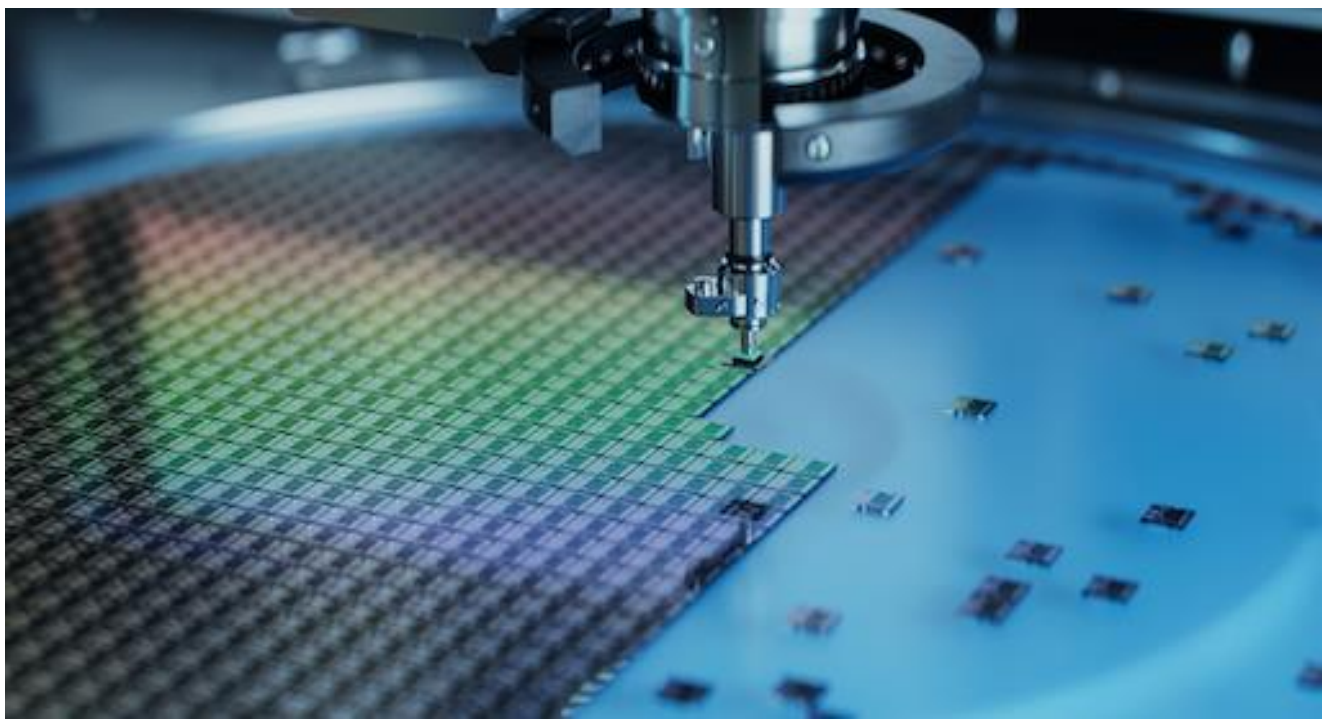


芯跑资本 | 月报资讯

2023 年 8 月，第 045 期：半导体设备零部件——国产率低，渗透率有望提升



半导体设备零部件——国产率低，渗透率有望提升

芯跑资本研究部 2023.08

前言：在消费电子终端需求下行的市场环境下，半导体行业整体处于调整阶段，厂商整体收入及利润情况都波动较大，半导体设备厂商成为为数不多的亮色。作为半导体设备上游，核心零部件也成为了市场关注的重点之一。下文梳理了零部件行业的市场情况、细分领域及行业特点，以供后续参考。

一、 半导体设备零部件概述

半导体设备零部件是半导体设备的基础和核心。半导体设备零部件是指在半导体设备制造过程中所需的零部件，并在材料、结构、工艺、品质和精度、可靠性及稳定性等方面能达到半导体设备的技术要求。半导体设备是半导体行业技术演进的关键，其绝大部分关键核心技术需 要以精密零部件作为载体来实现。

半导体设备零部件具有高精度、高洁净、超强耐腐蚀能力、耐击穿电压等特性，生产工艺涉及精密机械制造、工程材料、表面处理特种工艺、电子电机整合及工程设计等多个领域和学科，从而半导体精密零部件是半导体设备制造环节中技术壁垒较高的环节，是半导体设备的基础和核心，也是整个电子信息产业的支撑。



图：半导体设备零部件示意图

半导体设备零部件产业链主要由上游原材料、半导体设备零部件、半导体设备、晶圆厂四个环节组成。其中上游原材料主要是铝合金材料及其他金属非金属原材料，半导体设备零部件包括工艺零部件、结构零部件、模组、气体管路、真空系统类、传感器类、仪器仪表类等种类。

2022 年全球半导体设备市场为 1076 亿美金，中国大陆半导体设备市场为 282.7 亿美元，其中半导体零部件价值约为整机的 44%，2022 年全球半导体零部件市场约为 471 亿美金，中国大陆半导体零部件市场为 125 亿美金，约为 863 亿元。

分类	占设备成本的比例	零部件具体类别	技术要求	所应用的主要设备	
机械类	20%-40%	金属工艺件：反应腔、传输腔、过渡腔、内衬、匀气盘等； 金属结构件：托盘、冷却板、底座、铸钢平台等 非金属机械件：石英、陶瓷件、硅部件、静电卡盘、橡胶密封件等	满足加工精度、耐腐蚀性、密封性、洁净度、真空度等指标	所有设备	12%
电气类	10%-20%	射频电源、射频匹配器、远程等离子源、供电系统、工控电脑等	满足输出功率的稳定性、电压质量、波形质量、频率质量等指标	所有设备	6%
机电一体类	10%-25%	EFEM、机械手、加热带、腔体模组、阀体模组、双工机台、浸液系统、温控系统等	满足真空度、洁净度、放气率、SEMI 定制标准等指标，同时保证多次使用后的一致性和稳定性，不同具体产品要求差别较大	所有设备，其中双工机台和浸液系统仅用于光刻设备	8%
气体/液体/真空系统类	10%-30%	气体运输系统类：气柜、气体管路、管理焊接件等	满足真空度、耐腐蚀性、洁净度、SEMI 定制标准等指标	薄膜沉积设备、刻蚀设备和离子注入设备等干法设备	9%
		真空系统类：干泵、分子泵、真空阀门等	满足抽气后的真空指标、可靠性、稳定性、一致性等指标	薄膜沉积设备、刻蚀设备和离子注入设备等干法设备	
		气动液压系统类：阀门、接头、过滤器、液体管路等	满足真空度、表面粗糙度、洁净度、使用寿命、耐液体腐蚀等指标	化学机械抛光设备、清洗设备等湿法设备	
仪器仪表类	1%-3%	气体流量计、真空压力计等	满足量程时间、流量测量精度、温度测量精度、压力测量精度、温度影响小等指标	所有设备	1%
光学类	55%	光学元件、光栅、激光源、物镜等	满足制造精度、分辨率、曝光能力、光学误差小等指标	主要是光刻设备、量测设备等	8%
其他	3%-5%	定制装置、耗材等	满足相应设备的定制化指标	所有设备	

资料来源：富创精密招股书，中泰证券研究所

机械类零部件约占半导体设备零部件的 20%-30%，下游满足半导体所有设备的应用。机械类零部件在设备中起到构建整体框架、基础结构、晶圆反应环境和实现零部件特殊功能的作用，保证反应良率，延长设备使用寿命。主要包括：金属工艺件：反应腔、传输腔、过渡腔、内衬、匀气盘等。金属结构件：托金属工艺件：反应腔、传输腔、过渡腔、内衬、匀气盘等金属结构件：托盘、冷却板、底座、铸钢平台等。非金属机械件：石英、陶瓷件、硅部件、静电吸盘、橡胶密封件等盘、冷却板、底座、铸钢平台等。该环节是半导体零部件中应用最广，市场份额最大的零部件类别。机械类零部件国产化率较高，但高端产品国产化率较低。国产化程度主要由技术壁垒决定，当前应用于高制程设备的产品技术突破难度仍较高。

电气零部件约占半导体设备零部件的 15%-25%，作为控制工艺制程的核心部件，技术突破难度较大。电气零部件主要包括射频电源、射频匹配器、远程等离子源、供电系统、工控电脑等。其中，射频电源是重要的电气类零部件产品，具有较高的技术难度和壁垒。美国两大厂商 MKS Instrument（万机仪器）和 Advanced Energy（先进能源工业）是半导体射频电源市场的领导者。对于核心模块（射频电源等），中国企业尚未进入国际半导体设备厂商，少量应用于中国半导体设备厂商，主要应用于光伏、LED 等泛半导体设备，国产化率低，高端产品尚未国产。

机电一体类零部件在设备中起到实现晶圆装载、传输、运动控制、温度控制的作用，部分产品包含机械类产品，价值量占比 10%-20%。该环节应用于所有设备，其中双工机台和浸液系统仅用于光刻设备。主要包括 EFEM、机械手、加热带、腔体模组、阀体模组、双工机台、浸液系统、温控系统等。大多品类中国厂商主要供应中国半导体设备厂商，整体国产化率不高，功能复杂的高端产品未国产。

气体/液体/真空系统类零部件在设备中起到传输和控制特种气体、液体和保持真空的作用。主要应用于薄膜沉积设备、刻蚀设备和离子注入设备等干法设备；气动液压系统类主要应用于化学机械抛光设备、清洗设备等湿法设备。为了将半导体制造过程控制在更小的尺寸上，半导体工艺需要在真空环境中运行。因此，真空泵和真空阀是重要的真空系统类零部件。真空泵为集成电路制造前道工序的四大核心设备中的薄膜、

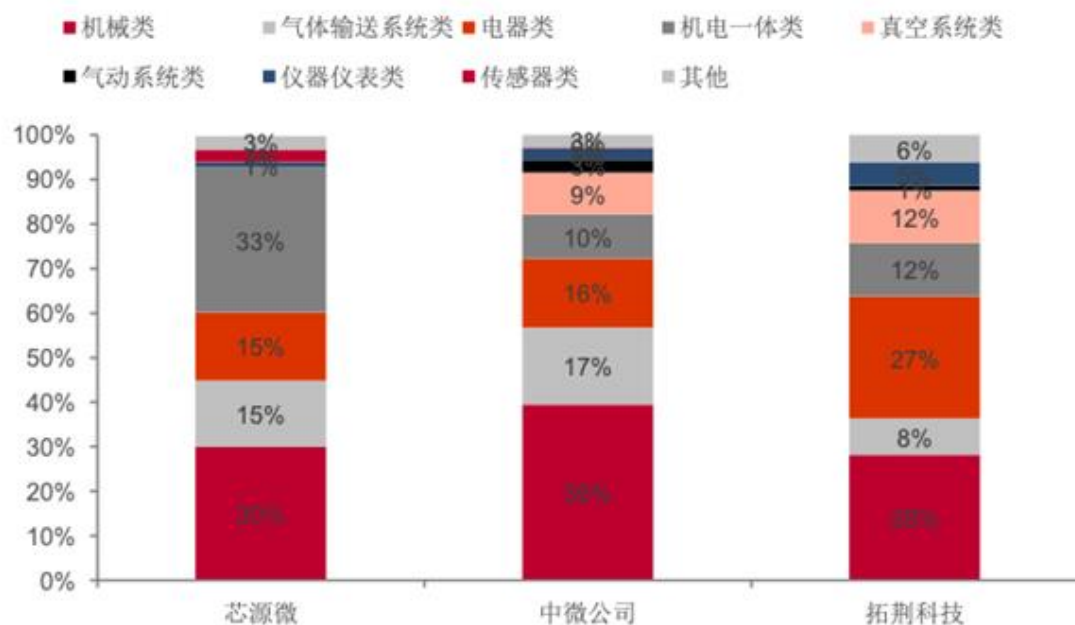
刻蚀设备、离子注入设备（约占主要工艺过程的 70%）提供制造工艺所必需的超洁净真空环境，完成物理和化学气相沉积、刻蚀、离子注入等超微加工。全球半导体真空泵市场由海外厂商占据 95% 的市场份额，其中 Atlas 占据 48% 的市场份额。国内厂商市场份额不到 5%，目前汉钟精机、中科仪等国产厂商已取得突破。半导体阀市场方面来看，全球主要被欧美日厂商占据，最大的半导体阀供应商是瑞士的 VAT，占近半壁江山。国内少数企业通过自研或收购部分产品已进入国际半导体设备厂商，整体国产化率处于中等水平，大部分品类的高端产品未国产化。

光学类零部件在光学设备中起到控制和传输光源的作用，对光学性能要求高，主要包括光学元件、光栅、激光源、物镜等。鉴于光刻设备国际市场高度垄断，高端产品一家独大。中国光刻设备尚在发展，相应配套光学零部件国产化率低，技术突破难度较高。中国企业尚未进入国际半导体设备厂商，已少量应用于中国光刻设备，国产化率较低，高端产品尚未国产。光学类零部件目前炬光科技有部分产品在进行国产替代，总体上光学类零部件在国产化方面相对薄弱。

仪器仪表类对测量的精准度要求高，国产化率低，技术突破难度较高。仪器仪表类中国企业通过收购进入国际半导体设备厂商，中国企业自研产品仅少量用于中国半导体设备厂商，由于产品成本占比较低，中国企业主要以采购进口产品为主，国产化率低，高端产品尚未国产化。

目前半导体零件的国产化率较低。半导体零部件有个特点是种类繁多，以机械类零部件为例，分为精密机加件和通用外购件。精密机加件国产化难度低。通常由设备厂自行设计，然后委外代工，一般只用于自己公司的设备上，国产化相对容易，这对其表面处理、精密机加工等工艺技术要求较高。通用零部件指需经过长时间验证，得到众多设备厂和制造厂广泛认可的标准化零部件，需要具备较强的通用性和一致性，并且需要得到设备、制造产线上的认证，需要一定时间的积累。

不同类型设备公司采购不同零部件的比例也有所不同（资料来源：各公司招股书，中泰证券研究所）：



半导体设备零部件从国产化率来看，机械类零部件(金属工艺件、结构件等)国产化率较高，其他半导体零部件处于偏低的水平，射频发生器、机械手、MFC 等自给率较低，阀门、测量仪器等自给率甚至不到 1%。总体而言，半导体零部件市场空间广阔。

	全球市场规模 (亿美元)	我国市场规模 (亿美元)	零部件类别	主要应用设备	全球主要企业	中国大陆 主要企业	国产化率: 整体/高端
机械类	123	36	金属工艺件 金属结构件 非金属机械件等	所有	  	  	较高/较低 >10%
电气类	62	18	射频电源、射 频匹配器等	所有	 	 	低/零 1% ~ 5%
机电 一类	82	24	EFEM、机械手、腔 体模组、温控系 统、浸液系统等	所有	  	 	不高/零 5% ~ 10%
气体/液 体/真空系 统类	92	27	真空输送系统类 真空系统类气体 液压系统类	薄膜沉积、刻 蚀、离子注 入、CMP、清洗 设备	 	 	中等/零 5% ~ 10%
仪器仪表 类	10	3	气体流量计 真空压力计	所有	 	 	低/零 1% <
光学类	82	24	光学元件、光 栅、激光源、 物镜等	光刻设备 量测设备	  	 	低/零 1% <

根据 VLSI Research 的数据，2020 年全球半导体设备零部件前 10 大供应商包括有蔡司 ZEISS（光学镜头）、MKS 仪器（MFC、射频电源、真空产品）、Edwards（真空泵），Advanced Energy（射频电源）、Horiba（MFC），VAT（真空阀件）、Ichor（模块化气体输送系统以及其他组件）、Ultra Clean Tech（真空阀件）、ASML（光学部件）及 EBARA（干式真空泵），全球 前十大半导体设备零部件供应商近 10 年的市场份额总和稳定在 50%左右。

排名	厂商名称	所在国家	主要产品	收入规模(亿美元)
1	ZEISS	德国	光学镜头	21.2
2	MKS 仪器	美国	MFC、射频电源、真空产品	14
3	Edwards	英国	真空泵	13.8
4	Advanced Energy	美国	射频电源	6.12
5	Horiba	日本	MFC	4.94
6	VAT	瑞士	真空阀件	4.3
7	Ichor	美国	模块化气体输送系统及其他组件	3.8
8	Ultra Clean Tech	美国	真空阀件	3.5
9	ASML	荷兰	光学部件	3
10	EBARA	日本	干式真空泵	3

表：2020 年全球半导体设备零部件前 10 大供应商情况

根据 IC World 公布的半导体 20 个核心零部件的 44 个供应商，按照企业数量，46%是美国厂商，37%是日本厂商，12%是欧洲厂商。主要国际厂商一览：

零部件名称	国外企业之一	国外企业之二
压力机	MKS (美国)	Inficon (瑞士)
静电吸盘	TOTO (日本) NTK (日本)	INVAX (美国)
射频电源	Shinko (日本)	MKS (美国)
投影镜头	AE (美国)	NIKON (日本) CANON (日本)
射频控制器	ZEISS (德国)	MKS (美国)
分子泵	AE (美国)	SHIMADZU (日本) Pfeiffer (德国)
冷泵	Edwards (英国)	Sumitomo (日本)
千泵	Brooks (美国)	Kashiyama (日本)
石英件	Edwards (英国)	Ferrotec (日本)
橡胶密封圈	Wonik (韩国)	Greene Tweed (美国)
陶瓷轴承	Dupont (美国)	Kaydon (美国)
特殊陶瓷涂层	Fala (美国)	KoMiCo (韩国)
陶瓷零部件	Kyocera (日本)	CoorsTek (美国)
残余气体分析仪	Kyocera (日本)	MKS (美国)
DUV 和 EUV 光源	Inficon (瑞士)	Gigaphoton (日本)
制冷机	Cymer (美国)	ATS (美国)
气体流量控制器	SMC (日本)	Brooks (美国)
机械手臂传	Horiba (日本)	MKS (美国)
传输系统	Brooks (美国)	Rorze (日本)
气体喷淋头	Brooks (美国)	UMS
	AMSEA (AMAT, 美国)	

表：半导体设备零部件主要国际厂商

全球半导体设备零部件龙头企业营收规模相对不大。从 MKS 仪器、Edwards、Advanced Energy、VAT、超科林五家全球半导体设备零部件龙头厂商营业收入规模上看，只有超科林 2021 年半导体业务收入接近 20 亿美元，相较于全球半导体设备零部件行业 500 亿美元左右的市场规模，单个企业的规模相对不大，反应了半导体设备零部件行业整体分散、细分领域集中的特点。

全球龙头企业过去 5 年营收复合增速接近或略高于半导体设备行业增速。过去 5 年全球半导体行业的复合增速为 7.76%，全球半导体设备行业的复合增速 16.07%。MKS 仪器、Edwards、Advanced Energy、VAT、超科林五家中只有 Advanced Energy 和超科林过去 5 年营收复合增速略超过半导体设备行业增速，MKS 仪器、Edwards、VAT 过去 5 年营收复合增速均低于半导体设备行业增速，考虑各公司下游应用领域占比情况，MKS 仪器和 Edwards 过去 5 年营收复合增速可能与半导体设备行业的复合增速接近，而 VAT 过去 5 年营收复合增速低于半导体设备行业增速。

国外龙头厂商成长逻辑主要是产品品类和应用领域的拓展，并购是实现扩张的较好方式。MKS 仪器和超科林产品品类较多，它们是通过并购不断拓展产品线实现成长；Edwards、Advanced Energy、VAT 专注于单一产品，分别为真空泵、射频电源、真空阀市场的领导者，它们通过应用领域的扩展来实现成长，

Advanced Energy 的应用领域扩展也是通过并购实现。总体来看，由于半导体设备零部件种类较多，各个细分领域技术壁垒不同且较高，通过自主研发技术的延展难度较大，所以并购是实现产品线扩张较好的方式；国外龙头半导体设备零部件企业的成长逻辑主要是产品品类和应用领域的拓展。

二、 半导体设备零部件行业特点

半导体零部件技术密集，要求严苛。半导体零部件要用于精密的半导体制造，对精度和可靠性要求高，在兼顾强度、应变、抗腐蚀性、电子特性、电磁特性、材料纯度等复合功能要求的同时，同时还要保证批次的一致性、表面粗糙度、特殊表面处理、洁净清洗、一定的使用寿命等。

多学科交叉，每类产品技术要求不尽相同。零部件种类多、覆盖范围广、产业链长，其研发设计、制造和应用涉及到材料、机械、物理、电子、精密仪器等跨学科、多学科的交叉融合，如机械类、电气类等零部件种类，每一类产品的技术要求都有所不同。

根据 VLSI 数据，全球半导体零部件市场的 CR10 只有 50%，**市场碎片化**。零部件种类多样，仅核心零部件就有二十种，一个产品甚至有多种型号，不同型号的工作原理存在显著差异，技术难度高，同时单一产品市场规模小，行业内大多数企业只专注于个别工艺技术或者特点零部件产品，市场碎片化特征明显。

生产模式呈现“多品种、小批量、定制化”的特点。半导体设备存在单价昂贵、定制化及出货量低的特点，使得零部件生产商形成多品种、小批量、定制化的生产模式。

认证要求严苛，达成合作后黏性高。零部件是设备的关键构成，设备厂对所选用的零部件要求严苛，若要成为合格供应商，一般需完成质量体系认证、特种工艺制程认证、首件认证环节，方可获得量产特定首件的资格，通常全部认证过程持续 2-3 年，认证周期长，但是一旦导入、确定合作关系后，设备厂会与零部件供应商长期深度绑定。

单一产品市场空间小+技术门槛高，国际很少有纯粹的半导体零部件公司，国际厂商产品布局跨多行业、多产品线。大厂如 MKS，半导体产品包括气体压力计、射频/直流电源、真空产品、机械手臂等，产品也应用于工业制造、生命与健康科学等领域。同时单一产品技术门槛高，收购整合是拓展产品线的高效方式。大厂如 Atlas(阿特拉斯科普柯，瑞典)，2014 年收购 Edwards(爱德华，英国)、2016 年收购 Leybold(莱宝，德国)、2019 年收购 Brooks(布鲁克斯，美国)，持续做大做强半导体用真空泵业务。

美日欧厂商主导全球半导体设备零部件市场，国产率提升有非常大的空间。全球半导体设备零部件市场主要被美日欧厂商所占据。根据 IC World 的数据，2020 年全球主要的 44 家半导体核心零部件供应商中，美国供应商 20 家，占比约 45%；日本供应商 16 家，占比约 36%；德国供应商 2 家、瑞士供应商 2 家、韩国供应商 2 家、英国供应商 1 家等；美日欧半导体零部件供应商占比超过 90%，主导全球半导体设备零部件市场。

三、 半导体设备零部件发展

1、中国半导体设备市场规模增长拉动零部件需求

半导体零部件需求可拆分为存量与增量市场：存量市场：主要由存量设备零部件替换驱动，2020 年全球关键零部件 服务与支持市场约 23 亿美元；增量市场：主要由新设备零部件采购需求驱动。全球设备销售额呈提升趋势，其中中国市场占比从 2018Q1 的 15%提升至 2022Q3 的 27%。增量市场 406 亿美元，三类关键设备对应规模最大

根据测算，2020 年全球半导体原材料、零部件市场规模在 406 亿美元左右，剔除其他前道设备、封测设备，关键工艺设备对应原材料、子系统市场规模 为 316 亿美元。分工艺环节来看，用于薄膜沉积设备、刻蚀设备、光刻设备的零部件占了总市场规模的 63%，占关键前道设备市场规模 81%。

中国市场空间：20 年大陆晶圆线零部件采购超 10 亿美元。2020 年，中国大陆晶圆线 8 吋和 12 吋前道设备零部件 (parts) 采购金额超过 10 亿美元。如果排除三星、海力士、台积电等境外厂商在中国大陆的产线，中国 本土晶圆制造厂商（主要包括 SMIC、华虹集团、华润微电子、长江存储等）采购金额约为 4.3 亿美元。从中国晶圆制造厂商采购的关键零部件来看，石英 (Quartz)、射频电源 (RF Generator)、泵 (Pump) 占零部件采购金额的比重达到或超过 10%；阀 (Valve)、静电卡盘 (Chuck)、反应腔喷淋头 (Shower Head)、边缘环 (Edge Ring) 零部件采购占比超过 5%。

2、美国限制对中国工厂输出集成电路制造设备，限制政策刺激国产零部件加速认证

限制范围扩大化：限制对象从华为到 SMIC，进一步扩大到所有中国公司；限制产品从逻辑扩大到存储，逻辑限制从 10nm 扩大至 14nm 以下制程；限制内容包括美国软件、设备、半导体产品，在中国建立先进制程工厂等。

当前国产零部件自给率仍然较低，除石英、套环等少数部件外，大部分零部件自给率不足 10%。可靠性为关键壁垒，半导体零部件验证周期较长：国产半导体零部件厂商，即使已有产品实现突破，新产品验证周期仍在一年至数年以上。限制政策下，国产零部件产线认证加速。

3、国产零部件具备交期优势，具备本地化服务优势

进口零部件交期较长：部分关键零部件交期可达 10-15 月，零部件交期成为限制设备产能 主要因素之一。例如，ZEISS 光学镜头产能成为 ASML 光刻机生产的重要限制因素。在产 能不足的时候，进口零部件厂商会优先满足海外设备厂商的零部件需求，导致国产设备厂 商获得零部件的难度进一步加大。国产零部件企业产能不如进口零部件企业紧张，扩产灵活，交期上具备优势。

零部件与服务与支持需求为互补品：零部件使用过程中产生磨损、损耗，需要定期维修，一方面国产零部件厂商具备本土化优势，就近设厂、服务更加便捷；另一方面零部件配套的服务与支持也是实现自主可控的关键点之一。2020 年，真空类子系统相关零部件服务与支持市场占比为 47%，电源类、晶圆传输类、液体管理类分别占比 12%、7%和 7%。

参考资料：

- 1、长江证券：半导体零部件行业研究：国产替代加速，优质厂商前景可期；
- 2、K50 智库：半导体设备零部件赛道，国产替代空间大挑战也大；
- 3、中银证券-半导体设备零部件行业深度—乘国产替代之东风，各路厂商百家争鸣。