

CIS行业专题： 影像技术路线分化，国产龙头加速赶超

行业研究 · 行业专题

电子 · 半导体

投资评级：优于大市（维持）

证券分析师：胡剑

021-60893306

hujian1@guosen.com.cn

S0980521080001

证券分析师：胡慧

021-60871321

huhui2@guosen.com.cn

S0980521080002

证券分析师：叶子

0755-81982153

yezi3@guosen.com.cn

S0980522100003

证券分析师：詹浏洋

010-88005307

zhanliuyang@guosen.com.cn

S0980524060001

- **CIS行业概况：预计2025年全球销售额330亿美元，汽车电子或为增长最快领域**

CIS（CMOS图像传感器）是摄像头模组的核心元器件，完成“光-电-数字信号”转换与预处理。根据感光元件安装位置，CIS主要可分为前照式结构（FSI）、背照式结构（BSI）和堆栈式结构（Stacked），其中堆栈式结构受益于像素层在感知单元中的面积占比提升而图像质量大幅优化，同时有效抑制电路噪声。根据快门曝光方式不同，CIS可分为卷帘快门（RS）和全局快门（GS），其中全局快门是高速摄影等应用场景下的最佳快门方式。据Frost&Sullivan数据，预计2021-2025年全球CIS销售额CAGR达11.9%，其中到2025年汽车电子相较2020年市场份额预计上升4.8pct，或成为增长最快领域。

- **CIS技术路线：索尼、三星、豪威影像技术竞相发展，国产CIS龙头有望加速赶超**

当前CIS技术主要存在高像素、高帧率、高成像效果三个发展方向。索尼采用双层晶体管像素堆叠技术扩大动态范围，使得在拍摄明暗差较大的逆光场景时不需要增加图像传感器尺寸也能抑制过度曝光或暗部模糊等问题。三星主打大像素产品，推出像素合并技术、双垂直传输门（D-VTG）技术和AI Remosaic技术提升图像质量。豪威TheiaCel像素设计将DCG HDR与LOFIC技术整合在一个电路结构，实现了单像素DCG HDR，兼顾了高像素与高动态范围。近年来由于复杂的国际形势，索尼和三星有延缓CIS技术开发的趋势；同时由于各家影像技术持续分化，在不同路径产品线之间的差异化竞争背景下，国产CIS龙头在新产品推动下的新周期中有望实现加速赶超。

- **韦尔股份：国产CIS龙头，智能手机及汽车市场推动业绩高增**

韦尔股份是全球知名的提供先进数字成像解决方案的芯片设计公司，其半导体产品设计业务主要由图像传感器解决方案、显示解决方案和模拟解决方案三大业务体系构成。2024年上半年，公司营业收入同比增长36.5%，主要由于公司在高端智能手机市场的产品导入及汽车市场自动驾驶应用的持续渗透。2024年上半年公司图像传感器解决方案收入同比增长49.9%，其中来源于智能手机市场同比增长78.5%，所推出高端图像传感器OV50H被广泛应用于国内主流高端智能手机后置主摄传感器方案中，正在逐步替代海外竞争对手同品类产品；来源于汽车市场同比增长53.1%，凭借先进紧凑的汽车CIS解决方案覆盖了广泛的汽车应用。

- **风险提示：国产替代进程不及预期；下游需求不及预期；行业竞争加剧的风险；国际关系发生不利变化的风险。**

01

CIS行业概况：预计2025年全球销售额330亿美元，汽车电子或为增长最快领域

02

CIS技术路线：索尼、三星、豪威影像技术竞相发展，国产CIS龙头有望加速赶超

03

韦尔股份：国产CIS龙头，智能手机及汽车市场推动业绩高增

04

风险提示

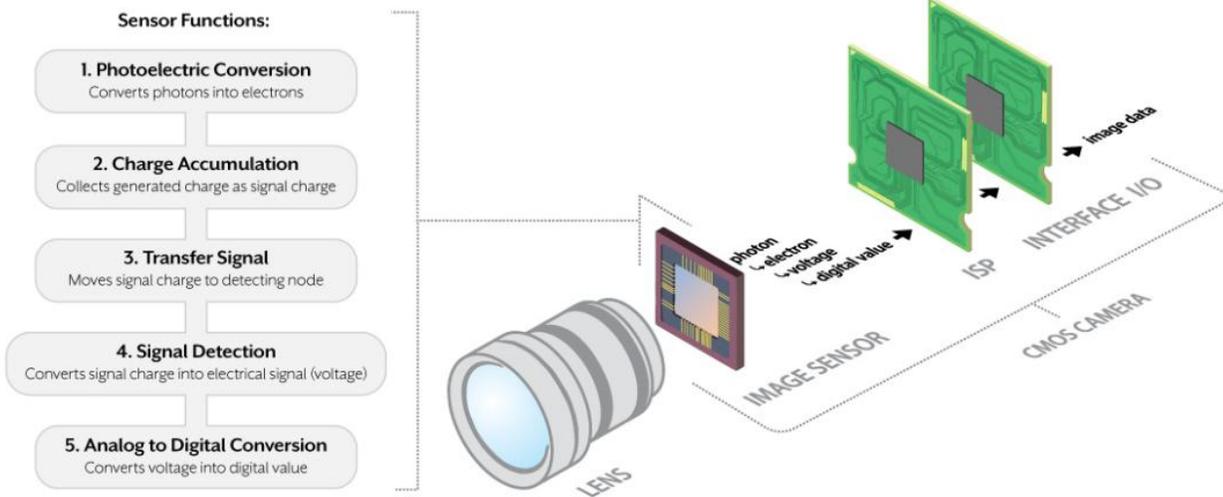
一、CIS行业概况：

预计2025年全球销售额330亿美元，汽车电子或为增长最快领域

CIS（CMOS图像传感器）：摄像头模组的核心元器件

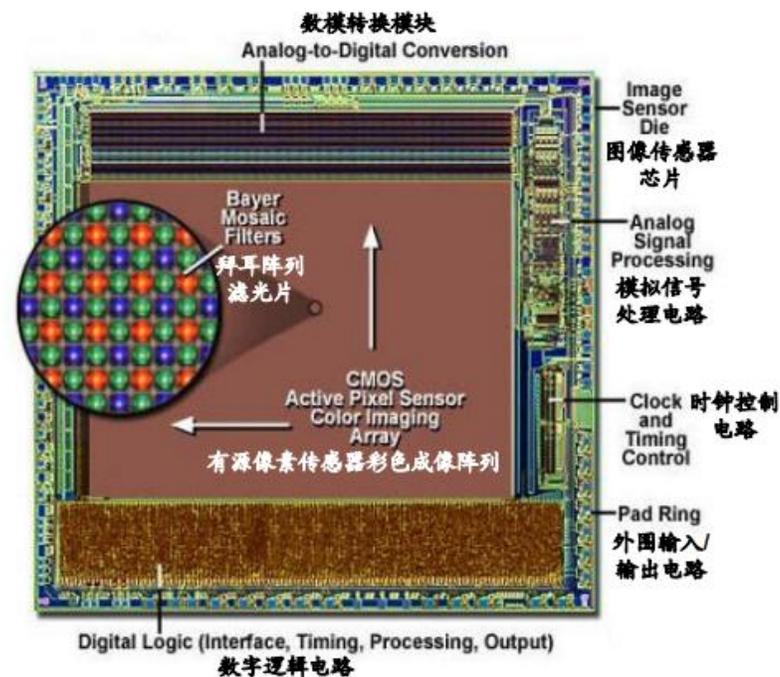
- CIS（CMOS Image Sensor，CMOS图像传感器）是一种光学传感器，能够将接收到的光信号转换为电信号，并将电信号转换成数字信号。一个典型的摄像头模组主要由镜头组、图像传感器和PCB板等器件构成。作为当前图像传感器的主要种类，CIS在摄像头中起到“光-电-数字信号”转换的桥梁作用，是摄像头模组的核心元器件。
- CIS集成度较高，通常由像素阵列（光电二极管）、行/列驱动器、时序控制逻辑、AD转换器、数据总线输出接口、控制接口等几部分组成。与CCD图像传感器相比，CIS具有成本低、能耗低、数据处理速度快等优点，更适合应用于手机摄像、智能车载、安防监控等领域。

图：摄像头基本结构



资料来源：LUCID Vision Labs官网，国信证券经济研究所整理

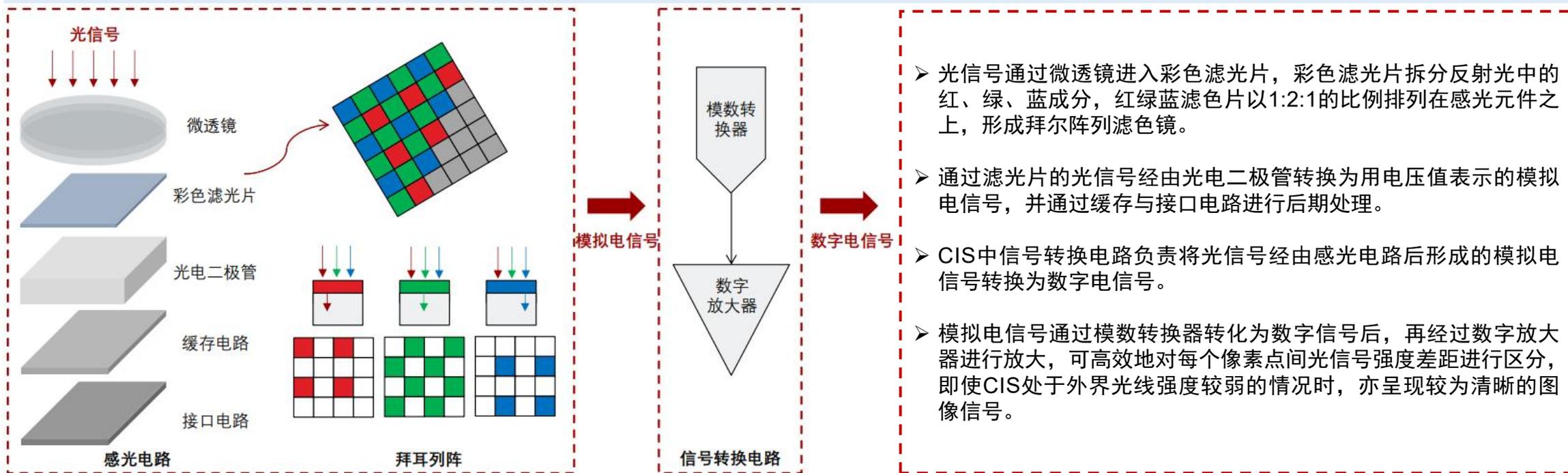
图：CIS芯片基本结构



资料来源：格科微招股书，国信证券经济研究所整理

- CIS的工作原理可分为“光-电转换”、“电-数字转换”和“数字信号预处理”三个部分。
 - **光-电转换**：外界光通过微透镜照射到像素阵列上发生光电效应，在像素单元内产生相应的电荷，形成以电压值表示的模拟电信号。
 - **电-数字转换**：逻辑单元根据需要选择相应的像素单元，并将单元内的模拟电信号传输到对应的模拟信号处理单元以及AD转换器转换成数字图像信号。
 - **数字信号预处理**：数字放大器等部件会将数字图像信号进行一系列预处理，并通过传输接口将图像信息传送给平台接收。

图3：CIS的工作原理



资料来源：头豹研究院，国信证券经济研究所整理

CIS结构：前照式（FSI）、背照式（BSI）、堆栈式（Stacked）

● CIS根据感光元件安装位置，主要可分为前照式结构（FSI）、背照式结构（BSI）和堆栈式结构（Stacked）。

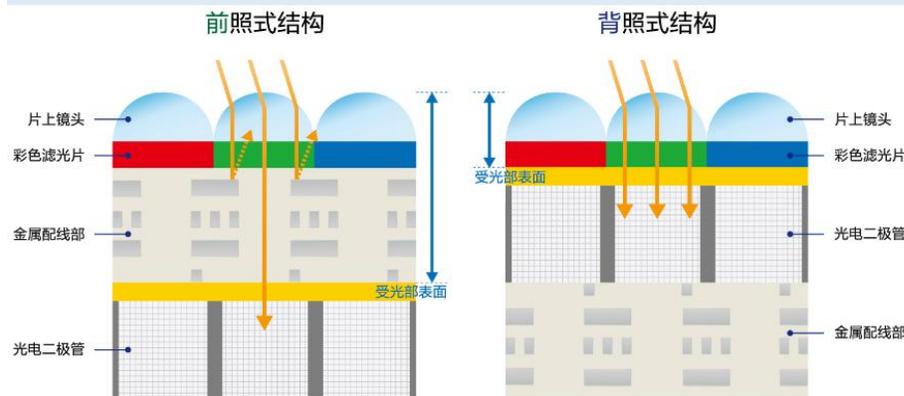
● **前照式结构（FSI）**：采用自上而下的五层结构，分别是透镜层、滤光片层、线路层、感光元件层和基板层。当光从正面入射，采用FSI结构的CMOS图像传感器需要光线经过线路层的开口，方可到达感光元件层然后进行光电转换。FSI的主要优点是其工艺条件相对较易实现、制造成本相对较低，但若要实现优良的性能则需要较高的设计能力。

● **背照式结构（BSI）**：将感光元件层的位置更换至线路层上方，感光层仅保留感光元件的部分逻辑电路。采用背照式结构，光线可以从背面入射直接到达感光元件层，电路布线阻挡和反射等因素带来的光线损耗大幅减少。与FSI相比，BSI的感光效果显著提升，但设计和工艺难度均较大且成本较高。

● **堆栈式结构（Stacked）**：在BSI的基础上，上层仅保留感光元件而将感光元件周围的逻辑电路移至感光元件下层，再将两层芯片叠在一起，芯片的整体面积被极大地缩减，同时可有效抑制电路噪声从而获取更优质的感光效果。

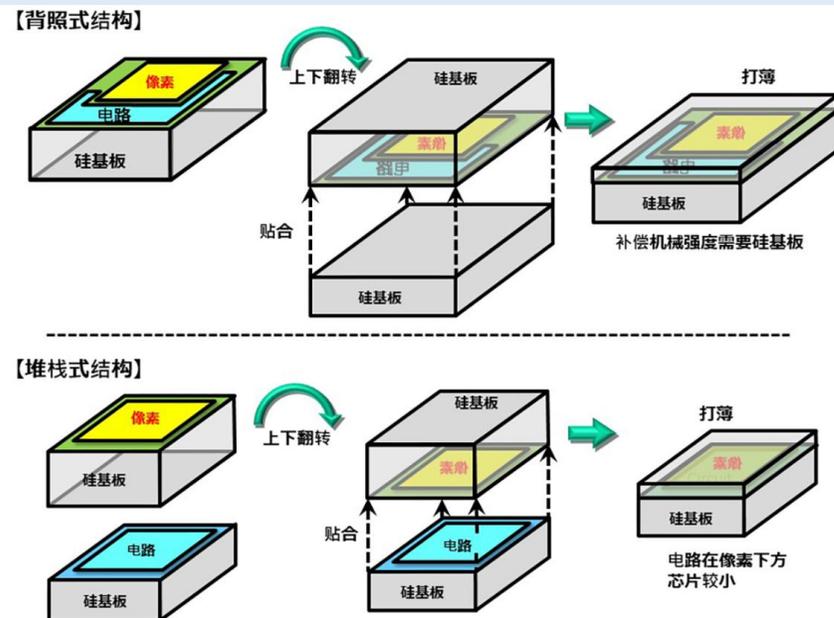
- 采用堆栈式结构的CMOS图像传感器可在同尺寸规格下将像素层在感知单元中的面积占比从传统方案中的近60%提升到近90%，图像质量大大优化。同理，为达到同样图像质量，堆栈式CMOS图像传感器相较于其他类别CMOS图像传感器所需要的芯片物理尺寸则可大幅下降。

图：前照式结构（FSI）与背照式结构（BSI）对比



资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

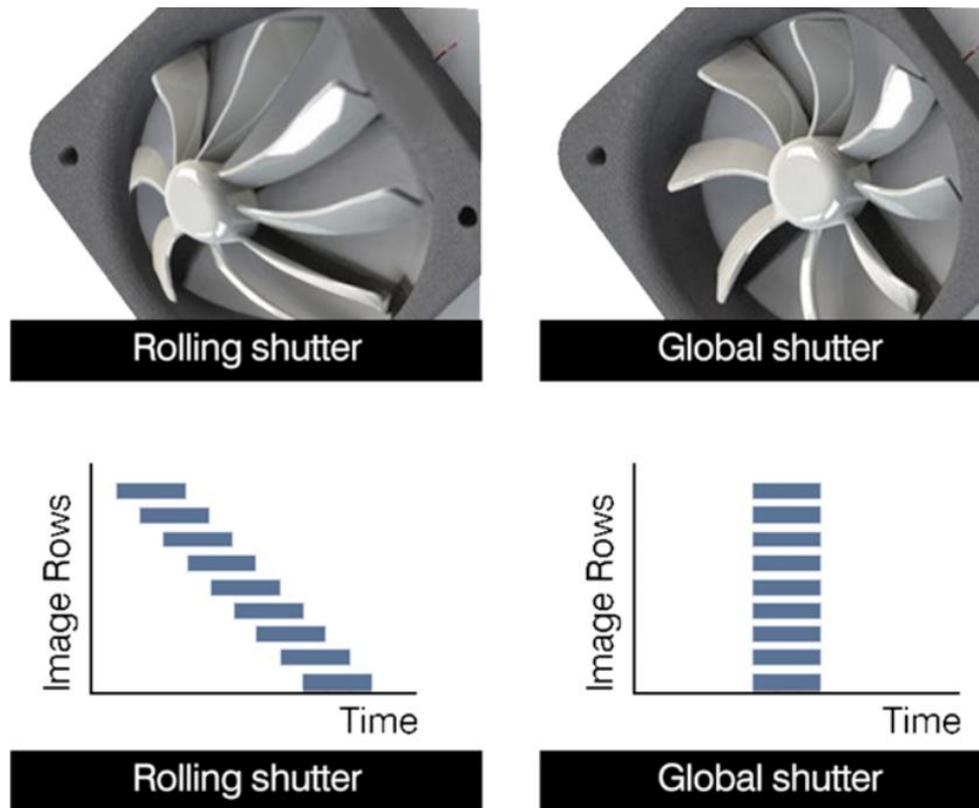
图：背照式结构（BSI）与堆栈式结构（Stacked）对比



资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

- 根据快门曝光方式不同，CIS可分为**卷帘快门（Rolling Shutter, RS）**和**全局快门（Global Shutter, GS）**两大类。
 - **卷帘快门（RS）**：通过控制光敏元逐行或逐列进行曝光，扫描完成所有像素单元的曝光。卷帘快门在感光度以及低噪声成像上较全局快门有一定的优势，但需要一定的曝光时间，更适用于**远距离拍摄静止或移动速度较慢**的对象。
 - **全局快门（GS）**：可使全部光敏元像素点在同一时间接收光照。在此过程中，快门的收集电路切断器会在曝光结束时启动以中止曝光过程，曝光在一帧图像读出后才会重启。全局快门是**高速摄影**等应用场景下的最佳快门方式，但其相比于卷帘快门读出噪声较高。

图：卷帘快门与全局快门



资料来源：电子发烧友，国信证券经济研究所整理

CIS应用场景：智能手机、安防监控、汽车电子、机器视觉



- **智能手机**：CIS全球最大的应用市场；要求CIS在保持良好摄影效果的同时缩小芯片尺寸和降低能耗，对CIS的设计和制造技术有较高要求。
- **汽车电子**：近年来已经大规模地被安装在智能车载行车记录、前视及倒车影像、360°环视影像、防碰撞系统之内；要求CIS在稳定性和寿命上通过车规级标准，且要保证高感光能力、高动态范围、LED闪烁抑制等功能。
- **安防监控**：CIS市场增长较快的新兴行业领域之一；对于CMOS图像传感器在低照度光线环境成像、高动态范围HDR、高清/超高清成像、智能识别等成像性能方面提出了更高的要求。
- **机器视觉**：包括传统工业领域与新兴视觉领域，近年来高速增长的新兴视觉领域对CIS在高清、高帧率和无畸变性能上提出了较高要求。

表：CIS产品的主要划分参数与应用场景

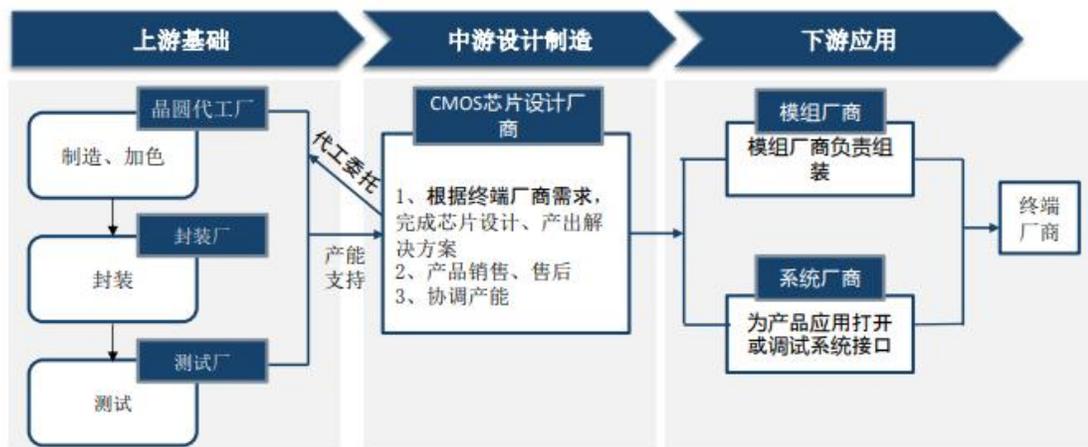
应用领域	产品定位	技术结构	主要像素范围	应用场景
智能手机	高端	BSI	4000万-1亿	主要应用于高端智能手机的前摄和后摄主摄像头
	中端	BSI	1600-3200万	主要应用于中端智能手机的前摄和后摄、高端智能手机的副摄等
	低端	BSI/FSI	200-1300万	主要应用于低端智能手机
汽车电子	中高端	BSI/FSI	100-800万	主要应用于汽车前装和准前装摄像头，例如车规级产品、360度环视、倒车影像、驾驶员监控等
	低端	FSI	30-200万	主要应用于后装摄像头，如行车记录仪等
安防监控	高端	BSI	200-800万	主要应用于城市和企业的安防监控
	中端	FSI	300-500万	主要应用于企业级安防监控和家用监控
	低端	FSI	200万及以下	主要应用于家用监控
机器视觉	超高端	GS、HDR	400-1200万	主要应用于智慧交通等领域
	高端	GS、HDR	30-200万	主要应用于新兴领域，例如无人机自动驾驶、扫地机器人、人脸支付设备、电子词典笔、AR/VR眼镜等

资料来源：思特威招股书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

- CIS的产业链主要可分为三部分：产业链上游为晶圆代工厂及封装测试厂商，负责CIS芯片的制造、封装与测试；产业链中游参与主体是CIS芯片设计企业，负责提供图像处理解决方案；产业链下游由模组厂商、系统厂商及终端应用商组成。
- CIS芯片企业主要分为IDM、Fabless和Fab-lite三种模式，不同CIS企业在产业链跨度上存在差异：
 - **IDM (Integrated Device Manufacture, 垂直整合制造)**：该模式以索尼和三星为代表。指企业负责CIS芯片的设计、制造和封测整个流程，甚至延伸至下游市场销售等职能。IDM模式下企业虽然经营费用和管理成本较高，但拥有较高的资源整合能力，能在短时间内完成新产品的研发与落地。
 - **Fabless**：该模式以豪威科技、思特威、格科微为代表。指企业只负责CIS芯片的设计，将CIS的制造和封测环节外包给Foundry晶圆加工厂。Fabless模式下企业的运营费用较低，可以在芯片设计等核心业务上投入更多资源，但较易受上游晶圆代工厂的产能限制。
 - **Fab-lite**：该模式以安森美和意法半导体为代表。指企业以IDM模式生产核心竞争力较强的芯片品类，将相对非核心的芯片品类交给晶圆代工厂生产。Fab-lite模式下企业牺牲了一部分利润换取在核心产品上的竞争力。

图：CIS产业链示意图



资料来源：Frost&Sullivan，国信证券经济研究所整理

表：CIS企业的运营模式

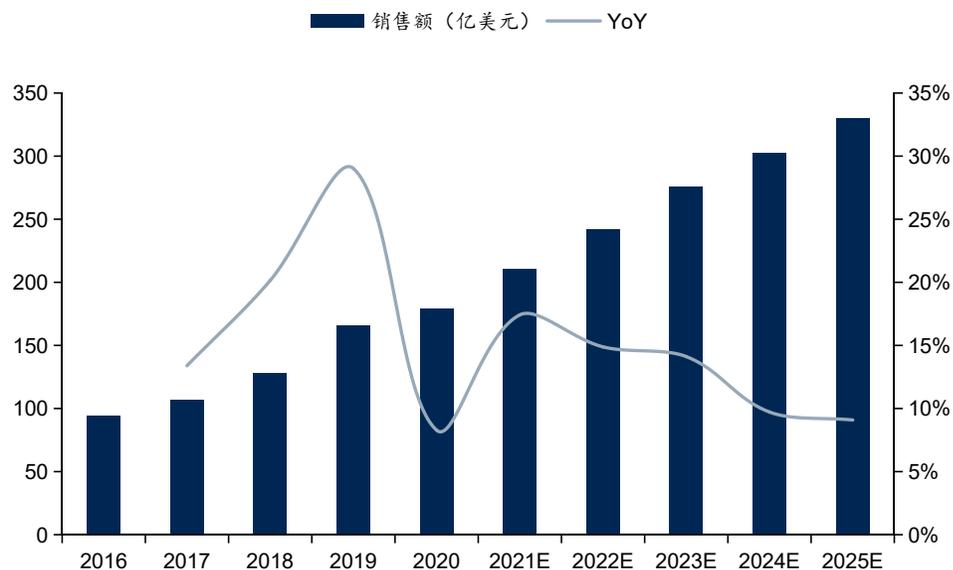
类别	描述	优缺点	代表企业
IDM	企业规模较大，业务涵盖CIS设计、制造和封测整个流程	优点：资源整合能力高、新产品落地快、毛利率高 缺点：运营费用管理成本高	索尼、三星等
Fabless	主营CIS设计业务，将生产加工环节外包给晶圆代工厂	优点：轻资产、高转型灵活性、专注芯片设计业务 缺点：受上游晶圆产能制约	豪威科技、思特威、格科微等
Fab-lite	保留核心CIS产品的完整业务，将非核心产品外包给代工厂生产	优点：保留企业核心竞争力 缺点：转型较困难	安森美、意法半导体等

资料来源：Frost&Sullivan，国信证券经济研究所整理

CIS市场规模：预计到2025年达330亿美元

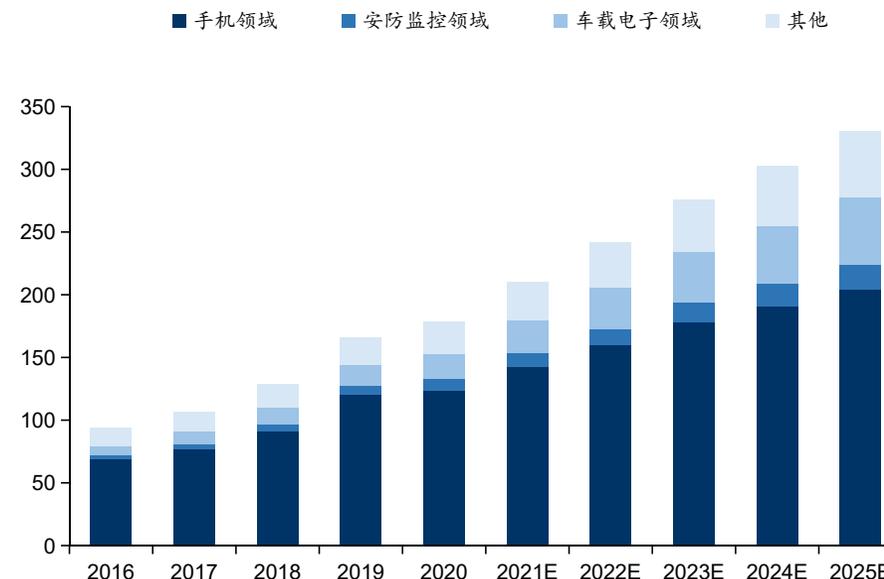
● 预计2021-2025年全球CIS销售额CAGR达11.9%，汽车电子成为增长最快领域。近年来随着背照式和堆栈式技术的不断推进，CIS从智能手机市场逐渐向汽车电子、安防监控和机器视觉等诸多细分市场覆盖。据Frost&Sullivan数据，全球CMOS图像传感器销售额从2016年的94.1亿美元快速增长至2020年的179.1亿美元，CAGR为17.5%。预计全球CIS销售额在2021-2025年间将保持11.9%的年复合增长率，2025年全球销售额预计可达330.0亿美元。同时，Forst&Sullivan预测到2025年，汽车电子和安防监控将成为增长最快的两大领域，相较2020年市场份额预计分别上升4.8pct和1.2pct。

图：全球CIS销售额及预测（亿美元）



资料来源：Frost&Sullivan，国信证券经济研究所整理

图：全球CIS各应用领域销售额及预测（亿美元）



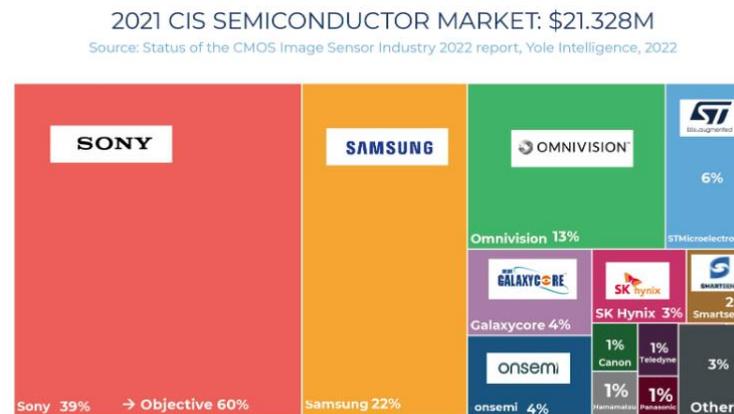
资料来源：Frost&Sullivan，国信证券经济研究所整理

CIS竞争格局：2023年前五名市场份额合计86%，索尼占45%

- 据Yole Intelligence数据，2021-2023年占据全球CIS市场销售份额前五名的企业为索尼（2023年占45%）、三星电子（19%）、豪威科技（11%）、安森美（6%）、意法半导体（5%）：

- 索尼：**成立于1946年5月，主要从事用于消费、专业和工业市场以及游戏机和软件的各种电子设备、仪器和设备的开发、设计、制造和销售，旗下的CIS业务部门是索尼盈利的业绩支柱之一。凭借横跨消费电子、安防、工业等领域完善的产品线，索尼多年来位居市场第一，并在高阶CIS市场保持较为显著的技术优势。
- 三星电子：**成立于1969年1月，是一家主要从事电子产品的生产和销售业务的韩国公司，下设消费电子、信息技术与移动通信、器件解决方案三个部门，其CIS主要应用于消费电子、安防等领域，并凭借自有品牌智能手机、平板电脑和其他消费电子设备的市场知名度，占据了较高的市场地位。
- 豪威科技：**1995年成立于美国硅谷，是一家领先的数字图像处理方案提供商，其CameraChip和AmeraCubeChip系列CIS芯片广泛应用于消费级和工业级应用，在医疗影像市场、物联网市场和特种应用市场等诸多新兴领域也表现出快速发展的态势。豪威科技曾于纳斯达克证券交易所上市，后于2016年被中国财团收购并完成私有化，并于2019年7月由韦尔股份收购。
- 安森美：**1999年成立于美国，是一家应用于高效电子产品的高性能硅方案供应商。产品部门包括先进方案部（ASG）、智能感知部（ISG）及电源方案部（PSG），囊括了电源和信号管理、逻辑、离散及定制器件等产品，广泛应用于消费电子、汽车、医疗、军事等领域，提供独特且具有性价比的产品。
- 意法半导体：**成立于1987年，由意大利的SGS微电子公司和法国Thomson半导体公司合并而成，是世界第一大专用模拟芯片和电源转换芯片制造商，是半导体产品线最广的厂商之一，广泛应用于分立器件、手机相机模块、微机电系统（MEMS）、车用集成电路等多领域。

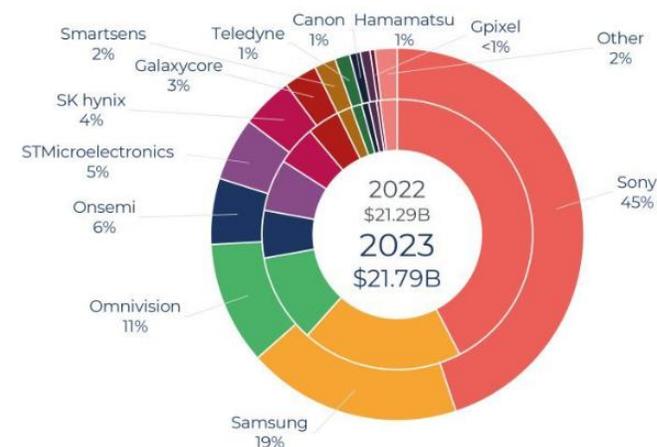
图：2021-2022年全球CIS市场销售份额



资料来源：Yole Intelligence，国信证券经济研究所整理

图：2022-2023年全球CIS市场销售份额

2022-2023 CMOS IMAGE SENSOR MARKET SHARE
Source: Status of the CMOS Image Sensor Industry 2024 report, Yole Intelligence, 2024



资料来源：Yole Intelligence，国信证券经济研究所整理

二、CIS技术路线：

索尼、三星、豪威影像技术竞相发展，国产CIS龙头有望加速赶超

CIS技术发展方向：高像素、高帧率、高成像效果

- 当前CIS技术主要存在高像素、高帧率、高成像效果三个发展方向，涉及的参数指标有像素尺寸、光学尺寸、总像素数、帧率、感光元件架构、信噪比、动态范围、灵敏度、量子效率等。

表：CIS技术的核心参数指标

发展方向	技术指标	介绍
高像素	像素尺寸 (μm)	指每个像素点的尺寸，在有限的感光元件尺寸下，更小的像素点尺寸意味着元件上能够容纳更多的像素数目。
	光学尺寸 (英寸)	指感光元件的尺寸，尺寸越大时接收的光信号越多，感光性能越好。
	总像素数 (个)	指感光元件上容纳的像素数目，直接决定了CMOS图像传感器成像的清晰度。总像素数量越大，图像清晰度越高。
高帧率	帧率 (fps, frame per second)	指单位时间记录图像的帧数，决定了CMOS图像传感器录像的流畅程度和抓拍能力。帧率越高，流畅程度越好。
高成像效果	感光元件架构 (FSI或BSI等)	指光线入射光电二极管的方向，FSI为前照式入射（即光线从光电二极管的电路面入射），BSI为背照式入射（即光线从光电二极管的背面入射）。BSI较FSI具备更好的成像效果及更高的工艺难度。
	信噪比 (dB)	指信号电压相对于噪声电压的比值，体现了CMOS图像传感器对信号的控制能力。信噪比越高，噪声抑制效果越好。
	动态范围 (dB)	指输出端的信号峰值电压与均方根噪声电压之比，为CMOS图像传感器的工作范围，反映了其图像信号处理能力。动态范围越大，图像信号处理能力越强。
	灵敏度 ($\text{V}/\text{lux}\cdot\text{sec}$)	指单位光功率产生的信号电流，体现了CMOS图像传感器对入射光的响应能力。灵敏度越大，入射光的响应能力越强。
	量子效率	指某一特定波长下单位时间内产生的平均光电子数与入射光子数之比，体现了CMOS图像传感器的光电转换能力。量子效率越高，光电转换能力越强。

- 索尼于1970年开始推进图像传感器的研发，在1978年推出首个CCD图像传感器产品“ICX008”并运用到大型喷气式飞机的CCD彩色相机中。1989年，兼具高功能和小型化的摄像机“CCD-TR55”创下热销记录，至此确立了索尼在图像传感器领域的领先地位。
- 由于CMOS图像传感器信号传输效率高、低电压、低耗电等特点，索尼判断CIS在未来是必要的选择，于1996年开始推进CIS的开发。2002年，索尼启动了背照式CIS的研发项目。2004年，索尼确定了将研发重心从CCD转向CMOS图像传感器的方针，加快了对CIS的开发与投资。2009年，索尼成功实现背照式CIS的量产化，并向市场推出了搭载有该背照式CMOS图像传感器的高清手持数码摄像机“HDR-XR520V”、“HDR-XR500V”，其明亮、噪点少而且优质的影像，在业界备受瞩目。
- 索尼堆栈式CIS的开发始于2008年，并在2010年通过实证演示。2012年1月，索尼首款堆栈式CIS宣布开发成功，并于同年10月开始出货。2015年，索尼推出了Cu-Cu连接技术，让兼具小型和强大功能的堆栈式CMOS图像传感器更加小巧、功能更强大，且生产效率显著提升。
- 索尼于2017年成功开发了三层堆栈技术CIS，于2021年开发了双层晶体管像素堆叠式技术CIS，标志着索尼CIS技术的不断进步。

图：索尼CIS发展历程

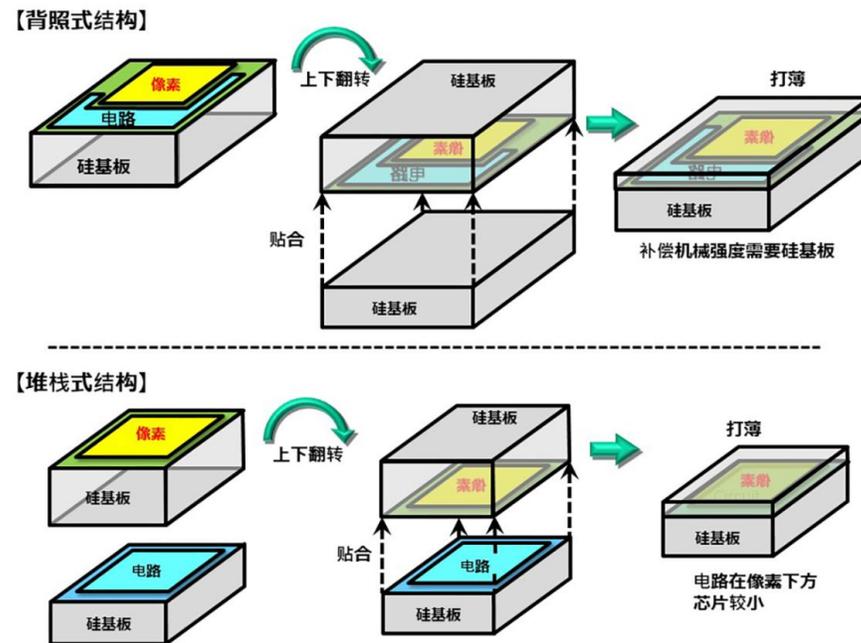


资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

- 当前索尼生产的图像传感器90%以上都采用堆栈式结构。与背照式结构（BSI）相比，堆栈式结构的最大特点在于其根据信号的转换流程将图像传感器分为两个部分：即光-电信号转换的像素区和电-数字信号转换并进行信息处理的逻辑电路区。索尼在堆栈式结构上创造出了性能更好、成本更低的理想产品，同时也推动着堆栈式结构技术不断进步。

- **堆栈式结构：**图像传感器的性能很大程度上取决于处理电路的晶体管数量。在背照式结构（BSI）中，由于像素区和电路区处于同一块硅基板上，处理电路的晶体管数量受到了像素区的限制。**堆栈式结构实现了像素区和电路区的分离**，因此电路区可以采用更小的制程制造，在同等面积下容纳更多的晶体管，进而提升图像传感器的性能；同时像素区所占的面积也得到了扩大，可以在旧电路区上种植更多的像素，为索尼未来的小型高像素路线奠定了基础。

图：背照式结构与堆栈式结构对比

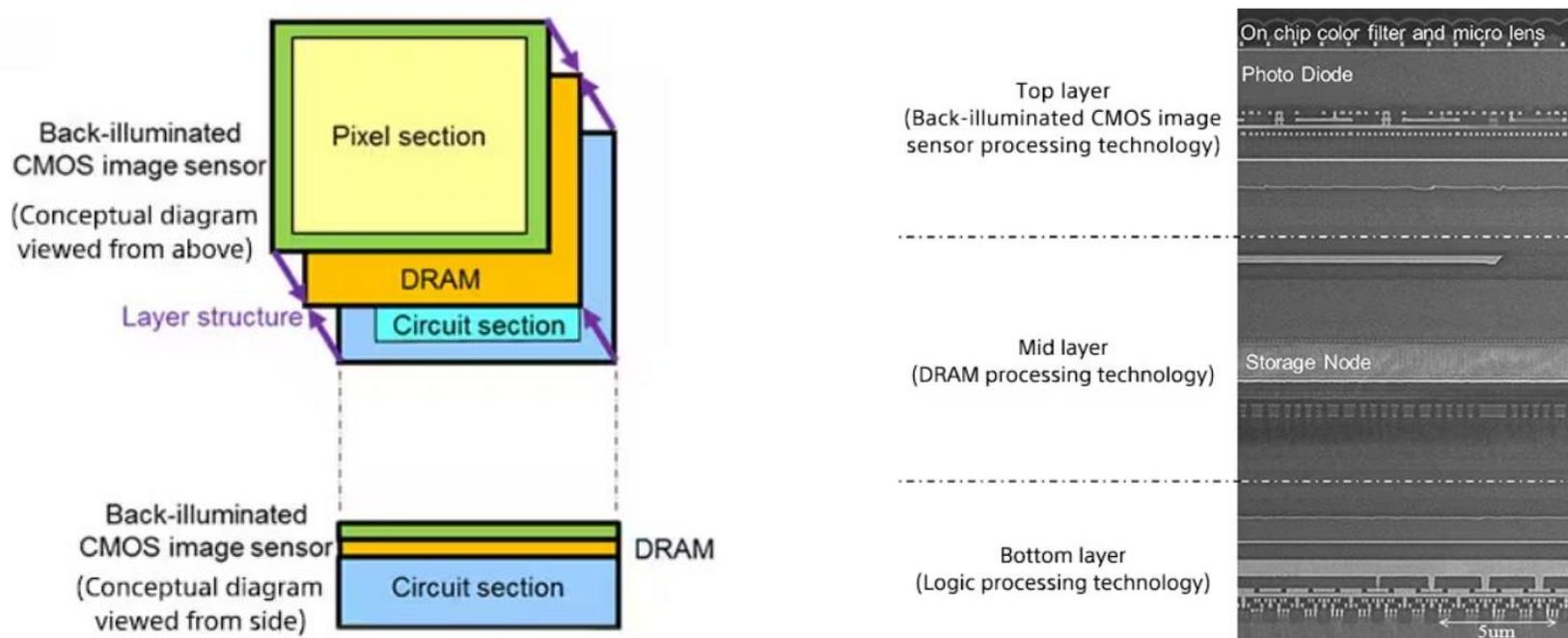


资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

索尼CIS技术：三层堆栈式结构

- **三层堆栈式结构**：索尼在堆栈式结构的基础上首创了三层堆栈式结构——在感光层和电路层之间加入了DRAM层用于临时存储高速读取的信号。配备了DRAM的图像传感器拥有快速读取数据的能力，能大幅度缓解拍摄高速运动物体时画面变形的“果冻效应”。同时，传感器也支持在全高清（1920x1080像素）模式下拍摄1000帧/秒的视频，约比传统产品快8倍。但由于这项技术成本较高，且在智能手机端的应用存在问题，目前三层堆栈式结构技术大多用于相机端。

图：三层堆栈式结构示意图

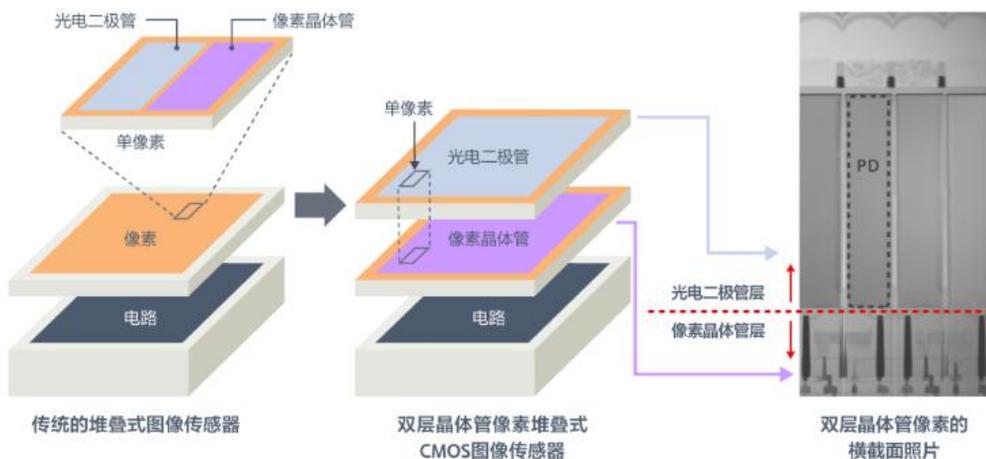


资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

索尼CIS技术：双层晶体管像素堆叠

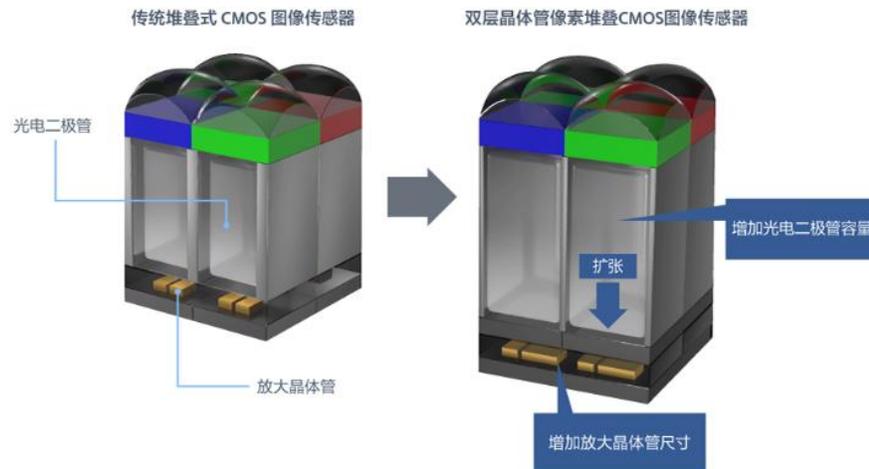
- 图像传感器的动态范围（Dynamic Range）受到单像素满阱容量（Full-Well Capacity）制约。在传统堆栈式结构中，光电二极管和像素晶体管位于同一个像素层上，而像素晶体管不参与感光，因此光电二极管的容量有限。
- 双层晶体管像素堆叠利用了堆栈技术，将光电二极管和像素晶体管分离到不同的基片上，扩大了光电二极管的容量，将单像素满阱容量提升至传统结构的2倍，成功扩大了动态范围。同时，传输控制晶体管（TRG）以外的复位晶体管（RST）、选择晶体管（SEL）和放大晶体管（AMP）等像素晶体管分布在独立的基片层上。因此可以增加放大晶体管的尺寸，使在昏暗场景时容易产生的噪点显著减少。
- 凭借双层晶体管像素堆叠技术，使用者在拍摄明暗差较大的逆光场景时不需要增加图像传感器尺寸也能抑制过度曝光或暗部模糊等问题，实现接近肉眼和噪点少的高品质成像效果。

图：双层二极管像素堆叠技术示意图



资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

图：双层二极管堆叠技术容量对比



资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

表：索尼手机CIS代表产品

型号	发布时间	分辨率	传感器尺寸	单像素尺寸	亮点	搭载机型
IMX135	2012	13MP	1/3.06	1.12 μm	首款堆栈式	三星Galaxy S4/note3、小米3、索尼Xperia Z
IMX145	2012	8MP	1/3.2	1.4 μm	支持相位对焦 (PDAF)	iPhone5s/6/6s
IMX286	2016	12MP	1/2.9	1.25 μm	支持“彩色+黑白”架构	华为P9系列, 荣耀8/V8
IMX350	2016	20MP	1/2.78	1 μm	长寿CIS	一加5、魅族15/16系列、华为P10、Mate9系列
IMX400	2017	21MP	1/2.3	1.22 μm	首款三层堆栈式 (DRAM层)	索尼Xperia XZ系列
IMX403	2018	12MP	1/2.55	1.4 μm	IMX315升级版, 苹果定制	iPhoneXS、XR系列
IMX503	2019	12MP	1/2.55	1.4 μm	苹果定制	iPhone11、iPhone12系列
IMX586	2018	48MP	1/2	0.8 μm	主摄+超长焦+长焦“常青树”	荣耀20系列、nova 4、小米9系列、vivo X27系列
IMX600	2018	40MP	1/1.74	1.01 μm	开启夜视仪世纪	华为Mate 20 Pro/20X、P20 Pro、Nova6, 荣耀V30
IMX600y	2019	40MP	1/1.74	1.01 μm	首款RYYB滤镜阵列传感器	华为P30、Mate30系列, 荣耀V30 Pro
IMX603	2020	12MP	1/1.8	1.7 μm	IMX503升级版, 苹果定制	iPhone12 Pro Max、iPhone13/13mini
IMX689	2020	52MP	1/1.35	1.12 μm	首个双原生ISO移动传感器, 首发全像素全向对焦	OPPO Find X2
IMX700	2020	50MP	1/1.28	1.22 μm	首款全像素八核对焦	华为P40、Mate40系列, 荣耀30 Pro+
IMX703	2021	12MP	1/1.67	1.9 μm	苹果定制	iPhone13 Pro系列、iPhone14/14 Plus
IMX766	2020	50MP	1/1.56	1 μm	全像素全向对焦, 海量机型搭载	华为P50/Mate 50、OPPO Find X5/X3/N系列
IMX789	2021	52MP	1/1.35	1.12 μm	全像素全向对焦、双原生ISO并支持DOL-HDR	一加9/10 Pro
IMX803	2022	48MP	1/1.3	1.22 μm	苹果首个Quad Bayer主摄, 支持4合1	iPhone14/15 Pro系列
IMX888	2023	52MP	1/1.35	1.12 μm	全像素八核对焦, 首创“双层晶体管像素堆叠技术”	索尼Xperia 1V、OPPO Find N3叠屏
IMX-989	2022	50MP	1/1.02	1.6 μm	全像素八核对焦	小米13/12S Ultra、Vivo X90 Pro、OPPO Find X6 Pro
LYT-600	2023	50MP	1/1.953	0.8 μm	对标OV64B, 目标2024年2000元档标配	vivo S18e
LYT-808	2023	50MP	1/1.4	1.12 μm	全像素全向对焦	一加12、真我GT5 Pro
LYT-900	2023	50MP	1/1.02	1.6 μm	全像素八核对焦, 8k30fps录像功耗比IMX989低30%	OPPO Find X7 Ultra

资料来源：爱搞机，真义科技，国信证券经济研究所整理

- 三星拥有强大的半导体技术，尤其是存储芯片业务。1974年三星通过收购韩泰半导体正式开展半导体业务，在此之后三星通过与韩国科学技术院KAIST合作，运用自身的半导体生产经验研发相机和手机端的图像传感器。
- 2013年三星CIS首发ISOCELL技术，标志着三星的CIS技术开始引领行业发展。在此之后，三星CIS产品的市场份额迅速提升，并成功向苹果等智能手机厂商供应CIS产品。ISOCELL技术经过多年的发展在手机CIS行业中为三星赢得了不可替代的地位。
- 三星CIS技术始终围绕其大像素战略不断发展，为了提升大像素CIS的图像质量与图片处理效率，三星依次推出了智能ISO、像素合并、AI Remosaic等技术，并多次首发大像素CIS产品，引领全球大像素CIS的发展。

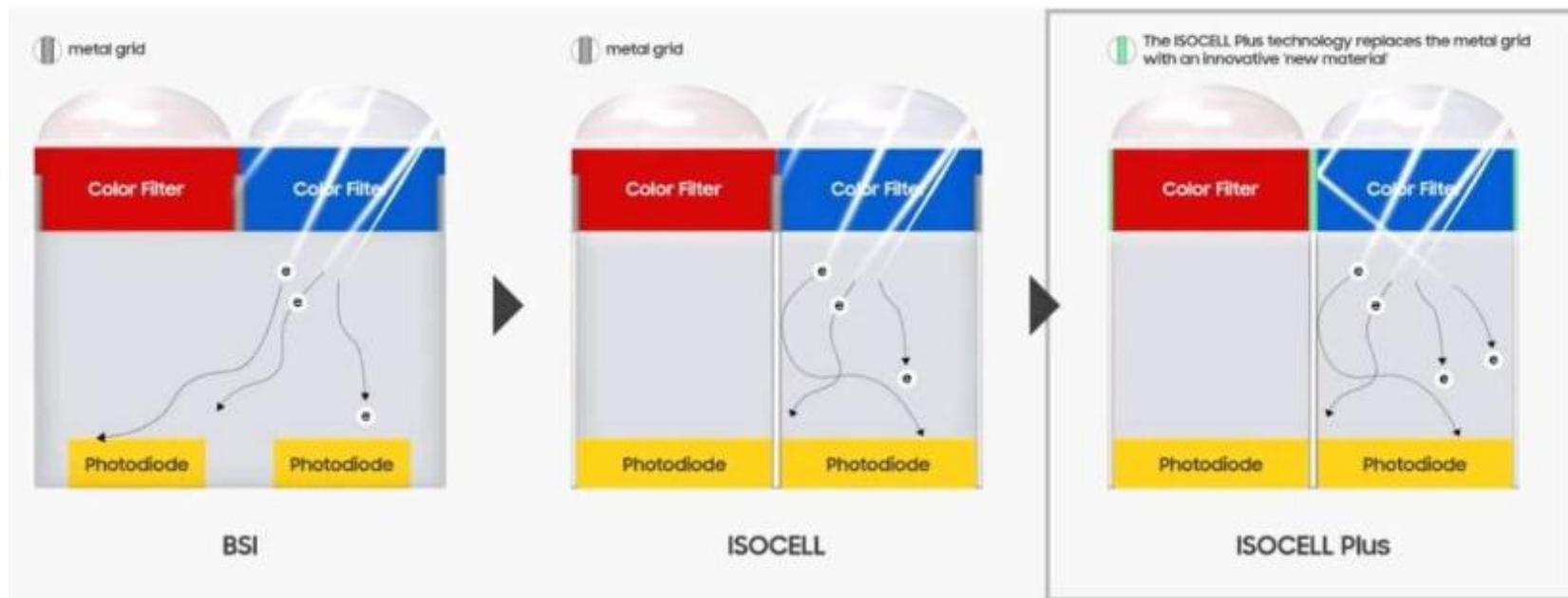
图：三星CIS发展历程



资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

- 为了提高拍摄图片的质量，CIS需要捕捉更多的光线，并准确将光信息传递到光电二极管。ISOCELL技术在相邻像素间放入像素屏障减少串扰并增大满阱容量。与传统BSI结构相比，ISOCELL技术可以让每个像素吸收并存储更多的光量。2018年，三星在ISOCELL Plus技术中用新材料取代光电二极管的金属板，进一步降低光的损耗与反射。
- 经过多年技术发展，ISOCELL已成为三星多项图像传感器技术的集合。三星CIS主打大像素产品，为此推出了像素合并技术、双垂直传输门（D-VTG）技术和AI Remosaic技术。

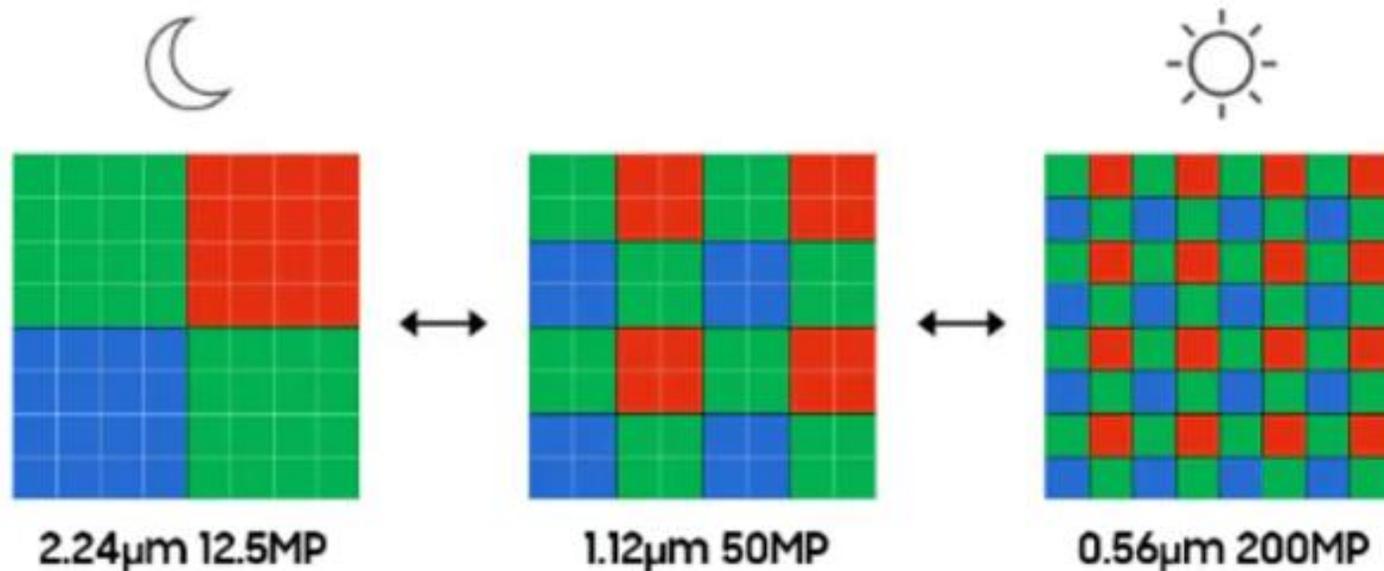
图：传统BSI、ISOCELL和ISOCELL Plus技术对比



资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

- 手机摄像头CIS尺寸有限，实现大像素不可避免地需要牺牲单像素尺寸，导致像素吸收光线的能力下降。三星的像素合并技术通过临近像素合并的方式提高进光量，进而提升在夜晚等弱光条件下的拍摄效果；当光线充足时，可以重新调整为大像素模式以获得高分辨率的拍摄效果。目前三星共设计了Tetrapixel（4合1）、Nonapixel（9和1）和Tetra²pixel（16和1）三种像素合并模式，力求在不同环境条件下实现最好的拍摄效果。

图：三星的像素合并技术

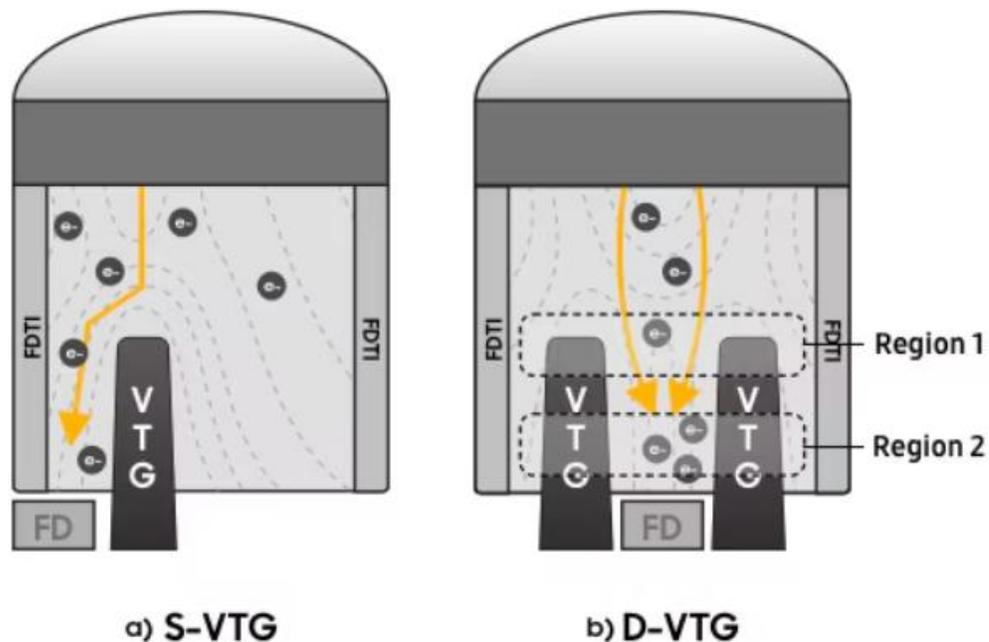


资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

三星CIS技术：双垂直传输门技术（D-VTG）

● 双垂直传输门技术（D-VTG）通过提高电子传输能力和满阱容量从而提升图像处理能力。传输门能够控制电子从光电二极管移动至浮动扩散节点，其中传送的最大电子数量将对CIS的性能产生重大影响。D-VTG技术在每个像素内部置2个垂直传输门，提高了传输门电压的可控性。与单垂直传输门相比，双垂直传输门极大地提高了电子传输能力和满阱容量，使小尺寸像素CIS仍能保持强大的图像处理能力和高质量的图片。

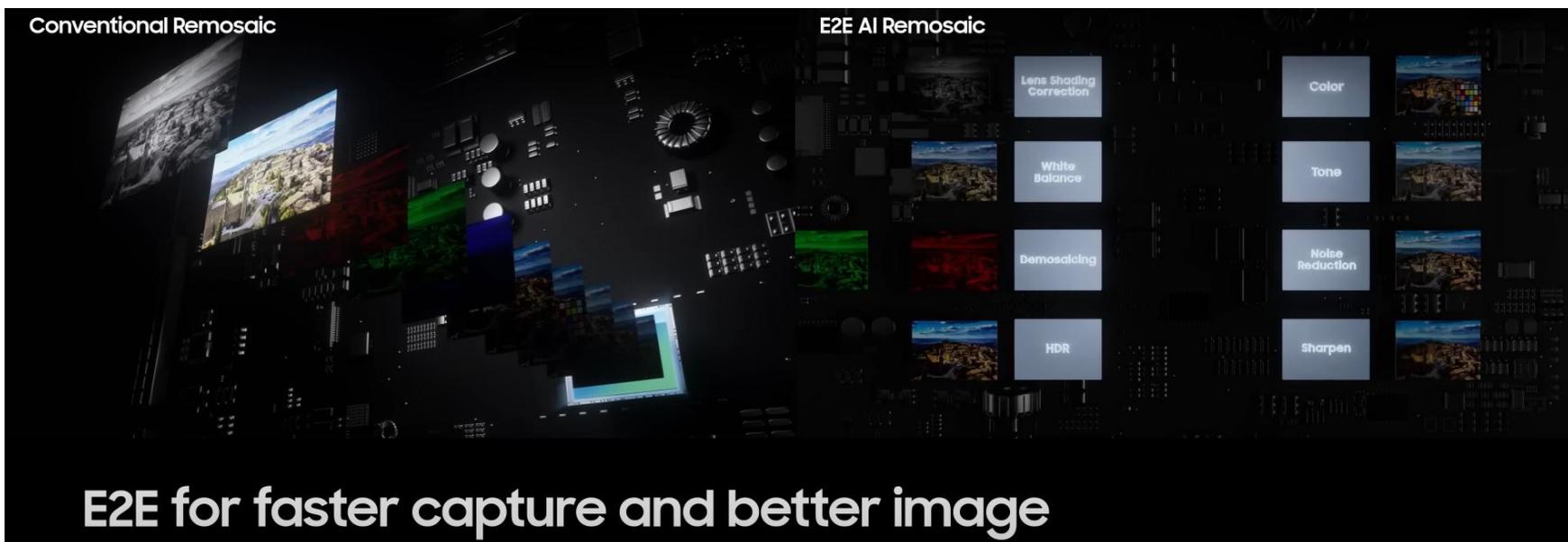
图：单垂直传输门（S-VTG）与双垂直传输门（D-VTG）技术对比



资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

● AI Remosaic技术有利于提高图像处理速度，提升图像质量。传统图像传感器按顺序依次执行原始数据输出、图像信号处理（ISP）、生成图像等图像处理步骤，因此在处理大像素图像数据时存在速度较慢、图像质量受损等问题。三星AI Remosaic技术通过智能算法实现了图像处理步骤并行执行。这项技术使得CIS在“光-电-信号”转换处理的延迟时间缩短近一半，大大提高了图像处理速度，减少了大像素图像所需的拍摄时间。同时，并行执行减少了延迟导致的数据丢失情况，因此提高了最终呈现的图像质量。

图：AI Remosaic技术



资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

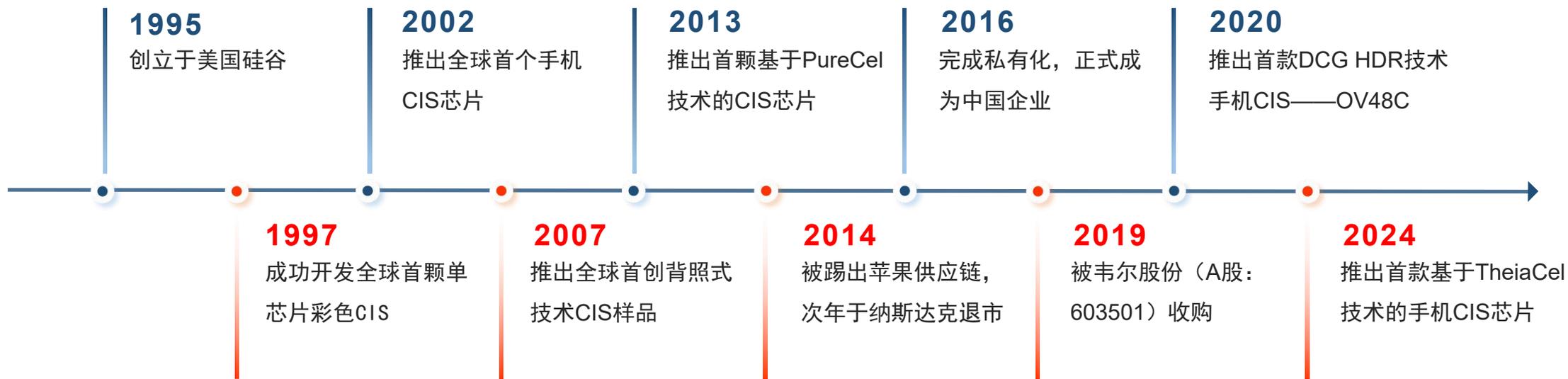
表5：三星手机CIS代表产品

产品型号	发布时间	分辨率	传感器尺寸	像素尺寸	技术亮点	搭载机型
ISOCELL GN1	2020	50MP	1/1.31	1.2um	Tetrapixel 12.5MP, 全像素双核对焦	vivo X50/X60/X70 Pro+, iQOO 5/5 Pro
ISOCELL GN2	2021	50MP	1/1.12	1.4um	首发Dual Pixel Pro, 双原生ISO Fusion	小米11 Ultra/Pro
ISOCELL JN1	2021	50MP	1/2.76	0.64um	超广角新宠, Double Super-PD对焦	iQOO 9 Pro, 一加10 Pro, 小米12 Pro
ISOCELL GN5	2021	50MP	1/1.57	1.0um	Quad Bayer+双核对焦	iQOO数字系列, vivo X Fold/Fold+
ISOCELL GNJ	2024	50MP	1/1.56	1.0um	智能ISO-pro, D-VTG	vivo S19标准版
ISOCELL HMX	2019	108MP	1/1.33	0.8um	Tetrapixel 27MP	小米CC9 Pro/10/10S/10 Pro/11
ISOCELL HM2	2020	108MP	1/1.52	0.7um	技术均衡, 搭载机型多	vivo S12系列, 荣耀50/60系列
ISOCELL HM3	2021	108MP	1/1.33	0.8um	Nonapixel 12MP, 智能ISO Pro	三星Galaxy S21 Ultra/S22 Ultra
ISOCELL HP1	2021	200MP	1/1.22	0.64um	Tetra ² pixel 12.5MP, Tetrapixel 50MP	moto X30 Pro
ISOCELL HP2	2023	200MP	1/1.3	0.6um	Trtra ² pixel 12.5MP, 智能ISO Pro	三星Galaxy S23 Ultra
ISOCELL HP3	2022	200MP	1/1.4	0.56um	全像素全向对焦, 最小单位像素	荣耀90/90Pro, Redmi Note13 Pro/Pro+
ISOCELL HP9	2024	200MP	1/1.4	0.56um	全像素全向对焦, AI Remosaic技术	vivo X100 Ultra

资料来源：爱搞机，三星官网，国信证券经济研究所整理

- **豪威**（Omnivision）于1995年在美国硅谷创立。自创立起豪威选择专攻CIS技术，并于1997年成功开发出全球首颗单芯片彩色CIS。相较当时主流CCD技术，CIS成本、体积和功耗上都有几十倍甚至上百倍的提升。2007年豪威推出全球首个背照式技术CIS样品，凭借先发优势于2009成功进入苹果供应链。2013年，豪威推出基于PureCel技术的CIS芯片，体现了公司在CIS技术上强大的研发能力。
- 自苹果iPhone问世后，手机CIS竞争愈发激烈，索尼、三星凭借IDM技术研发优势逐渐挤占豪威的市场份额，导致豪威在2014年被踢出苹果供应链，并于2015年退市。2016年，豪威被由华创投资、中信资本和金石投资等中国北京投资者收购，美国豪威成为北京豪威的子公司。2019年，北京豪威被韦尔股份收购，韦尔股份利用丰富的市场经验帮助豪威加强从供应链到客户的衔接，助力豪威CIS技术不断发展，重返高端赛道。
- 收购成功后，豪威迎来了国内大量华为、小米、OPPO等手机厂商的订单，其技术研发水平也得到了迅速提升。2020年，豪威推出的首款DCG HDR技术手机CIS——OV48C被多家手机厂商旗舰机所采用。2024年，豪威首款TheiaCel技术手机CIS芯片实现量产，推动图像传感器技术不断迈向新的高度。

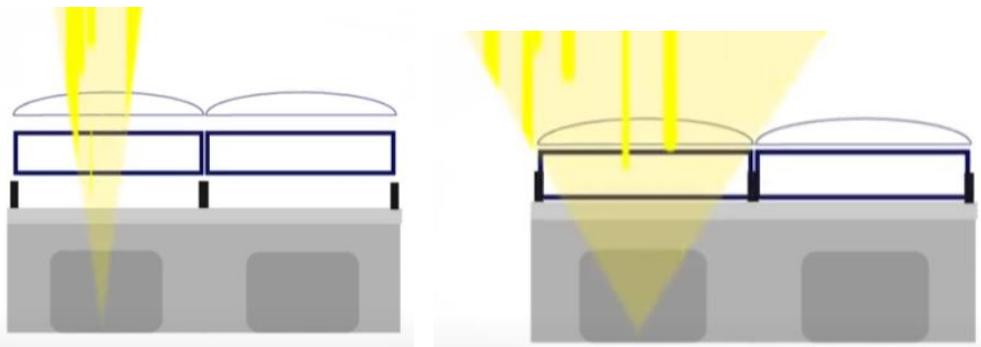
图：豪威CIS发展历程



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

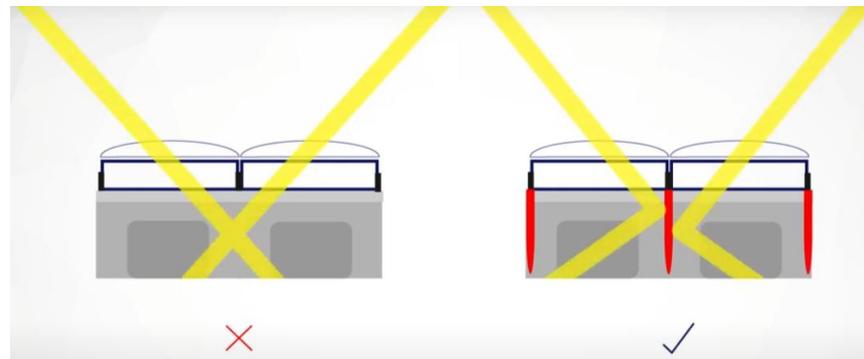
- PureCel是一系列图像传感器技术的集合，豪威科技通过优化电路结构、改进像素阵列形式和改善接口流程等方式使图像传感器的功能得到不断升级，从而达到高质量强/弱光成像、高动态范围和低噪点等摄像效果，同时满足智能手机小尺寸、低耗能的要求。为此，豪威科技推出了PureCel Plus和PureCel Plus-S技术。
- PureCel Plus技术：埋藏式彩色滤光片阵列（BCFA）和深槽隔离技术（DTI）
 - 埋藏式彩色滤光片阵列（BCFA）：将彩色滤光片阵列嵌入到图像传感器结构中，从而显著提高了CIS对不同入射角度光线的采集容忍度，同时降低了图像传感器的堆叠高度。
 - 深槽隔离技术（DTI）：在像素之间填入隔离介质，使射入光线保留在该像素内，从而降低临近像素间的光线串扰。
- PureCel Plus-S技术：豪威设计了与索尼相似的堆叠架构，将光学成像与信号处理结构分为两层，在缩小芯片尺寸的同时实现了“光-电-数字信号”处理性能的提升。

图：埋藏式彩色滤光片阵列技术（BCFA）



资料来源：豪威官网，国信证券经济研究所整理

图：深槽隔离技术（DTI）



数据来源：豪威官网，国信证券经济研究所整理

豪威CIS技术：TheiaCel技术

- 与PureCel类似，TheiaCel是一系列高动态范围（HDR）和减轻LED频闪（LFM）图像传感器技术的集合。豪威科技推出了DCG HDR（双转换增益）技术和LOFIC（横向溢出积分电容）技术。

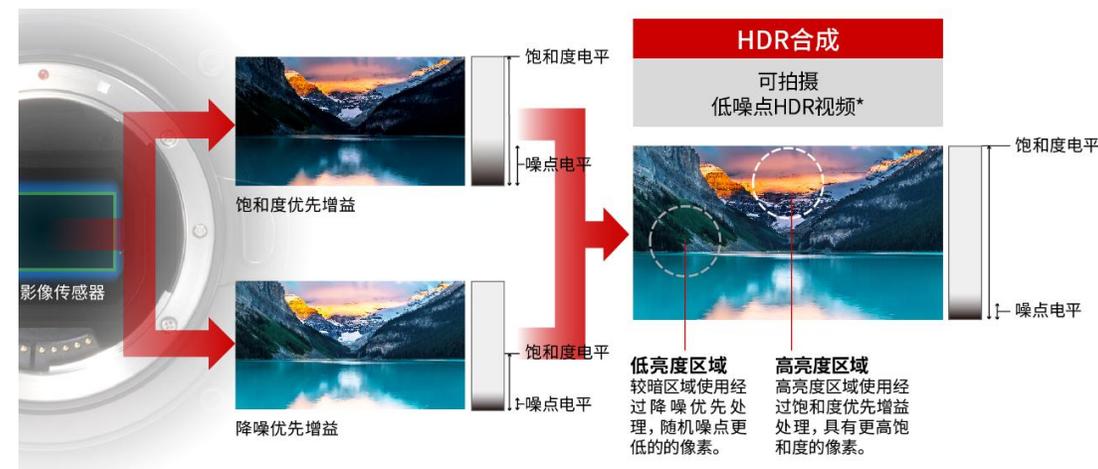
- DCG HDR（双转换增益）技术：每个像素都会读取两次光信号并生成两种增益下的数字信号。每个像素会根据自身输入的光线亮度优化输出的数字信号，亮部使用饱和度优先模式、暗部使用降噪优先模式，最后通过施以不同倍率的增益融合两种信号即可生成高动态范围和低噪点的图像。

图：TheiaCel技术的高动态范围效果



资料来源：豪威官网，国信证券经济研究所整理

图：DCG HDR技术



资料来源：佳能官网，国信证券经济研究所整理

豪威CIS技术：LOFIC（横向溢出积分电容）技术

- LOFIC（横向溢出积分电容）技术：在图像传感器的每个光电二极管旁安装一个高密度电容，使其能够收集因饱和而溢出的光电子。当光电二极管吸收的光电子超过承载的最大数量时，多余的光电子就会流入电容中储存。如此，在强光场景下拍摄得到的信息就不会因为光电子溢出而导致过曝，最终输出的成片也因此可以更接近肉眼所见。

- 由于LOFIC技术下光电二极管电容都得到了扩充，每个像素的全阱容量增加，因此在长时间曝光捕捉LED脉冲光的过程中不会出现过饱和问题。在最后的成像效果中，LOFIC技术很大程度地减轻了LED频闪，同时能够保持较高的动态范围。

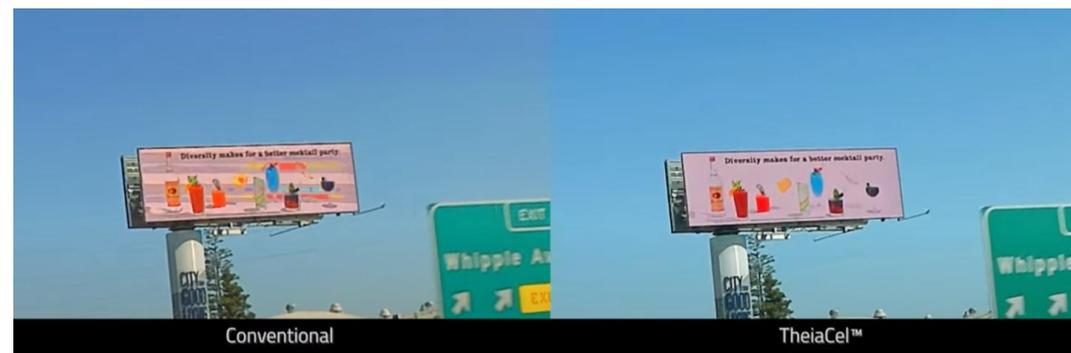
- 在TheiaCel的像素设计中，豪威科技将DCG HDR与LOFIC技术整合在一个电路结构中，具有LOFIC技术的DCG传感器在大小电容之间增加了一条光子通路，大小电容能够分别读出转换增益。因此，TheiaCel技术实现了单像素DCG HDR，兼顾了高像素与高动态范围，输出更高信噪比的暗光场景图像。

图：LOFIC（横向溢出积分电容）技术



资料来源：豪威官网，国信证券经济研究所整理

图：TheiaCel技术的抗LED频闪效果



资料来源：豪威官网，国信证券经济研究所整理

表6：豪威手机CIS代表产品

产品型号	发布时间	分辨率	传感器尺寸	单像素尺寸	技术亮点	搭载机型
OV50A	2021	50MP	1/1.55	1 μm	PureCel Plus-S, 全像素全向对焦	moto edge X30 oppo Reno8
OV50E	2022	50MP	1/1.55	1 μm	PureCel Plus-S, QPD自动对焦, DCG HDR	Redmi K70/K70 Pro vivo S18
OV50H	2023	50MP	1/1.3	1.2 μm	PureCel Plus-S, DCG HDR	荣耀Magic6/6 Pro 小米14/14 Pro
OV50D	2023	50MP	1/2.88	0.61 μm	PureCel Plus-S。部分全像素全向对焦	Redmi K70 Pro
OV50K	2024	50MP	1/1.3	1.2 μm	PureCel Plus-S, 首发TheiaCel	荣耀Magic6至臻版

资料来源：爱搞机，各公司官网，国信证券经济研究所整理

- 作为CIS龙头，索尼在多年供应苹果的过程中积累了丰富的CIS研发经验。索尼最新的双层二极管堆叠技术扩大了光电二极管的容量，并将饱和信号量提升至原来的约2倍，成功扩大了代表可成像的明暗差范围的动态范围。

- 三星在手机CIS上主打大像素（100MP、200MP）产品，其在大像素产品技术上占据优势。例如三星在ISOCELL HP2图像传感器上应用的双垂直传送门技术（D-VTG），在相同的电压下，D-VTG比S-VTG的传输效率更高，并且能在像素中形成更深的光电二极管，接收更多的光线，抵消了大像素导致的光学二极管尺寸缩小问题。ISOCELL HP2的每个像素比前一代200MP产品多吸收33%的电子，从而有效提高色彩表现。

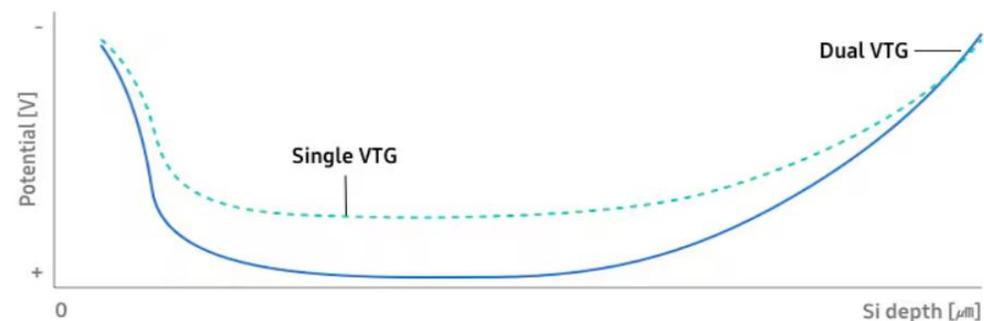
- 近年来由于复杂的国际形势，索尼和三星有延缓CIS技术开发的趋势。2024年8月1日消息，潮电智库援引数码博主爆料指出，三星高层的内部会议表态在未来三年战略重心转向HBM，暂缓CMOS研发，产线优先供应HBM。2024年6月初，索尼半导体部门宣布计划在截至2027年3月的三年内资本支出投资额度比前三年减少约30%。由此可见，索尼和三星暂缓CIS研发将为豪威科技提供机遇。

图：双层二极管堆叠技术拍摄效果对比



资料来源：索尼官网，国信证券经济研究所整理

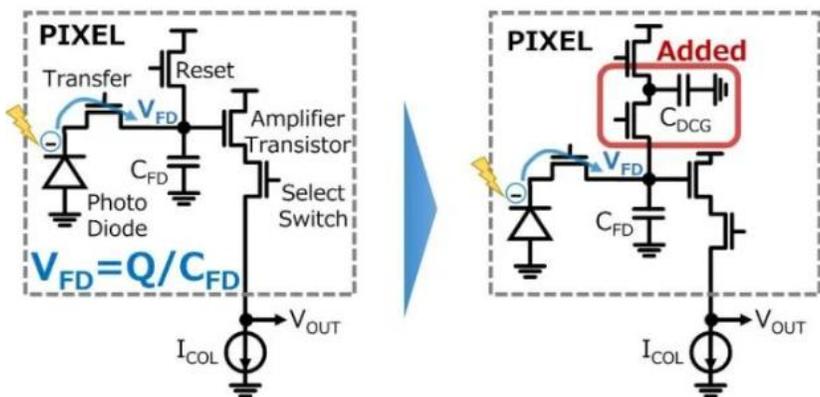
图：三星D-VTG技术电子传输效率对比



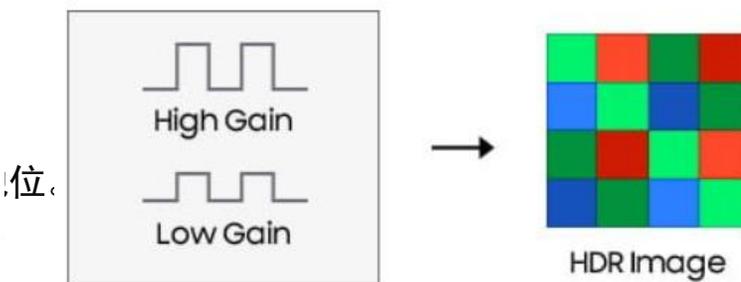
资料来源：三星官网，国信证券经济研究所整理

- 豪威科技CIS技术追赶势头强劲，有望实现技术领先。以HDR技术为例，索尼的双原生ISO技术通过加入DCG电容实现高低两种增益的切换，像素电路根据实际场景选择增益模式，但最终只有一个输出端可以读出对应的增益。三星的双斜率增益技术通过“四合一像素”模式将像素拆分成四个部分，分别应用两种增益值，最后通过像素融合生成高动态范围的图片。
- 在豪威的TheiaCell技术中，LOFIT技术得以融入DCG电路的设计中，使像素内的FD电容和LOFIT电容的转换增益能够单独读出，还能在读出过程中消除PD残留电荷的影响避免过曝。TheiaCell技术大小电容单独读出增益的功能意味着图像传感器能够实现单像素内应用两种转换增益，而不需要通过像素间的拆分组合达到HDR的效果，具有超高转换增益、超大满阱容量、相关多重采样等核心优势。因此由于各家影像技术持续分化，在不同路径产品线之间的差异化竞争背景下，豪威在新产品推动下的新周期中有望实现加速赶超。

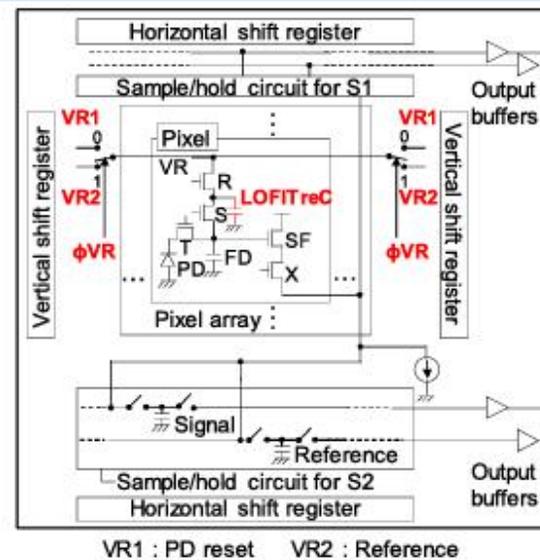
图：索尼双原生ISO技术像素电路结构



图：三星双斜率增益技术示意图



图：豪威LOFIT+DCG像素电路结构



VR1 : PD reset VR2 : Reference

资料来源：索尼 ISSCC Forum, Feb. 2021, 国信证券经济研究所整理

资料来源：三星官网, 国信证券经济研究所整理

资料来源：电子工程专辑, 国信证券经济研究所整理

三、韦尔股份：

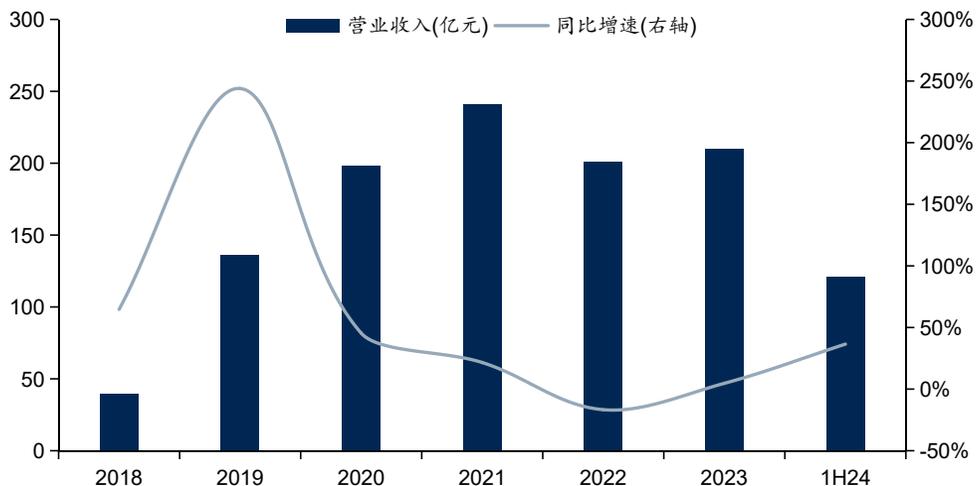
国产CIS龙头，智能手机及汽车市场推动业绩高增

韦尔股份：国产CIS龙头，智能手机及汽车市场推动业绩高增



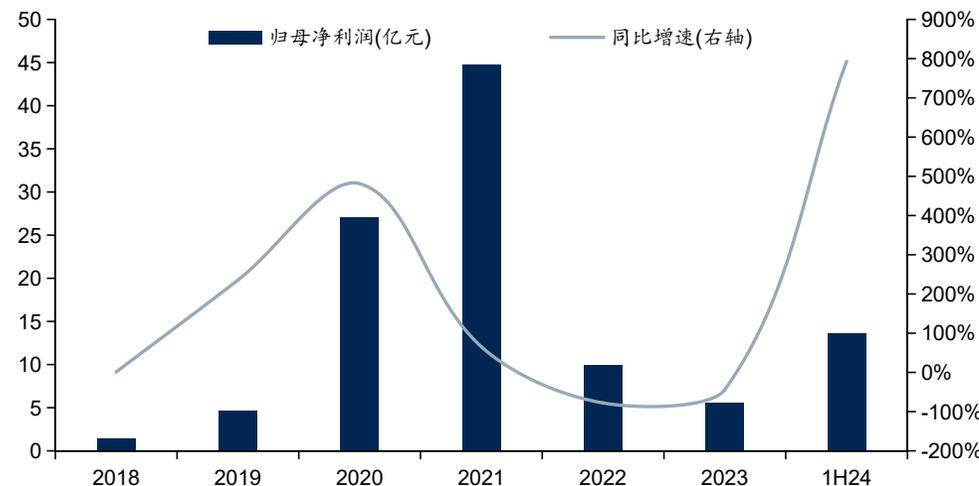
- 全球知名的提供先进数字成像解决方案的芯片设计公司。公司半导体产品设计业务主要由图像传感器解决方案、显示解决方案和模拟解决方案三大业务体系构成，产品已经广泛应用于消费电子和工业应用领域，包括智能手机、汽车电子、安全监控设备、平板电脑、笔记本电脑、医疗成像、AR/VR等领域。
- 2024年上半年营收同比增长36.5%，归母净利润同比增长792.8%。公司1H24营业收入120.91亿元(YoY 36.50%)，收入增长主要由于公司在高端智能手机市场的产品导入及汽车市场自动驾驶应用的持续渗透；归母净利润13.67亿元(YoY 792.79%)，扣非归母净利润13.72亿元(较上年同期-0.79亿元扭亏)。1H24实现毛利率29.14%(YoY 8.21pct)，产品毛利率逐步恢复主要由于公司积极推进产品结构优化及供应链结构优化。

图：韦尔股份营业收入及增速



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：韦尔股份归母净利润及增速

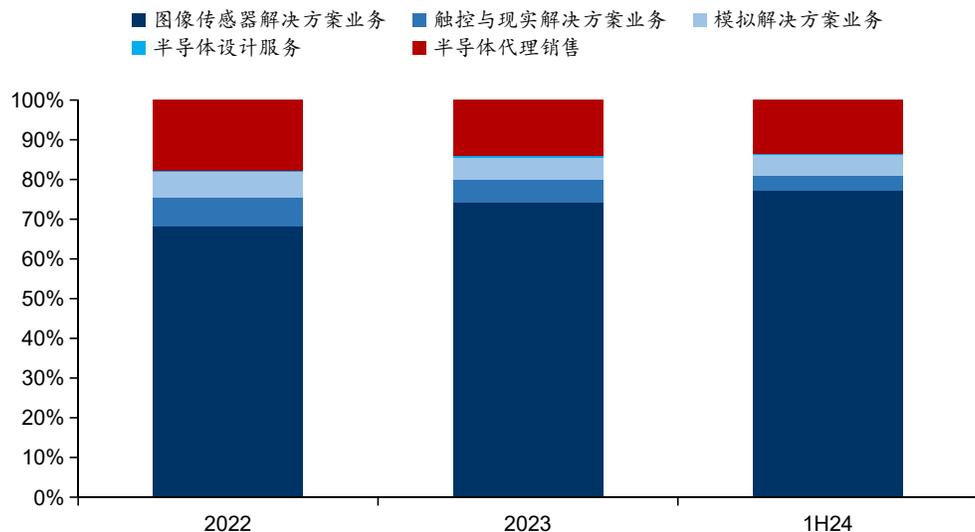


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

韦尔股份：国产CIS龙头，智能手机及汽车市场推动业绩高增

- 半导体设计销售业务增长41%，代理销售业务增长13%。1H24半导体设计销售业务收入104.18亿元(YoY 41.14%)，占比86.31%；其中图像传感器解决方案收入93.12亿元(YoY 49.90%)，占比77.15%；显示解决方案收入4.72亿元(YoY -28.57%)，占比3.91%；模拟解决方案收入6.34亿元(YoY 24.67%)，占比5.25%。半导体代理销售业务收入16.33亿元(YoY 13.40%)，占比13.53%。公司通过紧跟市场，充分了解市场动向及客户需求，同时通过不同业务板块间的协同发展及资源整合，助力公司更为全面稳健的开拓市场。
- 图像传感器解决方案高增受益于智能手机及汽车市场增长。1H24公司图像传感器解决方案收入来源于智能手机市场约48.68亿元(YoY 78.51%)，公司推出高端图像传感器OV50H被广泛应用于国内主流高端智能手机后置主摄传感器方案中，正在逐步替代海外竞争对手同类产品，不同像素尺寸的5000万像素产品在智能手机主摄应用领域份额显著提升。来源于汽车市场约29.14亿元(YoY 53.06%)，公司凭借先进紧凑的汽车CIS解决方案覆盖了广泛的汽车应用，CIS产品优秀的性能亦助力公司获得更多新设计方案的导入。

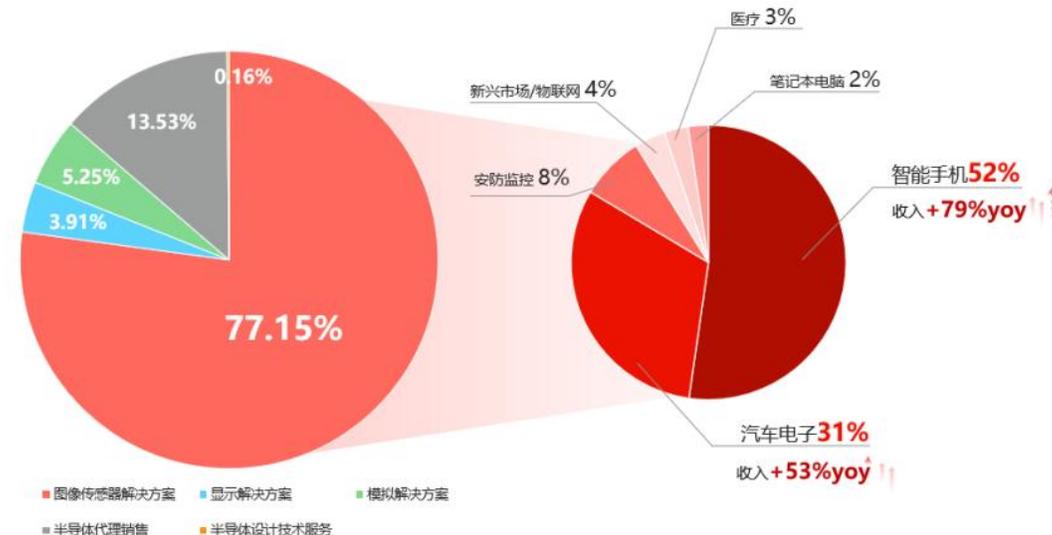
图：韦尔股份分产品营收占比



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：韦尔股份2024年上半年主营业务收入构成



资料来源：韦尔股份公告，国信证券经济研究所整理

四、风险提示

一、**国产替代进程不及预期。**国内半导体企业相比海外半导体大厂起步较晚，在技术和人才等方面存在差距，在国产替代过程中产品研发和客户导入进程可能不及预期。

二、**下游需求不及预期。**全球电子产品等终端需求可能不及预期，从而导致对半导体产品需求量减少。

三、**行业竞争加剧的风险。**在政策和资本支持下，国内半导体企业数量较多，在部分细分市场可能出现竞争加剧的风险，从而影响企业盈利能力。

四、**国际关系发生不利变化的风险。**我国半导体产业链在部分环节需要依赖海外厂商，若未来国际关系发生不利变化，可能对半导体产业链运营产生重大影响。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6到12个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A股市场以沪深300指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.GSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普500指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数10%以上

分析师承诺

作者保证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，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券

GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032