究所

表 21：国内厂商车规级 BMS 芯片进展

种类	国内厂商	进展情况
AFE	BYD	车规级 AFE 芯片 BF8915A-1 已批量装车
	Chipway	车规级 BMS AFE 模拟前端采样芯片（ASIL C/D）
	赛微微电	车规级 AFE 研发中
MCU	复旦微电	车规级 MCU 已推出并通过 AEC-Q 考核，积极推广导入中
	中颖电子	车规级 MCU 已流片成功，在验证阶段
	兆易创新	车规级 MCU 于 2022 年正式推出
	紫光国微	车规级 MCU 研发中
	芯海科技	车规级信号链 MCU 已通过 AEC-Q100 认证，开始导入汽车前装企业新产品设计中
ADC	芯海科技	车规级 ADC 布局中
	晶华微	积累相关人才，车规级芯

片布局中		
数字隔离器	上海贝岭	车规级数字隔离器已推出
	纳芯微	已推出满足 AEC-Q100 车规级标准 NSi81xx 系列 EMC 增强型多通道数字隔离芯片

资料来源：爱集微，环球网，ofweek，上海证券研究所

车规级芯片对于性能指标、使用寿命、可靠性、安全性、质量一致性的要求之高，是消费电子芯片难以匹敌的。相比于消费电子及一般工业芯片，汽车芯片的工作环境更为恶劣：温度范围可宽至-40℃~155℃、高振动、多粉尘、电磁干扰等。由于涉及人身安全问题，汽车芯片对于可靠性及安全性的要求也更高，一般设计寿命为 15 年或 20 万公里。

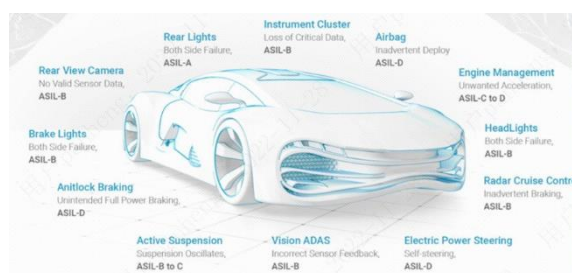
“车规级”芯片需要经过严苛的认证流程。一方面，车规芯片需要经过 AEC-Q 系列认证——模拟汽车使用环境对芯片进行的可靠性测试认证，在符合芯片规定的使用条件下，能够正常使用，且所有的性能指标都是满足规格书的要求。另一方面，需要经过汽车安全完整性等级（ASIL）认证。ISO26262 确定了四种 ASIL 等级——A、B、C 和 D。ASIL A 代表最低程度的汽车危害，ASIL D 则代表最高程度的汽车危险。安全气囊、防抱死制动系统和动力转向系统必须达到 ASIL D 级，这是应用于安全保障的最严苛等级，因为其失效带来的风险最高。而安全等级范围的最低等级，如后灯等部件，仅需达到 ASIL A 级即可。大灯和刹车灯通常是 ASIL B 级，而巡航控制通常是 ASIL C 级。

图 30：AEC-Q 系列认证

	Consumer	Industrial	Automotive
Qualification Standard	JEDEC	JEDEC	AEC-Q100
Tri-Temp Application Road Test	✓	✓	✓
Dedicated Fab / Assembly	✓	✓	✓
Specialized Tools / Personnel		✓	✓
Enhanced Process Controls*		✓	✓
Ultra-Enhanced Process Controls*			✓
Test Lot Size Restriction		✓	✓
ATE Test at Room Temp	✓	✓	✓
ATE Test at Hot Temp		✓	✓
STRM & QA Sample Test		✓	✓
PPAP			✓

资料来源：创易栈，上海证券研究所

图 31：ASIL 系列认证



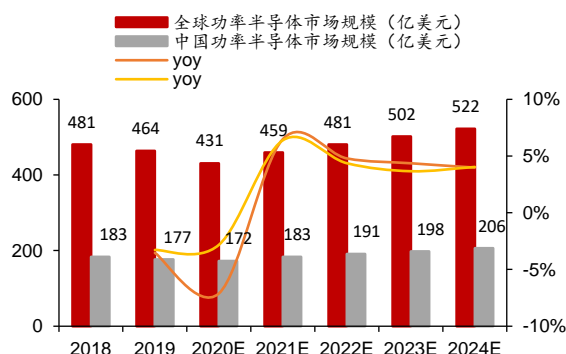
资料来源：创易栈，上海证券研究所

2.2 绝缘栅双极型晶体管(IGBT)+碳化硅（SiC）等汽车功率半导体从估值弹性到业绩弹性

新能源汽车的快速崛起，带动车用绝缘栅双极型晶体管(IGBT)

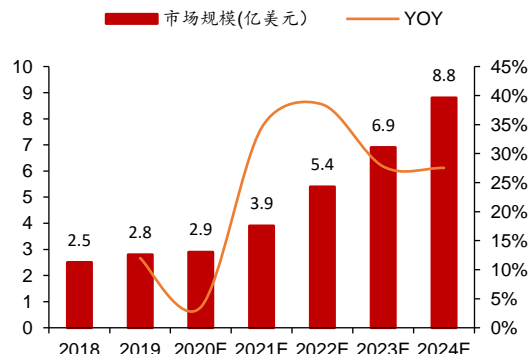
市场规模实现快速增长，成为功率半导体增长最快的细分应用领域。比亚迪半导招股书数据显示，2020 年工业控制是 IGBT 最大的下游应用领域，占比达 33.5%，新能源汽车占比 14.2%。未来，车电动化、智能化推动车规级 IGBT 成为增长最快的细分领域，新能源汽车预计在 2024 年将超过工业控制成为 IGBT 下最大的下游应用领域，年均复合增长率达到 29.4%。

图 32：全球及中国功率半导体市场规模及预测



资料来源：omdia，上海证券研究所

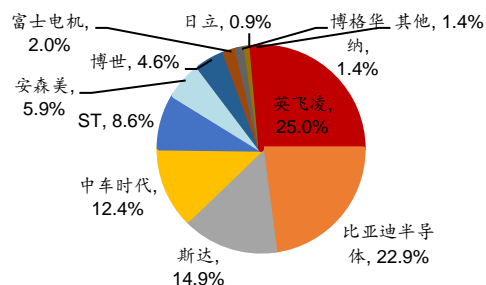
图 33：中国新能源汽车 IGBT 模块市场规模



资料来源：omdia，上海证券研究所

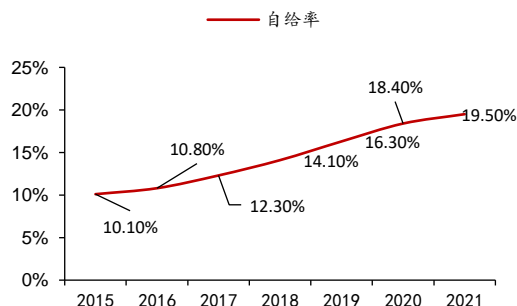
功率半导体器件国产替代趋势不断加速，绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 国产化率有望进一步提升。新能源汽车崛起带来了大量的市场需求，国家高度重视 IGBT 等半导体产业的发展，国产替代成为驱动行业发展的主要因素，据华经产业研究院数据显示，IGBT 自给率正在不断提升，从 2015 年的 10.1% 迅速上升至 2021 年的 19.5%。

图 34：2022 年全年功率模块装机占比



资料来源：NE 时代，上海证券研究所

图 35：2015-2021 年中国 IGBT 自给率变化情况



资料来源：华经产业研究院，上海证券研究所

IGBT7 为最新绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 技术，发展前景广
请务必阅读尾页重要声明

阔。自上世纪 80 年度 IGBT 开启工业化应用以来，IGBT 技术经历了丰富的技术演变，涌现出七代不同的 IGBT 技术方案。2012 年三菱电机推出第七代 IGBT，IGBT7 采用了新型微沟槽（MPT）+电场场截止技术。根据富士电机发布的第七代 IGBT 产品数据，相比于第六代 V 系列，IGBT7 可以使逆变器的功率损耗降低 10%，最高操作结温度从 150° C 提高到 175° C，这有助于减小设备尺寸。

表 22：各代 IGBT 技术特点一览

	结构特征	工作结温	短路能力	封装形式	常见后缀
IGBT2	平面栅+NPT	125°C	10us	模块	DLC,KF2C,S4
IGBT3	沟槽栅+场截止	125°C 600V	10us 600V 6us	模块	T3,E3,L3
IGBT4	沟槽栅+场截止	150°C"	10us	模块	T4,E4,P5
IGBT5	沟槽栅+场截止+表面覆铜	150°C	10us	模块	E5,P5
TRENCHSTOP™5	沟槽栅+场截止	175°C	无	单管（650V）	H5,F5,S5,L5
IGBT6	沟槽栅+场截止	175°C	3us	单管（1200V）	S6,H6
IGBT7	微沟槽+场截止	175°C	8us	模块	T7,E7

资料来源：英飞凌工业半导体，上海证券研究所

国产企业不断缩短技术差距，逐步逼近国际水平。国内厂商中斯达半导绝缘栅双极型晶体管（IGBT）技术发展较快，基于第七代 IGBT 技术的车规级 650/750V IGBT 芯片已研发成功。

图 36：国内企业 IGBT 技术进展

公司	IGBT电压覆盖范围	下游主要应用领域						IGBT技术
		汽车	轨交	光伏	风电	工控	家电	
士兰微	600-1350V	√				√	√	第五代
华润微	600-1350V					√	√	第五代
时代电气	750-6500V	√	√	√	√	√		第六代
斯达半导	100-3300V	√		√	√	√	√	第七代
新洁能	600-1350V			√		√	√	第四代
宏微科技	650-1700V	√		√		√	√	第五代
华微电子	360-1350V					√	√	第六代

资料来源：高瞻资讯，上海证券研究所

凭借优异性能，以碳化硅（SiC）为代表的第三代半导体加速渗透。半导体原料共经历了三个发展阶段，以碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）为典型代表的第三代半导体作为宽禁带半导体材料，随着市场对半导体器件微型化、导热性的高要求，这类材料的市场需求增长，适用于制作抗辐射、高频、大功率和高密度集成的电子器件，在 5G 通信、新能源汽车、光伏逆变器等应用需求的明确牵引下获得广泛关注。

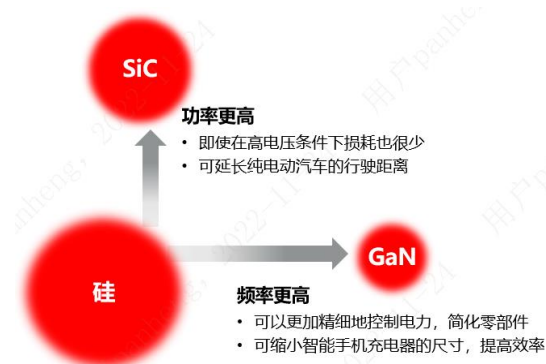
表 23：半导体原料共经历了三个发展阶段

	兴起时间	主要材料	历史意义	优势	主要应用
第一代	20 世纪五十年代	硅（Si）、锗元素（Ge）等单元素半导体	第一代半导体材料引发了集成电路（IC）为核心的微电子领域迅速发展	具有技术成熟度较高且具有成本优势	<ul style="list-style-type: none"> • 低压、低频、中功率晶体管和光电探测器 Si 是半导体分立器件、集成电路、太阳能电池的基础材料
第二代	20 世纪九十年代	<ul style="list-style-type: none"> • III-V 族化合物半导体 典型代表为砷化镓(GaAs)、磷化铟(InP) 	因信息高速公路和互联网的兴起被广泛应用	相比于第一代半导体，砷化镓（GaAs）具有高频、抗辐射、耐高温的特性	<ul style="list-style-type: none"> • 高频、低噪声 广泛应用于卫星通讯、移动通信、光通信和 GPS 导航等领域
第三代	美国 1993 年研制出第一支氮化镓的材料和器件，我国最早在 1995 年起步研究，并于 2000 年做出 HEMT 结构材料	<ul style="list-style-type: none"> • 宽禁带半导体材料 典型代表为碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN) 	在 5G 通信、新能源汽车、光伏逆变器等应用需求的明确牵引下，目前头部企业已开始使用第三代半导体技术，也提振了行业对第三代半导体技术路线的投资	禁带宽度更宽(>2.2eV)，具有更高的击穿电场、热导率、电子饱和速率及抗辐射能力	<ul style="list-style-type: none"> • 最早在光电子领域大规模应用，例如 LED 和激光器 广泛应用于高电压、高功率、高频、高温等领域，如射频通信、电源管理、汽车电子、工业电力电子等

资料来源：中国半导体照明网，GaN 世界，上海证券研究所

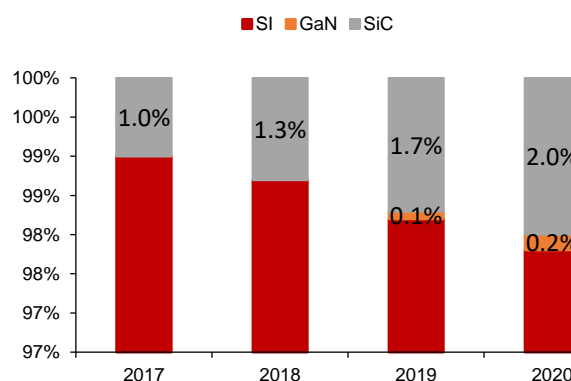
相比传统的硅器件，宽禁带器件有着更好的效能，具有禁带宽度大、电子漂移饱和速度高、介电常数小、导电性能好的特点。相比硅器件，碳化硅(SiC)拥有更高的系统功率，氮化镓(GaN)拥有更高的开关频率，可以根据半导体材料的不同特点有效使用电力。

图 37：宽禁带器件相比硅器件有更好的效能



资料来源：日经中文网，上海证券研究所

图 38：第三代半导体渗透率稳步提升

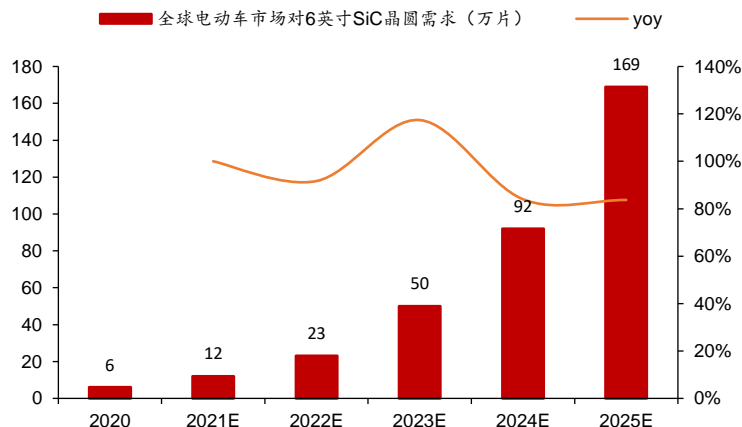


资料来源：华经产业研究院，上海证券研究所

800V 汽车高压快充平台加速碳化硅(SiC)应用。800V 电压系统需要 1200V 的耐压功率芯片，根据速石科技官网数据显示，1200V 器件选用碳化硅(SiC)为衬底做金属氧化物场效应晶体管(MOSFET)和硅(Si)衬底的 IGBT 对比能提高 6%-8%的整车效率。根据 Linker 数据显示，在 400V 电压平台下，碳化硅(SiC)能够比绝缘栅双极型晶体管(IGBT)器件拥有 2 - 4% 的效率提升，而在 750V 电压平台下其提升幅度则可增大至 3.5%-8%。

根据 TrendForce 数据显示，2020 年全球电动车市场对 6 英寸碳化硅(SiC)晶圆需求仅有 6 万片，随着电动车渗透率不断升高以及整车架构朝 800V 高压方向迈进，预估 2025 年将攀升至 169 万片，近 6 年 CAGR+95%。

图 39：全球电动车 6 英寸 SiC 晶圆需求(万片)



资料来源：集邦咨询，上海证券研究所

芯片供应持续紧张，设计制造封装一体化（IDM）模式价值凸显。根据所涉及工艺环节的不同，半导体企业采用的经营模式主要为 IDM 模式和无晶圆厂（Fabless）模式两种。半导体产业链主要包含芯片设计、晶圆制造、封装测试三大工艺环节，IDM 模式指包含上述全部环节的经营模式，属于重资产运营模式；Fabless 模式专注于芯片设计，将生产、测试、封装等环节外包，属于轻资产运营模式。IDM 模式对企业的研发力量、生产管理能力、资金实力和业务规模都有极高的要求，2020 年全球半导体产业厂商排名前十的公司有六家采用 IDM 模式，包括英特尔、三星、SK 海力士、德州仪器等。

随着市场供需关系的不断变化及产品技术的不断升级迭代，拥有设计制造封装一体化（IDM）生产经营能力的企业在生产能力、市场反应程度方面将会获得更强的竞争优势。

图 40：IDM 模式和 Fabless 模式



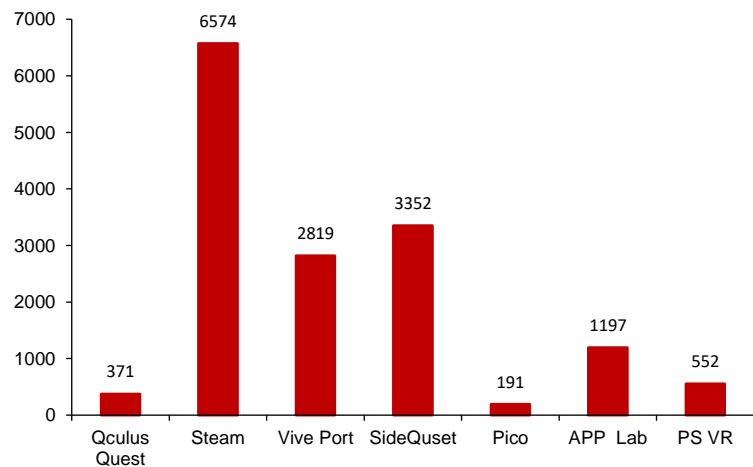
资料来源：思瀚产业研究院，电子技术应用，行行查，上海证券研究所

2.3 VR/AR+物联网（IoT）浪花翻涌，无线音频 SoC 市场规模稳步提升

AR/VR 硬件市场与内容及服务市场形成双向的良性互动。

一方面随着 AR/VR 硬件产量的增加、普及、用户渗透率的提升，将会吸引更多 VR/AR 内容供应商进入市场，提升内容制作技术以及功能；另一方面，当内容数量以及质量提高后，对 VR/AR 硬件比如头盔以及眼镜的需求也会继续扩容，以呈现用户更好的内容体验。

图 41：2022 年上半年主流 VR 内容平台数量（单位：款）



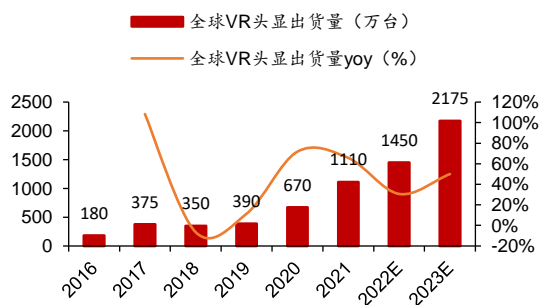
资料来源：VR 陀螺，上海证券研究所

放眼全球，元宇宙浪花持续翻涌，市场规模持续提升。

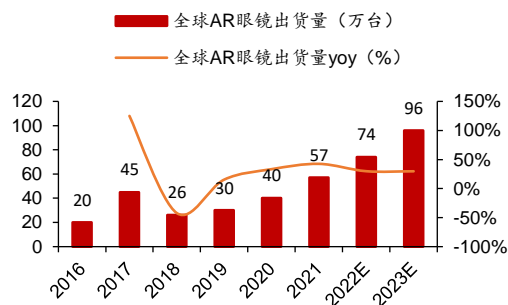
根据虚拟现实（VR）陀螺统计，2022 年上半年全球 VR 头显的出货量约为 684 万台，预计 2023 年全球 VR 头显出货量为 2175 万台，2020-2023 年年复合增长率为 48.07%，其中 2022Q1 Meta（Facebook 改名）市占率为 90%。2022 年上半年增强现实（AR）头显出货量约为 29.6 万台，预计 2023 年全球 AR 眼镜出货量为 74 万台，2020-2023 年年复合增长率为 33.89%。

图 42：全球 VR 头显出货量情况

图 43：全球 AR 眼镜出货量情况

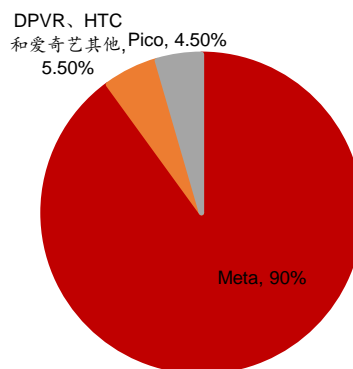


资料来源: VR 陀螺, 上海证券研究所



资料来源: VR 陀螺, 上海证券研究所

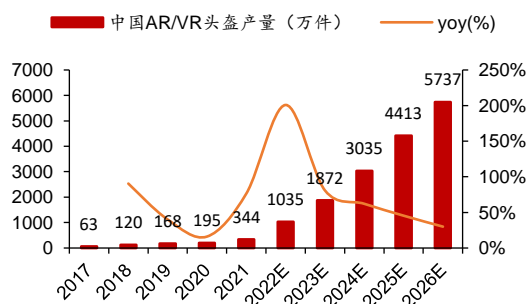
图 44: 2022Q1 各大厂商市占率



资料来源: 华经产业研究院, 上海证券研究所

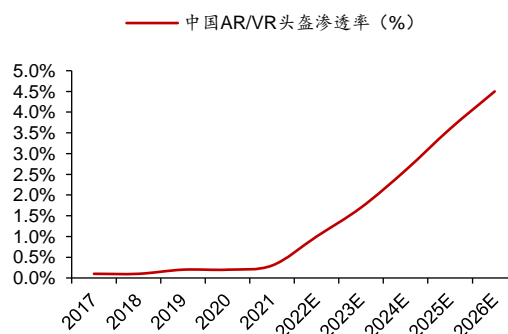
目前国内虚拟/增强现实 (VR/AR) 硬件组件制造商的技术已经得到国外的认可, 积累了丰富的硬件生产经验。根据飞天云动招股书数据, 国内 AR/VR 头盔产量预计从 2022 年的 10.4 百万台增长至 2026 年的 57.4 百万台, 年复合增长率为 53.4%。AR/VR 头盔在中国网名间的渗透率将从 2021 年的 0.3% 提升至 2026 年 4.5%。

图 45: 国内 AR/VR 头盔产量



资料来源: 飞天云动招股说明书, 上海证券研究所

图 46: 国内 AR/VR 头盔市场渗透率



资料来源: 飞天云动招股说明书, 上海证券研究所

国内虚拟/增强现实 (VR/AR) 市场花开两朵, 各表一支。VR

设备端，Meta（FaceBook 改名）占绝对优势地位，国内以北京小鸟看看科技有限公司（PICO）为首在奋起直追；AR 设备端，在发布速度、设备创新、产品形态等方面，国内都处于领先地位。VR 头显大部分采用一体式设计，用超短焦光学折叠光路（Pancake）替代菲涅尔透镜，AR 2022 年发布速度加快，多采用分体式设计，头戴部分重量 80g 左右。

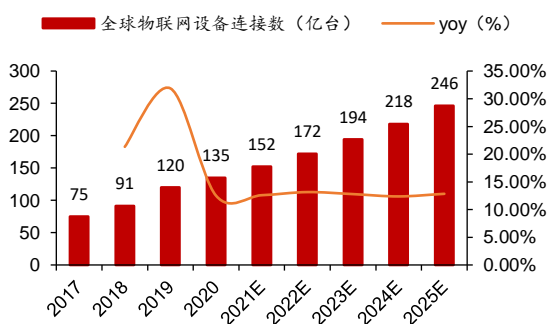
表 24：2022 年部分 AR/VR 新品汇总

类型	产品名称	发布时间	显示技术	光学技术	售价
VR	Meta Quest Pro	10.11	Fast-LCD+MiniLED 背光	Pancake	1499.99 美元
	Pico 4	9.27	Fast-LCD	Pancake	2499 元
	松下 MeganeX	1.4	Micro OLED	Pancake	900 美元
AR	INMO Air 2	10.28	Micro OLED	反射光波导	3999 元
	Nreal X	8.23	Micro OLED (Sony)	-	4299 元
	雷鸟 Air 1S	10.20 预售	Micro OLED (Sony)	Birdbath (鸿蚂蚁光电)	2499 元

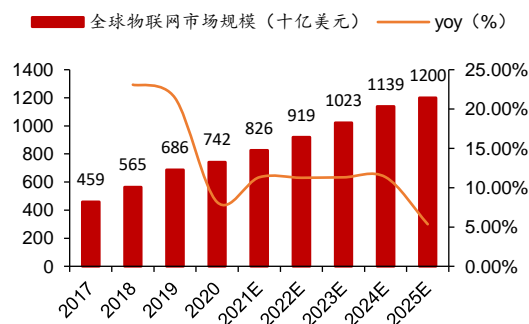
资料来源：艾邦产业咨询，上海证券研究所

物联网（IOT）是指通过信息传感设备，按约定的协议，将任何物体与网络相连接，物体通过信息传播媒介进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监管等功能。随着 5G 技术发展成熟和应用普及，基于物的连接将赋能各行各业，物与物之间连接的深度和广度将进一步拓展，提供更加完善丰富的应用场景。

据全球移动通讯系统协会（GSMA）预计，2019-2025 年全球物联网设备连接数的复合增长率为 12.70%，预计 2025 年将达到 246 亿台；根据 IDC 预计，2021 年全球物联网市场规模将达 7,542.8 亿美元，2025 年预计将达到 1.2 万亿美元，2021-2025 年全球物联网市场规模复合增长率约为 11.4%。

图 47：全球物联网设备连接情况


资料来源：中科蓝讯招股说明书，GSMA，上海证券研究所

图 48：全球物联网市场规模


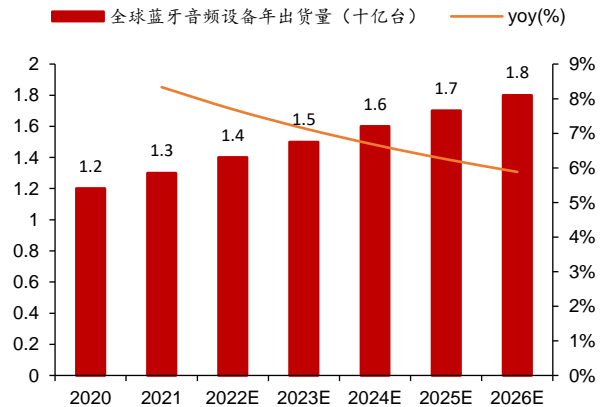
资料来源：中科蓝讯招股说明书，IDC，上海证券研究所

无线音频系统级芯片（SoC）广泛运用于无线耳机、无线音箱、智能可穿戴设备、智能家居等物联网终端设备，未来市场规模有

请务必阅读尾页重要声明

望持续增长。近年来，随着物联网等新兴领域的迅速发展，无线传输内容及形式日渐丰富，数据传输形式及场景越来越多元化、复杂化，对无线音频 SoC 集成度、功耗、等方面的要求不断提高。

图 49：全球蓝牙音频设备年出货规模



资料来源：中科蓝讯招股说明书，蓝牙技术联盟，上海证券研究所

3 投资建议

我们认为，2023 年电子行业有望迎来反弹复苏行情，但行业整体的结构性机会仍然大于板块性机会，需要持续聚焦细分赛道，精选优质个股。我们提出了 2023 年电子行业投资的两个关键词组：新安全新制造、待复苏谋创新。由此对应的两个投资方向为：以安全可控为主的中国高端制造及以受益需求复苏和科技创新为主的芯片设计产业链，并分别衍生出六大细分赛道：半导体制造国产替代、半导体先进封装制造、航空大飞机高端制造（对应：新安全新制造），电池管理系统（BMS）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）+碳化硅（SiC）、虚拟/增强现实（VR/AR）+物联网（IOT）（对应：待复苏谋创新）

未来十二个月内，维持电子行业“增持”评级。我们看好“新安全新制造”带来的半导体设备、材料与零部件板块投资机会，推荐国内半导体设备与零部件国产替代的平台型新星万业企业，受益于 chiplet(芯粒)先进封装的半导体测试探针供应商和林微纳，建议关注半导体设备零部件龙头公司富创精密，同时我们看好受益于 C919 国产大飞机实现规模量产交付的核心供应商，建议关注振华科技、烽火电子、景嘉微。“待复苏谋创新”中我们推荐电池管理系统（BMS）产品力领先的赛微微电，建议关注微控制器（MCU）+BMS 优势突出的中颖电子、电源管理芯片龙头同时在 BMS 产品布局的必易微；建议关注新能源车产业链投资机会，推荐设计制造一体化（IDM）模式车规功率龙头闻泰科技和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）龙头时代电气、模拟芯片重点关注有较强产品升维能力的个股，磁传感器龙头灿瑞科技、模拟开关龙头帝奥微，物联网（IOT）芯片推荐恒玄科技，建议关注中科蓝讯。

4 风险提示

1) 下游终端需求复苏不及预期

如果下游终端需求复苏不及预期，则相关产业链上游公司难以及时实现出货，企业经营将面临较大压力

2) 技术研发不及预期

电子行业技术难度较大，产品迭代速度较快，如果相关企业技术研发落后，竞争力将会受到较大影响。

3) 中美贸易摩擦加剧

如果中美贸易摩擦加剧，美国加大对国内相关产业链的制裁力度，企业经营状况会受较大影响

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询资格或相当的专业胜任能力，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告，并保证报告采用的信息均来自合规渠道，力求清晰、准确地反映作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响。此外，作者薪酬的任何部分不与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

公司业务资格说明

本公司具备证券投资咨询业务资格。

投资评级体系与评级定义

股票投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据公司基本面及（或）估值预期以报告日起 6 个月内公司股价相对于同期市场基准指数表现的看法。	
买入	股价表现将强于基准指数 20%以上	
增持	股价表现将强于基准指数 5-20%	
中性	股价表现将介于基准指数±5%之间	
减持	股价表现将弱于基准指数 5%以上	
无评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级	
行业投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据行业历史基本面及（或）估值对所研究行业以报告日起 12 个月内的基本面和行业指数相对于同期市场基准指数表现的看法。	
增持	行业基本面看好，相对表现优于同期基准指数	
中性	行业基本面稳定，相对表现与同期基准指数持平	
减持	行业基本面看淡，相对表现弱于同期基准指数	
相关证券市场基准指数说明：A 股市场以沪深 300 指数为基准；港股市场以恒生指数为基准；美股市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。		

投资评级说明：

不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准，投资者应区分不同机构在相同评级名称下的定义差异。本评级体系采用的是相对评级体系。投资者买卖证券的决定取决于个人的实际情况。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，投资者不应以分析师的投资评级取代个人的分析与判断。

免责声明

本报告仅供上海证券有限责任公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告版权归本公司所有，本公司对本报告保留一切权利。未经书面授权，任何机构和个人均不得对本报告进行任何形式的发布、复制、引用或转载。如经过本公司同意引用、刊发的，须注明出处为上海证券有限责任公司研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

在法律许可的情况下，本公司或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券或期权并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供多种金融服务。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见和推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值或投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见或推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中的内容和意见仅供参考，并不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负责，投资者据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，也不应当认为本报告可以取代自己的判断。